

MgAl₂O₄ 基板上に形成した Co₂MnAl 薄膜の異常ホール効果

菅原聖威, 山ノ内路彦, 植村哲也
(北海道大学)

Anomalous Hall effect in Co₂MnAl thin films deposited on MgAlO₄ substrate

Kiyotake Sugawara, Michihiko Yamanouchi, and Tetsuya Uemura

(Hokkaido University)

1. はじめに

近年, IoT を支えるセンサーの需要が高まる中, 強磁性体の異常ホール効果(AHE)と異常ネルンスト効果(ANE)を利用した3次元磁場センサーが注目されている[1]. 磁性ワイル半金属であることが理論的に指摘されている Co₂MnAl(CMA)や Co₂MnGa ではその特異なバンド構造を起因とする巨大な AHE や ANE の発現が予想されており[2], 中でもバルク単結晶の CMA においては 21%の巨大な異常ホール角(θ_{AH})が実証されている[3]. 一方, MgO 基板上に形成された CMA 薄膜では 7.3%の θ_{AH} が得られており[4],バルク単結晶での値と大きな差が見られる. 一般に薄膜の特性はその下地の基板種に大きく依存する. そこで本研究では, CMA との格子不整合度が MgO よりも小さい MgAl₂O₄(MAO)基板上に CMA 薄膜を形成し, その異常ホール角を調べた.

2. 実験方法

MAO(001)単結晶基板上に, 厚さ 30 nm の CMA 薄膜を RF マグネトロンスパッタ法により, 成膜温度 500, 600, 700°Cにて成長した. RHEED 観察より, CMA は MAO 基板上にエピタキシャル成長していることが確認された. 作製した薄膜を Fig. 1(a)に示すようなチャンネル幅 10 μm のホールバーに加工し, 横抵抗率(ρ_{yx}), 及び縦抵抗率(ρ_{xx})を測定した. 比較のため, MgO 基板上にも同一条件で CMA 薄膜を成長した.

3. 結果と考察

Fig. 1(b)に, 600°Cで成膜した CMA 薄膜における ρ_{yx} の面直磁場依存性を示す. およそ 0.75 T 以上の磁場印加により CMA は膜面垂直方向に磁化され, このとき ρ_{yx} は最大となった. 得られた ρ_{yx} の最大値を ρ_{xx} で割ることで θ_{AH} を算出した. Fig. 2 に, 各成膜温度で作製した CMA 薄膜の室温および 2.4 K での θ_{AH} の値を示す. θ_{AH} は成膜温度 600°Cのとき最大値を取り, 室温(2.4K)下で 9.0%(12.5%)が得られた. この値は, 先行研究で報告された値[4]や本研究で比較用に MgO 基板上に作製した CMA で得られた値よりも大きい. これは MAO が MgO と比べて CMA との格子整合が良いことから, 比較的良好的な結晶成長が出来たためであると考えられる. 講演では, ANE に関する評価結果についても報告する.

参考文献

- [1] J. Shiogai et al., *Commun. Mater.* **2**, 102 (2021).
- [2] J. Kübler et al., *EPL* **114**, 47005 (2016).
- [3] P. Li, et al., *Nat. Commun.*, **11**, 3476 (2020).
- [4] Y Sakuraba et al., *Phys. Rev. B* **101**, 134407 (2020).

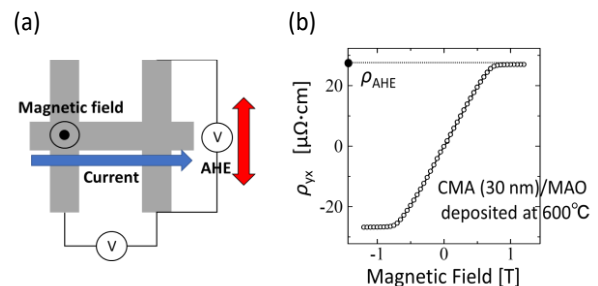


Fig.1. (a) Measurement system for anomalous Hall angle measurement, (b) ρ_{yx} vs. magnetic field for CMA deposited at 600°C.

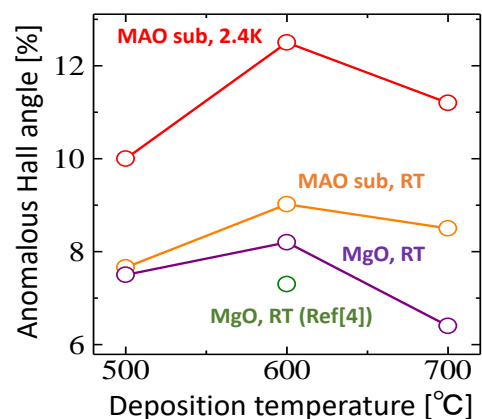


Fig.2. Anomalous Hall angle of CMA/MAO and CMA/MgO as a function of deposition temperature.