

光学測定を用いたプラズマ対向材料の表面診断 Diagnostics of surface modification of plasma facing materials using optical property measurements

山本将寛¹, 宮本光貴¹, 吉田直亮², 時谷政行³, 秋山毅志³, 相良明男³
Masahiro Yamamoto¹, Mitsutaka Miyamoto¹, Naoaki Yoshida², Masayuki Tokitani³,
Tsuyoshi Akiyama³, Akio Sagara³

¹島根大院・総理工, ²九州大・応力研, ³核融合研

¹Department of Materials Science, Shimane University, ²Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, ³National Institute for Fusion Science

1. 目的

燃焼プラズマを取り扱う将来の核融合炉において、長時間安定したプラズマの制御と炉の安全維持を達成するためには、プラズマ対向壁の表面特性を正確に把握することが必要である。対向壁の表面特性はプラズマから漏洩する水素同位体やヘリウム(He)粒子などに曝されることによって時々刻々変化しているが、実時間で対向壁の特性評価に関する研究例はほとんどない。本研究は、実時間測定に応用できる光反射率測定を、対向壁の特性変化を定量的に評価する診断手法として提案することを目標としている。これまでのLHD プラズマに曝した試料の光反射率測定から有意な変化が捉えられているが、今回は実時間での反射率スペクトルを測定することで、その実用性について考察した。

2. 実験方法

反射率の測定には、炉内設置ミラー(SUS316, レトロリフレクター), および光源には波長範囲が450~2000nmのスーパーコンデンウム光源を用いた。LHDの17サイクルプラズマ実験前のNe, Hグロー放電下における実時間での反射率スペクトルを測定した。

3. 実験結果

図1にNeグロー放電時の反射率スペクトルの時間依存性を示す。放電時間の増加に伴い、スペクトルは測定波長域にわたり全体的な強度低下を示した。これまでの研究から、不純物堆積のほとんどない損耗優位な曝露試料において、スペクトル形状を維持した全体的な反射率低下が観察されており、Neグロー放電においてもスパッタリングによる損耗が支配的な表面変化が起こったものと考えられる。さらに、損傷の程度が既知のスペクトルと比較することで、表面近傍の損傷状態を実時間で推測できることが期待される。

図2にHグロー放電時の反射率スペクトルの時間依存性を示す。スペクトル形状は時間とともに変化しており、Neグロー放電時とは異なるスペクトルが得られた。不純物堆積層を有する試料では、膜厚に依存したスペクトル形状の変化が確認されており、本スペクトル形状の変化から、比較的薄い堆積層が形成しているものと考えられた。Hグロー放電においては、化学スパッタリングによる炭化水素が発生し、それらがミラー表面へ再堆積したものだと考えられる。

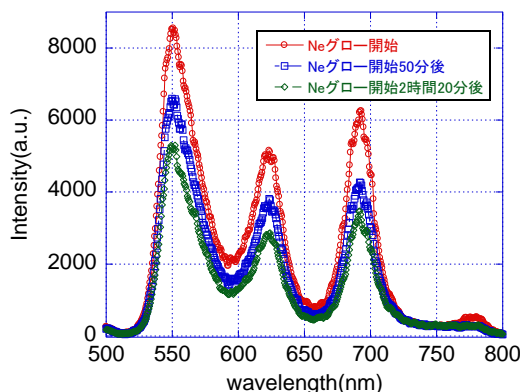


図1 Ne グロー放電中の
反射率スペクトルの時間依存性

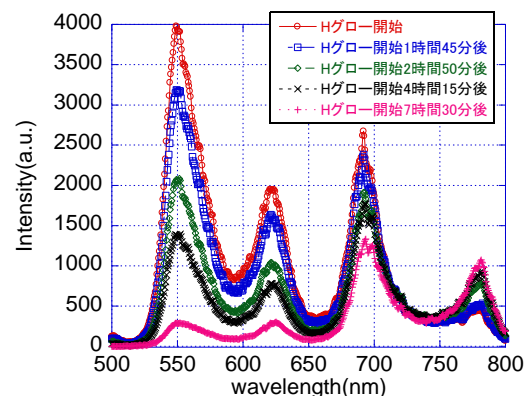


図2 H グロー放電中の
反射率スペクトルの時間依存性