



LCR メータ  
LCR METER

**ZM2376**

---

**取扱説明書（基本編）**



DA00042205-004

LCR メータ  
LCR METER

**ZM2376**

**取扱説明書（基本編）**

### 登録商標について

National Instruments、LabVIEW は、米国 National Instruments Corporation の登録商標です。

この取扱説明書で使われているその他の会社名、商品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。

## はじめに

このたびは、「ZM2376 LCR メータ」をお買い求めいただき、ありがとうございます。

電気製品を安全に正しくお使いいただくために、まず、次のページの「安全にお使いいただくために」をお読みください。

### ■ この説明書の注意記号について

この説明書では、次の注意記号を使用しています。機器の使用者の安全のため、また、機器の損傷を防ぐためにも、この注意記号の内容は必ず守ってください。

---

#### 警告

機器の取扱いにおいて、使用者が死亡または重傷を負うおそれがある場合、その危険を避けるための情報を記載しています。

---

---

#### 注意

機器の取扱いにおいて、使用者が傷害を負う、または物的損傷が生じるおそれを避けるための情報を記載しています。

---

- ZM2376 には、以下の取扱説明書があります。
  - ZM2376 取扱説明書（基本編）  
ZM2376 をパネルから操作する方法や仕様、保守など基本的な事柄を説明します。
  - ZM2376 取扱説明書（リモート制御）  
ZM2376 をリモート制御する方法を説明します。  
標準コマンド（ZM2376 本来のコマンド）の説明を含んでいます。
  - ZM2376 取扱説明書（代替コマンド）  
ZM2376 の代替コマンドを説明します。  
標準コマンドより代替コマンドの方が扱い易いときは、代替コマンドをお使いいただけます。ただし、代替コマンドで扱える機能は限定されます。
  
- この説明書（基本編）の章構成は次のようになっています。  
初めて使用する方は、1 章からお読みください。
  1. 概 要  
この製品の概要・特長・応用・機能および簡単な動作原理を説明しています。
  2. 使用前の準備  
設置や操作の前にはしなければならない大事な準備作業について説明しています。
  3. パネル面と基本操作の説明  
パネル面各部の機能・動作および基本的な操作について説明しています。  
機器を操作しながらお読みください。
  4. 応用操作  
さらに幅広い操作説明をしています。
  5. トラブルシューティング  
エラーメッセージや故障と思われるときの対処方法を記載しています。
  6. 保守  
保管・再梱包・輸送や性能試験の方法などについて説明しています。
  7. 仕様  
仕様(機能・性能)について記載しています。

————— 安全にお使いいただくために —————

安全にご使用いただくため、下記の警告や注意事項は必ず守ってください。

これらの警告や注意事項を守らずに発生した損害については、当社はその責任と保証を負いかねますのでご了承ください。

なお、この製品は、JIS や IEC 規格の絶縁基準 クラス I 機器(保護導体端子付き)です。

● **取扱説明書の内容は必ず守ってください。**

取扱説明書には、この製品を安全に操作・使用するための内容を記載しています。

ご使用に当たっては、この説明書を必ず最初にお読みください。

この取扱説明書に記載されているすべての警告事項は、重大事故に結びつく危険を未然に防止するためのものです。必ず守ってください。

● **必ず接地してください。**

この製品はラインフィルタを使用しており、接地しないと感電します。

感電事故を防止するため、必ず「電気設備技術基準 D 種(100 Ω以下)接地工事」以上の接地に確実に接続してください。

3 ピン電源プラグを、保護接地コンタクトを持った電源コンセントに接続すれば、この製品は自動的に接地されます。

この製品には、3 ピン→2 ピン変換アダプタを添付しておりません。ご自身で3 ピン→2 ピン変換アダプタを使用するときは、必ず変換アダプタの接地線をコンセントのそばの接地端子に接続してください。

● **電源電圧を確認してください。**

この製品は、取扱説明書の「**接地および電源接続**」の項に記載された電源電圧で動作します。

電源接続の前に、コンセントの電圧が本器の定格電源電圧に適合していることを確認してください。

● **おかしいと思ったら**

この製品から煙が出てきたり、変な臭いや音がしたら、直ちに電源コードを抜いて使用を中止してください。

このような異常が発生したら、修理が完了するまで使用できないようにして、直ちに当社または当社代理店にご連絡ください。

● **ガス雰囲気中では使用しないでください。**

爆発などの危険性があります。

● **カバーは取り外さないでください。**

この製品の内部には、高電圧の箇所があります。カバーは絶対に取り外さないでください。

内部を点検する必要があるときでも、当社の認定したサービス技術者以外は内部に触れないでください。

● 改造はしないでください。

改造は、絶対に行わないでください。新たな危険が発生したり、故障時に修理をお断りすることがあります。

● 製品に水が入らないよう、また濡らさないようご注意ください。

濡らしたまま使用すると、感電および火災の原因になります。水などが入った場合は、直ちに電源コードを抜いて、お求めの当社または当社代理店にご連絡ください。

● 近くに雷が発生したときは、電源スイッチを切り、電源コードを抜いてください。

雷によっては、感電、火災および故障の原因になります。

● 安全関係の記号

製品本体や取扱説明書で使用している安全上の記号の一般的な定義は、次のとおりです。



**取扱説明書参照記号**

使用者に危険の潜在を知らせるとともに、取扱説明書を参照する必要がある箇所に表示されます。



**警告記号**

機器の取扱いにおいて、使用者が死亡または重傷を負うおそれがある場合、その危険を避けるための情報を記載しています。



**注意記号**

機器の取扱いにおいて、使用者が傷害を負う、または物的損傷が生じるおそれを避けるための情報を記載しています。



● その他の記号



電源スイッチのオン位置を示します。



電源スイッチのオフ位置を示します。



ケースに接続されていることを示します。



———— 電磁両立性について ————

この製品を住宅地域で使用すると、障害が発生することがあります。ラジオ及びテレビ放送受信の障害を防止するために、そのような場所での使用は、使用者が電磁放射を低減する特別な措置をとらない限り、避けてください。

———— 廃棄処分時のお願い ————

環境保全のため、この製品を廃棄するときは、産業廃棄物を取り扱う業者を通じて処分してください。この製品は、電池、水銀を含むバックライトを搭載していません。

---

## 目 次

---

	ページ
1. 概要	1-1
1.1 特長	1-2
1.2 応用	1-3
1.3 機能一覧	1-4
1.4 動作原理	1-5
2. 使用前の準備	2-1
2.1 使用前の確認	2-2
2.2 設置	2-6
2.2.1 設置時の一般的な注意事項	2-6
2.2.2 設置条件	2-6
2.2.3 ラックマウント	2-7
2.3 接地および電源接続	2-12
2.4 簡単な動作チェック	2-13
2.5 校正	2-14
3. パネル面と基本操作の説明	3-1
3.1 パネル各部の名称と動作	3-2
3.2 電源投入時の表示と初期設定	3-4
3.2.1 電源投入前の確認	3-4
3.2.2 電源投入時の表示	3-5
3.2.3 初期設定	3-6
3.3 操作ツリー	3-11
3.4 試料を接続する	3-15
3.4.1 測定端子	3-15
3.4.2 試料の接続方法	3-16
3.4.3 接続時の注意事項	3-17
3.5 基本操作	3-19
3.5.1 測定画面の概要	3-19
3.5.2 基本的なキー操作	3-20
3.5.3 初めてお使いになるときの簡単な操作方法	3-23
3.5.4 初期化	3-27
3.5.5 測定パラメタの設定	3-28
3.5.5.1 主パラメタの選択	3-28
3.5.5.2 等価回路の設定	3-30
3.5.5.3 副パラメタの設定	3-31
3.5.6 基本的な測定条件の設定	3-33
3.5.6.1 測定周波数	3-33
3.5.6.2 測定信号レベル	3-34
3.5.6.3 測定レンジ	3-35
3.5.6.4 トリガ	3-41
3.5.6.5 測定速度	3-46
3.5.6.6 誤差の補正	3-48
3.5.6.7 オープン補正	3-50
3.5.6.8 ショート補正	3-56
3.5.6.9 ロード補正	3-60
3.5.6.10 ケーブル長補正	3-70

---

4.	応用操作	4-1
4.1	特定の電圧または電流で測定する (ALC)	4-2
4.2	測定値のばらつきを抑える (平均化)	4-6
4.3	基準値からの偏差を表示する	4-7
4.4	部品を選別する (コンパレータ)	4-10
4.5	部品ハンドラと接続する (ハンドラインタフェース)	4-19
4.6	複数の条件で測定する (マルチ測定)	4-28
4.7	測定画面 2 行目の表示内容を変更する (補助表示)	4-35
4.8	設定や補正値をメモリに保存する / 復帰する	4-37
4.9	コンタクトチェックの設定をする	4-39
4.10	DC バイアス電圧をかける	4-42
4.11	DC バイアス電流を流す	4-49
4.12	パネルのキー操作を禁止する	4-51
4.13	自動調整中の整定待ち時間を変更する	4-52
4.14	すべての設定を初期化する	4-53
4.15	自己診断	4-56
4.16	バージョンを確認する	4-57
4.17	リモート制御	4-58
4.18	操作モードを切り換える (代替コマンド)	4-59
5.	トラブルシューティング	5-1
5.1	エラーメッセージ	5-2
5.1.1	電源投入時のエラー	5-3
5.1.2	パネル操作時のエラー	5-4
5.1.3	測定中のエラー	5-5
5.1.4	異常時の測定値表示	5-6
5.2	故障と思われるとき	5-8
6.	保守	6-1
6.1	はじめに	6-2
6.2	日常の手入れ	6-3
6.3	保管・再梱包・輸送	6-3
6.4	バージョン番号の確認方法	6-3
6.5	アイソレーションの確認	6-4
6.6	性能試験	6-4
6.6.1	測定周波数確度	6-5
6.6.2	測定信号レベル確度	6-5
6.6.3	電圧モニタ確度	6-6
6.6.4	DC バイアス電圧確度	6-7
6.6.5	交流インピーダンス測定確度	6-8
6.6.6	直流抵抗測定確度	6-13
6.7	校正	6-14

7. 仕様.....	7-1
7.1 仕様 .....	7-2
7.2 外形寸法図 .....	7-16

## 付 図 ・ 付 表

	ページ
図 1-1 ブロック図 .....	1-5
図 2-1 ラックマウント組立図（ミリラック） .....	2-8
図 2-2 ラックマウント組立図（インチラック） .....	2-9
図 2-3 ラックマウント寸法図（ミリラック） .....	2-10
図 2-4 ラックマウント寸法図（インチラック） .....	2-11
図 3-1 正面パネル .....	3-2
図 3-2 背面パネル .....	3-3
図 3-3 測定端子の機能 .....	3-15
図 3-4 試料との接続 .....	3-16
図 3-5 容量 対 測定信号レベル 特性 .....	3-37
図 3-6 測定シーケンス .....	3-41
図 3-7 信号取得時間 .....	3-47
図 3-8 オープン補正時の端子処理 .....	3-51
図 3-9 ショート補正時の端子処理 .....	3-57
図 3-10 ロード補正の対象になる接続回路網 .....	3-60
図 3-11 ロード標準値の測定 .....	3-66
図 3-12 ロード補正值の測定 .....	3-68
図 4-1 定電圧で測定できる最大容量（参考値） .....	4-5
図 4-2 定電流で測定できるインダクタンス範囲（参考値） .....	4-5
図 4-3 コンパレータの判定結果出力 .....	4-11
図 4-4 複数分類時の範囲設定と判定 .....	4-15
図 4-5 ハンドラインタフェースの等価回路 .....	4-21
図 4-6 ハンドラインタフェース動作タイミング .....	4-22
図 4-7 模擬出力タイミング .....	4-27
図 4-8 マルチ測定におけるハンドラインタフェースの動作タイミング .....	4-33
図 4-9 外部電圧バイアス回路例 .....	4-47
図 4-10 外部電流バイアス回路例 .....	4-49
図 7-1 誤差の範囲 .....	7-11
図 7-2 LC - Z 換算グラフ .....	7-12
図 7-3 ZM2373 外形寸法図 .....	7-16

表 2-1	構成表 .....	2-2
表 3-1	設定項目と初期値 .....	3-7
表 3-2	測定レンジ 一覧.....	3-35
表 3-3	各測定レンジの最大電流、最大電圧、出力インピーダンス.....	3-37
表 3-4	測定時間の例 .....	3-46
表 4-1	測定値の表示形式と設定値の解釈（L の例） .....	4-14
表 4-2	コンパレータ初期化内容 .....	4-14
表 4-3	ハンドラインタフェース信号配列 .....	4-19
表 4-4	ハンドラインタフェース信号の機能 .....	4-20
表 4-5	マルチ測定におけるハンドラインタフェース出力 .....	4-32
表 5-1	おかしいと思ったら .....	5-7

# 1. 概 要

1.1 特長 .....	1-2
1.2 応用 .....	1-3
1.3 機能一覧 .....	1-4
1.4 動作原理 .....	1-5

## 1.1 特長

「ZM2376 LCR メータ」は、最高周波数 5.5MHz、最大信号レベル 5V の高速 LCR メータです。基本確度が 0.08% と高く、電子部品の製造、検査ラインから材料の研究まで、インピーダンス測定に広くお使いいただけます。

- **測定周波数 1mHz ~ 5.5MHz**  
最高 6 桁の分解能と合わせて、試料の詳細な周波数特性を測定できます。
- **信号レベル 10mV ~ 5V / 最大電流 200mA**  
広い信号レベル範囲に渡り、試料の特性を測定できます。
- **定電圧 / 定電流駆動**  
信号レベルで特性が変化する試料でも、安定した信号レベルで評価できます。
- **高速測定**  
最速 2ms (1kHz、1MHz)、10ms (120Hz) の高速測定が可能です。
- **ケーブル長 0m / 1m / 2m / 4m**  
試料との接続ケーブルは最長 4m までご使用いただけます。ただし、周波数による制限があります。
- **トリガ同期駆動**  
試料とコンタクトしてから信号を出力することで、大容量コンデンサ測定時のコンタクト損傷を低減できます。また、履歴特性を持つ試料の測定ばらつきを抑えます。
- **コンタクトチェック**  
異常な低容量や異常な電圧・電流信号から、ほとんど追加時間なしで、試料とのコンタクト不良を検出できます。
- **ハンドライントフェース**  
最大 14 分類のピン判定結果を部品ハンドラに出力できます。
- **リモート制御**  
USB、RS-232 (230.4kbps max)、GPIB の各インタフェースを標準で備えているので、製造ラインや測定システムへの組み込みに便利です。また、オプションで LAN にも対応します。
- **直流抵抗測定**  
インダクタやトランスの巻線抵抗など、直流抵抗も測定できます。
- **設定・補正值メモリ**  
32 組の設定および補正值を不揮発性メモリに保存して、切り換えて使うことができます。

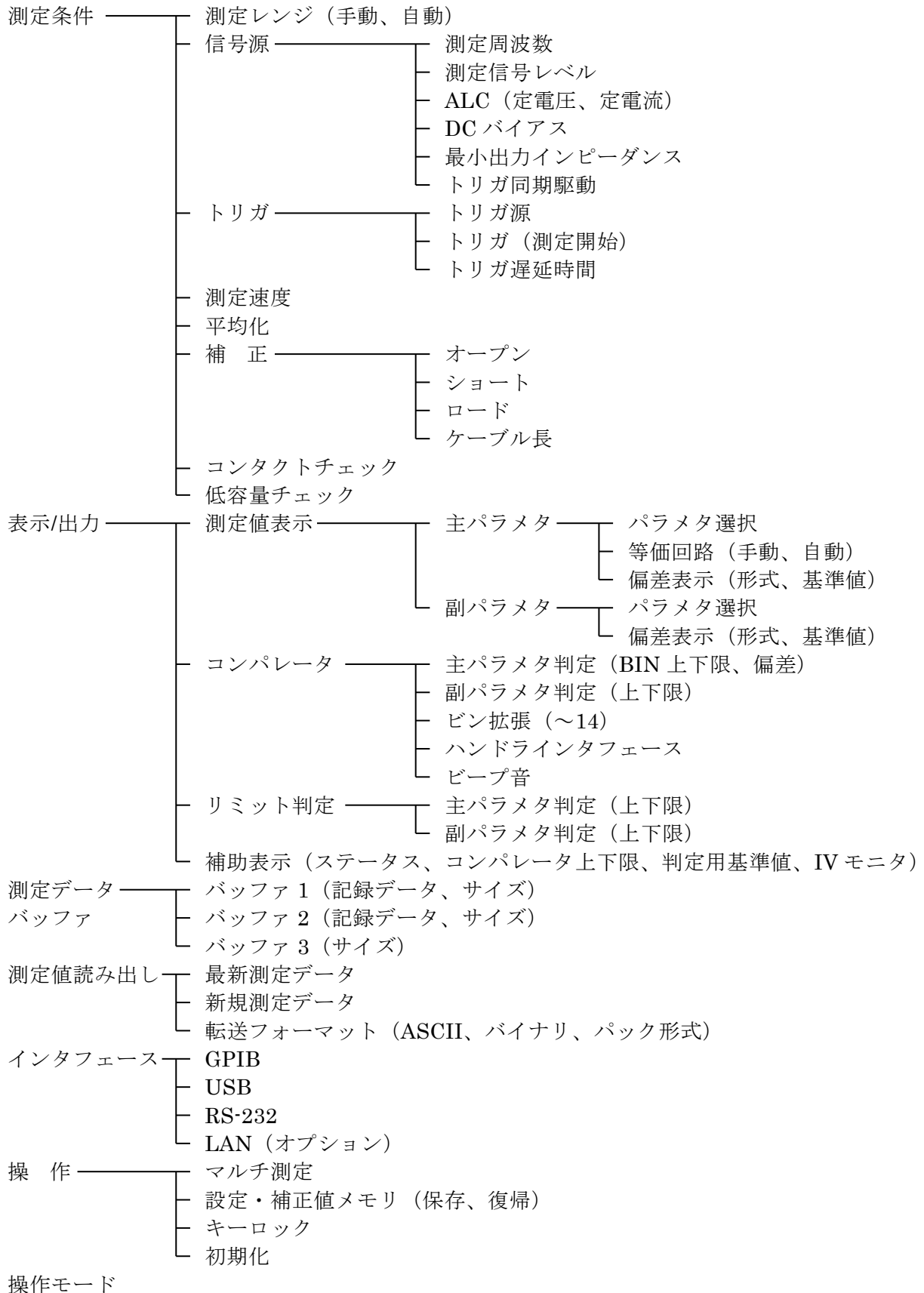


## 1.2 応用

- ・ インダクタ、コンデンサ、センサなど、電子部品の製造ラインにおける検査、選別、および評価試験。
- ・ 磁性材料、誘電体の評価、研究。
- ・ 電池のインピーダンス測定。

### 1.3 機能一覧

以下に、ZM2376 の機能ツリーを示します。



## 1.4 動作原理

ZM2376 は、内蔵発振器から試料（DUT：Device Under Test）に正弦波信号を与えます。インピーダンスブリッジで試料を流れる電流  $I$  と試料に掛かる電圧  $V$  を検出して、メインプロセッサで試料のインピーダンス  $Z (=V / I)$  を求めます。インダクタンス  $L$ 、静電容量  $C$ 、抵抗  $R$  などのパラメータは、インピーダンス（大きさと位相角）から計算されます。

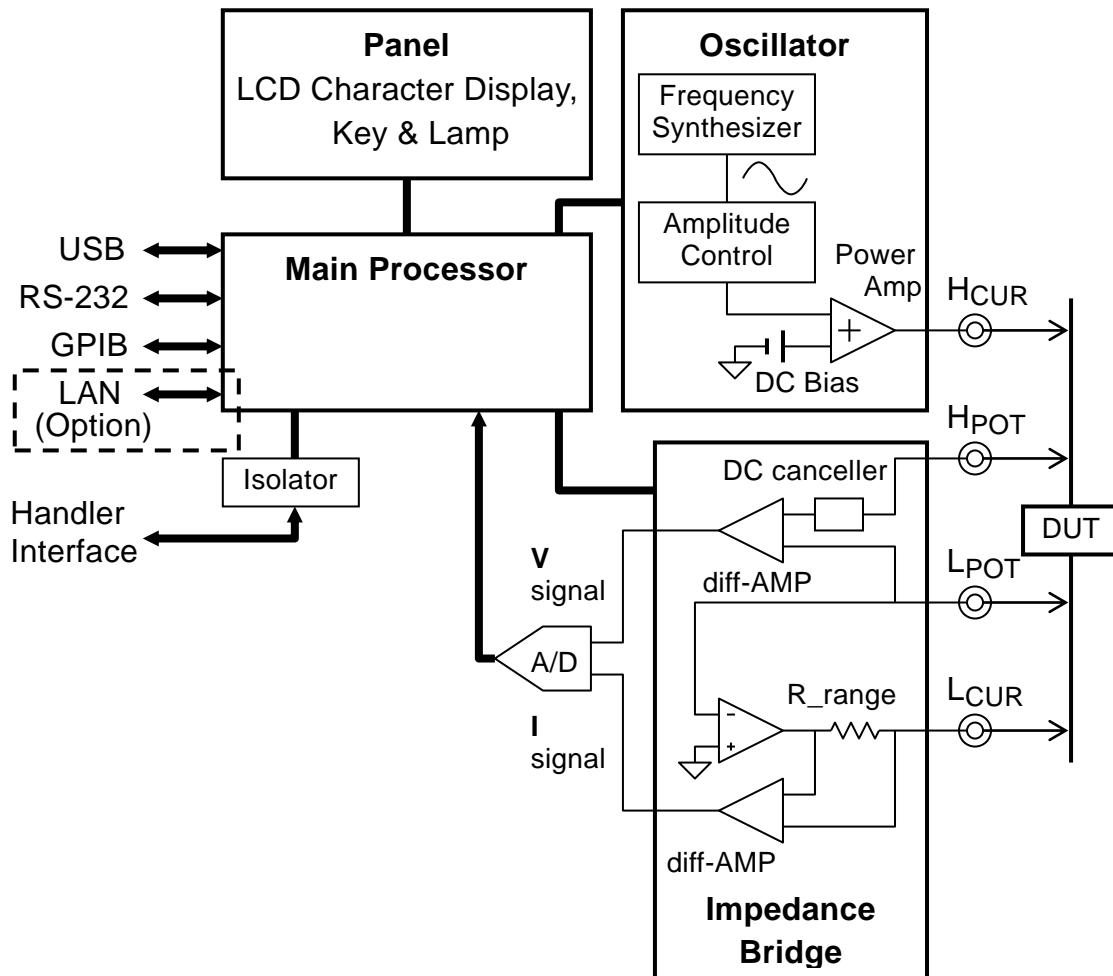


図 1-1 ブロック図

- メインプロセッサ（Main Processor）

メインプロセッサは、ユーザの操作に従って発振器やインピーダンスブリッジを制御し、試料から得られた電圧信号と電流信号から、それらのベクトル比を計算します。その後必要な補正を行い、最後に要求されたパラメータに変換して表示・出力します。

- 発振器 (Oscillator)

発振器は、水晶発振器を基準クロックとした直接デジタル周波数合成法により、正確な周波数を持つ正弦波信号を生成します。

ALC(Automatic Level Control)機能が有効なときは、電圧や電流のモニタ値が指定値になるように、メインプロセッサが信号レベルを自動調整します。

- インピーダンスブリッジ (Impedance Bridge)

試料を流れる電流は、レンジ抵抗と差動アンプによって電圧に変換されます。このとき  $L_{CUR}$ 、 $L_{POT}$  端子の電位は、ブリッジの自動平衡動作によってほぼゼロに保たれます。このため、対地容量や絶縁抵抗を通して接地に逃げてしまい、検出されない電流を低減できます。

試料に掛かる電圧は、差動アンプで検出します。

その後、電圧信号と電流信号は A/D 変換器でデジタル値に変換され、メインプロセッサに送られます。

## 2. 使用前の準備

2.1 使用前の確認 .....	2-2
2.2 設置 .....	2-6
2.2.1 設置時の一般的な注意事項 .....	2-6
2.2.2 設置条件 .....	2-6
2.2.3 ラックマウント .....	2-7
2.3 接地および電源接続 .....	2-12
2.4 簡単な動作チェック .....	2-13
2.5 校正 .....	2-14

## 2.1 使用前の確認

### ■ 安全の確認

ZM2376 をご使用になる前に、この取扱説明書の巻頭に記載されている「安全にお使いいただくために」をご覧ください。また電源に接続する前に「2.3 接地および電源接続」をお読みになり、安全のための確認を十分に行ってください。

また電源に接続する前に「2.3 接地および電源接続」をお読みになり、安全のための確認を十分に行ってください。

### ■ 開梱時の確認

まず最初に、輸送中の事故などによる損傷がないことをお確かめください。

開梱したら、「表 2-1 構成表」と照らし合わせて員数をご確認ください。

表 2-1 構成表

ZM2376 本体	1
取扱説明書（基本編）	1
CD-ROM（内容は次ページをご覧ください）	1
電源コードセット（3 極、2m）	1

### 警告

機器の内部には、高電圧の箇所があります。カバーは取り外さないでください。

機器内部の点検は、危険防止に精通している訓練されたサービス技術者以外の方は行わないでください。

### ■ 付属 CD-ROM の内容

- ・ ZM2376 取扱説明書（リモート制御）

ZM2376 をリモート制御する方法を説明します。  
標準コマンドの説明を含んでいます。

- ・ ZM2376 取扱説明書（代替コマンド）

ZM2376 の代替コマンドについて説明します。

- ・ アプリケーションソフトウェア

ZM2376 の主要な設定や、測定データの取得・表示、周波数を掃引しての測定、設定や測定データの保存ができます。

- ・ IVI(Interchangeable Virtual Instruments) 計測器ドライバ

ZM2376 の主要なコマンドやクエリを扱うドライバで、各種のプログラミング言語で利用できます。LabVIEW では、IVI 計測器ドライバをインポートして vi または llb に変換して使用できます。

- ・ サンプルプログラム

C#、VB.NET などのプログラミング言語で、各種インタフェースを用いて、ZM2376 を制御する例を示します。

ここでは概要を示しています。詳細な内容や取扱い方法については、CD-ROM に納められている説明書をご覧ください。

### ■ 信号ケーブル

信号ケーブルは付属しておりませんので、別途市販のケーブルをお求めください。ケーブル仕様は次のとおりです。

#### ・ 試料接続ケーブル

BNC コネクタを持つ同軸ケーブル

ケーブル長補正を正確に行うには、特性インピーダンス  $50\Omega$  の同軸ケーブル（静電容量 約  $105\text{pF/m}$ ）をご使用ください。

#### ・ GPIB ケーブル

IEEE488.1 規格適合ケーブル。

#### ・ USB ケーブル

USB1.1 または USB2.0 規格適合ケーブル。

#### ・ RS-232 ケーブル

インタリンク用、D-Sub 9 ピン、メス-メス、インチネジ、シールドあり。

一般的なパーソナルコンピュータ以外のコントローラでは、コネクタや信号配列が異なるために、専用のケーブルが必要になることがあります。

#### ・ LAN ケーブル

CAT5 以上（10BASE-T では CAT3 以上）。ケーブルの自動認識機能がないハブやルータに接続するときはストレートケーブル、パーソナルコンピュータと 1 対 1 で接続するときはクロスケーブルを用います。



### ■ 主な関連製品

テストフィクスチャ、テストリードは付属していませんので、別途お求めください。ZM2376 と組み合わせて使用できる主なテストフィクスチャ、テストリードは以下のとおりです。

型名	品名	補足説明	周波数範囲
ZM2363	テストフィクスチャ	リード部品用、 4端子接続。	DC ~ 10MHz
2324	4端子ワニグチクリップ テストリード	---	DC ~ 100kHz
2325AL	ケルビンクリップ テストリード	大型クリップ (クリップ交換可能)	DC ~ 100kHz
2325AM	ケルビンクリップ テストリード	中型クリップ (クリップ交換可能)	DC ~ 100kHz
ZM2392	ケルビンクリップ テストリード	簡易タイプ	DC ~ 20kHz
ZM2391	3端子ワニグチクリップ テストリード	信号2本、シールド1本	DC ~ 20kHz
2326A	チップ部品用テストリード	ピンセット型、 2端子接続。	DC ~ 1.2MHz
ZM2394	チップテストフィクスチャ	側面電極部品用、 2端子接続。	DC ~ 2MHz
ZM2394H	チップテストフィクスチャ	側面電極部品用、 2端子接続。	DC ~ 30MHz

試料と2端子接続になる機種では、接触抵抗やその変動の影響を受けます。およそ50Ω以下の測定では、実際の試料を用いて、接触抵抗による測定値のばらつきを評価してから用いることをお勧めします。

ここに示す情報は、この取扱説明書を作成した時点のものです。関連製品は、予告なく内容が変更されたり、廃止や追加が行われることがあります。ご注文にあたっては、必ず当社または当社代理店にご確認ください。

## 2.2 設置

### 2.2.1 設置時の一般的な注意事項

#### ⚠ 注意

ZM2376 を破損することがあるので、下記の事項にご注意ください。

- ・ ZM2376 は、ファンによる強制空冷をおこなっています。  
排気口のある背面や吸気孔のある両側面を塞がないでください。
- ・ ZM2376 は、必ず水平に（底面を床に向けて）設置してお使いください。背面や側面を下にして（立てて）使用すると、倒れ易く危険です。

#### ■ パネル、ケースの取扱い

ZM2376 の正面パネルはプラスチック製です。鋭利なものや高温のもので損傷しないようにご注意ください。

パネルやケースの表面が汚れたときは、柔らかい布で拭いてください。汚れがひどい時は、中性洗剤に浸し堅くしぼった布で拭いてください。シンナーやベンジンなどの有機溶剤や化学雑巾等で拭くと、変質や曇りを生じたり、塗装がはがれたりすることがありますので避けてください。

### 2.2.2 設置条件

ZM2376 は、下記の温度、湿度条件を満たす場所に設置してください。

動作	0～+40℃、5～85%RH（ただし、絶対湿度は 1～25g/m <sup>3</sup> 、結露がないこと） 高度 2000m 以下
保管	-10～+50℃、5～95%RH（ただし、絶対湿度 1～29g/m <sup>3</sup> 、結露がないこと）

#### ⚠ 注意

下記のような場所に設置することは避けてください。

- ・ 直射日光が当たる場所や、熱発生源の近く。
- ・ ほこり、塩分、金属粉などが多い場所。
- ・ 腐食性ガス、蒸気、油煙などが多い場所。
- ・ 振動が多い場所。
- ・ 強磁界、強電界発生源の近く。
- ・ パルス性雑音源の近く。

測定確度が重要なときは、お使いになる前に 30 分以上のウォームアップを行ってください。

ZM2376 や他の機器の電源コードと信号ケーブルを離してください。電源コードと信号ケーブルが近づいていると、誤動作や雑音による測定ばらつきの原因になることがあります。

### 2.2.3 ラックマウント

ZM2376 はラックマウントアダプタ（別売）を取り付けると、19 インチ IEC ラック、EIA 規格ラックまたは JIS 標準ラックに収納できます。ラックマウントアダプタは、ミリラック用とインチラック用が用意されています。

まず「**図 2-1 ラックマウント組立図（ミリラック）**」「**図 2-2 ラックマウント組立図（インチラック）**」のようにラックマウントアダプタを取り付けてから、ラックに収納してください。

#### 警告

ラックに収納するときは、必ずラックレールなどを設置して、ZM2376 を支えてください。さもないと、落下により怪我をすることがあります。

#### 注意

- ・ラックに収納するときは、必ずラックレールなどを設置して、ZM2376 を支えてください。落下により ZM2376 を破損することがあります。
- ・ラックには十分な通風孔を設けるか、冷却ファンを設けて空冷してください。
- ・ZM2376 の吸気孔は両側面にあります。  
側面は壁などから 20mm 以上空けてください。
- ・排気口は背面にあります。  
背面は壁などから 50mm 以上離してください。

規定以上の周囲温度になったり、吸排気が妨げられると、性能を維持できなかったり、ZM2376 を破損することがあります。

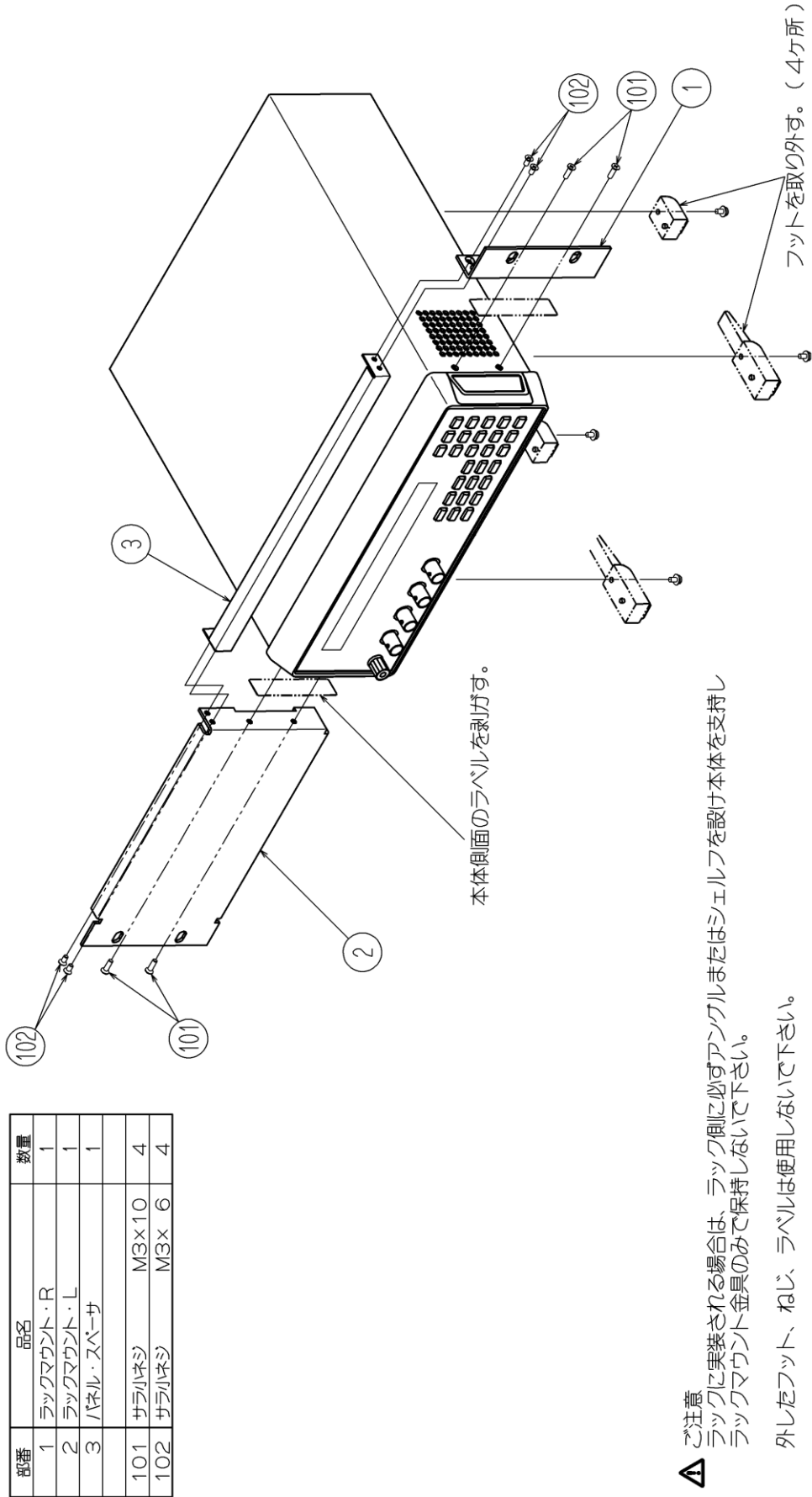


図 2-1 ラックマウント組立図 (ミリラック)

