

ナノシリカ粒子をマスクとしたドライエッチング手法による 垂直磁化 FePt ナノドット形成の検討

飯田勝敬¹、月岡純¹、塚本新²、伊藤彰義²

(¹日本大学大学院理工学研究科、²日本大学理工学部)

Fabrication of perpendicular magnetized FePt nano-dot by dry etching with nano-silica particle mask.

K. Iida¹, J. Tsukioka¹, A. Tsukamoto², and A. Itoh²

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

はじめに 我々は超高密度記録媒体用孤立ナノ磁性体形成を目的としており、均質な連続膜状磁性体をエッチング加工することによる形成手法につき検討している。これまで、平均粒径 18 nm のシリカ粒子を用いて熱酸化 Si 基板上へ単層の自己集積化ナノシリカ粒子層 (Self-Assembled Silica nano Particles layer : SASP) を形成、エッチングマスクとして用いることで SASP のナノ凹凸構造を転写した基板形成が可能であることを報告している¹⁾。本報告では本手法を FePt 連続膜に応用することで孤立したナノ磁性ドット形成について検討。また、エッチング加工後の FePt 連続膜の磁気特性評価を行った。

実験方法 エッチング対象である FePt 連続膜は DC マグネトロンスパッタ法を用い FePt 多層膜を製膜後、赤外線ランプ真空炉により熱処理することで総膜厚 15 nm の (001) 優先配向した $L1_0$ -FePt 連続膜を作製した。多層膜構成として [$Fe_{30.5}Pt_{69.5}$ (1.9 nm) / Fe (0.6 nm)]₆ / Sub²⁾、熱処理条件は平均昇温速度 100 °C / h、到達温度 400 °C である。連続膜上に平均粒径 7 nm のシリカ粒子を用いディップコート後に膜面垂直入射の Ar^+ ドライエッチングを行うことで、シリカ粒子をエッチングマスクとし孤立した FePt ナノドットの形成を図る。

実験結果 FePt 連続膜の表面形状を原子間力顕微鏡 (AFM) にて評価した結果を Fig.1 に示す。中心線平均粗さ R_a が 0.28 nm の平坦性を有する。完全に孤立し AFM による評価が行えるよう、FePt 連続膜上でシリカ粒子が希薄となる条件にて形成した試料及びエッチング加工を施した結果を走査型電子顕微鏡 (SEM) により観察した (Fig.2)。本試料は表面に占めるシリカ粒子の割合が約 4.8 % とわずかであるため、エッチング加工した際の磁化特性測定結果はほぼ FePt 連続膜のみがエッチングされた場合に近いと考えられる。Fig.3 は t_e (エッチング時間) がそれぞれ 0 s、10 s の試料を室温 (300 K) にて超高感度磁化計測 (SQUID-VSM) によるヒステリシスループである。 $t_e=0$ s では飽和磁化値が 12.6×10^{-5} emu となった。一方で $t_e=10$ s では 6.2×10^{-5} emu であり、 $t_e=0$ s に比べおよそ半分になっている。このことから FePt 連続膜が総膜厚の半分である 7.5 nm となるまでエッチングが進行したと考えられる。あわせて、磁気体積を半分にするまで減少しても保磁力 H_c は約 1 T から 0.8 T と同程度であることから本 FePt 連続膜がエッチング手法によるナノドット形成に利用可能な均質な特性を持つことを示した。また、Fig.2(a) $t_e=0$ s で見られていたシリカ粒子に相当するチャージアップを伴う明部が Fig.2(b) $t_e=10$ s では見られず、エッチングの進行によりシリカ粒子が消失したものと考えられる。そこで、マスク部の残留高さを評価するため $t_e=10$ s の試料を AFM にて観察した (Fig.4)。SEM では観察されなかったナノ凹凸が観察でき、それらの平均高低差は約 3.65 nm であった。以上より平均粒径 7 nm のシリカ粒子が局所的エッチングマスクとして機能し、ドライエッチング手法による FePt ナノドット形成の可能性を示した。

謝辞 本研究の一部は情報ストレージ研究推進機構及び文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 (S1311020) の助成により行ったものである。

参考文献

- 1) A. Itoh, J. Yeh, and A. Tsukamoto, *55th Annual Conference on Magnetism & Magnetic Materials*, CF-13 pp. 188-189 (2010).
- 2) X J Mo, H Xiang, W Lu, Y P Zheng, G Q Li, H Saito, S Ishio, D M Jiang, X W Tan and Y Q Lin, *Journal of Physics: Conference Series*, 266, 012040 (2011).



Fig.1 AFM cross section profile of FePt continuous film.

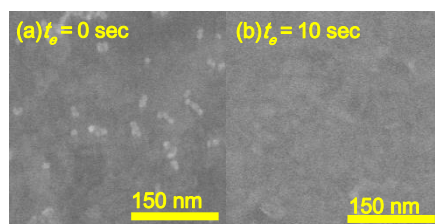


Fig.2 SEM images of silica particle on FePt continuous film. (a) $t_e = 0$ sec, (b) $t_e = 10$ sec

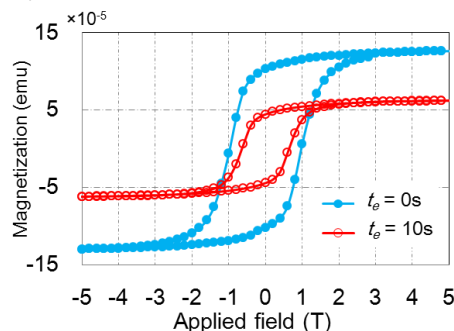


Fig.3 Out-plane hysteresis loops of FePt continuous film.



Fig.4 AFM cross section profile of silica particle on FePt continuous film ($t_e = 10$ s).