

# 矽離子佈植二氧化矽中雜質與奈米矽晶特性分析

學生：余國正

指導教授：林恭如

國立交通大學光電工程研究所碩士班

## 摘 要

本篇論文主要研究，矽離子佈植二氧化矽 ( $\text{SiO}_2:\text{Si}^+$ ) 經  $1100^\circ\text{C}$  1-3 小時高溫退火下，雜質與奈米矽晶 (nc-Si) 在  $\text{SiO}_2:\text{Si}^+$  的特性分析與所形成的半導體特性。

多重佈植條件的  $\text{SiO}_2:\text{Si}^+$ ，在  $1100^\circ\text{C}$ ，3 小時退火過後，nc-Si 和激發光源強度的微光激螢光光譜 ( $\mu\text{-PL}$ ) 相關特性中，直徑 4 nm 的 nc-Si 在  $\mu\text{-PL}$  724 nm 顯現出最強的峰值強度，而藉由激發光源強度從  $10 \text{ mW}/\text{cm}^2$  增加到  $300 \text{ mW}/\text{cm}^2$ ，退火 1 小時和退火 3 小時的  $\text{SiO}_2:\text{Si}^+$ ，分別發生小於 1.2 nm 和 11 nm 的紅位移現象，近一步觀察中，在激發光  $300 \text{ mW}/\text{cm}^2$  持續 1 小時的照射下，3 小時退火的  $\text{SiO}_2:\text{Si}^+$  亦發現 2.5 nm 的紅位移現象，這樣的紅位移現象我們將他歸因為光照下 nc-Si 光離化產生  $\text{SiO}_2:\text{Si}^+$  內建表面電場所引發的異常量子侷限 stark effect，再藉由光照下，表面電荷的累積與壓降測量實驗，說明了 nc-Si 光離化產生的內建表面電場與  $\mu\text{-PL}$  紅位移的關係。另一方面，我們討論在含有 nc-Si 的  $\text{SiO}_2:\text{Si}^+$  基底上，金屬-半導體-金屬光偵測器 (MSM-PD) 結構中，nc-Si 增強光電導的特性。在電性結果中顯示， $\text{SiO}_2:\text{Si}^+$  在退火引導的漏電流與 nc-Si 有著非常強烈的關係，其中在含有 nc-Si 的 Al- $\text{SiO}_2:\text{Si}^+$  其接觸電阻、片電阻與特性接觸電阻率分別為  $9.1 \times 10^8 \Omega$ 、 $6.6 \times 10^{10} \Omega \text{ cm}^2$  與  $3.4 \times 10^{11} \Omega/\square$ 。而不同的載子傳輸模型也將提出並解釋 nc-Si 電流-電壓的特性關係，在數值模擬的顯現中，Schottky carrier transport 模型是較符合金屬與  $\text{SiO}_2:\text{Si}^+$  的電流傳導機制，其飽和電流 ( $J_s$ ) 為 4.4 pA，近一步含有 nc-Si 的 MSM-PD 量測中，nc-Si 呈現出的光電流增益為 3 與光電流響應為 6.69 nA/W。另外，在波長的響應中，當機發光源波長為 745 nm 時，我們發現最強的光電流值為 42.6 pA。