

2024 年
經濟部智慧財產局
產業專利分析與佈局競賽
報告書

團隊名稱：專利小五郎

競賽主題：智慧座艙 AR-HUD 專利趨勢分析

競賽題目：駛入新視界：智慧座艙 AR-HUD 專利分析與佈局

中 華 民 國 1 1 3 年 9 月 2 5 日

本團隊針對審查委員建議，逐列回應各建議內容如下，還請參考：

審查委員建議		團隊說明與回應
所屬技術及產業現況分析	宜釐清要檢索的範圍是什麼？智慧座艙、HUD 還是 AR HUD？	感謝審查委員的指導，本次專利檢索標的為 AR-HUD(主要來自於出題廠商的需求)，但我們仍以整個產業鏈為基礎，以智慧座艙作為基礎架構，從 HUD 延伸到 AR-HUD 作為檢索範圍的規劃。AR-HUD 是智慧座艙中進階實現 HMI 人機互動概念的媒介。已補充相關內容在 p.11 的敘述中。
專利檢索分析方法論與實作	1. 建議能深入一點，挑選某個 peak(例如圖表中突然竄起或驟降的那年)從其中的幾篇專利來嘗試解讀出，是否遇到某個技術瓶頸(導致下滑)或有新的應用/突破/新玩家入局(導致從低谷上升)，然後從現實的市場資訊中找到側面的證據，兩相呼應後可讓整份報告的深度提高。	感謝審查委員的建議，以全球歷年申請趨勢為例，本團隊由 p.65 圖 45 全球歷年申請趨勢中可見 2012~2013 年為專利數量上升起點，該時期專利件數較多，我們進一步透過 p.88 主路徑分析，初步發現幾件關鍵專利於相同時間出現，並將該些專利進行提取說明，基此呼應說明前述觀察之申請趨勢。
	2. 檢索策略之檢索式有重複。	感謝審查委員的指導，已於 p.54 至 p.62 中重新整理檢索策略與檢索式內容。
	3. NOT 掉很多技術檢索式，如 NOT(...)為英文，致使 US、EP 等專利減少，有風險。	感謝審查委員的指導，由於在 5/15 的企業交流中，出題廠商說明其需求為車用 HUD(主要為車用 AR-HUD)，我們亦將其他領域的部分以 NOT 排除，同時也補足 NOT 排除的種類之中英日韓翻譯於 p.57 至 p.58 中，確保篩選完全。
	4. 公開公告日期設定有誤。	感謝審查委員的指導與建議，由於 HUD 相關產品技術涉及較廣，起始時間不易定義，故本次修正團隊只設定終止的時間至 2023 年底，詳述撰寫於 p.60 中。
	5. IPC 分析只做到三階，比較無法看到核心技術在哪。	感謝審查委員的指導，本次新增四階/五階 IPC 分類號分析與前十大申請人四階/五階 IPC 分類號分析，詳細內容置於 p.80 中。
	6. 技術功效矩陣分析，功效部分的關鍵字建議再擴充同義詞。	感謝審查委員的指導，已於 p.92 至 p.93 專利技術功效分析的章節表列技術與功

		效補充的關鍵字。
	7. 廠商要 AR-HUD，卻只做 HUD，AR 沒有加進來。宜加入 AR-HUD 等關鍵字 與同義詞進行檢索，著重於分析車用 HUD 已偏題，沒有回歸到廠商的問題。	感謝審查委員的指導，已補充於檢索策略與實作的章節列入 AR-HUD 關鍵字，字串及檢索式設定於 p.56 至 p.62 中，同時本次檢索目標是出題廠商於 5/15 的企業交流中提及之車用 HUD 的需求，故本次團隊已將企業需求附註於 p.11 釐清研究的目標。
	8. 表 6 檢索式(HUD...)重複，且檢索式設定為 HUD，並排除非車用，應該會排除掉很多重要案件，宜再次確認。	感謝審查委員的指導，團隊已重新調整。已修正於字串及檢索式設定於 p.56 至 p.62 中，對應修正重複的最終檢索式列表置於 p.61 的表 8，並基於回應出題廠商需求而排除非車用案件。
	9. 檢全率為 73%，請加強檢索策略。	感謝審查委員的指導，本次檢索式重新設定後檢全率已提高至 83%，內容於 p.63 至 p.64。
	10.圖 44 宜擴增 2006-2012 年之分析。	感謝審查委員的建議，圖 44 已隨內容修正而做去除，並以表 10 的各局近十年申請件數代替詳述各局每年的案件數量趨勢，內容可見於 p.65。
專利布局與產業發展策略	1. 最後的布局建議相當專業，然而專利布局的建議部分深度較為不足，並未明確建議哪個技術應該擴大布局。	感謝審查委員的指導，團隊已於 p.113 至 p.117 中補充回應，包括提及現有技術與對應的問題解決方案，並於 p.117 中提出專利、技術等未來佈局建議。
	2. 結論與前述介紹未呼應。	感謝審查委員的指導，結論已更新於 p.123 至 p.124 中

目錄

壹、	緒論	9
一、	汽車產業的發展與智慧座艙 AR-HUD 的崛起	9
二、	汽車產業發展現況	10
三、	AR-HUD 專利分析架構圖	11
貳、	智慧座艙發展趨勢及技術介紹	12
一、	智慧座艙產業	12
二、	智慧座艙技術	25
參、	專利檢索分析方法論	51
一、	資料蒐集	51
二、	HUD 會展與訪談	51
三、	HUD 技術拆解	52
四、	專利檢索	52
五、	專利佈局分析方法	52
六、	產業競爭力與策略發展分析方法	53
肆、	檢索策略與實作	54
一、	搜尋背景與過程遭遇問題	55
二、	AR-HUD 相關字串選定	56
三、	最終檢索式設定邏輯	57
四、	檢準率	63
五、	檢全率	63
伍、	專利佈局趨勢分析	65
一、	全球歷年申請趨勢	65
二、	技術生命週期分析	66
三、	各國歷年申請趨勢分析	67
四、	各國十大主要專利申請人專利數量分析	73
五、	整體 IPC 三階分類號分析	80
六、	專利技術發展分析	86
七、	專利技術功效分析	92
八、	全球專利功效分析	95
九、	小結	104
陸、	產業競爭力分析及發展策略	113
一、	專利/技術觀點之建議	113
二、	產業/市場觀點之建議	122
柒、	結論	124

圖目錄

圖 1	AR-HUD 專利分析架構圖.....	11
圖 2	智慧座艙主要功能.....	13
圖 3	台灣電動車市場分析.....	13
圖 4	汽車搭載軟體費用.....	15
圖 5	2019-2024 年中國智能座艙市場規模統計預測.....	18
圖 6	智慧座艙產業鏈.....	22
圖 7	全技術拆解圖.....	25
圖 8	視覺技術拆解圖.....	26
圖 9	組合式(Combiner Type)HUD.....	27
圖 10	擋風玻璃式(Windshield Type)HUD.....	27
圖 11	擴增實境式(Augmented Reality,AR)HUD.....	27
圖 12	HUD 工作原理.....	28
圖 13	聽覺技術拆解圖.....	29
圖 14	BMW 智慧語音助理 2.0.....	30
圖 15	車內娛樂體驗發展歷程表.....	31
圖 16	左高通 (Qualcomm)、右 BMW 展示之娛樂體驗技術.....	32
圖 17	互動技術拆解圖.....	33
圖 18	Tesla-Autopilot Demo.....	34
圖 19	自適應巡航控制.....	34
圖 20	左圖為車道保持輔助示意、右圖為自動緊急煞車示意.....	35
圖 21	汽車座艙監控監測.....	36
圖 22	自動駕駛技術分級圖.....	37
圖 23	駕駛員監控系統.....	37
圖 24	乘客監控系統.....	38
圖 25	電力交易示意圖 1.....	39
圖 26	電力交易示意圖 2.....	39
圖 27	車內 AR-HUD 應用.....	40
圖 28	歷代 HUD 比較示意圖.....	42
圖 29	AR-HUD 技術拆解圖.....	42
圖 30	TFT-LCD 架構圖.....	43
圖 31	DLP 架構圖.....	44
圖 32	LCOS 架構圖.....	44
圖 33	MEMS 架構圖.....	45
圖 34	AR-HUD(3D)技術拆解圖.....	46
圖 35	Eye Box 概念圖.....	46
圖 36	Eye Tracking 概念圖.....	47

圖 37 depth sensing 概念圖	47
圖 38 SLAM 運用	48
圖 39 距離測量/數據提取示意圖	48
圖 40 左為三維渲染示意圖、右為光線追蹤示意圖	50
圖 41 光柵化示意圖	50
圖 42 專利分析與佈局流程圖	51
圖 43 AR-HUD 概念展示圖	51
圖 44 專利主路徑分析圖	53
圖 45 全球歷年申請趨勢	65
圖 46 技術生命週期	66
圖 47 中國歷年申請趨勢	67
圖 48 日本歷年申請趨勢	68
圖 49 韓國歷年申請趨勢	69
圖 50 美國歷年申請趨勢	70
圖 51 歐洲歷年申請趨勢	71
圖 52 台灣歷年申請趨勢	72
圖 53 日本 十大主要專利申請人	74
圖 54 中國 十大主要專利申請人	75
圖 55 韓國 十大主要專利申請人	76
圖 56 美國 十大主要專利申請人	77
圖 57 歐洲 十大主要專利申請人	78
圖 58 台灣 十大主要專利申請人	79
圖 59 前十大 IPC 四階分類號技術分析	80
圖 60 前十大 IPC 五階分類號技術分析	82
圖 61 前十大 IPC 四階分類號技術分析	84
圖 62 前十大申請人 IPC 五階分類號分析	85
圖 63 HUD 關鍵發展路徑圖	86
圖 64 HUD 關鍵發展路徑圖找出專利 A 及 B	88
圖 65 GPSS 的技術功效矩陣分析條件與結果	94
圖 66 GPSS 的五局功效矩陣分析條件	95
圖 67 GPSS 的歐洲局功效矩陣分析條件	96
圖 68 GPSS 的全球主要汽車品牌(不含中國)功效矩陣分析條件	97
圖 69 GPSS 的中國主要汽車品牌 HUD 功效矩陣分析條件	97
圖 70 GPSS 的中國 Tier1 供應商 HUD 功效矩陣分析條件	98
圖 71 GPSS 的全球 Tier1 供應商 HUD 功效矩陣分析條件	99
圖 72 GPSS 的全球玻璃及周邊材料 HUD 功效矩陣分析條件	100
圖 73 GPSS 的全球面板產業 HUD 功效矩陣分析條件	101
圖 74 GPSS 的台灣 AR-HUD 主要業者功效矩陣分析條件	102

圖 75 本研究 GPSS 技術功效矩陣分析結果：三大功效	103
圖 76 日本精機專利範例說明	105
圖 77 中國未來黑科技專利範例說明	106
圖 78 現代 MOBIS 專利範例說明	107
圖 79 通用汽車專利範例說明	108
圖 80 英國 Envisics 專利範例說明	109
圖 81 怡利電專利範例說明	110
圖 82 案件 CN108656667A 之摘要及主要圖示	114
圖 83 案件 US20230065537A1 之摘要及主要圖示	115
圖 84 全息投影(holography)基本原理	116
圖 85 CY Vision 的 holographic HUD 光路範例	117
圖 86 與 HUD 結合的其他 3D 顯示技術的部分示意圖	117
圖 87 我國 HUD 廠商發展觀點之建議	120
圖 88 智慧座艙 SWOT 分析	123

表目錄

表 1 日本七大領域一覽表.....	16
表 2 三種 HUD 比較.....	41
表 3 四種光學處理技術比較表.....	45
表 4 專利檢索結果.....	56
表 5 AR-HUD 專利關鍵字.....	57
表 6 HUD 非車用目的用途關鍵字，負面表列.....	58
表 7 IPC 專利三階分類號.....	60
表 8 關鍵字專利檢索結果表.....	61
表 9 本研究抽檢出不符合要求之樣本說明.....	63
表 10 各局近十年申請件數.....	65
表 11 全球十大申請人.....	73
表 12 IPC 四階分類號技術說明.....	81
表 13 IPC 五階分類號技術說明.....	82
表 14 各年代抬頭顯示器（HUD）技術發展表.....	86
表 15 專利 A 解讀與說明.....	88
表 16 專利 B 解讀與說明.....	89
表 17 關鍵技術部分專利說明.....	90
表 18 技術功效說明表.....	92
表 19 各國專利佈局分析及整理.....	112

壹、緒論

一、汽車產業的發展與智慧座艙 AR-HUD 的崛起

汽車產業自 20 世紀初期起步，經歷了燃油汽車的普及、量產化以及現代電動車技術的快速進步，已成為全球經濟的重要支柱。隨著技術的不斷創新，汽車不僅僅是交通工具，更演變成為集成多種尖端技術的智慧移動載具。這一轉變帶動了智慧座艙技術的發展，其中擴增實境抬頭顯示器（Augmented Reality Head-Up Display, AR-HUD）成為了目前的焦點。

智慧座艙技術致力於提升乘客的沉浸式體驗，提供更個人化、數位化的駕駛環境，並把裝有智慧座艙的車輛定義為實現未來理想的智慧車，AR-HUD 作為智慧座艙的一部分，利用擴增實境技術將駕駛信息投射在擋風玻璃上，透過光學處理解決陽光倒灌、散入、成像...等問題，使車內所見的畫面能與道路環境無縫融合，為駕駛員提供實時導航、速度、交通標誌等關鍵信息，減少視線轉移，提高行車安全。

汽車產業的數位化轉型和自動駕駛技術的快速發展進一步推動了 AR-HUD 的普及。隨著 5G、人工智慧和大數據技術的成熟，汽車製造商和科技公司紛紛投入資源開發更先進的 AR-HUD 系統形成了跨領域的產業鏈整合。這些系統不僅提升了駕駛安全性，還為乘客提供了增強的娛樂和信息服務，從而增加了汽車的附加價值和市場競爭力。

AR-HUD 作為智慧座艙的一部分，代表了汽車產業技術創新的重要里程碑。隨著技術的不斷進步，AR-HUD 將在未來的汽車市場中扮演實現未來車理想的角色，推動汽車產業向更加智慧化和人性化的方向發展。

關鍵字：智慧座艙、擴增實境、抬頭顯示器、智慧移動、輔助駕駛、沉浸式體驗

二、 汽車產業發展現況

放眼現今社會，汽車已成為多數人們生活中不可或缺的必需品，上至車體零件下至汽車製造，汽車產業所涉及的面向龐大且複雜，並在日新月異的科技浪潮下逐漸朝向智能化及永續環保方向發展，汽車產業能發展成如今的局面，其變革最早可以追溯到 1769 年由尼古拉斯·約瑟夫·居紐發明的第一台蒸氣汽車。自此汽車技術又陸續經歷了多次重大的革新；於 1886 年卡爾·本茨發明了第一輛實用的汽油動力汽車，此創舉被認為是現代汽車工業的開端。

隨著內燃機技術的進步，汽車逐漸普及，並在 20 世紀初期進入了大規模生產階段。最為著名的事件是由亨利·福特於 1908 年推出的 T 型車，並在過程中導入流水線生產的方式，此一作法大大降低了汽車的成本，使汽車成為普通家庭可以承受的交通工具，也是汽車開始普及化的原因。二戰後，汽車工業進入了一個迅速擴展的時期。汽車設計和技術不斷革新，安全性和舒適性日益提高。到了 20 世紀後半期，環保意識逐漸提升，政府開始對汽車排放進行嚴格監管，這一政策促使了各式環保技術的發展及推出。

進入 21 世紀，汽車產業面臨著智能化和電動化的雙重挑戰，由特斯拉等公司帶起電動車的強勢浪潮，並重新描繪了汽車的未來，其背後則歸功於電池技術的進步和充電設施的普及，使電動車選擇成為市場上的一大趨勢。另外，自動駕駛技術的研發及車聯網的推出也正同時進行中，如谷歌、百度等科技巨頭紛紛在這一領域投入巨資，希望能在技術及市場上取得更大的突破，推出如實時導航、遠程控制和車內娛樂系統...等智能化體驗。

汽車產業發展至今仍不斷打破既有對傳統汽車的想像及認知，透過更強大的設備及系統輔助，未來的汽車樣貌勢必更加多元及新穎，包括全自動駕駛汽車的普及、燃料電池技術的成熟、以及汽車與城市基礎設施的深度整合，實現智慧交通系統...等，都是已可想見的景象，除了駕駛環境及汽車硬體設備外，提升車內的多元服務場景是目前各廠牌競爭的重點項目，而為了要提升駕駛體驗，各廠牌選擇從視野、操作、數位應用等方面切入，進而形成了現在百家爭鳴的智慧座艙市場。

三、 AR-HUD 專利分析架構圖

下圖 1 為本團隊於此次競賽中所規劃的呈現路徑，以出題單位(達運精密)於第一次需求確認時所提出專注於「智慧座艙」下的車用車載「AR-HUD」後者作為研究主軸重心，產業分析從美國、歐洲、日本、中國、台灣、韓國為主要分析對象，描繪出智慧座艙大致的產業結構鏈，後以 AR-HUD 的產業現況作為後面篇章的引述；技術拆解部分主要先從智慧座艙所涵蓋的視覺、聽覺、娛樂體驗、智能互動分別簡述，而後切入本次所需聚焦的視覺部分探討 AR-HUD 的相關技術及概念；第三部分進入專利檢索及專利分析的部分，從建立關鍵字及確定相符的檢索式進行各式檢索及結果分析，最後據上面各章節的描述給予該領域的專利/技術的觀點建議及產業/市場的觀點建議。

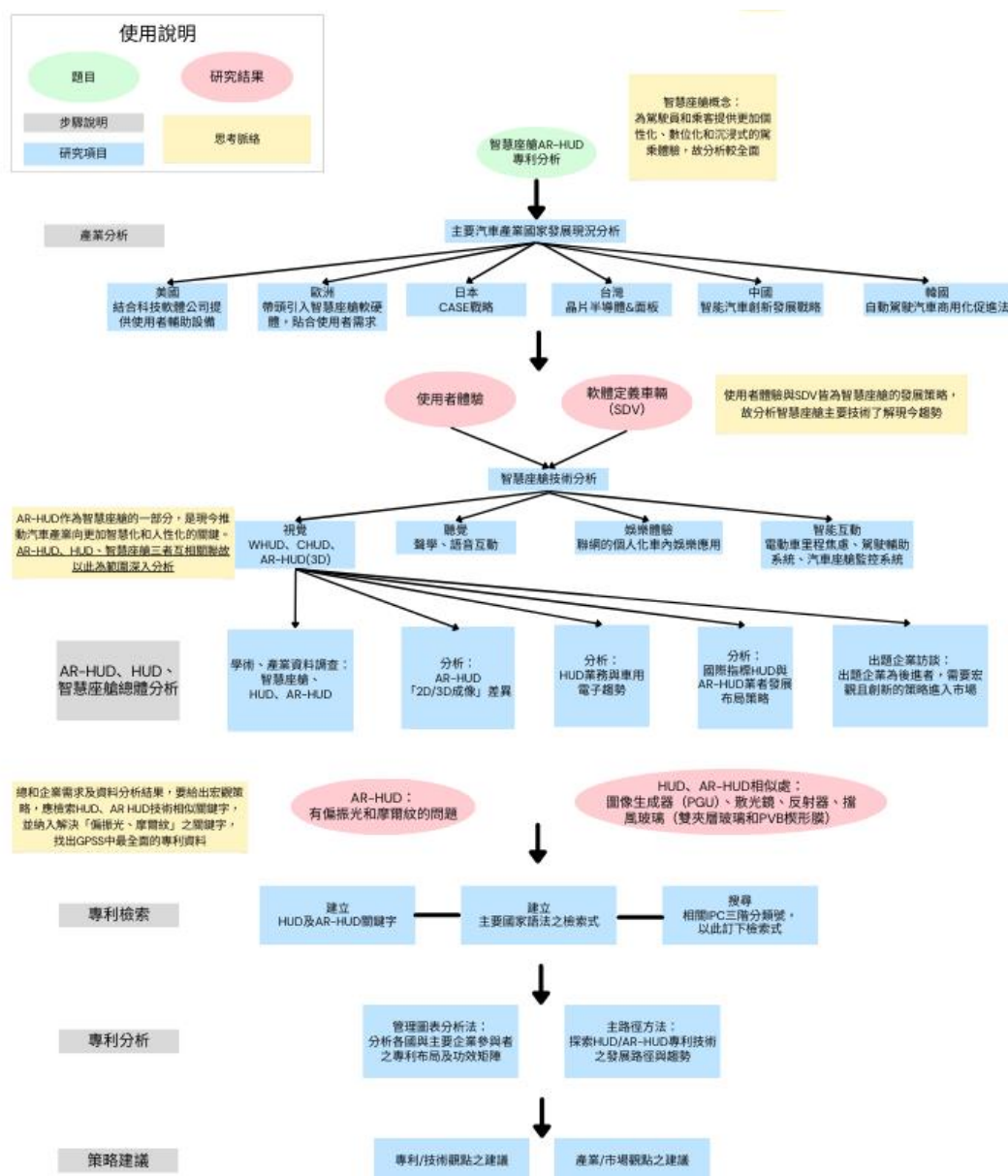


圖 1 AR-HUD 專利分析架構圖

貳、智慧座艙發展趨勢及技術介紹

一、智慧座艙產業

(一)產業簡介

智慧座艙的概念在汽車發展結合面板、人工智慧等技術的快速發展中結合而生，旨在為駕駛員和乘客提供更加個性化、數位化和沉浸式的駕乘體驗。智慧座艙集合了多種先進設備和功能，帶來了全新的移動載具。

1. 概念

- (1) 個人化：它能根據每位乘客的需求量身訂做各種服務。通過駕駛鏡頭的臉部識別技術，系統可以自動調整座椅位置、車內溫度和音樂播放，並提供個性化的通知，如行事曆提醒和疲勞偵測警示。這不僅提升了駕乘的舒適度，也增強了行車安全性。
- (2) 數位化：所有信息都通過先進的顯示技術呈現，例如 Mirco LED 顯示器和 AR-HUD 全息影像，並且可以通過語音命令進行操作，實現無縫的數位交互。這種數位化的駕乘環境，使得駕駛員和乘客能夠更加專注於行車和娛樂體驗。
- (3) 沉浸式體驗：它利用降噪技術實現膠囊隔離，使各座位的乘客可以享受自己的音樂和影音內容不會互相干擾，提升乘坐的舒適度和私密性。

2. 設備：提升車內環境的智能化和便利性

- (1) 駕駛鏡頭：通過臉部識別技術，提供個性化服務，提醒駕駛員代辦事項、行事曆和開會安排，並進行疲勞偵測警示，確保行車安全。
- (2) Mirco LED 顯示器：是智慧座艙的重要組成部分，這些顯示器可以清晰顯示行車信息和導航內容，讓駕駛員時刻掌握行車狀態。
- (3) 副駕駛座：配備了智能顯示器，當副駕駛睡著時，系統會自動暫停顯示的內容並關閉顯示器，並且具備主動式防窺功能，保護隱私。
- (4) 後排乘客可以通過後方位置的顯示器觀看影片、參加視訊會議或玩遊戲，這些顯示器在關閉時會變透明，不影響視野。
- (5) AR-HUD：利用全息影像技術，將關鍵駕駛信息投射在擋風玻璃上，與道路環境無縫融合，提升駕駛的安全性和便利性。

3. 主要附加功能

- (1) 出行規劃：可以連結手機 APP，根據用戶的喜好推薦旅遊景點，提供全方位的出行規劃服務。導航與興趣點功能連結地圖系統，提供實時導航並推薦附近的興趣點，讓出行更加便利和愉快。
- (2) 預定線上線下連動：可以提前幫用戶預定各種票務，如旅遊景點門票和餐廳訂位，讓行程安排更加輕鬆。支付線上線下連動功能則能自動處理支付事宜，提前支付門票和其他費用，消除繁瑣的手動支付步驟。

- (3) 智能停車與充電功能：車輛能自動導航到充電站，無需駕駛員手動操作，提升駕駛體驗的便利性。



圖 2 智慧座艙主要功能

(二) 各國智慧座艙發展現況

1. 台灣

台灣有近九成的電動車依賴進口車，國產車無法與如特斯拉、BMW 等國際大廠競爭，進而轉向以車用顯示器、後座娛樂系統與 AR-HUD 打入國際車廠聯網座艙產品供應鏈，主要在半導體與晶片製造、顯示技術、感測技術、人機介面與互聯技術、車用電子與控制系統、軟體與服務、通信與網絡技術...等七項面向，我國經濟部產業發展署更於 2024 年透過「車輛產業智慧轉型推動計畫」及「智慧電動車輛產業輔導推動計畫」協助國內車輛產業進一步布局智慧車電，接軌國際車廠供應鏈。

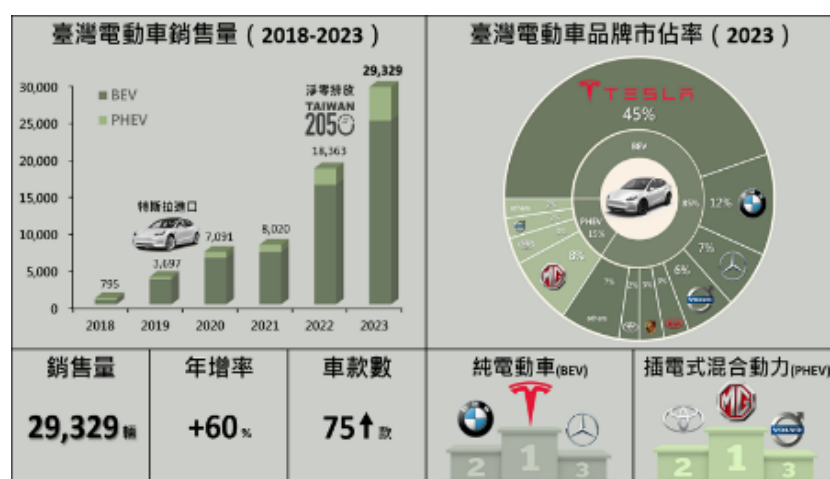


圖 3 台灣電動車市場分析¹

¹ 資料來源：<https://www.evalue.com.tw/research> 交通部統計查詢網、中華電信數據通信分公司

(1)半導體與晶片製造

以台積電及聯發科為最主要角逐者，台積電以其晶片製造技術具有顯著的技術優勢和市場競爭力，而聯發科則以無線通信和數據處理晶片方面支援智慧座艙的發展，此兩間公司在這一領域能提供高品質、高性能且創新的半導體及晶片。

(2)顯示技術

此面相有較多公司致力發展，如：友達光電、群創光電、奇景光電...等，其中又以怡利電子及大眾控股在擴增實境抬頭顯示器技術(AR-HUD)方面有更多的投入，用高對比度、高亮度的特性，使影像在自然光底下清晰可見。

(3)感測技術

主要以鴻海精密、神達電腦、原相科技為主，發展如 GPS 導航、行車紀錄、感測器和物聯網技術，用以輔助智慧座艙達成更精準更即時的距離感測及控制。「人機介面與互聯技術」方面則有宏碁、華碩、怡利電子...等公司正陸續推出相關技術及產物，其中包含車載多媒體、導航系統、觸控屏幕和語音識別技術和互聯設備，促使智慧座艙在數位化方面有更實際的體現。

(4)車用電子與控制系統

由台達電子、富智捷、航太科技協助將車用電源管理和控制系統更加完善。接著在「軟體與服務」上，研華科技、緯創資通皆在操作系統和應用軟體上提供了許多解決方案，協助在發展智慧座艙的過程中導入相應軟體及功能。最後在「通信與網絡技術」部分由中華電信、智易科技引入車聯網（V2X）通信技術及無線通信技術，使智慧座艙實現智能化和便利性的訴求。

雖然台灣的國產車廠在智慧座艙上尚未製出能與他國大廠相抗衡的新型車種，但無論是在晶片半導體的研發創新，或是軟體面系統的不斷突破，都促使台灣在汽車產業的發展上佔有不可或缺的地位，同時不少專家也表示：「智慧座艙」一詞就是台廠在自駕車領域的突破口之一，其未來仍有可發展空間。

2. 日本

日本經濟產業省為了提高日本汽車的「鏈實力」，推出汽車業數位轉型戰略，希望藉由日本汽車廠牌的合作，在競爭激烈的數位化汽車競賽中降低成本，發展出 2030 年代的新汽車，並預期將透過製造商的合作，制定晶片、API 等七大領域的標準化規格，以降低開發成本，而驅動汽車的操作系統（OS）將由各個車廠獨立開發。

(1) 汽車業數位轉型戰略：軟體定義車輛（SDV）

SDV 是指通過軟體改善汽車功能的概念，與以往的提升引擎、零部件等硬體從而提升汽車功能、價值不同，能透過軟體更新獲得新功能，也能透過軟體更新修正一些技術問題，因此也被稱為「汽車軟體化」。隨著半導體、AI 等技術不斷進步，SDV 將成為決定車廠全球競爭力的關鍵，日本國內大廠豐田、日產等也計劃在 2025 年後推出具有 SDV 的產品。

根據波士頓諮詢公司（Boston Consulting Group）的預測，到 2030 年，自動駕駛車輛（SDV）將為汽車行業創造超過 6500 億美元的價值，佔全球汽車相關市場的 15% 到 20%。此外，到 2030 年，汽車製造商通過軟體和電子設備獲得的收益將比 2023 年增長 2.9 倍，達到 2480 億美元。車載軟體的收益預計將從 2021 年的 100 億美元增長至 2035 年的 260 億美元。

使用車載軟體，不僅可以實現自動駕駛等安全功能，還能為客戶提供車內娛樂服務，從而擴展其功能範圍。根據普華永道思略特（PwC Strategy&）的預測，到 2030 年，一款車的軟體開發成本將比 2021 年上升 80%，達到約 500 億日元。隨著純電動汽車（EV）在全球的普及，汽車軟體的重要性顯著提升。汽車製造商正在加大對軟體的投入，並且在人才競爭方面愈發激烈。如圖 4 所示。

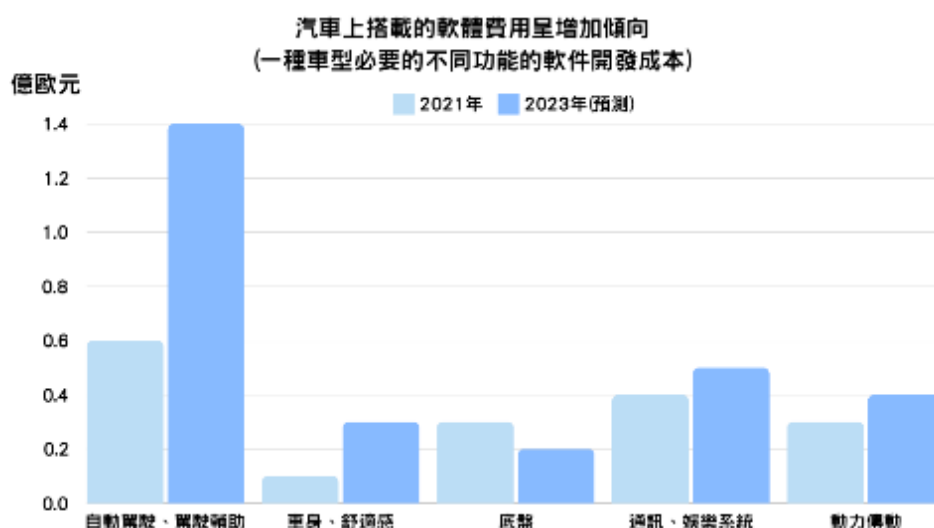


圖 4 汽車搭載軟體費用²

² 數據來源：普華永道思略特(PwC Strategy) <https://zh.cn.nikkei.com/industry/icar/52534-2023-05-30-10-36-55.html?start=0>

(2) CASE 戰略

「CASE 戰略」，即 Connected（網聯化）、Autonomous（智慧化）、Shared Service（共享化）、Electrification（電動化）。通過網聯技術，汽車與網際網路結合，即將誕生巨大的移動服務市場。在這一巨大的行業結構變化之中，晶片、感應器，支撐自動駕駛的演算法、雲端計算、網路安全相關技術等成為關鍵。然而，日本在這些領域的國際競爭力並不算強。

(3) 七大領域

日本製造商共同規範的七大領域包含了。晶片、連結汽車軟體與系統的應用程式介面、視覺模擬、允許自動檢測車輛問題的生成式 AI、對抗網路攻擊的安全措施、自駕技術的高度精準 3D 地圖，以及評估車輛與物體或行人之間距離的技術。整理表如表 1。

在半導體領域，日本於 2023 年 12 月成立了一個名為「汽車用尖端 SoC 技術研究組合」（ASRA）的研發組織。包括豐田、本田在內的 14 家企業參與了這一組織。在其他領域，也計劃建立類似 ASRA 的組織，吸引各廠商提供人才，共同推動技術進步。

表 1 日本七大領域一覽表

半導體	利用一個晶片處理多種訊息
API(連結汽車軟體與系統的應用程式介面)	與其他企業的零部件系統等順利合作
視覺模擬	設計和試運行在虛擬空間實施
允許自動檢測車輛問題的生成式 AI	透過圖像分析實現自動化檢測等功能
對抗網路攻擊的安全措施	預防車輛受到網路攻擊
雷達(自駕技術的高度精準 3D 地圖)	測量人和障礙物的距離
高精度三圍地圖(評估車輛與物體或行人之間距離的技術)	準確掌握周圍的路況和自身位置

(4) 日本車廠推出的智慧座艙新車

i. 本田與 SONY 聯合推出 EV 品牌—AFEELA

索尼集團的會長兼社長吉田憲一郎：「車輛不再僅局限於移動出行」並宣布與本田合資成立純電車品牌「AFEELA」，特點在於將與美國高通及美國遊戲巨頭 Epic Games 攜手合作，發展能在車裡玩的遊戲等娛樂功能，並預計於 2026 年春季在美國發售轎車款純電動汽車。

ii. 日產純電車—ARIYA

ARIYA 配備了智能化的車載系統，包括先進的駕駛輔助系統和娛樂功能。例如，它擁有先進的自動駕駛技術，能夠實現部分自動駕駛，減輕駕駛員的駕駛壓力，提高行車安全性。同時，ARIYA 還具有智能語音助手和大型觸控屏幕等功能，讓用戶可以輕鬆掌握車輛信息，享受便捷的車載娛樂服務。

iii. 豐田、馬自達、Subaru—在電動車領域展開合作

馬自達已向豐田尋求電子和軟體系統方面的支持。此外，Subaru 和豐田在其全球旗艦電動車型中共用相同的平台，展現了兩家公司在電動車技術上的密切合作。

3. 中國

(1) 《智能汽車創新發展戰略》

中國因其龐大市場需求、強大政府政策支持，自然而然成為市場的創新推動者和市場引領者，根據政府所推動的《智能汽車創新發展戰略》內容顯示，到 2025 年中國將成為全球智能汽車創新中心，使中國產的車及技術能在全球市場中站穩一席之地

(2) 2019-2024 年中國智能座艙市場的規模預測

下圖 5 為中商情報網提供 2019-2024 年中國智能座艙市場的規模預測，其市場規模正隨著科技發展、趨勢、技術逐年增加，也帶動了國內不少廠商紛紛投入產業，有如：華為、比亞迪、吉利汽車、蔚來...等投入智能座艙系統及車載操作系統的領域；如華為海思這類芯片大廠提供高性能運算及連接的需求解決；更有如百度、小米這類專注在語音辨識及人機交互技術的開發，負責整合語音助理及智能互聯的功能，可以發現中國的智慧座艙投入主要以系統開發及互聯技術為發展標的，但仍處於開發階段，後續尚有很大的發展空間。

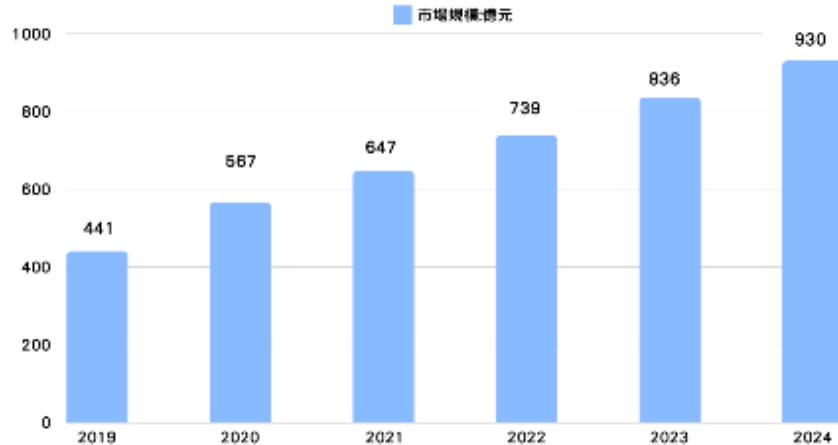


圖 5 2019-2024 年中國智能座艙市場規模統計預測³

(3) 主要產品市場規模

東吳證券研報⁴指出，2020 年中國智慧座艙主要產品市場規模達人民幣（下同）566.8 億元，2025 年可望飆升到 1,030 億元，年複合增長率 15.2%。其中，規模最大的兩個細分市場：車載資訊娛樂系統和駕駛資訊系統，在整個市場規模占比分別為 46.4%和 34.4%。

- i. 軟硬體皆仰賴國外供應與市場的熱情相較，中國的智慧座艙本土供應鏈僅處於崛起過程，市占率較小，多數相關軟硬體仍需仰賴境外供應。
- ii. 電動車可能成為繼半導體之後，下一個地緣政治戰場，電動車自 2024 年正式成為歐美國家與中國的角力戰場，中國的電動車滲透率目前居於全球之冠，現歐美使用懲罰性關稅應對中國進口車的威脅，未來是否能持續發展即須依據政治關係評斷。

4. 韓國

韓國的智慧座艙由 2019 年公布的未來汽車產業發展策略《自動駕駛汽車商用化促進法》開始萌芽，2022 年現代推出 L4 級別自駕車，進一步提升了韓國自駕車的技術水平。韓國在自駕車發展方面採取了系統性的策略，從法規制訂、技術研發到實際應用，逐步推進。韓國在自駕車發展方面採取了系統性的策略，從法規制訂、技術研發到實際應用，逐步推進，也促進了技術的快速進步和市場應用。這些舉措表明，韓國在未來的自駕車市場中將佔據重要地位，並設立在 2030 年成為未來型汽車世界強國的目標。

³ 資料來源：中商情報網 <https://m.askci.com/news/chanye/20231213/114804270243927878472384.shtml>

⁴ 資料來源：IEK 產業情報網

https://ieknet.iek.org.tw/ieknews/news_open.aspx?actiontype=ieknews&indu_idno=1&ns1_id=c3afbbbfb774eb2a395bf573a57195f

(1) 基礎建設

2024 年投資重點為核心零組件系統與基礎設施領域，並在全國主要道路完成自動駕駛所需的基礎設施，包括通訊設備、高精密度地圖、智慧交通管理系統和相關設施。

(2) 智慧網絡與資訊開放

為促進自動駕駛技術商業化，自 2019 年起向 IT 產業開放車輛與交通數據。在智慧網路領域主要開發為民間推動，政府以支持的方式推動聯網訊息服務。於 2020 年向全韓國開放自動駕駛各項數據，同時立法保護個資、通訊網路等規範。在 2021 年確立了韓國完全自動駕駛保險制度，維護各方權益。

(3) 資安法規

加速修訂個資保護法和通訊網路法等相關規範，以應對自動駕駛技術帶來的資安挑戰。

(4) Microchip Technology Inc. 收購 VSI Co. Ltd. 及其影響

2024 年 4 月 15 日，Microchip Technology Inc. 宣布完成對總部位於南韓首爾的 VSI Co. Ltd. 的收購。VSI Co. Ltd. 是提供符合汽車 SerDes 聯盟（ASA）車載網路（IVN）開放標準的高速、非對稱、攝影鏡頭、感測器和顯示連接技術和產品的領導企業。交易條款則並未披露。

i. 韓國市場預測與發展趨勢

根據 Yole Group 的資料，汽車雷達、攝影鏡頭和 LiDAR 模組的市場規模預計在 2022 至 2028 年間將成長超過兩倍，達到 270 億美元。推動因素包括軟體定義車輛(SDV)涵蓋的先進駕駛輔助系統(ADAS)、車內監控、安全和便利功能(如 360 度環景、電子後視鏡)以及下一代多螢幕數位駕駛艙的廣泛採用。這些應用需求促使目前基於專有串列器/解串器(SerDes)的解決方案在商業和技術上都不足以應對。

ii. Microchip 的戰略

隨著業界逐漸向乙太網路、PCIe 和 ASA Motion Link 等三個主要 IVN 標準聚攏，攝影鏡頭和顯示器連接成為成長最快、規模最大的 IVN 市場之一。借助 VSI，Microchip 現在可以提供涵蓋所有三大支柱的產品，並為客戶提供汽車安全、微控制器、

馬達控制、觸控和電源管理解決方案，協助打造下一代軟體定義汽車架構。

5. 歐洲

歐洲在智慧座艙一詞興起前即在汽車產業中扮演重要角色，包含汽車大廠、關鍵零組件廠商早已在市場中站穩腳跟，而在智慧座艙的發展中，歐洲無論是在技術、產業基礎、創新實踐...等面項均擁有極大的優勢地位，通過汽車製造商和技術供應商的密切合作，推動技術創新和應用，主要製造車廠如：Audi、BMW、Mercedes-Benz、Volkswagen、VOLVO...等，帶頭引入數位儀表盤、抬頭顯示器、互聯功能大尺寸觸控屏虛擬助理、語音助手和增強現實導航功能之軟硬體，使智慧座艙更加全面、符合需求；而主要技術供應商如：BOSCH、Continental(大陸集團)、Valeo、Visteon...等負責提供信息娛樂系統、HUD 和 V2X 通信技術、AR、互動性，其中大陸集團與偉世通皆已提出數字座艙的概念並落實，將儀錶板數位化讓駕駛觀看更直觀更便利。

歐洲的智慧座艙市場受到消費者需求改變的影響，重視車內體驗的訊息提供、娛樂性、安全舒適性，進而造成整體產業發展的主要趨勢在數位及智能技術的整合，除須滿足國內市場需求外，歐洲車款也一直受各國消費者的青睞，因此在車款、內裝系統與消費者的生活連結性上都是歐洲汽車產業可以依據其領先的能力繼續研發創新的方向。

6. 美國

美國受中國電動車成長迅速及市場衝擊，根據統計有 76% 40 歲以下的美國人會考慮購買中國電動車，而 60 歲以上族群則還是對中國電動車存有疑慮，而自 18-80 歲美國民眾，可接受購買中國電動車的比率顯示，有 35% 的美國人會願意選擇中國電動車，雖然大多數仍對於資安風險抱有疑慮，但從以上數據來看，中國的快速崛起帶給美國汽車產業的影響是美國持續發展的一大挑戰。

