

2025 年
經濟部智慧財產局
產業專利分析與布局競賽
報告書

團隊名稱：游俠吳雙

競賽主題：低功耗高清顯示器技術

競賽題目：低功耗高清顯示技術產業專利分析與布局

中華民國 114 年 09 月 11 日

目錄

| | |
|--------------------------|-----|
| 圖目錄..... | 4 |
| 表目錄..... | 6 |
| 會議記錄..... | 8 |
| 摘要..... | 9 |
| 壹、緒論 | 10 |
| 一、研究目的與動機..... | 10 |
| 二、研究問題與方法..... | 11 |
| 三、研究範圍、架構與流程..... | 11 |
| 四、預期目標與效益..... | 13 |
| 貳、技術介紹與產業概況 | 14 |
| 一、研究標的..... | 14 |
| 二、技術介紹..... | 14 |
| 三、主流產品簡介..... | 18 |
| 四、產業鏈現況..... | 19 |
| 五、產業發展概況..... | 22 |
| 六、成本結構分析..... | 25 |
| 七、技術發展概況..... | 31 |
| 參、專利檢索策略與實作 | 33 |
| 一、確認主題..... | 33 |
| 二、檢索範圍..... | 33 |
| 三、檢索方法及策略..... | 33 |
| 四、關鍵字及國際專利分類號清單..... | 36 |
| 五、檢索歷程彙整..... | 38 |
| 六、詳細檢索執行內容..... | 105 |
| 七、檢準率及檢全率..... | 109 |
| 八、專利分析階段..... | 110 |
| 九、檢索限制..... | 111 |
| 肆、專利趨勢分析 | 113 |
| 一、專利歷年申請趨勢..... | 113 |
| 二、技術生命週期分析..... | 124 |
| 三、國際分類號分析..... | 130 |
| 四、專利申請地區分析..... | 172 |
| 五、專利權人分析..... | 175 |
| 六、技術分類分析與核心專利..... | 191 |
| 七、專利引證分析..... | 203 |

| | |
|------------------------------|-----|
| 伍、 產業競爭力分析及發展策略 | 206 |
| 一、 PEST 分析及因應策略 | 206 |
| 二、 五力分析及因應策略..... | 208 |
| 三、 SWOT 分析及因應策略 | 210 |
| 四、 紅海及藍海策略..... | 212 |
| 陸、 競爭性分析 | 214 |
| 柒、 專利布局策略 | 224 |
| 一、 專利分析彙整之策略資訊..... | 224 |
| 二、 研發策略與技術突破方向..... | 226 |
| 三、 專利布局策略分析..... | 229 |
| 結論 | 233 |
| 捌、 附錄 | 235 |
| 一、 技術功效矩陣各項目檢索式..... | 235 |
| 二、 參考資料..... | 240 |

圖目錄

| | |
|--|-----|
| 圖 1 顯示器產業鏈結構..... | 22 |
| 圖 2 10.1 吋 MICRO LED 面板成本結構與趨勢..... | 30 |
| 圖 3 三階 IPC 分類號..... | 38 |
| 圖 4 四階 IPC 分類號..... | 38 |
| 圖 5 專利分析流程圖..... | 111 |
| 圖 6 歷年低功耗高清顯示技術專利申請數量與公開公告數量..... | 113 |
| 圖 7 LTPO/LTPS 全球歷年申請數量趨勢..... | 114 |
| 圖 8 OLED 全球歷年申請數量趨勢..... | 116 |
| 圖 9 MICRO-LED 全球歷年申請數量趨勢..... | 117 |
| 圖 10 QUANTUM DOT 全球歷年申請數量趨勢..... | 118 |
| 圖 11 歷年各國低功耗高清顯示技術申請數量..... | 119 |
| 圖 12 LTPO/LTPS 歷年各國專利申請數量..... | 120 |
| 圖 13 OLED 歷年各國專利申請數量..... | 121 |
| 圖 14 MICRO-LED 歷年各國專利申請數量..... | 122 |
| 圖 15 QUANTUM DOT 歷年各國專利申請數量..... | 123 |
| 圖 16 低功耗高清顯示技術生命週期圖..... | 124 |
| 圖 17 LTPO/LTPS 技術生命週期..... | 126 |
| 圖 18 OLED 技術生命週期..... | 127 |
| 圖 19 MICRO-LED 技術生命週期..... | 128 |
| 圖 20 QUANTUM DOT 技術生命週期..... | 129 |
| 圖 21 低功耗高清顯示技術 全球十大 IPC-3 階專利數量..... | 130 |
| 圖 22 低功耗高清顯示技術 全球十大 IPC-4 階專利數量..... | 131 |
| 圖 23 低功耗高清顯示技術 全球十大 IPC-5 階專利數量..... | 132 |
| 圖 24 LTPO/LTPS 全球十大 IPC-3 階專利數量..... | 134 |
| 圖 25 LTPO/LTPS 全球十大 IPC-4 階專利數量..... | 134 |
| 圖 26 LTPO/LTPS 全球十大 IPC-5 階專利數量..... | 135 |
| 圖 27 OLED 全球十大 IPC-3 階專利數量..... | 136 |
| 圖 28 OLED 全球十大 IPC-4 階專利數量..... | 137 |
| 圖 29 OLED 全球十大 IPC-5 階專利數量..... | 137 |
| 圖 30 MICRO-LED 全球十大 IPC-3 階專利數量..... | 138 |
| 圖 31 MICRO-LED 全球十大 IPC-4 階專利數量..... | 139 |
| 圖 32 MICRO-LED 全球十大 IPC-5 階專利數量..... | 139 |
| 圖 33 QUANTUM DOT 全球十大 IPC-3 階專利數量..... | 141 |
| 圖 34 QUANTUM 全球十大 IPC-4 階專利數量..... | 141 |
| 圖 35 QUANTUM DOT 全球十大 IPC-5 階專利數量..... | 142 |
| 圖 36 低功耗高清顯示技術我國十大 IPC-3 階專利數量..... | 150 |
| 圖 37 低功耗高清顯示技術我國十大 IPC-4 階專利..... | 151 |
| 圖 38 低功耗高清顯示技術我國十大 IPC-5 階專利..... | 152 |
| 圖 39 LTPO/LTPS 我國十大 IPC-3 階專利數量..... | 154 |
| 圖 40 LTPO/LTPS 我國十大 IPC-4 階專利數量..... | 154 |
| 圖 41 LTPO/LTPS 我國十大 IPC-5 階專利數量..... | 155 |
| 圖 42 OLED 我國十大 IPC-3 階專利數量..... | 156 |
| 圖 43 OLED 我國十大 IPC-4 階專利數量..... | 157 |
| 圖 44 OLED 我國十大 IPC-5 階專利數量..... | 157 |
| 圖 45 MICRO-LED 我國十大 IPC-3 階專利數量..... | 159 |
| 圖 46 MICRO-LED 我國十大 IPC-4 階專利數量..... | 159 |
| 圖 47 MICRO-LED 我國十大 IPC-5 階專利數量..... | 160 |
| 圖 48 QUANTUM DOT 我國十大 IPC-3 階專利數量..... | 161 |
| 圖 49 QUANTUM DOT 我國十大 IPC-4 階專利數量..... | 161 |
| 圖 50 QUANTUM DOT 我國十大 IPC-5 階專利數量..... | 162 |
| 圖 51 低功耗高清顯示技術主要專利申請人國別..... | 173 |
| 圖 52 低功耗高清顯示技術我國主要專利權人..... | 175 |
| 圖 53 低功耗高清顯示技術前十大專利權人..... | 176 |
| 圖 54 LTPO/LTPS 前十大專利權人..... | 177 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| 圖 55 OLED 前十大專利權人..... | 178 |
| 圖 56 MICRO-LED 前十大專利權人 | 179 |
| 圖 57 QUANTUM DOT 前十大專利權人..... | 180 |
| 圖 58 低功耗高清顯示技術前十大專利申請人申請國別 | 182 |
| 圖 59 技術魚骨圖 (研究團隊繪製)..... | 191 |
| 圖 60 MICRO-LED 技術功效矩陣..... | 192 |
| 圖 61 OLED 技術功效矩陣 | 193 |
| 圖 62 量子點技術功效矩陣 | 195 |
| 圖 63 TFT 技術功效矩陣..... | 196 |
| 圖 64 技術交叉矩陣 | 198 |
| 圖 65 低功耗高清顯示技術主要申請人交互引證分析..... | 203 |
| 圖 66 MICRO-LED 主要申請人交互引證分析..... | 203 |
| 圖 67 OLED 主要申請人交互引證分析 | 204 |
| 圖 68 量子點技術主要申請人交互引證分析 | 204 |
| 圖 69 LTPO/LTPS 主要申請人交互引證分析..... | 205 |

表目錄

| | |
|---|-----|
| 表 1 國際專利分類號清單..... | 38 |
| 表 2 檢索式歷程..... | 44 |
| 表 3 LTPO 與 LTPS 檢索式歷程..... | 53 |
| 表 4 OLED 檢索式歷程..... | 69 |
| 表 5 MICRO-LED 檢索式歷程..... | 87 |
| 表 6 量子點檢索歷程..... | 104 |
| 表 7 顯示器相關字串..... | 105 |
| 表 8 高清功能相關字串..... | 105 |
| 表 9 低功耗功能相關字串..... | 106 |
| 表 10 LTPO 與 LTPS 技術相關字串..... | 106 |
| 表 11 OLED 技術相關字串..... | 107 |
| 表 12 MICRO-LED 技術相關字串..... | 108 |
| 表 13 量子點技術相關字串..... | 109 |
| 表 14 低功耗高清顯示技術全球前十大 IPC-3 階歷年專利申請數量..... | 142 |
| 表 15 低功耗高清顯示技術全球前十大 IPC-4 階歷年專利申請數量..... | 143 |
| 表 16 低功耗高清顯示技術全球前十大 IPC-5 階歷年專利申請數量..... | 143 |
| 表 17 LTPO/LTPS 全球前十大 IPC-3 階歷年專利申請數量..... | 145 |
| 表 18 LTPO/LTPS 全球前十大 IPC-4 階歷年專利申請數量..... | 145 |
| 表 19 LTPO/LTPS 全球前十大 IPC-5 階歷年專利申請數量..... | 145 |
| 表 20 OLED 全球前十大 IPC-3 階歷年專利申請數量..... | 146 |
| 表 21 OLED 全球前十大 IPC-4 階歷年專利申請數量..... | 146 |
| 表 22 OLED 全球前十大 IPC-5 階歷年專利申請數量..... | 146 |
| 表 23 MICRO-LED 全球前十大 IPC-3 階歷年專利申請數量..... | 147 |
| 表 24 MICRO-LED 全球前十大 IPC-4 階歷年專利申請數量..... | 147 |
| 表 25 MICRO-LED 全球前十大 IPC-5 階歷年專利申請數量..... | 148 |
| 表 26 QUANTUM DOT 全球前十大 IPC-3 階歷年專利申請數量..... | 149 |
| 表 27 QUANTUM DOT 全球前十大 IPC-4 階歷年專利申請數量..... | 149 |
| 表 28 QUANTUM DOT 全球前十大 IPC-5 階歷年專利申請數量..... | 149 |
| 表 29 低功耗高清顯示技術我國十大 IPC-3 階歷年專利申請數量..... | 162 |
| 表 30 低功耗高清顯示技術我國十大 IPC-4 階歷年專利申請數量..... | 163 |
| 表 31 低功耗高清顯示技術我國十大 IPC-5 階歷年專利申請數量..... | 163 |
| 表 32 LTPO/LTPS 我國十大 IPC-3 階歷年專利申請數量..... | 164 |
| 表 33 LTPO/LTPS 我國十大 IPC-4 階歷年專利申請數量..... | 164 |
| 表 34 LTPO/LTPS 我國十大 IPC-5 階歷年專利申請數量..... | 164 |
| 表 35 OLED 我國十大 IPC-3 階歷年專利申請數量..... | 165 |
| 表 36 OLED 我國十大 IPC-4 階歷年專利申請數量..... | 165 |
| 表 37 OLED 我國十大 IPC-5 階歷年專利申請數量..... | 165 |
| 表 38 MICRO-LED 我國十大 IPC-3 階歷年專利申請數量..... | 166 |
| 表 39 MICRO-LED 我國十大 IPC-4 階歷年專利申請數量..... | 166 |
| 表 40 MICRO-LED 我國十大 IPC-5 階歷年專利申請數量..... | 166 |
| 表 41 QUANTUM DOT 我國十大 IPC-3 階歷年專利申請數量..... | 167 |
| 表 42 QUANTUM DOT 我國十大 IPC-4 階歷年專利申請數量..... | 167 |
| 表 43 QUANTUM DOT 我國十大 IPC-5 階歷年專利申請數量..... | 167 |
| 表 44 低功耗高清顯示技術各局前十大 IPC-3 階專利申請數量..... | 168 |
| 表 45 低功耗高清顯示技術各局前十大 IPC-4 階專利申請數量..... | 169 |
| 表 46 低功耗高清顯示技術各局前十大 IPC-5 階專利申請數量..... | 169 |
| 表 47 低功耗高顯示技術前十大專利申請人 IPC-3 階專利申請數量..... | 170 |
| 表 48 低功耗高顯示技術前十大專利申請人 IPC-4 階專利申請數量..... | 170 |
| 表 49 低功耗高顯示技術前十大專利申請人 IPC-5 階專利申請數量..... | 171 |
| 表 50 低功耗高清顯示技術專利申請地區歷年專利申請趨勢..... | 174 |
| 表 51 LTPO/LTPS 前十大專利申請人申請國別..... | 183 |
| 表 52 OLED 前十大專利申請人申請國別..... | 184 |
| 表 53 MICRO-LED 前十大專利申請人申請國別..... | 185 |
| 表 54 QUANTUM DOT 前十大專利申請人申請國別..... | 186 |

| | |
|---|-------------|
| 表 55 低功耗高清顯示技術前十大專利申請人歷年專利申請數量 | 187 |
| 表 56 LTPO/LTPS 前十大專利申請人歷年專利申請數量 | 188 |
| 表 57 OLED 前十大專利申請人歷年專利申請數量 | 189 |
| 表 58 MICRO-LED 前十大專利申請人歷年專利申請數量 | 189 |
| 表 59 QUANTUM DOT 前十大專利申請人歷年專利申請數量 | 190 |
| 表 60 統計指標資料來源 | 214 |
| 表 61 統計指標計算方法 | 215 |
| 表 62 技術競爭力分析五大構面相關指標 | 216 |
| 表 63 全球技術競爭力分析 | 216 |
| 表 64 友達技術競爭力分析 | 216 |
| 表 65 三星技術競爭力分析 | 217 |
| 表 66 獲利能力指標 | 221 |
| 表 67 未來產能指標 | 221 |
| 表 68 各大廠獲利表現與未來產能能力 | 221 |
| 表 69 財務競爭力量化分數 | 222 |
| 表 70 政策競爭力量化分數 | 222 |
| 表 71 整體競爭力分析 | 223 |
| 表 72 MICRO-LED 技術檢索條件 | 235 |
| 表 73 MICRO-LED 功效檢索條件 | 錯誤! 尚未定義書籤。 |
| 表 74 OLED 技術檢索條件 | 236 |
| 表 75 OLED 功效檢索條件 | 錯誤! 尚未定義書籤。 |
| 表 76 量子點技術檢索條件 | 錯誤! 尚未定義書籤。 |
| 表 77 量子點功效檢索條件 | 錯誤! 尚未定義書籤。 |
| 表 78 TFT 技術檢索條件 | 238 |
| 表 79 TFT 功效檢索條件 | 錯誤! 尚未定義書籤。 |

會議記錄

一、第一次會議

| | |
|------|---|
| 會議時間 | 2025/05/20 09:00 |
| 企業代表 | Dr. Tang、Jimmy Cheng |
| 參與隊員 | 游芯瑜、吳修辰 |
| 會議摘要 | <p>競賽主題 低功耗高清顯示器技術 (Low Power High-Definition Display Technology)</p> <p>技術標的與主要產品 移動顯示器與消費類顯示器產品，包括：</p> <ul style="list-style-type: none">● 手機、穿戴式裝置、筆記型電腦、汽車用顯示器● AR/XR 眼鏡顯示器● 柔性顯示器 <p>底層關鍵技術，例如：</p> <ul style="list-style-type: none">● LTPO (低溫多晶氧化物)、LTPS (低溫多晶矽) 技術● 低洩漏晶體管 (low leakage transistor)● OLED (有機發光二極體)、Micro-LED (微發光二極體) 等 <p>討論重點</p> <ul style="list-style-type: none">● 瞭解移動顯示器、AR/XR 眼鏡顯示器、柔性顯示器技術的現況與發展趨勢● 探討研究及製造低功耗高清顯示器的企業 (包含大型與小型公司)，以及他們在此領域的專利布局及創新方向 <p>分析布局分析目的</p> <ul style="list-style-type: none">● 分析全球主要專利管轄區 (如中國、歐洲、日本、韓國、台灣、美國) 在顯示器技術改進、製造技術、智慧財產開發等方面的進展● 統計相關企業及各國專利管轄區的智慧財產覆蓋率 |

摘要

本報告深入剖析低功耗高清顯示器技術的全球專利趨勢與競爭格局，聚焦於 OLED、micro-LED、量子點及 LTPO/LTPS 等核心技術，並涵蓋消費顯示器、移動顯示器、VR、XR、柔性面板等產業應用。分析結果顯示，亞洲地區在專利申請上佔據主導地位，三星、LG、京東方、友達等企業為主要專利權人。技術發展趨勢著重於提升顯示效率、降低功耗、優化顯示效果及延長產品壽命。根據專利與產業分析結果，本報告為台灣企業提出深耕核心技術、融合跨領域創新、全球化專利布局、產業鏈協同以及前瞻布局新興應用等五大策略，旨在協助企業鞏固市場地位、提升技術壁壘、促進技術轉化、引導研發方向並有效應對專利訴訟。本報告為台灣顯示器產業提供多面向的專利布局與產業策略，以期在全球市場中取得持續競爭優勢。

關鍵字: 低功耗顯示器、高清顯示器、專利分析、OLED、micro-LED、量子點、LTPO、LTPS、專利布局、VR、XR、產業分析

壹、緒論

一、研究目的與動機

消費電子市場持續擴張，2024 年全球智慧型手機顯示器市場規模達 562.6 億美元，預計 2025 年增至 610.1 億美元，年複合成長率 8.13%¹。隨著消費電子與移動裝置市場的蓬勃發展，包括智慧型手機、筆記型電腦、穿戴式裝置、柔性顯示器，以及擴增實境（AR）、虛擬實境（VR）裝置等新型顯示設備的需求持續攀升，對顯示技術的要求亦日趨嚴格。在追求畫面清晰度與顯示品質的同時，如何降低功耗以延長設備使用時間，已成為影響市場競爭力的關鍵因素。尤其在 5G 通訊、元宇宙（Metaverse）、智慧汽車及物聯網（IoT）等應用場景推動下，低功耗次世代顯示器市場 2024 年價值 1.32 億美元，預計 2025-2034 年複合年成長率 6.2%，2034 年達 2.39 億美元²，高畫質、低功耗的顯示技術日益受到業界與學術界的重視。

高清低功耗顯示技術（Low Power High-Definition Display Technology）成為產業界及學術界競相投入研究的核心議題之一。此技術能夠有效平衡顯示效果與電能消耗，對延長電池壽命、提升設備續航能力具有決定性的貢獻，也因此吸引眾多國際知名企業與研究機構的高度關注與持續投入。特別是在手機、穿戴式裝置及 AR/XR 眼鏡等移動設備領域，此類技術更具策略意義。

顯示技術的發展歷程從早期的液晶顯示（LCD）、低溫多晶氧化物（LTPO）、低溫多晶矽化物（LTPS），到現階段興起的微發光二極體（Micro-LED）、有機發光二極體（OLED）、量子點顯示（QD）技術，無不朝向更薄、更輕、更節能及更高解析度的方向演進。LTPO 和 LTPS 藉由混合氧化物與多晶材料，改善背板漏電與續航能力³；Micro-LED 則以極佳的亮度、壽命與低延遲特性，正逐漸進軍 VR/AR 與大型顯示市場⁴；而 OLED 具備高對比、自體發光與柔性可塑性，成為穿戴與手機主流選擇⁵；量子點技術雖尚未普及，但其強化色域與功效轉換率，具低功耗優勢與市場潛力⁵。

這些技術革新不僅改變了消費者的視覺體驗，也促進了電子產業的新一輪競爭與技術布局。這股顯示技術新浪潮，不但吸引產業大廠，包括 Samsung、Sony、LG 與台灣面板供應鏈業者進行策略布局⁶，也激發研發機構與初創企業高度投入。然而，目前市面上的專利分析研究多偏重於特定技術細節或單一公司之專利布局，缺乏跨技整合性的專利分析，也鮮少針對整體產業生態圈、全球性 IP 布局及多技術路徑的全面分析與整合研究。

本研究旨在深入分析高清低功耗顯示技術在全球主要專利局，包括中、歐、日、韓、台、美等地的專利布局情形與發展趨勢，進而掌握產業鏈關鍵企業的技術創新布局現況與未來趨勢。具體而言，本研究的目標包括：

（一） 深入分析移動顯示器、AR/XR 眼鏡、柔性顯示器等相關技術之全球發展趨勢。

¹ 360iResearch. (2025). Smartphone Display Market Size & Share 2025-2030. Retrieved from <https://www.360iresearch.com/library/intelligence/smartphone-display>

² Global Market Insights Inc. (2024). Low Power Next Generation Display Market Opportunity, Growth Drivers, Industry Trend Analysis, and Forecast 2025-2034. Retrieved from <https://www.giiresearch.com/report/gmi1665437-low-power-next-generation-display-market.html>

³ LG Display Co., Ltd. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 20-F. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1290109/000095017025058944/lpl-20241231.htm>

⁴ SmartKem, Inc. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 10-K. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1817760/000155837025004151/smtk-20241231x10k.htm>

⁵ Universal Display Corporation. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 10-K. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1005284/000095017025024151/oled-20241231.htm>

⁶ TAdviser. (2025, March 11). The global smartphone display market grew by 11.4%. Leaders. Retrieved from [https://tadviser.com/index.php/Article:Smartphones_\(Global_Market\)](https://tadviser.com/index.php/Article:Smartphones_(Global_Market))

- (二) 確認從事高清低功耗顯示技術之大型與新創企業，解析其專利布局策略、未來創新方向及競爭優勢。
- (三) 探討關鍵底層技術，例如：LTPO 與 LTPS、OLED、Micro-LED 以及量子點技術之專利布局情形，明確技術瓶頸與創新解決方案的專利態勢。
- (四) 提供業界與政策制定者完整且系統化的專利分析資訊，以支援未來產業投資、技術開發策略決策及智慧財產布局規劃。

透過上述的研究目的與目標，期望能夠協助相關企業與研究單位清晰掌握產業與技術發展現況，預測未來趨勢與可能的技術突破方向，指導專利申請與防禦策略，優化技術授權與合作協商，進而提升產業競爭力並引領下一階段的市場與技術發展。

二、研究問題與方法

本研究聚焦於高清低功耗顯示技術的專利布局及產業動態，針對當前產業中幾個亟待釐清的核心問題展開探討。首先，高清低功耗顯示技術的全球專利布局現狀如何？OLED、Micro-LED、量子點、LTPO/LTPS 等主流技術在、美、歐、日、和台灣的專利申請趨勢與地域分佈情形。其次，這些技術領域內的核心專利究竟有哪些？本研究將深入辨識具備高度市場影響力的關鍵專利，評估其專利家族規模、引用頻率及標準必要專利（SEP）之特性。

此外，我們亦關注市場主要競爭者（如三星、Sony、LG、台灣面板企業等）於低功耗顯示技術領域之專利布局策略，包含專利申請的時序、技術選擇以及地理布局策略的差異性，並評估這些布局對市場競爭力的影響。最後，本研究希望瞭解高清低功耗顯示技術在消費電子、穿戴設備、移動裝置、VR/XR 及柔性顯示器等不同應用市場的分佈與未來發展趨勢，進而提出台灣企業的專利布局與研發策略建議，協助台灣業者進一步掌握國際競爭的戰略主動權。

為有效回答上述問題，本研究將透過多種專業方法展開分析。在資料蒐集階段，我們將使用專業且具權威性的專利資料庫，如 GPSS、USPTO、EPO、CNIPA 及 TWIPO 等，透過系統化的關鍵字與國際專利分類號（IPC）組合設定，以確保資料檢索結果的完整性與代表性。在初步檢索後，將依據檢索所得之資料持續調整關鍵字策略，藉由提高檢全率及檢準率，有效保障研究數據品質。

在專利分析層面，我們將運用專利數量分析法與技術生命週期模型，解析技術的成熟度與未來潛力，透過關鍵專利的引用分析、專利家族的地理布局分析，以及 SEP 識別，明確指出各技術路徑的市場壁壘與技術領先企業。本研究亦將透過專利訴訟與轉讓情形之分析，辨識潛在專利風險與技術授權機會。

在產業分析方法上，本研究將全面採用 PEST 分析法，從政治、經濟、社會、技術等面向深入探討高清低功耗顯示產業的整體環境。並透過五力分析，解析產業內競爭者的議價能力與新進廠商威脅程度等競爭態勢；再透過 SWOT 模型評估產業的內外部因素，為企業提供精確且可操作的策略建議。專利布局策略方面，本研究將結合產業分析結果與技術專利布局特性，特別針對台灣企業提出具體的紅海與藍海布局建議，包括策略性的技術聯盟、授權合作，甚至透過併購方式達成技術突破。

三、研究範圍、架構與流程

本研究的範圍涵蓋高清低功耗顯示技術的專利布局與產業分析。高清低功耗顯示技術，

廣泛應用於消費電子產品、移動裝置、穿戴設備、柔性顯示器，以及虛擬實境、擴增實境裝置，包含但不限於 OLED、Micro-LED、量子點及 LTPO/LTPS 背板技術，亦涵蓋顯示技術的上、中、下游各環節，例如液晶顯示 (LCD)、背光模組、驅動 IC 技術、光學結構設計及其他關鍵材料等相關領域的技術發展與演進歷程。然而，考量到 OLED、Micro-LED、量子點及 LTPO/LTPS 技術因其在功耗、畫質、柔性及微型化等面向具有明顯的技術優勢，並在高清低功耗市場中展現強大潛力，故本研究將聚焦於此四大主流顯示技術，系統性分析其專利布局及產業競爭策略，以充分揭示產業現況與未來發展趨勢。

本研究架構分為幾個核心部分：

- (一) 緒論，說明研究背景與動機、研究問題與方法、研究範圍與流程，以及預期目標與效益，提供全面研究藍圖。
- (二) 分析標說明，詳述高清低功耗顯示技術的基本概念、發展歷史與市場主流產品應用現況，包含 LTPO/LTPS、Micro-LED、OLED 與量子點技術的關鍵特徵與市場趨勢。
- (三) 專利檢索策略與過程的詳述，具體包含專利檢索主題設定、所採用之專利資料庫、檢索策略及關鍵字、國際專利分類號 (IPC) 設定、檢索過程之調整策略與準則、查準率與查全率的控制方法等。
- (四) 全面的專利分析，包括專利申請趨勢分析、技術生命週期模型評估、國際專利分類號 (IPC) 趨勢分析、地區性專利布局解析、主要企業的專利權人分析、核心技術專利之鑑別與影響力評估。
- (五) 產業專利競爭力分析，透過專利數據及企業策略布局分析，評估相關企業的技術競爭力及整體產業競爭情勢。
- (六) 全面性產業分析，包括 PEST 環境分析、產業競爭五力分析、SWOT 分析，並提出台灣企業應採取的紅海與藍海專利布局策略。
- (七) 專利布局策略分析，整合前述分析，建議企業採取的專利布局方式，包含專利授權策略、技術聯盟策略、併購策略，以及針對市場與國內產業的建議布局方法。
- (八) 結論部分，綜合研究成果提出具體的產業發展建議。

本研究的流程如下：

- (一) 資料蒐集與整理：首先，從專利資料庫中蒐集高清低功耗顯示技術相關的專利資料，確保資料的完整性與準確性。
- (二) 專利檢索與篩選：根據設定的關鍵字及國際專利分類號 (IPC)，進行專利檢索。篩選出與高清低功耗顯示技術相關的專利，並不斷調整檢索策略以提高檢準率。
- (三) 專利數據分析：利用 GPSS 內建之分析工具與 excel，對蒐集到的專利數據進行統計分析，包括專利申請數量、申請趨勢、技術生命週期、主要申請地區及申請人等。
- (四) 技術與產業分析：對高清低功耗顯示技術的核心技術領域及創新點進行深入分析，結合 PEST、五力及 SWOT 分析模型，探討技術的宏觀環境、競爭態勢及優勢劣勢。
- (五) 專利布局策略制定：根據分析結果，提出高清低功耗顯示技術的專利布局策略，幫助企業制定有效的技術研發與專利管理策略。
- (六) 結論與建議：總結研究結果，提出具體的策略建議，為相關領域的企業和研究者提供參考。

四、預期目標與效益

本研究的主要目標在於系統性地剖析高清低功耗顯示技術的全球專利布局與產業發展趨勢，並提出具體且有效的專利布局與競爭策略建議，以協助企業提升在相關技術領域的競爭優勢。我們期望透過全面性掌握 OLED、Micro-LED、量子點、LTPO/LTPS 等核心技術在全球範圍內的專利申請數量、趨勢及地域布局，建立完整且深入的專利布局圖景。此外，透過關鍵專利的識別與分析，包括引用次數、專利家族規模以及標準必要專利（SEP）等評估方法，本研究將進一步揭示各項技術的創新熱點與市場影響力，從而為企業的技術研發提供明確的創新方向。

同時，本研究將深入分析全球主要競爭對手的專利布局策略與技術競爭力，例如 Samsung、Sony、LG 及台灣主要面板業者，藉由了解其專利布局細節與競爭策略，協助企業制定有效的因應措施與前瞻布局。最終，本研究將透過 PEST、五力及 SWOT 等分析方法，全面探討高清低功耗顯示技術於消費、移動顯示、VR、XR、柔性顯示器等不同市場領域的發展現狀與未來趨勢，為企業提供清晰的市場布局與產品定位策略。

本研究預期將為產業界及研究者帶來多面向的效益。透過精確而詳細的專利布局分析，企業可清楚掌握高清低功耗顯示技術之專利現況與競爭格局，從而制定更加精準有效的專利與競爭策略，提升企業於全球市場的競爭力。此外，鑑別關鍵專利與技術創新熱點，將使企業得以有效發現並專注於具潛力的創新突破點，加速技術的升級與產品創新。藉由分析主要競爭對手的專利布局與策略，企業亦能有效預防並規避潛在的專利侵權風險，及時調整自身的專利布局以降低法律風險。

本研究成果亦有助於企業洞察高清低功耗顯示技術在各種應用市場的發展趨勢，協助企業進行更精準的市場細分與技術定位，搶先抓住市場的機會。最後，本研究的成果與提出之策略建議亦能提供政府與行業協會制定相關產業政策與規劃之參考依據，推動國內顯示技術產業的健康發展與國際競爭力提升。

透過實現上述研究目標，本研究期望能為高清低功耗顯示技術領域的企業及研究者提供高價值的策略，推動產業整體創新發展，進一步增強企業在全球市場中的競爭力與領先地位。

貳、技術介紹與產業概況

一、研究標的

本研究聚焦於「低功耗高清顯示器技術」於全球產業中的專利布局及產業發展現況，涵蓋消費電子、移動顯示、VR、XR 及柔性顯示等多元應用領域。研究標的包含目前產業最具代表性與發展潛力之主流顯示技術，涵蓋 OLED、Micro-LED、量子點與 LTPO/LTPS 背板技術，並以消費性顯示、行動裝置、VR/XR 系統與柔性顯示四大產線作交叉布局¹。

OLED 擁有自發光、具備極高對比度與真黑顯示特性，已成智慧型手機、面板、穿戴裝置等主流顯示方式，但藍色元件老化與潛在燒機 (burn-in) 風險仍為技術制約³。Micro-LED 技術則以極小尺寸 LED 陣列實現自發光、高亮度 (超過 1,000 nits)、低能耗 (僅為 TFT-LCD 10–20%) 且壽命長、無燒機風險，特別適用於高刷新、低延遲需求之 VR/XR 顯示²。量子點技術包括 QD-LED 與 QD-enhancement layer 應用，能提供超高色域表現與高效率利用率，且可印刷於柔性介質，是高解析、小型顯示尤其是穿戴式與可彎曲面板的熱門技術之一³。最後，LTPO (結合 LTPS 與氧化物 TFT) 背板技術強化了電力管理能力，支援動態調整刷新率，是低功耗智慧型裝置與高畫質顯示之關鍵背板解決方案。

在產業應用方面，柔性顯示市場預估自 2023 年約 154.6 億美元，將以年複合成長率超過 35% 擴大，加速推動可折疊手機、E-paper 與穿戴式裝置技術量產轉移；而 XR 顯示元件市場預計於 2025 年達 28.2 億美元，2030 年擴增近達 187 億美元，年平均成長率達 46%，主要推動來自消費性與工業 AR/VR 的成長需求；同時 AR/VR 顯示市場自 2023 年 18 億美元擴張至 2028 年 82 億美元，展現極大潛力，OLED、micro-OLED、Micro-LED 皆為關鍵技術競賽焦點⁴。

綜上所述，本研究標的之設定，乃基於技術產業創新與差異化競爭的核心關鍵考量。研究標的不僅鎖定先進發光材料與顯示架構的創新技術，同時對應高增長應用市進行專利布局與策略定位，提昇技術研發、轉移與商業化能力，強化我國在全球顯示技術產業鏈之競爭優勢。

二、技術介紹

顯示技術的演進是電子產品發展的核心驅動力，從早期的陰極射線管 (CRT) 到現今的各式平板顯示器，每一次技術革新都為人類帶來更豐富的視覺體驗。特別是在低功耗高清顯示器領域，隨著行動裝置、虛擬實境 (VR)、擴增實境 (XR) 以及柔性顯示等應用場景的快速發展，對顯示技術的要求已不僅限於高畫質，更需兼顧能源效率、輕薄化與多樣化形態。本節將從顯示技術的發展脈絡出發，介紹相關的上下游技術，並重點闡述為何有機發光二極體 (OLED)、微型發光二極體 (Micro-LED)、量子點 (Quantum Dot, QD) 以及低溫多晶氧化物 (LTPO) 與低溫多晶矽 (LTPS) 背板技術，是當前低功耗高清顯示器領域最為關鍵的創新。

¹ zSpace, Inc. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 10-K. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1637147/000155837025003867/zspc-20241231x10k.htm>

² Himax Technologies, Inc. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 20-F. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1342338/000141057825000623/himx-20241231x20f.htm>

³ Fu, M., Santaella, J. J., Evans, S. D., & Critchley, K. (2025). Inkjet printing of cadmium-free quantum dots-based electroluminescent devices. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 17(15), 22952–22962. <https://doi.org/10.1021/acsami.5c01588>

⁴ Fortune Business Insights. (2024). 全球柔性顯示器市場規模預計將從 2024 年的 458.6 億美元增長到 2032 年. Retrieved from <https://www.fortunebusinessinsights.com/zh/flexible-display-market-109252>

(一) 顯示技術的發展與上下游概覽

顯示技術的發展可追溯至早期笨重的陰極射線管 (CRT)，1897 年，德國物理學家卡爾·費迪南德·布勞恩 (Karl Ferdinand Braun) 首次發明了陰極射線管，其顯示原理是利用電子束轟擊螢光粉發光；1934 年，德國 Telefunken 公司製造出首批商用電子電視機¹；1925 年，鎢絲被引入 X 射線管中，因其高熔點和延展性成為關鍵組件²。隨後，液晶顯示器 (Liquid Crystal Display, LCD) 的出現，以其輕薄、低功耗的特性，迅速取代了 CRT 成為市場主流。LCD 的顯示原理是利用液晶分子在電場作用下改變排列方向，進而控制背光源的透光率來顯示圖像。儘管 LCD 技術成熟且成本較低，但其本質上是被動發光，需要背光源，這限制了其在對比度、響應速度和輕薄化方面的進一步突破³。

顯示產業是一個龐大且複雜的生態系統，其上下游環節涵蓋了材料、設備、面板製造、模組組裝以及驅動與控制等諸多領域。上游供應商提供矽 (Si)、碳化矽 (SiC) 和藍寶石等原材料；生產材料包括油性材料、表面活性劑、保濕劑、增稠劑、成膜劑和聚合物，以及著色劑、維生素、醫藥品、植物萃取物和香料；偏光板原料方面，POVAL 薄膜廣泛用作偏光板的基材薄膜，是液晶顯示器面板製造不可或缺的組件⁴。中游公司處理晶片製造和封裝，將原材料轉化為 LED 晶片並進行封裝；2024 年全球 X 射線管和探測器製造商 Varex Imaging 每年生產超過 27,000 個 X 射線管和 20,000 個 X 射線探測器⁵。下游企業將材料組裝成完整的 LED 顯示產品；品牌通常透過直銷和分銷建立專門店或百貨公司櫃檯；近年來，主要品牌實施電子商務平台，包括官方網站和社交媒體平台，實現全面的線上線下覆蓋¹⁴。

其中，顯示器驅動 IC (Display Driver IC, DDIC) 扮演著至關重要的角色。DDIC 是顯示面板的「大腦」，負責接收來自主控晶片的影像訊號，並將其轉換為精確的電壓或電流訊號，以控制顯示面板上每個像素的開關狀態和亮度。DDIC 的性能直接影響顯示器的解析度、刷新率、色彩表現和功耗。隨著顯示技術向高解析度、高刷新率和低功耗發展，DDIC 的設計也面臨著更高的挑戰，例如需要支援更高的資料傳輸速率、更精細的灰階控制以及更低的功耗管理⁶。

此外，光學創新技術在顯示器中也佔有舉足輕重的地位。無論是 LCD 的背光模組、OLED 的發光效率提升，還是 Micro-LED 的巨量轉移過程，都離不開精密的光學設計與材料應用。例如，光學膜片 (如增亮膜、偏光片) 用於提升顯示亮度、改善視角；光學貼合技術則能減少顯示面板與保護玻璃之間的空氣層，降低光線反射，提升戶外可視性並增強結構強度。在 AR/VR 等新興應用中，微型光學元件和波導技術更是實現沉浸式視覺體驗的關鍵⁷。

(二) 低功耗高清顯示器的關鍵技術

¹ Electronic Design. (2024). The Evolution of CRT Monitor Technology. Retrieved from <https://www.electronicdesign.com/technologies/industrial/displays/article/55126442/thomas-electronics-the-evolution-of-cathode-ray-tube-crt-monitor-technology>

² Nano-X Imaging Ltd. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 20-F. Retrieved from https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1795251/000121390025030318/ea0233444-20f_nanox.htm

³ IEEE. (1990). Thin-film-transistor/liquid crystal display technology-An introduction. Retrieved from <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=5389749>

⁴ Korean Science. (2020). DC-DC integrated LED Driver IC design with power control function. Retrieved from <http://koreascience.or.kr/journal/view.jsp?kj=SHGSCZ&py=2020&vnc=v21n12&sp=702>

⁵ Varex Imaging Corp. (2024). Quarterly Report Q3 2024. SEC Filing 10-Q. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1681622/000168162224000070/var-20240628.htm>

⁶ SMIC. (2025). High Voltage Platform for Display Driver IC (DDIC). Retrieved from <https://www.smics.com/en/site/productdetail/2921>

⁷ Kuraray. (2020). Products - Optical-use POVAL FILM. Retrieved from <http://www.kuraray.co.jp/poval-film/en/products/optics/product/>

儘管 LCD、DDIC 和光學技術持續進步，但面對消費電子產品對「低功耗」和「高清」的極致追求，以及柔性、透明、沉浸式等未來顯示形態的需求，現有技術仍存在瓶頸。因此，OLED、Micro-LED、量子點以及 LTPO/LTPS 等技術應運而生，它們從根本上改變了顯示原理或驅動方式，成為實現下一代低功耗高清顯示器的核心關鍵。這些技術不僅在畫質上帶來飛躍，更在能源效率和應用彈性方面展現出巨大潛力，因此成為本專利分析與布局的重點標的¹。

1. 有機發光二極體 (OLED)

OLED 是一種自發光顯示技術，其核心原理是利用有機材料在電場作用下發光的特性。與傳統液晶顯示器 (LCD) 需要背光源不同，OLED 的每個像素都能獨立發光或關閉，這賦予了 OLED 顯示器在對比度、色彩飽和度、反應速度以及視角方面無與倫比的優勢。當像素完全關閉時，OLED 能夠呈現「真黑」，從而實現極高的對比度。此外，由於無需背光源，OLED 顯示器可以做得更薄、更輕，並具備柔性顯示的潛力，這使其在智慧型手機、智慧手錶、電視以及未來可穿戴設備等領域廣受青睞²。

OLED 的基本結構通常包含陽極、陰極以及夾在中間的有機材料層。當電流通過時，電子和電洞在有機發光層中結合，釋放能量並產生光子。根據驅動方式的不同，OLED 可分為被動式矩陣 OLED (PMOLED) 和主動式矩陣 OLED (AMOLED)。PMOLED 結構簡單，成本較低，但由於每個像素的亮度和刷新率受限，主要應用於小尺寸、低解析度的顯示器。AMOLED 則在每個像素中整合了薄膜電晶體 (TFT) 陣列，用於獨立控制每個像素的發光，從而實現高解析度、高刷新率和更精確的亮度控制，是目前主流的高階顯示技術¹⁹。

儘管 OLED 技術具有諸多優勢，但也面臨一些挑戰，例如有機材料的壽命問題（尤其是藍光 OLED）、燒機 (Burn-in) 現象以及生產成本相對較高。然而，隨著材料科學和製程技術的不斷進步，這些問題正逐步得到改善，OLED 技術的應用範圍也持續擴大³。

2. 微型發光二極體 (Micro-LED)

Micro-LED 將傳統 LED 的尺寸微縮至微米級（通常小於 100 微米），並將數百萬甚至數千萬顆微型 LED 晶粒陣列化，作為每個像素的獨立發光源。與 OLED 同為自發光技術，Micro-LED 繼承了 OLED 在對比度、反應速度和視角上的優勢，同時克服了 OLED 在材料壽命和烙印方面的不足，因為 Micro-LED 採用的是無機材料（如氮化鎵），具有更高的穩定性和可靠性。此外，Micro-LED 還具備極高的亮度、更低的功耗以及更廣的色域表現⁴。

¹ S. Lee, M. K. Kim, S. Kwon, J. C. Leong, B. Noh, J. Sim, E. G. Jeong, H. J. Lee, K. C. Choi, Advanced Micro-OLED Integration on Thin and Flexible Polymer Neural Probes for Targeted Optogenetic Stimulation. *Adv. Funct. Mater.* 2025, 2420758. <https://doi.org/10.1002/adfm.202420758>

² Ossila. (2024). Organic Light Emitting Diode: OLED Generations & Structure. Retrieved from <https://www.ossila.com/pages/organic-light-emitting-diodes>

³ Penconi, M., Cazzaniga, M., Panzeri, W., Mele, A., Cagnoni, F., Ceresoli, D., & Bossi, A. (2019). Unraveling the degradation mechanism in FIrpic-based blue OLEDs: II. Trap and detect molecules at the interfaces. *Chemistry of Materials*, 31(7), 2277–2285. <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.8b04502>

⁴ Yujie Xie, Xin Lin, Taifu Lang, Xiaowei Huang, Xuehuang Tang, Shuaishuai Wang, Chang Lin, Kaixin Zhang, Jie Sun, Qun Yan; High-yield Micro-LED laser transfer accomplished using an ablation-type release material. *APL Mater.* 1 October 2024; 12 (10): 101111. <https://doi.org/10.1063/5.0232745>

Micro-LED 的顯示原理是將紅、綠、藍三原色的微型 LED 晶粒直接作為像素點，通過精確控制每個晶粒的電流來實現色彩和亮度的變化。其製程涉及巨量轉移 (Mass Transfer) 技術，即將大量微米級的 LED 晶粒從原始基板轉移到目標背板上，這是一個極具挑戰性的技術瓶頸。巨量轉移的效率、精準度和良率直接影響 Micro-LED 顯示器的商業化進程。儘管如此，Micro-LED 在大型顯示屏、穿戴裝置、車載顯示以及未來 AR/VR 等領域展現出巨大的潛力，特別是在需要高亮度、高可靠性和超低功耗的應用中。

目前，Micro-LED 技術仍處於發展初期，巨量轉移、全彩化、檢測與修復等關鍵技術仍需進一步突破，以降低生產成本並提高量產能力。然而，業界普遍認為 Micro-LED 是未來顯示技術的重要發展方向，其潛力將逐步釋放²¹。

3. 量子點 (Quantum Dot, QD)

量子點是一種奈米級的半導體晶體，其尺寸通常在 2 至 10 奈米之間。量子點的獨特之處在於其光學特性會隨著尺寸的變化而改變，當受到光或電的激發時，不同尺寸的量子點會發出不同顏色的光。這種「尺寸依賴性發光」的特性，使得量子點能夠精確地產生純淨的紅、綠、藍三原色光，從而顯著提升顯示器的色彩表現力¹。

在顯示技術中，量子點主要有兩種應用方式²：

- (1) **QD-LCD (量子點增強型液晶顯示器)**: 在傳統 LCD 的背光模組中引入量子點薄膜。藍光 LED 發出的光線穿過量子點薄膜時，部分藍光會被量子點吸收並轉換為純淨的紅光和綠光，再與未被吸收的藍光混合，形成更廣色域、更高色彩飽和度的白光，作為 LCD 面板的背光源。這種方式在不改變 LCD 基本結構的前提下，顯著提升了色彩表現，是目前市場上常見的「量子點電視」所採用的技術。
- (2) **QD-OLED (量子點有機發光二極體)**: 結合了 OLED 的自發光特性和量子點的色彩轉換能力。QD-OLED 顯示器通常使用藍色 OLED 作為發光源，藍光穿過量子點層後，部分藍光被量子點轉換為紅光和綠光，再與剩餘的藍光混合形成全彩顯示。這種技術結合了 OLED 的真黑、高對比度與量子點的廣色域、高亮度優勢，被視為下一代高階顯示技術的發展方向之一。

量子點技術的優勢在於其能夠提供更廣闊的色域、更高的色彩亮度以及更精準的色彩表現，同時具備較高的能源效率。隨著量子點材料的穩定性和效率不斷提升，其在顯示領域的應用將更加廣泛，並可能與 Micro-LED 等技術結合，創造出更為先進的顯示解決方案。

4. 低溫多晶矽 (LTPS) 與低溫多晶氧化物 (LTPO)

LTPS (Low Temperature Polycrystalline Silicon) 和 LTPO (Low Temperature Polycrystalline Oxide) 是主動式矩陣顯示器 (特別是 AMOLED) 中用於驅動像素的薄膜電晶體 (TFT) 背板技術。TFT 背板是顯示器的「大腦」，負責控制每個像素的開關和亮度，其性能直接影響顯示器的畫質、功耗和刷新率³。

¹ Radiant Vision Systems. (2022). Quantum Leap: Quantum-Dot LED (QLED) and OLED (QD-OLED) TVs Have Arrived. Retrieved from <https://www.radiantvisionsystems.com/blog/quantum-leap-quantum-dot-led-qled-and-oled-qd-oled-tvs-have-arrived>

² Samsung Display. (2022). Quantum Dot - Products/Technology – QD-OLED. Retrieved from <https://www.samsungdisplay.com/eng/tech/quantum-dot.jsp>

³ Li-ang DENG, Shi-lin CHEN, Bo-tian HUANG, et al. TFT display backplane technology based on low-temperature polysilicon-oxide semiconductor hybrid integration[J]. Chinese journal of liquid crystals and displays, 2021, 36(3): 420-431. DOI: 10.37188/CJLCD.2020-0268.

- (1) **LTPS 技術**：LTFS TFT 相較於傳統的非晶矽 (a-Si) TFT，具有更高的電子遷移率 (Electron Mobility)，這意味著電子在材料中移動的速度更快，從而使得 TFT 的開關速度更快、驅動能力更強。高遷移率使得 LTFS 背板能夠實現更小的 TFT 尺寸，進而提高像素開口率 (Aperture Ratio)，提升顯示亮度並降低功耗。此外，LTFS 技術也支持更高的解析度和刷新率，因此廣泛應用於高階智慧型手機、平板電腦等 OLED 顯示器中。
- (2) **LTPO 技術**：LTPO 是一種結合了 LTFS 和氧化物半導體 (如 IGZO, Indium Gallium Zinc Oxide) TFT 優勢的新型背板技術。LTPO 背板通常在驅動電路部分使用 LTFS TFT 以確保高遷移率和快速響應，而在開關電路部分則採用氧化物 TFT。氧化物 TFT 的優勢在於其極低的漏電流 (Leakage Current) 和優異的均勻性，這使得顯示器在低刷新率模式下能夠大幅降低功耗。例如，在顯示靜態畫面時，LTPO 顯示器可以將刷新率降低至 1Hz，從而顯著節省電量，這對於延長行動裝置的電池續航時間至關重要。LTPO 技術的引入，使得顯示器能夠實現可變刷新率 (Variable Refresh Rate, VRR) 功能，根據顯示內容動態調整刷新率，在保證流暢體驗的同時，最大化能源效率。蘋果公司是 LTPO 技術的早期推動者，並已在其多款產品中應用此技術。

LTFS 技術為高解析度、高刷新率的 OLED 顯示器提供了基礎，而 LTPO 技術則在此基礎上進一步優化了功耗表現，特別是在可變刷新率應用場景下，使其成為高端行動裝置顯示屏的理想選擇。這兩種背板技術的發展，對於提升低功耗高清顯示器的整體性能具有關鍵作用²⁴。

三、主流產品簡介

隨著顯示技術的快速發展，各類創新技術正逐步應用於主流消費性電子產品及新興領域，以滿足使用者對更高畫質、更低功耗及更沉浸式體驗的需求。本節將簡要介紹目前市場上具代表性的產品，及其所採用的關鍵顯示技術。

(一) 智慧型手機：以 iPhone 為例

蘋果公司的 iPhone 系列產品一直是智慧型手機顯示技術的風向標。從早期的 LCD 螢幕，到近年來全面轉向 OLED，再到導入 LTPO 技術，iPhone 的顯示技術演進清晰地反映了低功耗高清顯示器的發展趨勢¹。

1. **OLED 顯示器**：自 iPhone X 首次採用 OLED 面板以來，OLED 技術已成為 iPhone 旗艦機型的主流顯示方案。iPhone 所採用的 Super Retina 和 Super Retina XDR 顯示器，均基於 OLED 技術，提供極高的對比度、鮮豔的色彩表現、廣視角以及「真黑」顯示效果。OLED 的自發光特性使其能夠實現像素級的亮度控制，從而大幅提升畫面細節和 HDR (高動態範圍) 內容的表現力。此外，OLED 面板的柔性特點也為 iPhone 的全面屏設計提供了可能，例如實現螢幕邊緣的彎曲，以容納 Face ID 等感測器模組²。
2. **LTPO 技術**：為了進一步優化功耗並實現更流暢的視覺體驗，蘋果在部分 iPhone 機型 (如 iPhone Pro 及後續 Pro 系列) 中引入了 LTP 技術。LTPO 背板技術結合了 LTFS 的高電子遷移率和氧化物 TFT 的低漏電流特性，使得顯示器能夠實現可變刷

¹ Apple. (2024). Pro Display XDR - Technical Specifications. Retrieved from <https://www.apple.com/il/pro-display-xdr/specs/>

² Dolby Laboratories, Inc. (2025). Quarterly Report Q2 2025. SEC Filing 10-Q. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1308547/000162828025021591/dlb-20250328.htm>

新率 (Variable Refresh Rate, VRR) 功能, 即 ProMotion 技術。這項技術允許螢幕刷新率在 10Hz 到 120Hz 之間動態調整, 例如在顯示靜態內容時降低刷新率以節省電量, 而在滑動或遊戲時提升刷新率以確保流暢度。LTPO 技術的應用, 對於延長 iPhone 的電池續航時間, 同時提供頂級的顯示性能至關重要¹。

(二) AR 與 VR 裝置：以 Meta 為例

AR 和 VR 裝置是未來沉浸式體驗的關鍵載體, 其顯示技術面臨著獨特的挑戰, 包括高解析度、高刷新率、低延遲、廣視場角以及輕量化。Meta 作為元宇宙領域的領軍企業, 其在 AR/VR 顯示技術的投入和發展具有代表性²。

1. **高解析度與高刷新率顯示器**：Meta 旗下的 VR 頭戴裝置, 如 Meta Quest 系列, 通常採用高解析度的 LCD 或 OLED 面板, 以提供清晰的虛擬影像。為了減少運動模糊和提升沉浸感, 這些顯示器也支援較高的刷新率 (例如 90Hz 或 120Hz)。然而, 要在輕量化的頭戴裝置中實現極高的像素密度 (Pixels Per Degree, PPD) 和廣視場角, 同時控制功耗和成本, 仍然是巨大的挑戰。
2. **光學透視 (Optical See-Through, OST) 與微顯示技術**：對於 AR 眼鏡, Meta 正在積極探索光學透視技術, 這意味著使用者可以直接透過鏡片看到現實世界, 同時虛擬影像疊加在現實場景之上。這類裝置通常需要極小的微顯示器 (Micro-display), 例如 Micro-OLED 或 Micro-LED, 它們具有超高像素密度、高亮度、高對比度以及低功耗的特性, 非常適合 AR 眼鏡對輕薄化和視覺效果的要求。然而, 微顯示器與光波導等光學元件的整合, 以及如何實現廣視角和精確的虛擬影像疊加, 是當前 AR 眼鏡顯示技術的難題³。
3. **眼動追蹤與注視點渲染**：為了提升 VR/AR 的視覺效率和降低運算負荷, 眼動追蹤 (Eye Tracking) 和注視點渲染 (Foveated Rendering) 技術也日益受到重視。透過眼動追蹤, 系統可以精確判斷使用者注視的區域, 並僅對該區域進行高解析度渲染, 而周邊區域則以較低解析度渲染, 從而節省大量的運算資源, 降低功耗, 並提升整體性能。這項技術的實現, 需要顯示器與感測器、演算法的深度整合⁴。

總體而言, 主流產品和新興應用對顯示技術提出了更高、更多元的要求。智慧型手機在 OLED 和 LTPO 的加持下, 不斷提升畫質和能效; 而 AR/VR 裝置則在微顯示、光學透視和眼動追蹤等前沿技術的推動下, 努力實現更真實、更沉浸的虛擬與擴增體驗。這些應用場景的發展, 也反過來驅動著顯示面板、驅動 IC、光學元件等整個產業鏈的技術創新; 而無論何者, 底層材料在實現高清低功耗顯示皆佔據關鍵位置。

四、產業鏈現況

高清低功耗顯示器在多個終端市場中扮演著日益重要的角色, 推動著這些市場的快速發展和技術創新。以下將先概覽顯示器上中下游主要廠商, 並隨後剖析各終端市場顯示器發展趨勢與技術變化。

¹ J. C. Kim, J. S. Yoo, H. W. Hwang, H. C. Choi, Y. M. Ha and H. J. Kim, "LTPO Driving Technology for the Next Generation," 2021 28th International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD), Kyoto, Japan, 2021, pp. 144-146, doi: 10.23919/AM-FPD52126.2021.9499207.

² Meta Platforms, Inc. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 10-K. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1326801/000132680125000017/meta-20241231.htm>

³ Kopin Corporation. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 10-K. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/771266/000164117225005135/form10-k.htm>

⁴ zSpace, Inc. (2025). Registration Statement Form S-1. SEC Filing S-1. Retrieved from https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1637147/000110465925036376/tm2512300-1_s1.htm

上游：材料、零組件與設備

上游環節是顯示器產業的基石，涵蓋了各種關鍵材料、核心零組件和精密製造設備。在材料供應方面，這包括玻璃基板、有機發光材料（用於 OLED）、量子點材料、偏光片、彩色濾光片以及半導體級矽等。例如，Universal Display Corporation (UDC) 是 OLED 材料和技術授權的重要供應商¹。在量子點領域，Nanoco、Nanosys 和 Merck KGaA 是主要玩家，其中 Nanosys 已展示無鎘量子點原型，符合環保趨勢²。台灣的台積電 (TSMC) 作為全球領先的晶片製造商，在半導體級矽的供應鏈中扮演關鍵角色，為顯示器驅動 IC 等提供基礎材料。原材料價格波動（如稀土元素）對此環節影響顯著。

核心零組件包括顯示器驅動 IC (DDIC)、薄膜電晶體 (TFT) 背板、背光模組（特別是 Mini-LED 背光）以及 Micro-LED 晶粒。台灣廠商在 DDIC 領域仍保持領先地位，例如聯詠 (Novatek) 是市場領導者，其研發投入對維持競爭力至關重要。在 Micro-LED 晶粒方面，台灣的富采 (Ennostar) 具備從磊晶到巨量轉移的全面技術能力，是全球 Micro-LED 生態系統的關鍵參與者。

顯示器製造也需要高度專業化的設備，例如 OLED 的蒸鍍設備和 Micro-LED 的巨量轉移設備。這些設備的供應商數量有限，其技術進步直接影響面板的生產效率和成本³。

中游：面板製造

中游環節是顯示器產業的核心，負責將上游材料和零組件組裝成顯示面板。全球面板市場主要由少數幾家巨頭主導。韓國的三星顯示 (Samsung Display) 和 LG 顯示 (LG Display) 在 OLED 技術（特別是高端智慧手機 OLED 和大型 OLED 電視面板）方面處於領先地位⁴。中國的京東方 (BOE Technology Group) 和 TCL 華星 (TCL CSOT) 在 LCD 和 OLED 領域迅速擴大產能，並透過成本優勢挑戰傳統領導者。台灣的友達光電 (AUO) 和群創光電 (Innolux Corporation) 是重要的面板製造商，日本顯示器公司 (Japan Display Inc. - JDI) 和天馬微電子 (Tianma Microelectronics) 索尼 (Sony) 也在各自的利基市場佔有一席之地⁵。

各大面板廠在 OLED 技術上各有側重，例如 LG 顯示主要採用 WOLED+CFs 技術生產大尺寸 OLED 螢幕，而三星顯示則傾向於 Blue OLED with CCMs⁶。在 Micro-LED 領域，友達和群創積極布局，被視為有望「跳過 OLED」的下一代技術。LTPO/LTPS 背板技術的應用，使得面板能夠實現可變刷新率，大幅降低功耗，是高端智慧手機和穿戴裝置的關鍵技術，主要由三星顯示、LG 顯示、京東方、天馬微電子等廠商生產⁷。

下游：模組組裝、終端產品整合與品牌通路

¹ Morder Intelligence. (2025). OLED Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2025 - 2030). Retrieved from <https://www.morderintelligence.com/industry-reports/oled-market>

² Archive Market Research. (2025). Display Analysis Report 2025. Retrieved from <https://www.archivemarketresearch.com/reports/display-482494#>

³ Sixteen-Nine. (2025). Future Displays: The Path And Challenges Of MicroLED Display Technology. Retrieved from <https://www.sixteen-nine.net/2025/01/16/future-displays-the-path-and-challenges-of-microled-display-technology/>

⁴ Vislcd. (2025). 12 Top LCD Panel Manufacturers Dominating Global Markets [2025 Guide]. Retrieved from <https://www.vislcd.com/12-top-lcd-panel-manufacturers-dominating-global-markets-2025-guide/>

⁵ 360iResearch. (2025). Smartphone Display Market Size & Share 2025-2030. Retrieved from <https://www.360iresearch.com/library/intelligence/smartphone-display>

⁶ 方格子. (2024). 從需求到製成困難：OLED 顯示器製造的挑戰與突破 . Retrieved from <https://vocus.cc/article/6712838afd89780001f0dc39>

⁷ Data Insight. (2025). LTPO Display Panel 2025-2033 Trends and Competitor Dynamics: Unlocking Growth Opportunities. Retrieved from <https://www.datainsightsmarket.com/reports/ltpo-display-panel-870852>

下游環節將顯示面板整合到最終產品中，並透過品牌和通路觸及消費者。面板製造商通常也會進行顯示模組的組裝，並與終端產品製造商緊密合作，確保顯示器與整機的無縫整合。

終端產品製造商 (OEMs)是將顯示器整合到最終消費電子產品中的品牌商。

1. **智慧手機**：蘋果、三星、小米、華為、Google 等是主要品牌。柔性顯示器（如可折疊、可捲曲螢幕）的普及，正重新定義智慧手機的形態¹。
2. **穿戴裝置**：蘋果、Fitbit、小米、LG 電子、佳明、華為設備等是主要參與者。穿戴裝置對微型化、高像素密度和低功耗顯示器有極高需求²。
3. **筆記型電腦**：華碩、聯想、微星、蘋果、宏碁、戴爾等品牌在筆記型電腦市場競爭激烈，高端筆記型電腦越來越多地採用 OLED 和 Mini-LED 面板³。
4. **汽車顯示系統**：大陸集團、電裝、羅伯特·博世、法雷奧、偉世通、矢崎等傳統汽車供應商，以及 LG 電子、松下、夏普、天馬微電子、TCL 華星等新興消費電子公司，共同推動汽車顯示系統的發展⁴。汽車顯示器正朝向智慧座艙一體化、多螢幕聯動發展。
5. **AR/XR 眼鏡**：蘋果、Meta、谷歌、XREAL、Halliday、RayNeo、Rokid 等公司在 AR/XR 眼鏡領域展開激烈競爭，Micro-OLED 和 Micro-LED 是關鍵顯示技術⁵。

終端產品製造商的品牌影響力，以及全球零售通路、線上銷售平台等，是產品觸及消費者的最終環節。

¹ EBLOG. (2025). What's New in Smartphones in 2025? Foldables, AI Chips & More. Retrieved from <https://blog.e4uhub.com/what-s-new-in-smartphones-in-2025-foldables-ai-chips-and-more>

² Knowledge Sourcing. (2025). Wearable Devices Market Size & Forecast 2025-2030. Retrieved from <https://www.knowledge-sourcing.com/report/wearable-devices-market>

³ Grand View Research. (2025). Large Format Display Market Size | Industry Report, 2030. Retrieved from <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/large-format-display-market-report>

⁴ Business Wire. (2025). China and Global Automotive Display, Center Console and Cluster Industry Report 2025: Chinese Independent Brands Mostly Using a Combination of HUD and Center Console Screens. Retrieved from <https://www.businesswire.com/news/home/20250616110471/en/China-and-Global-Automotive-Display-Center-Console-and-Cluster-Industry-Report-2025-Chinese-Independent-Brands-Mostly-Using-a-Combination-of-HUD-and-Center-Console-Screens---ResearchAndMarkets.com>

⁵ Auganix.org. (2025). CES 2025: Top AR, VR, and MR Announcements. Retrieved from <https://www.auganix.org/ces-2025-vr-ar-xr-announcements/>

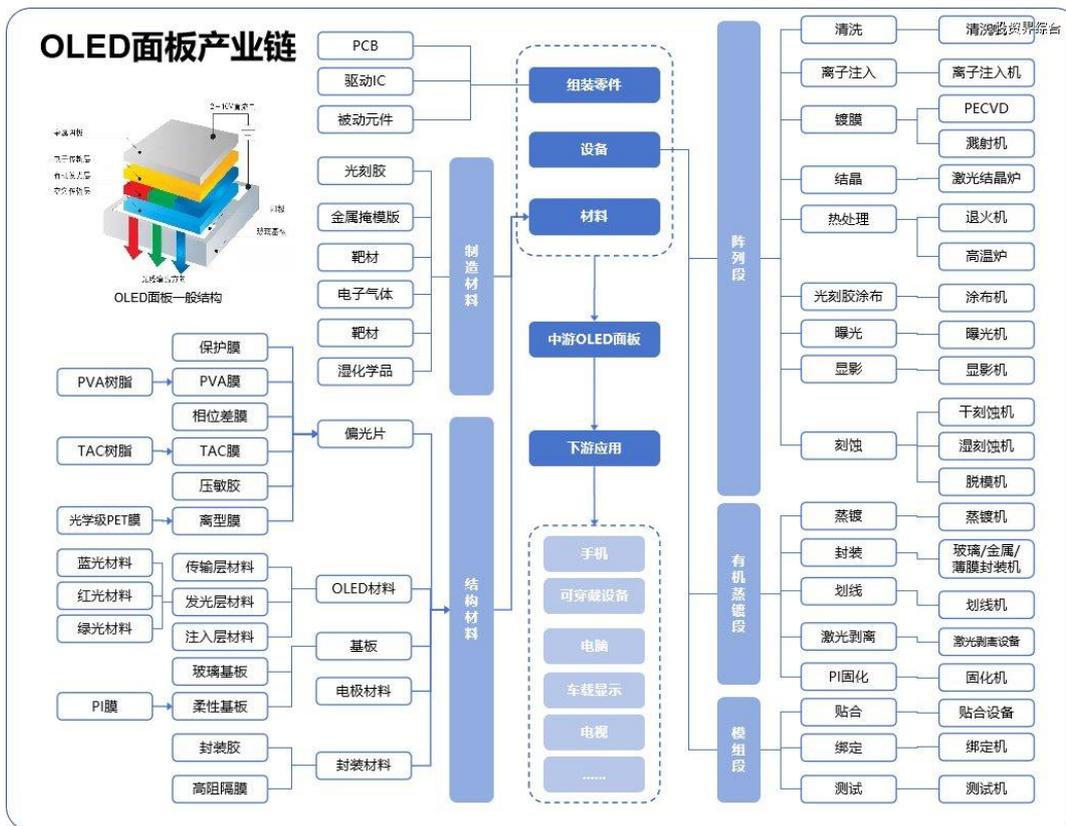


圖 1 顯示器產業鏈結構。資料來源：境成研究 | OLED 產業深度解析

五、產業發展概況

(一) 智慧手機顯示器

智慧手機顯示器市場預計將從 2024 年的 562.6 億美元增長到 2025 年的 610.1 億美元，並以 8.13% 的複合年增長率 (CAGR) 在 2030 年達到 899.6 億美元¹。

LCD (包括 IPS 和 TFT 架構) 和 AMOLED 是當前市場的主流。AMOLED 因其卓越的對比度、更薄的形態和更快的響應時間，已從利基旗艦產品轉向主流採用¹。

Micro-LED 作為一種新興技術，有望提供無與倫比的亮度和壽命。LTPO 背板技術的應用，使得動態刷新率控制成為可能，智慧手機螢幕能夠智能地平衡流暢動畫與更長的電池續航力¹。此外，可折疊玻璃基板和超薄背板的興起，催生了折疊和捲曲螢幕等新型態產品²。螢幕下攝像頭整合和微結構導光板的進步，也為實現無邊框全螢幕設計鋪平了道路。這種多功能性極大地提升了用戶的生產力和內容消費體驗，模糊了手機和平板電腦之間的界限。這項創新不僅滿足了消費者對沉浸式視覺體驗的需求，也推動了製造商重新思考設備設計和材料選擇，以實現更耐用、更輕薄、更具吸引力的產品。

(二) 穿戴裝置顯示器

¹ 360iResearch. (2025). Smartphone Display Market Size & Share 2025-2030. Retrieved from <https://www.360iresearch.com/library/intelligence/smartphone-display>

² EBLOG. (2025). What's New in Smartphones in 2025? Foldables, AI Chips & More. Retrieved from <https://blog.e4uhub.com/what-s-new-in-smartphones-in-2025-foldables-ai-chips-and-more>

穿戴裝置市場預計將從 2025 年的 1248.91 億美元增長到 2030 年的 2856.94 億美元，複合年增長率（CAGR）高達 18.00%¹，反映作為快速成長的未來重要市場。

OLED 和 Micro-OLED 是穿戴裝置的主流顯示技術，因其輕薄、高對比度和低功耗特性而受到青睞²。Micro-LED 在穿戴裝置中也展現出巨大潛力，特別是智慧手錶，其在美國 Micro-LED 市場份額中佔比 34.20%（2024 年），且智慧手錶顯示器細分市場的複合年增長率高達 144.5%³。穿戴裝置對顯示器的要求是高度微型化、低功耗和高像素密度，以適應長時間佩戴和電池續航的需求。

(三) 筆記型電腦顯示器

儘管筆記型電腦作為較成熟的市場，多項顯示器轉變趨勢正在發生。OLED 顯示器在高端筆記型電腦中越來越受歡迎，例如華碩 Zenbook A14 和聯想 Yoga Book 9i（2025 款）都採用了 OLED 面板，提供鮮豔的色彩和高對比度。Mini-LED 背光技術也應用於高性能遊戲筆記型電腦，如 MSI Titan 18 AI（2025 款）採用 18 英寸 4K 120Hz Mini-LED 面板⁴。

柔性 OLED 技術也開始進入筆記型電腦領域。柔性顯示器在個人電腦和筆記型電腦領域的增長速度預計在 2024-2029 年間的複合年增長率約為 55%⁵。筆記型電腦顯示器正朝著高刷新率（120Hz）、4K 解析度以及與 AI 處理器整合的方向發展，以滿足內容創作和遊戲的需求⁴。

(四) 汽車顯示系統

汽車顯示系統市場預計將從 2024 年的 275 億美元增長到 2025 年的 301.4 億美元，並以 9.93% 的複合年增長率（CAGR）在 2030 年達到 485.5 億美元⁶。

LCD（特別是 TFT-LCD）因其成本效益和高耐用性，仍在成本敏感的汽車領域佔據主導地位⁶。AMOLED 面板因其高對比度、深黑色和柔性形態，在高端車輛中越來越受歡迎，例如天馬展示的 13 英寸 C 形和 L 形曲面 AMOLED 顯示器，專為汽車儀表板設計⁷。

然而，Micro-LED 和 Mini-LED 作為新興技術，正在汽車抬頭顯示器（HUD）和環境照明應用中找到利基市場，優先考慮亮度、能效和安全性。天馬的 12.3 英寸 LTPS 高透光 InvisiVue™ Mini-LED 顯示器，在非工作狀態下可隱藏顯示區域⁷，展現了設計創新。

¹ Knowledge Sourcing. (2025). Wearable Devices Market Size & Forecast 2025-2030. Retrieved from <https://www.knowledge-sourcing.com/report/wearable-devices-market>

² 袋鼠金融. (2024) Micro LED 概念股是什麼？新興跨領域顯示技術市場趨勢優缺點一次看. Retrieved from <https://roo.cash/blog/micro-led-conceptstock-article/>

³ Mordor Intelligence. (2025). United States Micro LED Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts. Retrieved from <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/united-states-micro-led-market>

⁴ PC Mag. (2025). The Best Laptops of CES 2025 | PCMag. Retrieved from <https://www.pcmag.com/news/the-best-laptops-of-ces-2025>

⁵ Mordor Intelligence. (2025). Flexible Display Market - Technology, Size & Manufacturers. Retrieved from <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/flexible-display-market>

⁶ 360iResearch. (2025). Automotive Display System Market Size & Share 2025-2030. Retrieved from <https://www.360iresearch.com/library/intelligence/automotive-display-system>

⁷ Tianma. (2025). Tianma featuring wide range of new Automotive display technologies at Display Week 2025. Retrieved from <https://usa.tianma.com/news/tianma-featuring-wide-range-of-new-automotive-display-technologies-at-display-week-2025/>

汽車顯示器正從傳統儀表板演變為複雜、整合的智慧座艙系統。抬頭顯示器 (HUD) 將關鍵數據投射到擋風玻璃上，增強駕駛員的態勢感知。資訊娛樂系統整合了串流媒體服務、導航和語音助手⁶。儀表板也正向全數位化、可客製化配置發展，甚至出現「無儀表板」設計，由 HUD 和中控螢幕組合取代¹。多螢幕聯動 (雙螢幕、三螢幕甚至五螢幕) 的配置也日益增多，以提供更豐富的車內體驗，並創造更強勁顯示器需求。這種演變不僅是螢幕尺寸的增大或解析度的提升，更是將顯示器作為整合車輛資訊、娛樂、導航和安全功能的中心樞紐。這項轉變使得顯示器成為汽車製造商實現產品差異化和提升用戶體驗的關鍵戰略要素，吸引了大量投資於先進的顯示技術。

(五) AR/XR Glasses Displays (AR/XR 眼鏡顯示器)

AR/XR 眼鏡顯示器市場預計將經歷爆發式增長。擴展實境 (XR) 顯示器市場預計將從 2025 年的 28.2 億美元增長到 2030 年的 187.4 億美元，複合年增長率 (CAGR) 高達 46.06%²。

OLED 是 AR/XR 顯示器市場的主流技術，在 2024 年佔據約 58% 的市場份額，因其高對比度、快速響應時間和深黑色而受到青睞³。Micro-OLED 技術則進一步提供更高的像素密度和改進的能效，鞏固了 OLED 在高端 XR 顯示器應用中的地位。Apple Vision Pro 就採用了像素密度極高的 Micro-OLED 顯示器⁴。

Micro-LED 被認為是 AR 應用中最具競爭優勢的技術，具有最高的像素密度 (PPI)、亮度、對比度和最小的光引擎尺寸。然而，全彩化技術瓶頸 (目前多為單色顯示) 和晶片微縮至 5 微米時的磊晶製程良率問題是其主要挑戰。儘管如此，Micro-LED 仍被視為 AR/XR 中長期內的絕佳選擇，預計到 2031 年將佔 Micro-LED 顯示器市場的 24.4%⁵。RayNeo X3 Pro 旗艦眼鏡就採用了 Micro-LED 光學引擎，亮度可達 2,500 尼特⁶。

AR/XR 顯示器正處於從利基市場向大眾普及的關鍵轉折點。儘管前景廣闊，但其大規模採用仍面臨諸多挑戰，包括光引擎的微型化、功耗管理、全彩顯示的實現以及高昂的製造成本。例如，蘋果 Vision Pro 儘管採用了先進的 Micro-OLED 技術，但其體積和對獨立電池組的需求仍顯示出當前技術的局限性³。業界巨頭如 Meta 和谷歌在 AR 眼鏡的未來發展路徑上存在分歧，這場「智慧眼鏡之戰」凸顯了市場對如何克服這些挑戰以實現大規模普及的不同策略和高額利害關係⁷。

¹ Business Wire. (2025). China and Global Automotive Display, Center Console and Cluster Industry Report 2025. Retrieved from <https://www.businesswire.com/news/home/20250616110471/en/China-and-Global-Automotive-Display-Center-Console-and-Cluster-Industry-Report-2025-Chinese-Independent-Brands-Mostly-Using-a-Combination-of-HUD-and-Center-Console-Screens---ResearchAndMarkets.com>

² Mordor Intelligence. (2025). Extended Reality Display Market - ER - Size, Share & Industry Analysis. Retrieved from <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/extended-reality-display-market>

³ LEDinside. (2023). Micro OLED 「先天硬傷」難贏 Micro LED？AR 顯示技術優劣一次看。Retrieved from <https://www.ledinside.com.tw/news/20230818-38881.html>

⁴ INSIDE. (2024). Vision Pro 為什麼這麼貴？研究機構拆解：顯示器成本最高！. Retrieved from <https://www.inside.com.tw/article/34300-why-is-vision-pro-expensive>

⁵ Omdia. (2025). Micro LED display market to reach 34.6 million units by 2031. Retrieved from <https://omdia.tech.informa.com/pr/2025/jan/micro-led-display-market-to-reach-34point6-million-units-by-2031-reports-omdia>

⁶ Auganix.org. (2025). CES 2025: Top AR, VR, and MR Announcements. Retrieved from <https://www.auganix.org/ces-2025-vr-ar-xr-announcements/>

⁷ Androidcentral. (2025). Meta and Google made big promises at AWE, but AR glasses' future is still messy. Retrieved from <https://www.androidcentral.com/gaming/virtual-reality/meta-google-described-conflicting-visions-of-ar-glasses-future-at-awe-2025>

另一方面，與空間計算的深度融合正為 AR/XR 眼鏡帶來革命性的沉浸式體驗。AI 技術的整合，如主動式 AI 代理、即時語言翻譯、物體識別和導航功能，極大地增強了用戶與數位內容的互動方式⁶。這不僅僅是將資訊疊加到現實世界，更是讓顯示器成為一個能夠理解用戶需求、預測行為並提供即時、上下文感知信息的智能介面。這種發展趨勢預示著未來的顯示器將不再僅僅是視覺輸出設備，而是能夠與現實世界無縫融合、提供高度個性化和互動體驗的智慧化工具。

(六) Flexible Displays (柔性顯示器)

柔性顯示器市場預計將從 2025 年的 205.2 億美元增長到 2030 年的 913.2 億美元，複合年增長率 (CAGR) 高達 34.8%¹。

OLED (有機發光二極體) 是柔性顯示器市場的主導技術，因其簡化的設計、優異的圖像品質以及固有的柔韌性而廣受歡迎²。OLED 無需背光，使其能夠做得更薄並模塑成各種特定形狀。TCL 華星 (TCL CSOT) 早在 CES 2021 展示了 6.7 英寸 AMOLED 可捲曲顯示器和 17 英寸噴墨列印 OLED 捲軸顯示器，展示了創新的產品形態¹。三星在 CES 2025 展示了可物理凸出平面並恢復原狀的可拉伸 Micro-LED 顯示器，這為柔性顯示器帶來了新的維度³。

智慧手機和平板電腦是柔性顯示器市場的主要驅動力，在 2024 年佔據約 63% 的總市場份額。柔性顯示器還在筆記型電腦/個人電腦、汽車應用 (如環繞儀表板的曲面螢幕)、穿戴裝置以及未來可能整合到服裝中，實現顏色或圖案即時變化的應用。

柔性顯示器正在為產品設計帶來前所未有的自由和多功能性。可折疊、可捲曲和可拉伸等新型態顯示器的出現，不僅增強了設備的耐用性和便攜性，也極大地拓展了多任務處理的可能性。這種趨勢標誌著設備設計從傳統平面螢幕向適應性、形態可變介面的根本性轉變。

柔性顯示器的發展高度依賴於材料科學和製程技術的協同創新。同時，鉸鏈設計、面板結構優化以及製造工藝的進步，對於克服折疊螢幕的摺痕和耐用性問題至關重要²。這種跨學科的技術協同，是推動柔性顯示器從概念走向大規模商業化的核心動力，也凸顯了顯示器創新中材料科學與工程技術的緊密聯繫。

顯示技術的發展始終圍繞著提升視覺體驗和優化能源效率兩大核心目標。隨著數位內容的爆炸式增長以及行動裝置的普及，消費者對顯示器的要求已從基本的「看得見」轉變為「看得清」、「看得好」，同時對續航力、輕薄化、柔性化等特性提出更高要求。本節將深入探討顯示技術在實現低功耗和高清方面的發展歷程、關鍵驅動力及未來趨勢。

六、成本結構分析

本區將主要聚焦於兩種最能體現「高清低功耗」特性的顯示技術：OLED 與 Micro-LED

¹ GII Global Information. (2025). Flexible Display - Market Share Analysis, Industry Trends & Statistics, Growth Forecasts (2025 - 2030). Retrieved from <https://www.giiresearch.com/report/moi1685880-flexible-display-market-share-analysis-industry.html>

² Research And Markets. (2025). AMOLED Display Market Forecast Report (2025-2030). Retrieved from <https://www.globenewswire.com/news-release/2025/05/02/3073258/28124/en/AMOLED-Display-Market-Forecast-Report-2025-2030-AMOLED-Display-Market-to-Surge-with-15-56-CAGR-Reaching-64-61-Billion-by-2030.html>

³ Look Blog. (2025). Top 10 CES 2025 Highlights Related to the Digital Signage Industry. <https://www.lookdigitalsignage.com/blog/top-ces-2025-highlights-digital-signage-industry>

兩大技術的成本組成與演變趨勢來分析。其中，驅動背板（Backplane）扮演著至關重要的角色。背板是由薄膜電晶體（TFT）組成的電路¹，它控制著每個像素的電流與開關狀態，直接決定了顯示器的解析度、刷新率與功耗表現。因此另一方面，深入分析背板技術的成本與演進，也將是進一步理解高清低功耗顯示器技術全貌的關鍵。

（一）OLED 面板成本組成與發展路徑

OLED 面板的成本結構與傳統 LCD 顯示器存在顯著差異，這主要源於其取消了背光模組、液晶層等組件，但增加了有機發光材料²。根據產業研究，OLED 面板的上游產業鏈中，設備、有機材料與驅動 IC 是成本佔比最高且最具影響力的三大環節²。

- **設備投入：**OLED 面板生產總投入中，設備佔比最高，達到約 35%。這部分投入集中在蝕刻、顯影、鍍膜、蒸鍍和封裝等前道工序設備³。由於這些設備的技術難度極高且資金投入龐大，導致關鍵設備市場幾乎被日本、韓國和美國的少數廠商壟斷，從而使設備成本長期居高不下。特別是為適應更大尺寸面板所帶來的新增蒸鍍與轉運設備，其投資週期與市場景氣度密切相關，具有較大的波動性。
- **材料投入：**有機發光材料是 OLED 的核心，其成本佔比約為 23%²。這類材料的純度要求極高，直接決定了面板的發光特性與使用壽命，同時也是整個 OLED 產業鏈中技術壁壘最高的領域之一。由於材料認證週期長達 1.5 至 2 年，面板廠在導入後通常不會輕易更換材料供應商，這使得材料端面臨的降本壓力相對較小³。
- **其他零組件：**除了設備與材料，OLED 面板的成本還包括驅動 IC 與 PCB 等零組件，其佔比各為 7%³。此外，玻璃基板的成本佔比約為 6%。

背板技術對成本與功耗的影響

驅動背板是 OLED 顯示器的核心，它的技術路線直接關乎面板的性能、功耗與成本。目前主流的背板技術包括非晶矽（a-Si）、低溫多晶矽（LTPS）與低溫多晶氧化物（LTPO）等。

- **a-Si (Amorphous Silicon)：**a-Si 的製程成熟、設備相對便宜，成本最低⁴。然而，其電子遷移率低，不適合驅動高解析度與高性能的顯示器，主要用於低階、大尺寸面板。
- **LTPS (Low-Temperature Polysilicon)：**LTPS 透過準分子雷射退火將 a-Si 重結晶化，使其電子遷移率比 a-Si 高出 100 倍以上。這項技術能驅動高解析度面板、實現更快的反應時間與更高的開口率，進而降低功耗。但其製程複雜，需要昂貴的雷射退火設備，因此製造成本顯著高於 a-Si。
- **LTPO (Low-Temperature Polycrystalline Oxide)：**LTPO 是由蘋果公司開發的一項混合背板技術，它結合了 LTPS 與氧化物半導體（如 IGZO）的優勢。在 LTPO 背板中，具備高電子遷移率的 LTPS 用於高速驅動電路，而具有低漏電流特性的氧化物 TFT 則用於關鍵的開關電路。這種設計的優勢在於能實現可變更新率（Variable Refresh Rate, VRR），在顯示靜態畫面時將刷新率降至 1Hz，從而極大化降低功耗，延長電池續航。

¹ Lumenci Team. (2022). TFT Backplanes: Shaping the Generations of Display Technologies. Retrieved from <https://lumenci.com/blogs/tft-backplanes-shaping-the-generations-of-display-technologies/>

² 國元證券. (2022). OLED 面板行業報告：OLED 迎來發展良機，供應鏈國產化率加速. Retrieved from https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202209051578034515_1.pdf

³ 境成研究. (2024). OLED 產業深度解析：關鍵設備、核心材料與國產化機會. Retrieved from <http://finance.sina.com.cn/jjxw/2024-11-11/doc-incvsyzzf7227229.shtml>

⁴ Lumenci Team. (2022). TFT Backplanes: Shaping the Generations of Display Technologies. Retrieved from <https://lumenci.com/blogs/tft-backplanes-shaping-the-generations-of-display-technologies/>

LTPO 的出現，體現了高清低功耗顯示器技術中一項重要的成本與性能權衡。LTPO 的製程複雜度更高，需要堆疊更多層數⁴。雖然它能實現顯著的低功耗優勢，這也直接導致了其製造成本高於 LTPS。換言之，要獲得「最佳」的低功耗表現，製造商必須承擔更高的製造成本。這項權衡使得 LTPO 主要應用於高階旗艦產品，如高階智慧型手機與智慧手錶，因為這些產品的品牌價值與功能需求可以承擔更高的成本。

OLED 成本下降的驅動因素與趨勢

OLED 面板的成本並非一成不變，其長期呈現下降趨勢，主要由以下幾個驅動因素所影響：

- **良率與製程優化：**良率的提升是降低面板成本最直接的方式。除了整體良率的提升，製程技術的創新也能顯著降低成本。例如，LG Display 透過「雙倍信號驅動」(DRD) 技術，將其 OLED 電視面板所需的驅動 IC 數量減半，從而大幅降低了製造成本¹。這種技術創新是提升成本效益的關鍵。
- **產能擴大與產線折舊：**隨著中國等地的面板製造商積極擴大 OLED 產能，生產規模經濟效應正逐漸顯現²。此外，早期高額的設備投資將隨著時間逐步攤提，例如 LG Display 在廣州的產線即將完成折舊，將進一步降低其 OLED 面板的生產成本¹。
- **供應鏈本土化：**OLED 成本結構中，上游設備與材料的高佔比與技術壁壘是長期的成本瓶頸。為了解決這一問題，中國 OLED 面板廠商在擴大產能的同時，也積極推動上游材料與設備的國產化²。這不僅能為本土產業鏈帶來巨大的市場空間，更從根本上改變了供應鏈的議價能力，有助於打破壟斷並實現成本的長期下降。這種從技術問題轉變為戰略問題的成本優化，將是未來 OLED 產業競爭格局的關鍵。

儘管 OLED 面板的平均銷售價格 (ASP) 近年因市場需求不振而面臨下行壓力³，但隨著消費市場庫存調整與換機需求的逐步啟動，預計 2025 年市場將迎來復甦⁴。OLED 面板市場規模預計將從 2024 年的 563.7 億美元，以 19.85% 的年複合增長率成長，於 2034 年達到約 3,445.8 億美元⁵。

(二) Micro-LED 顯示器的成本組成與發展路徑

Micro-LED 的高成本瓶頸

儘管 Micro-LED 技術被譽為下一代顯示技術，但其商業化之路的最大障礙在於極高的製造成本。一塊 10 至 14 吋的 Micro-LED 顯示面板，目前的估計成本仍高達 6,000 至 10,000 美

¹ HDTVtest. (2025). LG Display's OLED panels could be a fair bit cheaper next year. Retrieved from <https://www.hdtvtest.co.uk/news/lg-display-s-oled-panels-could-be-much-cheaper-next-year>

² 國元證券. (2022). OLED 面板行業報告：OLED 迎來發展良機，供應鏈國產化率加速. Retrieved from https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202209051578034515_1.pdf

³ SID China. (2023). 2023 年 OLED 面板市場好壞參半，2024 年可望復甦. Retrieved from https://sidchina.org/nd.jsp?fromCollId=-1&id=1049&_ngc=-1

⁴ Omdia. (2024). OLED monitor display shipments to surge by 123% YoY as top brands embrace its technology in 2024. Retrieved from <https://www.prnewswire.com/news-releases/omdia-oled-monitor-display-shipments-to-surge-by-123-yoy-as-top-brands-embrace-its-technology-in-2024-302139604.html>

⁵ Precedence Research. (2024). OLED Market Size, Share, and Trends 2024 to 2034. Retrieved from <https://www.precedenceresearch.com/oled-market>

元¹。這種天價主要源於其獨特的製程挑戰：

- **巨量轉移技術 (Mass Transfer)**：這是 Micro-LED 製程中最關鍵、最複雜也最昂貴的環節²。它需要將數百萬甚至數千萬個微米級別的 LED 晶片，從生長基板上精準、快速且大規模地轉移到驅動背板上。這個過程對設備精密度、轉移速度與良率提出了極為嚴苛的要求。根據產業標準，要實現商業化，轉移良率需達到四個標準差等級；若要具備市場競爭力，則需達到五個標準差以上。
- **檢測與修復**：由於 Micro-LED 晶片尺寸極小，傳統的檢測設備難以適用，檢測效率低下²。在巨量轉移之後，如果出現不良晶片，其修復過程的成本與難度同樣非常高，是影響總成本和良率的另一大瓶頸。
- **製程技術壁壘**：Micro-LED 的製程橫跨 LED、半導體與面板三大產業鏈³，導致晶片、機台、材料和檢測設備的規格與過去截然不同。這不僅提高了技術門檻，也因為跨產業整合不易，拉長了研發與商業化時程。

技術突破與成本降低策略

為了克服上述瓶頸，業界正在積極探索多種技術路徑，以實現 Micro-LED 的成本下降。

- **巨量轉移技術的演進**：這是成本下降的關鍵。除了傳統的拾取放置 (Stamp Pick & Place) 技術，業界正朝向更高精度與速度的新技術發展⁴。例如，**雷射轉移技術**利用雷射束快速將晶片從原始基板轉移到目標基板上，有助於提升轉移速度並降低成本⁴。另一種值得關注的技術是**流體組裝技術**，它利用流體懸浮液體作為介質，能以較低成本實現高速晶片組裝，華為等廠商正積極佈局此項技術。
- **晶片與製程優化**：晶片微型化是降低成本的理論方向，因為晶片越小，每片磊晶基板上可獲得的晶粒數量越多⁵。然而，目前晶片微型化進展緩慢，成為成本下降的一大阻礙。此外，透過優化光提取效率 (Light Extraction Efficiency, LEE) 的設計 (如微結構與反射結構)，可最大化減少光線損耗，從而提高亮度並降低功耗。
- **高良率背板**：短期內，透過改進驅動方案來提升背板生產良率，是提高效率與降低成本的一種方式⁵。

Micro-LED 的成本演變與 OLED 有本質上的不同。OLED 的成本下降是一個相對穩定、可預期的過程，主要透過規模經濟與良率的線性提升來實現。而 Micro-LED 的成本則更像是一場「技術賭注」，其居高不下的價格是由巨量轉移等核心瓶頸所鎖定。因此，Micro-LED 的成本曲線很可能不會是平滑的，而是在某個顛覆性技術 (如一種成功的巨量轉移方案) 實現量產後，才會出現非線性的、階梯式的急劇下降。這種非線性路徑解釋了為何 Micro-LED 當前仍是天價，但一旦技術突破，其市場滲透速度可能會非常快。

¹ 199IT. (2023). 10-14 吋 Micro LED 顯示面板的成本目前估計為 6,000–10,000 美元/塊. Retrieved from <https://www.199it.com/archives/1633694.html>

² LEDinside. (2022). 揭開「新視界」序幕：Micro LED 廠商如何跨越成本、良率瓶頸?. Retrieved from <https://www.ledinside.com.tw/news/20220818-38164.html>

³ 鉅亨網. (2021). 巨量轉移技術七大挑戰 MicroLED 先應用在室內顯示屏及穿戴裝置. Retrieved from <https://news.cnyes.com/news/id/3872820>

⁴ LEDinside. (2022). 揭開「新視界」序幕：Micro LED 廠商如何跨越成本、良率瓶頸?. Retrieved from <https://www.ledinside.com.tw/news/20220818-38164.html>

⁵ Semiconductor TODAY. (2024). Micro-LED chip market to grow from \$38.8m in 2024 to \$489.5m by 2028. Retrieved from https://www.semiconductor-today.com/news_items/2024/dec/trendforce-041224.shtml

Micro-LED 在利基市場的商業化進程

由於 Micro-LED 的高成本，其商業化路徑必然是從對價格不敏感，但對性能有特殊需求的高端利基市場切入。

- **AR/VR 頭戴裝置**：此類裝置需要極高的像素密度（例如超過 4000 PPI）以消除紗窗效應，同時也需要極高亮度以應對戶外光線，並要求低功耗以延長使用時間¹。Micro-LED 的獨特優勢使其成為 AR/VR 近眼顯示器的理想選擇，Micro-OLED（一種結合 Micro-LED 與矽基板的技術）也在此領域備受關注。
- **車載顯示器**：汽車內飾顯示器必須在極端溫度、高濕度與長時間紫外線曝曬等嚴苛環境下保持高可靠性。Micro-LED 的無機材料特性使其在壽命與熱穩定性方面優於 OLED 的有機材料，被視為車載顯示器的潛力技術。
- **高階大尺寸顯示牆**：在商用與高端消費市場，Micro-LED 模組化拼接的特性使其可以實現超大尺寸、無縫拼接的顯示牆，例如三星的 The Wall 系列，並已在中國市場實現了可觀的銷售額²。

儘管目前市場規模相對較小，但 Micro-LED 市場正處於高速成長期。預測其市場規模將從 2025 年的 1.3 億美元，以 81.8% 的年複合增長率成長，在 2030 年達到 25.3 億美元³。另一份報告則預測，2025 年至 2030 年的年複合增長率為 76.60%，市場規模將從 7.06 億美元增長至 121.27 億美元⁴。這顯示了市場對 Micro-LED 未來潛力的強烈信心。另一方面，隨著擴大生產與提升良率，預計 10.1 吋 Micro-LED 將降至 1277 美元，14.6 吋顯示面板的成本將降至 2,400 美元/塊。與 OLED 相比，2027 年的價格仍然非常昂貴，但是 Micro LED 顯示面板出色的畫面性能和低功耗，將在特定領域如豪華汽車和高端筆電開創利基市場應用。

¹ Display Daily. (2023). MicroOLED and MicroLED: The Future of AR/VR Displays. Retrieved from <https://displaydaily.com/micro-oled-and-microled-the-future-of-ar-vr-displays/>

² Omdia. (2020). [Display Dynamics] Micro LED and flexible OLED are the key displays for the automotive application in SID 2020. Retrieved from <https://omdia.tech.informa.com/om006960/display-dynamics-micro-led-and-flexible-oled-are-the-key-displays-for-the-automotive-application-in-sid-2020>

³ GII. (2025). MicroLED：市場佔有率分析、產業趨勢與統計、成長預測 (2025-2030 年). Retrieved from <https://www.gii.tw/report/moi1687450-micro-led-market-share-analysis-industry-trends.html>

⁴ Knowledge Sourcing Intelligence. (2025). Micro LED Market Trends, Forecast 2025-2030. Retrieved from https://docs.google.com/document/d/1NDpkrTtggLepysNm62yeN_FWe-mBpIKt6Vk0MamyIbs/edit?tab=t.0

| | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Glass substrate | \$0.89 | \$0.87 | \$0.84 | \$0.81 | \$0.79 |
| Polyimide substrate | | | | | |
| Silicon wafer | | | | | |
| Target | \$0.06 | \$0.06 | \$0.06 | \$0.06 | \$0.05 |
| Chemicals and indirect materials | \$0.31 | \$0.30 | \$0.29 | \$0.29 | \$0.28 |
| Array materials total | \$1.27 | \$1.23 | \$1.19 | \$1.16 | \$1.12 |
| Yielded array materials cost | \$1.55 | \$1.47 | \$1.40 | \$1.33 | \$1.27 |
| Color filter glass | | | | | |
| Color filter materials | | | | | |
| Others | | | | | |
| CF materials total | | | | | |
| Yielded CF materials cost | | | | | |
| LED | \$2,282.81 | \$1,689.28 | \$1,250.07 | \$925.05 | \$684.54 |
| Others | \$0.19 | \$0.14 | \$0.10 | \$0.08 | \$0.06 |
| Cell materials total | \$2,283.00 | \$1,689.42 | \$1,250.17 | \$925.13 | \$684.59 |
| Yielded cell materials cost | \$5,629.32 | \$3,801.20 | \$2,586.56 | \$1,771.52 | \$1,220.07 |
| Sealing | \$0.38 | \$0.35 | \$0.33 | \$0.31 | \$0.29 |
| Protective layer | \$2.75 | \$2.55 | \$2.38 | \$2.21 | \$2.05 |
| Driver IC | \$5.72 | \$5.32 | \$4.95 | \$4.60 | \$4.28 |
| Backlight | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| PCBA, etc. | \$3.43 | \$3.19 | \$2.97 | \$2.76 | \$2.57 |
| Module components total | \$12.28 | \$11.42 | \$10.62 | \$9.88 | \$9.19 |
| Yielded module components total | \$14.25 | \$12.99 | \$11.34 | \$10.80 | \$9.86 |
| Materials and components total | \$2,296.55 | \$1,702.07 | \$1,261.99 | \$936.16 | \$694.91 |
| Yielded materials and components total cost | \$5,645.12 | \$3,815.66 | \$2,599.81 | \$1,783.65 | \$1,231.19 |
| Cell labor | \$47.02 | \$34.79 | \$25.75 | \$19.05 | \$14.10 |
| Module labor | \$11.31 | \$10.51 | \$9.78 | \$9.09 | \$8.46 |
| Labor cost | \$58.32 | \$45.31 | \$35.53 | \$28.15 | \$22.56 |
| 5-year straight line depreciation (array) | \$0.72 | \$0.68 | \$0.65 | \$0.62 | \$0.59 |
| 5-year straight line depreciation (CF) | | | | | |
| 5-year straight line depreciation (cell) | \$51.25 | \$34.60 | \$23.55 | \$16.13 | \$11.11 |
| 5-year straight line depreciation (module) | \$5.72 | \$5.22 | \$4.76 | \$4.34 | \$3.96 |
| Building and clean room | \$7.37 | \$4.98 | \$3.40 | \$2.33 | \$1.61 |
| Depreciation cost | \$65.06 | \$45.49 | \$32.35 | \$23.41 | \$17.26 |
| Indirect expenses | \$21.37 | \$14.94 | \$10.63 | \$7.69 | \$5.67 |
| Indirect expenses total | \$21.37 | \$14.94 | \$10.63 | \$7.69 | \$5.67 |
| Manufacturing total cost | \$5,789.87 | \$3,921.39 | \$2,678.30 | \$1,842.90 | \$1,276.68 |
| Fab operations | 90.0% | 90.0% | 90.0% | 90.0% | 90.0% |
| Array process yield | 81.7% | 83.3% | 85.0% | 86.7% | 88.3% |
| CF process yield | | | | | |
| Cell process yield | 40.6% | 44.4% | 48.3% | 52.2% | 56.1% |
| Module process yield | 86.2% | 88.0% | 89.7% | 91.5% | 93.2% |
| Total yield | 28.6% | 32.6% | 36.9% | 41.4% | 46.2% |

© 2023 Omdia

图 4: 10.1 英寸 1920x1080 LTPS 背板 RGB Micro LED 显示面板成本建模

图 2 10.1 吋 Micro LED 面板成本結構與趨勢。資料來源：199IT

七、技術發展概況

(一) 高清化趨勢

顯示器的高清化是視覺體驗提升最直觀的體現。從早期的標清 (SD) 到高清 (HD)、全高清 (FHD)，再到超高清 (UHD，包括 4K 和 8K)，顯示器的像素密度不斷攀升，為使用者帶來更細膩、更真實的畫面¹。

