

フェリ磁性 TbFeCo 薄膜における異常ホール効果の膜厚依存性

Thickness dependence of Anomalous Hall effect in ferrimagnetic TbFeCo thin films

○ 安藤 亮¹, 小峰 啓史¹, 佐藤 汐莉², 金田 真悟², 原 嘉昭² (1. 茨城大, 2. 茨城高専)

○ Ryo Ando¹, Takashi Komine¹, Shiori Sato², Shingo Kaneta², Yoshiaki Hara²

(1. Ibaraki Univ., 2. NIT, Ibaraki College)

E-mail: takashi.komine.nfm@vc.ibaraki.ac.jp

近年、電流/電圧によるスピンの直接制御が盛んに研究されており、補償組成近傍のフェリ磁性 TbFeCo 薄膜も興味深い候補材料の一つである^[1]。希土類 (RE)-遷移金属 (TM) 合金のフェリ磁性体では、希土類組成により異常ホール抵抗が符号を変えることが報告されており^[2]、我々は、強磁場においてフェリ磁性 TbFeCo 薄膜の異常ホール効果の符号が温度上昇とともに反転することを以前に報告した^[3]。本講演では、異常ホール効果の符号反転の原因を詳細に調べるため、同じ系における異常ホール効果の膜厚依存性を報告する。

試料は RF マグネトロンスパッタリング装置を用いて作製し、ガラス基板上に AlN(25nm)/Tb-Fe-Co(t_{TFC})/AlN(5nm) の積層膜を形成した。ICP 発光分析により Tb-Fe-Co 薄膜の組成は、補償組成よりも RE-rich であることがわかっている。メタルマスクによりホールバーを作製し、Quantum Design の PPMS を用いて、温度 5K~400K、磁場 $\pm 9\text{T}$ の範囲で異常ホール抵抗を評価した。

膜厚 t_{TFC} の異なる TbFeCo 薄膜における異常ホール抵抗率の温度依存性を図 1 に示す。代表的な異常ホール抵抗の磁場依存性も図中に示した。膜厚 50nm では異常ホール抵抗の符号反転は起こらず、異常ホール抵抗の符号から RE-rich であると判別できる。一方、10nm, 20nm の試料では、温度上昇とともに符号が反転し、見かけ上 RE-rich から TM-rich に変化する。また、符号が反転する温度も膜厚増加とともに高くなっていることがわかる。さらに、5nm では異常ホール抵抗の符号から TM-rich であると考えられる。最近、X. Li らは TbFeCo 薄膜において、RE-rich なノ構造と TM-rich なノ構造が共存することを STEM-EDS や磁気抵抗から議論しており^[4]、本研究では、界面に TM-rich なクラスターが偏析した構造を仮定することで実験結果を解釈することが出来る。

簡易な二層モデルで異常ホール抵抗率を解析したところ、構成する二層の異常ホール角の和が積層構造膜における異常ホール角として観測出来ることが明らかとなった。講演では、磁化状態の数値解析と実験結果の関係についても議論する予定である。

【謝辞】本研究の一部は、科学研究費補助金(基盤研究(B)), SCAT 研究助成, 御器谷財団研究助成の支援により行われました。

【参考文献】

[1] T. Komine *et al.*, *J. Appl. Phys.* **109**, 07D503 (2011).

[2] T. Hatori, M. Okuda, and S. Nakagawa, *J. Appl. Phys.* **99**, 08C513 (2006).

[3] 小峰他, 第 77 回 応用物理学会秋季学術講演会 [13p-P8-3] (2016).

[4] Xiaopu Li *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **108**, 012401 (2016).

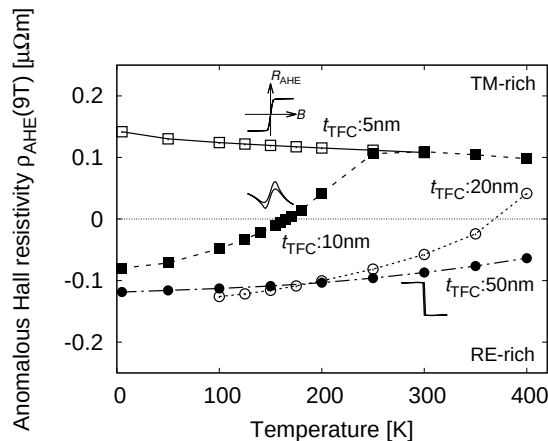


Fig.1 Temperature dependence of Anomalous Hall resistivity in TbFeCo thin films with various thickness.