

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	インジェクションロックを用いた CMOS QPSK RF 信号発生回路の検討
Title(English)	Investigation of CMOS QPSK RF Signal Generator using Injection Locking
著者(和文)	中野和雄, 白根篤史, 天川修平, 石原 昇, 益 一哉
Authors(English)	Kazuo Nakano Atsushi Shirane Shuhei Amakawa Noboru Ishihara Kazuya Masu, Atsushi Shirane, Shuhei Amakawa, Noboru Ishihara, Kazuya Masu
出典(和文)	2010 年 電子情報通信学会総合大会, , , pp. 80
Citation(English)	2010 年 電子情報通信学会総合大会, , , pp. 80
発行日 / Pub. date	2010, 3
URL	<a href="http://www.ieice.org/jpn/books/t_g.html">http://www.ieice.org/jpn/books/t_g.html</a>
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) 2010 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.

# インジェクションロックを用いた CMOS QPSK RF 信号発生回路の検討

## Investigation of CMOS QPSK RF Signal Generator using Injection Locking

中野和雄 白根篤史 天川修平 石原 昇 益 一哉  
Kazuo Nakano Atsushi Shirane Shuhei Amakawa Noboru Ishihara 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、スケラブル化を可能とするインジェクションロックを用いたリング型 DCO と時間軸離散制御による Time To Analog Converter 技術を用いた RF 信号発生回路を組み合わせ、QPSK RF 信号発生回路の検討を行ったので報告する。

### 2. QPSK RF 信号発生回路の構成

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。また従来、搬送波を生成していた LC-VCO をリング型 DCO に置き換えることにより、受動素子を減らすことができ、かつ位相の異なる矩形パルス信号も抽出できるため、この位相差による遅延時間を有効利用することで高い時間分解能を得ることができる。さらにインジェクションロックを用いることで回路規模を小さくして位相制御を行うことが可能となる。そこで図 1 に示す QPSK RF 信号発生回路の検討を行った。図 2 に今回検討した詳細回路を示す。4 段差動リング型 DCO を導入し、リング型 DCO から各々 45 度位相の異なる矩形パルス信号を抽出し、位相差による遅延時間の異なる矩形パルス信号を用いてトランジスタ (SE1~SE4) 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により合成された電圧信号を出力して信号波形を生成する。またトランジスタ (SE1~SE4) のサイズを最適化し、電流を制御することで擬似正弦波を生成する。変調方法はリング型 DCO の位相が各々 90 度異なる出力に、データから生成したシンボルをパルス化し、インジェクションロックさせることにより位相を変化させる。

### 3. シミュレーション結果

RF 信号発生周波数を高くする目的で 65nm CMOS プロセスを用いてシミュレーションを行った。リング型 DCO は発振周波数が最大となるように MOSFET のサイズを決定した。図 3 に位相制御時の出力波形を示す。RF 信号発生周波数は 7.1GHz (周期  $T=141\text{ps}$ )、出力レベルは -3.8dBm、高調波成分は 2 次高調波が -25.9dBc、3 次高調波が -29.7dBc であった。

今回は 4 段の遅延セルを用いて検討を行ったが、更なる時間分解能の向上と遅延セル数を増やすことにより高調波成分も改善可能と考えられる。

### 4. まとめ

インジェクションロックを用いた QPSK RF 信号発生回路を提案した。提案回路は受動素子を極力削減し、また時間軸制御による回路技術を導入することで小チップ面積化と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する。

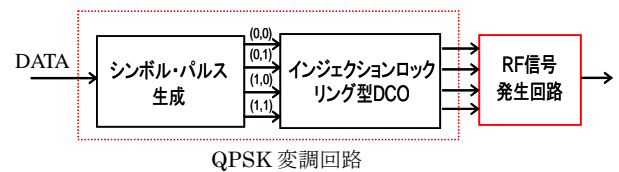


図 1 QPSK RF 信号発生回路の全体構成

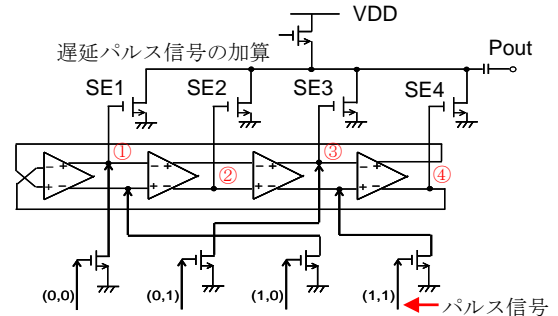


図 2 QPSK RF 信号発生回路

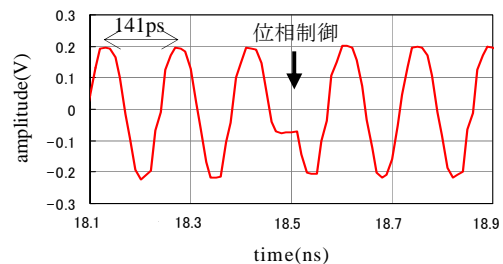


図 3 出力信号波形

表 1 シミュレーション結果

Frequency [MHz]	7.1 GHz
Output power[dBm]	-3.8 dBm
2nd harmonics [dBc]	-25.9 dBc
3rd harmonics [dBc]	-29.7 dBc

### 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。