

課題名 (タイトル) :

共振型光メタマテリアル共振器構造の最適化設計法の検討

利用者氏名 :

○坂本 裕輝*

田中 拓男*

所属 : *田中メタマテリアル研究室

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

光メタマテリアルは自然界に存在しない特異な光学特性を人工的に付加した疑似物質である。この光メタマテリアルは、光と共鳴相互作用するサブ波長サイズの共振器で構成されている。共振器の特性は、その形状や配置間隔によって大きく変化し、それが巨視的なメタマテリアルの光学特性を決定する。そのため、共振器の形状やサイズ、配置間隔などをパラメータとした大規模な計算を行って、メタマテリアルの構造を最適化する必要がある。

本研究課題では可視光全体をカバーする広い波長領域において動作するメタマテリアルの実現を目標として、その共振器構造を計算機で自動的に最適化する手法の検討を行う。このような最適化設計では数値電磁界解析による計算を繰り返し行う必要があるため、大規模な並列計算機が必要となる。

2. 具体的な利用内容、計算方法

現在、RCWA 法 (Rigorous Coupled-Wave Analysis) に基づく数値電磁界解析のプログラムを自作している。自作したプログラムの信頼性を検証するために、ガラス基板について、解析解と我々のプログラムの結果を比較した。

RCWA 法では単一波長での計算結果を統合することで、広帯域な波長に対する特性の結果を得ることができる。我々は HOKUSAI の持つ豊富なコアを用いて、各々の波長の計算を別々のコアに割り振った。

3. 結果

ガラス基板の反射スペクトル、角度依存性の反射率について、解析的に求めた結果と我々のプログラムによる結果を比較すると完全に一致した。

4. まとめ

我々は自作したプログラムの信頼性をガラス基板を用いて検証した。その結果、屈折率の分散の無い材料に対して、回折次数が 0 のときの計算において、正しいことが確認できた。

今年度、HOKUSAI を利用し、大規模な並列計算を行うことによって計算時間を飛躍的に短縮することができたので、研究推進にきわめて有益であることが分かった。

5. 今後の計画・展望

より高次の回折次数を必要とする構造に対して、プログラムの結果が正しいかを検証する。また、他の計算手法と我々のプログラムの結果を比較し、検証する。これらの検証を行いながら、より精度の高い計算ができるようにプログラムの改善を行う。

今後の展望として、3次元周期構造について、広帯域な波長で設計目標とする位相を得る新規な共振器構造の最適化設計を行う予定である。