Pt/Cr_2O_3積層膜における異常ホール効果の磁場・温度依存性

Magnetic-field and temperature dependences of anomalous Hall effect in Pt/Cr_2O_3 films

阪大工[1]，阪大 CSRN[2]，JASRI/SPring-8[3]　○白土 優[1,2]，(M2)王 心瑞[1]，(B4)氏本 翔[1]，
豊木研太郎[1]，小谷佳範[3]，中谷亮一[1,2]

Grad. Sch. Eng., Osaka Univ.[1], CSRN, Osaka Univ.[2], JASRI/SPring-8[3], °Yu Shiratsuchi[1,2], Xinrui Wang[1], Kakeru Ujimoto[1], Kentaro Toyoki[1], Yoshinori Kotani[3], and Ryoichi Nakatani[1,2]

E-mail: shiratsuchi@mat.eng.osaka-u.ac.jp

Cr_2O_3 は絶縁性反強磁性体であり、結晶構造とスピン配列に起因して電気磁気効果や表面磁化（boundary magnetization）など、多彩な磁気特性を示す。これらの多彩な物性に起因して、反強磁性オーダーパラメータの電圧[1]や磁場[2]による制御が可能である。従来の研究では、Cr_2O_3 の反強磁性オーダーパラメータを、界面交換結合を介して強磁性層に転写する方式が主流であったが、2015 年に Pt/Cr_2O_3 界面において、反強磁性オーダーパラメータを反映するホール効果が生じる可能性が示唆され[3]、強磁性層フリー薄膜における Cr_2O_3 層の反強磁性オーダーパラメータの検出に関する研究が進められている。一方、Pt/Cr_2O_3 界面における異常ホール効果の起源は完全には明らかにされていない。本研究では、Pt/Cr_2O_3 薄膜における異常ホール効果の磁場および温度依存性について検討した。

試料作製には、DC マグネトロンスパッタリング装置を用いた。α-Al_2O_3 単結晶基板上に Pt(2 nm)/Cr_2O_3(10, 40 nm)/Pt(0-16 nm)薄膜を作製した。作製した薄膜をフォトリソグラフィー法、Ar イオンミリングを用いて、幅 5 μm、長さ 25 mm のホール素子に微細加工した。ホール効果測定には、スピニング電流ホール測定を用いて、主にデバイス形状の不完全性に由来するホール電圧のオフセットを低減した。

図 1 にα-Al_2O_3(0001)基板上に作製した Pt/Cr_2O_3(10 nm)積層膜に対する、残留ホール抵抗（R_{AHE}）の温度依存性を示す。図には、磁場中冷却後（$\mu_0 H_{cool}$ = ±2 T）、磁場を除荷した残留状態で測定した結果を示す。$\mu_0 H_{cool}$ に応じて残留 R_{AHE} の符号が反転する。R_{AHE} の温度依存性は、Cr_2O_3 における界面磁気モーメントの温度依存性 [4]や交換バイアス磁場の温度依存性[1]と類似しており、異常ホール効果による界面 Cr スピンを検出していることが示唆される。当日は、R_{AHE} の磁場依存性、Pt バッファー層の効果、軟 X 線磁気円二色性との関連についても議論する。

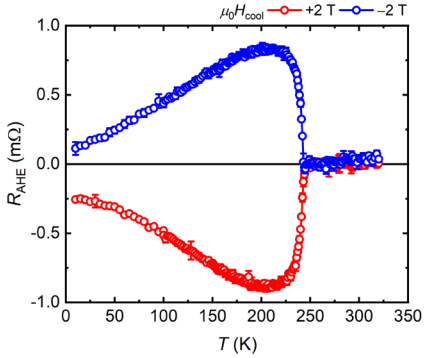

図 1　Pt/Cr_2O_3(0001) (10 nm)積層膜の残留ホール抵抗の温度依存性

本研究の一部は、科学研究費補助金（19H00825）の支援を受けて実施された。

[1] Y. Shiratsuchi *et al.*, JPCM 33, 243001 (2021) and references therein. [2] Y. Shiratsuchi *et al.*, APL100, 262413 (2012). [3] T. Kosub *et al.*, PRL 115, 097201 (2015). [4] X. He *et al.*, Nature Mater. 9, 579 (2010).

© 2022年 応用物理学会