

半導體產業供應鏈轉型綠色製造之專利技術
參考手冊

經濟部智慧財產局
專利二組

中華民國 111 年 10 月 24 日

目次

壹、前言.....	1
貳、研究動機與方法.....	3
參、半導體供應鏈廠商之技術分析及案例說明.....	13
一、美商應用材料股份有限公司.....	13
二、漢民科技股份有限公司.....	24
三、信紘科技股份有限公司.....	30
四、光洋應用材料科技股份有限公司.....	36
五、環球晶圓股份有限公司.....	41
六、信越集團(信越化學、信越半導體等).....	52
七、荷蘭商艾司摩爾股份有限公司(ASML).....	61
八、日商東京威力科創股份有限公司.....	70
九、財團法人工業技術研究院.....	76
十、日商佳能股份有限公司.....	84
肆、分析與結論.....	89
附錄 1. WIPO 綠色技術相關的國際專利分類目錄(WIPO IPC. GREEN Inventory).....	95

附錄 2. JPO 綠色轉型(GX)技術分類專利清單(GXTI)... 109

壹、前言

為推動節能減碳，經濟部工業局早於 2012 年即實施綠色製程政策，建立綠色工廠標章制度，期望逐步邁向零廢棄、零排放、回收或循環再利用之願景¹，且自歐盟於 2019 年 12 月 11 日發佈《歐洲綠色政綱》(European Green Deal)²以來，2050 年碳中和³目標便成為各國政府的重要施政目標，陸續將永續議題納入政策及制定相關之規範，更加速企業界針對永續、減碳與環境議題的探討。

我國擁有全球最完整的半導體產業聚落及專業分工，其產值已成為最重要的經濟指標之一，但隨著半導體產業之快速成長，所衍生之環境污染問題必須積極尋求解決方案。綜觀我國半導體產業(參考圖 1)⁴，上游為 IC 設計業；中游為 IC 製造，包括晶圓製造、相關生產製程檢測設備、光罩、化學品等產業；下游為 IC 封裝測試，包括相關生產製程檢測設備、零組件(如基板、導線架)、IC 模組及 IC 通路等產業，雖然不像傳統鋼鐵、石化產業般在生產過程中會排放大量的二氧化碳(CO₂)，而是會消耗大量水、電能、氣體或特殊化學品等，例如溫室效應是二氧化碳的幾千倍之氟化物(Fluoride)，其對環境的危害甚鉅，因此，思考發展相關材料的回收或循環再利用，以及降低或取代相關化合物使用量的技術⁵，也就成為晶圓代工廠在淨零碳排與產品良率平衡中的重要課題。以全

¹ 參考 108 年 1 月 7 日經濟部工業局「綠色造聯盟規劃會議」簡報。

² COM (2019) 640 final。

³ 「碳中和」意指碳的排放與減少之間的相互抵消，進而達至淨零碳排(Net-Zero Carbon Emission)的效果。若欲減少排放量，可以「碳抵消」(或稱碳補償)中和之，即是以再生能源和節約能源作為補償方式，達到抵消碳排放的作用。

⁴ <http://www.cier.edu.tw/site/cier/public/data/NO197-106-109-%E5%9C%8B%E9%9A%9B%E7%B6%93%E6%BF%9F-%E9%BB%83%E4%BD%B3%E5%AF%97-%E6%AD%90%E5%B7%9E%E6%B5%B7%E6%B4%8B%E8%83%BD%E7%99%BC%E5%B1%95%E8%A6%8F%E5%8A%83%EF%BC%9A%E4%BB%A52050%E5%B9%B4%E7%A2%B3%E4%B8%AD%E5%92%8C%E7%82%BA%E7%9B%AE%E6%A8%99.pdf>, Last visit:2022/09/20。

⁵ 108 年 11 月，經濟部工業局編印，「半導體業低碳製程技術彙編」。

⁶ 2022 年，智慧局「減碳技術發展之專利地圖」第 123 頁。

球晶圓代工大廠台灣積體電路製造股份有限公司（下稱台積電）為例，在新機台引進前即完成更節能設計驗證、安裝節能元件，擴大先進製程機台節能效果⁶，為全球第一家要求設備商對先進機台導入節能措施的半導體企業，且台積電 ESG 網頁⁷不定期公告其與供應商間在綠色製造技術合作所創造出的實績，必然成為半導體產業其他廠商參考學習的典範，因此，與綠色製造/機台相關專利技術遂為本專案之研究對象，本參考手冊針對 10 家在國內半導體供應鏈上、中、下游均扮演重要角色之企業或法人機構，對其已獲得專利或已公開之案件進行技術分析，藉由案例報導方式說明，了解該些廠商在綠色製造/機台發展現況及趨勢，作為國內半導體供應鏈相關領域轉型綠色製造之參考。

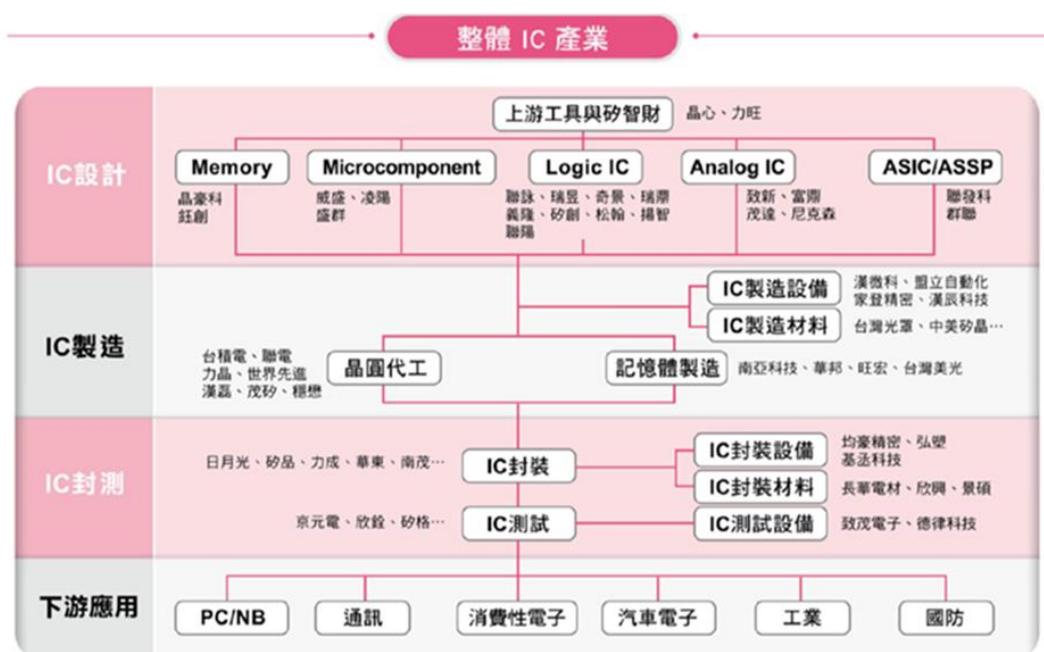


圖 1. 臺灣整體 IC 產業

⁶ 2021 年 3 月 17 日，台積電 ESG 網頁，「台積電率業界之先，攜手供應商開發世界級半導體綠色機台」。

⁷ 台積電 ESG 官網-<https://esg.tsmc.com/ch/index.html>。

貳、研究動機與方法

一、研究動機

台積電係全球首家加入 RE100⁸的半導體企業，預期於 2050 年達成碳淨零排放之目標，並發布氣候相關財務揭露 (TCFD) 報告書，希望能擴大綠色影響力，帶動產業邁向低碳供應鏈。是以，台積電自 2016 年起即攜手設備商⁹，合作開發半導體節能綠色機台，針對耗電量大的設備之供應商，台積電深入參與先進機台模組設計的節能理念，給予執行方針，並透過定期召開技術精進會議反覆驗證綠色效益，並將節能規範納入新機台採購標準規格，為全球第一家驅動設備商對先進機台導入節能措施的半導體企業¹⁰。本專案蒐羅、整理及研究台積電與其供應鏈有關綠色製造/機台之專利文件，盼能對我國半導體產業綠色轉型有所助益或啟發。

二、研究方法

本專案所採取的研究方法，首先以與台積電半導體供應鏈相關之企業或法人機構為主體，並參酌報章、雜誌或新聞媒體的內容，於其中挑選數家獲獎或具代表性者作為研究對象，後於我國「國內外全域檢索系統」及/或「全球專利檢索系統」(Global Patent Search System, GPSS) 資料庫中，以

⁸ RE100 是由國際氣候組織 (The Climate Group) 與碳揭露計畫 (CDP) 在 2014 年共同發起的全球再生能源倡議，邀請全球企業公開承諾 100% 使用再生能源的目標，目前全球已有超過 300 家企業成員，當中總部在臺灣的企業共計 10 家，台積電、台達電、宏碁等企業都是成員
-<https://www.businessweekly.com.tw/carbon-reduction/blog/3007696>。

⁹ 台積電率業界之先，攜手供應商開發世界級半導體綠色機台
-<https://esg.tsmc.com/ch/update/greenManufacturing/caseStudy/46/index.html>。

¹⁰ 台積電 110 年度永續報告書精華摘要
-https://esg.tsmc.com/download/file/2021_SustainabilityReportHighlights/chinese/c-all.pdf。

WIPO 綠色目錄 (WIPO IPC Green Inventory) 作為切入點，研究綠色製造/機台與 WIPO 綠色目錄之關聯性，再以與 **4R 原則**[Reduce (節能、減量)、Reuse (重複使用)、Recycle (回收、循環再利用)、Redesign 或 Regeneration(再設計或再生)]¹¹ 相關之關鍵字進行專利檢索，儘可能找出與綠色製造/機台相關的技術進行分析與探討。此外，企業訪談亦有助於專案小組了解目前產業界在綠色製造之技術現況及面臨的問題，針對所欲解決之問題，專案小組檢索相關專利技術並提出方案作為參考，或對企業宣導相關的智慧財產權知識及政策，提供有助於實現加速綠色製造 (綠色技術之加速審查、產業協力面詢方案) 及相關技術保護 (營業秘密) 之宣導，協助企業取得優質的專利保護。

研究方法主要包括 5 大部分：(一)研究對象之選取；(二)WIPO 綠色目錄對應檢索；(三)[IPC 分類號]及/或[與 4R 相關之關鍵字]對應檢索；(四)日本綠色轉型技術目錄(GXTI)簡介；(五)企業訪談，分別說明如下。

(一)研究對象之選取

1、聚焦大型設備供應商

2021 年，台積電對其供應商有卓越貢獻暨合作，特別表揚優良的設備、原物料以及廠務供應商，包括美商應用材料股份有限公司(下稱美商應材)、台灣先藝科技股份有限公司、

¹¹ 環球晶官網-環球晶 4R 策略 熱轉循環經濟
-https://www.sas-globalwafers.com/gwc_news_20210112/，
維基-環保 4R
-<https://zh-yue.wikipedia.org/wiki/%E7%92%B0%E4%BF%9D4R>，
環境科學大辭典
-<https://terms.naer.edu.tw/detail/1320986/>。

荷蘭商艾司摩爾股份有限公司（下稱艾司摩爾（ASML））、日商佳能股份有限公司（下稱佳能）、長春石油化學股份有限公司、春源鋼鐵工業股份有限公司、互助營造股份有限公司、日商捷時雅股份有限公司、科林研發股份有限公司、默克先進科技材料股份有限公司、日商信越半導體/化學株式會社（下稱信越集團）、日商勝高科技股份有限公司、日商東京威力科創股份有限公司（下稱東京威力）等 13 家供應商，本專案挑選其中大型設備供應商-美商應材、艾司摩爾（ASML）、信越集團、佳能、東京威力及曾為上述大型設備商之台灣代理漢民科技股份有限公司（下稱漢民科）為研究對象，各別摘錄出與綠色製造/機台相關之專利，包括已公開或已公告者，作為提供相關領域參考之案例。

2、聚焦矽晶圓基板（原料）供應商

全球半導體矽晶圓基板（簡稱矽基板）產業之市場集中度非常高，主要被日本、德國、韓國及臺灣等國家的企業所佔，合計市占率約達 93%，其中，日本信越化學之市占率為 27.58%，日本勝高（SUMCO）為 24.33%，德國世創（Siltronic）為 14.22%，環球晶圓股份有限公司（下稱環球晶）為 16.28%，韓國 SK Siltron 為 10.16%。環球晶於矽基板之市占率與日本、德國大廠相差不遠，且參酌環球晶 2020 企業社會責任報告書之內容，環球晶體認到經濟與科技發展應與環保兼顧的重要性，認為企業都有責任分攤對環境衝擊的責任，因此，環球晶秉持循環經濟的理念，落實促進資源循環利用，亦成為本專案研究之對象。

3、聚焦製程廢棄物或廢液處理廠商

台積電為活化製程廢棄物為再生靶材，實現環保理念，與靶材供應商-光洋應用材料科技公司（下稱光洋科）合作，於 2020 年透過回收製程廢棄資源，精煉後成為原物料，成功再製符合品質標準的靶材，正式導入量產產線。此外，信紘科技股份有限公司（下稱信紘科）結合原先具備的化學及氣體分析能力，於 2012 年正式成立研發部門，瞄準客戶對綠色製程的需求，專攻廢液處理系統及製程機能水這二項新的業務，經過數年的時間，獲得台積電對製備機能水之設備的認可，因此，光洋科及信紘科成功經驗亦納入本專案之研究案例。

4、聚焦研發單位

工業技術研究院（下稱工研院）是國際級的應用研究機構，自 1973 年成立以來，率先投入積體電路的研發，並孕育新興科技產業，包括台積電、聯電、台灣光罩、晶元光電、盟立自動化、台生材等上市櫃公司，帶動一波波產業發展。工研院累積近 3 萬件專利，發展「循環經濟」、「智慧製造」、「綠能系統與環境科技」等次領域，深耕可循環再利用之新材料、智慧化設計生產流程與供應鏈管理系統、符合生態共生的環境科技等重點項目，以循環材料、智慧製造及永續能源支持國內製造業升級轉型，開創綠色產業發展，因此，工研院所研發與綠色製造/機台相關之專利，已公開或已公告者，可作為相關領域參考之案例。

(二)WIPO 綠色目錄對應檢索

世界智慧財產權組織（World Intellectual Property Organization, WIPO）為聯合國體系下主管技術、創新與智慧

財產權發展之機構，其於 2010 年建立了綠色技術的相關國際專利分類目錄（WIPO IPC GREEN Inventory；簡稱 WIPO 綠色目錄；參見附錄 1），主要分為 7 大類別，包括：(1)替代能源、(2)運輸、(3)節能、(4)廢棄物管理、(5)農業/林業、(6)行政、監管及設計方面及(7)核能發電。

專案小組於「國內外全域檢索系統」及/或「全球專利檢索系統」資料庫中，使用 WIPO 綠色目錄之 IPC 分類號作為檢索條件，試圖找尋與半導體綠色製造/機台相關之專利，然而，在分析 A 公司專利案（共 51 件；2016 年迄今之已公開或公告者）時，符合 WIPO 綠色目錄 IPC 分類號 G01R 之專利共 6 件，詳細研讀專利內容後，發現並非與半導體綠色製造相關；此外，在分析 B 公司專利案（共 186 件；2016 年迄今之已公開或公告者）時，符合 WIPO 綠色目錄 IPC 分類號 C01B 33/02、C30B 29/06、G01R 之專利共 37 件，詳細研讀專利內容後，發現與半導體綠色製造相關之專利僅 2 件（C01B 33/02、C30B 29/06）。據此，專案小組發現，使用 WIPO 綠色目錄 IPC 分類號檢索獲得之專利案可能多數與半導體綠色製造並無直接相關，推測主要因素在於 WIPO 係建立與綠色技術相關之 IPC 分類目錄，而非與半導體綠色製造相關，例如，G01R（電力消耗的測量）可能與綠色技術相關，但與半導體綠色製造/機台之關連性則較低。

最後要說明的是，並非所有 WIPO 綠色目錄 IPC 分類號均與半導體綠色製造/機台無關或關連性低，專案小組整理出相關性較高之 WIPO 綠色目錄 IPC 分類號如下：適用於將輻射能轉化為電能的裝置（H01L 27/142, 31/00~31/078）、矽；單

晶生長(C01B 33/02, C23C 14/14, 16/24, C30B 29/06)、廢棄物處理(B09B, B65F)、廢料的回收或加工(C08J 11/00-11/28, C09K 11/01, C11B 11/00,13/00-13/04, C14C 3/32, C21B 3/04, C25C 1/00, D01F 13/00-13/04)、從廢料中獲取金屬(C22B 7/00-7/04, 19/30, 25/06)、處理廢水或污水(B63J 4/00, C02F)等,上述 IPC 分類號可作為檢索半導體綠色製造/機台專利案之參考工具(詳見表 1)。

表 1.與半導體綠色製造/機台較相關之 WIPO 綠色目錄

主題 1	替代能源		IPC
	太陽能		F24S H02S
	太陽能光電(PV)		
		適用將輻射能量轉化為電能的設備	H01L 27/142, 31/00-31/078 H01G 9/20 H02S 10/00
		矽;單晶生長	C01B 33/02 C23C 14/14, 16/24 C30B 29/06
	用於處理水、廢水或污水		C02F 1/16
主題 4	廢棄物管理		IPC
	廢棄物處理(waste disposal)		B09B B65F
	廢棄物再利用		
		廢料的回收或加工	C08J 11/00-11/28 C09K 11/01 C11B 11/00, 13/00-13/04 C14C 3/32 C21B 3/04 C25C 1/00

			D01F 13/00-13/04
		從廢料中獲取金屬	C22B 7/00-7/04, 19/30, 25/06
		控制水污染	
		處理廢水或污水	B63J 4/00 C02F

(三)[IPC 分類號]及/或[與 4R 相關之關鍵字]對應檢索

綠色製造為一種綜合考慮環境影響與資源效率的現代化製造模式，其目標是使產品從設計、製造、包裝、運輸、使用直到報廢的整個生命週期中，對環境的負作用（損耗、污染等）最小，並達到資源運用效率的最大化，其所涵蓋之範圍甚廣，而 **4R 原則** 係可作為評定綠色製造之指標之一。參酌上述第(二)點，鑑於使用 WIPO 綠色目錄之 IPC 分類號作為檢索條件去搜尋有關綠色製造/機台之專利有其侷限，並考量到 4R 原則對綠色製造之重要性，專案小組成員最終主要以我國 **[IPC 分類號] 及/或[與 4R 相關之關鍵字]**（例如，減量、節能、節水、重複使用、回收或循環再利用等）去檢索專利資料庫，找出與綠色製造/機台相關之專利技術或廠商資料，彙集收錄與綠色製造/機台相關案例，盼能提供國內半導體供應鏈廠商作為朝向低碳綠色供應鏈方向邁進之參考應用資訊。

舉例來說，半導體、石化產業之製程會產生大量廢氫，我國法規禁止隨意排放，故大部分業者處理餘氫的方法係加入天然氣混合燃燒。然而，上述方法會造成環境汙染且具有資源浪費的疑慮；又根據研究統計，臺灣工業餘氫量 1 年約有 60 億立方米，如果將工業餘氫全數作為發電使用，預估發電總量將達

到 413 萬瓩，係非常可觀的發電量¹²，因此，不論國內外之設備、製造商皆希望能在氫氣回收或循環再利用之技術有所突破。專案小組以[IPC 分類號]及/或[與 4R 相關之關鍵字]作於檢索條件¹³，於我國專利資料庫進行近十年半導體案件專利檢索，詳閱檢索結果後，發現與氫氣回收再利用高度相關技術之已公告或公開的專利案共 12 件(如表 2)可供參考，其中，日本占 50% (6 件)，我國及中國大陸則分別各占 25% (各 3 件)。

表 2.與氫氣回收、循環再利用高度相關專利技術

申請號	申請日	公開/公告日	專利名稱	國籍
TW108117104	20190517	20200116	半導體製程常壓廢氫氣全溫程變壓吸附提純再利用的方法	中國大陸
TW108117108	20190517	20200616	一種LED-MOCVD製程尾氣全溫程變壓吸附全組分回收再利用方法	
TW108116749	20190515	20200116	一種LED-MOCVD製程廢氣全溫程變壓吸附提氫再利用的方法	
TW107130405	20180830	20200301	氫氣回收再利用系統	中華民國
TW107118923	20180601	20200116	製造結晶矽的系統及製造結晶矽的方法	
TW106134502	20171006	20180501	多結晶矽之製造方法	日本
TW104108406	20150317	20151201	氫純化裝置及使用其的氫純化系統	
TW103114618	20140423	20141216	從氮化鎵系化合物半導體的製造步驟排出之排氣的處理方法	
TW101141676	20121108	20140516	氫氣回收系統與發電系統	中華民國
TW100127201	20110729	20120416	排氣處理系統	日本
TW099131125	20100915	20110416	氫之再利用方法	
TW099103267	20100204	20100816	多晶矽之製造方法	

綜上所述，在確認所要研究或探討之綠色製造/機台的主題後，可藉由[IPC 分類號]及/或[與 4R 相關之關鍵字]之檢索方法，搜尋出相關之專利案，作為技術研究、趨勢分析或專利布局等之基礎資料，而上述檢索方法亦可補強 WIPO 綠色目錄用於檢索相關技術時之不足。是以，本專案所採之參考案例，部分係由[IPC 分類號]及/或[與 4R 相關之關鍵字]所得到之檢索結果。

(四)日本綠色轉型技術目錄 (GXTI)

2022 年 6 月，日本特許廳 (JPO) 發布綠色轉型技術目錄

¹² 氫能發電國家隊！解決臺灣半導體業頭痛的「廢氫難題」

-<https://www.business today.com.tw/article/category/221381/post/202201270021/>。

¹³ 檢索條件/筆數: (氫[-5,5]回收 or 氫[5,5]再利用 or 氫[-5,5]再使用) AND (h01l or 半導體) AND (UD=20160101: OR GD=20100101:)/217 筆或(氫[-5,5]回收 or 氫[5,5]再利用 or 氫[-5,5]再使用)/854 筆。

(Green Transformation Technologies Inventory, GXTI)¹⁴，概述了與綠色轉型(GX)技術相關之專利技術，並列舉GX技術之分類與對應類別之專利檢索式，以利公眾檢索包含GX技術的專利文件(參見附錄2)。

GXTI採取的方式除了固有的IPC分類的對應外，另外也加入了相關的字詞(關鍵字)作為搭配，在其說明中有敘述日本研究小組的專家認為現有的分類不足以完整搜尋及支持相關之GX技術，故須帶入關鍵字，在這一部分，其與WIPO綠色目錄有相當大的不同。同時，我們也發現GXTI中部分技術的檢索式與專案小組所採[IPC分類號]及/或[與4R相關之關鍵字]檢索之方法係屬雷同，例如：GXTI中銅回收技術的檢索式為：C22B(7/00+15/00)/ip*'copper*',10n,(recycl*'+reuse)/(ab+ti+cl)，其中「C22B」為IPC分類號，「copper*(銅)」、「recycl*(循環再利用)」、「reuse(重複使用)」則為與4R相關之關鍵字，故直接印證了本專案所採用的檢索方式之可行性，而GXTI收載之專利技術分類目錄係為日本JPO所訂定之分類方式，當然可作為業界檢索綠色製造/機台相關技術之應用工具。

(五)企業訪談

專案小組與半導體供應商(甲)及(乙)進行訪談，希望可藉由訪談交流了解產業界現行綠色製造/機台的期程、在進行技術開發時所遇到的困難以及是否有因應對策等，並就廠商提出之技術問題，回饋協助檢索相關專利技術，作為轉型綠色製造/機台參考資料。

1、訪談半導體供應商(甲)

¹⁴ JPO 發布綠色轉型(GX)技術分類專利目錄(GXTI; Last visit date:2022.09.21)
-<https://www.tipo.gov.tw/tw/cp-90-911896-baa41-1.html>。

由於專案進行期間遭逢新冠疫情三級警戒，專案小組與半導體供應商(甲)採線上視訊訪談，重點說明如下：半導體供應商(甲)對於製程廢氣中，氨氣(NH₃)之固化及回收再利用之議題，期望智慧局可以進行檢索並提供適當建議供作參考。此外，半導體供應商(甲)也提出有關機台節能、製程廢棄物回收及處理等議題。由此可見，半導體供應商(甲)對於綠色製造/機台之研發，除了節能、節省資源等重要議題外，製程廢氣（例如，氨氣）回收或循環再利用，亦為其重點項目之一。

2、訪談半導體供應商(乙)

專案小組與半導體供應商(乙)亦採線上視訊訪談，其提出多種製程廢棄物回收或循環再利用之議題，包含高濃度廢棄酸液純化再利用（HF等）、研磨矽污泥回收或循環再利用（氧化物等）、製程廢氣（氨氣與惰性氣體等）回收或循環再利用、固液分離技術（切割廢液等）以及矽晶爐節電技術討論。由此可見，半導體供應商(乙)對於綠色製造之研發，除了節能、節省資源等重要議題外，製程廢棄物（包含氣體、固體及液體）回收或循環再利用，亦為其重點項目之一。

訪談的過程中，半導體供應商提出有關綠色製造的實務問題，不難發現其重點係在於 4R 原則，意即業界之重點仍在於研究節能、節省資源、減少廢棄物以及循環再利用之技術，因此，本專案於下一章節所摘錄之案例係經由嚴格選取研究對象，通盤及精確地檢索而得到的結果，再加上企業訪談實務討論，相信可作為綠色製造/機台相關技術之參考資料。

參、半導體供應鏈廠商之技術分析及案例說明

一、美商應用材料股份有限公司

(一)公司簡介

美商應材為我國半導體產業具代表性的設備供應商之一，其與台積電在開發綠色製造/機台之相關領域有高度技術合作關係，主要研發項目包括化學機械研磨（CMP）、蝕刻、沉積等製程及設備。本章節將以半導體 CMP 製程為例，藉由探討美商應材已公告或公開之專利技術，期能提供在改善 CMP 設備效能或減少 CMP 製程所產出的廢棄物等方面之技術參考。

(二)化學機械研磨(CMP)¹⁵

製造晶圓的各個階段，其表面必須完全平坦，以去除沉積製程多餘的材料或為下一層的電路結構建立完全平坦的基底。化學機械研磨(CMP)係目前業界達成上述目的最普遍及有效之方法，其係將晶圓固定在研磨頭中，在晶圓背面施加精確的下壓力將晶圓正面壓在拋光墊（聚亞胺脂；Polyurethane）上，再使用包含了化學添加劑、顆粒（石英、二氧化或氧化鈾等）的特殊混合物作為研磨液，以及晶圓與拋光墊相對旋轉（通常是以相反的方向轉）進行研磨拋光，參照圖 2 所示。事實上，化學機械研磨是很複雜的製程，在晶圓表面堆疊的不同薄膜各自具有不同的硬度，所以去除速率不同，將導致凹陷(dishing)或侵蝕(erosion)等問題，因此，現今的化學機械平坦化技術之研發重點在於解決均勻性、提高產能以及更低成本（節省水資源

¹⁵維基百科:化學機械研磨(CMP)

-<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8C%96%E5%AD%A6%E6%9C%BA%E6%A2%B0%E5%B9%B3%E5%9D%A6%E5%8C%96>。

或電能、降低耗材更換次數、減少研磨液的使用量或研磨廢液的再利用)。

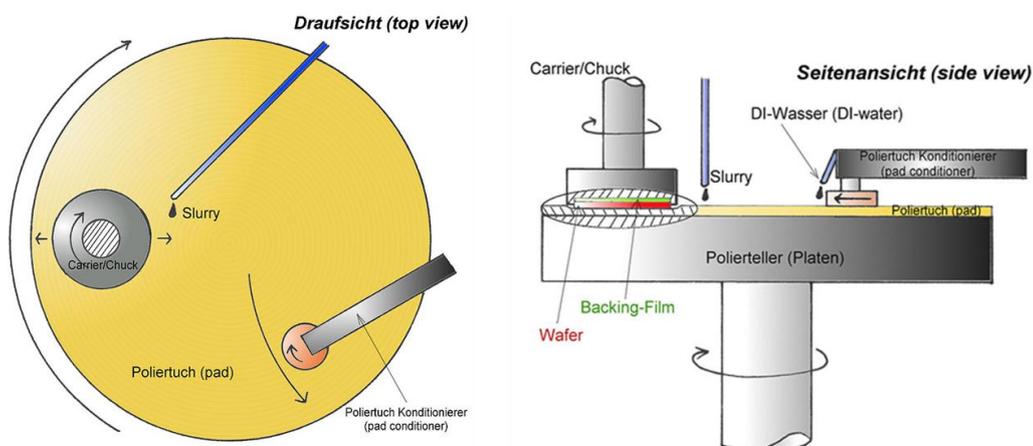


圖 2.化學機械研磨(CMP)

