

出國報告（出國類別：開會）

**參加 2016 年第 42 屆
國際微奈米製程與製造研討會**

服務機關：國防大學理工學院機械及航太工程學系

姓名職稱：李亞偉副教授

派赴國家：奧地利

出國期間：105 年 9 月 17 日至 9 月 26 日

報告日期：中華民國 105 年 10 月 15 日

摘要

國際微奈米製程與製造研討會 (International Conference on Micro-and Nanofabrication and Manufacturing) 每年九月中旬定期在歐洲舉辦，其成立宗旨係邀集世界各國從事微奈米工程之產學研等機構針對其年度研究成果進行發表與分享，期能探討增進微奈米加工製造與生活應用技術之進展。會議研討範圍以微奈米製程與製造為主軸，同時亦涵蓋各領域應用微奈米技術之成效；藉此，產學界透過技術發表及研究心得交流，不僅可以突破研究窒礙，亦有助於相關元件開發與技術應用能力，故舉凡微奈米元件設計與製程精進、微奈米圖像與結構製造、微奈米流體特性研究、微奈米電子熱傳與生醫科學等皆在會議討論範圍。另為吸引產業界共襄盛舉，本會議更鼓勵跨領域研究，希望產業界能以微奈米科技導入生活運用等實務為題進行發表，有助於產業界與學術界能相互觀摩學習。由前述可知，本會議研討項目廣泛且深入，有別於一般學術會議侷限性議題討論，因此近年來各專業領域參與本會議之意願甚高。此外，本會議論文審查機制嚴謹，稿件接受率僅約 65~70%，故每年均獲得儀器設備廠商與期刊出版商 Elsevier 贊助，所有接受稿件均受著名期刊再行邀稿全文審查刊登，因此從事微奈米科技研究之專家學者無不積極參與發表與研究交流，使本會議現已成為微奈米科技領域之重要會議，也是各國微奈米研究機構技術與學術資源分享之主要平臺。個人認為，藉由同儕研究成果觀摩比較，不僅可以精進個人研究能量，亦可藉此拓展視野，瞭解產業界最新技術及先進製程設備發展。

今年，國際微奈米製程與製造研討會於奧地利維也納國際會議廳舉行，由維也納大學 (University of Vienna) 與多瑙河大學 Krems (Danube University Krems) 共同主辦；研討內容涵蓋微奈米工程光蝕刻技術、微奈米結構製作、微機電與微光伏系統設計、聚焦電子束誘導處理、元件設計與製程技術、微奈米操控技術、生活科學應用等項目，議程合計歸納 5 領域進行報告。會議場地規劃完善，主要概區分 6 場區，即口頭報告與壁報研討各 2 場區，小型研討 2 場區，另有多間報告準備室等；其中，口頭報告計 9 場次 72 組，壁報研討計 8 場次。經會議議程概估，今年產業界 (含設備商) 成果發表相當踴躍，計發表論文達 180 餘篇，約占總收錄論文篇數 25.2%，過半數為製程技術相關研究，足可證明產業界對於本會議之重視程度。此外，藉由各領域論文數量分析，更可概判現今產學界研究趨勢；收錄論文經研究領域分類，微奈米元件設計與製程技術部分達 396 篇為最，微奈米結構製作則達 162 篇次之，生活科學應用類相關則有 103 篇，微奈米操控技術類則有 34 篇，此一結果除說明微奈米基礎研究仍是產學界重點，亦凸顯微奈米操控技術已然成為另一重要研究議題。

個人今年發表 3 篇論文各歸類於不同領域其中，第一篇「利用紫外雷射脈衝對於石墨烯加熱器之動力識別研究」屬微奈米電子熱傳與生醫科學項目，歸類於「製程技術」領域，係利用不同區段控制電壓探討聚合酶連鎖反應溫度控制應用機制，並藉以獲得其熱能傳遞特性；第二篇「週期磁場對磁變流體微串鏈形

變之研究」屬微奈米操控技術，歸類於「微機電與微光伏系統製造」領域，主要在利用外加磁場方式誘發微流體產生電磁效應，使流體中微串鏈相對應發生形變並隨之轉換流動方向，達到操控微流體目的；第三篇「三價鉻-碳作為質子交換膜燃料電池雙極板鍍層之特徵分析」則屬生活科學應用項目，歸屬於「元件設計與生活科學應用」領域，主要以三價鉻-碳作為雙極板塗層，另經由微觀結構、機械性能、耐腐蝕、表面接觸角和接觸電阻等分析，使雙極板能在不同電流密度下均能達到最佳導電性與耐腐蝕性。

近年來，會議以提升人類生活為研討重心，期能跨領域整合各專長共同研究相關實務應用。個人藉由參與本次會議不僅有機會能與專家學者分享研究成果，亦進而瞭解國際產學界在微奈米技術發展與應用實況，達到拓展個人研究視野與國際學術交流目的。最後，衷心感謝科技部專題計畫經費補助以及國防大學理工學院各項教學研究設施支援，方使個人得以在資源無虞下完成各項研究與成果發表。

目次

壹、會議目的.....	5
貳、會議過程.....	5
參、會議心得.....	9
肆、建議事項.....	13
伍、附 件.....	14

壹、會議目的

國際微奈米製程與製造研討會迄今已屆 42 年，是一歷史悠久且廣受產學界推崇之學術會議，每年定期在歐洲主要國家舉辦，會議成立目的在提升微奈米科技之發展、致力其工程技術在生活科技之發展應用，並藉此具體提供相關產業與學術界交流互動之平臺，兼具學術與應用價值。依循往例，會議研討置重點於微奈米工程光蝕刻技術(Lithography)、製程技術(Fabrication)、微機電與微光伏系統製造(MEMS and Micro Photon Voltage Systems)、聚焦電子束誘導處理(Focused Electron Beam Induced Processing)、元件設計與生活科學應用(Life Sciences)等 5 領域。由於本會議深受產學界重視，因此會議投稿論文逐年增加，惟在嚴格審查機制管控下，每年收錄論文仍維持約 700 篇，使得論文收錄標準愈加嚴謹，論文整體品質深受學術界肯定，故每年均吸引專家學者、專業設備商與著名期刊出版社參與盛會。其中，知名出版商 Elsevier 更是長年主要贊助單位，其所屬「Microelectronic Engineering」期刊定期邀請本會議優秀論文投稿，此一模式不僅鼓勵學者努力創新研究，更能使學術界結合產業趨勢開發微奈米技術並思考其應用方向。

今年會議於奧地利維也納國際會議中心舉行，會議期程自 9 月 19 日起至 9 月 23 日止，各界參與會議專業人士達 800 餘人，共計收錄論文達 720 餘篇。此外，會場配置完善，不僅區隔多間研討間提供與會人士討論外，另設置設備展示區，提供學者技術詢問並展現最新微奈米機儀具，使個人在與各專家學者意見交流外，亦能充分瞭解世界先進微奈米發展現況，俾利日後研究方向參考。

貳、會議過程

個人於臺北時間 9 月 17 日晚間 11 時 45 分搭乘長榮班機於當地時間約 9 月 18 日 10 時抵達奧地利維也納，當日稍作休息後即於住宿飯店準備隔日演講報告。9 月 19 日會議起始日上午 0900 抵達會場完成報到，會議主席 Dr. Hubert Brückl 致歡迎詞並介紹特邀專題演講人後，大會議程即正式開始。第一位專題報告人係來自美國北卡羅來納州立大學(North Carolina State University) Dave Egglestone 教授，其以「記憶體技術創新—從軟硬體技術發展到實務應用」為題進行演說，闡述其研究團隊開發軟體技術改善快閃記憶體效能、減少其不必要負擔並延長固態硬碟使用年限。雖然快閃記憶體技術具備一定效能與可靠度，現已普遍運用於企業資訊儲存應用，然仍會發生因經常性隨機存取而造成的記憶體效能衰減。其所帶領之研究團隊透過全域均衡損耗演算法估測記憶體存取效能後，可有效提升儲存陣列耐用度達傳統 RAID 5 快閃記憶體兩倍以上，說明此一整合軟體估測模式之快閃記憶體技術大幅提升企業資訊儲存效能。率則扮演著關鍵角色。由於此一快閃記憶體軟體具有獨特設計架構，能加速隨機資訊輸入輸出作業，後經實務應用驗證後確能提升軟體堆疊效率，成功突破既有儲存裝置存取效能瓶頸。第二位專題報告人 Franz Kreupl 教授來自德國慕尼黑科技大學(Technical University of Munich)，其演講係針對應用碳基材料作為儲能設計一題進行

