

GdFe 合金フェリ磁性薄膜における異常ネルンスト効果の測定

Measurement of Anomalous Nernst Effect in GdFe alloy ferrimagnetic thin film

○小林祐希¹, 笠谷雄一², 塚本新³*Yuki Kobayashi¹, Yuichi Kasatani², Arata Tsukamoto³

Abstract: The anomalous Nernst effect has been extensively studied in perpendicular magnetized crystalline ferromagnetic thin films. In this report, we measured the anomalous Nernst effect in different composition ratios Gd_xFe_{100-x} alloy ferrimagnetic thin films. The voltage perpendicular to both the temperature gradient and magnetization varied with the temperature gradient and magnetization direction.

はじめに 環境温度を利用した電圧駆動IoTセンサーの自立電源への応用に向けて、磁気熱電効果の一つである異常ネルンスト効果(Anomalous Nernst Effect : ANE)が注目されている。これまでは $L1_0$ -FePt や Mn 系合金等の膜面垂直磁化を有する結晶系強磁性薄膜における検討が盛んに進められている^[1]。一方で非晶質やフェリ磁性薄膜における ANE の報告例は少ない。そこで、膜面垂直磁化を形成可能で、ANE 未検討材料である非晶質 GdFe 合金フェリ磁性薄膜に着目した。先行研究において $L1_0$ -FePt 等では ANE と異常ホール効果(Anomalous Hall Effect : AHE)の正の相関も併せて報告されており^[2]、GdFe 合金薄膜は AHE が Fe 単体に比べ増大することが報告されている^[3]ことから、GdFe 合金薄膜での ANE の発現が期待できる。本稿では、GdFe 合金薄膜における ANE の測定を目的として、膜面内方向に温度勾配を与えた際、磁化と温度勾配の外積方向に生じる電圧を測定した。

実験方法 マグネトロンスパッタリング法により製膜した膜面垂直磁気異方性を有する試料 A: SiN(5 nm)/Gd₂₀Fe₈₀(20 nm)/SiN(10 nm)/Si sub., B: SiN(5 nm)/Gd₃₀Fe₇₀(50 nm)/SiN(5 nm)/Si sub. を用いた。膜面垂直方向に外部磁界 H を印加し、膜面内方向に温度勾配 ∇T を与え、それらに直交する膜面内方向の電圧 V_x を測定した。

測定結果と考察 試料温度及び温度勾配により変化する V_x の磁界依存性を Fig. 1 に示す。試料 A, B ともに温度勾配を与えることで V_x が生じ、外部磁界の掃引によって 0 Oe を境に V_x が急峻に変化した。また、ある印加磁界 H における電圧を $V_x(H)$ とすると、試料 A では $V_x(+H) > V_x(-H)$ であるのに対し、試料 B では $V_x(+H) < V_x(-H)$ となり逆方向の印加磁界における V_x の大小関係が試料 A, B で反転した。更に、温度勾配差 ∇T を変えて本測定を行うと、 ∇T の増大に伴い V_x の差分 $\Delta V = V_x(+H) - V_x(-H)$ が増大した。Fig. 2 に ΔV の温度勾配依存性を示す。以上より、今回測定を行った GdFe 合金フェリ磁性薄膜において ∇T を与えることで V_x が生じ、その中に磁化と ∇T の外積方向の起電圧 $V_N = \Delta V / 2$ を含むことを示す。 V_N の主たる成分は ANE によって生じたと推測する。なお、 $L1_0$ -FePt 等においても V_N が磁化と ∇T に比例することが報告されている^[1]。

謝辞 本研究 JSPS 科研費(21K04184)の助成を受けたものである。

参考文献

[1] M. Mizuguchi, “応用物理”, 90 巻 2 号(2021). [2] S. Nakatsuji, “応用物理”, 90 巻 4 号(2021). [3] H. Hachisuka *et al.*, 日本磁気学会学術講演概要集, 14aC-1(2018).

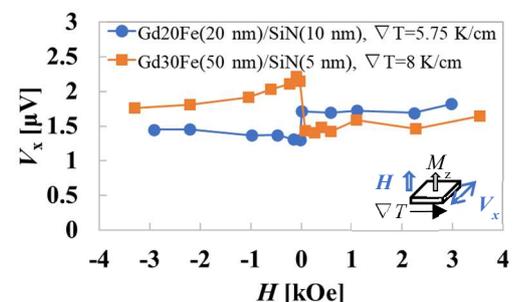


Fig. 1 Magnetic field dependence of the voltage V_x in the extrinsic direction of temperature gradient and magnetization

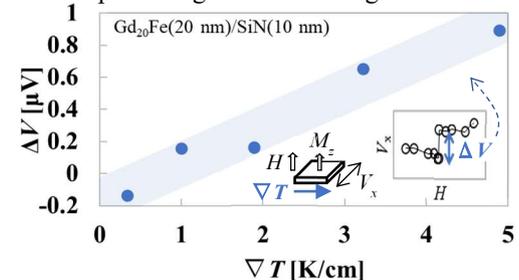


Fig. 2 Temperature gradient dependence of differential voltage ΔV at magnetization reversal