

# ITO/p-SiGe接觸系統之研究

謝昆宏、黃俊達

E-mail: 9420014@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本實驗以UHV CVD成長一層Si<sub>0.8</sub>Ge<sub>0.2</sub>於n-Si基板上，再以射頻濺鍍系統(RF sputtering system)濺鍍ITO薄膜於其上。此層未摻雜的Si<sub>0.8</sub>Ge<sub>0.2</sub>厚150nm，且呈p型有形變(strain)。最後我們得到的最佳製程參數為，在室溫下，通入氫氣110sccm，並維持濺鍍壓力為10mtorr時，以射頻功率30W濺鍍，可得到一片電阻為32.5 / 的透明導電薄膜。而此薄膜再經600°C退火後，將有最低的片電阻值28.7 / ，和在我們想要應用的波段的穿透率，都有80%以上。我們準備了兩種樣品，一種是直接將ITO薄膜濺鍍於矽鍍上的，為ITO/p-Si<sub>0.8</sub>Ge<sub>0.2</sub>，另一種加了一層矽覆蓋層(10nm)，為ITO/Si/p-Si<sub>0.8</sub>Ge<sub>0.2</sub>。而以TLM為ITO/Si/p-Si<sub>0.8</sub>Ge<sub>0.2</sub>和ITO/p-Si<sub>0.8</sub>Ge<sub>0.2</sub>所量測的特徵接觸電阻分別是2.78x10<sup>-2</sup> -cm<sup>2</sup> (以600°C退火)和2.26x10<sup>-5</sup> -cm<sup>2</sup> (未退火)。最後，在有無Si覆蓋層的樣品上，我們以ITO電極製作金屬-半導體-金屬光檢測器。而當我們以功率500 μ W的鹵素燈照射這些檢測器。ITO/p-SiGe在波長1129nm處有波峰，且在家1V偏壓時，響應率為0.58A/W。然而，由於ITO/Si/p-SiGe有矽和矽鍍兩個吸收區，所以在加1V偏壓時，有兩個波峰。由於矽覆蓋層和矽鍍層皆很薄，所以在外加1V偏壓時，會空乏掉此兩層而導致蕭基接觸；且在957nm、1150nm兩個峰值處的響應率分別是0.639A/W、1.105A/W。而因矽鍍層較矽覆蓋層厚，所以在長波長1150nm處，有較高的響應率。

關鍵詞：射頻濺鍍系統、氧化銻錫、矽鍍、退火、響應率

## 目錄

授權書	iii	中文摘要	iii
iv 英文摘要	iv	vi 誌謝	vi
viii 目錄	viii	ix 圖目錄	ix
xi 表目錄	xi	xiii 第一章 前言	xiii
1 第一章 原理	1	3 2.1 金屬/半導體接觸原理	3
3 2.2 傳輸線模型理論	3	5 2.3 光電導檢測器原理	5
8 2.4 光電流量測原理	8	8 第三章 實驗製程與量測	8
10 3.1 玻璃基板之清洗步驟	10	10 3.2 以濺鍍機(RF sputter)濺鍍ITO薄膜	10
10 3.3 微影(lithography)製程	10	11 3.4 熱退火(annealing)處理	11
12 3.5 膜厚與片電阻量測	12	13 3.6 電性量測	13
13 3.7 穿透率量測	13	13 3.8 X-Ray繞射儀分析	13
14 第四章 實驗結果與討論	14	15 4.1 氧化銻錫薄膜的特性與其濺鍍條件探討	15
15 4.2 ITO電極/矽鍍基板的特性研究	15	16 4.3 矽鍍的光導式光檢測器	16
18 4.4 退火對矽鍍層的影響	18	20 第五章 結論	20
22 參考文獻	22	24 圖目錄	24
26 圖2.1 金屬與n型半導體之接觸能帶圖	26	26 圖2.2 金屬與半導體界面之電流傳輸機制，可分為(a)熱離子放射(b)熱離子場發射，及(c)場發射三種情況	26
27 圖2.3 矩形傳輸線模型之圖案結構	27	28 圖2.4 TLM電阻值和電極間距之關係圖	28
28 圖2.5 金屬-半導體-金屬光導式光檢測器俯視圖	28	29 圖3.1 樣品結構示意圖，其中(a)為ITO/Glass接觸；(b)為ITO/p-SiGe 接觸；(c) 為ITO/Si/p-SiGe接觸	29
30 圖3.2 微影及蝕刻的製程示意圖。在基板上塗佈光阻後，接著曝光、顯影來得到光阻圖樣，再濺鍍金屬以形成電極，最後剝離光阻後留下電極	30	31 圖4.1 射頻濺鍍功率vs.膜厚曲線圖	31
31 圖4.2 射頻濺鍍功率vs.穿透率曲線圖	31	32 圖4.3 退火400 前後之射頻濺鍍功 vs.穿透率峰值曲線圖	32
32 圖4.4 不同氧氣流量下的ITO薄膜之傳輸光譜	32	33 圖4.5 退火400 前後，不同氧氣流量下ITO薄膜之片電阻比較	33
33 圖4.6 退火400 前後的ITO薄膜之穿透率比較	33	34 圖4.7 在不同退火溫度下的ITO薄膜之片電阻值	34
34 圖4.8 在不同濺鍍功率下的ITO/p-SiGe之I-V特性曲線	34	35 圖4.9 在20W濺鍍後，以不同溫度退火的ITO/p-SiGe之I-V特性 曲線	35
35 圖4.10 以不同功率濺鍍的ITO/Si/p-SiGe之I-V特性曲線圖	35	36 圖4.11 以20W濺鍍後，經不同退火溫度的ITO/Si/p-SiGe之I-V特 性曲線圖	36
36 圖4.12 有MSM模型的四種樣品之電流-電壓特性曲線圖	36	37 圖4.13 ITO/p-SiGe(150nm)的光導式光檢測器之光電流圖	37