趨勢發展分析。就能源議題言，由於碳基材料質量輕、具可逆吸放氫特性，材料取得資源不受限，另兼具安全性、儲存密度、成本等優點，故符合儲氫應用需求並具備市場競爭性。檢視產業發展現況，現有技術已可使碳基吸附型儲氫材料在常溫下穩定儲存與釋放氫氣，且儲氫密度可達 3 wt% 以上，系統之體積儲存密度更達 10 gH₂/l-sys。因此，利用碳基材料在能源儲存設計、燃料電池效率提升、電力系統或輔助動力系統開發等方面，預期將有顯著發展。另在電子應用方面，由於人工石墨材料具有低電阻、耐腐蝕、價格低與易製備等特點，故常見於電化學技術發展，其中尤以負極石墨材料應用最引人注目。事實上，隨著現代科技與生活品質的快速發展，各類高科技電子產品無不趨向輕、薄、短、小與多功能等特性發展。因此，所需之電池設計必須考慮使用安全、降低成本、提升品質與符合環保等需求，致使具有導電性佳、結晶度高之石墨類碳基材料已普遍應用於鋰離子電池負極材料，另囿於石墨材料具有良好之層狀結構，有利鋰離子嵌入與嵌出，故能大幅提升電池效能與可靠度。

在生活科技應用方面，本日多以熱傳元件設計應用為討論議題。由於電子產品不斷強調多功能性與微型化設計，同時為因應使用需求擴增，許多整合式設計便應運而生，致使相關熱管理技術面臨嚴峻挑戰。電子裝置熱管理旨在有效率地移除工作廢熱，使內部元件能在可接受之操作溫度下作業，因此如何使電子產品能連續正常運作則為熱管理的重要指標。電子裝置壽期與穩定性會隨著操作溫度的升高而降低，為了確保電子元件操作溫度不致過高，發展高熱傳效率之散熱設計勢所難免。因此，在兼顧產品品質與功能擴充能力前提下，如何將設計付諸產品實現，則有賴於跨領域專業合作，方能有效解決諸如溫控等潛在問題。美國普渡大學 (Purdue University) A.G. Agwu Nnanna 教授結合化學與材料領域學者組成研究團隊，開發可抗高溫聚集之奈米流體並導入熱管理設計議題進行一系列研究，驗證經化學修飾之奈米材料可大幅提升熱傳輸能力與系統可靠度。通常一般商用電子裝置以水冷或氣冷方式即能達到散熱效果，然對於高規格封閉式電子裝置而言，因為產品使用環境複雜，故多數均要求完全氣密設計，方能通過防水、防鹽霧、防塵、高低溫驟變、雨淋等一系列諸如 MIL-STD-810E 等相關嚴苛測試。有鑑於此，該研究團隊針對高功率電子裝置發展一款新穎的熱管理機制，其所開發技術反應至一般設計層面包括有低熱阻值、高熱傳輸能力、具備長效期可靠度、微型化與低成本等要求。於此，引用奈米流體作為熱傳工質，利用其具備高潛熱熱傳能力，實際解決密閉空間多重熱源散熱議題，可有效在最少成本前提下，降低高功率電子設備作業溫度，提升整體可靠度。個人認為，上述相關研究係實際將微奈米技術應用於實體系統之開發，不僅成功增進散熱元件效率亦有效簡化設計、節省製作成本，未來更可運用於熱傳與能源傳輸等機制設計。當日上午議程結束後，依循往例召開歡迎午宴，期間大會主席 Dr. Hubert Brückl 教授詳盡介紹與會重要產業與學術研究機構代表，使各國學者與專業人士能瞭解彼此研究領域，有助會議期間交流互動。

本屆會議個人獲接受 3 篇論文，其中「利用紫外雷射脈衝對於石墨烯加熱器之動力識別研究」歸類於「製程技術」領域，排訂於會議第 1 日 15:30 以口頭發表方式進行報告。本研究係利用石墨烯具備高熱傳導係數與高導電率等特性，作為聚合酶連鎖反應（PCR）儀之加熱器，並設計利用不同區段控制電壓探討溫度控制應用機制，提升反應效率。由於石墨烯不僅具備良好導電、機械與化學性能，另具有優異熱導率與生物相容性，因此適合作為應用於熱感應材料，現已普遍應用於電子感測元件設計。發展微型化熱系統必須考慮感測設計必須具備低環境干擾性與高度精確檢測能力，相較於現有一般熱傳材料言，選擇石墨烯作為生物醫學平台加熱器感應材料，除可兼顧設計、製程要求外，亦能有效提升成本效益。一般聚合酶鏈式反應係由 20~35 個循環組成，且每一循環包括變性、降溫與延長等 3 階段；其中，變性階段係利用高溫控制（93-98°C）分離 DNA 氫鍵，故需較長加熱時間（1~2 分鐘）方可以確保模板和引物能完全分離，使 DNA 最後僅以單鏈形式存在。降溫階段則是當 DNA 雙鏈分離後，快速降溫以使引物能與單鏈 DNA 結合。由於不當結合溫度易導致引物無法或產生錯誤接合，故此階段溫度必須控制低於引子熔點 5°C。然本研究引用接合新技術，使引物與單鏈 DNA 在 5~10 秒即可在溫度高於熔點 3~5°C 時完成結合。延長階段則是當 DNA 聚合酶由降溫時結合後，引物開始沿着 DNA 鏈合成互補鏈，其合成時間依賴於聚合酶溫度以及所需要合成之 DNA 片斷長度。本研究提出石墨烯加熱器設計，可以在 3 段電壓轉換時能即時傳遞熱能、縮短溫差，不僅可以提升溫控準確性亦能達到均溫目的。本研究第二階段則利用非線性識別工具以紫外線雷射電壓輸入、環境溫度感應輸出為識別對象，分別在時間域與頻率域探討石墨烯加熱器之熱動力特性，成功建立加熱器操作預測模式與其熱能傳遞行為，能具體說明電壓週期性轉換下之熱能變異特徵。

第 2 日上午研討主軸為「微機電與微光伏系統製造」與「微奈米工程光蝕刻技術」，第 3 日全天則以「微機電與微光伏系統製造」為主要議題。其中，日本大阪府立大學（Osaka Prefecture University）Shiho Tokonami 教授等人以奈米分子壓印聚合物製作與應用為題進行報告，說明奈米尺寸圖案設計可以經由一熱穩定高分子聚合物層形式覆蓋於壓印模板表面進行製作，大幅降低以往微奈米結構製程複雜度與高失誤率，有效節省製作成本。其研究藉由熱穩定高分子聚合物層填平壓印模板之圖案，使聚合物層表面產生相對於設計圖案之互補圖案，進而形成透明基材覆蓋於光阻層上並與熱穩定高分子聚合物層結合。當進行照射步驟促使光阻層產生聚合並將壓印模板移除後，則可將熱穩定高分子聚合物層上之互補圖案完全轉移至透明基材上。此一奈米壓印技術可應用於高精度氣體傳感器晶片製程，可準確改變感測電極晶片間距以控制傳感器靈敏度，始能針對不同氣體進行靈敏且快速有效之檢測。此外，美國 Henkel 電子材料公司資深研究員 Pradyumna Goli 博士演說表示，其研究團隊發展一種應用奈米粒子提升蓄熱與溫度感測效率之熱電轉換裝置，利用離子體蝕刻方式取代軟光刻方法製作熱感應器，可大幅提升製程精度與時效；另經由石墨烯溶液混合 Pb、Te 奈米粒子，再還原合成出石墨烯薄片插層中後混入碲化鉛（PbTe），可有效利

