タングステン堆積層におけるプラズマ駆動水素同位体透過挙動

Plasma-driven hydrogen isotope permeation in tungsten deposition layer

*森 大輔[1]，片山 一成[1]，平中 芳樹[1]，深田 智[1]
[1]九州大学

核融合炉内でスパッタリングにより形成される金属堆積層における水素同位体挙動の把握はまだ十分に行われていない。高周波プラズマ装置を用いて水素プラズマスパッタリングによるタングステン堆積層の形成とそれに伴う水素透過挙動を観測したところ、堆積に伴う透過フラックスの減少が確認された。

キーワード：タングステン，スパッタリング，水素透過

1. 緒言

プラズマ対向壁におけるトリチウム挙動の理解は、核融合炉の安全性及び燃料サイクル成立性の観点から重要な課題である。タングステン(W)は、プラズマ対向材料として有望視されており、国内外でトリチウム挙動に関する研究が進められている。本研究グループは、プラズマスパッタリングにより形成される W 堆積層に注目した研究を進めている。これまでに、水素プラズマスパッタリングによる W 堆積層形成過程での水素取込量の評価や、ガス駆動水素透過実験による水素拡散係数、水素溶解度定数の定量を行った。しかし実際のプラズマ対向壁環境では、プラズマ駆動によるトリチウム透過が生じる。そこで本研究では、W 堆積層作製用の高周波スパッタ装置を改良し、W 堆積層形成過程でのプラズマ駆動透過による水素透過フラックスを計測した。

2. 実験

図 1 に実験装置概略図を示す。W 堆積層作製用の高周波プラズマ装置のグラウンド電極側に厚み 20μm の円板状 Ni 基板を設置した。Ni 基板は銅ガスケットと穴あきフランジによって挟み、穴あき部分から W スパッタターゲットが見通せる構造となっている。なお、ターゲットと Ni 基板の距離は可変である。Ni 基板設置後、ターボ分子ポンプによりプラズマ側及び透過側の真空排気を行い十分に排気ができたのちにプラズマ側にマスフローコントローラーを介して水素ガスを導入しガス圧を調整した。その後高周波電極に電力を印加してプラズマを点火した。Ni 基板及び W 堆積層を透過した水素は、四重極質量分析計を用いて測定した。Ni 基板温度は下部から挿入した熱電対により測定した。

3. 結果・考察

高周波電力 100W、水素圧力 10Pa での観測された水素透過フラックスを図 2 に示す。基板温度は、およそ 100℃であった。プラズマの点火後、比較的速やかに透過水素が観測された。その後、水素透過フラックスは、ピークを示した後、徐々に減少した。はじめは水素の飛程未満の厚さの W 堆積層が入射側への拡散抵抗として働くため高いフラックスを示し、厚みが増すことで徐々に減少する様子が観測された。Ni 基板の厚み 20μm に対して、実験終了までに形成される W 堆積層の厚みは 1μm よりも小さいと見積もられている。本結果は、わずかな堆積層の形成が水素透過に影響を及ぼすことを示す。今後、印加電力や水素圧力等を変えてデータを取得し、数値解析によって再結合係数等のパラメータの評価を行う予定である。

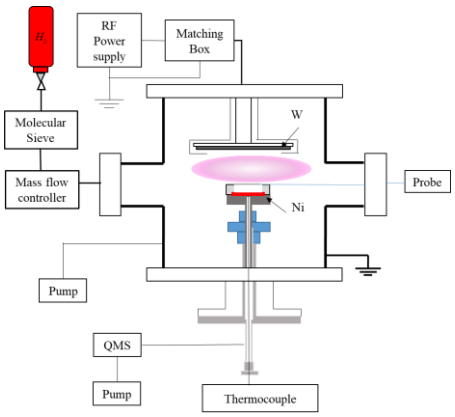

図 1 高周波プラズマスパッタ装置

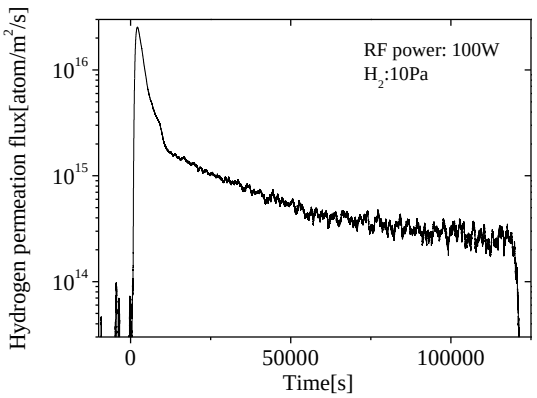

図 2 水素透過フラックス

*Daisuke Mori[1], Kazaunari Katayama[1], Yoshiki Hiranaka[1] and Satoshi Fukada[1]
[1]Kyushu Univ.