

智慧化雷射修整天線技術與設備

Intelligent Laser Trimming Technology for Antenna and Equipment

黃萌祺^{1*}、高端環²、林冠廷³、蕭富仁⁴、李明遠⁵

¹ 工研院機械所先進製造技術組先進封裝技術部 經理

² 工研院機械所先進製造技術組先進封裝技術部 研究員

³ 工研院機械所先進製造技術組先進封裝技術部 副研究員

⁴ 連騰科技股份有限公司 總經理

⁵ 孟晉科技股份有限公司 總經理

摘要：隨著多樣性產品與元件對於輕薄短小之體積要求逐漸增加，微波介質陶瓷元件因具有體積小、元件密度高等優勢，而需求量大幅增加。但由於微波介質陶瓷元件的製作方式是使用銀漿料或銅漿料置於網版中進行圖案印刷後，再將陶瓷基板進行高溫燒結，銀膠高溫燒結後與陶瓷二次燒結所產生的膨脹係數差異將導致尺寸收縮，將會造成造成線路偏移，導致微波介質陶瓷元件之訊號不準確，故目前廠商採取人工修整方式，進行天線訊號調整，需耗費大量人力與品質不穩定等問題。本論文開發智慧化雷射修整天線技術，整合紅光雷射、視覺系統、向量分析儀等進行線上天線訊號量測與中心頻率修整，可取代傳統人工手動修整天線方式，智慧化雷射修整天線時間只需要 20 秒內，大幅降低天線修整時間達 3 倍以上，最小修整線寬可達 60 μm 以內，符合未來 B4G (Beyond 4G) 或 5G 高頻模組之發展需求。

Abstract : With the increasing demand for products variety and components miniaturization, the demand for microwave dielectric ceramic components also substantially increases due to their small size and high component density. Because microwave dielectric ceramic components are fabricated by applying silver paste or copper paste on ceramic substrates with screen printing technology followed by sintering at a high temperature, the difference in thermal expanding coefficient between the metal paste and the ceramic will lead to size shrinking after sintering. The size shrinking will cause line shifting and further result in inaccurate signals of the microwave dielectric ceramic component. Therefore, most of current manufacturer trim the components by manually adjust the antenna signals, which are labor intensive, and the quality is also compromised. A novel intelligent laser trimming antenna technology is developed, which integrates red laser, vision system, and vector analyzer, etc. to measure the antenna signal and center frequency modification in the production line. It can replace the traditional manual trimming antenna method. With the intelligent laser trimming antenna technology, it takes less than 20 seconds to finish the trimming process, which massively reduces the antenna trimming time by more than 3 folds. The minimum trimming line width can be achieved to 60 μm , which meets the development needs of B4G or 5G high-frequency modules.

關鍵詞：天線修整、雷射、天線

Keywords : Antenna trimming, Laser, Antenna

簡介

隨著 3C 產品及行動通訊市場高速成長，產品與元件對於輕薄短小之體積要求逐漸增加，根

據產科國際所 IEK 統計，2016 年台灣微波介質陶瓷元件與被動元件產值達 1233 億元，年成長達 5.4%。微波介質陶瓷元件因具有體積小、元件密度高等優勢，而需求量大幅增加，目前微波介質

陶瓷元件可應用於微波頻段 (主要是 UHF、SHF 頻段，300 MHz ~ 300 GHz)，可製作陶瓷天線、濾波器、陶瓷振盪器、介質導波迴路等陶瓷元件 [1-4]。根據 MarketsandMarkets Analysis 市場調查機構統計，2009 年全球微波介質陶瓷元件市場規模為 68.2 億美金，每年成長率超過 15%，於 2015 年全球微波介質陶瓷元件市場規模將超過 158.7 億美元，需求量達 63.4 億個元件，其中，以 GPS 天線市場產值為最高，達 83 億美金以上，並隨著未來 B4G/5G 高頻產品增加與產品體積縮小，全球微波介質陶瓷元件將持續提高市場規模與產值。在未來 B4G 或 5G 高頻模組中，由於需要多天線 MIMO 系統進行資料大量傳輸，其為 5G 高頻 (38GHz) 陣列天線模組，未來行動通訊產品必須在有限產品空間內放入更多天線元件，此小型化之微波介電陶瓷元件亦為重要元件製程，我國微波介電陶瓷元件產業其全球市占率超過 30%，每年可生產超過 20 億個相關陶瓷元件。

目前微波介質陶瓷元件的製作方式是使用銀漿料或銅漿料置於網版中進行圖案印刷後，再將陶瓷基板於 800-900℃ 進行一小時以上之高溫燒結，為了使銀漿料或銅漿料內的高分子去除而產生良好金屬電性，必須在高溫下長時間燒結，其整個製程屬於高耗能之產業，此外，由於銀膠高溫燒結後與陶瓷二次燒結所產生的膨脹係數差異導致尺寸收縮，將會造成造成 5~14% 之線路偏移誤差，導致日後訊號頻偏的問題，目前廠商大多採取人工手動修整天線方式，進行天線元件微調至可出貨規格。

