

| | |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 課題番号 | : F-20-NU-0006 |
| 利用形態 | : 共同研究 |
| 利用課題名 (日本語) | : 非反転対称磁性体の作製と新規スピン光機能の探索 |
| Program Title (English) | : Fabrication of noncentrosymmetric magnets and exploration of novel spin-photonics functionality |
| 利用者名 (日本語) | : 関根大輝, 辻悠汰, 村山尚紀, 松原正和 |
| Username (English) | : D. Sekine, Y. Tsuji, N. Murayama, <u>M. Matsubara</u> |
| 所属名 (日本語) | : 東北大学大学院理学研究科 |
| Affiliation (English) | : Graduate School of Science, Tohoku University |
| キーワード/Keyword | : リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング、光メタマテリアル、非線形光学測定 |

1. 概要 (Summary)

近年、時間反転対称性 \mathcal{T} および空間反転対称性 \mathcal{P} を同時に破る磁気空間構造や物理現象が注目を集めている。例えば、 \mathcal{T} と \mathcal{P} を同時に破る渦状のスピン配列は、電気（電流）磁気効果や非相反光学・輸送現象の起源となる重要な秩序であることが明らかとなってきた。

本研究では、ある種のナノ磁性体中に発生する電子スピンの渦（磁気渦）を光の波長より十分に小さな構造を持つ人工物質で実現し、そのような特殊な磁気秩序による新規な非線形光学効果の創出を目指した。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

電子線露光装置、8 元マグネトロンスパッタ装置、ECR-SIMS エッチング装置、原子間力顕微鏡

【実験方法】

マグネトロンスパッタ、電子線露光装置、エッチング装置を用いて、ナノ磁性体周期構造を作製した。また、原子間力顕微鏡 (AFM) や磁気力顕微鏡 (MFM) を用い、試料の評価を行った。

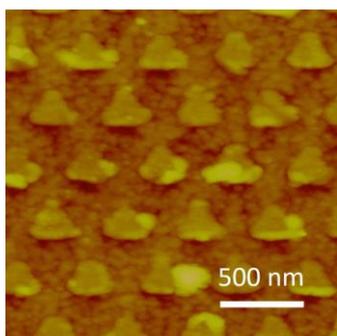


Fig. 1 AFM image of periodic arrangement of permalloy (NiFe) nanomagnets.

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

軟強磁性体のパーマロイ (NiFe) 薄膜を用い、一辺が約 280 ナノメートル、厚さ約 50 ナノメートルの三角形のナノ磁性体周期構造を作製した。厚さ方向の電流測定が可能になるよう特別な設計を施した試料の典型的な原子間力顕微鏡 (AFM) 像を Fig. 1 に示す。三重回転対称性を有する非反転対称磁性体を作製することに成功した。また、MFM を用いた磁気イメージにより、磁気渦の発現に由来する像を観察することに成功した。さらに、マクロな磁化を持たない特殊な渦状スピン配列により、光を照射した際に印可電場無し (ゼロバイアス) で試料の厚さ方向に光電流が流れることが明らかになった。

4. その他・特記事項 (Others)

・共同研究者: 加藤剛志 教授、大島大輝 特任助教 (ともに名古屋大学)

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) 辻悠汰, 村山尚紀, 関根大輝, 松原正和, 日本物理学会第 76 回年次大会, 令和 3 年 3 月 12 日.
- (2) 村山尚紀, 辻悠汰, 関根大輝, 松原正和, 日本物理学会第 76 回年次大会, 令和 3 年 3 月 13 日.
- (3) 関根大輝, 佐藤佳史, 石原照也, 松原正和, 日本物理学会第 76 回年次大会, 令和 3 年 3 月 14 日.

6. 関連特許 (Patent)

なし。