用其靈敏之溫差感應使熱電晶片迅速作用而產生電力。由於此奈米複合材料之石墨烯能大幅增強電子遷移率，故可提高熱電性能中之導電性，另藉由調控基材溫度、鍍率、壓力、功率等製程參數，可同時改善奈米晶熱電薄膜與感應器既有製程，適用於光伏系統開發應用。個人第 2 篇論文「週期磁場對磁變流體微串鏈形變之研究」屬微奈米操控技術，歸類於「微機電與微光伏系統製造」領域，排定第 3 日下午 2 時進行報告，故上午聽講後即開始準備簡報資料。由於本研究動機係希望開發新穎微流體操控技術以導入藥物傳遞、標靶治療等生醫領域應用，因此獲得不少醫工領域學者矚目，不時詢問磁變流體操控條件設計等問題。磁變流體是非磁性液體中由順磁性粒子所配製之合成液體，在特定電磁場控制下具備特殊熱流特性，故諸多學者相繼驗證磁性顆粒在微型晶片系統中之各種應用，如生醫檢測標籤，流體分類，藥物微量控制、運輸，以及微混合器設計等。磁性粒子微串鏈可操控性佳，所發展之旋轉動力學研究現正積極開發，期能藉由外在電磁場控制參數設定，即能有效且準確地操控旋轉磁場中之微顆粒，利於提升生醫工程微元件效能。本研究在一有限空間大小之微液滴內進行，利用順磁性微米粒子模仿磁性標靶藥物進行粒子組成與運動模式分析，以驗證微型標靶藥物自組能力及其在有限空間操控靈敏性。實驗在施以單方向磁場將磁性粒子連接成串，再施加穩定擺動磁場進行粒子串操控進行，分別完成相位、形變與遲滯等特性分析並確認微磁性粒子在擺動磁場下之運動模式。另由於粒子具備順磁性特性，故關閉磁場後粒子即會因失去磁性而回復原始狀態；因此，運用實驗驗證此一磁性粒子重新排列機制，成功完成一簡易可逆式之微操控機制設計。本研究利用磁場精確控制磁性粒子、有效形成粒子串序列運動之方法，可以適時運用在生醫檢測領域，預期可藉由準確操控粒子串以提升檢測精準度。最後，依據實驗結果並導入類神經網路建模技術，本研究提出一種可利用串鏈長度與磁場強度預測週期性磁場中磁變流體微串鏈行為之形變模型，並說明有限制空間中不同位置之磁性粒子串運動特徵相仿，證實位置因素無關於粒子串運動。此外，經由模型更可以合理評估微串鏈形變特徵，俾利實務應用能大幅降低檢測成本。

第 4~5 日議題則以「微奈米元件設計」與「製程技術」為研討論重點。其中，英國巴斯大學（University of Bath）V. Kabakian 教授認為由於結構缺陷或晶界造成載子散射，致使多晶或非晶結構之半導體元件其載子遷移率大多非常低，此一致命缺點使相關設計難以實際應用。其研究說明，由單一單晶半導體所構成的元件，可以完全避免由晶界造成載子散射之問題，適合用來研究半導體材料本質載子遷移率特性。另外，相較於一維或二維結構而言，本研究採用之結構表面積與體積比值較大，有助於延長載子壽命。另由於載子在半導體單晶內移動距離甚短，使載子傳輸時間亦相當短暫，導致單一奈米單晶元件勢必具有快速之載子遷移率，其研究成果有利於電子或光電領域應用。在實驗驗證單一奈米單晶顆粒的電子和光電特性方面，其研究團隊利用氮化矽薄膜奈米孔洞上進行電性研究。此奈米孔洞分布於氧化鋁表面中，其孔徑大小控制在 10~60 奈米。利用光纖探針吸取 ZnO 奈米顆粒，再將其置於奈米孔洞內並以熱蒸鍍方式鍍上鋁金屬，如

此便能量測奈米顆粒的電性傳輸特性。量測結果分析，其電子遷移率較一般氧化鋅薄膜或其它低維度結構氧化鋅場效應電晶體高出兩個量級，遷移率高達 $285 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 。個人認為，相關研究不僅分析半導體元件設計可能缺陷，同時能依據實驗與學理探討提供相關因應對策，有效提升半導體材料性能，故吸引許多學者到場聆聽並熱烈參與討論。個人第 3 篇論文「三價鉻-碳作為質子交換膜燃料電池雙極板鍍層之特徵分析」屬元件設計與製程技術開發，歸類於「製程技術」領域，於會議第 4 日上午 0930 發表。本研究主要在開發可應用於質子交換膜燃料電池之雙極板替代材料，並期望能提升其抗腐蝕性與導電性，相關議題現已成為產學界研究燃料電池之重點項目。雙極板具有供給陽、陰極反應氣體，並移除反應產物之功能，一般採用金屬，石墨和複合材料材質製作，是影響質子交換膜燃料電池效率之關鍵設計。本研究應用三價鉻-碳塗層電鍍於以黃銅為基材之雙極板，經由微觀結構、機械性能、耐腐蝕、表面接觸角和接觸電阻等分析後，發現在不同電流密度下，此雙極板電鍍驅動力及其反應速度會與通過電流密度及 Cr-C 塗層重量成正比例，反覆實驗均證明本研究採用之雙極版製程技術確實具備優異之導電性與耐腐蝕性，另經最佳分析確認其最佳之 Cr-C 塗層沉積厚度應介於 2.3~12.6 微米之間。

此次會議匯集世界近 800 餘位微奈米工程學者與會，在主辦單位細心規劃下，會議採分區、分專業領域研討方式進行，不僅軟硬體設備完整，各場次流程明確且空間寬廣、動線清晰，致使會議議程雖然緊湊，仍使與會學者深感賓至如歸。個人今年發表議題涵蓋設計與製程技術，主要以熱管理元件與微流體操控應用為主，嘗試將控制方法、熱傳原理導入微奈米技術相關議題，期能在既有軟硬體設備上持續創新研究。由於個人研究多以應用為考量，必須與各專業領域結合方能凸顯其價值，因此會中與諸多學者深入研討，其更以微串鏈成形與微流體操控技術最為矚目。此外，個人在參與研討過程與餐會中另就儲能研究心得與多位進行經驗分享，說明利用添加微奈米材料於工作流體可有效提升熱擴散效應，利於熱儲存器熱傳介質發展應用，惟奈米材料會產生高溫聚集效應，必須考慮以化學方法加以克服。另在導熱設計方面，個人則利用各式均溫板、毛細結構設計等發展一系列熱傳模組，以改變接觸面積控制熱通量方式進行熱源溫度調控，可應用在處理持續高熱負載之導熱設計。另個人也提出導入類神經網路與系統識別等建模方法於微奈米性質分析，輔助現有微尺度動力特性分析及其學理不足之處。其觀點在於利用量測數據建立參數間因果關係後，不僅可以獲得目標參數之預測趨勢，更可以利用所建立之參數離散模式分析能量傳遞特徵，藉以避開繁雜學理推導而準確掌握微尺度動力變化。

參、會議心得

今年國際微奈米製程與製造研討會在充滿文藝氣息的奧地利維也納舉行，會場在多瑙河畔的國際會議中心，交通便利且環境清幽。會議開始，主辦單位先就奧地利教育進行簡單介紹，說明奧地利人口雖僅有

840 餘萬，然教育普及且科技發達。高等教育方面，奧地利境內共設 22 所大學，大學教育分為基礎學習階段與專業學習階段，學習年限一般則為 4~5 年，政府每年在高等教育經費挹注比例甚高，一般傳統學制無學士學位與研究所等進修機構。其中，碩士學位經學分修習後，另須通過畢業考試及論文答辯方得以畢業，而進修博士教育則主要需經由教授依學生研究能力決定是否同意指導。因此，奧地利在嚴謹學制且學術專業堅持下，造就品質卓越之菁英教育，致使學生必須具備積極學習動機與相當學識能力，方能通過進修教育，故當地大學文憑甚受企業重視。

