

2價鈷、錳過渡金屬，直接合成出具有骨架結構及熱穩定，並帶有官能性的孔洞配位分子篩。這是一個具有 $13 \times 16 \text{ \AA}$ 孔道的層狀材質，每一層的主要二次建構單元是由6個金屬紫質自組合(self-assembly)而成的六角環狀孔洞，此孔洞截面室窗大小約為 $8.5 \times 13 \text{ \AA}$ ，縱深 15 \AA ，洞內最大直徑約 20 \AA 。可容納多種的溶劑客分子。SMTP-1的特殊性質除了具有六角環狀的大型孔洞之外，由熱重分析的分析結果也可以很清楚的看到此分子亦具有很好的熱穩定性，可以穩定到 400°C 的高溫。且六角環孔洞具有 D_{3d} 點群對稱，即有三個懸空未鍵結的pyridyl配基會指向室窗中，使形成的孔洞帶有官能性。如此，由改變紫質環上的配基，便可以改變孔洞的性質，使之具有親水性、疏水性或特殊的官能性，則這類分子的應用性將可視使用條件的不同，來調整孔洞的性質，使材料物質的感測性及靈敏度提高。且除了研究上具有特殊價值外，也可以用以解決水源、重金屬等環境污染問題。

在本論文之延續研究開發方面，我們已合成出第一個未飽和配位微孔洞超分子材料，它能固化氮氣、二氧化碳、一氧化氮、氫氣等氣體分子，這些研究成果對溫室效應或儲氫材質等環保、能源課題有相當實質的貢獻。在紫質超分子方面，我們又開發出具有水溶性優點的紫質超分子二號材料(SMTP-2)。碟狀方形紫質(disc-shaped porphyrin square)結構之SMTP-2分子篩，不但具有 $14 \times 14 \text{ \AA}$ 方形孔道的層狀材質外，更重要的是紫質分子本身堆疊成可"開關"之管狀穴醚。這在超分子穴醚設計、合成是空前絕後的。可將其應用性更廣泛的拓展至生物醫學或藥物研究的領域中。目前我們正致力於一系列的合成設計，並在近期發

表我們的研究成果。這些研究成果預期將對無機、生化材料科學等領域有重大革命性影響。



林寬鋸

學經歷：

私立淡江大學化學系

學士(1988)

國立臺灣大學化學系

碩士(1990)

國立臺灣大學化學系博士(1993)

中央研究院化學所博士後研究(1993-1999)

國立中興大學化學系助理教授(1999-迄今)

新超硬與寬能距半導體： 矽碳氮化合物之合成與特性研究

林麗瓊

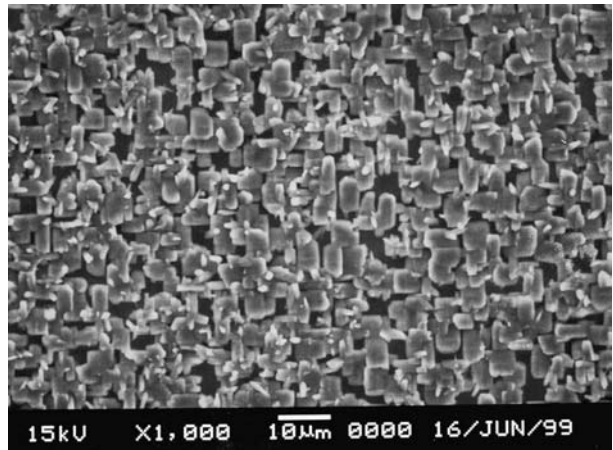
台灣大學凝態科學研究中心副研究員

新材料的開發是科技文明進展中不可或缺的一環，例如，矽晶的開發是促使本世紀電子器件能普及於人類日常生活的關鍵因素。而氮化物這一類材料乃是近年來尖端材料研究的焦點，無論是藍光材料的氮化鎵、比擬鑽石的立方晶氮化硼、或是理論預測的氮化碳，都是目前舉世研發的重點。這些材料的合成，尤其是針對各種極致性能的應用，往往有特殊的形貌與結構要求，因此必需仰賴不同於傳統的新技術來合成。新的合成技術除了挑戰人造材料的極限外，同時，也提供了創造許多前所未有之新材料或新結構的新契機。

