

## 空間光変調器とデジタルホログラフィーによる波面整形システム

## Wavefront shaping system by spatial light modulation and digital holography

東大工<sup>1</sup>, 東大院工<sup>2</sup> ○佐野由季<sup>1</sup>, 小口研一<sup>2</sup>, 徐自聡<sup>2</sup>, 田口富隆<sup>2</sup>, 加藤一弘<sup>2</sup>, 小関泰之<sup>2</sup>Univ. Tokyo<sup>1</sup>, ○Yuki Sano<sup>1</sup>, Kenichi Oguchi<sup>1</sup>, Zicong Xu<sup>1</sup>, Yoshitaka Taguchi<sup>1</sup>,Kazuhiro Katoh<sup>1</sup>, Yasuyuki Ozeki<sup>1</sup>

E-mail: sano@ginjo.t.u-tokyo.ac.jp

量子光学において、光の干渉測定の高鮮明度を高めることが重要であり、そのためには光の振幅と位相を正確に制御することが必要である。本研究では、空間光変調器 (SLM) と位相シフトデジタルホログラフィー [1] を統合することで、振幅と位相のマッチングを行った。二つのビームの位相差とそれぞれの強度分布を測定し、一方のビームの振幅と位相を制御することで、98.6%の鮮明度を実現した。

図1に実験系の構成を示す。光源にはチタンサファイアレーザーから出力される繰り返し周波数 76.5-MHz、中心周波数 844.6 nm、パルス幅 ~ 4 ps の光パルスを用いた。ビームはまずビームスプリッター (BS) でシグナル光と局部発信 (LO) 光に分けられ、シグナル光は導波路を通過することで波面が変調された。LO 光は音響光変調器 (AOM) によって周波数が変調されたのち、SLM によって波面が整形された。二つの光はカメラの前の BS で合波され、sCMOS カメラで撮像された。

SLM の波面整形には周期  $N = 12$  ピクセルのノコギリ波パターンによる一次回折光を使用した [2]。ノコギリ波の位置によって位相を  $\frac{2\pi}{N}$  間隔で制御し、オフセットによって  $\frac{2\pi}{N}$  未満の位相制御を行った。また、ノコギリ波の振幅で強度分布を制御した。すなわち、位相変調量  $\theta(x, y)$ 、強度変調量により定まる  $\Delta\phi(x, y)$ 、ノコギリ波の周期  $N$ 、 $x, y$  全体に与えられる任意の位相オフセット  $\phi_0$  を用いて SLM の入力位相  $\phi(x, y)$  は以下のように表される。

$$\phi(x, y) = \left\{ \frac{\left( x + \left\lfloor \frac{N\theta(x, y)}{2\pi} \right\rfloor \right) \bmod N}{N - 1} - 0.5 \right\} \times \Delta\phi(x, y) + \Delta\theta(x, y) + \phi_0$$

$$\Delta\theta(x, y) = \theta(x, y) - \frac{2\pi}{N} \left\lfloor \frac{N\theta(x, y)}{2\pi} \right\rfloor$$

図2に実験結果を示す。(a), (b) (c) はシグナル光と SLM で整形する前の LO 光のそれぞれの強度分布と二つの光の位相差である。SLM で変調後、LO 光の強度分布と二つの位相差はそれぞれ図 (d), (e) のようになり、強度と位相が揃えられたことがわかる。この時の干渉波形は図 2(f) であり、鮮明度 98.6% を達成した。

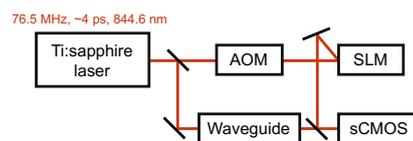


図 1: (a) 実験系の構成図。AOM: 音響光変調器, SLM: 空間光変調器, sCMOS: サイエントフィック CMOS カメラ。

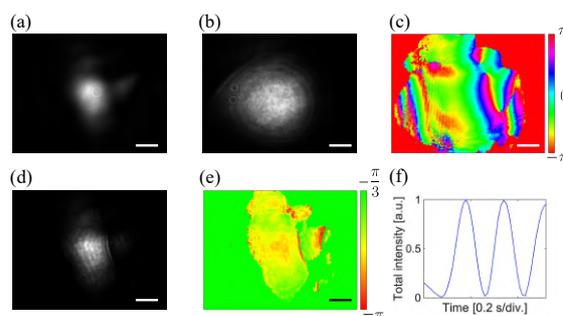


図 2: 実験結果。(a) (b) シグナル光と整形前の LO 光の強度分布。(c) 整形前の位相差。(d) 整形後の LO 光の強度分布。(e) 整形後の位相差。(f) 整形後の干渉波形。スケールバー: 500  $\mu\text{m}$ 。

## 参考文献

- [1] I. Yamaguchi and T. Zhang, *Opt. Lett.* **22**, 1268-1270 (1997).  
 [2] E. Frumker and Y. Silberberg, *J. Opt. Soc. Am. B* **24**, 2940-2947 (2007).