

# 60 GHz 帯アップコンバージョンミキサにおけるしきい値ばらつきの影響

An Analysis of 60 GHz Up-conversion Mixer with Threshold Voltage Variation

津久井 裕基      浅田 大樹      南 亮      岡田 健一      松澤 昭  
Yuki Tsukui      Hiroki Asada      Ryo Minami      Kenichi Okada      Akira Matsuzawa

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

## 1 まえがき

近年、CMOS プロセスを用いたミリ波帯無線通信回路が盛んに研究されている。16QAM による通信が既に実現されている [1]。しかし、64QAM のようなより高度な変調方式では、わずかな I/Q 振幅誤差や I/Q 位相誤差が Bit Error Rate (BER) に大きく影響する。振幅誤差と位相誤差を合わせて評価する指標に Sideband Rejection Ratio (SRR) がある。本研究ではミキサのしきい値ばらつきの影響を SRR により解析する。

## 2 要求される SRR

無線通信において BER が  $10^{-3}$  以下であれば誤り訂正により良好な通信が可能である。これを満たす送信側の Signal Noise Ratio (SNR) は 64QAM で 28 dB となる。入力電力を大きくすると 3 次相互変調歪みを生じて SNR は小さくなるが、イメージ信号が生じると SNR はさらに小さくなる。イメージ信号による SNR の減少を 0.5 dB 以下に抑えるためにはイメージ信号は 3 次相互変調歪みより 10 dB 以上小さくなければならない。よって要求される SRR は 64QAM で -36 dBc となる。

## 3 検討結果

図 1 に解析に用いた送信機の回路構成、図 2 にアップコンバージョンミキサの回路図を示す [1]。ローカル周波数は 60.48 GHz、ベースバンド周波数は 1 GHz としてシミュレーションした。ばらつきにより I 側と Q 側のミキサのしきい値が変わることで有効ゲート電圧に差が生じる。そこで I 側のベースバンド入力部分のゲートバイアスを 0.5 V に固定し、Q 側のみ変化させることで有効ゲート電圧の差をつけた。このときのミキサ出力端での振幅誤差と位相誤差を図 3 に示す。有効ゲート電圧の変化によりトランスコンダクタンスも変化するため、振幅誤差や位相誤差が生じる。その結果、図 4 に示すように SRR はばらつきによって減少する。ばらつきによって有効ゲート電圧に違いが生じると 64QAM に必要な SRR を達成できないため、振幅と位相の誤差補正が必要である。

## 4 まとめ

ミリ波帯アップコンバージョンミキサにおけるしきい値ばらつきの影響を検討した。64QAM に要求される SRR は -36 dBc であるが、10 mV のしきい値のばらつきで必要な SRR を達成できないためミキサでの振幅と位相の誤差補正が必要である。

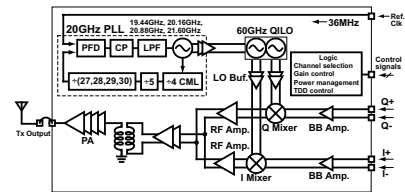


図 1 送信回路のブロック図

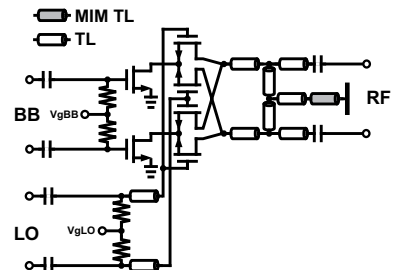


図 2 アップコンバージョンミキサ

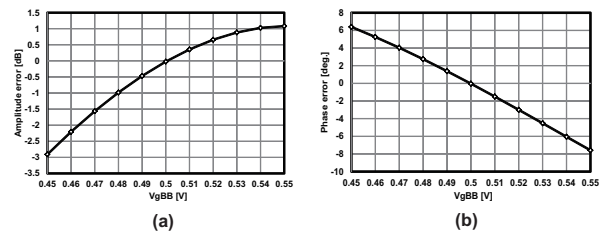


図 3 (a) 振幅誤差 (b) 位相誤差

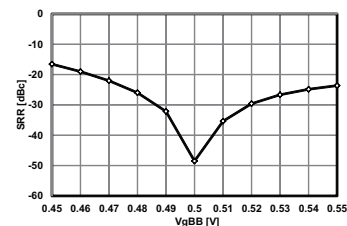


図 4 SRR

## 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 6.3 Gb/s 60 GHz Direct-Conversion Transceiver With Low-Power Analog and Digital Baseband Circuitry," ISSCC, Feb. 2012.