

シン・マイクロ波フィルタ入門
 —最新の合成理論と進化する設計技術—
 Introduction to “Syn” Microwave Filters
 —Latest Synthesis Theory and Evolving Design Techniques—

大平 昌敬

Masataka OHIRA

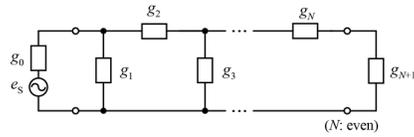
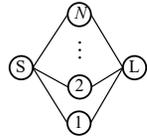
同志社大学理工学部

Faculty of Science and Engineering, Doshisha Univ.

概要

本基礎講座では、現代のマイクロ波フィルタの基礎となる結合行列の合成理論からフィルタ設計の最前線までを体系的に解説する。基礎を固めつつ、最新の設計技術を自分のものになりたい学生や技術者を広く対象とする。設計実務や研究開発で活かせるように、(1) 一般化チェビシェフ関数を伝達関数を持つ原型低域通過／高域通過フィルタ、(2) その結合行列の合成理論、(3) 結合トポロジーの変換手法、(4) 結合係数や外部 Q 値に基づくフィルタ設計までの一連の流れを、具体的な設計例を交えながら説明する。また、結合行列の抽出技術やサロゲートモデルがもたらす革新的な設計手法についても紹介する。

表 フィルタ回路合成理論の比較

	古典的フィルタ理論	最新のフィルタ理論
原型フィルタ	原型低域通過フィルタ	原型低域通過フィルタ 原型高域通過フィルタ
原型フィルタの回路構成	ラダー型回路 	共振器並列結合型回路 
伝達関数	チェビシェフ関数やバターワース関数	一般化チェビシェフ関数
回路合成時に表れる有理関数	入力インピーダンスの連分数展開 $z_{in}(s) = \frac{1}{sg_1 + \frac{1}{sg_2 + \dots}}$	アドミタンス行列の部分分数展開 $[Y] = \begin{bmatrix} 0 & jm_{SL} \\ jm_{SL} & 0 \end{bmatrix} + \sum_{i=1}^N \frac{1}{s + jm_{ii}} \begin{bmatrix} m_{Si}^2 & m_{Si}m_{iL} \\ m_{Si}m_{iL} & m_{iL}^2 \end{bmatrix}$
回路合成で得られる回路素子値	g パラメータ $g_i (i=0, 1, 2, \dots, N, N+1)$	規格化結合行列 $[M] = \begin{bmatrix} 0 & m_{S1} & m_{S2} & \dots & m_{SN} & m_{SL} \\ m_{S1} & m_{11} & m_{12} & \dots & m_{1N} & m_{1L} \\ m_{S2} & m_{12} & m_{22} & \dots & m_{2N} & m_{2L} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ m_{SN} & m_{1N} & m_{2N} & \dots & m_{NN} & m_{NL} \\ m_{SL} & m_{1L} & m_{2L} & \dots & m_{NL} & 0 \end{bmatrix}$

Abstract

This basic course systematically explains the fundamentals of modern microwave filters from the synthesis theory of coupling matrices to the cutting edge of filter design. The course is intended for students and engineers who wish to learn the latest design techniques while strengthening their knowledge of the fundamentals. It covers a series of design steps: (1) lowpass/highpass prototype filters with generalized Chebyshev functions as transfer functions, (2) synthesis theory of their coupling matrices, (3) transformation technique of coupling topology, and (4) filter design based on coupling coefficients and external Q factors, through illustrative examples. The lecture will also introduce innovative design approaches with coupling matrix extraction techniques and surrogate models.