

空間光変調素子の開発

Development of Spatial Light Modulators (SLMs)

浜松ホトニクス 中央研究所 瀧口 優, 田中 博, °豊田 晴義

Hamamatsu Photonics K. K., Yu Takiguchi, Hiroshi Tanaka, °Haruyoshi Toyoda

E-mail: {takiguchi-y, tanaka-h, toyoda}@crl.hpk.co.jp

光の2次元位相変調は、光ビームの形状制御・任意パターン生成機能と位相歪の補正機能を位相重合せにより同時に実現できるため、収差補正技術や補償光学技術・高度光モード制御などを可能とし、多くの光応用システムに活用されている。ここでは、我々のグループが研究開発を進めてきた光の2次元位相分布を高精度に制御可能な「空間光変調器 (Spatial Light Modulator : SLM)」のデバイス開発と、その幅広い応用事例 (レーザー加工, 顕微鏡, 補償光学, 特異光生成など) を紹介する。

光は本質的にアナログ的、量子的な情報伝達媒質であり、その活用は大きな広がりが見込まれている。そうした光応用システムにおいて、光ビームを任意の形状に成形するデジタル光制御技術の実現に不可欠となる、光の2次元位相変調可能な SLM がキーデバイスとして注目されている。

SLMの研究は、光の持つ超並列性・超高速性を活かした新たな光情報処理システムの実現を目指して、真空管技術と光学結晶を融合した MSLM の試作が 1980 年頃に開始された (右図)^{1,2)}。その後、低い駆動電圧を持つ液晶を用いた光アドレス型 SLM (PAL-SLM)³⁾ や電気アドレス型 SLM (PPM) が開発された。現在では、線形性・再現性の高い2次元位相変調特性を持つ LCOS-SLM⁴⁾ が実用化され、コンピュータ制御によって、①光ビームの任意パターンへの整形、②光の位相歪や収差の補正の2つの機能を同時に実現できる。さらに、近年のサイバーフィジカルシステム (CPS) と光制御技術との融合による次世代レーザー加工システムの研究開発も開始され「デジタルフィードバック光制御」がキー技術として注目され、その社会実装が期待されている⁵⁾。

ここでは、SLMの研究開発を中心に、レーザー加工・超解像顕微鏡・補償光学を用いた眼底観測システム・光マニピュレーション・特異光生成による微小な物理量計測など、基礎科学における原理実験から産業応用まで、具体的な事例を挙げながら、光波の高精度制



図 SLM の開発と主な応用事例

御技術⁶⁾の可能性を紹介する。

謝辞：本研究の一部は、内閣府 SIP プログラム「光・量子を活用した Society5.0 実現化技術」(管理法人:QST)および科学研究費補助金特別推進研究(研究課題番号:16H06289)(管理法人:JSPS)によって実施されました。

参考文献：

- 1) 原勉, 光学, **43** (2013) 20-26.
- 2) T. Hara, et.al., Appl. Opt., **28** (1989) 4781-4786.
- 3) N. Yoshida, T. Hara, Proc.SPIE **1397** (1990) 357-361.
- 4) T. Inoue, et.al., Proc. SPIE, **6487** (2007) 64870Y.
- 5) 豊田晴義, 光学, **49**, 3 (2020) to be published.
- 6) https://www.hamamatsu.com/resources/pdf/ssd/lc-os-slm_kacc9007j.pdf (LCOS-SLM 技術資料)