

急速昇温熱処理による微細加工 Pt/ Fe 積層ドットの規則合金化

苗木俊樹¹⁾, 三吉啓介¹⁾, 吉川大貴²⁾, 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⁾

Order alloying of microfabricated Pt/ Fe stacked dots by Rapid Thermal Annealing

Toshiki Naeki¹⁾, Keisuke Miyoshi¹⁾, Hiroki Yoshikawa²⁾, and Arata Tsukamoto²⁾

Graduate School of Science and Technology, Nihon Univ.¹⁾ College of Science and Technology, Nihon Univ.²⁾

はじめに Pt/ Fe 薄膜に数秒間の急速昇温熱処理(RTA)を施すことで、高密度磁気記録用媒体の候補である $L1_0$ -FePt 微粒子群を形成可能であることを報告している¹⁾。媒体の超高密度化には単分散かつ規則配列したナノドットを作製する技術が要求されており、連続膜に対する RTA においては粒子群が不均一に形成することが課題である。また微細加工技術を用いたナノドット作製において、加工処理により生じるドット内部の微細構造欠陥は磁気異方性の低下や反転磁界分散を増大させる報告がある²⁾。そこで我々は微細加工後に RTA を施す工程を試みた。本報告では微細加工した Pt/ Fe ドットの規則合金化、及び基板上への(001)配向誘起について RTA の到達温度、並びに積層する Pt/ Fe の組成比検討を行い、形状及び磁気特性につき評価を行った。

実験方法 熱酸化 Si 基板上に電子線描画・リフトオフ法により直径約 65 nm の Pt/ Fe ドットパターンを作製した。成膜は DC マグネトロンスパッタリング法により Pt/ Fe (3.75 nm, Fe:Pt=50:50)を積層した。Pt/ Fe ドットは真空炉にて赤外線照射により昇温速度 120 °C/ sec. で昇温し、到達温度(a)450 °C, (b)630 °C, (c)800 °Cの RTA を行った。ドット形状観察は走査型電子顕微鏡(SEM), 原子間力顕微鏡(AFM)を用い、磁気特性の計測には振動試料型磁力計, 磁気力顕微鏡(MFM)を用いた。

実験結果 Fig. 1 に各試料の表面 SEM 像と平均ドット径(D_a), 標準偏差(StD)を示す。高い温度においてもドット同士は結合せず、加工後の配置を保持し、低いサイズ分散であることを確認した。Fig.2 に膜面垂直, 水平方向にそれぞれ磁場を印加し計測した磁化曲線及び、(c)の残留磁化状態を MFM により局所的に観察した結果を示す。(a)は軟磁性及び面内磁気異方性を示した。(b),(c)より RTA の温度上昇に従い規則合金化と考えられる高い保磁力を発現し、等方的な磁化曲線を示した。磁気像からはドット形成位置に2種の濃淡領域が確認でき、磁化容易軸が様々な方位を向いた $L1_0$ -FePt ドット群の形成が示唆される。次に磁気異方性軸の膜面垂直配向化の検討について報告する。過去に熱酸化 Si 基板上の Pt/ Fe 連続膜の RTA において、数 at. %の Fe の組成比増加により、膜面垂直方向に高い磁気異方性を有する粒子群の形成を報告している³⁾。そこで本作製法においても積層する Fe の組成比を 5 at. %増加し、Pt/ Fe (3.75 nm, Fe:Pt=55:45)にて作製した。800 °Cの RTA を施し形成したドット群の磁化曲線及び、残留磁化状態を表した磁気像を Fig. 3 に示す。磁化曲線は高保磁力(28 kOe)かつ高い残留磁化比(0.94)を示した。磁気像よりドット形成位置には濃い領域のみが現れたことから、膜面垂直方向に配向した磁化状態が保持されていることを示した。本作製工程において、高温の RTA 及び 5 at. %の Fe 組成比の増加により、膜面垂直に磁気異方性を誘起し、高い保磁力を示すナノドットパターンが形成可能であることを示した。

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, *et al.*, "IEICE technical report. Magnetic recording.", 105 (167),13 (2005).

2) D. Wang *et al.*, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 41 (2008) 195008 (6pp).

3) Masayuki Imazato *et al.*, MORIS2015, Penang, Malaysia, Tu-P-12, (2015).

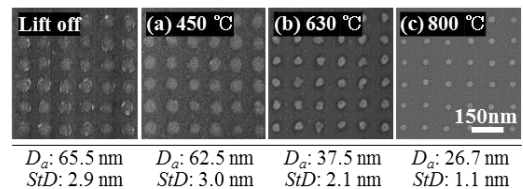


Fig. 1 SEM planer view, average diameter of FePt dots (D_a) and standard deviation of D_a (StD).

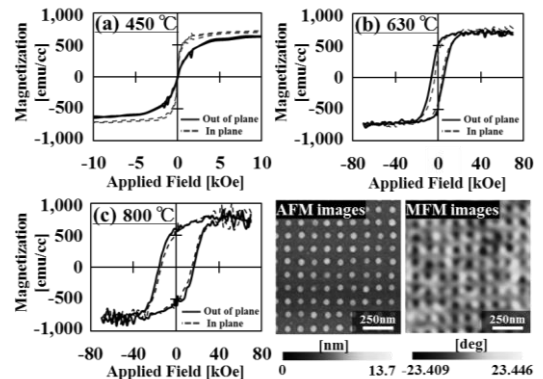


Fig. 2 Hysteresis loops measured at 300 K for FePt dots and AFM/ MFM images of (c)800 °C sample which were applied field from +70 kOe to 0 kOe.

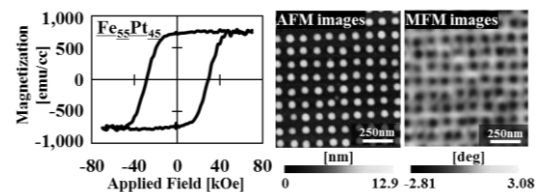


Fig. 3 Out of plane hysteresis loops measured at 300 K for $Fe_{55}Pt_{45}$ dots and AFM/ MFM images of $Fe_{55}Pt_{45}$ sample which were applied field from +70 kOe to 0 kOe.