

鋁/液相沉積二氧化矽/鍺金氧半元件的特性探討

林東賢、黃俊達；姚品全

E-mail: 9805478@mail.dyu.edu.tw

摘要

在此研究中，利用液相沉積法在n型鍺上成長二氧化矽薄膜，使用的是過飽和的六氟矽酸(H_2SiF_6)水溶液與稀釋過後的硼酸(H_3BO_3)水溶液於室溫下成長高品質的閘極氧化層。在薄膜沉積過程中，我們可以利用六氟矽酸與硼酸溶液依照不同比例混合及對溫度的改變來控制二氧化矽薄膜的成長速率。在沉積二氧化矽(SiO_2)薄膜前，先利用硫化銨($(NH_4)_2S$)溶液對鍺進行表面處理，發現可有效降低漏電流。再利用傳統爐管分別對LPD閘極氧化層進行200、300、400 退火30分鐘的退火條件以及氮氣下的退火環境，更進一步對LPD閘極氧化層改善其電特性，例如：崩潰電壓、固定電荷密度、介面陷入密度...等。

關鍵詞：Ge, LPD, MOS、 $(NH_4)_2S$

目錄

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----|-------------|----|--------------------------|---|--------------|----|-------------------------|-----|---------------------|----|------------------|-----|---------------|----|----------------|----|---------------|----|---------------|----|---------------------------|----|------------------------|----|--------------------|----|-----------------|----|---------------|----|------------------|----|----------------------------|----|----------------------|----|-----------------|----|----------------|----|--------------------------------|----|-----------------|----|------------------|----|------------------------------|----|-----------------------------------|----|----------------------|----|-------------|----|---------------------------------------|----|-----------------------|----|--------------------|----|-------------|----|-----------|----|------------------------|---|----------------------|---|--------------------------|---|---------------------------------|---|-----------------------|---|---------------------------------|---|-----------------------------|---|------------------------------|----|------------------|----|---------------------------------|----|--------------------|----|------------------|----|------------------------------------|----|---|----|--|----|--|----|--|----|-------------------------|----|------------------------|----|------------------------------------|----|--------------------------------|----|------------------------|----|--------------------------|----|--------------------------|----|-------------------------------------|----|---|----|---|----|---|----|---------------------------------|----|-------------------------|----|
| 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..... | xii | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 第一章 緒論..... | 1 | 第二章 理論..... | 2 | 2-1 金屬-氧化層-半導體(MOS)..... | 2 | 2-2液相沉積..... | 11 | (A)LPD- SiO_2 簡介..... | 11 | (B) LPD的化學成長反應..... | 12 | 第三章 實驗方法及量測..... | 14 | 3-1 材料分析..... | 14 | (A) 蒸鍍機系統..... | 14 | (B) 爐管退火..... | 15 | (C) 膜厚量測..... | 16 | (D) 傅利葉轉換紅外光譜儀(FTIR)..... | 17 | (E) 化學分析電子儀(ESCA)..... | 17 | 3-2 MOS元件製作過程..... | 18 | (A)基板的清洗步驟..... | 18 | (B) 硫化處理..... | 19 | (C) 歐姆電極的製程..... | 19 | (D) 成長LPD- SiO_2 薄膜..... | 19 | (E) 氧化層的沉積與爐管退火..... | 22 | (F)閘極電極的製作..... | 22 | 第四章 結果與討論..... | 24 | 4-1 LPD- SiO_2 薄膜厚度量測結果..... | 24 | 4-2 材料分析結果..... | 25 | (A) 化學分析電子儀..... | 25 | (B)傅利葉轉換紅外光譜儀 (FTIR) | 29 | 4-3 LPD- SiO_2 MOS元件I-V電特性..... | 30 | 4-4 MOS之電容-電壓分析..... | 33 | (A) 簡介..... | 33 | (B) Al/LPD- SiO_2 /n-Ge的電容特性研究..... | 36 | (C)MOS之固定氧化層電荷密度..... | 37 | (D)MOS之介面缺陷密度..... | 38 | 第五章 結論..... | 41 | 參考文獻..... | 42 | 圖目錄 圖2-1 簡易的電容示意圖..... | 2 | 圖2-2 金氧半二極體的結構圖..... | 3 | 圖2-3偏壓下金氧半二極體電容的能帶圖..... | 4 | 圖2-4 $V_G=0$ 的理想MOS二極體之能帶圖..... | 5 | 圖2-5 N型半導體表面之能帶圖..... | 6 | 圖2-6 N型MOS二極體，表面電位與載子變化之情況..... | 7 | 圖2-7 N型半導體之理想MOS C-V曲線..... | 9 | 圖2-8 N型MOS二極體電容效應之等效電路圖..... | 10 | 圖3-1 爐管退火系統..... | 15 | 圖3-2 γ -step量測方式示意圖..... | 16 | 圖3-3 液相沉積法系統圖..... | 21 | 圖3-4 元件製作流程..... | 23 | 圖4-1 LPD- SiO_2 不同六氟矽酸之沉積速率..... | 24 | 圖4-2 未退火LPD- SiO_2 之Si(2p)的 XPS圖..... | 25 | 圖4-3 未退火LPD- SiO_2 之O(1s)的 XPS圖..... | 26 | 圖4-4 未退火LPD- SiO_2 之F(1s)的 XPS圖..... | 26 | 圖4-5 未退火LPD- SiO_2 之S(2p)的 XPS圖..... | 27 | 圖4-6 無硫化處理之 XPS分析圖..... | 28 | 圖4-7 硫化處理之 XPS分析圖..... | 28 | 圖4-8 未退火LPD- SiO_2 之紅外光譜吸收圖..... | 29 | 圖4-9 LPD- SiO_2 之不同濃度比較..... | 30 | 圖4-10 有無硫化處理之IV比較..... | 31 | 圖4-11 無硫化後之不同溫度IV比較..... | 32 | 圖4-12 影響氧化層電性之電荷來源圖..... | 33 | 圖4-13 LPD- SiO_2 之高頻量測C-V電性圖..... | 36 | 圖4-14 LPD- SiO_2 -200 oC高低頻之C-V電性圖..... | 38 | 圖4-15 LPD- SiO_2 -300 oC高低頻之C-V電性圖..... | 39 | 圖4-16 LPD- SiO_2 -200 oC高低頻之C-V電性圖..... | 39 | 表目錄 表4-1 退火溫度與固定氧化層電荷密度關係表..... | 37 | 表4-2退火溫度與介面缺陷密度關係表..... | 40 |

