

氮化鎵金屬：半導體：金屬光檢測器之研究

吳振緯、蕭宏彬

E-mail: 9708112@mail.dyu.edu.tw

摘要

本論文是探討在n型氮化鎵上製作蕭特基接觸(Schottky contact)之研究，以鎳/金(Ni-Au)為蕭特基接觸金屬，製作n型氮化鎵蕭特基二極體，利用電流 - 電壓(I-V)法量測蕭特基位障高度(Schottky barrier height)以及理想性因子(ideality factor)；再以C-V量測法計算蕭特基位障。由於位障高度為判別蕭特基接觸特性的重要指標，為了提高蕭特基位障高度及探討其熱穩定性，我們對蕭特基二極體進行熱處理的製程。本實驗的熱處理製程是使用高溫爐管在氮氣的環境下完成，熱處理溫度分別是300、400、500、550，熱處理時間有5min、10min、30min、60min。熱處理前的位障高度分別為0.89eV (I-V)和1.1eV(C-V)；經過一系列的熱處理後，發現在300和400的熱處理可以使位障高度獲得改善約0.19eV (I-V)；0.17eV (C-V)，顯示在此溫度下此氮化鎵蕭特基二極體具有很好的熱穩定性；而在500和550下長時間的熱處理則位障高度反而降低，甚至不再出現二極體整流特性。此外，實驗中也將上述熱處理製程應用於氮化鎵金屬-半導體-金屬(MSM)光檢測器的製作上，可以發現經過400 30min的熱處理，金半金檢光器的暗電流可以從201 μ A降至0.125 μ A。

關鍵詞：氮化鎵；蕭特基接觸；鎳/金；蕭特基位障高度

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	iii
. iv 英文摘要	iv	v 誌謝	v
. vi 目錄	vi	vii 圖目錄	vii
. ix 表目錄	ix	xi 第一章	xi
第一章 前言	1	1.1 研究動機背景與目的	1
. 1 第二章 Labview 及 GPIB	3	2.1 Labview 簡介	3
. 3 2.2 IEEE-488簡介	5	第三章 理論	5
. 10 3.1 金屬 - 半導體接觸原理	10	3.2 金屬 - 半導體 - 金屬光檢測器原理	10
. 17 第四章 元件製作與量測	21	4.1 試片準備步驟	21
. 21 4.2 蕭特基二極體之製作流程	23	4.3 金屬 - 半導體 - 金屬光檢測器之製作流程	23
. 24 4.4 蕭特基二極體特性量測	27	4.5 金屬 - 半導體 - 金屬光檢測器電流 - 電壓特性	27
. 31 第五章 結果與討論	32	5.1 蕭特基二極體量測分析	32
. 32 5.2 XRD量測分析	40	5.3 金屬-半導體-金屬光檢測器暗電流特性分析	40
. 42 5.4 金屬-半導體-金屬光檢測器光電流特性分析	44	第六章 結論	44
. 48 參考文獻	49		49

參考文獻

- 【1】 M.A Khan, M.S Shur, J.N. Kuznia, Q. Chen, J. Burm, W. Schaff, Appl. Phys. Lett. 66 (1995) 1083. 【2】 O. Aktas, Z.F. Fan, S.N. Mmohammad, A.E. Botchkarev, H. Morkoc, Appl. Phys. Lett. 69 (1996) 3872. 【3】 T. Mukai, D. Morita, and S. Nakamura, " High-power UV InGaN/AlGaIn double-heterostructure LEDs, " J. Crystal. Growth, Vol.189/190, pp.778, 1998. 【4】 G.S. Nakamura, " InGaIn-based violet laser diodes, " Semicond. Sci. Technol. Vol.14, pp.27, 1999. 【5】 M.A. Khan, J. N. Kuznia, D. T. Olson, M. Blasingame, and A.R. Bhattarai, " Schottky barrier photodetector based on Mg-doped p-type GaN film, " Appl. Phys. Lett. , Vol.63, pp.2455, 1993. 【6】 E. Monroy, F. Calle, E. Munoz, and F. Omnes, " Effects of Bias on the Responsivity of GaN Metal-Semiconductor-Metal Photodiodes " , Phys. Stat. Sol. (a), Vol.176, pp.157, 1999. 【7】 M. A. Khan, J. N. Kuznia, A. R. Bhattarai, and D. T. Oslon, " Metal semiconductor field effect transistor based on single crystal GaN, " Appl. Phys. Lett. , Vol.62, pp.1786, 1993. 【8】 D.Mistele, Mater. Sci. Eng. B93 (2002) 107. 【9】 M.A. Khan, J. N. kuznia, D. T. Olson, W. J. Schaff, J. W. Burm, and M. S. Shur, " Microwave performance of a 0.25 μ m gate AlGaIn/GaN heterostructure field effect transistor, " Appl. Phys. Lett. , Vol.65, pp.1121, 1994. 【10】 F. Ren, C. R. Abernathy, J. M. Van Hove, P. P. Chow, R. Hickman, J. J. Klaasen, R. F. Kopf, H. Cho, K. B. Jung, J. R. LaRoche, R. G. Wilson, J. Han, R.J. Shul, A. G. Baca, and S. J. Pearton, " 300 GaIn/AlGaIn Heterojunction Bipolar Transistor, " MRS. Internet J. Nitride Semicond. Res. , Vol.3, pp.41, 1998. 【11】 J. Moon, M. Micovic, A. Kurdoghlian, P. Janke, P. Hasmimoto, W. Wong, L. McRay, C. Nguyen, IEEE Electron. Dev. Lett. 23(2002) 637. 【12】 S. Pearton, Mater. Sci.

