

ホログラフィックデュアル偏光フェムト秒レーザー照射 を用いたデブリ除去

Debris removal using holographic dual polarization femtosecond laser irradiations

○阿部 哲也¹, 長谷川 智士¹, 高橋 秀知², 早崎 芳夫¹

○Tetsuya Abe¹, Satoshi Hasegawa¹, Hidetomo Takahashi², Yoshio Hayasaki¹

Center for Optical Research and Education (CORE), Utsunomiya University¹

AISIN SEIKI co., LTD,²

E-mail: abe_t@opt.utsunomiya-u.ac.jp

1. はじめに

レーザー加工時に発生するデブリは、加工の精密さを損なう大きな要因である。これまで、デブリの堆積を減らすため多様な方法が検討され、実用化されてきた。多くの方法は付加的なプロセスや特殊な装置を必要とした。我々は、更なるデブリの低減やプロセスの簡素化を目指し、液晶空間光変調器(LCSLM: liquid crystal spatial light modulator)を用いたホログラフィックレーザー加工技術[1]で、加工とデブリ除去をインプロセスで行う方法[2]を実証した。

本発表では、新規構築のLCSLMを2台用いた、ホログラフィックデュアル偏光フェムト秒レーザー加工システムにより、スイープビーム(SB)の照射強度に対するデブリ堆積量の変化について報告する。

2. 光学系

Fig.1 に実験光学系を示す。光源は、中心波長 1041nm, パルス幅 550fs, 繰り返し 100kHz のフェムト秒ファイバーレーザー(FCPA μJewel D-1000, IMRA)である。レーザーパルスは、 $\lambda/2$ 板(HWP: half wave plate)で偏光状態を調整され、偏光ビームスプリッター(PBS: polarization beam splitter)により S 偏光と P 偏光に分けられる。S 偏光と P 偏光のパルスは、それぞれ、 $\lambda/4$ 板(QWP: quarter wave plate)を往復して P 偏光と S 偏光となる。その時、ミラーの移動により時間遅延が与えられる。その後、同軸を伝搬する 2 つのパルスは 2 枚のレンズでビーム径を拡大され、再び、

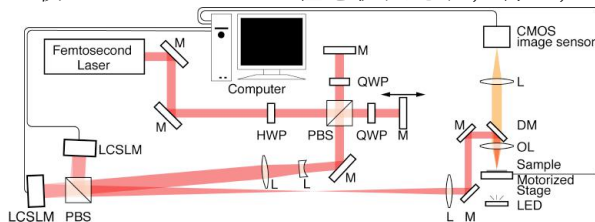


Fig.1 Optical setup

PBS で各偏光に分けられる。それぞれのパルスは LCSLM(X10468-03, Hamamatsu)上の異なる計算機ホログラム(CGH: computer generated hologram)で変調され、リレー光学系で試料に照射される。

3. 実験

P 偏光パルスを変調する LCSLM に、位相レンズ、S 偏光パルスを変調する LCSLM に、回折型円筒レンズを表示した。加工ビーム(P 偏光)で試料を加工した後、SB(S 偏光)を加工領域に照射した。Fig.2 に、ステージの走査速度を 0.1, 1.0[mm/s]に設定した時の、SB の照射強度に対するデブリの堆積量と加工溝の深さを示す。Fig.2(a)に示すように、SB を照射することで、デブリの堆積が減少した。特に、SB が 1.26 μ J の時、デブリの堆積を 54 [%]に低減した。また Fig.2(b)に示すように、SB を照射していない時に比べ、加工溝の深さが 0.6 μ m となった。このことから、本提案のデブリ低減法は、試料上に堆積したデブリだけでなく、加工溝内に存在するデブリも低減する事を明らかにした。

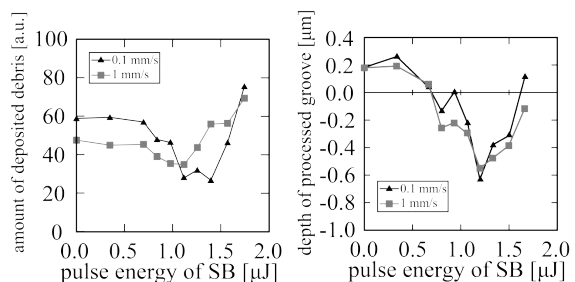


Fig.2 (a) Deposit amount of debris and (b) groove depth for the pulse energy of sweep beam (SB).

参考文献

- [1] Y. Hayasaki, et al., Appl. Phys. Lett. **87**, 031101(2005).
- [2] K. Sakuma, et al., Appl. Phys. B **119**, 533(2015).