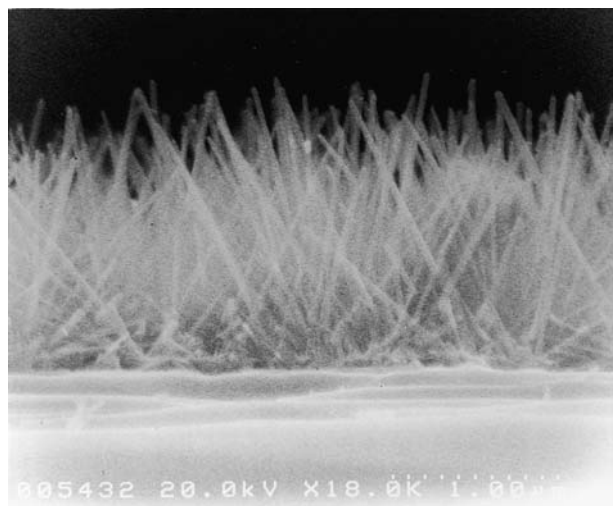
我最近五年之研究著重於利用薄膜技術來

合成尖端材料，並探討各種物理及化學性質，從而開發其應用潛能。我所專長的薄膜技術包括了微波與電子迴旋共振電漿輔助化學氣相沈積、離子束與磁控式物理濺鍍、雷射蒸鍍、原子與離子束輔助沈積。目前我所研究的材料大多具有超硬及寬能距的特性，如鑽石、氮化碳、矽碳氮、氮化鎵及硼碳氮等。這些材料可應用於高功率、高速電子元件，藍光-紫外光電材料，冷陰極場發顯示元件，以及機械鍍膜等等。其中，最具有代表性的研究應是有關矽碳氮化合物的研究，而最近五年的主要研究成果大致可簡述如下：

- (一)最早確認矽對於合成氮化碳晶體化合物具有催化與穩定的效果，並確認所合成之矽碳氮化合物為具有超硬、寬能距特性之新材料。此方面成果已取得兩項美國專利，並獲邀於 G. T. Franklin, Eds., *Si-Based Materials and Devices* 一書中撰寫一回顧篇章，即將於近期內由 Academic Press 出版之。
- (二)經由一系列的實驗，我們可以合成出不同成分的矽碳氮化合物，並且由其光電性質測量數據顯示，能距可在 3.8-4.7eV 之間變動，因此我們可以根據不同的需要，做出適合在藍光到紫外波段應用的光電元件。
- (三)針對各種尖端電子元件的應用，我們必須合成出具有高度優選方向性，甚至接近磊晶品質的薄膜。在這一方面的實驗，我們發現使用過渡金屬輔助蝕刻矽晶，可以得到奈米級凹槽，並有助於隨後合成出具有高度優選方向性的矽碳氮化合物薄膜（見圖一）。這種技術亦是我們所開發的新技術。
- (四)我們以獨特的非催化式、二階段混合電子迴旋共振與微波電漿化學氣相沉積法，合成出長度可達數微米以上之矽碳氮奈米柱與奈米



圖一



圖二

- 線。經由一系列實驗，變化不同的製程參數，如氣體組成、流量、工作氣壓、微波功率、基板溫度等等，觀察所製出之樣品形貌，我們整理出其中決定樣品形貌最關鍵的兩個參數乃基板溫度與甲烷濃度。此外，我們發現奈米柱與奈米線的密度可由緩衝層中奈米晶體顆粒之密度來控制之。若在佈滿奈米顆粒的緩衝層上成長奈米柱，我們便可以長出排列相當整齊的“奈米柱陣列”，而陣列密度可高達 10^{10}cm^{-2} （見圖二）。
- (五)由於奈米柱與奈米線其柱長(或線長)與寬比值可高達 100，顯示成長速率之各向差異性

極高。又由於奈米柱的幾何特性，在電子場發射性質的電場強化因子較高，因此具有可以降低啓動電場及提高發射電流的作用，目前我們所做的樣品，可達到低於 $10\text{mV}/\mu\text{m}$ 的場發射啓動電場，而在 $30\text{mV}/\mu\text{m}$ 下之電流密度已可超過 $1\text{mA}/\text{cm}^2$ 。若進一步於電子場發射性質測量時，將電場強度固定，進行長時間的量測，初步結果顯示，奈米柱具有優良的穩定度。由於奈米柱可高密度、高方向性地排列，並能直接成長於矽基板上，因此，矽碳氮奈米柱晶體在將來於場發射顯示器的應用潛力無窮。



林麗瓊

學經歷：

台灣大學物理系學士
(1981)

美國哈佛大學應用物

理學博士(1989)

台灣大學物理系助教 (1981-1983)

美國GE公司研發中心研究員(1989-1994)

台灣大學凝態科學研究中心副研究員 (1994-迄今)

奈米結構鑽石與相關奈米材料之研究

陳貴賢

本院原子與分子科學研究所副研究員

新材料的進展是人類歷史發展上重要的因素，自史前時代的石器、陶器、銅器時代乃至工業革命以後的鋼鐵、有機、半導體材料等，新材料的發展與人類生活息息相關。尤其是近

幾十年來，以矽為主的半導體材料全面進入我們日常生活中，也造就了矽谷與台灣高科技的黃金時代，當前以砷化鎵為主的III-V族半導體材料正如日中天將人類帶到一個便利、高速的通訊時代。許多人會好奇：「什麼是下一階段的材料？」毋庸置疑，「奈米材料」是最可能選擇之一。

