

固態物理專題

4 磁性多層膜元件製程研究與應用

賴國豪, 韓鴻騏, 吳仲卿

在日新月異的時代發展中，提高電子產品靈敏度、多功能性與縮小產品尺寸的驅動下，「微小化」製程已是自上世紀末以來在科技發展中的一項重要研究領域。尤其在應用的材料方面上，已不可避免的從三維塊材推展至二維薄膜，甚至縮小至一維尺度的奈米元件。其中由於近二十年來資訊科技的爆炸性發展，磁性材料的物理性質研究及其奈米結構化製程具有空前的發展盛況。因此，本文以磁性多層膜之元件製程研究與應用為主軸，除了帶入磁阻元件的發展，並介紹磁性元件製程技術以及磁阻材料之應用。

17 如何以鐵磁共振法分析非共軸的合成亞鐵磁結構

陳友生, 林昭吟

本文將詳細介紹如何使用鐵磁共振法去量測非共軸的合成亞鐵磁結構。此一方法可以彌補傳統靜態的磁化率量測方法對於非共軸磁性多層膜的分析不足之處。利用多個角度的鐵磁共振譜進行擬合，可以求得各鐵磁層準確的磁異向性、磁化強度比值以及磁耦合交互作用等。對應於可見的未來電子自旋元件將使用越來越複雜的磁性多層膜系統，鐵磁共振的技術會在工業應用中扮演重要的角色。

24 夢幻記憶體：非揮發性的磁性記憶體

陳柏全, 林柏宏, 賴志煌

磁性隨機存取記憶體 (MRAM) 因為其讀寫速度迅速、具非揮發性、易於與半導體製程整合等優點，一直被視為是未來舉足輕重的記憶體。本文將詳細介紹：從早期的藉由磁場運作類型、近期剛開始商業化生產的自旋轉移力矩 (STT) 運作型，一直到自旋軌道力矩 (SOT) 型，MRAM 運作模式也從間接地由電流給予磁場，轉變為直接給予非常短暫的脈衝就可以讀寫運作，達到快速讀寫的目標。本文也會著墨於 SOT 型 MRAM 的一些運作挑戰，及其逐漸地被克服的解決方案。

32 功能性氧化物原子工坊

朱英豪

建立於國立交通大學的功能性氧化物原子工坊在科技部自然司大力支持下，已具相當規模，現已成為國內新穎氧化物材料開發之關鍵平台。本文將對平台之關鍵鍍膜技術進行介紹，希望可以吸引國內志同道合的研究學者，共同使用本平台，以協助我國學術資源的整合，擴充相關領域人才的培訓與資料庫的建立。

42 半導體微共振腔極化子雷射

周昱薰, 盧廷昌

由於固態材料內存在著由電子電洞對形成的激子 (exciton)，因此在一個高品質因子的微共振腔當中，光子可以和主動層內的激子進行強耦合而產生能態分裂，並形成一種半光半物質的準粒子稱為激子 - 極化子 (exciton-polariton)，亦簡稱為極化子 (polariton)。極化子具有玻色子的特性，當大量凝聚於最低能態時將形成玻色愛因斯坦凝聚並釋放出如同雷射的同調光。近年來，半導體微共振腔 (semiconductor microcavity) 被視為一種極具潛力的固態光子元件，透過設計不同的主動層結構以及材料，半導體微共振腔被認為可應用於垂直共振腔面射型雷射 (VCSEL)、單光子光源以及其他光電子元件中⁽¹⁻⁶⁾。本篇除了簡介半導體微共振腔極化子雷射的發展之外，同時說明分析與量測極化子雷射所需的儀器與技術。

