

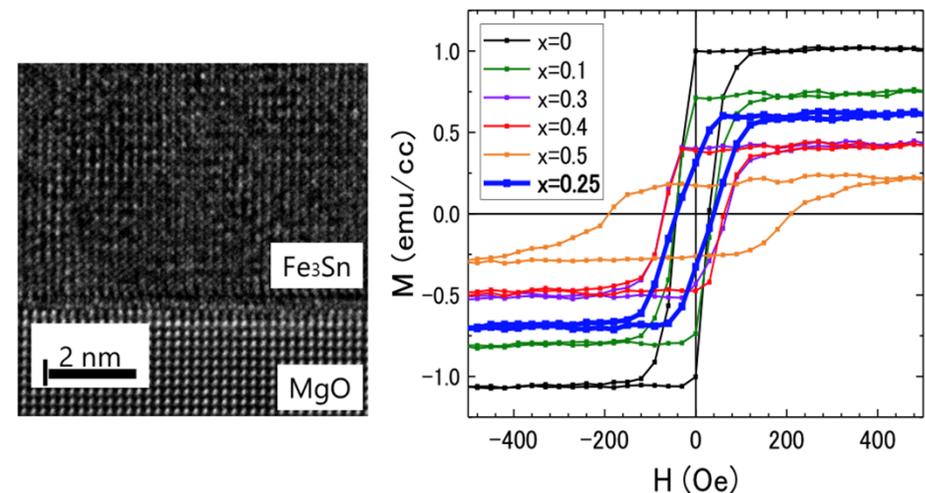
研究プロジェクト名: 新規Fe-Sn系D0₃構造合金の開発とTMR素子電極の格子定数制御

概要: Fe-Sn系合金は通常立方晶ではなくD0₁₉などの六方晶系の構造をとる。近年我々はMgO基板上にエピタキシャル成長することにより、準安定相であるB2型Fe-Sn合金薄膜の作製に成功した。また、B2構造を保ったまま、ある範囲でSn組成を制御可能であり、ベガード則に従って格子定数を制御できることもわかった。本研究では新材料の特性を評価するとともに、Fe-Sn合金によってミスマッチを抑制することで、Fe-Snを電極としたMgO-TMR素子特性の改善をはかる。

コアメンバー: 島田敏宏(北大)、長浜太郎(北大)、水口将輝(東北大)、白井正文(東北大)

期待される研究成果: 本研究テーマでは準安定相であるD0₃型Fe₃Sn薄膜の作製を目指す。そのような新物質薄膜での磁気抵抗効果、ホール効果、ネルンスト効果などスピン流に関する物性を調べ、新奇な特性の発現を探る。また、bcc構造を保った状態で組成を連続的に制御し、諸特性に関する系統的な知見を得る。さらに格子定数の制御によるTMR特性の改善を目指す。

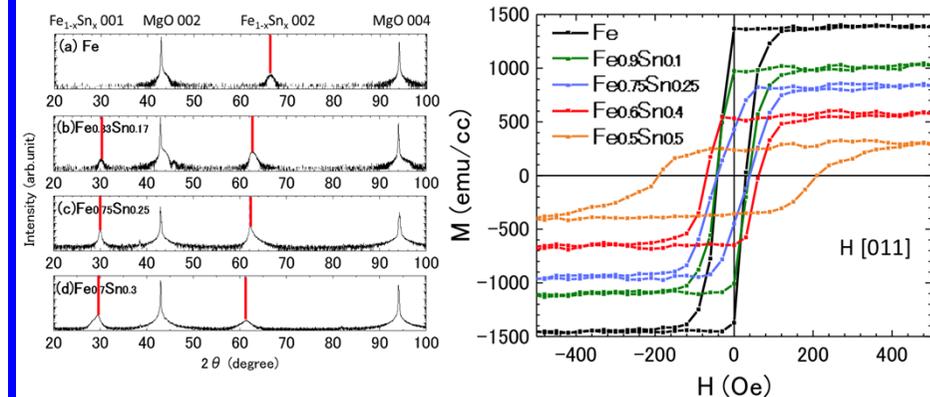
Fe₃Snの断面TEM像と磁気特性



研究プロジェクト名: 新規Fe-Sn系D03構造合金の開発とTMR素子電極の格子定数制御

概要: Fe-Sn系合金は通常立方晶ではなくD0₁₉などの六方晶系の構造をとる。近年我々はMgO基板上にエピタキシャル成長することにより、BCC構造を基本とするFe-Sn合金薄膜が作成可能であるとの手がかりを得た。このような熱力学的に平衡でない材料の新奇開発と特性評価を行う。また、Fe-Sn合金はFeよりも大きい格子定数をもつ。TMR素子として用いられるFe/MgO/Fe接合は約4%の格子ミスマッチを有するが、新Fe-Sn合金によってミスマッチを抑制し、TMR素子特性の改善をはかる。

