微小球リソグラフィ法を用いた多分割リング共振器の作製

Fabrication of multi-gap split ring resonator by nano sphere lithography

徳島大学大学院¹, 徳島大学ポスト LED フォトニクス研究所² 〇</sup>冨田 亮¹, 岡本 敏弘²,

山口 堅三², 桒原 稔¹, 原口 雅宣^{1,2}

Graduate School of Tokushima Univ.¹, Institute of Post LED Photonics Tokushima Univ.²

Ryo Tomita¹, Toshihiro Okamoto², Kenzo Yamaguchi², Minoru Kuwahara¹, Masanobu Haraguchi^{1,2}

E-mail: c501938003@tokushima-u.ac.jp

1. はじめに

電磁波の波長よりも十分に小さく、特別にデザ インされた素子(メタアトム)を大量に集積し たメタマテリアルは、任意の光学特性を持たせ ることができる。特に負の屈折率メタマテリア ルは注目を集めている[1][2]が、可視光で動作 するメタアトムのサイズは数 100nm 程度と非 常に小さいため微細加工と量産の両立が難し く、可視光で動作し、厚みのある負の屈折率メ タマテリアルは未だ実現されていない。我々は 量産性に優れた微小球リソグラフィ法を用い て1分割リング共振器の大面積2次元メタマ テリアルを4 枚積層することに成功した[3]。 本研究では可視域で動作する負の屈折率 3 次 元メタマテリアルの実現を目指し、より短波長 側に磁気共鳴を持つ多分割リング共振器 (Multi-gap Split ring resonator: M-SRR)の作製を 試みた。

2. 光学特性シミュレーション

ガラス基板上に置かれた 3 分割リング共振器 の光学特性シミュレーションの例を示す。材質 は銀で、ギャップ幅を 20nm、外径 200nm、リ ング幅を 20nm、厚さを 20nm と設定した。Ex 偏光で基板に垂直入射(Z 方向入射)した場合と 入射面を y-z 平面にとり、TE 偏光で斜め入射 (入射角 60°)した場合の結果を Fig.1 に示す。 波長 1.4μ m のピークは斜め入射時に Hz の増 強が顕著になり、光磁界による磁気共鳴励起が 生じやすいモードであると考えられる。



Fig.1 Near field intensity spectra of triple-gap SKK

3. 作製方法

Fig.2に3分割リング共振器の作製手順を示す。

粒径 200nm のポリスチレン球を分散させたガ ラス基板に基板法線方向から 30°傾けて銀を 16nm 斜め蒸着した。これを x-y 平面内で 120° ずつ回転させて計 3 回の斜め蒸着をした。(b) 基板法線方向から Ar イオンミリングを行い、 ポリスチレン球をスコッチテープで除去し、 (c)更に Ar イオンミリングを行った。



Fig.2 Fabrication of triple-gap SRR

4. 作製結果
集線
集線
集線
集線
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)
(1)



Fig.3 SEM image of triple-gap SRR

程度、ギャップ幅は16nm程度となった。

参考文献

- [1] J. B. Pendry et al., IEEE TMTT 47, 2075 (1999).
- [2] D. R. Smith et al., Phys. Rev. Lett. 84, 4184 (2000).
- [3] K. Tanikawa, T. Okamoto et al., Opt. Mat. Exp. 7 (2017)