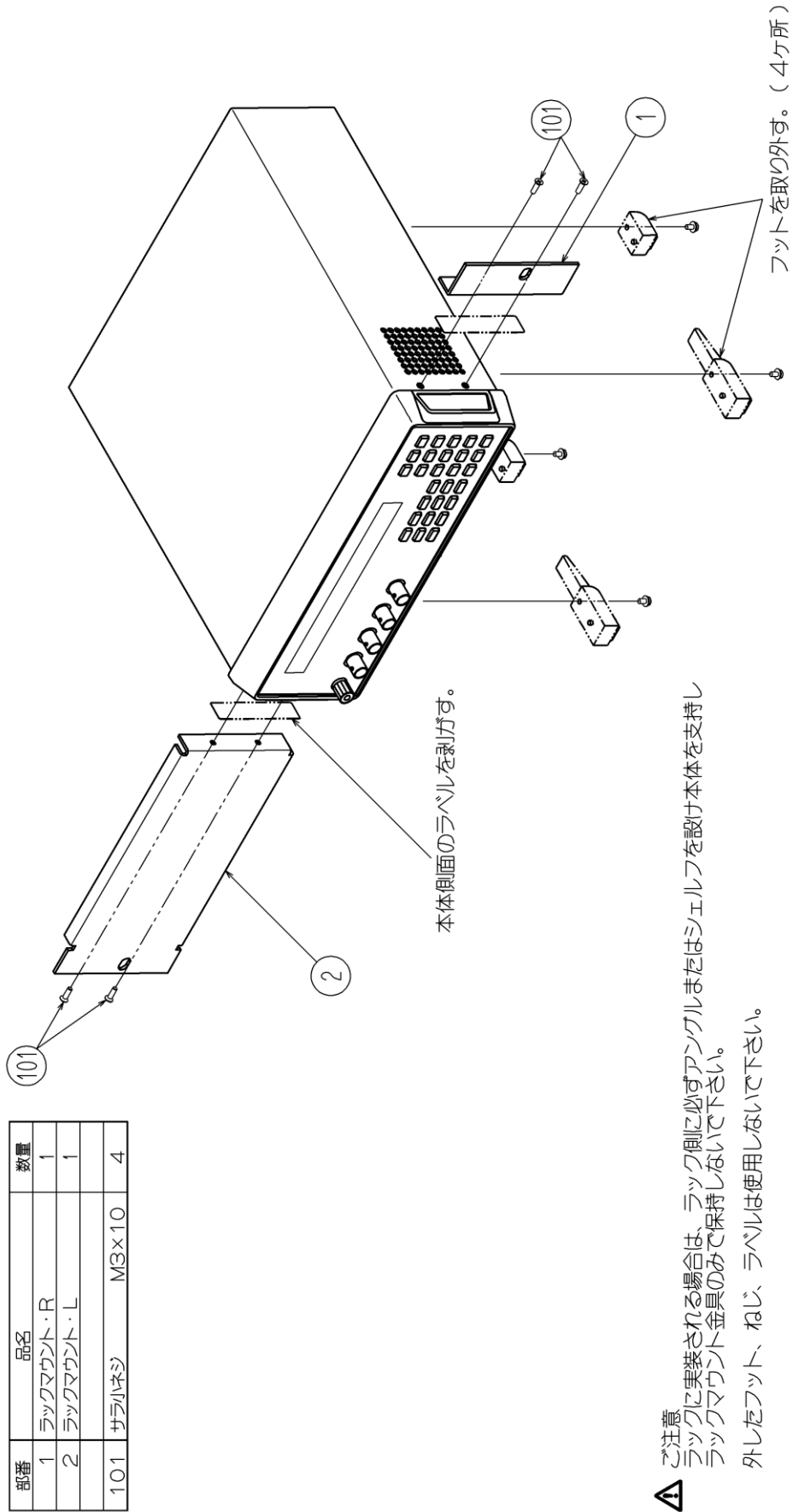
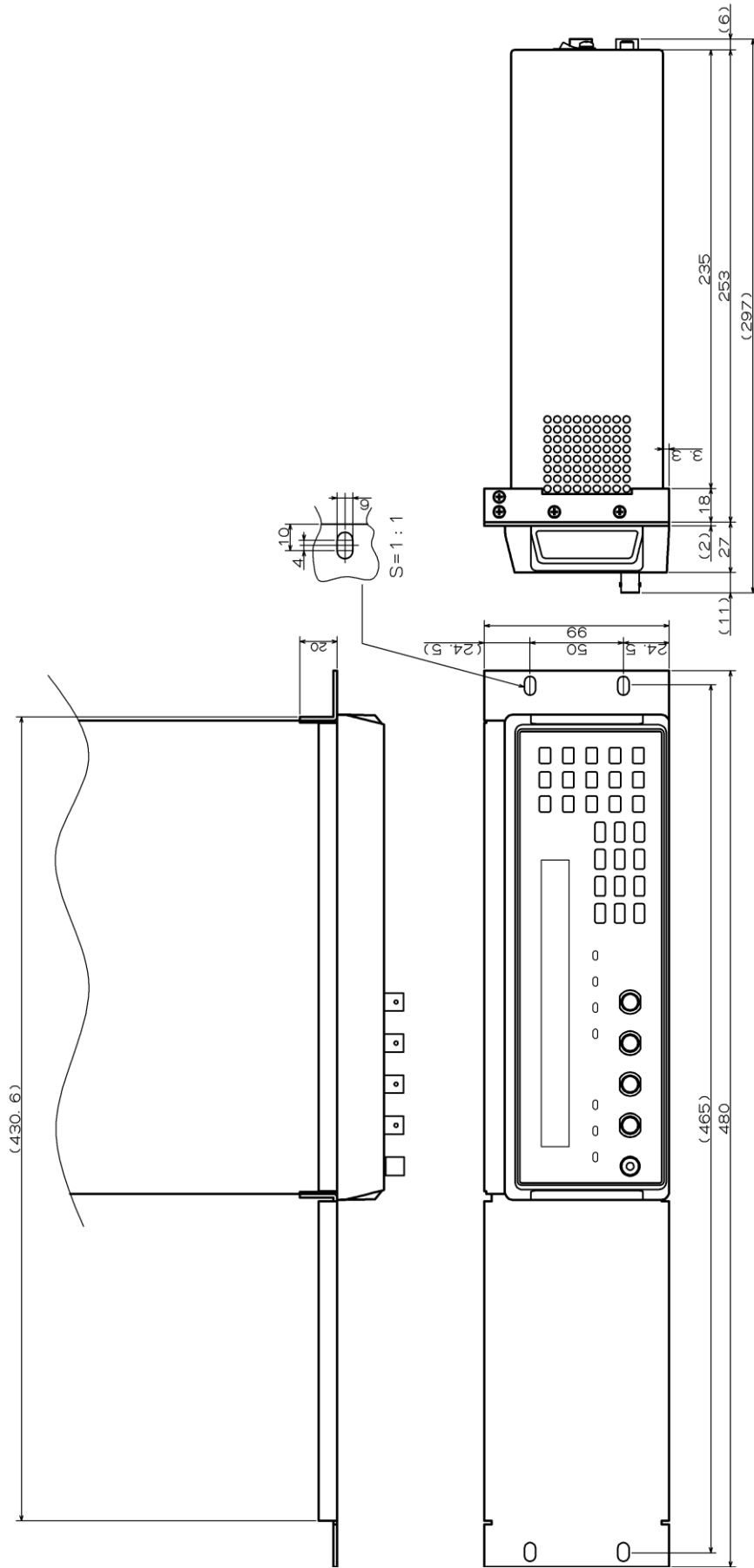


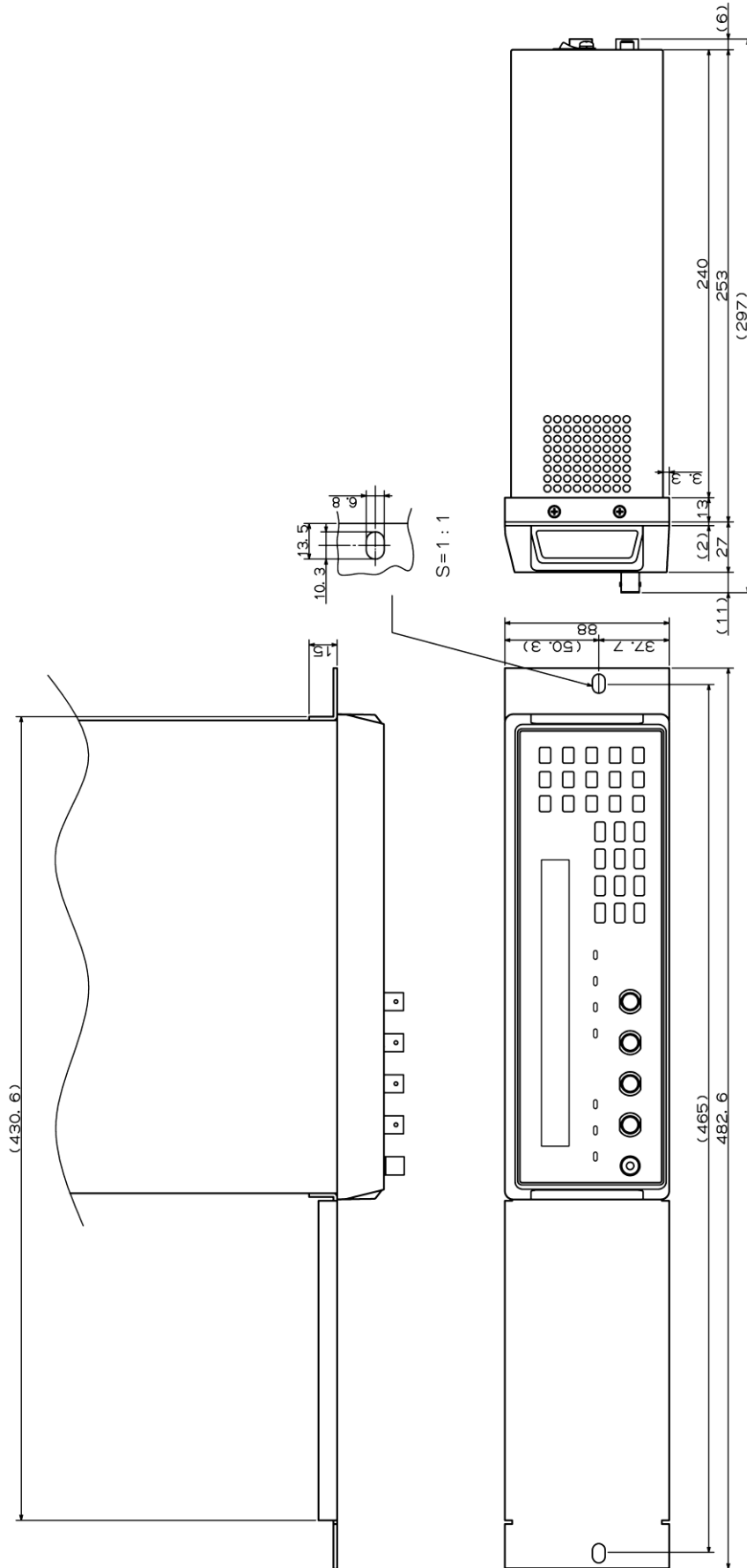
図 2-2 ラックマウント組立図 (インチラック)



表面処理  
ラックマウントアダプタ: 塗装 カルトライトグレー(マンセル6.0PB9.2/0.1)

ご注意  
ラックに取付けるときは、ラックマウントアダプタだけで保持しないで下さい。  
必ずラック側にシネールまたはシネールを付けて本体を保持して下さい。

図 2-3 ラックマウント寸法図 (ミリラック)



表面処理  
ラックマウントアダプタ：塗装 ウルトライトグレー（マンセル6. OPB9: 2/O. 1）

ご注意  
ラックに収納するときは、ラックマウントアダプタだけで保持しないで下さい。  
必ずラック側にシールドを配けて本体を保持して下さい。

図 2-4 ラックマウント寸法図（インチラック）

## 2.3 接地および電源接続

### ■ 接 地

#### ⚠ 警 告

この製品はラインフィルタを使用しており、設置しないと感電します。感電を防止するため、必ず「電気設備技術基準 D 種(100Ω以下)接地工事」以上の接地に確実に接続してください。

### ■ 電 源

#### ⚠ 注 意

電源コンセントの電圧が仕様の電源電圧範囲内であることを確認してから電源を接続してください。さもないと、ZM2376 を破損することがあります。

ZM2376 は、下記の商用電源で動作します。

電源電圧範囲 : AC100V~230V±10%、ただし 250V 以下

電源周波数範囲 : 50Hz/60Hz ±2Hz

消費電力は、最大 75VA です。

ZM2376 の電源スイッチは、背面にあります。

電源コードを接続する前に、電源スイッチがオフの状態になっていることを確認してください。

また、電源を切り、再び電源を投入するときは、5 秒以上の間隔をあけてください。

#### ⚠ 警 告

機器の内部には、高電圧の箇所があります。カバーは取り外さないでください。

#### ⚠ 注 意

付属品の電源コードセットは、電気用品安全法適合品で、日本国内専用です。定格電圧は AC125V で、耐電圧は AC1250Vrms です。AC125V を超える電圧および国外では使用できません。なお、付属の電源コードセットは、この製品の専用です。他の製品および用途に使用しないでください。

商用電源との接続には、必ず付属品の電源コードセットを使用してください。

AC125V を超える電源電圧や国外でご使用になるときは、当社または当社代理店にご相談ください。



## 2.4 簡単な動作チェック

重要な測定の前や、長期間使用しなかったときは、以下の手順で ZM2376 の動作をチェックすることをお勧めします。お使いになる範囲でチェックしてください。

1. 電源を接続してから、背面パネルにある電源スイッチをオンにしてください。  
起動メッセージが消えて、測定画面が表示されるまで待ちます。
2. 設定を初期化します。  
**SHIFT** + **[INIT]** キー操作で初期化メニューを表示させ、**[1]** キーを押します。  
(まず **SHIFT** キーを押してから、上方に **INIT** と記された **[0]** | **[INIT]** キーを押す)
3. テストフィクスチャまたはテストリードを正面パネルの測定端子に接続します。
4. テストフィクスチャまたはテストリードに試料を取り付けます。  
お使いになる測定レンジごとに、正確な値の分かった試料をご用意ください。たとえば、**1kΩ** レンジなら **1kΩ** 程度の値が適しています。
5. 測定条件を切り換えて、正常に測定できることを確認します。  
**FREQ** キー : 測定周波数設定メニューを表示させ、周波数を設定します。  
**LEVEL** キー : 測定信号レベル設定メニューを表示させ、電圧を設定します。

— 測定結果の評価について —

接続方法や、オープン補正・ショート補正の有無で測定値が変わることがあるので、これらによる誤差を考慮してください。また、周波数や信号レベルで試料自身のインピーダンスが変わることがあるので、試料の特性はあらかじめご確認ください。

6. トリガ同期駆動のタイミングを確認します (お使いになる場合)。  
**SHIFT** + **[TRIG MODE]** キー操作でトリガ設定メニューに入り、**[1]** キーを押してトリガ源を **Man** (手動) に設定します。  
**SHIFT** + **[TRIG MODE]** キー操作でトリガ設定メニューに入り、**[5]** キーを押して **S.Sync** を選択します。さらに **[1]** キーで **ON** を選択することでトリガ同期駆動を有効に設定したのち、**[EXIT]** キーで測定画面に戻ります (**[EXIT]** キー: 下方に **EXIT** と記された **ENTR** | **[EXIT]** キー)。  
テストフィクスチャに試料を取り付けて、**H** 側の端子の信号をオシロスコープで観測します。  
**TRIG** キーを押して、測定するときだけ駆動信号が出力されることを確認します。

以上で簡単な動作チェックは完了です。

最後に、設定を初期化しておくことをお勧めします。

### 警告

機器から煙が出たり、臭いや音がしたら  
直ちに電源コードセットコンセントから引き抜いて、修理が完了するまで使用できないように表示してください。

## 2.5 校正

ZM2376 は、使用環境や使用頻度にもよりますが、少なくとも 1 年に 1 回は「6.6 性能試験」を行ってください。

また、重要な測定や試験に使用するときは、使用直前に性能試験を行うことをおすすめします。

性能試験で定格を満足しなかった場合は、当社で調整または校正を行い、性能を回復させます。

校正や調整が必要なときは、当社または当社代理店にご連絡ください。

校正や調整は有償にて承っております。

## 3. パネル面と基本操作の説明

3.1	パネル各部の名称と動作	3-2
3.2	電源投入時の表示と初期設定	3-4
3.2.1	電源投入前の確認	3-4
3.2.2	電源投入時の表示	3-5
3.2.3	初期設定	3-6
3.3	操作ツリー	3-11
3.4	試料を接続する	3-15
3.4.1	測定端子	3-15
3.4.2	試料の接続方法	3-16
3.4.3	接続時の注意事項	3-17
3.5	基本操作	3-19
3.5.1	測定画面の概要	3-19
3.5.2	基本的なキー操作	3-20
3.5.3	初めてお使いになるときの簡単な操作方法	3-23
3.5.4	初期化	3-27
3.5.5	測定パラメタの設定	3-28
3.5.5.1	主パラメタの選択	3-28
3.5.5.2	等価回路の設定	3-30
3.5.5.3	副パラメタの設定	3-31
3.5.6	基本的な測定条件の設定	3-33
3.5.6.1	測定周波数	3-33
3.5.6.2	測定信号レベル	3-34
3.5.6.3	測定レンジ	3-35
3.5.6.4	トリガ	3-41
3.5.6.5	測定速度	3-46
3.5.6.6	誤差の補正	3-48
3.5.6.7	オープン補正	3-50
3.5.6.8	ショート補正	3-56
3.5.6.9	ロード補正	3-60
3.5.6.10	ケーブル長補正	3-70

### 3.1 パネル各部の名称と動作

ここでは ZM2376 正面パネル、背面パネル各部の名称と動作について説明します。

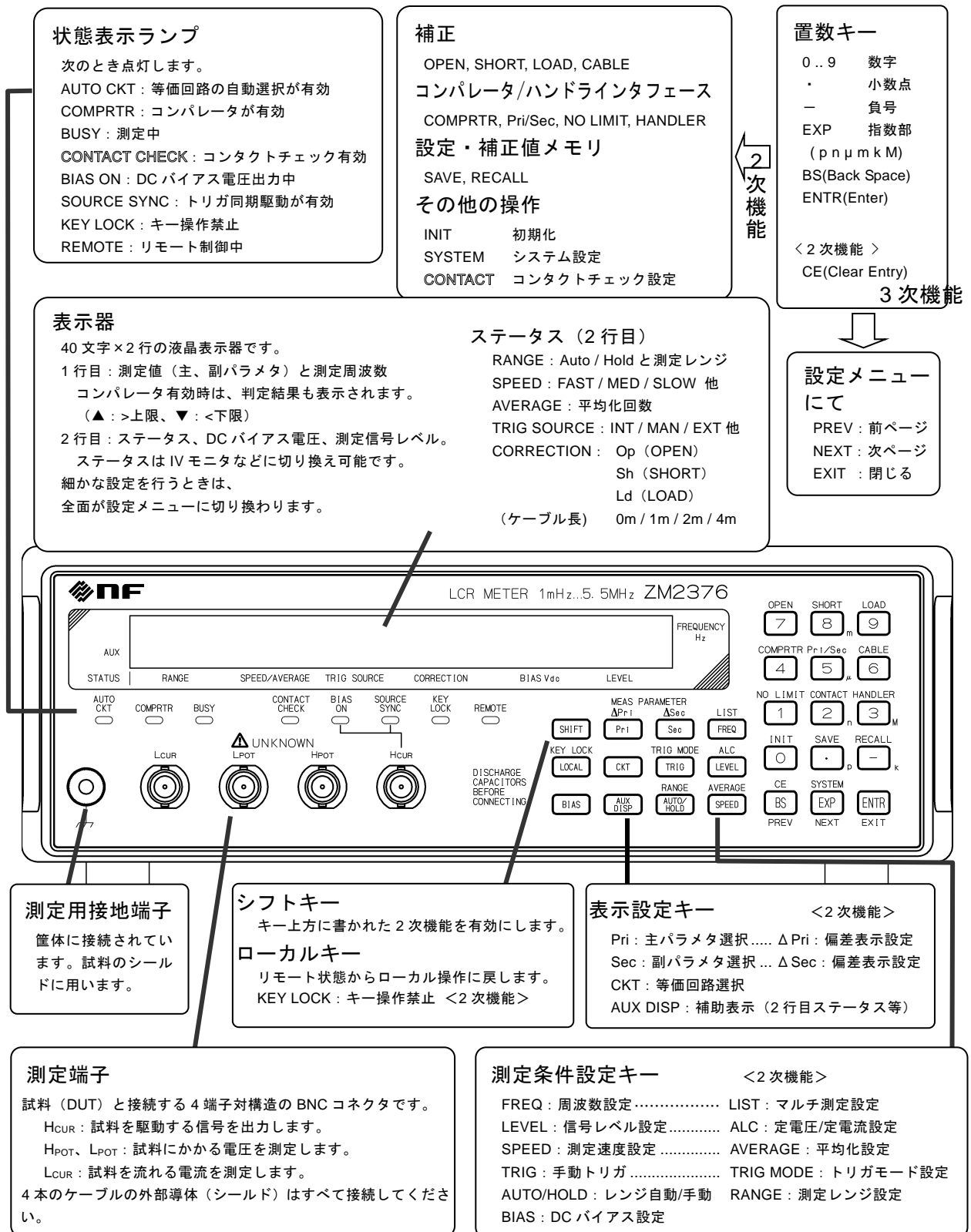


図 3-1 正面パネル

### 3.1 パネル各部の名称と動作

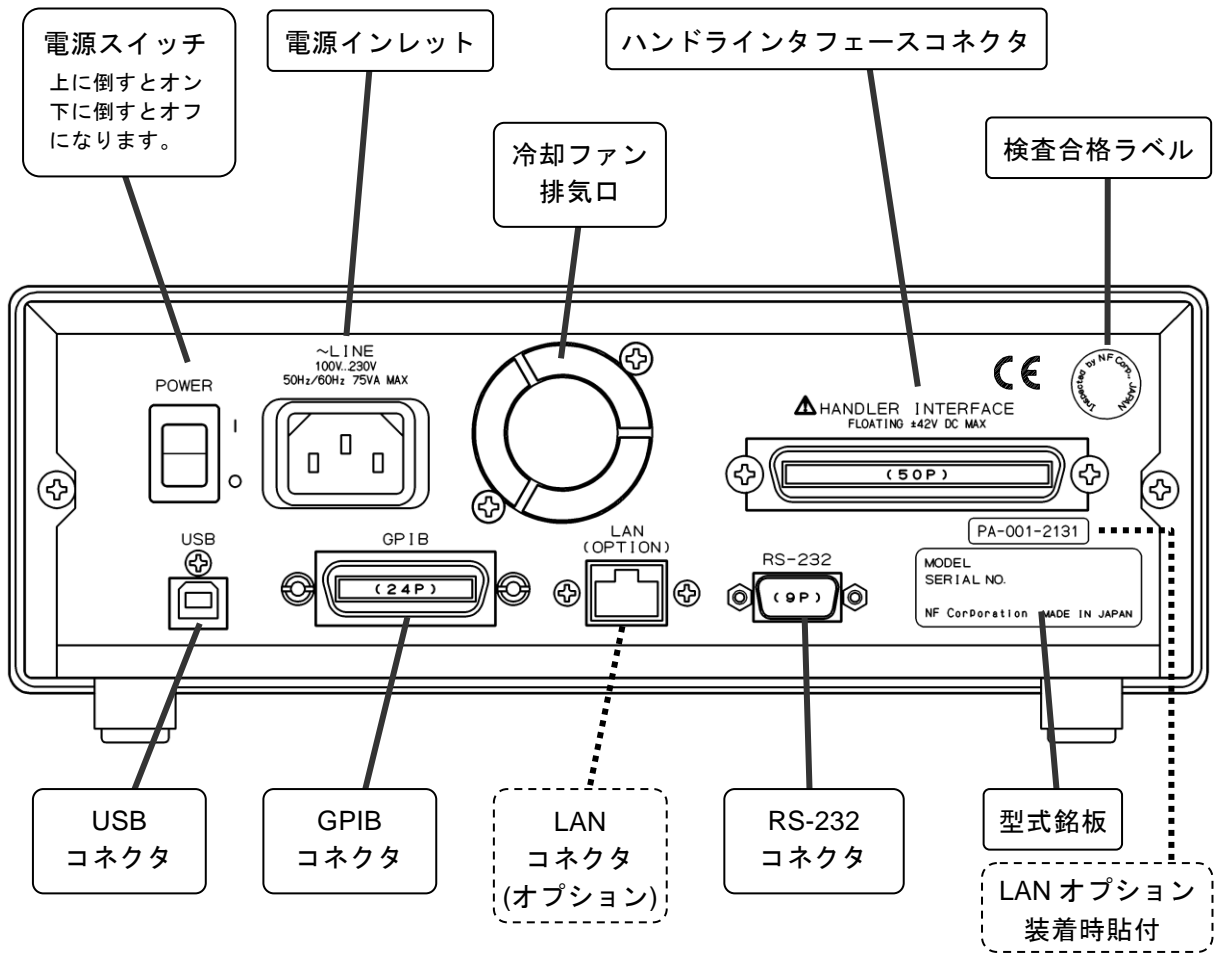


図 3-2 背面パネル

## 3.2 電源投入時の表示と初期設定

### 3.2.1 電源投入前の確認

ZM2376 は、下記の商用電源で動作します。

電源電圧範囲 : AC100V~230V ±10%、ただし 250V 以下

電源周波数範囲 : 50Hz/60Hz ±2Hz

消費電力は、75VA 以下です。

#### 警告

感電事故を防止するため、下記の事項をお守りください。

測定用の接続をする前に、保護接地端子を必ず大地に接続してください。

ZM2376 の保護接地端子は、3 極電源コードの接地ピンです。

必ず、保護接地コンタクトを持った 3 極電源コンセントに電源プラグを挿入してください。

#### 注意

電源コンセントの電圧が ZM2376 の電源電圧範囲内であることを確認してから電源を接続してください。さもないと、ZM2376 を破損することがあります。

電源コードを接続する前に、電源スイッチがオフの状態になっていることを確認してください。

また、電源を切り再び電源を入れるときは、5 秒以上の間隔を空けてください。

#### 注意


電源のオンオフは、5 秒以上の間隔を空けて行ってください。

短時間にオンオフを繰り返すと、正常に動作しないことがあります。

電源の投入は、下記の手順で行ってください

- ・ 背面の電源スイッチがオフになっている（下に倒れている）ことを確かめます。
- ・ 背面の電源インレットに電源コードを接続します。
- ・ 電源コードのプラグを 3 極の電源コンセントに差し込みます。
- ・ 電源スイッチを上倒して ZM2376 の電源を入れます。

電源がオンになると、起動メッセージを表示したのち、測定できる状態になります。

起動時の表示  「3.2.2 電源投入時の表示」

### 3.2.2 電源投入時の表示

まず「2. 使用前の準備」に従って、使用する準備を行います。

電源スイッチをオンにすると、表示器にテストパターンが表示されたのち、型名とファームウェアのバージョンを含む起動メッセージ（下記）が表示されます。

型名

例 :

<b>ZM2376</b>
<b>V1.00      2013/10/25 16:27</b>

バージョン

最終調整日時

また、すべてのランプが点灯します。この間、自己診断を行っています。異常が発見されると、エラーメッセージが表示されます。

詳しくは [☞ 「5.1.1 電源投入時のエラー」](#)

重大な異常が発見されると、エラーメッセージを表示したまま、それ以上動作しません。

設定や補正值が失われたときは、エラーメッセージが表示されますが、異常のあったパラメータが初期化されて起動します。このエラーメッセージは何かキーを押すことで解除できます。

初期化の内容 [☞ 「3.2.3 初期設定」](#)

最後の設定を覚えているレジュームメモリに異常がなければ、前回電源を切った時の設定や補正值に戻ります。

### 3.2.3 初期設定

ZM2376 は、次のときに初期設定状態になります。

- **工場出荷時**  
操作モードやメモリ内容を含めて、すべての設定や補正值が初期値になっています。
- **設定の全初期化を指示したとき**  
操作モードを除いて、メモリ内容、設定、補正值が工場出荷時と同じ設定になります。  
☞ 「4.14 すべての設定を初期化する」
- **電源を入れたとき、バックアップされている設定や補正值が異常な場合**  
異常があった部分が初期化されます。  
☞ 「3.2.2 電源投入時の表示」
- **操作モードを切り換えたとき**  
操作モード以外の設定、補正值がメモリ内容も含めてすべて初期化されます。  
操作モード 1 における初期設定については、「取扱説明書（代替コマンド）」をご覧ください。

初期設定状態から操作を開始したいときは、次の操作で初期化を行ってください。

- **SHIFT** キーを押してから **0** | **[INIT]** キーを押して初期化メニューを表示させ、  
**1** キーを押します。

初期設定される項目、初期設定の内容 ☞ 「表 3-1 設定項目と初期値」



### 3.2 電源投入時の表示と初期設定

表 3-1 設定項目と初期値 1/4

設定項目	パラメタの範囲	初期値	INIT	*RST	設定メモリ	レジューム
<b>&lt;測定レンジ(Rdc含む)&gt;</b>						
自動選択	OFF(HOLD) ON	ON	←	←	○	○
レンジ	100mΩ to 1MΩ	100Ω	←	←	○	○
<b>&lt;測定信号&gt;</b>						
周波数	1mHz to 5.5MHz	1kHz	←	←	○	○
信号レベル (電圧)	0.01 to 5Vrms	1Vrms	←	←	○	○
定電圧駆動 (CV)	OFF ON	OFF	←	←	○	○
最小出力インピーダンス	6 25 100 Ω	25Ω	←	←	○	○
Rd 25Ω 上限レンジ	1 100 Ω	1Ω	←	←	○	○
定電流レベル	1μ to 200mArms	1mArms	←	←	○	○
定電流駆動 (CC)	OFF ON	OFF	←	←	○	○
内部DCバイアス電圧	0 to 5V	0V	←	←	○	○
内部DCバイアス出力	OFF ON AUTO TRACK	OFF	←	←	×	×
トリガ同期駆動	連続 同期	連続	←	←	○	○
<b>&lt;測定速度&gt;</b>						
	RAP FAST MED SLOW VSLO	MED	←	←	○	○
<b>&lt;平均化&gt;</b>						
オン/オフ	OFF ON	OFF	←	←	○	○
回数	1 to 256	1	←	←	○	○
<b>&lt;トリガ&gt;</b>						
トリガ源	INT MAN EXT BUS	INT (内部)	←	←	○	○
トリガ遅延時間	0.0000 to 999.9999 s	8ms	←	←	○	○
連続起動	OFF ON	ON	←	OFF	×	×
<b>&lt;マルチ測定&gt;</b>						
(LIST) オン/オフ	OFF ON	OFF	←	←	×	○
マルチ測定モード	SEQUence STEPped	SEQUence	←	←	×	○
マルチ測定リスト						
周波数	{周波数 OFF}×32ステップ	すべてOFF	×	×	×	○
設定メモリ	{0 to 31 OFF}×32ステップ	すべてOFF	×	×	×	○

3.2 電源投入時の表示と初期設定

表 3-1 設定項目と初期値 2/4

設定項目	パラメタの範囲	初期値	INIT	*RST	メモリ	レジューム
<b>&lt;補正周波数範囲&gt;</b>						
補正上限周波数	2kHz to 5.5MHz	2MHz	←	←	○	○
補正下限周波数	1mHz to 100kHz	40Hz	←	←	○	○
<b>&lt;スポット補正&gt;</b>						
オン/オフ	OFF ON	OFF	←	←	○	○
周波数	(自動設定)	すべて無効	←	←	○	○
<b>&lt;オープン補正&gt;</b>						
オン/オフ	OFF ON	OFF	←	←	○	○
補正值(第1,第2パラメタ)	±9.99999E+11 Y換算	0, 0	←	←	△	○
補正值の形式	G-B Cp-G	G-B	←	←	○	○
<b>&lt;ショート補正&gt;</b>						
オン/オフ	OFF ON	OFF	←	←	○	○
補正值(第1,第2パラメタ)	±9.99999E+11 Z換算	0, 0	←	←	△	○
補正值の形式	Rs-X Ls-Rs	Rs-X	←	←	○	○
<b>&lt;ロード補正&gt;</b>						
オン/オフ	OFF ON	OFF	←	←	○	○
補正值(第1,第2パラメタ)	±9.99999E+11	1, 0	←	←	△	○
標準値(第1,第2パラメタ)	±9.99999E+11	1, 0	←	←	△	○
標準値 / 補正值の形式	Cp-D Cs-D Rp-Cp  Rs-Ls Rs-X Z-θ	Rs-X	←	←	○	○
<b>&lt;ケーブル長&gt;</b>						
ケーブル長	0 1 2 4 m	0m	←	←	○	○
<b>&lt;コンタクトチェック&gt;</b>						
コンタクトチェック	OFF ON	OFF	←	←	○	○
低容量チェック	OFF ON	OFF	←	←	○	○
低容量限界	0 to 9.99999E-7 [F]	0	←	←	○	○

3.2 電源投入時の表示と初期設定

表 3-1 設定項目と初期値 3/4

設定項目	パラメタの範囲	初期値	INIT	*RST	設定メモリ	レジューム
<b>&lt;測定データ&gt;</b>						
測定パラメタ自動選択	OFF ON	ON	←	←	○	○
主パラメタの種類	L C R Z Y G ( REAL MLIN)	C	←	←	○	○
等価回路(主パラメタ)	直列 並列	並列	←	←	○	○
等価回路自動選択	ON OFF	ON	←	←	○	○
副パラメタの種類	Q D θ X B Rs Rp G  Lp Rdc( IMAG REAL)	D	←	←	○	○
主パラメタ偏差表示形式	偏差 偏差%	偏差	←	←	○	○
主パラメタ偏差表示	OFF ON	OFF (ABS)	←	←	○	○
主パラメタ基準値	±9.99999E+11	0	←	←	○	○
副パラメタ偏差表示形式	偏差 偏差%	偏差	←	←	○	○
副パラメタ偏差表示	OFF ON	OFF (ABS)	←	←	○	○
副パラメタ基準値	±9.99999E+11	0	←	←	○	○
デュアル測定 (Rdcとその他)	OFF ON	OFF	←	←	○	○
測定機能	FIMP FADM 他	FIMP	←	←	○	○
<b>&lt;コンパレータ&gt;</b>						
コンパレータ機能	OFF ON	OFF	←	←	○	○
BIN1の判定	OFF ON	ON	←	←	○	○
BIN2..14の判定	OFF ON	OFF	←	←	○	○
副パラメタの判定	OFF ON	ON	←	←	○	○
主パラメタ上限(値,オン/オフ)	±9.99999E+11, OFF ON	0,OFF (No Limit)	←	←	○	○
主パラメタ下限(値,オン/オフ)	±9.99999E+11, OFF ON	0,OFF (No Limit)	←	←	○	○
副パラメタ上限(値,オン/オフ)	±9.99999E+11, OFF ON	0,OFF (No Limit)	←	←	○	○
副パラメタ下限(値,オン/オフ)	±9.99999E+11, OFF ON	0,OFF (No Limit)	←	←	○	○
主パラメタ判定形式	絶対値 偏差 偏差%	絶対値	←	←	○	○
主パラメタ偏差判定基準値	(偏差表示と共用)	0	←	←	○	○
<b>&lt;リミット判定&gt;</b>						
主パラメタリミット判定	OFF ON	OFF	←	←	○	○
副パラメタリミット判定	OFF ON	OFF	←	←	○	○
<b>&lt;ハンドラインタフェース&gt;</b>						
AUX BIN 機能	OFF ON	OFF (Include)	←	←	○	○
ビン拡張 BIN10..14	OFF ON	OFF	←	←	○	○
TRIG極性	正 負	正	×	×	×	◎
設定・補正值メモリ復帰対象	スポット補正 一部設定  設定 補正值 両方	スポット補正	←	←	○	○
テストモード	OFF ON ER	OFF	←	←	○	○
テスト出力	L H (各ピン)	(ピンに依存)	←	←	○	○
<b>&lt;ビーパ&gt;</b>						
鳴動許可	OFF ON	OFF	←	←	○	○
鳴動条件	FAIL PASS	FAIL	←	←	○	○
<b>&lt;補助表示&gt;</b>						
	Status BINn-Limit  Sec-Limit P-S-REF  I-V Z-θ List	Status (BIN 1)	←	←	○	○

表 3-1 設定項目と初期値 4/4

設定項目	パラメタの範囲	初期値	INIT	*RST	設定メモリ	レジューム
<データ転送フォーマット>	ASCII 実数(バイナリ) パック	ASCII	←	←	×	×
<測定データバッファ>						
BUF1,BUF2 データ	主パラメタ 副パラメタ なし	なし,なし	←	←	×	×
BUF1,BUF2,BUF3フィード	送る 送らない	送らない(すべて)	←	←	×	×
BUF1,BUF2,BUF3サイズ	1 to 200, 1 to 200, 1 to 1000	200,200,1000	←	←	×	×
<キーロック>	OFF ON	OFF	←	←	×	×
<インタフェース>	(LANはオプション)					
種類	USB RS232 GPIB LAN	USB	×	×	×	◎
GPIBアドレス	0 to 30	2	×	×	×	◎
RS-232 ビットレート	4800 to 230400	9600	×	×	×	◎
RS-232 ターミナータ	CR LF CR LF	CR LF	×	×	×	◎
RS-232 ハンドシェイク	OFF SOFT HARD	OFF	×	×	×	◎
LAN IPアドレス	0.0.0.0 to 255.255.255.255	192.168.0.1	×	×	×	◎
LAN サブネットマスク	0.0.0.0 to 255.255.255.255	255.255.255.0	×	×	×	◎
LAN デフォルトゲートウェイ	0.0.0.0 to 255.255.255.255	0.0.0.0	×	×	×	◎
<設定・補正值メモリ>						
内容	—	空(保存なし)	×	×	—	—
復帰対象(パネル操作時)	設定 補正值 両方	設定	←	←	○	○
<その他>						
自動調整中の整定待ち時間	1ms to 99ms	20ms	←	←	○	○
操作モード	モード 0 1	モード0	×	×	×	◎

## ■ 備考

初期値 工場出荷時 または システム設定メニューで全初期化実行時

INIT 初期化メニュー (**[SHIFT]** + **[INIT]**) での初期化実行時

\*RST リモート制御の\*RST コマンド実行時

← 左と同じ(初期値)

△ 機能あり。ただし、設定メモリではなく補正值メモリで保持。

× 機能なし(影響なし)

○ 機能あり

◎ 機能あり。ただし、一般のレジューム対象(○)と独立に保持。

リモート制御で設定/問合せができません。

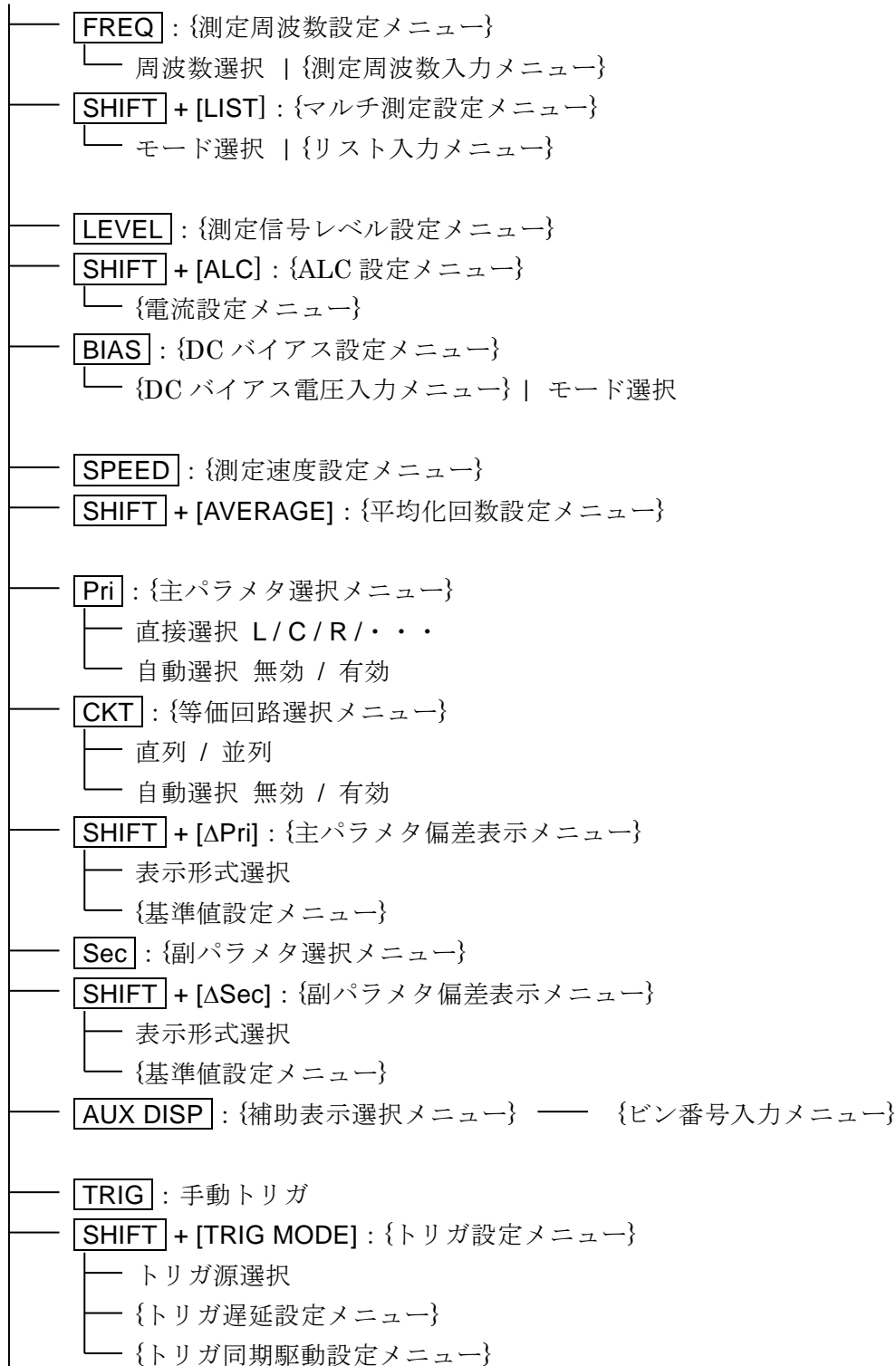
以下はレジュームの対象外です。

- ・ 測定データバッファに保存された測定データ
- ・ 最新測定データ
- ・ 自動で選択したレンジ
- ・ 自動で選択した測定パラメタ
- ・ 自動で選択した等価回路

