

単分散 FePt ドット周期構造の急速昇降温熱処理による 高保磁力微粒子の配列パターン形成

苗木俊樹¹⁾, 田中万裕¹⁾, 牧野哲也¹⁾, 吉川大貴¹⁾, 塚本新²⁾
 日本大学大学院理工学研究科¹⁾, 日本大学理工学部²⁾

Formation of high coercivity particle array by Rapid Thermal Annealing of monodisperse FePt periodic structure
 Toshiki Naeki¹⁾, Masahiro Tanaka¹⁾, Tetsuya Makino¹⁾, Hiroki Yoshikawa¹⁾, and Arata Tsukamoto²⁾
 Graduate School of Science and Technology Nihon Univ.¹⁾ College of Science and Technology, Nihon Univ.²⁾

はじめに 我々は高密度磁気記録用媒体の実現に向け、基板面垂直方向に高い磁気異方性を有し規則的に配列した均一なナノ磁性体の作製を検討している。これまでに熱酸化 Si 基板上に成膜した Pt/ Fe 二層薄膜に数秒間の急速昇降温熱処理(Rapid Thermal Annealing: RTA)を施すことで $L1_0$ 規則合金化、膜面垂直方向に(001)優先配向した FePt 微粒子群の作製を報告している¹⁾。Fig. 1 に FePt 微粒子群の一例を平均粒径 D_a 、粒径標準偏差 StD と共に示す。粒子が不均一に形成するため粒子体積の単分散化、並びに規則配列化が RTA の課題である。そこで電子線リソグラフィ法を利用し Pt/ Fe 二層構成ドットの周期パターンを作製し、RTA を施すことで各粒子体積が等しく、規則配列した FePt 粒子の形成及び $L1_0$ 規則合金化を試みた。本報告では熱処理時間も考慮し、リフトオフ法により作製した FePt ドットに (a)長時間熱処理(Long Time Annealing: LTA), または (b)数秒間の RTA を施し、それぞれの粒子形成配置及び粒子群の保磁力評価を行った。

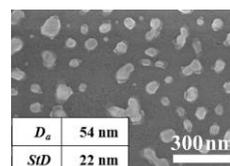


Fig. 1 SEM planer view of FePt particles fabricated by RTA.

実験方法 熱酸化 Si 基板上にレジスト剤 ZEP520A を塗布し、電子線描画・現像によりマスクパターンを作製した後、DC マグネトロンスパッタ法により Pt(2.8 nm)/ Fe(2.2 nm) を積層した。その後、剥離液に浸すことでレジストを除去し Pt/ Fe ドットを作製した。真空炉にて赤外線照射により (a)昇温速度 100 °C/h. で昇温し 600 °C で 1 時間保持する熱処理と、(b)昇温速度 180 °C/sec. で急速昇温、600 °C で N₂ ガス流入による急速降温を施した。作製した FePt ドット観察は走査型電子顕微鏡 (Scanning Electron Microscope: SEM) を用いた。また、振動試料型磁力計により高磁場まで応答する粒子群の保磁力評価を行った。

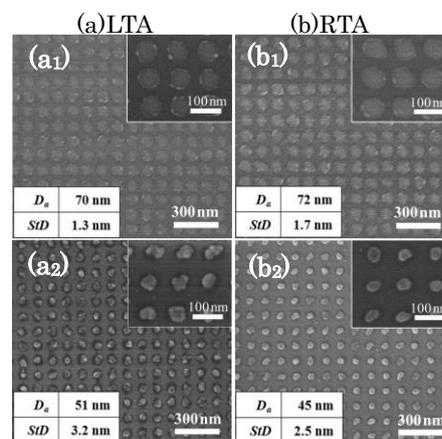


Fig. 2 SEM planer view of FePt pattern (a1), (b1) Lift off, (a2) heating rate: 100 °C/h. (b2) heating rate: 180 °C/sec.

実験結果 Fig. 2 に FePt ドットの熱処理前(a1, b1), 熱処理後(a2, b2)の表面 SEM 像を示す。いずれも各粒子の粒面積が約半分まで減少する形状変化が生じたが、粒子同士の結合は生じず、配置の保持を確認した。またリフトオフ後の標準偏差値より、熱処理前後において FePt の体積が保存されていると仮定すると、Fig. 1 の粒子体積分散に比べ 1 桁以上低減したものと考えられる。Fig. 3 に各熱処理を施した試料(a2), (b2)に対し基板面垂直方向へ磁場印加を行い計測した磁化曲線を示す。いずれの試料も硬磁気特性を示し 10 kOe 以上の磁場で応答する粒子も存在することから、 $L1_0$ 規則合金に起因する高保磁力微粒子の形成が示唆される。以上より、電子線描画を用いて作製した Pt/ Fe ドットに数秒間の RTA を施すことで、規則配列した高保磁力の FePt 微粒子群が作製可能であることを明らかとした。

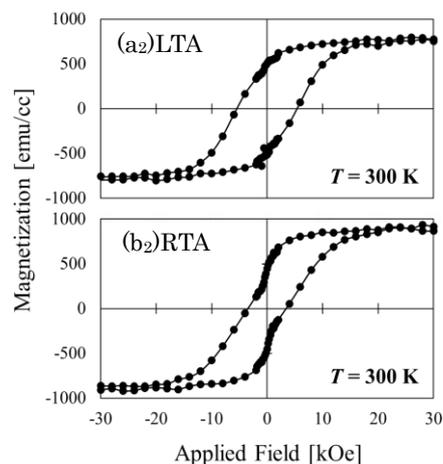


Fig. 3 M-H curves for FePt particles in out-of-plane. (a2) heating rate: 100 °C/h. and (b2) heating rate: 180 °C/sec.

謝辞 本研究の一部は情報ストレージ研究推進機構、文部科学省私立大学戦略的研究基盤支援事業(S1311020)の助成により行った。

参考文献

1) A. Itoh, A. Tsukamoto, S. Okame and K. Mizusawa: *J. Magn. Soc. Jpn.* **36**, 62-65(2012).