

タングステン中の重水素滞留挙動への表面及びバルク照射欠陥密度分布影響評価

Evaluation of surface and bulk defect distribution influence on deuterium retention in damaged tungsten

*和田 拓郎¹、戸荻 陽大²、仲田 萌子²、趙 明忠²、孫 飛¹、波多野 雄治³、大矢 恭久²

¹ 静大理、² 静大院、³ 富山大水素研

鉄イオンと水素イオンの複合照射を行ったタングステン試料において、照射欠陥分布による重水素滞留挙動への影響を評価した。その結果、水素イオン照射によって損傷量が増加したのにも関わらず、重水素滞留量が減少した。

キーワード：タングステン、水素イオン照射、重イオン照射、重水素体滞留挙動、昇温脱離法

1. 緒言

核融合炉のプラズマ対向壁材料であるタングステン(W)には、炉運転時に高エネルギー中性子が照射され、水素同位体の安定な捕捉サイトである照射欠陥がバルク中に導入される。また軽イオン、荷電粒子等による照射欠陥は中性子によるものとは異なり表面に集中するため、W中の照射欠陥分布は様様ではないと考えられる。本研究では、表面近傍に照射欠陥を導入するために鉄イオン(Fe^+)照射を行ったW試料に対して、種々のエネルギーを持つ水素イオン(H^+)照射を行い、バルク中にも照射欠陥を導入した後に重水素(D)照射を行い、昇温脱離法(TDS)及びHIDTシミュレーションによってD滞留挙動を評価した。

2. 実験

アライドマテリアル社製歪取焼鈍済W試料(6 mm^φ × 0.5 mm^t)を高真空下で加熱処理した後、0.8または6 MeV Fe^+ 照射(損傷量 0.1 dpa)に加え、0.8または3 MeV H^+ 照射(損傷量 3.0×10^{-4} dpa)を室温にて行った。その後、3 keV D_2^+ をイオンフラックス $1.0 \times 10^{18} \text{ D}^+ \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ でイオンフルエンス $1.0 \times 10^{22} \text{ D}^+ \text{ m}^{-2}$ まで室温にて照射し、TDSを行った。さらにHIDTシミュレーションにより結果を解析した。

3. 結果・考察

図に種々の照射損傷分布が導入したWにおけるTDSスペクトルを示す。過去の研究より^[1]、TDSに現れる4つのピークをそれぞれ転位ループ、原子空孔、原子空孔集合体、ポイドからの脱離と帰属した。 Fe^+ 単独照射の結果と比べると、0.8 MeV Fe^+ -3 MeV H^+ 複合照射、0.8 MeV Fe^+ -0.8 MeV H^+ 複合照射共に、高温側のピークにおける脱離量が大きく減少した。先行研究^[1]によるとW中の全D滞留量は損傷量の増加に伴って増加するのに対し、複合照射試料では H^+ 照射によって損傷量が増加したにも関わらず全D滞留量が減少した。また高温の脱離ピークが低温側にシフトした。この結果から、バルク中の欠陥によって高エネルギー捕捉サイトへのD捕捉が抑制され、またD拡散が促進されたことが示唆された。

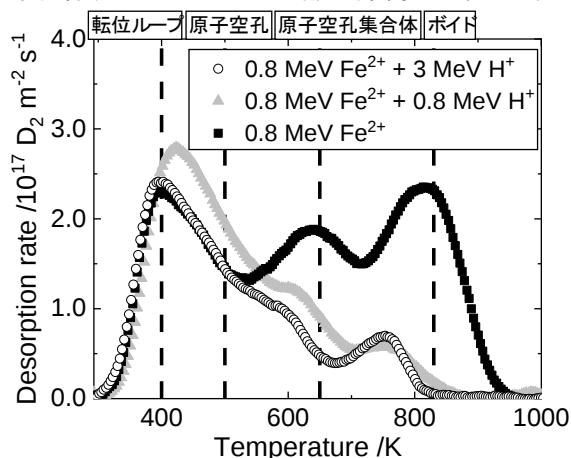


図 各試料における TDS スペクトル

参考文献

[1] Hiroe Fujita, Yasuhisa Oya, et al., Phys. Scr., T167 (2016) 014068

*WADA Takuro¹), TOGARI Akihiro²), NAKATA Moeko²), ZHAO Mingzhong²), SUN Fei¹), HATANO Yuji³), OYA Yasuhisa²)

1)Faculty of Science, Shizuoka University, 2)Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University, 3)Hydrogen Isotope Research Center, University of Toyama