

課題番号	:F-19-OS-0030
利用形態	:機器利用
利用課題名(日本語)	:フォトニック結晶レーザーの開発
Program Title (English)	:Development of a photonic crystal laser
利用者名(日本語)	: <u>近藤正彦</u> 、 <u>梶井博武</u> 、 <u>熊一帆</u> 、 <u>佐伯亮太</u> 、 <u>溝口舜</u> 、 <u>小暮崇史</u> 、 <u>樋口拓也</u> 、 <u>羽倉孝太郎</u> 、 <u>奥長拓海</u> 、 <u>葉漢嶺</u> 、 <u>青盛翔太</u> 、 <u>宮崎亮輔</u> 、 <u>伊山京助</u> 、 <u>大貫大地</u> 、 <u>黄毛蔚</u>
Username (English)	: <u>M. Kondow</u> , <u>H. Kajii</u> , <u>Y. Xiong</u> , <u>R. Saeki</u> , <u>S. Mizoguchi</u> , <u>T. Kogure</u> , <u>T. Higuchi</u> , <u>K. Hagura</u> , <u>T. Okunaga</u> , <u>H. Ye</u> , <u>S. Aomori</u> , <u>R. Miyzaki</u> , <u>K. Iyama</u> , <u>D. Onuki</u> , <u>M. Huang</u>
所属名(日本語)	:大阪大学大学院工学研究科
Affiliation (English)	:Graduate School of Engineering, Osaka University.
キーワード/Keyword	:リソグラフィ・露光・描画装置、フォトニック結晶、半導体レーザー

1. 概要 (Summary)

我々は、次世代通信の光源として期待されるフォトニック結晶レーザーを開発している。開発する電流注入型レーザーの断面構造を Fig. 1 に示す。白色で示す部分が空孔であり、屈折率が1の空気で満たされる。空孔の直径は約 200 nm で、深さは約 1500 nm である。

く存在する。そして、共振器は 18 個の空孔で囲まれているので、9 波長の WGM のみが安定して存在する。レーザーの共振器としては、単一の波長でのみ発振し、なおかつミラーが存在しないので低損失であり、理想的である。

レーザーの活性層には、素子の上下に設けた電極より、電流が垂直方向から注入される。

本年度は、主に、プロセス全般を見直して電気特性の改善を行った。

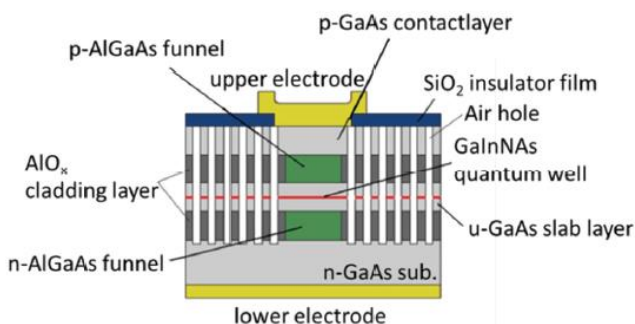


Fig. 1 Cross-sectional view of our proposed laser diode

光共振器の上面構造図を Fig. 2 に示す。白色で示す部分が空孔であり、緑の地の部分が高屈折率の半導体である。共振器は、18 個の空孔で囲まれた円形共振器である。磁界分布を見て分かる通り、光はウィスパーギャラリモード(WGM)として、共振器の外周部分にのみ強

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

- 超高精細電子線リソグラフィ装置
- EB 蒸着装置
- ドライエッチング装置 (PF 外)

【実験方法】

超高精細電子線リソグラフィ装置やドライエッチング装置を用いて、共振器構造有する試料を作製した。

EB 蒸着装置を用いて上部電極を作製し、電気特性を評価した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

上部電極を従来使用してきた Cr/Au 材料系から Ti/Pt/Au 材料系へ変更するとともに、素子作製のプロセス全般を見直すことで、レーザーダイオードの微分抵抗が 1 kΩ を下回る様になった。極微小な共振器を有するレーザーダイオードの抵抗値としては、世界でもトップクラスの値である。レーザーを連続動作させた場合の活性層の温度上昇が 15°C 程度と予想され、レーザー特性に悪影響を与える程でないと考えられる。

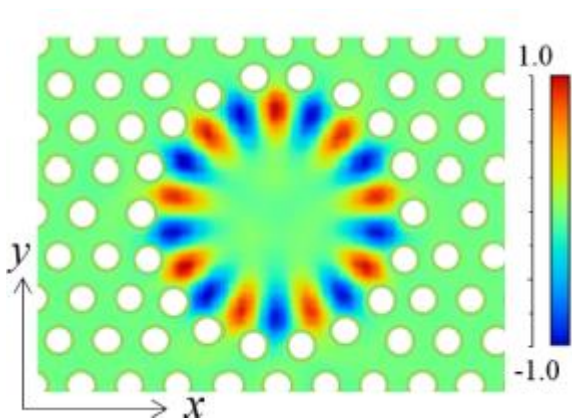


Fig. 2 Distribution of magnetic field of WGM

4. その他・特記事項 (Others)

・謝辞

本研究の一部は、科研費 基盤研究 B 16H04349, 18H0219、および日本板硝子材料工学助成会の助成、並びに ULVAC 社との共同研究の成果である。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) Y. Xiong, H. Ye, T. Umeda, S. Mizoguchi, M. Morifuji, H. Kajii, A. Maruta and M. Kondow: “Photonic Crystal Circular Defect (CirD) Laser” *Photonics*, Vol. 6, pp. 54-1-54-14, 2019.

(2) T. Yamaguchi, T. Horiba, M. Morifuji, and M. Kondow: “Transmission Characteristics of a Novel Waveguide Structure for Wavelength Division Multiplexing” *Compound Semiconductor Week (CSW) 2019, MoP-D-3*, Nara, Japan, May 20, 2019. (発表日)

(3) M. Kondow, T. Yamaguchi, Y. Xiong, T. Umeda, M. Morifuji, H. Kajii, and A. Maruta: “CirD photonic crystal laser with high mesa waveguide for light output” *2019 Collaborative Conference on Materials Research (CCMR 2019)*, Tu-208A-7, Goyang, South Korea, July 4, 2019. (発表日)

(4) S. Mizoguchi, Y. Xiong, M. Morifuji, H. Kajii, A. Maruta, and M. Kondow: “Fabrication of Circular Defect Photonic Crystal Laser by Dry Etching” *Asia Pacific Society for Materials Research (APSMR) 2019 Annual Meeting*, P-15, Sapporo, Japan, July 27, 2019. (発表日)

(5) H. Ye, T. Nishimura, T. Yamaguchi, Y. Xiong, M. Morifuji, H. Kajii, and M. Kondow: “High frequency characteristics analysis of photonic crystal circular defect laser” *Asia Pacific Society for Materials Research (APSMR) 2019 Annual Meeting*, P-16, Sapporo, Japan, July 27, 2019. (発表日)

(6) M. Kondow, Y. Xiong, H. Ye, M. Morifuji, H. Kajii, and A. Maruta: “Photonic Crystal Circular Defect (CirD) Laser for Intra-chip Optical Interconnections” *International Conference on Advanced Nanotechnology and Nanomaterials 2019, Keynote-3*, Dubai, UAE, Nov. 20, 2019. (発表日)

6. 関連特許 (Patent)

特許出願済み