會議地點維也納是奧地利第一大城市，人文薈萃且為奧地利政經中心，會議舉辦地點「國際會議中心」占地約 3700 平方公尺，是當地著名的重要展覽與會議舉辦場地。會議場地規劃齊全，各項設施與服務完善，無論是演講廳、交誼廳、研討廳、廠商展示區、準備與休息室等均一應俱全，使與會人士備感便利與尊重。與會期間，會場各處可見學者專家們相互交流討論，個人亦把握機會於壁報展示區觀摩許多知名學術機構與產業之研究展示，並有機會能親自與相關專家學者進行意見交流。經由研討可知，其中不乏許多累積多年失敗經驗之成果，說明必須經歷不斷堅持努力與失敗嘗試，方能獲得卓越研究成果。

經會議收錄論文統計，歐美仍是主要參與國家，發表論文佔逾 50%；然近年來亞洲國家參與本會議人數激增，其中尤以中國大陸、日本、韓國為最，且多以研究團隊形式與會，凸顯相關國家在增進學術人員國際觀與提升學術機構知名度方面之重視程度。收錄論文中，日本與南韓國計有 60 餘篇，較去年增加約 20%；中國大陸則計收錄達 30 餘篇，不僅較去年增加約 30% 率取率，今年更與日韓相當。相較而言，我國則有七個學術與產業與會，各項領域約有近 20 篇論文發表，研究成果亦十分豐碩。由此可知，先進國家無不藉由本會議作為學術交流與產業創新發表之平臺，以展現其在微奈米先進研究技術，尤其亞洲科技大國對本會議之重視程度更是不言可喻。在諸多論文發表中，可見許多新穎設備已逐漸引進微奈米研究，經與發表學者討論後方知多數昂貴設備係由特定設備商長期贊助支援，其目的在藉由知名學術機構之創新研究成果以增進設備商知名度，俾利設備推廣運用。事實上，我國產業界具備先進微奈米製程技術，學術機構若能結合相關產業，相信其研究定能開創嶄新局面。藉由本會議可知，產學界策略聯盟可促進學術機構研究成果品質精進，利於學術地位提升，而產業界相關設備也能藉以獲得驗證與推廣；此一作法可使學術與產業互蒙其利，收相輔相成之效。

本次國內與會學術機構計有台大、交大、師大、中原與本校，經與會國內先進研討後，個人深切體認在既有研究條件下，必須參考國外學界跨領域整合研究資源與人力，增加學術交流機會等作法，方能創新研究團隊思維、進而以不同角度深入研究議題，得到卓越研究成果。今年，我國學術界發表論文仍以實務應用為主，議題多元且能符合民生應用，內容涵蓋材料、生醫、機電、熱流與能源科技等領域，因此吸引諸多學者詢問與研討，部分研究亦深獲產業界矚目。

另國外學術機構多以校際或跨系團隊研究為主，議題深具規模且具有相當之研究水準，故在整合各領域研究人力與分工合作前提下，相關研究不僅兼具學理與實務，所開發之衍生技術亦具高度應用性，然此一作法正與本院專業研究群成立宗旨相仿，唯其運作方式更值得學習參考。相較國內民間大學言，本校在國防科技研究方面已具有相對優勢，若各研究群能在既有研發能量基礎上整合相關研產單位辦理定期研討並參與議題規劃、提供適時諮詢，達到學術研究與單位研產實務結合之目的，相信勢必更有助於提升本校國防專業地位。近年來，個人經常參與國內、外各項學術會議，期間曾與不少學者專家進行學術交流，亦經常獲推薦擔任著名國際期刊與學術會議之審查委員，說明參與重要研討會除能達到研究發表目的，完成學術經驗交流外，亦有助於提升個人與國防大學理工學院之可見度。

藉由參與本次會議，深切體認持續累積個人研究能量、拓展研究視野，培育國防研究人才並提升個人學術能力將是後續努力目標。鑒於個人今年報告主題尚屬創新，另研究成果完整可供各界參考，故會場中引起許多學者興趣提問，使個人得到諸多寶貴意見以供後續研究精進參考。個人認為，堅實的學術研究是提升國家科技競爭力之重要基礎，唯有厚植基礎研究方能逐步發展尖端之科技產業、培養專業人才。此時正逢國防科技蓬勃發展之際，人才培育刻不容緩，藉由前述團隊合作以激勵、提升個人研究潛力之方式實可作為借鏡。鑒此，在既有人力、經費與設備限制下，建議不涉及機敏之學術研究可採整合研究資源方式進行，以研究群模式鼓勵校際合作以達互補之效。另在國際觀養成方面，有別於以往經驗，本次會議中可見許多國外研究生進行論文發表，其穩健台風充分展現其紮實學養，面對各項問題多能應答如流，其所展現之高度自信與專業學識令人讚賞。於此，個人建議應積極鼓勵師生踴躍參加國際學術研討會，以增進瞭解最新研究趨勢，作為未來研究方向參考，同時更可增進個人國際觀與學術表達能力，進以提升學術地位。



圖一、會場海報展示區與贊助出版商



圖二、報到處與設備商參展區



圖三、議程報告實況



圖四、會場交流實況

肆、建議事項

- 一、藉由參與本次會議瞭解，許多創新研究必須在研究團隊長期經驗累積下，整合諸多領域專長方得以完整展現，故藉由整合研究團隊拓展跨領域研究以增進個人研究深度與廣度實有必要。本校與國內許多知名大專院校已建立策略聯盟，建議可在學術資源獲得與研究設備使用等方面持續加強合作，期能在有限條件下有效增進人、物力支援與研究能量。
- 二、本院每年定期至國軍各研產單位交流訪問，現已建立良好之交流平臺。建議能鼓勵院內老師積極申請國防科技研究計畫與各研產單位之委託案，使本院師生能藉由實際計畫參與進而瞭解國防科技實務。此外，本院亦已建立完善之研究群機制，建議可就各項國防科技議題持續納入定期討論，以凸顯本院國防科技之專業地位。
- 三、建議定期邀請或組團至國內各大專院校進行交流參訪，以提升本院知名度並吸引民間優秀學生至本院進修研究所。此外，建議積極邀請產官學界共同參與國防科技學術研討會，藉由國防議題研討與學術交流，建立國防科技專業平臺。

計畫編號	MOST-104-2221-E-606-009-
發表論文題目	利用紫外雷射脈衝對於石墨烯加熱器之動力識別研究 週期磁場對磁變流體微串鏈形變之研究 三價鉻-碳作為質子交換膜燃料電池雙極板鍍層之特徵分析
出國人員姓名	李亞偉 Lee, Ya-Wei
服務機關及職稱	國防大學理工學院機械及航太工程學系 副教授
會議時間	自民國 105 年 09 月 19 日起至民國 104 年 09 月 23 日
會議地點	奧地利 維也納
會議名稱	中文：2016 年第 42 屆國際微奈米製程與製造研討會 英文：42 nd International conference on micro- and nanofabrication and manufacturing using lithography and related techniques

伍、附件

1. 會議邀請函



Letter of Invitation
for
42nd MICRO AND NANOENGINEERING CONFERENCE
19-23 September 2016 Reed Messe Wien, Austria

ID: 875

Vienna, 22.08.2016

Professor Yawei Lee
National Defense
University
No.75, Shiyuan Rd., Daxi Township
33551-Tauyuan
County Taiwan
Passport details:

Gender male

Dear Professor Yawei Lee

we are pleased to learn that you intend to attend the MNE 2016 – the 42nd international conference on micro- and nanoengineering taking place from 19-23 September 2016 at Reed Messe Wien, Austria.

