

The GaN MOS photodetector with ITO transparent electrode

詹前茂、黃俊達

E-mail: 9509705@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

Low-temperature liquid phase deposition (LPD) techniques have been implemented to deposit SiO₂ instead of conventional thermal and plasma oxide which result in thermal effect and surface defects on device characteristics. The LPD has many advantages of high quality and faster growth rate. In LPD, the hydrofluosilicic and boric acid were mixed for different proportion and temperature was varied to control growth rate. In the fabrication of MOS, a transparent electrode of ITO was used as a gate electrode to increase absorption efficiency of semiconductor and Ohmic contact was formed by using a alloy of Ti/Al metals. An ultraviolet of 254 and 366 nm light source was illuminated on the MOS photodetector and a high photo-to-dark current ratio is achieved about 104 for 366nm wavelength. With photoresponsivity measurement, a Xe lamp with 360 nm is used as light source and a photoresponsivity of 1.95 A/W is obtained at reverse bias voltage of -20 V. Key Words : GaN, liquid-phase deposition, photo-dark current ratio, ITO

Keywords : GaN, liquid-phase deposition, photo-dark current ratio, ITO

Table of Contents

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	iii
. iv 英文摘要	iv	v 致謝	v
. vi 目錄	vi	vii 圖目錄	vii
. x 表目錄	x		
. xii 第一章 緒論	1	1.1 氮化鎵的特性與應用	1
. 1.1.2 二氧化矽(SiO ₂)之特性	3	1.3 氧化銻錫(ITO)之特性	3
. 3.1.4 論文章節介紹	3	第二章 薄膜成長	3
. 5.2.1 氮化鎵薄膜成長之製備	5	5.2.1.1 簡介	5
. 5.2.1.2 氮化鎵薄膜製程	6	6.2.1.3 樣品清洗	6
. 7.2.2 氧化銻錫薄膜(ITO)之製作	7	7.2.2.1 簡介	7
. 7.2.2.2 氧化銻錫薄膜成長方式	8	8.2.3 液相沉積二氧化矽之製作	8
. 9.2.3.1 簡介	9	9.2.3.2 二氧化矽成長的方法	9
. 12.2.2.3 基板的清洗步驟及沉積參數	13	第三章 實驗方法及量測	13
. 15.3.1 MOS原理簡介	15	15.3.2 實驗量測	15
. 16.3.2.1 能量分散式X射線元素分析儀	17	17.3.2.2 化學分析電子儀分析or X光光電子能譜圖	17
. 18.3.2.3 AES深度剖面圖	18	18.3.2.4 原子力顯微鏡	18
. 19.3.2.5 穿透率量測	19	19.3.2.6 響應率量率	19
20.3.3 GaN MOS元件的製作流程	20	20.3.3.1 基板清潔	20
20.3.3.2 蒸鍍歐姆接觸之Ti/Al金屬	21	21.3.3.3 熱處理	22
3.3.4 在GaN上成長閘極氧化層	23	3.3.5 濺鍍ITO	24
第四章 實驗結果與討論	25	4.1 閘極氧化層的成長	25
25.4.2 MOS光檢測器的特性	26	第五章 結論	26
. 29 參考文獻	29	48 圖目錄 圖2.1 LPD系統	48
. 32 圖2.2 LPD流程圖	32	33 圖2.3 溶液配置條件	33
. 33 圖2.4 薄膜厚度量測	33	34 圖2.5 沉積速率	34
. 35 圖3.1 簡易的電容示意圖	35	36 圖3.2 半導體的MOS結構示意圖	36
. 36 圖3.3 MOS在直流電壓下的各種能帶關係圖	36	37 圖3.4 (a) GaN在LPD之前的EDS光譜	37
. 38 圖3.4 (b) GaN在LPD之後的EDS光譜	38	38 圖3.5 LPD-SiO ₂ 的ESCA光譜	38
. 39 圖3.6 LPD在GaN上的AES光譜	39	40 圖3.7 (a) GaN在未沉積氧化層的AFM 3D影像	40
. 40 圖3.7 (b) GaN在已沉積氧化層的AFM 3D影像	41	41 圖3.8 ITO在不同功率下的穿透率	41
. 42 圖3.10 製程示意圖	42	43 圖4.1 (a)	43

