

研究スタッフ

准教授： 池田 正二

研究員： 甘 華東、

研究員： 三浦 勝哉

研究員： 山本 浩之、

研究員： 山本 弘輝

研究目的

本研究部では、不揮発・高速・無限回の書き換えが可能なギガビット級のスピメモリの実現に向けた要素技術の開発を行っている。

主な研究テーマ

1. 要素技術の開発

ギガビット級 スピメモリア実現の要素技術に高トンネル磁気抵抗 (TMR) 化が挙げられ、**単層 MgO 面内磁化 TMR 素子で室温 604% (低温 1144%) の世界最高の TMR 比**を得ることに成功した。

低消費電力情報書込みと熱安定性が期待される垂直磁気異方性 TMR 素子において、電極材料に**CoFe/Pd 垂直磁化多層膜を用いることで 78% の TMR 比**を得た。

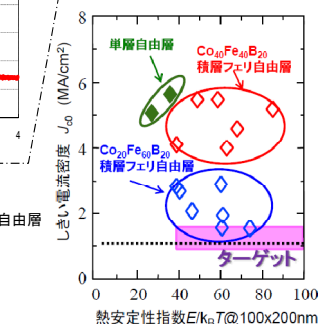
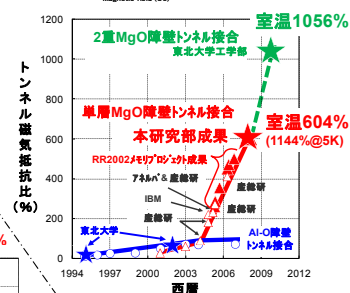
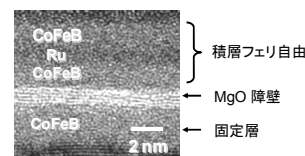
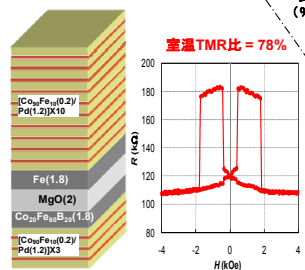
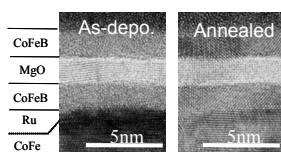
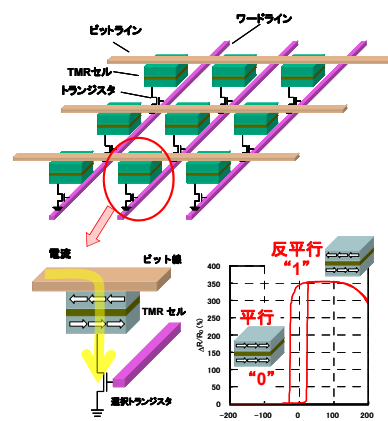
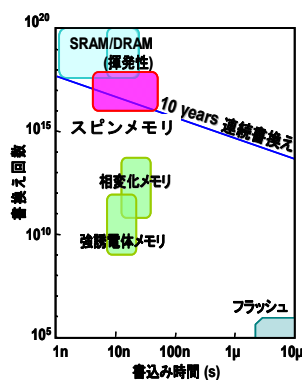
スピメモリ・ロジック応用に向け、CoFeB/Ru/CoFeB 積層フェリ自由層 TMR 素子を開発し、**スピン注入磁化反転のしきい電流密度 $J_{c0} = 1.5 \text{ MA/cm}^2$ とそのときの熱安定性指数 $E/k_B T = 75$ (接合面積: $100 \times 200 \text{ nm}^2$)**を実現した。

Appl. Phys. Lett. 93 (2008) 082508, IEEE Trans. Magn. 45 (2009) 3476, IEEE Trans. Magn., 44 (2008) 1962

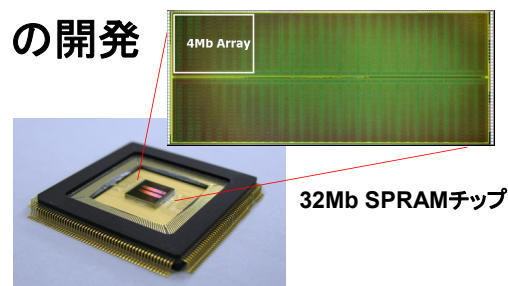
2. スピン注入磁化反転方式を用いたスピメモリアの開発

上記の研究成果から成る TMR 素子をメモリセルに用いて、1.8V の低電力で、書き込み時間 40 ナノ秒、読出し時間 32 ナノ秒の高速動作をする**世界最大規模の 32 メガビットのスピ注入磁化反転 RAM (SPRAM) チップ**を試作した。

本研究は、文部科学省委託研究「次世代 IT 基盤構築のための研究開発」の援助のもと行われた。



日立 & 東北大 VLSI Circuit s2009



高機能・超低消費電力スピンドバイス・ストレージ 基盤技術の開発

プロジェクトリーダー 大野英男

研究概要と目標

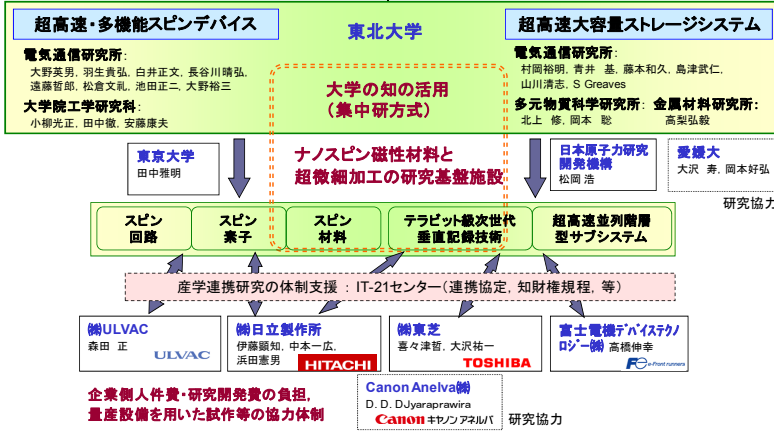
本プロジェクトでは、世界をリードするナノスピ材料・デバイス技術を基軸に、スピンドバイス・ストレージ基盤技術を創成・確立し、我が国主導の継続的なイノベーションを実現することを目的としています。

