

5 μm 全加成雙面軟板製程及其設備

Additive Processes and Equipment for Double-Sided Flexible Printed Circuit Board with 5 μm Line-Width

連健宏^{1*}、林宛瑩¹、林義暉²、陳來毅³、王裕銘⁴、梁隆禎⁵

¹ 工研院機械所 先進製造技術組 印刷電子設備部

² 工研院機械所 先進製造技術組 印刷電子設備部 副理

³ 工研院機械所 先進製造技術組 印刷電子設備部 技術經理

⁴ 工研院機械所 先進製造技術組 印刷電子設備部 經理

⁵ 嘉聯益股份有限公司 處長

摘要：近年來，為因應軟性電路板的市場需求及技術變革，工研院機械所致力於全加成雙面軟板製程的開發，以提升國內軟性電路板業者的技術能力及產品價值。全加成製程搭配超細微導線印刷技術具有綠色化製造、製程簡化、低成本…等優勢，搭配卷對卷薄膜傳輸及精密對位印刷技術，將可有效提高產量及良率。該項技術除可應用於雙面軟性印刷電路板外，也可用於電池、感測器及天線…等元件的製程。本文針對全加成雙面軟板製程技術及其設備進行深入探討。

Abstract : In response to the market demand and technology changes of flexible printed circuit board (FPC), ITRI Mechanical and Mechatronics Systems Research Laboratories (MMSL) has developed additive processes for double-sided FPC processes to improve the technical capabilities and product value for domestic FPC vendors. The additive processes combined with ultra-fine conductive-line printing technology, precision positioning printing technology and roll-to-roll processes possess the advantages of green manufacturing, simplified fabrication process, and low cost production; allowing to increase production throughput and yield. This technology can also be applied to advanced electronic devices such as sensors, high frequency antenna, and battery, etc. In this paper, the additive processes and equipment for double-sided FPC are discussed in depth.

關鍵詞：軟性電路板、對位系統、超細線寬

Keywords : Flexible printed circuit board, Alignment system, Ultra-fine line

前言

軟性電路板 (Flexible Printed Circuit Board, FPC) 具有重量輕、厚度薄、柔軟、可彎曲、可立體化的產品特性，在 3C 電子產品講求輕、薄、多工的趨勢之下，軟性電路板逐漸在應用市場嶄露頭角。依據台灣電路板協會 (Taiwan Printed Circuit Association, TPCA) 規範，軟性電路板主要可以

分成三級，隨著應用領域不同，其信賴度及外觀的允收標準也有所不同，舉例而言：第三等級的 FPC 板主要被用於關鍵性設備，其要求為：可靠性高、產品外觀無破損且可連續運作。此外，針對線寬密度、通孔大小，美國電路板協會 (Industry association for printed circuit board and electronics manufacturing service companies, IPC) 針對多層電路板皆有其定義，規定其多層板孔徑需 $\leq 6 \text{ mil}$ ，

