

# 低溫成長氧化鋅摻氮薄膜於不同基板上之電性研究

張文福、宋皇輝

E-mail: 387122@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本實驗中採用磁控射頻濺鍍法沉積氮氧化鋅磊晶薄膜在矽、聚亞醯胺、玻璃等基板上。在第一階段的實驗中將工作壓力固定在40 mtorr，射頻輸出功率為100 W，分別控制氮氣百分比為(0 %、0.5 %、25 %、37.5 %、50 %、100 %)，製備氮氧化鋅(ZnO:N)薄膜，透過粉末X光繞射分析儀掃描發現沉積於矽、聚亞醯胺上的樣品。在氮摻雜量為15 mtorr (37.5 %)，玻璃基板上摻氮氣氛為10 mtorr(25 %)時，氮氧化鋅薄膜成長較佳。透過拉曼光譜儀分析可以得到局域振動峰值272、575 cm<sup>-1</sup>，證明氮已經摻入氧化鋅的薄膜中。透過霍爾量測系統量測薄膜之電阻率、載子濃度及載子遷移率等特性，探討在不同基板上改變摻氮濃度成長氮氧化鋅薄膜所呈現的性質。在第二階段的實驗中，將工作壓力固定在40 mtorr，氮氣分壓為15 mtorr，射頻輸出功率為100 W，改變基板溫度(200 °C、300 °C)下，探討在不同基板上改變基板溫度成長氮氧化鋅薄膜所呈現的性質，並透過拉曼光譜儀探討氮摻入氧化鋅晶體中的影響，在本研究中我們成功製備出低電阻率p-type 氮氧化鋅薄膜。

關鍵詞：X光繞射分析、拉曼光譜、霍爾量測、局域振動膜態

## 目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要 . . . . .	iii	英文摘要 . . . . .	iii
. . . . .	iv	誌謝 . . . . .	v
. . . . .	vi	圖目錄 . . . . .	viii
. . . . .	xi	表目錄 . . . . .	viii
. . . . .	xi	第一章 緒論 1.1 前言與研究目的 . . . . .	xi
. . . . .	1	第二章 基礎理論與前人研究 2.1 ZnO 薄膜的特性 . . . . .	4
. . . . .	4	2.1.1 導電性質 . . . . .	4
. . . . .	4	2.1.2 光學性質 . . . . .	5
. . . . .	6	2.2 P-type ZnO的文獻探討 . . . . .	6
. . . . .	6	2.2.1 不同元素的摻雜 . . . . .	6
. . . . .	6	2.2.2 P-type ZnO的不穩定性與歐姆接觸 . . . . .	8
. . . . .	10	2.3 濺鍍理論 . . . . .	10
. . . . .	10	2.3.1 電漿 . . . . .	10
. . . . .	10	2.3.2 磁控濺鍍系統 . . . . .	10
. . . . .	13	第三章 實驗步驟與分析儀器 3.1 實驗設備、製程及參數 . . . . .	13
. . . . .	16	3.2 ZnO 靶材製備 . . . . .	19
. . . . .	19	3.3 ZnO薄膜接點製程 . . . . .	21
. . . . .	22	3.4 特性分析儀器 . . . . .	23
. . . . .	22	3.4.1 粉末X光繞射分析儀(XRD) . . . . .	23
. . . . .	25	3.4.2 拉曼光譜分析儀(Raman spectrum) . . . . .	25
. . . . .	27	3.4.3 霍爾量測分析儀(Hall effect measurement) . . . . .	27
. . . . .	30	第四章 實驗結果與討論 4.1 不同氮分壓下沉積ZnO:N薄膜的影響 . . . . .	30
. . . . .	30	4.2 提升基板溫度對成長ZnO:N薄膜的影響 . . . . .	45
. . . . .	57	第五章 結論 . . . . .	57
. . . . .	57	參考資料 . . . . .	59

