

12. 連續鍍鑽石膜之系統設備與尖端應用技術研究

林啓瑞 教授
國立台北科技大學 機電科技研究所

一、前言

近年來隨著3C產品及車輛零組件的技術開發，磨潤及散熱科學日漸受到重視及範圍的討論，特別在抗指紋薄膜(anti-finger print film) IC晶圓製程用工程橡膠及LED電源模組散熱等影響甚多(如圖1)，更在應用方面的發展與潛力也最為突出，且能達到省能源的效果。本計畫執行機構台北科技大學具有百年優良的歷史傳統及地理位置。本校位於台北市的中樞位置—忠孝東路與新生南路的交叉口，從本校到五股工業區、內湖科學園區、光華商場、台北市商圈及政府各機關等近在咫尺，特別目前正進行三條捷運線工程，待完工後交通更加便利。因此，本計畫在執行上與政府機關及法人機構可保持良好的交流互動，同時與合作廠商及合作夥伴學校之間可連結形成完整之本地產業體系。

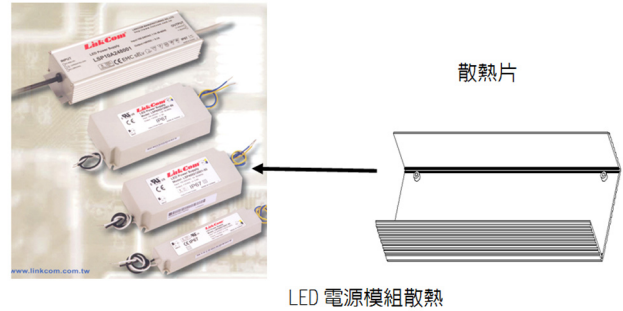


圖1抗指紋薄膜(anti-finger print film)、IC晶圓製程用工程橡膠及LED電源散熱件元

二、目前產業技術瓶頸

本地產業主要以3C產品製造業、車輛零組件製造業，以及鍍膜設備製造業與鍍膜週邊相關產業，每年產值近數十億元。然而，本地產業在磨潤、散熱技術及鍍膜設備製造技術方面，以及高科技人才的培育方面，仍面臨到挑戰與技術瓶頸(如圖2)。因此，本計畫為了能有效解決本地產業技術瓶頸及帶動本地產業的發展，以及促成產業群聚效應，將與本地具有優良及開發潛力的廠商合作，合作廠商有東鋒光電材料科技集團、聯寶電子集團及寶盛真空。東鋒光電材料科技集團位於台北縣五股工業區，其分公司分別設置於國內林口與五股、大陸蘇州及泰國。東鋒光電材料科技集團已成為全球專業精密材料研發與製造大廠之一，以及各廠皆通過 ISO: 9001 生產管制認證及RoHS檢驗管制，且為ISO: 14000環保管制系統認證及新力公司(SONY)綠色伙伴(GP)認證合格公司(圖3)。公司主要的產品有：(1)精密齒形；(2)皮帶減振及吸音發泡材料；(3)煞車片及(4)耐溫與耐老化橡膠等產品。聯寶電子集團位於台北縣新店市，在大陸東莞、香港皆有分公司與廠房。聯寶電子集團是一個具備自有標準品牌，並可依客戶規格提供設計能力的世界級精密變壓器及LED電源的製造廠，以及國內精密變壓器科技的領導者。寶盛真空科技為德國Leybold萊寶真空研發市場台灣總代理商。寶盛真空科技在各式真空鍍膜系統的規劃、設計、施工及自動控制的設計與製作具有豐富的經驗與專業能力。

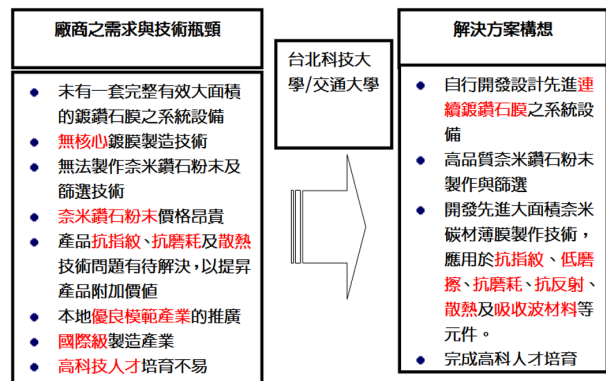


圖2在地廠商之需求與技術瓶頸及本計畫提出解決方案



圖3本合作廠商東鋒光電材料科技集團，通過SONY綠色伙伴認證及DELL實驗室認證。



抗指紋薄膜

(anti-finger print film)



