

液相沉積二氧化矽氧化曾在氮化鋁鎵上之電特性探討 = Investigation of AlGaIn MOS diode prepared by liquid-phase deposition ..

林遠祁、黃俊達

E-mail: 9706875@mail.dyu.edu.tw

摘要

本實驗利用液相沉積法(Liquid-Phase Deposited, LPD)在氮化鋁鎵上成長高品質二氧化矽(SiO₂)薄膜，使用的是過飽和的六氟矽酸(H₂SiF₆)水溶液與稀釋過後的硼酸(H₃BO₃)水溶液於室溫下成長高品質的閘極氧化層，我們利用六氟矽酸與硼酸溶液依照不同比例混合來控制二氧化矽薄膜的成長速率。在沉積二氧化矽(SiO₂)薄膜前，先利用硫化銨((NH₄)₂S)溶液對氮化鋁鎵進行表面處理，之後我們分別利用金屬-氧化物-半導體(Metal-Oxide-Semiconductor, MOS)結構討論有無使用硫化銨表面處理其I-V、C-V電特性。在材料分析方面，我們以化學分析電子光譜儀(ESCA)、傅立葉轉換紅外線光譜儀(FTIR)、元素分析儀(EDS)來分析元素之間的化學鍵結情形及SiO₂氧化層的成分。

關鍵詞：氮化鋁鎵；液相沉積法；二氧化矽；光譜儀；金氧半；硫化銨

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	
. iv 英文摘要		v 誌謝	
. vi 目錄		vii 圖目錄	
. ix 表目錄		xi 第一章 緒論	
. 1 第二章 理論 . . . . .		. . . . . 4 2-1 金屬/半導體接觸之原理	
. 4 2-1-1 蕭特基能障(Schottky Barrier) . . . . .		. . . . . 4 2-1-2 歐姆接觸	
. 5 2-2 金屬-氧化層-半導體(MOS) . . . . .		. . . . . 7 2-2-1 界面態對MOS的影響	
. 11 2-2-2 氧化層電荷 . . . . .		. . . . . 12 2-3 LPD-SiO ₂ 簡介	
. 15 第三章 實驗方法及量測 . . . . .		. . . . . 18 3-1 LPD-SiO ₂ 薄膜成長	
. 18 3-1-1 氮化鋁鎵備製 . . . . .		. . . . . 18 3-1-2 AlGaIn基板的清洗步驟	
. 19 3-1-3 成長LPD-SiO ₂ 薄膜 . . . . .		. . . . . 20 3-1-4 膜厚度量測	
. 21 3-2 材料分析 . . . . .		. . . . . 21 3-3 MOS元件製作	
. 24 3-3-1 硫化處理 . . . . .		. . . . . 24 3-3-2 歐姆接觸之製作	
. 24 3-3-3 熱處理 (Annealing) . . . . .		. . . . . 27 3-3-4 沉積LPD閘極氧化層	
. 28 3-3-5 在閘極氧化層上蒸鍍鋁電極 . . . . .		. . . . . 28 3-4 光電量測	
. 29 第四章 實驗結果與討論 . . . . .		. . . . . 30 4-1 LPD-SiO ₂ 薄膜厚度量測結果	
. 30 4-2 材料分析結果 . . . . .		. . . . . 30 4-3 歐姆接觸電性量測結果	
. 33 4-4 LPD-SiO ₂ MOS元件J-E電特性 . . . . .		. . . . . 34 4-5 LPD-SiO ₂ MOS元件C-V電特性	
. 35 4-6 MOS元件在照光及不照光下電性之影響 . . . . .		. . . . . 36 第五章 結論	
. 37 參考文獻 . . . . .		. . . . . 38 圖目錄 圖2-1 金屬與n型半導體接觸能帶圖	
. 40 圖2-2 金屬/半導體界面之電流傳輸機制 . . . . .		. . . . . 41 圖2-3 簡單電容示意圖	
. 42 圖2-4 金氧半二極體的結構圖 . . . . .		. . . . . 42 圖2-5 偏壓下金氧半二極體電容的能帶圖	
. 43 圖2-6 VG=0的理想MOS二極體之能帶圖 . . . . .		. . . . . 44 圖2-7 N型半導體表面之能帶圖	
. 44 圖2-8 N型MOS二極體，表面電位與載子變化之情況 . . . . .		. . . . . 45 圖2-9 N型半導體之理想MOS C-V 曲線	
. 45 圖2-10 N型MOS二極體電容效應之等效電路圖 . . . . .		. . . . . 46 圖2-11 MOS結構中四種電荷之分佈狀態	
. 46 圖3-1 氮化鋁鎵結構圖 . . . . .		. . . . . 47 圖3-2 液相沉積法系統圖	
. 47 圖3-3 液相沉積法流程圖 . . . . .		. . . . . 48 圖3-4 -step量測方式示意圖	
. 48 圖3-5 製作歐姆接觸之流程圖 . . . . .		. . . . . 49 圖3-6 沉積LPD-SiO ₂ 之流程圖	
. 50 圖3-7 MOS元件結構圖 . . . . .		. . . . . 51 圖4-1 六氟矽酸0.5M時，沉積速率圖	
. 51 圖4-2 氮化鋁鎵(Al _{0.2} Ga _{0.8} N) PL光譜圖 . . . . .		. . . . . 52 圖4-3 未成長LPD-SiO ₂ 薄	