從智慧座艙的市場中，美國以其技術創新為最主要優勢，許多知名大廠如：Apple、Google、Tesla...等都有投入在自動駕駛、人工智能和使用介面設計上，透過這些企業的資源投入及技術鑽研，可以為智慧座艙的推進帶來很大的動力；內部晶片則由 Intel 和高通 (Qualcomm) 提供智慧座艙所需的高性能處理器及通訊技術，在硬體輔助上起到支持的作用；在雲端計算方面，通用汽車(GM)與微軟合作推出“Ultifi”軟體平台，以其「大尺寸觸摸屏、先進的語音控制和集成的 AI 助手」為最大亮點；美國知名大廠福特 Ford，也有投入智慧座艙領域，透過導入高解析度顯示器、先進的語音識別系統和無縫的手機連接功能，讓汽車設計更貼近消費者使用情況，福特也與谷歌合作，利用其雲端服務和 AI 技術來增強 Sync 車載訊息娛樂系統的功能，打造更完善的智慧座艙汽車。

7. 全球

本研究分析了包含台灣、日本、中國、韓國、歐洲、美國的智慧座艙發展，不難發現全球智慧座艙技術的發展呈現出多樣化和區域特色，各國的發展往往與政治、研發背景、供應鏈支持...等息息相關，台灣以其強大的半導體產業支持智慧座艙技術。美國主力於推動 AR 顯示和語音控制技術以提升駕駛體驗。歐洲車廠專注於豪華智慧座艙的開發，融合 AI 技術為市場提供個性化體驗。中國的華為和百度與本土汽車品牌合作推動 AR-HUD 和 5G 技術，並得到政府政策支持。日本的汽車產業專注於提升駕駛安全性和節能效率，並重點優化人機交互介面。韓國致力於提升乘客的娛樂和舒適性，積極引入智能娛樂系統和語音助手技術。

未來智慧座艙將繼續向更智能化和人性化的方向發展，成為汽車產業的重要組成部分。各國需要加強技術創新和標準化，保障數據安全和隱私，促進跨界合作，並提高用戶體驗和接受度。以此為基石，智慧座艙技術將為全球交通系統帶來全新的變革，提升駕駛的安全性和舒適性，為人們的出行帶來更多便利和樂趣。

(三) 智慧座艙產業鏈

本研究依據全球智慧座艙的分析整理出其產業鏈，如圖 6 所示，發現其中包含了多元的領域構面，正是因彼此間的環環相扣進而推動技術的進步和應用，上游包括硬體技術供應商(如：顯示器材料、半導體材料、晶片、連接器、攝影機、麥克風、感測器製造)及軟體技術供應商(如：擴增實境 AR 技術、人工智慧 AI 算法、光學處理)，為智慧座艙的發展提供穩定的基礎；中游由硬體製造(如：娛樂顯示器生產、處理器及模組組裝、座艙域控制器、數位儀表、抬頭顯示器、電子後視鏡、氣氛燈)及軟體開發(如：車載操作系統、用戶使用界面設計、資訊娛樂系統、駕駛與乘客監控系統)組成，使智慧座艙得以更具體且貼合市場的應用；下游則由汽車製造商(包含：車體製造、品牌營銷)及服務與銷售(包含：經銷商與零售、售後服務與維護、數位內容和應用服務提供)，將智慧座艙系統整合到車輛中，並透過服務及測試調整，達到個人化、沉浸式體驗...等目的，這些環節緊密合作，構成了一個完整的智慧座艙產業鏈，共同推動智慧座艙技術的發展和普及。

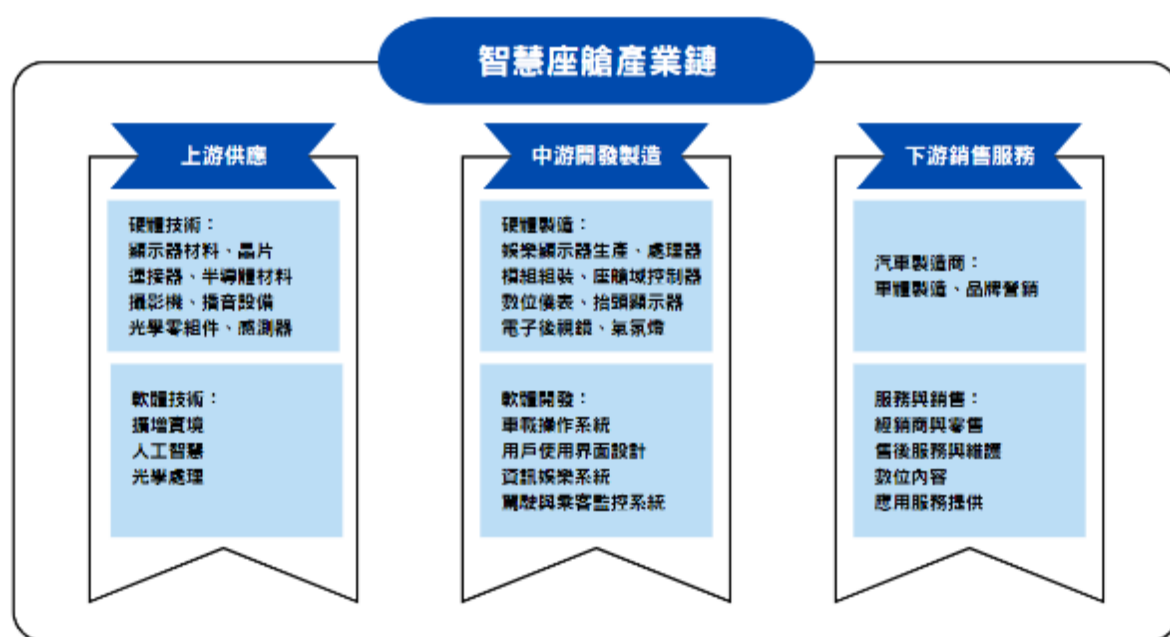


圖 6 智慧座艙產業鏈

資料來源：本研究整理

(四) 智慧座艙優勢與發展困境

1. 智慧座艙的優勢

(1) 個人化體驗

智慧座艙能夠根據乘客的偏好提供個人化服務。例如，通過駕駛臉部識別技術，系統可以自動調整座椅位置、氣候控制和音樂播放，提升乘坐體驗的舒適度。

(2) 數位化與連通性

智慧座艙內部裝備了高解析度的顯示屏和語音助手，使得所有功能都可以通過觸控屏幕或語音命令來操作。這種數位化設計不僅提高了操作的便捷性，還增加了車輛與外界的互聯性，允許駕駛者和乘客隨時連接網絡和各種應用程序。

(3) 沉浸式體驗

智慧座艙通過降噪技術和區域音響系統，為每位乘客提供獨立的聆聽環境，使每個乘客都能享受自己的音樂或娛樂內容，而不受其他人的干擾。AR-HUD（擴增實境抬頭顯示器）在這方面發揮了重要作用，它將導航信息、車速和其他重要數據直接顯示在擋風玻璃上，提升了沉浸式體驗，使駕駛者能夠更專注於駕駛。

(4) 輔助駕駛

AR-HUD 是智慧座艙的關鍵技術之一，除了提升沉浸式體驗外，它還大幅提高了輔助駕駛的功能。AR-HUD 將導航和車輛狀態信息實時顯示在駕駛者的視線範圍內，減少駕駛者低頭查看儀表盤的頻率，從而提高行車安全性和駕駛便利性。

2. 智慧座艙的發展困境

(1) 摩爾紋

在 AR-HUD 中，摩爾紋可能會出現在顯示屏與車輛擋風玻璃重疊的地方，會影響顯示效果和清晰度。這會影響駕駛者觀看重要信息的清晰度和準確性。因此，設計和調整 AR-HUD 系統時，需要考慮如何避免摩爾紋現象，以確保信息顯示的清晰度和駕駛的安全性。

(2) 技術標準缺乏統一

目前市場上尚未有統一的智慧座艙技術標準，各車廠的技術方案和設備互不兼容。這不僅阻礙了行業的標準化進程，也增加了消費者的選購和使用難度。

(3) 數據隱私與安全

智慧座艙需要收集大量的駕駛數據和個人信息，以提供個人化服務和安全功能。然而，這些數據的隱私保護和安全性成為了一個重要的挑戰。如何在提供高效服務的同時，保障用戶的數據安全，是行業需要解決的關鍵問題。

(4) 技術可靠性與穩定性

智慧座艙集成了多種先進技術，這些技術的可靠性和穩定性直接影響到車輛的使用體驗和安全性。特別是 AR-HUD 這樣的關鍵技術，其顯示的準確性和即時性至關重要。如果技術不夠成熟，可能會給駕駛者帶來誤導和安全隱患。

3. 小結

智慧座艙代表了汽車行業的未來發展方向，具備顯著的優勢，包括個人化體驗、數位化連通性和沉浸式體驗等。特別是 AR-HUD 的應用，不僅大大提升了駕駛的安全性和便利性，還增強了乘坐者的沉浸式體驗。然而，智慧座艙的發展也面臨著高成本、標準不統一、數據安全和技術可靠性等挑戰。未來隨著技術的進一步成熟和行業標準的逐步建立，這些困境有望得到解決，智慧座艙將在市場中獲得更廣泛的應用和普及。

(五) 智慧座艙應用 AR-HUD 技術的產業現況

AR-HUD 市場正快速成長，隨著智慧座艙、電動車以及自動駕駛技術的普及，越來越多汽車製造商和科技公司將 AR-HUD 技術視為未來汽車的核心組件之一，相關的市場規模與預測，根據市場調查機構的報告，全球 AR-HUD 市場規模在 2020 年約為數十億美元，預計到 2030 年將達到數百億美元，年均複合增長率 (CAGR) 高達 25% 以上，這一增長得益於消費者對車輛安全性與駕駛輔助技術需求的提升，尤其是在電動車和豪華汽車市場的推動下更加顯著。

目前 AR-HUD 技術在全球主要市場的發展迅速，北美市場處於領先地位，得益於當地強大的豪華車需求以及特斯拉、福特、通用等汽車品牌的積極推動。歐洲市場緊隨其後，特別是德國、法國等汽車製造大國，憑藉強大的汽車工業基礎，像梅賽德斯-奔馳、BMW、奧迪等品牌都在積極採用 AR-HUD 技術；亞太地區尤其是中國和日本，也展現出強勁的增長潛力，其中又因為中國作為全球最大的汽車市場，對電動車和智能技術的需求日益增加，本土品牌如 BYD、蔚來等，皆已開始推出搭載 AR-HUD 的車型。

AR-HUD 技術面臨的主要挑戰包括成本壓力和技術整合難度，目前該技術主要集中在豪華車市場，對於中低端車型來說，生產成本仍然較高，此外，AR-HUD 需要與車輛的感知系統、導航系統及先進駕駛輔助系統等多項技術高度整合，這對車廠和供應商來說是一大挑戰；然而，隨著技術不斷進步和成本逐漸下降，AR-HUD 有望在未來進一步普及，從豪華車延伸到大眾市場。未來的發展趨勢包括更加沉浸式的全息顯示技術，以及與自動駕駛系統的更緊密結合，為駕駛者提供更直觀、安全的駕駛體驗。

二、 智慧座艙技術

智慧座艙當今的發展趨勢不再只是車體加上酷炫儀表板的模式，而是強調各個構件的組合，使得駕駛或乘客有多元多模式的互動，進而讓駕駛或乘客更加有智能與沉浸式的使用體驗，由於智慧座艙發展至今已經是複合型的科技概念，只要有涉及科技提供駕駛或乘客更智能與沉浸式體驗均能統整至智慧座艙概念中，其中牽涉的相關技術眾多，而當前智慧座艙亦沒有較明確的定義和一致的標準技術規格

鑒於這個情形，本次分析後續相關專利技術的分類會回歸到以”智慧座艙的本質”進行分類，也就是從消費者於座艙中兩眼所視、雙耳所聽、身體所觸、甚至涵蓋車中所有的互動。拆解步驟如圖 7。介紹技術分類以本身為出發點分為視覺、聽覺、智能互動及娛樂體驗四大類的技術，最後在以視覺技術中的抬頭顯示器(Head Up Display，HUD)技術做更深入的探討與分析，以符合現在 AR-HUD 的科技趨勢。

技術拆解

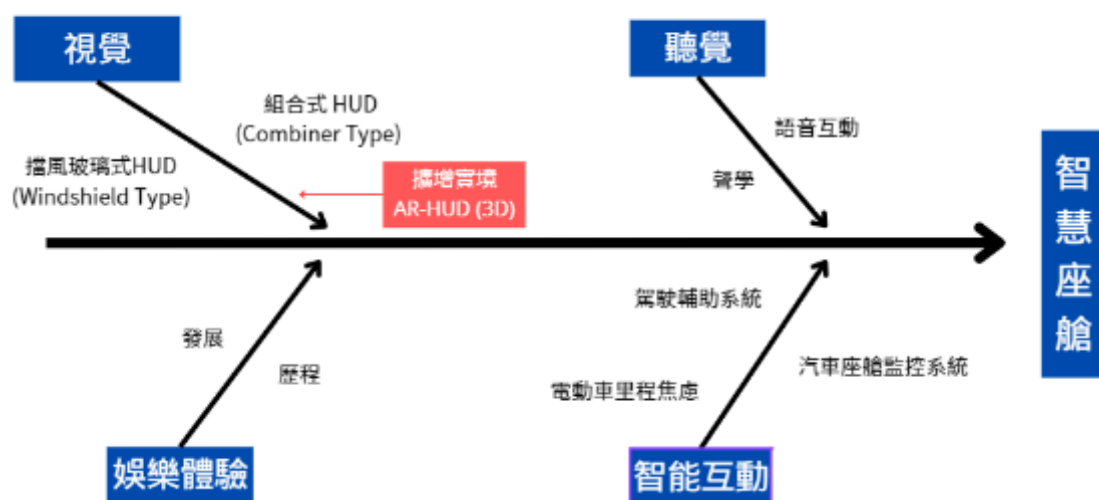


圖 7 全技術拆解圖

資料來源：本研究整理

(一) 視覺技術簡述

為運用新的科技來滿足駕駛與乘客新的需求與體驗，其中視覺體驗是相當重要的方面。首先就是逐步改變傳統顯示的方式，最顯著的改變即為抬頭顯示器(Head Up Display, HUD)運用於車輛上，使駕駛不用再低頭觀看相關訊息，提高了駕駛安全性。更近一步的擴增實境 AR-HUD，則可提供使用者未來時尚感的體驗，故 HUD 為智慧座艙視覺方面提供需求與體驗的最重要技術，故本節主要介紹 HUD 相關的技術。

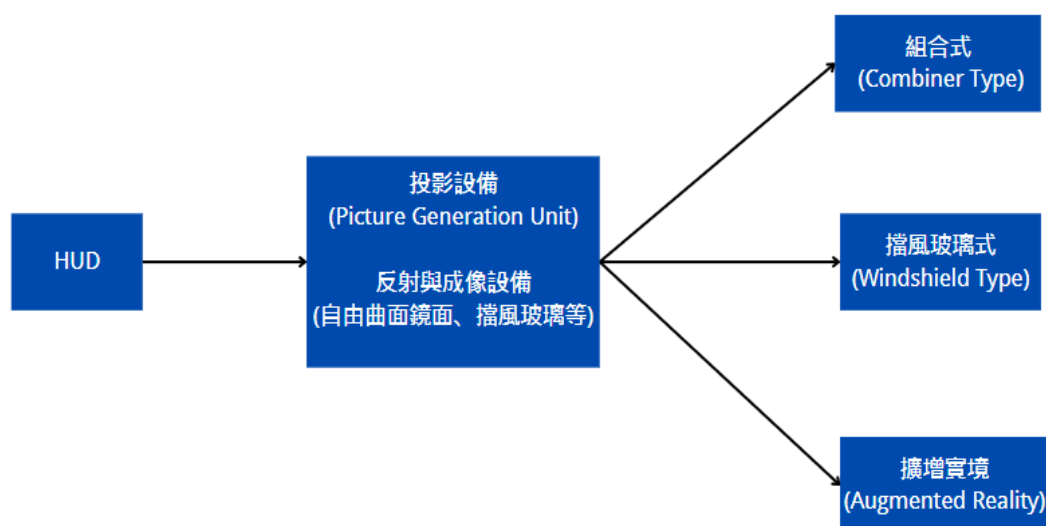


圖 8 視覺技術拆解圖

資料來源：本研究整理

1. 抬頭顯示器分類簡介

抬頭顯示器(head-up display，縮寫 HUD) 利用光學原理將資訊投射在玻璃上，再透過反射投射到使用者眼睛中，使使用者可以在保持正常視角的情況下看到相關資訊，避免因低頭觀看儀表而分散注意力的風險。HUD 最初用於軍用飛機上，後來通用汽車在收購 Hughes Aircraft 後，於 1988 年首次在旗下的 Oldsmobile Cutlass Supreme Indianapolis 500 Pace Car 上搭載了 HUD 技術，成為全球第一款配備 HUD 的汽車。隨後，其他車廠紛紛效仿，在各種車型上推出配備 HUD 的版本。隨著智能化車輛技術的進步，HUD 成為智能座艙的一大亮點，顯示出先進科技的未來感。HUD 的演進可以大致分為第一代的組合式(Combiner-Type)HUD、第二代的擋風玻璃式(Windshield Type)HUD 以及第三代的擴增實境(AR-HUD)。

i. 組合式(Combiner Type)HUD

使用部分透明反射螢幕(玻璃組合器)顯示資訊於使用者的視角內，將顯示資料與現實環境組合起來。



圖 9 組合式(Combiner Type)HUD

ii. 擋風玻璃式(Windshield Type)HUD

為使用擋風玻璃反射投影光限至使用者的眼睛中，使其虛擬成像約為使用者的 2 公尺處。擋風玻璃式 HUD 不需使用單獨的組合器，仍其需要更複雜的光學系統，使其成本亦較高。



圖 10 擋風玻璃式(Windshield Type)HUD

iii. 擴增實境(Augmented Reality,AR)HUD

為透過演算法融合各種車內外所偵測的資訊後進行影像渲染及虛實重疊，形成在擋風玻璃上虛擬成像與現實影像結合移動的 AR 效果。



圖 11 擴增實境式(Augmented Reality,AR)HUD

HUD 大致分為兩部分，一為投影設備(PGU (Picture Generation Unit)，圖像生成單元)，二為反射與成像設備(自由曲面鏡面、擋風玻璃等)。如圖 12 所示，PGU 單元計算資訊處理成像，將光線透過自由曲面鏡放大，成像於擋風玻璃上，故可知透過軟體演算法計算光源處理成像，及自由曲面鏡面、擋風玻璃的製程應為 HUD 之技術重點。以下介紹 HUD 投影設備(PGU 單元)之光學調變成像技術、自由曲面鏡面與擋風玻璃技術及軟體演算法。

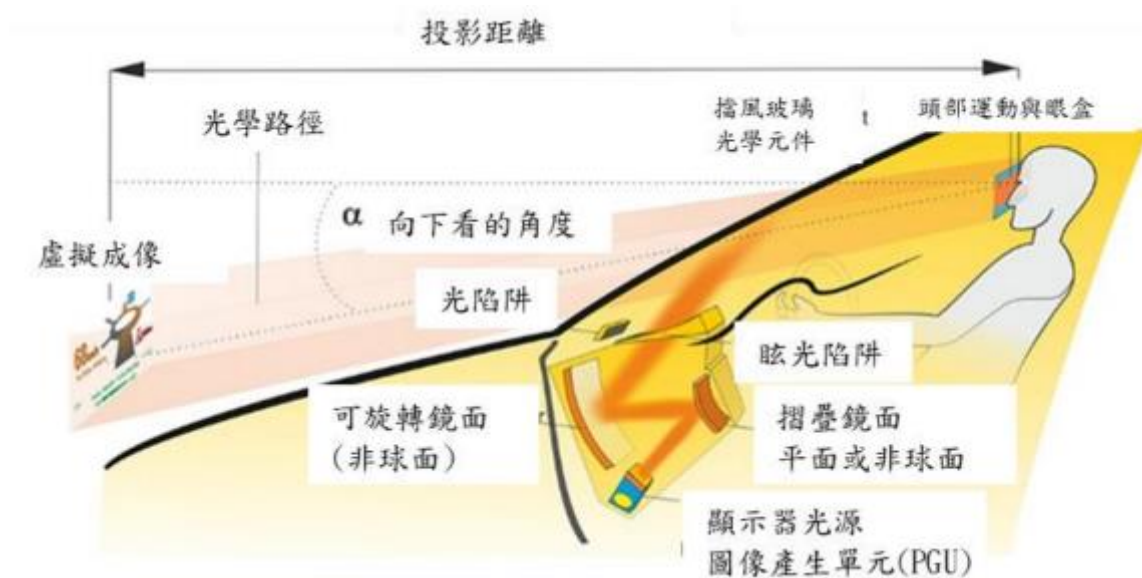


圖 12 HUD 工作原理

(二)聽覺技術簡述

近年來，隨著技術的進步和資料的積累，語音互動功能已在多個領域如汽車、醫療、金融和教育中得到廣泛應用。特別是在車聯網和人工智慧技術的推動下，越來越多的功能被整合到車載系統中。這些系統不斷增加的功能和日益複雜的操作界面，競爭著駕駛者的注意力。車載智慧語音系統能夠實現良好的駕駛者與汽車之間的互動，有助於避免駕駛者分心，提升整體駕駛體驗，因此在汽車智慧系統中扮演著不可或缺的角色。

此外，消費結構的升級也推動了汽車聲學系統的進步。現代車載聲學系統不僅僅是聲音互動的部件，更被看作是提供隔音效果、環繞式座艙體驗以及虛擬現實融入感的智慧座艙核心系統。因此，本節將先介紹語音互動技術和聲學技術，然後深入探討智慧座艙在聽覺方面的相關技術。

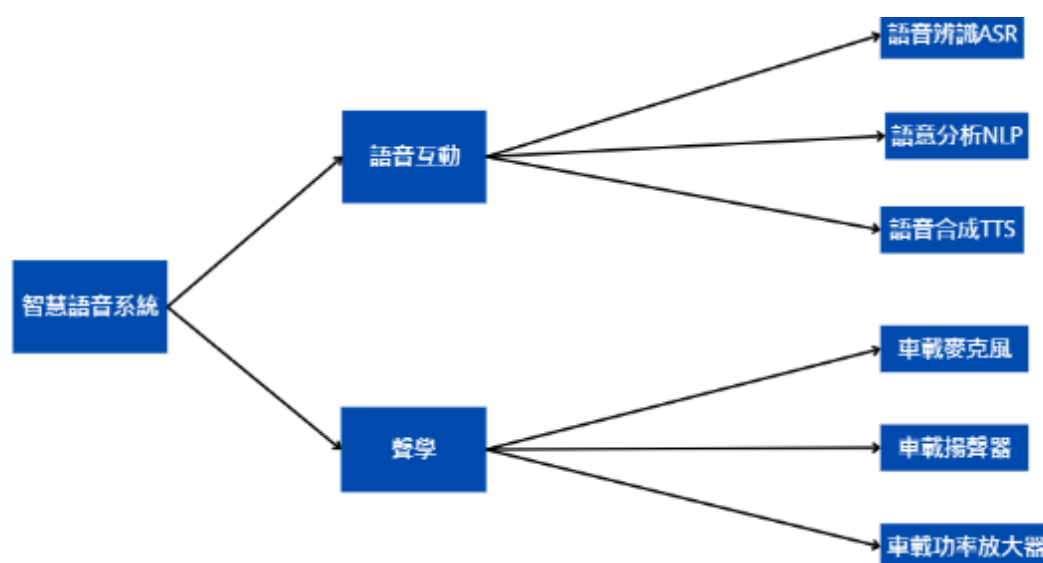


圖 13 聽覺技術拆解圖

智慧語音系統的核心技術主要包括兩大部分，分別是語音互動及聲學技術。

(1) 語音互動的核心技術主要包括三大部分：

- i. **語音辨識 (Automatic Speech Recognition, ASR)：** 語音辨識的目標是將語音訊號自動轉換成對應的文字格式，也被稱為語音轉文字 (Speech To Text, STT)。這項技術利用電腦分析聲音的波形並識別其中的語音單元，最終將其轉換為可理解的文字。
- ii. **語意分析 (Natural Language Processing, NLP)：** 語意分析是一種複雜的數學模型和演算法應用，目的是讓機器能夠理解和應用人類語言。它涵蓋了斷詞、詞義理解、句子分析等步驟，將自然語言的複雜性轉換為機器可以處理和計算的形式。

- iii. **語音合成 (Text to Speech, TTS)：** 語音合成是另一項重要技術，它將文字自動轉換為語音訊號，使得機器能夠以自然的語音方式回應或呈現文字內容。這項技術能夠模擬人類的語音特徵和語調，使得與機器的互動更加自然和直觀。

這三種技術共同作用，使得語音互動系統能夠更有效地處理語言輸入和輸出，為各種應用場景（如語音助手、語音翻譯、自動客服等）提供了強大的支持。



圖 14 BMW 智慧語音助理 2.0

(2) 聲學的核心技術主要包括三大部分

- i. **車載麥克風：** 車載麥克風是車載音訊信號的接收模組，通常由外殼、電路板、穿桿元件、訊號轉換器、密封元件和粘附組件組成。現代車載麥克風通常以陣列的形式存在，利用多個麥克風單元和語音信號處理演算法，實現回聲消除、聲源定位、語音分離和雜訊抑制等功能，以提高語音辨識和通話的清晰度和可靠性。
- ii. **車載揚聲器：** 車載揚聲器與家用音響相比，面臨更高的技術要求和挑戰，主要因為汽車內部空間的限制和複雜環境（如噪音、震動、材料影響等）。揚聲器的選擇和安裝位置對於聲音品質有重要影響，需要考慮到音響系統的特性、相容性以及正確的技術調校，以獲得良好的音質表現。
- iii. **車載功放：** 車載功放是安裝在汽車內部的一種電子設備，其主要功能是接收來自音訊播放機或其他音源的音訊信號，並將其轉換為具有足夠功率的電信號，以驅動車載揚聲器發出高保真的聲音。功放器的設計需要考慮到汽車電氣系統的特點和揚聲器的需求，以確保音頻的清晰度和效果。

這三大技術共同作用，使得車載音響系統能夠在汽車內部提供高質量的聲音輸入和輸出，為乘客提供良好的音樂和通訊體驗。

(三)娛樂體驗發展簡述

過去，車內娛樂體驗主要是透過車內顯示器播放音樂、廣告或影片等內容，主要以單向顯示為主，讓乘客在乘車途中有些許的娛樂。後來加入了類似於電腦或單機遊戲的功能，使得乘客可以透過顯示器與遊戲內容進行互動，提供更多長途旅行中的消遣樂趣。

隨著智慧車輛的發展以及物聯網、智慧化設備及個人化服務的興起，車內娛樂體驗正在從過去的單向顯示和單機遊戲娛樂轉變為連網的個人化應用。為了保證行車安全，這些系統需要建立乘客與駕駛之間互不打擾的獨立娛樂系統。同時，藉由乘客的智慧化設備與車內系統的連結，提供更多整合式服務和個人化服務，使得乘客的乘車體驗從純粹的娛樂消遣模式轉變為在車內享有沉浸式娛樂體驗，甚至將車內打造成第三生活空間的趨勢。

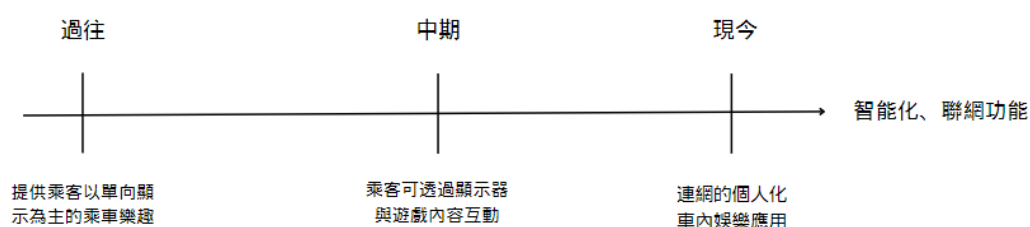


圖 15 車內娛樂體驗發展歷程表

1. 娛樂體驗技術分析

隨著車用電子技術和智慧科技的快速進步，車內娛樂系統正經歷著顯著的轉型。過去，車內娛樂主要是播放音樂、影片或廣告，乘客的互動性有限，主要是被動接收信息。然而，隨著智慧車輛的發展，車內娛樂系統已不再僅限於單向的顯示和消費，而是朝向個性化、互動性和沉浸式體驗的方向演進。

現代的車內娛樂系統將後座娛樂功能與車內顯示面板緊密整合，使乘客可以以直觀且便捷的方式操作和享受娛樂內容。這些系統支持多種控制方式，如手勢、語音指令或個人智慧設備的應用程式，提供乘客更高度的互動性和自主性。

此外，為了滿足不同乘客的需求和喜好，車內娛樂系統越來越注重個別化服務。系統能根據乘客的偏好提供個性化的音樂播放列表、推薦特定的遊戲或影片，這不僅增強了乘客的娛樂體驗，也提升了其滿意度和舒適感。同時，為了確保駕駛安全，車內娛樂系統必須具備乘客與駕駛之間互不干擾的功能。這包括設計能夠讓駕駛專注於行車控制的系統，同時讓乘客在不影響行車安全的情況下享受娛樂。

最後，隨著技術的進步，車內娛樂系統的音響和顯示效果也得到了顯著提升，使得乘客可以在車內獲得更真實和沉浸式的娛樂體驗，車輛因此成為一個多功能和互聯的移動空間。

可以想見，車內娛樂系統的未來發展將更智能化、個性化和沉浸式，以提升乘客在車內的生活品質和娛樂享受，並與現代智慧科技的發展趨勢相互輝映。

例如 2023 年全球消費性電子展（CES）國際大廠高通（Qualcomm）集結合作夥伴之力推出新一代概念車，大尺寸螢幕整合 5G 車聯網、降噪技術及車內迴聲消除等功能，改善了過去個人通訊期間受車內他人音訊影響情況，讓個別乘客擁有低延遲且高品質的獨立音訊，可分別進行視訊會議及遊戲娛樂等個人化操作；此外，BMW 亦已規劃以 31 吋的觸控螢幕整合 5G 車聯網，提供 8K 的高畫質及環繞音響，打造車內頂級戲院情境。



圖 16 左高通（Qualcomm）、右 BMW 展示之娛樂體驗技術

(四)智能互動簡述

智能互動於智慧座艙的領域中，其定義為車輛與人員的互動，傳統上座艙的目的在於容納人員，使人員能具有舒適的乘駕體驗，並且防止意外的發生，而當意外發生時，能夠保障車載人員的安全。智慧座艙除保有傳統座艙的設計內容外，更透過感測器、智慧化與物聯網等技術，增加多種技術功能與智能服務。

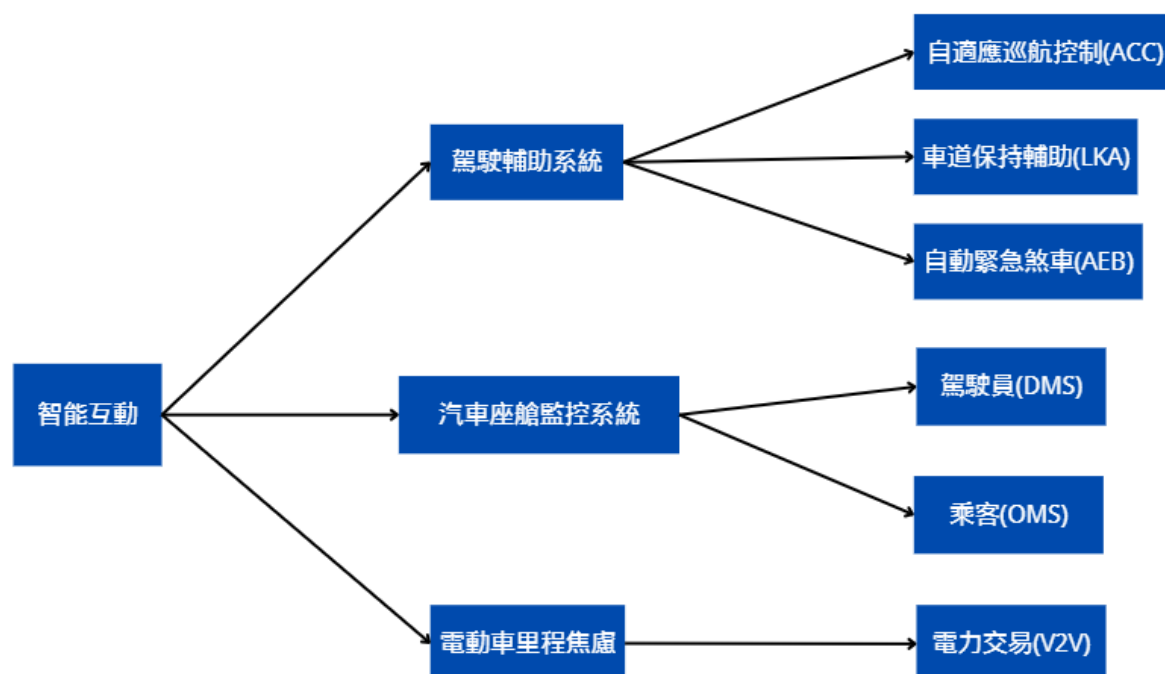


圖 17 互動技術拆解圖

1. 智能互動技術分析

本節將簡單介紹智能互動下的各技術分類技術內容；智能互動子技術可分成 3 大領域，分別是駕駛輔助系統、汽車座艙監控監測，以及電動車里程焦慮。

(1) 駕駛輔助系統

隨著科技不斷進步，各種新技術被應用於汽車，包括新型的網路連接技術、電腦視覺分析和智慧演算法等。這些技術使得汽車能夠提供更多人性化的便利功能，其中最顯著的發展趨勢之一是駕駛輔助系統。

駕駛輔助系統結合了多種技術，使得車輛能夠在相當程度上實現自動化操控。然而，為了確保駕駛安全和乘坐舒適，這些系統必須持續監測駕駛者的狀態。這包括對駕駛者的注意力、反應速度、身體姿勢以及情緒狀態的監測和分析。

智能互動下的駕駛輔助系統在專利技術方面的內容涵蓋廣泛，包括但不限於使用機器學習和深度學習來分析駕駛者的生理和心理狀態，以及開發先進的感知系統來識別周圍環境和路況。這些專利技術的應用使得駕駛輔助系統能夠更精確地判斷何時需要介入、以及如何最大限度地提升駕駛安全性和駕乘舒適性。

因此，智能互動下的駕駛輔助系統不僅是當前汽車科技的熱門領域，也是未來自動駕駛技術發展的重要基石之一，為駕駛者和乘客提供了更安全、更便捷的駕乘體驗。



圖 18 Tesla-Autopilot Demo

i. 先進駕駛輔助系統

先進駕駛輔助系統（Advanced Driver Assistance Systems, ADAS）是一種融合多種感測器及控制技術的半自動駕駛系統。ADAS 的主要目的是提供駕駛員各種形式的駕駛輔助，以提高駕駛的安全性和便利性。例如，透過駕駛監控系統（Driver Monitoring System, DMS）的使用，ADAS 能監測駕駛者的精神狀態，並對車輛駕駛行為進行適當的提示與調整。同時，ADAS 還能依據不同駕駛者的習慣與需求，選擇最為合適的自動駕駛風格。

ii. 自適應巡航控制

自適應巡航控制（英語：Adaptive cruise control, ACC），又稱自適應巡航、主動巡航控制系統、主動巡航，是車輛上一種巡航定速高級輔助駕駛系統，它可以自動調整車速，並與前方車輛保持安全距離。自適應巡航控制並不能完全自動駕駛，該系統只是可以輔助駕駛員駕駛汽車。



圖 19 自適應巡航控制

iii. 車道保持輔助

車道保持輔助系統(Lane Keeping Aid,LKA)屬於智能駕駛輔助系統中的一種。它可以在車道偏離預警系統(LDWS)的基礎上對剎車的控制協調裝置進行控制。對車輛行駛時借助一個攝像頭識別行駛車道的標識線將車輛保持在車道上提供支持。

如果車輛接近識別到的標記線並可能脫離行駛車道，那麼會通過方向盤的振動，或者是聲音來提請駕駛員注意。如果車道保持輔助系統識別到本車道兩側的標記線，那麼系統處於待命狀態。這通過組合儀表盤中的綠色指示燈顯示。當系統處於待命狀態下，如果在躍過標記線前打轉向燈，警告信號就會被屏蔽，認定駕駛員為有意識的換道。

目前該系統主要應用於結構化的道路上，如高速公路和路面條件較好（車道線清晰）的公路上行駛。當車速達到 65km/h 或以上才開始運行。

iv. 自動緊急煞車

自動緊急剎車系統（Autonomous Emergency Braking，簡稱 AEB）是一種汽車主動安全技術，主要由 3 大模塊構成，包括控制模塊（ECU），測距模塊，和制動模塊。其中測距模塊的核心包括微波雷達、人臉識別技術和視頻系統等，它可以提供前方道路安全、準確、實時的圖像和路況信息。

採用雷達測出與前車或障礙物的距離，然後利用數據分析模塊將測出的距離與警報距離、安全距離進行比較。當距離小於警報距離時，系統會發出警報提示；當距離小於安全距離時，即使駕駛員沒有及時踩制動踏板，AEB 系統也會自動啟動，使汽車自動制動，確保安全出行。



圖 20 左圖為車道保持輔助示意、右圖為自動緊急煞車示意

(2) 汽車座艙監控監測

睡眠疲勞偵測是智能互動技術中的重要應用之一，尤其在汽車座艙監控技術中尤為突出。長期以來，疲勞駕駛一直是交通安全的一大隱患，而隨著自動駕駛技術的普及，由於駕駛者可能更容易陷入分心、疲倦甚至打瞌睡的狀態，因此疲勞駕駛對於自動駕駛技術的安全性與實用性提出了新的挑戰。

乘員監測系統能夠偵測座艙內乘客的生理特徵，這不僅提升了車輛乘坐體驗的安全性和舒適性，也是防範疲勞駕駛的重要手段。這些監控系統利用影像、聲音及其他相關技術，能夠準確地識別駕駛者和乘客的疲勞狀態及其它生理特徵。這些技

術在駕駛過程中或是車輛靜止時，甚至在發生事故時，都能及時進行有效的偵測和反應，以提高整體安全性。如上所述，可以發現，現今汽車座艙監控技術的發展不僅關乎乘坐體驗的提升，更重要的是為了保障駕駛者和乘客的安全，特別是在應對疲勞駕駛這一現代交通安全挑戰上發揮著重要作用。

而汽車座艙監控技術又可分成 2 大方向，分別為駕駛員和乘客監控系統(DMS 和 OMS)，為車輛安全系統，用於應對車內日益增加的干擾數量（如車內影音）。

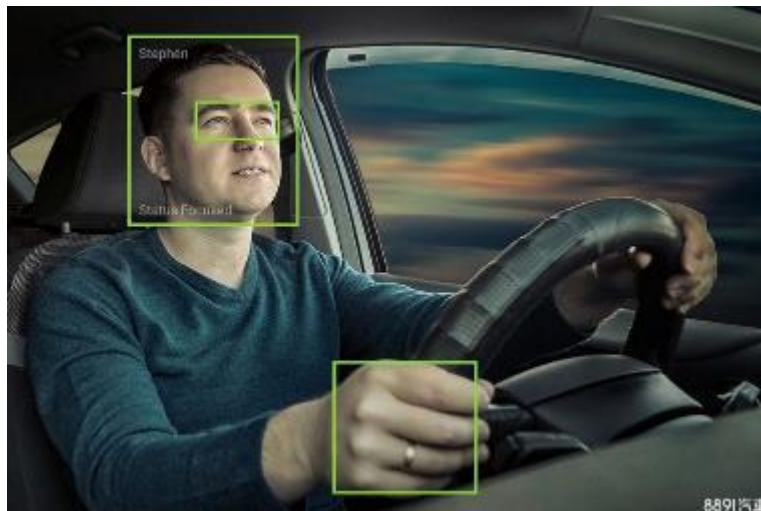


圖 21 汽車座艙監控監測

i. 駕駛員監控系統

駕駛員監控系統 (Driver Monitoring System) 最早是於 2006 年由 Toyota 所提出，並導入其 Lexus 車款，用以監控駕駛者的狀態，並且可以與碰撞預防系統共同運作。可為主動 DMS 和被動 DMS。

- a. 被動 DMS 根據方向盤的轉向和行駛軌跡來判斷駕駛員的狀態。
- b. 主動 DMS 通常由攝像機和近紅外技術啟用，可通過眼瞼閉合，眨眼，注視方向，打哈欠和頭部運動來檢測駕駛員的狀態。

LS 460 首次裝的主動 DMS，其攝像機安裝在轉向柱的頂部蓋子帶有六個內置的近紅外 LED。起初，汽車製造商對主動 DMS 並不感興趣，因為他們認為 DMS 會增加汽車的成本，並且消費者可能不願意為此付費。然而，近年來發生的一系列事故，突顯了 DMS 在 ADAS 中的重要性，尤其是 L2/L3。隨著 L2 系統和即將誕生的 L3 系統的大量可用性，主動 DMS 從 2018 年開始飆升。換句話說，透過監控駕駛人，可確保駕駛時的安全需求。下圖為 Tesla Model 3 置於後視鏡上方的攝影機。

自動駕駛技術

美國高速公路交通安全管理局(NHTSA)對自動駕駛技術區分為五個等級：



圖 22 自動駕駛技術分級圖



圖 23 駕駛員監控系統

ii. 乘客監控系統

乘客監控系統 (Occupancy Monitoring System, OMS)，主要用於監測乘客的年齡、狀態、情緒等信息。為 DMS 升級為 OMS，即車內人員監控系統，攝像頭不僅可以追蹤駕駛員的狀態，包括提醒疲勞狀態，甚至還可以追蹤後排乘客，

以滿足相應的乘車需求。OMS 的感知方案包括五種，分別是攝像頭、毫米波、超聲波、壓力感應器和生物特徵感應器。目前，OMS 的主流感知方案為 1OMS 攝像頭（占比高）或 1 毫米波雷達。在座艙感知方案中，像毫米波雷達這樣的感知方案可以作為視覺方案的補充，有效降低隱私侵犯和洩露風險，主要用於座艙 OMS 系統的生命體徵檢測。



圖 24 乘客監控系統

iii. 電動車里程焦慮

里程焦慮（range anxiety）是指電動車駕駛認為車輛沒有足夠的續航力抵達目的地，對其在路途中拋錨的擔心，主要發生在純電動汽車上。里程焦慮一詞最早出現在 1997 年《San Diego Business Journal》的一篇文章中，用來形容 GM EV1 司機的一種擔憂，而衍生出很多技術解決方案，另如路徑選擇、里程估計以及增程器與增程方法。而本團隊對電力交易這項新技術特感興趣所以特別拉出介紹。

iv. 電力交易

電力交易(Vehicle-to-Vehicle，V2V)：是一種創新的技術，它允許車輛之間直接進行電力交換。當一車電力將耗盡時，可透過電力富裕的另一車直接進行電力補充，無需到固定的充電站進行充電。

另如 Luxgen-n⁷車系使用 V2L 轉接頭以及新版的旅行式充電器 Plus，這兩大配件就是實現 n⁷車對車 V2V 充電的關鍵所在！擔任移動充電站角色負責輸出動力的 n⁷，接上 V2L 充電器之前得先進入中控螢幕選單開啟 V2L 功能啟用開關，才能夠幫車外電器或是另一輛 n⁷供電，而此時負責輸出電力的 n⁷也會直接開啟露營模式。



