



|              |                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | Reconstruction of complex wave field from intensity information by means of ambiguity function theory                                           |
| Author(s)    | 屠, 錦洪                                                                                                                                           |
| Citation     | 大阪大学, 1998, 博士論文                                                                                                                                |
| Version Type |                                                                                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/40660">https://hdl.handle.net/11094/40660</a>                                                             |
| rights       |                                                                                                                                                 |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

|               |                                                                                                                                                |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名           | 屠 錦 洪                                                                                                                                          |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)                                                                                                                                      |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 3 9 3 0 号                                                                                                                                  |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平成 10 年 3 月 25 日                                                                                                                               |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当<br>基礎工学研究科物理系専攻                                                                                                               |
| 学 位 論 文 名     | Reconstruction of complex wave field from intensity information<br>by means of ambiguity function theory<br>(Ambiguity 関数理論による強度情報からの複素波動場の復元) |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 田村 進一<br><br>(副査)<br>教 授 首藤 勝 教 授 張 紀久夫                                                                                            |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、筆者が大阪大学大学院基礎工学研究科（物理系専攻情報工学分野）博士後期課程在学中に行った Ambiguity 関数理論による強度情報からの複素波動場の復元手法についてまとめたものである。

透明の物体（位相物体）を再現するためには、その物体の振幅または強度の情報だけでなく、位相の情報も必要である。位相検出の方法はいくつかあるが、光学的手法としては、基本的には、レーザーのような可干渉光でシステムを実現する。本研究は、三次元光強度の情報により、部分干渉光の照明下で複素波動場の復元の理論とコンピュータシミュレーションについて研究したものである。本研究は X 線による位相検出と三次元電子顕微鏡等に応用が期待される。

まず、Wigner 分布関数の位相空間の tomography からの複素波動場の復元方法について述べる、部分的に可干渉光の照明の場合にその意義を明確にする。

次に、ambiguity 関数理論の観点から、mutual intensity を復元するための新しい方法を提案する。本手法では、光学システムパラメータの調整とともに、観察平面中の強度の 1 次元フーリエ逆変換を行なう。これにより、ambiguity 関数空間の中の異なる角度のラインに沿った対応する ambiguity 関数値が得られる。したがって、mutual intensity 関数は、復元した ambiguity 関数値のフーリエ変換を行なうことによって復元される。さらに、このアルゴリズムは、分数フーリエ変換の条件を満たすように 1 次光学系のパラメータが設定される場合に、解析的な解も得られる。

このアルゴリズムでは、filtered back-projection というアルゴリズムを使っている Wigner 分布関数の復元の遠回りを避け、mutual intensity 関数が直接に得られる。

また、Gaussian Schell-model による部分的に可干渉光照明の光学システムにおけるシミュレーションによって、提案手法の有効性を検討する。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

位相の検出及び複素波動場の復元は多くの分野において重要な課題であり、様々な応用が期待される。部分干渉性

照明下において、三次元光強度の情報から複素波動場の復元を行う研究は初期的段階に止まっており、新しい理論と方法が強く望まれている。本論文は、ambiguity 関数理論に基づき、mutual intensity を復元するための新しい方法を提案している。その主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) mutual intensity, ambiguity 関数, および Wigner 分布関数の間の関係を解明するとともに、部分干渉性照明下において三次元光強度の情報から複素波動場を復元するための新しい手法を提案している。この手法においては、光強度の二回フーリエ変換から mutual intensity が復元される。その際、ambiguity 関数は中間関数として用いられる。このアルゴリズムでは、従来手法のように filtered back-projection による Wigner 分布関数の復元を行う間接的手法ではなく、より直接的、簡単なアルゴリズムとなっている。
- (2) ambiguity 関数理論によって、分数フーリエ変換の条件を満たすように 1 次光学パラメータを設定する場合には、光強度から直接的に mutual intensity への解析的な解が得られる。この結果は、部分干渉光伝播理論に対する逆問題を解いているといえる。また、複素波動場の復元への応用だけでなく、物理光学に対する見通しのよい簡明な理論を与えている。
- (3) 位相検出の方法の一つである提案手法のシミュレーションを行い、その有効性を確認している。特に、部分干渉照明下での位相復元の可能性について論じている。

以上のように、本論文は、物理光学と位相の復元に関する研究分野に独創的な新しい知見を与えるものである。よって、博士（工学）論文として価値あるものと認める。