$Co_{0.75}Fe_{2.25}O_4$/Fe 構造における磁気層間結合強度の評価

Evaluation of interlayer exchange coupling between $Co_{0.75}Fe_{2.25}O_4$/Fe

筑波大学　　小林蒼季、柳原英人
Univ. of Tsukuba　S. Kobayashi, and H. Yanagihara
E-mail : s1920318@u.tsukuba.ac.jp

はじめに　反強磁性スピントロニクス[1]のように正味の磁化がキャンセルしたような磁気構造を対象としたスピントロニクスについて盛んに研究が行われている。強磁性金属(FM)と強磁性絶縁体(FI)間に反強磁性的な磁気層間結合(IEC)が働く系において、これを定量的に評価する手法について検討を行った。このような系では、FM 層の異常ホール効果(AHE)を測定することで反強磁性体の副格子と同等の情報が得られると期待される。本研究では、垂直磁化膜である $Co_{0.75}Fe_{2.25}O_4$[2]と、Fe との間に発現する IEC を利用して人工フェリ磁性構造を目指す。その第一段階として、IEC の結合強度(J_1)の定量的評価を試みた。

実験方法　反応性 RF マグネトロンスパッタリング法を用いて、MgO(001)研磨基板上に $Co_{0.75}Fe_{2.25}O_4$ (47 nm)/Fe(1~4 nm)/Cr cap(3 nm) 多層膜を作製した。試料作製後、ホールバー形状に微細加工を施し、Cr+Au 電極を設け、各 Fe 膜厚(t_{Fe})におけるホール抵抗率ρ_Hを測定した。$Co_{0.75}Fe_{2.25}O_4$ は絶縁性であるため、ホール効果測定では、Fe 層の磁化過程を反映した AHE 成分と、正常ホール効果成分が得られる。本研究では、原点付近での AHE 曲線のシフト量(交換バイアス磁場)($\mu_0 H_{eff}$)から、J_1 を評価した。また、得られた磁化過程から単位体積当たりのゼーマンエネルギーWを見積もり、J_1と界面磁気異方性K_sの分離を試みた。

実験結果　Fig. 1 に$\mu_0 H_{eff}$ - $1/t_{Fe}$プロットを示す。得られたプロットから、$\mu_0 H_{eff}$と$1/t_{Fe}$が比例関係にあることが確認できた。M_sをバルク Fe の飽和磁化としてJ_1を求めると、およそ−0.29 mJ/m² となった。Fig. 2 に$W \cdot t_{Fe}$ - t_{Fe}プロットを示す。Fig. 2 において、傾きは形状磁気異方性($\mu_0 M_s^2/2$)、切片は$J_1 + K_s$に対応しており、その大きさはそれぞれおよそ−2.15 mJ/m²、−1.82 mJ/m² となった。従って、$J_1 \approx -0.29$ mJ/m²、$K_s \approx -1.53$ mJ/m² 程度であることがわかった。

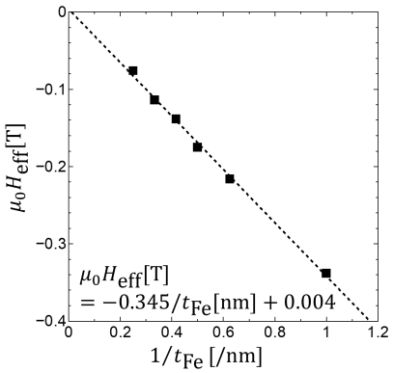

Fig.1 $\mu_0 H_{eff} - 1/t_{Fe}$ plot.

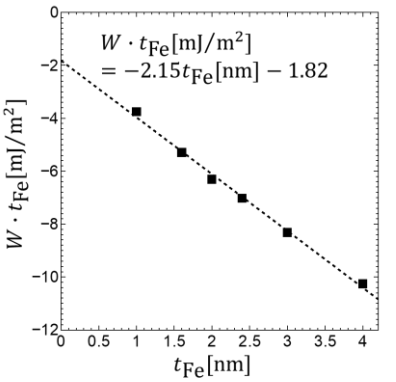

Fig.2 $W \cdot t_{Fe} - t_{Fe}$ plot.

【参考文献】

[1] T. Jungwirth, et al., Nature Nano. **11**, 231 (2016)
[2] T. Niizeki, et al., Appl. Phys. Lett. **103**, 162407 (2013)

© 2019年 応用物理学会