

オンチップトランスを用いた 5.2GHz 帯 CMOS 高効率プッシュプル型電力増幅器の開発

Development of high efficiency CMOS push pull power amplifier for 5.2 GHz with center tapped transformer

貞清 知輝
Tomoki Sadakiyo
九州大学大学院 システム情報科学府
Grad. School of ISEE, Kyushu University

金谷晴一
Haruichi Kanaya
九州大学大学院 システム情報科学府
Grad. School of ISEE, Kyushu University

1 はじめに

近年、無線 LAN の正式規格として IEEE 802.11ac が承認された。これは 5.2GHz 帯の電波信号を利用するものであり、使用する変調方式である 256QAM は信号に線形性を必要とする。また、無線通信端末は小型化、軽量化、低消費電力化が求められている。この要求に応えるためには送信の要である電力増幅器の高効率化が重要となる。

そこで本研究では、TSMC 社の 0.18 μm CMOS プロセスにより、5.2GHz 帯の信号増幅を目的として、線形性と効率を求めたプッシュプル型電力増幅器の開発を行った。また、プッシュプル型電力増幅器の動作に必要なオンチップトランスを設計した。また、電力増幅器の出力インピーダンスをアンテナのインピーダンスの複素共役とすることで高効率化を行った。

2 回路設計

図 1 に提案するプッシュプル型電力増幅器の回路図を示す。提案する電力増幅器は入力整合回路、トランス、カスコード接続した増幅回路で構成されている。プッシュプル型増幅回路の動作に必要なトランスは集積回路上に試作・測定したデータを用いた。また、出力側は PAE を最大とするために、整合回路を用いたインピーダンス整合を行わず、アンテナのインピーダンスを電力増幅器に合わせて変化させることで、インピーダンス整合を行った。

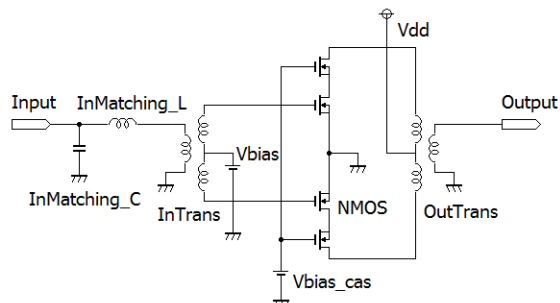


図 1. 提案したプッシュプル型電力増幅器の回路図

3 トランス設計

図 2 に 0.18 μm CMOS プロセスにより試作したトランスのレイアウトを示す。トランスは、3 層メタルを使用した 2 端子のコイルと 6 層メタルを使用した 3 端子のコイルで構成されている。設計は電磁界解析により行った。2 つの出力における信号の大きさは等しく、逆位相となっており、プッシュプル型電力増幅器に使用するのに十分な性能であることが分かった。

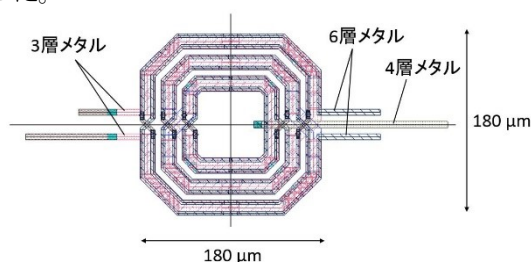


図 2. 設計したトランスのレイアウト

4 アンテナのインピーダンス整合

文献[1]のインピーダンス整合回路を用いることで、アンテナのインピーダンスを任意の値に変更できる。図 3 にアンテナ上に作られたインピーダンス整合回路を示す。これにより電力増幅器に整合回路を用いることなくインピーダンス整合を行った。

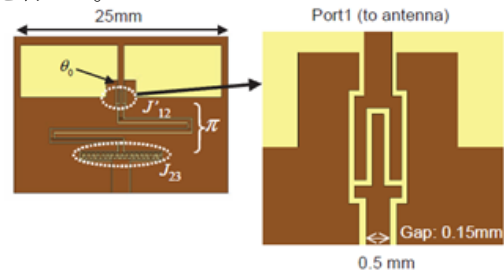


図 3. アンテナ上の整合回路の一例[2]

5 シミュレーション結果

図 4 に入力電力対 PAE 特性を示す。PAE が最大となるインピーダンスで整合を行うことで、線形動作時最大 PAE は 3.3 ポイント増加し 15.7%、最大 PAE は 5.7 ポイント増加し 30.9%となり、線形性を維持したまま高効率化に成功した。

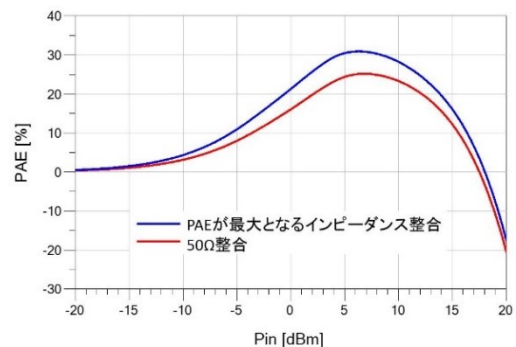


図 4. 入力電力対 PAE

6 まとめ

本研究では、設計したトランスを用いることで 5.2GHz 帯プッシュプル型電力増幅器の開発を行った。そして、PAE が最大となるようにインピーダンス整合を行うことで、線形性を維持したまま高効率化することができた。

謝辞

本研究は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キーサイト・テクノロジー株式会社、並びに日本ケイデンス株式会社の協力で行われたものである。

参考文献

- [1] 吉田啓二、金谷晴一、特許:特許第 4827260 号
- [2] Haruichi Kanaya, Kazuhiro Hayakawa, Yuzou Nagata, Daisuke Kanemoto, Keiji Yoshida, "Development of Dual Band Miniaturized Slot Antenna with 2-Stage Bandpass Filter," 2011 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation, pp.2761-2763, 2011