

# 生体センサ向け低電圧 Rail・to・Rail OP アンプの設計

伊藤 匡毅 関根 かをり  
明治大学大学院理工学研究科電気工学専攻

## 1. はじめに

生体センサに関心が高まっており、電池駆動できるような電力効率の良い測定器の需要が増している。電気化学測定法で用いられるポテンショスタットの内部には OP アンプが用いられている。そこで微弱な生体信号を検出できるような低消費電力動作の Rail・to・Rail OP アンプの設計を行う。

## 2. 電気化学測定法

溶液などのサンプルの測定において電気化学測定法がある。サンプルに対して電気信号を与えることで化学反応を起こしたり、電圧を印加し、その応答信号からサンプルの化学反応を考察する方法である。この電気化学測定法によく用いられる測定機器としてポテンショスタットがあげられる。ポテンショスタットは主に電源と電流測定役割を持つ。その中でも電流の測定について必要な OP アンプについて低電圧で動作する設計を行う。

## 3. Rail・to・Rail OP アンプ

小型化で携帯可能な測定器を実現するために、電池駆動でき、電源電圧いっぱいまで使用できる OP アンプが必要である。PMOS のみや NMOS のみの差動増幅器では、入力範囲がトランジスタのバイアス分狭くなってしまふ。そこで、PMOS と NMOS の両方を用いることで入力範囲を広げて Rail・to・Rail 動作の OP アンプとなるように設計する。また、電気化学測定法において計測を行う対象の電流値が非常に小さいために、できるだけ雑音を減らす設計を考える必要がある。

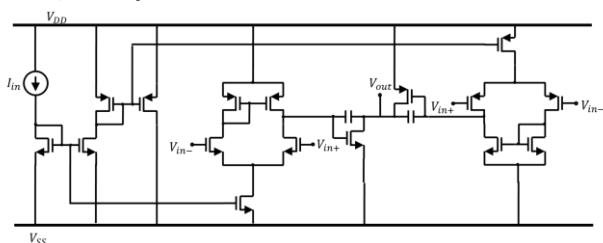


図1. 回路図

## 4. シミュレーション結果

PMOS 入力と NMOS 入力どちらも兼ね備えた差動増幅器に、カレントミラーを用いてテール電流源をそれぞれ接続した。テール電流源を挿入することで、電流の制御を行うことができ、低消費電力化につながり、また、テール電流源により、CMRR の向上にもつながると考えられる。

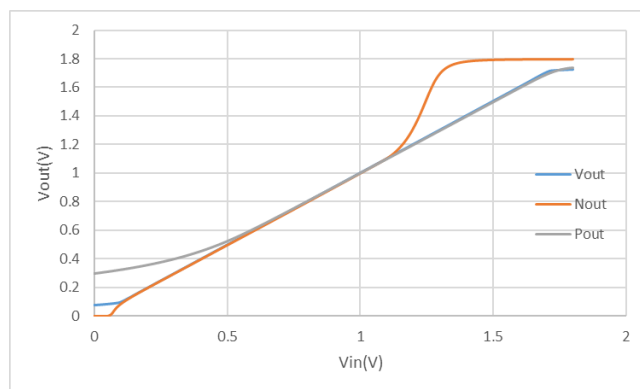


図2. シミュレーション結果のグラフ

NMOS と PMOS の両方の入力を兼ね備えた今回の OP アンプを使用することによって、どちらか片方のトランジスタを使用した場合と比較すると入力範囲の拡大ができたと考えられる。

またテール電流源を挿入することにより、テール電流源がない場合と比べて CMRR の向上にもつながり、雑音の耐性も多少改善が見られた。

## 5. まとめと課題

今回設計した OP アンプは、基本的な回路の動作確認を行い、汎用 OP アンプよりも低電圧で動作し、入力範囲も大きく取れることが確認された。

しかし、入力範囲は広がったが、NMOS 入力と PMOS 入力の範囲が重なる部分で利得が変化するために、正弦波などを入力した場合波形が歪むという問題があるので、NMOS と PMOS の入力範囲を見直して回路の改善を行う必要がある。

また、OP アンプの利得を向上させることで入力オフセット電圧は小さくでき、雑音耐性への向上につながるので、利得の改善も行う必要があると考えられる。

## 参考文献

- [1] “A Glucose Biosensor Using CMOS Potentiostat and Vertically Aligned Carbon Nanofibers” Khandaker A. Al Mamun, *Student Member, IEEE*, SyedK. Islam, *Senior Member, IEEE*, Dale K. Hensley, and Nicole McFarlane, *Member, IEEE*
- [2] “CMOS VLSI Potentiostat for Portable Environmental Sensing Applications” Sungkil Hwang, *Student Member, IEEE*, and Sameer Sonkusale, *Member, IEEE*