

Fe₃Si/Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})-PbTiO₃ 構造の磁気伝導特性

藤井竣平¹, 宇佐見喬政¹, 山田晋也^{2,1}, 白土優^{3,2}, 中谷亮一^{3,2}, 浜屋宏平^{2,1}
(¹阪大基礎工, ²阪大基礎工 CSRN, ³阪大工)

Magnetotransport properties of a Fe₃Si/Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})-PbTiO₃ interfacial multiferroic heterostructure

S. Fujii¹, T. Usami¹, S. Yamada^{2,1}, Y. Shiratsuchi^{3,2}, R. Nakatani^{3,2}, K. Hamaya^{2,1}

(¹Grad. Sch. Eng. Sci., Osaka Univ., ²CSRN, Osaka Univ., ³Grad. Sch. Eng., Osaka Univ.)

強磁性体/強誘電体ヘテロ界面を用いたマルチフェロイクの応用が期待されている[1]. これまで、様々な強磁性薄膜/Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})-PbTiO₃ (PMN-PT)ヘテロ構造において磁化や磁気異方性等の電界制御が報告されているが[2], ホイスラー合金 Fe₃Si/PMN-PT 系の報告例はない. 本講演では、分子線エピタキシー(MBE)を用いて作製した Fe₃Si/PMN-PT 界面マルチフェロイク構造の作製とその磁気伝導特性について述べる.

MBE[3]を用いて Fe₃Si 薄膜(膜厚: ~30 nm)を PMN-PT(001)基板上に基板温度 350°Cで成長したところ、RHEED 像は明瞭なストリークパターンを示したことから、2次元エピタキシャル成長に成功したと考えられる. 面内 XRD 測定から Fe₃Si 薄膜は PMN-PT(001)基板に対して面内に 45° 回転して成長していることが判明した. また、4 回対称の{111}ピークの観測から、Fe₃Si 薄膜中には DO₃ 規則構造が形成されていることが確認された.

Fe₃Si 薄膜の面内結晶方位[100]または[110]方向に電流 I を印加することのできる 2 種類のホールバーを作製し (Fig.1 挿入図), 静磁場を約 2 kOe 印加した状態で面内に回転しながら抵抗値 R の変化を測定した. 抵抗値の変化から $AMR(\%) = \{ [R(\phi) - R_{\perp}] / R_{\perp} \times 100 \}$ の角度 (ϕ) 依存性を算出した結果を Fig. 1 に示す. ここで、 ϕ は電流 I と印加磁場方位のなす角である. 電流 I を [110] 方向に印加した場合は AMR 比が負で比較的大きな値を示す一方で、[100] 方向に対しては正を示し、その大きさは 4 分の 1 程度であった. このような AMR 比の正負混在の挙動は、Fe₃Si/GaAs(001) エピタキシャル薄膜の先行研究と一致しているが[4], 詳細なメカニズムは未だ不明である.

これらのホールバー試料に対して、PMN-PT の [001] 方向に電界 E を -8 kV/cm から +8 kV/cm の範囲で印加し、各電界において、 $EMR(\%) = [AMR(E) - AMR(0)] / AMR(0) \times 100$ としてプロットした結果が Fig. 2 である. EMR 比の変化は Fe₃Si[100] 方向のホールバー試料の方が顕著であることがわかる. この挙動は、電界印加時に PMN-PT 中に生じる分極方向 (Fig. 2 挿入図)[5] と関連しており、Fe₃Si/PMN-PT 界面の磁気弾性結合を捉えている結果であると考えられる.

本研究は、JST-CREST(JPMJCR18J1)の支援を受けた.

- [1] T. Taniyama, *J. Phys: Condens. Matter*. **27**, 504001 (2015).
- [2] T. Wu *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **98**, 012504 (2011).
- [3] K. Hamaya *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **93**, 132117 (2008).
- [4] H. Y. Hung *et al.*, *J. Cryst. Growth* **323**, 372 (2011).
- [5] S. Zhang *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **108**, 137203 (2012).

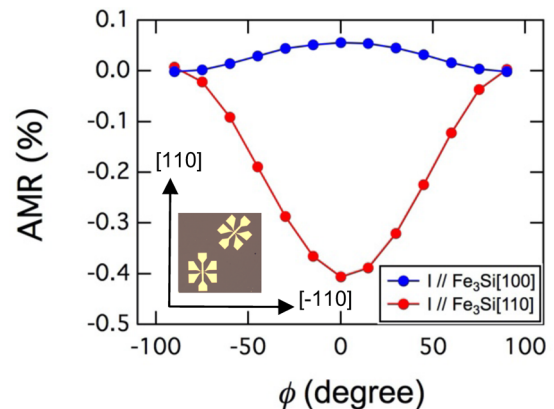


Fig. 1. AMR ratio for Fe₃Si[100] and [110] Hall-bar devices. $\phi = 0$ means that the current direction is parallel to the external magnetic field of 2 kOe.

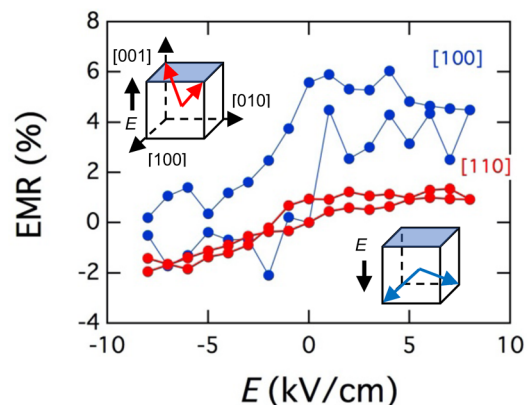


Fig. 2. EMR ratio for Fe₃Si[100] and [110] Hall-bar devices. The inset shows the polarization vector under different voltages. The red and blue arrows in the cubic crystal indicate the direction of the polarization in PMN-PT.