

世界最高の波長分解能を持つ マルチバンド赤外線センサー

SATテクノロジー・ショーケース2020

■ はじめに

物体からの熱ふく射や赤外線の吸収スペクトルには、物質の種類や状態、性質に関する情報が含まれています。近年、熱ふく射の強度を測定することで、温度を非接触で求める放射温度計やサーモグラフィーが多方面で利用されています。もし、熱ふく射を波長分別しながら認識できるサーモグラフィーが実現すれば、より高度な温度計測や物質・材料の認識が可能になり、また、複数のガスを認識できるセンサーやカメラが実現できると期待されています。しかし、既存の中赤外線センサーには波長分別する能力が無く、積分強度として熱ふく射を計測するのみで、測定対象である物体固有の特徴や状態に関する情報が失われています。

今回、私たちは高い指向性を持つ、世界最高の波長分解能型を持つ多波長センサー（マルチバンドセンサー、マルチカラーセンサー）を開発し、その動作を実証しました。このセンサーを応用すれば、物体や気体分子の種類、動く物体などを見分けることが可能となり、また、強度校正の必要のない高精度な放射温度計測など、様々な応用が期待できます。

■ 活動内容

1. 高い波長分解能と指向性の実現

今回の開発では、高い波長分解能と指向性とを両立するために、入射する赤外光と、回折格子の表面を伝搬するプラズモンポラリトンとの共鳴的吸収効果を利用しました。その結果、中赤外帯域の多波長センサーとしては世界最高となる51nm (Q-factor 73) の波長分解能と、 $\pm 1^\circ$ のビーム指向性とを達成しました。

2. 熱検知型センサーのデザイン

本センサー開発では、特定波長の光を選択的に熱に変え、そして発生した熱を検知する方式を採用しました。具体的には、光熱変換ナノ構造を、熱検知部である焦電素子やボロメーターに組み込んだ構造を開発しました。この光熱変換素子と熱検知素子をMEMS中空断熱構造に搭載することで、熱の逃げを抑え、感度を高めることに成功しています。このような熱検知方式の中赤外線センサーは非冷却センサーとも呼ばれ、光伝導方式のセンサーが必要とするペルチェ冷却を用いず、室温で省エネに動作できる利点があります。

3. 多波長赤外線センサー

中赤外帯域で50nm台の分解能を持つ多波長マイクロセンサーは世界的に見てもまだ存在しません。本研究では3-5 μm の中赤外帯域で4波長の赤外線を同時に検出できるセンサーを開発しました。これにより、大気中の複数のガスの同定や、放射率の未知な物体に対する高精度な放射温度測定が可能となります。また、高い指向性を利用し、位置センサーとしての活用も期待できます。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

・発表論文

- 1) T. D. Dao, S. Ishii, A. T. Doan, Y. Wada, A. Ohi, T. Nabatame, T. Nagao, "An On-Chip Quad-Wavelength Pyroelectric Sensor for Spectroscopic Infrared Sensing," *Advanced Science*, 1900579(2019).

- Chip Quad- W

・特許

- 1) 長尾忠昭, ダオ デュイ タン, 特願2019-142927, 令和元年8月2日出願。

・プレス発表

- 1) 物質・材料研究機構, 科学技術振興機構プレス発表, "世界最高レベルの波長分解能を持つ分光型赤外線センサーを開発," 2019年8月26日。
- 2) WILEY-VCH, *Advanced Science News*, "Expanding the Capabilities of IR Spectroscopy," 2019年10月2日。

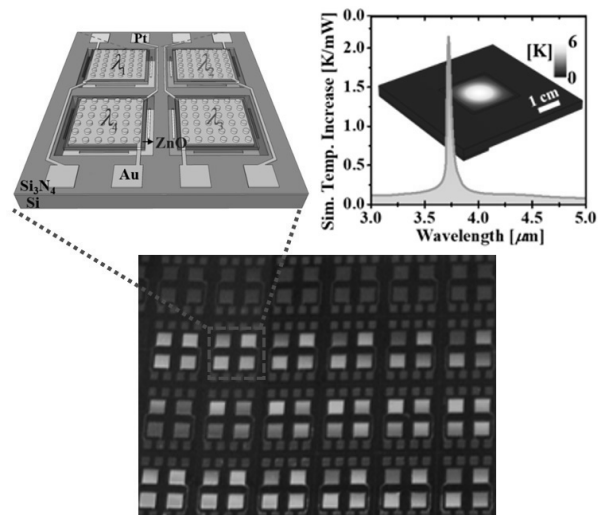


図 51 nm の波長分解能を持つ、4 波長型赤外線センサー

代表発表者 **長尾 忠昭 (ながお ただあき)**
 所属 **物質・材料研究機構
国際ナノアーキテクトニクス研究拠点**
 問合せ先 **〒305-0044 つくば市並木1-1
TEL: 029-860-4746 FAX: 029-860-4889
NAGAO.Tadaaki@nims.go.jp**

■キーワード: (1) 熱ふく射センサー
 (2) 波長識別
 (3) ガス・物質・温度判別、位置検知
 ■共同研究者: DAO Duy Thang, 石井智
 物質・材料研究機構
 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点