

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

## 1.3 微米波長增益耦合與複式耦合電流阻隔式光柵砷化鋁鎵 銦多重量子井分佈回授型半導體雷射(1/2)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2215-E-007-025-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立清華大學電子工程研究所

計畫主持人：吳孟奇

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 5 月 28 日

# 題目：1.3 微米波長增益耦合與複式耦合電流阻隔式光柵砷化鋁鎵銻多重量子井分佈回授型半導體雷射(1/2)

執行機關:國立清華大學 電子工程研究所

主持人:吳孟奇 教授

執行期限: 92/08/01~93/07/31

執行編號: NSC 92-2215-E-007-025-

1.3 微米波長在光纖傳輸中有著最低色散之優勢，然而其功率隨傳輸距離之損耗卻較1.55 微米波長之雷射光源來得大。因此，研製低色散、高輸出功率之雷射光源是急迫需要。為了可以有效地抑制我們所不希望之波長並發出所定義之單一波長，以期可以有效地降低位元傳輸錯誤率。於是，我們採用分佈回授型雷射結構。本研究計畫擬製作增益耦合電流阻隔式光柵分佈回授型雷射以及複式耦合電流阻隔式光柵分佈回授型雷射這兩種雷射結構並加以比較。此外，相關之量測數據與頻率響應亦是本計畫所要探討的重點。

本實驗第一年預期完成之工作項目下：

- 光柵製作：利用全像術(holographic technology)來定義分佈回授型雷射之光柵。
- 二次磊晶：以有機金屬氣相沉積(MOCVD)系統成長磷化銻(InP)披覆層及砷化銻鎵(InGaAs)的歐姆接觸層。
- 脊狀波導：脊狀波導結構的製作主要包含以下之步驟：脊狀區之定義、自我對準、金屬鍍膜、磨薄及背面拋光以及晶條切割。
- 雷射特性量測：光功率對電流(L-I)、

臨界電流、雷射光發光頻譜、相對強度雜訊(Relative Intensity Noise, RIN)等對溫度之關係，並與第二年之結果作比較。

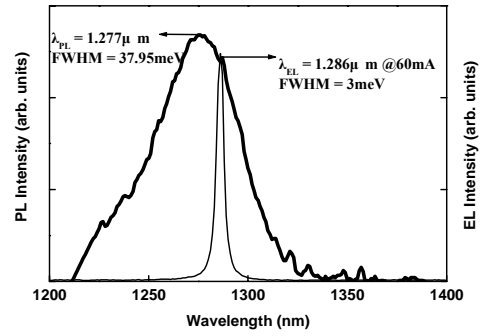
茲分述如下：

在基礎結構晶片經由生激光譜(PL)量測系統確定主動層發光波長分佈後，我們便可計算光柵之週期，隨即利用全像術的方式定義光柵區。由於保護層與空間層材料為 InP 而光柵層為 InGaAsP 材料，兩者蝕刻速率不同。因此必需精確的控制蝕刻液之濃度與蝕刻時間，此處我們選取的蝕刻液以溴酸與硝酸的混合液為主。進行此步驟前需先行確認蝕刻區域無殘餘光阻，否則會使蝕刻無法進行。此外，由於保護層、光柵層與空間層均為 InP 材料，蝕刻速率的控制上較為容易。但為了達到電子阻隔的效果，所以需確保將保護層與光柵層蝕刻完全，否則，電流調變機制將無法進行。。在此，我們先切割一小部份之

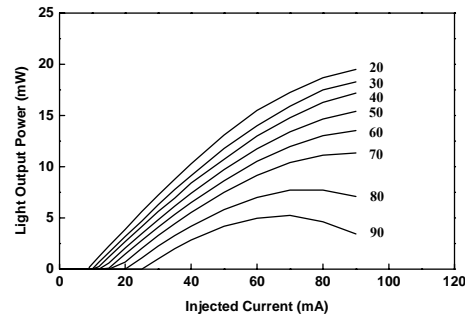
已經由全像術定義之基礎結構晶片，然後進行蝕刻。接著以標準清洗步驟將光阻洗去，再立即用掃描式電子顯微鏡查看其光柵層形成的情形。接著以此為基礎時間與濃度，將整個晶片進行蝕刻。並以掃描式電子顯微鏡查看其光柵層形成的情形。完成光柵製作後，則須將晶片以有機金屬氣相沉積 (MOCVD) 系統成長磷化銦 (InP) 披覆層及砷化銦鎵 (InGaAs) 的歐姆接觸層。這個步驟最大的困難在於磊晶時必需確保光柵不會被上層之磷化銦所破壞。

