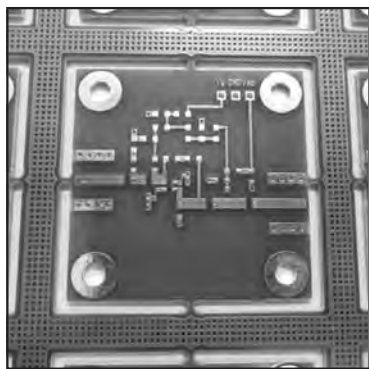


# 連載



## 自前の無線LANやBluetooth伝送システムへ応用 EpHEMT<sup>〔高電子移動度トランジスタ〕</sup>でつくる 1～3GHz帯低雑音アンプの 設計・製作

### 第2回 インピーダンス整合回路の基本設計

知念 幸勇 Koyu Chinen

受信器の前段にはプリアンプ(前置増幅器)として雑音指数(NF: Noise Figure)の小さい低雑音アンプ(LNA: Low Noise Amplifier)が使われます。本連載では、低雑音、広帯域、高線形特性を有する高電子移動度トランジスタEpHEMT(Enhancement Pseudomorphic High Electron Mobility Transistor)を使ったLNAを設計・製作します。

第2回はインピーダンス整合回路の基本設計について説明します。インピーダンス整合回路は、アンテナなどからの信号を効率良くLNAに伝える重要な回路です。今回、インピーダンス整合回路の設計にはスミス・チャート(Smith Chart)を使いました。スミス・チャートは高周波回路にとって基本的な解析ツールです。 (編集部)

### インピーダンス整合とは

#### ● 負荷における最大受信電力

図1に示すのは、信号源と負荷の基本回路です。信号源からの信号を受信器(負荷)で受信する場合、負荷において受信信号電力が最大になる条件を求めます。

信号源には内部インピーダンス $Z_0$ があり、信号源電圧 $V_S$ からの電流 $I$ は内部インピーダンス $Z_0$ と負荷 $Z$ を流れ、負荷 $Z$ において受信電力 $P_Z$ を発生させます。

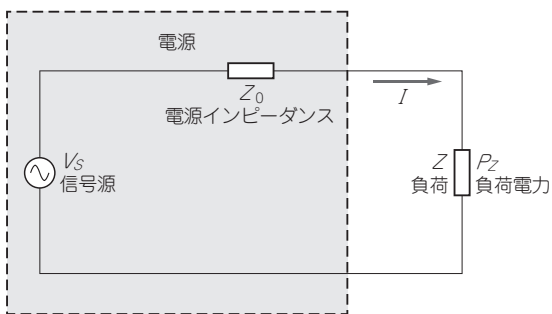


図1 送信信号源と負荷 $Z$ における受信電力 $P_Z$ を示す回路  
信号源には内部インピーダンス $Z_0$ があり、負荷 $Z$ につながれている

式で表すと次のようになります。

$$I = \frac{V_S}{Z_0 + Z} \dots\dots\dots (1)$$

$$P_Z = I^2 Z = \left( \frac{V_S}{Z_0 + Z} \right)^2 Z = \frac{V_S^2 Z}{Z_0^2 + 2Z_0 Z + Z^2}$$

$$= \frac{V_S^2}{\frac{Z_0^2}{Z} + 2Z_0 + Z} = f(Z) \dots\dots\dots (2)$$

受信電力 $P_Z$ の分母は負荷インピーダンス $Z$ の関数 $f(Z)$ になっています。

#### ● 受信電力の分母が最小のとき受信電力が最大

受信電力 $P_Z$ がどのような関数なのかを理解するために、 $f(Z)$ とそれを構成する3つの項のグラフを図2に示します。

$f(Z)$ の極小値は $f(Z)$ の関数を $Z$ で微分して求められます。式(2)の $f(Z)$ を $Z$ で微分すると式(3)のようになります。 $df(Z)/dZ=0$ のとき、 $Z$ は式(4)で表されます。

$$\frac{df(Z)}{dZ} = \frac{d\left(\frac{Z_0^2}{Z} + 2Z_0 + Z\right)}{dZ} = -\frac{Z_0^2}{Z^2} + 1 = 0 \dots\dots\dots (3)$$

よって、

$$Z = Z_0 \dots\dots\dots (4)$$

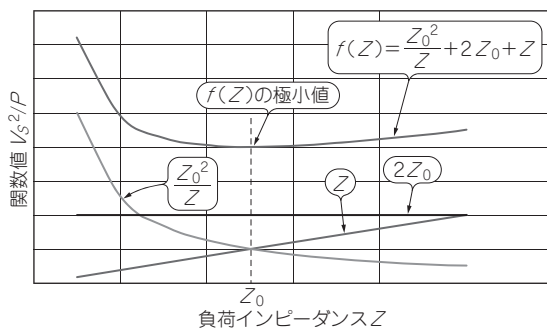


図2 受信電力 $P_Z$ の分母となる $Z$ の関数のグラフ  
受信電力 $P_Z$ の分母の式 $f(Z)$ は3つの項の和で表され、極小値をもつ