

氮化鎵共振腔發光二極體光電侷限之研究

陳俊明、姚品全、武東星

E-mail: 9419809@mail.dyu.edu.tw

摘要

本論文中探討利用光及電流侷限的方式，使氮化鎵共振腔發光二極體的電流能集中於有效發光區內，以增加侷限區內載子的復合頻率，再配合共振腔的作用，使元件提高指向性、發光強度及縮小波長頻。氮化鎵發光二極體光電侷限的方法有離子佈植、側向濕氧化、雷射選擇性活化法及鍍膜選擇性催化活化.....等，在實驗中我們選擇了使用離子佈植法做為光的侷限方法。實驗結果顯示，我們發現經退火的電流擴散層(鍍/金)覆蓋在經離子佈植的P型氮化鎵表面上，會因表面轟擊而產生高電阻的情形，經過加長退火時間仍無法達到理想的改善，使電流不易由電極經由電流擴散層至侷限發光區內，而仍要經由P電極直接接觸發光侷限區邊緣內才能有效的將電流導入，而經由實驗結果顯示，離子佈植法能有效的將電流侷限，但由於離子佈植前後氮化鎵並無明顯的折射率變化，故無法產生光導的光侷限效應。

關鍵詞：垂直共振腔發光二極體、電流侷限、離子佈植、氮化鎵

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	x
.	xi	第一章 緒論 1.1 氮化鎵半導體發光元件簡介	1
.	1	1.2 研究動機及目的	1
.	3	1.3 光電侷限簡介	3
.	3	1.3.1 離子佈植侷限法	4
.	4	1.3.2 濕氧化侷限法	5
.	5	1.3.3 以鍍為催化劑輔助選擇性活化	6
.	6	1.3.4 雷射選擇性活化P型氮化鎵	6
.	6	1.3.5 實驗考量與評估	7
.	7	第二章 實驗 2.1 離子佈植法電流侷限相關原理說明	13
.	13	2.2 氮化鎵發光二極體離子佈植電流侷限實驗	14
.	14	2.2.1 實驗規劃	14
.	14	2.2.2 實驗製程說明	15
.	20	2.3 量測儀器及其原理說明	20
.	20	2.3.1 光激發光量測系統(PL)	20
.	20	2.3.2 電激發光量測系統(EL)	21
.	21	2.3.3 電流對電壓量測系統	22
.	22	第三章 實驗結果與討論 3.1 使用光激發光頻譜量測探討離子佈植對原件之影響	32
.	32	3.2 熱退火對氫離子佈植區的影響	32
.	32	3.3 實驗製程改善	33
.	33	3.3.1 改善方式說明	33
.	33	3.3.2 製程改善後之I-V 電性量測結果與討論	34
.	34	3.3.3 製程改善後EL 電性量測結果與討論	35
.	35	第四章 結論	50
.	50	圖目錄 圖1.1 塑膠光纖最低衰減波長範圍表示圖	9
.	9	圖1.2 P電極阻擋造成光損失示意圖	9
.	9	圖1.3 利用電流侷限集中電流於出光口正下方示意圖	10
.	10	圖1.4 利用離子佈植法電流侷限示意圖	10
.	10	圖1.5 垂直共振腔面射型雷射利用側向濕氧化法電流侷限示意圖	11
.	11	圖1.6 側向濕氧化製程設備示意圖	11
.	11	圖1.7 鍍膜催化P型氮化鎵反應機制示意圖	12
.	12	圖2.1 離子佈植撞擊靶材示意圖	23
.	23	圖2.2 離子佈植電流侷限氮化鎵發光二極體結構圖	23
.	23	圖2.3 離子佈植電流侷限氮化鎵發光二極體上視圖	24
.	24	圖2.4 原始試片結構	24
.	24	圖2.5 定義佈植基準點	25
.	25	圖2.6 鍍製表面氮化矽覆蓋層	25
.	25	圖2.7 用厚光阻定義佈植區域	26
.	26	圖2.8 氫離子佈植	26
.	26	圖2.9 去除氮化矽覆蓋層及厚光阻	27
.	27	圖2.10 乾蝕刻至n型氮化鎵	27
.	27	圖2.11 鍍製電流擴散層	28
.	28	圖2.12 鍍製電極	28
.	28	圖2.13 光激發光量測系統配置圖	29
.	29	圖2.14 光激發光量測系統配置圖	30
.	30	圖2.15 電流對電壓量測系統配置圖	31
.	31	圖3.1 離子佈植前後之光激發光頻譜比較圖	37
.	37	圖3.2 不同離子佈植量的光激發光頻譜	38
.	38	圖3.3 熱退火前後之離子佈植區的光激發光頻譜	39
.	39	圖3.4 熱退火後未佈植區與離子佈植區的光激發光頻譜	40
.	40	圖3.5 經熱退火10分鐘的電流擴散層表面	41
.	41	圖3.6 由電極導入電流5 mA(右)及直接由發光區導入電流5 mA(左)之發光情況	41
.	41	圖3.7 由電極及發光區導入電流之I-V特性比較圖	42
.	42	圖3.8 由電極導入高阻鍍金電流擴散層之電流流動示意圖	43
.	43	圖3.9 電極電極覆蓋方式改善前(左)後(右)圖示	44
.	44	圖3.10	

