

フェムト秒レーザーダブルパルスからシリコンへのエネルギー移行の波長依存性

Wavelength dependence of energy transfer from femtosecond laser double pulse to silicon

東大工¹, 東大院工² ◯(B)具志堅 英雄¹, 谷 水城², 石川 顕一²

The Univ. Tokyo, Faculty of Engineering¹, The Univ. Tokyo, School of Engineering²,

◯Eiyu Gushiken¹, Mizuki Tani², Kenichi L. Ishikawa²

E-mail: gushiken-eiyu20003@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

フェムト秒レーザーアブレーションは、極めて狭いパルス幅のレーザー光を物質表面に照射することで熱的影響を抑えた精密加工を可能にする技術である。加工効率の観点から、照射したパルスのエネルギーに対する物質が吸収した総エネルギーの割合が大きいことが望ましい。近年、GHz バーストモード[1]や 2 波長パルス照射[2]によるアブレーション効率の増大が報告されている。このような背景を踏まえ、我々の研究室ではこれまでに高強度フェムト秒レーザーのパルス分割がエネルギー吸収量に及ぼす影響[3]や、紫外域と赤外域のパルスの混合照射によるエネルギー吸収量の増大[4]に関する研究に取り組んできた。本研究ではフェムト秒ダブルパルスをシリコンに照射した際のエネルギー吸収量が波長の組み合わせによってどう変わるかを明らかにすることを目的とし、オープンソース計算プログラム SALMON[5]を用いて時間依存密度汎関数理論(TDDFT)に基づく計算を行った。シミュレーションでは Fig.1 のような電場波形(ピーク強度 5.0×10^{12} W/cm²、パルス幅 30 fs)の高強度ダブルパルスについて、各パルスの波長を 515 nm, 1030 nm, 2060 nm に変化させ、Si 単位胞に照射した場合のエネルギー吸収量を計算した。Fig.2 にその結果を示す。第 1 パルスによるエネルギー吸収は波長にあまり依存しないのに対して、総エネルギー吸収は波長の組み合わせによって大きく異なり、第 1 パルスが短波長、第 2 パルスが長波長である場合に大きくなるのがわかる。

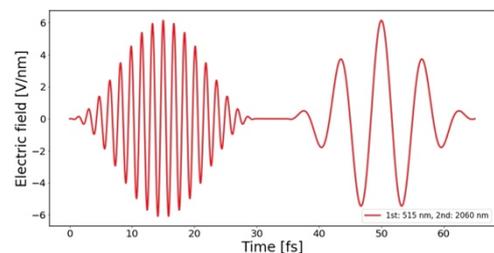


Fig. 1: Incident laser electric field.

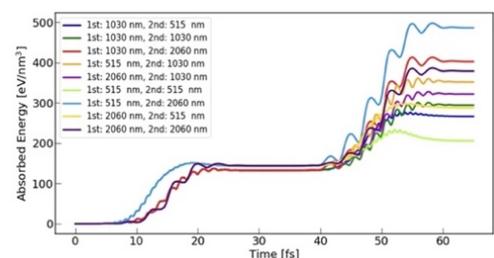


Fig. 2: Time variation of energy absorption.

[1] C. L. Francesc, K. Obata, and K. Sugioka. *Int. J. Extrem. Manuf.* **4**, 105103 (2022).

[2] X. Yu, Z. Chang, P. B. Corkum, and S. Lei, *Opt. Lett.* **39**, 19 (2014).

[3] 堀井大樹, 谷水城, 加藤洋生, 篠原康, 石川顕一, 第 83 回応用物理学会秋季学術講演会 23a-C301-11 (2022).

[4] M. Tani, K. Sasaki, Y. Shinohara, and K. L. Ishikawa. *Phys Rev. B* **106**, 195141 (2022).

[5] Web site of SALMON. <http://salmon-tddft.jp/>.