

## 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 (2) ITER ダイバータ用材料としての評価

Multiple irradiation experiment of tungsten materials by negative hydrogen ion beam

(2) Evaluation as material for ITER divertor

\*福田 誠<sup>1</sup>, 平野 耕一郎<sup>2</sup>, 徳永 和俊<sup>3</sup>, 江里 幸一郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>量子科学技術研究開発機構, <sup>2</sup>日本原子力研究開発機構, <sup>3</sup>九州大学

本研究では、タングステン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による多重照射影響を評価した。その結果、タングステン表面には凹凸やき裂が形成し、既往研究で実施した繰り返し熱負荷試験とは異なる表面性状の変化が起きることを明らかにした。

**キーワード：**タングステン, 熱負荷試験, ITER, ダイバータ

**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 mm<sup>3</sup> (28 x 12 mm<sup>2</sup> 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。照射時間は約 7 時間及び 21 時間 30 分の 2 条件とした。

**3. 結果・考察：**ビームパルス幅を 150 及び 200 $\mu$ s とし、約 21 時間 30 分照射した試験片のデジタルマイクロスコープ画像を図 1 に示す。試験中に放射温度計で計測した試験片表面の温度は、ビームパルス幅 150 及び 200 $\mu$ s の試験片で、それぞれ約 1640~1710 $^{\circ}$ C 及び 2610~2930 $^{\circ}$ C であった。どちらの試験片においても、照射により白色に変色した照射痕が形成した。パルス幅が長いほど試験片表面温度が高く、より明確な照射痕が形成した。照射痕を拡大したところ、凹凸やき裂が認められた。パルス幅が長く、かつビーム中心に近いほど凹凸やき裂が顕著に認められ、パルス幅及びビーム強度に応じて表面性状が変化した。凹凸やき裂形成の主要因は、昇温及び降温の繰り返しであると推定される。既往研究<sup>[1]</sup>では 10 秒加熱、20 秒冷却を 1 サイクルとした比較的長パルスの加熱試験 (試験は 1000 サイクル実施。試験片表面全面を加熱し、表面温度は約 1900~2300 $^{\circ}$ C) を実施したが、微細なき裂は形成していない。本研究とは入熱量や面積、周期及び発生する熱応力が異なるため、これらの要因が W の表面性状変化に影響を与えていると推定される。

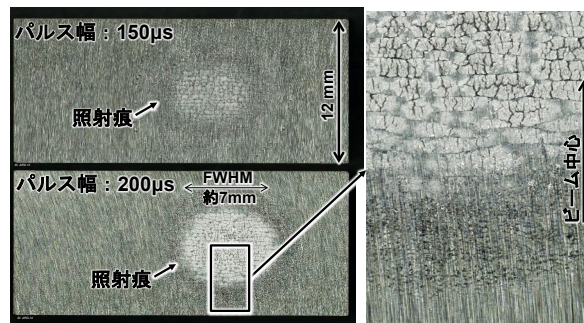


図 1 照射後の試験片表面観察結果

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]M. Fukuda et.al., Fus. Eng. Des. 167 (2021) 112283.

\*Makoto Fukuda<sup>1</sup>, Koichiro Hirano<sup>2</sup>, Kazutoshi Tokunaga<sup>3</sup>, Koichiro Ezato<sup>1</sup>

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