

# スライド・ポスター資料を 作るために

M1 Kumiko Ryu

Suzuki Laboratory

Department of Electrical and Electronic  
Engineering

Graduate School of Engineering,

Tokyo University of Agriculture and Technology



作：朝田さん

# はじめに

修士1年の劉久美子です。  
今年度の4月に東京農工大学大学院に進学し、  
毎日研究活動に励んでいます。

今回のブログでは、昨年度の卒論発表会や応用  
物理学会ポスター発表を通して学んだ、良い  
スライド・ポスター資料を作るためのポイントを  
まとめました。



私(劉)

同研究室の先輩である  
朝田さんに  
私の似顔絵を描いて  
いただきました！



# スライド資料作成のポイント

---

# スライド資料作成のポイント

スライド資料作成の重要なポイントは以下の2つです。

■ポイント① 発表を通して自分が**一番伝えたいこと**を整理する！  
すぐにスライド資料の作成に取り掛かるのではなく、一度整理をする。  
頭の中ではなく、紙に書き出して考えると、整理しやすくなる。

■ポイント② 全体の流れを整理する！**幹から枝へ**！

全体の流れが

まえがき

→幹(一番伝えたいこと、主軸となること)

→枝(幹からさらに付け加えること)

→まとめ

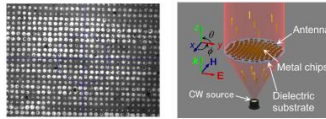
となるように書き出してみる。

次のページ以降では、これらのポイントを踏まえて、卒論発表会のスライド資料の修正過程を紹介します。

# 第1稿のスライドの全体

## タイトル

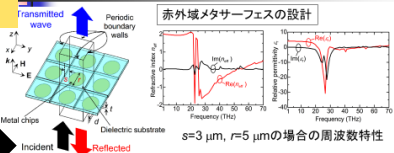
### スーパーインクジェットプリンタによるメタサーフェスの試作と赤外域メタレンズへの応用



電気電子工学科 鈴木研究室  
劉久美子

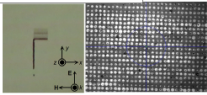
## 枝

### スーパーインクジェットプリンタによる赤外域メタサーフェスの設計



メタサーフェスの単位構造 (メタアトム) → 片面構造のメタサーフェスにより、比誘電率の共振が見られた。

赤外域メタサーフェスの試作



・厚さ3 μmのポリイミドフィルムの片面にs=3 μm, r=5 μmのドットを銀ナノインクを用いて描画した。  
・x軸方向に100個、y軸方向に約30個の合計3,000個描画した。

TAT

## まとめ

- スーパーインクジェットプリンタによるメタサーフェスの試作
- 赤外域メタサーフェスの設計とスーパーインクジェットプリンタによる作製を行った。
- 厚さ3 μmのポリイミドフィルムの片面にs=3 μm, r=5 μmのドットを銀ナノインクを用いて描画した。
- x軸方向に100個、y軸方向に約30個の合計3,000個描画した

- 赤外域メタレンズの設計
- 片面構造による赤外域メタレンズを設計し、解析を行った。
- 解析より、指向性利得が7.02 dBの向上を確認した。
- アンテナは回転方向にロバスト性を有することを解析で確認した

TAT

TAT

## まえがき

### メタサーフェスを用いた熱輻射制御

赤外域メタサーフェスを用いたコヒーレントな赤外域の電磁波の制御

本発表

高周波酸化

熱輻射の応用例

エネルギーハーベスティング

0.3 THzメタサーフェスを用いたコヒーレントなテラヘルツ帯の電磁波の制御

熱輻射制御の研究

SICIによる熱輻射の指向性の制御

エッチングによる素子の試作

SICIによるタンガステン表面の熱放射率の制御

TAT

## 幹

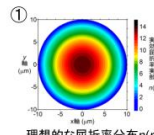
### 片面構造による赤外域メタレンズの設計

片面構造による赤外域メタレンズ

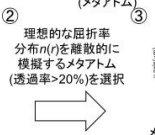
メタサーフェスの単位構造 (メタアトム)

