

低溫成長氧化鋅薄膜之光致螢光量測研究

吳家欣、宋皇輝

E-mail: 382057@mail.dyu.edu.tw

摘要

本實驗中採用磁控射頻濺鍍法磊晶成長氧化鋅薄膜在矽基板上。薄膜成長條件為在40 mtorr氬氣及氧氣的工作氣體下，以射頻功率100 W濺射一2英寸氧化鋅靶，改變不同薄膜成長溫度(常溫、300)進行氧化鋅薄膜成長。將樣品放入石英爐管中進行退火處理，藉由改變不同退火氣體以及退火溫度，搭配X光繞射儀量測量氧化鋅結晶特性及磊晶方向，並透過場發式掃描顯微鏡觀察以了解不同成長條件對氧化鋅薄膜表面形貌之影響。利用光致螢光系統(photoluminescence, PL)量測，以分析探討以不同條件分別成長在矽基板下的氧化鋅薄膜之能隙變化。由實驗結果得知，在氮氣下，經900 退火處理後，發現薄膜的紫外發光特性為最佳；而在氧氣下，經900 退火處理，可獲得較佳的綠光發光特性。

關鍵詞：氧化鋅薄膜、能隙、光致螢光、PL、退火

目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要	iii	英文摘要	iii
. iv 誌謝	iv	v 目錄	v
. vi 圖目錄	vi	viii 表目錄	viii
. x 第一章 前言與研究動機	x	1 第二章 理論基礎 2.1 氧化鋅薄膜特性	1
. 4 2.1.1 氧化鋅薄膜的電學性質	4	4 2.1.2 氧化鋅薄膜的光學性質	4
. 4 2.2 氧化鋅薄膜的發光機制	4	5 2.3 螢光材料之光學躍遷	11
基本原理	12	2.4 濺鍍基本原理	12
. 12 2.4.1 直流濺鍍	12	2.4.2 射頻濺鍍	12
. 13 2.4.3 磁控濺鍍	13	2.5 退火系統	16
第三章 樣品製備與量測 3.1 樣品製備	17	3.2 靶材製備	17
. 18 3.3 實驗流程	20	3.4 X光繞射(X-ray Diffraction, XRD)分析	21
. 21 3.5 場發射掃描式電子顯微鏡(FE-SEM)	22	3.6 光致螢光光譜儀分析(PL)	23
3.7 退火系統與過程	25	第四章 結果與討論 4.1 濺鍍溫度對ZnO薄膜的影響	26
. 26 4.2 不同退火氣體下ZnO薄膜的影響	29	4.3 在空氣下不同退火溫度對ZnO薄膜影響	33
. 33 4.4 在氮氣下不同退火溫度對ZnO薄膜影響	34	4.5 提高濺鍍溫度退火對ZnO薄膜影響	36
空缺補償	37	4.6 提高濺鍍溫度退火對ZnO薄膜影響	36
. 40 4.7 改變濺鍍氣體對ZnO薄膜影響	38	第五章 結論	41
參考文獻	40	附錄A	45

參考文獻

- [1] N.Takashi, M. Makino, T. Nakamura, and H. Yamamoto, Chem. Mater.14,3622(2002).
- [2] K. Sakurai, M. Kanehiro, K. Nakahara, T.Tanabe, S. Fujita, and S. Fujita, J.Cryst Growth 214/215,92 (2000) [3] S.Jeong, B. Kim, and B. Lee, Appl. Phys. Lett. 82. 2625 (2003) [4] R. Kling, C. Kirchner, T. Gruber, F.Reuss, and A. Waag, Nanotechnology 15, 1043 (2004) [5] A. Tsukazaki et al.,Nat. Mater. 4,42 (2005) [6] Jinzhong Wang, " Effect of annealing on the properties of N-doped ZnO films deposited by RF magnetron sputtering ", Applied Surface Science 254 (2008) 7178 – 7182 [7] 李正中, " 薄膜光學與鍍膜技術 ",藝軒,pp.277-279,1999.
- [8] Brian Chapman, " Glow discharge processes sputtering and plasmaetching ", N. Y. ,1980.
- [9] M.Konuma, " Films deposition by plasma techniques ",published by Springer-Verlag,1992.
- [10] W.R. Harshbarger, R. A. Porter, T. A. Miller, and p. Norton, " Astudy of the optical emission from an RF plasma duringsemiconductor etching ", Applied Spectroscopy 31,pp.201-207,1977.
- [11] 王立衡、黃運添、鄭海濤, " 薄膜技術 ",清華,pp.16-18,1991.
- [12] Donald L. Smith, " Thin-film deposition principles & practice ",McGraw-Hill Inc,1995.
- [13] E. Burstein, " Anomalous optical absorpion limit in InSb, " Phys. Rev., vol. 93, pp. 632-633, 1954.
- [14] T. S. Moss, " The interpretation of the properties of IndiumAntimonide, " Phys. Soc. London Sect. B, vol. 67 ,pp.775-782, 1954.
- [15] Ben G. Streetman, Sanjay Banerjee, " Solid state electronic devices, " 5ed " 2002 [16] D.R.Vij, " Luminescence of Solids " Plenum Press, "

