



# 積層製造與 雷射應用技術專輯 主編前言

Editor's Notes for the Special Issue on Technologies  
of Additive Manufacturing and Laser Application

洪基彬

工研院南分院  
積層製造與雷射應用中心  
主任

2013 年積層製造在全球廣被討論，台灣也不遑多讓，依據 Wholers Report 2013 報告，2012 年全球積層製造營收約 22 億美金，2013 年至 2016 年間年平均複合成長率可望超過 20%，若從營收而論 22 億美金並不高，而從年平均複合成長 20% 來看，就很吸引人，一則在全球經濟景氣低迷下，能有兩位數成長是很令人側目，再則積層製造方式搭配數位時代產生的數位製造本夢比，更是讓人引領企盼；2013 年全球跟積層製造或 3D 列印沾上邊的公司，股價幾乎都長紅，同時，2013 年 12 月在德國法蘭克福舉辦的 euro mold 2013 本是以模具為主，在展覽的三個館中，用一個館約 230 家廠商專門展覽各式積層製造且場面盛大，在在印證積層製造魅力正蓬勃發展。

目前大家熟知減法加工或除料加工，對積層製造或加法加工的應用尚在摸索階段，基本上積

層製造若能找到「非積層製造不可」的應用，就可讓積層製造真正發揮本益比的價值，以目前的加工設計概念都是侷限於減法加工的限制下進行產品及加工思維設計或製作，要想找到「非積層製造不可」的應用可能不容易，因為在此框架下設計出來的需求，現有減法加工應該就都能完成；若能以產品最佳化或使用者最適化為主要訴求，先不管製造能否做得出來，進行思維與設計，再來探討哪種方法最適合製作，就較有機會開創「非積層製造不可」的空間，也有機會讓應用或人類獲得空前的解放與善待，同時帶動新一波經濟榮景。

2013 年 2 月份機械工業雜誌 359 期開始介紹積層製造時提及國際組織 ASTM 將積層製造的方法約略分成七類，359 期介紹過粉末積層製造 (PBF, Powder Bed Fusion)，鑒於去年台灣多家廠



商如金寶、震旦行等陸續發表自製個人 3D 印表機上市，本期特別針對塑料擠塗法(ME, Material Extrusion)或稱 FDM (Fused Deposition Modeling) 進行介紹；加法製造固然前景看好，減法加工卻是目前主流，未來也不會退場而是加減法相輔相成、相得益彰，雷射應用與其技術的發展仍將佔有極大市場，為能強化既有雷射技能並引入新興積層製造技術，本期將以「積層製造與雷射應用技術」專輯做分享，持續交流雷射產業發展動態，以期雷射技術在台灣促成中堅產業升級與轉型，並開創新興產業。

「雷射積層製造產業概況」從積層製造的由來談起，介紹積層製造的過去重要發展、積層製造產業狀況、全球重要國家發展策略，尤其中國與美國兩大強國的思維是眾所矚目焦點，同時也介紹目前雷射積層製造的主要應用，將可提供對積層製造較具高度的認識；積層製造技術所用主流材料粗分金屬與塑膠兩類，前者在技術難度與實用價值備受矚目，近年來由於積層製造技術的發展與雷射的精進，使金屬成品已幾近一般塊材之緻密度與強度，諸如英國空軍已使用在戰鬥機測試過關，然而，相關設計與製造經驗多所缺乏，透過「雷射金屬積層製造產品設計」介紹其設計、製作原理及特色外，亦提供實際製作案例以增加對積層製造的設計觀念與經驗，並給有興趣者認識此技術可創造的產品高值化；「個人化積層製造印表機技術」從實體 3D 印表機系統組成，逐步介紹各組成模組與元件、列印製程及材料，並進行諸如各類列印材料特色比較，無論初學者或有經驗者相信皆能由此進入最普及的 3D 列印領域；「熔融沉積成型積層製造控制系統」則是分享熔