設計パラメータ

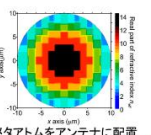
- 設計周波数: 50 THz
- 金属: Au (Au)
- 誘電体基板: シリコンナイトライド (SiNx)
- 金属チップの厚さ: 50 nm
- 誘電体基板の厚さd: 100 nm



理想的な屈折率分布n(r)を計算



理想的な屈折率分布n(r)を模倣するメタアトム (透過率>20%)を選択



メタアトムをアンテナに配置

TAT

## 枝

### メタサーフェスの動作原理

誘電率ε<sub>r</sub>の制御

比誘電率ε<sub>r</sub>の制御

比透磁率μ<sub>r</sub>の制御

実効屈折率

$$n_{eff} = \sqrt{\mu_r \times \epsilon_r}$$

比インピーダンス

$$Z_r = \sqrt{\mu_r / \epsilon_r}$$

誘電性、磁性的共振を同時に行うことで、高屈折率・無反射な材料特性が得られる。

TAT

## 幹

### 指向性利得と電界位相分布

指向性利得と電界位相分布

電界位相分布 (yz面)

7.02 dB増加 指向性利得 (yz面)

電界位相分布 (yz面)

回転に対するロバスト性

赤外域メタレンズが球面波を平面波に変換できていることを確認した。  
回転に対するロバスト性を有することを確認した。

TAT

×全体の流れが整理されていない。  
×とりあえず図面を貼り付けていて、自分が何を一番に伝えたいかが分からない。

# 第1稿のスライドの前半部分

2021/3/2 B4卒論発表 2/6

### 背景と目的

- 目的 **メタサーフェスを用いた熱輻射制御**

↑ 赤外線 高周波放射

↑ 本発表

↑ 高周波放射

↑ 0.3 THz

2021/3/2 B4卒論発表 3/6

× 研究の背景と目的になっていない。  
 先行研究をただ貼り付けただけのページになっている。

### メタサーフェスの動作原理

周期境界壁 比誘電率  $\epsilon_r$  の制御

比透磁率  $\mu_r$  の制御

金属チップ 誘電体基板  
メタサーフェスの単位構造 (メタアトム)

実効屈折率  $n_{eff} = \sqrt{\mu_r \times \epsilon_r}$

比インピーダンス  $Z_r = \sqrt{\mu_r / \epsilon_r}$

誘電性、磁性の共振を同時に行うことで、高屈折率・無反射な材料特性が得られる。

2021/3/2 B4卒論発表 4/6

### スーパーインクジェットプリンタによる赤外線メタサーフェスの試作

赤外線メタサーフェスの設計

設計用途表

設計用途	30 THz
金属	
超ナノインク	
誘電体基板	
ポリイミド	
金属チップの厚さ	0.1 μm
誘電体基板の厚さ	3 μm

Transmitted wave, Periodic boundary, Metal chips, Dielectric substrate, Incident wave, Reflected wave

メタサーフェスの単位構造 (メタアトム) → 片面構造のメタサーフェスにより、比誘電率の共振が見られた。

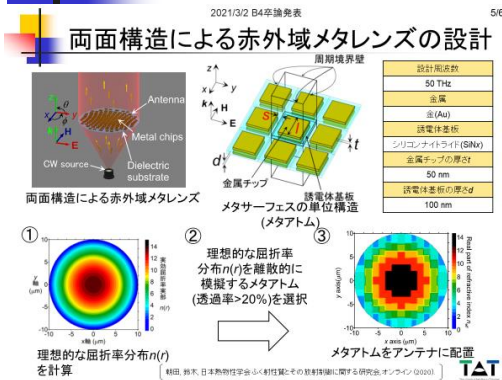
赤外線メタサーフェスの試作

- ・厚さ3 μmのポリイミドフィルムの片面にs=3 μm, r=5 μmのドットを銀ナノインクを用いて描画した。
- ・x軸方向に100個、y軸方向に約30個の合計3,000個描画した。

