

注入同期型周波数逡倍器による 60GHz 帯直交局部発振器

An Injection Locked Oscillator for 60 GHz Quadrature Local Generation

山口 達也 村上 隼 岡田 健一 松澤 昭
Tatsuya Yamaguchi Rui Murakami Kenichi Okada Akira Matsuzawa

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

1 まえがき

近年、近距離での高速通信に適した 60GHz 帯を利用する Si CMOS プロセスを用いた無線通信回路が盛んに研究されている。本研究では、60GHz 帯ダイレクトコンバージョン型 CMOS 無線送受信回路に必要な局部発振器として差動出力の 20GHz PLL と直交位相出力の 60GHz 注入同期型周波数逡倍器 (QILO) とを組み合わせた構成を提案する。

2 回路構成

図 1 に局部発振器の構成、図 2 に QILO の回路を示す。QILO は 20GHz PLL の注入同期信号をもとに 3 逡倍器として働き、発振器のテール部分での I/Q カップリングによって直交位相出力を実現する。20GHz の注入同期信号に対してポリフェーズフィルタを用いないため、I/Q ミスマッチの低減が可能である。[1]。

本回路構成の特徴として、ロック時の位相雑音性能の決まり方とそれに伴う周波数のチューニングレンジ設計のしやすさが挙げられる。QILO がロックしているときの出力の位相雑音を PN とおくと、 PN は注入信号の位相雑音 PN_{inj} と逡倍数 N を用いて $PN = PN_{inj} + 20 \log N$ で表される。位相雑音が小さくかつ周波数レンジが大きい局部発振器の設計はこれらの両立に難しさがあるが、QILO はそれ自身の位相雑音性能に気を配らずに設計できるため周波数レンジを大きくしやすい。また、オンチップインダクタなどの受動素子の Q 値を大きくしにくい 60GHz 帯において、60GHz の信号を直接発振回路で生成する方法やプッシュプッシュ回路を利用する方法と比べ、I/Q ミスマッチの小さな直交位相出力を低い消費電力で得やすい [2]。

3 測定結果

この QILO を利用した 60GHz 帯 CMOS 無線通信回路の試作した。QILO のコアの面積は 0.014mm^2 、消費電力は電源電圧が 1.0V のとき 14.9mW である。出力バッファの消費電力は 10.0mW である。QILO およびミキサ、PA を含む送信系全体を通しての位相雑音は $-94.2\text{dBc}/\text{Hz}@1\text{MHz}$ offset である。このとき注入同期信号源として用いた 20GHz PLL の性能を表 1 にまとめる。

通信速度は QPSK で 8Gb/s、16QAM で 11Gb/s を達成した [1]。

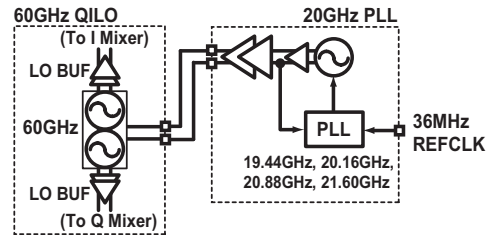


図 1 局部発振器のブロック図

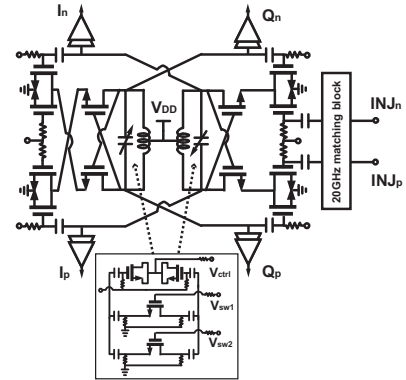


図 2 QILO の回路図

表 1 20GHz PLL の性能まとめ

周波数	17.9-21.2GHz
位相雑音 (60.48GHz、送信系)	$-94.2\text{dBc}/\text{Hz}@1\text{MHz}$ offset
出力パワー	-2dBm
消費電力	66mW

4 まとめ

60GHz 帯ダイレクトコンバージョン型 CMOS 無線送受信回路の局部発振器として 20GHz PLL と 60GHz QILO とを組み合わせた構成を提案し、それを用いた送受信機を試作して QPSK で 8Gb/s、16QAM で 11Gb/s の通信を達成した。

謝辞

本研究の一部は、総務省委託研究『電波資源拡大のための研究開発』、科学研究費補助金、半導体理工学研究センター、NEDO、キャノン財団、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じ、日本ケイデンス株式会社およびアジレント・テクノロジー株式会社の協力で行われたものである。

参考文献

- [1] K. Okada, et al., "A 60-GHz 16QAM/8PSK/QPSK/BPSK Direct-Conversion Transceiver for IEEE802.15.3c," ISSCC, Feb. 2011.
- [2] A. Musa, et al., "A 58-63.6GHz quadrature PLL frequency synthesizer in 65nm CMOS," A-SSCC Dig. Tech. Papers, pp.189-192, Nov. 2010.