

氏名（本籍）	渡辺 果歩（大阪府）
学位の種類	博士（工学）
学位授与番号	甲第85号
学位授与日付	平成29年3月24日
専攻	システム工学専攻
学位論文題目	インコヒーレントデジタルホログラフィとその計測応用に関する研究
学位論文審査委員	(主査) 教授 野村 孝徳 (副査) 教授 松本 正行 教授 土谷 茂樹

論文内容の要旨

本研究では、コヒーレンスの低い光を光源に用いたデジタルホログラフィによるイメージング技術とそれを用いた計測手法の確立を目的とし、時間的低コヒーレンス光を用いたデジタルホログラフィと空間的インコヒーレント光を用いたデジタルホログラフィをそれぞれ取り上げ

- 1 時間的低コヒーレンスデジタルホログラフィを用いた屈折率・厚さ分布の同時計測
- 2 偏光2チャンネル回転シアリング干渉計を用いた空間的インコヒーレントフーリエデジタルホログラフィ
- 3 バイアスレベル低減のための位相シフト偏光2チャンネル回転シアリング干渉計を用いた空間的インコヒーレントフーリエデジタルホログラフィ

の3つの手法を提案する。

1 時間的低コヒーレンスデジタルホログラフィを用いた屈折率・厚さ分布の同時計測

産業分野の製品検査や生物・医学分野の生体組織の測定・診断のために非接触・非破壊・非侵襲の計測手法が求められている。特に、透明な光学製品の厚み計測や屈折率分布の評価は製品の欠陥検出に重要であり、その計測手法の確立が望まれている。そこで本研究では時間的低コヒーレンスデジタルホログラフィを用いた手法を提案する。提案手法は参照ミラーを走査し記録したデジタルホログラムの数値再生像から物体光と参照光の光路差0位置を取得し、仮想基準面を導入することにより、屈折率・厚さ分布を計測する。提案手法を用いた計測実験をおこない、屈折率分布・厚さ分布の同時計測手法として有用性を実証した。

2 偏光2チャンネル回転シアリング干渉計を用いた空間的インコヒーレントフーリエデジタルホログラフィ

空間的インコヒーレントデジタルホログラフィはLEDなどの空間的コヒーレンスのないインコヒーレント光を光源に用いることができる。そのため、蛍光顕微鏡などこれまでの高コヒーレント光を用いたホログラフィでは成し得ない新たな計測応用の実現に有用である。本研究では回転シアリング干渉計を用い、空間的にインコヒーレントな光波の自己干渉を利用したインコヒーレントフーリエデジタルホログラフィを提案する。提案する偏光2チャンネル回転シアリング干渉計では回転シアリング干渉計と波長板の組み合わせにより、2つの直交する偏光を用いてインコヒーレント物体の余弦・正弦変換の両方の形の干渉縞が得られる。余弦・正弦変換はフーリエ変換の実部・虚部に相当するため、インコヒーレントフーリエデジタルホログラムを取得できる。提案手法を用いたインコヒーレントフーリエデジタルホログラム記録実験をおこない、その数値再生像を取得した。得られた数値再生像においてインコヒーレント物体の強度分布を計測できていることを示した。

3 バイアスレベル低減のための位相シフト偏光2チャンネル回転シアリング干渉計を用いた空間的インコヒーレントフーリエデジタルホログラフィ

自己干渉を利用した空間的インコヒーレントホログラフィにおいて、その再生画像は大きな直流光成分を含むという課題がある。この課題のために、ホログラフィにインコヒーレント照明を用いることは光計測など多くの応用において魅力的であるにもかかわらず、その実用性を制限している。そこでこの課題に対して位相シフト偏光2チャンネル回転シアリング干渉計を用いた空間的インコヒーレントフーリエデジタルホログラフィを提案する。提案手法は偏光2チャンネル回転シアリング干渉計に新たに波長板を導入し、干渉縞の交流成分の符号が異なるホログラムを得る。それにより、バイアス項のないインコヒーレントフーリエデジタルホログラムを取得できる。よって、再生画像において直流光成分を除去することができる。インコヒーレントフーリエデジタルホログラム記録・再生実験をおこない、直流光成分の低減と同時にインコヒーレント物体の強度分布を定量的に計測できることを示した。

本研究によるインコヒーレントデジタルホログラフィとそれを用いた計測技術の確立の成果はオプトエレクトロニクス、ナノテクノロジー産業、高度先進医療技術の発展に資するものである。

論文審査の結果の要旨

論文内容を審査し、博士論文として必要な条件を満たしていると認められた。本研究は、コヒーレンスの低い光源を用いたデジタルホログラフィによるイメージング技術とそれを用いた計測手法の確立を目的としたものである。時間的低コヒーレンスデジタルホログラフィを用いた屈折率・厚さ分布の同時計測手法を単一の干渉計を用いて実現する方法を提案し、スライドガラスを用いた計測実験により実証した。空間的インコヒーレントデジタルホログラフィに関しては偏光2チャンネル回転シアリング干渉計を用いたフーリエデジタルホログラフィを2種類提案し、これまで課題であった二重像や直流光の除去、低減を可能にしている。こちらも実験により提案手法を実証している。以上のことからこれらの研究は、インコヒーレントデジタルホログラフィの計測応用への可能性を開拓し、当該分野の進展に寄与するものであり、学位論文に値するものと認められた。

最終試験の結果の要旨

公聴会・最終試験を2017年2月10日に実施した。論文の内容および関連する事項に関する試問をおこなった結果、質疑応答が適切であり、最終試験に合格と判断した。

論文審査および最終試験の結果を総合的に検討し、博士学位授与に値すると判断した。