

課題番号 : F-20-HK-0012
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : Co 基ホイスラー合金を用いた巨大磁気抵抗素子の作製
Program Title (English) : Fabrication of giant magnetoresistance devices using Co-based Heusler alloy
利用者名(日本語) : 近惣祐輝, 吉田太一郎, 菊池啓太, 西岡優輝, 植村哲也
Username (English) : Y. Chikaso, T. Yoshida, K. Kikuchi, Y. Nishioka, and T. Uemura
所属名(日本語) : 北海道大学大学院情報科学院・研究院
Affiliation (English) : Faculty/Grad. School of Information Science and Technology, Hokkaido Univ.
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、Co 基ホイスラー合金、巨大磁気抵抗素子

1. 概要(Summary)

本研究の目的は、スピン偏極率が 100%であることが理論的に指摘されている Co 基ホイスラー合金を用い、高い磁気抵抗(MR)比を有する GMR 素子を開発することである。具体的には、Co 基ホイスラー合金として $\text{Co}_2\text{Fe}(\text{Ga},\text{Ge})$ (CFGG)を用いた GMR 素子を作製し、MR 特性に対する CFGG の Ge 組成の影響を評価した。その結果、Ge-rich となる領域で、これまで先行研究で得られていた最大の MR 比を凌駕する 87.9%が得られた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高精度電子ビーム露光装置(ELS-7000HM)
反応性イオンエッチング装置(RIE-10NRV)
ダイシングソー(DAD322)

【実験方法】

CFGG(10)/NiAl(0.21)/Ag spacer (5)/NiAl(0.21)/CFGG(8) 積層構造を有する電流面直型(CPP)-GMR 素子において、CFGG の Ge 組成を系統的に変化させた 2 シリーズの CPP-GMR 素子を作製した。シリーズ A では、CFGG の Ge 組成は $\text{Co}_2\text{Fe}_{1.03}\text{Ga}_{0.41}\text{Ge}_\alpha$ に対して化学量論組成に近い $\alpha = 0.56$ から、Ge-rich 組成となる $\alpha = 1.26$ まで系統的に変化させた。一方、シリーズ B は、 $\text{Co}_2\text{Fe}_{1.09}\text{Ga}_{0.46}\text{Ge}_\alpha$ に対して Ge-rich 組成となる $\alpha = 1.10, 1.48$ の 2 水準からなる。上記の層構造に対して、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 $55 \times 95 \text{ nm}^2 \sim 400 \times 640 \text{ nm}^2$ の GMR 素子に加工し、その MR 特性を評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に作製した CPP-GMR 素子の室温における

MR 比の Ge 組成依存性を示す。 Ge-rich CFGG となる領域である $\alpha = 1.1$ において、MR 比が最大となり、87.9%の MR 比が得られた。これは、Ge rich 組成による Co アンチサイトの抑制等が原因と考えられる。以上の結果より、Ge-rich CFGG の CPP-GMR 素子における有用性を実証した。

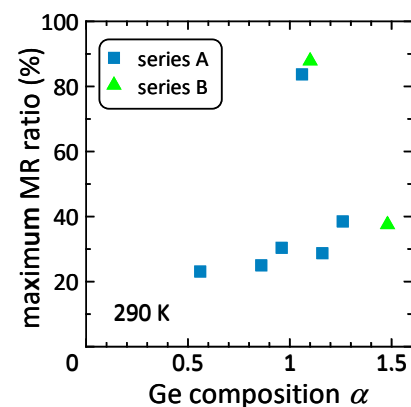


Fig. 1. MR ratio at 290 K for CFGG/NiAl/Ag/NiAl/CFGG CPP-GMR devices as a function of Ge composition.

4. その他・特記事項(Others)

- ・JSPS 科研費 20H02174
- ・共同研究者: TDK 株式会社 犬伏和海様 中田勝之様

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) K. Nakada et al., 65th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, R3-12, オンライン, 2020 年 11 月 2-6 日.

6. 関連特許(Patent)

無し