

メタサーフェスを用いた次世代ディスプレイ ～メタホログラフィによるフルカラー動画投影～

東京農工大学 大学院工学研究院
岩見健太郎

1. はじめに

光の波面自体を記録・再生する技術であるホログラフィは、図1のように眼鏡などの器具を装着することなく立体像を観察できるので、究極の立体ディスプレイとも呼ばれている。この技術は Gabor によって 1947 年に発明され、レーザの普及とともに広く利用されるようになった。波面の記録媒体はホログラムと呼ばれ、光硬化性樹脂が広く利用されてきた。記録にイメージセンサを、再生に空間光変調器 (Spatial Light Modulator: SLM) を用いるデジタルホログラフィは動画の再生ができる。また波面を人為的に求める計算機生成ホログラフィ (Computer Generated Holography; CGH) では、撮影工程を必要としないので自然界に存在しない物体も表現できる。

ホログラフィの性能指標の一つに、像を立体的に観察できる範囲を表す視域角 ψ がある：

$$\psi = 2 \sin^{-1} \left(\frac{\lambda}{2p} \right) \quad (1)$$

ここで λ は波長、 p は媒体の画素ピッチであり、 p が小さいほど視域角は大きくなる。ところがマイクロミラーや反射型液晶などの従来の SLM では p が数 μm ~10 数 μm 程度と大きく、可視波長において視域角が狭いという問題があった。

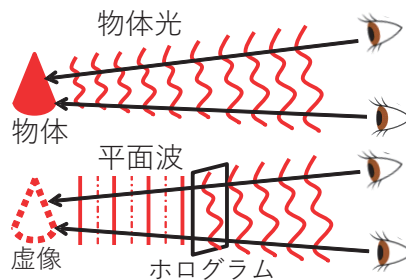


図1 ホログラフィの原理

一方、光波長以下の周期で配列された誘電体柱構造 (メタ原子) によって光波面を再現するメタサーフェスが近年注目を集めており、レンズや構造化照明に利用されている。メタサーフェスをホログラムに応用したものはメタホログラフィと呼ばれ、視域角を非常に大きくできる点が有利である²⁻⁴⁾。しかし、光学特性が製造時に固定されるため、動的に絵を切り替えることが難しかった。

メタサーフェスに動的な機能を持たせる研究が多数行われているが、大別すると可変メタサーフェスと情報多重化の2つに分類できる。前者では、基板の伸長⁵⁾、化学反応⁶⁾、相変材料⁷⁾などが用いられるが、可変できる数が2状態から4状態と、動画を出すには少ない。後者では、偏光多重化⁸⁾、トポロジカルチャージ⁹⁾、空間多重化¹⁰⁻¹²⁾などが用いられる。このうちトポロジカルチャージでは投