

科学新聞

高出力フォトニクス結晶レーザー⁴面

ワット級フォトニクス結晶レーザー

世界初 室温連続動作に成功 狭放射角、幅広い分野へ応用期待

京大、浜ホト

京都大学大学院工学研究科の野田進教授と浜松ホトニクスなどの研究グループは、フォトニクス結晶レーザー素子の開発を進め、狭放射角を維持したまま、光出力1.5ワット級の室温連続動作に世界で初めて成功した。さらに、このレーザーを用いたレンズフリーでの直接照射による燃焼プロセスレーションなど、高精度・高出力動作の有用性を実証した。光製造への応用に向けた重要な礎となるとともに、波長変換、光励起、バイオ、分析などの幅広い分野へも応用が期待される。Nature Photoニクス電子版に掲載された。

一般に、半導体レーザー造には不向きだった。その光出力は、その光出射面、各種の金属・材料加工などに比べて最大値が決まる。しかし、従来型の半導体レーザーでは、大がかりな気体レーザーでは、光出射面積を大きくすると、励起電流の増加とともに、光出射端におけるレーザー光の波長が著しく劣化し、いっ

現在、金属加工などの成形光でも光スポットが大規模なレーザーが優位に立って

野田教授らは90年、フォトニクス結晶を用いること

いるが、精密切断、溶接、マージンといった発展分野では、海外のファイバーレーザー等が大きく市場を伸ばしており、日本の相対地位が落ちている。もし、小型・安価・低消費電力動作という高いポテンシャルをもつ半導体レーザー単体を、大面積の出射面積でも波面の乱れを最小限に抑え、高出力化・高光密度化を実現することが出来れば、日本の光製造を一変させ、海外勢に押されつつある光産業の起死回生の一手となる可能性を秘めている。

京都大学と浜松ホトニクスは、07年度から実用化を視野に入れたフォトニクス結晶レーザーの連携開発に取り組んできた。

今回、光出力が1.5ワット、ビーム広がり角が3度以内という優れたレーザー特性を達成し、レンズフリーによる集光なしの直接照射により紙の燃焼のデモンストラ

ションが出来るまでの

で、ビーム品質の劣化を最小限に抑え、半導体レーザーの高出力化が可能になりうるという基本概念を提案するとともに、その基本実証に成功し、新たな可能性・機能性を次々と実現してきた。この間、多くの企業との産学連携研究により、フォトニクス結晶レーザーの現実化と実用化に向けた研究開発を進め、中でも、

面内に定波長を形成する。これにより、2次元の大面積に渡って、安定な共振作用を生み出すことになる。形成されたフォトニクス結晶の大面積共振作用を利用することで、レーザー発振が生じる。発振したレーザー光は、フォトニクス結晶のもつ面す方への回折効果により、外部へと放射されることになり、面発光出力が得られる。今回、直角3角形の格子点構造を導入することが、レーザー発振に必要な電流を小さく保つ

る上で、極めて有効であることを見いだした。

興味深いことに、直角3角形の格子点構造を形成する際、結晶内部に空洞ができることで、上下方向にも非対称性が導入され、それが高出力化にとって好ましいことが分かった。さらに、フォトニクス結晶により上下方向に回折されるレーザー出射光の内、裏面方向に

出射した光を、p電極により効率的に反射することで、光出力をさらに増大する工

夫をした。

室温連続動作における光出力特性と、発振後のスペクトル特性を解析したところ、1.5ワットの光出力が単一波長で動作していることも分かった。また、駆動電流1.2安でビーム広がり角は1度程度の狭い角度を示し、電流値を増やすことで、ビーム広がり角は増大するものの、3度以下という極めて狭放射角の動作が得られることが分かった。

このような狭放射角の高出力特性を生かすことで、レンズフリーの光学系を構築出来る。その一例として、室温連続動作において、フォトニクス結晶レーザーから出射したレーザー光を、ターゲットとなる紙へ、レンズを介さずに直接照射したところ、従来の半導体レーザーでは極めて困難だった紙の燃焼が確認された。

今回のフォトニクス結晶レーザーのワット級光出力の実現は、直接レーザー加工を始めとした光製造分野への応用への礎となるもの。今後、さらなる高出力化により、現在ファイバーレーザーが用いられている金属の切断、溶接応用への置き換えが可能となり、さらには車体の金属加工などの幅広いものづくり現場への応用展開が可能になる。

フォトニクス結晶により上下方向に回折されるレーザー出射光の内、裏面方向に出射した光を、p電極により効率的に反射することで、光出力をさらに増大する工