膜EDS圖 52 圖4-4 氮化鋁鎘成長LPD-SiO₂薄膜EDS圖 53 圖4-5 有無使用硫化處理所沉積的LPD-SiO₂薄膜FTIR圖 54 圖4-6 有無硫化處理Al (2p)的XPS圖 55 圖4-7 有沒硫化處理Ga (3d)的XPS圖 55 圖4-8未硫化, LPD-SiO₂薄膜未退火Si的ESCA成份圖 56 圖4-9未硫化, LPD-SiO₂薄膜700度退火Si的ESCA成份圖 56 圖4-10未硫化, LPD-SiO₂薄膜800度退火Si的ESCA成份圖 57 圖4-11未硫化, LPD-SiO₂薄膜900度退火Si的ESCA成份圖 57 圖4-12未硫化, LPD-SiO₂薄膜未退火O的ESCA成份圖 58 圖4-13未硫化, LPD-SiO₂薄膜700度退火O的ESCA成份圖 58 圖4-14未硫化, LPD-SiO₂薄膜800度退火O的ESCA成份圖 59 圖4-15未硫化, LPD-SiO₂薄膜900度退火O的ESCA成份圖 59 圖4-16 Ti/Al/AlGa_N在氮氣下改變不同退火溫度的I-V圖 60 圖4-17 六氟矽酸0.5M, 硼酸0.01M時的J-E圖 60 圖4-18 六氟矽酸0.5M, 硼酸0.005M時的J-E圖 61 圖4-19 六氟矽酸0.5M, 硼酸0.003M時的J-E圖 61 圖4-20 六氟矽酸0.5M, 總整理的J-E圖 62 圖4-21 六氟矽酸0.5M, 電場 1MV/cm下漏電流密度整理 62 圖4-22 硫化處理後LPD-SiO₂於高頻下所量測C-V電性圖 63 圖4-23 氮化鋁鎘 MOS結構在照光下的示意圖 63 圖4-24 H₃BO₃ 0.003M時, 未硫化的光暗電流I-V特性比較圖 64 圖4-25 H₃BO₃ 0.003M時, 硫化後的光暗電流I-V特性比較圖 64 表目錄 表一 未成長LPD-SiO₂成份分析表 53 表二 未硫化, 成長LPD-SiO₂成份分析表 53 表三 硫化後, 成長LPD-SiO₂成份分析表 54 表四 有無硫化下, 在照光及不照光下的光暗電流比 65

