2021年度　提案書（**Web公開用**）

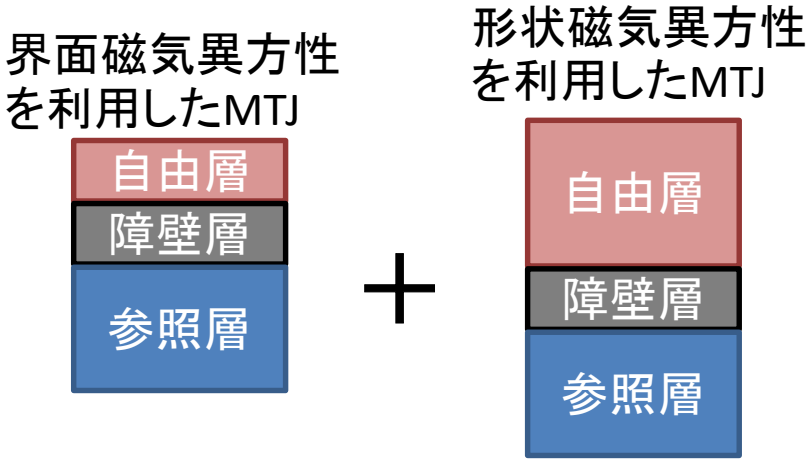
作成者：　池田　正二（東北大CIES）

研究プロジェクト名：　形状/界面磁気異方性を利用した高性能微細磁気トンネル接合とその集積回路応用に関する研究

概要：　直径20 nm以下の微細磁気トンネル接合(MTJ)とそれを用いた集積回路では、形状および界面磁気異方性を考慮したデバイス・集積回路設計が不可欠である。本研究では、集積回路への応用展開を目指して、300 mmφ Siウェハ対応プロセスを用いて形状および界面磁気異方性を利用した微細磁気トンネル接合の集積プロセス、並びにその高性能化に関する研究を行う。

コアメンバー：　遠藤グループ(東北大)、羽生グループ(東北大)、深見グループ(東北大)

期待される研究成果：
300 mmφ Siウェハ対応プロセスを用いた形状/界面磁気異方性を有効利用した高性能微細磁気トンネル接合の研究開発を通して、CMOS /スピントロニクス集積回路における集積プロセスの高度化並びに低消費電力・高性能集積回路の実現に資する。



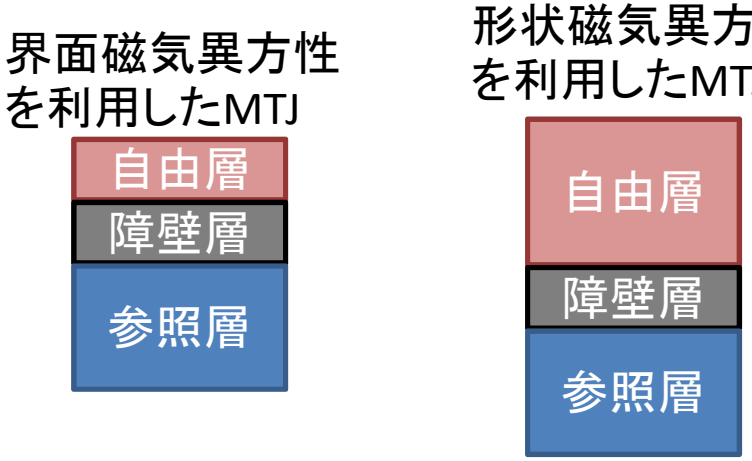
作成者：　佐藤　英夫（東北大CIES）

研究プロジェクト名：　形状磁気異方性を利用した高性能微細磁気トンネル接合とその集積回路応用に関する研究

概要：　直径20 nm以下の微細磁気トンネル接合(MTJ)とそれを用いた集積回路では、形状磁気異方性を考慮したデバイス・集積回路設計が不可欠である。本研究では、集積回路への応用展開を目指して、300 mmSiウェハ対応プロセスを用いて形状磁気異方性を積極的に利用した微細磁気トンネル接合の集積プロセス、並びにその高性能化に関する研究を行う。

研究成果（実施状況）：

300 mmSiウェハ対応プロセスを用いた形状磁気異方性を積極的に利用した高性能微細磁気トンネル接合の研究開発を進めるために、電子線露光を用いて微細MTJ素子のプロセス条件出しを進めた。また、並行してシミュレーションを通して、磁化反転機構に関する理解を進めた。



Ref. K. Watanabe et al., Nat. Comm. **9**, 663 (2018).

