

レーザー穴加工におけるレーザー生成音を用いたレンズ位置制御

Control of lens position using laser-generated sound in laser drilling

宇都宮大オプティクス ○早崎 芳夫, 三浦 拓真, 熊谷 幸汰

Utsunomiya Univ. CORE, °Yoshio Hayasaki, Takuma Miura, Kota Kumagai,

E-mail: Hayasaki@cc.utsunomiya-u.ac.jp

プリント基板や IC チップのインターポーザや、エンジン燃料噴射ノズル、ステンレス注射針の穴加工が、フェムト秒レーザーにより実行され、電子機器や自動車、医療機器の製造において重要な役割を担う。レーザー穴加工において、ターゲットに対する適切な焦点位置調節は、加工品質や加工スループットの向上のために重要である。焦点位置の適切な調節は、初期および加工中のレーザー照射点の材料形状に依存するため、事前の実験による条件出しやリアルタイムモニタリングにより最適化される。レーザー照射に生成される多様な物理現象のうち、レーザー生成超音波は、照射されるレーザーパラメータと対象物の状態によって劇的に変化し、光学的な不透明材料での観測を可能とするため、深部での加工状況を間接的に知る手がかりとなる。

本研究では、レーザー穴加工における、レーザー生成音の音圧を変数として、対物レンズの位置を制御し、穴の深さと形状、加工スループットを指標として、その加工特性を評価する。

本発表では、ターゲットに集光照射した際の加工穴の深さと生成音の関係、一定の速度で対物レンズを近づけた際の穴深さと生成音の関係を明らかにし、生成音による穴加工の制御と生成音の周波数解析を行った結果を報告する。

Fig. 1 は実験システムを示す。フェムト秒レーザーパルス(中心波長 1028nm, パルス幅 129fs)が、焦点距離 4 mm (NA = 0.55)の対物レンズによりターゲットのガラスへ集光照射された。発生する超音波は、マイクロフォン(10Hz~200kHz)で検出され、増幅器と A/D 変換器を介してコンピュータで取得された。加工穴の深さは、ターゲットを側面画像から計測された。

Fig. 2 は、対物レンズの制御速度に対する加工穴のアスペクト比を示す。対物レンズを定速で近づける場合、20nm/pulse の時に最もアスペクト比が大きい穴が加工された。超音波制御では、パルスごとに生成される音圧の差に重み付けし、対物レンズの制御量を決定した。適切な重み付けすることで高いアスペクト比の穴加工が可能となる。

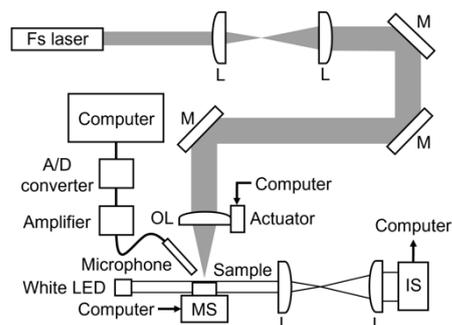


Fig. 1 Experiment setup. M: mirror, L: lens, OL: objective lens, IS: CMOS image sensor, MS: motorized stage.

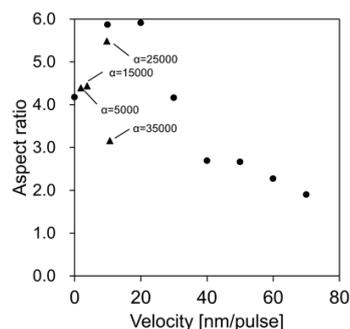


Fig. 2 Aspect ratio of processed hole versus velocity of the OL, α is a control parameter of the OL movement for the sound pressure.