

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月17日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22560031

研究課題名（和文） 分光立体映像再生のための超広帯域ヘテロダイン干渉計の開発

研究課題名（英文） A study to develop super-wide band heterodyne interferometry for hyper-multispectral three-dimensional imaging

研究代表者

吉森 久（YOSHIMORI KYU）

岩手大学・工学部・准教授

研究者番号：40322961

研究成果の概要（和文）：従来の2光波折り畳み干渉計を改良することにより、分光立体映像取得に必要な双曲面型体積インターフェログラムを高い信号対雑音比でヘテロダイン検出できる可能性があることを、模擬実験により確認し、この体積インターフェログラムから分光立体映像が再生できることを理論的・実験的に示した。

研究成果の概要（英文）： It is shown that, with a certain modification to a conventional two wavefronts folding interferometer, new hyperbolic-type volume interferogram from which spectral components of 3D images may be obtained in terms of heterodyne detection. Experimental and theoretical demonstrations for retrieval of spectrally decomposed 3D images are also shown.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：応用物理学・工学基礎・応用光学・量子光工学

キーワード：画像・光情報処理，デジタル分光ホログラフィー

1. 研究開始当初の背景

多色物体から伝搬した光波のパッシブ干渉計測に基づいて物体情報を得る計測法としては、フーリエ分光法が有名である。しかし、物体の3次元立体形状情報（3D情報）と分光情報を同時に得るパッシブ干渉計測法に関する研究報告は、代表者の知る限り1999年以前にはみられない。

代表者は、光が伝達する物体情報から3D情報と分光情報を同時取得する光干渉イメージングに関する研究に従事してきた。その成果として、1999年に初めて発表したアイ

デア(吉森, 伊東, 日本光学会年次学術講演会講演予稿集 p.201 1999)に基づいて, 2001年に物体の3D情報と分光情報をパッシブに取得する計測原理を発表した(Yoshimori, J.Opt.Soc.Am.A p.765 2001). この考え方を発展させて, 2004年に, 2光波折り畳み干渉計と2次元光センサーで空間コヒーレンス関数のデータセットを得て合成開口処理を適用する方法を考案し(Yoshimori, Proc. of SPIE "Holography 2005" p.6252), 最近, 準単色点光源を用いた原理検証実験に成功した(Sasamoto and Yoshimori, Jpn. J. Appl.

Phys. 48, p.09LB03 2009).また、この方法の多色で広がりのある物体への適用にも極最近、成功している。しかし、この方法を一般の物体へ適用し実用化を目指す場合、以下の問題がある。(1) 2次元光センサと合成開口処理を利用するため、データ量が膨大である、(2) 物体光のコヒーレンス(可干渉性)が低いため、干渉縞のコントラストが低く、信号対雑音比の改善が必要である、(3) 被測定物体を移動させるため、応用に限られる。これらの問題を全て解決するため、単一光センサを利用する改良型2光波折り畳み干渉計の着想を得、超広帯域ヘテロダイン変調技術との融合システムを考案した。

2. 研究の目的

- (1) 改良型2光波折り畳み干渉計を試作し、超広帯域ヘテロダイン変調技術と融合させた新規な高感度干渉計測システムを開発する
- (2) 開発した干渉計測システムの性能を評価し、高品質な分光立体映像のファーストイメージを取得する。

3. 研究の方法

平成22,23年度は、改良型2光波折り畳み干渉光学計と、多色光にも適用可能な超広帯域ヘテロダイン変調干渉光学計を融合することにより、分光立体映像再生のための超広帯域ヘテロダイン計測システムを開発する。新システムを構成する改良型2光波折り畳み干渉光学計と超広帯域ヘテロダイン変調干渉光学計は、それぞれ代表者と分担者の組織で分担して開発する。それぞれの干渉計の性能評価、調整、検証実験を行った後、融合させてシステムとしての動作を確認する。平成24年度は、システム全体の最終調整を行い、一般物体での高品質分光立体映像取得を行う。

4. 研究成果

従来の2光波折り畳み干渉計を改良することにより、分光立体映像取得に必要な双曲面型体積インターフェログラムを高い信号対雑音比でヘテロダイン検出できる可能性があることを、模擬実験により確認し、この体積インターフェログラムから分光立体映像が再生できることを理論的・実験的に示した。試作した改良型2光波折り畳み干渉光学計は、現時点で収差が大きく、原因の究明を続けている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

[雑誌論文] (計5件)

① Tetsuya Hashimoto, Akiko Hirai and Kyu Yoshimori, “Fully interferometric three-dimensional imaging spectrometry using hyperbolic-type volume Interferogram,” Applied Optics, 査読有, 52巻, 2013, 1497-1504

② Sirawit Teeranutrannont and Kyu Yoshimori, “Digital holographic three-dimensional imaging spectrometry,” Applied Optics, 査読有, 52巻, 2013, A388-A396

③ Masumi Sasamoto and Kyu Yoshimori, “Three-Dimensional Imaging Spectrometry by a Fully Passive Interferometry,” Optical Review, 査読有, 19巻, 2012, 29-33

