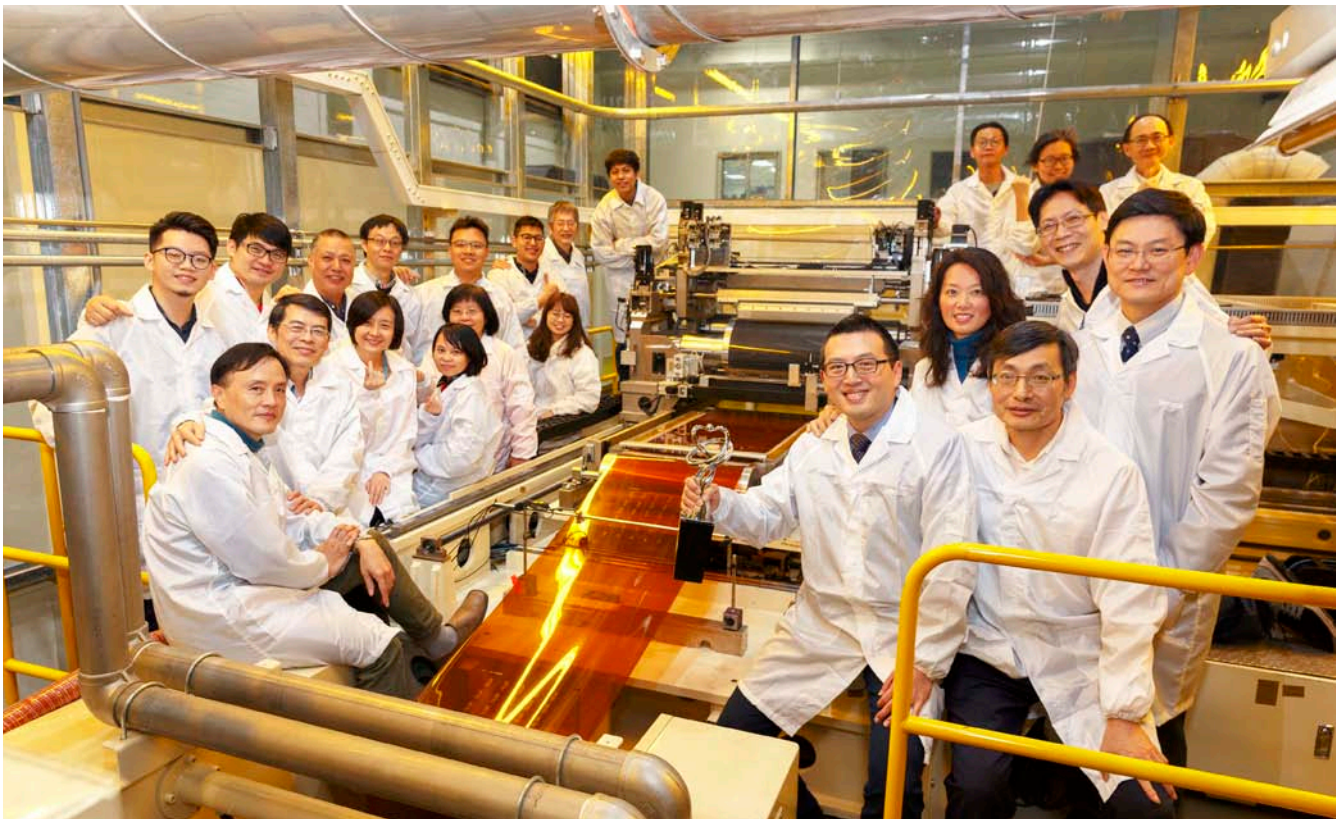
減工序　降成本

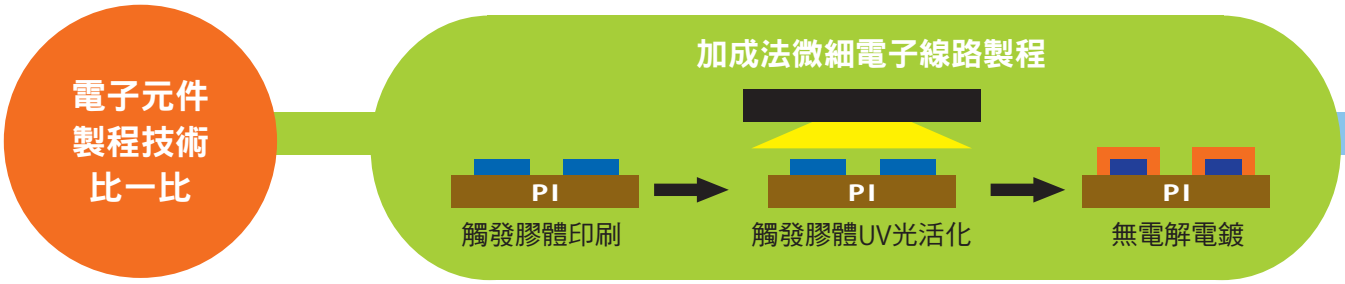
加成法綠色製程開創永續之路

一次就把事情作對，比起反覆修改，是不是更有效率？製造上有減法與加法之別，過去受限於科技，減法製造幾乎是唯一選項，但現在有更好的選擇。工研院「加成法微細電子線路綠色製造技術」以創新節能製程，減少製造工序、降低生產成本，因此獲得經濟部產業創新獎「團隊創新領航」獎項榮譽。

