

# 非対称 paired bar 構造光アンテナを用いた赤外屈折率測定法における共振スペクトル特性

Resonant spectral characteristics of non-symmetric paired bar optical antenna in Infrared Refractive Index Measurement

○各務 響<sup>1\*</sup>, 雨宮 智宏<sup>1,2</sup>, 増田 佳祐<sup>1</sup>, 西山 伸彦<sup>1,2</sup>, 荒井 滋久<sup>1,2</sup>

○H. Kagami<sup>1</sup>, T. Amemiya<sup>1,2</sup>, K. Masuda<sup>1</sup>, N. Nishiyama<sup>1,2</sup>, and S. Arai<sup>1,2</sup>

東京工業大学 工学院 電気電子系<sup>1</sup>, 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Institute of Technology

<sup>2</sup> Institute of Innovative Research (IIR), Tokyo Institute of Technology

E-mail: \*[kagami.h.aa@m.titech.ac.jp](mailto:kagami.h.aa@m.titech.ac.jp)

## 1. はじめに

我々は、プラズモン光アンテナの共振を用いて微量の液状試料の複素屈折率を広帯域 (20THz-150THz) に測定する手法を提案した[1]。今回光アンテナとして非対称な paired bar 構造[2]を導入することで、測定精度を大きく向上できることを示したので、ご報告する。

## 2. 新しい光アンテナ構造の理論解析

光アンテナの周囲に液状試料を滴下し、共振周波数のシフトから複素屈折率を求める本手法の精度を決めるのは、①アンテナ共振時における透過スペクトルの半値全幅(FWHM)、②アンテナの共振周波数のシフト量、③アンテナの作製誤差による測定耐性、の3要素であり、本稿ではこれら全てを向上させることを考える。

本研究で用いたアンテナ形状を Fig. 1(a)に示す。長さの違う棒状アンテナを一对として、それを反転させたものを交互に入れ子状に配置した構造である。従来のアンテナ構造 (Fig. 1(b)) では、作製誤差が出現する箇所が多いが、本構造では、作製誤差が起こりうる箇所は2点に絞られる (Fig. 1(c)参照)。

この構造に対して、有限要素法解析を行った。Fig. 2(a)に各アンテナ構造での透過スペクトルの一例を示す。また Fig. 2(b)に、特定周波数 (40, 100, 140 THz) でのアンテナ形状ごとの FWHM を比較した結果を示す。FWHM は従来のものと比べて 1/2 以下に改善されている。

Fig. 3(a)に、各アンテナサイズにおける共振周波数と周囲屈折率の関係を示す。屈折率変化に伴うアンテナの共振周波数のシフト量は従来型に比べて 1.2 倍以上大きくなっている。

Fig. 3(b)は、特定のアンテナ ( $x = 1000$  nm) に対する透過スペクトルの一例を示す。通常の棒状アンテナと半円状に膨らむ作製誤差が棒状アンテナ両端に出現したと仮定した構造との比較を行っている。周辺屈折率が1から2まで変化した場合の共振周波数を比較したところ、最大でもずれは 0.2THz で収まっており、従来型に比べて 40%程度に低減している。

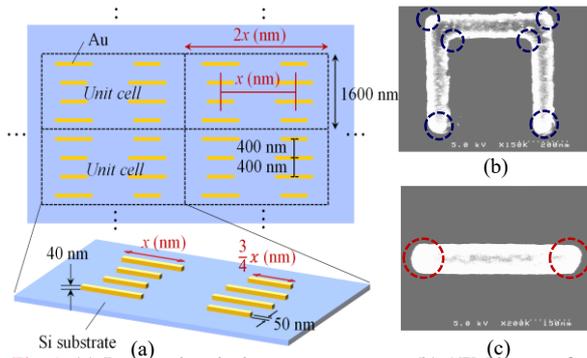


Fig. 1. (a) Proposed optical antenna structure (b) SEM image of conventional antenna (c) SEM image of elements used for this time optical antenna

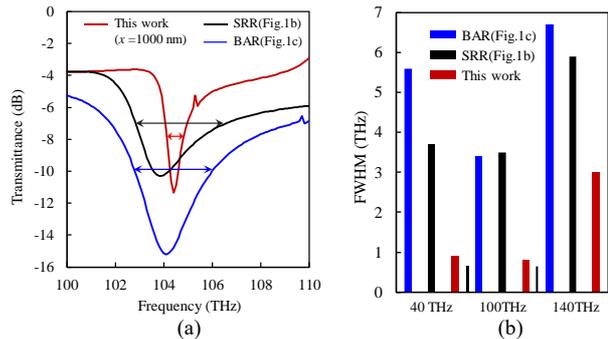


Fig. 2. (a) An example of the calculated transmission spectrum (b) Theoretical value of FWHM for each antenna shape

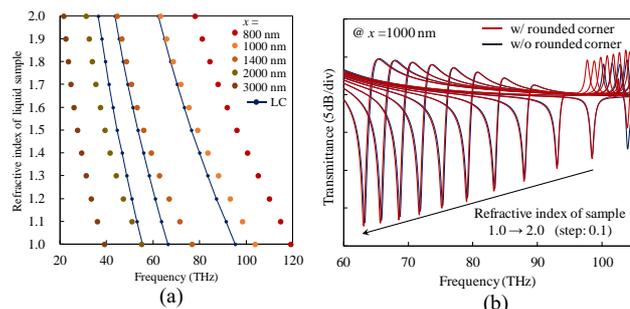


Fig. 3. (a) Relationship between resonance frequency and ambient refractive index in each antenna (b) An example of a transmission spectrum when the peripheral refractive index changes

## 謝辞

本研究は、JST CREST JPMJCR15N6, JSPS 科研費 (#15H05763, #16H06082, #17H03247)の援助により行われた。

## 参考文献

- [1] 各務他、第 65 回応用物理学学会春季学術講演会、17p-A402-16、東京、2018年3月。  
[2] G. Sun *et al.*, *Sci. Rep.* 7, 8128 (2017).