

GdFe フェリ磁性薄膜における温度勾配に起因する 横電圧誘起と横ゼーベック係数

Temperature gradient induced transverse voltage and transverse Seebeck coefficient in GdFe alloy ferrimagnetic thin film

日大院理工¹, 日大理工² ○小林 祐希¹, 笠谷 雄一², 塚本 新²

GST, Nihon Univ.¹, CST, Nihon Univ.², °Yuki Kobayashi¹, Yuichi Kasatani², Arata Tsukamoto²

E-mail: csyu21012@g.nihon-u.ac.jp

IoT センサーの自立電源の応用に向け、磁気熱電効果の研究が精力的に進められている。特に、強磁性規則合金における報告は活発であり、横ゼーベック係数 S_{xy} について体系的な検討が進められている^[1]。一方で、副格子磁化の反平行結合に由来し、正味の磁化の減少が生じ、かつ磁化の外部磁界応答特性および試料温度特性が柔軟に設計可能なフェリ磁性体を用いた横ゼーベック係数 S_{xy} の検討は未だ少ない。そこで、原子あたりの磁気モーメント量が大きく、かつ Fe の磁気モーメントと反平行結合する Gd の合金である GdFe フェリ磁性体に着目した。本研究では重希土類金属(hRE)-遷移金属(TM)アモルファス合金の GdFe フェリ磁性薄膜における温度勾配に起因する横電圧の外部磁界依存性につき検討を行うとともに、室温近傍における横ゼーベック係数 S_{xy} の試料温度依存性について報告する。

Si 基板上に、マグネトロンスパッタリング法により A: SiN(5 nm)/Gd₂₀Fe₈₀(20 nm)/SiN(10 nm), B: SiN(5 nm)/Gd₃₀Fe₇₀(50 nm)/SiN(5 nm) 多層膜を成膜した。膜面垂直(z)方向に外部磁界 H を印加し、膜面内(y)方向に温度勾配 ∇T を与え、それらに直交する膜面内(x)方向の電圧 V_x を測定した。また、接触型熱電対を用いて低温側試料温度 T_l , 高温側試料温度 T_h をそれぞれ測定した。

低温側試料温度 $T_l=300$ K において試料 A, B に 5 から 10 K/cm の温度勾配を与え、測定した V_x の外部磁界依存性を Fig. 1 に示す。試料 A, B ともに、 V_x の外部磁界に対するヒステリシスが測定された。このことから GdFe フェリ磁性薄膜においても温度勾配および磁化方向に起因する横ゼーベック電圧が生じたことが示唆される。また、印加磁界 $\pm H$ における V_x の差分を $\Delta V(H)=V_x(+H)-V_x(-H)$, 電極間距離を W として、 $\Delta V(H)/2=S_{xy}\nabla T \cdot W$ より求めた印加磁界 $H=3$ kOe における横ゼーベック係数 S_{xy} の符号が試料 A, B で反転した。hRE-TM 合金フェリ磁性体である TbFeCo 薄膜において、磁化補償組成に比べ TM 量が多い組成と RE 量が多い組成において横熱起電力の符号反転が報告されている^[2]。本研究で得られた横ゼーベック係数 S_{xy} の符号反転も、 $T_l=300$ K における組成変化による優勢副格子磁化の違いから印加磁界と副格子磁化の関係が反転することに起因すると考えられる。このような横ゼーベック係数 S_{xy} の温度勾配および試料温度に対する変化傾向について検討する。

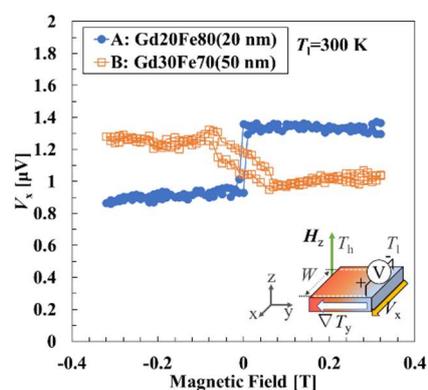


Fig. 1 External magnetic field dependence of transverse voltage V_x of GdFe thin films

[1] K. Hasegawa, M. Mizuguchi, Y. Sakuraba, T. Kamada, T. Kojima, T. Kubota, S. Mizukami, T. Miyazaki and K. Takanashi: *Appl. Phys. Lett.* **106**, 252405 (2015).

[2] R. Ando, T. Komine and Y. Hasegawa: *J. Elec. Mater.* **8**, 3570-3575 (2016).