

デジタル合成干渉縞の転写によるハイブリッドデジタルホログラム

A Hybrid Digital Hologram by Transferring Digitally Synthetic Fringes

満留 康人 奥村 巧 松尾 大樹 松島 恭治

Yasuhito Mitsudome Takumi Okumura Daiki Matsuo Kyoji Matsushima

関西大学工学部電気工学科

Department of Electrical Engineering, Kansai University

1. はじめに

計算機で光波を数値合成するデジタル合成ホログラム (Digitally Synthetic Hologram)は、古典的な写真型のアナログホログラムと異なり、記録するための物体を必要としないという大きな利点がある。しかし、現存する描画装置の技術では、再生像の視域と回折効率及び白色光再生の品質の点で従来の写真型のアナログホログラムに及ばない。この理由としては、デジタルホログラムでは、(a)干渉縞の解像度が不十分であること、(b)ホログラム表面に垂直方向の干渉縞(いわゆる厚いホログラム)を作製できないこと、(c)干渉縞強度の量子化が必要であること等が挙げられる。(a)と(c)はデバイスの発達に伴い解消する見込みがあるが、(b)については現状では原理的に解決が困難である。

そこで、本報告ではこれらの(a)-(c)の問題点を有しないアナログホログラム上にデジタル合成した 2 値の干渉縞を転写して作製するハイブリッド型のデジタルホログラムを提案する。

2. デジタル干渉縞の転写によるハイブリッド干渉縞

2 値振幅ホログラムとして作成したマスターデジタルホログラムを、ホログラム乾板に密着し、2 光束で干渉露光することにより図 1 に示した様にデジタル干渉縞で変調されたアナログホログラム干渉縞を発生する。厚いホログラムとして作製したアナログ部は波長選択性等の性質を持ち、また干渉する 2 光束の選択によってはホログラフィック光学素子 (Holographic Optical Element; 以下 HOE)として働くため、再生光学系の簡略化や高品質の白色光再生が可能となることが期待できる。

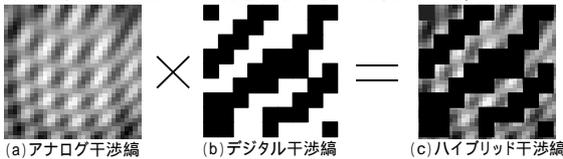


図 1 ハイブリッドデジタルホログラムの干渉縞

3. フーリエ型ハイブリッドデジタルホログラムの作製方法

フーリエ型のハイブリッドデジタルホログラムを作製するための記録光学系を図 2 に示す。

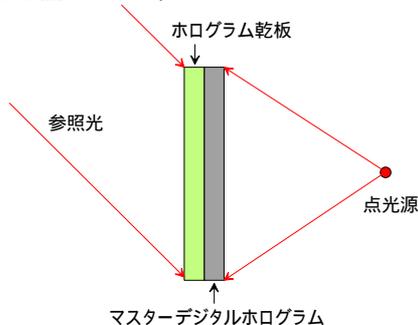


図 2 フーリエ型ハイブリッドデジタルホログラムの録光学系

振幅型のフーリエホログラムとして作成したマスターデジタルホログラムをホログラム乾板上に密着させ、球面波と平面波で

干渉露光する。マスターデジタルホログラムがない場合には、これは HOE レンズ作製していることになる。マスターデジタルホログラムとしてフーリエ型を用いているため、図 3 で示すように再生像を虚像として観測すると、点光源のあった位置の周辺にマスターデジタルホログラムの再生像が観測される。すなわち、再生時にレンズを必要としないレンズレスのフーリエ型デジタル合成ホログラムとなる。この場合、フーリエ型の特徴として視域角がデジタルホログラムのピクセルピッチに依存せずまた、厚いホログラムとしてアナログホログラムを作成することにより白色光再生が可能となる。

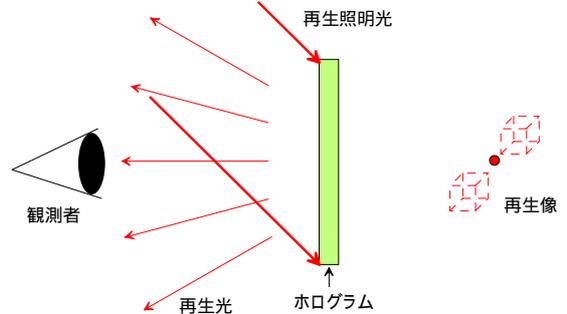


図 3 フーリエ型のハイブリッドデジタルホログラムの再生光学系

実験では PFG03C ホログラム乾板を用い、出力 35mW の He-Ne レーザを光源としてハイブリッドホログラムを作製した。この時、マスターデジタルホログラムのピクセル数は 4064² ピクセルとし、ピクセルピッチ 6.25[μm]のイメージセットを用いて単純 2 値化法または適応型誤差拡散法による 2 値振幅型ホログラムとして作製した。点光源とホログラム乾板の距離を 200[mm]として撮影しており、再生像の大きさは約 10[mm]である。

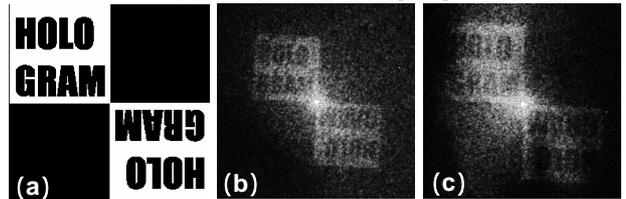


図 4 光学再生像 (a)物体画像 (b)虚像再生 (c)実像再生

4. 光学再生像とまとめ

図 4(a)の物体画像を再生するデジタルフーリエホログラムをハイブリッドホログラムとして作製した時の光学再生像を図 4(b)と(c)に示す。虚像・実像ともに再生像を確認することが出来た。また、太陽光で白色光再生を行った場合でも、再生像を確認することができた。これはアナログ部が厚いホログラムとして作成されているためと考えられる。ただし、太陽光以外での白色光再生で光源のサイズが大きい場合には再生像を確認できなかった。これは光源の像が再生像と重なって結像するためと考えられる。

本研究の一部は、平成 15 年度関西大学学術研究助成基金 (奨励研究)によって行った。