

ランプ加熱高速 FeCuPt 微粒子形成における Si 基板の加熱寄与

田中万裕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⁾

The role of heating of Si substrate in rapid fabrication FeCuPt nano grains by lamp annealing

Masahiro Tanaka¹⁾, Arata Tsukamoto²⁾Graduate School of Science and Technology Nihon University, Japan¹⁾College of Science and Technology, Nihon University, Japan²⁾

はじめに

高密度磁気記録媒体の作製には磁性粒子の微細化と高密度化が重要である。我々はこれまで、数 nm 厚の Pt/Fe, Pt/Cu/Fe 多層薄膜にハロゲンランプ光を用いた急速昇降温熱処理 (Rapid Thermal Annealing & Rapid Cooling Process : RTA) のみによる孤立ナノ微粒子の形成につき報告してきた^{1),2)}。初期積層膜厚の減少 (1~4nm) により、微粒子化は可能であるが粒子形成と RTA 条件の相関が大きく変化することが課題であった。微粒子化に寄与する加熱要素として金属薄膜自身の加熱および熱酸化 Si 基板の光吸収による熱効果が考えられる。本報告では、これらの熱寄与度の膜厚依存性に注目し、総積層膜厚 1.88nm の FeCuPt 薄膜を成膜した熱酸化 Si 基板に対し、熱処理面のみを変えて FeCuPt 微粒子群形成における RTA プロセス依存性の検討を行った。

実験方法

DC マグネトロンスパッタ法を用いて、14 mm 四方の熱酸化 Si 基板の上に Cu(0.41 nm), Fe(0.67 nm), Pt(0.87 nm) の順で成膜を行った。高真空チャンバー中で集光したハロゲンランプ光により、500°C 以上まで約 120°C/sec. にて昇温し、直後窒素導入にて急速冷却を行った。複数の熱酸化片面研磨 Si 基板に対し、研磨面側に成膜を行い、Fig. 1 に示すように (a) 成膜面側に RTA, (b) 基板背面から RTA を施した [以後、条件 (a), (b) とする]。作製した FeCuPt 微粒子の観察には走査型電子顕微鏡 (Scanning Electron Microscope : SEM) を用いた。結晶構造解析に X 線回折装置 (X-Ray diffraction : XRD) を用いた。

結果

Fig. 2(a)~(b-1,2) に形成した微粒子の表面 SEM 像を示す。いずれの熱処理条件においても FeCuPt 微粒子群の形成を確認した [Fig. 2 (a), (b-1)]。条件 (b) の基板では端部より約 2 mm の領域で粒子が結合した様相も確認した [Fig. 2 (b-2)]。Table 1 に SEM 像より得られた基板中央付近における形成粒子の平均粒径 (D_a), 形成粒子数密度 (N_p), 粒形分散 ($S_t D$) を示す。(a), (b) の基板においても、平均粒形 20nm 以下の孤立したナノ微粒子群の形成を確認した。Fig. 3 に XRD プロファイルを示す。いずれの熱処理面においても $L1_0$ -FePt(111) ピークが観測された。上記の結果より、Si 基板の光吸収による熱効果のみによる (b) の加熱条件でも (a) 条件と同様な微粒子群の作製および規則合金化が可能であることを示している。また、光照射時の背面温度測定より (a), (b) はほぼ同等の加熱プロファイルであった。ハロゲンランプ光を用いた熱処理において、本実験に用いた膜構成 (1.88 nm 厚) では、Si 基板の光吸収による熱効果が主加熱要因であることを明らかとした。当日は金属膜厚を変化して同様の実験を行った結果の報告も行う。

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および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ものである。

参考文献

- 1) Y. Itoh, T. Aoyagi, A. Tsukamoto, K. Nakagawa, A. Itoh and T. Katayama: Jpn. J. Appl. Phys., 43, 8040-8043 (2004).
- 2) J. Tsukioka, T. Ubana, A. Tsukamoto, and A. Itoh: J. Magn. Soc. Jpn., 38, 143-146 (2014).

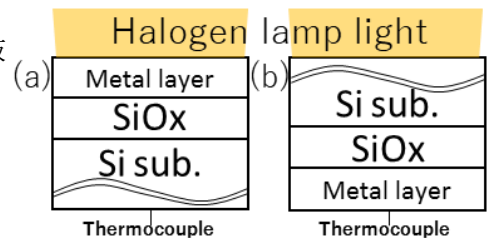


Fig. 1 RTA conditions.

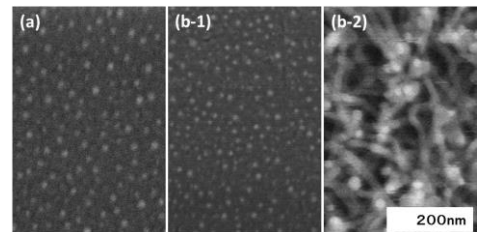


Fig. 2 SEM planer view of FeCuPt grains on SiOx/Si substrate.

Table 1 Average grain diameter (D_a), Standard deviation of diameter ($S_t D$), areal density of grains (N_p) for isolated FeCuPt grains.

	D_a (nm)	$S_t D$ (nm)	N_p (T particle /inch ²)
Condition (a)	19.5	2.4	0.38
Condition (b)	13.1	1.9	0.66

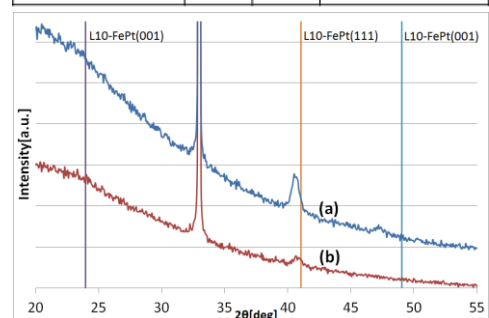


Fig. 3 XRD Profile for isolated FeCuPt grains with condition (a) and (b).