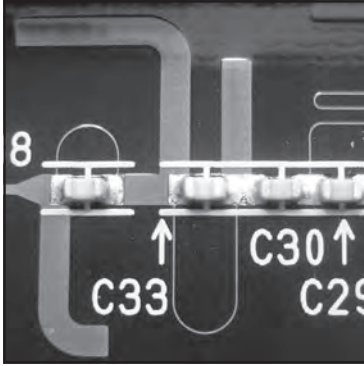


連載



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12回 配線パターンによる 高周波バンド阻止フィルタの設計

西村 芳一 Yoshikazu Nishimura

今回は、別の種類のマイクロストリップ・ライン・フィルタに挑戦してみました。ある周波数帯の信号を阻止する、いわゆるバンド・エリミネーション・フィルタです。

いろいろな種類のフィルタがありますが、比較的手計算でうまくいきそうな、 $\lambda/4$ のスタブの性質を利用したものを設計します(λ :波長)。 $\lambda/4$ の長さのオープン・スタブでは、解放端の反対側は電気的に短絡になります。また、ショート・スタブではショート反対側は、逆に開放になります。そこで、図1のように $\lambda/4$ のスタブをつなぎ、目的の特性を得るものです。比較的広帯域の特性が得られるため便利です。

配線パターンのスタブによる バンド阻止フィルタの設計

図2のように、減衰させる上下の周波数を f_1 、 f_2 としたとき、パラメータとしてのフィルタの減衰帯域幅FBWと、中心周波数 f_0 は下記ようになります。

$$FBW = \frac{f_2 - f_1}{f_0} \dots \dots \dots (1)$$

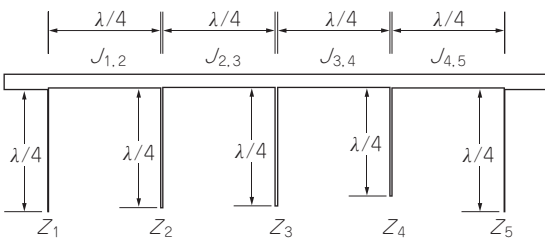


図1 $\lambda/4$ スタブによるバンド・エリミネーション・フィルタ

表1⁽¹⁾ バンド・エリミネーション・フィルタの係数表($n=5$, $\epsilon=0.1005$)

FBW	$g_1=g_3$	$g_2=g_4$	g_3	$J_{1,2}=J_{4,5}$	$J_{2,3}=J_{3,4}$
0.3	0.23850	0.42437	0.45444	0.92798	0.90213
0.4	0.32455	0.58273	0.62307	0.87068	0.83818
0.5	0.41542	0.75293	0.80324	0.81413	0.77611

以下略

$$f_0 = \frac{f_1 + f_2}{2} \dots \dots \dots (2)$$

フィルタの係数は、手計算で求めるのは難しいため、すでにコンピュータで計算された数表があります。今回は参考文献(1)に掲載されているものを使用することにします。表1はその数表の一部です。 n はフィルタの次数、 ϵ は通過域リプル [dB] を示しています。各帯域幅(FBW)に対応する数値が計算されています。各伝送路の長さは $\lambda/4$ ですので、フィルタのパラメータはすべて、それぞれのマイクロストリップ・ラインで実現する特性インピーダンスを計算するための表です。

g_n の係数に対応するのが、図1のオープン・スタブに対応する特性インピーダンスです。 J_n は、図1のオープン・スタブをつなぐマイクロストリップ・ラインの特性インピーダンスです。

i 番目の数表の値を g_i 、 $J_{i,i+1}$ としたとき、特性インピーダンスは下記の式で計算できます。

$$Z_i = \frac{Z_0}{g_i} \dots \dots \dots (3)$$

$$Z_{i,i+1} = \frac{Z_0}{J_{i,i+1}} \dots \dots \dots (4)$$

$$Z_0 = 50 \Omega$$

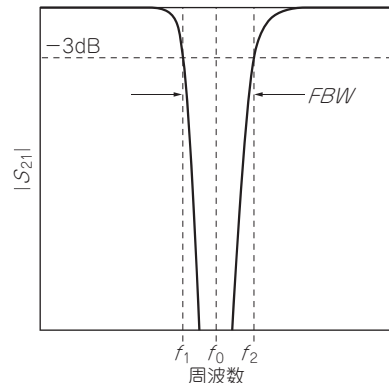


図2 バンド・エリミネーション・フィルタのパラメータ

第1回 周波数によって変わるフィルタの種類(2022年8月号)
 第2回 コンピュータ設計の基本…動作パラメータ法と伝達関数(2022年12月号)
 第3回 連立チェビシェフ・フィルタと双対回路(2023年1月号)