融沉積成型技術(FDM)與專利、積層製造軸控與溫控技術、3D 物件切層軟體等專業內涵，同時推薦於模具開發驗證、文創設計/教學與 3D 相關產業的應用思考。

在許多雷射應用如雷射曝光、銲接與熱處理等雷射製程上，若使用能量均勻分佈的平頂光束，可有效率地節省雷射功率並得到更均勻的製程品質，為實現此目的，光束整形模組技術是其核心重點，「平頂化雷射光路模組技術介紹」提出場對應式與成像式兩款平頂化雷射光路模組，透過從原理、設計到成品展現，無論對模組開發或製程使用，將能因知其所以然而獲大利益；飛秒雷射具有超短脈衝寬度，可在金屬或其它材料上，實現低熱效應之微米或奈米尺度加工，尤其透明材料，透過多光子吸收及多光子聚合機制，可製作二維或三維奈米形狀特徵，其中超快雷射光束整形是其關鍵技術，繞射光學元件(DOEs, Diffractive optical elements)則是將技術具體化的方法之一，「繞射光學元件—矽基液晶之雷射應用」介紹利用矽基液晶(LCOS, Liquid crystal on silicon)作為繞射式光學元件，發揮其高開口率、畫素間距小、相位調變範圍大等優點，動態調制雷射光束傳遞特質，達成飛秒雷射光束整形，並提出飛秒雷射照射反射式矽基液晶時能承受的閾值與穩定度的測試結果分享。

「雷射加工與改質於軟性顯示器之應用」以軟性液晶顯示器作為雷射加工應用，利用雷射改質與雷射圖案化製程，快速結晶改質氧化鋅透明導電膜及加工銀電極，結合理論模型及實作，驗證其確實能大幅提升光電特性；硬脆材料深具加工挑戰，目前無論機械鑽孔、CO<sub>2</sub>、UV 雷射鑽孔



都有很多課題待解決，「應用於 LED 陶瓷基板高速鑽孔之皮奈秒光纖雷射技術」介紹利用皮奈秒脈衝雷射技術，進行高速陶瓷雷射鑽孔，內容包含輸出原理、系統架構、系統測試及應用於陶瓷鑽孔之製程結果，相較於目前商用皮秒雷射源與奈秒雷射源的加工效果與建置成本有所分析。

板材雷射切割依據材質、厚度、品質需求，雷射選用已由單純 CO<sub>2</sub> 雷射，演變成多元化，「雷射切割技術最新發展—光纖雷射切斷設備」提出光纖雷射有光束品質優、光束傳輸簡易、省能源、省空間、免維修及系統運作成本低等優勢，兼具節能環保，已有加快光纖雷射加工機普及化應用的趨勢，而 CO<sub>2</sub> 雷射加工機仍然有其特有的優點，並分享如何視需求來選用合適的雷射加工機及周邊設備；為提升彎曲管材加工品質與效率，加工機台必須具備高自由度與高精度的特性，「雷射切割於已成型彎管上加工之應用」提出導入六軸機械手臂提升活動範圍大、自由度、運動速度等優點，並結合 CAD/CAM 加工程式及雷射切割，作為加工彎曲管材的優質方案，頗具典範。

矽基太陽能電池缺陷檢測，在生產線之進料時會進行進料檢測確保矽晶片之品質，其檢測項目含電性及外觀諸如微裂痕(micro-crack)，「雷射調光模組於太陽能矽晶片微裂檢測系統之應用」提出結合雷射曝光調節裝置應用在檢測系統，藉 Line scan Camera 擷取透射過矽晶片之近紅外光影像，可以很容易分辨微裂紋和晶粒邊界；雷射能量分布攸關焊接品質，為精確掌控焊接品質，穩定且長時間監控雷射能量分布變化，並及時進行修正補償是精密加工重要技術，「半導體雷射熔焊製程用之同軸測溫模組介紹」分享依溫度量測

的種類及熱輻射的理論學理作分析論述，並介紹半導體雷射同軸式測溫與視覺系統整合之方法及其於產業上之應用案例；機密機加工的精度，主要靠光學尺作指示，故光學尺在工具機設備中是非常重要的元件，「雷射干涉微影於光學尺製作技術」介紹國內外光學尺中計量尺(光柵)製作技術，包含從傳統機械加工、微影光罩曝光、到近年來所發展的干涉式微影，並以干涉式微影方法製作出 1.6 μm 週期長度計量尺(光柵)的實例作探討。

2013 年在經濟部技術處支持的「雷射光谷」計畫推動下，分別於七月在台南六甲區成立「雷射光谷試量產工場暨育成中心」，十月在台北南港世貿舉辦「第一屆台灣國際雷射展」，由廠商及大眾熱烈參與度來看，雷射應用與積層製造除在國際備受矚目也已逐漸在台灣形成顯學，國內大方向上有往如美國歐巴馬所提 AMP (Advanced Manufacturing Partnership)接軌，然若靜心反思，當知技術生根與深耕才是我們可長可久的根本，持續透過研究成果與論文分享交流，相信將可加速國內雷射技術與應用的提升，並催促引領創新、延伸創業、邁向卓越，達成開創雷射新興應用產業的目標，則是本輯最大期盼。