

短パルス・多点同時出射可能な 1mm Φ 変調フォトニック結晶レーザーの作製Development of 1-mm Φ M-PCSELs with a multi-dot beam pattern and a short pulse width

○石崎賢司, 坂田諒一, 八木雄大, 井上卓也, 田中聡記, De Zoysa Menaka, 初田蘭子, 野田進 (京大院工)

○K. Ishizaki, R. Sakata, Y. Yagi, T. Inoue, S. Tanaka, M. De Zoysa, R. Hatsuda, S. Noda (Kyoto Univ.)

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

変調フォトニック結晶レーザー (M-PCSEL) は、2次元フォトニック結晶のバンド構造における特異点 (M 点) での大面積共振作用を利用しつつ、格子点に大きさや位置変調を与えることで、ビーム出射方向の制御や任意のビームパターンの生成が可能な新たな半導体レーザーである [1-3]。最近では、M-PCSEL の大面積高ビーム品質・高出力動作に向けて、二重格子構造の概念の導入を試みている [4]。さらに、LiDAR 等のセンサーへの応用を想定し、共振器内への可飽和吸収体の導入をも検討し、まず、250 $\mu\text{m}\Phi$ のデバイスで、数 10ps 程度の短パルス・多点同時出射動作に成功した [5,6]。さらに、本レーザーの 100W 級ピーク出力動作に向けて、1mm Φ への面積拡大を可能とするデバイス設計にも成功している [7]。本報告では、本解析結果を踏まえて 1mm Φ へと面積を拡大した短パルス・多点出射 M-PCSEL の作製と評価を行った結果について述べる。

図 1 には、作製した多点出射 M-PCSEL (10 点同時出射) の概念図と、実際の 1mm Φ デバイスの p 電極構造 [7] の顕微鏡写真を示す。フォトニック結晶構造としては、可飽和吸収領域を含めて共振器内全体に光が拡がって分布できるように、面内 180° 回折効果を弱めることが可能な M 点二重格子フォトニック結晶を用いている。図 2 に、周期 120 μm 、幅 30 μm の設計で可飽和吸収領域を形成したデバイスの測定結果を示す。図 2(a) の遠視野像に示されるように、狭い拡がり角の多点 (10 点) ビームを得ることに成功した。さらに、ストリークカメラを用いて測定した光出力の過渡応答を同図(b)に示すが、自励的な短パルス発振 (パルス幅: 30~40psec) を、1mm Φ デバイスにおいて実現することに成功し、20A の電流注入で~100W (10 点合計) のピークパワーが得られた。この結果より、実効的なスロープ効率、5W/A 以上と見積もられる。ナノ秒程度のパルス幅の電源を用いて単一の短パルスを出射させることで、比較的低い駆動電流で、遠距離の測距を行うことも可能になると期待される。詳細は当日報告する。

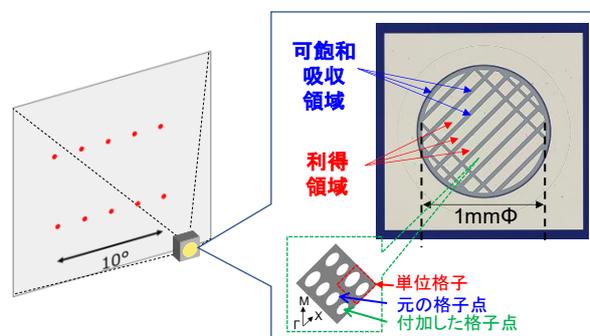


図1. 可飽和吸収領域を導入した1mm Φ 変調PCSEL。

【謝辞】本研究の一部は、内閣府 SIP プログラム、科研費 (22H04915、23K13679、24K01384) の支援を受けた。【文献】 [1] S. Noda, *et al.*, *IEEE J. Sel. Top. Quant. Electron.* **23**, 4900107 (2017). [2] R. Sakata, S. Noda, *et al.*, *Nat. Commun.* **11**, 3487 (2020). [3] R. Sakata, S. Noda, *et al.*, *Appl. Phys. Lett. -Perspective-* **122**, 130503 (2023). [4] 石崎, 野田, 他, 2023 年秋季応物, 22p-A308-9. [5] 坂田, 野田, 他, 2023 年秋季応物, 22p-A308-14. [6] 石崎, 野田, 他, 2024 年春季応物, 24a-11E-2. [7] 坂田, 野田, 他, 本応物。

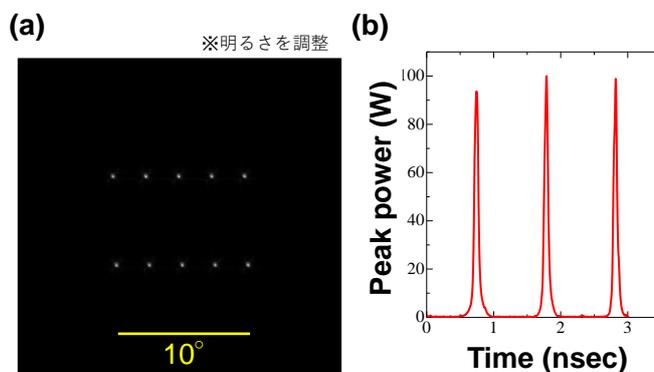


図2. 動作特性の評価結果 (20A注入時)。(a) 遠視野像、(b) 光出力の過渡応答。