(三)綠色製造/機台相關技術之專利檢索

依據「研磨」技術的 IPC 分類號 B24B，並將專利申請人限定為「美商應用材料」，申請日限定在 2016 年之後之公告/公開案，檢索結果共計 133 筆¹⁶，其中，綠色製造/機台相關技術約 23 件專利案（參見表 3）。

表 3.美商應材近五年綠色製造/機台專利案

公開/公告號	公開/公告日	專利名稱	IPC
TWI717353	20210201	內表面具有特徵結構的保持環	B24B 37/32(2012.01); B24B 41/06(2012.01)
TWI705872	20201001	耐腐蝕保持環	B24B 37/32(2012.01)
TWI739782	20210921	用於化學機械拋光的小型墊的載體	B24B 37/10(2012.01); H01L 21/304(2006.01)
TWI755403	20220221	用於化學機械拋光的漿體分佈設備	H01L 21/304(2006.01); B24B 37/00(2012.01)
TWI740989	20211001	用於CMP的保持環	B24B 37/32(2012.01); H01L 21/304(2006.01)
TW201930008	20190801	用於拋光墊磨損率監測的預測濾波器	B24B 37/013(2012.01); B24B 37/04(2012.01); B24B 37/20(2012.01)
TW201945123	20191201	墊調節器的切割速率監控	B24B 37/34(2012.01); B24B 37/20(2012.01); B24B 49/10(2006.01)

¹⁶ 檢索條件/結果(133 筆)：((美商應用材料)@PA AND (B24B)@IPC) AND (AD=20160101:.)。

TW201938321	20191001	化學機械研磨機中的易損零件監控	B24B 37/005(2012.01); B24B 37/34(2012.01); H01L 21/304(2006.01)
TWI749562	20211211	用於結合 CMP 製程之追蹤資料與3D列印之CMP 耗材的技術	B24B 37/26(2012.01); B24B 49/10(2006.01); B33Y 50/00(2015.01); G06K 19/07(2006.01)
TW202129731	20210801	CMP溫度控制的裝置及方法	H01L 21/302(2006.01); B24B 37/11(2012.01); B24B 53/095(2006.01)
TW202112492	20210401	在配給下藉由混合的漿料溫度控制	B24B 37/015(2012.01); B24B 57/02(2006.01)
TW202120254	20210601	用於減低凹陷、腐蝕、及增加墊粗糙度的低溫金屬CMP	B24B 37/015(2012.01); B24B 37/04(2012.01); B24B 57/02(2006.01); H01L 21/306(2006.01); H01L 21/67(2006.01)
TW202116480	20210501	用於化學機械研磨的雙膜承載頭	B24B 37/30(2012.01); H01L 21/304(2006.01)
TW202116484	20210501	具有分段的基板卡盤的承載頭	B24B 53/12(2006.01); H01L 21/304(2006.01)
TW202124096	20210701	內表面具有特徵結構的保持環	B24B 37/32(2012.01); B24B 41/06(2012.01)
TW202135985	20211001	用於拋光系統的維護方法及其相關物件	B24B 55/00(2006.01); B24B 37/04(2012.01); H01L 21/304(2006.01)
TW202208104	20220301	沒有有機污染之表面加工	B24B 1/00(2006.01); B24B 7/07(2006.01); B24B 27/033(2006.01); B23P 23/04(2006.01)
TW202204096	20220201	在CMP期間用於軟的或3D列印襯墊的調節器盤	B24B 37/27(2012.01); H01L 21/304(2006.01)
TW202206223	20220216	CMP 中的溫度及漿體流動速率的控制	B24B 37/015(2012.01); B24B 37/005(2012.01); B24B 57/02(2006.01); H01L 21/304(2006.01)
TW202216359	20220501	在用於化學機械研磨中的溫度控制之流體噴流期間的氣體輸送	B24B 37/015(2012.01); B24B 37/30(2012.01); B24B 55/02(2006.01); B24B 57/02(2006.01); H01L 21/67(2006.01)
TW202206226	20220216	多齒磁控固定環	B24B 37/32(2012.01)
TW202214388	20220416	改良的固定環設計	B24B 37/32(2012.01); H01L 21/304(2006.01)
TW202220050	20220516	用於化學機械拋光的漿體分佈設備	H01L 21/304(2006.01); B24B 37/00(2012.01)

(四)精選綠色製造/機台專利案摘錄

【案例 1】CMP 晶圓承載頭

[專利名稱] 用於 CMP 的保持環

[公告號] TW I740989 B

〔 先前技術 〕

化學機械研磨（CMP）為平坦化之一種標準方法，基板通常藉由保持環保持在承載頭下方，而保持環接觸拋光墊，所以保持環(Retaining Ring)容易磨損且需要經常替換。有些保持環具有以金屬形成的上部部分及以可磨損塑膠形成的下部部分，而有些保持環則為單一塑膠部件。

〔 實施方式 〕

保持環(110)，如圖 3 所示，其包括：大致環形主體，具有用以束縛基板之內部表面及底部表面(114)，底部表面具有複數個通道(150)及複數個島狀部(152)，複數個通道從外部表面延伸至內部表面，且複數個島狀部藉由通道分開且提供接觸面積以接觸拋光墊，其中接觸面積為底部表面約 15%~40% 的表面積。

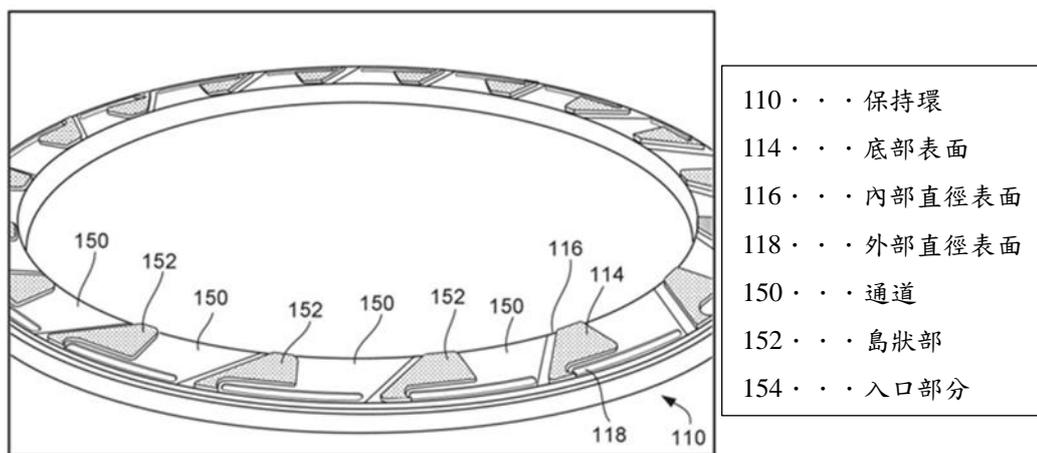


圖 3.保持環之立體圖

〔 技術功效 〕

保持環可用以在基板的邊緣附近壓縮拋光墊，當以此方式壓縮拋光墊時，可能導致「墊反彈效應」，增加徑向的非均勻度。降低墊反彈效應之技術可藉由減少保持環抵靠拋光墊

之接觸面積，使較少的墊受到壓縮，進而減小基板遭受到墊反彈效應之影響；另外，特定形狀或較小的接觸面積較不容易產生墊反彈效應。本案例之保持環結構，其中接觸面積為底部表面約 15%~40% 的表面積，藉此降低墊反彈效應，讓基板邊緣處提供拋光速率較佳的控制，特別在基板邊緣處（例如，基板的最外 5mm 處）提供改良的拋光均勻度。再者，說明書提到保持環之下部部件為塑膠，在 CMP 處理時具有化學惰性，不會與研磨漿體或金屬微粒形成化學反應，且下部部件具有足夠彈性，使得基板邊緣抵靠保持環之接觸不會造成基板破碎或斷裂；以及下部部件應足夠堅固，能承受來自拋光墊（在底部表面上）及基板（在內部表面上）的磨耗下所產生應力，使其具有足夠的壽命。綜上所述，就熟悉設備工程技術人員而言，在了解機構功能及運作後，得運用機械材料特性，藉此改善並延長保持環使用時間增加，減少更換保持環頻率，可視為綠色製造/機台之零組件重複使用(Reuse)之範疇。

【案例 2】CMP 研磨墊之溫控裝置

[專利名稱] CMP 溫度控制的裝置及方法

[公開號] TW 202129731 A

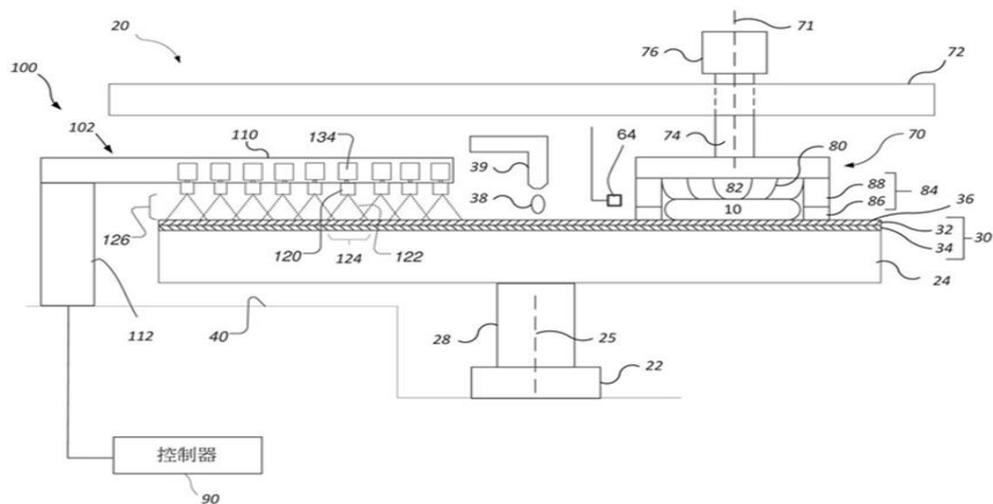
[先前技術]

化學機械研磨（CMP）過程中，基板表面與研磨墊之間的摩擦，會產生大量的熱量。另外，修整研磨墊時，將修整盤（塗覆有研磨料金剛石顆粒的盤）壓靠在旋轉的研磨墊上，以修整並紋理化研磨墊表面，亦會產生熱量。例如，在典型的一分鐘銅 CMP 製程中，名義下壓力為 2psi 且去除速率為 8000Å/min，聚氨酯研磨墊的表面溫度可能會升高約 30°C，

而研磨墊表面溫度過高可能會降低研磨均勻性或減少研磨墊壽命的等問題。

〔實施方式〕

如圖 4 所示之化學機械研磨系統，包括支撐具有研磨表面的研磨墊(30)之托板(24)，具有要連接至氣體源的入口之導管，以及具有懸浮在該托板上方的斂散噴嘴(120)之分配器，將該氣體源中的氣體導引到該研磨墊的該研磨表面上。冷卻系統(102)中使用的氣體可包括空氣、氮氣、二氧化碳、氫氣、或蒸發氣體，可在氣體輸送到斂散噴嘴之前或後，將其冷卻再經由斂散噴嘴定向以使得該冷卻氣體流衝向研磨表面，用於冷卻研磨墊。



10:基板 20:研磨站 22:馬達 24:托板 25:軸 28:驅動軸 30:研磨墊 32:背襯層 34:外研磨層 36:研磨表面 38:研磨液體 39:漿料供應臂 40:框架 64:溫度偵測器 70:承載頭 71:軸 72:支撐結構 74:驅動軸 76:承載頭旋轉馬達 80:彈性膜 82:可加壓室 84:保持環 86:下部塑膠部分 88:上部 90:控制器 100:溫度控制系統 102:冷卻系統 110:臂 120:噴嘴 122:噴霧 124:徑向區域 126:間隙 134:混合室

圖 4.化學機械研磨系統

〔技術功效〕

CMP 製程中與化學有關的變量（例如，反應開始及參與反

應的速率)與機械有關的變量(例如,研磨墊的表面摩擦係數和黏彈性)兩者都與溫度密切相關。因此,研磨墊的表面溫度的變化會導致移除速率、研磨均勻性、腐蝕、凹陷及殘留物的變化。解決這些問題的技術是使用一種斂散(CD)噴嘴,將冷卻劑氣體藉由導引至研磨墊上,可快速有效地控制研磨墊的溫度。優點包括:在無需使研磨墊與諸如熱交換板的固體接觸下控制研磨墊的溫度,從而降低了污染研磨墊及產生缺陷的風險;藉由減少研磨操作中的溫度變化,提高研磨過程的研磨可預測性;從一研磨操作到另一研磨操作的溫度變化可減小,可以改善晶片間的均勻性,並改善研磨製程的可重複性;可以減小整個基板上的溫度變化,改善晶片內均勻性。特別地,在研磨操作中的金屬清除、過度研磨或修整步驟中的一或多個步驟中,降低研磨墊表面的溫度,可以減少凹陷與腐蝕及/或提高墊粗糙度的均勻性,從而改善研磨均勻性,並延長墊的壽命,可視為綠色製造/機台之零組件重複使用(Reuse)之範疇。

【案例 3】CMP 漿體分布設備

〔專利名稱〕用於化學機械拋光的漿體分布設備

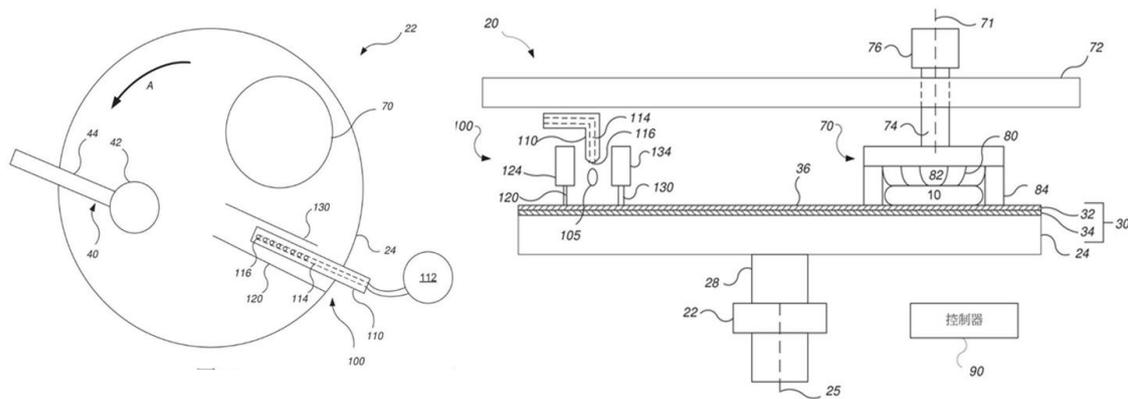
〔公告號〕TW I755403 B

〔先前技術〕

化學機械研磨(CMP)存在多個待解決或改善問題,一是對於圖案密度的敏感性,可能會造成碟陷(dishing)或腐蝕(erosion);二是缺陷密度,可能原因在於拋光副產物;三是晶圓內的不均勻性(WIWNNU),拋光不均勻性的可能原因是漿體不均勻地分布到基板及拋光墊之間的界面。

〔實施方式〕

拋光液分布系統(100),如圖5所示,包括了第一屏障(120),該第一屏障用以阻擋經過載體頭(70)或調節碟(42)下方的拋光液,避免其到達拋光墊(30)上投放器(110)供應新鮮拋光液(105)的位置而造成污染拋光液。第一屏障是定位在拋光墊上投放器供應拋光液的位置「之前」(相對於墊的運動方向)。例如,若平台逆時針旋轉,則第一屏障相對於投放器為順時針地定位。拋光液分佈系統亦包括第二屏障(130),該第二屏障用以將才剛由投放器所供應的新鮮拋光液跨拋光面均勻地散佈。



10:基板 20:拋光站 22:馬達 24:平台 25:軸線 28:驅動軸 30:拋光墊 32:拋光層 34:軟背層 36:拋光面 38:溝槽 40:墊調節裝置 42:調節碟 44:臂 70:載體頭 71:軸線 72:支撐結構 74:驅動軸 76:載體頭旋轉馬達 80:可撓膜片 82:可加壓腔室 84:固定環 90:控制器 100:拋光液分佈系統 110:投放器 112:貯器 114:通路 116:端口 120:第一屏障 124:第一致動器 130:第二屏障 134:第二致動器

圖 5.化學機械拋光站俯視圖(左)及橫截圖(右)

〔技術功效〕

第一屏障為阻擋使用過的拋光液以免其到達該拋光面的該部分；第二屏障為向該拋光面的該部分，散布由該投放器所供應的新鮮拋光液，透過上述機構設計，利用第一、二屏障來減少研磨漿體的污染，可避免圖案密度過於敏感，進而減少碟陷及腐蝕，改良拋光速率或在維持拋光速率的情況下，

減少研磨漿體的用量，藉此降低製程成本。是以，本案例透過機台結構之改良，減少研磨漿體的用量，亦可降低研磨廢料產生，屬綠色製造/機台之減少原物料之使用或減少製程廢棄物產生(Reduce)之範疇。

【案例 4】CMP 研磨製程監控

〔專利名稱〕墊調節器的切割速率監控

〔公開號〕TW 201945123A

〔先前技術〕

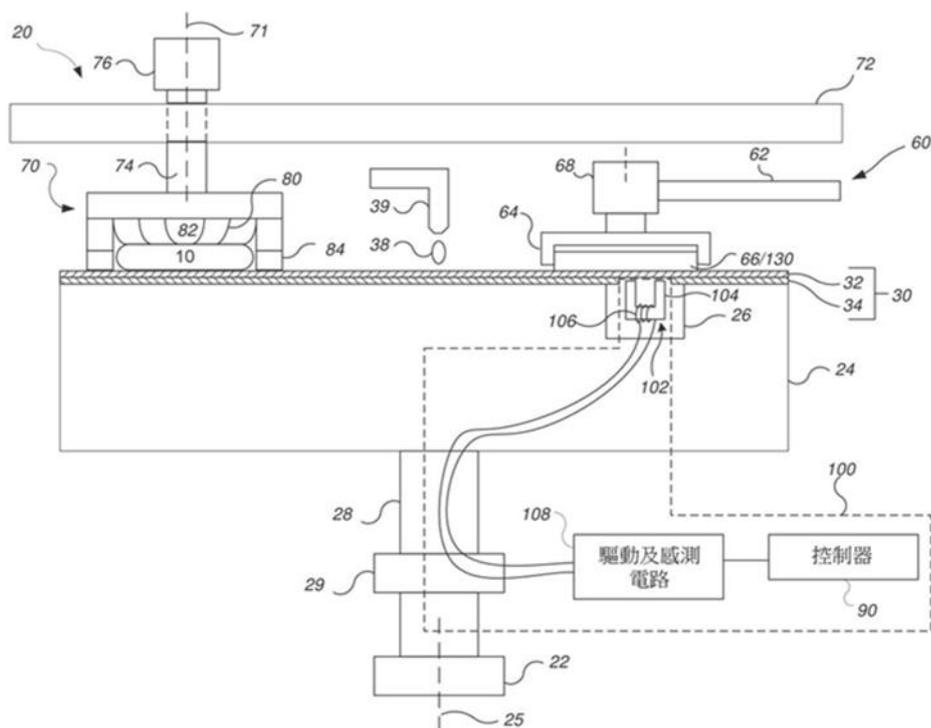
在 CMP 製程實行達某時段之後，拋光墊的表面由於研漿副產物的堆積及/或從基板移除的材料而形成光面 (glazed)，其降低拋光速率或增加基板之非均勻性。通常，拋光墊可藉由調節器 (Pad Conditioner) 移除在拋光墊上的堆積物，讓拋光墊的表面重新產生可研磨拋光的粗糙度。調節器包括研磨調節器盤(嵌入金剛石研磨粒子)，可抵靠拋光墊表面刮擦以重新紋理化拋光墊。然而，調節製程本質上亦為耗損拋光墊，在數次的拋光及調節的循環之後，仍必須替換拋光墊。

〔實施方式〕

圖 6 係化學機械拋光裝置的拋光系統(20)的實例，拋光系統包括拋光墊調節器(60)，以研磨拋光墊(30)來維持拋光墊在一致的研磨狀態。拋光墊調節器包括底座、可在拋光墊上橫向掃掠臂(62)及藉由臂連接至底座的調節器頭(64)。調節器頭控制研磨表面抵靠拋光墊的壓力，將調節盤(66; 金鋼石礫的研磨粒子塗佈的金屬盤)的下部表面與拋光墊接觸並對其調節。

拋光系統(20)另包括原位拋光墊厚度監控系統(100)，該

系統產生代表拋光墊的厚度的訊號。具體而言，原位拋光墊厚度監控系統可為電磁感應監控系統，可藉由在導電層中產生渦電流或在導電圈中產生電流任一者而操作，可使用監控系統以決定是否需要替換調節器盤及/或拋光墊。



10:基板 20:拋光系統 22:馬達 24:平台 25:軸 26:凹槽 28:驅動桿 29:旋轉耦合器
30:拋光墊 32:背層 34:外部層 38:拋光液體 39:沖洗臂 60:拋光墊調節器 62:臂
64:調節器頭 66:調節盤 68:垂直致動器 70:承載頭 71:軸 72:支撐結構 74:驅動
桿 76:承載頭旋轉馬達 80:彈性膜 82:可加壓腔室 84:固持環 90:控制器 100:監
控系統 102:感測器 104:磁芯 106:線圈 108:驅動及感測電路系統 130:導電主體

圖 6.具有監控墊層厚度的化學機械拋光系統

〔技術功效〕

本案例所載之原位拋光墊厚度監控系統及控制器可監控對整個拋光墊的切割速率（亦稱為墊耗損速率），若切割速率偏離正常速率，表示調節盤的效率降低，則可選擇替換調節盤，亦可決定拋光墊的厚度，藉由智能控制系統，管控更換

調節盤及/或拋光墊時機，使得調節盤及/或拋光墊使用時間最佳化，避免提早更換，造成資源浪費，或是太晚更換影響研磨製程效率及產品良率，屬於綠色製造/機台之減少製程廢棄物(Reduce)之範疇。

二、漢民科技股份有限公司

(一)公司簡介

漢民科於 1977 年成立，曾具有世界級半導體設備商艾司摩爾 (ASML) 及東京威力產品之代理權。1998 年起，漢民科開始在美國矽谷成立研發機構，經多年努力與投資，研發並製造電子束檢驗機 (E-beam Inspection)、離子植入機 (Ion Beam Implanter) 以及金屬有機化學氣相沈積設備 (MOCVD)¹⁷。此外，關於化合物半導體元件相關領域，漢民科從 IC 設計、材料、生產設備、晶磊，到晶圓代工，皆有布局及投入，尤其早於 10 多年前即研發關鍵設備-金屬有機化學氣相沈積設備 (MOCVD) 及 ICP 金屬蝕刻機¹⁸。因此，可以看出漢民科非常廣泛及深入地涉汲半導體產業鏈，本章節著重於氣相沉積及電性檢測裝置之相關專利，探討如何改良機台結構或製程方法，以達綠色製造之目的。

(二)薄膜沉積技術

薄膜沉積技術可大致分成(a)物理氣相沉積 (Physical Vapor Deposition, PVD)與(b)化學氣相沉積 (Chemical Vapor Deposition, CVD)。物理氣相沉積是藉由物理方法，以濺射或加熱方式將固態材料氣化，然後再於晶圓表面上在凝結以形成固態的薄膜；化學氣相沉積則是透過化學方式，利用氣態的化學材料在晶圓表面產生化學反應以沉積固態的薄膜。相較於物理氣相沉積技術，化學氣相沉積技術應用層面較廣，例如多晶矽、磊晶矽、介電質薄膜及金屬薄膜之沉積等，因此，如何使化學氣相沉積技術效率增加或減少耗能等技術為半導體相關產業重要的課題。

¹⁷ 漢民科技之公司發展歷程簡介-<https://www.hermes.com.tw/about>。

¹⁸ 半導體戰略 2：化合物半導體市場夯，漢民科技從材料、基板、關鍵製程設備進軍世界舞台！天下雜誌-<https://www.cw.com.tw/amp/article/5122212>。

(三)綠色製造/機台相關技術之專利檢索

專利申請人限定為「漢民科」，加入與 4R 原則相關之關鍵字作為檢索條件，且申請日限定在 2016 年之後之公告/公開案，檢索結果共計 38 筆¹⁹，其中，綠色製造/機台技術相關者約 5 件專利案（參見表 4）。

表 4.漢民科近五年綠色製造/機台專利案

公開/公告號	公開/公告日	專利名稱	IPC
TWI628449B	20180701	晶圓針測裝置主動式預熱及預冷系統及晶圓檢測方法	G01R 31/303(2006.01); G01R 1/073(2006.01)
TWI644109B	20181211	半導體測試裝置	G01R 31/26(2014.01)
TWI675119B	20191021	氣相成膜裝置	C23C 16/30,54,455(2006.01)
TWI685583B	20200221	有機金屬化學氣相沉積設備	C23C 16/18,448(2006.01)
TWI716891B	20210121	氣相成膜裝置	C23C 16/30,34,40(2006.01)

(四)精選綠色製造/機台專利案摘錄

【案例 1】改良行星式氣相成膜裝置之對向面構件

〔專利名稱〕氣相成膜裝置

〔公告號〕TW I716891 B

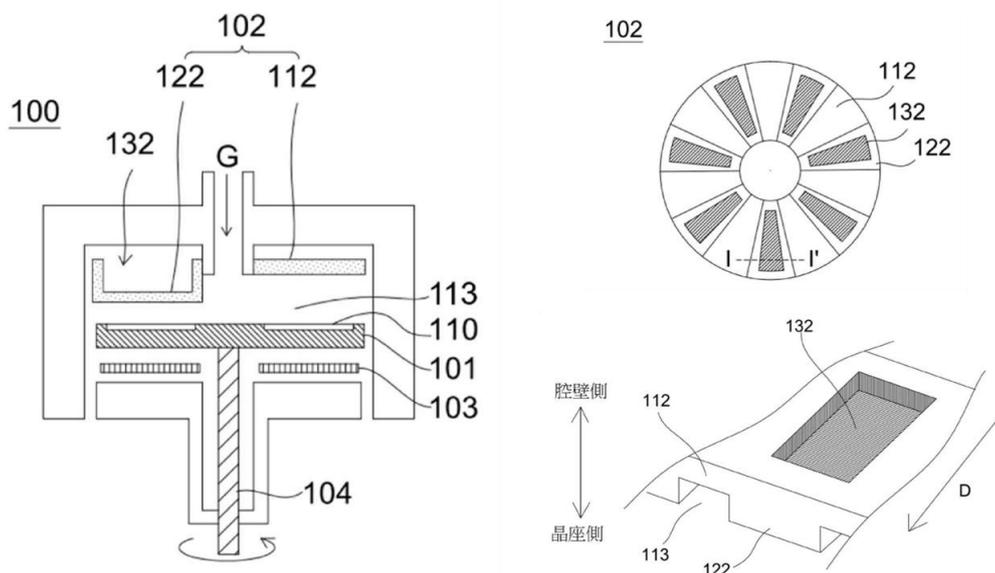
〔先前技術〕

半導體產業中，常使用行星式化學氣相沉積裝置 (Planetary-Type MOCVD) 生長薄膜，而傳統的對向面構件只是簡單的扁平形狀，為了提供良好的生長速率分佈及較少的載流氣體(carrier gas)消耗，對向面構件則改採具有凸部和凹部之結構。然而，由於凸部具有較佳的導熱效率，整體熱損失較傳統類型大，較大的熱損失可能造成基板的上表面和下表面之間的溫差大而導致晶片彎曲較嚴重，此種情況下，會使用大量電力來維持製程溫度的均勻性，造成成本增加。

¹⁹ 檢索條件/結果(38 筆)：(漢民科)@PA AND (recycle or reuse or reduce or redesign or 回收 or 再使用 or 減量 or 再設計 or 改良 or 改善 or 降低) AND (AD=20160101:.)。

〔實施方式〕

如圖 7 所示，氣相成膜裝置(100)包含晶座(101)，承載多個基板(110);對向面構件(102)，與晶座相對設置以及加熱元件(103)，設置於晶座下方。對向面構件具有多個凸部(122)，朝向晶座突出，隔熱結構設置於其中，且定義至少一流動通道(113)，反應氣體(G)通過流動通道並沉積在多個基板上。另外，作為隔熱結構之中空部分(132)，除了可為空心，亦可包含隔熱構件或檔板構件以降低凸部的導熱效率。



