

尾崎駿希 清山浩司

(長崎総合科学大学大学院 工学研究科)

1. はじめに

半導体技術の発展により生体信号計測機器は、小型化・軽量化・高性能化が進み、様々なウェアラブル・デバイスが提案されている。ウェアラブル・デバイスとは、スマートウォッチのように手首への装着の他、腕や頭など身につけて健康管理やエンターテインメントなど様々な用途に利用されるデバイスである。PPG(Photoplethysmography: 光電式容積脈波)は、生体情報、活動レベルの計測から医療現場でのバイタル・モニタリングなど広く利用されており、目的に応じて、指輪型デバイス、スマートウォッチおよびパルスオキシメータなど様々な機器が提供されている。本研究では、爪の上に装着してPPGを継続的に計測できる経爪型PPGデバイスの開発と応用を進めている[1-2]。本稿では、フォトダイオードで得た光電流を電圧に変換する電流-電圧変換回路(IV変換回路)の検討について述べる。

2. PPG計測デバイスの概要および構成

図1には、爪に付けて計測する装着イメージとPPG計測部の概要を示す。PPGは、赤色光や近赤外光を生体に照射し、その反射光や透過光を測定して得られる。ここでは、図に示す通り反射型を用いておりLEDから光が生体に照射、反射光をフォトダイオード(PD)で受光する。提案するつけ爪型PPGデバイスは使用者の不快を低減すると同時に、汗や皮脂などの影響を受けずに長時間の計測が可能である。

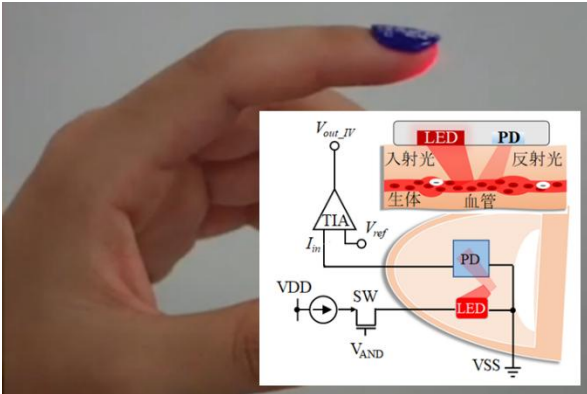


図1. デバイスイメージとPPG計測の概要

3. IV変換回路の構成とシミュレーション結果

図2は、図1中にTIAと示したブロックに対応しており、容量を帰還素子に用いたIV変換回路を示す。この回路は、OPアンプ、スイッチ4個、キャパシタで構成される。

IV変換回路はCMOS 130nmのテクノロジパラメータを用いて設計した。図3は、電源電圧VDD=1.8V、基準電圧VREF=1.5V、光電流1nAとした時のシミュレーション解析の一例である。フェーズ1(SRESETとSREF1がON)は容量を1.5Vにリセットする。フェーズ2(SREF2以外のスイッチOFF)は電圧1.5Vの待機状態になる。フェーズ3(SINTがON)は入力側から光電流が入り、光電流が電圧に変換される(VOUTが徐々に低下)。フェーズ4では出力電圧VOUTが1.313Vで保持される(この期間は、後段に接続されるアナログ・デジタル変換が信

号の取り込みを行う)。シミュレーション結果から、IV変換回路は、想定した動作が出来ている事が確認できる。

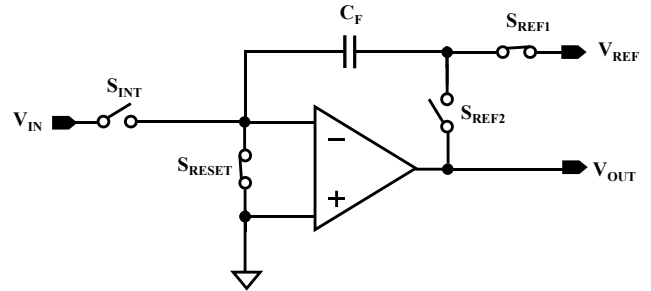


図2.IV変換回路の構成

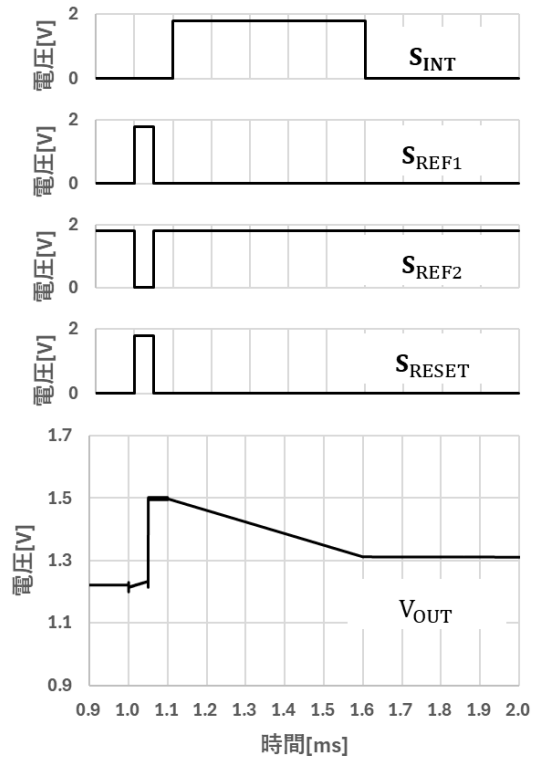


図3. IV変換回路のシミュレーション結果

4. おわりに

本稿では、爪の上に装着してPPGを計測するデバイスに用いる集積回路の構成要素であるIV変換回路の検討について述べた。回路動作や解析結果の詳細については、発表時に説明する。

謝辞

本研究に関わるPPG計測システム開発の一部は、東北大学大学院 医工学研究科 医工学専攻 生体機械システム医工学講座 田中(徹)研究室との共同研究で実施された。関係する皆様に謝意を示します。

[1] 電子情報通信学会 Vol.105, pp.208-215, 2022年3月

[2] IEEE BioCAS Conf. 2018, pp.1-4.