

円偏光ビームを出射するフォトニック結晶レーザ構造の検討

Investigation of Photonic-Crystal Lasers with Circularly-Polarized Beam

京大院工¹, 京大白眉², 前川 享平¹, 西本 昌哉¹, 石崎 賢司¹, 北村 恭子^{1,2}, 野田 進¹

Kyoto Univ.^{1,2}, °K. Maekawa¹, M. Nishimoto¹, K. Ishizaki¹, K. Kitamura², and S. Noda¹

E-mail: k.maekawa@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

フォトニック結晶レーザ(PCSEL)は、デバイスの内部、活性層の近傍に周期的な屈折率分布をもつフォトニック結晶(PC)構造を形成し、2次元共振器として利用する半導体レーザであり、大面積でコヒーレント発振が可能である。さらに、PCSELのもつ大きな特徴の一つとして、PC構造の設計により、様々な形状や偏光状態を持つビームが出射可能であることが挙げられ、現在までに単峰の直線偏光、ドーナツ状の方位偏光や径偏光ビームの出射などが報告されている^{1,2}。ここで、もし面垂直方向に任意の円偏光の出射も可能となれば、生体分野や量子情報技術などへ更なる応用が期待できる。そこで、今回はPC格子点の立体形状に着目し、3次元結合波理論³を用いた解析により、面垂直方向に円偏光を出射する構造の検討を行ったので報告する。

今回、解析するPC構造を図1に示す。格子定数 a は295 nm, 格子点の空孔充填率は16%, 孔深さは300 nm, 共振器の一辺の長さは50 μm とした。円偏光を得るため、今回、格子点形状は同図(b),(c)に示すような、半径 $s=0.05a$ の反時計回り螺旋状に真円をシフトさせた形状を提案する。螺旋状にすることで上方回折される電界の位相を変化させることができると考えられる。本構造から出射されるビームの遠視野像を図2(a), 偏光特性を図2(b)に示すが、出射ビームは単峰で、あらゆる方向に強度をもつことが分かる。また、 x 軸を進相軸として1/4波長板を通過させた場合の出射ビームの偏光特性(図2(c))は、 u 方向の直線偏光となり、反時計回り螺旋構造からは右回り楕円偏光が出射することが分かる。ここで、完全な円偏光とならないのは、 z 方向の電界強度が一定ではないために、上方回折される電界強度が変化するためであると考えられる。一方、時計回り螺旋構造について同様の解析を行った結果、出射ビームは左回り円偏光となり、螺旋シフトの向きで円偏光の回転方向を選択可能であると言える。螺旋の半径 s など格子点形状の変化が楕円率に与える影響など詳細については当日報告する。本研究の一部は、文科省光拠点およびJST ACCELの支援を受けた。

【文献】1) E. Miyai, *et. al.*, Nature **441** (2006) 946. 2) K. Kitamura, *et. al.*, Appl. Phys. Lett. **101** (2012) 221103. 3) Y. Liang, *et. al.*, Opt. Express, **20** (2012) 15945.

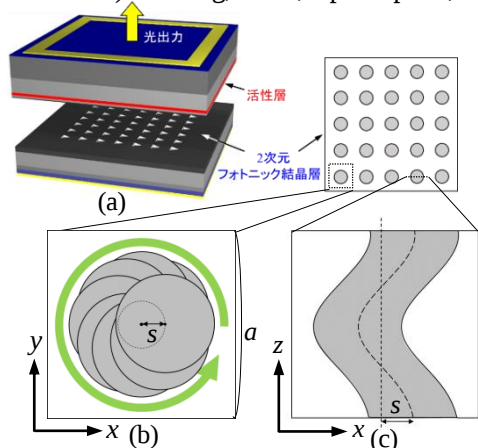


図1 解析に用いる構造。(a)PCSEL 構造, 螺旋状空孔形状(b)上面図, (c)断面図

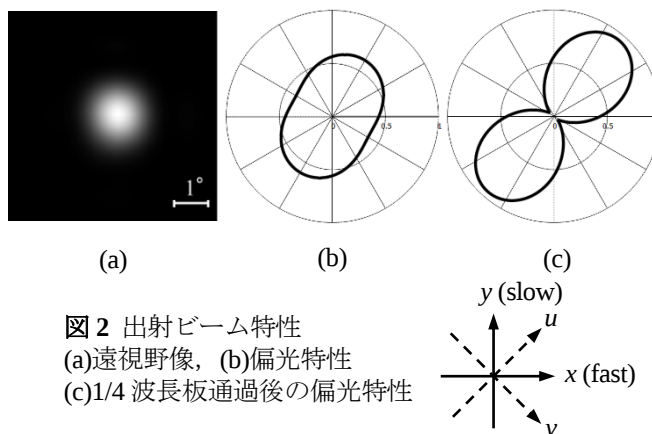


図2 出射ビーム特性
(a)遠視野像, (b)偏光特性
(c)1/4 波長板通過後の偏光特性