トランスダイオードモードにおける有機トランジスタの周波数特性

Frequency characteristics of organic transistors in trans-diode mode

○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 Suenaga[1], 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）は安価、柔軟、塗布印刷可能であるためにRFIDタグの制御回路などへの応用が期待される[1]。OFETはドレイン、ゲート電極間を短絡させ2端子素子として用いる（トランスダイオードモード）と整流特性を示し、電極パターニングを変えるだけで整流素子として用いることができる[2]。OFETを整流素子として用いることで回路の製造プロセスはより簡略化され、安価に整流回路を作製できる。一方でOFETの整流素子としての特性は理論的な取り扱いが定まっていないため、本研究では等価回路解析を用いた理論構築を行った。

2. デバイスシミュレーション　デバイスシミュレーションソフトウェアAtlasにより、トランスダイオードモードにおけるOFETの交流動作特性を調べた。Fig. 1には入力電圧で規格化した出力電流の周波数特性を示す。出力電流値が-3 dBとなる周波数を遮断周波数とし、入力交流電圧の振幅の大きさに対して表示したものをFig. 2に黒点で示す。Fig. 2より入力交流電圧の振幅を大きくすることで遮断周波数も増大していることが分かる。

3. 等価回路解析　Fig. 3に示す等価回路モデルを用い、トランスダイオードモードにおけるOFETの交流動作特性を調べた。チャネル領域は分布定数回路であり、電極重なりを有する領域は集中定数回路で表した[3]。デバイス構造、チャネル抵抗、絶縁層の静電容量などはデバイスシミュレーションと同じ値を用いた。この等価回路から、入力交流電圧の振幅や周波数に対して出力される電流値の解析的な表式を導出した。デバイスシミュレーション結果と同様に、等価回路モデルから計算した遮断周波数を電圧振幅に対して表示したものをFig. 2に実線で示す。等価回路解析を用いた計算の結果はデバイスシミュレーションの結果と良く一致した。また、等価回路解析より、遮断周波数の電圧振幅依存性は、チャネル領域の抵抗成分が印加電圧によって変化することで生じることが分かった。

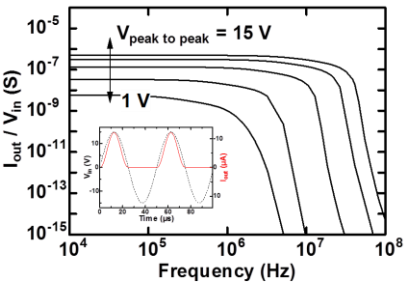

Fig. 1 Plots of I_{out} / V_{in} vs input-voltage frequency at various amplitudes calculated by device simulation. Inset is waveforms at the amplitude of 15 V.

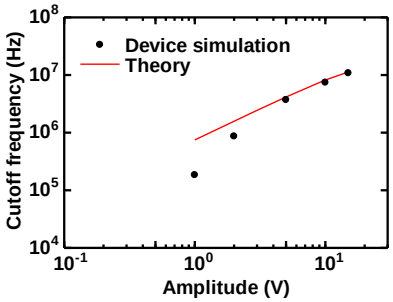

Fig. 2 Plots of cutoff frequency vs amplitude calculated by device simulation and equivalent circuit approaches.

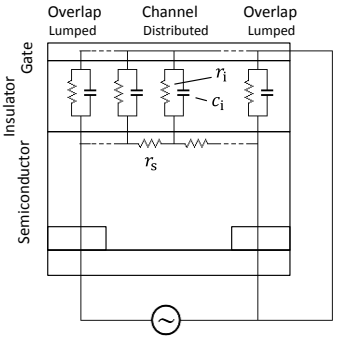

Fig. 3 Proposed equivalent circuit.

[1] H. Sirringhaus, Adv. Mater. **26**, 1319 (2014).
[2] J. Semple, D. G. Georgiadou, G. W-Moon, G. Gelinck, and T. D. Anthopoulos, Semicond. Sci. Technol. **32**, 123002 (2017).
[3] 末永他，第79回秋季応用物理学会 18a-145-1 (2018).

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

© 2019年 応用物理学会