LPD-SiO₂的AFM之2D影像 44 圖4.1 (b) LPD-SiO₂的AFM之2D影像 44
圖4.2 MOS光檢測器在照光與不照光下的I-V特性曲線圖 . . . 45 圖4.3 MOS光檢測器的光暗電流比
. 46 圖4.4 GaN MOS光檢測器在不同照光波長下及不同逆向偏壓下之響應率曲線圖
. 47 表目錄 表1 半導體材料特性比較 30 表2 各種金屬材料之功函數 . .
. 31 表3 具ITO透明電極的MOS光檢測器的光暗電流比較參數圖 . 27 表4 GaN MOS光檢測器
在氬燈照射下，波長為360nm及施加不同逆向偏壓下的響應率比較圖 28

REFERENCES

[1] R. Gaska, J. W. Yang, A. Osinsky, Q. Chen, M. A. Khan, A. O. Orlov, V. M. Phanse and J. M. Redwing, Appl. Phys. Lett. Vol 74, pp. 1266 (1999) [2] S. Nakamura, T. Mukai, and M. Senoh, Appl. Phys. Lett. Vol.64, pp.1687 (1994) [3] S. Nakamura, M. Senoh, S. Nagahama, N. Iwasa, T. Yamada, T. Matsushia, H. Kiyoku, Y. Sugimoto, T. Kozaki, H. Umemoto, M. Sano, and K. Chocho, Appl. Phys. Lett. Vol72, pp.2014 (1998). [4] S. Strite and H. Morkoc, J. Vac. Sci. Technol. B10, 1237 (1992). [5] Z. Z. Bandic, P. M. Bridger, E. C. Piquette, T. C. McGill, R. P. Vaudo, V. M. Phanse ND j. m. Redwing, Appl. Phys. Lett. Vol74, pp.1266 (1999). [6] M. A. Khan, J. N. Kuznia, A. R. Bhattarai, and D. T. Olson, Appl. Phys. Lett. 63,1214 (1993) [7] M. A. Khan, J. N. Kuznia, A. R. Bhattarai, and D. T. Olson, Appl. Phys. Lett. 62,1786 (1993) [8] J. Pankove, S.S. Chang, H.C. Lee, R.J. Molnar, T.D Moustakas, B. Van. Zeghbroeck, IEDM. 94,389(1994) [9] J. S. Foresi and T. D. Moustakas, Appl. Phys. Lett. 62, 2859 (1993) [10] M. E. Lin, Z. Ma, F. Y. Huang, Z. F. Fan, L. H. Allen, and H. Morkoc, Appl. Phys. Lett. 64, 1003 (1994) [11] S. Ruvimov, Z. Liliental-Weber, J. Washburn, Z. F. Fan, S. N. Mohammad, W. Kim, A. E. Botchkarev, and H. Morkoc, Appl. Phys. Lett. 69, 1556 (1996) [12] J. D. Guo, C. I. Lin, M. S. Feng, F. M. Pan, G. C. Chi, and C. T. Lee, Appl. Phys. Lett. 68, 235 (1996) [13] C. T. Lee, M. Y. Yeh, C. D. Tsai, and Y. T. Lyu, J. Electron. Mater. 26, 262 (1997) [14] B. P. Luther, S. E. Mohney, and T. N. Jackson, Semicond. Sci. Tech. 13, 1332 (1998) [15] Y. F. Wu, W. N. Jiang, B. P. Keller, S. Keller, D. Kapolnek, S. P. Denbaars, U. K. Mishra, and B. Willson, Solid-State Electron. 41, 165 (1997) [16] M. P. Houg, C. J. Huang and Y. H. Wang, J. Appl. Phys., Vol 82, pp.5788, 1997 [17] M. P. Houg, Y. H. Wang, C. J. Huang, S. P. Huang, and W. J. Chang, Solid-State Electronics, Vol. 44, pp. 1917, 2000 [18] S. M. Sze, Semiconductor Devices Physics and Technology, John Wiley & Sons Inc., 417-420(1985) [19] Chang-Da Tsai, Ching-Hung Fu, Yow-Jon Lin and Ching-Ting Lee, Solid-State Electron, 43, 665-670(1999) [20] T. Margalith, O. Buchinsky, D. A. Cohen, A. C. Abare, M. Hansen, S. P. DenBaars and L. A. Coldren, Appl. Phys. Lett., 74, 3930-3932 (1999)