

有機トランジスタのモジュラススペクトル解析による物性評価

Electrical characterization of organic field-effect transistors by means of the analysis of modulus spectra

○末永 悠¹、永瀬 隆^{1,2}、小林 隆史^{1,2}、内藤 裕義^{1,2}

(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)

○Yu Suenaga¹, Takashi Nagase^{1,2}, Takashi Kobayashi^{1,2}, Hiroyoshi Naito^{1,2}

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

E-mail: yu.suenaga.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに 有機電界効果トランジスタ(OFET)においてインピーダンス分光法(IS)を用いることで、交流動作時の素子の移動度や接触抵抗を評価できる[1, 2]。我々は、ソース・ドレイン電極とゲート電極の重なりを考慮した等価回路モデルを用いることで高周波領域におけるモジュラススペクトルを再現できることを報告した[3]。本報告ではペリフェラル領域、界面準位が OFET 特性に与える影響を調べるため、ペリフェラル領域を有する OFET を作製し、IS 測定を行った。あわせて、ペリフェラル領域、界面準位を考慮した等価回路モデルを用いてモジュラススペクトルの解析を行った。

2. 実験 有機半導体層に poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl) (P3HT)、絶縁層に CYTOP を使い、トップゲート・ボトムコンタクト構造 OFET を作製した。作製した素子のチャネル長は 250 μm である。測定ではソース・ドレイン電極間を短絡させ、ソース・ゲート間にバイアス電圧及び交流電圧を印加した。得られたモジュラスの実部及び虚部のスペクトルを Fig. 1(a), (b)に黒点で示す($M = j\omega Z$: モジュラス、 ω : 角周波数、 Z : 複素インピーダンス)。

3. 解析 ペリフェラル領域と界面準位を考慮した等価回路を作成し(Fig. 2)、本等価回路から複素インピーダンスの表式を導出した。得られた表式を実験結果に一致させた結果を Fig. 1 中に実線で示す。表式を実験結果に一致させることにより Fig. 1(b)のモジュラス虚部の周波数ピークは低周波側から高周波側にかけて、界面準位($f = 10^{-1} \sim 10^0$ Hz)、絶縁層($10^0 \sim 10^2$ Hz)、ペリフェラル領域($10^2 \sim 10^3$ Hz)、移動度($10^3 \sim 10^5$ Hz)、接触インピーダンス($10^5 \sim$ Hz)の寄与であることが分かった。同時に、移動度、接触インピーダンスに加え、絶縁膜の伝導率、誘電率、界面準位密度を評価することができた。

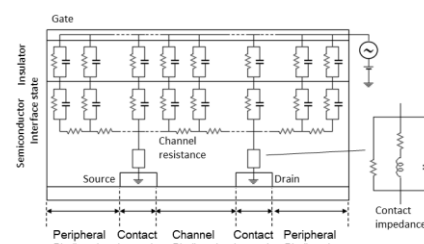
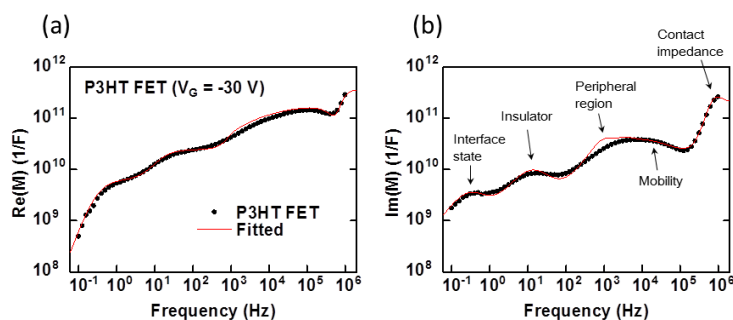


Fig. 1 (a) $\text{Re}(M) - f$ and (b) $\text{Im}(M) - f$ plots from complex impedance measured by IS and the solid lines are the fitted results by the presented equivalent circuit.

Fig. 2 Proposed equivalent circuit.

[1] T. Miyadera, T. Minari, K. Tsukagoshi, H. Ito, and Y. Aoyagi, Appl. Phys. Lett. **91**, 013512 (2007).

[2] T. Zaki, S. Scheinert, I. Horselmann, R. Rodel, F. Letzkus, H. Richter, U. Zschieschang, H. Klauk, and J. N. Burghartz, IEEE Trans. Electron Devices **61**, 98 (2014).

[3] 末永他, 第 65 回春季応用物理学会 20a-D102-7, (2018).

謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金(JSPS 科研費 JP17H01265)の助成を受けた。