金屬有機分子束磊晶系統成長高銻含量氮化銻鋁薄膜於矽基板之特性研究

陳維鈞

以氮化銻為基底之高銻含量氮化物在紅外光區之高效率光電元件中是相當有潛力的材料，主要是氮化銻在近年來被量測出具有高載子遷移率 ($\sim 3500 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$) 與約 0.65 eV 之能隙，若是摻雜鉍或鎘元素，則可調整其光學能隙落於 $0.65\text{--}6.2 \text{ eV}$ 之間，是相當有潛力的光電材料。然而，由於 InN 之熱裂解溫度較低 ($< 600 \text{ }^\circ\text{C}$) 且無適合之基板，因此較難製備出高品質之 InN -based 薄膜，因此， InN -based 薄膜之光電特性一直無法被確認。本研究中利用金屬有機分子束磊晶系統直接沉積高銻含量氮化鋁銻薄膜於矽 (111) 基板上，實驗中固定 V/III 流量比、電將功率等因素僅改變基板溫度在 $460\text{--}540 \text{ }^\circ\text{C}$ 範圍內，再透過 X 光繞射分析儀、掃描式電子顯微鏡與穿透式電子顯微鏡等分析設備進行結構分析與探討。由各項結果指出， In -rich InAlN 薄膜在 $460 \text{ }^\circ\text{C}$ 基板溫度有較佳之結晶品質，並且從 TEM 結果顯示 In - InAlN 薄膜可磊晶成長於 $\text{Si}(111)$ 基板上，其磊晶關係為 $(0002)_{\text{InAlN}} // (111)_{\text{Si}}$ 、 $[2110]_{\text{InAlN}} // [\bar{1}\bar{1}0]_{\text{Si}}$ 與 $[0110]_{\text{InAlN}} // [\bar{1}12]_{\text{Si}}$ 。

60 淺談鈣鈦礦材料雷射發光特性之操控

高宗聖, 陳方中, 盧廷昌

溶液製程鈣鈦礦材料近年來被應用於太陽能電池上展現出極為優異的光電轉換效率，而且研究進展非常迅速，其優異的特性來自於其特殊的晶體構造與載子對光子的強力作用。此外，在近期的研究中也發現溶液製程鈣鈦礦材料可應用於發光元件。由於此材料可以溶液製程的方式製作，其成本低廉，又可應用於各種基板上，極有潛力可以發展出新一代的光電元件。

68 從量子霍爾效應到拓樸光子學與拓樸聲子學

蔡雅雯, 吳杰倫, 樂丕綱

從 30 年前提出的光子晶體 (photonic crystals) 與光子能隙材料 (photonic band gap materials)，到過去十多年很熱門的超穎材料 (metamaterials)，再到近幾年正在快速發展的拓樸光子學 (topological photonics)，都是光子學與電磁波研究受凝態物理概念啟發而引出的新研究領域。本文對拓樸絕緣體與拓樸光子學的概念做一簡介，並探討未來拓樸材料 (topological materials) 研究可探索的方向。

80 採用噴墨印刷與壓合技術製作多層濾波器於液晶聚合物基板之研究

卓政霖, 高瑄苓

噴墨印刷技術有別於傳統黃光微影製程，將數位化的圖案直接寫入於基板上，具備新型態工業製造之低成本、製程快速及低汙染等優點，同時對於基板的選擇性廣，特別是軟板上的電路整合，此外，可利用熱壓合技術進行多層堆疊，以達到整合與封裝的目的。本研究利用噴墨印刷與熱壓合技術製作射頻濾波器於液晶聚合物基板，利用表面形貌與電性來萃取製程參數，包括基板表面親疏水性、噴墨及多層壓合參數與烘烤溫度等，根據最佳化參數製作高頻濾波器，以驗證開發之噴墨印刷與熱壓合技術。

89 當奈米探針工程師遇到新型原子力顯微鏡 - 新表面特性辨識技術

高豐生, 朱仁佑

近年來新型原子力顯微鏡的普及，讓材料表面物理特性研究更加容易，可同時得到高解析的形貌、變形量、軟硬度、黏性等資訊。本團隊除了使用既有的 AFM 功能之外，利用修飾技術製作特殊 AFM 探針，除了可判斷表面微區的親疏水性、也可以鑑定生物分子間作用力，並以汙染物探針鑑定抗汙效能。並量測不同超軟物質的楊氏模數，對於開發生醫材料領域有實質的幫助。本團隊也開發不沾黏的 AFM 探針，改善黏性高分子影像掃描的問題。所開發出的新技術期望在未來可以協助並縮短新材料開發時間，落實應用到先進的工業技術領域。