

2 回酸化法による高品位 MgAl_2O_4 バリア強磁性トンネル接合High-quality MgAl_2O_4 -based magnetic tunnel junctions prepared by two-step oxidation method

TDK¹, 物材機構², 筑波大³ °市川 心人¹, P.-H. Chang^{2,3}, 介川 裕章², 三谷 誠司^{2,3},
大久保 忠勝², 宝野 和博^{2,3}, 中田勝之¹

TDK Corp.¹, NIMS², Univ. Tsukuba³, °S. Ichikawa¹, P.-H. Chang^{2,3}, H. Sukegawa², S. Mitani^{2,3},
T. Ohkubo², K. Hono^{2,3}, and K. Nakada¹

E-mail: sntickw@jp.tdk.com

はじめに MgAl_2O_4 (MAO) はスピネル構造を有する立方晶の酸化物として知られ、強磁性トンネル接合 (MTJ) のトンネルバリアとして用いることで、近年室温において 300% を超える大きなトンネル磁気抵抗 (TMR) 比が報告されている¹⁾。また、MAO-MTJ は CoFe 系強磁性金属との格子整合性が良く高品位の界面構造を容易に実現できる為、良好な TMR 比のバイアス電圧依存性が得られ、それによって高い素子出力が得られるという応用上の利点がある。MAO 層の主要な作製方法として、Mg-Al 合金膜を成膜し、その後酸化させる後酸化法が知られている。しかし、後酸化法は最適条件以外では不均一酸化や界面の過酸化が起こりやすく制御が難しい。例えば最適酸化条件が得られる Mg-Al 膜厚以外では急激に TMR 比の低下が起こる²⁾。そこで本研究では MAO 作製を 2 回に分けて行う 2 回酸化法を導入し、MAO 層の均質性改善による特性向上を狙った。

実験方法 $\text{MgO}(001)$ 単結晶基板に、Cr (40)/Fe (30)/Mg (0.2)/Mg-Al (t_{MgAl})/Post Oxidation/Fe (7nm)/IrMn (12)/Ru (14) (Unit: nm) を有する MTJ 膜構造をマグネトロンスパッタ法で作製した。Mg-Al 組成は

$\text{Mg}_{10}\text{Al}_{81}$ を用いた。Mg-Al 層は線形導入シャッターを用いて傾斜膜として作製し、酸化度合をウェハ内で変化させた²⁾。酸化はチャンバー内に純酸素を導入して行った。従来の 1 回酸化では Mg-Al 層を t_{MgAl} 成膜した後酸化を行い、2 回酸化は Mg-Al 層の半分の膜厚 ($t_{\text{MgAl}}/2$) を成膜した後同様に酸化し、それを 2 回繰り返した (Fig. 1)。

実験結果 Fig. 2 に 1 回酸化及び 2 回酸化にて作製された MTJ の TMR 比の t_{MgAl} 依存性を示した。鋭いピークを示す 1 回酸化とは大きく異なり、2 回酸化では 150% を超える TMR 比が幅広い Mg-Al 膜厚範囲にて得られた。これは 2 回酸化によって制御性良く均質な酸化膜の形成が実現できたことを示している。また、断面微細構造解析および TMR 比のバイアス電圧依存性からも 2 回酸化による効果が裏付けられ、高品位 MAO バリア MTJ の作製法として非常に有望であることがわかった。

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

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

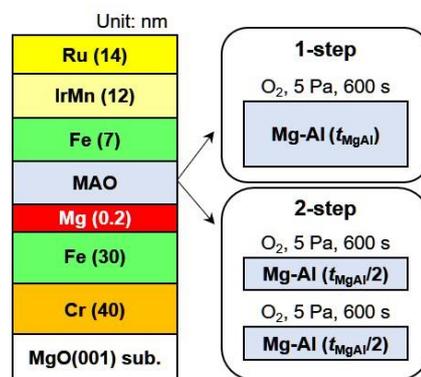


Fig. 1. Schematic illustration of MTJ stack and oxidation processes.

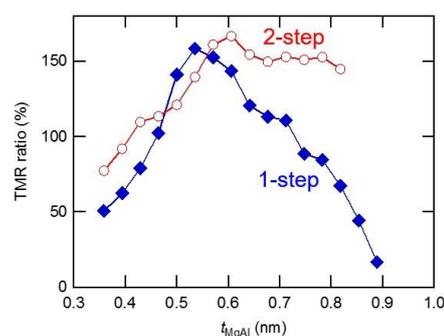


Fig. 2. t_{MgAl} dependences of TMR ratio.