

Co₂Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si/MgO/Co₅₀Fe₅₀ トンネル接合における磁気抵抗効果の下地層材料依存性

○孫 銘嶺^{1,2}、窪田 崇秀^{2,3}、高橋 茂樹⁴、川戸 良昭⁴、園部 義明⁴、高梨 弘毅^{2,3}

(1 東北大学大学院工学研究科 2 東北大学金属材料研究所

3 東北大学スピントロニクス学術連携教育センター 4 サムスン日本研究所)

Buffer layer dependent magnetoresistance effect in Co₂Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si/MgO/Co₅₀Fe₅₀ magnetic tunnel junctions

○Mingling Sun^{1,2}, Takahide Kubota^{2,3}, Shigeki Takahashi⁴, Yoshiaki Kawato⁴,

Yoshiaki Sonobe⁴ and Koki Takanashi^{2,3}

(1 Grad. School of Eng., Tohoku Univ., 2 IMR, Tohoku Univ.,

3 CSRN, Tohoku Univ. 4 Samsung R&D Institute Japan)

緒言

次世代不揮発性メモリの有力な候補として、スピン注入書込型の磁気ランダムアクセスメモリ (STT-MRAM) が注目を浴びている。特にギガビットクラスの記憶容量を実現するため、高いトンネル磁気抵抗 (TMR) 比を備えた垂直磁化型トンネル接合 (MTJs) が必須となる¹⁾。Co 基のフルホイスラー合金はスピン偏極率が 1 であるハーフメタル材料とされており、高 TMR 比実現に向けて有望な材料である。一方、その結晶構造は高対称な立方晶系であり結晶磁気異方性が小さいことから、垂直磁化ホイスラー合金実現のためには極薄膜の作製と界面磁気異方性の付与が不可欠である。我々のグループでは、Co₂Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si (CFMS) フルホイスラー合金に着目し、垂直磁気異方性の下地層材料(Pd, Ru 又は Cr)系統的に調べてきた²⁾。垂直磁化膜作製のために極薄膜化した CFMS 膜に於いては、下地材料等の拡散の影響でスピン分極率が低下することが懸念される。そこで本研究では、CFMS/MgO/Co₅₀Fe₅₀ (CoFe) MTJs における TMR 比の熱処理温度及び CFMS 層膜厚依存性を異なる下地層を用いた試料について調査することを目的とした。

実験方法

超高真空多元マグネトロンスパッタ装置を用いて、MgO(100)単結晶基板上に“下地層”/CFMS (t_{CFMS})/MgO (2 nm)/CoFe (5 nm)/Ir₂₂Mn₇₈ (10 nm)/保護層、 t_{CFMS} = 30 nm, 10 nm, 5 nm, 3nm, 0.8 nm とする積層試料を作製した。“下地層”は Pd, Ru 又は Cr とし、そのうち Pd 及び Ru 層は平坦性確保のために予め Cr 層を積層し、その上に成膜した。試料はフォトリソグラフィ、アルゴンイオンミリングとリフトオフ法で素子に微細加工した。素子加工後に真空中熱処理炉で 200°C から 500°C まで 50°C 刻みで熱処理を行った。TMR 効果の測定は室温で 4 端子プローバーを用いて行った。なお、測定時の印加磁場は全て面内方向である。

実験結果

t_{CFMS} = 30 nm、熱処理温度 400°C の条件では、下地層材料に依らず全ての試料で約 120% の TMR 比が得られた。 t_{CFMS} = 30 nm における TMR 比が減少し始める熱処理温度について、Ru 及び Cr 下地層は 500°C であったのに対し、Pd 下地層では 450°C で TMR 比が減少し始めた。一方、 t_{CFMS} = 5 nm における熱処理温度依存性は、Ru 及び Cr 下地層を用いた試料は t_{CFMS} = 30 nm の場合と同様であったが、Pd 下地層の場合には熱処理温度に依らず TMR 比は 1% 以下となった。さらに、 t_{CFMS} = 0.8 nm の試料では、Cr 下地層を用いる試料のみ 250°C での熱処理で最大 22% の TMR 比を示す一方で、Pd 及び Ru 下地層を用いた試料は 5% 未満の TMR 比を示した。以上のような、TMR 比の熱処理並びに t_{CFMS} 依存性は下地材料により異なる相互拡散の度合いによるものと考えられる。

参考文献

- 1) H. Yoda *et al.*, *Curr. Appl. Phys.* **e10**, 387 (2010).
- 2) M. Sun *et al.*, *IEEE Trans. Magn.*, submitted.