

科学新聞

週刊
(金曜日発行)

発行所 科学新聞社
本社 (〒105-0013)
東京都港区浜松町1-8-1
電話 03-3434-3741
FAX 03-3434-3745
mail:edit@sci-news.co.jp
振替 00170-8-33592
購読料 1ヵ月
2,100円(消費税込)

出射ビームの方向を自在に制御可能

野田・京大教授ら半導体レーザー開発

京都大学大学院工学研究科の野田進教授らとロームの研究グループは、出射ビームの方向を自在に制御可能な半導体レーザーを世界で初めて開発した。これまでの半導体レーザーは出射ビーム方向が一方に固定されており、外部に設置した反射鏡の向きを機械的に制御することでビームの方向を制御していた。今回の研究では、フォトニック結晶を用いることで、半導体レーザーそのものでビーム出射方向を自在に制御することに成功した。高速動作や小型化などが可能になるため、次世代型光システムのレーザー光源としての応用が期待される。ネイチャー・フォトニクスに掲載された。

研究グループでは今回、光の波長程度の周期的な屈折率分布をもつフォトニック結晶を用いることで、レーザーからの出射ビームの角度を約30度という幅広い角度で、連続的にビーム出射角を変化させることに成功した。フォトニック結晶は、光の波長と同程度の周期的な屈折率分布を持つナノ構造体。結晶内部を伝播する光は、2次元的に並んだ反射鏡(空気孔)の共同作用により、色々な方向に反射、回折を繰り返して共振作用を生み出す。それに光の増幅作用を持つ層(活性層)を組み合わせることで、面全体でレーザー発振が得られる。

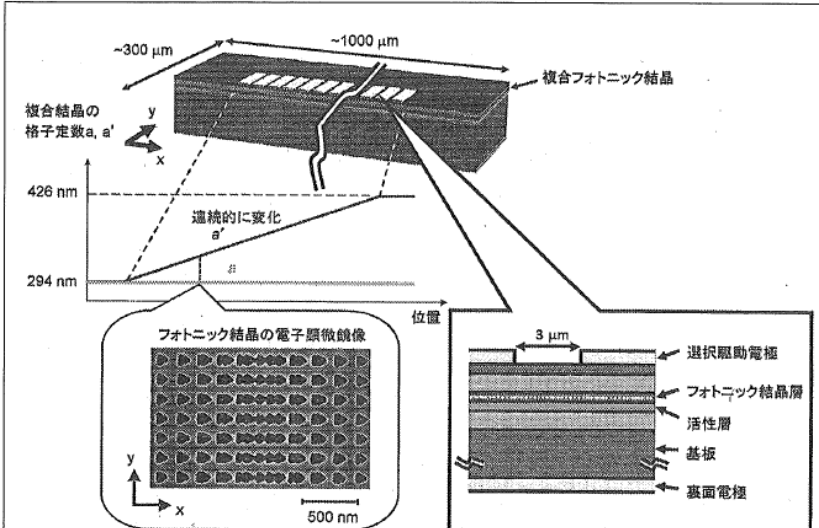
通常は出射ビームの方向がフォトニック結晶に垂直な方向に限られるのだが、周期の異なる2種類のフォトニック結晶を組み合わせたことで、斜め方向への光の出射が可能なのが理論計算で明らかになった。そこで実際にデバイスを作製した。デバイス内部には、2種類のフォトニック結晶の周期差を連続的に変化した複合結晶が内蔵されている。一方のフォトニック結晶の周期を9.4ナノメートルに固定し、もう一方のフォトニック結晶の周期を29.4から42.6ナノメートルまで連続的に変化した複合フォトニック結晶。デバイス上面には、3ミクロン隔で30×40個並んで電極を配置。上部電極のうち、隣り合

う数個の電極を同時に駆動しつつ、それらの駆動位置を1つずつ順にずらしていくことで、ビーム出射角を大まかに制御する。さらに上部電極に流す電流バランスを細かく精密に変化させることで、発振領域の実効的な格子定数差をなめらかに変化させ、連続的にビーム出射角を変化させる。これにより、0度から約30度まで出射角を変化させることに成功した。このデバイスでは、ビームの出射角を変化させる際、デバイス駆動電極位置が、少しずつ変化するが、実用上問題のない位に小さく、また複数の上部電極に流す電流バランスを調整することで簡単に補正できるという。

今回の研究により、周期の異なる2種類の複合フォトニック結晶をレーザー共振器として用い、その駆動位置と駆動電流バランスを制御することで、様々な角度に、連続的に出射ビームの方向を制御可能な半導体レーザーが得られることが示された。今後、デバイス駆動用の集積回路を併用することで、より高度な制御が可能になると期待される。例えば、様々な方向に出射するビームを独立、かつ並列に制御することも可能になるため、従来

の異なる2種類の複合フォトニック結晶をレーザー共振器として用い、その駆動位置と駆動電流バランスを制御することで、様々な角度に、連続的に出射ビームの方向を制御可能な半導体レーザーが得られることが示された。今後、デバイス駆動用の集積回路を併用することで、より高度な制御が可能になると期待される。例えば、様々な方向に出射するビームを独立、かつ並列に制御することも可能になるため、従来

不可能であった同時・並列動作も可能であり、各種の新規分野の進展に大きく寄与していくものと期待される。レーザーディスプレイ、超小型携帯ディスプレイ、チップ間光インターコネクション、医療用カプセル内視鏡内蔵レーザーメスなど、情報、医療、通信など様々な分野に大きなインパクトを与える成果だ。



周期差を連続的に変化するようにしたレーザー共振器を含むデバイスの模式図