

GaInAsP/InP 半導体薄膜分布帰還レーザの低しきい値動作 Low-threshold-current Operation of GaInAsP/InP Membrane-DFB 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

○厚地 祐輝¹, 土居 恭平¹, 李 智恩¹, 渥美 裕樹¹, 平谷 拓生¹, 井上 大輔¹

雨宮 智宏², 西山 伸彦¹, 荒井 滋久^{1,2}

¹Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Institute of Technology

²Quantum Nanoelectronics Research Center, Tokyo Institute of Technology

○Yuki Atsui¹, Kyohei Doi¹, Jieun Lee¹, Yuki Atsumi¹, Takuo Hiratani¹, Daisuke Inoue¹

Tomohiro Amemiya², Nobuhiko Nishiyama¹, and Shigehisa Arai^{1,2}

E-mail: atsudi.y.aa@m.titech.ac.jp, arai@pe.titech.ac.jp, <http://www.pe.titech.ac.jp/AraiLab/>

はじめに LSIの高性能化、小型化の将来的な限界を突破する有力な候補の一つとしてオンチップ光配線が挙げられる[1]。我々はオンチップ光配線用光源として、半導体薄膜分布帰還 (DFB) レーザを提案・実現しており[2,3]、これまでに室温連続動作を実現してきた[4]。今回、Si基板上DFBレーザの中で最も低いしきい値となる390 μ Aでの発振を実現したので、ご報告する。

結果 Fig. 1に今回作製したコア厚158 nmのSi基板上半導体薄膜DFBレーザの構造図を示す。初期成長基板は n -InP基板上に分子ビーム成長法によって成長したGaInAsエッチストップ層 (300 nm)、 μ -InPエッチストップ層 (100 nm)、GaInAsコンタクト層 (Be-doped, $N_A=8 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, 50 nm) およびコア層からなる。コア層は3層GaInAsP歪補償量子井戸 (58 nm) および上下の μ -InP表面保護層 (50 nm) からなる。作製プロセスは、ホスト基板を n -InPからSiに変えた以外は以前にご報告した通りであり[4]、3回の結晶成長と電子線描画による表面回折格子形成を用いた[5]。

Fig. 2に作製したデバイスのSEM写真を示す。表面回折格子深さ $d_g = 30 \text{ nm}$ 、回折格子周期 $\Lambda = 360 \text{ nm}$ 、duty比 $\sim 50\%$ より、屈折率結合係数は $\kappa = 2300 \text{ cm}^{-1}$ と見積もられる。

Fig. 3にストライプ幅 $W_s = 200 \text{ nm}$ 、共振器長 $L = 360 \mu\text{m}$ の素子における光出力特性および電流電圧特性を示す。室温連続条件下において、しきい値電流 $I_{th} = 390 \mu\text{A}$ 、前端面からの外部微分量子効率 $\eta_d = 3.1\%$ が得られた。低い外部微分量子効率は、共振器長に対して屈折率結合係数が非常に高い ($\kappa L = 82.8$) ためと考えられる。今後は、 $20 \mu\text{m}$ 以下に短共振器化することにより、 $100 \mu\text{A}$ 以下の極低しきい値発振を目指す。

謝辞 本研究は、JSPS科研費(#24246061, #25709026, #21226010, #25420321, #13J08092)の援助により行われた。

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. Arai et al., *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.*, vol. 17, no. 5, pp. 1381-1389, Sep. 2011.
- [4] K. Doi, et al., *Proc. Int. Conf. Indium Phosphide and Related Materials (IPRM2013)*, WeD2-3, May 2013.
- [5] T. Shindo, et al., *IEEE Photon Technol. Lett.* vol. 25, no. 13, pp. 1282-1285, July 2013.

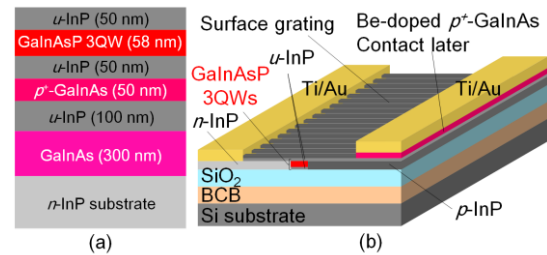


Fig. 1 (a) Initial wafer and (b) schematic structure of the membrane laser with Be-doped contact layer.

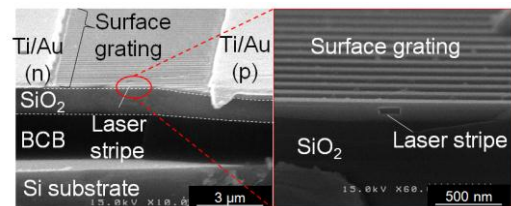


Fig. 2 A cross sectional SEM view of the fabricated device.

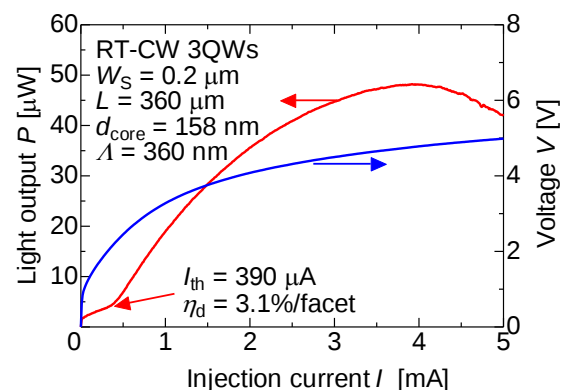


Fig. 3 Light output and $V-I$ characteristics of the fabricated device.