

# 氧化鋅薄膜在N/P矽基板上的光學與電學特性之研究

徐養鐘、范榮權

E-mail: 324891@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本研究利用RF濺鍍成長ZnO薄膜，探討N/P型矽基板上成長ZnO的晶向、半導體特性(IV-curve)、光電導(PC)以及持續性光電導(PPC)的光電特性。熱游子放射(Thermal-emission, TE)在金屬與半導體接面的傳導機制中，相當重要。因此在本實驗中，對於N/P型矽而言，載子無法穿過位障，所以形成非歐姆接觸的特性。我們經過計算便可以知道蕭基能障之位障(BN)值。由於ZnO薄膜氧的缺陷，我們在量測光電導(PC)特性時，我們可以利用光學吸收邊(Optical absorption edge)與能量的關係，得知氧化鋅的能隙變化。再經由持續性光電導(PPC)的衰減動力學 $I(t)=I_0(t)\exp(-t/\tau)$ 得到一個很好的描述，經過(衰減時間常數)和(衰減指數)的關係，我們得到電子捕捉能量(Electron capture energy,  $E_a$ )約為30.5meV。

關鍵詞：氧化鋅、薄膜、蕭基、能隙

## 目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要 iii 英文摘要 iv 誌謝 v 目錄 vi 圖目錄 viii 表目錄 x 第一章 緒論 1 1.1 氧化鋅薄膜的發展 1 1.2 研究動機 2 1.3 論文架構 2 第二章 基本原理 3 2.1 氧化鋅薄膜概述 3 2.2 價帶與導帶 5 2.3 X光繞射分析儀 6 2.4 金屬與半導體界面傳輸機制 8 2.4.1 熱游子放射 8 2.4.2 熱游子場放射 10 2.4.3 場放射 11 2.5 光電導原理 12 2.6 持續性光電導 18 2.6.1 巨觀位障變化模型 18 2.6.2 巨大晶格鬆弛模型 19 2.6.3 位能無序分佈模型 20 第三章 實驗方法與步驟 21 3.1 研究架構流程 21 3.2 基座清洗 22 3.3 沉積ZnO薄膜 22 3.4 氧化鋅薄膜鍍製 23 3.5 X-Ray繞射分析 23 3.6 半導體特性(I-V curve)曲線量測 24 3.7 光電導光譜量測 25 3.8 持續性光電導量測 27 第四章 結果與討論 28 4.1 結晶結構 28 4.2 半導體特性曲線 29 4.3 光電導實驗分析 33 4.4 持續性光電導分析 37 第五章 結論 43 參考文獻 44

## 參考文獻

- [1] R. O. Ndong and F. P. Delannoy, "Structural properties of zinc oxide thin films prepared by r.f. magnetron sputtering," Mater. Sci. Eng. B 97, 68(2003). H. Morkoc, "Nitride Semiconductors and Devices," Springer, Berlin, Germany (1999).
- [2] I. Hamberg, C. G. Granqvist, K. -F. Berggren, B. E. Sernelius, and L. Engstrom, "Band-gap widening in heavily Sn-doped In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>," Phys. Rev. B 30, 3240 - 3249 (1984) F. A. Padovani and R. Stratton, "Field and thermionic-field emission in Schottky barriers," Solid-State Electron. 9, 695 (1966).
- [3] Jianguo Lu, Qunian Liang, Yin Zhu Zhang<sup>1</sup>, Zhizhen Ye, and Shizuo Fujita, "Improved p-type conductivity and acceptor states in N-doped ZnO thin films," J. Phys. D: Appl. Phys., 40, 3177 - 3181 (2007).
- [4] 施敏, 黃調元 譯, 半導體元件物理與製作技術(第二版), 國立交通大學出版社, 2002.
- [5] M. Shur, "Physics of Semiconductor Devices," NJ: Prentice-hall, Englewood Cliffs, Britain (1990).
- [6] H. Morkoc, "Nitride Semiconductors and Devices," Springer, Berlin, Germany (1999).
- [7] D. A. Neamen, "Semiconductor Physics and Devices 3rd edn," McGraw-Hill, New York, USA (2002).
- [8] F. A. Padovani and R. Stratton, "Field and thermionic-field emission in Schottky barriers" Solid-State Electron. 9, 695 (1966).
- [9] A. Y. C. Yu, "Electron tunneling and contact resistance of metal-silicon contact barriers," Solid-State Electronics 13, 239 (1970).
- [10] 李嗣涔、管傑雄和孫台平合著, 半導體元件物理, 三民書局, 台北市 (2005).
- [11] S. Majumdar, S. Chattopadhyay, Appl. Surface. Science, 255 (2009).
- [12] Mujdat Caglar<sup>1</sup>, Yasemin Caglar, Seval Aksoy, Saliha Ilıcın. Applied Surface Science 256 (2010).
- [13] J. I. Pankove, Optical Processes in Semiconductors, Prentice-Hall, Englewood, (1971).
- [14] R. H. Bube, Photoinduced defects in semiconductors, Cambridge University press.
- [15] H. X. Jiang, G. Brown, and J. Y. Lin, J. Appl. Phys, 69, 6702 (1991).
- [16] J. Y. Lin and H. X. Jiang, Phys. Rev. B, 41, 5178 (1989) [17] Z. Y. Xiao, Y. C. Liu, R. Mu, Appl. Phys, 92, 052106 (2008) [18] H. X. Jiang, G. Brown, and J. Y. Lin, "Persistent photoconductivity in II-VI and III-V semiconductor alloys and a novel infrared detector," J. Appl. Phys. 9. (1991) 69.