. 37 圖4.14 ITO/Si capping layer/SiGe(50nm) 的光導式光檢測器之光電流圖 . . . . .	
. . 38 圖4.15 0V時，四種光導式光檢測器的光電流圖 . . . . .	38 圖4.16 照光下，加1V偏壓的4種光導式光檢測器 的光電流圖 . . . . .
. . . . .	39 圖4.17 ITO/SiGe(150nm)之光導式光檢測器，在入射 光功率為 $P=500 \mu W$ 時，照射下的光響應率圖 . . . . .
. . . . .	39 圖4.18 ITO/Si/SiGe(50nm)之光導式光檢測器，在入射 光功率為 $P=500 \mu W$ 時，照射下的光響應率圖 . . . . .
. . . . .	40 圖4.19 在入射光功率為 $P=500 \mu W$ 時 ，ITO/Si/SiGe(50nm) 光導式光檢測器和ITO/SiGe(150nm) 光導式光檢測器的響應率比較圖 . . . . .
. . . . .	40 圖4.20 以600OC退火前後的矽鍺基板之XRD分析圖 . . . . .
. . . . .	41 圖4.21 以600OC退火前後 的Si/SiGe sample之XRD分析圖 . . . . .
. . . . .	41 表目錄 表1. 濺鍍ITO薄膜之初步條件 . . . . .
. . . . .	42 表2. 濺 鍍ITO於玻璃基板上後，可得之最佳條件 . . . . .
. . . . .	42 表3. ITO/p-SiGe和ITO/Si/p-SiGe的 C S之值 . . . . .
. . . . .	43

## 參考文獻

- [1] K. B.Sundaram, and Jila Blanchard, IEEE, pp. 230-232 (1997).
- [2] X. Xiao, James C. Sturm, S. R. Parihar, S. A. Lyon, D. Meyerhofer, Stephen Palfrey, and F. V. Shallcross, IEEE Electron Device Letter, Vol. 14, No. 4, pp. 199-201 (1994).
- [3] Hiroyuki kanaya, Fumio Hasegawa, Eiso Yamaka, Takashi Moriyama, and Masakatsu Nakajima, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 28, No. 4, pp. 544-546 (1989).
- [4] H. Kanaya, Y. Cho, F. Hasegawa, and E. Yamaka, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 29, pp. 850-852 (1990).
- [5] W. Schottky, Naturwissenschaften 26, 843 (1938).
- [6] E. H. Rhoderick, R. H. William, Metal-Semiconductor Contacts, Clarendon Press (1998).
- [7] S. M. Sze, Semiconductor Device Physics and Technology, pp. 160 (1985).
- [8] Hsing Kuen Liou, Edward S. Yang, and K. N. Tu, Appl. Phys. Lett., Vol. 63, pp. 911-913 (1993).
- [9] G. K. Reeves, and H. B. Harrison, IEEE Electron Device Lett. EDL-3, 111 (1982).
- [10] Pallab Bhattacharya, Semiconductor Optoelectronic devices, pp. 192-193 (2003).
- [11] V. Ya. Niskov, and G. A. Kubetskii, Sov. Phys. Semicond. Vol. 4, pp. 1553 (1971).
- [12] K. Bhaumik, and R. J. Mattauach, IEEE Southeastcon '90. Proceedings., Vol. 3, pp. 987-991 (1990).
- [13] S. O. Kasap, Optoelectronics and photonics : principles and practices (2003).
- [14] K. Utsumi, O. Matsunaga, and T. Takahata, Thin Solid Films, Vol. 334, pp. 30-34 (1998).
- [15] P. Zhong, and Y. Zheng, Appl. Phys. Lett., Vol. 62, pp. 3259-3261 (1993).
- [16] C. W. Ow-Yang, Y. Shigesato, and D. C. Paine, J. Appl. Phys., Vol. 88, pp. 3717-3724 (2000) [17] T. Maruyama, T. Tago, Appl. Phys. Lett., Vol. 64, pp. 1935-1937 (1994).
- [18] D. Sueva, S. S. Georgiev, N. Nedev, A. Toneva, N Chikov, Vacuum, Vol. 58, pp. 308-314 (2000).
- [19] Shewchun J, Burk D, Spitzer M, IEEE Trans Electron Devices, ED-27:705-706 (1980).
- [20D. Dutartre, G. Bremond, A. Souifi, and T. Benyattou, Physical Review B, Vol. 44, No. 20, pp. 11525-11527 (1991).