

平面フィルタの小型化のための基礎と勘所 Fundamentals and Vital Points of Planar Filters in the Case of Miniaturization

和田 光司 小野 哲
Koji Wada and Satoshi Ono

電気通信大学 大学院 情報理工学研究科 情報・ネットワーク工学専攻

和文概要

本講演では、著者らが平面伝送線路を用いた各種小型平面フィルタの設計、シミュレーション、試作等に携わってきた経験をふまえて、学生をはじめとする初学者向けに小型平面フィルタの設計および構造化等における基礎と勘所について紹介する。具体的には、分布定数線路、高周波プリント基板、共振器のQ値等について述べる。さらに共振器の小型化およびバンドパスフィルタへの応用等について述べる。

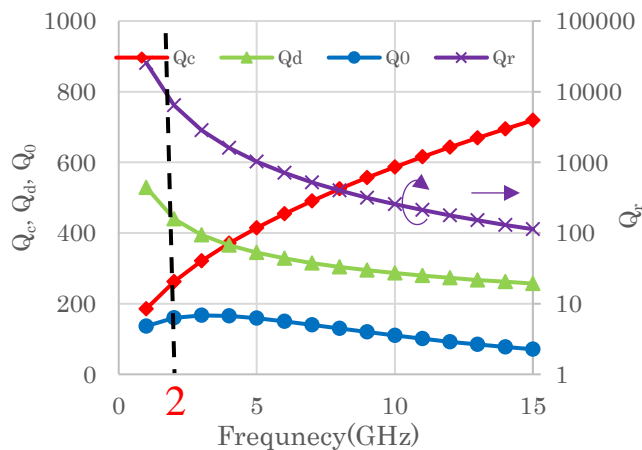


図 共振器の Q_0 , Q_c , Q_d および Q_r の周波数特性の計算例

図 学生による小型 BPF の製作事例

Abstract

In this tutorial lecture, fundamentals and vital points for design, simulation and experiment of planar filters are shown based on the experience engaged in realization of various miniaturized planar filters. Specifically, we describe about distributed transmission line, high frequency printed circuit board materials and various quality factors of microstrip line resonator. Miniaturized resonators and their applications to bandpass filters are also discussed.

1. はじめに

集中定数素子を用いた LC (インダクタとキャパシタ) 共振回路や分布定数線路の理論については、大学 4 年次までの講義等で習うが、それらを用いたフィルタ等の応用回路の理論や構造化については研究室に配属されてから具体的に検討を進めることが多い。本講演では、著者らが小型平面フィルタの設計および実現に携わってきた経験から、高周波プリント基板を用いた小型バンドパスフィルタ (Bandpass Filter: BPF) を題材に学生をはじめとする初学者にフィルタの設計、構造化を行う上で学んで覚えてほしい基礎知識と勘所について紹介する。

2. 分布定数線路理論による共振器の特性計算

平面フィルタを設計する際、分布定数線路を用いた等価回路による計算を行うことが多い。一昔に比べ現在では回路シミュレータや電磁界シミュレータが手軽に利用できるようになった。フィルタに用いられる分布定数線路で構成された共振器については複雑な構造でなければ、回路シミュレータで計算できる。しかしながら、平面フィルタの等価回路を検討する上で分布定数線路を用いた 1 ポート回路の入力アドミタンス (もしくはインピーダンス) や 2 ポート回路の計算は、共振器や共振器間を構成するインバータ等の設計で必要になるので覚えておくと便利である。

たとえば、図 1 に示すような長さ l の有損失分布