

氏名	キーラヨット スリナンジャン Keerayoot Srinuanjan
本籍（国籍）	BANGKOK THAILAND
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	工博 第294号
学位授与年月日	平成31年3月22日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当 課程博士
研究科及び専攻	工学研究科電気電子・情報システム工学専攻
学位論文 題目	Multispectral Hyperbolic Incoherent Holography (多重分光双曲面インコヒーレントホログラフィー)
学位審査委員	主査 准教授 吉森 久 副査 准教授 木村 彰男 副査 教授 永田 仁史 副査 教授 西山 清

論文内容の要旨

本学位論文は多重分光双曲面インコヒーレントホログラフィーの方法を提案している。この研究は実験手法の改良、スペクトル成分毎の3次元像を回復する数学理論、位相収差に関するその場校正法、実験結果、および解析的に導かれた多重分光双曲面インコヒーレントホログラフィーの4次元インパルス応答関数の解析解の導出を含んでいる。

第1章では研究の背景、目的、学位論文の構成が示されている。

第2章では研究の理論背景を要約している。波動方程式から導かれる光の性質を例示することから始めて、重ね合わせの原理に基づく光波の干渉現象、光波のコヒーレンス、そしてフーリエ分光法の原理を説明している。また3次元像を回復する数学的手法を示している。

第3章では双曲面型体積インターフェログラムを取得する新規な方法を提案している。従来手法に代わる2光波折畳み干渉計の配置が導入された。この干渉計では測定物体が固定され2つのプリズムが段階的に移動する。イメージセンサーの代わりに単一光検出器が用いられる。従来の2光波折畳み干渉計とは異なり提案手法は合成開口処理を必要とせず双曲面型体積インターフェログラムを直接取得することができる点が新規である。双曲面型体積インターフェログラムが得られると物体光のスペクトル形状はフーリエ分光法と同様な方法で得ることができる。次に、スペクトル分解された3次元像を得るために利用する数学理論を示している。3次元インターフェログラムの光強度を空間相関関数で表すことから始めている。この関数は2つのプリズムによって反射された光の場の干渉現象を表す。時間的に定常な

場において空間相関関数は相互スペクトル密度のフーリエ積分で表され、相互スペクトル密度は光の場の単色成分に関する相互相関で定義される。この関数は物体のスペクトル密度と双曲面位相因子の畳込み積分で表される。この相互スペクトル密度に角スペクトル法を適用することによって 3 次元像を回復する過程を示している。

第 4 章では最新の実験的研究に関する実験条件と結果を示している。多色物体に対し体積インターフェログラムが 2 光波折畳み干渉計によって測定された。この体積インターフェログラムを厚みに関しフーリエ変換することによりスペクトル形状とスペクトル成分に関する双曲面ホログラムの位相分布が得られる。この位相分布から 3 次元像が回復される。実験結果は、この位相分布は正確な 3 次元像を与えないことを示した。この問題に対処するために、干渉計の位相収差に関するその場校正法を提案している。位相収差に関する干渉縞が記録された体積インターフェログラムと双曲面型体積インターフェログラムは同時に測定された。提案された校正法を適用すると分光された相互スペクトル密度すなわち双曲面インコヒーレントホログラムから位相収差を除くことができた。実験結果は異なる実験条件の下における位相収差はほぼ等しいことを示しており、位相収差は干渉計のアライメントが変わらない限り再現性を有することを確認している。

第 5 章では理論的新展開として、インパルス応答関数の解析解を導出することにより双曲面ホログラフィーの結像特性を調べている。この数学解析の妥当性を確認するためにインパルス応答関数の解析解から得られた再生像と実験結果が比較された。単色点光源を測定物体とした実験を実施し、その場校正法を適用した再生像を得ている。再生像は理論予測と比較され、解析解とその場校正法の結果は良い一致を見せることが確認された。このことは、提案手法により得られた再生像はこの手法の、ある条件の下における理論限界に近いことを示唆している。

論文審査結果の要旨

以上のように本研究は多重分光双曲面インコヒーレントホログラフィーの方法を実験的・理論的に詳細に研究しており、その新規な成果は高く評価でき、光情報処理分野及び情報フォトンクス分野の発展に寄与するところ大である。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として合格と認める。

原著論文名（1編を記載）

題目 Multispectral hyperbolic incoherent holography

著者名 Keerayoot Srinuanjan, Masaki Obara, Kyu Yoshimori

学術雑誌等名 Optical Review (25 巻,145 号,65-77 頁)

発行年月 2017 年 12 月