

プログラム名：無充電で長期間使用できる究極のエコ IT 機器の実現

PM名：佐橋政司

プロジェクト名：単結晶化・高集積化・3次元化プロジェクト

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成27年度

研究開発課題名：

新材料開発による単結晶素子の高性能化

研究開発機関名：

東北大学 金属材料研究所

研究開発責任者

高梨 弘毅

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

面直通電型巨大磁気抵抗素子（CPP-GMR 素子）の非磁性中間層材料の新規探索に取り組む。新材料として Ag-Mg 合金に着目し作製条件の最適化と、CPP-GMR 素子の評価を行った。強磁性材料層は、ハーフメタルホイスラー合金 $\text{Co}_2\text{Fe}_{0.4}\text{Mn}_{0.6}\text{Si}$ （CFMS）を用い、CFMS/Ag-Mg/CFMS の三層を基本とするエピタキシャル薄膜試料を作製した。基板は全て MgO(100)単結晶を用いた。以下の達成目標を設定した。

- 1) Co 基ホイスラー合金上での Ag-Mg 合金薄膜（膜厚 5 nm 程度）のエピタキシャル成長条件の確立。
- 2) CPP-GMR 素子の磁気抵抗変化率と Ag-Mg 合金層の組成、規則構造の有無との関係を明らかにする。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

- 1) Co 基ホイスラー合金上での Ag-Mg 合金薄膜（膜厚 5 nm 程度）のエピタキシャル成長条件の確立

CPP-GMR 接合作製時と同様にエピタキシャル CFMS 電極を作製し、その上に 5 nm の Ag-Mg 合金薄膜を作製し膜厚が薄い領域での作製条件の最適化、結晶構造の評価を行った。

反射高速電子線回折像観察の結果、Mg 組成 0 から 22at.%の範囲において、CFMS 電極上に Ag-Mg 合金をエピタキシャル薄膜が得られ、また、Mg 17, 22at.%の試料では L21 規則相に起因する超格子反射が得られることが明らかになった。一方、Mg 26at.%の試料では X 線回折では検知されなかった異相が出現してしまうことが確認された。以上により、CPP-GMR 接合作製のための Ag-Mg 合金薄膜の作製条件を確立した。

- 2) Ag-Mg 合金薄膜を中間層に用いた CPP-GMR 接合の作製と磁気抵抗効果

前項までに記載した最適化された条件を基に、CPP-GMR 接合を作製し、磁気抵抗効果の実験を行った。その結果、後述の成果欄に記載する通り、 $L1_2$ 規則相の Ag-Mg 中間層材料をもちいることで、素子の高出力化に成功した。また、素子出力の Mg 組成依存性を明らかにした。

2-2 成果

図 1 に、従来材料を用いた CPP-GMR 素子と新規 Ag-Mg 合金中間層材料を用いた素子の磁気抵抗曲線を示す。新規材料を用いたことによって、素子自身の抵抗値（RA）を $23 \text{ m}\Omega \mu\text{m}^2$ から $37 \text{ m}\Omega \mu\text{m}^2$ へと増大させるとともに、素子の抵抗値変化（ ΔRA ）を $12 \text{ m}\Omega \mu\text{m}^2$ から $20 \text{ m}\Omega \mu\text{m}^2$ へと高出力化することに成功した。当該素子は、 2 Tbit/inch^2 程度の次世代ハードディスクドライブの情報読み取りヘッドへの応用が見込まれる性能である。

2-3 新たな課題など

該当無し

3. アウトリーチ活動報告

該当無し

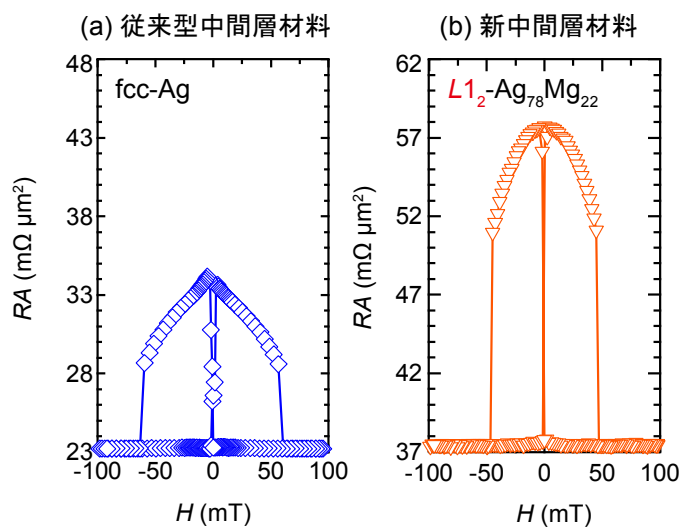


図1 作製したCPP-GMR素子の磁気抵抗曲線非磁性中間層材料は、(a) Ag (従来型材料)、(b) $L1_2$ 型Ag-Mg合金(新材料) 縦軸は、素子面積で規格化した抵抗値。新材料の採用により、素子抵抗の制御(増大)と高出力化に成功した。