

課題番号 :F-18-OS-0026
 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、梅田拓馬、叢宵龍、佐伯亮太、溝口舜、曾理、小暮崇史、樋口拓也、羽倉孝太郎
 Username (English) :M. Kondow, H. Kajii, Y. Xiong, T. Umeda, X Cong, R. Saeki, S. Mizoguchi, L. Zeng, T. Kogure, T. Higuchi, and K. Hagura
 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。

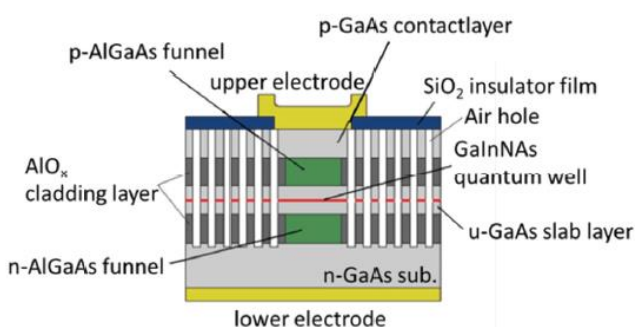


Fig. 1 Cross-sectional view of our proposed laser diode

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ーモード (WGM) として、共振器の外周部分にのみ強く

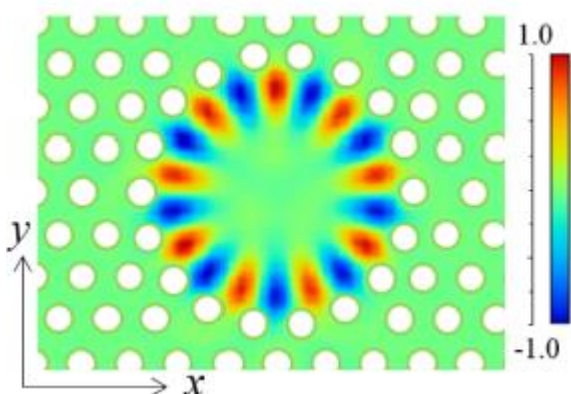


Fig. 2 Distribution of magnetic field of WGM [1]

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、フォトニック結晶上の上部電極の形成とその評価を主に行った。

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
 EB 蒸着装置

【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、共振器構造有する試料を作製した。

上部電極の材料や、膜厚を変えて、電気特性を評価した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

従来使用してきた Cr/Au 材料系から、Pt/Ti/Pt/Au 材料系へ変更すると固有接触抵抗値が1桁以上改善された。しかし、Pt は SiO₂ 絶縁膜との接合力が弱く、Au 細線によるワイヤー・ボンディングで、上部電極が剥離する現象が多く発生した。SiO₂ 絶縁膜との接合力を改善するために、Ti/Pt/Au 材料系へ変更して研究開発を進めていく方針にした。尚、Ti/Pt/Au 材料系の固有接触抵抗値は、Pt/Ti/Pt/Au 材料系よりやや悪いが、レーザ特性に悪影響を与える程でないと考えている。

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 AlO_x 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) Yifan Xiong, Takuma Umeda, Xiuyu Zhang, Masato Morifuji, Hirotake Kajii, Akihiro Maruta, and Masahiko Kondow: “Photonic Crystal Circular-Defect Microcavity Laser Designed for Wavelength Division Multiplexing” IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, Vol. 24, p. 4900207, 2018.

(2) Masahiko Kondow, Yifan Xiong, Xiuyu Zhang, Masato Morifuji, Hirotake Kajii, and Akihiro Maruta: “Suitable quality (Q) factor for photonic crystal laser grown by MBE” Energy Materials Nanotechnology (EMN) Europe Meetings on Epitaxy, MBE-II-1, Vienna, Austria, Jun. 20, 2018. (発表日)

(3) Y. Xiong, Y. Tani, X. Cong, M. Morifuji, H. Kajii, A. Maruta and M. Kondow: “Electrical Isolation for Monolithic Photonic Crystal Laser Array Realized by Selective Dry Etching of GaAs/AlO_x Films” Collaborative Conference on Materials Research (CCMR) 2018, Wed-111-9, Seoul, South Korea, Jun. 27, 2018. (発表日)

(4) Takuma Umeda, Yifan Xiong, Masato Morifuji, Hirotake Kajii, Akihiro Maruta, and Masahiko Kondow: “1.3 μ m range single mode operation of photonic crystal circular-defect microcavity laser with InAs quantum dots” 20th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (ICMBE2018), Mo-P-31, Shanghai, China, Spt. 3, 2018. (発表日)

(5) Kento Takeuchi, Xiuyu Zhang, Shun Mizoguchi, Hirotake Kajii, Morifuji Masato, Maruta Akihiro, and Masahiko Kondow: “Dry etching for fabricating air holes with depth of 1.5 μ m in photonic

crystal structure on epiwafer grown by MBE” 20th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (ICMBE2018), Tu-P-37, Shanghai, China, Spt. 4, 2018. (発表日)

(6) Masahiko Kondow, Yifan Xiong, Li Zeng, Masato Morifuji, Hirotake. Kajii, and Akihiro Maruta: “Photonic Crystal Circular Defect (CirD) Laser” the 26th International Conference on Advanced Nanotechnology, Fri-Keynote-3, Moscow, Russia, Oct. 5, 2018. (発表日)

6. 関連特許 (Patent)

なし。