

研究開発課題名：SRAMを代替可能なスピン軌道トルク型MRAMの開発

研究開発代表者：福間 康裕 九州工業大学 大学院情報工学研究院 教授

共同研究機関：産業技術総合研究所



目的：

ワーキングメモリとしての利用を想定した、スピン軌道トルク（SOT）書き込み方式の次世代不揮発性磁気ランダムアクセスメモリ（MRAM）の開発を行う。

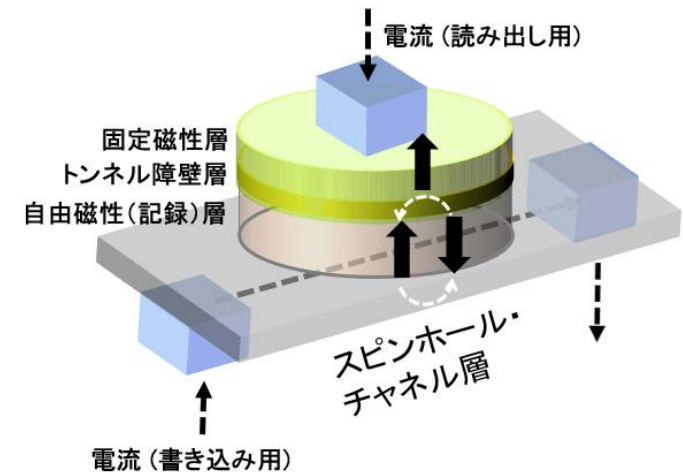
研究概要：

・取り組む課題

- ・ 高スピンホール角を有するアモルファス金属材料をスピンホール・チャンネル層に適用することで、SOTによる磁化反転に必要な書き込み電流の低減を実現する。
- ・ 垂直磁化膜に対して補助磁界を必要としないSOT磁化反転技術を開発し、SOT-MRAMのセル面積の縮小を実現する。
- ・ CMOS-BEOL（配線行程）プロセスを用いて、補助磁界不要かつ省電力SOT磁化反転技術を備えたSOT-MRAMを作製する。

・カーボンニュートラル貢献へのシナリオ

動作時の消費電力がSRAMやDRAMよりも小さいSOT-MRAMを実現することで、不揮発性による待機時電力の削減と合わせて、集積回路全体の大幅な低消費電力化が可能となる。これにより、データセンターなどの電力消費を抑制し、カーボンニュートラルの実現に貢献する。



SOT-MRAMの概略図

Semiconductor

R&D Project Title: Spin-orbit torque (SOT) MRAM technology as replacement for SRAM in cache memory

Project Leader: Yasuhiro Fukuma
Professor, Faculty of Computer Science and Systems Engineering,
Kyushu Institute of Technology

R&D Team: National Institute of Advanced Industrial Science and Technology



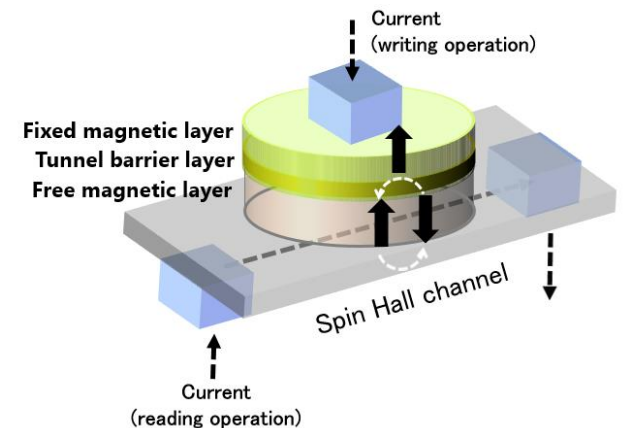
Summary:

We aim to develop next-generation non-volatile memory technology for use as working memory by leveraging spin-orbit torque (SOT)-based magnetic random-access memory (MRAM). Unlike conventional volatile memories such as SRAM and DRAM, SOT-MRAM offers zero standby power consumption, fast write speed, low write power consumption, and high endurance.

To this end, we are pursuing the following developments:

- (1) Reducing the writing current by utilizing amorphous metal materials with large spin Hall effect.
- (2) Achieving field-free SOT magnetization switching for perpendicularly magnetized films to minimize the cell area of SOT-MRAM.
- (3) Establishing a fabrication process for SOT-MRAM devices that is compatible with CMOS back-end-of-line (BEOL) processes, enabling seamless integration into existing semiconductor platforms.

This technology holds great promise for reducing power consumption and enhancing system-level performance in future computing architectures, thereby contributing to the realization of carbon neutrality.



Schematic of SOT-MRAM