

リモート水素プラズマ支援による Ta ナノドットの高密度一括形成

High Density Formation of Ta Nanodots Induced by Remote Hydrogen Plasma

¹名大院工, ²名大 VBL [○]¹王 亜萍, ¹牧原 克典, ²大田 晃生, ¹竹内 大智, ¹宮崎 誠一

¹Nagoya Univ., ²VBL. Nagoya Univ., [○]¹Yapin Wan, ¹Katsunori Makihara, ²Akio Ohta,

¹Daichi Takeuchi, and ¹Seiichi Miyazaki

E-mail: wan.yapin@h.mbox.nagoya-u.ac.jp

序＞これまでに、Si 熱酸化膜上に形成した Pt 等の耐酸化性の高い極薄金属膜に外部非加熱でリモート水素プラズマ(H₂-RP)照射することで、金属ナノドットが高密度・一括形成できることを報告した[1]。前回、Mn と Ge の積層膜に H₂-RP 照射することで、Mn 原子のマイグレーション・凝集に起因してナノドットが形成されると同時に Ge のエッチングが生じることを報告した[2]。本研究では、Pt や Ni 等に比べ酸素と親和性の高い金属として Ta に着目し、Ta 表面の酸化抑止を意図した Ge/Ta 積層膜を用いて、H₂-RP 照射による Ta ナノドットの高密度一括形成を試みた。

実験＞p-Si(100)基板を RCA 洗浄後、850°C で SiO₂ 膜(厚さ ~2 nm)を形成した。その後、電子線蒸着により Ta 単層膜(~2 nm)と Ge(~10 nm)/Ta(~2 nm)積層膜を形成した。引き続いて、外部非加熱で、H₂-RP 処理(60MHz-ICP: 500W, 13.3Pa)を行った。

結果及び考察＞熱酸化 SiO₂ 上に作成した Ge/Ta 積層膜および Ta 単層膜を H₂-RP 照射した後の AFM 表面形状像を Fig.1(a)および(b)に示す。Ge/Ta 積層膜を H₂-RP 照射することで、ナノドット形成に起因した明瞭な凹凸が観測され、その面密度は $6.3 \times 10^{11} \text{cm}^{-2}$ であった。これに対して、Ta 単層の場合は、H₂-RP 処理前後で顕著な表面ラフネスの変化が認められず、ドット形成に至っていない。H₂-RP 照射前後の X 線光電子分光から、積層膜形成直後では明瞭に観測される Ge3d 信号が H₂-RP 照射によりほぼ完全に消失し、Ta4f 信号のみが観測され、下地 Ta 層に由来したナノドット形成が進行したことが示唆される。但し、H₂-RP 照射後の大気暴露によって、Ta ドットはほぼ完全に酸化している。以上のことから、Ge 表面キャップ層を活用することで、酸素との結合力が強い金属においても、H₂-RP 処理によりナノドットを一括形成できることが示された。

謝辞＞名古屋大学 VBL の設備を利用して試料作製した。

文献＞[1] K. Makihara et al., Adv. Mat. Res., 750-752 (2013) 1011. [2] 温 他, 第 75 回秋季応用物理学会, 19p-A6-16, (2014).

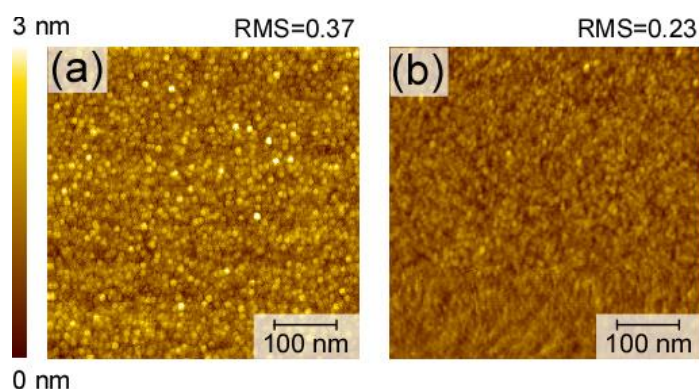


Fig. 1 AFM topographic images taken for the samples with (a) Ge/Ta stacked layer and (b) Ta layer after remote H₂ plasma exposure at VHF power of 500 W for 10min.

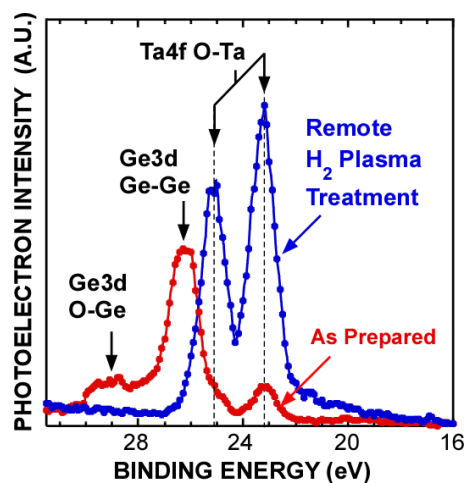


Fig. 2 Ge3d and Ta4f spectra for the samples before and after remote H₂ plasma exposure shown in Fig. 1.