

ディスラプションを模擬したレーザー熱入射におけるタングステンの吸収率測定

Measurement of Tungsten Optical Absorption Rate for Laser Irradiation Simulating Disruptions

吉川悟¹, 伊庭野健造¹, Lee Heun Tae¹, 井上大輔¹, 前地剛¹, 上田良夫¹
Satoru Yoshikwa¹, Kenzo Ibano¹, Lee Heun Tae¹, Daisuke Inoue¹, Takeru Maeji¹, Yoshio Ueda¹,

阪大院工¹

Graduate School of Engineering, Osaka University¹

1. はじめに

核融合炉内ダイバータ材料の候補としてタングステン(W)が挙げられている。ディスラプション等により高い熱負荷を受けると、Wは溶融や突沸といった様々な挙動を示すことが予想される。溶融層を実験室規模で生成しその挙動を観察するにはレーザー熱入射が有効である。しかしレーザーの吸収率には一般に温度依存性があると考えられており、実験から融点以上における粘性や熱伝導率の評価を行うためにはWの吸収率を正確に知る必要がある。そのため本研究では溶融層をレーザー加熱により生じさせレーザー光の吸収率を調べた。

2. 実験

板状のW試料(寸法:10D*10W*1t (mm))を超高真空中に設置し、その表面にNd-YAGレーザー(波長1064 nm)を半径0.3 mmの円形スポットに集光して照射した。加熱された試料表面からの黒体放射光を2分割し、それぞれの光を800 nmと450 nm、2種類のバンドパスフィルタを通過させてフォトダイオードで計測しその強度比を計算することで試料表面の温度を導出した。また試料裏面にはK型熱電対を溶接しておき、試料全体の温度上昇量を計測した。

レーザー照射前後の試料の温度変化から吸収されたエネルギーを計算しレーザー光のWへの吸収率を計算した。レーザーのエネルギーはパルス幅を1 ms, 2 ms, 3 msと変化させることにより3.0 J, 6.1 J, 9.5 Jと変化させ、それぞれ3回ずつ試験した。

3. 結果

照射したレーザーのエネルギーと試料表面温度および試料温度上昇の関係を図1に示す。短波長のバンドパスフィルタを用いたことにより、Wの融点を越える4000 K以上の表面温度が測定できた。図1に示すように、レーザーのエネルギーが増加しても表面温度は増加せず、どの照射エネルギーでも5000 K程度で飽和している。一方で試料全体の温度上昇量はレーザーエネルギーが増加するにつれて増加する。試料温度上昇の測定結果から平均の吸収率を計算すると、Wの吸収率はレーザーのエネルギーの増加に対して顕著な変化は見られなかった。この結果から融点以上の温度における吸収率は室温の吸収率と比べて大きく変化しないことが示唆された。さらにレーザーパルスの波形を多段パルスなどに変化させ、Wの表面状態を変化させることで各表面温度における吸収率が求まった。

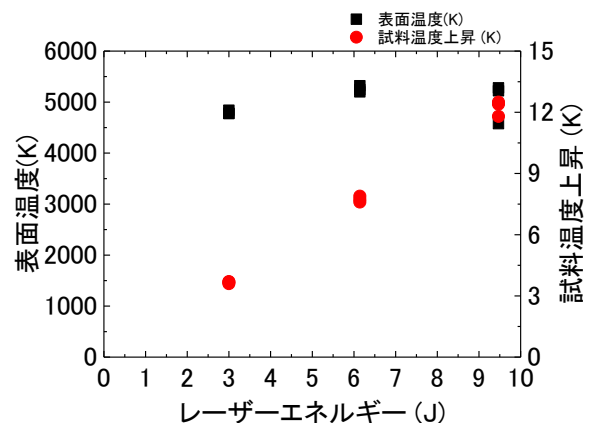


図1. レーザーエネルギーと温度の関係