

フォトポリマーを用いた白色光再生可能な 反射型計算機合成ホログラム

White Light Reconstructable Reflection-Type Computer-Generated Holograms Made of Photopolymer

福田聡士 大井康弘 松島恭治

Satoshi Fukuda Yasuhiro Oi Kyoji Matsushima

関西大学工学部先端情報電気工学科

Department of Electrical Engineering and Computer Science, Kansai University

1. はじめに

計算機合成ホログラム(Computer-Generated Hologram、以下 CGH)は、アナログホログラムと異なり架空の 3 次元物体が再生可能なホログラムである。一方、フォトポリマーは高効率な位相変調型アナログホログラムを作成可能な素材である。我々は、従来の転写法を用いてフォトポリマーで位相型 CGH を作成する手法を提案してきた^[1]。しかしこの手法では、主にフォトポリマーの厚さのムラにより位相変調深度が場所によって変化するため再生像が劣化してしまう問題があった。また、この手法では本来フォトポリマーで作成可能なはずの白色光再生型ホログラムや反射型ホログラムの作成も不可能であった。そこで、本研究ではハイブリッドホログラム^[2]の手法をフォトポリマーに用いることにより、白色光再生可能な反射型/透過型 CGH の作成を試みた。

2. 提案する転写方法の原理

提案手法による CGH の作成方法を図 1 に示す。

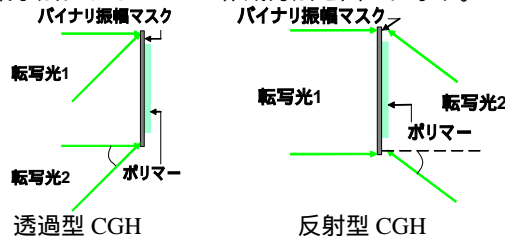


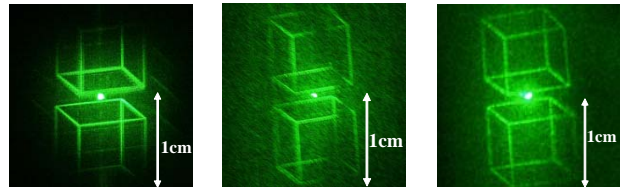
図 1 CGH の作成方法

本手法では、従来法と同様に光波数値合成した CGH 干渉縞であるバイナリ振幅マスクをフォトポリマーに転写するが、従来の転写法と異なり図 1 に示すように二つの転写光を用いる。このうち転写光 1 は密着したバイナリ振幅マスクとフォトポリマーに対して垂直に入射する。一方、転写光 2 は、反射型 CGH の作成では転写光 1 とは反対側から、また透過型 CGH の作成では転写光 1 と同じ側から入射角 θ で入射させる。この結果、従来法と同様にバイナリ振幅マスクの空間変調パターンがフォトポリマーに転写される。しかし、従来の転写法とは異なり、バイナリ振幅マスクの透過部と非透過部でフォトポリマーの屈折率が変化するだけでなく、マスクの透過部分には転写光 1 と 2 の干渉によるアナログ干渉縞が生じる。反射型ではこのアナログ干渉縞は厚いホログラムとなり、その波長選択性により白色光再生が可能になる。

3. 実験結果

本研究では波長 532[nm]の DPSS グリーンレーザを用い、転写光 1 の光強度を $0.89[\text{mW}/\text{cm}^2]$ 、転写光 2 の光強度を $3.57[\text{mW}/\text{cm}^2]$ 、入射角度 θ を $20[\text{deg}]$ とし、透過型では露光時間 50[sec]、反射型では露光時間 30[sec]で転写を行った。この時使用したバイナリ振幅マスクは、ピクセル数

8192×8192[pixel]、ピッチ間隔 6.25[μm]であり、解像度 4064[dpi]のイメージセッタで出力したものである。バイナリ振幅マスク(CGH 干渉縞)は、ワイヤーフレーム立方体がホログラムの背面 30[cm]の位置にあるものとして光波数値合成している。また使用したフォトポリマーはダイソー(株)製で、厚さ 30[μm]の透過型ホログラム用のものである。図 2(a)に従来法で作成した CGH の光学再生像を、また(b)、(c)に提案法で作成した CGH の光学再生像を示す。なお図 2(b)、(c)では、図 1 の転写光 1 を再生照明光として用いている。



(a) 従来法 (b)提案法(透過型) (c)提案法(反射型)

図 2 CGH の光学再生像

図 2(b)、(c)と(a)と比べると、提案法を用いた(b)、(c)のほうが再生像の全体がはっきりと見えていることがわかる。

次に提案法で作成した反射型 CGH を白色光再生した時の再生像を図 3 に示す。このとき白色光源として八角ゲンランプを使い、光源の前に直径 1[mm]程度の円形開口を設置して、光源面積を制限した。

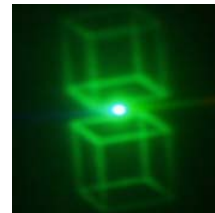


図 3 白色光による再生像

4. まとめ

今回提案した転写方法を用いることで、フォトポリマーの厚さのムラの影響を受けず、従来の転写方法よりも、高品質の再生像を得ることができた。また提案法で反射型ホログラムを作成することにより、その波長選択性により白色光再生が可能であると確認した。

最後にフォトポリマーを提供して頂いたダイソー(株)に感謝いたします。

5. 参考文献

- [1] 松尾大樹: 適応型誤差拡散法によるデジタル合成ホログラムの位相コーディング, 関西大学大学院修士論文, (2004).
- [2] 満留, 奥村, 松尾, 松島: 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, 2004 年電子情報通信学会総合大会, D-11-160(2004).