

反強磁性スピントロニクスに向けたノンコリニア 反強磁性絶縁体 SmFeO_3 トンネル接合の作製と評価

Preparation and characterization of tunnel junctions with noncollinear
antiferromagnetic insulator SmFeO_3 for antiferromagnetic spintronics

名大院工 [○]尹 智誠、棚橋 直也、羽尻 哲也、浅野 秀文

Nagoya Univ. [○]Zhicheng Yin, Naoya Tanahashi, Tetsuya Hajiri, Hidefumi Asano

E-mail: yin.zhicheng@b.mbox.nagoya-u.ac.jp

反強磁性体は、漏洩磁場が発生せず、スピンの応答速度が非常に速く、THz 領域までの高周波応答が可能、という特性から、次世代の超高積層・超高速スピントロニクス素子への応用が期待されている。そこで反強磁性体のスピン検出が一つの課題となっている。この問題を解決するための一つの案は、トンネル伝導電子を用いた磁気抵抗効果(MR)、すなわちトンネル接合の異なる抵抗値からスピンの検出である。反強磁性絶縁体 SmFeO_3 は、同一直線上に配列し、互いに打ち消し合うはずだった磁気モーメントが、スピン軌道相互作用によって自発キャントしたノンコリニア反強磁性体(ネール温度 $T_N \sim 670\text{K}$)であり [1] [2]、局在的なスピン偏極、マルチフェロイック特性を示すことが明らかになっており、TAMR(トンネル異方性)、NCMR(ノンコリニア)、TER(トンネル電界誘起)等への応用が期待される。そこで本研究では反強磁性スピントロニクスに向けたノンコリニア反強磁性絶縁体 SmFeO_3 を用いたトンネル素子での磁気応答を目指した。

トンネル素子は、マグネトロンスパッタ法で MgO (001)単結晶基板上に下部電極として $\text{EuBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 或は $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ (50nm)を成膜後、 SmFeO_3 (5nm、10nm、20nm)の成長を行った後に、室温で上部電極 Ta を製膜しトンネル接合を作製した。 $\text{EuBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 、 $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ と SmFeO_3 は $700 \sim 750^\circ\text{C}$ で $\text{Ar} + \text{O}_2$ の雰囲気中で製膜した。

積層膜の XRD パターンから $\text{EuBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ や $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ 上に SmFeO_3 がエピタキシャル成長を確認し、さらに [001] / [001] の結晶方向の関係が見られた。図 1 に $\text{EuBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ / SmFeO_3 / Ta トンネル接合の I-V 特性を示す。非線形な I-V 曲線が得られたことより $\text{EuBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ / SmFeO_3 / Ta 積層膜がトンネル伝導を示すことが分かった。図 2 に低バイアスで見られたトンネル接合の面積抵抗 $A \cdot R$ の SmFeO_3 膜厚依存性を示す、 $\log A \cdot R - d$ はほぼ線形を表していることより、 SmFeO_3 はトンネル接合のバリア層に適用可能と考えられる。

[1] J. H. Lee *et al.*, Phys. Rev. Lett. **107**, 117201 (2011).

[2] M. Kuroda. *et al.*. AIP Advances **8**, 055814 (2018).

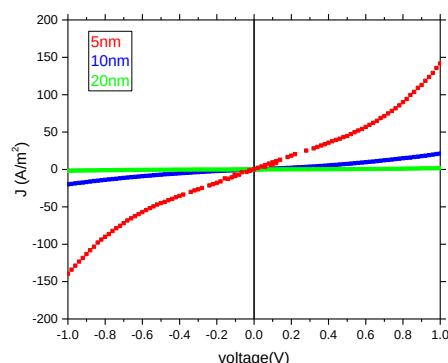


Figure 1. I-V characteristics of $\text{EuBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ / SmFeO_3 / Ta tunnel junctions

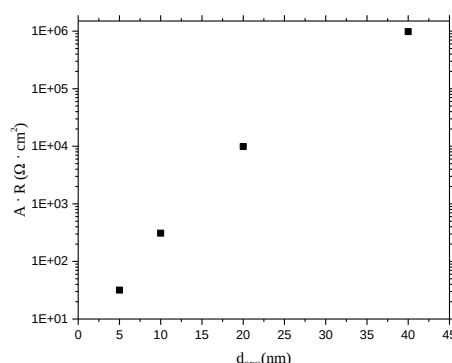


Figure 2. Thickness dependence of $A \cdot R$ of $\text{EuBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ / SmFeO_3 / Ta tunnel junctions