

CMOS 制御光駆動による小型連続血糖センサの評価

Evaluation of an optically-powered miniaturized CGMS sensor

東京工業大学 [○](M1)清水 堯之, (M2)三浦 良, (M1)深町 賢人, 横式 康史, 徳田 崇

Tokyo Institute of Technology, [○]Takayuki Shimizu, Ryo Miura, Masato Fukamachi,
Yasufumi Yokoshiki, Takashi Tokuda

Email: tokuda@ee.e.titech.ac.jp

1. はじめに

糖尿病は代表的な生活習慣病であり、日々の健康管理や患者に適切な処置を施すために血糖計測は重要な役割を担っている。現行技術として連続血糖測定(CGMS)があり、制御装置(皮膚上)と一体化したフレキシブルプローブを皮下に刺入して細胞間質液中のグルコース濃度を連続測定することができる。しかし現行デバイスは 30~40mm 程の大きさがあるため、接触事故等の危険性が懸念される。そこで本研究では、電源部分を超小型太陽電池とした光電力伝送技術[1]を用いて、Fig.1 に示すような CGMS センサの小型化を目的とする。試作した専用 CMOS センサチップをコアとするプロトタイプデバイスによる機能評価について報告する。

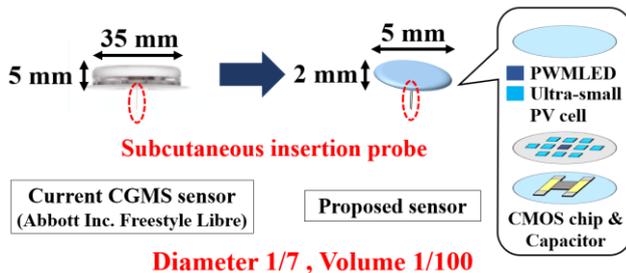


Fig. 1: Proposed optically-powered CGMS sensor

2. パルス幅変調方式によるグルコースセンシング回路

本研究では、Fig.2 に示すような間欠駆動型光電力伝送技術[1]と、グルコース濃度をパルス幅変調方式で光出力する方式[2]を組み合わせた、自律動作型のグルコースセンサを実現する。光電力伝送回路で生成した電力パルスごとに電気化学的なグルコース計測(アンペロメトリ)を行い、グルコース濃度に依存する電流 I_F を定数倍することで LED を駆動する。このとき駆動電流が大きくなるほどキャパシタの放電速度が上がるため、負荷電流と動作時間がほぼ反比例する。よって、 I_F によって回路全体の動作時間、および LED の光パルス幅が変わるパルス幅変調方式での光出力が可能となる。

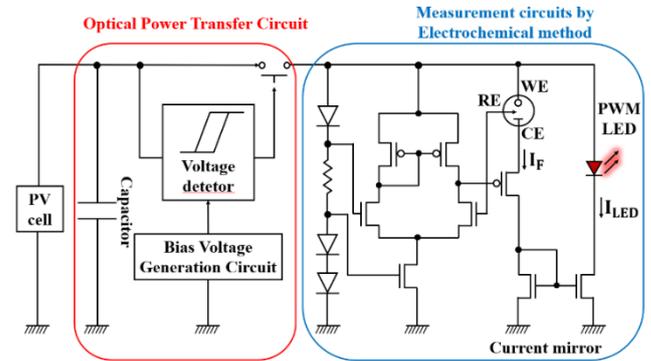


Fig. 2: Block diagram of the CGMS sensor device

3. プロトタイプデバイスの試作と動作検証

Fig.3 に示す 20mm×10mm のプロトタイプデバイスを試作した。本デバイスは 9 個直列の Si 太陽電池チップ(0.8×0.9 mm²)および充電用キャパシタ、バイアス発生回路および出力 LED を搭載しており、市販のグルコースセンサストリップを用いた機能検証を行うことができる。当日はデバイスの動作についても報告する。

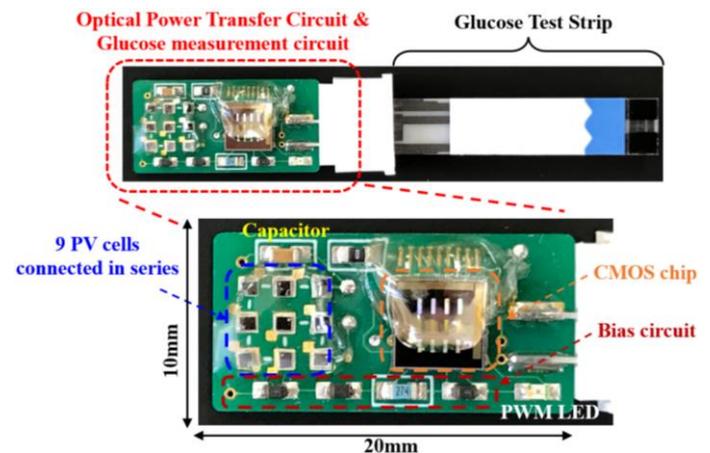


Fig.3: Photograph of Prototype device

謝辞

本研究における CMOS 集積回路の設計は東京大学 VDEC を通し、日本ケイデンス株式会社およびメンター株式会社との協力で行われた。

文献

- [1] T. Tokuda *et al.*, AIP Advance **8**, 045018 (2018).
[2] N. Wuthibenjaphonchai *et al.*, IEEE Sensors **21**, 9402 (2021).