

口腔内カルシウムイオン測定のためのイオン選択電極の作製

Fabrication of calcium ion selective electrode for intraoral multi ion measurement microdevice

東京工業大学未来産業技術研究所 齊藤滉佑, 石原昇, 柳田保子

Tokyo Tech., Laboratory for Future Interdisciplinary Research of Science and Technology

Kosuke Saito, Noboru Ishihara, Yasuko Yanagida

E-mail: yanagida.y.aa@m.titech.ac.jp

1. 研究背景・目的

歯面に付着するバイオフィルム中の細菌が糖代謝し、産生した酸により歯の表面が脱灰されてう蝕が生じる。従って、歯質脱灰、う蝕を検討する際に pH やカルシウムイオン(Ca^{2+})濃度などを同時かつ連続的に測定することが重要である。本研究では、口腔内微小環境において連続的に Ca^{2+} 濃度変化を測定可能なマイクロデバイスの開発を目的とし、 Ca^{2+} 感応膜の作製と、イオン選択電極(Ion Selective Electrode, ISE)の小型化について検討した。

2. 研究成果

2.1 Solid Contact Ion Selective Electrode(SC-ISE)の作製

ISE の小型化を検討するため SC-ISE をポリイミド(PI)フィルム上に作製した。SC-ISE では内部液の代わりに導電性ポリマーをイオン-電子交換体として用いた。PI フィルムに金スパッタリングを行い、リフトオフ法を用いて Au 電極のパターニングを行った。次にポリジメチルシロキサン(PDMS)をフィルムに接着しセンサー部以外の

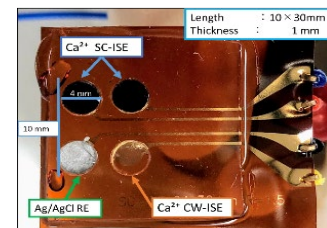


Fig.1 View of the device

絶縁を行った。センサー部に導電性ポリマー(PEDOT-PSS)とイオン選択膜カクテルを滴下・乾燥し、イオン-電子交換体とイオン選択膜の層を形成した。同じ構造の SC-ISE を同一基板上に 2 つ (SC-ISE1, SC-ISE2) 作製した。参照電極の作製は銀/塩化銀(Ag/AgCl)インクを用いた。比較のためにイオン選択膜を Au 電極に直接成膜した Coated Wire ISE(CW-ISE)を作製した。

2.2 応答性評価

Ca^{2+} 標準溶液($1.0 \times 10^{-8} \sim 10^{-1}\text{M}$)を用いて 1.0s ごとに CWISE, SC-ISE1・2 の計 3 電極の電位を測定し、 Ca^{2+} 濃度依存性を確かめた。それぞれ SC-ISE1 は $36.6\text{mV}/\log[\text{Ca}^{2+}]$, SC-ISE2 は $26.1\text{mV}/\log[\text{Ca}^{2+}]$, CWISE は $47.2\text{mV}/\log[\text{Ca}^{2+}]$ の傾きが得られ、動作範囲は SC-ISE では $1.0 \times 10^{-2} \sim 10^{-1}\text{M}$, CWISE では $1.0 \times 10^{-4} \sim 10^{-1}\text{M}$ の間であることが分かった。

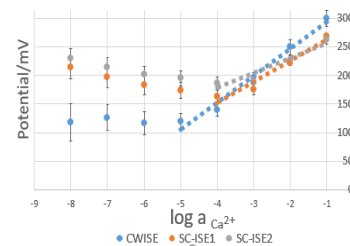


Fig.2. Potential response of SC-ISE

3. まとめ・展望

CWISE は動作範囲が広く、SC-ISE ではドリフトが軽減されていた。今後は SC-ISE の動作範囲の向上、更なる小型化、長期耐久性、マルチイオン測定のための検討などが必要である。

本研究は文部科学省生体医歯工学共同研究拠点の支援を受けて行われた。

参考文献

- 1) Wei Gao, et. al. *Nature* **529**, 509–514 (2016)