任意波形ナノ秒パルスレーザーによる表面加工の時間波形依存性評価

Evaluation of waveform-dependent surface processing with an arbitrary-waveform nanosecond pulse laser

東大物性研[1]，○遠藤 翼[1]，谷 峻太郎[1]，小林 洋平[1]

ISSP, Univ. Tokyo[1], ○Tsubasa Endo[1], Shuntaro Tani[1], Yohei Kobayashi[1]

E-mail: t.endo@issp.u-tokyo.ac.jp

短パルスレーザー加工は多様な材料を高速かつ精密に加工するユニークな手段として産業で広く用いられ，さらなる高効率・高品質化に向けて，根底をなす物理の理解を目指す研究が盛んに行われている。レーザー光による物質のマクロな破壊過程を解明するためには，格子スケールでのエネルギー伝播，拡散に対する理解が不可欠である。とくに，レーザーパルスの包絡関数が破壊の過程に関与することが知られており，パルス幅やパルス間隔による加工最適化が進められている[1-3] 。照射されたエネルギーの時空間発展が破壊現象を支配することから，多種多様な入射エネルギー密度の時間発展に対する物質の応答を明らかにすることができれば，破壊を引き起こすエネルギーの時空間ダイナミクスを逆問題として明らかにできることが期待される。そこで我々はパルスの時間形状を任意制御できるナノ秒パルスレーザー加工系を構築し[4]，任意パルス形状が加工に与える影響を調べている。今回我々は，波形依存性について単一パルス内での効果と複数パルス間での蓄熱の効果を分離するために，シングルショットで加工する実験系を構築した。

目標の時間波形を Fig. 1 に示す。熱拡散シミュレーションにより，この波形のパルスを照射すると SUS304 試料表面が融点温度に保たれることが期待される。前回発表までの実験系では熱の蓄積効果があったため，今回ガルバノスキャナを導入してパルス列を 1 パルスごとに空間的に分離する系を構築した (Fig. 2)。中心波長 1030 nm，繰り返し周波数 100 kHz，継続時間 800 ns，パルスエネルギー60 μJ である任意時間波形パルスを加工試料に照射することができる。そこで，単一パルス内の時間波形を変化させ, 加工結果を比較してゆく。この結果については当日報告する。

本成果の一部は NEDO 委託事業「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」により得られたものである。

[1] B. N. Chichkov, et al., *Appl. Phys. A* **63**, 109-115 (1996). [2] C. Kerse, et al., *Nature* **537**, 84-88 (2016).
[3] V. I. Babushok, et al., *Spect. Act. B* **61**(9), 999-1014 (2006).
[4] 遠藤 翼 他 第 66 回応用物理学会春季学術講演会 10p-M114-9 (2019).

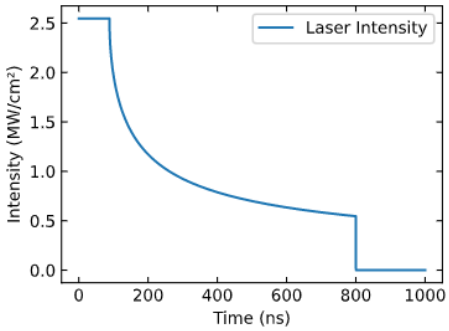

Fig. 1. A waveform predicted by a simulation of the heat diffusion to maintain the temperature of the surface of a stainless steel sample to the melting point for 700 ns.

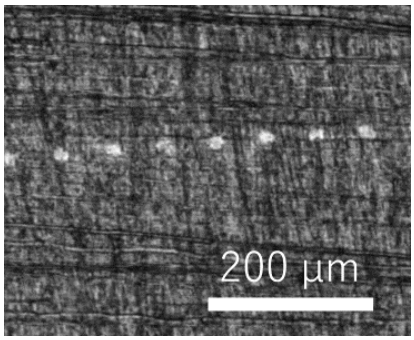

Fig. 2. A micrograph image of a processed titanium sample. Circle marks each irradiated by a single pulse were observed.

© 2021年 応用物理学会