

一 前言

碳是存在地球及宇宙中最廣泛的元素之一目前發現主要碳的同素異形物有最硬的鑽石、最軟的石墨、富勒烯及碳奈米管其結構如圖 1-1 所示。其中碳奈米管(Carbon Nanotube)是在 1991 年被日本 NEC 公司的研究員飯島澄男(Sunio Iijima) 所正式發現的，它可視為由片狀石墨烯捲成的中空管狀結構，碳管中碳原子主要以 SP^2 混成軌域鍵結並含有一些 SP^3 混成軌域。一般由石墨的層數可定義為單壁及多壁碳奈米管。由於碳奈米管的直徑小、深寬比(aspect ratio)大，可視為一維的奈米材料。因有著奇特的電性，化學穩定性，生物相容性及良好的物性等，固可應用在電子元件、複合材料增強體、生醫及儲氫等方面，是具有寬廣發展潛力的材料。

常見合成碳奈米管的方法製程有很多，包括有電弧法(arc discharge method)、雷射剝蝕法(laser ablation)、化學汽相沉積法(chemical vapor deposition)、電漿輔助化學汽相沉積法(PE-CVD)及熱燈絲化學汽相沉積法(HF-CVD)等。

單壁碳管具有彈道傳輸電子的獨特電性以及力學性能好的優點，因此可以製作運算更快體積更小的場效電晶體或量子計算機的電子波導管。所以單壁碳管的成長製程是現今研究碳管的主要方向之

一。目前合成單壁碳管的最低製程溫度大約在 550°C，是利用多孔沸石的孔洞成長而成，但此法將來要運用在電子產業還有一段距離。能用一般半導體之製程、材料與設備以及低溫成長單壁碳管，是單壁碳管能否大量應用在電子工業的重要因素之一。Delzeit 等人^[Delzeit-2001-368]在 Si 基材上鍍多層金屬層 (Al/Fe/Mo) 以 Thermal CVD 於 900°C 合成碳管，發現 Al 有促進單壁碳管生成的功效，後來 T. de los Arcos 等人^[T. de los Arcos-03-419]利用 XPS 分析，說明 Al 與 Si 會在 577°C 形成共溶 (eutectic) 合金相，而將表面的 Fe 溶入 Al-Si layer 內以致於試片表面無碳管形成，因此推斷 Delzeit et al. 所使用的 Al 層已經在製程中形成 Al₂O₃，並直接以 Al₂O₃ 作為緩衝層在 840°C 成長溫度下得到微量的單壁碳管。另外 Lacerda 等人^[Lacerda-04-1156]在 2004 年以 AES 分析也證實是 Al₂O₃ 促進單壁碳管的生成。

前面文獻已證明了使用 Al 或 Al₂O₃ 作為緩衝層於一般熱裂解的化學汽相沉積系統可以成長單壁碳奈米管，因此在本研究中選用 Al₂O₃ 及 AlN 作為主要的緩衝層材料，以較低溫製程之微波電漿化學汽相沉積系統來探討其對於 Fe 及 Co 觸媒成長碳管的影響。並且選用業界常用的薄膜材料如 TiN、Si₃N₄、ZnS-SiO₂ 等作為參考，一方面驗證鋁基緩衝層材料對於成長單壁碳管的可行性，二來可以測試其他薄膜材料對於成長碳管的影響。

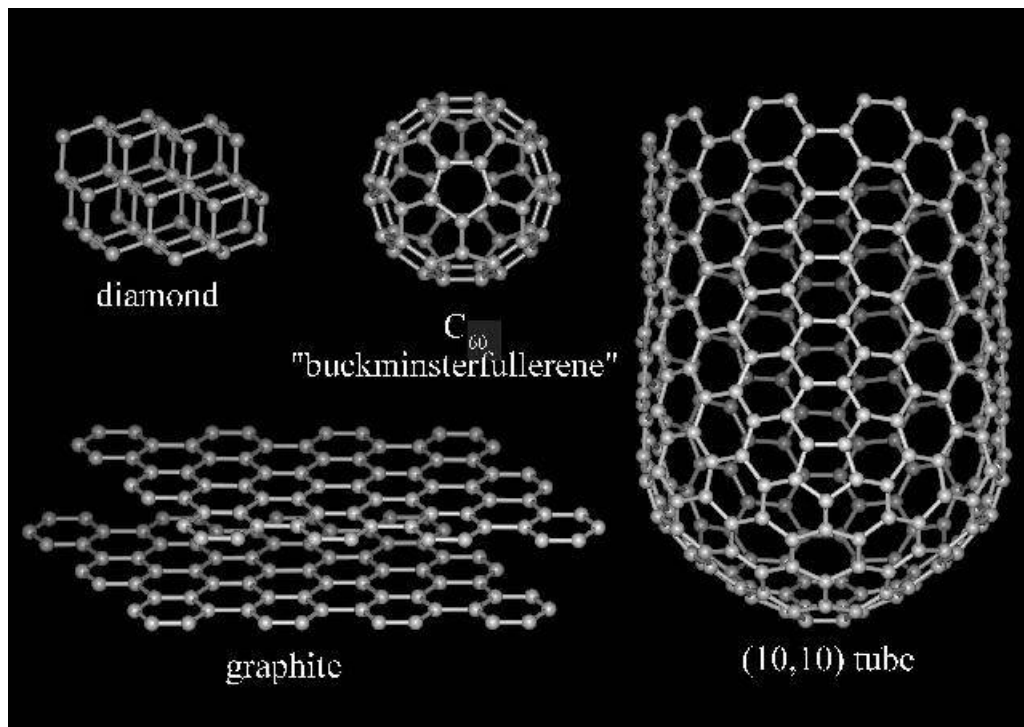


圖 1-1 碳之異構物

