

## 第二章 文獻回顧

### 2.1 雕刻參數與品質

雷射雕刻提供一種乾淨，快速，非接觸性的雕刻過程，而且可以留下一個不可磨滅的優質標記[1,2]。

(Ng, Yeo)[3]探討以 Nd : YAG 關於使用四種材質(Anodized Aluminium, Stainless Steel, PBT, Phenol Formaldehyde)在三種不同的光波下(Tungsten, Daylight, Fluorescent)，在操作雷射雕刻速度時，對 Stainless Steel 所用的速度應該要較低，才不會有太大的色差值，而對 PBT 的材質雕刻速度要較高，才不會有太大的色差性。

(Zhou, Mahdavian)[4]等人利用 60W 的低功率雷射，可以切斷各種非金屬材料，像塑膠、木頭、橡膠...等，而要切斷的各種材質也必須配合不同等級的雷射功率，及不同工件的切割速度，在同材質的條件下，功率越高，切割速度越慢，則切割深度越深，在 60W 下，同樣切割速度下，pinewood 的切割深度最深。圖 2.1、圖 2.2、圖 2.3 為各種參數對不同材質之影響。由以下圖形可知，當功率越大，則切割深度越深，還有切割的材質也是影響切割深度最大的原因。

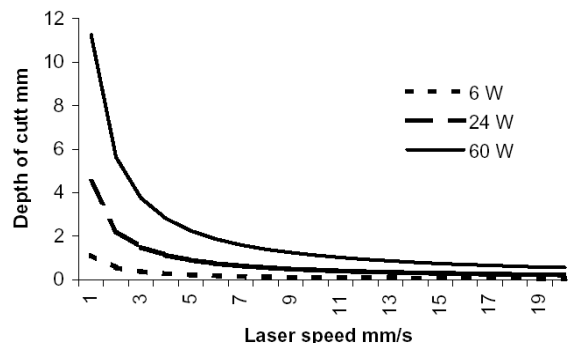


圖 2.1 各種功率對材質的深度切割及雷射速度的理論關係[4]

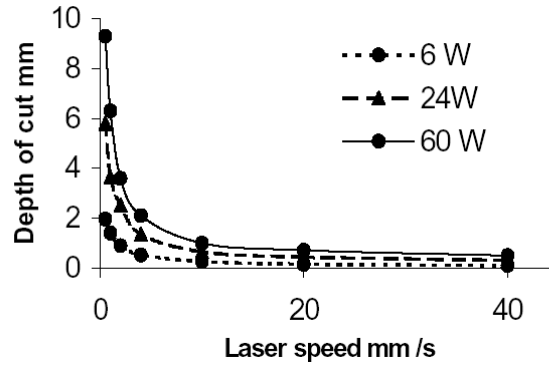


圖 2.2 各種功率對 PMMA 的深度切割及雷射速度變化[4]

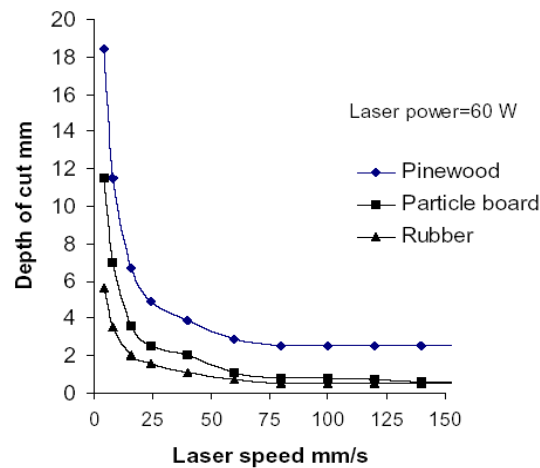


圖 2.3 不同材質的切割深度及雷射速度變化[4]

