

# 目 次

## 1 分布定数回路

1.1 分布定数回路の基礎的關係	12
1.1.1 線路の一般式	12
1.1.2 反 射 係 数	18
1.2 スミス図表	23
1.2.1 スミス図表の作成法	23
1.2.2 スミス図表の性質	24
1.2.3 スミス図表の目盛	26
1.2.4 アドミタンス形式のスミス図表	27
1.2.5 スミス図表の使用例	28
1.3 整合線路および不整合線路	30
1.3.1 伝送電力(前進波電力と反射波電力)	30
1.3.2 電力反射係数	31
1.3.3 不整合線路に起る好ましくない現象	32
1.3.4 不整合線路の整合法	33
1.4 損失のある伝送線路	35
1.4.1 線 路 定 数	35
1.4.2 反射係数および定在波比	36
1.4.3 伝 送 効 率	36
1.5 分布定数共振回路	38
1.5.1 分布定数共振回路の等価回路	38
1.5.2 共 振 器 の Q	39
1.5.3 分布定数共振回路のQ	40
演 習 問 題	42

## 2 電磁界の一般方程式

2.1	マクスウェルの方程式	43
2.2	導波管の中の電磁界	44
2.2.1	直角座標	45
2.2.2	円柱座標	49
2.3	伝搬定数および波動インピーダンス	50
2.3.1	TEMモード	50
2.3.2	TEおよびTMモード	51
2.4	境界条件	52
2.4.1	完全導体の場合	52
2.4.2	良導体(不完全導体)の場合	54
2.5	エネルギーの流れおよびポインティング・ベクトル	56
	演習問題	57

## 3 マイクロ波回路における電磁界

3.1	平行板線路	59
3.2	同軸線路	62
3.3	方形導波管	64
3.3.1	波動方程式の解	64
3.3.2	TMモードの場合	65
3.3.3	TEモードの場合	67
3.3.4	TMおよびTEモードの電磁界分布を表わす式の検討	68
3.3.5	しゃ断周波数および位相速度	68
3.3.6	導波管内を伝搬する電磁波の図式的説明法	71
3.3.7	方形導波管の寸法の選択法	72
3.3.8	導波管内の電磁界および壁面電流の分布	73
3.4	円形導波管	76

3・4・1	波動方程式の解 .....	76
3・4・2	TMモードの場合.....	78
3・4・3	TEモードの場合.....	79
3・4・4	しゃ断周波数および位相速度 .....	80
3・4・5	導波管内の電磁界および壁面電流の分布 .....	81
3・5	導波管内および同軸線路上を進行する電磁波の減衰 .....	83
3・5・1	減衰定数の一般式.....	83
3・5・2	方形導波管の減衰定数 .....	85
3・5・3	円形導波管の減衰定数 .....	86
3・5・4	同軸線路の減衰定数 .....	86
3・5・5	導波管の各種のモードおよび同軸線路の減衰定数の比較.....	86
3・6	モード変換および縮退 .....	88
3・6・1	モード変換 .....	88
3・6・2	縮 退 .....	88
3・7	リッジ導波管 .....	88
3・8	空洞共振器 .....	89
3・8・1	直六面体形空洞共振器.....	90
3・8・2	円筒形空洞共振器 .....	93
3・9	導波管形および導波管形以外の空洞共振器 .....	94
3・9・1	導波管形空洞共振器.....	94
3・9・2	管波管形以外の空洞共振器 .....	96
3・10	空洞共振器内の電磁波の減衰.....	97
3・10・1	空洞共振器の $Q$ の一般式 .....	97
3・10・2	円筒形空洞共振器の $Q$ .....	99
3・10・3	同軸形共振器 (TEMモードの場合) の $Q$ .....	99
3・10・4	円筒形空洞共振器の各種のモードの $Q$ の比較 .....	100
	演習問題 .....	101

## 4 マイクロ波回路網

4.1 導波管の等価回路表示	103
4.2 導波管回路素子の等価回路表示	106
4.2.1 エネルギーと等価電圧および等価電流の関係	106
4.2.2 インピーダンス行列	108
4.2.3 散乱行列 (〔S〕行列)	109
4.2.4 インピーダンス行列と散乱行列の関係	110
4.2.5 基準面の移動による〔S〕行列の変化	111
演習問題	113

