

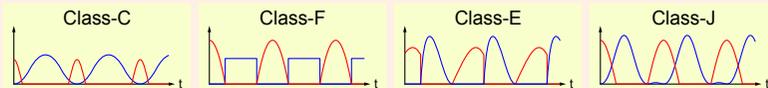
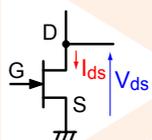
リアクティブ終端型高効率電力増幅器およびデュアルバンド化技術

丸山 有慧、高木 裕貴、西沢 永 電気通信大学

リアクティブ終端高調波処理

・高効率マイクロ波電力増幅器

トランジスタでの電圧・電流波形



波形の重なりを無くす → 高効率化

波形制御 → 高調波制御

電圧・電流波形のひずみ波交流表記

$$I_{DS}(t) = I_{DC} + \sum_{n=1} \sqrt{2} I_n \sin(n\omega_0 t + \varphi_n + \theta_n)$$

トランジスタでの平均消費電力

$$P_{diss} = \frac{1}{T} \int_0^T V_{DS}(t) I_{DS}(t) dt = V_{DC} I_{DC} + V_1 I_1 \cos \theta_1 + \sum_{n=2} V_n I_n \cos \theta_n$$

$$V_{DS}(t) = V_{DC} + \sum_{n=1} \sqrt{2} V_n \sin(n\omega_0 t + \varphi_n)$$

高効率動作条件

$$\sum_{n=2} V_n I_n \cos \theta_n = 0$$

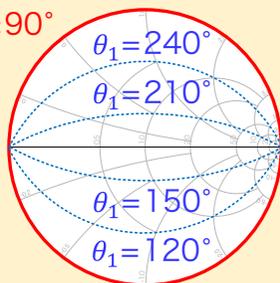
➢ $\theta_n (n \geq 2) = \pm 90^\circ$

高調波リアクティブ終端

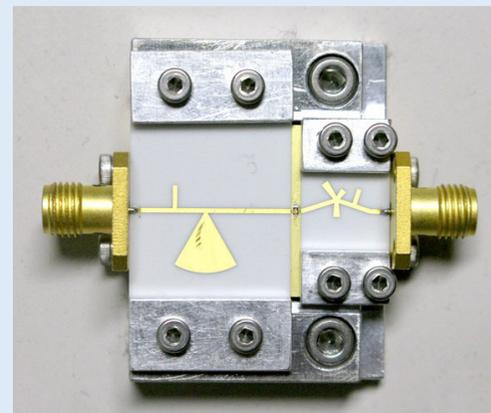
$$V_{DC} I_{DC} + V_1 I_1 \cos \theta_1 = 0$$

➢ $\theta_1 : 90 \sim 270^\circ$ の範囲で調整

$\theta_n = \pm 90^\circ$

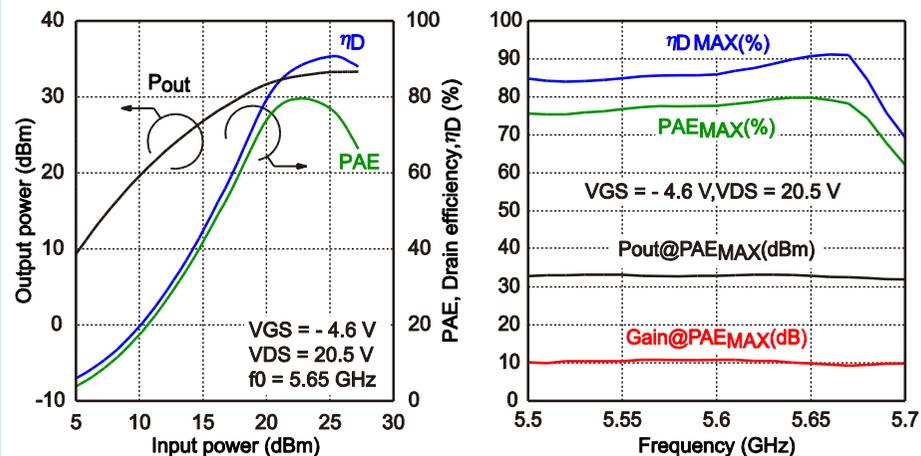


5.6 GHz帯 高効率GaN HEMT増幅器



● 構成

- $\lambda/4$ 終端開放スタブを用いて各高調波をリアクティブ終端
- 高調波処理次数
ソース側：2次
ロード側：4次まで
- 基板：アルミナ
厚さ：0.5 mm
比誘電率：9.8
誘電正接： 10^{-4}



