

波形エンジニアリングに基づいた高効率増幅器の理論および解析

Fundamentals and Analysis of High Efficiency Amplifiers Based on Waveform Engineering

山本 洋[†]

Hiroshi Yamamoto[†]

[†]住友電気工業株式会社

概要

第五世代移動通信システム(5G)の実用化に向けて検討が進む中、増幅器の高効率化に対する要求が高まっている。近年、トランジスタの電圧および電流波形を整形することで高効率化を目指す波形エンジニアリング(Waveform Engineering)が注目されている。その背景には、理論面と測定面の双方における進展がある。まず理論面では Continuous モードによる回路設計のデザインスペースが広がったことが挙げられる(図 A)。また評価面では高調波ロードプルおよび電流源を参照面とした低周波アクティブロードプル(図 B)などで電流・電圧波形を実測で評価できるようになってきたことが挙げられる。本稿では、高効率増幅器の設計における波形エンジニアリングの理論および評価について紹介する。また実デバイスにおけるオン抵抗の重要性について説明し、電流源の特性評価として有望な低周波アクティブロードプルで最近得られた結果を紹介する。

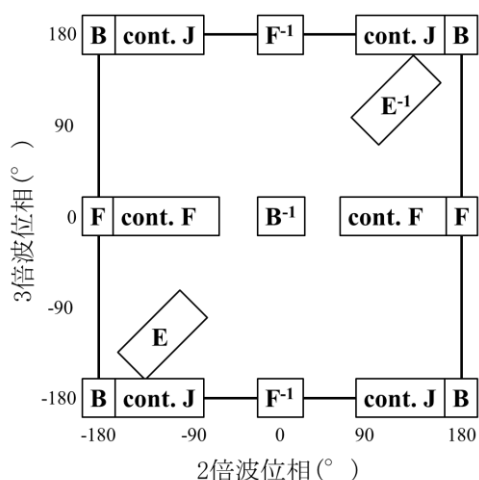


図 A 高調波負荷の位相と動作級の関係概念図
($\Gamma=1$ で 3 倍波までを仮定)

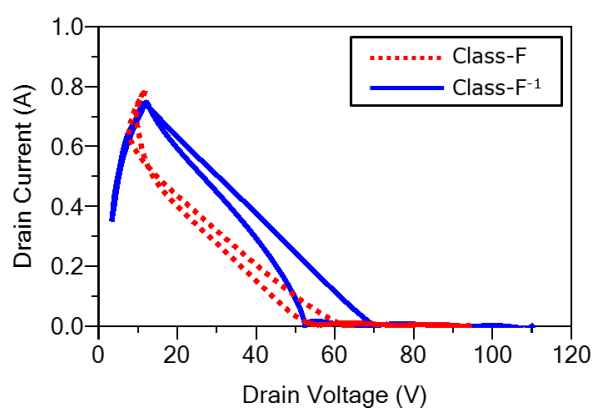


図 B 低周波アクティブロードプル評価の例[10]
(基本波周波数 2 MHz、B 級バイアス)

Abstract

Waveform engineering, which is based on shaping transistor voltage and current waveforms, has attracted much attention to circuit designers of high efficiency power amplifiers towards 5G systems. Recently, formulation of the “Continuous” modes theoretically opens a broad design-space compared with traditional PA modes as shown in Fig. A. In addition, a low-frequency active load-pull measurement technique enables us to obtain RF characteristics as well as dynamic load lines under realistic large-signal operation (Fig. B). This paper reviews the recent progress on the waveform engineering and shows two evaluation examples of our GaN HEMTs.