

反強磁性磁気構造に作用するスピントロニクスへの評価

増田啓人¹、関剛斎^{1,2}、窪田崇秀^{1,2}、高梨弘毅^{1,2}
 (¹東北大金研、²東北大 CSRN)

Characterization of Spin Hall Torque Acting on Antiferromagnetic Structures

H. Masuda¹, T. Seki^{1,2}, T. Kubota^{1,2}, and K. Takanashi^{1,2}
 (¹IMR, Tohoku Univ., ²CSRN, Tohoku Univ.)

はじめに

反強磁性体の持つ低い磁場感受率や高い磁気共鳴周波数を積極的に活用する反強磁性スピントロニクスが近年注目を集めている¹⁾。反強磁性スピントロニクスにおける課題の一つが、反強磁性磁気構造の磁化方向を効率的に操作する手法を確立することである。磁場感受率の低い反強磁性体に対して有効になると考えられるのが、電流通電によって発生するスピントロニクス効果の利用である。これまでの研究では、バルク反強磁性体とスピントロニクス効果の大きい非磁性物質 (Pt, Ta, W など) を組み合わせた系を用いて、電流と反強磁性磁気構造の相互作用が調べられてきた。しかしながら、バルク反強磁性体は磁区構造の制御性に乏しく、磁場による磁気構造の初期化が不可能などの技術的な問題点があり、磁気構造を制御しやすい系での系統的な研究が必要となっている。

反強磁性と電流の相互作用を系統的に調べるための一つの系として、Co-Gd アモルファス合金が考えられる。Co-Gd アモルファス合金では、Co と Gd の磁気モーメントが反平行に結合するため、合金組成を調整することで、マクロな磁気特性に対し支配的となる元素を制御できる。また、磁化が補償する組成が存在するため、補償フェリ磁性体となる組成では擬似的な反強磁性構造と電流の相互作用を調べることが可能となる。

そこで本研究では、組成を様々に変化させた Co-Gd アモルファス合金層と非磁性 Pt 層を積層化させた Co-Gd / Pt 薄膜試料を作製し、磁気特性および磁気伝導特性を評価した。特に、Pt 層のスピントロニクス効果を起源とするスピントロニクス磁気抵抗 (SMR) について組成依存性を調べ、異方性磁気抵抗効果 (AMR) の組成依存性と比較することで、反強磁性磁気構造に作用するスピントロニクス効果の理解を目指した。

また、Co-Gd / Pt 薄膜試料に加え、人工反強磁性体である反強磁性結合人工格子の作製を試み、人工格子におけるスピントロニクス効果の影響についても検討を行った。

実験結果

超高真空対応スパッタリング装置を用いて、熱酸化 Si 基板上に Cr (4 nm) / Co_{100-x}Gd_x (30 nm) / Pt (4 nm) の積層構造を有する薄膜試料を作製した。成膜温度は室温とした。Gd 濃度 x を増やすに連れ磁化の値は単調に減少し、 $x = 24$ at.% 近傍で磁化補償点となることが明らかとなった。これは $x = 24$ at.% を境に、Co-dominant な Co-Gd 合金から、Gd-dominant な Co-Gd 合金へと変化していることを意味している。AMR の組成依存性を調べた結果、 x の増加に対してその符号が反転することが明らかとなった。一方で、SMR は組成によらず同じ符号を示した。この結果は、AMR と SMR が全く異なる散乱メカニズムで生じていることを示唆しており、補償フェリ磁性体においてもスピントロニクス効果が磁化に作用することが示された²⁾。

講演時には、反強磁性結合人工格子におけるスピントロニクス効果の評価についても議論する予定である。

参考文献

- 1) T. Jungwirth, X. Marti, P. Wadley, and J. Wunderlich, *Nature Nano.* **11**, 231 (2016).
- 2) W. Zhou, T. Seki, T. Kubota, G. E. W. Bauer, and K. Takanashi, arXiv:1805.02827.