Thus - on behalf of the Organizing Committee - we gladly extend to you a cordial invitation to take part in this international meeting and share your experience with colleagues from all around the world. Leading personalities in your field will gather in Vienna to debate and evaluate new basic findings and studies.

Your participation in the conference program is essential for the success of the meeting: the more diverse the delegates' backgrounds, the more prolific the exchange and generation of knowledge.

Budget constraints, unfortunately, prevent us from providing any financial support to participants. Delegates are responsible for all costs related to the conference and visa requirements.

We look forward to welcoming you to Vienna!

Yours sincerely,

Priv.-Doz. Dr. Hubert Brückl
MNE 2016 Conference Chair

MNE 2016 Organising Team
Mondial Congress & Events / Mondial GmbH & Co. KG
Operngasse 20b, 1040 Vienna, Austria
Tel: 0043-1-58804-0, Fax: -185
www.mondial-congress.com

2. 註冊收據



Mondial Congress & Events
Mondial GmbH & Co. KG
Operngasse 20b, 1040 Vienna, Austria
www.mondial-congress.com, hq@mondial-congress.com,
t +43 1 58804-0, f +43 1 58804-185



MNE 2016

September 19 - 23, 2016
Vienna, Austria

Invoice No: MNE2016-134

Professor Yawei Lee National
Defense University
No.75, Shiyuan Rd., Daxi Township
33551 Tauyuan County
Taiwan

Organizer:

Danube-University Krems

Invoice No:	MNE2016-134
Date:	19.09.2016
Registration No.:	875
Int. Account No.:	#29719
Page:	1
Your VAT No.	

Details	Unit	VAT rate	VAT	net	Total
Early Bird - Standard attendee	1			320.00	320.00
TOTAL			0.00	320.00	320.00

All amounts in EUR

Total Amount outstanding EUR:

Total Amount paid EUR: 320.00

0.00

Registration fees are cashed and invoiced in the name of Danube-University Krems and do not include V.A.T. as the earnings of Danube-University Krems are excepted from V.A.T. according to §§ 2(3) V.A.T. law.

Hotel rooms with the description „- deposit“ are rooms with a deposit payment of 2 nights. Hotel deposits (2 nights) are cashed and invoiced in the name and on account of the hotel. The fees for the cancellation insurance are cashed and invoiced in the name and on account of "Europäische Reiseversicherung".



Vienna (HQ) Baden Barcelona Berlin Budapest Duesseldorf Istanbul Malaga Prague Salzburg Warsaw
Mondial GmbH & Co. KG – 2500 Baden: LG Wr. Neustadt, FN 14350d, UID-Nr.: AT U17358605

3. 論文接受函



Congratulations

Dear Prof. Ya-Wei Lee,

The purpose of this e-mail is to provide rapid notification to authors of the results of the review by the International Program Committee (IPC) of the 42nd MNE2016, Vienna, Austria. Each and every submitted abstract was read and reviewed by three members of the IPC. This will be the **ONLY** notification that you will receive.

All the papers on which your email address was given for correspondence are provisionally accepted for **oral presentation** at MNE2016, Vienna. Please inform your co-authors of this notice as you are the sole contact person for this paper. If your email address was provided for correspondence for more than one abstract you should receive an e-mail for each paper submitted.

In the attached PDF file all abstracts provisionally accepted for oral presentation are listed in abstract ID order. You received your 6-digit abstract ID after submission of your abstract. Please be sure to check the PDF file for all your abstract ID's.

Please note that this acceptance is provisional. In order to make it definitive the presenting author must register for the conference indicating the correct 6-digit abstract ID, by

August 12, 2016 23:59 (GMT +1)

the latest. Also please note that a participant cannot present more than two contributions. If you have more presentations, one of your co-authors must register and present the paper.

If, however, you cannot comply with this date due to e.g. visa deadlines or if you have other related issues, please contact registration@mne2016.org at your earliest convenience.

You may register here: <http://mne2016.org/registration-hotels/registration/>

The full Conference schedule will be available on the MNE 2016 website very soon. Be sure to often check the conference web site (www.mne2016.org) as there might be shifts in the date of presentation. Also other important information is posted regularly on this site.

Manuscripts associated with MNE 2016 can be submitted for publication in four Microelectronic Engineering (SCI Journal) Special Issues to appear in 2016 (**submission deadline October 20th, 2016**). Information for authors can be found here: mne2016.org/participate/proceedings/

4. 發表論文

No: D4-275

Thermal dynamics identification of graphene-based heater by UV laser pulses

Ya-Wei Lee^{1,*}, Zhao-Chi Chen², Chien-Ping Wang²

¹Department of Mechatronic, Energy and Aerospace Engineering, Chung Cheng Institute of Technology, National Defense University, Taiwan, R.O.C.

²Department of Mechanical Engineering, Chung Yuan Christian University, Taiwan, R.O.C.

Keywords: Heater, Graphene, Thermal dynamics, Laser micromachining, UV laser pulses

Abstract

Graphene has received a significant attention for the highly anticipated all-carbon-based electronic applications due to its favorable electrical, mechanical, and chemical properties [1-2]. Specifically, its high mobility, outstanding thermal conductivity, and biocompatibility give it a promising candidate as a stimuli responsive material for thermal applications [3-4]. The development of process for on-chip thermal system is required to be real-time, easy-to-operate and highly precise, which exists a critical challenge. To design and fabricate the cost-effective heaters for the requirement of biomedical platform, the material of graphene is chosen in comparison with the conventional heater materials. This study describes a methodology to analyze the thermal dynamics for graphene-based heater by UV laser pulses in both the time and frequency domains.

The first step of this study was prepared homogeneous multilayer graphene films by spin coating the graphene ink at the surface of glass substrate. And then, the laser system was used a nanosecond laser source, as shown in Fig. 1a. This type of laser was the ultra-violet (UV) laser pulses with a wavelength of 355 nm at 100 kHz. To form the graphene-based micro-heater, the direct laser scanning process can be performed through the graphene films to the desired heater pattern dimensions (width: 200~2000 μm ; thickness: 30 μm ; length: 9 mm), as shown the image results from optical microscope (OM) in Fig. 1b. Herein the control temperature of graphene-based heater can be used in PI closed-loop feedback control by the data acquisition (DAQ) and LabVIEW, as shown in Fig. 1c. The Raman spectrum characterization and surface morphology multilayer graphene films on the glass substrate are shown in Fig. 2a. Here, the two characteristic peaks of graphene are the G band (1581 cm^{-1}) and the 2D band (2717 cm^{-1}). The surface roughness of the graphene films is measured about 120 nm. In addition, thermogravimetric (TGA) analysis was conducted to test the thermal stability of graphene films where the quality loss can be shown in Fig. 2b. In this measurement, the three temperatures (T1, T2, T3) are considered input and output, respectively, for studying the heat transfer mechanism of the graphene-based heater. Based on a neural network to build the thermal dynamic model, the comparison of measured and predicted temperature of graphene-based heater was shown in Fig. 2c. According to this non-linear model, the first order frequency response function and phase angle represent the thermal dynamics for graphene-based heater, which were shown in Fig. 3a and 3b, respectively. Furthermore, the second order frequency response function indicated obvious resonance peak with the relationship, as shown in Fig. 3c. This study demonstrates that the non-linear approach can achieve appropriate models for the practical design and fabrication of graphene-based heater by UV laser pulses.

References

- [1] Y. Cao, G. Li, X. Li, Chem. Eng. J., 292, 207-223 (2016).
- [2] Y. Zhao, X. Li, X. Zhou, Y. Zhang, Sens. actuators. B Chem., 231, 324-340 (2016).
- [3] T. Wejrzanowski, M. Grybczuk, M. Chmielewski, K. Pietrzak, K. J. Kurzydowski, A. Strojny-Nedza, Mater. & Design, 99, 163-173 (2016).
- [4] Y. Yuan, N. Zhang, T. Li, X. Cao, W. Long, Energy, 97, 488-497 (2016).