參考文獻

- [1]Dongmin Liu et al. Solid-State Electronics, Vol.51, pp.68-71 (2007) [2]Egor Alekseev, Dimitris Pavlidis, Solid-State Electronics, Vol.44, pp.245-252 (2000) [3]M.A. Mastro et al. Solid-State Electronics, Vol.49, pp.251-256 (2005) [4]Young-Bae Lee et al. Jpn. J. Appl. Phys., Vol.41, pp.4450-4453 (2002) [5]Young-Bae Lee et al. Jpn. J. Appl. Phys., Vol.41 ,pp.L1037-L1039 (2002) [6]Sung-Nam Lee et al. Journal of Crystal Growth, Vol.287, pp. 554 – 557 (2006) [7]Ping-Chuan Chang et al. Thin Solid Films, Vol.498, pp.133-166 (2006) [8]G. Mazzeo, G. Conte , Appl. Phys. Lett., Vol.89, pp.223513(2006) [9]T.Hashizume et al. Appl.Phys.Lett., Vol.84, pp.4884 (2004) [10]E.J.Miller et al, Appl. Phys. Lett., Vol.84, pp.535 (2004). [11]S.Karmalkar et al.Appl. Phys. Lett., Vol.82, pp.3976 (2003). [12]E.J. Miller et al. Appl. Phys. Lett., Vol.84, pp.535 (2004) [13]T. Hashizume et al. Appl. Phys. Lett., Vol.84, pp.4884 (2004) [14]T. Hashizume et al. Appl. Phys. Lett., Vol.80, pp.4564 (2002) [15]H. W. Jang et al. J. Electrochem. Soc., Vol.151, pp.G536 (2004) [16]J. J. Huang et al. Physica Scripta., Vol.T114, pp.94 – 96 (2004) [17]Dei-Wei Chou et al. Jpn.J.Appl.Phys.,Vol.41, pp.L748 – L750 (2002) [18]C.K Wang et al. Journal of Electronic Materials., Vol.44, No.5 (2003) [19]Min-Woo HA, Seung-Chul LEE, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.45, No. 4B (2006) [20]Ming-Kwei LEE, Chih-Feng YEN, Jpn.J.Appl.Phys., Vol.46 , pp.L1173 – 1175 (2007) [21]Hirohiko Sugahara, Masaharu Oshima, J. Appl. Phys., Vol.69, No.8 (1991) [22]M.Yusuf Aliz, Meng Tao, Electrochemical and Solid-State Letters, Vol.10, pp.H317-H320 (2007) [23]Z. L. Yuan et al. Appl. Phys. Lett., Vol. 73, No.20 (2006) [24]L. B. Chang, N.C. Chen, C.H.Chang, Microprocesses and Nanotechnology Conference, pp.220-221 (2000) [25]J. Liu, B. Shen , Y.G. Zhou, et al. Optical Materials, Vol.23, pp.133 – 137 (2003) [26]Yow-Jon Lin, Yow-Lin Chu, and Wen-Xiang Lin, JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Vol.99, pp.073702 (2006) [27] F. Braun, Annal. ,Phys. Chem., Vol.153, pp.556 (1874). [28]W. Schottky, Naturwissenschaften, Vol.26, pp.843 (1938). [29]M. P. Houg, C. J. Huang and Y. H. Wang, J. Appl. Phys., Vol 82, pp.5788 (1997) [30]M. P. Houg, Y. H. Wang, C. J. Huang, S. P. Huang, and W. J. Chang, Solid-State Electronics, Vol.44, pp.1917 (2000) [31]Zhaojun Lin et al. Appl. Phys. Lett., Vol.82, No.24 (2003) [32]D. Walker, E. Monroy et al., Appl. Phys. Lett. Vol.74, pp.762 (1999) [33]Jenq-Shiuh Chou, Si-Chen Lee, J. Appl. Phys., Vol 77, No.4 (1995) [34]D. W. Jenkins, and J. D. Dow, Phys. Rev. B ,Vol.39, pp.3317 (1989). [35]Ho Won Jang, Jeong Min Baik,et al. Journal of The Electrochemical Society, Vol.151 ,pp.G536-G540 (2004) [36]Chang Liu, Eng Fong Chor , Leng Seow Tan, Thin Solid Films, Vol.515, pp.4369-4372 (2007) [37]C. H. Huang, Jan. J. Appl. Phys., Vol.41, No.7A, pp.4622 (2002). [38]Ming-Kwei Lee,Chih-Feng Yen,and Shih-Hao Lin, Journal of The Electrochemical Society, Vol.154, pp.G235-G238 (2007) [39]Li-Hsien Huang and Ching-Ting Lee, Journal of The Electrochemical Society, Vol.154, pp.H862-H866 (2007) [40]Chun-Kai WANG et al. Jpn.J.Appl.Phys., Vol.44, No.4B (2005)