

Fe₃O₄ 電極と MgO バリアを用いたトンネル磁気抵抗素子の作製

山本雄太、佐々木駿、柳瀬隆*、島田敏宏*、長浜太郎*

(北大院総合化学院、*北大院工学研究院)

Fabrication of tunnel magnetoresistance devices using Fe₃O₄ electrode
and MgO barrier

Y. Yamamoto, S. Sasaki, T. Yanase*, T. Shimada*, T. Nagahama*

(Hokkaido Univ. of Graduate School of Chemical Science and Engineering,

*Hokkaido Univ. of Graduate Faculty of Engineering)

はじめに

Fe₃O₄は、理論的にフェルミ面近傍で-100%のスピンの分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、Fe₃O₄を電極材料として用いたトンネル接合において大きな負の TMR 効果を得ることが期待されている。しかし、今のところ、期待されたほど大きな TMR 効果が得られていない。過去に Fe₃O₄電極と Al₂O₃バリアを用いた接合において-12%の TMR 比が得られたという報告¹⁾があるが、Fe₃O₄のスピンの分極率から考えると、十分大きな値とは言えない。一方で Fe(100)電極を用いた接合においてバリアを Al₂O₃から MgO に変えることで飛躍的な TMR 比の増大がなされている。そこで本研究では、Fe₃O₄/MgO/Fe のトンネル磁気抵抗素子を作製し、電気的、磁気的評価を試みた。

実験方法

本研究では、到達真空度 1.0×10^{-7} Pa の超高真空中で MBE 法を用いて製膜を行った。作製した接合の構造は、MgO(100)基板/MgO/NiO/Fe₃O₄/MgO/Fe/Au とした。製膜後の結晶性の評価には RHEED を用いた。電気的、磁気的特性の評価をするために、フォトリソグラフィ、Ar イオンミリング、スパッタを用いて微細加工を行い、素子を作製した。作製した素子を用いて I-V 測定や磁気抵抗効果の測定を行った。

実験結果

Fe₃O₄層は基板温度 300°C、O₂雰囲気下で反応性蒸着を行い、600°C、O₂雰囲気下で 30 分間アニールを行った。MgO バリア層は室温、O₂雰囲気下で反応性蒸着を行い、その後、150°C で 30 分間アニールを行った。RHEED からは、Fe₃O₄、MgO ともにストリークを示しており、平坦性の良い膜が得られた。微細加工後の素子の磁気抵抗効果の測定から 80K において-47%の TMR 効果が得られた (Fig.1)。また、TMR 比の温度依存性から低温になるにつれて、TMR 比の増大が確認された (Fig.2)。

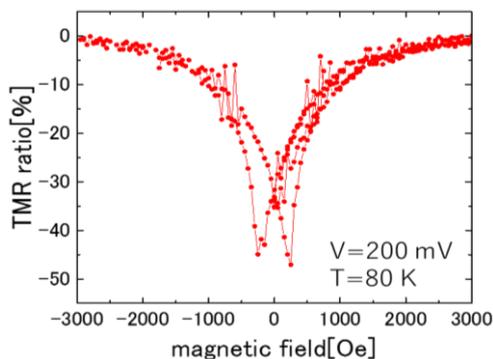


Fig.1 TMR observed for Fe₃O₄ MTJs

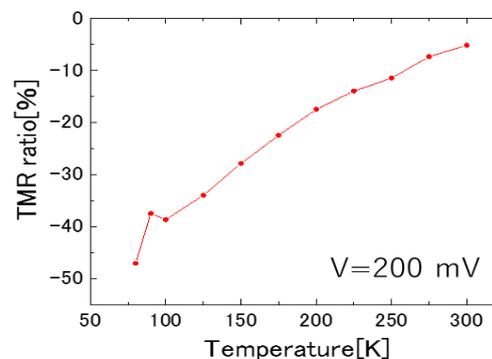


Fig.2 Temperature dependence of TMR ratio

参考文献

- 1) T. Nagahama et al., Appl. Phys. Lett. **105** (2014) 102410