

重水素プラズマ照射した中性子-鉄イオン複合照射タングステンにおける滞留挙動への欠陥分布影響

Defect distribution influence on retention behavior in deuterium plasma implanted tungsten irradiated by neutron and Fe ion

*山崎 翔太¹, 戸荻 陽大², 仲田 萌子², 趙 明忠², 孫 飛¹,

桑原 竜弥³, 波多野 雄治⁴, 外山 健⁵, 大矢 恭久²

¹静大理, ²静大院, ³名大院工, ⁴富山大水素研, ⁵東北大金研

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欠陥分布影響を調べるため、鉄イオン(Fe^{2+})と核融合中性子を照射しバルクおよび表面近傍に欠陥を導入した W に対し重水素(D)プラズマ照射を行い、滞留挙動を評価した。その結果、初めに導入されたバルク中の欠陥が Fe^{2+} による照射時に生成する転位ループやボイドを減少させ、D 滞留が減少することが示唆された。

キーワード: プラズマ照射, 中性子照射, 昇温脱離法, タングステン, 重イオン照射

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 中性子による照射欠陥がバルク中に均一に導入されるのに対し、水素同位体などの荷電粒子による欠陥は表面に集中するため、W 中の照射損傷分布は一樣ではないと考えられる。本研究では、W 中における水素同位体滞留挙動への欠陥分布影響を理解するため中性子- Fe^{2+} 複合照射を行い、欠陥分布を制御した W に対して重水素(D)を導入し昇温脱離法(TDS)及びグロー放電発光分析法(GD-OES)を用いて 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($6 \text{ mm}^{\phi} \times 0.5 \text{ mm}^t$)を高真空下で加熱処理した後、室温での核融合中性子照射(損傷量 6.3×10^{-4} - 7.1×10^{-4} dpa)に加え、6 MeV Fe^{2+} 照射(損傷量 0.1, 1 dpa)を室温にて行った。その後、1 keV D イオン(D_2^+)をフラックス $1.0 \times 10^{18} \text{ D}^+ \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ でフルエンス $1.0 \times 10^{22} \text{ D}^+ \text{ m}^{-2}$ までを室温にて照射し、TDS を行った。さらにこれらの試料に対して GD-OES により D 深さ分布を調べた。

3. 結果、考察

図に種々の照射損傷を持つ W における D イオン照射試料の重水素 TDS スペクトルを示す。過去の研究より^[1]、スペクトル中の 4 つのピークをそれぞれ転位ループ、原子空孔、空孔クラスター、ボイドへの捕捉と帰属した。中性子- Fe^{2+} 複合照射試料では Fe^{2+} 単独照射試料に比べて全 D 滞留量が減少した。この主な要因は転位ループおよびボイドによる D 滞留が減少したことである。これらの結果から、中性子照射により生じた欠陥が Fe^{2+} による照射時に転位ループやボイドの生成を減少させている可能性が示唆された。

参考文献

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

*Shota Yamazaki¹, Akihiro Togari², Moeko Nakata², Mingzhong Zhao², Fei Sun¹,

Tatsuya Kuwabara³, Yuji Hatano⁴, Takeshi Toyama⁵, and Yasuhisa Oya²

¹Fac. Sci., Shizuoka Univ., ²Grad. Sch. Sci. Tech., Shizuoka Univ., ³Grad. Sch. Eng., Nagoya Univ., ⁴HIRC, Univ. of Toyama,

⁵IMR, Tohoku Univ.

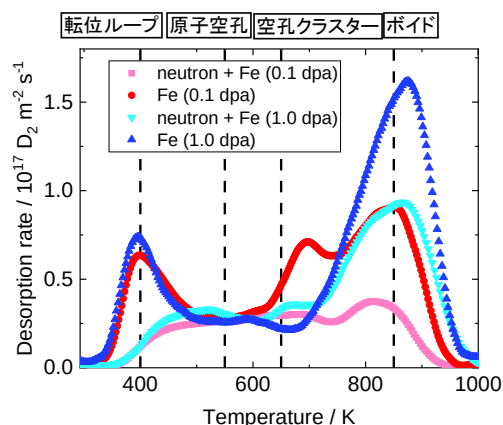


図 各試料における TDS スペクトル