

# D0<sub>3</sub>-FeAlSi エピタキシャル電極を用いた MTJ 素子の作製

赤松昇馬、大兼幹彦、角田正清、安藤康夫  
(東北大学大学院 工学研究科)

Fabrication of MTJs using FeAlSi epitaxial electrode with low magnetic anisotropy

S. Akamatsu, M. Oogane, M. Tsunoda, Y. Ando  
(Graduate School of Engineering, Tohoku University)

## はじめに

強磁性トンネル接合 (MTJ) センサの感度向上のために、高トンネル磁気抵抗 (TMR) 比と軟磁気特性を両立するフリー層材料が求められている。本研究では D0<sub>3</sub> 規則構造を有し、良好な軟磁気特性を示す Fe<sub>85</sub>Al<sub>5</sub>Si<sub>9.6</sub> (センダスト、以下 FeAlSi) に着目した。優れた軟磁気特性に加えて、Fe 電極に類似した結晶構造を有することで、MgO 絶縁層を介した  $\Delta_1$  電子のコヒーレントトンネリングによる高 TMR 比が期待される[1]。先行研究により[2]、MgO 基板上で D0<sub>3</sub>-FeAlSi エピタキシャル薄膜の作製に成功し、良好な軟磁気特性も観測している。本研究の目的は、FeAlSi エピタキシャル電極を用いた MTJ 素子を作製し、その TMR 特性を評価することである。

## 実験方法

MgOsub./MgO(20)/FeAlSi(30)/MgO(2.0)/CoFe(5)/IrMn(10)/Ta(5)/Ru(10)(in nm)( $T_{\text{FeAlSi}}=400^\circ\text{C}$ ,  $T_a=300\text{-}425^\circ\text{C}$  w/1 T) 構造の MTJ 多層膜をマグネトロンスパッタ法で作製した。また、作製した多層膜をフォトリソグラフィおよび Ar イオンミリングを用いて MTJ 素子形状に微細加工した。作製した MTJ 素子について、直流 4 端子法により磁気抵抗特性を評価した。

## 実験結果

Fig. 1 に D0<sub>3</sub>-FeAlSi エピタキシャル電極を用いた MTJ 素子の磁気抵抗曲線の熱処理温度依存性を示す。300°C 以上の熱処理によって、D0<sub>3</sub>-FeAlSi を電極とした MTJ 素子において、初めて TMR 効果の観測に成功した。最大の TMR 比は熱処理温度が 325°C において、58.4% であった。さらに、D0<sub>3</sub>-FeAlSi の良好な軟磁気特性を反映した、比較的小さな反転磁場も確認できた。一方、350°C を超える熱処理によって、TMR 比の大きな減少が観測された。今後、FeAlSi 電極層、および、下地層の成膜条件のさらなる最適化を行い、熱処理温度耐性を改善することによって、TMR 比のさらなる向上が期待される。以上の結果より、D0<sub>3</sub>-FeAlSi は、MTJ センサの感度向上に有望な材料と考えられる。

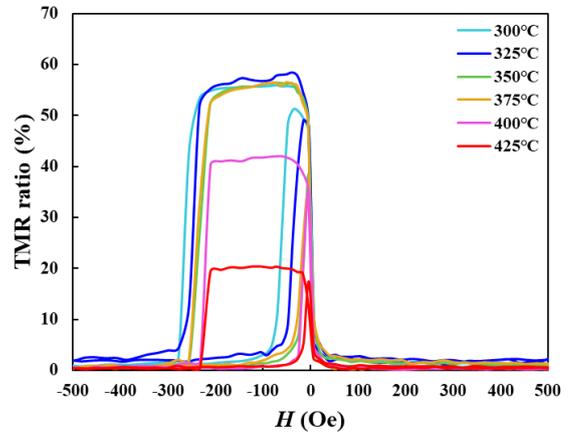


Fig.1 Magnetoresistance curve in epitaxial MTJ with FeAlSi electrode

## 謝辞

本研究は JST-S イノベプロジェクト、東北大学先端スピントロニクス研究開発センター、および、スピントロニクス学術連携研究教育センターの支援を受けて行われた。

## 参考文献

- [1] W. H. Butler *et al.*, Phys. Rev. B, 63, 054416 (2001).  
[2] S. Akamatsu *et al.*, AIP Advances, 10, 015302 (2020).