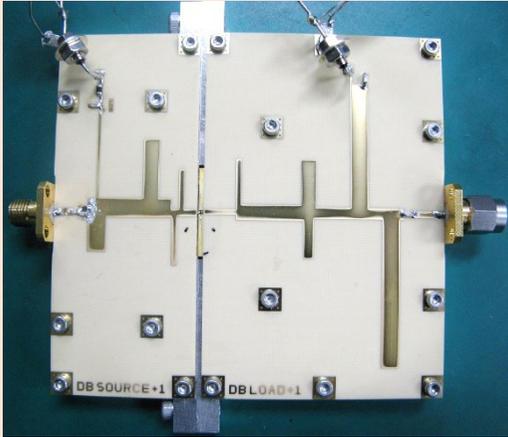
● 性能

- 最大PAE: 79%
- 最大ドレイン効率: 90%
- 飽和出力: 33 dBm @5.65 GHz

最大PAE > 76%

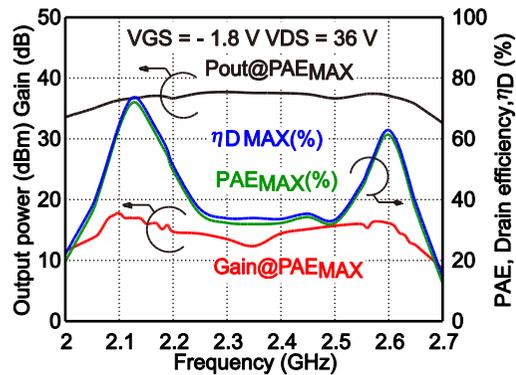
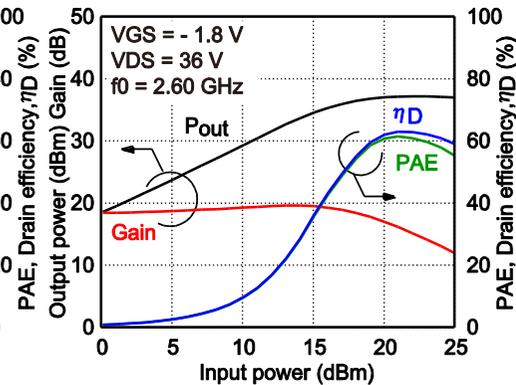
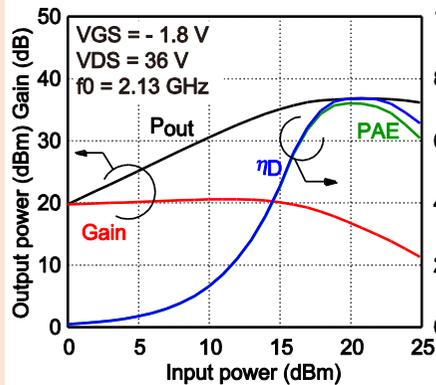
- @5.54 ~ 5.67 GHz
- 最大ドレイン効率 > 85%
- @5.53 ~ 5.68 GHz