100:相成膜裝置 101:晶座 102:對向面構件 103:加熱元件 104:驅動部件 110:基板 112:凹部 122:凸部 113:流動通道 132:中空部分 D:氣流方向

圖 7.氣相成膜裝置(左)及對向面構件(右)

〔技術功效〕

對向面構件之隔熱結構使平均熱通量從 16.5 kW/m^2 降低至 13.2 kW/m^2 (相較於先前技術，熱通量減少 20%)，可以解決大量熱損失的問題，改善由熱損失引起的不平衡的溫度分佈，防止基板變形，減少維持所需溫度所花費的電力，降低製造成本，應屬綠色製造/機台之節能(Reduce)之範疇。

【案例 2】半導體測試裝置之溫控改良

〔專利名稱〕半導體測試裝置

〔公告號〕TW I644109 B

〔先前技術〕

為了滿足不同測試溫度的需求，測試機台會在在承載盤內部設置冷卻管路，將冷卻氣體/液從輸入端輸入冷卻管路，並藉由冷卻氣體/液與承載盤進行熱交換即可降低承載盤的溫度。然而，承載盤內建之冷卻管路增加了機構複雜度，且需設置冷卻機等冷卻系統以及需加計冷卻液耗材，導致整體的測試成本進一步增加。

〔實施方式〕

參照圖 8，半導體測試裝置無需於承載盤(22)中設置冷卻管路，而冷卻方法是於測試腔室(21)表面設置製冷元件(25)，更包含加熱元件，該加熱元件與承載盤連接，以加熱承載盤。

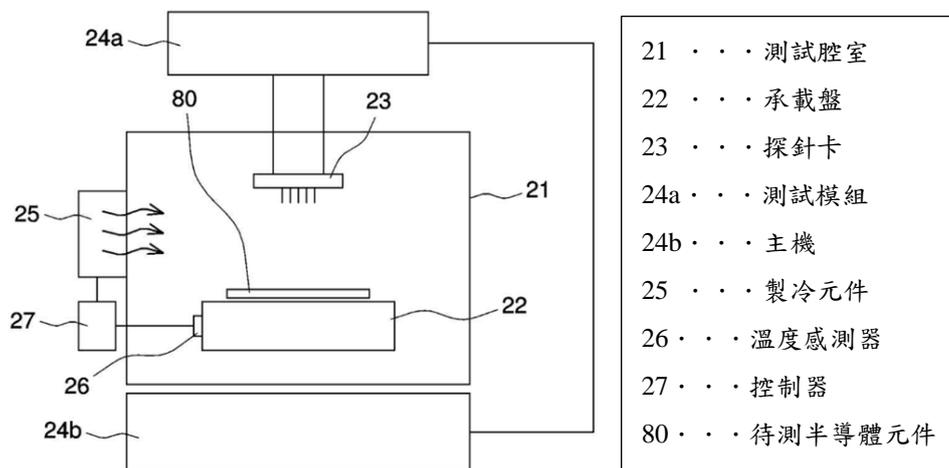


圖 8. 半導體測試裝置

〔技術功效〕

本案例有關半導體測試裝置之冷卻系統，藉由將製冷元件於測試腔室外部，大幅簡化半導體測試裝置之冷卻方法，

且該製冷元件無需使用冷卻液體等耗材，因而降低半導體測試裝置的成本且易於維護，可視為綠色製造/機台之減少冷卻液耗材使用(Reduce)之範疇。

【案例 3】主動控制晶圓針測裝置之溫度

[專利名稱] 晶圓針測裝置主動式預熱及預冷系統及晶圓檢測方法

[公告號] TW I628449 B

[先前技術]

晶圓測試為確認在各溫度時的故障模式，常常包含常溫測試以及高溫測試，其會對探針卡進行預熱或預冷的製程。在預熱過程中，加熱區域常僅限於承載晶圓的元件，因此，位於晶圓測試裝置中間的元件及探針卡會先達到熱平衡，而在晶圓測試裝置外圍的元件則會較晚達到熱平衡；在預冷過程中，晶圓測試裝置中間的元件及探針卡會先達到冷卻溫度而受冷收縮，而在晶圓測試裝置外圍的元件則會較晚降溫，而各元件收縮的程度會有所差異，因而影響晶圓測試的結果。

[實施方式]

如圖 9 所示，當進行高溫測試時，第二溫度調整單元(50)調整探針卡(20)及中央連接件(31)的溫度至攝氏 85 度至 200 度。第二溫度調整單元同時會傳送第一控制訊號 S1 至控制單元(40)，控制單元可根據第一控制訊號 S1 而使第一溫度調整單元(33)將外圍連接件(32)升溫。

當進行低溫測試時，第二溫度調整單元(50)會調整探針卡(20)及中央連接件(31)的溫度至攝氏-55 度至 85 度，第二溫度

調整單元會同時傳送第一制訊號 S1 至控制單元，控制單元可根據第一控制訊號 S1 而使第一溫度調整單元(33)將外圍連接件(32)降溫。

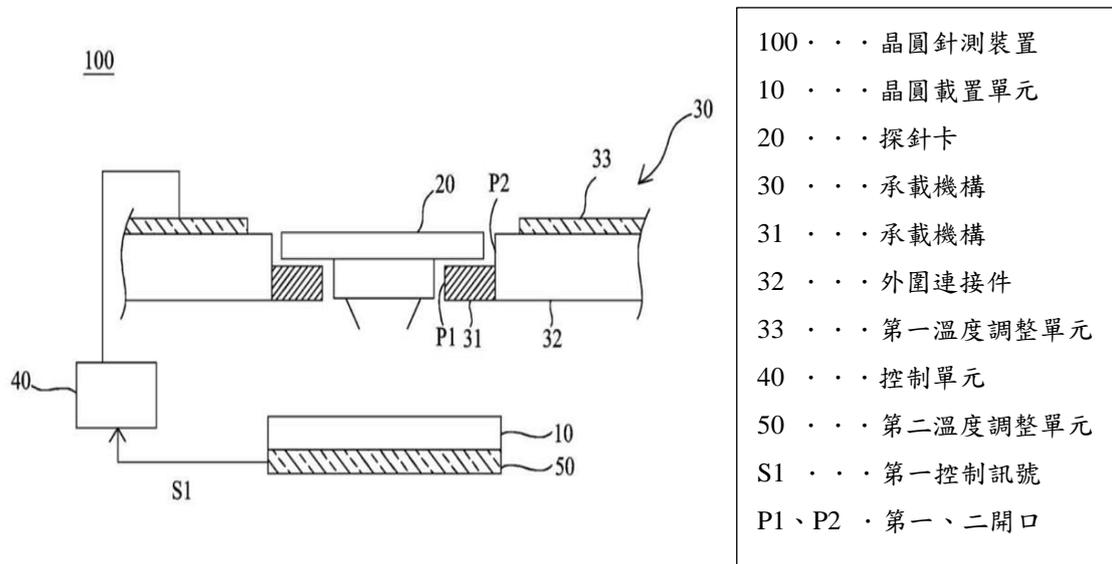


圖 9.晶圓針測裝置主動式預熱及預冷系統

〔技術功效〕

使晶圓針測裝置主動式預熱及預冷系統的各元件可快速的達到熱平衡對稱的狀況，可降低時間成本，且避免變形量無法控制時所造成的故障，致測試機台的可靠度及零件壽命的增加，可視為綠色製造/機台之零組件重複使用(Reuse)之範疇。

三、信紘科技股份有限公司

(一)公司簡介

信紘科是一家提供「系統整合」、「製程機能水」、「製程特殊廢液」等三大領域專業技術的廠商，為半導體先進製程、面板與記憶體廠商提供高階設備與廠務系統，主要客戶包含台積電、力積電、華邦、美光與友達²⁰。

(二)機能水

半導體先進製程中，會使用多種化學品，而信紘科技所研發之機能水，具有兩種用途（如圖 10 所示），第一種(1)為取代習用之化學藥劑，其提供客戶在不改變既有製程的情況下取代習用的化學品，使製程效率提高且更環保，具有製程創新，提高製程利用率、安全處理、環保領先及化學廢液零排放之功效；第二種(2)為特殊表面清洗，其利用機能水的液體特性，能夠滲入更微小的縫隙中，將極小微粒不純物挾帶而出，達到更有效、更潔淨的清洗²¹。

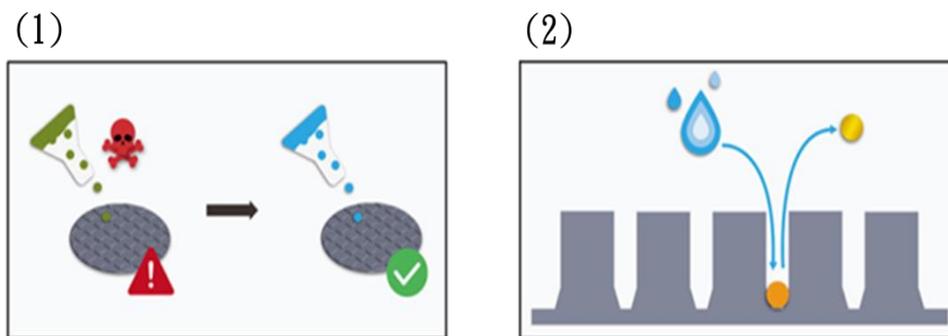


圖 10. 機能水之用途

²⁰ 數位時代受惠大客戶台積電擴廠賺飽飽!信紘科：訂單滿到明年底，但人力吃緊是隱憂
-<https://www.bnxt.com.tw/article/67023/2021-semicon-taiwan-tsmc-trusval>。

²¹ 信紘科之製程機能水介紹
-https://www.trusval.com.tw/big5/solution_1。

(三)綠色製造/機台相關技術之專利檢索

專利申請人限定為「信紘科」，加入與 4R 原則相關之關鍵字作為檢索條件，申請日限定在 2016 年之後之公告/公開案，檢索結果共計 44 筆²²，其中，綠色製造/機台相關技術約 11 件專利案（參見表 5）。

表 5.信紘科技近五年綠色製造/機台專利案

公開/公告號	公開/公告日	專利名稱	IPC
TWI627138B	20180621	清洗廢液的濃縮萃取方法	C02F 1/26(2006.01); C07C 29/74(2006.01); C07C 31/10(2006.01); H01L 21/02(2006.01)
TWM551691U	20171111	可調式計量槽	G01F 19/00(2006.01)
TWM553375U	20171221	負壓回收式可調計量槽	F04F 3/00(2006.01)
TW202012305A	20200401	含過氧化氫之硫酸溶液中去除過氧化氫之方法	C01B 17/90(2006.01)
TWM575450U	20190311	含過氧化氫之硫酸溶液的回收系統	C01B 15/013(2006.01); C01B 17/90(2006.01)
TWI731289B	20210621	組合式散熱熱沉複合材料成品製造方法	B32B 37/10,12(2006.01); B32B 38/00(2006.01); H01L 23/36,552(2006.01); H05K 7/20(2006.01); H05K 9/00(2006.01)
TWI693965B	20200521	化學液體稀釋方法	B01F 3/08(2006.01); B01F 15/0,020(2006.01); G05D 7/00(2006.01)
TWI759679B	20220401	化學液體稀釋系統	B01F 3/22(2006.01); B01F 15/00,02(2006.01); G05D 7/00(2006.01)
TWM598186U	20200711	化學液體稀釋系統	B01F 3/22(2006.01); B01F 15/00,02(2006.01)
TWM599207U	20200801	化學液體稀釋控制系統	B01F 3/08(2006.01); B01F 15/02(2006.01); H01L 21/67(2006.01)
TWI737231B	20210821	化學液體稀釋控制系統及方法	B01J 4/00(2006.01); B01F 3/08(2006.01); B01F 15/02(2006.01); G01N 27/06(2006.01); G05D 7/06(2006.01); H01L 21/02,67(2006.01)

(四)精選綠色製造/機台專利案摘錄

【案例 1】機能水製備

〔專利名稱〕化學液體稀釋系統

²² 檢索條件/結果(44 筆)：(信紘科)@PA AND (recycle or reuse or reduce or redesign or 回收 or 再使用 or 減量 or 再設計 or 改良 or 改善 or 降低) AND AD=20160101:。

[公告號] TW I759679 B

[先前技術]

半導體製造過程中，通常可利用漸進及階段的方式將高濃度的化學原液稀釋至低濃度的化學溶液，以滿足製造高科技產品零部件所需。若欲取得更微量濃度（例如，ppm 等級）的化學液體，則必須消耗非常大量的去離子水，造成水資源、能源的浪費以及大量消耗過濾材料的問題。

[實施方式]

參照圖 11，化學液體稀釋系統(1)可用於稀釋氨水，包括第一供料設備(10)、第二供料設備(20)及混合設備(30)。第一供料設備包括流體供應裝置(12;氨水溶液或氨氣)、氣體供應裝置(14;氨氣或其他惰性氣體)、排氣裝置(16)及流體集中槽(18)，也可包含質流控制器 MFC，控制第一供料設備氣體至混合設備(30)之流量。

第二供料設備(20)包括液體供應裝置(22)，且液體供應裝置提供液體至混合設備。第二供料設備可依需求在液體供應裝置與混合設備之間加入多種輔助裝置，例如調節閥(21)、調節閥(23)、流量計(24)及壓力計(25)。

混合設備(30)包括流體混合器(32)、第一連接部(30a)、第二連接部(30b)及輸出部(30c)，其中第一連接部連接第一供料設備，而第二連接部連接第二供料設備。當流體流經第一連接部，且液體流經第二連接部後，流體與液體在混合設備內混合，且由輸出部輸出混合化學液體(40)。

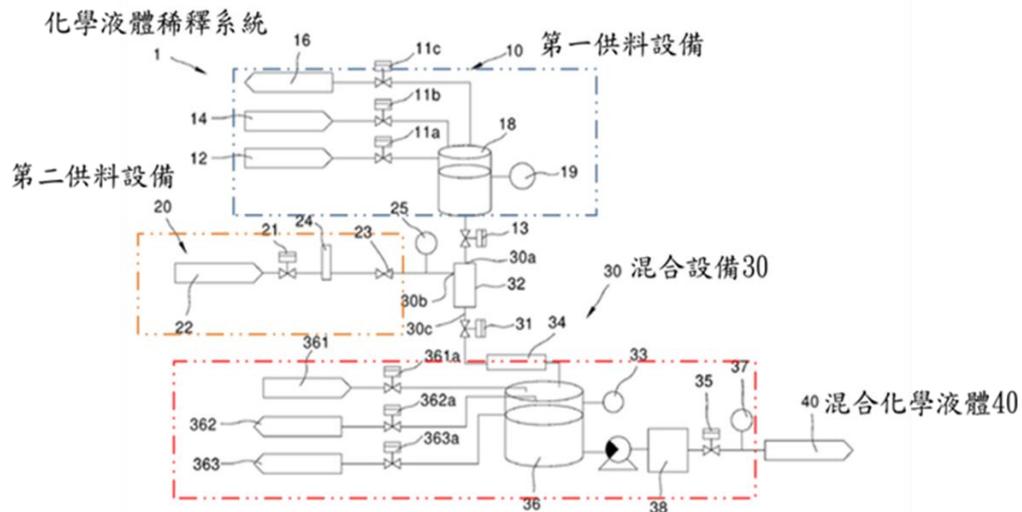


圖 11.機能水(氨水溶液)稀釋系統

〔技術功效〕

本案例所載化學液體稀釋系統及方法係利用壓力控制及流體混合器所產生的文式管效應注入流體，並使微量的流體與液體混合，使稀釋的化學液體具有 ppm 等級的微量濃度，且長時間下可維持所需濃度，進而提升製造高科技產品零組件品質之穩定性。舉例來說，可即時配製 2~3ppm 的機能水(氨水溶液)，供給清洗晶圓片使用，而無需浪費大量去離子水製備過多的稀釋化學液體以及減少過濾材料消耗，屬於綠色製造/機台之節省水資源或減少耗材浪費(Reduce)之範疇。

【案例 2】異丙醇(IPA)之回收/循環再利用

〔專利名稱〕清洗廢液的濃縮萃取方法

〔公告號〕TW I627138 B

〔先前技術〕

半導體廠常使用含有異丙醇（IPA）之液體作為溶劑或清洗劑，去除機台或半導體晶片上的污染物，由於其應用範圍廣泛及使用量大，異丙醇的回收與再精製將具有相當大的

市場性。然而，含異丙醇之清洗廢液含有大量的水，若欲回收及再精製此異丙醇廢液，必須對其進行共沸蒸餾，而共沸蒸餾所需能耗大，投資金額及技術門檻很高，一般的回收處理廠難以處理。

〔實施方式〕

圖 12 為本案例清洗廢液的濃縮萃取方法之流程圖，步驟 101 為提供清洗廢液(含有異丙醇，且該異丙醇重量百分比濃度為 10~40%)，可將清洗廢液放置於容器(分液漏斗)中。步驟 102 為加入強鹼水溶液(重量百分比濃度為 30~50%的氫氧化鈉水溶液)與清洗廢液混合以形成混合液，所添加之該強鹼水溶液的重量百分比為相對該清洗廢液的 18~50%。步驟 103 為混合液透過靜置等待後形成上層的有機層及下層的水層，有機層為濃縮之異丙醇溶液，水層之主要成分為水溶液，可透過分液漏斗移除下層水層並保留上層有機層，以獲得含有濃縮之異丙醇溶液的有機層。

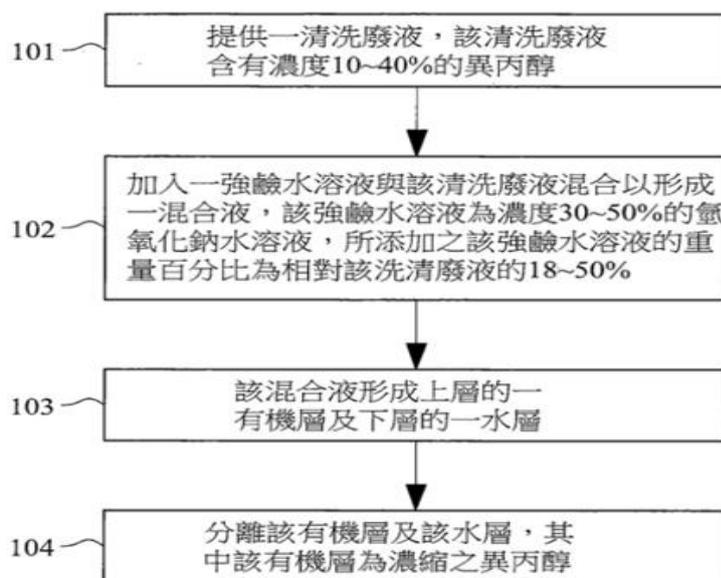


圖 12.清洗廢液的濃縮萃取方法

〔技術功效〕

本案例無需消耗大量能源，即可對清洗廢液進行濃縮萃取，提升異丙醇之濃度，進而更有效率回收異丙醇，顯屬於綠色製造/機台之異丙醇回收或循環再利用(Recycle)之範疇。

四、光洋應用材料科技股份有限公司

(一)公司簡介

光洋科擁有全球規模最大的「光儲存媒體薄膜靶材製造廠」，是全球領先的貴金屬或稀有金屬回收、精煉、特殊成型、加工以及銷售供應商之一，為光電、資通、石化及消費性產業應用等提供關鍵性的原料、產品與整合型服務方案。主要產品或服務包括：貴金屬化學品/材料、薄膜濺鍍/蒸鍍靶材、特用化學品及資源回收四大類²³。

(二)貴金屬精煉、靶材再生及廢液循環再利用²⁴

光洋科在半導體貴金屬靶材及特用化學品於臺灣的市占率排前段班，除了精煉黃金，光洋科在八大貴稀金屬，包括金、銀、鉑、鈮、鈳、鈹、鎳、鈳、鈳，皆具備從廢料精煉成高端材料的技術，並能將回收材料從純度三 N (99.9) ~ 四 N (999.9)，提純精煉至五 N (999.99) ~ 六 N (999.999) 以上電子/工業等級，皆是一般回收廠無法做到的。

光洋科於 2017 年因再生陽極銅靶材，正式打入台積電供應鏈。此外，光洋科與台積電針對硫酸銅廢液回收或循環再利用展開合作，目前一年約可幫助台積電減少 1,800 噸廢液，達成 120 顆殘靶材再生。

(三)綠色製造/機台相關技術之專利檢索

²³ 光洋應用材料科技之公司發展歷程簡介

-http://www.solartech.com.tw/tw/about_solar.html。

²⁴ 從 3C 垃圾提煉出銅靶材，光洋科鬆口與台積電有新計畫。

-<https://finance.ettoday.net/news/2136919>。

專利申請人限定為「光洋科」，加入與 4R 原則相關之關鍵字作為檢索條件，申請日限定在 2010 年之後之公告/公開案，檢索結果共計 88 筆²⁵，其中，綠色製造/機台相關技術約 4 件專利案（參見表 6）。

表 6.光洋科近十年綠色製造/機台專利案

公開/公告號	公開/公告日	專利名稱	IPC
TWI405855B	20130821	銅銻鎳的回收方法	C22B 7/00(2006.01); B01D 11/04(2006.01); B01D 12/00(2006.01); B01D 15/08(2006.01); B01F 1/00(2006.01)
TWI427173B	20140221	再生濺鍍靶材及其製作方法	C23C 14/34(2006.01); B22F 7/06(2006.01)
TWI740696B	20210921	元件分離設備及廢棄電路板元件分離方法	B07B 1/22(2006.01)
TWI775676B	20220821	積體電路元件拆解裝置	B09B 1/00(2006.01)

(四)精選綠色製造/機台專利案摘錄

【案例 1】經由再生處理而能重複再利用之濺鍍靶材

〔專利名稱〕再生濺鍍靶材及其製作方法

〔公告號〕TW I427173 B

〔先前技術〕

靶材的回收及精煉過程相當繁瑣，不僅製程時間長，且製作成本也很高，因此，有相當多的研究著重於再生靶材的製作技術。目前，再生濺鍍靶材的先前技術皆係在回靶材上充填新料而製成新靶材，並以新填入的材料作為濺鍍部位，惟因使用過的舊有回靶材重複經過高溫或高壓的製作過程，回靶材材料本身的物性勢必受到影響，甚至而有材料性質發生變異之虞，對薄膜沉積的品質具有相當程度的影響。

〔實施方式〕

²⁵ 檢索條件/結果(88)：(光洋應用材料)@PA AND (recycle or reuse or reduce or redesign or 回收 or 再使用 or 減量 or 再設計 or 改良 or 改善 or 降低) AND AD=20100101:

如圖 13 所示，再生濺鍍靶材是包含回靶材靶胚(1)以及填補層(2)，其中所述回靶材靶胚是指全新材料使用過的回靶材予以回收再利用者（回靶材厚度最小值必須大於新靶材預計被蝕刻深度的最大值）。所述回靶材靶胚包含有原濺鍍面(10)以及原非濺鍍面(11)，原濺鍍面與原非濺鍍面位於回靶材靶胚相對兩側的表面，所述填補層是成形於該回靶材靶胚的原濺鍍面上，以構成該再生濺鍍靶材，並以回靶材靶胚的原非濺鍍面作為再生濺鍍靶材的新濺鍍面。填補層可與回靶材靶胚為相同或不同的材料，且該填補層的熱傳導係數大於或等於回靶材靶胚材料之熱傳導係數。填補層與回靶材靶胚之間的接面為一材料不連續面，所述材料不連續面可以為不同材料組成的差異所產生，亦可為材料組成相同但微結構特性上的差異所產生，所述微結構特性可為化合物相的組成、晶粒大小或孔隙率或上述之組合等。

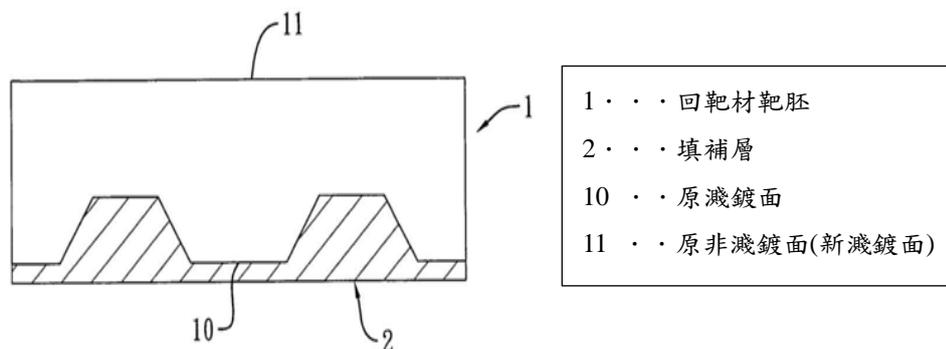


圖 13. 再生濺鍍靶材

〔技術功效〕

本案例可將回靶材作為靶胚，經由填入材料於回靶材的原濺鍍面上形成填補層而製成再生濺鍍靶材，並以回靶材靶胚的原非濺鍍面作為新的濺鍍面，即可充分再利用回靶材剩餘的部分且確保再生濺鍍靶材應用於薄膜沉積的品質，

屬於綠色製造/機台之靶材回收或循環再利用(Recycle)之範疇。

【案例 2】高效率從廢水中回收銅銻鎵硒之方法

〔專利名稱〕銅銻鎵硒的回收方法

〔公告號〕TW I405855 B1

〔先前技術〕

製作銅銻鎵硒薄膜型太陽能電池的方式不論是採用真空濺鍍、蒸鍍或者是非真空塗布的製程，為了降低成本與符合環保的需求，銅、銻、鎵和硒都需要進行回收與精煉程序。惟欲分別回收廢料(液)中的銅銻鎵硒則須相當複雜的製程步驟，例如分離出硒後，則須將溶液轉化成適當分離出鎵的溶液條件，不僅操作步驟繁瑣且製程時間冗長，在製程成本上花費較高且複雜的化學工序更會產生許多廢水。

〔實施方式〕

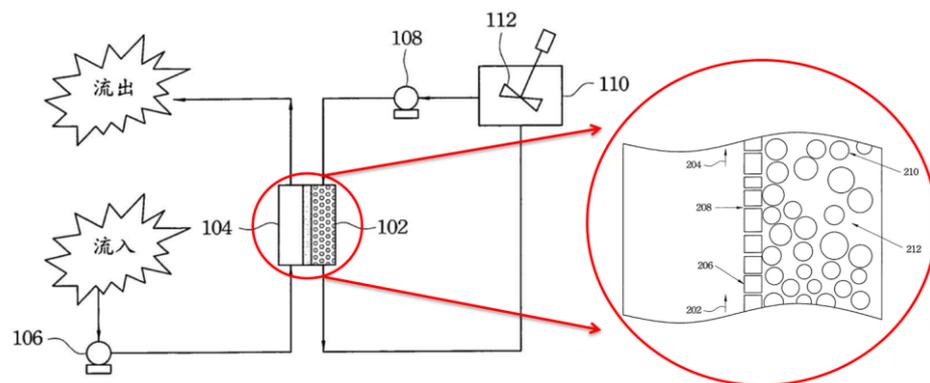
銅銻鎵硒溶解步驟-提供複數個包含銅銻鎵硒之金屬粉體，將這些金屬粉體浸泡於鹽酸溶液中，再將包含鹽酸與過氧化氫的混合溶液加入浸泡有這些金屬粉體的鹽酸溶液中，使得這些金屬粉體完全溶解於鹽酸溶液中，以形成第一溶液。

聯胺還原硒步驟-將聯胺溶液加入第一溶液，選擇性自第一溶液分離出這些金屬粉體中的硒，以形成第二溶液。

銻置換還原銅步驟-將銻金屬置入第二溶液中，自第二溶液置換出這些金屬粉體中的銅，並形成第三溶液。

中空纖維支撐性液膜管柱分離銻和鎵步驟-提供一液膜，此液膜設有微孔洞支撐材，如圖 14 所示。提供分散反

萃液(102)，此分散反萃液包含水相反萃溶液分散於有機溶液中，有機溶液包含萃取劑。加入濃縮酸至第三溶液使得第三溶液含有初始濃度大於 8N 的酸，在液膜之一側處理第三溶液，並使液膜之另一側藉由使用分散反萃液，而選擇性移除第三溶液中的鎂。將部份或全部分散反萃液分成有機相與水相反萃溶液，其中水相反萃溶液包含濃縮的鎂溶液。分散反萃液分成有機相與水相反萃溶液之後，更至少包含使第三溶液進行電解反應，以獲得鈰。



102:分散反萃液 104:進料溶液 106:進料幫浦 108:幫浦 110:分散反萃槽 112:攪拌器 202:進料溶液流入方向 204:進料溶液流出方向 206:中空纖維壁 208:孔洞 210:液滴 212:有機溶液

