

軸方向放電励起 CO₂ レーザーによるガラスの穴あけ加工

Glass drilling by longitudinally excited CO₂ laser

山梨大¹, 阪大レーザー研² °馬場善仁¹, 渡會翔平¹, 坂本康平¹, 宇野和行¹, 實野孝久²

Univ. Yamanashi¹, ILE, Osaka Univ.², °Yoshihito Baba¹, Shohei Watarai¹, Kohei Sakamoto¹,

Kazuyuki Uno¹, Takahisa Jitsuno²

E-mail: kuno@yamanashi.ac.jp

1. 背景・目的

ガラスは、建築物や自動車、家具、スマートフォンなど身の回りの様々な物に用いられている。そのため、ガラスの加工技術の高効率・高品質化は、産業分野の大きな発展に繋がる。ガラスは、CO₂ レーザーの発振波長である 9.2 μm—11.4 μm の光を高く吸収する。高効率・高品質な CO₂ レーザー加工では、レーザーパルス波形の制御が重要となる。我々は、レーザーパルス波形の制御が可能な小型で単純な装置の実現のために、軸方向放電励起 CO₂ レーザーの研究を行ってきた。これまでに小型で単純な装置によるレーザーパルス波形（テールフリー短パルス、テール付き短パルス、長パルス）の制御が実現した[1]。本研究では、軸方向放電励起 CO₂ レーザーによる厚さ 120 μm のホウケイ酸ガラスの高効率・高品質な穴あけ加工の条件が調査された。

2. 実験装置

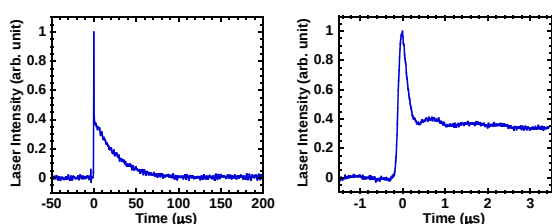


Fig. 1. Laser pulse waveform.

本研究では、4 種類のテール付き短パルスが用いられた。Fig. 1 は、レーザーパルス波形の一例を示す。Fig. 1 のレーザーパルスは、尖頭パルス幅 300 ns、テール長 93.6 μs、尖頭パルスに対するテールのエネルギー比 1:33 のテール付き短パルスであった。レーザーの繰り返し周波数は 300 Hz であった。サンプルに対する冷却やデブリ除去のためのアシストガスは用いられなかった。集光レンズの焦点距離は 5 cm であり、集光レンズの焦点位置がガラス表面になるよう設置された。このとき、1 パルスあたりのフルエンスは 29.8 J/cm² であり、焦点深度は 1.32 cm であった。ガラスに

は、厚さ 120 μm—170 μm のホウケイ酸ガラスが用いられた。本研究では、総照射フルエンス（1 パルスあたりのフルエンス×照射パルス数）に依存する成功率 S%（（クラックレスな穴あけが実現したサンプル数/サンプル数）×100）が調査された。

3. 実験結果

Fig. 2 は、サンプルの表面写真とテール付き短パルスにおける総照射フルエンスに依存するクラックレス穴あけ加工の成功率の一例である。適切な照射条件において、テール付き短パルスの繰り返し周波数 300 Hz によるアシストガス不要な穴あけ加工が実現した。本研究では、Fig. 1 のレーザーパルス波形において、1 パルスあたりのフルエンス 29.8 J/cm² では、総照射フルエンスが 596 J/cm²—894 J/cm² の範囲で成功率が 100% であった。詳細は、発表にて報告する。

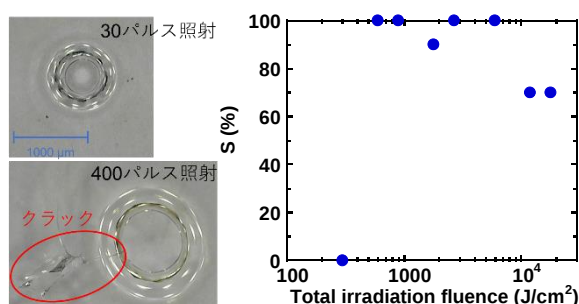


Fig. 2. Picture of sample surface and dependence of S on total irradiation fluence.

謝辞

研究成果の一部は、JST A-STEP シーズ育成タイプ（AS3015041S）によるものである。

本研究は、精電舎電子工業株式会社の支援を受けている。

参考文献

[1] K. Uno, T. Yamamoto, T. Akitsu, T. Jitsunno, “Glass drilling by longitudinally excited CO₂ laser with short pulse”, Proceedings of SPIE, 9350, 93501E (2015).