

照射損傷分布を変化させた中性子-鉄イオン複合照射タングステン中の水素同位体挙動評価

Hydrogen isotope retention behavior depending on damage distribution
in neutron - Fe²⁺ implanted W with changed damage distribution

*仲田萌子¹、小池彩華¹、山崎翔太¹、和田拓郎¹、趙明忠¹、孫飛²、波多野雄治³、外山健⁴、
吉田直亮⁵、島田雅⁶、Robert Kolasinski⁷、大矢恭久¹

¹ 静大院、² 静大理、³ 富山大水素研、⁴ 東北大金研、⁵ 九大応力研、⁶ INL、⁷ SNL

タングステン(W)中における水素同位体滞留挙動に及ぼす照射欠陥分布の影響を理解するため、中性子照射と鉄イオン(Fe²⁺)照射を組み合わせることにより、バルクと表面に欠陥を導入した W 試料に対して重水素(D)照射を行い、昇温脱離法によって D 滞留挙動を評価した。結果、中性子照射によって欠陥が増加したことで D 拡散が抑制され、試料中の総 D 滞留量が減少したことが示唆された。

キーワード：タングステン、重イオン照射、重水素滞留挙動、中性子照射

1. 緒言

核融合炉プラズマ対向壁材であるタングステン(W)には炉運転時に 14 MeV 中性子が照射され、照射欠陥が均一に導入される。さらに水素同位体やヘリウムなどによる照射欠陥は中性子によるものと異なり表面に集中するため、W 中の照射欠陥の分布は様々であると予想される[1]。先行研究[1]では、0.8 MeV 及び 6 MeV 鉄イオン照射を用いて試料表面及びバルクの欠陥密度を変化させた W 試料を用い、表面付近の欠陥増加に伴って W 中の総 D 拡散滞留量が減少することが示唆された。本研究では、鉄イオン複合照射試料によって得られた知見を実際の核融合炉環境に適用するため、中性子照射と鉄イオン(Fe²⁺)照射を組み合わせることにより、欠陥を導入した W 試料に対して重水素(D)照射を行い、昇温脱離法によって D 滞留挙動を評価した。

2. 実験

ALMT 社製歪取焼鈍済 W 試料(6 mm^Φ × 0.5 mm^h)を高真空中で加熱処理した後、6 MeV Fe²⁺(損傷量 0.01, 0.1 dpa)に加え核分裂中性子照射(0.015 dpa)を行い、中性子-Fe²⁺複合照射試料を作製した。その後 1 keV D₂⁺をイオンフルエンス 1.0 × 10²² D⁺ m⁻²まで室温にて照射し、TDS を行った。

3. 結果・考察

図に種々の照射損傷分布を持つ W 試料における重水素 TDS スペクトルを示す。過去の研究より[1]、Peak 1-4 をそれぞれ表面吸着または転位ループによる捕捉、原子空孔、原子空孔集合体、ボイドへの捕捉と帰属した。6 MeV Fe²⁺単独照射 W に比べ中性子-Fe²⁺複合照射 W では全 D 滞留量が減少した。中性子照射による照射損傷量の増加により、原子空孔による D 滞留量が 6 MeV Fe²⁺単独照射 W と比べ増加したがボイドによる捕捉では減少したことから、中性子照射によって欠陥が増加したことで D が表面近傍に集積したためであると考えられる。

参考文献

[1] M. Nakata, Y. Oya, et al., Fusion Eng. Des., In Press

* Moeko Nakata¹, Ayaka Koike¹, Shota Yamazaki¹, Takuro Wada¹, Mingzhong Zhao¹, Fei Sun², Yuji Hatano³, Takeshi Toyama⁴, Naoaki Yoshida⁵, Masashi Shimada⁶, Robert Kolasinski⁷, Yasuhisa Oya¹

¹ Grad. Sch., Shizuoka Univ., ² Fac. of Sci., Shizuoka Univ., ³ HIRC, Univ. of Toyama., ⁴ IMR, Tohoku Univ., ⁵ RIAM, Kyushu Univ. ⁶ INL, ⁷ SNL

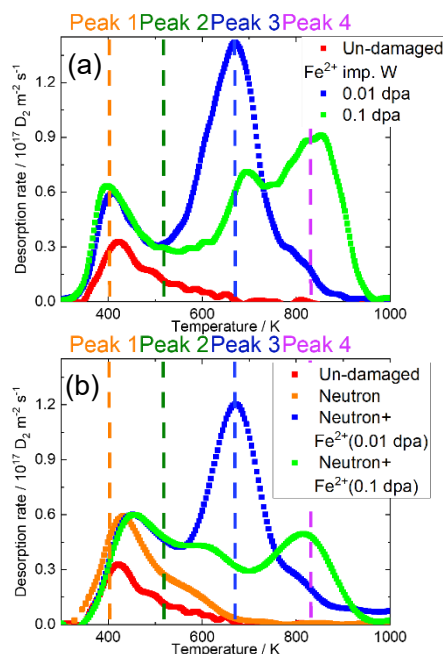


図 各試料における TDS スペクトル
(a)鉄イオン単独照射試料
(b)中性子-鉄イオン複合照射試料