

多点ビーム同時出射可能な複合変調フォトニック結晶レーザーへの 裏面反射構造の導入

Introduction of back-side reflector to dually modulated PCSELs with a capability of simultaneous multi-beam emission

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

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

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

フォトニック結晶レーザーは、2次元フォトニック結晶の特異点 (Γ 点、M 点等) における2次元共振作用を利用した、大面積コヒーレント動作が可能な半導体レーザーである。我々は、フォトニック結晶の格子点に変調を与え、回折ベクトルの情報を付与することにより、任意の2次元方向へのビーム出射を可能にするとともに [1]、格子点の位置および大きさを同時に変調した「複合変調」を導入することで、高出力かつ高品質のビーム出射を実現してきた [2]。さらに、最近、複数の回折ベクトルの情報を同時に与えることで、多点ビーム同時出射を実現することにも成功している [3]。今回、このような多点ビーム同時出射可能な複合変調フォトニック結晶レーザーの出力特性に関して、裏面の様々な方向に出射される光を DBR 構造 [4] により一括して表面方向へと反射させ、強め合いの干渉を得ることで、スロープ効率を向上させることを検討したので報告する。

図1に、DBR構造を有するマルチビーム出射複合変調フォトニック結晶レーザーの層構造の断面模式図を示す。同時に射出される様々な方向へのビームに対して、DBRによる反射光の位相が、いずれも強め合いになるように、p側のクラッド層厚さを薄膜化しつつ、最適化した。その際、デバイスの裏面にDBR反射構造を導入することにより生じる高次の垂直横モードに起因した発振を抑制するために、n側とp側のクラッド層のAl組成を調整し、高次垂直横モードをカットオフした [4]。以上の結果として得られたデバイスの動作特性の一例を、図2に示す。図2(a)の遠視野像に示されるように、 $\pm 35^\circ$ (FOV 70°) という広い角度範囲に射出するマルチビームにおいて、均一な強度が得られた。また、この時の電流-光出力特性 (図2(b)) において、様々な角度成分を含むにもかかわらず、 0.73W/A を超える良好なスロープ効率が得られた。単一チップのみで外部光学系を用いることなく、高効率に動作可能な本デバイスは、ストラクチャード・ライトによる測距システムの高度化など、様々な応用が可能と期待される。より広い角度範囲への展開の可能性等、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) のもと実施した。【文献】 [1] S. Noda, *et al.*, *IEEE J. Sel. Topics Quantum Electron.* **23**, 4900107 (2017). [2] R. Sakata, S. Noda, *et al.*, *Nat. Communications* **11**, 3487 (2020). [3] 石崎, 野田, 他, 2021年秋季応物 13a-N321-9. [4] 岩田, 野田, 他, 2021年春季応物 18p-Z10-3.

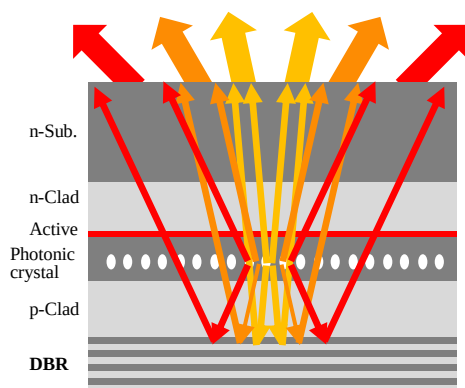


図1. DBRを導入したマルチビームデバイスの断面模式図。

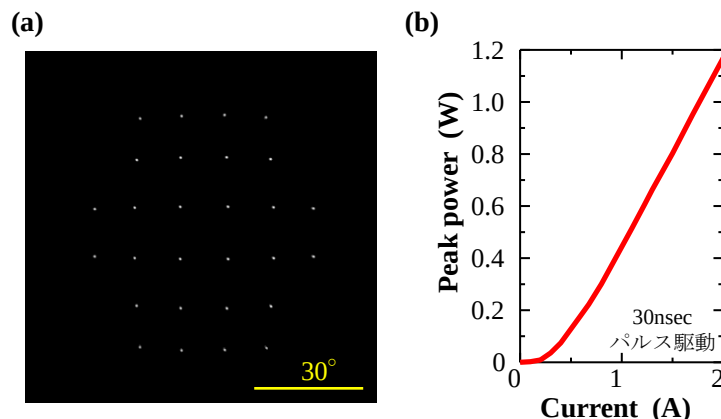


図2. 測定結果 (28点出射の例)。(a) 遠視野像、(b) I-L特性。