



## 被動元件低碳永續進行式： 從材料選擇到製程創新

技術主編：唐敏注 M. J. Tung

現職：工研院(ITRI) 材料與化工研究所 綠能元件及關鍵材料研究組 正研究員/副組長  
台灣磁性技術協會(TAMT) 理事

學歷：國立交通大學(NCTU) 電子工程所 博士

專長：磁性材料製程/應用產品設計、磁性測試技術

隨著電子產品走向行動通訊、車用電子及AI運算，高頻、高速、高可靠與低功耗成為奈米電子時代的重要指標，被動元件（電阻器、電容器、電感器、濾波器與保護元件等）在電源管理、訊號匹配、電磁干擾抑制與模組整合中的功能日益重要，成為產品中不可缺少的一環。在AI、通訊、電動車、綠能與IoT的快速發展下，被動元件先是面臨體積縮小但性能提高的要求，接著是功能整合加上節能減碳環境友善的全方位升級挑戰。

如果依行動與穿戴裝置、5G/高速通訊、電動車/車用電子、AI伺服器與綠能等應用來看，其要求各不相同。智慧手機/手錶/平板/伺服器需大量MLCC（積層陶瓷電容）、大電流高Q值電感與微型電阻，驅使元件往超小型化（01005甚至更小）發展，以因應有限空間需求。手機與基地台中需要低損耗、高頻與溫度特性佳之高頻電感與濾波元件，如：SAW/BAW濾波器、毫米波匹配網路，同樣也要求小型化。車用產品則需要高可靠、高耐溫、高壽命元件，如：AEC-Q200規格之電容、電感與保險絲；其中車載電源轉換器與馬達驅動器需大容量電容器與大電流電感器。高速運算單元中則須精密電源穩壓，使用大量低ESR電容與磁性電感；且因為低噪訊與功耗管理而對電源濾波有更高要求。綠能應用如風電與太陽能轉換器需高壓、高可靠度之大功率元件，主要需求是薄膜電容與大尺寸磁性元件，這部分大多以傳統製程產品即可應對，但還是有性能提高之要求，特別是次世代半導體的應用又將帶入高頻化性能挑戰。

前述被動元件極大部分是以高溫燒結為主要製程，其餘如電解電容需要電化學化成等耗電製程。因此在現今節能減碳環境友善之大趨勢之下，更容易被放大檢視。本期「被動元件減碳」技術專題特別以永續發展與低碳製程為主題，探討傳統製程之被動元件是否有機會轉向節能低碳製程，例如採用可回收陶瓷粉體、本體/電極低溫燒結、乾式壓製及鋁粉燒成等，以降低碳足跡。

被動元件在電子產品中數量最大卻不顯眼，但卻是高效能與智慧化電子產品的重要基石，電子產品少了被動元件也無法動作。隨著應用擴展，市場對其性能與可靠度的要求將愈來愈高，加上減碳的需求，未來被動元件要有新進展勢必須與材料科學、製程工程與環境永續緊密結合，成為電子產業不可忽視的核心產品之一。❏