圖 25 電力交易示意圖 1



圖 26 電力交易示意圖 2

（五）AR-HUD 介紹

介紹完大方向的視覺、聽覺、智能互動及娛樂體驗四大類的技術後，本研究回歸到 AR-HUD 做更深入的技術拆解與探索。

1. HUD 組成

- （1）投影基礎：抬頭顯示器就如一台投影機將圖像顯示在擋風玻璃上。內部具有光學透鏡的光學系統將訊息清晰呈現至駕駛的視野中，讓駕駛在開車過程中不會分散注意力。
- （2）光學組合器功能：光學組合器具有濾光與反射功能，有助於 HUD 的可見性。光學組合器還會將投影的視覺化與駕駛員最近的感知線相協調，以獲得最佳的亮度。光學組合器 HUD 系統使用精細的聚合物和塗層來改善光的折射和反射。它確保訊息清晰地顯示在擋風玻璃視野中。組合器還調整了投影數據的焦距，使駕駛人可以將其視為前方的移動。因此，這種安排增加了在廣泛的照明環境中的可讀性，並保持了駕駛人對道路的專注，以確保更安全的駕駛。
- （3）圖像生成單元：HUD 的圖像生成單元使用光學技術呈現訊息，具有 LED 或雷射光源的高分辨率投影機投射出數位材料。這種方法確保訊息在各種照明條件下清晰顯示、可避免重影的現象產生。此外，AR-HUD 的圖像生成單元使用自車輛感測器和導航的即時數據，將動態視覺立刻覆蓋在道路視野上，提高駕駛的情境意識。透過軟體、硬體交互將可讀的訊息直接投射到駕駛員的視野中，有助於優化用戶體驗，同時將現實世界和數位影像結合。



圖 27 車內 AR-HUD 應用

2. HUD 的類別

- (1) 組合式抬頭顯示器(C-HUD)：C-HUD 技術為抬頭顯示器最先發展於車輛上應用的形式。它將基本的駕駛訊息(如車速、油量)透過一個簡單的投影機構將數據顯示在一塊透明樹脂面板上。然而基本功能限制了它與即時駕駛訊息與 ADAS 應用顯示。C-HUD 顯示透過 TFT-LED 技術顯示 2D 平面影像。C-HUD 的體積為 20 升以上，以及圖像亮度和對比度較低，缺乏距離感知。
- (2) 擋風玻璃型抬頭顯示器(W-HUD)：W-HUD 的出現讓抬頭顯示器的功能提升。增加顯示範圍可以顯示更多複雜的訊息。W-HUD 將資訊投影至擋風玻璃上，創造了生動的訊息圖像。W-HUD 的系統複雜且需要特殊的擋風玻璃，加上 W-HUD 需以駕駛人的視野範圍制定安裝位置，必須針對每個車型進行訂製設計。W-HUD 使用 TFT-LED 或 DLP 投影技術，提供的虛擬影像較小、亮度和對比度較低，也無法達到擴增實境的效果。
- (3) 擴增實境抬頭顯示器(AR-HUD)：AR-HUD 是最新的抬頭顯示器技術。它將虛擬圖像融合至實際環境中。AR-HUD 透過在擋風玻璃做為影像投影介質，提供與環境中的人、物體、道路融合警示訊息與導航。此外，在使用雷射激光技術的優勢上提供寬闊的虛擬影像顯示、距離感以及低功耗。AR-HUD 的設計上需要開發成本和複雜的計算技術處理即時數據，從開發到實際運用需要較長的時間。AR-HUD 豐富的可視化功能可能會讓部分駕駛感到不知所措，所以在定義功能時需要避免過量資訊同時顯示。

表 2 三種 HUD 比較

對比項	C-HUD 組合式抬頭顯示器	W-HUD 擋風玻璃抬頭顯示器	AR-HUD 擴增實境抬頭顯示器
畫面	顯示圖遮住前方實體	低對比／低亮度	高對比／高亮度
VID	2m	2.5m 左右	7.5m 以上
FOV		約 6° x 2°	>10° x 3°
畫面尺寸	1.24 英寸	10 英吋	>50 英吋
體積	20 升以上	約 3 升	>10 升

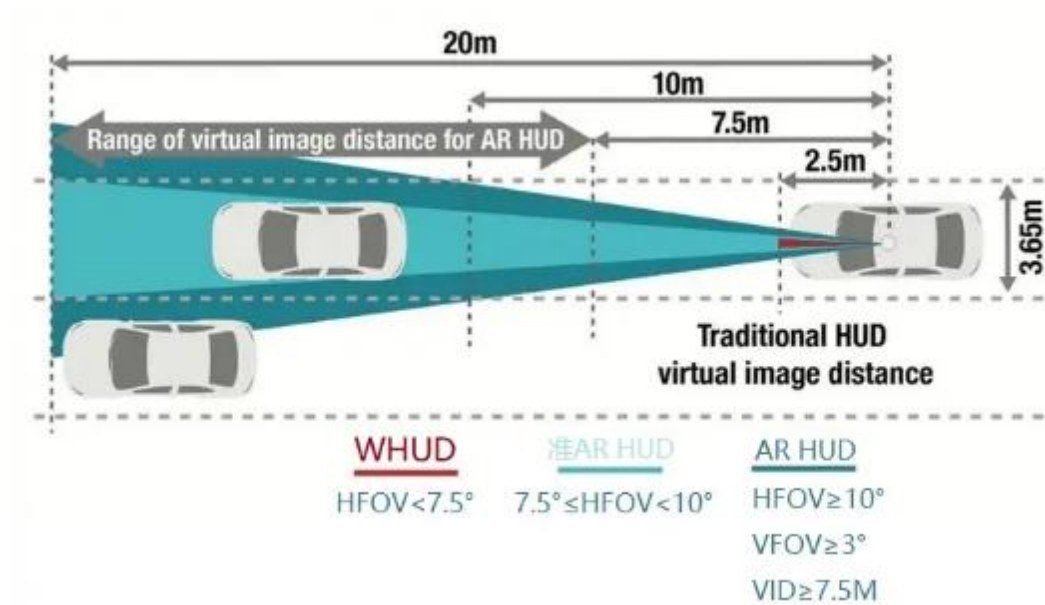


圖 28 歷代 HUD 比較示意圖

3. AR-HUD 的主流技術

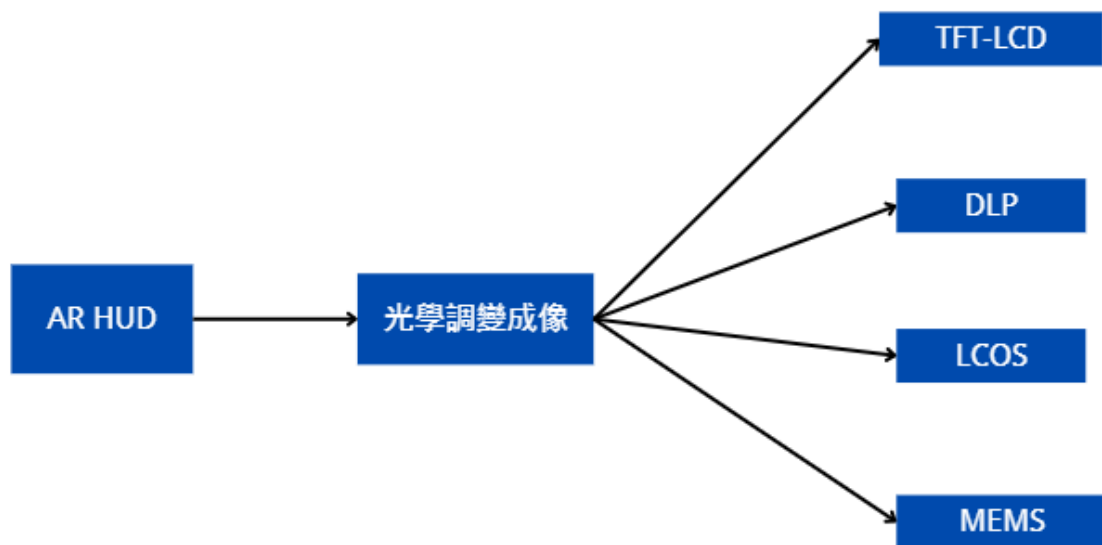


圖 29 AR-HUD 技術拆解圖

(1) 光學調變成像

PGU 單元係於產生影像源圖像後透過光學鏡片將圖像拉遠與放大，將圖像成像於駕駛視線內，通常影像源技術分為 TFT-LCD、DLP、LCOS 及 MEMS，以下分別就這 4 個分類技術做簡單介紹。

(2) TFT-LCD (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display, 薄膜電晶體液晶顯示器)

TFT-LCD 的工作原理是利用背光光源照亮 LCD 面板，然後通過集成在 LCD 面板上的薄膜電晶體 (TFT) 來驅動液晶分子，改變光的偏振狀態，進而顯示不同的明亮度和灰度。RGB 濾片則用來顯示彩色圖案。然而，TFT-LCD 因為需要背光照明，且受到正面太陽光影響，因此熱處理非常具有挑戰性。儘管如此，由於技術比較成熟，因此相對其他類型的顯示技術來說，TFT-LCD 的成本較低廉。

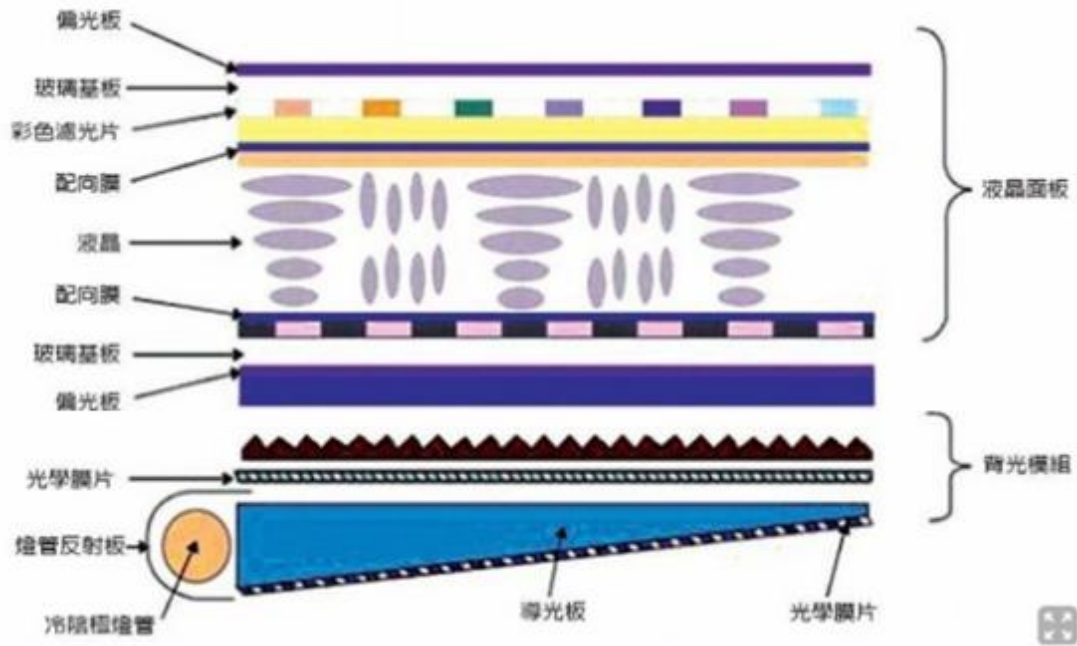


圖 30 TFT-LCD 架構圖

(3) DLP (Digital Light Processing, 數位光處理)

DLP 技術最早由德州儀器 (TI) 開發，圖像是由數位微鏡片裝置 (DMD) 產生的。DMD 是一個半導體晶片，上面布置有微小的反射鏡組成的矩陣，每個微鏡片控制投影畫面中的一個像素。這些微鏡片根據數位驅動訊號的控制迅速改變角度，從而改變反射光的方向。當微鏡片接收到相應的訊號時，它會傾斜約 10 度，使得入射光的反射方向也跟著改變。處於「開」狀態的微鏡片會反射光線，通過投影透鏡投影到螢幕上；而處於「關」狀態的微鏡片則會將入射光吸收。這些微鏡片只有兩種狀態：「開」和「關」，因此可以呈現出黑色（微鏡片關閉）到白色（微鏡片開啟）之間的各種灰度。然而，DMD 技術存在著圖像對位、重影和失真等問題，且由於需要控制大量精密微鏡片，成本相對較高。

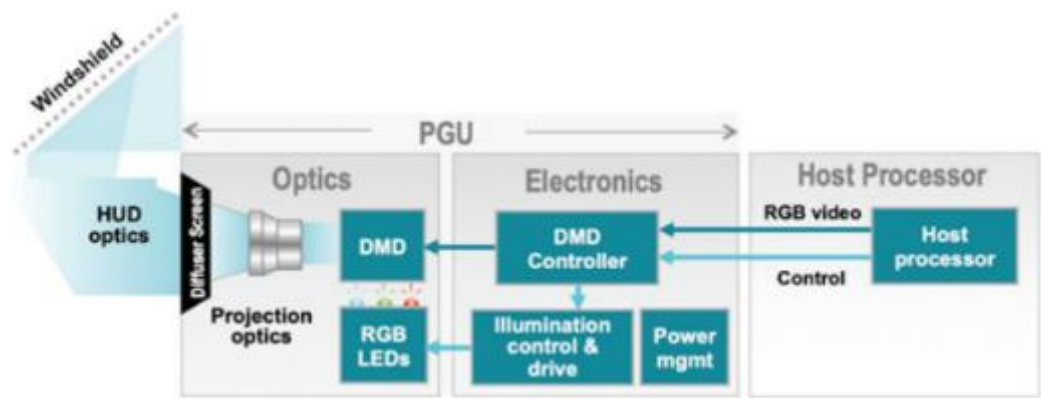


圖 31 DLP 架構圖

(4) LCOS (Liquid Crystal on Silicon，液晶覆矽，又稱矽基液晶或單晶矽反射式液晶)

LCOS（液晶晶片開關反射器，Liquid Crystal On Silicon）是一種矽基微顯示技術，結合了 CMOS 集成電路設計工藝和液晶封裝技術。其結構是在矽晶圓上製作驅動面板（又稱 CMOS-LCD），然後通過研磨技術磨平，在電晶體上鍍上鋁形成反射鏡，形成 CMOS 基板。隨後，將 CMOS 基板與含有透明電極的上玻璃面板貼合，並注入液晶，進行封裝測試。

LCOS 具有體積小、分辨率高和高影格率等特點。LCOS 的基本原理與 LCD 相似，都是利用液晶面板來調控光信號，但 LCOS 是利用面板上的反射結構。光源發射出來的光信號不會穿過 LCOS 面板，而是在其表面反射，這使得 LCOS 屬於反射式顯示技術。

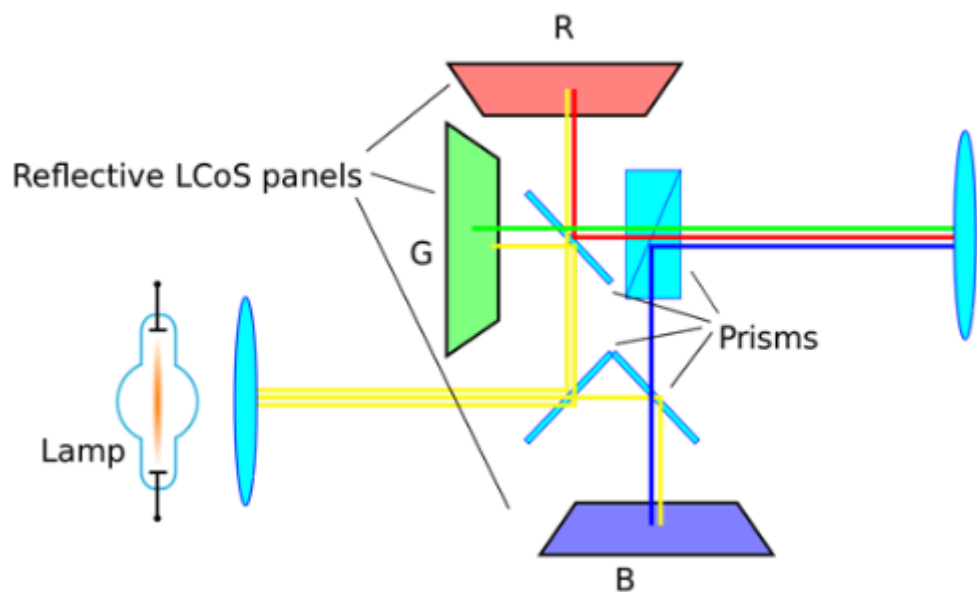


圖 32 LCOS 架構圖

(5) MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems, 微機電系統)

MEMS (微機電系統) 是一種將 RGB 三原色雷射模組與微機電系統結合的投影顯示技術。從驅動的角度來看, MEMS 微激光投影屬於掃描式投影顯示, 利用微機電二維微型掃描振鏡和 RGB 三基色激光進行成像。這種技術通過激光掃描的方式來生成影像, 其輸出的解析度取決於 MEMS 微鏡的掃描頻率。

MEMS 技術的優勢在於光學引擎可以大幅簡化, 因此設備體積可以顯著減小。然而, 它的主要缺點是分辨率通常較低, 且激光二極體對溫度非常敏感, 這可能會導致性能波動或壽命問題。

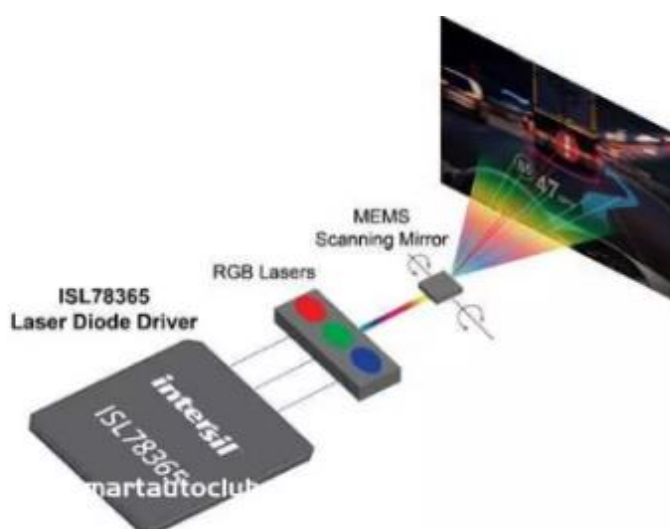


圖 33 MEMS 架構圖

表 3 四種光學處理技術比較表

項目	TFT-LCD	DLP	LCOS	LBS(MEMS)
分辨率	一般	高	高	一般
亮度	一般	高	一般	高
對比度	一般	高	一般	高
可靠度	高	高	高	低
光源	LED	雷射/LED	雷射/LED	雷射
技術成熟度	高	高	一般	低
成本	低	一般	一般	高
代表廠商	主流廠商技術	主流廠商技術	一數科技/華為	先鋒/松下/台灣 FTC

4. AR-HUD(3D)

本研究特別關注在 AR-HUD 中 3D 的部分，所以繼續往 3D 技術領域的部分拆解下去做介紹，由上述是視覺技術到 HUD 技術甚至再延伸到 AR-HUD 技術，可以發現這過程中的技術種類非常的多樣化，而下述要介紹的 AR-HUD(3D)技術主要分類來自關鍵字檢索中，找到的相關專利摘要內文做的大致分類。

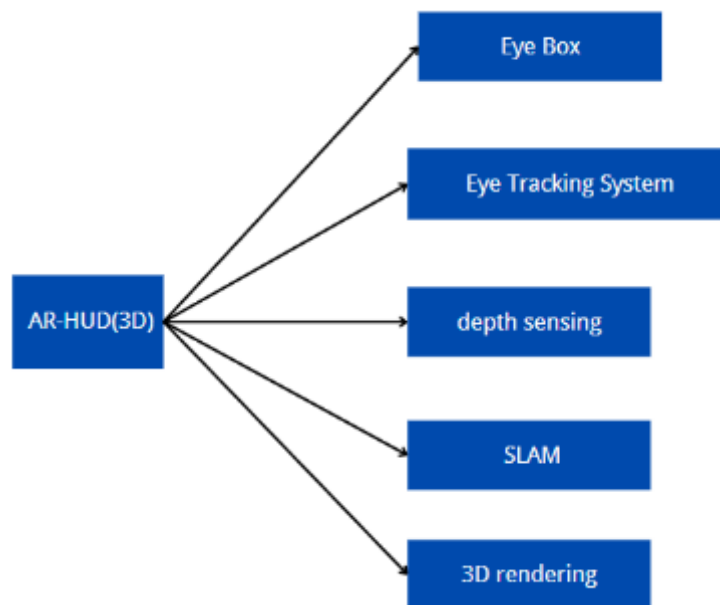


圖 34 AR-HUD(3D)技術拆解圖

- (1) 眼睛視域 (Eye Box)：眼睛視域(Eye Box)指的是近眼顯示光學模組與眼球之間的一塊錐形區域，也是顯示內容最清晰的區域。在該系統中，如果接收眼與輸出區域的中心對齊，則將獲得完美的圖像。當眼睛向側面或上下移動時，在每個方向上的某個點處，圖像將變差，直到無法接受為止。超出該區域的範圍可能會呈現圖像扭曲、顯色錯誤，甚至不顯示內容等問題。

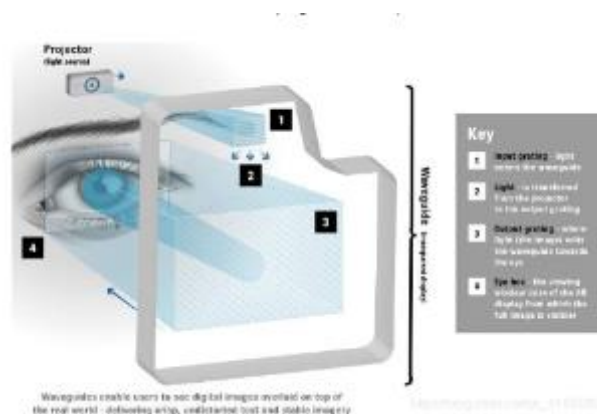


圖 35 Eye Box 概念圖

- (2) 眼球追蹤(Eye Tracking)：眼動追蹤技術 (Eye Tracking)，顧名思義就是追蹤使用者的眼球運動，透過眼球追蹤儀 (eye tracker，簡稱眼動儀)，測量眼球所注視的位置、瞳孔位置、視網膜反射率變化或是眼球相對頭部的運動，記錄使用者的眼動軌跡，而後將這些資料轉換為向量等數位數據訊息。

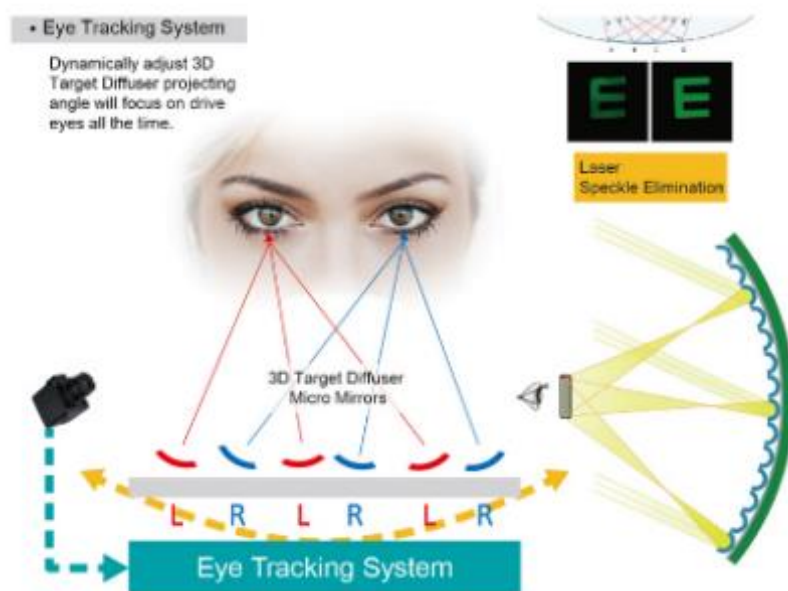


圖 36 Eye Tracking 概念圖

- (3) 深度感測 (depth sensing)：深度感知是指從三個維度「看」物體、並測量物體距離多遠的能力。LiDAR 無疑扮演了自動駕駛車輛的眼睛，許多車廠都利用它來構建車輛周圍的 3D 環景圖。不過，相關技術開發工作主要還是聚焦於在支援較長探測距離(200 公尺以上)但視野相對狹窄(約 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$)的前向 LiDAR 系統。



圖 37 depth sensing 概念圖

(4) 同時定位與地圖構建：同時定位與地圖構建（Simultaneous localization and mapping，簡稱 SLAM）又稱同步定位與地圖創建，是機器人學中的一個概念：機器人從未知環境的未知地點出發，在運動過程中通過重複觀測到的地圖特徵（比如，牆角，柱子等）定位自身位置和姿態，再根據自身位置增量式的構建地圖，從而達到同時定位和地圖構建的目的，又可以分為距離測量與數據提取兩個技術做討論。

- i. 距離測量：所有 SLAM 解決方案都包含某種設備或工具，允許機器人或其他車輛 觀察和測量周圍環境。這可以通過相機、其他類型的圖像傳感器、激光雷達激光掃描儀技術 甚至聲納來完成。本質上，任何可用於測量位置、距離或速度等物理 屬性的設備都可以作為 SLAM 系統的一部分。
- ii. 數據提取：一旦計算出這些測量值，SLAM 系統就必須有某種軟件來幫助解釋這 些數據。在這方面也有多種選擇，從一系列隔行掃描算法到其他類型的複雜掃描匹配。不過，所有這些“後端”解決方案本質上都服務於相同的目的：它們 提取距離測量設備收集的感官數據，並使用它來識別未知環境中的地 標。一個正常運行的 SLAM 解決方案會看到距離測量設備、數據提取軟 件、機器人或車輛本身以及所涉及的其他硬件、軟件或其他處理技術 之間的持續相互作用。所有這些元素都因用例而異，但為了讓任何 SLAM 系統準確地探索其 環境，所有這些元素都必須無縫地協同工作。



圖 38 SLAM 運用

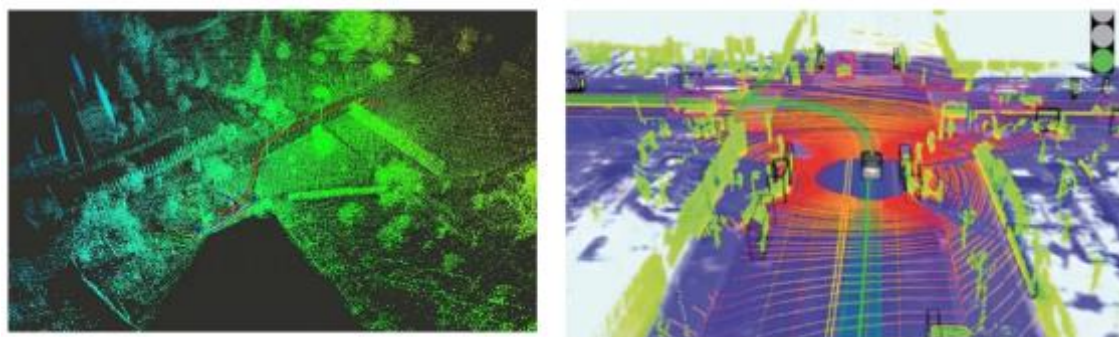


圖 39 距離測量/數據提取示意圖

(5) 3D 渲染 (3D rendering)

三維渲染是使用計算機從數字三維場景中生成二維影像的過程。為了生成影像，需要使用特定的方法和特殊的軟件和硬件。因此，我們需要了解三維渲染這個過程也就是構建影像的過程。

三維渲染的影像是生成兩種不同特點的軟件用於計算機動畫：渲染引擎和遊戲引擎。渲染引擎使用叫做『光線追蹤』的技術，而遊戲引擎使用『光柵化』的技術有些引擎混合使用這兩種技術。

首先，探討光線追蹤。V-Ray 就是使用這種技術。何謂光線追蹤？光線追蹤是通過追蹤來自攝影機的光線穿過像素的虛擬平面並模擬其與物體相遇的效果來生成影像的。為了創造效果，必須追蹤不同的光線。例如，為了獲得陰影，必須追蹤某些光線；為了獲得反射，必須追蹤其他光線等等這種技術被用來創建逼真的影像。如果我們必須計算場景中大量的燈光和物體，就會大幅增加渲染影像的時間。三維藝術家必須考慮場景中一切事物的影響，包括反射、折射和半透明，以及更複雜的元素，如置換、次表面散射和實例物體。

而光柵化是當今非常流行的方法，可以讓我們快速獲得影像，但沒有光線追蹤提供的逼真效果。光柵化在遊戲引擎中非常常見，最大的優點是能提供實時體驗，玩家可以在 3D 場景中移動並與之互動。

在光柵化中，屏幕上的物體是由虛擬三角形的網格創建的，這些三角形構成了物體的三維模型。在這個虛擬網格中，每個三角形的角被稱為頂點，它與其他形狀和大小不同的三角形的頂點相交。每個頂點提供特定的信息，通過收集所有數據，構成物體的形狀。然後，計算機將三維模型的三角形轉換為二維屏幕上的像素，我們就能看到最終的影像。

正如之前所述，光柵化技術在遊戲引擎中非常普遍。這種技術涉及大量計算，因為場景中的所有物體可能包含數百萬個多邊形，而屏幕上則有數百萬個像素。



圖 40 左為三維渲染示意圖、右為光線追蹤示意圖



圖 41 光柵化示意圖

參、專利檢索分析方法論

本研究主要是針對智慧座艙中 HUD 抬頭顯示器之技術蒐集、檢索與分析相關之專利，進而了解其技術現況以及專利布局情形等資訊。

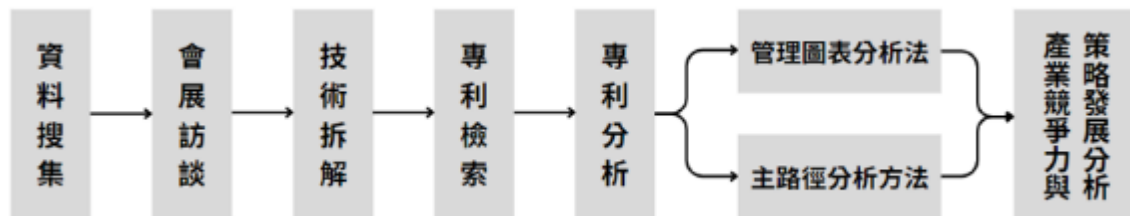


圖 42 專利分析與佈局流程圖

一、資料蒐集

多方資料蒐集包括智慧座艙與 HUD 等相關資料文獻，以及當前各國(德國、日本、韓國、美國與中國大陸等)主要汽車品牌在導入 HUD 應用車種及動力類型(EV 電動車或是傳統燃油車 ICE)、產業現況及產業鏈之相關資料文獻。

二、HUD 會展與訪談

(一) 參加 2024 年台北國際車用電子展覽會(AMPA)，參觀相關 HUD 發展成熟企業了解當前 HUD 特別是在 AR-HUD(3D)關鍵技術應用。



圖 43 AR-HUD 概念展示圖

- (二) 出題企業訪談，了解其需求與當前該公司之核心技能是否擁有足夠能力得以拓展 HUD 或 AR-HUD 之技術，以及未來營運發展方向，作為本文在給予建議之基礎延伸。
- (三) 透過認識之產業與證券公司研究員了解當前相關公司之 HUD 業務與車用電子發展獲取本研究之技術方向及指標國際企業。

三、 HUD 技術拆解

由上述之資訊獲知產業與產品技術相關資訊後，將 HUD 產品技術拆解為各主要零部件從光路徑之圖像生成器(PGU)、散光鏡、反射器、擋風玻璃(雙夾層玻璃及PVB 楔形模)在到 HUD 系統外的眼球追蹤。

同時廣泛且仔細的閱讀專利說明書之背景，總結等內容了解各零部件其功能與解決何等之問題，像是我們就透過閱讀專利說明書注意到 AR-HUD 即 3D 成像會有偏振與摩爾紋等困擾，因此相關以追蹤駕駛眼球(eye)、瞳孔(pupil)等字眼來解決視覺上的對焦與精準避免相關駕駛風險出現。

四、 專利檢索

本研究進行之專利檢索方法與步驟如下所述：

- (一)確定檢索範圍：以 AR-HUD 結合 HUD(Head-Up Display)等為主要檢索目標。
- (二)提取關鍵字：透過企業方法、產業報告、專業書籍、相關專利，以及前述產品技術拆解過程中得到技術專業用語及關鍵字。
- (三)專利檢索：將找尋出之關鍵字組合並進行檢索。

五、 專利佈局分析方法

(一)管理圖表分析法

透過產出的分析圖表，可以了解 AR-HUD 相關專利之產品技術分布，亦可透過專利權人所相對應的專利，釐清該專利權人於各國專利申請時間與佈局狀況，進而得知每個公司的專利分佈與布署情形，同時透過產業鏈與上中下游的分佈掌握那些專利所處的重要位置具有較高的價值。除此之外，以主要專利權人進行分析，進而整合產業資訊與專利分析成果作為 AR-HUD 專利分析資料庫，藉由此報告分析結果與資料庫內容提供廠商未來進行研發工作與專利佈局策略之參考。

(二)主路徑分析方法

主路徑分析是一種透過引證網路針對主要引證路徑的分析方式，可以使用於學術文獻的引證網路或是專利引證網路。引證網路中的主要路徑可以分為兩個步驟。第一步是檢索引證網路中所有引證鏈接的遍歷計數。第二步是通過根據遍歷計數值將重要的引證鏈接連接成一條路徑來搜索主路徑。我們使用關鍵主路徑分析來顯示多條主要路徑，並確保主路徑覆蓋被最重要的引證鏈接。關鍵路徑主要路徑可以提供發展軌跡的全貌。

在專利的主路徑分析中，專利分為三種類型。第一，匯點是指引用其他專利但未被其他專利引用的專利。第二，源點是指被其他專利引用但不引用其他專利的專利。第三，中間專利是指既引用其他專利又被其他專利引用的專利。主路徑所採用的 SPLC 演算法之結果中的每個節點中的技術發展技術軌跡較貼近實際狀況，因此本研究選用 SPLC 來做為演算方式。圖 44 中的示例為 SPLC 的計算方式。當一個連結源點至所有節點的所有路徑，包含自身路徑的經過次數。例如，網絡有三個源點，A、B 和 D；三個匯點，H、K 和 J；以及五個中間專利，C、E、F、G 和 I，鏈接 G-K 的 SPLC 值為 7，因為路徑 A-C-E-F-G-K、B-C-E-F-G-K、C-E-F-G-K、D-E-F-G-K、E-F-G-K、F-G-K 和 G-K 經過它。鏈接 F-I 的 SPLC 值為

6，因為它被 6 條路徑遍歷：A-C-E-F-I-J、B-C-E-F-I-J、B-C-E-F-I-J、C-E-F-I-J、D-E-F-I-J、E-F-I-J 和 F-I-J。在此示例網絡中，鏈接 E-F 在知識傳播中起著關鍵作用，因為它具有最大的 SPLC 值。

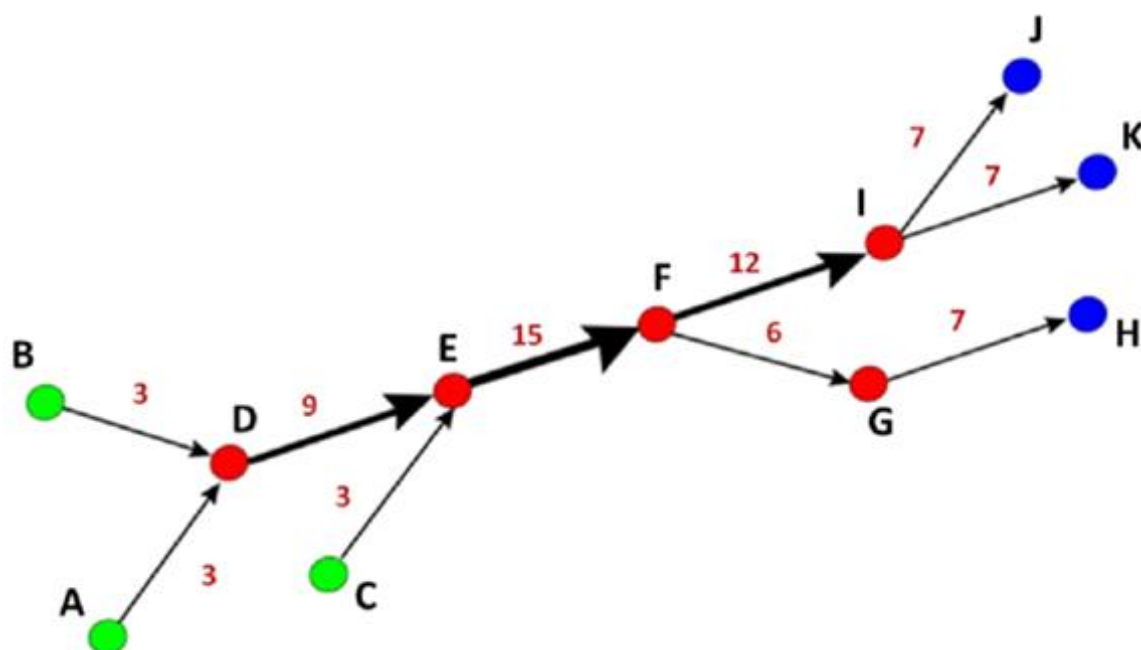


圖 44 專利主路徑分析圖

六、 產業競爭力與策略發展分析方法

藉由專利分析結果建議可於產品開發階段進行完整的確認與調查。後續將根據分析內容，提予國內廠商於技術研發、專利佈局、產品規劃、風險管控與市場行銷等觀點之建議。

肆、 檢索策略與實作

本團隊使用經濟部智慧局開發的「全球專利檢索系統(GPSS)」作為本次主題「智慧座艙 AR-HUD」的專利檢索，我們設定國家包括台灣、日本、中國、韓國、歐洲、美國以及 PCT 公開公告案，並建立以下檢索式較常出現之國家語言(英文、繁中、簡中、日文與韓文)。最後，根據出題廠商需求其想發展車用之 AR-HUD 技術產品。

[然本研究團隊廣泛閱讀產業報告與專利文獻注意到 HUD 與 AR-HUD 之零部件高度重疊]

根據本研究將 HUD 與 AR-HUD 產品技術拆解為各主要零部件從光路徑之圖像生成器(PGU)、散光鏡、反射器、擋風玻璃(雙夾層玻璃及 PVB 楔形模)此處為兩者零部件重疊之部分。因此本研究檢索方式將 AR-HUD 結合 HUD 相關之技術專利結合融入於專利檢索式當中，以致研究結果會包括部分 HUD，以確保 AR-HUD 相關專利與技術分析輪廓較為完整，於此特別說明。

本研究不設定起始日期，原因再在於我們無法界定明確的 HUD 與 AR-HUD 具體發展出來之時間，故檢索的時間區間範圍設定為:無起始日期 至 2023/12/31。

檢索方式主要分成四大區塊的關鍵字整理，一是針對 HUD 相關產品技術關鍵字進行蒐集；二則針對本研究團隊廣泛閱讀產業報告與文獻注意到，隨著近年 AR-HUD 興起，主要是以擴增實境(AR)3D 立體深度成像作為駕駛者視覺體驗，以及搭配創新的投影技術，如:全息投影(Holographic)與輕量化的光波導(Waveguide)為主，並因人類視覺會因 3D 成像而產生偏振與摩爾紋，因此透過眼球追蹤或是擴瞳器來調整駕駛者視線，根據上述發展樣貌將關鍵字建立於檢索式並要求其說明書需擁有抬頭顯示器(HUD)字眼，因此提取出相關 AR-HUD 專利技術。

三則以負面表列非車用用途之 HUD 相關關鍵字，本研究團隊注意到許多專利技術不一定會在專利說明書特別提及其為車載用途，但根據其專利申請人與圖形樣貌以及相關 IPC 分類號，可以斷定其為車用用途，故本研究團隊為避免產生偏誤，故決定以大量閱讀專利池中中部相關之專利，擷取其非車用用途關鍵字，皆先從前章節所掌握的產品技術背景，進行簡要的關鍵字搜尋，再藉人工閱讀部分專利並判斷出相關專利內含的可能關鍵字，經過團隊反覆討論與確認適合的關鍵字組成檢索字串。

最後則是依據 HUD/AR-HUD 主要應用於車用車載上頭且經出題廠商討論後其希望本研究團隊聚焦於車用市場發展，並結合其光學原理，而定下適當之 IPC 三階代號，以此提升檢索精準度，最後再透過結合上述各檢索字串做檢索。

一、 搜尋背景與過程遭遇問題

透過與出題廠商達運精密討論得知，廠商主要需求與動機為發展其在車用市場中之 AR-HUD 用途，其中因當前 2D-HUD(即 Combine-HUD 組合式，Winsheild-HUD 擋風玻璃式)市場過於擁擠且陷入紅海市場競爭，出題廠商期望發展下一代技術的 AR-HUD，即 3D 成像車載應用，因此本團隊著手此方向進行探討。

本研究為力求完整也從文獻，技術，產業，企業等構面探索並建立相關檢索式從智慧座艙的角度去嘗試結合 AR-HUD 找尋相關專利與技術交集，結果得到以下：

- (一)智慧座艙本身並無明確定義與技術組成。
- (二)智慧座艙專利說明書多形容車聯網之通訊網路技術與系統為主，並無與 HUD 有直接關聯之技術專利。
- (三)智慧座艙(中文/英文)專利所有權人多以中國大陸為主約佔 95%以上，歐美日韓較少，甚至可用幾乎不以此字眼作為專利名稱與摘要及說明描述。

因此我們認為智慧座艙是一個通泛的空間概念，且無明確定義與說明，因此本團隊將以 HUD 作為專利檢索趨勢之重點。

二、 AR-HUD 相關字串選定

如上述內容提及[本研究團隊廣泛閱讀產業報告與專利文獻注意到 HUD 與 AR-HUD 之零部件高度重疊] 透過閱讀總體專利解析，中文部分依據臺灣用法為「抬頭顯示器」，中國大陸用法為「平視顯示器」，英文部分則設定抬頭顯示相關字詞為「Head-Up Display 或是 Head-Up Displays，簡寫為 HUD」，同時我們注意到日本與韓國在 HUD 技術之重要性，因此將日文也納入「ヘッドアップディスプレイ」韓文「헤드 업 디스플레이」並設定檢索欄位於專利標題、專利摘要、專利權利範圍及專利描述。

當我們把 Head-Up Display 或是 Head-Up Displays 直接放入檢索，此時因為 GPSS 系統在識別名詞上會拆分上述三個單字，而將許多面板、半導體與生物科技之非檢索標的專利也納入，本研究為解決相關困擾，因此將 Head-Up Display 拆成 3 個關鍵字並以 AND 作為要求，檢索後前述遇到之問題獲得大幅解決，檢索更加精準，且主要都是車用車載之應用。

