

半導体カイラルフォトニック結晶による円偏光真空場制御 ～スピン - 光子ハイブリッド量子系～

Control of the Circularly Polarized Vacuum Field by Chiral Photonic Crystals: Spin-Photon Hybrid Quantum Systems

京工繊¹, 東大ナノ量子機構², 東大生研³

○高橋 駿^{1,2}, 田尻 武義³, 太田 泰友², 館林 潤², 岩本 敏^{2,3}, 荒川 泰彦^{2,3}

Kyoto Inst. of Tech.¹, NanoQuine, Univ. of Tokyo², IIS, Univ. of Tokyo³ ○Shun Takahashi^{1,2},

Takeyoshi Tajiri³, Yasutomo Ota², Jun Tatebayashi², Satoshi Iwamoto^{2,3}, Yasuhiko Arakawa^{2,3}

E-mail: shuntaka@kit.ac.jp

スピントロニクスや量子情報処理技術で必要不可欠な固体中の電子/正孔スピンは、その磁気モーメントを利用して、外部磁場による制御が行われてきた。一方で、光の円偏光が固体中のスピンの一つ一つと結合することから、円偏光によるスピンの制御も単一量子レベルで行われており、スピン量子ビットの初期化や量子中継器などに応用されている。本研究では、後者の円偏光光子-スピン結合したハイブリッド量子系に対して、円偏光における電磁場の対称性と等価なカイラル構造を用いることで、幾何構造-円偏光結合を付加し、幾何構造によるスピン制御を実現することを目的としている。これによって、円偏光真空場制御による単一スピンの高効率な読み出しなど、小規模な量子コヒーレンスの制御によって可能となる科学技術への応用が期待できる。

本研究で用いる典型的なフォトニック構造は、500 nm 周期で面内にストライプ構造をもつ半導体薄膜を 60°面内回転させながら積層させた3回対称回転積層型 woodpile 構造である (Figs. (a), (b))。この構造は左右円偏光を固有偏光とするフォトニックバンド構造を形成し、一方の円偏光の状態密度が存在しない円偏光バンドギャップが現れる。したがって、広帯域で光学活性を示した[1, 2]ほか、構造内部に量子ドット発光体を導入すると、一方の円偏光が高い強度で得られた[3]。左右円偏光の自然放出レートの違いも確認された[4]ことから、カイラルフォトニック結晶内部の真空場の円偏光成分が構造によって大きく変調されたことを示した。本講演では、円偏光共振器などの結果も紹介し、カイラル構造における円偏光光子とスピンのハイブリッド量子系の応用を展望する。

謝辞: 本研究は JSPS 科研費 16H06085、特別推進研究 15H05700、および新学術領域研究 15H05868 により遂行された。

参考文献: [1] S. Takahashi, *et al.*, *Opt. Express* **21**, 29905 (2013), [2] S. Takahashi, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **105**, 051107 (2014), [3] 高橋駿, 他, 応用物理学会学術講演会, 春季第 62 回 12p-A10-13 (2015), [4] 高橋駿, 他, 応用物理学会学術講演会, 秋季第 76 回 16a-2A-8 (2015).

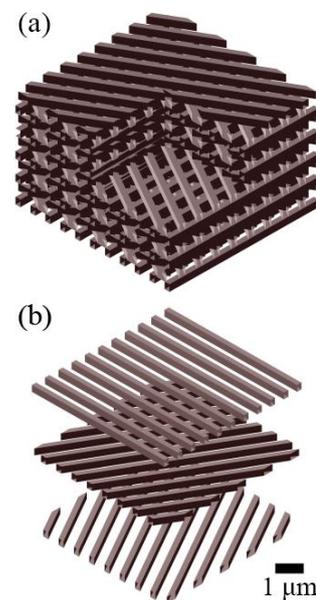


Fig. (a) Schematic of the studied structure. (b) Single helical unit extracted from (a).