(Peligrad, Zhoua, Mortona, Li)[5]等人以輸出變數考慮為雷射雕刻 clay tile 的熔池寬度, 測量是使用一個快速的 CCD 錄製系統和以圖像處理的軟體分析。輸入變數為雷射功率和雕刻速度。使用功率為 40-80 W (連續波) 以速度範圍從 4 到 10 mm/s。實驗性製件樣品是使用英國標準 clay tiles, 大小 50x50 mm<sup>2</sup> 正方形。材料成分為 ball clay (72%), 石灰石(5%), silica (10%), 並且再加工 clay (13%)。雷射功率一開始為 20W 然後從 40W 再到 80W, 在恆定的射線速度  $v = 6\text{mm/s}$ , 在 0.2s 時, 80W 的雷射功率可以達到線寬 1500 $\mu\text{m}$  的寬度, 如圖 2.4 所示。

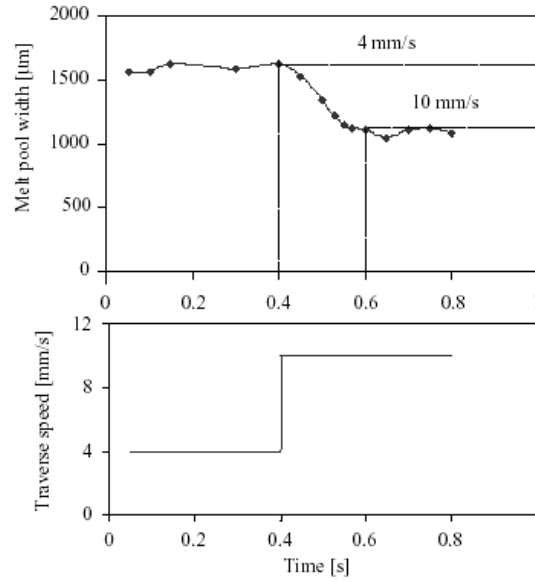


圖 2.4 橫向速度從 4 到 10 mm/s 的反應[5]

(Engin Molva)[6]，Q-switch 微小型電路雷射在 1064 毫微米，脈衝峰值功率足夠高到雕刻或處理吸收這個波長的任一材料。由於很短的脈衝寬度。大約  $1 \pm 2 \text{ J/cm}^2$ ，能夠被使用在不同的材料譬如鋼、鋁、tungstene 碳化物、塑料、薄膜、繪畫，等...。圖 2.5 在 aluminium plate 雕刻線寬約 1mm。

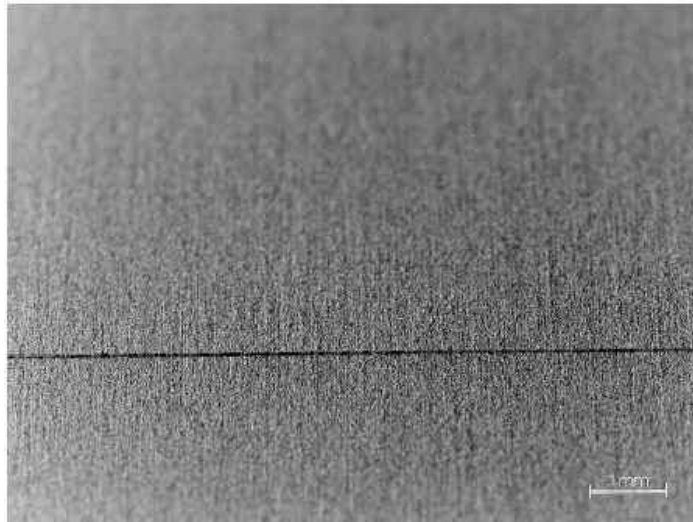


圖 2.5 在 aluminium plate 雕刻線寬 1mm[5]

(CHEN)[7]，在雷射的材質製程中，雷射光點位置的強度穩定性會影響加工的品質。(Dumont , Lippert, Wokaun , Leyvraz ) [8]以 2D 矩陣的方式呈現出雷射的各種參數，如脈衝數，雷射的影響和雕刻的精確度，在玻璃上雕刻的影響。如圖 2.6 所示。

