

課題番号 : F-15-NU-0019
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : プラズマ照射試料の表面構造観察
Program Title (English) : Observation of surface damages on plasma irradiated samples
利用者名(日本語) : 梶田信
Username (English) : S. Kajita
所属名(日本語) : 名古屋大学 未来材料・システム研究所
Affiliation (English) : IMaSS, Nagoya University

1. 概要(Summary)

ヘリウム(He)プラズマをタングステン(W)に照射することにより、繊維状ナノ構造と呼ばれる微細な構造が表面に形成されることが発見された[1]。このナノ構造の形成により、表面積の増加や光の吸収率の増加が確認されており、その利点を生かして光触媒などへの応用が期待されている。実際に、ナノ構造が形成されたWを用いたWO₃試料は可視光応答性を有することが明らかになっている[2]。光触媒の分野でタンタル(Ta)はその化合物が可視光応答することが確認されており、新たな光触媒材料として期待されているが、ヘリウムプラズマ照射の影響は明らかとなっていない。本研究ではTaに対してHeプラズマを照射し、それによる表面構造の変化を明らかにした。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

走査型電子顕微鏡

【実験方法】

本実験のプラズマ照射には直線型プラズマ照射装置NAGDIS-II(NAGoya DIvertor Simulator)を使用した。NAGDIS-IIにおけるプラズマの電子密度はおおよそ 10^{18} m^{-3} であり、温度はおおよそ 5 eV 程度である。試料にはTa板(Nilaco Co., $10 \times 10 \times 0.1 \text{ mm}$, 99.95%)を使用した。金属試料に対し負電圧を印加することで試料への入射イオンエネルギーを制御する。照射中の試料の温度は真空装置外から観測窓を通して放射温度計を用いて計測した。その他の主要なプラズマパラメータは単針プローブを用いて計測を行った。プラズマ照射後の試料の表面観察は走査型電子顕微鏡(SEM:Scanning Electron Microscope)を用いて行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

それぞれ異なったプラズマ照射条件での照射後の試料のSEM写真をFig.1(a)~(d)に示す。Fig.1(a)は1093 Kで照射を行った場合であるが、表面には平均半径 40 nm 程度の小さなピンホールが無数に形成されているのが確認された。一方で温度を 1400 K まで上げた場合(Fig.1(b))においては、表面には平均半径 250 nm 程度の(a)に比べ大きなピンホールが形成されているのが確認された。さらに照射量を上げた場合(Fig.1(c))においては、

(a)と同程度の大きさのピンホールに加え照射方向に立体的な凹凸が形成が確認された。しかしながら、温度を 600 K まで下げた場合(Fig.1(d))においては照射前とほとんど変化のない表面構造が確認された。これらの表面構造変化はWの場合と同様に、Ta 中に He バブルが形成され、そのバブルが成長することにより引き起こされたと考えられる。

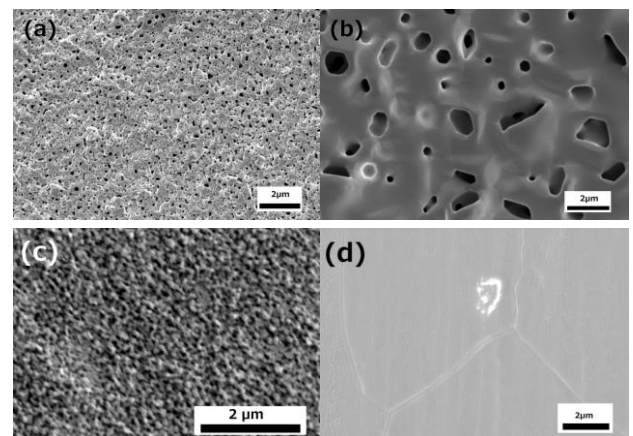


Fig. 1: SEM micrographs of tantalum samples exposed to He plasmas: (a)1093 K,46 eV, (b)1400 K,80 eV, (c)1033 K,65 eV, and (d)620 K, 55 eV.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

- [1] S. Takamura, *et al.*, Plasma Fus. Res. **1**, (2006) 051
- [2] S. Kajita, T. Yoshida *et al.*, J. Appl. Phys, **113** (2013) 134301

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- [1] S. Kajita, A. Ohta, T. Ishida, *et al.*, Jpn. J. Apple Phys., **54** (2015)126201
- [2] S.Kajita, Y.Noiri, N.Ohno, Physica Scripta, Vol.90, No.9, 095604(7 pp), 2015.
- [3] S.Kajita, N.Yoshida, N.Ohno, Y.Tsuji, New Journal of Physics, Vol.17, 043038 (14 pp), Apr. 2015.

6. 関連特許(Patent)

なし。