

スタブ構造と結合線路を用いた 有極型広帯域 BPF に関する研究

C-2

Design of a Broadband BPF with Transmission Zeros
Using Microstrip Open Stubs and Parallel Coupled-Lines

渡邊 雅樹[†] 大平 昌敬[†] 馬 哲旺[†]

Masaki Watanabe[†] Masataka Ohira[†] 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

短絡スタブを用いた広帯域 BPF は製作容易等の特徴があり、注目されている。しかし、この種の BPF には伝送零点がなく、急峻な減衰特性が得られない。また多段化設計する際にフィルタのサイズが大きくなる問題点がある^{[1]-[2]}。そこで本研究では、フィルタ回路に平行結合線路を利用することで段数を増やす構造を提案する。また、短絡スタブを Stepped Impedance 開放スタブへ変換することで通過域近傍に伝送零点を生成し、広い阻止域と急峻なスカート特性を併せ持つ有極形広帯域 BPF を実現したことを報告する。

2. スタブ構造と結合線路を用いた有極型広帯域 BPF

図 1 に提案する広帯域 BPF の構造を示す。従来のフィルタ構造の様な伝送線路部分の 2 か所を平行結合線路に変換することで、大きさを変えずにフィルタ段数を 2 段増やすことが可能となる。また、短絡スタブを Stepped Impedance 開放スタブへ変換することで通過域の両側に伝送零点を生成する。図 2 に提案する広帯域 BPF の伝送線路等価回路を示す。結合線路は偶・奇モード特性インピーダンス Z_e , Z_o 、伝送線路は特性インピーダンス Z_1 、Stepped Impedance 開放スタブは特性インピーダンス Z_{a1} , Z_{a2} 、各線路の電気長はすべて θ で表される。提案した構造の理論解析を行い、最適化計算を利用することで、設計仕様に応じた各パラメータの値を決定する。

3. 有極形広帯域 BPF の設計例

提案した設計手法を元に、中心周波数 4GHz、比帯域幅 70%、通過域内最小反射損失 20dB の等リップル特性、伝送零点周波数 1.9GHz および 6.1GHz にある 7 段 BPF を設計する。最適化計算により得られた等価回路の各パラメータは $Z_e=176.0\Omega$, $Z_o=87.1\Omega$, $Z_1=24.2\Omega$, $Z_{a1}=66.9\Omega$, $Z_{a2}=57.1\Omega$, $\theta=\pi/4@4\text{GHz}$ となっている。これらの回路パラメータを元に、比誘電率 2.9、厚さ 0.5mm、誘電正接 0.002 の誘電体基板上で電磁界シミュレータ Sonnet を用いて設計した BPF の寸法を図 3 に示す。試作した BPF を図 4 に示す。図 5 は試作した BPF の測定結果と、フィルタの放射損失と材料損失を考慮した Sonnet の解析結果との比較であり、両者は概ね一致しており、広い通過域を実現している。また、通過域の両側に所望の周波数で伝送零点が発生し、急峻なスカート特性が実現できた。

4. まとめ

スタブ構造と結合線路を用いた有極型広帯域 BPF を提案し、設計と測定特性が良好に一致した結果を得た。提案した BPF は従来のスタブ構造より小型で、広い通過域と急峻なスカートを併せ持つ特性を実証した。

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（基盤(C), 17K06373）に負っていることを記し、謝意を表す。

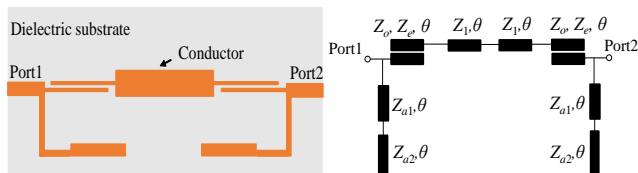


図 1 提案した BPF の構造 図 2 BPF の等価回路

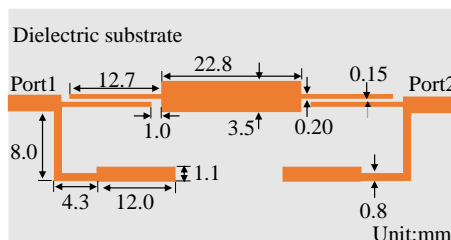


図 3 設計した BPF の寸法

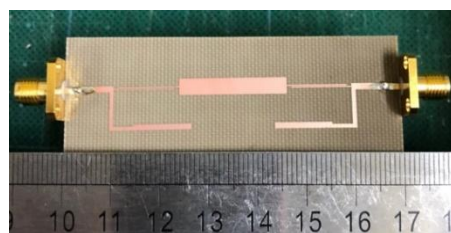


図 4 試作した BPF の写真

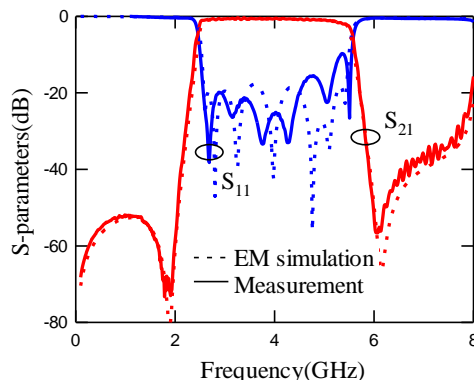


図 5 試作した BPF の周波数特性

参考文献

- [1] J.-S. Hong, Microstrip Filter for RF/Microwave Applications, John Wiley & Sons, New York, 2011.
- [2] 濱野, 馬, 大平, 陳, 穴田, 信学技報, vol.114, pp.125-131, Dec. 2014.