

有機/無機多層構造を用いた焦電型赤外線センサの 光吸収特性とセンサ特性評価

Optical Design and Characterization of Organic / Inorganic Doublelayer for High Sensitive Pyroelectric Infrared Sensor

神戸大院工, °永吉 竜治, 小柴 康子, 森本 勝大, 石田 謙司

Kobe Univ., °Ryuji Nagayoshi, Yasuko Koshiba, Masahiro Morimoto, Kenji Ishida

E-mail: kishida@crystal.kobe-u.ac.jp

はじめに：ガスや人体を検知可能な焦電型赤外線センサは防災・防犯・医療など多分野での応用が期待されており、CO₂ガス分析では3~4 μm 、人体モーションセンサでは5~15 μm と検出波長が異なるため、検出目的に応じた光学フィルタを受光部と別途必要とする。本研究では、低屈折率の有機焦電層と高屈折率の金属電極を多重積層させることで、光学フィルタ機能を併せ持つセンサ素子の創出を目指している。今回はシミュレーションによる2層積層型センサ構造の光学設計と単層素子を超える赤外線応答感度に成功したので報告する。

実験と結果：多層膜界面において電磁波を連続条件とした光学シミュレーションを行い、人感センサで重要となる波長1~15 μm に高い赤外線吸収率をもつ2層構造を決定した(Fig.1)。波長1~15 μm における平均吸収率は79.8%となり、単層センサ(P(VDF-TrFE)膜厚; 1300, 900, 400 nm)と比較して高い値を示した。光学設計したセンサ構造を実際に作製し、フーリエ変換赤外分光光度計(FT-IR)を用いて赤外線吸収率を評価した(Fig.2)。単層1300 nmでは1.8, 3.6 μm 、900 nmでは2.1 μm においてファブリ・ペロー干渉に起因する吸収率の急激な減少がみられ、400 nmでは長波長域で低い吸収率を示した。一方、2層構造センサでは波長によらず高い吸収率(72.6%)を示し、光学シミュレーション同様高い値であった。センサ素子に三角波電圧を印加して分極処理をした後、放射赤外光を回折格子により分光して照射し、出力された焦電信号をロックイン検出することでセンサ感度特性を評価した。Fig. 3に実効赤外線吸収率と電圧感度の波長分散特性を示す。実効赤外線吸収率と電圧感度は同様の傾向を示し、吸収率が電圧感度に大きく影響していることがわかった。また単層センサでは吸収波長により感度低下がみられたが、2層センサはいずれの波長においても高感度を示した。白色光を入射した場合、2層センサでは電圧感度1259 V/W(@1 Hz)を記録し、これは単層の約2倍の値であった。以上、有機/無機2層構造により焦電センサの高感度化に成功した。

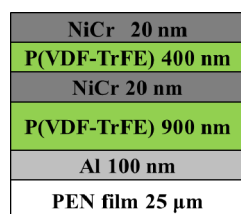


Fig. 1. Pyroelectric sensor structure of double layer.

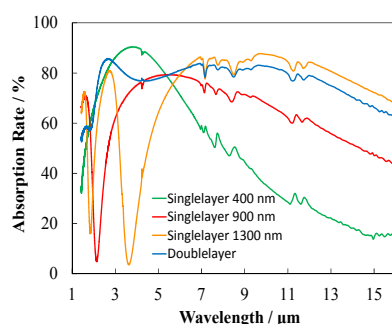


Fig. 2. Infrared absorption spectrum of single and doublelayer sensors.

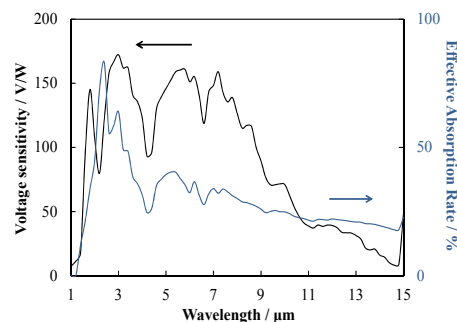


Fig. 3. Infrared effective absorption spectrum and voltage sensitivity of doublelayer sensor.