

HOE、SLMなしで2Dビームパターン 投影位相変調半導体レーザー

2016年、浜松ホトニクス(浜松市)は、2Dビームパターンを投影できるチップスケール半導体レーザーを開発した。これは、外部のホログラフィック素子、空間光変調器を必要とせず、利得媒体から直接2Dビームパターンを投影できる⁽¹⁾。その後、同社研究者は継続してその技術を改善し、最近では、同技術採用の邪魔になる表面正常スポットビームなしで2次元(2D)パターンを生成できるようになった⁽²⁾。

2次元パターン投影レーザー展望

ほとんどの半導体レーザーのビーム品質は、外部共振器レーザーの品質と比べると著しく劣っている。しかし、半導体フォトニック結晶面発光レーザー(PCSEL)は、ビーム品質が優れている。これは共振するフォトニック結晶構造の特性を調整できるからである⁽³⁾。

発振キャビティ自体からパターンを投影するために、デバイスは、オープンヒートシンク上に設置された、n電極(上)とp電極(下)層に挟まれたアクティブ位相変調共振器層で作製されてい

る。変調層は、位相分布にしたがって周期的フォトニック結晶から局所的にシフトした空孔アレイで構成されている。これにより所望のグレイスケール画像、あるいは他の2次元所望パターンを生成する。

この集積可能位相変調面発光レーザー(iPMSEL)は、同時レーザー発振と位相変調により、 $800 \times 800 \mu\text{m}$ チップからの遠視野で2D発光パターンを生成する。チップは、発振と位相変調のための 1400×1400 ホールアレイを持つ。

位相分布は、所望のビームパターンのビットマップ画像の逆フーリエ変換である。また、MathworksまたはMATLABソフトウェアおよびfft2関数を使って得られる(図1)。このiPMSELの出力は、930nm発振波長で500mW超であり、これはデバイス設計によって調整可能である。

「iPM Lasers」出力を生成するレーザーには、発光パターン中央に明るい面-法線スポットがある。研究者は、この面法線(ゼロ次)ビームが、空間位相変調なしで、フォトニック結晶レーザーのバンドエ

ッジモードの垂直回折成分に対応していることを見いだした。このゼロ次ビームを除去するために発振キャビティを、バンドエッジモードの垂直回折を禁じる構造で変更した。

しかし、このプロセスは、目標ビームパターンの垂直発光も妨げる。この問題に対処するために、目標ビームパターンを面内から垂直方向へ変える格子パターン位相シフトを元の位相分布に加えている。結果として、表面-法線ビームが目標ビームパターンから除去される。表面-法線ゼロ次エネルギーが抑圧され、より多くの光エネルギーを2Dビームパターンの遠視野照射に送り込むことになる。

浜松ホトニクスの研究者、廣瀬和義氏は、「iPMSELは、チップサイズデバイスから任意のビームパターンを放出できるので、非常に有望な半導体レーザーである。このコンパクトさは、集積に適している。実際、ワンチップに集積されたiPMSELアレイからのビームパターンを簡単に変えることができる。iPMSELは、超分解能顕微鏡、3Dセンシング、ライダなどの構造化照明アプリケーションでは極めて有用である。将来、iPMSELの大規模集積が実現すると、それは3Dディスプレイデバイスの基本コンポーネントになると考えている」と話している。

(Gail Overton)

参考文献

- (1) Y. Kurosaka et al., Sci. Rep., 6, 30138 (Jul. 26, 2016).
- (2) Y. Kurosaka et al., Sci. Rep., 6, 30138 (Jul. 26, 2016).
- (3) M. Imada et al., Appl. Phys. Lett., 75, 3, 316-318 (1999).

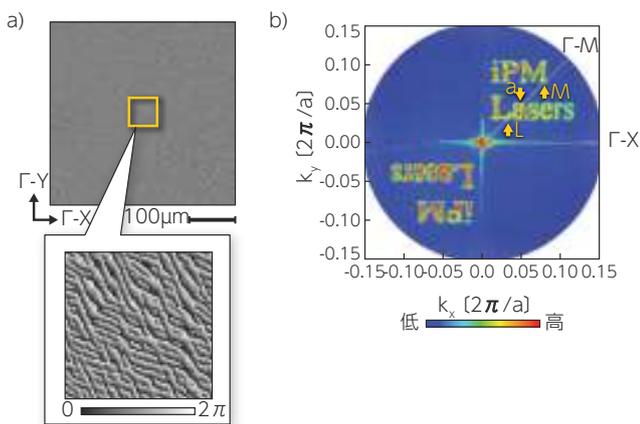


図1 標準ソフトウェアを使って作成された位相マスクが、集積可能位相変調面発光レーザー(iPMSEL;a)のフォトニック結晶利得キャビティの一部を形成する。ここでは、複雑な位相マスクが、2Dパターン発光半導体レーザー(b)の遠視野に文字「iPM Lasers」を拡大している。(画像提供:浜松ホトニクス)