

# 具非晶矽覆蓋層的銻蕭特基光檢測器之研究

張恩豪、姚品全；黃俊達

E-mail: 9808374@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本實驗中將利用具高能隙、高阻值及高吸收係數的非晶矽半導體材料覆蓋在銻上，並探討其光電特性，首先是利用非晶矽半導體在銻表面的保護層作用，降低表面缺陷所製作而成的平面式金屬-半導體-金屬結構的光檢測器，藉由此設計來降低暗電流，提高其光暗電流比，並比較其有/無非晶矽氫保護層結構與電漿增強化學氣相沈積氧化層結構的光電特性。其次我們做銻蕭特基二極體對於表面有無硫化處理之比較其光電特性。

在此我們發現具有非晶矽保護層的銻光檢測器暗電流為 $2.48 \times 10^{-7}$  A與不具非晶矽保護層的銻光檢測器其暗電流為 $5.97 \times 10^{-3}$  A，其具非晶矽氫與不具非晶矽氫的暗電流相差四個數量級，由此可知非晶矽氫是一個很好的保護層，能藉由非晶矽氫覆蓋在銻表面降低缺陷的特性應用在銻光檢測器上達到有效降低暗電流的目的。

對於銻蕭特基二極體而言，硫化過程使其暗電流降低一個數量級，造成光暗電流比增大的趨勢，所以硫化是可行的。在另一方面我們將沿用上述所發現的特性，對於其覆蓋層非晶矽氫去做變化，共構想出四種結構分別去做其光電特性之探討，入射光源分別為850nm和1310nm，由於銻吸光波段在於遠紅外光，所以我們利用此兩個光源去分析其四種結構之光電特性。

關鍵詞：金屬-半導體-金屬、光檢測器、非晶矽氫、銻、暗電流、硫化、光檢測器、二極體、紅外光、半導體、保護層

## 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	xii
第一章 緒論	1
第二章 原理	5
2.1銻材料基本特性	5
2.1-1銻的基本特性	5
2.2金屬-半導體界面理論	5
2.2-1蕭特基界面的接觸機制	6
2.2-2蕭特基位障高度的量測	7
2.3非晶矽氫的基本特性	8
2.4電漿原理	9
2.5光電檢測器原理	10
2.5-1光檢測器結構原理	10
2.5-2金屬-半導體-金屬光檢測器工作原理	11
2.6響應率及外部量子效率	12
2.6-1響應率及外部量子效率定義	12
第三章 實驗方法與量測	18
3.1實驗樣品介紹	18
3.1-1材料說明	18
3.1-2樣品清洗	18
3.1-3電漿輔助化學氣相沉積	19

3.1-4熱蒸鍍系統 . . . . .	20
3.2微影(lithography)製程 . . . . .	21
3.3硫化處理製程 . . . . .	23
3.3-1硫化表面處理步驟 . . . . .	23
3.4退火系統 . . . . .	24
3.4-1快速熱退火系統 . . . . .	24
3.5光電量測系統 . . . . .	24
3.5-1 電性量測 . . . . .	24
第四章 結果與討論 . . . . .	34
4.1探討硫化與未硫化Au/Ge蕭特基二極體光檢測器 . . . . .	34
4.1-1有無硫化之比較 . . . . .	34
4.1-2硫化過後的響應率及外部量子效率分析 . . . . .	37
4.2探討不具保護層、具非晶矽氫保護層結構 . . . . .	40
4.2-1不具保護層，結構(a) . . . . .	41
4.2-2具非晶矽氫保護層，結構(b) . . . . .	42
4.2-3提高barrier height，結構(c) . . . . .	44
4.2-4具非晶矽氫保護層降低漏電流，結構(d) . . . . .	46
第五章 結論 . . . . .	50
參考文獻 . . . . .	51