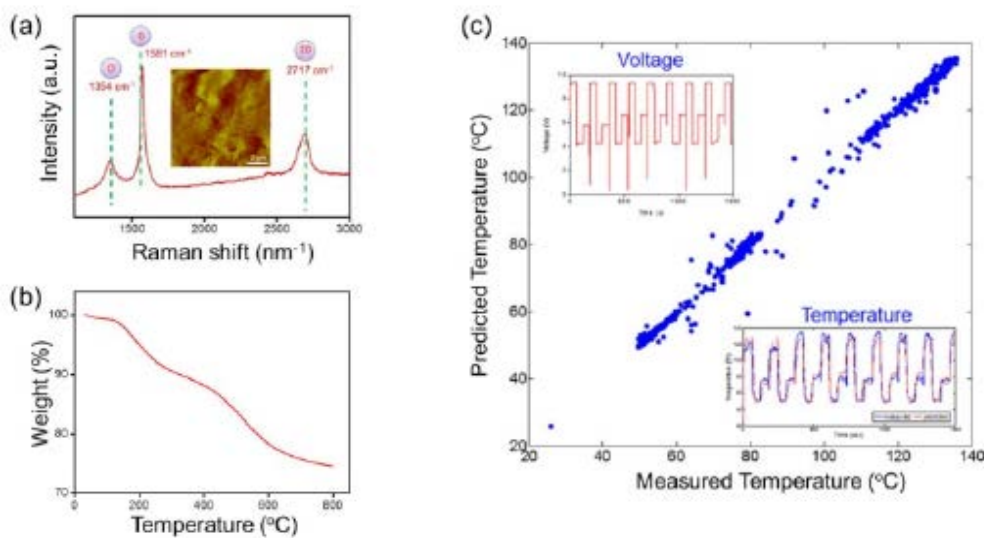
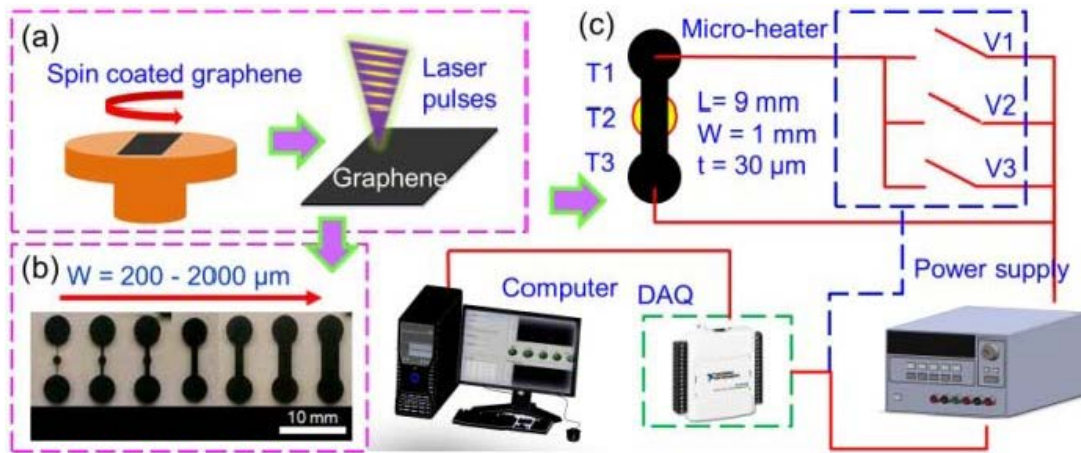


Fig. 2 (a) Raman spectrum of spin-coating area for graphene film on glass substrate. The inset shows the surface roughness of graphene with atomic-force microscopy (AFM) is 120 nm. (b) TGA curve of graphene. (c) Correlation of measured and predicted temperature from ablated graphene-based heater.

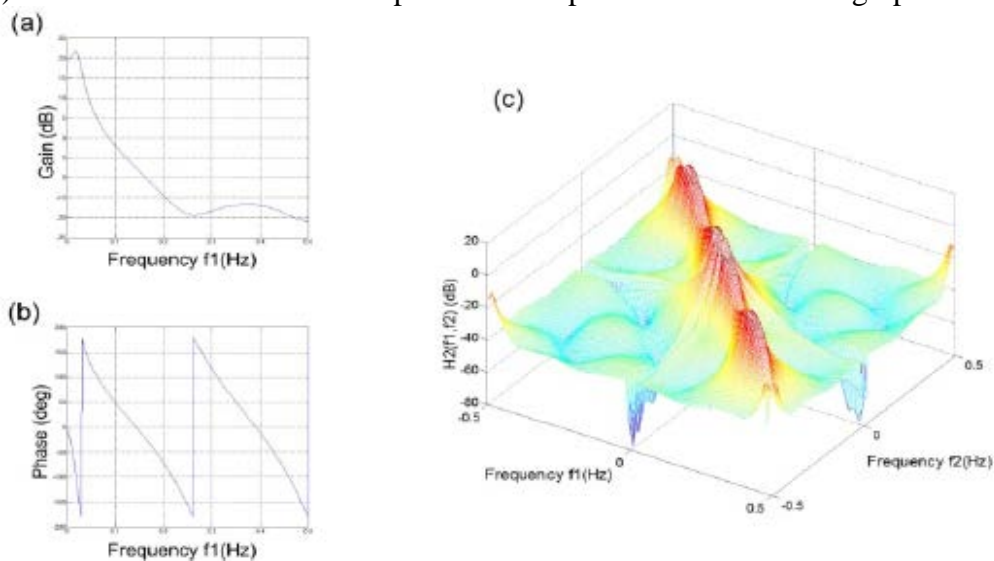


Fig. 3 (a) The first order frequency response function and (b) its phase angle for temperature model. (c) The second order frequency response function for temperature model.

Study on microchain deformation of magnetorheological suspensions in a periodical field

Yan-Hom Li, Yuan-Chun Tsai, Ya-Wei Lee*

Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Chung Cheng Institute of Technology,
National Defense University, Tauyuan, 335, Taiwan

Keywords: magnetorheological fluid, periodical field, microchain,

Magnetorheological (MR) fluids are smart and artificial fluids consisting of paramagnetic particles in a nonmagnetic liquid. Recent Critical reviews have demonstrated the various applications of the magnetic particles in laboratory-on-chip systems, such as labeling, sorting, transporting, and mixing[1]. The studies on the rotational dynamics of the magnetic particle-microchains have developed control parameters for effective and accurate manipulation of particles in a rotating field[2-3]. In this work, the deformation model for predicting the behavior of magnetic particle-microchains in a periodical magnetic field is developed experimentally. The magnetic particles employed in our experiments are aqueous superparamagnetic polystyrene microspheres coated with iron oxide grains. The averaged diameter of the particles is $4.5 \mu\text{m}$, with no magnetic hysteresis or remanence. The solvent fluid is a mixture of distilled water and sodium dodecyl sulfate (SDS) surfactants. The viscosity of this solvent fluid is $\eta = 1.75 \text{ cp}$. A static unidirectional magnetic field, denoted as H_d , is generated firstly by a pair of coils powered by DC power sources. Magnetic particles magnetized by the unidirectional field tend to aggregate and form chains because of dipolar forces. To create an periodical field, another pair of coils are placed perpendicular to the former pair and connected to AC power supplies to generate a sinusoidal dynamical perpendicular field with a maximum field strength H_p and frequency f , i.e. $H_p \sin(2\pi ft)$. The works of realizing such an oscillating microchain are more challenging than its rotating counterpart due to the strong transient phenomena.

