

カレントブリーディングミキサを用いた 60GHz 帯受信機

A 60 GHz Receiver with Current-Bleeding Down-Conversion Mixer

河合 誠太郎 眞木 翔太郎 岡田 健一 松澤 昭
Seitaro Kawai Shotaro Maki 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、60 GHz 帯における近距離高速無線通信が注目されている。60 GHz 帯ではアンプでの消費電力が大きく、消費電力削減が難しい。本研究では、受信機のみキサにカレントブリーディング手法を用いることにより必要な LO パワーを減らし、従来に比べ消費電力を 10 mW 削減し、面積を 40% 削減した。

2 カレントブリーディングミキサ

図 1 に受信機全体のブロックダイアグラムを示す [1]。回路面積と消費電力を抑えるためダイレクトコンバージョン方式を採用している。

図 2 にダウンコンバージョンミキサの回路図を示す。RF-LO アイソレーションを高めるためにダブルバランスドミキサを採用し、キャパシティブクロスカップル手法により安定性を確保する [2]。また、必要な LO パワーを下げるためにカレントブリーディング手法を用いる。ミキサのスイッチング電流 I_{switch} は次式で表される。

$$I_{switch} = \frac{1}{2}(I_{tail} - I_{bleed}) - \mu C_{ox} \frac{W}{L} V_{LO} \sqrt{\frac{I_{tail} - I_{bleed}}{\mu C_{ox} \frac{W}{L}} - V_{LO}^2} \quad (1)$$

LO 側の電圧振幅が最大となる V_{LOsat} は式 (1) の根号中が 0 となることであることから、次のようになる。

$$V_{LOsat} = \sqrt{\frac{I_{tail} - I_{bleed}}{\mu C_{ox} \frac{W}{L}}} \quad (2)$$

よって、ブリーディングする電流 I_{bleed} を増やすことにより必要な LO パワーを下げる事が可能である。

3 結果

図 3 に Current-bleeding を用いた場合と用いない場合における LO パワー特性のシミュレーション比較を示す。カレントブリーディングを用いない場合に比べ、10 dBm 程度低い LO パワーでミキサを駆動することが可能である。これにより、LO Buf. の段数を減らし従来のもと比べ消費電力を 10 mW 削減し、全体の面積を 40% 削減した [3]。なお、受信機全体の消費電力は 155 mW、面積は 1.96 mm² である。

まとめ

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、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 64QAM 60 GHz CMOS Transceiver with 4-Channel Bonding," ISSCC 2014.
- [2] W. L. Chan, et al., "A 60 GHz-Band 1 V 11.5 dBm Power Amplifier with 11% PAE in 65 nm CMOS," ISSCC 2009.
- [3] K. Okada, et al., "A full 4-channel 6.3 Gb/s 60 GHz direct-conversion transceiver with low-power analog and digital baseband circuitry," ISSCC 2012.

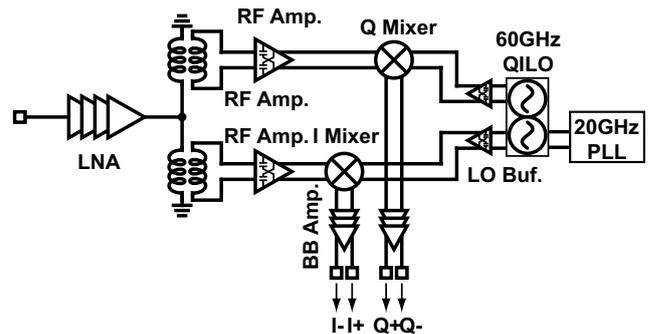


図 1 Block diagram of RX

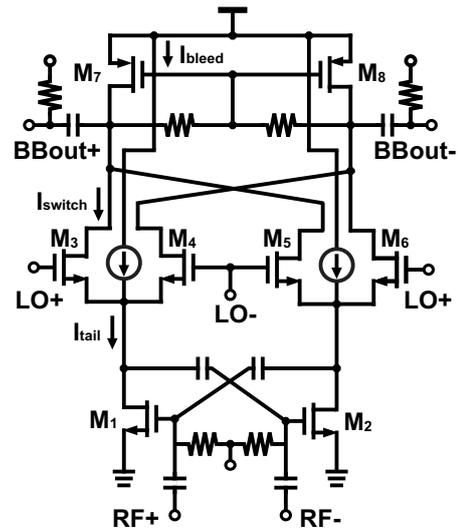


図 2 Current-bleeding down-conversion mixer

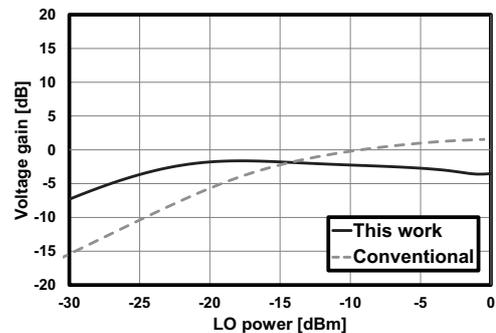


図 3 LO 特性比較