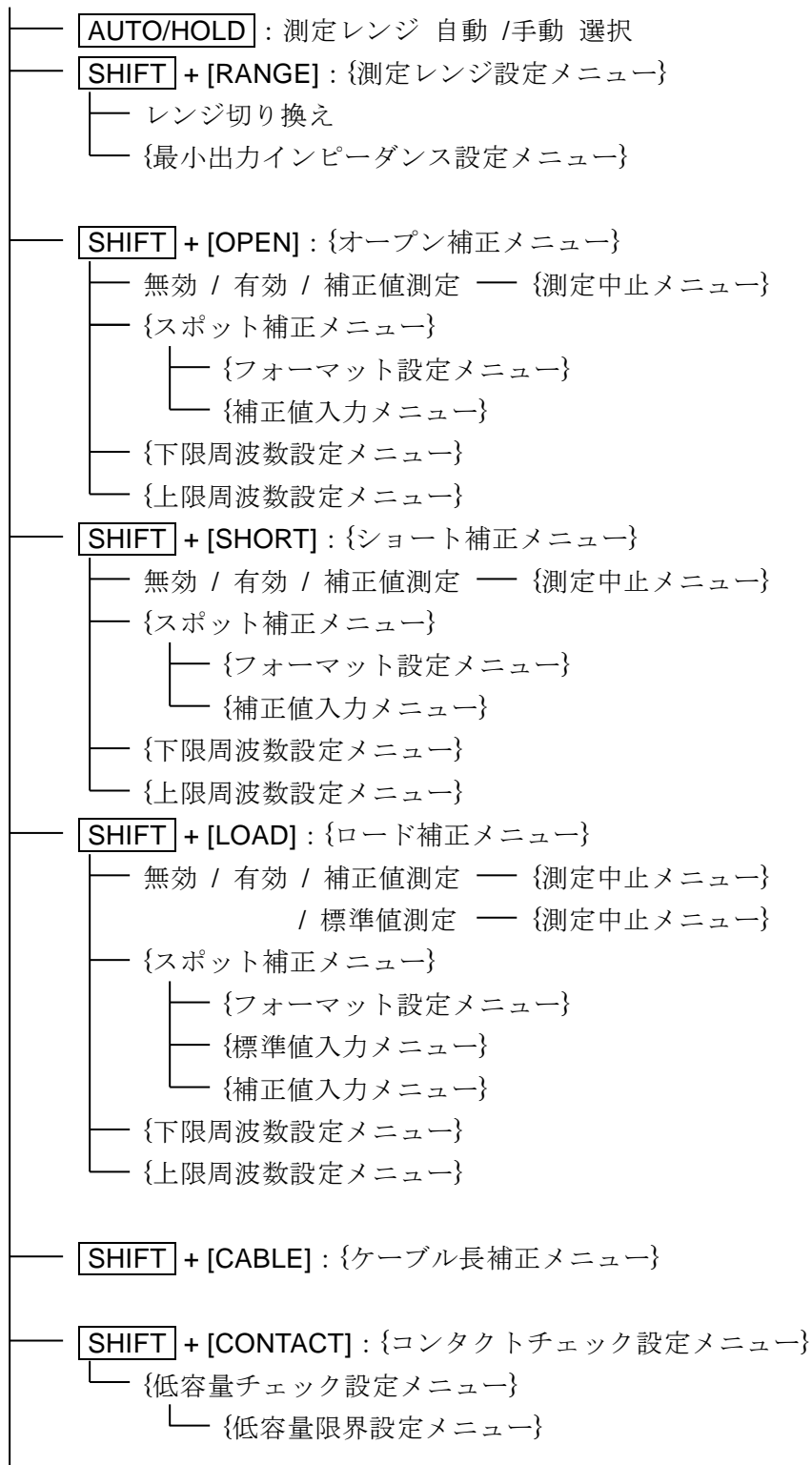
### 3.3 操作ツリー

ZM2376 をパネルから操作するときの操作ツリーを以下に示します。  
操作の表記については、「3.5.2 基本的なキー操作」をご覧ください。

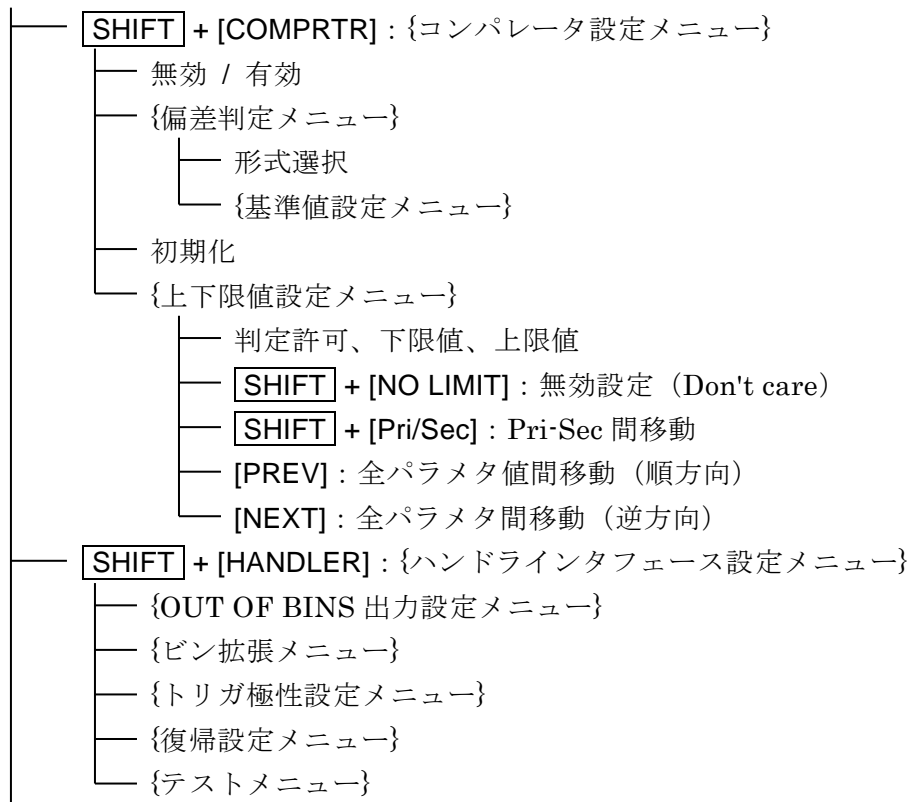
操作ツリー (1/4)



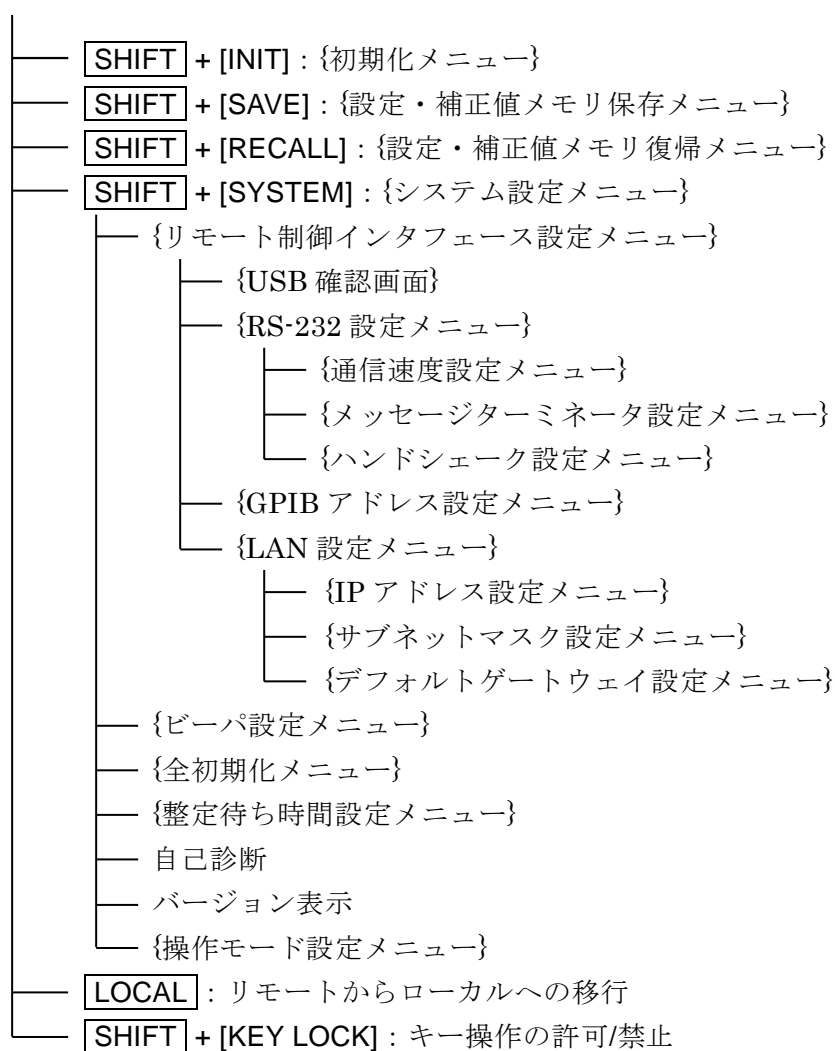
つづく



つづく



つづく




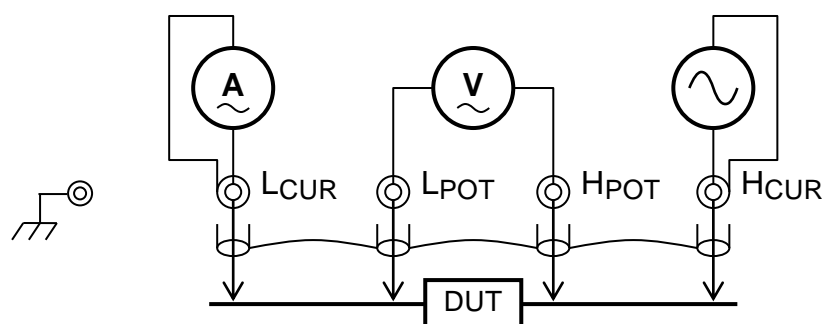


## 3.4 試料を接続する

### 3.4.1 測定端子

#### ■ 各端子の説明

HCUR	試料 (DUT) を駆動する信号を出力します。
HPOT	試料にかかる電圧を測定します。
LPOT	試料にかかる電圧を測定します。
LCUR	試料を流れる電流を測定します。
	試料のガード用接地端子です。



各端子の外部導体（シールド）は 4 本いっしょに接続します。信号電流の帰還経路になるので、HCUR 端子と LCUR 端子の外部導体（シールド）は、必ず接続してください。

図 3-3 測定端子の機能

#### ■ 電源が切れているときの測定端子

電源が切れているときでも、測定端子は内部の回路に接続されています。

### ⚠ 注意

- ・ 測定端子に外部から大きな信号を加えないでください。電源が切れていても、外部から信号を加えないでください。ZM2376 を破損する恐れがあります。
- ・ 充電されたコンデンサを接続しないでください。試料が充電されている可能性があるときは、十分に放電してから接続してください。測定端子に放電すると、ZM2376 を破損する恐れがあります。（バイアス電圧とほぼ同じ電圧に充電されたコンデンサを接続するときは、充放電電流が小さいので破損する恐れはありません）

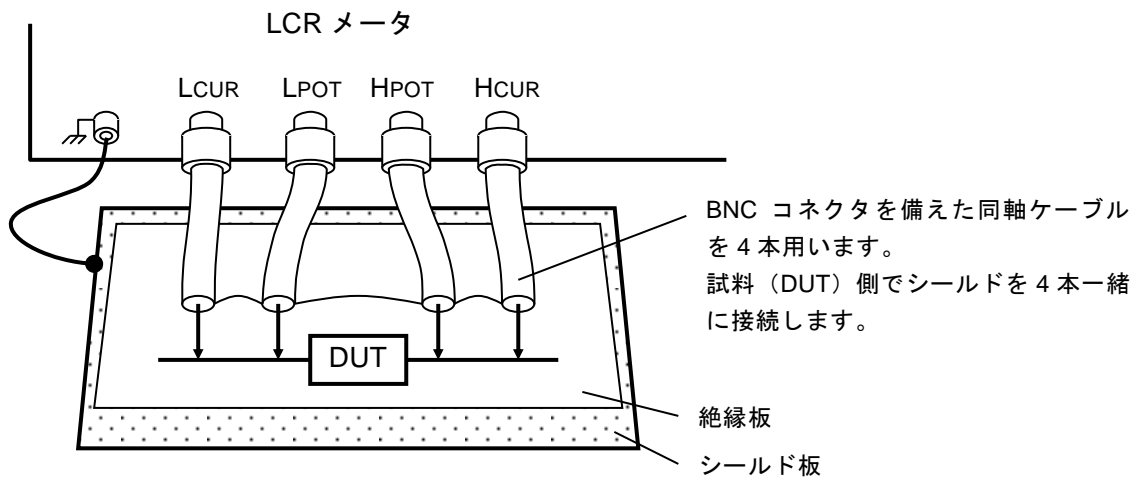
### ■ 測定信号

測定信号の主な仕様は次のとおりです。

信号レベル	電圧	10mVrms～5Vrms (ALC 可)
	定電流	1 $\mu$ Arms～200mArms (範囲は測定レンジなどに依存)
	DC バイアスを含めて、最大約	7.1Vpk の電圧が出力されます。
出力インピーダンス	約	6 $\Omega$ / 25 $\Omega$ / 100 $\Omega$ (測定レンジや周波数などに依存)
最大駆動電流	約	200mArms

#### 3.4.2 試料の接続方法

ZM2376 と試料の接続は、以下の図のように 4 端子 (4 端子対) 接続を行い、接触抵抗の影響を避けます。



雑音の混入で測定値が不安定になるときは、測定ケーブルの外部導体 (シールド) または筐体に接続した金属板を下に敷くなどしてシールドすると効果があります。

図 3-4 試料との接続

高インピーダンスの測定では、試料の周りをシールドすると測定値のばらつきを抑えることができます。簡易的には、ZM2376 の上面に絶縁板を置き、その上で測定します。

ZM2376 は、接地された試料を測定できません。試料の両端は、どちらも接地から絶縁されている必要があります。

市販のテストフィクスチャやテストリードをお使いになるときは、それらの取扱説明書もご覧ください。各端子シールド間の接続がないものは、ZM2376 と一緒に使えません。

## 3.4.3 接続時の注意事項

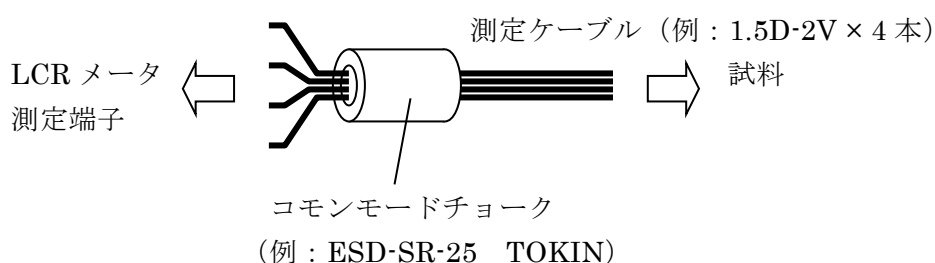
## ■ シールドの処理

接続ケーブルのシールド（外部導体）は、試料側で4本一緒に接続してください。H CUR 端子から試料を通して L CUR 端子に流れた電流は、シールドを通して H CUR 端子に戻ります。この帰路がないと正常に測定できません。電圧検出部の基準電位を安定させるために、電圧ケーブルのシールドと電流ケーブルのシールドを接続してください。

接続ケーブルのシールドは接地しないでください。接地すると、グラウンドループによる電磁結合や他の機器との共通インピーダンス結合により、雑音が混入することがあります。

## ■ 不要電磁界放射の防止と妨害耐性の確保

試料とケーブルを介して接続する場合、LCR メータの測定端子近くで4本の同軸ケーブルをまとめ、コモンモードチョークを取り付けてください。周辺から受ける高周波の放射電磁界妨害や、逆に周辺に与える妨害を軽減できます。



## ■ ケーブルの選定

大容量コンデンサなど低インピーダンスの測定では、L CUR ケーブルの電圧降下が同相モード雑音となり測定誤差が増大します。この誤差はケーブル長補正では補正できません。狭い範囲であれば、ロード補正により誤差を軽減できますが、電流ケーブル（特に L CUR）を太く短くすることで、ケーブルの中心導体の抵抗値を1本当たり  $0.5\Omega$  以下に抑えることを推奨します。ケーブルと試料の間にある回路（プローブの抵抗や接触抵抗を含む）も同様に影響するのでご注意ください。

小容量コンデンサなどの高インピーダンスの測定で、接続ケーブルが長くなると、ケーブルの静電容量のために誤差が大きくなります。この誤差はケーブル長補正で補正できます。ただし、補正できるケーブルは、特性インピーダンス  $50\Omega$  の同軸ケーブル（静電容量が約  $105\text{pF/m}$ ）で、規定の長さに限られます。規定外のケーブルや、試料の対地容量のために誤差が大きくなるときは、狭い測定範囲に限り、ロード補正により誤差を軽減できます。

規定を大きく超える長さのケーブルを使ったり、試料の対地容量が大きいと、ケーブルの中心導体の抵抗値や静電容量の影響で ZM2376 の動作が不安定になったり、測定ばらつきが大きくなる可能性があります。特に L 側の対地容量は影響を与えやすいのでご注意ください。試料やケーブルの抵抗値にも依りますが、接続ケーブル4本の静電容量と、試料などの対地容量の合計はおよそ  $2000\text{pF}$  以下に抑えてください。

#### ■ ケーブルの引き回しと電磁誘導

周辺にモータや電源トランスなど大きな磁界を発生する雑音源があると、電磁誘導により雑音が混入します。これを避けるために、大きなループができないように配線してください。

電流ケーブルと電圧ケーブルの間で電磁誘導が起きると、低インピーダンスの測定で、誤差が大きくなったり、ケーブルの移動に伴って誤差が変動します。電圧ケーブル同士と、電流ケーブル同士をそれぞれ2本ずつ撚ったり、断面を見たとき電圧ケーブル同士、電流ケーブル同士が対角線上に並ぶように4本まとめて撚ることで、ケーブル間の電磁誘導による誤差を低減できます。

#### ■ 静電結合による雑音の混入

LCUR、LPOT ケーブルの中心導体が露出すると、雑音源との静電結合により雑音が混入します。静電シールドを施すか、周辺の電位を一定に保持してください。

ZM2376 の筐体は必ず接地してください。3 極電源コードを用いて、ZM2376 と保護接地コンタクトを持った3 極電源コンセントを接続すれば接地されます。接地しないと、危険だけでなく、筐体の電位が電源周波数やライン雑音に従って変動するため、大きな雑音が混入します。

#### ■ 2 端子接続化を避ける

LCUR ケーブルと LPOT ケーブルを途中でつないだり、HCUR ケーブルと HPOT ケーブルを途中でつなぐと、4 端子接続ではなくなります。2 端子接続と等価になるので、接触抵抗の影響を受けます。低インピーダンスの測定や、小さな損失 D（または小さな等価直列抵抗 ESR）の測定で、接触抵抗が無視できないときは、接続ケーブルを必ず4本独立に試料と接続してください。

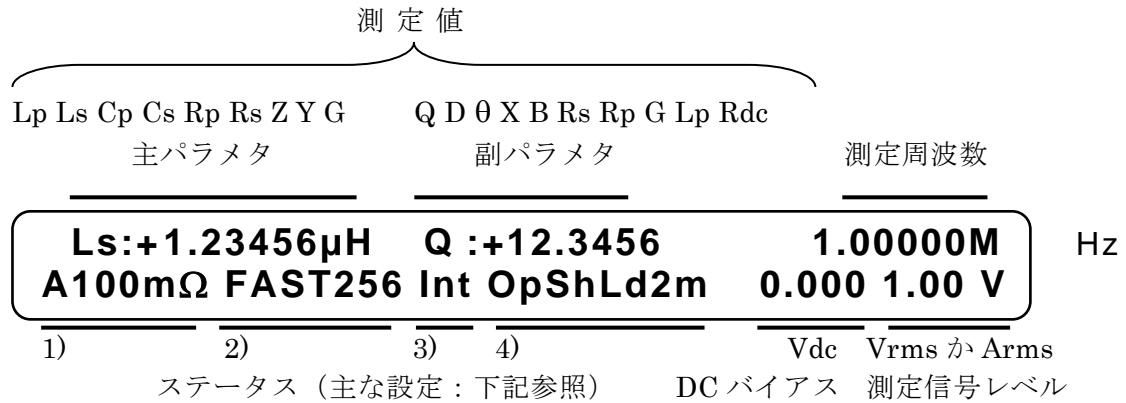
#### ■ 接触抵抗の影響

試料との接触抵抗に起因する誤差は、4 端子接続により抑えられますが、電圧測定端子の入力インピーダンスは無大ではないので、多少の影響を受けることがあります。特に接触抵抗が  $10\Omega$  を超えるときは、事前に追加誤差を評価してからお使いください。

## 3.5 基本操作

### 3.5.1 測定画面の概要

測定中、正面パネルの液晶表示器（40文字×2行）に、測定値や主な設定内容が表示されます。基本的な表示内容は次のとおりです。



1) RANGE : 測定レンジ

{Auto | Hold} とインピーダンスの測定レンジ

2) SPEED/AVERAGE : 測定速度と平均化

{RAP | FAST | MED | SLOW | VSLO} と平均化回数

3) TRIG SOURCE : トリガ源

{Int | Man | Ext | Bus}

4) CORRECTION : 補正

Op OPEN	}	（有効な補正だけを表示）
Sh SHORT		
Ld LOAD		
Xm ケーブル長 {0m   1m   2m   4m}		

{ } は、| で区切られた内容のうち、ひとつが表示されることを示します。

## 3.5.2 基本的なキー操作

## ■ 1次機能

正面パネルの各キーを押すと、キートップに表記された機能が働きます。

**[TTT]** キー：キートップに **TTT** と表記されたキーを表します。



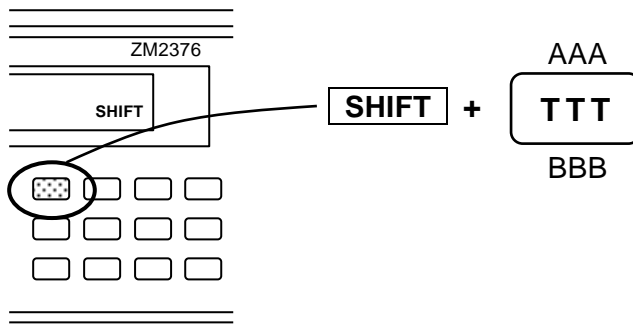
## ■ 2次機能

**[SHIFT]** キー（青色）を押すと、キーの上方に青い文字で表記された 2次機能が有効になります。このとき文字表示器の右下に **SHIFT** と表示されます。この状態でどれかキーを押すと、そのキーの 2次機能が働きます。

一度 2次機能が働くか、もう一度 **[SHIFT]** キーを押すと、**SHIFT** 状態は解除されます。

**[SHIFT]** + **[AAA]** **[SHIFT]** キーを押してから、上方に **AAA**（青色）と表記されたキーを押すことを示します。

**[TTT]** | **[BBB]** キー キートップに **TTT**、その上方または下方に **BBB** と表記されたキーを表します。



## ■ 3次機能

キーの下方に表記された 3次機能（**BBB**）は、そのときの操作の流れや状況に応じて働きます。



■ 設定メニューの操作

キー操作によっては、機能選択や数値設定のために、設定メニューが表示されます。

**機能選択** 設定メニューの下の行に選択肢が表示されているときは、各選択肢に対応する数字キーを押すことで選択できます。

選択肢が1行に納まらないときは、複数ページに分けて表示されます。ページは、**[BS]** | **[PREV]** キー、**[EXP]** | **[NEXT]** キーで切り換えることができます。表示されていないページにある選択肢でも、対応する数字キーで選択できます。

パラメタ名 と 現在の設定

<b>Parameter_name: Value1 (Value2)</b>
<b>0)alt1 1)alt2 2)alt3 Comments &gt;NEXT</b>

選択肢

選択肢が別のページにもあることを示します

**数値入力** 数値を入力できるパラメタにカーソルがあるときは、設定メニューの下の行に、設定できる値の範囲などのコメントが表示されます。カーソルは桁のブリンクで表示されます。

次のキー操作が可能です。

- 数字キー、小数点キー、符号キー : 数値を入力します。
- **[EXP]** + [x] : 数値の指数部 (x=p, n, μ, m, k, M) を入力して、値を確定します (**[ENTR]** 不要)。詳しくは ☞ 指数部入力 (後述)
- **[ENTR]** キー : 入力した値を確定します。
- **[BS]** キー : 入力途中の値を後ろから1文字ずつ消去します。
- **[SHIFT]** + **[CE]** : 入力途中の値をすべて消去します。

入力途中の値をすべて消去すると、現在の設定値が表示されます。複数のパラメタを設定するメニューでは、**[BS]** | **[PREV]** キー、**[EXP]** | **[NEXT]** キーで設定するパラメタを切り換えることができます。

パラメタ名 と 現在の設定

<b>Parameter_name: Value1 (Value2)</b>
<b>Range of value Comments</b>

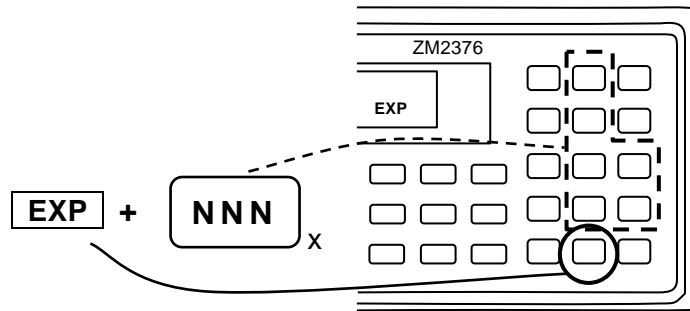
設定可能範囲

Value1                      Value2  
<<      << PREV      NEXT >>      >>

## 指数部入力

**EXP** + [ x ] **EXP** キーを押してから、右側に x と表記されたキーを押すことを示します。数値入力中に **EXP** キーを押すと、表示器の右下に **EXP** と表示され、指数部入力待ちになります。この状態でどれかキーを押すと、そのキーの右に表記された指数部 x を入力できます。

入力できる指数部 : p ( $10^{-12}$ )、n ( $10^{-9}$ )、 $\mu$  ( $10^{-6}$ )、m ( $10^{-3}$ )、k ( $10^3$ )、M ( $10^6$ )。指数部を入力するか、もう一度 **EXP** キーを押すと、指数部入力待ちは解除されます。



**EXIT 操作** 設定メニューで、値の設定や選択をせずに **ENTR** | **[EXIT]** キーを押すと、ひとつ前のメニューに戻ります。ただし、パラメタによっては、設定メニューを閉じて測定画面に戻ります。値の設定や選択を行ったのち、**EXIT** 操作を行わなくても自動的にひとつ前のメニューや測定画面に戻るパラメタもあります。

### ■ エラーメッセージの消去

入力した値が設定範囲を超えたときなどに、エラーメッセージが表示されることがあります。

エラーメッセージは、何かキーを押せば解除できます。エラーの内容を確認したら、右下の

**ENTR** | **[EXIT]** キーなどを押して、エラーメッセージを解除してください。



### 3.5.3 初めてお使いになるときの簡単な操作方法

ここでは、ZM2376 を初めて使うときの簡単な操作方法について説明します。  
 ハンドラインタフフェイスやリモート制御インタフェースは、接続しないでください。  
 次の手順で操作します。

- 1) キーロックの解除
- 2) 初期化
- 3) 測定条件の設定
- 4) 試料の接続と測定

工場出荷状態では、キーロックの解除と初期化を省略できます。

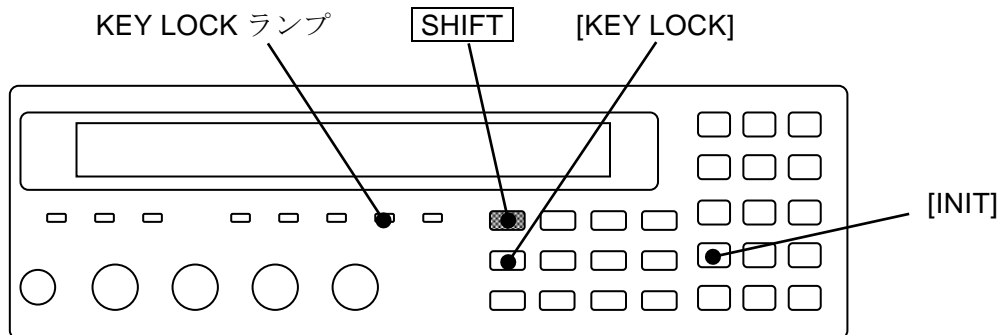
#### ■ キーロックの解除

もし KEY LOCK ランプが点灯していたら、まず **[SHIFT] + [KEY LOCK]** キー操作でキーロックを解除してください。具体的には、**[SHIFT]** キーを押してから、上方に KEY LOCK と表記された **[LOCAL] | [KEY LOCK]** キーを押します。

#### ■ 初期化

**[SHIFT] + [INIT]** キー操作で初期化メニューを表示させ、**[1]** キーを押して初期設定状態に戻します。

すでに様々な設定された ZM2376 を使うときは、この初期化により、後の操作が分かり易くなります。なお、設定・補正值メモリに記憶されている内容は、この操作で初期化されません。



■ 測定パラメタの選択

● 主パラメタの選択

[Pri] キーを押して主パラメタ選択メニュー（下記）を表示させ、数字キーで主パラメタを選択します。測定パラメタ（主・副）の自動選択も可能です。

詳しくは ☞ 「3.5.5.1 主パラメタの選択」

<b>Primary parameter : C</b>	<b>Auto:OFF</b>	現在の設定
<b>0)Auto OFF 1)ON 2)L 3)C 4)R 5)Z 6)Y 7)G</b>		選択肢

L、C、R のどれかを選択すると、等価回路選択メニューが表示されます。

● 主パラメタの等価回路の選択

L、C、R については、別途等価回路を指定します。

[CKT] キーを押して等価回路選択メニュー（下記）を表示させ、数字キーで並列（Parallel 添字 p）か直列（Series 添字 s）を選択します。自動選択も可能です。

詳しくは ☞ 「3.5.5.2 等価回路の設定」

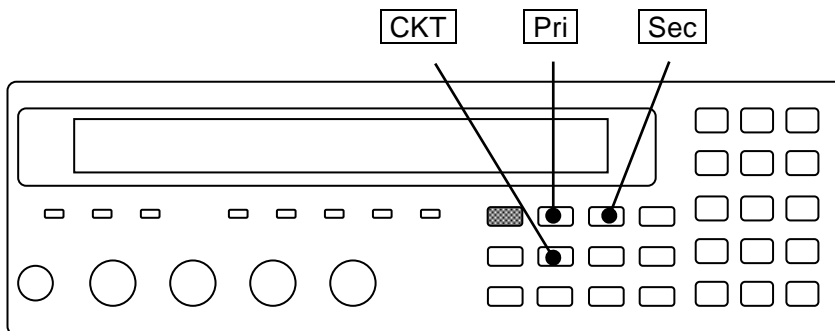
<b>Equivalent CKT : Series</b>	<b>Auto:OFF</b>	現在の設定
<b>0)Auto OFF 1)ON 2)Parallel 3)Series</b>		選択肢

● 副パラメタの選択

[Sec] キーを押して副パラメタ選択メニュー（下記）を表示させ、数字キーで副パラメタを選択します。選択肢は [EXP] | [NEXT] キー操作で 2 ページ目に切り換えることができます。

詳しくは ☞ 「3.5.5.3 副パラメタの設定」

<b>Secondary parameter : D</b>	現在の設定
<b>0)Q 1)D 2)θ 3)X 4)B 5)Rs &gt;NEXT</b>	選択肢 (1 ページ目)
<b>6)Rp 7)G 8)Lp 9)Rdc &lt;PREV</b>	選択肢 (2 ページ目)



## ■ 測定条件の設定

## ● 測定周波数

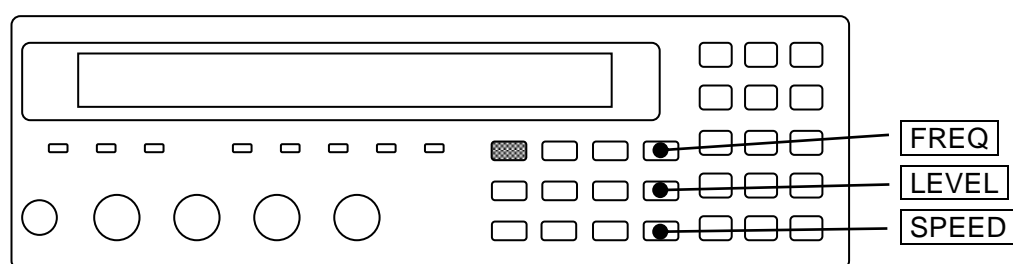
**FREQ** キーを押して、測定周波数設定メニューを表示させ、周波数を数字キーで選択するか、または数値で設定します。

## ● 測定信号レベル

**LEVEL** キーを押して、測定信号レベル設定メニューを表示させ、電圧値を設定します。

## ● 測定速度

**SPEED** キーを押して、測定速度設定メニューを表示させ、数字キーで測定速度を選択します。



- トリガ源

**[SHIFT]** + **[TRIG MODE]** キー操作でトリガ設定メニュー（下記）を表示させ、数字キーで、トリガ源を設定します。

**TRIG SRC:Ext Delay=99.0000s SRC Sync=ON**  
**0)Int 1)Man 2)Ext 3)Bus 4)Delay 5)S.Sync**

現在の設定  
 選択肢

**Int** 内部。自動繰り返し測定（初期値）  
**Man** 手動。正面パネル **[TRIG]** キーでトリガをかけます  
**Ext** 外部。ハンドラインタフェースのトリガ信号でトリガをかけます  
**Bus** リモート制御

- 測定レンジ

初期設定は自動選択です。


**[AUTO/HOLD]** キーを押すと、レンジの自動選択（Auto）と固定（手動選択 Manual）を切り換えることができます。

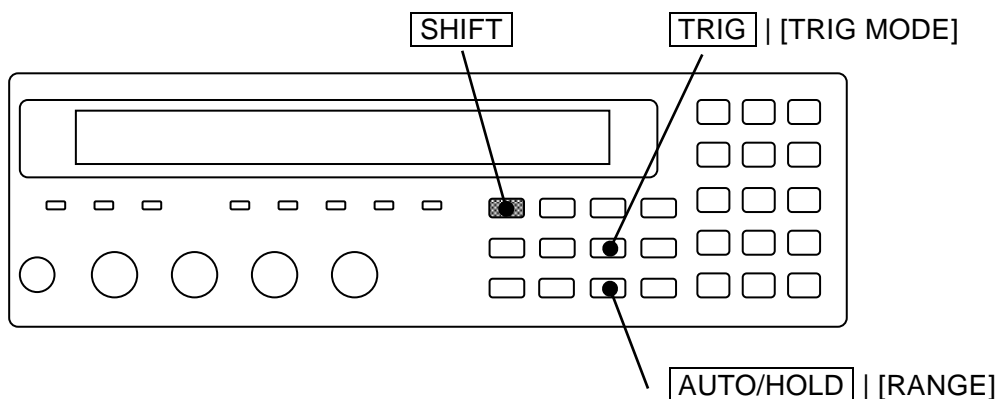
**[SHIFT]** + **[RANGE]** キー操作で、測定レンジ設定メニュー（下記）を表示させ、数字キー（**[0]** キー、**[1]** キー）を押すと、測定レンジを手動で切り換えることができます。レンジは固定（手動選択）になります。

**RANGE : Manual 1kΩ Rd : 25Ω-1**  
**0)DOWN 1)UP 100mΩ to 1MΩ 2)Rd-min**

現在の設定  
 選択肢

測定レンジの値は、その値が大きいき測定範囲のおよその下限、その値が小さいとき測定範囲のおよその上限です。

詳しくは  「表 3.2 測定レンジ 一覧」



### ■ 試料の接続と測定

- 試料との接続

「3.4 試料を接続する」を参照して、LCR メータと試料を接続します。

- 手動トリガ

トリガ源を手動（Man）に設定して **[TRIG]** キーを押すと、トリガがかかって 1 回測定します。

### 3.5.4 初期化

初期化には、以下の種類があります。

#### ■ 現設定の初期化

##### **SHIFT** + [ INIT ]

**SHIFT** + [ INIT ] キー操作で初期化メニューを表示させ、**1** キーを押すと、現在使われている設定と補正值が初期値になります。

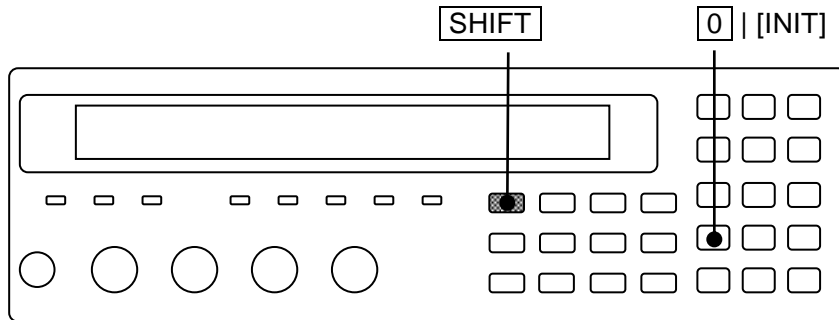
初期化すると、以下の初期化完了メッセージを表示してから、測定画面に戻ります。

**Done**

設定・補正值メモリに保存されている内容や、マルチ測定リストの内容は初期化されません。


**1** キーを押さずに **EXIT** 操作をすると、初期化せずに測定画面に戻ります。

なお、補正值を初期化せずに、設定だけを初期化することはできません。必要な補正值は補正值メモリに保存してください。



#### ■ 全初期化

操作モードを除く、すべての設定を工場出荷時の状態に戻すには、全初期化の操作を行います。設定・補正值メモリやマルチ測定リストも初期化されます。

詳しくは  「4.14 すべての設定を初期化する」

## 3.5.5 測定パラメタの設定

ZM2376 は、同時に二つのパラメタ（主パラメタと副パラメタ）を表示できます。

一般に L、C、R などの値は、直列等価回路と並列等価回路で異なるので、試料の性質や使われる回路に応じて、適切な等価回路を選択してください。

## 3.5.5.1 主パラメタの選択

**Pri**

**Pri** キーを押して主パラメタ選択メニュー（下記）を表示させ、数字キーで主パラメタを選択します。

主パラメタ      自動選択機能

<b>Primary parameter : C      Auto:OFF</b> <b>0)Auto OFF 1)ON    2)L 3)C 4)R 5)Z 6)Y 7)G</b>	現在の設定 選択肢
---	--------------

