

公益財団法人 立松財団 御中

様式 2021A1,A2,B

2025 年 3 月 31 日

所属：豊田工業大学

氏名：田辺 賢士



2023 年度 助成

研究 経過 ・ 終了 報告書

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	ナノインプリント法を駆使した 3 次元磁気メモリ開発
研究の結果	本研究は、ナノインプリント法を駆使した 3 次元磁気メモリ開発を行うことで、次世代の超高密度メモリデバイス開発の基礎研究を行うことである。現代の情報化社会において、デバイスの電力消費量の問題は喫緊の課題である。その中で、磁性体を利用した磁気メモリが、不揮発性(待機電力ゼロ)、高速動作、超高密度、高安定性かつ安価なメモリとして、キャッシュメモリや SSD、HDD 用の代替メモリとして期待されている。磁気メモリは、磁性細線における磁区の向き(N 極 S 極の向き)を、デジタルの“0”、“1”に対応させる不揮発性磁気メモリであり、磁性細線に電流を印加することで磁壁を駆動して動作する。本研究では、これまで 2 次元膜として研究が進んでいた磁気メモリに対して、3 次元化を行うことで、超高密度化を目指している。注目したのはナノインプリント法である。ナノインプリント法は、凹凸構造を有する原版に対してプラスチック基板を熱圧着することで、凹凸構造をプラスチック基板の表面に転写する技術である。本研究では、この凹凸構造側面部分に磁気メモリを作製し、3 次元化を目指している。 本研究では主に 3 つのテーマに取り組んだ。1 つ目が、プラスチック基板上に成膜された磁性薄膜の酸化の影響である。プラスチック基板の場合、一般的な Si 基板と比べて、水分や酸素を含み、磁性薄膜を酸化させる可能性がある。そこで我々はバッファ層に SiN 層を 10 nm 成膜することで、酸化を防げることを明らかにした。2 つ目は、プラスチック基板上の凹凸構造の上面から TbCo 磁性薄膜を成膜した際に、凹凸部側面の磁性薄膜の磁気異方性が側面部に対し、面直方向に制御できることを明らかにした。一般に、TbCo 薄膜はその組成比に応じて、垂直磁気異方性を有することが知られているが、このような凹凸部分に関する研究はほとんどなかった。我々は、振動試料型磁力計を用いて、XYZ 軸に対して磁化測定を行うことで、凹凸部側面の磁性薄膜の磁気異方性が側面部に対し、面直方向になることを明らかにした。これは磁気メモリ開発にとって必須条件の一つが解決したことを意味している。3 つ目が凹凸構造側面と上面下面の磁性薄膜の間の磁気結合についてである。磁気メモリ開発には磁気的な結合が必須になるが、凹凸構造側面部分の磁気特性は、3 次元的な構造をしているためその評価が極めて難しい。そこで我々は、凹凸構造の上面部と下面部に対して極カー効果磁気光学顕微鏡を用いて、磁壁駆動を確認した。その結果、磁場印加に対して磁壁が薄膜全体に移動していく様子を観測した。特に、磁壁が凹凸部分を流れるように通過しており、磁気的な結合があると断定した。 これまでの研究によって、磁気メモリ開発の条件が 1 つずつ解決している。しかし、大きな課題である 3 次元構造に対する微細加工は、10 μm スケール程度しか実現しておらず、より精密な加工技術が求められている。
研究発表 (実績)	- 井川結衣子、安田優也、栗野博之、田辺賢士 プラスチック基板上の GdFe 垂直磁化膜へのバッファ層の影響、第 48 回日本磁気学会 学術講演会、2024 年 9 月、秋田大学手形キャンパス - 安田優也、黒川雄一郎、鷺見聡、栗野博之、田辺賢士 3 次元デバイスを目指した凹凸構造側面部への垂直磁化膜の作製、第 85 回応用物理学 会秋季学術講演会、2024 年 9 月 朱鷺メッセ - 鈴木紀行、M. Mohammadi、鷺見聡、田辺賢士、栗野博之 GdFe 磁性細線における電流駆動磁壁の磁気光学検出系の構築、第 85 回応用物理学 会秋季学術講演会、2024 年 9 月 朱鷺メッセ

提出期限：研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。

年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。