

デジタル合成ホログラムプリンタの高精度化

- フォーカス制御とその効果 -

山中 俊介 宮内 宏之 松島 恭治

関西大学 工学部 電気工学科

1. はじめに

計算機合成ホログラムとも呼ばれるデジタル合成ホログラムは、計算機内に保持した物体モデル情報から物体光を数値合成し、ホログラムとして立体画像を作成するものである。そのため、実在しない物体のホログラムを合成できるという利点がある。しかしその反面、数値合成に要する計算量が莫大であり、高解像度の表示デバイスを必要とするという問題点がある[1]。

我々はホログラム乾板上に解像度約 12,700dpi でマルチレベルの濃度階調を持つ干涉縞を描画できるホログラムプリンタをすでに報告している[2]。しかし、このプリンタではフォーカス制御を行っていない問題点があった。

そこで本研究では、フォーカス制御を行い、それに伴って対物レンズの開口数 N.A を増加させることにより、解像度の向上と安定性の向上を試みた。

2. デジタル合成ホログラムプリンタの原理

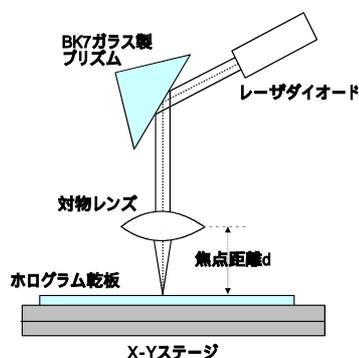


図1. デジタル合成ホログラムプリンタの原理

本プリンタの原理を図1に示す。本プリンタはレーザーダイオードの出力光をプリズムの表面反射によって減衰させ、対物レンズで X-Y ステージ上のホログラム乾板表面に集光してドットを描画する。しかし、対物レンズとホログラム乾板表面との距離を描画中に変位する機能が無く、乾板の厚さのむらやステージの傾き、乾板とステージ面との間に入る埃などの影響で描画ドット径が描画位置によって変動するという問題点があった。またそのため、これ以上 N.A を増加して高精細化することが困難であった。

3. フォーカス制御

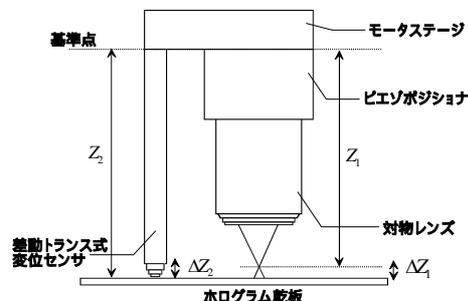


図2. フォーカス制御光学系

図2に示すフォーカス制御光学系は対物レンズとピエゾポジショナ、モータステージ、差動トランス式変位センサから構成される。本研究で用いるホログラム乾板は感光性があるため光ディスクで用いられる光学式の変位検出ができない。そのため分解能 $0.2\ \mu\text{m}$ の差動トランス式変位センサを用い、乾板表面に変位センサの接触子を接触させて変位を検出する。対物レンズはピエゾポジショナにより分解能約 10nm で最大 $100\ \mu\text{m}$ の変位が可能であり、フォーカス制御光学系全体がモータステージにより上下動可能な構造となっている。フォーカス制御ではまず変位センサで基準点から乾板表面までの距離 Z_2 を測定し、基準点から焦点までの距離 Z_1 との差 Z_2 に対して $Z_2=Z_1$ となる様にピエゾポジショナを制御する。しかし、変位センサの応答が描画速度に比べて非常に低く、描画時の変位検出が不可能である。そこで、描画の前処理として乾板表面の Z_2 の分布を測定し、描画時にそれを補正する様に Z_1 を制御する。このフォーカス制御により、対物レンズの焦点深度の範囲内でドット径を維持することが可能となるので、対物レンズの N.A を従来の 0.4 から 0.65 に変更し、解像度の向上を試み、最小ドット径 $1.0\sim 1.5\ \mu\text{m}$ を目指している。

本研究の一部は平成 13 年度関西大学学部共同研究費によって行った。

参考文献

- [1] 松島, 近藤: 3次元画像コンファレンス 2003 講演論文集, 153(2003).
- [2] 松島, 上甲: 映情学誌, 56, 1989(2002).