

## 中赤外光スロットアンテナによるレスト・ストラーレン反射の観測

## Observation of the reststrahlen reflection with use of mid-infrared slot-antennas

立命館大理工<sup>1</sup>, 立命館大 SR センター<sup>2</sup>, 物質・材料研究機構<sup>3</sup>, 西村悠希<sup>1</sup>, 川野貴裕<sup>1</sup>,  
 國近祐太<sup>1</sup>, 山本悠人<sup>1</sup>, 宮田純一<sup>1</sup>, 笠原健一<sup>1</sup>, 家路豊成<sup>2</sup>, 池田直樹<sup>3</sup>, 杉本喜正<sup>3</sup>

College of Science and Technology<sup>1</sup>, SR Center<sup>2</sup>, Ritsumeikan University, National Institute for  
 Materials Science<sup>3</sup> Y. Nishimura<sup>1</sup>, T. Kawano<sup>1</sup>, Y. Kunichika<sup>1</sup>, Y. Yamamoto<sup>1</sup>, J. Miyata<sup>1</sup>,  
 K. Kasahara<sup>1</sup>, T. Yaji<sup>2</sup>, N. Ikeda<sup>3</sup>, and Y. Sugimoto<sup>3</sup>

[ro0006fp@ed.ritsumei.ac.jp](mailto:ro0006fp@ed.ritsumei.ac.jp)

## はじめに

中赤外領域には地球温暖化や生命科学に関係する分子振動の吸収スペクトルが多く存在する。こうした分子を検出するための光源として、中赤外域での量子カスケード・レーザは既に実用レベルに達している。我々はこれまで量子カスケード・レーザの線幅増大係数や戻り光特性を調べてきたが、その応用分野を更に開拓するには受光素子が課題になっている。中赤外の受光素子には HgCdTe 等が用いられるが感度や応答速度の点で十分と言えない。そこで、検出器に光アンテナを併用し、その光捕集効果を使うことで高性能な受光素子を実現しようと考えている。これまでアンテナとして光スロット・アンテナを用い、電界の層厚方向の局在化について調べてきた<sup>1), 2)</sup>。今回、局在化に伴う電界の増強によって $\sim$ nm の厚さのレスト・ストラーレン反射を明瞭に捉えることができた。またアンテナのピッチによってこれがどのように変化するか調べた。

## 実験結果と考察

光アンテナはダンベル型光スロット・アンテナを用いた。ダイポール・アンテナの場合、共振波長はその長さで決まるが、電界は両端で強くなる。一方、中央部の幅を狭めたダンベル型スロット・アンテナでは電界をその部分に局所的に集中させ、増強することができる。光アンテナは Si 基板上に Au (40 nm)/Ti (10nm) を積層することで形成した。1 個のアレイのアンテナ個数は  $20 \times 15$  個とし、顕微 FT-IR で反射率測定を行った。1050 $\sim$ 1250 $\text{cm}^{-1}$  の領域に反射率の増大を観測することができたが、これは Si 基板上に出来た自然酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ ) からのレストストラーレン反射であることが分かった。ダイポール・アンテナと違ってスロット・アンテナの増強電界は基板に平行な方向になるので、レストストラーレン反射が観測できる。アンテナがない場合は  $\text{SiO}_2$  を 200nm 積層した時にレストストラーレン反射が観測できた。FT-IR のアパーチャーに対するアンテナの開口部の割合は 30%であったので、自然酸化膜の厚さを 2nm と仮定すると電界が 300 倍に強まったことになる。次にピッチ幅を x 方向に 1, 1.6, 3, 5  $\mu\text{m}$  と変化させた場合の反射スペクトルを調べた。(図 1)。レストストラーレン領域での反射率の増大は変わらないがアンテナ間の干渉によって形状が変化していることが分かる。

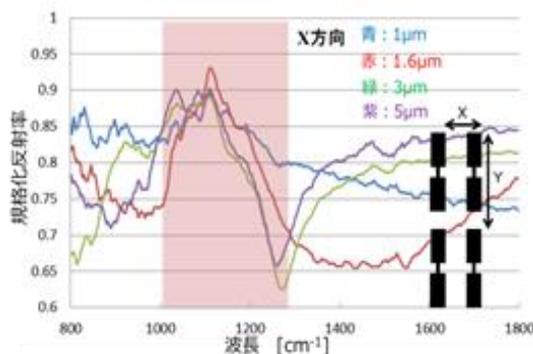


図 1 レストストラーレン反射率特性

【参考文献】1) 西村他, 平成 26 年度第 75 回応用物理学会  
 秋季学術講演会, 18a-A8-1, 青山学院大学, 2014 2) Y.  
 Nishimura et al., *Metamaterials* 2013, Bordeaux, France, #51,  
 pp.1-3, 2013.