

多結晶 YIG 薄膜のスピンゼーベック電圧と ギルバートダンピング定数の相関の解明

Elucidation of correlation between spin Seebeck voltage and Gilbert damping constant in polycrystalline YIG thin films

正木信也¹, 山田啓介¹, 黒川雄一郎², 塩田陽一³, 森山貴広³, 小野輝男³, 湯浅裕美², 嶋睦宏¹

岐阜大院自¹, 九大シス情², 京大化研³

S. Masaki¹, K. Yamada¹, Y. Kurokawa², Y. Shiota³, T. Moriyama³, T. Ono², H. Yuasa², M. Shima¹

Gifu Univ.¹, Kyusyu Univ.², Kyoto Univ.³

【緒言】ガーネット酸化物である $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (YIG) は、ギルバートダンピング定数(損失定数)が小さくスピン波を長距離伝搬できることから、非磁性金属(Pt など)との接合界面近傍で熱勾配があると、大きなスピンゼーベック電圧が誘起されるため、スピントロニクス分野において近年、注目を集めている^[1,2]。本研究では共沈法、スピンコート法およびアニールにより多結晶 YIG 薄膜を作製し、アニール温度を変数として薄膜の結晶構造、微細構造、磁気特性(飽和磁化, 損失定数)、スピンゼーベック電圧(V_{SSE})の変化を調べ、 V_{SSE} と損失定数の相関を明らかにすることを目的とした。

【実験方法】 Fe^{3+} , Y^{3+} の各硝酸水溶液を $\text{Fe}^{3+}:\text{Y}^{3+}=5:3$ の割合で混合し、アンモニア水溶液を滴下し pH 9.5 を保持しながら共沈法により YIG 前駆体を合成した^[3]。得られた YIG 前駆体をエタノール中に分散させ、スピンコート法により Si 基板上に塗布した。次に大気雰囲気下において、1073~1223 K の温度で 30 min アニールを行い、薄膜試料を作製した。XRD, SEM, SPM を用いて試料の構造を評価し、VSM, 強磁性共鳴(FMR), スピンゼーベック電圧測定により磁気特性を調べた。

【結果と考察】 $T_a=1173$ K でアニールし、作製した多結晶 YIG 薄膜試料のスピンゼーベック電圧 V_{SSE} の磁場依存性を図 1 に示す。温度差 ΔT の増加とともに V_{SSE} が増大する傾向が観測され、解析の結果、スピンゼーベック係数 S は $0.74 \mu\text{V/K}$ であった。この試料のスピンゼーベック係数 S および FMR 測定で得られた損失定数 α のアニール温度依存性を図 2 にまとめる。アニール温度の増加とともに S 値が減少し、損失定数 α は増大することを確認した。損失定数の増大は、多結晶 YIG 薄膜の平均粒子径に対する結晶子径の比がアニール温度とともに増大し、結晶子間の磁気的相互作用が大きくなることによると考えられる^[4]。 S 値が減少する傾向については、損失定数との相関があると考えられるが^[5]、他の要因(界面におけるコンダクタンス)の影響も考えられる。

【参考文献】[1] K. Uchida, et al., *Nature* **455**, 778 (2008); [2] K. Uchida, et al., *Appl. Phys. Lett.* **97**, 172505 (2010); [3] B. Huang, et al., *J. Alloys Compd.* **558**, 56-61 (2013); [4] 小木曾一磨 他, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 18p-PB1-57; [5] H. Chang, et al., *Sci. Adv.* **3**, 1601614 (2017).

【謝辞】本研究の一部は、京大化研 H29-31 年度・共同利用・共同研究の助成を受けて行われた。

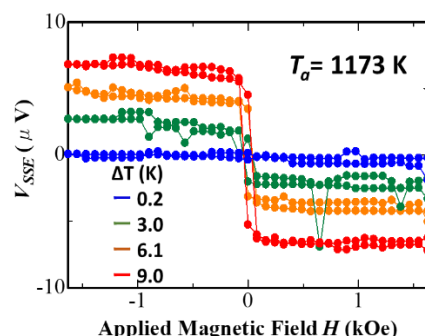


Fig.1 各温度差に対する V_{SSE} の磁場依存性.

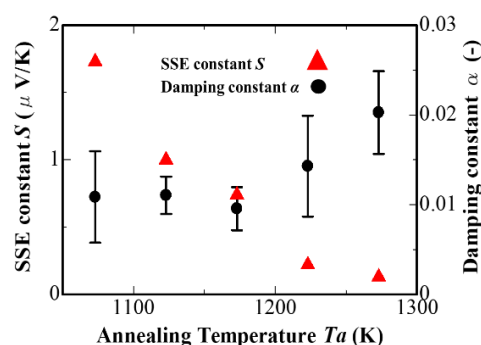


Fig.2. スピンゼーベック係数 S 、
損失定数 α のアニール温度依存性