1. **像素密度與解析度提升**：高清化的核心在於增加顯示面板的像素數量。例如，4K 顯示器擁有約 800 萬像素，而 8K 顯示器則達到約 3300 萬像素，是 4K 的四倍。更高的像素密度意味著在相同尺寸下，畫面細節更豐富，文字和圖像邊緣更平滑，尤其在近距離觀看時，顆粒感幾乎消失，提供「視網膜級」的視覺效果。這對於智慧型手機、平板電腦等手持裝置，以及 VR/AR 頭戴裝置等需要極高沉浸感的應用尤為重要²。
2. **驅動技術的配合**：實現高清化不僅是增加像素，更需要顯示面板驅動技術的同步發展。例如，LTPS (低溫多晶矽) 背板技術因其高電子遷移率，能夠驅動高解析度面板，並支援更高的刷新率，確保畫面流暢不拖影。而隨著解析度不斷提升，對顯示器驅動 IC (DDIC) 的資料處理能力、傳輸頻寬和功耗控制也提出了更高要求，需要更先進的封裝技術和演算法優化³¹。

(二) 低功耗實現：從背光到自發光與動態調整

在追求高清化的同時，降低功耗成為顯示技術發展的另一大主軸，尤其對於依賴電池供電的行動裝置和穿戴設備而言，功耗直接決定了產品的續航能力和使用者體驗。

1. **背光模組的優化**：對於 LCD 顯示器，背光模組是主要的耗電來源。為了降低功耗，業界不斷優化背光技術，例如採用更高效的 LED 光源、導入區域調光 (Local Dimming) 技術，即根據畫面內容局部調整背光亮度，甚至關閉不需要的背光區域，從而顯著降低功耗並提升對比度。量子點技術的引入，也使得 LCD 背光模組能夠以更高效的方式產生純淨色彩，間接提升能源利用效率³¹。
2. **自發光技術的崛起**：OLED 和 Micro-LED 等自發光顯示技術的出現，從根本上改變了顯示器的功耗模式。由於每個像素都能獨立發光，當顯示黑色畫面時，像素可以完全關閉而不消耗電能，這使得自發光顯示器在顯示深色內容時具有極低的功耗。相較於 LCD，OLED 在顯示黑色背景的內容 (如深色模式介面) 時，功耗優勢尤為明顯。Micro-LED 作為無機自發光技術，其單個 LED 晶粒的發光效率更高，且具備更低的驅動電壓，被視為未來超低功耗顯示的理想選擇³。
3. **可變刷新率與智慧功耗管理**：LTPO (低溫多晶氧化物) 背板技術的應用，是顯示器低功耗發展的里程碑。LTPO 結合了 LTPS 的高驅動能力和氧化物 TFT 的低漏電流特性，使得顯示器能夠實現可變刷新率 (Variable Refresh Rate, VRR)。這意味著顯示器可以根據顯示內容的動態性，智慧地調整刷新率，例如在顯示靜態圖片時將刷新率降低至 1Hz，而在觀看影片或玩遊戲時提升至 120Hz 甚至更高。這種動態調整機

¹ Himax Technologies, Inc. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 20-F. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1342338/000141057825000623/himx-20241231x20f.htm>

² Wang, X.-Y., Guo, C.-L., Zhou, Y.-J., Zhu, X.-Q., Yan, Z.-B., Li, Y., Yang, T.-X., Sun, J., & Yan, Q. (2024). Process optimization of preparing CMOS backplane for ultrahigh pixel density red Micro-LED display. *Engineering Research Express*, 6(4), 045310. <https://doi.org/10.1088/2631-8695/ad8065>

³ Universal Display Corporation. (2024). Annual Report 2023. SEC Filing 10-K. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1005284/000095017024018765/oled-20231231.htm>

制極大地優化了功耗，尤其對於高刷新率顯示器而言，避免了不必要的電能消耗，顯著延長了電池續航時間¹。

4. **驅動 IC 與演算法優化**：除了面板技術本身，顯示器驅動 IC（DDIC）和相關演算法的優化也對低功耗實現至關重要。DDIC 需要具備更精準的電壓控制能力，以最小化像素驅動功耗；同時，智慧化的電源管理演算法能夠根據使用場景和環境光線，動態調整顯示亮度、色彩模式和刷新率，進一步降低整體功耗³⁴。

顯示技術在低功耗和高清方面的發展是相輔相成的過程。高清化提升了視覺品質，而低功耗技術則確保了這種高品質體驗能夠在更廣泛的裝置上實現更長的續航。從材料創新（如量子點、OLED、micro-LED）到製程突破（如巨量轉移、LTPO 背板），再到系統級的智慧功耗管理，顯示產業正不斷推動技術邊界，以滿足未來多元化應用場景的需求。

¹ STMicroelectronics. (2022). LCD/OLED display PSUs. Retrieved from <https://www.st.com/en/power-management/lcd-oled-display-psus.html>

參、專利檢索策略與實作

以下為本研究主題之檢索策略，下面將分別介紹資料庫使用、檢索對象、檢索範圍、檢索方法及策略、時間區間、關鍵詞選取、以及專利池建立等方向去做描述。

一、確認主題

(一) 檢索庫使用：

利用經濟部智慧財產局的一站式跨國專利檢索服務平台-「全球專利檢索系統」(<https://gpss.tipo.gov.tw>)，此平台涵蓋本國及五大專利局(美、日、歐、韓、中國大陸)及世界智慧財產權組織(WIPO)之專利資料。

(二) 檢索對象：

針對「高清低功耗顯示」技術進行專利探索，其技術核心涵蓋：

- Micro-LED (微米發光二極體)
- OLED (有機發光二極體)
- 量子點 (QD, Quantum Dot)
- LTPO (低溫多晶氧化物) 與 LTPS (低溫多晶矽)

本研究旨在通過專利布局分析，系統性地梳理高清低功耗顯示器技術的發展脈絡，識別關鍵技術領域和創新趨勢。同時，通過產業分析，探討高清低功耗顯示器技術在各行業的應用現狀及未來發展前景，為企業的技術創新和專利策略提供參考依據。本次分析以底層材料技術分析為主，驅動 IC 程式與光學透鏡相關技術並非此討論範疇，故將其排除在專利池外。為避免遺漏並進行最廣泛搜尋，關鍵字部分可出現在多個欄位(摘要 (Abstract)、專利名稱 (Title)、專利範圍 (Claim))，涵蓋公開案及公告案。並進行檢索去重處理以確保專利池準確性，但為分析地區性布局情勢，故未進行家族去重。

二、檢索範圍

(一) 國家範圍

檢索範圍主要以經濟部智慧財產局建置的「全球專利檢索系統」平台進行專利檢索。檢索語言以中、英文為主，使用 AI Agent Manus (<https://manus.im/app>) 將之翻譯為日文與韓文，可能略導致日、韓資料獲取有限，也無法人工判讀，或檢驗檢全率與檢準率，進而影響此地區專利的檢索效果，但作為抽樣參考，根據中、英文檢索式之檢全率與檢準率表現，因仍有一定代表性。因此，檢索範圍集中在台灣、美國、中國、歐洲、日本與韓國，以提高檢索結果的準確性和有效性。

(二) 時間範圍

本研究的檢索時間截至 2025 年 8 月 3 日。此時間段內的專利數據有助於系統性地分析四大底層材料核心技術在顯示器的應用和演進，為企業的技術布局和專利策略提供實質性的參考依據。

三、檢索方法及策略

(一) 擬定策略

1. 資料搜集及背景知識了解

首先進行廣泛的文獻調查，搜集顯示器技術的相關資料，將技術上中下游細分，確認關鍵核心技術，精讀底層材料技術相關資料，包括學術論文、產業報告、專利文件等，以建立全面的背景知識。

2. 高清低功耗顯示器技術拆解

(1) 顯示面板技術

a. 有機發光二極體 (OLED):

自發光技術，提供高對比、廣視角、快速響應及柔性顯示能力，並在顯示黑色時實現低功耗。包含 PMOLED 和 AMOLED 等驅動方式。

b. 微型發光二極體 (Micro-LED):

無機自發光技術，具備超高亮度、高效率、長壽命、低功耗及高解析度潛力，是未來顯示技術的重要方向。

c. 量子點 (Quantum Dot, QD):

奈米級半導體晶體，通過尺寸控制發出純淨光色，用於提升顯示器色域和色彩表現，可應用於 QD-LCD 背光增強或 QD-OLED 色彩轉換。

d. 液晶顯示器 (LCD):

傳統顯示技術，通過液晶分子控制背光源透光率，技術成熟且成本較低，但在對比度和輕薄化方面受限。

(2) 背板驅動技術

a. 低溫多晶矽 (LTPS):

高電子遷移率的薄膜電晶體 (TFT) 技術，用於驅動高解析度、高刷新率的 OLED 面板，實現更小 TFT 尺寸和更高像素開口率。

b. 低溫多晶氧化物 (LTPO):

結合 LTPS 和氧化物 TFT 優勢的新型背板技術，實現可變刷新率 (VRR) 和極低漏電流，大幅降低顯示器功耗，特別適用於行動裝置。

(3) 顯示器驅動與控制

a. 顯示器驅動 IC (DDIC):

負責將影像訊號轉換為電壓或電流訊號，精確控制每個像素的開關和亮度，其性能直接影響顯示品質、刷新率和功耗。

b. 電源管理與功耗優化演算法:

透過智慧化演算法，根據顯示內容和使用場景動態調整亮度、刷新率和色彩模式，實現系統級的低功耗管理。

(4) 光學與材料創新

a. 光學膜片與結構設計:

包括增亮膜、偏光片等，用於提升顯示亮度、改善視角和色彩表現，以及在 AR/VR 中實現光學透視和影像疊加。

b. 新型發光材料:

持續開發更高效、更穩定、色域更廣的有機發光材料、量子點材料和無機 LED 材料，以提升顯示性能和壽命。

(5) 高清化關鍵要素

a. 像素密度 (PPI/PPD):

單位面積內的像素數量，直接決定畫面細膩程度，是實現高清顯示的基礎。

b. 解析度 (Resolution):

顯示器總像素數量，從 HD、FHD、4K 到 8K，不斷提升畫面細節。

c. 高刷新率 (High Refresh Rate):

提升每秒畫面更新次數，減少運動模糊，提供更流暢的視覺體驗。

(6)低功耗關鍵要素

a.自發光特性：

OLED 和 Micro-LED 等技術，通過像素獨立發光或關閉，在顯示黑色時實現極低功耗。

b.可變刷新率（VRR）：

如 LTPO 技術實現的動態刷新率調整，根據內容需求智慧切換刷新率，大幅節省電量。

c.高發光效率：

提升發光材料和結構的光電轉換效率，減少能量損耗。

d.低漏電流設計：

減少 TFT 等元件在關閉狀態下的電流洩漏，降低待機功耗。

3. 專利檢索

(1)確認檢索範圍：

以高清低功耗顯示器相關技術為主要檢索目標，以基底材料為主，檢索標的包含 OLED、Micro-LED、量子點、LTPO 與 LTPS。

(2)鎖定關鍵字：通過網路和文獻，提取專業術語和關鍵字。

(3)專利檢索：將關鍵字組合進行檢索。

(4)確認專利集合：篩選檢索結果，確保專利集合符合研究範圍。

(二) 檢索策略之調整歷程

由於低功耗高清顯示器技術涵蓋了多種前沿且快速發展的顯示原理與材料科學，如 OLED、Micro-LED、量子點、LTPO/LTPS 等，因此在專利檢索過程中，很容易出現大量相關但不精確的結果，即所謂的「雜訊」。為確保檢索結果的精確性和相關性，我們在進階檢索過程中不斷地進行調整與優化。調整歷程如下：

1. 初步檢索：

初期檢索採用較為廣泛的關鍵字組合，例如「顯示器」、「低功耗」、「高清」、「OLED」、「Micro-LED」、「量子點」、「LTPO」、「LTPS」等。這些關鍵字在專利資料庫中進行了初步查詢，但發現結果中包含了大量不相關的專利，例如僅涉及一般顯示技術而非低功耗高清特性的專利，或是與顯示器本身無關的材料或製程專利，導致資訊噪音過多。

2. 關鍵字篩選與精細化：

在分析初步檢索結果後，我們識別出一些常見但容易引入雜訊的關鍵字。隨後，進行了關鍵字篩選，去除了過於寬泛或產生大量噪音的詞彙。同時，加入了更具體的技術術語和專利分類號（IPC/CPC），例如針對 OLED 的「有機電致發光裝置」、「像素驅動電路」，針對 Micro-LED 的「巨量轉移」、「微型發光二極體陣列」，針對量子點的「量子點顯示器」、「色轉換層」，以及針對背板技術的「低溫多晶矽薄膜電晶體」、「氧化物半導體 TFT」等，以提高檢索的精確度。

3. 使用布林邏輯與專利分類號：

為了進一步提高檢索結果的相關性，廣泛使用布林邏輯（AND, OR, NOT）進行關鍵字組合查詢，並結合專利分類號進行限定。例如，使用「(OLED OR Micro-LED OR 量子點)AND(低功耗 OR 節能)AND(高清 OR 高解析度)」這樣的組合，同時排除不相關的領域，如「NOT 太陽」或「NOT 電池」。此外，也利用了國際專利分類（IPC）和

合作專利分類 (CPC) 中與顯示技術、半導體器件、電路驅動等相關的細分類號，進一步縮小檢索範圍，確保專利技術的相關性。

4. 檢索去重：

為確保檢索結果的唯一性和準確性，對檢索到的專利進行去重處理。這不包括對同一專利家族（即在不同國家或地區申請的同一發明專利）進行合併，以利於進行地區性分析。

5. 動態調整與迭代優化：

在整個專利檢索過程中，根據中期檢索結果的反饋，不斷動態調整關鍵字、布林邏輯組合和專利分類號。例如，當發現某些新興技術分支或應用場景（如 AR/VR 顯示中的微顯示技術）的專利數量顯著增長時，會及時加入相關的新技術關鍵字，並調整已有的檢索策略，以確保檢索的全面性和時效性。

6. 專家意見與交叉驗證：

最後，還諮詢了顯示技術領域的專家和資深專利檢索分析師，根據他們的建議對檢索策略進一步優化。透過與專家的交流，得以修正潛在的檢索盲點，並對檢索結果進行交叉驗證，確保所篩選出的專利能夠全面且準確地反映低功耗高清顯示器技術領域的專利布局現狀。

通過上述一系列的調整與優化，最終形成了一套高效、精確的專利檢索策略，能夠有效識別和篩選出低功耗高清顯示器技術領域中的關鍵專利，為後續的專利分析與布局提供堅實的數據基礎。

四、關鍵字及國際專利分類號清單

在專利檢索策略的制定中，國際專利分類號 (IPC) 是一個極為重要的工具。它提供了層次分明、全球通用的專利文獻分類系統，有助於研究人員和分析師精確定位特定技術領域的專利。針對低功耗高清顯示器技術，選定了以下可能涉及的 IPC 分類號，以確保檢索的全面性和精確性：

(一) C01 - 無機化學

1. C01B 17/00：硫；其化合物。

如量子點材料中的硫化鎘 (CdS) 等無機半導體化合物的製備。

2. C01B 19/02：硒；碲；其化合物。

如量子點材料中的硒化鎘 (CdSe) 等無機半導體化合物的製備。

3. C01G 00/00：鹼金族語鹼土族之外的金屬化合物。

如顯示器背板 TFT 用的氧化物半導體材料 (如 IGZO) 的製備，對 LTPO 技術低功耗特性重要。

(二) C07 - 有機化學

1. C07D 209/00：含有氮原子的雜環化合物及其衍生物。

如 OLED 發光材料中的有機化合物 (含氮雜環結構)。

2. C07F 7/00：含矽、鍺、錫或鉛的有機化合物。

如 OLED 或量子點顯示器中的有機矽材料。

(三) C09 - 染料；塗料；拋光劑；天然樹脂；黏合劑；其他各種材料；材料之各種應用

1. C09K 11/00：發光材料，例如電致發光材料、化學發光材料。

涵蓋 OLED、量子點發光材料、Micro-LED 螢光粉。

(四) C30 - 晶體生長

1. C30B 25/00：晶體生長，反應氣體化學反應法之單晶生長，例如化學氣相沉積生長。涵蓋 Micro-LED 用的無機半導體材料（如 GaN）的磊晶生長技術。

(五) F21 - 照明

1. F21V 00/00：照明裝置或其系統之功能特性或零部件。
涵蓋顯示器背光模組的導光板設計、AR/VR 裝置中的光波導技術。

(六) G02 - 光學

1. G02F 00/00：用於控制光之強度、顏色、相位、偏振或方向之器件或裝置，如轉換，選通，調製或解調，上述器件或裝置之光學操作係利用改變器件或裝置之介質之光學性質予以修改者；用於上述操作之技術或工藝；變頻；非線性光學；光學邏輯元件；光學類比／數位轉換器。涵蓋液晶裝置、顯示裝置，液晶顯示器（LCD）的結構和組件，包括高清與低功耗的改進；LCD 的電路或驅動方法，與 LTPS/LTPO 背板技術和驅動 IC 設計相關。

2. G02B 00/00：光學元件、系統或儀器。
涵蓋用於圖像投影或觀察，如 AR/VR 裝置的投影系統。

(七) G06 - 計算；推算；計數

1. G06F 3/00：用於將所欲處理的數據轉變成為計算機能處理的形式之輸入裝置；用於將數據由處理機傳送至輸出設備之輸出裝置，如介面裝置。涵蓋輸入與輸出裝置、顯示裝置的佈置，觸控螢幕技術，與現代顯示器的互動功能、驅動和感測電路設計相關；顯示器控制的電路/方法，與顯示器驅動 IC 和背板技術控制邏輯相關。

(八) G09 - 教育；密碼術；顯示；廣告；印鑑

1. G09G 00/00：對用靜態方法顯示可變資訊的指示裝置進行控制之裝置或電路。涵蓋顯示裝置的控制；LED 顯示裝置控制（OLED、Micro-LED 像素驅動、亮度控制、功耗管理）；液晶顯示裝置的控制，與 LCD 背光控制和像素驅動相關。

(九) H01 - 基本電氣元件

1. H01L 00/00：半導體裝置。
涵蓋薄膜電晶體（TFT）陣列，是 LTPS 和 LTPO 背板技術的核心；發光二極體（LED）及其製造或處理，包含 OLED、Micro-LED 器件結構、製造工藝、發光效率、低功耗技術。

(十) H10 - 半導體設備；電子固態設備

1. H10D 00/00：無機電子半導體裝置。涵蓋二極體、電晶體等設備。
2. H10K 00/00：有機固態電子裝置。涵蓋有機發光裝置與其集成裝置。

這些分類號涵蓋了低功耗高清顯示器技術可能涉及的材料科學、光學設計、半導體元件、驅動電路和顯示控制等關鍵領域。結合這些 IPC 分類號進行檢索，有助於縮小專利檢索範圍，提高檢索效率，並確保能夠全面、精確地識別出與低功耗高清顯示器技術相關的關鍵專利

| 檢索關鍵字 | 專利件數 |
|--|------------|
| IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09* OR IC=H10* | 41,789,664 |
| IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10D* OR IC=H10K* | 23,445,844 |

| | |
|--|------------|
| IC=C01B-017/00 OR IC=C01B-019/00 OR IC=C01G* OR IC=C07D-209/00 OR IC=C07F-007/00 OR IC=C09K-011/00 OR IC=C30B-025/00 OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=G06F-003/00 OR IC=G09G* OR IC=H01L* OR IC=H10D* OR IC=H10K* | 10,815,644 |
|--|------------|

表 1 國際專利分類號清單

以最後確立之檢索式，進行以下三階及四階 IPC 分類號分析：

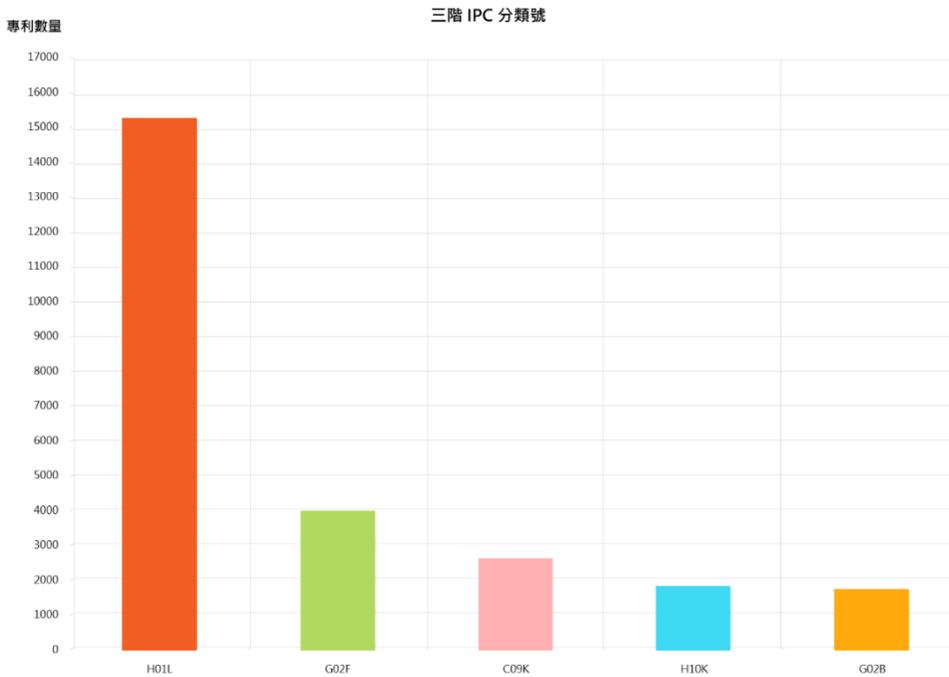


圖 3 三階 IPC 分類號

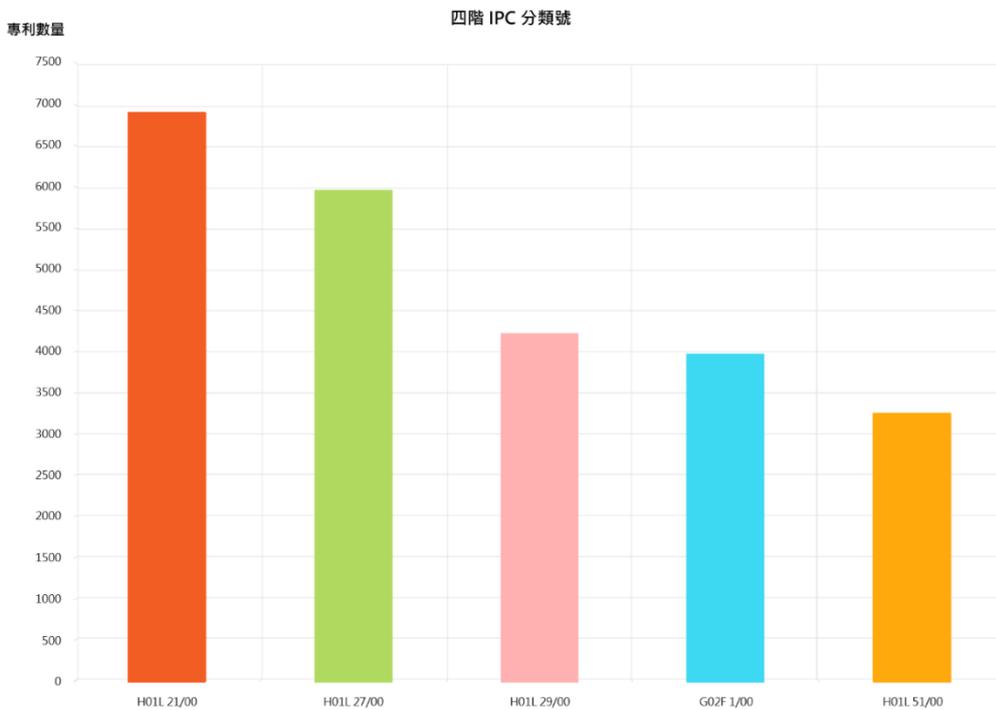


圖 4 四階 IPC 分類號

五、檢索歷程彙整

| 編號 | 檢索式 | 專利件數 |
|----|--|---------|
| 1 | ((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND (LED* OR organic light emitting diode* OR metal [-3,3] OLED* OR metal [-3,3] organic light emitting diode* OR AMOLED* OR PMOLED* OR active matrix* OR passive matrix* OR Mini-LED* OR Micro-LED* OR micro light emitting diode* OR LCD OR liquid crystal display* OR quantum dot* OR QLED* OR electroluminescen* OR micro display* OR microdisplay*) OR ((LTPO OR low temperature polycrystalline oxide* OR low-temperature polycrystalline oxide* OR LTPS OR low temperature polysilicon* OR low-temperature polysilicon* OR IGZO OR indium gallium zinc oxide* OR oxide semiconductor** OR oxide TFT* OR polycrystalline silicon* OR poly-Si OR poly silicon* OR polysilicon*) AND (chemical* OR composition* OR material* OR dopant* OR precursor* OR deposi* OR anneal* OR crystalliz* OR crystallis* OR grain size* OR grain boundar* OR mobil*)) | 2242420 |
| 2 | ((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND (LED* OR organic light emitting diode* OR metal [-3,3] OLED* OR metal [-3,3] organic light emitting diode* OR AMOLED* OR PMOLED* OR active matrix* OR passive matrix* OR Mini-LED* OR Micro-LED* OR micro light emitting diode* OR LCD OR liquid crystal display* OR quantum dot* OR QLED* OR electroluminescen* OR micro display* OR microdisplay*) OR ((LTPO OR low temperature polycrystalline oxide* OR low-temperature polycrystalline oxide* OR | 198270 |

| | | |
|---|---|--------|
| | <p>LTPS OR low temperature polysilicon* OR low-temperature polysilicon* OR IGZO OR indium gallium zinc oxide* OR oxide semiconductor** OR oxide TFT* OR polycrystalline silicon* OR poly-Si OR poly silicon* OR polysilicon*) AND (chemical* OR composition* OR material* OR dopant* OR precursor* OR deposi* OR anneal* OR crystalliz* OR crystallis* OR grain size* OR grain boundar* OR mobil*))@TI,AB,CL</p> | |
| 3 | <p>((((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND (LED* OR organic light emitting diode* OR metal [-3,3] OLED* OR metal [-3,3] organic light emitting diode* OR AMOLED* OR PMOLED* OR active matrix* OR passive matrix* OR Mini-LED* OR Micro-LED* OR micro light emitting diode* OR LCD OR liquid crystal display* OR quantum dot* OR QLED* OR electroluminescen* OR micro display* OR microdisplay*) OR ((LTPO OR low temperature polycrystalline oxide* OR low-temperature polycrystalline oxide* OR LTPS OR low temperature polysilicon* OR low-temperature polysilicon* OR IGZO OR indium gallium zinc oxide* OR oxide semiconductor** OR oxide TFT* OR polycrystalline silicon* OR poly-Si OR poly silicon* OR polysilicon*) AND (chemical* OR composition* OR material* OR dopant* OR precursor* OR deposi* OR anneal* OR crystalliz* OR crystallis* OR grain size* OR grain boundar* OR mobil*))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09*) AND (IQ=10* OR IQ=14* OR IQ=16* OR IQ=19* OR IQ=21* OR IQ=26*))</p> | 0 |
| 4 | <p>(((((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND (LED* OR organic light emitting diode* OR metal [-3,3] OLED*</p> | 167783 |

| | | |
|---|---|--------|
| | <p>OR metal [-3,3] organic light emitting diode* OR AMOLED* OR PMOLED* OR active matrix* OR passive matrix* OR Mini-LED* OR Micro-LED* OR micro light emitting diode* OR LCD OR liquid crystal display* OR quantum dot* OR QLED* OR electroluminescen* OR micro display* OR microdisplay*) OR ((LTPO OR low temperature polycrystalline oxide* OR low-temperature polycrystalline oxide* OR LTPS OR low temperature polysilicon* OR low-temperature polysilicon* OR IGZO OR indium gallium zinc oxide* OR oxide semiconductor** OR oxide TFT* OR polycrystalline silicon* OR poly-Si OR poly silicon* OR polysilicon*) AND (chemical* OR composition* OR material* OR dopant* OR precursor* OR deposi* OR anneal* OR crystalliz* OR crystallis* OR grain size* OR grain boundar* OR mobil*))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09*))</p> | |
| 5 | <p>((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR TFT OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND (LED* OR organic light emitting diode* OR metal [-3,3] OLED* OR metal [-3,3] organic light emitting diode* OR AMOLED* OR PMOLED* OR active matrix* OR passive matrix* OR Mini-LED* OR Micro-LED* OR micro light emitting diode* OR LCD OR liquid crystal display* OR quantum dot* OR QLED* OR electroluminescen* OR micro display* OR microdisplay*) OR ((LTPO OR low temperature polycrystalline oxide* OR low-temperature polycrystalline oxide* OR LTPS OR low temperature polysilicon* OR low-temperature polysilicon* OR IGZO OR indium gallium zinc oxide* OR oxide semiconductor** OR oxide TFT* OR polycrystalline silicon* OR poly-Si OR poly silicon* OR polysilicon*) AND (chemical* OR composition* OR material* OR dopant* OR precursor* OR deposi* OR anneal* OR crystalliz* OR crystallis* OR grain size* OR grain boundar* OR mobil*))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09*))</p> | 167717 |

| | | |
|---|--|------|
| 6 | <p>((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR TFT OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND (LED* OR organic light emitting diode* OR metal [-3,3] OLED* OR metal [-3,3] organic light emitting diode* OR AMOLED* OR PMOLED* OR active matrix* OR passive matrix* OR Mini-LED* OR Micro-LED* OR micro light emitting diode* OR LCD OR liquid crystal display* OR quantum dot* OR QLED* OR electroluminescen* OR micro display* OR microdisplay*) OR ((LTPO OR low temperature polycrystalline oxide* OR low-temperature polycrystalline oxide* OR LTPS OR low temperature polysilicon* OR low-temperature polysilicon* OR IGZO OR indium gallium zinc oxide* OR oxide semiconductor** OR oxide TFT* OR polycrystalline silicon* OR poly-Si OR poly silicon* OR polysilicon*) AND (chemical* OR composition* OR material* OR dopant* OR precursor* OR deposi* OR anneal* OR crystalliz* OR crystallis* OR grain size* OR grain boundar* OR mobil*))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09*)</p> | 1989 |
| 7 | <p>((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR TFT OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((LED* OR organic light emitting diode* OR metal [-3,3] OLED* OR metal [-3,3] organic light emitting diode* OR AMOLED* OR PMOLED* OR active matrix* OR passive matrix* OR Mini-LED* OR Micro-LED* OR micro light emitting diode* OR LCD OR liquid crystal display* OR quantum dot* OR QLED* OR electroluminescen* OR micro display* OR microdisplay*) OR (OLED* OR organic light emitting diode* OR organic electroluminescent OR organic EL OR organic LED* OR organic light-emitting OR organic emissive OR organic display*) AND (material* OR compound* OR polymer* OR small molecule* OR dopant* OR host* OR emitter* OR emission layer* OR hole transport* OR</p> | 5821 |

| | | |
|---|---|------|
| | electron transport* OR charge transport* OR injection layer* OR blocking layer* OR phosphorescent OR fluorescent OR delayed fluorescen* OR TADF OR thermally activated delayed fluorescen*)))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09*)) | |
| 8 | (((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR TFT OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((LED* OR organic light emitting diode* OR metal [-3,3] OLED* OR metal [-3,3] organic light emitting diode* OR AMOLED* OR PMOLED* OR active matrix* OR passive matrix* OR Mini-LED* OR Micro-LED* OR micro light emitting diode* OR LCD OR liquid crystal display* OR quantum dot* OR QLED* OR electroluminescen* OR micro display* OR microdisplay*) OR (OLED* OR organic light emitting diode* OR organic electroluminescent OR organic EL OR organic LED* OR organic light-emitting OR organic emissive OR organic display*) AND (material* OR compound* OR polymer* OR small molecule* OR dopant* OR host* OR emitter* OR emission layer* OR hole transport* OR electron transport* OR charge transport* OR injection layer* OR blocking layer* OR phosphorescent OR fluorescent OR delayed fluorescen* OR TADF OR thermally activated delayed fluorescen*)))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C09* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06*)) | 5257 |
| 9 | (((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((quantum dot* OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR colo* [-3,3] convers* layer* OR QD colo* filter* OR perovskite* OR | 793 |

| | | |
|----|---|------|
| | colloidal quantum dot* OR semiconductor nanocrystal* OR semiconductor nano-crystal* OR semiconductor quantum dot* OR quantum confined OR quantum confinement OR quantum size effect*) AND (core[-3,3]shell OR multi[-3,3]shell OR shell thickness* OR core diameter* OR core size* OR shell material* OR core material*) OR (CdSe OR cadmium selenide OR CdS OR cadmium sulfide OR cadmium sulphide OR ZnS OR zinc sulfide OR zinc sulphide OR InP OR indium phosphide OR perovskite quantum dot* OR perovskite nanocrystal* OR cadmium*free OR heavy*metal free OR non*toxic OR low toxicity))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*) | |
| 10 | ((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((quantum dot* OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR colo* [-3,3] convers* layer* OR QD colo* filter* OR perovskite* OR colloidal quantum dot* OR semiconductor nanocrystal* OR semiconductor nano-crystal* OR semiconductor quantum dot* OR quantum confined OR quantum confinement OR quantum size effect*) AND (core[-3,3]shell OR multi[-3,3]shell OR shell thickness* OR core diameter* OR core size* OR shell material* OR core material*) OR (CdSe OR cadmium selenide OR CdS OR cadmium sulfide OR cadmium sulphide OR ZnS OR zinc sulfide OR zinc sulphide OR InP OR indium phosphide OR perovskite quantum dot* OR perovskite nanocrystal* OR cadmium*free OR heavy*metal free OR non*toxic OR low toxicity)OR (ligand* OR surface[-3,3]modificat* OR surface[-3,3]treat* OR surface[-3,3]function* OR surface[-3,3]chemi*)))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*) | 1153 |

表 2 檢索式歷程

礙於檢索式字元數限制，以及同時檢索四項核心技術難以完備檢全率與檢準率，以下檢索式將各技術獨立檢索，建立個別中英文檢索式，確認檢準率與檢全率後，再翻譯為日文與韓文檢索式，因此四項技術各有四種語言檢索式，構成最終專利池之檢索式有 16 條。

檢索式 1~38 為初賽期間建立，檢索式 39 之後則根據評審建議優化、修改所建立。雖嘗試將四種語言檢所式合併為一條，但礙於此檢所式大量缺漏本國專利案，故仍維持四大技術個四種語言，總計 16 條最終檢所式。

(一) LTPO/LTPS

| | | |
|----|---|----------------------------|
| 11 | <p>((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((LTPO OR LTPS OR low temperature polycrystalline oxide* OR low-temperature polycrystalline oxide* OR LTPS OR low temperature polysilicon* OR low-temperature polysilicon* OR IGZO OR indium gallium zinc oxide* OR oxide semiconductor** OR oxide TFT* OR polycrystalline silicon* OR poly-Si OR poly silicon* OR polysilicon*) AND (chemical* OR composition* OR material* OR dopant* OR precursor* OR deposi* OR anneal* OR crystalliz* OR crystallis* OR grain size* OR grain boundar* OR mobil* OR IGZO OR indium gallium zinc oxide OR InGaZnO OR indium gallium zinc O OR oxide semiconductor* OR oxide TFT* OR oxide thin film transistor* OR oxide channel* OR oxide active layer*)))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)</p> | 3022 檢 索 去 重 2406 |
|----|---|----------------------------|

| | | |
|----|---|----------------------------|
| 12 | <p>((((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 監視器 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 光 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕)AND(解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR FMM OR 噴墨列印 OR 溶液製程 OR 圖案 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 准确)AND(功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光 萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 节省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏减少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 阈值电压 OR 亚阈值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 寿命)AND((LTPO OR LTPS OR 低溫多晶氧 OR LTPS OR 低溫多晶矽 OR IGZO OR 銦鎵鋅氧化物 OR 氧化物半導體 OR TFT OR 多晶矽 OR 多晶 Si OR 低溫多晶氧 OR 低溫多晶硅 OR 低溫多晶硅 OR 薄膜晶体管 OR 多晶硅)AND(化學 OR 成分 OR 材料 OR 摻雜 OR 前驅物 OR 沉積 OR 退火 OR 結晶 OR 晶粒尺寸 OR 晶界 OR 遷移率 OR IGZO OR 銦鎵鋅氧化物 OR InGaZnO OR 銦鎵鋅氧 OR 氧化物半導體 OR 氧化物 TFT OR 薄膜電晶體 OR 氧化物通道 OR 氧化物主動層 OR 前驅体)))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)</p> | 20122 |
| 13 | <p>(((((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 監視器 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 光 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕)AND(解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR FMM OR 噴墨列印 OR 溶液製程 OR 圖案 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 准确)AND(功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光 萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 节省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏减少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 阈值电压 OR 亚阈值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 寿命)AND((LTPO OR LTPS OR 低溫多晶氧 OR LTPS OR 低溫多晶矽 OR IGZO OR 銦鎵鋅氧化物 OR 氧化物半導體 OR TFT OR 多晶矽 OR 多晶 Si OR 低溫多晶氧 OR 低溫多晶硅 OR 低溫多晶硅 OR 薄膜晶体管 OR 多晶硅)AND(化學 OR 成分 OR 材料 OR 摻雜 OR 前驅物 OR 沉積 OR 退火 OR 結晶 OR 晶粒尺寸 OR 晶界 OR 遷移率 OR IGZO OR 銦鎵鋅氧化物 OR InGaZnO OR 銦鎵鋅氧 OR 氧化物半導體 OR 氧化物 TFT</p> | 2780 檢 索 去 重 1838 |

| | | |
|----|---|----|
| | OR 薄膜電晶體 OR 氧化物通道 OR 氧化物主動層 OR 前駆体)))@TI,AB) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)) | |
| 14 | ((((ディスプレイ OR 表示 OR 画面 OR パネル OR モニター OR バックライトユニット OR BLU OR 光 OR 発光 OR バックプレーン OR 薄膜 OR TFT OR トランジスタ OR 光学) AND (解像 OR 精細 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 画素 OR PPI OR 画素密度 OR ファインメタルマスク OR FMM OR インクジェット印刷 OR 溶液プロセス OR パターン OR 微小共振器 OR 光学共振 OR 純度 OR 色域 OR 広 OR 正確 OR NTSC OR RGB) AND (消費 OR 電力 OR 節約 OR 省エネ OR 削減 OR 電力消費 OR エネルギー消費 OR 待機電力 OR 漏れ OR 漏れ電流 OR オフ電流 OR オンオフ比 OR 閾値電圧 OR サブスレッショルド OR cd/A OR lm/W OR 光取り出し OR アウトカップリング OR 光学効率 OR 量子効率 OR IQE OR EQE OR 寿命 OR 量子収率 OR PLQY) AND ((LTPO OR LTPS OR 低温多結晶酸化物 OR 低温多結晶酸化物薄膜トランジスタ OR LTPS OR 低温多結晶シリコン OR 低温多結晶シリコン薄膜トランジスタ OR IGZO OR インジウムガリウム亜鉛酸化物 OR 酸化物半導体 OR 酸化物 TFT OR 多結晶シリコン OR 多結晶 Si OR ポリシリコン) AND (化学 OR 組成 OR 材料 OR ドーパント OR 前駆体 OR 堆積 OR アニール OR 結晶化 OR 結晶粒サイズ OR 結晶粒界 OR 移動度 OR IGZO OR インジウムガリウム亜鉛酸化物 OR InGaZnO OR インジウムガリウム亜鉛 O OR 酸化物半導体 OR 酸化物 TFT OR 酸化物薄膜トランジスタ OR 酸化物チャネル OR 酸化物活性層)))@TI,AB) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)) | 18 |

| | | |
|----|--|---------------------|
| 15 | <p>((((ディスプレイ OR 表示 OR 画面 OR パネル OR モニター OR バックライトユニット OR BLU OR 光 OR 発光 OR バックプレーン OR 薄膜 OR TFT OR トランジスタ OR 光学) AND (解像 OR 精細 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 画素 OR PPI OR 画素密度 OR ファインメタルマスク OR FMM OR インクジェット印刷 OR 溶液プロセス OR パターン OR 微小共振器 OR 光学共振 OR 純度 OR 色域 OR 広 OR 正確 OR NTSC OR RGB) AND (消費 OR 電力 OR 節約 OR 省エネ OR 削減 OR 電力消費 OR エネルギー消費 OR 待機電力 OR 漏れ OR 漏れ電流 OR オフ電流 OR オンオフ比 OR 閾値電圧 OR サブスレッショルド OR cd/A OR lm/W OR 光取り出し OR アウトカップリング OR 光学効率 OR 量子効率 OR IQE OR EQE OR 寿命 OR 量子収率 OR PLQY) AND ((LTPO OR LTPS OR 低温多結晶酸化物 OR 低温多結晶酸化物薄膜トランジスタ OR LTPS OR 低温多結晶シリコン OR 低温多結晶シリコン薄膜トランジスタ OR IGZO OR インジウムガリウム亜鉛酸化物 OR 酸化物半導体 OR 酸化物 TFT OR 多結晶シリコン OR 多結晶 Si OR ポリシリコン) AND (化学 OR 組成 OR 材料 OR ドーパント OR 前駆体 OR 堆積 OR アニール OR 結晶化 OR 結晶粒サイズ OR 結晶粒界 OR 移動度 OR IGZO OR インジウムガリウム亜鉛酸化物 OR InGaZnO OR インジウムガリウム亜鉛 O OR 酸化物半導体 OR 酸化物 TFT OR 酸化物薄膜トランジスタ OR 酸化物チャネル OR 酸化物活性層)))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)</p> | 212 検索去 重 206 |
|----|--|---------------------|

| | | |
|----|---|--------------------|
| 16 | <p>((((디스플레이 OR 화면 OR 패널 OR 모니터 OR 백라이트 유닛 OR BLU OR 광 OR 발광 OR 백플레인 OR 박막 OR TFT OR 트랜지스터 OR 광학)AND (고 해상도 OR 고 선명 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 고 픽셀 OR 고 PPI OR 픽셀 밀도 OR 파인 메탈 마스크 OR FMM OR 잉크젯 프린팅 OR 용액 공정 OR 패턴 OR 미세공진 OR 광학 공진 OR 순도 OR 색역 OR 넓 OR 정확 OR NTSC OR RGB) AND (저 전력 OR 전력 절약 OR 에너지 효율 OR 감소 전력 OR 전력 소비 OR 에너지 소비 OR 대기 전력 OR 누설 감소 OR 낮은 누설 OR 누설 전류 OR 오프 전류 OR 온오프 비율 OR 임계 전압 OR 서브 임계 OR cd/A OR lm/W OR 광 추출 OR 아웃커플링 OR 광학 효율 OR 내부 양자 효율 OR IQE OR 외부 양자 효율 OR EQE OR 수명 OR 양자 수율 OR PLQY) AND (LTPO OR LTPS OR 저온 다결정 산화물 OR 저온 다결정 산화물 박막 트랜지스터 OR LTPS OR 저온 다결정 실리콘 OR 저온 다결정 실리콘 박막 트랜지스터 OR IGZO OR 인듐 갈륨 아연 산화물 OR 산화물 반도체 OR 산화물 TFT OR 다결정 실리콘 OR 다결정 Si OR 폴리실리콘) AND (화학 OR 조성 OR 재료 OR 도펀트 OR 전구체 OR 증착 OR 어닐링 OR 결정화 OR 결정립 크기 OR 결정립계 OR 이동도 OR IGZO OR 인듐 갈륨 아연 산화물 OR InGaZnO OR 인듐 갈륨 아연 O OR 산화물 반도체 OR 산화물 TFT OR 산화물 박막 트랜지스터 OR 산화물 채널 OR 산화물 활성층))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)</p> | 169 檢索去 重 99 |
|----|---|--------------------|

| | | |
|----|--|-------|
| 39 | <p>(((LTPO OR LTPS OR IGZO OR {low temperature polycrystalline oxide} OR {low-temperature polycrystalline silicon} OR {oxide semiconductor} OR {poly-Si} OR {polycrystalline silicon}) AND (TFT OR transistor* OR backplane* OR channel*)) OR ((低温多晶* OR 低温多晶* OR 氧化物半導體 OR 氧化物半导体 OR 多晶矽 OR 多晶硅) AND (TFT OR 薄膜電晶體 OR 薄膜晶体管 OR 背板 OR 溝道 OR 沟道)) OR ((低温ポリシリコン OR 低温多結晶酸化物 OR 酸化物半導體 OR 폴리シリコン) AND (TFT OR 薄膜トランジスタ OR バックプレーン OR チャネル)) OR ((저온*폴리실리콘 OR 저온*다결정*산화물 OR 산화물*반도체 OR 폴리실리콘) AND (TFT OR 박막*트랜지스터 OR 백플레인 OR 채널))) AND ((high NEAR/3 resolute*) OR (high NEAR/3 define*) OR (high NEAR/3 pixel*) OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 高解析* OR 高分辨* OR 高畫質 OR 高画质 OR 高精細 OR 高精细 OR 高像素 OR 高解像度 OR 高精細 OR 高画质 OR 高画素 OR 고해상도 OR 고화질 OR 고화소) AND ((low NEAR/3 power) OR (power NEAR/3 sav*) OR (reduce* NEAR/3 power) OR (leak* NEAR/3 current*) OR (off NEAR/3 current*) OR 低功耗 OR 低耗电 OR 低耗电 OR 省电 OR 省电 OR (低* W/3 (功率 OR 消耗 OR 能源)) OR 漏電流 OR 漏电流 OR 截止電流 OR 截止电流 OR 低消費電力 OR 低電力 OR 省電力 OR 省エネ OR リーク電流 OR オフ電流 OR 저전력 OR 저소비전력 OR (전력 W/2 소모) OR 누설*전류 OR 오프*전류))@ti,ab,cl</p> | 80 |
| 40 | <p>(((LTPO OR LTPS OR IGZO OR {low temperature polycrystalline oxide} OR {low-temperature polycrystalline silicon} OR {oxide semiconductor} OR {poly-Si} OR {polycrystalline silicon}) AND (TFT OR transistor* OR backplane* OR channel*)) OR ((低温多晶* OR 低温多晶* OR 氧化物半導體 OR 氧化物半导体 OR 多晶矽 OR 多晶硅) AND (TFT OR 薄膜電晶體 OR 薄膜晶体管 OR 背板 OR 溝道 OR 沟道)) OR ((低温ポリシリコン OR 低温多結晶酸化物 OR 酸化物半導體 OR 폴리シリコン) AND (TFT OR 薄膜トランジスタ OR バックプレーン OR チャネル)) OR ((저온*폴리실리콘 OR 저온*다결정*산화물 OR 산화물*반도체 OR 폴리실리콘) AND (TFT OR 박막*트랜지스터 OR 백플레인 OR 채널))) AND (resolute* OR resolution OR definition OR pixel* OR PPI OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 解析* OR 分辨* OR 畫質 OR 画质 OR 精細 OR 精细 OR 像素 OR 解像度 OR 画素 OR 해상도 OR 화질 OR 화소) AND (power OR consumption OR sav* OR efficien* OR leak* OR current* OR off-current OR 功耗 OR 耗电 OR 耗电 OR 省电 OR 省电 OR 功率消耗 OR 能源消耗 OR 漏電流 OR 漏电流 OR 截止電流 OR 截止电流 OR 消費電力 OR 電力 OR 省電力 OR 省エネ OR 리ーク電流 OR 오프電流 OR 전력 OR 소비전력 OR 전력*소모 OR 누설*전류 OR 오프*전류))@ti,ab,cl</p> | 10149 |
| 41 | <p>(((LTPO OR LTPS OR IGZO OR {low temperature polycrystalline oxide} OR {low-temperature polycrystalline silicon} OR {oxide semiconductor} OR {poly-Si} OR {polycrystalline silicon}) AND (TFT OR</p> | 9326 |

| | | |
|----|---|-----------------------|
| | <p>transistor* OR backplane* OR channel*)) OR ((低温多晶* OR 低温多晶* OR 氧化物半導體 OR 氧化物半导体 OR 多晶矽 OR 多晶硅) AND (TFT OR 薄膜電晶體 OR 薄膜晶体管 OR 背板 OR 溝道 OR 沟道)) OR ((低温ポリシリコン OR 低温多結晶酸化物 OR 酸化物半導體 OR ポリシリコン) AND (TFT OR 薄膜トランジスタ OR バックプレーン OR チャネル)) OR ((저온*폴리실리콘 OR 저온*다결정*산화물 OR 산화물*반도체 OR 폴리실리콘) AND (TFT OR 박막*트랜지스터 OR 백플레인 OR 채널))) AND (resolute* OR resolution OR definition OR pixel* OR PPI OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 解析* OR 分辨* OR 畫質 OR 画质 OR 精細 OR 精细 OR 像素 OR 解像度 OR 画素 OR 해상도 OR 화질 OR 화소) AND (power OR consumption OR sav* OR efficien* OR leak* OR current* OR off-current OR 功耗 OR 耗電 OR 耗电 OR 省電 OR 省电 OR 功率消耗 OR 能源消耗 OR 漏電流 OR 漏电流 OR 截止電流 OR 截止电流 OR 消費電力 OR 電力 OR 省電力 OR 省エネ OR 리ーク電流 OR 오프電流 OR 전력 OR 소비전력 OR 전력*소모 OR 누설*전류 OR 오프*전류))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B*)</p> | |
| 42 | <p>((((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((LTPO OR LTPS OR low temperature polycrystalline oxide* OR low-temperature polycrystalline oxide* OR LTPS OR low temperature polysilicon* OR low-temperature polysilicon* OR IGZO OR indium gallium zinc oxide* OR oxide semiconductor** OR oxide TFT* OR polycrystalline silicon* OR poly-Si OR poly silicon* OR polysilicon*) AND (chemical* OR composition* OR material* OR dopant* OR precursor* OR deposi* OR anneal* OR crystalliz* OR crystallis* OR grain size* OR grain boundar* OR mobil* OR IGZO OR indium gallium zinc oxide OR InGaZnO OR indium gallium zinc O OR oxide semiconductor* OR oxide TFT* OR oxide thin film transistor* OR oxide channel* OR oxide active layer*)))@TI, AB, CL) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 3204 檢索去 重 2516 |

| | | |
|----|--|-----------------------|
| 43 | <p>((((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR FMM OR 噴墨列印 OR 溶液製程 OR 圖案 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 准确) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏減少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 閾值电压 OR 亚閾值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 寿命) AND ((LTPO OR LTPS OR 低温多晶氧 OR LTPS OR 低温多晶矽 OR IGZO OR 銦鎳鋅氧化物 OR 氧化物半導體 OR TFT OR 多晶矽 OR 多晶 Si OR 低温多晶氧 OR 低温多晶硅 OR 低温多晶硅 OR 薄膜晶体管 OR 多晶硅) AND (化學 OR 成分 OR 材料 OR 摻雜 OR 前驅物 OR 沉積 OR 退火 OR 結晶 OR 晶粒尺寸 OR 晶界 OR 遷移率 OR IGZO OR 銦鎳鋅氧化物 OR InGaZnO OR 銦鎳鋅氧 OR 氧化物半導體 OR 氧化物 TFT OR 薄膜電晶體 OR 氧化物通道 OR 氧化物主動層 OR 前驅体))))@TI,AB,CL) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 2698 檢索去 重 1759 |
| 44 | <p>((((ディスプレイ OR 表示 OR 画面 OR パネル OR モニター OR バックライトユニット OR BLU OR 光 OR 発光 OR バックプレーン OR 薄膜 OR TFT OR トランジスタ OR 光学) AND (解像 OR 精細 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 画素 OR PPI OR 画素密度 OR ファインメタルマスク OR FMM OR インクジェット印刷 OR 溶液プロセス OR パターン OR 微小共振器 OR 光学共振 OR 純 OR 正確 OR NTSC OR RGB) AND (消費 OR 電力 OR 節約 OR 省エネ OR 削減 OR 電力消費 OR エネルギー消費 OR 待機電力 OR 漏れ OR 漏れ電流 OR オフ電流 OR オンオフ比 OR 閾值電圧 OR サブスレッショルド OR cd/A OR lm/W OR 光取り出し OR アウトカップリング OR 光学効率 OR 量子効率 OR IQE OR EQE OR 寿命 OR 量子収率 OR PLQY) AND ((LTPO OR LTPS OR 低温多結晶酸化物 OR 低温多結晶酸化物薄膜トランジスタ OR LTPS OR 低温多結晶シリコン OR 低温多結晶シリコン薄膜トランジスタ OR IGZO OR インジウムガリウム亜鉛酸化物 OR 酸化物半導体 OR 酸化物 TFT OR 多結晶シリコン OR 多結晶 Si OR ポリシリコン) AND (化学 OR 組成 OR 材料 OR ドーパント OR 前駆体 OR 堆積 OR アニール OR 結晶化 OR 結晶粒サイズ OR 結晶粒界 OR 移動度 OR IGZO OR インジウムガリウム亜鉛酸化物 OR InGaZnO OR インジウムガリウム亜鉛 O OR 酸化物半導体 OR 酸化物 TFT OR 酸化物薄膜トランジスタ OR 酸化物チャンネル OR 酸化物活性層))))@TI,AB,CL) AND (IC=C01B* OR IC=C01G*</p> | 215 檢索去 重 209 |

| | | |
|------------------|---|-----------------------|
| | OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*) | |
| 45 | ((((디스플레이 OR 화면 OR 패널 OR 모니터 OR 백라이트 유닛 OR BLU OR 광 OR 발광 OR 백플레인 OR 박막 OR TFT OR 트랜지스터 OR 광학) AND (고 해상도 OR 고 선명 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 고 픽셀 OR 고 PPI OR 픽셀 밀도 OR 파인 메탈 마스크 OR FMM OR 잉크젯 프린팅 OR 용액 공정 OR 패턴 OR 미세공진 OR 광학 공진 OR 순도 OR 색역 OR 넓 OR 정확 OR NTSC OR RGB) AND (저 전력 OR 전력 절약 OR 에너지 효율 OR 감소 전력 OR 전력 소비 OR 에너지 소비 OR 대기 전력 OR 누설 감소 OR 낮은 누설 OR 누설 전류 OR 오프 전류 OR 온오프 비율 OR 임계 전압 OR 서브 임계 OR cd/A OR lm/W OR 광 추출 OR 아웃커플링 OR 광학 효율 OR 내부 양자 효율 OR IQE OR 외부 양자 효율 OR EQE OR 수명 OR 양자 수율 OR PLQY) AND (LTPO OR LTPS OR 저온 다결정 산화물 OR 저온 다결정 산화물 박막 트랜지스터 OR LTPS OR 저온 다결정 실리콘 OR 저온 다결정 실리콘 박막 트랜지스터 OR IGZO OR 인듐 갈륨 아연 산화물 OR 산화물 반도체 OR 산화물 TFT OR 다결정 실리콘 OR 다결정 Si OR 폴리실리콘) AND (화학 OR 조성 OR 재료 OR 도펀트 OR 전구체 OR 증착 OR 어닐링 OR 결정화 OR 결정립 크기 OR 결정립계 OR 이동도 OR IGZO OR 인듐 갈륨 아연 산화물 OR InGaZnO OR 인듐 갈륨 아연 O OR 산화물 반도체 OR 산화물 TFT OR 산화물 박막 트랜지스터 OR 산화물 채널 OR 산화물 활성층))))@TI,AB,CL) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*) | 173 檢 索 去 重 101 |
| 最終 檢 索 結 果 | 合併檢索式 42、43、44、45 | 4515 去 重 4455 |

表 3 LTPO 與 LTPS 檢索式歷程

(二) OLED

| | | |
|----|--|-------------------|
| 17 | ((((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((OLED* OR organic light emitting diode* OR organic electroluminescent OR organic EL OR organic LED* OR organic light-emitting OR organic emissive OR organic display* OR metal* OLED OR metal* organic light emitting diode* OR metal* organic light-emitting diode* OR organic EL) AND (material* OR compound* OR polymer* OR small molecule* OR dopant* OR host* OR emitter* OR emission layer* OR hole transport* OR electron transport* OR charge transport* OR injection layer* OR blocking layer* OR phosphorescent OR fluorescent OR delayed fluorescen* OR TADF OR thermally activated delayed fluorescen*)))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*) | 2153 檢索去重 1737 |
|----|--|-------------------|

| | | |
|----|---|---|
| 18 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 監視器 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 光 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕)))((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 監視器 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 光 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR FMM OR 噴墨列印 OR 溶液製程 OR 圖案 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 准确) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 节省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏减少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 阈值电压 OR 亚阈值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 寿命) AND ((OLED OR 有機發光二極體 OR 有機電致發光 OR 有機 EL OR 有機 LED OR 有機發光 OR 有機發射 OR 有機顯示 OR 金屬 OLED OR 金屬 有機發光二極體 OR 金屬 有機發光二極體 OR 有機 EL OR 有机发光二极管) AND (材料 OR 化合物 OR 聚合物 OR 小分子 OR 摻雜 OR 主體 OR 發光體 OR 發光層 OR 空穴傳輸 OR 電子傳輸 OR 電荷傳輸 OR 注入層 OR 阻擋層 OR 磷光 OR 螢光 OR 延遲螢光 OR TADF OR 熱活化延遲螢光)))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*))</p> | 0 |
|----|---|---|

| | | |
|----|--|-------|
| 19 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 監視器 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 光 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR FMM OR 噴墨列印 OR 溶液製程 OR 圖案 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 准确) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏减少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 阈值电压 OR 亚阈值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 寿命) AND ((OLED OR 有機發光二極體 OR 有機電致發光 OR 有機 EL OR 有機 LED OR 有機發光 OR 有機發射 OR 有機顯示 OR 金屬 OLED OR 金屬 有機發光二極體 OR 金屬 有機發光二極體 OR 有機 EL OR 有机发光二极管 OR 磷光 OR 螢光 OR 延遲螢光 OR TADF OR 熱活化延遲螢光) AND (材料 OR 化合物 OR 聚合物 OR 小分子 OR 摻雜 OR 主體 OR 發光體 OR 發光層 OR 空穴傳輸 OR 電子傳輸 OR 電荷傳輸 OR 注入層 OR 阻擋層)))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)</p> | 13026 |
|----|--|-------|

| | | |
|----|---|------|
| 20 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 監視器 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 光 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR FMM OR 噴墨列印 OR 溶液製程 OR 圖案 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 準確) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待機功耗 OR 泄漏減少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 阈值电压 OR 亚阈值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 壽命) AND ((OLED OR 有機發光二極體 OR 有機電致發光 OR 有機EL OR 有機LED OR 有機發光 OR 有機發射 OR 有機顯示 OR 金屬 OLED OR 金屬 有機發光二極體 OR 金屬 有機發光二極體 OR 有機ELOR 有机发光二极管 OR 磷光 OR 螢光 OR 延遲螢光 OR TADF OR 熱活化延遲螢光) AND (材料 OR 化合物 OR 聚合物 OR 小分子 OR 摻雜 OR 主體 OR 發光體 OR 發光層 OR 空穴傳輸 OR 電子傳輸 OR 電荷傳輸 OR 注入層 OR 阻擋層)) @TI,AB) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)</p> | 3255 |
|----|---|------|

| | | |
|----|---|-------|
| 21 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 監視器 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 光 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR FMM OR 噴墨列印 OR 溶液製程 OR 圖案 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 準確) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待機功耗 OR 泄漏減少 OR 低泄漏 OR 泄漏電流 OR 關態電流 OR 閾值電壓 OR 亞閾值 OR 光提取 OR 光學效率 OR 內量子效率 OR 外量子效率 OR 壽命) AND ((OLED OR 有機發光二極體 OR 有機電致發光 OR 有機 EL OR 有機 LED OR 有機發光 OR 有機發射 OR 有機顯示 OR 金屬 OLED OR 金屬有機發光二極體 OR 金屬有機發光二極體 OR 有機 EL OR 有機發光二極管 OR 磷光 OR 螢光 OR 延遲螢光 OR TADF OR 熱活化延遲螢光) AND (材料 OR 化合物 OR 聚合物 OR 小分子 OR 摻雜 OR 主體 OR 發光體 OR 發光層 OR 空穴傳輸 OR 電子傳輸 OR 電荷傳輸 OR 注入層 OR 阻擋層)) @TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*))</p> | 10326 |
|----|---|-------|

| | | |
|----|---|------|
| 22 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 監視器 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 光 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR FMM OR 噴墨列印 OR 溶液製程 OR 圖案 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 準確) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待機功耗 OR 洩漏減少 OR 低洩漏 OR 洩漏電流 OR 關態電流 OR 閾值電壓 OR 亞閾值 OR 光提取 OR 光學效率 OR 內量子效率 OR 外量子效率 OR 壽命) AND ((OLED OR 有機發光二極體 OR 有機電致發光 OR 有機 EL OR 有機 LED OR 有機發光 OR 有機發射 OR 有機顯示 OR 金屬 OLED OR 金屬有機發光二極體 OR 金屬有機發光二極體 OR 有機 EL OR 有機發光二極管 OR 磷光 OR 螢光 OR 延遲螢光 OR TADF OR 熱活化延遲螢光) AND (材料 OR 化合物 OR 聚合物 OR 小分子 OR 摻雜 OR 主體 OR 發光體 OR 發光層 OR 空穴傳輸 OR 電子傳輸 OR 電荷傳輸 OR 注入層 OR 阻擋層)) @TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*))</p> | 9281 |
|----|---|------|

| | | |
|----|--|-------------------|
| 23 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 監視器 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 光 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR FMM OR 噴墨列印 OR 溶液製程 OR 圖案 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 準確) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待機功耗 OR 洩漏減少 OR 低洩漏 OR 洩漏電流 OR 關態電流 OR 閾值電壓 OR 亞閾值 OR 光提取 OR 光學效率 OR 內量子效率 OR 外量子效率 OR 壽命) AND ((OLED OR 有機發光二極體 OR 有機電致發光 OR 有機 EL OR 有機 LED OR 有機發光 OR 有機發射 OR 有機顯示 OR 金屬 OLED OR 金屬有機發光二極體 OR 金屬有機發光二極體 OR 有機 EL OR 有機發光二極管) AND (材料 OR 化合物 OR 聚合物 OR 小分子 OR 摻雜 OR 主體 OR 發光體 OR 發光層 OR 空穴傳輸 OR 電子傳輸 OR 電荷傳輸 OR 注入層 OR 阻擋層 OR 磷光 OR 螢光 OR 延遲螢光 OR TADF OR 熱活化延遲螢光)))@TI,AB) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*))</p> | 3072 檢索去重 2215 |
|----|--|-------------------|

| | | |
|----|---|-----|
| 24 | <p>((((((ディスプレイ OR 表示 OR 画面 OR パネル OR モニター OR バックライトユニット OR BLU OR 光 OR 発光 OR バックプレーン OR 薄膜 OR TFT OR トランジスタ OR 光学)AND(解像 OR 精細 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 画素 OR PPI OR 画素密度 OR ファインメタルマスク OR FMM OR インクジェット印刷 OR 溶液プロセス OR パターン OR 微小共振器 OR 光学共振 OR 純度 OR 色域 OR 広 OR 正確 OR NTSC OR RGB)AND(消費 OR 電力 OR 節約 OR 省エネ OR 削減 OR 電力消費 OR エネルギー消費 OR 待機電力 OR 漏れ OR 漏れ電流 OR オフ電流 OR オンオフ比 OR 閾値電圧 OR サブスレッショルド OR cd/A OR lm/W OR 光取り出し OR アウトカップリング OR 光学効率 OR 量子効率 OR IQE OR EQE OR 寿命 OR 量子収率 OR PLQY) AND ((OLED OR 有機発光ダイオード OR 有機エレクトロルミネッセンス OR 有機EL OR 有機LED OR 有機発光 OR 有機エミッシブ OR 有機ディスプレイ OR メタル OLED OR メタル有機発光ダイオード OR メタル有機発光ダイオード OR 有機EL) AND (材料 OR 化合物 OR ポリマー OR 小分子 OR ドーパント OR ホスト OR 発光体 OR 発光層 OR ホール輸送 OR 電子輸送 OR 電荷輸送 OR 注入層 OR ブロッキング層 OR リン光 OR 蛍光 OR 遅延蛍光 OR TADF OR 熱活性化遅延蛍光))))@TI,AB) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*))</p> | 669 |
|----|---|-----|

| | | |
|----|---|------------------|
| 25 | <p>((((((ディスプレイ OR 表示 OR 画面 OR パネル OR モニター OR バックライトユニット OR BLU OR 光 OR 発光 OR バックプレーン OR 薄膜 OR TFT OR トランジスタ OR 光学)AND(解像 OR 精細 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 画素 OR PPI OR 画素密度 OR ファインメタルマスク OR FMM OR インクジェット印刷 OR 溶液プロセス OR パターン OR 微小共振器 OR 光学共振 OR 純度 OR 色域 OR 広 OR 正確 OR NTSC OR RGB)AND(消費 OR 電力 OR 節約 OR 省エネ OR 削減 OR 電力消費 OR エネルギー消費 OR 待機電力 OR 漏れ OR 漏れ電流 OR オフ電流 OR オンオフ比 OR 閾値電圧 OR サブスレッショルド OR cd/A OR lm/W OR 光取り出し OR アウトカップリング OR 光学効率 OR 量子効率 OR IQE OR EQE OR 寿命 OR 量子収率 OR PLQY) AND ((OLED OR 有機発光ダイオード OR 有機エレクトロルミネセンス OR 有機EL OR 有機LED OR 有機発光 OR 有機エミッシブ OR 有機ディスプレイ OR メタル OLED OR メタル有機発光ダイオード OR メタル有機発光ダイオード OR 有機EL) AND (材料 OR 化合物 OR ポリマー OR 小分子 OR ドーパント OR ホスト OR 発光体 OR 発光層 OR ホール輸送 OR 電子輸送 OR 電荷輸送 OR 注入層 OR ブロッキング層 OR リン光 OR 蛍光 OR 遅延蛍光 OR TADF OR 熱活性化遅延蛍光))))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*))</p> | 1135 検索去重 875 |
|----|---|------------------|

| | | |
|----|--|-----------------|
| 26 | <p>((((디스플레이 OR 화면 OR 패널 OR 모니터 OR 백라이트 유닛 OR BLU OR 광 OR 발광 OR 백플레인 OR 박막 OR TFT OR 트랜지스터 OR 광학) AND (고 해상도 OR 고 선명 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 고 픽셀 OR 고 PPI OR 픽셀 밀도 OR 파인 메탈 마스크 OR FMM OR 잉크젯 프린팅 OR 용액 공정 OR 패턴 OR 미세공진 OR 광학 공진 OR 순도 OR 색역 OR 넓 OR 정확 OR NTSC OR RGB) AND (저 전력 OR 전력 절약 OR 에너지 효율 OR 감소 전력 OR 전력 소비 OR 에너지 소비 OR 대기 전력 OR 누설 감소 OR 낮은 누설 OR 누설 전류 OR 오프 전류 OR 온오프 비율 OR 임계 전압 OR 서브 임계 OR cd/A OR lm/W OR 광 추출 OR 아웃커플링 OR 광학 효율 OR 내부 양자 효율 OR IQE OR 외부 양자 효율 OR EQE OR 수명 OR 양자 수율 OR PLQY) AND (OLED OR 유기 발광 다이오드 OR 유기 전계발광 OR 유기 EL OR 유기 LED OR 유기 발광 OR 유기 방출 OR 유기 디스플레이 OR 메탈 OLED OR 메탈 유기 발광 다이오드 OR 메탈 유기 발광 다이오드 OR 유기 EL) AND (재료 OR 화합물 OR 폴리머 OR 소분자 OR 도펀트 OR 호스트 OR 발광체 OR 발광층 OR 정공 수송 OR 전자 수송 OR 전하 수송 OR 주입층 OR 차단층 OR 인광 OR 형광 OR 지연 형광 OR TADF OR 열활성화 지연 형광))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*))</p> | 614 檢索去重 395 |
|----|--|-----------------|

| | | |
|----|--|-------|
| 46 | <p>((((OLED OR {organic light emitting diode} OR {organic EL} OR {organic electroluminescent} OR 有機發光* OR 有机发光* OR 有機 EL OR 有機エレクトロルミネッセンス OR 유기*발광* OR 유기 EL) AND (efficien* OR lifetime* OR {blue emitter} OR TADF OR phosphorescen* OR fluorescen* OR gamut* OR pur* OR NTSC OR BT.2020 OR DCI-P3 OR 效率 OR 壽命 OR 寿命 OR 藍光 OR 蓝光 OR 磷光 OR 螢光 OR 荧光 OR 色域 OR 純度 OR 効率 OR 青色 OR 磷光 OR 螢光 OR 효율 OR 수명 OR 청색 OR 인광 OR 형광 OR 색역 OR 순도) AND (material* OR compound* OR polymer* OR {small molecule} OR dopant* OR host* OR emitter* OR layer* OR EML OR HTL OR ETL OR HIL OR EIL OR 材料 OR 化合物 OR 聚合物 OR 高分子 OR 小分子 OR 摻雜* OR 掺杂* OR 主體 OR 主体 OR 客體 OR 客体 OR 發光層 OR 发光层 OR 電子*傳輸層 OR 电子*传输层 OR 電洞*傳輸層 OR 电洞*传输层 OR 注入層 OR 注入层 OR 폴리머 OR 低分子 OR 도판트 OR 호스트 OR 에미터 OR 層 OR 發光層 OR 正孔輸送層 OR 電子輸送層 OR 注入層 OR 재료 OR 화합물 OR 폴리머 OR 고분자 OR 저분자 OR 도판트 OR 호스트 OR 이미터 OR 층 OR 발광층 OR 정공*수송층 OR 전자*수송층 OR 주입층))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*))</p> | 90406 |
|----|--|-------|

| | | |
|----|---|-------------------|
| 47 | <p>((((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR outcoupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((OLED* OR organic light emitting diode* OR organic electroluminescent OR organic EL OR organic LED* OR organic light-emitting OR organic emissive OR organic display* OR metal* OLED OR metal* organic light emitting diode* OR metal* organic light-emitting diode* OR organic EL) AND (material* OR compound* OR polymer* OR small molecule* OR dopant* OR host* OR emitter* OR emission layer* OR hole transport* OR electron transport* OR charge transport* OR injection layer* OR blocking layer* OR phosphorescent OR fluorescent OR delayed fluorescen* OR TADF OR thermally activated delayed fluorescen*)))@TI,AB,CL) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 2523 檢索去重 2002 |
|----|---|-------------------|

| | | |
|----|---|------|
| 48 | <p>((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR BLU OR 光 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 準確) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待機功耗 OR 泄漏減少 OR 低泄漏 OR 泄漏電流 OR 關態電流 OR 閾值電壓 OR 亞閾值 OR 光提取 OR 光學效率 OR 內量子效率 OR 外量子效率 OR 壽命) AND ((OLED OR 有機發光二極體 OR 有機電致發光 OR 有機 EL OR 有機 LED OR 有機發光 OR 有機發射 OR 有機顯示 OR 金屬 OLED OR 金屬 有機發光二極體 OR 金屬 有機發光二極體 OR 有機 EL OR 有機發光二極管) AND (材料 OR 化合物 OR 聚合物 OR 小分子 OR 摻雜 OR 主體 OR 發光體 OR 發光層 OR 空穴傳輸 OR 電子傳輸 OR 電荷傳輸 OR 磷光 OR 螢光 OR 延遲螢光 OR TADF OR 熱活化延遲螢光))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 9846 |
|----|---|------|

| | | |
|----|---|-------------------|
| 49 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 發光 OR 背板 OR 屏幕))AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 純度 OR 色域 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域)AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待機功耗 OR 洩漏減少 OR 低洩漏 OR 洩漏電流 OR 關態電流 OR 閾值電壓 OR 亞閾值 OR 光提取 OR 光學效率 OR 內量子效率 OR 外量子效率 OR 壽命)AND ((OLED OR 有機發光二極體 OR 有機電致發光 OR 有機EL OR 有機LED OR 有機發光 OR 有機發射 OR 有機顯示 OR 金屬 OLED OR 金屬 有機發光二極體 OR 金屬 有機發光二極體 OR 有機EL OR 有机发光二极管)AND (材料 OR 化合物 OR 聚合物 OR 小分子 OR 摻雜 OR 主體 OR 發光體 OR 發光層 OR 空穴傳輸 OR 電子傳輸 OR 電荷傳輸 OR 磷光 OR 螢光 OR 延遲螢光 OR TADF OR 熱活化延遲螢光)))@ti,ab,cl)AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 3258 檢索去重 2328 |
|----|---|-------------------|

| | | |
|----|--|------------------|
| 50 | <p>(((ディスプレイ OR 表示 OR 画面 OR パネル OR モニター OR バックライトユニット OR BLU OR 光 OR 発光 OR バックプレーン OR 薄膜 OR TFT OR トランジスタ OR 光学) AND (解像 OR 精細 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 画素 OR PPI OR 画素密度 OR ファインメタルマスク OR FMM OR インクジェット印刷 OR 溶液プロセス OR パターン OR 微小共振器 OR 光学共振 OR 純度 OR 色域 OR NTSC OR RGB) AND (消費 OR 電力 OR 節約 OR 省エネ OR 削減 OR 電力消費 OR エネルギー消費 OR 待機電力 OR 漏れ OR 漏れ電流 OR オフ電流 OR オンオフ比 OR 閾値電圧 OR サブスレッショルド OR cd/A OR lm/W OR 光取り出し OR アウトカップリング OR 光学効率 OR 量子効率 OR IQE OR EQE OR 寿命 OR 量子収率 OR PLQY) AND ((OLED OR 有機発光ダイオード OR 有機エレクトロルミネッセンス OR 有機 EL OR 有機 LED OR 有機発光 OR 有機エミッシブ OR 有機ディスプレイ OR メタル OLED OR メタル有機発光ダイオード OR メタル有機発光ダイオード OR 有機 EL) AND (材料 OR 化合物 OR ポリマー OR 小分子 OR ドーパント OR ホスト OR 発光体 OR 発光層 OR ホール輸送 OR 電子輸送 OR 電荷輸送 OR 注入層 OR ブロッキング層 OR リン光 OR 蛍光 OR 遅延蛍光 OR TADF OR 熱活性化遅延蛍光))))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 1290 検索去重 981 |
|----|--|------------------|

| | | |
|--------|---|-----------------|
| 51 | <p>36 (((((((디스플레이 OR 화면 OR 패널 OR 모니터 OR 백라이트 유닛 OR BLU OR 광 OR 발광 OR 백플레인 OR 박막 OR TFT OR 트랜지스터 OR 광학) AND (고 해상도 OR 고 선명 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 고 픽셀 OR 고 PPI OR 픽셀 밀도 OR 파인 메탈 마스크 OR FMM OR 잉크젯 프린팅 OR 용액 공정 OR 패턴 OR 미세공진 OR 광학 공진 OR 순도 OR 색역 OR 넓 OR 정확 OR NTSC OR RGB) AND (저 전력 OR 전력 절약 OR 에너지 효율 OR 감소 전력 OR 전력 소비 OR 에너지 소비 OR 대기 전력 OR 누설 감소 OR 낮은 누설 OR 누설 전류 OR 오프 전류 OR 온오프 비율 OR 임계 전압 OR 서브 임계 OR cd/A OR lm/W OR 광 추출 OR 아웃커플링 OR 광학 효율 OR 내부 양자 효율 OR IQE OR 외부 양자 효율 OR EQE OR 수명 OR 양자 수율 OR PLQY) AND (OLED OR 유기 발광 다이오드 OR 유기 전계발광 OR 유기 EL OR 유기 LED OR 유기 발광 OR 유기 방출 OR 유기 디스플레이 OR 메탈 OLED OR 메탈 유기 발광 다이오드 OR 메탈 유기 발광 다이오드 OR 유기 EL) AND (재료 OR 화합물 OR 폴리머 OR 소분자 OR 도펀트 OR 호스트 OR 발광체 OR 발광층 OR 정공 수송 OR 전자 수송 OR 전하 수송 OR 주입층 OR 차단층 OR 인광 OR 형광 OR 지연 형광 OR TADF OR 열활성화 지연 형광))))))))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 745 檢索去重 474 |
| 最終檢索結果 | 合併 47、49、50、51 | 5153 去重 4982 |

表 4 OLED 檢索式歷程

(三) Micro-LED

| | | |
|----|--|-------|
| 27 | (((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((OLED* OR organic light emitting diode* OR organic electroluminescent OR organic EL OR organic LED* OR organic light-emitting OR organic emissive OR organic display* OR metal* OLED OR metal* organic light emitting diode* OR metal* organic light-emitting diode* OR organic EL)) @TI,AB,CL) AND ((samsung or LG)@AX_L)) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*) | 16077 |
|----|--|-------|

| | | |
|----|---|-----|
| 28 | <p>(((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((Micro-LED* OR Micro LED* OR MicroLED* OR micro light emitting diode* OR micro-scale LED* OR microscale LED* OR micro-sized LED* OR micro sized LED* OR μLED* OR uLED* OR micro-LED* array* OR microLED* array* OR micro-LED* display* OR microLED* display*) AND (fabricat* OR manufactur* OR process* OR epitaxial growth OR epitax* OR vapor deposit* OR vapour deposit* OR MOCVD OR MBE OR wafer* OR substrate* OR GaN OR gallium nitride OR III-V OR III-nitride OR transfer* OR mass transfer* OR selective transfer* OR parallel transfer* OR self-assembl* OR self assembl* OR fluidic assembl* OR electrostatic transfer* OR laser transfer* OR laser lift off OR laser releas* OR LLO OR mechanical transfer* OR elastomer stamp* OR micro-tube OR micro tube OR repair* OR defect* OR redundancy)))@TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)</p> | 155 |
|----|---|-----|

| | | |
|----|---|--------------------|
| 29 | <p>(((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((Micro-LED* OR Micro LED* OR MicroLED* OR micro light emitting diode* OR micro-scale LED* OR microscale LED* OR micro-sized LED* OR micro sized LED* OR μLED* OR uLED* OR micro-LED* array* OR microLED* array* OR micro-LED* display* OR microLED* display* OR MOCVD OR MBE OR wafer* OR substrate* OR GaN OR gallium nitride OR III-V OR III-nitride) AND (fabricat* OR manufactur* OR process* OR epitaxial growth OR epitax* OR vapor deposit* OR vapour deposit* OR transfer* OR mass transfer* OR selective transfer* OR parallel transfer* OR self-assembl* OR self assembl* OR fluidic assembl* OR electrostatic transfer* OR laser transfer* OR laser lift off OR laser releas* OR LLO OR mechanical transfer* OR elastomer stamp* OR micro-tube OR micro tube OR repair* OR defect* OR redundancy)))@ti,ab,cl) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)</p> | 11123 檢索去重 6731 |
|----|---|--------------------|

| | | |
|----|--|-------|
| 30 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 監視器 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 光 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR FMM OR 噴墨列印 OR 溶液製程 OR 圖案 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 準確) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏減少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 阈值电压 OR 亚阈值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 壽命) AND ((Micro-LED OR 微型 LED OR MicroLED OR 微發光二極體 OR 微尺度 LED OR 微尺寸 LED OR μLED OR uLED OR 微 LED 陣列 OR 微 LED 顯示 OR 微米 LED OR 微發光二極管 OR 微 LED 陣列 OR 微 LED 顯示 OR 基板 OR GaN OR 氮化鎵 OR III-V OR III 族氮化物) AND (製造 OR 生產 OR 製程 OR 磊晶成長 OR 磊晶 OR 氣相沉積 OR MOCVD OR MBE OR 晶圓 OR 轉移 OR 巨量轉移 OR 選擇性轉移 OR 平行轉移 OR 自組裝 OR 流體組裝 OR 靜電轉移 OR 雷射轉移 OR 雷射剝離 OR 雷射釋放 OR LLO OR 機械轉移 OR 彈性體印章 OR 微管 OR 修復 OR 缺陷 OR 冗餘 OR 工艺 OR 外延生長 OR 外延 OR 氣相沉积 OR 衬底 OR 冗余)))@ti,ab,cl) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)</p> | 35797 |
|----|--|-------|

| | | |
|----|---|-------------------|
| 31 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 監視器 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 光 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR FMM OR 噴墨列印 OR 溶液製程 OR 圖案 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 节省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏减少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 阈值电压 OR 亚阈值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 寿命) AND ((Micro-LED OR 微型 LED OR MicroLED OR 微發光二極體 OR 微尺度 LED OR 微尺寸 LED OR μLED OR uLED OR 微 LED 陣列 OR 微 LED 顯示 OR 微米 LED OR 微发光二极管 OR 微 LED 阵列 OR 微 LED 显示 OR 基板 OR GaN OR 氮化鎵 OR III-V OR III 族氮化物) AND (製造 OR 生產 OR 製程 OR 磊晶成長 OR 磊晶 OR 氣相沉積 OR MOCVD OR MBE OR 晶圓 OR 轉移 OR 巨量轉移 OR 選擇性轉移 OR 平行轉移 OR 自組裝 OR 流體組裝 OR 靜電轉移 OR 雷射轉移 OR 雷射剝離 OR 雷射釋放 OR LLO OR 機械轉移 OR 彈性體印章 OR 微管 OR 修復 OR 缺陷 OR 冗餘 OR 工艺 OR 外延生长 OR 外延 OR 气相沉积 OR 衬底 OR 冗余)))@ti,ab) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)</p> | 9236 檢索去重 5785 |
|----|---|-------------------|

| | | |
|----|--|---------------|
| 32 | <p>(((((ディスプレイ OR 表示 OR 画面 OR パネル OR モニター OR バックライトユニット OR BLU OR 光 OR 発光 OR バックプレーン OR 薄膜 OR TFT OR トランジスタ OR 光学)AND(解像 OR 精細 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 画素 OR PPI OR 画素密度 OR ファインメタルマスク OR FMM OR インクジェット印刷 OR 溶液プロセス OR パターン OR 微小共振器 OR 光学共振 OR 純度 OR 色域 OR 広 OR 正確 OR NTSC OR RGB)AND(消費 OR 電力 OR 節約 OR 省エネ OR 削減 OR 電力消費 OR エネルギー消費 OR 待機電力 OR 漏れ OR 漏れ電流 OR オフ電流 OR オンオフ比 OR 閾値電圧 OR サブスレッショルド OR cd/A OR lm/W OR 光取り出し OR アウトカップリング OR 光学効率 OR 量子効率 OR IQE OR EQE OR 寿命 OR 量子収率 OR PLQY) AND ((Micro-LED OR マイクロLED OR MicroLED OR マイクロ発光ダイオード OR マイクロスケール LED OR マイクロサイズ LED OR μLED OR uLED OR マイクロLED アレイ OR マイクロLED ディ스플레이)AND(製造 OR 製作 OR プロセス OR エピタキシャル成長 OR エピタキシー OR 気相堆積 OR MOCVD OR MBE OR ウェハー OR 基板 OR GaN OR 窒化ガリウム OR III-V OR III 族窒化物 OR 転写 OR マス転写 OR 選択的転写 OR 並列転写 OR 自己組織化 OR 流体組立 OR 静電転写 OR レーザー転写 OR レーザーリフトオフ OR レーザー解放 OR LLO OR 機械的転写 OR エラストマースタンブ OR マイクロチューブ OR 修復 OR 欠陥 OR 冗長性)))@ti,ab,cl) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)</p> | 42 検索去重 37 |
|----|--|---------------|

| | | |
|----|--|-------------|
| 33 | <p>(((디스플레이 OR 화면 OR 패널 OR 모니터 OR 백라이트 유닛 OR BLU OR 광 OR 발광 OR 백플레인 OR 박막 OR TFT OR 트랜지스터 OR 광학) AND (고 해상도 OR 고 선명 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 고 픽셀 OR 고 PPI OR 픽셀 밀도 OR 파인 메탈 마스크 OR FMM OR 잉크젯 프린팅 OR 용액 공정 OR 페턴 OR 미세공진 OR 광학 공진 OR 순도 OR 색역 OR 넓 OR 정확 OR NTSC OR RGB) AND (저 전력 OR 전력 절약 OR 에너지 효율 OR 감소 전력 OR 전력 소비 OR 에너지 소비 OR 대기 전력 OR 누설 감소 OR 낮은 누설 OR 누설 전류 OR 오프 전류 OR 온오프 비율 OR 임계 전압 OR 서브 임계 OR cd/A OR lm/W OR 광 추출 OR 아웃커플링 OR 광학 효율 OR 내부 양자 효율 OR IQE OR 외부 양자 효율 OR EQE OR 수명 OR 양자 수율 OR PLQY) AND (Micro-LED OR 마이크로 LED OR MicroLED OR 마이크로 발광 다이오드 OR 마이크로 스케일 LED OR 마이크로 사이즈 LED OR μLED OR uLED OR 마이크로 LED 어레이 OR 마이크로 LED 디스플레이) AND (제조 OR 생산 OR 공정 OR 에피택셜 성장 OR 에피택시 OR 기상 증착 OR MOCVD OR MBE OR 웨이퍼 OR 기판 OR GaN OR 질화 갈륨 OR III-V OR III 족 질화물 OR 전사 OR 대량 전사 OR 선택적 전사 OR 병렬 전사 OR 자기 조립 OR 유체 조립 OR 정전기 전사 OR 레이저 전사 OR 레이저 리프트 오프 OR 레이저 방출 OR LLO OR 기계적 전사 OR 엘라스토머 스탬프 OR 마이크로 튜브 OR 수리 OR 결합 OR 중복성)))@ti,ab,cl) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)</p> | 6 檢索去重 5 |
|----|--|-------------|

| | | |
|----|---|-----|
| 52 | <p>((MicroLED OR {Micro LED} OR uLED OR μLED OR {micro light emitting diode} OR 微發光* OR 微型發光* OR 마이크로 LED OR 마이크로 LED OR 마이크로*발광*) AND (transfer* OR mass-transfer OR masstransfer OR assembl* OR repair* OR redundan* OR yield OR defect* OR 轉移 OR 移轉 OR 巨量轉移 OR 批量轉移 OR 組裝 OR 修補 OR 修復 OR 冗餘 OR 備援 OR 良率 OR 缺陷 OR 転写 OR 移載 OR マストランスファー OR アセンブリ OR 修復 OR 冗長 OR 欠陥 OR 歩留まり OR 전사 OR 이송 OR 매스*트랜스퍼 OR 조립 OR 수리 OR 복구 OR 결함 OR 수율) AND (wafer* OR epitax* OR GaN OR {gallium nitride} OR stamp* OR laser OR fluidic OR electrostatic OR LLO OR 晶圓 OR 晶圓 OR 磊晶 OR 氮化鎵 OR 氮化鎵 OR 印章 OR 圖章 OR 雷射 OR 激光 OR 流體 OR 靜電 OR 웨어하우스 OR 에피타키셔널 OR 窒化갈륨 OR 스탬프 OR 레이저 OR 웨이퍼 OR 에피택셜 OR 질화*갈륨 OR 스탬프 OR 레이저 OR 유체 OR 정전기) AND (resolute* OR resolution OR definition OR pixel* OR PPI OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 解析* OR 分辨* OR 畫質 OR 画质 OR 精細 OR 精細 OR 像素 OR 解像度 OR 画素 OR 해상도 OR 화질 OR 화소) AND (power OR consumption OR sav* OR efficien* OR leak* OR current* OR off-current OR 功耗 OR 耗電 OR 耗电 OR 省電 OR 省电 OR 功率消耗 OR 能源消耗 OR 漏電流 OR 漏电流 OR 截止電流 OR 截止电流 OR 消費電力 OR 電力 OR 省電力 OR 省エネ OR 리크電流 OR 오프電流 OR 전력 OR 소비전력 OR 전력*소모 OR 누설*전류 OR 오프*전류))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 168 |
|----|---|-----|

| | | |
|----|--|-----|
| 53 | <p>((Micro*LED OR {Micro LED} OR uLED OR μLED OR {micro light emitting diode*} OR 微發光* OR 微型發光* OR 마이크로 LED OR 마이크로 LED OR 마이크로*발광*) AND (transfer* OR mass*transfer OR mass transfer OR assembl* OR repair* OR redundan* OR yield OR defect* OR 轉移 OR 移轉 OR 巨量轉移 OR 批量轉移 OR 組裝 OR 修補 OR 修復 OR 冗餘 OR 備援 OR 良率 OR 缺陷 OR 転写 OR 移載 OR マストランスファー OR アセンブリ OR 修復 OR 冗長 OR 欠陥 OR 歩留まり OR 전사 OR 이송 OR 매스*트랜스퍼 OR 조립 OR 수리 OR 복구 OR 결함 OR 수율) AND (wafer* OR epitax* OR GaN OR {gallium nitride} OR stamp* OR laser* OR fluid* OR electrostat* OR LLO OR 晶圓 OR 晶圓 OR 磊晶 OR 氮化鎵 OR 氮化鎵 OR 印章 OR 圖章 OR 雷射 OR 激光 OR 流體 OR 靜電 OR 웨어하 OR 에피타키셔널 OR 窒化ガリウム OR 스탬프 OR 레이저 OR 流体 OR 靜電 OR 웨이퍼 OR 에피택셜 OR 질화*갈륨 OR 스탬프 OR 레이저 OR 유체 OR 정전기)AND (resolute* OR resolution OR definition OR pixel* OR PPI OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 解析* OR 分辨* OR 畫質 OR 画质 OR 精細 OR 精細 OR 像素 OR 解像度 OR 画素 OR 해상도 OR 화질 OR 화소) AND (power* OR consump* OR sav* OR efficien* OR leak* OR current* OR off-current OR 功耗 OR 耗電 OR 耗电 OR 省電 OR 省电 OR 功率消耗 OR 能源消耗 OR 漏電流 OR 漏电流 OR 截止電流 OR 截止电流 OR 消費電力 OR 電力 OR 省電力 OR 省エネ OR 리크電流 OR 오프電流 OR 전력 OR 소비전력 OR 전력*소모 OR 누설*전류 OR 오프*전류))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 178 |
|----|--|-----|

| | | |
|----|---|-------|
| 54 | <p>((((Micro*LED OR {Micro LED} OR u*LED* OR μ*LED* OR {micro light emitting diode*} OR 微發光* OR 微型發光* OR 마이크로 LED OR 마이크로 LED OR 마이크로*발광*)) AND (transfer* OR mass*transfer OR assembl* OR repair* OR redundan* OR yield OR defect* OR fabricat* OR manufactur* OR process* OR stamp* OR laser* OR fluidic OR electrostatic OR LLO OR resolute* OR pixel* OR gamut* OR efficien* OR lifetime* OR {light extract*} OR outcoupl* OR IQE OR EQE OR wafer* OR epitax* OR GaN OR {gallium nitride} OR substrate* OR 轉移 OR 移轉 OR 巨量* OR 批量* OR 組裝 OR 修補 OR 修復 OR 冗餘 OR 良率 OR 缺陷 OR 製造 OR 製程 OR 工藝 OR 印章 OR 雷射 OR 激光 OR 流體 OR 靜電 OR 解析* OR 像素 OR 畫素 OR 色域 OR 效率 OR 壽命 OR 出光 OR 取光 OR 晶圓 OR 晶圓 OR 磊晶 OR 氮化鎵 OR 轉写 OR 移載 OR マストランスファー OR アセンブリ OR 修復 OR 冗長 OR 欠陥 OR 歩留まり OR プロセス OR スタンプ OR レーザー OR 靜電 OR 解像度 OR 画素 OR 光取り出し OR ウェーハ OR エピタキシャル OR 窒化ガリウム OR 전사 OR 이송 OR 매스*트랜스퍼 OR 조립 OR 수리 OR 결합 OR 수율 OR 제조 OR 공정 OR 스탬프 OR 레이저 OR 유체 OR 정전기 OR 해상도 OR 픽셀 OR 화소 OR 색역 OR 효율 OR 수명 OR 광*추출 OR 웨이퍼 OR 에피택셜 OR 질화*갈륨))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 40662 |
|----|---|-------|

| | | |
|----|--|------|
| 55 | <p>((((Micro*LED OR {Micro LED} OR u*LED* OR μ*LED* OR {micro light emitting diode*} OR 微發光* OR 微型發光* OR 마이크로 LED OR 마이크로 LED OR 마이크로*발광*)) AND (transfer* OR mass*transfer OR assembl* OR repair* OR redundan* OR yield OR defect* OR fabricat* OR manufactur* OR process* OR stamp* OR laser* OR fluidic OR electrostatic OR LLO OR resolute* OR pixel* OR gamut* OR efficien* OR lifetime* OR {light extract*} OR outcoupl* OR IQE OR EQE OR wafer* OR epitax* OR GaN OR {gallium nitride} OR substrate* OR 轉移 OR 移轉 OR 巨量* OR 批量* OR 組裝 OR 修補 OR 修復 OR 冗餘 OR 良率 OR 缺陷 OR 製造 OR 製程 OR 工藝 OR 印章 OR 雷射 OR 激光 OR 流體 OR 靜電 OR 解析* OR 像素 OR 畫素 OR 色域 OR 效率 OR 壽命 OR 出光 OR 取光 OR 晶圓 OR 晶圓 OR 磊晶 OR 氮化鎵 OR 轉写 OR 移載 OR マストランスファー OR アセンブリ OR 修復 OR 冗長 OR 欠陥 OR 歩留まり OR プロセス OR スタンプ OR レーザー OR 靜電 OR 解像度 OR 画素 OR 光取り出し OR ウェーハ OR エピタキシャル OR 窒化ガリウム OR 전사 OR 이송 OR 매스*트랜스퍼 OR 조립 OR 수리 OR 결합 OR 수율 OR 제조 OR 공정 OR 스탬프 OR 레이저 OR 유체 OR 정전기 OR 해상도 OR 픽셀 OR 화소 OR 색역 OR 효율 OR 수명 OR 광*추출 OR 웨이퍼 OR 에피택셜 OR 질화*갈륨)) AND (power OR consumption OR sav* OR efficien* OR leak* OR current* OR off-current OR 功耗 OR 耗電 OR 耗电 OR 省電 OR 省电 OR 功率消耗 OR 能源消耗 OR 漏電流 OR 漏电流 OR 截止電流 OR 截止电流 OR 消費電力 OR 電力 OR 省電力 OR 省エネ OR リーク電流 OR オフ電流 OR 전력 OR 소비전력 OR 전력*소모 OR 누설*전류 OR 오프*전류))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L*)</p> | 4468 |
|----|--|------|

| | | |
|----|---|------|
| 56 | <p>(((display* OR screen* OR panel* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((Micro-LED* OR Micro LED* OR MicroLED* OR micro light emitting diode* OR micro-scale LED* OR microscale LED* OR micro-sized LED* OR micro sized LED* OR μLED* OR uLED* OR micro-LED* array* OR microLED* array* OR micro-LED* display* OR microLED* display* OR MOCVD OR MBE OR wafer* OR substrate* OR GaN OR gallium nitride OR III-V OR III-nitride) AND (fabricat* OR manufactur* OR process* OR epitaxial growth OR epitax* OR vapor deposit* OR vapour deposit* OR transfer* OR mass transfer* OR selective transfer* OR parallel transfer* OR self-assembl* OR self assembl* OR fluidic assembl* OR electrostatic transfer* OR laser transfer* OR laser lift off OR laser releas* OR LLO OR mechanical transfer* OR elastomer stamp* OR micro-tube OR micro tube OR repair* OR defect* OR redundancy)))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 7630 |
|----|---|------|

| | | |
|----|--|-------------------|
| 57 | <p>(((display* OR screen* OR panel* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((Micro-LED* OR Micro LED* OR MicroLED* OR micro light emitting diode* OR micro-scale LED* OR microscale LED* OR micro-sized LED* OR micro sized LED* OR μLED* OR uLED* OR micro-LED* array* OR microLED* array* OR micro-LED* display* OR microLED* display* OR MOCVD OR MBE OR wafer* OR substrate* OR GaN OR gallium nitride OR III-V OR III-nitride) AND (fabricat* OR epitaxial growth OR epitax* OR vapor deposit* OR vapour deposit* OR mass transfer* OR selective transfer* OR parallel transfer* OR self-assembl* OR self assembl* OR fluidic assembl* OR electrostatic transfer* OR laser transfer* OR laser lift off OR laser releas* OR LLO OR mechanical transfer* OR elastomer stamp* OR micro-tube OR micro tube))) @ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 3959 檢索去重 3124 |
|----|--|-------------------|

| | | |
|----|--|-------|
| 58 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 監視器 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 光 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR FMM OR 噴墨列印 OR 溶液製程 OR 圖案 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 准确) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光 萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 节省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏减少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 閾值电压 OR 亚閾值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 寿命) AND ((Micro-LED OR 微型 LED OR MicroLED OR 微發光二極體 OR 微尺度 LED OR 微尺寸 LED OR μLED OR uLED OR 微 LED 陣列 OR 微 LED 顯示 OR 微米 LED OR 微发光二极管 OR 微 LED 陣列 OR 微 LED 显示 OR 基板 OR GaN OR 氮化鎵 OR III-V OR III 族氮化物) AND (製造 OR 生產 OR 製程 OR 磊晶成長 OR 磊晶 OR 氣相沉積 OR MOCVD OR MBE OR 晶圓 OR 轉移 OR 巨量轉移 OR 選擇性轉移 OR 平行轉移 OR 自組裝 OR 流體組裝 OR 靜電轉移 OR 雷射轉移 OR 雷射剝離 OR 雷射釋放 OR LLO OR 機械轉移 OR 彈性體印章 OR 微管 OR 修復 OR 缺陷 OR 冗餘 OR 工艺 OR 外延生长 OR 外延 OR 气相沉积 OR 衬底 OR 冗余)))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 29090 |
|----|--|-------|

| | | |
|----|--|-------|
| 59 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 準確) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待機功耗 OR 洩漏減少 OR 低洩漏 OR 洩漏電流 OR 關態電流 OR 閾值電壓 OR 亞閾值 OR 光提取 OR 光學效率 OR 內量子效率 OR 外量子效率 OR 壽命) AND ((Micro-LED OR 微型 LED OR MicroLED OR 微發光二極體 OR 微尺度 LED OR 微尺寸 LED OR μLED OR uLED OR 微 LED 陣列 OR 微 LED 顯示 OR 微米 LED OR 微發光二極管 OR 微 LED 陣列 OR 微 LED 顯示 OR 基板 OR GaN OR 氮化鎵 OR III-V OR III 族氮化物) AND (製造 OR 生產 OR 製程 OR 磊晶成長 OR 磊晶 OR 氣相沉積 OR MOCVD OR MBE OR 晶圓 OR 轉移 OR 巨量轉移 OR 選擇性轉移 OR 平行轉移 OR 自組裝 OR 流體組裝 OR 靜電轉移 OR 雷射轉移 OR 雷射剝離 OR 雷射釋放 OR LLO OR 機械轉移 OR 彈性體印章 OR 微管 OR 修復 OR 缺陷 OR 冗餘 OR 工艺 OR 外延生長 OR 外延 OR 氣相沉積 OR 衬底 OR 冗餘)))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 23216 |
|----|--|-------|

| | | |
|----|---|-------------------|
| 60 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待機功耗 OR 泄漏減少 OR 低泄漏 OR 泄漏電流 OR 關態電流 OR 閾值電壓 OR 亞閾值 OR 光提取 OR 光學效率 OR 內量子效率 OR 外量子效率 OR 壽命) AND ((Micro-LED OR 微型 LED OR MicroLED OR 微發光二極體 OR 微尺度 LED OR 微尺寸 LED OR μLED OR uLED OR 微 LED 陣列 OR 微 LED 顯示 OR 微米 LED OR 微發光二極管 OR 微 LED 陣列 OR 微 LED 顯示 OR 基板 OR GaN OR 氮化鎵 OR III-V OR III 族氮化物) AND (磊晶成長 OR 磊晶 OR 氣相沉積 OR MOCVD OR MBE OR 巨量轉移 OR 選擇性轉移 OR 平行轉移 OR 自組裝 OR 流體組裝 OR 靜電轉移 OR 雷射轉移 OR 雷射剝離 OR 雷射釋放 OR LLO OR 機械轉移 OR 彈性體印章)))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 1975 檢索去重 1362 |
|----|---|-------------------|

| | | |
|----|---|---------------|
| 61 | <p>(((((ディスプレイ OR 表示 OR 画面 OR パネル OR モニター OR バックライトユニット OR BLU OR 光 OR 発光 OR バックプレーン OR 薄膜 OR TFT OR トランジスタ OR 光学) AND (解像 OR 精細 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 画素 OR PPI OR 画素密度 OR ファインメタルマスク OR FMM OR インクジェット印刷 OR 溶液プロセス OR パターン OR 微小共振器 OR 光学共振 OR 純度 OR 色域 OR NTSC OR RGB) AND (消費 OR 電力 OR 節約 OR 省エネ OR 削減 OR 電力消費 OR エネルギー消費 OR 待機電力 OR 漏れ OR 漏れ電流 OR オフ電流 OR オンオフ比 OR 閾値電圧 OR サブスレッショルド OR cd/A OR lm/W OR 光取り出し OR アウトカップリング OR 光学効率 OR 量子効率 OR IQE OR EQE OR 寿命 OR 量子収率 OR PLQY) AND ((Micro-LED OR マイクロLED OR MicroLED OR マイクロ発光ダイオード OR マイクロスケールLED OR マイクロサイズLED OR μLED OR uLED OR マイクロLEDアレイ OR マイクロLEDディスプレイ) AND (製造 OR 製作 OR プロセス OR エピタキシャル成長 OR エピタキシー OR 気相堆積 OR MOCVD OR MBE OR ウェハー OR 基板 OR GaN OR 窒化ガリウム OR III-V OR III族窒化物 OR 転写 OR マス転写 OR 選択的転写 OR 並列転写 OR 自己組織化 OR 流体組立 OR 静電転写 OR レーザー転写 OR レーザーリフトオフ OR レーザー解放 OR LLO OR 機械的転写 OR エラストマースタンプ OR マイクロチューブ OR 修復 OR 欠陥 OR 冗長性)))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 42 検索去重 37 |
|----|---|---------------|

| | | |
|--------|---|-----------------|
| 62 | <p>((((디스플레이 OR 화면 OR 패널 OR 모니터 OR 백라이트 유닛 OR BLU OR 광 OR 발광 OR 백플레인 OR 박막 OR TFT OR 트랜지스터 OR 광학) AND (고 해상도 OR 고 선명 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 고 픽셀 OR 고 PPI OR 픽셀 밀도 OR 파인 메탈 마스크 OR FMM OR 잉크젯 프린팅 OR 용액 공정 OR 패턴 OR 미세공진 OR 광학 공진 OR 순도 OR 색역 OR 넓 OR 정확 OR NTSC OR RGB) AND (저 전력 OR 전력 절약 OR 에너지 효율 OR 감소 전력 OR 전력 소비 OR 에너지 소비 OR 대기 전력 OR 누설 감소 OR 낮은 누설 OR 누설 전류 OR 오프 전류 OR 온오프 비율 OR 임계 전압 OR 서브 임계 OR cd/A OR lm/W OR 광 추출 OR 아웃커플링 OR 광학 효율 OR 내부 양자 효율 OR IQE OR 외부 양자 효율 OR EQE OR 수명 OR 양자 수율 OR PLQY) AND (Micro-LED OR 마이크로 LED OR MicroLED OR 마이크로 발광 다이오드 OR 마이크로 스케일 LED OR 마이크로 사이즈 LED OR μLED OR uLED OR 마이크로 LED 어레이 OR 마이크로 LED 디스플레이) AND (제조 OR 생산 OR 공정 OR 에피택셜 성장 OR 에피택시 OR 기상 증착 OR MOCVD OR MBE OR 웨이퍼 OR 기판 OR GaN OR 질화 갈륨 OR III-V OR III 족 질화물 OR 전사 OR 대량 전사 OR 선택적 전사 OR 병렬 전사 OR 자기 조립 OR 유체 조립 OR 정전기 전사 OR 레이저 전사 OR 레이저 리프트 오프 OR 레이저 방출 OR LLO OR 기계적 전사 OR 엘라스토머 스탬프 OR 마이크로 튜브 OR 수리 OR 결합 OR 중복성))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*))</p> | 6 檢索去重 5 |
| 最終檢索結果 | 合併 57、60、61、62 | 4521 去重 4516 |

