

鉄イオン照射量を変化させた 14MeV 中性子-鉄イオン複合照射タングステンへの重水素プラズマ照射による滞留挙動

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

*山崎 翔太¹, 仲田 萌子¹, 小池 彩華¹, 和田 拓郎¹, 趙 明忠¹, 孫 飛², 桑原 竜弥³, 波多野 雄治⁴, 外山 健⁵, 大野哲靖³, 大矢 恭久¹

¹静岡大院, ²静岡大理, 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、核融合中性子を照射してバルクに欠陥を導入した W に対し鉄イオン(Fe^{2+})の損傷量を変化させて表面付近に欠陥を導入した試料を作製した。この試料を用いて重水素(D)をイオン照射またはプラズマ照射により導入し、重水素滞留挙動を評価した。その結果、中性子- Fe^{2+} 複合照射によって生じる表面付近の欠陥密度の増加は、水素同位体の W 内部への拡散を抑制している可能性が示された。

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 中性子及び荷電粒子による深さ分布の異なる照射欠陥が形成される。本研究では、W に対して中性子- 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)を導入後に昇温脱離法(TDS)を行った。

2. 実験

アライドマテリアル社製歪取焼鈍済 W 試料($6 \text{ mm}^{\Phi} \times 0.5 \text{ mm}^{\text{L}}$)を高真空中で加熱処理した後、室温での核融合中性子照射(損傷量 2.5×10^{-7} - 6.3×10^{-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。

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。 Fe^{2+} 単独照射試料では 0.1 dpa にある空孔クラスター由来のピークが成長することにより 1 dpa ではボイドのピークが大きくなっていると考えられる。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、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、中性子照射によって欠陥が増加したことにより、重水素導入時に Fe^{2+} 照射由来のバルク中の欠陥への拡散を抑制することにより滞留量が減少していることが示唆された。

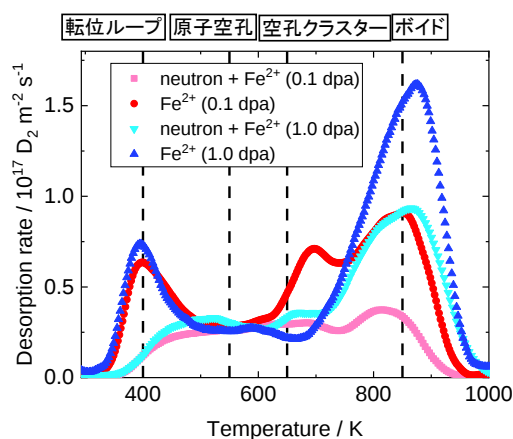


図 各試料における重水素 TDS スペクトル

*Shota Yamazaki¹, Moeko Nakata¹, Ayaka Koike¹, Takuro Wada¹, Mingzhong Zhao¹, Fei Sun², Tatsuya Kuwabara³, Yuji Hatano⁴, Takeshi Toyama⁵, Noriyasu Ohno³, and Yasuhisa Oya¹

¹Grad. Sch. Sci. Tech., Shizuoka Univ., ²Fac. Sci., Shizuoka Univ., ³Grad. Sch. Eng., Nagoya Univ., ⁴HIRC, Univ. of Toyama, ⁵IMR, Tohoku Univ.