

課題番号 : F-21-KT-0103  
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 (2)  
Program Title(English) : Terahertz devices based on self-complementary metasurfaces (2)  
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 : テラヘルツ、メタ表面、形状・形態観察

## 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。これまで主に、石英基板やサファイア基板上にメタ表面を作成し、その特性を評価してきた。しかし、この場合メタ表面の特性と基板自体の特性を同時に考える必要があり、特に基板の反射によるロスが避けられない問題として存在した。そこで、対象とするテラヘルツ波の波長よりも十分薄いポリイミド薄膜上にメタ表面を作成することで、反射によるロスを低減することを試みる。

## 2. 実験(Experiment)

### 【利用した主な装置】

接触式段差計

### 【実験方法】

これまで、ポリイミドワニス(宇部興産)を用いることで合成石英基板上にポリイミドを成膜することは行っていたが、経時変化により著しく粘性が上昇していたので、NMP(N-メチル-2-ピロリンド)溶媒で希釈し、再度成膜条件の見積もりを行った。

まず、2cm角(厚さ1mm)の合成石英基板上に、マニュアルスピンコータでポリイミドワニスを塗布した。最終的な回転数は1000rpmで回転を50秒継続した。その後、イナートオープンを用いて、窒素雰囲気下で2時間程度かけてキュアを行った。温度は120度から開始し、150度、200度、350度と段階的に上げている。完成した、ポリイミド膜の一部をカッターで切り取り、その段差を接触式段差計で測定することで膜厚を評価した。

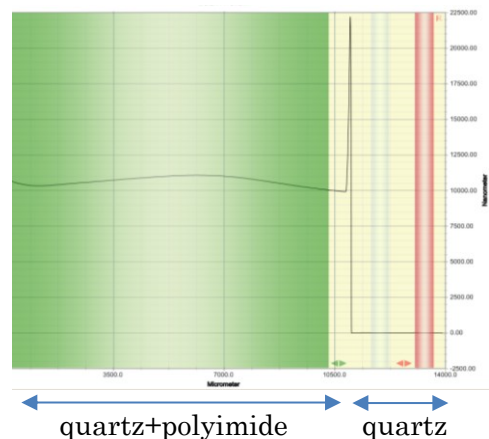


Fig. 1 Surface profile of a polyimide film on a quartz substrate.

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1に接触式段差計で測定した結果を示す。段差を形成している箇所がカッターを入れた場所である。これより、膜厚はおおよそ11 $\mu\text{m}$ で $\pm 1\mu\text{m}$ の揺らぎがあることが分かった。テラヘルツ波の波長は数百 $\mu\text{m}$ であることを考えると、膜厚とその揺らぎは十分波長よりも小さく、メタ表面の特性に影響を及ぼすことはないものと推測される。

## 4. その他・特記事項(Others)

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。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- [1] M. Kobachi, F. Miyamaru, T. Nakanishi, K. Okimura, A. Sanada, and Y. Nakata, *Advanced Optical Materials* 2101615, 5th November (2021).
- [2] 中田陽介, 浦出芳郎, 中西俊博, *日本赤外線学会誌* Vol. 31 77-87 (2021).
- [3] 中西俊博, 第8回電子デバイスフォーラム 京都 2021 「2次元メタマテリアルを用いたテラヘルツ波制御」 口頭発表 2021年10月28日

## 6. 関連特許(Patent) なし