The dynamical behaviors of the microchains affected by the controlling parameters such as chain's length and field strength have been elucidated thoroughly[4]. In order to develop a comprehensive model for the dynamical microchain in the periodical field. The effect of frequency, a nontrivial parameter, on the stability of the oscillating microchain is investigated by detailed experiments in this present study. The model is based on the competition between hydrodynamic and magnetic forces and focuses on the mechanical stability of the microchains. Figs 1 demonstrates a microchain consisting 13 particles (denoted as P13) manipulated under the identical field strength of $H_d = 24.15 \text{ Oe}$, $H_p = 18.73 \text{ Oe}$ with various frequency. Obviously, the more significant deformation is observed with the increasing frequency. In addition, as shown in Figs 2, the amplitude of a microchain decays with the increasing frequency. Another longer P18 microchain behaving from structural stabilities, rupture and restructurings, to remaining stable, under the increasing frequency is shown in Figs 3. Figs 4 illustrates that the stability of the longer microchains is significantly dependent on higher frequency. Apparently, much longer as P18 and P20 microchains both rupture at frequency of 1Hz, then behave more stable while the frequencies reach to 5Hz and 3Hz, respectively. Afterward, the microchains subjected to the periodical field remain stable at even higher frequencies. Such phenomenon is contrary to that in a rotating. Eventually, we integrate the effect of the frequency with other controlling parameters, such as chain's length and field strength to develop a comprehensive model to predict the behaviors of oscillating microchain which can be effectively employed to microswimmers or other biomedical applications.

References:

- [1] N. Pamme, Lab. Chip 6.1 (2006), 24-38.
- [2] S. Melle, J. E. Martin. J. Chem. Phys. 118.21 (2003),9875-9881
- [3] Y. Gao, M. A. Hulsen, T.G. Kang, J.M.J. den Toonder. Phys. Rev. E, 86.4 (2012), 041503.
- [4] Y.H. Li, C.Y. Chen, S.T. Sheu, J.M. Pai, Microfluid nanofluid 13 (2012), 579-588.

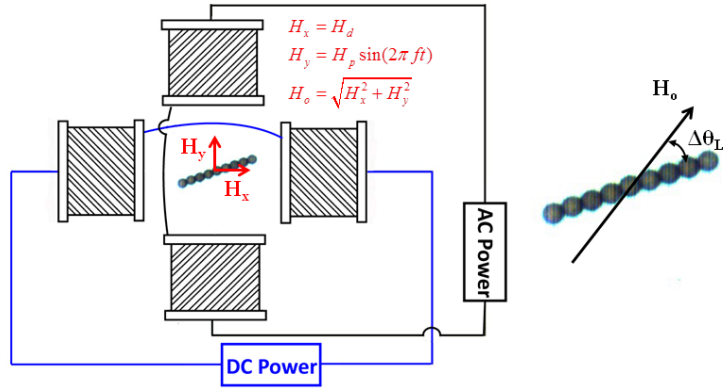


Fig. 1 Schematic representation of experimental setup. The microchain is composed of 7 beads whose diameters are $4.5\mu\text{m}$.

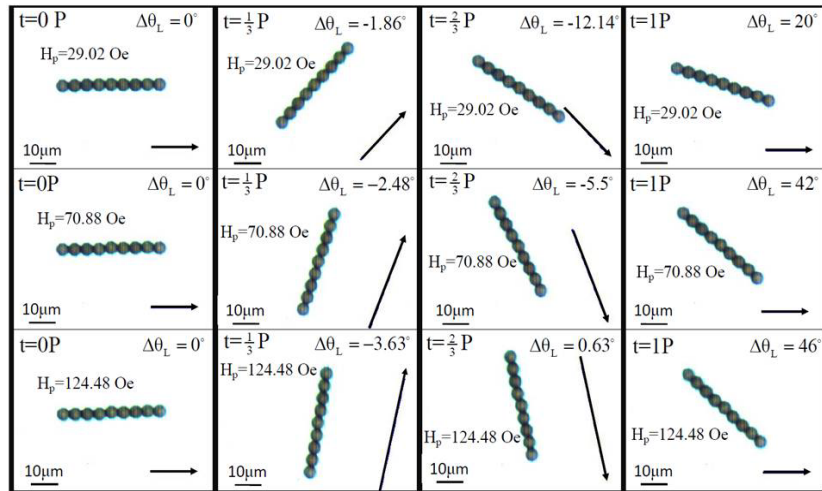


Fig. 2 Sequential images of the microchains subjected to an increasing dynamical field strength of $H_p = 29.02, 70.88$ and 124.48 Oe within a period.

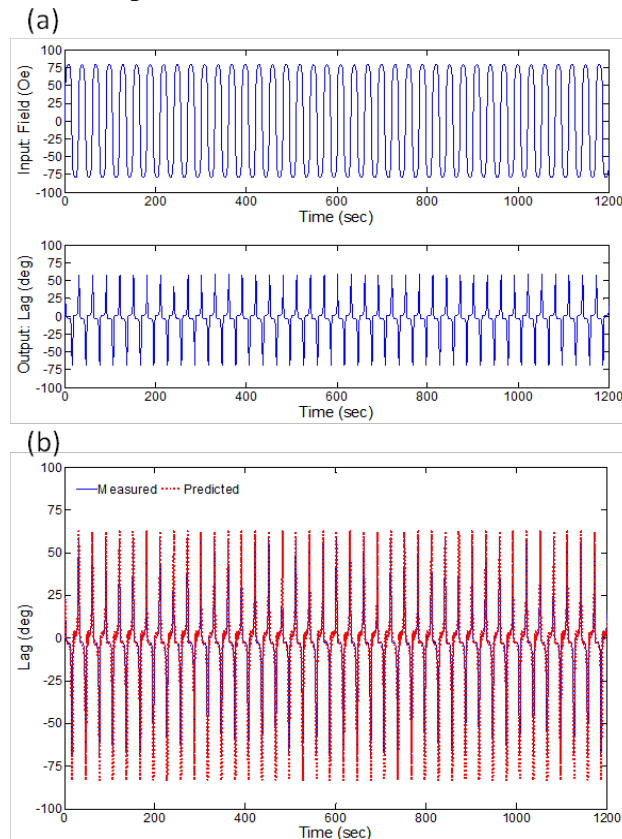


Fig. 3 Comparison between predicted and measured trajectory lags for the magnetic microchain at $H_p=124.48$ Oe and $H_d=24.15$ Oe

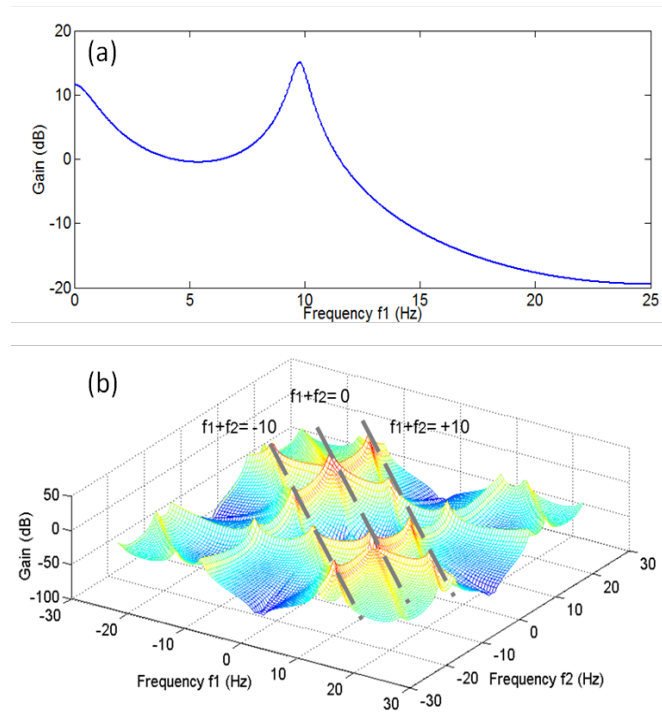


Fig. 4 (a) The first and (b) the second order frequency response surfaces for the magnetic microchain at $H_p=124.48$ Oe and $H_d=24.15$ Oe.

Characterization of CrC coated copper as Proton Exchange Membrane Fuel Cell Bipolar Plates Material

Yuan-Chun Tsai¹, Shin-Yen Chou², Kai-Rong Gan², Ya-Wei Lee^{1,*}, Tien-Li Chang²

¹Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Chung Cheng Institute of Technology, National Defense University, Taiwan, R.O.C.

