

低バリア高さを有する強磁性トンネル接合用バリア材料の開発：MgGa₂O₄スピネル酸化物

Development of a barrier material with a low barrier height for magnetic tunnel junctions: MgGa₂O₄ spine oxide

物材機構¹, 東芝², 筑波大³ °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}

NIMS¹, Toshiba², Univ. Tsukuba³, °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}

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

磁気ランダムアクセスメモリ (MRAM) などに用いられる強磁性トンネル接合 (MTJ) のトンネルバリア層として、高いトンネル磁気抵抗 (TMR) 比が得られる MgO が広く用いられている。今後、MRAM の大容量化の実現のために MTJ 素子の面積抵抗 (RA) を低減することが要求されるが、バリア層の超薄膜化による素子の信頼性と TMR 比の著しい低下が問題となる。この解決には低バンドギャップ材質を用いた低抵抗バリア開発が有効と考えられる。そこで本研究では半導体スピネルとして知られる MgGa₂O₄ に注目し、これを用いた MTJ 素子の開発を行った[1]。MgGa₂O₄は逆スピネル構造を有し、バンドギャップが 4.9 eV [2]と一般的なコヒーレントバリアである MgO や MgAl₂O₄ (7~8 eV) に比べ小さいためバリア高さ低減による低抵抗化が期待できる。

スパッタ法を用い、MgO(001)単結晶上に Cr 下地/Fe/MgGa₂O₄/Fe/IrMn/Ru 保護層構造の面内磁化型 MTJ 膜を成長した。MgGa₂O₄ バリアは焼結 MgGa₂O₄ ターゲットの直接 RF スパッタにより形成した。結晶性と平坦性向上のために、室温成膜後のポスト加熱処理を各層で行っている。

Fig. 1 には作製した Fe/MgGa₂O₄/Fe 構造の断面 STEM 像を示している。いずれの層もエピタキシャル(001)成長しており、格子整合していることも確認できる。またナノ電子ビーム回折から、MgGa₂O₄層はスピネル構造を有していることも確認された。TMR 比は室温で 121%、4 K で 196% と比較的高い値が得られ、MgGa₂O₄ バリアを介したコヒーレントトンネル効果が確認された。

MgGa₂O₄ の RA は同一膜厚の MgAl₂O₄ と比べると約 1/50 であり、低抵抗であることもわかった。特に、RA の MgGa₂O₄バリア膜厚依存性は MgAl₂O₄バリアの場合に比べ小さく、低バリア高さが実現されていることがわかった[1]。したがって、MgGa₂O₄は高 TMR 比と低抵抗を備えた MTJ の実現に有望なバリア材料であると期待される。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。

[1] H. Sukegawa *et al.*, arXiv 1611.03606. [2] Z. Galazka *et al.*, Phys. Status Solidi A **212**, 1455 (2015).

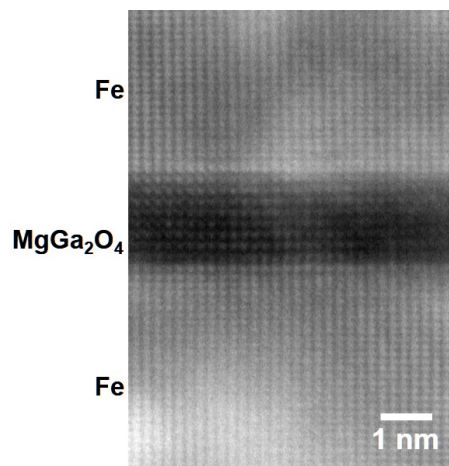


Fig. 1. High resolution STEM image of an Fe/MgGa₂O₄/Fe MTJ.