

OFET 構造を利用した THz 波センサの基礎検討： OFET 材料の複素誘電関数評価と電磁界解析

Basic Study on the THz-wave Sensors Using OFET Structures:
Evaluation of THz-Range Complex Dielectric Functions of OFET Materials and Electromagnetic Field Analyses

奈良先端大物質創成¹, 千葉大院工², 南山大情報理工³

○上田 智也¹, 李 世光^{1,2}, 藤井 勝之³, 松原 亮介¹, 中村 雅一¹

NAIST¹, Chiba Univ.², Nanzan Univ.³

○T. Ueda¹, S.-G. Li^{1,2}, K. Fujii³, R. Matsubara¹, M. Nakamura¹

E-mail: u-tomoya@ms.naist.jp

テラヘルツ(THz)波は水分子を含まず、自由電子を持たない多くの物質を容易に透過するのに対して、金属や生体などに吸収されるという特徴を持つ。そのため、セキュリティ分野や医療分野などで THz 波による様々なセンシング応用が期待されており、THz 波を感度良く検出でき、かつ安価に製造できるイメージングデバイスが望まれている。この目的のために、我々は、ペンタセンを用いた有機電界効果トランジスタ(OFET)中に存在する微小なバンド端ゆらぎを利用した新しいタイプの THz 波センサの開発を目指している^[1,2]。

本研究で用いている OFET では、THz 波検出領域を大きく取るために、ソース/ドレイン電極として楕円電極を使用している。しかし、電極間隔や素子各部の寸法が THz 波の波長(30 μm ~ 3 mm)と同程度であるため、干渉などの影響でペンタセン層中の電界強度に大きな周波数依存性を持つ可能性が考えられる。そこで今回、OFET 構造での THz 波伝播特性を電磁界シミュレーションにより解析し、電極構造を最適化するための基礎的な知見を得ることを目的とした。

まず、我々が用いている OFET 構成材料の THz 領域複素誘電率が不明であることから、THz 時間領域分光法(THz-TDS)を用いて複素誘電関数の測定を行った。図 1 に、その一つである n 型シリコン(抵抗率: 3.78 ~ 4.20 Ωcm)の複素誘電関数測定結果を示す。このような誘電関数を用い、Finite Difference Time Domain (FDTD)法を用いた電磁界シミュレーションにより OFET 構造における THz 波電界強度の解析を行った。ペンタセン層中の平均電界を計算した結果を図 2 に示す。THz 電界ベクトルをソース/ドレイン電極と平行にした場合 (y-pol.) と垂直にした場合 (x-pol.) とで、異なる周波数依存性を示すことが確認された。この結果とペンタセン中にゲート電界誘起されたホールによる THz 波変調吸収スペクトルとの間には定性的な一致が確認されたことから、FDTD 法による電磁界シミュレーションは OFET 型 THz 波センサの感度特性を解析するために有効であると考えられる。講演では、複素誘電関数の測定や FDTD シミュレーションの精度をより上げた結果について報告し、THz 波変調吸収スペクトルの実測値との詳細な比較を行う。

本研究は、科研費基盤研究(B)(21350099)の助成を受けた。

[1] S.-G. Li et al., *Org. Electron.* **13**, 864 (2012); [2] S.-G. Li et al., *Org. Electron.* **14**, 1157 (2013).

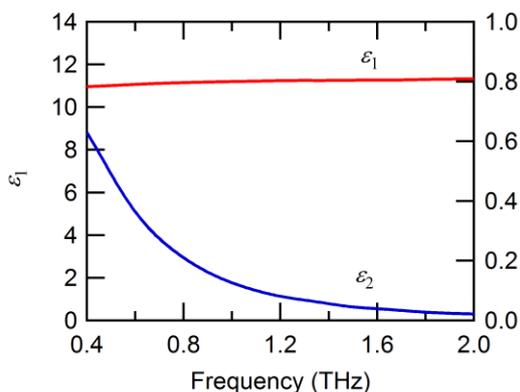


図 1 n 型 Si の THz 帯複素誘電関数

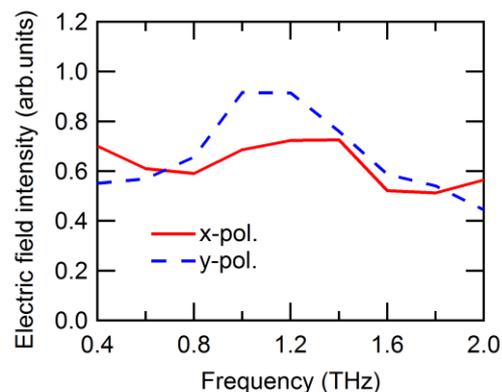


図 2 FDTD シミュレーションによるペンタセン中電界強度の周波数依存性