InP 系二重格子フォトニック結晶レーザーの高温単一モード動作

High-temperature single-mode operation with InP-based double-lattice photonic-crystal surface-emitting laser

住友電工 [1], 京大院工 [2]　°伊藤 友樹 [1,2], 河野 直哉 [1,2], 青木 健志 [1,2], 藤井 康祐 [1,2], 高田 賢志 [1,2], 吉永 弘幸 [1,2], 藤原 直樹 [1,2], 小笠原 誠 [1], 田中 礼 [1] 八木 英樹 [1], 柳沢 昌輝 [1], 吉田 昌宏 [2], 井上 卓也 [2], メーナカデゾイサ [2], 石崎 賢司 [2], 野田 進 [2]

Sumitomo Electric Industries[1], Kyoto Univ.[2], °Y. Itoh[1,2], N. Kono[1,2], K. Aoki[1,2], K. Fujii[1,2], K. Takada[1,2], H. Yoshinaga[1,2], N. Fujiwara[1,2], M. Ogasawara[1], R. Tanaka[1], H. Yagi[1], M. Yanagisawa[1], M. Yoshida[2], T. Inoue[2], M. D. Zoysa[2], K. Ishizaki[2] and S. Noda[2]

E-mail: itoh-yuhki@sei.co.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

【はじめに】フォトニック結晶レーザー（Photonic-Crystal Surface-Emitting Laser）は、活性層近傍に設けた 2 次元フォトニック結晶（PC）による 2 次元共振を利用した面発光型の半導体レーザーである。原理的に、大面積でコヒーレントなレーザー発振が得られるため、高出力・高ビーム品質なレーザーが作製可能である[1]。我々は、この特徴を活かした通信およびセンシング用光源として、光通信波長帯(1.3~1.55 μm)の InP 系 PCSEL を検討している。これまでに、二重格子 PC の導入により室温 CW 駆動において、250 mW の高出力かつ単一モード動作を実証した[2, 3]。今回は、その温度特性を評価し、80℃においても単一モードかつ単峰な遠視野像が得られたので報告する。

【構造と特性】我々の PCSEL の特徴は、ドライエッチングにより PC を形成した後に、その上部に活性層を再成長することである。これにより活性層へのドライエッチングダメージを回避している。また、100 nm 以下の InP スペーサー層を再成長し、空孔を維持した状態で平坦化を行うことで、高アスペクト比(>5)の深い空孔を活性層近傍に形成できる。その結果、PC 層内に強く光を閉じ込めることが可能となる。今回、楕円と円形からなる二重格子 PCSEL(電流注入アパーチャー径: 200 μm)の温度特性を評価した。Fig. 1 に、CW 駆動時の電流-光出力(*I-L*)特性を示す。80°C の動作温度においても発振が得られ、その時の光出力は 48 mW であった。しきい値電流の温度依存性から特性温度を見積もった結果、53.6 K であった。本試作の発振スペクトルを Fig. 2 に示す。すべての温度において、単一モードで発振し、80°C の高温においても 48 dB を超える副モード抑圧比（SMSR）を確認した。波長シフトの温度依存性について見積もった結果、0.1 nm/K であった。Fig. 3 に 50°C と 80°C の遠視野像を示す。動作温度を上げても単峰ビームを維持し、その発散角(1/e^2)は 1.5°以下であった。これらの結果は、PCSEL 特有の特徴である単一モードかつ狭小なビーム出射を 80℃の高温においても維持可能であることを示す。

【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)の援助を受けた。

【参考文献】[1] S. Noda et al., IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron. 23 (2017) 4900107. [2] Y. Itoh et al., Opt. Express 30 (2022) 29539. [3] Y. Itoh et al., abstract of 28th ISLC, MA-02 (2022).

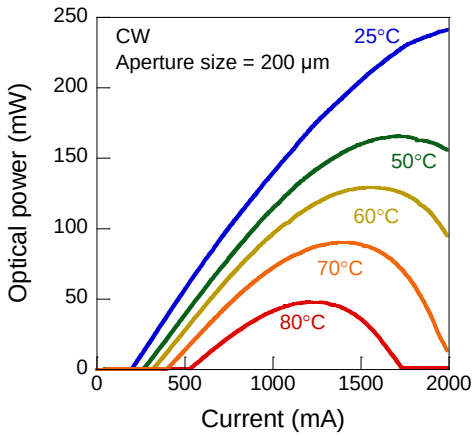

Fig. 1. *I-L* characteristics under CW conditions from 25 to 80°C.

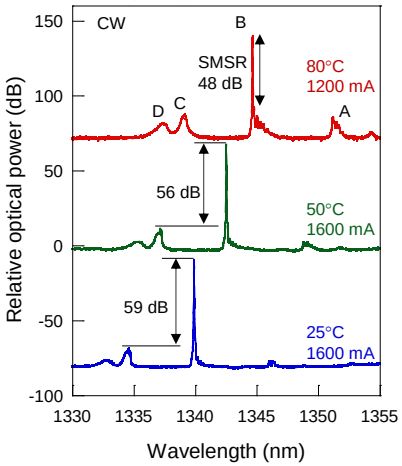

Fig. 2. Lasing spectra under CW conditions at 25, 50, and 80°C.

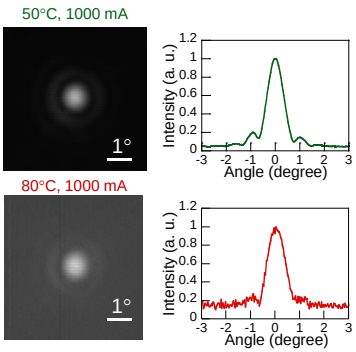

Fig. 3. FFPs under CW conditions at 50 and 80°C.

© 2023年 応用物理学会