Eng B82 (2001) 227. 【13】 A. C. Schmitz, A. T. Ping, M. Asif Khan, Q. Chen, J. W. Yang and I. Adesida, " Metal contacts to n-type GaN, " J. Electron. Mater. , Vol.27, pp.255-260, 1997. 【14】 E. V. Kalinina, N. I. Kuznetsov, V. A. Dmityev, K. G. Irvine and C. H. Carter, " Schottky barriers on n-GaN grown on SiC, " J. Electron. Mater. , Vol.25, pp.831-834, 1995. 【15】 S. N. Mohammad, Z. Fan, A. E. Botchkarev, W. Kim, O. Aktas, A. Salvador and H. Morkoc, " Near-ideal platinum-GaN Schottky diodes, " Electron. Lett. , Vol.32, pp598-599, 1996. 【16】 柯仕鴻, 林易賢, 趙儒民, 龔俊豪, 莊金章, PAC 於客製化遊艇監控系統之應用, 第六屆NI徵文比賽. 【17】 翁弘亦, 黃晨軒, 李志軒, 心血管疾病快速檢測與心電信號自動監測之設計, 第六屆NI徵文比賽. 【18】 自動化量測系統用於遠端教學網頁平台: 廖璋星, 楊嘉仁, 王鴻諭, 涂政良, 王順忠, 第六屆NI徵文比賽. 【19】 楊凱智, 黃鴻文, 陳彥百, 吳啟耀, 馬達及驅動器之特性測試系統, 第六屆NI徵文比賽. 【20】 楊奇達, 鄭碩仁, LabVIEW應用於光電半導體材料自動化量測技術, 第六屆NI徵文比賽. 【21】 殷尚彬, 湯鈞汶, 黃秉鈞 LED 多物理特性動態量測系統開發第六屆NI徵文比賽. 【22】 黃正雄, 王太伸, 林光儀, LabVIEW 於光電半導體材料研究技術之應用-螢光光譜 (PL) 第四屆NI徵文比賽. 【23】 E. H. RHODERICK, R. H. WILLIAMS, Metal - Semiconductor Contacts, 2nd, p. 18 and p. 51. 【24】 A. C. Schmitz, A. T. Ping, M. Asif Khan, Q. Chen, J. W. Yang " Schottky barrier properties of various metals on n-type GaN, " Semicond Sci Technol Vol. 11, pp 1464-1467, 1996 【25】 N. Miura, T. Nanjo, M. Suita, T. Oishi, Y. Abe, " Thermal annealing effects on Ni/Au based Schottky contacts on n-GaN and AlGaIn/GaN with insertion of high work function metal, " Solid-State Electronics Vol 48, pp689-695, 2004. 【26】 V. Rajagopal Reddy, P. Koteswara Rao, " Annealing temperature effect on electrical and structural properties of Cu/Au Schottky contact to n-type GaN, " Microelectronic Science and Engineering, Vol.85, Issue.2, pp.470-476, 2007. 【27】 V. Rajagopal Reddy, P. Koteswara Rao, " Annealing effects on structural and electrical properties of Ru/Au on n-GaN Schottky contacts, " Materials Science and Engineering B, Vol.137, Issues.1-3, pp.200-204, 2007. 【28】 Y. K. Su, S. J. Chang, C. H. Chen, J. F. Chen, G. C. Chi, J. K. Sheu, W. C. Lai, J. M. Tsai, " GaN Metal-Semiconductor-Metal Ultraviolet Sensors With Various Contact Electrodes, " IEEE Sensors Journal, Vol.2, NO.4, 2002.