

# 寬帶隙 NiO 和 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> p-n 異質結構的製備

## 成長於白雲母之異質磊晶研究

陳威翰<sup>1</sup>

交通大學材料工程學系<sup>1</sup>

### 摘要

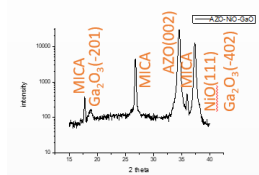
Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 具有超寬的帶隙和高擊穿電場，正成為一種新興有趣的半導體，可用於大功率電子設備和紫外光探測器。為了完全擴展其在光電子領域的應用，可以利用 p-n 異質結構達成。在這項題目中，我們實現了對由寬帶隙 NiO 和 β 相 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 組成的 p-n 異質結構的磊晶生長和界面特性的詳細研究。我們表明，氧化鎳 (111) 層可以上生長 β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (-201) 的薄膜。而 PN 二極管在 ±100.0 V 的電壓下顯示出約 50 倍的大電流整流比。更有趣的是，在 5 V 偏置下檢測此 p-n 異質結構的時間響應曲線，使用 325nm 波長的 UV 燈，觀察到約 300 倍的光暗對流比，這對於自供電的紫外光檢測器尤為重要

### 成品量測與計算

製程薄膜後，將得到的樣品使用 X 光繞射儀、原子力顯微鏡、掃描式電子顯微鏡、UV 分光光譜儀、半導體元件分析儀做檢測。使用 X 光繞射儀得知樣品的晶體結構、掃描式電子顯微鏡量和原子力顯微鏡分別測其樣品的表面、厚度及粗糙度，再使用 UV 分光光譜儀確認其樣品在可見光波段是否具有高透光性，最後藉由半導體元件分析儀量測其電性，即可得知製程後的樣品是否良好。藉由濺鍍法磊晶製程，根據研究中得到的數據調整下次實驗參數，以得到品質更佳的 UWBG 半導體材料與 p-n 異質結構。

#### 1.1 X 光繞射儀

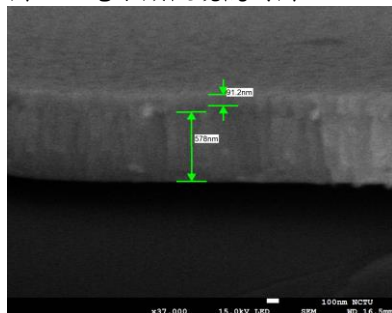
使用濺鍍法來製作 n 型 β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 與 p 型的 NiO 磊晶薄膜，將其放置 X 光繞射儀做元素檢測，從結果可知，(-201)β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 良好的成長於 (111)NiO，這全製備在白雲母基板(MICA)上，而會檢測到 AlZnO(AZO)的原因為下電極的磊晶層



#### 1.2 電子顯微鏡檢測

使用電子顯微鏡檢測厚度，約可以檢測出 AZO 為 600nm，而 β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 與 NiO 同為 45nm。

圖二、電子顯微鏡觀測圖

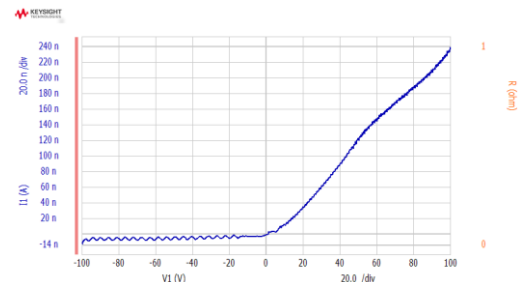


#### 1.3 半導體元件分析

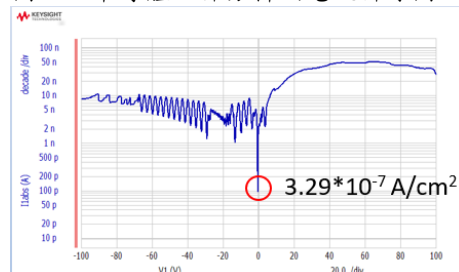
使用半導體元件分析儀(B1500a)，給定 ±100V 的偏壓，可發現此薄膜具有明顯的 p-n 異質結構曲線圖，如圖三，而且仍無法量測到崩潰電壓。

再者，同樣在 ±100V 的偏壓下，可發現初期整合的整流比，且漏電流為  $3.29 \times 10^{-7} \text{ A/cm}^2$ 。

圖三、半導體元件分析 I-V 折線圖



圖四、半導體元件分析漏電流折線圖



#### 1.4 偏壓下實際操作

為了想要商業化，進行了首次的實際操作，在給定 5V 的偏壓下，給予 325nm 波長的 UV 燈光照射，發覺其電流比值高達 300 倍，對於自供電的紫外光檢測器給了新的紀錄。

圖五、光暗電流檢測

