

C-06 尿量計測回路に用いる素子ばらつきを考慮したノッチフィルタの一検討

宮内奏翔*, 大橋巧*, 野口卓朗*, 石川洋平*, 清水暁生*

(*有明工業高等専門学校)

1. はじめに

高齢者の尿失禁による介護者および被介護者への負担軽減を目的に、膀胱内の尿量計測が可能な微小位相差計測回路が提案されている。しかし、微小位相差測定回路は同相信号除去比が低い。同相信号を除去する手法としてフィードフォワードとノッチフィルタを用いた回路が提案されたが、素子のばらつきによってノッチ周波数に変化し、位相差計測の精度が劣化することが明らかになった。本研究では素子ばらつきによる影響を考慮し、トランスコンダクタンスを用いたノッチフィルタの検討を行う。

2. 微小位相差測定回路

膀胱内尿量計測を測定するための微小位相差測定回路を図1に示す。本回路ではIN1およびIN2に位相差のある信号が入力された場合、 G_{m2} を可変することにより、その微小な位相差を測定できる。しかし、 G_{m2} のみを可変すると回路の対称性が崩れるため、同相信号除去比が低下するという課題がある。そこで本研究では特定の周波数成分のみを除去し、それ以外を保護する構造を提案する。具体的には、主信号の周波数成分である50kHzが除去されないように信号経路上にノッチフィルタを挿入し、50kHzの同相信号成分が測定に影響を与えないよう設計している。

3. ノッチフィルタの検討

図2にノッチフィルタを示す。提案するノッチフィルタに用いるトランスコンダクタンスは図3に示すように基本的な差動増幅回路で構成される。ここで G はバイアス電流やMOSトランジスタの動作点により調整可能であり、これによりノッチ周波数を制御することができる。この構成により、計測に必要な主信号成分(50kHz)を保持したまま周辺帯域の同相信号ノイズのみを抑制でき、同相信号除去比を損なうことなく高精度な信号検出が可能となる。図4より50kHz付近の信号が減衰されることを確認した。また、このノッチフィルタのノッチ周波数 ω をトランスコンダクタンス G とキャパシタンス C によって次の式で示す。

$$\omega = \sqrt{\frac{G_1 G_2}{C_1(C_2 + C_f)}} \quad (1)$$

G を大きくするときノッチ周波数は高くなり、 C を大きくするときノッチ周波数が低くなる。

4. おわりに

同相ノイズを除去するための微小位相差測定回路に用いるノッチフィルタ提案した。これにより、主信号成分(50kHz)を保持しつつ、同相信号ノイズを安定して抑制可能となった。ノッチ周波数はトランスコンダクタンス G とキャパシタンス C により調整でき、素子ばらつきの影響を低減しつつ高精度な測定が可能であることを確認した。

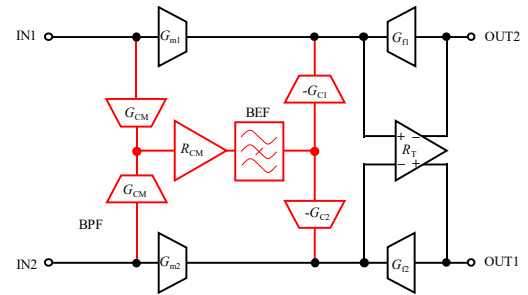


図1：微小位相差測定回路

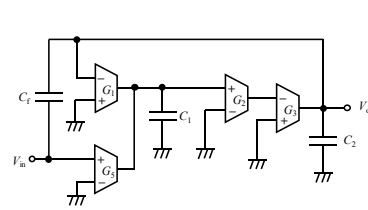


図2：ノッチフィルタ回路図

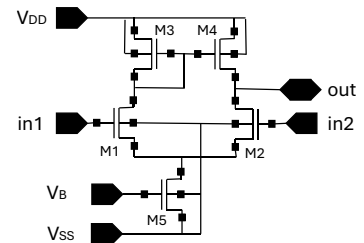


図3：差動増幅回路

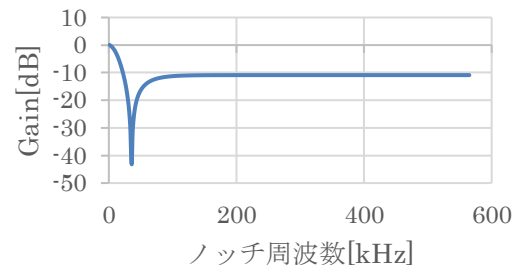


図4：検討したノッチフィルタのゲイン特性

謝辞

本研究は日本学術振興会科学研究補助金 JP22K18242, JP22K02909, JP24K15855, 京大学大規模集積システム設計教育研究センターを通し、シノプス株式会社、日本ケイデンス株式会社の協力で行われたものである。

参考文献

[1]大橋巧, 佐々木優希, 野口卓朗, 清水暁生, 石川洋平 “微小位相差測定回路における入力信号と入力トランスコンダクタンスの検討”