

LHD実機プラズマに曝した対向材料の光学特性評価

Evaluation of reflectivity for plasma facing materials exposed to LHD plasmas

山本将寛¹, 宮本光貴¹, 吉田直亮², 時谷政行³, 相良明男³, 波多野雄治⁴
 Masahiro Yamamoto¹, Mitsutaka Miyamoto¹, Naoaki Yoshida², Masayuki Tokitani³, Akio Sagara³,
 Yuji Hatano⁴

¹島根大院・総理工, ²九州大・応力研, ³核融合研, ⁴富山大・水素研

¹Department of Materials Science, Shimane University, ²Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, ³National Institute for Fusion Science, ⁴Hydrogen Isotope Research Center, University of Toyama

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はほとんど報告されていない。本研究は実時間測定に応用できる光反射率を用いて、対向壁の特性変化を定量的に評価し診断に応用することを目指した。

2. 実験方法

試料にはタングステンとステンレス(SUS316L)を用い、核融合科学研究所のLHDにてプラズマ曝露した試料と未照射試料の光学特性評価を行った。一方で、比較のためにHeイオン照射をあわせて行った。光学特性評価には波長範囲が約240~800nmの分光エリプソメーターと分光光度計、長波長側の測定として1500~20000nmのフーリエ変換赤外分光光度計

(FT-IR)を用いた。また、試料の微細組織観察を行うためTEMを用い、表面からの深さ方向の元素濃度分布を調べるためGD-OESを用いた。

3. 実験結果

図1は、LHDにおいてプラズマ曝露したステンレス試料の反射率の波長依存性を示す。表面に不純物の堆積がほとんどない場合は、照射条件が3keV, 10²¹He/m²のイオン照射した試料と良い一致が見られた。このことから、試料の損傷状態はHeイオン照射のものと同程度であり、LHDプラズマに曝した試料においてもHeによる損傷が支配的であることが示唆された。

一方、堆積が顕著な場合は波長依存性がイオン照射の場合と大きく異なる結果が得られた。分析の結果から、堆積層の主成分は炭素であり、膜厚が厚くなると反射率が上がり始める波長(図1中の⇒)が高波長側へ移ることも分かった。図2にTEMを用いて不純物堆積厚さを測定した結果と反射率が上がり始める波長の関係を示した。両者の間には比例関係が存在すると推測でき、光学測定による不純物堆積層の定量評価の可能性を示唆している。

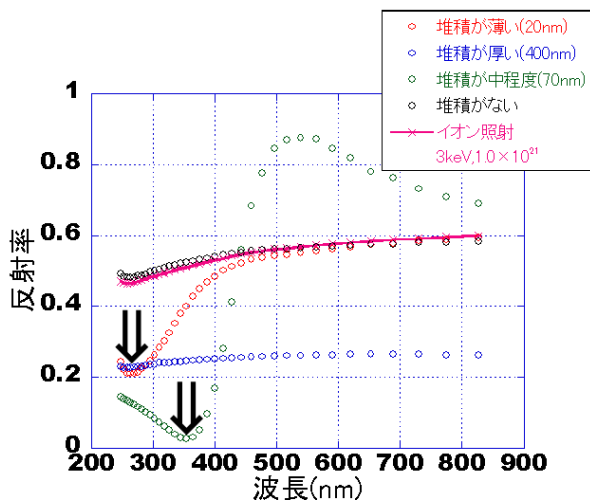


図1 プラズマ曝露された SUS試料反射率の波長依存性

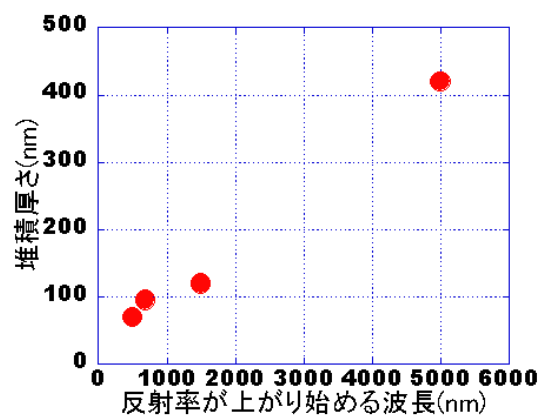


図2 堆積厚さと反射率が
上がり始める波長