

BGR のための 1 段増幅オペアンプの検討

Consideration of one stage amplification operational amplifier for BGR

1180081 清水 大輔 (回路工学研究室)

(指導教員 橋 昌良 教授)

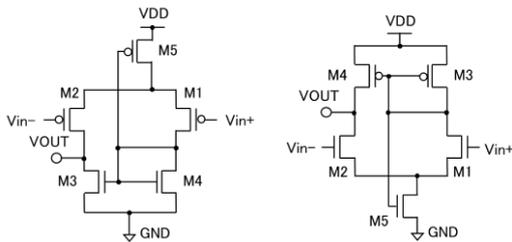
1. はじめに

基準電源回路の一つである BGR(Band-Gap-Reference)回路の設計を行ってきた。BGR 回路とは、一般的にダイオードにより温度に依存しない基準電圧を生成する回路である。本研究では、BGR 回路内で正しく動作する 1 段増幅オペアンプの設計を目的とした。先行研究[1]の BGR 回路において、1 段増幅オペアンプが素子ばらつきなどにより正しく動いていない可能性があった。そこで、オペアンプ単体のシミュレーションを行い動作電圧範囲等の測定及び評価をすることで、設計の改善を行うと考えた。

2. オペアンプの設計

先行研究では、設計したオペアンプが正しく動作しなかったことが考えられるため、オペアンプを単体のシミュレーションと BGR 回路にオペアンプを接続したときのシミュレーションを行った。

図 1 に、1 段オペアンプの回路図を示す。先行研究では n チャネル入力オペアンプのみで検証を行っていた。そこで、今回は p チャネル入力と n チャネル入力の 2 通りを設計した。



(a) p チャネル入力 (b) n チャネル入力
図 1 1 段オペアンプの回路構成

3. BGR の構成

BGR の回路構成を図 2 に示す。今回は問題箇所を比較するため 2 種類の BGR 回路を用いた。なお、BGR 回路は先行研究[1][2]で設計されたものと同様の回路構成とした。この回路は、BGR 回路を起動するスタートアップ回路と BGR 回路で構成されている。バイポーラトランジスタを 8 個並列にダイオード接続することによって温度に依存しない基準電圧を生成する。回路 1 と回路 2 の回路構成は似ているが、デバイスパラメータや R_3 の有無による違いがある。

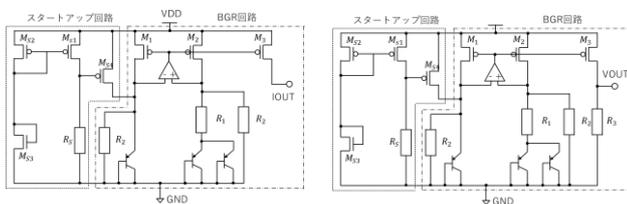


図 2.1 BGR の回路 1

図 2.2 BGR の回路 2

4. シミュレーション結果

図 3 に p チャネルおよび n チャネル入力のオペアンプを接続した BGR 回路 1,2 の電源電圧特性のシミュレーション結果を示す。横軸に電源電圧、縦軸に出力電圧を示す。図 3.1 に回路 1 に p チャネル入力オペアンプおよび n チャネル入力オペアンプを接続したときの電源電圧特性を示す。p チャネル入力のオペアンプを接続したとき、出力電圧は電源電圧と全く同じ値を示し、0V から 2.5V まで比例的に増加した。n チャネル入力オペアンプを接続したときも全く同様の値を示した。図 3.2 に回路 2 に p チャネル入力オペアンプおよび n チャネル入力のオペアンプを接続した時の電源電圧特性を示す。電源電圧特性におけるシミュレーション値はいずれも設計目標を完全には満たすことはできなかったが、n チャネル入力オペアンプを接続した回路 2 のみ実用上は許容範囲と考えられる程度の出力を示した。

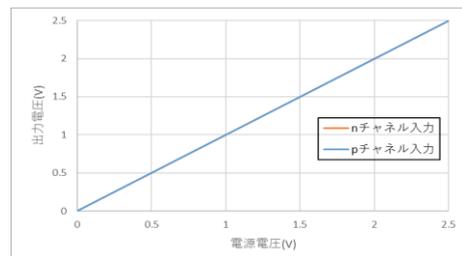


図 3.1 回路 1 の電源電圧特性シミュレーション結果

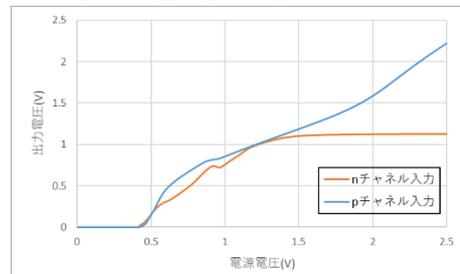


図 3.2 回路 2 の電源電圧特性シミュレーション結果

5. まとめ

本研究では p チャネル入力と n チャネル入力の 2 種類の 1 段オペアンプおよび、それぞれのオペアンプを接続した BGR のシミュレーションをおこなった。シミュレーション結果から、回路 1 の BGR における設計の改善と、p チャネル入力オペアンプの再設計があるだろう。

6. 参考文献

[1] 板東拓弥, 橋昌良, “バンドギャップリファレンスの設計と BIST 手法の検討,” 高知工科大学工学科基盤工学専攻電子・光システム工学コース 修士論文, 2015
 [2] 山田健太, 橋昌良, “2 段オペアンプを用いたバンドギャップリファレンスの設計と評価,” 高知工科大学工学科基盤工学専攻電子・光システム工学コース 修士論文, 2016