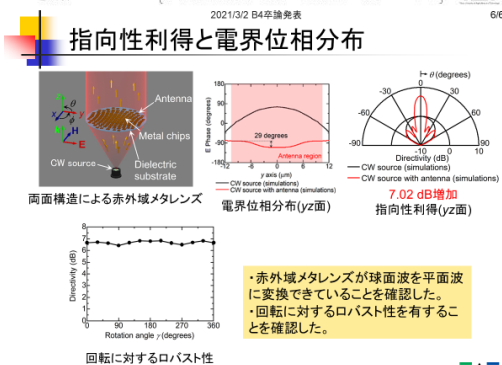
2021/3/2 B4卒論発表

× 全体像が整理されていないので、前のページからの繋がりが分からない。

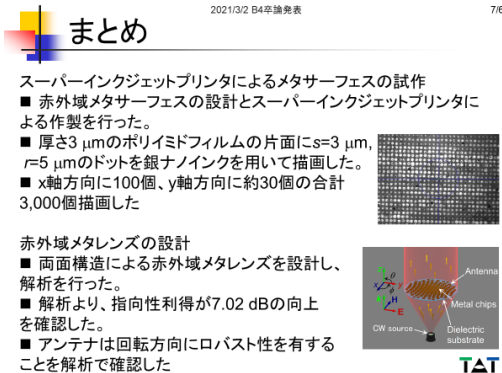
# 第1稿のスライドの後半部分



×全体像が整理されていないので、前のページからの繋がりが分からない。



×ただ解析結果を貼り付けただけになっている。このページで何を伝えたいかが分からない。



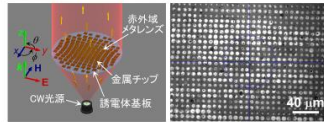


# 完成版のスライド

## タイトル

2021/3/2 卒論発表会

スーパーインクジェットプリンタによるメタサーフェスの試作と赤外域メタレンズへの応用



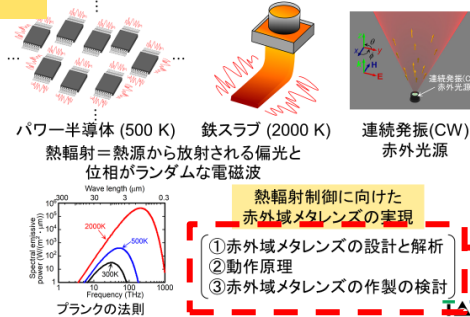
電気電子工学科 鈴木研究室  
劉久美子

## はじめ

背景と目的

2021/3/2 卒論発表会

2/7



熱放射制御に向けた赤外域メタレンズの実現

- ①赤外域メタレンズの設計と解析
- ②動作原理
- ③赤外域メタレンズの作製の検討

## 全体像

内容

2021/3/2 卒論発表会

3/7

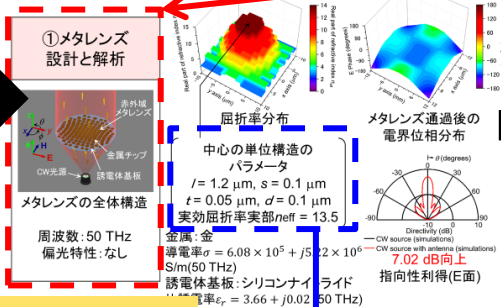
①メタレンズ設計と解析	②動作原理	③作製手法の検討
 メタレンズの全体構造 周波数: 50 THz 偏光特性: なし	 メタレンズの単位構造	 スーパーインクジェットプリンタで作製した素子の全体図