圖 14.分散反萃技術以回收鎂之裝置(左)及支撐式液膜(右)

[技術功效]

銅、鈰、鎂和硒之回收率均可達到回收率 99% 以上及在單一產線下進行操作，且不須經由製程溶液的轉化而可將銅鈰鎂硒逐一分離，具有簡化製程、降低製程成本等之功效，屬於綠色製造/機台之製程廢棄物回收或循環再利用(Recycle)之範疇。

五、環球晶圓股份有限公司

(一)公司簡介

環球晶係於 2011 年從中美矽晶股份有限公司分割獨立，業務範圍包含 3 吋至 12 吋矽晶圓之生產製造，透過改善製程增加良率、最佳化生產設備以及降低能源消耗等方式，致力於節能減碳與環保潮流。在政府積極推動循環經濟的政策下，環球晶秉持 4R 原則，使產品或製程具有減量、再使用及循環再利用等效果²⁶，且環球晶為我國矽晶圓原料供應大廠，本章節將主要以矽基板生產之關鍵技術-矽晶爐、CZ 製程等相關領域之專利申請案為例，藉由環球晶已公告或公開之專利技術，期能提供在改善矽晶爐、CZ 製程中，有關節省電能、零件之耐用度、製程廢棄物回收或循環再利用等方面之技術參考。

(二)柴可拉斯基法(CZ Method)²⁷

1916 年，波蘭科學家(Czochralski)研究金屬的結晶速率時，發明了柴可拉斯基法 (CZ Method)，可用來獲取半導體（如矽、鍺和砷化鎵等）、金屬（如鈮、鉑、銀、金等）、鹽、合成寶石單晶材料，又稱直拉法或提拉法，而其最重要的應用為晶錠、晶棒、單晶矽的生長。

如圖 15 所示，高純度的冶金級多晶矽在坩堝（例如，石英坩堝）中被加熱至熔融狀態，諸如硼原子和磷原子的雜質可以精確定量地被摻入熔融的矽中，這樣就可以使矽成為 P 型或 N 型

²⁶ 環球晶圓股份有限公司官網

-<https://www.sas-globalwafers.com/sustainable-environment-tw/>。

²⁷ 柴可拉斯基法-維基百科，自由的百科全書

-<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%9F%B4%E5%8F%AF%E6%8B%89%E6%96%AF%E5%9F%BA%E6%B3%95>。

矽（步驟一）。將晶種置於一根精確定向之棒的末端，並使末端浸入熔融狀態的矽（步驟二）。然後，將棒緩慢地向上提拉，同時進行旋轉。如果對棒的溫度梯度、提拉速率、旋轉速率進行精確控制，那麼就可以在棒的末端得到一根較大的、圓柱體狀的單晶晶錠（步驟三、四、五）。

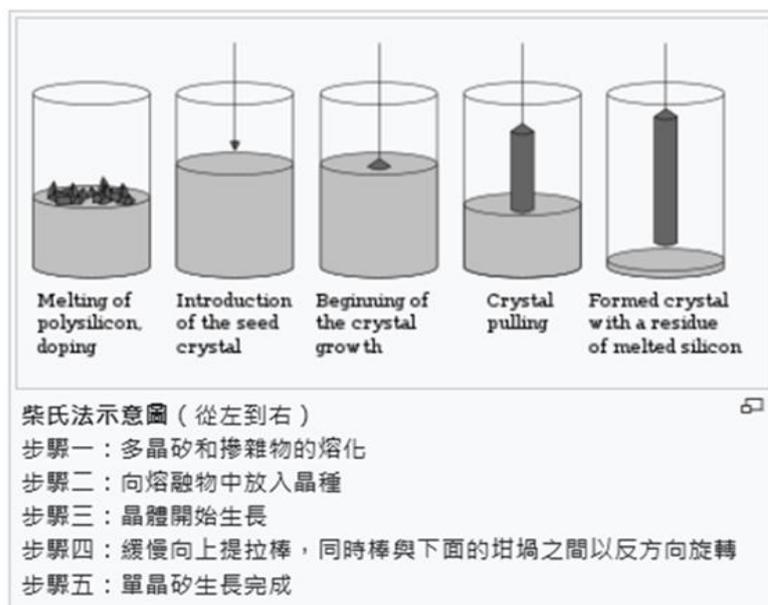


圖 15. 柴可拉斯基法(CZ Method)

圓柱體狀的單晶晶錠形成後，製造矽基板的流程更包括切片、圓磨及拋光等。據統計，製造每平方英吋的矽基板需耗電 0.25 至 0.3 度（生產一片 12 英吋的矽基板耗電約 34 度），其中大量的電力係用來維持熔融狀態的矽湯，舉例來說，環球晶係我國矽晶圓材料供應大廠（全球市占率約為 16.28%），單是新竹廠和竹南廠的每月用電即約 600 萬度，相當於 2 萬個家庭的民生用電總和，用電量非常驚人，是以，各大矽晶片供應廠均投入相當大的人力與經費，以達成節能減碳、降低生產成本的目標²⁸。

(三) 綠色製造/機台相關技術之專利檢索

²⁸ 環球晶圓股份有限公司官網
<https://emsoc.tgpf.org.tw/casell.html>。

專利申請人限定為「環球晶圓」，分析矽晶爐(CZ Method)相關領域，加入與 4R 原則相關之關鍵字作為檢索條件，申請日限定在 2016 年之後之公告/公開案，檢索結果共計 77 筆²⁹，其中，綠色製造/機台相關技術約 16 件專利案（參見表 7）。

表 7. 環球晶近五年綠色製造/機台專利案

公開/公告號	公開/公告日	專利名稱	IPC
TWM523839	20160611	長晶觀測裝置	F27B 14/20(2006.01)
TWM543880U	20170621	用於長晶之冷卻式熱遮罩	C30B 35/00(2006.01)
TWM548702U	20170911	雙層式複合坩堝	C30B 13/14(2006.01)
TWM549781U	20171001	長晶裝置及伸縮式熱遮罩	C30B 15/20,30(2006.01);
TWM554222U	20180111	長晶裝置及熱反射式保溫管	H01L 21/36(2006.01)
TWI683042B	20200121	矽單晶長晶設備	C30B 15/10,20,24(2006.01); C30B 29/06(2006.01); C30B 35/00(2006.01)
TWI698557B	20200711	矽單晶長晶方法及矽單晶長晶設備	C30B 29/06(2006.01); C30B 13/18(2006.01); C30B 15/10,20(2006.01); C30B 35/00(2006.01)
TWI695915B	20200611	矽單晶長晶裝置	C30B 31/00(2006.01); C30B 15/00(2006.01)
TWI732376B	20210701	連續直拉單晶生長設備	C30B 15/00,10,14,30(2006.01); C30B 35/00(2006.01)
TW202104681A	20210201	後段主體長度具有較小變形之錠之製備方法	C30B 15/14,20,22(2006.01); C30B 29/06(2006.01); C30B 30/04(2006.01)
TWI745001B	20211101	接合用晶片結構及其製造方法	H01L 21/58,60(2006.01); H01L 23/522(2006.01)
TW202219333A	20220516	於拉錠器設備內製備錠塊之方法以及為該設備選擇側端加熱器長度之方法	C30B 15/14,20(2006.01); C30B 29/06(2006.01)
TW202132634A	20210901	形成套裝坩堝組件之方法·坩堝模具·以及套裝坩堝	C30B 15/10(2006.01); C30B 29/06(2006.01)
TW202140381A	20211101	矽原料的洗淨裝置	C01B 33/02(2006.01); B08B 3/04(2006.01); H01L 21/67(2006.01)
TWI770953B	20220711	長晶爐	C30B 25/10(2006.01); C30B 29/06(2006.01)
TW202204257A	20220201	碳化矽晶種及其製造方法、 碳化矽晶體的製造方法	C01B 32/956(2017.01); C30B 23/06(2006.01); C30B 29/36(2006.01); H01L 21/02(2006.01)

(四)精選綠色製造/機台專利案摘錄

【案例 1】矽晶爐節能裝置

²⁹ 檢索條件/結果(77 筆)：(環球晶圓)@PA AND (晶種 or 矽晶爐 or 長晶爐 or 矽原料 or 坩堝 or CZ) AND (節[-5,5]能 or 節[-5,5]電 or 節省 or 保溫 or 減少[-5,5]耗 or 降低[-5,5]耗 or 降低[-5,5]成本 or 重複使用 or 回收 or 再利用 or 再使用 or 循環 or 變形) AND ID=20160101:。

〔專利名稱〕長晶裝置及熱反射式保溫管

〔公告號〕TW M554222 U

〔先前技術〕

現有用於 CZ 法的長晶裝置中，由於不具有氣體導流管的設計，因此在晶體生長時，爐腔內的惰性氣體流動較為紊亂，容易導致氧化物的堆積或掉落至熔湯的情況發生，影響長晶的品質。再者，由於不具有任何保溫管的設計，因此在整個晶體生長過程需要消耗較多的電力才能完成晶體生長程序，從而提升了晶棒製造的成本。

〔實施方式〕

參照圖 16，其為一種長晶裝置(100)，包括一爐腔(1)、一坩堝(2)、一吊線(3)、一加熱元件(4)、一熱帷幕(5)及一熱反射式保溫管(6)。爐腔大致呈圓桶狀且其內部包圍形成有一容置空間(11)，爐腔的頂部形成有連通容置空間的一閥口(12)，並且所述閥口可用來通過一惰性氣體氣流(F)至所述容置空間中。坩堝(2)是由石英材質所製成，其具有可盛裝熔料的一內部空間，並且可將所盛裝之熔料（例如多晶矽的半導體材料，或者是硼、磷的摻雜物）透過高溫而熔融於坩堝之內部空間中而形成所述熔湯(M)。

吊線能穿設過閥口且位於容置空間內，並且所述吊線是於晶體生長時用以向上拉提一晶種(S)以形成一晶棒。熱帷幕設置於爐腔的容置空間內，並且位在所述坩堝及熔湯的上方，可在將晶種向上拉提的過程中隔絕輻射熱，進而控制並且提高所述晶棒的溫度梯度。

熱反射式保溫管(6)能用來導引惰性氣體氣流(F)，以使惰性氣體氣流經由爐腔的閥口並且沿著熱反射式保溫管的內部而朝

向坩堝方向流動（實際應用時，惰性氣體氣流(F)是會在整個爐腔中流動）。此外，熱反射式保溫管(6)與熱帷幕(5)之間較佳地是形成有不大於5毫米的一間隙G，可更有效地避免熱反射式保溫管觸碰到熱帷幕並能確保惰性氣體氣流(F)在爐腔內的氣場流動。另，熱反射式保溫管的管狀部的外徑R1不小於熱帷幕的底開口的內徑R2（較佳地： $R2 \leq R1 \leq 1.2 \times R2$ ），藉此，可以讓所述熱反射式保溫管在熱帷幕內插入足夠的深度D1，以使得所述惰性氣體氣流F能夠穩定地在爐腔內流動。熱反射式保溫管可進一步限定為一熱反射式保溫鉬管，透過鉬管的放射率物理特性，可以使得所述熔湯M表面的熱輻射保留在熱反射式保溫鉬管內，從而達到了保溫節能的效果。

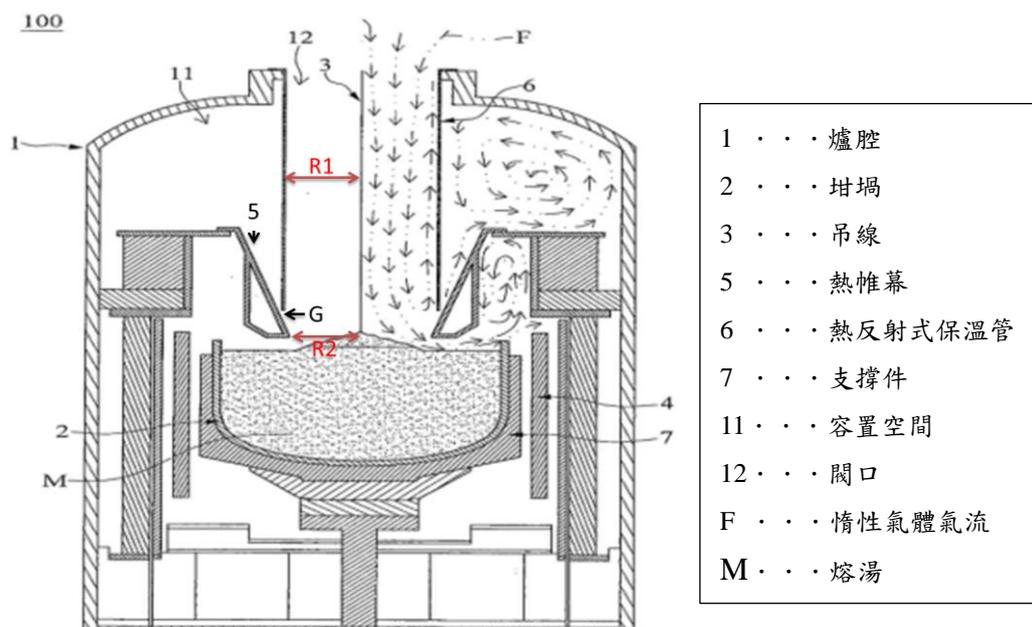


圖 16.矽晶爐及其氣流方向

〔技術功效〕

如圖 17，從模擬分析的結果可得知，在長晶高度為 0 毫米的情況下，本案例長晶裝置所需電力大致為 90 千瓦，而習知的長晶裝置的所需電力大致為 120 千瓦(約減少 25%的耗電量)。

在長晶高度為 500 毫米的情況下，本案例長晶裝置所需電力大致為 62 千瓦，而習知長晶裝置所需的電力大致為 70 千瓦（約減少 11.4% 的耗電量）。在長晶高度為 1,000 毫米的情況下，本案例長晶裝置所需電力大致為 60 千瓦，而習知長晶裝置所需電力大致為 68 千瓦（約減少 11.7% 的耗電量）。由此可知，相較於習知長晶裝置所需的電力，本案例長晶裝置無論在何種長晶高度下，其所需的電力皆低於習知的長晶裝置的所需電力（平均減少 15.9% 的耗電量）。因此，本案例所載之長晶裝置具有保溫、節能的效果，從而減少長晶裝置長晶時的能耗，屬於綠色製造/機台節能(Reduce)之範疇。

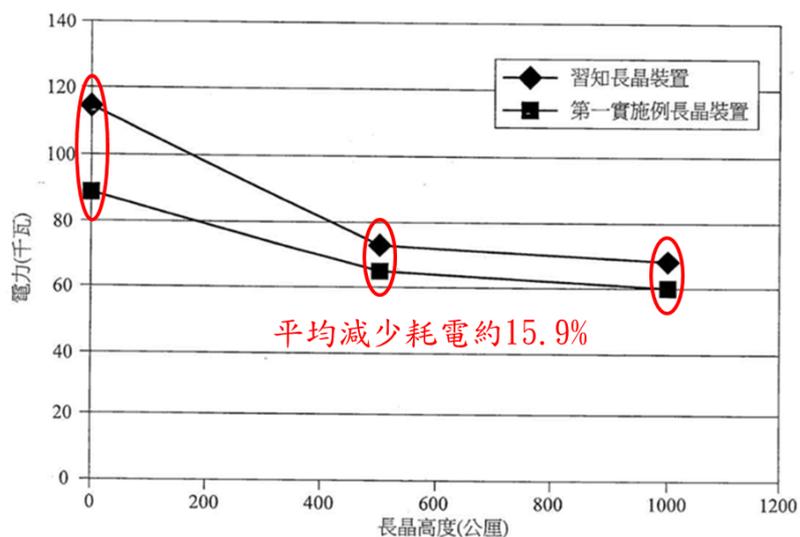


圖 17. 本案例與習知技術之耗能比較

【案例 2】應用於冶金級破碎矽原料循環再利用之洗淨裝置

〔專利名稱〕矽原料的洗淨裝置

〔公開號〕TW 202140381 A

〔先前技術〕

製造單晶矽晶圓時，會產生不會成為產品用晶圓的錐(cone)

部、尾(tail)部等。為使這些原料再次使用，該些晶錠之錐部、尾部等會被切斷或破碎而大致形成為所期望的大小之後，利用柴可拉斯基法，將切碎的矽原料裝填於坩堝，將坩堝整體加熱來將矽原料熔融，以形成矽熔融液。

然而，形成為所期望的大小之矽原料係因與前述切斷、破碎的金屬治具(metal jig)所接觸，金屬雜質會附著而造成汙染，且在去除上述金屬汙染時，由於矽原料與洗淨容器（樹脂）之間的摩擦，樹脂異物（碳成分）會附著於矽原料，因此，碳成分會混入於矽熔融液中，而造成結晶的碳濃度會上升之課題。

[實施方式]

如圖 18 所示，矽原料洗淨裝置(100)係具備：酸洗淨槽(1)，裝填有氟化氫水與硝酸之混合液（例如氫氟酸 2wt%、硝酸 70wt%、水 28wt%；溫度設定為 25°C）作為酸洗淨液；以及循環路(2)，包含預濾器(3; pre-filter)、泵(4)以及濾器(5)，係將從該酸洗淨槽所排出的洗淨水予以淨化並返回至槽。純水洗淨槽(10)，供給 25°C之精製處理純水；以及循環路(12)，設有預濾器(13)、泵(14)以及濾器(15)，係將從該純水洗淨槽所排出的廢水予以淨化並返回至槽。矽原料收容容器(20)，係藉由搬運裝置(25)在各槽之間移動，依序被浸漬於前述酸洗淨槽與純水洗淨槽。

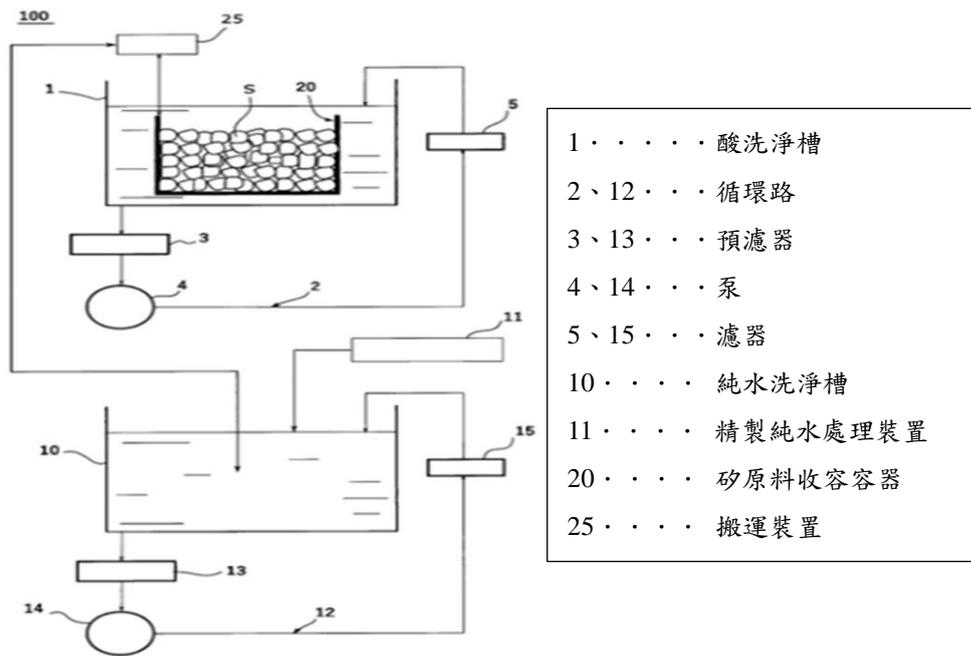


圖 18.矽原料洗淨裝置

矽原料收容容器(20)，如圖 19 所示，係具備：樹脂製容器 (21;聚四氟乙烯(PTFE))，係形成外側容器；以及矽製板構件(22)，係被配置於該樹脂製容器之內側的整面。於前述樹脂製容器與矽製板構件係形成有複數個貫通孔(21a、22a)，且在矽原料收容容器被浸漬於酸洗淨槽中之情形下，是從前述貫通孔浸入容器中，矽原料係由洗淨液所洗淨。

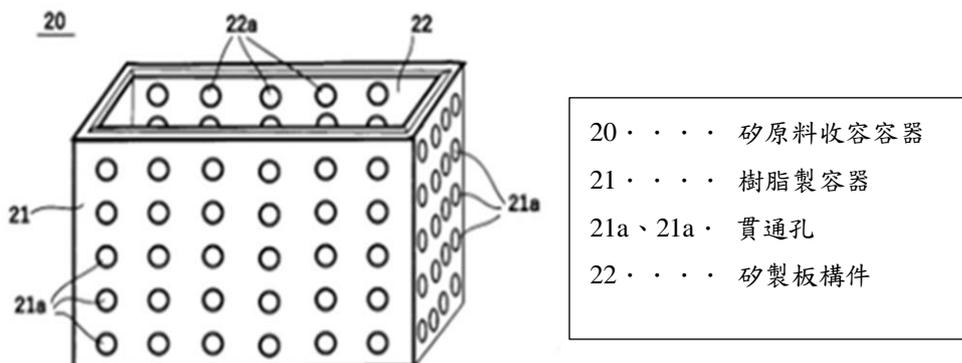


圖 19.矽原料收容容器

〔技術功效〕

被收容於矽原料收容容器的矽原料S係與矽製板構件接觸而不是與樹脂製容器接觸，因此，樹脂與矽原料S不會如習知般摩擦，能夠大幅地減低樹脂製異物對矽原料表面的附著，提高矽原料再使用之效率及品質，且循環路將酸或純水洗淨槽所排出的廢水分別予以淨化並返回至洗淨槽，綜上所述，本案例所載之矽原料洗淨裝置具有破碎矽塊及水資源循環再利用的效果，屬於綠色製造/機台之水資源、原物料回收或循環再利用(Recycle)之範疇。

【案例3】SiC 晶種重複使用

〔專利名稱〕碳化矽晶種及其製造方法、碳化矽晶體的製造方法

〔公開號〕TW 202204257 A

〔先前技術〕

半導體產業中，製造碳化矽晶圓的方法包括將晶種置放於高溫爐中，碳化矽晶種接觸氣態的原料，並形成碳化矽材料於晶種的表面，直到獲得具有預期尺寸的碳化矽晶體為止，接著將碳化矽晶體切片以獲得碳化矽晶圓。上述製造方法中，倘若碳化矽晶種品質不佳，將導致於晶體生長過程中因成長方向不一而產生很多缺陷，並影響良率。因此，晶種的品質為碳化矽晶體成長重要關鍵之一，但現有技術中，碳化矽晶種被使用來成長完碳化矽晶體之後，由於碳化矽晶種及其周邊的缺陷較多且應力較大，所以通常該碳化矽晶種無法再重複使用，導致長晶的製造成本增加。

〔實施方式〕

本案例以物理氣相傳輸法(Physical Vapor Transport; PVT)

製造碳化矽晶體（或晶種）。參照圖 20，PVT 設備一般具有爐體(100)，並在爐體中設置石墨坩堝(102)及其晶種承載台(104)。碳化矽原料(106)會放置於石墨坩堝的底部，而在本實施例之以可重複使用之碳化矽晶種來成長碳化矽晶體的實施態樣中，其碳化矽晶種(2 或 10)是設置在承載台表面，並且碳化矽晶種的碳面(10C)朝向碳化矽原料的面則是作為成長面(112)。石墨坩堝外還設置有感應線圈(114)，用以加熱石墨坩堝內的碳化矽原料，當感應線圈加熱石墨坩堝底部的碳化矽原料至高溫，碳化矽原料會發生分解而不經液相直接昇華，且在溫度梯度 G （小於等於 $50^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ ）的驅動下傳輸至處於低溫的碳化矽晶種的生長面而成核長晶，最終成長得到碳化矽晶體(116)，其經加工（切割、研磨、拋光）而成的碳化矽晶種的兩相對表面的基面位錯密度差異比 D 可小於等於 25%，作為可重複使用之碳化矽晶種。

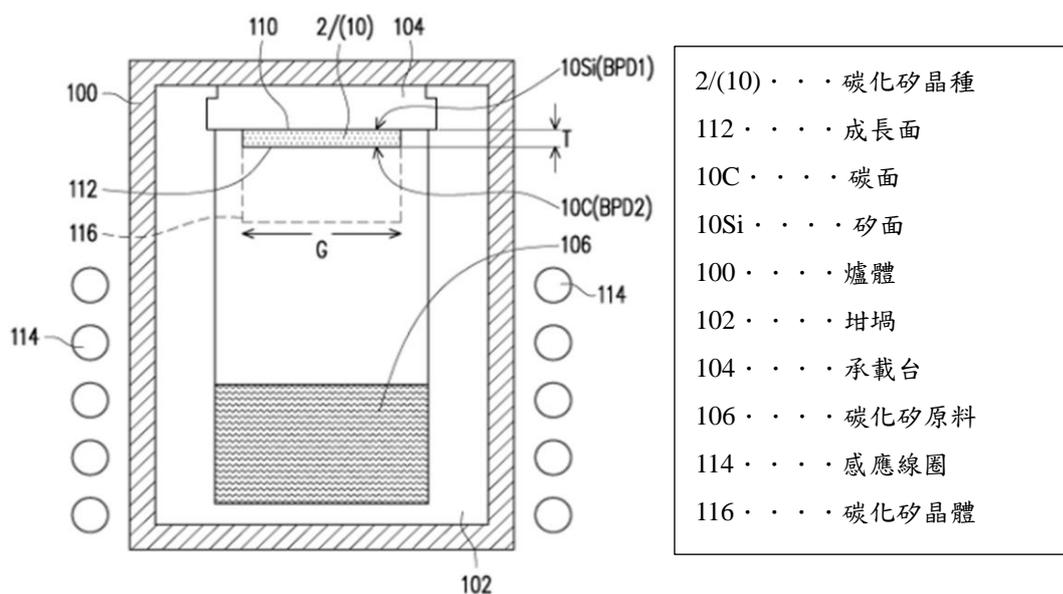


圖 20.製造碳化矽晶體（或晶種）之 PVT 裝置

〔技術功效〕

藉由控制矽面與碳面之間的基面位錯密度差異比，可以讓晶體生長方向一致化，製造高品質缺陷少的碳化矽晶體，再者，此晶種亦能夠被重複使用於長晶製程，本案例可視為綠色製造/機台之碳化矽晶種重複使用(Reuse)之範疇。

六、信越集團

(一)公司簡介

信越集團包含信越化學工業株式會社(Shin-Etsu Chemical；下稱信越化學)及信越半導體股份有限公司等，其中，信越化學是全球有機矽產品的最大供應商。事實上，目前世界上多數半導體矽晶片及其他先進技術之材料大都出自信越化學³⁰，例如，就矽基板而言，2020年主要生產國為日本、德國、韓國及臺灣等，合計市場占有率達93%，其中，日本信越化學市場占有率達27.58%，約為全球三分之一，其冶金矽純度可達到99.999999999%（每千億原子中外來原子的數量不超過1個），其產品具高品質及高產能之特性，於我國半導體供應鏈中，扮演重要的角色。

(二)綠色製造/機台相關技術之專利檢索

專利申請人限定為「信越」，分析矽晶爐(CZ Method)或化學機械研磨(CMP)等相關領域，加入與4R原則相關之關鍵字作為檢索條件，申請日限定在2016年之後之公告/公開案，檢索結果共計111筆³¹，其中，綠色製造/機台相關技術約11件專利案（參見表8）。

³⁰ 工商時報:全球半導體業三大天王 各據一方山頭
-<https://ctee.com.tw/news/tech/274193.html>。

³¹ 檢索條件/結果(111筆):(信越)@PA AND (晶種 or 矽晶爐 or 長晶爐 or 坩堝 or CZ or CMP or 加熱元件) AND (晶種 or 矽晶爐 or 長晶爐 or 坩堝 or CZ or CMP) AND (節能 or 節電 or 節省 or 保溫 or 隔熱 or 絕熱 or 減少[-5,5]耗 or 降低[-5,5]耗 or 降低[-5,5]成本 or 重複使用 or 回收 or 再利用 or 再使用 or 循環 or 變形) AND AD=20160101:

