

# 目 次

## 第1章 マイクロ波回路の基礎

1.1	伝送線の長さと伝送する信号の波長の関係	2
1.1.1	信号源が低周波の場合	2
1.1.2	電源がマイクロ波の周波数の場合	3
1.1.3	伝送線の特性の2端子対回路による表現	8
1.1.4	2端子対回路の電力	12
1.2	負荷へ最大電力を伝送するための整合回路	13
1.2.1	集中定数回路における信号源と負荷の整合条件	13
1.2.2	機器間の接続における整合回路の例	14
1.2.3	整合回路の計算例	15
1.2.4	増幅器間に設置する整合回路の例	18
1.3	無線通信システムの概要	19
1.3.1	携帯電話の発展の歴史	19
1.3.2	無線通信方式の形態	19
1.3.3	符号分割方式	20
1.3.4	MIMO通信システム	22
1.3.5	アンテナの概要	23
1.3.6	電波伝搬と周波数区分	25
1.4	本書で取り扱うマイクロ波回路の範囲	27
	演習問題	28

## 第2章 マイクロ波伝送線路

2.1	マイクロ波伝送線路	31
2.1.1	損失のある伝送線路	31
2.1.2	伝送線路の入力端ならびに出力端における電圧反射係数	40
2.1.3	伝送線の入力インピーダンス	44
2.1.4	伝送線路上の定在波	46
2.1.5	伝送線の入力電力	52
2.2	高周波伝送線のSパラメータによる特性の表示	56
2.2.1	2端子対回路の入出力ポートの電力表示	56

2.2.2	Sパラメータによる特性の表示	58
2.2.3	Sパラメータの測定	61
2.2.4	Sパラメータの測定における不確定性	63
2.2.5	チェン散乱マトリクスによる特性の表示	64
2.2.6	マイクロストリップ線の不連続部分の近似等価回路	65
2.3	結合伝送線	68
2.3.1	結合伝送線の構成	68
2.3.2	結合伝送線のS行列	71
2.3.3	Sパラメータの性質	72
2.3.4	結合伝送線の駆動方式	73
2.3.5	結合伝送線のインピーダンス変換への応用	76
2.3.6	インピーダンス変換回路	76
2.4	電磁界の方程式	78
2.4.1	電磁現象	78
2.4.2	マクスウェルの方程式	79
2.5	導波管	81
2.5.1	概要	81
2.5.2	直交座標系におけるマクスウェルの方程式	82
2.5.3	矩形導波管における電磁界の計算	83
2.5.4	円筒座標系におけるマクスウェルの方程式	87
2.5.5	円形導波管における電磁界の計算	89
	演習問題	93

### 第3章 伝送線に接続される機能部品

3.1	ジャンクション・サーキュレータ	99
3.1.1	サーキュレータの特性	99
3.1.2	サーキュレータの信号の伝送経路	100
3.1.3	サーキュレータの構造	100
3.1.4	サーキュレータのポートの位置	101
3.1.5	フェリ磁性体	102
3.1.6	フェライト内の電磁波の伝搬	103
3.1.7	サーキュレータの解析	105
3.1.8	サーキュレータの応用例	108
3.2	信号電力の分割と合成の回路	111
3.2.1	ウィルキンソン電力分割・合成回路	111

3.2.2	信号の2分割	112
3.2.3	信号分割回路	113
3.2.4	回路の入力と出力の関係	113
3.2.5	信号合成回路	113
3.3	方向性結合回路	114
3.3.1	概 説	114
3.3.2	結合係数	115
3.3.3	前方向結合回路	115
3.3.4	後方向結合回路	118
3.3.5	結合伝送線の特性インピーダンス	121
3.3.6	方向性結合回路の実例	123
3.4	フィルタ	124
3.4.1	フィルタの基本回路とその特性	124
3.4.2	カップルドフィルタ	126
3.4.3	マイクロ波フィルタの例	128
3.5	增幅回路	133
3.5.1	増幅の基本回路	133
3.5.2	電力增幅回路の例	136
3.5.3	F級動作電力増幅回路	139
3.5.4	電力増幅回路の非線形動作による混変調	141
	演習問題	145

## 第4章 スミスチャート

4.1	スミスチャートの構成	149
4.1.1	インピーダンス・スミスチャート	149
4.1.2	アドミタンス・スミスチャートの作成方法	152
4.1.3	イミタンス・スミスチャート	153
4.2	イミタンスチャートを使用した整合回路の設計	155
4.2.1	2個の素子を使用した整合回路の構成	156
4.2.2	集中定数素子を用いた整合回路	156
4.2.3	集中定数による整合回路の設計例	158
4.2.4	伝送線を用いた整合回路	165
4.3	整合回路のプログラムによる計算例	171
4.3.1	整合回路の例-1	171
4.3.2	整合回路の例-2	172

4.3.3 整合回路の例-3 .....	172
演習問題.....	173
 演習問題解答.....	175
索引.....	183

### 付録 CD 目 次

付録 1 本文 1 章の補足 .....	1
付録 2 本文 3 章 3.1 の補足 .....	5
付録 3 本文 3 章 3.4 の補足 .....	13
付録 4 マイクロ波回路解析プログラム：システムフレームの作成 .....	20
付録 5 ダイアログボックスの作成 .....	32
付録 6 マイクロ波回路解析プログラム	

プログラムの内容：

- 1 特性インピーダンスの計算プログラム
  - 平行円形伝送線
  - 平行平板伝送線
  - マイクロ・ストリップ線
  - 同軸ケーブル
  - 結合伝送線 (even mode)
  - 結合伝送線 (odd mode)
  - 特性インピーダンス計算プログラムの説明
- 2 スミスチャートの表示プログラム
  - インピーダンス・スミスチャート
  - アドミタンス・スミスチャート
  - 反射係数の計算チャート
  - イミタンス・スミスチャート
- 3 整合回路の計算プログラム
  - 整合回路計算 (Bc & Xa)
  - 逆 L 整合回路計算 (Bc & Xa)
  - 整合回路計算 (C & L)
  - 逆 L 整合回路計算 (C & L)
  - 整合回路計算プログラムの説明

#### 4 スミスチャートによる計算例

スミスチャートを使用した整合回路設計例 1

スミスチャートを使用した整合回路設計例 2

スミスチャートを使用した整合回路設計例 3

**備考:** 以上のプログラムは Windows XP, Windows Vista, Windows 7 の OS 環境で使用可能である。

なおプログラムを実行するには「DLL ファイル」の準備が必要である。(付録 CD の「DLL ファイルの準備」を参照)