

アルゴンガスパフ下におけるタングステンの重水素保持挙動 Deuterium retention behaviors of tungsten with argon gas puffing

笠間 俊行¹、山内 有¹、信太 祐二¹、西村 清彦²

KASAMA Toshiyuki¹, YAMAUCHI Yuji¹, NOBUTA Yuji¹, NISHIMURA Kiyohiko²

¹北海道大学、²核融合科学研究所

¹Hokkaido Univ., ²NIFS

1. 緒言

核融合炉ダイバータが受ける高い熱・粒子負荷への対策として、高融点かつ粒子による損耗への耐性が高いタングステンをダイバータ材料として利用することが検討されている。また負荷を低減するためにアルゴンなどの中性ガスをダイバータプラズマに局所的に導入することで当該プラズマの放射冷却を図るガスパフという手法が研究されている。しかしガスパフ下におけるタングステンの重水素保持・脱離挙動は十分に解明されていない。本研究ではプラズマ照射中の試料近傍にアルゴンガスを導入した場合のタングステンの重水素保持挙動を調べた。

2. 実験

多結晶タングステン板試料に対し前処理として機械研磨、エタノール超音波洗浄、真空脱ガス処理を施した。ECRプラズマ照射装置[1]によって重水素プラズマを生成したのち、試料近傍に最大2.0sccmのアルゴンガスを導入しつつ試料に250Vの負電圧を印加することで試料にプラズマを照射した。容器内の分圧を重水素は8.0Paと一定にし、アルゴンは最大5.3Paとなった。イオン照射量を約 2×10^{17} ions cm⁻²と一定にした。照射後試料の重水素脱離・保持挙動を昇温脱離分析にて評価した。昇温速度を0.5K/s、昇温範囲をRT-1273Kとした。Arイオン照射量等と重水素脱離・保持との関係を調べるために、プラズマ中にタングステン製の静電プローブを挿入し試料直上の電子温度・電子密度を測定した。照射後試料の表面形態を日本電子製走査電子顕微鏡JSM-6510LA(SEM)を用いて観察し、重水素保持・脱離メカニズムについて検討した。

3. 結果・考察

D₂の昇温脱離スペクトルには低温側(500K程度)と高温側(650K程度)の二つのピークが見られた。試料へのArイオン照射量に対する重水素保持量の変化をFig.1に示す。重水素保持量およびD₂の低温側脱離ピーク温度はともにAr照射

によっていったん減少したが、Ar照射量の増加にともない増加した。この保持量の減少およびピーク温度の低下は、Ar照射によって表面不純物が除去されたために重水素の表面再結合が促進され、重水素の脱離が促進されたためと考えられる。SEMによる照射後の試料表面形態観察の結果、より高Arイオン照射量の試料では表面の結晶粒界が明確になった。これは高エネルギーArイオンによって、粒界に存在していた炭素などの不純物が損耗したためと考えられる。Arイオン照射によって表面付近に多くの欠陥が形成した可能性がある。当該イオンが多く照射されることで、表面近傍での欠陥生成による捕獲サイトの増加と、表面の局所的な加熱により水素の拡散が促進されたことで試料内部の初期欠陥に捕捉される水素量が増加したために、保持量の増加とピーク温度の上昇が引き起こされたと考えられる。発表ではオージェ電子分光法を用いた表面の組成分析結果と併せて議論を行う予定である。

本研究は、核融合科学研究所 LHD 計画共同研究のもとで、及び北海道大学光電子分光分析研究室において文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業を通じた技術的支援を受けて実施された。

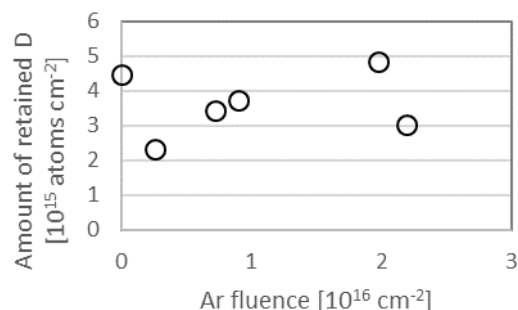


Fig. 1 Amount of retained D as a function of Ar ion fluence.

4. 参考文献

[1] Y. Kakuda et al., PLASMA Conference 2014, 19PA-014