表 8.信越集團近五年綠色製造/機台專利案

公開/公告號	公開/公告日	專利名稱	IPC
TWI738665B	20210911	S i C 複合基板之製造方法	H01L 21/02,20(2006.01);
TWI715606	20210111	研磨裝置	B24B 57/00,02(2006.01); H01L 21/304(2006.01)
TW201830487A	20180816	加熱元件	H01L 21/205,683(2006.01); H05B 3/10,20(2006.01);
TWI736554B	20210821	S i C 複合基板之製造方法	H01L 21/02,20(2006.01);
TW201730298A	20170901	研磨組成物及研磨方法	C09G 1/02,18(2006.01); H01L 21/304,463(2006.01);
TW202018134A	20200516	石英玻璃坩堝	C30B 15/10(2006.01)
TW202140835A	20211101	I I I 族氮化物基板之製造方法及 I I I 族氮化物基板	C23C 16/34(2006.01); C30B 25/20(2006.01); C30B 29/38(2006.01); H01L 21/205(2006.01)
TW202208705A	20220301	I I I - V 族化合物結晶用基板及其製造方法	C30B 25/18,22(2006.01); C30B 29/40(2006.01); H01L 21/08(2006.01)
TW202212291A	20220401	I I I 族氮化物系磊晶成長用基板及其製造方法	C04B 35/581(2006.01); C04B 41/00,50,89(2006.01); C04B 37/00(2006.01); C30B 25/20(2006.01); C30B 29/40(2006.01); H01L 33/00,32(2010.01);
TW202219340A	20220516	大口徑 I I I 族氮化物系磊晶成長用基板與其製造方法	C30B 29/38(2006.01)
TW202217086A	20220501	柴式用坩堝	C30B 15/10(2006.01); C30B 29/18(2006.01)

(三)精選綠色製造/機台專利案摘錄

【案例 1】有效抑制坩堝的變形，提高製程零件壽命

〔專利名稱〕柴式用坩堝

〔公告號〕TW 202217086 A

〔先前技術〕

石英玻璃坩堝，係收容於石墨坩堝的內部之尺寸來製作，但是因為各個的製作誤差等，使得要製作成石英玻璃坩堝的外面與石墨坩堝的內面完全接觸有其困難。若石英玻璃坩堝在石墨坩堝內搖動，則石英玻璃坩堝可能會在石墨坩堝的內部破損，

且當製造單結晶時，矽熔體的搖動會引起液面振動而使得單晶矽的提拉變得困難，也會使得石英玻璃坩堝中心偏移，而不能均勻地供熱，所以也會影響矽晶棒的品質。

[實施方式]

柴式用坩堝(1)，如圖 21 所示，具有：底筒狀的石墨坩堝(1B)及配置於石墨坩堝的內部之有底筒狀的石英玻璃坩堝(1A)，當將石英玻璃坩堝設置於石墨坩堝內時，柴式用坩堝的中心軸(6)上的石墨坩堝的底部的內面與石英玻璃坩堝的底部的外面之間具有間隙(7)，該間隙使得石墨坩堝的底部的內面與石英玻璃坩堝的底部的外面成為「非接觸」，而石英玻璃坩堝的底部的外緣與石墨坩堝的內面成為「面接觸」狀態，所以當石英玻璃坩堝配置於石墨坩堝的內部時，該石英玻璃坩堝成為能夠穩定地自立。

石英玻璃坩堝之第一彎曲部(3)，連續於圓筒狀的直身部(2)的下端且具有第一曲率 $R1$ ；第二彎曲部(4)，連續於該第一彎曲部(2)且具有第二曲率 $R2$ ，其中， $100\text{mm} \leq R1 \leq 200\text{mm}$ 、 $800\text{mm} \leq R2 \leq 900\text{mm}$ ，依據這樣的設定，成為可以更加穩定地抑制矽熔體的對流狀態的變化和擾動。對間隙高度(7;H)，較佳為 $0.5\text{mm} \sim 5.0\text{mm}$ ，若高度(H)設為 0.5mm 以上則能夠穩定地確保間隙之存在，且將高度(H)設為 5.0mm 以下的範圍，則能夠減小被封閉在間隙中的氣體的膨脹的影響，使得柴式用坩堝成為能夠有效抑制石英玻璃坩堝的變形。最後，較佳為將正交於中心軸(6)之方向の間隙的大小(W)，設為直徑 60mm 以上，藉此將石英玻璃坩堝更穩定地設置於石墨坩堝內，使得柴式用坩堝成為能夠進一步抑制搖晃。

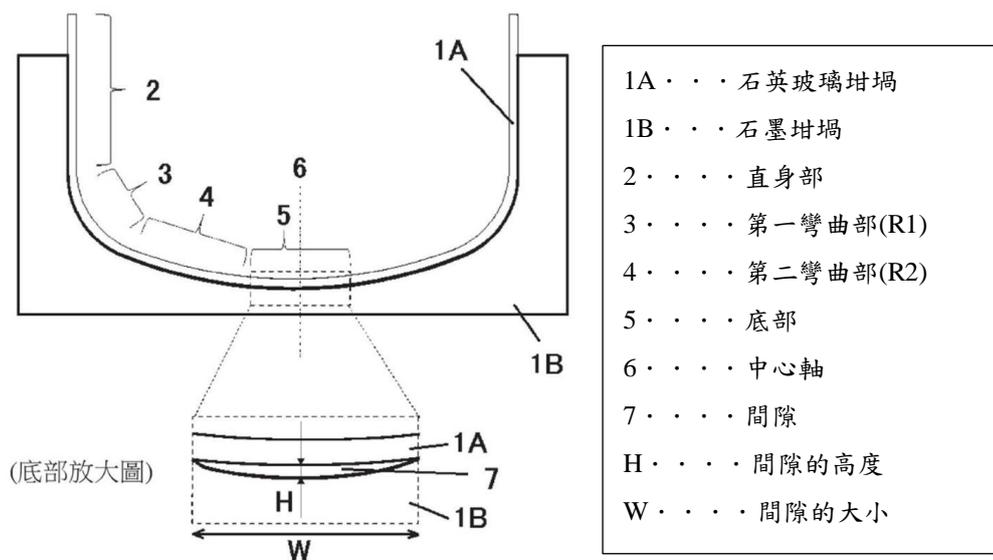


圖 21. 柴式用坩堝

〔技術功效〕

柴式用坩堝的中心軸上的間隙的高度設定為 0.5~5.0mm，且間隙的大小為直徑 60mm 以上，石英玻璃坩堝可為非點接觸式地設置於石墨坩堝上，能夠穩定地自立、抑制石英玻璃坩堝的變形且能夠進一步抑制製程時所造成的搖晃，本案例有效提高坩堝之可靠度及零件壽命，屬於綠色製造/機台之零組件重複使用(Reuse)之範疇。

【案例 2】增加加熱元件之使用次數，提高製程零件壽命

〔專利名稱〕加熱元件

〔公告號〕TW 201830487 A

〔先前技術〕

一體型電阻加熱式多層陶瓷加熱元件，包含在支撐基板之表面成長絕緣層(熱分解氮化硼:PBN)，再於絕緣層上形成圖案化之導電發熱層(熱分解石墨;PG)，最後在導電發熱層上被覆緻密層

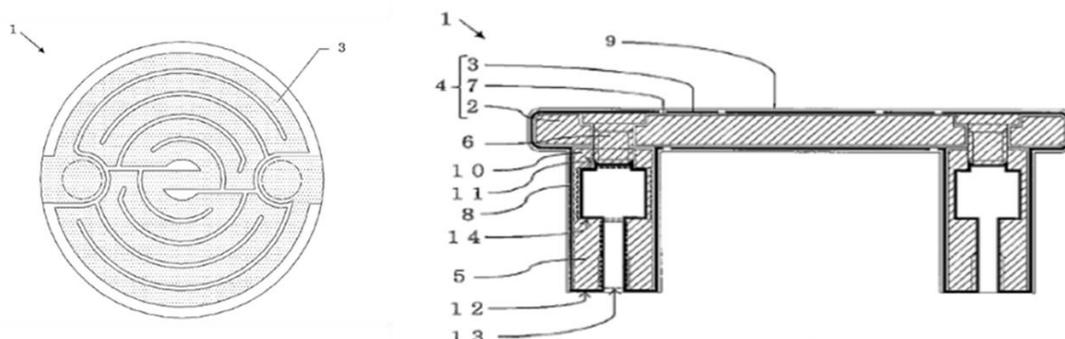
狀之保護層，其具有化學性安定性高及耐熱衝擊性高之特性，廣泛應用於需要急遽升降溫之各種領域，尤其是將半導體晶圓等加以單片逐一處理之單片晶圓製程。通常而言，此種加熱元件為通電到導電發熱層，會在作為端子之部分設空孔，進一步將被覆著導電發熱層之保護層進行部分性的去除，而使得導電發熱層露出，然後藉由墊圈等進行螺栓固定，而通電到該導電發熱層。然而，作為導電發熱層之熱分解石墨，由於其耐氧化損耗性差、和氫反應而甲烷氣體化等或者對製程中使用之高溫氣體有反應性，因此為進行供電而露出的供電端子部之熱分解石墨，會被製程內殘留之氧或製程中之高溫氣體消耗，故使用壽命較短。再者，裝配複數之零件所得到的連接部附近之保護層容易因為使用而產生裂縫，並且導電層從裂縫開始腐蝕亦會使得加熱元件壽命變短。

[實施方式]

如圖 22 所示，加熱元件(1)具有在支撐基板(2)形成有加熱器圖案(3; 鎢、鈹、鉬等之高融點金屬或熱分解石墨、碳化矽、矽化鉬等)之發熱體(4)以及連接於發熱體之單面且用以通電到發熱體的棒狀部(5)，棒狀部具有中空部(14)，在上端設有連接手段(11)，並形成有螺孔，俾可將固定螺栓(6)鎖入以接合支撐基板與棒狀部。

支撐基板預先設有供固定螺栓插入之貫通孔部，並且遍布整面而塗布有絕緣層(7)。以固定螺栓所接合之支撐基板和棒狀部係採用例如 CVD 法，整面以熱分解石墨製的導電層(8)被覆。在支撐基板之最外表面，以例如 CVD 法被覆熱之保護層(9)，作為保護層之材質，可舉例如氧化鈮、氧化鎂、氧化鋁、氮化鋁、熱分解氮化硼等，在含有氟系氣體、氨氣、氫氣、氯化氫氣體、氧氣

之環境氣體下亦可穩定使用。



1: 加熱元件 2: 支撐基板 3:加熱器圖案 4:發熱體 5: 棒狀部 6:固定螺栓 7:絕緣層
8: 導電層 9: 保護層 10: 連接部 11:連接手段 12:供電端子 13:固定手段

圖 22.加熱元件之俯視圖(左)與剖面圖(右)

〔技術功效〕

本案例所載之保護層可使得加熱器圖案不會暴露於腐蝕性氣體而不致耗損，可延長加熱元件之使用壽命；另外，加熱元件因具有中空部，可抑制熱從棒狀部逸散，使得支撐基板具有良好之溫度分布，可避免因熱應力導致加熱器圖案或保護層產生裂縫，亦為延長加熱元件壽命之技術手段，綜上所述，本案例有效改良加熱元件之溫度分布及元件壽命，屬於綠色製造/機台之零組件重複使用(Reuse)之範疇。

【案例 3】研磨廢液之回收或循環再利用

〔專利名稱〕研磨裝置

〔公告號〕TW I715606 B

〔先前技術〕

研磨裝置中，常常使用複數種類的研磨劑等溶液，例如，當研磨晶圓時，使用研磨劑和親水劑；當修整研磨墊時，則使用研磨劑、專用的修整劑或純水。因此，在研磨裝置廢液承接器的末端可設置切換機構(或稱分離器;Separator)，對應回收的溶液來切

換回收管線而回收溶液。如圖 23 所示之分離器(300)，其上部的配管(301)或下部的箱體(302)，能夠根據氣壓缸等而左右移動，當回收研磨劑時，則將溶液的流向切換至箱體的右側的回收管線，當排水時，則將溶液的流向切換至箱體的左側的排水管線。此外，當使用複數種溶液時，在供給至研磨墊的溶液的種類剛切換後，複數種溶液會在廢液承接器內混合，如果回收已混合後的溶液而再使用，則研磨速率或晶圓的品質會變動，且由於廢液承接器的面積大，所以混合量變多，會造成回收效率不佳，進而導致再利用的研磨劑的調整成本會增加。

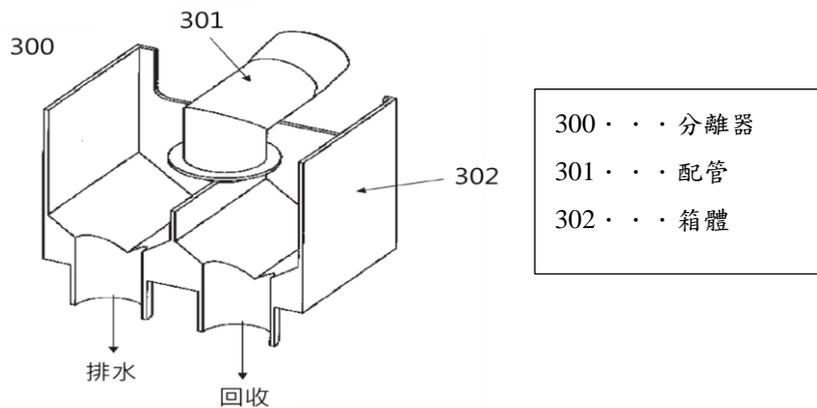


圖 23. 回收研磨裝置廢液之分離器

〔實施方式〕

如圖 24 所示，案例 3 所載的研磨裝置(1)，具備：平台(3)，其貼附有研磨墊(2)；研磨頭(4)，其用以保持晶圓(W)；槽體(5)，其用以儲藏研磨劑；研磨劑供給機構(6)，其將儲藏在該槽體內的研磨劑供給至研磨墊；廢液承接器(7; 氯乙烯等合成樹脂)被固定在平台上，由底板(7a)和側板(7b)所構成，其回收自平台上流下的研磨劑，為了抑制研磨液的混合並改善回收效率，所以在廢液承接器內部設置有傾斜；及循環機構(8)，其被連接至廢液承接器，將利用廢液承接器所回收的研磨劑供給至槽體內。

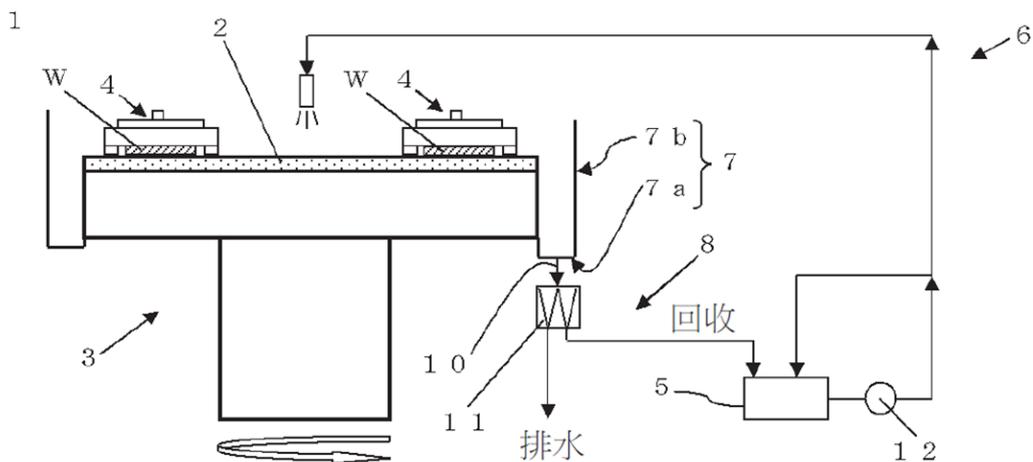
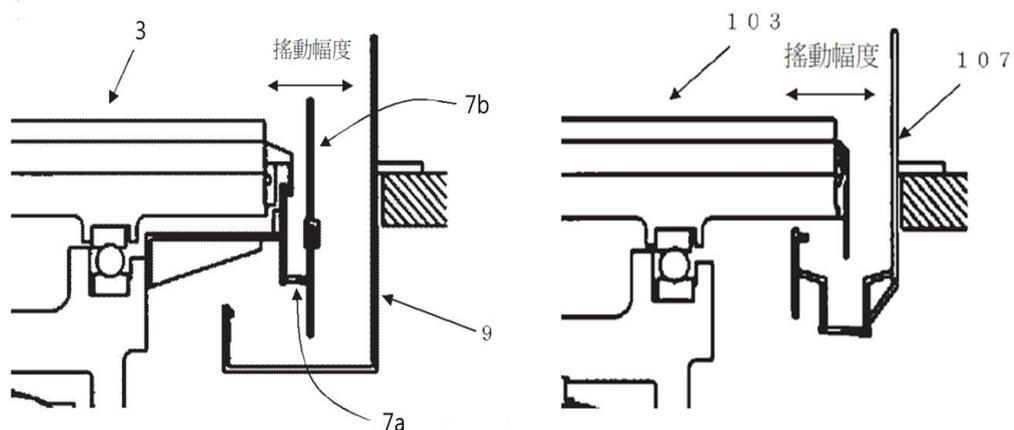


圖 24. 廢液承接器設於平台周緣的研磨裝置

與先前技術不同的是，參照圖 25，本案例所載之廢液承接器由底板(7a)和側板(7b)所構成且被固定在平台上，不管平台有無搖動或平台的尺寸為何，都能夠縮小廢液承接器的面積，同時，在廢液承接器內部設置有傾斜結構，所以能夠抑制研磨溶液的混合並提升回收效率。此外，將廢液托盤(9)配設在廢液承接器(7)的外側當維修時且在將廢液承接器的側板(7b)拆下的狀態下要利用手握式淋浴器(hand shower)來實行平台的清掃的情況，能夠防止水侵入到平台的機械室。



3、103:平台 7(7a 與 7b)、107:廢液承接器 9:廢液托盤廢

圖 25. 本案例(左)與先前技術(右)之廢液承接器之比較圖

〔技術功效〕

廢液承接器係由底板(7a)和側板(7b)所構成，當清掃時，可以將側板拆下來進行清掃作業，而使得維修時的作業性更加優異。再者，廢液承接器包圍並固定在平台上，平台與廢液承接器會一起搖動，所以並不需要依據搖動幅度的大小而使廢液承接器變大。因此，可以進一步縮小廢液承接器的面積，當回收研磨劑時，能夠抑制與其他溶液的混合，進而提高研磨劑的回收效率(參照圖26)。綜上所述，本案例屬綠色製造/機台之節水(Reduce)及研磨液回收或循環再利用(Recycle)之範疇。

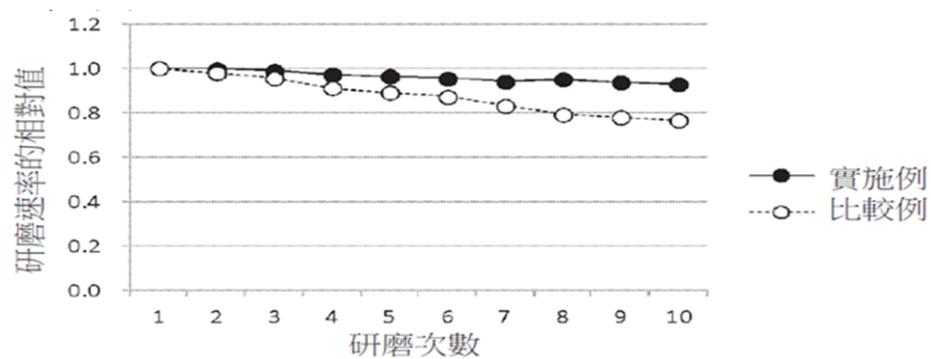


圖 26. 研磨劑研磨速率的衰退比較

七、荷蘭商艾司摩爾股份有限公司(ASML)

(一)公司簡介

艾司摩爾(ASML)成立於 1984 年，總部位於荷蘭，並在 16 個國家或地區設立據點，為全球最大的半導體微影設備供應商。微影設備依光源波長，可分為深紫外光(DUV; Deep Ultraviolet)及極紫外光(EUV; Extreme Ultraviolet)曝光機，其中 EUV 曝光機是半導體製程能成功推進到 5nm 以下的關鍵因素，同時，ASML 是 EUV 曝光機的唯一製造商。然而，EUV 曝光機的耗電量卻是傳統 DUV 曝光機的 10 倍³²，故探討該如何節能是相當重要的課題。本章節將檢視 ASML 針對 EUV 曝光機所申請的專利，從中挑選節能或減少廢棄物等綠色製造/機台相關專利技術，作為案例參考。

(二)EUV 曝光系統

極紫外光(EUV)波長為 13.5nm，可藉由雷射產生電漿(LPP; Laser Produced Plasma)而釋放，相較於 ArF 氣體雷射所發射的 193nm 深紫外光 DUV(Deep Ultraviolet)，波長縮短了 14 倍。因為極紫外光(EUV)很容易被介質吸收，曝光需要在真空環境下進行，且無法使用透鏡，須以反射式鏡片取代，另使用的光罩亦與傳統穿透型光罩不同，為反射型光罩。

圖 27 為 EUV 曝光系統的基本架構³³，以 CO₂ 雷射照射錫燃料(紅點處)，使其蒸發產生電漿而放出 EUV 光，利用收集器將 EUV 光聚焦，經由照明系統將光引導至光罩表面，再藉由投影

³² EUV 機台耗電量增 10 倍 台積電大數據提升 5%效率
- <https://www.cna.com.tw/news/afe/202106300269.aspx>。

³³ <https://blog.lamresearch.com/tech-brief-multiple-patterning-makes-miniaturization-possible/>。

系統聚焦於晶圓表面。每次的反射皆會造成光的損失，光在經過多次的反射後，最終到達晶圓處的轉換效率僅約 1%，而光的強度越低，所需曝光時間則越長，故需提高光源功率，以縮短曝光時間。此外，錫燃料在受到 CO₂ 雷射照射後，很容易產生污染粒子而四處飛射，進而損害機台元件，影響機台的可運作時間。

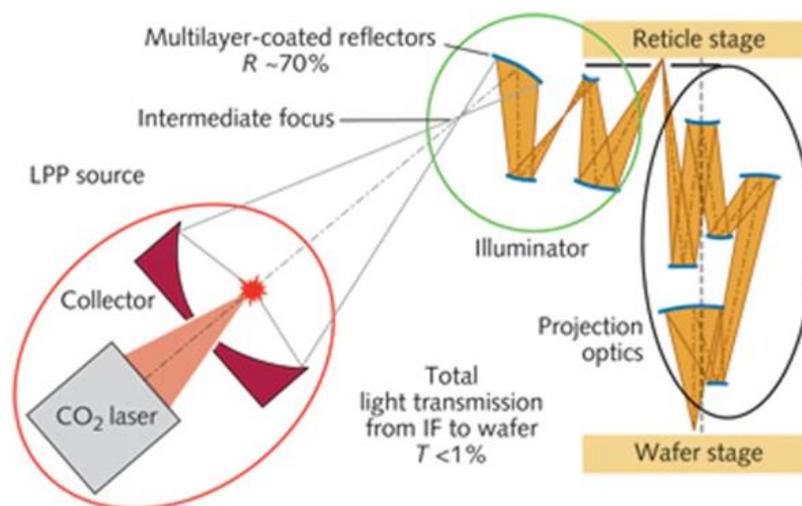


圖 27.EUV 曝光系統

(三)綠色製造/機台相關技術之專利檢索

專利申請人限定為「ASML」，並將 EUV 或其同義詞設於摘要或發明名稱，以利分析 EUV 相關領域，申請日亦限定在 2016 之後之公告/公開案，檢索結果共計 104 筆³⁴，其中，綠色製造/機台相關技術約 20 件專利案（參見表 9）。

表 9.ASML 近五年綠色製造/機台專利案

公開/公告號	公開/公告日	專利名稱	IPC
TW202215144A	20220416	極紫外光表膜	G03F 1/00(2012.01); G03F 1/62(2012.01); G03F 1/64(2012.01)
TW202201145A	20220101	用於極紫外線微影之膜及其製造方法	G03F 7/20(2006.01); G03F 1/24(2012.01); G03F 1/62(2012.01)
TW202210958A	20220316	極紫外線光源中之目標擴張率控制	G03F 7/20(2006.01); G03F 1/22(2012.01); H05H 1/02(2006.01)

³⁴ 檢索條件/結果(104 筆):(((EUV or 極紫外光 or EUVL)@AB or (EUV or 極紫外光 or EUVL)@TI)) AND (ASML)@PA AND (AD=20160101:))。

TW202147042A	20211216	極紫外線(EUV)輻射源及相關方法	G03F 7/20(2006.01); G03F 1/22(2012.01)
TW202202945A	20220116	極紫外光光源之對準	G03F 7/20(2006.01); H05G 2/00(2006.01)
TW202215906A	20220416	用於控制極紫外線光源中之氣流之裝置及方法	H05G 2/00(2006.01); G03F 7/20(2006.01); G05D 7/06(2006.01)
TW202127962A	20210716	降低極紫外光源內之物體上之電漿之影響	H05G 2/00(2006.01)
TW202201865A	20220101	雷射消隱脈衝電平控制	H01S 3/00(2006.01); G03F 7/20(2006.01); H01S 3/117(2006.01); H05G 2/00(2006.01)
TW202142972A	20211116	用於極紫外光源之校準系統	G03F 7/20(2006.01); G02B 26/08(2006.01); H05G 2/00(2006.01)
TW202139256A	20211016	輻射導管	H01J 37/36(2006.01); G03F 7/20(2006.01); H01J 37/30(2006.01)
TW202117393A	20210501	E U V 集光鏡	G02B 19/00(2006.01); G02B 5/08(2006.01); G02B 5/18(2006.01); G03F 7/20(2006.01)
TW202109207A	20210301	在EUV光源中用於源材料調節的雷射系統	G03F 7/20(2006.01); G03F 1/22(2012.01); H03K 3/78(2006.01)
TW202105040A	20210201	用於極紫外線光源之保護系統	G03F 1/22(2012.01); G03F 7/20(2006.01)
TW202032259A	20200901	製造薄膜總成之方法	G03F 1/62(2012.01); G03F 7/20(2006.01)
TW202028870A	20200801	延長靶材輸送系統壽命之裝置及方法	G03F 7/16(2006.01); G03F 1/22(2012.01); G03F 7/20(2006.01)
TW202024780A	20200701	製造薄膜組件之方法	G03F 1/62(2012.01); G03F 7/20(2006.01)
TW202010861A	20200316	EUV護膜	C23C 16/32(2006.01); B32B 9/04(2006.01); C01B 32/956(2017.01); C23C 16/06(2006.01); C23C 16/56(2006.01); G03F 1/62(2012.01); G03F 1/64(2012.01); G03F 7/20(2006.01)
TW202004844A	20200116	微影裝置	H01L 21/027(2006.01); G03F 7/20(2006.01)
TW201945856A	20191201	延長在極紫外光微影系統中之光學元件之壽命	G03F 7/20(2006.01); G02B 1/14(2015.01); G02B 5/08(2006.01)
TWI744316B	20211101	用於極紫外線微影之膜及其製造方法	G03F 7/20(2006.01); G03F 1/24(2012.01); G03F 1/62(2012.01)
TWI739755B	20210921	極紫外線光源中之目標擴張率控制	H01S 3/13(2006.01); H01S 3/093(2006.01); H05G 1/26(2006.01)

(四)精選綠色製造/機台專利案摘錄

【案例 1】EUV 節能

〔專利名稱〕雷射消隱脈衝電平控制

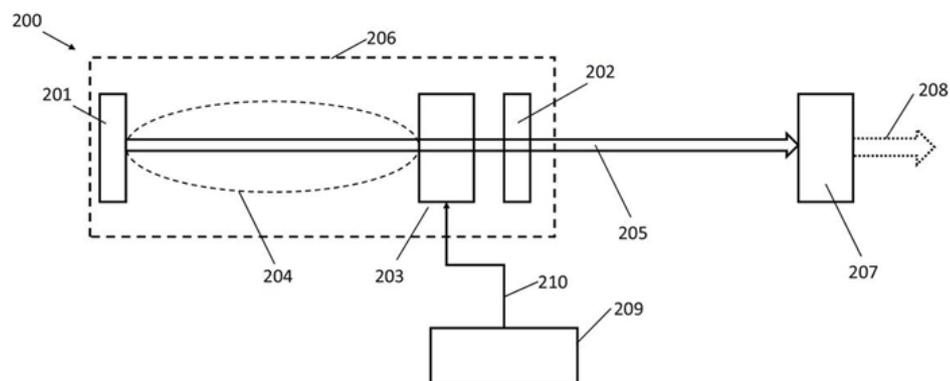
〔公開號〕TW 202201865 A

〔先前技術〕

當前 EUV 輻射源具有有限的轉換效率，此係因為使用 EUV 產生之種子雷射源不能夠修改雷射輪廓輻射。需要提供一種 EUV 輻射源，其相比於習知 LPP 輻射源具有較佳效率。

