

金スプリットリング共振器からなる積層型メタマテリアルの光学特性

Optical property of stacking metamaterial that consists of gold split-ring resonator

徳島大院 谷川紘太, °岡本敏弘, 岩切一彦, 原口雅宣

Tokushima Univ., Kota Tanikawa, °Toshihiro Okamoto, Kazuhiko Iwakiri and Masanobu Haraguchi

E-mail: toshi-okamoto@tokushima-u.ac.jp

背景・目的

スプリットリング共振器 (Split-Ring Resonator: SRR) は、形状・サイズ・材質などで決まる特定の周波数の光が入射されると、電気回路の LC 直列共振回路と同様の LC 共振現象が生じ、磁気双極子が生じる。この SRR を単位構造とした集積体は、光に対して磁性を示す物質として働き、実効的な透磁率 μ が 1 以外の値を示す等、自然界の物質では得られない光学特性を持った、新奇な「メタマテリアル」になると期待されている。

光波長領域で動作する SRR のサイズは約 100nm と小さく、一般的な作製方法として EB リソグラフィが用いられている。一方我々のグループでは、微小球リソグラフィ (Nano Sphere Lithography :NSL)法を用いることで、より簡便に、高密度に、大面積にわたって直径 100nm 程度の SRR を作製・配置することに成功し、基板から剥離した SRR 含有フィルムを積層することで厚みのあるメタマテリアルも作製可能になった。[1, 2]

今回, SRR 含有フィルム積層型メタマテリアルの透過スペクトルを測定し、積層数に対するスペクトルの変化と原因について調べたので報告する。

実験

SRR 含有フィルム積層型メタマテリアルは、以下の工程で作製した。①犠牲層となる Poly(4-vinylphenol)膜上で、ポリスチレン微小球の静電吸着法を用いた高密度分散を行う。② NSL 法を用いて、1 分割の金 SRR を作製する。③ポリスチレンで包埋し、SRR 含有フィルムを作製する。④エタノール、水の順で浸漬し、SRR 含有フィルムを基板から剥離する。⑤別

のガラス基板上に作製した SRR 含有フィルムの上に工程④の薄膜をコートする。以上を繰り返して積層構造を作製した。

SRR 含有フィルムを 4 回積層したメタマテリアルの断面図を Fig.1 に示す。このとき、直径 130nm の金 SRR を含むポリスチレンフィルムの 1 層あたりの厚さは約 230nm だった。基板に対し垂直入射時の透過光スペクトルを Fig.2 に示す。波長約 1000nm のディップが LC 共振に伴い生じた磁気共鳴を示す信号である。層数が 3, 4 層と増えたとこのディップはブロードになった。この原因として、層間の SRR 同士が電氣的または磁氣的に相互結合することでモード分離が生じていることが考えられる。

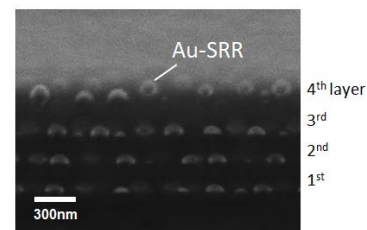


Fig.1 Cross section of stacking SRR metamaterial

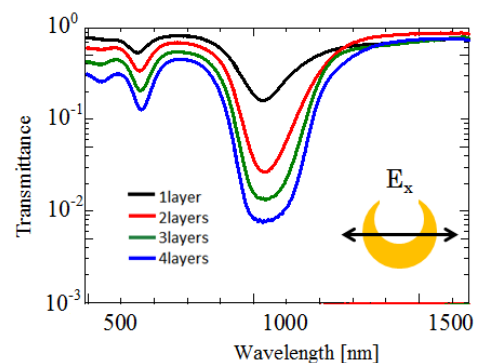


Fig.2 Transmission spectra of stacking SRR metamaterial

References

- [1] 岡本 他, OPTRONICS, No.392, 70 (2014)
- [2] 谷川 他, 第 13 回プラズモニクスシンポ, 2016 年