

課題番号 : F-19-0039
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、リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積

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、バビネの原理をテラヘルツ波の偏光制御に応用することを目的とし研究を行った。特に、変形チェッカーボード構造を基本とするメタ表面に、金属・絶縁体転移を示す二酸化バナジウムを導入し、異方性メタ表面の偏光間補対構造転移を実現することで、切り替え可能な1/4波長板を実現する方法に関して研究した。

2. 実験(Experiment)

【利用した主な装置】

レーザー直接描画装置、電子線蒸着装置、多元スパッタ装置

【実験方法】

二酸化バナジウムはスパッタ法によってc面カットのサファイア基板の上に成膜した。二酸化バナジウムのパターンをレーザー直接描画装置で描画し、酸によるウェットエッチングで目的の構造を作成した。次に、金属の構造(変形チェッカーボード構造)と電極を作るために、リフトオフ用のパターンをレーザー直接描画装置で描画し、電子線蒸着装置でアルミニウムを蒸着したのちに、リフトオフを行った。また、電流転移を促進するために、メタ表面の外部にチタン膜によるヒーターを同じリフトオフの手法を用いて取り付けた。

作成したメタ表面の特性評価は、テラヘルツ時間領域分光法により行った。測定は、偏光ごとに行い、電極間に電流を流したときと流していないときの透過特性を解析した。

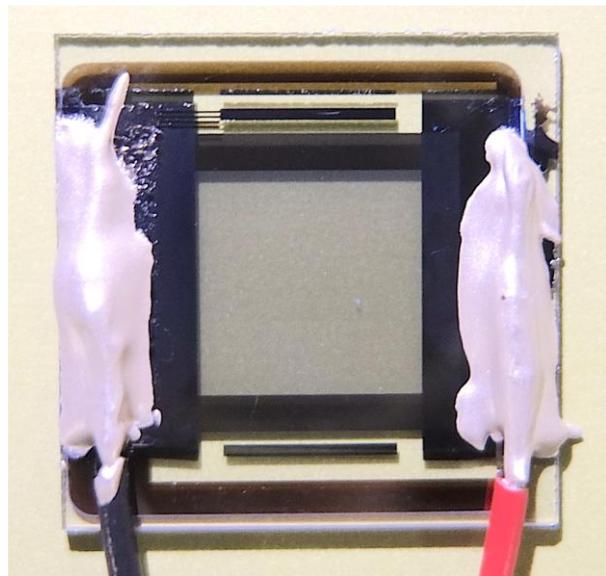


Fig.1 Photograph of antistropic metasurface.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

上図に作成したメタ表面の写真を示す。電極と電線は導電性エポキシ接着剤を用いて固定した。配線間の電流-電圧測定の結果では、電流の増加に伴い2段階の電圧低下が観測され、2段目の電圧低下以降では二酸化バナジウムがほぼ全領域で相転移していることが分かった。時間領域分光法を用いてテラヘルツ波の透過測定を偏光ごとに行い、このメタマテリアルが設計通り切り替え可能な1/4波長板として機能していることが分かった。

4. その他・特記事項(Others)

本研究は基盤研究C(17K05075)の援助を受け実施された。なお、装置利用にあたって大村・佐藤技術職員の支援を受けた。ここに厚く謝意を表す。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

Metamaterials'2019(ローマ, 9月)発表

6. 関連特許(Patent) なし