## 5 マイクロ波回路素子

5.1 1端子対回路	115
5.1.1 短絡した導波管	116
5.1.2 無反射終端器	117
5.1.3 1開口空洞共振器	117
5.2 2端子対回路	118
5.2.1 誘導性および容量性回路素子	119
5.2.2 ベンドおよびコーナ	122
5.2.3 ひねり	123
5.2.4 可変減衰器および可変移相器	123
5.2.5 テーパーおよび4分の1波長変成器	124
5.2.6 変換回路	126
5.2.7 フィルタ	127
5.3 3端子対回路	128
5.4 4端子対回路	130
5.4.1 方向性結合器およびハイブリッド結合器	130
5.4.2 4分岐導波管が方向性結合器となる条件	132

5・4・3 実際の方向性結合器 .....	134
演習問題 .....	137

## 6 表面波線路および周期回路

6・1 表面波線路 .....	139
6・2 周期回路 .....	146
演習問題 .....	155

## 7 マイクロ波アンテナ

7・1 開口面からの放射 .....	157
7・2 利得および指向性 .....	159
7・3 電磁ホーン .....	164
7・4 電波レンズおよびパラボラ・アンテナ .....	167
7・4・1 電波レンズ .....	167
7・4・2 パラボラ・アンテナ .....	168
7・4・3 ホーン・レフレクタ .....	169
演習問題 .....	171

## 8 非可逆性マイクロ波回路

8・1 非可逆回路の歴史および分類 .....	173
8・2 物質の磁性 .....	174
8・3 フェライトと電磁界との相互作用 .....	176
8・4 アイソレータ .....	180
8・4・1 電界変位形アイソレータ .....	180
8・4・2 共鳴形アイソレータ .....	181
8・4・3 ファラデー回転形アイソレータ .....	181
8・4・4 同軸アイソレータ .....	184
8・4・5 サークュレータを用いたアイソレータ .....	184

8.5	サーキュレータ	184
8.5.1	ファラデー回転形サーキュレータ	184
8.5.2	移相形サーキュレータ	185
8.5.3	分岐形サーキュレータ	188
8.5.4	同軸サーキュレータ	188
8.6	アイソレータおよびサーキュレータの応用	189
8.6.1	アイソレータの応用	189
8.6.2	サーキュレータの応用	189
8.7	その他のフェライトの応用	191
	演習問題	192

## 9 パラメトリック増幅器

9.1	パラメトリック増幅器の原理	193
9.2	小信号理論	196
9.3	パラメトリック増幅器の回路	199
9.3.1	パラメトリック増幅器	199
9.3.2	ダウン・コンバータ	205
9.3.3	アップ・コンバータ	206
9.3.4	進行波形のパラメトリック増幅器	207
9.4	雑音温度および雑音指数	208
	演習問題	210

## 10 メーザおよびレーザー

10.1	物質と電磁波との相互作用	211
10.2	負温度の作り方—3準位法について	215
10.3	常磁性粒子の磁気共鳴	218
10.4	共振器形メーザ増幅器	219
10.5	進行波形メーザ増幅器	223

10・6 常磁性メーザ増幅器の雑音および飽和 .....	225
10・7 レーザ発振器 .....	226
演習問題 .....	229

## 11 ミリ波通信

11・1 概 説 .....	231
11・2 円形導波管 $TE_{01}$ モードの性質 .....	233
11・3 モード変換および再変換 .....	234
11・4 曲がりおよびらせん導波管 .....	236
11・5 回路素子 .....	239
演習問題 .....	242

## 付 録

1 電波の周波数区分 .....	243
2 ベクトルの公式 .....	245
3 直交曲線座標 $(u, v, w)$ の諸式 .....	249
4 円柱座標 $(r, \varphi, z)$ の諸式 .....	251
5 球座標 $(\theta, \varphi, r)$ の諸式 .....	253
6 円柱関数の公式 .....	255
7 球関数の公式 .....	257

## 演習問題の略解

(1・1) ~ (1・7) .....	259
(2・1) ~ (2・2) .....	259
(3・1) ~ (3・10) .....	259
(4・1) ~ (4・6) .....	260
(5・1) ~ (5・5) .....	260
(6・1) ~ (6・8) .....	260

(7·1) ~ (7·5) .....	260
(8·1) ~ (8·11).....	261
(9·1) ~ (9·3) .....	261
(10·1) ~ (10·2) .....	261
(11·1) ~ (11·2) .....	261
索 引 .....	263