

# エピタキシャル $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AlO}_x/\text{Fe}$ トンネル接合の伝導特性評価

佐々木駿, 長浜太郎\*, 島田敏宏\*

(北大院総合化学院、\*北大院工学研究院)

Evaluating transport property of epitaxial  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AlO}_x/\text{Fe}$  tunnel junctions

S. Sasaki, T. Nagahama\*, T. Shimada\*

(Hokkaido Univ. of Graduate School of Chemical Sciences and Engineering,  
Hokkaido Univ. of Graduate Faculty of Engineering\*)

## はじめに

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  はフェルミ面近傍において 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<sup>[1]</sup>、また  $T_c$  が 860 K と高いため、トンネル接合の電極材料として期待されている。負のスピンの分極率を持つことから、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$  を用いたトンネル接合では巨大な負の TMR 効果が得られると考えられているが、ハーフメタルとして期待されているほどの大きな TMR 比は得られていない<sup>[2]</sup>。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、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$  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  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  のトンネル伝導機構を明らかにすることを目的としている。

## 実験方法

本研究では到達真空度  $1.0 \times 10^{-7} \text{Pa}$  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  $\text{MgO}(110)$  基板/ $\text{MgO}/\text{NiO}/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AlO}_x/\text{Fe}/\text{Au}$  とした。基板上の  $\text{MgO}$  層はバッファー層であり、 $\text{NiO}$  層は  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  層への  $\text{Mg}$  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

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  層は  $300^\circ\text{C}$  で反応性蒸着後、 $600^\circ\text{C} \cdot \text{O}_2$  雰囲気中で 30 分間アニールを行った。RHEED は良好なストリークを示し、平坦性の高い膜が得られた。また、 $\text{AlO}_x$  層は  $\text{O}_2$  雰囲気中に室温で蒸着を行い、その後  $150^\circ\text{C}$  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  $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$  の素子の I-V 特性は非線形の形状を示し、トンネル電流が確認された (Fig.1)。室温での磁気伝導特性の測定結果からはおよそ -5% の TMR 比が得られた (Fig.2)。

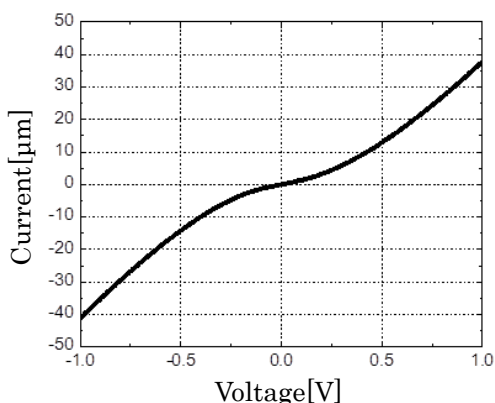


Fig.1 I-V measurements for  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  MTJs

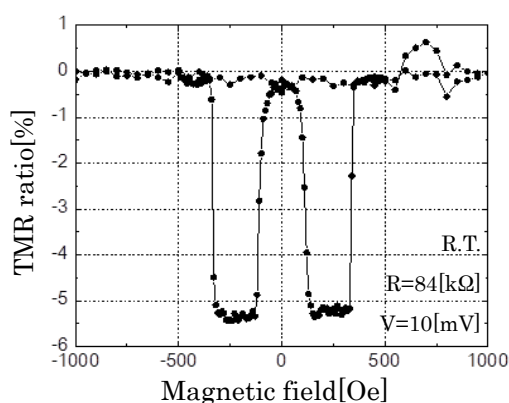


Fig.2 TMR observed for  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  MTJs

## 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