

## A 8 相補特性を用いた高域通過回路の構成

近藤 英喜\*

渡辺 弘道

菊池 久和

佐々木重信

新潟大学自然科学研究科

### 1.はじめに

受動LCRフィルタを模擬する方法の一つにリープフロッグ回路がある。一般に、リープフロッグ回路を用いて高域通過回路を構成する場合、構成が難しいとされている。これは、高い周波数で非理想的な特性となる演算増幅器の影響を受けて回路が発振しないように、シグナルフローグラフ<sup>[1]</sup>を変換するので、実現する回路の構造が複雑になるということである。

本報告では、回路の入出力の電力関係に着目した相補特性という概念を用いて高域通過回路を構成する。この構成法を用いると、リープフロッグ形の低域通過回路の入力段に、加算器を一つ加えるだけで高域通過回路が得られる。本報告では、この構成法を用いた高域通過回路の構成法、その実験結果を示す。

### 2.相補特性の関係

図1の回路において、インピーダンスマッチングがとれているとすると電力について以下の式が成り立つ。

$$\frac{|V_L|^2}{4R_1} = \frac{|V_L|^2}{R_2} + \frac{|V_H|^2}{R_2} \quad (1)$$

すなわち

$$\left| \frac{V_L}{V_1} \right|^2 + \left| \frac{V_H}{V_1} \right|^2 = \frac{R_2}{4R_1} \quad (2)$$

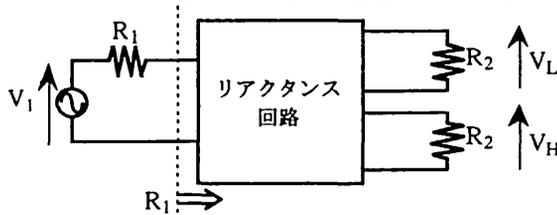


図1 相補特性のイメージ図

式(2)から、二つの振幅自乗関数の和は周波数によらず一定であることが分かる。ここで、 $V_L/V_1$ 、 $V_H/V_1$ は互いに相補特性の関係であるといひ、式(2)を相補特性の関係式という。この関係を用いて、高域通過回路を間接的に構成する。

### 3.R-R型における相補特性フィルタの構成法

$$[F_c] = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{2} \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} & -\sqrt{R_1 R_2} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{A + \frac{R_1}{R_2} D + \frac{1}{R_2} B + R_1 C} \quad (4)$$

$$\frac{I_1}{V_1} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} \frac{A - \frac{R_1}{R_2} D + \frac{1}{R_2} B - R_1 C}{A + \frac{R_1}{R_2} D + \frac{1}{R_2} B + R_1 C} \quad (5)$$

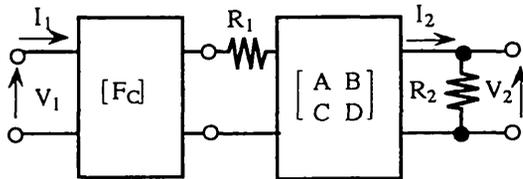


図2 相補特性フィルタ

図2はR-R型の低域通過回路の入力段に $[F_c]$ なるマトリクスを接続したものである。ここで、 $[F_c]$ を式(3)のように定義すると、式(4)、式(5)が得られる。ここで式(4)、式(5)は式(2)の相補特性の関係を満足している。つまり、 $V_1$ を入力とした場合、 $V_2$ は低域通過特性の出力となり、 $I_1$ は高域通過特性の出力となる。受動回路では $I_1$ を出力とすることができないので、回路を能動化することにより高域通過回路を構成する。

### 3.高域通過回路の構成

相補特性を用いた高域通過回路の構成法について示す。

図3はR-R型受動低域通過回路である。図3において終端の抵抗 $R_2$ の両端の電圧を観測することは終端の抵抗 $R_2$ に流れる電流を観測することと等価である。そこで、図3に $[F_c]$ に相当するマトリクスを接続し、シグナルフローグラフに変換すると、図4のようになる。ここで破線で囲まれた部分が $[F_c]$ のシグナルフローグラフである。このシグナルフローグラフを加算器、積分器を用いて能動化すると図5となる。

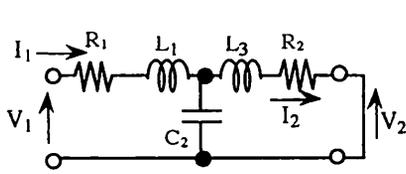


図3 R-R型受動LCR低域通過回路

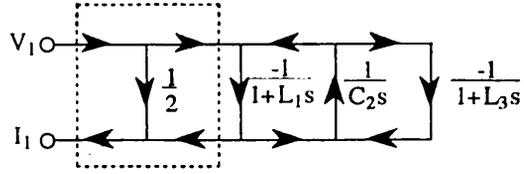


図4 3次高域通過回路のシグナルフローグラフ

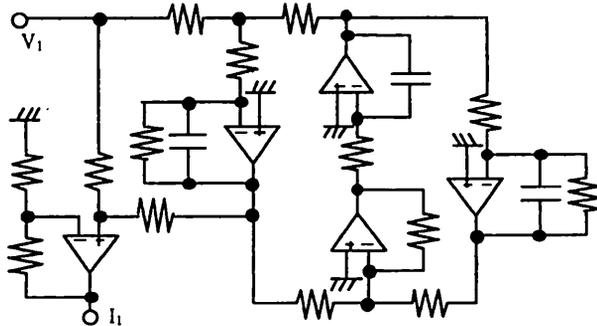


図5 3次高域通過フィルタの回路図

4.実験結果

実際に図3の低域通過回路を振幅平坦特性で設計して、図5の高域通過回路を構成し実験を行った。遮断周波数を2[kHz],50[kHz]としたときの振幅特性をそれぞれ図6、図7に示す。高い周波数で利得が増加しているが、遮断周波数付近では、ほぼ理論通りの特性の特性を示している。

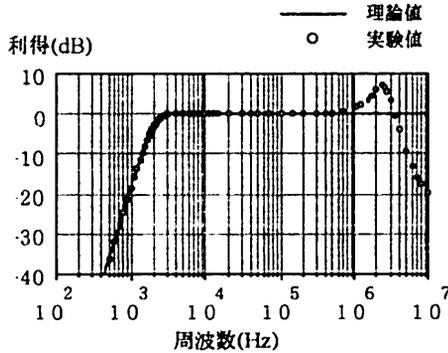


図6 振幅特性1 (遮断周波数: 2kHz)

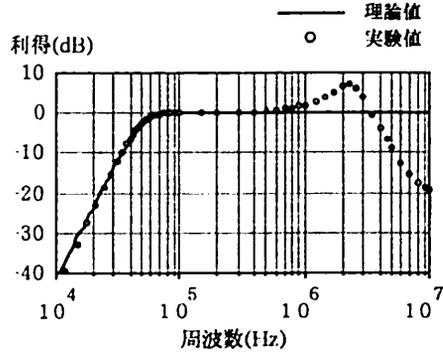


図7 振幅特性2 (遮断周波数: 50kHz)

5.まとめ

今回の報告では、相補特性を用いて能動RCフィルタを構成する方法について述べ、実際に3次の高域通過回路を構成し、その実験結果を示した。

実験結果から、高い周波数において利得が増加しているのが確認された。これは回路の入力段に接続した加算器の影響と考えられる。今後、この加算器の補償法と、より高次の回路の構成、遮断周波数付近の補償法などについて検討する必要がある。

6.参考文献

[1] 渡辺弘道: "マトリクスとシグナルフローグラフによる受動LCR回路の能動化"  
信学技報, CST76-81 (1976-10)