

矽基底金屬誘發側向結晶PN二極體的光電特性

李坤樹、黃俊達

E-mail: 9606953@mail.dyu.edu.tw

摘要

近年來，多晶矽(Poly-Si)因廣泛的應用在大面積的電子元件，如液晶顯示器中的薄膜電晶體，太陽能電池及影像感測器等，而受到相當大的重視。然而目前成長多晶矽的方法不外乎是(1)固相結晶法(Solid Phase Crystallization, SPC)，(2)準分子雷射結晶法(Excimer Laser Annealing, ELA)，(3)金屬誘發再結晶法(Metal-Induced Crystallization, MIC)。SPC需700以上的高溫，導致需採用昂貴的石英基板或矽晶片，而ELA方法須採用雷射退火，故成本昂貴無法大量製造。本實驗以低溫電漿輔助化學氣相沉積(Plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD)成長氫化非晶矽(hydrogenated amorphous Silicon)層並研究在低溫(550)下採用不同厚度的金屬鎳(Ni)橫向誘發結晶(Metal-Induced Lateral Crystallization, MILC)的技術開發成長多晶矽薄膜。我們利用此技術在p型單晶矽上成長n型多晶矽薄膜之PN結構的太陽能電池。在實驗中我們發現此技術可成功製備出奈米顆粒(Nano-Si grain size)約20~65 nm的多晶矽薄膜。利用快速熱退火系統(Rapid Thermal Annealing, RTA)在550，6小時退火後，以Ni 20nm厚度誘發可以得到最好的結晶性，光暗電流比(Photo-to-Dark current ratio)也有23倍，在太陽能電池AM1光譜下量測，也可以得到6.1%的轉換效率(Conversion Efficiency)。

關鍵詞：多晶矽；金屬誘發橫向結晶；快速熱退火系統；非晶矽；奈米顆粒；轉換效率；非晶矽；太陽能；光暗電流比

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	英文摘要.....	vi
誌謝.....	vii	目錄.....	viii	圖目錄.....	x
表目錄.....	x	第一章 緒論.....	xii	1 1-1前言.....	1
1 1-2 成長多晶矽的技術.....	3	1-3 研究目標.....	4	第二章 原理與實驗設備.....	5
5 2-1背景.....	5	2-2金屬誘發再結晶之原理.....	6	2-3金屬橫向誘發再結晶之原理.....	7
7 2-4金屬誘發生長再結晶之原理.....	7	2-5 PN 界面二極體.....	8	2-6 PN 太陽能電池.....	11
14 2-7實驗設備.....	14	2-7-1電漿輔助化學氣相沉積.....	14	2-7-2熱蒸鍍機系統.....	15
15 2-7-3快速熱退火系統.....	15	2-8分析儀器.....	16	2-8-1 X-Ray繞射分析.....	16
17 2-8-2場發式電子顯微鏡.....	17	2-8-3電性量測.....	18	第三章 金屬誘發結晶矽薄膜材料分析.....	20
20 3-1實驗流程.....	20	3-2 SEM對結晶薄膜品質之分析.....	21	3-2-1鎳金屬對誘發之影響.....	21
21 3-2-2不同厚度的鎳金屬對顆粒大小的影響.....	22	3-2-3 X-Ray 繞射圖對結晶品質之分析.....	22	第四章 誘發結晶薄膜之電流-電壓特性探討.....	24
24 4-1元件製作流程.....	24	4-2 電流-電壓特性.....	25	4-2-1 歐姆電極.....	25
25 4-2-2 暗電流.....	25	4-2-3 理想因子.....	26	4-2-4 光暗電流比.....	26
26 4-3太陽能電池效率.....	27	第五章 結論與未來展望.....	28	5-1 結論.....	28
28 5-2 未來展望.....	29	參考文獻.....	30		

