

マイクロ波ミリ波デバイスおよび電力増幅器設計の基礎 —高周波デバイスと電力増幅器設計の実例—

Fundamentals of Microwave/Millimeter-Wave Device and Power Amplifier Design

—Example of High Frequency Devices and Power Amplifier Design—

松永 高治†

Koji MATSUNAGA†

† 湘南工科大学工学部電気電子工学科

概要

電力増幅器は 5G などの携帯電話に加え地上幹線無線、衛星通信など大容量化に貢献していますが、特に携帯電話の次世代規格 (Beyond5G) では一層の高効率化、低歪化、広帯域化さらには小型化が求められると考えられます。これまで高効率化のために基本波、高調波インピーダンスの負荷制御による整合方法が確立されてきました。これは交流理論における有効電力、無効電力制御と基本は同じであり、動作モードに合わせてインピーダンスのリアクタンス成分をゼロにするか (力率 1)、リアクタンス成分のみにするか (力率 0) により原理的に基本波における効率を 100% にすることが可能になります。しかしながら実際の電力増幅器では寄生成分や、搭載されている高周波デバイスの物理起因による応答の影響で理論値にはなりません。低歪化もインピーダンス、出力電力レベル依存に加えて特性を決定するデバイス動作の物理的な理解が必要になります。本セッションでは GaAs や GaN などの高周波デバイス設計の観点から見た電力増幅器の高効率化、低歪化、広帯域化を実現するための考え方に関して実例をもとに解説します。

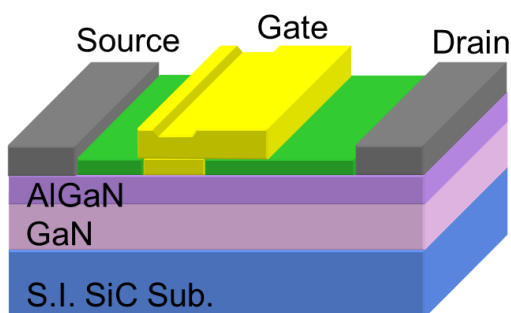


図 高周波デバイス構造 (GaN FET)

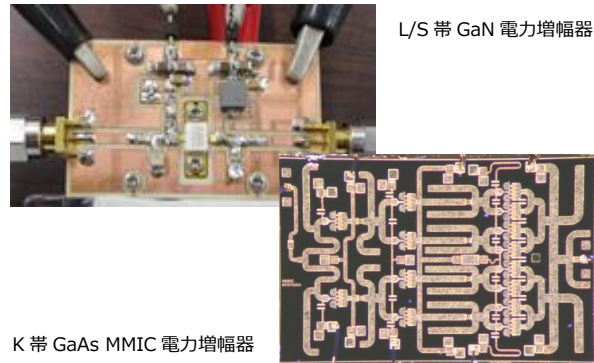


図 マイクロ波ミリ波電力増幅器の外観例

Abstract

In addition to contributing to large-capacity data such as 5G mobile phones, very small aperture terminal, and satellite communications, power amplifiers are also essential. For next-generation mobile phone standards (Beyond5G), even greater emphasis is placed on efficiency, reduced distortion, wider bandwidth, and miniaturization. So far, impedance matching methods using load control of fundamental and harmonic impedance have been established for improving efficiency. This is fundamentally the same as active power and reactive power control in AC theory, where the efficiency of the fundamental wave can be theoretically made 100% by setting the reactive components of impedance to zero (power factor 1) or to only reactive components (power factor 0) according to the operating mode. However, in practical power amplifiers, deviations from theoretical values occur due to parasitic components and the physical responses of devices. Reducing distortion also requires an understanding of the physical characteristics of devices, which are dependent on impedance and output power levels. This session will explain the approach to achieving high efficiency, low distortion, and wide bandwidth in power amplifiers from the perspective of high-frequency device design, such as GaAs and GaN, with practical examples.