

小型プラズマ生成装置 APSEDAS における透過プローブを用いた 材料中の水素挙動評価

Evaluation of hydrogen behavior in materials using a permeation probe in a compact plasma device APSEDAS

楠本美香都¹, 坂本瑞樹¹, 皇甫度均¹, 折笠直輝¹, 堺貴久¹, 高津克朋¹, 藤森あおい¹
Mikoto KUSUMOTO¹, Mizuki SAKAMOTO¹, Dogyun HANGBO¹, Naoki ORIKASA¹,
Takahisa SAKAI¹, Katsutomo TAKATSU¹, Aoi FUJIMORI¹,

筑波大学プラズマ研究センター¹,
Plasma Research Center, University of Tsukuba¹

1 研究背景

核融合炉のプラズマ対向材の最も有力な候補として、タンダステン (W) が挙げられる。プラズマと壁の間で発生する相互作用 (PWI) の一つである水素リサイクリングは、プラズマの長時間安定維持と安全性の観点から重要な研究テーマである。そのために水素リサイクリングのプロセスとして、材料内の水素同位体の挙動を理解することが重要である。材料裏面から放出される水素の透過量は材料中の拡散や表面での再結合など、材料中の水素挙動を理解する上で有効な手段である [1] ため、本研究では小型プラズマ生成装置 APSEDAS で水素透過量を観測できる透過プローブを開発し、プラズマ透過駆動 (PDP) 実験を行った。

2 実験方法

小型プラズマ生成装置 APSEDAS は、RF アンテナに高周波を印加することで定常プラズマを生成し、材料試料に長時間プラズマ照射をすることが可能である。透過プローブ (図 1) は、上下のフランジで直径 21 mm、厚さ 0.05-0.1 mm の円盤状 W 試料を挟みこむことにより固定し、プラズマ生成部と検出部を空間的に遮断する。試料の一部はプラズマ照射の前に 900 °C で 1 時間のアニーリング処理を施した。照射の前に透過プローブはベーキングし、プローブ内の背景真空度をできるだけ増加させた。プラズマ対向面から試料を透過してきた水素原子は、試料裏面で再結合して水素分子となり、下流に接続している四重極質量分析器 (QMS) によって検出される。透過プローブにはヘリウム標準リークを設置しており、QMS で検出した電流値をフラックスに換算した。

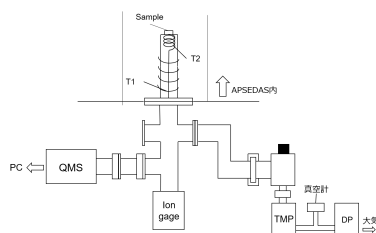


Fig. 1: 透過プローブの概略図

3 実験結果・考察

図 2 に透過プローブで観測された透過フラックスを示す。

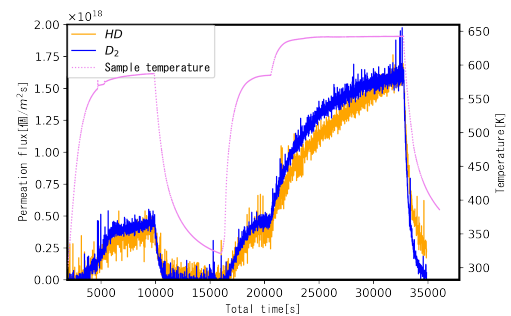


Fig. 2: QMS にて検出された透過フラックス

透過量測定の際に、QMS での検出電流値が定常になる状態まで RF パワーを固定させた。出力は 200-500 W の中で変化させて実験を行い、入射量や試料温度の経時変化を分析し、透過特性の変化を調べた。試料の裏面に接する熱電対により計測された試料温度は 470-640 K の間であった。図 2 では出力を 400 W に固定し定常値を確認した後、プラズマ照射を中止し、試料が冷えるのを待った。その後再度 400 W で照射を行い定常を確認した後、500 W に出力を変化させた。

同一試料に複数回プラズマを照射することにより、照射履歴がある試料とない試料では透過開始までの時間に差があることがわかった。また、アニーリング済みの試料はアニーリング無しの試料よりも透過量が定常状態に到達する時間が短いこともわかった。

4 今後の実験計画

今回行っている実験は初期実験ということで試料温度が低温度帯であり、先行研究で行われているプラズマ透過駆動実験よりも低い。今後は出力を上げて先行研究と比較できる領域まで上昇させるとともに、試料温度を変更できるような機構に改造することを検討している。

参考文献

[1] M. Zhao et al, Fusion Eng. Des, **160** (2020) 111853