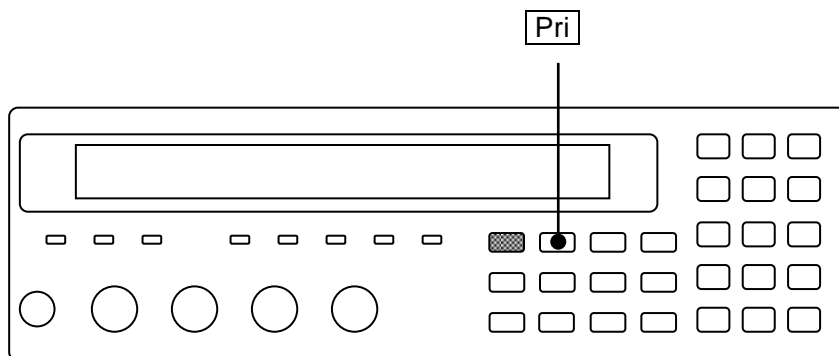
Auto OFF	測定パラメタの自動選択を無効にします。
ON	測定パラメタの自動選択を有効にします。
L	インダクタンス $L_p$ または $L_s$ （単位：H ヘンリー）。
C	容量 $C_p$ または $C_s$ （単位：F ファラッド）
R	抵抗 $R_p$ または $R_s$ （単位： $\Omega$ オーム）
Z	インピーダンスの大きさ $ Z $ （単位： $\Omega$ ）
Y	アドミタンスの大きさ $ Y $ （単位：S ジーメンズ）
G	並列等価回路で表わしたコンダクタンス $G_p$ （単位：S）

L、C、R 以外を選択するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。

L、C、R のどれかを選択すると、等価回路選択メニューに移行します。

等価回路の設定を変更する必要がないなら、EXIT 操作で測定画面に戻れます。

主パラメタを G に設定すると、等価回路の自動選択は無効になり、並列等価回路に設定されます。



主パラメタの表示範囲は次のとおりです。

L	$\pm(0.000\text{nH} \sim 999.999\text{MH})$
C	$\pm(0.00000\text{pF} \sim 9.99999\text{kF})$
R	$\pm(0.000\text{m}\Omega \sim 999.999\text{M}\Omega)$
Z	$0.000\text{m}\Omega \sim 999.999\text{M}\Omega$
Y	$0.00\text{nS} \sim 9.99999\text{kS}$
G	$\pm(0.00\text{nS} \sim 9.99999\text{kS})$

測定範囲は、測定レンジにより制限されます。

LとCの表示範囲は、周波数により異なります。

#### ■ 測定パラメタの自動選択

測定パラメタの自動選択基準は次のとおりです。

インピーダンスの位相角 $\theta$	主パラメタ	副パラメタ
+30 $^{\circ}$ ~+120 $^{\circ}$	L	Q
-30 $^{\circ}$ ~+30 $^{\circ}$	R	Q
-120 $^{\circ}$ ~-30 $^{\circ}$	C	D
その他	Z	$\theta$

測定パラメタを自動選択にすると、インピーダンスの位相角や大きさに基づいて、主パラメタ、副パラメタ、等価回路が自動的に選択されます。主パラメタがL、C、R、Z以外るとき測定パラメタを自動選択にすると、その直後は主パラメタとしてZが選択されます。

特定の主パラメタ、副パラメタ、等価回路を指定したり、等価回路の自動選択を無効にすると、測定パラメタの自動選択は無効になり、その時点の主パラメタ、副パラメタ、等価回路に設定されます。

#### ■ L、C、Rの負表示

リアクタンス  $X=\omega L=-1/(\omega C)$ 、サセプタンス  $B=\omega C=-1/(\omega L)$ の関係から ( $\omega=2\times\pi\times$ 周波数)、 $\theta > 0$  ( $X > 0$ ) のとき、 $C < 0$  になります。また  $\theta < 0$  ( $B > 0$ ) のとき、 $L < 0$  になります。

$R=|Z| \cos\theta$  の関係から、測定誤差などにより  $\theta > +90^{\circ}$  または  $\theta < -90^{\circ}$  になると、 $R < 0$  になります。

#### ■ リモート制御でだけ選択できるパラメタ

リモート制御では、L、C、R、Z、Y、Gの他に、以下の指定もできます。

詳しくは ☞ ZM2376 取扱説明書 (リモート制御)

:CALCulate1:FORMat コマンド

Lp、Ls	等価回路を並列か直列に指定したインダクタンス
Cp、Cs	等価回路を並列か直列に指定した容量
Rp、Rs	等価回路を並列か直列に指定した抵抗
REAL	イミタンスの実数部 (Rs か Gp。測定値表示はこのどちらか)
MLIN	イミタンスの大きさ ( Z か Y 。測定値表示はこのどちらか)

イミタンスは、インピーダンスとアドミタンスの総称です。

これらを選択すると、測定パラメタや等価回路の自動選択は無効に設定されます。

3.5.5.2 等価回路の設定

**CKT**

**CKT** キーを押して等価回路選択メニュー（下記）を表示させ、数字キーで並列（添字 p）か直列（添字 s）を選択します。

等価回路      自動選択機能

<b>Equivalent CKT : Series      Auto:OFF</b>
<b>0)Auto OFF    1)ON    2)Parallel    3)Series</b>

現在の設定  
選択肢

- Auto OFF    等価回路の自動選択を無効にします。
- ON            等価回路の自動選択を有効にします。
- Parallel    並列等価回路（自動選択は無効になります）
- Series       直列等価回路（自動選択は無効になります）

設定するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。

**AUTO CKT ランプ**

等価回路の自動選択が有効なときは、AUTO CKT ランプが点灯します。

主パラメタが L、C、R、Z、Y のときは、等価回路を指定したり、その自動選択機能を使うことができます。ただし、|Z|と|Y|の値は等価回路に依存しません。

等価回路の自動選択を有効にすると、主パラメタが L、C、R のとき、次の自動選択基準で等価回路が自動選択されます。

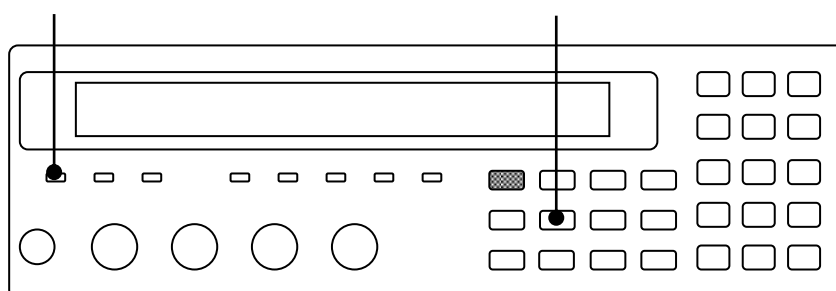
自動選択基準			等価回路
L	C	R	
$ Z  \leq 1k\Omega$	$ Z  \leq 1k\Omega$	$\theta \geq 0$	直列
$ Z  > 1k\Omega$	$ Z  > 1k\Omega$	$\theta < 0$	並列

主パラメタを L、C、R 以外に設定すると、等価回路や自動選択は次のようになります。

主パラメタ	[:SENSe]:FUNction[:ON]	等価回路	自動選択
Z、Y	(Don't care)	前値保持	前値保持
Rs、Cs、Ls	(Don't care)	直列	無効
Rp、Cp、Lp、G	(Don't care)	並列	無効
REAL、MLIN	FIMPedance	直列	無効
	FADMittance	並列	無効

**AUTO CKT ランプ**

**CKT**





## 3.5.5.3 副パラメタの設定

**Sec**

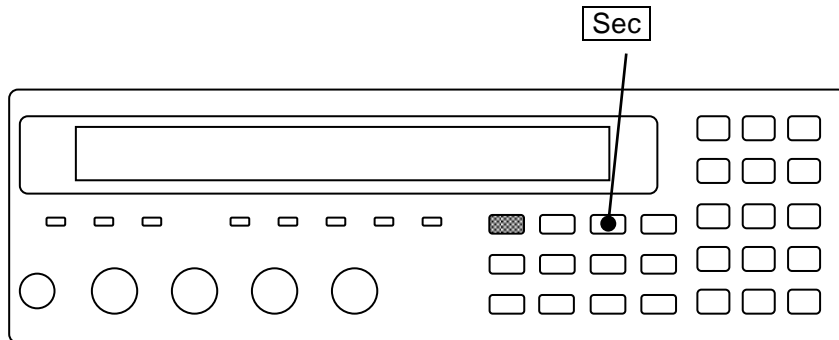
**Sec** キーを押して副パラメタ選択メニュー（下記）を表示させ、数字キーで副パラメタを選択します。

<b>Secondary parameter : D</b>	現在の設定
0)Q 1)D 2)θ 3)X 4)B 5)Rs >NEXT	選択肢 (1 ページ目)
6)Rp 7)G 8)Lp 9)Rdc <PREV	選択肢 (2 ページ目)

Q	Quality factor (= 1/D)
D	損失係数 (= tanδ)
θ	インピーダンスの位相角 (単位: 度)
X	直列等価回路で表わしたリアクタンス $X_s$ (単位: Ω)
B	並列等価回路で表わしたサセプタンス $B_p$ (単位: S)
Rs	直列等価回路で表わした抵抗 $R_s$ (= ESR、単位: Ω)
Rp	並列等価回路で表わした抵抗 $R_p$ (単位: Ω)
G	並列等価回路で表わしたコンダクタンス $G_p$ (単位: S)
Lp	並列等価回路で表わしたインダクタンス $L_p$ (単位: H)
Rdc	直流抵抗 $R_{dc}$ (単位: Ω)

副パラメタは、等価回路の設定に関わらず、どれでも選択できます。

設定するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。



副パラメタの表示範囲は、以下のとおりです。

Q、D	±(0.00000 ~ 99999.9)
θ	±(0.000° ~ 180.000°)
Rs、Rp、X、Rdc	± (0.000mΩ ~ 999.999MΩ)
G、B	±(0.00nS ~ 9.99999kS)
Lp	±(0.000nH ~ 999.999MH)


表示範囲は、測定レンジなどにより制限されます。

**■ Q、D、R、G の負表示**

測定誤差などによりインピーダンスの位相角  $\theta > +90^\circ$  または  $\theta < -90^\circ$  になると、損失角が負に見えるため、Q、D、Rs (ESR)、Rp、G も負になります。電圧や電流の測定誤差のため、Rdc も負になることがあります。

**■ リモート制御でだけ選択できるパラメタ**

以下の選択肢は、リモート制御でだけ選択できます。パネルからは選択できません。

詳しくは  ZM2376 取扱説明書 (リモート制御)

:CALCulate2:FORMat コマンド

IMAG        イミタンスの虚数部 (X か B)

REAL        イミタンスの実数部 (Rs、G、Rdc のどれか)

なお、イミタンスは、インピーダンスとアドミタンスの総称です。

**■ 直流抵抗 Rdc**

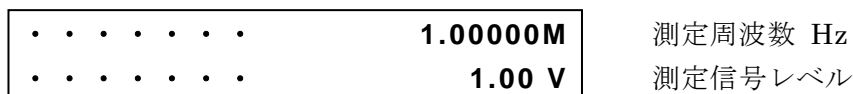
Rdc を選択すると、ZM2376 は交流インピーダンスを測定したのち、直流抵抗を測定します。主にコイルの直流抵抗測定を意図した機能であり、コンデンサの絶縁抵抗の測定には向きません。

DC バイアスの出力がオンのときは、直流抵抗 Rd を選択できません。

### 3.5.6 基本的な測定条件の設定

#### 3.5.6.1 測定周波数

測定周波数は、測定画面の右上に表示されます。



#### **FREQ**

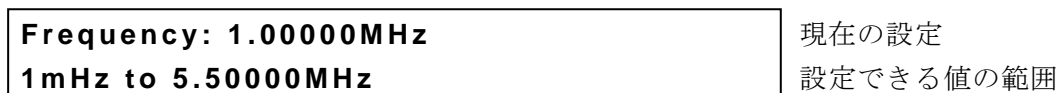
**FREQ** キーを押すと、測定周波数設定メニューが表示されます。



120	120Hz
1k	1kHz
10k	10kHz
100k	100kHz
1M	1MHz
Entry	数値入力のために測定周波数入力メニューを表示します。

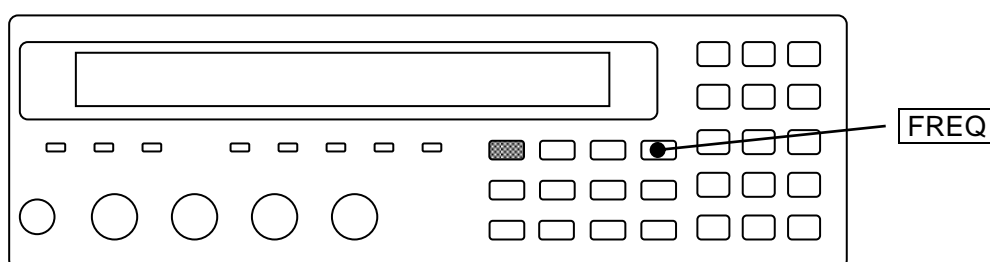
設定するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。

Entry : 測定周波数入力メニューは次のとおりです。



設定分解能は 6 桁 (< 100Hz は 1mHz) です。

設定するか、EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。



### 3.5.6.2 測定信号レベル

測定信号レベルは、測定画面の右下に表示されます。

.....	<b>1.0000M</b>	測定周波数 Hz
.....	<b>1.00 V</b>	測定信号レベル Vrms

#### LEVEL

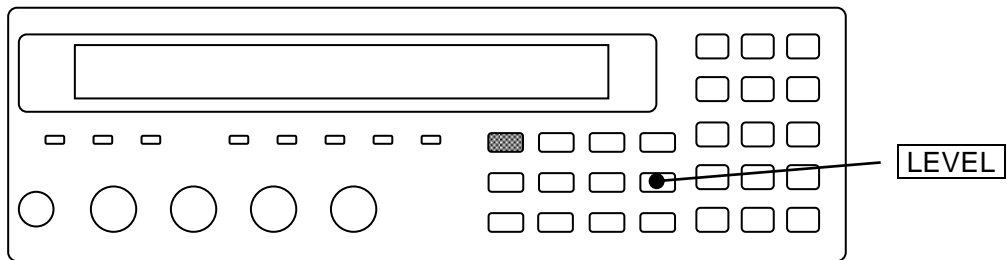
**LEVEL** キーを押すと、測定信号レベル設定メニューが表示されます。

<b>Level: 1.00 V</b>	現在の設定
<b>0.010V to 5.00V</b>	設定できる値の範囲

設定分解能は3桁 (< 100mV は 1mV) です。  
 値は実効値 (単位 Vrms) ですが、省略して V と表示されます。

設定するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。

周囲から雑音が入り込んで測定値がばらつくときは、測定信号レベルを大きくすることで、ばらつきを抑えることができます。



直流抵抗  $R_{dc}$  は、測定信号レベルの設定に関わりなく、およそ +1.4V と -1.4V の二つの測定信号で電圧と電流を測定して、その差分から求めます。

## 3.5.6.3 測定レンジ

試料のインピーダンスに合わせて測定レンジを設定してください。  
現在の測定レンジの設定は、測定画面の左下に表示されます。

.....  
| **A100Ω** FAST256 Int OpShLd1m ..... |

RANGE

A Auto : 測定レンジ自動選択  
H Hold : 測定レンジ固定、手動選択  
100Ω 現在の測定レンジ (100mΩ ~ 1MΩ)

表 3-2 測定レンジ 一覧 1/4 (Rd-min = 25Ω-1 初期値)

Rd : 出力インピーダンス、 Rd-min : 最小出力インピーダンス

測定レンジ	推奨範囲	測定範囲	Rd	制約
1MΩ	1MΩ ~ 11MΩ	900kΩ ~	100Ω	周波数 ≤ 20kHz
100kΩ	100kΩ ~ 1.1MΩ	90kΩ ~	100Ω	周波数 ≤ 1MHz
10kΩ	10kΩ ~ 110kΩ	9kΩ ~	100Ω	周波数 ≤ 2MHz
1kΩ	1kΩ ~ 11kΩ	900Ω ~	100Ω	---
100Ω	9Ω ~ 1.1kΩ	無制限	100Ω	
10Ω	0.9Ω ~ 10Ω	~ 11Ω	100Ω	
1Ω	90mΩ ~ 1.0Ω	~ 1.1Ω	25Ω	周波数 ≤ 2MHz
100mΩ	9mΩ ~ 100mΩ	~ 110mΩ	25Ω	周波数 ≤ 1MHz

推奨範囲 :

精度良く測定するためにお勧めできる使用範囲。推奨範囲を大きく外れると、測定値やデータ出力のばらつきが大きくなったり、オーバフローになることがあります。

測定範囲 :

測定可能なおよその範囲。測定条件により、上記の範囲外でも測定できることがあります。

制約事項 :

周波数に依存して、測定レンジの上限、下限が制限されます。使用できないレンジを指定すると、使用できるもっとも近いレンジ (推奨範囲、測定範囲) で動作します。

周波数、信号レベル、測定パラメタ、CV/CC に依存して、出力インピーダンスが制限されることがあります。(CC : 定電圧機能、CV : 定電流機能)

表 3-2 測定レンジ 一覧 2/4 (Rd-min = 100Ω)

測定レンジ	推奨範囲	測定範囲	Rd	制約
1MΩ	1MΩ ~ 11MΩ	900kΩ ~	100Ω	周波数 ≤ 20kHz
100kΩ	100kΩ ~ 1.1MΩ	90kΩ ~	100Ω	周波数 ≤ 1MHz
10kΩ	10kΩ ~ 110kΩ	9kΩ ~	100Ω	周波数 ≤ 2MHz
1kΩ	1kΩ ~ 11kΩ	900Ω ~	100Ω	----
100Ω	9Ω ~ 1.1kΩ	無制限	100Ω	
10Ω	0.9Ω ~ 10Ω	~ 11Ω	100Ω	
1Ω	同上	同上	100Ω	
100mΩ	(10Ωレンジで測定)	(10Ωレンジで測定)	100Ω	この範囲のレンジは使えません。

表 3-2 測定レンジ 一覧 3/4 (Rd-min = 25Ω-100)

測定レンジ	推奨範囲	測定範囲	Rd	制約
1MΩ	1MΩ ~ 11MΩ	900kΩ ~	100Ω	周波数 ≤ 20kHz
100kΩ	100kΩ ~ 1.1MΩ	90kΩ ~	100Ω	周波数 ≤ 1MHz
10kΩ	10kΩ ~ 110kΩ	9kΩ ~	100Ω	周波数 ≤ 2MHz
1kΩ	1kΩ ~ 11kΩ	900Ω ~	100Ω	----
100Ω	100Ω ~ 1.1kΩ	90Ω ~	25Ω	*1 信号レベル ≤ 1.2V (CV有効時、≤ 1.05V) CC無効 副パラメタ ≠ Rdc
10Ω	0.9Ω ~ 110Ω	無制限	25Ω	
1Ω	90mΩ ~ 1.0Ω	~ 1.1Ω	25Ω	周波数 ≤ 2MHz
100mΩ	9mΩ ~ 100mΩ	~ 110mΩ	25Ω	周波数 ≤ 1MHz

\*1 制約条件を満たさないときは、Rd-min = 25Ω-1 と同じになります。

表 3-2 測定レンジ 一覧 4/4 (Rd-min = 6Ω-100-f1k)

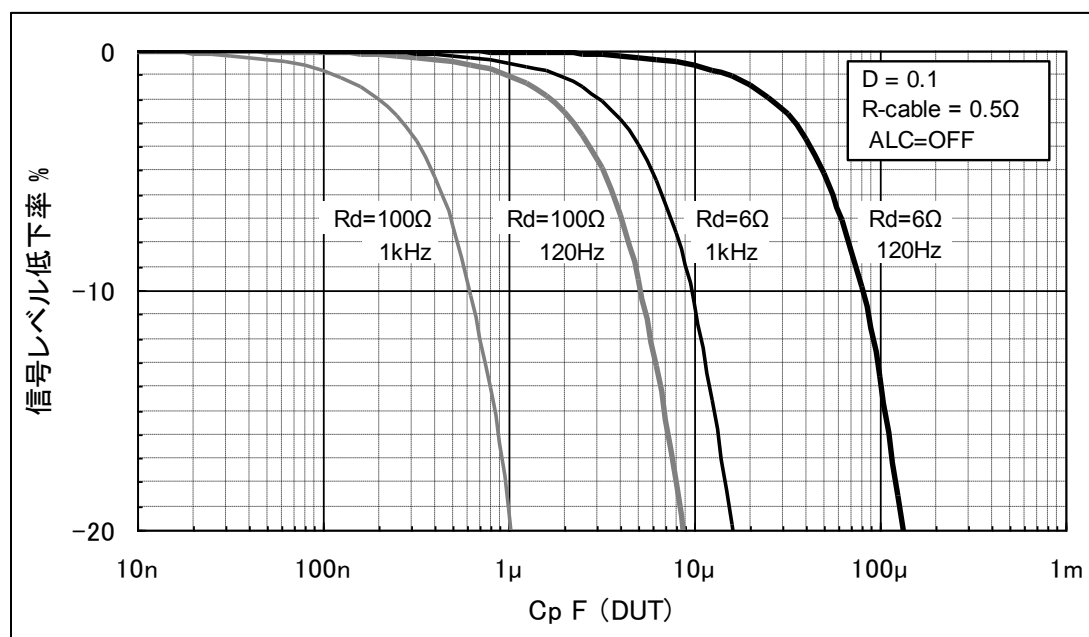
測定レンジ	推奨範囲	測定範囲	Rd	制約
1MΩ	1MΩ ~ 11MΩ	900kΩ ~	100Ω	*2 周波数 ≤ 1kHz  信号レベル ≤ 1.2V (CV有効 のときは ≤ 1.05V CC有効のときは ≥ 40mA)  副パラメタ ≠ Rdc
100kΩ	100kΩ ~ 1.1MΩ	90kΩ ~	100Ω	
10kΩ	10kΩ ~ 110kΩ	9kΩ ~	100Ω	
1kΩ	1kΩ ~ 11kΩ	900Ω ~	100Ω	
100Ω	100Ω ~ 1.1kΩ	90Ω ~	6Ω	
10Ω	0.9Ω ~ 110Ω	無制限	6Ω	
1Ω	90mΩ ~ 1.0Ω	~ 1.1Ω	6Ω	
100mΩ	9mΩ ~ 100mΩ	~ 110mΩ	6Ω	

\*2 制約条件を満たさないときは、Rd-min = 25Ω-1 と同じになります。

表 3-3 各測定レンジの最大電流、最大電圧、出力インピーダンス

測定レンジ	最大電流 (検出)	最大電圧		出力インピー ダンス Rd
		測定信号レベル	検出	
1M $\Omega$	5 $\mu$ Arms	5Vrms	5Vrms	<b>100<math>\Omega</math></b>
100k $\Omega$	50 $\mu$ Arms	5Vrms	5Vrms	<b>100<math>\Omega</math></b>
10k $\Omega$	500 $\mu$ Arms	5Vrms	5Vrms	<b>100<math>\Omega</math></b>
1k $\Omega$	5mArms	5Vrms	5Vrms	<b>100<math>\Omega</math></b>
100 $\Omega$	50m / 12mArms (Rd= 100 / 25, 6 $\Omega$ )	5 / 1.2 Vrms (Rd= 100 / 25, 6 $\Omega$ )	5 / 1.2 Vrms (Rd= 100 / 25, 6 $\Omega$ )	<b>100 / 25 / 6 <math>\Omega</math></b>
10 $\Omega$	50m / 200mArms (Rd= 100, 25 / 6 $\Omega$ )	5 / 1.2 Vrms (Rd= 100 / 25, 6 $\Omega$ )	0.5 / 1.2Vrms (Rd= 100 / 25, 6 $\Omega$ )	<b>100 / 25 / 6 <math>\Omega</math></b>
1 $\Omega$	200mArms	5 / 1.2 Vrms (Rd= 25 / 6 $\Omega$ )	200mVrms	<b>25 / 6 <math>\Omega</math></b>
100m $\Omega$	200mArms	5 / 1.2 Vrms (Rd= 25 / 6 $\Omega$ )	20mVrms	<b>25 / 6 <math>\Omega</math></b>

- 出力インピーダンスの**太字**は、初期設定値です。
- ここに示した最大検出電流、電圧は、各出力インピーダンスにおいて、測定信号レベルが最大のときの値です。測定信号レベルを下げると、検出電流、電圧の範囲は狭くなります。
- 直流バイアス電流（漏れ電流）を含めて、許容できる電流のピーク値（瞬時値）は、最大検出電流（実効値）の約 1.4 倍です。検出側には、実際には 10%以上の余裕があります。



Rd : 出力インピーダンス

ケーブル抵抗、接触抵抗、Rd 誤差(+ )の和 = 0.5 $\Omega$

図 3-5 容量 対 測定信号レベル 特性

### ■ 測定レンジの自動選択と固定

#### AUTO / HOLD

**AUTO/HOLD** キーを押すと、測定レンジの自動選択 (AUTO) と固定 (HOLD) が切り換わります。

測定レンジが固定のときは、手動で測定レンジを選択できます。測定レンジを固定するときは、試料のバラツキを考慮して、できるだけ推奨範囲内で測定できるレンジを選択してください。

値が大きく変動する試料や、非線形性の強い試料では、自動選択が正しく動作しないことがあります。また、大きな容量や大きなインダクタンスを測定すると、信号の整定に時間がかかります。自動選択で正しく測定レンジが定まり、測定値が安定するまでに、複数回の測定が必要なことがあります。

### ■ 測定レンジの手動選択

#### SHIFT + [ RANGE ]

**SHIFT** + [RANGE] キー操作で、測定レンジ設定メニューが表示されます。

Auto / Manual	現在のレンジ	最小出力インピーダンス	
<b>RANGE : Manual</b>	<b>1k<math>\Omega</math></b>	<b>Rd:25<math>\Omega</math>-1</b>	現在の設定 選択肢
<b>0)DOWN 1)UP</b>	<b>100m<math>\Omega</math> to 1M<math>\Omega</math></b>	<b>2)Rd-min</b>	

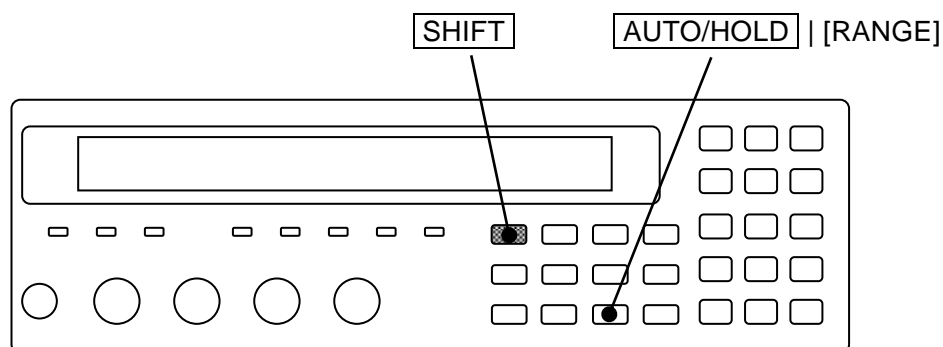
選択できる操作

選択できるレンジの範囲

Auto	測定レンジが自動選択のとき表示されます。
Manual	測定レンジが手動選択 (固定) のとき表示されます。
DOWN	測定レンジをひとつインピーダンスが低いレンジに切り換えます。
UP	測定レンジをひとつインピーダンスが高いレンジに切り換えます。
Rd-min	駆動信号源の最小出力インピーダンス設定メニューを表示します。

測定レンジは数字キーで1段ずつ変更できます。DOWN、UPの操作をすると、測定レンジは手動選択 (固定) になります。より大きな容量 C やアドミタンス |Y| を測定するときは、インピーダンスの測定レンジを「下げる」ことに注意してください。

EXIT 操作で測定画面に戻ります。





Rd-min : 最小出力インピーダンス設定メニューは次のとおりです。

**R-drive min: 25Ω-1**

**0)6Ω-100-f1k 1)25Ω-1 2)25Ω-100 3)100Ω**

現在の設定  
選択肢

- 6Ω-100 -f1k 測定レンジ 100mΩから 100Ω で出力インピーダンスを 6Ωにします。  
ただし、周波数 > 1kHz では、25Ω-100 と同じ動作になります。
- 25Ω-1 測定レンジ 100mΩから 1Ωで出力インピーダンスを 25Ωにします  
(初期値)。
- 25Ω-100 測定レンジ 100mΩから 100Ωで出力インピーダンスを 25Ωにします。
- 100Ω すべての測定レンジで、出力インピーダンスを 100Ωにします。

設定するか、EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

各選択肢の特長は以下のとおりです。

6Ω-100-f1k : 大容量の測定に適しています。

- CR 時定数が小さいため、整定時間が短い。
- 測定電流が大きいため、測定値のばらつきが小さい。
- 出力インピーダンスによる電圧降下が小さいので、ほぼ一定の電圧で測定できる。
- 電圧－電流特性が非線形な試料でも、信号電圧のひずみを抑えられる。

25Ω-1 : 広く一般の測定に適しています。

低インピーダンスの測定において測定電流が大きくなるため、低インピーダンスの測定ばらつきを抑えることができます。

25Ω-100 : 電圧－電流特性が非線形な試料を測定したとき、等価的な出力インピーダンスが 25Ωのインピーダンス測定器と測定値を合わせることができます。

この設定では、たとえば 周波数 = 1MHz、信号レベル = 0.5V、出力インピーダンス = 25Ω の条件下で、約 150μH までのインダクタンスを推奨範囲内で測定できます。これより大きなインダクタンスでは、試料のインピーダンスが高いため、出力インピーダンスによる測定値の違いは小さくなります。

100Ω : コア入りインダクタの測定に適しています。

電圧－電流特性が非線形な試料を測定したとき、出力インピーダンスが 100Ωのインピーダンス測定器と測定値を合わせることができます。ただし、低インピーダンス(小インダクタンス)の測定でばらつきが大きくなる場合があります。

電圧－電流特性が非線形なコア入りインダクタやセラミックコンデンサの測定値は、試料にかかる電圧、試料を流れる電流、信号のひずみ（波形）に依存して変化します。信号のひずみは、主に LCR メータの出力インピーダンスとインピーダンスブリッジの方式に依存します。出力インピーダンスに対して、試料のインピーダンスが十分に低いか、逆に十分に高いときは、試料を流れる電流または試料にかかる電圧を等しくすることで、出力インピーダンスに関わらず、ほぼ同じ測定値が得られます。

### ⚠ 注意

低インピーダンスを測定しているとき、出力インピーダンスを下げると、試料にかかる電圧が大きく上昇することがあります。逆電圧や過電圧に弱い試料を測定するときは、予め測定信号レベルを小さく設定するなど、許容範囲を超えないようご注意ください。

#### ■ 多数の試料を測定するとき

ほぼ同じ値を持つ多数の試料を測定するときは、測定レンジを固定することをお勧めします。内部トリガかつ自動レンジ選択に設定して、試料を付け外しすると、その度に測定レンジが切り換わるため、測定に時間がかかります。

#### ■ 直流抵抗の測定レンジ

副パラメタとして直流抵抗を選択すると、測定レンジ設定メニューに直流抵抗の測定レンジが表示されます。直流抵抗の測定レンジは、交流インピーダンスの測定レンジとは独立で、通常は自動選択です。リモート制御では、特定のレンジに固定できます。パネル操作で自動選択に戻すには、初期化メニューなどで初期化します。

#### 直流抵抗の測定レンジ

**RANGE: Manual 100kΩ DC100mΩ Rd:25Ω-100**

3.5.6.4 トリガ

ZM2376 はトリガ信号を受けて測定を開始します。

トリガ設定メニューで、トリガ源や、測定シーケンスの設定をしてください。

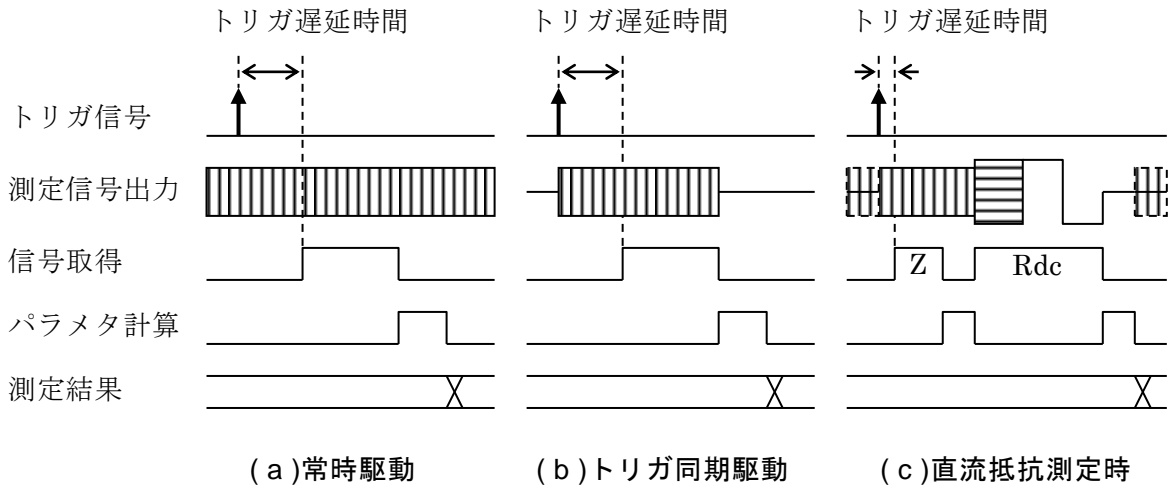


図 3-6 測定シーケンス

■ トリガ源の選択

**SHIFT** + [ **TRIG MODE** ]

**SHIFT** + [ **TRIG MODE** ] キー操作で、トリガ設定メニューが表示されます。

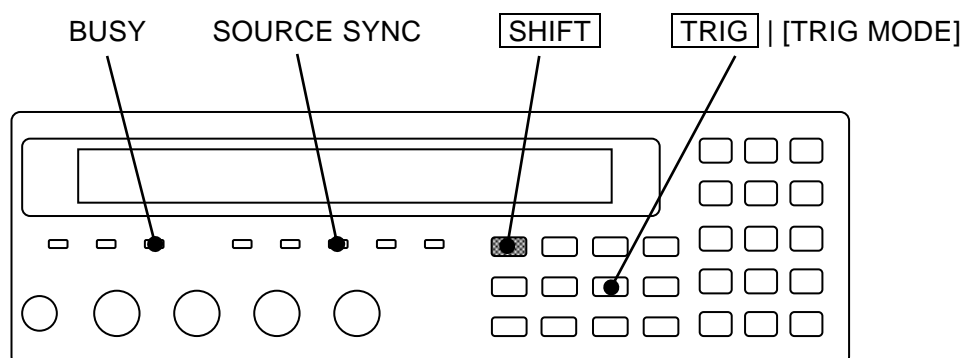
トリガ源                      トリガ遅延                      トリガ同期駆動

**TRIG SRC:Ext Delay=100.0000s SRC Sync=ON  
0)Int 1)Man 2)Ext 3)Bus 4)Delay 5)S.Sync**

現在の設定  
選択肢

- |   |   |      |
|---|---|------|
| <p><b>Int</b>      内部トリガ。測定完了時に自動的にトリガがかかり、連続的に測定が行われます。他のトリガ信号は無視されます。</p> <p><b>Man</b>      手動トリガ。正面パネルの <b>TRIG</b> キーでトリガをかけます。</p> <p><b>Ext</b>      外部トリガ。<br/>ハンドラインタフェースの <b>TRIG</b> 信号でトリガをかけます。</p> <p><b>Bus</b>      リモート制御でトリガをかけます。<br/>*TRG、GET の説明を参照してください。</p> <p><b>Delay</b>    トリガ遅延設定メニューを表示します。</p> <p><b>S.Sync</b>   トリガ同期駆動設定メニューを表示します。</p> | } | トリガ源 |
|---|---|------|

トリガ源を選択するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。



現在のトリガ源は、測定画面の 2 行目に表示されます (ステータス表示の場合)。

A100Ω □ FAST256 **Int** OpShLd1m . . . . .  
TRIG SOURCE

トリガ源 : Int / Man / Ext / Bus

### ■ トリガをかける（測定開始）

#### **TRIG**

トリガ源が Man（手動）で測定していないとき、**TRIG** キーを押すと、測定を開始して 1 回だけ測定します。周波数が 1Hz より低いときや、平均化回数が多いときは、1 回の測定に長い時間がかかります。測定中は前の測定値が表示されていますので、ご注意ください。

### **BUSY** ランプ

測定中は、BUSY ランプが点灯または点滅します。

### ■ トリガ遅延時間：トリガ遅延設定メニュー

トリガ遅延時間は、トリガから信号取得開始までの時間です。信号の整定時間は試料の性質や求める精度に依存して変化します。トリガ遅延時間は、それを多少変化させても測定値が変化しない程度に長い値を設定してください。

**[SHIFT] + [TRIG MODE]** キー操作でトリガ設定メニューを表示させ、数字キーで Delay を選択すると、トリガ遅延設定メニュー（下記）が表示されます。

<b>Trigger Delay : 0.4567s</b> <b>0.0000s to 999.9999s</b>
---

現在の設定  
設定できる値の範囲

トリガ遅延時間を数値で入力してください。

設定するか、EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

ZM2376 では、測定周波数 > 20kHz のとき、試料の付け外しなどに伴う内蔵ブリッジの整定に最大 10ms かかります。測定周波数 ≤ 20kHz のときは、内蔵ブリッジの整定時間を無視できます。