參考文獻

- [1] Zhongyang Xu, Xuecheng Zou, Xuemei Zhou, Bofang Zhao, and Changan Wang, J. Appl. Phys. 75 (1994) 588.
- [2] T. Aoyama, G Kawachi, N. Konishi, T. Suzuki, Y. Okajima, and K. Miyata, J. Electrochem. Soc., vol.136, No.4, pp.1169-1173, 1989 [3] G. Radnoczi, A. Robertsson, H. T. G. Hentzell, S. F. Gong, and M. A. Gasan, J. Appl. Phys., 69(9), pp.6394-6399, 1991.
- [4] S. Y. Yoon, K. H. Kim and C. O. Kim, J. Appl. Phys., 82(11), pp.5865-5867, 1997.
- [5] M. S. Haque, H. A. Naseem and W. D. Brown, J. Appl. Phys., 79(10), pp.7529-7536, 1996.
- [6] H. L. Gaigher, and N. G. Van Der erg, Thin Solid Films 68, pp.373, 1980.
- [7] B. Y. Tsaur, and J. W. Mayer, Philosophical Magazine A, vol.43, pp.345, 1981.
- [8] L. Hultman, A. Robertsson, and H. T. G. Hentzell, J. Appl. Phys. 62(9), pp.3647, 1987.
- [9] G. Radnoczi, A. Robertsson, H. T. G. Hentzell, S. F. Gong, and M. A. Hasan, J. Appl. Phys. 69(9), pp.6394-6399, 1991.
- [10] M. S. Haque, H. A. Naseem and W. D. Brown, J. Appl. Phys., 75(8), pp.3928, 1994.
- [11] M. S. Ashtikar, and G. L. Sharma, J. Appl. Phys., 78(2), pp.913, 1995.

- [12] K. Nakamura, J. O. Olowolafa, S. S. Lau, M-A. Nicolet, and J. W. Mayer, J. Appl. Phys., vol.47, pp.1278, 1976.
- [13] S. W. Russell, Jian Li, and J. W. Mayer, J. Appl. Phys., 70(9), pp.5153, 1991.
- [14] B. Bian, J. Yie, B. Li, and Z. Wu, J. Appl. Phys. 73(11), pp.7402, 1993.
- [15] R. J. Nemanich, R. T. Fulks, B. L. Stafford, and H. A. Vander Plas, J. Vac. Sci. Technol. A3(3), PP.938, 1985.
- [16] E. Nygren, A. P. Pogany, K. T. Short, and J. S. Williams, Appl. Phys. Lett. 55(6), pp.439, 1988.
- [17] S. W. Lee, Y. C. Jeon, and S. K. Joo, APPL. Phys. Lett. 66(13), pp.1671, 1995.
- [18] F. d'Heurle, S. Petersson, and L. S. Tolt, and B. Strizker, J. Appl. Phys., vol. 53, pp.5678, 1982.
- [19] Y. Kawazu, H. Kudo, S. Onari, and T. Arai, J. J. Appl. Phys., vol. 29, pp.729, 1990.
- [20] T. J. Konno, and R. Sinclair, Materials Science and Engineering. A179/A180, PP.426, 1994.
- [21] S. Y. Yoon, K. H. Kim, and C. O. Kim, J. Appl. Phys. 82(11), pp.5865, 1997.
- [22] S. W. Lee, Y. C. Jeon and S. K. Joo, Appl. Phys. Lett. 66 (13) , pp.1671-1673, 1995.
- [23] S. W. Lee and S. K. Joo, IEEE-EDL, vol.17, no.4, pp.160-162, 1996.
- [24] S. W. Lee, T. H. Ihn and S. K. Joo, IEEE-EDL, vol.17, no.8, pp.407-409, 1996.
- [25] Z. Jin, G. A. Bhat, M. Yeung, H. S. Kwok, and M. Wong, J. Appl. Phys., vol. 84, pp.194, 1998.
- [26] Z. Jin, K. Moulding, H. S. Kwok, and M. Wong, IEEE Trans. Electron Devices, vol. 46, pp.78, 1999.
- [27] H. C. Cheng, C. Y. Huang, F. S. Wang, K. H. Lin and F. G. Tarntair, J. J. App. Phys, Vol. 39, L19-L21, 2000.
- [28] E. A. Gulians, W. A. Anderson, L. P. Guo, and V. V. Gulians, Thin Solid Films, vol. 385, pp.74, 2001.
- [29] E. A. Gulians, C. Ji, Y. J. Song, and W. A. Anderson, Appl. Phys. Lett., vol. 80, pp.1474, 2002.
- [30] E. A. Gulians, and W. A. Anderson, J. Appl. Phys., vol. 87, pp.3535, 2000.
- [31] C. Ji, and W. A. Anderson, IEEE, Photovoltaic Specialists Conference, Conference Record of the Thirty-first, pp.1460, 2005.