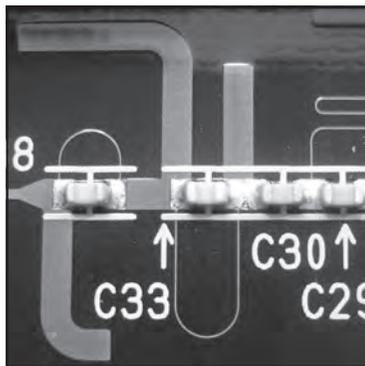


連載



真面目に数学的に考える

アナログ・フィルタは どうやって作るか

第9回 威力抜群！配線パターンを使った 分布定数フィルタの設計【後編】

西村 芳一 Yoshikazu Nishimura

これからいよいよ具体的な設計方法について説明します。マイクロストリップ・ラインのLC素子としての値は計算できます(前回詳しく説明)。それらを組み合わせればフィルタの設計ができます。しかし、ひな形となる具体例がないとなかなか理解しにくいものです。

7次チェビシェフ・フィルタを作ってみる

そこで、カットオフ周波数1.2 GHzの7次チェビシェフ・ローパス・フィルタの設計を例題とします。設計の元となるパラメータを表1にまとめます。

● 伝送ラインの線幅を決める

特性インピーダンスが50Ωのマイクロストリップ・ラインの線幅は、AppCADで計算すると1.5 mmでした。

次に、LとCを実現するマイクロストリップ・ラインの線幅を決めなければなりません。できるだけ広い周波数範囲でうまく働くように、インダクタの線幅はできるだけ細く、キャパシタの線幅はできるだけ太くします。細いほうはプリント・パターンのエッチング精度が問題になりますから、極端には細くできません。そこで、

インダクタ： $W_L=0.2\text{ mm}$

キャパシタ： $W_C=4.5\text{ mm}$

にしました。

ここで、それぞれのマイクロストリップ・ラインの

表1 7次チェビシェフ・ローパス・フィルタの設計パラメータ

項目	パラメータ値
カットオフ周波数	1.2 GHz (-3 dBポイント)
フィルタのタイプ	チェビシェフ・フィルタ
通過域リプル	0.1 dB
入出力インピーダンス	50 Ω
フィルタの形	π 形
プリント基板の材質	FR-4(比誘電率4.6)
プリント基板の厚さ	0.8 mm
銅箔の厚さ	18 μm

基本特性を計算しておきます。それには、前に示した複雑な計算式を使ってもよいですが、AppCADを使うことにします。

まずは、細いほうのインダクタです。

特性インピーダンス：114.56Ω

λ_g (1波長)：144.037 mm (1.2 GHz)

実効比誘電率：3.008

次に、太いほうのキャパシタです。

特性インピーダンス：23.05Ω

λ_g (1波長)：127.596 mm (1.2 GHz)

実効比誘電率：3.834

● フィルタの各定数を決める

私が作ったLCフィルタ設計支援ソフトウェアで定数を計算します。

$C_1=C_7=3.3462\text{ pF}$

$C_3=C_5=5.9398\text{ pF}$

$L_2=L_6=10.077\text{ nH}$

$L_4=11.143\text{ nH}$

となります。

このLC梯子型フィルタをマイクロストリップ・ラインの部品に置き換えて、具体的にマイクロストリップ・ライン・フィルタにしていきます。LC梯子型フ

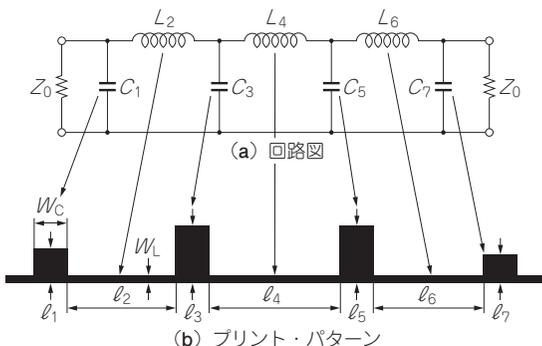


図1 集中定数で設計したローパス・フィルタをマイクロストリップ・ラインのLC素子に置き換える(7次チェビシェフ・ローパス・フィルタ)