

スピネル Mg-Al-O バリアを有する 強磁性トンネル接合のバイアス電圧依存性

Bias voltage dependence in magnetic tunnel junctions with a spinel Mg-Al-O barrier

○介川 裕章、猪俣 浩一郎、三谷 誠司 (物材機構)

○Hiroaki Sukegawa, Koichiro Inomata, Seiji Mitani (NIMS)

E-mail: sukegawa.hiroaki@nims.go.jp

スピネル (MgAl_2O_4) は強磁性トンネル接合 (MTJ) 用のバリアとして適した材料の一つであり、スピネル構造を不規則化させた Cation-disorder スピネル構造 (Mg-Al-O) を実現することで室温 300%を超える高いトンネル磁気抵抗 (TMR) 比が得られるため、磁気ランダムアクセスメモリや高性能磁気センサーなどへの応用が期待される[1]。スピネルバリアの大きな利点は CoFe 合金やホイスラー合金等と(001)方位ではほぼ完全に格子整合させることが可能であることである。このことはバイアス電圧印加下による TMR 比の減衰の抑制につながり、Fe 電極を用いた場合 TMR 比が半減するバイアス電圧 (V_{half}) は室温で優に 1 V を超える値を示す[2]。そのため、応用上重要な有限バイアス下における電圧出力を大きく向上できる。したがって、スピネルバリア MTJ のバイアス特性を詳細に明らかにすることは素子特性向上のために重要である。本研究では Mg-Al-O バリア MTJ のバイアス依存性や微分コンダクタンス特性のバリア作製条件 (酸化条件) 依存性について報告する[3]。

MTJ 多層膜構造はスパッタ法を用い MgO(001)単結晶基板上に Cr バッファ/Fe (30)/[Mg (0.45)/MgAl (t_{MgAl})-Ox/Fe (7)/IrMn (12)/Ru (15) (単位: nm)を成膜した。バリア層の酸化条件と t_{MgAl} をウェハ内で変化させることで MTJ 作製条件を制御した。各層は室温成膜後に適宜ポストアニールを行い表面平坦性と結晶性を向上させた。作製した膜は $1\sim 100\ \mu\text{m}^2$ 程度の素子サイズに微細加工を行い、直流四端子法で伝導特性を評価した。

Fig. 1 にプラズマ酸化により作製した Mg-Al-O バリア MTJ の室温で測定した TMR 比のバイアス電圧依存性を示す。用いた酸化条件ではゼロバイアスの TMR 比は $t_{\text{MgAl}} = 1.15\ \text{nm}$ において最も高い 212%が得られ、 V_{half} も約 1.15 V と非常に大きい値を取る。したがって、このときバリア層の最適酸化が実現されているとみなせる。 t_{MgAl} 増加に伴い、酸化不足条件となるため、ゼロバイアス TMR 比と V_{half} が減少していくことも見て取れる。微分コンダクタンス特性測定により、これらの TMR 特性とバリア酸化状態が密接に関係することが明らかになった。

[1] H. Sukegawa *et al.*, Phys. Rev. B **86**, 184401 (2012). [2]

H. Sukegawa *et al.*, Appl. Phys. Lett. **96**, 212505 (2010). [3]

H. Sukegawa *et al.*, Appl. Phys. Lett. **105**, 092403 (2014).

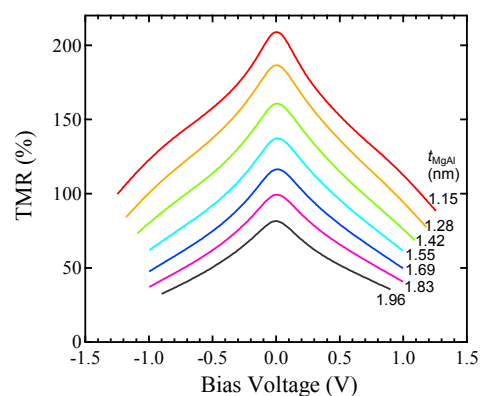


Fig. 1 Bias voltage dependence of TMR ratios for Fe/Mg (0.45 nm)/MgAl (t_{MgAl})-Ox/Fe MTJs at 300 K.