HUD 主要為汽車用途，因此本研究曾試過以車用，車載及其相關英文關鍵字進行檢索，但結果發現並非所有 HUD 專利皆會說明其用途為車用，當我們將關鍵字侷限在特定用途，那將限縮本研究檢索專利的範圍，因此本研究透過人工識別專利圖片，專利名稱與其專利摘要與描述等內容去列出負面表列(見表 6)，即列出所有與車用車載目的用途不相關之關鍵字，藉此篩出與車用較為關聯性之專利，確實從結果上，獲得相當大之成效，驗證了我們的邏輯。

另外，「AR-HUD」的關鍵字，本研究研讀了相關產業報告了 Head-Up-Display(HUD)的關鍵技術組成，發現不論是組合式(Combine-HUD)、擋風玻璃式(Winsheild-HUD)或是本文的 AR-HUD，其技術組成具有高度重疊性，在專利相關文件並不會特別強調說明該專利之用途為上述哪一種類別，若僅是用 AR-HUD(3D)或是透過負面表列列出組合式(Combine-HUD)、擋風玻璃式(Winsheild-HUD)等關鍵字，專利檢索結果將並不完整且有缺漏。

本研究根據初審評委建議建立與 AR-HUD 有關聯之空間成像詞彙與技術，分別為表 5，並於其後面建立 AND HUD 抬頭顯示器相關字眼，以此將檢索範圍限制於 AR 相關且 HUD 之專利技術，獲得相當正面之成效。

表 4 專利檢索結果

說明	檢索關鍵字	檢索欄位	其他說明	專利件數
HUD 抬頭顯示器	(HUD OR 抬頭顯示器 OR 平視顯示器 OR ヘッドアップディスプレイ OR 헤드 업 디스플레이)@TI,AB,CL,DE AND(head)@TI,AB,CL AND (UP)@TI,AB,CL AND(DISPLAY OR DISPLAYS)@TI,AB,CL	<TI or AB or CL or DE>	1.檢索去重 2.專利家族去重	8507
			公開公告日期： 無起始日期 至 2023 年 12 月 31 日	

表格來源：本研究整理

三、 最終檢索式設定邏輯

(一) 建立 AR-HUD 相關專利關鍵字

表 5 AR-HUD 專利關鍵字

英文	繁中	簡中	日文	韓文
AR	擴增實境	扩增现实	拡張現実	증강현실
Augmented Reality	-	增强现实	-	-
HOE	全息投影	全息	ホログラフィック	홀로그래피
Hologram	-	-	-	-
Holography	-	-	-	-
Holographic	-	-	-	-
Waveguide	光波導	光波导	ウェーブガイド	도파관
3D	三維	三维	三元	입체적인
Three Dimentional	-	-	三次元	-
Multi-Depth	-	-	さんじげん	-
Pupil expander	擴瞳器	虹膜扩张	-	-
Pupil expansion	瞳孔擴張	-	-	-
Eye	眼	-	目	눈
Eyebox	眼盒	-	ひとみ	안구
Eye Tracking	眼球追蹤	-	-	-
Eye Tracker	-	-	-	-
Naked Eye	裸眼	-	-	-

表格來源：本研究整理

(二) 非車用目的用途關鍵字，以 NOT 負面表列

附表 6 HUD 與 AR-HUD 之 NOT 負面用途關鍵字，皆為本團隊成員逐筆人工確認，本研究大致發現中國大陸 HUD 技術為近 10 年才快速興起，而歐美國家最初為航太軍事用途而後延伸至其他領域應用，因此本研究閱讀原始歐洲與美國的全部筆數約 2500 筆，將其非車用用途 HUD 與 AR-HUD 關鍵字進行檢出成為表 5 之非車用目的用途關鍵字。

表 6 HUD 非車用目的用途關鍵字，負面表列

種類	英文	繁中	簡中	日文	韓	說明
狀態形容	OR Wearable	穿戴式	可穿戴	ウェアラブル	착용형	一般車用 HUD 多為前裝設備，安裝於駕駛儀表板後方，不易拆卸為固定式。而如果是 10 多年前組合式 HUD 則為可攜式，可移動式，多為後裝 AM 市場應用；另部分 HUD 非車用用途可能是個裝置可於使用者結合，因此有頭戴式與便攜式之相關專利。
	OR Portable	便攜的	便携式	ポータブル	휴대용	
	OR Head-Mounted	頭戴式	头戴式	ヘッドマウント	헤드 마운트형	
配件式	OR Helmet	頭盔	头盔	헬멧	헬멧형	部分 HUD 技術會結合安全帽，AR 眼鏡，或是頭盔帽子等頭戴式配件結合內容資訊，明顯與車用規格用途不相同。
	OR Glasses	眼鏡	眼镜	メガネ	안경형	
航太用途	OR Aircraft	飛機	飞机	航空機	항공기	HUD 最早應用於航太戰鬥機等飛行器，因此我們
	OR Flight	航班	飞行	フライト	비행	
	OR Plane	飛機	飞机	飛行機	비행기	

						閱讀檢視相關關鍵字(航空飛行器，飛機等字眼)，也成功將BAE與Rockwell Collins等航太系統公司從我們前十大申請人篩除。
醫療用途	OR Medical	醫療的	医疗	医療	의료	HUD在醫學用途多出現於醫療照護的看護裝置，或是醫學配件以及醫生於手術室進行手術過程所配戴的裝置以協助其進行手術更加精準與專注。
	OR Mask	口罩	口罩	マスク	마스크	
	OR Surgery	手術	外科手术	外科	외과	
遊戲娛樂用途	OR Game	遊戲	游戏	ゲーム	게임	HUD因具有穿戴式、頭戴式等模式，一般多結合VR作為遊戲娛樂應用。
	OR VR	虛擬實境	虚拟现实	仮想現実	가상현실	

表格來源：本研究整理

(三) IPC 分類號之選擇設定

附表 7 本研究參考 HUD 與 AR-HUD 之相關應用與光學原理，將專利檢索式之 IPC 設定為表 7 之三階分類號。

表 7 IPC 專利三階分類號

三階分類號	三階分類號意涵	說明
B60J	車輛的窗，擋風玻璃，非固定車頂，門或類似裝置；專門適用於車輛之可移動的外部護套	因 HUD/AR-HUD 之光路投影皆須透過擋風玻璃作為投影介質，故選之。
B60K	車輛動力裝置或傳動裝置之佈置或安裝；兩個以上不同的原動機之佈置或安裝；輔助驅動裝置；車輛用儀表或儀表板；車輛動力裝置與冷卻、進氣、排氣或燃料供給結合的佈置	因 HUD/AR-HUD 所投影之資訊內容即為車輛用儀表或儀表板之延伸
B60R	其他類不包括的車輛，車輛配件或車輛部件	因 HUD/AR-HUD 之系統集成安裝並結合於汽車許多部件，故選之。
G02B	光學元件或系統或儀器	因 HUD/AR-HUD 之核心原理為光學 又其五階分類號 G02B 27/01 為抬頭顯示器之代表，故選之。

表格來源：本研究整理

(四) 本研究最終檢索式設定

本研究藉由抬頭顯示器及各國用法提出關鍵字檢索並結合 HUD 與 AR-HUD 之非車用目的用途關鍵字，負面表列。最後並定出相關 IPC 三階分類號得出以下表 8 檢索關鍵字，公開公告日期設定截止 2023 年 12 月 31 日，並新增檢索去重、專利家族去重。

表 8 關鍵字專利檢索結果表

說明	檢索關鍵字	檢索欄位	其他說明	專利件數
HUD 與 AR- HUD 抬頭顯示器	(((HUD OR 抬頭顯示器 OR 平視顯示器 OR 헤드업 디스플레이 OR 헤드업 디스플레이)@TI,AB,CL,DE AND(head)@TI,AB,CL AND (UP)@TI,AB,CL AND(DISPLAY OR DISPLAYS)@TI,AB,CL) OR ((AR OR Augmented Reality OR 擴增實境 OR 扩增现实 OR 拡張現実 OR 증강현실 OR HOE OR Hologram OR Holography OR Holographic OR 全息投影 OR 全息 OR 홀로그래픽 OR Waveguide OR 光波導 OR 光波导 OR 웨ーブ 가이드 OR 도파관 OR 3D OR Three Dimentional OR Multi-Depth OR 三維 OR 三維 OR 三元 OR 입체적인 OR Pupil expander OR Pupil expansion OR Eye OR Eyebox OR Steerable Eyebox OR Eye Tracking OR Eye Tracker OR Naked Eye OR 瞳孔 OR 虹膜 OR 眼 OR 目 OR 눈)@TI AND (HUD OR 抬頭顯示器 OR 平視顯示器 OR 헤드업 디스플레이 OR 헤드업 디스플레이)@TI,AB,CL,DE) NOT (Wearable OR Portable OR Head-Mounted OR Helmet OR Glasses OR Aircraft OR Flight OR Plane OR Medical OR Mask OR Surgery OR Game OR VR OR 穿戴式 OR 便攜的 OR 頭戴式 OR 頭盔 OR 眼鏡 OR 飛機 OR 航班 OR 飛機 OR 醫療的 OR 口罩 OR 手術 OR 遊戲 OR 虛	<TI or AB or CL or DE>	1.檢索去重 2.專利家族去重	7692
			公開公告日期： 無起始日期 至 2023 年 12 月 31 日	

擬實境 OR 可穿戴 OR 便携式 OR 頭戴式 OR 头盔 OR 眼鏡 OR 飞机 OR 飛行 OR 医疗 OR 口罩 OR 外 科手術 OR 游戏 OR 虚拟现实 OR ウェアラブル OR ポータブル OR ヘッドマウント OR ヘルメット OR メガネ OR 航空機 OR フライト OR 飛行機 OR 医療 OR マスク OR 外科 OR ゲーム OR 仮想現実 OR 착용형 OR 휴대용 OR 헤드 마운트형 OR 헬멧형 OR 안경형 OR 항공기 OR 비행 OR 비행기 OR 의료 OR 마스크 OR 외과 OR 게임 OR 가상현실)@TI) AND ID=:20231231 AND (IC=G02B* OR IC=B60J* OR IC=B60K* OR IC=B60R*)			
---	--	--	--

表格來源：本研究整理

四、 檢準率

$$\text{檢準率} = \text{專利池中符合檢索標的件數} \div \text{專利池專利件數} \times 100\%$$

檢準率意指檢索後所獲得的專利池中，符合檢索標的之比例。為了解本次研究檢索出的專利相關程度，本研究採用抽樣的方式進行檢準率計算，本研究以 GPSS 檢索系統頁面結果作為樣本，總樣本數筆 7692 筆，本研究依照每頁 40 筆資料，總計 193 筆，按照每頁第 1 筆作為抽檢樣本。

總計抽樣 193 筆，其中 13 筆不符合要求。此分析檢準率預估為 93.26%。

表 9 本研究抽檢出不符合要求之樣本說明

頁數 (專利公開公告號)	說明	頁數 (專利公開公告號)	說明
第 2 頁 (TW202035498A)	全像記錄用組合物，為一化合物	第 26 頁 (US09864194B2)	航空飛行員頭盔顯示器
第 11 頁 (US20200348519A1)	頭盔式穿戴裝置內件眼鏡	第 30 頁 (US07928862B1)	螺旋飛機應用抬頭顯示器
第 17 頁 (US11550095B2)	鏡形狀中具有大視野的彎曲光學透明	第 66 頁 (JPH10-123453A)	擴增實境眼鏡
第 2 頁 (US11209656B1)	VR 近視眼鏡	第 68 頁 (JPH07-333545A)	觀察鏡之光學技術
第 21 頁 (US10807531B2)	虛擬實境過山車	第 154 頁 (CN107272198B)	用於頭戴顯示器，具有顏色校正的彎曲目鏡
第 22 頁 (US10634920B2)	智慧眼鏡結合感測偵測系統	-	-
第 24 頁 (US10332294B2)	用於空中加油操作狀態和訊號發送的平視顯示器的方法和系統	-	-
第 25 頁 (US10108012B2)	頭戴式面罩	-	-

資料來源：本研究整理

五、 檢全率

$$\text{檢全率} = \text{檢索後所獲得專利池中符合檢索標的件數} \div \text{專利資料庫中符合檢索標的件數} \times 100\%$$

我們需要確認自行設定的檢索式檢索出來的結果在整體資料庫中符合標的之專利池中佔

比如何，即可知道我們的檢索式是否可以找到最多數量並符合標的之專利，因此本研究採取廠商法的檢驗方式，利用本次檢索所知之有在 HUD 領域耕耘的公司之總體 HUD 的專利數量作為基準，檢驗本次檢索中找到的該公司之 HUD 專利數量佔其總體比例為何，作為檢驗本次檢索結果是否完全之依據，以下將以 Envisics 作驗證：

Envisics 是一家以動態全息技術(dynamic holography)領域為名的新創公司，目標是通過先進的顯示技術，革新駕駛員與車輛及周圍環境互動的方式，致力於開發未來抬頭顯示器(HUD)和擴增實境(AR)相關的新技術。該公司由執行長 Dr. Jamieson Christmas 於 2018 年創立，其 AR-HUD 具有多項先進功能包含能提供近距離和遠距離影像平面，覆蓋從 2.5 米到 100 米的距離的雙影像平面，讓駕駛員具有更好的深度感知和更全面的道路覆蓋，同時其 HUD 比傳統系統小 40%，且能效提高 50%、高解析度、亮度和色彩飽和度提供清晰且鮮豔的顯示，並具有自我修正軟件，讓系統內置軟件可自動校正任何失真，確保一致的顯示品質。

5

為了找出 Envisics 公司的所有與車用相關的 AR-HUD 專利案件，本研究利用申請人方式，搜尋 GPSS 系統中 Envisics 公司的中、英、日、韓文的公司名稱，並帶入 AR-HUD 之關鍵字，完整檢索式為：(ENVISICS OR 恩維世 OR ENVI シクス リミテッド OR 엔비직스 엘티디)@AX_L，共得 786 筆。

經 GPSS 系統雙重去重檢索結果後，專利案件為 170 筆，並瀏覽確認皆為 Envisics 公司所擁有；再人工判斷是否真正為本次的研究標的，即 AR-HUD 抬頭顯示器的相關專利，以計算檢全率。而本研究著重於用於為車輛之 AR-HUD 設計之專利，故透過人工審閱的方式確認專利內容是否涉及相關技術，並排除光檢測系統與方法等不涉及抬頭顯示器本身的案件，才作為本次整體相關專利資料庫母體，其數量共為 54 件專利資料。

本次檢索結果中所得 Envisics 公司共 45 件，經檢全率公式計算 $45 \div 54 \times 100\% \div 83\%$ ，故可得檢全率為 83%。

⁵ Envisics 官網 <https://envisics.com/our-technology/>

伍、專利佈局趨勢分析

一、全球歷年申請趨勢

以圖 45 和表 10 的申請趨勢來看，全球在 2011 年專利件數整體趨勢上升，經產業資訊搜尋發現，大約是 2012 年與 2013 年美國德州儀器推出 DMD 晶片，其有助於將 HUD 立體成像從過去的 2D 轉往 3D 發展，而成為全球在 AR-HUD 發展關鍵轉捩點。

而由表 10 細分近十年各局的申請件數，可見中國與日本的申請數量常年高於其他國家，中國在 2023 年申請數量達到近年最多 479 件；日本則在 2019 年申請數量達到高峰 231 件，由此可知目前開發 HUD 與 AR-HUD 抬頭顯示器的相關公司在中國與日本在持續地進行專利申請與佈局。

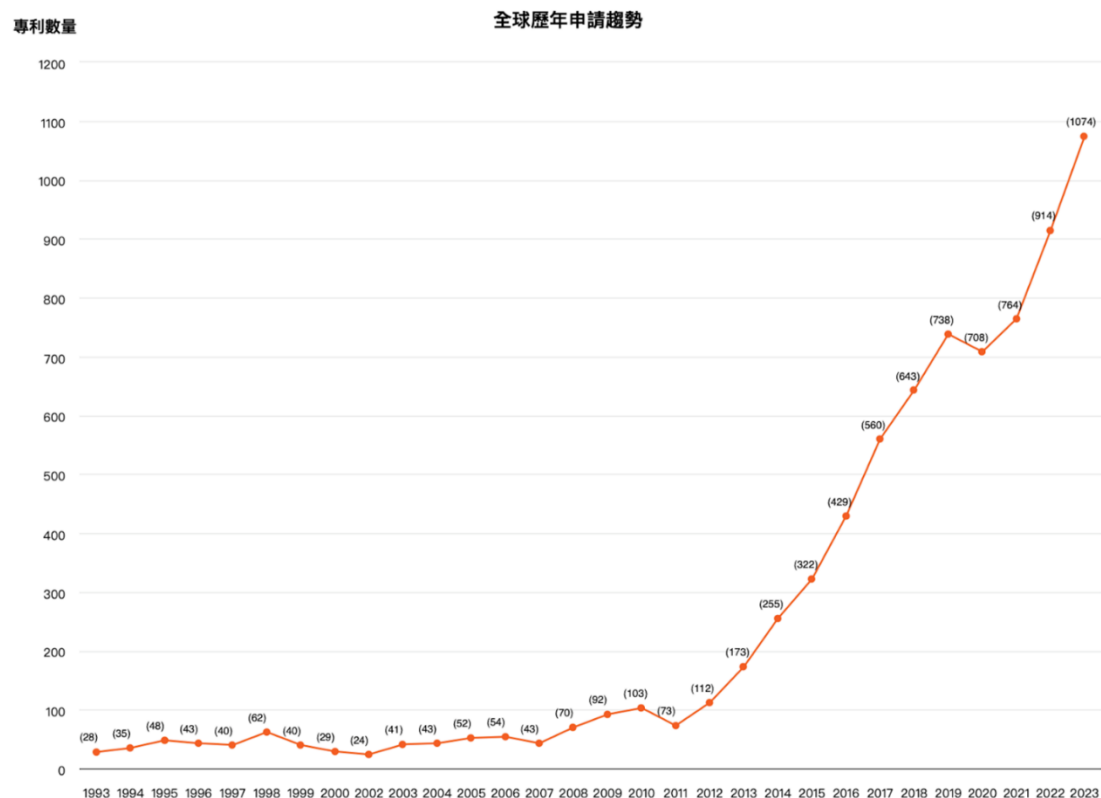


圖 45 全球歷年申請趨勢

資料來源：本研究整理

表 10 各局近十年申請件數

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
JP	54	63	74	137	150	200	231	172	150	177	153
CN	32	62	98	104	114	159	182	202	271	410	479
WO	40	55	34	59	141	106	147	141	149	92	134
US	12	30	39	52	70	80	98	117	87	142	172
KR	17	31	58	49	63	60	46	38	71	57	71
TW	12	9	12	21	18	24	21	12	16	18	31
EP	4	3	2	3	3	9	10	17	16	12	17

資料來源：本研究整理

二、 技術生命週期分析

依專利申請人數及專利申請件數，無起始申請年到 2023 年期間，所繪製出的技術生命週期圖，由圖 46 可得知，2012 年以前，專利申請人及專利申請數量皆少於 100 件，由此可知該技術剛起步還在剛發展階段是屬於「技術萌芽期」，從 2013 年開始到 2023 年期間進入「技術成長期」階段，本研究透過產業新聞⁶發現到 2012 年數位光源處理(DLP)微投影技術開始獲得高階車廠注目，例如：賓士(Mercedes-Benz)和奧迪(Audi)等，另外本研究也注意到 2016 年後專利申請人及專利申請件數皆超過四百出現跳升與突破，參見當時歐美國家開始制定 ADAS 相關法規，車聯網技術成熟，皆讓 HUD 之技術及其投影駕駛資訊有其意義，更重要的是電動車快速進入市場，結合大架構的智慧座艙概念，新的需求以及科技創新都給予 HUD 嶄露頭角的舞台。

在 2019 年專利申請件數達到小高峰，在 2020 年出現小幅回落，而後專利申請件數開始呈現成長趨勢樣貌，因此透過技術生命週期圖的趨勢來看該產品技術仍處於技術快速成長階段，似乎還沒有落入到「技術衰退期」階段，因此還極具有成長發展潛力。

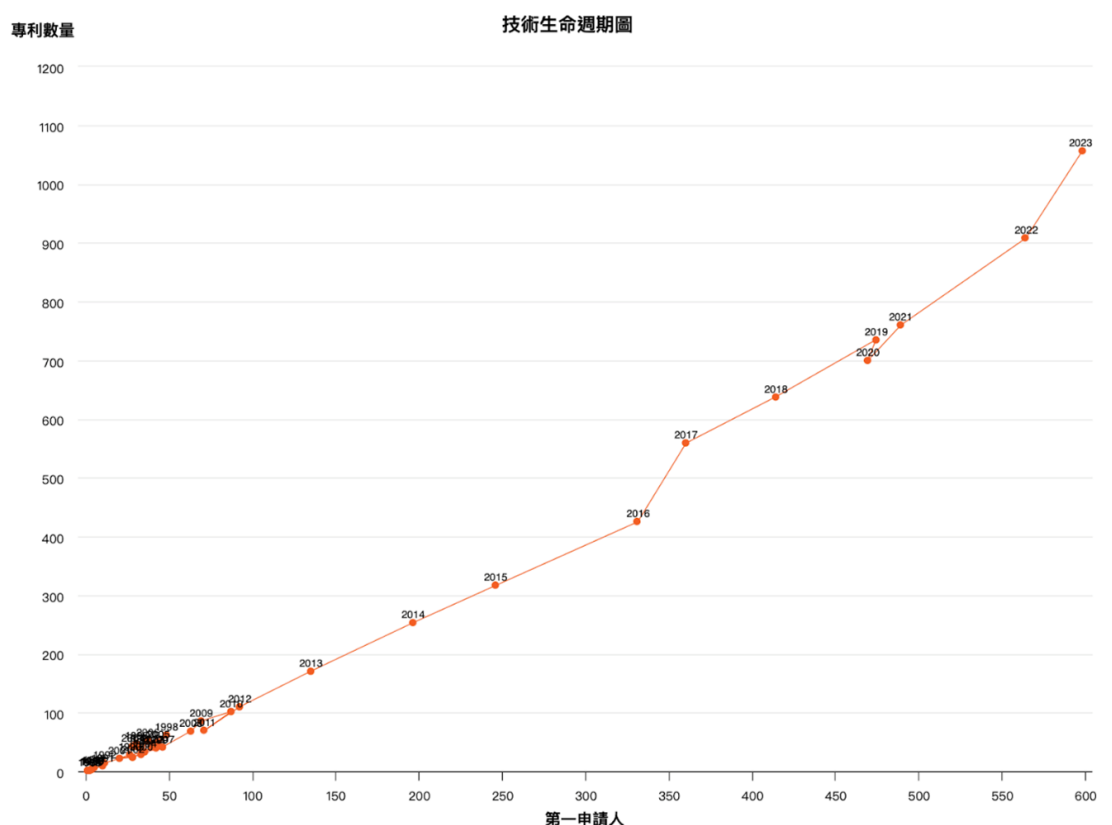


圖 46 技術生命週期

資料來源：本研究整理

⁶ 游資芸(2012 年, 2 月 16 日),「瞄準頂級車市場 DLP 微投影導入 HUD 應用」,新電子產業報

三、 各國歷年申請趨勢分析

(一) 中國

中國在此領域的發展情形於一直都落後於其他各國，從圖 47 中能發現 2011 年前，中國幾乎沒有相關專利申請，到了 2012 年開始出現成長趨勢，2013 年後爆發成長，我們認為這除了跟前述所提 HUD 投影技術演進有關聯，更可能是中國本土汽車廠崛起，不在是過去以合資車廠為主的驅動模式，像是比亞迪，吉利等品牌，帶動本土車廠一階供應鏈(Tier1)的技術成長，結合後來中國政府出台一系列電動車補貼政策，刺激本土品牌與供應鏈發展(其中應也包含 HUD 與 AR-HUD 有關系統元件等)，而到了 2020 年後更是迎來一段跳升成長，申請件數連年上升，到 2022 年為高峰，且 2022 年單年度申請件數達到 400 件，而 2023 年的件數仍保持 400 件以上，由此可知中國目前正處於蓬勃發展的時期。

更值得注意的是我們在研究車廠 HUD 合約時，看到 2023 年英國汽車品牌 Jaguar Land Rover 集團⁷向中國廠商水晶光電進行採購 HUD 系統，這說明中國廠商的 HUD 產品可能已逐步開始出貨至歐美國際車廠，或是開始進行共同開發。

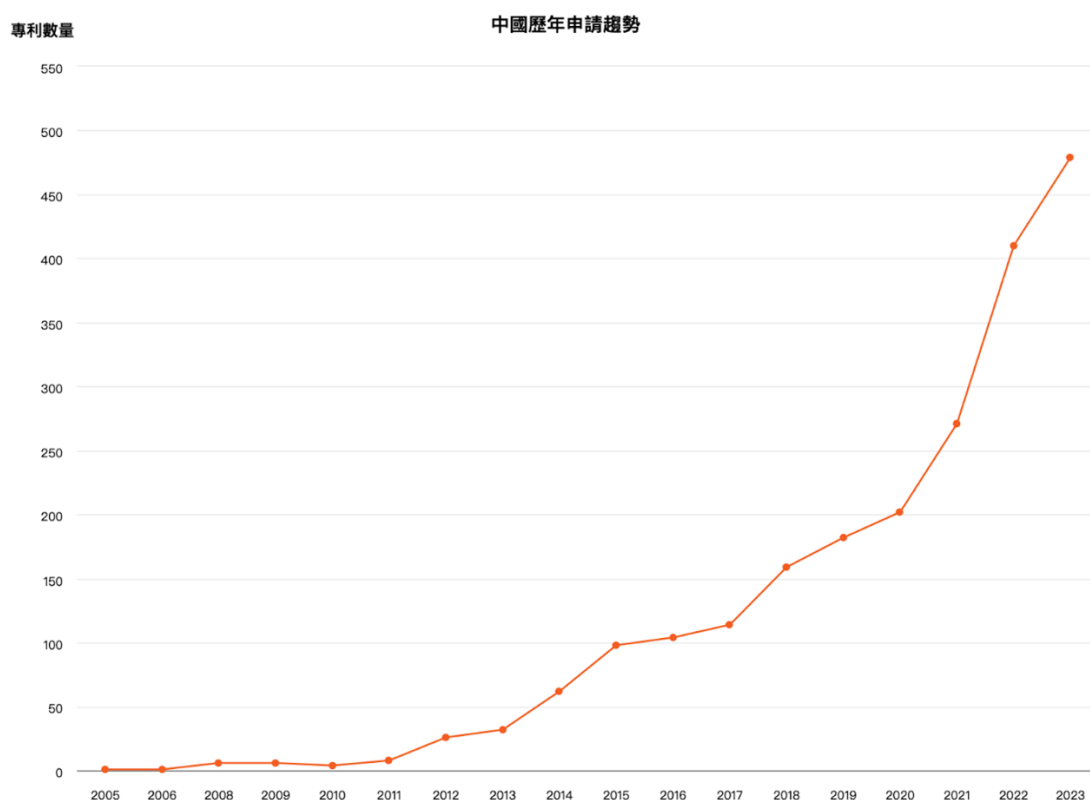


圖 47 中國歷年申請趨勢

資料來源：本研究整理

⁷ 2023 年 5 月 6 日，浙江水晶光電科技於中國證券訊息公開網站發佈「關於公司獲得海外 HUD 項目定點通知書的公告」

(二)日本

日本在此領域的發展情形一直都領先於其他各國，且從 1993 年就有相關技術，本研究相信這有賴於其產業在汽車零件與光學發展之先進成熟，從圖 48 中也能發現自 1993 年開始的專利申請量到 2014 年處於技術探索階段，尚未出現大幅成長，直到 2015 年開始，且 2019 年單年度申請件數達到近 231 件，在這之後日本在相關專利申請數量雖然沒有持續成長，但也維持一定的專利申請數量，如果對照中國的專利申請趨勢，2020 年的數量突然激增超越日本專利的申請量，中國與日本在相關專利技術出現，黃金交叉，背後原因可能來自於中國車廠及自主供應鏈及智慧汽車概念崛起。

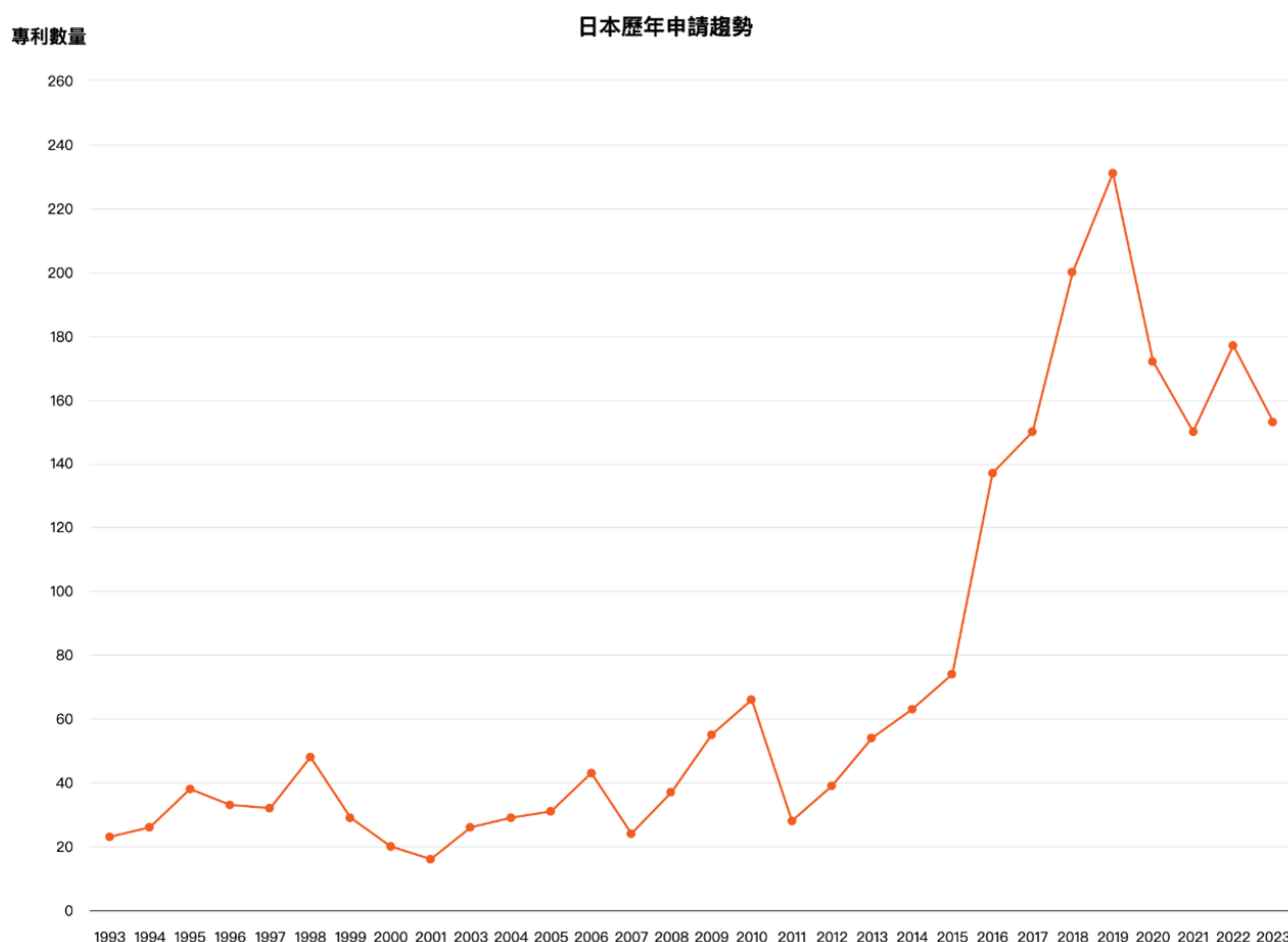


圖 48 日本歷年申請趨勢

資料來源：本研究整理

(三)韓國

可透過下圖 49，發現韓國早在 1994 年在此領域即有相關技術發展，本研究認為這主要與韓國擁有蓬勃興盛的汽車、電子零組件以及光學面板業，從 1994 開始到 2011 年，韓國在相關技術專利的申請屬於穩定但非成長的階段，但至 2012 年開始韓國在相關技術專利進入快速成長階段，一直發展至 2015 年；2016 年到 2017 年出現成長，本研究認為這是相當關鍵的產業背景，主因在於當時韓國三星電子以 80 億美金收購美國汽車電子平台商 Harman，展現其布局車用市場領域之決心與動機；2018 年到 2020 年出現小幅下滑，而後到 2021 年到 2023 年出現再次成長，可見韓國在相關專利技術申請仍處於穩定發展，本研究認為這可能與韓國汽車產業的持續進步及光電面板業的 LG Electronics 也在 2021 年提出 Enhancing the driving experience with Augmented Reality⁸ 的營運策略，相信韓國在整體供應鏈有相當密切關聯，近幾年韓國發展電動車(EV)及相關智慧化應用，包括使用各類 AR-HUD 導入車輛使用。

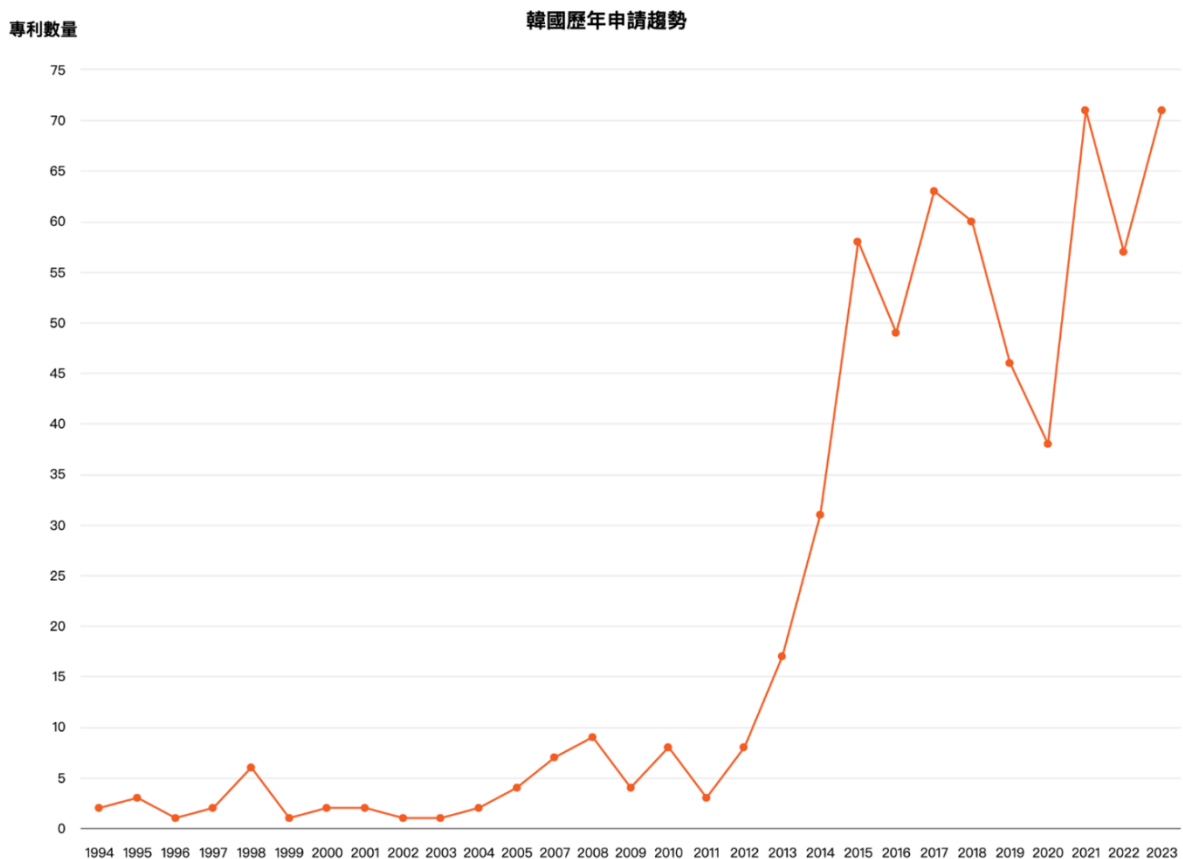


圖 49 韓國歷年申請趨勢

資料來源：本研究整理

⁸ LG Eletronic(2021/11/11)，Press Release Enhancing the driving experience with Augmented Reality。
<https://www.lg.com/global/mobility/media-center/press-release/enhancing-the-driving-experience-with-augmented-reality>

(四)美國

可透過下圖 50，注意到美國在此領域的發展是所有國家當中最早的 1987 年情形屬於穩定成長，一直到 2012 年申請數量上保持在 20 件左右並沒有極大的表現，2013 年至 2020 年出現大幅成長趨勢，此時期成為美國在相關專利技術的主要成長階段，每年申請之件數突破 100 件，並持續增加，而 2020 年至 2021 年出現小幅衰退並跌破 100 件，而後 2022 年與 2023 年開始持續成長，單年數量突破 140 件，雖然相較於中國和日本數量不算多，但是都說明了該技術專利仍處於成長階段。

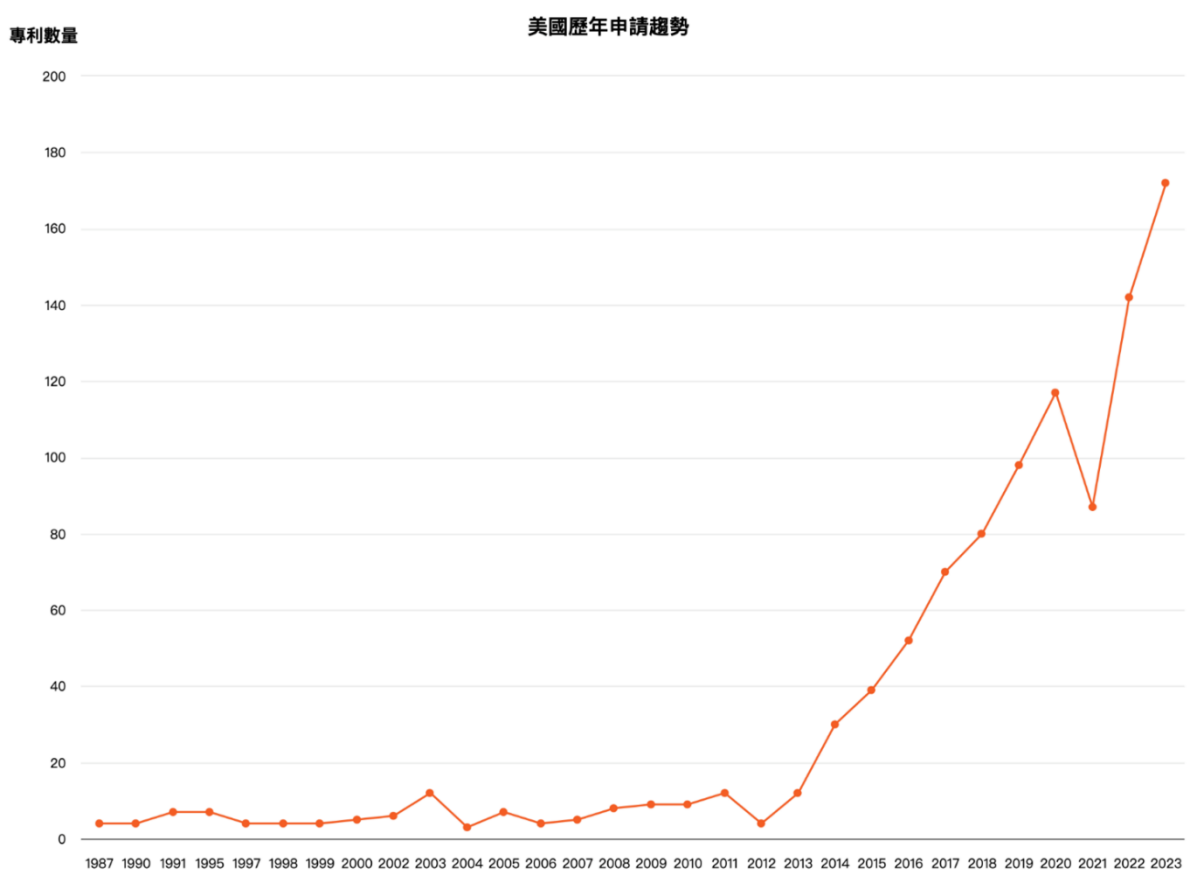


圖 50 美國歷年申請趨勢

資料來源：本研究整理

(五)歐洲

可透過下圖 51，注意到歐洲專利數量並不多，但在有關技術專利發展上僅次於美國的 1987 年，歐洲自 1989 年到 2017 年每年申請之專利數量少於 5 件。2018 年後出現成長，每年申請數量突破 10 件，2021 年至 2022 年專利申請數量出現小幅減少，2023 年後持續成長，數據顯示各主要廠商在歐洲投資佈局不多，然而這並不代表 AR-HUD 專利技術不會導入歐洲主要車廠。因為本研究團隊根據許多產業分析報告發現許多歐洲車廠如、2019 年大眾汽車的 ID.3 平台所採用的 AR-HUD 即是跟韓國的 LG Eletronic 採購⁹、2020 年的賓士(Mercedes-Benz)S-Class 之 AR-HUD 系統是向日本的日本精機(Nippon Seiki)採購

