

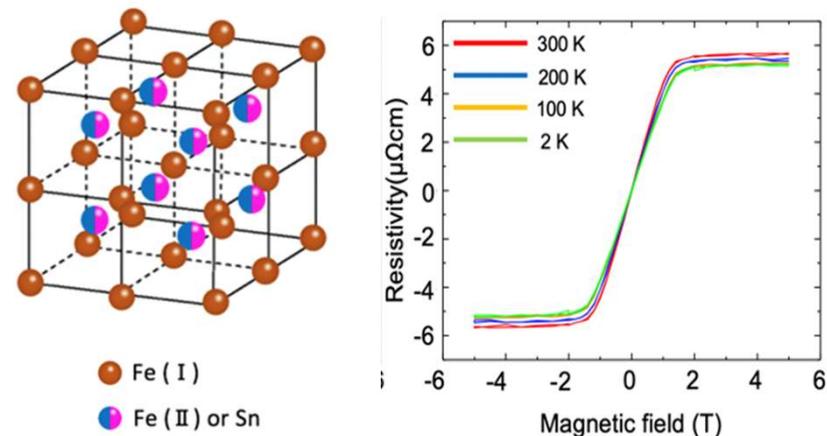
研究プロジェクト名: 異なる結晶構造を持つFe₃Sn合金エピタキシャル薄膜の開発と物性評価

概要: 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Fe₃Sn合金薄膜を作製、TMR素子への応用に成功した。一方でB2(DO₃)構造よりも安定な合金としてDO₁₉型Fe₃Sn合金が存在するが、そのエピタキシャル薄膜については不明な点が多い。本研究課題では、同じ組成で異なる結晶構造をもつFe₃Sn薄膜を作製し、磁気的性質や磁気伝導特性を評価・比較を行う。また、DO₁₉はワイル半金属として知られるMn₃Snと同型であり、関連する物理現象の探索を行う。

コアメンバー: 長浜太郎(北大) 島田敏宏(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DO₁₉型およびB2型Fe₃Snエピタキシャル薄膜を作製し、その電気伝導・磁気伝導などを計測、詳細に比較検討する。昨年は異常ホール効果の温度依存性が大きく異なることが明らかとなった。本年は同じ組成で異なる結晶構造をもつ物質の特性を比較し、結晶構造と電子物性・磁気物性との関連を解明することを目指す。

B2型Fe₃Sn合金の結晶構造とその異常ホール効果



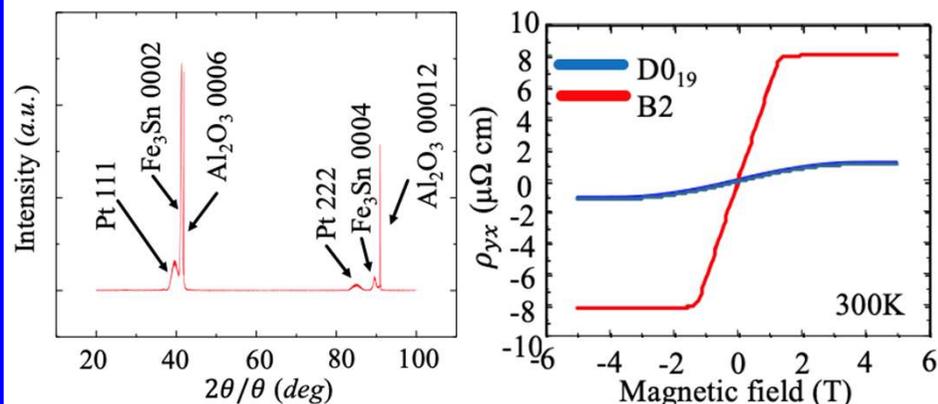
研究プロジェクト名： 異なる結晶構造を持つFe₃Sn合金エピタキシャル薄膜の開発と物性評価

概要：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Fe₃Sn合金薄膜を作製、TMR素子への応用に成功した。一方でB2(DO₃)構造よりも安定な合金としてDO₁₉型Fe₃Sn合金が存在するが、そのエピタキシャル薄膜については不明な点が多い。本研究課題では、同じ組成で異なる結晶構造をもつFe₃Sn薄膜を作製し、磁氣的性質や磁気伝導特性を評価・比較を行う。また、DO₁₉はワイル半金属として知られるMn₃Snと同型であり、関連する物理現象の探索を行う。

研究成果（実施状況）：

DO₁₉Fe₃Snのエピタキシャル薄膜の作成を行った。Al₂O₃(0001)基板上に適切なバッファ層を用いることで、良好なエピタキシャル薄膜が得られることがわかった。得られた膜は強磁性を示し、面内磁気異方性を示した。磁化の値などは第一原理計算とよく一致した。ホール効果を測定し、B2-Fe₃Snと比較したところ、B2よりもかなり小さいホール抵抗となった。これはhcp-Co薄膜などで見られるホール効果の異方性と同様の現象であると考えられる。

DO₁₉Fe₃Snエピタキシャル薄膜のXRD(左)
DO₁₉とB2-Fe₃Snの室温でのホール効果(右)



