

課題番号 : F-15-HK-0077
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : ハーフメタル Co₂MnSi 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 Co₂MnSi thin films and a Ag spacer
 利用者名(日本語) : 井上将希¹⁾, 犬伏和海²⁾, Hu-Bing¹⁾, Ayele Kidist Moges¹⁾, 植村哲也¹⁾, 山本眞史¹⁾
 Username(English) : M.Inoue¹⁾, K.Inubushi²⁾, Hu-Bing, Ayele Kidist Moges¹⁾, T. Uemura¹⁾, M. Yamamoto¹⁾
 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) : Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

1. 概要(Summary)

電子の電荷に加えて電子のスピンを利用したスピントロニクスの研究が注目されている。その中で、強磁性体/非磁性金属/強磁性体からなる三層構造を持つ巨大磁気抵抗(GMR ; Giant Magneto Resistance)素子が次世代ハードディスク磁気ヘッドへの応用として期待されている。GMR において重要なデバイス指標となるのは、磁化平行状態のトンネル抵抗 R_P と反平行状態のトンネル抵抗 R_{AP} を用いて表される磁気抵抗(MR : Magneto Resistance)比である。この MR 比を増大させるには強磁性層としてスピン偏極率の高い材料を使うことが重要となる。ハーフメタル強磁性体はそのフェルミレベルにおいてアップスピン状態のみ存在し、本質的に高いスピン偏極率が期待される。本研究の目的は、ハーフメタル強磁性体の一つである Co 基ホイスラー合金を用いた GMR 素子の製作技術を確立することである。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高精細高精度電子ビーム描画装置 100 kV (ELS-7000HM)

反応性イオンエッチング装置(RIE-10NRV)

【実験方法】

GMR 基本 3 層構造の強磁性電極としてハーフメタル Co₂MnSi(CMS), また、非磁性金属スペーサーとして Ag を用いた。Fig. 1 に試作した層構造の 1 例を示す。接合の抵抗と接合面積の積 $R_P A$ として (R_P は磁化平行の素子抵抗), $0.1 \Omega \mu m^2$ あるいはそれ以下が求められるため、電気抵抗率が低く、CMS との格子ミスマ

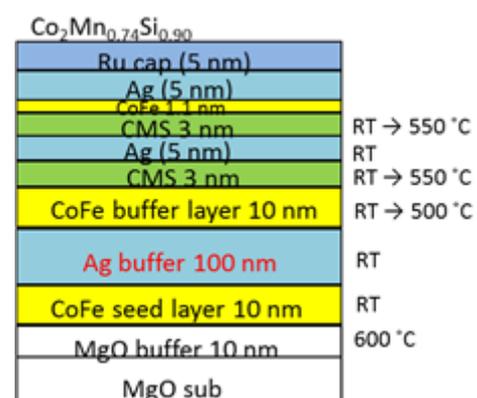


Fig. 1. Layer structure of GMR device

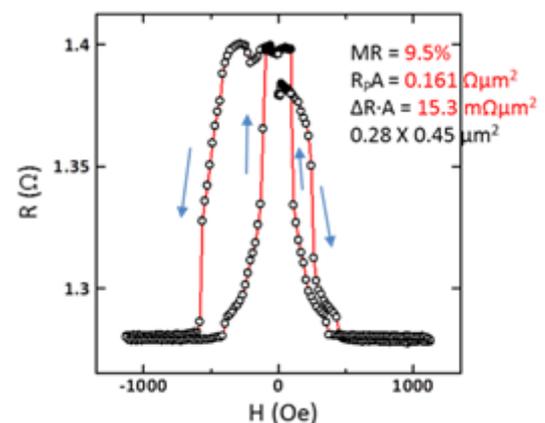


Fig. 2. MR characteristics of a CMS/Ag/CMS GMR

ッチも比較的小さい Ag をバッファ層として用いた。また、Ag バッファ層の表面平坦性を確保するために、CoFe 下地層を用いた。これらの層は、マグネトロンスパッタ法により堆積した。上記の層構造に対して、電子ビーム描画とフォトリソグラフィ、および、Ar イオンミリング法を用いて微細加工を行い、CPP-GMR 素

子を製作した．典型的な接合面積は $0.2 \times 0.2 \mu\text{m}^2$ から $0.3 \times 0.3 \mu\text{m}^2$ 程度である．素子の磁気抵抗特性は直流 4 端子法により室温において測定した．磁気抵抗 (MR) 比は, MR 比 = $(R_{AP}-R_P)/R_P$ として定義した (R_{AP} は磁化反平行の場合の素子抵抗).

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

試作した素子の磁気抵抗曲線の例を Fig. 2 に示す．得られた MR 比はおよそ 9.5% であり, これは従来の CoFe (Ga_{0.5}Ge_{0.5})/AgZn スペーサー/Co₂Fe(Ga_{0.5}Ge_{0.5}) 素子[1]と比較して, 1/5 程度の値となった．この原因として R_{PA} の値が従来よりも高いことが挙げられ, 今後, 素子の寄生抵抗成分を低減することで MR 比の向上が期待される．

4. その他・特記事項 (Others)

・参考文献

[1] Ye Du et al., APL vol.107, p.112405 (2015)

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許 (Patent)

なし