The University of Electro-Communications

高効率増幅器設計技術に基づく高効率トランジスタ整流器の実現

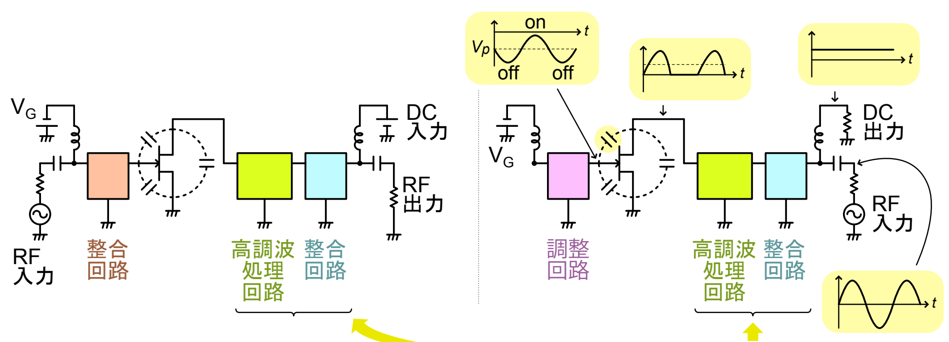
溝口 奨悟、藤牧 美咲子、大吉 一成、安井 吏　　電気通信大学

トランジスタ増幅・整流動作の類似性（時間反転双対性）

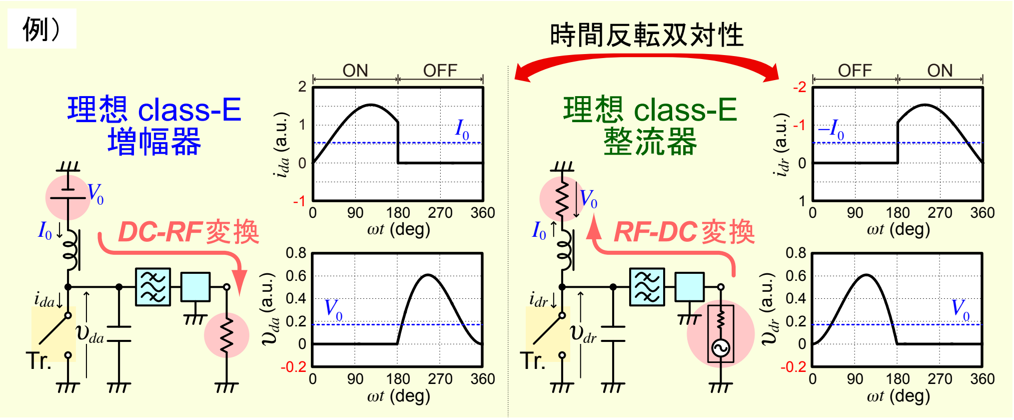
トランジスタ増幅器(DC-RF変換)
&
トランジスタ整流器(RF-DC変換)

ドレイン側に同じ整合（高調波処理込）を接続
➡ 同程度の高効率動作

基本動作原理

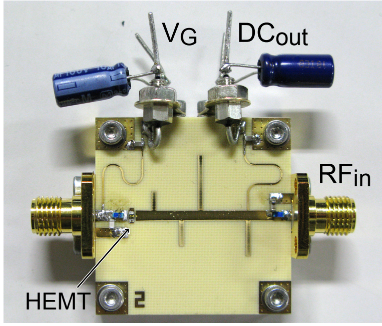


理想E級動作における電圧・電流波形の関係の例

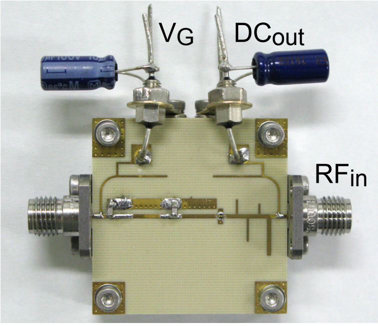


2.45 GHz帯および5.8 GHz帯GaAs pHEMT整流器

－ 2.45 GHz帯GaAs pHEMT整流器 －



－ 5.8 GHz帯GaAs pHEMT整流器 －



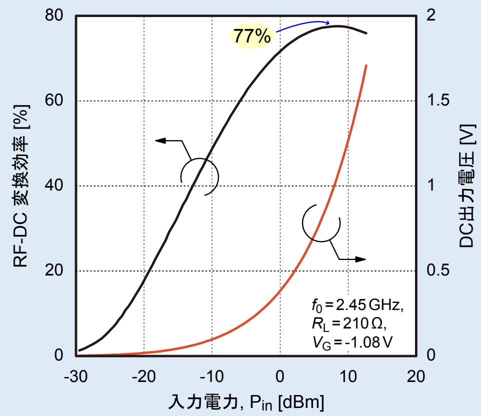
基板 : Megtron 6 (Panasonic)

