

# 異方性磁気抵抗効果を用いたホイスラー合金 ハーフメタル強磁性 ／反強磁性 $\text{Fe}_2\text{CrSi}/\text{Ru}_2\text{MnGe}$ 積層膜の研究

羽尻哲也, 松下将輝, 植田研二, 浅野秀文

(名大工)

Anisotropic magnetoresistance study of Heusler-type half-metal ferromagnet  
 $\text{Fe}_2\text{CrSi}/\text{Ru}_2\text{MnGe}$  bilayer thin films

T. Hajiri, M. Matsushita, K. Ueda, and H. Asano  
(Nagoya Univ.)

## はじめに

近年, スピン偏極電流が強磁性体だけでなく反強磁性体にも作用し, 反強磁性体の磁気配列を変えうる事が報告されたことより [1,2], スピン偏極電流を用いた磁化スイッチングが注目を集めている。その際, 反強磁性相の磁化スイッチングに必要な臨界電流は強磁性に作用する場合よりも  $10^{-1} \sim 10^{-2}$  以上小さい事が予想されている [1]。反強磁性相に作用する磁化反転を観測する方法として, 交換結合した強磁性／反強磁性積層膜の異方性磁気抵抗 (AMR) 効果を用いる方法が提案されている [3]。一方で, AMR は強磁性体のハーフメタル性に関する重要な情報を含む [4]。そこでホイスラー合金で最も高いネール温度を持つ  $\text{Ru}_2\text{MnGe}$  [5] と, 同じホイスラー合金ハーフメタル強磁性  $\text{Fe}_2\text{CrSi}$  の積層膜の作成を行ない, AMR 測定を行なった。

## 実験方法

ホイスラー合金  $\text{Fe}_2\text{CrSi}$  および  $\text{Ru}_2\text{MnGe}$  は DC マグネットロンスパッタリングにより成膜を行なった。交換結合は 350 K で  $H = +10$  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 まで冷却する事で得た。MR 測定および電気抵抗測定は 4 端子法を用いた。

## 実験結果

Fig.1 に交換結合した  $\text{Fe}_2\text{CrSi}(10 \text{ nm})/\text{Ru}_2\text{MnGe}(20 \text{ nm})$  積層膜の  $T = 4 \text{ K}$  における AMR 曲線を示す。磁場と電流の相対角が平行 ( $\parallel H$ ) および垂直 ( $\perp H$ ) それぞれで, 保磁力 ( $H_c \sim 700$  Oe) に起因するピークを観測した。また Fig.1(b) に示すようにそのピーク位置に注目すると,  $\parallel H$  のピークは  $\perp H$  のピークに比べマイナス方向にシフトしており, FM/AFM 交換結合による磁場中冷却の反対方向へのシフト ( $H_{eb} \sim 180$  Oe) を観測した。また交換結合した  $\text{Fe}_2\text{CrSi}/\text{Ru}_2\text{MnGe}$  積層膜の比の角度依存性の測定も行い,  $H = 4000$  Oe において約-1.0% の AMR 比を得た。

一方で,  $\text{Ru}_2\text{MnGe}$  薄膜の電気抵抗－温度曲線において  $T = 380$  K 近傍にピークが現れる事を見出した。このピークはネール温度に関連すると考えられ [6], 以前の報告 ( $T_N = 353$  K [5]) よりもさらなるネール温度の上昇が期待される。

## 参考文献

- 1) A. S. Nunez *et al.*, Phys. Rev. B **73**, 214426 (2006).
- 2) X. L. Tang *et al.*, Appl. Phys. Lett. **91**, 122504 (2007).
- 3) H. Sakakibara *et al.*, J. Appl. Phys. **117**, 17D725 (2015).
- 4) S. Kokado *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **81**, 024705 (2012).
- 5) N. Fukatani *et al.*, IEEE Trans. Magn. **48**, 3211 (2012).
- 6) R. Asai *et al.*, J. Phys. Condens. Matter **15**, L463L468 (2003).

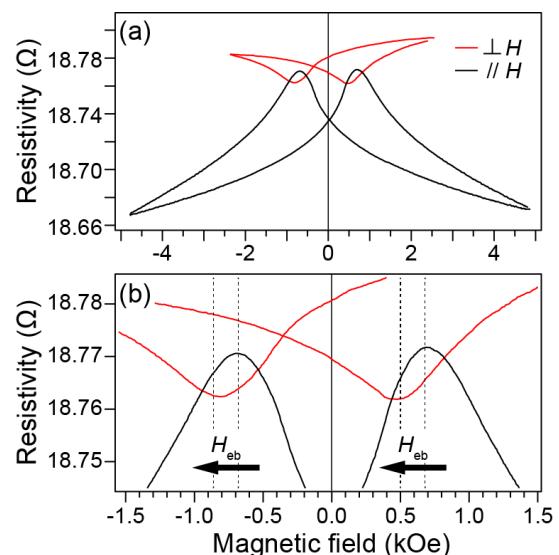


Fig.1 Anisotropic magnetoresistance curves of RMG/FCS exchange-coupled bilayers.