

## 研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： スピン量子ドットメモリ創製のための要素技術開発

2. 研究代表者： 猪俣 浩一郎（東北大学大学院工学研究科 教授）

### 3. 研究概要

MOS トランジスタを使わない大容量スピンメモリの創製を目指し、その要素技術として(1)メモリセル構造、(2)低電力書き込み技術、(3)高出力読出し技術に関する研究を行った。(1)ではスピン共鳴トンネル効果素子およびスピン単一電子素子を検討、いずれも電圧による TMR の振動を観測し、セル選択機能を持ち得ること、(2)ではスピン注入磁化反転を検討、従来より二桁小さな電流で磁化反転可能な素子構造を開発、(3)ではフルホイスラー合金ハーフメタルと自己差動検出法を検討、いずれも有望な技術であることを実証している。

### 4. 中間評価結果

#### 4 - 1. 研究の進捗状況と今後の見込み

本チームは、東北大学(3グループ)と東芝の計4グループから構成される。MOSトランジスタを使用しないメモリセル構造研究、低電力書き込み技術の研究、ハーフメタル材料の研究、室温条件でのトンネル磁気効果の電圧制御の研究、2次元ナノドット配列作製研究、スピン依存伝導の理論的研究、自己差動増幅アーキテクチャと自己差動検出素子の要素技術研究が進められている。メモリセル構造の研究においてスピン単一電子素子のほかに、スピン共鳴トンネル効果素子の研究を加えた以外は、各要素とも、ほぼ計画通り順調に進んでいる。本提案のメモリ要素技術の後半の課題の難度は高いが、各グループの研究レベルの高さが本提案の実現に直接貢献するよう整合性を見直し、重点化することで目標に届くことが見込まれる。

#### 4 - 2. 研究成果の現状と今後の見込み

スピン注入磁化反転技術において、書き込み電流密度を従来比較で二桁低減、素子サイズ依存のない磁化反転を可能にした反平行結合膜の実用性発見、トンネル磁気抵抗効果を飛躍させる可能性の高い、ハーフメタルで従来注目されていなかった結晶構造のフルホイスラー合金の有望性発見、ナノ粒子のスピン寿命の決定等、特筆すべき成果が多く出ている。

本研究チームの研究を追従する機関も出てきており、今後は重点化とデバイス化を想定した基礎検討により、世界をリードし続ける成果が出てくると期待される。

#### 4 - 3. 今後の研究に向けて

個々のグループの研究レベルは高く、数多くの成果は出ているが、本提案の構想実現のための整合性、融合性の面で見直しが必要である。全体としてはほぼ計画に沿って実験的検証によって研究は

進んできているので、後半の計画に個別要素技術を組み合わせる時に発生する本質的課題の抽出を加え、2ビットメモリーのデモンストレーションによってその課題抽出を進めることにより、科学、技術両面で一層インパクトのある成果となることが期待される。

#### 4 - 4 . 戦略目標に向けての展望

本課題はデジタル機器の高機能化にとって極めて重要な、大容量、高速性、低消費電力、不揮発性の全てを兼ね備えたユニバーサルメモリーにも貢献できる要素技術に取り組むものである。研究はMRAMのロードマップのみに固執せずに進められており、学術的にも価値の高い研究としてMRAM以外への波及も大いに期待できる。

#### 4 - 5 . 総合的評価

個別要素技術の研究としては、各々大変優れているが、チーム型研究としての成果をより大きくする観点で再考が求められる。優れた個別要素研究のゴールは必ずしも一致していなくても良いが、出口のデバイスを想定したときに、各要素が組み合わせられ本質問題を発生させないかの検討を2ビットメモリーのデモンストレーションによって実施することが有益であると考えられる。

そうすることで戦略目標に高いレベルで合致する成果になることが期待できる。