



石墨烯材料～21 世紀的新碳材

技術主編：陳政民 J. M. Chen

現職：工研院材化所(MCL/ITRI) 化工技術組 組長

學歷：國立中央大學 化工博士

專長：反應工程與分離製程

從 2004 年 University of Manchester 的物理學家 Geim 與 Novoselov 在 Science 雜誌發表以膠帶剝離出石墨烯，並探討其特殊的物理特性開始，便引發了學術界與工業界研究的風潮。尤其在 2010 年的諾貝爾物理獎頒佈後，更是爆發了全球對石墨烯的高度興趣。石墨烯似乎是理想的終極材料，單層而完美的石墨烯擁有極高的電子傳輸速率($>10^6 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ S}^{-1}$)、高透光性（僅吸收 2.3% 可見光）與高導熱($>4000 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$)，也是世上最薄且最強韌的軟性材料。

人類歷史總是由主導人類文明發展的材料而命名，新一代在性能上更優越的材料取代舊一代的材料，從最早的石器時代、青銅器時代，到可應用複雜的金屬加工來製作各種工具、機械與武器的鐵器時代皆是如此。而擁有比金屬更輕薄、強度更高、導電與導熱特性更好，且帶有量子物理特性的奈米碳材（如石墨烯），是否可帶領人類的發展進入新碳材世代呢？

本期技術專題以 21 世紀的新材料－石墨烯為主，首篇文章將藉由奈米碳管的開發軌跡，同步探討石墨烯與奈米碳管的特性與應用潛力。由碳管的初期發展瓶頸可發現奈米材料的成本是其應用開發的關鍵，因此亦針對石墨烯的生產技術與不同製程所生產石墨烯之材料特性進行剖析。第二篇文章則介紹石墨烯在鋰電池的應用，由於石墨烯的高表面積、高導電性與擁有較傳統石墨材料更高的儲能密度等特性，在儲能的應用上備受期待，也是目前石墨烯最被看好的應用領域之一。此外，本技術專題亦針對石墨烯獨特的電子特性及其在電子元件的應用有詳細的專文介紹。氧化石墨烯屬於石墨烯衍生的家族，氧化石墨烯特有的界面活性與其較石墨烯更容易加工操控的特性，不僅可做為一種表面活性劑薄片，用於有機溶劑的乳化及在水中分散不可溶的材料，如石墨和碳奈米管(CNTs)等，也創造了石墨烯及其他 π -共軛系統物質之功能性混成材料的機會。目前石墨烯產品仍屬於研發的階段，在步入商業化之前，仍有缺乏真正的量產製程、製程成本太高、加工應用與元件製作等週邊搭配技術尚待開發等問題需克服。不過在奈米碳材二十年以上開發經驗的啟發下，石墨烯的量產與實用化時程應可縮短。預期未來在積體電路、複合材料、氣體感測、透明導電電極、超高電容、鋰電池、太陽光電產業等方面皆有相當之應用潛力。藉由本技術專題的介紹，期待可以提供國內產業界對於石墨烯的現今發展與技術投入有所了解，並結合研發單位與企業界之研發能量，開創新產品契機。◀