

エピタキシャル Fe/Ag/Cr 三層膜における 量子井戸形成に起因した界面フラストレーション

和田詠史^{*}、横山京祐^{**}、加藤健人^{**}、小野寺蓮^{**}、赤星大介^{***}、齊藤敏明^{***}
(*東邦大複合物性セ、**東邦大理)

Interfacial frustration originating from quantum well formation in epitaxial Fe/Ag/Cr trilayers

E. Wada^{*}, K. Yokoyama^{**}, K. Kato^{**}, R. Onodera^{**}, D. Akahoshi^{***}, T. Saito^{***}

(*Research Center for Materials with Integrated Properties, Toho Univ., **Dept. of Phys., Toho Univ.)

はじめに

前回我々はエピタキシャル Fe/Au/Cr 三層膜において、磁化のゆっくりとした緩和 (スローダイナミクス) を観測し、その緩和の程度 (磁気粘性 S) が Au 膜厚に依存して周期 $\sim 14.7\text{\AA}$ で振動する振る舞いを示すことを報告した。また、この結果をもとに量子井戸形成によりスピン分極した Au と Cr の界面における磁気フラストレーションモデルを提案した^[1]。今回我々は Fe/Ag/Cr 三層膜においても同様の S の振動を確認した。さらに、Ag/Cr 界面の乱れを変化させたときの S の振動的振る舞いについても調べた。これらの結果をもとに Fe/Ag/Cr 三層膜における上記界面磁気フラストレーションモデルの適用性について報告する。

実験方法

エピタキシャル MgO(001)/Cr(50 Å)/Ag(z Å)/Fe(40 Å)/Ag cap(20 Å)膜を MBE 法を用いて作製した。まず、MgO 基板を 600°C で 1 時間アニールした後、成長温度 400°C の条件下で Cr 層を堆積させた。その後成長温度 T_S ($=100^\circ\text{C}$, 75°C) にて Ag/Fe/Ag cap 層を堆積させた。各層堆積の度に RHEED 観察でエピタキシャル成長を確認した。Ag 中間層の膜厚 z は $z=0\text{\AA}$ から 40 Å まで変化させ、熱残留磁化 (M_{TRM}) の緩和が z に対してどのように変化するかを SQUID を用いて調べた。この際、まず 300 K で 500 Oe の磁場を印加し、その後 250 K まで 10K/min で冷却し、250K 到達直後に磁場を切り 10000sec 間残留磁化 M_{TRM} の時間変化を測定、という手順で行った。

実験結果

Fe/Ag/Cr 三層膜においても Fe/Au/Cr 三層膜同様全ての z , T_S の試料で M_{TRM} は $M_{\text{TRM}}=M_0-S\ln t$ の式で表わされるような長時間にわたる緩和を示した。ここで、 t は時間、 M_0 は定数、 S はこのスローダイナミクスの程度を表す量で磁気粘性と呼ばれる。Fig.1 は(a) $T_S=100^\circ\text{C}$ 、(b) 75°C の試料における飽和磁化 M_S で規格化された S の z 依存性である。これをみると、一定の膜厚 z_c より厚い z で振動が起こり、この z_c は $T_S=75^\circ\text{C}$ の試料の方が $T_S=100^\circ\text{C}$ の試料に比べて小さい。これは、Ag/Cr 界面のより平坦な $T_S=75^\circ\text{C}$ の試料の方が薄い z で量子井戸が形成されることによるものと考えられる。Ag は Au に比べて Cr 上にエピタキシャル成長しづらいが、Fe/Ag/Cr 三層膜についても、本実験の結果は Ag 量子井戸形成によりスピン分極した Ag と Cr の界面で磁気フラストレーションが起こるモデルを支持していると言える。

参考文献

1) 和田詠史 他、第 39 回日本磁気学会学術講演概要集、8pB-9 (2015)

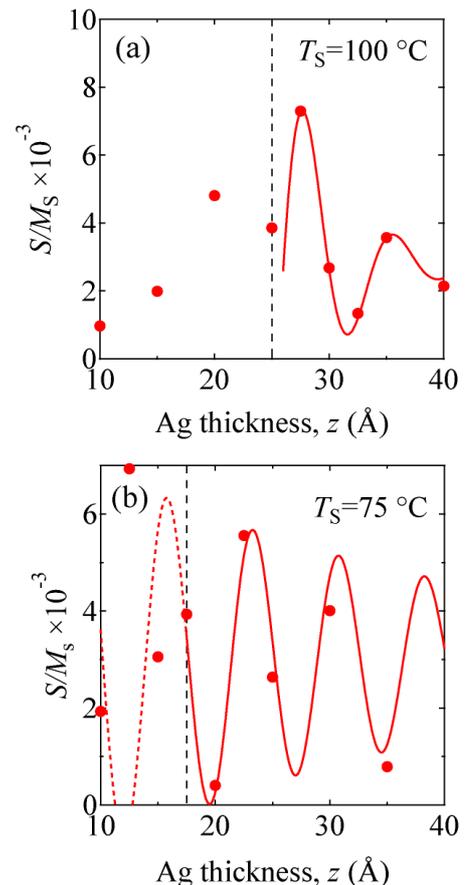


Fig.1 (a) 成長温度 $T_S=100^\circ\text{C}$ 、(b) $T_S=75^\circ\text{C}$ のサンプルにおける規格化された磁気粘性 S/M_S の Ag 膜厚 z 依存性。破線で示した膜厚から S/M_S の振動が始まる。