

フォトニック結晶レーザーモノリシックアレイの空間合波系の構築

Construction of combining system for monolithic array of photonic-crystal lasers

京大院工¹, 三菱電機², ローム³, °榎 健太郎^{1,2}, 井上 陽子², 河崎 正人^{1,2}, 國師 渡^{1,3},

吉田 昌宏¹, 井上 卓也¹, De Zoysa Menaka¹, 石崎 賢司¹, 初田 蘭子¹, 野田 進¹

Kyoto Univ.¹, Mitsubishi Electric Corp.², ROHM CO., Ltd.³, °K. Enoki^{1,2}, Y. Inoue², M. Kawasaki^{1,2},

W. Kunishi^{1,3}, M. Yoshida¹, T. Inoue¹, M. De Zoysa¹, K. Ishizaki¹, R. Hatsuda¹, S. Noda¹

E-mail: Enoki.Kentaro@dh.MitsubishiElectric.co.jp, snoda@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp

フォトニック結晶レーザー [1,2] は, 2次元フォトニック結晶のバンド端共振効果を活用した, 大面積コヒーレント半導体レーザーである。これまで, 高輝度(=高出力・高ビーム品質)動作を可能とする二重格子フォトニック結晶構造を提案し, 大面積(直径 500 μm 以上)の発振領域をもつデバイスにおいて, 10~100W 級の高出力・高ビーム品質動作を実現している [2-4]。ここで, フォトニック結晶レーザーを加工用途等に適用するためには, 素子出力の更なる増大に加え, 複数素子の出力を束ねる合波システムの構築も重要と言える。今回我々は, 直径 500 μm のフォトニック結晶レーザー7素子を2次元六方格子状に配置したモノリシックアレイの合波系を構築し, 空間合波の POC に成功したので報告する。

図 1(a)に, フォトニック結晶レーザーモノリシックアレイの外観図を示す。7つのフォトニック結晶レーザーを単一チップ上に 2mm 間隔でアレイ状に配置しており, 互いに電氣的に並列に接続している。その際, 7つのレーザー領域への均一な電流注入を実現するため, 表面の窓型電極において, 各レーザーの近傍のみをオーミック電極としている。フォトニック結晶構造としては, 図 1(b)の SEM 像に示すような, 直径~500 μm での高ビーム品質動作に適し, かつ1回の電子線描画とエッチングプロセスで形成可能な構造を用いている。図 1(c)には, 空間合波モジュールの模式図を示す。ガリレオ型ビーム拡大光学系を使用し, 複数のレーザー光を, アレイレンズを使用して近接配置し, 集光レンズで一点に重畳する空間合波方式を採用した全長 100mm 程度のコンパクトな設計となっている。図 2 にパルス駆動時のフォトニック結晶レーザーアレイの素子出力, 合波出力それぞれの I-L 特性評価結果を示す。アレイ素子から 20W を超える出力(注: 今回, 用いた電源の容量で出力が律速)が得られており, 高ビーム品質を維持したまま 7 合波した結果, 94%以上の合波効率が得られた。これは, 理論検討で得られた合波効率 95%ともよく一致する結果である。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)のもとで行われた。

【文献】[1] M. Imada, S. Noda, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* 75, 316 (1999). [2] M. Yoshida, S. Noda, *et al.*, *Nat. Materials* 18, 121 (2019). [3] 吉田他, 2019 年秋応物, 20a-E207-3. [4] 和泉他, 2020 年春応物, 14p-B415-3.

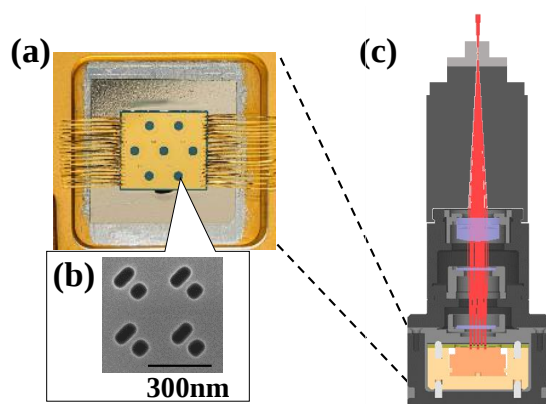


図1. (a)フォトニック結晶レーザーモノリシックアレイの外観図, (b)フォトニック結晶の上面SEM像, (c)空間合波モジュールの模式図。

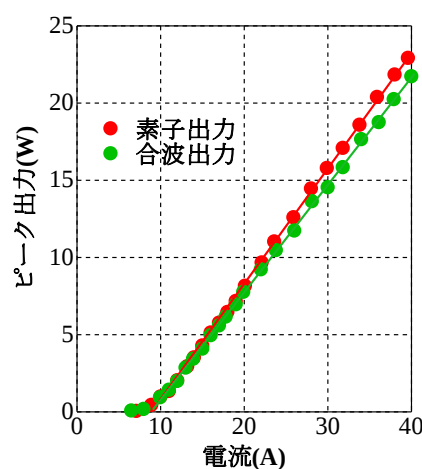


図2. パルス駆動時のI-L特性評価結果。