- New York and London, ch3, p95 [17] 連偉迪, “二次退火對氧化鋅螢光光譜影響之研究,” 國立成功大學物理研究所碩士論文, (2009)。
- [18] 甘炯耀, “ZnO 之薄膜製備與發光性質研究”, 國立清華大學材料科學工程學系碩士論文, (2001)。
- [19] H. S. Kang, J. S. Kang, S. S. Pang, E. S. Shim and S. Y. Lee, “Variation of light emitting properties of ZnO thin films depending on post-annealing temperature,” *Mater. Sci. Eng. B*, vol. 102, pp. 313-316, 2003.
- [20] B. Lin, Z. Fu, Y. Jia and G. Liao, “Defect photoluminescence of undoping ZnO films and its dependence on annealing conditions,” *J. Electrochem. Soc.*, vol. 148(3), pp. G110-G113, 2001.
- [21] 郭益男, “反應性射頻磁控濺鍍氧化鋅薄膜之光激發光特性之研究,” 國立中山大學電機工程學系碩士論文,(2004) [22] S. H. Bae, S. Y. Lee, H. Y. Kim and S. Im, “Comparison of the optical properties of ZnO thin films grown on various substrates by pulsed laser deposition,” *Appl. Surf. Sci.*, vol. 168, pp. 332-334, 2000.
- [23] K. Vanheusden, W. L. Warren, C. H. Seager, D. R. Tallant and J. A. Voigt, “Mechanisms behind green photo luminescence in ZnO phosphor powders,” *J. Appl. Phys.*, vol. 79(10), pp. 7983-7990, 1996.
- [24] W. Li, D. Mao, F. Zhang, X. Wang, X. Liu, S. Zou, Y. Zhu, Q. Li and J. Xu, “Characteristics of ZnO:Zn phosphor thin films by post-deposition annealing,” *Nucl. Instr. and Meth. B*, vol. 169, pp. 59-63, 2000.
- [25] E. G. Bylander, “Surface effects on the low-energy cathodoluminescence of zinc oxide,” *J. Appl. Phys.*, vol. 49(3), pp. 1188-1195, 1978.
- [26] B. Lin, Z. Fu, Y. Jia and G. Liao, “Defect photoluminescence of undoping ZnO films and its dependence on annealing conditions,” *J. Electrochem. Soc.*, vol. 148(3), pp. G110-G113, 2001.
- [27] Mingsong Wang, Yajun Zhou, Yiping Zhang, Eui Jung Kim, Sung Hong Hahn et al. , “Near-infrared photoluminescence from ZnO”, *Appl. Phys. Lett.* 100, 101906 (2012) [28] 謝正遠, “以不同濺鍍功率與退火溫度成長氧化鋅及其螢光光譜研究,” 國立成功大學光電科學與工程研究所碩士論文,(2006) [29] 劉如熹、紀曉勝, “紫外光發光二極體用螢光粉介紹”, *全華科技*,(2003) [30] Hong Seong Kang, Jeong Seok Kang, Jae Won Kim, and Sang Yeol Lee, “Annealing effect on the property of ultraviolet and green missions of ZnO thin films,” *J. Appl. Phys.* 95, 1246 (2004) [31] 李伙全, 宁兆元, 程珊, 江美福, “射?磁控?射沉?的ZnO薄膜的光致?光中心与漂移,” *物理??* 第53卷 第3期 2004年3月