ヘリウム・水素高温同時照射下におけるタングステン中のヘリウム滞留挙動

Helium retention behavior in high-temperature simultaneous He-H implanted tungsten

*周啓来[1]、東奎介[2]、戸苅陽大[2]、矢嶋美幸[3]、時谷政行[3]、増崎貴[3]、吉田直亮[4]、波多野雄治[5]、近田拓未[1]、大矢恭久[1]

[1]静大理、[2]静岡大院、[3]核融合研、[4]九大応力研、[5]富山大水素研

タングステン中のヘリウム滞留挙動を理解するため、ヘリウムと水素を高温下で同時照射し、照射温度の変化による He 滞留挙動への影響を検討した。3.0 keV He^+-1.0 keV H_2^+同時照射では、材料表面付近に捕捉される He が増加した。また、照射温度が 573~773 K に上昇すると、He 滞留挙動に及ぼす水素の影響が低減することが示唆された。

キーワード：ヘリウム滞留、高温、ヘリウム・水素同時照射、ヘリウムバブル

1. 緒言

核融合炉のプラズマ対向材であるタングステン(W)には、炉運転時に水素同位体および D-T 核融合反応によって生成したヘリウム(He)が同時に照射される。同時照射下における W 中の He 滞留挙動を解明することは、実炉環境下での不純物制御の観点からも重要である。また、高温下では He バブルの形成によって燃料である水素同位体滞留挙動に影響することが知られているが、高温 He-H 同時照射下における He 滞留およびその放出挙動については十分明らかになっていない。そこで本研究では、He と水素同位体を室温及び高温下で同時照射した W 試料に対して昇温脱離法（R.T.~1700 K）および TEM 観察を行い、照射温度が He 滞留挙動へ及ぼす影響を検討した。

2. 実験

アライドマテリアル社製歪取加工 W 試料（直径 10 mm、厚さ 0.5 mm）に対して 3.0 keV He^+および 1.0~3.0 keV H_2^+を同時照射した。He フルエンスを 1.0×10^{21} He^+m^{-2} に固定し、H/He フラックス比を 5.5~15 の範囲で変化させ、照射温度 R.T. ~ 773 K にて行った。その後、TDS を行い、W 中の He 滞留挙動を評価した。

3. 結果・考察

図に R.T. ~ 773 K 照射温度で H/He フラックス比 10 にして He-H 同時照射を行った He TDS スペクトルを示す。室温照射試料では 900 K、1300 K、1500 K 付近に三つの主要な放出ピークが見られた。照射温度が 573 ~ 673 K になると、900 K のピークが低温側にシフトし、1300 K のピークが減少した。このことから、高温照射時では、転位ループは表面への拡散し回復することが示唆された。さらに、673 K で照射した試料では、He バブルが成長し、高温側に放出ピークが見られた。照射温度が 773 K になると、低温のピークは現れず、He 単独照射のように高温側のみに放出ピークが見られた。このことから、低エネルギー水素照射によって W 表面での He 滞留が促進される一方で、高温照射ではこの促進効果が低減することが示唆された。

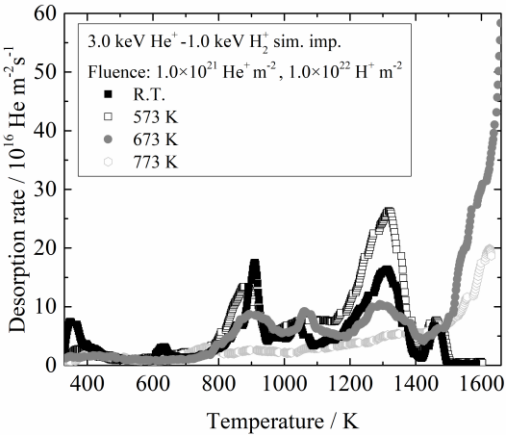

図　各試料における He TDS スペクトル

*Qilai Zhou[1], Keisuke Azuma[2], Akihiro Togari[2], Miyuki Yajima[3], Masayuki Tokitani[3], Suguru Masuzaki[3], Naoaki Yoshida[4], Yuji Hatano[5], Takumi Chikada[1] and Yasuhisa Oya[1]

[1]Fac. of Sci., Shizuoka Univ., [2]Grad. Sch. Integrated Sci. Technol., Shizuoka Univ., [3]NIFS, [4]RIAM Kyushu Univ., [5]HIRC Univ. of Toyama.