2.1/2.6 GHz帯 高効率デュアルバンドGaN HEMT増幅器



● 構成

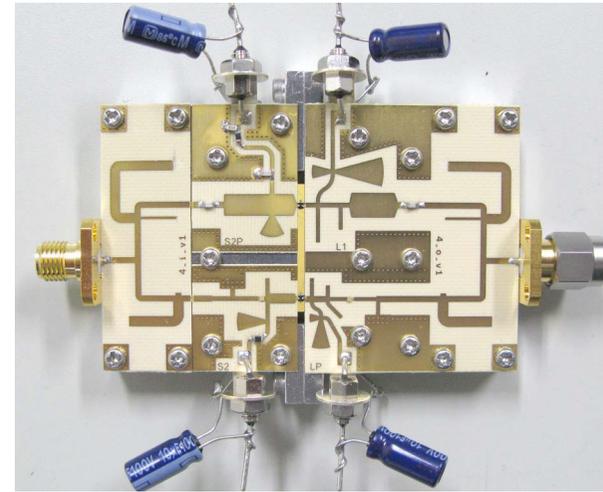
- $\lambda/4$ 終端開放スタブを用いて各動作周波数の高調波を各々リアクティブ終端
- 高調波処理次数
ソース側：各々2次
ロード側：各々2次
- 基板：樹脂 (MEGTRON6)
厚さ：0.75 mm
比誘電率：3.7
誘電正接：0.002



● 性能

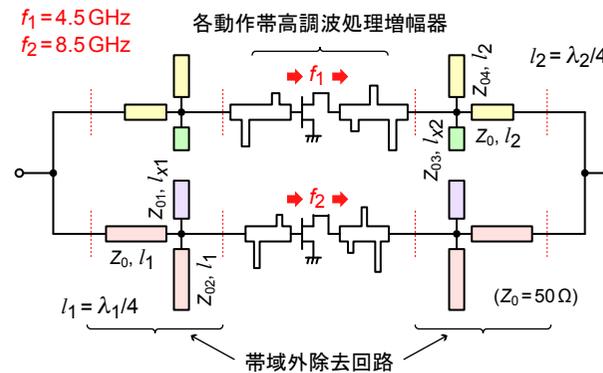
- 最大PAE: 72 / 61%
- 最大ドレイン効率: 73 / 63%
- 飽和出力: 36 / 37 dBm @2.13 / 2.60 GHz

4.5/8.5 GHz帯 コンカレントデュアルバンドGaN HEMT増幅器



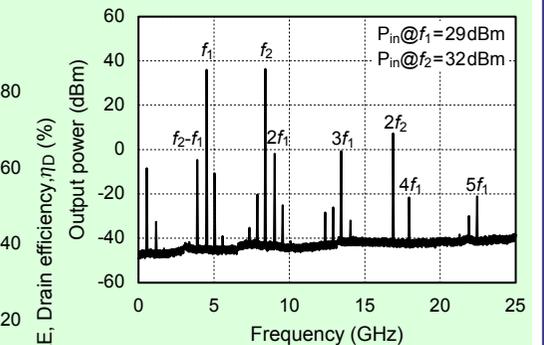
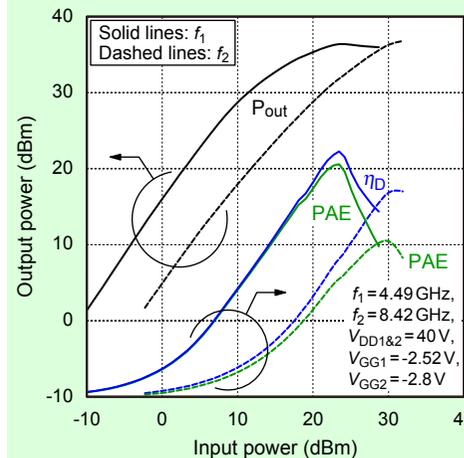
● 構成

- 各帯域の高調波リアクティブ終端高効率増幅器の入出力に帯域外除去回路を接続
- 高調波処理次数
各ソース側：2次
各ロード側：3次まで
- 基板：樹脂 (MEGTRON7)
厚さ：0.4 mm
比誘電率：3.4
誘電正接：0.002



● 性能

- 最大PAE: 61%
- 最大ドレイン効率: 64% @4.49 GHz
- 最大PAE: 41%
- 最大ドレイン効率: 54% @8.42 GHz



- 近接帯域妨害信号を -38 dBc 以下に低減