

窒化物 $\text{Co}_3\text{FeN}/\text{MnN}$ 交換結合膜における電流誘起磁化反転

Current induced magnetization switching in exchange-coupled $\text{Co}_3\text{FeN}/\text{MnN}$ bilayers

名大院工¹ ○後藤 大尚¹, 吉田 拓也¹, 羽尻 哲也¹, 浅野 秀文¹

Nagoya Univ.¹, ○Hiroataka Goto¹, Takuya Yoshida¹, Tetsuya Hajiri¹, Hidefumi Asano¹

E-mail: goto.hiroataka@h.mbox.nagoya-u.ac.jp

研究背景 スピンバルブを利用した磁気ヘッドなどのスピントロニクス素子において、反強磁性体 AFM と強磁性体 FM の交換結合膜は重要な役割を果たしている。この AFM がもたらす交換結合についての理解を深めることは、異方性トンネル磁気抵抗効果[1]など応用の観点からも意義深い。さらに、スピントランスファートルクで生じる磁化反転の臨界反転電流密度 I_c の大きさは、AFM の I_c は FM の I_c よりも小さな値であること予測されており[2]、実際に我々は逆ペロブスカイト型窒化物ハーフメタル FM Co_3FeN と窒化物 AFM Mn_3GaN の交換結合膜を用いて $I_c = 6 \times 10^5 \text{ A/cm}^2$ であることを示してきた[3]。本研究では、FM/AFM 交換結合膜の室温による電流誘起磁化反転を目指し、ネール温度 640 K の AFM MnN と Co_3FeN の積層膜を作製し、その交換結合膜の電流誘起磁化反転の挙動を異方性磁気抵抗効果 AMR により観察した結果を報告する。

実験方法 Mn 及び Co_3Fe ターゲットを用いた反応性マグネトロンスパッタ法により、 $\text{MgO}(001) \text{ sub.}/\text{MnN}(30 \text{ nm})/\text{Co}_3\text{FeN}(5 \text{ nm})$ 積層構造の作製を行い、X 線回折法により構造解析を行った。交換結合は、素子加工を施した後に外部磁場 $H = +10 \text{ kOe}$ を印加の下、 400°C で 30 分間保持し、外部磁場を印加したまま室温まで冷却した。

結果・考察 $\text{MnN}(30 \text{ nm})/\text{Co}_3\text{FeN}(5 \text{ nm})$ 積層膜の AMR 曲線を Fig. 1 に示す。 $H_a = -5 \text{ kOe}$ の外部磁場下で素子に 100 msec 間反転電流 I_a を流し、続いて外部磁場を $H = -5 \sim +5 \text{ kOe}$ の間で変化させて AMR 曲線を観察した。測定後には $+5 \text{ kOe}$ の磁場中で 20 mA の電流を流し、初期状態に戻した。 I_a が 1 mA までの間は、ほぼ一定の交換バイアス $H_{\text{ex}} = -100 \text{ Oe}$ を示し、1~18 mA の間で変化を示し、18 mA 以上で飽和することが分かった。MnN でも $1 \times 10^6 \text{ A/cm}^2$ の非常に小さい I_c を持つことを示す。しかしながら、先行研究[3]の値に比べて大きく、MnN のスピン配列を交えた視点から議論する。

参考文献 [1] B. G. Park *et al.*, Nature Mater. **10**, 214426 (2011). [2] A. S. Nunez *et al.*, Phys. Rev. B **73**, 214426 (2006). [3] H. Sakakibara *et al.*, IEEE Trans. Magn. **50**, 2600404 (2014).

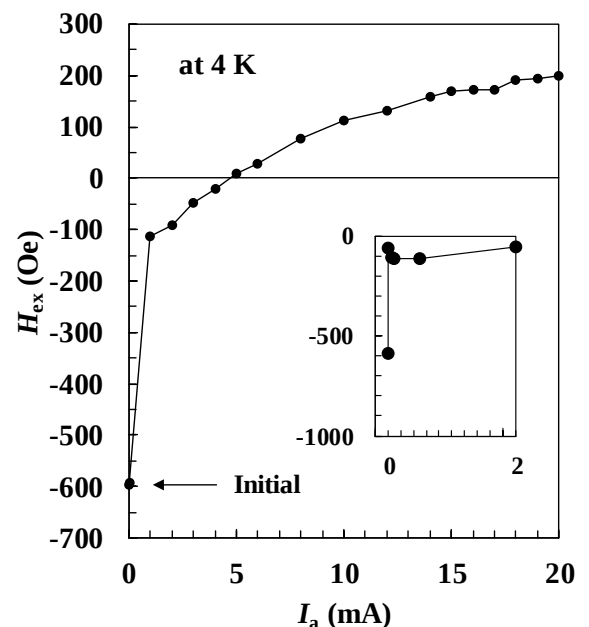


Fig. 1. H_{ex} in $\text{MnN}/\text{Co}_3\text{FeN}$ bilayers plotted against switching I_a at 4 K. Inset magnifies lower region of I_a .