〔實施方式〕

如圖 28 所示，本案例之雷射源(200)包含光學調變器(203)，其耦接至控制器(209)且耦接至雷射源之雷射源腔(204)。光學調變器經組態以致使雷射源在至少一個觸發信號(210)之控制下發射至少一個經塑形雷射脈衝(205)，其中每一經塑形雷射脈衝之發射與每一觸發信號相關聯。雷射源可包含第二光學調變器(207)，第二光學調變器可與雷射源分離，經組態以切割經塑形雷射脈衝，從而獲得另一經切割經塑形脈衝(208)。



201:後部鏡面 202:輸出鏡面 203:光學調變器 204:雷射源腔 205:經塑形雷射脈衝 206:CO₂ 雷射腔 207:第二光學調變器 208:另一經切割經塑形脈衝
209:控制器 210:觸發信號

圖 28.EUV 輻射源

〔技術功效〕

本案例使用由第一光學調變器直接自 CO₂ 雷射腔產生經塑形脈衝及由第二光學調變器切割經塑形脈衝之組合的協同效應產生了延伸之消隱脈衝電平，可增加 EUV 源之轉換效率，屬於綠色製造/機台之 EUV 輻射源節能(Reduce)之範疇。

【案例 2】EUV 節能

〔專利名稱〕極紫外線光源中之目標擴張率控制

〔公開號〕TW I739755 B

〔先前技術〕

用以產生 EUV 光之方法包括運用在 EUV 範圍內之發射譜線而將具有一元素（例如，氫、鋰或錫）之材料轉換成電漿狀態。此類方法中之雷射產生電漿，可藉由運用可被稱作驅動雷射之經放大光束來輻照目標材料（例如，呈材料之小滴、板、帶、串流或叢集之形式）而產生所需電漿。

〔實施方式〕

如圖 29 所示，腔室(165)提供適合於產生 EUV 光(140)之受控環境，目標材料供應系統(125)將目標材料(120)遞送至第一目標部位(111)。目標材料供應系統可包括其自有致動系統及迫使目標材料通過之噴嘴，其中致動系統控制經導引通過噴嘴以產生導引朝向第一目標部位之小滴串流的目標材料之量。接下來，光源將第一輻射光束(110)導引朝向目標材料以將能量遞送至目標材料，以修改目標材料之幾何分布以形成經修改目標(121)。以增加歸因於經修改目標與第二輻射光束(115)之間的相互作用而自電漿轉換之可用 EUV 光(130)之量的方式來控制經修改目標之幾何擴張率。

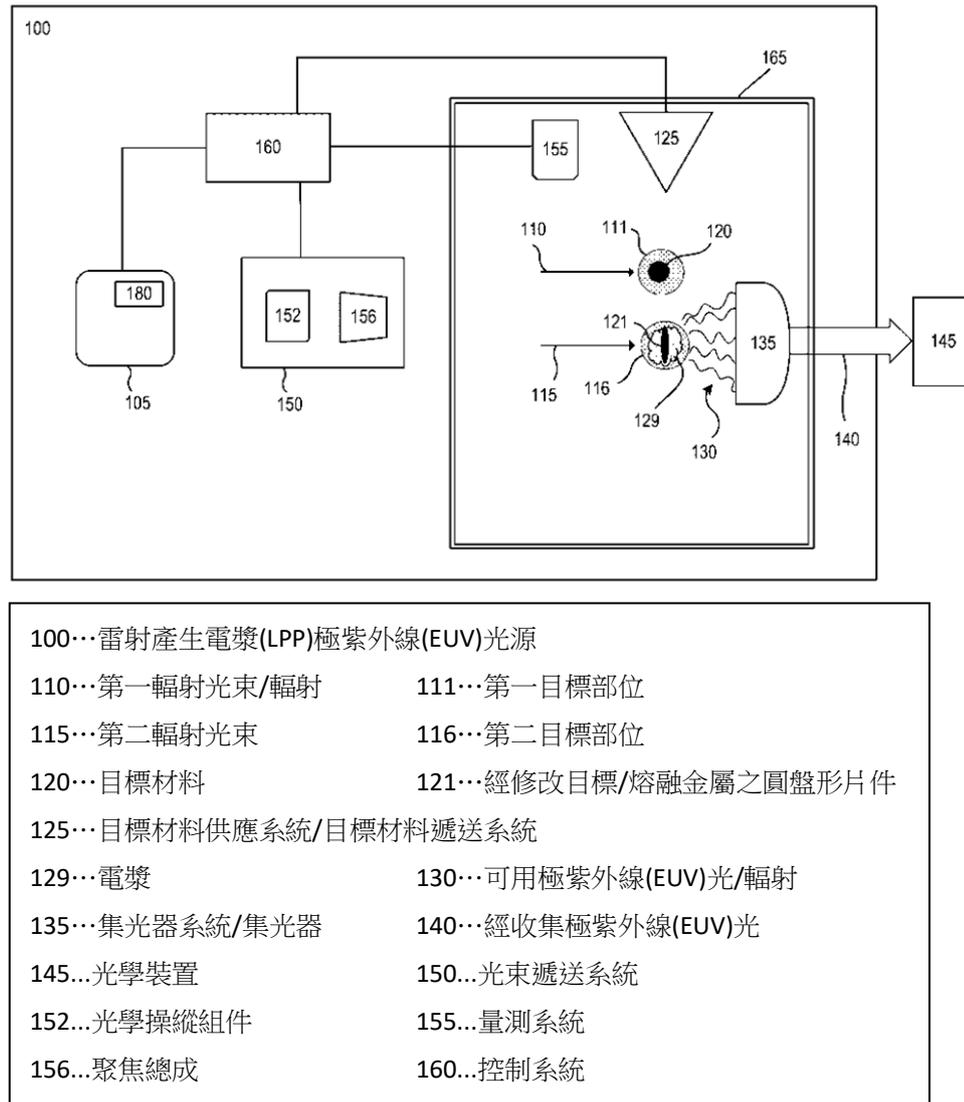


圖 29.雷射產生電漿(LPP)極紫外線(EUV)光源

〔技術功效〕

本案例之光源在控制系統之控制下執行用於維持或控制經修改目標材料之擴張率，藉此改良光源之轉換效率，屬於綠色製造/機台之 EUV 光源節能(Reduce)之範疇。

【案例 3】護膜之重複使用

〔專利名稱〕用於極紫外線微影之膜及其製造方法

〔公開號〕TW 202201145 A

〔先前技術〕

微影裝置包括圖案化器件（例如，光罩或倍縮光罩）。因圖案化器件之表面上之污染可能會造成基板上之製造缺陷，故需提供膜以保護圖案化器件免受空浮粒子污染影響。膜需具有高發射率及低出故障可能性，同時具有高 EUV 透射率。

[實施方式]

如圖 30，本案例提供一種用於極紫外線微影之護膜(40)，包含第一罩蓋層(70; 鋨(Zr)之氧化物)、基層(60; Mo 及額外元素(Si、B、C 及 N))及第二罩蓋層(80; 鋨(Zr)之氧化物)。

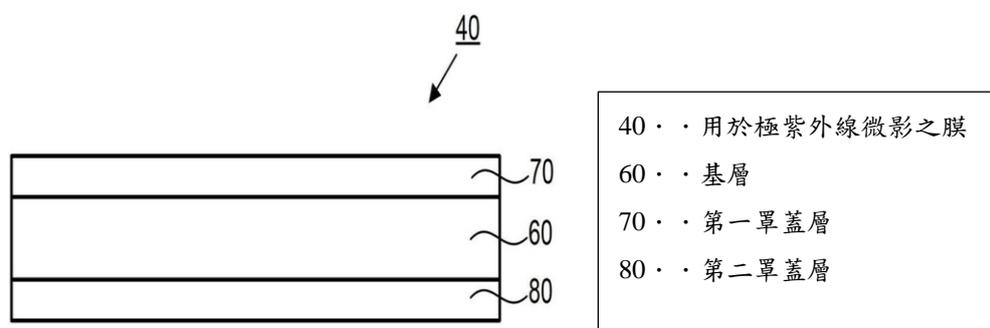


圖 30. 用於極紫外線微影之護膜

[技術功效]

用於膜之各個層中之材料可實現各種功能性要求，諸如：
a) 具有發射率層以增加熱負荷電阻；b) 具有外部罩蓋層(OLT)以保護膜免於惡劣的 EUV 掃描器環境影響且增加其壽命；c) 具有障壁層以防止此等層中之任一者之擴散/互混等。因此，需要設計具有極低 EUV 反射率（例如， $\text{EUVR} < 0.05\%$ ）之穩固膜，同時滿足所有其他功能性要求且允許大製程窗以用於可充分產量之製造本案例所載第一罩蓋層及第二罩蓋層可保護基層受到入射 EUV 輻射及/或氧化環境影響而劣化，可增加其壽命，屬於綠色製造/機台之零組件重複使用(Reuse)之範疇。

【案例 4】增加收集器之壽命

〔專利名稱〕延長在極紫外光微影系統中之光學元件之壽命

〔公開號〕TW 201945856 A

〔先前技術〕

收集器通常為多層鏡面(MLM)，此 MLM 大體上由基礎或基板上方之交替材料層組成，必須與電漿一起置放於具有電漿之真空腔室內以收集及重引導 EUV 輻射。然而，腔室內之環境不利於光學元件，會導致其反射率降低而限制其使用壽命，例如目標材料會產生染汙光學元件之高能離子或粒子，亦會引起 MLM 表面之實體損傷及局部化加熱，故須避免 MLM 塗層之起泡現象。

〔實施方式〕

圖 31 展示具有罩蓋層之 EUV 光學元件的一實例。收集器(30)包括基板(100)；多層塗層(110)由交替材料層組成，例如鈿與矽，定位於基板上；罩蓋層(120)位於多層塗層上，該罩蓋層可由最外層及一系列重複雙層組成，其可為陶瓷或對目標材料沈積具有高抗性之氮化物或氧化物，同時可展現入射離子之良好能量減少及低的二次電子產率，適合之材料的實例包括絕緣體，諸如 ZrN、TiO₂、Ta₂O₅ 及 ZrO₂。

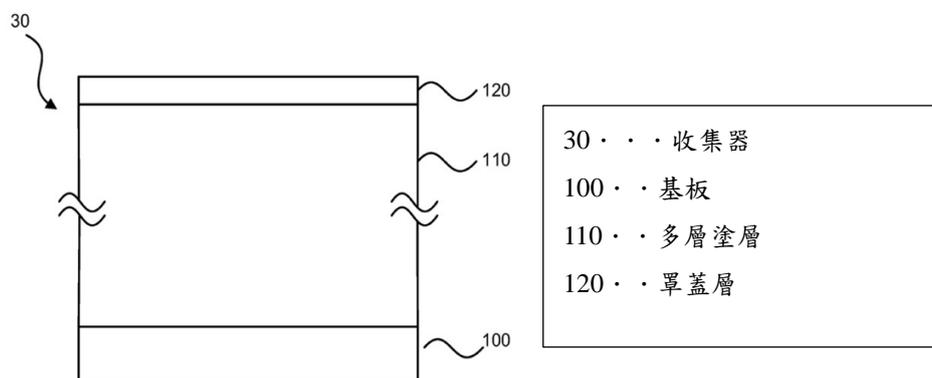


圖 31. 具有罩蓋層之 EUV 收集器

[技術功效]

罩蓋層係用來保護收集器，在特定波長下（例如 13.5 nm）不會過度降低收集器之總體反射率，實現使收集器表面免於目標材料（錫）沈積、氫離子穿透、氫擴散及氫或氧引發起泡等現象，以延長光學元件之使用壽命，屬於綠色製造/機台之零組件重複使用(Reuse)之範疇。

八、日商東京威力科創股份有限公司

(一)公司簡介

東京威力成立於 1963 年，為日本最大的半導體設備商，主要提供的設備包含塗布/顯影、蝕刻、表面處理系統、沉積等。由於塗布/顯影、濕蝕刻時會使用到光阻劑、顯影液或化學藥液等處理液，而造成廢液的產生，另外在成膜或乾蝕刻時，則會因昇華物或化學氣體反應物，而產生了廢氣。因此，東京威力科創如何在機台上執行減量、再使用、循環再利用等項目值得探討。

(二)綠色製造/機台相關技術之專利檢索

專利申請人限定為「東京威力」，加入與 4R 原則相關之關鍵字作為檢索條件，申請日限定在 2016 年之後之公告/公開案，檢索結果共計 27 筆³⁵，綠色製造/機台相關技術約 11 件專利案(參見表 10)。

表 10.東京威力近五年綠色製造/機台專利案

公開/公告號	公開/公告日	專利名稱	IPC
TW202222418A	20220616	基板處理裝置及基板處理方法	B01F 3/04(2006.01); B01F 3/22(2006.01); H01L 21/306(2006.01); H01L 21/67(2006.01)
TW202217941A	20220501	基板處理方法	H01L 21/304(2006.01); B08B 3/04(2006.01)
TW202200273A	20220101	基板處理裝置及基板處理方法	B05C 5/02(2006.01); B05C 11/06(2006.01); B05C 11/10(2006.01); B05D 1/26(2006.01); B05D 5/00(2006.01); H01L 21/304(2006.01)
TW202134174A	20210916	磷酸處理液的再生裝置、基板處理裝置、 磷酸處理液的再生方法及基板處理方法	C01B 25/46(2006.01); H01L 21/304(2006.01); H01L 21/306(2006.01)

³⁵ 檢索條件/結果(27 筆):((減[-5, 5]液 or 減[-5, 5]廢 or 回收 or 再利用)@TI or (減[-5, 5]液 or 減[-5, 5]廢 or 回收 or 再利用)@AB) AND (東京威力)@PA AND (AD=20160101:20211231)。

TW202135201A	20210916	基板處理裝置、基板處理方法及記錄媒體	H01L 21/67(2006.01); H01L 21/027(2006.01)
TW202002051A	20200101	基板處理裝置及處理液再利用方法	H01L 21/304(2006.01); H01L 21/306(2006.01)
TW201936251A	20190916	電漿處理系統及電漿處理方法	B01D 53/04(2006.01); H01L 21/3065(2006.01)
TW201820404A	20180601	基板處理裝置及基板處理方法	H01L 21/027(2006.01); B05C 11/08(2006.01); B05C 11/10(2006.01); H01L 21/304(2006.01)
TWI728134A	20210521	基板處理裝置、基板處理方法及記憶媒體	H01L 21/28(2006.01); C23C 18/18(2006.01)
TW201741034A	20171201	基板處理方法、基板處理裝置及電腦可讀取記錄媒體	B05C 11/08(2006.01); B05D 1/40(2006.01); B05D 3/00(2006.01); G03F 7/16(2006.01); H01L 21/027(2006.01)
TWI666700B	20190721	基板處理裝置及基板處理方法	H01L 21/306(2006.01)

(三)精選綠色製造/機台專利案摘錄

【案例 1】處理液減量

〔專利名稱〕基板處理裝置、基板處理方法及記憶媒體

〔公告號〕TW I728134 B

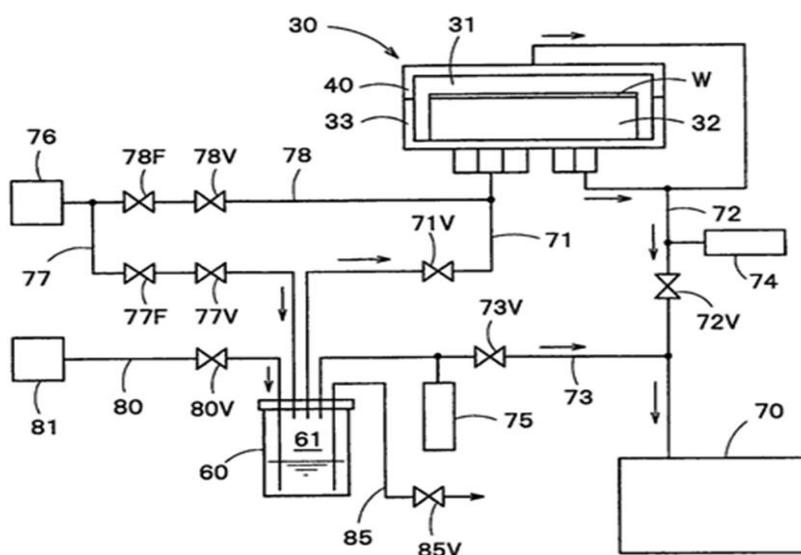
〔先前技術〕

在以加熱方式使液狀之耦合劑蒸發的情況下，有時氣化不完全而產生耦合劑之液狀的霧氣，其可能殘存於從氣化器至處理腔室之配管內。當該殘存之液狀的耦合劑被送至處理腔室時，則有附著於基板而在基板產生微粒的問題，再者，由於殘存於配管內之耦合劑難以對基板的處理作出貢獻，為了使充分份量之耦合劑氣化，而需要更多液狀的耦合劑，造成處理液用量增大。

〔實施方式〕

如圖 32 所示，本案例提供一種基板處理裝置，係具備有：

處理腔室(30)，具有處理基板(W)的處理空間(31)；氣化槽(60)，儲存處理液，並且具有可使所儲存之處理液氣化的氣化空間(61)；減壓驅動部(70)，對氣化空間(61)進行減壓；及控制部，係不經由處理空間(31)對氣化空間(61)進行減壓，使處理液氣化成處理氣體，其後，經由處理空間(31)對氣化空間(61)進行減壓，使處理液氣化成處理氣體，並且將惰性氣體供給至氣化空間(61)。



30:處理腔室 31:處理空間 60:氣化槽 61:氣化空間 70:真空泵 71:第1管線 71V:第1開關閥 72:第2管線 72V:第2開關閥 73:第3管線 73V:第3開關閥 76:惰性氣體供給部 80:處理液供給管線 85:處理液排出管線

圖 32. 基板處理裝置

[技術功效]

本案例經由處理空間對氣化空間進行減壓，從儲存於氣化空間之處理液氣化的處理氣體便被供給至處理空間。藉此，可從氣化空間對處理空間供給從處理液氣化的處理氣體，從而可防止液狀之處理液殘存於第 1 管線內的情形。因此，可防止因殘存之處理液被送至處理空間並附著於基板而產生微

粒的情形，並降低處理液的使用量，屬於綠色製造/機台之處理液減量(Reduce)之範疇。

【案例 2】處理液之循環再利用

〔專利名稱〕基板處理裝置及基板處理方法

〔公告號〕TW I770046 B

〔先前技術〕

半導體元件之微影工程包含：光阻塗佈處理，將光阻液塗佈於作為基板的半導體晶圓上而形成光阻膜；曝光處理，將預定圖案曝光於該光阻膜；加熱處理（後曝光烘烤（post exposure baking）），在曝光後，促進光阻膜內的化學反應；顯像處理，以顯像液來將已曝光的光阻膜進行顯像。光阻液存在有正型光阻液及負型光阻液，正型光阻液在顯像處理時用以去除曝光部；負型光阻液在顯像處理時用以去除未曝光部。顯像液則係存有在各別與正型光阻液及負型光阻液對應的正型顯像液及負型顯像液，而不使正型顯像液的排液與負型顯像液的排液混合而各別進行回收再利用係為研究之重點之一。

〔實施方式〕

在正型顯像處理之際(如圖 33(左)所示)，使分配部(152a)上升，並將來自晶圓(W)的正型顯像液從分配部與固定罩杯(154)之間引導至正型用回收口(153i)。在負型顯像處理之際(如圖 33(右)所示)，使分配部(152a)下降，並將來自晶圓的負型顯像液從分配部與外周壁(153a)之間引導至負型用回收口(153h)。在分配部下降時，該分配部之內周側端下降的階差(154d)被形成於固定罩杯(154b)的外周端，

使得在負型顯像處理之際，負型顯像液不會被引導至正型用回收口，並且，分配部（152a）之上面的角度 α 被形成為比形成階差（154d）的上部之傾斜面的角度 β 大。

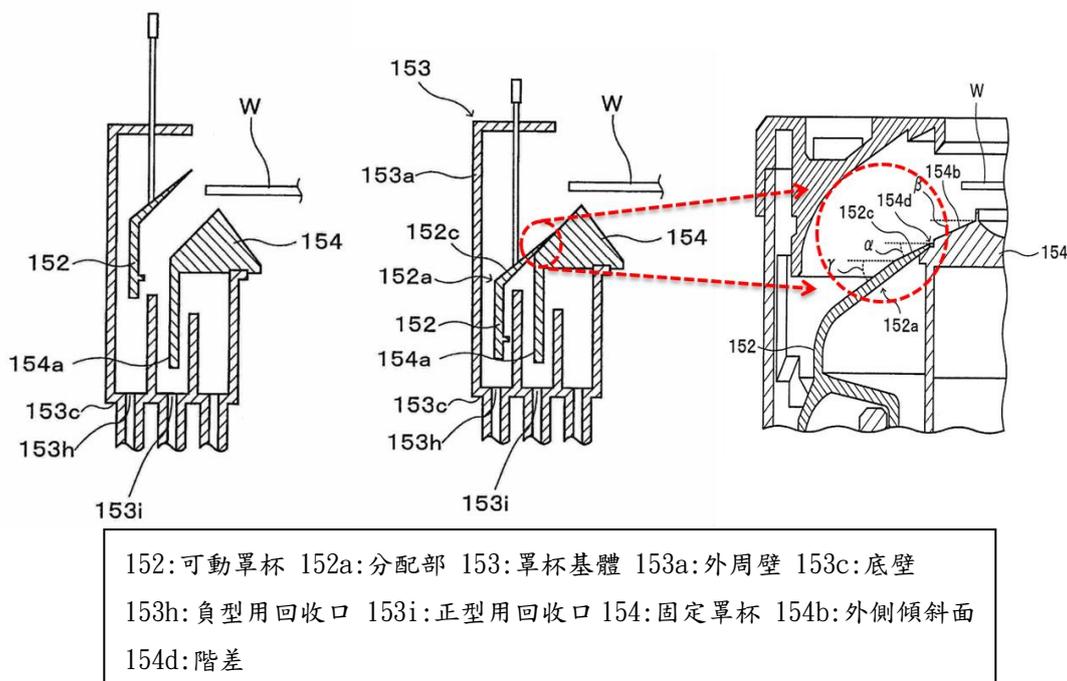


圖 33.顯像液回收裝置(左:正型、右:負型)

[技術功效]

在對可旋轉地被支撐之基板供給第 1 處理液或第 2 處理液而處理基板，並且根據種類回收來自基板的處理液之基板處理裝置中，即便為在基板處理包含有使基板低速旋轉之工程的情況，亦可按種類回收來自基板的處理液，屬於綠色製造/機台之顯影液回收或循環再利用(Recycle)之範疇。

【案例 3】製程廢氣之循環再利用

[專利名稱] 電漿處理系統及電漿處理方法

[公開號] TW 201936251 A

[先前技術]

由於氬氣或氙氣等稀有氣體難以純化，價格高昂，因此，

該領域者皆在研究如何循環再利用上述稀有氣體。

[實施方式]

如圖 34 之電漿處理系統係具備腔室(30)、第 1 氣體供給部(20)、排氣部(40)、氣體純化單元(104)、升壓泵(108)及儲存部(12)。第 1 氣體供給部向腔室內供給第 1 稀有氣體與製程氣體。腔室利用第 1 稀有氣體與製程氣體混合而成之氣體之電漿對半導體晶圓 W 進行處理。氣體純化單元從藉由排氣部 40 自腔室內排出之氣體分離出第 1 稀有氣體。儲存部儲存由氣體純化單元分離且經升壓泵升壓之第 1 稀有氣體，將所儲存之第 1 稀有氣體供給至第 1 氣體供給部。

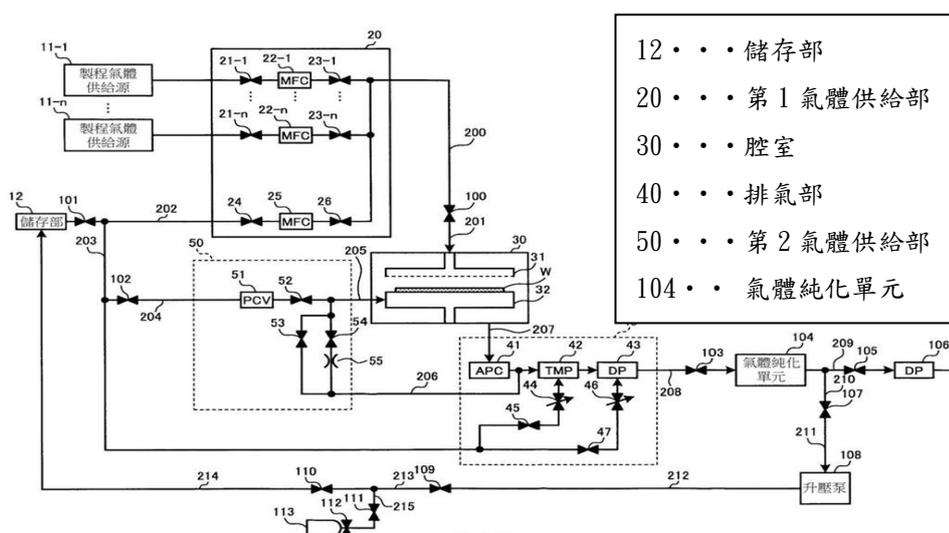


圖 34.電漿處理系統

[技術功效]

本案例之電漿處理系統中，作為傳熱氣體、排氣部之冷卻用氣體或沖洗用氣體，使用 Xe 氣體等單種稀有氣體，且 Xe 氣體等稀有氣體能容易地自其他氣體中分離，自廢氣中分離出之稀有氣體經升壓泵升壓，返回至儲存部循環再利用，屬綠色製造/機台之製程氣體回收或循環再利用(Recycle)之範疇。

九、財團法人工業技術研究院

(一)工研院簡介

工研院是國際級的應用研究機構，擁有六千位研發尖兵，以科技研發，帶動產業發展，創造經濟價值，增進社會福祉為任務。自 1973 年成立以來，率先投入積體電路的研發，並孕育新興科技產業；累積近三萬件專利，並新創及育成，包括台積公司、聯電、台灣光罩、晶元光電、盟立自動化、台生材等上市櫃公司，帶動一波波產業發展。

隨著氣候變遷及溫室效應加劇，面對能源與資源有限的挑戰，人們在追求科技發展的同時，也需兼顧與大自然共存共榮的平衡，以創造循環再生體系、減少耗時、耗能的生產製造、尋求綠色能源供應，實現永續環境的目的。工研院發展「循環經濟」、「智慧製造」、「綠能系統與環境科技」等次領域，深耕可循環再利用之新材料、智慧化設計生產流程與供應鏈管理系統、符合生態共生的環境科技等重點項目，以循環材料、智慧製造及永續能源支持國內製造業升級轉型，開創綠色產業發展，促成永續創新的高值化產業，以綠能科技打造生生不息的未來³⁶。

(二)綠色製造/機台相關技術之專利檢索

專利申請人限定為「工業技術研究院」，分析半導體(或 IP 分類號:H01L)之相關領域，加入與 4R 原則相關之關鍵字作為檢索條件，申請日限定在 2016 年之後之公告/公開案，檢索結

³⁶ 工研院官網
-<https://www.itri.org.tw/ListStyle.aspx?DisplayStyle=05&SiteID=1&MmmID=1036233406503070534>。

果共計 45 筆³⁷，其中，綠色製造/機台相關技術約 8 件專利案（參見表 11）。

表 11. 工研院近五年綠色製造/機台專利案

公開/告號	公開/告日	專利名稱	IPC
TW202217010	20220501	基材表面物質移除設備及其方法	C22B 1/00(2006.01); C22B 7/00(2006.01); B08B 3/08(2006.01); B08B 3/10(2006.01); B09B 3/00(2006.01); H05K 3/22(2006.01)
TWI604622	20171101	電極吸附染料的方法及其裝置	H01L 31/0224(2006.01); H01L 31/042(2014.01); H01L 31/18(2006.01)
TWI602238	20171011	氣相蝕刻反應裝置與氣相蝕刻方法	H01L 21/306(2006.01)
TWI608638	20171211	熱電模組	H01L 35/02(2006.01)
TWI617777	20180311	用於輻射熱回收發電的熱交換裝置	F24S 10/00(2018.01); H01L 35/28(2006.01)
TWI649806	20190201	微波加熱裝置的操作方法及使用該方法之微波退火製程	H01L 21/324(2006.01); H05B 6/64(2006.01)
TWI733438	20210711	複合材料與移除廢液中氟的方法	C04B 35/057(2006.01); C02F 1/52(2006.01); C02F 1/58(2006.01); C02F 101/14(2006.01); C04B 41/85(2006.01); H01L 21/67(2006.01)
TWI752707	20220111	具有通孔的基板及其製造方法	H01L 21/768(2006.01); H01L 23/535(2006.01); H01L 33/48(2010.01); H01L 33/62(2010.01)

