

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	巨大な垂直磁気異方性と高スピン分極率を有するMn ₃ Ge/Co ₂ FeSi二層構造膜の作製
Title	Fabrication of interlayer-coupled Mn ₃ Ge/Co ₂ FeSi bilayer with large perpendicular magnetic anisotropy and high spin polarization
著者	飯沼 真優, 藪下 大嗣, 高村 陽太, 園部 義明, 中川 茂樹
Authors	Mayu Inuma, Taishi Yabushita, Yota Takamura, Yoshiaki Sonobe, Shigeki Nakagawa
出典	一般社団法人粉体粉末冶金協会 平成30年度春季大会(第121回講演大会), , ,
Citation	Spring Meeting of the Japan Society of Powder and Powder Metallurgy, 2018, , ,
発行日 / Pub. date	2018, 5

1-33A

巨大な垂直磁気異方性と高スピン分極率を有する $\text{Mn}_3\text{Ge}/\text{Co}_2\text{FeSi}$ 二層構造膜の作製

(東京工業大学) ○飯沼 真優, 藪下 大嗣, 高村 陽太,
(サムスン日本研究所) 園部 義明, (東京工業大学) 中川 茂樹

(はじめに)

次世代の不揮発性メモリとして期待されている磁気抵抗メモリ(MRAM)の磁気トンネル接合(MTJ)を、直径 20nm 以下に微細化しつつ、熱安定性を保つには、 CoFeB/MgO 界面異方性を利用した垂直磁気異方性電極を超える磁気異方性を持つ強磁性材料が求められている。このような材料として $\text{D}_{022}\text{-Mn}_3\text{Ge}$ が有望だが、フェリ磁性であるためトンネル磁気抵抗(TMR)比が低い等の問題がある²⁾。そこで、我々は、高スピン分極率材料である Co_2FeSi (CFS)と $\text{D}_{022}\text{-Mn}_3\text{Ge}$ を積層し、二層が磁氣的に層間交換結合した強磁性電極構造を提案している。これまでのところ、層間交換結合を発現させるには平坦な $\text{Mn}_3\text{Ge}/\text{CFS}$ 界面が重要であることを明らかにしてきた³⁾。今回、高品質な Mn_3Ge 膜を実現できる下地層を開発し、それをを用いた MTJ 下部電極構造の作製を行ったので報告する。

(実験方法)

すべての試料は対向ターゲット式スパッタ法で作製した。単結晶 MgO (001)基板上に様々な下地層を作製し、その上に Mn_3Ge を成膜し、適当な材料でキャップした。 Mn_3Ge と CFS の成膜温度はそれぞれ 400°C と 350°C とした。その他の材料(Cr, Pd, MgO)は室温で成膜した。

作製した試料の磁化特性は超伝導量子干渉計(SQUID)、表面形態は原子間力顕微鏡(AFM)、結晶構造は X 線回折法(XRD)で評価を行った。

(実験結果)

下地層 Cr/Pd の上に Mn_3Ge 層を 30nm 成膜したところ、表面の平均表面粗さは 2.1nm と大きな値となった。また垂直方向の磁化ループは角型比が低かった。次に Pd の上に CFS を厚さ 2nm で成膜した Cr/Pd/CFS 構造を下地層とした試料(図 1)を作製した。図 2 に表面 AFM 像を示す。平均表面粗さは 1.47nm となり、より平坦な表面が得られた。さらに、角型比の良い磁化ループ(図 3)が得られたことから、下地層である CFS 層と Mn_3Ge 層が層間結合していることが示唆される。

次にこの下地層を用いた厚さ 20nm の Mn_3Ge の上に、0.6nm の CFS 電極層と MgO トンネルバリア層を成膜することにより MTJ 下部電極構造を作製した。CFS 電極層の表面は酸素曝露を行い、CFS と MgO の界面磁気異方性を発現させたところ、 Mn_3Ge 層と CFS 電極層がほぼ層間交換結合した磁化特性を確認した。この結果は、 $\text{Mn}_3\text{Ge}/\text{CFS}$ 二層膜構造を用いることで、高磁気異方性エネルギーと高スピン分極率をあわせ持った垂直磁化強磁性層が実現できる可能性を示している。

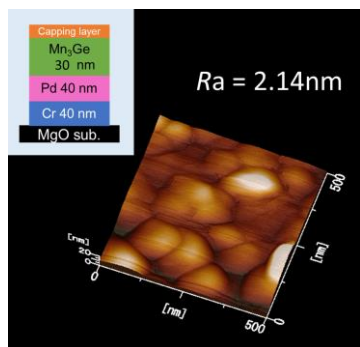


図 1: Cr/Pd/ Mn_3Ge /キャップ層の表面形態

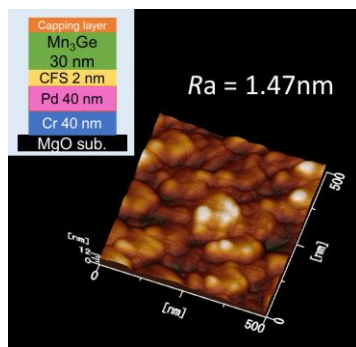


図 2: Cr/Pd/CFS/ Mn_3Ge /キャップ層の表面形態

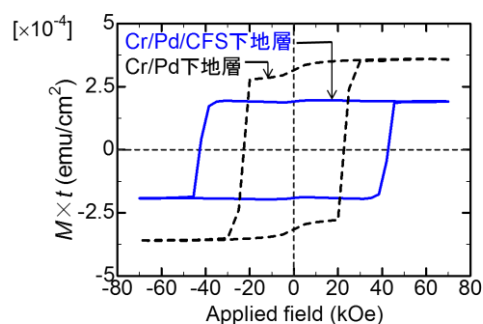


図 3: Cr/Pd/CFS/ Mn_3Ge 積層構造の磁化特性

(参考文献)

- 1) A. Sugihara et al., Appl. Phys. Lett. **104**, 132404 (2014).
- 2) J. Jeong et al., Nat. Commun. **7**, 10276 (2016).
- 3) 藪下大嗣, 粉体粉末冶金協会, 平成 29 年度春季大会, 3-27A (2017).

(謝辞)

SQUID 測定にご協力いただきました日本大学理工学部の塚本新教授に深く感謝致します。

いぬま まゆ, やぶした たいし, たかむら ようた, そのべ よしあき, なかがわ しげき