

AS-4-2

# 広帯域RCポリフェイズフィルタのアクティブ化による 素子値広がり

Reduction of Element Value Spread in Wideband Active RC Polyphase Filter

矢鋪誠  
Makoto Yashiki

谷本洋  
Hiroshi Tanimoto

北見工業大学 大学院工学研究科  
Graduate School of Engineering, Kitami Institute of Technology

## 1 まえがき

複素係数フィルタであるRCポリフェイズフィルタ(RCPF)は阻止域・通過域を広帯域化する場合、必然的に多段接続せざるを得ない。多段にした場合素子値が広がりが大きくなり、ICに実装する事が難しくなる[1][2]。本報告ではRCPFをアクティブフィルタ(ARCPF)化する事により、通過域と阻止域を同時に等リプル特性にした場合のRCPFとARCPFの素子値広がりについて比較検討した結果を報告する。

## 2 RCPF及びARCPFの伝達関数

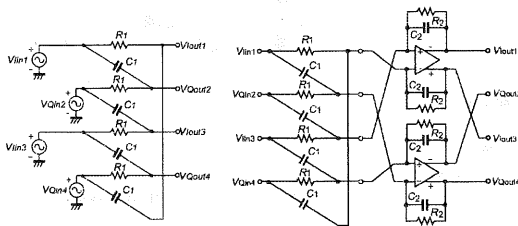


図1 RCPF及びARCPF

1段RCPFのF行列は次になる[1][3]

$$F = \frac{1}{1 - jsRC} \begin{pmatrix} 1 + sRC & R \\ 2sC & 1 + sRC \end{pmatrix} \quad (1)$$

式(1)よりRCPFを多段にした場合、全体のF行列は各段のF行列の積となるから、その極は前段・後段のRCPFの素子値に影響されるが、零点は影響を受けない。これに対して図1(右)に示す1段ARCPF[2]の伝達関数は次式になる:

$$H(s) = \frac{R_2}{R_1} \frac{1}{1 + sR_2C_2} - j \frac{sR_2C_1}{1 + sR_2C_2} \quad (2)$$

ARCPFの出力側にはOPAがあるので、多段接続した場合の全体の伝達関数は各段の伝達関数の積に等しく、ARCPFは極・零点が独立に配置できる。

## 3 RCPFとARCPFの素子値広がり

抵抗と容量値の素子値広がりに関心があるので素子値広がりの評価関数Mを次のように定義する。

$$M = \left\{ \begin{matrix} \text{抵抗の最大値} \\ \text{抵抗の最小値} \end{matrix} \right\} + \left\{ \begin{matrix} \text{容量の最大値} \\ \text{容量の最小値} \end{matrix} \right\} \quad (3)$$

ARCPFで上記Mが最小になる条件を検討する。ARCPFの抵抗と容量の値は各段の時定数から決まる。ここで、抵抗の最大・最小値を $R_{max}$ ,  $R_{min}$ , 容量の最大・最小値を $C_{max}$ ,  $C_{min}$ とすると、素子値広がり

の数Mを式(3)としたことから、相加平均 $\geq$ 相乗平均の関係より

$$\{R_{max}/R_{min}\} = \{C_{max}/C_{min}\} \quad (4)$$

の時、Mは最小値になる。目的とする等リプル特性の場合、極の時定数 $\tau_p$ と零点の時定数 $\tau_z$ には、 $\tau_{pmax} > \tau_{zmax}$ かつ $\tau_{pmin} < \tau_{zmin}$ という関係があるので[3]、抵抗と容量の最大・最小値は極の時定数 $\tau_{pmax}$ によって決まる。式(4)の条件より

$$\begin{cases} R_{max} = \sqrt{\tau_{pmax}} \\ C_{max} = \sqrt{\tau_{pmax}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_{min} = \sqrt{\tau_{pmin}} \\ C_{min} = \sqrt{\tau_{pmin}} \end{cases} \quad (5)$$

の時、Mは最小になり、ARCPFの素子値広がり

は最小値 $2\sqrt{\tau_{pmax}/\tau_{pmin}}$ になる。

表1に $\omega_H/\omega_L = 100$ の場合について、RCPFとARCPFの素子値および素子値広がりを計算した例を示す。ここで、Nは段数で、RCPFの素子値は[1]から取った。

表1 RCPF及びARCPFの素子値広がり

RCPF	$R_{max}$	$R_{min}$	$C_{max}$	$C_{min}$	M
N=3	1.3450	1.0000	0.10326	0.0018238	28.972
N=4	2.7322	1.0000	0.12302	0.00075365	76.626
N=5	4.9316	1.0000	0.13432	0.00038009	358.35
ARCPF	$R_{max}$	$R_{min}$	$C_{max}$	$C_{min}$	M
N=3	2.9197	0.34250	2.9197	0.34250	17.049
N=4	3.4901	0.28653	3.4901	0.28653	24.362
N=5	3.9663	0.25212	3.9663	0.25212	31.463

RCPFの素子値広がり

は段数を多くすれば急激に大きくなる。ARCPFは段数を増やしてもRCPFより格段に素子値広がりが少ない。なぜなら、ARCPFの素子値広がりは $\frac{\tau_{pmax}}{\tau_{pmin}}$ で決まるからであり、比帯域が一定ならば、段数によらず、同程度の素子値広がりに留まる。したがって、RCPFの素子値広がりは帯域幅だけでなく段数に強い関係があり、ARCPFの素子値広がりは段数よりも帯域幅に影響を受けると考えられる。

## 4 まとめ

ARCPFは多段にしても素子値広がりがRCPFよりも大幅に抑えることができる。

謝辞 本研究を御支援頂いた(株)半導体理工学研究センターに深謝致します。

### 参考文献

- 和田, 田所, “等リプル特性を有するRCポリフェーズフィルタの素子値設計,” 電気学会電子回路研究資料 ECT-02, No.100
- 矢鋪, 石毛, 谷本, “複素係数フィルタの設計と試作,” 電気・情報関係学会北海道支部連合大会講演論文集, 136, 2004
- M. J. Gingell, “The synthesis and application of polyphase filters with sequence asymmetric properties,” Ph.D. thesis in the Faculty of Engineering, University of London, 1975.