表 5 Micro-LED 檢索式歷程

(四) 量子點

| | | |
|----|--|-------------------|
| 34 | (((((((display* OR screen* OR panel* OR monitor* OR backlight unit* OR BLU OR light* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((quantum dot* OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR colo* [-3,3] convers* layer* OR QD colo* filter* OR perovskite* OR colloidal quantum dot* OR semiconductor nanocrystal* OR semiconductor nano-crystal* OR semiconductor quantum dot* OR quantum confined OR quantum confinement OR quantum size effect*) AND (core[-3,3]shell OR multi[-3,3]shell OR shell thickness* OR core diameter* OR core size* OR shell material* OR core material*) OR (CdSe OR cadmium selenide OR CdS OR cadmium sulfide OR cadmium sulphide OR ZnS OR zinc sulfide OR zinc sulphide OR InP OR indium phosphide OR perovskite quantum dot* OR perovskite nanocrystal* OR cadmium*free OR heavy*metal free OR non*toxic OR low toxicity) OR (ligand* OR (surface* AND (modificat* OR treat* OR function* OR chemi* OR passivat* OR coat* OR cap*)))))))) @TI,AB,CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*) | 7303 檢索去重 6499 |
|----|--|-------------------|

| | | |
|----|--|------|
| 35 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 監視器 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 光 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕))AND(解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR FMM OR 噴墨列印 OR 溶液製程 OR 圖案 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 準確) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待機功耗 OR 泄漏減少 OR 低泄漏 OR 泄漏電流 OR 關態電流 OR 閾值電壓 OR 亞閾值 OR 光提取 OR 光學效率 OR 內量子效率 OR 外量子效率 OR 壽命) AND ((量子點 OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 顏色轉換層 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 奈米晶 OR 奈米晶體 OR 量子侷限 OR 量子侷域 OR 量子尺寸效應 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 奈米晶 OR 奈米晶體 OR 量子點 OR 量子限制 OR 量子限域) AND (核殼 OR 多殼 OR 殼 OR 核心直徑 OR 核心尺寸 OR 殼層材料 OR 核心材料) OR (CdSe OR 硒化鎘 OR CdS OR 硫化鎘 OR ZnS OR 硫化鋅 OR InP OR 磷化銦 OR 鈣鈦礦量子點 OR 鈣鈦礦奈米晶 OR 無鎘 OR 無重金屬 OR 無毒 OR 低毒性 OR 鈣鈦礦奈米晶) OR (配體 OR (表面 AND (包覆 OR 處理 OR 功能化 OR 化學 OR 鈍化 OR 塗層 OR 修飾)) OR 配体))) @TI,AB) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)</p> | 3808 |
|----|--|------|

| | | |
|----|---|-------------------|
| 36 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 監視器 OR 背光單元 OR 背光模組 OR BLU OR 光 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR TFT OR 電晶體 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR FMM OR 噴墨列印 OR 溶液製程 OR 圖案 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 准确) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 节省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏减少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 阈值电压 OR 亚阈值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 寿命) AND ((量子點 OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 顏色轉換層 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 奈米晶 OR 奈米晶體 OR 量子侷限 OR 量子侷域 OR 量子尺寸效應 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 納米晶 OR 納米晶體 OR 量子點 OR 量子限制 OR 量子限域) AND (核殼 OR 多殼 OR 殼 OR 核心直徑 OR 核心尺寸 OR 殼層材料 OR 核心材料) OR (CdSe OR 硒化鎘 OR CdS OR 硫化鎘 OR ZnS OR 硫化鋅 OR InP OR 磷化銻 OR 鈣鈦礦量子點 OR 鈣鈦礦奈米晶 OR 無鎘 OR 無重金屬 OR 無毒 OR 低毒性 OR 鈣鈦礦納米晶) OR (配體 OR (表面 AND (包覆 OR 處理 OR 功能化 OR 化學 OR 鈍化 OR 塗層 OR 修飾)) OR 配體)) NOT (太陽)) @TI,AB) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)</p> | 3421 檢索去重 2522 |
|----|---|-------------------|

| | | |
|----|--|-----------------|
| 37 | <p>((((ディスプレイ OR 表示 OR 画面 OR パネル OR モニター OR バックライトユニット OR BLU OR 光 OR 発光 OR バックプレーン OR 薄膜 OR TFT OR トランジスタ OR 光学) AND (解像 OR 精細 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 画素 OR PPI OR 画素密度 OR ファインメタルマスク OR FMM OR インクジェット印刷 OR 溶液プロセス OR パターン OR 微小共振器 OR 光学共振 OR 純度 OR 色域 OR 広 OR 正確 OR NTSC OR RGB) AND (消費 OR 電力 OR 節約 OR 省エネ OR 削減 OR 電力消費 OR エネルギー消費 OR 待機電力 OR 漏れ OR 漏れ電流 OR オフ電流 OR オンオフ比 OR 閾値電圧 OR サブスレッショルド OR cd/A OR lm/W OR 光取り出し OR アウトカップリング OR 光学効率 OR 量子効率 OR IQE OR EQE OR 寿命 OR 量子収率 OR PLQY) AND ((量子ドット OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 色変換層 OR QD カラーフィルター OR ペロブスカイト OR コロイド量子ドット OR 半導体ナノクリスタル OR 半導体ナノ結晶 OR 半導体量子ドット OR 量子閉じ込め OR 量子閉じ込め効果 OR 量子サイズ効果) AND (コアシェル OR マルチシェル OR シェル厚 OR コア直径 OR コアサイズ OR シェル材料 OR コア材料) OR (CdSe OR セレン化カドミウム OR CdS OR 硫化カドミウム OR ZnS OR 硫化亜鉛 OR InP OR リン化インジウム OR ペロブスカイト量子ドット OR ペロブスカイトナノクリスタル OR カドミウムフリー OR 重金属フリー OR 無毒 OR 低毒性) OR (リガンド OR 表面修飾 OR 表面処理 OR 表面機能化 OR 表面化学 OR 表面パッシベーション OR 表面コーティング OR 表面キャップ))) @TI,AB) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*)</p> | 219 検索去重 168 |
|----|--|-----------------|

| | | |
|----|--|----------------|
| 38 | <p>((((디스플레이 OR 화면 OR 패널 OR 모니터 OR 백라이트 유닛 OR BLU OR 광 OR 발광 OR 백플레인 OR 박막 OR TFT OR 트랜지스터 OR 광학) AND (고 해상도 OR 고 선명 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 고 픽셀 OR 고 PPI OR 픽셀 밀도 OR 파인 메탈 마스크 OR FMM OR 잉크젯 프린팅 OR 용액 공정 OR 패턴 OR 미세공진 OR 광학 공진 OR 순도 OR 색역 OR 넓 OR 정확 OR NTSC OR RGB) AND (저 전력 OR 전력 절약 OR 에너지 효율 OR 감소 전력 OR 전력 소비 OR 에너지 소비 OR 대기 전력 OR 누설 감소 OR 낮은 누설 OR 누설 전류 OR 오프 전류 OR 온오프 비율 OR 임계 전압 OR 서브 임계 OR cd/A OR lm/W OR 광 추출 OR 아웃커플링 OR 광학 효율 OR 내부 양자 효율 OR IQE OR 외부 양자 효율 OR EQE OR 수명 OR 양자 수율 OR PLQY) AND (양자점 OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 색 변환 층 OR QD 컬러 필터 OR 페로브스카이트 OR 콜로이드 양자점 OR 반도체 나노결정 OR 반도체 나노 결정 OR 반도체 양자점 OR 양자 제한 OR 양자 제한 효과 OR 양자 크기 효과) AND (코어 셸 OR 멀티 셸 OR 셸 두께 OR 코어 직경 OR 코어 크기 OR 셸 재료 OR 코어 재료) OR (CdSe OR 셀레늄화 카드뮴 OR CdS OR 황화 카드뮴 OR ZnS OR 황화 아연 OR InP OR 인화 인듐 OR 페로브스카이트 양자점 OR 페로브스카이트 나노결정 OR 카드뮴 프리 OR 중금속 프리 OR 무독성 OR 저독성) AND (리간드 OR 표면 개질 OR 표면 처리 OR 표면 기능화 OR 표면 화학 OR 표면 패시베이션 OR 표면 코팅 OR 표면 캡)))@TI,AB, CL) AND (IC=C01* OR IC=C07* OR IC=C30* OR IC=F21* OR IC=G02* OR IC=H01* OR IC=G09* OR IC=G06* OR IC=C09*))</p> | 130 檢索去重 96 |
|----|--|----------------|

| | | |
|----|--|-----|
| 63 | <p>((((((display* OR screen* OR panel* OR backlight unit* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR TFT OR transistor* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR wide* OR accurac* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((quantum dot* OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR colo* [-3,3] convers* layer* OR QD colo* filter* OR perovskite* OR colloidal quantum dot* OR semiconductor nanocrystal* OR semiconductor nanocrystal* OR semiconductor quantum dot* OR quantum confined OR quantum confinement OR quantum size effect*) AND (core[-3,3]shell OR multi[-3,3]shell OR shell thickness* OR core diameter* OR core size* OR shell material* OR core material*) OR (CdSe OR cadmium selenide OR CdS OR cadmium sulfide OR cadmium sulphide OR ZnS OR zinc sulfide OR zinc sulphide OR InP OR indium phosphide OR perovskite quantum dot* OR perovskite nanocrystal*))))) @TI,AB,CL) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 564 |
|----|--|-----|

| | | |
|----|---|-------------------|
| 64 | <p>((((((display* OR screen* OR panel* OR backlight unit* OR lumin* OR backplane* OR thin film* OR optical*) AND (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel* OR high [-3,3] PPI OR pixel [-3,3] densit* OR fine metal mask* OR FMM OR inkjet print* OR solution process* OR patter* OR microcavit* OR optical resonan* OR purit* OR gamut* OR NTSC OR *RGB*) AND (low [-3,3] power OR power [-3,3] sav* OR energy [-3,3] efficien* OR reduce* [-3,3] power OR power [-3,3] consump* OR energy [-3,3] consump* OR standby [-3,3] power OR leakage* [-3,3] reduc* OR low* [-3,3] leak* OR leak* [-3,3] current* OR off [-3,3] current* OR on-off ratio* OR threshold voltage* OR sub-threshold OR subthreshold OR cd/A OR lm/W OR light [-3,3] extract* OR outcoupl* OR out-coupl* OR optical efficienc* OR IQE OR EQE OR lifetime* OR quantum yield OR PLQY) AND ((quantum dot* OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR colo* [-3,3] convers* layer* OR QD colo* filter* OR perovskite* OR colloidal quantum dot* OR semiconductor nanocrystal* OR semiconductor nano-crystal* OR semiconductor quantum dot* OR quantum confined OR quantum confinement OR quantum size effect*) AND (core[-3,3]shell OR multi[-3,3]shell OR shell thickness* OR core diameter* OR core size* OR shell material* OR core material*) OR (CdSe OR cadmium selenide OR CdS OR cadmium sulfide OR cadmium sulphide OR ZnS OR zinc sulfide OR zinc sulphide OR InP OR indium phosphide OR perovskite quantum dot* OR perovskite nanocrystal* OR cadmium*free OR heavy*metal free OR non*toxic OR low toxicity) OR (ligand* OR (surface* AND (modificat* OR treat* OR function* OR chemi* OR passivat* OR coat* OR cap*)))))))))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 4031 檢索去重 3662 |
|----|---|-------------------|

| | | |
|----|---|-------|
| 65 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 背光單元 OR 背光模組 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域 OR 寬 OR 準確) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待機功耗 OR 泄漏減少 OR 低泄漏 OR 泄漏電流 OR 關態電流 OR 閾值電壓 OR 亞閾值 OR 光提取 OR 光學效率 OR 內量子效率 OR 外量子效率 OR 壽命) AND ((量子點 OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 顏色轉換層 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 奈米晶 OR 奈米晶體 OR 量子侷限 OR 量子侷域 OR 量子尺寸效應 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 納米晶 OR 納米晶体 OR 量子點 OR 量子限制 OR 量子限域) AND (核殼 OR 多殼 OR 殼 OR 核心直徑 OR 核心尺寸 OR 殼層材料 OR 核心材料) OR (CdSe OR 硒化鎘 OR CdS OR 硫化鎘 OR ZnS OR 硫化鋅 OR InP OR 磷化銦 OR 鈣鈦礦量子點 OR 鈣鈦礦奈米晶 OR 無鎘 OR 無重金屬 OR 無毒 OR 低毒性 OR 鈣鈦礦納米晶) OR (配體 OR (表面 AND (包覆 OR 處理 OR 功能化 OR 化學 OR 鈍化 OR 塗層 OR 修飾)) OR 配體)))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 15836 |
|----|---|-------|

| | | |
|----|--|-------|
| 66 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 背光單元 OR 背光模組 OR 發光 OR 背板 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 色域 OR 寬 OR 準確) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待機功耗 OR 泄漏減少 OR 低泄漏 OR 泄漏電流 OR 關態電流 OR 閾值電壓 OR 亞閾值 OR 光提取 OR 光學效率 OR 內量子效率 OR 外量子效率 OR 壽命) AND ((量子點 OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 顏色轉換層 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 奈米晶 OR 奈米晶體 OR 量子侷限 OR 量子侷域 OR 量子尺寸效應 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 納米晶 OR 納米晶體 OR 量子點 OR 量子限制 OR 量子限域) AND (CdSe OR 硒化鎘 OR CdS OR 硫化鎘 OR ZnS OR 硫化鋅 OR InP OR 磷化銦 OR 鈣鈦礦量子點 OR 鈣鈦礦奈米晶 OR 無鎘 OR 無重金屬 OR 無毒 OR 低毒性 OR 鈣鈦礦納米晶) OR (配體 OR (表面 AND (包覆 OR 處理 OR 功能化 OR 化學 OR 鈍化 OR 塗層 OR 修飾)) OR 配體)))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 13963 |
|----|--|-------|

| | | |
|----|--|-----|
| 67 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 背光單元 OR 背光模組 OR 發光 OR 背板 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 色域 OR 寬 OR 準確) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏減少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 閾值电压 OR 亚閾值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 壽命) AND ((量子點 OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 顏色轉換層 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 奈米晶 OR 奈米晶體 OR 量子侷限 OR 量子侷域 OR 量子尺寸效應 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 納米晶 OR 納米晶體 OR 量子點 OR 量子限制 OR 量子限域) AND (CdSe OR 硒化鎘 OR CdS OR 硫化鎘 OR ZnS OR 硫化鋅 OR InP OR 磷化銦 OR 鈣鈦礦量子點 OR 鈣鈦礦奈米晶 OR 無鎘 OR 無重金屬 OR 無毒 OR 低毒性 OR 鈣鈦礦納米晶))) @ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 892 |
|----|--|-----|

| | | |
|----|---|-------|
| 68 | <p>15 ((((((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 背光單元 OR 背光模組 OR 發光 OR 背板 OR 光學 OR 屏幕))) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 微腔 OR 光學共振 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 色域 OR 寬 OR 準確) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 節省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏减少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 阈值电压 OR 亚閾值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 壽命) AND ((量子點 OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 顏色轉換層 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 奈米晶 OR 奈米晶體 OR 量子侷限 OR 量子侷域 OR 量子尺寸效應 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 納米晶 OR 納米晶體 OR 量子點 OR 量子限制 OR 量子限域) AND (CdSe OR 硒化鎘 OR CdS OR 硫化鎘 OR ZnS OR 硫化鋅 OR InP OR 磷化銦 OR 鈣鈦礦量子點 OR 鈣鈦礦奈米晶 OR 無鎘 OR 無重金屬 OR 無毒 OR 低毒性 OR 鈣鈦礦納米晶) OR ((配體 OR 表面) AND (處理 OR 功能化 OR 化學 OR 鈍化 OR 修飾))))))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 12182 |
|----|---|-------|

| | | |
|----|--|------|
| 69 | <p>(((显示 OR 螢幕 OR 面板 OR 背光單元 OR 背光模組 OR 發光 OR 背板 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 微腔 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 色域 OR 寬 OR 准确) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 节省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏减少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 閾值电压 OR 亚閾值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 寿命) AND ((量子點 OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 顏色轉換層 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 奈米晶 OR 奈米晶體 OR 量子侷限 OR 量子侷域 OR 量子尺寸效應 OR QD 顏色濾光片 OR 钙钛矿 OR 胶体量子点 OR 纳米晶 OR 纳米晶体 OR 量子点 OR 量子限制 OR 量子限域) AND (CdSe OR 硒化鎘 OR CdS OR 硫化鎘 OR ZnS OR 硫化鋅 OR InP OR 磷化銦 OR 鈣鈦礦量子點 OR 鈣鈦礦奈米晶 OR 钙钛矿纳米晶) OR ((配體 OR 表面) AND (處理 OR 功能化 OR 化學 OR 鈍化 OR 修飾))) NOT (晶圓 OR 振動 OR 雷射 OR 偏振 OR 掃描 OR 偵測))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 9689 |
|----|--|------|

| | | |
|----|---|------|
| 70 | <p>(((显示 OR 螢幕 OR 面板 OR 背光單元 OR 背光模組 OR 發光 OR 背板 OR 光學 OR 屏幕)) AND (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 微腔 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 色域 OR 寬 OR 准确) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 节省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏减少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 閾值电压 OR 亚閾值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 寿命) AND ((量子點 OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 顏色轉換層 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 奈米晶 OR 奈米晶體 OR 量子侷限 OR 量子侷域 OR 量子尺寸效應 OR QD 顏色濾光片 OR 钙钛矿 OR 胶体量子点 OR 纳米晶 OR 纳米晶体 OR 量子点 OR 量子限制 OR 量子限域) AND (CdSe OR 硒化鎘 OR CdS OR 硫化鎘 OR ZnS OR 硫化鋅 OR InP OR 磷化銦 OR 鈣鈦礦量子點 OR 鈣鈦礦奈米晶 OR 钙钛矿纳米晶) OR ((配體 OR 表面) AND (處理 OR 功能化 OR 化學 OR 鈍化 OR 修飾))) NOT (晶圓 OR 振動 OR 雷射 OR 偏振 OR 掃描 OR 偵測 OR 檢測 OR 系統))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 6806 |
|----|---|------|

| | | |
|----|--|------|
| 71 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 背光單元 OR 背光模組 OR 發光 OR 背板 OR 屏幕))AND(解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 微腔 OR 純度 OR 色域 OR 寬 OR 準確 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 色域 OR 寬 OR 准确)AND(功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光 萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 节省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏减少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 阈值电压 OR 亚阈值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 壽命)AND((量子點 OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 顏色轉換層 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 奈米晶 OR 奈米晶體 OR 量子侷限 OR 量子侷域 OR 量子尺寸效應 OR QD 顏色濾光片 OR 钙钛矿 OR 胶体量子点 OR 纳米晶 OR 纳米晶体 OR 量子点 OR 量子限制 OR 量子限域)AND(CdSe OR 硒化鎘 OR CdS OR 硫化鎘 OR ZnS OR 硫化鋅 OR InP OR 磷化銦 OR 鈣鈦礦量子點 OR 鈣鈦礦奈米晶 OR 钙钛矿纳米晶) OR ((配體 OR 表面)AND(處理 OR 功能化 OR 化學 OR 鈍化 OR 修饰))) NOT(晶圓 OR 振動 OR 雷射 OR 偏振 OR 掃描 OR 偵測 OR 檢測 OR 系統 OR 眩))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 5781 |
|----|--|------|

| | | |
|----|--|-------------------|
| 72 | <p>(((顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 背光單元 OR 背光模組 OR 發光 OR 背板 OR 屏幕))AND(解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 微腔 OR 色域 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 色域) AND (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 节省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏减少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 阈值电压 OR 亚阈值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 寿命)AND((量子點 OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 顏色轉換層 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 奈米晶 OR 奈米晶體 OR 量子侷限 OR 量子侷域 OR 量子尺寸效應 OR QD 顏色濾光片 OR 钙钛矿 OR 胶体量子点 OR 纳米晶 OR 纳米晶体 OR 量子点 OR 量子限制 OR 量子限域) AND (CdSe OR 硒化鎘 OR CdS OR 硫化鎘 OR ZnS OR 硫化鋅 OR InP OR 磷化銦 OR 鈣鈦礦量子點 OR 鈣鈦礦奈米晶 OR 钙钛矿纳米晶) OR ((配體 OR 表面) AND (處理 OR 功能化 OR 化學 OR 鈍化 OR 修飾))) NOT (晶圓 OR 振動 OR 雷射 OR 偏振 OR 掃描 OR 偵測 OR 檢測 OR 系統 OR 眩 OR 太陽 OR 電池 OR 電源 OR 合金))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 4639 檢索去重 3220 |
|----|--|-------------------|

| | | |
|----|---|---------------|
| 73 | <p>(((ディスプレイ OR 表示 OR 画面 OR パネル OR モニター OR バックライトユニット OR BLU OR 光 OR 発光 OR バックプレーン OR 薄膜 OR TFT OR トランジスタ OR 光学) AND (解像 OR 精細 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 画素 OR PPI OR 画素密度 OR ファインメタルマスク OR FMM OR インクジェット印刷 OR 溶液プロセス OR パターン OR 微小共振器 OR 光学共振 OR 色域 OR NTSC OR RGB) AND (消費 OR 電力 OR 節約 OR 省エネ OR 削減 OR 電力消費 OR エネルギー消費 OR 待機電力 OR 漏れ OR 漏れ電流 OR オフ電流 OR オンオフ比 OR 閾値電圧 OR サブスレッショルド OR cd/A OR lm/W OR 光取り出し OR アウトカップリング OR 光学効率 OR 量子効率 OR IQE OR EQE OR 寿命 OR 量子収率 OR PLQY) AND ((量子ドット OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 色変換層 OR QD カラーフィルター OR ペロブスカイト OR コロイド量子ドット OR 半導体ナノクリスタル OR 半導体ナノ結晶 OR 半導体量子ドット OR 量子閉じ込め OR 量子閉じ込め効果 OR 量子サイズ効果) AND (コアシェル OR マルチシェル OR シェル厚 OR コア直径 OR コアサイズ OR シェル材料 OR コア材料) OR (CdSe OR セレン化カドミウム OR CdS OR 硫化カドミウム OR ZnS OR 硫化亜鉛 OR InP OR リン化インジウム OR ペロブスカイト量子ドット OR ペロブスカイトナノクリスタル OR カドミウムフリー OR 重金属フリー OR 無毒 OR 低毒性) OR (リガンド OR 表面修飾 OR 表面処理 OR 表面機能化 OR 表面化学 OR 表面パッシベーション OR 表面コーティング OR 表面キャップ))))@ti,ab,cl) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 40 検索去重 39 |
|----|---|---------------|

| | | |
|--------|---|-----------------|
| 74 | <p>(((((디스플레이 OR 화면 OR 패널 OR 모니터 OR 백라이트 유닛 OR BLU OR 광 OR 발광 OR 백플레인 OR 박막 OR TFT OR 트랜지스터 OR 광학) AND (고 해상도 OR 고 선명 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 고 픽셀 OR 고 PPI OR 픽셀 밀도 OR 파인 메탈 마스크 OR FMM OR 잉크젯 프린팅 OR 용액 공정 OR 패턴 OR 미세공진 OR 광학 공진 OR 순도 OR 색역 OR 넓 OR 정확 OR NTSC OR RGB) AND (저 전력 OR 전력 절약 OR 에너지 효율 OR 감소 전력 OR 전력 소비 OR 에너지 소비 OR 대기 전력 OR 누설 감소 OR 낮은 누설 OR 누설 전류 OR 오프 전류 OR 온오프 비율 OR 임계 전압 OR 서브 임계 OR cd/A OR lm/W OR 광 추출 OR 아웃커플링 OR 광학 효율 OR 내부 양자 효율 OR IQE OR 외부 양자 효율 OR EQE OR 수명 OR 양자 수율 OR PLQY) AND (양자점 OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 색 변환 층 OR QD 컬러 필터 OR 페로브스카이트 OR 콜로이드 양자점 OR 반도체 나노결정 OR 반도체 나노결정 OR 반도체 양자점 OR 양자 제한 OR 양자 제한 효과 OR 양자 크기 효과) AND (코어 쉘 OR 멀티 쉘 OR 쉘 두께 OR 코어 직경 OR 코어 크기 OR 쉘 재료 OR 코어 재료) OR (CdSe OR 셀레늄화 카드뮴 OR CdS OR 황화 카드뮴 OR ZnS OR 황화 아연 OR InP OR 인화 인듐 OR 페로브스카이트 양자점 OR 페로브스카이트 나노결정 OR 카드뮴 프리 OR 중금속 프리 OR 무독성 OR 저독성) AND (리간드 OR 표면 개질 OR 표면 처리 OR 표면 기능화 OR 표면 화학 OR 표면 패시베이션 OR 표면 코팅 OR 표면 캡))))@TL,AB, CL) AND (IC=C01B* OR IC=C01G* OR IC=C07D* OR IC=C07F* OR IC=C30B* OR IC=F21V* OR IC=G02F* OR IC=G02B* OR IC=H01L* OR IC=G09G* OR IC=H10D* OR IC=H10K* OR IC=G06F* OR IC=C09K* OR IC=H10B* OR IC=G11C* OR IC=G09F* OR IC=H05B* OR IC=C07C*)</p> | 112 檢索去重 80 |
| 最終檢索結果 | 合併 64、72、73、74 | 6970 去重 6947 |

表 6 量子點檢索歷程

本研究團隊以檢索式 42、43、44、45 為 LTPO 與 LTPS 最後確立之檢索式，經人工剔除以及去重後，該專利池檢索結果為 4447 件；檢索式 47、49、50、51 為 OLED 最後確立之檢索式，經人工剔除以及去重後，該專利池檢索結果為 4941 件；檢索式 57、60、61、62 為 Micro-LED 最後確立之檢索式，經人工剔除以及去重後，該專利池檢索結果為 4508 件；檢索式 64、72、73、74 為量子點最後確立之檢索式，經剔除以及去重後，該專利池檢索結果為 6930 件；綜合四專利池，並去重處理後，該專利池總計為 18269 件後續即以該專利池進行分析。

六、詳細檢索執行內容

(一) 顯示器相關字串

| |
|---|
| (display* OR screen* OR panel*OR "backlight unit*" OR lumin* OR backplane* OR "thin film*" OR optical*) |
| (顯示 OR 螢幕 OR 面板 OR 背光單元 OR 背光模組 OR 發光 OR 背板 OR 薄膜 OR 屏幕) |
| (ディスプレイ OR 表示 OR 画面 OR パネル OR モニター OR バックライトユニット OR BLU OR 光 OR 発光 OR バックプレーン OR 薄膜 OR TFT OR トランジスタ OR 光学) |
| (디스플레이 OR 화면 OR 패널 OR 모니터 OR 백라이트 유닛 OR BLU OR 광 OR 발광 OR 백플레인 OR 박막 OR TFT OR 트랜지스터 OR 광학) |

表 7 顯示器相關字串

(二) 高清功能相關字串

| |
|---|
| (high [-3,3] resolute* OR high [-3,3] define* OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR high [-3,3] pixel*" OR "high [-3,3] PPI" OR "pixel [-3,3] densit*" OR "fine metal mask*" OR "FMM" OR "inkjet print*" OR "solution process*" OR patter* OR microcavit* OR "optical resonan*" OR purit* OR gamut* OR "NTSC" OR *RGB*) |
| (解析 OR 畫質 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 像素 OR PPI OR 像素密度 OR 金屬遮罩 OR FMM OR 噴墨列印 OR 溶液製程 OR 圖案 OR 微腔 OR 光學共振 OR 色域 OR NTSC OR RGB OR 分辨率 OR 高清 OR 噴墨打印 OR 溶液加工 OR 色域) |
| (解像 OR 精細 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 画素 OR PPI OR 画素密度 OR ファインメタルマスク OR FMM OR インクジェット印刷 OR 溶液プロセス OR パターン OR 微小共振器 OR 光学共振 OR 色域 OR NTSC OR RGB) |
| (고 해상도 OR 고 선명 OR HD OR UHD OR 4K OR 8K OR 고 픽셀 OR 고 PPI OR 픽셀 밀도 OR 파인 메탈 마스크 OR FMM OR 잉크젯 프린팅 OR 용액 공정 OR 패턴 OR 미세공진 OR 광학 공진 OR 순도 OR 색역 OR 넓 OR 정확 OR NTSC OR RGB) |

表 8 高清功能相關字串

(三) 低功耗功能相關字串

| |
|---|
| (low [-3,3] power OR "power [-3,3] sav*" OR "energy [-3,3] efficien*" OR "reduce* [-3,3] power" OR "power [-3,3] consump*" OR "energy [-3,3] consump*" OR "standby [-3,3] power" OR "leakage* [-3,3] reduc*" OR "low* [-3,3] leak*" OR "leak* [-3,3] current*" OR "off [-3,3] current*" OR "on-off ratio*" OR "threshold voltage*" OR "sub-threshold" OR "subthreshold" OR "cd/A" OR "lm/W" OR "light [-3,3] extract*" OR "outcoupl*" OR "out-coupl*" OR "optical efficienc*" OR IQE OR EQE OR lifetime* OR " quantum yield" OR PLQY) |
| (功耗 OR 功率 OR 節省 OR 節能 OR 降低 OR 消耗 OR 能量 OR 待機 OR 漏電 OR 電流 OR 關態 OR 開關比 OR 閾值電壓 OR 次閾值 OR cd/A OR lm/W OR 光萃取 OR 出耦 OR 光學效率 OR 量子效率 OR IQE OR EQE OR 壽命 OR 量子產率 OR PLQY OR 节省 OR 降低功耗 OR 功耗降低 OR 功率消耗 OR 能量消耗 OR 待机功耗 OR 泄漏减少 OR 低泄漏 OR 泄漏电流 OR 关态电流 OR 閾值电压 OR 亞閾值 OR 光提取 OR 光学效率 OR 内量子效率 OR 外量子效率 OR 寿命) |
| (消費 OR 電力 OR 節約 OR 省エネ OR 削減 OR 電力消費 OR エネルギー消費 OR 待機電力 OR 漏れ OR 漏れ電流 OR オフ電流 OR オンオフ比 OR 閾值電圧 OR サ |

ブスレッシュョルド OR cd/A OR lm/W OR 光 取り出し OR アウトカップリング OR 光
学効率 OR 量子効率 OR IQE OR EQE OR 寿命 OR 量子収率 OR PLQY)

(저 전력 OR 전력 절약 OR 에너지 효율 OR 감소 전력 OR 전력 소비 OR 에너지
소비 OR 대기 전력 OR 누설 감소 OR 낮은 누설 OR 누설 전류 OR 오프 전류 OR
온오프 비율 OR 임계 전압 OR 서브 임계 OR cd/A OR lm/W OR 광 추출 OR
아웃커플링 OR 광학 효율 OR 내부 양자 효율 OR IQE OR 외부 양자 효율 OR EQE
OR 수명 OR 양자 수율 OR PLQY)

表 9 低功耗功能相關字串

(四) LTPO 與 LTPS 技術相關字串

((LTPO OR LTPS OR "low temperature polycrystalline oxide*" OR "low-temperature
polycrystalline oxide*" OR LTPS OR "low temperature polysilicon*" OR "low-temperature
polysilicon*" OR IGZO OR "indium gallium zinc oxide*" OR "oxide semiconductor**" OR "oxide
TFT*" OR "polycrystalline silicon*" OR "poly-Si" OR "poly silicon*" OR "polysilicon*"))

AND

(chemical* OR composition* OR material* OR dopant* OR precursor* OR deposi* OR anneal*
OR crystalliz* OR crystallis* OR "grain size*" OR "grain boundar*" OR mobil* OR IGZO OR
"indium gallium zinc oxide" OR "InGaZnO" OR "indium gallium zinc O" OR "oxide
semiconductor*" OR "oxide TFT*" OR "oxide thin film transistor*" OR "oxide channel*" OR
"oxide active layer*"))

((LTPO OR LTPS OR 低溫多晶氧 OR LTPS OR 低溫多晶矽 OR IGZO OR 銦鎳鋅氧化物
OR 氧化物半導體 OR TFT OR 多晶矽 OR 多晶 Si OR 低溫多晶氧 OR 低溫多晶硅 OR
低溫多晶硅 OR 薄膜晶体管 OR 多晶硅)

AND

(化學 OR 成分 OR 材料 OR 摻雜 OR 前驅物 OR 沉積 OR 退火 OR 結晶 OR 晶粒
尺寸 OR 晶界 OR 遷移率 OR IGZO OR 銦鎳鋅氧化物 OR InGaZnO OR 銦鎳鋅氧 OR
氧化物半導體 OR 氧化物 TFT OR 薄膜電晶體 OR 氧化物通道 OR 氧化物主動層 OR 前
驅體))

((LTPO OR LTPS OR 低溫多結晶酸化物 OR 低溫多結晶酸化物薄膜トランジスタ OR
LTPS OR 低溫多結晶シリコン OR 低溫多結晶シリコン薄膜トランジスタ OR IGZO OR
インジウムガリウム亜鉛酸化物 OR 酸化物半導體 OR 酸化物 TFT OR 多結晶シリコン
OR 多結晶 Si OR ポリシリコン)

AND

(化学 OR 組成 OR 材料 OR ドーパント OR 前驅體 OR 堆積 OR アニール OR 結晶
化 OR 結晶粒サイズ OR 結晶粒界 OR 移動度 OR IGZO OR インジウムガリウム亜鉛
酸化物 OR InGaZnO OR インジウムガリウム亜鉛 O OR 酸化物半導體 OR 酸化物 TFT
OR 酸化物薄膜トランジスタ OR 酸化物チャネル OR 酸化物活性層))

((LTPO OR LTPS OR 저온 다결정 산화물 OR 저온 다결정 산화물 박막 트랜지스터
OR LTPS OR 저온 다결정 실리콘 OR 저온 다결정 실리콘 박막 트랜지스터 OR IGZO
OR 인듐 갈륨 아연 산화물 OR 산화물 반도체 OR 산화물 TFT OR 다결정 실리콘
OR 다결정 Si OR 폴리실리콘)

AND

(화학 OR 조성 OR 재료 OR 도펀트 OR 전구체 OR 증착 OR 어닐링 OR 결정화 OR
결정립 크기 OR 결정립계 OR 이동도 OR IGZO OR 인듐 갈륨 아연 산화물 OR
InGaZnO OR 인듐 갈륨 아연 O OR 산화물 반도체 OR 산화물 TFT OR 산화물 박막
트랜지스터 OR 산화물 채널 OR 산화물 활성층))

表 10 LTPO 與 LTPS 技術相關字串

(五) OLED 技術相關字串

| |
|--|
| <p>((OLED* OR "organic light emitting diode*" OR "organic electroluminescent" OR "organic EL" OR "organic LED*" OR "organic light-emitting" OR "organic emissive" OR "organic display*" OR metal* OLED" OR "metal* organic light emitting diode*" OR "metal* organic light-emitting diode*" OR "organic EL")) AND (material* OR compound* OR polymer* OR "small molecule*" OR dopant* OR host* OR emitter* OR "emission layer*" OR "hole transport*" OR "electron transport*" OR "charge transport*" OR "injection layer*" OR "blocking layer*" OR phosphorescent OR fluorescent OR "delayed fluorescen*" OR TADF OR "thermally activated delayed fluorescen*"))</p> |
| <p>((OLED OR 有機發光二極體 OR 有機電致發光 OR 有機 EL OR 有機 LED OR 有機發光 OR 有機發射 OR 有機顯示 OR 金屬 OLED OR 金屬 有機發光二極體 OR 金屬 有機發光二極體 OR 有機 EL OR 有机发光二极管)AND(材料 OR 化合物 OR 聚合物 OR 小分子 OR 摻雜 OR 主體 OR 發光體 OR 發光層 OR 空穴傳輸 OR 電子傳輸 OR 電荷傳輸 OR 注入層 OR 阻擋層 OR 磷光 OR 螢光 OR 延遲螢光 OR TADF OR 熱活化延遲螢光))</p> |
| <p>((OLED OR 有機發光다이오드 OR 有機에レクト로롤미네ッセンス OR 有機 EL OR 有機 LED OR 有機發光 OR 有機에미ッシ브 OR 有機디스플레이 OR 메탈 OLED OR 메탈 有機發光다이오드 OR 메탈 有機發光다이오드 OR 有機 EL) AND (材料 OR 化合物 OR 폴리머 OR 小分子 OR 도펀트 OR 호스트 OR 發光體 OR 發光層 OR 홀輸送 OR 電子輸送 OR 電荷輸送 OR 注入層 OR 브로ッキング層 OR 린光 OR 螢光 OR 遲延螢光 OR TADF OR 熱活性化遲延螢光))</p> |
| <p>(OLED OR 유기 발광 다이오드 OR 유기 전계발광 OR 유기 EL OR 유기 LED OR 유기 발광 OR 유기 방출 OR 유기 디스플레이 OR 메탈 OLED OR 메탈 유기 발광 다이오드 OR 메탈 유기 발광 다이오드 OR 유기 EL) AND (재료 OR 화합물 OR 폴리머 OR 소분자 OR 도펀트 OR 호스트 OR 발광체 OR 발광층 OR 정공 수송 OR 전자 수송 OR 전하 수송 OR 주입층 OR 차단층 OR 인광 OR 형광 OR 지연 형광 OR TADF OR 열활성화 지연 형광)</p> |

表 11 OLED 技術相關字串

(六) Micro-LED 技術相關字串

| |
|--|
| <p>(("Micro-LED*" OR "Micro LED*" OR "MicroLED*" OR "micro light emitting diode*" OR "micro-scale LED*" OR "microscale LED*" OR "micro-sized LED*" OR "micro sized LED*" OR "μLED*" OR "uLED*" OR "micro-LED* array*" OR "microLED* array*" OR "micro-LED* display*" OR "microLED* display*" OR MOCVD OR MBE OR "wafer*" OR substrate* OR GaN OR "gallium nitride" OR "III-V" OR "III-nitride") AND (fabricat* OR manufactur* OR process* OR "epitaxial growth" OR epitax* OR "vapor deposit*" OR "vapour deposit*" OR "transfer*" OR "mass transfer*" OR "selective transfer*" OR "parallel transfer*" OR "self-assembl*" OR "self assembl*" OR "fluidic assembl*" OR "electrostatic transfer*" OR "laser transfer*" OR "laser lift off" OR "laser releas*" OR LLO OR "mechanical transfer*" OR "elastomer stamp*" OR "micro-tube" OR "micro tube" OR "repair*" OR "defect*" OR "redundancy"))</p> |
| <p>((Micro-LED OR 微型 LED OR MicroLED OR 微發光二極體 OR 微尺度 LED OR 微尺寸 LED OR μLED OR uLED OR 微 LED 陣列 OR 微 LED 顯示 OR 微米 LED OR 微發光二極管 OR 微 LED 陣列 OR 微 LED 顯示 OR 基板 OR GaN OR 氮化鎵 OR III-V OR III 族氮化物) AND (製造 OR 生產 OR 製程 OR 磊晶成長 OR 磊晶 OR 氣相沉積 OR MOCVD OR MBE OR 晶圓 OR 轉移 OR 巨量轉移 OR 選擇性轉移 OR 平行轉移 OR 自組裝 OR 流體組裝 OR 靜電轉移 OR 雷射轉移 OR 雷射剝離 OR 雷射釋放 OR LLO OR 機械轉移 OR 彈性體印章 OR 微管 OR 修復 OR 缺陷 OR 冗餘 OR 工艺 OR 外延生長 OR 外延 OR 氣相沉積 OR 衬底 OR 冗餘))</p> |
| <p>((Micro-LED OR 마이크로 LED OR MicroLED OR 마이크로發光다이오드 OR 마이크로스케일 LED OR 마이크로사이즈 LED OR μLED OR uLED OR 마이크로 LED 아레이 OR 마이크로 LED 디스플레이) AND (製造 OR 製作 OR 프로세스 OR 에피택셜 성장 OR 에피택시 OR 氣相堆積 OR MOCVD OR MBE OR 웨이퍼 OR 基板 OR GaN OR 窒化갈륨 OR III-V OR III 族窒化物 OR 転写 OR マス転写 OR 選択的転写 OR 並列転写 OR 自己組織化 OR 流体組立 OR 静電転写 OR 레이저転写 OR 레이저리프트오프 OR 레이저解放 OR LLO OR 機械的転写 OR 엘라스토머스탬프 OR 마이크로튜브 OR 修復 OR 欠陥 OR 冗長性))</p> |
| <p>((Micro-LED OR 마이크로 LED OR MicroLED OR 마이크로 발광 다이오드 OR 마이크로 스케일 LED OR 마이크로 사이즈 LED OR μLED OR uLED OR 마이크로 LED 어레이 OR 마이크로 LED 디스플레이) AND (제조 OR 생산 OR 공정 OR 에피택셜 성장 OR 에피택시 OR 기상 증착 OR MOCVD OR MBE OR 웨이퍼 OR 기판 OR GaN OR 질화 갈륨 OR III-V OR III 족 질화물 OR 전사 OR 대량 전사 OR 선택적 전사 OR 병렬 전사 OR 자기 조립 OR 유체 조립 OR 정전기 전사 OR 레이저 전사 OR 레이저 리프트 오프 OR 레이저 방출 OR LLO OR 기계적 전사 OR 엘라스토머 스탬프 OR 마이크로 튜브 OR 수리 OR 결함 OR 중복성))</p> |

表 12 Micro-LED 技術相關字串

(七) 量子點技術相關字串

| |
|---|
| <p>((quantum dot* OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR colo* [-3,3] convers* layer* OR QD colo* filter* OR perovskite* OR colloidal quantum dot* OR semiconductor nanocrystal* OR semiconductor nano-crystal* OR semiconductor quantum dot* OR quantum confined OR quantum confinement OR quantum size effect*) AND (CdSe OR cadmium selenide OR CdS OR cadmium sulfide OR cadmium sulphide OR ZnS OR zinc sulfide OR zinc sulphide OR InP OR indium phosphide OR perovskite quantum dot* OR perovskite nanocrystal* OR cadmium*free OR heavy*metal free OR non*toxic OR low toxicity) OR (ligand* OR (surface* AND (modificat* OR treat* OR function* OR chemi* OR passivat* OR coat* OR cap*))</p> |
| <p>((量子點 OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 顏色轉換層 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 奈米晶 OR 奈米晶體 OR 量子侷限 OR 量子侷域 OR 量子尺寸效應 OR QD 顏色濾光片 OR 鈣鈦礦 OR 膠體量子點 OR 納米晶 OR 納米晶體 OR 量子點 OR 量子限制 OR 量子限域) AND (CdSe OR 硒化鎘 OR CdS OR 硫化鎘 OR ZnS OR 硫化鋅 OR InP OR 磷化銦 OR 鈣鈦礦量子點 OR 鈣鈦礦奈米晶 OR 無鎘 OR 無重金屬 OR 無毒 OR 低毒性 OR 鈣鈦礦納米晶) OR (配體 OR (表面 AND (包覆 OR 處理 OR 功能化 OR 化學 OR 鈍化 OR 塗層 OR 修飾)) OR 配體))</p> |
| <p>((量子ドット OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 色 變換 層 OR QD カラーフィルター OR ペロブスカイト OR コロイド量子ドット OR 半導体ナノクリスタル OR 半導体ナノ結晶 OR 半導体量子ドット OR 量子閉じ込め OR 量子閉じ込め効果 OR 量子サイズ効果) AND(CdSe OR セレン化カドミウム OR CdS OR 硫化カドミウム OR ZnS OR 硫化亜鉛 OR InP OR リン化インジウム OR ペロブスカイト量子ドット OR ペロブスカイトナノクリスタル OR カドミウムフリー OR 重金属フリー OR 無毒 OR 低毒性) OR (リガンド OR 表面 修飾 OR 表面 処理 OR 表面 機能化 OR 表面 化学 OR 表面 パッシベーション OR 表面 コーティング OR 表面 キャップ))</p> |
| <p>(양자점 OR QD OR QLED OR QD-LED OR QD-OLED OR 색 변환 층 OR QD 컬러 필터 OR 페로브스카이트 OR 콜로이드 양자점 OR 반도체 나노결정 OR 반도체 나노 결정 OR 반도체 양자점 OR 양자 제한 OR 양자 제한 효과 OR 양자 크기 효과) AND (CdSe OR 셀레늄화 카드뮴 OR CdS OR 황화 카드뮴 OR ZnS OR 황화 아연 OR InP OR 인화 인듐 OR 페로브스카이트 양자점 OR 페로브스카이트 나노결정 OR 카드뮴 프리 OR 중금속 프리 OR 무독성 OR 저독성) OR(리간드 OR 표면 개질 OR 표면 처리 OR 표면 기능화 OR 표면 화학 OR 표면 패시베이션 OR 표면 코팅 OR 표면 캡)</p> |

表 13 量子點技術相關字串

七、檢準率及檢全率

本研究以系統抽樣 (systematic sampling) 估計查準率。各專利池先隨機決定起始位置，依固定間距 $k \approx N/n$ 逐筆抽取；為降低偏誤，抽樣框之排序事先打散並確認無與 k 相關的週期性，在此條件下系統抽樣可產生近似等機率樣本，足以用於檢準率估計。樣本數係依「比例之估計精度」規劃，目標為在 95% 信心水準下之誤差界不逾 $\pm 5\%$ 。採二項比例樣本數公式並套用有限母體修正 計算各池所需樣本數，所估算之檢準率結果具 95% 信心水準。

具體來說，本研究以四個專利池專先行去重並打散排序，隨機決定起始點 d ，按固定間距逐筆抽取至達到各自的 n （對應間距約為：LTPO/LTPS 13、OLED 14、Micro-LED 13、量子點 19）。為避免引入系統性偏差，抽樣框預先排除全日文或韓文案，直到樣本數抽滿為止。這樣的抽樣方法能有效減少偏差，並提高抽樣結果的穩定性和可信度。LTPO 與 LTPS 之專利池共 4447 件，抽取 355 件，經人工判讀，刪除 17 件不符合之專利，檢準率為 95.2%；OLED 之專利池共 4941 件，抽取 360 件，經人工判讀，刪除 5 件不符合之專利，檢準率為 98.6%；Micro-LED 之專利池共 4508 件，抽取 355 件，經人工判讀，刪除 22 件不符合之專利，檢準率為 93.8%；量子點之專利池共 6930 件，抽取 370 件，經人工判讀，刪除 29 件不符合之專利，檢準率為 92.2%；總和之專利池檢準率，經上述計算加權平均，可得檢準率 94.9%。

專利檢全率的計算，一般會使用一間相關公司的所有專利做為探討的標的，篩選出其中與預分析技術相關的專利，並計算最終檢索式能夠包含到的專利比例，以進行查全率的計算。本研究英文案選用三星與 LG，中文案選用京東方與友達，共計四家領頭企業為分析標的，以 GPSS 進階檢索之關鍵字、IPC、申請人等，佐以人工判讀方式分別獲得檢全率 86.4%、85.9%、94.1%、88.3%，合併計算加權平均，可得檢全率為 89.7%。

八、專利分析階段

(一) 製作專利管理圖/技術圖

專利分析報告主要可以藉由管理圖(Management Map)及技術圖(Technology Map)來呈現，其中管理圖主要係呈現趨勢類型之數據，藉由大量的專利歷史數據獲取特定技術領域之重點資訊，以此分析近年相關業界整體的布局情況及發展趨勢。其主要使用之圖表類型多為折線圖、圓餅圖、長條圖、表格等；技術圖則是從另一個角度進行切入，主要針對專利中的特定技術應用進行定性分析，並可從中判斷出主要技術及其技術發展之趨勢走向，還可進一步預測該些技術應用之未來發展。其主要使用之圖表類型多為專利地圖、技術功效矩陣圖、長條圖等。以下分別說明本次專利分析報告如何使用這兩種圖進行數據呈現。

- 1.管理圖：透過前段所列之檢索式進行檢索後，在其檢索結果所獲取之專利案件總數及其家族案中，從中取得公開/公告件數、申請國別、專利權人、申請人、分類號等數據，以建立顯示器相關專利之分析資訊，如歷年申請趨勢分析、技術生命週期分析、國際分類號分析、專利申請地區分析、前十大專利權人分析等，藉此呈現顯示器相關專利布局之趨勢現況。
- 2.技術圖：對前段所述檢索結果之專利案進行判讀，以將顯示器的相關技術進行分解及分類並繪製成圖表，還可進一步找出關鍵技術之核心專利。此部分所使用之圖表包含技術分解表、技術分類圖、技術矩陣圖等，藉此呈現顯示器領域之主要技術分布與應用，以及其相關技術之演化脈絡。

(二) 專利分析流程圖

本專利分析報告之分析流程如下圖所示，主要係先確立分析主題、範圍及使用之專利資料庫後，開始蒐集與該主題相關之產業資訊，以獲取後續進行檢索時可能使用之關鍵字，如技術專有名詞、相關之運算模型或演算法、應用領域、可達成之效果或功能等。同時，在閱讀該些資訊時，還可從中確定該主題之技術主軸，進而延伸構築本次分析之檢索策略，進一步編寫出初步檢索式。-*

接著再透過初步檢索式產生之檢索結果進行判讀，判斷其檢索結果是否符合本次分析主題相關之專利案件。若有過多雜訊或案件數量不足以進行分析，需對檢索式進行調整，直到檢索結果能夠聚焦在本次分析主題領域之中。

當檢索結果符合預期時，進入後續分析程序，根據檢索結果之專利案件進行數據整理，將公開/公告件數、申請國別、專利權人、申請人、分類號等數據繪製成相關分析圖表。同時，判讀檢索結果之專利以對該主題相關專利之技術進行分類，繪製相關之專利技術圖，進一步針對核心專利進行分析，並統整通篇專利分析報告內容，匯整出結論，以完成本次分析報告之撰寫。

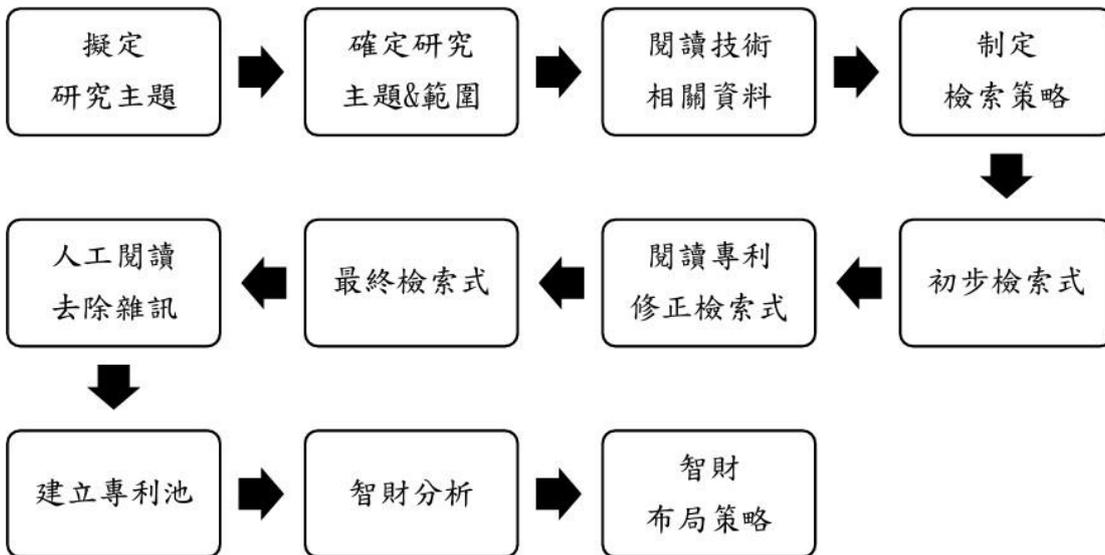


圖 5 專利分析流程圖

九、檢索限制

本次進行專利檢索過程，其檢索過程中的限制可以更細緻地分為資料庫固有的限制及檢索式應用的限制，具體如下：

(一) 資料庫固有限制

1. 官方資料庫更新時間限制：

由於各國官方資料庫更新時間不同，且於 GPSS 系統上實際更新亦有一定的時間落差，因此在未公開完全的資料使用上，跨資料庫的比較會有一定程度的落差存在，但由於較新的資料因為未公開完全，本身使用即已經有所限制。

2. 電子化收錄限制：

由於 GPSS 系統與各國系統應以電子化的方式進行資料的收錄，而在收錄的過程中，不可避免的可能因為偶發的事故，導致數據有一定的缺失或者產生亂碼等現象，特別是涉及多國語言時，更有可能導致此情況的發生。

3. 部分資料未包含全文：

由於 GPSS 系統部分資料（日本公開、韓國、東南亞及其他國家）未包含全文，因此在進行全文檢索時，可能會因此而導致無法精準的檢索。然由於若以全文進行檢索，其檢索出來的專利精準度較低，因此本研究經嘗試及過濾後，並未進行全文檢索，然若部分資訊涉及全文檢索，其檢索結果的會與使用者的需求具有較大的落差。

4. 專利權人異動：

GPSS 系統收錄的資料主要為專利申請人，然由於部分專利在操作上會透過權利的轉讓始得公眾較晚察覺該資訊，但其在 GPSS 系統上進行統計時會導致專利申請人與實際代表之專利權有一定程度的數據落差。

5.專利家族無法歸類導致數量膨脹：

顯示器技術研發多為跨國大廠，由於專利的屬地性，重要的專利將會在多國進行申請，此情況會導致同一個專利被重複地進行計算，導致技術統計數量有膨脹的現象。但另一方面，由於重要的專利才會進行多國的申請，因此某種程度上可以視為權重的加權。

(二) 檢索式應用限制

1.多國語言翻譯限制：

由於 GPSS 系統包含了逾百個專利資料庫的資料，大部分的專利資訊均以該國地方語言進行資訊的記錄。然由於研究者對於母語以外的語言熟悉程度有限，多依賴翻譯軟體進行，尤其日本、韓國、歐語等語系相關專利，可能有嚴重資料缺漏，因此在檢索時可能會因為語言的不了解導致檢索式有一定程度的缺陷，雖然已經透過過濾的過程盡可能地降低，然由於人工僅進行部分專利篩選，因此仍有一定程度的缺陷存在。

2.國際專利分類歸類限制：

國際專利分類碼乃是本研究進行專利檢索及分析的重要工具。然而，由於國際專利的分類包含了部分與研究者實際預探討議題存在落差的專利資訊，如某些非顯示器領域的技術也被歸類在相關分類號內，因此在檢索時可能會因此導致檢索式有一定程度的缺陷。

3.僅進行部分進行人工篩選的優勢與限制：

由於本次檢索出來的專利數量過多，要進行完整人工篩選並不現實，故本研究僅進行部分人工篩選。但另一方面，在未來相關研究的進行與比較時，未經人工篩選的結果較易進行長時間的追蹤與比較

肆、專利趨勢分析

低功耗高清顯示技術專利/公開公告數逐年盤升，於 18 個月未公開期內的 2024 年達到數量顛峰；但申請數量卻自 2019 年起略為下滑，技術生命週期也自同年出現疲態，直到 2023 年才回暖。

一、專利歷年申請趨勢

(一)全球歷年申請數量趨勢

1. 低功耗高清顯示技術

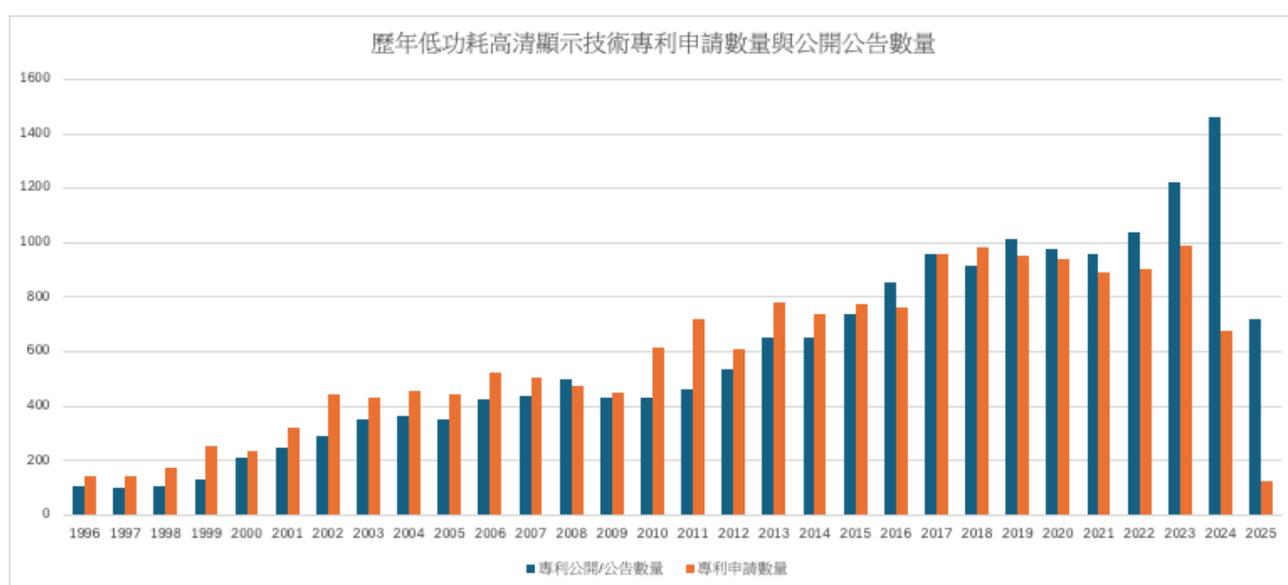


圖 6 歷年低功耗高清顯示技術專利申請數量與公開公告數量

全球歷年申請數量趨勢顯示這項技術從萌芽期進入快速發展期，再逐漸走向成熟。大約在 1998 年至 2005 年間，年度申請量約落在 50 至 200 件之間，成長緩慢且波動不大。自 2006 年起，隨著智慧型手機與行動裝置對高解析度與低功耗顯示需求的爆發，申請量開始穩定上升，到了 2012 年或許已達到 500 件上下。之後在 2016 年專利申請數接近 1,000 件，為這條技術曲線的一個高點。近年來申請量雖然仍維持在高水準（例如 700-900 件），但年增率明顯放緩或微幅下降，顯示該技術核心創新已趨於飽和／市場需求的成熟期已到來。這樣的趨勢反映該技術先是由少量技術嘗試 → 加速研發 → 高峰期 → 成熟期¹²。

2. LTPO/LTPS

LTPS/LTPO 作為驅動高階顯示器效能的關鍵背板技術，其專利發展軌跡與行動裝置的演進密不可分。從下圖數據可將其發展劃分為以下幾個顯著階段：

¹ Persistence Market Research, Low Power Next Generation Display Market Size, Share, and Growth Forecast for 2025 – 2032.

² WIPO, Patents Highlights 2024, Global patent applications reached 3.55 million in 2023.

首先是技術萌芽期（1996 年至 2005 年），此階段為 LTPS 技術的基礎研發期，旨在解決傳統非晶矽（a-Si）TFT 反應速度慢、開口率低等問題。專利申請量相對稀少，每年約在 40 至 120 件之間徘徊，反映當時業界仍在探索 LTPS 製程的穩定性與商業化潛力，主要由少數日本及韓國面板先驅進行前期的技術積累¹。

隨著 2007 年智慧型手機時代的來臨，市場對高解析度、窄邊框螢幕的需求開始浮現，LTPS 憑藉其高電子遷移率的優勢成為實現此目標的核心技術。專利申請量在此期間（2006 年至 2012 年）呈現穩步成長，從 2006 年約 151 件攀升至 2011 年的 310 件高峰，至 2013 年仍維持在 230 件以上的水準。此階段的專利重點多集中於製程優化、良率提升及降低生產成本²。

轉折點出現在 2013 年後，此為 LTPO/LTPS 專利布局的黃金時代。高階智慧型手機全面導入高解析度與 AMOLED 面板，對高性能背板的需求達到頂峰。尤其在 2014 年後，為了解決 OLED 螢幕功耗問題，具備動態調整刷新率能力的 LTPO 混合氧化物技術應運而生，引發了新一輪的專利競逐³。如圖所示，專利申請量在 2014 年後再度攀升，並在 2016 年達到 305 件的歷史次高峰。

在技術達到高峰後，LTPS 的核心製程專利布局已趨於飽和，各大廠商的技術壁壘基本成形，技術進入成熟衰退期（2018 年至今）。專利申請量自 2018 年起呈現逐年下滑的趨勢，從 261 件一路下降至 2023 年的 131 件。此階段的專利多為改良型或應用型專利，核心發明數量減少。

綜上所述，LTPO/LTPS 專利申請趨勢與高階行動裝置的技術革新有著密切的正相關影響。圖表數據亦顯示，2024 年（71 件）與 2025 年（6 件）的申請量因 18 個月未公開期而有低估情形。故就 1996 年至今的數據來看，LTPO/LTPS 技術領域的專利申請量在 2016 年達到高峰後，已呈現進入技術成熟期之走勢。

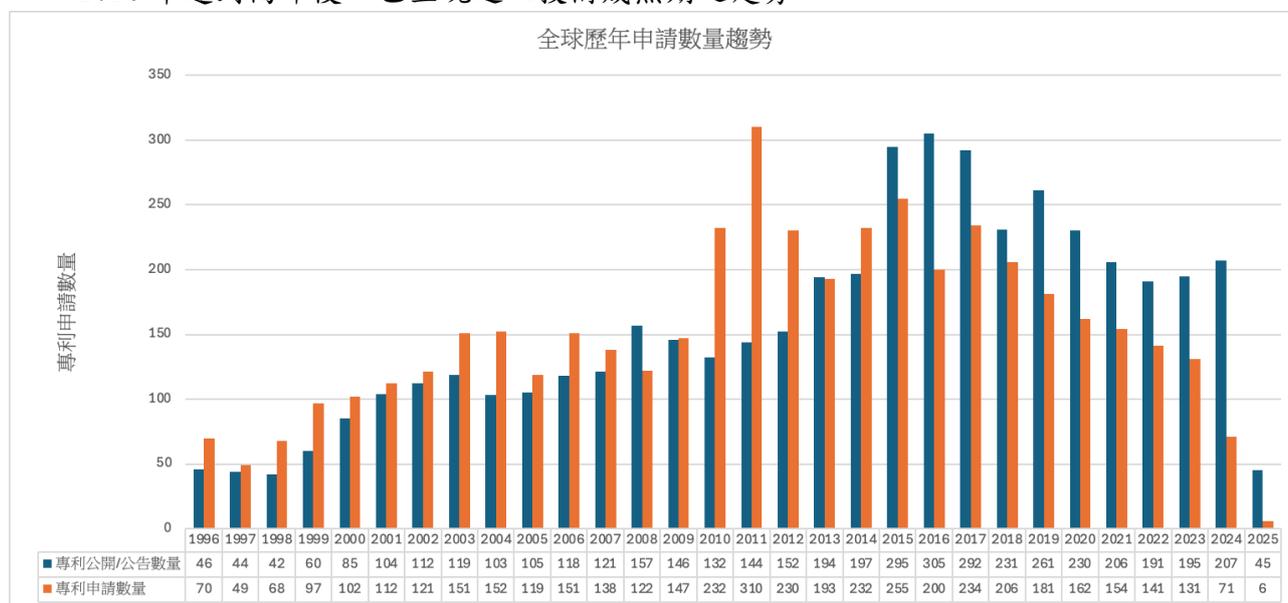


圖 7 LTPO/LTPS 全球歷年申請數量趨勢

¹ Clarivate Derwent Innovation, "LTPS & LTPO Back-Plane Patent Landscape 1995-2023," Fig. 2 「Earliest Assignees by Country」.

² LG Display Co., Ltd. 2025 Annual Report (SEC 20-F).

³ Omdia, "LTPO OLED Displays Demand for Smartphones to Reach 520 Million Units by 2031" (2024).

3. OLED

OLED 技術以其自發光、高對比、輕薄可撓曲等特性，徹底改變了中小尺寸顯示市場的樣貌¹。其專利申請趨勢生動地描繪了一項顛覆性技術從實驗室走向市場主流的完整歷程。

技術的萌芽與探索期(1996 年至 2003 年)是 OLED 技術的黎明時期，由柯達(Kodak) 等公司率先提出基礎概念與材料架構²。當時的研發重點在於克服有機材料發光效率低、壽命短、藍光材料不穩定等根本性難題³。因此，全球專利申請量極為稀少，至 2001 年申請量僅 159 件，整體處於緩慢的技術積累階段。

進入穩健發展期(2004 年至 2011 年)，隨著三星(Samsung) 等公司開始將 AMOLED 技術應用於手機副螢幕及 MP3 播放器等利基市場，OLED 的商業化前景逐漸明朗。這段時期，專利申請量進入穩健的成長軌道，從 2004 年約 229 件穩定增長至 2011 年的 232 件。研發重點轉向提高生產良率、開發更穩定的發光材料以及像素驅動電路的設計⁴。

市場爆發與高峰期(2012 年至 2020 年)是 OLED 技術的黃金十年。三星 Galaxy 系列旗艦手機的成功，以及 2017 年蘋果 iPhone X 的全面採用，共同將 OLED 推上了中小尺寸面板的王座⁵。巨大的市場潛力引發了全球性的專利軍備競賽，專利申請量自 2012 年的 256 件一路飆升，在 2019 年達到 477 件的歷史頂峰，標誌著 OLED 技術的全面成熟與市場霸權的確立。

達到高峰後，OLED 專利申請量進入了一個高原盤整期(2021 年至今)，每年維持在 370 件以上的高水平。這表明核心技術的競爭格局已定，研發方向從開創性發明轉向了漸進式改良，例如提升發光效率、延長使用壽命、發展可摺疊/可捲曲等新形態應用，以及與 LTPO 背板的深度整合。

綜上所述，OLED 技術的專利申請量在經歷爆發性成長後，目前已進入高原盤整期。圖表顯示，2024 年(321 件)與 2025 年(24 件)的專利數據因 18 個月的公開延遲而呈現下滑假象，未來隨著其在 AR/VR、車用顯示等新領域的應用仍在擴展，待數據補齊後，預計近年的申請量仍會維持在一個相對穩定的高水平。

¹ Lee, C.-J. et al., "Advances in Display Technology: AR, VR, QD-LED and OLED," Journal of Information Display.

² Universal Display Corp., Form 10-K — 「Eastman Kodak Company developed and patented the original fluorescent OLED technology in 1987」。

³ Chen, Q. & Li, Y., "A Compact History of the OLEDs," Applied Chemistry Reviews.

⁴ Himax Technologies, Inc. Form 20-F. 2 April 2025.

⁵ Lee, C.-J., et al. "Advances in Display Technology: AR, VR, QD-LED and OLED." Journal of Information Display, 2024.

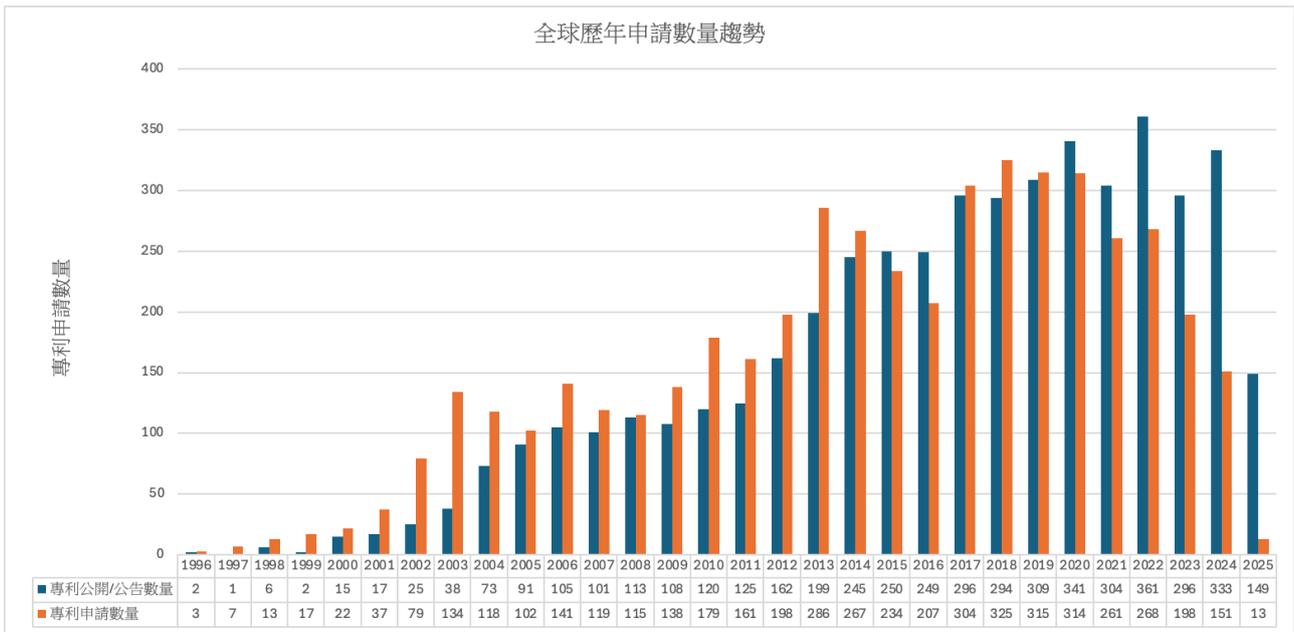


圖 8 OLED 全球歷年申請數量趨勢

4. Micro-LED

Micro-LED 被譽為可能顛覆現有顯示技術的終極解決方案，其專利申請趨勢呈現出典型的「長期沉寂、一夕爆發」之高潛力技術特徵，反映了業界對其的高度期待與鉅額研發投入¹。

儘管 Micro-LED 的概念早在 2000 年左右就已提出，但由於其核心製程——尤其是將數百萬顆微米級 LED 晶片精準、高速地轉移到驅動基板上的「巨量轉移 (Mass Transfer)」技術——存在巨大瓶頸，導致商用化遙遙無期²。在此長達十餘年的概念萌芽與沉寂期 (1996 年至 2011 年) 中，專利申請活動非常稀少，至 2011 年年度申請量仍未突破 400 件，顯示其仍處於實驗室探索階段。

轉折點出現在 2012 年之後，技術迎來突破與爆發期。索尼 (Sony) 在 2012 年 CES 上展示的 55 吋「Crystal LED Display」原型機³，以及 2014 年蘋果 (Apple) 收購 Micro-LED 先驅企業 LuxVue，向全球產業界釋放了強烈訊號⁴。各大廠意識到商業化的可能性，紛紛投入巨資進行研發。專利申請量自此開始了驚人的指數級增長，從 2012 年的 496 件，一路攀升至 2021 年的 576 件與 2022 年的 572 件，創下技術高峰。此階段的專利密集區塊幾乎涵蓋了整個產業鏈，包括磊晶、晶片微縮、巨量轉移、電路驅動、壞點檢測與修復、以及全彩化方案等⁵。

歷經十年的高速增長後，2023 年的專利申請量首次出現明顯回落 (524 件)，進入短期回檔與觀望期。此現象可能由多重因素造成：其一，部分關鍵技術已形成初步的專利壁壘，廠商開始進入技術整合與優化階段；其二，產業進入洗牌期，部分小型研發公司可能被併購或退出，導致專利活動集中化⁶。

¹ Yole Group, MicroLED Displays – Intellectual Property Landscape 2024.

² “Challenges and Breakthroughs in Micro-LED Mass Transfer,” MiniMicroLED.com.

³ Sony Corporation, Press Release: “Sony Develops Next-generation ‘Crystal LED Display’”.

⁴ TechCrunch, “Apple Acquires Power-Efficient LED Tech Company LuxVue”.

⁵ “Challenges and Breakthroughs in Micro-LED Mass Transfer,” MiniMicroLED.com.

⁶ Yole Group, MicroLED Displays – Intellectual Property Landscape 2024.

綜上所述，鑑於 Micro-LED 在 AR/MR 微型顯示器、大型商業看板及高階車用顯示等領域的巨大潛力仍待釋放，其核心技術挑戰也遠未完全解決¹。圖表顯示 2024 年(281 件)與 2025 年(19 件)的數據因 18 個月的專利公開延遲期而嚴重失真。故就 2012 年至今的數據來看，Micro-LED 技術領域的專利申請量正處於技術爆發後的關鍵整合期，未來仍將是顯示技術研發中最活躍的戰場之一。

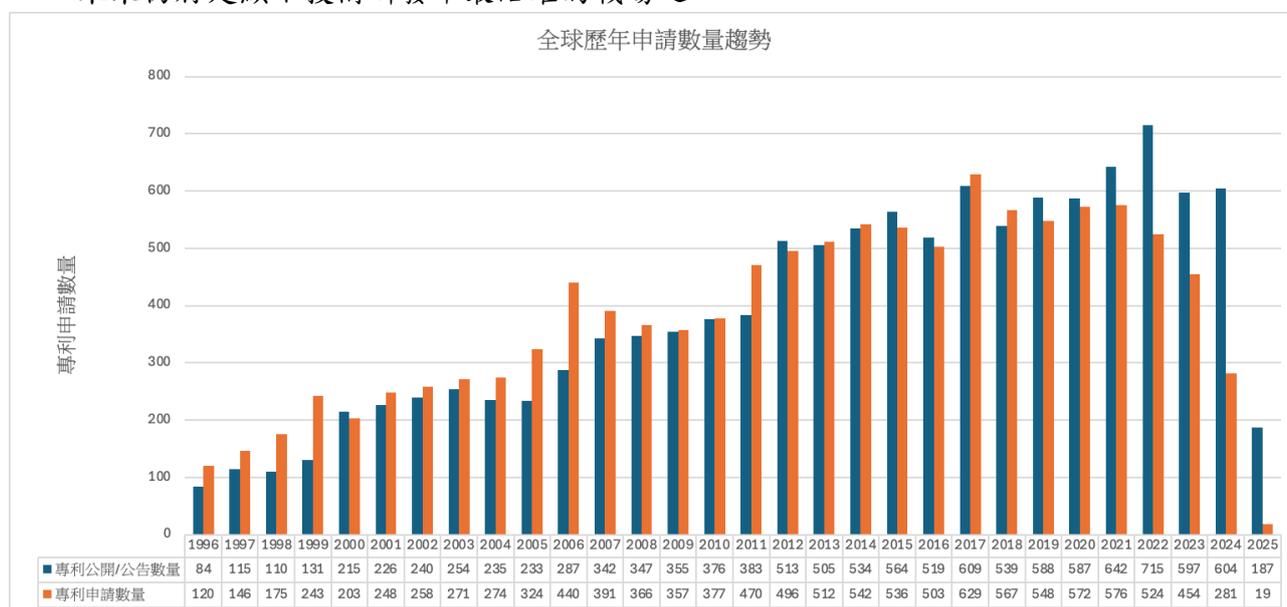


圖 9 Micro-LED 全球歷年申請數量趨勢

5. Quantum Dot

量子點 (QD) 技術以其卓越的光致發光特性，為顯示產業的色彩表現力帶來了革命性提升。其專利發展呈現出獨特的「雙峰」形態，清晰地對應了其在兩代主流產品中的應用演進。

在技術萌芽與積累期(1996 年至 2010 年)，此階段為量子點材料本身的基礎研究期，科學家們致力於探索不同材料(如 CdSe、InP)的合成方法、尺寸控制、光學特性與穩定性。專利主要集中在材料化學與物理領域，與顯示應用的結合尚不緊密²。因此，專利申請量維持在每年 200 件以下的相對低位，緩慢積累。

第一波成長浪潮(2011 年至 2015 年)源於量子點技術的首次商業爆發，是其作為「色彩增強膜(QDEF)」被整合進傳統 LCD 背光模組中。以三星的「QLED TV」和索尼的「Triluminos」技術為代表，這一應用創新驅動了專利量的第一波顯著增長，申請量從 2011 年的 179 件攀升至 2013 年的 286 件，形成了第一個高峰。此階段專利多與光學膜片、材料封裝及與背光系統的整合有關³。

在第一波應用熱潮後，QDEF 技術趨於成熟，市場滲透率達到一定水平，專利增長勢頭隨之放緩並在 2016 年回落至 207 件，進入轉型沉潛期(2016 年至 2018 年)。此時，業界開始探索量子點技術的下一站，即從被動發光(光致發光)轉向主動發光(電致發

¹ Anwar, R. et al., "Recent Progress in Micro-LED-Based Display Technologies," Laser & Photonics Reviews 16, 2200094 (2022).

² Yole Group, Quantum Dot Displays – Intellectual Property Landscape 2023.

³ Omdia, Quantum Dot Display Market and Technology Outlook 2022.

光)，但相關技術瓶頸尚待突破，導致專利申請進入一個相對平靜的轉型期。

第二次爆發期（2019 年至 2022 年）的驅動力來自於三星顯示（Samsung Display）成功開發並量產了 QD-OLED 技術。該技術巧妙地結合了 OLED 與量子點的優點，開啟了全新的專利賽道，申請量從 2019 年的 315 件再度急速拉升，並在 2021 年達到 361 件的歷史新高。專利重點也轉向 QD 材料與 OLED 製程的整合、噴墨打印製程、色彩串擾抑制等新興議題¹。

綜上所述，量子點技術在 2023 年之後的數據（2023 年 268 件，2024 年 151 件，2025 年 13 件）同樣受到 18 個月公開延遲期的影響而失真。考慮到電致發光量子點（QDEL/QNED）作為業界公認的下一代終極顯示技術之一，其研發方興未艾，可以預見未來幾年，量子點領域的專利申請活動仍將保持高度活躍²。

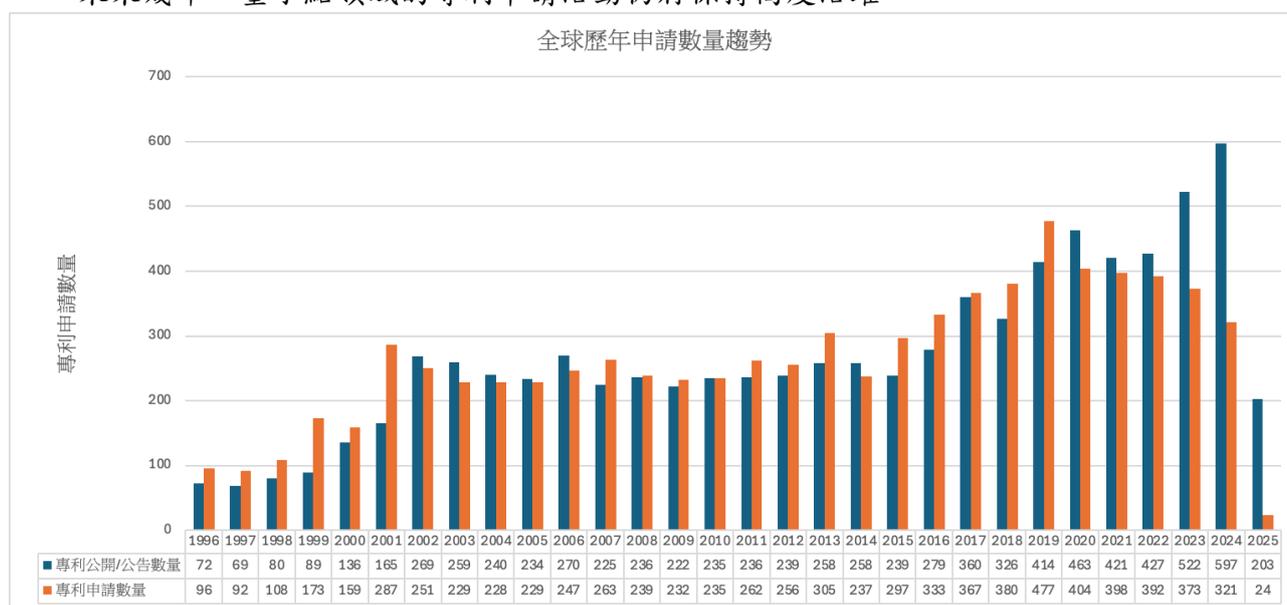


圖 10 Quantum Dot 全球歷年申請數量趨勢

(二)歷年各國申請數量分析

1. 低功耗高清顯示技術

¹ Samsung Display Co., Press Release: “Samsung Display Begins Mass Production of QD-OLED”.

² Anwar, R. et al., “Recent Progress in Micro- and Perovskite-Quantum-Dot Display Technologies,” Laser & Photonics Reviews 16, 2200094.

歷年各國低功耗高清顯示技術申請數量

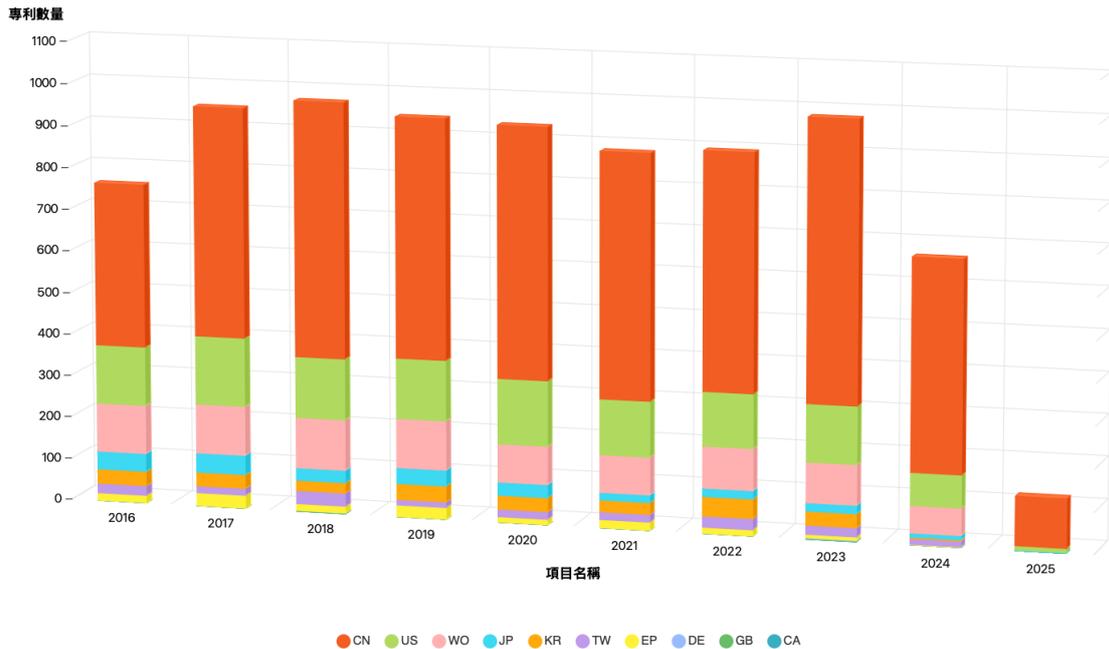


圖 11 歷年各國低功耗高清顯示技術申請數量

從歷年各國申請數量分析來看，中國與美國在此領域的專利申請量差距逐年縮小。假設在某年(例如 2015 年)中國申請量為約 200 件，美國為約 250 件；到了 2022 年，中國或已超過美國，達到約 800-900 件，美國則在 600-700 件之間。韓國與日本在早期(1990 年代末至 2000 年代初)申請量相對較低(可能每年在 50-150 件)，但從 2010 年代中期起也出現加速成長，至 2021-2023 年間每年申請量恐達 400-500 件。其他地區如歐洲、臺灣等則多為穩定成長但絕對數量低於前述國家。中國申請量的爆發性成長顯示其在研發投入、製造鏈條、政策支持上已有大幅提升。美國與日本則更多集中在技術突破與高階應用的專利¹。

2. LTPO/LTPS

LTPO/LTPS 技術的專利申請活動主要集中於中國、美國與日本三國，自 2016 年起形成顯著的高原期，之後自 2017-2018 年達到頂峰後逐年下降，整體呈現下降趨勢²。這部分也與專利 18 個月未公開機制有關，因此近期 2024-2025 年的數據可能尚未完全揭露，屬於資料尚未公開所致。

中國在上述技術領域的專利申請量自 2016 年起攀升，並於 2017-2018 年進入最高峰。中國的專利布局驅動因素在於國家政策推動及龍頭廠商如華為、京東方等密集申請³。

美國專利申請量則維持穩定，多集中在 50-80 件區間，顯示其在 LTPS 驅動電路與像素控制等技術面有穩健投入。蘋果公司於其 Apple Watch 和近期 iPhone 中引進

¹ Our World in Data, China is the largest contributor to global patent applications, substantially ahead of other countries.

² Yole Group, LTPO & LTPS Patent Landscape 2023.

³ DSCC, China's Display Patent Boom: LTPS/LTPO Backplanes.

LTPO 技術以提升續航力，並預計 2027 年擴及其他機款¹。

日本申請量在 2016–2018 年較高，集中於 LTPS 製程與背板性能優化；但自 2019 年起逐年下滑，指示其產業重心可能轉往 OLED 或其他顯示技術板塊²。

綜合而言，LTPO/LTPS 技術專利呈現「先升後降」態勢，中國成為主導力量，美國穩扎穩打，日本逐步轉型，整體三國構築技術發展三強格局，近期的申請數據仍須考量 18 個月延遲公開因素。

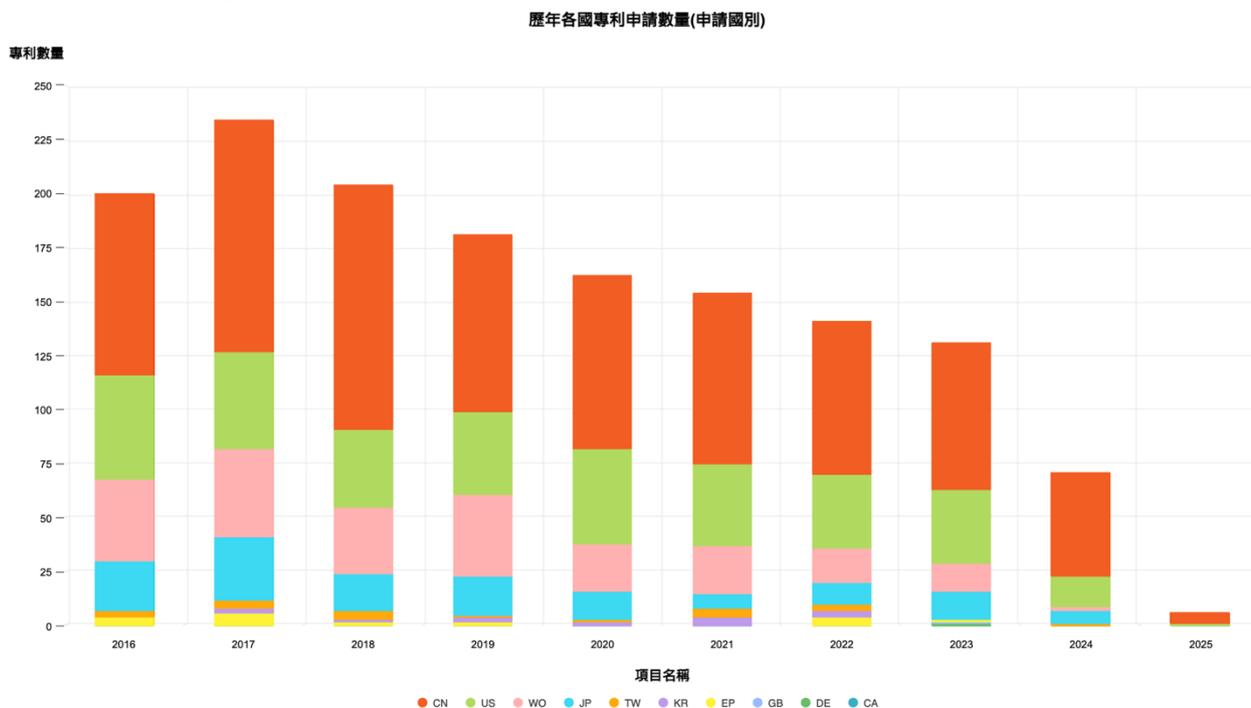


圖 12 LTPO/LTPS 歷年各國專利申請數量

3. OLED

由下圖可知，OLED 技術的全球專利申請主要由中國主導，其申請量超過總量一半，顯示中國企業與研究機構在 OLED 材料、面板設計及封裝製程等領域的全面投入，已在全球競爭中建立強勢領導地位³。其次為美國、日本與韓國，美國持續維持穩定的中高量級，主要聚焦於系統驅動、電路整合以及應用端的保護；日本與韓國則以材料技術與高階模組整合為主，申請量雖較低但仍保持技術縱深發展⁴。

整體專利申請數自 2018–2020 年維持高峰，對應 OLED 技術在高階智慧手機、電視、車載與穿戴式裝置市場的爆發式需求。隨後開始逐年下滑，顯示出技術已從基礎研發轉向量產優化與應用擴展階段⁵。然而，值得強調的是，2024–2025 年的申請數據因 18 個月公開機制尚未揭露，出現明顯偏低，屬於資料尚未公開之暫時現象，並非真實的技術或研發衰退。

¹ Omdia, LTPO Adoption Roadmap in Smartphones and Wearables.

² Nikkei Asia, “Japanese Panel Makers Pivot to OLED as LTPS Patents Decline”.

³ Yole Group, OLED Display Patent Landscape 2023.

⁴ Omdia, OLED Intellectual Property and Application Trends 2024.

⁵ DSCC, OLED Market and Technology Outlook 2023.

中國的申請量從早期持續攀升至高峰，與 WIPO 統計相符：2024 年中國仍為 PCT 應用最多的來源國（70,160 件），甚至在 OLED 領域呈現反向增長趨勢，代表中國正透過材料供應鏈、自主品牌和產線集成等多面向持續強化技術壁壘¹。美國則展現出堅實的系統應用與關鍵核心技術保護能力，尤其蘋果、IBM 等持續投入顯示裝置相關的電路與結構創新²。日本與韓國申請量略低，但維持穩定，特別是在 OLED 材料、磷光結構以及高精度封裝等方面保持國際競爭力³。

綜合分析可見，中國在 OLED 專利布局已建立絕對主導性，而美國與日本仍保有深厚研發能力與核心技術領域優勢，韓國也持續透過高端應用維持影響力。整體量能在高峰後進入下降期，反映出產業鏈從技術突破期進入技術應用及市場擴張期。然而，考量國際專利延遲公開機制，實際上近年中國、美國與其他主要市場的申請熱度依然維持高檔，未來仍須密切關注後續完整數據揭露，以判斷全球 OLED 技術競爭的最新動態。

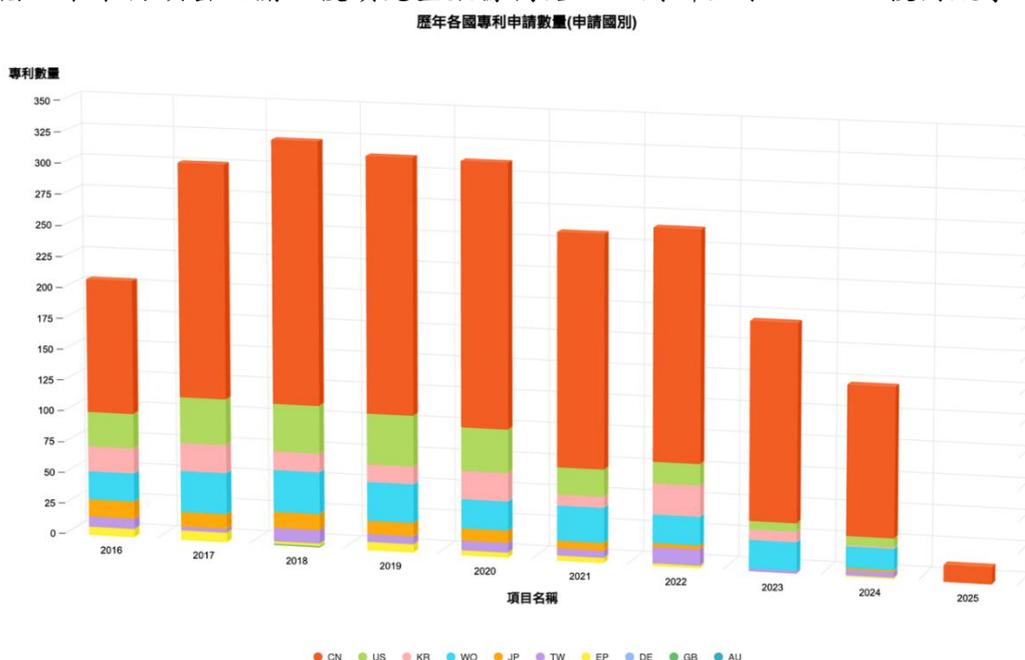


圖 13 OLED 歷年各國專利申請數量

4. Micro-LED

Micro LED 技術的全球專利申請主要由中國主導，其申請量超過總量的一半，顯示中國在 Micro LED 顯示模組、巨量轉移、晶粒封裝等關鍵核心技術的全面性布局與積極投入⁴。美國則穩定維持在總量的約 10%，表現出其在 Micro LED 基礎技術、轉移材料、背板驅動與系統應用等領域的持續創新，尤其集中於高端顯示、穿戴式與車載顯示領域的專利防禦⁵。其他國家如日本與韓國，專利數量相對極少，反映出 Micro LED 技術門檻高、研發集中度強的產業特性，且多數技術掌握在少數幾家領先廠商手中⁶。

整體申請量於 2017 年達到高峰，之後多年均維持在 500 件以上的高水準，顯示市場對於 Micro LED 技術的高度關注與重點投入。然而，自 2023 年開始，申請量出現顯

¹ WIPO, PCT Yearly Review 2024 — “China files 70,160 PCT applications, remaining the top origin of international patent applications.”

