

セラミックスの超短パルスレーザー加工における非熱的/熱的加工境界 Nonthermal / Thermal Process Boundary in Ultrashort Pulse Laser Drilling of Ceramics

産総研¹, 東大物性研² °奈良崎 愛子¹, 高田 英行¹, 吉富 大¹, 鳥塚 健二¹, 小林 洋平²

AIST¹, Univ. of Tokyo², °Aiko Narazaki¹, Hideyuki Takada¹, Dai Yoshitomi¹,

Kenji Torizuka¹, Yohei Kobayashi²

E-mail: narazaki-aiko@aist.go.jp

我々は、非熱的/熱的レーザー加工境界探索とその制御による加工高品位化を目指し、パルス幅を広範に可変できるレーザー加工装置（波長 1033 nm、パルス幅 0.4～400 ps、繰り返し single～1 MHz）を開発した。今回は高熱伝導率セラミックスである窒化アルミニウム(AlN)を中心に、加工痕形状のパルス幅・ショット数依存性と非熱的/熱的加工境界について検討したので報告する。パルス幅 0.4 ps あるいは 70 ps、繰り返し 1 MHz、 $1/e^2$ ビーム径 42 μm 、ピークフルエンス 4.3 J/cm² とし、大気圧下で照射した。マルチショット照射時の熱影響評価のため、各加工点への照射パルス数を 10^n ($n=0\sim7$) で変化させた。Fig. 1 に加工痕のパルス幅 τ とショット数 N_s 依存性を示す。赤丸は SEM 像(b,c)に示す溶融再固化した内壁を持つ微細穴、青丸はそれ以外の LIPSS(e,f)の様な内壁を有する穴の形成条件に対応している。前者を熱的、後者を非熱的加工とすると、パルス幅の増加に伴い、低ショット数で熱的加工に移行する即ちマルチショット照射による熱蓄積が現れ易いことが分かる。また穴内壁の SEM-EDX 測定より、非熱的加工では組成変化を抑制できるが(g)、熱的加工では酸化が顕著であった(d)。以上の結果から、非熱的/熱的加工境界に着目したパラメータ最適化により、加工部位の形状・組成の緻密な制御による一層の加工高度化が期待される。

謝辞：この成果の一部は、NEDO の委託業務の結果得られたものである。

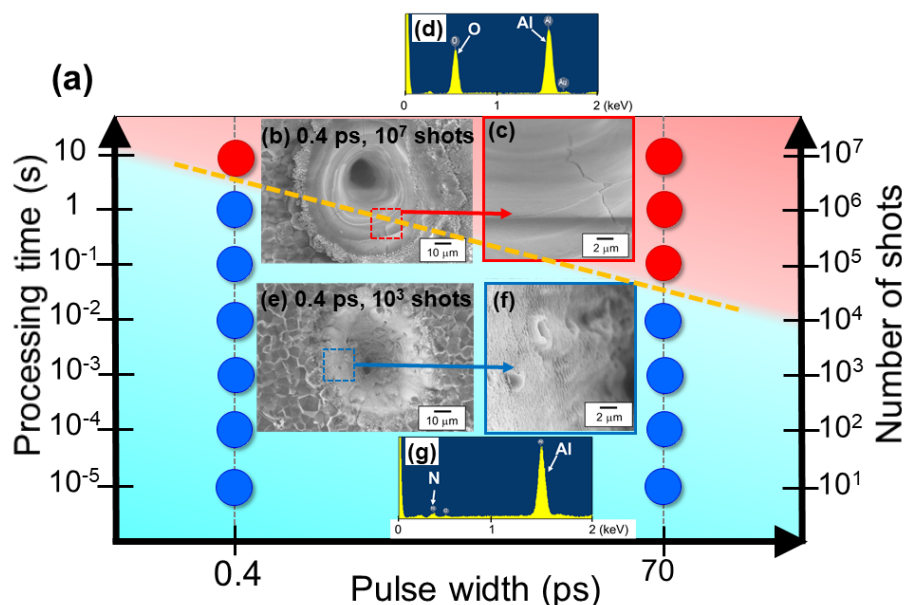


Fig. 1 (a) Morphology dependence on pulse width τ and number of shots N_s for AlN drilling. Red circles represent holes with molten and re-solidified inner walls like (b,c) while blue ones correspond to other types like LIPSS (e,f). EDX spectra are shown in (d) and (g) for $\tau = 0.4$ ps, $N_s = 10^7$ and 10^3 .