

ミリ波帯送信機におけるローカルリーク抑制手法の検討

A Study on Local Leakage Reduction Technique for mm-Wave Transmitters

吉田 剛
Tsuyoshi Yoshida

瀬尾 有輝
Yuki Seo

岡田 健一
Kenichi Okada

松澤 昭
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、ミリ波帯無線通信の研究が盛んに行われている [1]。既に 16QAM による通信が行われている。高度な変調方式になるにつれて高速の通信を可能とする一方で、より高い SNR が必要とされる。しかし、実際には送信機の出力にはローカル信号やイメージ信号といった不要波が含まれてしまうため、これらを抑制することが求められる。本研究では送信機のミキサにおいて発生するローカルリークを -40 dBc を目標として抑制する手法について検討を行う。

2 提案手法

図 1(a) に本研究で用いたダブルバランスミキサを示す。このミキサの出力信号は通常 $x = \frac{2A_{BB}}{\pi} [\cos(\omega_{LO} - \omega_{BB})t + \cos(\omega_{LO} + \omega_{BB})t] + \dots$ という式で表される。しかし実際には個々のトランジスタにおいて、ゲート・ドレイン間容量やしきい値電圧にばらつきがあるため、ローカルリークが発生する。このローカルリークを抑制するためのミキサとして図 1(b) のような回路が考えられる。

このミキサは各トランジスタのゲートバイアスを個々に調整できるように合計で 4 つのキャパシタが挿入されている。このようにすることでゲート・ドレイン間容量やしきい値電圧のばらつきによって生じたローカルリークの大きさを調整でき、LOp から生じたローカルリークと LOn から生じたローカルリークで打ち消すことが可能になる。

3 検討結果

まずはじめに図 1(b) 中のトランジスタ M3 だけしきい値電圧を低くし、ローカルリークの検出を行った。図 2 はトランジスタ M3 にかかるゲートバイアス V_{gLO} をスイープしたときに所望波とローカルリークの大きさがどのようになるかを示している。

次に 4 つのトランジスタはすべて同じしきい値電圧とし、トランジスタ M3 のゲートドレイン間に 1 fF の容量を挿入してローカルリークの検出を行った。図 3 はトランジスタ M3 にかかるゲートバイアス V_{gLO} をスイープしたときに所望波とローカルリークの大きさがどのようになるかを示している。

これら 2 つのシミュレーションから、 V_{gLO} を変化させることでローカルリークを抑えられることがわかる。

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ローカルリークの抑制手法の検討を行った。ミキサに用いる全てのトランジスタのゲートバイアスを可変にすることで、ローカルリークの大きさを調整し、出力側で打ち消すことが可能であることが確認できた。

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、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、メンター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。

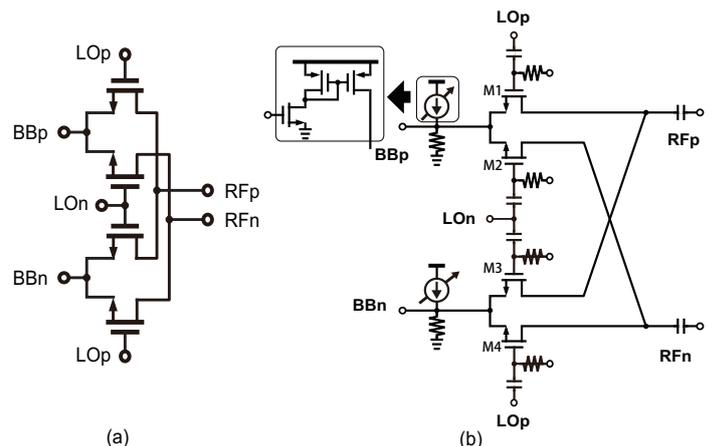


図 1 (a) 一般的なダブルバランスミキサ (b) ゲートバイアスを 4 つ挿入したミキサ

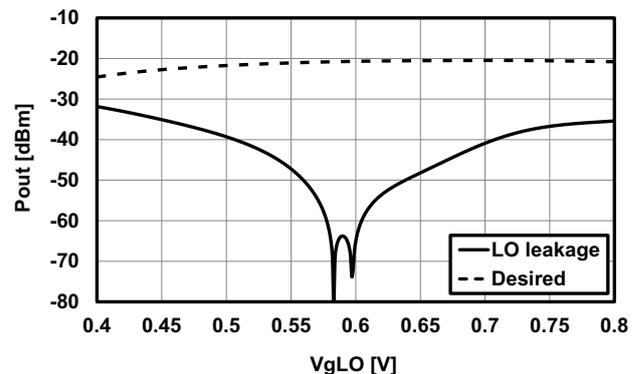


図 2 しきい値にばらつきがあるときの V_{gLO} と P_{out} の関係

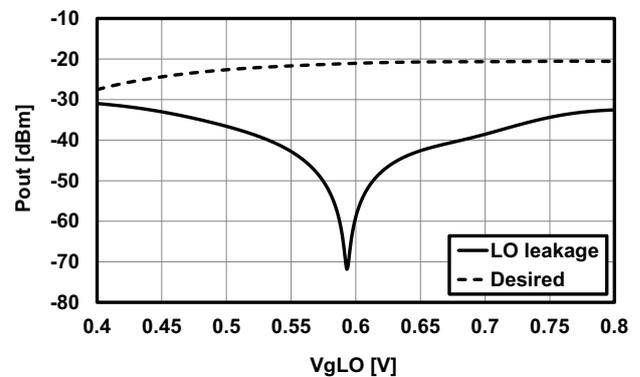


図 3 ゲートドレイン間容量にばらつきがあるときの V_{gLO} と P_{out} の関係

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," in ISSCC, Feb. 2012.