

フォトニック結晶レーザー大面積化の理論確立

半導体レーザーは、高出力化するため面積を大きくすると、多モード化してビーム品質が非常に悪くなり集光できなくなってしまう。例えば、自動車のLiDARセンシングに使うには複雑なレンズ系と精密調整が必要で高コスト化の要因になり、レーザー加工で使える出力も出ない。京都大学大学院工学研究科の野田進教授、井上卓也助教、吉田昌宏助教、John Gelleta特定研究員らのグループは、直径3~11ミリ μ mという超大面積で単一モード動作可能なフォトニック結晶

京大 今秋100ワット級実現へ

レーザーを実現するための設計指針を確立した。野田教授は「秋には3ミリ μ m、100ワットのフォトニック結晶レーザーができる予定だ。低コストのLiDARや金属を切断できるレベルのレーザー加工を実現できるだろう」と話している。Nature Communicationsに4日掲載された。

現在、金属可能などの高出力レーザーには、

気体・固体・ファイバーレーザー等の大型・高価・低効率な光源が使われている。これを半導体レーザーに置き換えれば、大幅な低コスト・小型化ができる。

研究グループは、従来の課題を解決する半導体レーザーとして、フォトニック結晶層の内部を伝搬する光波の相互結合を制御・活用することで、大面積・単一モード動作が可能なフォトニック結晶レーザーの開発を進めてきた。2つの空孔をXおよびY方向に4分の1波長だけず

らして重ねた2重格子フォトニック結晶構造という共振器構造を提案し、基本モード以外の高次モードを打ち消すことで、単一モードの高品質なレーザー発振に成功している。これまで直径0.5ミリ μ mから1ミリ μ mのデバイスで10~数十ワット級動作を実証している。また、このフォトニック結晶レーザーを搭載したLiDAR(光測距システム)の開発にも成功しており、野田教授は「これを発表したあと、世界中の様々な企業、約60社ほどから、共同研究や実用化に向けた引き合いが来ました」という。

現在のレーザー出力でも、測距用の光パルスや金属表面を少し削る程度のことはできるが、金属加工に使われているレーザーを置き換えるためには、より高出力のものが必要になる。そこで研究グループは、直径3から10ミリ μ mの超大

面積のフォトニック結晶レーザーで、安定した単一モードを実現するための一般的な条件を理論的に解明した。直径2ミリ μ m程度から、直角方向に角度がずれた方向に高次モードのレーザーが出てしまうことで、それが平面の高次モードの打ち消し合いにも影響を与える。そこで、ペアとなる2つの空孔の間隔、孔の大きさ、梢円率を調整することで、縦方向と横方向の高次モードを大幅に低減する計算式を見いだし、さらにフォトニック結晶層の裏面に付ける反射鏡の距離を最適化することで、直径が3~10ミリ μ mでも単一モードのレーザー発振が可能な理論を確立した。

100ワット級が実現すれば、現在の高出力レーザーの多くがフォトニック結晶レーザーに置き換わるだろう。