

複合変調フォトニック結晶レーザーへの DBR 構造導入の実験的検討

Experimental Investigation on Introduction of Distributed Bragg Reflector into Dually Modulated PCSELs

○岩田錦太郎, 石崎賢司, 坂田諒一, 吉川真由香, 井上卓也,
吉田昌宏, De Zoysa Menaka, 初田蘭子, 野田進 (京大院工)

○K. Iwata, K. Ishizaki, R. Sakata, M. Yoshikawa, T. Inoue,
M. Yoshida, M. De Zoysa, R. Hatsuda, S. Noda (Kyoto Univ.)

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

【序論】これまでに、電氣的ビーム走査可能なデバイス開発を目指し、フォトニック結晶の格子点に変調を加えた変調フォトニック結晶レーザーの概念を提案し[1]、さらに、格子点の位置と大きさを同時に変調した複合変調フォトニック結晶により、任意の 2 次元方向への高出力かつ高ビーム品質のビーム出射が可能になることを示してきた [2]。また、多数のレーザーを集積化したマトリクスアレイデバイス構造を構築し、電氣的 2 次元ビーム走査を実現することにも成功している [3]。今後、このようなデバイスの LiDAR 等の光センシング応用に向けて、スロープ効率の向上が重要と考えられる。そのためのアプローチの 1 つとして、前回、変調フォトニック結晶層から裏面方向へ出射される光を、DBR 構造により反射させて有効利用することを理論的に検討した [4]。今回、変調フォトニック結晶レーザーに対して DBR 構造を組み込み、実験的な評価を行ったので報告する。

【実験】図 1 にデバイスの断面構造を示す。下方への放射を、裏面に DBR 構造を導入することで反射させ、上方へと放射された光と干渉させる。この干渉を、強め合いの条件とすることで、スロープ効率を向上させることが可能となる。様々な出射角度に対して、同時にこのような強め合いの干渉を起こすことが出来るかを調べるために、出射角度 θ を $\pm 10^\circ$ から $\pm 30^\circ$ まで変化させた変調フォトニック結晶を用意し、さらに、それらに対し、上下に出た光の干渉条件を変化させるために、異なる格子定数をもつデバイスを複数作製し、伝搬位相および DBR での反射位相を変化させた。図 2 に、それぞれのデバイスから得られたスロープ効率を示す。同図に示すように、格子定数 204nm 近傍で、 $\pm 10^\circ \sim \pm 30^\circ$ という広い設計出射角度に対して、0.6 W/A 程度以上のスロープ効率を得られた。このスロープ効率の値は、DBR を導入しない場合に比べ 1.5~2 倍程度高いと言える。なお、一部、スロープ効率の低い点が見られるが、これは、デバイスの厚さ方向の高次モードの存在により生じた反交差点での発振によるものであることが判明した。今後、デバイス各層の組成変更により、高次横モードの発生を抑えることで、改善可能と考えている。詳細は当日報告する。

【謝辞】本研究の一部は、JST-CREST (JP MJCR17N3)、戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) の援助を受けた。【文献】[1] S. Noda, et al, *IEEE J. Sel. Topics Quantum Electron.*, 23, 4900107 (2017). [2] 坂田, 野田, 他, 2019 年春季応物, 12p-W631-5. [3] 福原, 野田, 他, 2019 年春季応物, 12p-W631-8. [4] 岩田, 野田, 他, 2019 年秋季応物, 20a-E207-7.

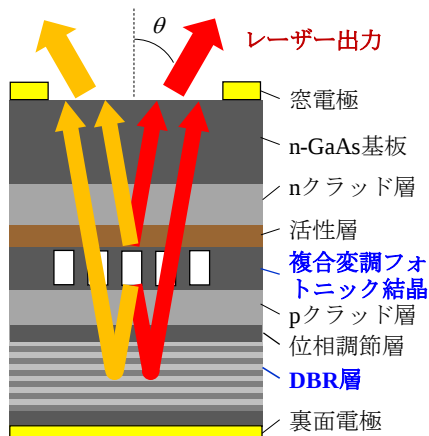


図1. DBR構造を導入した変調フォトニック結晶レーザーの概念図。

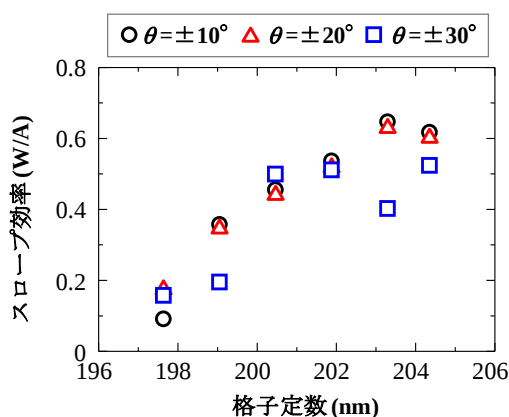


図2. 格子定数および設計出射角を変化させたデバイスのスロープ効率の測定結果。