

## CoFeB-MgO の磁気特性の隣接層材料依存性

渡部杏太<sup>1</sup>、深見俊輔<sup>1,4</sup>、佐藤英夫<sup>2,4</sup>、松倉文礼<sup>1,2,4,5</sup>、大野英男<sup>1-5</sup>

<sup>1</sup> 東北大学電気通信研究所附属ナノ・スピン実験施設

<sup>2</sup> 東北大学省エネルギー・スピントロニクス集積化システムセンター

<sup>3</sup> 東北大学国際集積エレクトロニクス研究開発センター

<sup>4</sup> 東北大学スピントロニクス学術連携研究教育センター

<sup>5</sup> 東北大学原子分子材料科学高等研究機構

Adjacent-Layer Material Dependence of Magnetic Properties of CoFeB-MgO system

K. Watanabe<sup>1</sup>, S. Fukami<sup>1,4</sup>, H. Sato<sup>2,4</sup>, F. Matsukura<sup>1,2,4,5</sup>, and H. Ohno<sup>1-5</sup>

<sup>1</sup>Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics,

Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

<sup>2</sup>Center for Spintronics Integrated Systems, Tohoku University

<sup>3</sup>Center for innovative Integrated Electronic Systems, Tohoku University

<sup>4</sup>Center for Spintronics Research Network, Tohoku University

<sup>5</sup>WPI-Advanced Institute for Materials Research, Tohoku University

### はじめに

磁気トンネル接合(MTJ)に用いられる CoFeB-MgO の磁気特性は、CoFeB の隣接層材料、CoFeB や隣接層の膜厚、及び熱処理条件に依存して変化することが知られている<sup>1,2)</sup>。MTJ を集積回路に用いる際には、半導体後工程で用いられる熱処理温度(350°C 以上)まで磁気特性が維持されなければならない。最近、結晶性の Mo を隣接層に用いると、これまで主に用いられていたアモルファス性の Ta を用いた場合と比べて高い熱処理耐性が得られ、425°C での熱処理後も優れた特性が維持されることが報告された<sup>3)</sup>。しかしこれが Mo の材料的な特性とその結晶構造のどちらに起因するのかは明らかにはされていない。本研究では、CoFeB-MgO における CoFeB の隣接層に結晶性の異なる Ta、Mo、及び W を用い、磁気特性とその熱処理耐性の材料、及びその結晶性に対する依存性を評価した。

### 実験方法

マグネトロンスパッタリングにより熱酸化 Si 基板上に基板/ Ta, Mo or W/ CoFeB( $t_{\text{CoFeB}}$ )/ MgO(1.4)/ Ta(1) (in nm) なる積層膜を成膜し、真空中で 300 - 400°C で熱処理を施した。X 線回折測定から CoFeB の隣接層の結晶構造を評価し、磁化曲線の測定から磁気的なデッドレイヤー $t_d$ と界面磁気異方性を評価した。

### 実験結果

異なるスパッタ条件で Ta, Mo, W を成膜した試料の結晶構造を評価したところ、Mo、W については成膜時の投入パワーが低く(高く)、また成膜 Ar 圧力が高い(低い)とアモルファスまたは  $\beta$  ( $\alpha$ ) 構造が優先的に形成され、Ta は成膜条件に依らずアモルファス構造が形成されることがわかった。次に単位面積あたりの磁気モーメントの  $t_{\text{CoFeB}}$  依存性から  $t_d$  を評価した結果、アモルファス Mo、 $\beta$ -W、アモルファス Ta を隣接層とした試料では、400°C の熱処理によって CoFeB の  $t_d$  は大きく増加する一方、 $\alpha$ -Mo、 $\alpha$ -W を用いた場合には熱処理の有無によらず  $t_d \sim 0$  となった。一方、界面磁気異方性は Mo、W のいずれも結晶性によらないふるまいを示した。これらの結果は、CoFeB-MgO の磁気特性は隣接層の材料に加えてその結晶構造にも依存し、特に最安定の結晶構造を有しているときにデッドレイヤーの形成を抑制できることを意味している。

### 謝辞

本研究の一部は、文部科学省「未来社会実現のための ICT 基盤技術の研究開発」、及び内閣府「革新的研究開発推進プログラム」の援助の下で行われた。また本研究の一部は東北大学電気通信研究所研究技術基盤センターで行われた。

**参考文献** [1] T. Liu *et al.*, *Sci. Rep.* **4**, 5895 (2014). [2] K. Watanabe *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **54**, 04DM04 (2015).