

課題番号 : F-18-IT-0047  
 利用形態 : 技術相談  
 利用課題名(日本語) : 熱輻射制御に向けた高屈折率低反射メタサーフェスの作製  
 Program Title (English) : Fabrication of Meta-surfaces with High Refractive Index and Low Reflectance for Control of Thermal Radiation  
 利用者名(日本語) : 鈴木健仁<sup>1), 2)</sup>  
 Username (English) : T. Suzuki<sup>1), 2)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 東京農工大学大学院 工学研究院 先端電気電子部門, 2) JST さきがけ  
 Affiliation (English) : 1) Division of Advanced Electrical and Electronics Engineering, Institute of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology, 2) JST, PRESTO  
 キーワード/Keyword : メタサーフェス、熱輻射制御、リソグラフィ・露光・描画装置

### 1. 概要(Summary)

現在、ナノ構造による熱輻射制御への期待が高まっている[1]。500 K、2000 K の物体からの熱輻射スペクトルは、プランクの法則よりそれぞれ約 50 THz、200 THz にピーク値を有する。50 THz 帯、200 THz 帯で動作する高屈折率低反射なメタサーフェス[2]を実現できれば、熱輻射制御によるサーマルマネジメントへの足掛かりとなる。

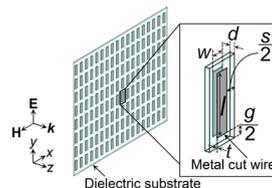
50 THz または 200 THz 帯で高透過な支持基板-金属構造層-誘電体(絶縁)層-金属構造層を作製することで、基板上に両面構造メタサーフェスを実現する。支持基板はメタサーフェスの作製および実験測定に伴うハンドリングの際の支持として用いる。

- 支持基板として 50 THz または 200 THz 帯で高透過な材料を用意する SiO<sub>2</sub>、Si、ガラス、アクリルなどを検討している。それぞれの周波数帯の特性、作製も考慮して特性評価実験が可能なサイズを把握する。
- 支持基板上にサブ波長の周期的な金属構造を形成する。材料として金を検討している。接着のため支持基板と金の上にクロム層を設ける可能性がある。
- 支持基板上に形成した金属構造層の上に、塗布または化学気相蒸着(CVD)によって、サブ波長の厚さの誘電体(絶縁)層を形成する。材料として PMGI、BCB、PMMAなどを検討している。
- 形成した誘電体(絶縁)層の上に、支持基板上に形成したものと同様の金属構造層を面対称に形成する。材料として金を検討している。

両面ペアカットワイヤ構造メタサーフェスを Fig. 1 に示す。誘電体(絶縁)層の表裏に微細な金属カットワイヤが多量に配置された構造である。Table 1 のパラメータにより、それぞれ 50 THz、200 THz で高屈折率低反射なメタサーフェスを設計できる[2]。

- カットワイヤは全て同じ寸法であり、それぞれ長辺方向の長さ  $l$ 、配置間隔  $g$ 、短辺方向の長さ  $w$ 、配置間隔  $s$  である。また、厚さは  $t$  である。
- 誘電体(絶縁)層の厚さは  $d$  である。(現状は真空。)
- 両面のカットワイヤは誘電体(絶縁)層をはさんで、面対称に配置している。

Table 1 Parameters



$f$	50 THz	200 THz
$l$	2200 nm	270 nm
$g$	300 nm	90 nm
$w$	440 nm	50 nm
$s$	580 nm	75 nm
$t$	100 nm	50 nm
$d$	82.5 nm	9 nm

Fig. 1 meta-surface.

### 2. 実験(Experimental)

<技術相談のため概要のみ記載。以下、空欄。>

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

<技術相談のため概要のみ記載。以下、空欄。>

### 4. その他・特記事項(Others)

参考文献

- [1] W. Li and S. Fan, Opt. Express **26**, 15995 (2018).  
 [2] K. Watai, H. Asada, K. Endo, H. Nakao, and T. Suzuki, JSPS metamaterials 187, Tokyo Institute of Technology (2019).

次年度は試作を実施し、50 THz 帯と 200 THz 帯で動作するメタサーフェスの実現を目指す予定である。

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

なし。

### 6. 関連特許(Patent)

特開 2017-034584