

情報担体を活用した集積デバイス・システム
2021 年度採択研究代表者

2021 年度 年次報告書

小野 輝男

京都大学 化学研究所
教授

3次元磁気メモリの開発

§ 1. 研究成果の概要

提案する 3 次元磁気メモリは、3 次元フラッシュメモリである 3D-NAND 同様に、ビットラインとワードラインの交点に柱が存在する構造を持つ^{1,2)}。3D-NAND では、1 本の柱に多数のゲートが付属することでセルを構成し、各セルに電氣的に情報を蓄える。これに対し、提案メモリでは、1 本の柱が磁気異方性の大きい記録層(緑)と磁気異方性の小さい磁壁層(黄)の多層構造の人工強磁性体で構成され、記録層の磁化方向がビット情報に対応する。したがって、提案メモリは 1 本の柱につき記録層の数だけビット数を持つ 3 次元メモリである。

提案する 3 次元磁気メモリ実現の鍵となるのは、情報書込み、情報シフト、情報読み出し、および製造プロセスである。この中で、MTJ による情報読み出しは MRAM 技術を利用できる。SOT による情報書込みも 3 端子 MRAM で実証されているが、記録層/磁壁層からなる人工強磁性体への適用は開発課題となる。人工強磁性体中の電流駆動磁壁移動は、研究代表者らがシミュレーションで確認しているが^{1,2)}、実デバイスでの実証が必要となる。製造プロセスでは、柱構造の作製が鍵となるが、本研究では、スパッタ製膜した薄膜からの微細加工による製造プロセスと高アスペクト比ホールへのめっき製造プロセスを検討する。さらに、本研究では、シミュレーションによる最適化および信号処理技術開発も行う。

初年度である今年度は、記録層/磁壁層/記録層からなるデバイスにおける磁壁移動の実験的確認、Pt 薄膜上への磁性膜めっき技術の確立、細孔テンプレートを用いた磁性柱作製のめっき技術構築、3 次元磁気メモリ用シミュレーションの開発、記録再生における信号処理方式の考案を行った。

§ 2. 研究実施体制

(1) 小野グループ

- ① 研究代表者: 小野 輝男 (京都大学 化学研究科 教授)
- ② 研究項目
 - ・薄膜作製・デバイス加工、シフト動作、集積化

(2) 加藤グループ

- ① 主たる共同研究者: 加藤 剛志 (名古屋大学 未来材料・システム研究所 教授)
- ② 研究項目
 - ・薄膜作製・デバイス加工、SOT 書込み、集積化

(3) 本間グループ

- ① 主たる共同研究者: 本間 敬之 (早稲田大学 先進理工学部 教授)
- ② 研究項目
 - ・メッキによる人工強磁性柱作製

(4) 山田グループ

- ① 主たる共同研究者: 山田 啓介 (岐阜大学 工学研究科 助教)
- ② 研究項目
 - ・磁性柱作製、磁気特性&柱構造評価、伝導特性評価

(5) 葛西グループ

- ① 主たる共同研究者: 葛西 伸哉 (物質・材料研究機構 磁性・スピントロニクス材料研究拠点グループリーダー)
- ② 研究項目
 - ・ナノ構造素子構築のためのテンプレート形成、ナノ構造素子の構造・物性評価および磁壁生成駆動の直接検出

(6) 高村グループ

- ① 主たる共同研究者: 高村 陽太 (東京工業大学 工学院 助教)
- ② 研究項目
 - ・人工強磁性メッキ膜の加工・評価及び磁壁移動の観測

(7) 本多グループ

- ① 主たる共同研究者: 本多 周太 (関西大学 システム理工学部 准教授)
- ② 研究項目
 - ・書込み・磁壁シフト・干渉効果シミュレーション, 記録再生信号処理シミュレータの構築

(8)岡本グループ

① 主たる共同研究者:岡本 好弘 (愛媛大学 大学院理工学研究科 教授)

② 研究項目

・信号処理の開発に必要な記録再生系モデルの構築および符号化・復号化方式の開発

【引用した原著論文情報】

1) “Low Current Driven Vertical Domain Wall Motion Memory with an Artificial Ferromagnet”, J. Magn. Soc. Jpn. Vol. 45, 6, 2021

2) “High thermal stability and low driven current achieved by vertical domain wall motion memory with artificial ferromagnet”, Appl. Phys. Express vol. 14, 023001, 2021