不同直徑的圓形侷限發光面積之I-V特性比較圖 . . . 45 圖3.11不同佈植量在相同侷限發光面積之I-V特性比較圖 . . . 46
圖3.12佈植量 5×10^{14} p/cm² 侷限面積圓直徑100 μ m的電激發光頻譜 47 圖3.13 不同佈植量及侷限面積下電激發光飽合電流 48 表目錄 表1. 不同佈植量及侷限面積下元件最大承受
電流 49

參考文獻

【1】J. C. Palais “ Fiber Optic Communications ” (1998) 【2】S.P. Denbarrs “ Gallium-Nitride-Based Materials for Blue to Ultraviolet Optoelectronics Devices. ” Proceeding of the IEEE, Vol.85, No.11, Nov. 1997 【3】顏璽軒 “ 離子佈植技術應用於高亮度發光二極體之設計與製作 ” 碩士論文, Jun. 1999 【4】D. L. Huffaker, D. G. Deppe, K. Kumar, and T. J. Rogers, “ Native-oxide defined ring contact for low threshold vertical-cavity lasers, ” Appl. Phys. Lett., Vol. 65, pp. 97-99, 1994. 【5】G. M. Yang, M. H. MacDougal, and P. D. Dapkus, “ Ultralow threshold current vertical-cavity surface-emitting lasers obtained with selective oxidation, ” Electron. Lett., Vol. 31, pp. 886-888, 1995. 【6】B. Weigl, M. Grabherr, G. Reiner, and K. J. Ebeling, “ High efficiency selectively oxidised MBE grown vertical-cavity surface-emitting lasers, ” Electron. Lett., Vol. 32, pp. 557-558, 1996. 【7】I. Waki, H. Fujioka, and M. Oshima, “ Mechanism for low temperature activation of Mg-doped GaN with Ni catalysts, ” J. Appl. Phys., Vol. 90, No. 12, 15 December 2001 【8】C. C. Liu, Y. H. Chen and M.P. Houg, “ Improved light-output power of GaN LEDs by selective region activation ” Photonics Technology Letters, IEEE Vol 16, P.P 1444-1446, June 2004 【9】Y. C. Cheng, C. C. Liao, and S. W. Feng, “ Laser-Induced activation of p-Type GaN with the Second Harmonics of a Nd:YAG Laser, ” Jpn. J. Appl. Phys, vol .40 ,p.p. 2143-2145, April 2001. 【10】Y. J. Lin, W. F. Liu and C. T. Lee, “ Excimer-laser induced activation of Mg-doped GaN layer , “ APPLIED PHYSICS LETTERS, vol 84 ,p.p. 2515-2517, April 2004 【11】F. Ziegler “ Handbook of Ion Implantation Technology ” 【12】S. M. Sze, “ Semiconductor Devices Physics and Technology ” 【13】張連璧, 桂平宇, 戴延洲 “ 一種發光二極體結構的氧化製程改善方法及其所完成的裝置 ” 發明公開公報February .2005 【14】Y. K. Song H. Zhou, and M. Diagne, “ A vertical cavity light emitting InGaN quantum well heterostructure, ” Appl. Phys. Lett. Vol. 74 no.23,p.p.3441,Jun. 1999