IC晶圓製程用工程橡膠

三、研究動機

目前產業在抗磨耗及散熱的薄膜製作上，因仰賴於國外電漿鍍膜系統設備，以及奈米鑽石粉末須國外進口，導致鍍膜技術研發受到限制與成本高之問題。有鑑於此，本研究計畫整合光、機、電、材的領域，提出三個前瞻性的研究方向：(一)自行開發設計先進連續鍍鑽石膜之系統設備，目前連續鍍膜設備價位約在1,500~2,500萬左右，且主要核心技術均為國外鍍膜設備製造廠所擁有，同時鍍膜週邊相關原料及耗材，也須由原廠或國外進口。因此，本計畫先進連續鍍鑽石膜之系統設備的開發，可解決本地鍍膜業者不需以高成本向國外購置鍍膜設備，即可達成低磨擦、抗磨耗、高導熱及抗反射的薄膜製作，同時擁有多元化鍍膜設備的開發技術，使鍍膜技術不被鍍膜機台所限制；(二)奈米鑽石粉末製作與篩選，目前國內大部份的鑽石粉末均由國外進口，且微米級的鑽石粉末每克拉為0.2~0.3美金開始（較差等級）；奈米級鑽石粉末每克拉為3.46美金。因此，鑽石粉末在工業的應用，因其價格昂貴導致發展受到箝制。(三)開發先進大面積奈米碳材薄膜製作技術，應用於高分子或金屬材料之抗磨耗、抗反射及散熱等；以及吸收波材料元件的技術開發，提供業者解決材料或元件的開發製造技術及因應未來省能元件之製造。

四、研究方法與目的

本計畫在大面積、抗磨耗及高導熱的連續鍍鑽石膜系統設備開發與應用技術研究上，將包含研究的子項計畫有：(一)先進連續鍍鑽石膜之系統設備開發與設計、(二)高品質奈米鑽石粉末製作與篩選、(三)先進鍍膜設備之自動化機構與傳動設計、(四)先進碳材及複合薄膜應用與分析及(五)先進材料動力磨潤、光學及熱傳元件分析及應用。其中，子計畫(一)連續鍍鑽石膜系統設備的開發，技術包含真空抽氣系統、電源系統、濺鍍系統及電漿即時監控裝置等進行設計；子計畫(二)在奈米鑽石粉末的製作與篩選，以低價位、低品質之微米鑽石，經低溫裂解的方式予以完成，並具有高附加價值的奈米鑽石粉末；子計畫(三)針對先進連續式鍍鑽石膜設備的機構與傳動裝置，進行標準化、高速化及省能化的設計。子計畫(四)與(五)將發展低成本與多功能的大面積奈米碳材薄膜材料的製作，以及研究其材料結構與物性如ID/IG比等，並強調其在高分子或金屬材料的附著性、抗磨耗性、散熱性及光學等特性，以應用於動力系統及照明系統。因此，本計畫的執行將可提昇國內目前高科技工業材料的應用及完成高科技人才的培育，並解決本地產業及合作廠商在材料的磨潤及散熱瓶頸之問題。

現今電漿鍍膜設備在磨潤及散熱科學的各式微結構及薄膜材料之技術開發，已在國際上形成廣泛的研究重點，全世界有無以數計科學家皆投入此研究之林，但鮮少研究學者及業者，可突破材料及光、機、電之範疇，有效的自行研發電漿鍍膜系統設備與材料製作，原因是由於電漿的組成過於複雜，造成電漿品質控制不易及再現性低。因此，未來電漿鍍膜發展將著重於電漿製程設備的製造技術，特別目前國內業者在鍍膜系統設備、靶

材原料及週邊耗材等，仍仰賴於國外進口及缺乏本土自主性的設計。台北科大機電所及東南科大機電所，在此方面的研究已有相當之基礎，如能進一步的重點突破，將引起國際學者之不斷的迴響，此題目對未來具深遠意義性，此研究群應精益求精，不斷督促自我，追求卓越。因此，未來將可預期完成先進連續式鍍鑽石膜系統，於大面積奈米碳材薄膜的製作，以應用於動力機械與3C產業中的磨潤及散熱，並使國內產業跳脫OEM模式而進入ODM高價值設計領域，並超越歐美、日本、韓國及大陸等國家在鍍膜設備及製造技術開發，同時參與研究之學生或研究員，將能有紮實的尖端科技訓練，對將來進入產業界服務或從事學術研究，都有很好之根基，對提昇國力應有甚大助益。

