

課題番号 : F-17-HK-0007
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : ハーフメタル Co_2MnSi 薄膜と Ag 中間層を用いた GMR デバイスの製作
 Program Title (English) : Fabrication of giant magnetoresistance devices with half-metallic Co_2MnSi thin films and a Ag spacer
 利用者名(日本語) : 井上将希¹⁾, 犬伏和海²⁾, 植村哲也¹⁾
 Username (English) : M. Inoue, K. Inubushi, T. Uemura
 所属名(日本語) : 1)北海道大学大学院情報科学研究科, 2) TDK 株式会社
 Affiliation (English) : 1) Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University, 2) TDK Corporation
 キーワード/Keyword : 微細加工, ハーフメタル材料, Co 基ホイスラー合金, 巨大磁気抵抗素子, 膜加工・エッチング

1. 概要(Summary)

Co 基ホイスラー合金 Co_2YZ (Y は遷移金属元素, Z は主族元素)はそのいくつかがハーフメタルであることが理論的に指摘され, また, 強磁性転移温度が室温よりも十分高いことから, スピントロニクスデバイスの有望な電極材料として注目されている. これらのハーフメタル特性を十分に活用するためには, 非化学量論的組成に伴う欠陥を抑制することが重要であり, 我々は, これまで, Co_2MnSi や $\text{Co}_2(\text{Mn},\text{Fe})\text{Si}$ を電極とした強磁性トンネル接合(MTJ)において, Mn 組成が化学量論的組成より過剰にすることで Co 原子が Mn サイトを置換する構造欠陥 (Co_{Mn} アンチサイト)を抑制し, スピン偏極率が向上することを示した[1,2]. 本研究の目的は, Mn リッチの Co_2MnSi 薄膜を膜面垂直通電型巨大磁気抵抗(CPP-GMR)素子に応用することの有効性を明らかにすることである. そのため, Mn 組成 α を系統的に変化させた, $\text{Co}_2\text{Mn}_\alpha\text{Si}_{0.82}/\text{CoFe}$ (1.1 nm)/Ag/CoFe (1.1 nm)/ $\text{Co}_2\text{Mn}_\alpha\text{Si}_{0.82}$ 構造を有する CPP-GMR 素子を作製し, その MR 比の Mn 組成依存性を評価した.

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高精度電子ビーム描画装置 (ELS-7000HM, ELS-F125-U), 反応性イオンエッチング装置 (RIE-10NRV)

【実験方法】

電子ビーム露光装置および反応性イオンエッチング装置を用い, 接合面積が $70 \times 120 \text{ nm}^2 \sim 400 \times 640 \text{ nm}^2$ の GMR 素子に加工し, その MR 特性を評価した.

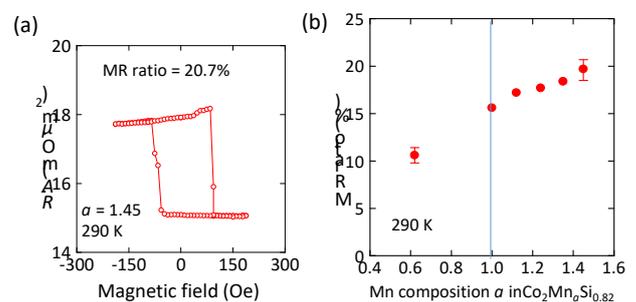


Fig. 1. (a) Typical MR curve at 290 K for Co_2MnSi -based GMR device, (b) MR ratios at 290K as a function of the film composition α in $\text{Co}_2\text{Mn}_\alpha\text{Si}_{0.82}$ electrodes.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

試作した素子に対する典型的なMR曲線とMR比のMn組成依存性を Fig. 1 に示す. Mn 組成が化学量論的組成よりも過剰な領域にて MR 比の増大が観測された. このことは, GMR 構造においても Mn リッチによる Co_{Mn} アンチサイトの抑制によるハーフメタル性の増強が確認されたことを意味し, 本手法が MTJ 同様, GMR においても有効であることがわかった.

4. その他・特記事項(Others)

・JSPS 科研費 17H03225

・参考文献

[1] H.-X. Liu *et al.*, Appl. Phys. Lett. **101**, 132418 (2012).

[2] H.-X. Liu *et al.*, J. Phys. D **48**, 164001 (2015).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) M. Inoue *et al.*, Appl. Phys. Lett. **111**, 082403 (5pp) 2017.

(2) M. Inoue *et al.*, 2017 Int'l. Conf. on Solid State Devices and Materials (SSDM2017), 平成 29 年 9 月 21 日.

6. 関連特許(Patent)

なし