

磁気近接効果を用いた Pt/CoFe₂O₄ 超薄膜の磁気特性評価

○野土翔登¹、山本匠¹、柳瀬隆²、島田敏宏²、長浜太郎²
(北大院総化¹、北大院工²)

Evaluation of magnetic property of Pt/CoFe₂O₄ ultra-thin film using magnetic proximity effect

○S. Nodo¹, T. Yamamoto¹, T. Yanase², T. Shimada², T. Nagahama²
(Hokkaido Univ., Graduate school of Chemical Sciences and Engineering¹
Hokkaido Univ., Graduate school of Engineering²)

はじめに

コバルトフェライト (CoFe₂O₄ : CFO) はバルクで 793K と高い Curie 温度を持ち、優れた磁気特性から室温動作可能なスピニルター素子等への応用が期待されている。しかしながら薄膜ではバルクと異なった磁気特性を示し、特に厚さが数 nm 程度の超薄膜では逆位相境界(APBs)やカチオン欠陥等に起因する様々な磁気特性が報告されている^{1), 2)}。今回は磁気近接効果の存在が報告されている³⁾Pt/CFO 二層膜系を用いて、Pt の磁気輸送測定によって CFO 超薄膜の磁気特性の評価を行った。

実験方法

薄膜試料は反応性分子線エピタキシー(MBE)法によって作製した。膜構成は MgO(001)基板/MgO(20 nm)/Pt(2,3 nm)/CFO(2-6 nm)である。Pt/CFO 二層膜の結晶構造は反射高速電子回折(RHEED)によるその場観察、X 線回折(XRD)によって評価した。製膜後は微細加工によって Hall バー構造の素子を作製し、磁気輸送測定(Hall 測定)を行った。

実験結果

Fig.1 に室温における Pt の Hall 測定の結果を示す。今回作製したサンプルで最も CFO 膜厚が厚い 6 nm においても、バルクの保磁力 3000 Oe より小さくなっていることがわかる。また膜厚が小さくなるにつれ、保磁力が低下しており 3.4 nm 以下では保磁力がほぼ 0 と、(超)常磁性的に振る舞っていることがわかった。これは超薄膜化による影響、あるいは既に報告のあるような欠陥密度の増加^{1), 2)}によるものと考えられる。

次に最も CFO 膜厚が薄い 2 nm のサンプルについて Pt の Hall 測定の温度依存性を測定した。結果を Fig.2 に示す。保磁力に着目すると温度の低下に伴って単調に減少する傾向が見られ、220 K 以上ではほぼ 0 となった。このことから、CFO 膜厚 2 nm では磁気相転移温度が 220 K 付近にあると考えられる。また、この 220 K におけるデータを Brillouin 関数でフィッティングしたところ、 $J \approx 1500$ となつことから、超常磁性体のように振る舞っていると考えられる。

参考文献

- 1) C. Jin *et al.*, *J. Appl. Phys.* **110**, 013917 (2011)
- 2) Y. K. Wakabayashi *et al.*, *Phys. Rev. B* **96**, 104410 (2017)
- 3) W. Amamou *et al.*, *Phys. Rev. Mater.* **2**, 011401 (2018)

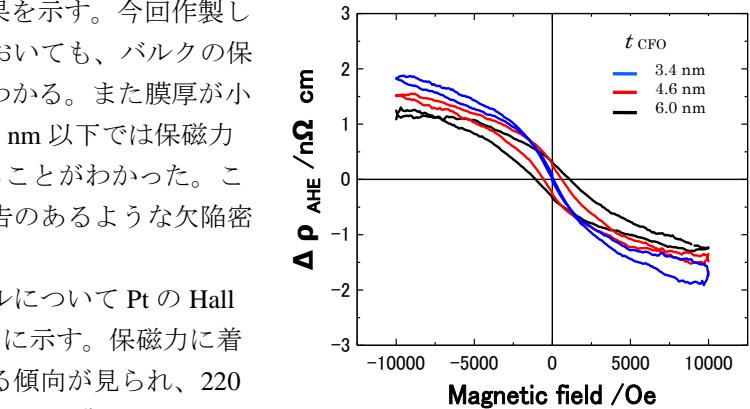


Fig.1 Thickness-dependent Hall measurement in Pt (300 K)

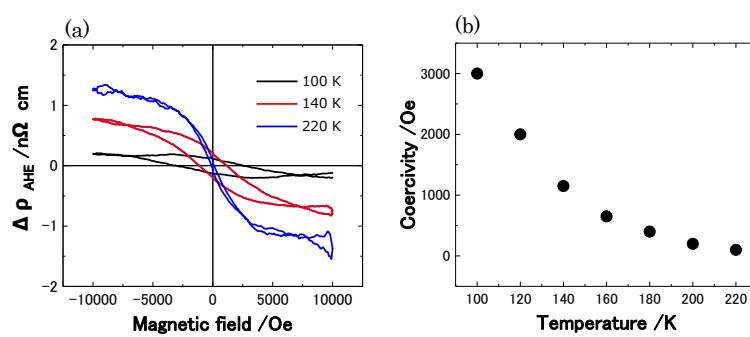


Fig.2 Hall measurement in Pt ($t_{CFO} = 2.0$ nm)
(a) Temperature-dependent Hall measurement (b) Temperature dependence of coercivity