

「前瞻二維半導體：材料合成與元件應用」專題介紹

Special Issue Introduction of “Advanced Two-dimensional Semiconductors: Material Synthesis and Device Applications”

客座主編－張文豪教授

國立陽明交通大學電子物理系教授

摩爾定律 (Moore's Law) 一直是半導體技術發展的黃金法則，現今傳統半導體材料已逼近製程微縮的極限，下一世代的半導體科技，亟需透過操縱材料的新物性或利用材料的新結構，來開創新的發展方向。因此，厚度僅原子等級的二維材料 (two-dimensional material) 被視為突破物理極限且優於矽等傳統半導體材料的潛力之星。緣此，本期以「前瞻二維半導體：材料合成與元件應用」作為專題，介紹目前相關新興技術的發展與元件應用。

專刊內容包含「低維度半導體材料之關鍵技術與應用」介紹一維奈米碳管 (carbon nanotube, CNT) 製備與可控性組裝以及用二維材料－石墨烯取代傳統的擴散阻障層，於低溫製程的金屬內連線整合。隨著二維材料種類的陸續發現，迄今已有 1,000 餘種，其中過渡金屬硫化物 (transition metal dichalcogenides, TMDs) 被認為是最有可能應用於積體電路的材料。「二維材料過渡金屬硫化物元件製程及其積層三維整合技術」則發展出低接觸電阻二維過渡金屬硫化物元件和二維材料三維整合技術，提供整合二維材料元件與未來半導體產線可行的製程方向。「二硫化鉬奈米碟於浮閘記憶體的應用」則將單層二硫化鉬 (MoS_2) 製作成奈米碟 (nanodisk, ND) 並應用於記憶體元件中的電荷儲存單元，該技術具有相當大的潛力可望應用於下一世代的非揮發性記憶體當中。

而 TMD 材料於半導體製程現已可用成熟的製程設備化學氣相沉積 (chemical vapor deposition, CVD) 來長單層薄膜，「多向進氣化學氣相沉積系統之氣流場數值模擬研究」一文則是在各項不同條件下，根據氣流場的變化與差異，優化腔體內部設計，對於未來化學氣相沉積製程有很大的幫助。然而 CVD 其工作溫度約在 $600-1000\text{ }^\circ\text{C}$ ，極大限制了基板的選擇。「二維過渡金屬化合物之生長與轉印技術於半導體產業的發展」，則是介紹沉積薄膜的另一種方法－轉印 (transfer)，比較濕式轉印法與乾式轉印法不同技術間的差異及其優缺點。

二維材料除了本身獨特的物理性質具有高度應用性之外，若再與其他材料結合成「異質結構」，將使得二維材料發展性變得更為廣泛與豐富，諸如電子學、光學、半導體、量子資訊和生物醫學等方面的應用，對於未來的產業將帶來破壞式創新。盼透過此專刊，在作者群的介紹下，激發讀者們創新的研究想法與方向，共同投入研發與積極合作，以提升台灣的國際科技競爭力、強化台灣的地緣安全。