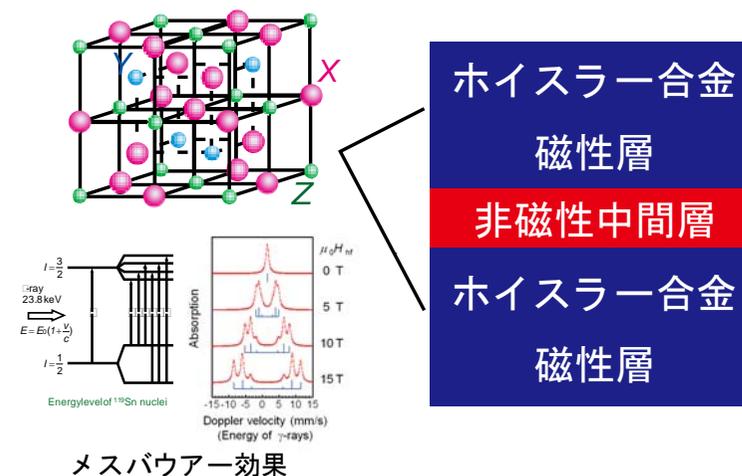


研究プロジェクト名: ホイスラー合金磁気抵抗素子の高出力化と局所磁性評価

概要: 本研究では、ホイスラー合金を用いた磁気抵抗素子の高出力化のための材料探索と、磁気抵抗変化率(\propto 出力)に影響を及ぼすと考えられる、多層積層膜における界面の微細構造を調査することを目的とする。新規磁性材料、又は中間層材料の採用による高出力素子の実現と、磁気抵抗変化率と界面近傍の構造及び局所磁性の関係を明らかにすることを目指す。

コアメンバー: 高梨グループ(東北大)、壬生・田中グループ(名古屋工業大)

期待される研究成果: ホイスラー合金として、実績のあるコバルト系のフルホイスラー合金に加え、逆ホイスラー型のハーフメタル材料や新規中間層材料などを幅広く検討することにより、素子の高出力化を実現する。また、メスバウアー分光法を用いることで、磁気抵抗効果と界面局所の物性との関係を系統的に議論することで、高出力磁気抵抗素子作製のための新たな知見が得られるものと期待される。



新規材料探索 & 界面物性の議論

→素子の高出力化と新しい知見

研究プロジェクト名:

ホイスラー合金磁気抵抗素子の高出力化と局所磁性評価

概要: 本研究では、ホイスラー合金を用いた磁気抵抗素子の高出力化のための材料探索と、磁気抵抗変化率(\propto 出力)に影響を及ぼすと考えられる、多層積層膜における界面の微細構造を調査することを目的とする。新規磁性材料、又は中間層材料の採用による高出力素子の実現と、磁気抵抗変化率と界面近傍の構造及び局所磁性の関係を明らかにすることを目指す。

研究成果(実施状況):

ホイスラー合金磁気抵抗素子用の非磁性中間層材料として、 L_{12} 規則相の Ag_3Mg に着目した。作製条件を最適化することで、 L_{12} 相に規則化した Ag_3Mg 中間層と $Co_2Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si$ (CFMS)ホイスラー合金との積層膜の作製に成功し(右図(a))、従来素子(Ag 中間層)よりも大きい $20\text{ m}\Omega\cdot\mu\text{m}^2$ の面積抵抗値変化が得られた(右図(b), 発表論文[1])。

また、 $Fe/Ag/Co_2FeGe$ 素子に於いて、磁気抵抗効果と局所磁性との関係をメスバウアー分光を用いて調査し、局所的な秩序の有無が磁気抵抗効果の大小に寄与することを示唆する実験結果を得た。

