



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

3次元積分方程式の高速解法を利用した近接場光学の数値解析

| | |
|-------|---|
| メタデータ | 言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-03-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 田中, 嘉津夫 メールアドレス: 所属: |
| URL | http://hdl.handle.net/20.500.12099/583 |

はしがき

申請者らは三次元ベクトル体積積分方程式(Lippman-Shwinger方程式)の数値解放に、繰り返し(Iteration)解法であるGMRES法(Generalized Minimum Residual Method)およびGCR(Generalized Conjugate Residual)法を適用し、近接場光学(NFO)シミュレーションにおける大規模問題(未知数十万以上)を小さな計算機記憶容量(2GB以内)で高速(数10時間)に解くことができるコードを開発した。このコードを実際のNFO顕微鏡設計に適用し、金属開口プローブ、金属散乱プローブを持つ三次元NFO光学顕微鏡の解像特性シミュレーションを行い、その基本的特性を解明した。さらに高速フーリエ変換(FFT)を適用し、この改良したコードを実際のNFO顕微鏡設計に適用し出力画像のシミュレーションを行った、具体的には、非対称複素密大行列(約200万×約200万要素)を処理できる並列計算システムを構築し、そのシステムで稼動する近接場光学(NFO)シミュレーションソフトを、金属開口プローブ、金属散乱プローブを持つ三次元NFO光学顕微鏡の解像特性シミュレーションを行い、その基本的特性を解明した、

平成14年には、このコードを使って近接場ナノ光学・表面プラズモンに関するきわめて興味ある現象を発見した。近接場ナノ光学で金属微小開口を利用して光波長以下の微小スポットサイズを生成する技術は最も基本的なものである。より微小な開口を使えば、より微小なスポットサイズ生成が可能で、例えば近接場走査顕微鏡の解像力を上げることができる。しかし、微小開口を波長以下に小さくするにつれ、微小開口の通過光エネルギー(スループット)が低下し、NFO装置のS/N比は急速に劣化する。従来、開口スポットサイズの微小さとスループットの大きさは相反する関係と考えられてきた。申請者らは金属微小開口の形状を亜鈴型にすれば、表面プラズモンの利用でこの相反する関係が打破できることを発見した。すなわち、亜鈴型開口形状は同じ微小スポットサイズで、従来の開口に比べ約1000倍のスループットを持つ。この光近接場局在増強現象はまだ完全には解明できていないが、金属開口側面に励起される表面プラズモンに起因することは確認している。この亜鈴型金属開口における表面プラズモンの働きは近接場ナノ光学の応用上極めて興味深いものである。以上の研究結果は、国内国外の論文誌および国際会議に発表した。