

ワイヤレス新時代におけるマイクロ波フィルタの理論・解析・設計入門

Introduction to Theory, Analysis, and Design of Microwave Filters
in New Era of Wireless

大平 昌敬

Masataka OHIRA

埼玉大学 大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

概要

本基礎講座では、マイクロ波フィルタのなかでも帯域通過フィルタの理論・解析・設計方法について、電気回路の知識から理解できるように解説する。将来、高性能なマイクロ波フィルタの設計への足がかりとなるように、最近の結合共振器フィルタの設計で用いられる結合行列をベースに説明する。具体的には、(1) フィルタ特性の近似に使われる伝達関数、(2) それを実現する結合トポロジー、(3) 結合行列を用いた回路解析、(4) 回路合成、(5) そして結合係数や外部 Q 値に基づくフィルタの物理構造の設計へと展開していく。設計については、電磁界シミュレータを活用したマイクロストリップフィルタの設計例とともに紹介する。

キーワード：マイクロ波フィルタ，帯域通過フィルタ，伝達関数，結合トポロジー，結合行列

前提知識：電気回路（共振回路，キルヒホッフの法則，二端子対回路など），分布定数回路

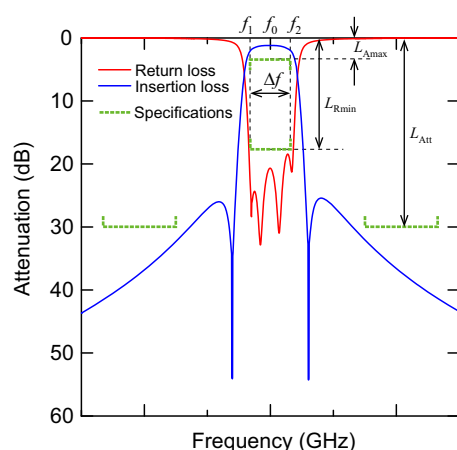


図 マイクロ波帯域通過フィルタの設計仕様

結合行列

$$[M] = \begin{bmatrix} 0 & M_{S1} & M_{S2} & \cdots & M_{SN} & M_{SL} \\ M_{S1} & M_{11} & M_{12} & \cdots & M_{1N} & M_{1L} \\ M_{S2} & M_{12} & M_{22} & \cdots & M_{2N} & M_{2L} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ M_{SN} & M_{1N} & M_{2N} & \cdots & M_{NN} & M_{NL} \\ M_{SL} & M_{1L} & M_{2L} & \cdots & M_{NL} & 0 \end{bmatrix}$$

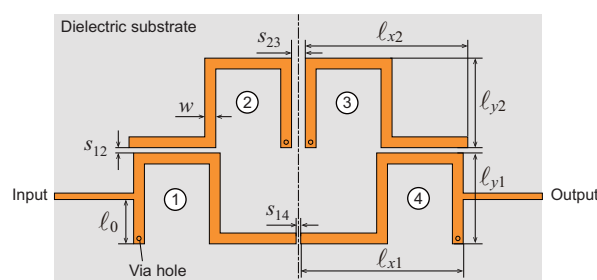


図 有極帯域通過フィルタ

Abstract

In this tutorial lecture, the basic theory, analysis, and design method of microwave bandpass filters are described for easy learning from the knowledge acquired through study of electric circuits. For the future step to the design of advanced microwave filters, the lecture is based on the coupling matrix used for the designs of recent coupled resonator filters. More specifically, it contains five parts: (1) typical transfer functions employed for approximation of filter responses, (2) examples of coupling topologies to realize the transfer functions, (3) circuit analysis using the coupling matrix, (4) circuit synthesis, and (5) physical dimension design of microwave filters based on coupling coefficients and external Q factors. Design examples are provided to demonstrate microstrip filter designs with the effective use of EM simulators.

Keywords : Microwave filters, bandpass filters, transfer functions, coupling topology, coupling matrix.

Background knowledge : Electric circuits and distributed circuits.