

GaInAsP/InP 半導体薄膜レーザの室温連続動作

Room-temperature CW Operation of GaInAsP/InP Semiconductor Membrane Laser

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○土居恭平¹, 進藤 隆彦², 二見 充輝¹, 李 智恩¹, 山原 佳晃¹, 平谷 拓生¹, 井上 大輔¹, 楊 書¹
雨宮 智宏², 西山 伸彦¹, 荒井 滋久^{1,2}¹ Dept. of Electrical and Electronic Engineering, ² Quantum Nanoelectronics Research Center,
Tokyo Institute of Technology○Kyohei Doi¹, Takahiko Shindo¹, Mitsuaki Futami¹, Jieun Lee¹, Yoshiaki Yamahara¹,
Takuo Hiratani¹, Daisuke Inoue¹, Shu Yang¹,
Tomohiro Amemiya², Nobuhiko Nishiyama¹, and Shigehisa Arai^{1,2}

E-mail: doi.k.ac@m.titech.ac.jp, arai@pe.titech.ac.jp, http://www.pe.titech.ac.jp/AraiLab/

はじめに オンチップ光配線の実現に必要な不可欠となる極低消費電力動作可能な光源として、我々は強光閉じ込め構造を用いた半導体薄膜DFBレーザを提案してきた[1]。これまでに、厚さ 450 nm のコア層（光閉じ込め係数 $\xi = 2.1\%/well$ ）を有する薄膜レーザの電流注入動作を実現している[2,3]。今回は 220 nm 厚のコア層（ $\xi = 3.2\%/well$ ）を有する半導体薄膜レーザを作製し、電流注入動作において初めての室温連続発振を実現したのでご報告する。

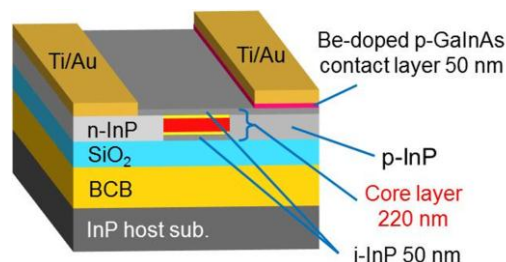


Fig. 1 Schematic structure of the membrane laser with Be doped contact layer.

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半導体薄膜FPレーザの構造図を示す。n-InP 基板の上に 5 層の GaInAsP 歪補償量子井戸、上下の i-GaInAsP 光閉じ込め層、および 50 nm の i-InP 表面保護層からなる 220 nm のコア層を有した分子ビーム成長法による初期成長基板を用いて、ドライエッチングおよび有機金属気相成長法により横方向電流注入構造を形成した。続いて、BCB を介したホスト基板への貼り付けと InP 基板側の薄膜化処理を施した後、コンタクト層の除去および電極 Ti/Au の蒸着を行った。

Fig. 2 に示すように、ストライプ幅 $W_s = 1 \mu m$ 、共振器長 $L = 700 \mu m$ の素子において薄膜レーザとしては初の室温連続動作が得られ、しきい値電流 $I_{th} = 3.5 \text{ mA}$ （しきい値電流密度 $J_{th} = 500 \text{ A/cm}^2$ ）、片端面からの外部微分量子効率 $\eta_d = 11.4\%/facet$ が得られた。これは、貼り付けに用いた BCB の厚さを従来の $6 \mu m$ から $2 \mu m$ 程度まで薄膜化したことにより、熱抵抗が大幅に低減されたためと考えられる。Fig. 3 に示すように、この素子のしきい値電流は理論値に近く、今後はストライプ上部の i-InP 表面保護層への表面回折格子形成を行った短共振器 DFB レーザを作製し、極低しきい値電流動作化を目指す。

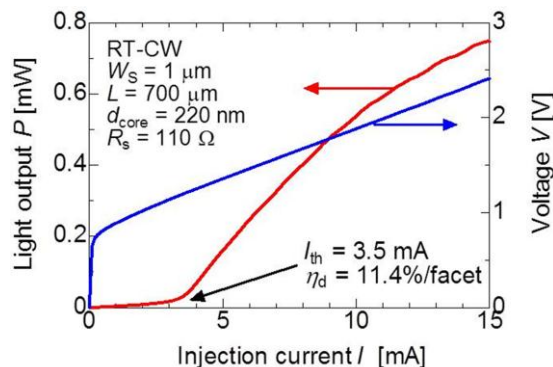
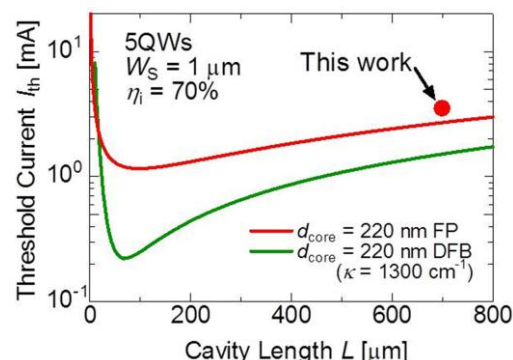
Fig. 2 Light output and V - I characteristics.

Fig. 3 Calculated threshold current as a function of cavity length.

謝辞 本研究は JSPS 科研費(#24246061, #22360138, #21226010, #23760305, #10J08973)、総務省 SCOPE および総合科学学術会議により制度設計された JSPS-FIRST プログラムの援助により行われた。

参考文献[1] S. Sakamoto, et al., *IEEE J. Sel. Top. Quantum**Electron.*, vol. 13, no. 5, pp. 1135-1141, Sep. 2007.[2] T. Shindo et al., *Opto-Electron. and Commun. Conf. (OECC2011)*, 6D3-7, July 2011.[3] M. Futami et al., *Proc. Int. Conf. Indium Phosphide and Related Materials (IPRM2012)*, Th-2C, Aug. 2012.