

## Dual-gate 型構造を用いたフレキシブル有機圧力センサの開発

## Development of a Flexible Dual-gate Organic Pressure Sensor

北陸先端大マテリアル, °辻 裕司, 酒井 平祐, 村田 英幸

JAIST, °Yushi Tsuji, Heisuke Sakai, Hideyiki Murata

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

## 【はじめに】

アクティブ型有機圧力センサは、感圧部に印加された圧力を、読取部である有機電界効果トランジスタ(OFET)のドレイン電流( $I_D$ )変化として検出する。そのためクロストークを抑制することができ、大面積化やフレキシブル化への応用が期待されている。一方で、駆動電圧が大きいことや圧力に対する  $I_D$  の変化が小さいことが課題であり<sup>[1]</sup>、改善が求められている。以前我々は低電圧駆動 OFET を読取部に用いることで、独自の Dual-gate 型有機圧力センサを開発し、低電圧駆動化(5 V)と圧力に対する大きな  $I_D$  変化を実現した<sup>[1]</sup>。しかし、圧力印加に対して割れやすいガラスや Si 基板を素子構造に含んでおり、柔軟な基板を用いた素子構造の開発と駆動が課題であった。本研究では、Dual-gate 型有機圧力センサの基板に柔軟な Polyethylene naphthalate (PEN)基板を用いることでフレキシブル化し、低駆動電圧かつ圧力に対する  $I_D$  変化がこれまで報告された低電圧駆動有機圧力センサ<sup>[2]</sup>の約 1000 倍以上である Dual-gate 型有機圧力センサの開発に成功した。

## 【実験方法】

素子構造を Fig.1 中に示す。まず PEN 基板に平滑層として Poly(vinyl cinamate) (PVCN) (250 nm) をスピコートし、UV 架橋した。Al ゲート電極 (30 nm) を真空蒸着し、次いでゲート絶縁膜として PVCN (250 nm) をスピコートし、UV 架橋した。続いて Ag ソース・ドレイン電極 (50 nm) を真空蒸着し、Pentafluorothiophenol のエタノール溶液に浸して表面修飾した。最後に 6,13-bis(triisopropyl-silylethynyl)Pentacene (TIPS) と Polystyrene (PS) の混合半導体層 (100 nm) をスピコートすることで、読取部 OFET を作製した。感圧部は、ITO/polyethylene terephthalate (PET) 基板上に P(VDF-TrFE) 圧電体膜 (8  $\mu\text{m}$ ) をブレードコーティングし、コンタクトポーリングによって分極することで別途作製した。感圧部の圧電体膜側を OFET 上部に張り合わせ、圧力センサとした。感圧部の ITO 基板を接地した状態で、OFET の  $I_D$ - $V_G$  特性を測定した。圧力センサの圧力応答は、感圧部の PET 基板側から所定の圧力を印加し、そのときの  $I_D$  変化から評価した。

## 【結果と考察】

Fig. 1 に OFET 上部の感圧部へ圧力を印加したときの OFET の  $I_D$ - $V_G$  特性の変化を示す。読取部 OFET は -3 V 以下で駆動し、移動度は  $0.21 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、閾値電圧 ( $V_{th}$ ) は -0.82 V、サブスレッショルドスイング値は  $0.12 \text{ V/dec}$ 、ON/OFF 比は  $8.5 \times 10^6$  であった (Fig. 1, Pristine)。OFET 上部へ感圧部を張り合わせると残留分極の影響によって伝達曲線は高電圧側にシフトし (Fig. 1, 0 kPa)、感圧部上部へ圧力を印加すると、さらに高電圧方向へシフトした。このとき OFET の  $V_{th}$  は圧力に対して線形に変化した (Fig. 2)。また  $V_G = -0.4 \text{ V}$  の場合、圧力に対して対数プロットした  $I_D$  は線形に変化した (Fig. 2)。圧力に対する  $I_D$  変化の度合いを示す  $\Delta I_D/I_{Dmin}$  は、印加圧力が 300 kPa の場合 119 であった。この変化はこれまでに報告された低電圧駆動有機圧力センサと比べて約 1000 倍の大きさである<sup>[2]</sup>。

## 【参考文献】

- [1] Y. Tsuji, et al., *Appl. Phys. Express*, (accepted)  
 [2] S. Lai, et al., *IEEE Electron Device Lett.*, **34**, 801 (2013).

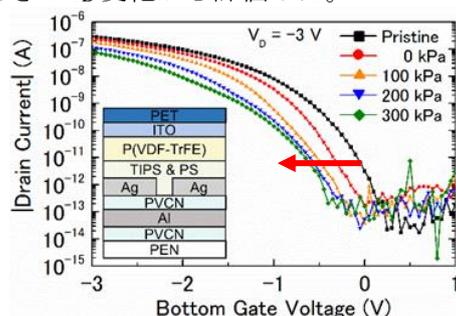


Fig.1 Changes in the  $I_D$ - $V_G$  characteristics of organic pressure sensor as a response to the application of pressure

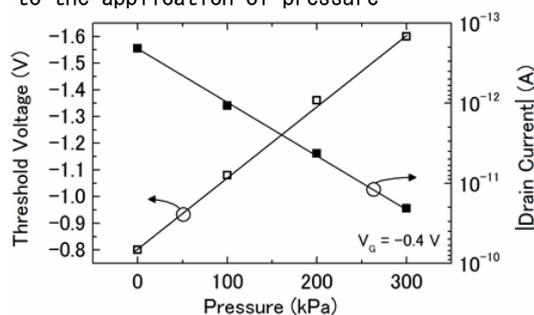


Fig.2 Pressure response of the  $V_{th}$  and  $I_D$