



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

導波モード分離型境界積分方程式による近接場光学顕微鏡シミュレーション

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-02-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 吉田, 貴博 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/1927

氏名 (本籍)	吉田 貴博 (岐阜県)
学位の種類	博士(工学)
学位記号番号	甲第206号
学位授与年月日	平成15年 3月25日
専攻	電子情報システム工学専攻
学位論文題目	導波モード分離型境界積分方程式による 近接場光学顕微鏡シミュレーション (Simulation of Near-Field Scanning Optical Microscope by Guided-Mode Extracted Boundary Integral Equations)
学位論文審査委員	(主査) 教授 田中嘉津夫 (副査) 教授 河瀬順洋 教授 岸田邦治

論文内容の要旨

本論文は2次元近接場光学顕微鏡コンピュータシミュレーションに関して述べたものであり、顕微鏡の誘電体プローブ先端部以外を金属コーティング施した開口プローブ(以下、開口プローブ)と開口のない誘電体プローブ(以下、誘電体プローブ)を用いた場合のそれぞれシミュレーションについて述べている。シミュレーション手法は従来の境界積分方程式では積分路が無限長のため解析が困難であるモデルに対して、導波モード分離型境界積分方程式を用いることで数値解析可能な手法を提案している。得られた出力像からは誘電体プローブによる出力像より開口プローブによる出力像の方が観測物体細部を検出しており、このことから開口プローブを用いることの有効性を示唆している。

また観測物体とプローブ近傍の光強度分布を求めており、この結果からは、近接場光学顕微鏡の物理過程が容易に理解することが可能となっている。

第1章では近接場光学の背景を述べ、近接場光学回路のためのCAD(コンピュータ支援設計)の必要性を述べている。また近接場光学回路を数値解析するにあたり従来の境界積分方程式を用いることが困難であるため、新しい手法の必要性を述べている。

第2章では、近接場光学顕微鏡の構造について述べており、Collectionモード、Illuminationモードの近接場光学顕微鏡で有効と考えられている2つのモードの原理について述べている。

第3章では、導波モード分離型境界積分方程式の導出について述べている。境界要素法を用いて数値解析するにあたり、従来の境界積分方程式では、無限長積分路、無限遠方まで伝播する電界のため、数値解析が困難であるモデルに対して、導波モード分離型境界積分方程式を導出することにより、無限長積分路を有限長として考えることが可能となり、数値解析可能なモデルとなることを述べている。

第4章では、シミュレーション結果を報告しており、誘電体プローブ、開口プローブを用いた近接場光学顕微鏡の観測物体が複数個の誘電体の場合と複数個の金属導体の場合でのそれぞれの出力像を報告している。これらより、誘電体プローブよりも開口プローブを用いた方が、出力画像において分解能が向上していることを示している。

またプローブの観測物体近傍の光強度分布を求めており、これからは、近接場光学顕微鏡の物理過程を容易に理解することができることを示している。

最終第5章では、本論文の結論を示した上で、近接場光学顕微鏡シミュレーションの将来展望について述べている。

論文審査結果の要旨

本論文は2次元近接場光学顕微鏡コンピュータシミュレーションに関して述べたものである。本論文で述べている解析手法は従来の境界積分方程式では積分路が無限長のため解析が困難であるシミュレーションモデルに対して、導波モード分離型境界積分方程式を用いることで数値解析可能なものにしていく。この手法は基礎理論として精度および汎用性が高いものと認められる。シミュレーション内容においては、誘電体プローブ先端部以外を金属コーティング施した開口プローブ(以下、開口プローブ)と、開口のない誘電体プローブ(以下、誘電体プローブ)を用いた場合のそれぞれシミュレーションしている。得られた出力像からは誘電体プローブによる出力像より開口プローブによる出力像の方が観測物体を細かく検出しており、このことから開口プローブを用いることの有効性を示唆している。この結果についての実験的報告は多数されているが、数値解析による精密な報告はきわめて少なく興味深い。

また観測物体とプローブ近傍の光強度分布を求めており、この結果からは、近接場光学顕微鏡の物理過程が容易に理解することが可能となっている。

総合して、本論文は近接場光学回路のためのCADシステム開発において多くの新しい知見と成果を示しており、学術的に高い価値を有すると判断する。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。

最終試験結果の要旨

提出された学位論文を熟読し、その内容が工学的にも学術的にも高い価値を有すると判断した。また、公聴会後に学位論文に関する口頭試問を行い、工学的な知識はもちろん数値解析、情報処理、電磁気学に関する試問をしたが、論文提出者はそれらの試問に的確に答えていた。これらのことから論文提出者は学位を授与するに十分な専門的知識を有していると判断できる。

以上の理由により最終試験を合格と判定した。