

深層学習を用いたガラスのレーザー穴開けシミュレータの構築

Developing a Laser Drilling Simulator for Glass Using Deep Learning

東大物性研¹, °島原 光平¹, 谷 峻太郎¹, 小林 洋平¹

ISSP, Univ. Tokyo¹, °Kohei Shimahara¹, Shuntaro Tani¹, Yohei Kobayashi¹

E-mail: kshimahara@issp.u-tokyo.ac.jp

ガラスは誘電率が低く安価であるため、次世代の半導体回路基板の有力材料として注目されている。ガラス基板に微細孔を高速・高品質に開ける技術として、超短パルスレーザーを用いた加工への期待が高い。微細孔の形状・品質はレーザーのパラメータやガラスの種類に大きく依存するため[1]、最適な加工条件の効率的探索には計算機上で加工結果を予測するシミュレータが肝となる。ガラスのレーザー加工のシミュレータとしては、フラウンホーファー研究機構による現象論的モデルが実験と良い一致を示しているが [2]、その予測範囲は深さ数 10 μm にとどまり、莫大な計算コストがかかる。そこで我々は深層学習技術に着目し、実用的なスケールの加工(深さ数 100 μm)について高速に予測が行えるシミュレータの構築に取り組んでいる。本発表では、レーザー照射によるガラスの微細孔の成長過程を予測するシミュレータ構築について報告する。

深層学習技術は、深層ニューラルネットワーク(DNN)という計算機上の構造に、データから規則性を自動で学習させる技術である。本研究では、大量のガラスの加工データを学習データとして用意し、ガラスの初期状態とパルスエネルギーから 10 パルス照射毎の微細孔の形状変化を予測する DNN を構築した。学習済の DNN は、深さ 400 μm の微細孔の成長過程について数 10 ms で予測を行う(図 1)。また、学習データに含まれない加工条件についても精度良く実験データを再現する(図 2)。本発表では、DNN の構築過程を説明し、DNN の構造と予測精度の関係について議論する。本研究の一部は、NEDO 委託事業「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」および SIP 委託事業「光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術」により実施した。

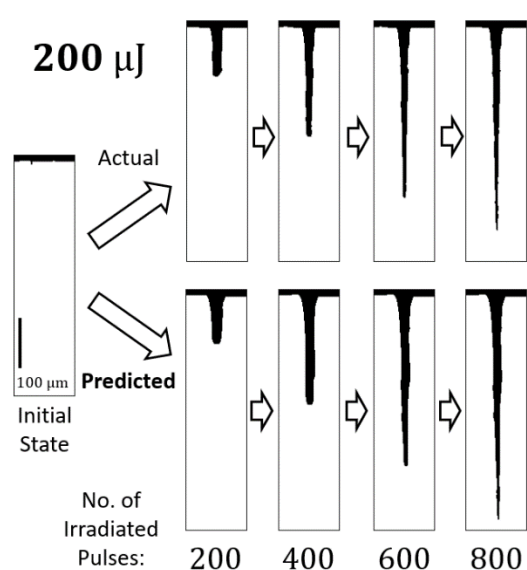


Fig 1. Time frames of the microchannel under laser irradiation as predicted by the trained DNN(bottom row), and the corresponding experimental data(top row). The pulse energy was fixed to 200 μJ .

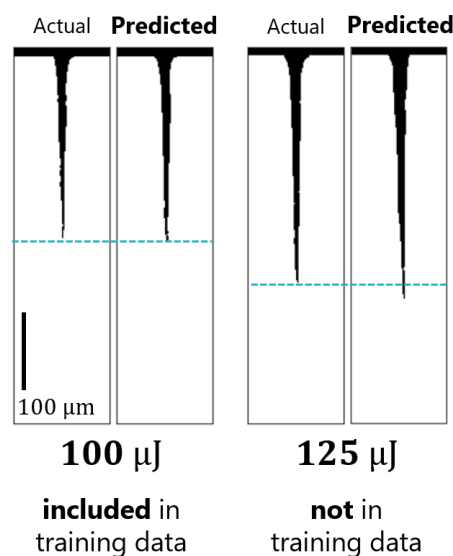


Fig 2. Final shape of the microchannel predicted by the DNN(right side of each column) and the corresponding experimental data(left side). The DNN reproduces experiments for conditions both included(100 μJ) and not included(125 μJ) in the training data.

[1] J. Krüger et al., Appl. Surf. Sci., 127-129 (1998) [2] M. Sun et al., Opt. Express 21, 7858-7867 (2013)