

課題番号 : F-16-KT-0026
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, 浦出 芳郎, 菊田 智寛, 中村 勇生
Username(English) : T. Nakanishi, Y. Urade, T. Kikuta, Y. Nakamura
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.

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、2次元の金属構造と空隙を入れ替えた構造(補対構造)に対する電磁応答に関する定理であるバビネの原理をメタ表面の設計に応用することを目的とし、特に光学素子が発展途上であるテラヘルツ領域で動作するデバイスの開発を行った。特に、チェッカーボード状に金属を配置したメタ表面の点接触部分に金属・絶縁体転移を起こす二酸化バナジウム(VO_2)を導入することで、特性を動的に変化することができるテラヘルツデバイスを作製し、その特性をテラヘルツ時間領域分光法で評価した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

多元スパッタ装置(仕様 A)、レーザー直接描画装置、電子線蒸着装置、高速マスクレス露光装置。

【実験方法】

サファイア基板上に VO_2 薄膜を多元スパッタ装置を用いて形成し、レジスト塗布後、レーザー直接描画装置によるパターン描画とエッチングによりチェッカーボードの接点部を作成した。再び、レジスト塗布後、レーザー直接描画、アルミニウムの電子線蒸着、そしてリフトオフによりチェッカーボード型の金属パターンを作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

まず、 VO_2 薄膜の直流電気特性の測定を行い、温度 340 K 付近を境に、面抵抗率が 4 桁ほど変わることを確認した。次に、作製したチェッカーボード型メタ表面(Fig. 1)に対してテラヘルツ時間領域分光法を用いて透過率

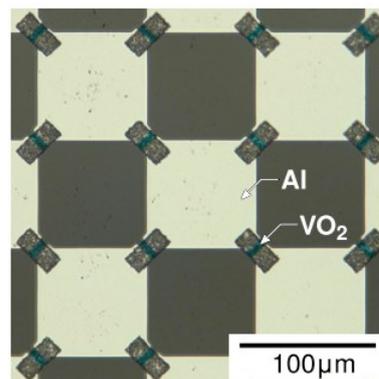


Fig. 1 Photomicrograph of the fabricated metasurface.

を測定した。基板の温度を変えることで VO_2 の相転移温度を境に、透過率の特性が低域通過型の特性から高域通過型の特性に大きく変化することが分かった(論文[1])。これは、バビネの原理から推測される結果と一致

し、同デバイスが予定通り動作していることを表している。

さらに、チェッカーボード型メタ表面を電磁波の動的偏光制御に応用する方法を考案し、相転移温度前後で透過軸が 90 度回転する偏光子をメタ表面で実現した(文献[2])。以上の研究に加え、自己補対メタ表面の両側から同位相同振幅の電磁波を入射することで電磁波が完全に吸収されるコヒーレント吸収も実現した(論文[3])。

4. その他・特記事項(Others)

本研究は挑戦的萌芽研究(16K13699)の援助を受け実施された。また、研究は中田 陽介助教(信大理)と共同のもと行った。なお、装置利用にあたって大村・佐藤両技術職員の支援を受けた。ここに篤く謝意を表す。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- [1] Y. Urade et al., *Opt. Express* **24**, 4405 (2016).
- [2] Y. Nakata et al., *Phys. Rev. Applied* **6**, 044022 (2016).
- [3] Y. Urade et al., *Opt. Lett.* **41**, 4472 (2016).

6. 関連特許(Patent)

なし。