本實驗室早期利用化學反應方法成長鑽石薄膜，除了利用鑽石超硬的特性作為各種保護鍍膜之外，更探討用於半導體的高品質單晶鑽石成長。雖然經過多方努力，也獲得不少進展與經驗，鑽石於半導體的應用仍然有待技術上的突破。就在大家積極研究高品質單晶鑽石的同時，本實驗室發現一條完全反向的路，與其成長完美的鑽石，我們研究由奈米(10^{-9} 米)大小鑽石顆粒所組成的鑽石膜，結果發現它具有非常特殊的性質，謹簡述如下：

- (一)當鑽石顆粒小到奈米以下時，其物理性質與一般鑽石不同，經淡江大學彭維鋒教授在同步輻射中心測量研究，發現其量子侷限(Quantum Confinement)特性，是當今奈米科技上重要的現象。
- (二)奈米鑽石薄膜的透光率遠超過一般鑽石薄膜，經過研究證實這是因為其表面遠較一般鑽石薄膜平滑，減少光的散射所致。這種特性有效提昇鑽石薄膜在高透光率、高磨耗方面(如特殊視窗、導彈彈頭等)的應用。
- (三)因為奈米鑽石薄膜之表面平滑度高(粗糙度低於60埃)，可以形成有效保護膜，解決一般鑽石薄膜因表面粗糙(粗糙度達微米)而造成磨損破壞的問題。這項特性對微機電(MEMS)保護膜應用上有很大的潛力，因為鑽石可與生物體匹配，不會有腐蝕的問題，平滑鑽石保護膜對微機電的實際應用將是一大

提昇。

- (四)因爲鑽石顆粒的表面是近乎石墨的碳結構，具有導電的特性，而鑽石本身是個好的場電子源，所以奈米鑽石可以兼具導電又可發射電子的特性，將是冷陰極(Cold Cathode)電子源的最好選擇之一。
- (五)利用奈米鑽石薄膜中顆粒與顆粒間的堅強界面特性，我們用它來研究表面聲波(Surface Acoustic Wave)傳遞的非線性現象，並可以用它做爲地震波(Seismic Wave)在地表傳遞的模型，進而研究這類波動的非線性現象，尤其是過程中震爆(Shock Wave)產生的因素。利用奈米鑽石薄膜與表面聲波來研究地震傳遞過程中最具破壞力的震爆！真令人拭目以待。

延續奈米鑽石的研究，本實驗室也成長了各種碳系的奈米材料，其中以矽碳氮奈米柱與奈米碳管等一維(One-Dimensional)奈米材料的研究爲重點。因爲這些奈米線管柱的粗細在100奈米以下，其電性、機械性質、物性化學性質都超乎一般認知，尤其矽碳氮材料是本實驗室首先開發出來的，越來越多的研究發展正在進行中，也是本實驗室最具競爭力的研究工作之一。奈米材料無論在電子、機械、生醫、能源、環境、與國防上都具有重要的潛力，也是新世紀科技發展的重點之一，本實驗室很高興能在這方面的研究上貢獻心力。



陳貴賢

學經歷：

國立台灣大學電機工程系學士(1981)

美國哈佛大學應用科

學博士(1989)

美國奇異電器公司研發中心研究員(1989-1993)

中央研究院原分所副研究員 (1993-迄今)

以掃描探針進行奈米級氧化之研究

果尚志

清華大學物理系副教授

最近越來越多的研究領域對於超微小的人造結構非常重視，研究這些微小結構的極限技術就是所謂的奈米技術(nanotechnology)，奈米技術所考慮的長度範疇包括小至原、分子的大小及未來十年積體電路技術所要發展的最小元件尺寸。目前很多的研究顯示奈米技術的發展須要很多的新思維及新方法以瞭解這些奈米結構的特殊性質和實現製作這些結構的技術。

掃描探針顯微術(scanning probe microscopy and spectroscopy, SPM/S)，其中包含掃描穿隧顯微術(STM)及原子力顯微術(AFM)，咸被認爲是表面物理研究近二十年來最爲重要的實驗發明之一。至今，掃描探針顯微術已成爲直接決定固態表面之原子結構及電子特性的主要實驗方法。近幾年來，掃描探針顯微術之應用—尤其是原子力顯微術—已逐漸邁入高科技領域如奈米材料、微機電、數位資料儲存、及生物科技等。本項研究是利用原子力顯微儀的奈米級導電探針對固態表面作局部選擇性的氧化，並利用這方法進行奈米微影(nanolithography)及奈米加工(nanomachining)等應用工作。我們已證實可以在室溫常壓條件下，氧化平常極爲困難氧化的物質如氮化矽(Si_3N_4)及氮化鈦(TiN)等高應用價值材料，其氧化速率甚