

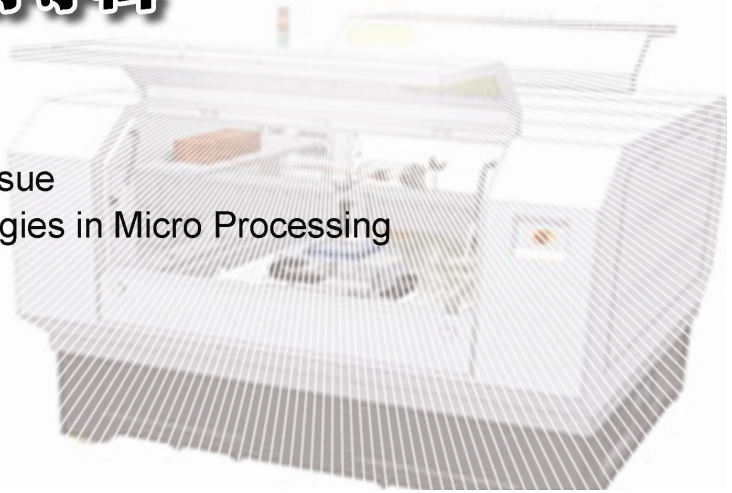
雷射微細製程應用專輯

主編前言

Editor's Notes for the Special Issue
with Laser Application Technologies in Micro Processing

洪基彬

工業技術研究院南分院
雷射應用科技中心
副主任



世界先進國家希望藉雷射加工工藝對傳統工藝進行更新，使製造業由此進入“光製造”時代，故各國政府在雷射產業皆積極投入，期望以此得以領先各國；目前各國支持雷射產業發展計畫眾多如：美國的「精密雷射機械加工(PLM)協會」激勵技術發展，德國的「1994年~2002年制定國家雷射發展計畫」及「2002~2006光學促進計畫」，認為未來所有製造加工業中有12%以上需用雷射取代；英國的「阿維爾計畫」，日本的「雷射研究五年計畫」，俄羅斯、韓國、新加坡、印度皆有專門的雷射技術發展計畫；2008年全世界雷射產業產值僅雷射源就超過70億美元，加工設備則超過130億美元，可見雷射產業榮景可期。

全世界在雷射產業的分工趨勢愈來愈明顯，如世界大廠德國Trumpf在雷射設備已成霸主，雷射光學鏡片供應商則有美國的II-VI公司、德國的Kugler公司，雷射電源則如Lumonics，加工數控系統則有德國Siemens、日本Fanuc、西班牙Fago；另如德國著名研究機構Fraunhofer、Nutech、Hannover研究所

及慕尼黑技術大學的IWB研究所，專研雷射切割、焊接、熔覆、雷射再製造等；在新應用領域的拓展則正往如電子、半導體、微奈米機械製造、生物、環保；而雷射技術發展方向上美國、德國、日本主要研發新型雷射源如光纖雷射、半導體雷射、紫外雷射、超短脈寬固體雷射(皮秒和飛秒)，以高功率、高光束質量、高可靠性、高智能化、固態化及低成本為方向。

中國則在“六五”至“十一五”科技項目支持下，以華中科技大學和中科院四大光機為典型代表研究機構，形成5個國家級雷射技術研究中心，其中雷射技術國家重點實驗室、雷射加工國家工程研究中心、武漢光電國家實驗室及華中科技大學雷射學科皆座落武漢；中國已形成華中、珠三角、長三角、環渤海四大雷射產業帶，有21個省市、地區生產及銷售，約有200家企業，其中兩家上市公司為華工科技及大族雷射；2008年全中國雷射產值約80億人民幣，大族雷射聘請在Rofin工作過25年的呂起濤擔任技術副總，目前帶領80多人團隊開發光纖



雷射，據呂副總所言，大族雷射光在 2008 年的研發經費約有 5 億台幣以上。

環顧世界各國及鄰近的中國在雷射產業的積極作為後，讓我們不禁需更加努力急起直追；在此情境下，遂想透過「雷射微細製程應用技術」專刊，鼓勵有志投入新興雷射產業的夥伴，藉資訊與技術的分享，共同開創這一項高技術門檻、高附加價值的雷射產業。

