

超低電圧リング型発振回路の設計

金阪 遼[†] 品川 侑汰[†] 日野 翔太[†] 升井 義博[†]
[†] 広島工業大学 工学部 電子情報工学科

1. はじめに

近年、身の回りの現象・動作から電力を得られ、電源配線が不要となるエネルギーハーベストが注目を浴びている。しかし、電源の不安定さから発電量が少ない、電源電圧が安定しないなどの問題点が挙げられる。この問題を解決するために本稿では電源回路での使用を想定した、超低電圧で動作するリング型発振回路の提案を行う。

2. 提案するリング型発振回路

図1は5段の反転素子を並べたリング型発振回路である。図2に基本となるリング型発振回路の反転素子を示す。この素子にはブートストラップ^[1]および基板バイアス効果を利用している。ブートストラップはキャパシタに電荷を溜め、放出することによって回路の動作を早くすることができる。また、基板バイアス効果はトランジスタの閾値を下げ、低電圧でも動作することができる。

図3に提案するリング型発振回路の反転素子を示す。図2、図3は回路動作が同じであり、不必要な下部のCMOSを取り除くことで消費電力を減らすことができる。

3. シミュレーション結果

表1に基本回路と提案回路の、発振周波数と平均消費電流及びFoMの比較を示す。このシミュレーションでは 0.18 μ m CMOS プロセスを用いた。また、電源電圧は 200mV とした。

表1. 基本回路と提案回路の数値の比較

	基本回路	提案回路
周波数[MHz]	2.09	3.27
消費電流[nA]	181.6	171.1
FoM[fj]	17.4	10.4

$$FoM[fj] = Power[\mu W] / Freq[MHz]$$

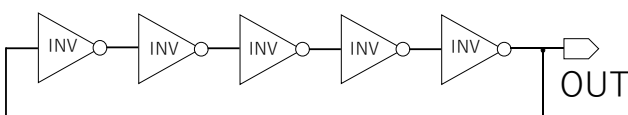


図1. 発振回路の全体図

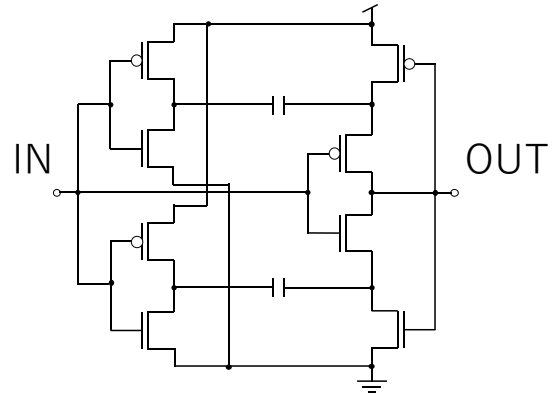


図2. 基本となるリング型発振回路の反転素子

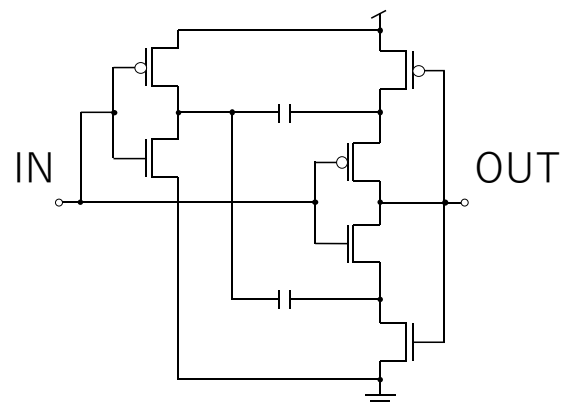


図3. 提案するリング型発振回路の反転素子

4. むすび

本稿では超低電圧で動作するリング型発振回路の提案を行った。表1から基本回路と提案回路を比較すると、周波数は 50%以上改善され、消費電流は 5%削減された。FoM は発振器の性能指数であり、改善されている。今後は消費電力低下のため、MOS のサイズ変更などを検討していきたい。

謝辞

本研究は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じてケイデンス(株)、およびローム(株)の協力で行われたものである。

参考文献

[1] Y. Ho, Y-S. Yang, and C. Su「A 0.2-0.6V Ring Oscillator Design Using Bootstrap Technique」IEEE Asian Soli9d-State Circuits Conference(2015)