

60 GHz 帯ダイレクトコンバージョン無線機の直交局部発振器

A 60GHz Quadrature Local Synthesizer for CMOS Integrated Direct-Conversion Transceiver

山口 達也 岡田 健一 松澤 昭
Tatsuya Yamaguchi 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 60 GHz 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、16QAM で通信可能な 60 GHz 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差動出力の 20 GHz PLL と直交位相出力の 60 GHz 注入同期型直交周波数通倍器 (QILO) とを組み合わせる構成を提案する。

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 20 GHz PLL の注入同期信号をもとに 3 通倍器として働く。20 GHz 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。出力周波数は IEEE802.15.3c の規格に則った各チャンネルの中心周波数 (58.32 GHz, 60.48 GHz, 62.64 GHz, 64.80 GHz) である [1]。

本回路構成において 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} と通倍数 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できる。また、60 GHz 帯では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いため、60 GHz 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

本回路構成を用いた 60 GHz 帯 CMOS 無線通信回路の試作した。図 3 に PLL、QILO、ミキサおよび PA を含む送信系全体を通しての位相雑音測定の結果を示す。位相雑音は規格に則った全てのチャンネルで $-95 \text{ dBc/Hz}@1\text{MHz}$ -offset 以下であった。サイドバンド抑圧比は全てのチャンネルで 40 dBc 以上であり、そこから求められる I/Q 間の位相誤差は 1.1 度以下である。

送信と受信の 2 つの回路を用意し規格で定められた通信試験を行ったところ、全てのチャンネルで QPSK および 16QAM を用いた通信が可能であることを確認した。また規格より広い帯域を用いて QPSK で 8 Gb/s、16QAM で 10 Gb/s の通信を達成した。

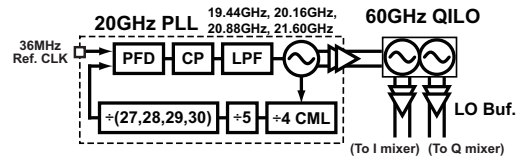


図 1 局部発振器のブロック図

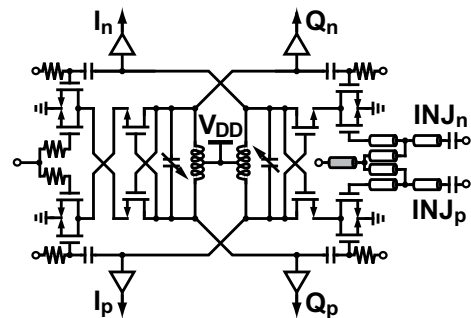


図 2 QILO の回路図

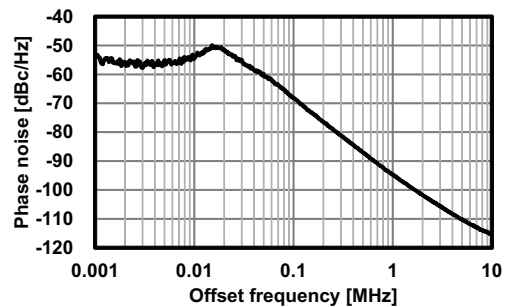


図 3 位相雑音の測定結果 (チャンネル 3)

4 まとめ

60 GHz 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 20 GHz PLL と 60 GHz 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通信規格に則った 16QAM の通信を全てのチャンネルで達成した。

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』、総務省 SCOPE、科学研究費補助金、半導体理工学研究センター、NEDO、キヤノン財団、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し、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 Full 4-Channel 6.3Gb/s 60GHz Direct-Conversion Transceiver With Low-Power Analog and Digital Baseband Circuitry," ISSCC, Feb. 2012.
- [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.