

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 II —斜めエッチング法を用いた新構造の提案—

Investigation of Photonic-Crystal Lasers with Circular-Polarized Beam II - Suggestion of the New Structure Using Angled Etching Method -

京大院工¹, 学振特別研究員², 京都工繊大³

○前川 享平¹, 西本 昌哉^{1,2}, 石崎 賢司¹, 北村 恭子^{1,3}, 野田 進¹

Kyoto Univ.¹, JSPS Research Fellow², Kyoto Inst. Tech.³,

°K. Maekawa¹, M. Nishimoto^{1,2}, K. Ishizaki¹, K. Kitamura^{1,3}, 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る. 大面積でコヒーレント発振が可能という特長を有する. さらに, 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も大きな特長として挙げられる. 現在までに面内形状(格子点形状や格子配列)の設計によって, 直線偏光で単峰形状のビームや, ドーナツ形状のビームの出射などを実現してきた^{1,2}. ここで, PC構造の立体的な形状に着目すれば, 任意の電界成分に位相差をつけることが出来, さらに新奇なビームの実現が期待できる. 前回³は, 螺旋状のPC構造を用いることで, 円(楕円)偏光ビームを出射出来ることを, 3次元結合波理論³による解析を用いて示した. 今回は, さらに, 作製方法をも考慮し(例えば, 斜めエッチング⁴等を用いて), 同ビームを出射可能な新たな立体構造を検討したので報告する.

提案する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120 nm, 共振器の一边の長さは200 μm とした. 今回, 格子点形状は同図(b)に示すような, 正三角形の対称軸に対して直交する方向に孔を傾けた形状を考える. 傾ける量は下面と上面の孔位置のずれ s で表す. 本構造においては, 図1(c)に示すように高さ方向で回折される電界の向きが異なり, x 偏光成分と y 偏光成分に位相差をつけることが出来ると考えられる. 解析結果の一例として $s=0.3a$ とした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. 出射ビームは単峰で, あらゆる方向に強度をもち, 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, 楕円率0.96の右回り楕円偏光が出射可能なが分かる. 一方, 逆方向に傾けた場合は, 出射ビームは左回り楕円偏光となる. 斜めシフト量 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. 4) S. Takahashi, *et. al.*, Nature Material, **8** (2009) 721.

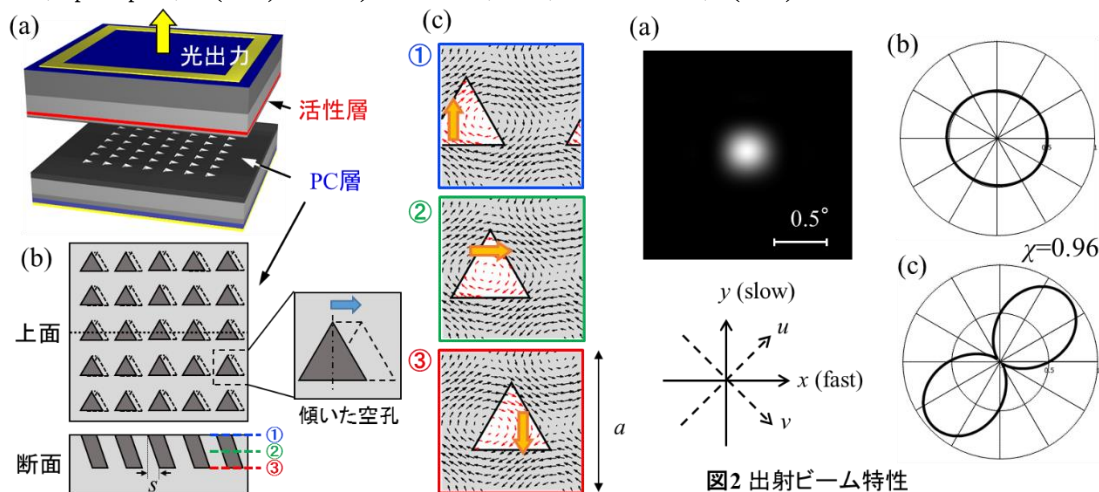


図1 解析に用いる構造. (a)PCSEL構造, (b)提案するPC構造, (c)各層の電界分布

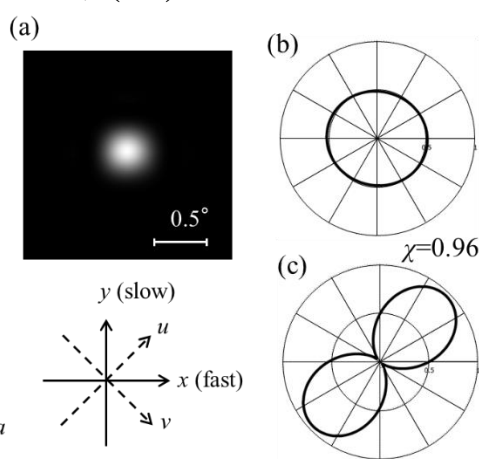


図2 出射ビーム特性
(a)遠視野像, (b)偏光特性
(c) $\lambda/4$ 板通過後の偏光特性