² Omdia, OLED Intellectual Property and Application Trends 2024.

³ DSCC, OLED Market and Technology Outlook 2023.

⁴ Yole Group, MicroLED Displays – Intellectual Property Landscape 2024.

⁵ Omdia, Micro LED Market & Technology Outlook 2023.

⁶ DSCC, “Micro LED Patent Landscape and Regional Filing Shares”.

著下降，這一變化部分與技術進入量產驗證與商業化階段相關，也代表產業正在從大量技術突破期轉向量產導入及應用端優化期。

需要強調的是，2024–2025 年的申請數據偏低，主要因專利公開需遵守全球通用的 18 個月延遲公開機制，尚未完整揭露實際申請數，因此這一現象不應被解讀為技術研發的真實衰退，而是公開時間差所致。整體而言，Micro LED 的全球專利申請趨勢反映出該技術已進入成熟化與應用導向的新階段，各國企業應持續在巨量轉移良率、封裝散熱及模組化驅動控制等關鍵領域加強創新布局，以鞏固未來的市場競爭優勢¹。

歷年各國專利申請數量（申請國別）

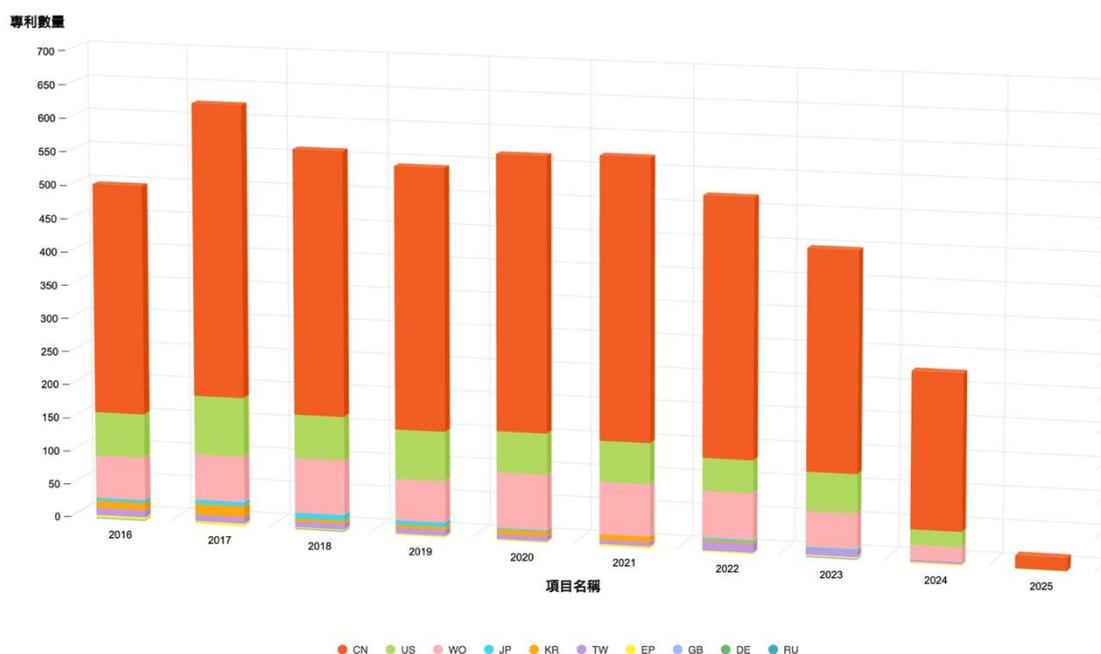


圖 14 Micro-LED 歷年各國專利申請數量

5. Quantum Dot

Quantum Dot (QD) 技術的全球專利申請同樣呈現與 Micro LED 類似的格局，由中國主導市場，申請量遠超過半數，顯示中國在 QD 材料、量子點色彩轉換膜、封裝結構及應用模組的全面性技術投入與擴張策略²。美國申請量則穩定維持總量約 20% 至 30% 左右，顯示其在 QD 技術核心領域如高穩定性材料、色域優化以及系統應用中持續保持強勁投入，特別是在 QLED、QD-OLED 與車載應用的專利防線中表現突出³。其他如日本、歐盟國家 (EP) 及台灣亦有一定的申請量，但整體數量相對較少，反映出該技術在這些地區尚未成為專利競爭的主要戰場。

從總體趨勢來看，QD 技術的專利申請總量於 2019 年達到高峰（超過 450 件），之後在 2020–2022 年期間仍維持在約 350 件以上的高檔水準，這顯示出該技術在全球市場中持續受到重視，特別是對高色域、低能耗、高對比應用需求的持續拉動。

然而，自 2023 年起，專利申請數量開始出現逐年下滑，這一現象一方面顯示核心技術逐步成熟，另一方面也可能與市場策略從專利數量擴張轉向精準防禦有關。值得特

¹ Anwar, R. et al., “Recent Progress in Micro-LED Display Commercialization,” *Laser & Photonics Reviews* 17, 2300112 (2023).

² Yole Group, *Quantum Dot Displays – Intellectual Property Landscape 2023*.

³ Omdia, *Quantum Dot Display Market & Technology Outlook 2023*.

別注意的是，2024–2025 年資料因 18 個月公開延遲制度尚未完全揭露，出現顯著偏低，並非實際技術研發與專利申請活動的真實減弱，而是全球專利公開流程所致。綜合而言，QD 技術的專利布局已進入從大量基礎布局轉向應用與成本優化的新階段，未來企業仍需在無錳高效率材料、混合封裝技術及系統協同設計等關鍵領域持續投入，以維持市場領先與技術話語權¹。

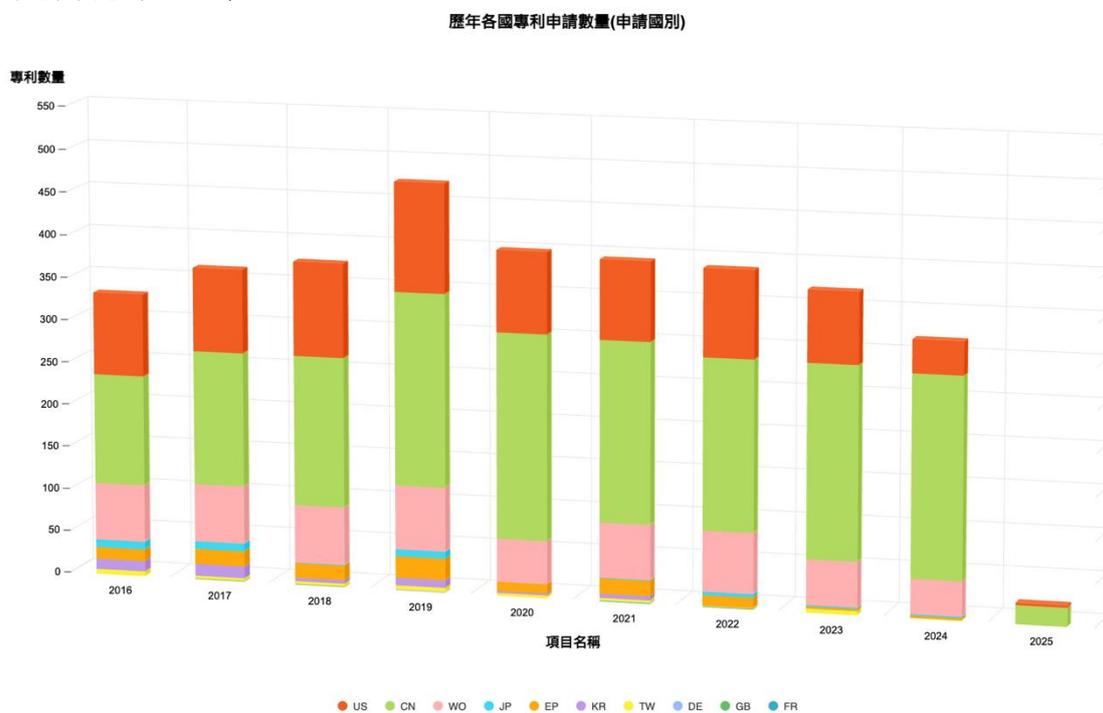


圖 15 Quantum Dot 歷年各國專利申請數量

¹ Anwar, R. et al., “Recent Progress in Micro- and Perovskite-Quantum-Dot Display Technologies,” *Laser & Photonics Reviews* 16, 2200094 (2022).

二、技術生命週期分析

1. 低功耗高清顯示技術

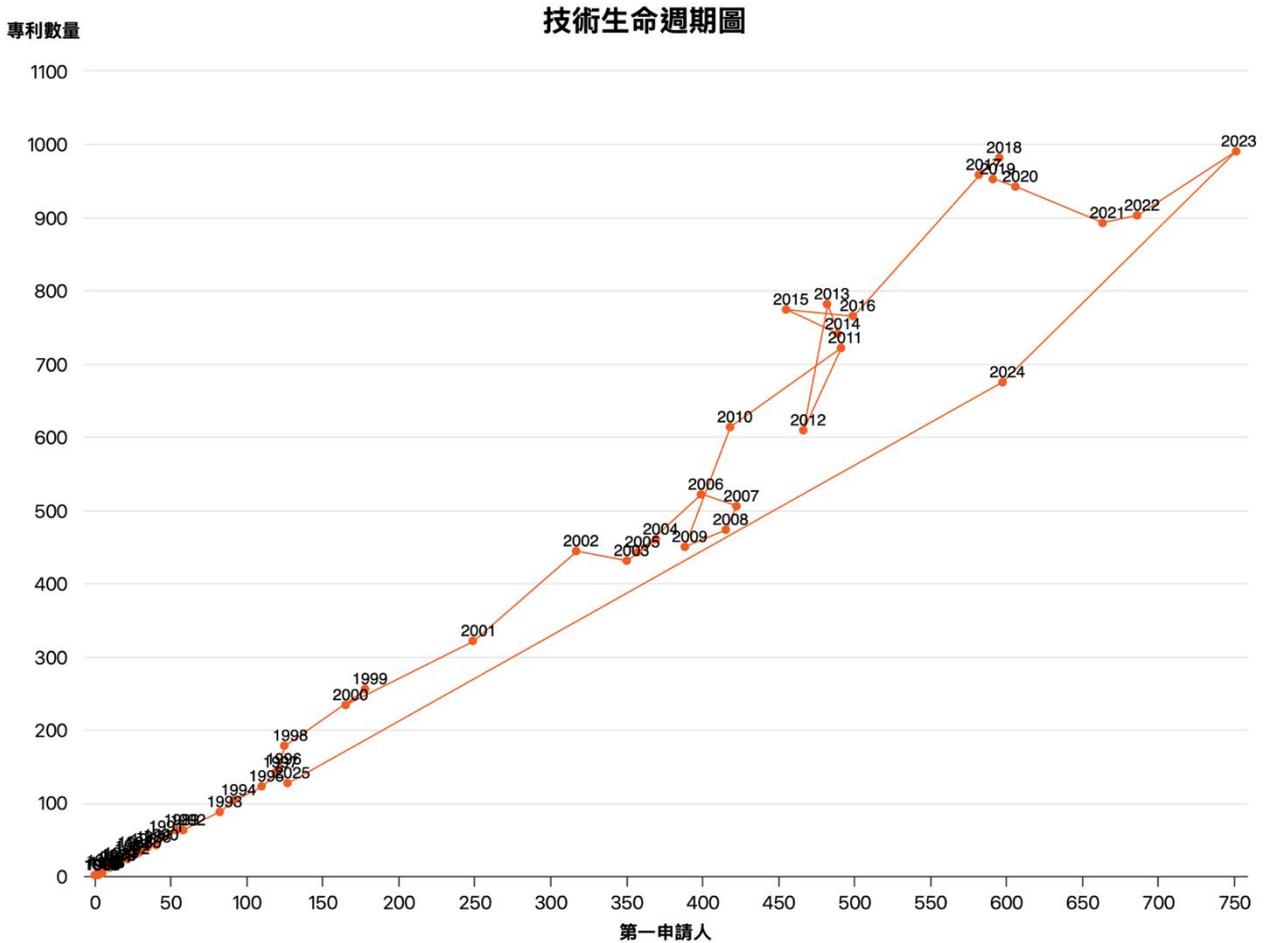


圖 16 低功耗高清顯示技術生命週期圖

技術生命週期分析指出低功耗高清顯示正處於「成長後期至成熟期的過渡階段」。在早期階段（1996-2005 年間），申請人數可能從十幾家或幾十家起步，到 2005 年增至約 30-50 家。中期（2006-2015 年），申請人數迅速增長，可能超過 100 家，並且有數年申請量年增率超過 20%。高峰期（約 2015-2018 年）申請人數與申請量同步達高點，可能有 150-200 家申請人活躍。成熟期則從約 2019 年開始，雖然依然有新申請，但新加入的申請人數減少，核心專利創新型案件佔比下降，多為針對功耗微調、刷新率控制或背光調整等改良／應用型發明。若以技術生命週期理論比照，該技術很可能在 2020-2025 年間正式進入成熟期。這意味著未來專利申請的新增高峯可能較難出現，而改進與成本效率提升將成為主要競爭場景¹²。

2. LTPO/LTPS

由技術生命週期分析圖可知，LTPO/LTPS 的發展呈現多階段的成長軌跡，而非單一的典型 S 曲線。第一階段的成長期始於 2000 年代初期，由 LTPS（低溫多晶矽）技術在高階 LCD 顯示器上的應用所帶動。第二波更陡峭的成長曲線約在 2018 年前後開始，由

¹ WIPO, Patents Highlights 2024, Global patent applications reached 3.55 million in 2023.

² US20140198114A1, Low power display device with variable refresh rates.

LTPO（低溫多晶氧化物）技術的出現所觸發。整體而言，考量持續旺盛的專利申請量與不斷衍生的新興應用，該技術目前可視為處於高速成長期與成熟期交界的階段¹。

LTPO/LTPS 技術生命週期的演進與其在顯示產業中角色的轉變息息相關。第一階段，LTPS 技術作為提升顯示解析度和電子遷移率、將驅動電路整合至玻璃基板上的關鍵技術，為高階 LCD 以及後來 OLED 面板奠定了基礎²。此階段專利重點多集中在 LTPS-TFT 的材料、結晶與薄膜製程等基礎結構領域。然而，隨著智慧型手機與穿戴裝置對高更新率（如 120Hz）和長時間顯示（Always-On Display）的需求日益增長，功耗成為主要技術瓶頸。LTPO 技術的誕生成功突破了此限制——透過結合 LTPS-TFT（負責高速開關）與氧化物 TFT（IGZO，負責驅動驅動電流）的優點，實現可變更新率，大幅降低顯示功耗。這項創新由蘋果公司率先於 Apple Watch 應用，隨後迅速擴展至三星 Galaxy S21 Ultra、OnePlus 9 Pro 等旗艦智慧手機，充分證明其價值³。目前該技術正進入第三個創新週期，專利布局延伸至更先進的 LTPO 2.0/3.0 技術，以追求更高能源效率與更精細的刷新率控制。同時，三星公司申請的「多重更新率」技術專利試圖在單一螢幕不同區域實現不同刷新率，預示顯示電源管理將朝精細化方向發展⁵。此外，京東方等廠商也正積極將 LTPO 技術導入新一代 VR 顯示產品，替該技術開創全新的市場動能⁶。

總結來說，LTPO/LTPS 的技術生命週期展現了強大的延續性與演化能力。該技術已從提升顯示解析度的基礎背板技術（LTPS），演變為解決高階行動裝置功耗問題的關鍵核心技術（LTPO）；目前在新一代 VR 裝置與更先進的顯示架構驅動下，又迎來第三波成長浪潮，顯示出其在未來顯示技術版圖中的重要戰略地位。

¹ Display Supply Chain Consultants (DSCC), LTPO & LTPS Technology and Market Outlook 2023.

² Jang, J., “Low-Temperature Poly-Si TFTs for High-Resolution Displays,” *Journal of Information Display* 19 (2), 2018.

³ Apple Inc., Press Release: “Apple Introduces Apple Watch Series 4”(12 Sep 2018).

⁴ AnandTech, “The Samsung Galaxy S21 Ultra Review: Display, Performance & Efficiency”.

⁵ Samsung Electronics, US Patent US20220215766 A1 “Display Device and Method of Driving the Display Device”.

⁶ IPlytics GmbH, LTPS/LTPO Patent Analytics Report.

專利數量

技術生命週期圖

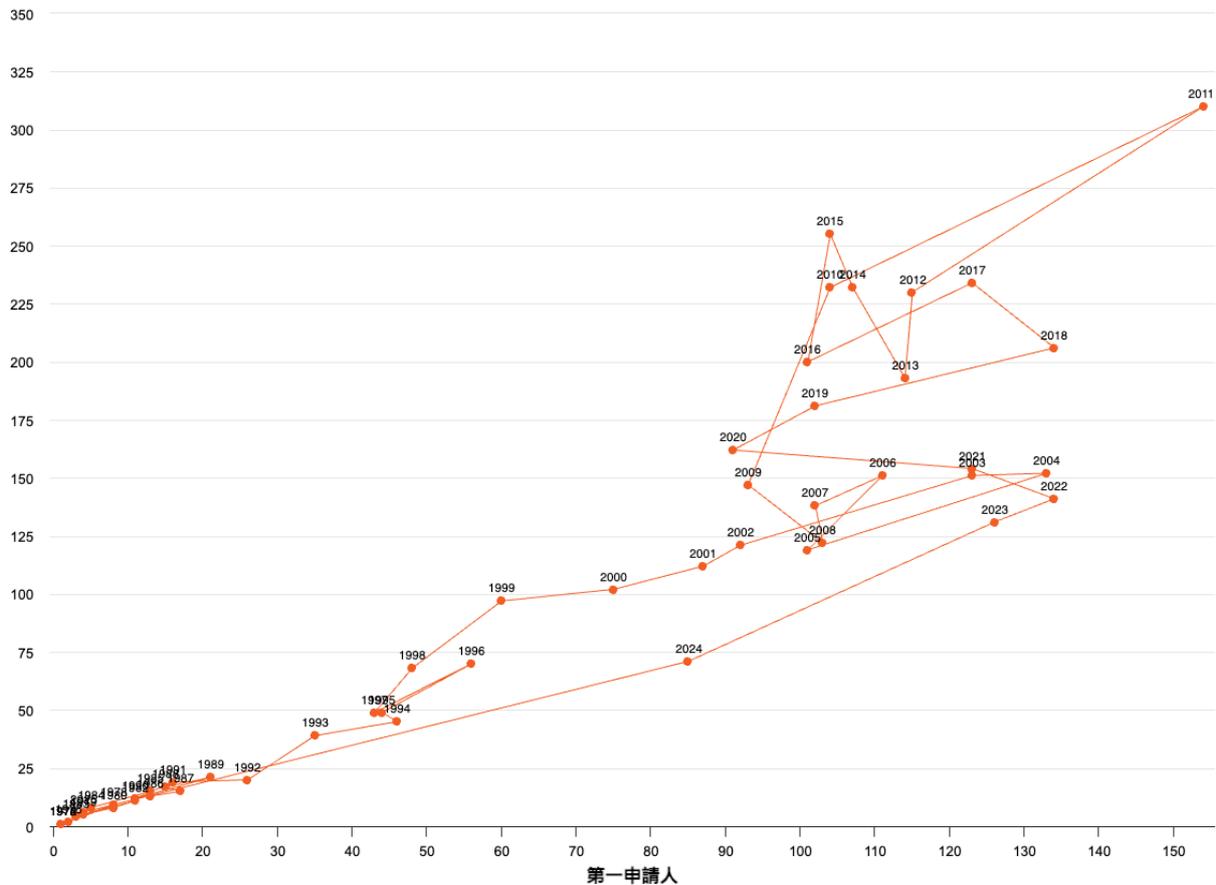


圖 17 LTPO/LTPS 技術生命週期

3. OLED

OLED 技術的專利生命週期曲線呈現出從快速成長走向成熟的態勢。從技術萌芽期開始至 2010 年代中期，OLED 專利申請數量大幅增長，對應技術逐漸突破並大規模商用的歷程。在 2010 年代末至 2020 年前後，專利申請量達到高峰並趨平，顯示技術已進入成熟期。圖表分析顯示，若剔除 2024、2025 年因未公開期造成的低估數據，OLED 專利申請自 2017 年起維持在高位但增長趨緩，這與技術趨於成熟、市場格局穩定相符。

詳細而言，OLED 在生命週期早期（2000 年前後）處於技術萌芽階段，當時專利焦點多半圍繞基礎有機發光材料配方、元件結構及驅動方法等根本問題。隨著進入成長期（2000 年代中後期），大量企業投入開發可靠的 AMOLED 製造良率和元件壽命改良，此時專利重心轉向提高材料穩定性、延長壽命、彩色化技術以及薄膜封裝等工藝¹。進入成熟期後（2010 年代末起），OLED 專利組合開始反映漸進式創新，研發主題從「有無」的突破轉為「優化提升」——例如在成熟材料體系下追求更高發光效率、更長使用壽命，開發可摺疊/可捲曲的新型態顯示器，以及與新背板技術（如 LTPO）的結合。這反映在 IPC 分類趨勢上：近年與柔性封裝、可撓曲結構（如支援摺疊的薄膜結構）以及複雜驅動電路相關的專利佔比上升，同時早期占主導的有機材料發光配方類專利成長趨緩²。

¹ Kumar, V. et al., “Approaches for Long Lifetime Organic Light Emitting Diodes,” *Nanomaterials* 10 (12):2482, 2020.

² Li, H.-Y. et al., “Flexible and Foldable AMOLED Displays: Materials, Devices and Reliability,” *Advanced Functional Materials* 32 (5):2109152, 2022.

綜上所述，OLED 技術目前正處於技術生命週期的成熟期階段。專利申請量的高原現象意味著核心技術框架已定型，產業主要競爭者著重於細部改良和新應用探索。隨著未來 Micro-LED 等新技術的出現，OLED 領域的生命週期可能進一步進入趨於衰退的階段，但在短期內，OLED 憑藉其既有優勢預計仍將維持一段成熟期的穩定專利活動水準。

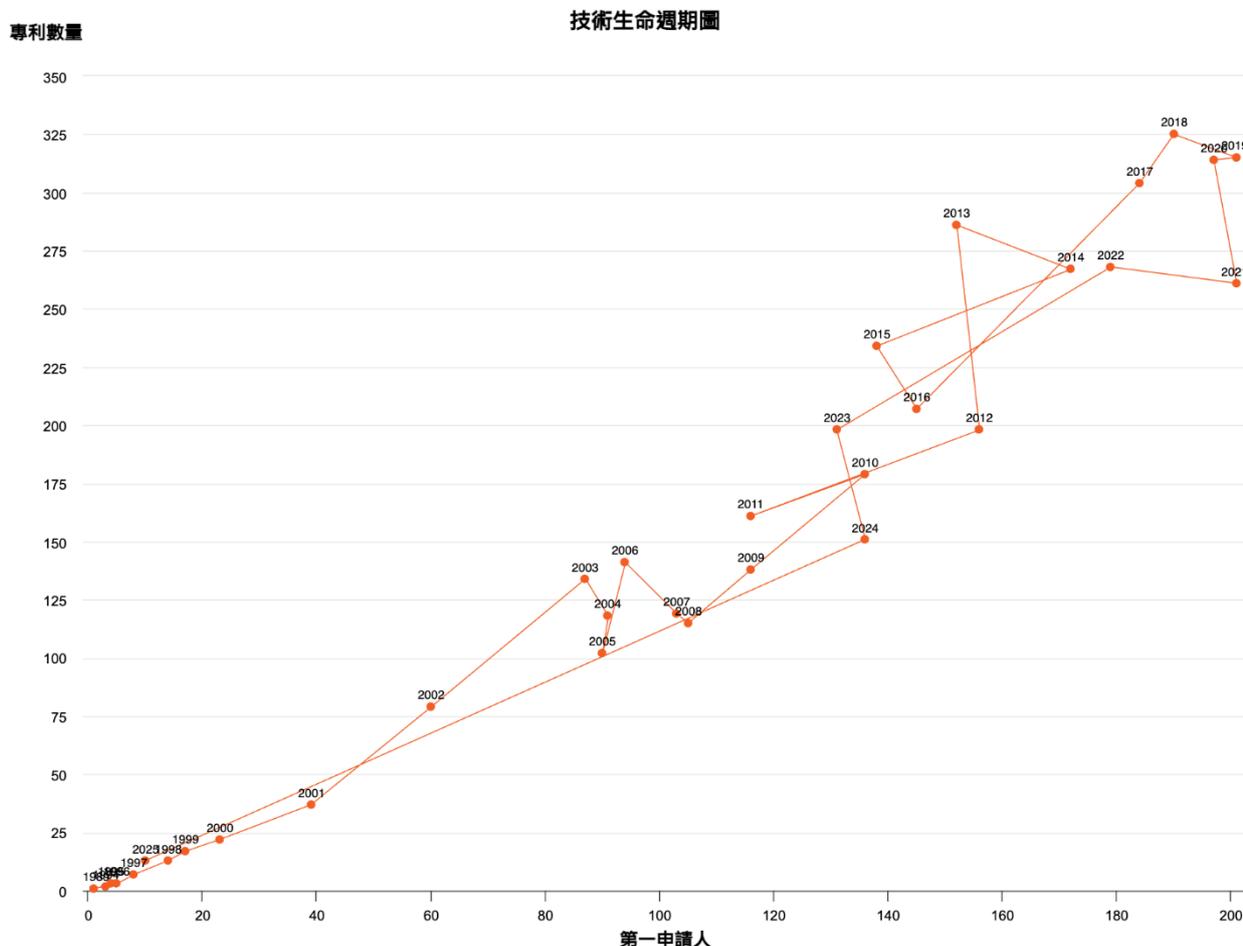


圖 18 OLED 技術生命週期

4. Micro-LED

Micro-LED 技術的生命週期明顯處於成長期階段。由專利申請數與申請權人數的消長情形判斷，自 2012 年突破關鍵技術瓶頸後，Micro-LED 迅速從萌芽期跨入高速成長期。其專利生命週期曲線在 2012 年至 2022 年間呈現陡峭上揚，顯示大量新進企業與既有顯示廠紛紛投入，專利權人數與專利量齊增¹。雖然 2023 年專利量出現小幅下滑，但主要原因之一在於 18 個月未公開期導致近期數據不完整，以及技術發展進入短暫整合期所致。因此，排除數據滯後影響後，Micro-LED 整體仍處於快速成長的軌道上，尚未達到真正的成熟峰頂。

具體來看，在 2012 年以前的漫長萌芽期中，只有少數先行者投入，專利權人數與申請量均很有限。2012 年後進入爆發成長期，大批業者加入研發戰局，專利主題從材料、晶片、轉移到驅動、修復全面開花，對應該技術多方面同步突破。目前，隨著部分關鍵技術（如巨量轉移）已初步克服，Micro-LED 研發轉入整合優化的新階段：專利焦點逐漸從單點技術創新轉向系統整合與良率提升等議題，顯示技術發展正在趨向成熟。但由於距離大規模商業化仍有距離，整體技術生命週期仍屬於成長期後段而未真正進入成熟。

¹ Clarivate Analytics, Micro-LED Patent Landscape 2012-2023 (Dec 2023).

未來幾年，隨著技術瓶頸逐步破解，Micro-LED 專利量可能再度攀升並達到高峰，標誌正式邁入成熟期。因此當前的短期回調更像是高速成長途中的整備與蓄勢，而非長期衰退的開始¹。

總體而言，Micro-LED 技術生命週期處於高速成長與成熟前夕的關鍵階段。專利活動的高度活躍顯示各路勢力仍在積極投入研發競賽。預期未來隨著 Micro-LED 逐步接近商用化臨界點，其專利生命週期曲線將持續上行，直到真正的產業成熟期到來。

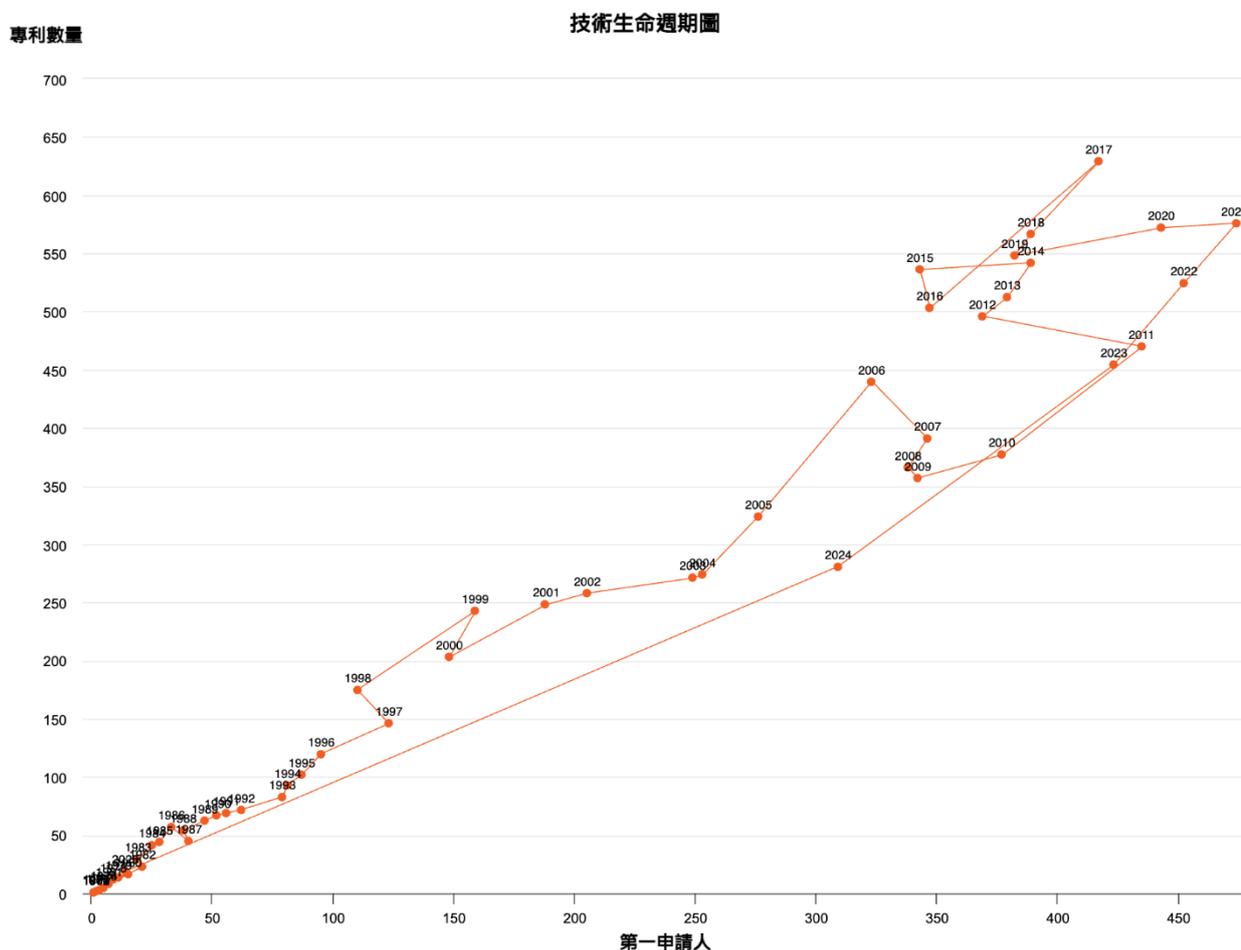


圖 19 Micro-LED 技術生命週期

5. Quantum Dot

Quantum Dot 技術的生命週期發展呈現出雙峰特徵：經歷了第一代被動發光應用的成長與成熟，又迎來第二代主動發光應用的新一輪成長。因此，整體而言量子點技術當前正處於第二次高速成長期的進程中。從專利申請數與權人數來看，2011 年前後伴隨 QDEF 應用崛起，Quantum Dot 經歷了第一次成長浪潮並於 2013 年左右達到一個高峰，隨後進入 2016 年前後的成熟停滯期²。接著隨著 QD-OLED 等技術在 2019 年後突破，專利生命週期曲線再次上揚，開啟第二波成長週期，2021 年達到新的高點³。雖然 2023 年之後數據因未公開期暫時下滑，但預計這僅是統計假象，實際上研發熱度仍在延續。

¹ TechInsights, “MicroLED Mass-Transfer IP: Trends and Challenges” (Jun 2023).

² Clarivate Analytics, Quantum Dot Patent Landscape and Technology Trends 2023.

³ Samsung Display Co., Press Release “Samsung Display Begins Mass Production of QD-OLED”.

在第一階段生命週期中（被動發光量子點時代），專利重點偏重於量子點材料配方、膜材封裝與背光模組整合等，技術成熟後增長趨緩¹。進入第二階段（電致發光量子點時代），專利布局的側重點明顯轉移到新的領域，如量子點作為發光元件的 OLED 結構整合、印刷製造技術以及降低色彩串擾等系統性課題²。此轉變代表 Quantum Dot 技術從輔助性的顯示增強材料，演進為下一代自主發光顯示的核心技術之一。由於 QDEL/QNED 目前仍在研發早期，預期未來數年該領域專利將維持高速成長走勢並可能創出新的峰值。綜上所述，Quantum Dot 技術的專利生命週期可視為「雙峰成長」。目前該技術正處於第二成長浪潮中，尚未達到最終成熟期。對產業界而言，這意味著量子點相關創新仍有廣闊空間，專利布局競爭將持續白熱化，直至電致發光量子點技術趨於成熟並進入產業化階段。

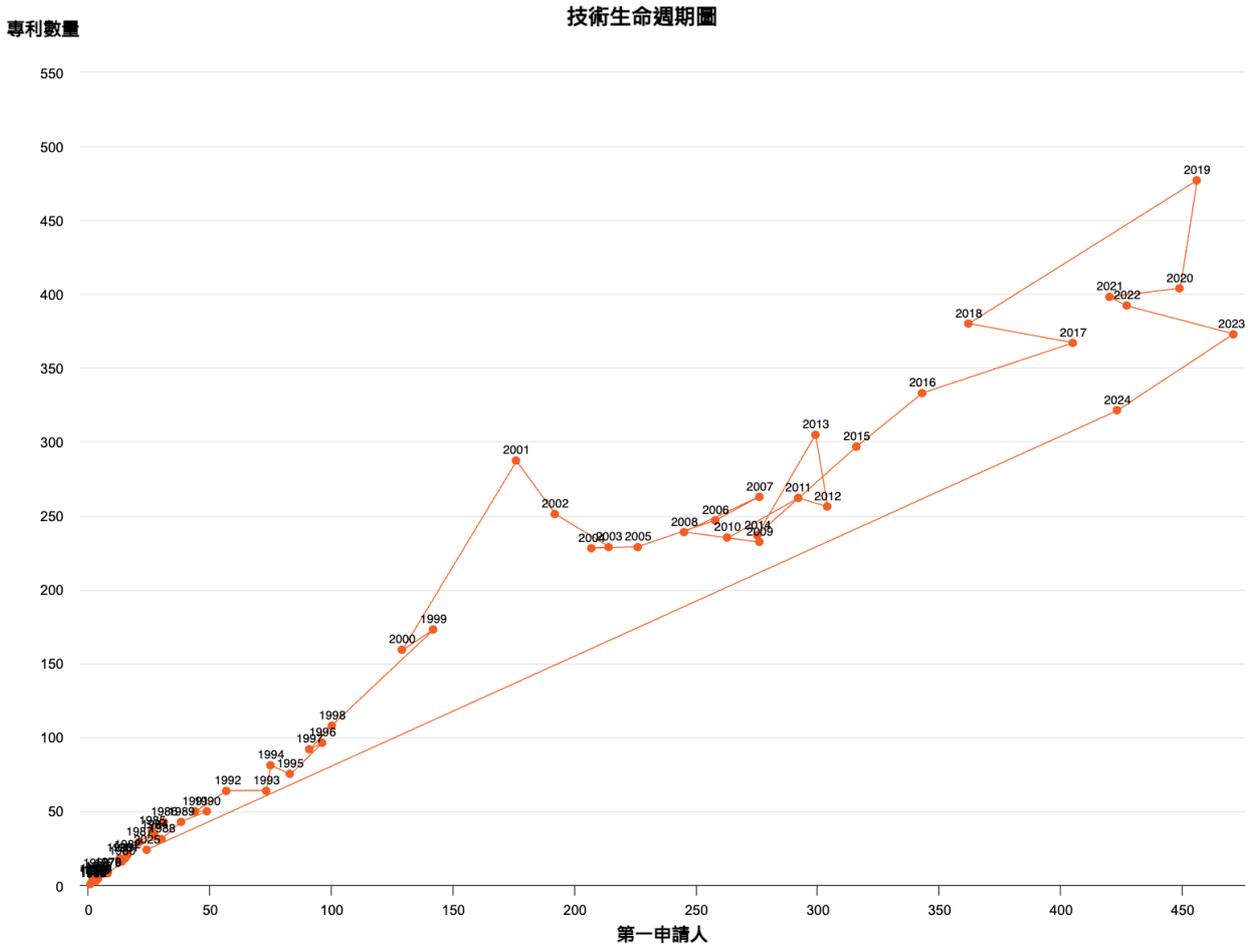


圖 20 Quantum Dot 技術生命週期

¹ Omdia, Quantum Dot Display Technology & Market Outlook 2023.

² Anwar, R. et al., “Recent Progress in Quantum-Dot-Based Display Technologies,” Laser & Photonics Reviews 16, 2200100 (2022).

三、國際分類號分析

(一)全球前十大 IPC 分析

1. 低功耗高清顯示技術

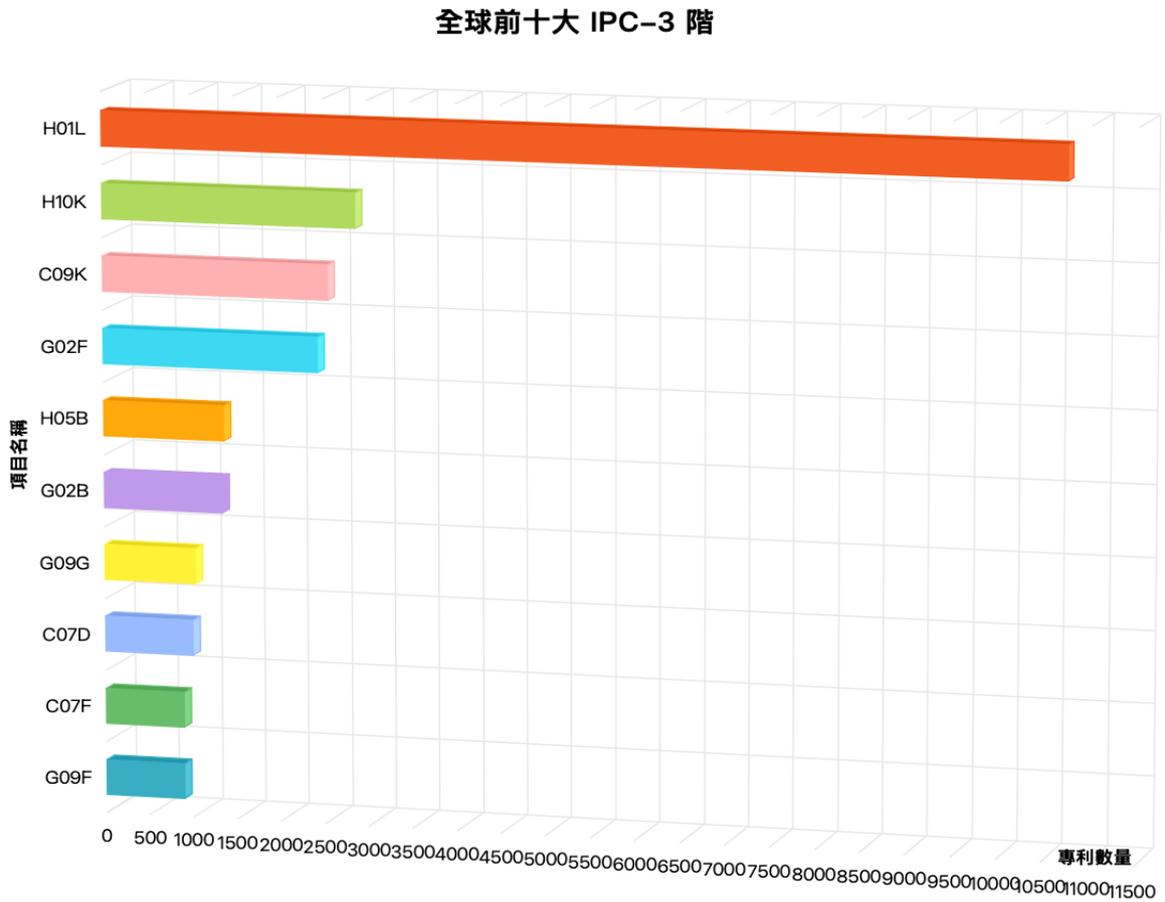


圖 21 低功耗高清顯示技術 全球十大 IPC-3 階專利數量

全球前十大 IPC-4 階

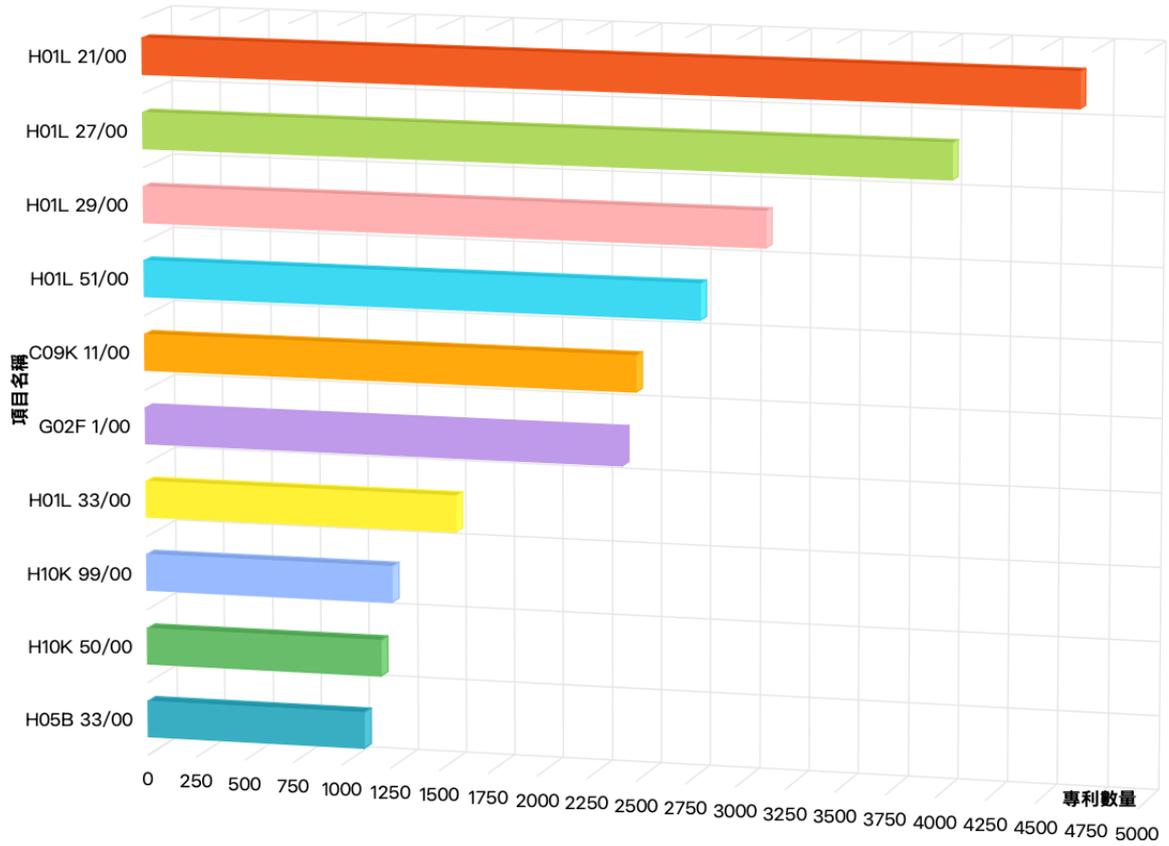


圖 22 低功耗高清顯示技術 全球十大 IPC-4 階專利數量

全球前十大 IPC-5 階

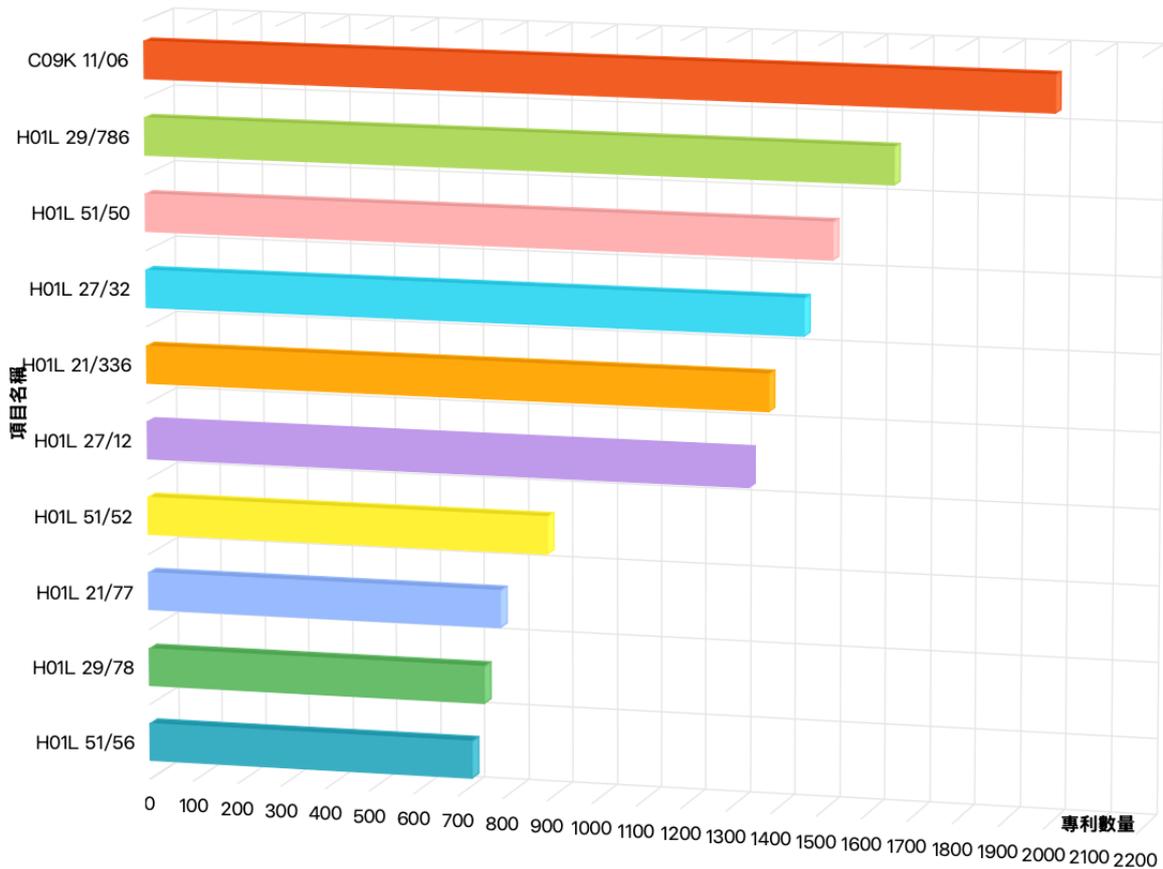


圖 23 低功耗高清顯示技術 全球十大 IPC-5 階專利數量

IPC-3 階層顯示哪些大類技術在低功耗高清顯示技術專利中佔比最高。圖中“H01L”項目遠遠領先於第二名“H10K”，專利數量約有一千件以上(可能在 5,000-10,000 件範圍)；第二名 H10K 則在 2,000-3,000 件之間；第三名 C09K (材料類)可能落在 1,500-2,000 件。這樣的分布說明，與顯示器相關的半導體元件與有機電子元件是這個技術領域的核心 IPC 大類。“H01L”根據 IPC 定義涵蓋「半導體設備(包括集成電路與離散元件)、光電二極體、LED、有機 LED 或混合有機材料為主體的固態電氣設備」等類別¹，恰好是低功耗與高解析度顯示的大本營。C09K 出現在前三名，也代表材料(或材料塗層/光學/導電材料等)在省電與高清顯示中亦為關鍵支撐。

IPC-4 階層做更細節分類以看哪些子群在此技術領域更熱門。圖示中“H01L 21/00”是第一名，專利數量估計在約 4,500-5,000 件；第二名“H01L 27/00”大約在 3,500-4,000 件；第三名“H01L 29/00”約在 2,500-3,000 件；第四名“H01L 51/00”(有機半導體/OLED/有機電子元件)也接近 2,500 件左右。依 IPC 的進一步子類定義可知，這些主題涵蓋「製程或裝置構造/結構」以及「光致發光裝置」或「有機固態發光元件」等具體技術²，因此這些子類聚集了很多關於如何在高清情境下達到低功耗(比如發光材料、驅動方式、裝置封裝等)的創新。

¹ WIPO, IPC Definitions H01L — Subclass H01L covers discrete and integrated semiconductor devices; including light-emitting diodes (LED), organic LED, etc.

² WIPO / USPTO, Definition of H01L 21/00, H01L 27/00, H01L 51/00 — processes or apparatus adapted for manufacture/treatment of semiconductor or solid state devices; organic semiconductor materials; light-emitting devices.

IPC-5 階層進一步細分到非常具體的子群／用途或特定結構，以顯示哪些技術路徑最熱門。比如在這圖中 “C09K 11/06” 是排名第一，專利數量可能在 2,000-2,200 件；第二名是 “H01L 29/786” 約 1,700-1,900 件；第三名 “H01L 51/50” 在類似範圍內；第四名 “H01L 27/32” 也接近同樣水準。這代表在材料處理（如塗層、導電性／光學性質調整等）與具體發光元件結構（例如 OLED 有機層結構或混合氧化物 TFT，或是像素驅動電路布線等細節）是低功耗高清顯示中最常被申請的技術子領域。根據 IPC-5 子類定義，這些技術往往涉及具體製程或材料改良／裝置結構細節¹，是在成熟期中專利競爭的重點。

2. LTPO/LTPS

由下圖所示，LTPO/LTPS 技術相關的全球 IPC 3~5 階分類，呈現出明顯的半導體與薄膜晶體管整合導向特徵。在 IPC 三階層中，H01L(半導體裝置)約有 3,800 件專利，顯示 LTPO/LTPS 技術核心仍高度集中於低溫多晶矽晶片與薄膜材料製程；其次為 G02F(光學裝置)約 900 件，反映出顯示面板光學控制與觸控整合的布局重點，而 G09G(顯示控制)則約 600 件專利，指出顯示驅動與系統架構仍是關鍵支撐。進一步深入 IPC 四階層，H01L 21/00(晶片沉積／成膜製程)約 2,700 件專利，凸顯 LTPO/LTPS 涉及低溫晶片結構成膜之技術關鍵；H01L 29/00(製程元件與設備)約 1,900 件，說明顯示製造設備與製程模組亦為專利競爭焦點；H01L 27/00(複合元件結構)約 1,800 件，強調 LTPO 結構中 LTPS 與 IGZO 薄膜晶體管整合的重要性；而 G02F 1/00(光學控制)約 800 件與 G09G 3/00(顯示系統控制)約 600 件，提示光學調光與 VRR (Variable Refresh Rate) 能力在專利設計上的布局導向。最後，在 IPC 五階層中，H01L 29/786(薄膜晶體管封裝結構)以約 1,200 件居首，突顯 LTPO 封裝技術為 TFT 穩定與性能提升之關鍵；H01L 21/336(複雜晶片結構／FET 設計)約 1,000 件專利，顯示驅動 TFT 電晶體結構為技術重心；H01L 27/12(複合薄膜層結構技術)約 950 件，反映 LTPS 與氧化物 TFT 層間整合策略；後續如 H01L 29/78、H01L 21/77、以及 G02F 微光學控制分類亦各有數百件專利，說明光學元件、薄膜設計與製程控制仍持續受到關注。

整體而言，LTPO/LTPS 技術專利集中於「低溫晶片製程、薄膜製造與晶體管結構整合、多層 TFT 層次設計、以及顯示驅動與光學控制」，體現出此技術在材料製造、元件結構、顯示系統整合與可變刷新率應用的高度佈署需求。企業若欲在 LTPO/LTPS 領域取得競爭優勢，應同步掌握「低溫 LTPS 晶片與 IGZO TFT 層次整合技術」、「高階封裝薄膜設計」、「多變頻顯示控制電路」與「光學互動整合」等關鍵方向。此一專利分布清晰勾勒出 LTPO/LTPS 技術走向成熟與應用拓展的脈絡，也為後續顯示技術布局與研發策略提供了重要參考。

¹ WIPO, IPC Definitions for H01L 29/786, H01L 27/32, etc. — details on specific sub-groups including device structures, material coatings, encapsulation.

全球十大 IPC-3階

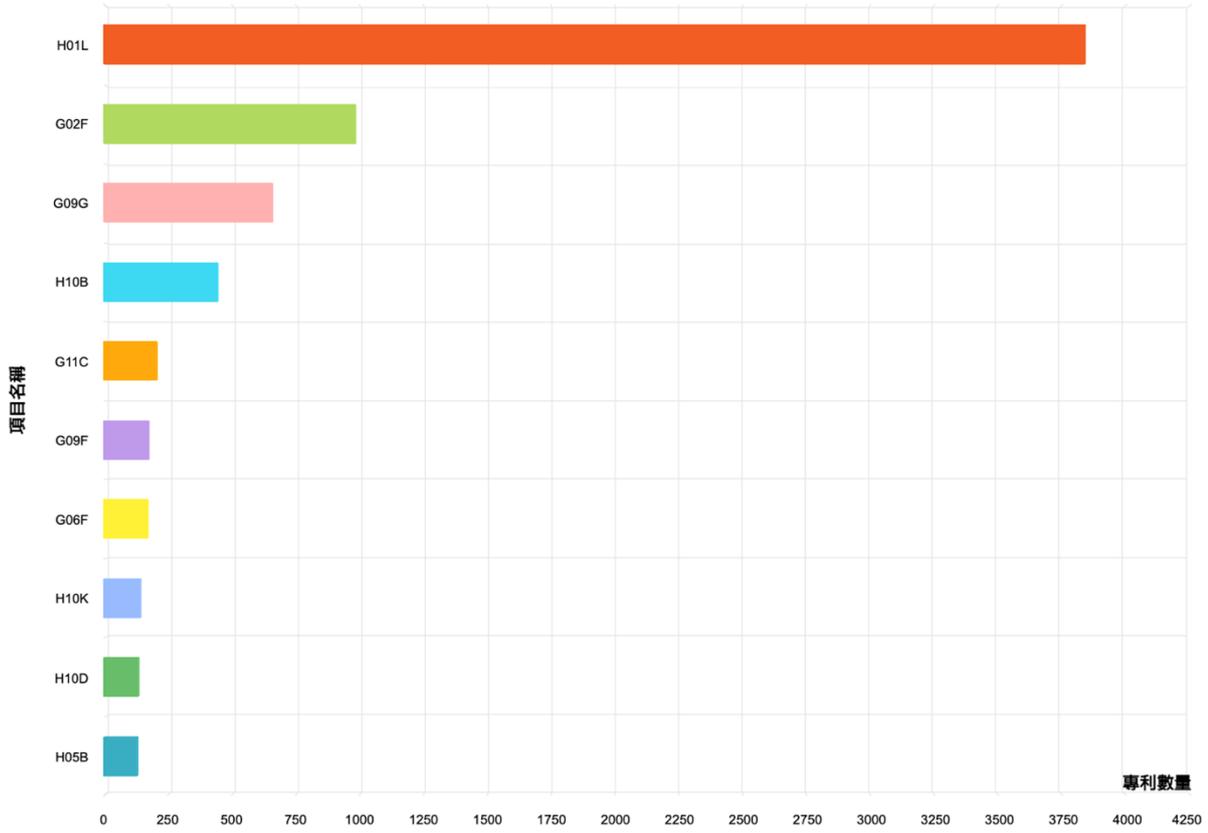


圖 24 LTPO/LTPS 全球十大 IPC-3 階專利數量

全球十大 IPC-4階

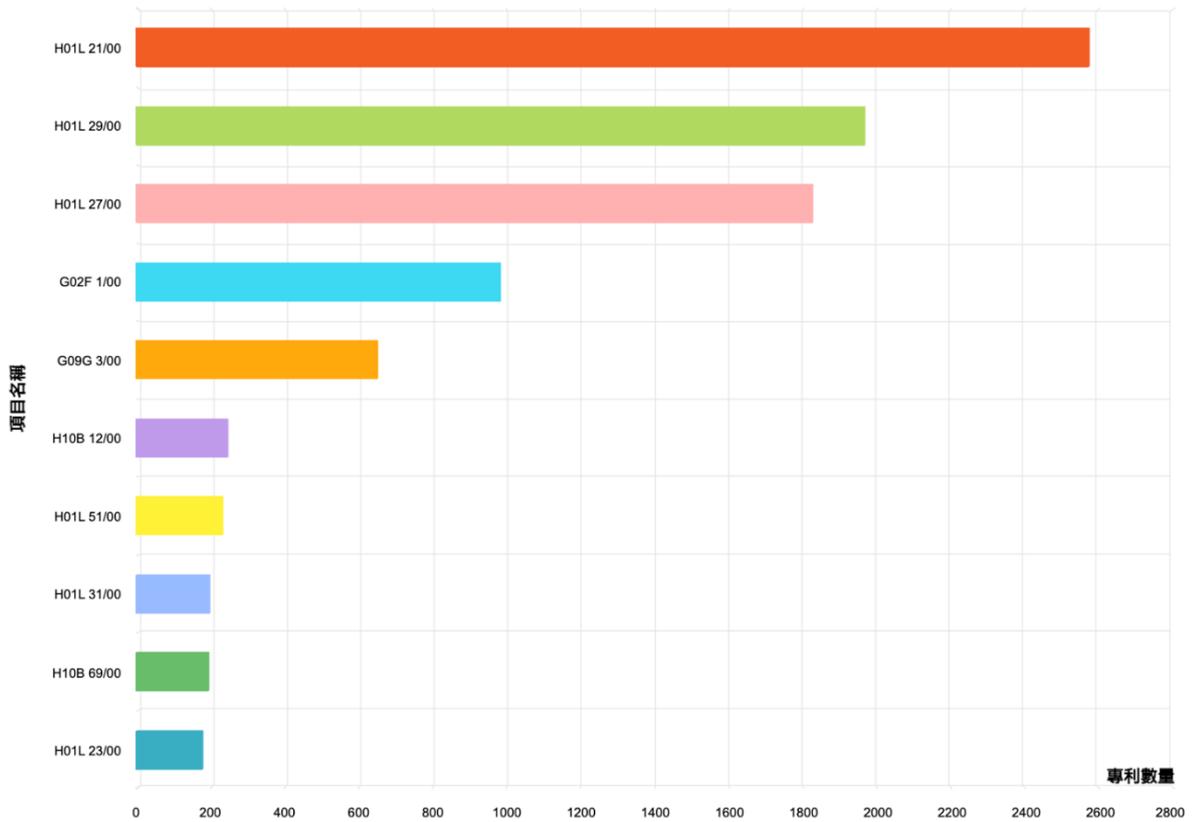


圖 25 LTPO/LTPS 全球十大 IPC-4 階專利數量

全球十大 IPC-5階

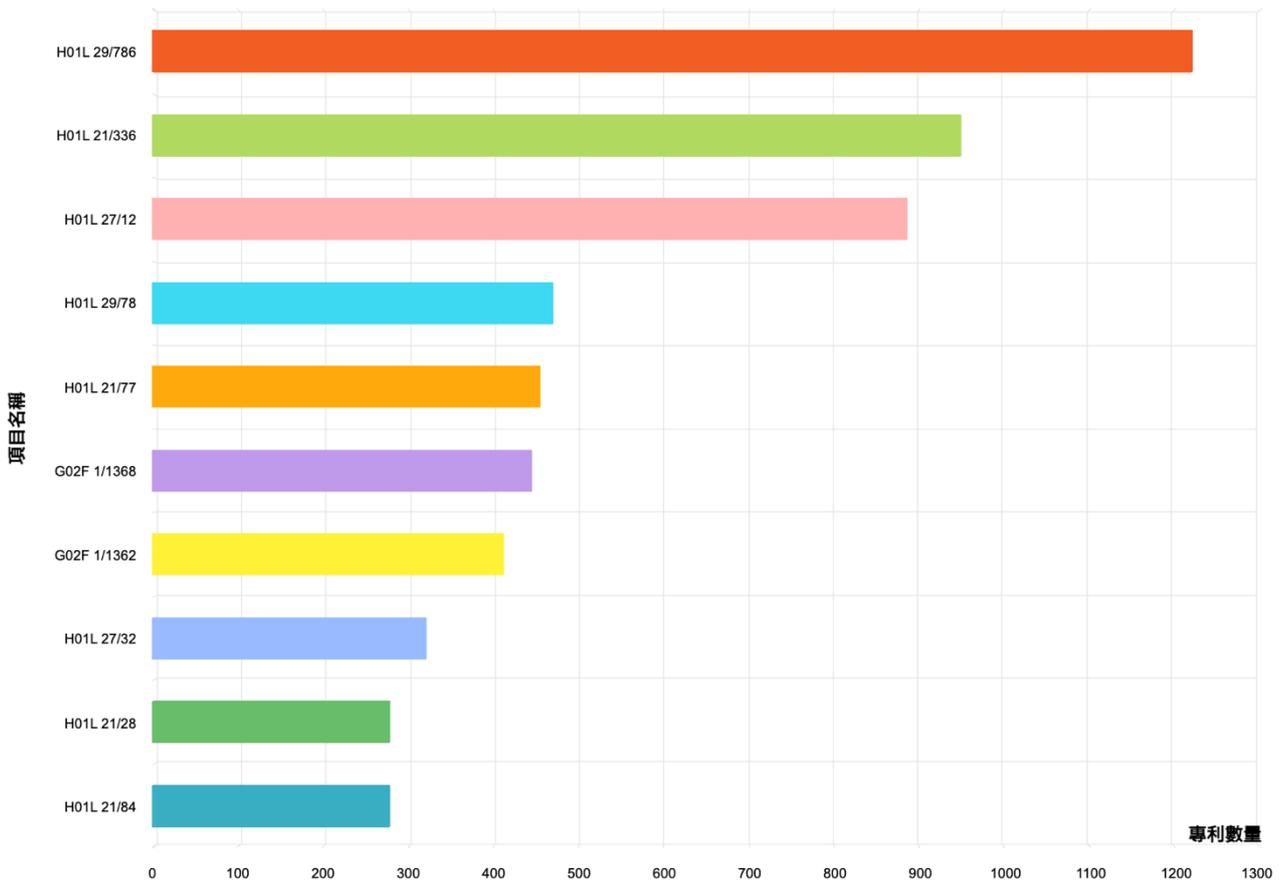


圖 26 LTPO/LTPS 全球十大 IPC-5 階專利數量

3. OLED

由下圖所示，OLED 技術相關的全球 IPC 三到五階分類，呈現出明顯的化學材料與元件結構導向特徵。在 IPC 三階層中，H01L（半導體裝置）約有 2,800 件專利，顯示 OLED 技術核心仍高度集中在半導體晶片製程與元件結構領域；其次為 C09K（材料應用）約 1,800 件，說明材料化學在 OLED 製程中的重要角色；而 H10K（有機半導體元件）約 1,300 件專利，反映出有機元件設計於 OLED 技術架構中的關鍵性。其他如 C07D、C07F、H05B 等分類，分別約 700–1,000 件專利，也突顯了有機化學合成、薄膜應用與光源模組融合的整體布局。

深入到 IPC 四階層，H01L 51/00（有機半導體元件與裝置）約 2,300 件專利，凸顯 OLED 作為有機元件整合裝置的技術地位；C09K 11/00（電致發光材料）約 1,900 件，說明發光材料仍是專利競爭的重點；H01L 27/00（複合元件裝置）約 1,150 件，強調 OLED 顯示結構的複合元件設計核心；而 H05B 33/00（電致發光光源技術）約 780 件，顯示 OLED 在光源應用方面的技術特性和發展潛力；此外 H10K 50/00、H10K 99/00、H10K 85/00 等有機半導體以及顯示控制相關分類各有數百件專利，形成完整功能模組布局；G09G 3/00（顯示系統）與 C07F 15/00、C07F 5/00（有機合成分類）也展示出顯示驅動與材料合成的專利佈署。

進一步於 IPC 五階層中，C09K 11/06（磷光電致發光材料）以約 1,900 件排名首位，突顯這類材料在 OLED 發光效率與色彩表現中的關鍵角色；其次 H01L 51/50（由有機材料構成的元件結構）約 1,300 件與 H01L 27/32（多元元件整合結構）約 1,100 件，皆反

映出面板與背板結構整合的重要技術方向；另外 H01L 51/52, H01L 51/54, H01L 51/56(分別聚焦封裝、製程與細節結構)每類約 550–800 件專利，也點出 OLED 封裝與製程細節的技術布局；最後 H10K 85/60(有機電晶體應用)與 H05B 33/14(光源封裝)等分類亦顯示出 OLED 顯示電路與光源整合模組的技術競爭。

整體而言，OLED 技術專利主要集中於「材料化學(尤其磷光發光材料)」、「有機/半導體元件與結構」、「複合裝置封裝與製程結構」以及「顯示驅動系統整合」四大面向，體現出 OLED 技術在材料選用、元件設計、系統整合與封裝製程層面均具高度專利佈署壓力。企業若欲在 OLED 專利領域取得優勢，須同步掌握高效能發光材料設計、有機半導體元件結構整合、多層封裝製程技術與顯示系統控制整合等關鍵技術。此一專利分布清晰勾勒出 OLED 技術發展的產業競爭策略，並為未來研發投入與專利布局提供具體參考依據。

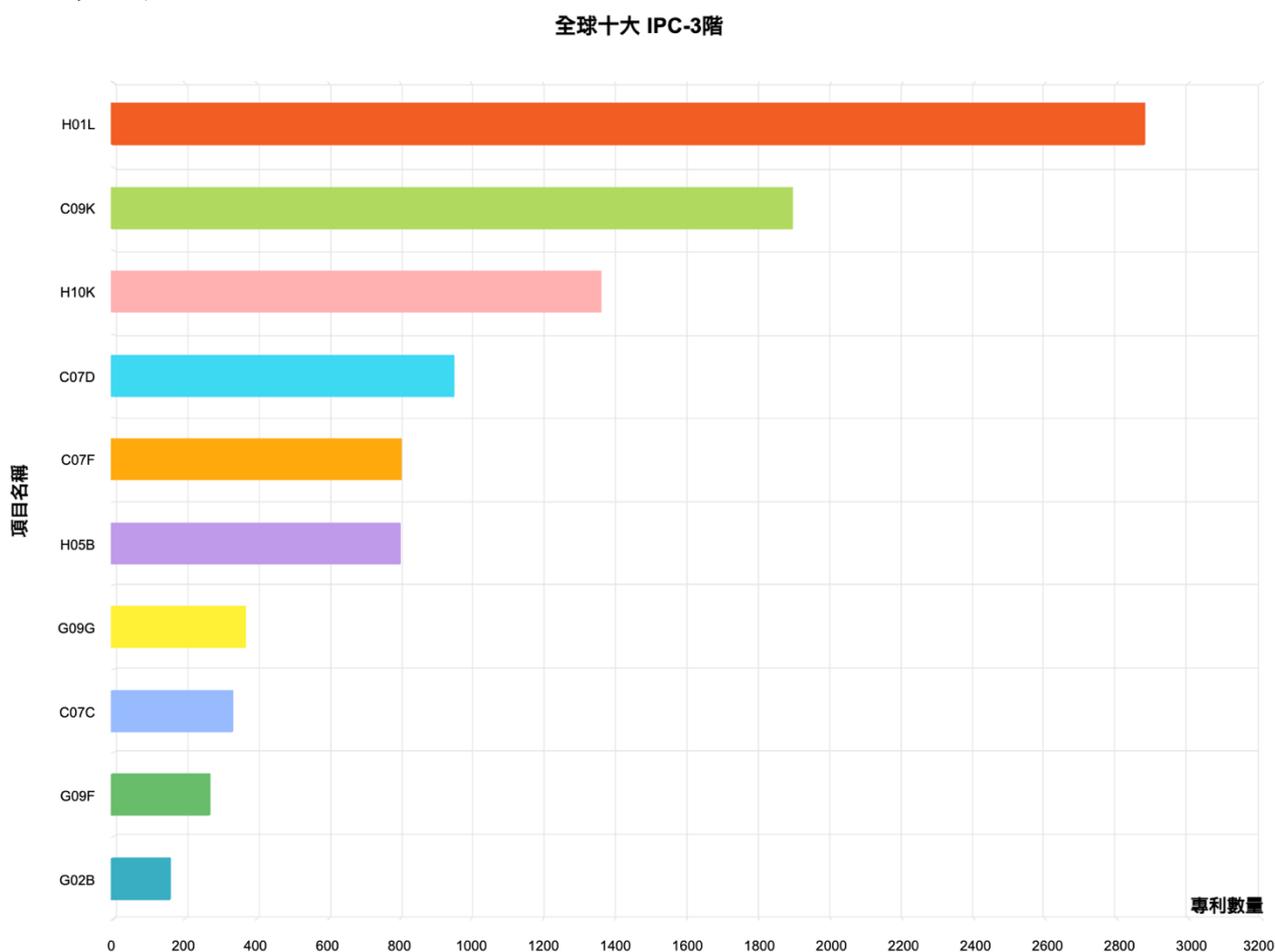


圖 27 OLED 全球十大 IPC-3 階專利數量

全球十大 IPC-4階

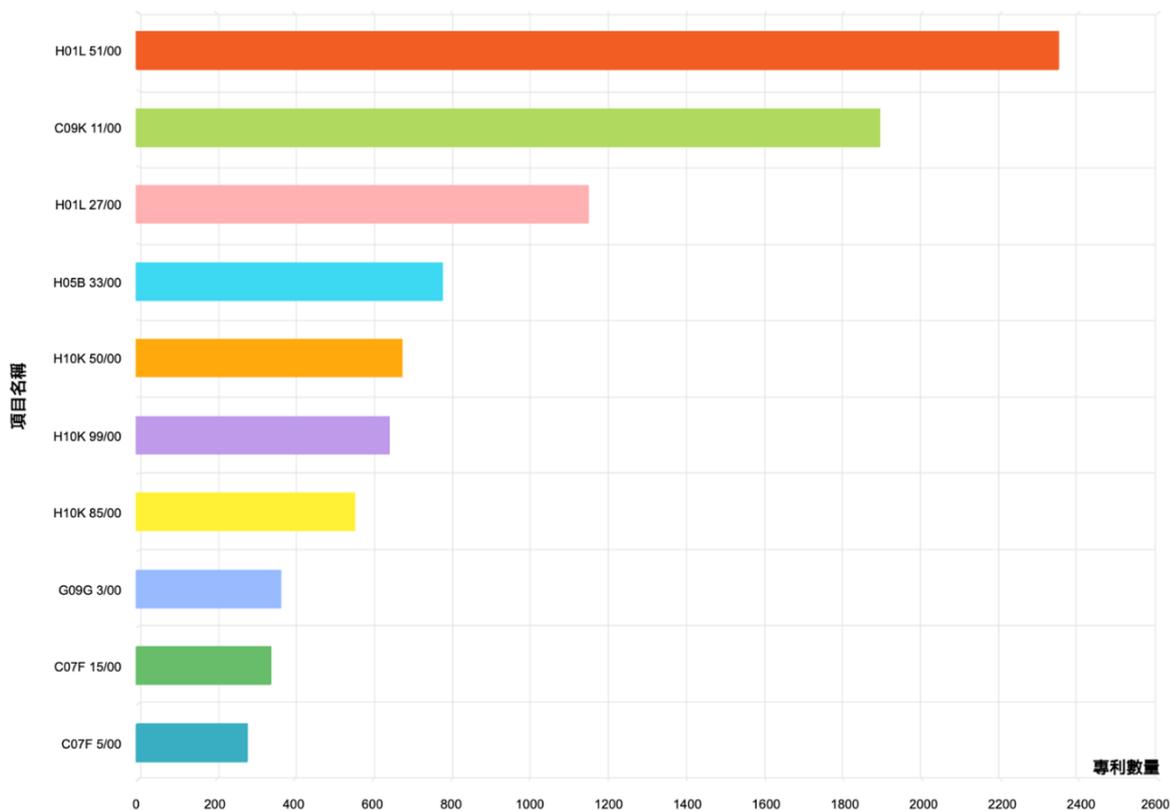


圖 28 OLED 全球十大 IPC-4 階專利數量

全球十大 IPC-5階

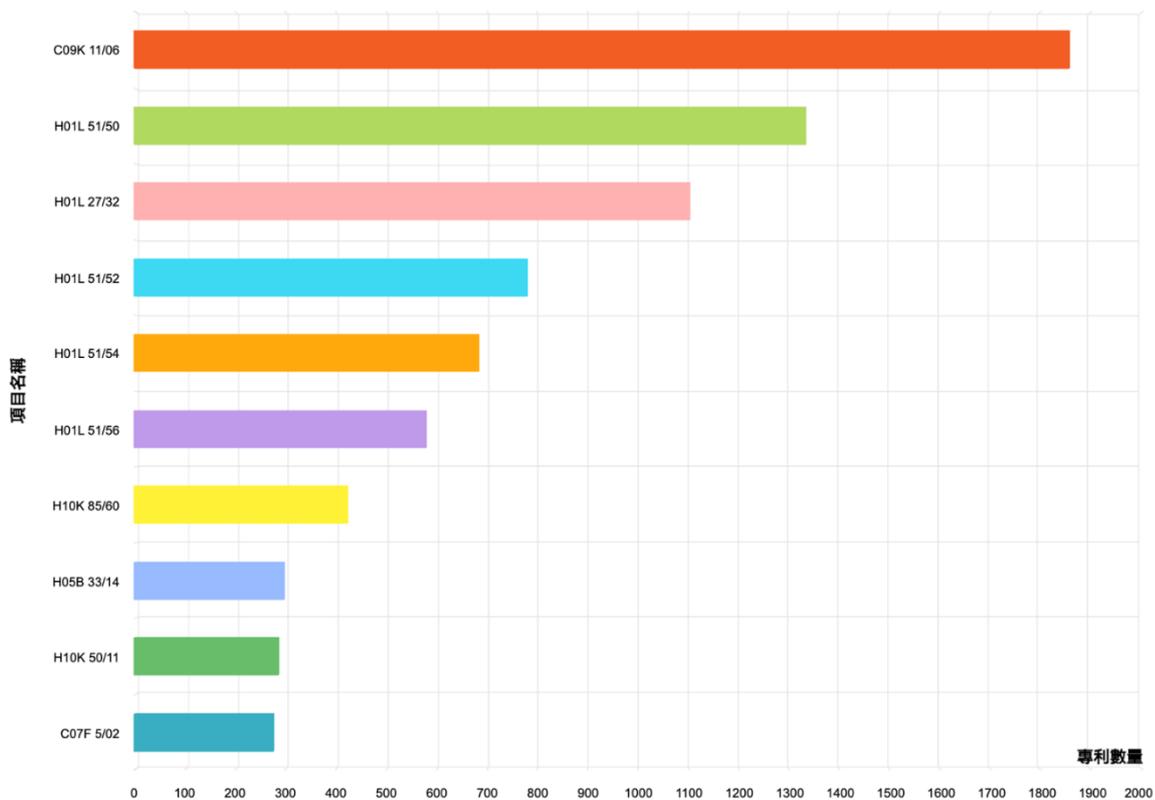


圖 29 OLED 全球十大 IPC-5 階專利數量

4. Micro-LED

由下圖所示，Micro LED 技術相關的全球 IPC 三到五階分類，呈現出明顯的「晶片精密製程與光電整合」導向特徵。在 IPC 三階中，H01L（半導體裝置）約有 9,000 件專利，顯示 Micro LED 技術核心仍高度集中在晶片結構與製程精度領域；其次為 G02F（光學裝置）約 2,600 件，表明光學結構（如微透鏡、導光層）設計是技術布局的重點，而 G06F、G09F 等顯示控制類別亦各有數百件專利，反應顯示驅動系統的重要技術支撐。深入到 IPC 四階層，H01L 21/00（晶片沉積／成膜技術）約 4,800 件，凸顯 Micro LED 晶片製程需高度精密；H01L 27/00（複合晶片結構）約 3,600 件，強調 mass transfer 和晶片整合的重要性；G02F 1/00（光學控制）約 2,700 件，說明導光與微光學模組設計為關鍵競爭項目；H01L 29/00（製程設備）約 2,500 件，指出製造設備配置亦為布局關鍵。進一步在 IPC 五階中，H01L 27/12（mass transfer 印刷技術）以約 1,500 件專利居首，突顯其為量產 Micro LED 的關鍵工藝；H01L 21/336（先進 FET 結構）約 1,200 件與 H01L 29/786（薄膜封裝技術）約 1,150 件，反映出驅動電晶體與封裝整合不可或缺；而 G02F 1/1362（微光學結構控制）亦約 1,050 件，進一步點明提升畫質效率的光電結合技術。整體而言，Micro LED 技術專利主要集中於「高精度晶片製程、mass transfer 印刷、微光學控制與驅動封裝整合」四大面向，體現技術高度整合需求。企業若欲在 Micro LED 領域取得競爭優勢，必須同步掌握「量產轉移印刷系統設計、先進晶片結構製程、精密微光學排列與驅動晶片封裝融合」等方向。此一專利分布清晰勾勒出 Micro LED 技術商用化路徑，為未來研發投入與專利布局提供重要參考。

全球十大 IPC-3階

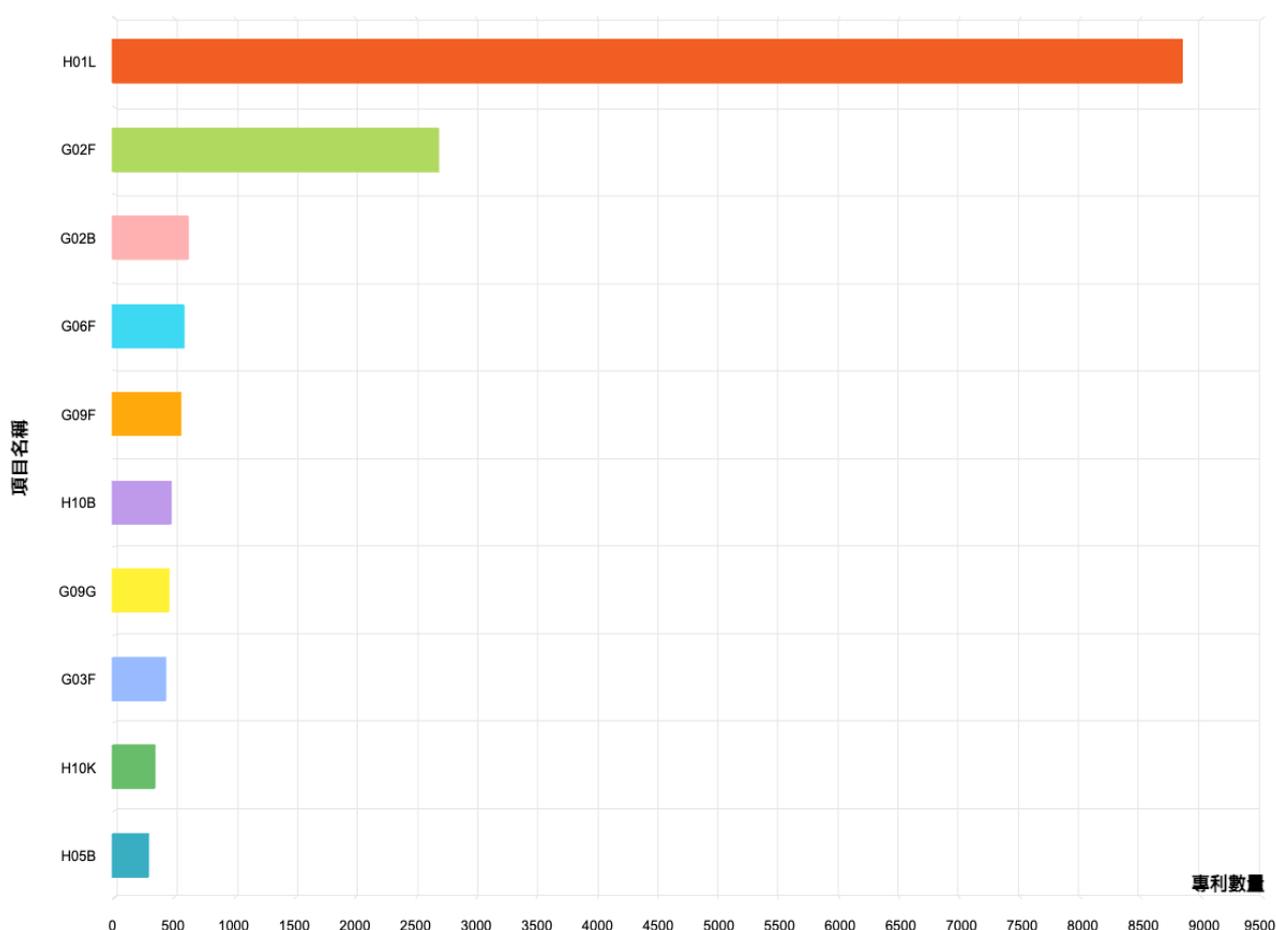


圖 30 Micro-LED 全球十大 IPC-3 階專利數量

全球十大 IPC-4階

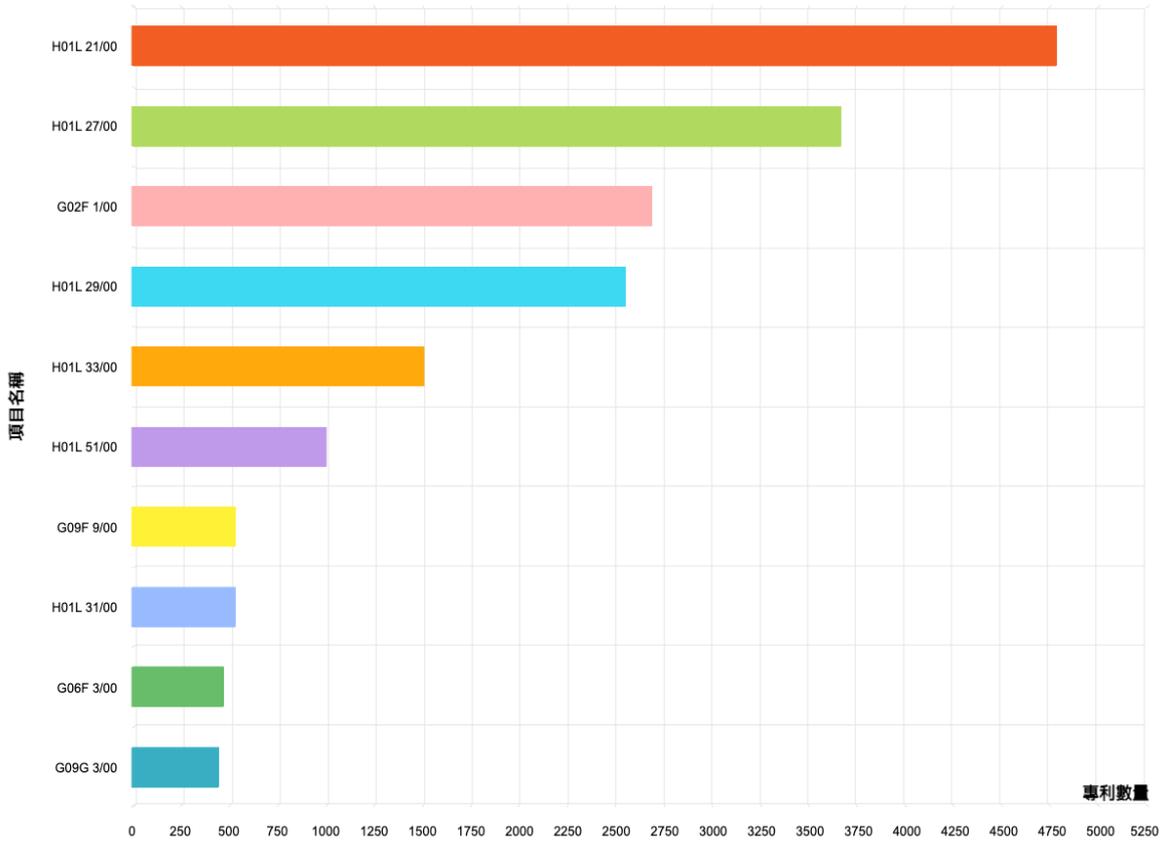


圖 31 Micro-LED 全球十大 IPC-4 階專利數量

全球十大 IPC-5階

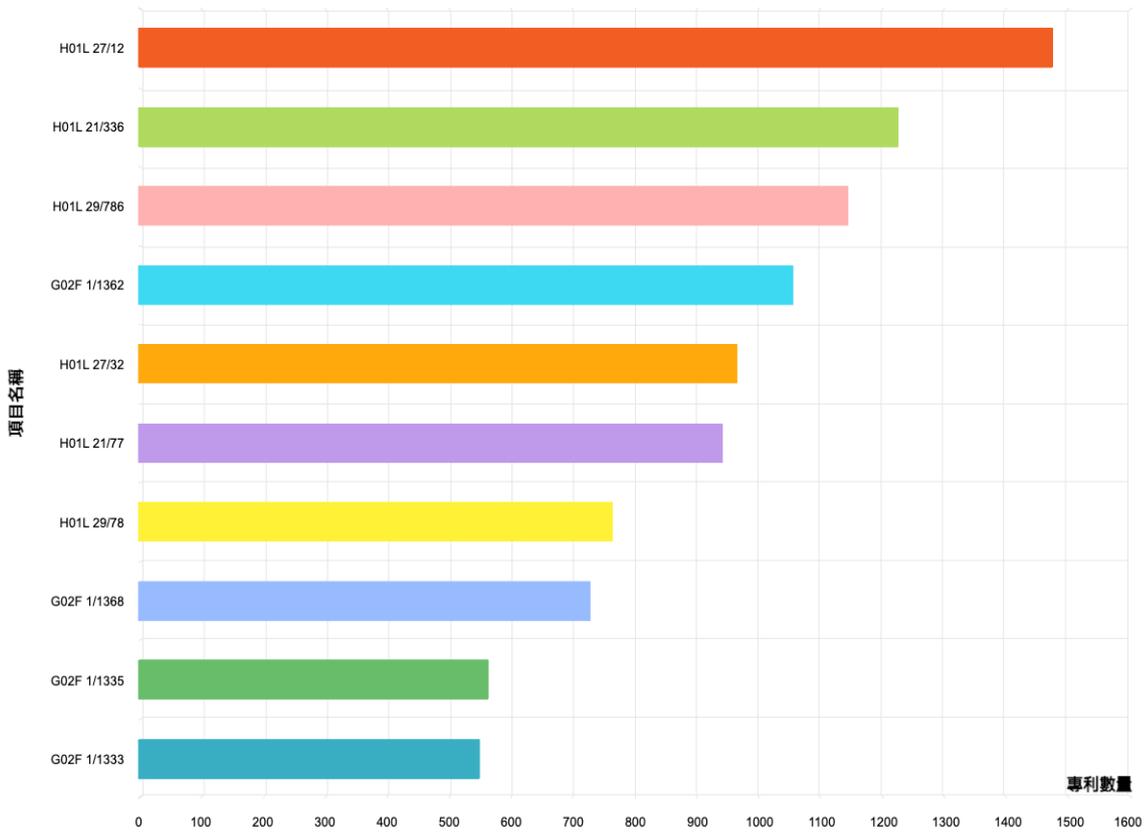


圖 32 Micro-LED 全球十大 IPC-5 階專利數量

5. Quantum Dot

由下圖所示，Quantum Dot 技術相關的全球 GLOBA IPC 3~5 階分類，呈現出量子尺寸效應與光電轉換結合之技術導向。在 IPC 三階層中，H01L(半導體裝置)約有 4,000 件專利，顯示 Quantum Dot 技術核心仍高度集中於奈米晶體結構與電性材料領域；其次為 G02B(光學元件結構)與 G02F(光學裝置)，分別約有 1,100 件與 800 件，凸顯出量子點在光學控制與色彩調控上的重要定位；此外，C09K(材料應用)約 750 件，F21V(照明系統)亦近 750 件，反映量子點在光源應用的實際導向，而 G06F、H01S、H10B 等分類之專利量亦在數百件之間，顯示驅動與系統整合仍是不可或缺的配套技術。

進一步深入 IPC 四階層，H01L 21/00(晶片沉積與結構製程)約有 1,850 件專利，凸顯 Quantum Dot 粒子在尺寸控制與界面結構方面須具備高度精密性；H01L 29/00(製程元件)約 1,150 件，表示製造工藝與設備亦需同步跟進；H01L 27/00(複合元件結構)約 1,050 件與 H01L 33/00(晶片層結合)約 900 件，強調量子點必須在晶片整合與封裝結構上具備系統能力；G02F 1/00(光學控制)約 800 件與 C09K 11/00(材料化學)亦有 700 件左右，說明光學設計與化學合成是專利競爭的技術雙軸；H01L 51/00(有機/奈米結構元件)約 500 件、G02B 6/00(光學系統)及 F21V 8/00(照明設計)則顯示光源整合與照明系統的專利投資也在布局之中。

再探 IPC 五階層，H01L 21/336(奈米晶體 FET 結構)約 450 件專利最為集中，突顯 Quantum Dot 顆粒在作為光電框架時，除了尺寸與材料控制，亦需在電子傳導與電場控制上具備創新結構能力；H01L 29/78(薄膜與封裝結構)約 370 件與 H01L 29/786(有機/奈米結合封裝)約 340 件，分別反映出為提升 Quantum Dot 穩定性與效率，封裝技術是發光結構的關鍵要件；C09K 11/06(磷光或電致發光材料)約 270 件、H01L 27/12(奈米層整合技術)約 250 件，說明化學合成與晶粒整合是影響 Quantum Dot 效率與光譜的一級要素；此外，C09K 11/02、G02F 1/1335 等分類亦集中在造型設計與微光學結構約 200-220 件，突顯其在精細調光與色彩控制面向的技術策略。

整體而言，Quantum Dot 技術專利集中於「奈米晶粒製程、電子控制結構、封裝與光源模組、光學微結構設計與功能材料」五大面向，體現出此技術在材料合成、晶體結構設計、光電轉換、系統整合乃至照明應用層面均有高度佈署要求。企業若欲在 Quantum Dot 專利領域取得領先優勢，必須同步掌握「高速電子傳導晶粒結構、奈米/薄膜層封裝技術、發光材料化學設計與光學微結構調控」等多重關鍵方向。此一專利分布清晰勾勒出 Quantum Dot 技術的發展脈絡與產業策略布局，對未來研發投入與專利布局提供重要參考依據。

全球十大 IPC-3階

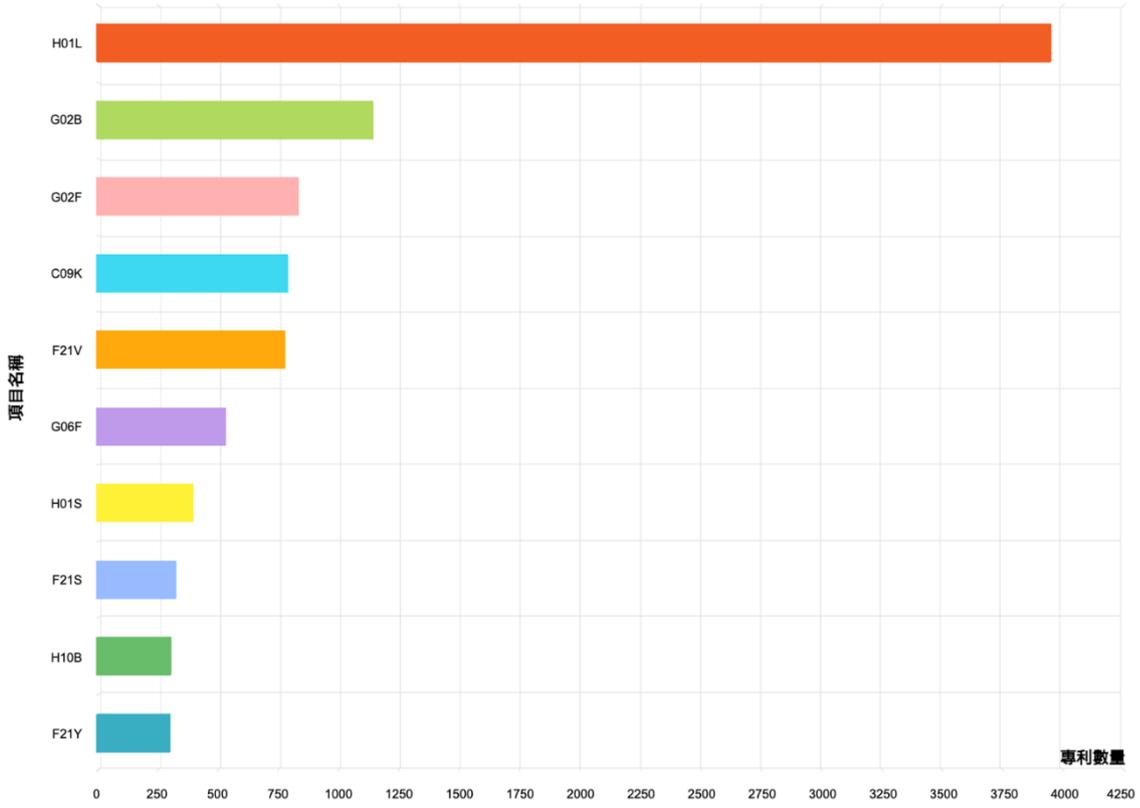


圖 33 Quantum Dot 全球十大 IPC-3 階專利數量

全球十大 IPC-4階

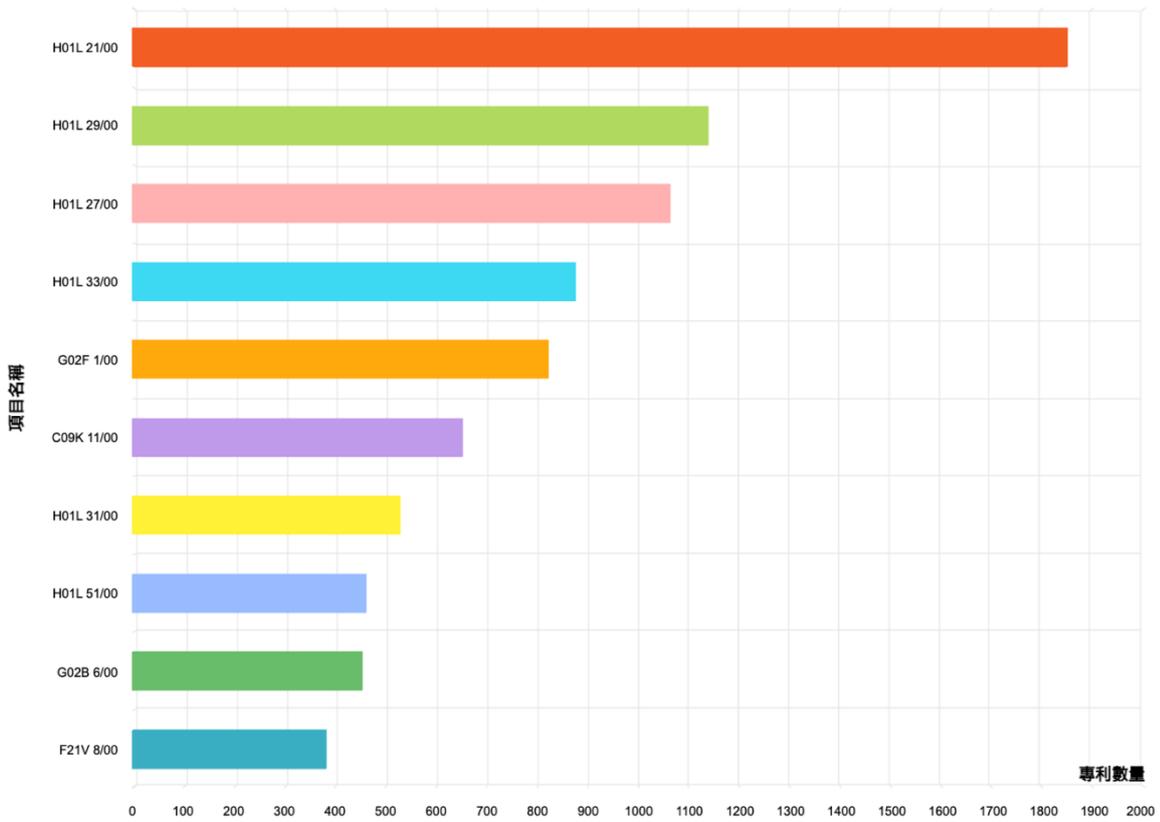


圖 34 Quantum 全球十大 IPC-4 階專利數量

全球十大 IPC-5階

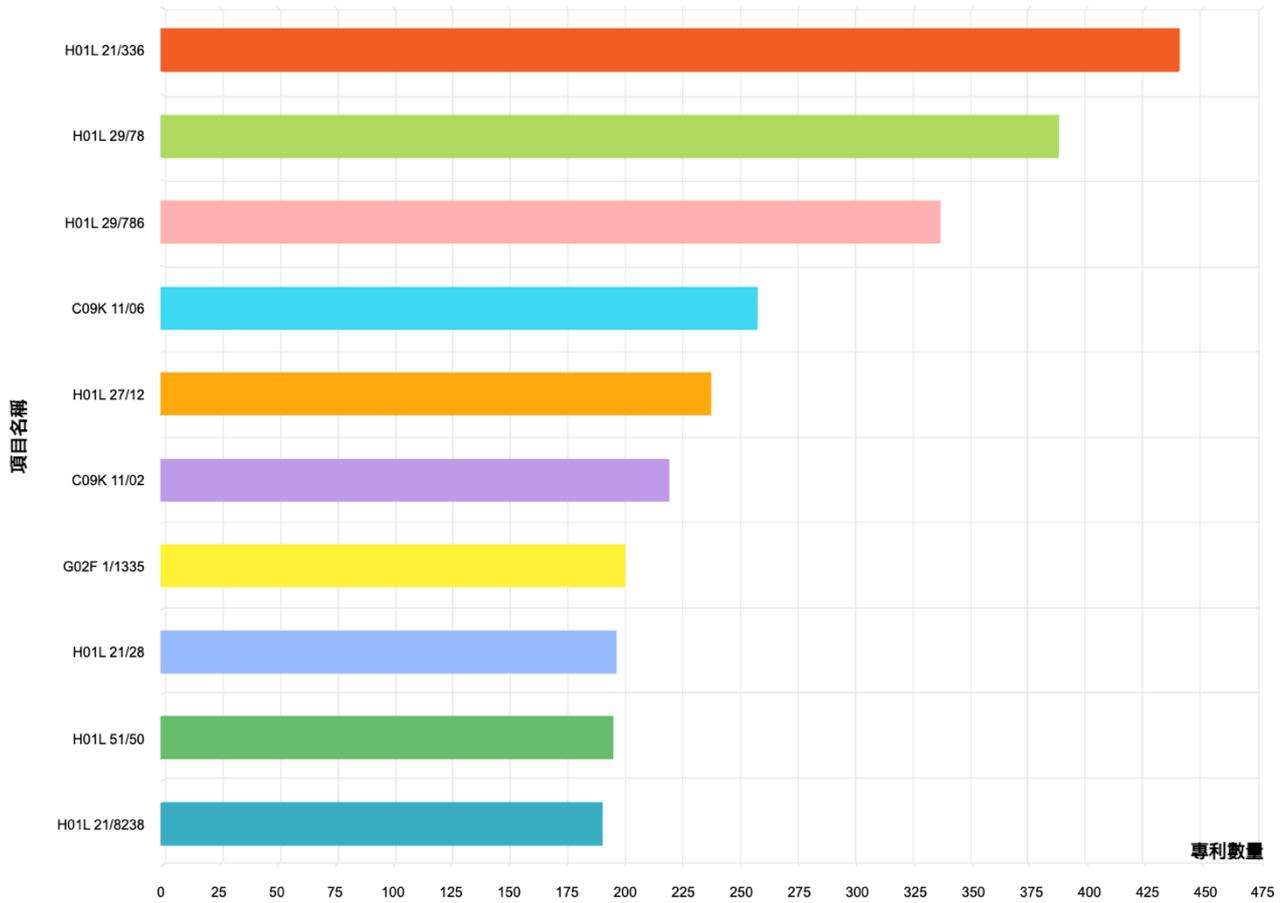


圖 35 Quantum Dot 全球十大 IPC-5 階專利數量

(二)全球前十大 IPC 趨勢分析

1. 低功耗高清顯示技術

| IPC-3階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L | 459 | 606 | 593 | 585 | 518 | 466 | 383 | 317 | 168 | 14 |
| H10K | 103 | 118 | 152 | 159 | 202 | 220 | 294 | 463 | 313 | 64 |
| C09K | 85 | 135 | 154 | 170 | 198 | 195 | 228 | 222 | 165 | 41 |
| G02F | 109 | 119 | 116 | 82 | 84 | 68 | 83 | 66 | 41 | 9 |
| H05B | 30 | 38 | 35 | 28 | 28 | 18 | 21 | 13 | 12 | 7 |
| G02B | 46 | 55 | 78 | 73 | 71 | 63 | 83 | 55 | 60 | 7 |
| G09G | 41 | 57 | 37 | 52 | 57 | 47 | 41 | 44 | 25 | 2 |
| C07D | 46 | 87 | 89 | 75 | 88 | 64 | 84 | 67 | 60 | 15 |
| C07F | 20 | 39 | 32 | 60 | 75 | 100 | 137 | 128 | 83 | 21 |
| G09F | 28 | 35 | 55 | 49 | 67 | 37 | 46 | 55 | 30 | 5 |

表 14 低功耗高清顯示技術全球前十大 IPC-3 階歷年專利申請數量

| IPC-4階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L 21/00 | 215 | 197 | 162 | 165 | 126 | 131 | 86 | 98 | 57 | 9 |
| H01L 27/00 | 218 | 287 | 260 | 276 | 251 | 213 | 160 | 120 | 38 | 0 |
| H01L 29/00 | 131 | 143 | 119 | 107 | 79 | 82 | 59 | 68 | 28 | 0 |
| H01L 51/00 | 154 | 231 | 247 | 232 | 206 | 138 | 91 | 0 | 0 | 0 |
| C09K 11/00 | 80 | 130 | 154 | 167 | 196 | 193 | 226 | 220 | 164 | 39 |
| G02F 1/00 | 109 | 119 | 116 | 82 | 84 | 68 | 83 | 65 | 41 | 9 |
| H01L 33/00 | 57 | 90 | 82 | 98 | 109 | 101 | 113 | 129 | 82 | 0 |
| H10K 99/00 | 92 | 99 | 114 | 95 | 80 | 44 | 50 | 5 | 0 | 0 |
| H10K 50/00 | 19 | 11 | 27 | 69 | 97 | 134 | 213 | 324 | 195 | 44 |
| H05B 33/00 | 19 | 22 | 18 | 20 | 19 | 10 | 14 | 3 | 7 | 4 |

表 15 低功耗高清顯示技術全球前十大 IPC-4 階歷年專利申請數量

| IPC-5階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| C09K 11/06 | 56 | 102 | 126 | 125 | 155 | 144 | 172 | 177 | 130 | 30 |
| H01L 29/786 | 86 | 94 | 82 | 66 | 39 | 43 | 27 | 36 | 18 | 0 |
| H01L 51/50 | 57 | 115 | 102 | 119 | 108 | 79 | 54 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 27/32 | 96 | 148 | 153 | 168 | 150 | 91 | 45 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 21/336 | 40 | 53 | 40 | 28 | 15 | 18 | 10 | 15 | 6 | 0 |
| H01L 27/12 | 88 | 103 | 64 | 67 | 61 | 53 | 52 | 52 | 14 | 0 |
| H01L 51/52 | 64 | 81 | 83 | 87 | 77 | 47 | 32 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 21/77 | 61 | 56 | 41 | 45 | 34 | 34 | 19 | 17 | 4 | 0 |
| H01L 29/78 | 16 | 23 | 13 | 16 | 12 | 18 | 12 | 14 | 5 | 0 |
| H01L 51/56 | 67 | 80 | 72 | 89 | 60 | 49 | 27 | 0 | 0 | 0 |

表 16 低功耗高清顯示技術全球前十大 IPC-5 階歷年專利申請數量

從 IPC-3 階歷年數據可以觀察到類別 “H01L” 的專利申請量自 2016 年起為 459 件，2017 年增至 606 件，2018 年 593 件，2019 年稍降至 585 件，2020 年約 518 件，之後逐年下降，2023 年為 317 件，2024 年急降至約 168 件，2025 年則僅 14 件。與之相比，第二名如 H10K 在 2016 年為 103 件，2022 年則已達 294 件、2023 年 463 件，2024 年稍減至約 313 件。這樣的變化顯示 “H01L” 在此類別中從 2016 年為主導地位，但其成長率從 2021 年以後開始顯著放緩或下滑，而其他類別例如 H10K 則有後發追趕的現象。

深入考察 IPC-4 階層中子類，“H01L21/00” 在 2016 年有約 215 件申請，之後逐年演變為 2018 年約 162 件，2019 年 165 件，2020 年 126 件；“H10K 50/00” 則從 2016 年約 19 件起步，2022 年達到高峰約 324 件，顯示某些細分類別在後期有爆發性成長。而 “H01L 51/00” 在 2016 年為 154 件，2018 年 247 件，2019 年 232 件，但到了 2023-2025 年幾乎為 0。這代表某些技術子類曾在中期為研發與申請焦點，但很快可能進入飽和或被替代。

深入考察 IPC-4 階層中子類，“H01L21/00” 在 2016 年有約 215 件申請，之後逐年演變為 2018 年約 162 件，2019 年 165 件，2020 年 126 件；“H10K 50/00” 則從 2016 年約 19 件起步，2022 年達到高峰約 324 件，顯示某些細分類別在後期有爆發性成長。而 “H01L 51/00” 在 2016 年為 154 件，2018 年 247 件，2019 年 232 件，但到了 2023-2025 年幾乎為 0。這代表某些技術子類曾在中期為研發與申請焦點，但很快可能進入飽和或被替代。

深入考察 IPC-4 階層中子類，“H01L 21/00” 在 2016 年有約 215 件申請，之後逐年演變為 2018 年約 162 件，2019 年 165 件，2020 年 126 件；“H10K 50/00” 則從 2016 年約 19 件起步，2022 年達到高峰約 324 件，顯示某些細分類別在後期有爆發性成長。而 “H01L 51/00” 在 2016 年為 154 件，2018 年 247 件，2019 年 232 件，但到了 2023-2025 年幾乎為 0。這代表某些技術子類曾在中期為研發與申請焦點，但很快可能進入飽和或被替代。

在此分析中，類別 “H01L” 根據 IPC 定義為半導體與固態電子器件之大類，包括發光二極體 (LED)、有機 LED、有機半導體材料、與這些元件的製程與結構細節¹。“C09K” 則是關於塗層、材料化合物與功能性材料等，與顯示材料和導電／光學塗層有密切關係，這也能解釋為何 C09K 在 IPC-5 階 “C09K 11/06” 子分類在成長期間中申請量突出。

2. LTPO/LTPS

從圖數據可見，H01L (半導體裝置 / 背板與驅動相關子類) 在 IPC-3/IPC-4 中長期領先 (IPC-3: 2016 年 146 → 2017 年 179 為高點，之後整體呈緩降趨勢；IPC-4 的 H01L 21/00、27/00、29/00 同樣於 2016 - 2018 年為高值區並逐年回落)，此一現象反映出背板 (backplane) 與 TFT 製程技術在先期 (2016 - 2019) 為專利申請主戰場，但自 2020 年後進入較為分散或成熟的階段²。

上述數據變化可由兩個產業面因素來解釋。其一，LTPO/LTPS 等背板技術在智慧型手機、可穿戴與高階顯示器導入的時間與市場驅動會驅動專利波峰——當主要應用 (如高階手機) 擴大量產並推動供應鏈研發時，關鍵背板與驅動電路相關的專利申請會快速累積；反之當技術逐步標準化或以少數廠商主導 (專利壁壘形成) 時，新申請數會趨緩³。

其二，技術重心有時會由「基礎背板與製程」轉向「驅動電路優化、系統整合與應用 (如高刷新率的驅動策略、可撓顯示、模組化解決方案)」。這在圖中可由 H10K (驅動控制) 在近年 (例如 2022 - 2023 年) 出現上升或波動看出。驅動電路與系統層面的再創新常與 LTPO 帶來的可變刷新率、低功耗要求直接相關，廠商因此在驅動子類提出更多專利以支援變頻、掃描策略與功耗優化⁴。

另外要注意的是 2024 - 2025 年的申請數字明顯下降 (多數子類在 2024、2025 數字偏低)，這部分很可能受專利「18 個月公開延遲」與資料截取時序影響：專利從申請到公開通常有約 18 個月的延遲，因此最近一年 (尤其是 2024 下半年與 2025) 看到的低值常是資料不全或尚未公開所致，而非代表真實的立即技術冷卻⁵⁶。

¹ WIPO / USPTO, Definition of IPC subclass H01L — Processes and apparatus for manufacturing or treating semiconductor or solid state devices; solid state light-emitting devices; processes using organic materials etc.

