

Co₂Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si/Ag-Mg/Co₂Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si 素子における 膜面垂直通電型巨大磁気抵抗効果の測定温度依存性

窪田崇秀^{1,2}、伊奈幸佑¹、高梨弘毅^{1,2}

(¹ 東北大 金研, ² 東北大 スピントロニクス学術連携研究教育センター)

Temperature dependence of current perpendicular-to-plane giant magnetoresistance effect in

Co₂Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si/Ag-Mg/Co₂Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si devices

Takahide Kubota, Yusuke Ina, and Koki Takanashi

(¹ IMR, Tohoku Univ., ² CSRN, Tohoku Univ.)

はじめに

膜面垂直通電型の巨大磁気抵抗素子 (CPP-GMR 素子) は、面積抵抗積 (RA 値) $0.01 - 0.1 \Omega\mu\text{m}^2$ 程度の低抵抗領域において比較的大きな磁気抵抗変化率 (MR 比) が得られることから、次世代のハードディスクドライブ用の読み取りヘッドへの応用が期待されている¹⁾。とりわけ、強磁性層に高スピン偏極ホイスラー合金を用いた CPP-GMR 素子の発展が近年目覚ましく、実用化に向けた性能も視野に入りつつある²⁻⁴⁾。我々のグループは、これまでにホイスラー合金 Co₂(Fe-Mn)Si (CFMS) と、中間層材料として新規に $L1_2$ 規則相の Ag-Mg 合金を用いることで CPP-GMR 素子の高出力化が可能であることを示してきた⁵⁾。本研究では、いくつかの Ag-Mg 組成の CFMS/Ag-Mg/CFMS 素子を作製し、CPP-GMR 効果の測定温度依存性を調査した。Co₂MnSi (CMS)、CFMS といった Mn 元素を含むホイスラー合金を用いた素子においては、MR 比の測定温度依存性が 100 K 付近で極大値を示すことが報告されており、その原因の一つとして、C(F)MS/Ag 界面に拡散による磁性元素が存在し、極低温域においては、その局在モーメントによって伝導電子スピンの散乱されているという可能性が提案されている²⁾。Ag-Mg 中間層素子についても測定温度依存性を調べることで、層間の相互拡散の度合いの違いなどを議論することを目的とした。

実験方法

超高真空マグネトロンスパッタ装置を用い、MgO (100)単結晶基板/Cr (20 nm)/Ag (40 nm)/CFMS (20 nm)/Ag-Mg (5 nm)/CFMS (7 nm)/Ag (2 nm)/Au (5 nm)の積層膜を作製した。ここで、CFMS 層の組成は Co₂Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si とし、Cr 層と上部 CFMS 層成膜後に、それぞれ、650°C と 500°C でその場熱処理を行った。Ag-Mg 層は Ag と Mg の同時スパッタ法により成膜し、Mg 組成は 0 - 22at.%の間で変化させた。GMR 効果の評価は測定温度 4.2 K から 300 K において 4 端子法により行った。

実験結果

MR 比の測定温度依存性を評価した結果、極大値を示す温度は Mg 組成 0 (Ag 中間層) の素子の 75 K に対し、Mg 8at.%では 50 K と低温側へシフトした。更に 22at.%では 4.2 K までの測定で極大値は確認されなかった。文献 2)の解釈に倣うと、これは中間層への Mg 添加に伴い、Mn などの磁性元素の拡散が抑制された結果と考えられる。また、Mg 22at.%の素子の 4.2 K での MR 比は 165 %、 ΔRA は $44 \text{ m}\Omega\mu\text{m}^2$ であり、Ag 中間層²⁾と比較して MR 比は若干小さいものの、 ΔRA は 1.5 倍程度大きな値が得られることが明らかになった。

講演では他の組成を含め、詳細な温度依存性と CFMS/Ag-Mg 界面の微細構造などを議論する予定である。

謝辞

本研究の一部は日本学術振興会科研費 (25220910) 情報ストレージ研究推進機構 (ASRC) の支援を受けた。

参考文献

- 1) M. Takagishi *et al.*, IEEE Trans. Magn. **38**, 2277 (2010).
- 2) Y. Sakuraba *et al.*, Appl. Phys. Lett. **101**, 252408 (2012).
- 3) T. Nakatani *et al.*, Appl. Phys. Express **8**, 093003 (2015).
- 4) J.W. Jung *et al.*, Appl. Phys. Lett. **108**, 102408 (2016).
- 5) H. Narisawa, *et al.*, Appl. Phys. Express **8**, 063008 (2015).