

重イオン照射タングステン中の重水素滞留挙動に及ぼす重水素プラズマ照射影響

The effect of deuterium plasma implantation on deuterium retention behavior for heavy ion implanted W.

*東奎介¹, 植村有希¹, 桜田翔大¹, 藤田啓恵¹, 周啓来², 吉田直亮³,

外山健⁴, 近藤創介⁵, 檜木達也⁵, 栞原竜弥⁶, 大野哲靖⁶, 近田拓未¹, 大矢恭久¹

¹静岡大院総合科学, ²静岡大理, ³九大応力研, ⁴東北大金研, ⁵京大エネ研, ⁶名大院工

タングステン中の水素同位体滞留挙動に及ぼすプラズマ照射影響を理解するため、鉄イオン照射タングステン中の重水素滞留挙動について、重水素プラズマ照射と重水素イオン照射の結果を比較した。イオン照射に比べて低エネルギーの重水素プラズマ照射では、表面近傍の欠陥による捕捉が主要な捕捉状態であることが示唆された。

キーワード: タングステン, プラズマ照射, 重水素滞留挙動, 重イオン照射

1. 緒言

核融合炉プラズマ対向材候補であるタングステン (W) には、炉運転中に高エネルギーの中性子や水素同位体が照射され、水素同位体の安定な捕捉サイトとなる照射欠陥が導入される。過去の研究では、鉄イオン (Fe^{3+}) 照射 W 中の重水素 (D) 滞留挙動を D_2^+ 照射により評価し、 Fe^{3+} 照射によって形成された原子空孔やボイドが D の安定な捕捉サイトであることが示された。実炉内では、低エネルギーで高フラックスの水素同位体プラズマに曝されるため、エネルギー一定のイオン照射との水素同位体滞留挙動を比較することが重要である。本研究では、 Fe^{3+} 照射した W に D_2^+ 照射および D^+ プラズマ照射を行い、昇温脱離法 (TDS) にて D 滞留挙動の比較を行った。

2. 実験

アライドマテリアル社製歪取加工 W 試料 (直径 6 mm、厚さ 0.5 mm) に対して、京都大学の複合ビーム材料照射装置 (DuET) を用いて 6.4 MeV Fe^{3+} 照射 (損傷量 0.1 dpa) を室温および 1173 K にて行った。この試料に静岡大学にて 1 keV D_2^+ 照射 (フルエンス $1.0 \times 10^{22} \text{D}^+ \text{m}^{-2}$; 温度 室温) または、東北大にて 100 eV D^+ プラズマ照射 (フルエンス $7.6 \times 10^{24} \text{D}^+ \text{m}^{-2}$; 温度 373 K 以下) を行った後、TDS により W 中の D 滞留挙動の評価を行った。

3. 結果・考察

図に各試料の TDS スペクトルを示す。過去の研究より^[1]、Peak 1、2、3 をそれぞれ転位ループ、原子空孔、ボイドへの捕捉と帰属した。 D_2^+ 照射及び D^+ プラズマ照射ともに、高温 Fe^{3+} 照射試料では室温照射試料に比べて D 滞留量が大きく減少することが分かった。特に高温側の D 放出率が減少しており、高温照射では欠陥が動きやすく、欠陥の回復により D の捕捉サイトが減少したためだと示唆された。また、プラズマ照射試料ではイオン照射試料と比べて、低エネルギーであるため打ち込み深さが浅く、欠陥濃度の高いバルクで捕捉されないため、Peak 2 における D 放出量が増加することが示唆された。

参考文献

[1] S. Sakurada, et al., Nucl. Mater. Energy, 9 (2016) 141-144.

*Keisuke Azuma¹, Yuki Uemura¹, Shodai Sakurada¹, Hiroe Fujita¹, Quilai Zhou², Naoaki Yoshida³, Takeshi Toyama⁴,

Sosuke Kondo⁵, Tatuya Hinoki⁵, Tatsuya Kuwabara⁶, Noriyasu Ohno⁶, Takumi Chikada¹, Yasuhisa Oya¹

¹,²Shizuoka Univ., ³RIAM, Kyushu Univ., ⁴IMR, Tohoku Univ., ⁵IAE, Kyoto Univ., ⁶Nagoya Univ.

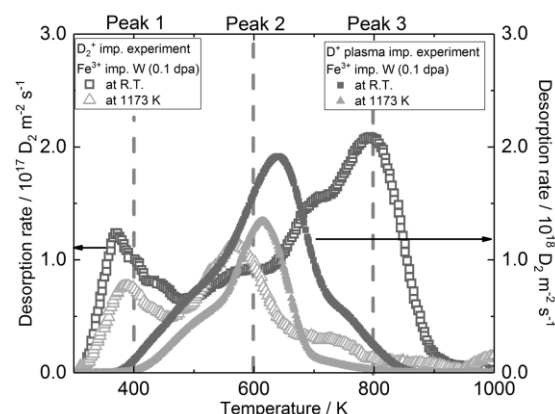


図 各試料における TDS スペクトル