



應用於LED陶瓷基板 高速鑽孔之 皮奈秒光纖雷射技術

High-Speed Laser Drilling Technology for LED Ceramic Substrate
with Picosecond/Nanosecond Dual Pulse Mode Fiber Laser

陳智禮

工研院南分院
積層製造與雷射應用中心
關鍵模組部

林士廷

工研院南分院
積層製造與雷射應用中心
關鍵模組部

胡杰

工研院南分院
積層製造與雷射應用中心
關鍵模組部

關鍵詞(Keywords)

- 雷射鑽孔 Laser drilling
- 陶瓷 Ceramic
- 皮奈秒 Picosecond/Nanosecond

摘要(Abstract)

本文介紹高速陶瓷雷射鑽孔用之皮奈秒脈衝雷射技術，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，皮奈秒脈衝雷射源兼具較高材料加工效果與經濟實惠的建置成本。

In this paper, the picosecond/nanosecond dual

pulse mode fiber laser source is disclosed, including its fundamental principle, the optical structure, the characteristic output performances, and the application of laser drilling process for high power LED ceramic substrate. The picosecond/nanosecond dual pulse mode fiber laser source is cost-effective with better throughput when compared to commercial picosecond or nanosecond single pulse mode fiber laser.

1. 前言

台灣具有完整的 LED 產業供應鏈，可分為 LED 磊晶(EPI)、LED 晶粒製程(Chip Process)、LED 晶體封裝(Package)與應用(Application)。2013 年台灣 LED 產業由照明及背光兩大應用引領成長，身



為全球 LED 產業的生產重鎮，預期台灣 LED 元件及照明應用產值將超越 52 億美金，僅次於日本，產量更位居世界第一並佔全球 1/4 市場。然而自 2011 年 LED 產業快速擴張，近兩三年產業呈現嚴重虧損狀態，台灣中小型廠商已難在量、價上存有競爭優勢，必須尋找利基型市場，力求轉型。而這風波同時也吹向中國大陸，過去大陸仰賴政府補助，但在補助縮減下，部分廠商也傳出經營不善的警訊。美國能源部曾預估 2015 年 LED 照明將大幅成長，以價格而言，低瓦數燈具價差已和傳統燈源相差僅 1.5 倍，低瓦數球泡燈在大陸價差更低，以飛利浦(Philips) 3 至 5 瓦球泡燈價格約 29 元人民幣，價差低於 1 倍。而在台灣市場，高瓦數的球泡燈價格快速下降，飛利浦 9.5 瓦 LED 球泡燈網路售價約新台幣 248 元，1 顆 23 瓦省電燈泡也要 145 元，價差快速下滑，以降價 20 % 的幅度計算，2014 年底可低於新台幣 200 元，到 2015 年就有機會可與省電燈泡競爭，這也是各大廠商積極準備產能的主因。但在產能擴張下，預料 2014 年供過於求將加劇，產業將持續進行整合。2013 年初 CREE 公司在美國推出超低價高瓦數球泡燈僅 12.97 美元，9.5 瓦 LED 球泡燈取代了 60 瓦白熾燈泡，爾後飛利浦、歐司朗在各國紛紛推出超低價球泡燈，期待藉此打開室內照明市場。

為了滿足高瓦數 LED 球泡燈的散熱需求，LED 陶瓷基板的製作技術也隨之快速演進，由早期的高溫共燒陶瓷(High Temperature Co-fired ceramic, HTCC)演進為低溫共燒陶瓷(Low Temperature Co-fired ceramic, LTCC)、直接敷銅陶瓷基板(Direct Bonded Copper, DBC)、直接鍍銅基

板(Direct Plate Copper, DPC)，不論是哪一種陶瓷基板，都會製作通孔來達到最佳的熱導通率，因此產生陶瓷鑽孔技術需求。早期陶瓷鑽孔皆採用機械鑽孔方式，但機械鑽孔有其缺點，例如孔徑限制、接觸式加工造成結構缺陷、需冷卻水、刀具磨損需更換...等問題，因此雷射鑽孔技術開始被討論應用於陶瓷材料上。由於陶瓷材料對 IR 波段雷射的吸收率低，業界一般是用 UV 雷射進行鑽孔，但也是有加工速度過低的問題待克服。目前工研院積層製造與雷射應用中心自行開發皮奈秒雷射源，鑽孔速度可達 UV 雷射 10 倍以上，且其建置成本與 UV 雷射差異不大，十分適合應用在台灣 LED 產業。

2. 陶瓷基板特性介紹暨在 LED 模組上之應用

2.1 陶瓷材料特性介紹

陶瓷基板材料具有優良的導熱性(24~180 W/mK)、氣密性、化學穩定性、以及高溫熱穩定性(> 800 °C)，且具有突出的高頻特性，在電路設計和製造非常需要這些特性，因此陶瓷被廣泛應用作為基板材料及用來製作各種電子元件。

陶瓷材料最常使用的有氧化鋁(Al_2O_3)與氮化鋁(AlN)，其特性如表 1 所示。

由於大部分陶瓷材料的熔點與硬度都很高，這一點限制了以機械加工方式對陶瓷材料加工的可能性，因此陶瓷基板中常摻雜熔點較低的玻璃作為助熔劑或黏結劑，使最終產品易於機械加工。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】371期・103年2月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw