

## スパッタリング領域におけるヘリウムプラズマ照射時のアーク発生条件と タングステンナノ構造成長

### The condition of arc initiation and growth of tungsten nanostructures by helium plasma irradiation in sputtering regime

野杵泰幸<sup>1</sup>, 梶田信<sup>2</sup>, 大野哲靖<sup>1</sup>

NOIRI Yasuyuki<sup>1</sup>, KAJITA Shin<sup>2</sup>, OHNO Noriyasu<sup>1</sup>

名大院工<sup>1</sup>, 名大エコ<sup>2</sup>

Graduate School of Eng., Nagoya Univ.<sup>1</sup>, EcoTopia Sci. Inst. Nagoya Univ.<sup>2</sup>

タングステンはダイバータ候補材であり、低エネルギーのヘリウムプラズマ照射により表面損傷が発生する。特に、入射イオンエネルギー 30eV 以上、試料表面温度 1000K-2000K の条件では、繊維状ナノ構造が形成される[1]。しかし、入射イオンエネルギー 500eV では繊維状ナノ構造上でアークが発生する。

図1はアーク発生により繊維状ナノ構造が消失したタングステン表面のSEM画像である。本実験では、入射イオンエネルギーはタングステン試料に電圧を印加しコントロールする。電源と試料の間に十分な抵抗を介し、電圧降下を起こすことによりアークの発生を抑制した。

繊維状ナノ構造はスパッタリングが発生しない入射イオンエネルギーの条件では、時間に対し  $1/2$  乗に比例して成長する。しかし、スパッタリングが発生する条件では繊維状ナノ構造の成長とスパッタリングによる表面の損耗が競合する。このときの繊維状ナノ構造の成長過程は明らかになっていない。そこで、本研究では、繊維状ナノ構造の成長率とスパッタリングによる減少率のナノ構造の厚み依存性をそれぞれ考慮し、成長の時間発展を数值的にモデリングした。

図2はスパッタリング発生条件である入射イオンエネルギー 200、250、500eV、試料表面温度 1300K でタングステンをヘリウムプラズマ照射した際の繊維状ナノ構造成長の時間発展を数值的にモデリングしたグラフである。プロット点はそれぞれのエネルギーにおいて実験で得られた繊維状ナノ構造の厚さを示す。ここで、実験により得られた繊維状ナノ構造の厚さと数値モデリングにより得られた繊維状ナノ構造の厚さを比較すると、入射イオンエネルギーが 200、250eV のときは実験値と数値モデリングの計算値がほぼ一致する。しかし、入射イオンエネルギーが 500eV 以上になると、実験値が

計算値より大きくなる。この結果は、入射イオンエネルギーの増加に伴い、繊維状ナノ構造の成長速度が大きくなったからだと考えられる。

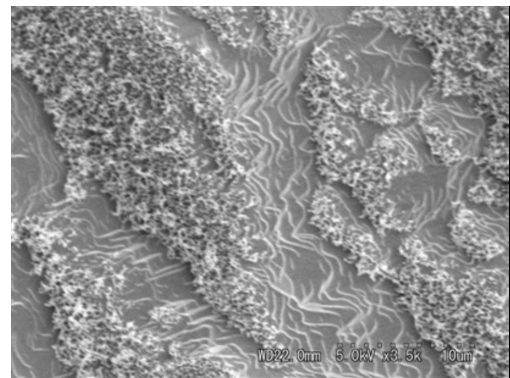


図1. アーク発生時のタングステン表面損傷

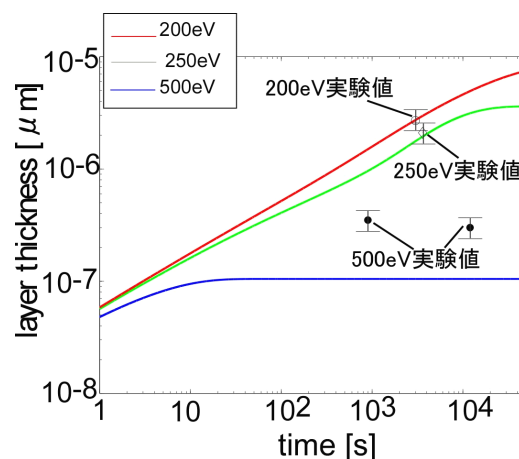


図2. 繊維状ナノ構造厚さの時間発展について  
の実験値と数値計算値の比較

#### 参考文献

[1] S. Kajita, W. Sakaguchi, N. Ohno, et al., Nucl. Fusion. 49 (2009) 095005