ヒステリシス特性を持つ高誘電率タイプのコンデンサやコアを持つインダクタに対しては、試料に測定信号が加わってから、最短でも信号の 1 周期程度（1kHz で 1ms、120Hz で 8ms）経過後に信号を取得することをお勧めします。試料の誘電体吸収が大きいと、整定に長い時間がかかることがあります。

試料にヒステリシスや誘電体吸収がないときは、次の二つで信号の整定時間が決まります。

- 1) ZM2376 の出力インピーダンスまたは最大駆動電流と、試料の容量で決まる時定数。
- 2) ZM2376 内部の整定時間

ZM2376 の出力インピーダンスと最大駆動電流は、測定レンジに依存します。

詳しくは ☞ 「3.5.6.3 測定レンジ」

試料が純粋な容量 C やインダクタ L の場合、ZM2376 の出力インピーダンスを  $R_d$  として、時定数  $C \times R_d$  または  $L/R_d$  で信号が整定します。時定数の 5 倍から 7 倍の整定時間を見込んでください。電流制限を受けると、整定時間は変化します。

トリガ同期駆動が有効なときトリガ遅延時間をゼロにすると、正しく測定できません。トリガ同期駆動が有効なときは、駆動信号が出力されてから信号が整定するまでに時間がかかります。周波数や信号レベルを変更したときも、整定時間が必要です。

大きな容量を測定するときのおよその整定時間は、測定周波数、試料の容量  $C(F)$ 、出力インピーダンス  $R_d(\Omega)$  から求めることができます。

測定周波数 120Hz    整定時間 =  $4ms + 6 \times R_d \times C$

測定周波数 1kHz    整定時間 =  $1ms + 6 \times R_d \times C$

トリガ遅延時間の設定例（どちらも  $R_d = 100\Omega$  とする）

測定周波数 120Hz、試料 220 $\mu F$     トリガ遅延時間 142ms（信号の約 17 周期）

測定周波数 1kHz、試料 10 $\mu F$     トリガ遅延時間 7ms

### ■ 測定時だけ駆動する：トリガ同期駆動設定メニュー

トリガ同期駆動を用いると、必要な期間だけ試料に測定信号を加えることができます。

**[SHIFT] + [TRIG MODE]** キー操作でトリガ設定メニューを表示させ、数字キーで S.Sync を選択すると、以下のトリガ同期駆動設定メニューが表示されます。

<b>Source Sync:ON</b> <b>0)OFF 1)ON</b>
--

現在の設定  
選択肢

**OFF** トリガ同期駆動を無効にします。  
常時、測定信号を出力します。

**ON** トリガ同期駆動を有効にします。  
トリガに同期して、トリガから信号取得完了まで試料を駆動します。一度測定を終わると、次のトリガまで測定信号は出力されません。

設定するか **EXIT** 操作で、ひとつ前のメニューに戻ります。

### SOURCE SYNC ランプ

トリガ同期駆動が有効なときは、**SOURCE SYNC** ランプが点灯します。

トリガ同期駆動には以下の利点があります。

- 測定コンタクトの劣化軽減  
試料を接続したのち、必要な期間だけ測定信号を出力できるので、試料の付け外しに伴うコンタクトの損耗を軽減できます。測定信号を出力したまま、低インピーダンスの試料（たとえば大きな容量）や、インダクタを付け外しすると、測定コンタクトを傷めることがあります。
- 近接設置による干渉の軽減  
複数台を近接して設置するとき、測定タイミングをずらして測定信号が重なるのを避ければ、他の **ZM2376** からの妨害を軽減できます。
- 短時間測定におけるバラツキの低減  
信号の測定開始位相が常に同じになるため、整定時間が不足していても、測定値のばらつきが小さくなります。正確な値は不要で、値の変動を監視すればよいときは、正しい値との相関を把握しておくことで、測定時間を短縮できます。特に、ヒステリシス特性を持つ試料に対して有用です。

なお、トリガ同期駆動の設定に関わりなく、DC バイアスは一定に保たれます。

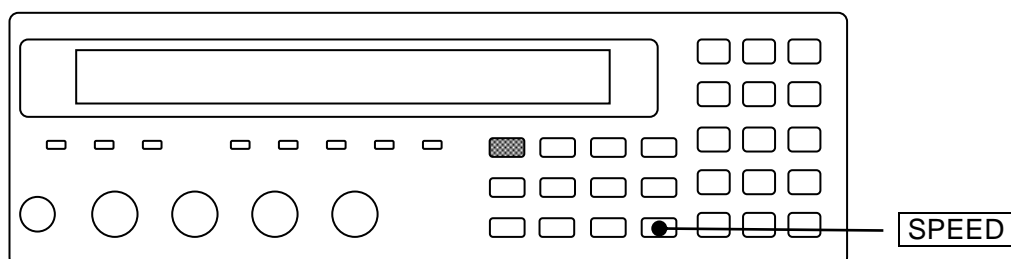
### ⚠ 注意

内部 DC バイアスをオンにしてコンデンサを測定するときは、試料を LCR メータのバイアス電圧と同じ電圧に充電してから接続してください。さもないと、トリガ同期駆動を用いても、試料を接続したとき大きな充放電電流が流れて、測定コンタクトを損傷することがあります。

## 3.5.6.5 測定速度

**SPEED**

**SPEED** キーを押すと、測定速度設定メニューが表示されます。



**Measuring Speed : FAST**  
**0)RAPID 1)FAST 2)MED 3)SLOW 4)VerySLOW**

現在の設定  
 設定できる値の範囲

設定するか EXIT 操作で、測定画面に戻ります。

現在の測定速度は、測定画面の 2 行目に表示されます。

A100Ω **FAST**256 Int OpShLd1m . . . . .  
 SPEED/AVERAGE

測定速度 : RAPid / FAST / MEDium / SLOW / VerySLOW  
 (小文字部分は表示されません)

表 3-4 測定時間の例 (参考値)

測定周波数	測定速度				
	RAP	FAST	MED	SLOW	VSLO
(DC)	150ms	150ms	150ms	218ms	616ms
120Hz	10ms (1 周期)	10ms (1 周期)	26ms (3 周期)	126ms (15 周期)	501ms (60 周期)
1kHz	2ms (1 周期)	5ms (4 周期)	25ms (24 周期)	121ms (120 周期)	501ms (500 周期)
10kHz	2ms	5ms	25ms	121ms	501ms
100kHz	2ms	5ms	25ms	121ms	501ms
1MHz	2ms	5ms	25ms	121ms	501ms

条件 : 測定レンジ固定、トリガ遅延時間=0、平均化回数=1

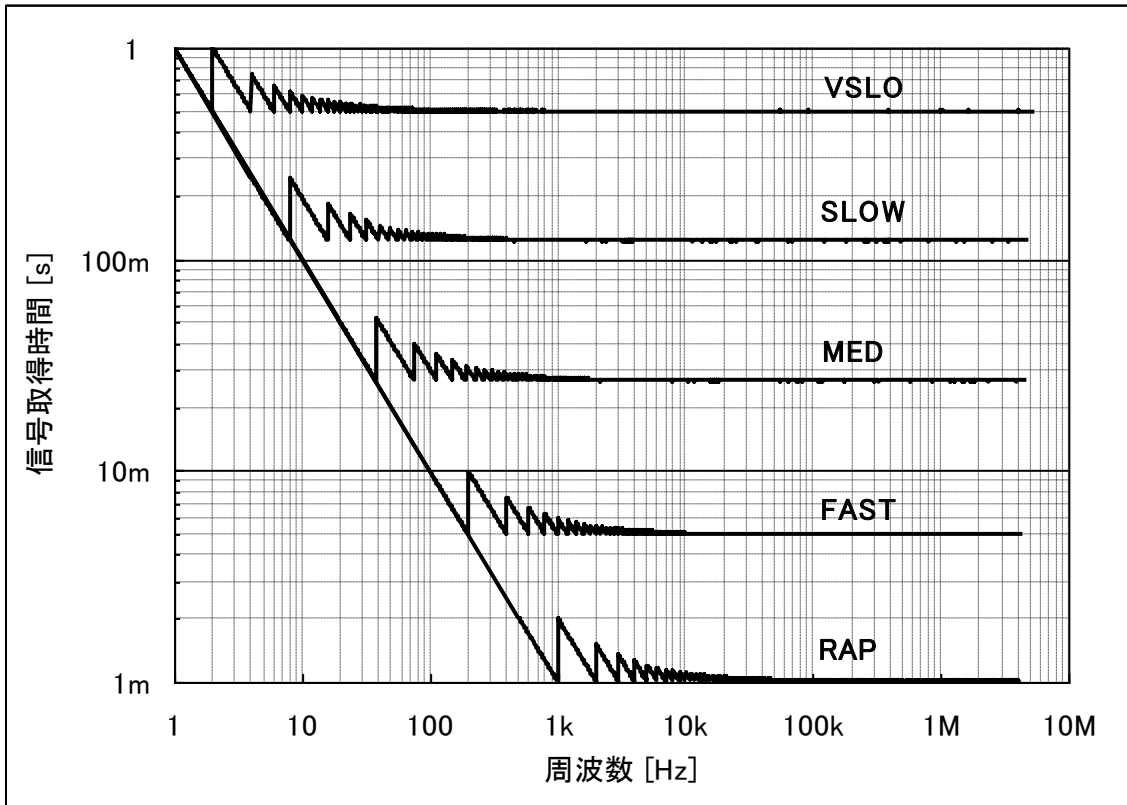
直流(DC)の測定時間は、直流抵抗を測定するとき追加される時間です。

その他の各周波数における測定時間は、直流抵抗を測定しないときの、ハンドライタフェースの TRIG 信号入力から EOM 信号出力相当時刻までの時間です。

120Hz と 1kHz の()内の値は、信号取得時間を信号の周期で示した値です。



信号取得時間は、表 3-4 の測定時間から演算時間 約 1ms を引いた値です。  
信号取得後に試料を交換できます。



1Hz 以下の信号取得時間は、およそ信号の 1 周期です。

図 3-7 信号取得時間

#### ■ 直流抵抗の測定時間

副パラメタに直流抵抗 Rdc を選択したときは、交流インピーダンスの測定に引き続いて直流抵抗の測定を行います。☞ 「図 3-6 測定シーケンス」 (c)

このため、測定時間は次の三つの値の和になります。

- ・交流インピーダンスの測定時間
- ・直流抵抗の自動レンジ選択時間 (約 75ms × 1 ~ 75ms × 5)  
リモート制御で固定しない限り、直流抵抗の測定レンジは自動選択です。  
測定レンジの調整時間は、直流抵抗に依存して変化します。
- ・直流抵抗を測定するための追加時間 ☞ 「表 3-4 測定時間の例」 (DC)

#### ■ トリガ遅延時間 ≠ 0 における測定時間

- ・交流インピーダンスの測定時間が、トリガ遅延時間だけ延びます。
- ・直流抵抗の自動レンジ選択時間が、最大でおよそトリガ遅延時間だけ延びます。
- ・直流抵抗の測定時間が、トリガ遅延時間 > 40ms のとき、  
(トリガ遅延時間 - 40ms) × 2 ほど延びます。

## 3.5.6.6 誤差の補正

ZM2376 は、測定治具や接続ケーブルによって発生する以下の誤差を補正できます。

- **ゼロ補正**

オープン補正 測定端子を開放したとき残る、浮遊アドミタンスによる誤差を補正します。

ショート補正 測定端子を短絡したとき残る、残留インピーダンスによる誤差を補正します。

- **ロード補正**

真値からのずれを補正します。正確な値の分かった標準器を測定したとき、誤差がゼロになるように補正します。ロード補正はそれ単独で行うことはできず、ゼロ補正も一緒に行います。

- **ケーブル長補正**

接続ケーブルによる追加誤差の補正と、インピーダンスブリッジの安定性の調整をします。

現在の補正の設定は、測定画面の下の行に表示されます。

A100Ω	FAST256	Int	<b>OpShLd1m</b>
-------	---------	-----	-----------------

CORRECTION

Op OPEN : オープン補正が有効なことを示します。(無効時は空白です)

Sh SHORT : ショート補正が有効なことを示します。(無効時は空白です)

Ld LOAD : ロード補正が有効なことを示します。(無効時は空白です)

1m 0m / 1m / 2m / 4m : ケーブル長補正の設定を示します。

#### ■ オープン / ショート / ロード補正と周波数の関係

オープン / ショート / ロード補正は、指定した周波数範囲で行うことも、特定の 1 周波数だけで行うこともできます。詳細な設定は、各補正の設定メニューで行います。

- **補正値を測定するとき**

広域補正 指定した下限値から上限値までの範囲に渡って補正値を測定します。

スポット補正 現在の測定周波数でだけ補正値を測定します。

どちらも DC の補正値は常に測定します。

ロード標準値の測定にも広域とスポットの 2 種類があります。

- **試料を測定するとき**

広域補正 広域補正値だけを使い、スポット補正値は使いません。

スポット補正 測定周波数がスポット補正値と一致していれば、スポット補正値を使います。一致しないときは、広域補正値を使います。

**■ 直接補正周波数**

広域補正で、補正値を直接測定する周波数（直接補正点）は次のとおりです。

DC 0.001 / 0.002 / 0.005 / 0.01 / 0.02 / 0.03 / 0.05 / 0.07 /  
0.1 / 0.15 / 0.22 / 0.33 / 0.5 / 0.7 /  
1 / 1.5 / 2.2 / 3.3 / 5 / 7 /  
10 / 15 / 20 / 30 / 40 / 55 / 70 / 90 /  
110 / 130 / 165 / 220 / 290 / 400 / 500 / 600 / 800 /  
1k / 1.2k / 1.5k / 2k / 2.5k / 3k / 4k / 5k / 6k / 8k /  
10k / 12k / 15k / 20k / 25k / 30k / 40k / 50k / 60k / 80k /  
100k / 120k / 150k / 200k / 250k / 300k / 400k / 500k / 600k / 800k /  
1M / 1.2M / 1.5M / 2M / 2.5M / 3M / 4M / 5M / 5.5M [Hz]

指定した下限値から上限値の範囲で補正を行うために必要な直接補正点において、補正値の測定が行われます。

その他の周波数については、補間して補正値を得ます。周波数に依存して補正値が大きく変化する共振点の近くなどでは、補間による誤差が大きくなるので、スポット補正をお使いください。

**■ 補正値を測定するときの測定信号レベル**

オープン、ショート、ロードの各補正値の測定は、そのときの測定信号レベルで行われます。測定信号レベルに依存して補正値が異なることがあるので、測定信号レベルを変更したときは、改めて各補正値の測定を行うことをお勧めします。

補正値の測定をやり直すたびに補正後の測定値がずれるときは、補正値がばらついている可能性があります。このようなときは、少し大きな測定信号レベルで補正値を測定してください。特定の周波数でだけ補正を行うのなら、次の手順でスポット補正値を設定することで、より正確に補正できます。

- ・オープン / ショート / ロード補正を無効に設定する。
- ・ばらつきを抑えるために、測定速度を遅くして、さらに大きな平均化回数を設定する。
- ・各スポット補正値を測定する。
- ・各スポット補正値を設定する。

**■ 補正値を測定するときの DC バイアス**

DC バイアスの設定と関わりなく、オープン補正値、ショート補正値の測定中は、その測定中に限り、自動的に DC バイアスがオフになります。DC バイアスがオンの状態でのオープン補正値、ショート補正値の測定はできません。

## 3.5.6.7 オープン補正

オープン補正を行うと、測定端子を開放したときのアドミタンスをゼロにできます。  
オープン補正値は、測定端子を開放して測定するか、数値で与えます。

測定端子を開放にして、**[SHIFT] + [OPEN]** キー操作でオープン補正メニューを表示させ、**Measure** を選ぶと、測定端子を開放にしたときのアドミタンスをゼロに補正できます。

現在の測定周波数におけるスポットオープン補正値を数値で設定するときは、スポットオープン補正メニューで補正値を設定して、最後に **ON** を選びます。

オープン補正の操作は、オープン補正メニューで行います。

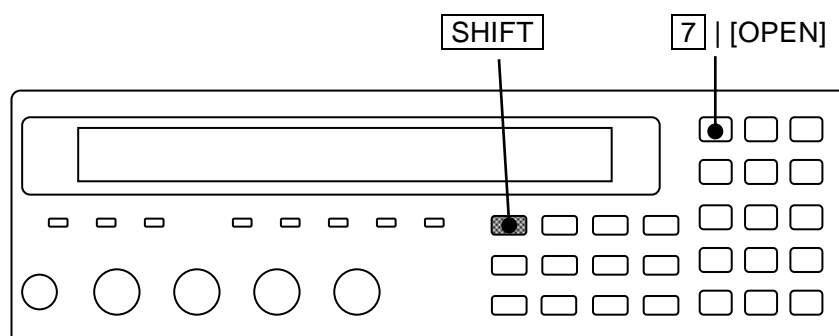
**[SHIFT] + [OPEN]**

**[SHIFT] + [OPEN]** キー操作で、オープン補正メニューが表示されます。

OFF   ON	下限 – 上限 (または SPOT)	
<b>OPEN Correction:OFF</b>	<b>100Hz – 1.0MHz</b>	現在の設定
<b>0)OFF 1)ON 2)Measure</b>	<b>3)SPOT &gt;NEXT</b>	選択肢 (1 ページ目)
<b>4)LowFREQ 5)UppFREQ</b>	<b>&lt;PREV</b>	選択肢 (2 ページ目)

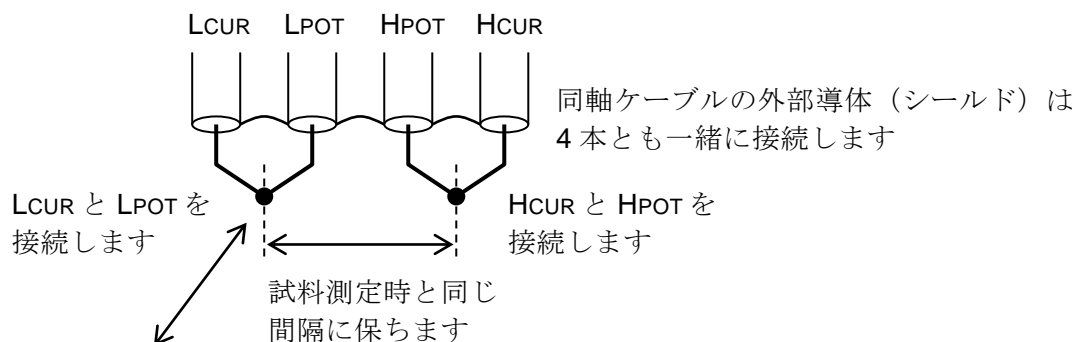
- OFF** オープン補正を無効にして、測定画面に戻ります。  
オープン補正値は内部で保持されます。
- ON** オープン補正を有効にして、測定画面に戻ります。
- Measure** オープン補正値を測定します。  
終了すると、オープン補正を有効にして、測定画面に戻ります。
- SPOT** スポットオープン補正メニューを表示します。  
スポット補正を有効にすると、現周波数だけで補正値を測定します。
- LowFREQ** 広域補正の下限周波数設定メニューを表示します。  
使わない低い周波数での補正を禁止できます。
- UppFREQ** 広域補正の上限周波数設定メニューを表示します。  
使わない高い周波数での補正を禁止できます。

**EXIT** 操作で測定画面に戻ります。



### ■ オープン補正値の測定

まず、測定端子を開放状態にします。



周囲の誘電体や導電体との位置関係を試料測定時と同じに保ちます

図 3-8 オープン補正時の端子処理

オープン補正値を測定するには、**[SHIFT] + [OPEN]** キー操作でオープン補正メニューを表示させ、数字キーで **Measure** を選択します。初期設定では補正値の測定に約 40s かかります。

オープン補正値の測定中は、次のメッセージが表示されます。

```

OPEN Measurement (>1kΩ)
Running 9)ABORT

```

オープン補正値の測定は、**[9]** キーを押すことで中止できます。上のメッセージは、補正値の測定中止メニューを兼ねています。

オープン補正値の測定が終了すると、オープン補正が有効になり、次の完了メッセージが短時間表示されたのち、測定画面に戻ります。

```

Completed Correction ON

```

ただし、測定値  $\leq 1\text{k}\Omega$  のときは、次の警告メッセージが表示されます。

```

Warning:Out of range

```

何らかの理由で測定ができなかったときも、同じ警告メッセージが表示されます。この警告メッセージが表示されても、**ZM2376** は得られた測定値をオープン補正値として使います。ただし、測定ができなかった周波数では、前のオープン補正値を保持します。

この警告は、何か操作するか、数秒放置すると消えます。

**EXIT** 操作で、ひとつ前のメニューに戻ります。

オープン補正とショート補正を両方行う場合、およびロード補正を行う場合は、次の条件を満たさないと、オープン、ショート、ロード補正ははどれも行われず、測定値が **CORR Err** になります。

補正を行う条件 : オープン補正值 ( $|Z|$ ) > ショート補正值 ( $|Z|$ )  $\times 2$

オープン補正值とショート補正值が近いときは、ロード補正を行わないと誤差が大きくなります。比が 1000 倍以内のときは、ロード補正の実施をお勧めします。

### ■ 補正下限周波数と補正上限周波数の設定

(オープン / ショート / ロード補正で共通)

広域補正では、補正する周波数の下限と上限を設定できます。  
初期値は、補正下限周波数 40Hz、補正上限周波数 2MHz です。  
使わない範囲の補正を止めると、補正值の測定時間を短縮できます。

広域補正の下限周波数と上限周波数は、オープン / ショート / ロード補正で共通です。以下にオープン補正メニュー以下における操作手順を示しますが、ショート補正やロード補正でも同様です。

**[SHIFT]** + **[OPEN]** >> オープン補正メニュー

広域補正では、下限と上限が表示されます。

補正周波数範囲

<b>OPEN Correction:OFF</b>	<b>100Hz - 1.0MHz</b>
<b>4)LowFREQ 5)UppFREQ</b>	<b>&lt;PREV</b>

現在の設定  
選択肢 (2 ページ目)

LowFREQ >> 補正下限周波数設定メニュー

<b>Lower Frequency = 100Hz</b>
<b>1mHz to 100kHz Upper &gt;= Lower*2</b>

現在の設定  
設定できる範囲

使用する最も低い測定周波数を設定してください。  
下限周波数と上限周波数は、有効数字 2 桁で設定できます。  
上限 < 下限×2 になると、自動的に 上限 = 下限 × 2 に設定されます。

設定するか EXIT 操作で、ひとつ前のメニューに戻ります。

UppFREQ >> 補正上限周波数設定メニュー

<b>Upper Frequency = 1.0MHz</b>
<b>2kHz to 5.5MHz Lower &lt;= Upper/2</b>

現在の設定  
設定できる範囲

使用する最も高い測定周波数を設定してください。  
下限 > 上限 / 2 になると、自動的に 下限 = 上限 / 2 (切捨て) に設定されます。

広域補正では、設定した下限周波数から上限周波数の範囲で補正を行うのに必要な直接補正点で、補正值が測定されます。その他の直接補正点では、補正值が更新されず保持されます。補正する周波数範囲を広げたときは、改めて補正值を測定してください。さもないと、補間された補正值が異常になることがあります。

### ■ スポットオープン補正の設定

現在の周波数でだけ補正を行うときは、スポット補正を有効に設定します。

広域補正と比較すると、スポット補正は補正値の測定時間が短くて済み、補間誤差もありません。なお、直流抵抗だけの補正は行えません。

スポットオープン補正の設定手順は、以下のとおりです。

**[SHIFT]** + **[OPEN]** >> オープン補正メニュー  
 スポット補正では"SPOT"が表示されます。  
 補正周波数範囲

<b>OPEN Correction:OFF</b>	<b>SPOT</b>	現在の設定
<b>0)OFF 1)ON 2)Measure</b>	<b>3)SPOT &gt;NEXT</b>	選択肢

SPOT >> スポットオープン補正メニュー

<b>SPOT Correction:OFF</b>	<b>Format:Cp-G</b>	<b>@OPEN</b>	現在の設定
<b>0)OFF 1)ON 2)Format</b>	<b>3)Entry</b>		選択肢

**OFF** スポット補正を無効にします。

補正値を測定するとき、広域補正値を測定します。

試料を測定するとき、広域補正値を用います。

**ON** スポット補正を有効にします。

補正値を測定するとき、現在の測定周波数におけるスポット補正値を測定します。

試料を測定するとき、測定周波数とスポットオープン補正周波数が一致しているときに限り、スポットオープン補正値を用います。そうでなければ、広域補正値を用います。

**Format** スポットオープン補正値のフォーマット設定メニューを表示します。

**Entry** スポットオープン補正値入力メニューを表示します。

設定するか **EXIT** 操作で、ひとつ前のメニューに戻ります。

スポット補正の 有効 / 無効 は、オープン / ショート / ロード補正で共通です。スポットショート補正メニューなどでも設定できます。

スポット補正が有効なとき、測定周波数を変更すると、オープン、ショート、ロード補正は、自動的にすべて無効に設定されます。新しい周波数でスポット補正を行うときは、各補正値の測定をやり直してください。

設定か補正値のどちらか一方だけを復帰したときも、スポット補正は無効になります。

なお、次の場合は、スポット補正は無効になりません。

- ・設定と補正値を一緒に復帰したとき (**[SHIFT]** + **[RECALL]** Both 指定)
- ・マルチ補正の途中で周波数が変化したとき



### ■ スポットオープン補正値を数値で与える / 読み取る

現在の測定周波数におけるスポットオープン補正値は、数値で与えたり、値を読み取って、微調整することができます。

スポットオープン補正メニュー以下で、フォーマットを指定してから値を設定します。

**[SHIFT]** + **[OPEN]**、 **[3]** キー操作 >> スポットオープン補正メニュー

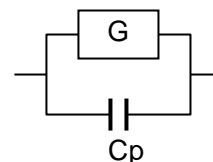
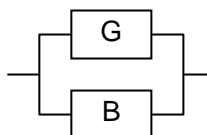
```
SPOT Correction:OFF  Format:Cp-G  @OPEN
0)OFF  1)ON  2)Format  3)Entry
```

Format >> スポットオープン補正値のフォーマット設定メニュー

```
Format:Cp-G  @OPEN
0)G-B  1)Cp-G
```

現在の設定  
選択肢

G 浮遊コンダクタンス (単位: S)  
B 浮遊サセプタンス (単位: S)  
Cp 浮遊容量 (並列等価回路、単位: F)



設定するか EXIT 操作で、ひとつ前のメニューに戻ります。

Entry >> スポットオープン補正値入力メニュー

例: フォーマットが Cp-G のときの補正値

```
Co-OPEN=Cp: +123.456pF  G:+1.23456μS
±(0.0000p to 999999M)  Z>1kΩ  1.00000kHz
```

現在の値  
設定できる範囲

スポットオープン補正周波数  
補正値を測定または設定したときの周波数  
無効なときは "----"

オープン / ショート / ロード補正をすべて無効に設定して測定したオープン状態の測定値を設定します。最初は前の値にカーソルがあります。前の値を入力して **[ENTR]** キーで確定すると、カーソルが移動して、後ろの値を入力できる状態になります。前後は **[BS]** | **[PREV]** キー、**[EXP]** | **[NEXT]** キーの操作で移動できます。どちらかの値を設定すると、そのときの測定周波数がスポットオープン補正周波数として記録されます。

EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

スポットオープン補正値を設定すると、オープン補正が無効になります。設定した補正値を使うには、スポット補正とオープン補正を両方とも有効に設定します。

インピーダンス  $\leq 1\text{k}\Omega$  の補正値入力に対しては、警告メッセージが表示されますが、そのままスポットオープン補正値として設定されます。

スポットオープン補正値がゼロだと、それで補正しても、測定値は補正しないときと変わりません

3.5.6.8 ショート補正

ショート補正を行うと、測定端子を短絡したときのインピーダンスをゼロにできます。  
 ショート補正値は、測定端子を短絡して測定するか、数値で与えます。

測定端子を短絡して、**[SHIFT]** + **[SHORT]** キー操作でショート補正メニューを表示させ、**Measure** を選ぶと、測定端子を短絡したときのインピーダンスをゼロに補正できます。

現在の測定周波数におけるスポットショート補正値を数値で設定するときは、スポットショート補正メニューで補正値を設定して、最後に **ON** を選びます。

ショート補正の操作は、ショート補正メニューで行います。

**[SHIFT]** + **[SHORT]**


**[SHIFT]** + **[SHORT]** キー操作で、ショート補正メニューが表示されます。

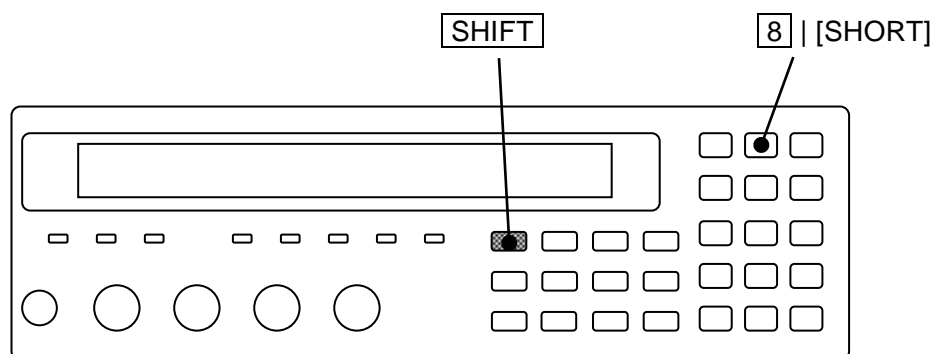
OFF   ON	下限 - 上限	または SPOT
<b>SHORT Correction:OFF</b>	<b>100Hz - 1.0MHz</b>	現在の設定
<b>0)OFF 1)ON 2)Measure 3)SPOT</b>	<b>&gt;NEXT</b>	選択肢 (1 ページ目)
<b>4)LowFREQ 5)UppFREQ</b>	<b>&lt;PREV</b>	選択肢 (2 ページ目)

- OFF** ショート補正を無効にして、測定画面に戻ります。  
 ショート補正値は内部で保持されます。
- ON** ショート補正を有効にして、測定画面に戻ります。
- Measure** ショート補正値を測定します。  
 終了すると、ショート補正を有効にして、測定画面に戻ります。
- SPOT** スポットショート補正メニューを表示します。
- LowFREQ** 広域補正の下限周波数設定メニューを表示します。
- UppFREQ** 広域補正の上限周波数設定メニューを表示します。

**EXIT** 操作で測定画面に戻ります。

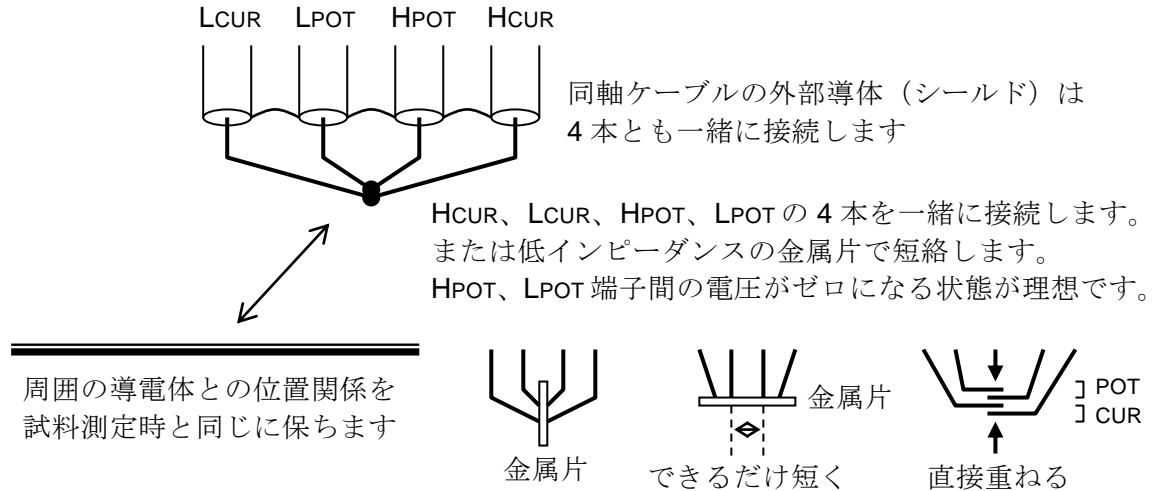
広域補正の下限周波数と上限周波数は オープン / ショート / ロード補正で共通です。

下限周波数設定メニュー }  
 上限周波数設定メニュー }     「3.5.6.7 オープン補正」



### ■ ショート補正值の測定

まず、測定端子を短絡します。



ケーブルの位置関係、特に HCUR-LCUR 電流ループと、HPOT-LPOT 電圧ループの関係を試料測定時と同じに保ちます。ループはできるだけ小さくして、電磁結合を低減します。

図 3-9 ショート補正時の端子処理

ショート補正值を測定するには、**[SHIFT]**+**[SHORT]** キー操作でショート補正メニューを表示させ、数字キーで **Measure** を選択します。

ショート補正值の測定中は、次のメッセージが表示されます。

```
SHORT Measurement (<900Ω)
Running          9)ABORT
```

ショート補正值の測定は、**[9]** キーを押すことで中止できます。

ショート補正值の測定が終了すると、ショート補正が有効になり、次の完了メッセージが短時間表示されたのち、測定画面に戻ります。

```
Completed Correction ON
```

ただし、測定値 $\geq 900\Omega$ のときは、次の警告メッセージが表示されます。

```
Warning:Out of range
```

何らかの理由で測定ができなかったときも、同じ警告メッセージが表示されます。この警告メッセージが表示されても、**ZM2376** は得られた測定値をショート補正值として使います。ただし、測定ができなかった周波数では、前のショート補正值を保持します。

この警告は、何か操作するか、数秒放置すると消えます。

**EXIT** 操作で、ひとつ前のメニューに戻ります。

### ■ スポットショート補正の設定

現在の周波数でだけ補正を行うときは、スポット補正を有効に設定します。  
スポットショート補正の設定手順は、以下のとおりです。

**[SHIFT]** + **[SHORT]** >> ショート補正メニュー  
スポット補正では"SPOT"が表示されます。  
補正周波数範囲

<b>SHORT Correction:OFF</b>	<b>SPOT</b>	現在の設定 選択肢
<b>0)OFF 1)ON 2)Measure</b>	<b>3)SPOT &gt;NEXT</b>	

**SPOT** >> スポットショート補正メニュー

<b>SPOT Correction:OFF</b>	<b>Format:Ls-Rs @SHORT</b>	現在の設定 選択肢
<b>0)OFF 1)ON 2)Format</b>	<b>3)Entry</b>	

- OFF** スポット補正を無効にします。  
補正値を測定するとき、広域補正値を測定します。  
試料を測定するとき、広域補正値を用います。
- ON** スポット補正を有効にします。  
補正値を測定するとき、現在の測定周波数におけるスポット補正値を測定します。  
試料を測定するとき、測定周波数とスポットショート補正周波数が一致しているときに限り、スポットショート補正値を用います。そうでなければ、広域補正値を用います。
- Format** スポットショート補正値のフォーマット設定メニューを表示します。
- Entry** スポットショート補正値入力メニューを表示します。

設定するか **EXIT** 操作で、ひとつ前のメニューに戻ります。

スポット補正の 有効 / 無効 は、オープン / ショート / ロード補正で共通です。スポットオープン補正メニューなどでも設定できます。

スポット補正が有効なとき、測定周波数を変更すると、オープン、ショート、ロード補正は、自動的にすべて無効に設定されます。新しい周波数でスポット補正を行うときは、各補正値の測定をやり直してください。

### ■ スポットショート補正値を数値で与える / 読み取る

現在の測定周波数におけるスポットショート補正値は、数値で与えたり、値を読み取って、微調整することができます。

スポットショート補正メニュー以下で、フォーマットを指定してから値を設定します。

**[SHIFT]** + **[SHORT]**、 **[3]** キー操作 >> スポットショート補正メニュー

```
SPOT Correction:OFF  Format:Ls-Rs @SHORT
0)OFF  1)ON  2)Format  3)Entry
```

Format >> スポットショート補正値のフォーマット設定メニュー

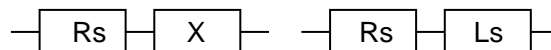
```
Format:Ls-Rs  @SHORT
0)Rs-X  1)Ls-Rs
```

現在の設定  
選択肢

Rs 残留抵抗 (単位: Ω)

X 残留リアクタンス (単位: Ω)

Ls 残留インダクタンス (単位: H)



設定するか EXIT 操作で、ひとつ前のメニューに戻ります。

Entry >> スポットショート補正値入力メニュー

例: フォーマットが Rs-X のときの補正値

```
Co-SHORT=Rs:+123.456mΩ  X :+123.456mΩ
±(0.0000p to 999999M)  Z<900Ω  1.00000kHz
```

現在の値  
設定できる範囲

スポットショート補正周波数  
補正値を測定または設定したときの周波数  
無効なときは "----"

オープン / ショート / ロード補正をすべて無効に設定して測定したショート状態の測定値を設定します。最初は前の値にカーソルがあります。前の値を入力して **[ENTR]** キーで確定すると、カーソルが移動して、後ろの値を入力できる状態になります。前後は **[BS]** | **[PREV]** キー、**[EXP]** | **[NEXT]** キーの操作で移動できます。どちらかの値を設定すると、そのときの測定周波数がスポットショート補正周波数として記録されます。

EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

スポットショート補正値を設定すると、ショート補正が無効になります。設定した補正値を使うときは、スポット補正とショート補正を両方とも有効に設定してください。

インピーダンス  $\geq 900\Omega$  になる補正値入力に対しては、警告メッセージが表示されますが、そのままスポットショート補正値として設定されます。

スポットショート補正値がゼロだと、それで補正しても、測定値は補正しないときと変わりません。

## 3.5.6.9 ロード補正

ロード補正は、既知の値を持つ標準器を基準にすることで、測定端子と試料間の接続回路網による測定誤差を補正します。正確に補正するためには、できるだけ試料に近いインピーダンスを持つ標準器を用います。

ロード補正は、必ずオープン補正、ショート補正と合わせて行われます。線形な2端子対回路網を前提にして、オープン / ショート / ロード補正を行うことで、接続回路網による誤差を取り除くことができます。ロード補正には、周波数、信号レベル、測定レンジなど特定の条件下で発生する小さな誤差を軽減する効果もあります。ただし、想定しているモデルと実際のモデルが異なると、かえって誤差を増大させることがあります。

