

凸版反転印刷電極を用いた有機トランジスタの四端子測定

Four-terminal measurement of organic transistors fabricated
by reverse offset printing

山形大 ROEL¹, DIC 株式会社²

○(M1)圓岡 岳¹, 松井 弘之¹, 竹田 泰典¹, 岡本 朋子², 田邊 弘介², 時任 静士¹

ROEL, Yamagata Univ.¹, DIC Corp.²

○Gaku Tsuburaoka¹, Hiroyuki Matsui¹, Yasunori Takeda¹,

Tomoko Okamoto², Kousuke Tanabe², Shizuo Tokito¹

E-mail: tny63163@st.yamagata-u.ac.jp

凸版反転印刷法は約 $1\ \mu\text{m}$ までの高解像度が得られる印刷手法であり、有機トランジスタ (OTFT) の短チャネル化に適している。短チャネル OTFT の動作律速要因としては半導体のチャネル抵抗に加えて電極/半導体界面のキャリア注入抵抗があるが、凸版反転印刷電極を用いた OTFT のキャリア注入抵抗についての研究は、Transfer Line Method (TLM)を用いて評価された一例のみである[1]。TLM 法は特別な素子構造を必要としない反面、前提条件に素子特性のばらつきが小さいこと、および電極がオーミック接触であることを仮定している。そこで本研究では、より一般的な評価が可能な四端子測定法を用いて、凸版反転印刷電極を用いた OTFT のチャネル抵抗およびコンタクト特性の評価を行ったので報告する。

ソース・ドレイン電極は銀ナノ粒子インク (DIC 株式会社) を凸版反転印刷することにより作製し、窒素プラズマおよび 4-methylbenzenethiol によって表面処理を行った。チャネル幅は $145\ \mu\text{m}$ 、チャネル長は $100\ \mu\text{m}$ 、電位測定用電極(V_1 , V_2)の間隔は $75\ \mu\text{m}$ とした (Fig. 1)。チャネル層は p 型有機半導体 1,4,8,11-tetramethyl-6,13-triethylsilyl ethynyl pentacene (TMTES-pentacene) をディスペンサで塗布成膜した。その後、YAG レーザーを用いてチャネル層の不要な部分をエッチングした。絶縁膜にはパリレン SR、ゲート電極には銀ナノ粒子インクを用い、ボトムコンタクト・トップゲート構造のトランジスタを作製した。

チャネル内の電位 V_1 , V_2 を外挿することにより、ソース電極、ドレイン電極、およびチャネル内の電位降下 ΔV_s , ΔV_d , ΔV_{ch} をそれぞれ Fig. 2 のように求めた結果、チャネル長 $100\ \mu\text{m}$ においては、電位降下の約 50% がソース・ドレイン電極部で生じていることが分かった。さらに、ソース電極/半導体界面の I-V 特性を求めたところ、Fig. 3 のようにオーミック型の特性を示し、その抵抗値は $29.8\ \text{k}\Omega \cdot \text{cm}$ (ゲート電圧 $-20\ \text{V}$ 時) であった。これは、印刷銀電極/TMTES-pentacene 界面に大きなエネルギー障壁が無いことを示している。当日は素子の作製方法が電極部のコンタクト特性に与える影響についても議論する。

[1] K. Fukuda *et al.*, *Adv. Electron. Mater.* **1**, 1500145 (2015).

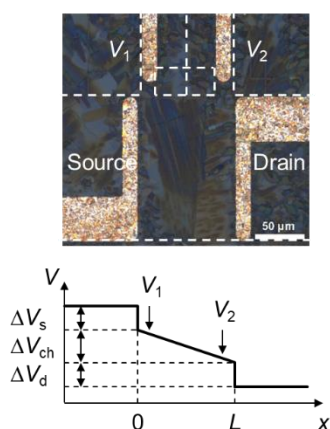


Fig.1 Optical microscope image and potential profile of the printed OTFT

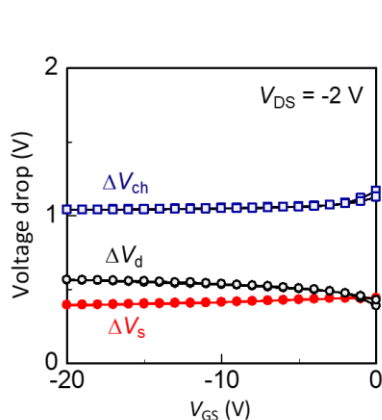


Fig.2 Voltage drops at source, drain electrodes and channel.

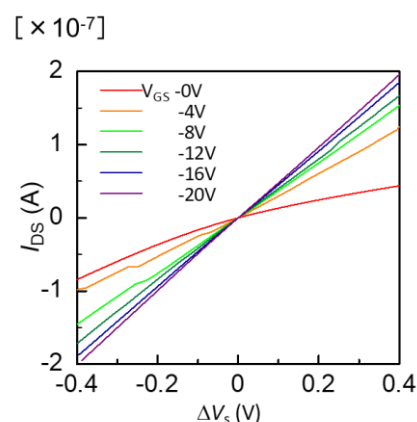


Fig.3 I-V characteristics of the source electrode.