## 幹

メタレンズの設計と解析

2021/3/2 卒論発表会

4/7

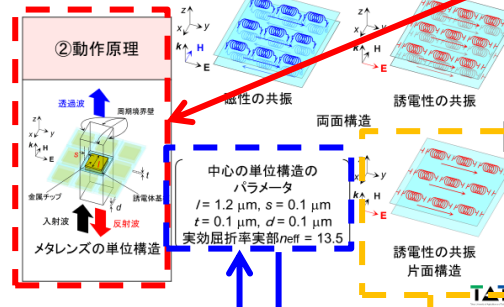


## 枝

②動作原理

2021/3/2 卒論発表会

5/7

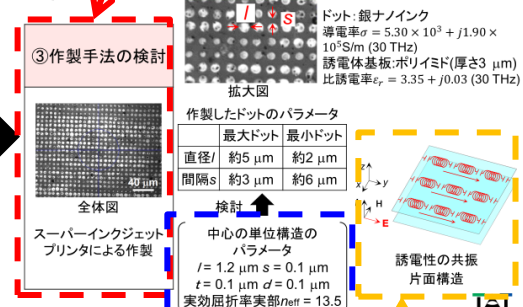


## 枝

③作製手法の検討

2021/3/2 卒論発表会

6/7

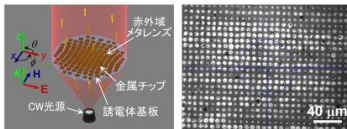


## まとめ

2021/3/2 卒論発表会

7/7

- 赤外域メタレンズを設計し、指向性利得が7.02 dB向上していることを解析で確認した。
- 赤外域メタレンズの作製手法の検討として、スーパーインクジェットプリンタを用いてポリイミドの片面にドットを描画した。
- 今後は、赤外域メタレンズの実現に向けて、片面、両面構造のメタサーフェスの作製と動作の検証を行う。



◎自分が一番伝えたいことが明確にわかる。  
 ◎スライドの前後の繋がりがあるので、全体の流れが分かりやすいスライドになっている。





# 応用物理学会のポスター

---

# ポスター作成のポイント

ポスター作成は、スライド資料作成の2つポイントに加えて、さらに以下の2つのポイントが重要です。

- ポイント③ 発表を通して一番伝えたいことを簡潔に明確に記載する！  
ポスターという限られたスペースの中に自分が伝えたいことを簡潔に記載できるかが重要である。
- ポイント④ 聴講者が質問したくなるようなポスターを意識する！  
良いポスターでないと聴講者は自分のポスターの前では立ち止まってくれない。

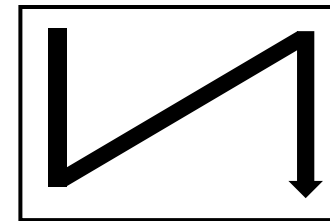
次のページ以降では、これらのポイントを踏まえて、応用物理学会のポスターの修正過程を説明します。

# 第1稿のポスター

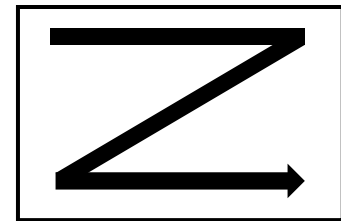
×ただ先行研究を貼り付けただけになっている。

×ただ解析結果を貼り付けただけになっている。何を伝えたいのか分からない。

×図面の配置が自然な目線の動きに即した配置になっていない。



第一稿の配置



自然な目線の動きに即した配置

×ポスターを見ただけでは、どのように設計したのか分からない。

17p-P01-4  
50THz帯両面構造正方形金属チップアレーアンテナの設計

2020年 第68回 応用物理学秋季大会  
2022年07

東京農工大学 工学部 電気電子工学科 / 工学府 電気電子工学専攻 / 工学研究院 先端電気電子部門国立研究開発法人 科学技術振興機構 連携研究員

野久美子<sup>1</sup> 朝田晴美<sup>2</sup> 鈴木 健仁<sup>3\*</sup>

東京農工大学 工学部 電気電子工学科 / 工学府 電気電子工学専攻 / 工学研究院 先端電気電子部門国立研究開発法人 科学技術振興機構 連携研究員

**背景・目的** 目的: メタサーフェスを用いた熱輻射制御

**動作原理** Periodic boundary, 比誘電率 $\epsilon_r$ の材料, 比透磁率 $\mu_r$ の材料

**解析結果** 両面構造正方形金属チップアレーアンテナ, 電界位相分布(xz面), 電界位相分布(yz面), Directivity (dBi), 指向性利得(xz面), 指向性利得(yz面)

**まとめ** 両面構造正方形金属チップアレーアンテナを設計した。アンテナを配置した場合の指向性利得は、光源単体の場合と比較して5.03倍向上した。

第1稿のポスター

# 第4稿のポスター

17p-P01-4  
TAT

### 50THz帯両面構造正方形金属チップアレーナの設計

劉久美子<sup>1</sup> 朝田晴菜<sup>2</sup> 鈴木 健仁<sup>1,3\*</sup>  
1:東京農工大学工学部電気電子工学科<sup>1</sup> 工学府 電気電子工学専攻<sup>2</sup> 工学研究院 先端電気電子部門国立研究開発法人 科学技術振興機構 ささか<sup>3</sup>

