

タングステンナノ構造形成過程のTEMその場観察

In-situ observation of the formation process of nanostructure on tungsten

永島 光¹, 宮本 光貴¹, 相良 明男², 吉田 直亮³, Sergei Krasheninnikov⁴, Russ Doerner⁴
 Hikaru Nagashima¹, Mitsutaka Miyamoto¹, Akio Sagara², Naoaki Yoshida³
 Sergei Krasheninnikov⁴, Russ Doerner⁴

¹島大総理工, ²核融合研, ³九大応力研, ⁴UCSD

¹Shimane Univ. ²NIFS ³Kyushu Univ. ⁴UCSD

【緒言】

タングステンは、高融点、低スパッタ率、低トリチウム蓄積などの観点から、ITERのダイバータ材料としての使用が予定されており、プラズマ-壁相互作用に関する盛んな研究がなされている。近年、タングステンへの高熱負荷・高ヘリウム(He)照射による綿毛状のナノ構造組織(Fuzz)の形成が確認され、表面特性の劣化やプラズマへのダストとしての混入が懸念されている。これまで、照射後試料の電子顕微鏡観察等の取り組みが行われており、その形成条件が明らかにされつつある[1]。本研究では、Heイオン照射下および昇温下におけるナノ構造形成過程の透過型電子顕微鏡(TEM)その場観察を行い、その形成機構に関して新たな知見を得ることを目的とした。

【実験方法】

試料にはニラコ社製の粉末焼結タングステンを真空焼鈍後、予めジェット研磨により薄膜加工したものを用いた。イオン照射装置直結型透過顕微鏡、および高温試料ホルダーを用いて、異なる温度領域(>1000K)にて、タングステンへ3keV-He⁺($\sim 2.5 \times 10^{17} \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$)照射下その場観察を行った。

【実験結果】

図1は照射下で昇温を行ったパターン1と、照射後に昇温を行ったパターン2の微細組織の発達過程を示している。ナノ構造の形成は、照射中のみならず照射後の昇温によっても発生することがわかる。従来の研究では、高い温度と高流量の相乗的な効果によるナノ構造形成が確認されていたが、今回の実験結果からは、同時効果が必ずしも必要ないことがわかった。また未照射の試料に昇温を行った場合でも薄膜部分に僅かにナノ構造の形成が確認できた。そこからナノ構造形成は応力下での原子の拡散に起因しており、バブルの形成を伴う高流量のHe照射は、ナノ構造形成を促進すると考えられる。

[1] S. Kajita et al., J. Nucl. Mater. 418 (2011) 152-158

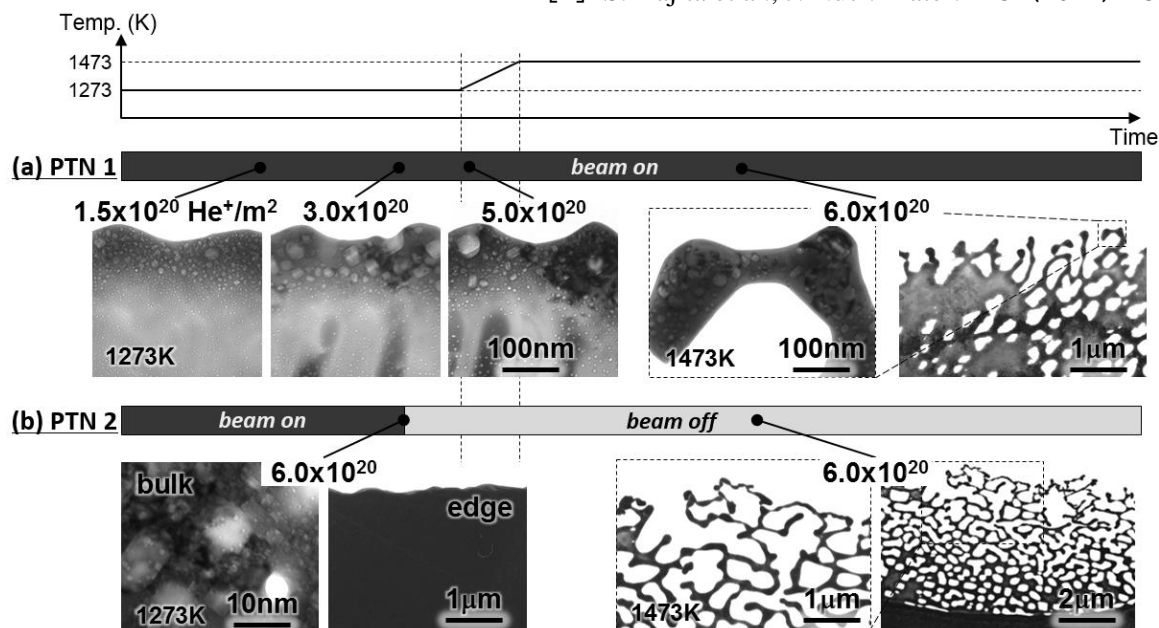


図1 タングステンナノ構造の成長過程