



# 薄フィルム上無給電素子の積層による光伝導アンテナの放射スペクトル制御の検討

茨城大学 大学院理工学研究科 電気電子工学専攻  
14NM606S 大内 隆嗣



## 1. 目的と背景

**ダイポールアンテナ**  
テラヘルツ波

シリコン半球  
基板レンズ

フェムト秒  
レーザーパルス

ゲリウムヒ素  
( $\epsilon_r=12.25$ )

低温成長  
ゲリウムヒ素  
( $\epsilon_r=12.25$ )

単体光伝導アンテナ

比較的高効率、広帯域

テラヘルツ波帯 (100 GHz ~ 30 THz)

- 物質に対する透過性と直進性を有する
- 物質固有の吸収スペクトル・未開拓な周波数帯

**目的**  
特定の波長に高感度をもつ  
光伝導アンテナの設計  
→フォトミキシングへの応用

- フォトミキサーとしての動作**
- ① 2波長レーザー光やマルチモードレーザーダイオード光をダイポールのギャップ部に照射
  - ② キャリアが励起され、過渡電流が発生
  - ③ 単色テラヘルツ波が発生

ダイポール

無給電素子

反射器: 誘導性の素子 ( $I_2$ が進み位相)

導波器: 容量性の素子 ( $I_2$ が遅れ位相)

$$\begin{cases} V_1 = z_{11}I_1 + z_{12}I_2 \\ 0 = z_{21}I_1 + z_{22}I_2 \end{cases}$$

相互インピーダンス  $z_{12} = z_{21}$

$$I_2 = \frac{-z_{12}I_1}{z_{22}} = \left| \frac{z_{12}}{z_{22}} \right| I_1 \angle 180^\circ + \theta_{12} - \theta_{22}$$

( $\theta_{12}$ : 無給電素子の場所に依存する値)  
( $\theta_{22}$ : 無給電素子の長さに依存する値)

## 2. 設計手順

**① 屈折率一様設計**

- 自由空間で解析
- 屈折率で一様に規格化
- 初期パラメータを導出
- 実験系の考慮も必要

**② 全構造精密解析**

- 屈折率を考慮して解析
- $\lambda' = \frac{\lambda}{n}$
- 繰り返し補正
- 設計パラメータを導出

## 3. 屈折率一様設計(反射器のみ)

自由空間

完全吸収境界

無給電素子

ゲリウムヒ素 ( $\epsilon_r=12.25$ )

側面図

入力波形

レーザパルス半幅幅: 120 fs  
キャリア生存時間: 0.5 ps  
実効屈折率: 2.70  
最大放射角度: +21.61 degrees

g	10 $\mu\text{m}$	s	5.0 $\mu\text{m}$	a	10 $\mu\text{m}$
w	20 $\mu\text{m}$	t	0.5 $\mu\text{m}$	d	50 $\mu\text{m}$

反射器の長さ	最大放射周波数
100 $\mu\text{m}$	0.50 THz
62.5 $\mu\text{m}$	0.68 THz
単体ダイポールアンテナ	0.33 THz
200 $\mu\text{m}$	0.29 THz
125 $\mu\text{m}$	0.40 THz
単体ダイポールアンテナ	0.26 THz
400 $\mu\text{m}$	0.20 THz
250 $\mu\text{m}$	0.22 THz
単体ダイポールアンテナ	0.18 THz

## 4. 屈折率一様設計(八木・宇田構造)

完全吸収境界

自由空間

導波器

ダイポール

反射器

上面図

l	100 $\mu\text{m}$
l <sub>1</sub>	75 $\mu\text{m}$
l <sub>2</sub>	125 $\mu\text{m}$
g	10 $\mu\text{m}$
w	20 $\mu\text{m}$
s	5 $\mu\text{m}$
t	0.5 $\mu\text{m}$

d <sub>1</sub>	40 $\mu\text{m}$	d <sub>1</sub>	50 $\mu\text{m}$
d <sub>2</sub>	38.5 $\mu\text{m}$	d <sub>2</sub>	50 $\mu\text{m}$
d <sub>3</sub>	38.5 $\mu\text{m}$	d <sub>3</sub>	50 $\mu\text{m}$

d <sub>1</sub>	40 $\mu\text{m}$
d <sub>2</sub>	38.5 $\mu\text{m}$
d <sub>3</sub>	38.5 $\mu\text{m}$

## 5. まとめ

- 無給電素子による放射スペクトル制御の検討を行った。
- 全構造精密解析に必要な初期パラメータを導出した。

## 6. 今後の課題

- 全構造精密解析を用いた設計パラメータの繰り返し補正を行う。
- 実験による積層構造光伝導アンテナの遠方界のスペクトル強度を確認する。

## 7. 研究業績

[1] 大内 隆嗣, 古謝 望, 谷 正彦, 山本 晃司, 高野 恵介, 萩行 正憲, 鈴木 健仁, “薄フィルム上無給電素子の積層による光伝導アンテナの放射スペクトル制御の検討,” 2014 年春季 第61 回 応用物理学関係連合講演会, 17p-E17-15, 青山学院大学, Mar. 2014.