

ヘリウム照射による金属表面の構造変化 Structural transformation of metal surface by helium plasma

本庄優太、神田啓介、阪本雄祐、河合俊昇、大塚裕介、上田良夫
HONSHO yuta, KANDA Keisuke, SAKAMOTO Yusuke, KAWAI Toshitaka,
OHTSUKA Yusuke, UEDA Toshio

大阪大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Osaka Univ.

1. Introduction

現在、核融合炉における炉壁材料として、高融点、低スパッタリング率という炉壁に適した性質をもったタングステンが注目されている。しかし、核融合条件下では、高エネルギーのプラズマが存在するため、上記の利点を有したタングステンであっても深刻なダメージを被ってしまうことが考えられる。その中でも核融合反応であるDT反応で生じるヘリウムプラズマによるタングステンへの影響は重要視され、数多くの研究がなされてきた。その研究過程において、ヘリウムプラズマによるタングステンへの影響について様々な現象が発見され、その特性の解明が行われてきた。

その中、高温かつ高入射エネルギーのヘリウムプラズマをタングステンに照射することで、そのタングステン表面に繊維状のナノ構造を形成されることが確認された[1]。

この繊維状ナノ構造の存在は炉壁の脆弱化に繋がると考えられ、ナノ構造の形成条件、形成メカニズムについての研究が活発になされるようになってきている。研究が進むにつれて、タングステン以外の金属であっても繊維状ナノ構造が形成出来ることが確認されている[2]。

このナノ構造は、鏡面から繊維状に変化したことによる表面積の増大といった特性より、触媒などへの応用も期待されていることから、他金属におけるナノ構造の形成についての研究は工業分野での運用を考える上で非常に重要であるといえる。

本研究では、タングステン、およびタングステンの同族元素であるクロムに対して、様々な条件でヘリウムプラズマを照射し、その結果を評価することで、タングステン以外の金属における繊維状ナノ構造金属の形成条件を調べることを目的とする。

2. Experiments

実験装置 LaPlex(Laser and Plasma exposure device)を用い、プラズマ照射を行う。2.45GHzの

マイクロ波によりECR放電を起こし、プラズマを生成する。大きさ $10 \times 10 \text{mm}^2$ 、厚さ1mmの試料を実験に使用する。試料ホルダーに印加する電圧を変化させることで入射イオンエネルギーを変化させる。また、冷却水の流量調整等により、試料温度を制御する。実験時の試料表面温度は放射温度計を用いて測定する。得られた試料は走査型電子顕微鏡 (SEM) による表面観察を行う。

3. Result and Discussion

試料温度593K、入射イオンエネルギー40eVの条件で、純クロムに1時間ヘリウムプラズマの照射を行った。その後、FE-SEMを用い、試料表面の観察を行った。その結果をFig.1に示す。

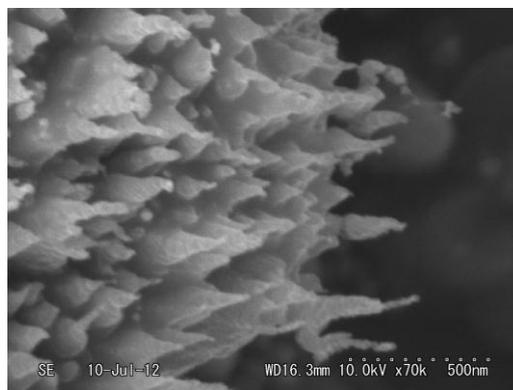


Fig.1

長さ約500nmの無数の突起物が試料表面より伸びる形で形成されているのが確認できる。しかし、この突起物はタングステンで見られた繊維状ナノ構造とはその形状が異っている。

References

- [1] M.J. Baldwin and R.P Doerner:
Nucl. Fusion 48 (2008) 035001 (5pp)
- [2] Shin Kajita, Wataru Sakaguchi, Noriyasu Ohno, Naoaki Yoshida and Tsubasa Saeki:
Nucl. Fusion 49 (2009) 095005 (6pp)