

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	Time To Analog Converter を用いたスケーラブル CMOS RF 信号発生回路の検討
Title(English)	Investigation of CMOS RF Signal Generator Based on Time To Analog Converter
著者(和文)	中野和雄, 天川修平, 石原昇, 益一哉
Authors(English)	Kazuo Nakano, Shuhei Amakawa, Noboru Ishihara, Kazuya Masu
出典(和文)	2009 年電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会, , , C-12-22
Citation(English)	, , , C-12-22
発行日 / Pub. date	2009, 9
URL	http://search.ieice.org/
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は電子情報通信学会に帰属します。 Copyright (c) 2009 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.

Time To Analog Converter を用いたスケーラブル CMOS RF 信号発生回路の検討

Investigation of CMOS RF Signal Generator Based on Time To Analog Converter

中野和雄 Kazuo Nakano 天川修平 Shuhei Amakawa 石原 昇 Noboru Ishihara 益 一哉 Kazuya Masu

東京工業大学 統合研究院
Integrated Research Institute, Tokyo Institute of Technology

1. はじめに

RF アナログ CMOS 回路では、様々な無線通信サービスとのアクセスを可能とする広帯域動作化技術、LSI の微細化とともに高性能化（広帯域化、低消費電力化、小チップ面積化）を図るスケーラブル化技術の実現が期待されている。今回我々は、広帯域化、スケーラブル化を可能とする RF 信号生成回路として、デジタル回路を基にして時間軸を離散制御し RF 信号を生成する Time To Analog Converter 技術の検討を行ったので報告する。

2. Time To Analog Converter

RF 信号を生成する技術としては、デジタル・アナログ変換回路 (DAC) が考えられるが、DAC の電圧分解能は LSI 技術の微細化による低電源電圧動作化に制限されてしまう。一方、微細化による回路の高速動作化により、時間軸では高い分解能が得られるようになってきた。そこで図 1 に示す時間軸の離散制御による RF 信号発生回路の検討を行った。発振回路からの矩形パルス信号をマルチタップ遅延回路で遅延させ、遅延量の異なるパルスを合成することにより、任意の波形を生成する。遅延パルス信号の選択・加算回路部は、AND 回路をデジタル制御回路で制御することにより目的とする RF 信号波形の生成に必要な遅延パルス信号を選択し、トランジスタを駆動する。その出力電流をカスコード接続されたトランジスタで加算し負荷抵抗で合成された電圧信号として出力する。単純に一定遅延間隔のパルス信号を合成した場合は三角波になる (図 2)。正弦波の RF 信号を生成するには、下式から必要となる遅延タップを選択することにより合成できる。

$$ts(n) = \left(\sin^{-1} \left(\frac{ys \cdot n}{A} \right) \right) \cdot \frac{1}{2\pi f} \quad (1)$$

ts(n): タップ遅延時間, A: sin 波の振幅,
ys: ステップ電圧値, f: 周波数

3. シミュレーション結果

基本動作の確認を目的として 0.18 μm CMOS プロセスを適用想定し回路シミュレーションを行った。遅延回路は 2 段のインバータ回路を基本遅延セルとして構成した。遅延回路の遅延時間は最小かつ低消費電力となるよう MOSFET のサイズを決定した。遅延時間は 70ps である。また基本遅延セルは 32 段構成とし、そのうちの 26 段の遅延パルス信号を用いて矩形波に近づけるように構成した。図 3 にシミュレーション波形を示す。RF 信号発生周波数は 227MHz (周期 T=4.4ns)、出力レベルは-7.9dBm、高調波成分は 2 倍波は-26dBc、3 倍波は-26dBc であった。

今回は 0.18 μm CMOS を想定し検討を行ったが、より微細なプロセスを適用することにより、時間分解能を高められるとともに、より高い RF 信号の合成が可能になり、高調波成分も改善可能と考えられる。

4. まとめ

Time To Analog Converter 技術を用いた RF 信号発生回路を提案した。時間軸制御による回路技術はプロセスの微細化に追従する高性能化技術として今後重要になるものと考ええる。

謝辞

本研究の一部は、STARC、文部科学省科研費、日本学術振興会科研費、総務省SCOPE、NEDO、文部科学省科学技術振興調整費(統合研究院)の支援を受け、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、メンター株式会社、アジレント・テクノロジー株式会社の協力により行われた。

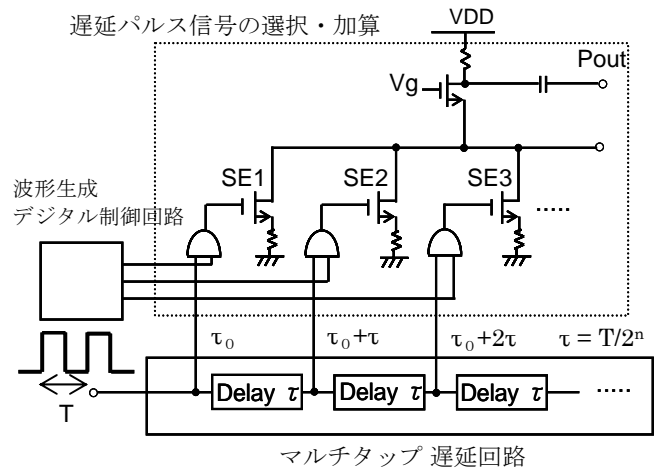


図 1 RF 信号発生回路の構成

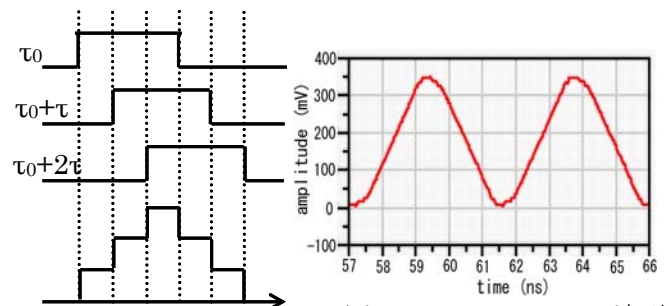


図 2 階段波形生成 (2bit)

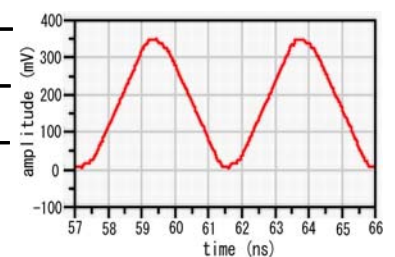


図 3 シミュレーション波形 (227MHz)

表 1 シミュレーション結果

	Sin wave
Frequency [MHz]	227 MHz
Output power[dBm]	-7.9 dBm
2nd harmonics [dBc]	-26 dBc
3rd harmonics [dBc]	-26 dBc