

狙いどおりに減衰させたり，通過させたり

第4章 フィルタ回路

欲しい信号だけを
通す

1
2
3
App
4
5
6
App

フィルタは，偶数次ならば2次フィルタの従属接続で構成でき，奇数次ならばそれに1段の1次フィルタを接続すれば構成できます。フィルタ回路の設計は，**各種の1次フィルタと2次フィルタの伝達関数と，その周波数特性を覚えることから始めると効率的**です。1次ロー・パス・フィルタと1次ハイ・パス・フィルタについては，第3章を参照してください。

バンド・パス・フィルタとバンド・エリミネート・フィルタには1次フィルタはありませんが，これは1次ロー・パス・フィルタから変数変換により求めているためです。2次バンド・パス・フィルタに顕著ですが，中心周波数から離れたところでは減

衰傾度が低域では1次ハイ・パス・フィルタと同じ +6 dB/oct，高域では1次ロー・パス・フィルタと同じ -6 dB/oct になっています。このため，2次のバンド・パス・フィルタとバンド・エリミネート・フィルタは，1次対バンド・パス・フィルタとか1次対バンド・エリミネート・フィルタと呼ばれることもあります。

フィルタの伝達関数は一般的に偶数次だと2次フィルタの伝達関数を必要数だけかけあわせた形であり，奇数次だとそれに1次フィルタの伝達関数をかけあわせたものになります。各種2次フィルタの伝達関数の特徴を覚えて理解していると，実際の回路設計や回路解析に非常に役立ちます。

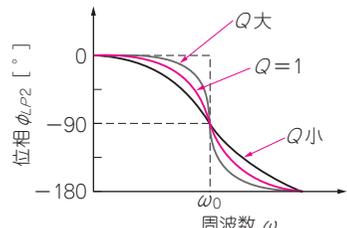
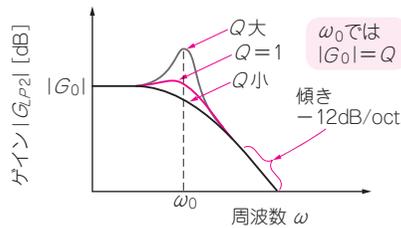
2次ロー・パス・フィルタの周波数特性

$$G_{LP2} \text{ [dB]} = \frac{G_0 \omega_0^2}{s^2 + \frac{\omega_0}{Q}s + \omega_0^2}$$

低周波
だけ通す

■ 数式

$$G_{LP2} = \frac{G_0 \omega_0^2}{s^2 + \frac{\omega_0}{Q}s + \omega_0^2}$$



(a) ゲイン特性

(b) 位相特性 ($G_0 > 0$ のとき)

図4-1 2次ロー・パス・フィルタの伝達関数と周波数特性

図4-1に2次ロー・パス・フィルタ(LPF)の伝達関数とその周波数特性を示します。周波数特性を見ると，カットオフ角周波数 $\omega = \omega_0$ でのレベルは平坦域の Q 倍になっています。したがって， Q が大きいと ω_0 で大きなピークをもち，これが**フィルタ回路のダイナミック・レンジに大きな影響を与えることがある**ので要注意です。

伝達関数の特徴は分子にラプラス変数 s がないことです。分子が定数になっているため， Q でゲインが決まるカットオフ周波数近傍を除いて直流まで一定のゲインとなります。

以降で説明する各種フィルタは1次または2次ロー・パス・フィルタが基準となっており，変数を変換すればその伝達関数を求められます。実際に使用するフィルタもロー・パス・フィルタが圧倒的に多いので，伝達関数の形とパラメータが変化したときの周波数特性は暗記しておいて損はありません。

安定な負帰還のためには1次ロー・パス・フィルタ特性(1次遅れ特性と呼ぶ)が望ましいのですが，**ほとんどの場合2次ロー・パス・フィルタ特性になっています**。伝達関数の形を覚えておけば，ロー・パス・フィルタ設計のときだけでなく，安定な負帰還制御回路の設計のときにも役立ちます。