

リモート水素プラズマ支援による FePt 合金ナノドットの高密度形成と磁化特性評価

High Density Formation of FePt Nanodots and Their Magnetic Properties

名大院工 °橋本 靖司, 牧原 克典, 大田 晃生, 池田 弥央, 宮崎 誠一

Nagoya Univ. °Yasushi Hashimoto, Katsunori Makihara, Akio Ohta, Mitsuhsa Ikeda and Seiichi Miyazaki

E-mail: makihara@nuee.nagoya-u.ac.jp

序> これまでに、Si 熱酸化膜上に形成した Pt/Fe/SiO₂ 極薄積層構造をリモート H₂ プラズマ(H₂-RP)照射することで、FePt 合金ナノドット (面密度: ~10¹¹cm⁻²) が一括形成できることを報告した[1]。本研究では、極薄 Fe 膜を Pt で挟んだ 3 層積層構造をリモート H₂ プラズマ照射することにより、磁性合金ナノドットの超高密度形成を試みた。

実験> n-Si(100)基板を RCA 洗浄後、1000°C で~3.5nm の熱酸化膜を形成した後、電子線蒸着法により Pt(~0.3 nm)/Fe(~0.5 nm)/Pt(~0.35 nm)および Pt(~2.6 nm)/Fe(~4.0nm)/Pt(~2.6 nm)の積層構造を真空一貫で形成した。その後、100φの石英管に 1 ターンコイル状アンテナを配置したリモート型 ICP プラズマで水素を分解し、上記積層膜にリモート H₂ プラズマ照射した。アンテナ-基板間距離、圧力、RF 電力、処理時間はそれぞれ、23cm、9Pa、500W、10min で一定、基板温度は外部非加熱とした。リモート H₂ プラズマ照射前後の表面形状像および磁化特性を原子間力顕微鏡(AFM)および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> リモート H₂ プラズマ照射前の AFM 像から、表面ラフネス(RMS)が~0.20nm であり、膜厚に依らず均一膜が形成出来ていることが分かる。プラズマ照射後、総膜厚が薄い(~1.15nm)試料の場合では、ナノドットの超高密度(~10¹²cm⁻²)形成が認められた(Fig. 1)。一方、厚膜(総膜厚: ~9.2nm)の場合では、表面ラフネスは若干増大するものの、ドット形成は認められなかった。プラズマ照射前後における磁化特性を評価した結果、プラズマ照射前の薄膜試料では、Fe 薄膜に起因して面内方向の飽和磁化が面直方向に比べ大きいものの、プラズマ処理によりナノドットが形成された試料では、飽和磁化が顕著に増大するとともに、ヒステリシス (面内保磁力: 0.03kOe、面直: 0.03kOe) が認められ、面内に比べ面直方向に磁化し易いことが分かった。これに対し、厚膜の場合では、面内方向に磁場印加した際の飽和磁化および保磁力の方が大きいことから、面内方向が磁化容易軸であることが分かる。これらの結果は、3 層積層構造では、Fe/SiO₂ と比べ Pt/SiO₂ 界面エネルギーが増加することで、積層膜の凝集と同時に Pt-Fe 合金化反応が促進し、強磁性 FePt ナノドットが高密度・一括形成できたとして解釈できる。また、ナノドット化したことで、ドット間の磁化相互作用により面直方向が容易軸になると考えられる。

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

謝辞> 本研究の一部は、科研費若手研究(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。

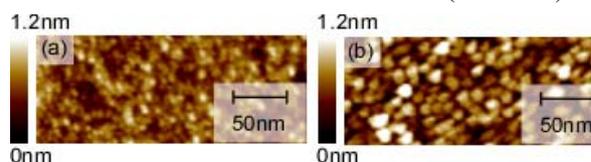


Fig. 1 AFM topographic images before and after exposing a Pt/Fe/Pt trilayer with a total thickness of ~1.15 nm on SiO₂ to H₂-RP.

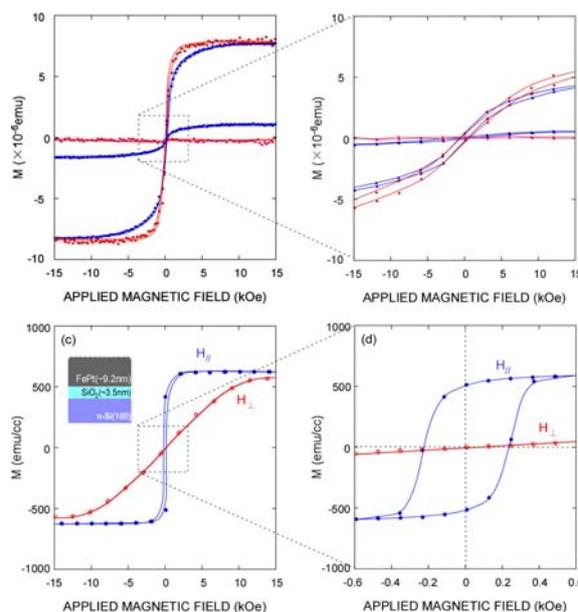


Fig. 2 M-H curves of Pt/Fe/Pt trilayer stack structures with a total thickness of ~1.15 (a) and ~9.2 nm (b) taken after H₂-RP measured by applying a magnetic field along the in-plane and out-of-plane directions at room temperature.