

CNNによる画像処理を用いたタングステン溶融面からの熱負荷履歴推定

Estimation of Thermal Load History from Tungsten Melting Surface Using CNN Image Processing

松嶋健吾¹、伊庭野健造¹、斉藤晶¹、境康貴、リハンテ¹、上田良夫¹
 Kengo Matsushima¹, Kenzo Ibano¹ Sho Saito¹, Sakai Kouki¹, Heun Tae Lee¹,
 Yoshio Ueda¹

¹:大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻

¹: Graduate School of Engineering, Osaka University

1 Introduction

タングステン (W) は、ダイバータの主要な候補材料である。現在の課題は、過渡現象時の高熱流束負荷の影響を受けた W 表面溶融による液滴放出と劣化である。過渡現象時には数 GW/m²の高熱負荷が入射するが、入射する熱負荷の大きさや波形と W の溶融や変成の程度、損耗量との関係が完全に理解されているとは言い難い。本研究ではレーザー熱負荷により、W試料にディスラプション様熱負荷を与え照射後の溶融痕を観察した。溶融痕画像から、与えられた過渡熱負荷を推定する機械学習モデルを作成した。アルゴリズムは畳み込みニューラルネットワークを利用した。モデルを用いて、Wに与えられた熱負荷のエネルギー、時間波形、最高熱負荷などをパラメータとした場合の分類を試みた。本研究により、過渡熱負荷における溶融挙動に対し、最も影響の大きい因子は最高熱負荷であることが示唆された。

2 Experiment

レーザー照射は W 板に対して波形の形状、パルス幅(~5ms)、ピークパワー(~10kW)をパラメータとして変化させて行った。波形の形状は三種類の三角波と矩形波を用いた。その結果 46 種類の波形の溶融痕画像が取得された。溶融痕の画像はレーザー顕微鏡を使用し取得した。取得した画像から波形の形状、照射により W 板に与えられた総エネルギー、ピークパワーを目的変数としたデータセットを作成しそれぞれを DS1、DS2、DS3 とした。また、46 種類の波形を目的関数としたデータセットを DS4 とした。それらに対して画像処理分野で有効である畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を用いた機械学習を行った。

3 Result

すべてのデータセットに対して画像は正規化、標準化を行ったものを用いた。AlexNet を模したモデルを用いて 50epoch のパラメータ更新を行った結果、分類精度はそれぞれ DS1 では 95%、DS2 は 85%、DS3 は 92%、DS4 は 83%、となった。また、ResNet50 を用いたモデルで 300epoch のパラメータ更新を行った結果、分類精度はそれぞれ DS1 では 100%、DS2 は 91%、DS3 は 100%、DS4 は 99%であった。今回の結果から最も影響の大きい因子はピークパワーであることが示唆された。

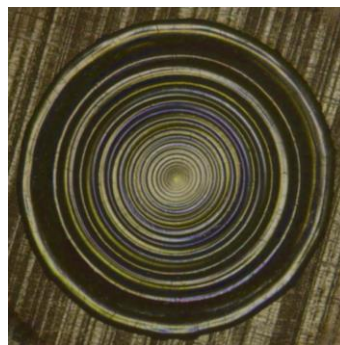


図 1 矩形パルスレーザー照射時の射痕



図 2 DS4 に対して ResNet50 を用いたモデルで 300epoch パラメータ更新を行った時の学習曲線