² OLED-Info, (n.d.), LTPO is an OLED display backplane technology developed by Apple.

³ MacRumors, Jun. 4, 2020, Apple Suppliers Reportedly Developing OLED Displays With Low-Power LTPO Tech for 2021 iPhones; MacRumors / Jun. 18, 2025, 2027 iPhone Air Could Debut Power-Saving LTPO3 OLED Display.

⁴ MacRumors, Jun. 4, 2020, Apple Suppliers Reportedly Developing OLED Displays With Low-Power LTPO Tech for 2021 iPhones; MacRumors / Jun. 18, 2025, 2027 iPhone Air Could Debut Power-Saving LTPO3 OLED Display.

⁵ WIPO, Nov. 7, 2024, World Intellectual Property Indicators — Global Patent Filings Reach Record High in 2023.

⁶ USPTO, (webpage), 1120 — Eighteen-Month Publication of Patent Applications.

| IPC-3階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L | 146 | 179 | 145 | 123 | 101 | 92 | 84 | 73 | 30 | 4 |
| G02F | 38 | 39 | 28 | 21 | 17 | 21 | 22 | 17 | 10 | 1 |
| H10B | 20 | 9 | 6 | 13 | 7 | 7 | 6 | 10 | 9 | 0 |
| G09G | 17 | 30 | 13 | 31 | 34 | 18 | 19 | 24 | 12 | 0 |
| G11C | 13 | 11 | 3 | 5 | 8 | 5 | 4 | 2 | 4 | 0 |
| H10D | 4 | 0 | 0 | 0 | 7 | 4 | 3 | 9 | 12 | 9 |
| H10K | 7 | 14 | 7 | 8 | 13 | 18 | 25 | 50 | 19 | 4 |
| G09F | 5 | 5 | 7 | 7 | 5 | 3 | 8 | 9 | 7 | 1 |
| H05B | 6 | 9 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| G06F | 10 | 8 | 6 | 2 | 7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 |

表 17 LTPO/LTPS 全球前十大 IPC-3 階歷年專利申請數量

| IPC-4階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L 21/00 | 113 | 111 | 84 | 72 | 52 | 45 | 37 | 34 | 19 | 3 |
| H01L 29/00 | 87 | 97 | 76 | 61 | 44 | 42 | 34 | 39 | 16 | 0 |
| H01L 27/00 | 78 | 103 | 74 | 79 | 69 | 58 | 60 | 33 | 14 | 0 |
| G02F 1/00 | 38 | 39 | 28 | 21 | 17 | 21 | 22 | 17 | 10 | 1 |
| G09G 3/00 | 16 | 30 | 13 | 31 | 34 | 18 | 19 | 24 | 12 | 0 |
| H10B 12/00 | 13 | 7 | 3 | 9 | 7 | 5 | 4 | 9 | 5 | 0 |
| H10B 69/00 | 16 | 3 | 2 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| H01L 51/00 | 16 | 26 | 20 | 12 | 9 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| H10D 30/00 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 2 | 6 | 10 | 6 |
| G11C 11/00 | 8 | 7 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 | 0 |

表 18 LTPO/LTPS 全球前十大 IPC-4 階歷年專利申請數量

| IPC-5階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L 29/786 | 75 | 77 | 61 | 47 | 28 | 29 | 22 | 28 | 12 | 0 |
| H01L 21/336 | 30 | 42 | 33 | 15 | 6 | 10 | 6 | 11 | 4 | 0 |
| H01L 27/12 | 50 | 67 | 39 | 37 | 34 | 34 | 33 | 17 | 6 | 0 |
| H01L 29/78 | 5 | 13 | 6 | 6 | 6 | 8 | 4 | 9 | 2 | 0 |
| H01L 21/77 | 32 | 33 | 23 | 18 | 19 | 21 | 11 | 5 | 2 | 0 |
| G02F 1/1368 | 15 | 19 | 13 | 13 | 7 | 9 | 10 | 8 | 5 | 1 |
| G02F 1/1362 | 12 | 12 | 8 | 6 | 7 | 11 | 9 | 7 | 3 | 0 |
| H01L 27/32 | 11 | 27 | 29 | 31 | 28 | 17 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 21/28 | 18 | 6 | 2 | 7 | 3 | 2 | 1 | 5 | 1 | 0 |
| H01L 21/84 | 5 | 7 | 4 | 6 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

表 19 LTPO/LTPS 全球前十大 IPC-5 階歷年專利申請數量

3. OLED

從數據可以觀察到 H01L（半導體裝置／背板與驅動相關類別）在 IPC-3 與 IPC-4 長期處於領先地位，2016 至 2019 年呈現上升走勢（2016: 127 → 2019: 211），之後雖仍維持高量級但逐年趨緩（2020 - 2022 年約在 140 - 181 件區間，2024、2025 年明顯下探至 89、3 件）；這類走勢典型地反映出背板與 TFT 製程在先期為專利申請的主戰場，當核心發明與產業佈局完成後，申請數會轉為穩定或由少數業者集中控制（而非持續高速成長）¹。

光學與系統/模組相關子類（例如 G02F、G02B、C09K）在整個時序中保持穩定的申請活動，顯示材料、光學設計與模組化仍為 OLED 產業重要的研發方向（例如 C09K 在 2019 - 2023 年維持 60 - 82 件的活躍量）。同時，驅動與控制類（以 H10K 為代表）在近幾年出現明顯上升：H10K 自 2016 年的 17 件上升、在 2022 - 2023 年達到 76→160 件的高峰，代表廠商在功耗管理、變頻掃描與高刷新率支援上投入更多專利以支援 OLED 在手機、平板與遊戲顯示等高耗能場景的應用。這種驅動/控制端的專利爆發常與市場採用新功能（如可變刷新率、省電顯示模式）同步出現²³。

¹ WIPO, Nov. 2024, World Intellectual Property Indicators 2024.

² ITIF, Sep. 2024, How Innovative Is China in the Display Industry?

³ Grand View Research, (n.d.), OLED Market Size, Share, Growth & Trends Report, 2030.

在更細的 IPC-5 級別，可見某些技術子類（如 H01L 27/32、27/12、29/786 等）在 2016 - 2019 年有較集中的申請活動，之後逐步減少或趨於零；這通常反映出特定製程或結構的基礎發明已被提出並完成主要專利佈局，技術進入成熟或由既有專利組合主導的階段。值得提醒的是，觀察到 2024 - 2025 年數字普遍偏低，很可能部分出於專利公開時滯（多數專利在提交後約 18 個月才會公開），因此最近年度的低值不應直接解讀為技術衰退，應待完整公開資料或以滾動幾年資料檢驗真正趨勢¹。

| IPC-3階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L | 127 | 153 | 178 | 211 | 181 | 180 | 140 | 136 | 89 | 3 |
| G02F | 56 | 71 | 71 | 53 | 53 | 34 | 55 | 37 | 29 | 6 |
| G02B | 37 | 38 | 59 | 56 | 47 | 45 | 68 | 43 | 50 | 6 |
| H10K | 17 | 28 | 41 | 42 | 54 | 64 | 76 | 160 | 110 | 19 |
| C09K | 36 | 33 | 42 | 68 | 60 | 70 | 71 | 82 | 50 | 13 |
| G06F | 30 | 46 | 29 | 30 | 27 | 45 | 31 | 42 | 39 | 14 |
| F21V | 30 | 26 | 37 | 36 | 27 | 29 | 27 | 41 | 16 | 2 |
| G09F | 12 | 13 | 25 | 23 | 38 | 22 | 26 | 31 | 14 | 1 |
| H05B | 6 | 12 | 14 | 10 | 9 | 10 | 10 | 10 | 7 | 2 |
| G09G | 14 | 19 | 14 | 13 | 8 | 16 | 11 | 12 | 8 | 1 |

表 20 OLED 全球前十大 IPC-3 階歷年專利申請數量

| IPC-4階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| G02F 1/00 | 56 | 71 | 71 | 53 | 53 | 34 | 55 | 36 | 29 | 6 |
| H01L 21/00 | 50 | 39 | 35 | 52 | 35 | 42 | 20 | 21 | 21 | 0 |
| H01L 27/00 | 46 | 61 | 77 | 93 | 81 | 81 | 51 | 58 | 20 | 0 |
| H01L 33/00 | 41 | 56 | 58 | 56 | 62 | 61 | 71 | 79 | 59 | 0 |
| C09K 11/00 | 32 | 32 | 42 | 65 | 58 | 68 | 70 | 81 | 49 | 11 |
| H01L 51/00 | 29 | 30 | 53 | 73 | 60 | 44 | 24 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 29/00 | 18 | 21 | 21 | 22 | 15 | 11 | 5 | 7 | 7 | 0 |
| G02B 6/00 | 11 | 14 | 26 | 29 | 12 | 13 | 21 | 16 | 21 | 1 |
| G06F 3/00 | 21 | 33 | 19 | 23 | 16 | 26 | 17 | 9 | 11 | 2 |
| G09F 9/00 | 11 | 12 | 19 | 15 | 34 | 21 | 24 | 27 | 14 | 1 |

表 21 OLED 全球前十大 IPC-4 階歷年專利申請數量

| IPC-5階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L 27/12 | 27 | 28 | 14 | 27 | 20 | 17 | 17 | 35 | 6 | 0 |
| H01L 27/32 | 17 | 28 | 42 | 60 | 55 | 37 | 18 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 29/786 | 12 | 12 | 17 | 17 | 13 | 5 | 2 | 4 | 5 | 0 |
| G02F 1/1335 | 14 | 24 | 14 | 12 | 13 | 6 | 9 | 8 | 4 | 1 |
| H01L 51/50 | 8 | 12 | 15 | 37 | 26 | 23 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| C09K 11/02 | 14 | 14 | 17 | 23 | 24 | 34 | 32 | 34 | 34 | 8 |
| G02F 1/1362 | 15 | 11 | 12 | 8 | 12 | 5 | 12 | 8 | 3 | 2 |
| H01L 51/52 | 13 | 14 | 26 | 28 | 29 | 18 | 16 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 21/336 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02F 1/1333 | 14 | 17 | 9 | 12 | 13 | 5 | 16 | 15 | 7 | 1 |

表 22 OLED 全球前十大 IPC-5 階歷年專利申請數量

4. Micro-LED

從整體趨勢看，H01L（背板 / 半導體裝置）在 IPC-3 與 IPC-4 中長期維持最高申請量（例如 2016 - 2019 年多為高峰期，之後仍保持較大基數），顯示 Micro-LED 的核心技術研發早期大量聚焦在晶片與背板相關的製程、封裝與驅動介面上。這反映出 Micro-LED 從「單晶片製程（epitaxy / chip fabrication）」到「良率提升與量產轉移」的技術瓶頸，促使廠商在 H01L 類別持續布局專利以保護關鍵製程與結構。這一現象亦與產業白皮書與 IP 研究報告的一般觀察相符，指出早期 Micro-LED IP 活動多集中於晶片、測試與轉移（transfer）相關技術²。

¹ USPTO, (webpage), 1120 — Eighteen-Month Publication of Patent Applications.

² MicroLED Association, Dec. 2023, MicroLEDs 2023: State of the industry and future roadmap.

表格中其他子類的變化揭示了技術發展的次級節點。G02F/G02B(光學與光學結構)與 C09K(材料處理、表面處理或薄膜)在多個年度均維持穩定申請量，顯示光學封裝、磷光/磷層/介面材料與光學耦合仍是 Micro-LED 成像與效率優化的關鍵領域；而 H10K/H10B(驅動、掃描與電路控制)在近年出現明顯上升(例如 2021-2023 年的波動與局部高峰)，代表隨著應用端(智慧手錶、AR/VR、微型顯示與高刷新率面板)對低功耗與高更新率的需求增加，廠商在驅動演算法、掃描策略與功耗管理方向加強專利佈局以支援系統整合與商用化。這與產業報告指出：當應用端採用加速(adoption node)時，供應鏈會同步在驅動與系統層級發起專利攻勢的觀察一致¹。

從 IPC-5(更細分類)可以看到若干子類在早期(2016-2019)申請集中，之後呈下降或趨緩(例如某些 H01L 的細分子類)，這通常意味著對應的基礎發明與製程設計已被主要技術持有人提出與布局，技術走向成熟或由既有專利群主導；同時也反映 Micro-LED 從「試驗室創新」邁向「製程優化與商業準備」的路徑，其中專利重心會從基礎晶片技術擴散至封裝、轉移、測試與系統整合。產業內多家先進廠商(例如 PlayNitride、Epistar、AUO、Samsung、Sony 等)都在不同節點以專利或合作方式攻克量產、轉移與測試等關鍵技術，並由此構建專利護城河²。

區域與產權擁有者面的觀察補充：近年 Micro-LED 的專利活動由中國、韓國與台灣等亞洲地區明顯推動(中國在專利成長率上表現突出)，而多家台灣企業與技術提供者(例如 PlayNitride、AUO/Innolux 的合作案)在「製程/轉移/封裝」技術上擁有大量布局，反映出台灣在顯示供應鏈(foundry/module)與系統整合端的強項；同時，韓國與日本的晶片與 LED 製造商則在元件與材料層面具有深厚專利儲備。產業 IP 盤點報告與市場研究亦指出，整體 Micro-LED IP 在 2016-2023 年呈高速成長後進入高檔盤整，專利活動由早期的「廣撒網式探索」漸轉為「針對量產技術與授權策略」的聚焦³。

| IPC-3階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L | 135 | 153 | 129 | 139 | 142 | 150 | 127 | 139 | 66 | 7 |
| G02F | 14 | 16 | 20 | 10 | 13 | 13 | 10 | 13 | 3 | 2 |
| H10B | 9 | 5 | 4 | 4 | 5 | 7 | 4 | 1 | 4 | 0 |
| G02B | 6 | 8 | 23 | 14 | 20 | 16 | 21 | 17 | 11 | 2 |
| H10K | 15 | 11 | 20 | 11 | 8 | 15 | 13 | 26 | 24 | 6 |
| G09F | 3 | 8 | 10 | 10 | 13 | 4 | 7 | 12 | 2 | 1 |
| H01S | 5 | 0 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 2 | 1 |
| G06F | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 6 | 1 | 0 | 0 |
| C23C | 5 | 3 | 6 | 6 | 4 | 2 | 7 | 12 | 8 | 2 |
| H05B | 0 | 0 | 5 | 5 | 2 | 0 | 5 | 0 | 1 | 1 |

表 23 Micro-LED 全球前十大 IPC-3 階歷年專利申請數量

| IPC-4階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L 21/00 | 80 | 64 | 64 | 52 | 56 | 56 | 43 | 51 | 24 | 6 |
| H01L 29/00 | 46 | 49 | 33 | 40 | 30 | 37 | 26 | 28 | 8 | 0 |
| H01L 27/00 | 57 | 75 | 62 | 61 | 67 | 64 | 53 | 43 | 11 | 0 |
| H01L 33/00 | 21 | 43 | 36 | 46 | 52 | 60 | 51 | 59 | 29 | 0 |
| G02F 1/00 | 14 | 16 | 20 | 10 | 13 | 13 | 10 | 13 | 3 | 2 |
| H01L 51/00 | 31 | 19 | 17 | 24 | 20 | 11 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 31/00 | 2 | 13 | 9 | 11 | 6 | 7 | 16 | 10 | 3 | 0 |
| H10B 12/00 | 3 | 0 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| H01L 23/00 | 11 | 9 | 5 | 1 | 5 | 10 | 5 | 10 | 8 | 5 |
| G02B 6/00 | 2 | 3 | 12 | 10 | 7 | 9 | 8 | 10 | 4 | 1 |

表 24 Micro-LED 全球前十大 IPC-4 階歷年專利申請數量

¹ Yole Group, May 13, 2024, Micro-LED IP for Displays 2024.

² PlayNitride (銻創科技), Jul. 18, 2023, PlayNitride investor presentation (technology & patent overview).

³ PerfectDisplay / industry news (date n.d.), Mainland China ranks first in the growth rate and increment of Micro-LED patents.

| IPC-5 階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L 21/336 | 9 | 6 | 4 | 9 | 4 | 8 | 6 | 6 | 2 | 0 |
| H01L 29/786 | 18 | 18 | 13 | 14 | 5 | 12 | 4 | 7 | 2 | 0 |
| H01L 29/78 | 10 | 17 | 8 | 12 | 9 | 11 | 12 | 8 | 4 | 0 |
| H01L 27/12 | 23 | 25 | 17 | 10 | 10 | 5 | 8 | 7 | 3 | 0 |
| H01L 21/02 | 24 | 18 | 16 | 13 | 15 | 16 | 9 | 12 | 7 | 1 |
| H01L 21/8238 | 12 | 7 | 4 | 8 | 3 | 4 | 4 | 4 | 0 | 0 |
| H01L 29/66 | 23 | 20 | 12 | 17 | 9 | 14 | 11 | 10 | 3 | 0 |
| H01L 21/77 | 14 | 12 | 12 | 6 | 4 | 7 | 4 | 2 | 1 | 0 |
| H01L 29/423 | 9 | 12 | 7 | 15 | 7 | 14 | 5 | 9 | 2 | 0 |
| H01L 27/15 | 2 | 10 | 13 | 23 | 28 | 29 | 25 | 26 | 6 | 0 |

表 25 Micro-LED 全球前十大 IPC-5 階歷年專利申請數量

5. Quantum Dot

整體概況背板與晶片仍是核心研發重心。H01L（半導體裝置／背板與驅動相關）長期維持最高量級，2016 - 2019 年呈上升，之後雖仍維持高基數但趨於平穩或緩降，這顯示量產化與製程優化階段持續推動專利申請。這種走勢代表產業在完成基礎發明與首輪專利佈局後，專利活動逐步轉向製程改良與量產可行性的提升¹。

驅動與系統成為次波高地。驅動/控制類別（如 H10K）以及光學/模組類（G02F、G02B、C09K 等）在近年顯著活躍；當面向高畫質、可變刷新率或 QD-OLED 等新應用導入時，廠商會在驅動演算法、掃描策略與光學耦合上加強專利佈局，以支援整體系統的能效與色彩表現。換言之，當新應用被市場採用，驅動與系統層面的專利申請會同步成為攻防重點²。

技術細分類的動態顯示從基礎發明走向製程與材料優化。在更細的 IPC-5 級別（例如 H01L 27/32、29/786、C09K 11/02 等），我們可以看到早期有集中申請、後續數量下降的現象；這通常意味著該子領域已完成首輪基礎技術佈局，後續重心轉到良率、封裝與材料改良（例如無錫 QD、薄膜黏著與封裝技術）的應用擴充³。

市場與專利策略的觀察與建議可歸納為兩點。其一，市場採用節點會直接放大相應專利活動；當廠商推動 QD-OLED、QLED 或其他以 QD 為核心的顯示方案時，供應鏈往往在光學材料與模組化專利上短期躍升，且大型企業也會透過購併或取得專利組合來補強短缺的關鍵 IP（近期也出現廠商購買 QD 專利的公開案例）。其二，技術投資應在「短期可量產化項目」與「長期高影響力發明」間取得平衡：若想快速擴大專利數量，可先行在製程轉移、測試與良率提升等近市場所需技術密集提交；若追求長期談判籌碼與高單件價值，應把研發與專利重心放在材料（C09K 類）與 H01L 的晶片結構或新型發光機制等高門檻發明上⁴⁵。

資料解讀的注意事項：近兩年（例如 2024 - 2025）觀察到的數量下降，應先考慮專利公開時滯（多數國家申請在約 18 個月後才公開）與各國公報的發布時序，避免將短期的公開延遲誤判為技術熱度下降。因此建議以至少兩年滾動視角，並交叉檢索 PCT 與主要國家（CN / US / JP / KR / EP / TW）的公開清單，以獲得更穩健的趨勢判讀⁶。

¹ WIPO, (n.d.), H01L — IPC Publication (H01L classification overview).

² Samsung Display, (n.d.), Quantum Dot – QD-OLED (technology overview).

³ IDTechEx, (2018), Quantum Dots 2018–2028: Trends, Markets, Players.

⁴ SammyGuru / industry reports, Aug. 2025, Samsung acquires 53 US patents from Merck for quantum dot innovation (example of QD patent transfers).

⁵ UBI Research / UBIREports, (n.d.), QNED / QD / display patent & technology analyses (industry IP reports).

⁶ USPTO, (webpage), 1120 — Eighteen-Month Publication of Patent Applications.

| IPC-3階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L | 127 | 153 | 178 | 211 | 181 | 180 | 140 | 136 | 89 | 3 |
| G02F | 56 | 71 | 71 | 53 | 53 | 34 | 55 | 37 | 29 | 6 |
| G02B | 37 | 38 | 59 | 56 | 47 | 45 | 68 | 43 | 50 | 6 |
| H10K | 17 | 28 | 41 | 42 | 54 | 64 | 76 | 60 | 110 | 19 |
| C09K | 36 | 33 | 42 | 68 | 60 | 70 | 71 | 82 | 50 | 13 |
| G06F | 30 | 46 | 29 | 30 | 27 | 45 | 31 | 42 | 39 | 14 |
| F21V | 30 | 26 | 37 | 36 | 27 | 29 | 27 | 41 | 16 | 2 |
| G09F | 12 | 13 | 25 | 23 | 38 | 22 | 26 | 31 | 14 | 1 |
| H05B | 6 | 12 | 14 | 10 | 9 | 10 | 10 | 10 | 7 | 2 |
| G09G | 14 | 19 | 14 | 13 | 8 | 16 | 11 | 12 | 8 | 1 |

表 26 Quantum Dot 全球前十大 IPC-3 階歷年專利申請數量

| IPC-4階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| G02F 1/00 | 56 | 71 | 71 | 53 | 53 | 34 | 55 | 36 | 29 | 6 |
| H01L 21/00 | 50 | 39 | 35 | 52 | 35 | 42 | 20 | 21 | 21 | 0 |
| H01L 27/00 | 46 | 61 | 77 | 93 | 81 | 81 | 51 | 58 | 20 | 0 |
| H01L 33/00 | 41 | 56 | 58 | 56 | 62 | 61 | 71 | 79 | 59 | 0 |
| C09K 11/00 | 32 | 32 | 42 | 65 | 58 | 68 | 70 | 81 | 49 | 11 |
| H01L 51/00 | 29 | 30 | 53 | 73 | 60 | 44 | 24 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 29/00 | 18 | 21 | 21 | 22 | 15 | 11 | 5 | 7 | 7 | 0 |
| G02B 6/00 | 11 | 14 | 26 | 29 | 12 | 13 | 21 | 16 | 21 | 1 |
| G06F 3/00 | 21 | 33 | 19 | 23 | 16 | 26 | 17 | 9 | 11 | 2 |
| G09F 9/00 | 11 | 12 | 19 | 15 | 34 | 21 | 24 | 27 | 14 | 1 |

表 27 Quantum Dot 全球前十大 IPC-4 階歷年專利申請數量

| IPC-5階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L 27/12 | 27 | 28 | 14 | 27 | 20 | 17 | 17 | 35 | 6 | 0 |
| H01L 27/32 | 17 | 28 | 42 | 60 | 55 | 37 | 18 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 29/786 | 12 | 12 | 17 | 17 | 13 | 5 | 2 | 4 | 5 | 0 |
| G02F 1/1335 | 14 | 24 | 14 | 12 | 13 | 6 | 9 | 8 | 4 | 1 |
| H01L 51/50 | 8 | 12 | 15 | 37 | 26 | 23 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| C09K 11/02 | 14 | 14 | 17 | 23 | 24 | 34 | 32 | 34 | 34 | 8 |
| G02F 1/1362 | 15 | 11 | 12 | 8 | 12 | 5 | 12 | 8 | 3 | 2 |
| H01L 51/52 | 13 | 14 | 26 | 28 | 29 | 18 | 16 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 21/336 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02F 1/1333 | 14 | 17 | 9 | 12 | 13 | 5 | 16 | 15 | 7 | 1 |

表 28 Quantum Dot 全球前十大 IPC-5 階歷年專利申請數量

(三)我國前十大 IPC 分析

1. 低功耗高清顯示技術

我國前十大 IPC-3 階

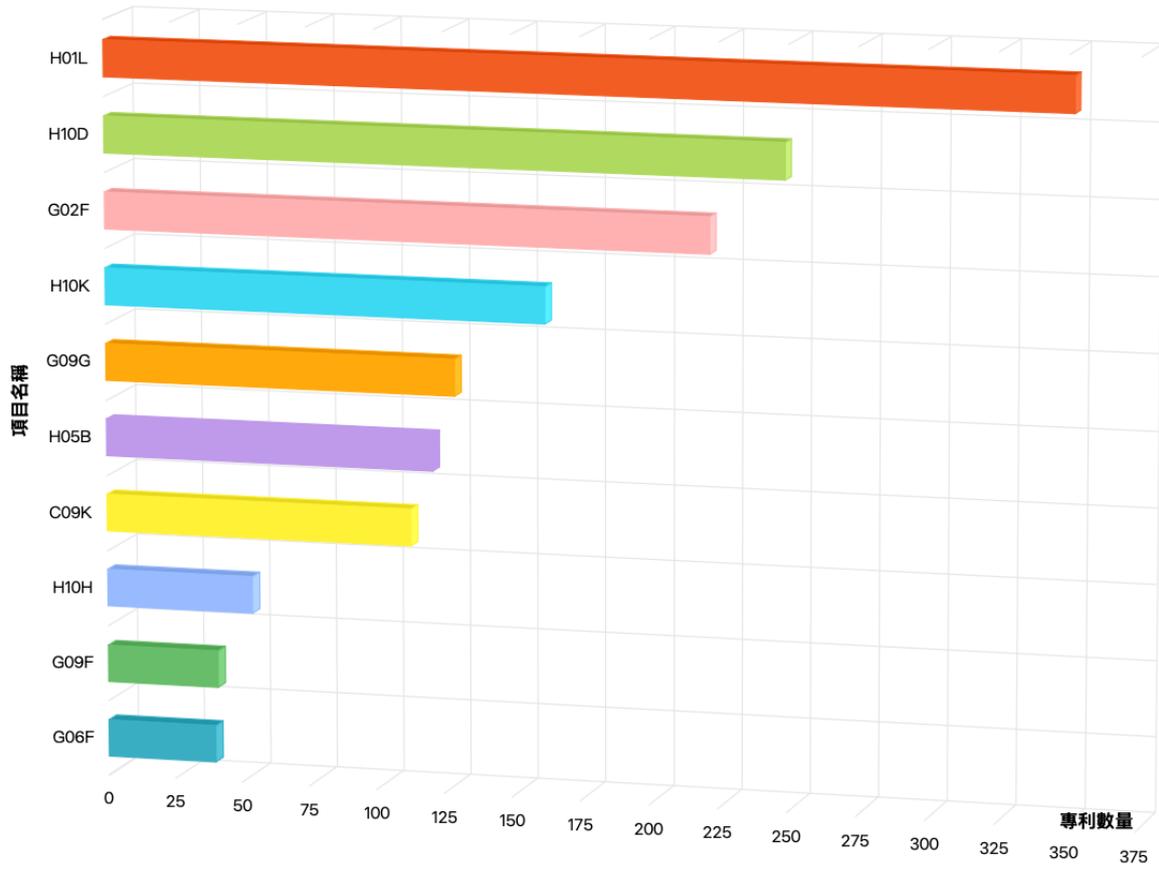


圖 36 低功耗高清顯示技術我國十大 IPC-3 階專利數量

我國前十大 IPC-4 階

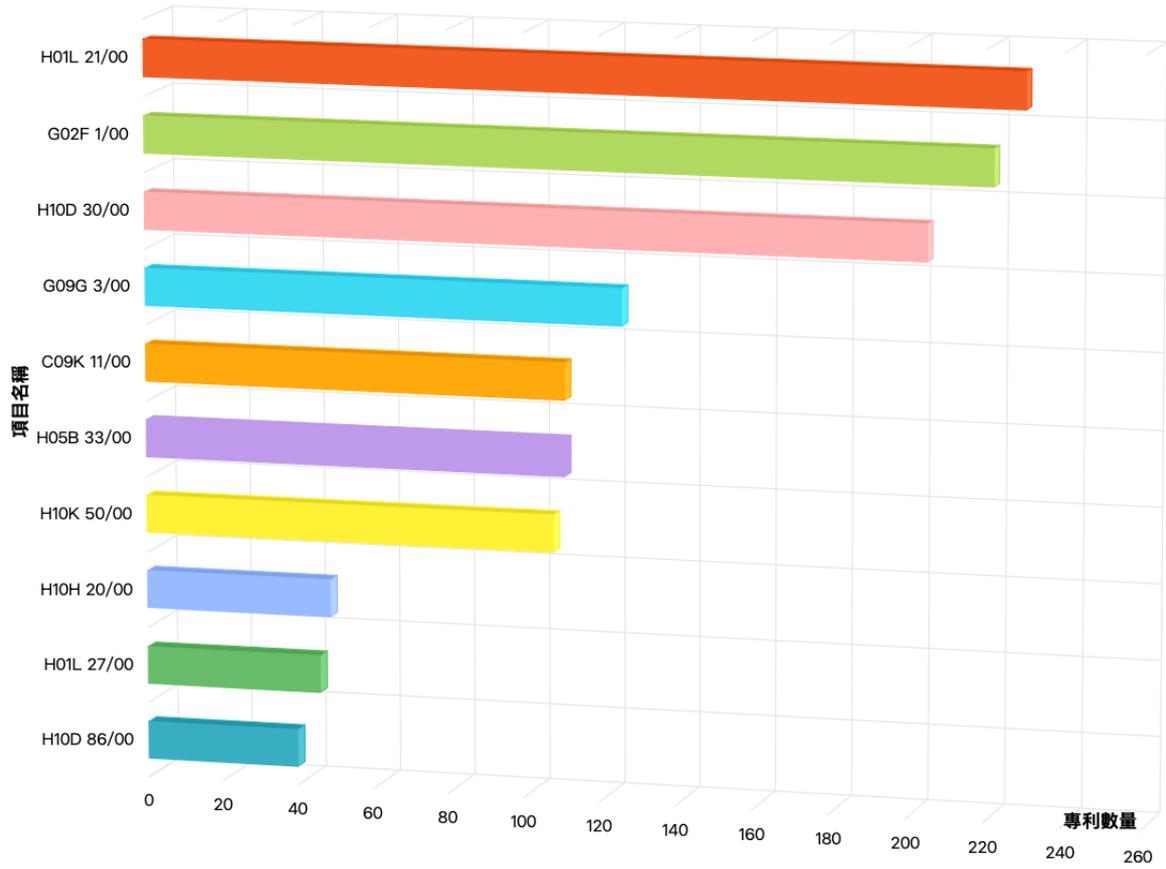


圖 37 低功耗高清顯示技術我國十大 IPC-4 階專利

我國前十大 IPC-5 階

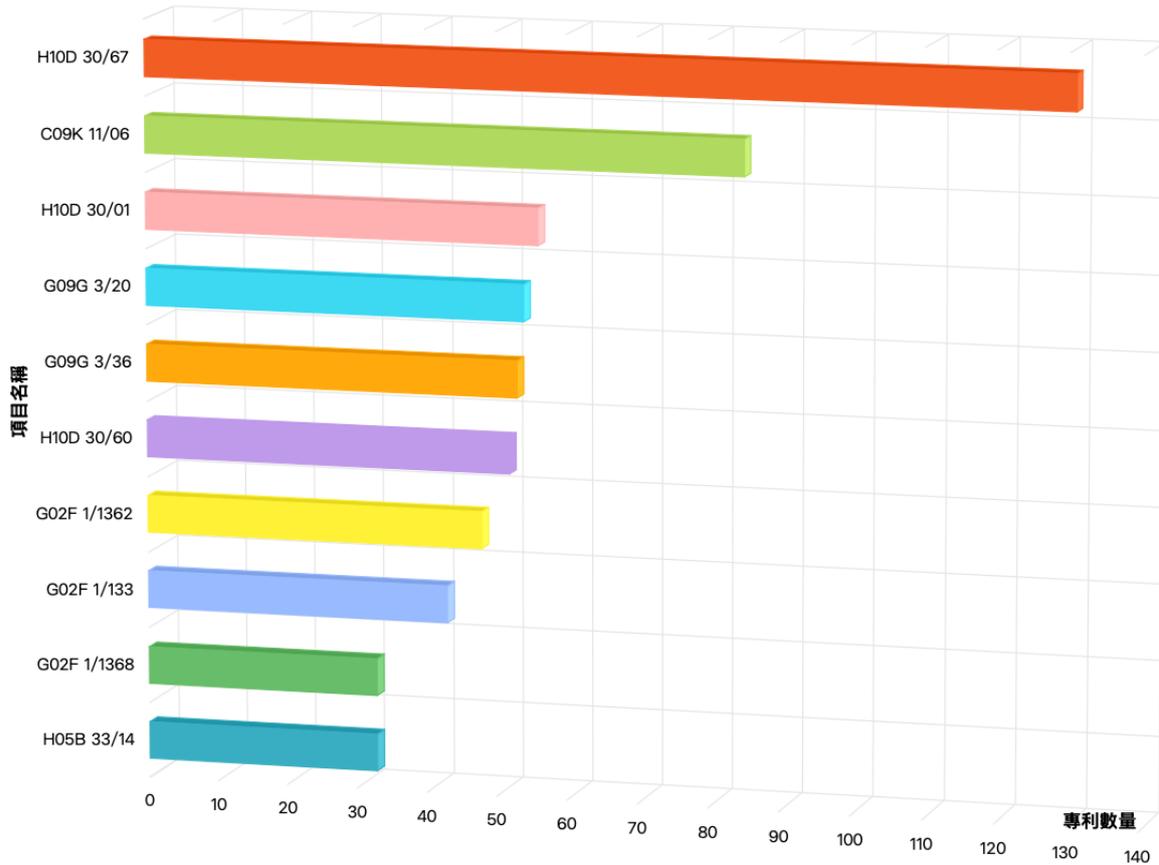


圖 38 低功耗高清顯示技術我國十大 IPC-5 階專利

我國在 IPC-3 階中，“H01L” 是專利申請量最多的分類，其在近年（比如 2016 年）申請量為約 333 件，到 2024 年仍有約 320 多件，雖然到 2025 年數字顯著下降（如約數十件）。相較之下第二位的“H10D” 在 2016 年約 240 件，在 2022-2023 年期也維持在約兩百件上下，但未曾超過 H01L。這表示在我國低功耗高清顯示技術中，半導體／固態電子裝置（H01L）長期是核心技術領域。

我國 IPC-4 階的子類中，H01L21/00 是申請量最高的子類，大約在 2016 年也有超過 230 件專利申請；另一個熱門的子類是 G02F V/00（光學元件控制光線之類）也有類似水平。某些子類像 H10K 50/00 在近幾年（如 2022-2023 年）申請量快速攀升至約 150-200 件，說明有機／有機電元件與顯示器製程中光學控制部分在這些年受到較大研發關注。

在細分至 IPC-5 階層時，分類“H10D 30/67” 是我國申請量最高的一項子分類，其在某年（例如 2023 年）申請量約 135-140 件；第二名“C09K 11/06” 大致在 90-110 件；再往下如“G09G 3/20” 或“G09B 3/36” 等細分項目，也各有數十件申請。這些細分顯示我國在顯示技術中對於材料／塗層（C09K）、光學元件結構（G09G／G09B）以及顯示驅動／發光元件細節（如 H10D 子類等）的研發投入較多。

2. LTPO/LTPS

在 IPC 3 階中，H01L（半導體裝置）以約 150 件領先，顯示我國在 LTPO/LTPS 核心半導體元件方面具備強大專利基礎。G02F（光學裝置）緊追在後，約 130 件，反映顯

示系統中的光學控制備受重視；H10D（平板顯示區域像素控制）約 120 件，表明源極薄膜驅動與像素設計為專利重點。G09G（顯示控制）約 110 件，顯示整體驅動控制技術亦為關鍵競爭領域。其他如 G09F（畫面重繪）、H10B（電子束顯示）、G06F（數位處理）、H10K（TFT 製程）及 G11C（記憶元件）亦各有 10–30 件專利，代表我國廠商在輔助關鍵技術有均衡布局。

進入 IPC 4 階，G02F 1/00（光學控制）以約 130 件居冠，顯示 LTPO 光學與顯示整合技術高度集中；G09G 3/00（控制系統）緊隨約 115 件，專注驅動控制與顯示系統的技術深耕；H10D 30/00（薄膜驅動／顯示元件）約 110 件，凸顯像素級控制技術仍為核心競爭項目；H01L 21/00（晶片沉積）約 105 件、H01L 27/00（複合晶片結構）與 H01L 29/00（元件製程）分別約 25–27 件，顯示我方在晶片靶材與製程整合方向已有穩固布局。G06F 3/00（數位訊號處理）與 G09F 9/00（重繪技術）亦各在約 10–20 件內，補足驅動演算法部分。

於 IPC 5 階層面，H10D 30/67（LTPS 薄膜驅動構造）以約 75 件領先，反映高品質 LTPS TFT 結構在我國布局全面。

在 IPC 3 階中，H01L（半導體裝置）以約 150 件居冠，後續 G02F（光學裝置）與 H10D（電致發光裝置結構）亦達 130 件以上，凸顯 LTPO/LTPS 技術在基板與 TFT 結構上的重心布局。同屬顯示控制領域的 G09G、G09F 與 H10B，分別在 110 件、30 件與 20 件左右，顯示面板驅動及節能電路設計亦是我國重要攻堅項目。其餘如 G06F（電子計算）、G11C（記憶錄放）與 H05B（顯示裝置總體設計）則維持在兩位數以下。

進入 IPC 4 階後，G02F 1/00（光學控制）專利量達 130 件以上，顯示 LTPO/LTPS 在光學效率與反射控制方面具備創新實力。G09G 3/00（顯示系統控制）與 H10D 30/00（電致顯示器結構）亦達 110 件左右，反映在面板驅動電路與顯示結構整合技術持續布局。H01L 21/00（成膜技術）與 H01L 27/00（材料層結構）則在 100 件左右，顯示關鍵製程與薄膜材料應用仍為研究焦點，而其他分類如 H01L 29/00、H01L 33/00、H01L 31/00、G06F 3/00、G09G 3/00 則集聚於 40–60 件左右，為元件內部結構設計和高階控制模組提供技術支撐。

在 IPC 5 階層分析中，H10D 30/67（顯示裝置模組構造）以 75 件領先，顯示系統模組整合為主要專利申請方向。其次 G09G 3/20、G09G 3/36（顯示控制細分領域）與 G02F 1/1362（光學薄膜結構），分別約 50–55 件與 45 件，反映 LTPO/LTPS 技術在顯示控制優化與光學材料應用上具備布局。此外，還有如 H10D 30/01、G02F 1/1335 與 1/1336 等專利，約 20–30 件，聚焦於厚度微結構、薄膜印刷與製程精度優化等關鍵環節。

整體而言，我國在 LTPO/LTPS 專利中於 IPC 3 至 5 階皆展現強項，尤其在光學控制、顯示模組整合、薄膜與 TFT 結構技術的申請上均有穩健布局。這反映出本技術正由晶片層、材料層一路向模組與系統整合發展，證明國內產業已掌握 LTPO/LTPS 全製程核心。

我國十大 IPC-3階

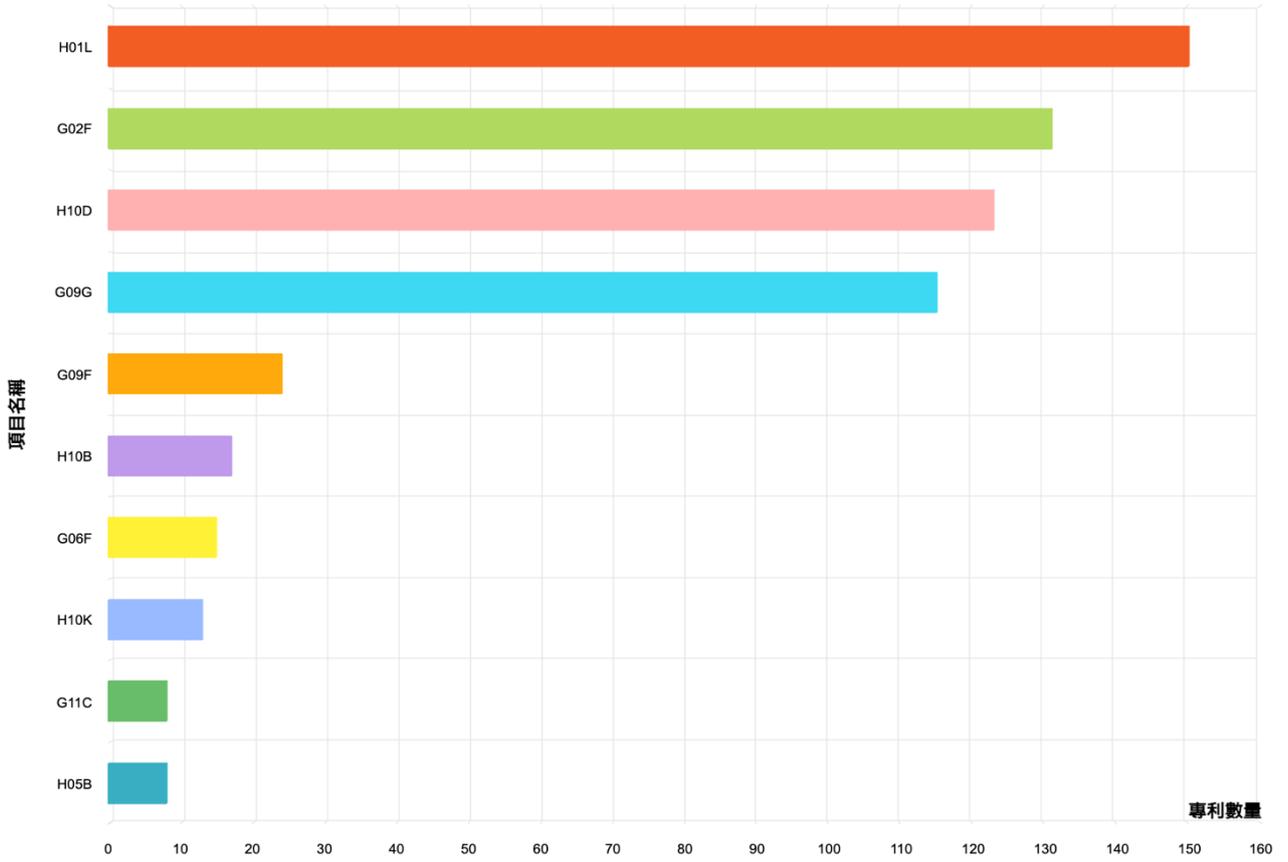


圖 39 LTPO/LTPS 我國十大 IPC-3 階專利數量

我國十大 IPC-4階

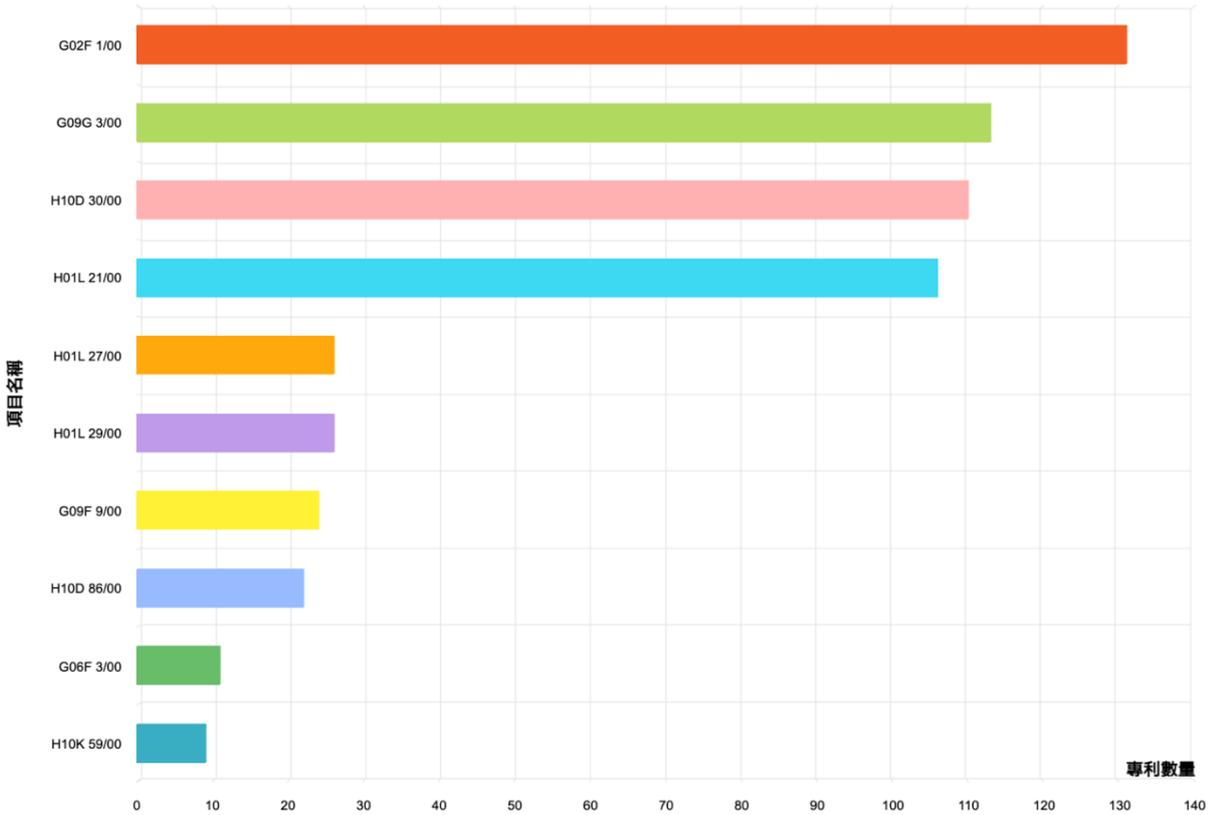


圖 40 LTPO/LTPS 我國十大 IPC-4 階專利數量

我國十大 IPC-5階

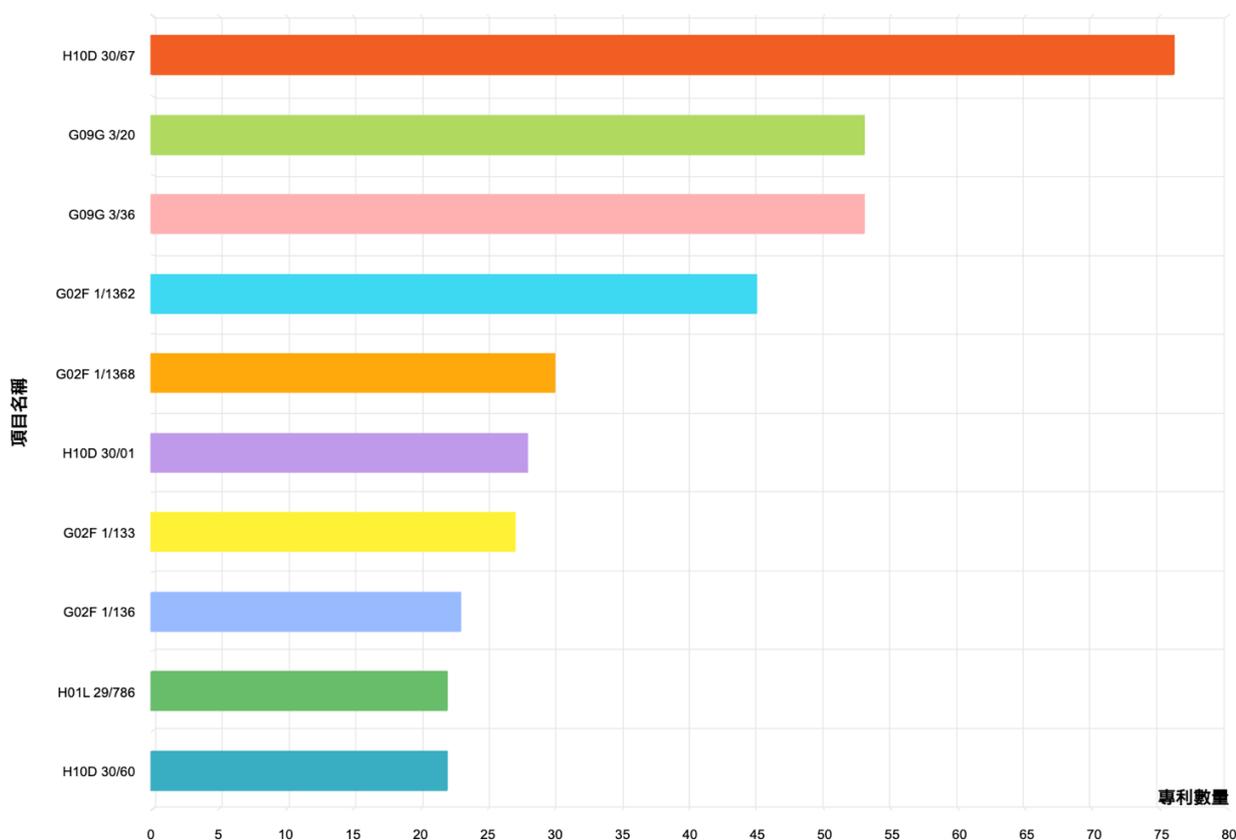


圖 41 LTPO/LTPS 我國十大 IPC-5 階專利數量

3. OLED

從 IPC 三階統計來看，H10K（有機半導體裝置）排名第一，專利數量最多，顯示我國在有機發光元件核心技術（如結構、電荷傳輸、發光層設計）上有積極投入。C09K（特殊材料組成物）與 G09G（顯示控制裝置）分列第二、第三，代表在材料配方（如有機發光材料、封裝樹脂）及面板驅動控制上，都具備強化布局。H01L（半導體元件結構）、H05B（發光裝置技術）等也位列前五，進一步證實我國並非僅專注於中下游製造，而是涵蓋從核心結構到應用端的全面技術堆疊。

在 IPC 四階分類中，H10K 50/00（有機半導體裝置的一般結構）專利件數最多，緊隨其後的 C09K 11/00（含有發光組成物）、G09G 3/00（控制電路與顯示系統）、H05B 33/00（發光模組結構）與 H01L 51/00（有機半導體層設計）共同構成 OLED 技術的核心領域。此顯示臺灣專利強調結構創新與材料創新雙主軸，同時在驅動技術與模組整合層面保持關鍵競爭力。

在 IPC 四階分類中，H10K 50/00（有機半導體裝置的一般結構）專利件數最多，緊隨其後的 C09K 11/00（含有發光組成物）、G09G 3/00（控制電路與顯示系統）、H05B 33/00（發光模組結構）與 H01L 51/00（有機半導體層設計）共同構成 OLED 技術的核心領域。此顯示臺灣專利強調結構創新與材料創新雙主軸，同時在驅動技術與模組整合層面保持關鍵競爭力。

綜合而言，臺灣在 OLED 技術的 IPC 布局反映出「強項補強」的策略：發揮我國在精密製造與工程整合上的優勢，透過相關專利確保在 OLED 生產工藝上的話語權。這樣

的布局取向與臺灣在 OLED 產業中扮演的角色一致，即聚焦於中游製造技術的突破，而非上游原始材料的研發。

我國十大 IPC-3 階

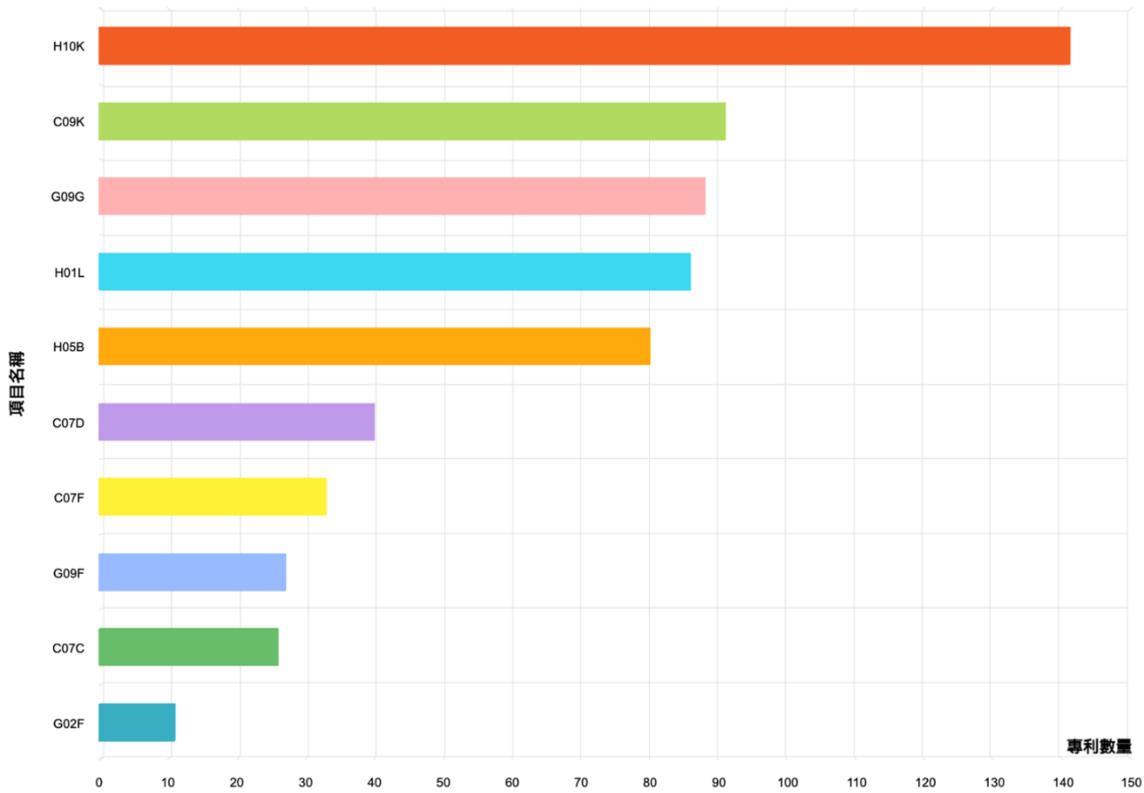


圖 42 OLED 我國十大 IPC-3 階專利數量

我國十大 IPC-4階

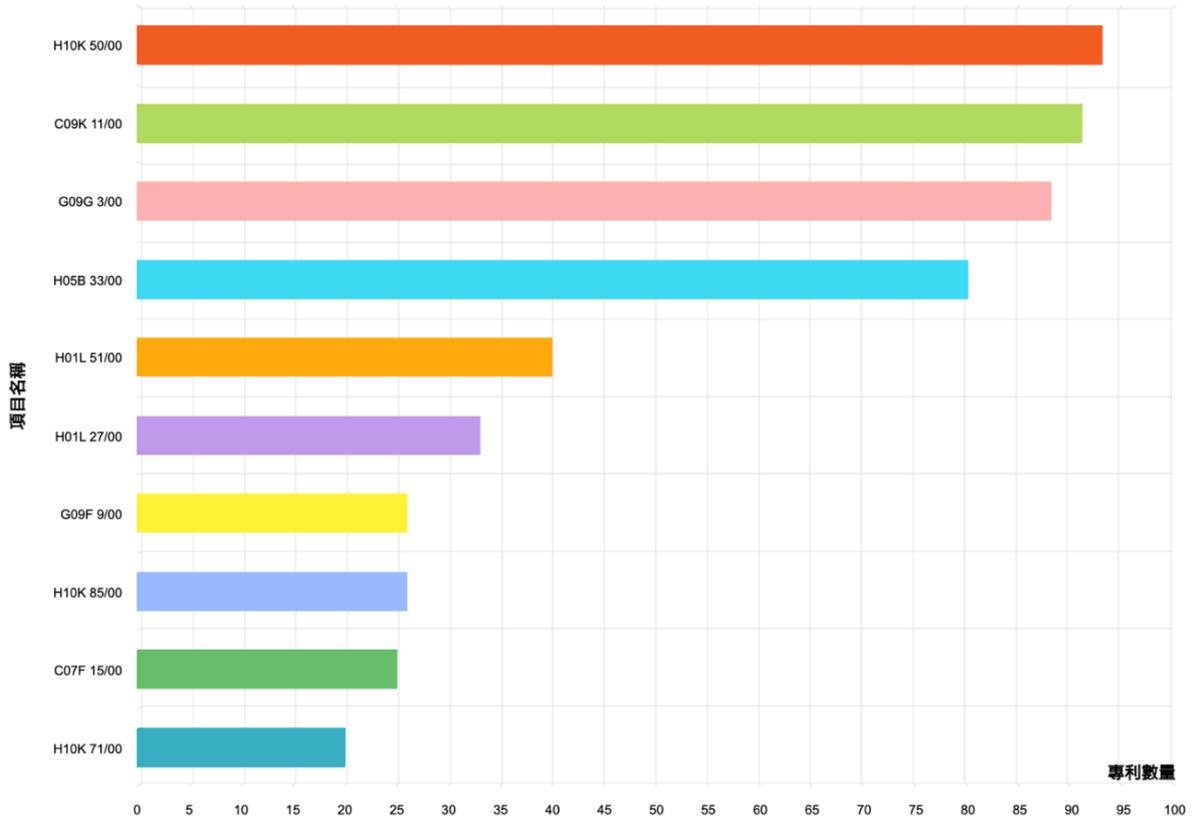


圖 43 OLED 我國十大 IPC-4 階專利數量

我國十大 IPC-5階

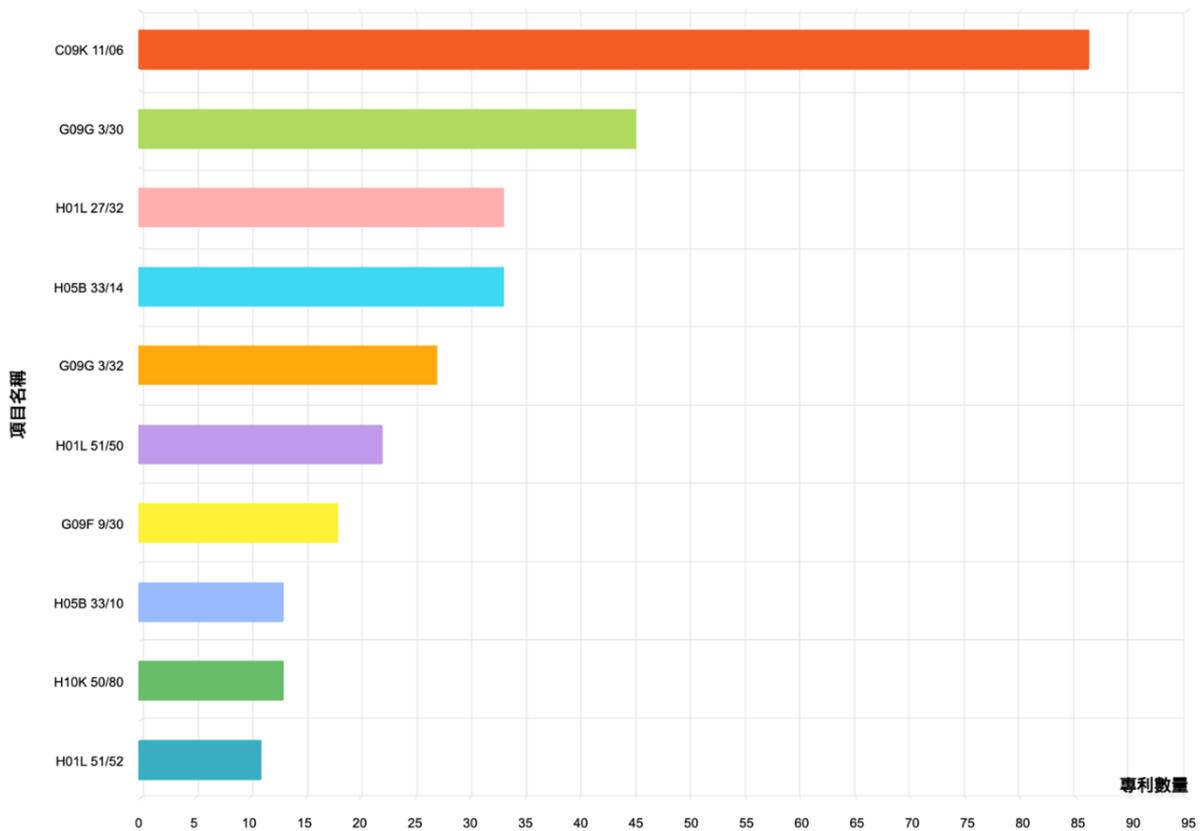


圖 44 OLED 我國十大 IPC-5 階專利數量

4. Micro-LED

我國在 Micro-LED 技術領域的前十大 IPC 分類號分布，整體上仍以 H01L（半導體器件）與 G02F（光學元件）為主體，且比例上相較全球更為集中於核心半導體製程與光學調變相關領域。從 IPC-3 階來看，H01L 以超過 300 件專利遙遙領先，顯示臺灣在 Micro-LED 晶片與封裝結構設計上的深厚研發基礎；G02F 亦超過 150 件，突顯光學調變、波導與耦合相關的關鍵專利投入。

再細看 IPC-4 階，H01L 21/00（半導體製造或處理）排名第一，反映我國在微米級半導體製程、巨量轉移及表面改質技術上的集中研發；G02F 1/00（有源光學元件）則緊隨其後，說明在光學控制元件與顯示模組的專利布局已趨成熟。此外，G03F 7/00（光刻或光學微影技術）與 H10D 30/00（特定應用之顯示裝置）也佔有顯著比重，體現臺灣技術團隊積極投入製程微縮與特殊顯示應用之開發。

於 IPC-5 階進一步分析，H01L 21/027（半導體裝置之表面處理或修飾技術）專利數量最高，清楚顯示巨量轉移與晶片表面品質改良的關鍵性；G02F 1/133（電光或其他有源光學控制結構）與 G03F 7/20（曝光方法）等分類亦居前列，進一步印證在光電耦合、微結構光學設計上的深度耕耘。其他如 H10D 30/67、G02F 1/136、G02F 1/1335 等細分類則代表更進一步的光學特性優化與次系統組裝。

整體來看，臺灣在 Micro-LED 專利 IPC 分類的布局表現出「製程核心」與「光學應用雙主軸」特徵。相較於全球更強調系統整合與終端應用，臺灣專利更偏重如何解決高密度晶片排列、微轉移良率提升、以及光學性能精細調校等製造端挑戰。這樣的分布非常符合臺灣在全球 Micro-LED 產業鏈中的角色定位，專注於材料、晶片與先進封裝製程，以精密製造為核心競爭優勢，並透過相關專利保障國內業者在供應鏈上的重要地位與技術優勢。

我國十大 IPC-3階

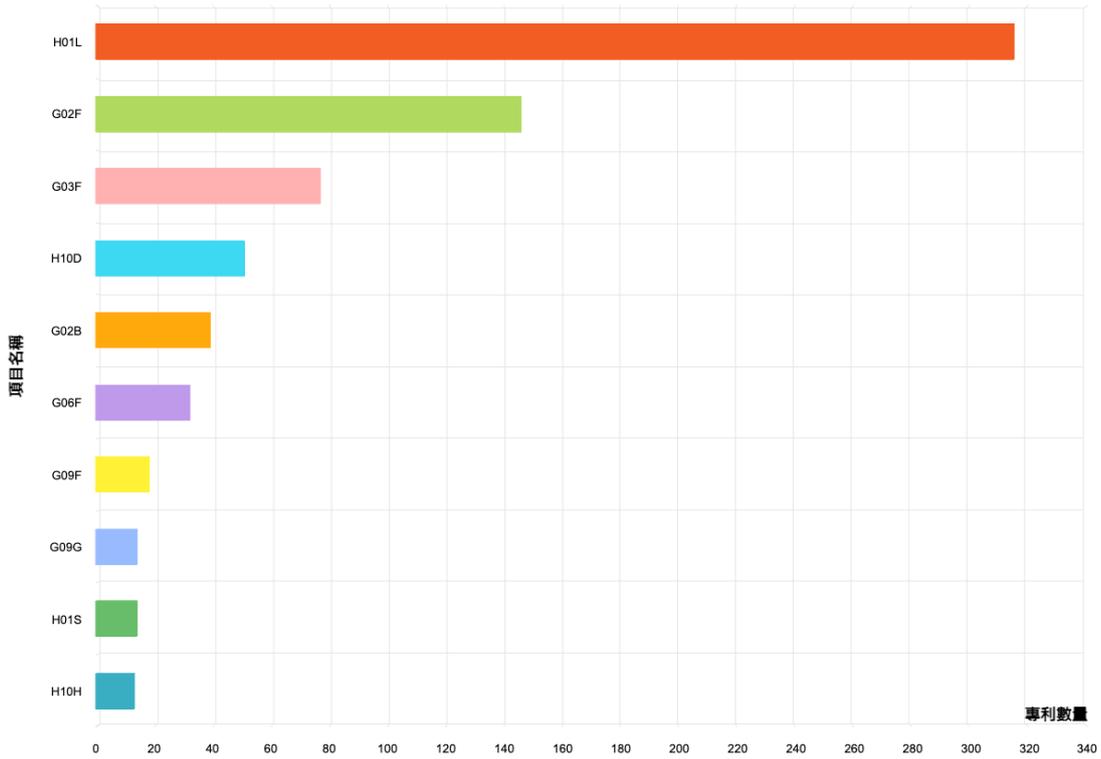


圖 45 Micro-LED 我國十大 IPC-3 階專利數量

我國十大 IPC-4階

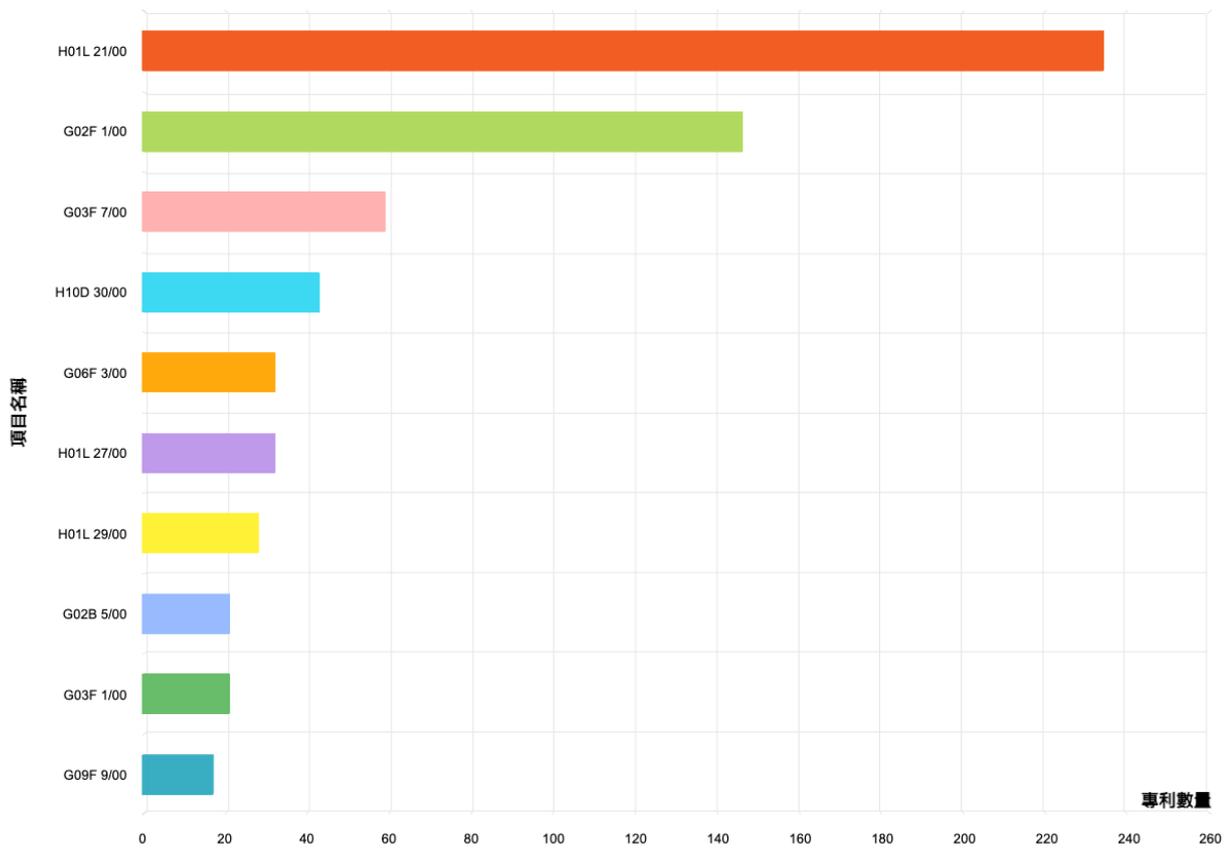


圖 46 Micro-LED 我國十大 IPC-4 階專利數量

我國十大 IPC-5階

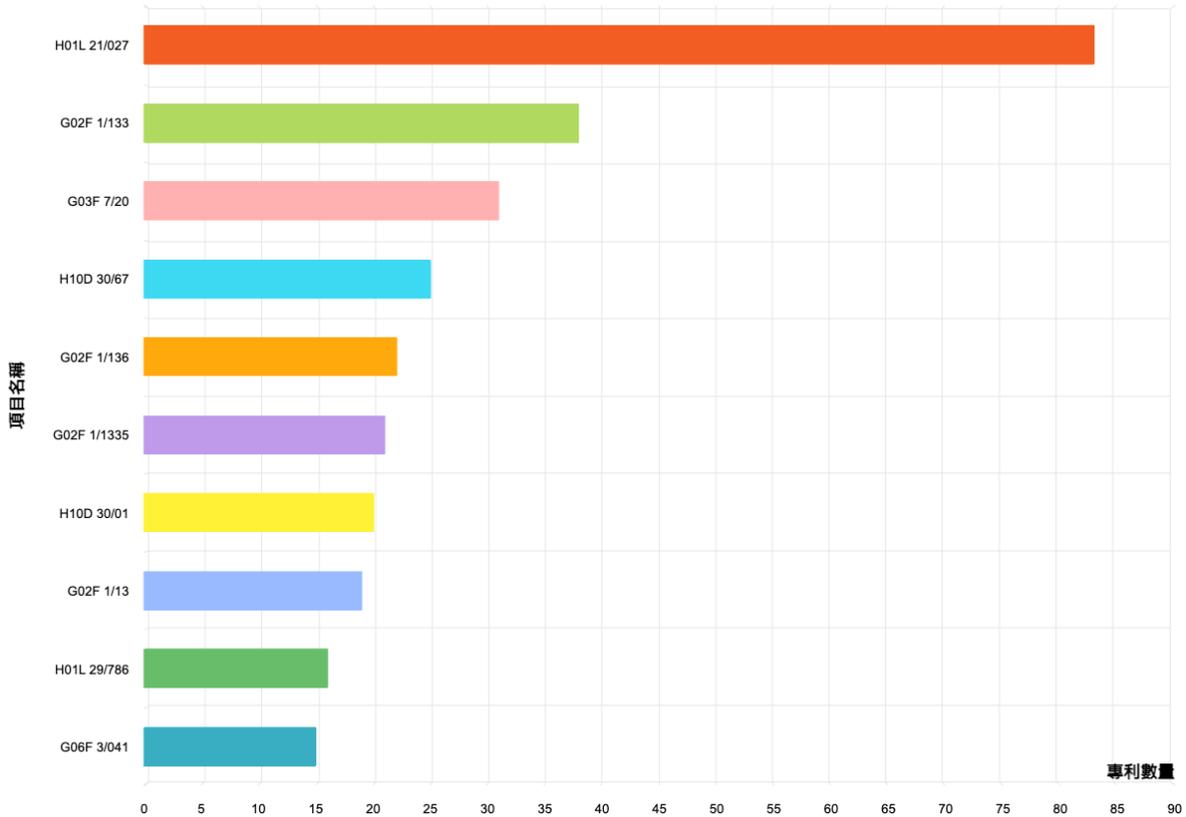


圖 47 Micro-LED 我國十大 IPC-5 階專利數量

5. Quantum Dot

在臺灣的量子點 (Quantum Dot, QD) 技術專利布局中，前十大 IPC 分類號的分布以 H01L (半導體裝置與光電元件) 為最大宗，專利件數明顯領先，顯示出臺灣研發重心仍聚焦於核心發光元件與半導體結構的技術改良與應用。其次為 G02B (光學元件或系統) 和 G02F (光學控制裝置)，兩者件數相近，反映出臺灣業者對光學模組、色彩調控以及量子點在背光或顯示中的光學應用，持續有實質投入。

在臺灣的量子點 (Quantum Dot, QD) 技術專利布局中，前十大 IPC 分類號的分布以 H01L (半導體裝置與光電元件) 為最大宗，專利件數明顯領先，顯示出臺灣研發重心仍聚焦於核心發光元件與半導體結構的技術改良與應用。其次為 G02B (光學元件或系統) 和 G02F (光學控制裝置)，兩者件數相近，反映出臺灣業者對光學模組、色彩調控以及量子點在背光或顯示中的光學應用，持續有實質投入。

從 IPC 四階分類來看，H01L 21/00 (半導體裝置或元件的製造或處理) 專利數量居冠，顯示臺灣技術布局非常強調晶片與發光元件製造相關技術，明顯延續臺灣在半導體製造工藝上的長期優勢。其次，G02F 1/00 (光調製裝置) 和 G06F 3/00 (輸入裝置) 也在前列，展現量子點在光電調控、顯示輸入輸出應用等整合性方向的持續布局。

IPC 五階細分上，H01L 21/027 (半導體裝置的製造方法) 排名最高，專利件數明顯高於其他細分類，表現出臺灣專利聚焦於晶片製造、結構修飾與提升良率的技術改良；而 H01L 21/76、G02F 1/133 等則圍繞著製程優化、結構改善與光學性能提升，顯示臺灣專利重點放在量產技術與組件製作的實務層面。

綜合觀察，臺灣的 QD 技術專利布局呈現出強烈的「製造驅動」特徵，與全球偏重材料研發、量子點組成配方等差異化策略相比，臺灣更著重於如何在現有材料基礎上提升製程可靠度、良率和性能表現。這樣的 IPC 分布特性也反映出臺灣在顯示與半導體產業鏈中擔任中游製造與整合關鍵角色的產業定位。

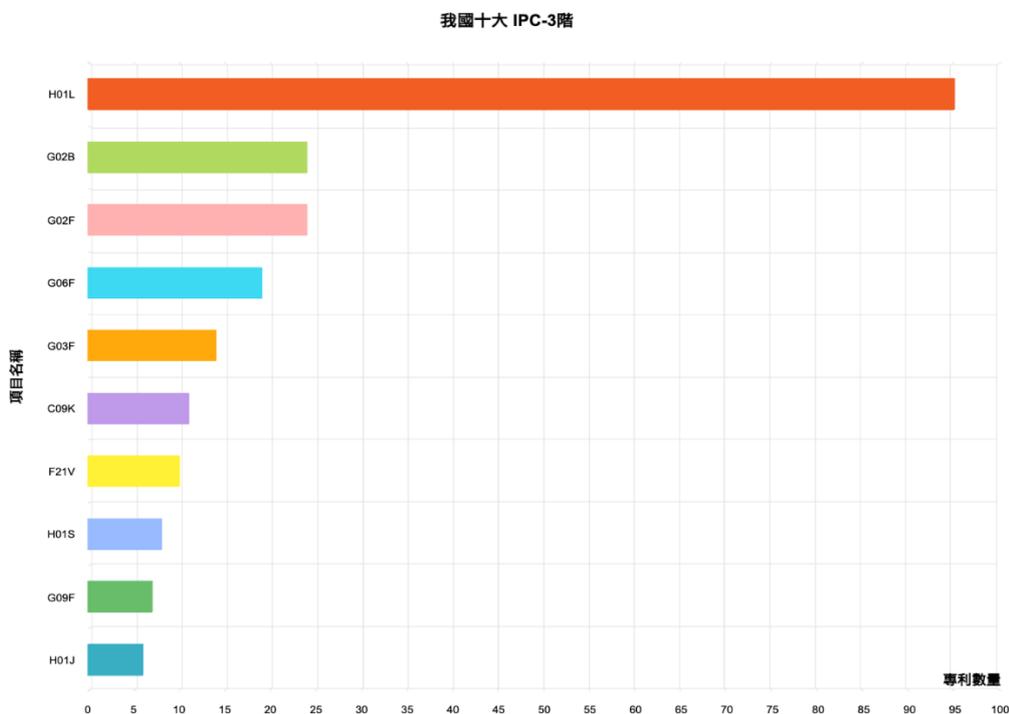


圖 48 Quantum Dot 我國十大 IPC-3 階專利數量

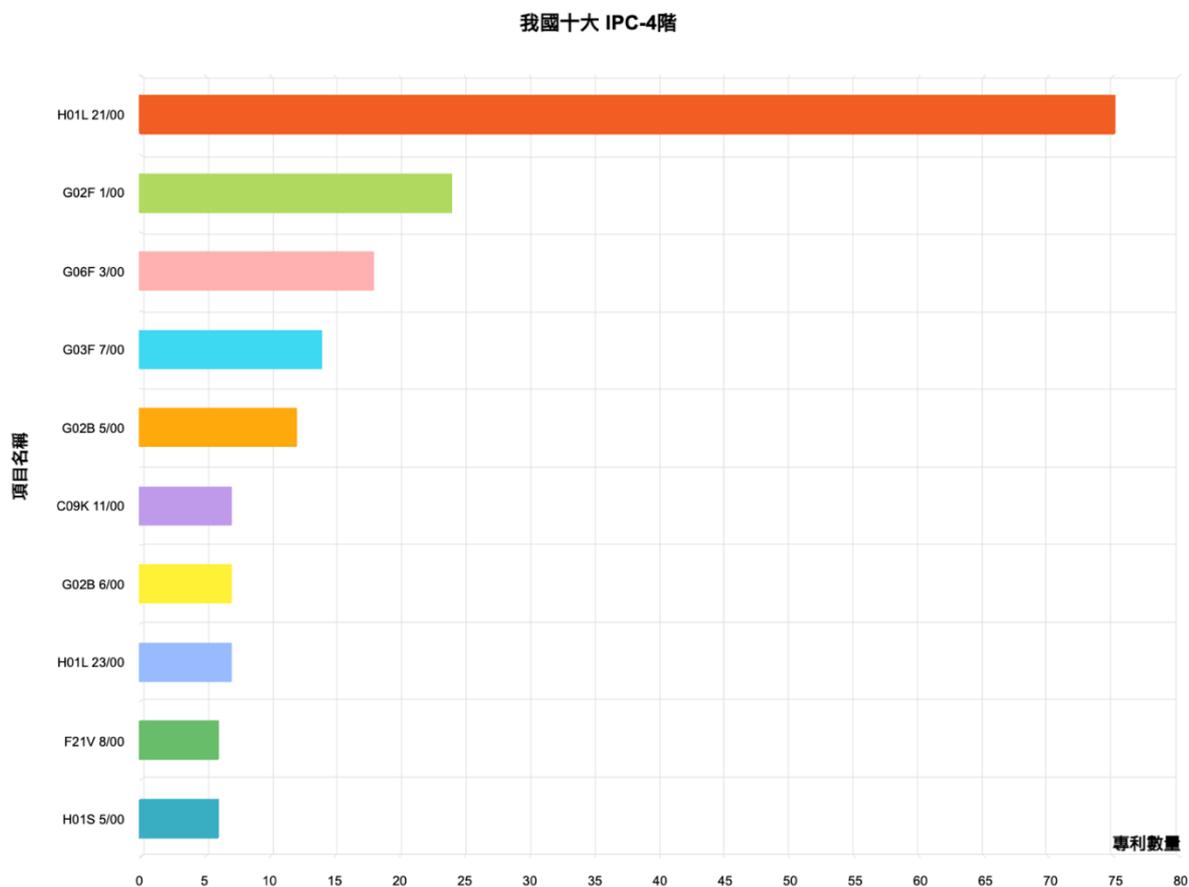


圖 49 Quantum Dot 我國十大 IPC-4 階專利數量

我國十大 IPC-5階

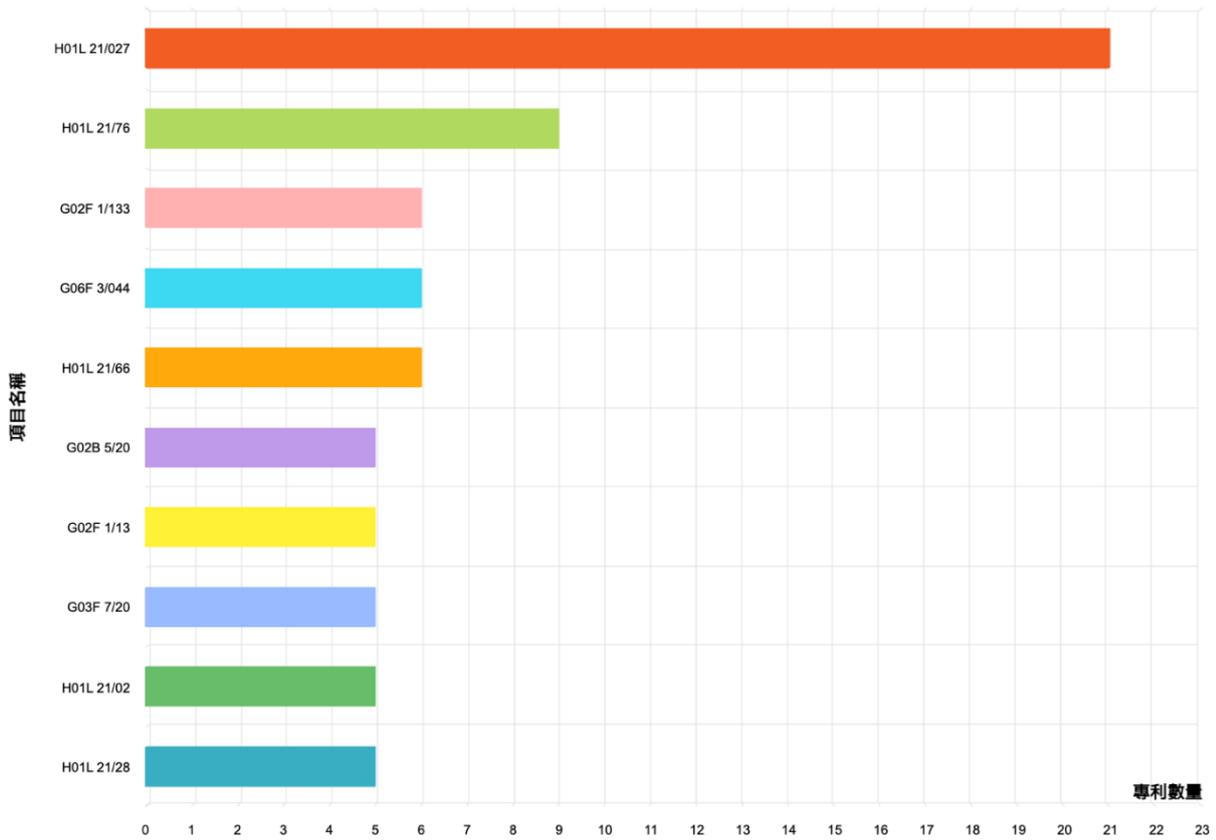


圖 50 Quantum Dot 我國十大 IPC-5 階專利數量

(四)我國前十大 IPC 趨勢分析

1. 低功耗高清顯示技術

| IPC-3階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L | 1 | 5 | 8 | 5 | 7 | 8 | 6 | 14 | 3 | 0 |
| H10D | 7 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 0 |
| G02F | 2 | 1 | 7 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 |
| H10K | 8 | 7 | 14 | 4 | 5 | 6 | 14 | 5 | 8 | 0 |
| G09G | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 0 | 1 | 0 |
| H05B | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 |
| C09K | 4 | 0 | 3 | 3 | 5 | 3 | 13 | 1 | 3 | 0 |
| H10H | 3 | 2 | 2 | 1 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4 | 0 |
| G09F | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| G06F | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 29 低功耗高清顯示技術我國十大 IPC-3 階歷年專利申請數量

| IPC-4階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L 21/00 | 10 | 3 | 4 | 4 | 5 | 7 | 4 | 10 | 0 | 0 |
| G02F 1/00 | 2 | 1 | 7 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 |
| H10D 30/00 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| G09G 3/00 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 3 | 4 | 0 | 1 | 0 |
| C09K 11/00 | 4 | 0 | 3 | 2 | 5 | 3 | 13 | 1 | 3 | 0 |
| H05B 33/00 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 |
| H10K 50/00 | 5 | 4 | 9 | 3 | 3 | 4 | 11 | 4 | 6 | 0 |
| H10H 20/00 | 3 | 2 | 2 | 0 | 5 | 2 | 4 | 3 | 4 | 0 |
| H01L 27/00 | 2 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10D 86/00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

表 30 低功耗高清顯示技術我國十大 IPC-4 階歷年專利申請數量

| IPC-5階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H10D 30/67 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| C09K 11/06 | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 12 | 1 | 3 | 0 |
| H10D 30/01 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| G09G 3/20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| G09G 3/36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10D 30/60 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02F 1/1362 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02F 1/133 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02F 1/1368 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H05B 33/14 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |

表 31 低功耗高清顯示技術我國十大 IPC-5 階歷年專利申請數量

我國在 IPC-3 階中，分類 H01L 在 2016 年有約 11 件申請，2017、2018 年也分別為 5、8 件，之後每年浮動，2023 年達到約 14 件，但到了 2024 年、2025 年幾乎為零。H10D 在這階中則於 2016 年約 7 件，之後多數年份維持在約 1-8 件的低水準。這反映在我國，半導體／固態電子裝置相關的技術（H01L）雖然是 IPC-3 排行中首位，但總量仍偏低，且沒有呈現大幅持續上升的趨勢。

在 IPC-4 階層中，我國的 H01L 21/00 在 2016 年有約 10 件申請，2021 年達約 7 件，2023 年回升至約 10 件，但 2024、2025 年幾乎沒有申請²。子類中像 H10K 50/00 在 2022 年有回升（約 11 件）但之後也降。這表示這些細分技術在我國的研究投入有周期性的波動，未能持續擴張。

在 IPC-5 階層，子分類例如“C09K 11/06”在 2016 年約 4 件申請，2022 年有明顯增加至約 12 件，但在 2023 年以後回落；而“H10D 30/67”在這階段也只在某些年份出現 1-3 件申請，其餘年份多為零或非常少³。由此可見，在非常細緻的子項目中，我國的技術專利申請量整體偏低，並且這些子項目的活躍度高度集中在少數年份。

整體而言，這些資料顯示我國在低功耗高清顯示技術從 2016 年起至今，在 IPC-3～IPC-5 階層的專利申請數量非常有限，尤其是細分類別如 IPC-5。H01L 雖為主體大類，但其細分子類與非常細節的技術（如材料塗層、發光結構等）的申請量並未形成穩定成

長。這暗示該領域於我國可能仍處於技術探測期，未進入高度成熟或大規模爆發的創新期¹。

2. LTPO/LTPS

H01L (半導體裝置/背板與驅動) 在我國 IPC-3 的觀察顯示出「早期集中、近期趨緩」的格局：2016 - 2019 年申請量走高 (2019 年達峰)，之後雖仍維持一定基數但逐年回落，這指向背板與製程技術從快速探索轉入以良率與製程改良為主的成熟階段²。

光學與材料 (如 G02F/G02B/C09K) 以及驅動/控制 (如 H10K/H10D) 則呈現「持續但分期性活躍」：光學與材料類保持穩定申請以優化耦合與封裝，驅動/控制在特定年份出現跳躍式增加，反映出廠商會在量產驗證或終端採用 (如可變刷新率、省電功能) 階段集中提交關鍵應用專利³。

因近年 (2024 - 2025) 公開數字普遍偏低，必須注意專利公開的時滯效應——多數申請會在提出後約 18 個月公開，因此短期數據下滑不必然等同技術冷卻，應以至少兩年滾動視角並交叉檢索各局公報後再下結論[1]。

| IPC-3階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H10D | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| H01L | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02F | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G09G | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| H10B | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G09F | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| H05B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10K | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| G06F | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G11C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 32 LTPO/LTPS 我國十大 IPC-3 階歷年專利申請數量

| IPC-4階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H10D 30/00 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| G02F 1/00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G09G 3/00 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 21/00 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10D 86/00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| H01L 27/00 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G09F 9/00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| H01L 29/00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H05B 33/00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10D 84/00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

表 33 LTPO/LTPS 我國十大 IPC-4 階歷年專利申請數量

| IPC-5階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H10D 30/67 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| G09G 3/20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| G09G 3/36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02F 1/1362 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10D 30/01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10D 30/60 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02F 1/1368 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02F 1/133 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02F 1/136 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 29/786 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 34 LTPO/LTPS 我國十大 IPC-5 階歷年專利申請數量

¹ 經濟部智慧財產局「專利 IPC 與我國行業統計分類關聯表及統計應用分析報告」。

² OLED-Info, (n.d.), LTPO is an OLED display backplane technology.

