

# 結合線路と分布定数タップ結合型共振器を組み合わせた小型広帯域マイクロストリップ線路BPFの実験的検討

An Experimental Study of a Microstrip-Line Wide-Band Bandpass Filter

Using Coupler-Lines and Distributed-Element Tap-Coupled Resonators

清水康隆<sup>1</sup>  
Y. Shimizu

和田光司<sup>1</sup>  
K. Wada

西村太<sup>2</sup>  
H. Nishimura

笹部孝司<sup>2</sup>  
K. Sasabe

植野嘉章<sup>2</sup>  
Y. Ueno

岩崎俊<sup>1</sup>  
T. Iwasaki

電気通信大学<sup>1</sup>  
UEC

松下電工株式会社<sup>2</sup>  
Matsushita Electric Works, Ltd.

## 1 まえがき

本報告では、筆者らが先に検討してきた各種共振器および基本特性の結果の中から通過帯域の低域側における減衰特性及び通過帯域近傍における減衰極、広帯域通過特性に着目し、結合線路及び短絡スタブを装荷した分布定数タップ結合型共振器を用いた帯域通過フィルタ(BPF)について電磁界シミュレータ(Microwave Studio 2006B; CST社)により解析的に検討を行うとともに、試作実験も行い比較検討する。今回の検討結果より結合線路及び先端短絡スタブによる低周波遮断の特性を活かすことで通過帯域の低域側における特性改善が可能であること、共振器と入力部の結合による阻止域低域側における減衰極の実現が可能であることを併せて確認した[1]。

## 2 結合線路を用いた特性改善(低域側阻止域)

従来は、広帯域フィルタの伝送特性において共振器の基本特性、その中でも減衰極を積極的に用いることによる通過帯域近傍の低域側における特性改善を実現してきた。しかしながら、それを分布定数タップ結合型共振器で実現させるには共振器自体のサイズが大きくなる傾向にあり、小型化が難しくなるという欠点が挙げられる。

そこで、本検討では低域側における特性の改善を行うために結合線路を用いた。図1に結合線路の回路構成を、その伝送特性を図2にそれぞれ示す。結合線路はその構造からも理解できるように、導体間の側結合によりキャパシタと同様の低周波数帯において遮断特性を得ることが可能であり、構成上チップ素子等を用いずにパターンのみで製作することができる。また、この特性傾向は結合線路を複数段連続に接続することで更に強めることができる。キャパシタと異なる点としては共振周波数及び減衰極を実現可能な点が挙げられ、これらは結合線路の線路幅及び線路長の変化により得ることができる。結合線路を用いる際の問題点として、例えば共振周波数をより低域側に実現したい場合、線路長の伸長によりサイズが大きくなる点や、大きなキャパシタンス値を得たい場合、導体間を接近させる必要があるが、物理寸法の制約からある程度のキャパシタンス値しか得られないことが挙げられる。

