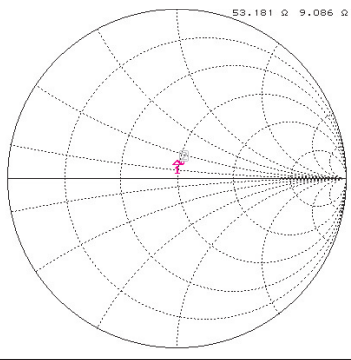


第6章

受信は良好? つなぐだけじゃ信号が伝わらないGHzワールドへようこそ

# 高周波アンプ作り 初めの一歩「インピーダンス・マッチング」

川田 章弘 Akihiro Kawata



● 高周波ワールドじゃ当たり前! つなぐときは必ず「インピーダンス・マッチング」

GPSなどGHz帯の無線通信機器が急ピッチで一般化しています。特に、Bluetooth、Wi-Fi、など利用が増えている2.4 GHz帯の高周波回路設計は避けて通れない技術分野といえるでしょう。

本章では、表1の一般的なスペックのロー・ノイズ・アンプ(LNA: Low Noise Amplifier)を例に、多くの無線通信機器/受信機の高周波回路を作るための第一歩「インピーダンス・マッチング技術」を説明します。 $f_T$ が25 GHzの高周波バイポーラ・トランジスタ(NXPセミコンダクターズ、BFG425W)を使います。

▶ 高周波信号はインピーダンス・マッチングしないと伝わってこない

高周波信号は、安易につないでも信号が伝わりません。

回路どうしや回路と部品をつなぐときはいつも「インピーダンス・マッチング」という処理(回路)が必要です。これはミキサや周波数ダブラ(通倍器)を作ったり、アンテナとアンプをインターフェースするときにも必要となる重要な技術です。

▶ 反射した信号は熱になる

高周波回路では、信号源が出力する電力が少しでも反射して戻ってこないように、入力回路に受け取らせる工夫が必要です。入力側で完全に受け取れなかった電力は、信号源側へ戻り(反射)、信号源内部の抵抗によって熱になるため、反射電力は最小限にする必要があります。信号源の抵抗値と負荷の抵抗値を一致させると、信号源が出力できる最大電力が負荷側へ伝わります。

● LNAの設計データをCD-ROMに収録しています

実用的なLNAを作るためには、インピーダンス・マッチングに加えて次のような技術も必要です。

- バイアス回路を作る技術
- 発振させず安定に動かす技術

表1 本章のテーマ「インピーダンス・マッチング」のターゲット回路(LNA)の仕様

項目	条件	値
ゲイン	2.45 GHz	15 dB程度
ゲイン・フラットネス	2.4 G ~ 2.48 GHz	1 dB以下
$ S_{11} $	2.4 G ~ 2.48 GHz	-10 dB以下
$ S_{22} $	2.4 G ~ 2.48 GHz	-10 dB以下
NF	2.4 G ~ 2.48 GHz	3 dB以下
$P_{1dB}$	2.45 GHz	10 dBm程度
$OIP_3$	2.45 GHz	20 dBm程度

- 低雑音性能を出す技術
- 出力信号の「ひずみ」を小さくする技術

\*

本章で説明するのは、LNA設計のほんの一部である「インピーダンス・マッチング」だけです。付録CD-ROMには、インピーダンス・マッチングを含め、LNA設計に役立つ回路ファイルを収録しました。

## 直伝! 一番シンプルな純抵抗とのインピーダンス・マッチング

図1に示す回路を例に、インピーダンス・マッチングとはどのようなテクニックなのか一番シンプルな回路で見てみましょう。

● 出力抵抗50Ωのアンプの出力電力が一番よく伝わる負荷抵抗の値は?

図1に示すアンプの出力電力が、一番よく伝わる負荷抵抗の値はいくつでしょうか? 出力抵抗が50Ωの信号源に抵抗(負荷抵抗)をつないで、その値を1~500Ωまで変化させ、負荷抵抗に加わる電力を調べればわかります。

CD-ROMに収録したLTspiceシミュレーション(付録CD フォルダ名: 6-1-1)では、横軸: 負荷抵抗、縦軸: 出力電力のグラフが表示されます。各コマンドの意味は、図中の説明を参考にしてください。