

ヘリウム-タングステン共堆積環境における巨大ファズの形成起点 Origin of the formation of large-scale fiberform nanostructures in helium and tungsten co-deposition environments

堀 健太¹, 梶田 信², 張 容実¹, 田中 宏彦¹, 大野 哲靖¹
Hori Kenta¹, Kajita Shin², Zhang Rongshi¹, Tanaka Hirohiko¹, Ohno Noriyasu¹

1) 名大、2) 東大
1) Nagoya Univ., 2) Univ. Tokyo

1. 研究背景

タングステン(W)は核融合炉のプラズマ対向材料の有力候補である。しかし、W表面がヘリウム(He)プラズマに曝されると繊維状ナノ構造(ファズ)が形成され[1]、耐熱性の低下[2]などの悪影響が懸念されている。近年さらに、Heに少量の不純物ガスが加わると、バンドル状繊維構造(NTB)が形成されることが明らかとなっている[3]。

また炉内の実環境では、壁からスパッタされたW粒子がHeと同時に再堆積することが考えられる。そのようなHeとWの共堆積環境において、W板上でミリメートル厚の巨大な繊維状ナノ構造(巨大ファズ)の形成が最近発見され[4]、板のエッジ部から成長する事が確認されている。しかし、その形成起点や成長過程は十分に解明されていない。先行研究では基板からのファズ成長の後、エッジ部でファズの一部が突出して成長し、形成起点となる事が確認されている。本研究では突起構造を有するNTBを試料面内に配置し、共堆積環境におけるプラズマ照射をすることで形成起点に必要な条件を調査した。

2. 実験方法

本研究は直線型ダイバータ模擬装置NAGDIS-IIを用いた。まず、Heと少量のネオン(Ne)の混合プラズマを生成してW板に照射することで、NTBを試料表面内に多数形成した。次に負バイアスを印加したWワイヤを上流部に設置してHeプラズマを照射することでHe-W共堆積環境を実現した。NTB形成試料を①He-W共堆積環境で一定時間Heプラズマ照射し、②走査型電子顕微鏡(SEM)および共焦点レーザー顕微鏡(CLSM)により観測するという操作を繰り返し行い、試料表面の形態変化の時間発展(フルエンス依存性)を調査した。

3. 結果と考察

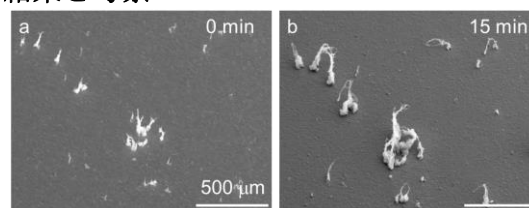


図1 He-W共堆積環境におけるプラズマ照射前(a)と照射後(b)のSEM画像

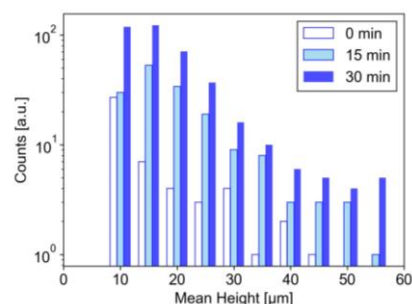


図2 He-W共堆積環境におけるプラズマ処理による高さ分布の時間発展

図1はNTB形成試料をHe-W共堆積環境におけるプラズマ照射後のSEM画像である。NTBを起点として巨大ファズが成長していることが分かる。図2はCLSMにより取得された試料面上の高さ情報から、プラズマ照射による高さ分布の時間発展を示している。照射時間の増加に伴い、巨大ファズの個数と高さの増加が確認された。さらに巨大ファズの成長速度について調査したところ、ナノ構造の高さに依存性を持つことが確認された。

参考文献

- [1] S. Takamura *et al.*, Plasma and Fusion Res. **1** (2006) 051.
- [2] S. Kajita *et al.*, Nucl. Fusion **47** (2007) 1358.
- [3] D. Hwangbo *et al.*, Nucl. Fusion **58** (2018) 096022.
- [4] S. Kajita *et al.*, Sci. Rep. **56** (2018) 8.