

アクティブフィルタによる W-CDMA 受信機の歪抑制に関する検討

Analysis of Nonlinear Distortion Suppression with Active Filtering Circuit for W-CDMA Receiver

金丸 正樹
Masaki Kanemaru

ドン タ ゴク フイ
Dong Ta Ngoc Huy

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 電子物理工学専攻
Department of Physical Electronics, Tokyo Institute of Technology

1 まえがき

近年、複数の無線通信規格に対応したマルチバンド無線端末への要求が高まっている。マルチバンド化に伴い、従来 Tx リーク除去を目的として用いられた LNA-Mixer 間の SAW フィルタを取り除くことが求められる。この対策としてオンチップフィルタにより Tx リークを減衰する手法が提案されている [1]。しかし、Tx リークは最大で-30dBm 程度まで想定する必要がある。このとき、アクティブフィルタを用いている場合には大きく特性が劣化することが考えられる。本発表では、アクティブフィルタリング時の線形性劣化の可能性について検討する。

2 強入力時の特性劣化

図 1 にアクティブフィルタリング回路の一例を示す。ノッチフィルタにより Tx リークを減衰させ、以降の増幅段における歪を抑制している。ノッチ周波数での X 点の電圧は

$$v_X = \frac{j\omega_{\text{notch}}C_1}{g_{mp} - g_{mn}} v_{in} \quad (1)$$

と表される。したがって Q エンハンスにより $g_{mp} - g_{mn} \rightarrow 0$ としたとき $v_X \rightarrow \infty$ となり、非常に大きな振幅となる。このとき、M1, M2 に大信号が入力されることとなり、飽和領域からはずれる恐れがある。飽和領域から外れた場合には、Q エンハンス回路の g_{mn} が下がることとなり、ノッチフィルタの Q 値の劣化につながる。また、MOS が非線形動作をするため、Q エンハンス回路において大きな歪が発生する。

3 シミュレーション

入力 Tx リークパワー及び Q エンハンスの強度に対する抑圧量をシミュレーションにより求めた。Tx 周波数は 1.92GHz を仮定する。図 2 より I_{bias} を大きくすることで Tx の抑圧量を増やせるが、Tx パワーの増加により抑圧量が大きく減少していることがわかる。また、抑圧量 5dBm、20dBm および Q エンハンス非動作時の v_{out} における IM3 の評価を行った。妨害波入力 Tx リーク及び 380MHz 離調 CW ブロッカを仮定している。CW ブロッカは -45dBm で固定とし、Tx リークパワーを掃引する。増幅段の利得は 10dBm、IIP3 は 5dBm とする。図 3 より Tx 抑圧量 5dBm、20dBm での IM3 は、Q エンハンス非動作時と比較してそれぞれ 5dBm、2.5dBm 改善されている。抑圧量 20dBm では Q エンハンス回路より発生する IM3 が原因となり、改善量が少なくなっている。

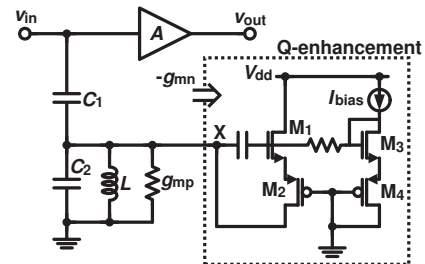


図 1 アクティブフィルタリング回路

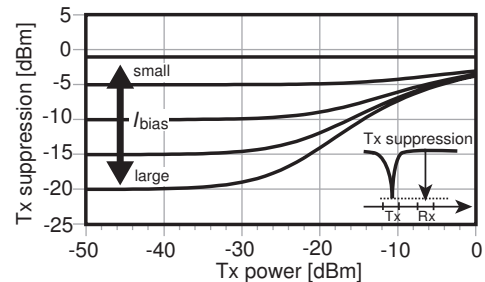


図 2 Tx リーク抑圧量

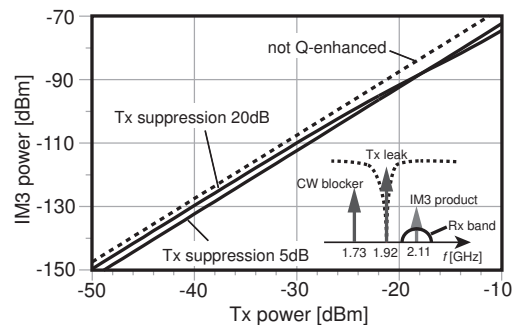


図 3 IM3 出力パワー

4 まとめ

アクティブフィルタリング回路に関する非線形歪解析を行った。Q エンハンス強度を上げる場合には、抑圧量の劣化や Q エンハンス回路での歪が発生し、結果として線形性改善が見込めない可能性があることを示した。

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』、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] B. Tenbroek, *et al.*, "Single-Chip Tri-Band WCDMA/HSDPA Transceiver without External SAW Filters and with Integrated TX Power Control," *ISSCC Dig. Tech. Papers*, pp. 202–203, Feb. 2008.