

タングステンに保持された水素の各捕捉場における同位体交換 Hydrogen isotope exchange at each trap site in tungsten

小嶋大貴¹, 信太祐二¹
Hiroki KOJIMA, Yuji NOBUTA

北大院工¹
Hokkaido Univ.

核融合炉のプラズマ対向材料としてタングステン(W)が候補となっている。プラズマ放電中、燃料であるトリチウム(T)がWに照射され、一部がW内部に保持される。Tに関わる安全や燃料回収の観点から、保持されたTを除去する手法が必要となっている。その一つとして、同位体交換により材料内部のTを他の水素同位体と入れ替える手法が考えられている。一方、どのような捕捉場でどの程度水素同位体交換が起きるのかなど、その詳細なメカニズムはよくわかっていない。本研究では、重水素(D)照射したWに対し軽水素(H)照射を行い、各捕捉場における水素同位体の入れ代わりを直接観察することで、捕捉状態と同位体交換の関連を明らかにすることを目的としている。

本実験では、多結晶W（ニラコ社製）を試料として用いた。1273Kで20分脱ガスし、 D_3^+ 照射($5keV, 1.0 \times 10^{18} D/cm^2/s$)を行い、引き続き H_2^+ 照射($\sim 270eV, 1.0 \times 10^{18} H/cm^2/s$)を行った。このような試料に対し昇温脱離分析(TDS)を行い、ピーク分離により各捕捉場のD捕捉量を評価した。また、D照射後のブリストアの形成を走査型電子顕微鏡(SEM)、W内部におけるDの三次元分布を同位体顕微鏡(IM)で観察した。SEMで観察したブリストア（バブル）のサイズを参考にW内部でバブルに捕捉されたDを識別し、バブルに捕捉されたDの深さ分布を調べた。

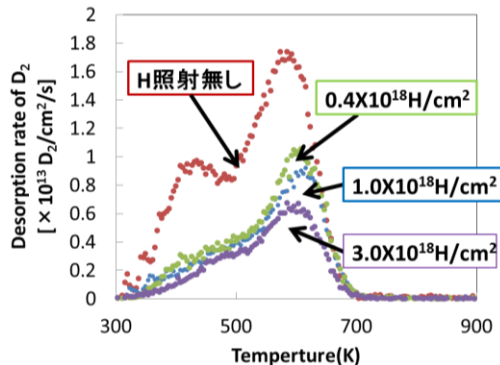


Figure 1 TDS spectra of D_2 in tungsten after D ion and H plasma irradiations.

D照射後にH照射したWの D_2 の昇温脱離スペクトルをFig.1に示す。これらのスペクトルには大きく二つのピークを確認できた。それぞれのピークに起因する捕捉場は、高温側がバブル、低温側はバブル以外（転位ループや粒界等）からの脱離であることが過去の研究からわかっている[1]。本実験の照射条件では、バブルに捕捉されたDがより強く捕捉されていることを示している。また、H照射後、低温側のピークが大きく減少しており、バブル以外の捕捉場で同位体交換が起こりやすいことがわかった。D照射後にバブルおよびバブル以外に捕捉されたDの深さ分布をFig.2に示す。バブルに捕捉されたDは表面付近に保持されており、バブル以外 [2] に捕捉されたDはより深部まで捕捉されていた。

TDSとIMの結果から、バブルに捕捉されたDはより浅い場所に捕捉されているにもかかわらず、H照射による同位体交換が起こりにくいことがわかった。このことから、Wにおける水素同位体交換は、捕捉されたDの深さよりも捕捉エネルギーが大きく影響する可能性が示唆された。

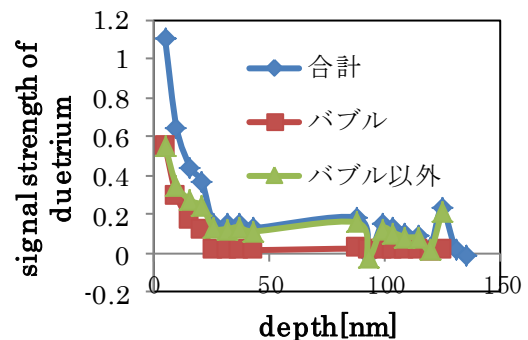


Figure 2 Depth profile of deuterium in tungsten after D ion irradiation.

1. 山崎 樂. 卒業論文, 「タングステンに保持された水素の同位体交換に関する研究」(2015).
2. H.Iwakiri,K., J. Nucl. Mater., 307–311 (2002) 135–138.