

ホイスラー強磁性/反強磁性積層膜における構造と界面磁性

Structure and interfacial magnetic properties in Heusler-type ferromagnet/antiferromagnet bilayers

名大院工 深谷直人, °榊原英樹, 稲垣圭真, 宮脇哲也, 植田研二, 浅野秀文

Nagoya Univ. N. Fukatani, °H. Sakakibara, K. Inagaki, T. Miyawaki, K. Ueda, H. Asano

E-mail: sakakibara.hideki@a.mbox.nagoya-u.ac.jp

研究背景 強磁性(FM)/反強磁性(AFM)積層構造は、様々なスピントロニクスデバイスで用いられており、過去に FM/AFM 積層構造の磁気特性の研究は数多く行われてきた。しかし、ホイスラー合金を FM 層に用いた例は数多くあるが、AFM 層に用いた例はなく、全ホイスラー合金系 FM/AFM 積層構造における交換結合メカニズムは未解明である。本研究では、反強磁性ホイスラー合金の中でも最も高い $T_N = 353$ K を有する Ru_2MnGe 薄膜¹⁾ を用いて、ホイスラーハーフメタル強磁性体/ Ru_2MnGe 積層膜における界面磁気特性とそのメカニズムについて調べた。

実験方法 DC マグネトロンスパッタリング法により $\text{MgAl}_2\text{O}_4/\text{Fe}_2\text{VSi}$ buffer(3 nm)/ Fe_2CrSi or Co_2MnGe (5 nm)/ Ru_2MnGe (10-20 nm) / MgAl_2 cap(10 nm)からなる積層膜を作成した。 Ru_2MnGe 薄膜は成長温度(T_s)473-673 K の範囲で製膜を行った。

実験結果 Fig. 1 に交換結合磁界(H_{ex})の T_s 依存性を示す。温度が上がると $T_s = 573$ K まで H_{ex} は大きくなった。これは XRD 構造解析の Ru_2MnGe ピーク強度と対応している。また、 $T_s = 573$ K 以上では、 H_{ex} は小さくなったが、これは T_s 上昇に伴う Fe_2CrSi と Ru_2MnGe の界面における原子拡散のためと考えられる。したがって、ホイスラー合金系 FM/AFM の界面交換結合には AFM 層の結晶成長と界面の原子配列が重要であることがわかる。 $T_s = 573$ K で得られた交換結合エネルギー $J_k = 0.023$ erg/cm² であった。一方、 Co_2MnGe を用いた積層膜では $J_k = 0.051$ erg/cm² となり、 Fe_2CrSi を用いたときより約 2 倍大きな値となった。FM/AFM 界面においてハイゼンベルグ型交換結合をしていると仮定すると J_k は磁気結合をしている磁性原子の磁気モーメントの大きさに比例する。ここで、界面を例えば(RuCo) MnGe などのホイスラー合金と考えると、X, Y サイトの磁性原子の影響もあるため単位格子の磁気モーメントが寄与すると考えられる。 Fe_2CrSi の単位格子当たりの磁化は $2 \mu_B/\text{f.u.}$ 、 Co_2MnGe の磁化は $5 \mu_B/\text{f.u.}$ であり、 J_k の変化量とほぼ一致する。これより、ホイスラー合金系 FM/AFM 交換結合膜では J_k と単位格子当たりの磁化に密接な関係があることが推察される。

参考文献

- 1) N. Fukatani *et al.*, IEEE Trans. Magn. 48, 3211 (2012).

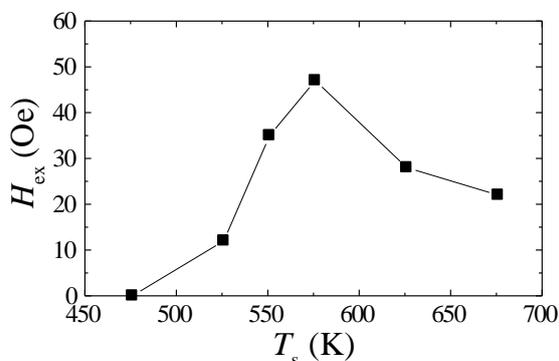


Fig. 1 Exchange-anisotropy field H_{ex} in the $\text{Fe}_2\text{CrSi}/\text{Ru}_2\text{MnGe}$ bilayers at 77 K as a function of the substrate temperature(T_s) during the deposition of the Ru_2MnGe