

以液相沉積技術在矽鍺薄膜上成長二氧化矽 = Investigation of SiGe MOS devices prepared by liquid-phase-deposition

詹軒榮、黃俊達

E-mail: 9706874@mail.dyu.edu.tw

摘要

本實驗是在低溫下使用液相沉積(liquid-phase deposition, LPD)的方法在SiGe表面上成長SiO₂薄膜。LPD是使用H₂SiF₆與H₃BO₃來進行，我們採用沉積條件為溫度 30°C、H₂SiF₆=0.4M、H₃BO₃ =0.01M，從實驗發現SiO₂的沉積速率會隨著溫度或硼酸的濃度而提升。我們利用了歐傑電子能譜儀(Auger electron spectrometer, AES)觀察到在SiGe與SiO₂的介面上是沒有Ge原子堆積在上面；另外我們也利用了化學分析電子儀 (electron spectroscopy for chemical analysis, ESCA) 有個Si 2p的 ν 值被量測到鍵結能(binding energy)為103.4eV，半高寬的寬度為1.48eV；我們還利用傅利葉轉換紅外光譜儀 (Fourier transform infrared spectroscopy, FTIR) 來測量 LPD-SiO₂之紅外吸收光譜，我們量測到 ν 值在波數810與1100cm⁻¹分別為Si-O-Si鍵的彎曲(bending)、延伸(stretching)與振動(vibrations)模態，另外在波數933cm⁻¹有個 ν 值被量測出，其為Si-F鍵存在的關係。利用同沉積條件下，我們製作未退火LPD-SiO₂製成的MOS元件，在電性實驗發現在電場為2 MV/cm時，漏電流密度為8.69 × 10⁻⁹ A/cm²。隨著退火溫度上升至400°C時，SiO₂的固定氧化層電荷密度與介面缺陷密度從未退火的3.82 × 10¹⁰ cm⁻²與3.25 × 10¹¹ eV⁻¹cm⁻²下降到4.77 × 10⁹ cm⁻²與1.15 × 10¹¹ eV⁻¹cm⁻²，因此可顯示退火後LPD-SiO₂再製備矽鍺MOS元件上有良好的表現。另外，我們因上述良好結果進而研製使用液相沉積法製成金氧半矽鍺紅外光檢測器研究，在未退火的情況下暗電流為3.25 × 10⁻⁸A，但經過退火400°C之後暗電流下降至4.46 × 10⁻⁹A，退火可讓LPD-SiO₂的品質更好。我們利用照光波長850nm紅外光作為入射光源量測，我們發現在在退火 200°C時，其為光暗電流比之最佳值為3.17 × 10⁴，而在最佳響應率方面，未退火之LPD-SiO₂可達0.567A/W，另外我們也比較了沒有氧化層的結構，發現由於漏電流過大，所以不適當做紅外光檢測器。關鍵字：液相沉積、金氧半、矽鍺紅外光檢測器

關鍵詞：液相沉積

目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	iv
.	iv	英文摘要	vi
.	vii	誌謝	viii
.	vii	目錄	viii
.	xi	圖目錄	xiii
.	xi	表目錄	xiii
.	1	第一章 緒論	1
.	4	第二章 元件製程	4
.	4	2.1 簡介	4
.	4	2.2 矽鍺薄膜之製程	4
.	4	2.3 MOS元件製作	4
過程	6	2.3.1 基板的清洗步驟	6
.	6	2.3.2 歐姆電極的製程	6
.	6	2.3.3 氧化層的沉積與爐管退火	7
.	7	2.3.4 閘極電極的製作	7
.	7	2.4 MIS元件製作過程	9
.	9	第三章 儀器介紹	9
.	10	3.1 蒸鍍機系統	10
.	10	3.2 爐管退火	10
.	10	3.3 液相沉積	11
.	11	3.3.1 液相沉積二氧化矽之製作	11
.	11	3.3.2 LPD的化學成長反應說明	12
.	12	3.3.3 LPD方法以及系統	13
.	13	3.3.4 LPD氧化層在矽鍺基板之沉積速率	15
.	15	3.4 傅利葉轉換紅外光譜儀	17
.	18	3.5 化學分析電子儀	17
子儀 or X光光電子能譜圖	18	3.6 AES縱深分析	18
.	18	第四章 實驗結果與	20
討論	20	4.1 MOS之材料分析	20
.	20	4.1.1 化學分析	20
電子儀	20	4.1.2 傅利葉轉換紅外光譜儀	21
.	21	4.1.3 AES縱深分析	21
.	23	4.2 MOS之電流-電壓分析	25
.	25	4.3 MOS之電容-電壓分析	26
.	26	4.3.1 簡介	26
.	26	4.3.2 Al/LPD-SiO ₂ /P-SiGe的電容特	26
性研究	30	4.3.2-1 MOS之固定氧化層電荷密度	31
.	31	4.3.2-2 MOS之介面缺陷密度	32
.	32	4.4 MIS	32
紅外光光檢測器	35	第五章 結論	40
.	35	參考文	40
獻	42	圖目錄 圖1-1 SiGe成長在Si上時之strain和relax狀況	2
.	42	圖1-2 SiGe成長在Si上時，形變與薄膜厚度的關係圖	3
.	8	圖2-1 MOS元件製作流程圖	8
.	8	圖2-2 MIS元件製作流程圖	9
.	11	圖3-1 爐管退火系統	11
.	11	圖3-2 LPD系統	14
.	14	圖3-3 LPD流程圖	14

