



## ビーム整形用計算機ホログラムのインシステム最適化

### In-system optimization of a hologram for beam shaping

宇都宮大オプティクス (M1)<sup>○</sup>小野寺遼, 長谷川智士, 早崎芳夫

Utsunomiya Univ. CORE, <sup>○</sup>Ryo Onodera, Satoshi Hasegawa and Yoshio Hayasaki

E-mail: onodera\_r@opt.utsunomiya-u.ac.jp

ビーム整形は、レーザービームを所望の形状に変形することであり、高精度・高機能なレーザー加工において有効である。ここで、計算機ホログラム (CGH: computer-generated hologram) を用いることで、任意のビーム整形が可能となり、CGH を表示するために空間光変調素子 (SLM: spatial light modulator) を導入することによりレーザー加工を短期的および長期的に安定化する。これまで我々のホログラフィックビーム整形において、レーザーから出射されたビームの分岐[1]やラインビーム[2]への整形等を行ってきたが、成形されたビーム形状の微細な形状の制御を行っていない。例えば、並列ビームの生成では、各ビームの強度を最大化することの結果、波面が補正されビーム形状が整えられていた。本研究では、集光ビームの形状を CGH 最適化の目標値として明示的に与えるホログラフィックビーム整形を行う。さらに、CGH を光学系の中で最適化するインシステム最適化を実現することで、個々のレーザーのビーム特性や加工光学系の収差特性に不変で、加工装置稼働中の不具合を補正する安定なレーザー加工を実現する。

Figure 1 に実験光学系を示す。光源にはスーパーコンティニュームレーザー (SuperK COMPACT, NKT) であり、干渉フィルターと広帯域誘電体ミラーにより波長 650nm, 波長幅 10nm に設定された。波長選択されたビームは対物レンズ (NA=0.25) と焦点距離 100mm のレンズで構成されるビームエキスパンダーで拡大され、LCOS-SLM (X10468-07, Hamamatsu) を照射した。ビームは LCOS-SLM に表示された CGH により空間光変調され、その再生像をレンズ ( $f=300\text{mm}$ ) の集光面付近にある CMOS イメージセンサ (DMK33UP1300, Imaging source) によって取得された。LCOS-SLM 上の CGH は、WGS (Weighted Gerchberg Saxton) アルゴリズムによって計算機内で設計された。ターゲットパターンには円形トップハットビームが用いられた。Fig. 2 はインシステム最適化を適用する前の実験結果を示す。

Fig. 2(a),(b),(c) はそれぞれ、ターゲット画像と CGH の光学再生像、およびその強度プロファイルを示す。トップハットビームの外部はおおよそ整形され、トップハットビーム内部に干渉ノイズによる不均一性が生じた。今後、フェムト秒レーザー加工に適用することで、波長広帯域化やイメージセンサの保護ガラスの除去により干渉性のノイズ低減を図る。

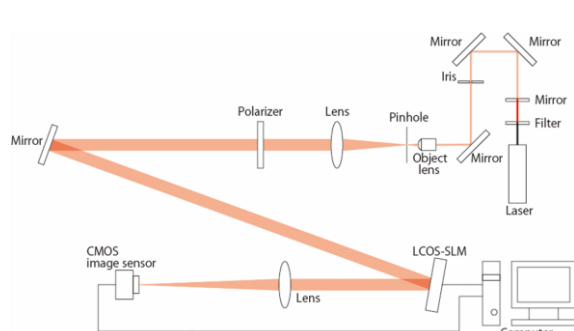


Figure 1 Experimental setup

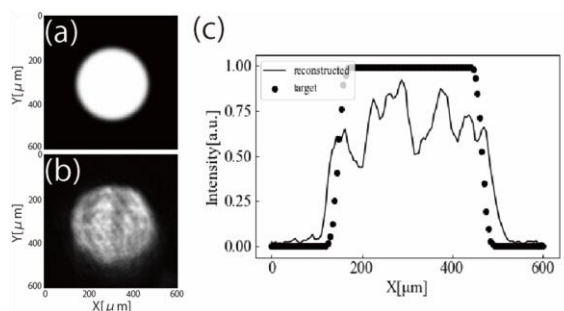


Figure 2 (a) Target reproduction image and (b) optical reconstruction image (c) intensity profile

#### 参考文献

[1] Y. Hayasaki, et al., Appl. Phys. Lett. 87, 031101 (2005)

[2] S. Hasegawa, et al., Optics Express 23, 23185-23194 (2015)