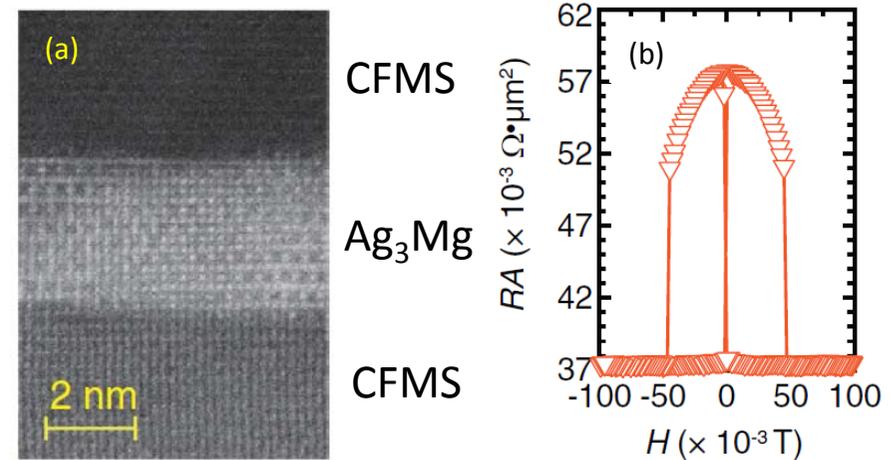


図 (a) $Co_2Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si$ (CFMS)/ Ag_3Mg /CFMS積層膜の高角散乱環状暗視野走査透過顕微鏡(HAADF-STEM)像。 Ag_3Mg 層部分に L_{12} 相に起因する周期的なコントラストが確認できる。(b) 作製したCPP-GMR素子の磁気抵抗曲線。発表論文[1] ©IOP Publishing 2017.

主要発表論文等: [1] T. Kubota *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. 50, 01404 (2017).

[2] Z. Wen *et al.*, Appl. Phys. Lett. 110, 102401 (2017).

研究プロジェクト名:

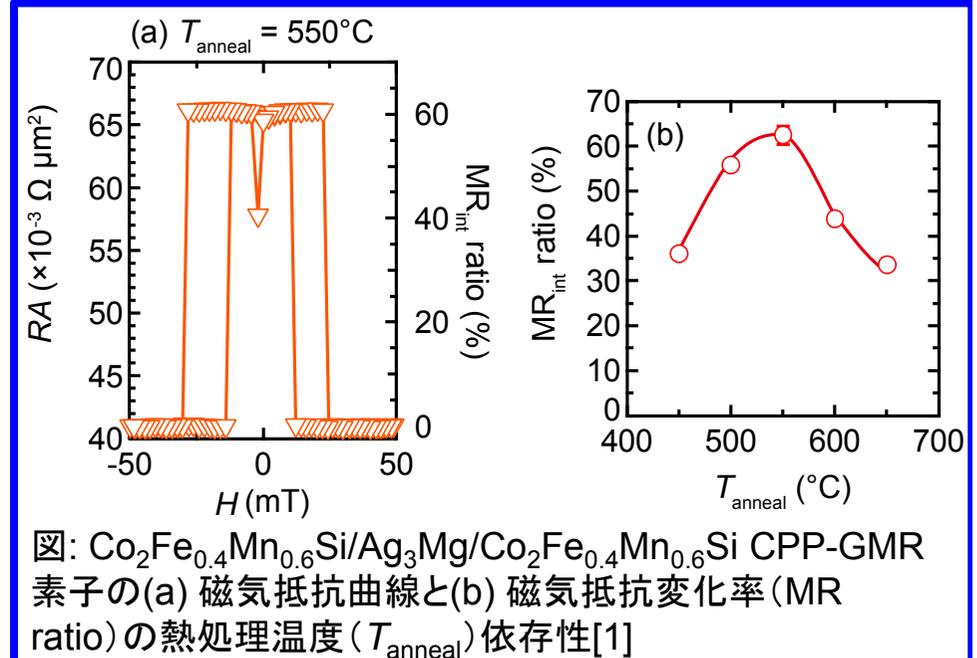
ホイスラー合金磁気抵抗素子の高出力化と局所磁性評価

概要:

本研究では、ホイスラー合金を用いた磁気抵抗素子の高出力化のための材料探索と、磁気抵抗変化率(\propto 出力)に影響を及ぼすと考えられる、多層積層膜における界面の微細構造を調査することを目的とする。新規磁性材料、又は中間層材料の採用による高出力素子の実現と、磁気抵抗変化率と界面近傍の構造及び局所磁性の関係を明らかにすることを目指す。

研究成果(実施状況):

ホイスラー合金 $\text{Co}_2\text{Fe}_{0.4}\text{Mn}_{0.6}\text{Si}$ と $L1_2$ 型規則合金中間層 Ag_3Mg を用いたCPP-GMR素子の各種作製条件を最適化し、高出力化に成功した(図及び論文[1])。また、原子層交互蒸着で作製した $\text{Co}_2\text{FeGe}/\text{Ag}$ エピタキシャル積層膜界面の、規則相存在割合の成長温度(T_d)依存性をメスバウアー分光測定により調査し、 500°C まで $B2$ 規則相が維持され、上限となる T_d は Co_2FeGe 層側の積層順に依存しないことを確認した。



主要発表論文等: [1] T. Kubota *et al.*, Phys. Rev. Materials **1**, 044402-1 – 7 (2017).
[2] T. Kubota *et al.*, Materials **11**, 219-1 – 9 (2018).