厚さ : 0.75 mm, ε_r: 3.7, tanδ: 0.002　　　厚さ : 0.3 mm, ε_r: 3.7, tanδ: 0.002

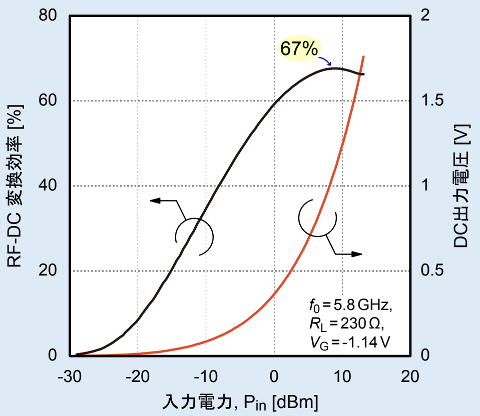
● 構成　ドレイン側を高調波リアクティブ終端することで高効率化
（高効率増幅器設計技術をそのまま流用）

2.45 GHz帯 : ５次高調波まで処理　　　5.8 GHz帯 : ４次高調波まで処理

- RF-DC変換効率およびDC出力電圧 -



- RF-DC変換効率およびDC出力電圧 -

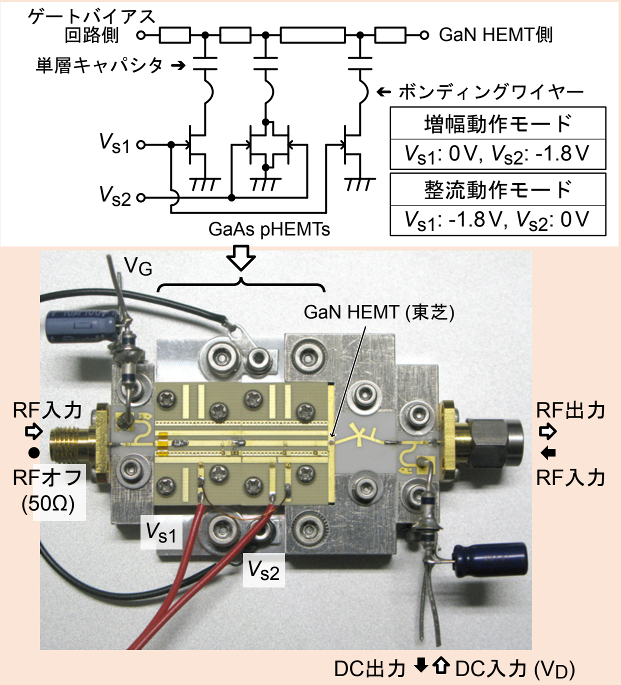


● 性能

最大RF-DC変換効率: 77%
@2.45 GHz

最大RF-DC変換効率: 67%
@5.8 GHz

5.4 GHz帯 DC-RF/RF-DC GaN HEMT相互変換モジュール

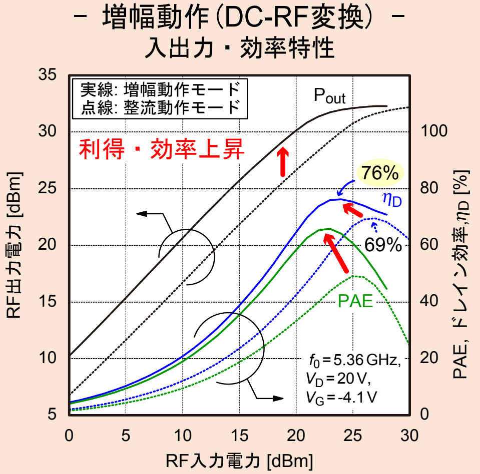


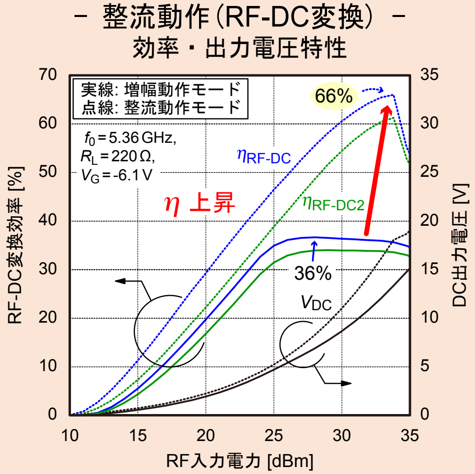
基板：ドレイン側：アルミナ（厚さ 0.5 mm）
　　　ゲート側：Megtron 6（Panasonic, 厚さ 0.4 mm）

