

## 楕円関数フィルタ特性

ケーブルテレビ アーキテクト 上山裕史

今号は楕円関数フィルタ特性について紹介します。

ケーブルテレビ局の技術者は、プライマリ-IP電話やインターネットなどミッションクリティカルな双方向アプリケーションに加え、コミュニティチャンネル(コミチャンネル)放送のためのデジタル放送機器の安定動作に目を光らせています。

フィルタの特性を、2022年10月号、12月号でバターワース、チェビシフ、ベッセル、ガウス、リニアフェーズ特性のLPF伝送特性、群遅延特性を電子シミュレータでみました。今月は最難関と思われる楕円関数特性フィルタをみます。

稿末の文献から楕円関数特性の正規化したC(コンデンサ:単位Fファラッド)、L(コイル:単位Hヘンリ)の値を回路シミュレータのLTspiceでシミュレートします。

正規化した値なので、入出力インピーダンス1Ω、カットオフ周波数(Fc)を1ラジアン/sec(0.159Hz)でシミュレートすることになります。楕円関数の比較としてパランスの良い特性と定評のあるバターワース特性を挙げます。楕円関数フィルタのFcは、通過帯域のリップル量を超えた周波数をいいます。正規化した表では、リップルを0.1dB以下としていますので0.1dBを超えた周波数がFcです。

図1は楕円関数特性、バターワース特性の伝送特性と群遅延特性をシミュレートしたものです。横軸は対数表示で10mHzから10Hz、カットオフ周波数(Fc)は1ラジアン/sec(0.159Hz)です。縦軸左は対数dBで振幅を表し、縦軸右

は群遅延特性で単位はs:秒です。楕円関数特性はFc近傍でフィルタの切れがパワー特性よりたいへん良好です。Fc近傍で群遅延特性は大きくなりますが、通過帯域のFcより低いほうの群遅延特性はパワー特性より優れています。電子回路シミュレータで特性の違いが理解できます。

図2は楕円関数フィルタのΩsの違いによる特性の差を表します。図3は計算に用いた正規化表です。図4に回路図を示します。

フィルタ設計ソフトやフィルタ解説書で楕円関数フィルタ特性を記したものは多くありません。引用文献では正規化表も含めて掲載されています。電子回路シミュレータを使い、伝送特性と群遅延特性が計算できるので、特性の違いを容易に理解できる時代になりました。

**【参考・引用文献】**  
 JIA-SHENG HONG  
 M. J. LANCASTER;  
 Microstrip Filters for RF/Microwave Applications,  
 A WILEY-INTERSCIENCE PUBLICATION  
 JOHN WILEY & SONS, INC.

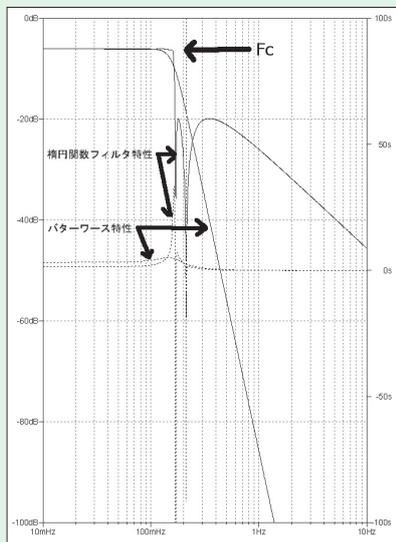


図1:楕円関数とバターワース特性の差

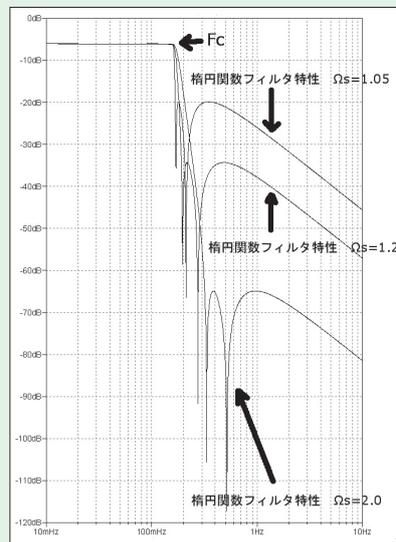


図2:楕円関数のΩsの違い

バターワース特性	Rs	C	L	C	L	C		
	1	0.6180	1.6180	2.0000	1.6180	0.6180		
楕円関数 Ωs=1.05	Rs	C	L	C	L	C	C	
	1	0.7081	0.7663	0.7357	1.1276	0.2014	4.3812	0.0499
楕円関数 Ωs=1.2	Rs	C	L	C	L	C	C	
	1	0.9144	1.0652	0.3163	1.3820	0.6013	1.0933	0.5297
楕円関数 Ωs=2.0	Rs	C	L	C	L	C	C	
	1	1.0876	1.2932	0.0732	1.7939	1.1433	0.2004	0.9772

図3:正規化表

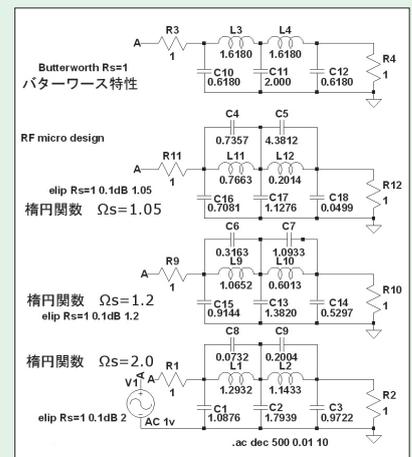


図4:LPF回路