

タングステン材料の負水素イオンビームによる多重照射試験

(3) 多重照射による材料損傷の観察

Multiple irradiation experiment of tungsten materials by negative hydrogen ion beam

(3) Observation of material degradation by multiple irradiation

*徳永 和俊¹, 野見山 有希乃¹, 福田 誠², 江里 幸一郎², 平野 耕一郎³

¹九州大学, ²量子科学技術研究開発機構, ³日本原子力研究開発機構

本研究では、負水素イオンビームによる多重照射(3MeV, 5Hz)されたタングステンの損傷観察を行い、繰り返し短パルス熱負荷による影響を調べた。

キーワード：タングステン、圧延材、繰り返し熱負荷、表面損傷

1. 緒言：ITER ダイバータのプラズマ対向材料として使用するタングステン (W) には、ITER 運転中に様々な条件での入熱が予想される。そのため、種々の入熱条件における W の表面性状変化を理解する必要がある。本研究では、W に対する繰り返し短パルス熱負荷の影響評価の一環として、負水素イオンビーム (3MeV, 5Hz) による多重照射の影響を評価した。

2. 実験：ITER ダイバータ用 W の要求仕様を満たす、株式会社アライドマテリアル社製の純 W 板材を供試材とした。28 x 12 x 5 mm³ (28 x 12 mm² の面が照射面) の試験片に対して 3MeV の負水素イオンビーム (FWHM= 約 7mm) を多重照射した。ビームの繰り返し周期は 5Hz としパルス幅を変化させることで、多重照射中の試験片表面の温度を調整した。

3. 結果・考察：パルス幅 150μs、ビーム電流 54mA、照射時間 7h12min の負荷を受けた場合、表面が圧延方向に垂直の試料(RD 面)(表面ピーク温度：1670℃、表面ベース温度：100℃)では、照射領域に格子状のき裂が発生する(図 1(a))。一方、表面が圧延面に平行な試料(ND 面)(表面ピーク温度：1820℃、表面ベース温度：140℃)では、楕円状のき裂が一面に発生し(図 1(b))、粒界配向によりき裂形成の様式が異なることがわかった。また、き裂に囲まれた中心部は、繰り返し短パルス熱負荷時の塑性変形により発生したと考えられる凹凸部が観察される(図 1(a), (b))。さらに、パルス幅 300μs、ビーム電流 57mA、照射時間 5h、温度上昇下降回数 9 万回の場合、RD 面では、深いき裂の間に表面が熔融凝固した突起が林立する特異な現象が見られる。この形状変化は、7 万回のプラズマ放電実験が行われたトカマク装置(TRIAM-1)で使用された Mo 製リミッターにも観察されている[1]。これらの表面形状は、繰り返し短パルス熱負荷による温度の上昇と下降およびその際に発生する熱応力により形成されたものと考えられる。

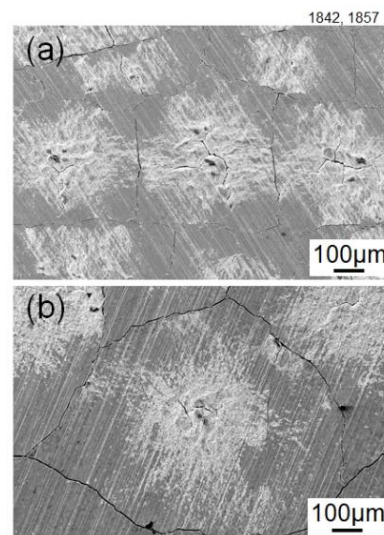


図 1 照射後の表面の SEM 像
(a)RD 面、(b)ND 面

謝辞：本件は JSPS 科研費 21H01069 の助成を受けたものです。

参考文献: [1]K. Tokunaga et.al., J. Nucl. Sci. Technol. 27[4](1990)333-342.

*Kazutoshi Tokunaga¹, Yukino Nomiyama¹, Makoto Fukuda², Koichiro Ezato², Koichiro Hirano³

¹Kyushu Univ., ²National Institutes for Quantum Science and Technology, ³Japan Atomic Energy Agency