研究プロジェクト名:

ホイスラー合金磁気抵抗素子の高出力化と局所磁性評価

概要: 本研究では、ホイスラー合金を用いた膜面垂直通電型磁気抵抗素子(CPP-GMR素子)の高出力化のための材料探索と、磁気抵抗変化率(\propto 出力)に影響を及ぼすと考えられる、多層積層膜における界面の微細構造を調査することを目的とする。新規磁性材料、又は中間層材料の採用による高出力素子の実現と、磁気抵抗変化率と界面近傍の構造及び局所磁性の関係を明らかにすることを旨とする。

研究成果(実施状況): ホイスラー合金 $\text{Co}_2\text{Fe}_{0.4}\text{Mn}_{0.6}\text{Si}$ と $L1_2$ 型規則合金中間層 Ag_3Mg を用いた CPP-GMR 素子界面に挿入する、磁性・非磁性の極薄層が磁気抵抗効果に及ぼす影響を調査した。その結果、Mg 挿入により、層間の相互拡散が抑制され高バイアス下での出力特性が向上する可能性を見出した [1]。また、 $\text{Co}_2\text{FeGe}/\text{Ag}$ エピタキシャル積層膜界面における Co_2FeGe 層の規則度をメスバウアー分光測定により評価するとともに、同様の条件で作製した CPP-GMR 素子における磁気抵抗効果との関連性を議論した [2]。

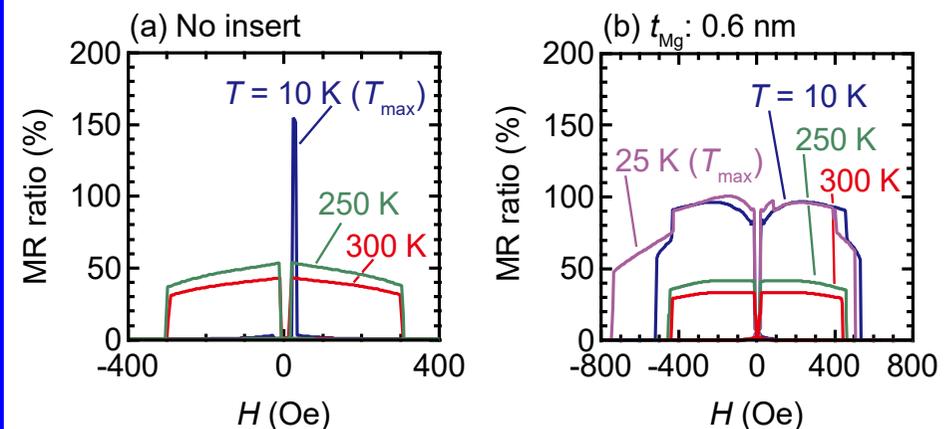


図: $\text{Co}_2\text{Fe}_{0.4}\text{Mn}_{0.6}\text{Si}/\text{Mg}(t_{\text{Mg}})/\text{Ag}_3\text{Mg}/\text{Mg}(t_{\text{Mg}})/\text{Co}_2\text{Fe}_{0.4}\text{Mn}_{0.6}\text{Si}$ CPP-GMR素子の磁気抵抗曲線(a) Mg挿入層無 ($t_{\text{Mg}} = 0$) (b) $t_{\text{Mg}} = 0.6 \text{ nm}$ [1]。(b)において、10 Kまで磁気抵抗変化率の増大が見られており、Mn等の拡散が抑制されていることが示唆される。

主要発表論文等: [1] T. Kubota *et al.*, J. Magn. Magn. Mater. **474**, 365 (2018),
[2] N. Nakatani *et al.*, J. Magn. Magn. Mater. **464**, 71 (2018).