

直流電漿輔助化學氣相沉積石墨烯牆於鑽石薄膜及矽基板

1. 曾永華^{a*}, 曾偉良^a, 吳家豪^a, 羅睿永^a, and 李權益^a
2. 涂嘉豪^a, 曾偉良^b, 方信喬^a, 曾永華^{b*} and 劉全璞^a

1. ^aInstitute of Microelectronics, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan

2. ^aDepartment of Materials Science and Engineering, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan

^bInstitute of Microelectronics, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan

tzengyo@mail.ncku.edu.tw

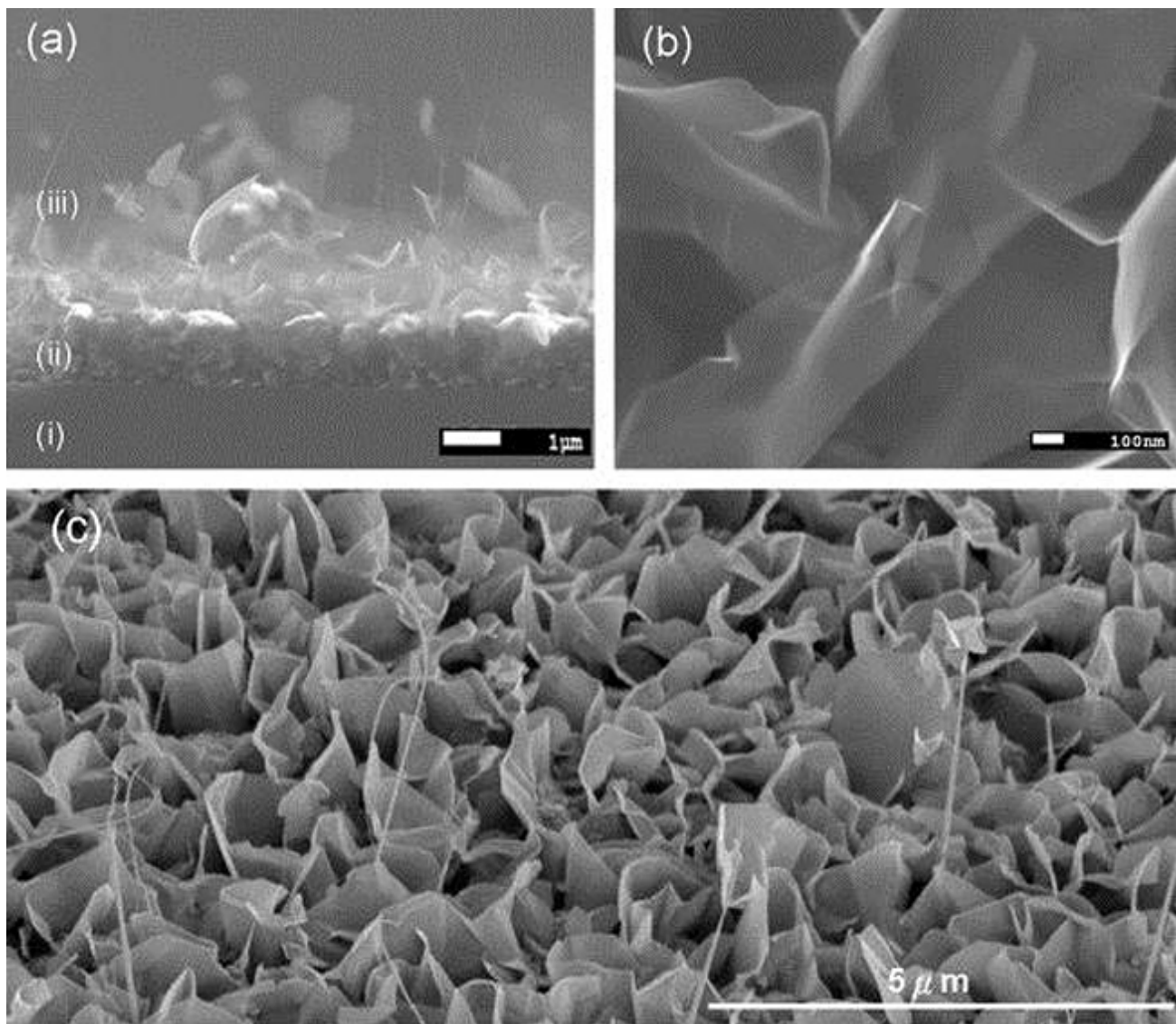
1. 曾永華、曾偉良、吳家豪、羅睿永及李權益。藉由直流電漿輔助化學氣相沉積法合成石墨烯牆於鑽石薄膜及矽基板。Carbon 53, pp. 120-129 (2013). (IF:5.87, Rank: 23/241 in Materials Science)
2. 涂嘉豪、曾偉良、方信喬、曾永華及劉全璞。石墨烯牆異質磊晶成長於矽基板之研究。Carbon 54, pp. 234-240 (2013). (IF:5.87, Rank: 23/241 in Materials Science)

