

双曲面型体積インターフェログラムを直接取得する 干渉計の検討

An interferometer for direct-measurement of hyperbolic-type volume interferogram

○橋本哲弥*, 平井亜紀子**, 吉森久*

○Tetsuya Hashimoto*, Akiko Hirai** and Kyu Yoshimori*

*岩大院工, **産総研

*Graduate School of Eng., Iwate Univ. **AIST

キーワード: 干渉計測 (Interferometry), デジタルホログラフィ (Digital holography), 3次元イメージング (Three-dimensional imaging), 分光イメージング (Spectral imaging), フーリエ分光法 (Fourier spectrometry)

連絡先: 〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学 工学研究科 電気電子・情報システム工学専攻 吉森研究室 橋本哲弥, Tel.: (019)621-6485, Fax.: (019)621-6485, Email: tetsuya@qi.cis.iwate-u.ac.jp

1. はじめに

われわれはこれまでパッシブな干渉計測と計算機処理による連続スペクトル帯毎の物体の3次元形状, 分光立体画像を取得する, 全干渉型3次元イメージング分光法の研究をおこなってきた¹⁻⁶⁾. この手法では, 干渉計に3つのパラメータを与えながら干渉計測を行い, 複数の干渉縞画像を取得する. このデータセットを5次元インターフェログラムと呼ぶ. 分光立体画像の再生は, 5次元インターフェログラムから次元圧縮することで得られる体積インターフェログラムから行われる. この次元圧縮を合成開口処理と呼ぶ. 合成開口処理は, 各干渉縞画像の1点の選択と, 新しい3次元の座標にその1点を再配列という2つの処理で行われる. 選択と再配列に与えられるルールをそれぞれ選択律, 再配列条件と呼ぶ.

従来の合成開口処理では, 光源から伝搬した光波の波面形状を記録した体積インターフェログラムを取得するための選択律が用いられてきた. しかし, 光波の波面形状を直接には反映しないものの, 同様な光源情報を有する体積インターフェログラムを取得す

る選択律が確認されている. この体積インターフェログラムを双曲面型体積インターフェログラムと呼ぶ^{5,6)}. 双曲面型体積インターフェログラムはその選択律の特徴から, 干渉計測から直接取得する干渉計を構築することができると考えられてきた⁶⁾. 本研究はその干渉計を実現するための予備実験について報告をおこなう.

2. 原理

従来の2光波折り畳み干渉計¹⁻⁵⁾では, 測定対象を動かすことで光学系を相対的に移動させて測定していた. そのため, 干渉光を観測する面の座標と測定対象の持つ座標を, 測定対象の移動量パラメータにより対応付ける必要があった. 双曲面型体積インターフェログラムを取得するための選択律は, 観測面上では移動量パラメータに応じて変動する. しかし, この選択律は測定対象の座標上ではその原点座標に定まる. このことから, 光源座標と観測面座標の原点を一致させた干渉計を考えたとき, その原点のみを観測することで双曲面型体積インターフェログラムが直接取得できると考えられる. この考えを基に

提案した干渉計を図1に示す。

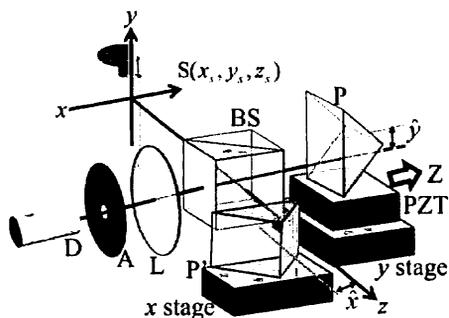


図1 提案する干渉計

光源 S から伝搬した光波はビームスプリッタ(BS)により分割される。分割された光波はそれぞれプリズム P 及び P' で反射し、BS により再び重なる。プリズム P は y ステージ、 x ステージに乗せられており、 P 、 P' は互いに直交である。 P 、 P' のエッジの位置は \hat{y} 、 \hat{x} と与えられ、入射した光波をエッジに対して反射させる。再び重ね合った光波は単一検出器(D)に入射する。BS と D の間にはレンズ(L)と開口(A)が置かれ、光軸上の光強度のみが観測される。 x - y 座標上の原点の光強度を観測する。また、 P は分割された光波に光路差を導入するため、PZT を用い光軸方向にも動かす。 x ステージ、 y ステージ、PZT の3軸を走査しながら、Dにより光強度を観測することで、3次元のデータ構造を取得する。これが双曲面型体積インターフェログラムである。この体積インターフェログラムからは、従来の2光波折り畳み干渉計から取得される双曲面型体積インターフェログラムと同様な処理により測定対象の分光立体像を取得することが出来る⁵⁾。

図1の干渉計は、CCDの代わりに点検出器を用いるため、干渉縞の高感度な計測が期待でき、さらに、この検出する光に対し白色ヘテロダイン検出技術を用いる⁷⁻⁸⁾ことで大幅な信号対雑音比の改善が期待できる。

3. 実験

提案した干渉計の実現性の検討のために、従来の2光波折り畳み干渉計により5次元インターフェログラムを取得され、さらに合成開口処理により取得した双曲面型体積インターフェログラムから分光立体像を再生した。これにより取得される体積インターフェロ

グラムと提案した干渉計から得られる体積インターフェログラムは、どちらも同じ処理により分光立体画像を取得することが可能である。

光源にはLEDと先端を削ったアクリル棒を組み合わせた2色の光源を用いた。図2に、この実験により再生された分光立体画像の1つを示す。このように、双曲面型体積インターフェログラムから分光立体画像の取得が可能であることを確認した。今回提案した干渉計から取得した双曲面型体積インターフェログラムからも、同様の処理で分光立体画像の取得が可能であると期待できる。

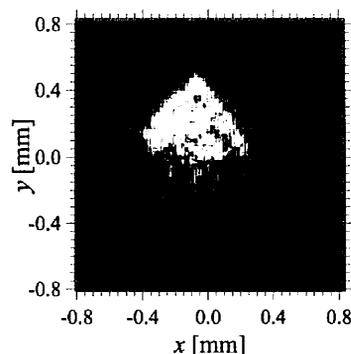


図2 インフォーカスした、波長458nm、距離95mmにおける分光立体画像

4. おわりに

われわれは双曲面型体積インターフェログラムの直接取得を目指す干渉計の構築を進めており、予備実験として従来の2光波折り畳み干渉計により取得した双曲面型体積インターフェログラムからの分光立体画像が再生可能であることを確認した。

本研究は科研費22560031の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) K. Yoshimori: J. Opt. Soc. Am. A 18(2001) 765.
- 2) K. Yoshimori: Proc. SPIE 6252, (2006) 625221-2.
- 3) M. Sasamoto and K. Yoshimori: Jpn. J. Appl. Phys. 48 (2009) 09LB03-1.
- 4) M. Sasamoto and K. Yoshimori: Opt. Rev. 19, (2012) 29-33.
- 5) T. Hashimoto and K. Yoshimori: Proc. of the Digital Holography and Three-Dimensional Imaging (DH2011) DWC38.
- 6) T. Hashimoto, A. Hirai, and K. Yoshimori: International Workshop on Holography 2011 (IWH2011) P02.
- 7) A. Hirai and H. Matsumoto: Opt. Eng. 40, (2001), 387-391.
- 8) A. Hirai, T. Hashimoto and K. Yoshimori: Annual meeting of JSAP, March 2011, 24p-KT-12.