

フレキシブル印刷有機回路の乳酸センサ応用

Application of Flexible and Printed Organic Circuits to Lactate Sensing

山形大院有材シ¹, 山形大 ROEL², 山形大院理工³, 東ソー株式会社⁴○(D2) 塩飽 梨^{1,2}, 松井弘之^{1,2}, 長峯邦明^{1,2}, 植松真由¹, 眞野泰誠¹, 丸山祐樹¹, 野村綾子²,
土屋和彦², 早坂和将³, 竹田泰典², 福田貴⁴, 熊木大介², 時任静士^{1,2}Graduate School of Organic Materials Science, Yamagata University,¹Research Center for Organic Electronics (ROEL), Yamagata University,²Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University³, Tosoh Corporation⁴○(D2) Rei Shiwaku^{1,2}, Hiroyuki Matsui^{1,2}, Kuniaki Nagamine^{1,2}, Mayu Uematsu¹, Taisei Mano¹,Yuki Maruyama¹, Ayako Nomura², Kazuhiko Tsuchiya², Kazuma Hayasaka³, Yasunori Takeda²,Takashi Fukuda⁴, Daisuke Kumaki², Shizuo Tokito^{1,2}

E-mail: tck59489@st.yamagata-u.ac.jp

【はじめに】プリンテッドエレクトロニクス技術は、真空フリー、大面積、アディティブ、ハイスループットな電子デバイスの製造を可能にする次世代技術である。これまでに我々は、半導体材料に有機半導体インク、電極材料に銀ナノ粒子インクを使用し、インクジェットなどの印刷法に基づいて、均一性が高く 0.5 V 駆動可能な有機インバータ回路を作製してきた[1]。今回我々は、その高い均一性を活かし、有機インバータ回路を乳酸センシングに必要なアナログ回路へと応用したので報告する。

【実験方法】本研究で用いた乳酸センサは、作用極表面の酵素反応によって生じる電流を検出するもので、作用極/参照極/対極を用いた三電極法に基づいて動作する。そこで、2 つの有機インバータ回路をそれぞれ作用極における電流-電圧変換および参照極/対極のフィードバック制御に用いて、Fig. 1 のようなセンシングシステムを作製した。検出部の電流-電圧変換比は抵抗値 R によって任意に設定可能で、本実験では $R = 1 \text{ M}\Omega$ とした。フィードバック制御部は、参照極(銀/塩化銀)と作用極を常に同電位に保つために使用した。

【結果】乳酸濃度を 0 mM から 0.5 mM まで 0.1 mM ステップで変化させると、それに応じて出力電圧 V_{OUT} はステップ状に変化し、感度は 1 V/mM であった (Fig. 2)。その際、参照極電位 V_{RE} と作用極電位 V_{WE} は概ね等しく一定に保たれており、2000 秒間の測定時間における変化は 10 mV 以下であったことから、有機インバータ回路によるフィードバック制御が安定に機能していることが分かる。本システムは酵素反応を利用するあらゆる電気化学センサ (グルコースセンサなど) にも適用可能であり、印刷有機回路に基づくウェアラブルセンシングデバイスへの応用が期待される。当日は、印刷法で作製した乳酸センサ、半導体材料、インバータ回路の詳細についても報告する。

[謝辞] 本研究の一部は科学技術振興機構(JST) OPERA プログラムの支援を受けて行われた。

[1] R. Shiwaku et al., *Adv. Electron. Mater.* **3**, 1600557 (2017).

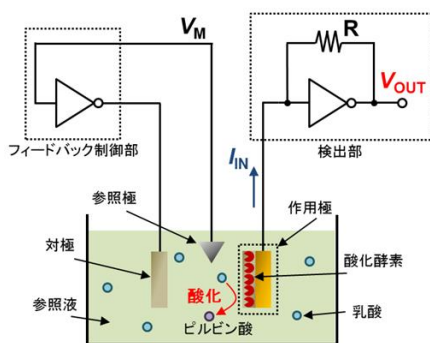


Fig. 1. A developed system for lactate sensing.

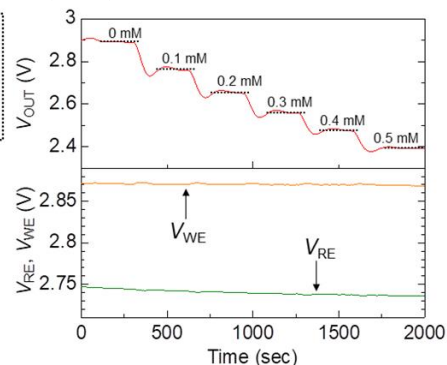


Fig. 2. Output voltage (V_{OUT}) and potential of reference electrode (V_{RE}) and working electrode (V_{WE}).