總言，本研究認為歐洲之專利申請數量樣本較少，目前較難看出其發展趨勢屬於技術成長或是技術成熟階段。

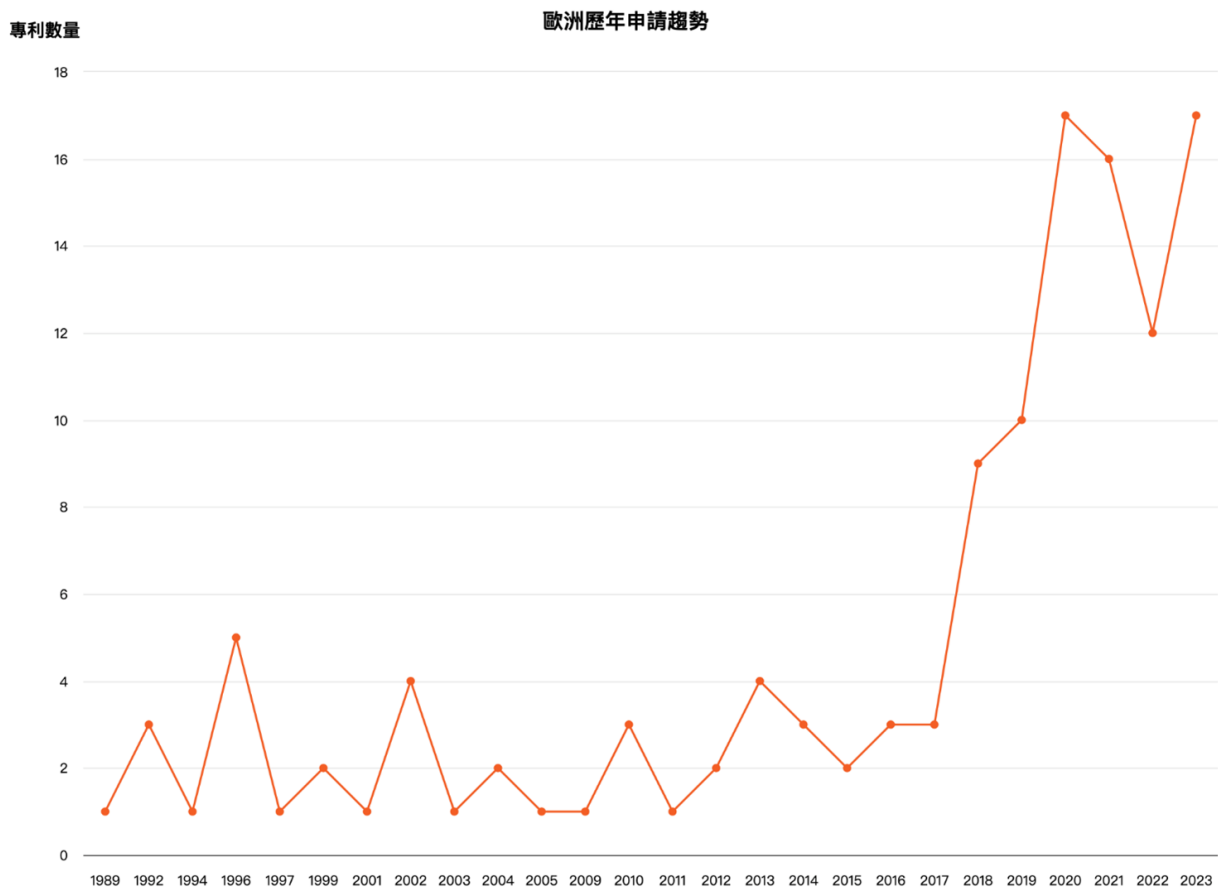


圖 51 歐洲歷年申請趨勢

資料來源：本研究整理

⁹ 林怡伶，福斯 ID.3 搭載 AR HUD 由樂金供應，2019 年 9 月 19 日，DIGITIMES 新聞 https://www.digitimes.com.tw/tech/dt/n/shwnws.asp?id=0000568685_Q8V7JZTG713W2U6YT9NHE
NIPPON SEIKI，News Release:Started delivery of AR head-up display – Adoption of Nippon Seiki’s first AR-HUD using the technology，2021/02/01

(六)台灣

台灣的專利數量相較於中國與日本並不算多，1991 至 2014 年申請數量每年皆低於 12 件。2014 年開始到 2016 年呈現成長趨勢，但到了 2017-2019 年專利申請量開始出現小高峰，到 2020 年後專利申請量觸底反彈一路成長至 2023，出現第二成長曲線。

總結來看，台灣申請相關專利並不算多，主因來自台灣本身並沒有知名的汽車品牌或是完整的車用零組件供應鏈，過去台灣擅長的是後裝市場(After Market,AM)，近年開始有廠商轉型為成為前裝一階汽車供應商(Tier1)因此積極投入發展 HUD 與 AR-HUD，成為相關供應商¹⁰，而本研究認為 2020 年後的第二成長曲線動能除了像是怡利電這種打入車廠的企業外，更重要的是 2020 年後車用電子成為國際電子 EMS 廠爭先恐後進入的創新應用，以及台灣光電面板業的轉型，帶動台灣在相關專利技術的申請。

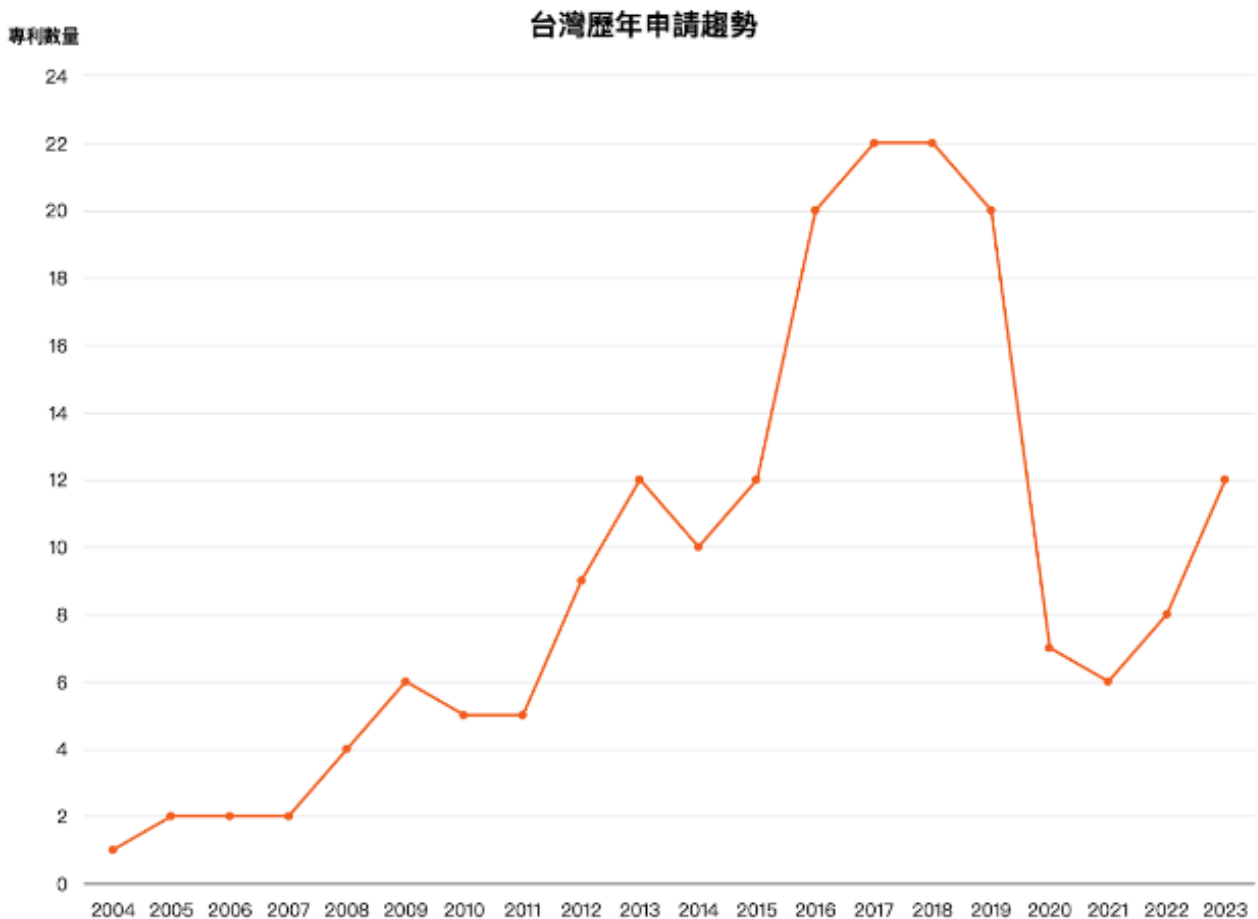


圖 52 台灣歷年申請趨勢

資料來源：本研究整理

¹⁰ 方韋傑(2023，4月13日)。怡利電 3D AR-HUD 獲歐洲客戶導入新示範案。自由時報。財經版-證券產業。

(七)小結

根據上述圖表可以發現儘管美國的專利申請時間最早，但在後續數量申請，以日本為主，而日本則在 2020 年後面臨中國的專利數量成長與超越，中國在近 3 年更是他國申請數量的數倍，累積產生出許多專利，表示許多公司將中國也列為一重點佈局國家，而我國的發展雖也有持續，但數量及規模相較起中國就少了許多。

另外，就發展的時間軸分析，本研究注意到上述國家皆在 2019 或 2020 年在相關領域專利申請上出現反轉落底，經過 1 到 2 年時間又進入成長階段，背後原因值得本研究密切關注。不過就整體而言，除了日本外的其他國家，目前在相關領域的專利發展都是持續增加，也代表該領域技術發展應用仍有極大的發展空間。

四、各國十大主要專利申請人專利數量分析

(一)全球十大主要專利申請人

表 11 為根據檢索式所找尋近 20 年來全球前十大主要專利申請人，分析主要專利申請人可知道產業的主要參與者有哪些，知道該產業的領導者是誰，第一名為日本的日本精機申請總量達 719 件，申請總量領先第二名日本電裝公司 393 件，第 3 名到第 5 名依序為現代汽車集團、中國未來黑科技與日本松下電器，其申請總量分別為 315 件、144 件及 138 件，第 6 名之後申請總量大致維持 100 件附近，前十名主要專利申請人依排序分別為：日本精機、日本電裝、現代汽車集團、未來黑科技、日本松下電器(Panasonic)、豐田汽車、先鋒電子(Pioneer)、麥克賽爾(Maxell)、矢崎總業(Yazaki)與聖戈班玻璃。該些申請人以申請日本，中國專利為主，以汽車品牌及汽車電子與零部件相關 Tier1 供應商為主。

表 11 全球十大申請人

	JP	WO	CN	FR	DE	EP	US	KR
NIPPON SEIKI 日本精機	521	196	2	0	0	0	0	0
DENSO 日本電裝	355	38	0	0	0	0	0	0
韓國 HYUNDAI 現代汽車	0	0	7	0	1	0	40	267
中國 FUTURUS 未來黑科技	0	7	137	0	0	0	0	0
PANASONIC 日本松下電器	29	47	0	0	0	1	61	0
TOYOTA 日本豐田汽車	77	2	2	0	0	1	34	0
PIONEER 日本先鋒電子	44	57	0	0	0	2	0	0
MAXELL 日本麥克賽爾	53	47	0	0	0	0	0	0
YAZAKI 日本矢崎總業汽車	96	4	0	0	0	0	0	0
法國 SAINT-GOBAIN GLASS 聖戈班玻璃	0	76	6	1	2	2	11	0

資料來源：本研究整理

(二)日本十大主要專利申請人

日本的主要申請人如圖 53，大多曾開發與汽車零組件相關產品，並位於汽車產業鏈上的特定位置。第一名為日本精機，為汽車零部件製造商。產品範圍包括汽車和摩托車的儀表組和其他抬頭顯示器應用產品，其更早在 2020 年推出 AR-HUD 供應與德國賓士汽車 S-Class 系列；第二名的日本電裝公司較多是 Tier1 汽車零部件供應商，其股東有豐田汽車，因此雙方業務合作緊密，提供開發車用電子系統、駕駛座艙與輔助系統；第三名的 Panasonic 則從其本業家電光學技術拓展延伸至 AR-HUD 領域，其以中小型車款作為市場入門，更在 2021 年的美國 CES 消費性電子展上展示 AR-HUD 抬頭顯示器，結合 SPYDR 駕駛艙域控制器的 AI 技術；第四名的 Maxell 公司，隸屬於 HITACHI 日立集團，主要的產品是鹼性電池、光學元件及 LCD 和雷射投影儀，透過後者之核心投影技術以及自身開發的自由曲面光學技術。車用小型化 AR-HUD。而第六名的豐田汽車公司則是全球具有規模之汽車品牌，其擁有多項 HUD 技術，關係企業日本電裝則更是 HUD 全球申請人第二名。

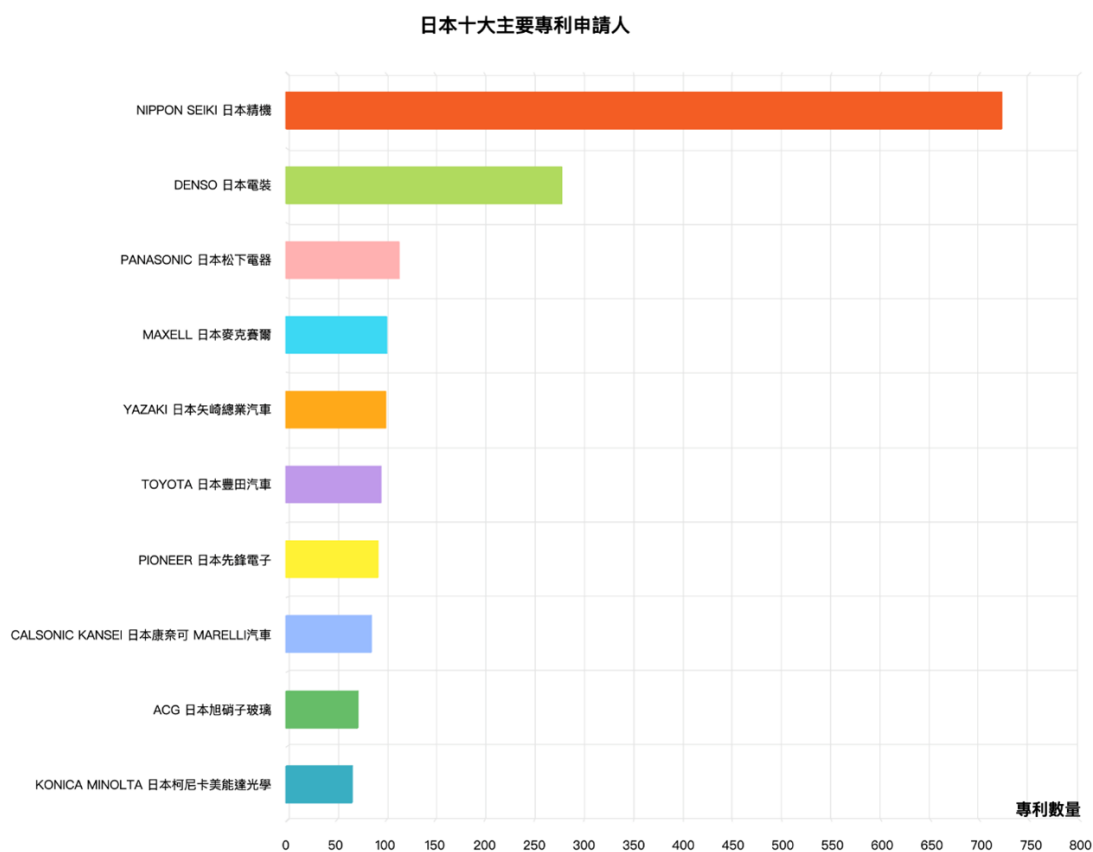


圖 53 日本 十大主要專利申請人

資料來源：本研究整理

(三)中國十大主要專利申請人

中國的主要申請人產業類型以車廠 Tier1 供應商(HUD、車用玻璃)為主。申請量最多的是 Futures 未來黑科技，為一家成立僅 7 年左右的新創公司，其公司以連續變焦的多焦面光場成像技術，配合空間及延時補償算法達到 AR-HUD 成像技術，使駕駛空間呈現 3D 背景。

第二名的 BOE 京東方科技則是從面板顯示多角化發展至智慧物聯網解決方案企業，是中國最早發展 HUD 技術的企業，2022 年更與業界制定中國電子行業標準《車用抬頭顯示器光學性能測試方法》獲中國工業和資訊化部批准發佈，成為中國 HUD（抬頭顯示）首個行業標準；第五名則為華為，過去以網路通訊設備與手機著稱，近年開始積極打造華為車用電子平台與智慧座艙提供解決方案與中國造車新勢力，更於 2023 年與長安汽車合作合資新的子公司以拓展 AR-HUD、智慧車燈及智慧汽車解決方案。

第六名的福耀玻璃為全球關鍵汽車玻璃供應商，其研發之 AR-HUD 抬頭顯示玻璃，將夾層玻璃內部 PVB 膜片設計成楔形狀，並結合內部鍍有透明膜，提升駕駛者 AR-HUD 視覺體驗，近年福耀玻璃已成為全球車市玻璃之佼佼者與法國的聖戈班，日本的積水，三足鼎立於 AR-HUD 之擋風玻璃材料領域。

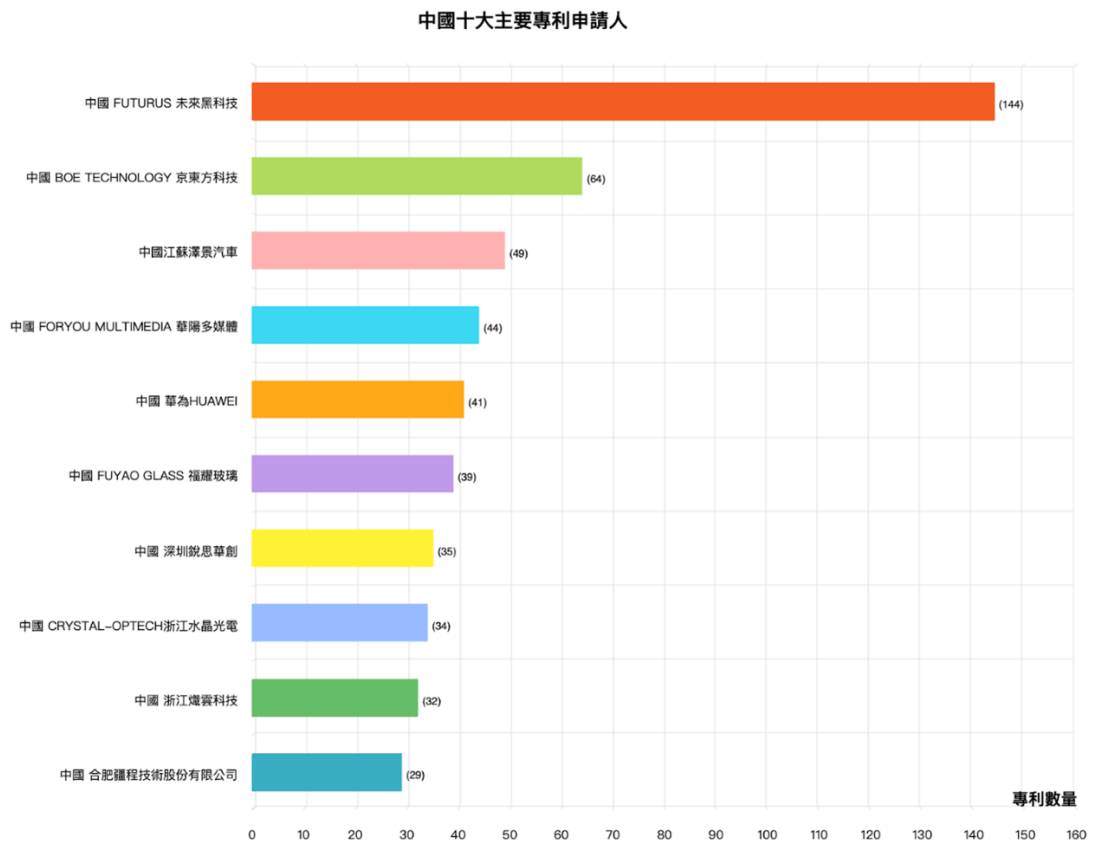


圖 54 中國 十大主要專利申請人

資料來源：本研究整理

(四)韓國十大主要專利申請人

根據圖 55 所示，韓國 HYUNDAI 現代汽車專利數量與其他品牌相比懸殊，是為韓國最主要於 HUD 佈局之公司，而其可歸功於 HYUNDAI 現代汽車本身及其旗下擁有的 Mobis、Autron、KIA 三家子公司，分別在車用零組件、車用晶片及子品牌投入許多研發能量，讓現代汽車領先於其他品牌；同時第二名跨足家電、電子通訊與光電面板等領域的 LG Eletronic 集團，在近年積極 AR-HUD 的硬體及軟體上展開佈局，其中電子部門及製造液晶螢幕的顯示面板部門分別作為研發 AR-HUD 系統及顯示裝置零組件之主力，為 LG 樂金顯示打開 AR-HUD 之市場。而 Samsung 三星雖然佈局尚未如現代汽車一樣純熟，更沒有汽車品牌與製造業務作為出海口，但其在 2016 透過收購美國 Harman，一家以車用電子與駕駛介面娛樂系統著稱的公司，顯見其可能透過此車用 Tier1 供應商間接接加速打入車廠供應鏈並結合其擅長的電子與光學技術，因此本研究團隊在檢索結果中發現 Samsung 積極在 AR-HUD 技術上涉入並定位整合 3D 立體成像，可見其正努力從其他市場切入布局。

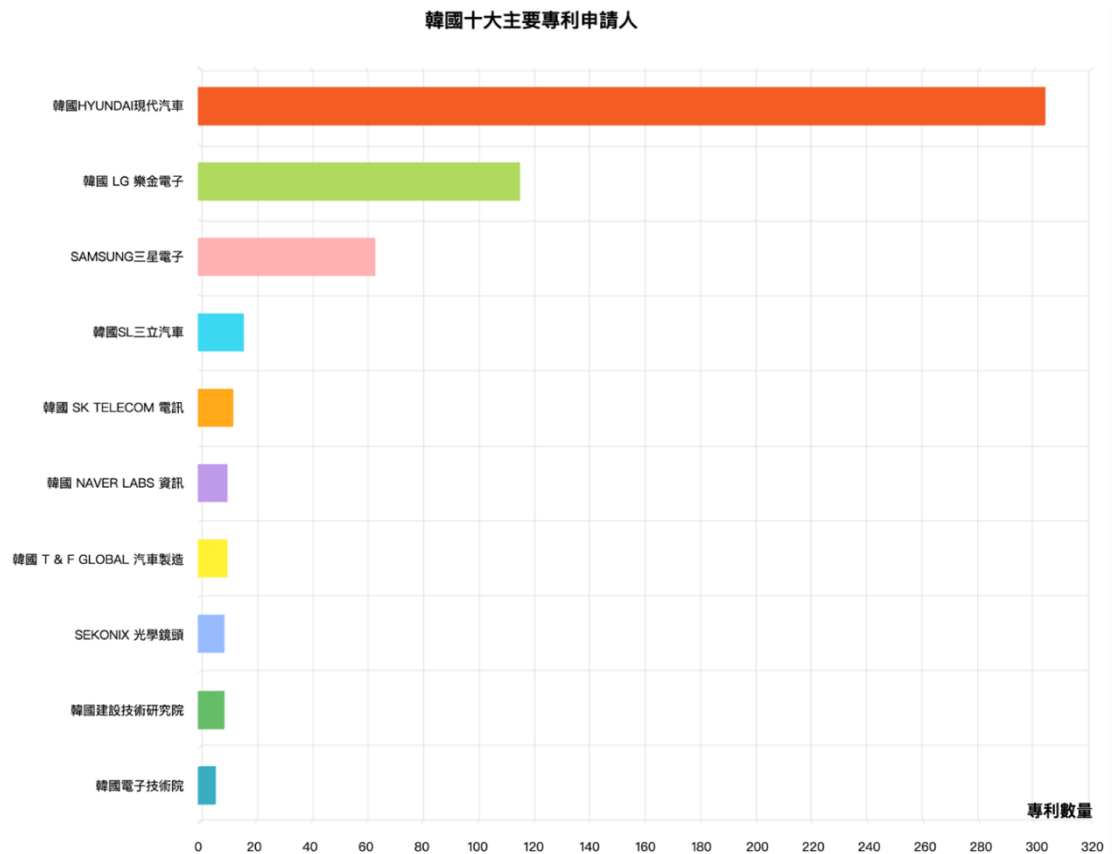


圖 55 韓國 十大主要專利申請人

資料來源：本研究整理

(五)美國十大主要專利申請人

根據圖 56，國的主要申請人包括整車廠及零組件廠商，第一名為 GM 通用汽車，其為美國頗具規模汽車製造商，早在 1965 年其就嘗試在集團品牌車款導入 HUD 技術，直到 2005 年技術成熟，旗下凱迪拉克(Cadillac)STS 車款導入彩色 HUD 系統，其在相關技術開發最早也最積極；第二名是 Meta Platforms，其為 Facebook 的母公司，近年積極發展 AR/VR/MR 相關之穿戴裝置，其技術應用如全息投影(Holographic)與光波導(Waveguide)也與本研究之 AR-HUD 有關聯性，然其並不聚焦於車用車載市場應用；第三名與第九名則是以軍工航太領域著稱企業 ROCKWELL 與 HONEYWELL，部分車用 AR-HUD 技術仍與航太應用有所連結；第四名的偉世通一家跨國汽車零部件制造商，2000 年從福特汽車分拆，其專注於設計和制造座艙電子設備和互聯汽車解決方案。該公司積極發展結合擋風玻璃式(Windshield HUD，W-HUD)的 AR-HUD 技術；第五名 Digilens 以光波導投影聞名，近年光波導因體積容量較傳統 HUD 小，又可以達成 AR-HUD 之立體成像，因此受到車廠與相關廠商關注與策略合作，如:德國 Continental 大陸集團，就有投資其股權；第七名的 FORD(福特)公司，為一汽車製造商，其專利數量並不算多，其車款 HUD 目前仍以擋風玻璃式(W-HUD)為主。其餘申請人皆是在玻璃及車用零件等領域關鍵企業，但申請件數不多。

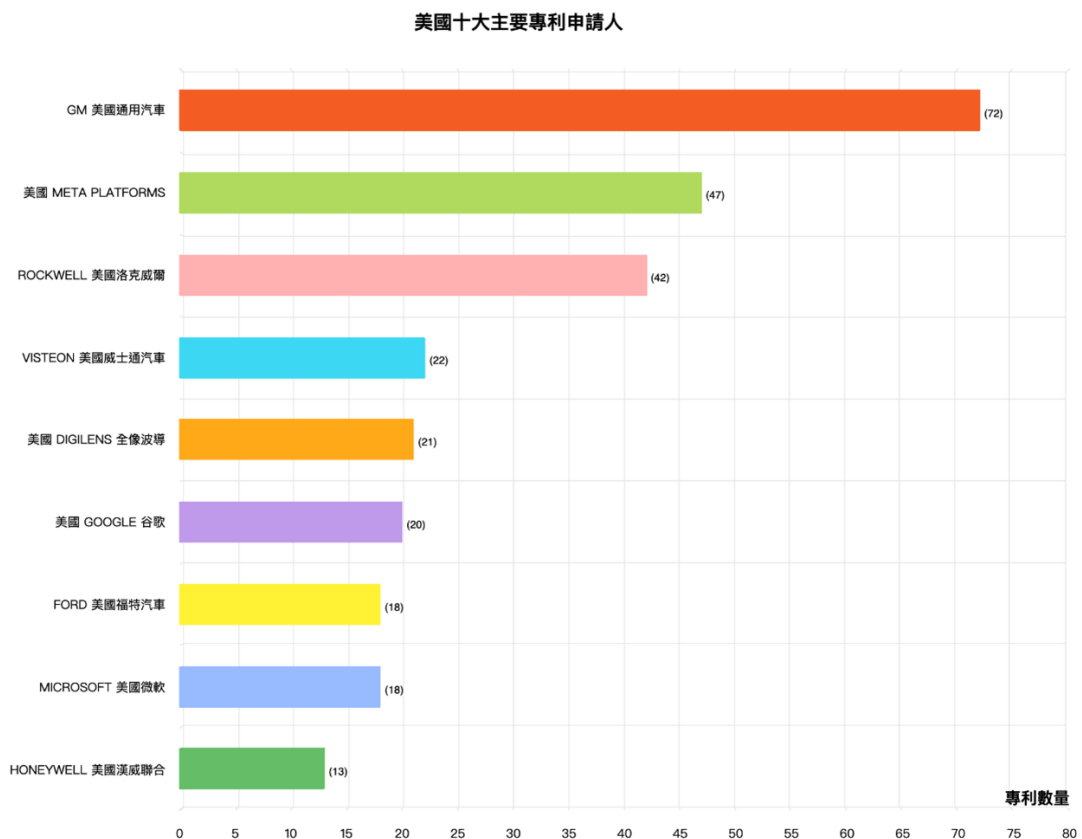


圖 56 美國 十大主要專利申請人

資料來源：本研究整理

(六)歐洲十大主要專利申請人

根據本圖 57，可見歐洲專利申請人多為英、德、法國的公司，其中數量第一名的 Saint-Gobain 聖戈班玻璃，在玻璃材料技術領域具有領先地位，因其具備製作擋風玻璃中特殊的 PVB 夾層結構的技術，讓聖戈班在產業地位中站穩腳步，更成為 AR-HUD 不可或缺的關鍵投影介質；而第二名專注在汽車零件及系統製造、生產、銷售的 Valeo 法雷奧汽車，通過收購獲得他牌一核心技術——熱控制系統，讓其 HUD 具備耐熱的特色，新技術與原技術的結合也讓其研發結果反映在其專利數量上。第三名的 BAE Systems 以軍工航太之飛行抬頭顯示器為主，本研究認為在工業發展進程上許多技術都是由航太軍武外溢，而佳惠於汽車產業；排名第四的福斯汽車雖作為第一汽車製造商，因其 AR-HUD 的供應源自韓國 LG，故本身研發資源沒有大量投入 HUD。同時德國 Continental 集團的策略也是如此，看上美國加州矽谷研發汽車、機車安全帽、AR-HUD 系統的「DigiLens」公司對於全息光波導技術（holographic waveguide technology）的突破，從 2016 年便開始投資 DigiLens 並與其展開合作，因此本身不需投入太多能量於 AR-HUD。

值得注意的是，英國的新創公司 Envisics，其實從 2010 年起便持續開發 AR-HUD 擴增實境抬頭顯影的技術以及汽車感測系統，但於 2018 年才正式獨立成立公司，故擁有的專利數還未及其他發展較長久的品牌，但其發展不容忽視，因目前許多車廠爭相與 Envisics 展開合作與入股，並定下 2025 年在部分車款導入其 AR-HUD 技術產品。

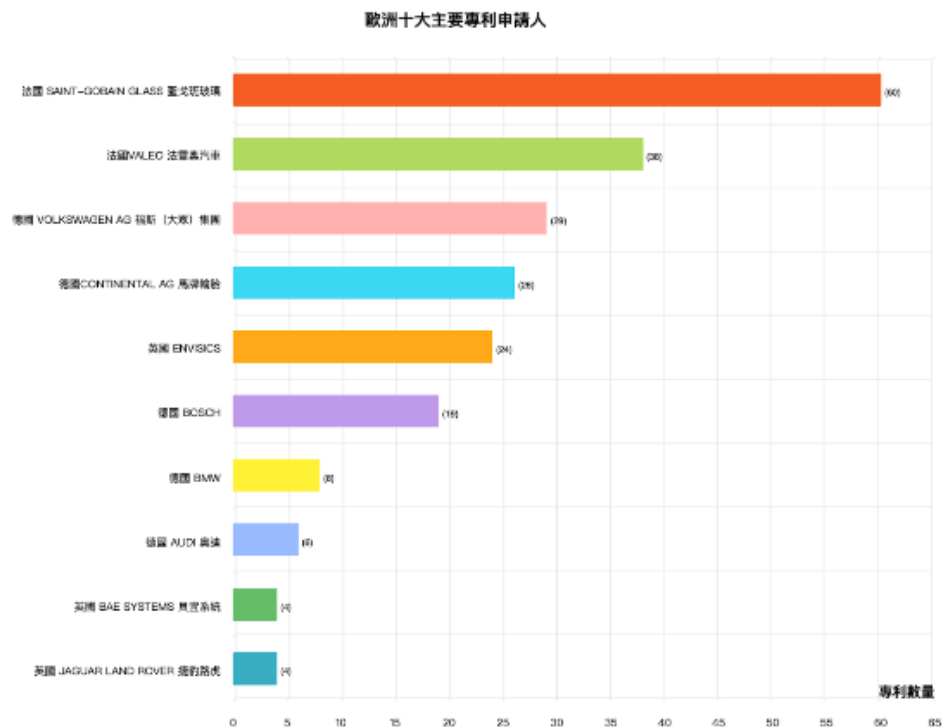


圖 57 歐洲 十大主要專利申請人

資料來源：本研究整理

(七)台灣十大主要專利申請人

1983 年起步的怡利電透過持續累積的產品技術能量、接受各大車廠委託分別投入大量研發資源進行設計開發工作，現已發展成為汽車電子原廠一階供應商，看準 AR-HUD 未來的需求日益增長，從傳統的 C-HUD、W-HUD，一路往 AR-HUD 等產品發展演進，更於近年打入中系汽車品牌成為一階供應商，更持續研發新技術，如 2023 年開發完成的 3D Spatial Vision HUD，將 AR-HUD 產品的技術再度向上推升，現已成為台灣在 AR-HUD 領域的領導品牌；而中強光電於 30 年前自創立以來即持續於光電領域耕耘，專注於投入背光模組、觸控等技術，一直是車載顯示器的上游核心技術供應商之一，2019 年起也開始佈局更多如 MEMS、AR 光機、AR-HUD 等打入車載光電領域的前瞻技術；最後專利數量位於第三的光寶科技則是選擇切入門檻較高的 OEM 供應商為定位，應用 SPEOS 光學模擬方案作為 HUD 分析與設計整合方案，包括 Windshield 與 Combiner 顯示方式，配合精簡化光機架構縮小模組空間的設計方案等，故其技術重點較不是 HUD 本身而是其開發模組。

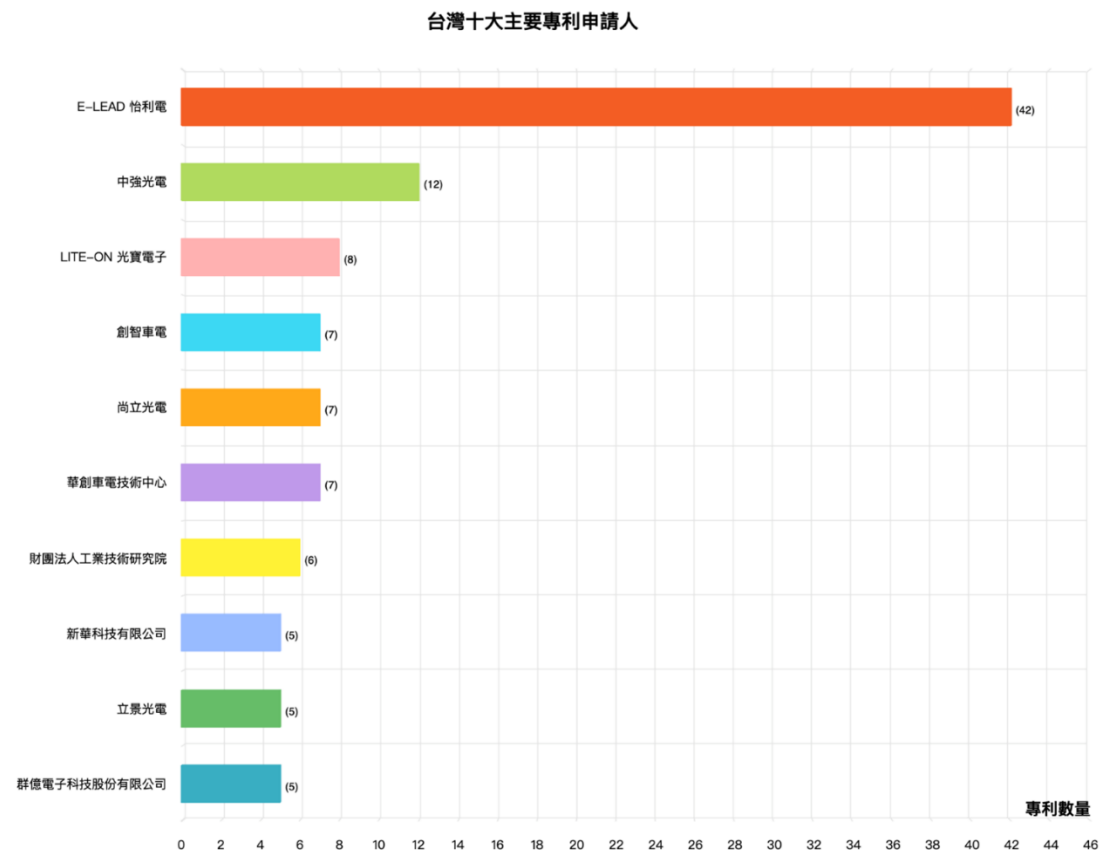


圖 58 台灣 十大主要專利申請人

資料來源：本研究整理

五、 整體 IPC 三階分類號分析

IPC 國際分類號是指專利合作條約下的國際專利分類系統，全稱為「International Patent Classification」，是由世界知識產權組織（WIPO）負責管理。IPC 的主要目的是將各國提交的專利文件歸類並進行分類，以便對專利技術進行統一和系統化的整理、搜索和檢索。本章節期望除以產業資料解構技術外，輔以整體 IPC 四階、五階分類號及前十大申請人的分類號前五名分佈的分析，以得知各申請人多投注資源於哪些領域的技術，以及其公司核心。

(一)前十大 IPC 四階分類號技術分析

IPC 四階分類號通常涵蓋一技術領域的某個較具體的範疇，本研究一階分類號為 G 物理、B 作業及運輸的分層，而由圖 59 可見，前十大四階分類號分別為 G02B 27/00、B60K 35/00、G02B 5/00、B60R 11/00、B60R 1/00、G02F 1/00、G09G 5/00、G06F 3/00、H04N 5/00 366、G08G 1/00，其中對應的技術涵蓋範圍則如表 12 所示。

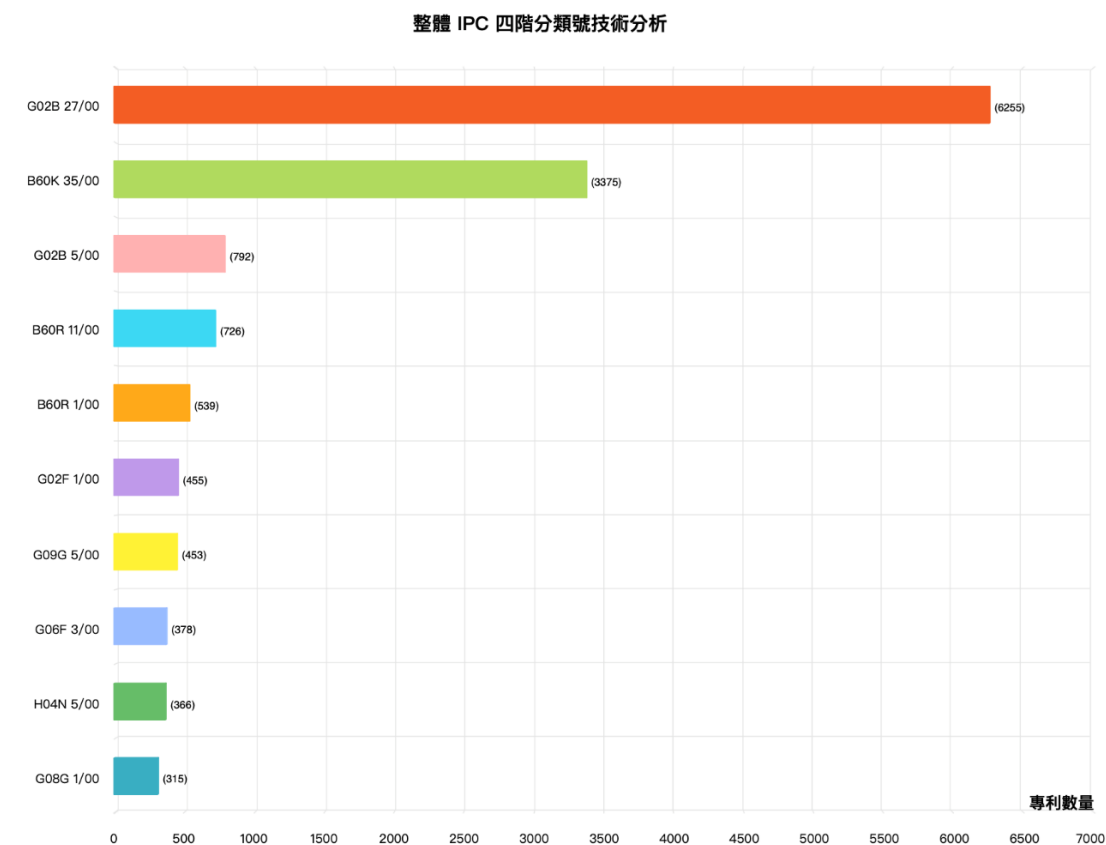


圖 59 前十大 IPC 四階分類號技術分析

資料來源：本研究整理

表 12 IPC 四階分類號技術說明

全球		
排名	IPC 四階分類號	說明
1	G02B 27/00	1/00 至 26/00，30/00 各目未列入的光學系統或設備[6, 2006. 1]
2	B60K 35/00	專門適用於車輛的儀表；車輛內或車上儀表佈置[1, 2006. 01, 2024. 01]
3	G02B 5/00	除透鏡外之光學元件（光導波見 6/00；光學邏輯元件見 G02F 3/00）[1, 4, 2006. 01]
4	B60R 11/00	其他類不包括的物品固定或安放裝置
5	B60R 1/00	光學觀察裝置；具有光學圖像捕獲系統可供駕駛或乘客用之即時觀察裝置，如特別適用於車輛內或車輛上的攝影機或影像系統[1, 2, 2006. 01, 2022. 01]
6	G02F 1/00	控制來自獨立光源之光的強度，顏色，相位，偏振或方向之器件或裝置，如轉換，選通或調製；非線性光學 [1, 2, 4, 2006. 01]
7	G09G 5/00	通用於陰極射線指示器或其他視覺指示器的視覺指示控制裝置或電路（圖像處理或圖像形成參見 G06T）[5]
8	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[1, 4, 2006. 01]
9	H04N 5/00	電視系統之零部件（掃描部件或其與供電電壓產生之結合見 3/00；專用於彩色電視之詳述見 9/00）[4]
10	G08G 1/00	道路車輛之交通控制系統（道路標誌或交通信號之裝置見 E01F 9/00）

資料來源：本研究整理

(二)前十大 IPC 五階分類號技術分析

由 IPC 五階分類號進一步細分技術範疇，通常可看出更具體的技術資訊，而由圖 60 可見，本研究累計最多的五階分類號依序為 G02B 27/01、B60R 11/02、G02B 27/02、G06F 03/01、G02B 05/30、G02B 05/32、G08G 01/16、G01C 21/36、B60W 50/14、G02F 01/13，其中對應的技術涵蓋範圍則如表 13 所示。

