

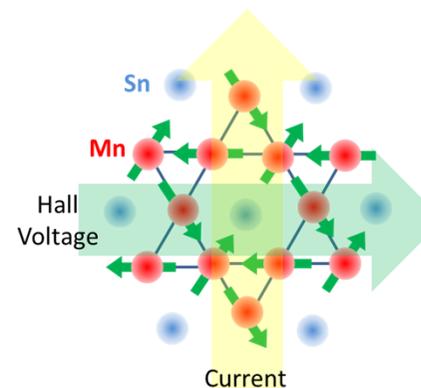
研究プロジェクト名: Mn系反強磁性薄膜の作製と巨大異常ホール効果

概要: 巨大異常ホール効果を示すことが知られている Mn_3Sn などの反強磁性体材料の、高品質なエピタキシャル薄膜を作製する技術を開発する。作製した薄膜について、異常ホール効果を系統的に調べることで、そのメカニズムを解明し、薄膜試料で巨大異常ホール効果を得るための指針を明らかにする。

コアメンバー: 大兼グループ(東北大)・角田グループ(東北大)・佐久間グループ(東北大)・Yuグループ(UCLA)

期待される研究成果: 大きな異常ホール効果を示す、 Mn_3Sn のエピタキシャル薄膜を作製し、その結晶方位依存性を調査する。系統的な異常ホール効果の測定と理論グループによる解析により、そのメカニズム解明に迫る。また、 Mn_3Sn 層への元素ドーピングにより、異常ホール効果の増大を目指す。これらの研究により、薄膜試料における巨大異常ホール効果が実現され、デバイスへの応用が期待される。

Mn系反強磁性薄膜の作製と巨大異常ホール効果



1. 高品質エピタキシャル薄膜作製
2. 異常ホール効果の機構解明
3. 巨大異常ホール効果の実現

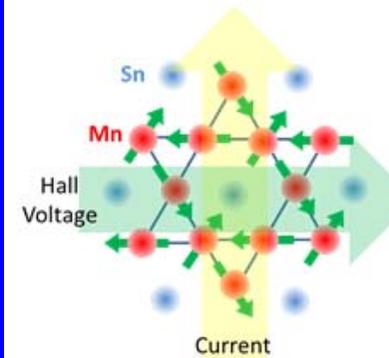
デバイス応用を目指す

研究プロジェクト名: Mn系反強磁性薄膜の作製と巨大異常ホール効果

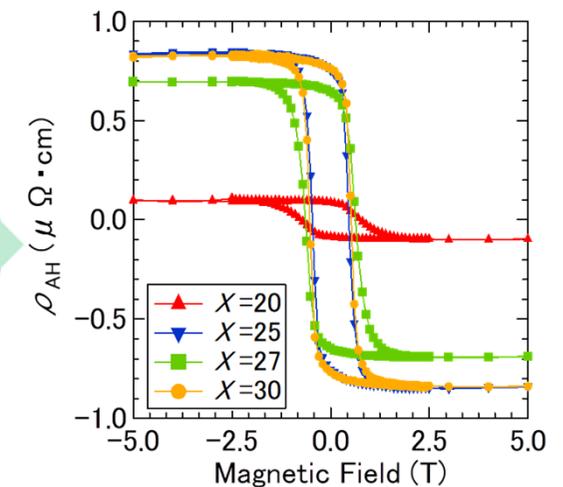
概要: 巨大異常ホール効果を示すことが知られている Mn_3Sn などの反強磁性体材料の、高品質なエピタキシャル薄膜を作製する技術を開発する。作製した薄膜について、異常ホール効果を系統的に調べることで、そのメカニズムを解明し、薄膜試料で巨大異常ホール効果を得るための指針を明らかにする。

研究成果(実施状況): フェリ磁性を示すハーフメタル Mn_2VAI エピタキシャル薄膜の作製に成功した[1]。また、バルクにおいて巨大な異常ホール効果を示す、 Mn_3Sn 薄膜をスパッタ法により作製した。その結果、バルクの報告値よりは小さいものの、通常の強磁性体に比べて大きな異常ホール効果が観測された [2]。今後、エピタキシャル薄膜の作製と詳細な物性評価により、そのメカニズムの解明が期待される。

Mn_3Sn 反強磁性体



AHE curve in $Mn_{100-x}Sn_x$ films



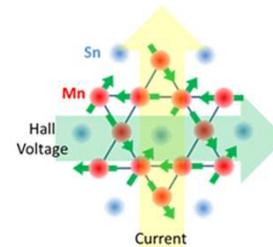
主要発表論文等: [1] K. Fukuda *et al.*, IEEE Transactions on Magnetics, P53, 2600304 (2017).
[2] S. Oh *et al.*, 第65回応用物理学会春季学術講演会, 東京, 2018年3月.

