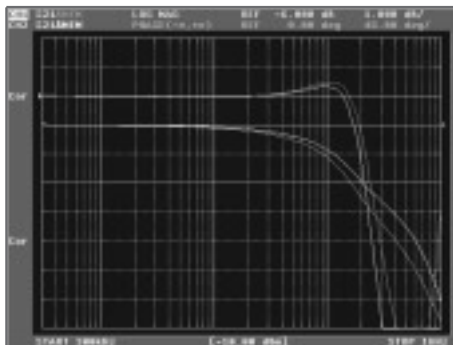


ICレビュー 実験室

19 高周波アンプ MMIC の評価方法

川田 章弘
Akihiro Kawata



今月からは、高周波アンプ用のMMICについて実験して、特性を評価していくことにします。今回はまず、高周波アンプの特性パラメータについて簡単に説明しておきます。

高周波アンプとMMIC

従来、高周波アンプは、図19-1に示すようにディスクリット部品を使って実現されていました。高周波

アンプでは、このような「回路図」はあまり技術情報としての意味がなく、実装状態やパターン幅などの物理的な条件が大切になってきます。

図19-1の回路を基板に実装したようすを写真19-1に示します。このアンプは、+20 dBm(100 mW)程度の最大出力パワーが得られる50 M~2 GHzの広帯域高周波アンプです。主な特性を図19-2に示します。このアンプは、 P_{1dB} が+25 dBmクラスの高周波パワー・アンプのドライバ・アンプとして設計したものです。

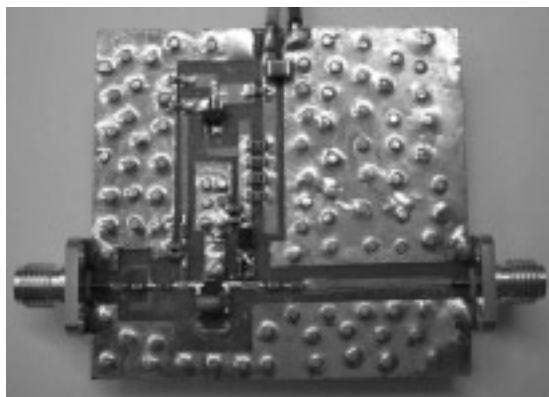


写真19-1 試作した高周波アンプの外観

● 高周波アンプを簡単に実現するにはMMICを使う

図19-1のような高周波アンプを設計するには、ある程度の高周波回路に関する知識が必要です。比較的面倒だったマッチング回路の設計なども、最近では、高周波回路シミュレータを使うことによりそれほど時間をかけずに行うことができるようになりました。しかし、高周波回路シミュレータが周囲にない場合や、それほど手間をかけて設計する時間がないという場合もあると思います。そんなときに便利なのが、MMIC化された高周波アンプです。

そこで、ここでは高周波アンプ用のMMICについて、実際に動作させて特性を見てみることにします。

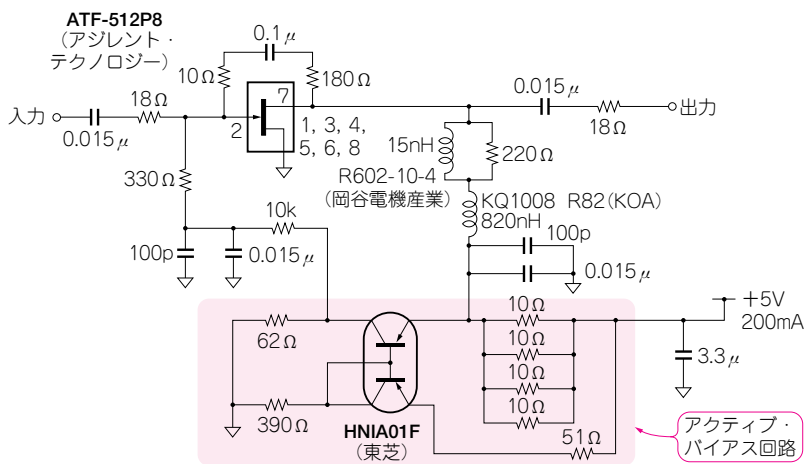


図19-1 ディスクリット部品で構成した高周波アンプ(50 M~2 GHz)

● MMICとは

MMICとは、Monolithic Microwave Integrated Circuits(モノリシック・マイクロ波集積回路)の略称です。このICは、マイクロ波回路を半導体チップ上に作り込んだもので、電源を供給するだけで動作するような高周波アンプやアクティブ・ミキサ、高周波信号を切り替えるスイッチなどが実用化されています。