● 構成

ゲート側にインピーダンススイッチ回路を接続し、DC-RF(増幅)、RF-DC(整流)各変換モードが切替え可能

ドレイン側は４次高調波までリアクティブ終端処理
（5.6 GHz高効率GaN HEMT増幅器の回路を流用）

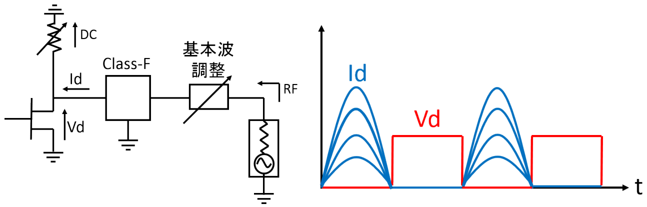


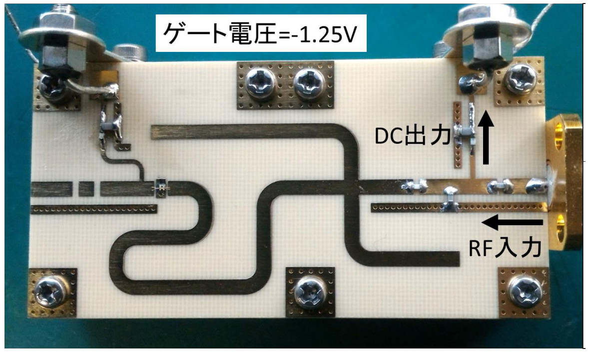


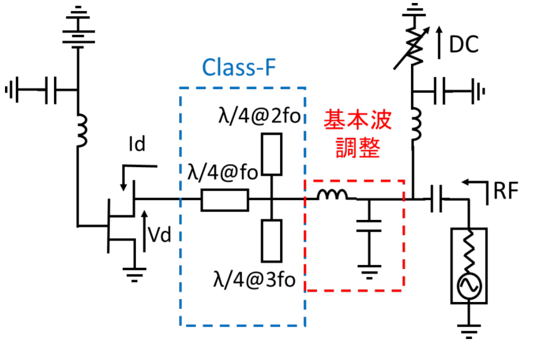
● 性能

増幅動作(DC-RF変換)：最大ドレイン効率＝76% @5.36 GHz
整流動作(RF-DC変換)：最大RF-DC変換効率＝66% @5.36 GHz

900 MHz 高ダイナミックレンジンGaAs pHEMT F級整流器





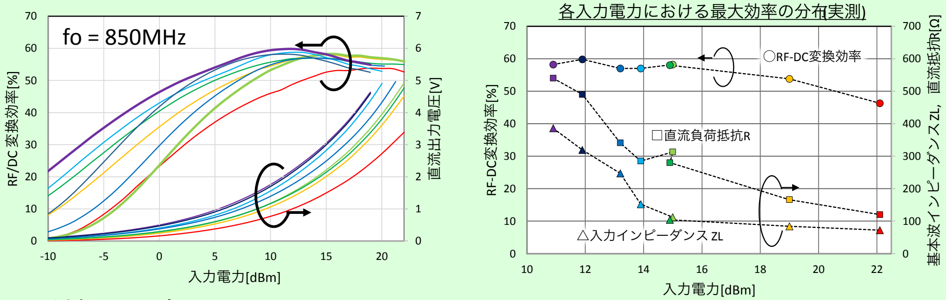


F級高調波終端条件を保ちつつ、基本波インピーダンス終端値を変化させ、電圧波形を変えずに電流波形を相似変化
↓
高効率動作点の電力値可変化

第１段階として、基本波終端インピーダンスをチップ素子付け替えで複数サンプル作製

高調波処理次数
ドレイン側：３次まで

基板：樹脂
（MEGTRON7）
厚さ：0.75 mm
比誘電率：3.4
誘電正接：0.002



９種類の回路
RF-DC変換効率＞55% @ 6~22 dBm
２種類の回路で広ダイナミックレンジを実現