

課題番号 : F-15-TT-0031
 利用形態 : 共同研究
 利用課題名(日本語) : 外場を用いたフェリ磁性体の補償温度・磁気異方性制御
 Program Title (English) : Control of compensation temperature and magnetic anisotropy in ferrimagnets by external means
 利用者名(日本語) : 千葉大地
 Username (English) : Daichi Chiba
 所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科
 Affiliation (English) : Faculty of engineering, The University of Tokyo

1. 概要(Summary)

強磁性体に磁界を加えると歪みが生じる(磁歪効果)。その逆に、故意に歪みを加えると、磁化方向が変化する(逆磁歪効果)。本研究では、フレキシブル基板上に製膜した垂直磁化フェリ磁性体に 2 %程度の巨大な引っ張り歪みを加えた。その結果、磁化方向が膜面垂直から面内方向に変化することを確認した。変化はリバーシブルであり、磁気異方性エネルギーの変化量としては史上最大級の値を得ることができた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

スパッタ(磁性材料)蒸着および分子線エピタキシー複合装置 他、東大所有の装置

【実験方法】

豊田工大微細加工プラットフォームにおいて、ポリエチレンナフタレート製フレキシブル基板上にフェリ磁性体である TbFeCo の薄膜を製膜していただいた。東大にて、アルゴンイオンミリングを用いて基板上の TbFeCo 膜をホールバー形状に加工した[Fig. 1(a)]。次に、外部磁界が印加可能な装置内に、自作の小型引っ張り試験機[Fig. 1(b)]を導入し、TbFeCo に応力(引っ張り歪み)を加えながら、異常ホール効果の測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

2 %の引っ張り歪の印加により、垂直から面内への磁化容易軸のスイッチが観測された[Fig. 1(c)]。通常の金属では 0.1 %程度の引っ張りにより塑性変形が起こるが、本研究で用いた薄膜は数ナノメートルと極めて薄いため、2%程度の巨大な引っ張り応力をリリースした後も、特性が完全に復元することが確認された。歪みによる磁気異方性エネルギーの変化量は $1.2 \times 10^5 \text{ J/m}^3$ であった。これは逆磁歪効果によるものとしては史上最大級の値であった。

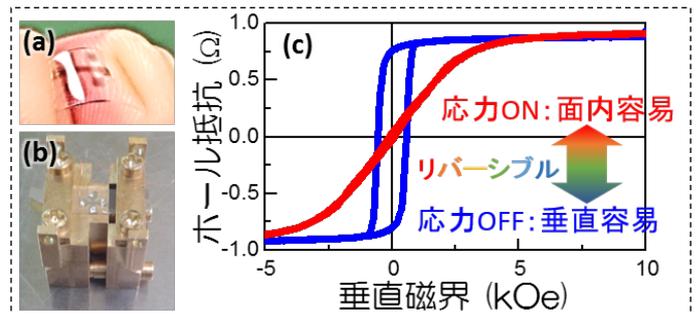


Fig. 1: (a)Hall bar device made of TbFeCo on the flexible substrate. (b)The tensile machine and the sample equipped on it. (c)Magnetization M curves without and with tensile strain ($\varepsilon = 2 \%$). Perpendicular magnetic field of 5 kOe was needed to saturate M at $\varepsilon = 2\%$, whereas remanent perpendicular M was confirmed at $\varepsilon = 0$.

4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者: 豊田工業大学 栗野博之教授、兵庫県立大学 生津資大准教授、早稲田大学(現名古屋大学) 竹延大志教授

本研究の一部は、科研費基盤研究(S)(25220604)および村田学術支援財団の支援を受けて行われた。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) S. Ota, H. Awano, and D. Chiba *et al.*, *Appl. Phys. Exp.* **9** (2016).
- (2) S. Ota, H. Awano, and D. Chiba *et al.*, 第 20 回スピニ工学の基礎と応用(PASPS-20), 平成 27 年 12 月 3 日。(口頭)
- (3) S. Ota, H. Awano, and D. Chiba *et al.*, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 平成 27 年 9 月 13 日。(口頭)
- (4) S. Ota, H. Awano, and D. Chiba *et al.*, 20th International Conference on Magnetism(ICM), 平成 27 年 7 月 9 日。(口頭)

6. 関連特許(Patent)

なし。