円形欠陥共振器およびメサ型導波路を有する フォトニック結晶レーザの光学特性に関する研究

Optical properties of photonic crystal laser with circular defect resonator and mesa waveguide.

森田雅也，羽倉孝太朗，森藤正人，梶井博武，丸田章博，近藤正彦 （阪大院工）

M. Morita, K. Hagura, M. Morifuji, H. Kajii, A. Maruta , and M. Kondow

Graduate School of Engineering, Osaka Univ.

E-mail: morita@e3.eei.eng.osaka-u.ac.jp

[序] 近年個人や企業で扱う情報量が飛躍的に増加している．それに伴い情報通信における伝送容量の限界という問題が生じ，新たな情報通信デバイスが必要となっている．そのため，我々は 2 次元フォトニック結晶中に円形欠陥共振器を用いた半導体レーザの研究開発を行っている[1]．以前はフォトニック結晶を劈開し端面から光学測定を行ってきたが，空孔に対する劈開位置の再現性が得られず出射光強度が変動してしまうという問題があった．メサ型導波路を付与することでその解決が期待される．ドライエッチングを用いてメサ型導波路を持つ円形欠陥共振器フォトニック結晶レーザを作製した[2]．本研究では再度レーザを作製し，光励起により光学測定を行った．

[実験方法と結果] InAs 量子ドットをもつ GaAs/AlGaAs エピタキシャル多層膜にドライエッチングを用いてフォトニック結晶構造とメサ型導波路を同時に作製した．フォトニック結晶構造は直径 200 nm，深さ 1.5 μm の円柱状の空孔により構成される．メサ型導波路は側面を空気クラッドにより構成される．エッチング後に試料の水蒸気酸化を行い，クラッド層である AlGaAs 層の全てを AlOx 層に酸化した．Fig.1 に示すようにメサ型導波路を横切るようにその試料を劈開することでメサ型導波路を持つフォトニック結晶レーザを作製した．共振器部分を発振波長 785 nm の半導体レーザで光励起しスペクトルを測定すると，Whispering Gallery Mode に対応する 1300 nm 付近で鋭いピークが見られた．入射光パワーを変化させ出射光強度の変化を調べたところ約 40 μW の閾値があった．これは先行研究によるメサ型導波路を持たない試料の発振波長および閾値とほぼ一致した[3].

この結果から，メサ型導波路を持つ円形欠陥共振器フォトニック結晶レーザの作製に成功し，劈開面の空孔形状の変化による強度変動の問題の解決が期待できる．

[謝辞] 本研究の一部は,科研費 JP19H02198 および文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業 (課題番号 JPMXP09F21OS0013), ULVAC，日本板硝子の支援を受けた．

[文献] [1] Y. Xiong et al., IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron., vol. 24, p. 4900207, 2018.

[2] 青盛ら，第 81 回応用物理学会秋季学術講演会，メサ型導波路を有するフォトニック結晶レーザ構造作製のためのドライエッチングに関する研究，2020-09 [11a-Z18-7]

[3] 熊，円形欠陥フォトニック結晶レーザに関する理論的及び実験的研究，大阪大学大学院博士論文, 2021

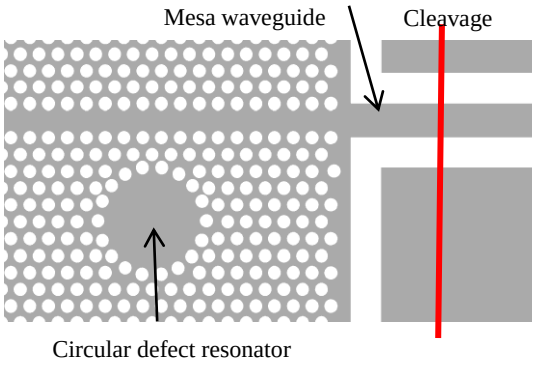

Figure 1 Schematic of circular defect cavity and mesa waveguide structure.

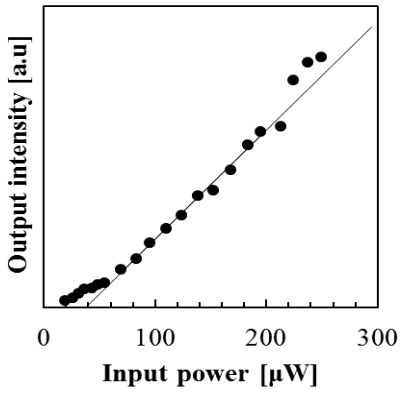

Figure 2 Relationship between input light power and output light intensity.

© 2021年 応用物理学会