

Grating light valve (GLV) を用いた計算機ホログラムの再生

宇都宮大学オプティクス教育研究センター 早崎研究室
 宇都宮大学大学院地域創生科学研究科 博士前期課程 2 年
 小杉 健文(こすぎ たけふみ)

【概要】 レーザー加工において、コストを低減させるために、高い加工スループットを得ることが重要となる。空間光変調素子を用いたホログラフィックレーザー加工は、その有効な手段の一つである。本研究では、高スループットな加工を目指して、高速な 1 次元空間光変調素子である Grating light valve (GLV) の計算機ホログラムの表示特性を解析する。

【栃木を元気にするには】 栃木県は、総生産額に占める製造業比率 41% であり、製造業が盛んである。レーザー加工は、精密機械、医療機器、半導体の製造で利用される。GLV により高速な高機能なレーザー加工を実用できれば、機器や素子の高効率製造や高機能化を実現し、製造コストの低下や製造品の高付加価値化を期待でき、県内産業の競争力を向上する。

1. はじめに

レーザー加工において単位時間当たりの加工量である加工スループットは、コストを決める重要な指標である。特定の加工に対して、レーザーエネルギーをいかに分配させるかがキーである。そのため、光スキャナやステージの高速化とあわせて、計算機ホログラム (CGH: computer-generated hologram) を用いた空間光制御技術が有効である。このホログラフィックレーザー加工において、CGH を表示する空間光変調素子 (SLM: spatial light modulator) の性能が重要となる。光 MEMS 型の 1 次元空間光変調素子 (GLV: grating light valve) を用いる。GLV は、最大 350kHz の高速変調性を有するため、1 次元 CGH と自動ステージと組み合わせることで、高速に可変な加工を可能とする。

本研究では、高速可変ホログラフィックレーザー加工の実現を目指して、GLV の 1 次元 CGH の表示素子としての性能を評価する。

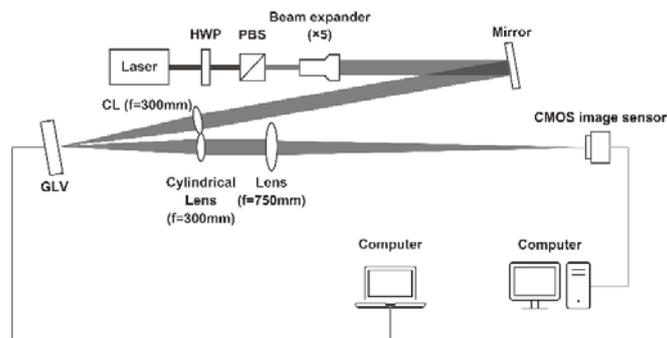


Fig.1 Experimental setup. もっと文字を大きくして下さい。

一つのコンピュータで実験して下さい。

2. 実験システム

図1は、実験システムを示す。光源は、波長 1030nm のフェムト秒レーザーの第3次高調波であり、波長 343nm, 繰り返し周波数 200kHz, パルス幅 167fs の紫外フェムト秒レーザーパルスである。そのレーザービームは、1つ目のシリンドリカルレンズでラインビームに成形され、GLV に照射される。GLV で変調されたビームは、2つ目のシリンドリカルレンズで拡大され、レンズで光学的フーリエ変換され、イメージャで観測される。

3. 実験結果

図2は、振幅値(pixel value)と格子間隔で規定されるバイナリ回折格子をGLVに与えた時の振幅値に対する回折効率を示す。GLVには、回折格子間隔を1から100の間で15パターン(空間周波数に換算すると19.96から0.1996lp/mmに相当)、振幅値を1から1023の間で43パターンを用意した。回折光強度は、イメージャの観測像から回折点付近を積算した。なお、イメージャの出力像における重畳されたバイアス成分は、除去して光強度を算出した。図中の実線は、CLVの仕様値から得られた理想的な回折効率である。回折効率はその理論値に到達していない理由は検討中であるが、GLV上のラインビームの微小なアライメントエラーが主因ではないかと考えており、更なる実験でその向上が期待される。

図3は、空間周波数応答特性を示す。回折効率の空間周波数依存性がなく、特殊な補正を必要としない、使い易い特性となっている。これは、各画素の独立的動作に由来する。

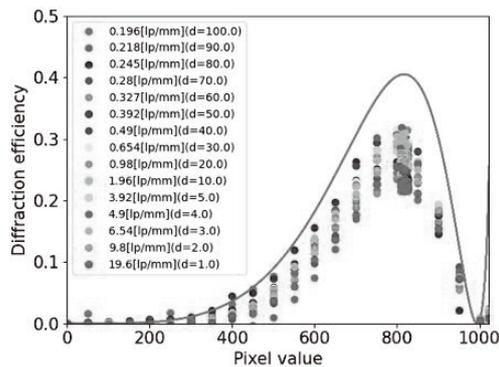


Fig. 2 Amplitude response.

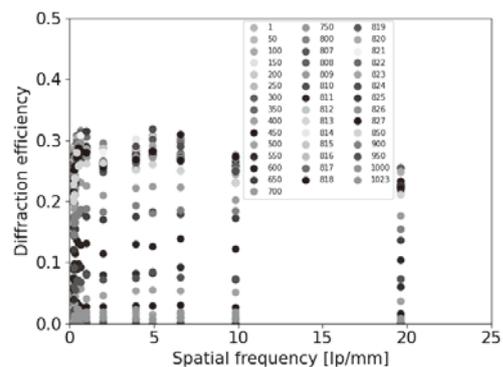


Fig.3 Spatial frequency response.

4. まとめ

GLVのCGH表示特性を評価した。振幅値に対する回折効率では、理論値には到達できなかったため、その理由を知るための更なる調査が必要である。空間周波数応答では、回折効率が空間周波数に依存していないことが分かった。今後は、ホログラフィック紫外レーザー加工に適用することが課題である。