

課題番号 : F-17-OS-0002
 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の開発
 Program Title (English) : Development of a photonic crystal laser
 利用者名(日本語) : 近藤正彦、梶井博武、熊一帆、谷佳樹、梅田拓馬、叢宵龍、佐伯亮太
 Username (English) : M. Kondow, H. Kajii, Y. Xiong, Y. Tani, T. Umeda, X Cong, R. Saeki
 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 : フォトニック結晶、半導体レーザ、リソグラフィ・露光・描画装置

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を開発している。開発する電流注入型レーザの断面構造を 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。

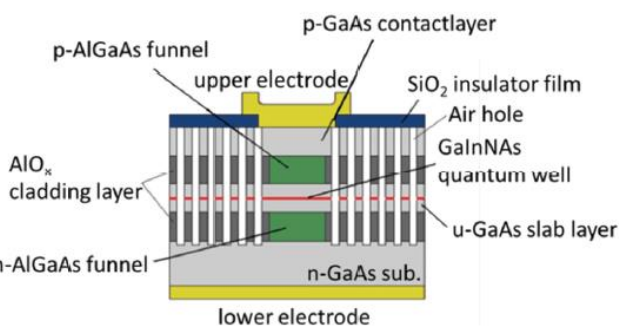


Fig. 1 Cross-sectional view of our proposed laser diode

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に強く存在する。そして、共振器は 18 個の空孔で囲まれてい

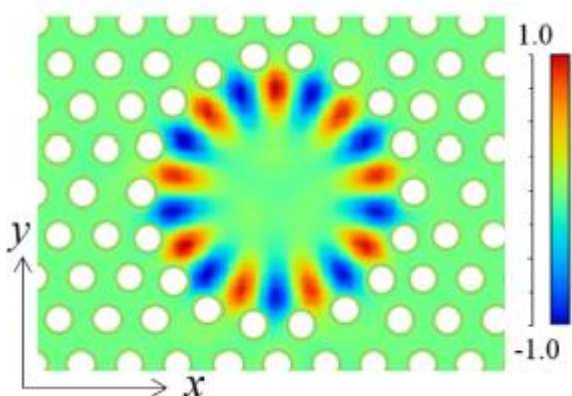


Fig. 2 Distribution of magnetic field of WGM [1]

るので 9 波長の WGM のみが安定して存在する。レーザの共振器としては、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。

本年度は、電流注入型レーザの前段階として、光励起法により、レーザ動作の原理確認実験を行った。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

超高精細電子ビームリソグラフィー装置

【実験方法】

超高精細電子ビームリソグラフィー装置を用いて、共振器の構造パラメータを変えた試料を多数作製した。

各試料の共振器分を上方から波長 785 nm のレーザ光で連続励起し、共振器の側方に配置した光導波路よりレーザ光を取り出して、分光器を用いて光学特性を調べた。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

ある試料のスペクトルを Fig. 3 に示す。測定装置の波長分解能は 0.07 nm であり、Fig. 3 のピークの半値幅は同じく 0.07 nm であった。したがって、レーザの真のスペク

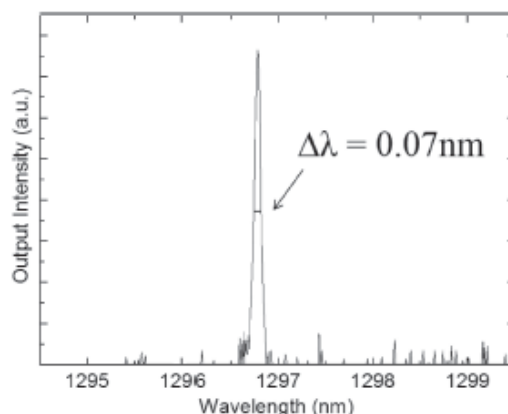


Fig. 3 Lasing spectrum of one of our samples [1]

トル半値幅は、もっと狭いと推定される。よって、作製した円形共振器でレーザー発振することが実験的に確認できた。

また、共振器の構造パラメータと発振波長との関係を調べた結果は、シミュレーションで得た WGM の特性とよく一致した。よって、レーザー光は、期待通り WGM でレーザー発振することが実験的に証明できた。

4. その他・特記事項 (Others)

・参考文献

[1] Zhang *et al.*: “1.3 μ m lasing of circular defect cavity photonic crystal laser with an AlOx cladding layer” IEICE Electronics Express Vol. 14, pp. 1- 8, 2017.

・謝辞

本研究の一部は、科研費 基盤研究 B 16H04349 の助成を受けたものである。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) Xiuyu Zhang, Takafumi Hino, Satoshi Kasamatsu, Shobu Suga, Elbert He, Yifan Xiong, Masato Morifuji, Hirotake Kajii, Akihiro Maruta, and Masahiko Kondow : “1.3 μ m lasing of circular defect cavity photonic crystal laser with an AlOx cladding layer” IEICE Electronics Express Vol. 14, pp. 1- 8, 2017.

(2) Xiuyu Zhang, Kento Takeuchi, Xiaolong Cong, Yifan Xiong, Masato Morifuji, Akihiro Maruta, Hirotake Kajii, and Masahiko Kondow.: “Dry etching of deep air holes in GaAs/AlGaAs-based epi-wafer having InAs quantum dots for fabrication of photonic crystal laser” Japanese Journal of Applied Physics Vol. 56, pp. 126501-1-126501-6, 2017.

(3) Masahiko Kondow, Xiuyu Zhang, Yifan Xiong, Masato Morifuji, Hirotake. Kajii, and Akihiro Maruta : “Photonic crystal laser with quantum dots as active material grown by MBE” Energy Materials Nanotechnology (EMN) Europe Meetings on Epitaxy, MBE-1-1 Barcelona, Spain, Sept. 12, 2017. (発表日)

(4) Y. Xiong, X. Zhang, E. He, R. Tezuka, T. Hino, S. Kasamatsu, M. Morifuji, H. Kajii and M. Kondow.: “Photonic crystal microcavity laser with low-quality factor” The 36th Electronic Materials Symposium, We1-3, Nagahama, Japan, Nov. 8, 2017. (発表日)

(5) Y. Tani, X. Cong, Y. Xiong, M. Morifuji, H. Kajii, A. Maruta and M. Kondow.: “Selective inductively coupled plasma etching of GaAs/AlOx films having photonic crystal structure” The 36th Electronic Materials Symposium, We1-5, Nagahama, Japan, Nov. 8, 2017. (発表日)

6. 関連特許 (Patent)

出願済み