

逆ペロブスカイト窒化物交換結合膜における電流誘起磁化スイッチング

Current induced magnetization switching in exchange-coupled antiperovskite nitride bilayers

名大院工 榊原英樹, °黒木庸次, 安藤弘紀, 河合俊介, 羽尻哲也, 植田研二, 浅野秀文

Nagoya Univ. H. Sakakibara, °Y. Kuroki, H. Ando, S. Kawai, T. Hajiri, K. Ueda, H. Asano

E-mail: kuroki.youji@j.mbox.nagoya-u.ac.jp

研究背景 近年、スピントランスファートルクは強磁性体のみならず、反強磁性体にも働き、その臨界反転電流密度(I_c)は約 10^5 A/cm² と小さな値を示すことが理論予測されている[1]。そのため我々は I_c 低減に向けて逆ペロブスカイト窒化物であるハーフメタル強磁性体 Co_3FeN と反強磁性体 Mn_3GaN に注目してきた [2, 3]。本研究では、 $\text{Mn}_3\text{GaN}/\text{Co}_3\text{FeN}$ 交換結合膜の電流誘起磁化反転挙動を異方性磁気抵抗効果(AMR)により調べたので報告する。

実験方法 マグネトロンスパッタ法により $\text{MgO}(001)$ sub./ $\text{Mn}_3\text{GaN}(20\text{ nm})/\text{Co}_3\text{FeN}(5\text{ nm})$ 積層構造の作製を行った。MR 測定は試料を細線($80 \times 20\text{ }\mu\text{m}$)状に加工し、325 K で $H_{\text{FC}} = +10\text{ kOe}$ の外部磁場中で 30 分間保持した後、外部磁場を印加したまま 4 K まで冷却した後、測定電流 $I = 0.1\text{ mA}$ と測定磁場 H ($\parallel H_{\text{FC}}$)を平行にして測定を行った。

結果・考察 $\text{Mn}_3\text{GaN}/\text{Co}_3\text{FeN}$ エピタキシャル積層膜の AMR 曲線を Fig. 1 に示す。交換バイアスによる H_{FC} の反対方向へのシフトが明瞭に観測され(Fig. 1(a))、このとき AMR は負であることから、 Co_3FeN が大きなスピン分極率を有していることが示唆される[4]。 $H_a = -5\text{ kOe}$ の外部磁場中で電流(I_a)を 1 秒間流した後 AMR 曲線を測定したところ、 I_a が大きくなるに従い交換バイアスが正磁場側にシフトし、 $I_a = 3\text{ mA}$ ($I_c \approx 6 \times 10^5\text{ A/cm}^2$) で完全に反転した(Fig. 1(b)-(e))。次に、ジュール熱の影響を調べるために $I_a = 1\text{ mA}$ を流す時間を変えて、AMR 曲線を測定した。 I_a を 60 秒間流した後の AMR 曲線は、1 秒間流した後に比べて正磁場側に約 50 Oe シフトしたが、Fig. 1 での I_a の大きさに対する変化量を比較するとジュール熱ではなく I_a の大きさがシフトの大きさに支配的に作用していることが明らかになった。以上より、この交換バイアスのシフトは Co_3FeN からのスピン偏極電流が Mn_3GaN モーメントに与えるスピントランスファートルクによると考えられる。

参考文献 [1] A. S. Nunez *et al.*, Phys. Rev. B **73**, 214426 (2006).
[2] H. Sakakibara *et al.*, IEEE Trans. Magn. **50**, 2600404 (2014).
[3] H. Tashiro *et al.*, J. Korean Phys. Soc. **63**, 299 (2013). [4] S. Kokado *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **81**, 024705 (2012).

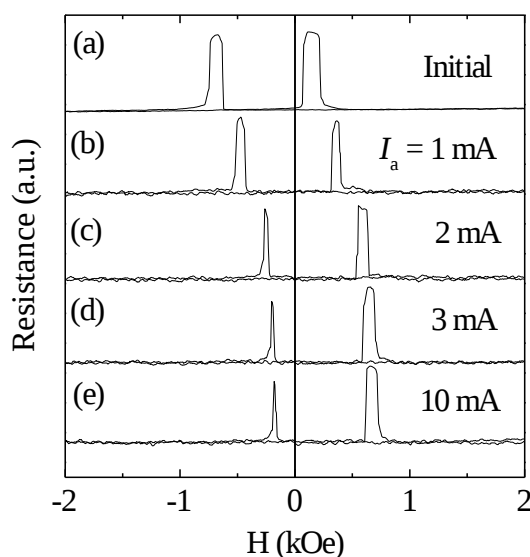


Fig. 1. AMR curves for $\text{Mn}_3\text{GaN}/\text{Co}_3\text{FeN}$ bilayer measured at 4 K (a) initial state and (b)-(e) after flowing I_a with $H_a = -5\text{ kOe}$.