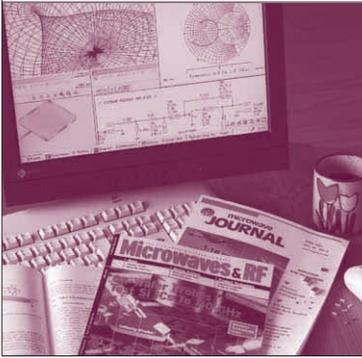


第2部 応用編

高周波信号を操る基本回路の動作と作り方をマスターする



第5章 特定の周波数成分をロスなく取り出したり除去する

高周波フィルタのシミュレーション

市川 裕一
Yuichi Ichikawa

この章から応用編に入ります。高周波のシステムを構成する基本回路の動作を理解して、その作り方を解説します。ここでも、付録CD-ROMに収録されたシミュレータを使用して回路の動作や特性を確認します。

● フィルタの役割

高周波システムにおいて、フィルタはとても重要な回路です。高周波システムの入口から出口まで、いろいろなところに周波数に応じたさまざまなフィルタが使われています。図1に示すのは、典型的な高周波の送受信システムのブロック図です。回路ブロックの間にフィルタが挿入されています。

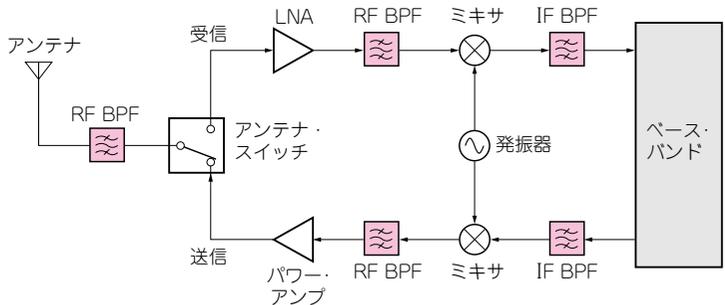
高周波のシステムで信号を受信するとき、アンテナ

からはさまざまな周波数の信号が入ってきます。これらの中から、フィルタを使って必要な周波数の信号だけを取り出します。

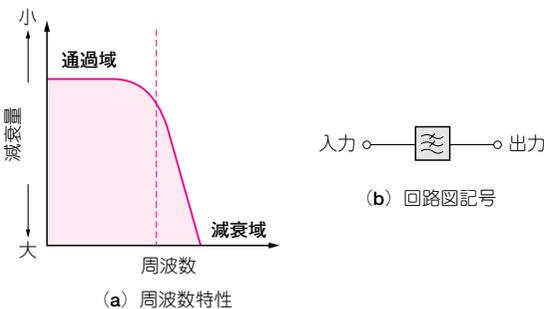
ミキサでは周波数変換が行われます。その出力にもさまざまな周波数の信号が発生します。これらの中から必要な周波数の信号を取り出すためには、不要な周波数成分を除去してくれるフィルタが必要です。信号を送信するときも、ミキサで周波数変換を行います。その際、余計な周波数成分が発生します。フィルタはこれらの信号がアンテナから出て行かないように除去してくれます。

アンプやスイッチなども、信号をひずませて高調波

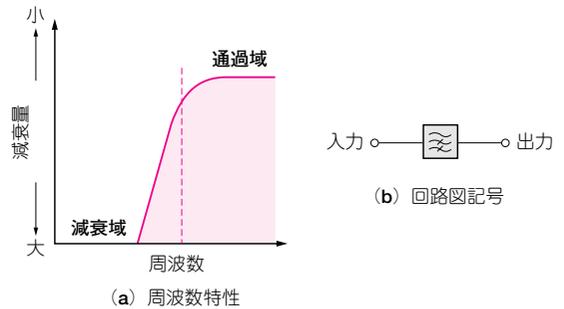
〈図1〉 高周波送受信システムに使われているフィルタのいろいろ



〈図2〉 アンプ出力の高調波除去などに使うLPF



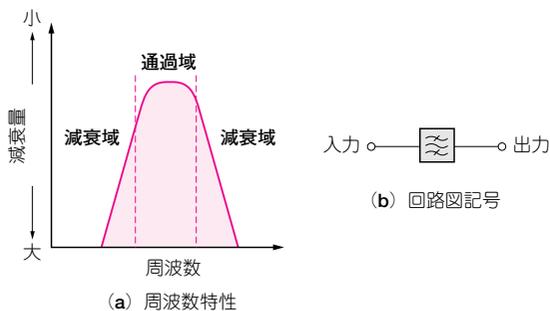
〈図3〉 ミキサ入力のイメージ信号除去などに使うHPF



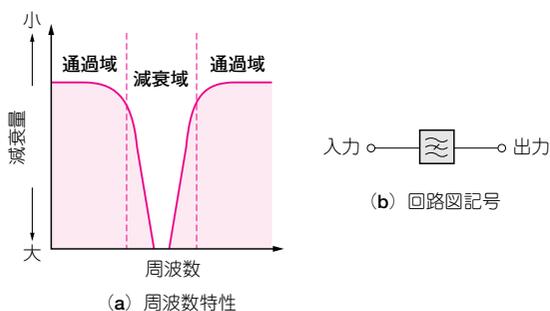
Keywords

LPF, HPF, BPF, BEF, LCフィルタ, SAWフィルタ, 誘電体フィルタ, カットオフ周波数, 定K型, バターワース型, チェビシェフ型, 単峰特性, クオリティ・ファクタ, 並列共振, 直列共振, ショート・スタブ, オープン・スタブ.

