

フォトポリマーを用いた位相変調型計算機合成ホログラムの作成

A Phase-Encoded Digitally Synthetic Holograms by Use of Photo-Polymer

川淵綱貴¹ 松尾大樹¹ 横山和典² 松島恭治¹
 Tsunaki Kawabuchi Daiki Matsuo Kazunori Yokoyama kyoji Matsushima

関西大学工学部電気工学科¹ ダイソー(株)²
 Department of Electrical Engineering, Kansai University Daiso Co., Ltd.

1 はじめに

人の生理的立体感を完全に満たす3次元画像技術であるホログラムは大きく振幅変調型と位相変調型に分かれる。位相変調型ホログラムは、振幅変調型に対して、透過率や回折効率が大きく上回るなどの利点がある。またフォトポリマーを感光材料として用いた場合、全ての処理をドライプロセスで行えることも利点である。そこで本研究では感光材料としてダイソー製フォトポリマー[1]を用いて、イメージセッターで作成した二値振幅マスクのパターンを転写することによりキノフォームと同様の二値の位相変調型計算機合成ホログラム(Computer Generated Hologram:以下、位相型 CGH)の作成を行った。また位相型 CGH 再生時のノイズを軽減するために複素誤差拡散法[2]による位相コーディングを行った。

2 フォトポリマー

フォトポリマーは空間的光強度分布を有するレーザー光を照射することにより明領域と暗領域でポリマーとモノマーの分布に偏りが生ずる。すなわち、明領域には高屈折率のモノマーが、また暗領域には低屈折率のポリマーの濃度が増加し、屈折率分布を形成する。レーザー光の照射後、全面に白色光を照射することにより、屈折率の分布を定着させることができる。

3 転写による位相変調型フーリエホログラムの作成

フーリエホログラムにおいて物体光が再生される焦点面から10[mm]手前に位置する物体の光波を点光源法で合成して数学的に逆フーリエ変換し、その位相分布を単純二値または複素誤差拡散法でコーディングしたものを、イメージセッター(4064[dpi])で透明フィルム上に描画してマスクとした。図1に転写の方法を示す。図のようにフォトポリマーとマスクを2枚のガラス基板で挟み固定器具で密着させ、アルゴンイオンレーザー(波長488[nm])を照射することによりマスクの透過率分布パターンをフォトポリマー上の屈折率分布として転写し、位相型 CGH を作成した。

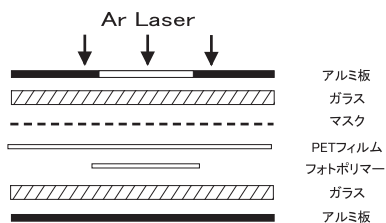


図1 フォトポリマーの転写方法

4 実験結果

図2に3節で示した方法により転写した振幅マスクと、位相差顕微鏡で観察した実際のフォトポリマーの屈折率分布を示す。図(b)では、マスク(a)と同様のパターンが屈折率分布として記録されていることが確認できる。

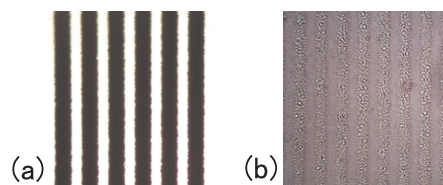


図2 屈折率分布.(a)マスクパターン,(b)位相差顕微鏡写真

複素誤差拡散法によりコーディングを行ったマスクを用いて3節に示した方法により作製したフーリエホログラムの再生像を図3に示す。(a)は入力画像であり、複素誤差拡散法を用いた結果(c)が、単純二値化の結果(b)よりも量子化誤差が減少していることが確認できる。

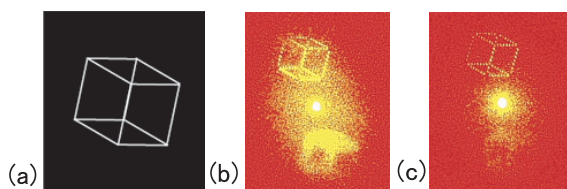


図3 実験結果

フォトポリマーの透過率は非常に高いため、位相変調型ホログラムをマスターホログラムとしてアナログホログラムに転写するハイブリッド方式でさらなる回折効率の向上と、高視域化が期待できる。

参考文献

- [1] K.Yokoyama, T.Matsuo, H.Tanigawa: "Photopolymer for recoding transmission and reflection volume phase holograms" Practical Holography XVI and Holographic Materials XIII, SPIE#4659, 334-343(2002).
- [2] S.Weissbach, F.Wyrowski, O.bryngdahl: "Digital Phase Holograms:Coding and quantization with an error diffusion concept" Optics Commun.72, 37-41(1989).