

Fe₃O₄(110)を用いた強磁性トンネル接合の磁気伝導特性

Magnetotransport properties of magnetic tunnel junctions with Fe₃O₄(110)

○佐々木駿¹, 長浜太郎², 島田敏宏²(1.北大院総合化学院, 2.北大院工学研究院)

°S. Sasaki¹, T. Nagahama², T. Shimada²

(1.Hokkaido Univ. of Graduate School of Chemical Sciences and Engineering,

2.Hokkaido Univ. of Graduate Faculty of Engineering)

はじめに

Fe₃O₄はフェルミ面近傍において-100%のスピンの極率を示すハーフメタルという性質を持つと予測されており^[1], 非常に大きな負の TMR 効果が期待される。また T_cが 860 K と高いため、室温動作する強磁性トンネル接合の電極材料として期待されている。これまで多くのグループが研究を行ったが、ハーフメタルとして期待されている程の大きな TMR 比は得られていない^[2]。また、正の TMR 比が得られたとする報告もある。そこで本研究では、Fe₃O₄を用いたトンネル接合を作製し、ハーフメタル性を持つとされる Fe₃O₄のトンネル伝導機構を明らかにすることを目的とした。

実験方法

本研究では到達真空度 1.0×10⁻⁷Pa の超高真空中で反応性 MBE 法を用いて製膜を行った。作製した接合の構造は MgO(110)基板/MgO/NiO/Fe₃O₄/AlO_x/Fe/Au とした。基板上的 MgO 層はバッファー層であり、NiO 層は Fe₃O₄ 層への Mg 拡散防止の役割を果たしている。製膜後の結晶性の確認には RHEED を用いた。また、磁気伝導特性の評価をするためにフォトリソグラフィ、イオンミリング、スパッタを用いて多層膜に微細加工を施し、I-V 測定および磁気抵抗効果の測定を行った。

実験結果

Fe₃O₄ 層は 300℃で反応性蒸着後、600℃・O₂ 雰囲気中で 30 分間アニールを行った。また、AlO_x 層は O₂ 雰囲気中・室温で蒸着を行い、その後 150℃で 30 分間アニール処理を施した。この多層膜を微細加工して得られた 10μm×10μm の素子の I-V 特性は非線形の形状を示した(Fig.1)。シモンズフィッティングより、バリア高さが 0.75eV、バリア膜厚が 2.11nm となった。室温での磁気伝導特性の測定結果からは最大で-15%の TMR 比が得られた(Fig.2)。温度依存性を計測したところ、170K までは温度が下がるに従い増大していくが、170K 以降は減少していくという傾向が得られた。

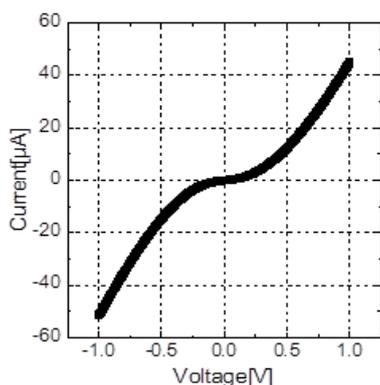


Fig.1 I-V measurements for Fe₃O₄ MTJs
(R.T., barrier:2.2nm)

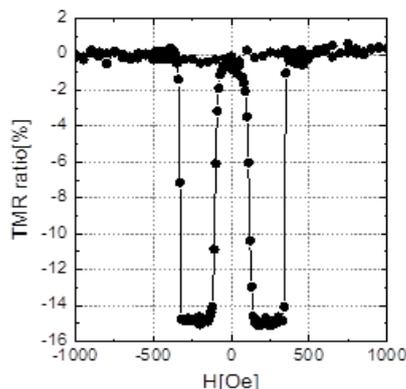


Fig.2 TMR ratio observed for Fe₃O₄ MTJs
(R.T., barrier:2.2nm, V=10mV)

参考文献

1. A. Yanase and K. Siratori, *J. Phys. Soc. Jpn.* **53** (1984) 312.
2. T. Nagahama, Y. Matsuda, K. Tate, T. Kawai, N. Takahashi, S. Hiratani, Y. Watanabe, T. Yanase, and T. Shimada, *Appl. Phys. Lett.* **105** (2014) 102410