參考文獻

- [1] D.J.Paul, adv. Mater. 11, 191-204 (1999)
- [2] H. Shang, et al., IEEE Elect. Dev. Lett. 24, 245 (2003).
- [3] C. O. Chui, et al., IEDM Tech. Dig., 437, 2003.
- [4] Appl. Phys. Lett., vol. 79 ,pp. 3344-3346, 2001.
- [5]P. Kringshoj, A. N. Larsen, and S. Y. Shirayev, Phys. Rev. Lett., 76, 3372 ~1996!.

- [6]K. Rajendran and W. Schoenmaker, J. Appl. Phys., 89, 980 ~2001! [7]M. P. Houg, C. J. Huang and Y. H. Wang, J. Appl. Phys., Vol 82, pp.5788, 1997.
- [8]M. P. Houg, Y. H. Wang, C. J. Huang, S. P. Huang, and W. J. Chang, Solid-State Electronics, Vol. 44, pp. 1917, 2000.
- [9]Jenq-Shiuh Chou, Si-Chen Lee, J. Appl. Phys., Vol 77, No.4 (1995) [10]P. J. Wright, and K. C. Saraswat, Fellow, IEEE Transactions On Electron Device, Vol. 36, No. 5, pp.879 (1989).
- [11] C. Y. Yeh, S. S. Lin, T. Z. Yang, C. L. Chen, and Y. C. Yang, IEEE Transactions On Electron Devices, Vol. 41, No. 2, pp. 173 (1994).
- [12]W. J. Chang, M. P. Houg, and Y. H. Wang, Jan. J. Appl. Phys., Vol. 40, No. 3A, pp.1300 (2001).
- [13] C. F. Yeh, C. L. Chen, W. Lur, and P. W. Yen, Appl. Phys. Lett., Vol. 66, No. 8, pp.938 (1995).