

OFET を用いた Dual-gate 型フレキシブル有機圧力センサ Flexible Dual-gate type Organic Pressure Sensor based on OFET

北陸先端大 先端科学技術 ○石川 達也、酒井 平祐、村田 英幸

JAIST ○Tatsuya Ishikawa, Heisuke Sakai, and Hideyuki Murata

E-mail : murata-h@jaist.ac.jp

【はじめに】有機電界効果トランジスタ(OFET)を用いたアクティブ型有機圧力センサでは低電圧駆動と大きな圧力応答の両立が実用化に向けた課題の一つである。最近我々はガラス基板上に低電圧で駆動する OFET を作製し、その上部に感圧部を積層した Dual-gate 型有機圧力センサを開発し、5 V 以下の低電圧駆動と大きな圧力応答の両立を実現した^[1]。この Dual-gate 型有機圧力センサの次の研究課題としては、人体表面や曲面上での圧力検知を実現するためのフレキシブル化が挙げられる。そこで本研究では、フレキシブルな PEN 基板を用いて Dual-gate 型有機圧力センサを作製し、その動作特性を評価した。曲面上での圧力応答特性の評価からフレキシブル有機圧力センサとして十分利用可能であることを確認したので報告する。

【実験方法】Dual-gate 型有機圧力センサは、低電圧駆動 OFET 上に別工程で作製した感圧部を積層して作製した (Fig.1)。平滑層(PVCN)、絶縁層[PVCN (250 nm)]、有機半導体層 (TIPS-Pentacene と Polystyrene の混合膜) はそれぞれスピンコート法により製膜した。ゲート電極[Al (30 nm)]とソース、ドレイン電極 [Ag (50 nm)]は真空蒸着により作製した。PVCN 層は UV 照射により光架橋させた。ソース、ドレイン電極は Pentafluorobenzenethiol によって表面処理を施した。感圧部は、ITO/ PET 基板上に P(VDF- TrFE) をブレードコーティングにより製膜し、1 kV のコンタクトポリングによって分極させ、OFET の半導体層上に積層した。その後、圧力を印加しながら電気特性を測定することで素子の圧力応答を評価した。

【結果と考察】Figure 2 に PEN 基板上に作製したフレキシブル OFET の平面状態と湾曲状態での伝達特性を示す。平面状態では、移動度 $0.29 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、閾値電圧 (V_{th}) -0.45 V 、サブスレッショルドスイング (SS) 値 175 mV/dec 、ON/OFF 比 5.0×10^5 が得られ、ガラス基板を用いた OFET と同等以上の特性を示した。特に SS 値は $2/3$ 以下となった^[1]。さらに曲げ半径 1 cm の湾曲状態においても平面状態の素子特性と差異は見られなかった。このフレキシブル OFET に分極処理した感圧部を積層したところ、負のゲート電圧 (V_G) 側に伝達カーブがシフトした (Fig.3)。これは高電界での分極処理により感圧部表面が正に帯電した結果であると考えられる。感圧部に 15 kPa $\sim$ 60 kPa の圧力を印加すると伝達カーブが負電圧側へと徐々に移動し、閾値電圧も負電圧側へと移動した。印加した圧力範囲で圧力に対する閾値電圧の変化が線形であり、圧力センサとして動作可能であることから Dual-gate 型有機圧力センサのフレキシブル化に成功した。

【まとめ】PEN 基板を用いてフレキシブルな Dual-gate 型有機圧力センサを作製した。読み取り部 OFET は 5V 以下で駆動し SS 値 175 mV/dec を得た。さらに平面状態でも湾曲状態でも同等の素子特性を示した。これらのことから 5 V 以下の低電圧駆動と大きな圧力応答の両立を実現した曲面上で利用可能なフレキシブル有機圧力センサの作製に成功した。

【参考文献】

[1] Y. Tsuji et al. , *Appl. Phys. Express* **10**, 021601(2017)

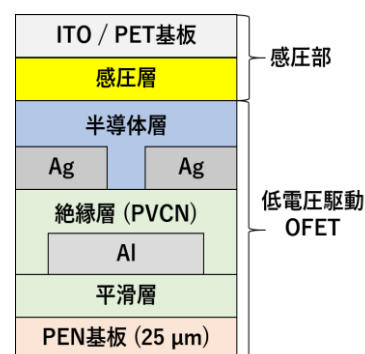


Fig.1 Structure of Dual-gate type organic pressure sensor

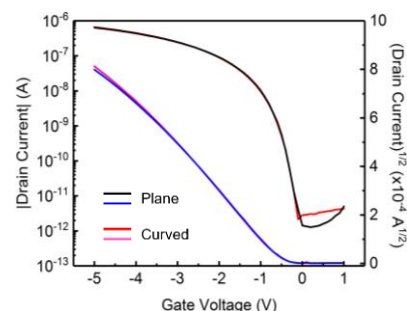


Fig.2 Transfer characteristics of OFET on plane and curved

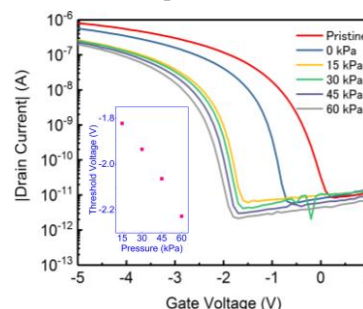


Fig.3 Pressure application measurement result