

Cu 及び Pt を用いたスピン渦度結合によるスピン流生成

栗宗 勇貴^A, 能崎 幸雄^{A,B}
(慶大理工^A, 慶大スピン研^B)

Spin current generation via spin vorticity coupling using Cu and Pt

Yuki Kurimune^A, Yukio Nozaki^{A,B}

(^ADept. of Phys. Keio Univ., ^BKeio Spintronics Center)

はじめに

スピン渦度結合(spin vorticity coupling, SVC)とは、スピンと力学的回転による渦度が結合し、スピンと渦度の向きによってポテンシャルエネルギーに差が生じる現象である。この SVC を用いて、松尾らは表面弾性波の力学的回転からスピン流を生成する手法を提案した[1]。松尾らの計算によれば、SVC によるスピン流の大きさは、伝導体の伝導率やスピン緩和時間に比例し、スピン軌道相互作用(spin-orbit interaction, SOI)の弱い Cu や Al がスピン流生成源に適している。一方で松尾らは最近、流体を用いた SVC によるスピン流生成において、[1]とは別の SOI が寄与しない機構が存在することを理論的に示した[2]。そこで本研究では、SVC 効果における SOI の寄与に注目し、スピン流生成源として SOI の弱い Cu と SOI の強い Pt を用いて、表面弾性波によって生成されたスピン流の定量的な比較を行った。

実験方法

測定を行った素子の模式図を Fig.1 に示す。LiNbO₃ 圧電基板の上に 1 対のすだれ状電極(IDT)を形成し、IDT 間に NiFe(20 nm)/Cu(200 nm)または NiFe(20 nm)/Pt(200 nm)を成膜した。IDT に交流電圧を印加し、表面弾性波を二層膜に注入すると、非磁性層に SVC 由来の交流スピン流が生成される。これが検出層である NiFe 層に注入されることで、スピントランスファートルクによりスピン波が励起される。スピン波が励起されると透過マイクロ波が減衰するので、これをベクトルネットワークアナライザを用いて S₂₁信号として測定した。

実験結果

Fig.2 は表面弾性波が励起される周波数に固定したときの、透過マイクロ波の吸収強度 ΔP^{norm} の磁場依存性を表す。実線と破線は、それぞれ NiFe(20 nm)/Cu(200 nm)と NiFe(20 nm)/Pt(200 nm)の結果である。Fig.2 より、スピン波の励起周波数が表面弾性波の周波数と一致する磁場においてマイクロ波の吸収が見られた。吸収強度の大きさは、NiFe/Cu が NiFe/Pt よりも約 8.4 倍大きくなったが、スピン流の寄与を評価するには、Barnett 磁場が直接 NiFe 層の磁化を揺さぶる寄与を考慮する必要がある。当日は、松尾らの微視的理論により導出されたスピン流の式に基づき、マイクロ波吸収量のスピン流による寄与を定量的に考察する。

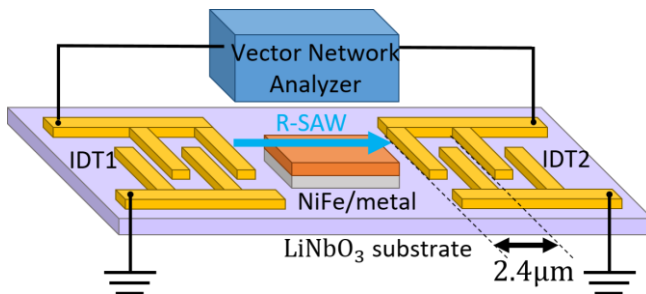


Fig.1 Experimental setup for observing spin wave excited by spin current injection.

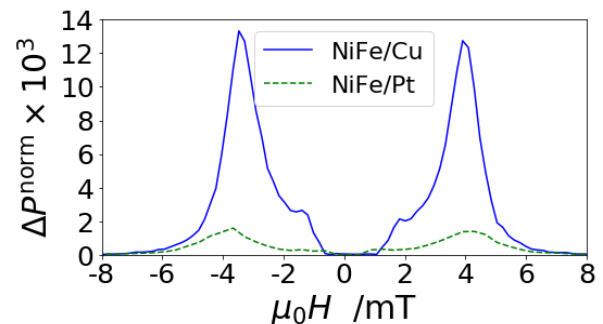


Fig.2 Magnetic field dependence of microwave absorption in NiFe/Cu (solid line) and NiFe/Pt (dashed line).

参考文献

[1] M. Matsuo *et al.*, Phys. Rev. B87, 180402(R) (2013). [2] M. Matsuo *et al.*, Phys. Rev. B96, 020401(R) (2017).