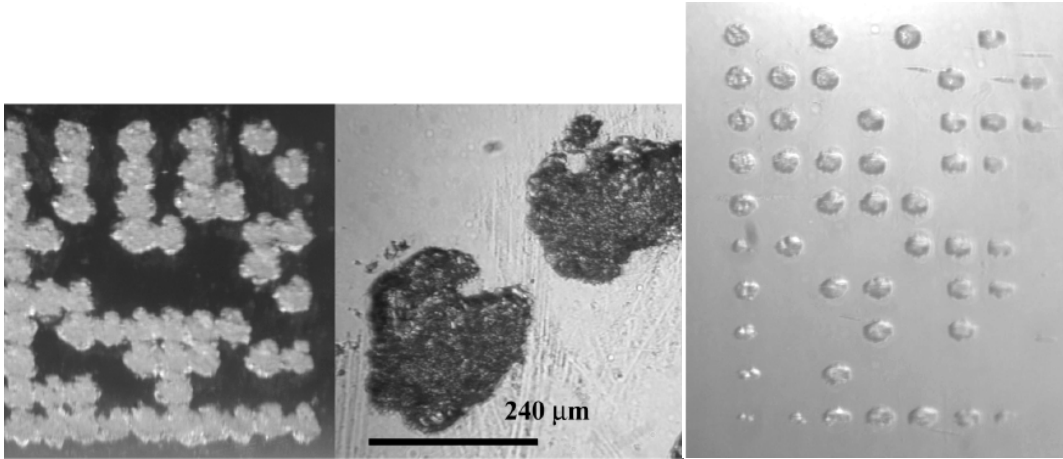


圖 2.6 玻璃上雕刻參數不同所呈現的比較[8]

(Sugioka , Obata , Midorikawa , Hong , Wu , Wong , Lu , Chong)[9]等人利用(laser-induced plasma –assisted ablation)LIPAA 的技術，使切斷、雕刻色彩、印刷和一些材質的硬化選擇上，有更高品質的呈現，當雷射光束穿透一透明玻璃基材之後與電漿交互影響下，便在工件上呈現如圖 2.7 的效果。

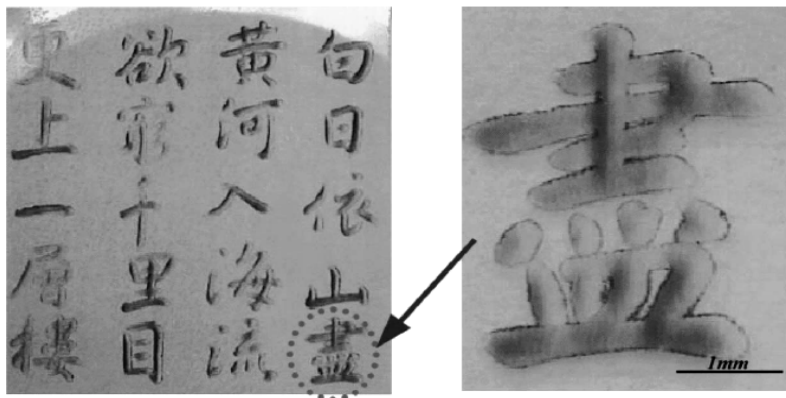


圖 2.7 用 LIPAA 技術刻出來的中國詩詞[9]

(Qi, Wang, Zhu)[10], 介紹用 Nd:YAG 對不銹鋼的雕刻製程, 在不同的脈衝頻率下, 當雕刻的寬度維持一定值時, 脈衝頻率為 3KHz 時有最深的雕刻深度, 脈衝頻率在 8KHz 時有最大的對比度, 探討雷射脈衝頻率在雕刻深度、寬度和對比上的關係, 如圖 2.8。

