

## 1Xnm 世代向け高信頼 MTJ、150°Cでデータ保持時間を100万倍に延ばせる

東北大学国際集積エレクトロニクス研究開発センター(以下、CIES)のグループは、従来技術による磁気トンネル接合(MTJ)における動作温度125°Cでのデータ保持時間と比較して、自動車や社会インフラ等のより高い耐環境性が求められるアプリケーションで必要となる150°Cの耐環境下においてもデータ保持時間を100万倍に延ばせる1X nm世代向けの高信頼MTJの開発に成功した。

磁石の性質を利用した不揮発性メモリである磁気ランダムアクセスメモリ(STT-MRAM)は、低消費電力エレクトロニクスを実現するための基盤技術です。現行の技術では、一般電子機器仕様の85°Cまでしか十分なデータ保持時間が得られていなかったために、一般民生機器分野への応用に限られていた。そのため、自動車や社会インフラ等の過酷な環境への応用展開を実現するために、より高い動作温度でも十分なデータ保持時間を確保できるMTJ技術の開発が望まれていた。

本研究では、四つの界面における界面垂直磁気特性を高度に設計することで、一つの磁石として動作を可能にする新たな素子技術を開発した。一方、四つの界面を有するi-PMA型MTJ(界面垂直磁気異方性型MTJ)素子は、その磁氣的強度が強化されるため、書き込み電流の増加という課題に直面した。そのため、本研究では更にMTJ素子の書き込み電流低減技術を開発し、前記技術と統合化することで、四つの界面を有するi-PMA型MTJ素子でありながら従来の二面のi-PMA型MTJ素子と同じ書き込み電流を達成した。これによって、世界で初めて、書き込み電流を増やすことなく、磁石を安定化させるi-PMAを担う界面を従来の2界面から4界面に増やすことに成功した(図1)。

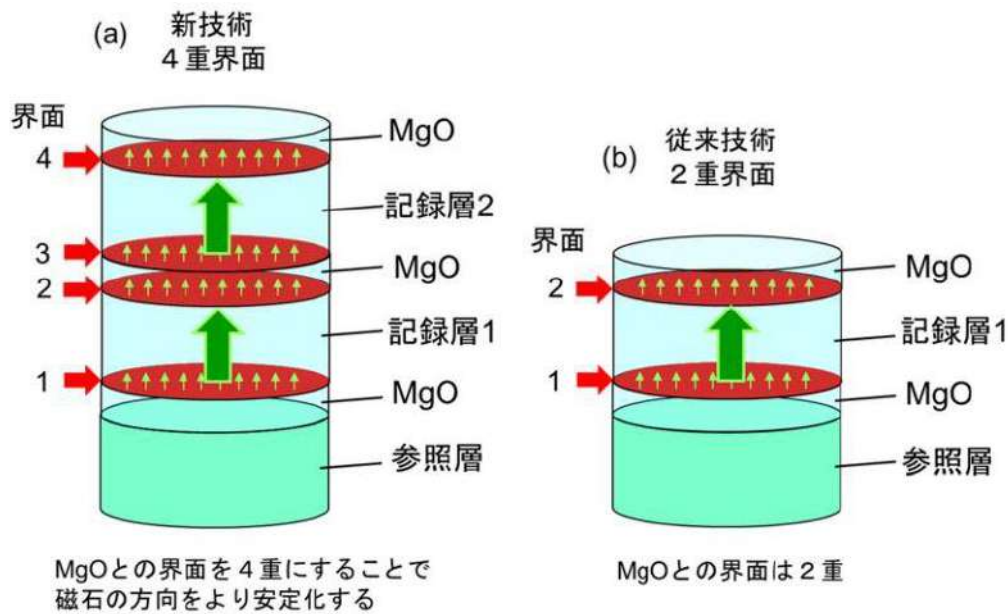


図1：本研究で提案した4重界面を有するi-PMA型の4重界面MTJ素子(a)と従来の2重界面MTJ素子(b)。

この4重界面MTJ構造を用いて、直径50～90ナノメートルのMTJ素子を作製し、熱安定性指数(データ保持時間を決定するデバイス特性値)及び書き込み電流(消費電力を決定するデバイス特性値)の評価を行った。その結果、1つ目の課題である熱安定性指数(データ保持特性)は、界面を二つから四つに増やすことで期待される通りに、約2倍に増加した(図2(a))。これは、現行のMTJ技術で125℃の動作温度においてデータを保持できる時間と比較すると、150℃での動作環境下においてもデータ保持時間を100万倍に延ばすことを可能にする世界初の性能です。また、2番目の課題である書き込み電流に関しても、界面を二つから四つに増やすことで障壁層の枚数も増加しているにもかかわらず、従来と同じ書き込み電流で動作できることを実証した(図2(b))。

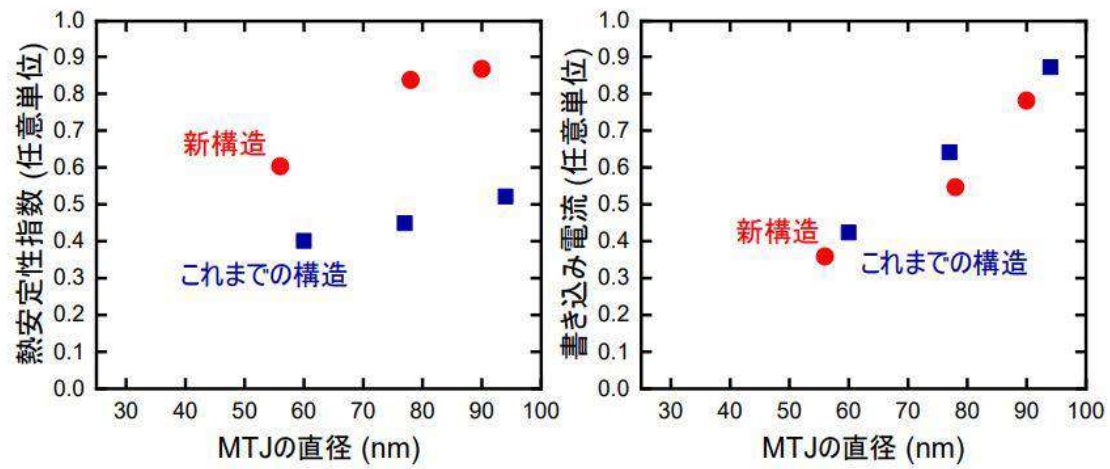


図 2 : (a)本研究で作成した 4 重界面 MTJ 素子と従来の 2 重界面 MTJ 素子における熱安定性指数  $\Delta$ (データ保持時間を決定するデバイス特性値)の比較。

(日文发布全文 [https://www.tohoku.ac.jp/japanese/newimg/pressimg/tohokuuniv-press20190612\\_02\\_CIES.pdf](https://www.tohoku.ac.jp/japanese/newimg/pressimg/tohokuuniv-press20190612_02_CIES.pdf) )