

第四章 結論

1. 本研究是第一個成功地使用氧化物初始 (oxide-initiated) 輔助成長並透過 VLS 成長機制成長出一維的 InN 奈米柱 (down-stream) , 而利用 SiN/Si 當基板 (在 upper-stream) 則可成長出一維的 InN 奈米帶。
2. SEM 顯示 InN 奈米柱的直徑分佈大約在 30~70 nm 之間 (紅棕色區域) , 70 nm 以上到數百奈米 (黑色區域) , 而長度可達數 um 以上。InN 奈米帶的寬為 20~200 nm , 厚度為 10~100 nm , 其寬厚比介於 2~10 之間 (以 2 居多) , 長度可長達 10 um 以上。
3. 在 InN 奈米柱部份, TEM 與 XRD 證實 InN 奈米柱的結構為烏采結構, 推算出 InN 奈米柱的晶格常數為 $a = 0.3548 \text{ nm}$ 和 $c = 0.5760 \text{ nm}$ 。由 TEM 觀察 InN 奈米柱為單晶結構, 且是接近無缺陷的晶體, 在 InN 奈米帶部份其 TEM 與 XRD 證實其和 InN 奈米柱一樣都是單晶, 亦是接近無缺陷的單晶結構。
4. 拉曼 (Raman) 光譜在 InN 奈米柱與 InN 奈米帶均展現了明顯偏移 (shift) 和變寬 (broaden) , 這是由於奈米柱的尺寸效應 (size effect) 與表面積增加效應 (surface area effect) 。

5. InN 奈米柱與 InN 奈米帶的 IR-PL 光譜都顯現了一個的峰值在 0.766 eV 左右，此應為 InN band edge-emission 的訊號值，而奈米帶又多一 0.755 eV 的訊號，顯示其應是結構內部的點缺陷造成的。
6. InN 奈米柱與 InN 奈米帶的催化劑不同，也導致催化出兩個不同外觀的一維奈米材料和兩種不同的成長方向，InN 奈米柱是[110]，InN 奈米帶是[110]及[1-10]兩種都有。
7. 利用 Guided-Stream (beam) thermal-CVD 可大面積成長出 InN 奈米柱，而 general-method 可成長出 InN 奈米帶 (SiN/Si) 。