(三)精選綠色製造/機台專利案摘錄

【案例 1】蝕刻反應室

〔專利名稱〕氣相蝕刻反應裝置與氣相蝕刻方法

〔公開號〕TW I602238 B

〔先前技術〕

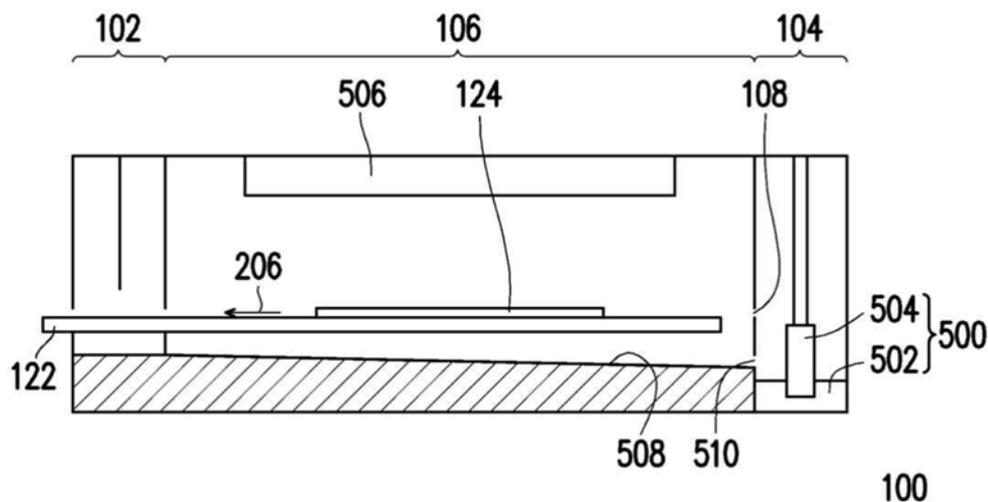
在半導體的製造流程中，蝕刻反應所使用的化學物質通常具有毒性，如具有強反應性的氫氟酸。然而，傳統氣相蝕刻裝置是以加熱的方式形成蒸氣霧，藉由蒸氣均勻分布達到

³⁷ 檢索條件/結果(45 筆)：(工業技術研究院) AND (半導體) AND (H01L)@IC AND (節能 or 節水 or 節電 or 回收 or 再利用 or 再使用 or 循環) AND (AD=20160101: OR UD=20160101: OR GD=20160101:)

穩定控制，所以經常損壞加熱裝置。

〔實施方式〕

本案例所載氣相蝕刻反應裝置是使用加熱霧化裝置(500)作為氣霧裝置，如圖 35 所示，其包括位於造霧腔(104)內的一液體容置區(502)以及一加熱元件(504)，用以加熱液體容置區 502 的液體，其中液體容置區 502 內可容置單一液體或者混合液體。加熱霧化裝置會使造霧腔內的溫度高於反應腔(106)的溫度，因而產生溫度差。一旦霧化的反應氣體從高溫的造霧腔 4 進入低溫的反應腔可能會冷凝而對晶片(124)的處理有不良影響，因此於反應腔內可加設一保溫裝置(506)，用以保持晶片 124 的溫度在一預定溫度以上，以防止冷凝現象發生。反應腔設計成具有向造霧區傾斜的底部(508)，並在造霧腔與反應腔之間設置通孔(510)，以使尾氣冷凝後由底面流經通孔而流入液體容置區，重複回收使用。



100:槽體 102:隔離腔 104:造霧腔 508:底部 106:反應腔 108:狹縫
122:托盤 124:晶片 206:尾氣 500:加熱霧化裝置 502:液體容置區 504:
加熱元件 506:保溫裝置 510:通孔

圖 35.氣相蝕刻反應裝置沿氣體流向之剖面圖

〔技術功效〕

本案例所載的裝置與方法整合從動控制方式隔絕反應氣體的氣霧洩漏問題，並可搭配常溫霧化的裝置，來調節氣霧裝置的效率與耐用程度，利用非反應氣體供氣道與反應腔之間的壓力差，使尾氣通過所述出口排出反應腔並從排氣道排出並以所述氣幕防止尾氣逸散，重複回收使用冷凝的水，屬綠色製造/機台之零組件重複使用或製程廢水循環再利用(Recycle)之範疇。

【案例 2】半導體製程之廢棄物管理。

〔專利名稱〕複合材料與移除廢液中氟的方法

〔公開號〕TW I733438 B

〔先前技術〕

氫氟酸(HF)大量使用在半導體、光電面板、太陽能等晶片或基板之清洗製程，以臺灣為例，氫氟酸之使用量極高(依產能利用率，至少有近 5~10 萬公噸/年)，所排放的廢氫氟酸則至少是使用量的倍數，因為清洗過程會使用超純水再洗淨，自然就會排放更多的含 HF 廢液。含 HF 廢液必須經過回收及處理，否則會對環境造成及大的污染及傷害。

一般處理含 HF 廢液時，必須耗用大量鹼來中和處理，並產生很多微細污泥，處理非常困難且成本高昂。並且，若無法將其中的氟再製以獲得工業上可以使用的產品如氟化鈣(CaF₂，俗稱螢石)，只能將其當作污泥處理，實在非常浪費資源且不環保。

〔實施方式〕

本案例提供鈣源與多個陶瓷粒子(13)至含氟廢液中，以

形成氟化鈣層(11)包覆陶瓷粒子，如圖 36 所示，陶瓷粒子的表面粗糙，以利成長氟化鈣層於表面上。廢液的主要組成可為有機溶劑如醇類、酮類、或半導體產業所用的其他極性溶劑，製程中所使用的氟源(如氫氟酸)污染這些有機溶劑。在含氟廢液中，氟濃度可為 100mg/L 至 10,000mg/L。若氟濃度過低，則無法成長氟化鈣層於陶瓷粒子上。若氟濃度過高，則氟化鈣層不只成長於陶瓷粒子上，亦會成長於廢液槽的表面上。

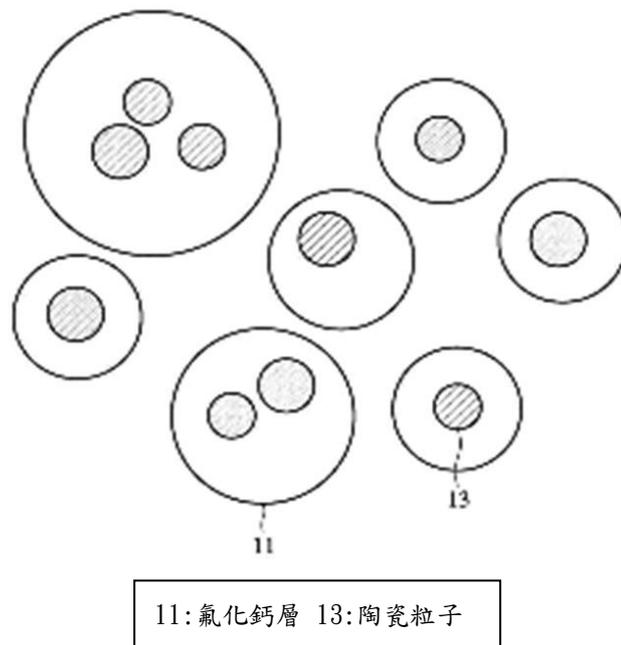


圖 36. 氟化鈣層包覆陶瓷粒子的示意圖

先以氫氧化鈉調整含氫氟酸的廢水（來自半導體廠）之 pH 值至 7.7，而廢水的氟濃度為 800mg/L（以氟離子計確認）且體積為 100mL。將 40mL 的氯化鈣溶液(3,000mg/L)與 30g 的陶瓷粒子加入廢水中，並在室溫下攪拌 24 小時。廢水中的氟與鈣離子鍵結形成氟化鈣層以包覆陶瓷粒子，而氟化鈣層相連形成氟化鈣塊材，且陶瓷粒子埋置於氟化鈣(CaF_2)塊材中。氟化鈣塊材為緻密固體，且可由廢水輕易收集氟化鈣

塊材，上述處理後的廢水之氟濃度為 5.9mg/L（由氟離子計確認）。

〔技術功效〕

本案例提供鈣源與多個陶瓷粒子至含氟廢液中，以形成氟化鈣層包覆陶瓷粒子，其中氟化鈣層相連形成氟化鈣塊材，且陶瓷粒子埋置於氟化鈣塊材中，其中陶瓷粒子與氟化鈣塊材的重量比為 1:4 至 1:20，再製成工業上可以使用的產品如氟化鈣，此外，亦不需在處理之前稀釋含氟廢液，因此可節省處理的耗水量，應屬綠色製造/機台之節省水資源(Reduce)或製程廢棄物循環再利用(Recycle)之範疇。

【案例 3】半導體產業廢棄物處理

〔專利名稱〕基材表面物質移除設備及其方法

〔公開號〕TW 202217010 A

〔先前技術〕

對於半導體產業來說，常見的循環經濟實施手段為嘗試回收電子廢棄物中的金屬(例如金、銀、銅、錫等金屬)，因為電子廢棄物中的金屬製品可能會污染自然環境。此外，隨著製程技術發展，電子產品中的金屬含量也逐漸提高，若能將這些金屬回收重新利用還可有助於降低製造成本。以電路板為例，採用酸洗法或濕式溶蝕法回收電路板中的金屬物，而這兩種方法成本較低且工作時間短。然而，如果電路板中的金屬製品之尺寸過於微小時，現有的酸洗法和濕式溶蝕法難以有效分離金屬製品與電路板基材，導致金屬回收率下降，而為了回收足夠的金屬可能需要使用大量的化學液沖洗或浸泡廢棄電路板，反倒會增加化學廢液對自然環境的污染。

〔實施方式〕

根據圖 37 所示之基材表面物質移除設備(1a)，壓力調整裝置(40a)能改變工作流體的壓力來調整氣體在工作流體中的溶解度，進而於工作流體中產生由氣體析出所形成的微氣泡來幫助移除基材表面的物質，達到回收物質之目的。詳細而言，工作流體供給源(50)首先注入工作流體至輸送管道(20)，並且壓力調整裝置增加工作流體的壓力。於工作流體壓力提升之同時或是之後，氣體供給源(30)向輸送管道內的工作流體注入氣體。隨後，當工作流體從輸送管道進入反應腔室(10)時，由於反應腔室內的壓力比輸送管道內的工作流體壓力還要低（例如反應腔室處於大氣壓力），氣體在工作流體中的溶解度會下降，而於反應腔室的工作流體中形成微氣泡，其能攪動工作流體以讓物質與基材表面分離並懸浮於工作流體中，有助於提升物質溶解反應速率，得到較佳的回收效率。

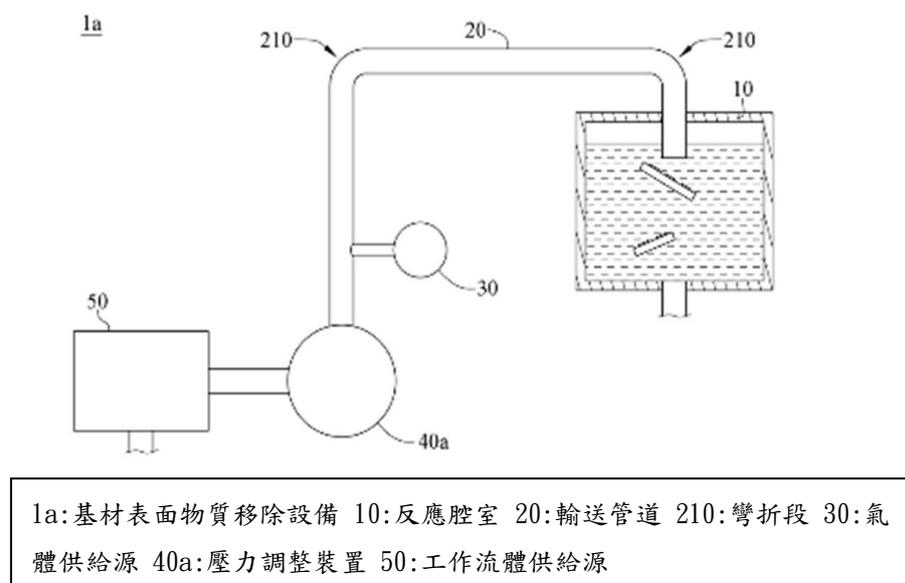


圖 37. 基材表面物質移除設備

〔技術功效〕

本案例藉由氣體溶解度調整裝置或是反應熱可以調整氣體在工作流體中的溶解度，以於工作流體中產生由氣體析出所形成的微氣泡，藉由氣體析出所形成的微氣泡移除基材表面的物質，並且物質可以被進一步從工作流體中分離出來以進行回收，以得到較佳的回收效率，應屬綠色製造/機台之廢棄物回收或循環再利用(Recycle)之範疇。

十、日商佳能股份有限公司

(一)公司簡介

日商佳能股份有限公司成立於 1937 年，主要產品包含各類的成像裝置，例如：網路相機、商用影印機、半導體微影設備及 OLED 面板製造設備等，其中，半導體微影設備依光源波長可分為 KrF 248nm 及 i-line 365nm，其中 i-line 是使用汞燈。然而，汞燈不僅耗電也容易造成環境汙染，故以發光二極體(LED)取代汞燈係近年來的趨勢。本章節將提供日商佳能在半導體微影設備領域中，與節能或延長元件壽命等綠色製造相關專利，作為案例參考。

(二)綠色製造/機台相關技術之專利檢索

專利申請人限定為「日商佳能」，透過分類號 G03F 將技術領域限縮為半導體微影設備，加入與 4R 原則相關之關鍵字作為檢索條件，申請日限定在 2016 年之後之公告/公開案，檢索結果共計 32 筆³⁸，其中，綠色製造/機台相關技術約 7 件專利案（參見表 12）。

表 12.佳能近五年綠色製造/機台專利案

公開/公告號	公開/公告日	專利名稱	IPC
TW202223551A	20220616	光源裝置，冷卻方法，及產品的製造方法	G03F 7/20(2006.01)
TW202212983A	20220401	曝光設備，曝光方法及物件製造方法	G03F 7/20(2006.01); G02B 19/00(2006.01); G02B 27/09(2006.01)
TW202144930A	20211201	曝光裝置及物品製造方法	G03F 7/20(2006.01)

³⁸ 檢索條件/結果(32筆):((減[-5,5]液 or 減[-5,5]廢 or 回收 or 再利用 or 再使用 or 節[-5,5]能 or 節[-5,5]電 or 耗能 or 轉換效率 or 壽命) and G03F) AND (日商佳能)@PA AND (AD=20160101: OR UD=20160101: OR GD=20160101:)

TW202129423A	20210801	光源設備、照明裝置、曝光裝置及用於製造物品的方法	G03F 7/20(2006.01); H05B 33/08(2020.01)
TW202129422A	20210801	模具、壓印設備、及製造物品的方法	G03F 7/20(2006.01); B29C 43/10(2006.01); B82Y 40/00(2011.01)
TW202043928A	20201201	光源設備、照射裝置、曝光裝置、和用於製造物品的方法	G03F 7/20(2006.01); F21S 2/00(2016.01); F21V 5/04(2006.01); F21V 14/06(2006.01); F21V 23/00(2015.01); F21Y 105/10(2016.01); F21Y 115/10(2016.01); G02B 3/00(2006.01)
TWI657317B	20190421	光學裝置、具有此光學裝置的曝光設備以及物品製造方法	G03F 7/20(2006.01)

(三)精選綠色製造/機台專利案摘錄

【案例 1】LED 光源模組強度分布改善

〔專利名稱〕光源設備、照射裝置、曝光裝置、和用於製造物品的方法

〔公開號〕TW 202043928 A

〔先前技術〕

製造半導體元件之光刻步驟中，曝光裝置藉由投影光學系統將原版(光罩版或遮罩)的圖案轉印到感光基板(其表面上形成有抗蝕劑層的晶圓或玻璃板)上。近年來，由於 LED 不需要像汞燈那樣總是發射光，壽命也較長，且從電流被施加到控制發光的基板電路到光的輸出變得穩定的時間短，故該領域者期望用節能的發光二極體(LED)代替汞燈。但是，每個 LED 的光輸出遠小於汞燈的光輸出，在使用 LED 代替汞燈作為光源的情況下，有必要使用其中多個 LED 在基板上被對準的 LED 陣列來提高光的總輸出，卻也難以將照射目標平面上的光量分佈調整為期望分佈。

〔實施方式〕

如圖 38 所示，本案例之光源單元(1)包括基板(51)、發光二

極體(LED)晶片(52)、透鏡陣列(53、54)、控制單元(55)、支撐部分(56)以及驅動單元(57)。多個 LED 晶片在基板上被排列置形成「LED 陣列單元」，且於該基板上形成用於驅動 LED 晶片的電路，透過控制單元(55)控制流過 LED 晶片的電流，以輸出預定波長的光或輸出的光的亮度(強度)。驅動單元的致動器驅動支撐部分和透鏡陣列移動，從而改變透鏡陣列之間的距離。

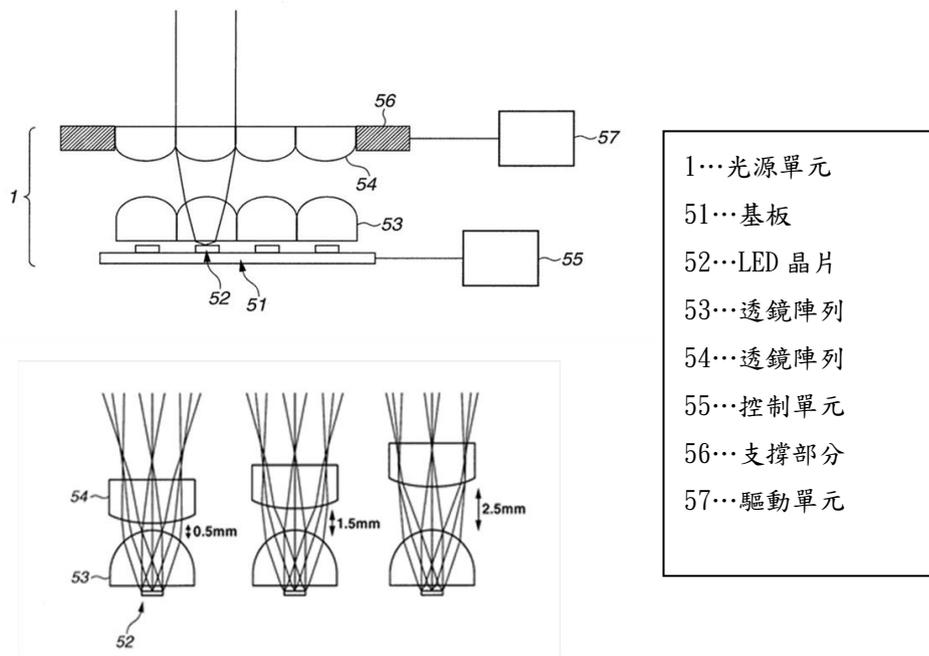


圖 38.發光二極體陣列及其與透鏡距離改變時的光線狀態

〔技術功效〕

藉由控制多個透鏡陣列之間的距離，可以將照明光學系統的預定平面或光瞳平面上的光強度分佈調整為期望的強度分佈，以利於將曝光機的汞燈光源置換為 LED 光源模組，屬於綠色製造/機台之光源節能(Reduce)之範疇。

【案例 2】LED 光源模組壽命

〔專利名稱〕光源裝置，冷卻方法，及產品的製造方法

[公告號] TW 202223551 A

[先前技術]

LED 晶片的壽命隨著 LED 晶片的溫度升高而縮短，而在使用複數個 LED 晶片被佈置在電路板上的光源(LED 光源模組)之曝光設備中，當 LED 晶片中的一部分達到壽命終結且未獲得目標光量時，LED 晶片與電路板一起要被以新的替換。

[實施方式]

如圖 39 所示，切換機構(17)由四個閥所構成且通過通道(18)的致冷劑的流動方向可從第一方向被切換到作為與第一方向相反的方向之第二方向的範例。管道 P41 被連接到致冷機(16)的致冷劑出口(OUT)；管道在中間分叉且被連接到切換機構中的閥第一閥(V1)和第二閥(V2)；管道 P43 被連接到致冷機的致冷劑入口(IN)，分叉且被連接到閥第三閥(V3)和閥第四閥(V4)。

管道 P42 和管道 P421 分別被連接到第一閥和第三閥，且管道 P421 與管道 P42 匯合；管道 P422 和管道 P44 分別被連接到第二閥和第四閥，且管道 P422 與管道 P44 匯合；管道 P42 和管道 P44 分別被連接到散熱器(15)內部的通道的不同端。

第一閥和第四閥總是在相同的打開／關閉狀態下操作，且閥第二閥和第三閥總是在相同的打開／關閉狀態下操作；在閥第一閥和第四閥被打開的狀態下，第二閥和第三閥被操作以被關閉；在第一閥和第四閥被關閉的狀態下，第二閥和第三閥被操作以被打開，藉由如上所述的操作，通過通道的致冷劑的流動方向可被反轉。

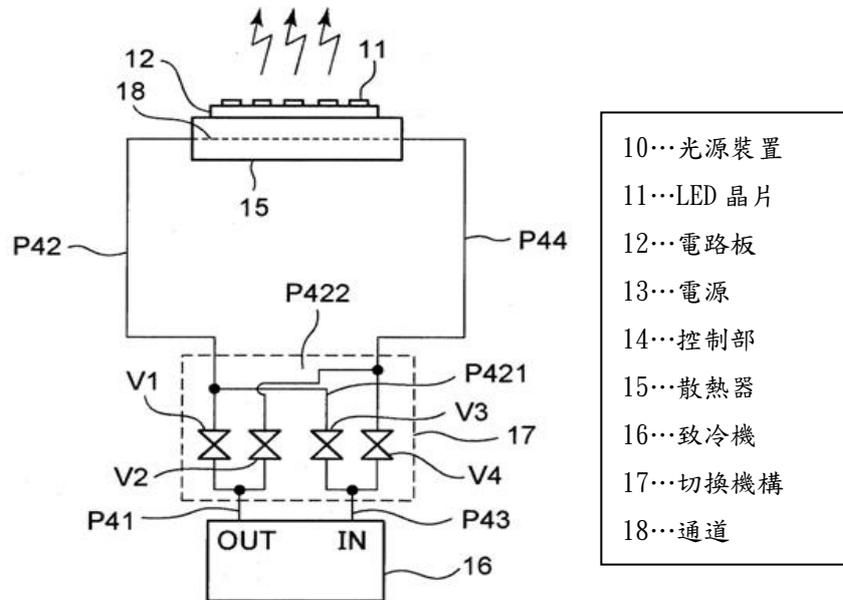


圖 39.LED 光源冷卻裝置

〔技術功效〕

本案例藉由光源裝置中的散熱器內部的致冷劑的流動方向可被切換到相反的方向，可使複數個 LED 晶片的壽命平均。因此，可延遲與電路板一起替換 LED 晶片的時間點，增加 LED 光源模組的壽命，屬於綠色製造/機台之光源模組重複使用(Reuse)之範疇。

肆、分析與結論

國際大廠紛紛承諾響應全球 2050 年全球淨零碳排的目標並擴及到半導體供應鏈，台積電為極關鍵之一員，又於我國半導體產業居領導地位，其於網頁上公告有關 ESG 之策略或成果等必然成為產業界重要的資訊。然而，台積電對綠色製造/機台之相關內容（研發技術、規範、標準或合作對象等）視為營業機密，暫不對外公開，目前外界僅能參酌台積電 ESG 網頁所公告報告書之內容，約略了解台積電與其供應商進行綠色機台/製造開發現況，例如，半導體製程設備中，傳統馬達更換成變頻式馬達，可達成節能之功效，或對半導體製程所產生的廢液或廢料進行回收再利用等。是以，除了直接與台積電合作開發，或經由台積電 ESG 網頁所得到資訊外，本專案另外提供產業界檢索綠色製造/機台專利之方法，再以專利之角度分析、歸納利用上述方法得到的檢索結果，成為半導體綠色製造/機台相關技術文件，可作為產業界轉型綠色製造參考資料。

一、專利地圖分析

專案小組於我國「國內外全域檢索系統」及/或「全球專利檢索系統」(Global Patent Search System ; GPSS) 資料庫中搜尋綠色製造/機台之相關專利（詳見本專案第貳、參章所述），詳閱近 5 年幾千筆專利案後，其中，與半導體綠色製造/機台較相關之專利案約 116 件，分析如下（參圖 40 所示）：

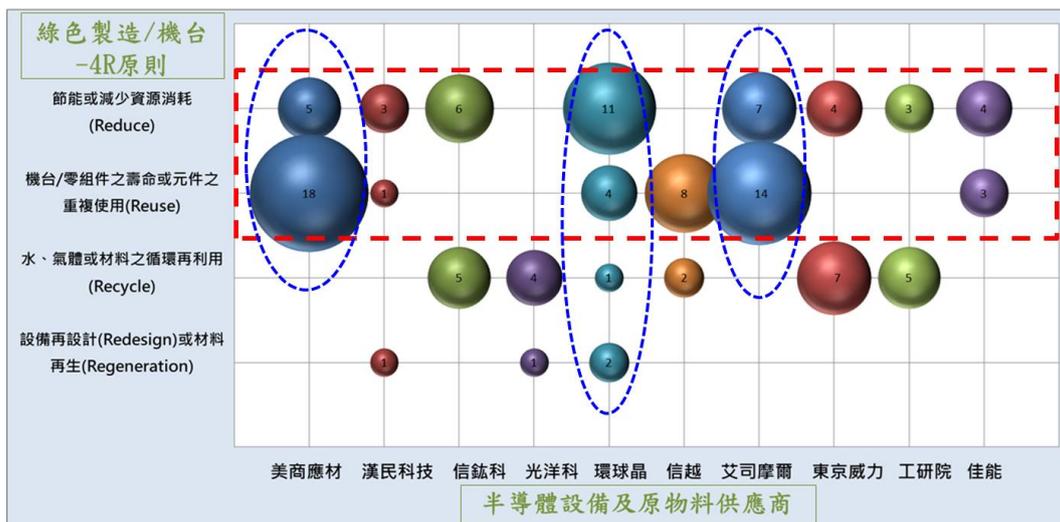


圖 40. 十大企業之綠色製造/機台專利分布

(一) 節能或減少資源消耗(Reduce)

如圖 40 所示，節能或減少資源消耗(Reduce)相關之綠色製造/機台專利案共 43 件（占比約為 **37%**，第二大類；43/116）。環球晶（矽晶爐）、漢民科技（化學氣相沉積裝置）、艾司摩爾（曝光機）或佳能（曝光機）之設備具高耗能之特性，故著重於節能方面之研發；另外，美商應材（減少 CMP 研磨液的用量）及信鈺科（機能水配製及減少去離子水的使用），在減少資源消耗方面亦有所專精。

(二) 延長機台/零組件之壽命或元件之重複使用(Reuse)

半導體設備的機構相當複雜，驗證程序也非常繁鎖，且設備經過驗證而進入半導體廠後，想要再對其做結構上的變更或設計尚屬不易，是以，增加機台的零組件或元件之壽命，提高可重複使用的次數(Reuse)係直接、研發也相對簡易之技術手段。如圖 42 所示，綠色製造/機台相關之專利案共 48 件（占比約為 **41.2%**，最大類；48/116），其中，美商應材及艾司摩爾（ASML）之強項分別在於延長化學機械研磨裝置及曝光機模組中零組件之壽命；

另外，信越化學及環球晶為矽基板供應二大廠商，而坩堝係為製造矽基板(CZ Method)所必需的零組件，延長坩堝壽命亦能達成綠色製造/機台之效果；最後，環球晶在 SiC 基板或晶種的重複使用有多項專利，在基板之重複使用上亦有長足的進步。

(三)水、氣體、原物料或耗材之回收或循環再利用(Recycle)

水、氣體、原物料或耗材之回收或循環再利用(Recycle)相關之綠色製造/機台專利案共 24 件（占比約為 20.7%；24/116）。信紘科及光洋科主要發展在於製程廢液（含過氧化氫之硫酸溶液）的回收或循環再利用（例如，含過氧化氫之硫酸溶液及含銅銻鎵銻之廢液），此外，光洋科在濺鍍靶材循環再利用之領域也有重要的突破，成為台積電之半導體供應鏈之一。

