

半導体三次元カイラルフォトニック結晶の偏光バンド端における 量子ドットからの高純度円偏光の発光

Highly Circularly Polarized Light Emission from Quantum Dots at the Polarization Band Edge in Three-Dimensional Semiconductor Chiral Photonic Crystals

高橋 駿¹、田尻 武義²、太田 泰友¹、館林 潤¹、岩本 敏^{1,2}、荒川 泰彦^{1,2}

(1.東大ナノ量子機構、2.東大生研)

Shun Takahashi¹, Takeyoshi Tajiri², Yasutomo Ota¹, Jun Tatebayashi¹, Satoshi Iwamoto^{1,2},

Yasuhiko Arakawa^{1,2} (1. NanoQuine, Univ. of Tokyo, 2. IIS, Univ. of Tokyo)

E-mail: shuntaka@iis.u-tokyo.ac.jp

光の円偏光は、三次元映像技術や情報通信技術だけでなく、スピントロニクスや自然界のカイラル分子の研究でも利用されており、円偏光の高効率な生成が重要になっている。これまでに、主にメタマテリアルを透過させた偏光変換によって、従来の波長板を利用する方法よりも、小型で効率的な円偏光生成方法が報告されてきた[1]。さらなる高効率化に向けて、発光体周囲の構造による真空場状態密度の制御が挙げられる。光の波長周期の三次元カイラル構造では、らせん軸方向に円偏光を固有偏光としてフォトニックバンドが形成されるため、左右円偏光の状態密度を制御できる。状態密度を利用した直接的な円偏光発光は、これまでに液晶からなる三次元カイラル構造[2]や半導体擬二次元系[3]、カルコゲン物質[4]で実現されており、我々も半導体三次元カイラルフォトニック結晶における InAs 量子ドットからの円偏光生成（円偏光度 0.1）を報告してきた[5]。本研究では、同様の構造でドットを内部に限定し、試料垂直に出射する光のみに注目することで、偏光バンド端において円偏光度 0.5 を達成したことを報告する。

対象とした構造は、500 nm の周期構造をもつ GaAs 層を 60°面内回転させながら 16 層積層させた 3 回対称回転積層型 woodpile 構造（図 1）であり、InAs ドットは中央の 3 層のみに導入し、ドットの発光のうち試料垂直に出射する光を選択的に観測した。得られた円偏光度 $DOP = (I_{LCP} - I_{RCP}) / (I_{LCP} + I_{RCP})$ は、1120nm の偏光バンド端において +0.5 であり、透過による円二色性（数値計算）と異なることがわかった（図 2）。これは、発光における状態密度の効果を如実に反映した結果といえる。その他詳細は当日報告する。

[1] J. K. Gansel *et al.*, Science **325**, 1513 (2009), [2] H. Coles and S. Morris, Nat. Photon. **4**, 676 (2010), [3] K. Konishi *et al.*, Phys. Rev. Lett. **106**, 057402 (2011), [4] Y. J. Zhang *et al.*, Science **344**, 725 (2014), [5] 高橋駿, 他: 応物秋季第 75 回 17p-C8-8. 謝辞: 本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業および NEDO プロジェクトにより遂行された。

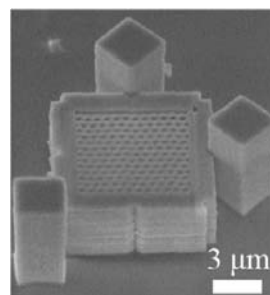


Fig. 1. Rotationally-stacked woodpile structure.

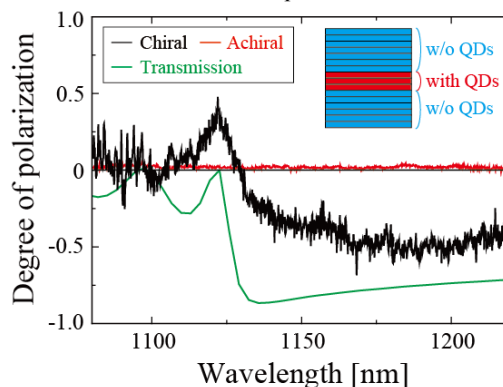


Fig. 2. Degree of circular polarization spectra emitted from quantum dots in chiral and achiral structure, and obtained from transmittance (calculation).