## 3 短絡スタブを装荷した分布定数タップ結合型共振器

図3に短絡スタブを装荷した分布定数タップ結合型共振器の回路構成を、その回路においてパラメータ $l_s$ を変

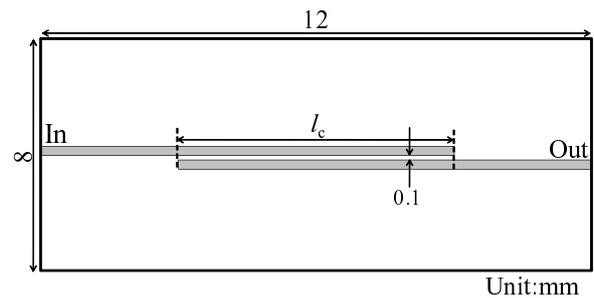


図1 結合線路

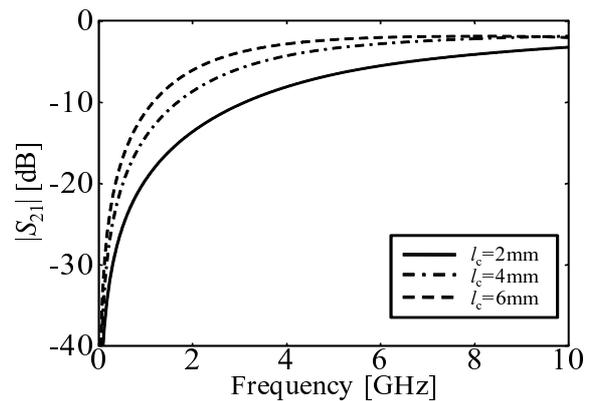


図2 図1に示した結合線路の伝送特性

化させた伝送特性を図4にそれぞれ示す。結合線路の他に、通過帯域の低域側における特性改善の方法として、短絡部を用いた改善が挙げられる。そこで、分布定数タップ結合型共振器に短絡スタブを装荷した共振器について検討を行った。図4に示した結果より、従来検討してきた一端短絡分布定数タップ結合型共振器[1]と同様、共振周波数の高域側に減衰極を実現していることが確認できる。また、短絡スタブの短縮に伴い、共振周波数の低域側阻止域における減衰特性の変化が確認できる。この減衰特性変化は、一端短絡分布定数タップ結合型共振器のそれよりも高減衰な特性を得ている。これはスタブ長 $l_s$ が短くなることから、短絡部(Via)がより入出力線路に近くなったためと考えられる。それとともに、短絡スタブの線路幅の変化においても低域側の特性の変化が確認できる。これらのことから、短絡スタブの線路長及び線路幅の変化により、信号の伝達が影響すると考えられる。

共振器のサイズに関しては、短絡スタブと分布定数タップ結合型共振器により一端短絡型の $\lambda/4$ 共振器とみなせるため、スタブ部に短絡した一端短絡分布定数タップ結合型共振器よりも小型であることが確認できる。しかしながら、短絡スタブによる共振周波数の低域側の阻止域における影響が大きいこと、共振周波数の高域側近傍に減衰極が実現することから、一端短絡分布定数タップ結合型共振器と異なり、超広帯域特性を有するフィルタへの適用は困難であると考えられる。

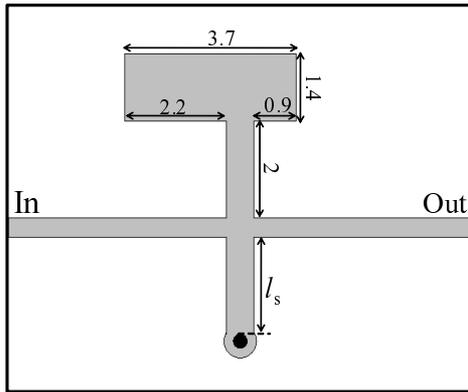


図3 短絡スタブ装荷分布定数タップ結合型共振器

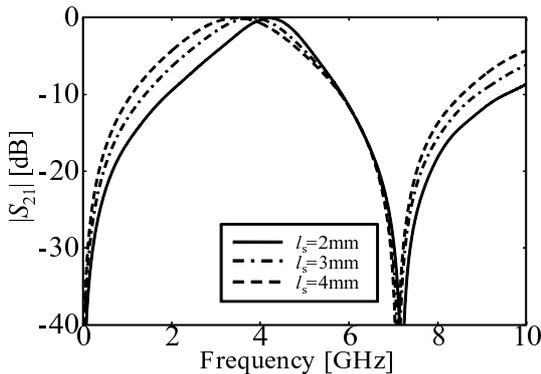


図4 図3に示した共振器の伝送特性

#### 4 小型広帯域 BPF

図5に小型広帯域 BPF の試作パターンを示し、図6にその伝送特性をそれぞれ示す。図5に示した回路には先述の結合線路を2段、短絡スタブ装荷分布定数タップ結合型共振器を2段用いた構成となっている。更に各共振器を折り曲げることで小型化を図った。これにより励振線を除いたフィルタサイズは約 $8.2\text{mm} \times 11.7\text{mm}$ となり、筆者らが検討した従来型のモデルと比較すると面積比18%まで小型化することを可能とした。

