

マイクロ波増幅器設計の基礎

Design Foundation for Microwave Amplifiers

高木 直
Tadashi TAKAGI

東北大学電気通信研究所 〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1
RIEC, Tohoku University 2-1-1 Katahira, Aobaku, Sendai, Miyagi, 980-8577 Japan

E-mail: takagi@it21.riec.tohoku.ac.jp

Abstract

Basic design technologies for microwave amplifiers and new amplifier schemes will be discussed. The contents are as follows: required performance for microwave amplifiers, basic amplifier configuration and amplification mechanism, output power and efficiency, available power and impedance matching and reflection, S-parameter, low noise amplifiers, harmonic balance analysis, class E, F, and Inverse F operation mechanism including simulation studies for CMOS amplifiers, distortion mechanism and PAPR problem, etc.

1. はじめに

ワイヤレス通信のトラフィックは、この10年で1000倍になるともいわれており[1]、通信の大容量化、高速化、高信頼化は今後ますます重要となる。マイクロ波増幅器は、ワイヤレス通信の送受信機フロントエンドに用いられ、通信システムの性能、コストを左右するキーデバイスとして今後も重要となる。図1にワイヤレス通信の送受信機構成を示す。送信機に用いる高出力増幅器（HPA: High Power Amplifier）には、高出力、低消費電力（高効率）、低歪み（低IM, NPR, ACPR）な性能が要求される。一方、受信機に用いる低雑音増幅器（LNA: Low Noise Amplifier）には、受信機全体として低雑音、低歪み（高IIP3）な性能が求められる。さらに端末用には小型、低コストであることが重要である。

ここでは、マイクロ波増幅器の設計に関する基礎技術および最近の増幅器技術について述べる。以下、マイクロ波増幅器設計における基礎的事項、送信用高出力増幅器の高出力化、高効率化、低歪み化技術、低雑音増幅器設計の基礎について述べる。

2. マイクロ波増幅器設計における基礎的事項

2.1 FETの構造と静特性

従来、マイクロ波増幅器にはGaAsFET、HBT等の化合物半導体が主に用いられてきたが、小型、低コスト化のためSi CMOSが注目されつつある。図2にSi nMOS FETの構造と直流特性例を示す。ドレイン電流 I_D は以下で与えられる。

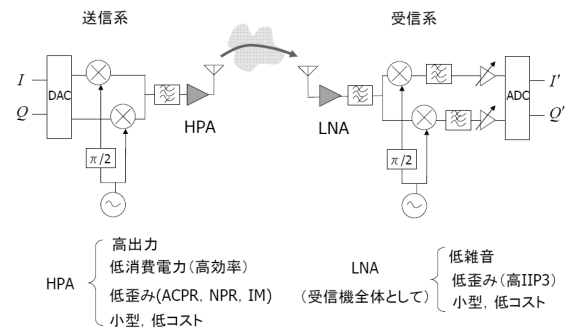


図1 マイクロ波増幅器への要求性能

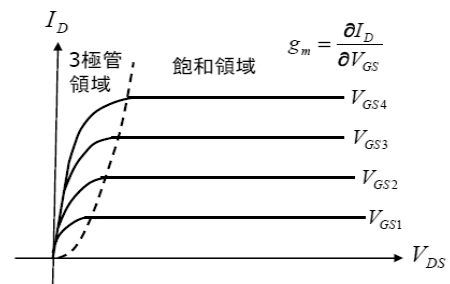
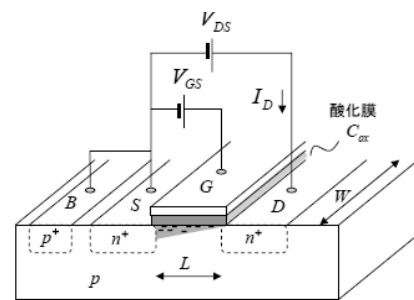


図2 FETの構造と直流特性 -Si nMOS FETの場合-