④ 吉森久, “分光立体画像取得のためのデジタル分光ホログラフィー,” 光学, 査読有, 40巻, 2011, 544-549

⑤ 吉森久, “デジタル分光ホログラフィー,” 光アライアンス, 査読無, 21巻, 2010, 9-13

[学会発表] (計16件)

① Sirawit Teeranutrannont and Kyu Yoshimori, “Digital holographic three-dimensional imaging spectrometry and depth imaging properties,” International Conference on Photonics Solutions (ICPS2013), 2013.05.27, Royal Cliff Beach Hotel, (Pattaya, Thailand)

② Masaki Obara and Kyu Yoshimori, “Digital holographic three-dimensional imaging spectrometry based on rotated-hyperbolic type volume interferogram,” International Conference on Photonics Solutions (ICPS2013), 2013.05.27, Royal Cliff Beach Hotel, (Pattaya, Thailand)

③ Kyu Yoshimori, “Coherence-based three-dimensional imaging spectrometry,” International Conference on Photonics Solutions (ICPS2013), 2013.05.26, Royal Cliff Beach Hotel, (Pattaya, Thailand) (INVITED)

④ Tetsuya Hashimoto, Akiko Hirai and Kyu Yoshimori, “A new heterodyne

tandem-interferometer for fully interferometric three-dimensional imaging spectrometry,” International Conference on Photonics Solutions (ICPS2013), 2013.05.26, Royal Cliff Beach Hotel, (Pattaya, Thailand)

⑤ Kyu Yoshimori, Masaki Obara, Tetsuya Hashimoto, and Sirawit Teeranutranton, “Interferometric hyper-multispectral three-dimensional imagi,” International Workshop Optics and Photonics, 2012.09.13, Ak-Bermet Hotel, (Iyssh-Kul, Kyrgyzstan) (INVITED)

⑥ Kyu Yohimori, “Digital holographic three-dimensional imaging spectrometry,” Digital Holography and Three-Dimensional Imaging (DH2012), 2012.05.02, Sheraton Hotel Miami, (Miami, USA) (INVITED)

⑦ 橋本 哲弥, 平井 亜紀子, 吉森久, “双曲面型体積インターフェログラムを取得する干渉計,” 日本光学会 (応用物理学会) 年次学術講演会 (OPJ2011), 2011.11.30, 大阪大学, (大阪)

⑧ Tetsuya Hashimoto and Kyu Yoshimori, “Direct mesurement of hyperbolic-type volume interferogram,” International Workshop on Holography and related technologies (IWH2011), 2011.11.16, Utsunomiya University, (Utsunomiya, Japan)

⑨ Wataru Tanno and Kyu Yoshimori, “New technique to improve signal to noise ratio in digital holographic three-dimensional imaging spectrometry,” International Workshop on Holography and related technologies (IWH2011), 2011.11.16, Utsunomiya University, (Utsunomiya, Japan)

⑩ Masumi Sasamoto and Kyu Yoshimori, “Three-dimensional spectrometry for the white-light source distribution by a fully passive interferometry,” International Workshop on Holography and related technologies (IWH2011), 2011.11.16, Utsunomiya University, (Utsunomiya, Japan)

⑪ Sirawit Teeranutranton and Kyu Yoshimori, “ Digital holographic three-dimensional imaging spectrometry

applied to retrieve spectral components of three-dimensional images for a spatially incoherent, polychromatic objec, ” International Workshop on Holography and related technologies (IWH2011), 2011.11.16, Utsunomiya University, (Utsunomiya, Japan)

⑫ Sirawit Teeranutranton and Kyu Yoshimori, “ Application of fully interferometric three-dimensional maging spectrometry to a spatially incoherent, polychromatic object,” Dgital Holography and Three-Dimensional Imaging (DH2011), 2011.05.10, University of Tokyo, (Tokyo, Japan)

⑬ Tetsuya Hashimoto and Kyu Yoshimori, “ Fully interferometric three-dimensional imaging spectrometry using hyperbolic-type volume interferogram,” Dgital Holography and Three-Dimensional Imaging (DH2011), 2011.05.10, University of Tokyo, (Tokyo, Japan)

⑭ 橋本哲弥, 平井亜紀子, 吉森 久, “3次元分光イメージングのための双曲面型体積インターフェログラムを取得する干渉計,” 第58回応用物理学関係連合講演会, 2011.03.25, 神奈川工科大学, (神奈川)

⑮ 平井 亜紀子, 橋本 哲弥, 吉森 久, “マルチモード光ファイバで接続されたタンデム型光ヘテロダイン干渉計,” 第58回応用物理学関係連合講演会, 2011.03.25, 神奈川工科大学, (神奈川)

⑯ Kyu Yoshimori, “ Multispectral Wavefronts Retrieval in Digital Holographic Three-Dimensional Imaging Spectrometry,” International Conference on Advanced Phase Measurement Methods in Optics and Imaging (ICAPMMOI2010), 2010.05.18, Monte Verita, (Ascona, Switzerland)

[その他]
ホームページ
<http://ql.cis.iwate-u.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉森 久 (YOSHIMORI KYU)
岩手大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：40322961

(2)研究分担者

平井 亜紀子 (HIRAI AKIKO)

産業技術総合研究所・計測標準研究部門・

主任研究員

研究者番号：00357849