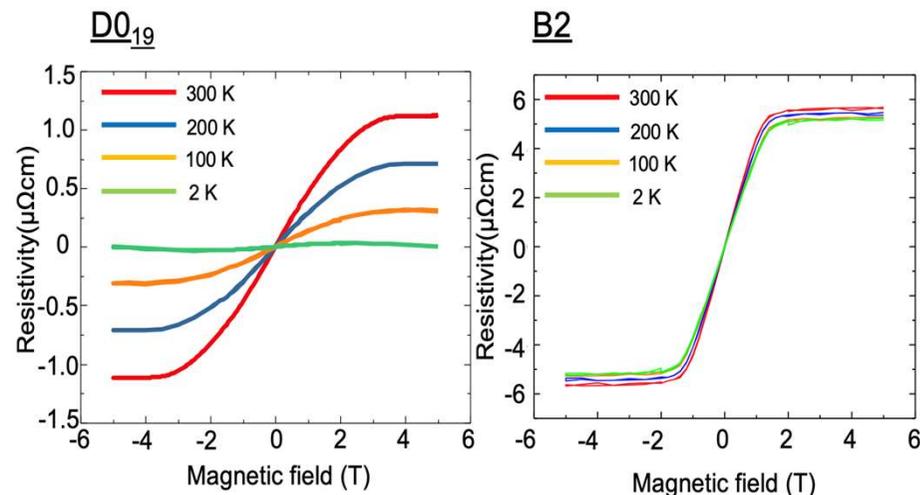
- 主要発表論文等：
- [1] Y. Goto et al., AIP Advances 9, 085322 (2019)
 - [2] A. Maeno et al. 国際会議MMM2019発表 (2019)

研究プロジェクト名： 異なる結晶構造を持つFe₃Sn合金エピタキシャル薄膜の開発と物性評価

概要： 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Fe₃Sn合金薄膜を作製、TMR素子への応用に成功した。一方でB2(DO₃)構造よりも安定な合金としてDO₁₉型Fe₃Sn合金が存在するが、そのエピタキシャル薄膜については不明な点が多い。本研究課題では、同じ組成で異なる結晶構造をもつFe₃Sn薄膜を作製し、磁氣的性質や磁気伝導特性を評価・比較を行う。また、DO₁₉はワイル半金属として知られるMn₃Snと同型であり、関連する物理現象の探索を行う。

研究成果（実施状況）： 本研究では結晶構造を作り分けたFe₃Sn薄膜についてそのホール効果と温度依存性を調べた。ホール抵抗値は結晶構造で大きく異なり、B2構造のほうが大きい値を示した。さらに温度変化についてはB2はほとんど一定のホール効果であったがDO₁₉は大きな温度依存性を示した。これらの違いは温度依存性の小さいB2構造の比抵抗など、それぞれの比抵抗やその温度依存性から理解することができる。

2つの結晶構造を持つFe₃Sn合金のホール効果とその温度依存性



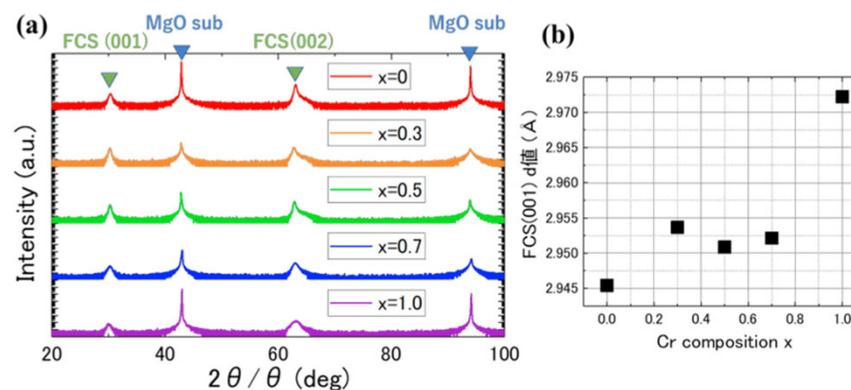
主要発表論文等： [1] T. Nagahama et al., 国際学会発表 The 4th Symposium for the Core Research Cluster for Spintronics (2020).

研究プロジェクト名： 異なる結晶構造を持つFe₃Sn合金エピタキシャル薄膜の開発と物性評価

概要： 我々はこれまでFe-Sn系合金に着目し、Fe₃Snという同一組成で体心立方晶系と六方晶系の異なる結晶構造を持つエピタキシャル膜の作製に成功した。さらにそのスピン伝導物性を調べ、同じ元素組成でも伝導特性が大きく異なることを明らかにした。今年度はこの合金に異種元素をドーピングして、その結晶構造、磁気特性、電気特性がどのような変化を示すか調査する。さらに、組成の最適化によってスピントロニクス機能の増大を試みる。

研究成果（実施状況）： 本研究では当研究室でこれまで得られたB2型Fe₃Sn合金に関する知見を活かし、新たにFeをCrで部分置換することでFe_{3-x}Cr_xSn合金の作製を試みた。その結果、適切な条件においてx=1.0までB2型Fe_{3-x}Cr_xSn合金薄膜がエピタキシャル成長することを見出した。得られた膜はすべて室温で強磁性を示し、飽和磁化および異常ホール効果はCrの置換量とともに減少した。さらにB2型Cr₃Snも作製に成功したが、室温で常磁性であった。

MgO基板上的Fe_{3-x}Cr_xSn薄膜の(a)XRDプロファイルと(b)面直方向の格子定数の組成依存性



主要発表論文等： [1] T. Kudo et al., The 5th Symposium for The Core Research Clusters for Materials Science and Spintronics (2021). [2] T. Kudo et al., 第82回応用物理学会秋季講演会