

## 17a-F3-8

ナノ秒パルス CO<sub>2</sub> レーザーを用いた合成石英加工時に生じる加工特性の変化Change in Ablation Properties of Quartz during ns-Pulsed CO<sub>2</sub> Laser Irradiation

渡邊 陽介, 池上 浩, 山崎 恒太, 大久保 智幸, 中村 大輔, 岡田 龍雄 (九州大学)

Y. Watanabe, H. Ikenoue, K. Yamasaki, T. Ohkubo, D. Nakamura, T. Okada (Kyushu Univ.)

E-mail: y\_watanabe@ees.kyushu-u.ac.jp

## 1. はじめに

我々は、Q-スイッチパルス CO<sub>2</sub> レーザーを用いた合成石英加工の実験で、繰返し周波数を高くすることで、蓄熱効果が生じ、加工が促進されることを示してきた[1]。本報告では、蓄熱効果の影響を同一にするため、パルス CO<sub>2</sub> レーザーの平均出力を一定とした時の加工深さの照射フルエンス依存性を調べ、吸収係数の変化の平均出力依存性を求めたので、その結果を報告する。

## 2. 実験

加工に用いたレーザーは、Q-スイッチ CO<sub>2</sub> レーザーであり、パルス幅は 10 ns、ビーム径は  $\phi$  50  $\mu\text{m}$ 、繰返し周波数は 5 kHz から 100 kHz まで設定可能である。フルエンスの調整は平均出力が一定となるように繰返し周波数を変化させることで行った。

被加工物に用いた基板は、合成石英であり、加工形状及び加工深さは側面より光学顕微鏡で観察した。

## 3. 結果及び考察

Fig. 1 にフルエンス 5 J/cm<sup>2</sup>での加工深さの周波数依存性を示す。横軸は shot 数、縦軸は加工深さ D [ $\mu\text{m}$ ] を示しており、繰返しを 5 kHz から 10 kHz に増加させると蓄熱効果により加工が促進されることが確認出来る。1 パルス辺りの加工深さは次式で求められる[2]。

$$\Delta D = \frac{1}{\alpha} \ln \left( \frac{F_i}{F_{th}} \right) \quad (1)$$

ここで、 $\alpha$  は吸収係数、 $F_i$  は入射フルエンス、 $F_{th}$  は加工閾値である。 $\Delta D$  は、加工深さ D が照射回数に対して線形とみなせる領域より求めた。

この時レーザーの平均出力は 0.6 W ~ 1.8 W であり、求められた  $\Delta D$  とフルエンスの関係性を Fig. 2 に示す。Fig.2 より  $\Delta D$  は  $F_i$  に対して対数依存性を示し(1)式が成立することを示している。求められた  $F_{th}$  と  $\alpha$  の関係を Fig. 3 に示す。平均出力は基板温度の上昇と対応していると考えられ、レーザー照射中の基板温度上昇に伴い吸収係数が上昇し、加工閾値が低下することが分かる[3]。

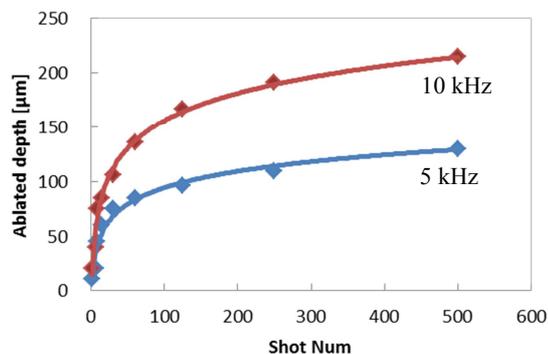


Fig. 1 The ablated depth for Num. of shot

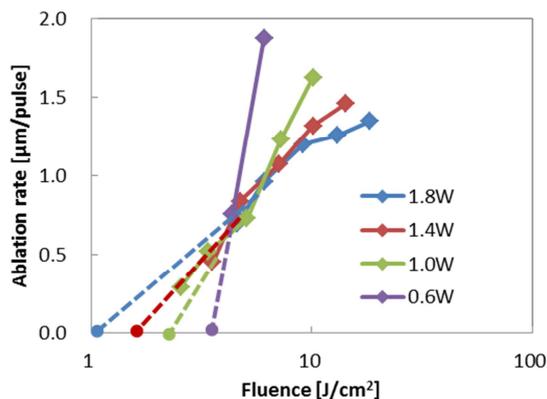
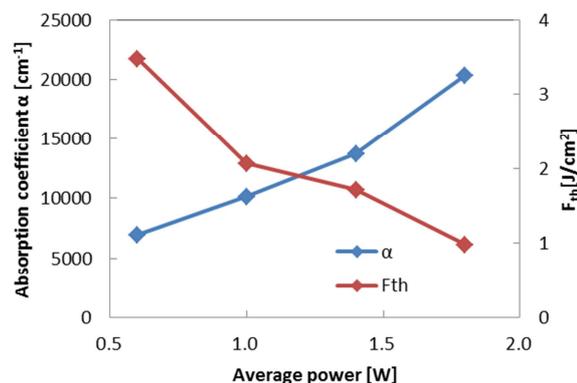
(F = 5 J/cm<sup>2</sup>, f = 2.5°, Repetition rate : 5kHz, 10 kHz)

Fig. 2 Correlation of ablation rate with incident fluence

Fig. 3 The shift of  $\alpha$  and  $F_{th}$  on each average power

## 参考文献

- [1] K. Yamasaki et al., LAMP (2013.7)
- [2] A. A. Tseng et al., Opt. Lasers Eng., vol.45, 975(2007)
- [3] R. Kitamura et al., Opt. vol. 46, 8118 (2007).