

## キーワード

ホログラフィ、ホログラフィックデータストレージ、デジタル・ホログラフィ、計算機合成ホログラム、回折光学素子

Holography, Holographic data storage (HDS), Digital holography (DH), Computer generated hologram (CGH), Diffractive optical element (DOE)

## 研究内容

### [1] ホログラフィックデータストレージ

デジタルデバイス急速な普及により、全世界に存在するデジタルデータは年率 40%の勢いで増大しており、その容量は 2025 年には 200 ZB にも到達すると予想されている。それに伴い、デジタルデータの保存を担う高速・大容量のストレージに対する需要が高まっている。

このような背景の下、フォトンクス工学研究室ではホログラフィの原理を応用した次世代の高速・大容量光ストレージであるホログラフィックデータストレージ(HDS)の研究・開発に取り組んでいる。HDS では情報を 3 次元的に記録するため、従来の光ディスクでは実現不可能な大容量と、高転送速度が実現可能である (図 1)。

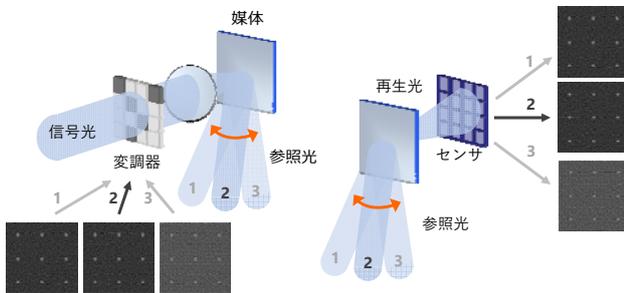


図 1 HDS の記録・再生原理。情報を載せた信号光を参照光と干渉させ、その干渉縞をホログラムとして記録する。このとき、厚みのある記録媒体を用いることで、同一体積中に複数のホログラムを重ねて記録することができる。再生時には記録時と同じ条件で参照光を照射することで、情報を選択的に取り出すことができる。

HDS の実用化に向けて、現在本研究室では次の研究テーマに取り組んでいる。

- ・ 数値解析によるトレランス解析・光学設計
- ・ 実験による記録再生方式の検討
- ・ 信号処理方式の検討

### [2] デジタル・ホログラフィ

従来のホログラフィでは、写真乾板やフォトポリマーなどの感光性材料にホログラムを記録するが、これらに代わり CCD や CMOS などのデジタル・イ

メージセンサを利用する手法が研究されている。この手法はデジタル・ホログラフィと呼ばれており、表面形状測定、補償光学、光コヒーレンストモグラフィなどの分野に応用されている。

本研究室ではデジタル・ホログラフィに関連して、計算機上での光の波面の再構成に関する研究を進めている。イメージセンサから取得した干渉縞の複素振幅分布に関する情報を元に、スカラー回折理論に基づく数値計算を行うことで回折像を再構成できるが、現在は、関連分野への応用を目指して、角スペクトル法と呼ばれる手法をベースにした高速かつ柔軟な回折計算アルゴリズムの開発に取り組んでいる。

### [3] 計算機合成ホログラム

光の干渉縞を計算機上で合成する方法は計算機合成ホログラム(CGH)と呼ばれ、3 次元ディスプレイへの応用が期待されている。CGH を利用した 3 次元ディスプレイでは、視点の固定が必要なく、様々な角度から 3 次元像を見ることが可能なため、「究極の 3 次元ディスプレイ」として研究が進められている。

CGH では膨大な計算量が問題となるため、高速かつ高精度なアルゴリズムが必要となる。そこで本研究室では、CGH の計算アルゴリズムや実験による検証に取り組んでいる。また、関連するテーマとして、CGH の計算アルゴリズムを利用した回折光学素子(DOE)の設計に関する研究にも取り組んでいる。

## 最近の業績

- [1] Shuhei Yoshida *et al.*, “Spatial run-length limited code for reduction of hologram size in holographic data storage,” *Opt. Commun.* 358, pp.103-107, (2016).
- [2] Shuhei Yoshida *et al.*, “Diffraction model of peristrophic multiplexing with spherical reference wave,” *J. Opt. Soc. Am. A* 32 (2), pp. 224-227, (2015).
- [3] Shuhei Yoshida *et al.*, “Numerical Model of Radical Photopolymerization Based on Interdiffusion,” *Int. J. Polym. Sci.* 2014 (243895), (2014).
- [4] Shuhei Yoshida *et al.*, “Multi-Dimensional Shift Multiplexing Technique with Spherical Reference Waves,” *IEICE Trans. Electron.* E96-C (12), pp. 1520-1524, (2013).
- [5] Shuhei Yoshida *et al.*, “High-Density Holographic Data Storage Using Three-Dimensional Shift Multiplexing with Spherical Reference Wave,” *Jpn. J. Appl. Phys.* 52 (9), 09LD07, (2013).
- [6] Shuhei Yoshida *et al.*, “Application and evaluation of quasi-Monte Carlo method in illumination optical systems,” *Opt. Express* 20 (9), pp. 9692-9697, (2012).

■ 科学研究費補助金 研究活動スタート支援 (研究課題番号 24860059 平成 24-25 年度 299 万円)