シンプルな構成の酸化還元膜-酵素積層膜を用いた延長ゲート有機トランジスタ型乳酸センサの開発

Development of a Lactic Acid Sensor based on an Extended-Gate Type Organic Transistor with a Simple Double Layer of Oxidation-Reduction and Enzyme Membranes

○土屋 和彦 [1], 野村 綾子 [1], 松井 弘之 [1], 熊木 大介 [1], 古澤 宏幸 [2], 時任 静士 [1]
([1] 山形大 ROEL, [2] 山形大院理工)
○Kazuhiko Tsuchiya[1], Ayako Nomura[1], Hiroyuki Matsui[1], Daisuke Kumaki[1], Hiroyuki Furusawa[2], Shizuo Tokito[1]
([1]ROEL, Yamagata Univ., [2]Grad. Sch. of Sci. and Eng., Yamagata Univ.)
E-mail: tsuchiya@yz.yamagata-u.ac.jp

【はじめに】生体筋肉等における解糖系代謝産物である乳酸は、運動負荷に伴う疲労度の指標となるためスポーツ分野におけるトレーニング効果、及び、医療分野におけるリハビリテーション患者の運動能力評価の測定対象として注目されている。一方、実際の測定には、小型化・低コスト、かつ汗や唾液など非侵襲で手軽に計測できるセンサが求められている。

当研究室では、柔らかいシートにオール印刷により安価に作製できるウエアラブル有機トランジスタ型バイオセンサの開発及び実装に向けた研究を進めている[1]。本研究では、センシングも含めてオール印刷で作製することを念頭に、よりシンプルな構成からなる酵素電極を作製し有機トランジスタ型バイオセンサによる乳酸の検出を試みた。

【実験】延長ゲート有機トランジスタ型乳酸センサの構造を Fig. 1A に示す。有機半導体層 (OSC) に高分子半導体(C_{16}-pBTTT)を用いた-3V 以下で駆動する有機トランジスタを用いた。延長ゲート電極(Au)に酸化還元膜としてプルシアンブルー(1～2%)含有カーボングラファイトを塗布した後、キトサンと乳酸オキシターゼからなるイオノトロピックゲル[2]を被覆し酵素電極とした。測定は、酵素担持延長ゲート電極と参照電極(Ag/AgCl)を浸漬した緩衝液(pH7.4)に L-乳酸を添加し、トランジスタ特性として添加に伴うゲート電位-ドレイン電流曲線のシフトを閾値ゲート電圧変化としてプロットした(Fig. 1B)。

【結果・考察】L-乳酸の添加濃度に伴うトランジスタ特性の変化が確認された(Fig. 1B)。濃度が数十μM の低濃度でも大きな変化が得られ、その検出限界(LOD)は 35.5 nM であった。一方、D-乳酸を用いたコントロール実験ではトランジスタによる明確な応答はなかった。今回作製した酸化還元膜-酵素積層膜電極を用いることで乳酸センサとして利用できることが確認できた。今後、この膜を用いてウエアラブル型への検討を進める予定である。

[1] T. Minami, S. Tokito *et al.*, *Biosensors and Bioelectronics.* **74**, 45-48 (2015). [2] Xin Wei *et al.*, *Anal. Chem.* **75**, 2060-2064 (2003).

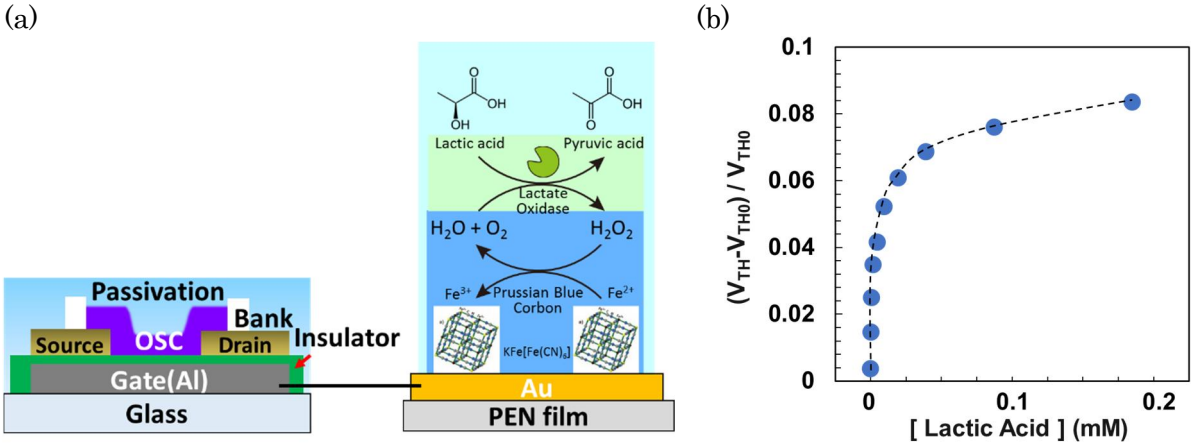

Fig. 1 (a) An illustration of an organic field effect transistor (OFET) device for a lactic acid sensor and (b) plots of a gate voltage value under a constant current value against lactic acid concentrations.

© 2017年 応用物理学会