

CoFe₂O₄/Pt 界面における磁気近接効果と異常 Hall 効果

Magnetic proximity effect and anomalous Hall effect in the CoFe₂O₄/Pt interface

°Shoto Nodo¹, Ichiro Yamane¹, Motohiro Suzuki², Seiya Yokokura¹, Toshihiro Shimada¹, Taro Nagahama¹

(1. Hokkaido Univ., 2. Kwansei Gakuin Univ.), E-mail : punkan-369@eis.hokudai.ac.jp

【はじめに】

近年 Pt 等の重金属における強いスピン軌道相互作用を利用した電流-スピン流変換現象が注目を集めている。中でも重金属と強磁性絶縁体との二層膜では、重金属中に生じたスピン流と強磁性絶縁体の磁化との間の相互作用が理論・実験の両面から広く研究されている。一方 Pt と強磁性体との接合では、界面の Pt がわずかに磁化されるという静的な磁気近接効果の存在も示唆されており[1]、電流-スピン流変換現象という動的な効果において、磁気近接効果の評価は重要である。そこで本研究では、CoFe₂O₄/Pt 二層膜に対して Hall 測定や XMCD 測定から磁気近接効果の評価を試みた。

【実験方法】

薄膜試料はすべて反応性分子線エピタキシー法によって作製した。膜構成は MgO(001)基板 /NiO/CoFe₂O₄/Pt(t_{Pt} nm, 製膜温度 100-600°C)である。薄膜試料の磁気特性は SQUID によって評価した。また薄膜試料を Hall バー形状($w=100\ \mu\text{m}$)に微細加工し、磁気輸送特性を評価した。Pt の誘起磁気モーメントの評価は SPring-8(BL39XU)での XMCD 測定によって行った。

【結果】

SQUID による磁気特性の評価より、CoFe₂O₄ 薄膜の特徴である垂直磁気異方性が観測された。また Hall 測定では Pt の製膜温度に関わらず Hall 抵抗がヒステリシスな変化を示す異常 Hall 効果が得られた(Fig. 1(a))。これは一般的には強磁性体に見られる効果であるが、CoFe₂O₄ は絶縁体であり電流は Pt のみに流れるため、磁気近接効果によって Pt に強磁性が誘起されていることを示唆している。さらに Pt の強磁性を直接観測するため、Pt の XMCD 測定を行ったところ、Pt を 600°C で製膜したサンプルのみ XMCD シグナルが得られた(Fig. 1(b))。このことから、Pt の磁気モーメントが観測できるほどの強い磁気近接効果の発現には界面が荒れ Pt と CoFe₂O₄ が相互拡散し、合金が形成されることが必要である一方、異常 Hall 効果には XMCD 測定の観測限界以下 ($<0.001\mu_B$) の微小な磁気モーメントまたは界面の交換相互作用が関係していると考えられる。

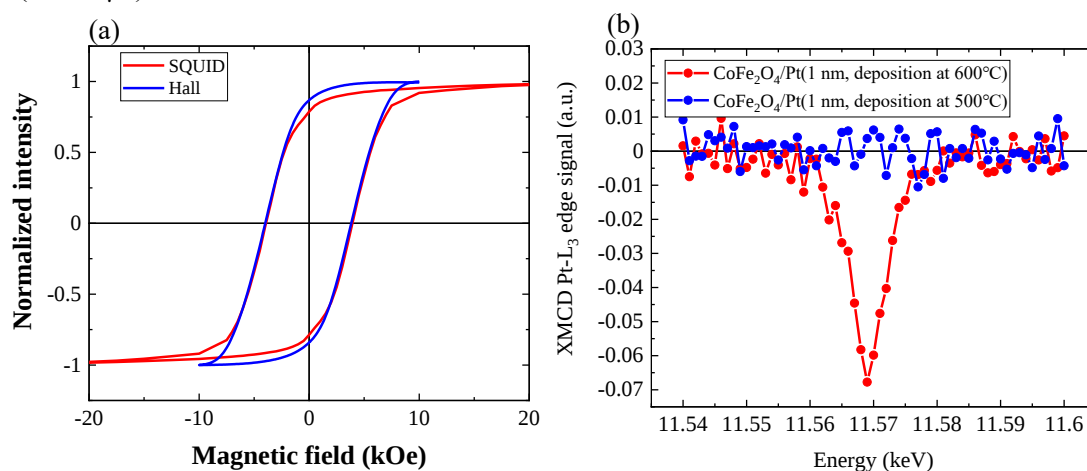


Figure 1 (a) The magnetic hysteresis loop and the Hall measurement of CoFe₂O₄/Pt at RT. (b) The XMCD spectra of CoFe₂O₄/Pt at RT.

[1] W. Amamou *et al.*, *Phys. Rev. Mater.* **2**, 011401 (2018).