第68回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 (2021 オンライン開催)

リモート水素プラズマ支援FePt合金ナノドット自己組織化形成プロセスにおける基板温度が磁化特性に与える影響

Influence of Substrate Temperature on Self-Assembling Formation of High Density FePt-Nanodots Assisted by Remote Hydrogen Plasma

名大院工　○本田 俊輔，古幡 裕志，大田 晃生，池田 弥央，大島 大輝，加藤 剛志，牧原 克典，宮崎 誠一

Nagoya Univ. ○Shunsuke Honda, Hiroshi Furuhata, Akio Ohta, Mitsuhisa Ikeda, Oshima Daiki, Takeshi Kato, Katsunori Makihara, and Seiichi Miyazaki

E-mail: miyazakilab@googlegroups.com

序＞これまでに、Si 熱酸化膜(SiO_2)上に形成した Pt/Fe 極薄積層膜に外部非加熱でリモート H_2 プラズマ(H_2-RP)を照射し、金属原子の表面マイグレーションと凝集を促進することで、FePt 合金ナノドットが高密度(面密度:~10^{11} cm^{-2})・一括形成できることを報告した[1]。本研究では、H_2-RP 処理時における基板加熱が FePt 合金ナノドットの磁化特性に与える影響を調べた。

実験＞n-Si(100)基板を 1000°C、2%O_2 中で酸化して形成した SiO_2 膜(膜厚~3.2nm)上に、電子線蒸着により厚さ~1.0nm の Fe 薄膜を堆積した後、引き続き、同一チャンバ内で厚さ~1.3nm の Pt 薄膜を形成した。その後、H_2-RP 処理(60MHz-ICP: 500W, 13.3Pa)を行った。尚、H_2-RP 処理時における基板温度は、200°C および 400°C とした。H_2-RP 処理前後の表面形状像を原子間力顕微鏡(AFM)、磁化特性を交番磁界勾配型磁力計(AGM)により室温で評価した。

結果及び考察＞極薄 Pt/Fe 積層膜を蒸着直後の表面ラフネス(RMS)は~0.25 nm であり、均一な膜が形成されていることを確認している。外部非加熱で H_2-RP を照射した場合、高密度のナノドット形成(面密度：~5.3×$10^{11}$$cm^{-2}$、平均高さ：~0.88nm)が認められ、$H_2$-RP 照射時に基板加熱した場合では、基板温度の増加に伴いドット面密度が減少するとともにドット高さが増加することが分った(Fig. 1)。形成した FePt 合金ナノドットの面直方向における磁化特性を評価した結果、400°C で H_2-RP 照射で形成したナノドットでは、外部非加熱および未処理の場合に比べて保磁力および飽和磁化の顕著な増大が認められた(Fig.2)。尚、外部非加熱 H_2-RP 照射によりナノドットを形成後、真空中 400°C アニールした場合では、アニール前後において磁化特性に顕著な差は認められなかった。これらの結果は、H_2-RP 照射時の外部加熱が、金属原子の表面マイグレーションと凝集とともに、規則化合金反応の促進に極めて有効であることを示している。

結論＞Pt(~1.3 nm)/Fe(~1.0 nm)積層膜への H_2-RP 照射(400°C)によって、垂直磁気異方性を有する $L1_0$-FePt 合金ドットを面密度~1.9×$10^{11}$$cm^{-2}$ で高密度形成でき、面直方向の保磁力は~0.86kOe であった。

文献＞[1] Fukuoka et al., Trans. Mat. Res. Soc. Jpn. 40, 347 (2015).

謝辞＞本研究の一部は、科研費基盤(A)および名古屋大学微細加工プラットフォームの支援を受けて行われた。

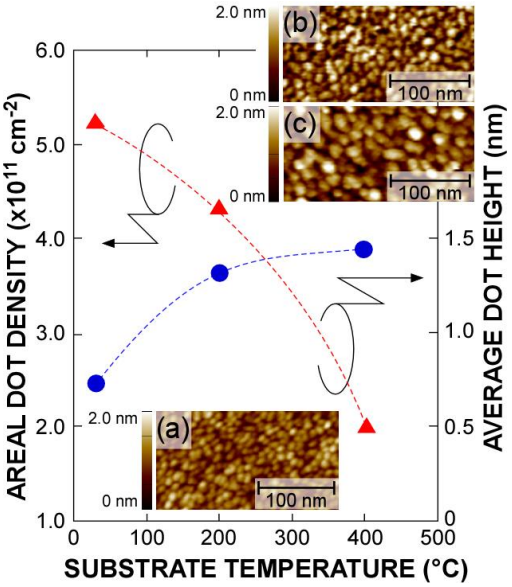

Fig. 1 Areal dot density and average dot height as functions of substrate temperature during H_2-RP. AFM images of Pt/Fe films after H_2-RP (a) without external heating, (b) at 200 and (c) 400°C were shown in the inset.

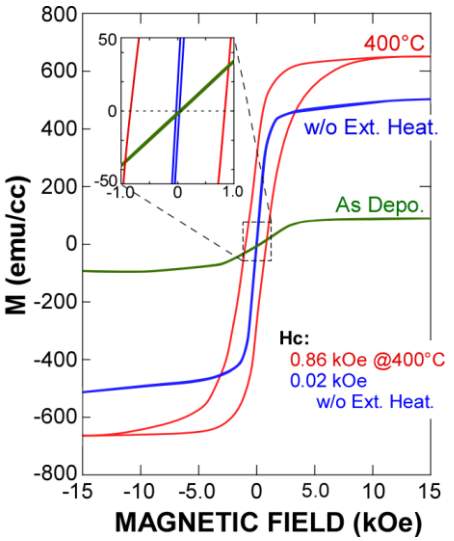

Fig. 2 Magnetization curves of FePt-NDs under perpendicular magnetic fields at room temperature.

© 2021年 応用物理学会