

経爪型集積化光電式 SpO₂ 計測システムの開発

— 回路の設計と評価 —

Circuit Design and Evaluation of SpO₂ Measurement Circuit for

Trans-Nail Integrated SpO₂ Monitoring System

○矢吹 僚介¹ 銭 正阳¹ 李 嘉敏¹ 杜 邦²

木野 久志³ 福島 誉史¹ 清山 浩司⁴ 田中 徹^{1,5}

(1.東北大院工 2.東北大工 3.東北大学際研 4.長崎総科大 5.東北大院医工)

○Ryosuke Yabuki¹, Zhengyang Qian¹, Kar Mun Lee¹, Du Bang²

Hisashi Kino³, Takafumi Fukushima¹, Koji Kiyoyama⁴, Tetsu Tanaka^{1,5}

(Grad. Sch. of Eng., Tohoku Univ.¹, Sch. of Eng., Tohoku Univ.², FRIS, Tohoku Univ.³

Nagasaki Institute of Applied Science⁴, Grad. Sch. of Biomedical Eng., Tohoku Univ.⁵)

E-mail: link@lbc.mech.tohoku.ac.jp

1 序論

末梢動脈血酸素飽和度 (oxygen saturation of peripheral artery; SpO₂)は動脈血を流れる赤血球内の全ヘモグロビン (Hb)と酸素化ヘモグロビン (HbO₂)の比を示す値であり、最も重要なバイタルサインの 1 つである。SpO₂ は光電式容積脈波記録法 (Photoplethysmography; PPG)を利用して、波長の異なる 2 つの光である赤外光 (IR)と赤色光 (RED)の吸光度比を検出することで計測できる。PPG は周期的に変化する血量により照射光の光吸収が変化することを利用し、血管からの反射光もしくは透過光の時間変化を検出することで脈波を計測する技術である。我々はこれまで経爪型集積化光電式容積脈波計測システムを開発してきた [1-3]。先行研究では提案したシステムで PPG 波形の計測に成功し、測定した PPG 波形を利用して SpO₂ を算出することに成功した。本稿では、SpO₂ 高精度計測用新規回路を搭載した集積化光電式 SpO₂ 計測 LSI の設計と評価に関して述べる。

2 集積化光電式 SpO₂ 計測 LSI の設計と評価

Fig.1 に本稿で提案する経爪型集積化光電式 SpO₂ 計測システムのブロック図を示す。今回設計した集積化光電式 SpO₂ 計測 LSI には PD・LED 駆動回路・SpO₂ 計測回路が集積されており小面積化を実現している。LED 駆動回路は最大三種類の LED を選択的に駆動でき、赤色光 (RED)と赤外光 (IR)を交互に駆動させることでチップ単体での SpO₂ 計測が可能である。計測感度を向上させるために、SpO₂ 計測回路には PD で発生した電流を増幅する電流増幅器 (Current AMP)を搭載している。Fig. 2 に電流増幅器の回路図を示す。電流増幅器はサイズ比が 1:8 の PMOS カレントミラー回路、サイズ比が 1:4 の NMOS カレントミラー回路から構成され、PD に生じた電流を 32 倍に増幅する。

0.18 μm CMOS (1P5M)テクノロジーで試作した集積化光電式 SpO₂ 計測 LSI を用いて、PD・LED 駆動回路・SpO₂ 計測回路の動作を確認した。

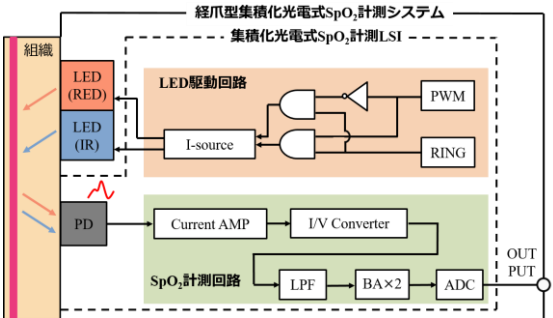


Fig. 1. Block diagram of SpO₂ measurement system.

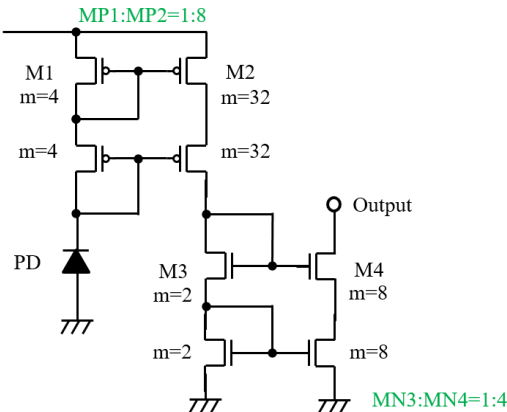


Fig. 2. Schematic of Current AMP.

3 結論

本研究では SpO₂ 計測の精度向上のための新規回路を搭載した集積化光電式 SpO₂ 計測 LSI の設計及び評価に関して述べた。評価結果については講演会にて詳説する。本研究のチップ設計は東京大学大規模集積システム設計教育研究センター (VDEC)を通し日本ケイデンス株式会社、シノプシス株式会社およびメンター株式会社の協力で行われたものである。

参考文献

[1] Z. Qian et al., 56th Annual Conf. JSMBE, vol. 55, p. 464, 2017.
[2] Z. Qian et al., 第 65 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 2018.
[3] R. Yabuki et al., 第 65 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 2018.