

複合変調フォトニック結晶レーザーによる高出力・高ビーム品質 2次元ビーム走査の実現とその応用

Dually-modulated photonic-crystal lasers enabling high-power,
high-beam-quality 2D beam scanning and their applications

(京大院工) [○](D)坂田諒一, De Zoysa Menaka, 石崎賢司, 井上卓也, 野田進

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

E-mail: sakata@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バンド端共振作用を利用した、大面積コヒーレント動作が可能な面発光型半導体レーザーである[1,2]。本レーザーは、面垂直方向のみならず、フォトニック結晶の格子点の位置を変調することで、任意の2次元方向へビームを出射することが可能である[2]。最近、この変調フォトニック結晶において、格子点の位置のみならず、格子点の大きさをも同時に変調すること(図1(a))が、高出力かつ高品質なビームを出射するために重要であることが、ナノアンテナ理論の構築を通じて見い出された[3]。このフォトニック結晶レーザーは、「複合変調フォトニック結晶レーザー」と名付けられ、本レーザーをマトリックス状にアレイ化したチップ(図1(b))が開発された。アレイチップを形成する各エレメントレーザーは、高出力(>0.7W)かつ回折限界に近い単峰な高品質(<1°)のビームを様々な方向へ出射可能で、アレイチップをマイクロコンピュータで駆動制御することで、非機械式かつオンチップな2次元ビーム走査が実現された[3]。

さらに、上記の2次元ビーム走査チップの特徴を活かし、従来のフラッシュ型LiDARにおける課題、すなわち、反射率の低い黒い物体の測距が極めて困難であるという課題を克服しうる、新たなLiDARシステムの提案・実証がなされた[4]。その原理実証のために作製された、LiDARシステムと測距に用いられた模型を図2(a),(b)に示す。図2(c)のように、フラッシュ光源のみでは、反射率の低い黒い物体は信号が小さく測距が出来ないが、図2(d)のように複合変調フォトニック結晶レーザーアレイからビームを狙いうちすることで、黒い物体の測距が可能になることが示された。

本受賞記念講演では、上記の複合変調フォトニック結晶レーザーおよびそのアレイチップの開発、さらに、新しいLiDARシステムの構築の現状について紹介する。また、スロープ効率の増大[5]や、単一チップで任意のFOV(Field of View)でフラッシュ照射可能な新たな複合変調フォトニック結晶レーザー[6]についても言及する。

【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)および科研費(JP 18J22986)の援助を受けた。またLiDARシステムの作製はBrookman Technologyと共同で行った。

【文献】[1] M. Imada, S. Noda *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **75**, 316 (1999). [2] S. Noda *et al.*, *IEEE J. Sel. Topics Quantum Electron.* **23**, 4900107 (2017). [3] R. Sakata, S. Noda *et al.*, *Nat. Comm.*, **11**, 3487 (2020). [4] 坂田, 野田, 他, 2020 秋季応物, 11p-Z18-2. [5] 岩田, 坂田, 野田, 他, 本応物. [6] Menaka, 坂田, 野田, 他, 本応物.

【文献】[1] M. Imada, S. Noda *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **75**, 316 (1999). [2] S. Noda *et al.*, *IEEE J. Sel. Topics Quantum Electron.* **23**, 4900107 (2017). [3] R. Sakata, S. Noda *et al.*, *Nat. Comm.*, **11**, 3487 (2020). [4] 坂田, 野田, 他, 2020 秋季応物, 11p-Z18-2. [5] 岩田, 坂田, 野田, 他, 本応物. [6] Menaka, 坂田, 野田, 他, 本応物.

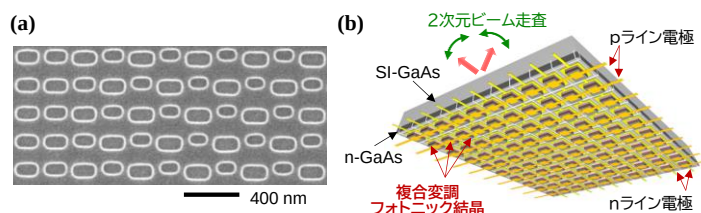


図1. (a) 複合変調フォトニック結晶の上面 SEM 像。(b) 複合変調フォトニック結晶レーザーアレイの模式図。

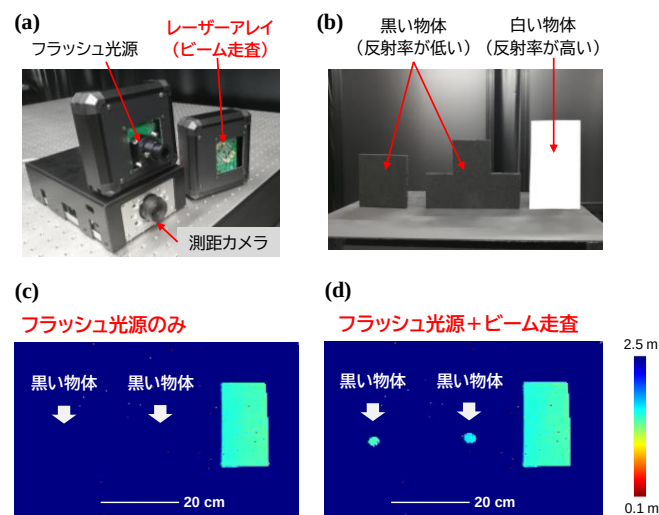


図2. (a) 新しいLiDARシステムの初期実証のために構築したシステムの外観。(b) 測距に用いた黒い物体および白い物体の模型。(c) フラッシュ光源のみを用いた場合の測距画像。黒い物体は測距ができていない。(d) フラッシュ光源に加えて、ビーム走査で黒い物体を狙いうちした場合の測距画像。黒い物体の測距にも成功している。