

短チャネル高移動度有機トランジスタにおける接触抵抗の影響

Influence of contact resistance on short-channel high-mobility organic transistors

大阪府大¹, 大阪府大分子エレクトロニックデバイス研², 日本化薬(株)³

○田津原汐音¹, 永瀬 隆^{1,2}, 小林隆史^{1,2}, 貞光雄一³, 内藤裕義^{1,2}

Osaka Pref. Univ.¹, RIMED², Nippon Kayaku Co., Ltd.³

○Shion Tazuhara¹, Takashi Nagase^{1,2}, Takashi Kobayashi^{1,2},

Yuichi Sadamitsu³, Hiroyoshi Naito^{1,2}

E-mail: shion.tazuhara.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに 塗布型有機電界トランジスタ (OFET) の接触抵抗が実効移動度に及ぼす影響を理解することは、短チャネル素子の性能向上や回路設計において非常に重要である。これまでに我々は、活性層に C₁₂-BTBT (didodecylbenzothienobenzothiophene) を用いたチャネル長 5 μm の短チャネルトップゲート OFET の飽和領域における移動度が線形領域の移動度よりも小さくなることを報告し、両領域における接触抵抗を等価回路モデル[1,2]を用いた数値計算により評価した[3]。本研究では、活性層に代表的な可溶性低分子半導体である TIPS-pentacene (6,13-bis(triisopropylsilyl)ethynyl) pentacene) を用いた OFET の接触抵抗を評価し、C₁₂-BTBT FET との比較を行い、短チャネル OFET の線形領域及び飽和領域の実効移動度に対する接触抵抗の影響を考察した。

結果及び考察 本研究で作製したチャネル長 5 μm の TIPS-pentacene FET の線形領域、飽和領域における平均移動度は、線形領域で 0.12 $\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ 、飽和領域で 0.17 $\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ と得られ、一般的に OFET で報告されている線形移動度、飽和移動度と同様の大小関係を示した。

図 1(a), (b)にチャネル長 5 μm の C₁₂-BTBT FET 及び TIPS-pentacene FET において数値計算より求めた線形領域、飽和領域の接触抵抗 (R_CW , R_SW) をゲート電圧 (V_G) に対して表示したものを示す。C₁₂-BTBT FET の線形領域における接触抵抗は TLM (transmission line method) により求めた値と同等の値を示すが、飽和領域における接触抵抗は線形領域に比べて大きく増加していることが分かる。一方、TIPS-pentacene FET の接触抵抗は、線形領域、飽和領域ともに TLM より求めた値と概ね一致している。得られた接触抵抗と実測したドレイン電流からソース電極での接触抵抗による電圧降下 ($R_S I_D$) を算出し、実効的に印加されるゲート電圧 ($V_{GS} = V_G - R_S I_D$) を V_G に対して表示したものを図 1(c)に示す。TIPS-pentacene FET では印加したゲート電圧に対して実効的なゲート電圧は大きく低下しないが、C₁₂-BTBT FET では高いチャネル移動度 ($\sim 10 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$) を有することで電圧降下の影響が大きくなり、実効的なゲート電圧が 1/4 未満まで低下していることが分かる。このような実効的なゲート電圧の大幅な低下が C₁₂-BTBT FET における飽和移動度の減少を生じさせているものと考えられる。高移動度短チャネル OFET では、接触抵抗の影響は線形領域よりも飽和領域に強く現れ、特に飽和移動度の改善には接触抵抗の低減が極めて重要となることが分かった。

参考文献 [1] D. Natali *et al.*, J. Appl. Phys. **101**, 014501 (2007). [2] S.D. Wang *et al.*, IEEE. Electron. Dev. Lett. **31**, 509 (2010). [3] 田津原他, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, 11-328 (2019).

謝辞 本研究は科学研究費補助金 (JP17H03238, JP17H01265) 及び (一財) テレコム先端技術支援センター (SCAT) の助成を受けた。

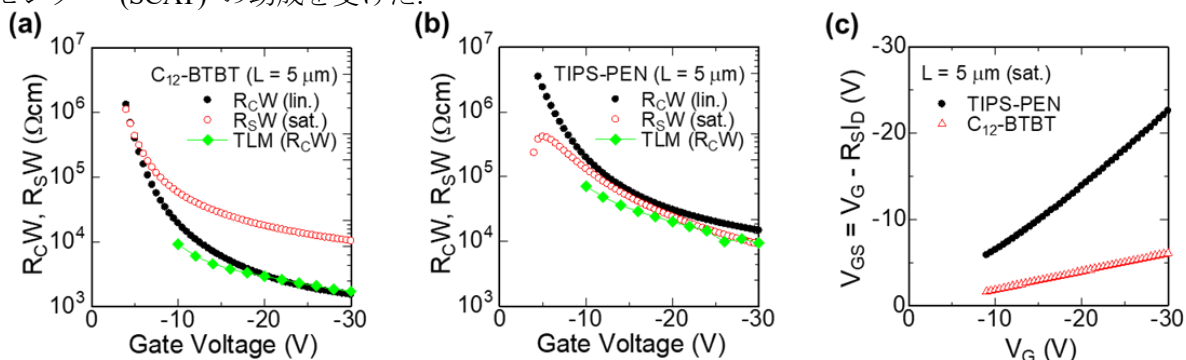


Fig. 1. (a) Calculated $R_S W$ and $R_C W$ versus gate voltage of top-gate C₁₂-BTBT FETs with channel length (L) of 5 μm . (b) Calculated $R_S W$ and $R_C W$ versus gate voltage of top-gate TIPS-pentacene FETs with $L = 5 \mu\text{m}$. (c) Effective gate voltage (V_{GS}) versus gate voltage (V_G) of devices with $L = 5 \mu\text{m}$.