

非空間反転対称磁性体の作製と新規スピン光機能の探索

Fabrication of Noncentrosymmetric Magnets and Exploration of Novel Spin-Photonics Functionality

▶ **ユーザー氏名** 松原 正和 / Masakazu Matsubara
(東北大学、JSTさきがけ / Tohoku University, JST PRESTO)

▶ **実施機関担当者** 本田杏奈、大島大輝、加藤剛志 / Anna Honda, Daiki Oshima, Takeshi Kato
(名古屋大学 / Nagoya University)

KEY WORDS

Magnetic Metamaterials, Broken Inversion Symmetry, Photo-induced Spin Current, Light Polarization, Spintronics

概要 | Overview

近年、電子が持つ小さな磁気の性質(スピン)を積極的に利用するスピントロニクスが、低消費電力な機能デバイス実現の観点から注目を集めている。スピントロニクス機能の多くは、スピン流(スピンの流れ)によって駆動されるため、スピン流の革新的な生成・制御手法の開拓が求められていた。本課題では、ナノ空間の対称性を人工操作した磁性メタマテリアルを新たに作製し、室温かつ超高速で、スピン流の伝搬方向や大きさを光パルスの偏光状態により完全制御する新原理を開拓した。

In recent years, spintronics, which actively use the spin of electrons, has attracted attention from the viewpoint of realizing functional devices with low power consumption. The functions of spintronics are driven by a spin current, and innovative methods to generate and control the spin current have been required. In the present study, magnetic metamaterials with nano-scale broken inversion symmetry were fabricated, and the propagation direction and magnitude of spin current were found to be successfully controlled at room temperature and at ultra-high speed by the polarization of light pulses.

磁性メタマテリアルの作製

Fabrication of Magnetic Metamaterials

光ガルバノ効果は、物質に外部電場を印加することなしに、光照射のみにより方向性を持つ直流電流が流れる現象である。この電流にスピンの自由度を付与することができれば、光によりスピン流を生成・制御することが可能になると期待される。対称性をういた考察から、3回回転対称性と垂直磁化を同時に持つ特殊な物質がスピン流の完全光制御に適していることが分かり、垂直磁化を持つ強磁性体金属であるCo/Pt多層膜に下図のような人工的な非反転対称ナノ構造を付与した磁性メタマテリアルを作製した。加工前後での磁気特性に変化はなく、ダメージレスで磁性メタマテリアルを作製することができた。

光パルスによるスピン流完全制御

Control of Spin Current by Pulsed Light Illumination

作製した磁性メタマテリアルに光パルスを照射したところ、i) バイアス印加なしで超高速のスピン流が流れる [超高速応答機能]、ii) スピン流の伝搬方向およびスピンの向きを、磁性メタマテリアルの垂直磁化の向きにより反転できる [磁気スイッチ機能]、iii) 光パルスの偏光方向を変えると、スピン流を意図する方向に伝搬させることができる [伝搬方向制御機能]、iv) 光パルスの楕円率角を変えると、スピン流の大きさを制御できる [強度制御機能]、ことなどが分かった(下図)。これから、スピン流を完全光制御する革新的な光スピントロニクス機能の基礎原理を開拓した。

