

急速昇降温熱処理によるナノ磁性規則化粒子群作製に向けた微細構造形成

Nano - patterning for fabrication of magnetic periodic pattern with rapid thermal annealing

○清水雄太¹, 小松田恭祐², 吉川大貴³, 塚本新³*Yuta Shimizu¹, Kyousuke Komatsuda², Hiroki Yoshikawa³, Arata Tsukamoto³

Abstract: To create a high-density magnetic recording medium, it is necessary to create a nano-sized ordered magnetic particle swarm. We focused on the process of creating metal dot patterns using electron beam lithography technology and applying rapid thermal annealing to create regularly ordered L_{10} -FePt dots. Dot control is required to create regular array particles. In this report, we found that the shape of the microfabrication pattern is an important factor in the formation of regular dot arrangement after rapid thermal annealing.

1.はじめに

4 Tbit / inch² 以上の高密度磁気記録媒体の実現のため、ナノ磁性粒子 1 つ当たりに 1 bit を記録するビットパターンドメディア (Bit Patterned Media : BPM) が研究されている。BPM はナノ磁性体粒子群を磁気ヘッドの走査方向に対し、規則的に配列する必要がある。これまでに我々は熱酸化 Si 基板上に成膜した Pt / Fe 二層薄膜に対し、急速昇降温熱処理 (Rapid Thermal Annealing : RTA) を施すことで L_{10} -FePt 孤立ナノ微粒子群の作製手法を報告している^{[1][2]}。しかし RTA のみによって孤立微粒子群を作製する場合、粒子の規則配列や形状、径分散を容易には制御できない。それに対し、我々は電子線リソグラフィ (Electron Beam Lithography : EBL) により、基板上にパターン加工を施し、磁性ドットパターンを作製する手法と RTA 法による結晶化の併用を検討している^{[3][4]}。本報告では磁性ドット粒子のパターン作製に向けて、電子線描画におけるタイル状及び線状構造の作製と RTA 後のナノ微粒子配列、分散、形状への寄与を走査型電子顕微鏡 (Scanning Electron Microscope : SEM) での観察により検討した。

2.実験方法

微細加工試料はリフトオフ法により形成した。まず、EBL を用いたフォトレジストへのパターン描画、現像によりマスクパターンを形成後、DC マグネトロンスパッタリング法により原子組成比 50 : 50 の Pt / Fe 二層膜を成膜した。その後不要な金属層を剥離し、金属ドットパターンを作製した (試料 1)。試料 1 に対して最高到達温度 670 °C、昇温速度 100 °C / sec.、降温速度 50 °C / sec. の条件で RTA を行った (試料 2)。試料 1、試料 2 の表面形状観察を SEM にて実施した。

3.実験結果

リフトオフ法で作製した金属パターンの表面形状、RTA 実施後の表面形状の SEM 観察像を Figure 1 に示す。試料 1 の金属パターン構造では輝度が異なる 2 種類の領域が約 100 nm 周期で並んでおり、金属材料が線状パターンを形成していることを確認した。

さらに試料 2 の表面形状像では、パターン加工をせずに RTA を施した場合の FePt ナノ微粒子群で確認できる粒子群発現は見られず、RTA 実施後試料の傾斜表面観察像 (Inclination view) から分かるようにパターンの凸部が確認でき、描画時点で形成したパターンを概ね保持した構造が得られた。以上より、マスクパターン形成条件を改善することで 50 nm オーダーで設計した配列構造を有し、かつ RTA により規則合金化した磁性微粒子パターンの形成が可能であると考えられる。

4.まとめ

RTA を利用した高密度規則配列微粒子群作製に向けて、RTA 前後で作製したパターン構造が形状変化するかにつき実験実施した。マスクから作製された金属パターンに RTA をした場合、マスクパターン形成条件の改善により磁性微粒子の規則配列を誘導しパターン形成可能であることを示した。

5.謝辞

本研究の一部は情報ストレージ研究推進機構の助成により行ったものである。また本学研究員の笠谷雄一氏には電子線描画装置装置の操作方法やパターン作成工程をご教授いただいた。

6.参考文献

- [1] Y. Itoh, T. Aoyagi, A. Tsukamoto, K. Nakagawa, A. Itoh and T. Katayama: Jpn. J Appl. Phys 43 12, 8040 (2004)
- [2] A. Itoh, A. Tsukamoto, S. Okame and K. Mizusawa, "J. Magn. Soc. Jpn.", **36**, 62-65 (2012).
- [3] A. Itoh, A. Tsukamoto: Hybrid magnetic recording media on FePt grains and self-assembled nano-structured layers. J. Magn. Soc. Jpn., **33**, 507 (2009).
- [4] T. Naeki, K. Miyoshi, H. Yoshikawa, A. Tsukamoto: "T. Magn. Soc. Jpn. (Special Issues)", **3**, 1 - 6 (2019).

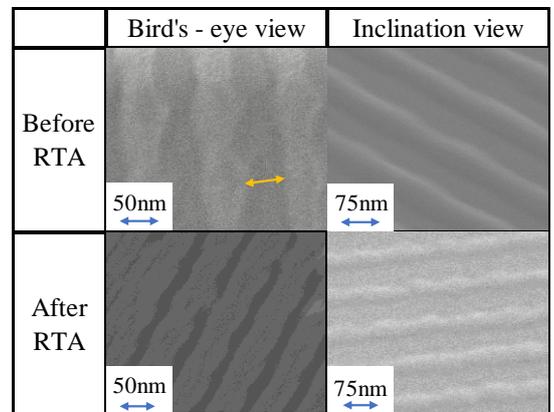


Figure 1 Observation of metal pattern and particle shape by SEM.