

広帯域リング型発振回路の研究

A-1

A study of wide band ring oscillator

三浦 智也 稲垣 雄志 井岡 恵理 松谷 康之
 Tomoya MIURA Yuji INAGAKI Eri IOKA Yasuyuki MATSUYA
 青山学院大学 理工学部
 College of science and engineering Aoyama Gakuin University

1.はじめに センサネットワークに用いられるセンサノードICは小型電池で数か月以上の動作が要求される。動作時には数十MHzでの動作が必要であるが数msの短い動作期間で良い。それ以外のスリープ時には時計など最低限の機能を低周波で駆動し低電力化を図る。本研究ではセンサノードICがスリープ時と動作時におけるクロックを1回路で実現するため、約100kHz~100MHzで発振可能となるリング型発振回路を提案し、回路シミュレータを用いて動作を検証した。

2.提案回路 図1に提案する広帯域リング型発振回路を示す。この回路は入力電圧 V_{in} によって発振周波数を可変とすることが出来る。本回路における周波数-電圧特性を図2に示す。センサノードICがスリープ時と動作時における発振を1回路で実現するため、MOSFETがしきい値(0.5V)を超えないオフ状態でも微小な電流が流れる弱反転領域に着目した。この領域は3段インバータ部分の充放電電流がゲート-ソース間電圧に対して指数関数的に増加するため^[1]、広帯域の発振が可能となる。よって数十MHzの大きな充放電電流を必要とする領域ではMOSFETの強反転領域を用いるが、数十kHzの低い発振を実現させるため微小電流で充放電するように弱反転領域を用いる。しかし弱反転領域では M_1 が完全にオンしないためB点の電位は0Vとならない。よって充放電による発振振幅はA点とB点の電位差で与えられるため、グラウンドから電源電圧レベルでの振幅を確保できない。このため R_1 、 R_2 を用いて後段インバータの最大利得電圧に発振のバイアス電圧を設定することで、電源電圧に依存した振幅を得られる。

3.発振特性 図3に低周波および高周波における発振を示す。回路は $R_1 = 1[k\Omega]$ 、 $R_2 = 2[k\Omega]$ 、 $C = 10[pF]$ を用いて構成した。入力電圧をスリープ時に用いる0.2Vから動作時に用いる0.6Vまで変化させることで、87.6kHz~95.4MHzまで発振周波数を可変化できた。また0Vから電源電圧(1.5V)の振幅を確保している。図4に提案したリング型発振回路の発振周波数の電源電圧依存性を示す。電源電圧の変動範囲を10%(1.5V ± 0.15V)とする。図4の結果より電源電圧を定格電源電圧1.5Vから10%変動させても、発振周波数の変動率は±5%以内に収まることを確認できた。

4.まとめ 提案したリング型発振回路は87.6kHzから95.4MHzまで発振周波数帯域を持っており、0Vから電

源電圧1.5Vまでの振幅を確保しているため、スリープ時と動作時の発振を1回路で実現した。また、電源電圧に対する周波数の変動は±5%以下に収まることを確認できた。

参考文献

[1]Behzad Razavi 著作、黒田忠広 監訳、『アナログCMOS集積回路の設計』丸善出版 2003

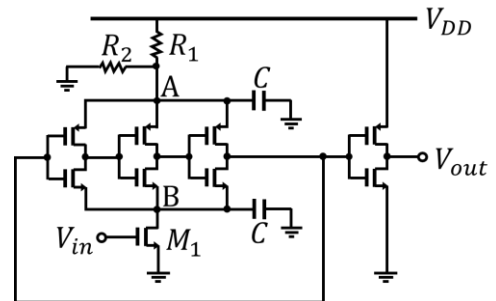


図1. 提案回路の構成

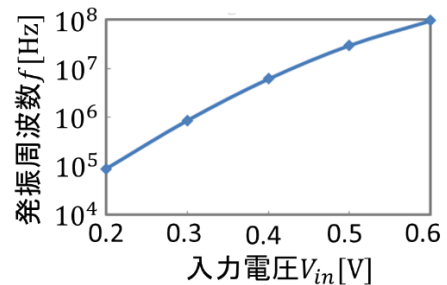
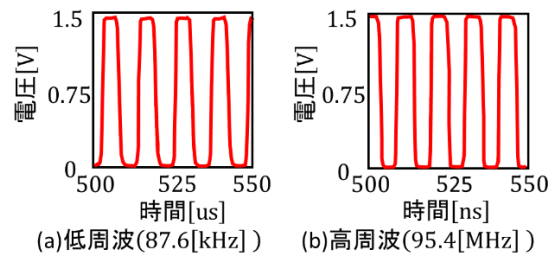


図2. 周波数-電圧特性



(a)低周波(87.6[kHz]) (b)高周波(95.4[MHz])

図3. 出力 V_{out} 波形

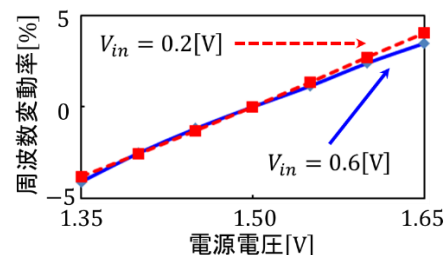


図4.電源電圧依存性