

## メサ型導波路を用いたフォトニック結晶レーザ構造からの 光取り出し効率向上に関する研究

### Study on improvement of light extraction efficiency from laser structure with high mesa waveguide

羽倉 孝太朗, 山口 拓也, 森藤正人, 梶井博武, 近藤正彦 (阪大院工)

K. Hagura, T. Yamaguchi, M. Morifuji, H. Kajii, and M. Kondow

Graduate School of Engineering, Osaka Univ.

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

[序] 我々の研究室では、大容量・高速な光通信デバイスを目指して、2次元スラブ型フォトニック結晶(PhC)を用いた電流注入型レーザの開発を行っている。この構造では、単一の導波路の周囲に発振波長の異なる複数の円形共振器を配置することで、光多重通信を実現し、光通信の大容量化を図ることが期待されている。また、この構造は出射光を得る際に劈開を必要とする。我々は電流注入型構造の前段階として光励起型構造を研究している。PhCパターンを直接劈開した際の透過率についてシミュレーションした結果、劈開した面に現れる空孔の状態によって、出射光の伝搬方向や強度が大きく変動すると分かった。また、透過率はどの劈開位置でも10%程度と低いと計算された。これらの特性は実用化の妨げとなる。

劈開位置によらない光取り出し構造が必要となる。PhC導波路及びメサ型導波路を介して光出力することを考えた[1]。メサ型導波路構造の設計パラメータ  $L$ ,  $d$ ,  $W$  を Fig. 1 のように設定した。パラメータを変化させた光の導通状態についてシミュレーションした。計算結果では  $L \geq 500$  nm,  $W = 200 \sim 420$  nm,  $d = 270$  nm が最適であった。

本研究では、PhC構造にメサ形導波路を接続した試料を実際に作製し、光学測定・評価を行い、光取り出し効率の向上を目指してメサ型導波路の構造を検討した。

[実験結果] PhCパターンと同時にメサ型導波路を作製した。 $L$ の大きさを  $5 \mu\text{m}$  に設定して試料作製を行ったところ、エッチングが上手く進行しなかった。そこで  $L$  を  $600$  nm に減少することでエッチングの問題が解決し、試料作製に成功した。次に、パラメータ  $d$  を変化させた試料を作製し、出射光強度を測定した。波長  $1315$  nm に鋭いピークがみられた。その積分強度と  $d$  の関係を Fig. 2 に示す。このグラフは極大点を基準に規格化した。光強度最大となるパラメータ  $d$  は実測値で  $310$  nm であった。光出力強度が  $100$  nm 間隔で極大値をとり、これは発振波長の  $1/4n$  ( $n$ :屈折率)である。これは  $d$  領域(空孔端からメサ型導波路までの部分)が反射防止膜として働いていることを示唆する。

また、パラメータ  $W$  についても同様の実験を行った。その結果を Fig. 3 に示す。 $W = 720$  nm で極大値をとった。これはメサ型導波路の導波モードのモード径が PhC 導波路の導波モードのものと同じと一致したためと考えられる。

[謝辞] 本研究の一部は、科研費 JP19H02198、大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点[F-20-OS-0006]、ULVAC、日本板硝子の支援を受けた。

[文献] [1] K.Hagura, T. Yamaguchi, Y. Xiong, M. Morifuji, H. Kajii, and M. Kondow “Fabrication of photonic crystal laser structure with output high mesa waveguide” 38th Electronic Materials Symposium, Fr1-5, Nara (2019).

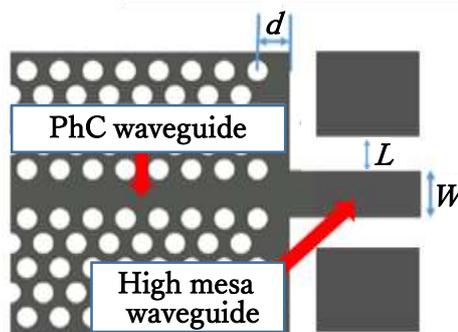


Fig. 1. PhC waveguide and high mesa waveguide.

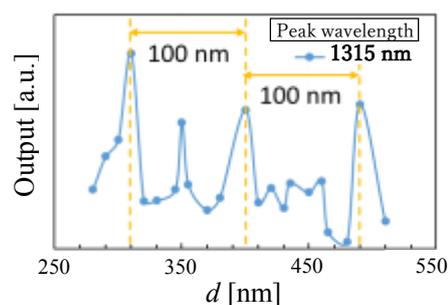


Fig. 2. Light output power with parameter  $d$  at 280–510 nm

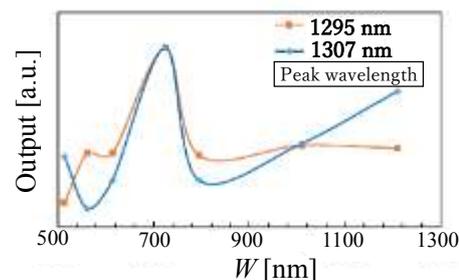


Fig. 3. Light output power with parameter  $W$  at 510–1210 nm