Ta 酸化物ナノドットの高密度・一括形成 (II)

Formation of High Density Ta-oxide Nanodots (II)

名大院工 °王 亜萍，池田 弥央，竹内 大智，大田 晃生，牧原 克典，宮崎 誠一
Nagoya Univ., ○Yapin Wan, Mitsuhisa Ikeda, Daichi Takeuchi, Akio Ohta, Katsunori Makihara and Seiichi Miyazaki
E-mail: makihara@nuee.nagoya-u.ac.jp

序＞これまでに、極薄 Ge/Ta 積層膜に外部非加熱でリモート H_2 プラズマ(H_2-RP)照射することで、Ge のエッチング除去に伴い Ta 原子のマイグレーション・凝集に起因して Ta ナノドットが形成できることを明らかにした[1]。さらには、H_2-RP 処理後、引き続き O_2-RP 処理を施した場合には、金属 Ta を核とした Ta 酸化物ナノドットが形成されることを報告した[2]。本研究では、Ta ナノドットの完全酸化を目的とし、Ar/O_2 混合ガスの RP 照射が Ta コアに及ぼす影響を表面電位計測により評価した。

実験＞p-Si(100)基板を RCA 洗浄し、850 ˚C で膜厚~2nm の酸化膜を形成した後、電子線蒸着により Ge(~30nm)/Ta(~2mn)積層膜を形成した。その後、Ta ナノドット形成のために、外部非加熱で H_2-RP 処理(60MHz-ICP)を行った。その後、同一チャンバ内にて O_2-RP(100%O_2, 300W)および Ar/O_2-RP 処理(Ar:O_2=30:20, 500W)による酸化を施した。尚、O_2-RP 処理後においては、Ta 核を有する Ta 酸化物ドットが形成できていることは別途 X 線光電子分光分析により確認している。

結果および考察＞O_2-RP および Ar/O_2-RP 処理後の AFM 表面形状像では、表面ラフネスに顕著な変化は認められず、面密度~7×10^{11}cm^{-2} のドット形成が認められる(Fig. 1)。形成したナノドットの表面電位を Rh コート AFM 探針を用いたケルビンプローブモードで計測した結果、O_2-RP 処理のみを施した試料の初期表面電位は一様であるが、-0.3V 印加した探針で表面を走査した後では、明瞭な負帯電が認められた。これは、探針から Ta コアへの電子注入・保持で解釈できる。表面電位変化量を印加電圧に対してまとめた結果、O_2-RP 処理したドットでは、電位変化量が印加電圧に対して線形に変化するのに対して、Ar/O_2-RP 処理後のドットでは、電圧印加範囲 0 から-3.0V では、電子注入・保持に起因する帯電は認められなかった。この結果は、Ar/O_2-RP 処理を施すことで、Ta コアが完全に酸化され、Ta 酸化物ナノドットが形成できていることを示している。

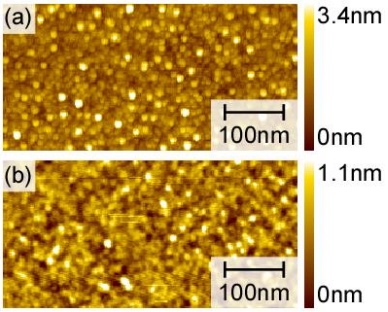

Fig. 1 AFM images of Ta-oxide NDs formed by oxidizing Ta-NDs with O_2-(a) and Ar/O_2-RP(b).

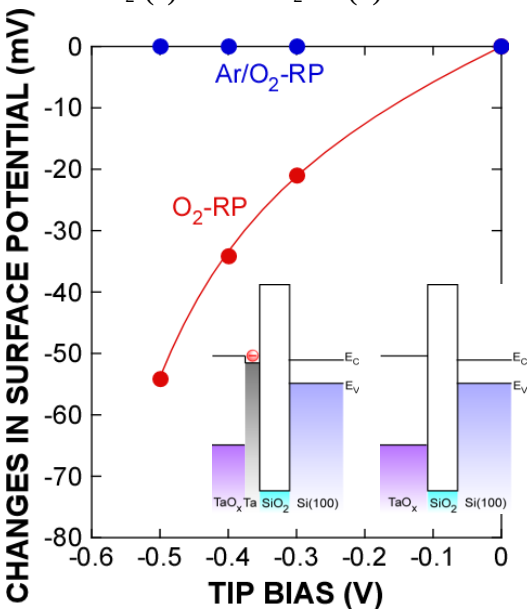

Fig. 2 Changes in surface potential as functions of applied AFM tip bias for Ta-oxide NDs formed by oxidizing Ta-NDs with O_2- and Ar/O_2-RP. Energy band diagrams of Ta-oxide NDs with and without Ta core are also shown in the inset.

結論＞極薄 Ge/Ta 積層膜を H_2-RP 処理後、Ar/O_2-RP 処理を施すことで、Ta 酸化物ナノドットを高密度・一括形成できることが分かった。

文献＞[1] Y. Wan et al., Abst. of ICRP (Honolulu, Hawaii, Oct., 2015) QR2-3. [2] Y. Wan et al., Abst. of ISPlasma2016 (Nagoya, Mar., 2016) 07pP78.

謝辞＞本研究の一部は、科研費若手研究(A)の支援を受けて行われた。

© 2016年 応用物理学会