強磁性金属/*r* 面配向 Cr_2O_3 積層膜の磁気特性

Magnetic Properties of Ferromagnetic Metal/*r*-oriented Cr_2O_3 Multilayer

○隅田 貴士[1]、橋本 浩介[1]、中村 拓未[1]、渡部 雄太[1]、永田 知子[1]、
高瀬 浩一[1]、山本 寛[1]、岩田 展幸[1](1.日大理工)

○Takashi Sumida[1], Kosuke Hashimoto[1], Takumi Nakamura[1], Yuta Watabe[1], Tomoko Nagata[1],
Koichi Takase[1], Hiroshi Yamamoto[1], Nobuyuki Iwata[1] (1.CST Nihon Univ.)

E-mail: bluetacks@gmail.com

1.背景・目的

Cr_2O_3 は反強磁性体(Antiferromagnetic : AFM)の絶縁体であり、電気磁気(Magnetoelectric : ME)効果を示す。200K 以下で FM 成分が観測された。果を示す。しかし、その効果は非常に小さい[1]。そこで我々は、Cr_2O_3 と強磁性体(Ferromagnetic: FM)との積層膜を作製し、FM の磁化曲線のシフト(交換バイアス磁場(H_{EB}))を Cr_2O_3 への電界印加により制御することを考えた[2]。さらに、H_{EB} の大きさはAFM の界面スピンの大きさに比例することが知られている。同様な報告は *c* 面配向 Cr_2O_3 積層膜で数多くある[3]。しかし、Cr 原子のディスロケーションによる双晶の発生によって単一の反強磁性ドメインができないために H_{EB} は変化しなかったと考えている。一方、*r* 面配向 Cr_2O_3 薄膜には双晶が成長していないことを X 線回折による逆格子像から明らかにした[4]。*r* 面の表面エネルギーが最も低いことが原因と考えている[5]。更に、Cr_2O_3 の *r* 面は通常の AFM 酸化物と異なり、ステップの発生で 1 ユニット異なったテラス面が現れたとしても、全ての面で 2 次元的 FM 配列をしているため、大きな H_{EB} が得られると考えている。本研究では *r* 面配向 Cr_2O_3 と強磁性金属の積層膜における磁気特性について報告する。

2.結果・考察

$[Pt/Co]_3/Pt/Cr_2O_3$ 積層膜を DC-RF マグネトロンスパッタ法を用いて作製した。Fig.1 に *r* 面配向 Cr_2O_3 積層膜における面内での(a)5K および 200K における磁化-磁場(*M-H*)曲線、(b)磁化-温度(*M-T*)曲線を示す。5K から 180K 以下において、ゼロ点を中心としたダブルヒステリシスループを観測した。界面における Cr スピンとの磁気的相互作用が原因で、界面近傍とそこから離れた箇所では、FM スピンを反転させるのに必要な磁場の大きさに違いがあるのが原因と考えている。200K 以上ではダブルヒステリシスループは消失し, 超常磁性的な振る舞いを示した。また、*M-T* 曲線 (Fig.1(b))より 200K 以下で FM 成分が現れていることがわかる。これは *M-H* のダブルヒステリシスループが 200K 以下でのみ観測されたことと整合する。当日は電磁場冷却後の磁化特性も合わせて報告する。

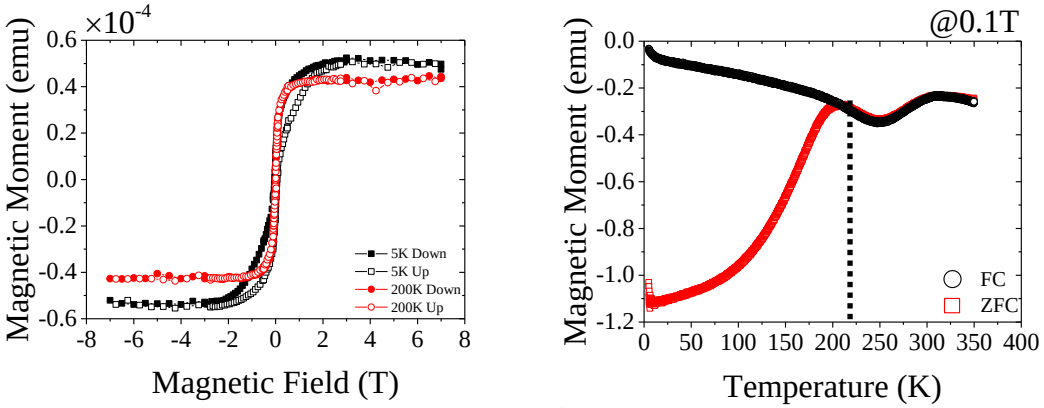

Fig.1 : In-plain magnetic property of $[Pt/Co]_3/Pt/Cr_2O_3$ multilayer.
(a)*M-H* curve showed double hysteresis at 5K, and superparamagnetic at 200K. (b) *M-T* curve indicated FM property lower than 200K, comparing the result of field cool noted by ○ with that of zero field cool noted by □.

3.参考文献

[1] M. Fiebig: J. Phys. D **38** (2005) R123.
[2] X. Chen, et al., Appl. Phys. Lett. **89** (2006) 202508
[3] Y. Shiratsuchi, M. Yamamoto, and Y. Kamada: Jpn. J. Appl. Phys. **41**(2002) 5719.
[4] N. Iwata T. Kuroda and Hiroshi Yamamoto, Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 11PG12
[5] A. J. Rowley, M. Wilson, and P. A. Madden: J. Phys. Condens. Matter **11**(1999) 1903.

© 2015年 応用物理学会