

印刷電極への表面修飾が不要な高移動度有機トランジスタ

High mobility organic transistors without surface modification to printed electrodes

山形大 ROEL¹, ○(B)楠本 将也¹, 圓岡 岳¹, 田村 真貴¹, 時任 静士¹, 松井 弘之¹ROEL, Yamagata Univ¹. ○Masaya Kusumoto¹, Gaku Tsuburaoka¹, Masataka Tamura¹,Shizuo Tokito¹, Hiroyuki Matsui¹

E-mail: tyd68645@st.yamagata-u.ac.jp, h-matsui@yz.yamagata-u.ac.jp

[緒言] 近年、移動度が $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を超える塗布型有機半導体材料は複数報告されているものの、印刷電極を用いた高移動度有機薄膜トランジスタ (OTFT) の報告例は極めて少ない。また、印刷電極を用いた OTFT においては、一般にキャリア注入のため自己組織化単分子膜 (SAM) が用いられる。しかしながら、SAM の使用は製造プロセスおよび安定性の観点では好ましくない。本研究では、イオン化エネルギーが小さな p 型有機半導体材料 TMTES-pentacene を用いることにより、SAM 処理不要な高移動度印刷型 OTFT の作製に成功した。

[実験方法] ガラス基板上に下地層としてパリレンを CVD 法により成膜した。その上にゲート電極を印刷した。その後絶縁層としてパリレンを成膜し、その上にソース・ドレイン電極を印刷した後、Teflon で半導体の隔離バンクを形成した。その後ペンタフルオロベンゼンチオール (PFBT) による電極修飾を行った。最後に半導体層に塗布型有機半導体である TMTES-pentacene と Polystyrene(PS) の混合溶液を成膜した。また、電極はすべてハリマ化成の銀ナノ粒子インク (NPS-JL) をインクジェット装置 (FUJIFILM, DMP-2831)、バンクと半導体はディスペンサ装置で印刷することにより作製した。

[結果と考察] SAM 処理をした電極上では半導体の結晶ドメインが小さくなったのに対し、SAM 処理をしていない場合には電極上でも大きな結晶ドメインが得られた (Fig. 1)。これは SAM と半導体の分子間相互作用によるものであると考えられる。Fig. 2 に作製した素子の伝達特性と各電圧における実効移動度を示す。ソース・ドレイン電極への SAM 処理をしていない素子において、より高い実効移動度が得られた。そこで transmission line method (TLM) により接触抵抗を測定したところ、SAM 処理をした素子と比べて SAM 処理をしていない素子の接触抵抗は約 $1/3$ であった (Fig.3)。このような接触抵抗の低減は、SAM 処理をしないことによって電極上の TMTES-pentacene の結晶ドメインが大きくなったこと、および TMTES-pentacene のイオン化エネルギーが未処理の銀電極の仕事関数と近いことに起因すると考えられる。

[結論] 今回、イオン化エネルギーが小さな TMTES-pentacene を用いることによって、ソース・ドレイン電極への SAM 処理が不要で、実効移動度 $3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上、接触抵抗 $3.4 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}$ の OTFT の作製に成功した。

[謝辞] TMTES-pentacene は NeuDrive 社様よりご提供いただきました。

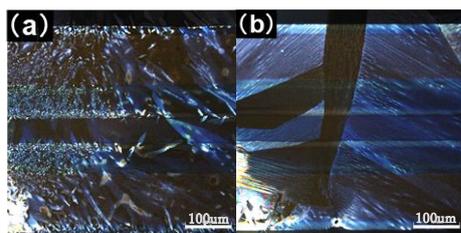


Fig. 1 Semiconductor crystal image. (a)with SAM (b)without SAM

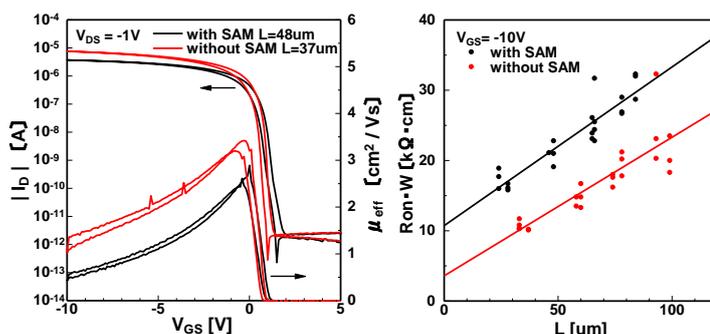


Fig. 2 Transfer curves and V_{GS} -dependence of the mobility. (with SAM and without SAM)

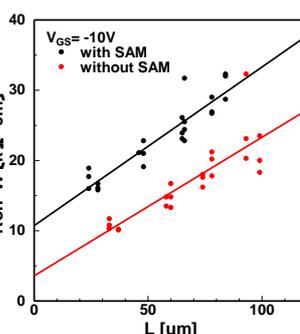


Fig. 3 transmission line method. (with SAM and without SAM)