整體 IPC 五階分類號技術分析

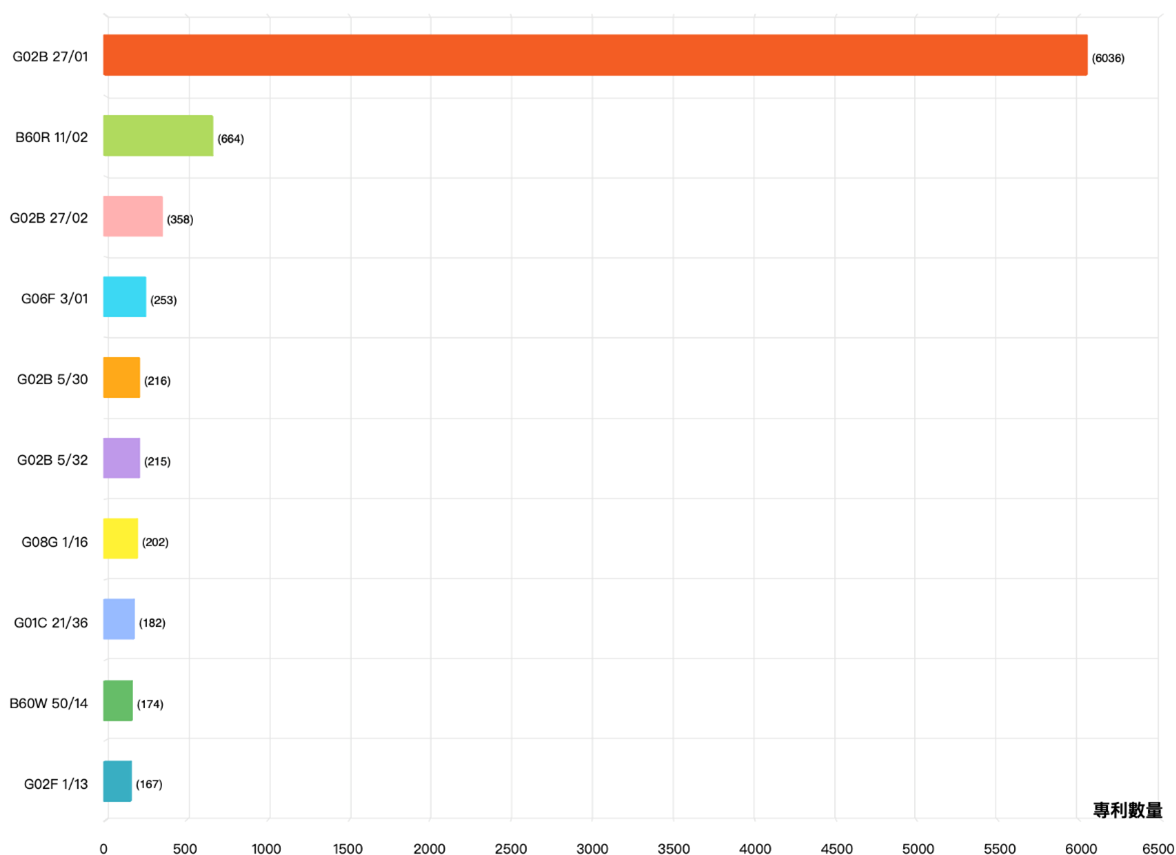


圖 60 前十大 IPC 五階分類號技術分析

資料來源：本研究整理

表 13 IPC 五階分類號技術說明

全球		
排名	IPC 五階分類號	說明
1	G02B 27/01	抬頭顯示器（HUD）
2	B60R 11/02	用於收音機，電視，電話或類似電器；及其控制機構之配置
3	G02B 27/02	觀看或閱讀儀器
4	G06F 03/01	用於用戶和計算機之間產生互動的輸入裝置或輸出輸入組合裝置

5	G02B 05/30	偏振元件
6	G02B 05/32	用作光學單元之全相圖相
7	G08G 01/16	防撞系統
8	G01C 21/36	車載計算機的輸入/輸出之結構
9	B60W 50/14	通知駕駛、警告駕駛或提示駕駛介入的裝置
10	G02F 01/13	基於液晶者，如單位液晶顯示管

資料來源：本研究整理

(三)前十大專利權人四階 IPC 分類號分析

圖 61 展現前十大專利權人在不同的 IPC 四階分類號中的專利分佈情況，並使用圓圈大小來代表每個專利權人在每個技術分類中的專利數量，亦可得知技術領域的專利權人佈局情況和競爭狀況，其中可見 G02B 27/00、B60K 35/00 為多數申請人皆涉及之領域，並可幾個觀察出幾個重點如下：

1. 技術佈局與專利集中度：

NIPPON SEIKI 日本精機在 B60K 35/00 和 G02B 27/00 分類中明顯擁有大量專利(圓圈最大)，說明其在這些技術領域的佈局較深厚，可能具有領導地位。相較之下其他專利權人在這些分類中的專利數量較不及日本精機，這顯示出其在這些領域可能擁有較廣泛的佈局。

2. 專利權人技術佈局策略：

某些公司在不同技術分類中的佈局數量可反映其多樣化的技術策略。如日本精機在 B60K 35/00 和 G02B 27/00 的分類數量差異較小，可推估其在車輛儀表、其他光學系統或設備的領域是一起發展的。但如中國未來黑科技、法國聖戈班皆是只有在 G02B 27/00 的光學領域有較多專利數量，故可推測兩家公司在產業中的定位為向其他合作商提供核心業務光學技術相關的產品的角色。而經產業資料驗證，中國未來黑科技是一家專注於汽車領域擴增實境顯示技術研發及應用的新銳企業，也是中國首批將 HUD 產品帶入量產的企業之一¹¹；法國聖戈班是一家設計、生產並分銷高功能材料，並應用於建築、交通、基礎設施和工業各方面的材料公司¹²；而日本精機為一家在汽機車、建築機械、船舶領域上開發與製造儀表板的公司，同時也是提供車載、民生 EMS 電子製造服務代工的公司¹³。日本精機、中國未來黑科技、法國聖戈班皆顯示各自在技術領域專業化的佈局或整合的意圖。

¹¹ [FUTURES 未來黑科技官網](#)

¹² [法國聖戈班官網](#)

¹³ [NIPPON SEIKI 日本精機官網](#)

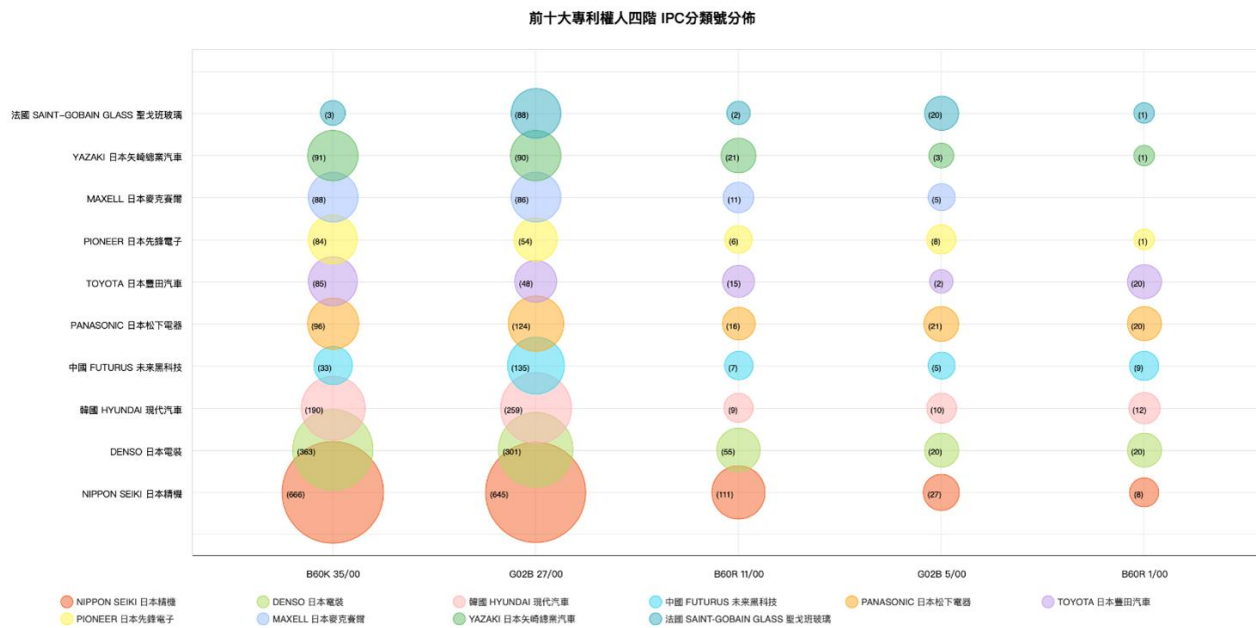


圖 61 前十大 IPC 四階分類號技術分析

資料來源：本研究整理

(四)前十大專利權人五階 IPC 分類號分佈

如圖 62 可現，由於五階分類號將技術劃分得更細及具體，因此專利數量集中於分類號 G02B 27/01 的抬頭顯示器分類號專號中，而非如四階分類號涉及較多元的領域，透過本圖我們可看見各專利權人在細分技術領域的佈局，如 NIPPON SEIKI 日本精機在分類 G02B 27/01 有顯著的專利優勢，顯示該公司在車輛顯示技術投注較多的資源研發。而值得注意的是，本圖左側項目是依照前十大申請人倒序排列，其中 PIONEER 先鋒電子總體專利數量較 MAXELL 日本麥克賽爾及其他二專利權人多，但為 G02B 27/01 分類號之專利數量卻為最少，根據產業資訊驗證後，由於先鋒電子¹⁴起家於無線電揚聲器及音響相關的聲學技術，現今業務已著重在車輛導航、行車記錄器等產品，同時也提供 OEM 代工生產，為汽車製造商提供高品質的車載設備。IPC 五階分類號可將技術做更具體的分類，因此也可以看出前十大申請人在哪些具體技術上有做佈局。

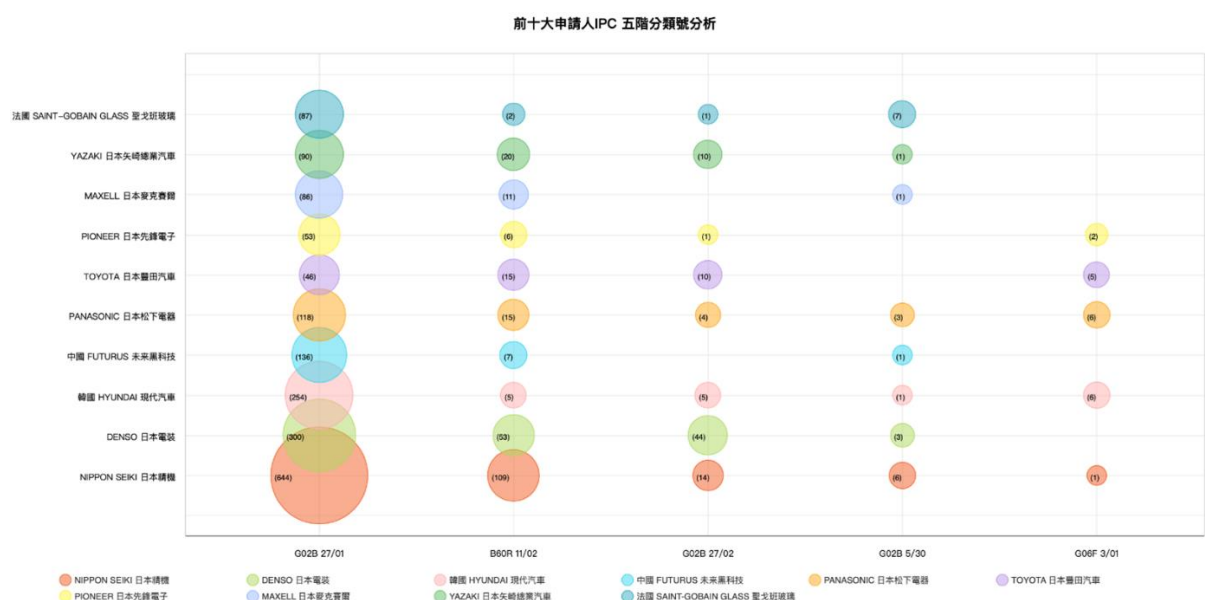


圖 62 前十大申請人 IPC 五階分類號分析

資料來源：本研究整理

¹⁴ [PIONEER 先鋒電子官網](http://www.pioneer.co.jp/)

六、 專利技術發展分析

(一) 關鍵發展路徑分析

本研究透過美國專利引證關係建立 HUD(包含 AR HUD)關鍵發展路徑(Main Path Analysis)，如

圖 63 所示之主要路徑，該路徑說明 HUD 技術在不同時期的演變重點，可以協助理解每個階段 HUD(包含 AR HUD)技術的核心方向和發展脈絡。

抬頭顯示器(HUD)技術自 1980 年代以來經歷了顯著的演進和創新。早期的 HUD 技術主要集中在航空領域的應用，特別是在飛機和直升機中使用衍射技術來過濾太陽輻射，並防止陽光導致的顯示信息模糊。這些技術提高了飛行安全性和駕駛員操作效能。隨著技術進一步發展，1990 年代的重點轉向車載 HUD 系統，強調改善光線反射管理和顯示質量。通過使用合成器和偏振片來減少外部光干擾，這些技術進一步增強了駕駛體驗的安全性和可靠性。到 2000 年代，HUD 技術開始廣泛應用於車輛和頭戴式顯示器（HMD），並引入了內部反射技術的基板來管理光傳輸，實現更清晰和精確的圖像顯示，同時結合了夜視技術和多重信息來源，增強了 HUD 的智能化和多功能性。

進入 2010 年代，HUD 技術在波導技術和微型化方面取進展，使得頭戴式顯示器（HMD）更加輕便小巧，適用於多種交通工具和場景。創新如可收放機制等功能增加了 HUD 的多功能性和使用靈活性。到了 2016-2020 年間，HUD 技術進一步發展為更高級的 AR HUD 系統，並融合了擴增實境（AR）技術和交通控制系統的交互功能，提供實時交通信息和導航輔助，大大提升了駕駛員的決策能力和安全性。這些技術進步不僅 AR HUD 成為智慧駕駛和交通管理的重要組成部分，還拓展了其在未來交通和駕駛輔助系統中的應用潛力。

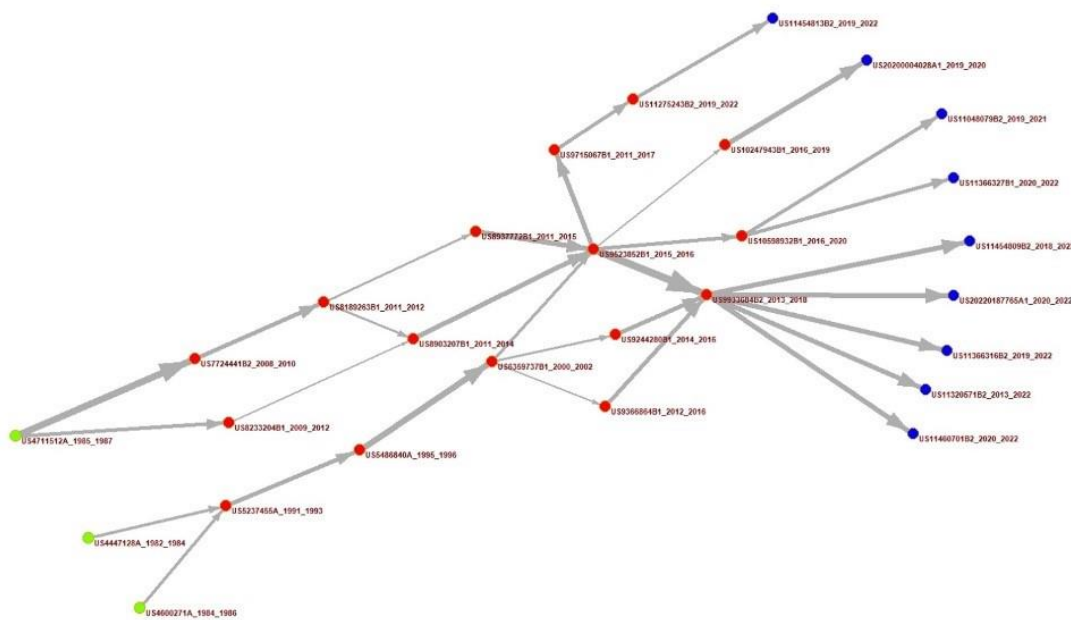


圖 63 HUD 關鍵發展路徑圖

資料來源：本研究整理

表 14 各年代抬頭顯示器（HUD）技術發展表

時期	主要技術	技術說明
1980 年代	初期開發專注於航空應用中的太陽輻射過濾和影像投影	抬頭顯示器（HUD）的初步開發主要集中在飛機應用。這一時期的關鍵技術進展包括使用衍射技術來過濾太陽輻射，防止陽光照射導致的顯示資訊模糊或清晰度降低。此外，早期的 HUD 還專注於將電子數據投影到飛行員的視野中，尤其是直升機駕駛員的應用，顯著提高了導航和操作的便利性。這些技術幫助提升了飛行安全性和飛行員的操作效能。
1990 年代	改進光線反射管理以提高車載 HUD 顯示品質	車載抬頭顯示器的改進進一步提升了虛擬影像的顯示品質和可視性。此期間的技術重點是改善光線反射管理，包括使用合成器和偏振片來減少外部光線的干擾。這些改進使得駕駛員在各種光照條件下（如強光或夜間駕駛）都能更清晰地看到儀表和導航信息，進一步增強了駕駛體驗的安全性和可靠性。
2000 年代	結合夜視技術和多重資訊來源以增強顯示智能化	這一時期的技術重點包括改進光學設備和成像系統，以適應車輛和頭戴式顯示器（HMD）等多種應用場景。特別是引入了內部反射技術的基板，以更好地管理光的傳輸和顯示，實現更清晰和精確的圖像顯示。隨著技術的不斷成熟，HUD 開始進一步結合夜視技術和多重資訊來源，使得顯示的內容更加豐富和智能化，滿足了更高的安全性和舒適性需求。
2010-2015 年	推進波導技術和微型化以提高 HUD 的適用性和靈活性	HUD 技術在這段期間取得了顯著的進展，特別是在波導技術和微型化方面。頭戴式顯示器（HMD）變得更加小巧輕便，適用於飛機和其他交通工具。這一時期的創新包括引入可調顯示選項的交互功能，如可收放機制，以增加 HUD 的多功能性和使用靈活性。這些改進使 HUD 在各種應用場合中變得更加實用和易用，特別是在航空航天和汽車領域中的應用。
2016-至今	將全息投影與 AR 功能整合到 HUD 中，提升交互性與安全性。	技術的重點轉向全息投影系統和具有擴增實境（AR）疊加功能的互動 HUD 系統。技術重點包括多層波導的製造方法，提高影像傳遞的效率和質量。此外，HUD 系統開始整合交通控制系統的互動功能，提供實時的交通資訊和導航輔助，顯著提升了駕駛員的決策能力和安全性。這些高級

		功能拓展了 HUD 的應用範圍，使其成為未來智慧駕駛和交通管理的重要組成部分。
--	--	---

資料來源：本研究整理

(二) 關鍵技術說明

本研究也發現其中特定幾個階段值得觀察，例如特定路徑的分岔通常表示一項技術分化為不同的構想、解決方案和實施方式，而特定路徑的匯聚則意味著下一代技術可能會從各種構想、解決方案和實施方式中融合而來。而位於匯聚與分岔的專利可能為疊代或技術轉換的關鍵專利。本研究掌握 2010-2015 年階段的變化，並針對位於該技術轉換節點的專利 A 與專利 B 進行解讀與說明。

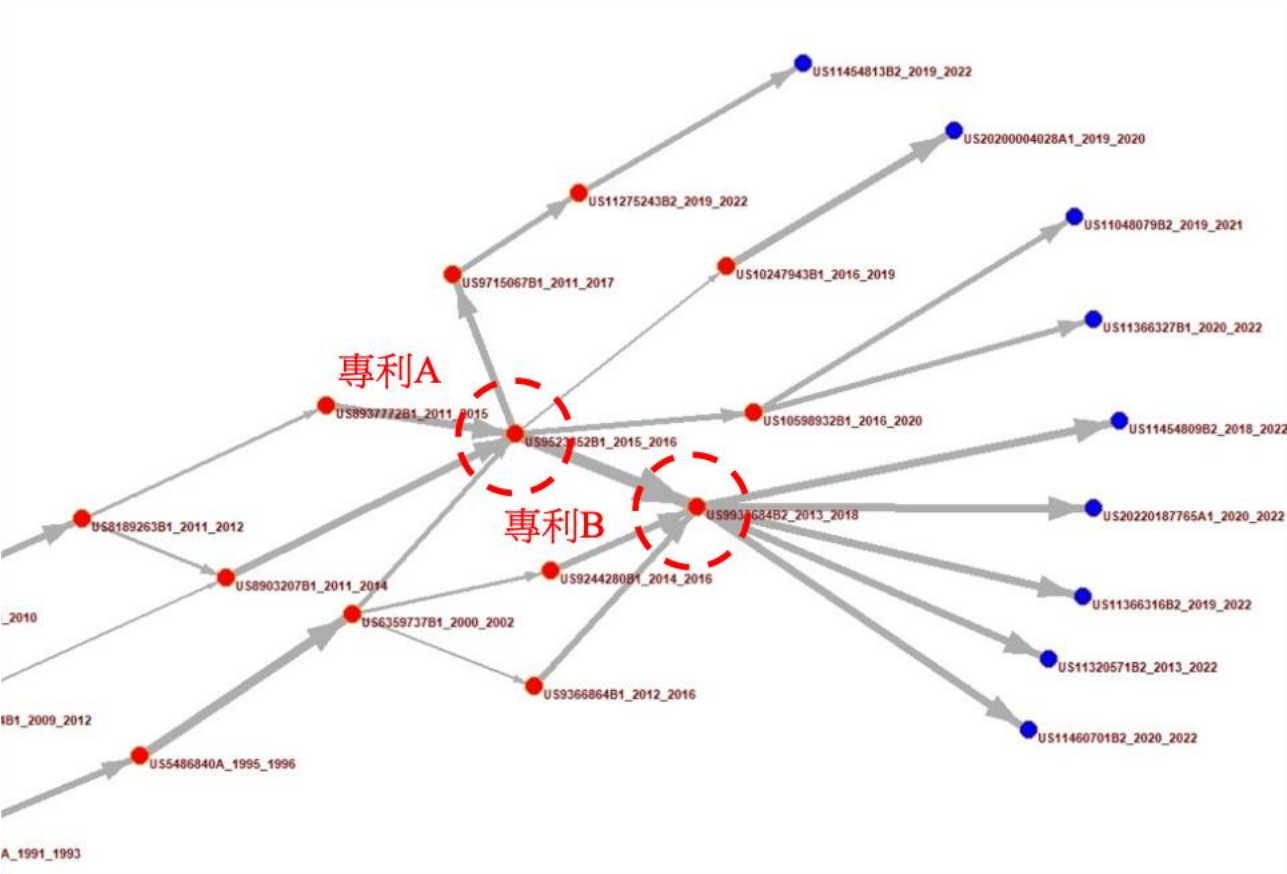


圖 64 HUD 關鍵發展路徑圖找出專利 A 及 B

表 15 專利 A 解讀與說明

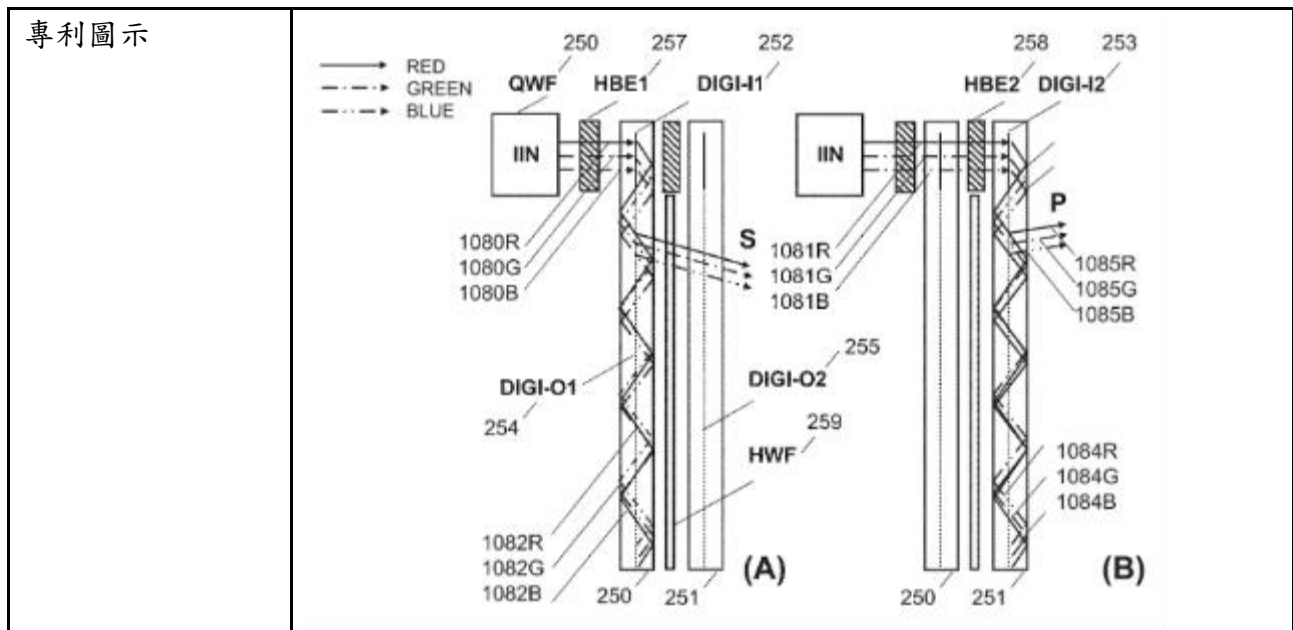
專利號	US9523852B1
最早優先權日：	2012-03-28
最早申請日	2015-07-30
專利權人	洛克威爾柯林斯 (Rockwell Collins)
專利名稱	Micro collimator system and method for a head up display (HUD)
專利技術簡介	該技術為使用不同偏振狀態的光在偏振分光鏡和相位延遲器的作用下

	進行反射和傳遞，並最終通過曲面反射鏡提供均勻的光顯示效果。
專利圖示	FIG. 1 FIG. 2

資料來源：本研究整理

表 16 專利 B 解讀與說明

專利號	US9933684B2
最早優先權日：	2012-11-16
最早申請日	2013-03-15
專利權人	洛克威爾柯林斯 (Rockwell Collins)
專利名稱	Transparent waveguide display providing upper and lower fields of view having a specific light output aperture configuration
專利技術簡介	這項技術旨在通過使用多層光學波導和光柵層來實現調制光的有效傳播和提取，從而提供均勻的視場照明。光柵的 K 向量隨光的傳播方向變化，並且光學波導的設計確保光的輸出光圈大於光學基板的光圈，實現更高效和均勻的圖像顯示。



資料來源：本研究整理

另外可以觀察尾端的節點，該些專利可能是後續技術發展的方向。如 2016 年至今，HUD 系統開始整合交通控制系統的互動功能，提供實時的交通資訊和導航輔助，顯著提升了駕駛員的決策能力和安全性。這些高級功能拓展了 HUD 的應用範圍，使其成為未來智慧駕駛和交通管理的重要組成部分。本研究列出部分專利進行解讀與說明供參考，如表 17 所示。

表 17 關鍵技術部分專利說明

專利號	申請日	專利技術說明	專利權人
US11048079B2	2019/12/2	涉及一種顯示和與飛機控制系統互動的方法。控制飛行員的視線並接收顯示模式的命令，維持人機介面上顯示的部分內容	THALES
US11275243B2	2019/8/23	介紹了一種具有反射元件、透射元件和透明元件的平視顯示系統複製器組件。這些元件被實現為主複製器，並集體提供主要全息圖的 N 次複製	GENERAL MOTORS CORP ENVISICS LTD.
US11320571B2	2013/3/15	涉及一種用於頭戴式顯示器的圖像顯示設備。該設備由光學基板的波導層組成，其中包括從基板中提取光的光柵層，該層由被動模式下的可切換布拉格光柵構成	DIGILENS INC COLLINS AEROSPACE SYSTEMS
US11366316B2	2019/3/14	用於飛機的平視顯示器，其包括具有沿第一方向延伸的第一光管和擴大第二方向瞳孔的波導組合器，該第二方向與第一方向垂直。	COLLINS AEROSPACE SYSTEMS
US11366327B1	2020/12/9	一種互動式 HUD 系統，用於顯示飛機附近的視場 (FOV)，並通過 HUD 顯示包含互動式交通符號	COLLINS AEROSPACE

		的交通疊加，處理器將飛機排列成有序序列。	SYSTEMS
US114548 09B2	2018/10/16	製造用於傳輸多色圖像光到出口瞳的波導堆疊的方法，通過選擇來自各自波導的第一和第二波導，基於波導堆疊的第一參考光束的出射角度進行選擇。	META PLATFORMS INC.(FORMERLY FACEBOOK INC)
US114548 13B2	2019/11/7	一種用於顯示車輛周圍信息的全息顯示系統，該系統的控制模塊被配置為根據相位檢測信號的相位調整空間光調製器像素的電壓。	GENERAL MOTORS CORP
US114607 01B2	2020/1/10	一種顯示波導系統中的顯示波導，該波導具有配置在輸出區域中的輸出耦合器，並被配置為將圖像光從波導結構耦合出來，向眼箱傳播。	META PLATFORMS INC.(FORMERLY FACEBOOK INC)
US202201 87765A1	2020/12/15	一種具有擴展接受角範圍的全像元件（VHOE）及其製造方法，此設計可以提高全像元件在不同角度下的光接受範圍，使其在光學顯示器和投影系統中應用更加廣泛和靈活	A9COM INC

資料來源：本研究整理

七、 專利技術功效分析

專利技術功效矩陣是專利分析方式之一，將分析標的拆解其技術及功效後，再以技術類型與功效分別作為橫軸及縱軸繪製成熱圖呈現分析結果。熱圖深淺即為專利件數多寡，越深顯示該處之專利布局量越多，為專利技術匯集處；越淺或是空白處表示布局者甚少，或尚未有相關專利，亦即為技術的藍海區域¹⁵。為本次技術功效分析結果，技術功效的檢索條件如下表 18。

表 18 技術功效說明表

功效名稱	檢索條件	說明
提升可視範圍(FOV)	(FOV OR "Field of view" OR 可視範圍 OR 視野)@TI,AB,CL,DE	以人眼為起點投射出之虛像所能呈現的角度
增加虛擬距離(VID)	(VID OR "Virtual Image Distance" OR 虛像距離 OR 虛擬距離 OR 虛像)@TI,AB,CL,DE	虛擬距離意指人眼到虛像的距離
引導光線性質變化	(Polarization OR 偏振 OR 偏光 OR Polarizing OR "diffraction pattern" OR Phase OR "phase modulation" OR amplitude)@TI,AB,CL,DE	改變振幅、相位、偏振角。意指改變振幅(光的亮度)，用來生成不同強度的光學影像；改變光波相位產生不同的波前(等相位曲面)，即能讓物體反射光在不同角度於眼睛成像，即能從不同角度看到該物體；而偏振意指讓光波只在特定方向上震盪以過濾光線，能讓光線更加穩定減少反射和眩光，並提升顯示影像的清晰度。
擴增視覺維度(3D)	(AR OR "Augmented Reality" OR 擴增實境 OR 3D OR 三維 OR "three dimensional" OR "Multi-Depth")@TI,AB,CL,DE	透過擴增實境技術增加駕駛者視野中呈現的資訊或影像層次
增加視覺焦點平面(Focal)	("Double-focal" OR "Multi focal" OR "Dual-focal" OR "two or more focal" OR 多焦 OR 雙焦 OR planes OR planar OR 平面)@TI,AB,CL,DE	在多個不同的焦距平面上顯示影像，形容成像位置於不同平面上的變化
技術名稱	檢索條件	說明

¹⁵ [技術功效矩陣分析 快速掌握專利布局](#)

PGU(圖像生成器)	(PGU OR "Picture Generation Unit" OR "TFT-LCD" OR "Thin Film Transistor Liquid Crystal Display" OR LCOS OR "Liquid Crystal On Silicon" OR DLP OR "Digital Light Processing" OR MEMS OR "Micro Electro Mechanical System" OR "Laser Beam" OR "microLED" OR SLM OR "Spatial Light Modulator")@TI,AB,CL,DE	負責生成並投影影像、數位資訊到擋風玻璃上，創建出駕駛所需的視覺內容。技術包含 TFT-LCD、DLP、LCOS 及 MEMS，以及 SLM 空間光調制器、雷射光源。
Combiner(全息光學元件的組合器)	(Waveguide OR Holography OR Holographic OR Hologram OR HOE OR "Holographic Optical Elements")@TI,AB,CL,DE	全息光學元件，根據全像術原理製成的光學元件。通常做在感光薄膜材料上。作用基於衍射原理，是一種衍射光學元件。波導技術：透過光的導引，將影像從顯示源傳輸到駕駛者的視線中；全像技術：利用光的干涉和衍射原理，生成高品質的三維影像。
Reflector(反射)	(Reflector OR Reflection OR "beam splitter")@TI,AB,CL,DE	負責影像的投影和亮度提升，也透過優化設計擴展視野角和減少畸變的反射技術。
Windshield(擋風玻璃及折射零件技術)	(windshield OR windscreen OR "Laminated Glass" OR "Wedge shaped" OR pvb OR 擋風玻璃 OR 楔形膜 OR 夾層玻璃)@TI,AB,CL,DE	經特殊的塗層處理，具備光學性能、耐熱性和抗損性的影像顯示介面。
Eye(駕駛視覺監控)	("Pupil expander" OR "Pupil expansion" OR Eye OR Eyebox OR "Eye Tracking" OR "Eye Tracker" OR "Naked Eye")@TI,AB,CL,DE	觀測駕駛者的視線、眼睛動作追蹤眼球焦距的感測器。
Diffuser(擴散)	(擴散器 OR 擴散片 OR Diffuser)@TI,AB,CL,DE	集中光線、降低眩光的擴散片，將光源發出的光線均勻分佈，從而提高影像的亮度和對比度。

資料來源：本研究整理

本次分析整體檢索之技術與功效的結果可見其熱區集中在 Windshield(擋風玻璃及折射零件技術)、 Reflector(反射) 與增加虛擬距離(VID)的交集；第二高的交集則為 Reflector(反射) 與反射與引導光線性質變化的部分，第三高的交集則是出現在 Reflector(反射) 與增加視覺焦點平面(Focal) 上。由此可知這些是 AR-HUD 熱門發展領域，技術研發在這些區域相對密集，聚集了眾多投入者和資源。

進行分析	技術名稱	PGU(圖像生成器)	Combiner(全息光學元件的組合器)	Reflector(反射)	Windshield(擋風玻璃及折射零件技術)	Eye(駕駛視覺監控)	Diffuser(擴散)
功效名稱 +	檢索條件	(PGU OR "Picture Generation Unit" OR "TFT-LCD" OR "Thin Film Transistor Liquid	(Waveguide OR Holography OR Holographic OR Hologram OR HOE OR	(Reflector OR Reflection OR "beam splitter")@TI,AB,CL,DE	(windshield OR windscreen OR "Laminated Glass" OR "Wedge shaped" OR	("Pupil expander" OR "Pupil expansion" OR Eye OR Eyebox OR "Eye Tracking" OR "Eye	(擴散器 OR 擴散片 OR Diffuser)@TI,AB,CL,DE
提升可視範圍(FOV)	(FOV OR "Field of view" OR可視範圍 OR 視野)@TI,AB,CL,DE	7	38	36	69	9	3
增加虛擬距離(VID)	(VID OR "Virtual Image Distance" OR 虛像距離 OR 虛像)@TI,AB,CL,DE	13	63	382	384	13	19
引導光線性質變化	(Polarization OR 偏振 OR 偏光 OR Polarizing OR "diffraction pattern" OR Phase OR "phase	15	111	344	210	15	25
擴增視覺維度(3D)	(AR OR "Augmented Reality" OR 擴增實境 OR 3D OR 三維 OR "three dimensional" OR	28	61	91	117	11	14
增加視覺焦點平面(Focal)	("Double-focal" OR "Multi focal" OR "Dual-focal" OR "two or more focal" OR 多焦 OR 雙焦	35	138	317	261	22	30

圖 65 GPSS 的技術功效矩陣分析條件與結果

資料來源：本研究整理

八、全球專利功效分析

本章節希望透過了解各局及各產業分部在功效特性上的發展，以此去分類歸納了解未來 AR-HUD 之解決問題與困境，下文圖片皆為本研究使用 GPSS 的技術功效矩陣分析功能進行的應用，其中技術的部份我們稍作轉換為各局(台灣、日本、中國、韓國、美國、歐洲)、相關產業公司(全球及中國車廠品牌、全球及中國 Tier1 AR-HUD 供應商、全球玻璃及 AR-HUD 周邊材料、全球面板廠、台灣 AR-HUD 主要發展業者)，作為分析條件。零件與技術的日新月異，不外乎透過特定「功效」去提升性能與改善技術問題，本研究期望透過功效矩陣圖深入了解不同申請人國家以及產業分類在「功效」發展之方向，透過方向的了解，以提供所有有意願進入 AR-HUD 產業之公司在各自企業核心競爭能力與擁有資源背景下，走上正確的道路指引。

(一)六局專利功效分析

本研究因 GPSS 系統技術矩陣僅能擴張至六個因子，因此將台日中韓美做為其中五局、另將歐洲獨立分拆成一張矩陣圖，其中歐洲國家僅有德國、法國與英國，因此設定這三國作為分析矩陣之應用。

1. 五局專利功效分析(台、日、中、韓、美)

透過下圖 66 可知，數量最高的日本及中國局佈局的業者多為擁有 Reflector(反射)、Windshield(擋風玻璃及折射零件技術) 相關硬體技術的廠商，同時可注意的是，在本次檢索中雖然美國局相較日本、中國局擁有較小的基數，但如圖可知發展組合器相關的全息技術、駕駛視覺監控的廠商在軟體發展新盛的美國，佈局的數量都較其他局來得高(數量 180 件)。可知這兩個技術在他局尚未有較多業者競爭，亦可知各局之間產業的紅海與藍海的分佈。

技術名稱	中華民國台灣(TW)	日本(JP)	中國(CN)	韓國(KR)	美國(US)
PGU(圖像生成器)	0	0	39	17	7
Combiner(組合器)	3	151	145	31	180
Reflector(反射)	40	505	439	59	156
Windshield(擋風玻璃及折射零件技術)	42	457	442	107	198
Eye(駕駛視覺監控)	1	6	10	9	44
Diffuser(擴散)	22	14	47	7	24

圖 66 GPSS 的五局功效矩陣分析條件

資料來源：本研究整理

2. 歐洲局(德國、法國、英國)專利功效分析

透過下圖 67 可看到歐洲三國中，英國在組合器的全息技術擁有最多專利佈局，德國則較為平均，而法國的佈局情形則以硬體相關的擋風玻璃反射技術為多數，法國以車用玻璃材料及一家 Tier1 供應商為主，能透過材料去改善引導光線折射方向以及視覺焦點(Focal)；英國的佈局業者則以全息投影 AR-HUD 新創公司 Envisics、軍火航太工業的 BAE System 這兩家為主。透過該矩陣可得知，歐洲三國各自技術發展趨勢為何，亦可知推測其之間會有的合作關係。

進行分析	技術名稱 +	德國(DE)	法國(FR)	英國(GB)
功效名稱 -	檢索條件	(德國 OR DE)@AY	(法國 OR FR)@AY	(英國 OR GB)@AY
PGU(圖像生成器)	(PGU OR "Picture Generation Unit" OR "TFT-LCD" OR "Thin Film Transistor Liquid Crystal	0	0	2
Combiner(組合器)	("Waveguide OR Holography OR Holographic OR Hologram OR	26	19	112
Reflector(反射)	(Reflector OR Reflection OR "beam splitter")@TI,AB,CL,DE	48	78	50
Windshield(擋風玻璃及折射零件技術)	(windshield OR windscreen OR "Laminated Glass" OR "Wedge shaped" OR pvb OR 擋風玻璃 OR 楔形膜	51	84	28
Eye(駕駛視覺監控)	("Pupil expander" OR "Pupil expansion" OR Eye OR Eyebox OR "Eye Tracking" OR "Eye	24	5	19
Diffuser(擴散)	(擴散器 OR 擴散片 OR Diffuser)@TI,AB,CL,DE	3	12	20

圖 67 GPSS 的歐洲局功效矩陣分析條件

資料來源：本研究整理

(二)依產業分類之專利功效分析

1. 全球主要汽車品牌(不含中國)之 HUD 佈局

透過下圖 68，可看到各國汽車品牌之發展呈現兩極化，本研究認為這與其供應鏈發展策略有極高關聯，如福斯集團(福斯汽車、奧迪)、BMW、福特汽車的技術佈局較少，主因可能其 AR-HUD 由外部的 Tier1 廠商供應，如：福特則由其子公司包含福特 Kuga、福特 Fiesta 等作為集團發展不同車款之業務，其中怡利電作為這兩家子公司在 HUD 上之選配供應商，因此對於其而言不需太投入於相關專利技術，而 Toyota 主要是與 Denso 電裝密切合作供應，故兩方也有機會合作研發。從專利申請及產業報告，並結合以下功效矩陣結果可知，各集團皆較積極投入擴增視覺維度(3D)；而 GM 通用汽車作為汽車品

牌，其專利數量高於其他品牌之因可歸功於本身充足的研發能量¹⁶，同時透過收購和整合各類公司來擴展其技術能力，降低對供應商的技術依賴。

進行分析	技術名稱	TOYOTA(JP)	現代集團(KR)	福斯集團(DE)	BMW(DE)	福特汽車(US)	通用汽車(US)
功效名稱	檢索條件	(豐田 OR TOYOTA)@AX_L	(HYUNDAI OR KIA OR 現代 OR 起亞)@AX_L	(福斯 OR 大眾 OR 奧迪 OR VOLKSWAGEN OR Volkswagen OR audi)@AX_L	(宝马 OR BAYERISCHE OR Bayerische)@AX_L	(福特 OR Ford)@AX_L	(通用 OR GM)@AX_L
提升可視範圍(FOV)	(FOV OR "field of view" OR 可視範圍 OR 視野)@TI,AB,CL,DE	2	2	4	2	2	15
增加虛擬距離(VID)	(VID OR "Virtual Image Distance" OR 虛像距離 OR 虛像)@TI,AB,CL,DE	9	1	2	0	0	1
引導光線性質變化	(Polarization OR 偏振 OR 偏光 OR Polarizing OR "diffraction pattern" OR Phase OR "phase	1	2	3	2	2	6
擴增視覺維度(3D)	(AR OR "Augmented Reality" OR 擴增實境 OR 3D OR 三維 OR "three dimensional" OR	11	6	11	4	2	8
增加視覺焦點平面(Focal)	("Double-focal" OR "Multi-focal" OR "Dual-focal" OR "two or more focal" OR 多焦 OR 雙焦	3	4	4	8	1	7

圖 68 GPSS 的全球主要汽車品牌(不含中國)功效矩陣分析條件

資料來源：本研究整理

2. 中國主要汽車品牌 HUD 佈局

透過下圖 69，可看到中國汽車品牌功效發展無明顯結果產生，本研究認為其與中國汽車產業以 Tier1 AR-HUD 供應商合作密切，因此品牌車廠在相關專利技術佈局較少，而奇瑞汽車本身為技術起家的汽車品牌，甚至設立工業版拼多多——瑞鯨工業採購，整合內部採購職能，促進了企業內部採購降本增效，還讓採購變成增收創利的重要渠道，而且建立了新型供應鏈生態圈及多元化商業模式，因此也是自身具備研發能力的汽車品牌¹⁷。