主要発表論文等：

[1] H. Sato et al., 2018 Spintronics Workshop on LSI.

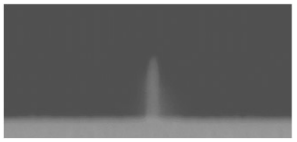
作成者：　池田　正二（東北大CIES）

研究プロジェクト名：　形状磁気異方性を利用した高性能微細磁気トンネル接合とその集積回路応用に関する研究

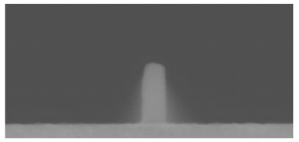
概要：　直径20 nm以下の微細磁気トンネル接合(MTJ)とそれを用いた集積回路では、形状磁気異方性を考慮したデバイス・集積回路設計が不可欠である。本研究では、集積回路への応用展開を目指して、300 mmSiウェハ対応プロセスを用いて形状磁気異方性を積極的に利用した微細磁気トンネル接合の集積プロセス、並びにその高性能化に関する研究を行う。

研究成果（実施状況）：

300 mmSiウェハ対応プロセスを用いた形状磁気異方性を積極的に利用した高性能微細磁気トンネル接合の研究開発を進めるために、電子線露光を用いて微細MTJ素子の描画プロセスの開発を進めた。また、微細MTJ素子に向けた垂直磁気異方性向上のためのMTJ形成技術の開発を進めた。

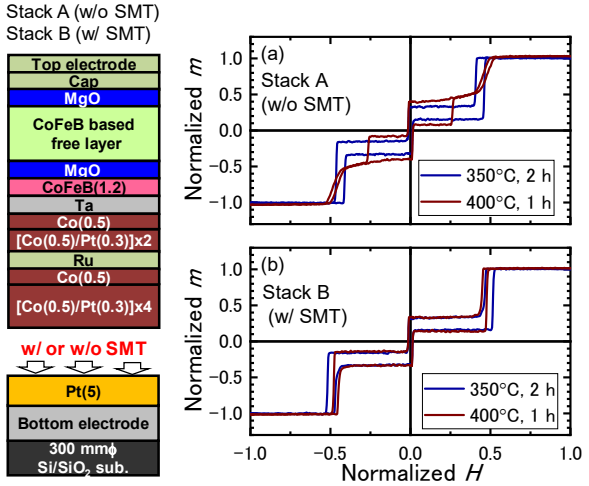


描画サイズ　1X nm



描画サイズ　2X nm

電子線露光を用いた微細MTJ素子向け描画プロセス開発例



微細MTJ素子向け参照層形成技術 [1]

主要発表論文等： **[1] H. Honjo et al., J. Appl. Phys. 126, 113902 (2019).**
[2] K. Nishioka et al., IEEE Trans. Electron Devices 67, 995 (2020) .