²Department of Mechatronic Engineering, National Taiwan Normal University, Taiwan, R.O.C.

Keywords: Cr-C coating, bipolar plates, PEMFC, corrosion resistance, electroplating

Abstract

In recent years much attention has been paid to develop the cost-effective and feasible alternative materials in the proton exchange membrane fuel cell (PEMFC) bipolar plates [1-2]. The bipolar plates (BPPs) are one of the significant in this device, as it connects each cell electrically, supplies reactant gases to both anode and cathode, and removes reaction products from the cell. The BPPs are necessary for the parts of PEMFC and they can be divided into materials of metallic, graphite and composites. Traditionally, graphite with high electric conductivity and corrosion resistance are used to be BPPs. However, because of its weak points of high price, heavy weight, bulk, difficult to process and portable [2-3], metallic BPPs are replaced for cheaper, lightweight and excellent in process ability. But oxide film formed on the metallic surface results in high resistance and easy corrosion, the phenomenon can be overcome and resolved with technology of surface treatment [5]. Based on the advantages of time-saving, effortless and mass production by wet method, this study used that in processing bipolar plates made of copper and discuss the microstructure, mechanical properties, corrosion resistance, surface contact angle and contact resistance under different current density. The optimal operated parameters on manufacture of metallic BPPs are carried on the single cell performance test and to compare with graphite one.

In this study, the trivalent Cr-C coatings were electroplated on brass substrate for an application of BPPs because of their excellent electric conductivity and corrosion resistance. The driving force and reaction rate of electroplating will increase with an increase of current density and it adds the weight of Cr-C coatings. The thickness of Cr-C coatings deposited on copper substrate are between 2.3 to 12.6 μm (Fig.1). Fig. 2 shows the surface roughness and texture of the Cr-C coated copper which were obtained from electroplating at different current density. Compared with the roughness of root mean square (R_q) of the bare copper (160 nm), there were some different height and wide peaks scattering on the Cr-C coated copper and the R_q measured at coating time of 10, 30 and 50 A/dm^2 increased to about 167.0 nm, 189.0 nm and 203.0 nm, respectively. Fig. 3 revealed the polarization curves of original substrate and Cr-C coatings deposited on substrate with different current density. The curves indicated that the corrosion resistance rose obviously after electroplating the Cr-C coating. The best and the worst corrosion current of Cr-C coatings were obtained at 10 A/dm^2 ($4.9 \times 10^{-8} \text{ A}/\text{cm}^2$) and 50 A/dm^2 ($1.6 \times 10^{-6} \text{ A}/\text{cm}^2$), respectively. Therefore, the characterization of CrC coated copper of this study can be used to develop the mass production and especially suitable and economical to the manufacturing process of BPPs for PEMFC.

References

- [1] M. Miller, A. Bazylak, J. Power Sources, 196, 601-613 (2011).
- [2] P. Pei, H. Chen, Appl. Energy, 125, 60-75 (2014).
- [3] Wind, J., Späh, R., Kaiser, W., Böhm, G., J. Power Sources, 105, 256-260 (2002).
- [4] Y. Fu, G. Lin, M. Hou, B. Wu, Z. Shao, B. Yi, Int. J. Hydrog. Energy, V34, 405-409 (2009).
- [5] Y. Hung, K. M. El-Khatib, H. Tawfik, J. Power Sources, 163, 509-513 (2006).

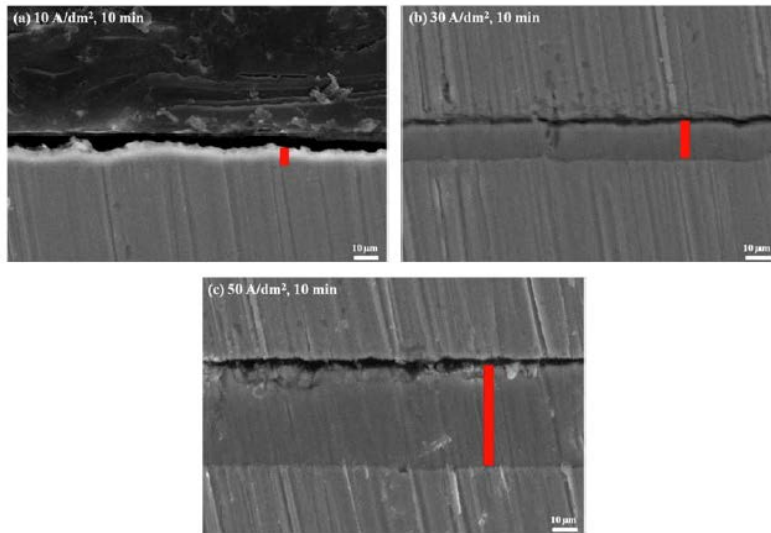


Fig. 1 The cross-section of Cr-C coated copper with different current density.

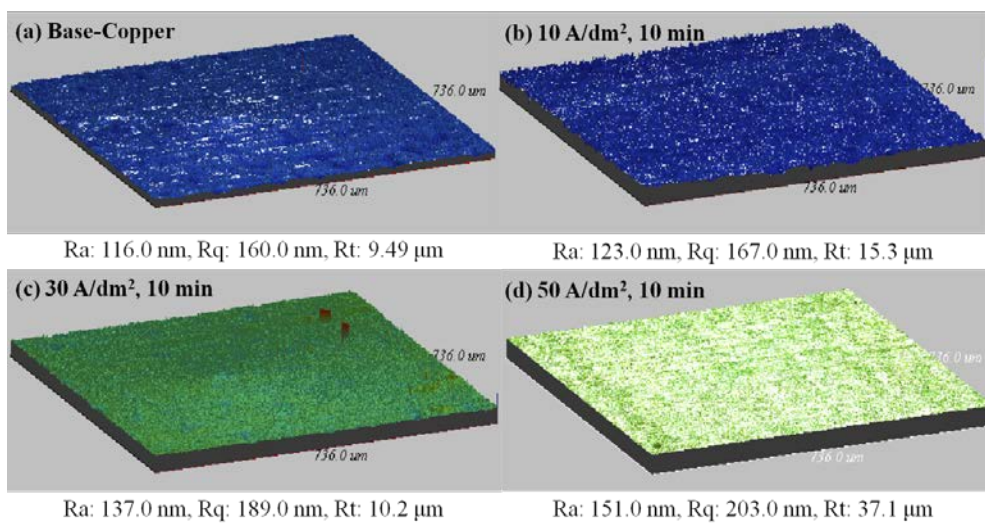


Fig. 2 The surface roughness of the Cr-C coated copper with different current density.

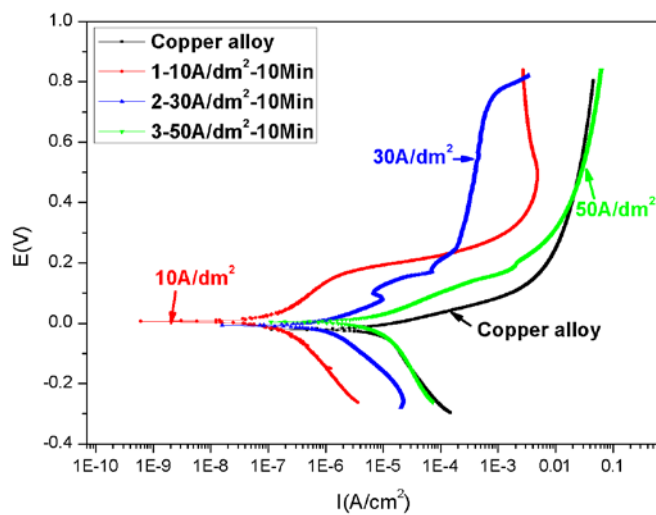


Fig. 3 The polarization curves of substrate and Cr-C coatings.

5. 攜回資料（會議議程與摘要集、出席證與證明）

