

課題番号 : F-20-KT-0078  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 自己補対メタマテリアルを用いたテラヘルツ波デバイス  
Program Title(English) : Terahertz devices based on self-complementary metasurfaces  
利用者名(日本語) : 中西俊博  
Username(English) : T. Nakanishi  
所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科電子工学専攻  
Affiliation(English) : Dept. of Electronic Science and Eng., Kyoto Univ.  
キーワード/Keyword : メタマテリアル、テラヘルツ波、リソグラフィ・露光・描画装置、フォトニクス

## 1. 概要(Summary)

メタマテリアルとは、波長より小さな構造からなる人工的な媒質のことで、構造の設計により様々な電磁応答を実現することから注目を集めている。特に、2次元構造のメタマテリアルはメタ表面と呼ばれ、波面制御や偏光制御など広く研究されている。

本研究では、メタ表面をテラヘルツ波の制御に応用することを目的とし研究を行う。特に今期は、メタ表面を用いたテラヘルツ波の偏光制御を目標とした研究を進めた。偏光制御には、メタ表面に異方性をもたせる必要があるが、これまで研究してきたチェッカーボード型メタ表面の格子を正方形から長方形に変えることとした。この変形チェッカーボード構造の接点部を金属的に接続した構造と接続しない構造は補対構造と呼ばれ、バビネの原理から振幅透過/反射係数に関係があることが知られている。この性質を利用して、透過型動的偏光素子を実現したが、透過振幅は1とは限らず効率の点で問題がある。そこで、メタ表面の背後に金属ミラーを配置した反射型素子で高効率(理想では反射率 1)の動的偏光素子を実現することを目標とした。このような反射型素子では通常のバビネの原理は成り立たないが、特定の条件の下で透過型の素子と似た性質を実現できることが分かった。この性質を実証するために、まずは変形チェッカーボード構造の補対構造間でバビネの原理が成立することを確認する。

## 2. 実験(Experiment)

### 【利用した主な装置】

高速マスクレス露光装置、電子線蒸着装置

### 【実験方法】

2cm角(厚さ1mm)の合成石英基板上に、膜厚400nmのアルミニウムを用いて  $50\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$  の長方形を基

本構造としてもつ変形チェッカーボードメタ表面を作成した。マスクレス描画装置と電子線蒸着装置を用い、リフトオフ法で金属構造を作成した。

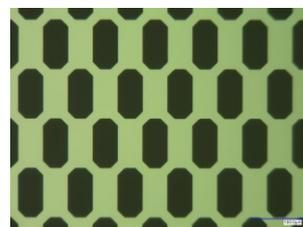


Fig. 1 Connected deformed checkerboard metasurface.

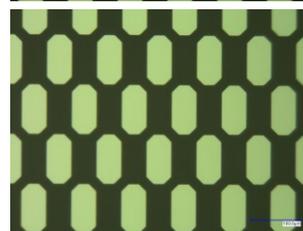


Fig. 2 Disconnected deformed checkerboard metasurface.

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1、2に作成したメタ表面の顕微鏡写真を示す。チェッカーボード構造の端点が接触した接続型変形チェッカーボード構造(Fig. 1)と、離れている非接続型変形チェッカーボード構造(Fig. 2)の両方を作成した。また、バビネの原理はメタ表面が媒質の中に埋まっていないと厳密には成立しないために、作成したメタ表面の上にアセトン水滴下した後に、同じ大きさの合成石英基板を貼り合わせ、基板端を光硬化接着剤で固定した。今後、テラヘルツ時間領域分光法を用いることで、バビネの原理が成立することを実験的に検証する予定である。

## 4. その他・特記事項(Others)

本研究は島津科学技術振興財団研究開発助成及び基盤研究(C) 20K05360 の援助を受け実施された。ここに深く感謝申し上げます。

また、本研究は文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム

ーム(課題番号 F20KT0078)の助成を受けたものです。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) T. Nakanishi, Y. Nakata, Y. Urade, and K. Okimura,  
Appl. Phys. Lett. 117, 091102 (2020).

6. 関連特許(Patent)

なし