研究プロジェクト名: Mn系反強磁性薄膜の作製と巨大異常ホール効果

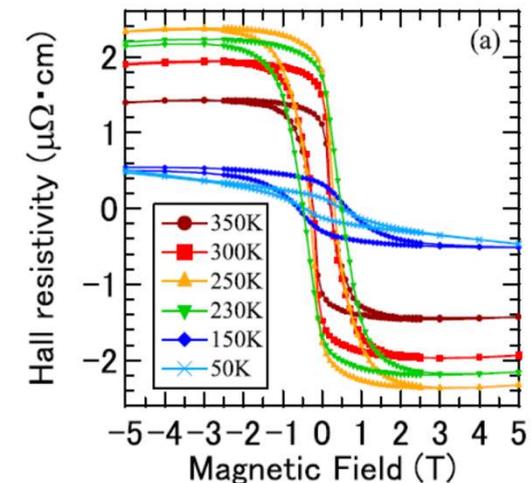
概要: 巨大異常ホール効果を示すことが知られている Mn_3Sn などの反強磁性体材料の、高品質なエピタキシャル薄膜を作製する技術を開発する。作製した薄膜について、異常ホール効果を系統的に調べることで、そのメカニズムを解明し、薄膜試料で巨大異常ホール効果を得るための指針を明らかにする。

研究成果(実施状況): バルク材料において巨大な異常ホール効果を示す、 Mn_3Sn 薄膜をスパッタ法により作製し、大きな異常ホール効果が観測された[1]。また、単相の Mn_3Sn 薄膜を得るためには、組成の制御が非常に重要であることを明らかにした[2]。その他の有望な反強磁性体、フェリ磁性体材料として、規則化PtMn, IrMnおよび Mn_2VAI の高品質な薄膜作製技術の開発を行った。

Mn_3Sn 反強磁性体



組成の最適化により、
大きな異常ホール効果
が観測された



主要発表論文等: [1] Tomoki Ikeda et al., APPLIED PHYSICS LETTERS, 113, 222405 (2018)
[2] Tomoki Ikeda et al., IEEE Trans. Magn., accepted

研究プロジェクト名: Mn系反強磁性薄膜の作製と巨大異常ホール効果

概要: 巨大異常ホール効果を示すことが知られている Mn_3Sn などの反強磁性体材料の、高品質なエピタキシャル薄膜を作製する技術を開発する。作製した薄膜について、異常ホール効果を系統的に調べることで、そのメカニズムを解明し、薄膜試料で巨大異常ホール効果を得るための指針を明らかにする。

研究成果(実施状況): 単結晶基板の上にc面配向した、 Mn_3Sn エピタキシャル薄膜をスパッタ法により作製することに成功した。作製したエピタキシャル薄膜試料は、バルク試料と同様な異常ホール効果の特性を示すことが分かった [1]。その他の有望な反強磁性体、フェリ磁性体材料として、 $L1_0$ -PtMn, $L1_2$ -IrMnおよび Mn_2VAl ホイスラー合金の高品質な薄膜を作製し、それらの磁気特性および磁気伝導特性を明らかにした [2]。

