

奠定通訊里程碑

毫米波銅箔基板技術

5G技術突飛猛進，毫米波的高速傳輸應用是關鍵。然而，市場上常用的PCB基板材料容易使毫米波出現大量電介質和訊號損失問題，工研院開發「毫米波銅箔基板技術」，能讓訊號穩定傳輸，榮獲工研院傑出研究獎金牌獎。



工研院開發低損耗底漆層材料可塗佈於無粗化銅箔表面提升與高頻介電材料間的抗撕強度，讓銅箔基板兼具高抗撕強度與低傳輸損耗。

撰文／賴宛靖

隨著5G時代來臨，相關企業紛紛祭出新的商業模式和服務平台，科技發展經歷重大變革，電子產品與設備也朝向高頻、高速資訊處理和大量數據傳輸的趨勢邁進，而毫米波具有高頻寬、大容量以及超低延遲等多項優勢，最能滿足5G時代較大頻寬和高速傳輸的要求，也帶動與訊號傳輸最密切相關的電路板材料市場發生變化。

印刷電路板（PCB）是電子產品之母，無論科技的進步帶給生活多大便捷，所有美好的想像都必須「寫」在印刷電路板上，讓所有電子零組件

發揮所長。面對高傳輸需求，印刷電路板的材料與訊號傳輸穩定度息息相關，不但直接影響電子產品的可靠度，更可左右系統產品整體的性能及競爭力，面對5G時代來勢洶洶，產業該如何因應？

研發銅箔基板新材料 改善毫米波訊號傳輸效能

工研院材料與化工研究所組長楊偉達表示，大約8至10年前，工研院已預見5G將向毫米波方向發展，便開始研發相關技術，當時市場上慣用的

材料在毫米波頻段會有較大的介電與訊號損失，團隊遂著手開發能在毫米波頻段減少訊號損失的銅箔基板材料，盡可能使訊號穩定傳輸，進而提高產品性能。

被廣泛應用的銅箔基板（CCL），是現代電子產品中不可或缺的重要材料，尤其是5G時代來臨，對銅箔基板的要求更甚。工研院材化所經理邱秋燕分析，一般而言，PCB用的銅箔表面會進行粗糙化處理，以改善與介電材料間的結合力，但粗糙的銅箔表面將導致訊號高損耗，且隨著頻率升高，導體損耗將顯著增加；而銅箔傳輸訊號有一特性，當訊號愈高頻高速化時，訊號傳輸會愈來愈集中於銅箔表層，稱之為「集膚效應」，頻率愈高，集膚效應會愈明顯，表面的粗糙度對訊號傳輸的影響會變得非常顯著，為了降低毫米波訊號傳輸的導體損耗，使用光澤的無粗化超平坦銅箔，但兩材料間的接著性也隨之變差。

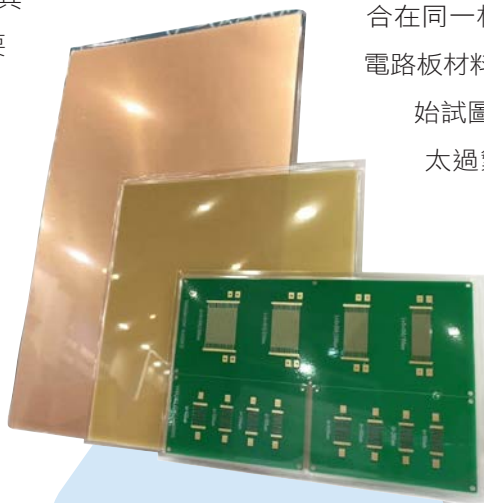
為了找到不影響基板電性的底漆層材料，研發團隊絞盡腦汁，開發出低損耗底漆層材料可塗佈於無粗化銅箔表面提升與高頻介電材料間的抗撕強度，即便銅全板蝕刻後，仍可維持基板材料原先的電性，讓銅箔基板兼具高抗撕強度與低傳輸損耗。楊偉達說，多年來研究團隊為了毫米波傳輸所需，開始探索各種樹脂材料，把以前學過理論都翻了出來，著手進行模擬和計算，選擇出幾種可能的結構，最後鎖定環狀烯烴聚合物，巧合的是，這與楊偉達讀研究所做的研究想法相符。「為了環狀烯烴聚合物符合所需，團隊透過分子結構改變、調整分子量，還要從配方設計上著手，才研發出因應毫米波傳輸的銅箔基板材料。」

深耕多年 關鍵配方誕生

工研院研發的高頻銅箔基板樹脂材料與配方系統，是利用分子單體結構設計導入低極性單體，並降低極性分子的比例、抑制分子的運動等結構調控配方組成，使低介電特性與高導熱性能可結合在同一材料系統，以符合5G毫米波的相關電路板材料需求。楊偉達表示，研發團隊一開始試圖自行合成上游單體原物料，但過程太過繁瑣，未來導入產業也會有困難，因此轉而尋找已商品化的原物料，再根據需求進行寡聚物結構設計。

由於高階樹脂材料技術多為美、日等大廠掌握，團隊在找尋材料時就考慮到需可透過多重管道取得，避免受到地緣政治因素影響，此外，該樹脂材料技術具低吸水性及低損耗特性，在有機溶劑中溶解度良好，不僅能增加銅箔基板材料的機械強度與優異電氣特性，也能提高製程加工便利性、減少能耗，可協助臺灣銅箔基板廠商有機會突破國際大廠的技術壁壘，提升產品附加價值產業競爭力。

楊偉達指出，由於PCB製程繁複，上下游產業又多屬資本密集，為協助業者加速進入5G市場，工研院將一路走來的研發歷程建立出「銅箔基板暨載板材料與驗證技術」平台，舉凡高階樹脂、粉體、硬化劑、添加劑、玻纖布與銅箔等多種原料評估，以及相關PCB製程的材料特性、製程相容性、可靠度等，皆能協助國內外材料廠商進行及應用可行性驗證、導入先進材料開發，可大幅縮短產業鏈相關材料研發時程，並可協助國內業者與國際高階上游原料接上線，促進臺灣銅箔基板導入先進技術與材料，引領國內建立完整的高階電路板產業鏈，奠定新的里程碑。■



工研院研發高頻銅箔基板樹脂材料與配方系統，符合5G毫米波的相關電路板材料需求。