オープン補正值、ショート補正值、ロード補正值の測定は、任意の順序で何回でも行えます。また、ロード標準値を後から変更することもできます。

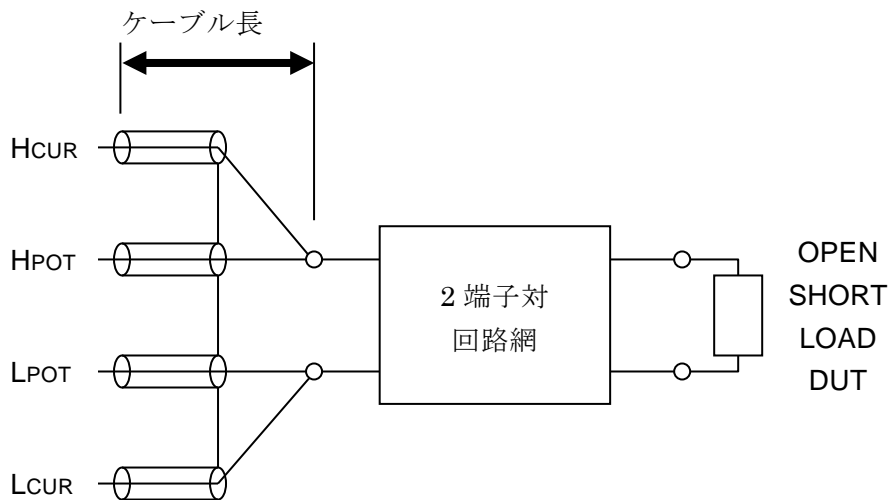


図 3-10 ロード補正の対象になる接続回路網

代表的なロード補正の操作手順は、以下のとおりです。

### ■ スポットロード補正手順 1（標準器の値が分かっているとき）

特定の周波数でだけ補正すればよくて、その周波数における標準器の正しい値が予め分かっているときは、次の手順でロード補正を行います。

- スポット補正を有効にします。オープン補正とショート補正を無効にします。
- 標準器の正確な値をロード標準値として設定します。
  - ☞ **[SHIFT]+[LOAD]** >> SPOT >> Format 設定、STD 設定 >> EXIT 操作
- 実際の接続回路網の先に標準器を接続して、ロード補正値を測定します。
  - ☞ Measure
- ロード補正が自動的に有効になります。
- 実際の接続回路網の先で、オープン補正とショート補正を行います。

### ■ スポットロード補正手順 2（標準器の値が分からないとき）

特定の周波数でだけ補正すればよいが、標準器の正しい値が得られないときは、次の手順でロード補正を行います。

- スポット補正を有効にします。ロード補正を無効にします。
- できるだけ追加誤差が小さい状態で、オープン補正とショート補正を行ったのち、標準器を接続して、ロード標準値を測定します。
  - ☞ **[SHIFT]+[LOAD]** >> STD-Meas
 たとえば、標準器を測定端子に直結して測定します。4 端子接続タイプの直結型テストフィクスチャに特性が安定な部品を取り付けたものを標準器としてもよいでしょう。
- オープン補正とショート補正を無効にします。
- 実際の接続回路網の先に標準器を接続して、ロード補正値を測定します。
  - ☞ Measure
- ロード補正が自動的に有効になります。
- 実際の接続回路網の先で、あらためてオープン補正とショート補正を行います。

正常に補正が行われると、接続回路網の先で測定しても、直結したときとほぼ同じ値が得られます。

### ■ 広域ロード補正手順（標準器の値が分からないとき）

指定した下限値から上限値までの範囲に渡って補正するときは、次の手順でロード補正を行います。

- スポット補正を無効にします。ロード補正も無効にします。
- できるだけ追加誤差が小さい状態で、オープン補正とショート補正を行ったのち、標準器を接続して、ロード標準値を測定します。
- オープン補正とショート補正を無効にします。
- 実際の接続回路網の先に標準器を接続して、ロード補正値を測定します。
- ロード補正が自動的に有効になります。
- 実際の接続回路網の先で、あらためてオープン補正とショート補正を行います。

### ■ ロード補正メニュー

ロード補正の操作は、ロード補正メニューで行います。

#### **SHIFT** + [ **LOAD** ]

[ **SHIFT** ] + [ **LOAD** ] キー操作で、ロード補正メニューが表示されます。

OFF   ON	下限 – 上限	または SPOT
<b>LOAD Correction:OFF</b>	<b>100Hz – 1.0MHz</b>	現在の設定
<b>0)OFF 1)ON 2)Measure</b>	<b>3)SPOT &gt;NEXT</b>	選択肢 (1 ページ目)
<b>4)LowFREQ 5)UppFREQ</b>	<b>6)STD-Meas &lt;PREV</b>	選択肢 (2 ページ目)

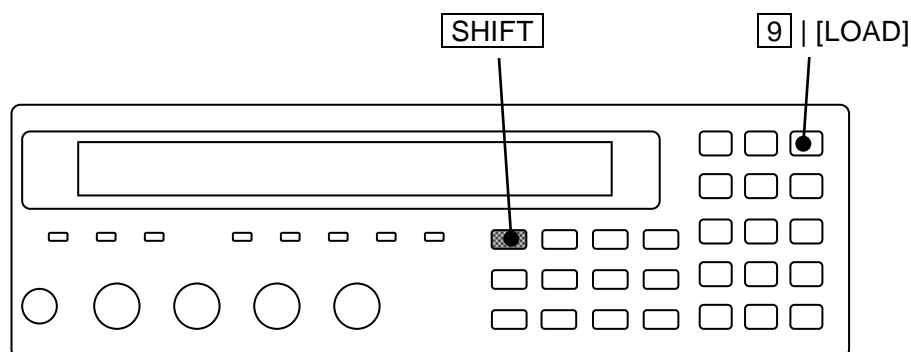
- OFF**      ロード補正を無効にして、測定画面に戻ります。  
ロード補正値は内部で保持されます。
- ON**        ロード補正を有効にして、測定画面に戻ります。  
オープン補正とショート補正も有効になります。
- Measure**    ロード補正値を測定します。前もって、実際の接続回路網の先に、正しい値の分かった標準器を接続しておきます。
- SPOT**        スポットロード補正メニューを表示します。
- LowFREQ**    広域補正の下限周波数設定メニューを表示します。
- UppFREQ**    広域補正の上限周波数設定メニューを表示します。
- STD-Meas**    ロード標準値を測定します。前もって、測定確度の良い条件で標準器を接続しておきます。

設定するか、EXIT 操作を行うと測定画面に戻ります。

広域補正の下限周波数と上限周波数は オープン / ショート / ロード補正で共通です。

下限周波数設定メニュー }  
 上限周波数設定メニュー }      ☞ 「3.5.6.7 オープン補正」

直流抵抗 Rdc のロード補正はできません。





### ■ スポットロード補正の設定

現在の周波数でだけ補正を行うときは、スポット補正を有効に設定します。

スポットロード補正の設定手順は、以下のとおりです。

**[SHIFT]+[LOAD]** >> ロード補正メニュー

スポット補正では"SPOT"が表示されます。

補正周波数範囲

<b>LOAD Correction:OFF</b>	<b>SPOT</b>	現在の設定
<b>0)OFF 1)ON 2)Measure</b>	<b>3)SPOT &gt;NEXT</b>	選択肢

**SPOT** >> スポットロード補正メニュー

<b>SPOT Correction:OFF</b>	<b>Format:Cp-D @LOAD</b>	現在の設定
<b>0)OFF 1)ON 2)Format</b>	<b>3)STD 4)Entry</b>	選択肢

**OFF** スポット補正を無効にします。

補正値を測定するとき、広域補正値を測定します。

標準値を測定するとき、広域標準値を測定します。

試料を測定するとき、広域補正値と広域標準値を用います。

**ON** スポット補正を有効にします。

補正値を測定するとき、現在の測定周波数におけるスポット補正値を測定します。

標準値を測定するとき、現在の測定周波数におけるスポット標準値を測定します。

試料を測定するとき、測定周波数とスポットロード補正周波数が一致しているときに限り、スポット補正値とスポット標準値を用います。そうでなければ、広域補正値と広域標準値を用います。

**Format** ロード補正用フォーマット設定メニューを表示します。

**STD** スポットロード標準値入力メニューを表示します。

**Entry** スポットロード補正値入力メニューを表示します。

設定するか **EXIT** 操作で、ひとつ前のメニューに戻ります。

スポット補正の 有効 / 無効 は、オープン / ショート / ロード補正で共通です。

スポット補正が有効なとき、測定周波数を変更すると、オープン、ショート、ロード補正は、自動的にすべて無効に設定されます。新しい周波数でスポット補正を行うときは、各補正値の測定をやり直してください。なお、設定メモリからの復帰操作では、それに伴って周波数が変わっても、オープン、ショート、ロード補正が無効にならず、保存したときの設定に戻ります。マルチ測定で自動的に周波数が変わっても、オープン、ショート、ロード補正は無効にならず、直前の有効または無効が保持されます。

Format >> ロード補正用フォーマット設定メニュー

<b>LOAD Standard format: Cp-D</b>	現在の設定
<b>0)Cp-D 1)Cs-D 2)Rp-Cp 3)Rs-Ls &gt;NEXT</b>	選択肢 (1 ページ目)
<b>4)Rs-X 5)Z-θ &lt;PREV</b>	選択肢 (2 ページ目)

スポットロード補正值またはスポットロード標準値を数値で与えたり、表示するときのフォーマットを選択します。

設定するか EXIT 操作で、ひとつ前のメニューに戻ります。

STD >> スポットロード標準値入力メニュー

例：フォーマットが Cp-D のときの標準値

<b>LOAD STD= Cp:+1.23456μF D:+234.56m</b>	現在の値
<b>±(0.0000p to 999999M) 1.00000kHz</b>	設定できる範囲

スポットロード補正周波数

補正值または標準値を設定または測定したときの周波数

無効なときは "----"

標準器の校正值（正確な値）を入力します。

最初は前の値にカーソルがあります。前の値を入力して **[ENTR]** キーで値を確定すると、カーソルが後ろの値に移動し、後ろの値を入力できる状態になります。

前後は **[BS]** | **[PREV]** キー、**[EXP]** | **[NEXT]** キーの操作で移動できます。

設定するか EXIT 操作で、ひとつ前のメニューに戻ります。

Entry >> スポットロード補正值入力メニュー

フォーマットが Cp-D のときの補正值（例）

<b>Co-LOAD=Cp:+1.02345μF D:+123.456m</b>	現在の値
<b>±(0.0001p to 999999M) 1.00000kHz</b>	設定できる範囲

スポットロード補正周波数

オープン / ショート / ロード補正をすべて無効に設定して測定した標準器の値を設定します。最初は前の値にカーソルがあります。前の値を入力して **[ENTR]** キーで確定すると、カーソルが移動して、後ろの値を入力できる状態になります。前後は **[BS]** | **[PREV]** キー、**[EXP]** | **[NEXT]** キーの操作で移動できます。ZM2376 が計算できない極端な値を与えると、エラーになり設定できません。

EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

スポットロード補正值を設定すると、ロード補正が無効になります。設定した補正值を使うには、スポット補正とロード補正を両方とも有効に設定します。

### ■ ロード標準値を数値で設定する（スポット補正）

スポットロード補正のために、標準器の既知の校正値を用いるときは、スポットロード補正メニュー以下で、フォーマットを指定してから、標準値を設定します。

**[SHIFT]**+**[LOAD]** >> ロード補正メニュー

<b>LOAD Correction:OFF</b>	<b>100Hz – 1.0MHz</b>
<b>0)OFF 1)ON 2)Measure 3)SPOT &gt;NEXT</b>	

**SPOT** >> スポットロード補正メニュー

<b>SPOT Correction:OFF</b>	<b>Format:Cp-D</b>	<b>@LOAD</b>
<b>0)OFF 1)ON 2)Format 3)STD 4)Entry</b>		

**Format** >> ロード補正用フォーマット設定メニュー

<b>LOAD Standard format: Cp-D</b>
<b>0)Cp-D 1)Cs-D 2)Rp-Cp 3)Rs-Ls &gt;NEXT</b>

**STD** >> スポットロード標準値入力メニュー

<b>LOAD STD= Cp:+1.23456<math>\mu</math>F</b>	<b>D:+234.56m</b>
<b><math>\pm(0.0000p</math> to 999999M)</b>	<b>1.00000kHz</b>

### ■ ロード補正値を数値で与える / 読み取る（スポット補正）

予め測定しておいた標準器の測定値をスポットロード補正値に用いるときは、スポットロード補正メニュー以下で、フォーマットを指定してから、補正値を設定します。

補正値を読み取り、微調整することもできます。

**[SHIFT]**+**[LOAD]** >> ロード補正メニュー

<b>LOAD Correction:OFF</b>	<b>100Hz – 1.0MHz</b>
<b>0)OFF 1)ON 2)Measure 3)SPOT &gt;NEXT</b>	

**SPOT** >> スポットロード補正メニュー

<b>SPOT Correction:OFF</b>	<b>Format:Cp-D</b>	<b>@LOAD</b>
<b>0)OFF 1)ON 2)Format 3)STD 4)Entry</b>		

**Format** >> ロード補正用フォーマット設定メニュー

<b>LOAD Standard format: Cp-D</b>
<b>0)Cp-D 1)Cs-D 2)Rp-Cp 3)Rs-Ls &gt;NEXT</b>

**Entry** >> スポットロード補正値入力メニュー

<b>CO-LOAD= Cp:+1.02345<math>\mu</math>F</b>	<b>D:+123.456m</b>
<b><math>\pm(0.0001p</math> to 999999M)</b>	<b>1.00000kHz</b>

標準値から 20%以上外れた値を入力すると、補正値の測定と同様に警告メッセージが表示されます。

### ■ ロード標準値を測定する

ロード標準値の測定は、通常の試料の測定と同様に行います。

#### ● 測定条件の設定

基準となる値を測定するので、できるだけ測定確度が良好で、測定ばらつきが少ない設定にしてください。測定信号レベル 1V、測定速度 SLOW または VSLO とします。測定レンジ、出力インピーダンス、トリガ遅延時間なども適切に設定します。

#### ● 標準器を接続する準備

ロード補正の対象となる ZM2376 と試料間の接続回路網を外し、ケーブル長 0m で標準器と ZM2376 を直結できるようにします。補正対象となる接続回路網より、追加誤差が十分に小さい接続状態にしてください。

#### ● オープン補正とショート補正

標準器を測定するときと同じ状態で、オープン補正とショート補正を行います。

#### ● ロード補正用標準器の接続

できるだけ 4 端子接続にします。2 端子接続のテストフィクスチャは、接触抵抗の影響を受けにくいインピーダンス範囲でお使いください。

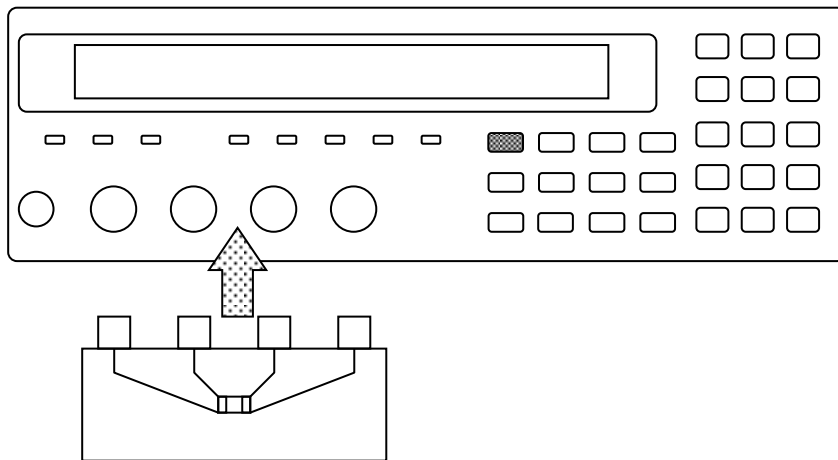


図 3-11 ロード標準値の測定

標準器（部品）と LCR メータを接続するためにテストフィクスチャを用いる場合、正確なロード標準値が得られるのは、テストフィクスチャによる追加誤差を無視できる低い周波数に限られます。周波数が高くなると、一般にテストフィクスチャ自身でロード補正の対象となる追加誤差が発生します。

- オープン補正とショート補正を無効にします。
- ロード標準値の測定  
ロード補正メニューで STD-Meas を選択します。

[SHIFT] + [LOAD] >> ロード補正メニュー >> [6] キー

**LOAD Correction:OFF      100Hz - 1.0MHz**  
**0)OFF   1)ON   2)Measure   3)SPOT   >NEXT**

選択肢 (1 ページ目)

**4)LowFREQ   5)UppFREQ   6)STD-Meas <PREV**

選択肢 (2 ページ目)

ロード標準値の測定中は、次のメッセージが表示されます。

**LOAD Standard Measurement**  
**Running                      9)ABORT**

ロード標準値の測定は、[9] キーを押すことで中止できます。

ロード標準値の測定が正常に終了すると、次の完了メッセージが短時間表示されたのち、ロード補正メニュー (1 ページ目) に戻ります。

**Completed**

正常に測定できなかったときは、前のロード標準値が保持され、次の警告メッセージが表示されます。

**Warning:Out of range**

この警告は、何か操作するか、数秒放置すると消えます。

## ■ ロード補正値を測定する

### ● 測定条件の設定

ロード補正値は測定レンジや信号レベルなどの測定条件によって変化することがあります。このため、ロード補正値は、原則として試料を測定するときと同じ測定条件で測定します。測定条件を変更したときは、改めてロード補正を行うことをお勧めします。

測定条件の例：測定周波数、測定信号レベル、測定レンジ、測定速度、平均化回数、トリガ同期駆動、トリガ遅延時間、ケーブル長、DC バイアス。

ただし、信号レベルが小さいと、雑音によって補正値がばらつくことがあります。ばらつきが問題になるときは、信号レベルを大きくしたり、測定速度を遅くするなど、ばらつきを抑えてください。

### ● 接続回路網の準備

実際に試料を測定するときと同じ接続回路網を接続してください。

### ● オープン補正とショート補正を無効にする。

### ● ロード補正用標準器の接続

補正対象となる接続回路網の先に、ロード補正用の標準器を取り付けてください。

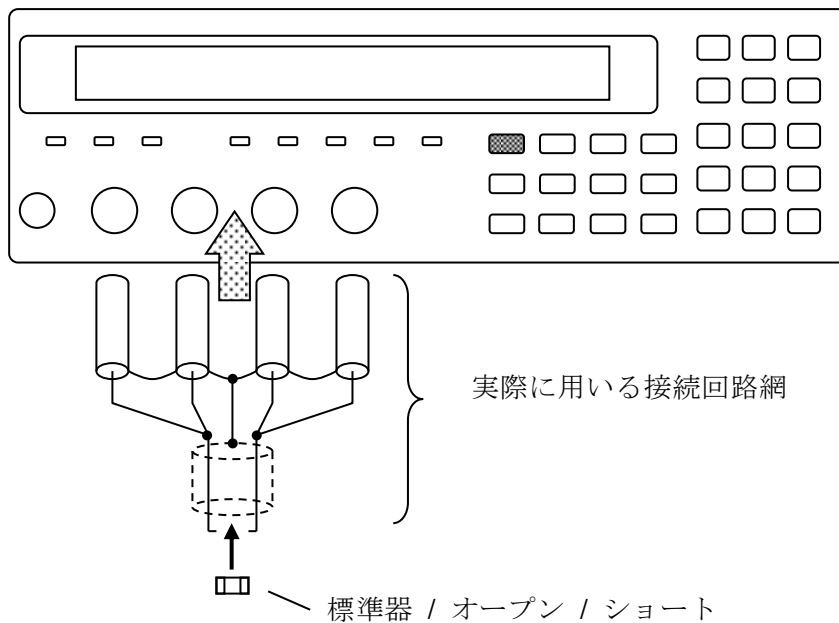


図 3-12 ロード補正値の測定

ロード補正値を測定するには、ロード補正メニューで Measure を選択します。

**[SHIFT]**+**[LOAD]** >> ロード補正メニュー >> **[2]** キー

<b>LOAD Correction:OFF</b>	<b>100Hz - 1.0MHz</b>
<b>0)OFF 1)ON 2)Measure 3)SPOT &gt;NEXT</b>	

ロード補正値の測定中は、次のメッセージが表示されます。

<b>LOAD Measurement +/-20%</b>
<b>Running 9)ABORT</b>

ロード補正値の測定は、**[9]** キーを押すことで中止できます。

ロード補正値の測定が正常に終了すると、ロード補正が有効になり、次の完了メッセージが短時間表示されたのち、測定画面に戻ります。

<b>Completed Correction ON</b>
--------------------------------

ロード補正用標準器を測定して、設定された標準値から 20%以上異なる測定値が得られたときは、次の警告メッセージが表示されます。

<b>Warning:Out of range</b>
-----------------------------

この警告は、何か操作するか、数秒放置すると消えます。

何らかの理由でロード補正値が得られなかったときは、前のロード補正値が保持され、上と同じ警告メッセージが表示されます。警告が表示されたときは、通常の試料測定と同様に、ロード補正用標準器を測定して、異常がないか確認することをお勧めします。得られたロード補正値が「標準値  $\pm 20\%$ 」の範囲外でも、標準値と得られた補正値を基にロード補正を行います。

## 3.5.6.10 ケーブル長補正

ケーブル長補正は、ZM2376 と試料との接続ケーブルによる追加誤差を補正します。ZM2376 は、特性インピーダンスが  $50\Omega$  の同軸ケーブル（ケーブル容量＝約  $105\text{pF/m}$ ）を用い、4 本とも同じ長さであることを前提に補正します。異なる特性のケーブルでは、正しく補正できません。

ケーブル長補正の操作は、ケーブル長補正メニューで行います。

**SHIFT** + [ CABLE ]

**SHIFT** + [ CABLE ] キー操作で、ケーブル長補正メニューが表示されます。

**CABLE Length:0m**

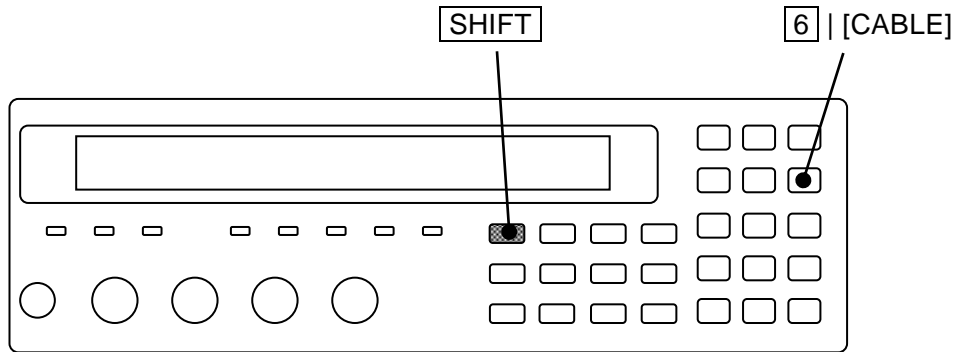
**0)0m 1)1m 2)2m 3)4m 4)4m**

現在の設定  
選択肢

実際のケーブル長に合わせて、数字キーで選択してください。

**3** キー、**4** キー どちらでも 4m を選択できます。

選択するか、EIXT 操作で測定画面に戻ります。



ケーブル長が 0m 以外のときは、測定周波数と信号レベルが制限されます。オープン、ショート、ロード補正を行うときは、仕様を確認して、広域補正の上限周波数を適切に設定してください。



## 4. 応用操作

4.1 特定の電圧または電流で測定する (ALC) .....	4-2
4.2 測定値のばらつきを抑える (平均化) .....	4-6
4.3 基準値からの偏差を表示する .....	4-7
4.4 部品を選別する (コンパレータ) .....	4-10
4.5 部品ハンドラと接続する (ハンドラインタフェース) ...	4-19
4.6 複数の条件で測定する (マルチ測定) .....	4-28
4.7 測定画面 2 行目の表示内容を変更する (補助表示) .....	4-35
4.8 設定や補正値をメモリに保存する / 復帰する .....	4-37
4.9 コンタクトチェックの設定をする .....	4-39
4.10 DC バイアス電圧をかける .....	4-42
4.11 DC バイアス電流を流す .....	4-49
4.12 パネルのキー操作を禁止する .....	4-51
4.13 自動調整中の整定待ち時間を変更する .....	4-52
4.14 すべての設定を初期化する .....	4-53
4.15 自己診断 .....	4-56
4.16 バージョンを確認する .....	4-57
4.17 リモート制御 .....	4-58
4.18 操作モードを切り換える (代替コマンド) .....	4-59

## 4.1 特定の電圧または電流で測定する (ALC)

特定の電圧または電流で試料を駆動したいときは、ALC 機能を有効にします。

ALC : Automatic Level Control (自動レベル制御)

CV : Constant Voltage (定電圧)

CC : Constant Current (定電流)

CV や CC を指定するときは、予め電圧または電流の値を設定または確認してください。さもないと、試料に想定外の大きな信号を与えることがあります。

### **SHIFT** + [ALC]

**SHIFT** + [ALC] キー操作で、ALC 設定メニューが表示されます。

測定信号レベル

<b>ALC:CV</b>	<b>Source 1.2574V</b>	現在の設定
<b>0)OFF 1)CV 2)CC 3)Current</b>		選択肢

OFF ALC 機能 (CV と CC) を無効にします。

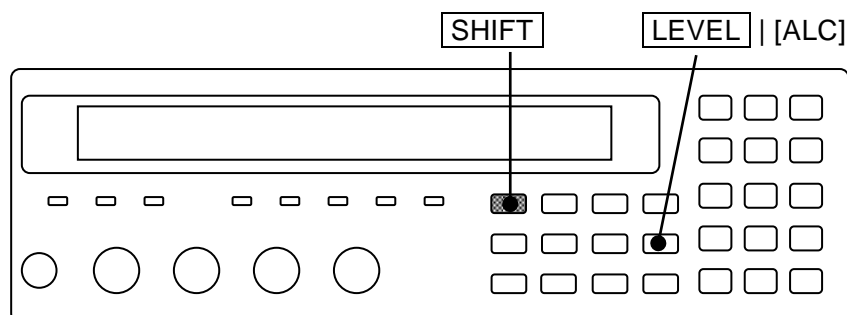
CV 定電圧機能を有効にします。CC は無効になります。  
(電圧 ⇄ 測定信号レベル設定メニュー)

CC 定電流機能を有効にします。CV は無効になります。  
(電流 ⇄ 電流設定メニュー)

Current 電流設定メニューを表示します。

設定するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。

CV または CC が有効なとき右下に表示される値は、このメニューに入った時点における自動調整された測定信号レベル (HCUR 端子開放時の電圧) です。測定誤差は、この信号レベルに依存します。信号レベルが小さいと、測定誤差が大きくなることがあるのでご注意ください。



#### 4.1 特定の電圧または電流で測定する (ALC)

ALC 機能が有効なときは、測定信号レベルの前に **c** が表示されます。

.....	<b>1.0000M</b>	測定周波数 Hz
.....	<b>c1.00 V</b>	電圧 Vrms
.....	<b>c1.00mA</b>	電流 Arms

#### ⚠ 注意

定電圧機能を有効にして、小さなインピーダンスを測定したのち試料を外すと、最大 5Vrms の信号が出力されることがあります。

定電流機能を有効にして、測定端子を開放にすると、最大 5Vrms の信号が出力されることがあります。

Current : 電流設定メニューは次のとおりです。

<b>Current: 1.00mA</b>	現在の設定
<b>0.0010mA to 200mA</b>	設定できる値の範囲

設定分解能は 3 桁 (< 10 $\mu$ A では 0.1 $\mu$ A) です。

設定するか、EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

ALC 機能 (CV または CC) が有効なときは、以下の状態になるまで、LCR メータが測定信号レベルを調整しながら測定を繰り返します。

CV : 電圧モニタ値が設定値  $\pm$  設定値の 1%

CC : 電流モニタ値が設定値  $\pm$ ( 設定値の 1% + 測定レンジの最大駆動・検出電流の 0.02%)  
このため、測定に時間がかかります。

測定レンジが自動選択のときは、まず測定レンジを選択し、確定します。次に、測定信号レベルを 10mVrms~5Vrms の範囲で変化させて、指定された電圧または電流に調整します。確定した測定レンジで検出できる最大電流、最大電圧を超える値には調整できません。

その他に以下の制約があります。

- LCR メータの特性ばらつきにより、設定できる最大電圧または最大電流に調整できないことがあります。
- 以下の条件下では、測定信号レベルの調整範囲の上限が 1.2V に制限されます。

Rd : 最小出力インピーダンス

Rd = 25 $\Omega$ -100 CV、CC とともに無効で、信号レベル設定  $\leq$  1.2Vrms

CV が有効で、信号レベル設定  $\leq$  1.05Vrms

Rd = 6 $\Omega$ -100-f1k CV が有効で、信号レベル設定  $\leq$  1.05Vrms

CC が有効で、電流設定  $\geq$  40mArms

- DC バイアスの出力がオンのときは、DC バイアス電圧が優先され、測定信号レベルの調整範囲が次のように制限されます。

測定信号レベル  $< 5 - (\text{DC バイアス電圧設定値[V]} \times 0.7071 [\text{Vrms}])$

自動 DC バランス機能が有効なときは、DC バイアス電圧設定値の代わりに次の値を使います。

DC バイアス電圧設定値[V] + 0.25[V] (ただし 5[V]まで)

- DC バイアス電流 (漏れ電流) が流れていると、調整できる範囲が狭くなります。
- 試料の電圧-電流特性に強い非線形性があるときや、短時間で値が変化するときは、測定信号レベルの調整を繰り返しても、指定された電圧または電流に収束せず、エラーになることがあります (測定値 ALC Err)。

#### 4.1 特定の電圧または電流で測定する (ALC)

非線形特性を持つ高誘電率系セラミックコンデンサを測定するときは、1kHz で約 10 $\mu$ F ま  
で、120Hz で約 100 $\mu$ F までの使用をお勧めします。出力インピーダンスによる電圧降下が大  
きくなると、信号ひずみにより測定値が変化することがあります。

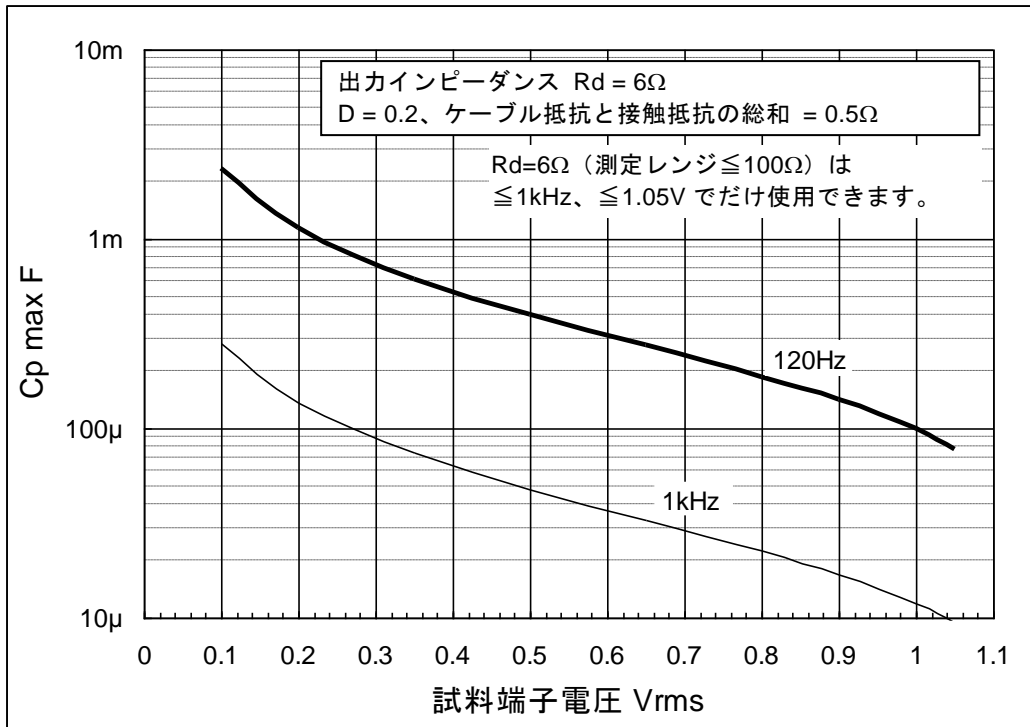


図 4-1 定電圧で測定できる最大容量 (参考値)

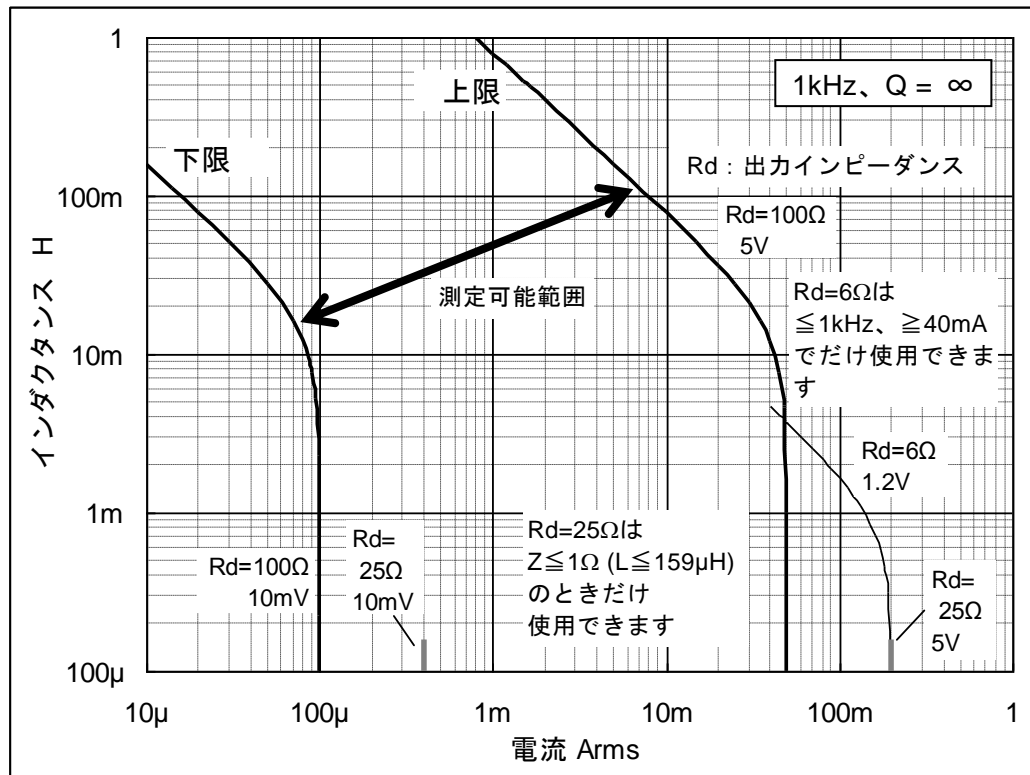


図 4-2 定電流で測定できるインダクタンス範囲 (参考値)

## 4.2 測定値のばらつきを抑える（平均化）

測定値が雑音でばらつくときは、平均化機能によりばらつきを抑えることができます。

### SHIFT + [AVERAGE]

SHIFT + [AVERAGE] キー操作で、平均化回数設定メニューが表示されます。

**Averaging times = 256, ON**  
**1 to 256**

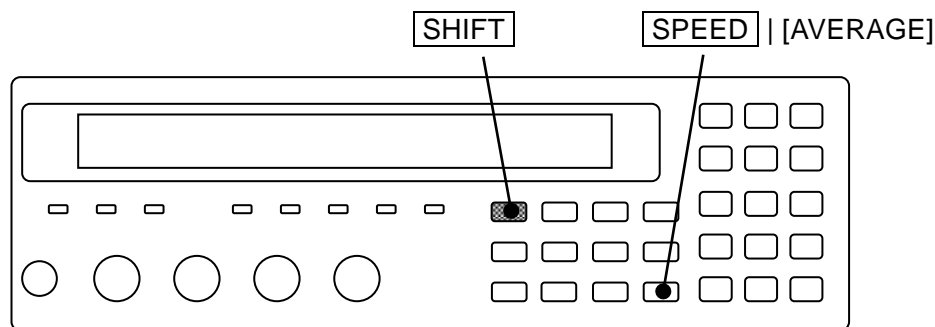
現在の設定  
設定できる値の範囲

数字キーで平均化回数を入力して、ENTR キーを押すと確定します。

値を設定するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。

平均化回数を 1 に設定すると、平均化機能が無効 (OFF) になります。

平均化回数を 2 から 256 に設定すると、平均化機能が有効 (ON) になります。



現在の平均化回数は、測定画面の 2 行目に表示されます。

A100kΩ FAST**256** Int OpShLd1m . . . . .

