

エピタキシャル Fe/Au/Cr 三層膜における 量子井戸形成に起因した熱残留磁化のスローダイナミクス

和田詠史、落田佳耶、向井慶太、横山京祐、赤星大介、齊藤敏明
(東邦大)

Slow dynamics of thermoremanent magnetization due to quantum well formation
for epitaxial Fe/Au/Cr trilayers

E. Wada, K. Fukida, K. Mukai, K. Yokoyama, D. Akahoshi, T. Saito
(Toho Univ.)

はじめに

界面磁気フラストレーションの研究は、フラストレーション系や交換バイアス系における物理現象を理解する上で必要不可欠である。これまでに我々は、Fe/Cr 二層膜における数時間にもわたる熱残留磁化(M_{TRM})の緩和(スローダイナミクス)が界面磁気フラストレーションに起因することを報告してきた^{1,2}。我々は本研究で、エピタキシャル Fe/Au/Cr(001)三層膜においても、Fe と Cr の磁氣的結合が離れているにも関わらず、界面磁気フラストレーションを示唆するスローダイナミクスを観測した。これは Au 量子井戸形成によりスピントラップした Au 層と Cr 層の界面における磁気フラストレーションを示唆する。

実験方法

MgO(001)/Cr(50 Å)/Au(z Å)/Fe(40 Å)/Au(20 Å)は MBE 法で作製した。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, Au, Fe 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。Au 中間層の膜厚 z は $z=0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80$ Å とし、 M_{TRM} 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 間磁化の時間変化を測定、という手順で行った。

実験結果

M_{TRM} は全ての z の試料において $M_{TRM}=M_0-S\ln t$ の式で表わされるような長時間にわたる緩和(スローダイナミクス)を示した。ここで、 t は時間、 M_0 は定数、 S は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 は飽和磁化 M_S で規格化した S と保磁力 H_C の z 依存性である。 S/M_S は z に対して周期~14.7 Å の振動的振る舞いを示した。更に、この振動は H_C の z 依存性と大変似ていることがわかった。この振動の起源として我々は、「Au 量子井戸形成によりスピントラップした Au 層と Cr 層界面でのフラストレーションモデル」を提案する。Fe, Au, Cr の Δ_1 バンドに注目すると minority spin に対してのみ Au 量子井戸が形成され、これによって Au 中でスピントラップが生じる³。このとき、Au/Cr 界面に原子ステップが存在すると、そのスピントラップから、Fe/Cr 二層膜と同様に^{1,2}、界面磁気フラストレーションが生じ、それによってスローダイナミクスが起こるものと思われる。また、振動の周期は理論的に見積もった Au のスピントラップ率の振動の周期 (14.6Å) と良く一致しており、 S/M_S の振動が Au のスピントラップの振動に起因するという我々のモデルを支持していると言える。

参考文献

- 1) M. Nomura, *et al.*, J. Phys.:Conf. Ser. **320** (2011) 12042.
- 2) T. Hashimoto, *et al.*, Program and abstracts of the 8th international symposium on Metallic Multilayers (MML2013) 186.
- 3) T. Katayama, *et al.*, J. Magn. Magn. Mater. **126** (1993) 527

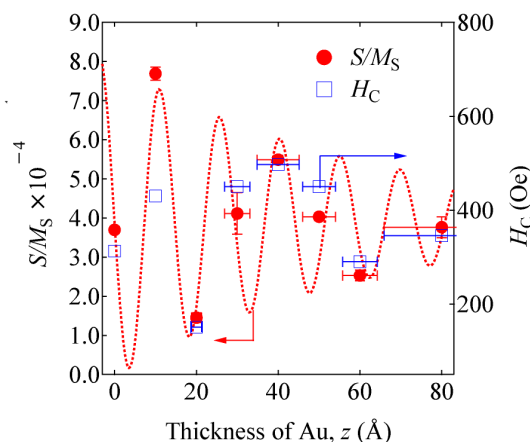


Fig.1 規格化された磁気粘性 S/M_S と保磁力 H_C の Au 膜厚 z 依存性