

複屈折レンズを用いた光フィードバック光学系による 面発光レーザーからのベクトルビームの発生

Generation of Vector Beams from Vertical Cavity Surface Emitting Laser using Optical Feedback with a Birefringent Lens

東北大多元研 奈良 優樹, °小澤 祐市, 佐藤 俊一

IMRAM, Tohoku Univ., Yuki Nara, °Yuichi Kozawa, Shunichi Sato

E-mail: y.kozawa@tohoku.ac.jp

はじめに：ビーム横断面において軸対称な偏光分布を持つ径偏光や方位偏光ビームはベクトルビームと呼ばれ、その特異な偏光分布に起因して、従来の直線・円偏光では得られない様々な応用が期待されている。我々はこれまでに、小型かつ電氣的制御が可能な半導体レーザーとしての特徴に加えて、良好なビーム品質のレーザー光を発生可能な面発光型の半導体レーザー (VCSEL) に対し、光フィードバックを用いた横モード制御によって径偏光ビームの発生を試みてきた[1]。しかしながら、VCSELは直交する固有の偏光状態に対して異なる周波数で発振しやすく、径偏光ビームの発振には至っていなかった。今回、光フィードバック系を見直し、複屈折結晶を使ったレンズと外部反射鏡から構成される2重共振器を構築することで、市販のVCSELから径偏光および方位偏光を選択的かつ安定に直接発振させることに成功したので、その結果を報告する。

方法と結果：VCSELの出力ビーム(発振波長850 nm)に対し、一軸性の複屈折を示すルチル(TiO_2)結晶の平凸レンズ(曲率半径:10.95 mm、中心厚:5 mm)および平面部分透過ミラー(反射率:50%)を用いた外部共振器により光フィードバックを行った。ルチルレンズのc軸が共振器軸と一致する場合は、ルチル結晶に対する常光線および異常光線は方位偏光、径偏光に対応する。これにより、径偏光と方位偏光での実効的な焦点距離に差が生じ、レンズの位置に依存する外部共振器の幾何学的な安定条件が径偏光と方位偏光とで異なる。そこで、径偏光あるいは方位偏光のみが安定となるように、ルチルレンズとVCSELとの間の距離を調整した。

使用したVCSELの出力ビームは、光フィードバックを行わない場合、無偏光のガウスビームであった。これに対して、2重共振器を構成し、ルチルレンズの位置および傾きを微調整すると、出力ビームはドーナツ状に変化した。図1に、VCSEL(注入電流1.6 mA)に対して光フィードバックを行った場合に得られた発振ビームの横断面強度分布および直線偏光板透過後の強度分布を示す。偏光軸方向に沿った2峰性の強度分布が得られていることから、径偏光ビームであることが分かる。また、ルチルレンズの位置をVCSEL側に移動すると、方位偏光での発振が得られることも確認された。この2重共振器を用いたVCSELからのベクトルビームは、注入電流の変化に対しても横モードや偏光状態はほとんど変化せず、極めて安定な発振が得られることが分かった。

参考文献：[1] 奈良 他, 第78回応用物理学会秋季学術講演会, 7p-S44-17 (2017).

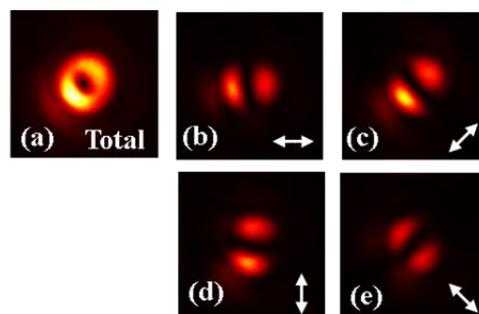


Fig. 1. Total intensity distribution (a) and its polarization components (b)-(e) of a generated radially polarized beam. Each arrow indicates the direction of polarizer's axis.