

# ポリエチレンイミンを電子注入層に用いた短チャネル n 型有機トランジスタの実効移動度の改善

## Improvement of effective field-effect mobilities in short-channel n-type organic transistors using poly(ethyleneimine) as an electron injection layer

大阪府立大<sup>1</sup>, 大阪府立大 分子エレクトロニックデバイス研<sup>2</sup>

○大橋 卓弥<sup>1</sup>, 田津原 汐音<sup>1</sup>, 末永 悠<sup>1</sup>, 永瀬 隆<sup>1,2</sup>, 小林 隆史<sup>1,2</sup>, 内藤 裕義<sup>1,2</sup>

Osaka Pref. Univ.<sup>1</sup>, RIMED<sup>2</sup>

○Takuya Ohashi<sup>1</sup>, Shion Tazuhara<sup>1</sup>, Yu Suenaga<sup>1</sup>, Takashi Nagase<sup>1,2</sup>, Takashi Kobayashi<sup>1,2</sup>, Hiroyoshi Naito<sup>1,2</sup>

E-mail: takuya.ohashi.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

**はじめに** 塗布型有機電界効果トランジスタ (OFET) の実用化に向けて、実効移動度の向上が課題となっている。特に短チャネル化したn型OFETでは実効移動度が大きく低下するため、自己組織化単分子膜 (SAM膜) やCs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>等の電子注入層の利用が不可欠となる[1]。本研究では、逆構造有機ELの塗布型電子注入層として知られているpoly(ethyleneimine) (PEI) [2]を用いて、トップゲート構造を有する短チャネルn型OFETの実効移動度の改善を検討した。論理回路応用に向けて重要となるon/off比[3]を改善するため、電極基板上に塗布したPEI層へのリンス処理を行った結果、比較的高いon/off比を保ったまま電子移動度を改善できることが分かった。

**実験** 図1(a)に本研究で作製したn型OFETの素子構造を示す。有機半導体には可溶性フラーレン誘導体C<sub>60</sub>-fused N-methyl pyrrolidine-meta-dodecyl phenyl (C60MC12) を用いた。ガラス基板上に架橋polyvinylphenol (PVP) 膜を製膜し、Cr/Auのソースドレイン電極をフォトリソグラフィにより作製した。電極基板上に電子注入層としてPEI (SP-003, 日本触媒) をスピンコートし、熱処理を行った後、エタノールをスピンコートすることでリンス処理を行った。塗布製膜したC60MC12層上にゲート絶縁膜としてCYTOPとparyleneの積層膜をスピンコート及び真空蒸着により作製し、Alゲート電極をマスク蒸着により形成した。比較として、電子注入性SAMの4-(dimethylamino) benzenethiol (DABT) でAu電極を化学修飾した素子も作製した。

**結果及び考察** 図1(b)に電子注入層PEIまたはDABTを有する素子及び未修飾のAu電極を有する素子の電界効果移動度のチャネル長依存性を示す。電子注入層を用いることで移動度が向上し、特にPEIを用いた際にはチャネル長25 µm未満の移動度の大幅な低下を抑制できることが分かった。

図1(c), (d)にPEI層を製膜後にリンス処理を行った素子の伝達特性の変化を示す。リンス処理を行わない素子では電極以外の部分のPEIが電子ドープ層として働くことでoff電流が増加するが、リンス処理によって大きく低減し、10<sup>6</sup>程度のon/off比を得ることが可能となった。チャネル長100 µm及び5 µmの素子の最高移動度はそれぞれ0.64 cm<sup>2</sup>/Vs及び0.36 cm<sup>2</sup>/Vsであり、リンス処理後も電極上にPEIが残留し、電子注入層として機能することが分かった。当日はゲート絶縁膜の膜厚や電極を変更した結果も併せて報告する。

**参考文献** [1] J. Kwon *et al.*, Nat. Commun. **10**, 54 (2019). [2] M. Takada *et al.*, Org. Electron. **50**, 290 (2017). [3] X. Zhao *et al.*, J. Mater. Chem. C **2**, 5382 (2014).

**謝辞** 本研究は科学研究費補助金 (JP17H03238, JP17H01265, JP19H02599) 及び (一財) テレコム先端技術研究支援センター (SCAT) の助成を受けた。また、本研究で用いたPEIを提供して頂いた株式会社日本触媒に深く感謝いたします。

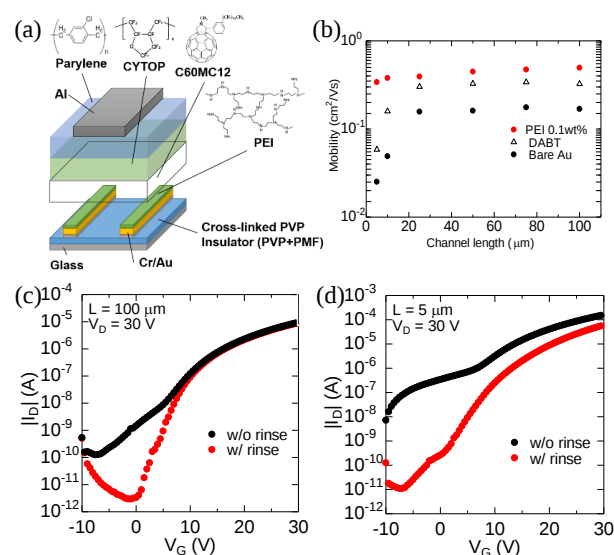


Fig. 1. (a) Structure of a top-gate C60MC12 OFET device. (b) Channel-length dependence of effective field-effect mobilities. Effect of rinse treatment on the transfer characteristics of (c) C60MC12 FETs with channel lengths of 100 µm and (d) 5 µm.