InP (protection) 20nm
n-InGaAsP [or n-InP] (grating) 20nm
InP (spacer) 30nm
AlInAs 50nm
AlGaInAs (GRIN-SCH) 80nm
AlGaInAs (active)
AlGaInAs (GRIN-SCH) 80nm
AlInAs 50nm
AlGaInAs 10nm
InP (buffer) 0.5 $\mu$ m
InP (substrate) ~350 $\mu$ m

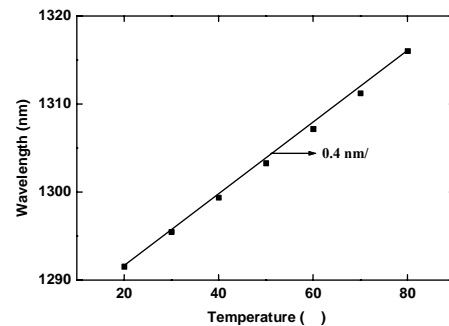
上圖為成長完成之結構，對其作 PL 及 EL 量測，其  $\lambda_{PL} = 1.277 \mu\text{m}$ ， $\lambda_{EL}$  在 60mA 的 injected current 下為  $1.286 \mu\text{m}$ ，兩者之 FWHM 分別為 37.95meV 以及 3meV，如下圖所示。



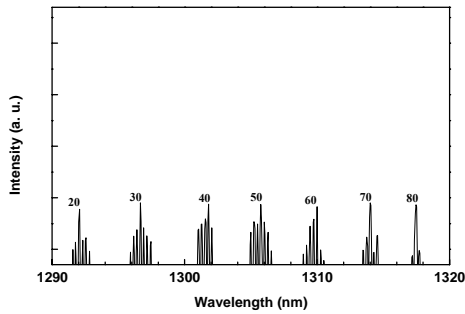
接著我們將此結構作成 3  $\mu\text{m}$  寬脊狀波導雷射結構，其共振腔為 300  $\mu\text{m}$  之脊狀波導雷射，並進行雷射特性量測。



上圖為不同溫度下之光輸出功率對注入電流之關係品，其溫度變化範圍為 20 至 90 。下圖一是在 50mA 下波長與溫度的依存性，slope 斜率為 0.4nm/ ；圖二為同樣在 50mA 所量得之 spectra intensity。

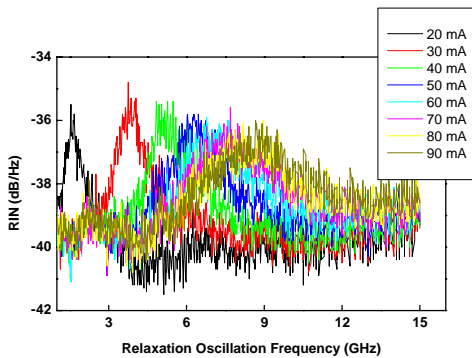


圖一 發光波長對溫度的關係圖。

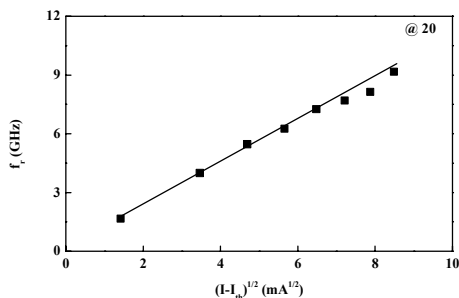


圖二 不同溫度的發光頻譜。

另外在 20 時，量測其相對強度雜訊，其結果如下圖所示：



下圖為不同溫度下所量測鬆弛共振頻率對注入電流減去臨界電流之平方根的關係圖。



## 結論：

以上結果為目前執行本計畫期間，所得之具體研究成果，其臨界電流小於 10 mA，特徵溫度為 80 k，雷射光之紅移率為 0.40 nm/、鬆弛共振頻率為 8.14 GHz，及其 3-dB 頻寬更達到 13 GHz 以上。接著，第二年將進行複式耦合分佈回授型雷射之研製，以便早日完成本計畫之各項目標。

## 參考資料

- 1、 K. Takemasa, T. Munakata, M. Kobayashi, H. Wada, IEEE Photon. Tech. Lett. 10, 495 (1998)
- 2、 C. C. Lin, K. S. Liu, M. C. Wu, H. P. Shiao, Electron. Lett. 34,1667 (1998)
- 3、 M. Irikawa, H. Shimizu, T. Fukushima, K. Nishikata, Y. Hirayama, IEEE J. Selected Topics in Quantum Electron 1, 285 (1995)
- 4、 N. Iwai, T. Mukaiharu. H. Shimizu, N. Yamanaka, K. Kumada, A. Kasukawa, Electron. Lett. 34, 890 (1998)
- 5、 N. Iwai, T. Mukaiharu. H. Shimizu, N. Yamanaka, K. Kumada, A. Kasukawa, IEEE J. Selected Topic in Quantum Electron 5, 694 (1999)
- 6、 K. Wakita, I. Kotaka, O. Mitomi, H. Asai, Y. Kawamura, M. Naganuma, J.

