# 円形欠陥共振器フォトニック結晶レーザ構造の オゾンクリーニングによる電気特性改善

## Improved Electrical Characteristics of CirD (Circular Defect in photonic crystal) lasers

## Structure by Ozone Cleaning

### 阪大院工, <sup>O</sup>(M2)宮崎駿輔, (M1)左如氷, (D)葉漢嶠, 森藤正人, 梶井博武, 丸田章博, 近藤正彦

### Osaka Univ., °S.Miyazaki, R.Zuo, H.Ye, M.Morfuji, H.Kaji, A.Maruta, M.Kondow

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

[序] 我々は、2 次元スラブ型の円形欠陥共振器を有す るフォトニック結晶(Photonic crystal, PhC)を用いた電 流注入型レーザの開発を行っている.このデバイスで はフォトニック結晶中に円形欠陥と線欠陥を作製し、 それぞれを共振器、導波路として機能させる.この共 振器では半径によって発振波長が変わる.この特性を 活かすことで波長多重通信の実現が可能となる.具体 的には、導波路の周囲に半径が異なる複数の共振器を 配置し、垂直方向への電流注入によって複数の共振器 を独立で動作させる.これによって 10 Pbps/ cm<sup>2</sup>の伝 送量が理論上可能となる[1].

電流駆動でレーザ発振させるための目標値として立 ち上がり電圧を1 V, 200  $\mu$ A 電流注入時の微分抵抗値 を1 kΩ 程度としている.しかし,これまで作製した試 料では立ち上がり電圧は約2 V, 200  $\mu$ A の微分抵抗値 は約3.7 kΩ であり,光学測定においてレーザ発振を確 認することができていない[2].電気抵抗が高い原因 として上面の電極と pn ヘテロ基板の界面に抵抗物が あり,それが非常に小さい電流注入領域(18 × 18  $\mu$ m) で大きな抵抗値になっていると考えられる.そこで, 本研究では抵抗物を有機物と考え上面電極作製プロセ スの直前にオゾンクリーニングを行い,電気特性およ び光学特性の評価を行った.

[作製・測定方法] 作製方法は先行研究[2]と同様である. 変更点として本研究では PhC パターンの設計値を,空 孔半径 r を 110 nm, 格子定数 a を 360 nm, 円形欠陥共 振器の半径 R を 2.77a とした. Ti/Pt/Au 上面電極作製の 直前にオゾンクリーニングを行い, UV 照射時間を変 化させた。

電気・光学特性測定を行う為に、作製した試料を PhC部分で劈開し、試料の下部電極を銅板に In で固定 した.そして上面電極(80×80 µm) に直径 30 µm のプ ローブを通して電流を注入し、電気測定を行った.そ の後、試料の端面に先球ファイバーを近づけて電流注 入によって導波路から出力される光を集光し、発光ス ペクトルを測定した.

[測定結果] 電気測定結果を Fig. 2 (a) に示す. オゾン クリーニングの有無に限らず, 1.5 V 付近から電流が立 ち上がっていることがわかる. さらに, 200 µA 以上の 電流を注入した際の微分抵抗は, オゾンクリーニング を2.5分間行ったときに最も低くなり約2.8 kΩとなった. 一方,オゾンクリーニングを行わなかった場合と5分間行った場合に関しては,微分抵抗が約3.5 kΩとなった.以上より,上面電極と pn ヘテロ基板の間に有機物が存在しており,それが影響していることが分かった.また,適切な時間のオゾンクリーニングによって電極と試料の界面が改善されることが確認された.

最も微分抵抗値が低かった試料に対して光学測定を 行った.約200 μAの電流を注入した際の発光スペクト ルを Fig. 2 (b) に示す. 1260-1320 nm の帯域で,シング ルモードで Whispering Gallery Mode の発光しているこ とがわかる.

【謝辞】 本研究の一部は、科研費 JP19H02198 及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 JPMXP09F-21-OS-0013), ULVAC, 日本板硝子の支援を受けた.

### [文献][1]Xiong, Y., et al. "Photonic Crystal Circular Defect (CirD) Laser". Photonics, 6, 54, 2019

[2]小暮崇史達,「フォトニック結晶円形欠陥レーザ構造への電流注入に関する研究」,電子情報通信学会2020年ソサイエティ大会, C-3/4-12, 2020年9月







Figure 2. (a) Relationship of voltage and relationship of differential resistance with injection currents.(b) Result of photoluminescence measurement.