

## C-5

## 磁化による二値化磁気電気変換素子に向けた TbFe 系合金薄膜の異常ホール電圧の計測

## Measurement of anomalous hall voltage of TbFe Alloy thin film for binarization by magnetization

宋嘉浩<sup>1</sup>, 笠谷雄一<sup>2</sup>, 吉川大貴<sup>3</sup>, 塚本新<sup>3</sup>Yoshihiro Sou<sup>1</sup>, Yuichi Kasatani<sup>2</sup>, Hiroki Yoshikawa<sup>2</sup>, Arata Tsukamoto<sup>2</sup>

In this paper, the anomalous Hall voltage is maintained due to the environmental resistance of the rare -transition ferrimagnetic alloy for the detection of the binary change of the current magnetic effect due to the fast magnetization reversal, and the TbFe alloy is studied to increase the vertical magnetic anisotropy. The effect of anomalous hall was examined. We measured the voltage perpendicularly induced by magnetic field and in plane electric current with TbFe Ferrimagnetic thin film sample. As a result, Anomalous Hall effect voltage several tens of times higher than that of Fe alone was detected.

**1はじめに** 垂直磁気異方性を有する希土類金属(RE)-遷移金属(TM)合金フェリ磁性体では、室温における超高速全光型磁化反転現象<sup>[1]</sup>(AOS)に代表される超短時間の特異な磁化ダイナミクスが報告されている。また、電流磁気効果の一つである電流と磁化の向きとともに垂直方向に電圧が発生する異常ホール効果が Fe 単体に比べ比較的大きいこと<sup>[2]</sup>が報告されている。特に角型比の良い垂直磁化膜が得られる事から、明瞭な出力電圧の二値化が可能である。これにより、垂直磁気異方性を持つ RE-TM 系合金において異常ホール効果を用いることで、AOS による高速な磁化反転から二値の電気信号が出力できると考えられ、高速なスイッチング素子などのデジタルデバイスの創出が期待できる。先行研究では RE-TM 系合金として GdFe を用いて、AOS の異常ホール効果測定が行われた。しかし、保磁力水準が低いことから、環境耐性の観点にて高保磁力を有する材料も望まれている。そこで、大きな異常ホール電圧を保持し、垂直磁気異方性の増大検討として、異常ホール効果に寄与するスピン軌道相互作用が Gd と異なる Tb を希土類金属として用いた。本稿では TbFe 系合金薄膜における異常ホール効果の計測を行った。

**2実験方法** マグネトロンスパッタリング法によって Si 基板上に製膜した SiN (60 nm)/TbFe (20nm)/SiN (5 nm) の試料を用い、本検討を行った。本試料は超電導量子干渉素子型磁束計—振動試料型磁力計(SQUID - VSM)による磁化計測から膜面垂直方向に磁化容易軸を持つことを確認し、かつ磁気光学ファラデー効果による計測から Fe の副格子磁化  $M_{TM}$  と Tb の副格子磁化  $M_{RE}$  が  $M_{TM} > M_{RE}$  であることを確認した。電気磁気測定装置で膜面内方向に 0.1mA の電流を印加し、膜面垂直方向に磁場を掃引し、電流と磁場の外積方向の電圧を 300 K において四端子計測を行った。

**3実験結果** 遷移金属元素由来の副格子磁化が優勢となる TbFe 薄膜試料および Fe 単体薄膜における膜面内かつ印加電流と垂直方向に生じた電圧  $V_x$  を fig.1 に示す。TbFe において外部磁場を +5 kOe から 0 kOe に掃引したときの電圧を  $V_x(+H_0)$ 、-5 kOe から 0 kOe に掃引したときの電圧を  $V_x(-H_0)$  とすると  $V_x(+H_0)$  と  $V_x(-H_0)$  の電位差は 0.73 mV であった。参照資料である Fe 単層膜と比較し同一磁場印加範囲において数十倍の値が得られている。また、 $H = \pm 2$  kOe において急峻に  $V_x$  が変化しており、SQUID - VSM による磁化測定(fig.1 内挿入図)からこれらのことから TbFe では異常ホール効果が生じており、Fe 単体に比べ数十倍大きいことを明らかにした。

**4謝辞**

本研究は JSPS 科研費 21K04184 の助成を受けたものである。また、本研究では一部について修了生蜂須賀 裕重氏の実験結果を使用しましたため、謝意を表す。

**5参考文献**

- [1] C.D. Stanciu, F.Hansteen, A.V. Kimel, A. Kirilyuk A. Tsukamoto, A. Itoh, and Th. Rasing Phys review letters PRL99,047601 (2007)  
[2] H.Hiroshige. Hachisuka et al., 第 42 回日本磁気学会学術講演概要集, 14aC-1 (2018)

1: 日大理工・学部・電子 2: 日大理工・研究所研究員 3: 日大理工・教員・電子工学

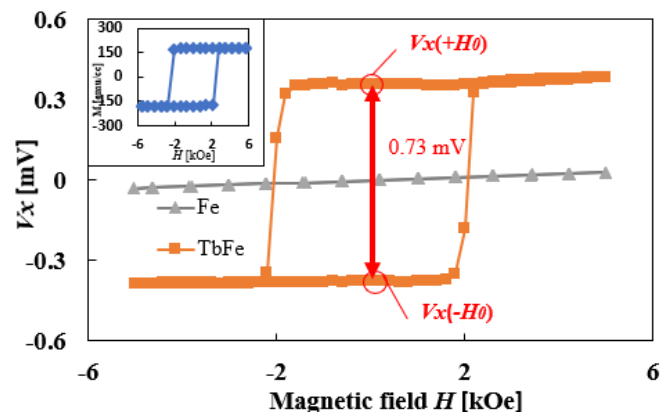


fig.1 Magnetic field dependence of anomalous hall voltage on Fe and TbFe thin films