

## 汗循環システムを搭載したフレキシブルグルコースセンサ

## Sweat circulation system-integrated flexible glucose sensor

大阪府大<sup>1</sup>, JST さきがけ<sup>2</sup> °(M1)穂積翔汰<sup>1</sup>, 有江隆之<sup>1</sup>, 秋田成司<sup>1</sup>, 竹井邦晴<sup>1,2</sup>Osaka Pref. Univ.<sup>1</sup>, JST PRESTO<sup>2</sup> °S. Hozumi<sup>1</sup>, T. Arie<sup>1</sup>, S. Akita<sup>1</sup>, K. Takei<sup>1,2</sup>

E-mail: hozumi-4@pe.osakafu-u.ac.jp

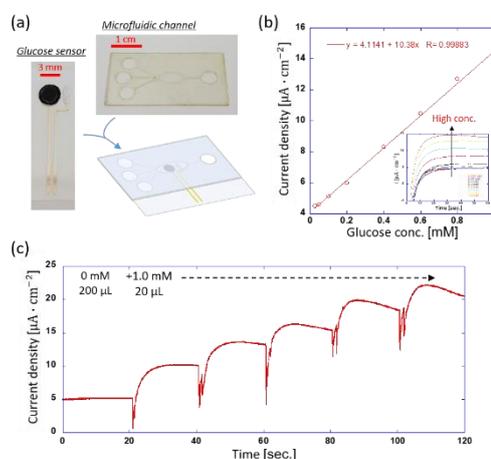
**はじめに** 連続的に汗からグルコース濃度を計測する非侵襲型ウェアラブルデバイスは、患者への負担軽減や治療効率の向上の観点から糖尿病治療等への応用が期待されている。実際、多くのウェアラブルグルコースセンサが近年報告されている。これらセンサの課題は、汗を放出する機構が搭載されておらず長い時間使用すると汗中のグルコース濃度がセンサ表面に蓄積されてしまい、正確な計測が難しくなる点である。そこで我々は、汗を循環させ放出させるフレキシブルな流路を形成することをこれまでに提案してきた。本研究では、その流路の最適化を行い、実際に流路を介してグルコース濃度が蓄積することなく計測することが可能になったので報告する。

**デバイス構造** 本研究で作製したグルコースセンサとマイクロ流路およびそれらを一体化させたデバイスを Fig. (a) に示す。グルコースセンサは PET フィルム上に Cr/Au を蒸着させ、その上にグルコース感応膜を被覆させることで作用極を形成した。参照極は、銀/塩化銀インクを塗布することで形成した。作用電極上のグルコース感応膜は、プルシアンブルーカーボンペースト及び、グルコースオキシダーゼをキトサンに溶かした溶液を滴下し乾燥させることで形成した。マイクロ流路は親水処理された PET フィルムを両面テープで貼り合わせることで形成した。皮膚表面からの汗の流れを効率良くするため 3 つの流入口を準備し、1 つの流出口、センサ室から構成されている。最後にこれらのセンサ及びマイクロ流路を貼り合わせることで集積デバイスの作製を行った。

**実験・結果** サイクリックボルタンメトリ測定により作製したグルコースセンサの評価を行い、作動電位を  $-0.18\text{V}$  と決定した。この作動電位を用いてクロノアンペロメトリ測定を行った (Fig.b)。これよりグルコース濃度と還元電流値の良好な線形関係を確認することができ、作製したセンサの感度は  $10.3 \mu\text{A} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{mM}^{-1}$  と算出された。次に、作製したグルコースセンサを用いて、グルコース溶液連続滴下によるリアルタイム測定を行った。その結果を Fig.(c) に示す。結果よりグルコース溶液を滴下するごとにリアルタイムに電流値が増加していることを確認し、このグルコースセンサがリアルタイム測定に利用可能であることを確認できた。また、グルコースセンサとマイクロ流路の一体化デバイスを用いて、注入したグルコース溶液の濃度によって電流値が変化していることを確認でき、溶液が蓄積することなくマイクロ流路から排出されることを確認できた。次に、グルコースセンサにおける選択性の検証を行った。汗中に存在する干渉物質として、カリウムイオン、アスコルビン酸、尿酸、乳酸塩を滴下したときの応答を測定したが、有意な電流値変化は確認できなかった。次に、グルコースセンサの温度依存性の測定を行った。この測定より、温度と電流値の線形関係を確認でき、現在本デバイスに温度センサを集積させることで、温度による影響の補正を試みている。

**まとめ** 本研究では、高精度なグルコースセンサと汗を排出するマイクロ流路を一体化した集積デバイスを新たに提案し、実際にリアルタイムモニタリングが可能であることを示した。

**謝辞** 本研究は、JST さきがけ及び科研費 (No. JP17H04926) によって得られた成果です。



**Fig. (a)** Schematic of glucose sensor and microfluidic channel (b) Result of chronoamperometry (inset) and obtained calibration curve (c) Result of real-time measurement by continuous glucose dripping