進行分析	技術名稱	吉利汽車	比亞迪	蔚来汽車	奇瑞汽車	長城汽車
功效名稱	檢索條件	(吉利 OR GEELY OR 浙江吉利 OR "ZHEJIANG GEELY" OR 寧波吉利 OR "NINGBO GEELY"	(惠州比亞迪電池 OR "HUIZHOU BYD BATTERY" OR 比亞迪 OR BYD)@AX_L	(上海蔚来汽車 OR "SHANGHAI NEXTEV" OR 蔚来 OR NIO OR NEXTEV)@AX_L	(奇瑞 OR CHERY OR 芜湖汽车前舱技术研究院 OR "WUHU AUTOMOTIVE	(长城汽车 OR "GREAT WALL MOTOR")@AX_L
提升可視範圍(FOV)	(FOV OR "Field of view" OR 可視範圍 OR 視野)@TI,AB,CL,DE	0	1	0	6	0
增加虛擬距離(VID)	(VID OR "Virtual Image Distance" OR 虛像距離 OR 虛像)@TI,AB,CL,DE	0	2	0	9	0
引導光線性質變化	(Polarization OR 偏振 OR 偏光 OR Polarizing OR "diffraction pattern" OR Phase OR "phase	0	1	0	2	0
擴增視覺維度(3D)	(AR OR "Augmented Reality" OR 擴增實境 OR 3D OR 三維 OR "three dimensional" OR	0	0	0	8	0
增加視覺焦點平面(Focal)	("Double-focal" OR "Multi-focal" OR "Dual-focal" OR "two or more focal" OR 多焦 OR 雙焦	0	7	0	5	0

圖 69 GPSS 的中國主要汽車品牌 HUD 功效矩陣分析條件

資料來源：本研究整理

¹⁶ [公司別研發能力詳細數據表\(美國專利資料庫\)](#)

¹⁷ [“守拙”的奇瑞，突破 3000 億](#)

3. 中國 HUD Tier1 供應商功效佈局

透過下圖 70，可看到中國 AR-HUD Tier1 供應商中，在中國佈局數量領先的公司為未來黑科技公司，而綜觀全局發展，則較為強調光線震盪方向(偏振)、增加虛擬距離(VID) 及增加視覺焦點平面(Focal) 之功效，上述三者功效為發展 AR-HUD 即 3D 成像之立體感的主要效果，但較不強調可視範圍(FOV)，其中中國未來黑科技本身就以發展 AR-HUD 為核心，而以汽車電子、精密壓鑄、精密電子部件以及 LED 照明為主要業務的汽車電子系統供應商華陽多媒體，自 2012 年開始自主研發 HUD，目前在行業內率先推出 VPD(Virtual Panoramic Display) 虛擬全景顯示的方案¹⁸，故可在圖 83 中可看出其在對應的技術功效上有相關的佈局。

進行分析	技術名稱 + -	華陽多媒體(Foryou Multimedia)	未來黑科技(FUTURUS)	澤景汽車(ZHAOSHI AUTOMOTIVE)	浙江水晶光電(CRYSTAL-OPTECH)	銳思華創(RUISI HUACHUANG)
功效名稱 + -	檢索條件	(華陽多媒體 OR Foryou Multimedia)@AX_L	(未來黑科技 OR FUTURUS)@AX_L	(澤景汽車 OR ZHAOSHI AUTOMOTIVE ELECTRONICS CO., LTD. OR	(水晶光電 OR CRYSTAL-OPTECH)@AX_L	(銳思華創 OR RUISI HUACHUANG)@AX_L
提升可視範圍(FOV)	(FOV OR "Field of view" OR 可視範圍 OR 視野)@TI,AB,CL,DE	2	0	3	0	2
增加虛擬距離(VID)	(VID OR "Virtual Image Distance" OR 虛像距離 OR 虛擬距離 OR 虛像)@TI,AB,CL,DE	13	54	13	3	10
引導光線性質變化	(Polarization OR 偏振 OR 偏光 OR Polarizing OR "diffraction pattern" OR Phase OR "phase	5	93	5	8	4
擴增視覺維度(3D)	(AR OR "Augmented Reality" OR 擴增實境 OR 3D OR 三維 OR "three dimensional" OR	12	8	14	2	2
增加視覺焦點平面(Focal)	("Double-focal" OR "Multi focal" OR "Dual-focal" OR "two or more focal" OR 多焦 OR 雙焦	20	82	11	6	8

圖 70 GPSS 的中國 Tier1 供應商 HUD 功效矩陣分析條件

資料來源：本研究整理

¹⁸ 【感受工業之美】有片 | 冀打造成為國內外領先的汽車電子系統供應商 惠州華陽多媒體將加快「走出去」步伐

4. 全球 Tier1 HUD 供應商產業佈局

透過下圖 71，可看到全球 Tier1 供應商在 AR-HUD 佈局功效，由於按照前五大申請人作為樣本，故收錄日本精機、DENSO 電裝、矢崎總業、CONTINENTAL 大陸集團、BOSCH 博世、VALEO 法雷奧等，並由圖可知日本供應商較為強調增加虛擬距離(VID)、增加視覺焦點平面(Focal) 及引導光線性質變化之效果，上述三者功效較以發展 AR-HUD 即 3D 成像之立體感，也同為日本供應商技術發展之著重功效，而多較不強調可視範圍(FOV)。根據 2023 年 Automotive News 的全球百強零件榜單中，作為前 15 大國際零件供應商的 CONTINENTAL 大陸集團、BOSCH 博世、VALEO 法雷奧，在產業鏈的角色為負責將多種技術（如顯示技術、光學技術、感測器技術等）整合進產品，並將其提供給原始設備製造商(OEM)代工製造，較不是起始技術的創新者，雖仍會參與到產品的設計、開發和測試過程，但多為技術整合商；而日本供應商在佈局方面數量較多除了研發能量的推測外，也歸功於日本特許廳對專利申請的支持，在保護核心技術的同時，進行專利佈局以形成技術封鎖，避免競爭對手輕易切入市場。

進行分析	技術名稱	DENSO電裝(JP)	日本精機(JP)	矢崎總業(JP)	CONTINENTAL大陸(DE)	BOSCH博世(DE)	VALEO法雷奧(FR)
功效名稱	搜索條件	(DENSO OR 日本電裝)@AX_L	(NIPPON SEIKI OR 日本精機)@AX_L	(YAZAKI OR 日本矢崎總業 OR 矢崎總業)@AX_L	(Continental Automotive OR 大陸汽車 OR 大陸汽車有限責任公司 OR 大陸汽車電子(天津)有限公司)@AX_L	(BOSCH OR 罗伯特·博世有限公司 OR 罗伯特·博世 OR ROBERT BOSCH GMBH)	(法雷奧 OR 法雷奧舒延尼有限公司 OR 法雷奧伊图德斯电子公司 OR VALEO)@AX_L
提升可視範圍(FOV)	(FOV OR "Field of view" OR 可視範圍 OR 視野)@TI,AB,CL,DE	14	7	3	0	3	6
增加虛擬距離(VID)	(VID OR "Virtual Image Distance" OR 虛像距離 OR 虛擬距離 OR 虛像)@TI,AB,CL,DE	188	292	35	2	0	0
引導光線性質變化	(Polarization OR 偏振 OR 偏光 OR Polarizing OR "diffraction pattern" OR Phase OR "phase	28	32	3	4	3	11
擴增視覺維度(3D)	(AR OR "Augmented Reality" OR 擴增實境 OR 3D OR 三維 OR "three dimensional" OR	2	16	1	1	1	1
增加視覺焦點平面(Focal)	("Double-focal" OR "Multi focal" OR "Dual-focal" OR "two or more focal" OR 多焦 OR 雙焦	37	41	12	6	3	5

圖 71 GPSS 的全球 Tier1 供應商 HUD 功效矩陣分析條件

資料來源：本研究整理

5. 全球玻璃及周邊材料產業在 HUD 佈局

透過下圖 72，可看到全球玻璃及周邊材料產業在 AR-HUD 佈局功效，其中日本的旭硝子、中國的福耀玻璃、法國的聖戈班為該領域關鍵供應商，其較為強調光線震盪方向(偏振)、增加虛擬距離(VID) 及擴增視覺維度(3D) 為主，上述三者功效較以發展 AR-HUD 即 3D 成像之立體感，而較不強調可視範圍(FOV)。中國福耀玻璃¹⁹ 除了研發夾層玻璃、可加熱隔熱的鍍膜玻璃外，也重研發在夾層前擋上沉積的透明奈米膜，將其與偏振光組合作用，消弱副像的同時增強主

¹⁹ 中國福耀玻璃官網

像。而高溫可能導致光學材料熱膨脹，影響光線的折射率與投影的準確性導致成像失真，也可能導致影像對比度和亮度的下降，因此福耀玻璃針對這兩個影響光線偏振及最後成像效果的技術皆做了數量較高的佈局。同時旭硝子作為擋風玻璃供應商，在曲面反射器和透鏡設計中具備更精密設計的光學系統的技術將光線以特定的角度反射或透射，故在增加虛擬距離及偏振的效果中也有明顯佈局。以上兩家具較顯著結果的公司在 AR-HUD 擋風玻璃技術中皆為較成熟的廠商，為未來能考慮攜手合作的對象之二。

進行分析	技術名稱 + -	旭硝子(JP)	日本板硝子(JP)	福耀玻璃(CHN)	聖戈班玻璃(FR)	積水化學(JP)
功效名稱 + -	檢索條件	(旭硝子 OR ASAHI GLASS OR AGC株式会社)@AX_L	(日本板硝子 OR NIPPON SHEET GLASS)@AX_L	(中國 FUYAO GLASS 福耀玻璃 OR FUYAO OR 福耀)@AX_L	(SAINT-GOBAIN GLASS OR 法國聖戈班玻璃)@AX_L	(SEKISUI CHEMICAL OR 積水化學)@AX_L
提升可視範圍(FOV)	(FOV OR "Field of view" OR可視範圍 OR 視野)@TI,AB,CL,DE	2	0	0	0	1
增加虛擬距離(VID)	(VID OR "Virtual Image Distance" OR 虛像距離 OR 虛像)@TI,AB,CL,DE	16	3	6	0	0
引導光線性質變化	(Polarization OR 偏振 OR 偏光 OR Polarizing OR "diffraction pattern" OR Phase OR "phase	8	0	32	5	0
擴增視覺維度(3D)	(AR OR "Augmented Reality" OR 擴增實境 OR 3D OR 三維 OR "three dimensional" OR	0	0	0	5	0
增加視覺焦點平面(Focal)	("Double-focal" OR "Multi focal" OR "Dual-focal" OR "two or more focal" OR 多焦 OR 雙焦	2	2	3	3	0

圖 72 GPSS 的全球玻璃及周邊材料 HUD 功效矩陣分析條件

資料來源：本研究整理

6. 全球面板產業在 HUD 佈局

近年隨著全球面板產業成長趨緩及競爭加劇，相關公司紛紛提出轉型車用車載市場作為其業務發展重心，而 AR-HUD 是在視覺技術上相關重要的板塊。從下圖 73 可以看到我國友達光電的佈局較少，因其在近兩年才提出轉型車用解決方案供應商並收購德國智慧座艙 BHTC；京東方在調節光的相位相關的技術擴散器的部分有較明顯的佈局。同時美國的偉世通則以汽車娛樂顯示器為主，故兩者在 AR-HUD 功效上較無明顯成果；中國京東方、韓國的 LG 樂金顯示與三星電子的專利案件以光線震盪方向(偏振)、擴增視覺維度(3D)為主，看出面板產業中這兩個的功效之技術為專利權人主要佈局焦點之兵家之地。

進行分析	技術名稱 + -	友達(TW)	京東方(CHN)	LG樂金顯示(KR)	三星電子Samsung(KR)	偉世通VISTEON(US)
功效名稱 + -	檢索條件	(友達 OR AU)@AX_L	(中國BOE TECHNOLOGY 京東方科技 OR BOE OR 京東方)@AX_L	(LG OR 樂金 OR HITACHI-LG OR 日立樂金)@AX_L	(三星 OR 三星電子 OR SAMSUNG OR Samsung)@AX_L	(威斯通 OR VISTEON OR 上海伟世通汽车电子 OR 延锋伟世通电子科技 OR
提升可視範圍(FOV)	(FOV OR "Field of view" OR可視範圍 OR 視野)@TI,AB,CL,DE	0	3	0	2	1
增加虛擬距離(VID)	(VID OR "Virtual Image Distance" OR 虛像距離 OR 虛擬距離 OR 虛像)@TI,AB,CL,DE	0	3	1	0	4
引導光線性質變化	(Polarization OR 偏振 OR 偏光 OR Polarizing OR "diffraction pattern" OR Phase OR "phase	1	16	12	17	5
擴增視覺維度(3D)	(AR OR "Augmented Reality" OR 擴增實境 OR 3D OR 三維 OR "three dimensional" OR	0	10	21	29	6
增加視覺焦點平面(Focal)	("Double-focal" OR "Multi focal" OR "Dual-focal" OR "two or more focal" OR 多焦 OR 雙焦	2	14	0	1	8

圖 73 GPSS 的全球面板產業 HUD 功效矩陣分析條件

資料來源：本研究整理

7. 台灣 HUD 主要業者佈局

以本次檢索結果中數量排名靠前的台灣業者為分析標的，怡利電為主要 AR-HUD 供應商且擁有具體之歐美中系車廠客戶，而業成科技、中強光電則是從本業的觸控模組及投影技術，多角化發展至 AR-HUD 技術專利。業成集團（GIS）是一家鴻海科技（富士康）投資的觸控整合公司，於 2024 年 3 月起才與其他公司合作，進一步擴展其在微型顯示器應用領域的光學元件和模組業務，確保 AR 產品（包括智慧型眼鏡、抬頭顯示器（HUD）和頭戴式顯示器（HMD）的成功商業化²⁰；而中強光電²¹自創立開始就投入背光模組/觸控等技術，2019 年時開始佈局相關技術跨入車載領域；而光寶的光學設計團隊與其供應夥伴，共同開發駕駛偵測攝像頭的專用鏡頭，並掌握駕駛偵測、手勢辨識所需相關技術²²，較為專注於 AR-HUD 中車用鏡頭的技術，走向偏向協助車廠 OEM，因此在功效上較配合客戶要求。四家公司以光線震盪方向（偏振）、增加虛擬距離(VID)為主，展現其積

²⁰ [Porotech 將與業成集團\(GIS\)合作，實現 MicroLED AR 微型顯示器商品化](#)

²¹ [深耕 31 年，中強光電擴大車載顯示應用市場，AR-HUD 一戰成名](#)

²² [光寶科技攜智慧車聯應用亮相 CES](#)

極朝向下一代 AR-HUD 發展佈局。

進行分析	技術名稱 + -	怡利電(E-Lead)	光寶(LITE-ON)	業成科技(GIS)	中強光(CTX)
功效名稱 + -	檢索條件	(怡利電 OR E-LEAD)@AX_L	(光寶 OR 光宝科技股份有限公司 OR LITE-ON)@AX_L	(業成科技 OR 业成科技 OR 业成光电 OR GIS TECHNOLOGY (CHENGDU) CO., LTD.	(中強光電股份有限公司 OR CTX OPTO ELECTRONICS CORP)@AX_L
提升可視範圍(FOV)	(FOV OR "Field of view" OR可視範圍 OR 視野)@TI,AB,CL,DE	1	0	1	0
增加虛擬距離(VID)	(VID OR "Virtual Image Distance" OR 虛像距離 OR 虛擬距離 OR 虛像)@TI,AB,CL,DE	12	1	5	6
引導光線性質變化	(Polarization OR 偏振 OR 偏光 OR Polarizing OR "diffraction pattern" OR Phase OR "phase	13	1	7	3
擴增視覺維度(3D)	(AR OR "Augmented Reality" OR 擴增實境 OR 3D OR 三維 OR "three dimensional" OR	6	0	1	0
增加視覺焦點平面(Focal)	("Double-focal" OR "Multi focal" OR "Dual-focal" OR "two or more focal" OR 多焦 OR 雙焦	10	2	4	6

圖 74 GPSS 的台灣 AR-HUD 主要業者功效矩陣分析條件

資料來源：本研究整理

(三)專利功效分析結果與建議

透過本研究整理之分析結果與建議，相信可以給予想進入 AR-HUD 之產業業者具體的功效參考，以及基於各自公司產業擅長的「技術」去發展適合之「功效」。

1. 技術功效方向發展建議：發展關鍵及尚有佈局空間之技術

AR-HUD 相較於 HUD 的固定成像，其為了供駕駛人呈現更即時與動態的行車資訊，需配合駕駛人眼球的焦點進行成像。圖像生成光源透過擋風玻璃進行第一次折射後產生的虛像平面，並不是最終成像狀態，而是會繼續延長至駕駛者眼球焦點之實物位置進行成像，虛像才會隨實物的移動進行遠近的變化，故駕駛視覺監控技術追蹤眼球焦點將決定虛像的成像位置；而 PGU 圖像生成現已有四種技術包含 TFT-LCD、DLP、LCOS 及 MEMS，但其中全息投影所使用到的空間光調製器 (Spatial Light Modulator, SLM)，能根據輸入信號，動態調整和控制光線特性，控制光線振幅、相位或偏振狀態，以創建所需的圖像或特定效果，為一種控制光波的裝置。SLM 控制了影像的數據後，雷射光的相干光通過這些調製器，根據快速的電腦演算法進行光的特徵修改，以生成 3D 立體視覺效果²³，是為下一代 3D (holographic)AR-HUD 中重要的影像成像設備。

以目前功效矩陣結果來看，由於上一代 HUD 與現階段發展之 AR-HUD 皆需要擋風玻璃及反射技術增加虛擬距離跟引導光線，因此技術發展已成為較成熟的紅海。AR-HUD 及下一代的 3D AR-HUD 技術方向皆往加深視覺立體維度發展，於本次技術功效分析中可見，駕駛視覺監控技術、PGU 圖像生成(SLM)、全息光學元件的組合相關的佈局尚未如其他技術來的成熟，但為 AR-HUD 中之關鍵技術，因此可視其為可發展之藍海市場。

進行分析	技術名稱	PGU(圖像生成器)	Combiner(全息光學元件的組合器)	Reflector(反射)	Windshield(擋風玻璃及折射零件技術)	Eye(駕駛視覺監控)	Diffuser(擴散)
功效名稱 + -	檢索條件	(PGU OR "Picture Generation Unit" OR "TFT-LCD" OR "Thin Film Transistor Liquid	(Waveguide OR Holography OR Holographic OR Hologram OR HOE OR	(Reflector OR Reflection OR "beam splitter")@TI,AB,CL,DE	(windshield OR windscreens OR "Laminated Glass" OR "Wedge shaped" OR	("Pupil expander" OR "Pupil expansion" OR Eye OR Eyebox OR "Eye Tracking" OR "Eye	(擴散器 OR 擴散片 OR Diffuser)@TI,AB,CL,DE
提升可視範圍(FOV)	(FOV OR "Field of view" OR可視範圍 OR 視野)@TI,AB,CL,DE	7	38	36	69	9	3
增加虛擬距離(VID)	(VID OR "Virtual Image Distance" OR 虛像距離 OR 虛擬距離)@TI,AB,CL,DE	13	63	382	384	13	19
引導光線性質變化	(Polarization OR 偏振 OR 偏光 OR Polarizing OR "diffraction pattern" OR Phase OR "phase	15	111	344	210	15	25
擴增視覺維度(3D)	(AR OR "Augmented Reality" OR 擴增實境 OR 3D OR 三維 OR "three dimensional" OR	28	61	91	117	11	14
增加視覺焦點平面(Focal)	("Double-focal" OR "Multi focal" OR "Dual-focal" OR "two or more focal" OR 多焦 OR 雙焦	35	138	317	261	22	30

圖 75 本研究 GPSS 技術功效矩陣分析結果：三大功效

資料來源：本研究整理

²³ [汽車行業中全息顯示技術的演進與影響](#)

2. 產業合作機會與方向

透過全球及中國車廠品牌 AR-HUD 功效矩陣圖，本研究注意到部分車廠在相關功效佈局較為全面，而有些則是僅專注於部分功效或幾乎無相關佈局，這代表車廠本身在採用其供應鏈擁有自身策略考量，因此對於想要跨入相關 AR-HUD 產品技術後進者而言，避開挑選像是現代集團、Toyota 這類本身已有集團子公司(Hyundai Mobis)或是轉投資密切合作(Denso 電裝)Tier 1 AR-HUD 供應商這類客戶是較佳的策略。選擇像是中系汽車品牌或是相關電動車等品牌，協助其補足相關功效，截長補短，更有打入其供應鏈之市場機會。

3. 競爭策略建議：同業競合

就產業競爭角度而論，透過本研究針對上述相關產業在 AR-HUD 功效佈局分析相關業者，如要避開直接的競爭應更專注於提升可視範圍(FOV)、擴增視覺維度(3D)之功效，上述兩大功效在相關 AR-HUD Tier1 供應商目前尚有佈局空間，且這兩功效是發展 AR-HUD 之關鍵功效，目前多以 Tier1 AR-HUD 車廠供應商佈局為主，因此在此兩大功效的零部件深入開發解決方案，將可避免與其他廠商直接競爭，更可與車廠客戶合作；合作面則可透過各取所需，按照各廠商之 AR-HUD 功效分佈去投其所好，並開直接競爭，透過對方之關鍵資源與核心能力達到事半功倍之效益。

九、 小結

(一)專利發展趨勢分析

技術生命週期圖的趨勢來看該技術還處於技術成長及技術成熟階段，未進入到「技術衰退期」階段，仍處於成長期。而從統計數據觀察，可以發現日本較早 2011 年時就有相關專利成長，但中國自 2012 年起申請數量就急遽上升，2020 年超越日本，甚至到 2022 年有超過 400 件申請數量，而台灣雖然這幾年專利申請量大幅減少，在數量及規模相較起中國差距極大。整體而言，從技術生命週期或各國專利申請趨勢，目前這個領域的專利發展都是持續增加的，同時也代表此領域的未來性或發展性仍有機會。

且隨著目前電動車與自駕車快速發展，以及 AR-HUD(3D 視覺)逐漸從高階品牌車種向下滲透至中端品牌，相信該技術仍處於成長階段，當前應屬於關鍵期。另一方面，從專利發展路徑分析觀察，2010 年開始對於智慧車輛的技術逐步開發導入，其中藉由整合 AR-HUD 與自動駕駛技術和路徑規劃方法，為其中一關鍵智能座艙的基本要求。

(二)指標專利權人分析

以目前檢索的資料顯示，AR-HUD 相關技術較多掌握在日本與中國兩國，以 Tier1 AR-HUD 車廠供應商為主，日本申請人規模大與公司歷史較為悠久，擅長光學設計與材料；中國則是以新創公司並著重發展 AR-HUD 多維(3D)與立體真實之技術為主。

若進一步探討韓國專利權人，則現代集團及旗下現代 MOBIS 為主要，近年積極

朝往 AR-HUD 發展並針對駕駛者眼球追蹤，積極找尋外部合作者開發多元技術。美國專利權人以通用汽車，為眾美系汽車品牌最為積極發展相關技術專利也與英國的 Envisics 在全息投影技術合作。

歐洲專利權人，本研究以英國的 Envisics 作為介紹對象，因其技術創新，且深獲多家車廠投資與合作，我國則是以怡利電 E-Lead 為主，近年從擋風玻璃式 HUD 成功拓展至 AR-HUD，目前更積極往 3D 視覺發展。因此以下將針對上述各國代表性專利權人的產品進行介紹：

1. 日本精機



專利範例：專利號 JP23016428 (ヘッドアップディスプレイ装置 HEAD-UP DISPLAY DEVICE)，主要功能是針對畫面延時補償，提供駕駛人較好的視覺體驗。

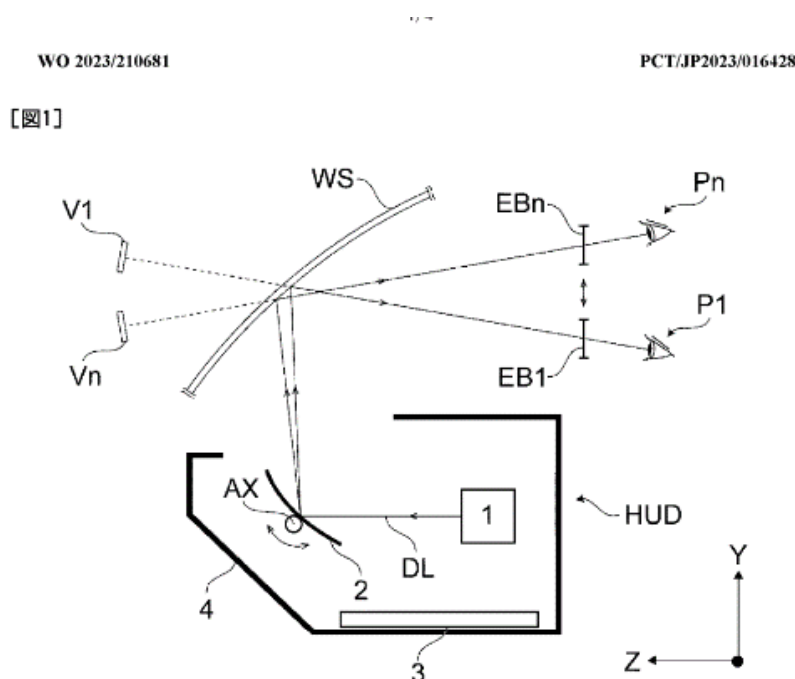
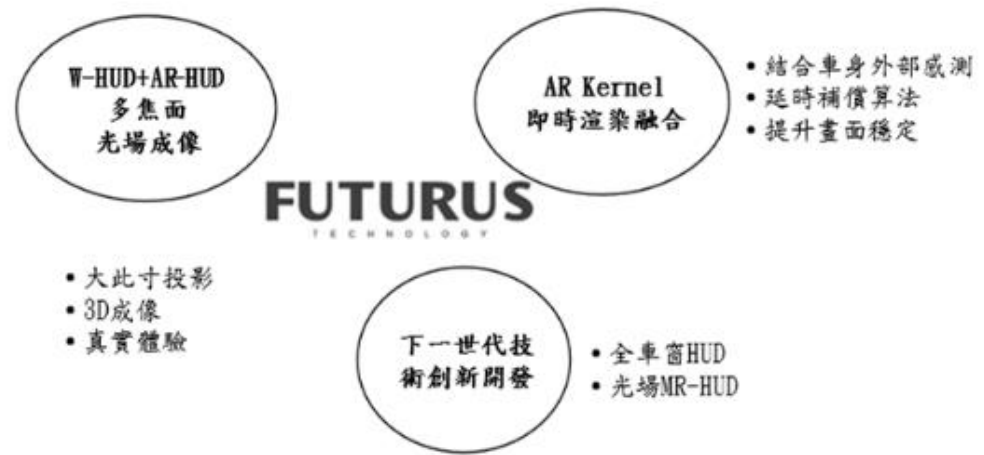


圖 76 日本精機專利範例說明

2. 未來黑科技



專利號 CN114137725A (一种可显示三维图像的抬头显示系统)

CN 114137725 A

说明书附图

1/9 页

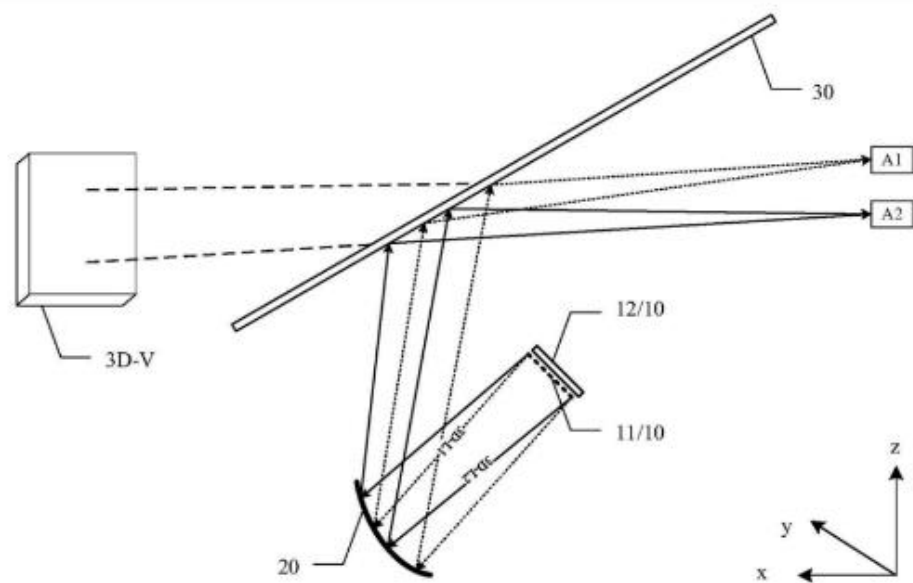
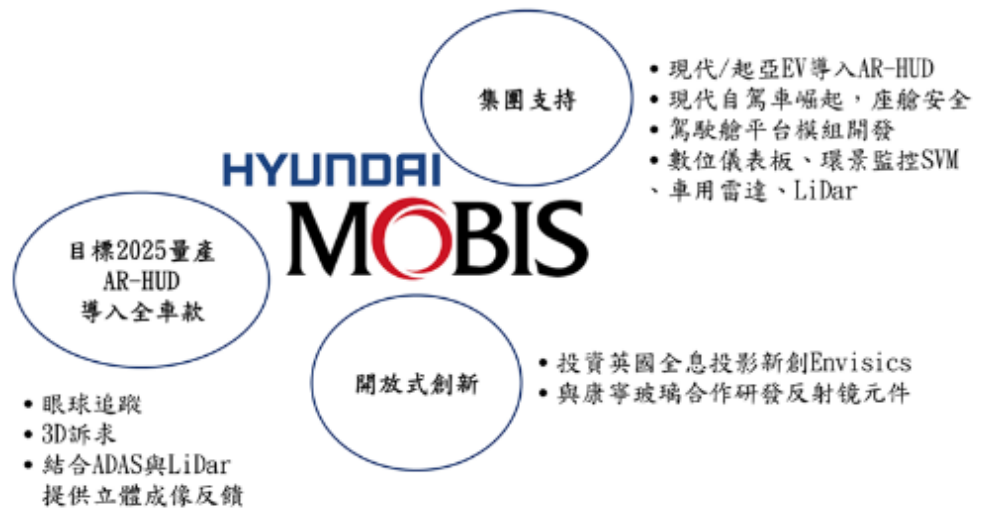


圖 77 中國未來黑科技專利範例說明

3. 現代 MOBIS



專利號 US20230150360A1 (APPARATUS AND METHOD FOR CONTROLLING HUD OF VEHICLE)

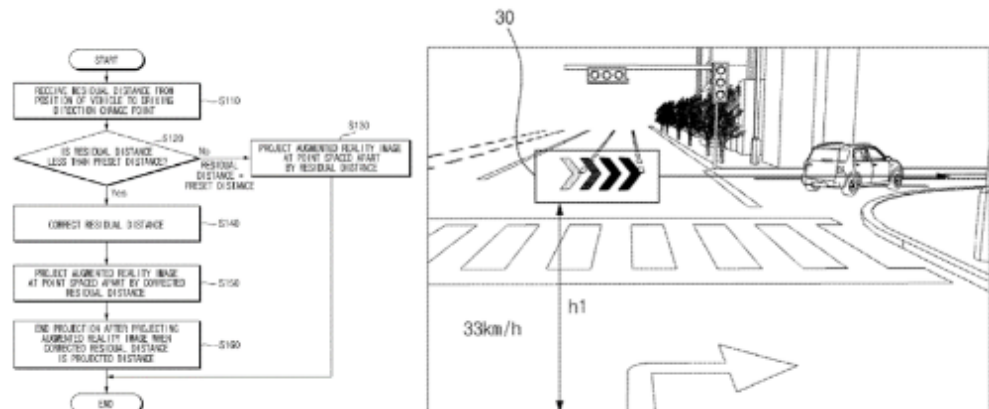
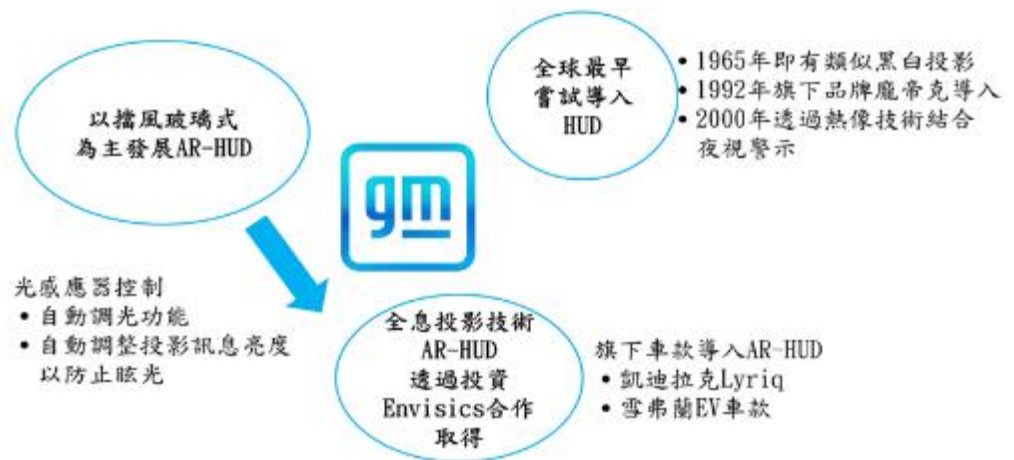


圖 78 現代 MOBIS 專利範例說明

4. 通用汽車



專利號 US20210055549A1 (Hologram replicator assemblies for head up displays including continuous transmission neutral density filters and corrective leveling elements)

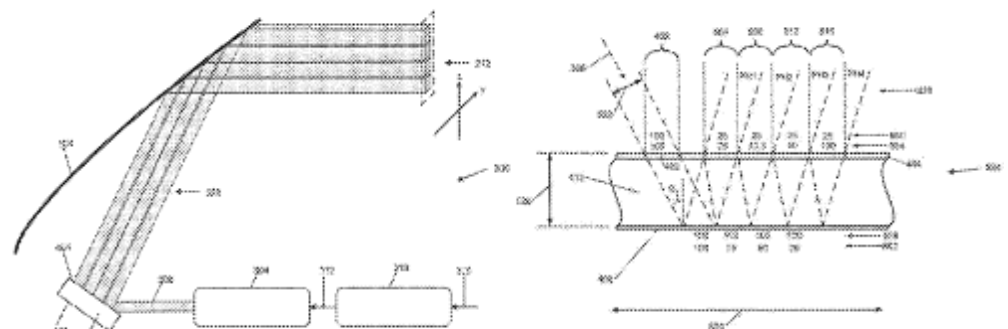
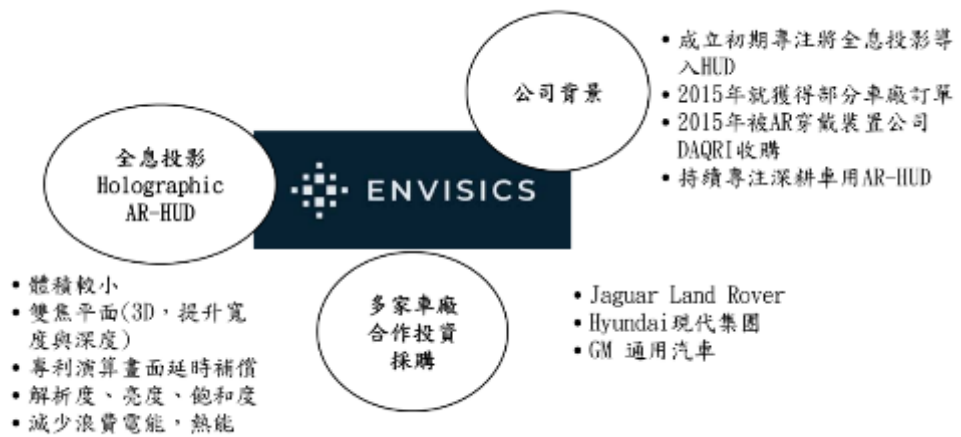


圖 79 通用汽車專利範例說明

5. 歐洲英國 Envisics



專利號 CN116643402A (平視显示器 Head-up display)

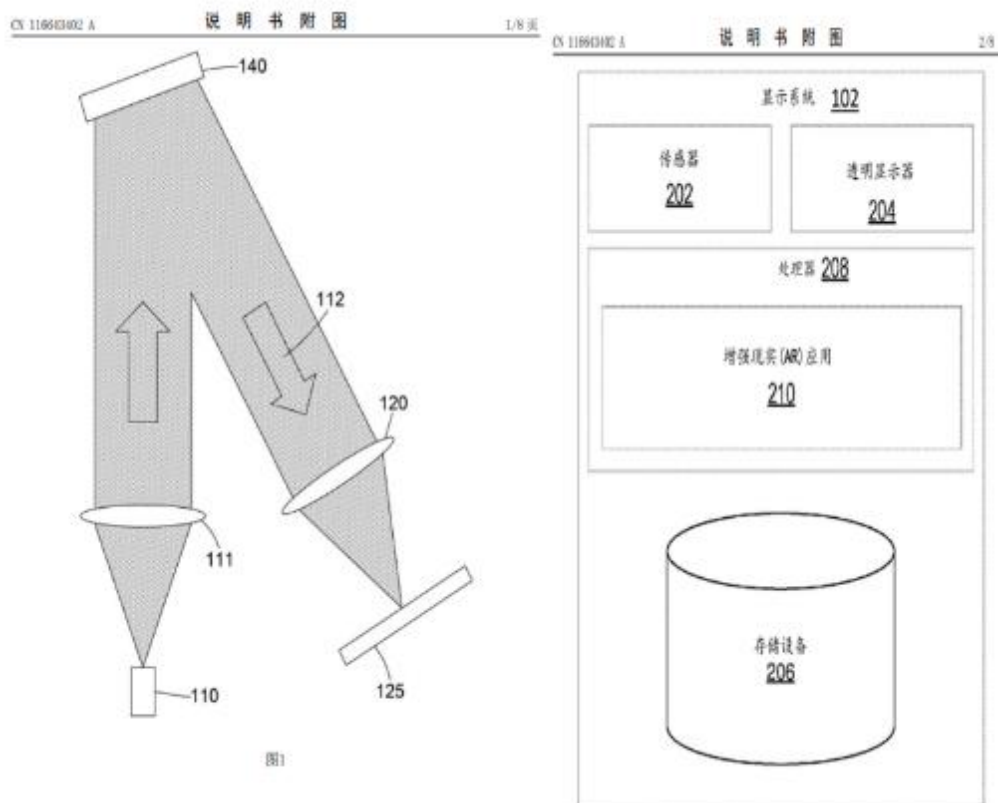


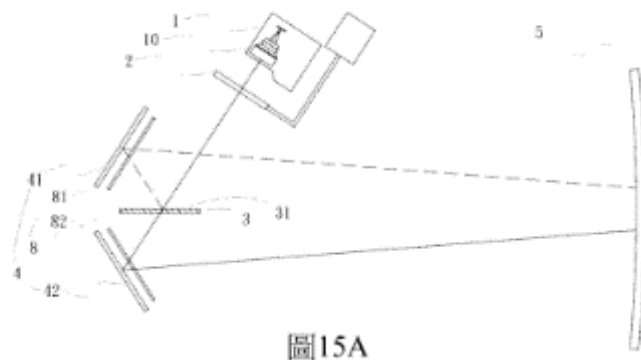
圖 80 英國 Envisics 專利範例說明

6. 怡利電



專利號 TW202229974A(對稱光路 3D 抬頭顯示器)

指定代表圖：



符號簡單說明：

1:投影模組

10:成像鏡頭

2:偏振調製器

3:偏振式分光器

31:分光面

L1,L2:偏振影像光

圖 81 怡利電專利範例說明

(三)各國專利佈局分析

從各國專利佈局情況可以了解各個國家、產業與企業在 AR-HUD 專利分佈並不相同，總結如下：

台灣專利佈局以 AR-HUD 集成系統為主，怡利電為指標廠商，其佈局從過去的組合式抬頭顯示器(C-HUD)、擋風玻璃式抬頭顯示器(W-HUD)逐漸轉向 AR-HUD，在專利佈局上以 AR-HUD 系統集成，而中強光、光寶科技、尚立光電則是從投影技術為技術核心朝向 AR-HUD 領域發展。有具體出貨供應商以光寶科為主。

日本專利佈局以 AR-HUD 集成系統、玻璃與光學材料為主。由於日本汽車、光學投影產業蓬勃發展且車用 Tier1 供應鏈較為封閉，因此相關專利申請人之背景多與車廠有緊密合作關係，且專利申請名稱以 Head Up Display(HUD)系統集成為主；

且通常申請人業務不侷限供應於 HUD 單一部件。多是從駕駛座艙儀表板、娛樂系統及汽車內飾進行解決方案供應商，因此多朝向車用人機介面(Human Machine Interface, HMI)與內裝朝向智慧化與個人化發展，並透過外部的駕駛資訊投放成為 HUD 市場機會。但近年日本汽車在 AR-HUD 佈局較為緩慢。或許是日本的企業組織文化較為保守，對相關技術仍處於觀望，不過度投入，因此日本在近年申請量是呈現下滑。

中國專利佈局較為全面，且申請年份較新，屬於後起之秀，中國專利申請人公司歷程皆不具有車廠股權投資、企業組織並非從車廠部門分拆。多是由顯示器、光學投影及汽車工程設計之新創團隊開發，中國發展較晚，在組合式抬頭顯示器(C-HUD)佈局極少，直接由擋風玻璃式抬頭顯示器(W-HUD)，近年積極朝往 AR-HUD 發展有賴於中國汽車產業崛起，從過去中外合資車廠模式轉往自主新能源造車品牌，帶動需求。總言，中國 Tier1 在 AR-HUD 發展正如火如荼創新，並聚焦擴增視覺維度(3D)。

韓國專利則佈局由現代集團、LG 樂金顯示與 Samsung 三星電子主導，韓國的專利佈局根據本研究可注意到 LG 樂金顯示之專利佈局較為側重面板顯示器之光源與投影及 HUD 系統集成直接供貨予車廠客戶。現代集團以旗下 Hyundai Mobis 與三星電子本身則是較為聚焦駕駛監控行為的眼球追蹤，此技術透過追蹤駕駛眼球與瞳孔擴張程度去調整視距與投影內容，以此達到 AR-HUD(3D 成像)之投影結果，總言，韓國較積極發展 AR-HUD。

歐洲專利佈局與日本相似，本研究認為這與兩國產業鏈都是汽車製造大國且都擁有自身汽車 Tier1 供應商有關，像是德國的 Continental、BOSCH；法國的 Valeo 法雷奧，而車廠本身是選擇外部採購，所以專利數量不一定算多。因此歐洲的專利技術多是 HUD 系統集成，本研究結合公司產業資訊也注意到這類 Tier1 多會向外與新創公司合作，像是 Continental 跟美國的 Digilens 進行光波導(Optical Waveguide)投射的合作採購。

先前瑞士也有新創的 AR-HUD 開發商 Wayray AG，英國的 Envisics 以全息投影技術為訴求，前者已在 2023 年破產清算，而後者則是獲得 Panasonic 策略開發下單、韓國的 Hyundai Mobis 投資。從歐洲申請人的背景佈局分析，創新多元的技術，同時受到他國車廠與 HUD 供應商關注投資，這代表歐洲在創新上較日本開放，且佈局 AR-HUD 技術專利更為多元。

美國專利以車廠及汽車 Tier1 供應商為主，本研究仔細分析主要以通用汽車為主要專利申請人，相關策略最為積極，其專利技術分佈以擋風玻璃式(W-HUD)為主，並沒有佈局過多 AR-HUD 技術，與其他 HUD 供應商不同的是通用汽車講求透過擋風玻璃(W-HUD)結合 AR 擴增實境投影技術以此達成 3D 成像，並在近年積極以眼睛高度(Eye Height Based Virtual Image Alignment)以及眩光減輕模組(Glare mitigation module)等眼球技術，其也積極佈局 3D 成像技術。

