

有機焦電型赤外線センサの光学設計に向けた 中赤外線領域における P(VDF-TrFE)薄膜の光学定数算出

Evaluation of optical properties of P(VDF-TrFE) thin-film to design and optimize optical structures for organic infrared sensors

神戸大院工, °磯村 拓海, 福島 達也, 小柴 康子, 堀家 匠平, 石田 謙司

Kobe Univ., °Takumi Isomura, Tatsuya Fukushima, Yasuko Koshiba, Shohei Horike, and Kenji Ishida

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

はじめに：焦電型赤外線センサは、CO₂ ガス分析では 3-4 μm 、人体感知では 5-15 μm と検出目的に応じた波長フィルタリングを行う必要があり、従来、受光部以外に別途光学フィルタが必要となる。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の積層による光学フィルタ機能を併せ持つ赤外線センサ素子の創出を目指している。積層構造の光学設計にあたり中赤外線領域における各層の光学定数 (n :屈折率, k :消衰係数) の波長依存性が必要となる。そこで、焦電層に用いるフッ化ビニリデン・三フッ化エチレンランダム共重合体 (P(VDF-TrFE)) と電極に用いる NiCr の中赤外線領域における光学定数を決定し、センサ素子構造での赤外線吸収率のシミュレーションを行った。**実験**：両面研磨シリコン基板上にスピコート法により P(VDF-TrFE) 1 μm を、真空蒸着法より NiCr 10、20、100 nm をそれぞれ成膜した。その後、赤外分光エリプソメータ (IR-VASE, ジュー・エー・ウーラム・ジャパン) を用いて、各種薄膜の波長 2-20 μm における屈折率 n と消衰係数 k を決定した。

結果と考察：Fig.1 に中赤外線領域における P(VDF-TrFE) のアニール前後の光学定数を示す。P(VDF-TrFE) は等方性モデルではフィッティングが十分に合わず、面内と面外の屈折率が異なると仮定した一軸異方性モデル ($X=Y \neq Z$) で解析を行ったところ、十分なフィッティングの精度が得られた。 n を比較するとアニール後の方が高い値となった。Fig.2(b) に観測された吸収ピークは P(VDF-TrFE) の分子振動モードに対応していること、及び熱処理前後におけるピーク強度の変化を確認した。これらは P(VDF-TrFE) の配向薄膜化、及びアニールによる膜結晶化度の向上を示唆する。また、NiCr の光学定数も同様に求めた結果、膜厚によって光学定数に違いが確認された。100 nm 以下の極薄膜では NiCr 凝集構造に膜厚依存性が存在し、光学的な均一性を確保できないため、同光学定数は各膜厚に応じて決定する必要があることがわかった。Fig.2 にセンサ素子構造での赤外線吸収率の実測とシミュレーション結果を示す。P(VDF-TrFE) の表面粗さを考慮し、P(VDF-TrFE) と NiCr の間に界面混合層を組み込むことでフィッティング精度は向上した。詳細は当日報告する。

謝辞 赤外分光エリプソメータ測定にご協力いただきましたジュー・エー・ウーラム・ジャパン(株)に感謝いたします。本研究の一部は日本学術振興会 (JSPS) 科研費による助成を受けたものである。

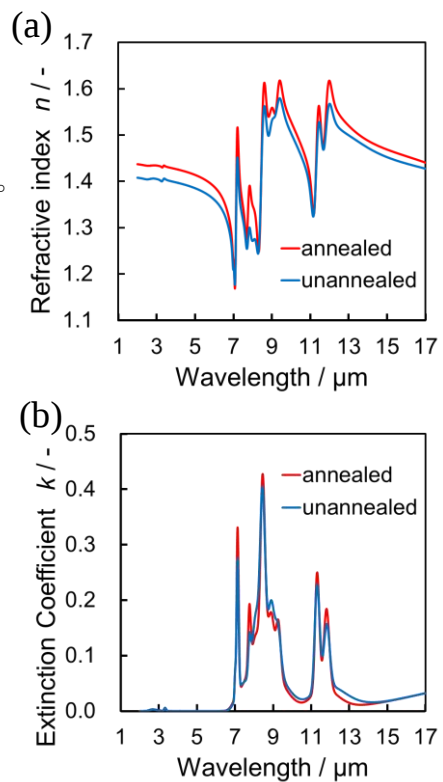


Fig. 1. (a) Refractive index and (b) extinction coefficients of annealed and unannealed P(VDF-TrFE) films.

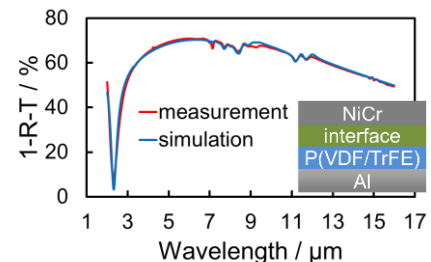


Fig. 2. Measurement and simulation spectra of multilayered structure in infrared region.