

第4章

RF 増幅回路

ここでは、RF 増幅回路を実際に設計・製作し、
実測データとシミュレーション結果を比較してみます。

トランジスタによる RF 増幅回路

RF 増幅回路にはいろいろなものがあります。特に受信機のアンテナに近い「フロントエンド」部分に使われるものが、一番むずかしい要素をもっています。その特性は、基本的にどんな RF 増幅回路にも要求されるもので、ゲイン、 NF (noise figure、雑音指数)、歪み、消費電流などの特性は、それぞれ相互に関係します。

● 設計目標

まず、概略の目標を考えます。

- ・周波数..... 435 MHz
- ・ゲイン..... 20 dB 以上
- ・使用半導体..... 比較的ポピュラなトランジスタ

この程度の簡単な目標でスタートしてみます。周波数は、アマチュア無線用の周波数です。市販の部品を使って実験できるよう、周波数を選んでみました。ゲインは経験的に、この周波数ならこの程度です。高周波用のトランジスタは、メーカーごとにいろいろあって、どれを選んだらよいか迷ってしまうかも知れません。ここでは 2SC4226 [日本電気(株)] を使ってみます。

実用的な回路にするには、トランジスタのばらつきがあっても、また温度変化があっても、ほぼ同様な結果が得られるようにしなければなりません。そこで、安定性と再現性を考慮して設計しました。

● バイアス回路

▶ 最適な動作電流値になるよう設計する

2SC4226を使った実際の回路を設計する前に、RF増幅回路の一般的なバイアス回路について考えます。

RF増幅回路を設計するには、まずデータ・ブックでそのトランジスタの特性を調べて、その回路の目標にあった動作点を決定します。ゲイン(Gain; 利得)を最大に取りたいときと、雑音最小となるNF最良点とは、動作電流が少しずれているのが普通です。

いろいろなトランジスタの特性図を見てみると、コレクタ電流値に対するトランジション周波数 f_T および電流増幅率 h_{FE} の変化のピークと、順方向電力利得 S_{21} の変化のピークは、同じような傾向を示すものが多いようです。したがって、ゲインを取りたいときには、図4-1に見られる f_T または h_{FE} のピーク付近、または少し手前の電流値に設計するのが適切です。電流をむやみに流しても、ゲインがとれるわけではありません。

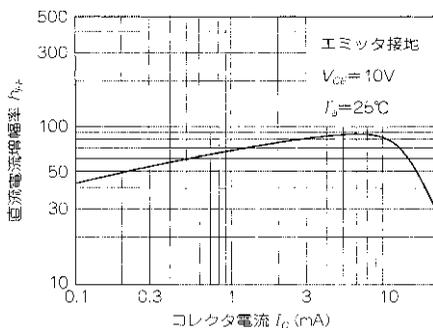
最近のトランジスタは電流に対する h_{FE} の変化がほとんどないものがある(2SC4226を含む)、このほうが理想的な特性です。

▶ バイアス回路の簡易設計法

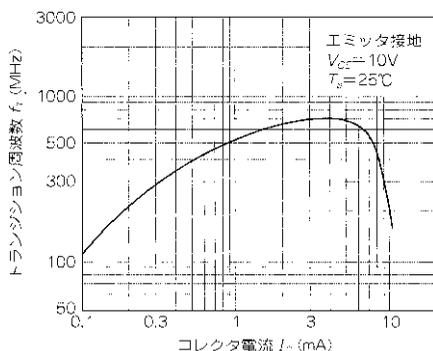
エミッタに抵抗を入れた基本的なバイアス回路をおさらいしましょう。図4-2に回路を示します。

h_{FE} がかなり高く、ベース電流を無視できるとするなら、簡単なコレクタ電流の計算方法があります。ベース電流を無視すると、ベース電圧 V_B は電源電圧をバイ

[図4-1]コレクタ電流値 I_C の変化に対して、直流電流増幅率 h_{FE} やトランジション周波数 f_T がピーク特性を持つトランジスタの例 [2SC2348, (株)東芝]



(a) $h_{FE} - I_C$ 特性



(b) $f_T - I_C$ 特性