

課題番号 : F-16-NU-0033
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観察
Program Title(English) : Observation of plasma irradiated sample surfaces
利用者名(日本語) : 梶田信¹⁾, 三室文明²⁾
Username(English) : S. Kajita¹⁾, F. Mimuro²⁾
所属名(日本語) : 1)名古屋大学 未来材料・システム研究所, 2)名古屋大学大学院 工学研究科
Affiliation (English) : 1) IMaSS, Nagoya University, 2) Grad. School of Eng., Nagoya University

1. 概要(Summary)

核融合研究において、タングステン(W)にヘリウム(He)プラズマが照射されることで表面構造が変化することが観測された[1]。その後の研究により、チタン(Ti)や鉄(Fe)、モリブデン(Mo)といった金属材料においても同様に表面構造変化が確認されている[2]。そこで本研究では、金属材料であるニオブ(Nb)に対してHeプラズマを照射し表面変化を観察することで、Nb表面構造変化におけるHeプラズマ照射条件の解明を目的とした。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

(電界放出型)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よそ 10^{18} m^{-3} であり、温度はおよそ 5 eV 程度である。試料には Nb 板(Nilaco Co.)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)

Fig.1にHeプラズマ照射前後の試料のSEM像を示す。(a)のHeプラズマ未照射試料の表面が滑らかなのに対して、Heプラズマ照射後試料では(b)~(d)のSEM像のような微細構造が試料表面に形成されていることが観察できた。この結果から、Nb試料にHeプラズマを照射することにより、Wと同様に試料表面構造を変化させることが可能であると確認できた。

表面構造変化が観測できたプラズマ照射条件は、試料表面温度 > 1000 K, 入射イオンエネルギー > 75 eV, プラズマ照射量 > 10^{25} m^{-2} であり、形成された

hole 構造の大きさと試料表面温度との間に依存性が存在することが示された。また、プラズマ照射量を 10^{26} m^{-2} 以上の条件で照射を行うことによりニオブ試料において初めて fuzz(綿毛状)構造の形成に成功した。

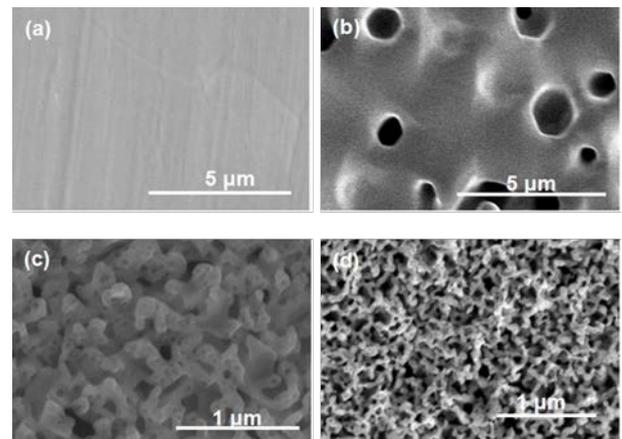


Fig.1 SEM micrographs of Nb sample surfaces. (a) w/o He plasma irradiation, (b) surface with holes exposed at 1500 K, 80 eV, and $4.8 \times 10^{25} \text{ m}^{-2}$, (c) surface with loop structures exposed at 1000 K, 80 eV, and $5.0 \times 10^{25} \text{ m}^{-2}$, and (d) fuzzy surface exposed at 1000 K, 80 eV, and $3.2 \times 10^{26} \text{ m}^{-2}$.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

- [1]S. Takamura, N. Ohno, *et al.*, Plasma and Fusion Research **1**, 051 (2006).
[2]S. Kajita, T. Yoshida, *et al.* J., Appl. Phys **113**, 134301 (2013).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) S.Kajita, T.Ishida, N.Ohno, D.Hwangbo, T.Yoshida, Scientific Reports, Vol.6, 30380, Jul. 2016.
(2) S.Kajita, T.Yoshida, N.Ohno, T.Ishida, D.Kitaoka, Japanese Journal of Applied Physics, Vol.55, 106202(5 pp), Sep. 2016.

6. 関連特許(Patent)

なし。

