

Bianisotropic 3 次元フォトニック結晶の偏光特性 ～回転積層型 woodpile 構造における光学活性の実験的評価～

Polarization properties of a bianisotropic three-dimensional photonic crystal:

Experimental evaluation of optical activity in rotationally-stacked woodpile structures

東大ナノ量子機構¹, 東大生研², °高橋駿¹, A. Tandaechanurat¹, 井草亮介², 田尻武義²,

高宮大策², 太田泰友¹, 館林潤¹, 西岡政雄², 石田悟己², 岩本敏^{1,2}, 荒川泰彦^{1,2}

NanoQuine, Univ. of Tokyo¹, IIS, Univ. of Tokyo², °S. Takahashi¹, A. Tandaechanurat¹, R. Igusa²,

T. Tajiri², D. Takamiya², Y. Ota¹, J. Tatebayashi¹, M. Nishioka², S. Ishida², S. Iwamoto^{1,2}, Y. Arakawa^{1,2}

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

光学活性（旋光性と円二色性）は、鏡映対称性のない構造において、光の電場と磁場が電磁誘導的に相互作用することにより発現する。すなわち、電束密度や磁束密度が誘電率テンソルと透磁率テンソルを用いて電場と磁場の結合で表される、bianisotropic 系での代表的な現象のひとつである[1]。このような光学活性による偏光制御は、その重ね合わせ状態を利用した量子情報技術や次世代高速光通信技術、偏光を利用したセンサなどの応用に向けて、近年ますます重要になっている。微細加工技術の進展により、メタマテリアルや液晶、誘電体ポリマーを用いた系において、大きな光学活性の制御が波長と同程度またはそれ以下の構造内で実現されており[2, 3]、我々のグループでも bianisotropic 系として、半導体材料を用いた回転積層型 woodpile 構造における光学活性の発現を提案、検討してきた[4]。本研究では、この構造の作製とその偏光特性を実験的に明らかにすることを目的とした。

本研究では試料として、面内に周期ストライプ構造をもつ厚み 225 nm の GaAs 層を 45°回転させながら 9 層積層させた、4 回対称回転積層型 woodpile 構造 (Fig.1) を対象とした。この 3 次元フォトニック結晶に対して近赤外波長可変レーザーを直線偏光させて照射し、その透過光の偏光特性（偏光回転角と楕円率）を測定した。その結果 Fig.2 のように、屈折率を考慮した実効的な螺旋周期（1350 nm）付近の波長に対しては、円二色性によって入射直線偏光が楕円率 45°の円偏光に変換される様子が観測された。一方、より長波長の領域では、楕円率が 0°であることから、直線偏光が偏光角度を変えて透過する様子が観測され、その旋光角は-20°程度と見積もられた。この結果は、有限差分時間領域法により計算した透過光の偏光特性[4]と定性的に一致した。本研究では同様に、60°回転させながら積層した構造についても作製、評価を行っており、詳細は当日報告する。

参考文献: [1] T. G. Mackay and A. Lakhtakia: *Electromagnetic Anisotropy and Bianisotropy* (World Scientific Publishing Company, 2009). [2] 小西邦昭, 五神真: 応用物理 **78**, 531 (2009). [3] M. Thiel, G. von Freymann, and M. Wegener: Opt. Lett. **32**, 2547 (2007). [4] 高橋駿, 他: 第 73 回応用物理学会学術講演会 13p-B1-12.

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最先端研究開発支援プログラムにより遂行された。

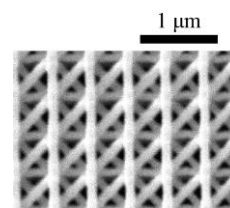


Fig.1: SEM image of the C_4 rotationally-stacked woodpile structure.

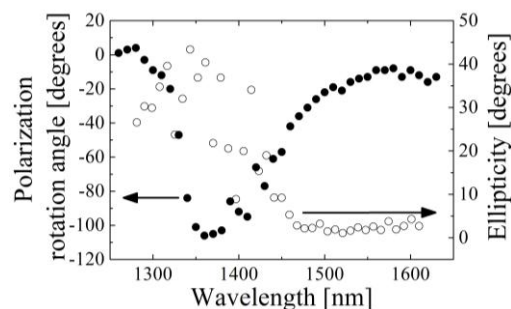


Fig.2: Wavelength dependence of polarization properties in the C_4 rotationally-stacked woodpile structure.