

Al 置換による電気磁気材料 Cr₂O₃ 薄膜の磁気異方性向上

野崎友大、塩川陽平、S. P. Pati、葉術軍、M. Al-Mahdawi、佐橋政司
(東北大学)

Enhanced magnetic anisotropy of magnetoelectric Cr₂O₃ film by Al-doping
T. Nozaki, Y. Shiokawa, S. P. Pati, S. Ye, M. Al-Mahdawi, and M. Sahashi
(Tohoku University)

序論

電気磁気材料である Cr₂O₃ は電圧による磁化反転を可能とする電気磁気効果デバイス、電圧制御 HDD や MRAM の候補として注目を集めている。近年、Cr₂O₃/Co 薄膜を用いた系で垂直交換バイアスの電界制御が実現されたことから^{1,2)}、実用化がより現実味を帯びてきている。しかし Cr₂O₃/Co 交換結合膜では、Cr₂O₃ の磁気異方性が低い ($K_{AF} \sim 2 \times 10^5$ erg/cc) ため、特に薄い Cr₂O₃ 薄膜を用いた場合に、交換バイアスのブロッキング温度がネール温度よりも大幅に下がってしまうことが問題となっている。我々は Cr₂O₃ と同じコランダム構造を持つ a-Fe₂O₃ 薄膜への Ir 少量置換による垂直磁気異方性の向上に成功しており^{3,4)}、本研究では元素置換による Cr₂O₃ 薄膜の磁気異方性の向上を目指した。

実験方法

膜構成は Al₂O₃ 基板/Pt 25/Cr₂O₃ または Al-doped Cr₂O₃ t_{Cr2O3}/Co 1/Pt 5 (nm) である。(Al 置換)Cr₂O₃ 薄膜は Cr または Al-Cr 合金ターゲットを用い、反応性スパッタ法で作製した。薄膜の Al 組成は XRF により確認した。Al 5atm% の Al-Cr 合金ターゲットを用いて作製した薄膜の Al 含有量は 3.7atm% 程度であった。磁気特性の評価には SQUID 磁力計を用いた。

実験結果

図 1 に無置換試料および Al 置換試料の交換バイアスの温度依存性を示す。無置換試料では Cr₂O₃ 薄膜の膜厚が 250nm であっても、その小さな磁気異方性と大きな交換バイアスのため、ブロッキング温度は 130K 程度とネール温度~300K よりもかなり小さい値となった。それに対して、Al 置換試料では、膜厚が同じ程度であるにも関わらず 280K 程度の大きなブロッキング温度が得られた。さらに、交換バイアスの大きさ自体も無置換試料よりも高い値が得られ、最大で 4500Oe を超える巨大な交換バイアスが得られた。Meiklejohn -Bean のモデルによるとブロッキング温度は磁気異方性が大きいほど、また、交換バイアスの大きさが小さいほど大きくなることから、Al 置換試料では大幅な磁気異方性の増大が起こっていると考えられる。このような磁気異方性の増大は、電気磁気効果デバイスの熱安定性を確保するためにも不可欠である。

謝辞

本研究の一部は内閣府 ImPACT プログラムの支援を受けて行われた。

参考文献

- 1) T. Ashida *et al.*, Appl. Phys. Lett. **104** (2014) 152409.
- 2) T. Ashida *et al.*, Appl. Phys. Lett. **106**, (2015) 132407.
- 3) N. Shimomura *et al.*, J. Appl. Phys. **117** (2015) 17C736.
- 4) T. Mitsui *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn., **85** (2016) 063601.

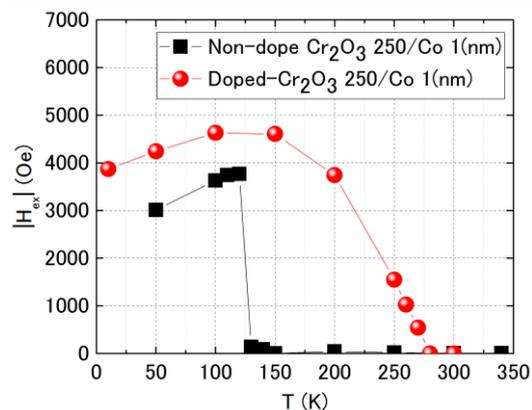


図 1 無置換試料および Al 置換試料の交換バイアスの温度依存性。