

25aD41P

プラズマからタングステンに注入されたトリチウムの放出挙動

Release behavior of tritium loaded to pure tungsten from DC glow-discharged plasma

石谷佳暉 大塚哲平 橋爪健一

ISHITANI Yoshiki and OTSUKA Teppei and HASIZUME Kenichi

九大・総理工

Kyushu Univ.

1. 緒言

トリチウム汚染されたタングステン (W) 材料を取り扱うには、安全性の観点からトリチウムの放出挙動を把握する必要がある。本研究では、DC グロー放電プラズマから純 W 試料にトリチウムを注入した後、試料を液体シンチレーション計測 (LSC) カクテルに浸漬し、試料から放出されるトリチウム放出量を測定することで、その時間推移を調べた。

2. 実験

試料として純 W(7×7×2 mm³)を用いた。試料の水素注入表面を鏡面研磨した後、加工歪みを取り除くため、1173K で 2 時間真空焼鈍した。DC グロー放電(DCGD プラズマ)曝露によってトリチウムを含んだ水素 (T/H=10⁻⁴) を試料に 298K の一定温度で注入した。実験時の水素ガス圧は 0.6Torr、印加電圧は 400V とし、2 時間注入を行った。トリチウムイメージングプレート (TIP) 法によって注入表面のトリチウム分布を測定した後に、LSC カクテルを 10mL 入れたガラスバイアルに浸漬し、試料から放出されるトリチウム量を LSC 装置により測定した。LSC カクテル中に放出されたトリチウムと水素との比(T/H)が、プラズマ注入時に用いた水素ガス中のものと等しいと仮定し、トリチウム量から水素量を算定した。

3. 結果・考察

図 1 に、室温における W からの放出水素量の時間推移を示す。水素は 100 時間程度かけて徐々に放出され、それ以降は放出速度が極めて小さくなった。その後、7000 時間経過後に再度測定すると図の破線程度まで放出量は増加していた。

プラズマ注入によって、試料表面からイオン注入深さ近傍の間約 10mm 深さまでにトリチウムが均一に蓄積されており、トリチウムが LSC 溶液中に拡散によって放出されたと仮定する。拡散方程式の解析解を放出曲線にフィッティングしたところ、水素拡散係数 $D=3.1 \times 10^{-22}$ [m²/s] が得られた。これは高温の拡散係数[1]の本実験温度への外挿値と比較し 9 桁程度小さいことから、放出が単純な格子間拡散ではないことを示している

全放出水素量から求めた W 中の水素蓄積量は、10mm までの注入領域にトリチウムが蓄積しているとして算定すると、0.1at%程度であった。これはタングステン中の水素溶解度[1]からの算定値より 8 桁程度大きかった。このことは、W 中の水素が水素捕獲サイトに捕獲されたものであることを示唆している。

表 1 に放出実験前後の TIP 法による試料表面のトリチウム量の計測結果を示す。7000h 後では強度が約半分になっており、表面からトリチウムが放出されたことがわかる。100h 程度で放出が落ち着いた後も表面にはまだトリチウムが残っており、それらは試料表面に強く捕獲されたままであった。

以上の結果からプラズマにより W に注入されたトリチウムの放出挙動は拡散では説明できず、脱捕獲による放出を明らかにする必要がある。今後は、放出が落ち着いた同一試料を加熱し、脱捕獲の温度依存性を調査する予定である。

参考文献

[1] R. Frauenfelder, J. Vac. Sci. Technol., 6 (1968) 388-395.

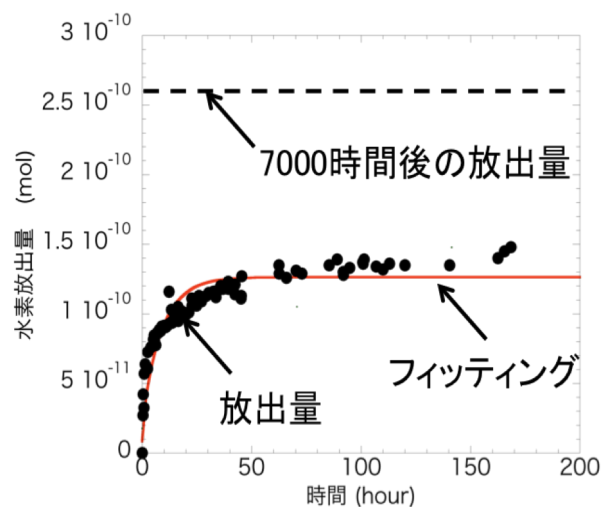


図 1 水素放出量

表 1 表面トリチウム量

表面トリチウム量	注入直後	7000 時間後
PSL/mm ²	212.7	105.8