石墨烯，與鑽石一樣由碳組成，兩種材料皆表現出傑出的物理及化學性質，而且在實際應用的潛力可從電子元件拓展到電化學反應相關上。一般利用簡單熱化學沉積法在銅箔成長出來的石墨烯是平躺於基板上，而不同與此法，利用電漿輔助化學沉積法成長出來的石墨烯則有機會可以垂直站立於基板上，藉由電漿所產生的電場，在適當的合成條件下，可以導引含碳的前驅物有方向性的成長，因此所成長的石墨烯可以垂直站立在基板上。多數所成長出來的石墨烯薄膜是屬於多層且多晶的結構，但其厚度是越接近上面邊緣越薄；層數越上面越少，在最邊緣的區域甚至可以達到單層或極少數層，因此可形成單層且站立的石墨烯，亦稱石墨烯牆。



本團隊目前已成功利用直流的電漿輔助化學沉積法在矽基板上成長鑽石薄膜，並繼續在鑽石薄膜上成長站立的石墨烯。調整前驅氣體的成分，即甲烷與氫氣的比例，可以造成不同成分的電漿輔助，因此可以選擇成長鑽石薄膜或石墨烯。成長鑽石薄膜的條件需要較高濃度的氫氣與較低濃度的甲烷，而成長石墨烯的條件則恰好相反，需要較低濃度的氫氣。因此可以在不破壞真空度的情況下，調整適當參數，以連續製程，先成長出鑽石薄膜再成長石墨烯。本研究不僅驗證了鑽石薄膜的成長可以轉變為石墨烯的成長，且以此法所成長出來的鑽石薄膜及石墨烯的複合物，做為電極，對化學反應具有非常優良的耐久性及抗腐蝕性[1]。

本團隊還進一步研究直接在單晶矽基板上成長石墨烯的可能性[2]。根據實驗結果，推測可以發現單晶矽基板，在預處理過程中，{100}的表面會被離子化的氫氣蝕刻後產生許多{111}的奈米級平面。透過高解析穿透式電子顯微鏡，可以觀察到由AA-stacked多層石墨烯牆的晶格條紋與矽{111}的晶格條紋相接，顯示石墨烯牆可以直接成核於矽{111}平面上，並繼續成長。而非晶質的碳與碳化矽奈米顆粒則被發現沉積於其他的矽晶面上。這是由於石墨烯牆與矽的晶格不匹配系數非常小，因此兩者可以異質磊晶成長。



圖一、石墨烯牆站立於鑽石薄膜的的掃描式電子顯微鏡圖

References:

1. Yonhua Tzeng*, Wai Leong Chen, Chiahao Wu, Jui-Yung Lo, and Chiuan-Yi Li, The synthesis of graphene nanowalls on a diamond film on a silicon substrate by direct-current plasma chemical vapor deposition. *Carbon* 53, pp. 120-129 (2013). (IF:5.87, Rank: 23/241 in Materials Science)
2. Chia-hao Tu, Waileong Chen, Hsin-Chiao Fang, Yonhua Tzeng* and Chuan-Pu Liu*, Heteroepitaxial nucleation and growth of graphene nanowalls on silicon. *Carbon* 54, pp. 234-240 (2013). (IF:5.87, Rank: 23/241 in Materials Science)

Copyright 2015 National Cheng Kung University