

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

(1) ビームターゲット材料の検討

Multiple irradiation experiment of tungsten materials by negative hydrogen ion beam

(1) Study of beam target materials

*平野 耕一郎¹, 福田 誠², 江里 幸一郎², 徳永 和俊³

¹原子力機構, ²量研機構, ³九大

3 MeV リニアック^[1]を用いて、ITER 用タングステン材料に対して加熱 (3200 °C) 及び冷却 (160 °C) の温度変化を 5 Hz 周期で繰り返し与える水素負イオンビーム多重照射試験を実施した。

キーワード: ビームターゲット, ITER, タングステン, 多重照射

1. 緒言

J-PARC リニアックのビームターゲットはビームエネルギー3MeVの水素負イオンビームによって多重照射される。タングステン材料で作られたビームターゲットを使用した場合、多重照射に耐えられるパルスの熱負荷条件を明らかにすることを目的としている。本件は、多重照射試験を実施したタングステン材料の表面観察および四重極型質量分析計による分圧測定について報告する。

2. 実験方法

図1に示す 28 x 12 x t5 mm³の大きさの ITER 用タングステン (以下、試験片という) を 45 度傾斜した炭素複合材製ビームターゲットに固定し、水素負イオンビーム (水平 2.3 mm(rms) × 垂直 2.7 mm(rms)) を照射した。試験片の加熱時の表面温度測定は、IMPAC 社製放射温度計 IGA740-L0 (測定範囲 350~3500 °C) を用いた。反射ミラーを駆動させて試験片表面温度のスキャンを行い、最大温度を示す場所で測定した。冷却時の表面温度測定は、IMPAC 社製 IPE140 (測定範囲 30~1000 °C) を用いた。放射温度計は 2 色温度計 IGARI2 および接触温度計 (250 °C 以下) を用いて校正した。照射条件は、ピークビーム電流 54 mA、繰返し 5 Hz、ビームパルス幅 250 μs、照射時間 21 時間 30 分、温度測定領域 Φ2.2 mm の過渡領域熱負荷 2.6 GW/m²、0.64 MJ/m²である。

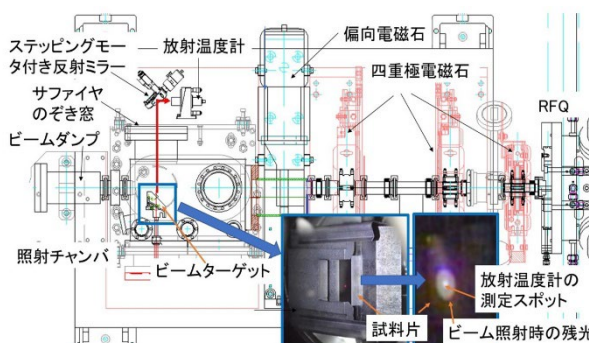


図1 試験体系および固定された試験片の様子

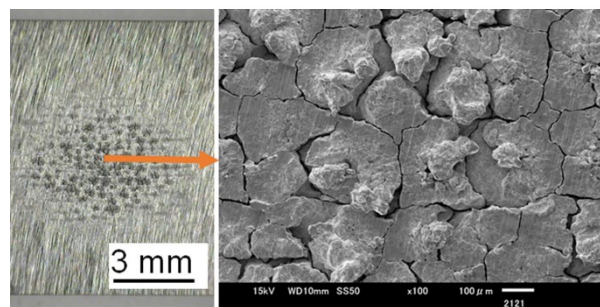


図2 照射後試験片表面の SEM 観察

試験片表面温度は加熱時 2500~3200 °C、冷却時 160 °Cであった。図2に示す試験片表面の SEM 画像には突起や亀裂が観測された。温度変化を繰返すことによる膨張収縮により亀裂が発生し、進展したと思われる。一部の突起先端 (幅 30 μm) に融解と思われる滑らかな表面があった。四重極質量分析計 (QMG220) を用いて、タングステン質量数 184 の分圧を観測した結果、無照射時 1.5×10^{-10} Pa に対して、3200 °C 照射時に 2.1×10^{-10} Pa (全圧 1.1×10^{-5} Pa) となり、大きな変化は見られなかった。

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. Hirano *et al.*, "Status of 3MeV beam scrapers for the J-PARC linac", 15th PASJ, 2018.

*Koichiro Hirano¹, Makoto Fukuda², Koichiro Ezato², Kazutoshi Tokunaga³

¹JAEA, ²QST, ³Kyushu Univ.