

テール付き短パルス CO<sub>2</sub> レーザーによる合成石英の加工特性Processing of fused quartz glass by a short pulse CO<sub>2</sub> laser with pulse tail山梨大工<sup>1</sup>, 阪大レーザー研<sup>2</sup>○山本 拓哉<sup>1</sup>, 渡邊 美裕<sup>1</sup>, 宇野 和行<sup>1</sup>, 秋津 哲也<sup>1</sup>, 實野孝久<sup>2</sup>Univ. Yamanashi<sup>1</sup>, ILE, Osaka Univ.<sup>2</sup>,○Takuya Yamamoto<sup>1</sup>, Miyu Watanabe<sup>1</sup>, Kazuyuki Uno<sup>1</sup>, Tetsuya Akitsu<sup>1</sup>, Takahisa Jitsuno<sup>2</sup>

E-mail: g15mh018@yamanashi.ac.jp

## 1. 研究背景・目的

ガラスはフラットディスプレイパネルや情報端末, 太陽光パネル, 運輸機器, 光学機器, 生活用品などの多岐の分野でよく利用される材料である。しかし, ガラスはクラックが生じやすいため, 微細加工の困難な材料である。短パルス CO<sub>2</sub> レーザーでは, ガラスのクラックレス加工が可能である。我々の開発した軸方向放電励起 CO<sub>2</sub> レーザーは, 媒質ガス (ガス圧, 混合比) の調節により同一レーザー管から様々なレーザーパルス波形の発振が可能である[1]。

本研究の目的は, レーザーパルスを制御した短パルス CO<sub>2</sub> レーザーによる合成石英ガラスの加工特性の調査である。

## 2. 実験

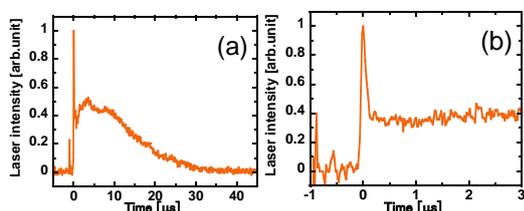


Fig. 1. レーザーパルス時間波形.

(a) 全体図, (b) 拡大図.

Fig. 1 は本実験で用いたレーザーパルス波形である。レーザーパルス全体の出力エネルギーは 41.9 mJ であり, 尖頭パルス幅は 142 ns, パルステール長は 43.2 μs, 尖頭パルスエネルギーは 0.98 mJ であった。

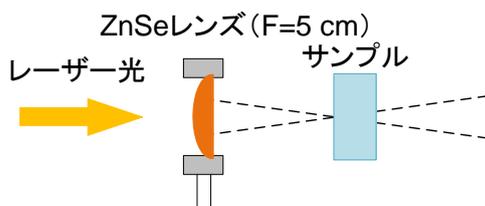


Fig. 2. 加工試験模式図.

Fig. 2 は本実験における加工試験模式図である。

本実験では, サンプルの位置と焦点面の間隔によるフルエンスの制御と減衰器によるフルエンスの制御が行われた。CO<sub>2</sub> レーザーは, 各フルエンスにおいて周波数 3 Hz でサンプルに照射された。

## 3. 結果

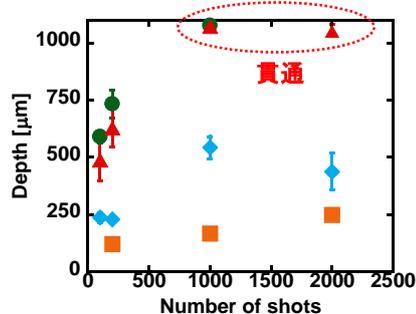


Fig. 3. 加工深度の照射数依存特性.

シンボルは, スポット径とフルエンスを示す.

●: インフォーカス 2 mm, 863 μm, 7.2 J/cm<sup>2</sup>,▲: 焦点 845 μm, 7.5 J/cm<sup>2</sup>,◆: アウトフォーカス 2 mm, 1045 μm, 4.9 J/cm<sup>2</sup>,■: アウトフォーカス 4 mm, 1233 μm, 3.5 J/cm<sup>2</sup>.

Fig. 3 はサンプルの位置と焦点面の間隔によりフルエンスが制御された場合の合成石英の加工深度特性である。加工深度はすべてのフルエンスにおいて 1000 shot 以上で増加しないことが明らかとなった。ただし, フルエンスフルエンス 7.2 J/cm<sup>2</sup> またはフルエンス 7.5 J/cm<sup>2</sup> の条件では, 1000 shot と 2000 shot において 1 mm 厚の合成石英を貫通した。加工深度は, フルエンスの増加に応じて増加した。加工深度は, 4 mm のアウトフォーカスによるフルエンス 3.5 J/cm<sup>2</sup> のとき, 1000 shot において 166 μm であった。フルエンス 7.5 J/cm<sup>2</sup> では, 加工深度は 1071 μm (貫通) であった。加工深度の変化は, サンプル位置による焦点深度の変化とフルエンスの増減による影響であると考えられる。

## 4. 参考文献

[1] K. Uno, et al., Proc. SPIE, 9350 (2015)

93501E.