

矽/矽鍺多重量子井紅外光檢測器之研究

王宗良、黃俊達

E-mail: 9510958@mail.dyu.edu.tw

摘要

本論文提出P+-Si/MQW-(SiGe/Si)/i-SiGe/N+-Si光吸收-累崩分離結構的二極體光檢測器，SiGe/Si的量子井結構是以超高真空化學氣相沉積系統所成長。此樣品的PL峰值波長約為1200nm與1500nm顯示分別為Si與SiGe。目前尚未有光吸收-累崩分離結構的SiGe元件提出。本論文提出了P+-Si/MQW-(SiGe/Si)/i-SiGe/N+-Si光吸收-累崩分離結構的二極體光檢測器，期望光檢測器在照光後能由i-SiGe層吸光，進而產生電子-電洞對，由於光檢測器的工作原理是工作於逆偏之下，P+接負、N+正，因此產生的電子會被直接拉到N+區，而電洞則會經過MQW結構再到達P+區，其目的是利用MQW的 $E_V > E_C$ ，期望電洞經過MQW時，可藉由較高的 E_V 獲得較高的動量，進而撞擊出更多的電子電洞對來達到較高的增益。實驗結果顯示本結構在約-2V左右有明顯的光增益，證實此結構確實有效。本實驗採用不同的鉛電極圖形，在偏壓為-1V時，點電極的光暗電流比為15.19倍，網狀電極的光暗電流比為52.6倍；點電極加鍍薄膜的光暗電流比為17.9倍，網電極加鍍薄膜的光暗電流比為134倍，結果顯示網狀電極較點狀電極佳；有鍍金屬薄膜又較沒鍍金屬薄膜的佳。此外，我們在IV量測的過程中，發現到此結構在照光後有太陽能的IV特性，點電極有鍍膜的轉換效率已達8.26%

關鍵詞：多重量子井；矽鍺；蒸鍍；光檢測器；太陽能電池

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	iii
.	iv	英文摘要	v
.	vi	目錄	vii
.	ix	表目錄	xi
第一章 前言	01	第二章 原理	01
.	03	2.1 矽鍺的基本特性	03
.	07	2.2.1 光的種類	07
.	07	2.2.2 輻射轉換	07
.	07	2.2.3 光的吸收	08
.	09	2.2.4 P-N界面	09
.	09	2.2.5 P-N與PIN感光二極體	12
、光電量測與材料分析	17	第三章 元件製程	12
樣品清洗	18	3.1 薄膜成長系統	17
.	19	3.2 蒸鍍機系統(Thermal Evaporator System)	18
.	19	3.3 傳統爐管退火系統(Conventional Furnace Annealing)	19
.	20	3.4 光電量測系統	20
.	20	3.5.1 電性量測(Current Voltage measurement)	20
.	21	3.5.2 光譜響應量測(Spectral response measurement)	21
.	21	3.5.3 響應率量測(Responsivity measurement)	21
.	25	第四章 實驗結果與討論	25
.	25	4.1 歐姆電極	25
.	28	4.2 PL量測	25
.	28	4.3 電性量測	29
.	39	4.4 光譜響應	29
.	39	4.5 太陽能電池之量測	41
未來展望	44	第五章 結論與未來展望	41

參考文獻

- [1] J. C. Bean, T. T. Sheng, L. C. Feldman, A. T. Fiory, and R. T. Lynch, "Pseudomorphic growth of GexSi1-x on silicon by molecular beam epitaxy," Appl. Phys. Lett, Vol.44, pp. 102-104 (1984)
- [2] R. People, and J. C. Bean, "Calculation of critical layer thickness versus lattice mismatch for GexSi1-x/Si strained-layer heterostructures," Appl. Phys. Lett, Vol.47, pp. 322-324 (1985).
- [3]J.-S. Rieh, D. Klotzkin, O. Qasaimeh, L.-H. Lu, K. Yang, L. P. B. Katehi, P. Bhattacharya, and E. T. Croke, " Monolithically integrated SiGe-Si,PIN-HBT front-end photoreceivers, " IEEE Photon. Technol. Lett., vol.10, pp. 415 – 417, Mar., 1998.
- [4]F.G.Della Corte and F.Pezzimenti, " Design considerations for a-Si:/SiGe/Si heterojunction, " Quantum Electronics, IEEE journal of,22,pp.1696-1710(1986)
- [5]J.Poortmans, S.C.Jain,DHJ Totterdell, M. Caymax, J.f.Nijs,R.P.Mertens and R. Van Overstraeten, ' Theoretical calculation and experimental evidence of the real and apparent bandgap narrowing due to heavy doping in p-type silicon and strained Si1-x+Gex layers ',Solid State Electronics,36,1763(1993)
- [6] People, R., Quantum Electronics, IEEE Journal of, Volume: 22, Issue: 9, pp.1696-1710 (1986)

- [7] Splett, A.; Zinke, T.; Petermann, K.; Kasper, E.; Kibbel, H.; Herzog, H.-J.; Presting, H., *Photonics Technology Letters, IEEE*, Volume: 6, Issue: 1, pp.59-61 (1994) [8] Shi, Jin-Wei; Pei, Z.; Yuan, F.; Hsu, Y.-M.; Liu, C.-W.; Lu, S. C.; Tsai, M., *Journal of Applied Physics*, Vol. 85 Issue 14, pp.2947-2949 (2004) [9] People, R.; Bean, J. C., *Applied Physics Letters*, Vol. 47 Issue 3, pp.322-324 (1985) [10] S. M. Sze, J. Y. Zhang, " *Semiconductor Devices Physics and Technology* ", Wiley Interscience, pp.336.
- [11] S. M. Sze, *Physics of Semiconductor Devices*, 2nd ed., Wiley, New York, 1981, Chapter 12-14.