

逆構造 GGG/Pt/YIG 積層膜のスピントリック効果

Spin Seebeck effect in inverse structure of GGG/Pt/YIG layers

アルバック¹, 東北大金研², 東北大 WPI-AIMR³, 原研⁴ ○野末竜弘¹, 吉川貴史^{2,3},
新関智彦³, 針井一哉³, 西橋勉¹, 村上裕彦¹, 齊藤英治^{2,3,4}

ULVAC, Inc.¹, IMR Tohoku Univ.², WPI-AIMR Tohoku Univ.³, JAEA⁴ ○Tatsuhiko Nozue¹,
Takashi Kikkawa^{2,3}, Tomohiko Niizeki³, Kazuya Harii³, Tsutomu Nishihashi¹, Hirohiko Murakami¹ and
Eiji Saitoh^{2,3,4}

E-mail: tatsuhiko_nozue@ulvac.com

スピントリック効果 (SSE) は、従来技術よりシンプルな構造の熱電変換素子を実現できるため、盛んに研究されている。しかし、得られる電圧はマイクロボルトのオーダーで、いわゆる性能指数は 10^{-3} 以下である。出力を大幅に改善する構造として、常磁性層と強磁性層を交互に積層する多層膜が報告された[1]。マグネタイト Fe_3O_4 と Pt を用いた多層膜で、Pt の層数分コンダクタンスを増加できるだけでなく、SSE 電圧も上昇することが実証された。この多層膜素子における SSE 増大現象には、強磁性層のスピントリック長が重要な役割を担っている。ゆえに、 Fe_3O_4 よりも 2 桁程度大きなスピントリック長を有する磁性絶縁体 $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (YIG) と Pt とを組み合わせた多層膜素子を実現できれば、従来の Pt/ Fe_3O_4 多層膜素子[1]よりもさらに高出力な SSE が発現すると期待される。しかし、Pt/YIG 素子を多層化するためには Pt 層の上に結晶性の良い YIG 層を形成する必要があるが、結晶構造が大きく異なる YIG の結晶化は困難であった。

多層構造への足がかりとして GGG/Pt/YIG の逆構造と、GGG/Pt/YIG/Pt のサンドイッチ構造の作製と評価を試みた。GGG(110) 基板に室温で Pt, YIG をマグネトロンスパッタ (アルバック九州製 QAM4-ST5) で成膜し、さらに熱処理することで、評価用 SSE 素子を得た。XRR から平坦な Pt/YIG 積層膜であることを確認したが、AFM 観察では YIG 表面にクラックが生じており、結晶方位の揃った YIG 膜となっていない。FMR スペクトルは複数のピークが重なり、590 Oe の幅を持っている。しかし、明瞭な SSE 電圧を得ることができた。図 1 に室温で測定した SSE 係数の磁場依存性を示す。GGG/Pt/YIG (赤) の SSE 係数は 200 Oe で $0.12 \mu\text{VK}^{-1}$ である。さらに Pt を成膜した GGG/Pt/YIG/Pt (青) では $0.20 \mu\text{VK}^{-1}$ と 1.8 倍に増強していた。SSE 係数向上の詳細について、当日会場にて議論する。

本研究は、JST, ERATO の支援を受けたものである。

[1] R. Ramos *et al.*, Phys. Rev. B, **92** (2015) 220407.

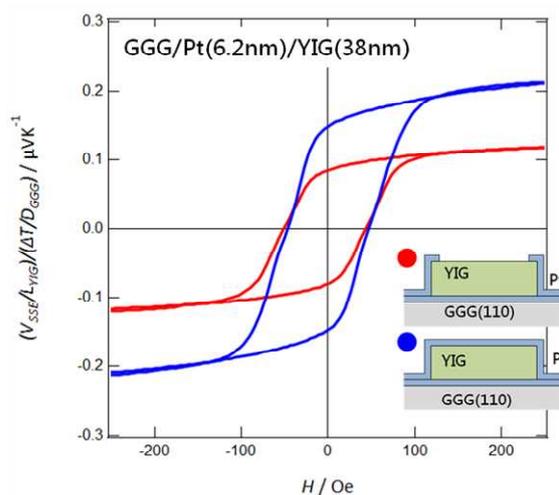


図 1. スピントリック係数の磁場依存性。