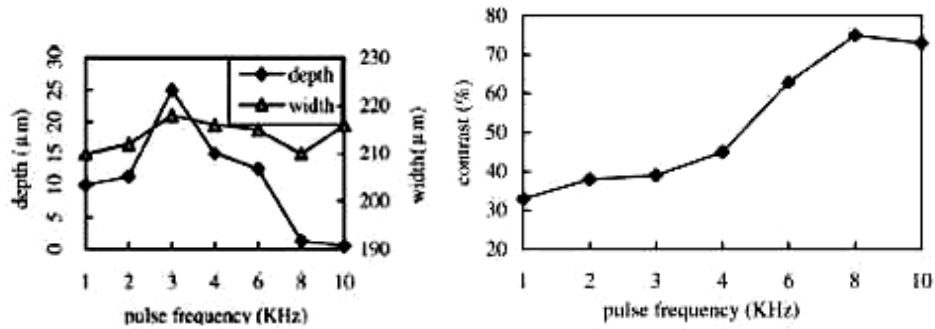


圖 2.8 不銹鋼之深寬及對比度[10]

(Alexander & Khlif)[11], 利用 orasol dyes(紅色、藍色及黃色)金屬複合溶劑塗覆在塑膠及氧化鋁的表面, 厚度約 20~50μm, 參數變項有雕刻速度、功率、光束直徑及濃縮液濃度, 在同樣的參數變項下, 濃縮劑越濃線寬越細, 塑膠的散射性小, 氧化鋁的散射性大。不同顏色對光吸收率不同, 黃色表面的吸收率大於藍色及紅色。如圖 2.9、圖 2.10 所示。

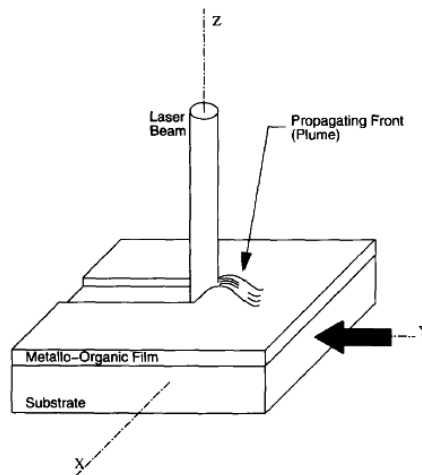


圖 2.9 雷射光在有機金屬薄膜雕刻情形[11]

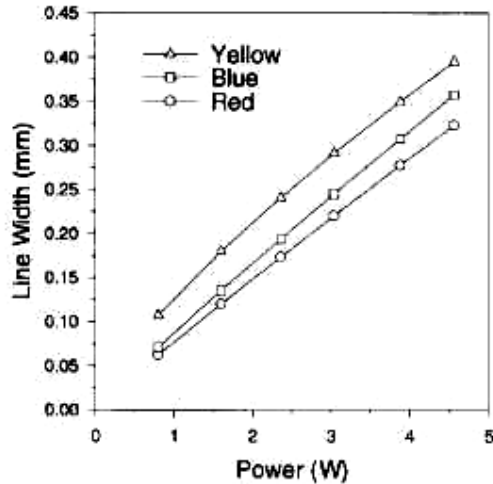


圖 2.10 雷射光在不同顏色薄膜雕刻情形[11]

(Yilbas)[12]，在雷射鑽孔的製程中探討雷射參數和材料性質對鑽孔品質的影響，以不銹鋼、鎳及鈦三種材質，在雷射參數中，以脈衝時間長度、焦距、功率及工件厚度會對表面因熱影響產生的凝固面、穿孔的錐度角、內部直徑造成一定品質的影響。

(Tang, Ravi, Zhao)[13]各種塑膠薄膜的熔點溫度大約都是在 170°C 左右，IC 封裝便是用到這些材料，此實驗包括 polyacetal、polycarbonate、polyester 和 nylon，其中聚合物的材質及薄膜厚度是影響薄膜脫落的重要參數，實驗結果說明 nylon 和 polyester 是最適合做模子及雕刻的，在有薄膜封裝上雕刻的比沒有薄膜封裝上的雕刻效果較好也較清晰。

