

目 次

第1章 高周波伝送の基礎理論

| | |
|------------------------------------|----|
| 1・1 伝搬定数, 特性インピーダンス | 1 |
| 1・2 入射波と反射波 | 3 |
| 1・3 定在波 | 6 |
| 1・4 スミスチャート | 8 |
| 1・4・1 スミスチャートの原理 | 8 |
| 1・4・2 スミスチャートの使い方 | 10 |
| 1・4・3 スミスチャート上での回路のインピーダンス特性 | 13 |
| 1・5 Sパラメータ | 13 |

第2章 デシベル

| | |
|--------------------------------------|----|
| 2・1 デシベルの考え方 | 17 |
| 2・2 dB表示の種類 | 18 |
| 2・2・1 [dB] | 19 |
| 2・2・2 [dBm](電力レベルの絶対値表示) | 20 |
| 2・2・3 [dB μ](電圧レベルの絶対値表示) | 20 |
| 2・2・4 [dBr](相対レベル) | 20 |
| 2・3 補正を必要とするdB測定 | 21 |
| 2・4 高周波信号発生器の出力の表し方 | 25 |

第3章 高周波計測における雑音の性質

| | |
|------------------------------------|----|
| 3・1 ノーマル モード ノイズとコモン モード ノイズ | 27 |
| 3・2 熱雑音 | 29 |

| | | |
|-------|-----------------|----|
| 3・3 | 雑音指数(ノイズ フィギュア) | 30 |
| 3・4 | 空間雑音 | 31 |
| 3・4・1 | 空間雑音の種類 | 31 |
| 3・4・2 | 空間雑音の大きさ | 32 |
| 3・5 | 確率密度関数 | 35 |

第4章 信号解析の基礎

| | | |
|-------|-------------|----|
| 4・1 | 周期関数のフーリエ級数 | 39 |
| 4・2 | 変調 | 41 |
| 4・2・1 | 振幅変調 | 41 |
| 4・2・2 | 周波数変調 | 43 |
| 4・3 | パルス | 45 |
| 4・3・1 | パルス波形特性の表し方 | 45 |
| 4・3・2 | パルスのスペクトラム | 47 |
| 4・3・3 | 単位インパルス | 49 |

第5章 トレーサビリティと高周波計測の標準

| | | |
|-------|-------------------|----|
| 5・1 | トレーサビリティ | 51 |
| 5・1・1 | トレーサビリティの考え方 | 51 |
| 5・1・2 | トレーサビリティの実際 | 52 |
| 5・2 | 周波数標準 | 52 |
| 5・2・1 | 標準電波 | 53 |
| 5・2・2 | GPSによる周波数標準 | 53 |
| 5・2・3 | 水素メーザによる高安定度周波数標準 | 55 |
| 5・3 | 高周波電力標準 | 58 |
| 5・3・1 | 標準カロリメータ | 58 |

第6章 高周波測定器

| | | |
|-------|----------------------|----|
| 6・1 | 計測器の基本的回路 | 61 |
| 6・1・1 | スーパーヘテロダイン | 61 |
| 6・1・2 | エレクトロニック カウンタ回路 | 63 |
| 6・2 | 高周波パワーメータ | 64 |
| 6・2・1 | 高周波パワー | 64 |
| 6・2・2 | 高周波パワーメータの構成 | 65 |
| 6・2・3 | 高周波電力測定用センサ | 65 |
| 6・2・4 | 高周波パワー測定上の注意 | 67 |
| 6・2・5 | 高周波パワー測定の不確かさの要因 | 67 |
| 6・3 | 高周波(マイクロ波)周波数カウンタ | 68 |
| 6・3・1 | 概要 | 68 |
| 6・3・2 | ハーモニック ヘテロダイン方式 | 68 |
| 6・3・3 | 基準発振器と安定度 | 70 |
| 6・3・4 | 高周波周波数測定上の注意 | 71 |
| 6・3・5 | 周波数測定の不確かさの要因 | 71 |
| 6・4 | 空洞共振形高周波周波数計 | 72 |
| 6・4・1 | 概要 | 72 |
| 6・4・2 | 測定器の原理 | 73 |
| 6・4・3 | 測定上の注意 | 74 |
| 6・5 | オシロスコープ | 75 |
| 6・5・1 | 概要 | 75 |
| 6・5・2 | デジタル オシロスコープの動作原理 | 75 |
| 6・5・3 | デジタル オシロスコープの観測上の注意点 | 77 |
| 6・5・4 | デジタル オシロスコープの特別な使用方法 | 80 |
| 6・5・5 | サンプリング オシロスコープ | 80 |
| 6・6 | スペクトラム アナライザ | 81 |
| 6・6・1 | 概要 | 81 |