微波介電陶瓷元件雖然具有高介電常數、高介電品質因素 (Q 值)、低介電損失之特性，亦表示此陶瓷元件之共振頻寬越小，其天線或通訊元件之中心頻率要越精準，製程容許誤差越小。Q 值表示振子阻尼性質的物理量，也可表示振子的共振頻率相對於頻寬的大小，高 Q 值表示振子能量損失的速率較慢，振動可持續較長的時間，Q 因子較高的振子在共振時，在共振頻率附近的振幅較大，但會產生的共振的頻率範圍比較小，此

頻率範圍可以稱為頻寬。共振的頻寬和 Q 值成反比，所以愈高的 Q 值其頻寬愈窄，針對高 Q 因子的系統，也可以用下式計算的 Q 因子 [5-6]：

$$Q = \frac{f_r}{\Delta f} = \frac{\omega_r}{\Delta \omega} \quad (1)$$

其中 f_r 為共振頻率， Δf 為頻寬， $\omega_r = 2\pi f_r$ 是以角頻率表示的共振頻率， $\Delta \omega$ 是以角頻率表示的頻寬。

現今無論日本或台灣業界大多使用銀漿網印技術與金屬漿料燒結技術，進行微波介電陶瓷元件之金屬線路製作，由於金屬線路因高溫燒結造成線路尺寸與位置之偏差，約有 5-14% 位置精度誤差 (誤差高達 $\pm 200 \mu\text{m}$)，且因為微波介電陶瓷元件之 Q 因子較高，頻寬較小，造成天線頻率偏移量大，後續需倚靠大量人工進行手動天線修整，故許多微波介電陶瓷天線廠商需要大量的人工以手動方式並配網路分析儀進行天線訊號修整。由於手動刮除線路需在高倍顯微鏡下進行線路移除，因此，此站之工作人員除需具備長期的訊號修整經驗外，常因不小心造成線路過度移除或刮傷基板等問題造成產品的二次報廢，除此之外，由於手工移除無法精準控制線路移除的線寬，因此需修整面積就無法固定，且一旦人員流失其製程技術均無法傳承。因此在訊號修整的過程當中不僅耗費大量人力、測量設備、以及生產時間。

故本論文開發智慧化雷射自動修整天線設備，使天線訊號修整技術能到標準化之製程製作，此套系統除具備即時量測陶瓷天線訊號之共振頻率圖、Smith 圖以及場型圖等線上量測資料外，並且建立一套標準天線訊號圖譜與智慧修整法則形成智慧修整資料庫系統，再搭配雷射移除線路之最佳化參數的測試 (包括瓦數、移動速率等)，此整套設備具有智慧化自我判斷，即時量測即時修正之功能性，使其修整後之線路資料能有完整的量測追蹤記錄，確保出貨之品質。

智慧化雷射自動修整天線設備之優勢

傳統 GPS 天線製作方式於高溫厚膜銀漿網

更完整的內容

詳見 | 機械工業雜誌 | · 438 期 · 108 年 9 月號

機械工業雜誌·每期 **220** 元·一年 12 期 **2200** 元

線上訂購網址：<https://www.automan.tw/magazine/orderMag.aspx>

付款方式

1. 郵局劃撥—戶名：財團法人工業技術研究院機械所 帳號：07188562
請於劃撥單的通訊欄寫明：購買期數、金額等
2. 匯款資料—兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)
帳號：203-07-02288-0 戶名：財團法人工業技術研究院
3. 信用卡—請填寫信用卡 [訂購單](#)

麻煩您將 繳款收執 或 信用卡刷卡單 傳真至 (03)582-2011，我們會盡快處理您的訂單並開通權限，再次感謝您的支持與愛護。

訂書專線：03-591-9339

傳 真：03-582-2011

機械工業雜誌·官方網站：www.automan.tw 機械工業雜誌·信箱：jmi@itri.org.tw

機械工業雜誌 優惠訂購單

訂閱一年 **12** 期

\$ 2200 / 續訂戶 \$ 2000

好禮二選一

- A** 史欽泰墨寶帆布袋
- B** 工研院機械所無人車USB (8G)

訂閱紙本+電子雜誌

\$ 3000 原價 \$ 4400

一年12期

- 贈送
- A** 史欽泰墨寶帆布袋

訂閱二年 **24** 期

\$ 4000 / 續訂戶 \$ 3600

好禮四選二

- A** 史欽泰墨寶帆布袋
- B** 工研院機械所無人車USB (8G)
- C** 工具機叢書任一本
- D** 智慧機械人叢書任一本

限量專屬精品送給您



A



B



C



D