

# 液相沉積二氧化矽氧化層在氮化鎵上的電特性探討

林東慶、黃俊達

E-mail: 9606957@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

在此研究中，利用液相沉積法在n型氮化鎵上成長二氧化矽薄膜，使用的是過飽和的六氟矽酸(H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>)水溶液與稀釋過後的硼酸(H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>)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。再利用RTA爐管分別對LPD閘極氧化層進行700、800、900 退火5分鐘的退火條件以及氮氣下與真空下的退火環境，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。我們可利用I-V與C-V解釋其電特性，以及利用EDX得知LPD閘極氧化層的成分，再利用化學分析電子束ESCA及SIMS去解釋退火後現象的材料分析。

關鍵詞：氮化鎵；液相沉積；固定電荷密度；介面陷入密度

## 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.....	x
表目錄.....	xiii	第一章 緒論.....	1	第二章理論.....	4
2.1 金屬-氧化層-半 導體 (MOS).....	4	2.1.1 簡介.....	4	2.1.2 氮化鎵薄膜之製程.....	4
2.1.3 MOS基本元 件.....	5	2.2 LPD-SiO <sub>2</sub> 簡介.....	6	2.3 MOS 電容器電容 - 電壓特性分析.....	8
2.3.1 簡 介.....	8	2.3.2 氧化層電荷.....	11	2.3.3 遲滯電壓 ( VH ) .....	14
2.3.4 理想電 容 - 電壓曲線.....	15	2.3.5 歐姆接觸.....	17	2.3.6 閘極氧化層薄膜介電性質.....	17
第三章 MOS的製作流程及量測儀器介紹.....	19	3.1 簡介.....	19	3.2 MOS製作流程.....	20
3.2.1 基板的清洗步驟及沉積參數.....	20	3.2.2 在GaN基板上以LPD成長二氧化矽.....	21	3.2.3 LPD製作方 法.....	21
3.2.4 蒸鍍歐姆接觸之Ti/Al金屬.....	23	3.2.5 在閘極氧化層上蒸鍍鋁.....	24	3.3 膜厚 量測.....	24
3.4 X-Ray繞射分析.....	25	3.5 表面平坦度量測.....	25	3.6 場發射掃 瞄式電子顯微鏡(FE-SEM) .....	26
3.7 能量散佈分析儀(EDS).....	27	3.8 化學分析電子儀分析或X光光電子能譜 圖 ( ESCA or XPS ) .....	27	3.9 AES深度剖面圖.....	28
3.10 二次離子質譜 儀(SIMS).....	29	第四章 實驗結果與討論.....	30	4.1 LPD-SiO <sub>2</sub> 閘極氧化層的厚度及XRD量測結果.....	30
4.2 LPD-SiO <sub>2</sub> 閘極氧化層的ESCA 材料分析.....	30	4.3 LPD-SiO <sub>2</sub> 閘極氧化層的SIMS材料分析.....	31	4.4 LPD-SiO <sub>2</sub> / 氮化鎵的I-V電特性研究.....	32
4.5 Al/LPD-SiO <sub>2</sub> /(Ti/Al)的電容特性研究.....	33	第五章 結論.....	35	參考文獻.....	36

## 參考文獻

- [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. Matsushita, 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. Mohny, 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. Houn, C. J. Huang and Y. H. Wang, *J. Appl. Phys.*, Vol 82, pp.5788, 1997.
- [17] M. P. Houn, Y. H. Wang, C. J. Huang, S. P. Huang, and W. J. Chang, *Solid-State Electronics*, Vol. 44, pp. 1917, 2000.
- [18] C. F. Yeh, C. L. Chen, Water Lur and P. W. Wen, *Appl. Phys., Lett.* 66 (8), pp.938, 1995.
- [19] Vishnubhotla L, Ma TP, Tseng H-H, Tobin PJ. *Appl Phys Lett* 1991;59(27):3595.
- [20] Wright PJ, Saraswat KC. *IEEE Trans Electron Devices* 1989;36:879.
- [21] Huang JG, Jaccodine RJ. *J Electrochem Soc* 1993;140:L15.
- [22] Nishioka Y, Ohyu K, Ohji Y, Natuaki N, Mukai K, Ma T-P. *IEEE Electron Device Lett* 1989;10:141.
- [23] Wright PJ, Kasai N, Inoue S, Sarawat KC. *IEEE Electron Device Letters* 1989;10:347.