

金属再堆積環境でのヘリウム照射効果 Helium irradiation effects with deposition of metals

梶田信¹, 吉田直亮², 大野哲靖³, 河口翔太³, 田中宏彦³, 時谷政行⁴, 永田大介⁴
Shin Kajita¹, Naoaki Yoshida², Noriyasu Ohno³, Shota Kawaguchi³, Hirohiko Tanaka³,
Masayuki Tokitani³, Daisuke Nagata³

¹名大未来研, ²九大応力研, ³名大院工, ⁴核融合科学研究所
¹IMaSS, Nagoya Univ., ²RIAM, Kyushu Univ., ³Grad. School of Eng., Nagoya Univ.

ヘリウム照射により金属中にヘリウムバブルが形成され、さらにある条件が満たされると繊維状のナノ構造ができることが明らかになっている。本研究では、金属が再堆積するような環境において、ヘリウム照射効果が大きく異なることを実験的に示す。

ヘリウムとタングステンと同時に照射することにより図1のような巨大な構造が形成された[1]。厚みが1 mmと通常のナノ構造繊維のおよそ1000倍の厚みとなっており、肉眼で観察が可能であった。SEM観察を行うと、この巨大な繊維状構造は通常のナノ構造と同等スケールの微細構造の集合により形成されていることが分かった。更に、通常のナノ構造には見られない膜状構造が繊維間に形成されていた。

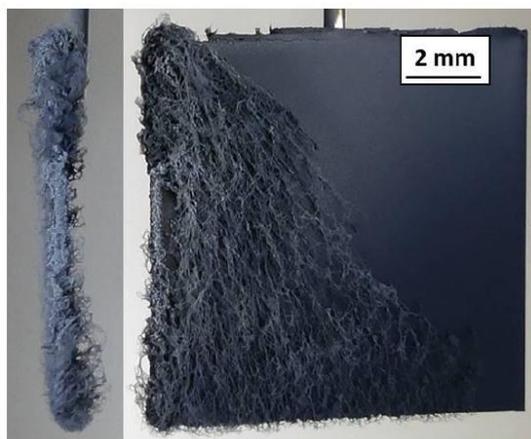


図1: ヘリウムに加えてタングステンを降り積もらせた環境での表面構造の光学写真。

図2に試料端部の初期過程を示すSEM観察を示す。この観察では、同じ試料で照射時間が異なっている。初めに、試料の端部に10 μm程度の繊維状のナノ構造による構造が形成された。その箇所が局所的に巨大化し、十分巨大化すると更に成長速度を増していった。初期の成長速度は指数関数的に増加していき、10分間でおおよそ7 μm/sに達し

た[2]。通常のナノ構造に比べて、成長速度が2-5桁上昇していると考えられる。

この機構として、現在以下のプロセスが考えられる。構造のサイズがデバイ長より大きくなると、イオン軌道が構造に沿ったシースの等電位面により形成される電場の影響の受けるようになる。その結果、イオンが集中してナノ構造に照射される影響が加速成長につながっていると考えている。さらに、試料周辺の流れ計測から、mmサイズに巨大化した毛皮状のナノ構造は、プラズマの流れの影響を受けながら成長していることが示唆されている。

さらに、再堆積環境においては、入射イオンエネルギーが30 eV以下でも構造が極めてポーラスになることが明らかになった。

核融合炉においては、このような再堆積の影響により、ヘリウム照射効果が著しく変化する可能性がある。

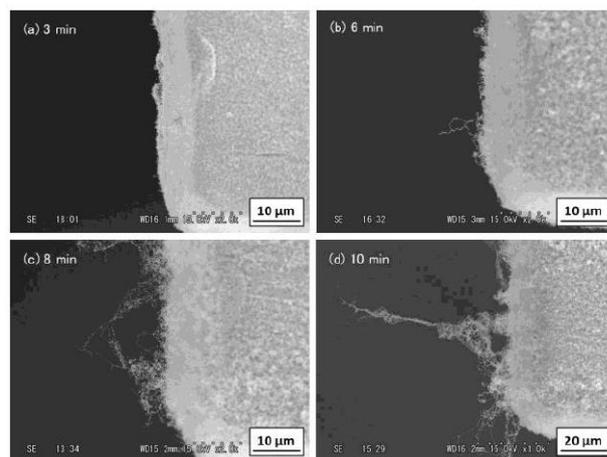


図2: 試料端部の初期形成過程を示す、異なる照射時間でのSEM画像。

Reference

- [1] S Kajita, S Kawaguchi, N Ohno, N Yoshida, Scientific Reports, 8 (2018) 56.
[2] S Kajita, S Kawaguchi, N Yoshida, N Ohno, H Tanaka, Nuclear Fusion, 58 (2018) 106002.