

Mn₂VAl/Fe 積層膜における交換バイアス効果

土屋朋生¹, 小林亮太¹, 窪田崇秀^{1,2}, 高梨弘毅^{1,2}

(¹ 東北大学金属材料研究所, ² 東北大 スピントロニクス学術連携研究教育センター)

Exchange bias field of epitaxially grown Mn₂VAl/Fe bilayers

Tomoki Tsuchiya, Ryota Kobayashi, Takahide Kubota, and Koki Takanashi

(¹Institute for Materials Research, Tohoku Univ., ² CSRN, Tohoku Univ.)

緒言

ハードディスクドライブ (HDD) の磁気センサや磁気ランダムアクセスメモリ (MRAM) などのスピントロニクスデバイスにはスピバルブ構造が用いられている。スピバルブ中の反強磁性体は一方向磁気異方性により隣接する強磁性層の磁化を固定する役割を担っている。Mn₃Ir は高交換結合磁界と高ブロッキング温度を両立する魅力的な材料であるため、スピバルブ構造に広く用いられているが、Ir は希少金属であり、元素戦略的な観点から使用量の削減が望まれる。本研究では、Mn₃Ir を代替しうる材料として反強磁性体のホイスラー合金に着目した。反強磁性ホイスラー合金は、Co-Fe 合金やハーフメタルホイスラー合金などのスピン偏極率が高い強磁性体材料と格子整合性が良く特性の向上が期待できる。他方、反強磁性ホイスラー合金を用いた交換バイアス効果の研究は少なく、系統的な実験による知見の蓄積が必要である。本研究では Mn₃Ir の代替材料として、ホイスラー合金 Mn₂VAl に注目した。Mn₂VAl はバルクにおいて A2 構造の時に反強磁性となり、そのネール温度は 600 K 以上と室温よりも十分に高い値であることが報告されている[1]。そこで、A2 構造の Mn₂VAl と強磁性体 Fe との積層膜を作製し、その結晶構造、磁気特性を系統的に調査することを目的とした。

実験方法

薄膜試料は MgO(100)単結晶基板上に DC マグネトロンスパッタ法を用いて作製した。Mn₂VAl の膜厚は 100 nm とし、成膜温度を室温から 700°C の範囲で変化させた。Mn₂VAl 薄膜上に強磁性層の Fe とキャップ層の Cr をそれぞれ 3 nm、室温で成膜した。試料は全層成膜後に 1 T の磁場を印加しながら 200~500°C でポストアニールを行った。Mn₂VAl 薄膜の組成は同時スパッタ法により化学量論組成に近づくように調整した。作製した試料の結晶構造は X 線構造回折法 (XRD)、磁気特性は振動試料型磁力計 (VSM) と超伝導量子干渉磁束計 (SQUID) により測定した。

結果

XRD 測定の結果、全ての試料において、Mn₂VAl が MgO (100)単結晶基板上に(001)配向でエピタキシャル成長していることが確認された。また、成膜温度が室温、300°C、700°C の試料は A2 相、500°C の試料は L2₁ 相となることが確認された。一方、印加磁場 1 T において磁場中冷却を行った後に積層膜の磁化曲線を測定した結果、200~400°C でポストアニールを行った試料については、測定温度 10 K において磁化曲線の交換バイアスシフトが観察され、その最大値は 45 Oe であった。500°C でポストアニールを行った試料は、Fe 層の Mn₂VAl 層への拡散に起因すると考えられる磁化の消失が確認された。今後、室温での交換バイアスシフトの発現、シフト磁場の増大に向けて組成等の最適化を進める予定である。

謝辞

本研究の一部は JST 国際科学技術共同研究推進事業 (SICORP-EU, HARFIR) および新素材共同研究開発センター共同利用研究 (課題番号: 16G0407) の支援を受けて行われた。

参考文献

[1] 貝沼亮介、日本金属学会 2015 年秋期講演大会、S4・12、(2015)