CMOS 制御生体埋め込みマイクロデバイス向け光駆動システム
CMOS-controlled Optically-powering platform for implantable microdevices

東京工業大学　°(M2)深町 賢人、(M2)竹内 瑞希、(B4)吉本 海生、(M2)山中 風葵、(M1)高松 洸佑、横式 康史、徳田 崇
Tokyo Institute of Technology, °Masato Fukamachi, Mizuki Takeuchi, Kaisei Yoshimoto, Fuki Yamanaka, Kosuke Takamatsu, Yasufumi Yokoshiki, and Takashi Tokuda
E-mail: tokuda@ee.e.titech.ac.jp

1.はじめに

我々は生体埋め込みへの応用を目指し、光駆動によるバッテリレス超小型デバイス技術を開発している[1]。本研究では超小型太陽電池から得られる光電流でキャパシタを充電し、キャパシタの電圧を CMOS 制御回路で測定し、その電圧に応じてスイッチを制御し負荷を駆動させる(Fig. 1)。本研究ではさらなる小型化と低消費電力化のため、先行研究[1-3]で用いていた 0.35 μm 標準 CMOS プロセスから 0.18 μm 2-poly 6-metal プロセスへ移行した。

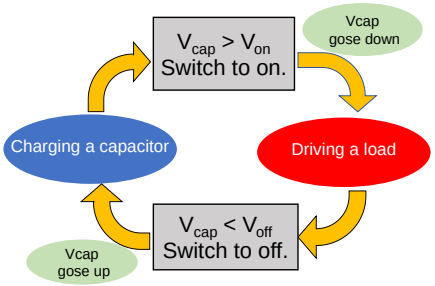

Fig. 1 Conceptual diagram of intermittent drive device

2. CMOS 制御回路の設計

Fig. 2 に本研究の回路システムのブロック図を示す。この回路では参照電圧源の出力をもとに電源電圧を判定し、負荷駆動スイッチを制御する[2, 3]。スイッチを ON にする電圧 V_{ON} と OFF にする電圧 V_{OFF} が異なるヒステリシス特性をそなえることでキャパシタの放電による間欠・短時間の負荷動作を実現する。また本回路ではスイッチの制御のための基準電圧を、超低消費電力の電圧分割ラダー回路によって発生させる。今回、1~2 V での動作に対応するため新しい回路構成を採用した。

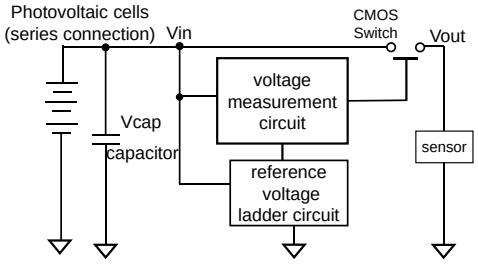

Fig. 2 Block diagram of optically-powered microdevice

3. 回路評価およびデバイス試作

1 μF のキャパシタを 10 nA の直流で充電し、キャパシタ電圧を試作回路に入力したところオンとオフを繰り返す動作を確認することができた(Fig. 3)。先行研究[1-3]では 200 nA 程度の電流が動作に必要であったのに対し、10 分の 1 以下の電流での駆動に成功した。また、19 mm×7 mm の試作デバイス(Fig. 4)で光駆動実験を行った。室内光レベルである照度 100 lux の白色光照射により赤色 LED を点滅させることができた。低い光照射での動作は、より生体深部で利用できるメリットにつながると期待する。

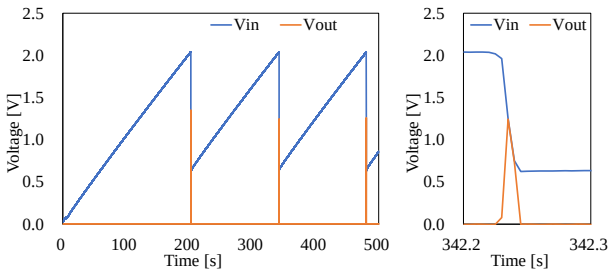

Fig. 3 Operation traces with 10 nA

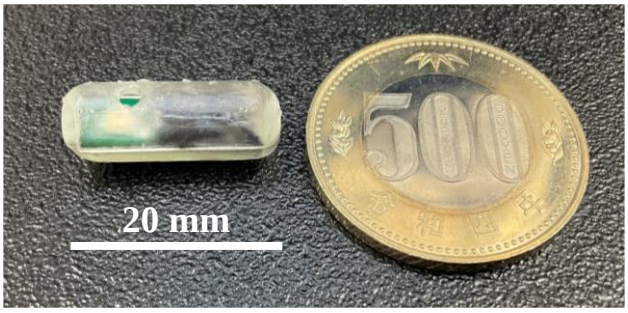

Fig. 4 Outlook of the test device

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の協力で行われた。

文献

[1] T. Tokuda *et al.*, AIP Advance 8, 045018 (2018).
[2] 深町ほか, 2022 年応用物理学会秋季学術講演会 23a-A105-2 (2022/09/23)
[3] 竹内ほか, 令和 3 年電気学会全国大会 3-123 (2021/3/9).