

広範囲フラッシュ照射型複合変調フォトニック結晶レーザー

Dually modulated photonic crystal laser for wide-range flash illumination

[○]De Zoysa Menaka, 坂田 諒一, 吉川真由香, 石崎賢司, 井上卓也, 岩田錦太郎, 初田蘭子, 野田進 (京大院工)

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

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

[序] 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効果を利用した、大面積コヒーレント面発光型半導体レーザーである。本レーザーにおいて、フォトニック結晶の格子点に変調を加えた変調フォトニック結晶を導入することで、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。最近、高ビーム品質・高出力化に適した新たな変調方式として空孔の位置と大きさを同時に変調する複合変調フォトニック結晶レーザー(DM-PCSEL)を提案するとともに、2次元マトリクスアレイ化により、2次元ビーム走査にも成功した^{2,3)}。さらに、2次元走査型 DM-PCSEL とフラッシュ型 LiDAR を組み合わせた新 LiDAR システムの提案・実証も行ってきた⁴⁾。今回は、このような新 LiDAR システムにも応用可能な、広範囲フラッシュ照射型 DM-PCSEL の提案・実証を行ったので報告する。

[実験] DM-PCSEL において、狙った方向にビーム出射ができるように、空孔の位置と大きさを同時に変調して、回折ベクトルを与えている。今回は、面内で回折ベクトルを連続的に変化させてビームを拡げつつ、複数の方向にビームを同時に射出させることで、広範囲においてフラッシュ照射ができるデバイスの作製を試みた。まず、100 $\mu\text{m}\Phi$ の DM-PCSEL において、一例として出射方向を $\pm 10^\circ$ とし、面内において回折ベクトルを連続的に変化させてビームを 4° と 8° を拡げた(図1(b), (c))。なお、同図(a)に、比較のために、一定の回折ベクトルを与えたものも併せて示している。同図より、回折ベクトルを連続的に変化させることで、設計通りにビームが拡げられていることが分かる。次に、ビームを 8° 拡げつつ、出射方向を2次元的に変化させた DM-PCSEL をアレイ状(10 $\times$ 10)に集積することで、広角度範囲のフラッシュ照射を試みた。作製したデバイスのp側の顕微鏡写真を図2(a)に示す。また、図2(b)に、フリップチップ実装後の写真を示す(n側が表)。ここで、10 $\times$ 10領域へ均一に電流注入ができるように、n側はメッシュの窓電極としている。デバイスに、パルス電流(100ns, 1kHz)を注入し、出射されるビームをスクリーンに照射させ、その様子をカメラで観測した。結果を図3に示す。同図より、左右 $30^\circ \times 30^\circ$ の広範囲において、フラッシュ照射ができていることが分かる(ややムラが見られるのは、用いたスクリーンが均一でないことが一因となっていることに注意)。レンズアレイや外部光学素子などを用いず、単一チップのみで広範囲照射ができる本 DM-PCSEL は、LiDAR システムやモバイル等に応用できると考えられる。なお、本研究の一部は、JST-CREST および戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)のもと行われた。**[文献]** [1] S. Noda *et al.*, *IEEE J. Sel. Topics Quantum Electron.*, **23**, 4900107 (2017). [2] 坂田 他, 2019 秋季応物, 20a-E207-6. [3] R. Sakata, *et al.*, *Nat. Comm.*, **11**, 3487 (2020). [4] 坂田 他, 2020 秋季応物, 11p-Z18-2.

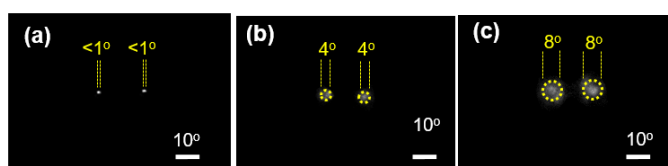


図1 出射方向 $\pm 10^\circ$ のDM-PCSELにおいて、(a)一定の回折ベクトルを与えたとき、(b)回折ベクトルを連続的に変化させてビームを 4° 拡げたとき、(c)ビームを 8° 拡げたときの遠視野像

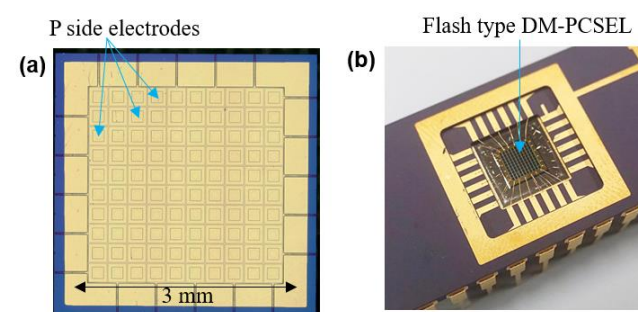


図2 (a) 10 $\times$ 10のDM-PCSEL素子をアレイ状に集積した広範囲照射型デバイスのp側電極の写真、(b)パッケージにフリップチップ実装後の写真

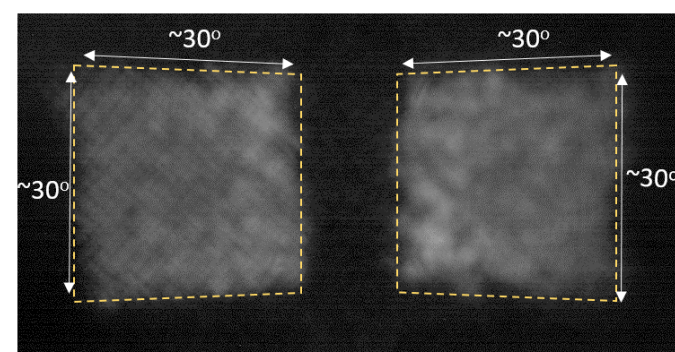


図3 10 $\times$ 10アレイのDM-PCSELによる広範囲フラッシュ照射の様子(スクリーンにビームを照射させてカメラで観測)