

EuMW 2018 に参加して

清水 彩加

Ayaka SHIMIZU

電子情報学専攻修士課程 2 年

1. はじめに

2018 年 9 月 23 日から 28 日に、スペインのマドリードで開催された European Microwave Week 2018 (EuMW 2018) において、「A Novel Half-Wavelength Coupled-Resonator Filter with Multiple Attenuation Poles」という題目で口頭発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景

近年、スマートフォン等の普及に伴いデータ通信量が急激に増加している。そこで増大した通信量に対応するため小型基地局の増設が求められる。小型基地局の体積の約半分を多段のフィルタ共用器が占めており、フィルタの小型化が非常に重要な課題である。フィルタ小型化の 1 つのアプローチとして、通過帯域近傍に減衰極を生成して減衰特性を急峻にさせフィルタ段数を削減することが考えられる。本報告では、複数の減衰極を設計できるようにした電磁界結合型 2 分の 1 波長共振器フィルタの検討結果について述べる。

2.2 電磁界結合型フィルタの設計理論

減衰極の形成に並行結合線路を用いる。図 1 のように共振器間の結合が LC 並列共振器のように表され、電磁界結合の反共振特性を利用して減衰極を形成する。4 分の 1 波長の伝送線路の場合、電気長は $\pi/2$ 、2 分の 1 波長の場合は π として求まる。共振周波数を 2 GHz とした場合の結合線路の伝達特性を図 2 に示す。4 分の 1 波長線路は周波数 2 GHz で減衰極が 1 個生じているが、2 分の 1 波長線路では周波数 1 GHz、2 GHz、3 GHz の 3 カ所で減衰極が生じている。すなわち、2 分の 1 波長線路は 4 分の 1 波

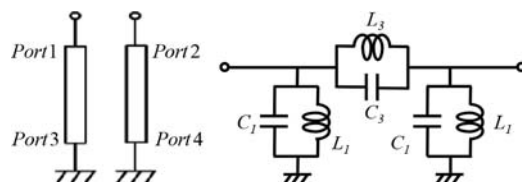


図 1 一端を短絡した並行結合線路とその等価回路

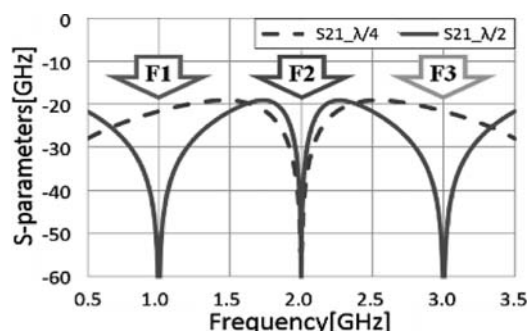


図 2 並行結合線路の伝達特性

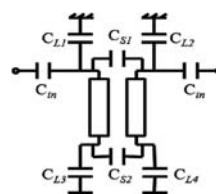


図 3 2 分の 1 波長型 2 段フィルタ回路

長線路より多くの減衰極を作ることができ、フィルタの減衰特性を急峻にすることができる。

本研究で用いる電磁界結合型 2 分の 1 波長共振器フィルタの回路を図 3 に示す。回路方程式の計算から、減衰極周波数を導出する 3 次方程式が得られ、3 個の減衰極を独立に制御することが可能である。

実際に設計・試作した 2 段フィルタの外観写真および実測とシミュレーションした特性を図 4 に示す。設計値は、中心周波数 2.1 GHz、帯域幅 150 MHz で減衰極を 1.2 GHz、3.1 GHz、4.0 GHz に設定している。実測した特性では、挿入損失は 1.0 dB 以下で反射損失 10 dB 以上が得られ、減衰極周波数は 1.26 GHz、3.06 GHz、4.06 GHz とほぼ設計値通りの値になっている。サイズは 4 mm×25 mm である。

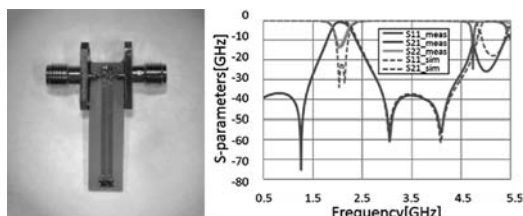


図4 試作した2段フィルタの外観写真と実測特性

2.3 2分の1波長型3段フィルタの検討

3段フィルタにおいても減衰極制御の検討を行う。図5に示すように、3本の並行結合線路が電磁界結合しており、それぞれの両端にキャパシタが接続されフィルタ回路を構成する。

接続容量値と減衰極周波数の関係をシミュレーションで検討する。フィルタ回路の構造は中心に対して対称として扱い、減衰極周波数を低域側から F_1 , F_2 , F_3 と表記する。図6に一例を示す。コンデンサ C_{S1} を 0 pF から増加させると減衰極周波数 F_2 と F_3 は低域側に移動し F_1 は変化しない。つまり、 F_1 を維持したまま F_2 , F_3 が制御可能であることを示している。同様に他の接続容量に対しても検討を行い、最適化することによってフィルタ設計を行うことができる。得られたシミュレーション特性を図7に示す。通過帯域の両側に減衰極を生成すること

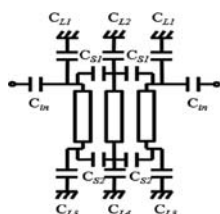


図5 2分の1波長型3段フィルタ回路

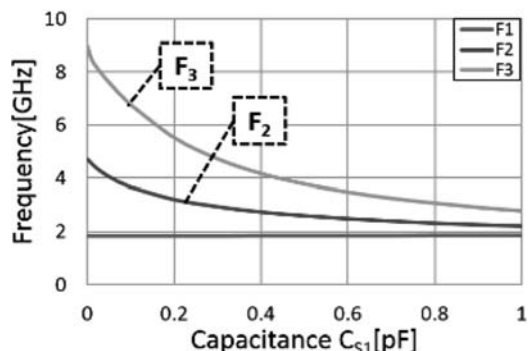


図6 コンデンサ C_{S1} 変化時の周波数の変化

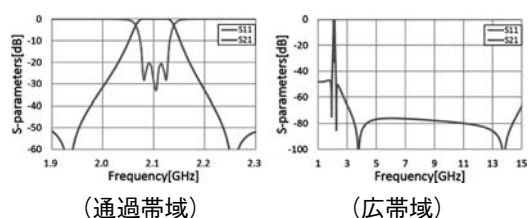


図7 3段フィルタのシミュレーション特性

ができ、また、広帯域でフィルタ特性を見ると、もう一つの減衰極が高域に生成されるとともに、容量装荷による線路長短縮効果で 3 GHz から 15 GHz までの非常に広い周波数範囲において、 60 dB 以上の大きな減衰量が得られている。

3. おわりに

国際学会を通じて、英語によるコミュニケーションの重要性を再認識した。また、沢山の質問を頂き大変勉強になった。議論することは重要であると認識した。最後に今回の発表にあたって、ご指導を頂いた石崎俊雄教授、ならびに研究室の皆様には厚く御礼申し上げます。