

## 高感度印刷型圧力センサによる脈波伝搬速度の測定

## Measurement of Human Pulse Wave Velocity using High Sensitivity Printed Pressure Sensor

○関根 智仁<sup>1</sup>, 菅野 亮<sup>1</sup>, 田代 智也<sup>1</sup>, 佐藤 純<sup>1</sup>, 竹田 泰典<sup>1</sup>, 熊木 大介<sup>1</sup>,Fabrice Domingues Dos Santoce<sup>2</sup>, 宮保 淳<sup>3</sup>, 時任 静士<sup>1</sup>山形大 ROEL<sup>1</sup>, Piezotech<sup>2</sup>, アルケマ株式会社<sup>3</sup>○Tomohito Sekine<sup>1</sup>, Ryo Sugano<sup>1</sup>, Tomoya Tashiro<sup>1</sup>, Jun Sato<sup>1</sup>, Yasunori Takeda<sup>1</sup>, Daisuke Kumaki<sup>1</sup>,Fabrice Domingues Dos Santos<sup>2</sup>, Atsushi Miyabo<sup>3</sup>, Shizuo Tokito<sup>1</sup>Yamagata Univ. ROEL<sup>1</sup>, Piezotech<sup>2</sup>, ARKEMA K. K.<sup>3</sup>

E-mail : tomohito@yz.yamagata-u.ac.jp

【はじめに】強誘電性高分子 P(VDF-TrFE)は印刷法で成膜可能であり、外部電源不要で圧力を感知できるため省電力動作が可能なウェアラブルヘルスケアセンサへの応用が期待されている。一方、P(VDF-TrFE)の圧力に対する感度は膜厚に依存することが知られており、高感度化が実用化に向けた課題であった。今回、我々は有機薄膜トランジスタ(OTFT)を用いた信号増幅回路と、P(VDF-TrFE)層と電極からなる感圧薄膜を同一プラスチック基板上に形成することで、高感度印刷型圧力センサを作製した。また、これを用いてヒトの血流速さを表す脈波伝搬速度(PWV)の測定に成功したので報告する。

【実験】プラスチック基板上に、強誘電性高分子を用いた感圧薄膜と BGBC 構造の OTFT を 3 段自己バイアス接続することで駆動電圧最大 3V である印刷型圧力センサを作製した(Fig.1)。OTFT の有機半導体には DTBDT-C<sub>6</sub> (東ソー株式会社)を、ゲート電極、およびソース・ドレイン電極には銀ナノ粒子インク(ハリマ化成株式会社)をそれぞれ用いた。また、感圧薄膜における強誘電体層には P(VDF-TrFE) (2 $\mu$ m) (ARKEMA 株式会社)を、上・下部電極には PEDOT:PSS (Heraeus 株式会社)を用いた。なお、PWV の測定は、作製したセンサを、粘着性パッチを用いてヒトの肌に直接添附することで行った。

【結果と考察】作製したセンサに圧力(1.0 MPa)を印加したときの発生電圧を示す(Fig. 2)。OTFT を用いた信号増幅回路を接続することで発生電圧を 10 倍に増幅することに成功した。これは P(VDF-TrFE)の膜厚を 10 倍にしたものと同等の性能であり、有機増幅回路を用いて高感度圧力センサを実現できたことを示している。また、実際にヒトの首、および手首に作製した圧力センサを貼附し各部位における脈波から動脈硬化度の指標となる PWV<sup>[1]</sup>を測定した(Fig. 3)。各脈波間の時間差( $\Delta t = t_2 - t_1$ )から計算された PWV は約 800cm s<sup>-1</sup>であり(成人男性の正常値 : 800~1200 cm s<sup>-1</sup>)、ウェアラブルでの測定に成功した。なお、本研究は山形大学工学部倫理規定(承認番号 29-8)のもとに行われた。

[1] M. Clementine et al., *Adv. Mater.*, **27**, 6954 (2015).

【謝辞】有機半導体 DTBDT-C6 は東ソー株式会社より提供された。

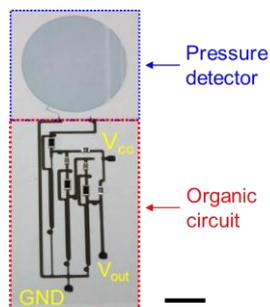


Fig.1 Schematic photograph of high sensitivity printed pressure sensor with organic TFTs. Scale bar, 10 mm.

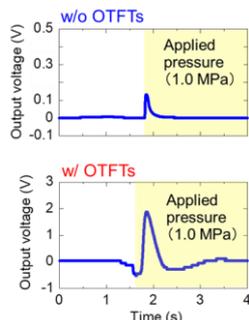


Fig.2 Output voltage of the printed pressure sensor w/o or w/ OTFTs under applied pressure.

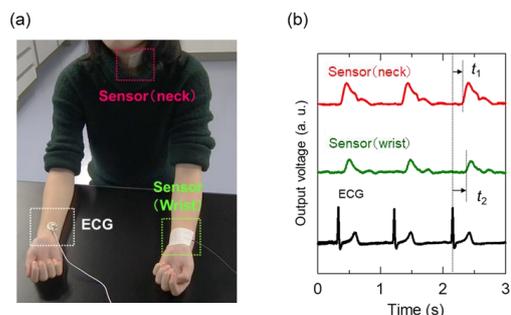


Fig.3 (a) Photograph of measurement setup using the sensor and ECG attached to the skin of a volunteer on the wrist. (b) Real-time monitoring of the pulse wave signals from the human blood flow.