## 2.2 自動化應用

在材料處理上，產品雕刻是高功率雷射其中最大的應用之一[14,15]。(Haferkamp, Jaschke, Stein, Goede)[16]等人運用 IR-reflection 技術檢測被保護產品塗覆層上的雷射雕刻記號，圖 2.11 為雷射在產品上做記號的方式，圖 2.12 為檢測方法。在 top coat 與 base coat 是以 polyurethane 直接塗覆在基材的表面，約為 3~5 $\mu\text{m}$ ，而雕刻程度是以雕刻在圖 2.11 中 2 的位置

最佳，因為雕刻在 1 時太深檢測不到，雕刻在 3 或 4 則可能脫落，而檢測系統可以檢測 3.4~5 $\mu\text{m}$  的範圍。

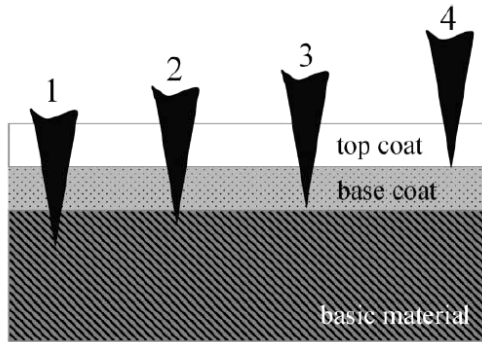


圖 2.11 雷射在產品上做記號的方式[16]

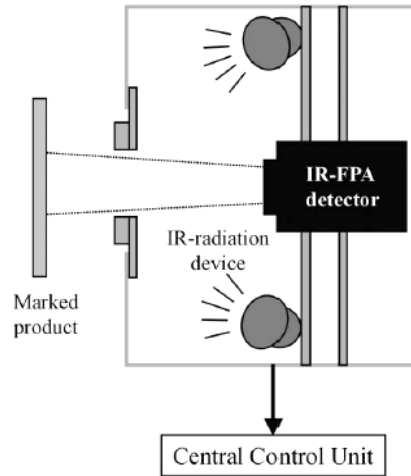


圖 2.12 檢測方法[16]

(Peligrad , Zhou , Morton , Li)[17]將類神經系統應用在雷射雕刻上。在將資料收集過後，然後建立一組數學模式後，使用 non-linear predictive control(NPC)去控制比 direct inverse control(DIC)控制有更明顯成功的效果，而其中塑模的不精確會導致產生穩態誤差，也會導致系統收集資料的困難。在實驗過程中，所應用的是陶瓷材料，輸出的變數是熔池溫度，輸入的則是雷射功率及雕刻速度。

(Golnabi)[18]將雷射感應系統運用在自動化和彈性製造上，如：品質量測、航行引導、圖樣辨識及視覺系統。(Kanzaki , Nakano & Nishizawa)[19]利用自動控制雷射光的方法，在挖掘的礦坑面上很精確且快速地做記號。

(Engin Molva)[5]描述微小型電路雷射有許多不同的工業應用，在市場上，譬如：汽車工業、雷射雕刻、環境和醫療應用、公共建設及電信方面。在雷射領域裡應該可以有低成本和更大的市場性。主要應用是生產緊湊和低成本雷射雕刻機器，可能被使用在例如代替一些噴墨機印表機、在工業生產植物中、在食品工業或在材料裡以 micromarking 處理，在微電子學，等...。使用微小型電路雷射的主要好處，是允許由非專業人員操作和低成本、和可靠性。

## 2.3 分析

綜合以上整理分析，可以知道雷射的雕刻參數對品質的影響，而根據上述探討，如果可以將符合雕刻品質的參數找出，然後將其建一個資料庫，相信在自動化產業上有很好的發展。

根據文獻探討，本研究可利用雷射功率、雕刻速度為輸入參數，而定義品質的範圍可以線寬及深度為輸出參數，訂定一個範圍，便可得到本研究所需要的參數範圍。