二、技術手段與功效分析

十大半導體設備及原物料供應商之半導體綠色製造/機台較相關之專利案約 116 件，其中，環球晶（**13.8%**；16/116）、美商應材（**19.8%**；23/116）及艾司摩爾（**18.1%**、21/116）占比最高，專案小組分別對其進一步地做技術手段與功效之分析如下：

(一)環球晶

如圖 41 所示，環球晶主要與綠色製造/機台相關之專利案為矽晶爐節能(Reduce)之範疇，共 10 件（占比約為 **62.5%**；10/16），其透過改良矽晶爐中零組件之結構（例如，熱遮罩、反射式保溫管或爐筒等）、溫度控制、加裝隔熱結構或利用攝影來監控拉晶製程等方式，以達成節能之功效；另外，改良坩堝結構亦可延長坩堝壽命，而達成零組件重複使用之功效。

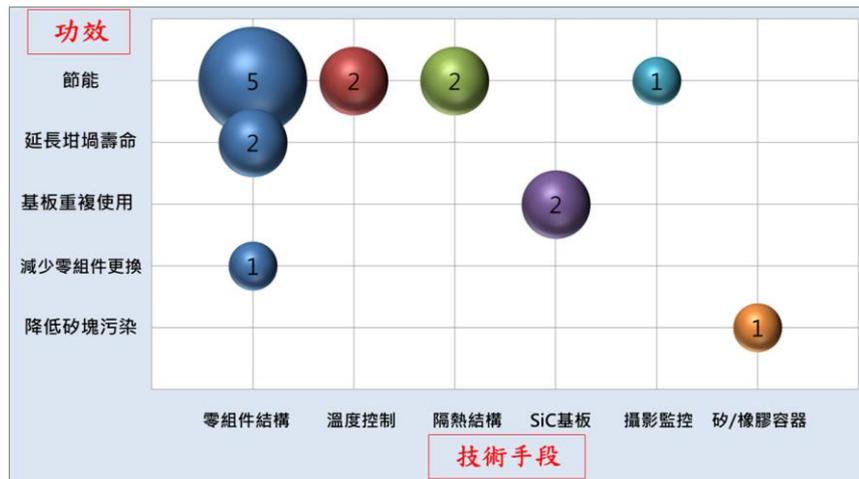


圖 41. 環球晶綠色製造/機台專利案技術手段與功效

(二)美商應材

如圖 42 所示，美商應材主要與綠色製造/機台相關之專利案為 CMP 零組件重複使用(Reuse)之範疇，共 19 件(占比約為 79.2%；19/24)，其透過改良 CMP 裝置中零組件之結構(例如，承載頭或調節器等)、溫度控制、零組件表面加工或利用監控零組件等方式，以達成延長固定環、研磨墊或其他耗材壽命之功效；另外，改良承載頭或漿料供應臂亦可減少 CMP 研磨漿體用量，進而達成減少資源消耗之功效。

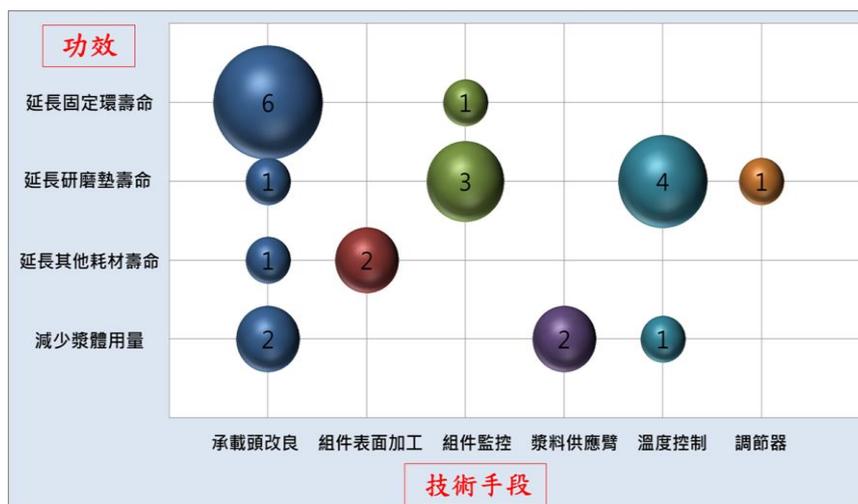


圖 42. 美商應材綠色製造/機台專利案技術手段與功效

(三)艾司摩爾 (ASML)

如圖 43 所示，艾司摩爾 (ASML) 主要與綠色製造/機台相關之專利案為 EUV 節能(Reduce)及其零組件重複使用(Reuse)之範疇，分別為 6 及 10 件 (占比分別為為 31.6% 及 52.6%；6/19 及 10/19)，其透過改良 EUV 裝置中零組件之結構 (例如，輻射源或收集器等)，以增加光電轉換效率，進而達成節能之功效；另外，改良承載頭、收集器或護膜以及 EUV 裝置氣流的控制亦可延長收集器、小滴產生器或護膜，進而達成零組件重複使用之功效。

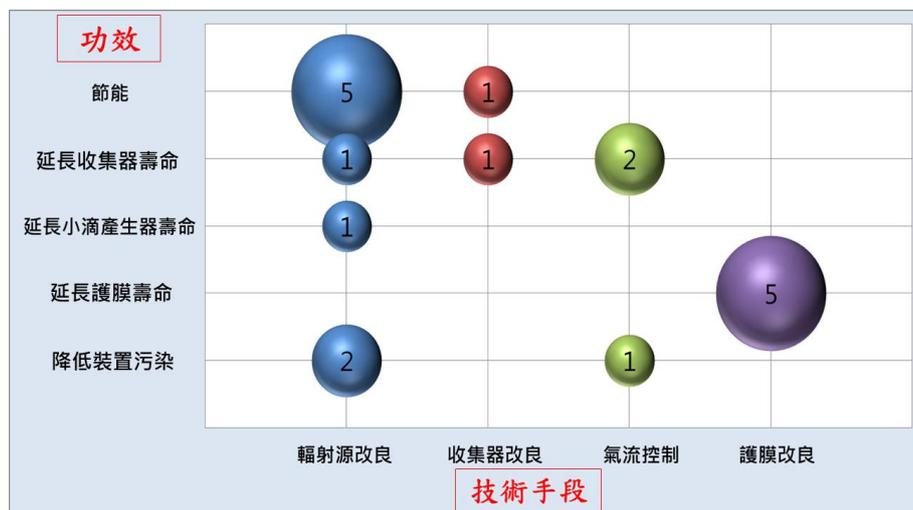


圖 43. 艾司摩爾 (ASML) 綠色製造/機台專利案技術手段與功效

三、結論

專案小組與多家半導體供應鏈之企業進行訪談，由該些企業提出如何轉型綠色製造相關的實務問題，雙方採線上會議討論方式，彼此交換意見及建議，智慧局提供專利檢索方式，讓該些企業與會者能夠善用「全球專利檢索系統」(GPSS)等專利檢索工具找出可以參考的前案技術及分析趨勢，達成雙贏目標。

環保意識高漲的今天，產業界無不致力於綠色製造/機台之

相關技術。專案小組藉由國內報章、雜誌或新聞媒體的內容，挑選國內十間大型且具代表性的企業(美商應材、漢民科、信紘科、光洋科、環球晶、信越集團、艾司摩爾 (ASML)、東京威力、佳能及工研院)為研究對象，參酌企業訪談所得知的技術內容，利用 WIPO 綠色目錄、[IPC 分類號]及/或[與 4R 相關之關鍵字]或日本綠色轉型技術目錄(GXTI)等檢索方式去搜尋綠色製造/機台之相關專利。於此同時，我們發現上述檢索方式各有其優缺點，建議相關領域從業人員在檢索該領域綠色製造/機台之相關技術時，宜通盤採用上述檢索方式，交互比對檢索結果，才能較無疏漏地找出最精確的綠色製造/機台之專利案件。最後，經由上述方法而得到的檢索結果，可作為專利地圖、技術功效或趨勢等分析之基礎資料。因此，本專案所摘錄之案例及分析結果係經由嚴格選取研究對象，通盤及精確地檢索而得到的結論，再加上企業訪談實務討論，相信可作為半導體供應鏈轉型綠色製造之具實務建設性的參考資料。

附錄 1. WIPO 綠色技術相關的國際專利分類目錄 (WIPO IPC. GREEN Inventory)

長久以來世界各國對於是否該將智慧財產權制度及技術移轉規範納入氣候變遷框架之討論，是否應利用上述制度提供誘因，以確保相關技術得以移轉至開發中國家或低度開發國家，來共同面對氣候變遷威脅，在談判中始終為爭執焦點。在 2009 年「哥本哈根協議」(Copenhagen Accord)、2010 年「坎昆協定」(Cancún Agreements)、2011 年「德班決議」(Durban Decisions)、2012 年「杜哈氣候途徑」(Doha Climate Gateway)、2014 年「利馬氣候行動呼籲」(Lima Call for Climate Action) 等皆有討論。其中主要原因在於高度開發國家，如歐盟或美國，雖未否定智慧財產權制度應對氣候變遷難題提供相對應之解決方式，但相關權利義務之討論，應留給「已有權限及經驗之國際組織處理」，而非在氣候變遷架構下協商，且更應加強保護始能創造誘因。因此，智慧財產權制度目前仍是透過間接方式存在於規範架構中，意即透過非強制性的技術移轉相關條文與約定，彰顯背後可能存在之智慧財產權議題。

世界智慧財產權組織 (World Intellectual Property Organization, WIPO) 在氣候變遷議題中應扮演之角色，長久以來饒有爭議。但身為聯合國體系下主管技術、創新與智慧財產權發展之機構，自然不可能置身於外。於是 WIPO 針對綠色技術創新於 2010 年時建立國際分類綠色目錄 (IPC Green Inventory)，包含了約 200 個直接與環境友善技術 (environmentally sound technologies, ESTs) 相關之主題，並且提供各主題連結至最相關之國際分類的部屬階層功能。因此使用者利用 WIPO Patentscope 檢索時，得以一次檢索相關領域之所有技術，方便確認技術現況與流通。

WIPO 於 2010 年建立了綠色技術的相關國際專利分類目錄，此綠色目錄分為七大類別，包括(1)替代能源、(2)運輸、(3)節能、(4)廢棄物管理、(5)農業/林業、(6)行政、監管及設計方面及 (7)核能發電。而其中又大致細分：

(1)替代能源：生物燃料、整體煤氣化聯合循環(IGCC)、燃料電池、生物質的熱解或氣化、利用人造廢棄物產生的能源、水力能、海洋熱能轉換(OTEC)、風能、太陽能、地熱能、其他生產或使用熱量，而不是由燃燒產生，例如自然熱、使用餘熱、從力學能產生機械動力裝置。

(2)運輸：一般車輛、軌道車輛以外的車輛、軌道車輛、船舶推進、使用太陽能的宇宙飛船。

(3)節能：電能儲存、電源電路、電力消耗的測量、熱能儲存、低能耗照明、一般建築隔熱、回收機械能。

(4)廢棄物管理：廢棄物處理(waste disposal)、處理廢棄物(treatment of waste)、燃燒消耗廢棄物、廢棄物再利用、污染控制。

(5)農業/林業：林業技術、替代灌溉技術、農藥替代品、土壤改良。

(6)行政、監管及設計方面：通勤，例如 HOV，遠端辦公等、碳/排放交易，例如污染信用、靜態結構設計。

(7)核能發電：核工程、使用核源熱源的燃氣輪機發電廠。

主題 1	替代能源		IPC
	生物燃料		
		固體燃料	C10L 5/00, 5/40-5/48
		生物質的烘培	C10B 53/02 C10L 5/40, 9/00

		液體燃料	C10L 1/00, 1/02, 1/14
		植物油	C10L 1/02, 1/19
		生物柴油	C07C 67/00, 69/00 C10G C10L 1/02, 1/19 C11C 3/10 C12P 7/64
		生物乙醇	C10L 1/02, 1/182 C12N 9/24 C12P 7/06-7/14
		沼氣	C02F 3/28, 11/04 C10L 3/00 C12M 1/107 C12P 5/02
		來自基因工程生物	C12N 1/13, 1/15, 1/21, 5/10, 15/00 A01H
		整體煤氣化聯合循環(IGCC)	C10L 3/00 F02C 3/28
		燃料電池	H01M 4/86-4/98, 8/00-8/24, 12/00-12/08
		電極	H01M 4/86-4/98
		具有催化活性的惰性電極	H01M 4/86-4/98
		非活性部件	H01M 8/00-8/24, 50/00-50/171
		混合性電池	H01M 12/00-12/08
		生物質的熱解或氣化	C10B 53/00 C10J
		利用人造廢棄物產生的能源	

		農業廢棄物	C10L 5/00
		動物糞便和作物殘留物的燃料	C10L 5/42, 5/44
		田間、花園或木材廢棄物焚化爐	F23G 7/00, 7/10
		氣化	C10J 3/02, 3/46 F23B 90/00 F23G 5/027
		化學廢棄物	B09B 3/00 F23G 7/00
		工業廢棄物	C10L 5/48 F23G 5/00, 7/00
		在高爐中使用爐頂煤氣為生鐵生產提供動力	C21B 5/06
		漿體	D21C 11/00
		工業廢棄物的厭氧消化	A62D 3/02 C02F 11/04, 11/14
		工業木材廢棄物	F23G 7/00, 7/10
		醫院廢棄物	B09B 3/00 F23G 5/00
		垃圾掩埋場氣體	B09B
		分離成分	B01D 53/02, 53/04, 53/047, 53/14, 53/22, 53/24
		城市垃圾	C10L 5/46 F23G 5/00
		水力能	
		水力發電廠	E02B 9/00-9/06

		潮汐或波浪發電廠	E02B 9/08
		液體機器或發動機	F03B F03C
		使用波或潮汐能	F03B 13/12-13/26
		機器或發動機的調節、控制 或安全手段	F03B 15/00-15/22
		使用來自水運動的能量推 進船舶	B63H 19/02, 19/04
		海洋熱能轉換(OTEC)	F03G 7/05
		風能	F03D
		發電機與機械驅動電機的 結構組合	H02K 7/18
		風力渦輪機的結構方面	B63B 35/00 E04H 12/00 F03D 13/00
		使用風力發電的車輛的推 進	B60K 16/00
		使用風能的車輛的電力 驅動	B60L 8/00
		通過風力發動機船舶推進	B63H 13/00
		太陽能	F24S H02S
		太陽能光電(PV)	
		適用將輻射能量轉化為 電能的設備	H01L 27/142, 31/00-31/078 H01G 9/20 H02S 10/00
		使用有機材料作為活 性部分	H01L 27/30, 51/42-51/48
		多個太陽能電池的組裝	H01L 25/00, 25/03, 25/16,

				25/18, 31/042
			矽；單晶生長	C01B 33/02 C23C 14/14, 16/24 C30B 29/06
			調節太陽能電池的最大可用功率	G05F 1/67
			具有太陽能電池或可使用太陽能電池充電的電力照明設備	F21L 4/00 F21S 9/03
			充電電池	H02J 7/35
			染料敏化太陽能電池 (DSSC)	H01G 9/20 H01M 14/00
		使用太陽能熱		F24S
			用於家用熱水系統	F24D 17/00
			用於空間加熱	F24D 3/00, 5/00, 11/00, 19/00
			用於游泳池	F24S 90/00
			太陽能上升氣流塔	F03D 1/04, 9/00, 13/20 F03G 6/00
			用於處理水、廢水或污泥	C02F 1/14
			使用太陽能熱源的燃氣輪機發電廠	F02C 1/05
		混合太陽能熱光伏系統		H01L 31/0525 H02S 40/44
		使用太陽能的車輛的推進		B60K 16/00
			使用太陽能的車輛電力驅動	B60L 8/00
		用太陽能生產機械動力		F03G 6/00-6/06
		能量收集裝置的屋頂覆蓋方面		E04D 13/00, 13/18

	使用太陽能產生蒸汽	F22B 1/00 F24V 30/00
	使用太陽能的製冷或熱泵系統	F25B 27/00
	使用太陽能乾燥材料或物體	F26B 3/00, 3/28
	太陽能聚光器	F24S 23/00 G02B 7/183
	太陽能貯藏池	F24S 10/10
	地熱能	F24T
	地熱的使用	F01K F24F 5/00 F24T 10/00-50/00 H02N 10/00 F25B 30/06
	從地熱能產生機械能	F03G 4/00-4/06, 7/04
	其他生產或使用熱量，而不是由燃燒產生，例如自然熱	F24T 10/00-50/00 F24V 30/00-50/00
	中央供暖系統中的熱泵使用蓄熱體中積累的熱量	F24D 11/02
	其他家用或空間供暖系統中的熱泵	F24D 15/04
	家用熱水供應系統中的熱泵	F24D 17/02
	使用熱泵的空氣或熱水器	F24H 4/00
	熱泵	F25B 30/00
	使用餘熱	
	為了生產機械能	F01K 27/00
	內燃機	F01K 23/06-23/10

			F01N 5/00 F02G 5/00-5/04 F25B 27/02
		蒸汽機廠	F01K 17/00, 23/04
		燃氣輪機廠	F02C 6/18
		作為製冷設備的能源	F25B 27/02
		用於處理水、廢水或污水	C02F 1/16
		造紙餘熱回收	D21F 5/20
		利用熱載體的熱量產生蒸汽	F22B 1/02
		垃圾焚燒熱能的回收	F23G 5/46
		空調中的能量回收	F24F 12/00
		使用來自爐子、窯爐、烤箱 或蒸餾器的廢熱的安排	F27D 17/00
		蓄熱式熱交換裝置	F28D 17/00-20/00
		氣化廠	C10J 3/86
		從力學能產生機械動力裝置	F03G 5/00-5/08
主題 2		運輸	IPC
		一般車輛	
		混合動力汽車，例如混合動力 電動汽車(HEV)	B60K 6/00, 6/20
		控制系統	B60W 20/00
		齒輪	F16H 3/00-3/78, 48/00-48/30
		無刷電機	H02K 29/08
		電磁離合器	H02K 49/10
		再生制動系統	B60L 7/10-7/22
		由自然力供電的電力推進 裝置，例如太陽，風	B60L 8/00
		帶有外部電源的電動推進 器	B60L 9/00
		使用燃料電池供電，例	B60L 50/50-58/40

		如氫燃料汽車	
		使用氣態燃料運行的內燃機，例如氫	F02B 43/00 F02M 21/02, 27/02
		來自自然力的電源，例如太陽，風	B60K 16/00
		電動車充電站	H02J 7/00
		軌道車輛以外的車輛	
		減阻力	B62D 35/00, 35/02 B63B 1/34-1/40
		人力車輛	B62K B62M 1/00, 3/00, 5/00, 6/00
		軌道車輛	B61
		減阻力	B61D 17/02
		船舶推進	
		由風直接作用的推進裝置	B63H 9/00
		風力發動機驅動	B63H 13/00
		利用水運動產生的能量推進	B63H 19/02, 19/04
		肌肉力量的推進	B63H 16/00
		來自核能的推進	B63H 21/18
		使用太陽能的宇宙飛船	B64G 1/44
主題 3		節能	IPC
		電能儲存	B60K 6/28 B60W 10/26 H01M 10/44-10/46 H01G 11/00 H02J 3/28, 7/00, 15/00
		電源電路	H02J
		具有節能模式	H02J 9/00
		電力消耗的測量	B60L 3/00

			G01R
	熱能儲存		C09K 5/00 F24H 7/00 F28D 20/00, 20/02
	低能耗照明		
		電致發光光源(例如 LED、OLED、PLED)	F21K 99/00 F21L 4/02 H01L 33/00-33/64, 51/50 H05B 33/00
	一般建築隔熱		E04B 1/62, 1/74-1/80, 1/88, 1/90
		隔熱建築元件	E04C 1/40, 1/41, 2/284-2/296
		用於門或窗開口	E06B 3/263
		對於牆壁	E04B 2/00 E04F 13/08
		對於地板	E04B 5/00 E04F 15/18
		對於屋頂	E04B 7/00 E04D 1/28, 3/35, 13/16
		對於天花板	E04B 9/00 E04F 13/08
	回收機械能		F03G 7/08
		車載可充電機械蓄能器	B60K 6/10, 6/30 B60L 50/30
主題 4	廢棄物管理		IPC
	廢棄物處理(waste disposal)		B09B B65F
	處理廢棄物(treatment of		

	waste)	
	消毒或滅菌	A61L 11/00
	有害或有毒廢物的處理	A62D 3/00, 101/00
	處理被放射性污染的材	G21F 9/00
	料；為此進行的去污安排	
	垃圾分類	B03B 9/06
	污染土壤的再生	B09C
	廢紙的機械處理	D21B 1/08, 1/32
	燃燒消耗廢棄物	F23G
	廢棄物再利用	
	在鞋類中使用橡膠廢料	A43B 1/12, 21/14
	用廢金屬顆粒製造製品	B22F 8/00
	從廢料中生產液壓水泥	C04B 7/24-7/30
	使用廢料作為砂漿、混凝土的填料	C04B 18/04-18/10
	從廢棄物或垃圾中生產肥料	C05F
	廢料的回收或加工	C08J 11/00-11/28 C09K 11/01 C11B 11/00, 13/00-13/04 C14C 3/32 C21B 3/04 C25C 1/00 D01F 13/00-13/04
	從廢棄物中回收塑膠材料	B29B 17/00
	為回收可挽救零件而拆卸車輛	B62D 67/00
	聚合物	C08J 11/04-11/28
	從橡膠廢料中生產液態碳氫化合物	C10G 1/10
	來自廢棄物的固體燃料	C10L 5/46, 5/48

			從廢料中獲取金屬	C22B 7/00-7/04, 19/30, 25/06
			分解纖維材料以供再利用	D01G 11/00
			處理廢紙以獲得纖維素	D21C 5/02
			從放電管或燈中回收可挽救的組件或材料	H01J 9/50, 9/52
			回收廢電池、電池或蓄電池的可維修部件	H01M 6/52, 10/54
	污染控制			
			碳捕獲和儲存	B01D 53/14, 53/22, 53/62 B65G 5/00 C01B 32/50 E21B 41/00, 43/16 E21F 17/16 F25J 3/02
	空氣品質管理			
			廢氣的處理	B01D 53/00-53/96
			帶有廢氣處理裝置的內燃機廢氣裝置	F01N 3/00-3/38
			使廢氣無害	B01D 53/92 F02B 75/10
			去除鋼鐵生產中的廢氣或粉塵	C21C 5/38
			使用煙氣再循環的燃燒裝置	C10B 21/18 F23B 80/02 F23C 9/00
			廢氣或有毒氣體的燃燒	F23G 7/06
			廢氣處理裝置的電	F01N 9/00

			氣控制	
			從氣體或蒸汽中分離分散的顆粒	B01D 45/00-51/00 B03C 3/00
			從爐子中清除灰塵	C21B 7/22 C21C 5/38 F27B 1/18 F27B 15/12
			在燃料或火災中使用添加劑來減少煙霧或促進煙塵去除	C10L 10/02, 10/06 F23J 7/00
			用於處理燃燒裝置產生的煙霧或煙霧的裝置的布置	F23J 15/00
			除塵或吸塵材料	C09K 3/22
			污染警報器	G08B 21/12
		控制水污染		
			處理廢水或污水	B63J 4/00C02F
			生產肥料	C05F 7/00
			處理液體污染物的材料	C09K 3/32
			清除開放水域的污染物	B63B 35/32 E02B 15/04
			廢水管道裝置	E03C 1/12
			污水管理	C02F 1/00, 3/00, 9/00 E03F
			發生反應堆洩漏時防止放射性污染的措施	G21C 13/10
主題 5	農業/林業			IPC
	林業技術			A01G 23/00
	替代灌溉技術			A01G 25/00
	農藥替代品			A01N 25/00-65/00

	土壤改良	C09K 17/00 E02D 3/00
	從廢棄物中提取的有機肥料	C05F
主題 6	行政、監管及設計方面	IPC
	通勤，例如 HOV，遠端辦公等	G06Q G08G
	碳/排放交易，例如污染信用	G06Q
	靜態結構設計	E04H 1/00
主題 7	核能發電	IPC
	核工程	G21
	核融合反應器	G21B
	核子(分裂)反應器	G21C
	核電廠	G21D
	使用核源熱源的燃氣輪機發電廠	F02C 1/05

附錄 2.JPO 綠色轉型(GX)技術分類專利清單(GXTI)

大區分	中區分	小區分
gxA	能源供應	
	01	太陽光發電
		a 太陽光發電
	02	太陽熱利用
		a 太陽熱發電
		b 太陽能集熱器/太陽能熱系統
	03	風力發電
		a 風力發電
	04	地熱利用
		a 地熱發電
		b 地熱收集器/地熱系統
	05	水力發電
		a 水力發電
	06	海洋能發電
		a 波浪/潮汐發電
		b 海洋溫差發電/海洋濃度差發電
	07	生質能源
		a 生物固體燃料
		b 生物液體燃料
		c 沼氣
	08	核能發電
		a 聚變反應爐/核反應爐/核電站

	09 燃料電池
	a 燃料電池/燃料電池系統(用於固定/移動車輛)
	10 氫技術
	a 氫氣製造
	b 氫氣儲存、運輸、供應、加氫站
	c 通過燃燒使用氫(氫發動機車輛等)
	11 氨技術
	a 氨製造
	b 氨的儲運
	c 氨燃燒利用
gxB	節能、電氣化、供需調整
	01 建築節能(ZEB、ZEH等)
	a 建築保溫
	b 高效空調
	c 高效熱水器
	d 高效照明(LED/OLED)
	02 高效電機和逆變器
	a 高效電機/逆變器
	03 熱電聯產
	a 熱電聯產
	04 水、廢水、污水或污泥處理中的節能和供需調整
	a 水、廢水、污水或污泥處理中的節能和供需調整
	05 電動汽車

		a 電動汽車/混合動力汽車
		b 其他（飛機、輪船等）
	06 熱電化	
		a 電阻加熱/紅外線加熱
		b 感應加熱
		c 電磁波加熱（微波加熱、感應加熱）
		d 放電加熱
	07 輸配電/智能電網	
		a 直流輸配電（HVDC 等）
		b 智能電網
	08 電力系統供需調整	
		a VPP/Negawatt/資源聚合
gxC 電池/儲能		
	01 可充電電池	
		a 可充電電池
		b 可充電電池模組相關技術
	02 機械儲能	
		a 抽水蓄能發電、飛輪、壓縮空氣儲能
	03 熱能儲存	
		a 蓄熱裝置/蓄熱材料（包括卡諾電池）
	04 雙電層電容器/混合電容器	
		a 雙電層電容器/混合電容器
gxD 非能源領域的二氧化碳減排		
	01 用生物質製造化學品	
		a 生物質塑料

		b 纖維素納米纖維
		c 用生物質製造化學品
	02 煉鋼過程中的二氧化碳減排	
		a 氫還原煉鐵
		b 直接還原法(DRI)
		c 高活性焦炭
		d 電解還原法
	03 回收	
		a 塑料回收
		b 鐵回收
		c 鋁回收
		d 銅回收
gxE 溫室氣體的收集、儲存、利用和清除		
	01 CCS、CCUS、負排放	
		a 二氧化碳吸收分離
		b 二氧化碳的吸附分離
		c 二氧化碳的膜分離
		d DAC (直接空氣捕獲)
		e 氧氣燃燒/化學循環
		f 地下儲存/利用地下
		g 固定為碳酸鹽 (混凝土、鋼渣)
		h 生物 (森林、農田土壤碳、城市綠化、海洋生物) 對二氧化碳的吸收和固定
		i 通過減少二氧化碳轉化為碳氫化合物 (甲烷化、電合成、羧化、人工光合作用等)

		j 通過非還原方法轉化二氧化碳
		k 二氧化碳的運輸
	02 非二氧化碳溫室氣體對策	
		a 氟碳回收、分解、解毒
		b 綠色製冷劑（低 GWP 製冷劑）
		c 減少來自牲畜和農田的非二氧化碳溫室氣體

gxY	交叉製表（x 控制/調整、x 測量/測量、x 業務、xICT）	
	01 控制與調節相關技術	
	a	gxA×gxY01
	b	gxB×gxY01
	c	gxC×gxY01
	d	gxD×gxY01
	e	gxE×gxY01
	02 測量及相關技術	
	a	gxA×gxY02
	b	gxB×gxY02
	c	gxC×gxY02
	d	gxD×gxY02
	e	gxE×gxY02
	03 業務相關技術（包括認證和支付）	
	a	gxA×gxY03
	b	gxB×gxY03
	c	gxC×gxY03

		d $gx_D \times gx_{Y03}$
		e $gx_E \times gx_{Y03}$