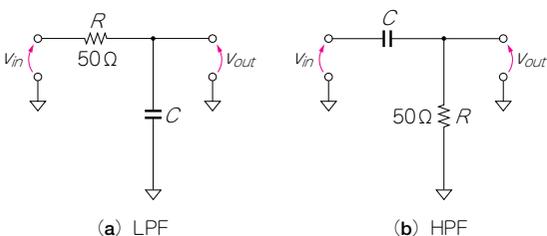
〈図4〉 妨害波除去や希望周波数の抽出に使うBPF



〈図5〉 高調波除去などに使うBEF



〈図6〉 低周波回路の設計者がよく使うフィルタの例…高周波では使えない



を発生させるので、これらも出て行かないようにフィルタで取り除きます。

● フィルタの種類

図2～図5に示すように、フィルタを周波数特性で分けると次の4種類になります。

▶ LPF (Low Pass Filter)

ロー・パス・フィルタと読みます。低域通過フィルタとも呼びます。アンプやスイッチなどの出力の高調波やミキサ入力のイメージ信号を除去します。

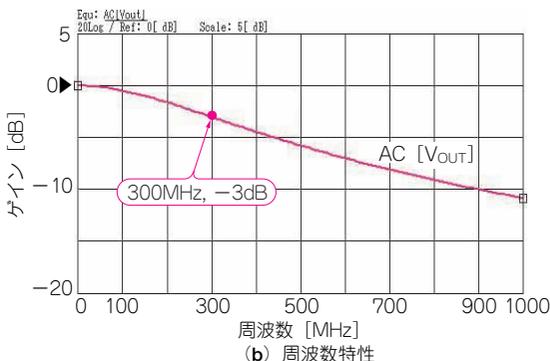
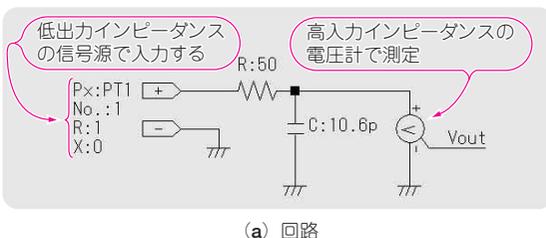
▶ HPF (High Pass Filter)

ハイ・パス・フィルタと読みます。高域通過フィルタとも呼びます。ミキサ入力のイメージ信号を除去します。

▶ BPF (Band Pass Filter)

バンド・パス・フィルタと読みます。帯域通過フィルタとも呼びます。妨害波や不要な信号を除去したり、アンテナ入力やミキサ入出力で必要な信号を取り出す

〈図7〉 $Z_{out} = 1 \Omega$ の信号源と $Z_{in} = \infty$ の電圧計で図6(a)のLPFの周波数特性を解析(シミュレーション用ファイル名Cir_5_7)



ときに使います。

▶ BEF (Band Elimination Filter)

バンド・エリミネーション・フィルタと読みます。帯域除去フィルタとも呼びます。アンプやスイッチなどの出力の高調波や不要な信号を除去します。

高周波フィルタを設計するために
知っておくべきこと

■ CRで作る低周波センスのフィルタは使えない

● 低周波センスで作ったフィルタの特性

「受動部品を使った簡単なフィルタを挙げてください」といったら、たぶん図6に示す抵抗とコンデンサの組み合わせたフィルタを示す人が多いでしょう。

カットオフ周波数 $f_c = 300 \text{ MHz}$ 、抵抗 $R = 50 \Omega$ として、図6(a)に示すLPFのコンデンサ C の値を求めると次のようになります。

$$C = \frac{1}{2\pi f_c R} = \frac{1}{2\pi \times 3 \times 10^8 \times 50} \approx 10.6 \text{ pF}$$

低周波回路で使われる電圧の伝達特性では問題ないことを確認しておきましょう。図7にシミュレーション回路と解析結果を示します。設計どおりカットオフ周波数においてゲインが-3dBになっています。

今度は、入出力に特性インピーダンス 50Ω の伝送線路を接続したと仮定して解析してみましょう。図8にシミュレーション回路と解析結果を示します。結果を見ると、通過域のゲインが大きく減衰しており、こ