

# インバータを用いた送受信機に関する研究

## A 6.5μW Inverter Based Self Biasing Transceiver

山岸 世明  
Toshiaki Yamagishi

松永 賢一  
Kenichi Matsunaga

ドン ターゴク ヒュイ  
Dong Ta Ngoc Huy

宮原 正也  
Masaya Miyahara

松澤 昭  
Akira Matsuzawa

東京工業大学 大学院理工学研究科 電子物理工学専攻  
Department of Physical Electronics, Tokyo Institute of Technology

### 1. はじめに

現在、医療現場におけるQOL向上の観点から低侵襲な、小型かつ無線の生体観測システムが望まれている。我々の研究室ではφ5mm x 15mmのカプセルに収まり、双方向通信可能な膀胱内圧測定用システムLSIの開発を行っている。このような小型システムでは電池の容量が限られるため消費電力の低減が不可欠となる。従来技術では高いデータレート(8Mbps)を確保しながら消費電力が復調器だけで680μWの送受信機が報告されている[1]。本研究では、アプリケーションターゲットを絞り、低データレート及び近距離通信であるが(5kbps, 15cm)、消費電力を極力抑えた(6.5μW@V<sub>DD</sub>=1.5V, 通信速度 5kbps, 通信方式OOK, 受信時)送受信機的设计・シミュレーションを行ったので報告する。

### 2. 回路構成

図1に回路構成を示す。本回路は送受信兼用のLC共振器と、2乗検波回路およびアンプからなっている。

カプセル外部との通信はコイルによる誘導結合によって行う。受信時はLC共振器からの受信信号をプリアンプで増幅及び2乗検波を行い後段のアンプで波形整形を行う。送信時は、LC共振器のスイッチにより、容量の充放電を行う。容量の放電の際にLCの共振周波数を持ったパルスがコイルから発生しこれを外部のコイルで受信する。

本回路では低消費電力化の観点からオペアンプの代わりに図1に挙げる負帰還によるセルフバイアスインバータを使用している。また、送信用のスイッチの位置はLC共振器のQ値を劣化させないよう配慮をしている。コイルのQ値は以下の式で与えられる。

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

即ち、Q値を高く保つためにはLC間に直列に入るスイッチの寄生抵抗Rを極力小さくしなければならない。図2より、nMOSスイッチのオン抵抗を小さくするにはV<sub>gs</sub>を大きくとればよい事が分かる。つまり安易にLとCの間にスイッチを入れるのではなくCの下にスイッチを入れることでV<sub>gs</sub>を大きくとりQ値の劣化を抑えられる。

### 3. シミュレーション

図3に送信信号と受信信号のシミュレーション結果を示す。シミュレーションはCMOS 0.18μmプロセスのパラメータを用いた。送信時にはノードXに1.5V振幅のパルスが発生していることがわかる。受信時には、振幅8mV程度のノードXの受信信号を増幅・検波することで復調できていることが分かる。

### 4. まとめ

アンプにインバータを用いた低消費電力な送受信回路の提案をし、消費電力 6.5μW, 通信距離 15cm, データレート 5kbps の通信をシミュレーションにて確認した。

#### 謝辞

本研究の一部は、文部科学省委託研究「地域科学技術振興施策」並びに、東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、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] Zhijun Lu, *IEEE ISCAS*, pp.3057-3060, May 2008.

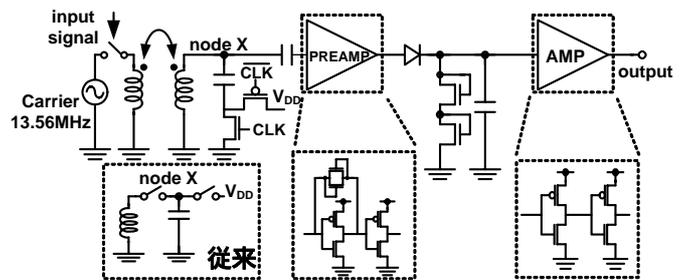


図1 全体の回路構成

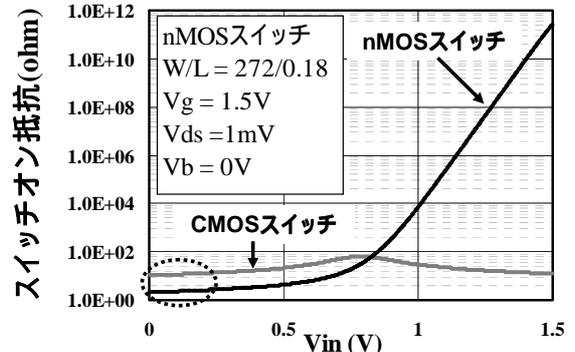


図2 入力電圧とスイッチオン抵抗の関係

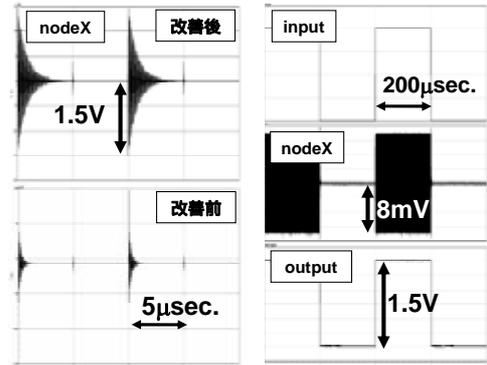


図3 送受信回路のシミュレーション結果