

急速昇降温熱処理形成 FeCuPt 孤立微粒子の 多段階粒子形成による表面被覆率・粒子数密度増大の検討

小笠原亜紀¹, 月岡純¹, 加藤真実², 塚本新²

(¹ 日本大学大学院理工学研究科, ² 日本大学理工学部)

Increase of Surface Coverage and Areal Density of Isolated FeCuPt Grain

by Multistep particle formation with Rapid thermal Annealing and Rapid Cooling process

Aki Ogasawara¹, Jun Tsukioka¹, Makoto Kato², and Arata Tsukamoto²

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

はじめに

超高密度磁気記録媒体の作製を目指しており、これまで平坦な熱酸化 Si 基板上に FeCuPt 多層膜成膜後、急速昇降温熱処理(RTA : Rapid Thermal Annealing)および急速冷却処理(RCP : Rapid Thermal Annealing)を行うことで膜面に対し c 軸が垂直配向した L1₀-FeCuPt 孤立微粒子が形成可能であることを報告している^{1),2)}。しかしながら膜表面に占める磁性体領域の表面被覆率が 20% と疎であることが課題であったため、本報告では粒子形成時の初期積層厚、粒子形成手順の変更による表面被覆率、粒子数密度増大の検討を行った。

実験方法

DC マグネトロンスパッタ法により熱酸化 Si 基板上に sub/Fe/Cu/Pt の順に組成比 Fe₄₃Cu₁₄Pt₄₃ の多層膜を初期積層厚 t_s (1.25 nm, 2.5 nm, 3.75 nm) で成膜した。成膜後、赤外線ランプ真空炉にて急速昇降温熱処理を行った。熱処理方法は赤外線ランプの電力制御により室温から 2.9~5.3 s で到達温度 460~600 °C に達し、目標温度到達後、窒素投入により初期冷却速度 -33~-68 °C/s で急速冷却を行った。成膜・熱処理後、同一基板上にて成膜、熱処理プロセスを繰り返し粒子形成する多段階粒子形成を行った。

結果

TABLE. I に各種成膜、熱処理プロセスで作製した粒子形態、磁気特性、結晶構造を示す。Fig.1 に各作製試料の膜面垂直方向の M-H 特性を示す。t_s=3.75 nm については単結晶化のため 600 °C, 1 h の追加熱処理を行った。Fig.1 (a) から膜面に対し垂直磁気異方性を有する H_c=2.6 T の磁性粒子が得られることが確認できる。一方、平均粒径の減少、粒子数密度増大が課題であり、t_s を減少し改善を目指した。t_s=2.5 nm にすることで粒子微細化、粒子数密度増大が達成でき、さらに追加熱処理なしで t_s=3.75 nm 時と同等の磁気特性を示した。しかし上記(a), (b)ではいずれも表面被覆率が 20% 付近と低い値を示したため多段階粒子形成による改善を試みた。改善方法として、まず粒子の高密度化のためさらに t_s を減少し t_s=1.25 nm にて粒子を形成し高密度微粒子核形成を行う。その後磁気体積増大のため成膜、熱処理プロセスを繰り返し、核成長により高粒子数密度を保ちつつ表面被覆率が 40% を超える粒子が形成可能となった。

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(S0311020)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**, 12, 8040(2004).
- 2) A. Itoh, A. Tsukamoto, S. Okame and K. Mizusawa: *J. Magn. Soc. Jpn.*, **36**, 62-65(2012).

TABLE. I summary of particle form, crystal structure and magnetic characteristic on various way of deposition (a)formed particle with additional annealing(t_s=3.75) (b) formed particle(t_s=2.5) (c) first time to formed particle (t_s=1.25) (d) second time to formed particle(t_s=1.25)

		(a)	(b)	(c)	(d)
particle shape	average grain diameter [nm]	53.4	21.5	7.79	10.4
	particle number density [T particle/inch ²]	0.07	0.35	3.4	3.2
	surface coverage [%]	23	20	25	43
crystal structure	L1 ₀ -FeCuPt(001), (002) diffraction peak	○	○	-	-
magnetic structure	coercive force H _c [T]	2.6	3.1	-	1.5
	saturation magnetization M _s [emu/cc]	915	740	-	260

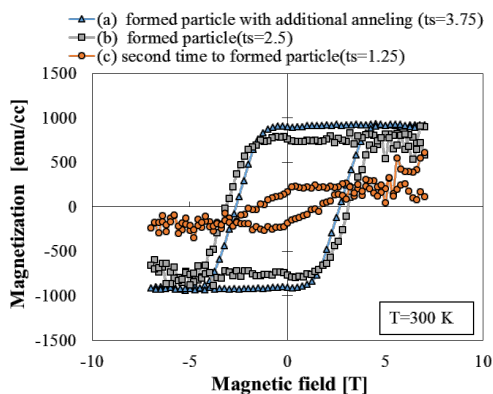


Fig.1 M-H loops comparing the magnetic property on various way of deposition