- Lightwave Technol. 8, 1027 (1990)
- 7、 E. Bigan, C. Harmand, M. Allovon, M. Carre, A. Carencu, P. Voisin, IEEE Trans. Photon. Technol. Lett. 3, 1107 (1991)
- 8、 T. R. Chen, P. C. Chen, J. Ungar, Electron. Lett. 9, 17 (1997)
- 9、 M. C. Wang, W. Lin, T. T. Shi, Y. K. Tu, Electron. Lett. 31, 1584 (1995)
- 10、 D. Franke, H. Roehle, J. Crystal Growth 108, 441 (1991)
- 11、 B. J. Flanigan, J. E. Carroll, Electron. Lett. 31, 977 (1995)
- 12、 H. Takenouchi, T. Kagawa, Y. Ohiso, T. Tadokoro, T. Kurokawa, Electron. Lett. 32, 1671 (1996)
- 13、 Y. Kawamura, K. Ninaka, O. Mikami, Electron. Lett. 24, 637 (1988)
- 14、 N. Susa, IEEE J. Quantum Electron 31, 92 (1995)
- 15、 M. P. Pires, P. L. de Souza, B. Yavich, R. G. Pereira, W. Carvalho, Jr., J. Lightwave Technol. 18, 598 (2000)
- 16、 D. Olego, T. Y. Chang, E. Silberg, E. A. Caridi, A. Pinczuk, Appl. Phys. Lett. 41, 476 (1982)
- 17、 Y. Kawamura, A. Wakatsuka, Y. Noguchi, H. Iwamura, IEEE Trans. Photon. Technol. Lett. 3, 960 (1991)
- 18、 F. Devaux, S. Chelles, A. Ougazzaden, A. Micea, J. C. Harmand, Semicond. Sci. Tech. 10, 1912 (1995)
- 19、 L. Aina, M. Mattingly, M. Burgess, R. Potter, J. M. O'Connor, Appl. Phys. Lett. 59, 1485 (1991)
- 20、 E. J. Caine, S. Subbanna, H. Kroemer, J. L. Merz, Appl. Phys. Lett. 45, 1123 (1984)
- 21、 H. Temkin, K. Alavi, W. R. Wagner, T. P. Pearsall, A. Y. Cho, Appl. Phys. Lett. 42, 845 (1983)
- 22、 R. Tohmon, Y. Takahashi, T. Kikugawa, in *10<sup>th</sup> Intern. Conf. on Indium Phosphide and Materials*, pp. 11-15, May, (1998)
- 23、 Z. M. Chuang, C. Y. Wang, H. H. Liao, J. Y. Su, Y. K. Tu, IEEE Photon. Technol. Lett. 8, 1438 (1996)
- 24、 C. Y. Wang, H. P. Shiao, Z. M. Chuang, H. H. Liao, C. T. Lee, Electron. Lett. 33, 1712 (1997)
- 25、 H. P. Shiao, C. Y. Wang, T. T. Shih, Y. K. Tu, IEEE Photon. Technol. Lett. 10, 1238 (1998)
- 26、 H. Joen, A. Mathur, Z. Ziari, Electron. Lett. 34, 1313 (1998)

- 27、 U. A. Griesinger, H. Schweizer, V. Harle, J. Hommel, F. Barth, B. Klepser, F. Scholz, IEEE Photon. Technol. Lett. 7, 935 (1995)
- 28、 X. Pan, H. Olesen, B. Tromborg, IEEE Photon. Technol. Lett. 2, 312 (1990)
- 29、 R. M. Lammert, J. S. Hughes, S. D. Roh, M. L. Osowski, A. M. Jones, J. J. Coleman, IEEE Photon. Technol. Lett. 9, 149 (1997)
- 30、 S. Oku, T. Ishii, R. Iga, T. Hirono, IEEE J. Selected Topics in Quantum Electron 5, 682 (1999)
- 31 、 C. Kazmierski, D. Robein, D. Mathoorasing, A. Ougazzaden, M. Filoche, IEEE J. Selected Topics in Quantum Electron 1, 371 (1995)