## 參考文獻

- [1]J. C. Campbell, C. A. Burrus, A. G. Dentai, K. Ogawa, APPLIED PHYSICS LETTERS, Vol. 39, pp.820-821 (1981)[2]P. D. Wright, R. J. Nelson, T. Cella, APPLIED PHYSICS LETTERS, Vol. 37, pp.192-194 (1980)[3]Y. Wang, E. S. Yang, W. I. Wang, JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Vol. 74, pp. 6978-6981 (1993)[4]Z. Huang, J. Oh, J. C. Campbella, APPLIED PHYSICS LETTERS, Vol. 85, pp. 2386-2388 (2004)[5]J. Oh, J. C. Campbell, S. G. Thomas, S. Bharatan, R. Thoma, C. Jasper, R. E. Jones, T. E. Zirkle, IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, Vol. 38, pp. 1238-1241 (2002)[6]S. Y. Lo, Y. L. Wei, R. H. Yeh, J. W. Hong, ELECTRONICS LETTERS, Vol. 41 (2005)[7]C. S. Lin, L. P. Tu, R. H. Yeh, J. W. Hong, IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, Vol. 15, pp.996-968 (2003)[8]D. Buca, S. Winnerl, S. Lenk, Ch. Buchala, D. X. Xu, APPLIED PHYSICS LETTERS, Vol.80, pp. 4172-4174 (2002)[9]Jia Fa; Fan, Haruhiro Oigawa, Yasuo Nannichi, Jpn. J. Appl. Phys., Volume: 27, No: 11, pp. L 2125-L 2127 (1988)[10]M. K. Lee, C. F. Yen, J. J. Huang, Journal of The Electrochemical Society, Volume 153, F77-F80 (2006)[11]M. K. Lee, J. J. Huang, C. F. Yen, Journal of The Electrochemical Society, Volume 154, G117-G121 (2007)[12]M. K. Lee, C. F. Yen, J. J. Huang, S. H. Lin, Journal of The Electrochemical Society, Volume 153, F266-F270 (2006)[13]M. K. Lee, C. F. Yen, S. H. Lin, Journal of The Electrochemical Society, Volume 154, G229-G233 (2007)[14]M. K. Lee, C. F. Yen, Jpn. J. Appl. Phys., Volume: 46, No: 47, pp. L1173-L1175 (2007)[15]M. K. Lee, C. F. Yen, Jpn. J. Appl. Phys., Volume: 47, No: 5, pp. 3590-3593 (1988)[16]C. Y. Yu, C. Y. Lee, C. H. Lin, C. W. Liu, APPLIED PHYSICS LETTERS, Volume 89, pp. 101913 (2006)[17]C. H. Lin, Y. T. Chiang, C. C. Hsu, C. H. Lee, C. F. Huang, C. H. Lai, T. H. Cheng, C. W. Liu, APPLIED PHYSICS LETTERS, Volume 91, pp. 041105 (2007)[18]T. H. Cheng, M. H. Liao, L. Yeh, T. L. Lee, M. S. Liang, C. W. Liu, JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Volume 103, pp. 016103 (2008)[19]L. H. Lai, T. C. Chang, Y. A. Chen, W. C. Tsay, J. W. Hong, ELECTRONICS LETTERS, Vol. 35, pp.1022-1023 (1999)[20]L. H. Lai, W. C. Tsay, Y. A. Chen, T. S. Jen, R. H. Yuang, J. W. Hong, ELECTRONICS LETTERS, Vol. 31, pp. 2123-2124 (1995)[21]C. T. Lee, H. Y. Lee, IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, Vol. 24, pp. 532-534 (2003)[22]H. Y. Lee, C. T. Lee, IEEE, pp.15-18 (2003)[23]C. T. Lee, H. Y. Lee, IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, Vol. 17, pp. 462-464 (2005)[24]L. Colace, G. Masini, F. Galluzzi, G. Assanto, G. Capellini, L. D. Gaspare, E. Palange, F. Evangelisti, APPLIED PHYSICS LETTERS, Volume 72, pp. 3175-3177 (1998)[25]H. Zang, S. J. Lee, W. Y. Loh, J. Wang, M. B. Yu, G. Q. Lo, D. L. Kwong, B. J. Cho, APPLIED PHYSICS LETTERS, Volume 92, pp. 051110 (2008)[26]D. Buca, S. Winnerl, S. Lenk, S. Mantl, Ch. Buchal, JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Volume 92, pp. 7599-7605 (2002)[27]J. D. Hwang, Y. H. Chen, C. Y. Kung, J. C. Liu, Journal of The Electrochemical Society, Volume154, J365-J368 (2007)[28]J. Oh, S. K. Banerjee, J. C. Campbell, IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, Vol. 16, pp. 581-583 (2004)[29]K. W. Ang, S. Y.. Zhu, J. Wang, K. T. Chua, M. B. Yu, G. Q. Lo, D. L. Kwong IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, Vol. 29, pp. 704-707 (2008)[30]C. Y. Chang, IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, Vol. ED-33, pp. 1829-1830 (1986)