撰文／張維君



工研院「加成法微細電子線路綠色製造技術」團隊在機械所副所長周大鑫（手持獎座者）的帶領下，榮獲產業創新獎「團隊創新領航」獎項。



傳統電子、光電製程，是以黃光微影製程將電路圖案定義在基板上，再用蝕刻方法去除掉不需要的部分，屬於減法製程。這種製造方法不僅浪費材料、耗費能源，還需處理廢棄的化學液體，一旦處理不當，還可能造成環境污染，為解決產業痛點，工研院開始思考如何透過新製程來減廢節能。

節能環保　更省成本

「比起將材料移除後作出電路，若能直接印出正確電路，是不是更有效率、更環保？」工研院機械與機電系統研究所副所長周大鑫解釋，這種加法製程的好處在於不需移除材料，不會造成浪費；而直接印製線路圖的第二個好處是少了銅箔壓合、光阻貼合（塗佈）、曝光／顯影、蝕刻、光阻移除與電鍍等工序，將7道製程簡化到3道，使產線縮短，工廠面積也可縮小，有效達到製程綠色化。

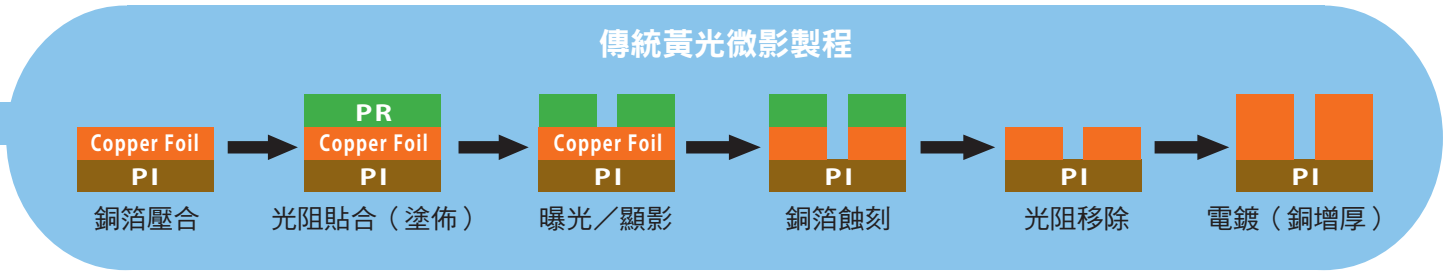
相較現有電路板製程技術，工研院整合「凹版轉印」及「金屬化」技術，能將電路線寬縮小至3μm，如此一來電路板上便可放上更多線路。以軟板來說，節能效益82.6%、省水效益88.7%、減廢效益72.6%，將可降低近6成的生產成本，是吸引廠商投入的最大誘因。

以印刷製程取代黃光微影蝕刻的想法，一直以來都有團隊不斷嘗試，但多半還停留在學術研究階段，部分學者甚至提出將7道製程縮減為1道，直接印出能導電的線路，但此種做法在實務上卻窒礙難行。周大鑫表示，工研院採用的方法是在印刷圖樣上疊加金屬化製程以長出電路，如此可與傳統製程的導線特性雷同，滿足印刷電路板產業對導電及可靠性的要求。

完美整合跨領域技術　符合產業所需

周大鑫分析，這套全球首創的綠色軟板製程不僅解決了黃光微影蝕刻造成的環境問題，還能進一步達成印刷電子細線化優勢，主要歸功於關鍵技術的掌握，包含創新的模具製造技術，模具經過表面處理，使油墨自模具完美轉移至基板；其次，用作印刷的油墨材料可轉印並牢牢黏在基板上，滿足細線化及金屬化製程，使線路具高導電及可靠性，這都有賴油墨材料的創新研發；此外，製造設備還必須符合高精度的需求，「三者缺一不可」。

「凹版轉印、金屬化都是產業原本就有的技術，但能將這些技術完美整合銜接，得力於工研院跨領域的優勢，」周大鑫說，團隊結合來自材料、電機、機械、化工、物理等領域人才，因而能突破研發瓶頸，還能依照產品特性修改製程以符合產業規範、需求，也是此綠色製程成功的重要關鍵。

加成法微細電子線路綠色製造技術現已技轉國內軟板大廠嘉聯益，新型軟板產品正進行打樣測試；在此同時，嘉聯益也與妙印精機、達邁及創新應材等上游材料、設備商共組研發聯盟，從材料、設備、耗材到印刷電路板製造，由上到下將這項軟板綠色化生產的研發成果落實到產業上，建立起完整生態系。

科技不只是帶來更便利的生活，還要為打造永續的未來而努力。周大鑫希望這套綠色製程，能擴散到更多光電及電子產品製造上，未來還將進一步導入AI與再製造技術，提升產品開發效率及產線良率，在節能環保的同時，邁向產品零缺陷的理想目標。■