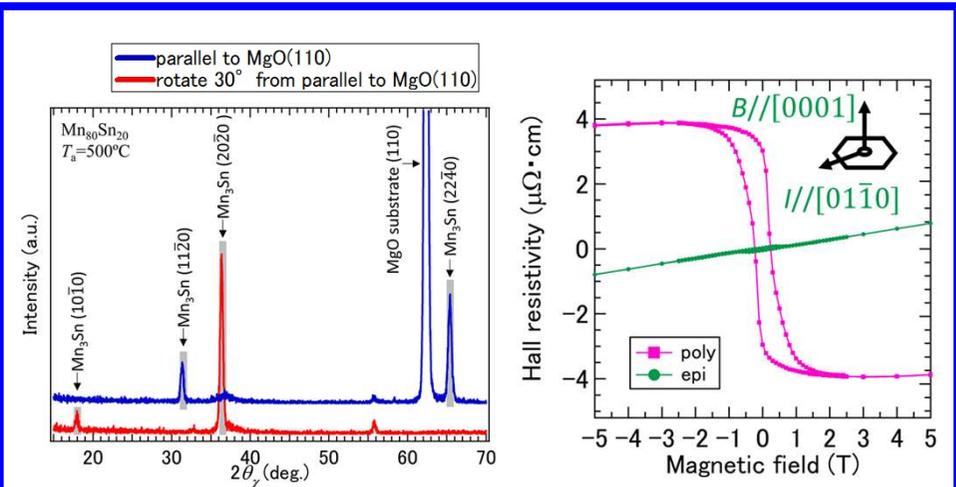


図. 作製した薄膜のXRD結晶構造解析結果と異常ホール曲線. 薄膜のエピタキシャル成長とバルクと同様な異常ホール効果の観測に成功.

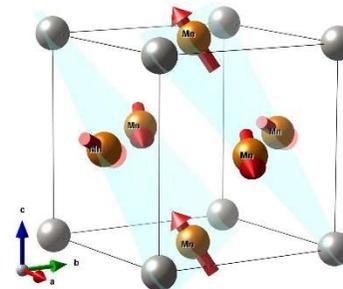
主要発表論文等: [1] T. Ikeda, M. Tsunoda, M. Oogane, S. Oh, T. Morita and Y. Ando, AIP advances 10, 015310 (2020) ,[2] S. Ranjbar, M. Tsunoda, M. Al-Mahdawi, M. Oogane and Y. Ando, IEEE MAGNETICS LETTERS, 10,4505905-1-5 (2019)

研究プロジェクト名: Mn系反強磁性薄膜の作製と巨大異常ホール効果

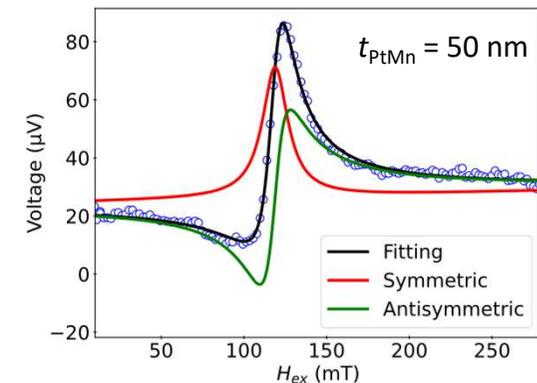
概要: 巨大異常ホール効果を示すことが知られている Mn_3Sn などの反強磁性体材料の、高品質なエピタキシャル薄膜を作製する技術を開発する。作製した薄膜について、異常ホール効果を系統的に調べることで、そのメカニズムを解明し、薄膜試料で巨大異常ホール効果を得るための指針を明らかにする。

研究成果(実施状況): Mn_3Sn 合金, $L2_1$ - $Mn_2V(AlGa)$ 合金、 $L1_0$ -PtMn, $L1_2$ -PtMnおよびIrMn等の種々の反強磁性・フェリ磁性規則合金の良質な薄膜試料を作製し、その異常ホール効果、スピンホール効果などの磁気伝導特性を系統的に調べた。特に、 $L1_2$ -PtMn/Cu/NiFe試料では、大きなスピンホール角の観測がなされた[1]。また、FCC構造のPtMnとYIGの積層膜においては、スピンゼーベック効果が観測された[2]。これら反強磁性規則合金材料は反強磁性スピントロニクス分野にさらなるブレークスルーをもたらす可能性がある。

$L1_2$ -PtMnの結晶・磁気構造



$L1_2$ -PtMn/Cu/Py試料で観測したST-FMR信号



主要発表論文等: [1] L. Yu *et al.*, Intermag2021, CP-03, Virtual, April 2021.
[2] S. Ranjibar *et al.*, Intermag2021, CP-15, Virtual, April 2021.