

1mmΦ フォトニック結晶レーザーの 70W 高輝度パルス動作

70W high-brightness pulsed operation of 1mmΦ photonic crystal lasers

京大院工, °吉田 昌宏, De Zoysa Menaka, 石崎 賢司, 井上 卓也, 初田 蘭子, 野田 進

Kyoto Univ., °M. Yoshida, M. De Zoysa, K. Ishizaki, T. Inoue, R. Hatsuda, S. Noda

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

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効果を利用した、大面積面発光型半導体レーザーである[1]。我々はこれまで、二重格子フォトニック結晶共振器を提案し、共振器サイズ500μmΦのデバイスにおいて、10W級の高出力・高ビーム品質動作 (輝度300MWcm⁻²sr⁻¹) を実証している[2]。今回、前回応物にて報告した新たな共振器構造の設計[3]に基づき、共振器サイズを1mmΦまで拡大したデバイスを作製・評価した。将来のLiDAR等への応用を見据えて、短パルス電流駆動回路を用いて駆動することで、時間幅<30nsのパルス動作において、最大で70Wの高出力かつ、~0.1° (FWHM) の狭ビーム発散角動作に成功し、従来[2]の2倍の輝度650MWcm⁻²sr⁻¹が得られたので報告する。

図 1(a)に用いたフォトニック結晶構造を示す。本構造は、二重格子構造の空孔間距離や扁平率を調整することで、格子点における 180 度および 90 度回折光の大きさ・位相を制御し、1mmΦの大面積においても高次モードのカットオフを狙った構造である[3]。本構造を導入した 1mmΦPCSEL を図 1(b)の右上図に示す。同図のように、PCSEL チップをステムパッケージへと実装し、短

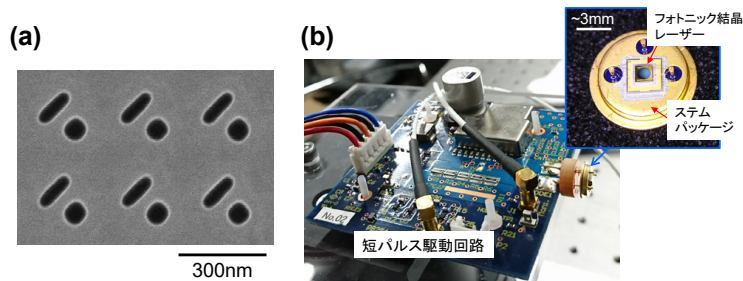


図 1. (a)作製した二重格子フォトニック結晶の SEM 像. (b)ステムパッケージに実装した 1mmΦPCSEL と短パルス駆動回路。

パルス駆動回路 (電流パルス幅 ~30ns) を用いて駆動した。図 2 に電流波形と光出力波形の一例を示す。パルス電流注入にตอบสนองし、幅 <30ns の光出力が得られていることが分かる。次に、図 3(a)に電流-光出力特性を示す。スロープ効率は 0.8W/A 程度であり、最大で~70W の高ピーク出力が得られた (なお、最大出力は駆動回路により制限されている)。さらに、図 3(b), (c)の近視野像と遠視野像より、1mmΦの全面で発振し、極めて狭い単峰状ビームが得られていることが見て取れる。70W の高出力時においても、ビーム拡がり角は~0.1° (FWHM) であり、輝度にして 650MWcm⁻²sr⁻¹ の高出力・高ビーム品質動作に成功した。これは、PCSEL から出射されたビームが、60m 先でも 10cm 程度以下の小さなビーム径に維持されることを意味しており、LiDAR 用光源として応用することで、複雑なレンズ系を用いないシンプルな系による長距離・高分解能なセンシングの実現が期待

出来ることを示す結果であると言える。詳細は当日報告する。

[謝辞] 本研究の一部は、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の支援を受けた。[文献] [1] M. Imada, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **75**, 316 (1999). [2] M. Yoshida, *et al.*, *Nat. Mater.* **18**, 121 (2019), [3] 吉田他, 2019 年春応物, 11p-W631-10.

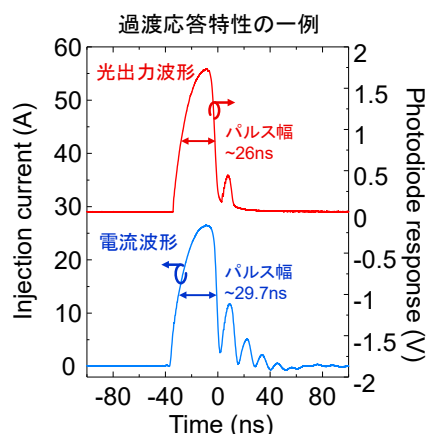


図 2. 短パルス駆動時の注入電流波形と光出力波形。

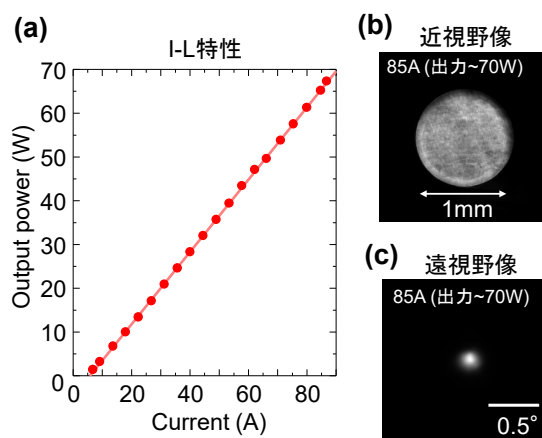


図 3. (a)電流-光出力特性. 70W 出力時の(b)近視野像と(c)遠視野像。