

マイクロ波広帯域増幅器設計の基礎

Introduction to Microwave Broadband Amplifier Design

伊藤 康之[†]Yasushi Itoh[†][†] 電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター

概要

マイクロ波広帯域増幅器の中でも数オクターブの超広帯域に亘って平坦な利得, 低い VSWR を示す分布形増幅器に注目し, まず入出力回路を伝送線路またはフィルタ回路で等価的に表現し, それぞれの回路について利得を求める方法を紹介します. 利得が求まると(a)帯域を固定した場合に利得を最大にする最適 FET 数 (N_{opt}), (b)GB 積が最大になる条件 (K 値), (c)FOM を計算することができる. 次に雑音特性について, 雑音モデルを用いて入出力回路を等価的に表現し, FET 数を変化させた場合の分布形増幅器の雑音指数および最小雑音指数を求める方法を紹介します. さらに広帯域増幅器の基本特性である群遅延特性について, 群遅延特性を劣化させる入出力終端回路での反射量に応じて出力電流が大きく変化する様子を解析的に表現する. 入出力終端回路の設計は群遅延特性だけではなく, 低周波端の帯域特性にも大きな影響を与えるので, 従来の受動素子だけでなく能動素子を用いたアクティブ終端回路の設計例も紹介する. マイクロ波広帯域増幅器の様々な特性を解析的に表現することは回路設計の基礎であり, 最終的に増幅器の良し悪しを大きく左右する.

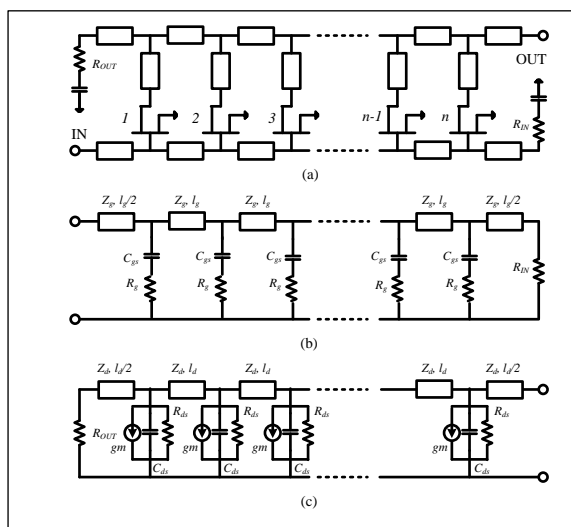


図1 分布形増幅器の回路構成

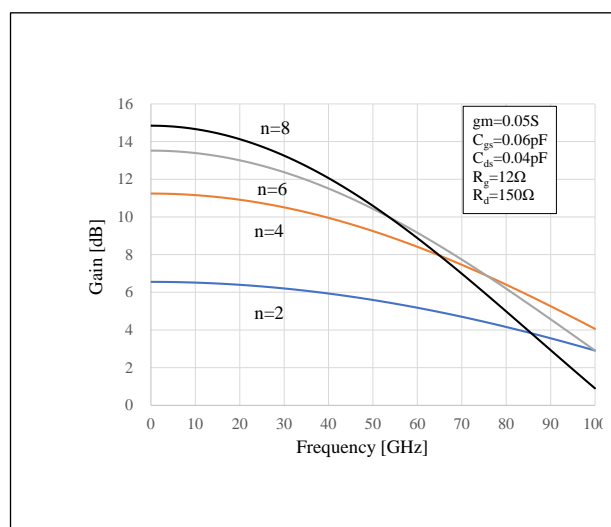


図2 分布形増幅器の利得 (Ayasli)

Abstract

Fundamentals for designing the distributed amplifier are introduced in this paper. First, the gain is analytically expressed for two different equivalent circuits using artificial transmission lines and filter circuits. Then the noise figure of the distributed amplifier is described as an approximated form using noise models. A variation of the group delays due to the mismatch at the gate and drain line loads is represented in terms of the output currents, showing that the variation arises with the mismatch. Moreover, the gate and drain line loads have a serious effect on the gain ripple at the low frequency end of the band. The gain ripple can be improved with the use of the active load terminations. The analytical design approach of the distributed amplifier presented here serves as an introduction of the amplifier design having stringent requirements for the performance.