



# FPC雷射鑽孔機 R2R傳輸技術

R2R Transfer Technology of FPC Laser Drilling Machine

## 李昌周

工研院南分院  
積層製造與雷射應用中心  
自動化系統部

## 柯志諭

工研院南分院  
積層製造與雷射應用中心  
自動化系統部

## 姚福財

東台精機股份有限公司  
電子設備本部  
經理

## 關鍵詞(Keywords)

- 軟性印刷電路板 Flexible Printed Circuit, FPC
- 雷射鑽孔 Laser Drilling
- 捲繞傳輸 Roll To Roll, R2R

## 摘要(Abstract)

電路板鑽孔的孔徑需求越來越小，精度也不斷往上提升，致使雷射鑽孔機逐漸成為未來發展的主流，但現階段仍侷限於單片生產方式。針對 R2R 傳輸於雷射鑽孔製程之應用，本文探討電路板的鑽孔方式、R2R 傳輸技術重點以及 R2R 與雷射鑽孔機之整合結果，期望對國內 FPC 雷射鑽孔技術的開發與應用有所助益。

Because the required diameter of interconnect holes for printed circuit boards is getting smaller, and the accuracy requirements are also getting higher, lasers are becoming the mainstream of drilling machine development, but application is still limited to piece by piece production. This article explores the circuit board drilling methods, roll to roll technologies, and the result of integrating these two technologies. This review is expected to be helpful in flexible printed circuit board laser drilling machine development and application.

## 1. 前言

印刷電路板(printed circuit board, PCB)為電子產品的關鍵零組件，其用途在做為電子元件彼此



問訊息傳遞的媒介，是國內僅次於半導體與顯示器面板的第三大產業。近幾年在平板電腦、超輕薄筆電(ultrabook)和智慧型手機的市場帶動下，更拉升了該產業的大幅成長，工研院產經中心(IEK)估算 2014 年台商兩岸電路板產值即超過新台幣 5 千億元，約佔全球三成。

印刷電路板若依其柔軟度，可區分為硬質印刷電路板(rigid PCB)及軟性印刷電路板(flexible print circuit, FPC)。軟性印刷電路板又稱軟板，是將連接電路元件的佈線圖，透過蝕刻與電鍍等印刷製程重現在銅箔基板(copper film)表面構成電路，藉以搭接電子組件傳遞訊號。軟板的一般厚度只有 0.13 mm，大約是硬質電路板厚度(約 1.6 mm)的 1/10，由於軟板具備可撓曲、重量輕、體積小、可立體配線、線路密度高、能減少配線錯誤、可透過連續輸送方式大量生產等特性，廣泛應用於液晶螢幕、觸控面板、筆記型電腦、硬碟、相機、手機等消費性電子產品，用來達成元件訊號傳遞、彎曲、折疊、掀蓋或旋轉功能，是攜帶型電子產品能夠往輕薄短小的方向順利發展的關鍵組件。

## 2. 電路板鑽孔技術

軟板依功能應用可以分為印刷電路(printed circuit)、引線(lead line)、連結器(connector)以及多功能整合系統(integration of function)四大類。常見的銅箔基板幅寬為 250 mm 及 260 mm，卷材長度 100 m，是以聚亞醯胺(polyimide, PI)為基材，利用壓克力或環氧樹脂為接著劑，將銅箔批覆在上

面。該銅箔的厚度一般為 1 oz (1.4 mil, 1 mil = 25.4  $\mu\text{m}$ )、1/2 oz (0.7 mil)及 1/4 oz (0.45 mil)，銅的材料為電解銅(electro deposit copper, ED)或延展性比較好的軋延銅(rolled & annealed cooper, RA)。

軟板若依照產品結構來區分，又可以分為單面板(single side)、雙面板(double side)和多層板(multilayer)。單面板為軟性電路板最基本的結構，其製程是利用蝕刻方式將基材上方多餘的銅箔去除，然後再於表面印製防焊油墨或被覆一層絕緣保護層，由於具有高度的撓曲性、方便配置在狹窄空間內、價格低，是目前應用領域最廣的產品。雙面板在基材上下各批覆有一層銅箔，藉由鑽孔及鍍通孔的製程將銅箔串連，因此能夠在有限面積表面容納更多線路，並安裝更多的零件。多層板的導體線路為三層以上，產品結構如圖 1 所示，是前面兩種方式的組合，其導電層在垂直方向相互連接形成多層結構，可以使電路板具備更高的線路集成密度與更複雜的機能。

電子產品在小型化及陣列化封裝發展下，接點距離於來越小，接線數量也越來越多，為了提高印刷電路板的功能，以多層結構組成的高密度連結(high density interconnect, HDI)已經成為印刷電路板的市場發展主流。HDI 作法是利用微盲孔搭配細線與密距而達到線路的高度互聯，孔徑在 6 mil 以下，線寬與線距為 3 mil 或更細，最終目的就是希望在單位面積裡面，搭載更多的元件或者佈上更多的線路。依照這種高佈線需求，解決方法唯有儘量縮小線寬、線距與孔徑。鑽孔是電路板進行導電層相互連接的一個重要製程，可以區分為機械式以及非機械式，相關技術分述如

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】383期・104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](http://www.automan.tw)