

集積化無線送受信機におけるPA-LNA間アイソレーションの評価

An Evaluation of Isolation between On-Chip PA and LNA

今西 大輔 金丸 正樹 岡田 健一 松澤 昭
Daisuke Imanishi Masaki Kanemaru 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 はじめに

近年の CMOS 回路技術の発達に伴い、従来は GaAs などの化合物半導体を用いて作製されていた電力増幅器 (PA) が CMOS を用いても十分な性能を実現ようになってきた [1]。今後の更なる低コスト化、省スペース化の流れから、PA を他の RF フロントエンドと集積化し、1 チップトランシーバを実現することが期待されている。しかし、PA を集積化した場合の Tx リークの増加が懸念される。そこで、本稿では PA と低雑音増幅器 (LNA) を同一チップ上に作製し、アイソレーションの評価を行った。

2 Tx リーク

WCDMA をはじめとする FDD システムでは Tx と Rx が同時に動作しているため、Tx 信号がデュプレクサを通して Rx 側に入る Tx リークが問題となる。Rx 信号に対して大きな Tx リークが存在すると Rx の非線形性から、鈍感化による Rx のゲインの低下や、Tx リークと妨害波との 3 次歪みが Rx 帯域に重なってしまう問題が生じる。

PA を Rx, つまり LNA と集積することによってデュプレクサを通した Tx リークのほかにインダクタカップリングとして伝わる経路と基板カップリングとして伝わる経路が生じるので、Tx リークが増加してしまうことが予想される (図 1)。

3 測定結果

LNA, PA 共に周波数は 5GHz で、入出力をオンチップのインダクタおよびキャパシタを用いてマッチングさせている。0.18 μm CMOS プロセスを用いて作製したチップの写真を図 2 に示す。1 つの PA に対し、LNA を複数配置することで Tx リークの距離に対する依存性を測定した。Tx リークはネットワークアナライザを用いて PA を入力、LNA を出力としたときの 5GHz における S21 によって評価した。PA, LNA の小信号電力利得は測定からそれぞれ 5.6dB, 15.1dB であったので、S21-20.7dB により PA 出力から LNA 入力へのアイソレーションを求めることができる。アイソレーションと PA, LNA 間の距離の関係は図 3 のようになった。ここで PA, LNA 間の距離は図 2 に示すインダクタの中心間の距離 d とした。この結果から、PA と LNA を十分に離しておけば PA, LNA 間のアイソレーションは、デュプレクサによるアイソレーションと比較して十分に大きいので、カップリングは無視できることがわかった。

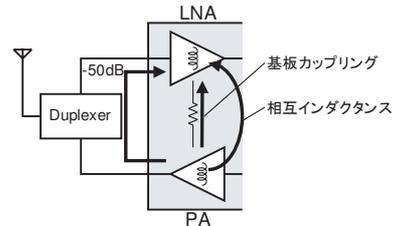


図 1 Tx リークの経路

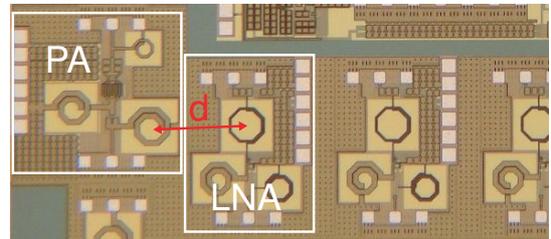


図 2 チップ写真

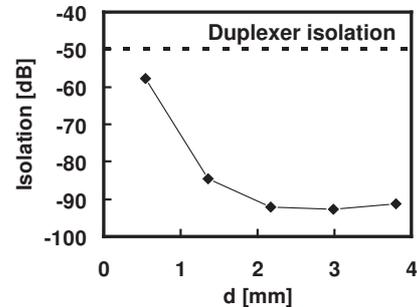


図 3 アイソレーションの測定結果

4 まとめ

5GHz 帯の PA と LNA を同一チップ上に作製して PA, LNA 間のアイソレーションの評価を行った。その結果、PA, LNA 間のアイソレーションはデュプレクサによるアイソレーションと比較して十分大きいので、カップリングは無視できることがわかった。

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] I. Aoki, et al., "A Fully-Integrated Quad-Band GSM/GPRS CMOS Power Amplifier," *IEEE J. Solid-State Circuits*, vol. 43, no. 12, pp. 2747-2758, Dec. 2008.