表 19 各國專利佈局分析及整理

地區	主要專利佈局重點	主要技術發展方向	代表廠商
台灣	台灣的專利佈局集中於 HUD、AR-HUD 集成系統。	以系統集成與投影機為核心，逐漸偏向 AR-HUD 技術的整合和應用。技術佈局從傳統的組合式抬頭顯示器 (C-HUD) 和擋風玻璃式抬頭顯示器 (W-HUD) 逐漸轉向 AR-HUD 技術。	怡利電、中強光、光寶科技、尚立光電
日本	日本的專利佈局以 HUD、AR-HUD 集成系統、玻璃和光學材料為主。	聚焦於智慧化駕駛和車內人機介面 (HMI)，同時向個性化和智能化發展。保持在 HUD 系統集成領域的技術領導地位。	日產、豐田等車廠及其 Tier1 供應商
中國	中國的專利佈局較新且全面，企業大多是由顯示器、光學投影及汽車設計新創團隊主導，並非來自於車廠的分拆部門，因此具有高度靈活性。	專注於 AR-HUD 技術，特別是 3D 擴增視覺維度的創新。	京東方，未來黑科技，澤景，福耀玻璃
韓國	韓國的專利佈局專注於 HUD 系統集成和顯示技術的創新。並側重於顯示器面板和光學技術的集成應用。	專利技術以駕駛行為監控為核心，尤其是眼球追蹤技術，用於實現 AR-HUD 中的 3D 成像。	現代 Mobis、LG 顯示器、三星電子
歐洲	歐洲的專利佈局與日本相似，主要是 HUD 系統集成技術、車用玻璃為主。	技術發展包括全息投影技術。以及 AR-HUD 和車用玻璃的多樣化發展。	Continental、BOSCH、Valeo、Saint-Gobain、Wayray AG、Envisics
美國	專利佈局於傳統 HUD 技術與 AR 技術的結合。	主要集中於擋風玻璃式 HUD(W-HUD) 技術，並結合 AR 擴增實境來實現 3D 成像技術。	通用汽車及其他 Tier1 供應商與光學新創團隊

資料來源：本研究整理

陸、產業競爭力分析及發展策略

一、專利/技術觀點之建議

(一)專利申請與佈局

1. 從技術生命週期圖與專利申請趨勢來看，可以發現目前 AR-HUD 仍處於發展階段，相關技術多元仍有許多成長空間，應用於車用車載市場之可靠度、技術應用亦尚未發展完整，這部分仍有專利佈局空間。
2. 從專利發展路徑分析觀察，2016-2020 年間，AR HUD 系統融合了 AR 技術和交通控制系統的交互功能，提供即時交通信息和導航輔助，進而提升駕駛員的決策能力和安全性。這些技術進步不僅 AR HUD 成為智慧駕駛和交通管理的重要組成部分，還拓展了其在未來交通和駕駛輔助系統中的應用潛力。
3. 從各國專利權人的專利申請趨勢中觀察，專利佈局仍以日本車廠與 Tier1 供應商為多，其中日本企業以電裝、日本精機、日本松下電器為首，中國以 AR-HUD 新創未來黑科技、面板顯示廠京東方科技、澤景汽車為主，而中國福耀的專利多佈局在 AR-HUD 車用玻璃與特殊薄膜材料技術。
4. 各國專利權人 AR-HUD 專利佈局情形並不相同，整體而言，日本專利權人主要佈局在 AR-HUD 系統集成與內部機構件設計（電裝、精機），並結合玻璃特殊材料（旭硝子）。中國專利則主要佈局在 AR-HUD 的光學技術（未來黑科技），並以加深虛擬距離、擴增視覺維度等光場立體成像應用為主並結合相關視覺延時補償算法，提升駕駛人畫面穩定。在韓國相關專利佈局 AR-HUD 系統集成與技術解決方法中，以現代 Mobis 為產業領導者，於 2020 年起投資 Envisics 盼 2025 年實現 AR-HUD 量產，同時也積極收購相關供應商並積極往下一世代的 AR-HUD 技術發展。
5. 台灣相關專利佈局數量較少，產業結構由車用電子(怡利電、創智車電)、光學投影(中強光電、光寶科、尚立光電)組成，未來若要往 AR-HUD 方向發展，不僅是研發需要持續進行，也需要掌握創新投影技術、3D 眼球追蹤與多焦光學並佈局相關專利。

(二)技術發展趨勢與應用

本研究注意到近年 AR-HUD 朝向 3D 成像方向發展，更加注重於駕駛周遭環境資訊。相較於過去組合式抬頭顯示器(C-HUD)與擋風玻璃式(W-HUD)，僅能提供駕駛者 2D 投影相關駕駛資訊，如：行駛速度、油量、前車距離等駕駛參數較為單調，且視覺成像無法明確隨著行車物理距離的調整而改變投影成像深度。

然隨著汽車產業在智慧座艙與人機介面 HMI 汽車設計概念導入，AR-HUD 能夠將駕駛環境導航之地理、景物、地標等資訊結合，如：駕駛過程，可以直接結合車用地圖將各設施停車場數量、路況擁擠、商店優惠促銷活動、目的地天氣等駕駛交通資訊以色彩化參數投影於 AR-HUD 成像，改變過去駕駛體驗。透過車用雷達、光達等外部感測器得以了解汽車外部環境並將參數提供與駕駛人。

有意進入該技術領域之廠商應高度關注如何賦予提升駕駛環境資訊作為軟體發

展與合作對象洽詢之方向。

(三)技術發展問題與因應

經本研究分析注意到 AR-HUD 需要特別注意相關視覺問題，因此作出以下分析：

1. 楔形 PVB 膜夾層玻璃解決重影問題

前擋風玻璃式抬頭顯示器(W-HUD)前擋風玻璃多面臨重影困擾，目前車廠與相關 AR-HUD 解決方案多採用楔形 PVB 膜夾層玻璃來調整反射光線。普通的前擋風玻璃內外兩層玻璃間的 PVB 膜是厚度均勻且平整，換成 PVB 楔形膜後，即調整楔形膜玻璃厚度及角度，本研究發現此舉便可以讓兩個面的反射光不斷靠近，這樣便可以消除重影影響。如:法國聖戈班玻璃，用於實現 HUD 功能的夾層玻璃，公開專利號 CN108656667A。

(54)發明名稱

用于实现HUD功能的夹层玻璃

(57)摘要

本发明涉及一种用于实现HUD功能的夹层玻璃,所述夹层玻璃包括:外侧玻璃层;内侧玻璃层;位于所述外侧玻璃层和所述内侧玻璃层之间的PVB膜;其中所述PVB膜为厚度均匀的PVB膜,所述夹层玻璃还包括有反射膜。

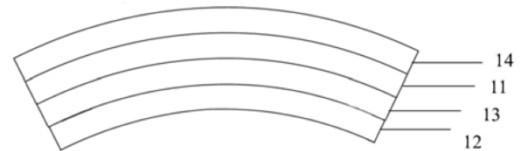


圖 82 案件 CN108656667A 之摘要及主要圖示

資料來源：全球專利檢索系統(GPSS)資料庫

2. 眼球追蹤(Eye Tracking) 解決可視範圍不足問題

DMS (駕駛行為偵測系統, Driver Monitoring System) 底下涵蓋眼球追蹤(Eye Tracking)、眼盒(Eye Box)、瞳孔擴張器(Pupil Expander)等,為 AR-HUD(3D)成像重點技術,透過識別駕駛員的眼部位置和眼球(眼盒),可以動態調整以及補償視線中的圖像,根據感測追蹤的環境資訊在適當的範圍內生成更大的眼框,使得駕駛者在不同的視角下仍然能夠清晰地看到顯示的內容²⁴,無論駕駛員視線在何處,仍然能看到顯示的虛擬影像。這樣的設計減少了因視角變化而導致的訊息消失或模糊的情況,確保重要信息始終保持在駕駛者的視線範圍內。如:美國 GM Global Technology, EMBEDDED EYE TRACKER USING PUPIL EXPANDER GLARE PRISM, 公開公告號:US20230065537A1。

²⁴ Holographic Waveguide HUD Touts Larger Eye Box for Enhanced Display :
https://www.photonics.com/Articles/Holographic_Waveguide_HUD_Touts_Larger_Eye_Box/a63227

(57)

ABSTRACT

A head-up display and a system and method of operating a head-up display. The head-up display includes a prism, an imager and a camera. The prism has a first surface and a second surface. An infrared-reflective coating on the second surface of the prism has a maximum reflectivity at a selected wavelength. The imager is configured to project a hologram into the prism via the first surface, out of the prism via the second surface, through the infrared-reflective coating and into an eyepiece. The camera is configured to receive an eye tracking beam from the eyepiece that is reflected from the infrared-reflective coating. A processor determines eye information from the eye tracking beam and adjusts a parameter of the hologram based on the eye information.

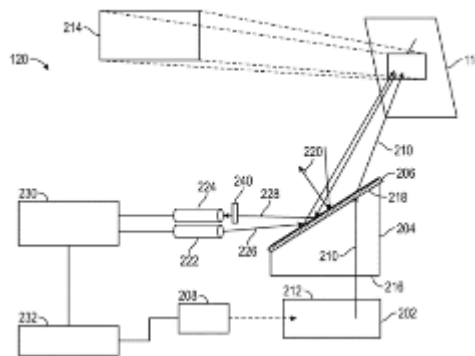


圖 83 案件 US20230065537A1 之摘要及主要圖示

資料來源：全球專利檢索系統(GPSS)資料庫

3. 全息投影(Holography)解決 AR-HUD 現有局限性

為了給予駕駛者更真實的虛擬影像，更自然的景深維度變化，提高與真實結合的沉浸感，近年來人們以 3D 顯示技術滿足了這些需求並突破了現有零部件規劃等許多限制，全息、柱狀透鏡陣列與其他 3D 顯示技術，都是未來 HUD 抬頭顯示器的發展趨勢，其中由於全息投影計算出的全息圖 (CGH) 能在任意焦平面成像，達到連續景深的效果，因此是為 3D 顯示技術結合 HUD 中主要發展的方向，以下將簡單介紹目前技術發展限制與這些新穎的技術：

(1) 體積過大與陽光倒灌等物理上之限制：

目前的 HUD 均採用兩次反射的光路結構。這種結構下為了實現更大的 FOV，更遠的 VID，需要更大的非球面反射鏡，將導致整體體積非常大，難以在 AR-HUD 在中小型車型上佈置；將光路反過來，非球面反射鏡的凹透鏡放大投影的光學原理，就類似於凸透鏡，將陽光光線匯聚到 PGU，會導致溫度過高而燒毀 PGU。²⁵

(2) 尚無法實現具有連續深度(continuous depth)的渲染(rendering)影像：

為了實現虛擬與現實融合，AR-HUD 中有多重深度(multiple depths)或可變深度(variable depth)的虛擬成像解決方案，前者意旨透過兩個 PGU 或是雙層顯示的 PGU²⁶，讓擋風玻璃上會有兩個虛擬深度平面(虛像)，前景負責呈現駕駛狀態的資訊如時速等，後景則顯示導航及路況相關資訊。

後者則是如利用液體透鏡與其他透鏡的組成，並透過施加電流來調整其焦距²⁷，或是透過 Pancharatnam-Berry 透鏡 (PBL) 調整偏振狀態來改變虛擬影像深度的

²⁵ 谈谈汽车抬头显示应用火热的 AR-HUD：<https://opg.optica.org/ao/fulltext.cfm?uri=ao-63-3-692&id=545527>

²⁶ AR-HUD Optical System Design and Its Multiple Configurations Analysis：<https://www.mdpi.com/2304-6732/10/9/954>

²⁷ Head-up display with dynamic depth-variable viewing effect：
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0030402620311554#sec0010>

方式達成虛擬與現實的融合²⁸。以上方案透過光學組件及光路的設計達到來實現 3D 視覺深度，但它們在連續深度的渲染影像重建方面仍然受到限制。

(3) Holographic HUD：

全息投影(holography)原理是基於光的干涉和繞射，當兩束光（參考光束和物體光束）相遇時，它們會產生干涉圖樣，這些圖樣被記錄下來並用於重建 3D 影像。這一過程涉及到捕捉光波的強度和相位信息，並利用這些信息生成可視的全像影像²⁹。而所謂重建，是由於我們的眼睛或是照相機只能感測到不帶有相位訊號的光強度訊號，所以一個相機所拍攝的影像都只有某個特定角度的二維訊號。如果我們能藉由一個方法，將一個物體的波前訊號（一道光波的資訊）重建出來，即可能會以為看到原來的物體。³⁰

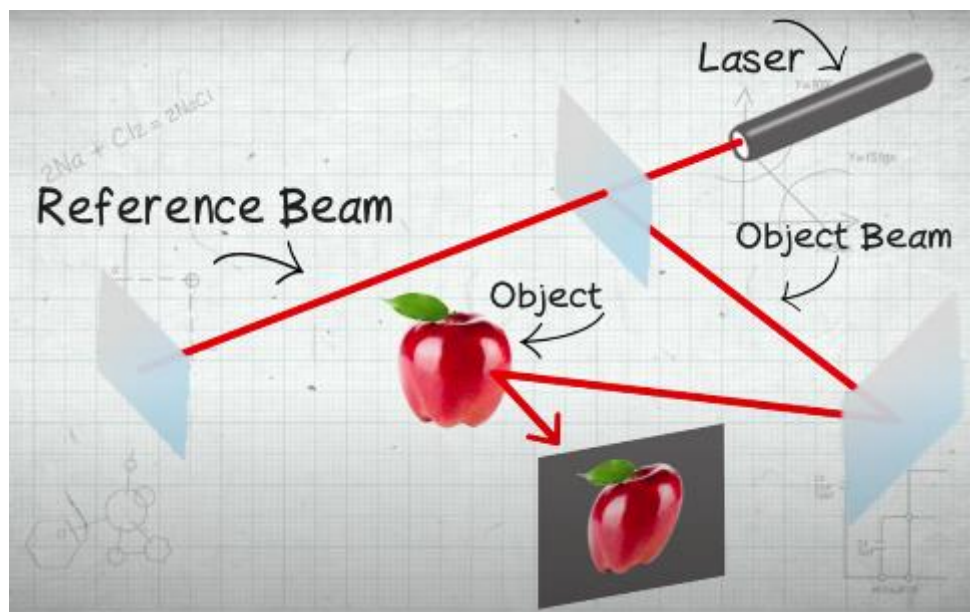


圖 84 全息投影(holography)基本原理³¹

而將該技術應用到 HUD 上，以 CY Vision 開發的 Holographic HUD 光路設計為例，CY Vision³² 是美國一家基於軟體的全息顯示技術開發商，該公司使用全彩 3D 全息顯示器，使用戶能夠讓眼睛看到與具有視覺深度、自然 3D 場景一樣的訊息。首先其使用眼球追蹤來計算最佳化的計算機生成全息圖（CGH），並透過雷射光將其照入 SLM，讓 SLM 調整光的性質（振幅、相位、偏振角），經過 SLM

²⁸ High-efficiency switchable optical elements for advanced head-up displays：

<https://sid.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsid.767>

²⁹ 全像投影強勢回歸 加速 AR-HUD 導航上路：<https://www.edntaiwan.com/20200324nt51-scottish-startup-hints-at-holography-revival/>

³⁰ 全像光學：<https://www.scimonth.com.tw/archives/2386>

³¹ How does a Hologram actually work?：<https://www.youtube.com/watch?v=uCx1ntBsJqE>

³² CY Vision：<https://pitchbook.com/profiles/company/222264-64#overview>

官網：<https://cyvision.com/>

調制後的光線進入下一個光學元件(如透鏡)時,將形成所需的影像或圖案。³³SLM 液晶材料的雙折射效應,根據不同的電壓設定,能導致光線的折射率發生變化,引起光波的干涉和繞射,生成不同的光學圖案後,最後再根據設計要求在特定位置重建出來³⁴。

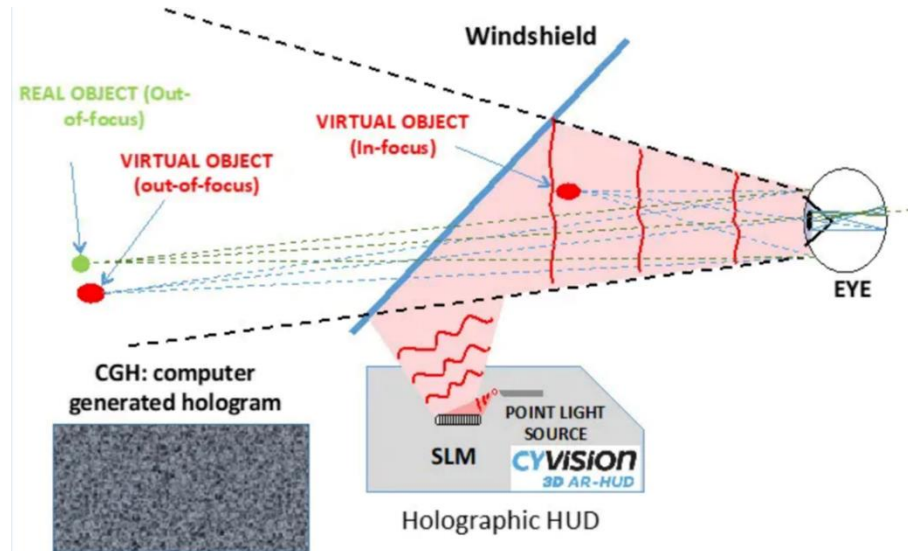


圖 85 CY Vision 的 holographic HUD 光路範例

(4) 其他結合各種 3D 顯示技術之 HUD

現今已開發之運用在 HUD 上的 3D 顯示技術皆以裸眼式為主流,意旨不需透過眼鏡等介質即可不間斷接收訊息,目前所知的裸眼式 3D 顯示技術還包括柱狀透鏡式(Lenticular Plate)、視差光柵式(Parallax Barrier)、自動觀者追蹤式(Auto Viewer-Tracking)、空間體積式(Volumetric)³⁵。除以上方式外,未來仍有許多新穎的顯示方法有待發展,因其中仍有許多如硬體體積、光線干擾或衍射上引起的光斑等限制,因此仍需要全息光學元件(可根據根據入射光的相位和振幅進行調制的光學元件,常為鏡面、透鏡、定向擴散器等),輔助影像最後顯示的效果。

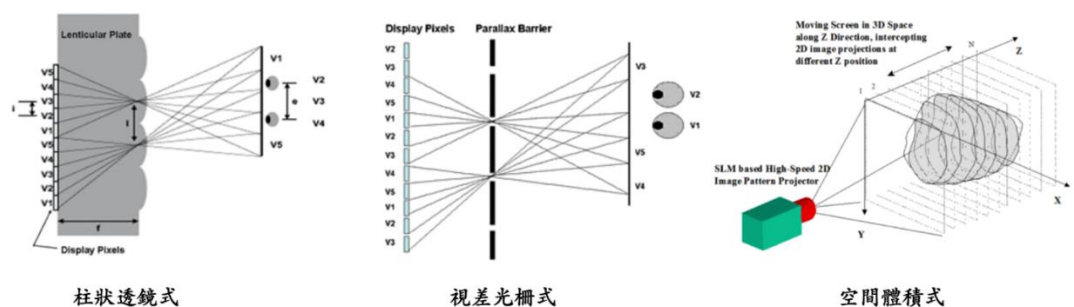


圖 86 與 HUD 結合的其他 3D 顯示技術的部分示意圖

³³ CY Vision Developing Next Gen HUD Technology: <https://www.insightmedia.info/cy-vision-developing-next-gen-hud-technology/>

³⁴ SLM 的结构与工作原理: <http://www.upolabs.com/37/50/177.htm>

³⁵ 3D 顯示技術及其發展現況: <http://www.ctimes.com.tw/Art/Show2.asp?O=HJTB36KWW3TAR-STD6>

(5) 待解決之限制與未來發展機會：

為能提供駕駛人更清晰的訊息，高分辨率及對比度的虛擬圖像是視覺上的一大要求，同時除了上述光斑等相關問題，SLM 空間光調變器中亦存在空間頻寬積（Spatial Bandwidth Product, SBP）³⁶的限制，因此需要與 HOEs 全息光學元件³⁷搭配，以達到最好成像效果。HOEs 通常做在感光薄膜材料上，故重量較輕，亦可與光波導元件結合使用依附在擋風玻璃內側³⁸，在有限的空間頻寬積下，能夠通過精確控制光的相位和振幅來生成更高解析度的虛擬影像。由於 HOEs 的設計是搭配硬體的，因此自由度較大，可以減小投影部件的尺寸，同時擴大 FOV。全息光學元件的設計多樣性如調節多個波長配合使用額外的衍射光學元件達到色彩補償的效果³⁹，亦是展現了其在未來發展上的多元性，雖然現已有一些既定種類⁴⁰，但仍可以在光敏材料或其他複合材料方面達到組合上的創新，優化成像系統的整體性能，且從車用 HUD 的全息光學元件入場發展，未來亦可跨域至其他應用範圍如醫療、航空等。而作為全息投影中同樣重要的關鍵零組件 SLM，目前雖亦已經有許多國外企業進駐發展，但若是能將其與 HOEs 進行整合開發，亦是為一後進廠商可發展之路，同時如圖 93GPSS 技術功效矩陣分析所示，PGU 圖像生成器與光學元件組合的佈局仍未像其他技術成熟，亦可得知該領域適合廠商進行佈局與發展。

³⁶ 分辨率、超分辨率与空间带宽积拓展——从计算光学成像角度的一些思考：

<http://chineseoptics.net.cn/article/doi/10.37188/CO.2022-0105?viewType=HTML>

³⁷ 全息光學元件：https://en.wikipedia.org/wiki/Holographic_optical_element

³⁸ Augmented reality head-up display with steerable eyebox：<https://patents.google.com/patent/WO2021096447A1/en>

³⁹ 全息光学元件案件範例：<https://patents.google.com/patent/CN1151214A/zh>

⁴⁰ 什么是全息光学元件：<http://www.opticsky.cn/index-htm-m-cms-q-view-id-8917.html>

(四)我國 HUD 廠商發展策略

1. 客戶選擇策略

(1) 車廠客戶選擇

本研究發現，目前 AR-HUD(抬頭顯示器)市場主要由以下三類供應商主導：車廠子公司、Tier 1 供應商以及車廠轉投資的企業。這些供應商與車廠之間的合作關係十分緊密。例如，現代集團由子公司 Hyundai Mobis 作為其供應商，Toyota 則轉投資 Denso 電裝雙方並有密切的合作關係。此外，美國通用汽車與英國全息投影新創公司 Envisics 共同開發和專利共享的模式。這種深度整合的合作模式，將導致台灣業者在進入 AR-HUD 產業鏈時面臨較高的進入門檻和不利的競爭條件。

然而，針對台灣廠商來說，選擇中國大陸的新能源電動車品牌（如蔚來、小鵬、理想）和較少佈局相關技術專利的美國車廠（如 Ford、Stellantis）作為目標客戶，可能更具競爭優勢。這些汽車品牌的 AR-HUD 系統多數由外部採購，為台灣業者提供了進入該市場的契機。

因此，台灣廠商應考慮瞄準這些對外部供應依賴較高的品牌，提升在 AR-HUD 產業中的競爭力。

(2) 尋求智慧座艙供應鏈業者合作

汽車電動化、智慧化的比重已隨著車聯網與電池技術的成熟日趨升高，加上各 ICT、面板顯示器大廠看好車用市場的高市場價值、高系統單價與高進入門檻，近年積極投入開發新型態的車用人機介面(Human Machine Interface, HMI)系統，且透過智慧座艙作為市場切入機會佈局。例如：鴻海集團的富智康與美國車廠 Stellantis 合資子公司富智捷(Mobile Drive)、友達光電收購德國智慧座艙供應商 BHTC 股權(Behr-Hella Thermocontrol GmbH)、群創光電子公司群豐駿推出 CarUX 平台等。惟上述廠商擅長車用電子資訊系統、面板顯示之整合及提供解決方案。

透過與上述有意進入發展智慧座艙之 ICT 業者、面板顯示器業者合作研發提供智慧座艙當中提供視覺技術的 AR-HUD 技術產品供應商，成為其供應鏈角色，並藉由智慧座艙業者順勢進入車廠供應鏈，加速其學習曲線與技術產品導入。

(3) 客製化、少量多樣重裝機械應用市場

本研究在設定關鍵字檢索時，儘管將用途設定在車用車載為主要檢索目標，在大量閱讀相關 AR-HUD 技術專利文件時注意到 AR-HUD 應用相當多元，如：國外有些中小業者專注於發展起重機與貨櫃運輸之 AR-HUD 系統，實務上，起重機舉臂延展多由駕駛員操作仰賴外部的觀察手透過對講機指揮，常受到人眼錯位，衍伸出工安意外，倘若透過 AR-HUD 導入起重機，將可大幅提升視覺操作效率與安全。

發展客製化、少量多樣應用市場，代表其具有較高的客戶黏著度，因其深入了解目標客戶產業實務困境，而客製化開發，成為其他業者在相關技術產品進入障礙，另外該市場屬少量對於國際高資本規模之汽車 Tier1 供應商吸引力較低，更重要的是這屬於一塊不受重視之市場，競爭者少，規模小，贏者全拿，因此本研究認為發展多元應用載具的 AR-HUD 市場，如：起重吊掛機、重卡車、港口貨櫃運輸系統、飛機拖車是台廠奪得市場的藍海策略。

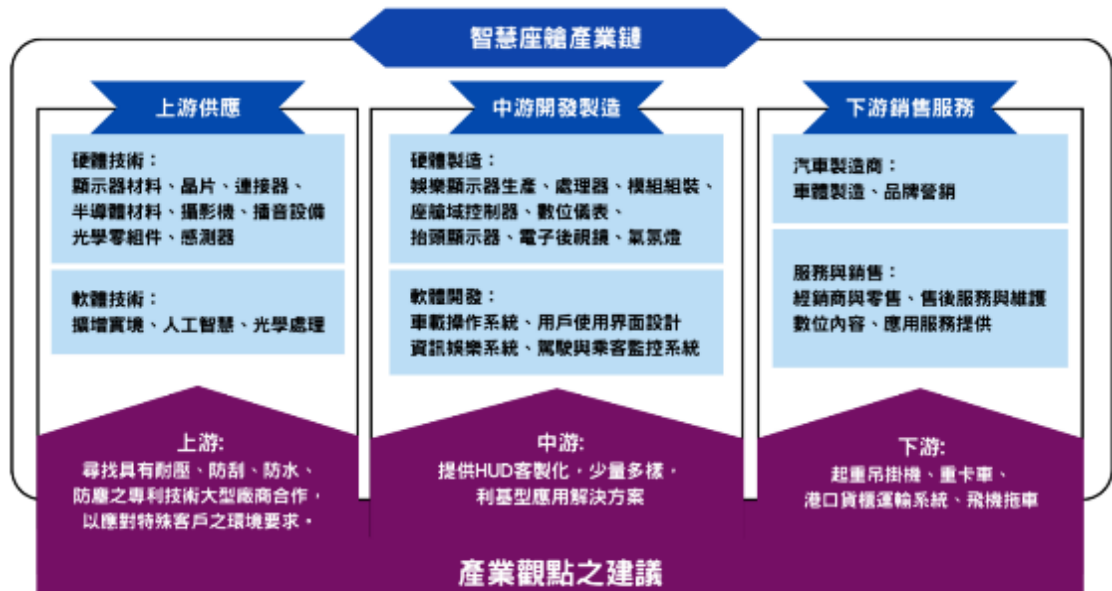


圖 87 我國 HUD 廠商發展觀點之建議

2. 外部投資併購與內部有機成長策略

(1) 外部策略投資與併購重要定位之企業

本研究注意到目前國際主要(全球前十大專利申請人)AR-HUD 供應商，市值與營收規模較為巨大且背後多有車廠持股。直接收購，以中小企業為主之台灣產業業者較難以擁有雄厚鉅額資金實力進行收購，恐有蛇吞象之營運風險。

i. 掌握關鍵技術或材料之新創公司

本研究認為有意願進入相關供應鏈之台灣產業公司應以找尋擁有 AR-HUD 關鍵光學投影材料專利與視覺資料技術之新創公司作為收購與投資目標，透過新創公司擅長之研發與創新專利技術產品，台灣公司協助發揮自身擅長的製造量產，加速其產品從樣品進入到導入期，順勢獲得專利保護。以此快速透過投資併購的新創公司擠入車廠既有 Tier1 供應鏈。

當未來該新創公司業務成熟與獲利成長，台灣相關企業更可以考慮將股權處分予新創事業體，賺取投資利益。同時亦能使其成為車廠內部部門，提升合作關係緊密，如本研究注意到近年德國 Continental 投資美國光波導新創 DigiLens、而 Hyundai Mobis、GM 通用汽車及 Stellantis 等車廠創投事業則是投資英國全息投影技術 AR-HUD 供應商 Envisics。

ii. 掌握關鍵供應鏈定位之公司

2024 年 3 月起台灣的大眾全球投資控股與緯創之合資公司取得德國整車設計企業 Ideenion Automobil AG 約 30% 股權以此切入智慧座艙產業⁴¹。Ideenion Automobil AG 業務包括電動車與相關零組件的設計與開發工作，其設計團隊透過與車廠合作經驗，打通車廠與供應商之間溝通管道，幫助 Tier1~Tier4 各級供應商快速將產品導入原型車中，大眾控透過取得該公司股份將切入其本身既有客戶之德國高階車款市場，亦獲得為德系車廠設計 AR-HUD 解決方案之經驗。上述案例說明，對於台灣 AR-HUD 廠商而言，此策略具有可行性及參考性。

(2) 內部有機成長與合作

內部有機成長定義為，企業依靠自身既有的研發團隊與企業資源佈局而非向外部併購取得關鍵技術之成長模式，對於我國 AR-HUD 廠商而言，可先透過盤點自身企業資源，了解是否擁有與 AR-HUD 有關聯之技術專利。如：本研究注意到國際主流 AR-HUD 專利技術業者，最初公司業務核心來自投影機當中的投影技術，意即本研究於上述技術內容分析之 PGU 圖像生成四大投影技術(TFT-LCD、LCOS、DLP、MEMS)，其透過投影技術團隊的創新與專利技術演化成為 AR-HUD 投影技術的核心，進而與其他材料業者合作。

因此，本研究認為我國 AR-HUD 廠商應先建立自身與 AR-HUD 關鍵技術有關之研發團隊，透過公司核心技能與其他 AR-HUD 關鍵光學元件(擴散器、反射鏡等)業者進行專案開發、並與大專院校相關光學研究領域教授專家合作，將有助於其快速、精準掌握相關專利技術佈局，以補強我國 AR-HUD 廠商研發團隊劣勢。

同時，內部有機成長策略將使我國 AR-HUD 廠商結合自身核心技能並掌握關鍵技術專利成為 AR-HUD 系統集成商，並透過向國際車廠、智慧座艙系統等業者送樣與驗證，嘗試導入車種。另一方面，也可朝向本研究所提及佈局客製化、少量多樣市場，加速相關公司導入奪得先機。

內部有機成長佈局速度或許不如外部投資併購來得快，且效益也不一定能夠立竿見影，但對於相關專利技術開發之過程，對於我國 AR-HUD 廠商公司之經驗學習具有一定幫助，同時也可培養技術自主之研發方向。

3. 專利申請佈局策略

(1) 市場規劃與專利佈局

透過本研究之專利檢索日本、中國專利佈局數量較多，建議台灣企業欲投入相關市場前，可針對該些專利內容與自身產品的關聯性進行分析確認，除了作為產品銷售或產品製造規劃參考外，如發現有高風險專利，則可依據自身在產業鏈的位置以及市場評估，進而判斷應是否透過授權、迴避設計等方式，減少專利侵權的風險。

在專利佈局層面上也可參考本研究所產出的管理圖表，對於專利相對佈局較多的產品技術，可以參考專利資料衡量是否有辦法銜接現有技術，站在巨人的肩

⁴¹ 攜緯創入股德系 Ideenion 大眾控 HUD 新品拚 Q4 出貨：<https://ec.ltn.com.tw/article/breakingnews/4614421>

膀上進行下一步的創新(例如佈局 AR-HUD 的 3D 技術)。抑或探索專利佈局相對較弱的區域，一旦發現該某些技術具有屬於高價值但卻鮮少人投入資源開發，這樣仍有機會成為後續研發與專利佈局的方向。

(2) 技術功效未來發展建議

結合技術功效矩陣與產業資訊的搜集，本研究發現目前抬頭顯示器技術已發展到與 3D 顯示技術結合，而其中由於全息投影具備改變光線性質進而改變成像的維度與連續景深的效果，故以其發展為大宗，其中可將關鍵技術 SLM 空間光調變器與輔助的 HOEs 全息光學元件的組合視為一發展破口，雖然 SLM 與 HOEs 也有既定廠商進駐，但若是台廠能以整合的方向進行發展，如根據大廠 SLM 產生的圖像光源進行狀態分析，客製化其配合的 HOEs 是否需要協助提升清晰度或色彩比對度等，並與 HOEs 供應商進行合作，以設計的角度提供各種光敏材料與複合材料的組合配合等，讓台廠亦同進入其價值鏈環節。

二、 產業/市場觀點之建議

本團隊使用 SWOT 分析整理出智慧座艙現行的產業狀況，了解其發展的自身優勢及劣勢與外在環境所帶來的機會及威脅，並從中細分出其可行的攻擊/緩衝/改善/防禦策略，期能作為後續發展的參考建議。

(一) 優勢：

1. 技術整合：智慧座艙此一產業整合包含人工智慧、物聯網、5G 通訊...等技術，為使用者提供具互動性及智能化的駕駛體驗
2. 增強駕駛體驗：搭配更好的娛樂系統、語音助手、適應環境控制、車上車下一致體驗，提高車內的舒適度及個人化感受
3. 安全性提升：智慧座艙中加入輔助駕駛功能，如自動緊急煞車、車道保持輔助、自動駕駛...等，提高駕駛安全性
4. 持續數據優化：不斷的收集數據並予以分析，智慧座艙得持續改進和優化駕駛體驗

(二) 劣勢：

1. 成本負擔：研發、設置智慧座艙的相關技術及零組件皆需要大量資金投入，這部分成本會增加車廠推出汽車時的總體成本
2. 牽涉領域過廣：智慧座艙技術涉及多個領域的融合，開發和維護皆有極大困難度，針對其內部供應鏈和技術團隊的要求較高
3. 市場接受度：部分消費者對於較高價格、新技術引進會有較多疑慮，如：cp 值、安全性、適配度...等皆會影響市場上消費者的接受程度

(三) 機會：

1. 政策支持：各國政府對智能交通和自動駕駛技術的支持政策和補貼措施有助於推動產業內廠商投入研發生產製造
2. 市場需求提升：隨著消費者對高效能、安全、個人化和舒適駕駛體驗的需求增加，智慧座艙市場具極大潛力
3. 技術進步：隨著 5G、人工智慧、光學處理技術及大數據的加速發展，可以為智慧座艙產業提供更合適的技術及功能輔助

4. 產業合作鏈建立：透過產業內的科技廠商、零組件供應商、車廠的合作，建立起強大的產業鏈，能加速智慧座艙的發展及創新
5. 提早專利佈局：能夠讓企業在市場需求增長的背景下快速推動新產品，佔據市場先機。

(四) 威脅：

1. 市場競爭激烈：因應技術發展，越來越多的企業進入智慧座艙市場，加劇了市場的競爭性，個別企業要從中脫穎而出需付出較大精力
2. 安全及隱私疑慮：智慧座艙中依賴許多數據及技術的輔助，其背後伴隨著數據安全和隱私問題
3. 法規不完整性：各國皆有不同的法律且其標準亦有差異，企業需適應不同市場的合規要求，而針對智慧座艙其法規制定的不完整性亦是目前的威脅
4. 專利侵權風險：若產業中的其他廠商申請了相似或相同的專利，這可能導致法律糾紛，進而影響企業的市場推廣和經營

本團隊根據下圖 88 整理出的 SWOT 分析得出之結論：智慧座艙技術在提升駕駛體驗和數據輔助性方面具備顯著優勢，同時在市場方面也有龐大的商業機會；但其帶來的高研發和製造成本以及技術複雜性將成為廠商發展的主要挑戰，可透過擴大規模經濟、選擇合作廠商及技術簡化的方式來降低成本；此外，來自市場競爭者的壓力和專利侵權的法律風險亦不容忽視，因此，企業應通過持續的技術創新和積極完善的專利佈局行動來鞏固其既有競爭優勢，並採取差異化策略與多條產品線的方式來滿足多樣化的市場需求；同時，企業需加強成本管理和法律應對措施，以保障智慧座艙技術的可持續發展和市場成功。

內部 外部	優勢 Strengths 1. 技術整合 2. 增強駕駛體驗 3. 持續收集數據輔助優化	劣勢 Weaknesses 1. 成本負擔 2. 牽涉領域過廣 3. 市場接受度
	SO攻擊策略 1. 透過政策推動研發產能提升 2. 技術優勢提升市場需求 3. 產業間技術統合	WO改善策略 1. 提升技術及規模經濟以降低成本 2. 優化技術操作，降低使用門檻 3. 申請政府資金以緩解成本負擔
機會 Opportunities 1. 政策支持 2. 市場需求提升 3. 技術進步 4. 產業合作鏈建立 5. 提早專利佈局	威脅 Threats 1. 市場競爭激烈 2. 安全及隱私疑慮 3. 法規不完整性 4. 專利侵權風險	ST緩衝策略 1. 提升產品/品牌差異化 2. 透過技術降低安全/資安疑慮 3. 積極參與法律制定、遵守
		WT防禦策略 1. 加強成本管控，應對彈性市場 2. 開發多條產品線，分散風險 3. 加強產業合作

圖 88 智慧座艙 SWOT 分析

資料來源：本研究整理

柒、 結論

AR-HUD 和智慧座艙技術在未來具有廣闊的市場前景，但也面臨諸多挑戰，作為汽車領域中 HMI 人機界面的 HUD，其將人們與機械的互動串連起來，滿足了大眾更人性化的需求，故台灣廠商應通過專利佈局和技術創新，加強與國內外企業和研究機構的合作，尋找新的市場機會，並逐步推動技術產品的商業化應用。藉由這些策略，台灣廠商期能於全球 HUD 市場中占據一席之地，並在整體工業 4.0 與 AI 技術的發展浪潮中獲得更多的競爭優勢，本研究最後濃縮四點為本研究提出之建議：

（一）如何進行專利佈局？

台灣企業在進行相關研發前，應詳盡分析主要國家的專利，其中本研究發現 HUD 相關專利多佈局於日本和中國兩國，因此建議未來欲在此兩國發展市場需留意其產品技術競爭強度，亦須注意兩國的專利政策特性(如政府補助、學研機構研發計畫等)，以及是否鼓勵本國專利權人佈局包含本國或他國的專利。而相較於日、中，雖本研究中歐、美、韓等相關專利較少，但仍需確認是否有關鍵專利佈局於這些國家，若能掌握這些專利，不僅可以有利於後續技術創新，亦可藉由取得授權、迴避設計降低未來的專利侵權風險。此外，目前抬頭顯示器技術主要集中於改變光線性質、增加虛擬距離和增加視覺焦點平面三大方向，進入 HUD 產業的廠商若打算自行研發新技術、尋找合作夥伴或洽談客戶，都可以需關注這些技術功效，以作為後續專利佈局策略的研擬。

（二）如何因應產品技術發展趨勢？

抬頭顯示器的技術仍在發展中，在汽車市場上的應用尚未完全成熟，這為該技術的專利佈局提供了廣闊的空間。目前主要專利佈局在 AR-HUD 的廠商(包括日本和中國企業，如電裝、日本精機、以及 AR-HUD 新創公司中國未來黑科技等)，極有可能正在研發該些技術並持續佈局專利。因此建議若要投入發展新一代的 AR-HUD 技術，可以先從分析主要廠商的專利資料，預測其技術的發展走向，進而判斷自身產品技術開發方向，若為系統整合者，則可確認是否有適合的供應商。也可採取策略合作模式，基於主要廠商的技術開發，或透過產業鏈上中下游的企業進行產品技術合作，加速技術演進並降低成本，同時間。對尚未專利佈局完整的區塊進行開發並申請專利保護，做為未來市場競爭的籌碼。

（三）如何面對產業市場挑戰？

台灣廠商欲進入抬頭顯示器產業，首先須留意其技術發展的現況挑戰，如 3D 顯示技術中提升虛擬影像的連續深度與亮度、清晰度，以及 SLM 與 HOEs 的整合發展等，同時須兼顧本身核心能力在現有技術結構中的定位，判斷何種方式適合本身切入市場，或是否須以外部投資併購或內部人才培育提升競爭力，解決現有技術缺口攻佔藍海市場，或是與他廠合作知識共享及研發，從而針對技術缺口開發更全面的技術解決方案，同時廠商應關注技術的迭代進行不同的開發，確保技術的穩定性和實際應用的便利性。隨時掌握產業市場的脈動進行調整，方能在下一代智慧座艙取得先機並獲取更大利益。

(四) 如何建構 AR-HUD 發展策略?

台灣廠商要發展抬頭顯示器可以有以下相關策略參考：

1. 掌握主要車廠與 AR-HUD 專利技術發展

台灣廠商在發展 AR-HUD 技術方面應掌握各主要車廠的智慧座艙發展方向，特別是新能源電動車廠或正在逐步轉型的傳統車廠(或是提供給車廠的智慧座艙系統/模組廠)，這些品牌可能對新一代智慧座艙搭載 AR-HUD 產品有興趣，若品牌廠本身不具有該些產品技術開發能力，可能會依賴外部供應商的協助(或投資併購)，而讓國內廠商有機會進入產業鏈。例如，台灣廠商可與已經進入智慧座艙市場的 ICT 和面板顯示器業者合作，成為供應鏈的一部分，以加速技術產品的導入和市場進入。

2. 探索 AR-HUD 客製化應用市場

台灣廠商也可以考慮探索 AR-HUD 技術在非車用市場的應用，例如起重機和貨櫃運輸等。雖然該些應用市場的需求量並不如汽車產業大，但因為現階段投入的競爭者較少，若能提供更具影響力與高品質的 AR-HUD 產品，帶來更具價值的新功能，創造出需求，相信能提升客戶採購意願與嘗試導入。應能幫助台灣廠商在競爭激烈的汽車市場之外找到新的切入點。

3. 佈局 AR-HUD 技術發展缺口

本研究注意到當前相關供應商皆以開發增加虛擬距離(VID)、引導光線性質變化、增加視覺焦點平面(Focal)為主，但多為佈局在反射鏡、擋風玻璃上的案件，涉及光源(PGU)及光學組合元件(Combiner)的案件較少，除以功效矩陣結果建議往該缺口佈局外，本研究亦建議能以 PGU 圖像生成器中的 SLM 空間光調變器與 HOEs 全息光學元件的組合做發展及專利佈局，可望以協助 SLM 大廠設計 HOEs 並與供應商合作研發更多創新的材料組合。