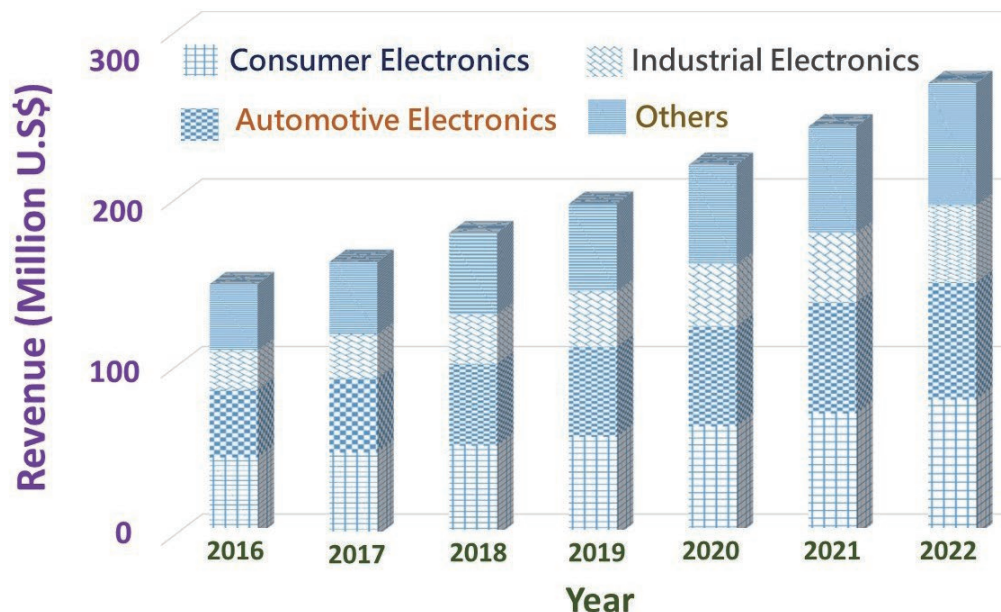


圖 1 Allied Market Research 2017 年發佈的軟性電路板相關市場及應用 [3]

孔環 (Ring or Pad or Land) 的環徑需 ≤ 10 mil，佈線密度須大於 117 inch/inch²，同時線寬/間距要 ≤ 3 mil [1]。在應用面及市場面分析部分，Allied Market Research 2017 年所發佈的產業評估 [2]，軟性電路板相關市場將由 2017 年的 150 億美元上升至 2022 年的 270 億美元，其應用面涵蓋消費性電子 (Consumer Electronics)、車用電子 (Automotive Electronics)、工業電子 (Industrial Electronics) 及其他 (Others)... 等各個領域，其中消費性電子及車用電子成長幅度較大如圖 1，可見軟性電路板相關技術對於車用及 3C 產品具有舉足輕重的地位。以車用電子領域而言 [3]，Nippon Mektron LTD. 規劃其應用面包含車用控制箱、車用照明、車用傳感器、娛樂相關設備、及車用電池相關設備... 等各個應用領域，不同車用應用，其相關產品規格也不相同，舉例而言，車用控制箱的軟性電路板，則強調其耐油及耐熱的特性。

以軟性電路板的材料及製作方式而言，目前仍以聚亞醯胺 (Polyimide, PI) 做為主要材料，歸因於高耐熱、高耐化及高機械強度的特性；近年來液晶高分子 (Liquid Crystal Polymer, LCP) 樹脂材料也逐漸引起重視 [4]，因其具有低介電常數及低

介電損耗的特性，較適合應用於天線軟板相關應用。此外，銅箔基板製程方式也有所差異，主要可以分成無膠系 (2-layer) 和有膠系 (3-layer) 兩種 [1]，兩者最大差異在於銅箔和聚醯亞胺薄膜之間有無接著劑。無膠系銅箔基板多以銅沉積方式直接沉積在聚醯亞胺上方形成，其耐熱性高、安定性佳、可製作高密度線路，而有膠系則因為接著劑材料的耐溫性問題，因此，可靠度上也較不理想。為製作更具前瞻性產品及提高產品的性能，在導電線路製程技術一再變革，在電路板製程中，傳統多使用黃光製程為主的減法式製程；其製程經過光阻塗佈、顯影、蝕刻... 等各種製程製作出金屬導電線路如圖 2(a)；相較於此，利用印刷電子技術，以加成式方法製作金屬層如圖 2(b) 於基板表面，除可有效減少製程步驟外，在環境、安全、綠能... 等相關議題上，都較傳統的減法製程改善，使其具有低成本、製程簡單、產線短及綠色化製造技術的特色，若輔以卷對卷 (Roll to Roll) 製程將可有效達到大面積製程、及高產量的優勢。

綜觀上述各層面分析結果，未來軟性電路板主要有以下變革方向 [5-6]：

- 導電線路超細微化：為製造多功能性及附

更完整的內容

詳見 ■ 機械工業雜誌 ■ · 426 期 · 107 年 9 月號

機械工業雜誌 · 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

匯款帳號：兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)，帳號/ 203-07-02288-0

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