ライン整形されたフェムト秒レーザーパルスにより加工された溝のインプロセス形状計測

In-process shape measurement of a groove processed by line-shaped femtosecond laser pulses

宇都宮大 [1]，浜松ホトニクス [2]　○長谷川 智士 [1]，藤本 正俊 [2]，渥美 利久 [2]，早崎 芳夫 [1]
Utsunomiya Univ. [1], Hamamatsu Photonics K.K. [2], ○Satoshi Hasegawa[1], Masatoshi Fujimoto[2], Atsumi Toshihisa[2], Yoshio Hayasaki[1]
E-mail: hasegawa_s@cc.utsunomiya-u.ac.jp

空間光変調器(SLM, spatial light modulator)により生成された整形ビームは，半導体やガラス基板のビア加工や，ダイシングのためのスクライブ加工に用いられている．これらの応用において，ビア深さや溝深さの制御は，加工の高品質化において重要である．加工深さの制御のために，加工形状をインプロセスで計測できれば，所望の深さが得られるようにレーザー照射パラメータ(エネルギーやパルス照射数)をフィードバック制御することが可能となる．本研究では，SLM による整形ビームを用いたレーザー加工における加工深さのインプロセス計測を報告する．

Fig. 1 は実験光学系を示す．光学系はレーザー加工系と加工深さの計測系から構成された．深さ計測には，光干渉断層法(OCT, optical coherence tomography)を用いた．加工のためのフェムト秒パルス(パルス幅 50fs，繰り返し 1kHz)は，SLM によりビーム整形され，対物レンズ(OL)(NA=0.13)によりサンプルに集光照射された．深さ計測のための波長掃引光源(SLS, swept light source)(Hamamatsu, L14213-01)から出射されたレーザーは，ファイバー光学系を通して物体光と参照光に分離され，両者の干渉信号がバランス検出器(BD, balanced detector)により計算機に取り込まれた．計算機を用いた干渉信号のフーリエ変換により，加工深さの情報が得られた．サンプルには石英ガラスが用いられ，3 軸自動ステージに固定された．

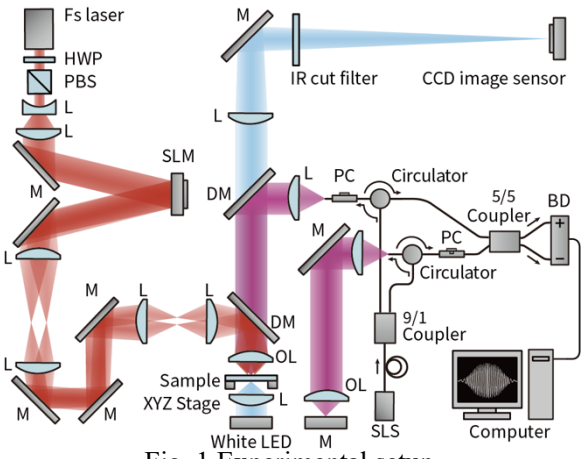

Fig. 1 Experimental setup.

Fig. 2 は，ライン整形ビームを用いた溝加工の結果を示す．Fig. 2(a)は，加工された溝の光学顕微鏡像を示す．ラインビームは y 方向を長手方向とした．パルスエネルギーを 206μJ に設定し，サンプルを x 方向に 50μm/s で走査しながら，幅 250μm の溝加工を行なった．往路と復路を合わせて計 10 回のサンプル走査を行ない，各走査の終了時に OCT による溝深さの計測を行なった．OCT の計測位置は，波線で示される溝の中央部とした．Fig. 2(b)は，サンプル走査回数 S_n に対する OCT 計測により得られた溝の断面画像を示す．Fig. 2(c)は，S_n=10 の時の溝の断面プロファイルを示す．点が OCT，実線が共焦点レーザー顕微鏡の計測結果を示す．両者で良い一致が得られた．Fig. 2(d)は走査回数に対する溝深さのグラフを示す．結果より，溝加工におけるインプロセス形状計測の妥当性と有効性が確認できた．

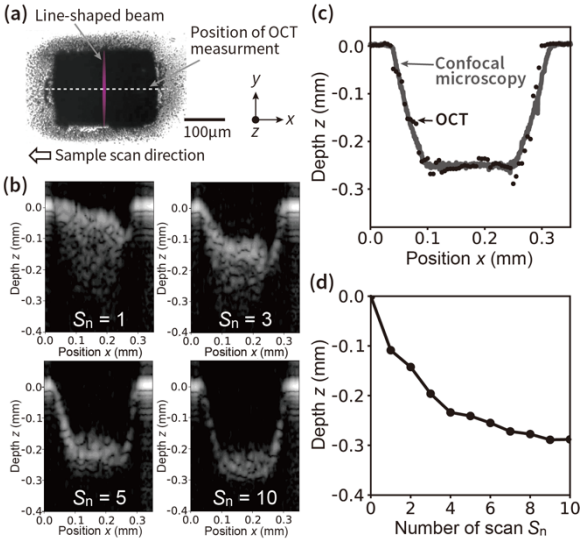

Fig. 2 (a) Microscope image of processed groove. (b) Cross-sectional (B-scan) image of the groove versus number of scan S_n. (c) Depth profile of the groove when S_n=10. (d) Depth of the groove versus S_n.

© 2021年 応用物理学会