SPEED/AVERAGE

平均化回数 : 1 ~ 256

平均化機能を有効にすると、信号取得時間が平均化回数倍になります。測定値の偏りやばらつきとのバランスを考慮して、測定速度を細かく調整したいときは、測定速度を速くして、平均化回数で調整します。

測定速度が RAP や FAST でも、平均化回数を多くすることで、MED の信号取得時間を超えるときは、測定速度が MED のときの測定確度を適用できます。

### 4.3 基準値からの偏差を表示する

測定値の基準値に対する偏差または偏差%を表示することができます。

偏差や偏差%を表示するときは、先に特定の主パラメタ、副パラメタを指定しておいてください。また、偏差を求めるための基準値を設定しておきます。

#### ■ 主パラメタの偏差表示

**SHIFT** + [**ΔPri**]

**SHIFT** + [**ΔPri**] キー操作で、主パラメタの偏差表示メニューが表示されます。

表示形式	偏差表示用基準値	
<b>Deviation Pri:ABS REF:+1.23456μF</b> <b>0)ABS 1)DEV 2)DEV% 3)REF</b>		現在の設定 選択肢

**ABS** 測定値をそのまま表示します。(初期値)

**DEV** 基準値からの偏差を表示します。

偏差 = 測定値 - 基準値

**DEV%** 偏差を基準値に対するパーセント値で表示します。

偏差% = ((測定値 - 基準値) / 基準値) × 100

**REF** 主パラメタの基準値設定メニューを表示します。

表示形式として、ABS、DEV、DEV%のどれかを数字キーで選択してください。

偏差または偏差%を表示するときは、基準値を設定しておきます。

設定するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。

REF : 主パラメタの基準値設定メニューは次のとおりです。

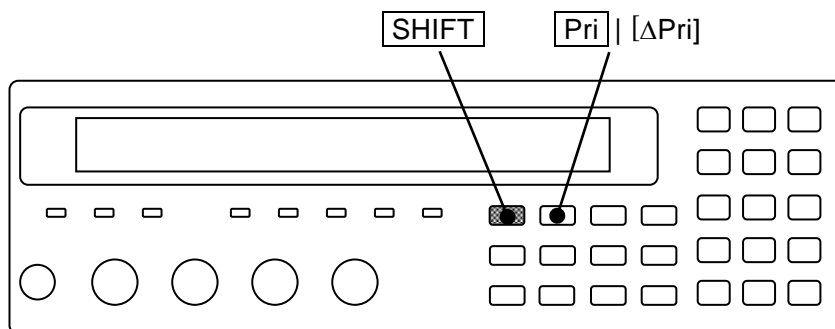
<b>Pri Reference:+1.23456μF</b> <b>±(0.0000p to 999999M)</b>	現在の設定 設定できる値の範囲
---	--------------------

数値を入力して、**ENTR** キーか指数部入力 **EXP** + [**μ**] キー操作などで確定します。

設定するか、EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

偏差または偏差%を選択すると、主パラメタの測定値の前にΔが表示されます。

**ΔCp:+ 23.456 % D:+0.12345 1.00000k**



■ 副パラメタの偏差表示

**SHIFT** + [ ΔSec ]

**SHIFT** + [ΔSec] キー操作で、副パラメタの偏差表示メニューが表示されます。

表示形式		偏差表示用基準値	
<b>Deviation Sec:ABS</b>		<b>REF:+1.23456</b>	現在の設定 選択肢
<b>0)ABS</b>	<b>1)DEV</b>	<b>2)DEV%</b>	

- ABS 測定値をそのまま表示します。(初期値)
- DEV 基準値からの偏差を表示します。  
偏差 = 測定値 - 基準値
- DEV% 偏差を基準値に対するパーセント値で表示します。  
偏差% = ( ( 測定値 - 基準値 ) / 基準値 ) × 100
- REF 副パラメタの基準値設定メニューを表示します。

表示形式として、ABS、DEV、DEV%のどれかを数字キーで選択してください。  
偏差または偏差%を表示するときは、基準値を設定しておきます。

設定するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。

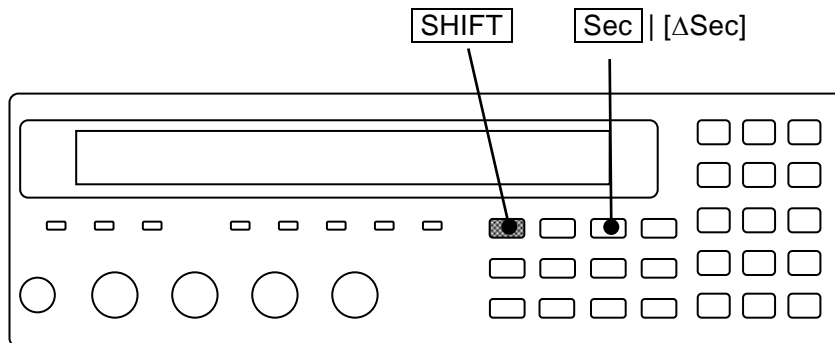
REF : 副パラメタの基準値設定メニューは次のとおりです。

<b>Sec Reference:+1.23456</b>	現在の設定 設定できる値の範囲
<b>±(0.0000p to 999999M)</b>	

数値を入力して、**ENTR** キーか指数部入力 **EXP** + [μ] キー操作などで確定します。  
設定するか、EXIT 操作で、ひとつ前のメニューに戻ります。

偏差または偏差%を選択すると、副パラメタの測定値の前にΔが表示されます。

<b>Cp:+12.3456μF</b>	<b>ΔD :+0.12345</b>	<b>1.00000k</b>
----------------------	---------------------	-----------------





偏差%の表示範囲は、主パラメタ、副パラメタ共に以下のとおりです。

偏差%      $\pm(0.000 \sim 999.999)$ 、固定小数点表示

基準値の単位はパラメタに応じて解釈されます（例：Z →  $\Omega$ 、 $\theta$  →  $^{\circ}$ ）。

パラメタを変更すると、表示される単位も変わります（例 C、2.2mF → L、2.2mH）。

表示する主パラメタや副パラメタを変更すると、主パラメタ、副パラメタ共に、偏差、偏差%の表示から元の測定値そのままの表示に変わります。偏差や偏差%を表示するときは、先に特定の主パラメタ、副パラメタを設定してください。また、測定値の前に  $\Delta$  が表示されていることをご確認ください。

測定値の表示形式とコンパレータの判定形式は共通です。偏差を求めるための基準値も表示とコンパレータで共通です。主パラメタ、副パラメタ共に、表示とコンパレータのどちらで設定しても、同じ表示形式または判定形式、基準値になります。

## 4.4 部品を選別する（コンパレータ）

ZM2376 では、主パラメタに対して最大 14 個のビン、副パラメタに対して 1 組の範囲を設定して、測定結果の選別を行うことができます。

### ■ リミット判定

リモート制御では、より簡単に、主パラメタの上下限（一組）と副パラメタの上下限（一組）を設定して選別を行うリミット判定機能も利用できます。パネルからはリミット判定機能を有効にできません。

リミット判定機能を有効にすると、ビン判定の設定に関わらず、主パラメタの上下限值一組（ビン判定の BIN1 と共通）と副パラメタの上下限值一組（ビン判定の副パラメタと共通）に対してだけ、判定を行うことができます。このとき BIN2～BIN14 の判定は行いません。

詳しくは、別冊「ZM2376 取扱説明書（リモート制御）」に記載された以下の各コマンドの説明をご覧ください。

:CALCulate:COMParator[:STATe] コマンド

:CALCulate1:LIMit サブシステム・コマンド

:CALCulate2:LIMit サブシステム・コマンド

代替コマンドを用いるときは、別冊「ZM2376 取扱説明書（代替コマンド）」に記載された以下のコマンドの説明をご覧ください。

:COMParator サブシステム・コマンド

### ■ マルチ測定

複数の測定条件でまとめて測定するマルチ測定機能では、コンパレータやハンドラインタフケースの動作が少し異なります。

詳しくは・・・  「4.6 複数の条件で測定する（マルチ測定）」

■ 判定結果の出力

判定結果は、正面パネルに表示されると共に、背面パネルのハンドラインタフェースから出力されます。主パラメタや副パラメタの測定値、下限値や上限値の設定、判定結果の関係は、次のとおりです。

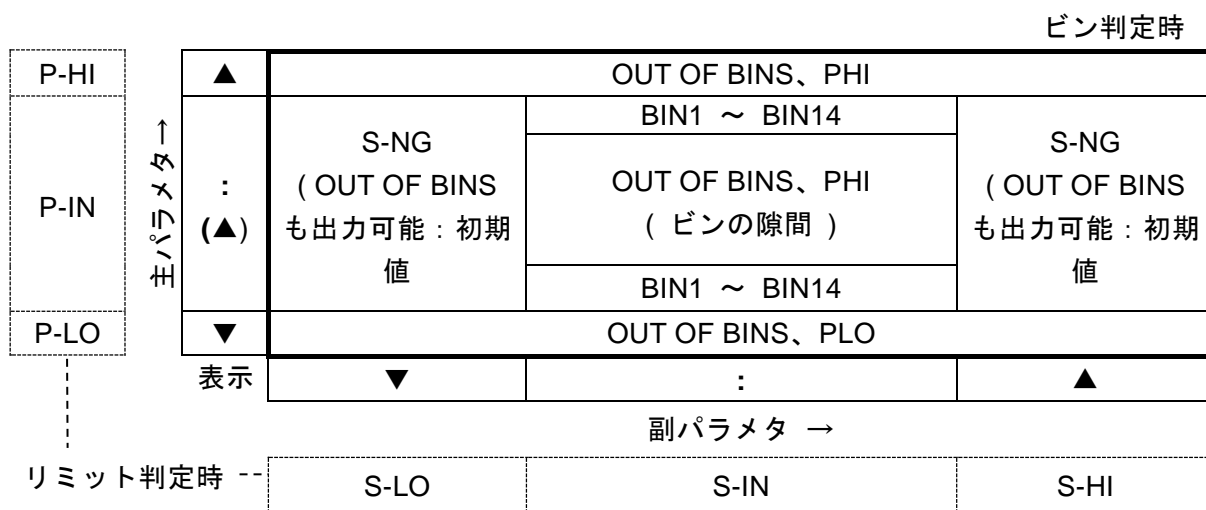


図 4-3 コンパレータの判定結果出力

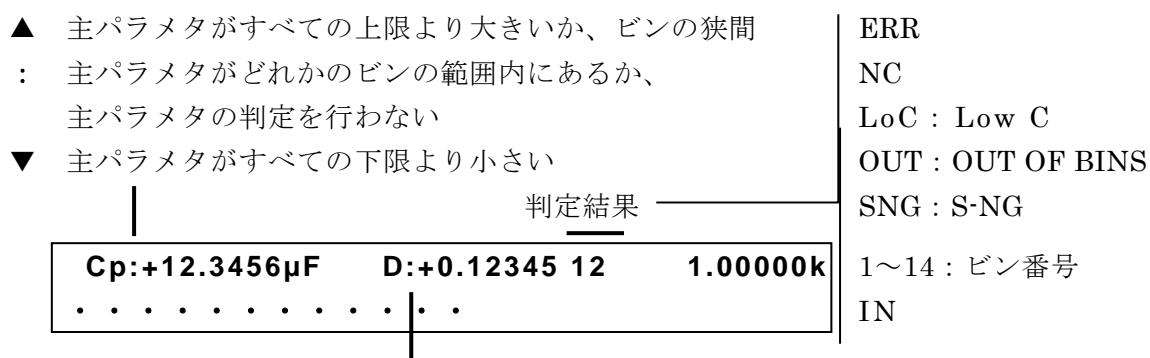
信号名について ☞ 「4.5 部品ハンドラと接続する (ハンドラインタフェース)」

リミット判定では次の判定も行います。判定を行わないパラメタは合格として扱います。

- IN                    主パラメタ、副パラメタ共に合格
  - OUT OF BINS    主パラメタ、副パラメタのどちらかまたは両方が不合格 (初期値)
  - S-NG              主パラメタは合格だが、副パラメタが不合格
- なお、エラーのため正しい測定値が得られないときは、P-HI、S-HI に分類されます。

■ コンパレータが有効なときの測定値表示

コンパレータ機能が有効なときは、正面パネル左の COMPTR ランプが点灯します。コンパレータ機能が有効なときの測定値の表示は、次のようになります。



- ▲ 副パラメタが上限より大きい
- : 副パラメタが上下限の範囲内にあるか、副パラメタの判定を行わない
- ▼ 副パラメタが下限より小さい

下の行にコンパレータの上限値や下限値などを表示できます。

詳しくは ..... ☞ 「4.7 測定画面 2 行目の表示内容を変更する (補助表示)」

■ コンパレータの設定をする

コンパレータについての設定は、コンパレータ設定メニューで行います。

**SHIFT** + [ **COMPRTR** ]

[ **SHIFT** ] + [ **COMPRTR** ] キー操作で、コンパレータ設定メニューが表示されます。

リミット判定時は **L/U**

コンパレータ機能 ON/OFF      主パラメタの判定形式

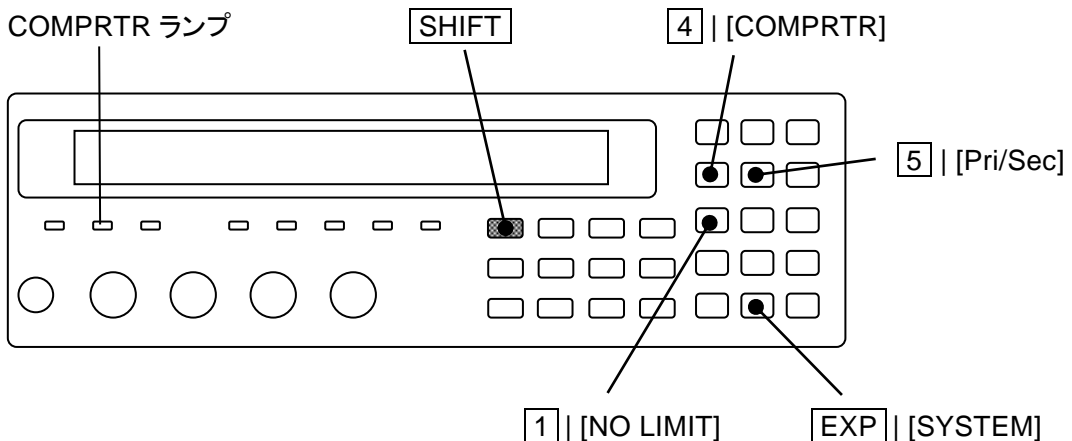
<b>Comparator:OFF</b>	<b>ABS</b>	現在の設定
<b>0)OFF</b> <b>1)ON</b> <b>2)DEV</b>	<b>&gt;NEXT</b>	選択肢 (1 ページ目)
<b>3)CLEAR</b> <b>4)LIMIT</b>	<b>&lt;PREV</b>	選択肢 (2 ページ目)

- OFF      コンパレータ機能 (ビン判定) を無効にします。(初期値)
- ON      コンパレータ機能 (ビン判定) を有効にします。
- DEV      コンパレータの主パラメタ偏差判定メニューを表示します。
- CLEAR   コンパレータ初期化メニューを表示します。
- LIMIT   コンパレータ上下限值設定メニューを表示します。
- L/U      主パラメタまたは副パラメタのリミット判定機能が有効なとき表示されます。パネルからはリミット判定機能を有効にできません。コンパレータ機能の ON / OFF の操作をすると、主パラメタと副パラメタのリミット判定機能は無効になります。

設定するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。

**COMPRTR ランプ**

コンパレータ機能が有効なときは、正面パネルの **COMPRTR** ランプが点灯します。  
リミット判定機能が有効なときも点灯します。



■ 主パラメタや副パラメタを偏差で選別する

主パラメタや副パラメタの表示形式が偏差または偏差%のときは、偏差または偏差%の値で選別されます。

主パラメタの判定形式は、コンパレータ設定メニューから設定できます。判定形式 (= 表示形式) や偏差を求めるための基準値は、表示とコンパレータで共通なので、どちらで設定しても同じです。

副パラメタの判定形式はコンパレータ設定メニューから設定できないので、表示形式の設定で代用します。

コンパレータ設定メニューで DEV を選択すると、コンパレータの主パラメタ偏差判定メニューが表示されます。

DEV : 主パラメタ偏差判定メニューは次のとおりです。

判定形式		偏差判定の基準値		現在の設定 選択肢
<b>Deviation:ABS</b>		<b>REF:+1.23456μF</b>		
<b>0)ABS</b>	<b>1)DEV</b>	<b>2)DEV%</b>	<b>3)REF</b>	
ABS	元の測定値で判定を行います。(初期値)			
DEV	基準値に対する偏差で判定を行います。			
DEV%	基準値に対する偏差の%値で判定を行います。			}
REF	偏差判定の主パラメタ基準値設定メニューを表示します。			

判定形式として、ABS、DEV、DEV%のどれかを数字キーで選択してください。偏差または偏差%を表示するときは、基準値を設定しておきます。

設定するか、EXIT 操作で、ひとつ前のメニューに戻ります。

REF : 偏差判定の主パラメタ基準値設定メニューは次のとおりです。

<b>DEV Reference:+1.23456μF</b>	現在の設定 設定できる値の範囲
<b>±(0.0000p to 999999M)</b>	

数値を入力し、指数部入力 **[EXP]** + **[μ]** キー操作などで確定します。

設定するか、EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

### ■ 下限値、上限値、基準値の表示フォーマットと単位について

下限値、上限値、基準値は、測定パラメタの種類や、表示形式に従って解釈されます。  
たとえば、容量（C）を絶対値や偏差で表示、選別するときの下限値と上限値の単位は F、偏差%で表示、選別するときの単位は%になります。

以下に、一例として測定パラメタをインダクタンス（L）、下限値 = 1、上限値 = 2、基準値 = 3 に設定したときの解釈を示します。

表 4-1 測定値の表示形式と設定値の解釈（L の例）

表示形式	下限値 (=1)	上限値 (=2)	基準値 (=3)
ABS	1H	2H	3H
DEV	偏差が 1H (元の測定値では 4H 相当)	偏差が 2H (元の測定値では 5H 相当)	3H
DEV%	偏差が+1% (元の測定値では 3.03H 相当)	偏差が+2% (元の測定値では 3.06H 相当)	3H

### ■ コンパレータの設定を初期化する

コンパレータの上下限値を新たに設定するときは、最初に設定を初期化すると便利です。

上下限値を初期化するには、まずコンパレータ設定メニューで **CLEAR** を選択して、次のコンパレータ初期化メニューを表示します。

**Comparator CLEAR**

**1)Execute**

選択肢

**Done**

完了メッセージ

EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

**1** キーを押して初期化を実行すると、完了メッセージを短時間表示して、ひとつ前のメニューに戻ります。

表 4-2 コンパレータ初期化内容

項目	初期値	項目	初期値
コンパレータ機能 (ビン判定)	OFF	リミット判定	OFF
BIN1の判定	ON	すべての上限値 (値, オン/オフ)	0,OFF (No Limit)
BIN2~BIN14の判定	OFF	すべての下限値 (値, オン/オフ)	0,OFF (No Limit)
副パラメタの判定	ON	---	-

表示形式 / 判定形式は初期化されません。

■ コンパレータの上下限值を設定する

部品の選別を行うときは、主パラメタや副パラメタの上限値と下限値を設定します。

コンパレータ設定メニューで LIMIT を選択すると、コンパレータ上下限值設定メニュー (下記) が表示されます。

主パラメタの例 (C) :

カーソルが下限か上限にあり、判定形式が ABS または DEV のとき。

ビン	有効/無効	下限値	上限値	
<BIN1	ON	Lo:+1.23456 $\mu$ F	Hi:+1.23456 $\mu$ F>	現在の設定
				設定できる値の範囲
				$\pm(0.0000p \text{ to } 999999M)$

副パラメタの例 (D) :

カーソルが下限か上限にあるとき。

	有効/無効	下限値	上限値	
< Sec	OFF	Lo:+10.0000 $\mu$	Hi:+100.000m >	現在の設定
				設定できる値の範囲
				$\pm(0.0000p \text{ to } 999999M)$

設定したいパラメタにカーソルを移動して (後述)、値を設定します。  
単位は各パラメタに依存します。

EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

■ 主パラメタの測定値により複数に分類する

複数のビンに分類するときには、分類先の各ビンに上下限值を設定します。

番号の小さなビンから順に判定するので、各ビンの範囲が重なるときは、もっとも番号の小さなビンに分類されます。どのビンの範囲にも入らないと、OUT OF BINS に分類されます。

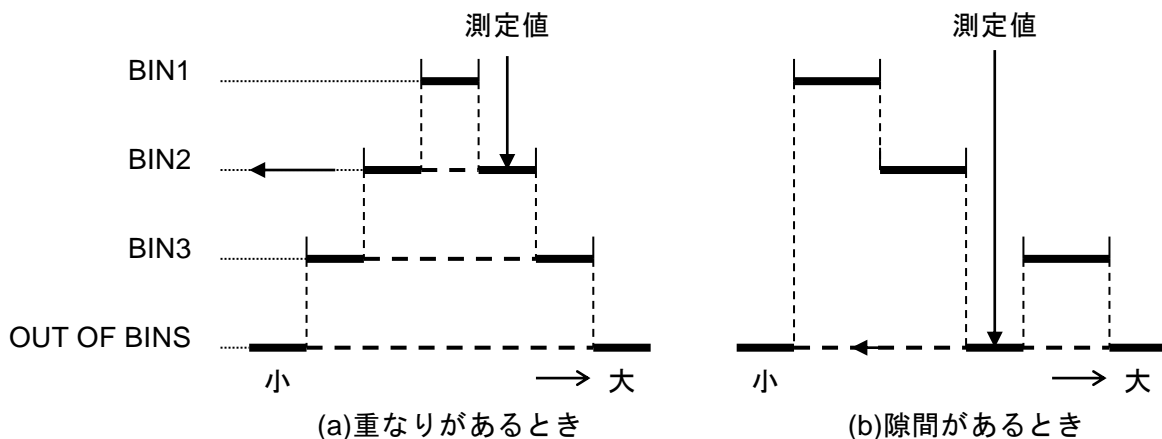


図 4-4 複数分類時の範囲設定と判定

■ コンパレータの上下限值設定メニューでカーソルを移動する

コンパレータ上下限值設定メニューでは、設定するパラメタにカーソルが置かれます。初期カーソル位置は BIN1 の下限値です。

カーソルは、**[BS]** | **[PREV]** キー、**[EXP]** | **[NEXT]** キー操作で移動できます。範囲判定の有効/無効、下限値、上限値の間だけでなく、ビン間、主パラメタと副パラメタ間を移動します。

**[EXP]** | **[NEXT]** キー操作でカーソルは次のように移動します。

- (副パラメタ 上限) → (BIN1 有効 → 下限 → 上限)
- (BIN2 有効 → 下限 → 上限)
- . . .
- (BIN14 有効 → 下限 → 上限)
- (副パラメタ 有効 → 下限 → 上限) → (BIN1 有効)

**[BS]** | **[PREV]** キー操作では逆順に移動します。

**[SHIFT]** + **[Pri/Sec]**

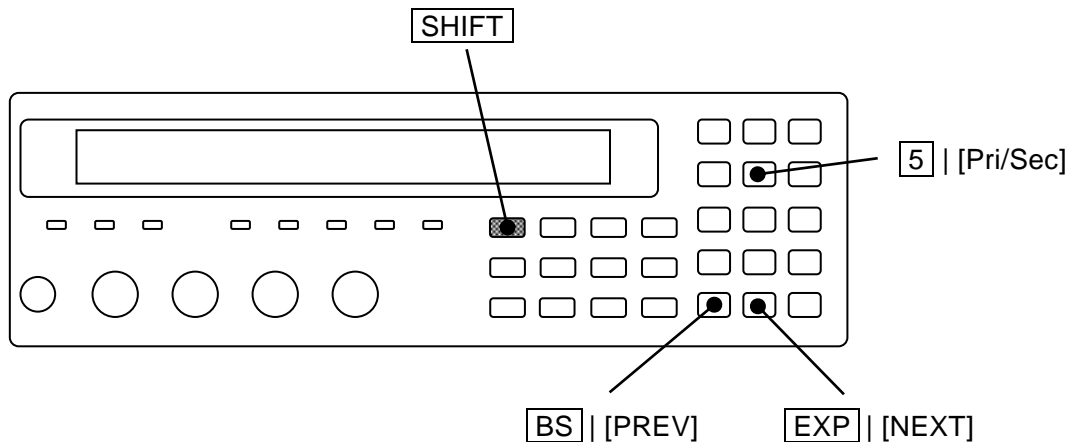
コンパレータの上下限值設定メニューで **[SHIFT]** + **[Pri/Sec]** キー操作をすると、カーソルが主パラメタと副パラメタの間を移動します。

主パラメタ (ビン) から副パラメタに切り換えると、副パラメタの下限値にカーソルが移動します。

**BIN10 ON**    **Lo:+1.23456μF**    **Hi:+1.23456μF**  
 ↓  
**Sec OFF**    **Lo:+10.0000μ**    **Hi:+1.23456m**

副パラメタから主パラメタ (ビン) に切り換えると、BIN 1 の下限値にカーソルが移動します。

**Sec OFF**    **Lo:+10.0000μ**    **Hi:+1.23456m**  
 ↓  
**BIN1 ON**    **Lo:+1.23456μF**    **Hi:+1.23456μF**





### ■ 範囲判定を有効にする / 無効にする

コンパレータによる判定を行うときは、上下限值だけでなく、その判定を行う/行わないも設定してください。

カーソルが ON/OFF の位置にあるとき、カーソルのある主パラメタのビンまたは副パラメタの判定を行うか、行わないかを設定できます。

範囲判定の例：カーソルが ON/OFF 部にあるとき

```
<BIN11 OFF Lo:+1.23456μF Hi:+1.23456μF>
0)OFF 1)ON
```

現在の設定  
選択肢

ON 下限・上限一組の範囲判定を有効にする

OFF 下限・上限一組の範囲判定を無効にする

副パラメタの判定を無効にすると、副パラメタの判定が行われず、主パラメタの各ビンについてだけ判定が行われます (S-LO / S-IN / S-HI と S-NG は出力されません)。

主パラメタの特定のビンの判定を行わないようにすると、そのビンの LO/IN/HI の判定が行われず、そのビンに分類されません。主パラメタのすべてのビン (1~14) で判定を行わないようにすると、常に OUT OF BINS に分類されます。

なお、範囲判定を有効に設定しても、下限値 $\geq$ 上限値のときは、そのビンに分類されません。実質的にその上下限值の判定を行わないの等価になります。

### ■ 下限と上限の一方だけ無効にする

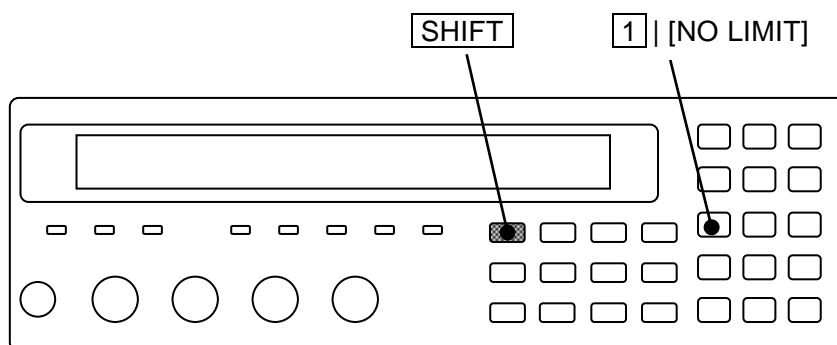
#### SHIFT + [ NO LIMIT ]

コンパレータの上下限值設定メニューで [SHIFT] + [NO LIMIT] キー操作をすると、カーソルのある下限値または上限値の判定が無効になり、判定を行いません。

```
<BIN2 ON Lo:+1.23456μF Hi: No limit>
```

ビン (主パラメタ) の下限値と上限値の両方を無効にすると、そのビンの範囲判定を無効にしたのと等価になります。

副パラメタの下限値と上限値の両方を無効にすると、副パラメタの範囲判定を無効にしたのと等価になります。





## 4.5 部品ハンドラと接続する（ハンドラインタフェース）

ZM2376 は、コンパレータの判定結果を背面パネルのハンドラインタフェースに出力できます。部品ハンドラに接続することで、部品の自動選別システムを構築できます。

表 4-3 ハンドラインタフェース信号配列

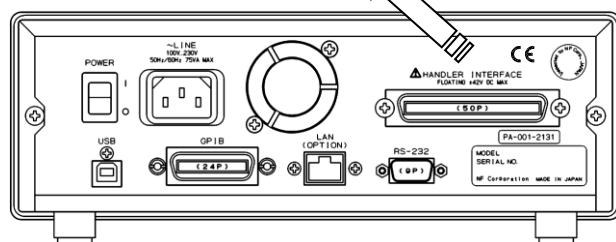
端子番号	入出力	信号名	端子番号	入出力	信号名
1	IN	TRIG, /TRIG	26	IN	/RCL0
2	IN	/RCL1	27	IN	/RCL2
3	IN	/RCL3	28	IN	/RCL4
4	IN	/RCL5	29	IN	/RCL6
5	IN	/RCL-VALID	30	OUT	/BIN1, <b>/P-HI</b>
6	OUT	/BIN2, <b>/P-IN</b>	31	OUT	/BIN3, <b>/P-LO</b>
7	OUT	/BIN4, <b>/S-HI</b>	32	OUT	/BIN5, <b>/S-IN</b>
8	OUT	/BIN6, <b>/S-LO</b>	33	OUT	/BIN7, <b>/IN</b>
9	OUT	/BIN8	34	OUT	/BIN9
10	OUT	(/BIN10)	35	OUT	(/BIN11)
11	OUT	(/BIN12), /NC	36	OUT	(/BIN13), /PHI
12	OUT	(/BIN14), /PLO	37	OUT	/OUT OF BINS
13	OUT	/INDEX	38	OUT	/EOM
14	OUT	/ERR	39	OUT	/S-NG
15	IN	/KEY_LOCK	40	- - -	(reserved)
16~20	IN	EXT DCV	41~45	OUT	INT DCV
21~25	IN	EXT COM	46~50	OUT	INT COM

- ・信号名の先頭の"/"は負論理「低レベルで1」を表しています。
- ・( )はピン数を拡張したときの信号です (/NC、/PLO、/PHIは出力されません)。
  - ピン数の拡張 . . . 「■ 主パラメタのピン数を拡張する」
- ・**反転文字** はリミット判定時の出力信号です。
  - リミット判定では/BIN1 から/BIN14、/PHI、/PLOは出力されません。

25 . . . 2 1  
50 . . . 27 26

端子配列（背面視）

DDK 57 シリーズ 50 ピン、または相当品



背面パネル

表 4-4 ハンドラインタフェース信号の機能

端子番号	入出力	信号名	説明
1	IN	TRIG, /TRIG	外部トリガ信号 (上昇エッジ)。 降下エッジに切り換え可能。
26	IN	/RCL0 (下位)	設定・補正值メモリ選択信号 (バイナリ) /RCL-VALID が 1 (低レベル)、トリガ源が外部 (Ext) のとき、端子番号 1 の外部トリガ信号を受けると、この信号が示すメモリから設定や補正值を復帰させて、その条件で測定を行います。範囲外のメモリ番号の復帰はエラーになります。
2	IN	/RCL1	
27	IN	/RCL2	
3	IN	/RCL3	
28	IN	/RCL4	
4	IN	/RCL5	未使用。何も接続しないでください。
29	IN	/RCL6(上位)	未使用。何も接続しないでください。
5	IN	/RCL-VALID	メモリ選択信号が有効なことを示します
30	OUT	/BIN1, /P-HI	/BIN1 から/BIN14 : ビン判定信号 /BIN10 から/BIN14 は、ビン拡張が有効かつリミット判定が無効なとき出力。 /NC : コンタクト不良 または Low C /PHI : 主パラメタの上限超過信号 /PLO : 主パラメタの下限不足信号 /NC、/PHI、/PLO はビン拡張が無効なときだけ出力 (初期値)。 /P-HI、/P-IN、/P-LO : 主パラメタ判定信号 /S-HI、/S-IN、/S-LO : 副パラメタ判定信号 /IN : 主副総合合格判定信号 リミット判定でも/NC、/ERR、/OUT OF BINS (IN を反転した信号)、/S-NG (/S-HI か /S-LO) は出力されます。
6	OUT	/BIN2, /P-IN	
31	OUT	/BIN3, /P-LO	
7	OUT	/BIN4, /S-HI	
32	OUT	/BIN5, /S-IN	
8	OUT	/BIN6, /S-LO	
33	OUT	/BIN7, /IN	
9	OUT	/BIN8	
34	OUT	/BIN9	
10	OUT	--- /BIN10	
35	OUT	--- /BIN11	
11	OUT	/NC, /BIN12	
36	OUT	/PHI, /BIN13	
12	OUT	/PLO, /BIN14	
37	OUT	/OUT OF BINS	不合格判定信号
13	OUT	/INDEX	信号取得終了信号。1 (低レベル) になると次の試料に切り換えることができます。
38	OUT	/EOM	測定終了信号。1 (低レベル) になると判定結果が有効で、読み取ることができます。
14	OUT	/ERR	測定異常信号。過大な電圧や電流、コンタクト不良 (NC)、ALC 不良、その他の異常を示します。
39	OUT	/S-NG	副パラメタ不合格判定信号
15	IN	/KEY_LOCK	キーロック信号。1 (低レベル) になると、パネルのすべてのキー操作ができなくなります。パネルやリモート制御で解除できません。
40	---	(reserved)	未使用。何も接続しないでください。
16~20	IN	EXT DCV	外部直流電源入力 (+5V~+24V)
21~25	IN	EXT COM	外部直流電源入力 (コモン) ハンドラインタフェースの各信号は、筐体と絶縁されていて、外部直流電源で動作します。
41~45	OUT	INT DCV	内部直流電源出力 (+5V)
46~50	OUT	INT COM	内部直流電源出力 (コモン) 筐体と接続されています。ハンドラインタフェースを内部直流電源で動作させるときは、EXT COM と INT COM 間、EXT DCV と INT DCV 間を接続します。

- ・ /ERR 出力時は、表中の規定に関わりなく、  
/BIN1 から/BIN14、/OUT OF BINS、/S-NG、/PLO、/PHI は出力されません。  
リミット判定では、/ERR 出力時は、/P-HI かつ/S-HI と判定、出力されます。

■ ハンドラインタフェースの電気的特性

外部電源 定格電圧 +5V~+24V、動作範囲 +4.5V~+26.4V  
最大消費電流 45mA(5V) / 100mA(12V) / 180mA(24V)

内部電源 +5V typ、70mA max、コモンは筐体に接地

絶縁 42Vpk。(各信号、コモン) 対 筐体  
内部直流電源出力端子と外部直流電源入力を接続すると絶縁されません。

出力特性

出力低レベル 0.5V max (電源電圧 5V、シンク電流 6mA)  
1.2V max (電源電圧 12V、シンク電流 8mA)  
2.4V max (電源電圧 24V、シンク電流 10mA)

出力高レベル 5~24V (電源電圧に依存)

入力特性 (トリガを除く)

入力低レベル (電源電圧 - 4.1V) max  
入力高レベル (電源電圧 - 1.1V) min

入力特性 (トリガ)

入力低レベル (電源電圧 × 0.3) max  
入力高レベル (電源電圧 × 0.7) min

**⚠ 警告**

ハンドラインタフェースの信号やコモンと筐体の間に 42Vpk を超える電圧を加えないでください。感電することがあります。

**⚠ 注意**

ハンドラインタフェースの信号やコモンと筐体の間に 42Vpk を超える電圧を加えないでください。ZM2376 を破損することがあります。

■ ハンドラインタフェース入出力等価回路

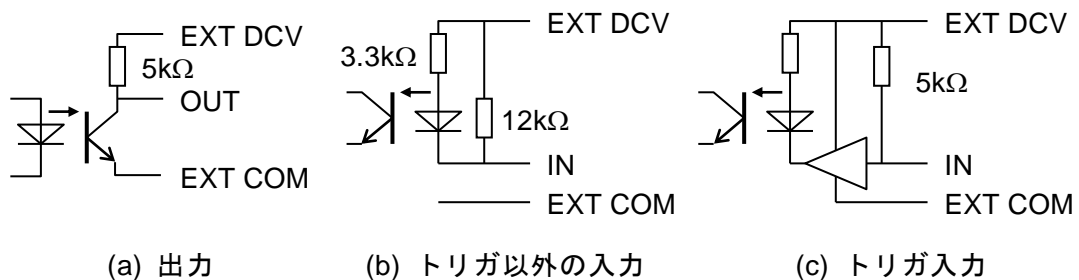


図 4-5 ハンドラインタフェースの等価回路

■ ハンドラインタフェース動作タイミング

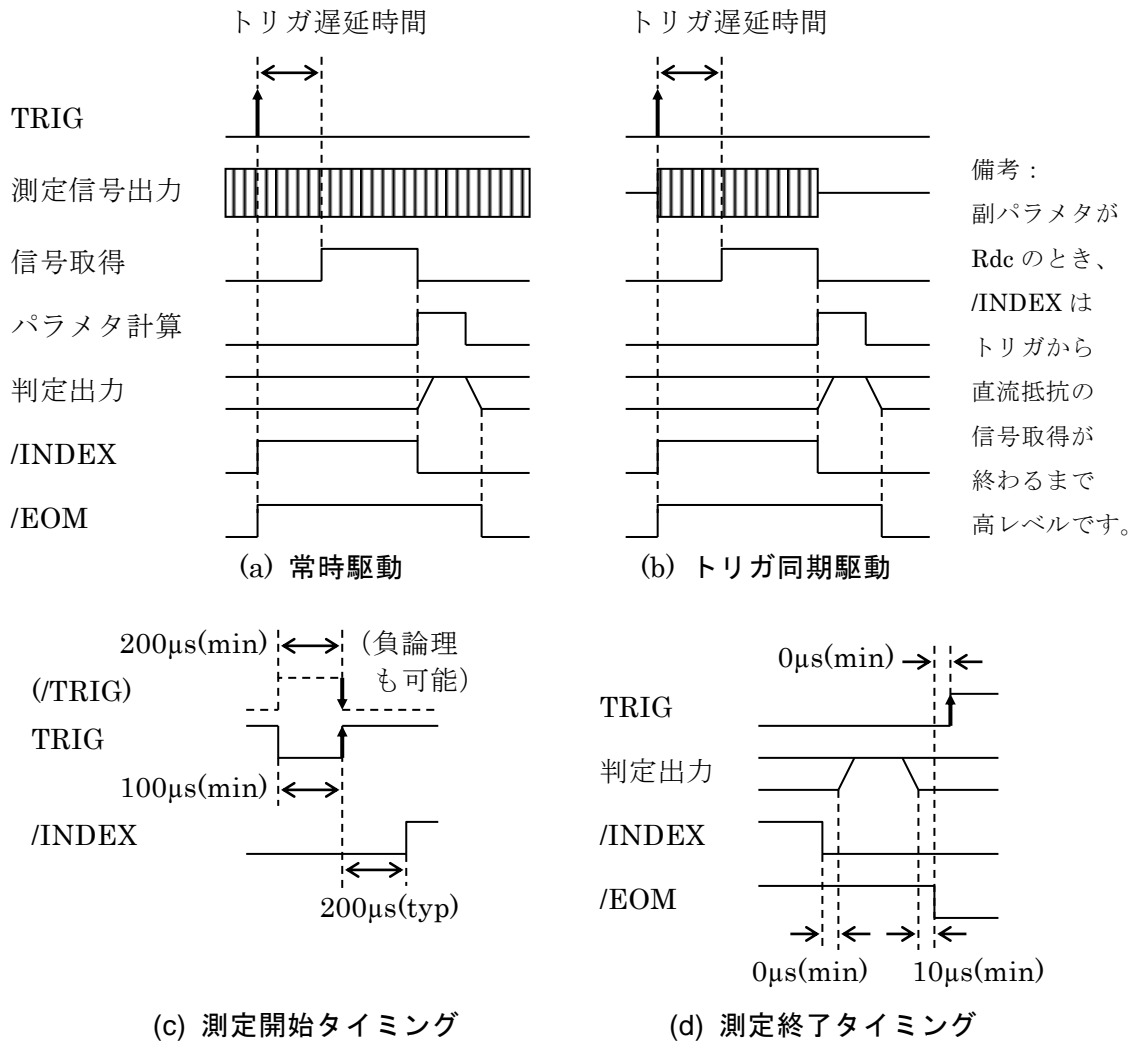


図 4-6 ハンドラインタフェース動作タイミング

■ ハンドラインタフェースのケーブル長

推奨 5m 以内、最大 15m。雑音の放射・混入を避けるためシールド付きとします。

■ コンパレータの有効/無効とハンドラインタフェース信号の関係

コンパレータが無効なときの、ハンドラインタフェース出力は次のようになります。

- ・判定信号（/BIN1～/BIN14、/OUT OF BINS、/S-NG、/ERR に対応する端子）  
高レベル固定（出力されません）。
- ・/EOM、/INDEX  
低レベル固定（出力されたまま）。