本計畫主要研發領域的產業有鍍膜業、鍍膜設備製造業、3C製造業及機械運輸製造業。圖4為本計畫之主要技術研發的魚骨圖，本計畫的執行預期將可提昇國內相關產業的技術領域有：(1)本土化的連續式鍍鑽石膜的系統設備及奈米鑽石粉末的製作與篩選的製造技術；(2)抗指紋(anti-finger print)一抵抗因為手觸摸而留下來的指紋，而造成表面殘留指紋或表面產生化學變化，可應用於3C產品；(3)抗UV光一可應用於感測器或減少UV光照射3C元件，提昇3C元件使用壽命；(4)冷卻一改善動力機械冷卻系統及LED電源散熱模組；(5)潤滑一改善動力機械系統的磨潤性能，減少摩擦所造成的能源損失；(6)高強度低重量材料；(7)抗震及吸波材料元件的技術開發；(8)抗反射膜及其他特殊用途的薄膜。

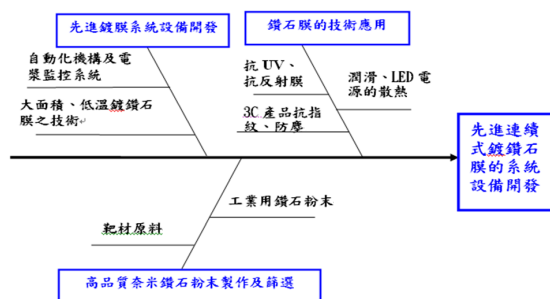


圖4為本計畫之主要技術研發的魚骨圖

五、研究成果

5.1 計畫總主持人介紹

林啓瑞教授目前擔任機電學院院長，同時也當選中國機械工程學會及鍍膜科技協會之理事，並於2007年榮獲中國機械工程學會傑出工程教授獎，以及連續三屆榮獲上銀科技機械碩士論文競賽獎及指導學生參加教育部顧問室「產業設備系統設計人才培育計畫」，“監控軟體及系統整合”專題競賽第一名等獎項。歷年來都參與國科會計劃及產學計劃等，且每年均有一至三個計畫在執行，對於鑽石薄膜、奈米尖錐碳膜、C-N、C-N-Si等多元材料及設備自動化，機光電材整合頗有心得，參與產學計劃經驗豐富。林啓瑞教授負責此計畫在「自行開發設計連續鍍鑽石膜之系統設備與應用技術研究」的規劃與執行，希望能對連續鍍鑽石膜之系統設備與鑽石

膜應用技術研究上有進一步的實務發展。同時在研發過程中結合所有相關研究經驗，以實務為導向、應用為目標，開發實用性鑽石膜製程系及鑽石膜的技術應用於3C產品及機械運輸上，並發展本地產業的特色。

5.2 主要研究成果

「鑽石科技研究群」創立於1998年，本團隊研究以鑽石薄膜、奈米類鑽尖錐、生醫材料改質、奈米碳管、光學鍍膜、燃料電池、微機電元件設計與製作及有限元素分析軟體模擬等研究。已成功將材料優越的特性應用於：(1)機械加工製造；(2)光電產品；(3)先進車輛耐磨耗元件；(4)能源環保及(5)電子及生醫等工業的開發(6)RFID之絕緣膜與EMI防制等，且在國際與國內期刊研討會上發表：

- (1) SCI/EI期刊如：Japanese Journal of Applied Physics, Thin Solid Films, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Diamond and Related Materials, Materials Transactions, Surface Coatings and Technology, Materials Chemistry and Physics.
- (2) 國外研討會如：International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films (ICMCTF), International Conference on New Diamond and Nano Carbons (NDNC), International Conference on New Diamond Science and Technology(ICNDST), ACVD, MRS Fall Meeting；
- (3) 國內期刊及研論會如：機械工程雙月刊 (CIE)、物理雙月刊、材料科學與工程、技術學刊、台北科技大學學報、中國材料科學學會年會、中國機械工程學會年會、物理年會及中華民國鍍膜科技研討會等，共達數百餘篇論文，同時與多家廠商進行產學技術合作案，合作廠商如：經濟部技術處、行政院勞工委員會職業訓練局、工業技術研究院、核能研究所、國防部聯勤工廠、百世光電科技股份有限公司及有德機械有限公司(共同合作夥伴：Samsung 手機，Toyota 汽車)等廠商。

六、結論

設備開發與自製靶材及尖端科技之應用是本團隊最大的挑戰，目前本團隊已掌握此方面的核心關鍵技術，並將它應用在於多項新穎之科技上，如RFID金屬抗反射膜，無指紋之鍍層，太陽能電池之應用，超硬薄膜，大面積鍍層等技術。

本研究團隊創立至今，已完成洪新欽、樊丕緒及張靖郁三名博士之培育，其中洪博士服務於鴻海、樊博士服務於軍備局及張博士任教於松山工農。而現有成員主要來自於各大專院校成績優異且擁有多項相關證照之學子及金屬中心、電子業、光電業、鍍膜設備產業、加工製造業與智慧財產等領域具有豐富專業技能與工作經驗的社會菁英。每位成員均依其特殊專長加以編組，並以誠、樸、精及勤的精神完成所賦予之工作。