

H-He 混合プラズマでの W 堆積層形成過程における水素透過挙動の評価およびモデル化

Evaluation and modeling of hydrogen permeation behavior during W deposition layer formation process in H-He mixed plasma

*上床 雄貴¹, 増田 健太郎¹, 片山 一成¹
¹九州大学

水素—ヘリウム混合プラズマスパッタリングを用いた W 堆積層形成過程における水素透過挙動を観測したところ同条件での水素プラズマと同程度の水素透過束が得られた。He の同時入射によって水素の透過率（透過束/入射束）は増加したことを示唆する。

キーワード： タングステン, 堆積層, 水素透過挙動, ヘリウム

1. 緒言

重水素とトリチウムを燃料とする DT 核融合炉のプラズマ対向壁における水素同位体の透過や蓄積は燃料サイクルの成立性や安全性に影響を及ぼす。本研究グループでは、燃料粒子入射に伴う対向壁材料(W)のスパッタリングによる W 堆積層に着目し、W 堆積層形成過程における水素透過量測定及び W 堆積層の微細構造分析に取り組んできた[1]。一方で、対向壁においては、DT 反応によって生成された He の入射も生じる。そこで、本研究では、H-He 混合プラズマによるスパッタリングで Ni 基板上に W 堆積層を形成し、形成過程における W 堆積層及び Ni 基板を透過する水素挙動を観測した。

2. 実験

図 1 に実験装置概略図を示す。高周波電極に W ターゲットを設置した。穴あきフランジで厚さ 20 μm の Ni 基板を挟み込み、これを透過ポートとしてチャンバー中央に挿入した。フランジにはヒーターを設置し、下部から挿入した熱電対で温度制御を行った。真空排気後、H₂ ガス及び He ガスを流量制御器を介してチャンバーに導入した。プラズマ点火によりスパッタリングが生じ、Ni 基板上に W 堆積層が形成される。Ni 基板及び堆積層を透過した水素を四重極質量分析計(QMS)で測定した。H₂ ガス流量一定の下で水 He ガス流量を変化させ、水素透過への影響を調べた。

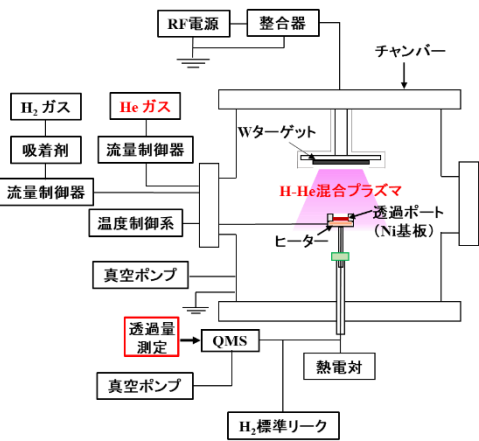


図 1 高周波スパッタ装置図

3. 結果・考察

He 混合なしの場合と水素流量の 50%の流量で He を混合した場合の水素透過束の比較を図 2 に示す。どちらの場合もプラズマ点火直後に同程度のピークを示した後、徐々に低下し、ほぼ同じ定常値となった。He 混合により水素入射束は減少していると考えられることから、He の同時入射によって水素の透過率（透過束/入射束）は増加したことを示唆する。今後は、He 流量の変化や水素ガス駆動透過実験等を行い、詳細に影響を評価していく予定である。

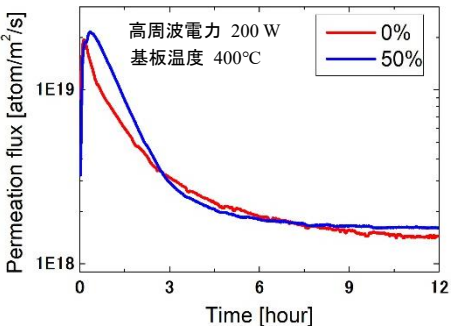


図 2 水素透過束の経時変化

参考文献

[1] K. Masuta, et al, Fusin Sci. Technol., 80 (2024) 540-549.

*Yuki Uwatoko¹, Kentaro Masuta¹ and Kazunari Katayama¹

¹Kyushu Univ.