2020年 第44回  
応用物理学学会春季学術大会  
2021/3/17  
アネキドット

---

#### 背景・目的

連続発光(CW)赤外光源  
= 光源から放射される  
コヒーレントな電磁波

パワー半導体 (500 K) 熱スラブ (2000 K)  
= 熱源から放射される偏光と位相がランダムな電磁波

熱放射  
= 熱源から放射される偏光と位相がランダムな電磁波

プランクの法則

#### 目的

熱放射制御に向けた赤外域メタレンズの実現

熱放射(ランダムな電磁波)の制御  
↑  
CW赤外光源(コヒーレントな電磁波)の制御 → **新たな電力源として有効活用できる。**

---

#### 設計と解析

両面構造正方形チップアレーナ

金属: 金  
導電率  $\sigma = 6.08 \times 10^8 + j 2.2 \times 10^6$  S/m (50 THz)  
誘電体基板: シリコンナイトライド  
比誘電率  $\epsilon_r = 3.66 + j0.02$  (50 THz)

屈折率分布

中心の単位構造のパラメータ  
 $r = 1.2 \mu\text{m}$   
 $s = 0.1 \mu\text{m}$   
 $t = 0.05 \mu\text{m}$   
 $d = 0.1 \mu\text{m}$   
 $n_{\text{air}} = 13.5$

メタレンズ透過後の電界位相分布

5.03倍向上  
指向性利得(φ=2面)

アンテナを配置することで、指向性利得が光源単体の場合と比較して5.03倍向上した。

#### 動作原理

メタレンズ単位構造

片面積分  
磁性的共振なし

電性的共振  
比誘電率  $\epsilon_r$  の制御

比インピーダンス  
実効屈折率  
 $n_{\text{eff}} = \sqrt{\epsilon_r \times \epsilon_0}$   
 $Z_0 = \sqrt{\mu_0 / \epsilon_0}$   
 高屈折率・高反射率材料特性を実現している。

#### 作製手法の検討

片面構造メタサーフェス → 両面構造メタサーフェス → 両面構造正方形チップアレーナ

作製した素子の拡大図

ドット: 銀ナノインク  
導電率  $\sigma = 5.30 \times 10^8 + j1.90 \times 10^6$  S/m (30 THz)[1]  
誘電体基板: ポリイミド(厚さ3 μm)[2]  
比誘電率  $\epsilon_r = 3.35 + j0.03$  (30 THz)  
[1] S. Takeo et al., Appl. Phys. Express 8, 020101 (2015).  
 [2] Z. M. Zhang et al., Int. J. Thermophys. 33, 955-961 (1998).

項目	最大ドット	最小ドット	検討	直径 f	基底厚さ d
直径/間隔	約5 μm / 約3 μm	約2 μm / 約3 μm	検討	1.2 μm / 0.1 μm	0.1 μm / 0.05 μm

作製したドットのパラメータ

両面構造正方形金属チップアレーナの作製手法の検討として、スーパーインクジェットプリンタを用いて、厚さ3 μmのポリイミドフィルムの片面にドットの描画した。

---

#### まとめ

- 両面構造正方形金属チップアレーナを設計し、指向性利得は5.03倍向上を確認した。
- 両面構造正方形金属チップアレーナの作製手法の検討として、スーパーインクジェットプリンタを用いて、ポリイミドフィルムの片面にドットを描画した。
- 今後は赤外域メタレンズの実現に向け、片面・両面構造のメタサーフェスの作製と動作の検証を行う。

#### 謝辞

本研究の一部は、国立研究開発法人科学技術振興機構 s s 017 (JPMFR1820)、日本学術振興会科学研究費助成事業 基盤研究(C)18849201、公益財団法人信託財団、公益財団法人信託科学振興財団、公益財団法人信託科学振興財団、公益財団法人信託科学振興財団、公益財団法人信託科学振興財団、公益財団法人信託科学振興財団の助成を受けたものである。