## 參考文獻

- [1] 林素霞, “ 氧化鋅薄膜的特性改良及應用之研究 ”, 國立成功大學材料科學及工研究所博士論文, 2003.
- [2] D. C. Reynolds, C. W. Litton, and T. C. Collins, Phys. Rev.140 B1726 (1965).
- [3] N.Takashi, M. Makino, T. Nakamura, and H. Yamamoto, Chem. Mater.14,3622 (2002).
- [4] Y. M. Lu, D. Z. Shen, Z. Z. Zhang, B. Yao, B. H. Li, J. Y. Zhang, D. X. Zhao, and X. W. Fan Z. K. Tang, Applied physics letters 90, 042113 (2007) [5] S.Jeong, B. Kim, and B. Lee, Appl. Phys. Lett.82.2625 (2003) [6] Yousheng Zhang, Lisheng Wang, Xiaohua Liu, Yunjie Yan, Changqiang Chen, and Jing Zhu, J. Phys. Chem. B 2005, 109 [7] W. Tang, D. C. Cameron, Thin Solid Films, 238 83 (1994) [8] M. Ohring, The Materials Science of Thin Films (Academic Press, San Diego, CA, 1991), pp.509-514.
- [9] D. F. Paraguay, L. W. Estrada, N.D.R. Acosta, E. Andrade, and M. Miki-Yoshida, Thin Solid Films 350 192 (1999) [10] N. Serpone, D. Lawless, and R. Khairutdinov, J. Phys. Chem., 99 16646 (1995) [11] E. Burstein, “ Anomalous Optical Absorption Limit in InSb ”, Phys. Rev.,93 p.632-633 (1954) [12] G Brauer, J Kuriplach, C C Ling and A B Djuric, 2011 Journal of Physics 265 012002 [13] H. von Wenckstern, R. Pickenhain, H. Schmidt, M. Brandt, G. Biehne, M. Lorenz, M. Grundmann, and G. Brauer, Appl. Phys. Lett. 89.092122. (2006) [14] Lee E-C, Chang K J, Phys Rev. B 70. 115210. 2004 [15] T. S. Moss, “ The Interpretation of the Properties of Indium Antimonide ”, Phys. Soc. London Sect. B, 67, p.775-782 (1954) [16] Kim K-K, Kim H-S, Hwang D-K, Lim J-H and Park S-J, Appl Phys Lett. 83 63 (2003) [17] Morhain C, Teisseire M, Vezian S, Vigue F, Raymond F, Lorenzini P, Guion J, Neu G and Faurie J-P, Phys Stat Sol (b) 229 881 (2002) [18] Ryu Y R, Lee T S

and White H W, Appl Phys Lett.83.87. (2003) [19] Aoki T, Shimizu Y, Miyake A, Nakamura A, Nakanishi Y and Hatanaka Y, Phys Stat Sol(b) 229 911 (2002) [20] Gu Q L, Ling C C, Brauer G, Anwand W, Skorupa W, Hsu Y F, Djuric A B, Zhu C Y, Fung S and Lu L W, Appl Phys Lett.92 222109 (2008) [21] Q. L. Gu, C. C. Ling, G. Brauer, W. Anwand, W. Skorupa, Y. F. Hsu, A. B. Djuric, C. Y. Zhu, S. Fung, and L. W. Lu, Applied Physics letters 92, 222109 (2008) [22] Brian Chapman, John Wiley and Sons, New York (1980) [23] D.S. Richerby and A. Matthews, Chapman and Hall, New York, 1991, p92-100.

[24]吳鴻森, “磁控濺鍍之光學監控” 國立中央大學光電科學研究 [25]白木 靖寬, 吉田 貞史, “薄膜工程學”, 全華圖書股份有限公司印行 [26] Leonard J. Brillson and Yicheng Lu, J. Appl. Phys.109,121301 (2011) [27]美國國家標準和技術院(National Institute for Standards and Technology, NIST) [28] WANG Xiang-Hu, LI Rong-Bin, FAN Dong-Hua, Chin. Phys. LETT.Vol.30, No.3 037202 (2013) [29]Ming-Lung Tu, Yan-Kuin Su, Chun-Yang Ma, Journal of Applied Physics 100, 053705 (2006)