

MgGa₂O₄ スピネル系バリアを用いた 低抵抗エピタキシャル強磁性トンネル接合

○介川裕章¹, 加藤侑志², M. Belmoubarik¹, P.-H. Cheng^{1,3}, 大坊忠臣², 下村尚治², 上口裕三²,
伊藤順一², 與田博明², 大久保 忠勝¹, 三谷誠司^{1,3}, 宝野和博^{1,3}

(¹ 物材機構, ² 東芝, ³ 筑波大)

Low resistance epitaxial magnetic tunnel junctions with an MgGa₂O₄ spinel based barrier

○H. Sukegawa,¹ Y. Kato,² M. Belmoubarik,¹ P.-H. Cheng,^{1,3} T. Daibou,² N. Shimomura,² Y. Kamiguchi,²
J. Ito,² H. Yoda,² T. Ohkubo,¹ S. Mitani,^{1,3} K. Hono^{1,3}

(¹NIMS, ²Toshiba, ³Univ. Tsukuba)

はじめに

スピネル系酸化物 (MgAl₂O₄) をバリア層として用いた強磁性トンネル接合 (MTJ) では 300% を超える高い室温トンネル磁気抵抗 (TMR) 比が実現されている¹⁾。また、MgAl₂O₄ は CoFe や Co 基ホイスラー合金などとの格子整合性が良く、良好な強磁性/バリア界面が得られることから TMR 比のバイアス電圧依存性の改善効果も期待できる。一方、MgAl₂O₄ の持つバンドギャップ (E_g) は MgO とほぼ同等の 7~8 eV 程度の値を持つことから、MgO バリア MTJ を超える低抵抗化の実現は困難であった。本研究では、 E_g がより小さいスピネル系酸化物をバリア層として導入し、バリア高さの低減による低抵抗化を目指した。特に、逆スピネル構造を安定構造として有するガリウム系スピネル MgGa₂O₄ ($E_g \sim 4.9$ eV) に着目し、コヒーレントトンネル効果による高い TMR 比の実現に加え、バリア高さ低減の可能性を探った²⁾。

実験方法

MgO(001)単結晶上に Cr を下地として、Fe/MgGa₂O₄/Fe/IrMn/Ru 構造の面内磁化型 MTJ 膜を作製した。MgGa₂O₄ バリアは、MgAl₂O₄ バリア作製³⁾と同様に、焼結 MgGa₂O₄ ターゲットを高周波スパッタすることにより形成した。結晶性と平坦性向上のために各層を室温成膜した後ポスト加熱処理を行った。直流 4 端子法による伝導特性評価と断面 STEM 観察による微細構造解析を行った。

実験結果²⁾

Fig. 1 には作製した Fe/MgGa₂O₄/Fe 構造の断面 STEM 像を示しており、エピタキシャル(001)成長が確認できる。また Fe 層と面内格子整合した極めて平坦な界面が実現されていることもわかる。

TMR 比は室温 121% (4 K : 196%) と比較的高い値が得られ、これは MgGa₂O₄ バリアを介したコヒーレントトンネル効果による寄与と考えられる。同一バリア厚試料の電流密度-バイアス電圧の両対数プロットの比較 (Fig. 2) からわかるように、MgGa₂O₄ バリアは MgAl₂O₄ バリア³⁾に比べ非常に抵抗が低く (約 1/50)、また電流密度が急上昇するバイアス電圧 (矢印) は MgGa₂O₄ においてより小さい。これらのことは MgGa₂O₄ が低バリア高さを持つことを示しており、高 TMR 比と低抵抗を備えた MTJ バリアとして有望である。本研究の一部は、革新的研究開発推進プログラム

(ImPACT) により、科学技術振興機構を通して委託されて行った。

参考文献

- 1) T. Scheike *et al.*, Appl. Phys. Express **9**, 053004 (2016).
- 2) H. Sukegawa *et al.*, Appl. Phys. Lett. **110**, 122404 (2017).
- 3) M. Belmoubarik *et al.*, Appl. Phys. Lett. **108**, 132404 (2016).

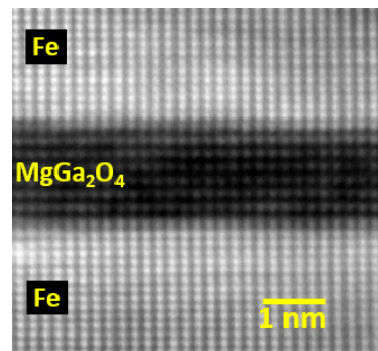


Fig. 1. High resolution STEM image of an Fe/MgGa₂O₄/Fe MTJ.

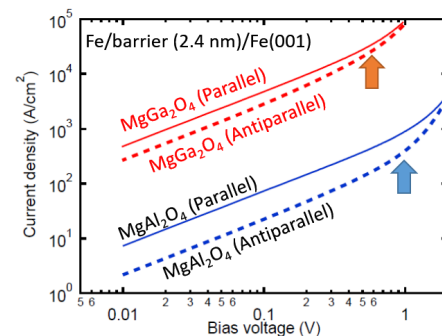


Fig. 2. Current-voltage characteristics for MTJs with MgGa₂O₄ and MgAl₂O₄.