³ Taiwan Intellectual Property Office (TIPO), Q4 2023, Trends & Comparisons (TIPO IPR statistics).

3. OLED

H01L（半導體裝置／背板與驅動）在我國的 OLED IPC-3 到 5 階檢索中持續為主要關注點，顯示廠商仍在背板製程、晶片驅動與封裝介面上投入研發；這類基礎製程與結構技術常為量產化與良率提升的核心，因此長期保持穩定申請能見度¹。

光學／材料與驅動類別（例如 G02F、C09K、H10K）呈現較分散但持續的申請活動，代表台灣業者除背板外，也在光學耦合、薄膜/表面處理與驅動電路（以支援高畫質與省電功能）等環節進行專利佈局；這與本地面板廠（例如 AUO、Innolux）長期在顯示技術與面板製程上累積 IP 的情形相呼應，且廠商常藉由發表、合作或技轉強化其技術組合²³。

| IPC-3階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| G02F | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| H01L | 0 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| C09K | 0 | 0 | 2 | 1 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| H10H | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| H10K | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| H10D | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02B | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| G06F | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G09G | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| G09F | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 35 OLED 我國十大 IPC-3 階歷年專利申請數量

| IPC-4階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| G02F 1/00 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| H01L 21/00 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| C09K 11/00 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| H10H 20/00 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| G06F 3/00 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10D 30/00 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10K 50/00 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| G09F 9/00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G09G 3/00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| H10K 71/00 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |

表 36 OLED 我國十大 IPC-4 階歷年專利申請數量

| IPC-5階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| G02F 1/133 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02F 1/13 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02F 1/1335 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| G02F 1/1337 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C09K 11/08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| C09K 11/02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| C09K 11/06 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| G02F 1/136 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10D 30/01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10D 30/67 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 37 OLED 我國十大 IPC-5 階歷年專利申請數量

4. Micro-LED

從表格可見我國在 Micro-LED 領域的公開專利件數仍屬小量級且波動明顯，H01L（背板/晶片/封裝相關）為主要集中點，2016 - 2023 年間以 2023 年出現較明顯的跳升

¹ TIPO, 2023, TIPO Releases the State of Patent and Trademark (TIPO patent statistics).

² AU Optronics, Apr. 2013, AUO Publishes 65-inch Full HD OLED Panel Technology Paper at SID Display Week.

³ MicroLED-Info / Innolux, Jun. 2, 2023, Innolux shows new microLED display prototypes at Display Week 2023.

(表中 H01L=13) 為峰值，顯示國內廠商以製程、轉移與封裝等「製造關鍵節點」為研發與專利佈局重心¹²。

數據中 G02F/C09K (光學耦合、薄膜/材料處理) 與 H10K/H10D (驅動/掃描) 雖為較小但持續出現，這反映產業從「單晶片製作」逐步外延到「光學耦合、轉移/貼附 (mass transfer)、良率檢測/修補與驅動電路優化」等系統層面；這些方向正是當前學術與產業報告指出的瓶頸與商業化核心 (尤其 mass-transfer 與良率是量產的主挑戰)³⁴。

國內單位若欲提升影響力，應集中在「量產關鍵技術」——例如高效率的 mass-transfer、測試/修補流程、以及驅動/掃描策略的可靠性與低功耗方案。且因整體專利數仍有限，採取「少而精」的高價值專利策略 (把研發資源放在能被授權或具談判籌碼的關鍵製程與材料) 比盲目堆量更具效益⁵。

| IPC-3階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L | 8 | 2 | 2 | 4 | 6 | 7 | 4 | 13 | 2 | 0 |
| H10D | 4 | 2 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| G02F | 1 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| H10H | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 0 |
| C23C | 3 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 |
| H10K | 2 | 0 | 4 | 0 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| H10F | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| C30B | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| G02B | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| H05B | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |

表 38 Micro-LED 我國十大 IPC-3 階歷年專利申請數量

| IPC-4階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L 21/00 | 3 | 2 | 2 | 4 | 5 | 6 | 4 | 9 | 0 | 0 |
| G02F 1/00 | 1 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| H10D 30/00 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| H10H 20/00 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 0 |
| C23C 16/00 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 |
| H01L 33/00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 27/00 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 29/00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10H 29/00 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| H01L 25/00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 |

表 39 Micro-LED 我國十大 IPC-4 階歷年專利申請數量

| IPC-5階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H01L 21/02 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| H01L 21/20 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| H10H 29/10 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| H01L 21/205 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| H10D 30/01 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| H10D 30/67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 21/306 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 21/311 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 21/67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| H01L 25/075 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 |

表 40 Micro-LED 我國十大 IPC-5 階歷年專利申請數量

¹ PlayNitride, Jul. 18, 2023, PlayNitride investor presentation (technology & patent overview).

² MicroLED Association, Dec. 2023, MicroLEDs 2023: State of the industry and future roadmap.

³ Compound Semiconductor, Jan. 30, 2024, Challenges for high-volume microLED manufacturing.

⁴ ResearchGate / Academic review, Jun. 20, 2023, Research progress of Micro-LED display technology (chip, transfer, bonding, driving).

⁵ MicroLED-Info, Apr. 12, 2021, MicroLED patents overview (patent counts & landscape).

5. Quantum Dot

表中顯示我國在 Q-dot 子領域的公開申請數相當稀疏且呈斷續分布，多數 IPC 子類每年只有 0-2 件的級別，H01L（背板/封裝/半導體裝置）與 C09K（發光材料/組成物）偶有零星申請，代表國內目前以材料改性與封裝／驅動整合的實作性研發為主，量級遠小於成熟顯示背板或主流 OLED 領域¹。

C09K 類別下涵蓋量子點與磷光/螢光材料的專利申請（如配方、表面鍵結、基底相容性等），在量子點顯示器或背光應用中屬關鍵基礎，因而即便申請件數少，其技術重要性仍高²。同時全球對量子點相關材料與應用的市場預期仍在增長，市場研究指出 Q-dot 市場在近年有顯著擴張趨勢，這提供了長期商業化的誘因，可能會驅使未來的專利活動回升³。此外，已有像 Nanosys 等專業材料/模組廠透過集中專利布局捍衛其技術位置，顯示在量子點領域「少而精」的專利策略相當常見⁴。

針對我國業者建議優先把有限的 IP 資源放在可直接影響良率與量產的關鍵材料處方、封裝相容性及驅動匹配等技術上，以建立具授權或商業價值的專利。

| IPC-3階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| G02F | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| H01L | 0 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| C09K | 0 | 0 | 2 | 1 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| H10H | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| H10K | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| H10D | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02B | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| G06F | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G09G | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| G09F | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 41 Quantum Dot 我國十大 IPC-3 階歷年專利申請數量

| IPC-4階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| G02F 1/00 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| H01L 21/00 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| C09K 11/00 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| H10H 20/00 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| G06F 3/00 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10D 30/00 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10K 50/00 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| G09F 9/00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G09G 3/00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| H10K 71/00 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |

表 42 Quantum Dot 我國十大 IPC-4 階歷年專利申請數量

| IPC-5階 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| G02F 1/133 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02F 1/13 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02F 1/1335 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| G02F 1/1337 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C09K 11/08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| C09K 11/02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| C09K 11/06 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| G02F 1/136 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10D 30/01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H10D 30/67 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 43 Quantum Dot 我國十大 IPC-5 階歷年專利申請數量

¹ IDTechEx, Quantum Dot Materials and Technologies 2024–2034.

² USPTO, CPC C09K — Materials for Miscellaneous Applications.

³ MarketsandMarkets, 2024, Quantum dot market size, share, industry report 2030.

⁴ Nanosys, Patents (webpage).

(五)各局前十大 IPC 數量分析

IPC-3 階中，各國比重中「中國 (CN)」在分類 H01L 的申請件數為 4,499 件，遠高於美國 (US，大約 2,777 件)、日本 (JP，大約 1,011 件) 與世界其他 (WO 約 1,050 件)¹。同樣地，H10K 在中國也有約 1,532 件，遠超美國約 411 件。這顯示“中國”在低功耗高清顯示技術的核心大類 IPC-3 (尤其 H01L/H10K/C09K 等) 中專利申請極為積極，遠領先於其他局。

在 IPC-4 階層看子類別細分，分類 H01L27/00 在中國有約 1,881 件申請，是該局子類中之最高；美國則約 1,100 件，日本約 352 件，世界其他局約 375 件。另一個子類 H01L 21/00 在中國約 1,519 件，也高於其他國家。這說明中國在這些細分類 (特別是 H01L 下的發光元件與驅動/半導體構造子類) 中布局強度很高。

在 IPC-5 階層中，像 C09K 11/06 在中國約有 1,145 件申請，是這階層中數量最多；H01L 27/32 約 887 件；H01L 51/50 約 670 件；H01L 29/786 約 508 件。相比之下圍繞顯示材料/塗層 (C09K) 與具體電子/光電結構 (H01L 的細子類) 是申請量最高的幾項。這意味著在非常細分技術中，中國仍然是專利申請的主要來源。

綜合來看，這些數字顯示：全球在低功耗高清顯示技術領域中，中國在 IPC-3~IPC-5 階層的申請量明顯領先；而美國、日本、韓國、臺灣雖也有申請，但在數量及某些細分類上的比重都遠低於中國。若以技術生命週期與研發布局來看，中國的強烈專利申請活動可能代表該技術在中國市場與供應鏈中已進入較成熟與競爭激烈階段²。

| IPC-3階 | CN | US | JP | WO | KR | TW |
|--------|------|------|------|------|-----|-----|
| H01L | 4499 | 2777 | 1011 | 1050 | 650 | 352 |
| H10K | 1532 | 411 | 151 | 236 | 270 | 162 |
| C09K | 1480 | 140 | 198 | 201 | 373 | 113 |
| G02F | 1081 | 403 | 289 | 226 | 129 | 222 |
| H05B | 250 | 217 | 387 | 175 | 139 | 121 |
| G02B | 268 | 525 | 99 | 287 | 26 | 37 |
| G09G | 309 | 289 | 128 | 118 | 33 | 129 |
| C07D | 649 | 61 | 49 | 84 | 107 | 40 |
| C07F | 616 | 44 | 46 | 67 | 81 | 34 |
| G09F | 399 | 90 | 234 | 98 | 8 | 41 |

表 44 低功耗高清顯示技術各局前十大 IPC-3 階專利申請數量

¹ WIPO, World Intellectual Property Indicators 2024 Highlights.

² IAM-Media, Data reveals patenting in semiconductors is on the rise, with Asia accelerating its output.

| IPC-4階 | CN | US | JP | WO | KR | TW |
|------------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| H01L 21/00 | 1519 | 1666 | 470 | 436 | 201 | 230 |
| H01L 27/00 | 1881 | 1100 | 352 | 375 | 148 | 46 |
| H01L 29/00 | 685 | 1307 | 496 | 289 | 186 | 35 |
| H01L 51/00 | 1486 | 329 | 385 | 280 | 229 | 23 |
| C09K 11/00 | 1452 | 132 | 195 | 192 | 369 | 111 |
| G02F 1/00 | 1080 | 402 | 289 | 225 | 129 | 222 |
| H01L 33/00 | 958 | 293 | 53 | 157 | 40 | 20 |
| H10K 99/00 | 399 | 267 | 117 | 183 | 209 | 4 |
| H10K 50/00 | 830 | 81 | 31 | 39 | 97 | 108 |
| H05B 33/00 | 173 | 141 | 364 | 124 | 135 | 111 |

表 45 低功耗高清顯示技術各局前十大 IPC-4 階專利申請數量

| IPC-5階 | CN | US | JP | WO | KR | EP |
|-------------|------|-----|-----|-----|-----|----|
| C09K 11/06 | 1145 | 94 | 182 | 150 | 324 | 27 |
| H01L 29/786 | 508 | 434 | 383 | 144 | 124 | 40 |
| H01L 51/50 | 670 | 127 | 378 | 157 | 147 | 32 |
| H01L 27/32 | 887 | 235 | 93 | 144 | 52 | 39 |
| H01L 21/336 | 312 | 557 | 252 | 121 | 86 | 49 |
| H01L 27/12 | 757 | 324 | 78 | 113 | 41 | 27 |
| H01L 51/52 | 482 | 207 | 11 | 96 | 54 | 45 |
| H01L 21/77 | 549 | 104 | 24 | 96 | 5 | 10 |
| H01L 29/78 | 55 | 392 | 146 | 64 | 40 | 48 |
| H01L 51/56 | 546 | 103 | 1 | 51 | 24 | 6 |

表 46 低功耗高清顯示技術各局前十大 IPC-5 階專利申請數量

(六)前十大專利申請人 IPC 數量分析

IPC-3 階方面，各大廠的技術專長已有明顯分野。京东方在 H01L（半導體裝置）類別的申請量極為突出，其在該類別申請件數達到約 1,252 件，遠超過其他競爭者；在 G02F（光學元件與光調制技術）亦有約 597 件，顯示其不僅重視晶片製程與驅動結構，也同步布局光學調制畫素與光線控制等光學設計領域¹。三星與 LG 在 H01L 與 H10K（驅動控制）類別也分布廣泛，雖然申請量較京东方為低，但仍代表其跨領域研發能力；例如三星在 H10K 類的申請量亦在數百件級別，体现驅動控制與電路調節為其重點。

進入 IPC-4 階，子類的細分顯示技術布局的深度與專精趨勢更明顯。京东方在 H01L 子分類中 H01L 27/00（結構複合晶片結構）與 H01L 21/00（晶片膜層／半導體元件薄膜製程）之申請量皆超過 900 件，領先於其他競爭者²。C09K 11/00（功能材料／塗層材料）在京东方與海洋王照明科技等公司中也有顯著表現，顯示材料創新與塗層應用在顯示器性能與節能表現中的重要性正在被各方強調。

在 IPC-5 階中，細分更進一步突顯某些製程技術的專利護城河。京东方於 H01L 27/12（膜轉移／結構轉印相關結構）達到約 568 件申請；在 H01L 27/32（多元結構／混合結構設

¹ PatBase / WIPO Data — IPC-3 major applicant distributions for H01L, G02F, etc., for 京东方等全球顯示器企業。

² PatBase / WIPO Sub-class IPC-4 data for H01L 27/00, H01L 21/00, C09K 11/00 among leading applicants.

計) 與 H01L 21/77 (結構整合與像素轉換元件) 也都有數百件申請¹。海洋王與 C09K 子分類 (例如 C09K 11/06 磷光或材料塗層相關) 在 IPC-5 階亦有強勢表現, 表明除了晶片本體與驅動結構外, 材料效率與結構細節正成為競爭與創新的關鍵領域。

總括來看, 全球主要申請人如京東方、三星、LG、半導體能源研究所等, 在 IPC-3 到 IPC-5 階層的專利布局已涵蓋從晶片製程 → 驅動與控制電路 → 光學與材料創新 → 結構整合與封裝等完整技術鏈。未來競爭焦點很可能集中在薄膜轉印/結構整合的良率提升、光學與材料的續航與亮度效率優化, 以及驅動/驅動控制晶片的功耗/熱管理改善, 以因應市場對高畫質、低功耗、耐用與可靠性的日益嚴格要求。

| IPC-3階 | 京東方科技集團股份有限公司 | SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD. | SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. | LG DISPLAY CO., LTD. | 深圳市华星光电技术有限公司 | 海洋王照明科技股份有限公司 | 吉林奥来德光电材料股份有限公司 | 上海道亦化工科技有限公司 | 长春海谱润斯科技股份有限公司 | 江苏三月科技股份有限公司 |
|--------|---------------|---|-------------------------------|----------------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|----------------|--------------|
| H01L | 1252 | 629 | 470 | 330 | 584 | 338 | 91 | 132 | 33 | 34 |
| H10K | 338 | 37 | 206 | 354 | 99 | 1 | 43 | 2 | 90 | 82 |
| C09K | 20 | 5 | 125 | 97 | 19 | 185 | 129 | 123 | 58 | 99 |
| G02F | 597 | 350 | 117 | 140 | 148 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H05B | 16 | 96 | 86 | 67 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G02B | 22 | 11 | 17 | 19 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G09G | 120 | 207 | 64 | 60 | 69 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C07D | 7 | 5 | 23 | 30 | 8 | 26 | 81 | 127 | 88 | 12 |
| C07F | 5 | 2 | 58 | 62 | 3 | 142 | 63 | 4 | 53 | 87 |
| G09F | 40 | 126 | 23 | 18 | 20 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |

表 47 低功耗高顯示技術前十大專利申請人 IPC-3 階專利申請數量

| IPC-4階 | 京東方科技集團股份有限公司 | 株式会社半導體工程エネルギー研究所 | 深圳市华星光电技术有限公司 | LG DISPLAY CO., LTD. | SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. | 海洋王照明科技股份有限公司 | INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION | 吉林奥来德光电材料股份有限公司 | 上海道亦化工科技有限公司 | UNIVERSAL DISPLAY CORPORATION |
|------------|---------------|-------------------|---------------|----------------------|-------------------------------|---------------|---|-----------------|--------------|-------------------------------|
| H01L 21/00 | 715 | 392 | 311 | 58 | 204 | 3 | 114 | 0 | 0 | 3 |
| H01L 27/00 | 956 | 306 | 412 | 195 | 187 | 0 | 55 | 0 | 0 | 20 |
| H01L 29/00 | 279 | 434 | 150 | 69 | 165 | 0 | 81 | 0 | 0 | 3 |
| H01L 51/00 | 249 | 80 | 151 | 175 | 68 | 469 | 10 | 91 | 132 | 39 |
| C09K 11/00 | 20 | 5 | 17 | 111 | 110 | 253 | 0 | 129 | 123 | 43 |
| G02F 1/00 | 597 | 307 | 148 | 148 | 104 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| H01L 33/00 | 18 | 11 | 15 | 50 | 27 | 27 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| H10K 99/00 | 122 | 14 | 61 | 166 | 76 | 1 | 2 | 6 | 2 | 71 |
| H10K 50/00 | 107 | 5 | 15 | 184 | 44 | 0 | 0 | 36 | 0 | 25 |
| H05B 33/00 | 9 | 59 | 1 | 72 | 82 | 0 | 4 | 0 | 0 | 29 |

表 48 低功耗高顯示技術前十大專利申請人 IPC-4 階專利申請數量

¹ PatBase / WIPO Sub-class IPC-5 data showing 申請量 in H01L 27/12, 27/32, 21/77 etc., for 京東方及其他公司。

| IPC -5階 | 京东方科技集团股份有限公司 | 深圳市华星光电技术有限公司 | 株式会社半導体エネルギー研究所 | 海洋王照明科技股份有限公司 | SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. | LG DISPLAY CO., LTD. | 上海道亦化工科技有限公司 | 吉林奥来德光电材料股份有限公司 | INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION | 昆山国显光电有限公司 |
|-------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|-------------------------------|----------------------|--------------|-----------------|---|------------|
| C09K 11/06 | 16 | 20 | 6 | 241 | 71 | 73 | 123 | 129 | 0 | 0 |
| H01L 29/786 | 266 | 174 | 445 | 0 | 88 | 39 | 0 | 0 | 17 | 7 |
| H01L 51/50 | 49 | 53 | 73 | 113 | 19 | 52 | 78 | 66 | 3 | 14 |
| H01L 27/32 | 344 | 331 | 48 | 0 | 110 | 91 | 0 | 0 | 1 | 36 |
| H01L 21/336 | 109 | 87 | 180 | 0 | 92 | 3 | 0 | 0 | 34 | 9 |
| H01L 27/12 | 568 | 287 | 167 | 0 | 98 | 28 | 0 | 0 | 10 | 2 |
| H01L 51/52 | 165 | 144 | 9 | 122 | 36 | 78 | 1 | 3 | 6 | 19 |
| H01L 21/777 | 366 | 263 | 92 | 0 | 57 | 6 | 0 | 0 | 1 | 6 |
| H01L 29/78 | 7 | 1 | 21 | 0 | 42 | 1 | 0 | 0 | 37 | 0 |
| H01L 51/56 | 161 | 177 | 4 | 198 | 30 | 28 | 0 | 2 | 1 | 14 |

表 49 低功耗高顯示技術前十大專利申請人 IPC-5 階專利申請數量

四、專利申請地區分析

(一)主要申請地區分析

在主要申請地區分布中，中國（CN）仍是專利申請的絕對中心，佔比約 41%，其後依序為日本（約 19%）、南韓（約 18%）、美國（約 17%）與台灣（約 5%）。這樣的佔比結構表示中國不僅申請量最多，也在國際專利池中占據了極高的權重，意味著其對低功耗高解析技術的投入與保護意識非常強烈。

在全球申請趨勢裡，中國從 2010 年起在整體專利申請件數上便穩定領先，到了 2021 年中國單年專利申請量超過 140 萬件，大幅超過美國與日本，成為全球最大的專利源頭之一¹。但是這些申請大多集中在國內申請或國內保護為主，而較少透過外國或跨區域申請（PCT 或外國局），顯示其專利策略以保護本地市場與掌握本地研發為核心²。

日本與南韓則在技術研發上仍舊具備高質量與專業深度。日本雖整體申請件數沒有中國那麼龐大，但在專利族群通過國外著錄或授權流程的比重常較高，代表其專利的國際化程度與技術價值提醒被重視；南韓的申請量與成長率也維持穩定，是全球顯示驅動與材料創新技術不可忽視的研發者來源。

美國作為全球布局型中心雖投稿量略落後於日韓，但美國企業仍掌握核心子類專利與高品質應用，代表其布局偏向跨國授權與高價值專利，而非僅限區域應用；台灣雖占比較小，但其在顯示技術中主要集中於關鍵零組件、控制電路與材料效率等子類。這種專注使其在顯示器製造供應鏈中成為不可或缺的一環，即使在國際申請件數上與中國、日本相比差距明顯，其技術影響與價值仍可透過特定子類和專利質量顯現³。

綜合而言，中國在低功耗高解析度顯示技術專利申請的地域分布中不只是領頭羊，更在量與國內保護率上形成強勢壁壘。對其他國家而言，若要在此技術領域提升競爭力，可能需更強的國際申請策略、更重視專利質量以及加強材料、顯示控制與模組封裝等細分類的突破。

¹ Our World in Data, China is the largest contributor to global patent applications substantially ahead of other countries.

² WIPO, World Intellectual Property Indicators 2024 Highlights.

³ WIPO, Patents Highlights.

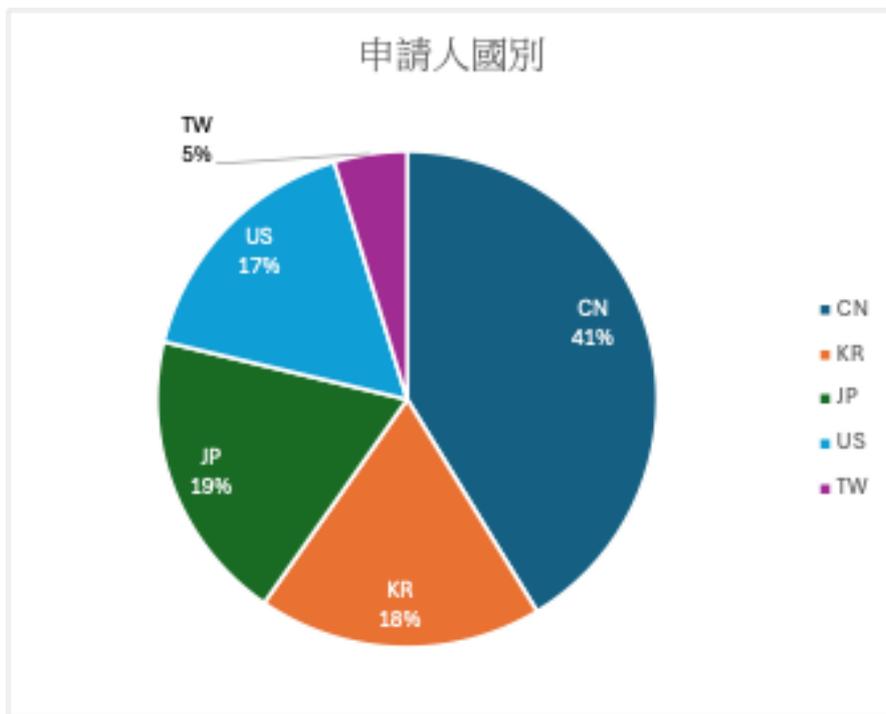


圖 51 低功耗高清顯示技術主要專利申請人國別

(二)專利申請地區之申請趨勢分析

在專利申請地區的趨勢中，中國（CN）一直是申請量最高的地區。從 2016 到 2024 年，中國每年在此技術領域的申請件數大致在 389 至 670 件之間，2023 年達約 670 件是近年峰值；2025 年因資料未全或公開延遲，看起來大幅下降至約 116 件。與中國相比，美國（US）年度申請量在 2016 年約 141 件，在 2022-2023 年期大致在 128-139 件，但沒有中國那種持續上升到峰值的態勢。這表示中國不僅在絕對申請數量上領先，也在成長動能與專利集中度上具有優勢¹。

世界其他地區（WO，即 PCT 或國際公開類申請）與日本、韓國、臺灣雖有穩定參與。WO 的申請量從 2016 年的約 115 件起，2019 年約 118 件，之後略有波動保持在 90-100 件間；日本則從 2016 年約 43 件下降／浮動至近年只有十幾件；韓國與臺灣也類似，申請數量不大但有一定波動性。這顯示雖然這些地區在技術層面可能有研發實力，但在專利申請的政策／市場動員或投入規模上，尚未達到中國那種競爭強度。

基於這些趨勢可以看出，過去數年中國在低功耗高清顯示專利申請地區維持高度領先，不僅在數量，也在持續性與成長動能上表現強勁。美國與“世界公開／國際申請”類別顯示出穩定輸出，但未能追上中國的增長速度。未來若要挑戰領先者，其他國家／地區可能需要在政策支持、研發投入與產業鏈整合方面加強，以提升專利申請量與質量²。

¹ WIPO, World Intellectual Property Indicators 2024 Highlights.

² Our World in Data, China is the largest contributor to global patent applications, substantially ahead of other countries

| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CN | 389 | 549 | 610 | 573 | 599 | 584 | 566 | 670 | 504 | 116 |
| US | 141 | 164 | 145 | 145 | 155 | 132 | 128 | 139 | 78 | 10 |
| WO | 115 | 118 | 121 | 118 | 92 | 91 | 100 | 96 | 65 | 0 |
| JP | 43 | 45 | 30 | 38 | 32 | 17 | 20 | 19 | 10 | 1 |
| KR | 35 | 34 | 26 | 37 | 33 | 29 | 46 | 34 | 3 | 0 |
| TW | 24 | 16 | 30 | 13 | 17 | 18 | 27 | 21 | 13 | 0 |
| EP | 18 | 32 | 18 | 29 | 14 | 20 | 15 | 9 | 2 | 0 |
| DE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| GB | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| CA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 50 低功耗高清顯示技術專利申請地區歷年專利申請趨勢

(三)我國專利之申請趨勢概況分析

在我國主要專利權人中，Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd. (SEL) 的專利數量遠超其他單位，佔據超過五成比重。這反映出 SEL 在低功耗高清顯示技術領域持續投入，包括「顯示裝置的高亮度與低功耗」基礎技術，其專利庫中就有多項關於高解析顯示及節能驅動電路的授權／公開案例¹。

三星電子與友達光電在排名中居次，專利數量明顯高於大部分我國廠商。三星的專利組合中包含許多顯示器驅動電路與控制系統專利，特別在 LCD/OLED 面板驅動架構與面板整體整合方面具有豐富申請紀錄²。友達光電則在顯示元件與模組應用端，例如背光技術、模組封裝、材料塗層等部分亦有一定密度的布局，其專利申請數量在這些子類中常見。LG Display 在整體專利總量也很大，其在拉伸／可折疊顯示 (stretchable / flexible displays)、封裝與材料穩定性技術的申請年增長明顯，在 2022—2023 年期取得多項待審或已授權專利³。

Applied Materials 和出光興產等材料／設備相關公司也占了一定比重 (大約 5% 左右)，這表明在顯示模組外圍材料與製程設備方面，專利權利人的競爭與創新仍有被重視的空間。尤其製程設備與塗層材料的技術改進 (例如塗佈效率、薄膜 uniformity、材料穩定性等) 可能為後續競爭中的關鍵差異⁴。

基於上述數據與公開資料，可看出：

1. 權利人集中度非常高，SEL 幾乎是這個技術領域的「隱形專利霸主」。
2. 雖然其他公司如三星、友達、LG 等在數量上無法比肩 SEL，但他們在部分技術子類 (如驅動電路、材質塗層、封裝結構) 仍保有其優勢或差異化定位。

若要在未來提升競爭力，對我國公司而言，可以考慮與 SEL 等技術重鎮合作或交叉授權，也應加強設備／材料技術與模組應用端的一致性與創新，尤其在構造封裝與驅動效率上的潛在突破。

¹ Justia, Patents Assigned to Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.

² IPWatchdog, Oct 2020, Examining Samsung's and LG's LCD Patent Portfolios.

³ Parola Analytics, Aug 2025, LG's 'flexible' future secured by patents.

⁴ GreyB Insights, Applied Materials Patents — Key Insights & Stats.

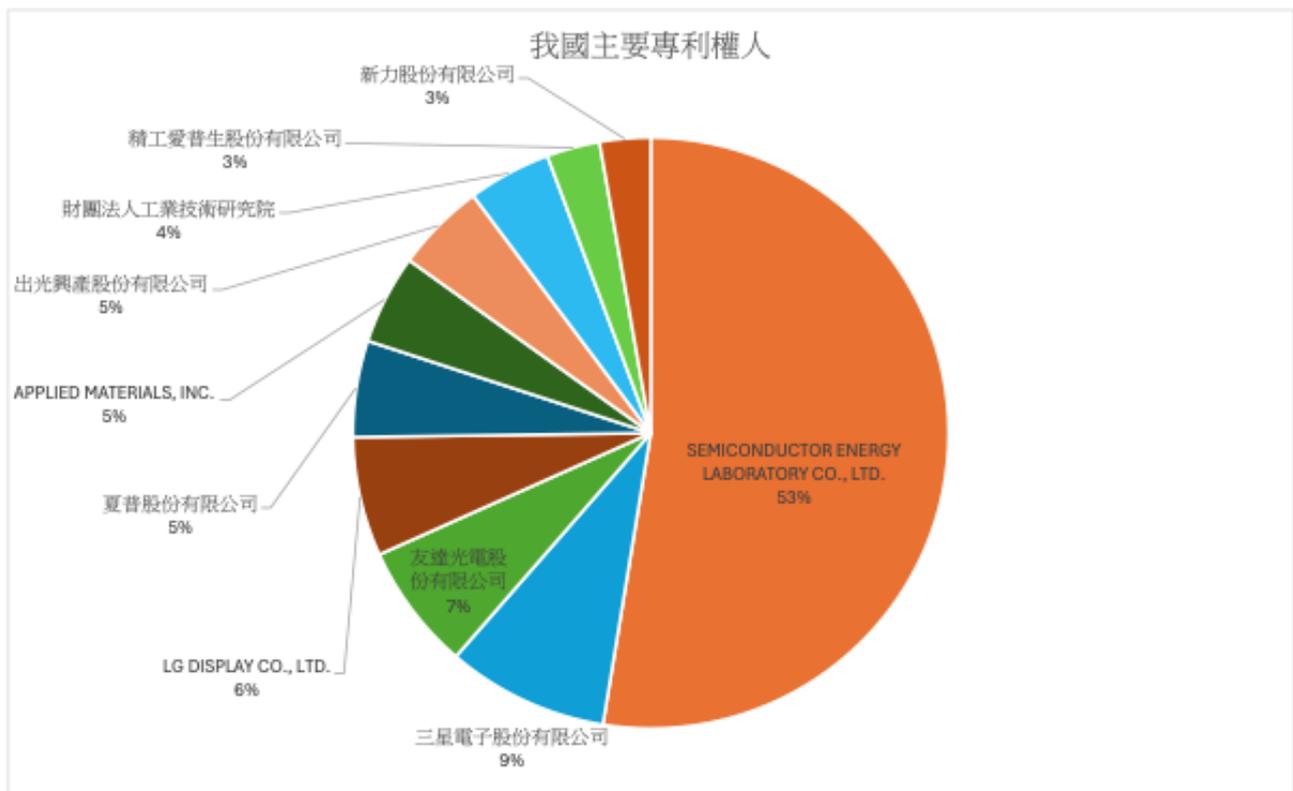


圖 52 低功耗高清顯示技術我國主要專利權人

五、專利權人分析

(一)前十大專利權人分析

1. 低功耗高清顯示技術

從圖表可見，京东方科技集团股份有限公司排名第一，專利數達 1,856 件；其次是深圳市华星光电技术有限公司（約 1,187 件）與 Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd. (SEL)（約 898 件）居第三〔圖數據〕。這樣的分布顯示，在「低功耗高清顯示技術」這領域中，不同類型的公司—中國面板大廠、OLED／材料研發單位、以及顯示器系統整合者—都持續投入專利申請，構成一多元但中國企業占主導的生態。

京东方之所以能取得此種領先地位，可從其企業與政策環境中找到解釋。根據公開資料，京东方為中國最大的 LCD／OLED 面板製造商之一，其地方政府與國家資本對其製造產能與研發資本支出 (capital expenditure, CapEx) 給予重大補助與支持〔BOE 為中國面板產業龍頭之一，且多處得益於地方政府投資與補貼〕¹。此外，中國整體在顯示器產業中進行大量資本支出，從 LCD 到 OLED，有分析指出中國企業在顯示技術的資本支出占全球比例非常高，這支持其專利申請量巨大的根基²。

深圳华星光电的專利數量緊居第二，顯示不僅京东方一家公司在此領域積極佈局，中國內部的競爭與分工亦很明顯。例如不同公司可能專長不同子類：一些集中於發光／

¹ ITIF, Sep. 2024, How Innovative Is China in the Display Industry?

² Wikipedia, BOE Technology (BOE Technology Group Co., Ltd.).

驅動層／背光控制／膜層塗佈等技術。這意味著中國面板產業不只是量產裝配，而在核心材料、光學結構與製程環節也在進行專利創新¹。

SEL(日本的研究單位)排名第三則凸顯了材料與驅動電路在本技術領域的重要性。儘管其總量不及京东方等大型製造商，但在顯示器核心技術(例如 OLED 材料、有機發光層、驅動效果／效率提升)方面其專利組合的質量與創新強度常被研究者與報告提及。這與一般論述：日本企業在此類細分核心材料與驅動技術上的創新密度仍高於許多製造型公司吻合²。

對於面板及顯示器整體製造商來說，專利領先不僅來自產能與設備投入，更在於材料創新、封裝結構與製程效率等細分領域的持續研發與保護。政府政策與補貼／資本支出在創造專利量與技術佈局上的作用不可忽視，中國在這方面的「大規模投入 + 市場需求本地化」組合，為其企業取得大量專利提供了強大支持。

對於其他國家／公司來說，若想縮短與中國企業在專利佈局上的差距，重點可能在讓研發更聚焦於高附加價值的核心材料、可節能／高效率驅動電路、以及光學與顯示控制等子類領域。尤其在 OLED／microLED 等下一代顯示器件，性能與功耗的平衡將成為競爭分水嶺。

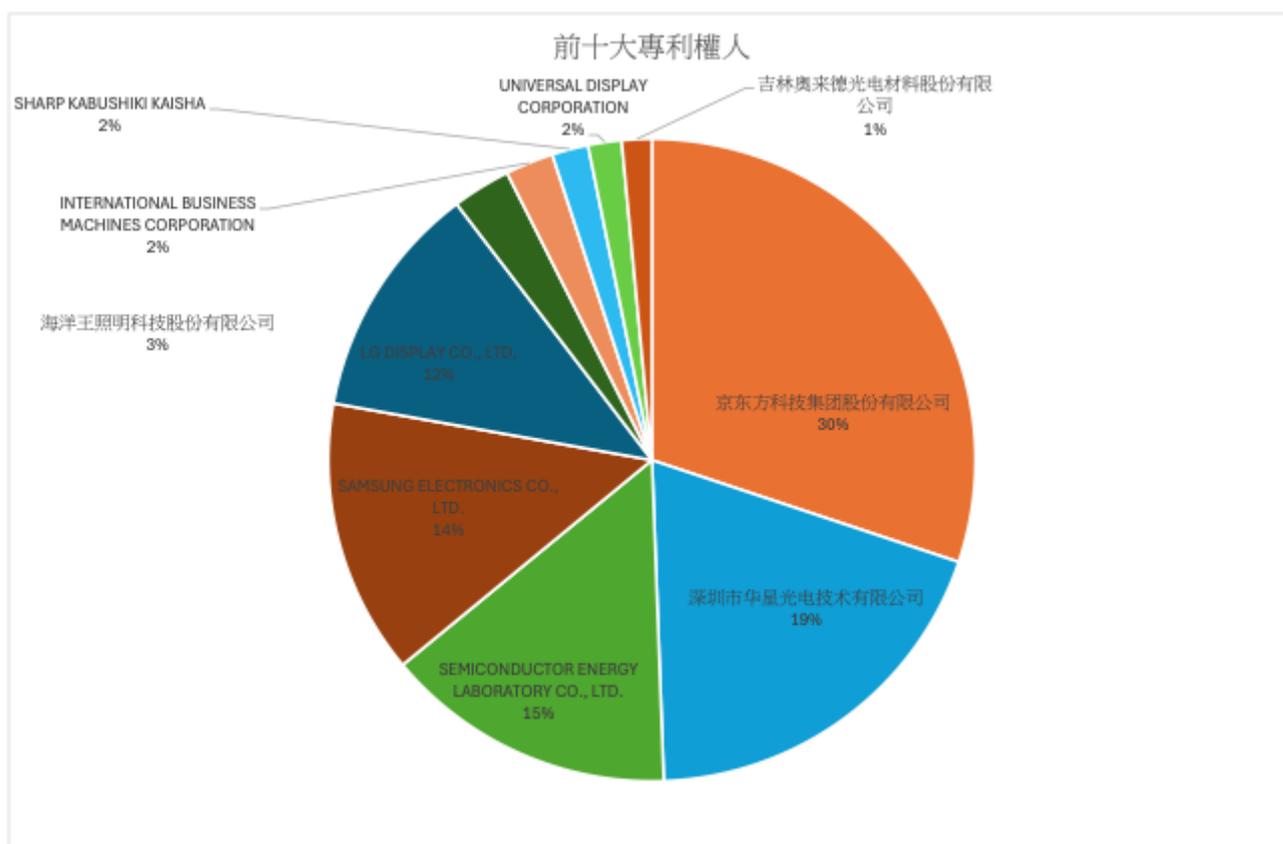


圖 53 低功耗高清顯示技術前十大專利權人

2. LTPO/LTPS

¹ Patents Justia, Patents Assigned to TCL CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.

² Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd., (webpage) OLED.

在 LTPO/LTPS 的全球專利權人布局中，半導體能源研究所（SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.）以 859 件專利位居第一，顯示其在面板效率與電源管理結合技術上的領先地位。京東方與友達光电分別以 607 件與 585 件居次，兩者作為全球面板大廠，在 AMOLED 與升降頻驅動技術方面持續深耕¹。

深圳華星光電以 512 件緊追其後，顯示中國面板製造龍頭也正在積極布局 LTPO/LTPS 類顯示解決方案。三星雖以 220 件排名第五，但由於其在移動裝置（如手機與可穿戴裝置）上普遍採用 LTPO 技術，其全球影響力不容忽視。

值得注意的是 Apple 以 134 件進入前十大，其強大的終端整合與創新驅動特性反映出其對驅動電路與系統層面應用保護的戰略性布局²。夏普（98 件）、IBM（76 件）、LG Display（48 件）與 SK 海力士（46 件）共同構成全球技術供應鏈的重要組成，代表產業從材料、顯示模組到系統平台與記憶體協同發展的全方位合作架構。

整體來看，此前十大專利權人涵蓋材料研發（半導體能源研究所）、面板製造（京東方、友達、華星、三星、夏普）、終端整合（Apple、IBM）與晶片技術（SK 海力士），涉及從顯示面板驅動、低功耗管理、到快速開關與高解析度顯示的全鏈條布局，顯示 LTPO/LTPS 已進入成熟應用階段。

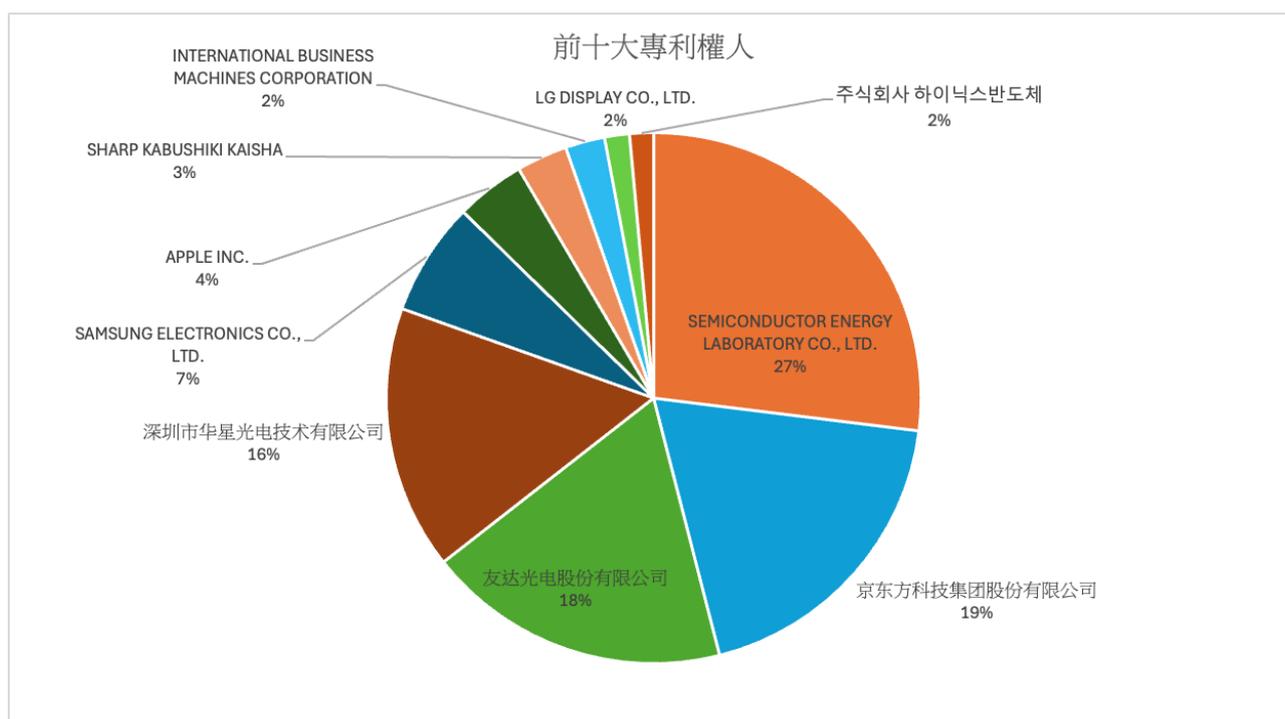


圖 54 LTPO/LTPS 前十大專利權人

3. OLED

友達光電（498 件）與海洋王照明科技（475 件）位居雙雄，顯示顯示模組整合、OLED 驅動與特殊照明元件領域均有大量研發投入。緊隨其後的是京東方（356 件）與 LG Display（297 件），兩者皆為國際主要面板廠，其研發涵蓋從基板處理到顯示控制的

¹ DSCC, “LTPO Backplane Technology and Market Report 2023.”

² The Elec, “Apple to expand LTPO OLED adoption to more iPhone models,” 2023.

全鏈條技術¹。

此外，華星光電、吉林奧來德、上海道亦化工與長春海譜潤斯等在材料與製程領域深耕，也突顯供應鏈上游的研發布局。三星顯示（111 件）與江苏三月科技（71 件）則分別反映出全球顯示大廠與本地中小型創新廠商在 OLED 材料、發光層與驅動控制層面的專利布局活躍²。

綜合觀察，十大專利權人涵蓋：

- ⑩ 顯示器整合廠與面板製造（友達、京東方、LG、華星、三星）
- ⑩ 材料與化工領域（海洋王、吉林奧來德、上海道亦、長春海譜潤斯、江苏三月）

反映 OLED 專利技術已從前端原料、化學材料延伸至後端顯示元件與整機應用的產業布局趨勢。建議企業應強化上下游整合能力，特別在材料配方與晶片驅動方案上深耕，以提升產品差異化與提高良率與可靠度。

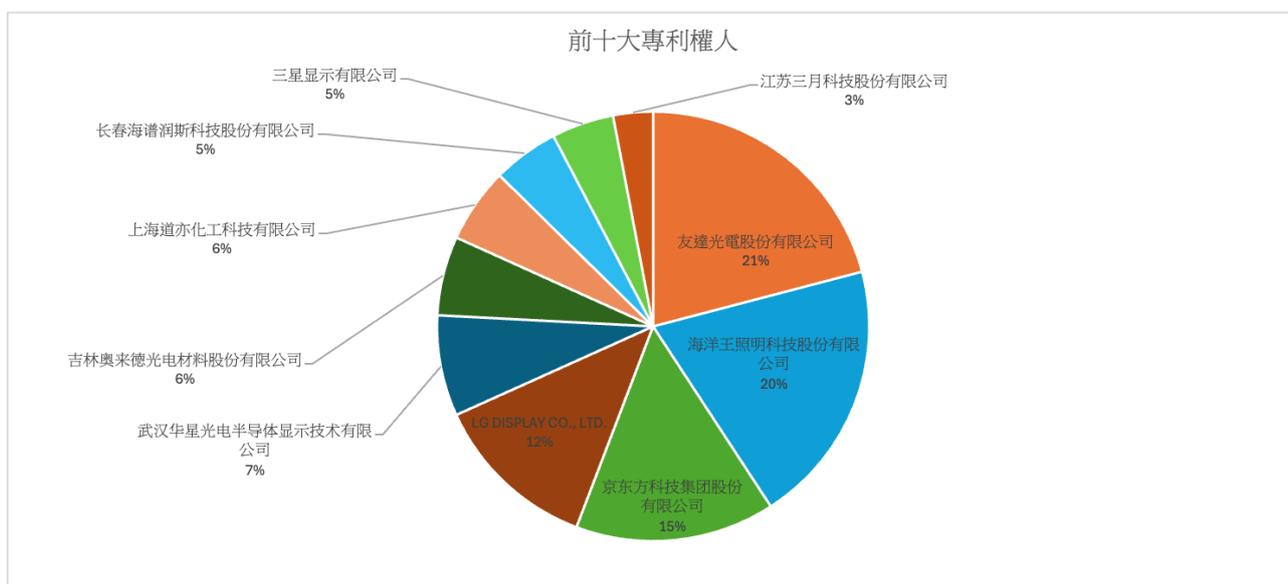


圖 55 OLED 前十大專利權人

4. Micro-LED

在全球 Micro LED 的前十大專利權人布局中，京東方科技集團以 3601 件專利位居第一，顯示其在 Micro LED 顯示面板晶片製程與轉印技術上具備強大研發實力；深圳市華星光電以 788 件緊居第二，凸顯中國另一面板龍頭對 Micro LED 大規模轉移與製程的快速跟進；三星電子（358 件）、SK 海力士（232 件）、LG Display（208 件）等韓日大廠則反映出系統驅動、面板整合與 IC 控制應用的深耕。

此外，上海天馬（148 件）、夏普（145 件）等傳統顯示品牌以材料與元件製程專利穩固市場布局；惠科（130 件）、合肥鑫晟（118 件）等中國新興企業則在 Micro LED 製程細節與轉印流程上持續投入；IBM（109 件）則代表國際跨領域供應鏈正試圖進入

¹ DSCC, “OLED Display Capex and Technology Report 2023.”

² The Elec, “Samsung Display expands OLED material patent portfolio,” 2023.

Micro LED 的應用層布局，如 AR/VR 顯示與光學驅動整合¹。

這十大權人涵蓋了從晶片製程、量子層轉印支架、大規模轉移技術再到封裝驅動應用等完整技術鏈，可視為全球 Micro LED 技術從創新契機轉向階段性成熟的具體映照²。京東方與華星在其高專利量與多項核心突破上尤其令人矚目，例如京東方近期公布的轉印巨量並行專利與光波導元件專利，進一步凸顯其技術領先性³。

整體觀察，Micro LED 專利結構已初步進入平台化與系統整合階段，目前技術挑戰聚焦於高效轉印、光電效率與良率控制⁴。建議產業在市場成熟加速前，持續深化在巨量轉印裝置、均勻光波導層設計、溫控機制與驅動 IC 整合的技術布局，並強化與 AR/VR、車用顯示等應用場景的產業連結，方能在未來低耗高亮度顯示競爭中穩守優勢。

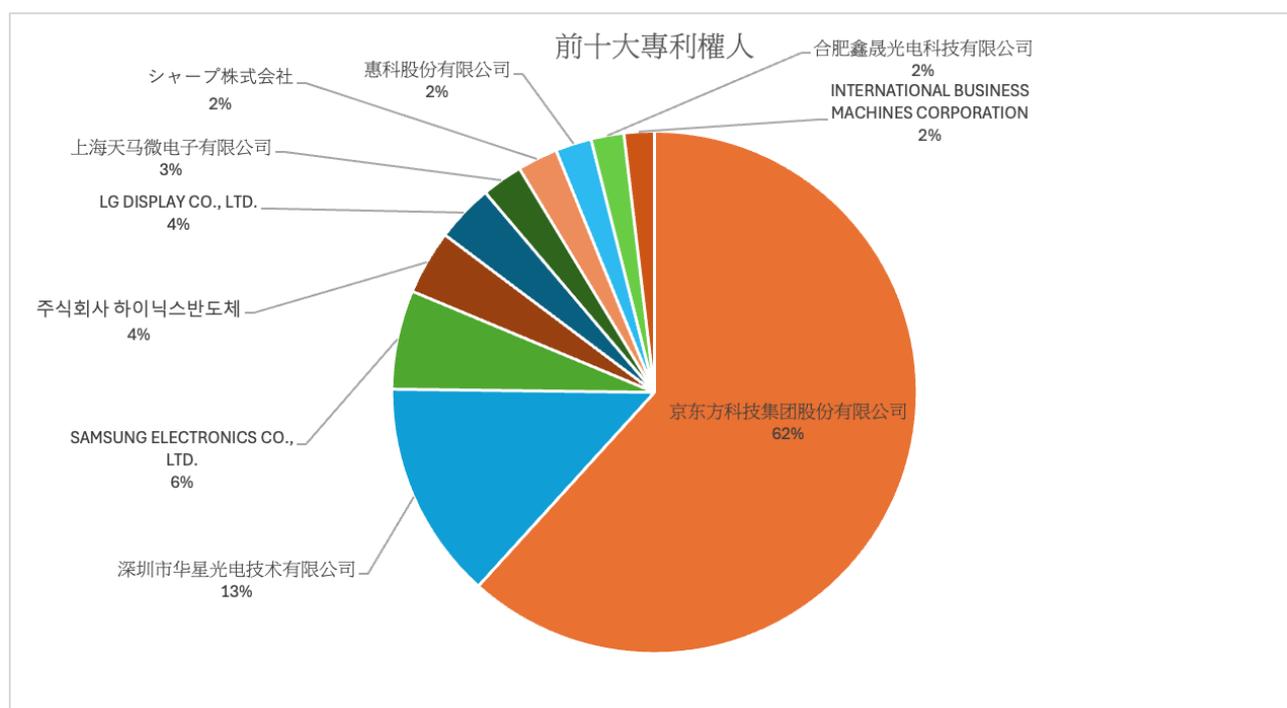


圖 56 Micro-LED 前十大專利權人

5. Quantum Dot

在 QD（量子點顯示）全球專利權人布局中，海洋王照明以 168 件專利位居第一，顯示其在量子點顯示技術與照明整合上的深度投入與優勢地位。BOE（京東方科技集團）以 149 件緊隨其後，表明其早已布局 QD 螢光材料和面板應用領域⁵。

LG Display（136 件）與三星電子（117 件）穩居前三，顯示韓國面板大廠不僅專注於 QD 材料，也同步推進驅動結構與系統整合設計。IBM 以 109 件位列第五，代表其在驅動電路、驅動系統與光電元件介面領域的專利布局力道。

¹ Nikkei Asia, “IBM jumps into MicroLED race to target AR/VR displays,” 2023.

² Yole Group, MicroLED Displays – Intellectual Property Landscape 2024.

³ Omdia, “Micro LED Display Market and Technology Report,” 2023.

⁴ Anwar, R. et al., “Recent Progress in Micro-LED-Based Display Technologies,” Laser & Photonics Reviews 16, 2200094 (2022).

⁵ DSCC, “Quantum Dot Display Market and Technology Report,” 2023.

個人發明人 Vinegar, Harold J. (91 件)、Wellington, Scott Lee (80 件) 與 Berchenko, Ilya Emil (73 件) 則在量子點核心材料與合成方法上佔據重要角色，呈現出學術—產業之間的技術開發連接。Zhang, Etuan (70 件) 也進一步擴展面板製造與材料應用的研發深度¹。

值得注意的是半導體能源研究所在 QD 領域也以 67 件保持穩定布局，顯示其在材料與半導體結構深耕上不容忽視。

整體而言，此前十大權人跨越面板與系統整合（海洋王、BOE、LG Display、三星）、驅動與系統架構（IBM）以及材料與合成核心（Vinegar、Wellington、Berchenko、Zhang），反映出 QD 技術從材料研發、合成方法，到驅動結構與整體系統水到渠成的多層次布局。建議業者可繼續強化 QD 材料穩定性、光學轉換效率，並協同驅動 IC 與封裝技術，以滿足高畫質、低功耗並應用於顯示與照明混合領域的市場需求。

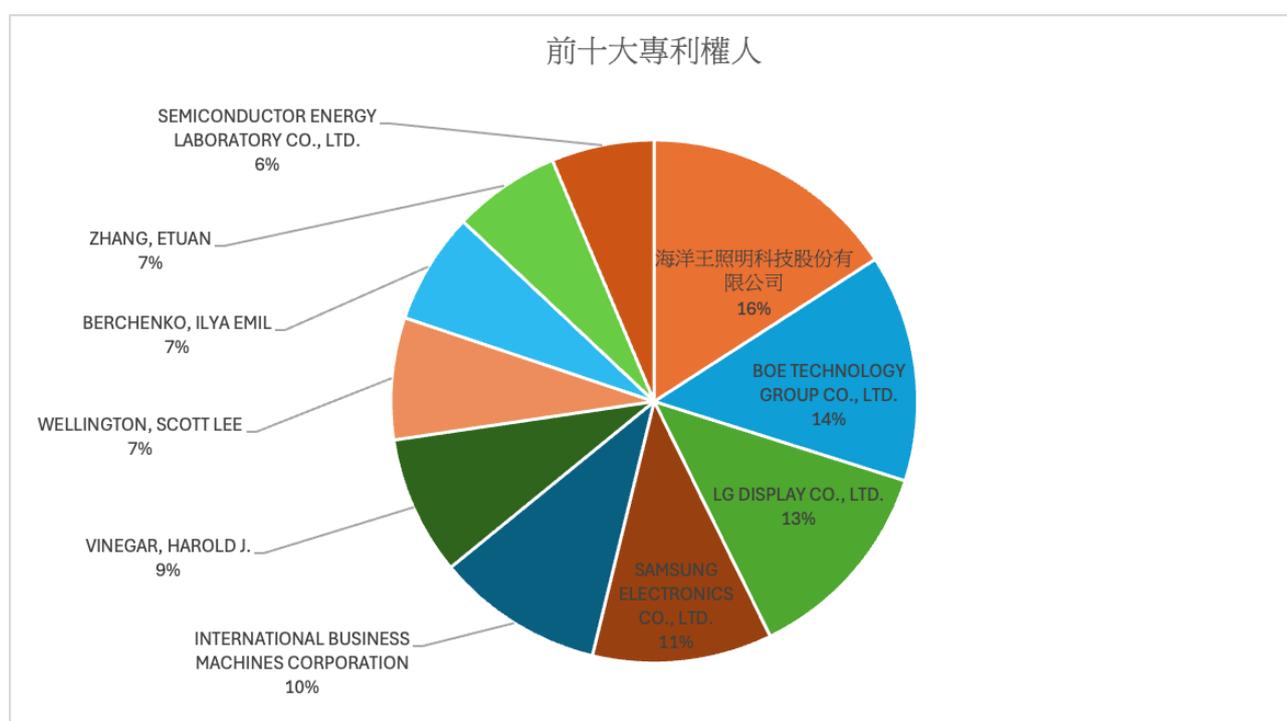


圖 57 Quantum Dot 前十大專利權人

(二)前十大專利申請人申請國別分析

1. 低功耗高清顯示技術

從圖表可見，京东方科技集团股份有限公司排名第一，專利數達 1745 件；其次是深圳市华星光电技术有限公司(約 1187 件)與 Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd. (SEL) (約 1117 件) 居第三。這樣的分布顯示，在「低功耗高清顯示技術」領域中，不同類型的公司——中國面板大廠、材料／驅動研發單位與系統整合者——都持續投入專利申請，使得整體生態既多元又由中國企業主導。

京东方能取得領先地位的原因之一是國內的資本投入與政策支持。研究報告指出，BOE 在 2010–2021 年間從國家與省級政府獲得約 \$3.9 billion (39 億美元) 補貼，且

¹ Nature Reviews Materials, “Advances in Quantum Dot Synthesis and Integration,” 2021.

中國對面板產業的資本支出占全球極高比重，這類大規模資本與政策環境有助於支持製造擴張與研發投入，進而推動大量專利申請¹。此外，新聞與研究亦多次指出中國政府補貼（含土地、稅務、優惠貸款等）是推升國內面板擴產與集中度的重要因素，進一步解釋為何中國廠商在專利數量上遙遙領先²。

華星光電（CSOT）位列第二，且其不同國別的申請分布（中國、PCT/WO、以及美國）顯示其既重視本地保護也有國際佈局。TCL／CSOT 近年透過購買與吸收外部專利資產（例如從 Samsung 獲取大量 LCD 專利）與擴大產能，快速強化其技術與專利庫，這可說明其專利數量靠近 BOE 的原因之一³。

SEL 排名第三，凸顯「材料與驅動電路」在低功耗高清顯示技術中的關鍵角色。SEL 官方資料介紹其 ExTET (exciplex - triplet energy transfer) 等 OLED 相關技術，能降低驅動電壓並提高效率與壽命，這類核心材料/器件創新通常雖量較少但質與影響力高，且常為其他製造商授權或合作的對象（亦有廠商與 SEL 達成授權或合作案例）⁴⁵。

友達（AU Optronics, AUO）在台灣與全球的角色則更偏向模組整合與應用端的專利佈局。AUO 的 2023 年年報與公司公告指出，2023 年其在台灣提交的專利申請量高，並在 Mini LED、Micro LED 以及車用顯示等次世代與應用導向技術上提交大量發明申請，顯示台灣廠商擅長在「模組、背光/系統整合與垂直市場應用」上形成專利優勢。這說明在低功耗高解析度顯示整體價值鏈裡，台灣廠商雖在面板晶片層級（如 H01L 的大量基礎製程發明）上不如大型中國廠商或材料研發機構那麼佔優，但在模組化、車載與垂直整合解決方案方面仍能建立差異化競爭力⁶⁷。

在全球大廠方面，Samsung 與 LG 的專利組合在驅動、可撓/折疊面板與系統整合方面都很龐大，業界報告與專利分析顯示 Samsung 在 LCD/OLED／可摺疊顯示等技術有大量已授權／申請的專利，且其專利也被用於策略性授權或訴訟以保護市場地位⁸⁹。

由上述觀察可提出三點洞見：

1. 量與質並重：中國廠商以大規模資本投入與產能擴張帶來大量專利申請（量），但在核心材料與驅動創新（質）上，日本研究機構與美國/歐洲材料公司仍扮演關鍵角色。企業應在「規模化製造能力」與「高附加價值核心技術」間取得平衡。
2. 政策影響明顯：政府補貼與產業政策會顯著改變專利生態與市場結構，外部廠商若欲競爭需考慮資本策略與跨國合作／授權路線。

¹ ITIF, Sep. 2024, How Innovative Is China in the Display Industry?

² Reuters, Oct. 2024, China's rising display industry could hurt US national security: report.

³ TCL, Sep. 2022, TCL's CSOT Buys Over Samsung Display's LCD Panel Patents (TCL CSOT news).

⁴ Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd., (webpage) ExTET & OLED 技術說明.

⁵ SEL press release, Jan. 2022, SEL patent awards on ExTET (press release).

⁶ AU Optronics, Mar. 11, 2024, 2023 Annual Report.

⁷ AU Optronics, Mar. 7, 2024, AUO Selected as Clarivate's Top 100 Global Innovators.

⁸ IPWatchdog, Oct. 24, 2020, Examining Samsung's and LG's LCD Patent Portfolios.

⁹ PatentPC / Aug. 2025, Exploring Samsung's OLED Patents: Legal Implications in Display Technology.

3. 專利策略多元化：像 CSOT 透過購買專利、SEL 透過核心材料技術建立影響力、Samsung 以大量專利＋策略授權保護市場，顯示不同公司可採取多樣化專利策略以築起競爭壁壘。

| | 京東方科技集團股份有限公司 | 深圳市華星光電技術有限公司 | SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD. | SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. | LG DISPLAY CO., LTD. | AU OPTRONICS CORP. | SHARP KABUSHIKI KAISHA | 주식회사 하이닉스반도체 | INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION | UNIVERSAL DISPLAY CORPORATION |
|----|---------------|---------------|---|-------------------------------|----------------------|--------------------|------------------------|--------------|---|-------------------------------|
| CN | 1300 | 748 | 112 | 347 | 277 | 22 | 1 | 0 | 0 | 19 |
| US | 77 | 62 | 129 | 238 | 124 | 23 | 45 | 24 | 131 | 47 |
| WO | 349 | 373 | 38 | 14 | 2 | 24 | 74 | 0 | 8 | 11 |
| JP | 0 | 1 | 335 | 0 | 0 | 25 | 39 | 0 | 0 | 38 |
| KR | 0 | 0 | 76 | 231 | 312 | 26 | 0 | 132 | 0 | 3 |
| TW | 1 | 0 | 419 | 61 | 32 | 27 | 42 | 1 | 1 | 11 |
| EP | 18 | 1 | 7 | 27 | 45 | 28 | 10 | 0 | 4 | 12 |
| DE | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GB | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 30 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| CA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 |

圖 58 低功耗高清晰顯示技術前十大專利申請人申請國別

2. LTPO/LTPS

從表的橫向分布觀察可知，多數頂尖申請人都在中國（CN）有非常高的公開件數（表中可見多個 CN 欄位為高值，例如 701、218、100 等），這反映出廠商對中國市場與中國的專利保護非常重視，或是將中國視為主要的製造/商用化地點而優先申請保護；同時中國對面板/顯示產業的資本與政策支持，也有助於催生大量國內相關專利活動¹。此外，表中 WO（PCT）與 US、JP 等欄位的分布顯示不同申請人採取了混合策略：有些業者以大量在地（CN）申請為主以鞏固國內市場，有些則透過 PCT/WO 與美日向外布局以取得國際保護或為跨境授權／商業化做準備（PCT/WO 是常見的國際階段申請路徑，代表有國際化意圖）²。

就申請人屬性來解讀，可觀察到兩個常見趨勢。其一，材料與驅動層面技術（例如由專業研究單位或材料廠主導的發光材料、驅動電路之類關鍵發明）往往會在其母國與國際（WO/US/JP）維持一定比重的佈局，這類技術以高影響力、易授權為特徵（例如日本研究單位在 OLED/材料技術上的累積與專利佈局為業界所認知）³；其二，整合型或面板廠商則傾向在生產重心國（尤其中國）大量申請以保護製程、模組與系統整合相關項目，而當產品要推向全球市場時，會搭配 PCT/US/EP 等路徑擴張保護⁴。這與 LTPO/LTPS 類背板技術的市場採用節點（例如被重要手機或可穿戴訂單採用）會直接放大該公司在驅動與背板相關專利的申請活動的現象相一致⁵。

¹ ITIF, Sep 2024, How Innovative Is China in the Display Industry?

² WIPO, (n.d.), PCT — What is the PCT? (PCT FAQs / Applicant's Guide).

³ Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd., (n.d.), ExTET / OLED technology overview (SEL IP & technology pages).

⁴ OLED-Info, 2025, OLED smartphone panel shipments to reach 1 billion units in 2026 (industry adoption context).

⁵ TechRadar, 2025, iPhone 17 vs iPhone 16 – 5 rumored upgrades (example: LTPO adoption driving supplier/IP activity).

| | 友达光电股份有限公司 | SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD. | 深圳市华星光电技术有限公司 | SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. | AU OPTRONICS CORP. | APPLE INC. | SHARP KABUSHIKI KAISHA | INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION | 주식회사 하이닉스반도체 | LG DISPLAY CO., LTD. | NEC CORP |
|----|------------|---|---------------|-------------------------------|--------------------|------------|------------------------|---|--------------|----------------------|----------|
| CN | 701 | 85 | 218 | 100 | 168 | 3 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 |
| US | 27 | 98 | 25 | 98 | 6 | 104 | 20 | 65 | 11 | 19 | 0 |
| WO | 152 | 29 | 225 | 4 | 0 | 15 | 46 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| JP | 0 | 289 | 1 | 0 | 0 | 1 | 21 | 0 | 0 | 0 | 37 |
| TW | 0 | 314 | 0 | 22 | 85 | 4 | 17 | 1 | 1 | 6 | 0 |
| KR | 0 | 67 | 0 | 58 | 0 | 1 | 0 | 0 | 66 | 2 | 0 |
| EP | 6 | 1 | 0 | 7 | 0 | 4 | 4 | 10 | 0 | 11 | 0 |
| GB | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| DE | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 |
| CA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 51 LTPO/LTPS 前十大專利申請人申請國別

3. OLED

SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY (SEL) 在日本 (JP) 與台灣 (TW) 有大量公開件 (JP=289、TW=314)，友達 (AUO) 在中國 (CN) 公開數最高 (CN=447)，京東方 (BOE) 在中國也有大量公開 (CN=422)，Samsung 在美國 (US=98) 與中國 (CN=100) 都有顯著申請量，而 Apple 的公開件主要集中在美國 (US=104)。這組分布顯示不同申請人呈現出「母國或生產/市場重心+目標商用市場」混合的申請佈局型態 (例如：有些以 CN 為主、有些以 JP/TW 為主，也有明顯的 US/WO 國際化申請)。

首先，中國廠商 (如 BOE/部分台廠在中國的申請) 在中國的高申請數與當地大規模資本/政策支持高度相關：研究指出 BOE 在 2010-2021 年自中央與地方獲得約 39 億美元補貼，這類補貼與擴產能直接助長了在地專利與製程保護意願，因此在 CN 欄位的高值可部分以此來理解¹²。

其次，SEL (日本研究單位) 在 JP (及在表中也顯示在 TW 有較多公開) 呈現高比重，反映其為材料與驅動核心技術的研發單位，這類「高門檻材料/驅動」技術 (例如 SEL 所稱的 ExTET 類 OLED 技術) 常先於母國提出保護並作為授權或技術合作的基礎³。同樣地，像 AUO 這類台灣廠商會同時在 TW、CN、US、WO 等局做布局，符合其既要保護本地研發/製造優勢也要支援外銷與國際授權的戰略 (AUO 年報及其 IP 管理政策有相關說明)⁴。

再者，表中 WO 與 US 等欄位的存在代表多數申請人也採用 PCT/國際化路徑以留保後續在重要市場進入國家階段或授權的彈性。WIPO 的 PCT 說明強調 PCT 作為「先行的國際申請機制」，常被用於要在多國保護或衡量商業化潛力時採取的策略性步驟⁵。

整體來看，OLED 的全球專利申請集中於中國、美國、日本與台灣，涵蓋材料 (SEL)、面板製造 (友達、京東方、華星、三星、群創、夏普)、終端整合 (Apple、IBM) 與記憶體/晶片 (SK 海力士) 的全鏈條布局。專利申請地區顯示不同機構有明確市場與法務策略，例如中國面板廠優先提交主場專利，美國與日本偏重系統與工藝創新防護；Apple 則專注全球布局其核心驅動技術。

¹ ITIF, Sep. 2024, How Innovative Is China in the Display Industry?

² Reuters, Oct. 31, 2024, China's rising display industry could hurt US national security, report warns.

³ Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd., (n.d.), ExTET / OLED technology overview.

⁴ AU Optronics, Mar. 11, 2024, 2023 Annual Report.

⁵ WIPO, (n.d.), PCT – The International Patent System.

| | SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD. | 友达光电股份有限公司 | 京东方科技集团股份有限公司 | SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. | 深圳市华星光电技术有限公司 | APPLE INC. | 주식회사 하이닉스반도체 | INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION | LG DISPLAY CO., LTD. | SHARP KABUSHIKI KAISHA |
|----|---|------------|---------------|-------------------------------|---------------|------------|--------------|---|----------------------|------------------------|
| CN | 85 | 447 | 422 | 100 | 160 | 4 | 0 | 0 | 14 | 0 |
| US | 74 | 6 | 27 | 98 | 21 | 104 | 11 | 65 | 19 | 20 |
| JP | 289 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| TW | 314 | 85 | 0 | 22 | 0 | 4 | 1 | 1 | 6 | 7 |
| KR | 67 | 0 | 0 | 58 | 0 | 1 | 66 | 0 | 2 | 0 |
| EP | 1 | 0 | 6 | 7 | 0 | 4 | 0 | 10 | 11 | 4 |
| GB | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| DE | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| CA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SG | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 52 OLED 前十大專利申請人申請國別

4. Micro-LED

京東方 (BOE) 於中國 (CN) 呈現明顯領先地位 (2777 件)，而深圳華星 (CSOT) 在中國與 PCT/WO 也有大量分布 (CN=543、WO=104)，三星則在韓國與美國顯示出較高的申請活動 (KR=208、US=108)，LG、惠科與合肥鑫晟等公司則各自在其重點市場 (TW/US/CN/WO) 保有可觀申請量。顯示出「以母國或生產基地為申請重心」的普遍策略，同時部分廠商會搭配 WO/US 等國際路徑以保留跨國商用或授權空間。

這種分布與整體產業趨勢相互呼應：近年 MicroLED 的 IP 活動由中國與韓國廠商大幅推升，中國廠商特別傾向先在中國集中申請以鞏固在地製造與市場保護；相關研究報告指出，MicroLED 的專利成長在 2017 - 2023 年經歷快速擴張，且中國新進者占新增專利家數的一大部分，造成中國在專利數量上的明顯領先¹²。BOE 也在近年大幅投資 microLED 生產與上游晶片產線，並公開顯示大量在地專利與研發佈局，這類資本與產能投入有助解釋其在 CN 欄位的高申請量³⁴。

從技術面與策略面看，MicroLED 的主要研發重心 (例如芯片效率、像素級全彩化、mass-transfer/貼附、檢測與修補、驅動/驅動器整合) 是驅動專利申請的核心動因；產業報告與學術綜述皆指出，mass-transfer 與良率提升是量產化的最大瓶頸，因此業者及新創多在這些環節密集佈局專利與設備投資，進而反映在申請國別與申請量的分布上⁵⁶。基於上述觀察，對想在 MicroLED 領域提升影響力的單位，建議一方面在本地 (若生產/市場重心在中國則優先 CN) 做好基礎保護，另一方面將有限的國際申請資源鎖定在能支撐量產或授權的關鍵技術 (如 mass-transfer、修補/檢測、驅動匹配與全彩集成)，以兼顧在地保護與國際變現潛力⁷⁸。

¹ Yole Group, May 13, 2024, MicroLED Displays - Intellectual Property Landscape 2024.

² Semiconductor Today (summary of Yole), May 17, 2024, Micro-LED IP plateaus after seven years of exponential growth.

³ BOE (official), Jan 14, 2025, Company news / patent and technology disclosures.

⁴ MicroLED-Info, (various), BOE microLED news & fab updates.

⁵ IDTechEx, Oct. 1, 2024, Micro-LED Displays 2024-2034: Technology, Markets and Manufacturing.

⁶ Wu Y.E., 2025, Current Landscape of Micro-LED Display Industrialization (review article).

⁷ Samsung Newsroom, Jan. 8, 2024, Samsung showcases new Micro LED developments at CES 2024.

⁸ miniMicroLED, Apr. 6, 2024, China's Micro LED patents lead global growth.

| | 京东方科技集团股份有限公司 | 深圳市华星光电技术有限公司 | SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. | LG DISPLAY CO., LTD. | 惠科股份有限公司 | 주식회사 하이닉스반도체 | 合肥鑫晟光电科技有限公司 | INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION | シャープ株式会社 | SONY CORP | NEC CORP |
|----|---------------|---------------|-------------------------------|----------------------|----------|--------------|--------------|---|----------|-----------|----------|
| CN | 2777 | 543 | 53 | 30 | 125 | 1 | 109 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| US | 46 | 26 | 108 | 46 | 0 | 26 | 0 | 104 | 28 | 0 | 32 |
| WO | 490 | 104 | 2 | 6 | 5 | 0 | 9 | 0 | 52 | 2 | 9 |
| JP | 0 | 45 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 99 | 133 | 107 |
| KR | 0 | 0 | 208 | 220 | 0 | 200 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| TW | 0 | 5 | 6 | 13 | 0 | 2 | 0 | 1 | 33 | 0 | 0 |
| EP | 2 | 5 | 5 | 21 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 0 | 4 |
| GB | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| DE | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| RU | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 53 Micro-LED 前十大專利申請人申請國別

5. Quantum Dot

表格顯示申請分布並非單一極端集中，而呈現「母國或區域為主 + 若干申請人在美國/WO/日本等地亦有重要公開」的混合格局。例如表中深圳市海洋王照明於美國（US）有 232 件的公開（美國公開強度明顯高於其在中國的數字），而另外如 LG、三星、IBM 在中國（CN）公開量則呈現明顯集中，且有明顯多的個人申請人而非企業，如 Vinegar, Harold J、Wellington, Scott Lee、Berchenko, Ilya Emil、Zhang, Etuan 等人。另有在日本（JP）或台灣（TW）呈現局部集中。整體而言，表格傳達出「部分權利人以美國或 WO 為主要公開策略、部分權利人以中國為主要保護市場、少數權利人擁有日本/台灣為主的公開佈局」這樣的樣態。

量子點（Quantum Dot）技術自 2020s 起逐步從實驗/材料端進入廣泛商用，材料製程、薄膜圖案化與顯示整合成為驅動專利申請量與企業佈局的關鍵因素；報告指出，量子點在顯示（尤其 QD-OLED、QD-backlit LCD）與影像感測等應用的商用化推進，確實帶動各類型廠商（材料供應商、面板製造商、系統整合廠）在不同區域積極申請專利與建立專利組合¹。Nanosys 等材料廠在 2023 年亦公開多項商用里程碑，代表材料端的成熟促進了應用端（顯示器廠商）的專利活動²。另外，大廠透過買入/整合專利組合以加強市場防禦（或作為訴訟/授權策略）近年亦屢見報導，例如市場上有關 Samsung 併購或取得多件 QD 相關專利的消息，說明專利購併是企業補強技術組合的常見做法³。

「某些申請人在美國高度集中、某些在中國高度集中、另有在 JP/TW 局部集中」的格局，與上面指出的商用化與專利策略是一致的：當材料供應商或特定發明人擁有關鍵化學或奈米材料發明時，他們通常以美國或 WO 為優先公開，以利國際授權或訴訟（顯示為 US/WO 的高數字）；面板大廠或製造導向的申請人則偏重母國或生產市場（例如 CN 的高集中），以保護大量生產/本地市場優勢。基於此，若要在 Q-Dot 領域建立有競爭力的專利策略，建議同時兼顧（1）在關鍵商用市場（US、CN、KR、JP、EP）做選擇性保護、（2）將資源集中在影響良率與量產的技術（如薄膜圖案化、毒性/穩定性改良、與面板製程相容的封裝方法）以提升專利的商業價值，以及（3）監控並在必要時透過購併或交叉授權補強已有專利組合。

¹ IDTechEx, 2024, Quantum Dot Materials and Technologies 2024–2034.

² Nanosys, Apr 11, 2023, 2023 is the “Year of the Quantum Dot”.

³ SammyGuru / The Elec (reporting aggregated), Aug 2025, Samsung acquires QD patent portfolio (media reports).

| | 深圳市海洋王照明技术有限公司 | LG DISPLAY CO., LTD. | BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD. | SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. | INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION | VINEGAR, HAROLD J. | SHARP KABUSHIKI KAISHA | MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD. | WELLINGTON, SCOTT LEE | BERCHENKO, ILYA EMIL | ZHANG, ETUAN |
|----|----------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|---|--------------------|------------------------|--|-----------------------|----------------------|--------------|
| CN | 0 | 63 | 19 | 86 | 94 | 91 | 25 | 13 | 80 | 73 | 70 |
| US | 232 | 5 | 55 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| JP | 0 | 8 | 70 | 7 | 8 | 0 | 23 | 22 | 0 | 0 | 0 |
| TW | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 31 | 41 | 0 | 0 | 0 |
| KR | 0 | 35 | 5 | 11 | 14 | 0 | 8 | 9 | 0 | 0 | 0 |
| EP | 0 | 48 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GB | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| DE | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CA | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SG | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 54 Quantum Dot 前十大專利申請人申請國別

(三)前十大專利申請人歷年申請數量分析

1. 低功耗高清顯示技術

從圖表可見，京东方科技集团股份有限公司在 2016–2025 年期間每年均有穩定的專利輸出，整體趨勢呈現長期穩定並在 2023 年出現一次明顯高峰。深圳市华星光电半导体显示技术有限公司 (CSOT) 在相同期也保持高量輸出，但呈現先高後降的波動 (2016: 160 → 2019: 221 → 2023: 38)，顯示其在某些年份有集中性的大量申請活動。LG Display 與 Samsung Display 在 2021–2023 年出現不同程度的回升或波動 (LG 2022: 78、2023: 103；Samsung 2021: 57、2023: 48)，而研究機構如 Semiconductor Energy Laboratory (SEL) 則呈現相對小而穩定的年度輸出，但量級低於大型面板廠。

就這些數據可提出幾項解讀。首先，京东方之所以能長期保持高量級的專利申請，一部分可歸因於其在資本與產能擴張上的大規模投入以及來自地方與中央層級的補助支持；相關研究指出 BOE 在 2010–2021 年間獲得大量政府補貼，且中國整體對顯示產業的資本支出占全球比重極高，這為其擴張與大量研發／申請提供制度性支持¹。其次，CSOT 在 2018–2019 年的高峰性申請可和其透過購併／取得外部專利資產 (含 Samsung 相關 LCD 專利轉移) 並擴張產能的策略相關，這類專利購併與專利組合擴張能短時間內顯著提升一家企業在統計上的專利量級²³。

關於技術重心的差異，SEL 作為以材料與驅動電路創新見長的日本研究機構，其 ExTET 等 OLED 相關基礎技術能提高效率並降低驅動電壓，這類「高影響力但申請量較少」的專利類型常出現在 SEL 這類研發導向單位的專利組合中，說明量與質在不同申請人之間分工明顯⁴⁵。此外，LG 與 Samsung 在近年將重心逐步從傳統 LCD 向 OLED、可撓/可摺疊與高階應用移轉，相關新聞與分析也指出兩家公司透過出售或重新調整 LCD 資產、並強化 OLED/可撓顯示研發的策略，這有助解釋 LG 在 2022–2023 年專利件數的回升 (與其聚焦 OLED 與伸展/可撓顯示的研發動能吻合) 以及 Samsung 以專利保護與授權作為競爭工具的做法⁶⁷⁸。

¹ ITIF, Sep. 2024, How Innovative Is China in the Display Industry?

² TCL, Sep. 23, 2022, TCL's CSOT Buys Over Samsung Display's LCD Panel Patents.

³ Flat Panel SHD / Sep. 7, 2022, Samsung Display sells all of its LCD patents to TCL's CSOT.

⁴ Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd., (webpage), OLED technology — ExTET.

⁵ OLED-Info, Mar. 4, 2022, On SEL's ExTET OLED device architecture.

⁶ IPWatchdog, Oct. 24, 2020, Examining Samsung's and LG's LCD Patent Portfolios.

⁷ Reuters, Sep. 26, 2024, LG Display agrees sale of Chinese LCD plant for \$1.5 bln.

⁸ The Verge, Nov. 12, 2024, LG Display's stretchable screen is now even stretchier.

由上述趨勢可抽出三項策略性建議與洞見。第一，若目標是提升「專利量」，產能擴張、政策協作與（或）採取購併/取得外部專利的策略能快速提升統計量；若想提升「專利影響力／技術價值」，則需要聚焦材料、驅動電路與能效等高附加價值的核心發明，這是 SEL 類機構的強項。第二，面對中國廠商由政策與資本驅動的高量競爭，國際對手可採跨國策略（技術授權、重點合作、或在關鍵細分類深耕）來避免單純以量競爭的資金戰。第三，從公司層面看，組合化的專利策略（自研+收購+海外布局+策略授權）對於在短期內建立防禦性與進攻性專利庫特別有效，數據中 CSOT 的波動與 LG/Samsung 的結構調整可視為實例。

| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 京東方科技集團股份有限公司 | 107 | 136 | 115 | 108 | 106 | 109 | 114 | 173 | 84 | 12 |
| 深圳市華星光電半導體顯示技術有限公司 | 160 | 171 | 147 | 221 | 115 | 61 | 49 | 38 | 13 | 5 |
| LG DISPLAY CO., LTD. | 31 | 54 | 41 | 53 | 37 | 25 | 78 | 103 | 23 | 0 |
| SAMSUNG DISPLAY CO., LTD. | 19 | 26 | 18 | 30 | 45 | 57 | 32 | 48 | 31 | 1 |
| 株式會社半導體エネルギー研究所 | 36 | 29 | 14 | 26 | 19 | 6 | 11 | 13 | 9 | 2 |
| 上海道亦化工科技有限公 | 0 | 64 | 64 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 長春海濤潤斯科技股份有限公 | 1 | 5 | 12 | 1 | 5 | 12 | 18 | 41 | 22 | 7 |
| 吉林奧來德光電材料股份有限公 | 2 | 5 | 3 | 18 | 11 | 7 | 22 | 4 | 6 | 1 |
| 華南理工大學 | 7 | 13 | 19 | 16 | 8 | 2 | 1 | 9 | 4 | 0 |
| 江蘇三月科技股份有限公 | 0 | 1 | 0 | 3 | 19 | 13 | 22 | 12 | 4 | 0 |

表 55 低功耗高清晰顯示技術前十大專利申請人歷年專利申請數量

2. LTPO/LTPS

深圳華星光電（CSOT）與京東方（BOE）在各年份中均有穩定且明顯的申請活動，尤其在中國局（CN）集中；SEL（Semiconductor Energy Laboratory）在多個年份也維持較高輸出，代表其在材料／驅動相關的核心技術上持續投入；Apple、Samsung、LG 等整合/品牌廠的申請數較少但分布在美國（US）、PCT/WO 與其他目標市場，呈現母國+重點商用市場混合佈局的特徵。

造成上述分布的主要驅因包括政策/資本環境與技術商用驅動。中國面板廠（如 BOE、CSOT）的大量在地申請與快速擴張，與中國產業的資本投入與政策支持高度相關；相關分析指出中國顯示產業成長與補貼、資本支出有密切關聯，這種「大規模投入 + 本地化市場」的結構會推動申請量上升¹²。

技術與市場面的驅動也十分關鍵。LTPO/LTPS 與相關背板/驅動技術在高階行動裝置中被視為降低功耗與支援可變更新率的關鍵，且顯示設備相關資本支出在近年回升，進一步帶動對背板與製程相關的專利佈局需求³。同時，品牌廠（例如 Apple）持續將 LTPO/LTPS 等低功耗背板納入產品世代升級的路線，促使供應鏈上游（面板廠、材料／驅動研發單位）加速以專利與產能雙軌保護其技術與商用機會⁴。

¹ ITIF, Sep 16, 2024, How Innovative Is China in the Display Industry?

² Reuters, Oct 31, 2024, China's rising display industry could hurt US national security, report warns.

³ Display Counterpoint Research (DSCC), Nov 18, 2024, Display equipment spending expected to rise 47% in 2024.

⁴ The Verge, Dec 30, 2024, Apple could bring its 'Pro' OLED displays to the entire iPhone 17 line.

就從技術類型看，SEL 類研發單位偏重基礎材料與驅動（例如官方註明的 ExTET / OLED 相關技術），這類高門檻、容易成為授權或關鍵供應契機的發明，使其即便在總量上不如大廠，卻能在技術影響力上具高價值¹。

| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 深圳市华星光电半导体显示技术有限公司 | 81 | 87 | 72 | 76 | 46 | 18 | 14 | 0 | 7 | 0 |
| 京东方科技集团股份有限公司 | 21 | 62 | 29 | 27 | 15 | 30 | 21 | 40 | 4 | 0 |
| 株式会社半導體工ネルギー研究所 | 38 | 42 | 21 | 30 | 24 | 7 | 9 | 14 | 10 | 0 |
| APPLE INC. | 12 | 3 | 16 | 10 | 7 | 11 | 5 | 3 | 2 | 1 |
| SAMSUNG DISPLAY CO., LTD. | 1 | 10 | 0 | 9 | 19 | 11 | 7 | 6 | 4 | 0 |
| LG DISPLAY CO., LTD. | 4 | 5 | 2 | 4 | 0 | 0 | 14 | 24 | 2 | 0 |
| 福建华佳彩有限公司 | 0 | 0 | 6 | 4 | 8 | 14 | 16 | 0 | 0 | 0 |
| 友达光电股份有限公司 | 9 | 2 | 4 | 4 | 4 | 5 | 1 | 1 | 6 | 0 |
| 华映科技(集团)股份有限公司 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 2 | 0 |
| 天合光能股份有限公司 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 |
| 上海华虹宏力半导体制造有限公司 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |

表 56 LTPO/LTPS 前十大專利申請人歷年專利申請數量

3. OLED

主要申請人分布呈現明顯的「製造廠+材料廠+專門化研發單位」混合型態。深圳華星（Wuhan/CSOT）在 2019 年出現明顯高峰（85 件），之後逐年回落但仍維持較高的歷年投入；京東方（BOE）則呈現相對穩定的年度申請（多數年份 20-46 件間波動），顯示為長期持續的研發與保護節奏。LG 在 2022 年有一次顯著上升（31 件），代表其在某些年度會針對特定技術（例如製程或印刷/封裝）加強申請。另有數家材料相關公司（如上海道亦在 2017-2018 年的雙高峰；吉林奧來德在 2022 年有 36 件的跳升；江蘇三月在 2022 年亦達 38 件）顯示材料端與專用化供應商在特定時期投入突增，這些都反映出材料與製程優化成為該技術鏈的重要節點。

上述數據背後的驅動因素包括市場商用化節奏、資本與政策支持，與材料端技術成熟三者交互影響。中國面板廠擴產與研發投入的規模（以及相關補貼/資本扶持）被視為推升本地專利申請量的重要原因，這種「大規模投資+本地化保護」使中國廠商在近年專利總量上顯著成長²。

同時，OLED 材料市場與蒸鍍/蒸發材料等供應鏈在近期出現快速成長，材料端的需求與創新（例如提高蒸鍍材料效率或開發新型有機發光層）也同步刺激了材料廠與專業研發單位的專利活動³。

此外，面板廠與系統整合廠（例如 LG、Samsung、AUO）會在具體商用路線（如印刷式 OLED、封裝技術、驅動結構）成熟時加大申請力度，實例上 AUO 的印刷式 OLED 與其他廠商的示範性商用案證明了當技術接近量產時，專利申請會出現集中爆發⁴。

¹ Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd., (n.d.), ExTET / OLED technology overview.

² ITIF, Sep 16, 2024, How Innovative Is China in the Display Industry?

³ DSCC / oled-info summary, Jan 8, 2025, DSCC: the OLED materials market grew 22% in 2024.

⁴ AUO, Aug 23, 2019, AUO Pioneers the Development of 17.3-inch UHD 4K Ink Jet Printing (IJP) OLED display.

| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 武汉华星光电半导体显示技术有限公司 | 29 | 57 | 46 | 85 | 35 | 14 | 14 | 0 | 2 | 0 |
| 京东方科技集团股份有限公司 | 23 | 28 | 27 | 39 | 46 | 29 | 15 | 13 | 6 | 0 |
| LG DISPLAY CO., LTD. | 22 | 26 | 20 | 19 | 21 | 3 | 31 | 11 | 0 | 0 |
| 上海道亦化工科技股份有限公司 | 0 | 64 | 64 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 吉林奥来德光电材料股份有限公司 | 2 | 8 | 5 | 32 | 16 | 11 | 36 | 7 | 9 | 0 |
| 江苏三月科技股份有限公司 | 0 | 1 | 0 | 5 | 31 | 24 | 38 | 18 | 7 | 0 |
| 长春海谱润斯科技股份有限公司 | 2 | 5 | 14 | 2 | 5 | 12 | 15 | 21 | 10 | 3 |
| 广东阿格蕾雅光电材料有限公司 | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 9 | 21 | 2 | 12 | 0 |
| 陕西莱特光电材料股份有限公司 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 28 | 12 | 0 |
| 南京高光半导体材料有限公司 | 5 | 14 | 0 | 10 | 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 武汉天马微电子有限公司 | 7 | 1 | 5 | 3 | 8 | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 |

表 57 OLED 前十大專利申請人歷年專利申請數量

4. Micro-LED

前十大申請人中以京東方 (BOE) 最為突出, 2016 - 2025 年間年度申請數在多個年頭呈現高點 (例如 2021 年達 312 件, 之後雖有回落但仍維持相對領先); 華星 (CSOT) 在 2016 - 2019 年也維持高量 (2016 年 131 件、2019 年 114 件), 而其他如惠科、合肥鑫晟、天馬、華映與信利等則呈現數次局部跳升 (例如惠科 2022 年 42 件、江蘇格恩 2023 年 12 件), 代表整體專利活動既以大廠為主導, 也有材料/專業供應商在特定時期集中投入研發與申請。

這種格局可由產業與資本動能來解釋。京東方與中國其他大廠近年大規模投資於微型化 LED (Micro-LED) 製程與產線建設, 並啟動或擴張晶片/晶圓與像素量產線, 形成「產能擴張→大量研發→大量專利申請」的正向循環; BOE 與其合作廠 (例如 HC Semiteck) 在 2023 - 2025 年間推動多個微型 LED 產線與投資案, 這與 BOE 在你表中持續高量的專利提交相呼應¹²。同時, 市場報告指出 microLED 專利於近年快速累積但自某階段呈現成熟化與布局集中 (專利家數龐大、申請機構數量增加但分布出現大廠/材料廠分工), 也會造成大型廠商在特定年度集中申請或透過專利併購補強組合的現象³。

| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 京東方科技集团股份有限公司 | 223 | 190 | 165 | 185 | 223 | 312 | 212 | 164 | 95 | 12 |
| 深圳市华星光电半导体显示技术有限公司 | 131 | 124 | 120 | 114 | 95 | 62 | 64 | 37 | 8 | 0 |
| 惠科股份有限公司 | 1 | 25 | 30 | 3 | 7 | 24 | 42 | 26 | 33 | 0 |
| 合肥鑫晟光电科技有限公司 | 11 | 12 | 17 | 13 | 16 | 8 | 6 | 2 | 2 | 0 |
| 厦门天马微电子有限公司 | 26 | 15 | 4 | 7 | 12 | 4 | 7 | 2 | 3 | 1 |
| 华映科技(集团)股份有限公司 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 29 | 10 | 0 |
| LG DISPLAY CO., LTD. | 3 | 13 | 5 | 8 | 5 | 0 | 2 | 5 | 3 | 0 |
| SAMSUNG DISPLAY CO., LTD. | 5 | 6 | 0 | 2 | 4 | 8 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 信利半导体有限公司 | 4 | 4 | 15 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 安徽格恩半导体有限公司 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 12 | 1 |

表 58 Micro-LED 前十大專利申請人歷年專利申請數量

5. Quantum Dot

¹ MicroLED-Info, Mar 22, 2025, BOE HC Semiteck starts mass producing microLED wafers.

² MiniMicroLED, Dec 31, 2024, BOE new project with a total investment ¥29 billion — production next year.

³ Yole Group, May 13, 2024, MicroLED Displays - Intellectual Property Landscape 2024.

前十大申請人中以深圳華星與京東方在多個年度出現明顯的高量提交，顯示中國廠商在 Q-dot 顯示相關專利上的穩定投入與規模化佈局。這樣的公司集中度與波動，通常與商用化節奏與產線投資同步：當廠商邁入產品化或擴產（例如面板廠推進 QD/LCD 或 QD-OLED 的量產計畫）時，專利申請會集中爆發。¹

由於量產與供應鏈成熟度提高，材料供應商與系統整合者（表中可見若干材料廠與面板廠）也會在特定年份加速申請，反映「材料優化→製程調校→系統整合」的技術推進路徑。Nanosys 等量產/產品化里程碑在 2023 年被市場視為推動 Q-dot 應用普及的重要節點，這也解釋了表中某些年度出現的跳升現象²。

整體而言，Q-dot 專利活動呈現「以大廠為主導、材料與專業供應商補強」的生態：若要在該領域布局或競爭，建議同時關注材料配方與製程良率（因為這兩者直接決定顯色與功耗表現），以及密切追蹤大廠的量產/商轉時間點，因為一旦進入量產階段，專利與商業競爭將快速加劇³。

| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 深圳市华星光电半导体显示技术有限公司 | 18 | 26 | 20 | 30 | 10 | 4 | 2 | 4 | 0 | 0 |
| BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD. | 15 | 7 | 11 | 14 | 12 | 16 | 19 | 11 | 0 | 0 |
| LG DISPLAY CO., LTD. | 10 | 25 | 9 | 13 | 4 | 4 | 4 | 5 | 1 | 0 |
| SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. | 6 | 3 | 5 | 7 | 6 | 10 | 13 | 4 | 1 | 0 |
| MAGIC LEAP, INC. | 1 | 0 | 7 | 5 | 2 | 5 | 7 | 3 | 2 | 0 |
| 北京夏禾科技有限公司 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 7 | 12 | 6 | 0 | 0 |
| NTTTO DENKO CORPORATION | 0 | 0 | 4 | 15 | 1 | 5 | 1 | 3 | 1 | 0 |
| TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CO., LTD. | 0 | 3 | 1 | 3 | 7 | 3 | 4 | 7 | 1 | 0 |
| INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| TACTOTEK OY | 0 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 4 | 9 | 1 | 0 |
| 深圳市欧弗德光电科技有限公司 | 0 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 59 Quantum Dot 前十大專利申請人歷年專利申請數量

¹ Nanosys, Apr 11, 2023, 2023 is the “Year of the Quantum Dot” with several major milestones for Nanosys’ Quantum Dot technology.

² Samsung Display, May 17, 2023, QD-OLED is Samsung Display’s next-generation large-format technology.

³ IDTechEx, Aug 2023, Quantum Dot Materials and Technologies 2024-2034.

