

平成 25 年度工学系共通経費による顕彰と研究助成 成果報告書

所 属	電気電子工学専攻
研究者 (ふりがな)	TRAN GIA KHANH (タンザカン)
タイトル	多バンド入力広帯域増幅器の歪補償に関する研究
助 成 名	工系若手奨励賞
採択金額	1,000,000 円

研究の背景 近年、ユビキタスネットワークサービスを提供するため多種多様な無線通信システムが普及・発展している。これらをホームネットワーク上で利用するためにはユーザ自身がネットワークや無線通信に関するスキルを習得したり、システム個別のハードウェアが必要となる。これらの問題を解決するために、WiFi や Cellular, RFID のような複数のシステムの信号を同時に取り扱い、送信する形態が提案されている。これにより、様々な無線方式に対応する汎用性向上と RF 部品点数削減が実現できる反面、多バンド入力広帯域増幅器の利用が必要となる。本研究では多バンド入力広帯域増幅器の非線形性を解析し、線形出力を実現する帰還型歪み補償技術を提案し、実験検証を行う。

結果と考察 図 1 マルチバンドミキサを利用した単一フィードバック系提案アーキテクチャ

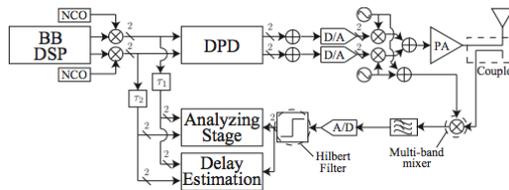


図 2 マルチバンドミキサを用いた単一フィードバック系実験系および実験諸元

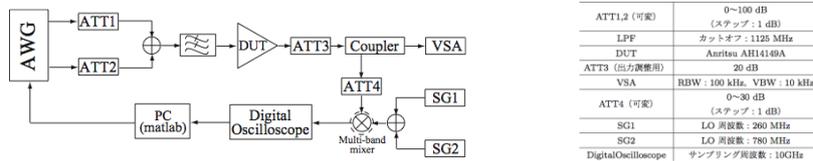
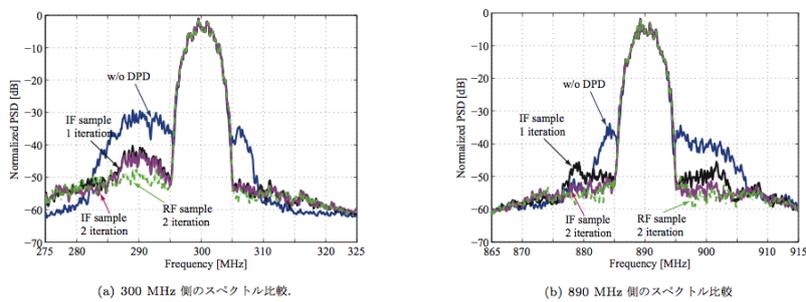


図 3 フィードバックアーキテクチャの違いによる補償性能比較



従来、部品添削を図るため、多バンド入力広帯域信号の同時増幅を実現する送信機が既に提案されている。本構成では非線形歪みを補償するためにバンド毎の並列帰還型回路を用いるため、各バンドに応じた RF フィルタや帰還型回路が必要となり、部品点数の増加や電力効率の悪化といったデメリットがある。この問題点を解決する、多バンド帰還型信号に対してアンダーサンプリングによる一括周波数変換を行い、帰還型回路構成を簡易化する技術も検討されたが、アンダーサンプリング後の不要波や雑音フロアが高くなり、歪み補償性能が低下してしまう。本研究では図 1 の様なマルチバンドミキサを利用した単一フィードバ

ク系アーキテクチャを提案した。多バンドミキサの利用により、多バンド信号の帰還系を共通化でき、バンド数分の部品点数を削減し、更に一括ダウンコンバートによる重畳した不要波や雑音レベルを抑圧する。提案構成を検証するために、図2に示す実験系を構築した。実験手順としては、まず任意信号発生器(AWG)から matlab を用いて生成した信号を発生させ、AWG内と可変ATT1,2それぞれを用いて増幅器への入力電力を各バンドで同じになるように調整し、入力前のローパスフィルタ(LPF)は量子化によるスプリアス低減のために用いた。増幅器出力後に電力分配器によりそれぞれベクトルシグナルアナライザ(VSA)、またはマルチバンドミキサを用いた単一フィードバック系へと分配する。単一フィードバック系では可変ATT4を利用してマルチバンドミキサへの入力電力を調整しつつ、SG1, SG2 から CW を発生し、同様にマルチバンドミキサへと入力する。マルチバンドミキサ出力後の信号は Digital Oscilloscope を用いてサンプリング周波数 10 GHz で取り込み、取り込んだ信号を matlab で処理し、歪み補償信号を形成する。生成した歪み補償信号を再度 AWG から発生させ、同様に電力調整を行い、VSA でスペクトルを確認することで補償性能の評価を行った。補償結果は図3に示す。低い周波数帯の 290 MHz 帯における相互変調歪みのみ性能が数 dB 劣化している。これは AWG の量子化が 8 bits であるため、ノイズフロアが高く、IF 帯で信号を取り込む際に歪みがノイズフロアに埋もれていることとマルチバンドミキサによる当該帯域外の高調波や相互変調歪みの漏れ込みが原因で 1 回では学習しきれないためである。しかし、マルチバンドミキサを利用した場合においても、混変調歪みや高調波歪みが繰り返し学習することで除去できていることから、各バンド毎にフィードバックした場合と同程度の補償性能が得られていることがわかる。

結論と今後の課題 本研究では、UCWN の実現に向けてフレキシブルアクセスポイントの汎用性向上のための初期検討として、デュアルバンド信号の一括処理用送信系の検討を行った。デュアルバンド送信系における直交変調器、電力増幅器の不完全性のモデル化方式の検討を行い、双方共に測定結果とモデル化結果を比較することでモデルの妥当性を検証した。既存の送信系アーキテクチャの問題を改善するためにマルチバンドミキサを用いた単一フィードバック系を有するデュアルバンド信号用送信系の提案を行った。加えて、膨大な数の係数と大きな演算量といった問題を有する並列型の同時補償法から縦続型の同時補償法を提案し、より少ない係数と演算量を実現することができた。提案した補償方式及びアーキテクチャの有効性の検討のために実験を行った。本実験により、提案した拡張 2-D DPD モデルと送信機アーキテクチャ、縦続型同時補償の有効性を示し、ACPR を W-CDMA の仕様を満足できる程に改善することができた。

使用内訳書

費目	内訳	金額
備品1	Kintex-7 FPGA DSP キット	483,000
備品2	パナソニック ノートパソコン	194,800
消耗品	DVD-R 録画用, ソフトウェア保守サービス等	245,780
旅費	国内出張	76,420
その他		
合計		1,000,000

記入上の注意：

備品は、品名ごとに記入。

差額が生じた場合は、消耗品で調整。

消耗品を購入しなかった場合は、経費の差額と補填した予算科目名を合計額の内訳欄に記入。