

複合変調フォトニック結晶レーザーへの DBR 構造導入の検討 (3)

Investigation on introduction of distributed Bragg reflector into dually modulated PCSELs (3)

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

○K. Iwata, R. Sakata, T. Inoue, K. Ishizaki,
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】我々は、高出力かつ高ビーム品質で電氣的にビーム走査可能なデバイスの開発を目指して、フォトニック結晶の格子点位置およびサイズを同時に変調した複合変調フォトニック結晶レーザーの概念を提案し、任意の2次元方向へのビーム出射を実証してきた [1]。さらに、本レーザーを集積化したマトリクスアレイデバイスを構築し、電氣的2次元ビーム走査の実現にも成功した[1]。併せて、スロープ効率の向上に向けて、裏面の様々な方向に出射される光を DBR 構造により、一括して前面へと反射させ、強め合いの干渉を得るための条件を探索してきた[2-4]。その際、DBR 構造導入により、高次の垂直横モードが発生しうる可能性をも指摘し、それがビームパターンの乱れにつながりうることを報告した[4]。今回、デバイスの層構造を詳細に見直し、高次垂直横モードの発生を抑制するための屈折率分布を得るとともに、様々な出射方向に対する DBR 反射位相を最適化することで、広い出射角度範囲に対し、良好なビーム形状を保ちつつ、スロープ効率の向上に成功したので報告する。

【結果】図1に今回開発した、DBR 構造を有する複合変調フォトニック結晶レーザーの層構造の模式図を示す。デバイスの裏面に DBR 反射構造を導入しているが、それにより生じうると考えられ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 組成を変化させ、屈折率分布の調整を行った。具体的には、n 側と p 側のクラッド層の Al 組成をそれぞれ 37%、50%（従来は、70%、40%）とし、高次垂直横モードをカットオフすることを試みた。また、様々なビーム出射方向に対する DBR による反射位相を、最小閾値利得の発振モードに対して、強め合いの干渉が維持されるように最適化した。以上の結果、得られたデバイス特性を、図2 および図3 に示す。図2に示すように、様々な角度に対して、 $\sim 0.8 \text{ W/A}$ の高いスロープ効率を得られ、DBR 構造を導入しないスロープ効率 (0.4 W/A) の2倍の効率を得ることに成功した。この時、図3のように設計した出射角度のみに、単峰の良好なビームパターンが得られており、高次の垂直横モードを抑えて、基本モードでの動作が得られていることが示された。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] R. Sakata, et al, Nat. Communications, 11, 3487 (2020).

[2] 岩田, 野田, 他, 2019 年秋季応物, 20a-E207-7. [3] 岩田, 野田, 他, 2020 年春季応物, 15a-B415-5.

[4] 岩田, 野田, 他, 2020 年秋季応物, 11p-Z18-3.

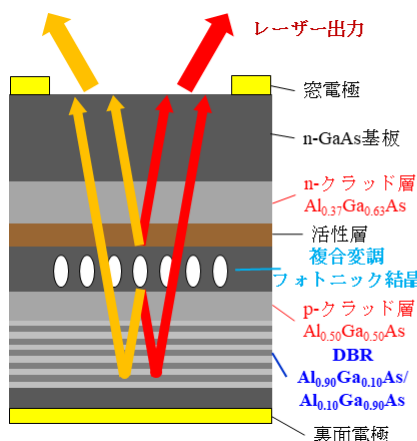


図1. DBR を導入した変調フォトニック結晶レーザーの模式図.

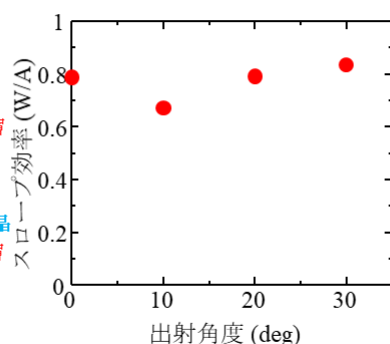


図2. DBR を導入したデバイスのスロープ効率の測定結果.

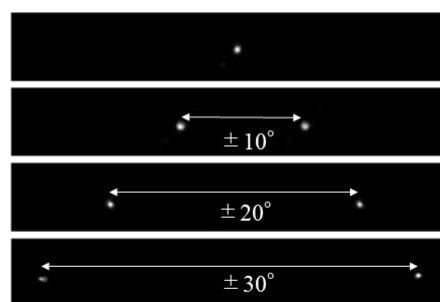


図3. DBR を導入したデバイスの遠視像の測定結果.