図6に示した結果より、電磁界シミュレータ及び測定結果は約5GHzまで一致していると言える。10GHz付近における不要共振応答もシミュレータと試作結果において一致しているが、5.5GHz~10GHzにおける特性に差異が生じている。この差異の原因としては現状として不明である。また、シミュレーション結果と測定結果において、共に低域側阻止域で減衰極が実現していることが確認できる。この減衰極は結合線路及び短絡部による低周波遮断特性に加えて低域側阻止域を更に改善するこ

とが可能な減衰極である。この減衰極は1段目の短絡スタブ装荷分布定数タップ結合型共振器が入力部に近接することにより実現しており、このことは汎用回路シミュレータ(Ansoft Designer Ver.3.5)において擬似的にキャパシタを装荷することでも同様の特性を得ることが出来ることから確認できる。

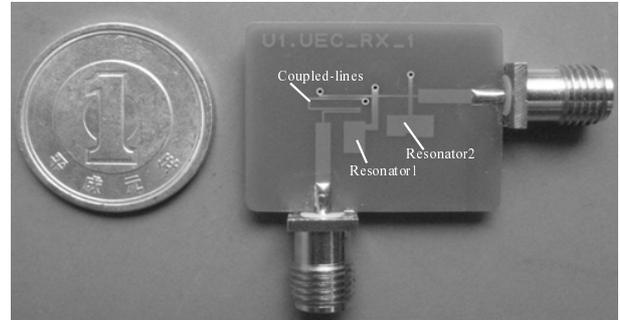


図5 小型広帯域 BPF の試作パターン

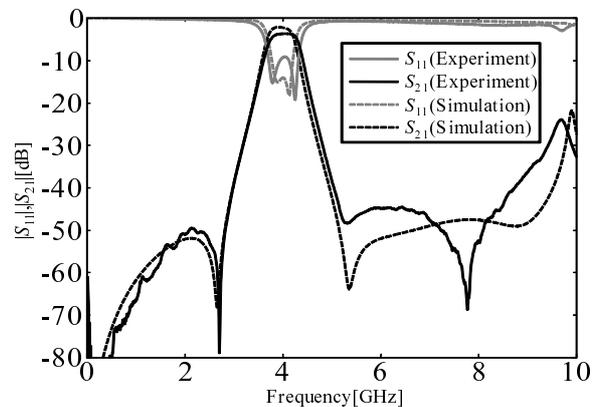


図6 図5に示した回路の伝送特性

#### 5 まとめ

結合線路及び短絡スタブ装荷分布定数タップ結合型共振器を組み合わせることで低域側阻止域における特性を改善した。それとともに、入力側の励振線と短絡スタブ装荷分布定数タップ結合型共振器の電磁界結合により通過帯域近傍の低域側に実現した新たな減衰極を以って低域側阻止域における特性をより急峻なものにすることが可能となった。また、短絡スタブ装荷分布定数タップ結合型共振器により、低域側阻止域だけでなく高域側阻止域においても減衰極を実現し特性の改善を行った。

#### 謝辞

本研究において、貴重なご意見を頂いた株式会社エーイーティーの田辺英二氏、清野幹雄氏、上田千寿氏、田原啓輔氏、ミッツ株式会社の道間健一氏にこの場を借りて感謝の意を表します。

#### 参考文献

- [1] 谷井宏成, 和田光司, 西村太, 笹部孝司, 植野嘉章, 岩崎俊, “分布定数タップ結合型共振器と短絡スタブを併用した共振器による広帯域 BPF の小型化,” 信学論 (C) Vol. J90-C, No.6, pp.512-513(2007).