

| | |
|--------------|---|
| Title | Propagation of Optical Coherence and Interferometric Imaging |
| Author(s) | Arimoto, Hidenobu |
| Citation | 大阪大学, 2000, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://doi.org/10.11501/3169442 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

| | |
|------------|--|
| 氏名 | 有本英伸 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学) |
| 学位記番号 | 第 15479 号 |
| 学位授与年月日 | 平成12年3月24日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当 工学研究科応用物理学専攻 |
| 学位論文名 | Propagation of Optical Coherence and Interferometric Imaging (光学のコヒーレンスの伝播と干渉イメージング) |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 伊東 一良 (副査) 教授 一岡 芳樹 教授 川上 則雄 教授 萩行 正憲 教授 高井 義造 助教授 SEKKAT Zouheir |

論文内容の要旨

本論文は、光の空間コヒーレンスの伝播に伴う光スペクトルの変化現象を実験的に検証するとともに、伝播後の空間コヒーレンスを用いた干渉イメージングの新たな手法の提案と実証実験についてまとめたものであり、以下の8章により構成されている。

第1章では、光源の空間コヒーレンスに起因したスペクトルの変化現象、および干渉イメージングの歴史的背景と現在における研究課題を述べており、本研究の背景と目的を明らかにするとともに、研究内容と成果について概説している。

第2章では、空間-時間領域、および空間-周波数領域において記述された空間コヒーレンス関数の定義、空間コヒーレンスの伝播則、さらに空間コヒーレンスに起因するスペクトル変化現象に関し、現在までに行われてきた研究内容を概観している。

第3章では、光源の空間コヒーレンスに起因したスペクトル変化現象を回折の影響を受けずに測定するための光学系を考案するとともに、伝播後のスペクトルが短波長側、長波長側へシフトする条件を実験的に明らかにしている。

第4章では、光源から伝播した空間コヒーレンスを測定し、光源の2次元強度分布および位置により異なるスペクトル分布を再生する新たな2次元干渉イメージングの原理を考案し、実験的に確かめている。

第5章では、光源の空間コヒーレンス状態や観測位置の制約が少ない新たな3次元干渉イメージングの手法を角スペクトルの伝播則に基づいて考案するとともに、光源の3次元強度分布を再生する実験結果を述べている。また、測定系の分解能に関する議論もあわせて行っている。

第6章では、一般化放射輝度の空間分布を再生することによる3次元干渉イメージングの新たな手法を考案し、必要とするデータの次元を一部下げることにより、第5章で述べられた原理と比較して、処理時間を大幅に短縮することを可能とした。

第7章では、第4章および第5章で述べられた干渉イメージングの光学系やデータ処理過程において、光子雑音と検出器雑音のそれぞれが支配的な場合の信号対雑音比の解析と実験による確認の結果を述べている。

第8章では、本研究で得られた成果を要約し、今後に残された課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

自由空間および散乱媒質中の多色光の伝播に伴うスペクトル形状変化の現象が、近年多くの研究者の注目を集めている。また医療を含む多くの分野で、光学的な3次元像回復手法への要求が高まっている。本論文は、空間的に部分相関を有する光源から射出した光のスペクトル変化現象の実験的解析、および空間コヒーレンスの逆伝播則に基づいた干渉イメージングの新たな手法について述べたものである。主な結果を要約すると以下の通りである。

- (1) 光学素子による回折の影響を受けずに、空間コヒーレンスのみに起因するスペクトル変化を測定する手法を考案し、光源の空間コヒーレンス状態と測定されるスペクトル変化の関係を明らかにしている。
- (2) 光源から伝播した空間コヒーレンスを測定し、光源の強度分布および位置により異なるスペクトル分布を再生する手法を考案するとともに、実証実験により理論の正当性、有用性を示している。
- (3) 空間周波数領域における相互スペクトル密度の伝播則を用いて、従来よりも光源の空間コヒーレンス状態や観測位置に関して一般性の高い条件の下で適用が可能な3次元干渉イメージングの手法を考案し、像再生の実験に成功している。
- (4) 空間的にインコヒーレントな光を発する物体の3次元干渉イメージングを行う際に、物体の位置が未知の場合でも正確な像の再生が可能な方法を提案し、実験によりその有用性を確認している。
- (5) 相互スペクトル密度の伝播則に基づく3次元干渉イメージングを一般化放射輝度の再構成によって行う手法を提案し、像強度を再生する場合と比較してデータ処理に要する時間を飛躍的に短縮することに成功している。

以上のように、本論文は自由空間伝播に伴う光のスペクトル変化に関する有意義な知見を提供し、さらに空間周波数領域における相互スペクトル密度の伝播則に基づく3次元像回復のための光学系とアルゴリズムを提案し、実験によりその有用性を明らかにしている。これらの成果は、応用物理学、特に光情報工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。