

体積型ホログラムパターンを描画可能な波面プリンタの開発

Wave-front printer for producing volume hologram pattern

春口 弘喜, 高辻 伸幸, 松島 恭治

Hiroki Haruguchi, Nobuyuki Takatsuji, Kyoji Matsushima

関西大学システム理工学部電気電子情報工学科

Department of Electrical and Electronic Engineering, Faculty of Engineering Science
Kansai University

E-mail: haruguchi@laser.ee.kansai-u.ac.jp

1. はじめに

近年, 計算機技術の向上により, 計算機合成ホログラム(CGH: Computer-Generated Hologram)が注目されている. これは数値計算により干渉縞を求め, それを描画装置で描画することにより作製するホログラムであり, 3次元画像のみならず光学素子としても用いられるものである. CGHの描画装置としては, 微細加工機器であるレーザー直接描画装置[1]や, フリンジプリンタ[2]等が挙げられる. これらは干渉縞を二次元的に描画しているため, いわゆる薄いホログラムであり, 波長選択性がなく白色光再生が出来ない. それに対して白色光再生可能なホログラフィックプリンタ[3]が開発されているが, これにより作製されるものは両眼視差と輻輳のみが再生される多視点画像であるため, 波面そのものを再生するホログラムとは基本的に異なっている.

そこで本研究では, 三次元的な干渉縞, すなわち体積型ホログラムを描画することで任意の波面を再生する波面プリンタを開発した. 原理的にはこれによって波長選択性のある任意の厚いホログラムが作製できるため, 白色光再生可能なディスプレイ用CGHや回折型光学素子が作製可能であると考えた.

2. 波面プリンタの原理と構造

本波面プリンタの原理を Fig.1 に示す. 一般的なホログラムでは, 撮影物体に照明光を照明し, 物体

光(a)を参照光と干渉させることで波面を記録している. それに対して本波面プリンタでは, (b)に示す通り, 物体光を空間光変調器(SLM: Spatial Light Modulator)によって発生させ, 通常のホログラムと同様に参照光と干渉させることで任意の波面の干渉縞を作製する. 従って, 記録材料が厚いホログラムの条件を満たしていれば体積型ホログラムができる. ただし, 一般に SLM で発生できる波面の範囲はごく小さなものとなるため, 複数の発生波面をタイリングする必要がある. また, 一般に SLM はピクセル間隔が大きいいため, 描画する干渉縞の分解能が低くなり, 視域角が狭くなる欠点がある. そのため本研究では, 光学系をフーリエ型にすることで, 像面(フーリエ面)でのサンプリング間隔をフーリエレンズの焦点距離で変化し, 分解能を高めている.

本波面プリンタの光学系を Fig.2 に示す. 本研究で使用した SLM は共役像の発生しない位相型 SLM であるが, 強い非回折光が生じるため, フーリエ面に配置したマスクでこれを遮蔽している. また, 後述するように SLM に表示するパターンにキャリア位相を与えることにより非回折光の集光点と再生像を分離し[4], SLM 発生光波の有効面積を増加している.

実際のタイリングでは, まず描画したい波面を計算機内で分割し, 自動ステージで記録材料を適切な位置に移動させた上で, 順次分割した小さな波面を SLM で発生して干渉縞を記録している.