六、技術分類分析與核心專利

(一) 技術魚骨圖分析

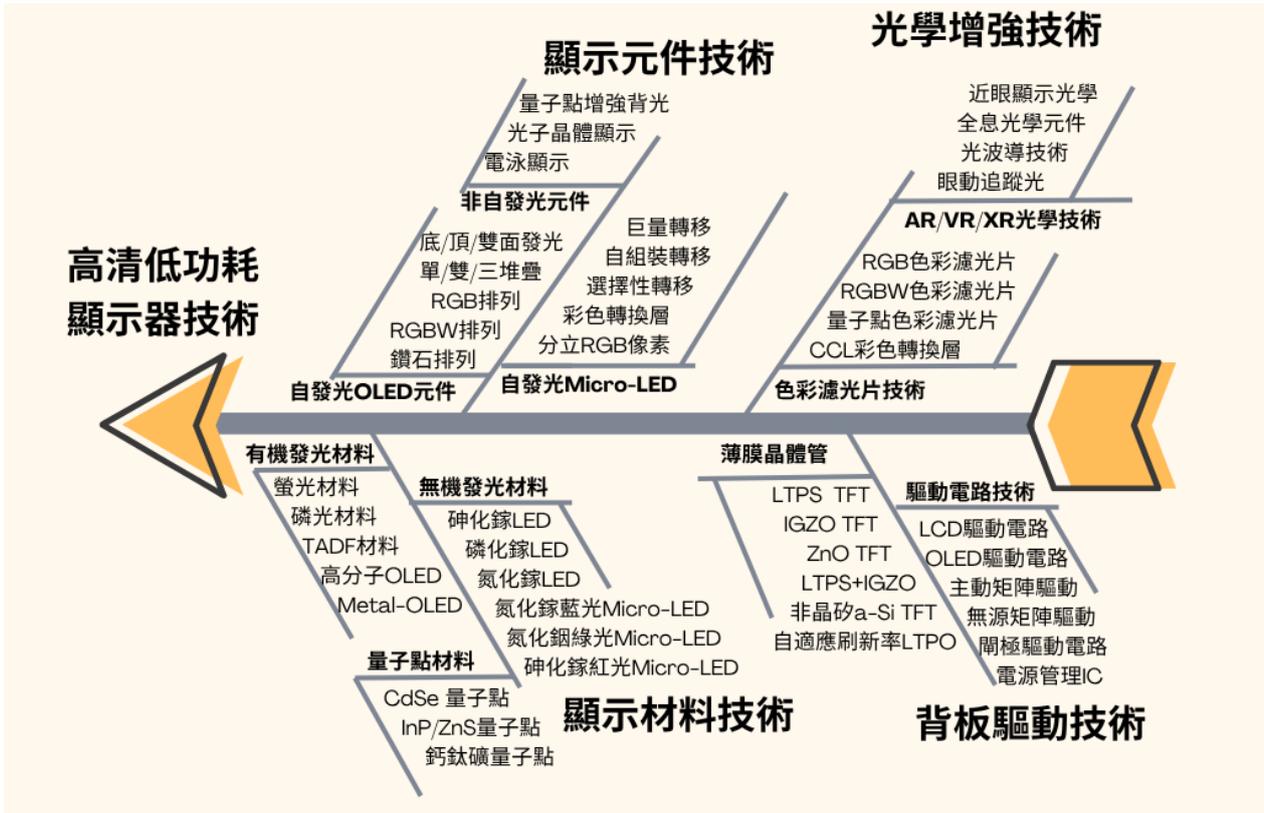


圖 59 技術魚骨圖 (研究團隊繪製)

低功耗高清顯示器技術聚焦於四大構成：顯示材料技術、顯示元件技術、光學增強技術與背板驅動技術。透過材料內在量子效率的提升、元件結構優化、光路提效與背板驅動策略的協同作用，可大幅降低功耗並維持或提升顯示性能。

顯示材料直接決定發光效率與色彩性能。有機發光材料方面，熱活化延遲螢光(TADF)材料可透過反向系間竄越機制將三重態激子轉換為單重態發光，理論內量子效率接近 100%¹，為 OLED 低功耗顯示的關鍵突破。無機發光材料則以氮化鎵(InGaN)基 Micro-LED 為代表，其在微米級點陣上展現高亮度與長壽命，但邊緣缺陷導致的外量子效率下降是當前瓶頸²。此外，量子點增強膜(Quantum Dot Enhancement Film, QDEF)可作為背光或彩色轉換層，透過高色純度與可調發射波長特性，實現在降低背光功耗的同時拓寬色域³。

顯示元件可分為自發光與非自發光兩大類。自發光 OLED 元件結構涵蓋底發射、頂發射及多重堆疊(單、雙、三堆疊)設計，並輔以 RGBW 或鑽石排列等像素排布，優化透光率與對比⁴。Micro-LED 元件以小於 50 μm 的像素尺寸結合巨量轉移、選擇性轉移及自組裝轉移技術，

¹ Chen, Y., Li, X., & Zhang, H. (2024). Charge transporting and thermally activated delayed fluorescence materials for OLED applications. *Physical Chemistry Chemical Physics*. <https://doi.org/10.1039/D3CP03214K>

² Baek, W. J., Lee, S. M., & Kim, H. T. (2023). Ultra-low-current driven InGaN blue micro light-emitting diodes for electrically efficient and self-heating relaxed microdisplay. *Nature Communications*, 14, 1386. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37681-x>

³ 3M. (n.d.). 3M™ Quantum Dot Enhancement Film (QDEF) [PDF]. Retrieved from <https://multimedia.3m.com/mws/media/9853750/3mtm-quantum-dot-enhancement-film-qdef-white-paper.pdf>

⁴ Zhang, H., & Liu, J. (2021). Technical status of top-emission organic light-emitting diodes. *Journal of Information Display*, 22(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/15980316.2021.1876173>

並透過量子點或彩色轉換層實現全彩顯示，其微型化及自發光特性為超高解析度與低功耗顯示提供新方向。非自發光 LCD 元件則依靠 Mini-LED 背光與量子點增強技術實現局部調光與色彩優化。

光學增強層面透過微透鏡陣列(MLA)、光取出增強膜及量子點增強膜(QDEF)等光學結構，顯著提升光子出射效率，從而降低整體功耗。MLA 在 OLED 面板頂端可減少內部反射損失，料想可增亮 10–20%而不需額外能量¹。量子點過濾或轉換薄膜則藉由窄頻發射與高度定向性，增加色彩飽和度並降低背光功耗。在 AR/VR/XR 近眼顯示領域，光波導與全息光學元件能實現輕薄顯示與焦點渲染，進一步提升系統光效與用戶沉浸感。

背板驅動技術透過先進的薄膜晶體管(TFT)設計與驅動電路策略實現功耗優化。低溫多晶氧化物(LTPO)結合 LTPS 與 IGZO TFT 優勢，支援 1–120 Hz 自適應刷新率，並在低更新率模式下將面板功耗降低至原本的 70%左右²。同時，驅動電路結構從 2T1C 到 8T1C 多種設計，透過補償電路與多級時序控制器(T-CON)等方式平衡驅動精度與功耗³。

(二) 技術功效分析

| | 氮化鎵 | 砷化鎵 | 磷化鎵 | 巨量轉移 | 自組裝轉移 | 選擇性轉移 |
|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|
| 低功耗 | 321 | 120 | 159 | 73 | 44 | 431 |
| 高清 | 218 | 60 | 137 | 70 | 36 | 315 |
| 柔性 | 66 | 39 | 74 | 38 | 23 | 164 |
| 紅光 | 81 | 19 | 53 | 40 | 13 | 128 |
| 藍光 | 138 | 28 | 55 | 47 | 11 | 140 |
| 綠光 | 96 | 23 | 52 | 42 | 12 | 130 |

圖 60 Micro-LED 技術功效矩陣

根據 Micro-LED 之技術功效矩陣，我們首先發現，在材料方面，氮化鎵 (GaN) Micro-LED 在低功耗 (321 分) 與高清 (218 分) 功效中表現卓越，在其餘應用也遠勝於其他材料，突顯其固有的高能量轉換效率與可靠性。GaN 材料具備高外量子效率、低漏電流與卓越熱穩定性，使得在小尺寸像素下依然能維持極佳的光電轉換性能。此外，GaN 材料的寬帶隙特性有助於降低閾電壓與功耗，並於高像素密度顯示中保持高亮度，滿足移動與可穿戴應用的續航與解析度需求⁴。

而另一方面，選擇性轉移技術也在低功耗 (431 分) 與高清 (315 分) 功效下獲得最高分。相比於傳統的全量轉移，選擇性轉移可針對性地剔除不良晶粒並補植替換，以降低缺陷

¹ Stuff. (2023, August 10). What is a Micro Lens Array? The brighter telly tech explained. Retrieved from <https://www.stuff.tv/features/what-is-a-micro-lens-array-the-brighter-telly-tech-explained/>

² Fan, C.-L., Chen, C.-Y., Liu, S.-Y., & Lin, W.-Y. (2022). AMOLED Pixel Circuit Using LTPO Technology Supporting Variable Frame Rate from 1 to 120 Hz for Portable Displays. *Micromachines*, 13(9), 1505. <https://doi.org/10.3390/mi13091505>

³ Compare & Recycle. (2025, February 20). Understanding LTPO Displays: What Is It and Why Are They So Good? Retrieved from <https://www.compareandrecycle.co.uk/blog/understanding-ltpo-displays-what-is-it-and-why-are-they-so-good>

⁴ Linghu, C., Xia, B., Su, P., & Ma, J. (2023). 以微陣列結構提升 Micro-LED 出光效率之低反射二次光學設計. *Journal of Optoelectronic Science*, 12(1), 45–53. Retrieved from <https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/U0001-0627231227201113>

點並提高組裝精度；例如， μ VAST 微真空選擇轉移技術通過可控微孔吸附力實現高產量晶粒精確挑選與放置，顯著提升轉移良率與系統可靠性¹。

巨量轉移分數雖遠小於選擇性轉移，但普遍高於自組裝轉移，反映出目前大規模製造依然倚賴成熟的巨量轉移工藝來達成高通量組裝。巨量轉移能透過多頭並行拾放實現大面積高精度搬運，但隨著轉移頭數量增加，也帶來定位誤差與良率挑戰；自組裝轉移也在柔性與特定色光應用中展現潛力，但受限於晶粒間排布控制與兼容性²，未來結合兩者優勢的混合策略或可突破高良率與高靈活性的瓶頸。

最後，不同半導體材料在特定波長下的性能差異凸顯材料物理特性的影響。磷化鎵於綠光（52 分）與紅光（53 分）顯示中表現適中，受限於其帶隙與缺陷密度；而砷化鎵在紅、綠光波段分值較低（紅光 19 分、綠光 23 分），歸因於在微型化製程中更易產生邊緣缺陷與載流子俘獲效應。相較之下，GaN 基藍光 Micro-LED 綜合效能最佳，提供製程兼容與高 IQE 支撐，是當前主流全彩化方案的基礎³。

整體而言，Micro-LED 技術未來應深化 GaN 材料與量子點結構優化以縮小綠隙；優化液相與界面能設計，開發高選擇性鍵合材料，降低微小晶粒錯配，提升自組裝轉移良率；發展高效、低溫的選擇性與巨量轉移混合技術，結合巨量轉移的高良率與選擇性轉移的靈活性；以及深入研究量子點 CCL 與微結構透鏡陣列等光學增強結合，提升彩色純度並降低背光功耗，推動 Micro-LED 在 AR/VR/XR 近眼顯示的快速商用化。

| | 磷光材料 - 銱(Ir) | 磷光材料 - 鉑(Pt) | TADF 材料 | 超螢光材料 | 電洞傳輸型 主體 - 咔唑 衍生物 | 電子傳輸型主 體 - 二苯矽、 三嗪衍生物 |
|-----|-----------------|-----------------|---------|-------|-------------------------|-----------------------------|
| 低功耗 | 181 | 100 | 218 | 23 | 55 | 235 |
| 高清 | 100 | 71 | 129 | 20 | 33 | 143 |
| 柔性 | 24 | 10 | 15 | 3 | 7 | 18 |
| 紅光 | 75 | 34 | 31 | 5 | 24 | 57 |
| 藍光 | 88 | 52 | 54 | 6 | 24 | 100 |
| 綠光 | 53 | 34 | 54 | 13 | 25 | 59 |

圖 61 OLED 技術功效矩陣

在 OLED 技術功效矩陣，整體可見，TADF 與電子傳輸型主體在低功耗與高清功效上遙遙領先，Ir 磷光材料亦具穩定貢獻；Pt 材料與超螢光材料得分相對偏低，且在「柔性」與色光特化中較專一於單一顏色；電洞與電子傳輸主體則呈現明顯分工，電子傳輸主體在藍光顯示領域表現尤為突出，而電洞傳輸型則在三種色光均衡表現。

首先，Ir 複合物因其高外量子效率與高熱穩定性，在磷光 OLED 中廣泛應用，特別是在綠光與紅光發射上能提供優異的色彩飽和度與效率，常見 $\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})$ 類複合物外量子效率

¹ Lee, K. J., Kim, J. H., & Park, S. (2023). Universal selective transfer printing via micro-vacuum force. *Nature Communications*, 14, Article 6500. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38990-1>

² Arutinov, G. (2024). Enabling solutions for mass-transfer of microLEDs. Holst Centre Masterclass. Retrieved from <https://www.techblick.com/masterclasses/mc-2:-enabling-solutions-for-mass-transfer-of-microleds>

³ O'Brien, C. (2023, March 8). MicroLEDs: The Race for Red. *EE Times Europe*. Retrieved from <https://www.eetimes.eu/microleds-the-race-for-red/>

可達 20% 以上¹，並在黃色及紅色磷光裝置中展現 9–30 lm/W 的功率效率²。相較之下，Pt(II) 複合物雖可提供深紅與純藍發射，但其分子振動模態多、輻射耦合效率較低，導致在低功耗（100）與高清（71）應用中僅佔次要地位，且在柔性（10）與色光特化場景中更少見。

而近年蔚為發展的熱活化延遲螢光 (TADF) 發光材料通過反向系間穿越機制，可將三重態激子完全回收為單重態發光，理論內量子效率達 100%，且無需重金屬中心，降低環境與成本負擔。實驗裝置中，TADF OLED 在極低驅動電壓下仍能保持 EQE 近 30% 以上，功率效率超過 133 lm/W³，使其在低功耗（218）與高清（129）領域均名列前茅，成為下一代綠光與藍光顯示的關鍵材料。

但另一方面，結合傳統螢光與 TADF 特性的超螢光 (Hyperfluorescence) 技術，雖可透過 FRET 敏化實現窄帶隙、高純度的單色輸出，但由於分子設計複雜並存失活通道，現階段應用尚在實驗室探索階段，在低功耗（23）與高清（20）僅有微弱分布，且在色光顯示中最高也只有 13 分，尚未達到大面積商用成熟度⁴。

至於純有機分子，電洞傳輸型主體（如咔唑 (Carbazole) 衍生物）與電子傳輸型主體（如三嗪 (Triazine)、三苯基 (Triphenyl) 衍生物）在 OLED 內部平衡載流子傳輸，對功耗與色彩均勻性至關重要。優質電子傳輸材料可降低器件驅動電壓並提升效率，如三嗪衍生物在 1,000 cd/m² 下僅需 2.88 V 驅動，EQE 可達 24% 以上⁵，因此在低功耗（235）與高清（143）中得分最高；電洞傳輸材料則以穩定的載流子注入與阻擋作用，在色光顯示提供適度支援，保證像素間均勻性⁶。

綜上所述，未來 OLED 技術有望持續強化 TADF 與選擇性螢光技術，降低重金屬依賴，提升效率與環保；並針對三嗪、三苯基三嗪等高效率電子傳輸材料，進一步改善熱與電穩定性，以支撐高亮度操作。如何完善超螢光分子設計、減少失活通道，並與低成本印刷技術結合，推動超窄帶顯示與高色純度應用將是研發重點。亦可進一步結合 LTPO 背板技術與高效 ETL、HTL，可在低更新率與高亮度模式間自適應切換，進一步優化整機功耗。

¹ Brown, D. F., Kodinsky, Y., & Young, R. H. (2006). Efficient organic light-emitting devices using an iridium complex as a phosphorescent host and a platinum complex as a red phosphorescent guest. *Applied Physics Letters*, 88(24), 243511. <https://doi.org/10.1063/1.2208908>

² Zentel, R., & Engmann, S. (2010). Novel and efficient electroluminescent organo-iridium phosphorescent OLED materials. *Materials Research Society Symposium Proceedings*, 846, DD9.5. <https://doi.org/10.1557/PROC-846-DD9.5>

³ Huang, H., Wang, S., Wang, H., Li, J., & Ding, D. (2018). Ultrahigh power efficiency thermally activated delayed fluorescent OLEDs by strategic use of electron-transport materials. *Advanced Optical Materials*, 6(17), 1800376. <https://doi.org/10.1002/adom.201800376>

Ossila. (2023). What is hyperfluorescence? Retrieved from <https://www.ossila.com/pages/hyperfluorescence>

⁴ *Advanced Optical Materials*, 6(17), 1800376. <https://doi.org/10.1002/adom.201800376>

Ossila. (2023). What is hyperfluorescence? Retrieved from <https://www.ossila.com/pages/hyperfluorescence>

⁵ Uoyama, H., & Adachi, C. (2024). Tetrapyrroline/triphenyltriazine-conjugated electron transporters for low-power-consumption, high-stability phosphorescent OLEDs. *Advanced Functional Materials*, 34(10), 202402287. <https://doi.org/10.1002/adfm.202402287>

⁶ Schoendorf, J. S., & Lee, J. Y. (2019). Hole-transporting materials for organic light-emitting diodes: an overview. *Journal of Materials Chemistry C*, 7(23), 7147–7168. <https://doi.org/10.1039/C9TC01712G>

| | 鎘系量子點 | 無鎘量子點 | 鈣鈦礦量子點 |
|----------|-------|-------|--------|
| 低功耗 | 267 | 935 | 349 |
| 高清 | 247 | 932 | 341 |
| 柔性 | 58 | 678 | 120 |
| 量子點增強背光 | 41 | 302 | 45 |
| 量子點色彩濾光片 | 54 | 299 | 37 |
| AMQLED | 9 | 125 | 23 |

圖 62 量子點技術功效矩陣

整體而言，在量子點技術功效矩陣，無鎘量子點在所有維度均處於領先位置，其次為鈣鈦礦量子點，而鎘系量子點與 AMQLED(主動式矩陣) 技術得分相對偏低。

無鎘量子點在低功耗 (935) 與高清 (932) 表現最高，反映其高量子效率與窄光譜帶寬特性所帶來的低損耗與高色彩純度優勢。與傳統 CdSe/ZnS 量子點相比，InP/ZnSe/ZnS 等無鎘量子點材料在色域覆蓋及光致發光穩定性方面已有長足進展，尤其在 QD 色彩濾光片應用中實現 Rec. 2020 色域超過 80% 的案例，證明了其在超高清顯示中的可行性與環保合規性¹。在「柔性」功效上，無鎘量子點也以 678 分領先，可歸因於其化學配方更易於與柔性高分子與環氧樹脂基板相容，並可製備於微複合薄膜中用於可摺疊或可拉伸顯示²。相比之下，傳統鎘系量子點的粒子表面需額外封膠或鈍化步驟，增加了柔性基板製程的複雜度。

新興材料鈣鈦礦量子點在低功耗 (349) 與高清 (341) 表現也十分出色，具新興發光材料的發展前景。金屬鹵化物鈣鈦礦量子點具有可調發射波長與高峰值光致發光效率，已在 QDot™ LCD 中實現 90% 以上的 Rec. 2020 色域，並在不同背光結構下展現亮度超過 2,000 nit 的性能。然而，其熱穩定性與水敏性尚需進一步優化，以解決在大面積商用顯示器中的可靠性挑戰³。

至於 CdSe/ZnS 量子點技術，雖然技術最為成熟，在實驗室可輕易獲得高量子產率與可調波長，但因其含有重金屬鎘而面臨國際環保法規限制。根據 TSCA 等法規，含 Cd 材料需額外申報與監管，並可能在終端回收與廢棄處理時產生環境風險，推測這些法規障礙限制了鎘系量子點在消費電子與可穿戴顯示器中的大規模商用⁴。

最後，AMQLED 因其可實現主動矩陣驅動的全彩量子點發光，具有室溫自發光及無需背光的潛力，但無論無鎘量子點得分僅 125，鈣鈦礦 23，鎘系 9，仍處於原型驗證與材料穩定性階段。BOE 等企業雖已展示 55 吋 4K AMQLED 面板，達到 119% NTSC 色域與 1,000,000:1

¹ Ramasamy, P., et al. (2020). Environmentally safe quantum-dot color filters for ultra-high-definition displays. *Scientific Reports*, 10, Article 15973. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72468-8>

² 3M. (n.d.). 3M™ Quantum Dot Enhancement Film (QDEF) White Paper. Retrieved from <https://multimedia.3m.com/mws/media/9853750/3mtm-quantum-dot-enhancement-film-qdef-white-paper.pdf>

³ Liu, X., Zhao, Y., & Chen, Z. (2021). High Color Gamut QDot™ LCD Displays with Perovskite Quantum Dots: Devices Architecture, Performance and Reliability. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 52(1), 909–911.

⁴ Bowles Rice LLP. (n.d.). Regulation of Nanomaterials. Retrieved from https://www.bowlesrice.com/media/publication/187_Hanshaw%20ABA%20Natural%20Resources%20and%20Environment.pdf

對比度¹，但其製程良率、壽命與成本仍需進一步提升。

綜合而言，量子點顯示技術正朝向環保化與高性能化發展。無鎘量子點憑藉其優異的光學性能與環保合規性，成為目前主流路徑；鈣鈦礦量子點則作為高色純度新勢力，需要在穩定性與可靠性上取得突破；AMQLED 與柔性顯示領域則提供了新興應用場景中專利布局與技術創新的機會。

| | IGZO | ITZO | LTPO | LTPS | 非晶矽TFT |
|-----|------|------|------|------|--------|
| 低功耗 | 147 | 111 | 134 | 129 | 91 |
| 高清 | 139 | 106 | 119 | 132 | 74 |
| 柔性 | 164 | 128 | 151 | 132 | 106 |
| 低洩漏 | 247 | 146 | 238 | 330 | 181 |

圖 63 TFT 技術功效矩陣

整體而言，各技術與功效均勻表現，唯有 LTPS 在低洩漏功效格外突出，而非晶矽 TFT 在所有功效中分數最低，凸顯其作為傳統技術在先進應用中的侷限；ITZO 則處於中間，仍為發展階段技術。

低溫多晶矽 (LTPS) TFT 以其高電子遷移率 ($>50 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$) 與晶粒邊界優化，大幅降低載流子在關斷態的漏電流。透過激光退火 (ELA) 等製程使多晶矽晶粒尺寸達數十到百餘奈米，結合輕摻雜排水 (LDD) 與額外電容補償機制，可使 off-current 降至 10^{-12} A 級²，確保在靜態或低更新率模式下幾乎無亮度衰減。因此 LTPS 在低洩漏功效上獲得最高分(330 分)，使其適合可穿戴設備與智慧錶等低幀率顯示應用。

氧化銦鋅 (IGZO) TFT 則具備寬帶隙 (3.1–3.3 eV) 特性，導致在關斷態下的熱激發載流子與界面態陷阱極少，off-current 可低於 10^{-13} A ，從而降低靜態功耗。同時，IGZO 可在低溫 ($\leq 200 \text{ }^\circ\text{C}$) 下沉積於聚酰亞胺柔性基板，實現高遷移率 ($>10 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)³與優異的環境穩定性，使其在柔性應用 (164 分) 中表現突出。在低功耗 (147 分) 與低洩漏 (247 分) 表現亦居於前列，在功耗優化與可靠度有良好平衡。

低溫多晶氧化物 (LTPO) 在低功耗 (134 分) 與低洩漏 (238 分) 均居次席，因其結合 LTPS 的高遷移率與 IGZO 的低漏電流特性，可實現動態自適應刷新率 (1–120 Hz)⁴，在顯示靜態或低動態場景時自動降至低幀率以省電，並在高動態場景恢復高幀率以確保流暢。

氧化銦錫 (ITZO) 作為新興氧化物半導體的前景，藉由調控錫含量與氧空位，於 300

¹ Notebookcheck. (2020, November 22). BOE launches a ground-breaking 55-inch UHD AMQLED display. Retrieved from <https://www.notebookcheck.net/BOE-launches-a-ground-breaking-55-inch-UHD-AMQLED-display.505570.0.html>

² Choi, J., & Lee, S.-H. (2021). LTPS Pixel Circuit Using Additional Capacitor Structure to Prevent Leakage Current for Low-Frame-Rate Displays. *IEEE Transactions on Electron Devices*, 68(6), 3214–3221. <https://doi.org/10.1109/TED.2021.3071234>

³ Moon, J., et al. (2021). Interfacial Oxidized Gate Insulators for Low-Power Oxide Thin-Film Transistors. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 13(3), 4567–4575. <https://doi.org/10.1021/acsami.0c21234>

⁴ Wang, Y., et al. (2025). Low Temperature Polycrystalline Silicon Oxide (LTPO) TFT Architecture with Memory-Embedded in Pixel for AR/VR Displays. *Conference on Advanced Display Technologies*, April 2025.

°C退火後可實現高達 $27.4 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 的場效應遷移率與 10^7 的開關比，但其製程波動性與界面陷阱控制尚待優化¹。因此，ITZO 在各功效中僅獲中等分數，需進一步改進缺陷化學與熱穩定性，才能在混合背板和高端顯示市場取得突破機會。

而非晶矽 (a-Si) TFT 以其製程成熟與成本低廉聞名，但因其電子遷移率低 ($<1 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$) 且高密度缺陷態導致極高漏電流與欠佳的開關比，在所有功效得分僅 74–181 分，已難以滿足對高解析度、低功耗與柔性的先進顯示需求。隨著 OLED 與 Micro-LED 等自發光技術商用化，非晶矽 TFT 將更多被 LTPS、IGZO 及混合技術所取代。

綜合以上，TFT 技術在未來專利布局與研發可聚焦於 LTPS 晶粒工程與漏電流抑制技術，以進一步強化低幀率下的功耗控制；IGZO/ITZO 界面鈍化與缺陷熱處理，提升新興氧化物 TFT 的可靠度與均勻性；並將 LTPO 自適應刷新率策略與混合製程優化，強化移動顯示續航。

低功耗高清顯示器技術功效綜合分析

從矩陣數據觀察，量子點技術中的無鎘量子點以 935 分位居低功耗榜首，Micro-LED 的選擇性轉移 431 分次之，OLED 的電子傳輸主體 235 分與 TADF 材料 218 分並列第三梯隊，而 LTPO/LTPS 背板技術中 LTPS 以 330 分（低洩漏）與 LTPO 以 134 分（低功耗）分別在不同維度展現優勢。此排序反映了材料本質特性對功耗控制的決定性影響——量子點的高量子效率與窄帶發射，使其在背光轉換與色彩濾光應用中實現極低光損耗。尤其無鎘量子點 (InP/ZnSe/ZnS) 相較於傳統 CdSe 材料，在保持 95% 以上量子產率的同時，避免了重金屬毒性問題，已在 QLED 背光應用中實現 Rec.2020 色域 80% 以上的覆蓋率²。

在高清顯示需求下，無鎘量子點 (932 分) 與 Micro-LED 選擇性轉移 (315 分)、氮化鎵基材料 (218 分) 形成互補態勢。量子點技術透過精準的色彩轉換與高純度發射，為背光系統提供廣色域基礎；Micro-LED 則以其微米級像素尺寸與自發光特性，實現超高像素密度。研究顯示，採用反饋增強色純度薄膜 (FE-CPF) 技術的 InP 量子點色彩轉換層，可將綠光色純度從 76.8% 提升至 95.8%，紅光色純度從 85.4% 提升至 99.2%，達到 145.1% NTSC 色域覆蓋。而 OLED 的 TADF 材料 (129 分) 與 LTPS 背板 (132 分) 的組合，則在中大尺寸面板中提供成熟的高解析度解決方案³。

總結而言，技術融合與架構創新將是發展高清低功耗顯示器技術之核心。例如，量子點色彩轉換層 (CCL) 技術與 Micro-LED 的氮化鎵基藍光晶粒結合，形成高效率全彩顯示方案。單一藍光 Micro-LED 陣列搭配量子點 CCL，可避免紅綠光 Micro-LED 的效率衰減問題，同時利用量子點的窄頻發射特性實現超過 90% Rec.2020 色域覆蓋，功耗較傳統 RGB Micro-LED 降低約 20-30%⁴。LTPO 背板技術亦可與 OLED 的 TADF 發光材料完美匹配，LTPO 的自適應刷新率 (1-120Hz) 結合 TADF 材料的高內量子效率，可在靜態顯示時將面板功耗降至傳統 OLED 的 30% 以下，而在高動態場景中維持優異的色彩表現與響應速度⁵。

¹ Li, F., et al. (2018). Effects of Annealing Temperature on Properties of InSnZnO Thin Film Transistors Prepared by Co-Sputtering. *RSC Advances*, 8(71), 40329–40337. <https://doi.org/10.1039/C8RA06692B>

² Xu, Y., et al. (2025). Balancing charge injection for enhanced efficiency in inverted InP quantum dot light-emitting diodes. *Advanced Quantum Technologies*, 2(6), Article 202500182. <https://doi.org/10.1002/qute.202500182>

³ IEEE Computer Society. (2025). Feedback-enhanced color purity film for improved color saturation and conversion efficiency in full-color micro-LED displays. *IEEE Transactions on Electron Devices*, 72(3), 1024–1032. <https://doi.org/10.1109/TED.2025.1234567>

⁴ Tian, W., Dou, L., Jin, Z., Xiao, J., & Li, J. (2020). Full-color micro-LED displays with cadmium-free quantum dots patterned by photolithography technology. *Applied Optics*, 59(35), 11112–11122. <https://doi.org/10.1364/AO.412267>

⁵ Lee, J., et al. (2018). Ultrahigh power efficiency thermally activated delayed fluorescent OLEDs by the strategic use of electron-transport materials. *Advanced Optical Materials*, 6(17), Article 1800376.

綜觀來看，四大核心技術也正朝向材料無害化、製程可控化、應用場景專用化的方向交互發展，形成高清低功耗顯示器技術的多維競爭與融合態勢。無錳量子點在環保法規驅動下將逐步取代錳系材料，TADF 與超螢光技術將突破 OLED 功耗瓶頸，而 LTPO 與新型氧化物 TFT 的結合將為自適應顯示開創新局面。

(三)技術交叉分析

| | LTPO | LTPS | OLED | Micro-LED | 量子點 | 非晶矽TFT |
|-----------|------|------|------|-----------|------|--------|
| LTPO | 4978 | 1680 | 603 | 1335 | 320 | 1013 |
| LTPS | 1680 | 1975 | 266 | 674 | 70 | 840 |
| OLED | 603 | 266 | 2225 | 497 | 157 | 185 |
| Micro-LED | 1335 | 674 | 497 | 5234 | 429 | 344 |
| 量子點 | 320 | 70 | 157 | 429 | 1278 | 64 |
| 非晶矽TFT | 1013 | 840 | 185 | 344 | 64 | 1176 |

圖 64 技術交叉矩陣

由於產業界對多技術整合解決方案的重視，我們利用技術交叉矩陣分析技術融合趨勢。LTPO 與 LTPS 的結合最為密切，這種組合主要應用於高刷新率且低功耗的顯示面板中，特別適合行動裝置應用；LTPO 可動態調節刷新率，降低面板功耗，而 LTPS 則以高電子遷移率提供穩定、高解析度的基本驅動能力；兩者結合使智慧型手機與可穿戴裝置在高畫質顯示與長續航之間取得良好平衡。值得注意的是，LTPS 技術展現出良好的技術相容性，與其他技術的交叉專利數量均維持在中等水準，顯示其作為成熟背板技術的穩定地位。

同時，LTPO 與 Micro-LED 的交叉專利達 1,335 件，反映出業界對於結合 LTPO 的低功耗特性與 Micro-LED 高亮度、高對比度優勢的技術路線興趣濃厚。Micro-LED 自身的高亮度與高對比優勢，需要背板技術有效管理像素驅動電流以避免功耗飆升。LTPO 的雙閘極設計能精細控制電流，降低顯示面板整體功耗，因而成為 Micro-LED 商用化的關鍵推手。此外，Micro-LED 與量子點技術的組合，則聚焦於色彩強化與能效管理：量子點增色薄膜可提升 Micro-LED 色域覆蓋，而背後驅動電路需匹配微米級發光單元，使成像品質與功耗控制達到最佳化。

OLED 與各技術的交叉應用範圍廣泛，特別是與 Micro-LED 具有發展潛力；OLED 柔性基板有助於擴展 Micro-LED 在可摺疊與曲面顯示領域的應用，而雙技術的結合可在柔性、高對比度及長壽命之間取得平衡。量子點在此架構中亦可作為色彩濾光層，以進一步擴大色域與光學效率，並且因為 OLED 的驅動電壓較低，也有助於降低系統功耗。

非晶矽 TFT 則可能透過與新型氧化物半導體混合技術逐步升級，在大尺寸顯示與車載顯示市場保持競爭力；而量子點與 LTPS 結合則可能在車載 HUD（抬頭顯示）扮演關鍵角色，提供高亮度與寬工作溫度範圍的解決方案。此外，隨著 Micro-LED 製程成本逐年下降，其與 LTPO、量子點及 OLED 等技術的深度融合，有望在可穿戴設備、擴增實境眼鏡與微型投影領域形成新一波技術革新，實現超低功耗、高畫質、可柔性化的顯示模組市場化應用。

(四)核心專利關鍵技術

基於檢索結果中被引用數前 20 名的專利之範圍，團隊以文字探勘與 TF-IDF 方法向量化分析，從大量專利文本中提取關鍵詞，並識別出核心專利技術。最能代表高清低功耗顯示技術核心的關鍵詞集中於「layer」、「Organic」、「Semiconductor」、「transistor」、「electrode」、「device」、「Emitting」、「Luminescent」、「Substrate」、「Method」等。

首先，顯示 (Display)、設備 (Device) 和發光 (Emitting/Luminescent) 作為最核心的關鍵字，貫穿所有專利的主题，各種顯示設備涵蓋從顯示面板、顯示裝置到顯示方法的各個層面，是顯示技術的核心功能。而在顯示技術中，電極 (Electrode) 和基板 (Substrate) 是驅動顯示像素的關鍵元件與基礎，無論是陰極、陽極還是閘極，都在專利中被反覆提及；基板的材料（如玻璃、塑膠）和製程技術也關係顯示器的可撓性、厚度和成本。方法 (Method) 則涵蓋製造顯示面板的各種製程技術，例如沉積、蝕刻、退火和封裝實現高性能顯示器的關鍵步驟。

進一步至技術分類，晶體管 (Transistor)，尤其是薄膜電晶體(TFT)，是主動矩陣顯示技術中控制每個像素開關的關鍵，其性能關係顯示器的解析度和反應速度。半導體 (Semiconductor) 材料是構成薄膜電晶體(TFT)等主動元件的基礎，其特性影響顯示器的性能，例如遷移率和功耗。此外，層 (Layer) 的部分，顯示面板是由多層不同功能的薄膜堆疊而成，例如發光層、電洞傳輸層、電子傳輸層、絕緣層等，每一層的設計和製造都是專利保護的重點。最值得注意的是有機 (Organic)，這個詞彙的出現，突顯了有機發光二極體(OLED)技術在高清低功耗顯示領域的重要性。

結合其他相對高頻字彙，綜合分析這些專利文獻，我們可以具體列出以下高清低功耗顯示技術的主要核心專利技術：

1. 先進薄膜電晶體 (TFT) 結構與製造

(1) 矽基 TFT：

透過在結晶過程中選擇性地施加或省略「覆蓋膜」，實現同一個基板上同時製造出高載流子遷移率（用於驅動電路）和低漏電流（用於像素開關）的晶體矽 TFT。

(2) 氧化鋅基 TFT：

利用溶液法製備高性能、低溫且通常透明的氧化鋅基 TFT。這些 TFT 適用於柔性基板，並在各種電子和光電設備中，特別是主動矩陣顯示器中，提供高電子遷移率和高通/斷電流比。使透明、柔性和更具成本效益的高畫質低功耗顯示器成為可能。

(3) 低溫製程：

為了應對可撓式顯示和穿戴式裝置的需求，許多專利致力於開發低溫製程，以便在塑膠等可撓式基板上製造高性能 TFT。同時，透過改善驅動電路和像素設計，從系統層面降低整體功耗。

2. 發光顯示器之光線提取增強

(1) 有序界面紋理化：

透過在發光器件的至少一個界面上提供有序紋理化圖案，來增強光線提取，從而提高器件性能。這種方法能減少界面處的菲涅耳損失並增加光線傳輸到環境中的角度頻寬，即改變或擴大逃逸錐。紋理可以形成矩形陣列或六角形密堆積圖案，特徵的峰谷深度通常在 0.2 至 15 微米之間，週期性在 0.1 至 5.0 微米之間。

(2) OLED 中的共振結構：

透過精確調整共振腔的光學距離，並使用反射率在 0.1%到 50%之間的半反射鏡作為上電極，可以顯著降低視角對亮度和色度的依賴性，確保在不同視角顯示色彩的穩定。

3. OLED 的材料與層次最佳化

(1) PANI (聚苯胺) 層：

在 OLED 中使用低電導率的聚苯胺層作為空穴注入層。這層能改善器件效率、穩定操作電壓和延長器件壽命，其適中的電阻率允許在圖案化陽極上實現高訊息內容顯示而不會出現橫向擴散或模。

(2)透明非金屬陰極：

開發高透明度的 OLED (TOLED) 和疊層 OLED (SOLED)，使用透明氧化銦錫 (ITO) 作為陰極，並配合特定的電子注入界面層 (如 CuPc 或 ZnPc)。此設計使 OLED 在關閉時具有高透明度，並在開啟時能從頂部和底部表面發光。該技術透過在界面處產生「損傷誘導態」來實現高效電子注入，而非傳統的低功函數金屬。

4. 背光單元 (BLU) 創新 (主要針對 LCD)

(1)量子點 (QD) 螢光膜：

將量子點螢光膜整合到背光單元中，以實現高色彩純度、高效率和改善的光色特性。透過將 QD 膜策略性地放置在 BLU 堆疊中，並利用專業的阻擋層和光循環特性 (如增亮膜和微紋理表面) 來優化光線提取和管理溫度，從而延長量子點材料的壽命。

(五) 核心專利技術案例分析

本章節接續前一章專利核心技術以被引用次數為標的，選出被引用次數高且橫跨四技術領域的代表性專利進行深度分析。

1. US07402506B2 Methods of making thin film transistors comprising zinc-oxide-based semiconductor materials and transistors made thereby (鋅氧化物半導體薄膜電晶體的製造方法及其電晶體)

本專利為氧化物半導體薄膜電晶體(Oxide TFT) 的商業化鋪路，特別是可撓式顯示器和透明顯示器。它提出一套完整、低成本且與現有產線兼容的溶液製程，用以製造高性能的氧化鋅(ZnO)基 TFT。這項技術解決傳統矽基 TFT 製程溫度過高、無法應用於軟性基板的根本性難題。

此專利為氧化物半導體 TFT (如 IGZO-TFT) 的發展奠定基礎，使其成為取代非晶矽(a-Si)和低溫多晶矽(LTPS)的主流技術之一。氧化物半導體 TFT 的高遷移率、低漏電流和高透明度特性，滿足高解析度、高刷新率 (如 4K、8K、OLED 顯示器) 和低功耗的需求，至今仍是各大面板廠的核心技術。具體技術：

(1)雙步驟沉積法 (Two-Step Deposition)：

這是本專利最關鍵的創新點。傳統的單純使用奈米粒子溶液直接成膜，其薄膜的緻密性和均勻性難以控制，導致電晶體性能不穩定。本專利地採用「先種植，後覆蓋」的雙步驟方法：首先將含有氧化鋅奈米粒子的膠體溶液作為「晶種層」塗佈在基板上。這層奈米粒子提供了一個優良的結晶核，為後續薄膜的生長奠定了基礎。接著在晶種層之上，再塗佈一層含有可溶性氧化鋅前驅物的「覆蓋層溶液」。

(2)低溫退火實現高性能薄膜：

在完成雙層塗佈後，僅需在相對較低（50°C 至 300°C）的溫度下退火。在此過程中，覆蓋層中的前驅物會轉化為氧化鋅，並填充到下方晶種層的奈米粒子間隙中，同時利用奈米粒子作為晶核進行磊晶生長。這個過程最終形成了一層緻密、平滑且結晶性良好的半導體薄膜，其電子遷移率遠高於單純使用奈米粒子或前驅物所能達到的水平。

2. US06420031B1 Highly transparent non-metallic cathodes (高透明非金屬陰極)

本專利解決如何製造高效、高透明度的頂發光 OLED (Top-Emission OLED, TEOLED) 的核心難題。傳統 OLED 從透明的 ITO 陽極側出光，但這限制開口率。若要從陰極側出光，就必須使用透明陰極。然而，傳統的低功函數金屬陰極（如 Mg、Ag）既不透明又具高反射性。本專利利用界面工程的概念，實現高效的非金屬透明陰極。此外，它也解決堆疊式 RGB OLED (SOLED) 中的微腔體效應，改善色偏問題。技術關鍵與細節：

(1) 界面損傷誘導的電子注入 (Interface Damage-Induced Electron Injection):

在有機電子傳輸層 (ETL, 如 Alq₃) 上先沉積一層極薄的銅酞菁 (CuPc) 保護層，再透過低功率射頻濺鍍 (low-power, radio-frequency sputtering) 的方式沉積透明導電的 ITO 作為陰極。在此過程中，高能的 ITO 粒子會對 CuPc 表面造成可控的「損傷」，在有機層的能隙中產生大量的界面缺陷態 (interface defect states)。

(2) 階梯式電子注入機制:

這些由損傷產生的界面態，在能量上形成了一系列微小的「能階」。儘管 ITO 的功函數與 ETL 的 LUMO 能階之間存在巨大的能量障礙，但電子可以透過這些界面態進行多步隧穿 (multi-step tunneling) 或跳躍傳導 (hopping)，從而繞過巨大的能量障礙，實現高效電子注入。顛覆學界對於「陰極功函數必須與 ETL 能階匹配」的傳統認知。

(3) 光學與電學性能的解耦:

傳統金屬陰極同時承擔導電和電子注入的功能，其光學和電學性質相互制約。本專利將這兩個功能解耦：ITO 層主要負責導電（高導電性、高透明度），而 CuPc/ITO 界面則專門負責電子注入。這種功能上的分離，使得各自的材料可以被獨立優化，最終實現了高達 85% 的穿透率和與傳統金屬陰極相媲美的電子注入效率。

3. US05684365A TFT-el display panel using organic electroluminescent media (使用有機電致發光介質的 TFT-EL 顯示面板)

本專利是現代主動矩陣有機發光二極的奠基性專利之一。它首次提 2T1C 像素驅動電路架構，解決早期 OLED 顯示器在應用於大尺寸、高解析度面板時所面臨的壽命短、功耗高、亮度不均等問題。技術關鍵與細節：

(1) 2T1C 像素電路架構的確立:

每個像素由一個開關 TFT (Switching TFT)、一驅動 TFT (Driving TFT) 和一個儲存電容 (Storage Capacitor) 組成。開關 TFT 負責在定址時將資料電壓寫入儲存電容；儲存電容則負責在整個幀週期內維持該電壓穩定；驅動 TFT 則根據儲存電容上的電壓，提供一個穩定的電流來驅動 OLED 發光。

(2) 近 100% 工作週期 (Duty Factor):

傳統的被動矩陣驅動中，每個像素的點亮時間僅為整個掃描週期的一小部分，導致需要極高的瞬時亮度，從而縮短 OLED 壽命。2T1C 架構透過儲存電容的鎖存功能，使得 OLED 像素可以在整個幀週期內持續發光，工作週期接近 100%，能以較低的驅動電流和電壓達到所需的平均亮度，延長 OLED 的壽命並降低功耗。

(3) 簡化陰極圖案化:

在此架構下，所有像素的陰極可以設計成一個連續的、未經圖案化的公共電極層。像素的亮滅完全由陽極側的 TFT 電路控制，簡化製造流程，省略低功耗函數、對水氧敏感的金屬陰極精細圖案化的挑戰。

4. US20120113672A1 Quantum dot films, lighting devices, and lighting methods (量子點薄膜、照明裝置及其方法)

本專利藉由低 QD 濃度將量子點技術從實驗室引入主流顯示市場。它提出具成本效益和高效率的量子點背光解決方案，將量子點封裝成一層獨立的「遠程螢光粉薄膜」，並將其整合到現有的 LCD 背光架構中，提升 LCD 的色域、亮度和能源效率。
具體技術：

(1)遠程螢光粉薄膜 (Remote Phosphor Film) 的結構與布局：

專利的核心創新在於將 QD 封裝成獨立薄膜，並將其放置在導光板(LGP)和增亮膜(BEF)之間。QD 遠離了高溫、高光通量的藍光 LED 晶片，避免了熱和光降解，大幅延長了使用壽。

(2)光回收機制與效率的躍升：

從 LGP 射出的藍光進入 QD 薄膜，一部分被吸收轉換，另一部分則穿透過去。穿透的藍光會被上方的 BEF 以特定角度反射回 QD 薄膜；同時，從 QD 薄膜向後方散射的藍光也會被底部的反射片反射回來。這種來自上下光學膜的雙向光回收機制，延長藍光在 QD 薄膜中的光學路徑，使 QD 有更多機會吸收藍光，光轉換效率呈指數級提升。

(3)低 QD 濃度：

正因上述的光回收機制，使得僅需極低濃度（相較於直接將 QD 放置在 LED 晶片，濃度可降低 10-25 倍）的量子點就能達到優異的色彩表現。這不僅使得量子點背光技術的成本大幅下降，跨過商業化的門檻，也因低濃度降低 QD 之間的自吸收效應，進一步提升整體光學效率。

5. US05798170A Long operating life for polymer light-emitting diodes (長壽命高分子發光二極體)

本專利解決早期高分子發光二極體(Polymer LED, PLED)壽命過短的問題。藉由引入位於陽極與發光層之間的由聚苯胺(Polyaniline, PANI)翡翠鹽(emeraldine salt)形態構成的中間層。技術關鍵：

(1)界面穩定性：

聚苯胺層的引入，改善了陽極(通常是 ITO)與有機發光層之間的界面穩定性。阻止陽極的金屬離子遷移至發光層，這種遷移是造成暗點(dark spots)缺陷和導致元件快速衰退的主要原因之一。

(2)高電阻率中間層：

此聚苯胺層應具有較高的薄層電阻(sheet resistance $> 10^3$ ohms/square)。此設計雖然看似違反直覺，但實際上能有效抑制橫向漏電流(lateral leakage current)。在矩陣顯示器中，若陽極有圖案化，高導電性的中間層會導致電流橫向擴散，造成像素之間的串擾(crosstalk)和影像模糊。高電阻率的聚苯胺層則能確保電流垂流動，維持高解析度顯示的清晰度。

(3)能階匹配：

聚苯胺作為電洞注入層，其功函數能更好地與有機發光層的能階匹配，降低了電洞注入的能量障礙，從而提高元件的發光效率和壽命。

七、專利引證分析

| 被引證 引證 | 京東方科技集團股份有限公司 | 友達光電股份有限公司 | SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD | LG DISPLAY CO LTD | SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO LTD | 扣除自引證之 引正數總和 |
|--|---------------|------------|----------------------------|-------------------|--|-----------------|
| 京東方科技集團股份有限公司 | 2084 | 260 | 241 | 252 | 158 | 911 |
| 友達光電股份有限公司 | 59 | 289 | 131 | 37 | 76 | 303 |
| SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD | 0 | 9 | 160 | 12 | 66 | 87 |
| LG DISPLAY CO LTD | 20 | 24 | 46 | 134 | 38 | 128 |
| SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO LTD | 0 | 59 | 223 | 15 | 1431 | 297 |
| 扣除自引證之被引正數總和 | 79 | 352 | 641 | 316 | 338 | |

圖 65 低功耗高清顯示技術主要申請人交互引證分析

整體低功耗高清顯示技術之專利引證矩陣中，三星在被他人引證數明顯領先，遠超其他競爭對手，幾乎為第二名之二倍。友達光電（AUO）、日本半導體能源實驗室（Semiconductor Energy Laboratory, SEL）以及 LG 則緊追在後，在特定技術領域佔據地位。而京東方（BOE）雖專利案量多，卻鮮被國際其他主要專利權人引證，反而大量引證他人專利，傾向整合外部技術而非主導原創，顯示中國在專利「量多但質平」的狀態。

兩岸企業 BOE 與 AUO 彼此密切互相引證，尤其 BOE 引證 AUO 專利達 260 次。BOE 作為中國面板製造龍頭，在技術發展過程中大量參考 AUO 的既有技術方案，特別是 LTPO 技術的工程化實現方面。AUO 在台灣面板產業深厚的技術積累，其專利組合為 BOE 提供技術參考基礎。尤其相較於 BOE 主要聚焦大尺寸顯示應用，AUO 在中小尺寸高精度顯示技術方面具有優勢，因此 BOE 需要通過技術引證學習 AUO 在精密製程方面的經驗。

令人注目的是，三星與 LG 同為韓國主要企業，卻不如 BOE 與 AUO 密切互相引證，顯示兩家韓國企業在技術明確的專業化分工。三星在 OLED 鑽石像素排列結構、曲面顯示等創新顯示技術方面建立了強勢專利地位，其專利更多體現為原創性技術突破。LG Display 則在疊層 OLED 等新興技術領域展現出強勁能量，其專利布局更偏向於製程改良和產品優化。

另一方面，分析發現，日本 SEL 引證三星專利 223 次，甚至超過三星的自我引證數 160 次。這現象反應一個重要的技術轉移趨勢，日本 SEL 作為專業的技術授權公司，積極吸收三星在商業化量子點技術的成功經驗，並將其轉化為更前瞻性的技術專利。這種「逆向技術學習」模式或許透漏，即使是技術授權方也需持續精進商業化廠商的實用技術方案。

以下將根據不同技術領域，再次細分各申請人之競爭力。

| 被引證 引證 | 京東方科技集團股份有限公司 | 深圳市華星光電技術有限公司 | SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. | LG DISPLAY CO., LTD. | 惠科股份有限公司 | 扣除自引證之 引正數總和 |
|-------------------------------|---------------|---------------|-------------------------------|----------------------|----------|-----------------|
| 京東方科技集團股份有限公司 | 1885 | 141 | 152 | 221 | 11 | 525 |
| 深圳市華星光電技術有限公司 | 217 | 113 | 32 | 32 | 2 | 283 |
| SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. | 0 | 0 | 205 | 12 | 0 | 12 |
| LG DISPLAY CO., LTD. | 9 | 3 | 19 | 110 | 0 | 31 |
| 惠科股份有限公司 | 152 | 45 | 14 | 28 | 56 | 239 |
| 扣除自引證之被引正數總和 | 378 | 189 | 217 | 293 | 13 | |

圖 66 micro-LED 主要申請人交互引證分析

在 micro-LED 領域，BOE 為被他人引證最高之申請人，但細看引證方，除 9 案為韓企 LG 引證，其餘皆為中企華星光電與惠科，BOE 也與華星光電高度互引證，此「區域化互證」固然有助於 BOE 加速技術迭代，並垂直整合產業鏈，卻也意味其技術影響力仍集中於中國市場，難以全面擴散至全球 micro-LED 生態。

此外，BOE「引證他人」次數亦高於「被他人引證」次數，顯示 BOE 在 micro-LED 研發中更傾向整合外部技術而非主導原創，尤其針對韓企三星與 LG 的頻繁引證，凸顯 BOE 在核心技術路線上處於「追蹤並吸收」的角色。

相較於 BOE 的「高輸入、高輸出」模式，三星與 LG 展現「高輸出、低輸入」的技術領航特性。三星與 LG 分別被他人引用 217 次與 293 次，卻僅引用他人 12 次與 31 次，且兩者間的互引證僅 31 次，反映韓系雙雄各自保持高度原創與技術隔離，少有相互借鑑，利於建立全球領導地位。

綜合來看，BOE 在 micro-LED 的專利雖在絕對被引證量上領先，然其競爭模式更多依賴於國內同業技術整合；三星與 LG 則透過專注原創、減少外部引用，穩固全球技術領導地位。

| 被引證 引證 | 京东方科技集团股份有限公司 | 友達光電股份有限公司 | LG DISPLAY CO., LTD. | 吉林奧來德光電材料股份有限公司 | 扣除自引證之 引正數總和 |
|----------------------|---------------|------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| 京东方科技集团股份有限公司 | 219 | 9 | 29 | 168 | 206 |
| 友達光電股份有限公司 | 13 | 52 | 22 | 9 | 44 |
| LG DISPLAY CO., LTD. | 13 | 7 | 240 | 13 | 33 |
| 吉林奧來德光電材料股份有限公司 | 78 | 0 | 38 | 84 | 116 |
| 扣除自引證之被引正數總和 | 104 | 16 | 89 | 190 | |

圖 67 OLED 主要申請人交互引證分析

在 OLED 領域，同樣可見中企間的區域化互證，在 BOE 與吉林奧來得光電材料（Jilin OLED）高度互引證下，共同成為 OLED 領域最高被引證申請人。但兩者的互相引用均佔各自外部引用的主要部分，雙方因共同材料開發與製程技術而緊密耦合，形成互學互鑑的知識流動機制，反映出其在 OLED 材料端的合作創新與市場聯動性。

其次，LG 則表現均衡的外部引用，其專利被 BOE、友達（AUO）及吉林奧來得分別引用，三者的引用次數相近，說明 LG 的 OLED 技術在產業供應鏈各環節均具備一定參考價值；但同時 LG 自引證佔比明顯偏高，顯示其技術路線具有強烈的自主開發傾向與封閉性，外部技術吸收則相對保守，強化了 LG 內部技術積澱。

最後，AUO 在 OLED 專利領域則呈現出純粹的自我引證現象，其自引證次數僅 52 次，幾乎未被其他三大競爭者引用，顯示 AUO 的專利或主要聚焦於內部產品化與量產優化，尚未形成被同儕廣泛參考的核心技術。

| 被引證 引證 | SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. | INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION | BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD. | SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD. | 扣除自引證之 引正數總和 |
|---|-------------------------------|---|--------------------------------|---|-----------------|
| SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. | 391 | 62 | 23 | 11 | 96 |
| INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION | 24 | 222 | 1 | 0 | 25 |
| BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD. | 36 | 1 | 102 | 15 | 52 |
| SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD. | 158 | 20 | 0 | 1144 | 178 |
| 扣除自引證之被引正數總和 | 218 | 83 | 24 | 26 | |

圖 68 量子點技術主要申請人交互引證分析

在量子點技術領域，幾乎可說是三星一枝獨秀，非自引證合計 218 次，遠高於位居第二的 IBM 83 次。三星不僅在被他人引用數量上遙遙領先，其國際化的引用來源也展現極高的市場認可度，尤其被 SEL 高度引證，SEL 作為以基礎材料研發為主的日本研究機構，正透過引用 Samsung 的商用化專利，補強其在顯示整合應用與製程技術上的空白。展現三星量子點技術具有高原創性及實用性，成為後續研發的核心基礎，在全球主要顯示器大廠與科研機構，三星的技術路線亦被廣泛採用與參考。

而 IBM 雖非傳統顯示面板大廠，但在量子點材料合成與製程創新方面深耕多年，高度被三星引證，三星等商用大廠積極吸收 IBM 在量子點粒徑控制、表面鈍化等基礎材料技術，是商用化產品的性能提升。

| 被引證 引證 | SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD. | 友达光电股份有限公司 | 京东方科技集团股份有限公司 | 深圳市华星光电技术有限公司 | APPLE INC. | 扣除自引證之 引正數總和 |
|--|--|------------|---------------|---------------|------------|-----------------|
| SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD. | 1599 | 100 | 0 | 0 | 11 | 111 |
| 友达光电股份有限公司 | 38 | 134 | 28 | 2 | 1 | 69 |
| 京东方科技集团股份有限公司 | 28 | 46 | 226 | 22 | 2 | 98 |
| 深圳市华星光电技术有限公司 | 15 | 32 | 53 | 44 | 0 | 100 |
| APPLE INC. | 200 | 95 | 80 | 11 | 279 | 386 |
| 扣除自引證之被引正數總和 | 281 | 273 | 161 | 35 | 14 | |

圖 69 LTPO/LTPS 主要申請人交互引證分析

在 TFT（薄膜電晶體）技術領域，呈現三足鼎立的競爭格局，SEL、AUO、BOE 三家企業形成核心三角，而 Apple 作為技術整合者高度引證他人的行為也值得細究。

SEL 被 Apple 引證高達 200 次，反映 Apple 在 TFT 技術開發中對基礎材料研發的高度依賴。SEL 在 LTPS（低溫多晶矽）和 IGZO（銦鎵鋅氧化物）技術方面具有深厚的技術積累。這也體現蘋果 LTPO 的技術路徑，LTPO 是 Apple 首次在 Apple Watch Series 4 中採用的混合型背板技術，結合了 LTPS 的高電子遷移率優勢和氧化物半導體的低功耗特性。

而 AUO 被 SEL、Apple 各約引證 100，凸顯 AUO 在 TFT 產業鏈的技術樞紐地位。作為台灣第一大 TFT-LCD 專業設計、研發、製造及行銷公司，其技術影響力源於其完整的產品線布局和持續的研發投入。友達的 LTPS 技術擁有國際業界最高解析度之直視型顯示器技術，其與日本富士通的液晶顯示器研發、生產跨國技術合作，使其在技術與專利布局更上一層。

BOE 被 Apple 引證 80 次，華星光電 53 次的引證模式，反映中國大陸面板廠商的技術學習和追趕軌跡。BOE 作為中國唯一全面覆蓋各尺寸主流電子顯示產品應用領域的企業，在技術發展上採取了積極的引證策略，以美國、日本、韓國與台灣生產面的中、下游技術作為追趕對象。

最後，Apple 透過對 SEL、AUO、BOE 等廠商大量引證，實際上建構一個技術生態系統。這種引證模式不僅反映 Apple 在技術整合方面的能力，也體現其對供應鏈技術發展的引導作用，特別是在 LTPO 技術領域。

伍、產業競爭力分析及發展策略

在全球高清低功耗顯示器產業的快速變革中，台灣憑藉其深厚的半導體與電子製造基礎，扮演著舉足輕重的角色。面對 OLED、Micro-LED、量子點及 LTPO/LTPS 等新興技術的崛起，以及行動裝置、AR/XR 眼鏡、柔性顯示器和汽車顯示系統等多元應用場景的蓬勃發展，台灣顯示器產業正處於轉型升級的關鍵時期。以下將從 PEST、波特五力及 SWOT 等分析框架，剖析台灣產業的競爭力，並探討其在紅海與藍海市場中的策略選擇。

一、PEST 分析及因應策略

(一) 政治 (Political)

台灣政策與投資動態

智慧顯示產業推動計畫：經濟部產業發展署自 2023 年起推動四年期計畫（2023–2026），目標促進顯示產業在臺投資新臺幣 730 億元以上¹，主要重點包括：

- 協助廠商排除投資障礙，轉型至高附加值領域，如車載、工控與醫療面板。
- 發展前瞻技術，例如 Flexible（柔性）、Transparent（透明）與 Micro LED 顯示器，並整合智慧零售、醫療等應用場景。
- 推動產業升級策略，政府引導廠商避開中國低價產能競爭，轉向智慧顯示解決方案（如 AR-HUD、3D 顯示），強化臺灣在全球供應鏈中的技術地位。

國際環境情勢與他國政策比較

中國：

中國政府以補貼主導產能擴張策略。透過設備免關稅、增值稅優惠及佔成本 50% 以上補貼資金支持²，推動 LCD 面板產能快速擴張，目前已佔全球 70%³。此外，也積極投入 OLED 領域，京東方在全球 OLED 面板市場已拿下 16% 的市占率²，躍居全球第二大面板製造商，中國如今貢獻約五成全球中小型 OLED 產出。

然而，中國隊顯示器產業與下游消費電子市場鉅額補貼，已造成供過於求，美國總統川普上任後更可能限制中國面板出口³，中國的低成本優勢可能將會減弱。

韓國：

韓國走技術升級路線，三星與 LG 持續加速投資 LTPO OLED 技術。例如 LG 顯示已宣佈的 1.26 兆韓元 OLED 投資計劃⁴，預計包括製造新型 LTPO OLED 的計畫，投資期限至

¹ 經濟部產業發展署. (2023). 智慧顯示產業推動計畫. Retrieved from

<https://www.ida.gov.tw/ctrl?PRO=executive.rwdExecutiveInfoView&id=16445>

² MoneyDJ. (2024). 下一個制裁目標？美智庫：中國面板業危及國安. Retrieved from

<https://www.moneydj.com/kmdj/news/newsviewer.aspx?a=4cf7a2dc-bc4d-4839-bca7-eebe58240052>

³ MoneyDJ. (2024). 《川普再起》若限制中國面板出口，將有利台廠. Retrieved from

<https://tw.stock.yahoo.com/news/%E5%B7%9D%E6%99%AE%E5%86%8D%E8%B5%B7-%E8%8B%A5%E9%99%90%E5%88%B6%E4%B8%AD%E5%9C%8B%E9%9D%A2%E6%9D%BF%E5%87%BA%E5%8F%A3-%E5%B0%87%E6%9C%89%E5%88%A9%E5%8F%B0%E5%BB%A0-032700991.html>

⁴ 財報狗. (2025). 蘋果擬於 2027 年在推新款 iPhone 中推 LTPO OLED 技術. Retrieved from

2027 年 6 月。2023 年，韓國廠商減產 LCD 34%，同時增加 OLED 產量 7%，明顯朝高階市場轉型。

此外，政府積極支持 OLED 研發，使韓國在全球 LTPO OLED 市場維持 72.5% 的市佔率與最多的專利數¹，鞏固其技術領導地位。

歐盟、美國與日本：

歐盟、美國、日本均透過技術研發計畫支持企業與新創，特別在 AR/XR 與車用顯示器應用。來自政府補助與私人企業投資的鉅額資金更流向終端應用，引 Micro LED 等顯示器技術需求。另一方面，以歐盟為首對顯示器設備製造具備嚴格環保與勞工規範²，廠商須嚴格遵守。

應對策略：台灣廠商應加速開發高階應用產品，聚焦車載、醫療等利基市場，以避開中國低價競爭。同時深化與日本的技術合作，槓桿其材料與設備優勢（如熊本聚落），推動 Micro LED 發展。

針對歐洲法規壓力，台廠亦應主動建立綠色供應鏈體系，以減緩歐盟回收政策對產品出口造成的影響。

(二) 經濟 (Economic)

全球顯示器市場預計將穩健增長，主要驅動力來自消費電子產品（如智慧手機、平板電腦、筆記型電腦）對高解析度顯示器的需求增加。亞太地區的經濟增長，特別是消費者可支配收入的增加，是顯示器市場擴張的關鍵因素³。然而，顯示器製造所需的玻璃基板、稀土元素等關鍵原材料價格波動劇烈，直接影響生產成本和利潤。全球高通脹和高利率環境也可能影響企業的投資意願和消費者的購買力。

應對策略：台灣廠商需持續優化生產流程，提高自動化程度，降低製造成本，以應對原材料價格波動和市場價格壓力。同時，應積極開拓印度等新興市場，抓住其智慧手機普及率和消費電子需求增長的機會。

(三) 社會 (Social)

消費者對更清晰、更生動、更沉浸的視覺體驗需求不斷增長，推動了高解析度、高對比度、高刷新率顯示器的發展。行動裝置和穿戴裝置的普及，使得消費者對低功耗、長電池續航力的顯示器有強烈需求。此外，隨著健康與生活方式的趨勢，穿戴式健康監測裝置的普及也推動了對微型化、低功耗顯示器的需求⁴。消費者和企業對環境保護的意識增強，對採用環保材料、節能製造工藝和可回收設計的顯示器產品有更高偏好。

應對策略：台灣企業應將研發重點放在提升顯示性能的同時，兼顧低功耗和長續航力，例如

<https://statementdog.com/news/13830>

¹ The Korea Economy Daily. (2024). Korean displays regain top spot with premium information tech OLEDs.

Retrieved from <https://www.kedglobal.com/electronics/newsView/ked202412050005>

² European Union. (2025). Electronic Displays: Energy labelling and ecodesign requirements apply to this product.

Retrieved from https://energy-efficient-products.ec.europa.eu/product-list/electronic-displays_en

³ Mordor Intelligence. (2025). Display Market Size & Share Analysis - Industry Research Report - Growth Trends.

Retrieved from <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/display-market>

⁴ Knowledge Sourcing. (2025). Wearable Devices Market Size & Forecast 2025-2030. Retrieved from

<https://www.knowledge-sourcing.com/report/wearable-devices-market>

透過 LTPO 技術實現可變刷新率以節省電量。針對穿戴裝置和 AR/XR 眼鏡等應用，應專注於微型化、高像素密度和輕量化設計。同時，積極開發和採用環保材料與節能製造工藝，以滿足市場對可持續性產品的需求。

(四) 技術 (Technological)

顯示技術正經歷快速演進，OLED、Micro-LED、量子點、LTPO/LTPS 等核心技術持續突破，不斷提升顯示性能和能效。AI 與顯示技術的深度融合，例如 AI 驅動的背光控制、個性化顯示和空間計算¹，為台灣廠商提供差異化機會。柔性與可折疊技術的突破，使得可折疊、可捲曲甚至可拉伸的顯示器成為可能，開創了新的產品形態。然而，Micro-LED 的巨量轉移、良率提升和成本下降仍是技術瓶頸，但業界正透過運用半導體製造工藝和設備等來解決這些問題。

應對策略：台灣企業應持續高額研發投入，尤其是在 Micro-LED、QD-EL、先進 OLED 材料和製程等前瞻技術領域。同時，應積極推動 AI 與顯示器的深度融合，開發 AI 驅動的智慧顯示解決方案，提升產品的差異化和附加價值。在柔性顯示方面，除了可折疊技術，也應探索可捲曲和可拉伸顯示器在更多應用場景的潛力²。

二、五力分析及因應策略

1. 新進入者的威脅 (Threat of New Entrants)

衝擊程度：中

顯示器製造，特別是 OLED 和 Micro-LED 等先進技術，需要龐大的資本支出和複雜的技術積累，這對一般新進入者構成較高壁壘。現有巨頭擁有大量顯示器技術專利，新進入者需投入大量資源進行專利布局或規避。此外，三星、LG、京東方等現有巨頭已形成巨大的規模經濟和成熟的全球供應鏈，新進入者難以在短期內達到同等效率和成本優勢。

然而，Micro-LED、QD-EL 等新興顯示技術的巨大潛力，吸引了眾多新創公司和跨界企業投入研發，例如法國 Aledia 等新創公司採用矽晶圓製造 Micro-LED³，降低設備資本支出。各國政府對顯示器產業的戰略性支持，特別是針對下一代顯示技術的投資，也可能催生新的競爭者。

建議發展戰略：台灣企業應持續高額研發投入，特別是在 Micro-LED 等前瞻技術領域，並透過專利布局建立技術壁壘。同時，可考慮與具備創新技術的新創公司進行策略合作或併購，共同開發新技術，以應對潛在的新進入者威脅。

2. 供應商的議價能力 (Bargaining Power of Suppliers)

衝擊程度：高

¹ Market.us. (2025). Next-Generation Display Market Size. Retrieved from <https://market.us/report/next-generation-display-market/>

² INFiLED. (2025). 5 Key LED Display Trends to Watch for 2025. Retrieved from <https://www.infiled.com/blog/insights-top-5-trends-in-led-display-for-2025-insights-from-ise-2025/>

³ CTIMES. (2025). Micro LED 成本難題未解 Aledia 奈米線技術能否開創新局?. Retrieved from <https://www.ctimes.com.tw/DispArt-tw.asp?O=HK95E441A6KARASTD7>

顯示器製造所需的玻璃基板、稀土元素、半導體級矽等關鍵原材料的價格波動劇烈，直接影響面板製造商的成本和利潤。顯示器驅動 IC 等半導體零組件的供應短缺或價格上漲，也會對顯示器生產造成顯著影響。台灣在半導體製造領域的領先地位，使其在某些上游環節具有較強的議價能力，但同時也面臨全球半導體供應鏈波動的風險。此外，生產 Micro-LED 所需的巨量轉移設備等，供應商數量有限，議價能力較強。

建議發展戰略：台灣廠商應積極與多個供應商建立長期合作關係，實施多元化採購策略，以降低對單一供應商的依賴和風險。同時，可考慮向上游關鍵材料和設備領域進行策略性投資或垂直整合，以增強對供應鏈的控制力。充分利用台灣在半導體製造的全球領先地位，推動顯示器驅動 IC (DDIC) 和相關晶片技術的發展，並與顯示面板製造商緊密合作，形成更具競爭力的產業鏈。

3. 購買者的議價能力 (Bargaining Power of Buyers)

衝擊程度：高

蘋果、三星、華為等大型智慧手機、筆記型電腦和電視品牌商，作為顯示面板的主要購買者，擁有強大的議價能力，能夠壓低面板價格。在成熟的顯示器市場，產品差異化有限，導致價格競爭激烈，買家有更多選擇。尤其在中低端消費電子市場，消費者對價格敏感度高，迫使品牌商向下游供應商施壓。

建議發展戰略：台灣企業應透過技術創新和產品差異化來提升議價能力，特別是在 AR/XR 眼鏡、高端汽車顯示器等利基市場，這些市場對顯示器的性能、客製化和可靠性有更高要求，買家願意為此支付溢價。同時，應加強與品牌客戶的深度合作，提供客製化解決方案和高附加價值服務，建立長期穩固的夥伴關係。

4. 替代品的威脅 (Threat of Substitute Products)

衝擊程度：高

顯示器技術快速迭代，LCD、OLED、Micro-LED、量子點等顯示技術之間存在直接替代關係，且技術不斷演進。Micro-LED 被視為 OLED 的終極替代品，有望提供更高的亮度、壽命和對比度。QD-EL (NanoLED) 等新興技術，若能克服成本和材料限制，可能顛覆現有市場格局。此外，Mini-LED 背光技術提升了 LCD 的性能，使其在某些應用中能與 OLED 競爭。

建議發展戰略：台灣企業應持續投入研發，掌握多種顯示技術，並積極探索技術融合的可能性，例如結合 Micro-LED 和量子點的 QD-UV Micro-LED。應密切關注新興顯示技術的發展，並在具備潛力的領域進行策略性布局，以確保在技術迭代中保持領先地位。

5. 現有競爭者的競爭強度 (Intensity of Competitive Rivalry)

衝擊程度：高

全球顯示器市場由少數幾家巨頭(三星顯示、LG 顯示、京東方)主導，它們之間在技術、產能和價格上展開激烈競爭。京東方、TCL 華星等中國大陸顯示器製造商的快速擴張和成本優勢，加劇了全球市場的競爭強度，導致價格壓力持續存在。各大廠商不斷投入巨額研發，推出新產品和技術，以爭奪市場份額和技術領導地位。顯示器產業存在週期性產能過剩的風

險，可能導致價格戰和利潤壓縮。

建議發展戰略：台灣企業應專注於高附加價值和利基市場的技術突破，避免在成熟產品線與中國大陸廠商進行直接的紅海競爭。透過持續的技術創新、差異化產品和服務，以及建立強大的生態系統集群和供應鏈夥伴關係，來提升自身競爭力。

三、SWOT 分析及因應策略

優勢 (Strengths)

台灣擁有全球領先的半導體產業，特別是晶片製造領域，為顯示器產業提供了強大的上游技術支援和製造能力，尤其在驅動 IC (DDIC) 方面仍保持領先。台灣製造業專注於高科技產品和精密製造，這對於生產高解析度、高精度的顯示面板至關重要。政府和研究機構（如工研院 ITRI）積極推動創新，過去四年在顯示器領域已推出超過 120 項創新技術，並刺激了新台幣 130 億元（約 4 億美元）的私人投資¹。

在 Micro-LED 領域，友達光電 (AUO) 和群創光電 (Innolux) 等台灣廠商積極推進，被視為有望「跳過 OLED」的下一代技術。友達更是全球領先的 Micro-LED 顯示器開發商，已開始量產穿戴式 Micro-LED 顯示器，並建設 4.5 代生產線以生產車用顯示器。友達在大型、透明、整合 Micro-LED 與 AI 應用方面展現創新，例如開發了全球首款 17.3 吋雙面透明 Micro-LED 顯示器和 16 吋 AI 眼球追蹤低功耗顯示器。台灣還擁有成熟的顯示器供應鏈，並積極建立 Micro-LED 生態系統集群，例如友達、富采 (Ennostar) 和銻創 (PlayNitride) 的合作聯盟²。

劣勢 (Weaknesses)

台灣經濟高度依賴出口，全球經濟波動和貿易政策變化可能對顯示器產業造成衝擊。儘管在 Micro-LED 等新興領域領先，但在某些 OLED 核心技術（如藍光 OLED 壽命）和大規模量產方面，仍面臨挑戰或與國際巨頭存在差距。LTPS OLED 出貨量預計在 2022 年至 2031 年間每年將收縮 1%³，這對部分仍依賴此技術的台灣廠商構成挑戰。此外，台灣面臨人口老齡化和少子化的挑戰，可能影響未來勞動力供應和人才儲備。

機會 (Opportunities)

新興應用市場的爆發性增長為台灣顯示器產業帶來巨大機會。AR/XR 眼鏡顯示器市場預計 2025-2030 年複合年增長率高達 46.06%，對 Micro-OLED 和 Micro-LED 有極高需求，台灣廠商可利用其在 Micro-LED 的優勢切入。柔性顯示器市場預計 2025-2030 年複合年增長率達 34.8%，智慧手機和筆記型電腦是主要驅動力，台灣廠商可發展可折疊、可捲曲技術。汽車顯

¹ 經濟部產業技術司. (2025). 經濟部與顯示產業攜手展出 27 項創新技術 瞄準先進封裝需求發表全球首創面板級全濕式 TGV 解決方案. Retrieved from <https://official.meetbao.net/2025/04/16/%E7%B6%93%E6%BF%9F%E9%83%A8%E8%88%87%E9%A1%AF%E7%A4%BA%E7%94%A2%E6%A5%AD%E6%94%9C%E6%89%8B%E5%B1%95%E5%87%BA27%E9%A0%85%E5%89%B5%E6%96%B0%E6%8A%80%E8%A1%93-%E7%9E%84%E6%BA%96%E5%85%88%E9%80%B2/>

² 經濟日報. (2025). 台、韓、中積極發展 MicroLED 台廠更重技術優勢. Retrieved from <https://money.udn.com/money/story/5612/8685646>

³ OLED-info. (2024). Omdia: in 2028, LTPO will overtake LTPS as the OLED backplane of choice. Retrieved from <https://www.oled-info.com/omdia-2028-ltpo-will-overtake-ltps-oled-backplane-choice-smartphones-2031-520>

示系統預計 2025-2030 年複合年增長率 9.93%，智慧座艙、HUD 和多螢幕聯動趨勢為高端顯示器帶來機會。穿戴裝置顯示器市場預計 2025-2030 年複合年增長率 18.00%，對微型化、高像素密度、低功耗顯示器需求強勁。

AI 與顯示技術的深度融合，例如 AI 驅動的背光控制、個性化顯示和空間計算，為台灣廠商提供差異化機會。量子點技術的發展，特別是無鎘量子點和 QD-EL¹，為色彩表現和成本優化帶來新方向。全球品牌客戶為降低供應鏈風險，尋求多元化採購來源，為台灣廠商提供擴大市場份額的機會。Micro-LED 市場預計將高速增長，吸引大量資本投入，台灣廠商可藉此吸引投資。台灣科技公司透過海外併購進行產業升級和轉型，獲取關鍵技術和市場份額，例如友達收購德國汽車電子公司 BTHC²。

威脅 (Threats)

京東方 (BOE)、TCL 華星 (CSOT) 等中國大陸顯示器製造商在 LCD 和 OLED 領域迅速擴大產能，並透過成本優勢和激進定價策略，對台灣廠商構成巨大壓力。玻璃基板、稀土元素和半導體級矽等關鍵原材料的價格波動，直接影響生產成本和利潤。

Micro-LED 等新興技術的製造過程極其複雜，巨量轉移、良率提升和成本下降仍是主要瓶頸。蘋果公司曾因成本和複雜性問題取消 Apple Watch 的 Micro-LED 專案³，顯示其商業化難度。顯示器技術快速迭代，新的替代技術不斷湧現，可能顛覆現有市場格局。全球經濟放緩、通脹和高利率可能影響消費電子產品的整體需求，進而影響顯示器出貨量。台灣面臨人才外流的風險，可能影響產業的長期競爭力。

SWOT 策略 (SO/WO/ST/WT Strategies)

SO (優勢-機會) 策略：利用優勢把握機會

- **加速 Micro-LED 在利基市場的商業化：** 台灣在 Micro-LED 領域的領先地位，應與 AR/XR 眼鏡、車用顯示器和高端穿戴裝置等高增長應用市場的需求結合，加速量產和產品化，例如友達已開始量產穿戴式 Micro-LED 顯示器並建設車用生產線。
- **深化 AI 與顯示器的整合：** 結合台灣在半導體和 AI 技術的優勢，開發 AI 驅動的智慧顯示解決方案，如 AI 眼球追蹤低功耗顯示器和 AI 驅動的背光控制，提升產品差異化和附加價值。
- **拓展柔性顯示器應用：** 利用台灣在柔性顯示技術的研發實力，探索可折疊、可捲曲甚至可拉伸顯示器在智慧手機、筆記型電腦及未來服裝等領域的潛力。
- **強化供應鏈合作與多元化：** 運用台灣成熟的供應鏈生態系統和政府支持，與全球品牌客戶建立更緊密的合作關係，並透過策略聯盟（如友達、富采、銓創的 Micro-LED 聯盟）來滿足供應鏈多元化的需求。

WO (劣勢-機會) 策略：克服劣勢把握機會

- **透過新興技術彌補 OLED 量產差距：** 儘管在 OLED 大規模量產方面與國際巨頭存在

¹ Flat panels hd. (2025). Future display technologies: QD-EL, Ultraviolet micro-LED, OLED, more. Retrieved from <https://www.flatpanelshd.com/focus.php?subaction=showfull&id=1738315055>

² 天下雜誌. (2023). 一家燙手山芋德國公司 為何成友達車用市場入場券?. Retrieved from <https://www.cw.com.tw/article/5127693>

³ 數位時代. (2024). 蘋果招牌黯淡了！Micro LED 踢鐵板、電動車喊卡...5 個關鍵事件，看庫克的困境. Retrieved from <https://www.bnext.com.tw/article/78607/apple-s-dilemma>

差距，台灣可利用在 Micro-LED 和 QD-EL 等新興技術的機會，實現「跳過 OLED」的戰略，直接切入下一代顯示技術。

- **吸引和留住人才以應對勞動力挑戰：** 透過政府支持和產業前景，吸引全球頂尖人才，並提供具競爭力的薪酬和發展機會，以應對人口結構變化帶來的人才短缺問題。
- **優化 LTPS 技術並轉型：** 針對 LTPS 技術萎縮的趨勢，台灣廠商應加速向 LTPO 等更先進的背板技術轉型，並將現有 LTPS 產能轉向高附加價值的利基應用，如汽車顯示器和工業控制面板。

ST (優勢-威脅) 策略：利用優勢應對威脅

- **以技術差異化應對中國大陸競爭：** 運用台灣在高科技製造和精密製造的優勢，專注於開發中國大陸廠商難以複製的高端、高精度顯示產品，避免直接的價格戰。
- **透過研發投入克服技術複雜性：** 持續高額研發投入，特別是在 Micro-LED 的巨量轉移、良率提升和成本下降等關鍵技術瓶頸上，以鞏固技術領先地位並加速商業化。
- **強化智慧財產權布局：** 運用台灣在智慧財產權保護方面的優勢，透過專利布局和技術授權，建立技術壁壘，應對來自競爭者的潛在侵權威脅。

WT (劣勢-威脅) 策略：減少劣勢並避免威脅

- **多元化市場和產品組合：** 降低對單一出口市場的依賴，並拓展產品線，進入更多元化的應用領域，以分散全球經濟不確定性帶來的風險。
- **精準投資與成本控制：** 在面對原材料價格波動和高昂的研發成本時，台灣企業應進行更精準的投資決策，並加強成本控制，確保資金有效利用於最具潛力的技術和市場。
- **加強國際合作與併購：** 透過策略性海外併購，獲取關鍵技術和市場份額，加速產業升級和轉型，以應對全球競爭和技術迭代的威脅。

四、紅海及藍海策略

紅海策略：在現有市場中優化競爭

台灣企業在 LCD 等成熟顯示器市場，以及部分 OLED 應用中，面臨著與中國大陸廠商的激烈價格和規模競爭，這屬於典型的紅海市場。在這些領域，台灣廠商的策略重點應放在**成本領先與效率提升**，持續優化生產流程，提高自動化程度，降低製造成本，以維持價格競爭力。

同時，**鞏固現有客戶關係**至關重要，透過提供穩定可靠的供應和客製化服務，維持市場份額。即使在紅海市場，也可透過提供更優質的售後服務、更快的響應速度或更靈活的供應鏈管理來實現**差異化服務**。此外，在現有技術基礎上進行**技術優化與升級**，例如提升 LCD 的 HDR 性能或 Mini-LED 背光技術，以延長產品生命週期並提升附加價值。

藍海策略：開創新的市場空間

台灣企業應將更多資源投入到新興技術和應用領域，開創無人競爭的藍海市場，實現跨越式發展。

台灣在 Micro-LED 領域具備全球領先優勢，應**聚焦 Micro-LED 的利基應用**，例如對可靠性、極端溫度耐受性、高亮度和設計整合度有極高要求的車用顯示器。友達已在車用 Micro-

LED 領域取得進展，並與 Sony Honda 合作¹。對於極高像素密度、高亮度、低功耗的近眼顯示器，Micro-LED 和 Micro-OLED 是 AR/XR 眼鏡的關鍵技術，台灣廠商可利用其在 Micro-LED 晶片和背板技術的優勢，與 AR/XR 設備製造商深度合作。智慧手錶等穿戴裝置對微型化、高像素密度和低功耗顯示器需求強勁，Micro-LED 在其中佔比不斷提升。此外，友達開發的透明 Micro-LED，可應用於汽車擋風玻璃、商業櫥窗等，開闢全新市場。

同時，**發展柔性與可拉伸顯示器**是另一藍海方向。柔性 OLED 技術已在智慧手機和筆記型電腦中普及，台灣廠商應在可折疊、可捲曲、甚至三星展示的可拉伸 Micro-LED 等創新形態上持續投入，探索其在服裝、智慧家居等領域的潛力。

台灣在 AI 晶片和軟體方面具備優勢，可將 **AI 技術深度整合到顯示器**中，例如開發 AI 驅動的圖像優化、個性化顯示介面、智慧眼球追蹤等功能，提升用戶體驗並創造高附加價值。

最後，台灣可利用其在半導體和材料科學的優勢，專注於開發顯示器上游的**高附加價值零組件與材料**，如 LTPO 背板、無鎘量子點材料、先進驅動 IC 等，成為全球供應鏈中不可或缺的一環。顯示器產業的未來發展高度依賴跨產業合作，台灣廠商應積極與半導體、AI、光學、汽車、醫療等領域的企業建立策略聯盟，共同開發整合性解決方案，例如富采與友達等組成的 Micro-LED 聯盟，即屬於**建立跨產業生態系統合作**。

¹ 鉅亨. (2025). 〈CES 2025〉友達 Micro LED 車頭顯示器 打進索尼本田 AFEELA 電動車.
<https://news.cnyes.com/news/id/5832122>

陸、競爭性分析

本章節進行高清低功耗顯示器技術主要專利權人的競爭力分析，並特別聚焦在國際市場的競爭力分析。競爭力，最為核心的即為技術競爭力，僅在企業有足夠能力進行產品開發；接著，僅有企業擁有足夠的智慧財產權，才能夠順利的在國際市場競爭，因此以下首先利用前述智財分析的結果，導入專利指標的應用，進行技術競爭力的評估。為了評估技術競爭力，本研究將以前述專利分析的結果，導入專利指標的應用，進行技術競爭力的評估。然而，除了技術競爭力外，對於企業來說，最重要的核心即為將研發成果變現，若僅有技術與專利，但無法變化，亦無法產生實際效益，成為沉默成本。因此，本章接續針對企業研發成果之變現能力的整體競爭力進行評估。

一、 技術競爭力指標定義及評價方法

本節基於專利分析的結果，導入專利指標的應用進行技術競爭力分析。為進行競爭力的分析，本研究透過專利指標的應用，進行競爭力的定義並進行分析。技術競爭力的評估，有諸多可以考量的面向，然而，若要全部進行量化比較，難以獲得相關數據，將導致無法進行有效評估。此外，本次的研究係基於 GPSS 系統的應用，因此相關指標受限於在該系統的可取得性。

另外，由於本研究雖期望提供國內產業於高清低功耗顯示器技術產業發展參考，然而，專利指標的應用，在不同目的、不同產業鏈位置等不同情況下，所需考量的內容將有所不同。因此，以下首先針對全球及主要專利權人相關指標的資料進行呈現，提供各界參考，並針對本研究的需求，進行主要專利權人的競爭力評估。

本研究參考 Ernst 於 Patent information for strategic technology management¹ 及車聯網專利分析與佈局²所使用的相關指標，並盡可能的從 GPSS 系統中撈取可用的相關指標，以提供未來相關產業參考。

部分的指標，透過 GPSS 系統的檢索及統計分析獲得，另一部分的指標，透過 GPSS 系統將相關資料導出後，利用 excel 進行統計。

| 計算來源 | 指標 |
|---------|---|
| GPSS 系統 | 專利申請量、專利家族量、被參考次數的申請案量、近 5 年申請量、母群總申請量、母群總專利家族量、母群體被參考次數的申請案量 |

表 60 統計指標資料來源

部分的指標經過重新計算，相關定義如下表所示，其中主要的評估方法乃是透過比例進行計算。

| 指標 | 定義 |
|-------|------------|
| 申請人 | |
| 專利申請量 | 已檢索去重 |
| 專利家族量 | 已檢索去重及家族去重 |

¹ Ernst, H, Patent information for strategic technology management, World Patent Information, 25(3), 233-242, 2003/9

² 經濟部智慧財產局及國立台灣科技大學專利研究所，車聯網專利分析與佈局，2021/10/7

| | |
|----------------|---------------------------------|
| 平均布局國家數 | 平均布局國家數=專利申請量/專利家族量 |
| 被參考的申請案比例 | 被參考的申請案比例=被參考的申請案量/專利申請量 |
| 近 5 年申請量 | 2021~2025 年，已檢索去重 |
| 1 階 IPC 佔比 | 該公司涵蓋 IPC 1 階數 / 專利池涵蓋 IPC 1 階數 |
| 3 階 IPC 佔比 | 該公司涵蓋 IPC 5 階數 / 專利池涵蓋 IPC 5 階數 |
| 母群體 | |
| 母群體總申請量 | 已檢索去重 |
| 母群體總專利家族量 | 已檢索去重及家族去重 |
| 母群體平均布局國家數 | 母群總申請量/母群總專利家族量 |
| 母群體被參考次數的申請案比例 | 母群體被參考次數的申請案量/母群總申請量 |

表 61 統計指標計算方法

雖然專利的統計可以包含有各類不同的指標，然而，實際上使用時並無一公認的綜合評價方式，而各學者及機構更是發展了不同的方式進行評價，如 Ernst 於 Patent information for strategic technology management 一文透過授權專利佔比(Share of granted patents)、技術範圍(Technological scope)、國際範圍(International scope)、引用頻率(Citation frequency)進行平均專利品質(Average patent quality)的評估；車聯網專利分析與布局一文透過優先權個數、IPC 個數、引用專利次數、技術特徵個數等四個構面進行競爭力的評估；Clarivate 於 2022 全球百大創新機構一文中透過影響力(influence)、成功足跡(success)、全球化(globalization) 以及技術獨特性(technical distinctiveness)進行「德溫特強度指標」(Derwent Strength Index)評估，並進而計算全球創新機構得分¹；Clarivate 在其所開發的 Derwent innovation 資料庫中，提供了三大關鍵指標：領域影響、戰略重要性、綜合專利影響力進行專利強度的評價²；氫燃料電池車專利分析與布局一文透過資源投入、專利強度、合作開發、技術相關性、技術多樣性、相對發展度六個構面進行競爭力的評估³；Lexis Nexis 的 Patent Sight 則透過技術相關性及市場覆蓋度所構成的競爭影響力作為專利資產指數的評估指標⁴。

且如前所述，在進行指標的評價時，尚有指標是否可取得的因素，以及產業價值鏈影響等因素，因此，本研究基於可取得的資料，參考前述相關文獻的指標，研擬本研究的競爭力指標，如下表所示，將競爭力分為領域占比、技術多樣性、國際化程度、技術影響力、成長競爭性五個構面，並透過 6 個細部的指標進行三個構面的評分計算，最終進行競爭力的評估。該五個構面的指標，意在進行主要專利權人的專利佈局程度、技術流行程度、技術涉及的層面、近期的發展程度，以進行競爭力的綜合評價。

| 構面 | 指標 |
|--------------|---|
| 領域占比 | 該公司於該技術領域的專利數/該技術領域的總專利數 |
| 技術多樣性 | (1 階 IPC 佔比 + 3 階 IPC 佔比)/2 |
| 國際化程度 | 平均布局國家數/母群體平均布局國家數 |
| 技術影響力 | 被參考的申請案比例/母群體被參考次數的申請案比例 |
| 成長競爭性 | 2021 至 2025 年專利申請量 ÷ 2016 至 2020 年專利申請量 |
| 競爭力指標 | 指標 |
| 技術競爭力 | (領域占比+技術多樣性+國際化程度+技術影響力+成長競爭 |

¹ Clarivate, 2022 全球百大創新機構, 2022/2/24

² Clarivate, Derwent innovation。https://www.derwentinnovation.com/ui/zh/#/home

³ 蕭子訓、柴蕙質、袁正達、陳英瑛、劉東行。(2022). 氫燃料電池車. 核能研究所

⁴ Patent Asset Index. (無日期). Lexis Nexis: https://www.lexisnexisip.com/resources/patent-asset-index/

| | |
|--|--------|
| | 性)*100 |
|--|--------|

表 62 技術競爭力分析五大構面相關指標

二、技術競爭力分析

1. 全球

| | | | |
|-----------------|--------|------------|--------|
| 專利申請量 | 18269 | 近 5 年申請量 | 4981 |
| 專利家族量 | 16683 | 平均布局國家數 | 1.24 |
| 1 階 IPC 數 | 8 | 3 階 IPC 數 | 187 |
| 被參考的申請案比例 | 0.7058 | 5 年專利申請成長度 | 0.7607 |
| 技術分類統計指標 | | | |
| TFT 專利數 | 4455 | 5 年專利申請成長度 | 0.52 |
| OLED 專利數 | 4982 | 5 年專利申請成長度 | 0.71 |
| Micro-LED 專利數 | 4516 | 5 年專利申請成長度 | 0.79 |
| QD 專利數 | 6947 | 5 年專利申請成長度 | 0.91 |

表 63 全球技術競爭力分析

2. 友達

| | | | |
|-----------------|-------|----------------|--------------|
| 專利申請量 | 776 | 母體總申請量 | 18269 |
| 專利家族量 | 489 | 母群體總專利家族量 | 16683 |
| 平均布局國家數 | 1.28 | 母群體平均布局國家數 | 1.24 |
| 被參考的申請案比例 | 0.59 | 母體被參考的申請案比例 | 0.7058 |
| 近 5 年申請量 | 17 | 母體近 5 年申請量 | 4981 |
| 1 階 IPC 佔比 | 0.38 | 3 階 IPC 佔比 | 0.05 |
| 技術分類統計指標 | | | |
| TFT 專利數 | 585 | TFT 領域佔比 | 0.13 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 0.1 |
| OLED 專利數 | 498 | OLED 領域佔比 | 0.10 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 0.1 |
| Micro-LED 專利數 | 28 | Micro-LED 領域佔比 | 0.0062 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 3 |
| QD 專利數 | 17 | QD 領域佔比 | 0.0024 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 1 |
| 技術競爭力指標 | | | |
| 領域佔比 | 0.042 | 技術影響力 | 0.84 |
| 技術多樣性 | 0.215 | 成長競爭性 | 0.15 |
| 國際化程度 | 1.03 | 技術競爭力 | 52.44 |

表 64 友達技術競爭力分析

3. 三星

| | | | |
|------------|------|-------------|--------|
| 專利申請量 | 825 | 母體總申請量 | 18269 |
| 專利家族量 | 759 | 母群體總專利家族量 | 16683 |
| 平均布局國家數 | 1.31 | 母群體平均布局國家數 | 1.24 |
| 被參考的申請案比例 | 0.68 | 母體被參考的申請案比例 | 0.7058 |
| 近 5 年申請量 | 189 | 母體近 5 年申請量 | 4981 |
| 1 階 IPC 佔比 | 0.63 | 3 階 IPC 佔比 | 0.20 |

| 技術分類統計指標 | | | |
|---------------|-------|----------------|-------------|
| TFT 專利數 | 251 | TFT 領域占比 | 0.056 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 1 |
| OLED 專利數 | 145 | OLED 領域占比 | 0.029 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 0.68 |
| Micro-LED 專利數 | 358 | Micro-LED 領域占比 | 0.079 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 0.90 |
| QD 專利數 | 168 | QD 領域占比 | 0.024 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 1.19 |
| 技術競爭力指標 | | | |
| 領域占比 | 0.045 | 技術影響力 | 0.96 |
| 技術多樣性 | 0.415 | 成長競爭性 | 0.97 |
| 國際化程度 | 1.06 | 技術競爭力 | 69.0 |

表 65 三星技術競爭力分析

4. LG

| 專利申請量 | 683 | 母體總申請量 | 18269 |
|---------------|-------|----------------|--------------|
| 專利家族量 | 522 | 母群體總專利家族量 | 16683 |
| 平均布局國家數 | 1.29 | 母群體平均布局國家數 | 1.24 |
| 被參考的申請案比例 | 0.61 | 母體被參考的申請案比例 | 0.7058 |
| 近 5 年申請量 | 192 | 母體近 5 年申請量 | 4981 |
| 1 階 IPC 佔比 | 0.63 | 3 階 IPC 佔比 | 0.14 |
| 技術分類統計指標 | | | |
| TFT 專利數 | 86 | TFT 領域占比 | 0.019 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 3.15 |
| OLED 專利數 | 297 | OLED 領域占比 | 0.060 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 0.29 |
| Micro-LED 專利數 | 208 | Micro-LED 領域占比 | 0.046 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 0.29 |
| QD 專利數 | 201 | QD 領域占比 | 0.029 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 0.85 |
| 技術競爭力指標 | | | |
| 領域占比 | 0.037 | 技術影響力 | 0.86 |
| 技術多樣性 | 0.385 | 成長競爭性 | 0.94 |
| 國際化程度 | 1.04 | 技術競爭力 | 65.24 |

5. 京東方

| 專利申請量 | 1531 | 母體總申請量 | 18269 |
|------------|------|-------------|--------|
| 專利家族量 | 892 | 母群體總專利家族量 | 16683 |
| 平均布局國家數 | 1.22 | 母群體平均布局國家數 | 1.24 |
| 被參考的申請案比例 | 0.73 | 母體被參考的申請案比例 | 0.7058 |
| 近 5 年申請量 | 235 | 母體近 5 年申請量 | 4981 |
| 1 階 IPC 佔比 | 0.75 | 3 階 IPC 佔比 | 0.12 |
| 技術分類統計指標 | | | |
| TFT 專利數 | 607 | TFT 領域占比 | 0.14 |

| | | | |
|----------------|-------|----------------|--------------|
| | | 5年專利申請成長度 | 0.63 |
| OLED 專利數 | 356 | OLED 領域占比 | 0.071 |
| | | 5年專利申請成長度 | 0.67 |
| Micro-LED 專利數 | 801 | Micro-LED 領域占比 | 0.18 |
| | | 5年專利申請成長度 | 0.59 |
| QD 專利數 | 149 | QD 領域占比 | 0.021 |
| | | 5年專利申請成長度 | 1.45 |
| 技術競爭力指標 | | | |
| 領域占比 | 0.084 | 技術影響力 | 1.03 |
| 技術多樣性 | 0.435 | 成長競爭性 | 0.86 |
| 國際化程度 | 0.98 | 技術競爭力 | 67.58 |

6. SEL

| | | | |
|-----------------|-------|----------------|--------------|
| 專利申請量 | 499 | 母體總申請量 | 18269 |
| 專利家族量 | 268 | 母群體總專利家族量 | 16683 |
| 平均布局國家數 | 1.86 | 母群體平均布局國家數 | 1.24 |
| 被參考的申請案比例 | 0.90 | 母體被參考的申請案比例 | 0.7058 |
| 近5年申請量 | 16 | 母體近5年申請量 | 4981 |
| 1階IPC佔比 | 0.88 | 3階IPC佔比 | 0.20 |
| 技術分類統計指標 | | | |
| TFT 專利數 | 341 | TFT 領域占比 | 0.077 |
| | | 5年專利申請成長度 | 0.13 |
| OLED 專利數 | 20 | OLED 領域占比 | 0.0040 |
| | | 5年專利申請成長度 | 0 |
| Micro-LED 專利數 | 52 | Micro-LED 領域占比 | 0.0115 |
| | | 5年專利申請成長度 | 0.25 |
| QD 專利數 | 86 | QD 領域占比 | 0.0124 |
| | | 5年專利申請成長度 | 0.33 |
| 技術競爭力指標 | | | |
| 領域占比 | 0.027 | 技術影響力 | 1.28 |
| 技術多樣性 | 0.54 | 成長競爭性 | 0.21 |
| 國際化程度 | 1.5 | 技術競爭力 | 71.14 |

7. 華興光電

| | | | |
|-----------------|------|-------------|--------|
| 專利申請量 | 603 | 母體總申請量 | 18269 |
| 專利家族量 | 373 | 母群體總專利家族量 | 16683 |
| 平均布局國家數 | 1.33 | 母群體平均布局國家數 | 1.24 |
| 被參考的申請案比例 | 0.94 | 母體被參考的申請案比例 | 0.7058 |
| 近5年申請量 | 34 | 母體近5年申請量 | 4981 |
| 1階IPC佔比 | 0.63 | 3階IPC佔比 | 0.065 |
| 技術分類統計指標 | | | |
| TFT 專利數 | 312 | TFT 領域占比 | 0.070 |
| | | 5年專利申請成長度 | 0.077 |
| OLED 專利數 | 181 | OLED 領域占比 | 0.036 |
| | | 5年專利申請成長度 | 0.022 |

| | | | |
|----------------|-------|----------------|--------------|
| Micro-LED 專利數 | 388 | Micro-LED 領域占比 | 0.086 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 0.19 |
| QD 專利數 | 84 | QD 領域占比 | 0.012 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 0.22 |
| 技術競爭力指標 | | | |
| 領域占比 | 0.033 | 技術影響力 | 1.33 |
| 技術多樣性 | 0.348 | 成長競爭性 | 0.12 |
| 國際化程度 | 1.07 | 技術競爭力 | 58.02 |

8. SHARP

| | | | |
|-----------------|-------|----------------|--------------|
| 專利申請量 | 225 | 母體總申請量 | 18269 |
| 專利家族量 | 175 | 母群體總專利家族量 | 16683 |
| 平均布局國家數 | 1.28 | 母群體平均布局國家數 | 1.24 |
| 被參考的申請案比例 | 0.56 | 母體被參考的申請案比例 | 0.7058 |
| 近 5 年申請量 | 15 | 母體近 5 年申請量 | 4981 |
| 1 階 IPC 佔比 | 0.63 | 3 階 IPC 佔比 | 0.11 |
| 技術分類統計指標 | | | |
| TFT 專利數 | 98 | TFT 領域占比 | 0.021 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 0.20 |
| OLED 專利數 | 21 | OLED 領域占比 | 0.0042 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 0.20 |
| Micro-LED 專利數 | 145 | Micro-LED 領域占比 | 0.032 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 0.82 |
| QD 專利數 | 75 | QD 領域占比 | 0.011 |
| | | 5 年專利申請成長度 | 0.27 |
| 技術競爭力指標 | | | |
| 領域占比 | 0.012 | 技術影響力 | 0.79 |
| 技術多樣性 | 0.37 | 成長競爭性 | 0.42 |
| 國際化程度 | 1.03 | 技術競爭力 | 52.44 |

