

Nauta OTA の設計

橋研究室 1170044 軽野 滉士

1. はじめに

A/D 変換などで用いられ私たちの身近な技術となった $\Delta\Sigma$ 変調の技術の研究を橋研究室では行ってきた。先行研究では Nauta OTA と呼ばれる OTA に注目し Nauta OTA を用いた $\Delta\Sigma$ 変調器の設計と評価を行ったが、設計した Nauta OTA は図 1 のようにオフセットがかかり、満足のいく結果を得ることができなかった。そこで、本研究では先行研究で設計された Nauta OTA の構成を見直し、問題点を改善することを目標とし、Nauta OTA の設計と評価を行った。

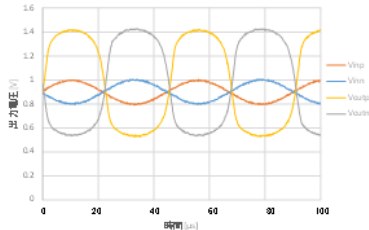


図 1：先行研究の Nauta OTA の入出力

2. Nauta OTA

Nauta OTA は Bram Nauta 氏が提案した回路で、6つのインバータ(INV)で構成され、非常に単純な構成となっており、その回路図を図 2 に示す。INV1, INV2 は OTA 回路のコア部分であり、OTA 回路の g_m を決定する。INV3, INV6 は正帰還回路を構成し、フリップ・フロップ回路のように動作する。INV4, INV5 の入出力はショートしており、抵抗とみなすことができ、出力の基準電圧を作っている。 [1]

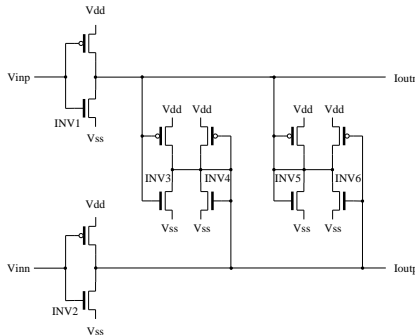


図 2：設計した Nauta OTA

3. 設計した Nauta OTA

本研究では、入力段 1 段と入力段 2 段の Nauta OTA を設計した。また、先行研究ではなかったダミーパターンの挿入、マルチフィンガーの導入を行いノイズの軽減などを考慮した。シミュレーションではレイアウトの抵抗、容量を抽出し、加味したシミュレーションを行っている RC 後のシミュレーションを重要視し、設計を行った。

4. シミュレーションと実測結果

図 3, 図 4 に入力段各段の Nauta OTA の周波数特性のシミュレーションを示す。

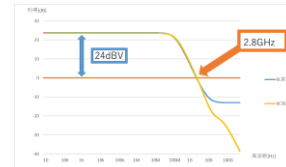


図 3：1 段の周波数特性

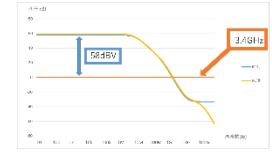


図 4：2 段の周波数特性

図 5, 図 6 に入力段 1 段の入出力のシミュレーションと実測結果を示す。

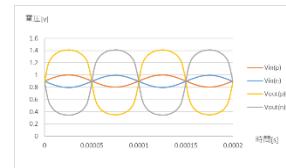


図 5：入出力のシミュレーション

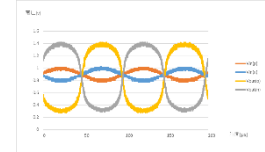


図 6：入出力の実測

図 7, 図 8 に入力段 2 段の入出力特性のシミュレーションと実測結果を示す。

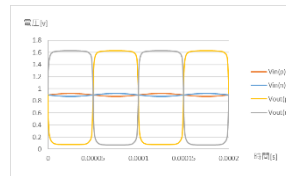


図 7：入出力のシミュレーション

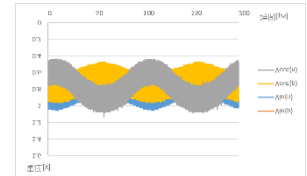


図 8：入出力の実測

図 9 に負荷回路を接続した入力段 1 段の入出力の実測結果を示す。

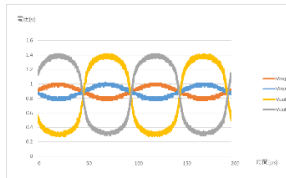


図 9：負荷回路を接続した入出力の実測

5. まとめ

本研究では入力段 1 段と 2 段の Nauta OTA の設計と評価を行った。図 3, 図 4 よりユニティ・ゲイン周波数は 2GHz を超え、利得は 24dB_v, 58dB_vであった。図 5, 図 6 より、入力段 1 段ではほぼシミュレーション通りの結果を得ることができた。また、図 7, 図 8 より、入力段 2 段では実測ではノイズが増幅されすぎて、波形が潰れてしまった。図 9 より、負荷回路を接続したとき、わずかに出力電圧が小さくなったがノイズが軽減され、オフセットもほぼ存在しない波形を得ることができ、先行研究の問題点であったオフセットの解消を行うことができた。

参考文献

[1] Bram Nauta, "A CMOS Transcon-C Filter Technique for Very High Frequencies," IEEE J.Solid-State Circuits, 1992