

延長ゲート有機トランジスタを用いた非酵素型糖検出

Enzyme-free detection of saccharides using an extended-gate type organic transistor

山形大院理工¹, 山形大 ROEL², 山形大工³

○南木 創^{1,2}, 南 豪^{1,2}, 橋間裕貴³, 福田憲二郎^{1,2}, 熊木大介^{1,2}, 時任静士^{1,2}

Graduate School of Science and Engineering¹, ROEL², Faculty of Engineering³, Yamagata Univ.

○Tsukuru Minamiki^{1,2}, Tsuyoshi Minami^{1,2}, Yuki Hashima³, Kenjiro Fukuda^{1,2}, Daisuke Kumaki^{1,2}, and Shizuo Tokito^{1,2}

E-mail: tey14898@st.yamagata-u.ac.jp

【はじめに】 現在主流の糖センサは、その検出に酵素電極を用いているが、酵素ゆえに長期保存が難しく、またその測定は溶存酸素の影響を受ける可能性がある。この打開策として、人工レセプタであるフェニルボロン酸類^[1]を用いた糖センサ開発が試みられている^[2]。我々はこれまで延長ゲート型有機トランジスタを用いた生体分子センサ開発に取り組んでおり^[3]、今回、フェニルボロン酸を導入した延長ゲート型有機トランジスタを作製し、良好な結果を得たので報告する。

【実験】 本研究の延長ゲート型有機トランジスタの構造を Fig. 1(a) に示す。糖の検出は水溶液中で行う必要があるため、デバイスを低電圧で駆動させる必要がある。そこでテトラデシルホスホン酸単分子膜/AIOx の二重ゲート絶縁膜を用い、低電圧駆動を達成した。有機半導体層としては高分子半導体(pBTTT-C₁₆)をドロップキャスト法にて形成した。検出素子となる延長ゲート電極部として PEN フィルム上に Au 電極 (15 mm²) を作製し、その金属表面に糖レセプタとなるフェニルボロン酸を化学修飾した (Fig. 1(c))。そして、糖を溶解させたリン酸緩衝液 (0.1 M, pH 7.4) に延長ゲート電極を浸漬させ、トランジスタ特性を測定した。なお、ゲート電圧は参照電極 (Ag/AgCl) により、水溶液中において印加した。

【結果】 代表的な糖としてグルコース (Fig. 1(b)) を選び、その滴定実験をおこなったところ、グルコースの濃度増加に伴う正方向への伝達特性のシフトが観測された (Fig. 2)。これは延長ゲート電極表面の負電荷密度が増大したことを示唆しており、延長ゲート電極上のフェニルボロン酸がグルコースと結合し^[1]、アニオン性フェニルボロネート^[4,5]を形成したことに起因すると考えられる。この結果から、延長ゲート型有機トランジスタの金ゲート電極上にフェニルボロン酸を導入することで、有機トランジスタを用いた非酵素型糖検出が可能となることが分かった。

【謝辞】 本研究の一部は JST の支援を受けて行われた。

[1] Bull *et al.*, Acc. Chem. Res., **46**, 312 (2013). [2] Matsumoto *et al.*, J. Solid State Electrochem., **13**, 165 (2009). [3] Minamiki *et al.*, Appl. Phys. Lett., in press. [4] Horie *et al.*, Chem. Lett., **38**, 616 (2009). [5] Minami *et al.*, Tetrahedron Lett., **49**, 432 (2008).

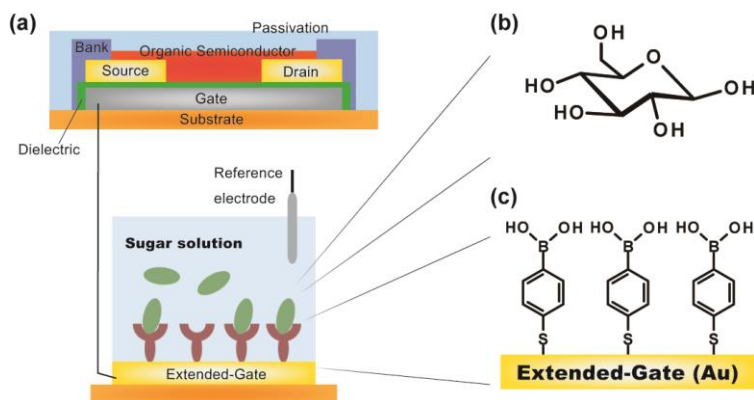


Fig. 1 (a) Schematic structure of the designed extended-gate organic transistor. (b) Structure of glucose. (c) The extended gate electrode functionalized with phenylboronic acid.

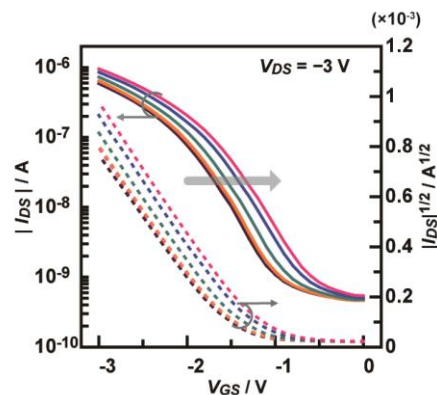


Fig. 2 Transfer characteristics of the organic transistor upon titration with glucose in a phosphate buffer solution at pH 7.4. [Glucose] = 0 - 30 mM.