

情報担体を活用した集積デバイス・システム
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

高橋 有紀子

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

サーマルマネージメント多値磁気記録システムの開発

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)

グリーブス サイモン (東北大学 電気通信研究所 准教授)

首藤 浩文 (物質・材料研究機構 磁性・スピントロニクス材料研究拠点 主任
研究員)

世伯理 那仁 (物質・材料研究機構 磁性・スピントロニクス材料研究拠点 主
幹研究員)

研究成果の概要

本研究はデータセンターのメインストレージであるハードディスクドライブの記録密度の大幅な増大による省エネ社会への貢献を目的として、新原理記録技術である3次元磁気記録の原理実証を行うものである。そのためには、FePt系3次元磁気記録媒体の開発・磁化反転制御・信号処理技術の開発が必要となる。それぞれについて成果の概要を示す。

1. FePt系磁気記録媒体の開発

FePt/X/FePt媒体において、(001)高配向および高規則度を示す上部FePtを実現できるような非磁性材料Xの探索を行った。X=Ru、Pt、Irが下部FeP上にエピタキシャル的に成長し、上部FePtもエピタキシャル成長した。RuおよびPtは上下FePtへ拡散し規則度と磁気特性が減少したが、Irは高規則度を維持し(001)配向を示した。しかし濡れ性が非常によりため上部FePtがネットワーク状組織となった。

媒体シミュレータ構築のために、データセットの構築および実際の微細組織を基に有限要素モデルを構築しマイクロマグネティクス計算を行った。欠陥などの微細組織情報をモデルに加えることにより磁気ヒステリシス曲線の再現に成功した。

2. 磁化反転制御

FePt媒体の強磁性周波数はキッテル式で説明ができたものの、ダンピングについてはextrinsicな効果を含む値としてしか評価できていなかった。FePt連続膜のintrinsicダンピングの評価に成功し、媒体のダンピングの垂直異方性分散との切り分けに成功した。

NIMSで開発したFePt-C/Ru-C/FePt-Cの3次元媒体を基に媒体モデルを構築し記録再生シミュレーションを行った。3値記録は可能であるが、4 tbit/in²を実現するには粒子サイズ7nm、上部FePtの異方性>1 MJ/m³の改善が必要であることが明らかになった。

3. 信号処理技術の開発

3次元記録に適したPRチャネル等の信号処理方式について検討するため、二次元ガウス分布に基づく熱アシスト効果を取り入れた確率的モデルを構成し、記録系列に対する記録磁化パターン及び再生波形が得られる記録再生系のシミュレータを整備した。

【代表的な原著論文情報】

1) “Thermal Modulation of Magnetization Dynamics in Nanometer-Thick L10-FePt Nanogranular and Continuous Films for High-Density Magnetic Recording Media”, Y. Sasaki, I. Suzuki, R. Mandal, S. Kasai, and Y.K. Takahashi, ACS Appl. Nano Mater.6, 5901 (2023).