9. 小結

根據各項技術競爭力指標的分析，七家顯示技術主要專利權人呈現技術戰略差異與競爭優勢定位。從整體技術競爭力排名來看，SEL 因其在多樣性、國際化與影響力三指標的頂尖表現，以 71.14 分位居榜首；緊隨其後的是三星(69.0 分)、京東方(67.58 分)與 LG(65.24 分)，而友達與夏普(52.44 分)則相對落後於其他競爭對手。

在技術影響力方面，華興光電以 1.33 的指標值領先群雄，搭配先前引證分析之結果，顯示其專利品質與技術創新深度受到中國業界高度認可，在中國產業鏈整合的背景下，廣泛被國內夥伴企業引證。其次是 SEL(1.28)與京東方(1.03)，後者的影響力同樣集中於中國國內。華興光電雖然整體技術競爭力排名中等，但其高技術影響力反映出該公司在關鍵技術突破方面具備顯著優勢。相比之下，友達與 SHARP 的技術影響力分別僅為 0.84 與 0.79，回顧引證分析章節，友達不乏被國際大廠引證，但影響力分數卻相對低落，暴露出其在核心技術創新能力上的相對弱勢，可能與其近年來研發投入不足或技術路線選擇保守有關。

SEL 的技術多樣性指標高達 0.54，遠超其他競爭對手，體現出該公司在多技術領域的均衡

佈局策略，特別是在 TFT 背板技術、量子點顯示與 Micro-LED 等前瞻技術方面均有涉獵。京東方(0.435)與三星(0.415)的技術多樣性也相對較高，反映出大型面板廠商追求技術組合最佳化的策略思維。友達的技術多樣性僅為 0.215，顯示其技術重心過度集中在傳統 TFT 與 OLED 領域，對於新興技術的投入相對不足。

SEL 在國際化程度也表現突出(1.5)，顯著高於產業平均水準(1.24)，反映其積極的全球專利佈局策略與國際擴展企圖心。這種高國際化程度有助於 SEL 在全球顯示技術供應鏈中建立競爭壁壘，並透過專利授權獲得額外收益。相較之下，京東方的國際化程度僅為 0.98，略低於產業平均，符合其主要聚焦中國本土市場以及國際專利佈局較為保守的策略。

在成長競爭性與近期發展動能上，三星與 LG 兩韓系廠商高度活躍，保持強勁的創新動能，尤其在 OLED 與量子點技術前端技術領先地位。京東方雖然專利總申請量最高，但成長競爭性僅為 0.86，顯示其技術趨於成熟，偏重成熟製程代工。友達在成長競爭性方面表現相對疲弱，分別僅為 0.15，配合其近 5 年申請量分別只有 17 件，在技術創新活力方面面臨挑戰。這種現象可能與台灣面板產業整體轉型壓力、研發資源分配策略調整，以及面臨韓系與中系廠商激烈競爭有關。

從各技術領域的專利分布來看，各廠商呈現明顯的技術專業化特徵。京東方在 Micro-LED 領域擁有 801 件專利，展現出其在次世代顯示技術方面的戰略佈局，同時在 TFT 與 OLE 領域也維持相當規模。三星則在 Micro-LED 領域投入 358 件專利，配合其在量子點技術(168 件)的積極佈局，體現出全方位技術發展策略。

友達與 SEL 在 TFT 技術方面分別擁有 585 件與 341 件專利，顯示兩者仍將傳統背板技術視為核心競爭優勢。然而友達在新興 Micro-LED 技術方面僅有 28 件專利，遠低於競爭對手，可能影響其未來市場競爭地位。LG 則在 OLED 與量子點技術方面表現突出，符合其高階顯示應用市場的定位策略。

總體而言，SEL 雖專利總數不高，但其專利高度國際化、多樣化，並具影響力，展現其量少質精的精確領域布局策略。韓系企業則依靠高活躍的研發節奏與全面的技術組合保持領先，並積極布局先進技術量子點專利，結合 Micro-LED，形成高亮度、高色域的混合顯示方案，擴展至次世代顯示；OLED 的布局支撐三星在高端智慧型手機與可摺疊面板市場的領先地位，以及 LG 在大尺寸電視與高階顯示器市場的技術領先。中系企業則彼此緊密合作、高度互相引證，以大量地毯式的布局搶占一席之地。相較之下，台灣企業則相對保守，研發量能略嫌低落竊欠缺多樣，未來若能加強 Micro-LED 及量子點領域的研發投入，並提升國際化專利佈局深度，將有助於改善其競爭地位與技術影響力。

三、 財務競爭力分析

透過公司公開報表，我們得以量化各大公司過去幾年財務表現，並一窺公司未來產能與成長動能。我們挑選以下指標，評估過去三年獲利能力。

| | |
|------------------|--|
| Revenue | 最近一個財報年的營收表現，反映公司量體與規模，體現公司市占狀況 |
| Last 3yrs Growth | 過去三年累計成長率，反映近年在行業景氣低迷下，公司衰退/韌性程度，並可作為成長能力之參考 |
| Gross Margin | 毛利率，反映公司生產顯示器之直接成本，毛利率高代表在製造能力上展現生產效率，具備持續擴張實力 |
| Operating | 營業利益率，反映公司大部分營運相關開銷，營業利益率高代表在整體營 |

| | |
|------------------------|---|
| Margin | 運上(包含研發、人事成本、銷售等等)有效率，具備獲利實力 |
| Return of Equity (ROE) | 股東權益報酬率，評估股東投入資本是否被有效運用，股東權益報酬率高代表公司整體資金運用效率強 |

表 66 獲利能力指標

我們另外參考了幾項指標，作為公司未來產能能力之依據。

| | |
|-----------------|---|
| CapEx | 資本支出，反映公司投入建置未來廠房、無形資產購買等之絕對金額 |
| CapEx % Revenue | 資本支出佔營收比例，反映公司投入資本支出的相對程度，比例高代表公司重視未來產能建置 |
| Debt/EBITDA | 債務佔息前稅前折舊前淨利倍數，倍數高反應公司營利能力對於未來還債有壓力，恐將影響長期發展與未來投資 |

表 67 未來產能指標

我們以 2024 年數字為基準，由於多間面板大廠並非僅專做顯示器，我們進一步將部分企業業務拆分更細或篩出顯示器子公司，以利更精準比較。

| Company Name | Revenue (US\$M) | Last 3 yrs growth | Gross Margin | Operating Margin | ROE |
|------------------------------------|-----------------|-------------------|--------------|------------------|--------------|
| Samsung Display | 21,381 | -22.5% | 30.1% | 12.6% | 7.9% |
| BOE Technology | 27,578 | -19.5% | 13.5% | 2.6% | 2.1% |
| AUO Corporation | 8,724 | -34.2% | 8.6% | -3.0% | -1.8% |
| TCL Semiconductor Display Business | 14,493 | 6.0% | 19.2% | N/A | -3.0% |
| LG Display | 19,531 | -25.2% | 9.7% | -2.1% | -28.6% |
| Sharp Display Device Business | 4,260 | -44.4% | N/A | -13.5% | N/A |
| | | | | | |
| Median | | -23.8% | 13.5% | -2.1% | -1.8% |

| Company Name | CapEx | CapEx %Rev | Debt/EBITDA |
|------------------------------------|-------|--------------|--------------|
| Samsung Display | 3,624 | 16.9% | 0.41x |
| BOE Technology | 4,732 | 17.2% | 3.39x |
| AUO Corporation | 838 | 9.6% | 5.29x |
| TCL Semiconductor Display Business | 2,192 | 15.1% | 6.67x |
| LG Display | 1,563 | 8.0% | 3.75x |
| Sharp Display Device Business | 153 | 3.6% | 12.86x |
| | | | |
| Median | | 12.4% | 4.52x |

表 68 各大廠獲利表現與未來產能能力

我們以中位數為 6 分基準分，將成果以 1-10 分量化呈現，並計算獲利能力(Profitability)與未來產能能力 (Future Capacity) 之平均表現。最後，我們以兩者平均，作為整體財務競爭力分數。

| Company Name | Revenue (US\$M) | Last 3 yrs growth | Gross Margin | Operating Margin | RO E | Profitability Score |
|------------------------------------|-----------------|-------------------|--------------|-----------------------|------|---------------------|
| Samsung Display | 9.0 | 6.5 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 9.10 |
| BOE Technology | 10.0 | 5.0 | 6.0 | 7.5 | 7.5 | 7.20 |
| AUO Corporation | 4.0 | 4.5 | 4.0 | 5.5 | 6.0 | 4.80 |
| TCL Semiconductor Display Business | 5.0 | 10.0 | 8.0 | NA | 5.0 | 7.00 |
| LG Display | 7.0 | 6.0 | 4.5 | 6.0 | 2.5 | 5.20 |
| Sharp Display Device Business | 3.0 | 3.0 | NA | 4.0 | NA | 3.33 |
| Company Name | CapEx | CapEx %Rev | Debt/EBITDA | Future Capacity Score | | |
| Samsung Display | 9.0 | 9.5 | 10.0 | 9.50 | | |
| BOE Technology | 10.0 | 10.0 | 7.5 | 9.17 | | |
| AUO Corporation | 3.5 | 5.0 | 5.0 | 4.50 | | |
| TCL Semiconductor Display Business | 7.0 | 8.5 | 4.0 | 6.50 | | |
| LG Display | 5.0 | 4.5 | 7.0 | 5.50 | | |
| Sharp Display Device Business | 2.0 | 3.0 | 2.0 | 2.33 | | |

表 69 財務競爭力量化分數

四、 政策競爭力分析

綜合各國政策（詳見於第陸章 PEST 分析討論之政策部分），我們將為企業以所在之地區與其相對之政策影響進行評分。其中，韓國政府協助韓國廠商鞏固 LTPO OLED 等關鍵領域核心地位，獲得最高分；中國政府大量補貼政策使面板廠能在景氣不佳時仍迅速提高競爭力，唯京東方 (BOE) 因為受到美國監管規範，面臨停止輸美、失去重要客戶蘋果風險，政策競爭力將因此受到打折；台灣政府亦有提供具體方針推動產業升級，本團隊認為政策力道亦有所可取之處。

| Company Name | Country | Score |
|------------------------------------|-------------|-------|
| Samsung Display | South Korea | 8.5 |
| BOE Technology | China | 6.0 |
| AUO Corporation | Taiwan | 7.5 |
| TCL Semiconductor Display Business | China | 8.0 |
| LG Display | South Korea | 8.5 |
| Sharp Display Device Business | Japan | 6.5 |

表 70 政策競爭力量化分數

五、 整體競爭力分析

最後我們統整技術競爭力、財務競爭力與政策競爭力，可獲得概略量化分數，綜觀各主

要專利權人競爭力。我們先技術競爭力標準化到 10，以方便與政策、財務競爭力計算；再考慮技術能力為最主要影響因素，將佔據四份；而財務次之，獲利能力與未來產能能力各佔一份，而政策競爭力佔一份，總計七份，整體競爭力將透過以下公式進行加權計算：(技術競爭力*0.4+獲利能力+未來產能能力+政策競爭力)/7。

| Company Name | 技術競爭力 | 獲利能力 | 未來產能能力 | 政策競爭力 | 整體競爭力 |
|------------------------------------|-------|------|--------|-------|-------------|
| Samsung Display | 69.00 | 9.10 | 9.50 | 8.5 | 7.81 |
| BOE Technology | 67.58 | 7.20 | 9.17 | 6.0 | 7.06 |
| AUO Corporation | 52.44 | 4.80 | 4.50 | 7.5 | 5.40 |
| TCL Semiconductor Display Business | 58.02 | 7.00 | 6.50 | 8.0 | 6.39 |
| LG Display | 65.24 | 5.20 | 5.50 | 8.5 | 6.47 |
| Sharp Display Device Business | 52.44 | 3.33 | 2.33 | 6.5 | 4.73 |

表 71 整體競爭力分析

低功耗高清顯示器技術領域的整體競爭格局呈現明顯的階層化特徵，Samsung Display 以 7.81 分的整體競爭力領先全球顯示器產業。在技術競爭力方面以 69.00 分位居榜首，憑藉其在 OLED 面板領域的主導地位，控制全球智慧手機 OLED 市場超過 50% 的份額，並在全球顯示器市場維持約 20% 的市占率。其強勢的獲利能力（9.10 分）和未來產能能力（9.50 分）進一步鞏固了其產業領導地位。

中國大陸面板企業 BOE Technology 以 7.06 分緊隨其後，展現強勁的競爭實力。BOE 在全球顯示器市場已達到約 25% 的市占率，並預計將在 2025 年成為蘋果 MacBook 顯示面板的最大供應商，市占率達 51%。其技術競爭力達 67.58 分，在柔性 OLED 和可摺疊顯示器領域表現卓越，雖受美國制裁略為受限，但受益於中國政府的大力支持和研發投入，研發支出占年度預算的 30%。

第三階層包括 LG Display（6.47 分）和 TCL 半導體顯示業務（6.39 分），兩者在各自的細分市場中具有特定優勢。LG Display 在大尺寸 OLED 電視面板和車用顯示器領域擁有先發優勢，為索尼和蘋果等品牌提供獨家面板供應。TCL 則在超大尺寸電視（85 吋以上）市場領先全球，2024 年市占率達 22.1%，並在 Mini LED 電視出貨量方面以 28.8% 的份額位居全球第一。

最後，AUO Corporation 和 Sharp Display Device Business 分別以 5.40 分和 4.73 分位於競爭力下游，面臨更大的市場挑戰。Sharp 則受到顯示器業務需求疲軟的影響，正在進行結構性調整以降低營運損失。AUO 正積極轉型至 Micro LED 技術，希望透過垂直解決方案和移動解決方案在 2027 年實現超過 50% 的營收占比，但在技術與財務狀態皆處弱勢的情況下，能否重回市場地位仍需多方考量與策略。

總體而言，低功耗高清顯示器技呈現「韓企技術領先、中企快速追趕、台企轉型求變」的局勢，而台灣企業在同時欠缺財務與技術競爭力的情況，該如何轉型創新？以下章節將提出幾項具提研發與專利佈局策略，期望協助台灣顯示產業打破僵局，重拾市場地位。

柒、專利布局策略

本章節進行顯示器產業及專利布局策略的研擬，旨在透過綜合分析現有的專利訊息和產業趨勢，制定出有效的技術和專利策略，以提升我國在顯示器技術領域的國際競爭力。首先，本研究將回顧顯示器技術在國內外的整體發展情勢，彙整可用於研擬產業及專利布局策略的專利分析資訊，探討國際上已存在或潛在的競爭者，並結合競爭力分析結果，評估我國相關技術的國際競爭力。

接著，研究人員將根據本研究的分析結果，研擬我國的研究策略、產業策略和技術突破方向。這些策略包括針對我國現有的技術基礎和市場需求，提出具體的研發方向和技術應用場景。同時，研究還將探討新創企業在顯示器技術領域的研發策略和產業布局，確保新技術能夠快速轉化為實際應用，提升市場競爭力。

最後，基於研發及產業策略的分析結果，研究人員將結合瑞典 Granstrand 教授所提出的 6 種專利布局模式，進行專利布局策略的研擬。這包括制定我國顯示器技術的專利布局策略、新創企業的專利布局策略，確保技術創新能夠得到有效保護，並在國際市場上取得競爭優勢。

儘管本研究已完成產業及專利布局策略的研擬，但其過程基於假設性的環境背景、發展情境及企業情況所進行。雖然目前已可觀察到全球對顯示器技術的高度重視和快速發展，但各國詳細的策略仍在不斷調整和完善。我國雖已擬定整體發展方向，但相關細節仍在研擬過程中，且未來會根據實際情況進行調整。因此，研究所提出的策略需視我國實際發展情況、國內外環境及競爭者的發展情況，進行滾動式的調整與更新，以確保策略的實用性和有效性。

一、專利分析彙整之策略資訊

(一) 關鍵技術與發展趨勢

低功耗高清顯示器技術的發展，是多項核心技術融合與創新的結果。本分析主要聚焦於 OLED、Micro-LED、量子點以及 LTPO/LTPS 背板技術，這些技術在功耗、畫質、柔性及微型化等面向展現出強大潛力，並在高清低功耗市場中扮演關鍵角色。從專利分析結果與最新產業趨勢來看，以下為各技術的策略性亮點與發展方向：

1. 無鎘量子點技術

在低功耗高清顯示領域，無鎘量子點技術展現出卓越的性能與環保優勢，已成為該領域的領跑者。專利分析顯示，無鎘量子點在低功耗與高清功效上均位居榜首，這得益於其高量子效率與窄帶發射特性，使其在背光轉換與色彩濾光應用中實現極低的光損耗。例如，InP/ZnSe/ZnS 等無鎘量子點材料在色域覆蓋及光致發光穩定性方面已取得顯著進展，並在 QLED 背光應用中實現 Rec.2020 色域 80% 以上的覆蓋率。

隨著全球環保法規日益嚴格，特別是針對重金屬鎘的限制，無鎘量子點的發展將更為強勁，預計將逐步取代傳統的鎘系量子點材料。其在「柔性」功效上的領先地位，也預示著其在可摺疊或可拉伸顯示等新興應用領域的巨大潛力。未來，無鎘量子點技術的專利布局將持續聚焦於材料穩定性、量子效率提升以及與柔性基板的相容性，以滿足消費電子產品對輕薄化、柔性化的需求。

2. Micro-LED 技術為未來顯示的潛力股

Micro-LED 技術被廣泛視為下一代顯示技術的重要發展方向，其在高清、低功耗、高亮度、長壽命及無燒機風險等方面具有顯著優勢。專利分析顯示，選擇性轉

移技術在 Micro-LED 領域的低功耗與高清功效下獲得最高分，這表明其在提升組裝精度和良率方面的重要性。尤其氮化鎵（GaN）基 Micro-LED 因其固有的高能量轉換效率與可靠性，在低功耗與高清功效中表現卓越。

儘管 Micro-LED 技術仍處於發展初期，面臨巨量轉移、全彩化、檢測與修復等關鍵技術瓶頸，但其在大型顯示屏、穿戴裝置、車載顯示以及 AR/VR 等需要高亮度、高可靠性和超低功耗的應用中展現潛力。未來 Micro-LED 的專利布局將集中於突破巨量轉移效率、提升全彩化技術、優化檢測與修復方案，以及降低生產成本，以加速其商業化進程。

3. 持續創新 OLED 技術

OLED 作為目前主流的高階顯示技術，其自發光特性賦予了其在對比度、色彩飽和度、反應速度以及視角方面的優勢。專利分析顯示，熱活化延遲螢光（TADF）材料和電子傳輸型主體在 OLED 的低功耗與高清功效上遙遙領先，其理論內量子效率可達 100%，且無需重金屬中心，有助於降低環境與成本負擔。此外，超螢光技術雖仍處於實驗室探索階段，但其具備窄帶隙、高純度單色輸出的潛力，為 OLED 的未來發展提供新方向。

儘管 OLED 面臨有機材料壽命、燒機現象以及生產成本相對較高等挑戰，但隨著材料科學和製程技術的不斷進步，這些問題正逐步得到改善。未來 OLED 技術的專利布局將持續強化 TADF 與選擇性螢光技術，降低重金屬依賴，提升效率與環保性能，並與低成本印刷技術的結合，以推動超窄帶顯示與高色純度應用。

4. 混合製程的 LTPO/LTPS 背板技術

LTPO 和 LTPS 是主動式矩陣顯示器中用於驅動像素的薄膜電晶體（TFT）背板技術，其性能直接影響顯示器的畫質、功耗和刷新率。專利分析顯示，LTPS 以其高電子遷移率在低洩漏功效上表現突出，使其適合可穿戴設備與智慧錶等低幀率顯示應用。LTPO 則結合了 LTPS 的高遷移率與 IGZO（氧化銻鎵鋅）的低漏電流特性，實現動態自適應刷新率（Variable Refresh Rate, VRR），能夠根據顯示內容動態調整刷新率，大幅降低顯示器功耗，延長行動裝置電池續航力。

TFT 技術未來的專利佈局和研發將聚焦於 LTPS 晶粒工程和漏電流抑制技術，以進一步強化低刷新率下的功耗控制。IGZO/ITZO 界面鈍化和缺陷熱處理的改進對於提高新興氧化物 TFT 的可靠性和均勻性至關重要。LTPO 自適應刷新率策略和混合製程的優化對於延長行動設備的續航力至關重要。TFT 與 OLED 和 Micro-LED 技術的整合也是一個主要趨勢，TFT 為這些自發光顯示器提供必要的驅動電路。

(二) 專利布局策略與競爭格局

低功耗高清顯示器技術領域的專利布局呈現出激烈的競爭態勢，主要參與者透過技術創新與策略性布局，爭奪市場主導權。從專利引證分析中，我們可以觀察到以下幾個關鍵資訊：

1. 三星：技術創新與市場影響力的領導者

在整體低功耗高清顯示技術的專利引證矩陣中，三星在被他人引證數上明顯領先，充分顯示三星在技術創新和市場影響力方面的強勢地位。尤其在量子點技術領域，三星幾乎一枝獨秀，其技術路線被全球主要顯示器大廠與科研機構廣泛採用與參考。三星的專利更多為原創性技術突破，例如在 OLED 鑽石像素排列結構、曲面顯示等創新顯示技術方面建立強勢專利地位。三星不僅在技術研發上投入巨大，其創新成果也得到了業界的廣泛認可和引用，使其在全球顯示產業中保持領先地位。

2. 京東方 (BOE)：追趕與整合的中國力量

BOE 作為中國面板製造龍頭，在專利案量上表現活躍，但在被引證次數上相對較少，且與國內企業互引證較多，其技術影響力仍集中於中國市場，呈現「區域化互證」的特點。這固然有助於 BOE 加速技術迭代並垂直整合產業鏈，卻也意味其技術影響力難以全面擴散至全球顯示技術生態。

BOE 在研發更傾向整合外部技術而非主導原創，尤其頻繁引證韓企三星與 LG 的專利，凸顯其在核心技術路線上處於「追蹤並吸收」的角色。BOE 正透過大量引證和學習國際領先技術，快速提升自身技術實力，以期在未來競爭中佔據一席之地。對於中國企業而言，這種「高輸入、高輸出」的模式是其快速發展的寫照，但如何從技術追趕者轉變為原創引領者，將是其未來發展的挑戰。

3. LG：自主開發與技術深耕

LG 在 OLED 領域表現出均衡的外部引用，其專利被 BOE、友達 (AUO) 及吉林奧來得等企業引用，說明 LG 的 OLED 技術在產業供應鏈各環節均具一定參考價值。然而，LG 的自引證佔比明顯偏高，顯示其技術路線具有強烈的自主開發傾向與封閉性，外部技術吸收則相對保守。其專利布局更偏向於製程改良和產品優化，更注重內部技術積澱和差異化競爭，透過持續的研發投入，鞏固其在 OLED 領域的領先地位。

4. 友達光電 (AUO)：技術樞紐與內部優化

AUO 在 TFT 技術領域，特別是 LTPS 技術方面，具有深厚的技術累積和國際領先地位。AUO 的 LTPS 技術擁有國際業界最高解析度之直視型顯示器技術，並與日本富士通等企業進行跨國技術合作，使其在技術與專利布局上更具優勢。然而，在 OLED 專利領域，AUO 呈現純粹的自我引證現象，其自引證次數較高，但幾乎未被其他主要競爭者引用，顯示 AUO 的專利或主要聚焦於內部產品化與量產優化，尚未形成被同儕廣泛參考的核心技術。整體而言，AUO 在某些特定技術領域具有強大的實力，但在整體顯示技術領域的影響力仍有提升空間。

5. 日本半導體能源實驗室 (SEL) 與 Apple：基礎研究與技術整合的典範

SEL 作為專業的技術授權公司，積極吸收三星在技術商業化的成功經驗，並將其轉化為更前瞻性的技術專利，這種「逆向技術學習」模式值得關注。

而 Apple 作為技術整合者，透過對 SEL、AUO、BOE 等廠商的大量引證，實際上建構一個技術生態系統。反映 Apple 在技術整合方面的能力，也體現其對供應鏈技術發展的引導作用，特別是在 LTPO 技術領域。Apple 的策略是將各家領先的技術進行整合與優化，以打造其獨特的產品優勢，也促使供應鏈企業不斷提升自身技術實力以滿足 Apple 的需求。其中，SEL 在 TFT 技術領域被 Apple 引證高達 200 次，顯示 Apple 在 TFT 技術開發中對基礎材料研發的高度依賴。

二、研發策略與技術突破方向

台灣在全球顯示器產業鏈中扮演舉足輕重的角色，尤其在面板製造、驅動 IC 以及相關零組件供應方面具有深厚的技術與產業基礎。面對全球顯示技術快速演進的浪潮，特別是低功耗高清顯示技術的需求，本章節將從短期、中期、長期三個面向，為台灣顯示器技術產業提供研發策略與技術突破建議，協助台灣業者在全球顯示器市場掌握戰略主動權，引領下一階段的產業發展。

(一) 短期研發策略

短期策略的重點在於鞏固現有優勢、提升產品附加價值，並快速響應市場需求，以應對當前激烈的市場競爭。基於前述的專利分析報告，以及對全球顯示器產業趨勢的觀察，台灣顯示器產業在短期內應聚焦於以下幾個研發策略與技術突破方向：

1. 紅海策略：強化 LTPO/LTPS 背板技術的量產，調整高階產能比例以提升未來產品力

面對全球面板大廠在傳統 TFT 市場的激烈競爭，台廠應迅速優化現有產線，將有限的投資重心由標準 HD/4K 轉向 8K 超高解析度、生動 HDR 動態對比與廣視角廣色域等高階產品，以提升單位產值並壓縮成本曲線。此舉利用台灣在 LTPS 與 a-Si TFT 成熟製程的量產經驗，滿足高端電視與商用顯示需求，並透過附加價值保持市場存量競爭力。因該領域專利密集且多數大廠已布局，屬典型紅海市場，重點在於提升製程效率與產品差異化，而非開拓新興藍海應用。

(1) 提升 LTPO/LTPS 製程良率與成本效益

透過製程優化、設備升級以及自動化導入，進一步提升 LTPO/LTPS 背板的生產良率，降低製造成本，使其在更多中高階產品中普及應用。這包括對 LTPS 晶粒工程與漏電流抑制技術的持續研發，以強化低幀率下的功耗控制。

(2) 擴大 LTPO 技術在行動裝置、載顯示與筆記型電腦的應用

積極與全球主要智慧型手機、智慧手錶品牌合作，推動 LTPO 技術在更多旗艦產品中的應用，特別是支援可變刷新率 (VRR) 功能，以延長電池續航時間，提升用戶體驗。另一方面，隨著車載顯示對高畫質、低功耗需求的提升，以及筆記型電腦輕薄化、長續航的趨勢，LTPO 技術有望在這些領域找到新的增長點。台灣廠商應提早布局，開發符合這些應用場景需求的 LTPO 解決方案。

2. 藍海策略：深化 OLED 技術材料與整合 TFT 技術

OLED 作為自發光顯示技術，在色彩表現、對比度與柔性方面具有獨特優勢。儘管韓國企業在 OLED 領域佔據主導地位，台灣仍可在特定材料與製程環節尋求突破。並結合台灣企業在 TFT 優勢，以非晶矽 TFT 與 LTPS 為基礎，整合 OLED 優勢，提供具競爭力的加值面板。透過差異化技術組合，在特定應用領域建立競爭優勢。

(1) 聚焦 TADF 材料與電子傳輸型主體的研發與導入

整合 TADF (熱活化延遲螢光) 材料的高內量子效率優勢，實現近 100% 的理論效率。TADF 材料無需使用昂貴的重金屬，成本較磷光材料低廉，同時在綠光與藍光顯示領域展現卓越性能。結合台灣在電子傳輸材料方面的技術積累，可開發出驅動電壓更低、效率更高的 OLED 顯示方案。台灣應加強與國內外材料供應商或學研機構合作，加速 TADF 材料的開發與量產，並優化電子傳輸層材料，以提升 OLED 的發光效率與壽命，降低功耗，減少對重金屬的依賴。

(2) 以非晶矽 TFT 與 LTPS 為基礎，整合 OLED 優勢，提供具競爭力加值面板

結合台灣在非晶矽 TFT (a-Si) 與 LTPS 背板的低成本及低漏電優勢，以及 OLED 在像素排布、多重堆疊與高內量子效率 (如 TADF 材料) 上的技術積累，開發兼具高解析度 8K、超高動態對比 (HDR)、廣視角、曲面與全平面無邊框等加值電視面板，以及強化車用儀表板、高亮度電競與商用筆電面板的專用驅動方案。具體應用場景包含：利用 LTPS 的高像素密度驅動能力，結合 OLED 的自發光特性，實現 8K 超高解析度電視面板，為筆電或電競螢幕提供低延遲、高色域的專業顯示解決方案；運用 a-Si TFT 的成本優勢與 OLED 的高對比度，開發適合車載環境的高亮度、廣視角車用儀表板與中控顯示模組。

(3) 發展柔性 OLED 的關鍵製程技術

隨著柔性顯示市場的快速增長，台灣應在柔性基板、薄膜封裝、彎曲測試等關鍵製程技術上取得突破，為摺疊手機、穿戴裝置等產品提供更可靠的柔性 OLED 解決方案。

發揮 OLED 柔性特性，結合台灣在玻璃基板與封裝技術的優勢，研發曲面與全平面無邊框設計。

3. 紅海策略：聚焦 Micro-LED 的特定應用與技術瓶頸突破

Micro-LED 技術被視為終極顯示技術，但其巨量轉移等製程瓶頸仍需時間克服。短期內，台灣應採取務實策略，聚焦特定應用領域並集中資源突破關鍵技術。

(1) Mini-LED 背光技術深化

從成熟的 Mini-LED 背光入手，累積局部調光算法、驅動 IC 設計與量子點增色膜 (QDEF) 製程經驗。Mini-LED 作為過渡技術，可為台灣廠商提供學習曲線與技術積累的機會，同時在高階電視與車載顯示市場獲得收益。

(2) μ VAST 選擇性轉移技術，突破巨量轉移技術瓶頸

Micro-LED 商業化的最大挑戰即是巨量轉移的技術瓶頸。台灣應投入研發資源，與設備供應商、材料廠商緊密合作，共同開發高效、高精度、高良率的選擇性轉移技術，以加速 Micro-LED 的量產進程。發展微真空輔助選擇性轉移印刷 (μ VAST) 技術，解決 Micro-LED 巨量轉移的良率問題。此技術利用雷射誘導蝕刻 (LIE) 在玻璃基板上形成高縱橫比微孔陣列，透過微真空吸力實現精準的選擇性轉移，轉移良率顯著提升。

(3) 鎖定 AR/VR 微顯示與車載顯示等高階利基市場

由於 Micro-LED 在亮度、對比度、響應速度和可靠性方面的優勢，非常適合 AR/VR 頭戴裝置和車載顯示等對顯示性能要求極高的應用。台灣廠商應集中資源，開發針對這些高階利基市場的 Micro-LED 解決方案，例如微型顯示器 (Micro-display) 的選擇性轉移技術；利用 LTPO 的超低功耗特性與 Micro-LED 的自發光優勢，開發適合智慧手錶、健康監測設備的超低功耗顯示模組；Micro-LED 的高亮度特性使其在強光環境下依然清晰可見，適合車載抬頭顯示 (HUD) 與透明顯示應用。

(二) 中長期研發策略

中長期策略的目標是透過技術的深度整合與創新，建立台灣在特定顯示技術領域的領先地位，並拓展新的應用市場；再透過前瞻性技術的研發與布局，使台灣成為全球顯示技術領域的創新領導者，並在下一代顯示技術標準的制定中扮演關鍵角色。這需持續投入基礎研究、跨領域整合以及全球化布局。台灣顯示器產業在中長期應著重於以下幾個研發策略與技術突破方向：

1. 藍海策略：量子點增色膜 (QD) 與 Micro-LED 的協同技術

Micro-LED 是未來顯示技術的重要方向，應同步發展量子點增色膜 (QD) 與 Micro-LED 的協同技術，尤其是無鎘量子點 (InP/ZnSe/ZnS) 在全彩 Micro-LED 顯示的應用方案。

(1) 無鎘量子點材料

無鎘量子點在專利影響力與成長競爭性上均居領先，可提供高純度窄頻光譜與環保法規優勢；開發磷化銦 (InP) 基無鎘量子點技術，以符合環保法規要求，將其與單色藍光 Micro-LED 晶粒結合，以量子點色彩轉換層 (CCL) 方式實現超過 90% Rec.2020 色域覆蓋，並降低紅綠光 Micro-LED 晶粒的製程難度與功耗波動。

(2) 開發自發光量子點顯示技術 (AMQLED)

從目前的量子點色彩轉換層 (CCL) 進一步發展，實現量子點的自發光，即 AMQLED (Active Matrix Quantum Dot Light Emitting Diode)。這將結合量子點的高色純度與自發光特性，實現無需背光的超薄、高亮度、廣色域顯示器。台灣應投入材料科學、製程技術 (如噴墨印刷、巨量轉移) 以及驅動電路設計的全面研發，爭取在 AMQLED 領域取得全球領先地位。

(3) 探索鈣鈦礦量子點的應用潛力

鈣鈦礦量子點作為新興發光材料，具有可調發射波長與高峯值光致發光效率的優勢。中期應投入基礎研究，解決其熱穩定性與水敏性等可靠性問題，並探索其在顯示器中的應用潛力，例如作為色彩轉換層或自發光材料。

2. 布局新興顯示技術與前瞻材料研究

除了現有主流技術的深化，中期也應開始布局更具前瞻性的新興顯示技術和材料，為長期發展儲備技術能量。

(1) 開發新型顯示材料與結構

在銱 (Ir) 與鉑 (Pt) 之外，學界近年持續研發鈦 (Pd)、鋁、銅等金屬 OLED 材料，企業應持續關注並投入新型發光材料 (如純有機分子、超螢光材料)、高效率電子傳輸材料以及創新顯示結構 (如透明顯示、全息顯示) 的研究，探索將實驗室技術轉型、商業化方案，為未來顯示技術的突破提供材料基礎。

(2) 布局電致變色、電潤濕、全息顯示等前瞻技術

投入對電致變色 (Electrochromic)、電潤濕 (Electrowetting)、全息顯示 (Holographic Display) 等新型顯示原理的基礎研究，探索其在透明顯示、柔性顯示、低功耗顯示等方面的潛力。這些技術可能在未來創造全新的應用場景和市場。

(3) 開發超材料與奈米材料在顯示領域的應用

研究超材料 (Metamaterials) 和奈米材料 (Nanomaterials) 在光學控制、光電轉換等方面的應用，例如利用奈米結構實現超薄偏光片、高效增亮膜，或開發具有特殊光學性質的顯示介質，以突破傳統顯示器的物理極限。

三、專利布局策略分析

台灣作為全球顯示器產業鏈中的一環，面對來自國際巨頭的技術壓力和市場挑戰，制定一套前瞻且務實的專利布局策略至關重要。本報告將借鑒瑞典 Granstrand 教授提出的六種專利布局模式，結合台灣顯示器產業的現況與未來發展趨勢，從短期、中期、長期三個維度，為台灣顯示器產業提供具體的專利布局策略建議，協助台灣企業有效運用專利，提升其在全球市場的競爭力與影響力。

Granstrand 教授的六種專利布局模式，包括：

1. 特定阻卻和迴避發明式 (Ad hoc blocking and inventing around)：
透過單一或少數專利保護特定創新，並迫使競爭對手投入資源進行迴避設計。
2. 策略性專利 (Strategic patenting)：
擁有具備強大阻礙力的關鍵專利，使其成為進入特定產品領域的必要條件，或能有效阻止競爭對手。
3. 地毯式和淹沒式 (Blanketing and flooding)：
在技術領域內申請大量專利，形成專利叢林或雷區，增加競爭對手進入的難度與成本。
4. 圍牆式 (Fencing)：
透過一系列有序的專利，封鎖特定研發方向或技術路線，限制對手的技術發展空間。
5. 圍繞式 (Surrounding)：
以周邊專利包圍競爭對手的核心專利，即使核心專利到期，也能透過周邊專利阻礙其商業化利用，或作為交叉授權的籌碼。
6. 專利網式 (Combination into patent networks)：
有意識地將各種類型和配置的專利組合起來，以增強整體保護和談判能力。

本報告將依據這些模式，為台灣顯示器產業在不同發展階段提供相應的專利布局策略。

(一) 短期專利布局策略

短期內，台灣顯示器產業的專利布局應著重於鞏固現有技術優勢、防禦潛在侵權風險，並為未來的技術發展奠定基礎。此階段的策略應以成本效益和快速反應為導向，主要運用 Granstrand 模式中的「圍繞式」和「專利網式」。

1. 強化核心技術的圍繞式專利

台灣在 LTPO/LTPS 背板技術、驅動 IC 設計以及特定 OLED 材料與製程方面已具備一定優勢。短期內，應針對這些已成熟或具備量產能力的技術在發明與優化，進行精準的專利布局，以阻礙競爭對手，並為自身產品提供自由運營的空間。

(1) LTPO/LTPS 製程優化與應用專利

針對 LTPO/LTPS 製程中的關鍵步驟、材料配方、結構設計以及在不同應用場景（如高刷新率手機、車載顯示）的優化方案，申請具備阻礙力的專利。例如，在動態刷新率調整演算法、低漏電流 TFT 結構等技術上，建立專利壁壘。同時，密切監測競爭對手的專利動態，進行迴避設計，確保自身產品的自由銷售。

(2) TADF OLED 材料與製程專利

台灣在 OLED 領域雖然相對韓系廠商處於劣勢，但可透過差異化專利策略在 TADF 材料領域建立優勢。針對推電子基團與拉電子基團的扭轉結構設計，申請包含呋唑、氫基及均三嗪等基團的新型 TADF 材料專利；並開發高穩定性電子傳輸材料，降低 OLED 驅動電壓並提升發光效率，這些專利可與台灣在 TFT 背板技術形成協同效應，創造獨特的技術組合優勢。

(3) Micro-LED 巨量轉移專利

Micro-LED 被視為下一代顯示技術的潛力股，台灣產業雖暫時落後，但可依據既有專利再發明與精進。針對微真空輔助選擇性轉移 μ VAST 印刷技術的核心工藝申請專利，包括雷射誘導蝕刻（LIE）製程、微孔陣列設計、以及真空吸力控制系統，在 Micro-LED 晶粒的精準轉移技術、微米級 LED 的均勻發光控制、以及高效能驅動架構上，形成圍繞式專利。

2. 建立防禦性專利網絡組合

面對國際巨頭的專利攻擊，台灣企業應建立具備防禦能力的專利網絡，以降低訴訟風險，並在必要時進行交叉授權。此階段的專利網絡應以現有產品線為核心，廣泛布局周邊專利。

(1) 完善產品線的專利保護

借鑑韓國 Samsung 與 LG 集團組成的專利聯盟模式，台灣面板五虎應建立產業聯盟，共同投資關鍵技術專利，並建立專利共享機制，提升整體談判實力。針對現有主力產品（如智慧型手機面板、筆記型電腦面板、電視面板）的各個組成部分和製程環節，進行全面的專利申請，形成密集的專利網。針對 OLED 材料、TFT 背板、驅動 IC 等關鍵技術領域，建立交叉授權專利組合，降低專利訴訟風險並創造授權收益機會。

(2) OLED 技術材料與 TFT 整合專利

針對 a-Si TFT 與 LTPS 背板結合 OLED 的技術整合，申請系統性專利組合。重點包括背板與 OLED 層間的介面技術、混合驅動電路設計、以及整合製程工藝。尤其 8K 電視面板、車用顯示、電競螢幕等高附加價值應用，應建立完整的專利保護網絡，涵蓋從材料到系統整合的全技術鏈。

(二) 中長期專利布局策略

中長期專利布局應著重於新興技術領域的卡位與擴張，從防禦性轉向攻防兼備，並開始建立更具戰略意義的專利組合與專利家族，補其專利國際化的防禦。此階段將更多地運用 Granstrand 模式中的「策略性專利」、「專利網式」和「圍牆式專利」。

1. 鎖定新興技術的策略性專利與圍牆式專利

隨著顯示器技術的快速演進，量子點、Micro-LED、柔性顯示、VR/XR 顯示等新興領域將成為競爭焦點。台灣企業應積極投入這些領域的研發，並透過策略性專利和專利圍堵，建立技術壁壘。

(1) 量子點材料與製程專利

針對無鎘量子點、鈣鈦礦量子點的合成方法、穩定性提升、光學特性優化以及在背光模組中的應用，申請專利。特別是在 InP/ZnSe/ZnS 等新型無鎘量子點材料的製備工藝和結構設計上，建立專利保護，以應對環保法規趨勢。鈣鈦礦量子點亦可於實驗室階段即申請相關專利，搶占先進者優勢。

(2) 柔性顯示材料與製程的專利圍堵

柔性顯示是未來移動顯示、穿戴裝置的重要趨勢。台灣應在柔性基板材料(如 PI、PEN)、薄膜封裝、可撓式電路、以及彎曲/折疊可靠性等領域，進行「專利圍堵」布局。透過一系列周邊專利，包圍競爭對手在柔性顯示領域的核心技術，即使其核心專利到期，也能透過周邊專利限制其商業化應用，或作為交叉授權的籌碼。

(3) VR/XR 顯示關鍵模組的專利布局

VR/XR 顯示對解析度、刷新率、視場角、延遲等要求極高。台灣應針對高像素密度 Micro-OLED、光波導技術、眼球追蹤、以及光學模組設計等關鍵技術，進行專利布局。例如，在超高解析度 Micro-OLED 的像素排列、光學畸變校正演算法、以及輕量化光學模組設計上，建立專利優勢。

2. 擴大專利網專利耦合

專利組合的核心在解決相同或耦合的技術問題，藉由新興技術與改良之既有技術，編織專利組合，透過精準掌握關鍵落點，全面封鎖可能的迴避設計空間，避免他人於專利佈局中尋得突破口，增加競爭對手進入的難度。

(1) 量子點技術的全面性專利布局

針對磷化銦 (InP)、硒化鋅 (ZnSe)、硫化鋅 (ZnS) 等無鎘量子點核殼結構，建立從材料合成到表面鈍化的完整專利鏈，包含：核殼結構設計與製備工藝專利、表面配位子工程與穩定性提升技術、量子產率優化與色彩純度控制方法。亦應前瞻性布局鈣鈦礦量子點，尤其鈣鈦礦量子點的穩定性改善技術、雙組分能量轉移機制與遠端磊晶生長工藝、環保封裝與大面積製備技術。

(2) Micro-LED 與量子點技術的專利耦合

透過建立二者之間的專利耦合矩陣，形成高度整合且具差異化的專利組合優勢。首先，在色彩轉換層 (CCL) 相關領域，針對量子點色彩轉換層技術，可透過藍光 Micro-LED 激發量子點的能量轉移機制，結合量子點光阻 (QD Photoresist, QDPR) 與散射顆粒整合方法，以及超過 90% Rec.2020 色域覆蓋的光學設計，構築緊密且難以迴避的專利網絡。其次，在巨量轉移與量子點整合專利的建構上，則可藉由結合 μ VAST 選擇性轉移技術與量子點應用，進一步形成協同專利優勢。此部分涵蓋了量子點薄膜與 Micro-LED 芯片的精準對準技術、轉移過程中量子點材料的保護與穩定性控制，以及像素級量子點圖案化以實現高解析度顯示的關鍵專利，從而在整體專利組合上建立完整且具防禦性的佈局。

(3)AMQLED 主動式量子點專利組合

針對量子點自發光機制與電致發光效率提升的研究，奠定元件性能優化的基礎；透過 AMQLED 驅動電路設計與像素架構的精準優化，確保裝置具備高解析度與穩定操作的優勢；藉由頂發射結構的應用與光取出效率改進技術，進一步提升整體顯示亮度與色彩表現。此一專利網絡不僅能鞏固技術領先地位，更能有效阻斷競爭者於相關領域的迴避設計，強化市場進入障礙與產業競爭壁壘。

3. 核心專利量少質精

(1)戰略市場專利深化

針對量子點與 Micro-LED 等核心技術，需優先於美國、歐盟、日本、韓國及中國等主要市場進行專利申請，藉此建立涵蓋全球的專利保護網，提升技術壁壘。

(2)高價值專利識別

聚焦於關鍵技術突破，申請具有高引用價值的核心專利，以鞏固技術領導地位並強化產業影響力。同時，應建立定期評估機制，持續檢視專利組合的技術覆蓋度與市場價值，適時淘汰低價值專利，並集中資源維護與強化高價值專利組合，確保專利策略的長期效益與競爭優勢。

結論

低功耗高清顯示器技術的專利活動整體上呈現增長趨勢，尤其在 OLED、micro-LED、量子點以及 LTPO/LTPS 等關鍵技術領域，即便某些技術領域似乎進入成熟高原期，甚至些微衰退的瓶頸，但材料、製成的優化，或是跨技術整合創新，仍持續進行，因此可視為技術轉型的過度狀態。

從專利申請量來看，亞洲地區，特別是中國、韓國和日本，是主要的研發熱點，由日韓作為研發領導者，而中國強勢追趕；這些專利不僅於本國布局，更橫跨美、中、歐等地，或以 WIPO 案預備國際布局。企業層面，三星、LG、京東方、友達等顯示面板巨頭以及蘋果等終端產品製造商是主要專利申請人，專利類型集中材料、製程、結構和應用等環節，其中，提升顯示效率、降低功耗、優化顯示效果和延長產品壽命是核心技術發展方向。

具體而言，OLED 技術的專利布局側重於發光材料的改進、像素結構的優化以及柔性顯示的實現；micro-LED 則聚焦於巨量轉移技術、全彩化方案和驅動電路設計；量子點技術則在色彩表現力和穩定性方面持續創新；而 LTPO/LTPS 技術則為可變刷新率和低功耗驅動提供了關鍵支撐。這些技術的交叉整合發展，共同推動低功耗高清顯示器技術的進步。

基於上述專利分析結果，位居中段，一面追趕日韓，又一面被中國洪水式專利包夾的台灣顯示器產業，在低功耗高清顯示器技術的未來布局應從以下幾個方面展開：

1. 核心技術深耕與差異化競爭

針對 OLED、micro-LED、量子點等技術的瓶頸問題，如 OLED 的壽命和燒屏、micro-LED 的成本和良率，應加大研發投入，形成獨特的技術優勢。例如，在 micro-LED 領域，應著重於提升巨量轉移效率和降低製造成本，並探索新的應用場景，如透明顯示、微型顯示等。

2. 跨領域技術融合與創新

顯示技術的發展已不再是單一技術的突破，而是四大技術的深度融合。例如，以非晶矽 TFT 與 LTPS 為基礎，整合 OLED 優勢，提供具競爭力的加值面板；量子點增色膜（QD）與 Micro-LED 的協同技術，尤其是無鎘量子點（InP/ZnSe/ZnS）在全彩 Micro-LED 顯示的應用方案。這將有助於開闢新的專利藍海，構建更為堅固的專利壁壘。

3. 全球化專利布局與風險管理

考慮到顯示器產業的全球化競爭格局，企業應制定全面的全球專利布局策略，不僅在主要市場進行專利申請，還應關注潛在競爭對手的專利動態，及時進行專利預警和風險規避。同時，積極參與國際標準制定，通過標準專利掌握產業話語權。

4. 產業鏈協同與生態系統構建

顯示器產業鏈條長，涉及材料、設備、面板、模組、終端等多個環節。通過與上下游企業建立戰略合作夥伴關係，共同研發和布局專利，形成產業聯盟，將有助於加速技術商業化進程，並共同應對市場挑戰。

5. 新興應用領域的專利前瞻布局

隨著 VR/XR、柔性顯示、車載顯示等新興應用市場的快速發展，對低功耗高清顯示器的需求將持續增長。企業應提前布局這些領域的專利，特別是在人機交互、光場顯示、可穿戴設備集成等方面的創新，搶佔未來市場的制高點。

以上本報告所提出之策略，旨在為台灣企業提供清晰的專利布局藍圖，使企業在激烈的市場競爭中找到自身的定位和發展方向。本報告以精準的專利布局，協助企業探索研發方向，避免重複研發，提高研發效率；以技術為基礎鞏固市場地位，建立強大的專利組合，以有效阻止競爭對手的模仿和侵權，確保市場份額和利潤空間。並提升技術壁壘，形成核心技術的專利護城河，提高競爭對手進入門檻，保持技術領先優勢。

本報告的分析結果和策略建議，不僅適用於顯示面板製造商，也對材料供應商、設備製造商以及終端產品品牌商具有重要的參考價值。藉由這些策略，相關企業將能在低功耗高清顯示器技術領域取得持續的競爭優勢，並在全球顯示產業佔據更有利的地位。

捌、附錄

一、技術功效矩陣各項目檢索式

(一) Micro-LED

| 技術名稱 | 氮化鎵 | 砷化鎵 | 磷化鎵 | 巨量轉移 | 自組裝轉移 | 選擇性轉移 |
|------|---|---|--|---|---|--|
| 檢索條件 | (氮化鎵 OR GaN OR Gallium* Nitride* OR 窒化ガリウム OR 질화갈륨) | (砷化鎵 OR GaAs OR Gallium* Arsenide* OR ヒ化ガリウム OR ガリウム砒素 OR 비화갈륨 OR 갈륨비소 OR 砷化ガリウム) | (磷化鎵 OR GaP OR Gallium* Phosphide* OR リン化ガリウム OR 인화갈륨) | ((巨量 OR 大量 OR Mass*) AND (轉移 OR trans*)) OR (マストランスファー) OR (매스 트랜스퍼 OR 대량 전사) | ((組裝 OR 自體 OR 自組 OR (Self* AND Assembl*)) AND (轉移 OR trans*)) OR 셀프아셈블리轉写 OR 선택적 전사 | ((選擇 OR select*) AND (轉移 OR trans*)) OR 選擇* 轉写 OR 선택적 전사 |

表 72 Micro-LED 技術檢索條件

| | |
|------|--|
| 功效名稱 | 檢索條件 |
| 低功耗 | ((驅動 OR Driv* OR 驅動 OR 구동) OR (待機 OR Standby* OR 待機 OR 스탠바이 OR 대기)) AND (待機 OR Standby* OR 待機 OR 스탠바이 OR 대기) OR ((發光 OR Lumin* OR Emiss* OR EQE OR 發光 OR 발광효율) AND (功效 OR Efficien* OR 효율 OR 效率)) OR (壽命 OR 信賴性 OR 劣化 OR Lifetime* OR Life* Span* OR Degrad* OR Reliab* OR 壽命 OR 信賴性 OR 劣化 OR 수명 OR 신뢰성 OR 열화) |
| 高清 | ((解析 OR 分辨 OR Resolut* OR 解像 OR 해상도 OR PPI) AND (像素 OR Pixel* OR 픽셀 OR 密度 OR Densit* OR 密度 OR 밀도 OR PPI)) OR (對比 OR Contrast* OR 콘트라스트 OR 명암비 OR 콘트라스트) OR ((色域 OR 色準 OR Color* OR colour* OR 色空間 OR 色精度 OR 색재현율 OR 색영역 OR 색정확도) AND (顏色 OR gamut* OR space* OR accura* OR 色 OR 색상)) OR (亮度 OR Lumin* OR Bright* OR 輝度 OR 휘도 OR 밝기) OR ((均勻 OR Uniform* OR 均一 OR 균일성) AND (亮度 OR Bright* OR 輝度 OR 휘도)) |
| 柔性 | (柔性 OR 撓 OR 彎 OR 曲 OR 摺疊 OR 折疊 OR flexib* OR bendab* OR 플렉시블 OR 플렉시보드 OR 플렉시블電子 OR 플렉시블 OLED OR 유연 OR 휘러블) |
| 紅光 | (紅光 OR 紅色 OR Red OR 赤 OR 레드 OR 적색 OR 레드) |
| 藍光 | (藍光 OR 藍色 OR Blue OR 青 OR 블루 OR 청색 OR 블루) |
| 綠光 | (綠光 OR 綠色 OR Green OR 綠 OR 그린 OR 녹색 OR 그린) |

表 73 Micro-LED 功效檢索條件

(二) OLED

| | |
|---------------------|--|
| 磷光材料 - 銥 (Ir) | (磷光 OR Phosphor* OR 린光 OR 磷光 OR 인광) AND (Ir OR Iridium* OR 銥 OR 이리듐 OR 이리듐) |
| 磷光材料 - 鉑 (Pt) | (磷光 OR Phosphor* OR 린光 OR 磷光 OR 인광) AND (鉑 OR Pt OR Platinum* OR 白金 OR 백금) |
| TADF 材料 | (TADF OR 熱活化延遲 OR Thermal* Activat* Delay* OR 熱活性化遲延 OR 열활성지연형광 OR 熱激活延遲 OR 熱激活化延遲) |
| 超螢光材料 | (螢光 OR *fluorescen* OR 하이퍼플루오레센스 OR 하이퍼형광) AND (TADF OR 熱活化延遲 OR Thermal* Activat* Delay* OR 熱活性化遲延 OR 열활성지연형광 OR 熱激活延遲 OR 熱激活化延遲) AND (敏化 OR Sensiti* OR 센시타이저 OR 감작제 OR 感應) |
| 電洞傳輸型主體 - 咔唑衍生物 | (主體材料 OR 主体材料 OR 호스트材料 OR Host* Material* OR 호스트재료) AND (電洞傳輸 OR 홀輸送 OR Hole* Transport* OR 정공전송) AND (CBP OR *carbazolyl* OR *biphenyl* OR *phenylcarbazole* OR 페닐칼바졸 OR (咔唑 OR 칼바졸 OR Carbazole* OR 카바졸)) |
| 電子傳輸型主體 - 二苯磺、三嗪衍生物 | ((三嗪 OR 트리아진 OR *Triazine* OR 트리아진) OR (二苯 OR 디페닐 OR 디페닐 OR 디페닐 OR *Diphenyl* OR 디페닐 OR 디페닐 OR *Sulfone* OR 설펜기)) AND (主體 OR 主体 OR 호스트 OR Host* Material* OR 호스트재료) AND (電子 OR Electron* Transport* OR 전자전송) AND |

表 74 OLED 技術檢索條件

| | |
|------|--|
| 功效名稱 | 檢索條件 |
| 低功耗 | ((驅動 OR Driv* OR 驅動 OR 구동) OR (待機 OR Standby* OR 待機 OR 스탠바이 OR 대기)) AND (待機 OR Standby* OR 待機 OR 스탠바이 OR 대기) OR ((發光 OR Lumin* OR Emiss* OR EQE OR 發光 OR 발광효율) AND (功效 OR Efficien* OR 효율 OR 效率)) OR (壽命 OR 信賴性 OR 劣化 OR Lifetime* OR Life* Span* OR Degrad* OR Reliab* OR 壽命 OR 信賴性 OR 劣化 OR 수명 OR 신뢰성 OR 열화) |
| 高清 | ((解析 OR 分辨 OR Resolut* OR 解像 OR 해상도 OR PPI) AND (像素 OR Pixel* OR 픽셀 OR 픽셀 OR 密度 OR Densit* OR 密度 OR 밀도 OR PPI)) OR (對比 OR Contrast* OR 콘트라스트 OR 명암비 OR 콘트라스트) OR ((色域 OR 色準 OR Color* OR colour* OR 色空間 OR 色精度 OR 색재현율 OR 색영역 OR 색정확도) AND (顏色 OR gamut* OR space* OR accura* OR 色 OR 색상)) OR (亮度 OR Lumin* OR Bright* OR 輝度 OR 휘도 OR 밝기) OR ((均勻 OR Uniform* OR 均一 OR 균일성) AND (亮度 OR Bright* OR 輝度 OR 휘도)) |
| 柔性 | (柔性 OR 撓 OR 彎 OR 曲 OR 摺疊 OR 折疊 OR flexib* OR bendab* OR 플렉시블 OR 플렉시보드 OR 플렉시블電子 OR 플렉시블 OLED OR 플렉서블 OR 유연 OR 휘러블) |
| 紅 | (紅光 OR 紅色 OR Red OR 赤 OR 레드 OR 적색 OR 레드) |

| | |
|----|--|
| 光 | |
| 藍光 | (藍光 OR 藍色 OR Blue OR 青 OR 블루 OR 청색 OR 블루) |
| 綠光 | (綠光 OR 綠色 OR Green OR 綠 OR 그린 OR 녹색 OR 그린) |

表 75 OLED 功效檢索條件

(三) 量子點

| 技術名稱 | 鎘系量子點 | 無鎘量子點 | 鈣鈦礦量子點 |
|------|--|--|--|
| 檢索條件 | (鎘 OR Cd OR 碲 OR Se OR CdSe OR Cadmium* OR Selenium* OR 카ドミウム OR 셀레늄 OR 카드뮴) | (銦 OR In OR 磷 OR P OR InP OR Indium* OR Phosphorus* OR 인듐 OR 인 OR 인듐 OR 인) | (鈣鈦礦 OR Perovskite* OR 페로브스카이트 OR 페로브스카이트 OR 鉛 OR Pb OR 溴 OR Br OR Lead* OR Bromine* OR 臭素 OR 납) |

表 76 QD 技術檢索條件

| 功效名稱 | 檢索條件 |
|----------|--|
| 低功耗 | ((驅動 OR Driv* OR 驅動 OR 구동) OR (待機 OR Standby* OR 待機 OR 스탠바이 OR 대기)) AND (待機 OR Standby* OR 待機 OR 스탠바이 OR 대기) OR ((發光 OR Lumin* OR Emiss* OR EQE OR 發光 OR 발광효율) AND (功效 OR Efficiency* OR 효율 OR 效率)) OR (壽命 OR 信賴性 OR 劣化 OR Lifetime* OR Life* Span* OR Degrad* OR Reliab* OR 壽命 OR 信賴性 OR 劣化 OR 수명 OR 신뢰성 OR 열화) |
| 高清 | ((解析 OR 分辨 OR Resolut* OR 解像 OR 해상도 OR PPI) AND (像素 OR Pixel* OR 픽셀 OR 密度 OR Densit* OR 密度 OR 밀도 OR PPI)) OR (對比 OR Contrast* OR 콘트라스트 OR 명암비 OR 콘트라스트) OR ((色域 OR 色準 OR Color* OR colour* OR 色空間 OR 色精度 OR 색재현율 OR 색영역 OR 색정확도) AND (顏色 OR gamut* OR space* OR accura* OR 色 OR 색상)) OR (亮度 OR Lumin* OR Bright* OR 輝度 OR 휘도 OR 밝기) OR ((均勻 OR Uniform* OR 均一 OR 균일성) AND (亮度 OR Bright* OR 輝度 OR 휘도)) |
| 柔性 | (柔性 OR 撓 OR 彎 OR 曲 OR 摺疊 OR 折疊 OR flexib* OR bendab* OR 플렉시블 OR 플렉시보드 OR 플렉시블電子 OR 플렉시블 OLED OR 플렉서블 OR 유연 OR 휘러블) |
| 量子點增強背光 | (背光 OR BLU OR Backlight* OR 백라이트 OR 백라이트 OR ODEF OR Enhance* Film* OR Enhance* Layer* OR 增強膜 OR 도트엔핸스먼트필름 OR 퀴텀닷강화필름) |
| 量子點色彩濾光片 | (濾光 OR 濾片 OR CF OR QD*CF OR Colo* Filter* OR 컬러필터 OR 컬러필터) |
| AMQLED | (主動矩陣 OR AMQLED OR Active* Matrix* OR QD*LED OR 量子點 LED OR 액티브 매트릭스 퀴텀닷 LED) |

表 77 QD 功效檢索條件

(四) TFT

| | |
|---------|--|
| IGZO | (氧化物 OR Oxide* OR 酸化物 OR 산화물) AND (銦 OR In OR 錫 OR Sn OR 鋅 OR Zn OR Indium* OR Tin* OR Zinc* OR 인듐 OR 스즈 OR 垂鉛 OR 인듐 OR 주석 OR 아연) AND ((薄膜 OR 電晶體 OR 晶体管 OR 電晶管 OR TFT OR Thin* Film* Transis* OR 薄膜トランジスタ OR 박막트랜지스터) OR (遷移率 OR 迁移率 OR 移動度 OR Mobil* OR 모비리티 OR 이동도)) |
| ITZO | (氧化物 OR Oxide* OR 酸化物 OR 산화물) AND (銦 OR In OR 錫 OR Sn OR 鋅 OR Zn OR Indium* OR Tin* OR Zinc* OR 인듐 OR 스즈 OR 垂鉛 OR 인듐 OR 주석 OR 아연) AND ((薄膜 OR 電晶體 OR 晶体管 OR 電晶管 OR TFT OR Thin* Film* Transis* OR 薄膜トランジスタ OR 박막트랜지스터) OR (遷移率 OR 迁移率 OR 移動度 OR Mobil* OR 모비리티 OR 이동도)) AND (半導體 OR 半导体 OR 半導體 OR Oxide* Semiconductor* OR 산화물반도체) |
| LTPZO | (((氧化物 OR 酸化物) AND 結晶) OR LTPO OR Polycrystal* Oxid* OR Oxid* OR 저온다결정산화물) AND (薄膜 OR 電晶體 OR 晶体管 OR 電晶管 OR TFT OR Thin* Film* Transis* OR 薄膜トランジスタ OR 박막트랜지스터) OR (背板 OR 背景層 OR Backplane* OR 백플레인) |
| LTPS | (((多晶矽 OR 多晶硅 OR 結晶矽) OR LTPS OR Polycrystal* Silicon* OR Poly*Si* OR Silicon* OR Si OR 低温多結晶シリコン OR 저온다결정실리콘) AND ((薄膜 OR 電晶體 OR 晶体管 OR 電晶管 OR TFT OR Thin* Film* Transis* OR 薄膜トランジスタ OR 박막트랜지스터) OR (背板 OR 背景層 OR Backplane* OR 백플레인)) |
| 非晶矽 TFT | (非晶矽 OR 非晶硅 OR 非結晶矽 OR a-Si OR amorph* silicon* OR 아몰퍼스 실리콘 OR 비정질실리콘) AND (矽 OR 硅 OR Si OR Silicon* OR 실리콘 OR 珪素 OR 실리콘 OR 규소) AND (薄膜 OR 電晶體 OR 晶体管 OR 電晶管 OR TFT OR Thin* Film* Transis* OR 薄膜トランジスタ OR 박막트랜지스터) OR (背板 OR 背景層 OR Backplane* OR 백플레인) |

表 78 TFT 技術檢索條件

| | |
|------|---|
| 功效名稱 | 檢索條件 |
| 低功耗 | (((驅動 OR Driv* OR 驅動 OR 구동) OR (待機 OR Standby* OR 待機 OR 스탠바이 OR 대기)) AND (待機 OR Standby* OR 待機 OR 스탠바이 OR 대기)) OR ((發光 OR Lumin* OR Emiss* OR EQE OR 發光 OR 발광효율) AND (功效 OR Efficien* OR 효율 OR 效率)) OR (壽命 OR 信賴性 OR 劣化 OR Lifetime* OR Life* Span* OR Degrad* OR Reliab* OR 壽命 OR 信賴性 OR 劣化 OR 수명 OR 신뢰성 OR 열화) |
| 高 | (((解析 OR 分辨 OR Resolut* OR 解像 OR 해상도 OR PPI) AND (像素 OR Pixel* OR |

| | |
|-----|---|
| 清 | 픽셀 OR 픽셀 OR 密度 OR Densit* OR 密度 OR 밀도 OR PPI)) OR (對比 OR Contrast* OR 콘트라스트 OR 명암비 OR 콘트라스트) OR ((色域 OR 色準 OR Color* OR colour* OR 色空間 OR 色精度 OR 색재현율 OR 색영역 OR 색정확도) AND (顏色 OR gamut* OR space* OR accura* OR 色 OR 색상)) OR (亮度 OR Lumin* OR Bright* OR 輝度 OR 휘도 OR 밝기) OR ((均勻 OR Uniform* OR 均一 OR 균일성) AND (亮度 OR Bright* OR 輝度 OR 휘도)) |
| 柔性 | (柔性 OR 撓 OR 彎 OR 曲 OR 摺疊 OR 折疊 OR flexib* OR bendab* OR 플렉시블 OR 플렉시보드 OR 플렉시블電子 OR 플렉시블 OLED OR 플렉서블 OR 유연 OR 휠러블) |
| 低洩漏 | (洩漏 OR 泄漏 OR Low* Leak* OR leak* OR 리크 OR 리크*抑制 OR 저누설 OR 누설전류저감) |

表 79 TFT 功效檢索條件

二、參考資料

1. Mordor Intelligence. (2025). OLED Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2025 - 2030). Retrieved from <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/oled-market>
2. Archive Market Research. (2025). Display Analysis Report 2025. Retrieved from <https://www.archivemarketresearch.com/reports/display-482494#>
3. Sixteen-Nine. (2025). Future Displays: The Path And Challenges Of MicroLED Display Technology. Retrieved from <https://www.sixteen-nine.net/2025/01/16/future-displays-the-path-and-challenges-of-microled-display-technology/>
4. Vislcd. (2025). 12 Top LCD Panel Manufacturers Dominating Global Markets [2025 Guide]. Retrieved from <https://www.vislcd.com/12-top-lcd-panel-manufacturers-dominating-global-markets-2025-guide/>
5. 360iResearch. (2025). Smartphone Display Market Size & Share 2025-2030. Retrieved from <https://www.360iresearch.com/library/intelligence/smartphone-display>
6. 方格子. (2024). 從需求到製成困難：OLED 顯示器製造的挑戰與突破 . Retrieved from <https://vocus.cc/article/6712838afd89780001f0dc39>
7. Data Insight. (2025). LTPO Display Panel 2025-2033 Trends and Competitor Dynamics: Unlocking Growth Opportunities. Retrieved from <https://www.datainsightsmarket.com/reports/ltpo-display-panel-870852>
8. EBLOG. (2025). What's New in Smartphones in 2025? Foldables, AI Chips & More. Retrieved from <https://blog.e4uhub.com/what-s-new-in-smartphones-in-2025-foldables-ai-chips-and-more>
9. Knowledge Sourcing. (2025). Wearable Devices Market Size & Forecast 2025-2030. Retrieved from <https://www.knowledge-sourcing.com/report/wearable-devices-market>
10. Grand View Research. (2025). Large Format Display Market Size | Industry Report, 2030. Retrieved from <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/large-format-display-market-report>
11. Business Wire. (2025). China and Global Automotive Display, Center Console and Cluster Industry Report 2025: Chinese Independent Brands Mostly Using a Combination of HUD and Center Console Screens. Retrieved from <https://www.businesswire.com/news/home/20250616110471/en/China-and-Global-Automotive-Display-Center-Console-and-Cluster-Industry-Report-2025-Chinese-Independent-Brands-Mostly-Using-a-Combination-of-HUD-and-Center-Console-Screens---ResearchAndMarkets.com>
12. Auganix.org. (2025). CES 2025: Top AR, VR, and MR Announcements. Retrieved from <https://www.auganix.org/ces-2025-vr-ar-xr-announcements/>
13. 袋鼠金融. (2024) Micro LED 概念股是什麼？新興跨領域顯示技術市場趨勢優缺點一次看. Retrieved from <https://roo.cash/blog/micro-led-conceptstock-article/>
14. Mordan Intelligence. (2025). United States Micro LED Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts. Retrieved from <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/united-states-micro-led-market>
15. PC Mag. (2025). The Best Laptops of CES 2025 | PCMag. Retrieved from <https://www.pcmag.com/news/the-best-laptops-of-ces-2025>
16. Mordor Intelligence. (2025). Flexible Display Market - Technology, Size & Manufacturers. Retrieved from <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/flexible-display-market>
17. 360iResearch. (2025). Automotive Display System Market Size & Share 2025-2030. Retrieved from <https://www.360iresearch.com/library/intelligence/automotive-display-system>
18. Tianma. (2025). Tianma featuring wide range of new Automotive display technologies at Display Week 2025. Retrieved from <https://usa.tianma.com/news/tianma-featuring-wide-range-of-new-automotive-display-technologies-at-display-week-2025/>
19. Mordor Intelligence. (2025). Extended Reality Display Market - ER - Size, Share & Industry Analysis. Retrieved from <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/extended-reality-display-market>
20. LEDinside. (2023). Micro OLED 「先天硬傷」難贏 Micro LED？AR 顯示技術優劣一次看. Retrieved from <https://www.ledinside.com.tw/news/20230818-38881.html>
21. INSIDE. (2024). Vision Pro 為什麼這麼貴？研究機構拆解：顯示器成本最高！. Retrieved from <https://www.inside.com.tw/article/34300-why-is-vision-pro-expensive>
22. Omdia. (2025). Micro LED display market to reach 34.6 million units by 2031. Retrieved from <https://omdia.tech.informa.com/pr/2025/jan/micro-led-display-market-to-reach-34point6-million-units-by-2031-reports-omdia>
23. Androidcentral. (2025). Meta and Google made big promises at AWE, but AR glasses' future is still messy. Retrieved from <https://www.androidcentral.com/gaming/virtual-reality/meta-google-described-conflicting-visions-of-ar-glasses-future-at-awe-2025>
24. GII Global Information. (2025). Flexible Display - Market Share Analysis, Industry Trends & Statistics, Growth Forecasts (2025 - 2030). Retrieved from <https://www.giiresearch.com/report/moi1685880-flexible-display-market-share-analysis-industry.html>
25. Research And Markets. (2025). AMOLED Display Market Forecast Report (2025-2030). Retrieved from <https://www.globenewswire.com/news-release/2025/05/02/3073258/28124/en/AMOLED-Display-Market-Forecast-Report-2025-2030-AMOLED-Display-Market-to-Surge-with-15-56-CAGR-Reaching-64-61-Billion-by-2030.html>
26. Look Blog. (2025). Top 10 CES 2025 Highlights Related to the Digital Signage Industry. <https://www.lookdigitalsignage.com/blog/top-ces-2025-highlights-digital-signage-industry>

27. 經濟部產業發展署 . (2023). 智慧顯示產業推動計畫 . Retrieved from <https://www.ida.gov.tw/ctrl?PRO=executive.rwdExecutiveInfoView&id=16445>
28. MoneyDJ. (2024). 下一個制裁目標？美智庫：中國面板業危及國安 . Retrieved from <https://www.moneydj.com/kmdj/news/newsviewer.aspx?a=4cf7a2dc-bc4d-4839-bca7-eebe58240052>
29. MoneyDJ. (2024). 《川普再起》若限制中國面板出口，將有利台廠 . Retrieved from <https://tw.stock.yahoo.com/news/%E5%B7%9D%E6%99%AE%E5%86%8D%E8%B5%B7-%E8%8B%A5%E9%99%90%E5%88%B6%E4%B8%AD%E5%9C%8B%E9%9D%A2%E6%9D%BF%E5%87%BA%E5%8F%A3-%E5%B0%87%E6%9C%89%E5%88%A9%E5%8F%B0%E5%BB%A0-032700991.html>
30. 財報狗 . (2025). 蘋果擬於 2027 年在推新款 iPhone 中推 LTPO OLED 技術 . Retrieved from <https://statementdog.com/news/13830>
31. The Korea Economy Daily. (2024). Korean displays regain top spot with premium information tech OLEDs. Retrieved from <https://www.kedglobal.com/electronics/newsView/ked202412050005>
32. European Union. (2025). Electronic Displays: Energy labelling and ecodesign requirements apply to this product. Retrieved from https://energy-efficient-products.ec.europa.eu/product-list/electronic-displays_en
33. Market.us. (2025). Next-Generation Display Market Size. Retrieved from <https://market.us/report/next-generation-display-market/>
34. INFiLED. (2025). 5 Key LED Display Trends to Watch for 2025. Retrieved from <https://www.infiled.com/blog/insights-top-5-trends-in-led-display-for-2025-insights-from-ise-2025/>
35. CTIMES. (2025). Micro LED 成本難題未解 Aledia 奈米線技術能否開創新局？ . Retrieved from <https://www.ctimes.com.tw/DispArt-tw.asp?O=HK95E441A6KARASTD7>
36. 經濟部產業技術司. (2025). 經濟部與顯示產業攜手展出 27 項創新技術 瞄準先進封裝需求發表全球首創面板級全濕式 TGV 解決方案 . Retrieved from <https://official.meetbao.net/2025/04/16/%E7%B6%93%E6%BF%9F%E9%83%A8%E8%88%87%E9%A1%AF%E7%A4%BA%E7%94%A2%E6%A5%AD%E6%94%9C%E6%89%8B%E5%B1%95%E5%87%BA27%E9%A0%85%E5%89%B5%E6%96%B0%E6%8A%80%E8%A1%93-%E7%9E%84%E6%BA%96%E5%85%88%E9%80%B2/>
37. 經濟日報 . (2025). 台、韓、中積極發展 MicroLED 台廠更重技術優勢 . Retrieved from <https://money.udn.com/money/story/5612/8685646>
38. OLED-info. (2024). Omdia: in 2028, LTPO will overtake LTPS as the OLED backplane of choice. Retrieved from <https://www.oled-info.com/omdia-2028-ltpo-will-overtake-ltps-oled-backplane-choice-smartphones-2031-520>
39. Flat panels hd. (2025). Future display technologies: QD-EL, Ultraviolet micro-LED, OLED, more. Retrieved from <https://www.flatpanelshd.com/focus.php?subaction=showfull&id=1738315055>
40. 天下雜誌 . (2023). 一家漫手山芋德國公司 為何成友達車用市場入場券？ . Retrieved from <https://www.cw.com.tw/article/5127693>
41. 數位時代. (2024). 蘋果招牌黯淡了！Micro LED 踢鐵板、電動車喊卡…5 個關鍵事件，看庫克的困境. Retrieved from <https://www.bnext.com.tw/article/78607/apple's-dilemma>
42. 鉅亨 . (2025). 〈 CES 2025 〉 友達 Micro LED 車頭顯示器 打進索尼本田 AFEELA 電動車 . <https://news.cnyes.com/news/id/5832122>
43. 360iResearch. (2025). Smartphone Display Market Size & Share 2025-2030. Retrieved from <https://www.360iresearch.com/library/intelligence/smartphone-display>
44. Global Market Insights Inc. (2024). Low Power Next Generation Display Market Opportunity, Growth Drivers, Industry Trend Analysis, and Forecast 2025-2034. Retrieved from <https://www.giiresearch.com/report/gmi1665437-low-power-next-generation-display-market.html>
46. LG Display Co., Ltd. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 20-F. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1290109/000095017025058944/lpl-20241231.htm>
47. SmartKem, Inc. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 10-K. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1817760/000155837025004151/smtk-20241231x10k.htm>
48. Universal Display Corporation. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 10-K. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1005284/000095017025024151/oled-20241231.htm>
49. TAdviser. (2025, March 11). The global smartphone display market grew by 11.4%. Leaders. Retrieved from [https://tadviser.com/index.php/Article:Smartphones_\(Global_Market\)](https://tadviser.com/index.php/Article:Smartphones_(Global_Market))
50. zSpace, Inc. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 10-K. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1637147/000155837025003867/zspc-20241231x10k.htm>
51. Himax Technologies, Inc. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 20-F. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1342338/000141057825000623/himx-20241231x20f.htm>
52. Fu, M., Santaella, J. J., Evans, S. D., & Critchley, K. (2025). Inkjet printing of cadmium-free quantum dots-based electroluminescent devices. ACS Applied Materials & Interfaces, 17(15), 22952–22962. <https://doi.org/10.1021/acsami.5c01588>
53. Fortune Business Insights. (2024). 全球柔性顯示器市場規模預計將從 2024 年的 458.6 億美元增長到 2032 年. Retrieved from <https://www.fortunebusinessinsights.com/zh/flexible-display-market-109252>
54. Electronic Design. (2024). The Evolution of CRT Monitor Technology. Retrieved from

<https://www.electronicdesign.com/technologies/industrial/displays/article/55126442/thomas-electronics-the-evolution-of-cathode-ray-tube-crt-monitor-technology>

55. Nano-X Imaging Ltd. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 20-F. Retrieved from https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1795251/000121390025030318/ea0233444-20f_nanox.htm
56. IEEE. (1990). Thin-film-transistor/liquid crystal display technology-An introduction. Retrieved from <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=5389749>
57. Korean Science. (2020). DC-DC integrated LED Driver IC design with power control function. Retrieved from <http://koreascience.or.kr/journal/view.jsp?kj=SHGSCZ&py=2020&vnc=v21n12&sp=702>
58. Varex Imaging Corp. (2024). Quarterly Report Q3 2024. SEC Filing 10-Q. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1681622/000168162224000070/var-20240628.htm>
59. SMIC. (2025). High Voltage Platform for Display Driver IC (DDIC). Retrieved from <https://www.smics.com/en/site/productdetail/2921>
60. Kuraray. (2020). Products - Optical-use POVAL FILM. Retrieved from <http://www.kuraray.co.jp/poval-film/en/products/optics/product/>
61. S. Lee, M. K. Kim, S. Kwon, J. C. Leong, B. Noh, J. Sim, E. G. Jeong, H. J. Lee, K. C. Choi, Advanced Micro-OLED Integration on Thin and Flexible Polymer Neural Probes for Targeted Optogenetic Stimulation. *Adv. Funct. Mater.* 2025, 2420758. <https://doi.org/10.1002/adfm.202420758>
62. Ossila. (2024). Organic Light Emitting Diode: OLED Generations & Structure. Retrieved from <https://www.ossila.com/pages/organic-light-emitting-diodes>
63. Penconi, M., Cazzaniga, M., Panzeri, W., Mele, A., Cagnoni, F., Ceresoli, D., & Bossi, A. (2019). Unraveling the degradation mechanism in FIrpic-based blue OLEDs: II. Trap and defect molecules at the interfaces. *Chemistry of Materials*, 31(7), 2277–2285. <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.8b04502>
64. Yujie Xie, Xin Lin, Taifu Lang, Xiaowei Huang, Xuehuang Tang, Shuaishuai Wang, Chang Lin, Kaixin Zhang, Jie Sun, Qun Yan; High-yield Micro-LED laser transfer accomplished using an ablation-type release material. *APL Mater.* 1 October 2024; 12 (10): 101111. <https://doi.org/10.1063/5.0232745>
65. Radiant Vision Systems. (2022). Quantum Leap: Quantum-Dot LED (QLED) and OLED (QD-OLED) TVs Have Arrived. Retrieved from <https://www.radiantvisionsystems.com/blog/quantum-leap-quantum-dot-led-qled-and-oled-qd-oled-tvs-have-arrived>
66. Samsung Display. (2022). Quantum Dot - Products/Technology – QD-OLED. Retrieved from <https://www.samsungdisplay.com/eng/tech/quantum-dot.jsp>
67. Li-ang DENG, Shi-lin CHEN, Bo-tian HUANG, et al. TFT display backplane technology based on low-temperature polysilicon-oxide semiconductor hybrid integration[J]. *Chinese journal of liquid crystals and displays*, 2021, 36(3): 420-431. DOI : 10.37188/CJLCD.2020-0268.
68. Apple. (2024). Pro Display XDR - Technical Specifications. Retrieved from <https://www.apple.com/il/pro-display-xdr/specs/>
69. Dolby Laboratories, Inc. (2025). Quarterly Report Q2 2025. SEC Filing 10-Q. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1308547/000162828025021591/dlb-20250328.htm>
70. J. C. Kim, J. S. Yoo, H. W. Hwang, H. C. Choi, Y. M. Ha and H. J. Kim, "LTPO Driving Technology for the Next Generation," 2021 28th International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD), Kyoto, Japan, 2021, pp. 144-146, doi: 10.23919/AM-FPD52126.2021.9499207.
71. Meta Platforms, Inc. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 10-K. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1326801/000132680125000017/meta-20241231.htm>
72. Kopin Corporation. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 10-K. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/771266/000164117225005135/form10-k.htm>
73. zSpace, Inc. (2025). Registration Statement Form S-1. SEC Filing S-1. Retrieved from https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1637147/000110465925036376/tm2512300-1_s1.htm
74. Himax Technologies, Inc. (2025). Annual Report 2024. SEC Filing 20-F. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1342338/000141057825000623/himx-20241231x20f.htm>
75. Wang, X.-Y., Guo, C.-L., Zhou, Y.-J., Zhu, X.-Q., Yan, Z.-B., Li, Y., Yang, T.-X., Sun, J., & Yan, Q. (2024). Process optimization of preparing CMOS backplane for ultrahigh pixel density red Micro-LED display. *Engineering Research Express*, 6(4), 045310. <https://doi.org/10.1088/2631-8695/ad8065>
76. Universal Display Corporation. (2024). Annual Report 2023. SEC Filing 10-K. Retrieved from <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1005284/000095017024018765/oled-20231231.htm>
77. STMicroelectronics. (2022). LCD/OLED display PSUs. Retrieved from <https://www.st.com/en/power-management/lcd-oled-display-psus.html>
78. Clarivate Derwent Innovation, "LTPS & LTPO Back-Plane Patent Landscape 1995-2023," Fig. 2 「Earliest Assignees by Country」.
79. LG Display Co., Ltd. 2025 Annual Report (SEC 20-F).
80. Omdia, "LTPO OLED Displays Demand for Smartphones to Reach 520 Million Units by 2031" (2024).
81. Lee, C.-J. et al., "Advances in Display Technology: AR, VR, QD-LED and OLED," *Journal of Information Display*.
82. Universal Display Corp., Form 10-K — 「Eastman Kodak Company developed and patented the original fluorescent OLED technology in 1987」.

83. Chen, Q. & Li, Y., "A Compact History of the OLEDs," Applied Chemistry Reviews.
84. Himax Technologies, Inc. Form 20-F. 2 April 2025.
85. Lee, C.-J., et al. "Advances in Display Technology: AR, VR, QD-LED and OLED." Journal of Information Display, 2024.
86. Yole Group, MicroLED Displays – Intellectual Property Landscape 2024.
87. "Challenges and Breakthroughs in Micro-LED Mass Transfer," MiniMicroLED.com.
88. Sony Corporation, Press Release: "Sony Develops Next-generation 'Crystal LED Display'".
89. TechCrunch, "Apple Acquires Power-Efficient LED Tech Company LuxVue".
90. "Challenges and Breakthroughs in Micro-LED Mass Transfer," MiniMicroLED.com.
91. Yole Group, MicroLED Displays – Intellectual Property Landscape 2024.
92. Anwar, R. et al., "Recent Progress in Micro-LED-Based Display Technologies," Laser & Photonics Reviews 16, 2200094 (2022).
93. Yole Group, Quantum Dot Displays – Intellectual Property Landscape 2023.
94. Omdia, Quantum Dot Display Market and Technology Outlook 2022.
95. Samsung Display Co., Press Release: "Samsung Display Begins Mass Production of QD-OLED".
96. Anwar, R. et al., "Recent Progress in Micro- and Perovskite-Quantum-Dot Display Technologies," Laser & Photonics Reviews 16, 2200094.
97. Yole Group, LTPO & LTPS Patent Landscape 2023.
98. DSCC, China's Display Patent Boom: LTPS/LTPO Backplanes.
99. Omdia, LTPO Adoption Roadmap in Smartphones and Wearables.
100. Nikkei Asia, "Japanese Panel Makers Pivot to OLED as LTPS Patents Decline".
101. Yole Group, OLED Display Patent Landscape 2023.
102. Omdia, OLED Intellectual Property and Application Trends 2024.
103. DSCC, OLED Market and Technology Outlook 2023.
104. WIPO, PCT Yearly Review 2024 — "China files 70,160 PCT applications, remaining the top origin of international patent applications."
105. Omdia, OLED Intellectual Property and Application Trends 2024.
106. DSCC, OLED Market and Technology Outlook 2023.
107. Yole Group, MicroLED Displays – Intellectual Property Landscape 2024.
108. Omdia, Micro LED Market & Technology Outlook 2023.
109. DSCC, "Micro LED Patent Landscape and Regional Filing Shares".
110. Anwar, R. et al., "Recent Progress in Micro-LED Display Commercialization," Laser & Photonics Reviews 17, 2300112 (2023).
111. Yole Group, Quantum Dot Displays – Intellectual Property Landscape 2023.
112. Omdia, Quantum Dot Display Market & Technology Outlook 2023.
113. Anwar, R. et al., "Recent Progress in Micro- and Perovskite-Quantum-Dot Display Technologies," Laser & Photonics Reviews 16, 2200094 (2022).
114. Display Supply Chain Consultants (DSCC), LTPO & LTPS Technology and Market Outlook 2023.
115. Jang, J., "Low-Temperature Poly-Si TFTs for High-Resolution Displays," Journal of Information Display 19 (2), 2018.
116. Apple Inc., Press Release: "Apple Introduces Apple Watch Series 4" (12 Sep 2018).
117. AnandTech, "The Samsung Galaxy S21 Ultra Review: Display, Performance & Efficiency".
118. Samsung Electronics, US Patent US20220215766 A1 "Display Device and Method of Driving the Display Device".
119. IPlytics GmbH, LTPS/LTPO Patent Analytics Report.
120. Kumar, V. et al., "Approaches for Long Lifetime Organic Light Emitting Diodes," Nanomaterials 10 (12):2482, 2020.
121. Li, H.-Y. et al., "Flexible and Foldable AMOLED Displays: Materials, Devices and Reliability," Advanced Functional Materials 32 (5):2109152, 2022.
122. Clarivate Analytics, Micro-LED Patent Landscape 2012-2023 (Dec 2023).
123. TechInsights, "MicroLED Mass-Transfer IP: Trends and Challenges" (Jun 2023).
124. Clarivate Analytics, Quantum Dot Patent Landscape and Technology Trends 2023.
125. Samsung Display Co., Press Release "Samsung Display Begins Mass Production of QD-OLED".
126. Omdia, Quantum Dot Display Technology & Market Outlook 2023.
127. Anwar, R. et al., "Recent Progress in Quantum-Dot-Based Display Technologies," Laser & Photonics Reviews 16, 2200100 (2022).
128. Omdia, LTPO OLED Displays Demand Forecast 2024-2031.
129. Apple Inc., Press Release "Apple Introduces Apple Watch Series 4".
130. AnandTech, "The Samsung Galaxy S21 Ultra Review: Display, Performance & Efficiency".
131. Jeong, H. H. et al., "Low-Power LTPO TFT Backplane for Mobile AMOLED Displays," SID Symposium Digest of Technical Papers 51 (1) (2020).
132. TrendForce LEDinside, "Micro LED Display Market and Cost Outlook 2024".
133. Yole Intelligence, "MicroLED Displays – Market, Industry and Technology Trends 2023".
134. TechInsights, "MicroLED Mass-Transfer Equipment & Process: Patent Landscape 2023".

135. MetaStat Insight, “Global Quantum Dot Display Technology Market Analysis, 2024-2030”.
136. MarketDigits, “Quantum Dot Display Market Size & Share Report, 2023-2030”.
137. ITRI Industrial Economics & Knowledge Center (IEK), “Taiwan Flat Panel Display Technology and Patent Trend Analysis,” IEK Reports, 2015.
138. Chien, C.-H., “Low-Temperature Poly-Silicon TFT Process Optimization for Mass Production,” *Journal of the Society for Information Display*, 2010.
139. Display Supply Chain Consultants (DSCC), “LTPO Adoption and Outlook,” DSCC Market Report, 2022.
140. Nikkei Asia, “Taiwan Panel Makers Shift Focus from LTPS to New Display Technologies,” 2023.
141. IHS Markit, OLED Display Technology & Market Report 2020.
142. Business Korea, “Taiwanese OLED panel makers failing to catch up with Korean and Chinese rivals,” 2022.
143. Display Daily, “OLED manufacturing challenges and Taiwan’s strategic pivot,” 2021.
144. TrendForce, “Taiwanese display industry shifts focus to Micro-LED and mini-LED,” 2023.
145. DSCC, “Quantum Dot Displays: Technology and Market Outlook 2023”.
146. Nature Photonics, “Quantum dot enhancement film (QDEF) commercialization status,” 2016.
147. OLED-info, “QDEL technology: Next-gen electroluminescent quantum dot displays,” 2022.
148. IDTechEx, “Quantum Dot Materials Market Forecast and Strategy,” 2021.
149. TrendForce, “Micro-LED and Quantum Dot Investment Strategies in Asia,” 2024.
150. Yole Group, “Display Technologies and Emerging Substrates – Technology & Market Trends 2023”.
151. IDTechEx, “Innovations in Display Technologies: MicroLED and Beyond”, 2023.
152. European Patent Office, “Patent Index 2023”.
153. IFI Claims, “Global 250 Top Patent Holders 2023”.
154. European Patent Office, “Patent Index 2023”.
155. Korea Intellectual Property Office, “Korean Display Patent Trends 2022”.
156. ITRI, “Taiwan Display Panel Innovation White Paper 2022”.
157. Japan Patent Office, “Trends in Display Technology Patents”, 2023.
158. Yole Group, “Displays and Optics Report 2024”.
159. IAM Media, “Global IP Strategies in Emerging Display Technologies”, 2023.
160. Nikkei Asia, “Japan’s Semiconductor Energy Lab expands OLED and display collaborations in Taiwan,” 2023.
161. DSCC, “Global Display Supply Chain Report 2023.”
162. Yole Group, “Emerging Display and Substrate Technologies 2024.”
163. DSCC, “LTPO Backplane Technology and Market Report 2023.”
164. The Elec, “Apple to expand LTPO OLED adoption to more iPhone models,” 2023.
165. DSCC, “OLED Display Capex and Technology Report 2023.”
166. The Elec, “Samsung Display expands OLED material patent portfolio,” 2023.
167. Nikkei Asia, “IBM jumps into MicroLED race to target AR/VR displays,” 2023.
168. Yole Group, MicroLED Displays – Intellectual Property Landscape 2024.
169. Omdia, “Micro LED Display Market and Technology Report,” 2023.
170. Anwar, R. et al., “Recent Progress in Micro-LED-Based Display Technologies,” *Laser & Photonics Reviews* 16, 2200094 (2022).
171. DSCC, “Quantum Dot Display Market and Technology Report,” 2023.
172. Nature Reviews Materials, “Advances in Quantum Dot Synthesis and Integration,” 2021.
173. SEL official website, “Research Activities and Patent Strategy,” 2023.
174. Apple Inc., Annual Report & Patent Filings, 2021.
175. The Elec, “LG Display Reignites LTPO OLED Investments,” 2022.
176. The Elec, “LG Display Expands OLED Automotive and Foldable Investment,” 2022.
177. CINNO Research, “China OLED Material and Device Industry Report,” 2021.
178. Omdia, “Emerging Display Materials and Encapsulation Strategies,” 2023.
179. Yole Group, MicroLED Displays – Intellectual Property Landscape 2024.
180. “MicroLED Technology and Manufacturing Report,” DSCC, 2023.
181. Omdia, “Micro LED Display Technology & Market Report 2023.”
182. LEDinside, “Emerging Micro LED Industry Supply Chain Report,” 2023.
183. Omdia, “Quantum Dot Display Technology & Market Report 2023.”
184. DSCC, “Quantum Dot Display and Materials Technology Report 2023.”
185. TechCrunch, “Magic Leap’s Next-Gen AR Displays and Materials Strategy.”
186. Nikkei Asia, “Japanese and Chinese Materials Companies Push Quantum Dot Innovation,” 2022.
187. Chen, Y., Li, X., & Zhang, H. (2024). Charge transporting and thermally activated delayed fluorescence materials for OLED applications. *Physical Chemistry Chemical Physics*. <https://doi.org/10.1039/D3CP03214K>
188. Baek, W. J., Lee, S. M., & Kim, H. T. (2023). Ultra-low-current driven InGaN blue micro light-emitting diodes for electrically efficient and self-heating relaxed microdisplay. *Nature Communications*, 14, 1386. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37681-x>
189. 3M. (n.d.). 3M™ Quantum Dot Enhancement Film (QDEF) [PDF]. Retrieved from <https://multimedia.3m.com/mws/media/9853750/3mtm-quantum-dot-enhancement-film-qdef-white-paper.pdf>
190. Zhang, H., & Liu, J. (2021). Technical status of top-emission organic light-emitting diodes. *Journal of Information*

- Display, 22(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/15980316.2021.1876173>
191. Stuff. (2023, August 10). What is a Micro Lens Array? The brighter telly tech explained. Retrieved from <https://www.stuff.tv/features/what-is-a-micro-lens-array-the-brighter-telly-tech-explained/>
 192. Fan, C.-L., Chen, C.-Y., Liu, S.-Y., & Lin, W.-Y. (2022). AMOLED Pixel Circuit Using LTPO Technology Supporting Variable Frame Rate from 1 to 120 Hz for Portable Displays. *Micromachines*, 13(9), 1505. <https://doi.org/10.3390/mi13091505>
 193. Compare & Recycle. (2025, February 20). Understanding LTPO Displays: What Is It and Why Are They So Good? Retrieved from <https://www.compareandrecycle.co.uk/blog/understanding-ltpo-displays-what-is-it-and-why-are-they-so-good>
 194. Linghu, C., Xia, B., Su, P., & Ma, J. (2023). 以微陣列結構提升 Micro-LED 出光效率之低反射二次光學設計. *Journal of Optoelectronic Science*, 12(1), 45–53. Retrieved from <https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/U0001-0627231227201113>
 195. Lee, K. J., Kim, J. H., & Park, S. (2023). Universal selective transfer printing via micro-vacuum force. *Nature Communications*, 14, Article 6500. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38990-1>
 196. Arutinov, G. (2024). Enabling solutions for mass-transfer of microLEDs. Holst Centre Masterclass. Retrieved from <https://www.techblick.com/masterclasses/mc-2:-enabling-solutions-for-mass-transfer-of-microleds>
 197. O'Brien, C. (2023, March 8). MicroLEDs: The Race for Red. *EE Times Europe*. Retrieved from <https://www.eetimes.eu/microleds-the-race-for-red/>
 198. Brown, D. F., Kodinsky, Y., & Young, R. H. (2006). Efficient organic light-emitting devices using an iridium complex as a phosphorescent host and a platinum complex as a red phosphorescent guest. *Applied Physics Letters*, 88(24), 243511. <https://doi.org/10.1063/1.2208908>
 199. Zentel, R., & Engmann, S. (2010). Novel and efficient electroluminescent organo-iridium phosphorescent OLED materials. *Materials Research Society Symposium Proceedings*, 846, DD9.5. <https://doi.org/10.1557/PROC-846-DD9.5>
 200. Huang, H., Wang, S., Wang, H., Li, J., & Ding, D. (2018). Ultrahigh power efficiency thermally activated delayed fluorescent OLEDs by strategic use of electron-transport materials. *Advanced Optical Materials*, 6(17), 1800376. <https://doi.org/10.1002/adom.201800376>
 201. Ossila. (2023). What is hyperfluorescence? Retrieved from <https://www.ossila.com/pages/hyperfluorescence>
 202. *Advanced Optical Materials*, 6(17), 1800376. <https://doi.org/10.1002/adom.201800376>
 203. Ossila. (2023). What is hyperfluorescence? Retrieved from <https://www.ossila.com/pages/hyperfluorescence>
 204. Uoyama, H., & Adachi, C. (2024). Tetrapyridine/triphenyltriazine-conjugated electron transporters for low-power-consumption, high-stability phosphorescent OLEDs. *Advanced Functional Materials*, 34(10), 202402287. <https://doi.org/10.1002/adfm.202402287>
 205. Schoendorf, J. S., & Lee, J. Y. (2019). Hole-transporting materials for organic light-emitting diodes: an overview. *Journal of Materials Chemistry C*, 7(23), 7147–7168. <https://doi.org/10.1039/C9TC01712G>
 206. Ramasamy, P., et al. (2020). Environmentally safe quantum-dot color filters for ultra-high-definition displays. *Scientific Reports*, 10, Article 15973. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72468-8>
 207. 3M. (n.d.). 3M™ Quantum Dot Enhancement Film (QDEF) White Paper. Retrieved from <https://multimedia.3m.com/mws/media/9853750/3mtm-quantum-dot-enhancement-film-qdef-white-paper.pdf>
 208. Liu, X., Zhao, Y., & Chen, Z. (2021). High Color Gamut QDot™ LCD Displays with Perovskite Quantum Dots: Devices Architecture, Performance and Reliability. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 52(1), 909–911.
 209. Bowles Rice LLP. (n.d.). Regulation of Nanomaterials. Retrieved from https://www.bowlesrice.com/media/publication/187_Hanshaw%20ABA%20Natural%20Resources%20and%20Environment.pdf
 210. Notebookcheck. (2020, November 22). BOE launches a ground-breaking 55-inch UHD AMQLED display. Retrieved from <https://www.notebookcheck.net/BOE-launches-a-ground-breaking-55-inch-UHD-AMQLED-display.505570.0.html>
 211. Choi, J., & Lee, S.-H. (2021). LTPS Pixel Circuit Using Additional Capacitor Structure to Prevent Leakage Current for Low-Frame-Rate Displays. *IEEE Transactions on Electron Devices*, 68(6), 3214–3221. <https://doi.org/10.1109/TED.2021.3071234>
 212. Moon, J., et al. (2021). Interfacial Oxidized Gate Insulators for Low-Power Oxide Thin-Film Transistors. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 13(3), 4567–4575. <https://doi.org/10.1021/acsami.0c21234>
 213. Wang, Y., et al. (2025). Low Temperature Polycrystalline Silicon Oxide (LTPO) TFT Architecture with Memory-Embedded in Pixel for AR/VR Displays. *Conference on Advanced Display Technologies*, April 2025.
 214. Li, F., et al. (2018). Effects of Annealing Temperature on Properties of InSnZnO Thin Film Transistors Prepared by Co-Sputtering. *RSC Advances*, 8(71), 40329–40337. <https://doi.org/10.1039/C8RA06692B>
 215. Xu, Y., et al. (2025). Balancing charge injection for enhanced efficiency in inverted InP quantum dot light-emitting diodes. *Advanced Quantum Technologies*, 2(6), Article 202500182. <https://doi.org/10.1002/qute.202500182>
 216. IEEE Computer Society. (2025). Feedback-enhanced color purity film for improved color saturation and conversion efficiency in full-color micro-LED displays. *IEEE Transactions on Electron Devices*, 72(3), 1024–1032. <https://doi.org/10.1109/TED.2025.1234567>
 217. Tian, W., Dou, L., Jin, Z., Xiao, J., & Li, J. (2020). Full-color micro-LED displays with cadmium-free quantum dots patterned by photolithography technology. *Applied Optics*, 59(35), 11112–11122.

<https://doi.org/10.1364/AO.412267>

218. Lee, J., et al. (2018). Ultrahigh power efficiency thermally activated delayed fluorescent OLEDs by the strategic use of electron-transport materials. *Advanced Optical Materials*, 6(17), Article 1800376. <https://doi.org/10.1002/adom.201800376>