



指向性無電鍍銅製程 與R2R無電鍍設備

Anisotropic Deposition of Electroless Copper
& Roll-to-Roll Electroless Plating System

薛長榮

工研院機械所
先進製造技術組
先進封裝技術部

張心豪

工研院機械所
先進製造技術組
先進封裝技術部

黃萌祺

工研院機械所
先進製造技術組
先進封裝技術部
經理

關鍵詞(Keywords)

- 印刷電子 Printed Electronics
- 卷對卷 Roll to Roll (R2R)
- 無電鍍 Electroless Plating

摘要(Abstract)

結合凹板轉印與無電鍍技術，開發微細線電路板加法製程，實現電路板線路微小化及製程綠色化。本文將針對無光阻圖案之微細印刷線路，所開發的指向性無電鍍銅金屬沉積技術進行介紹，以及因應未來量產需求，將無電鍍技術整併成卷對卷濕式金屬沉積設備之探討。

The proposed additive manufacturing of flexible

printed circuits board is via an integration of gravure-offset printing and electroless metallization process. In this article, we report a technology using anisotropic plating of electroless copper to metalize fine-line printed circuits patterns rather than photolithographic patterns. Also, roll-to-roll (R2R) equipment technologies for electroless metallization in order to fulfill the needs for future production are highlighted.

1. 前言

PCB 產業隨著電子商品的蓬勃進步已發展了30年。近年來隨著行動化電子商品的出現，軟性電路板(flexible printed circuits, FPC)的需求量越來越多。



目前 PCB 產業發展重點包括無氯化物、無氟化物之電鍍液材料開發，解決線路電鍍製程污染問題。另一重點則是利用精密印刷技術，直接進行線路成型，省卻微影蝕刻之傳統圖案化製程技術，避免蝕刻液對環境之污染衝擊。根據 2013 日本印刷電路板展覽及研討會(JPCA)中，針對未來印刷電路板之生產趨勢歸納出幾項重點：(1)線路細微化；(2)製程簡化(去黃光化)；(3)低污染物/廢棄物產生；(4)生產空間縮減及(5)產品轉換生產快速等五大發展主軸。但由於台灣電路板仍以傳統黃光製程與蝕刻製程為主，不利於未來細小線寬與綠色環保製程之需求，目前各國皆已積極發展次世代細線寬電路板技術，利用精密印刷取代黃光微影製程，以加法製程實現電路板線路微小化及製程綠色化，已蔚為目前產業之趨勢。

本文首先對次世代微細線(fine line)、微間距(fine pitch)電路板發展趨勢，整合卷對卷式先進凹版轉印技術於電路板線路圖案化，介紹對應印刷線路所開發的指向性無電鍍銅圖案金屬化技術。此外，對於觸控面板與印刷電路板生產，結合卷對卷式製程技術於印刷線路圖案與無電鍍金屬化，將有利於減少生產技術中對於能源消耗之需求，可達成大面積快速生產之目的。後續並介紹相關之卷對卷無電鍍設備的目前市場概況。

2. 指向性無電鍍銅製程

工研院針對未來印刷電路板之生產趨勢所開發出以加法製程實現電路板線路微小化及製程綠色化，用以取代傳統黃光微影與真空濺鍍製程，將

有助於印刷電路技術應用於電路板產業與大面積觸控產業上。結合凹版轉印技術，將含有金屬前驅物之高分子膠體直接於軟性基板上進行大面積圖案化製程。藉由 UV 光聚合與熱處理而裸露出印刷膠體內之觸發銀粒子，可省去傳統浸鈹當作觸發劑。最後，以化學銅還原鍍膜方式(如：無電鍍銅)進行金屬線路沉積，將附著於基板之線路金屬化，以提高導電度。

由於加法製程以印刷進行線路圖案化，免去黃光微影(photolithography-free)步驟，同時亦省去用於維持導線間距之光阻。當無光阻隔離時，導線間距隨著金屬沉積厚度而變化，間距變化過大將影響電路板之電性，如導線間電容值，進而影響 RC 延遲系數。此外，未來電路板朝向線路線距細微化，如何在無光阻金屬化製程(resistless patterning metallization)中控制線路間距變化幅度，顯得尤其重要。因此，指向性金屬化沉積技術開發(如圖 1 示意)，可幫助加法製程，在線路金屬化製程時，維持線寬、線距與高導電率。

2.1 微細線指向性無電鍍金屬化沉積

指向性濕式金屬沉積技術(anisotropic deposition)於 1993 年已於文獻中刊登出來。1993 年 van der Putten 等人[1]於 Philips 研究實驗室使用鉛離子化合物(Pb^{2+})為添加劑，搭配製程中質傳輸送(mass transport)設計，用以控制添加物於式樣上吸附區域，達成指向性化鍍鎳金屬凸塊(bump)沉積(圖 2)。隨後，成功大學林光隆教授[2]之研究更深入探討添加物於指向性化鍍鎳金屬沉積之成長機制。2011 年日本 Kunihito Baba 等人[3]延伸上述指向性化鍍鎳沉積，混搭新添加劑(Bi 離子化

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】402期・105年9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

機械工業雜誌信箱：jmi@itri.org.tw