

円環可飽和吸収領域導入によるフォトニック結晶レーザーの短パルス・高ピーク出力化(III)

Short-pulse high-peak-power operation in photonic-crystal lasers with ring-shaped saturable absorber (III)

京大院工 °森田遼平, 前田純也, 井上卓也, 野田進

Kyoto Univ. °R. Morita, J. Maeda, T. Inoue, S. Noda

E-mail: moritar@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

[序] フォトニック結晶レーザー(PCSEL)は、2次元フォトニック結晶のバンド端共振作用をレーザー共振器として用いた面発光型の半導体レーザーである。我々は、PCSELの短パルス・高ピーク出力動作のために、内部に可飽和吸収領域を設けた自励パルス発振 PCSEL について検討している。前回、円環可飽和吸収領域を導入した発振領域直径 400 μm のデバイスを作製し、パルス幅 ~ 30 ps, ピーク出力 20 W 級の自励パルス発振の実証に成功した¹⁾。今回は、フォトニック結晶構造および円環可飽和吸収領域をさらに最適化することで、発振領域直径を 800 μm に拡大したデバイスにおいて、ピーク出力 40 W 以上、パルス幅 45 ps の自励パルス発振の実現に成功したので報告する。

[設計] 設計した PCSEL のフォトニック結晶層と p 側電極の模式図を順に Fig. 1(a)(b)に示す。フォトニック結晶層は、二重格子構造²⁾の各格子点の大きさの比や距離などを調整することで、基本波同士の結合係数や放射損失の調整を行った^{3,4)}。裏面電極は、電流注入を行う利得領域を直径 800 μm とし、その内部に幅 8 μm の円環可飽和吸収領域を 3 つ配置した形状とした。上記 2 点を主に考慮して、発振モードと高次モードの閾値利得差を確保しつつ、可飽和吸収効果を高めることで、安定した短パルス・高ピーク出力動作可能なデバイス设计了。

[実験] 上述の設計に基づいて作製したデバイスについて、十分に時間幅の広いパルス電流（幅 100 ns, 繰り返し 50 Hz）を注入し、ストリークカメラを用いて過渡応答特性の評価を行った。まず、8 A 注入時の出力の時間波形と遠視野像を Fig. 2(a)(b)にそれぞれ示すが、 0.2° 程度の狭い拡がり角で安定したパルス列が得られていることがわかる。次に、ピーク出力と平均出力の測定結果を Fig. 2(c)に、パルス幅と繰り返し周波数の測定結果を Fig. 2(d)に示す。平均出力の 10 倍以上のピーク出力が得られており、ピーク出力 40 W 以上、パルス幅 45 ps, 繰り返し周波数 1.6 GHz の自励パルス発振が得られた。デバイス設計の詳細などは当日報告する。本研究の一部は、NEDO および SIP の支援を受けた。

[文献] 1) 森田 他, 2020 秋応物 10p-Z18-14. 2) M. Yoshida et al., Nat. Mater. 18, 121 (2019). 3) 井上 他, 本応物. 4) 吉田 他, 本応物.

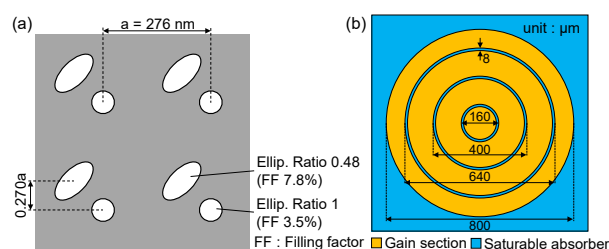


Fig. 1. (a) Schematic top view of the photonic crystal resonator and (b) schematic diagram of p-side electrode for self-pulsating PCSEL.

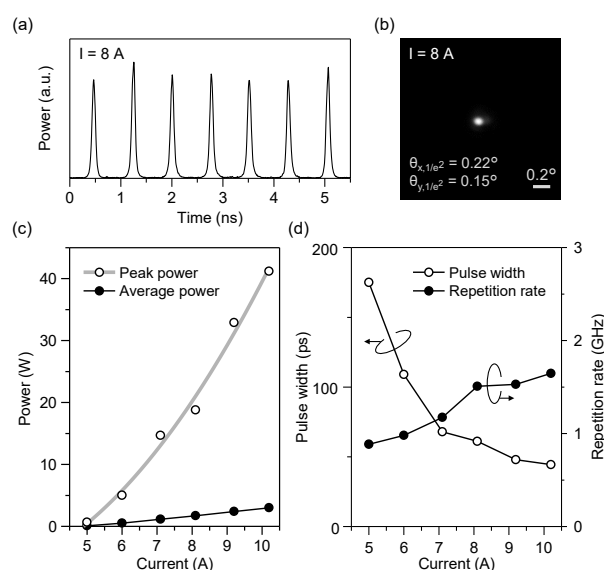


Fig. 2. (a) Measured temporal waveform and (b) far-field pattern of the fabricated PCSEL at an injection current of 8 A. (c) Measured peak power and average power, and (d) pulse width and repetition rate as a function of injection current.