MMICのほかにマイクロ波回路が集積されたものとして、MICと呼ばれるデバイスもあります。これは、Microwave Integrated Circuits(マイクロ波集積回路)の略称です。先ほどのMMICと何が違うのかというと、モノリシックではない点です。MICは、テフロン基板やアルミ基板などの上に金属配線や抵抗体を形成したあと、トランジスタなどのディスクリート部品のダイを実装することによって実現しています。

Sパラメータの基礎

● Sパラメータの定義

高周波アンプMMICは、比較的簡単に使うことができるとはいえ、高周波デバイスには変わりありません。そこで、これらのアンプを評価するまえに、高周波パラメータの一つであるSパラメータについてごく簡単に復習しておきます。詳しい解説は稿末の文献(3)などを参照してください。

図19-3にSパラメータの基本的な定義を示しました。高周波では、ポートを短絡したり開放したりすることが困難(短絡したつもりがコイルを接続している状態になっていたり、開放したつもりがコンデンサを接続した状態になっていたりする)であるため、Sパラメータは、片側のポートを特性インピーダンスで終端するという条件で定義されます。

また、高周波電力が一定であっても電圧は特性インピーダンスによって変化するので、図19-4のように、特性インピーダンスで電圧を正規化した値が実際のS

パラメータでは使用されています。

ところで、マイクロ波に関する日本語の文献は少なく、真に競争力のある優れた高周波回路を設計するには海外の文献でも厭わずに読みこなしていく必要があります。私の英語力は惨憺たるものですが、それでも「同じ地球上の人類の言語なんだ、どこか知らない惑星の言語じゃないんだ、だから理解できるはずだ」と自分に強引な暗示をかけて読むようにしています。

しかし、基礎知識を得るだけのために英語の文献を読まなければいけないというのでは、この分野に新たにチャレンジしてみようと思う技術者を遠ざける要因になってしまいそうです。事実、かなり経験のある技術者の方でも「英語の文献はちょっと…」という人もいるようです。そんななかで、森 栄二氏による文献(3)は、マイクロ波技術の基礎知識が比較的平易に書かれており、新人技術者が先輩技術者から高周波回路の手ほどきを受けているような感覚で読み進めることができます。Sパラメータ計算におけるシグナル・フロー・グラフの取り扱いや、Touchstone ファイルについての記述もあります。

● Sパラメータは複素数

Sパラメータは、入射波と反射波の関係を表したものです。「波」の状態を表しているということから

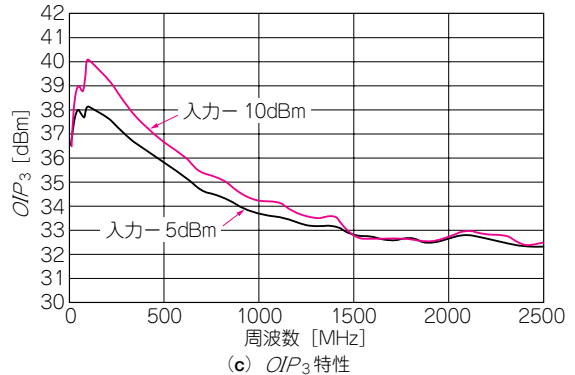
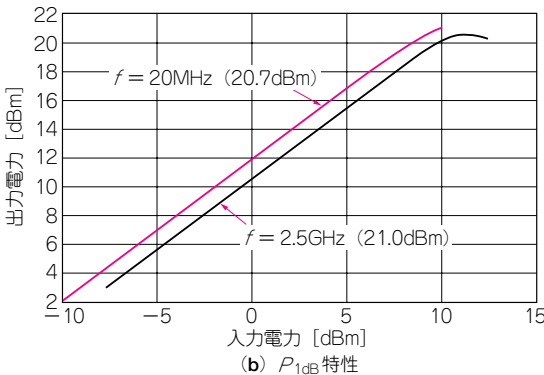
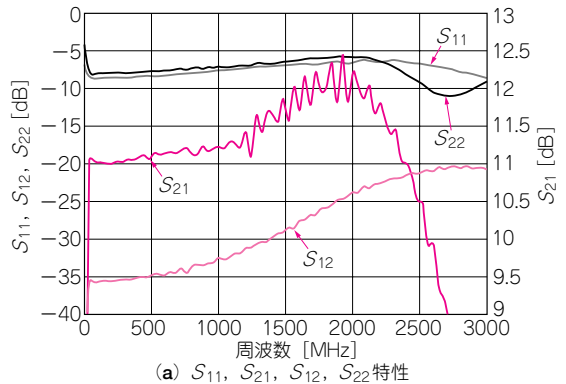


図19-2 試作した高周波アンプの特性