## 有機トランジスタのインピーダンス分光: 物性評価と動作特性

Impedance spectroscopy in organic field-effect transistors: characterization of materials properties and device performance

<sup>○</sup>内藤 裕義 <sup>1,2</sup>

(1. 大阪府大, 2. 大阪府大分子エレクトロニックデバイス研)

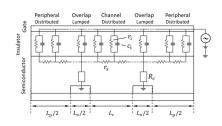
°Hiroyoshi Naito<sup>1,2</sup>

(1. Osaka Pref. Univ., 2. RIMED)

E-mail: naito@pe.osakafu-u.ac.jp

有機発光ダイオード(OLED)などの2端子素子では、素子が動作している(OLED では素子が発光している)状態で、電荷輸送特性の評価が可能である[1]。本報告では、3端子素子である有機電界効果トランジスタ(OFET)でも、古典的な等価回路解析を用いることで動作状態下の電子物性評価が可能であることを示す。当然のことながら、等価回路を描く際には、OFET の構造を反映させる必要がある。Fig. 1 に示す通り、OFET では、ソース電極からの電荷注入を容易にするため、ソース・ドレイン電極とゲート電極が重なる領域であるオーバーラップ領域を設ける必要がある。一方、ペリフェラル領域は、形成されない方が望ましいが、塗布印刷法で作製する OFET では、高い印刷精度は望めないため(ゲート電極直上にチャネル領域、オーバーラップ領域を形成する必要がある)、余裕のある OFET 回路作製にはペリフェラル領域を設けざるを得ない。

OFET の等価回路についての報告はされているが[2-4]、これらの等価回路から計算した複素モジュラススペクトルと実験結果を比較した報告はなく、さらに、文献にある等価回路から計算した複素モジュラススペクトルと実験結果とを一致させることはできなかった。なお、複素モジュラス(M= $j\omega Z$ , j: 虚数単位、 $\omega$ : 角周波数、Z: 複素インピーダンス)は、1 mHz から 100 MHz までの周波数域で、周波数応答アナライザを用いて実際に動作する OFET において測定した複素インピーダンスから算出した。なお、複素インピーダンス測定は、市販の周波数応答アナライザにより短時間で、しかも、全自動で行える特徴がある。著者らは、Fig. 1 に示す等価回路を提案し、Fig. 2 に示す複素モジュラススペクトルをよく再現できることを示してきた[5-7]。等価回路の妥当性を示すと同時に、等価回路の回路定数から、OFET 特性を特徴付ける接触抵抗、電界効果移動度、ゲート絶縁膜の誘電物性、ゲート絶縁膜/有機半導体界面の界面準位を評価することができた。さらに、これらの回路定数から、OFET の遮断周波数を予測することも可能になった。



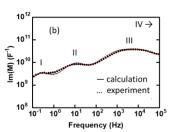


Fig. 1 Equivalent circuit of OFET with overlap and peripheral regions.

Fig. 2 (a) Re(*M*-fand (b) Im(*M*-fplot of P3HT OFET. Solid lines were fitted results calculated from the equivalent circuit in Fig. 1. Regions I, II, III and IV in (b) are due to interface states, dielectric properties of gate insulator, field-effect mobility and contact resistance, respectively.

## 参考文献

[1] M. Takada *et al.*, J. Appl. Phys. **125**, 115501 (2019). [2] T. Miyadera, *et al.*, Cur. Appl. Phys., **7**, 87 (2007). [3] T. Zaki, *et al.*, IEEE ED **61**, 98 (2014). [4] A. Valletta, *et al.*, Org. Electron. **41**, 345 (2017). [5] Y. Suenaga, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 59, SDDA06 (2020). [6] Y. Suenaga, *et al.*, arXiv:2001.03957 [physics.app-ph]. [7] Y. Suenaga, *et al.*, J. Imaging Soc. Jpn. in press.

**謝辞** 本研究の一部は科学研究費補助金(JSPS 科研費 17H01265, 19H02599)の助成を受けた。