

マイクロストリップ擬似集中定数形広帯域 BPF の設計と特性改善に関する研究

C-2 Design of Quasi-Lumped Element Microstrip Wideband BPFs with Improved Frequency Properties

恒川 博則[†] 大平 昌敬[†] 王小龍[†] 馬 哲旺[†]
Hironori Tsunekawa[†] Masataka Ohira[†] Xiaolong Wang[†] Zhewang Ma[†]

[†] 埼玉大学大学院 理工学研究科

[†] Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

1. はじめに

従来のマイクロ波フィルタの設計理論では、インピーダンスまたはアドミタンスインバータを多用するため、広帯域 BPF 設計への適用が困難である^[1]. そこで本研究では、BPF 集中定数回路をマイクロストリップ(MS)擬似回路で表し、広帯域 BPF の設計と特性改善を試みる.

2. 3段広帯域BPFの設計

図 1(a)に LC 直列および並列共振器を用いた 3 段 BPF の集中定数回路を示す. この回路の LC 直列共振器を MS インターディジタル構造, LC 並列共振器 MS 先端短絡スタブと MS 先端開放スタブを用いた擬似回路構造を用いて実現する^[2].

上述の構造で, 中心周波数 $f_0=2\text{GHz}$, 帯域内リップル幅=0.01dB, 比帯域幅 20% の 3 段チェビシェフ特性 BPF を設計する. 設計する際に, 比誘電率 $\epsilon_r=2.2$, 厚さ $t=1.57\text{mm}$ の誘電体基板を用いる.

電磁界シミュレータ Sonnet を用いて各共振器の集中定数回路と擬似回路の素子値を一致させることで決定した 3 段 MS BPF 擬似回路の構造と寸法を図 1(b)に示す. また, Sonnet を利用して計算したこの BPF の周波数特性を図 2 に示す.

3. コンポジット共振器を用いた BPF の設計

次に, より急峻な遮断特性を得るために, 前述の BPF の並列共振器をコンポジット共振器へ変換した BPF を設計する. このときの集中定数回路を図 3 に示す. この集中定数回路をマイクロストリップ線路上で実現する擬似回路構造を図 4 に示す.

上述の構造で, 同様の設計仕様で 1.4GHz, 2.6GHz に伝送零点を生成する 3 段チェビシェフ特性 BPF を設計する. 設計する際に, 比誘電率 $\epsilon_r=2.6$, 厚さ $t=1.00\text{mm}$ の誘電体基板を用いる. Sonnet を用いた設計後, 制作した BPF の写真を図 5 に示し, 測定結果を図 6 に示す. 測定の結果, 所望の通過域特性および急峻な遮断特性を実現した.

4. まとめ

従来の BPF 集中定数回路理論に基づき, マイクロストリップ擬似集中定数 BPF 回路構造とその設計手法を提案した. また, コンポジット共振器を用いることで特性を改善することができ, 試作, 測定を通して設計方法の有効性を実証した.

謝辞 この研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金 (17K06373) に負っていることを記し深謝する.

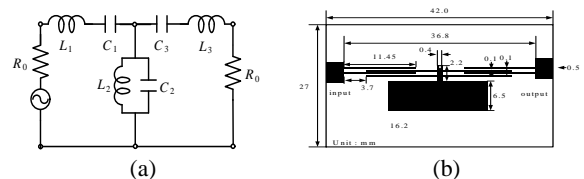


図1(a) 3段BPFの集中定数等価回路. (b) 3段MS擬似集中定数形BPFの構造と寸法.

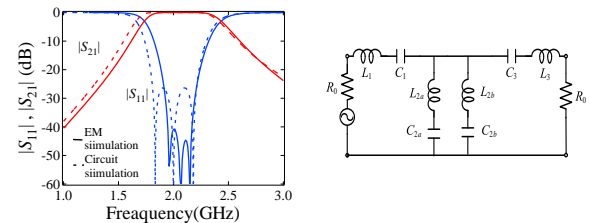


図 2 3 段擬似集中定数形 BPF の周波数特性.

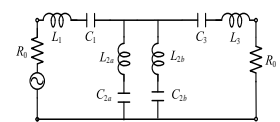


図 3 コンポジット共振器を用いた BPF の等価回路.

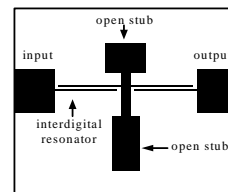


図 4 コンポジット共振器を用いた BPF の構造.

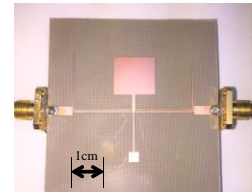


図 5 制作したフィルタの写真.

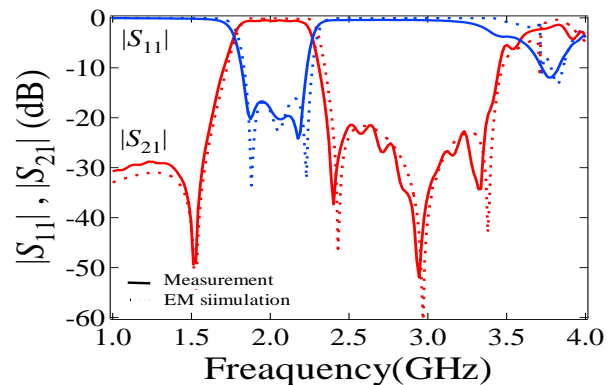


図 6 コンポジット共振器を用いた BPF の測定結果.

参考文献

- [1] J.-S. Hong, Microstrip Filters for RF/Microwave Applications, John Wiley & Sons, New Jersey, 2011.
[2] 馬, 石原, ほか, 信学技報, vol.106, pp. 13-18, 2007 年 1 月.