

リモート水素プラズマ支援による CoPt 合金ナノドットの高密度形成

High Density Formation of CoPt Alloy Nanodots Induced by Remote Hydrogen Plasma

¹名大院工, ²広大院先端研 ^{○1}福岡 諒, ¹張 海, ¹壁谷 悠希, ¹牧原 克典,
²大田 晃生, ¹宮崎 誠一¹Nagoya Univ., ²Hiroshima Univ., ^{○1}Ryo Fukuoka, ¹Hai Zhang, ¹Yuuki Kabeya,¹Katsunori Makihara, ²Akio Ohta and ¹Seiichi Miyazaki

E-mail: miyazakilab@googlegroups.com

序＞これまでに、シリコン熱酸化膜(SiO₂)上の極薄純金属膜に外部非加熱でリモート H₂ プラズマ (H₂-RP)処理を施し、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、面密度 $\sim 10^{11}\text{cm}^{-2}$ 以上の高密度金属ナノドットが形成されることを報告した[1, 2]。さらに、この手法で形成した Co ナノドットの MFM 測定において、探針-Co ナノドットの磁氣的斥力・引力作用に対応した Co ナノドットの帯磁状態を明らかにしてきた[3]。本研究では、Co と Pt の合金化により高い軸磁気異方性を示す CoPt 合金に着目し、Co 薄膜上に形成した極薄 Pt 膜に H₂-RP 処理を施すことで、合金ドットの形成を試みた。

実験＞n-Si(100)基板を 1000°C、2%O₂ 中で酸化して形成した膜厚 1.0nm の SiO₂ 膜上に、電子線蒸着により膜厚 $\sim 1.0\text{nm}$ の Co 薄膜を堆積した後、引き続き Ar スパッタにより膜厚 $\sim 1.0\text{nm}$ の Pt 薄膜を形成した。その後、外部非加熱で、H₂ ガスのリモートプラズマ処理(60MHz-ICP: 400W, 13.3Pa)を行った。比較として、Co および Pt 極薄単層膜、成膜順を逆にした Co/Pt 積層膜においても同様の処理を施した。

結果及び考察＞SiO₂ 上に形成した Pt/Co 積層膜について H₂-RP 処理前後で測定した AFM 表面形状像を Fig. 1(a) および (b) に示す。H₂-RP 処理前の Pt/Co 積層膜の表面平均粗さ (RMS $\sim 0.41\text{nm}$) は、下地 Co 薄膜の表面粗さ(RMS=0.22nm)に比べ、僅かに増大するものの、均一な Pt 膜の形成が確認できる。また、H₂-RP 処理後には、ナノドット(平均ドット高さ 3.7nm、面密度 $\sim 1 \times 10^{12}\text{cm}^{-2}$)の形成が認められた。これに対して、Co/Pt 極薄積層膜では、H₂-RP 処理によって表面ラフネスが 1.7 倍に増大するに留まっており、形成されたドットの平均高さは 2.5nm と、Pt/Co 積層の H₂-RP 処理によって得られたドットに比べて明らかに小さい。同条件で SiO₂ 上の Pt および Co 単層を処理した場合、Pt 薄膜では面密度 $1.3 \times 10^{12}\text{cm}^{-2}$ のドット形成が認められるのに対し、Co 単層膜ではドット形成は認められなかった。金属箔で覆った熱電対を用いて金属箔の温度変化測定した結果、Pt 箔は $\sim 500^\circ\text{C}$ まで温度が上昇するのに対し、Co 箔では $\sim 400^\circ\text{C}$ 程度であることから、Pt/Co 積層膜における表面形状変化は、Pt 極薄膜表面で原子状水素の表面再結合が高効率に生じるため、上層 Pt 原子の表面マイグレーション・凝集と共に下地 Co との合金化反応が進行し、CoPt 合金ドットが形成したとして解釈できる。また、導電性 AFM 探針を用いた帯電特性評価において、Pt/Co 積層膜を H₂-RP 処理して得られた高密度ドットでは、探針電圧-5.0V 印加した後、電子注入・保持に起因した表面電位変化-20mV の負帯電が認められ、ドットが互いに絶縁分離していることが確認できた。一方、Co/Pt 積層膜の H₂-RP 処理後の表面では、負帯電は認められず、絶縁分離したドット形成にはなっていないことが明らかになった。また、Pt/Co 積層膜の H₂-RP 処理により形成した CoPt ナノドットを MFM 測定した結果、ナノドットに対応した明瞭なコントラストの変化が認められることも確認している。

結論＞Pt/Co 積層膜への H₂-RP 照射によって、電氣的に絶縁分離された CoPt 合金ドットを面密度 $\sim 1 \times 10^{12}\text{cm}^{-2}$ で形成できた。

文献＞[1] K. Makihara et al., Jpn. J. Appl. Phys., 47 (2008) 3099. [2] K. Shimanoe et al., IEICE Trans., E92-C (2009) 616. [3] A. Kawanami et al., Jpn. J. Appl. Phys., 49 (2010) 08JA04.

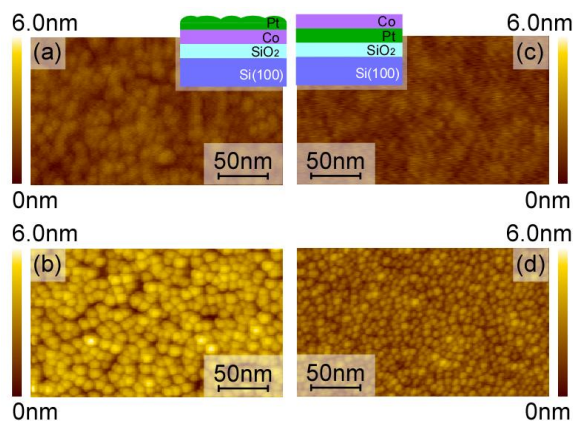


Fig.1 Topographic images taken before (a, c) and after remote H₂ plasma exposure (b, d) to Pt/Co/SiO₂ (a, b) and Co/Pt/SiO₂ (c, d).