

位相シフトデジタルホログラフィにおける耐振動化の検討

Study on disturbance free phase-shifting digital holography

◎鈴木 伸太郎¹ 鈴木孝昌¹ 佐々木 修己²Shintaro Suzuki Takamasa Suzuki Sasaki Osami
新潟大学大学院自然科学研究科¹ 新潟大学工学部²Niigata University Graduate School of Science and Technology¹ Niigata University Faculty of Engineering²

1. はじめに

位相シフトデジタルホログラフィ¹⁾とは物体光と参照光から得られる干渉縞(ホログラム)を CCD で光電撮像し、コンピュータによる画像解析によって測定物体の形状を三次元で再生する技術である。この技術では位相シフト法により不要な像の重なりを防ぐため、画質を大幅に改善することができる²⁾。その上、非接触で高速に物体像を測定できるため、三次元顕微鏡など 3D 映像を用いる製品開発に向けて近年注目を集めている。

しかし、一方で物体像再生には 4 枚の干渉縞を必要とし、その撮影時に外乱の影響を大きく受けるという欠点がある。そこで本研究ではフィードバック回路を用いて干渉信号を安定化し、外乱の影響を除去することを目指す。この技術を用いることで常に安定して物体形状が再生でき、より精度の高い測定が可能となると考えられる。

2. 原理と実験内容

図1に示す干渉計において、半導体レーザー(LD)より出射した光は BS(ビームスプリッター)1 により参照光と物体光に分けられる。参照光はミラー2 で反射し、物体光は測定物体とミラー1をそれぞれ照射して反射する。

測定物体の反射光は BS2 で参照光の下部分と干渉し、その干渉縞を CCD で撮影する。次にLDの注入電流を変化させ、干渉信号の位相を変えて位相が $\pi/2$ ずつずれた 4 枚の干渉縞を撮影する。この 4 枚の干渉縞に位相シフト法を適用することで、測定面での物体形状を表す複素振幅分布を導出する。次に、この測定面での複素振幅分布を再生空間での複素振幅分布に変換するためにフレネル変換を用いる。このフレネル変換により再生空間での測定物体の情報を得ることが可能となり、コンピュータ内部で物体像再生が可能となる。

一方でミラー1の反射光を参照光の上部分と干渉させ、干渉信号をPD(フォトダイオード)で検出する。この時、ミラー1とミラー2による干渉縞は輝度が強く、CCD にも映り込んでしまう。しかし、この干渉縞は平行光による干渉縞であるため、位相シフト法を適用した際に除去され、再生像にほぼ影響を与えない。PDで検出した信号は信号処理を加えて LD に帰還し、フィードバックすることで干渉信号を安定化するのに用いる。これにより、4枚の干渉縞を撮影する際に外乱の影響が抑えられると考えられる。

3. 実験結果と考察

ミラー1 で生成される干渉信号をもとにフィードバックによる外乱除去を行った。図2のグラフはフィードバック前後の干渉信号を比較したものである。図2に見られるようにフィードバック前に比べて、フィードバック後の干渉信号は十分に安定化できていると言える。

次にミラー1 を設置した状態で測定物体としてサイコロを設置し、その物体像再生を行うことでミラー1 による影響を検討した。図2は再生空間での複素振幅分布を求め、その強度分布から物体形状の再生を行った結果である。図2に見られるように再生像には虚像が映ったものの、サイコロの形状とその上部にミラー1の形状が確認できた。つまり、ミラー1による影響を受けることなく物体像が再生できたとと言える。

4. まとめ

位相シフトデジタルホログラフィを用いてサイコロの形状計測を行い、外乱除去の検討を行った。結果、サイコロの形状を再生する時に生じる外乱の影響を、フィードバック回路を導入し、干渉信号を安定化することで抑えることができた。今後は安定化した干渉信号で再び物体測定を行い、外乱や虚像を除去することでより精度の高い再生画像を得られる方法を探っていく予定である。

参考文献

- [1] I.Yamaguchi and T.Zhang, "Phase-shifting digital holography" OPT. Lett., 22, 1268-1270(1997)
- [2] 山口一郎「デジタルホログラフィとその応用」 Proceedings of 23rd Meeting on Lightwave Sensing Technology(1999.6)

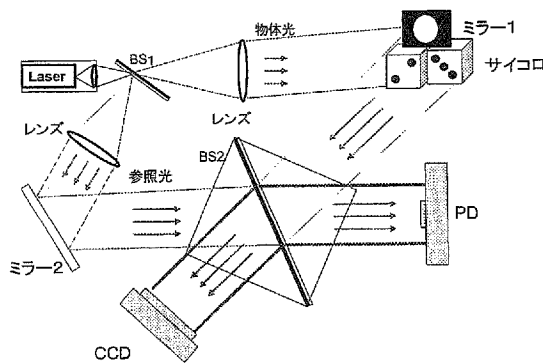


図1 干渉計の構成

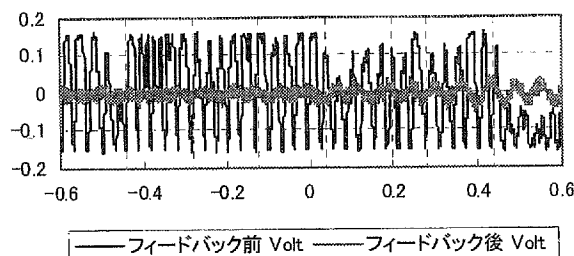


図2 フィードバック前後の干渉信号

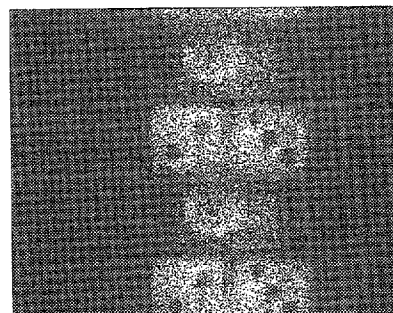


図3 ミラー設置時のサイコロの再生画像