温度可変測定による印刷型有機トランジスタのトラップ解析

Trap Analysis of Printed Organic Transistors by Temperature-Dependent Measurement

山形大 ROEL[1] 東ソー株式会社[2]
○(B) 上野知英[1], 塩飽黎[1], 和田英樹[1], 福田貴[2], 熊木大介[1], 時任静士[1], 松井弘之[1]
Research Center for Organic Electronics, Yamagata Univ[1], Tosoh Corporation[2]
°(B) Tomohide Ueno[1], Rei Shiwaku[1], Hideki Wada[1], Takashi Fukuda[2] , Daisuke Kumaki[1], Shizuo Tokito[1], Hiroyuki Matsui[1]
E-mail: tnr83410@st.yamagata-u.ac.jp , h-matsui@yz.yamagata-u.ac.jp

【はじめに】溶液法で作られる有機トランジスタ（OFET）は低コスト化・フレキシブル化が期待される反面、トラップ準位が多く数十 V の高い駆動電圧を要するものが多い。そのような中、昨年塩飽らは電極と半導体を溶液法で作製した OFET 回路を 0.3 V という低電圧で駆動することに成功した [1]。低分子半導体と高分子絶縁体の混合溶液が乾燥する過程で相分離を起こすことにより低トラップ密度が実現されたと考えられるが、詳しいメカニズムはまだ明らかになっていない。そこで本研究では、それらの OFET の伝達特性を 193 – 293 K の温度範囲で測定し、トラップ状態密度分布を求めた。また高分子絶縁体の有無によるトラップ密度の比較を行った。その結果、トラップ状態密度は高分子絶縁体の混合によって約 1 桁減少し、ルブレン単結晶 OFET に匹敵するトラップ状態密度となることが明らかとなった。

【実験方法】絶縁膜以外の全ての層に 150 °C 以下の溶液プロセスを用い、Fig. 1 のようなボトムゲート・ボトムコンタクト構造の p 型 OFET を作製した。ソース、ドレインおよびゲート電極は、銀ナノ粒子インクをインクジェット印刷することにより作製した。半導体層には、ジチエノベンゾジチオフェン誘導体（DTBDT-C_6, 東ソー）とポリスチレン（PS）の混合インクを用いた。 真空下において、293 K から 193 K まで 20 K ごとの温度で伝達特性を測定した。得られた線形領域の伝達特性から Fortunato らの解析法[2]を用いてトラップ状態密度を算出した。

【結果】Fig. 2 に PS を混合した OFET の 20 K ごとの伝達特性、Fig. 3 に得られたトラップ状態密度と文献のトラップ状態密度[3]を共に示す。PS を混合した OFET は、PS を混合していない OFET よりもトラップ状態密度が約 1 桁小さく、気相法で作製されたルブレン単結晶 OFET と同等のトラップ密度を有することが分かった。今後は、このような低トラップ状態密度が実現されるメカニズムをより詳細に調べていく予定である。

【謝辞】本研究の一部は科研費 18H01855 の支援を受けて行われた。

[1] R. Shiwaku *et al.*, Adv. Electron. Mater. **3**, 1600557 (2017). [2] G. Fortunato *et al.*, Phil. Mag. B **57**, 573-586 (1988). [3] W. L. Kalb *et al.*, Appl. Phys. B **81**, 035327 (2010).

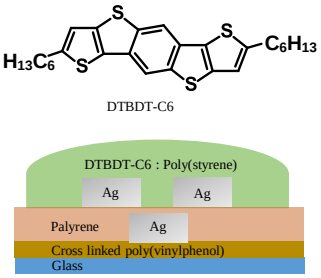

Fig. 1 Device structure

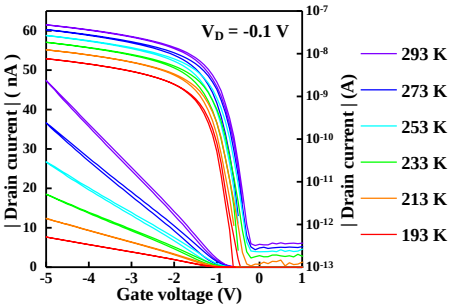

Fig. 2 Transfer curves in liner region

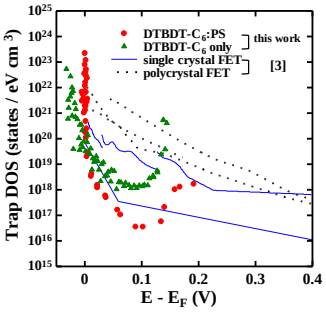

Fig. 3 Trap density of states

© 2018年 応用物理学会