

テラビット記録をめざす FePt 規則合金系ビット・パターン・メディア

育成研究：JST イノベーションプラザ・サテライト岩手 平成20年度採択課題
「強磁性-反強磁性転移を誘起するイオンパターニングによるビット・パターン・メディアの開発」

代表研究者：秋田大学・工学資源学研究科 教授 石尾俊二

■ 研究概要

10^7erg/cm^3 を超える高い結晶磁気異方性を有する $L1_0\text{FePt}$ に着目し、 $L1_0\text{FePt}$ ナノドットを規則的に配列するビット・パターン・メディアの開発研究を行った。膜厚 10nm 以下の極薄膜について、500°C 以下の低温で高 $L1_0$ 規則化・[001] 高配向 FePt 膜が作製できる酸化物添加・急速加熱法を開発した。次いで Si 基板上の [001] 配向 $L1_0\text{FePt}$ 膜に種々のプロセスで微細加工を行い、ドット直径 15nm~1 μm (最大面記録密度約 0.7T/inch²、保磁力 20kOe 以上) のパターンを作製した。更に 2.5 インチガラス基板上にナノインプリント微細加工によるディスクリット・トラック・メディアを試作し、実用性の検討を行った。

■ 研究内容、研究成果

2Tbit/inch² 超える記録領域では、ビットの熱安定性の観点から、単一ドットが 1 ビットを構成するビット・パターン・メディア (BPM) が期待されている。FePt は 10^7erg/cm^3 を超える高い結晶磁気異方性を有しており、2Tbit/inch² を超える次世代高密度磁気記録媒体材料として期待されている。また BPM の作製に当たっては工程の煩雑さが予想され、実用に当たっては製造スループットを上げるために、イオン照射等を用いた微細加工工程の簡素化が必要である。本研究では、FePt を用いたビット・パターン・メディアの開発を目的にして、実用化に必要な低温・高 $L1_0$ 規則化・[001] 高配向 FePt 膜の作製法開発を行い、次いで電子ビーム (EB) リソグラフィやイオン照射を利用してドット・パターンを作製した。

高 $L1_0$ 規則化・高 [001] 配向 FePt 薄膜を作製するために、酸化物添加・急速加熱法を開発した。即ち SiO_2 や ZnO を微量添加した厚さ約 10nm の薄膜を作製した後、真空中で急速加熱 (加熱速度: 50~100°C/s) を行い、400~700°C の温度範囲でアニールを行うことによって、高品質の $L1_0\text{FePt}$ 膜が得られた。図 1 に示す通り、配向性と規則性に優れており、規則度は 0.9 以上であった。

電子ビーム (EB) リソグラフィを用いて作製した FePt ドット・パターンについて、磁気力顕微鏡 (MFM) で観察した磁気像を図 2 に示す。同図のドットサイズ的设计値は 15nm、ドット間ピッチは 70~100nm である。図の下部には、黄線部のドット配列の MFM 出力変化を示しており、ドット毎の MFM コントラストが明瞭に区別できる。また図 3 には、このようなパターンの保磁力のドット径依存性を示している。最大の保磁力は、スパッタ成膜/急速加熱アニール/微細加工/再アニールのプロセスで作製したパターンで、ドット直径が 30nm の場合に観察され、その値は 28kOe であった。更に、FePtRh 系薄膜に、イオン照射や第 3 元素添加を行いパターン化の検討を行い、いずれにおいても直径 50nm~1 μm のパターンが作製できた。

以上の成果をもとに、2.5 インチガラス基板上にナノインプリント微細加工を用いてディスクリット・トラック型の FePt パターンを試作し、実用性を検討した。

■ 今後の展開、将来の展望

FePt を用いた BPM の特徴は、2Tbit/inch² 以上の高密度領域での熱安定性にある。従って、実用化においては、当該記録領域に向けて開発されている熱磁気記録等の新記録方式との整合性が重要である。また反転磁場分布の抑制と製造プロセスの簡素化も重要である。これらの点は、本研究で開発した FePt ドット・パターンにソフトアンダーレイや交換結合型キャップ層を付与することで解決できる。今後実用に近い形態のドット・パターンを作製し、記録特性評価を行い、実用性を検討してゆく。

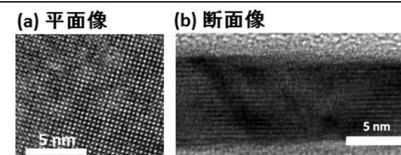


図 1 酸化物添加急速加熱法で作製した $L1_0\text{FePt}$ 薄膜の透過電子顕微鏡像 (a): 平面像 (ZnO 添加で作製)、(b): 断面像 (SiO_2 添加により作製)。図より高品位の規則構造が形成されていることが判る。

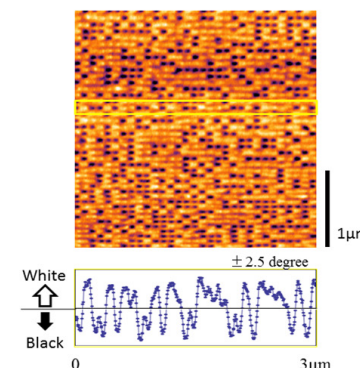


図 2 (右図) 電子線リソグラフィとイオンミリングで作製した $L1_0\text{FePt}$ ドット・パターン。ドット径 15nm、ドットピッチ 100nm (いずれも設計値)。下図は磁気力顕微鏡 (MFM) で読み取った明暗ドットの出力。ドット毎に明暗のコントラストを持っていることが判る。

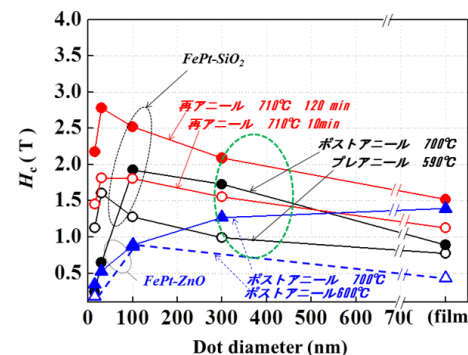


図 3 FePt ナノドットの保磁力のドット径依存性。直径 15nm のドットで、28 kOe の保磁力が得られた。

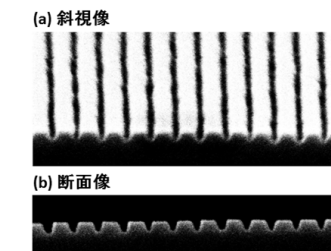


図 4 ナノインプリントにより微細加工した Si 基板の顕微鏡像 (今後、2.5 インチガラス基板上に製膜した FePt 膜を用いてディスクリット・トラック・パターンを作製する予定)

■ 研究体制

- ◆ 研究代表者
秋田大学工学資源学研究科 教授 石尾俊二
- ◆ 研究者
成田章、上林一彦 (以上秋田高専)、本多直樹 (東北工業大学)、斉藤準、吉村哲、長谷川崇、Yan Zhongjie、Liu Xi (以上秋田大学)、有明順、近藤祐治、山根治起 (以上秋田県産業技術センター)、川村博、伊藤亮 (以上日東光器)、神邊哲也、茂智雄 (以上昭和電工)
- ◆ 共同研究機関
秋田工業高等専門学校、東北工業大学、秋田県産業技術センター、日東光器株式会社、昭和電工株式会社

■ 研究期間

平成20年4月 ~ 平成23年3月