

## 第一章、前言

生物科學技術、資訊科學技術、奈米科學技術是二十一世紀科學技術發展的三大主流。其中，奈米科學技術受到相當大的矚目，而主要的原因是由於量測儀器的進步，使得物質小到一定程度時所發現的特殊現象，被證實與奈米尺寸有關。這些特殊現象，並不容易由過去的巨觀現象察知，例如在常溫下為惰性的黃金，在尺寸小到 5 nm 時，活性卻很高；又如彩色濾光片色料的顆粒由 100 nm 降至 25 nm 時，其顯色強度會增強 75%，光的穿透力亦由 40% 提升到 90% [99]。由上述的例子可知，新特性的發現將衍生新的應用，並對產業界將造成革命性的影響。因此，世界各國不論是學術界、研究機構或產業界等莫不傾全力發展奈米科技，期望能在全球競爭下佔有一席之地。而奈米科學技術所要面對的問題，主要可分為兩方面：一是探討材料在奈米尺度下的微觀世界裡不同於塊材的新現象，對於在奈米尺度下之材料結構，量子侷限效應（Quantum confinement effect）已成為不可忽視的因素，再加上材料表面積所佔的比例大增，物質會呈現迥異於巨觀尺度下的物理、化學性質，無法用古典理論解釋，因此吸引許多理論學家加入此一領域的研究行列。另一問題則是探討奈米尺度下的材料其成長相關之新方法與新原理，為實際將奈米材料應用於各方面，包括半導體、光電、通訊、生物科技等，除了瞭解材料本身之性質外，還要研究成長奈米結構之方法與其成長機制，因此在這方面也吸引了許多實驗學家來投入研究。

近年來由於光電、通訊等產業快速發展，使得發光元件的需求愈來愈高，包括發光二極體（Light emitting diode, LED）、雷射二極體（Laser diode, LD）等都是目前相當熱門的研究項目。自從 1960 年代發光二極體開始商品

化以來，由於其具有高耐震性、壽命長，同時耗電量少、發熱度小，所以其應用範圍遍及日常生活中的各項用品，如家電製品及各式儀器之指示燈或光源等。近年來，因多色彩及高亮度化之發展，應用範圍更朝向戶外顯示器發展，如大型戶外顯示看板及交通號誌燈。紅藍綠是全彩的三原色，對於全彩色戶外顯示看板而言，高亮度藍色或綠色發光二極體是不可或缺的。日亞化學公司的中村（Nakamura）博士在 1989 年開始進行氮化鎵之研究，1991 年研製出第一顆 p-n 同質接面的發光二極體，1992 年成長出高功率雙異質界面氮化鎵發光二極體，接著是成長單量子井結構及多量子井結構的發光二極體，並在 1995 年成功研製藍光（波長 450 nm）及綠光（波長 520 nm）具高亮度之氮化鎵發光二極體，1998 年底又宣布成功研製可連續操作且壽命長達一萬小時的藍光雷射二極體，在全球光電產業界造成很大的震撼，因此各界無不積極投入經費及人力積極研究發展 [102]。另外在雷射二極體（又稱半導體雷射）方面，其原理與發光二極體十分相似，因其具有集中性、高功率等特性，被廣泛應用在資訊、通訊等領域中。而未來關於雷射二極體最重要之兩項應用，一是短波長的雷射二極體，可應用於資訊儲存系統（讀寫頭）；另一個則是在光纖通訊的領域。目前製作發光二極體與雷射二極體的材料均以 III-V 族半導體為主，不過近年來氧化物半導體也廣泛地應用在光、電、磁、感測器等元件上，其中又以氧化鋅材料最受矚目。氧化鋅是一種直接能隙半導體，具有有寬能隙(3.37 eV, 298°K)與高激子結合能（Exciton binding energy, 60meV）[39]，與其他寬能隙半導體（如：GaN：25 meV）比較，氧化鋅有較大之激子結合能，因此其室溫下之發光效率較一般材料為高[40]，適合作為短波長之發光材料及紫外光雷射。

隨著奈米科學技術的發展，對於氧化鋅材料的研究亦愈來愈多，在薄膜部分之元件研究發展已相當成熟，因此一維奈米結構之氧化鋅製備成為目前研究的重點，當材料縮小至奈米尺度時，會出現許多不同於塊材的新現象，而近幾年來與氧化鋅奈米線相關的文獻被大量發表，尤其在奈米線的製備、結構分析與光電性量測上。為將奈米線應用於光、電、磁、感測器等元件上，則製備奈米線時，有效控制其尺寸、成分、結構、成長方向將是重要的研究課題。在奈米線之製備上，目前已有許多科學家提出相關機制來說明，包括：VLS (Vapor-liquid-solid) 機制、SLS (Solid-liquid-solid) 機制、VS 機制、氧化物輔助成長機制 (Oxide-assisted mechanism)、表面吸附擴散機制等。以 VLS 機制為例，金屬扮演催化劑之角色來幫助奈米線成長，而如何選擇適當的催化劑須考慮催化劑能否和反應物互溶形成共晶，其中金是成長氧化鋅奈米線時最常使用之催化劑。以 VLS 機制成長單一元素之奈米線，已有文獻針對奈米線頂端之球狀物體分析，確認其為合金成分，如 2001 年 P. Yang 教授利用高溫即時穿透式電子顯微鏡 (High-temperature in situ transmission electron microscopy) 直接觀察到鍍奈米線經由 VLS 機制成長的過程，且可確認奈米線頂端為金鋅共晶的合金液滴[12]。但若以 VLS 機制成長兩個元素以上之奈米線，以氧化鋅系統為例，則基板需達金鋅互溶的溫度，另外還需考慮氧的影響，與一般成長單一元素奈米線之狀況相比較為複雜。而本實驗之研究是利用金來輔助成長氧化鋅奈米線，藉由分析其成長過程來探討金在氧化鋅成長時所扮演的角色及其影響。分別利用高溫爐管製程與低溫化學氣相沉積製程兩種不同實驗環境，並選用鍍金與不鍍金之各式基板來成長氧化鋅一維奈米結構，藉由 X 光繞射儀 (X-Ray diffraction, XRD)、掃描式電子顯微鏡 (Scanning electron microscope, SEM)、X 光能量散佈光譜儀 (Energy dispersive spectrometer,

EDS)、穿透式電子顯微鏡 (Transmission electron microscope, TEM) 和高解析電子顯微鏡 (High resolution TEM, HRTEM) 等儀器來分析試片表面成長之氧化鋅一維奈米結構的狀況，並進一步探討金對氧化鋅結構成長之影響及氧化鋅之成長機制。