研究開発の実施体制

高機能・超低消費電力スピンドバイス・ストレージ基盤技術の開発

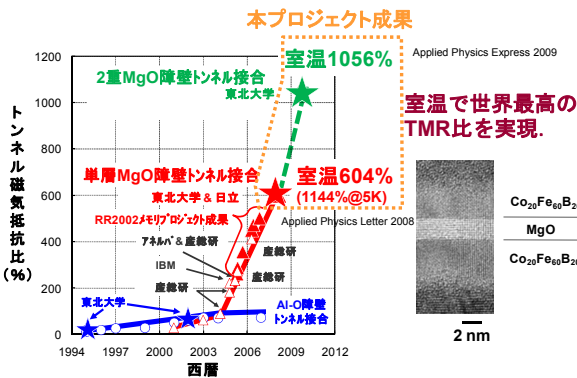
リーダー: 大野英男

(強いリーダーシップと推進委員会によるステアリング) ← 推進支援: 朝三菱総研 亀井 一



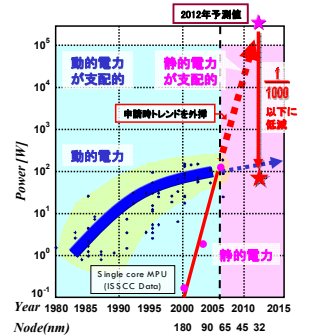
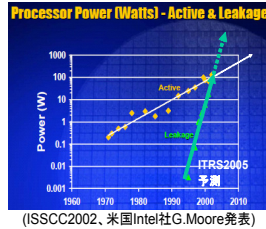
これまでの主な成果

MgO障壁層を用いたTMR素子の高出力化



サブテーマ① サブリーダー: 大野英男

「次世代高機能・低消費電力スピンドバイス基盤技術の開発」



トランジスタのリーク電流⇒集積回路における電力/速度比が著しく増大

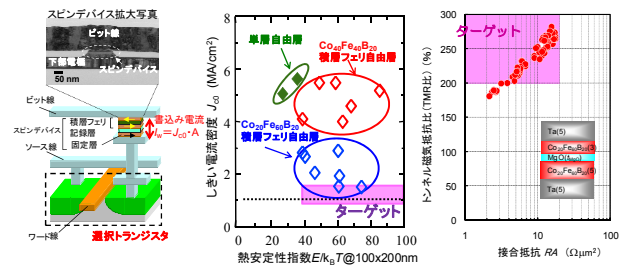
- 1) 不揮発性⇒待機電力削減
- 2) 記憶と演算の一体化⇒高集積化効果

革新的なナノスピ材料・素子の創成と、高速・不揮発ロジックインメモリの開発により、**演算デバイス・回路の電力/速度比を1/1000以下に**(申請時トレンド外挿値と比較)

サブテーマ②「大容量ストレージシステムの開発」はIT21センター参照.

スピンドバイス応用に向けたMTJ技術開発

積層フェリスピンドバイスのスピンド注入磁化反転 | 低抵抗高出力スピンドバイス技術



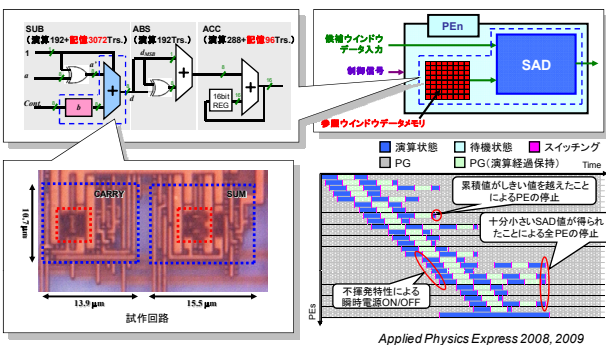
Co₂₀Fe₈₀B₂₀ 積層フェリ記録層を用いたサイズ100 × 200nmのスピンドバイスで、しきい電流密度1.5 MA/cm²、熱安定性指数75を達成.

本技術をスピンド回路試作に適用し、動作を確認.

実用領域の接合抵抗RAで200%以上のTMR比を実現.

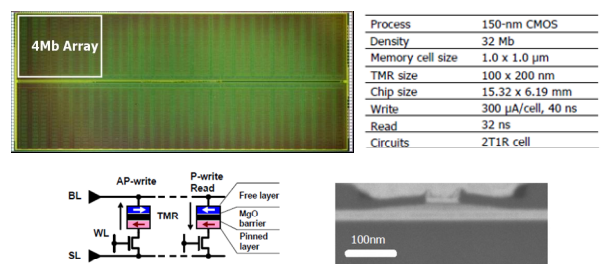
両技術の融合により、TMR比>200%、しきい電流密度<1MA/cm²を達成見込み.

MTJ/CMOS混載不揮発ロジックとそのシステム応用



申請時トレンド外挿値と比較し、電力・速度比1/10以下の原理検証へ.

32Mbスピンドメモリ (SPRAM) の開発



スピンド注入磁化書き込み方式の32Mbスピンドメモリにおいて書き込み時間40ns、読み出し時間32nsの動作検証