| | | |
|--------|-----------------------|-----|
| 6・6・2 | 動作原理 | 82 |
| 6・6・3 | 特殊機能 | 84 |
| 6・6・4 | スペクトラムアナライザの使用上の注意 | 84 |
| 6・7 | メジャリングレシーバ | 87 |
| 6・7・1 | 概要 | 87 |
| 6・7・2 | 測定項目 | 87 |
| 6・7・3 | 測定上の注意 | 88 |
| 6・8 | 周波数シンセサイザ | 88 |
| 6・8・1 | 概要 | 88 |
| 6・8・2 | 動作原理 | 89 |
| 6・8・3 | 使用上の注意 | 90 |
| 6・9 | 高周波掃引発振器 | 91 |
| 6・9・1 | 概要 | 91 |
| 6・9・2 | 使用上の注意 | 92 |
| 6・10 | ネットワークアナライザ | 93 |
| 6・10・1 | 概要 | 93 |
| 6・10・2 | 動作原理 | 94 |
| 6・10・3 | 測定上の注意 | 95 |
| 6・11 | 高周波増幅器(マイクロ波アンプリファイア) | 99 |
| 6・11・1 | 概要 | 99 |
| 6・11・2 | 動作原理 | 100 |
| 6・11・3 | 測定上の注意 | 101 |
| 6・12 | 雑音指数(ノイズフィギュア)測定器 | 102 |
| 6・12・1 | 雑音指数測定法の概要 | 102 |
| 6・12・2 | 測定器の概要 | 104 |
| 6・12・3 | 標準雑音発生器 | 104 |
| 6・12・4 | 測定の不確かさ | 105 |

第7章 高周波測定用のアクセサリ

| | | |
|--------|-------------------|-----|
| 7・1 | 高周波用同軸コネクタ | 108 |
| 7・1・1 | APC-7(7 mm)コネクタ | 108 |
| 7・1・2 | N型コネクタ | 108 |
| 7・1・3 | SMAコネクタ | 109 |
| 7・1・4 | 3.5 mmコネクタ | 109 |
| 7・1・5 | 2.92 mmコネクタ | 109 |
| 7・1・6 | 2.4 mmコネクタ | 109 |
| 7・1・7 | 1.85 mmコネクタ | 109 |
| 7・1・8 | 1 mmコネクタ | 111 |
| 7・1・9 | BNCコネクタ | 111 |
| 7・1・10 | SMCコネクタ | 111 |
| 7・1・11 | 高周波用同軸コネクタの使用上の注意 | 111 |
| 7・2 | アッテネータ | 111 |
| 7・2・1 | 同軸形固定アッテネータ | 112 |
| 7・2・2 | 同軸形ステップ可変アッテネータ | 112 |
| 7・2・3 | 同軸形アッテネータの選択上の注意 | 112 |
| 7・3 | ディテクタ | 113 |
| 7・3・1 | 高周波用ディテクタの主な使用法 | 113 |
| 7・3・2 | 高周波用ディテクタの特長 | 113 |
| 7・3・3 | 高周波用ディテクタの選択上の注意 | 113 |
| 7・4 | 方向性結合器 | 117 |
| 7・4・1 | 方向性結合器の用途 | 117 |
| 7・4・2 | 方向性 | 117 |
| 7・4・3 | 結合係数 | 118 |
| 7・4・4 | 伝送損失 | 118 |
| 7・5 | その他の高周波測定用アクセサリ | 118 |

第8章 高周波計測の実例

| | | |
|-------|-------------------------|-----|
| 8・1 | 通信衛星からの電波の測定 | 120 |
| 8・2 | 高周波チューナなどを用いた高周波デバイスの測定 | 122 |
| 8・2・1 | 高周波チューナ | 122 |
| 8・2・2 | スペクトラムアナライザによる測定 | 123 |
| 8・3 | 四端子Sパラメータ測定器 | 124 |
| 8・4 | スィーパを用いた伝送, 反射特性の測定 | 125 |
| 8・4・1 | 伝送特性の測定例 | 126 |
| 8・4・2 | 反射特性の測定例 | 126 |
| 8・4・3 | 測定上の注意 | 127 |
| 8・5 | スィーパを用いた減衰量の測定 | 127 |
| 8・5・1 | オーディオ置換法による減衰量の測定 | 127 |
| 8・5・2 | RF置換法による減衰量の測定 | 128 |
| 8・6 | 高周波測定におけるVSWRの軽減 | 129 |
| 8・6・1 | パッドの使用 | 129 |
| 8・6・2 | インピーダンス変換器 | 130 |
| 8・7 | 高周波計測での注意点 | 130 |
| 参考文献 | | 132 |
| 付 録 | | |
| 1. | デシベル表 | 133 |
| 2. | 伝送特性表 | 135 |
| 3. | 計量標準, 計量法に関する主な公的機関 | 140 |
| 索 引 | | 141 |