15 圖3-4 不同的硼酸濃度在沉積一小時的氧化層厚度 16 圖3-5 沉積速率與溫度的關係 17 圖4-1 為其未退火LPD-SiO₂之ESCA分析圖 20 圖4-2 未退火與200 oC、300 oC、400 oC LPD- SiO₂之紅外光譜吸收圖 22 圖4-3 未退火LPD- SiO₂之AES縱深分析 24 圖4-4 400 LPD- SiO₂之AES縱深分析 24 圖4-5 未退火之電流密度-電壓圖 26 圖4-6影響氧化層電性之電荷來源圖 27 圖4-7 未退火與退火200 oC、300 oC、400 oC的C-V圖 30 圖4-8 未退火之G-V圖 32 圖4-9 200 oC之G-V圖 33 圖4-10 300 oC之G-V圖 33 圖4-11 400 oC之G-V圖 34 圖4-12 不同退火溫度的界面缺陷密度 35 圖4-13 不同退火溫度之電流-電壓圖 36 圖4-14 未退火之光暗電流-電壓圖 37 圖4-15 退火200 之光暗電流-電壓圖 38 圖4-16 退火300 之光暗電流-電壓圖 38 圖4-17 退火400 之光暗電流-電壓圖 39 表目錄 表2-1 UHVCVD磊晶矽鍺薄膜成長參數表 5 表4-1 退火溫度與固定氧化層電荷密度關係表 31 表4-2退火溫度與介面缺陷密度關係表 34 表4-3不同退火溫之光暗電流關係表 37

參考文獻

[1] D.J.Paul, *adv. Mater.* 11, 191-204 (1999) [2] Zingway Pei; Liang, C.S.; Lai, L.S.; Tseng, Y.T.; Hsu, Y.M.; Chen, P.S.; Lu, S.C.; Tsai, M.-J.; Liu, C.W., *Electron Device Letters, IEEE*, Volume: 24, Issue: 10, pp.643-645 (2003) [3] Xiao, X.; Sturm, J.C.; Parihar, S.R.; Lyon, S.A.; Meyerhofer, D.; Palfrey, S.; Shallcross, F.V., *Electron Device Letters, IEEE*, Volume: 14, Issue: 4, pp.199-201 (1993) [4] N. Collaert; P. Verheyen; K. De Meyer; R. Loo, *Solid-State Electronics*, Volume: 47, Issue: 7, pp.1173-1177 (2003) [5] Wang, K.L.; Tong, S.; Kim, H.J., *Materials Science in Semiconductor Processing*, Volume: 8, Issue:1-3, pp.389-399 (2005) [6] Kuhn, K.; Agostinelli, M.; Ahmed, S.; Chambers, S.; Cea, S.; Christensen, S.; Fischer, P.; Gong, J.; Kardas, C.; Letson, T.; Henning, L.; Murthy, A.; Muthali, H.; Obradovic, B.; Packan, P.; Pae, S.W.; Post, I.; Putna, S.; Raol, K.; Roskowski, A.; Soman, R.; Thomas, T.; Vandervoorn, P.; Weiss, M.; Young, I., *Electron Devices Meeting, IEDM*, pp.73-76 (2002) [7] R. People, *IEEE J. Quantum Electron.* QE-22, 1696-1710 (1986) [8]D.K.Nayak,K.Kamjoo,J.S.Park,J.C.S.Woo,K.L.Wang,IEEE Trans.Electron Devices 39(1992) 56.

[9]D.K.Nayak,K.Kamjoo,J.S.Park,J.C.S.Woo,K.L.Wang,Appl.Phys,Lett.56(1990) 66

[10]I.S.Goh,S.Hall,W.Eccleston,J.F.Zhang,K.Werner,Electron,Lett,30(1994) 1988 [11] M. P. Houng, C. J. Huang and Y. H. Wang, *J. Appl. Phys.*, Vol 82, pp.5788, (1997) [12] M. P. Houng, Y. H. Wang, C. J. Huang, S. P. Huang, and W. J. Chang, *Solid-State Electronics*, Vol. 44, pp. 1917, (2000) [13] C. F. Yeh, C. L. Chen, Water Lur and P. W. Wen, *Appl. Phys., Lett.* 66 (8), pp.938, (1995) [14] W.A.Hill and C.C.Coleman, *Solid-State Electronics*, Vol. 23, pp. 987-983, (1980)