由「雷射加工市場與技術展望」可以看見全球雷射市場經歷 2008 年金融海嘯的變化，雷射源市場的幾大主要產品態勢，雷射加工應用產業的分工與特色，也近觀台灣雷射加工產業生態，並提出市場角度的技術展望；目前國內雷射設備約四分之一以上的成本花在外購雷射源，若能使關鍵零組件中的雷射源自主化，將可大力提升國內雷射設備及製程競爭力，「奈秒脈衝倍頻綠光光纖雷射技術」分享主從放大式(MOPA)光纖綠光雷射，基於紅外光纖脈衝雷射的成果基礎，如何倍頻及克服箇中困難達到業界所需的規格；學界方面則提出不同方式進行「光纖雷射二倍頻之綠光雷射技術」，結合如光子晶體光纖也得到很好的奈秒脈衝綠光光纖雷射，讓人對奈秒脈衝綠光雷射本土化充滿希望；透過「皮秒雷射與電子材料微加工之應用」可以瞭解國內雷射微細加工，已由一般熱加工逐漸走入多光子冷加工，在雷射選用上則由奈秒脈衝進入皮秒及飛秒超快雷射，原先國內外皆認為雷射微細加工將由奈秒雷射跳過皮秒直接使用飛秒雷射，由此文中將可了解皮秒雷射的需要性與各種特色，使人對皮秒雷射有更清楚認識；接著「飛秒雷射之透明材料微細加工及應用」，將更深入探討多光子冷加工作用機制及目前國內學研聯合研究的良好成果，可發現飛秒雷射在透明硬脆材料如玻璃加工的獨到點；「飛秒雷射誘發功能性微奈米結構製作技術」，提供現今世界先進國家積極進行的方向，同時點出國內在此前瞻領域亦有很好研發進度與應用，是相當鼓舞人心的成果，讓人可以更有自信邁開步伐前進。

雷射微細加工中光路設計及控制是一項軟實力，在「振鏡掃瞄雷射加工系統控制與誤差補正」，可以發現唯有釐清振鏡掃瞄光路系統及原理，才有機會得到想要的精密微細加工圖案與規格；而在加工過程的效能如何提升與最佳化，於「雷射加工路徑優化探索」中，藉推銷員旅行問題及最近鄰居法，提出詳細易懂的分享；在微細加工中或完成後，唯有能微細觀察其品質狀況，才能加工出好品質的產品，限於微細尺寸要求，光學非接觸式檢測是很好的方法，「雷射三維顯微系統及其應用」介紹多種雷射顯微模式及其特色，並細論雷射波前顯微技術與研發成果，目前檢測精度已可達微米等級；在雷射顯微檢測技術，學界的「雷射光學麥克生干涉圖紋之解析能力及薄膜表面檢測技術」，除分享多種光學非接觸式薄膜量測方法，並對麥克生干涉原理及應用作深入分析，並以實際驗證結果作比對；另外，矽晶圓切割加工隨著晶圓厚度愈來愈薄及切割道要求愈窄，奈秒紫外光雷射是目前正被看好的利器，透過業者的「紫外光雷射切割加工技術之發展現況」，可以獲知目前固態奈秒紫外光雷射在矽晶圓等硬脆材料的實際運用情況及潛力。

本期輯錄的十一篇論文，由雷射加工市場與技術展望提供國內外市場與技術概觀，勾勒雷射產業面貌；兩篇雷射源論文展現國內已可完成奈秒倍頻綠光光纖雷射，一篇皮秒雷射擔當銜接奈秒與飛秒雷射技術間的完整性，並道出皮秒雷射的良好機會所在，兩篇飛秒雷射應用提供前瞻應用機會的思維；兩篇軟體控制論述，揭露雷射應用除硬體外，也要注重軟體控制的軟實力，才能發揮雷射系統效能；另兩篇光學非接觸式檢測，提供雷射微細加工製程的品管良方；最後一篇紫外光固態雷射在矽晶圓切割，提供正被熱烈討論中的奈秒紫外光雷射加工，無論是用 355nm 或 266nm 波段，一項新技術應用的探索方向，對該選用奈秒紫外光、皮秒或飛秒雷射於硬脆材料作微細加工，在成本與效能的平衡點該如何考量呢？就留給大家一起來評論！