

OFET 型 THz 波センサ中の蓄積キャリアによる THz 波吸収の解析

Analysis of THz-Wave Absorption by Accumulated Carriers in OFET-Type THz-Wave Sensors

○志水 祐貴¹、木元 鴻太郎¹、藤井 勝之²、小島 広孝¹、松原 亮介³、中村 雅一¹

(1. 奈良先端大物質、2. 南山大理工、3. 静大院工)

○Y. Shimizu¹, K. Kimoto¹, K. Fujii², H. Kojima¹, R. Matsubara³, and M. Nakamura¹

(1. NAIST, 2. Nanzan Univ., 3. Shizuoka Univ.)

E-mail: shimizu.yuki.su3@ms.naist.jp

テラヘルツ(THz)波は水分子や自由電子をもたない物質に対する透過性が高く、金属や生体物質には反射または吸収されるという特徴をもつ。このような性質からセキュリティ分野におけるイメージング応用が期待されており、そのための新たな検出器が求められている。そこで我々は、ペンタセンの HOMO バンド端における微小なポテンシャルゆらぎ^[1,2]を利用した、有機電界効果トランジスタ(OFET)型 THz 波センサを提案している。

OFET 型 THz 波センサでは、ペンタセン HOMO バンド端の微小なポテンシャルゆらぎに弱く束縛されたホールが THz 波光子を受け取ることによって移動度を増し、OFET の電流増加として THz 波が検出される。そのため、OFET による THz 波吸収過程の解明は、センサの高感度化や材料設計のために重要である。

そこで今回、OFET 中のペンタセン層にゲート電界によって蓄積されたホールによる THz 波吸収を測定し、その解析を試みた。試料には、酸化絶縁膜付き n 型 Si 基板上に楕円金電極を形成した後、ペンタセン層を真空蒸着法により成膜したボトムコンタクト型 OFET を用いた。OFET のゲート電圧を変化させながら、チャネル部に対して THz 波を入射させ、蓄積キャリアによる THz 波変調吸収を測定するが、このとき Si 基板中の蓄積キャリアによる吸収と、楕円電極によるチャネル部を伝搬する THz 波の偏光子効果が生じてしまう。これに対して、活性層の代わりに極薄金薄膜を持つ対照試料を用いた基板による吸収の分離^[3]と電磁界シミュレーションによる補正^[4]により、ペンタセン層に蓄積したキャリアのみによる THz 波吸収スペクトルを求めた。

試料温度 300 および 100 K で得られた吸収スペクトルを、図 1 に示す。300 K では比較的フラットなスペクトルを示す一方、100 K では明確なピークの出現と吸収量の増加が確認できる。これまでに実験的に求められたペンタセンの状態密度(図 2)^[5]から、ペンタセン薄膜において、300 K ではバンド端ゆらぎを超えるエネルギーをもつホールが高頻度で存在するのに対し、100 K ではほとんどがバンド端ゆらぎ、もしくは 100 meV 程度の深さのトラップ^[6]に束縛されており、今回得られた吸収スペクトルはこれらの状態を強く反映したものだと考えられる。講演では THz 波吸収スペクトル解析法の詳細や、多結晶膜におけるバルク吸収スペクトルとの比較などを報告する。

[1] N. Ohashi *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **91**, 162105 (2007). [2] R. Matsubara *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **92**, 242108 (2008).

[3] S.-G. Li *et al.*, *Org. Electron.*, **14**, 1157 (2013). [4] K. Kotaro *et al.*, Eighth International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics, p.158, B-P04 (2015). [5] M. Nakamura *et al.*, *J. Vac. Soc. Jpn.* **58**, 97 (2015). [6] S. Yogeve *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **110**, 036803 (2013).

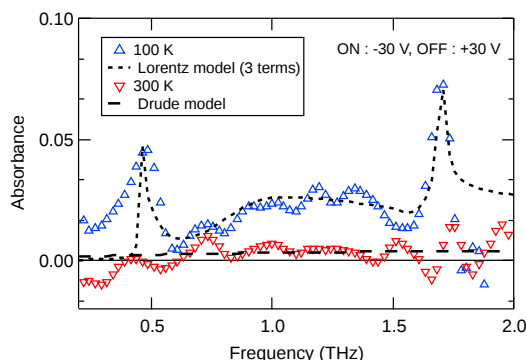


図 1. OFET 中蓄積キャリアによる THz 波吸収スペクトル

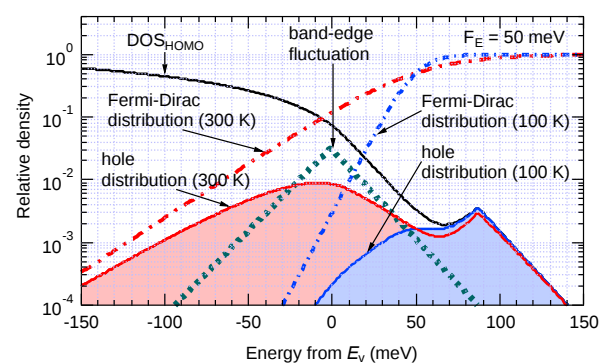


図 2. ペンタセン薄膜におけるキャリアのエネルギー分布