18p-F9-10

Si 基板上横方向電流注入型 GaInAsP/InP 薄膜レーザ

Lateral Current Injection Type GaInAsP/InP Membrane Laser on Si Substrate

東京工業大学 電気電子工学専攻[1]　量子ナノエレクトロニクス研究センター[2]
○井上 大輔[1], 李 智恩[1], 土居 恭平[1], 平谷 拓生[1], 厚地 祐輝[1]
雨宮 智宏[2], 西山 伸彦[1], 荒井 滋久[1,2]
[1]Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Institute of Technology
[2]Quantum Nanoelectronics Research Center, Tokyo Institute of Technology
○Daisuke Inoue[1], Jieun Lee[1], Kyohei Doi[1], Takuo Hiratani[1], Yuki Atsuji[1]
Tomohiro Amemiya[2], Nobuhiko Nishiyama[1], and Shigehisa Arai[1,2]
E-mail: inoue.d.ac@m.titech.ac.jp, arai@pe.titech.ac.jp, http://www.pe.titech.ac.jp/AraiLab/

はじめに　LSI の高速化に伴うグローバル配線における遅延や消費電力の増大の解決法として光配線技術が有望である[1]。我々はこの光源として極低消費電力動作が可能である、強光閉じ込め構造を用いた半導体薄膜 DFB レーザを提案・実現しており[2,3]、これまでに横方向電流注入構造を用いて室温連続動作を実現してきた[4]。今回、初めて Si 基板上に直接貼り付けした半導体薄膜レーザの室温連続動作を実現したので、ご報告する。

結果　Fig. 1 に今回作製したコア厚 220 nm の Be ドープコンタクト層を有する Si 基板上半導体薄膜レーザの構造図を示す。また、今回薄膜化処理後に露出する InP 表面保護層を p 型にドープ（N_A ＝ 4 ×10^{18} cm^{-3}）することで p-GaInAs コンタクト層の下部に u-InP 層を持たない構造を作製した。InP 基板上に 5 層の GaInAsP 歪補償量子井戸、上下の u-GaInAsP 光閉じ込め層、および上部の u-InP（50 nm）、下部の p-InP（50 nm）表面保護層からなる厚さ 220 nm のコア層を有する分子ビーム成長法による初期成長基板を用いて、CH_4/H_2 反応性イオンエッチングおよび有機金属気相成長法による再成長により横方向電流注入構造を形成した。続いて、BCB を介した Si ホスト基板への貼り付けと InP 基板の薄膜化処理を施した後、不要な一部コンタクト層の除去、一部 p-InP 表面保護層の除去および電極 Ti/Au の蒸着を行った。

Fig. 2 にストライプ幅 W_S ＝ 650 nm、共振器長 L = 350 μm の素子の室温連続動作特性を示す。しきい値電流 I_{th} =2.5 mA（しきい値電流密度 J_{th} ＝ 1100 A/cm^2）、前端面からの外部微分量子効率 η_d = 22%が得られた。また、Fig. 3 に外部微分量子効率の逆数の共振器長依存性を示す。線形近似直線の切片および傾きより導波路損 α_{WG} ＝ 42 cm^{-1}、内部量子効率 η_i ＝ 75%が見積もられた。高い導波路損の理由として、p-InP 表面保護層による吸収や散乱損失の影響が考えられる。今後は、極低しきい値電流動作の薄膜 DFB レーザの実現を目指す。

謝辞　本研究は JSPS 科研費(#24246061, #25709026, #21226010, #25420321, #13J08092)、総合科学学術会議で制度設計された JSPS-FIRST プログラムの援助により行われた。

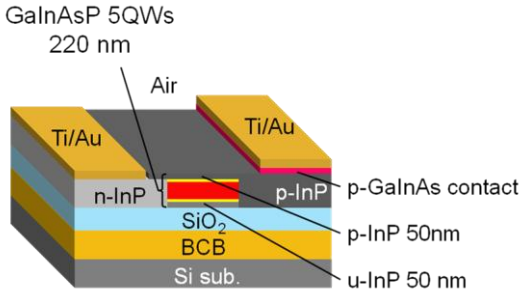

Fig. 1 Schematic structure of the membrane laser on Si substrate.

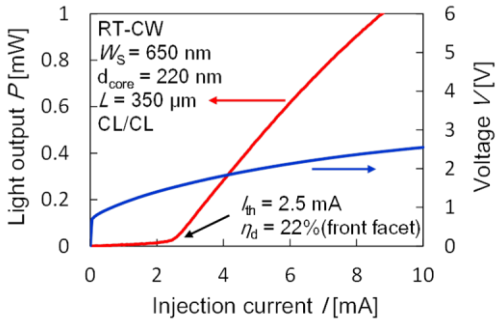

Fig. 2 Light output and *V-I* characteristics.

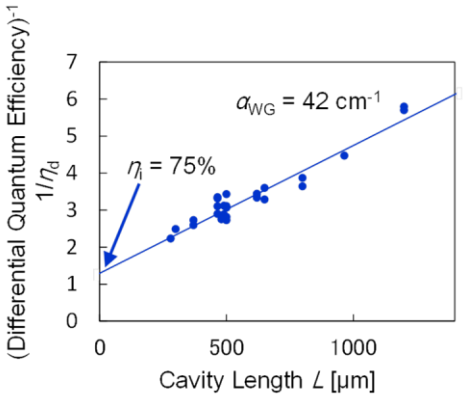

Fig. 3 Reciprocal of the differential quantum efficiency dependence on the cavity length.

参考文献

[1] D. A. B. Miller, *Proc. IEEE*, vo. 88, no. 6, pp. 728–749, June 2000.

[2] T. Okamoto et al., *Electron Lett.*, vol. 37, no. 24, pp. 1455-1457, Nov. 2001.

[3] S. Sakamoto et al., *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.*, vol. 13, no. 5, pp. 1135-1141, Sep. 2007.

[4] K. Doi, et al., *Proc. Int. Conf. Indium Phosphide and Related Materials* (*IPRM2013*), WeD2-3, May, 2013.

© 2014 年　応用物理学会