

白金電極上のバリウムフェライト垂直磁化膜の作製と トンネル伝導特性の評価

Preparation of $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{Pt}$ films with perpendicular magnetization
and evaluation of tunneling conduction properties

○(M2) 足立 亮太¹, 田中 雅章¹, 小見山 遥²,

小野 輝男², 日原 岳彦¹, 壬生 攻¹ (名工大工¹, 京大化研²)

○R. Adachi¹, M. A. Tanaka¹, H. Komiya²,

T. Ono², T. Hihara¹, and K. Mibu¹ (Nagoya Inst. Tech.¹, Kyoto Univ.²)

研究背景・目的

厚さが数 nm の強磁性絶縁体薄膜を伝導電子がトンネル効果で透過する際、電子が持つスピンによりバリア高さが異なり透過確率が異なるため、透過した電子のスピンに偏極が生じる。この現象はトンネル型スピンフィルター効果と呼ばれ、スピンが偏極した電子流の生成源として利用できる¹⁾。バリウムフェライト($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, BaM)はキュリー温度が高く c 軸方向に結晶磁気異方性を示す。また Pt(111)上で c 軸方向に成膜させると、大きな垂直磁気異方性を示すことが報告されている²⁻³⁾。本研究では、垂直磁化のトンネル型スピンフィルター効果の観測に向けて、Pt 薄膜上の結晶性、垂直磁化、表面平坦性の良い BaM 超薄膜の作製と BaM 薄膜によるトンネル伝導の観測を目的に研究を行った。

実験方法

$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3(0001)$ 基板上に電子ビーム蒸着法で Pt(111) 薄膜を成膜した後、パルスレーザー堆積(PLD)法で BaM 薄膜を 300°C で製膜して Pt (20 nm)/BaM (7 nm) 薄膜を作製した。製膜後に 900°C で 90 分間の赤外線アニール処理を用いて BaM の結晶成長を行った。X 線回折装置による結晶配向性の評価、SQUID 磁束計による垂直磁気異方性の評価、及び原子間力顕微鏡(AFM)による表面平坦性の評価を行った。また Pt (20 nm)/BaM (10 nm)/Cr(5 nm)/Pt (3 nm) 構造の多層膜トンネル接合素子を成膜し、フォトリソグラフィ及び Ar イオンミリングで直径 15 μm のトンネル接合素子を作製して、伝導特性の評価を行った。

実験結果

Pt (20 nm)/BaM (7 nm) 薄膜の BaM 薄膜は膜厚方向に c 軸配向することがわかった。また Fig. 1 に示す膜面直および面内方向の磁化曲線のように、BaM 層は垂直磁気異方性を示し、その異方性エネルギーは 1.7 MJ/m^3 を示した。Fig. 2 の AFM 観察像から、薄膜の平均表面粗さは 0.5 nm 程度と良好で、ピンホールはほとんど見られなかった。これらのことから磁気特性と表面平坦性が良い薄膜であることがわかった。

Fig. 3 にトンネル接合素子の電圧電流測定の結果を示す。トンネル伝導を示す 3 次曲線的な変化が観測された。バリア高さを 1.2 eV と仮定し、Simmons の式を用いた解析より、トンネルバリア厚さは 5.2 nm と推定された。BaM 薄膜の設計膜厚 10 nm を踏まえると比較的良好なバリアが形成されていることがわかった。発表では、トンネル伝導の測定温度依存性(100~300 K)の結果についても報告する。

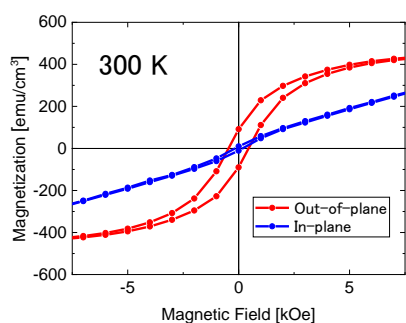


Fig. 1 Hysteresis loops of the Pt/BaM film.

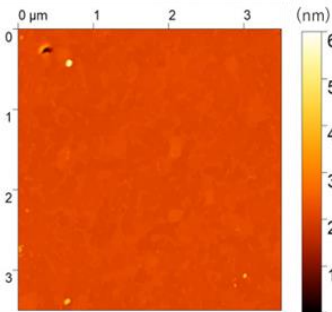


Fig. 2 AFM image of the Pt/BaM film.

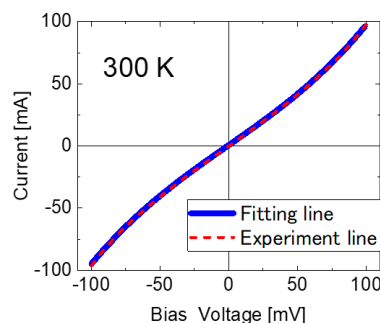


Fig. 3 Current-voltage curve of the tunneling junction.

参考文献

- 1) J. S. Moodera *et al.*, Phys. Rev. Lett. **61**, 637 (1988).
- 2) M. Ichinose *et al.*, J. Magn. Soc. Jpn. **23**, 1205 (1999).
- 3) A. Morisako *et al.*, J. Magn. Soc. Jpn. **23**, 1217 (1999).