

課題番号 : F-13-TU-0031
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : MEMS 可変光メタマテリアルの製作
Program Title (English) : Fabrication of tunable optical metamaterials using MEMS actuators
利用者名 (日本語) : 穂苅 遼平
Username (English) : Ryohei Hokari
所属名 (日本語) : 東北大学大学院工学研究科ナノメカニクス専攻
Affiliation (English) : Department of Nanomechanics, Graduate School of Engineering, Tohoku University

1. 概要 (Summary)

Micro electromechanical systems (MEMS) はマイクロ・ナノスケールの微小構造体やセンサ、アクチュエータを集積化できるため、動的制御可能な光学素子を実現できる。一方、メタマテリアルは自然界には存在しない負の屈折率といった新奇光学特性を示す波長よりも小さな人工構造体である。その光学特性は主に構造の形状や構成材料によって決定され、それらをうまく設計することで、正の大きな値や負の値といった従来にない屈折率を示すことができる。しかし、光領域のメタマテリアルは 100 nm 程度のサイズで、サブミクロンの周期が要求されるため、期待される光学特性を持つメタマテリアルを製作することは難しい。本研究では、高い寸法精度を持つ光メタマテリアルを製作し、その光学特性を評価する。さらに、光メタマテリアルと MEMS を融合し、新奇光学特性を動的に制御することで、光の自在制御の実現を目的とする。

2. 実験 (Experimental)

光メタマテリアル構造の MEMS 駆動による動的制御を実現するために、構造の変化による光学特性の変化の大きさを評価する必要がある。そのため、光メタマテリアル構造を精度良く製作し、光メタマテリアルの持つ光学特性を実験的に評価することは重要である。製作するメタマテリアルは 2 種の共振器で 1 ユニットの構成する周期 240 nm×240 nm の周期構造であり、共振器間の間隔は 10 nm – 50 nm である。各共振器の長さはそれぞれ 108 nm、96 nm である。パターンニングには、加速電圧 130kV での描画が可能な電子線描画装置 (エリオニクス社、ELS-G125S) を用いた。ビーム電流は 100 pA である。レジストは電子線描画用の高解像ポジ型レジスト (日本ゼオン社、

ZEP520A) を使い、より解像度を向上するため、膜厚はおよそ 120 nm になるように調整した。レジストをパターンニングした後、金属 (Au) を蒸着し、テトラヒドロフランを用いてリフトオフを行う。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

製作した光メタマテリアルの走査型電子線顕微鏡写真を Fig.1 に示す。各共振器の長さは 108 nm、90 nm であり、10 nm 以下の寸法精度で製作できた。また、共振器間の間隔は設計 20 nm に対して 19 nm であった。

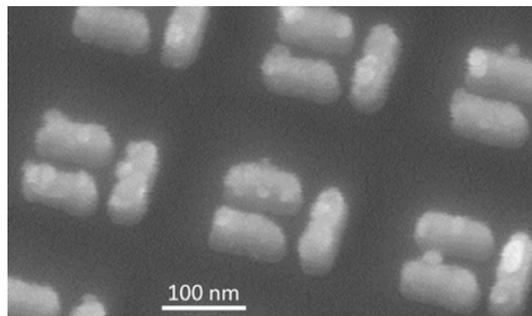


Fig.1 SEM image of fabricated metamaterials

4. その他・特記事項 (Others)

なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) R. Hokari, Y. Kanamori, and K. Hane, Opt. Express, Vol. 22 (2014) pp. 3526-3537.
- (2) R. Hokari, Y. Kanamori, and K. Hane, 27th International Microprocesses and Nanotechnology Conference, 平成 25 年 11 月 7 日.
- (3) R. Hokari, Y. Kanamori, and K. Hane, 9th International Conference on Optics-photonics Design and Fabrication, 平成 26 年 2 月 13 日.

6. 関連特許 (Patent)

なし