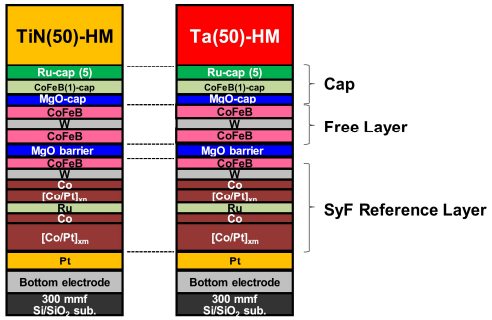
作成者：　池田　正二（東北大CIES）

研究プロジェクト名：　形状磁気異方性を利用した高性能微細磁気トンネル接合とその集積回路応用に関する研究

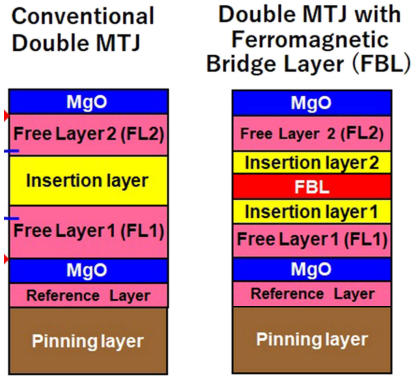
概要：　直径20 nm以下の微細磁気トンネル接合(MTJ)とそれを用いた集積回路では、形状磁気異方性を考慮したデバイス・集積回路設計が不可欠である。本研究では、集積回路への応用展開を目指して、300 mmφ Siウェハ対応プロセスを用いて形状磁気異方性を積極的に利用した微細磁気トンネル接合の集積プロセス、並びにその高性能化に関する研究を行う。

研究成果（実施状況）：

300 mmφ Siウェハ対応プロセスを用いた形状磁気異方性を積極的に利用した高性能微細磁気トンネル接合(MTJ)の研究開発の基盤技術として、MTJ積層構造の形成要素技術の研究を進めた。具体的には、ハードマスクや記録層間の中間層構造に関する研究を行い、それらの開発指針を得た。



MTJの微細加工のために必要となるメタルハードマスク材料探索[1]



記録層間の磁気的結合を増強すると伴に高い磁気異方性を維持する中間層の構造探索[2]

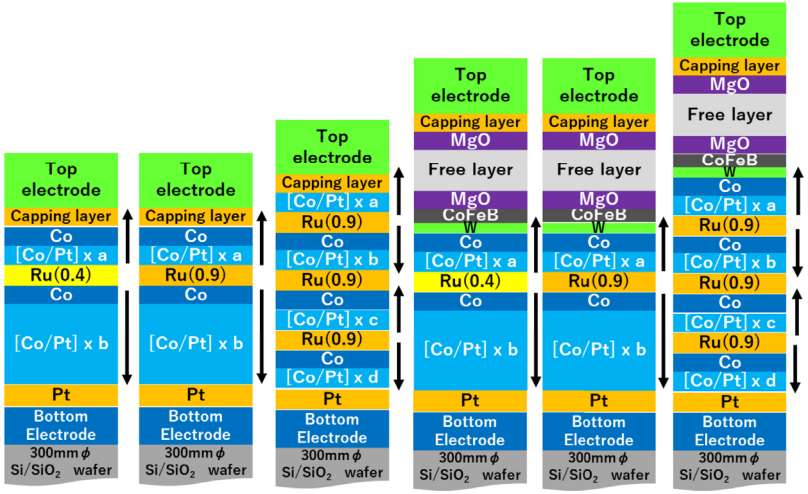
主要発表論文等：**[1] H. Honjo et al., IEEE Trans. Magn. 56, 6703504 (2020).**
[2] K. Nishioka et al., AIP Advances 11, 025231 (2021) .

作成者：　池田　正二（東北大CIES）

研究プロジェクト名：　形状/界面磁気異方性を利用した高性能微細磁気トンネル接合とその集積回路応用に関する研究

概要：　直径20 nm以下の微細磁気トンネル接合(MTJ)とそれを用いた集積回路では、形状磁気異方性を考慮したデバイス・集積回路設計が不可欠である。本研究では、集積回路への応用展開を目指して、300 mmφ Siウェハ対応プロセスを用いて形状磁気異方性を積極的に利用した微細磁気トンネル接合の集積プロセス、並びにその高性能化に関する研究を行う。

研究成果（実施状況）：
300 mmφ Siウェハ対応プロセスを用いた形状磁気異方性を積極的に利用した高性能微細磁気トンネル接合(MTJ)の研究開発の基盤技術として、MTJ積層構造の形成要素技術の研究を進めた。具体的には、微細化に伴う参照層の磁気的安定化に関する研究を行い、それらの開発指針を得た。



微細化に伴う参照層の磁気的安定化に向けた構造探索 [1, 2]

主要発表論文等：**[1] H. Honjo et al., IEEE Trans. Magn. 58, 4400105 (2021).**
[2] H. Honjo et al., IEEE Trans. Magn. DOI:10.1109/TMAG.2022.3151562.