研究成果: MgO(001)基板上に様々な組成のFe_{1-x}Sn_x合金をMBE法で成長し、RHEED,X線回折で構造解析を行った。その結果0<x<0.3の組成においてbcc構造を維持しつつ、体心位置にSnが置換されていくことがわかった。さらに高分解能STEMによる観察により、Fe_{0.75}Sn_{0.25}の安定構造である六方晶D0₁₉ではなく、B2構造がエピタキシャル成長によって安定化されていることがわかった。また、磁化測定からD0₁₉とは異なり、強磁性体であることがわかった。



Fe_{1-x}Sn_xの各組成でのX線回折像とその磁化曲線。
Fe_{0.5}Sn_{0.5}ではB2構造ではなく、磁化曲線も異なる。

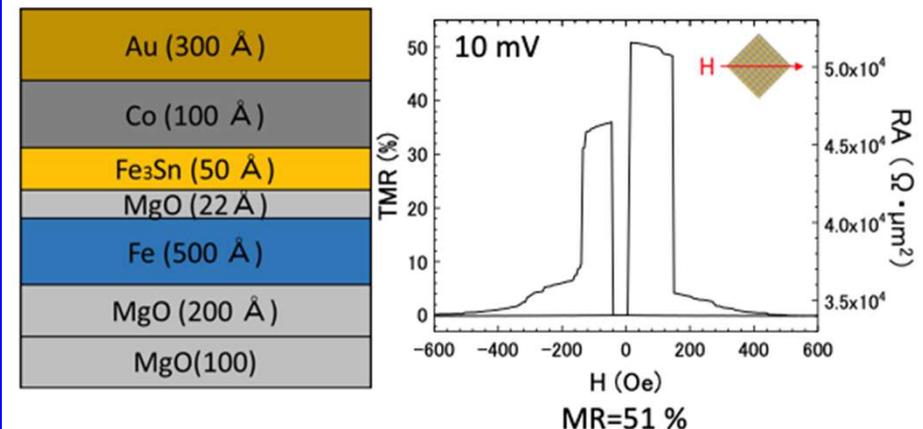
主要発表論文等: [1] Y. Goto et al., SSDM2017 (2017), Sendai.

研究プロジェクト名: 新規Fe-Sn系D₀₃構造合金の開発とTMR素子電極の格子定数制御

概要: Fe-Sn系合金は通常立方晶ではなくD019などの六方晶系の構造をとる。近年我々はMgO基板上にエピタキシャル成長することにより、準安定相であるB2型Fe-Sn合金薄膜の作製に成功した。また、B2構造を保ったまま、ある範囲でSn組成を制御可能であり、ベガード則に従って格子定数を制御できることもわかった。本研究では新材料の特性を評価するとともに、Fe-Sn合金によってミスマッチを抑制することで、Fe-Snを電極としたMgO-TMR素子特性の改善をはかる。

研究成果(実施状況): Fe₃Snはその格子定数がMgOとほとんど一致するため、TMR効果の特性が向上する可能性がある。MgO(100)基板上にFe/MgO/Fe₃Sn/Coという構造の強磁性トンネル接合を作製し、磁気抵抗効果について調べた。その結果、9Kにおいて50%程度のTMR効果を得ることができた。また、そのバイアス依存性を調べたところ、電子がFeからFe₃Snにトンネルする方向ではFe/MgO/Feとあまり相違のないバイアス依存性が得られたが、逆方向のバイアス電圧では電圧による急峻なTMR比の低下が観測された。以上のようにTMR素子の特性としてはFe/MgO/Feと比較して低下する傾向が見られた。格子定数の一致よりも、異種元素の混合の効果が顕著に現れたものと考えている。

Fe₃Sn電極を用いたMTJのTMR効果



主要発表論文等: [1] Y. Goto et al., Jpn. J. Appl. Phys. 57, 120302 (2018).
[2] Y. Goto et al., 2019 Joint MMM-Intermag EL-07 (2019)