

熱励起スピンの流を用いた Dy のスピントール電圧測定

榊原有理^A、山野井一人^A、能崎幸雄^{A,B}
(慶大理工^A、慶大スピント研^{A,B})

Measurement of the spin Hall voltage of Dy using thermally excited spin current

Yuri Sakakibara^A, Kazuto Yamanoi^A, Yukio Nozaki^{A,B}

(^ADept. of Phys. Keio Univ., ^{A,B}Keio Spintronics Center)

背景

反強磁性体は THz 領域の超高速特性や、外部磁場への耐久性など優れた特性を有しており、その応用に向けた研究が盛んに行われている。さらに近年では、反強磁性体のスピン輸送特性に由来する興味深い物理現象が報告されている[1]。マンガン合金など副格子の磁気モーメントが反平行に配列したコリニアな反強磁性体に対し、希土類元素ジスプロシウム(Dy) は RKKY 相互作用によりノンコリニアならせん型の反強磁性特性を示すことで知られている。さらに Dy は、低温でらせん磁性から強磁性への磁気相転移が生じるため、磁気秩序とスピン輸送特性の相関を調べる系として最適である。そこで本研究では、マグネトロンスパッタリング法により Dy 薄膜を作製し、その結晶構造及び磁気特性の温度依存性を調べた。さらに、熱励起スピンの流を用いて Dy のスピントール効果を評価した。

実験方法と結果

スパッタ Dy 薄膜の結晶構造及び磁気特性を評価するために、熱酸化被膜付 Si 基板上に Ta(5 nm)/Dy(50 nm)/Ta(5 nm)を連続成膜した。ただし、Dy の成膜温度は室温と 350 °C の 2 種類と比較した。図 1(a)は 350 °C で成膜した Dy 薄膜に対し、200 mT の磁場を印加しながら測定した磁化の温度依存性である。176 K で磁化が極大を示した後、130 K 以下で磁化が急増した。これはそれぞれ、常磁性かららせん磁性、さらには強磁性への磁気相転移に伴う効果である。室温で成膜した場合には 176 K 付近の磁化の極大が消滅し、らせん磁性への磁気相転移が見られなかった。図 1(b) は 350 °C 成膜の Dy 薄膜について観察した二次元 X 線回折像である。室温成膜に比べて、hcp(002)の配向度が高く、これがらせん磁性発現に重要であることが分かった。

次に、熱励起スピンの流を用いたスピントール電圧の測定系を評価するため、まずはスピントール効果がよく知られている Pt を用いた対照実験を行った。Pt/NiFe 二層膜を作製し、その上にヒータ電極を取り付けて膜厚方向に熱勾配を与えて、NiFe から Pt への熱励起スピンの流を注入した。図 2 にスピントール電圧の Pt 膜厚依存性を示す。膜厚がスピン拡散長よりも厚い場合のスピントール電圧の理論式とのフィッティングにより Pt のスピン拡散長は 1.8 nm 程度と求められ、Pt の文献値とよく一致した[2]。発表では、らせん磁性を発現した Dy 薄膜に対して同様の実験を行い、Dy のスピントール角を評価した結果について議論する。

参考文献

- 1) V. Baltz, *et al.* Rev. Mod. Phys. **90**, 015005 (2018).
- 2) Kouta Kondou, *et al.* Appl. Phys. Express **5**, 073002 (2012).

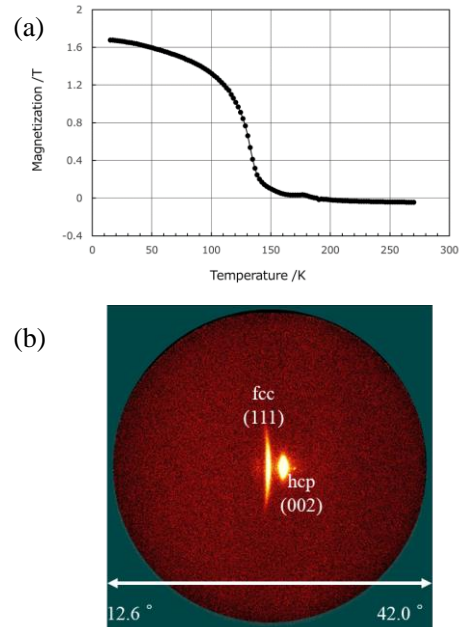


図 1. 成膜温度 350°C で作製した Dy 薄膜の (a)磁化の温度依存性と、(b)二次元 X 線回折像

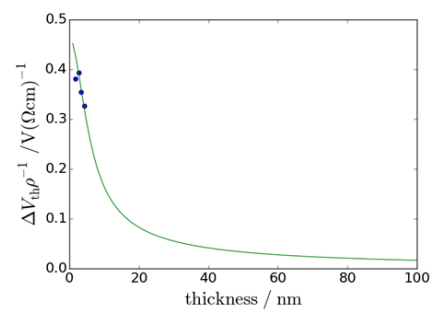


図 2. NiFe/Pt 二層膜におけるスピントール電圧の Pt 膜厚依存性