

Study of Optical and Current Confinement on Resonant Cavity GaN LEDs

陳俊明、姚品全、武東星

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

ABSTRACT

In this study, we have been fabricated the resonant cavity light emitting diodes (RCLEDs) via ion implantation. The electrical and optical properties of RCLEDs were studied. We choice the ion implantation process as a current confinement for enhancement emission directionality on the fabrication of RCLEDs. As a result, the high resistance on the ion implantation p- GaN/metal contact interfaces even through annealing process. These results indicated that the ion implantation process can be use to prevent the current spreading. Moreover, due to the index of refraction is the same before and after ion implantation process, hence this method unable to produce light confinement effect.

Keywords : RCLEDs、current confinement

Table of Contents

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	xi
第一章 緒論 1.1 氮化鎵半導體發光元件簡介	1	1.2 研究動機及目的	1
. 3 1.3 光電侷限簡介	3	1.3.1 離子佈植侷限法	4
化侷限法	5	1.3.2 濕氧化侷限法	6
1.3.3 以鎳為催化劑輔助選擇性活化	6	1.3.4 雷射選擇性活化P型氮化鎵	7
6 1.3.5 實驗考量與評估	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	2.2.1 實驗規劃	14
. 14 2.2.2 實驗製程說明	15	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	2.3.2 電激發光量測系統(EL)	21
對電壓量測系統	22	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	3.2 熱退火對氫離子佈植區的影響	32
. 32 3.2 熱退火對氫離子佈植區的影響	32	3.3 實驗製程改善	33
. 33 3.3.1 改善方式說明	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	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	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	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	圖1.6 側向濕氧化製程設備示意圖	11
. 11 圖1.7 鎳膜催化P型氮化鎵反應機制示意圖	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	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	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	圖2.7 用厚光阻定義佈植區域	26
. 26 圖2.8 氫離子佈植	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	圖2.11 鍍製電流擴散層	28
. 28 圖2.12 鍍製電極	28	圖2.13 光激發光量測系統配置圖	29
28 圖2.13 光激發光量測系統配置圖	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	圖3.1 離子佈植前後之光激發光頻譜比較圖	37
. 37 圖3.2 不同離子佈植量之光激發光頻譜	38	圖3.3 熱退火前後之離子佈植區之光激發光頻譜	39
. 39 圖3.4 熱退火後未佈植區與離子佈植區之光激發光頻譜	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	圖3.7 由電極及發光區導入電流之I-V特性比較圖	42
. 41 圖3.7 由電極及發光區導入電流之I-V特性比較圖	42	圖3.8 由電極導入高阻鎳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	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
. 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

REFERENCES

- 【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