18a-C1-2

可視光領域におけるスプリットリング共振器の GHz 音響変調

GHz acoustic modulation of split-ring resonator at visible frequencies

北大院工 [1]，スインバン大学 [2]
○(PC)今出悠太 [1]，Ronald Ulbricht[1]，友田基信 [1]，松田理 [1], Gediminas Seniutinas[2], Saulius Juodkazis[2], Oliver B. Wright[1]
Hokkaido Univ.[1], Swinburne University of Technology, Australia [2]
○(PC)Yuta Imade[1], Ronald Ulbricht[1], Motonobu Tomoda[1], Osamu Matsuda[1], Gediminas Seniutinas[2], Saulius Juodkazis[2], Oliver B. Wright[1]
E-mail: yuta.imade@gmail.com

1. 背景と目的

スプリットリング共振器(SRR: Split-ring resonator)は金属リングに切れ目の入った構造をしており、媒質の透磁率を操作するために開発された[1]。SRR のリング部分をインダクタンス(L)、切れ目部分をキャパシタンス(C)とみなすと、$1/\sqrt{LC}$ に比例した共振周波数を持つ。共振周波数の電磁波を入射すると磁気的な共鳴を起こし、SRR を含む媒質の透磁率を変化させる[1]。このため、SRR を含む人工媒質では反射率や透過率といった光学特性は一般的な媒質の場合とは大きく異なる。また SRR の共鳴は周波数のみならず、入射波の偏光の向きにも依存しており、同じ周波数の入射波でも偏光の向きによって光学特性の振る舞いが変化する[2]。このような非自然的な光学特性を持つ人工媒質をメタマテリアルといい、クローキングを始めとする新たな機能性を持ったデバイスへの応用が期待されている[3]。

本研究では、ガラス基板上に金 SRR を配置したメタマテリアル試料に対し、ピコ秒音響法測定を行った。超短光パルスをナノサイズ構造に入射すると GHz オーダーの音響振動が励起される[4]。試料に励起された音響振動によって SRR の光学特性がどのように変調されるかを解明することを目的とする。

2. 試料

本研究では、ガラス基板上に外径 236 nm、線幅 70 nm、厚み 60 nm の金 SRR を正方格子状に配列したメタマテリアルを試料とする。試料の電子顕微鏡写真を図 1 に示す。

3. 実験

本研究では、励起光と検出光の波長を独立して変化させるために同期させた 2 台のパルスレーザーを光源として用いた。励起光と検出光は試料面に対し垂直入射し、検出光の波長を SRR の共振周波数を中心に 20 nm ごとに変化させて測定した。また偏光板を用いて試料に入射する光の直線偏光の向きを操作した。励起光と検出光の偏光と波長の組み合わせを変えた時の、過渡的反射率変化と振動部分のフーリエスペクトルを比較した。

4. 結果

一例として、一定の波長と偏光を持つポンプ光で励起した同一の音響振動による過渡的光反射率変化を 2 つの異なる直線偏光を持つプローブ光で検出したものを図 1 に示す。光反射率変化を介して検出する音響振動の振動数や振幅が検出光の偏光によって異なることが見て取れる。

我々はこの研究がメタマテリアルを用いた超高周波数で動作する音響光学変調器の開発に繋がるものであると期待している。

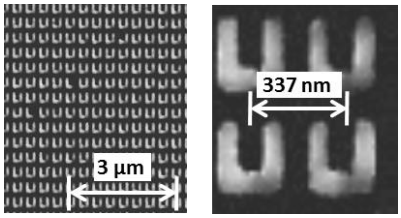

図 1. 試料の電子顕微鏡写真

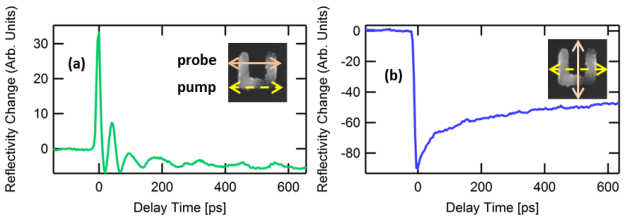

図 2. 検出光(800 nm)、励起光(420 nm)で、検出光の偏光が SRR の対称軸に対して(a) 垂直、(b)水平方向のときの過渡的光反射率変化

参考文献

[1] J. B. Pendry, *et al.*, IEEE T. Microw. Theory, **47**, 2075 (1999)
[2] S. Linden *et al.*, IEEE J. Sel. Top. Quant. **12**, 1097 (2006)
[3] N. I. Zheludev, Science **328**, 582 (2010)
[4] T. A. Kelf *et al.*, Nano. Lett. **11**, 3893 (2011)

© 2014 年　応用物理学会