×図面の配置が横方向に長く、必要な目線の動きが大きい。

×2つの表から何を伝えたいかが伝わらない。

## 第4稿のポスター

TAT  
Tokyo University of Agriculture and Technology

# 第6稿のポスター

17p-P01-4  
ITAT

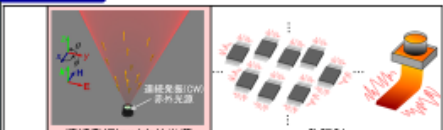
### 50Hz帯両面構造正方形金属チップアレーアンテナの設計

劉久美子<sup>1</sup> 朝田晴美<sup>2</sup> 鈴木 健仁<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>東京農工大学工学部電気電子工学科<sup>2</sup>工学府 電気電子工学専攻<sup>3</sup>工学研究院 先端電気電子部門国立研究開発法人 科学技術振興機構 さきがけ\*

2020年 第44回  
応用物理学会春季学術講演会  
2021/3/17

---

#### 背景・目的

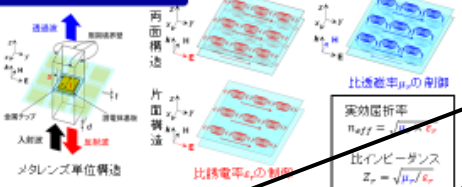


熱輻射を制御することで現在使われていないエネルギーを有効活用できる

例	量子カスケードレーザ(QCL)	パワー半導体(500 K)	熱スラブ(2000 K)
周波数	数10 THz	50 THz	200 THz
電力	数10 mW	$3.54 \times 10^3 \text{ W/m}^2$	$9.07 \times 10^5 \text{ W/m}^2$
偏光	直線偏光	ランダム	ランダム

目的 熱輻射制御に向けた赤外線×X線の実現

#### アンテナの動作原理



誘電性と磁性の共振を制御し、実効屈折率・無反射な光学特性を実現する

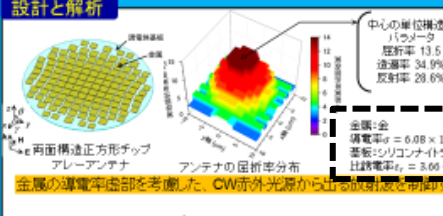
比誘電率 $\epsilon_r$ の制御

実効屈折率  $n_{\text{eff}} = \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$

比インピーダンス  $Z_r = \sqrt{\mu_r / \epsilon_r}$

---

#### 設計と解析

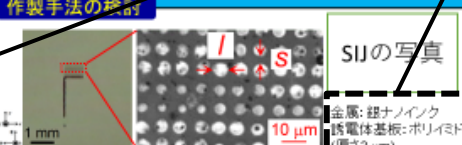


中心の単位構造のパラメータ  
 屈折率 13.5  
 透過率 34.9%  
 反射率 29.6%

金属: 金  
 誘電率 $\epsilon = 6.08 \times 10^4 + j5.22 \times 10^4 \text{ S/m}$  (50 THz)  
 基板: シリコンナトリウム  
 比誘電率 $\epsilon_r = 3.06 + j0.02$  (50 THz)

金属の導電率分布を考慮した、CW赤外線から出る放射波を制御するアンテナを設計した。

#### 作製手法の検討



SIJの写真  
 金属: 超ナノインク  
 誘電体基板: ポリイミド (厚さ3  $\mu\text{m}$ )

検討のプロセス

表面積画

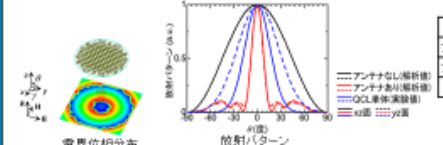
異なるパラメータで描画

構造	片面構造 メタサーフェス	両面構造 メタサーフェス	両面構造正方形 チップアレーアンテナ
サイズ	作製したドット 直径/ 約2~5 $\mu\text{m}$ 間隔s 約3~8 $\mu\text{m}$	最大正方形 一辺/ 1.2 $\mu\text{m}$ 間隔s 1.1 $\mu\text{m}$	最小正方形 一辺/ 1.0 $\mu\text{m}$ 間隔s 0.5 $\mu\text{m}$

