極端紫外線フェムト秒パルスによる誘電体のレーザー加工

Laser Processing of Dielectrics by Extreme Ultraviolet Femtosecond Pulses

産総研 [1]，東大 [2]，量研 [3]，宇都宮大 [4]，早稲田大 [5]　○澁谷達則 [1]，坂上和之 [2]，ヂンタンフン [3]，高橋孝 [1,2]，石野雅彦 [3]，東口武史 [4]，鷲尾方一 [5]，田中真人 [1]，小川博嗣 [1]，錦野将元 [3]，小林洋平 [2]，黒田隆之助 [1]

°AIST [1], UTokyo [2], QST [3], Utsunomiya Univ. [4], Waseda Univ. [5], °Tatsunori Shibuya[1], Kazuyuki Sakaue[2], Thanh-Hung Dinh[3], Takashi Takahashi[1,2], Masahiko Ishino[3], Takeshi Higashiguchi[4], Masakazu Washio[5], Masahito Tanaka[1], Hiroshi Ogawa[1], Masaharu Nishikino[3], Yohei Kobayashi[2], Ryunosuke Kuroda[1]

E-mail: t-shibuya@aist.go.jp

近年の自由電子レーザー技術の発展に伴い、極端紫外線領域でも時空間的に高密度な光パルスを利用することが可能となってきた。これまで、レーザー加工の分野では紫外線から遠赤外線領域にまたがる様々なレーザー波長を用いて物質との非線形な相互作用が研究されており、特に誘電体においては短波長及び短パルス化が加工特性に大きな影響を与えることが知られている。しかしながら、光源の波長選択性は乏しく、特に 150 nm 以下の波長領域を調査することは容易ではない。そのため、真空紫外線領域以下での加工特性についてはほとんど理解されていない。

本研究では、この極端紫外線領域での誘電体加工特性を明らかにするために、FEL ベースの高強度極端紫外線光源を用いてその損傷閾値と深掘り加工による加工モルフォロジーの調査を行う。FIG. 1(a)では、これまでに報告されている可視及び赤外線フェムト秒レーザー加工と本研究で得られた極端紫外線フェムト秒レーザー加工でのアブレーション閾値の比較を示した。また、FIG. 1(b)には、極端紫外線レーザーを用いてマルチショット加工した際の合成石英のレーザー顕微鏡画像を示しており、ガラスの加工で問題となる亀裂現象が極めて少ないことがわかった。

また、本成果の一部は NEDO 委託事業によるものである。

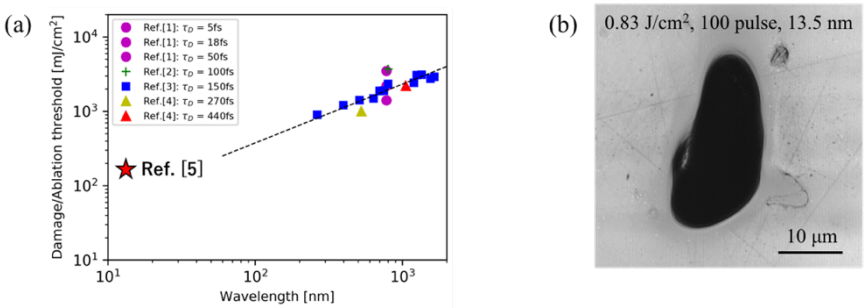

FIG. 1: The results of EUV femtosecond laser processing for (a) single-shot damage/ablation threshold and (b) multiple-shot crater morphology.

参考文献

[1] M. Lenzner et al., Phys. Rev. Lett. **40**, 4076 (1998), [2] L. Gallais et al., J. Appl. Phys. **117**, 223103 (2015), [3] T. Q. Jia et al., Phys. Rev. B **73**, 054105 (2006), [4] B. C. Stuart et al., Phys. Rev. Lett. **74**, 2248 (1995), [5] T. Shibuya et al., Appl. Phys. Lett. **113**, 171902 (2018)