作製手法の検討として、スーパーインクジェットプリンタで厚さ3  $\mu\text{m}$ のポリイミドフィルムの片面にドットを描画した。

---

#### 放射パターンの半値幅



アンテナなし無放射層  
 アンテナあり無放射層  
 QCL単体実験値

アンテナを連続波赤外線搭載することで、光源単体の放射パターンの狭帯域化を解析で確認した。QCLに搭載してアンテナの動作を検証できる可能性を見出した。


放射パターンの半値幅

	上2面	下2面
アンテナなし	90度	90度
アンテナあり	15度	16度
QCL	36度	62度

△ポスター内で導電率の比較ができれば、ディスカッションがより広がる。

△全体的にまだスペースがある。聴講者が聞きたくなるような情報をさらに入れ込む。

第6稿のポスター



ITAT  
Tokyo University of Agriculture and Technology

# 第8稿のポスター

17p-P01-4

### 50THz帯両面構造正方形金属チップアレーアンテナの設計

2020年 第49回  
 応用物理学夏季学生発表会  
 2021/7/17

東京農工大学 工学部 電気電子工学科<sup>1</sup> 工学府 電気電子工学専攻<sup>2</sup> 工学研究院 先端電気電子部門国立研究開発法人 科学技術振興機構 さきがけ<sup>3</sup>

劉久美子<sup>1</sup> 朝田晴美<sup>2</sup> 鈴木 健仁<sup>1,3\*</sup>

#### 背景・目的

赤外光源



連続発振CW赤外光源

熱輻射



熱輻射

ブランクの法則



熱輻射を抑制することで現在使われていないエネルギーを有効活用できる。

周波数	数10 THz	50 THz (最大ベクトル)	200 THz (最大ベクトル)
総電力	数10 mW	$3.54 \times 10^3 \text{ W/m}^2$	$8.07 \times 10^5 \text{ W/m}^2$
偏光	直線偏光	ランダム	ランダム

目的  
熱輻射制御に向けた赤外線メタレンズの実現

#### 設計と解析

両面構造正方形チップアレーアンテナ



中心の単位構造のパラメータ  
面積率 13.6%  
透過率 34.9%  
反射率 28.6%

金属: 金  
誘電率  $\epsilon = 6.08 \times 10^3 + j5.22 \times 10^4$  S/m (50 THz)  
基板: シリコンアクリライド  
比誘電率  $\epsilon_r = 3.66 + j0.02$  (50 THz)

会の複素導電率



会の複素導電率

CW赤外光源から出る放射波を平面波に変換するアンテナを金属の導電率座部を考慮して設計した。

放射パターン



放射パターンの半値幅

	λ/2間	λ/4間
アンテナなし	90度	90度
アンテナあり	15度	16度
QCL	30度	02度

電位位相分布



アンテナをCW赤外光源に搭載することで、光源単体の放射パターンの広帯域化できるアンテナを設計した。QCLに搭載してアンテナの動作を実験で検証できる可能性を見出した。

#### 作製手法の検討

高周波帯で動作する  
片面ドット構造メタサーフェス



低周波帯で動作する  
両面正方形構造メタサーフェス



スーパーインクジェットプリンタで作製  
銀ナノインクの複素導電率  
表面積画 異なるパラメータで抽出

構造	片面構造 メタサーフェス	両面構造 メタサーフェス	両面構造正方形 チップアレーアンテナ
(a) 作製したドット	ドット	ドット	ドット
直径/厚さ	約2-5 μm / 約3-8 μm	約2-5 μm / 約3-8 μm	約2-5 μm / 約3-8 μm
単位	μm	μm	μm

作製手法の検討として、スーパーインクジェットプリンタで厚さ3 μmのポリイミドフィルムの片面にドットを描画した。

作製した片面構造メタサーフェス



作製した両面構造メタサーフェス



放射パターン



放射パターンの半値幅



(a), (c)の放射電力と透過電力の周波数特性

作製したメタサーフェスとその補正関係にあるメタサーフェスの周波数特性より、メタサーフェスの複素導電率座部により放射パターンの広帯域化できるアンテナを設計した。

△聴講者(初めて自分の研究の内容を聞く人)に向けて、動作原理の記載は必要。

△自分が一番伝えたいことを意識した配置を工夫する。

第8稿のポスター