電源投入直後の出力も同じです。また、初期化メニューやシステム設定メニューでの初期化操作、\*RST コマンドでも同じ状態になります。

コンパレータの有効/無効に関わらず、ハンドラインタフェースの入力は常に有効です。

- ・入力：TRIG、/KEY\_LOCK、/RCL0～/RCL6、/RCL-VALID

## ■ ハンドラインタフェースの機能を調整する

**SHIFT** + [ **HANDLER** ]

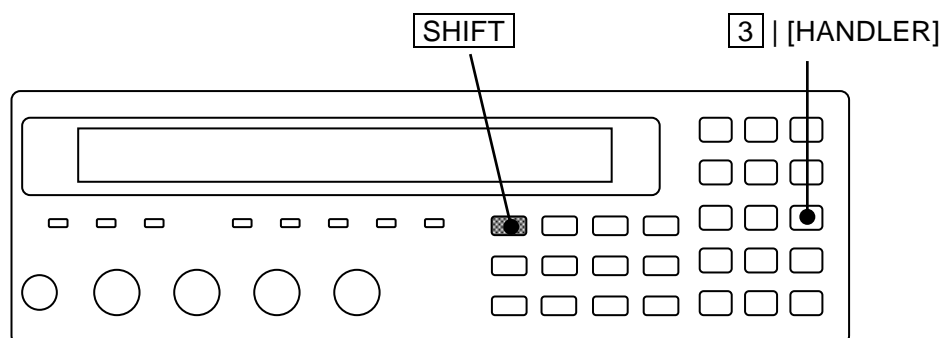
**SHIFT** + [ **HANDLER** ] キー操作でハンドラインタフェース設定メニューが表示されます。

<b>Handler</b>			
<b>0)OUT OF BINS</b>	<b>1)BIN10-14</b>	<b>&gt;NEXT</b>	選択肢 (1 ページ目)
<b>2)TRIG Polarity</b>	<b>3)RCL</b>	<b>&lt; &gt;</b>	選択肢 (2 ページ目)
<b>4)TEST</b>		<b>&lt;PREV</b>	選択肢 (3 ページ目)

OUT OF BINS	OUT OF BINS 出力設定メニュー
BIN10-14	ビン拡張メニュー
TRIG Polarity	トリガ入力信号の極性設定メニュー
RCL	メモリ選択信号の設定メニュー
TEST	ハンドラインタフェーステストメニュー

サブメニューを選択して各機能を利用します。

何も選択せずに **EXIT** 操作をすると、測定画面に戻ります。



## ■ S-NG 時の OUT OF BINS 出力の設定をする

S-NG (副パラメタ範囲外) を OUT OF BINS と独立した補助ビン AUX BIN として扱うか、扱わないかを選択できます。リミット判定でも同様です。

OUT OF BINS 出力設定メニューは以下のとおりです。

<b>OUT OF BINS: Include S-NG</b>	現在の設定
<b>0)Include 1)Exclude</b>	選択肢

**Include** S-NG のとき、同時に OUT OF BINS 信号を出力します。(初期値)  
主パラメタが範囲外の際も副パラメタが範囲外の際も、区別せずに OUT OF BINS に分類します。

**Exclude** S-NG のとき、OUT OF BINS 信号を出力しません。  
主パラメタが範囲内で副パラメタが範囲外の際、OUT OF BINS に分類せず、独立した補助ビン (S-NG) に分類します。

どちらかを数字キーで選択してください。

設定するか、**EXIT** 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

### ■ 主パラメタのビン数を拡張する

主パラメタの分類数の初期値は 9 ですが、14 に拡張できます。

ビン拡張メニューは以下のとおりです。

**BIN10-14 Output: OFF**

**0)OFF=PHI,PLO 1)ON=BIN10-14**

現在の設定

選択肢

**OFF** BIN10 ~ BIN14 の信号を出力しません (最大 9 分類)。

主パラメタが範囲外るとき PHI または PLO 信号を出力します。

**ON** BIN10 から BIN14 の信号を出力します (最大 14 分類)。

主パラメタが範囲外でも、PHI、PLO 信号を出力しません。

設定するか、EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

BIN10 ~ BIN14 の信号を出力しないときは、他の設定に関わらず、BIN10 ~ BIN14 の判定を行いません。

### ■ トリガ極性を設定する

トリガ信号の上昇、降下どちらのエッジで測定を開始するのを選択できます。

トリガ入力信号の極性設定メニューは以下のとおりです。

**TRIG Polarity:Negative**

**0)Negative 1)Positive**

現在の設定

選択肢

**Negative** トリガ信号の降下エッジ (H→L) でトリガをかけます。

**Positive** トリガ信号の上昇エッジ (L→H) でトリガをかけます。(初期値)

設定するか、EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

トリガ極性はリモート制御で選択できません。また、\*RST コマンドや、**[SHIFT]** + **[INIT]** キー操作による初期化メニューで初期化できません。



### ■ メモリ選択信号の機能を設定する

ハンドラインタフェースへの入力信号 /RCL0../RCL6 で指定した設定・補正值メモリから復帰する対象を選択できます。

メモリ選択信号の設定メニューは以下のとおりです。

<b>Handler Recall Function:Setting</b>		現在の設定
<b>0)SPOT</b>	<b>1)Partial</b>	選択肢（1 ページ目）
		<b>&gt;NEXT</b>
<b>2)Setting</b>	<b>3)Correction</b>	選択肢（2 ページ目）
		<b>&lt;PREV</b>
<b>SPOT</b>	スポット補正值（オープン / ショート / ロード）だけを復帰します。広域補正值と設定は復帰しません。（初期値）	
<b>Partial</b>	主要な設定とスポット補正值を復帰します。	
<b>Setting</b>	全設定を復帰します。	
<b>Correction</b>	全補正值（広域補正值とスポット補正值）を復帰します。	
<b>Both</b>	全設定と全補正值を復帰します。	

設定するか、EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

復帰するパラメタが少ないほど、短時間で変更できます。

スキャナで複数の試料を切り換えて測定するとき、チャンネルごとに補正值を切り換える（マルチチャンネル補正）には **SPOT** が適しています。

試料ごとに、周波数や信号レベルも変更するとき、**Partial** が適しています。**Partial** で復帰する設定は、次のとおりです。

測定周波数

測定信号レベル（電圧値、定電流値、CV、CC）

内部 DC バイアス電圧

測定レンジ（自動、Rdc レンジを含む）

トリガ遅延時間

測定速度

測定パラメタ（主パラメタの種類と等価回路、副パラメタの種類）

コンパレータ機能

リミット判定の主パラメタ下限、上限（= BIN 1 の下限、上限）

リミット判定の副パラメタ下限、上限

**Partial** による周波数の復帰では、オープン / ショート / ロード補正の有効 / 無効が保持されます。

復帰させる設定や補正值は、予め設定・補正值メモリに保存しておいてください。何も保存されていないメモリから復帰しようとすると、エラーが発生します。

マルチチャンネル補正で、**ZM2376** が対応できるのは 32 チャンネルまでです。それ以上のチャンネルに対しては、リモート制御で各チャンネルのスポット補正值を読み出して保存しておき、各チャンネルの測定時に書き戻すことで対応できます。

### ■ ハンドラインタフェースの動作を確認する

ハンドラインタフェースに特定の信号を出力したり、入力信号をモニタして、動作を確認できます。

ハンドラインタフェーステストメニューは以下のとおりです。

OFF ON ER	出力	入力	
<b>TEST:OFF Bbb Ee Mm TRGt RCLsss VLDv LOCK</b> <b>0)OFF 1)ON 2)ER 3)BIN 4)ERR 5)EOM</b>			信号モニタ
			出力制御

**OFF** テストモードを無効にして、通常動作を行います。(初期値)

**ON** テストモードを有効にします。  
通常信号の代わりに、テスト信号を出力します。

**ER** /ERR だけテストモードにします。  
/ERR を汎用出力ポートとして利用できます。  
ただし、通常のエラーステータスは出力されません。

以下の操作は、テストモードが有効なときだけ機能します。

**BIN** 判定出力を順次ひとつずつ低レベルにします。  
詳しくは、以下の「模擬出力信号」をご覧ください。

**ERR** /ERR を反転します。

**EOM** /INDEX と /EOM の模擬信号を出力します。  
詳しくは、以下の「模擬出力信号」をご覧ください。

**EXIT** 操作で測定画面に戻ります。

**ON** を選択すると、出力信号は、コンパレータが無効なときの状態に初期化されます。テスト信号は、メニューの **BIN / ERR / EOM** で操作します。**ZM2376** は入力信号を無視して、ハンドラインタフェースに何も接続されていないものとして動作します。/KEY\_LOCK 信号によるロックも解除されます。

**ER** を選択すると、/ERR だけがコンパレータが無効なときの状態に初期化されます。/ERR 信号は上記メニューの **ERR** で操作します。**BIN** と **EOM** の操作は無効です。/ERR を除く出力信号と入力信号は通常の動作になります。

テストモードの変更は、コンパレータやリミット判定が無効な状態で行うことをお勧めします。

コンパレータが有効なとき、テストモードを **ON** または **ER** から **OFF** に切り換えると、通常動作で各出力信号が変化する時点で、順次通常出力に戻ります。**ON** から **ER** に切り換えると、/ERR を除き同様にして通常出力に戻ります。

コンパレータが無効なとき、テストモードを **OFF** に設定すると、その時点で通常出力に戻ります。**ON** から **ER** に切り換えると、/ERR を除きその時点で通常出力に戻ります。

入力信号モニタ

入力信号ラインの状態を負論理入力とみなして、数値で表示します。

信号名	表示名	状態	状態の説明
/TRIG	TRG	t	トリガ極性 = Negative のとき 0 : 高レベル、1 : 低レベル トリガ極性 = Positive のとき 0 : 低レベル、1 : 高レベル
/RCL0../RCL6	RCL	sss	0 .. 127 : /RCL6(MSB).. /RCL0(LSB) 負論理 7 ビットを 10 進 3 桁で表示します。
/RCL-VALID	VLD	v	0 : 高レベル、1 : 低レベル
/KEY_LOCK	LOC	k	0 : 高レベル、1 : 低レベル

模擬出力信号

数字キーで以下のように出力を制御できます。

キー	動作	出力信号モニタ
1)ON	すべての出力をコンパレータが無効なときの状態に初期化します。	B00 E0 M1
3)BIN	次の順にひとつずつ低レベルにします。 すべて高レベル → /OUT OF BINS → /BIN1..→..→.. /BIN14 → /S-NG..→..すべて高レベル	Bbb bb = 00 : OUT OF BINS, bb = 14 : BIN14, bb = 15 : S-NG, bb = 16 : すべて高レベル
4)ERR	/ERR を反転します。	Ee e = 0 : 高レベル e = 1 : 低レベル
5)EOM	下図のように /INDEX と /EOM を変化させます。	Mm (EOM の状態) m = 0 : 高レベル m = 1 : 低レベル

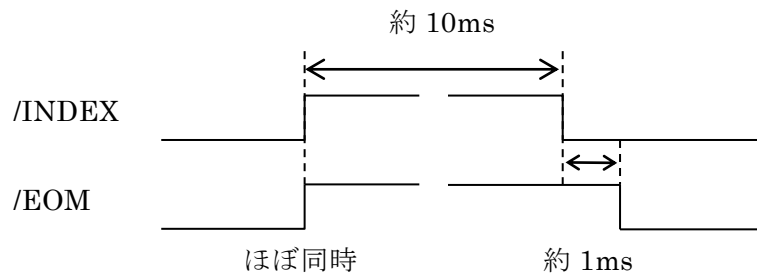
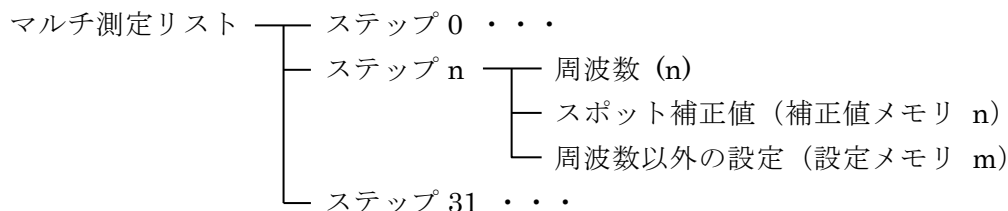


図 4-7 模擬出力タイミング

## 4.6 複数の条件で測定する（マルチ測定）

マルチ測定機能を使うと、ひとつの試料を複数の測定条件で測定して、総合的な合否判定を行ったり、それらの測定値をまとめて測定データバッファに送ることができます。

マルチ測定を行うときは、マルチ測定リストの各ステップに測定条件を登録してください。周波数以外のパラメータは、予め設定・補正值メモリに保存しておきます。



マルチ測定のステップ n では、リストに登録された周波数(n)で測定が行われます。また、補正值メモリ n からオープン / ショート / ロードの各スポット補正值を復帰します。周波数以外の設定、たとえば信号レベルや合否判定の上下限界は、リストで対応付けた任意の設定メモリ m から復帰します。

### ■ マルチ測定機能の設定

#### **SHIFT** + [LIST]

**SHIFT** + [LIST] キー操作で、マルチ測定メニューが表示されます。

動作モード

**LIST:OFF**

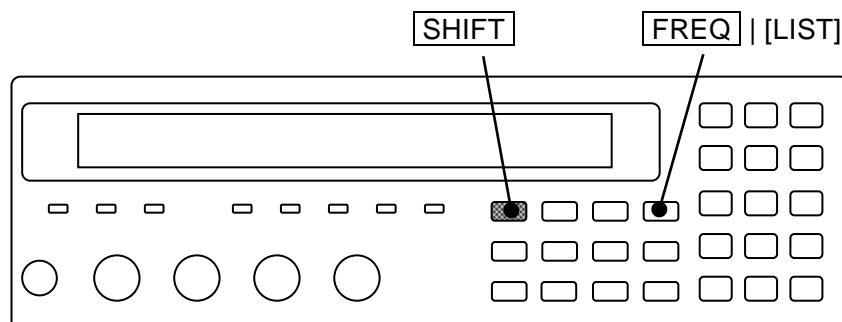
**0)OFF 1)SEQUENCE 2)STEP 3)Entry**

現在の設定

選択肢

OFF	マルチ測定を無効にして、通常の測定に戻します（初期値）。
SEQUENCE	シーケンスモードのマルチ測定を有効にします。 1 回トリガがかかると、リストの順に全ステップで測定します。
STEP	ステップモードのマルチ測定を有効にします。 トリガがかかるごとに、1 ステップずつ測定します。ステップごとの測定値を読むとき便利です。
Entry	マルチ測定リスト入力メニューを表示します。

設定するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。



周波数は、マルチ測定リスト入力メニューで設定します。

周波数以外のパラメタを設定（ / 確認）するには、設定メモリへの保存（ / 設定メモリからの復帰）が必要です。

Entry：マルチ測定リスト入力メニューは次のとおりです。

(周波数以外)

ステップ番号	測定周波数	設定メモリ	
LIST 31	FREQ:1.23456kHz	Memory: 31	現在の設定
	1mHz to 5.50000MHz	(-1/0:OFF-->)	設定できる範囲
	0 to 31	(-1:OFF-->)	周波数
			設定メモリ

最初は、測定周波数にカーソルが置かれます。

ステップ 0 から順に、測定周波数を登録してください。周波数を登録したステップが有効になります。各ステップで周波数以外の測定条件を変えるときは、測定条件が保存されている設定メモリの番号を登録します。

カーソルは、**[BS]** | **[PREV]** キー、**[EXP]** | **[NEXT]** キー操作で、2つのパラメタ間、さらにステップ間を跨いで移動できます。ただし、無効なステップがあると、そこから先のステップには移動できず、有効なステップの範囲内で循環します。

以下に **[EXP]** | **[NEXT]** キー操作でのカーソル移動例を示します。

(STEP 0: 周波数 → メモリ) → (STEP 1: 周波数 → メモリ)

→ . . . →

→ (STEP x: OFF → メモリ) → (STEP 0: 周波数 → メモリ)

(STEP 31: 周波数 → メモリ) → (STEP 0: 周波数 → メモリ)

2行目には、そのとき設定できる範囲が表示されます。

EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

周波数にゼロまたは負の値を与えると、そこから先のステップはすべて無効になり、測定を行いません。無効なステップでは、周波数が **OFF** と表示されます。ステップ 0 が無効だと、トリガをかけても測定しないため、エラーが発生します (エラー番号 -211、Trigger ignored)。

設定メモリ番号に負の値を与えると、現在のステップから後ろのすべてのステップで復帰が無効になります。復帰が無効なときは、メモリ番号が **OFF** と表示され、そのステップでは前の設定が保持されます。**OFF** にしても、設定メモリの内容は保持されます。すべてのステップで設定メモリ番号が **OFF** のときは (初期値)、測定周波数だけが切り換わります。0 から 31 の設定メモリ番号を指定すると、そのステップでの測定に先立ち設定が復帰します。

### ■ マルチ測定で切り換え可能なパラメタ

マルチ測定では、設定メモリから一部の主要な設定だけを復帰します。  
マルチ測定で復帰する設定は以下のとおりです。

信号レベル（電圧値、定電流値、CV、CC）  
内部 DC バイアス電圧  
測定レンジ（自動、Rdc レンジを含む）  
トリガ遅延時間  
測定速度  
測定パラメタ（主パラメタの種類と等価回路、副パラメタの種類）  
コンパレータ機能  
    リミット判定の主パラメタ下限、上限（= BIN 1 の下限、上限）  
    リミット判定の副パラメタ下限、上限

何も保存されていない設定メモリを指定すると、前の設定が保持されます。

### ■ マルチ測定における オープン / ショート / ロード補正

マルチ測定が有効なとき、補正值の測定と試料測定時の補正は以下のように行われます。

#### ● スポット補正が無効なとき

広域補正值（または標準値）の測定と、それらを用いた補正が行われます。

#### ● スポット補正が有効なとき

補正值の測定では、マルチ測定リストに登録された有効なステップごとに、リストで指定された周波数と主要な設定、スポット補正值（と標準値）を復帰して、新たなスポット補正值（または標準値）の測定を行い、そのステップに対応する補正值メモリに保存します。補正值メモリ上の広域補正值（と標準値）は前の値のまま保持されます。

試料を測定するときは、各ステップで対応する補正值メモリからスポット補正值（および標準値）を復帰します。広域補正值（および標準値）は復帰しません。補正值メモリに有効なスポット補正值が保存されていないときは、現在の広域補正值（および標準値）を用いて補正が行われます。

通常の測定とは異なり、各ステップで周波数が切り換わっても、オープン / ショート / ロード補正が無効になることはありません。

### ■ マルチ測定におけるコンパレータの動作

マルチ測定を有効にすると、主パラメタと副パラメタのリミット判定機能が強制的に有効になります。マルチ測定を無効にすると、主パラメタと副パラメタのリミット判定機能も無効になります。リミット判定では、主パラメタの上下限一組（BIN 1 と共通）、副パラメタの上下限一組に基づいて合否判定が行われます。

リミット判定・・・☞ 「4.4 部品を選別する（コンパレータ）」、「4.5 部品ハンドラと接続する（ハンドラインタフェース）」、別冊「ZM2376 取扱説明書（リモート制御）」  
:CALCulate:COMParator[:STATe] コマンド

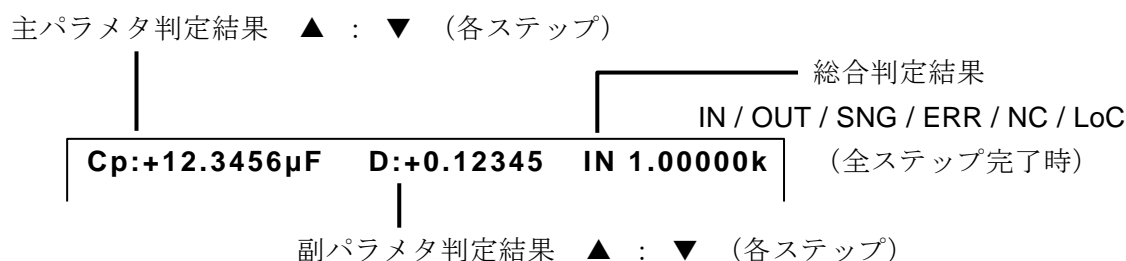
マルチ測定では、各ステップで主パラメタの上下限值（BIN1）、副パラメタの上下限值に対してリミット判定を行います。

マルチ測定リストに登録されたすべての有効なステップで測定が終わると、総合判定を行います。

#### ● パネル表示

ステップごとに主・副パラメタの判定結果が表示されます。

すべてのステップで測定が終わると、総合判定結果が更新されます。



#### 各ステップでの判定結果

- ▲ 測定値が上限値より大きい、または何らかのエラーが発生した
- : 測定値が上下限値の範囲内
- ▼ 測定値が下限値より小さい

#### 総合判定結果（優先度順）

- ERR 信号のオーバロード、ALC 異常 などの測定エラーが発生した。
- NC コンタクト不良が発生した。
- LoC Low C エラーが発生した。
- OUT 主パラメタまたは副パラメタで、不合格があった。
- SNG 主パラメタはすべて合格だが、副パラメタに不合格があった。  
初期設定では SNG は表示されず OUT 表示になりますが、/S-NG を出力したとき、/OUT OF BINS を出力しないように設定すると、SNG が優先して表示されます。
- IN すべての測定値が合格した。

- ハンドラインタフェース出力

マルチ測定におけるハンドラインタフェースの出力信号は以下のとおりです。

すべてのステップで測定が終わると、総合判定信号（/IN、/OUT OF BIN、/S-NG、/NC、/ERR）が更新されます。総合判定信号は、途中のステップでは更新されません。

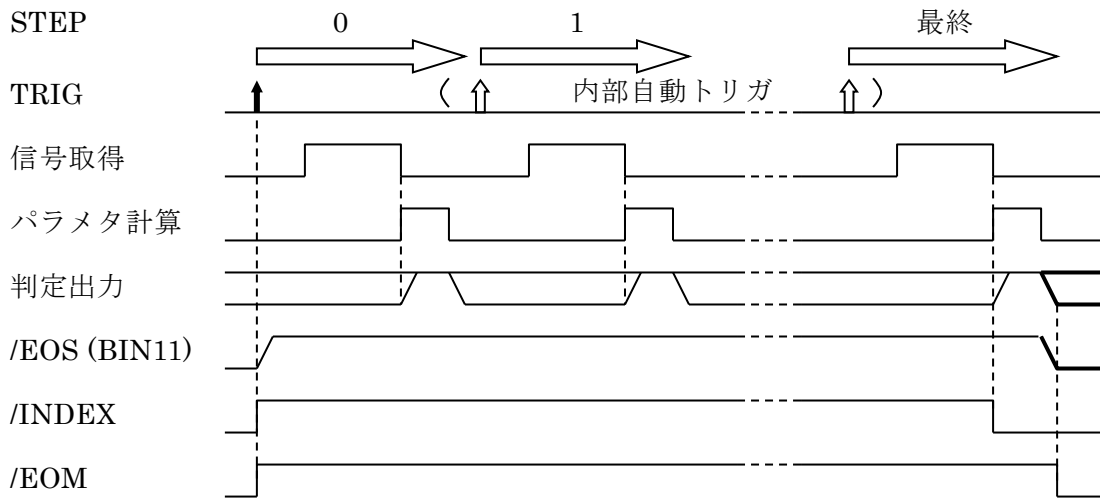
表 4-5 マルチ測定におけるハンドラインタフェース出力

端子番号	信号名	説明
30	/P-HI	主パラメタ判定信号（各ステップで更新）
6	/P-IN	
31	/P-LO	
7	/S-HI	副パラメタ判定信号（各ステップで更新）
32	/S-IN	
8	/S-LO	
33	/IN	総合合格判定信号 すべての測定が正常で、主・副パラメタともすべての測定値が合格だったことを示します。最後のステップでは、そのステップにおける主・副パラメタ判定信号と同時に総合判定信号が更新されます。
35	/EOS (/BIN11)	シーケンス完了信号 すべてのステップで測定を終えたのち、総合判定信号と同時に出力。マルチ測定では、リミット判定機能が有効になり、ビン判定の/BIN11信号は使われません。代わって/EOS信号が出力されます。
11	/NC	総合コンタクト不良信号 マルチ測定の過程で、コンタクト不良またはLow C不良があった。
37	/OUT OF BINS	総合不合格判定信号 /INの反転信号。ただし、/S-NGを出力したとき、/OUT OF BINSを出力しないようにもできます。 ・・・ OUT OF BINS 出力設定メニュー
13	/INDEX	信号取得終了信号 シーケンスモードでは、すべてのステップで信号取得を終え、試料を交換可能になったとき出力。 ステップモードでは、各ステップごとに、信号取得を終えたとき出力。
38	/EOM	測定終了信号 シーケンスモードでは、すべてのステップで測定を終え、総合判定信号を更新した直後に出力。 ステップモードでは、各ステップごとに、判定信号を更新した直後に出力。
14	/ERR	総合測定異常信号 マルチ測定の過程で、何らかの測定エラーが発生した。
39	/S-NG	総合副パラメタ不合格判定信号 すべての測定が正常で、主パラメタは合格だが、副パラメタに不合格があった。

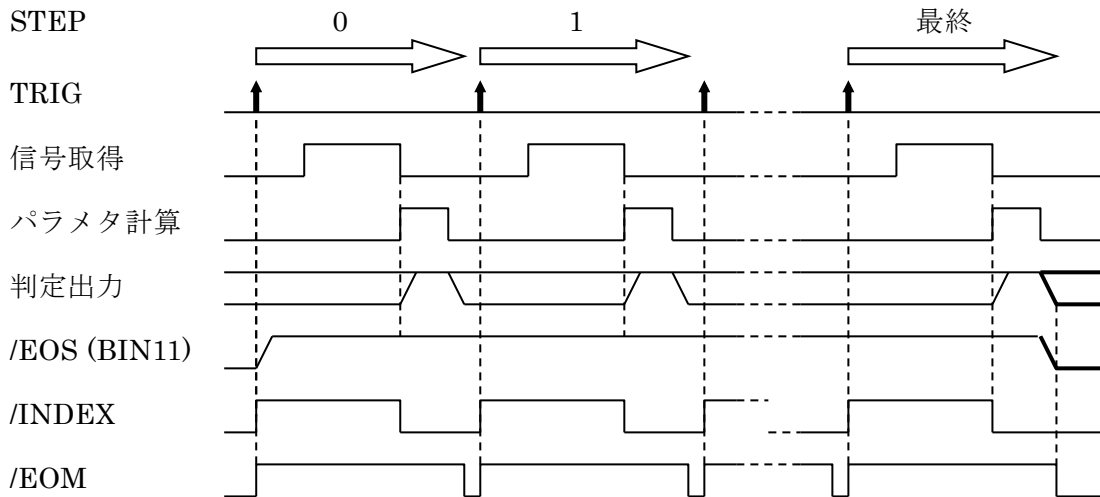
この表に記載されていない出力信号は、高レベルに固定です。

入力信号は、マルチ測定の有効/無効に関わらず、常に有効です。





a) シーケンスモード



b) ステップモード

図 4-8マルチ測定におけるハンドラインタフェースの動作タイミング

ステップモードでは、ステップごとに試料を替えることもできます。たとえば、複合部品の構成要素を各々に適した条件で順次測定できます。

- 備考

- 1) トリガ同期駆動

トリガ同期駆動が有効なときは、/INDEX 信号が H(高レベル) の期間だけ駆動信号が出力されます。

- 2) トリガ遅延時間

各ステップで、設定や補正値を復帰した後に、トリガ遅延時間だけ待って信号の取得を開始します。

- 3) コンタクトチェック

コンタクトチェックと低容量チェックは、各ステップごとに行なわれます。

## 4.7 測定画面 2 行目の表示内容を変更する（補助表示）

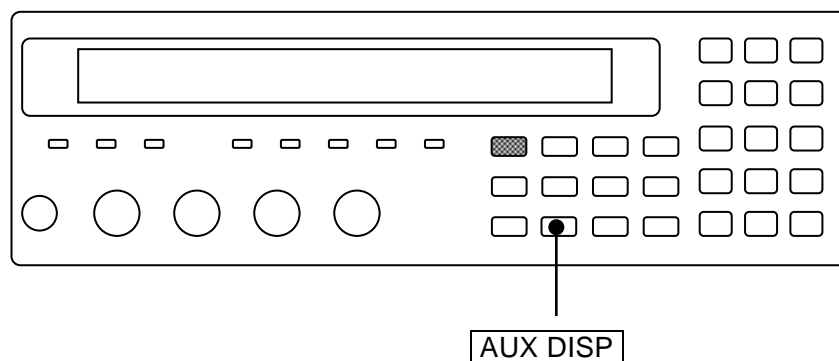
測定画面の 2 行目（補助表示）には、通常、特定の設定情報が表示されています。  
この部分は、他の設定情報や電圧電流モニタ値などに切り換えることができます。

**AUX DISP**

**AUX DISP** キーを押すと、補助表示選択メニューが表示されます。

<b>Aux Display:Status</b>	現在の設定
<b>0)Status 1)Pri-Limit 2)Sec-Limit &gt;NEXT</b>	選択肢（1 ページ目）
<b>3)P-S REF 4)I-V 5)Z-θ 6)List &lt;PREV</b>	選択肢（2 ページ目）

Status	測定条件（初期値）   <b>A100kΩ FAST100 Int OpShLd1m</b> . . .   例
Pri-Limit	主パラメタ（指定したピン）の下限值と上限値   <b>10:+970.000nF to +1.03000μF</b> . . .   例 ピン番号入力メニューが表示されるので、ピン番号を指定してください。
Sec-Limit	副パラメタの下限值と上限値   <b>Sec+0.00000 to +12.0000m</b> . . .   例 Pri-Limit、Sec-Limit を選択しても、コンパレータやリミット判定が無効なときは Status の表示になります。
P-S REF	主 / 副パラメタの偏差表示用基準値   <b>REF:P+1.00000μF S+100.000m</b> . . .   例 P-S REF を選択しても、偏差表示や偏差判定が無効なときは、Status の表示になります。
I-V	電流 / 電圧モニタ値   <b>Im:+123.456mA Vm:+1002.34mV</b> . . .   例
Z-θ	インピーダンス測定値   <b>Z:+123.456kΩ θ:+ 1.567°</b> . . .   例



List マルチ測定中のステップ  
**Step: 12** . . . | 例  
List を選択しても、マルチ測定が無効なときは Status の表示になります。

設定するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。

ビン番号入力メニューは、以下のとおりです。

**BIN No:14**  
**1 to 14**

現在の設定  
設定できる値の範囲

主パラメタの上下限值を表示するときは、ビン番号を設定してください。

EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。  
設定すると測定画面に戻ります。

## 4.8 設定や補正値をメモリに保存する / 復帰する

ZM2376 は、最大 32 組の設定と補正値を保存して、復帰させることができます。

### ■ 設定や補正値をメモリに保存する

#### SHIFT + [SAVE]

SHIFT + [SAVE] キー操作で、設定・補正値メモリ保存メニューが表示されます。

**SAVE : Setting**

**0 to 31 .)Correction -)Both**

現在の保存対象  
設定できる範囲

保存対象とメモリ番号を入力して、ENTR キーを押すと保存（上書き）されます。  
保存すると、次のような確認メッセージが短時間表示され、測定画面に戻ります。

**Save -> 9**

### ■ メモリに保存した設定や補正値を復帰する

#### SHIFT + [RECALL]

SHIFT + [RECALL] キー操作で、設定・補正値メモリ復帰メニューが表示されます。

**RECALL : Setting**

**0 to 31 .)Correction -)Both**

現在の復帰対象  
設定できる範囲

復帰対象とメモリ番号を入力して、ENTR キーを押すと復帰します。  
復帰すると、次のような確認メッセージが短時間表示され、測定画面に戻ります。

**Recall <- 9**

保存されていない設定・補正値メモリからの復帰は無効です。

**Recall <- EMPTY**

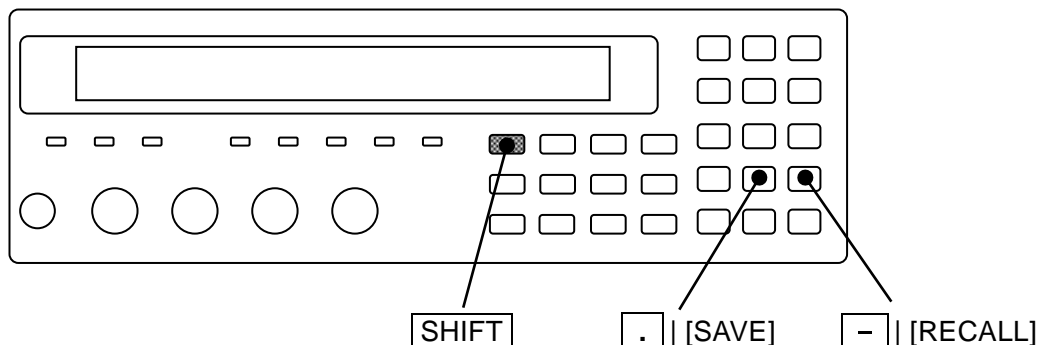
保存 / 復帰の対象は、最初は Setting（設定だけ）になっているので、メモリ番号を入力して ENTR キーで確定すると、設定だけを保存または復帰できます。

対象は、小数点 [.] や負号 [-] を入力することで、一時的に Correction（補正値だけ）または Both（両方）に変更できます。

**RECALL : Correction**

補正値だけ

保存または復帰の操作をせずに EXIT 操作をすると、測定画面に戻ります。



## 指定の例

Setting	設定だけ	
	例) <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="1"/>	数値だけ入力
Correction	補正値だけ	
	例) <input type="text" value="."/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="1"/>	数値の前に小数点を入力
Both	設定と補正値の両方	
	例) <input type="text" value="-"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="1"/>	数値の前に負号を入力

キーで確定する前なら、小数点  や負号  を入力することで、保存 / 復帰の対象を変更できます。たとえば、 キーを押して対象を **Correction** にしたあとで  キーを押すと、対象が **Both** に変わります。対象が **Correction** のときさらに  キーを押すと、対象が **Setting** に戻ります。

保存 / 復帰を実行すると、保存 / 復帰の対象は **Setting** に戻ります。

ロード標準値は、対応するロード補正値と合わせて一組で扱われます。

#### ■ 設定・補正値メモリの初期化

設定・補正値メモリの内容は、 + 、 キー操作で初期化できません。

設定・補正値メモリは、システム設定メニュー内の全初期化の操作で初期化できます。ただし、インターフェースの設定なども初期化されます。

全初期化 ⇨ 「4.14 すべての設定を初期化する」

## 4.9 コンタクトチェックの設定をする

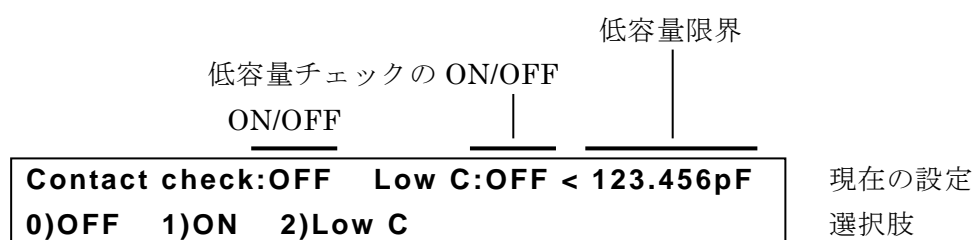
ZM2376 は、試料との接続状態を確認するコンタクトチェック機能を備えています。コンタクト不良による誤測定を防ぎたいときは、コンタクトチェックを有効に設定してください。

上記のコンタクトチェックとは独立に、コンタクト不良で発生する異常な低容量を検出する低容量チェック機能も使えます。

ZM2376 のコンタクトチェックや低容量チェックは、測定値に追加誤差を与えません。また、測定に対する追加時間は無視できます。

### SHIFT + [ CONTACT ]

SHIFT + [CONTACT] キー操作で、コンタクトチェック設定メニューを表示させます。



OFF                    コンタクトチェックを無効にします（初期値）。

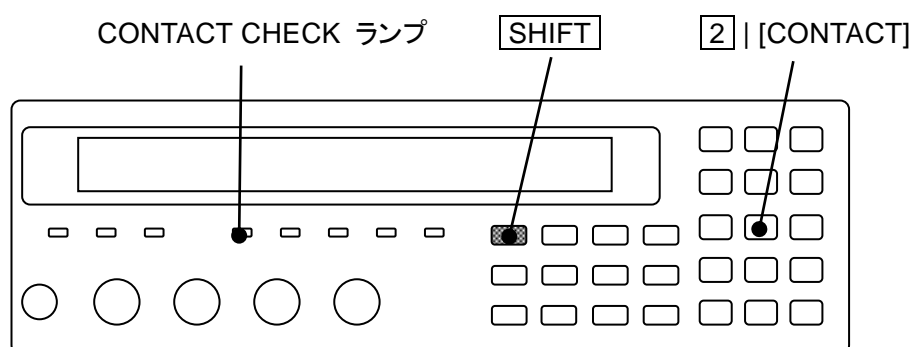
ON                     コンタクトチェックを有効にします。

Low C                 低容量チェック設定メニューを表示します。

設定するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。

### CONTACT CHECK ランプ

コンタクトチェックまたは低容量チェックが有効なときは、CONTACT CHECK ランプが点灯します。



測定値が NC になったときの対処方法は、以下をご覧ください。

☞ 「5.1.4 異常時の測定値表示」 NC の項

### ■ コンタクトチェックの動作概要

ZM2376 のコンタクトチェックは、4 端子接続において、主に H<sub>CUR</sub> 端子のコンタクト不良を検出する簡易タイプです。

ZM2376 のコンタクトチェックは、次の範囲でお使いいただけます。

- ・ 測定周波数 1mHz ~ 1MHz
- ・ 測定信号レベル 100mV ~ 5V
- ・ ケーブル長 0m、1m、2m

この範囲外では、コンタクトチェックを無効にしてください。

コンタクト不良を検出したときの動作は、以下のとおりです。

- **パネル表示**  
測定値が NC になります。
- **コンパレータ**  
不合格判定になります。  
(ビン判定では OUT OF BINS、リミット判定では P-HI かつ S-HI)
- **ハンドライントフェース**  
コンパレータ機能が有効なときは、/NC 信号が低レベルになります。
- **リモート制御における測定値出力**  
測定値がエラー値 9.9E+37 になります。  
測定ステータスがコンタクト不良を示す値 2 になります。

ZM2376 は、交流インピーダンスの測定結果が得られた時点で、駆動信号と、試料の電圧、電流、インピーダンスの測定値の関係を調べ、異常があるとコンタクト不良 (NC) と判定します。

直流抵抗 R<sub>dc</sub> の測定では、コンタクト不良を検出できません。

2 端子接続では、コンタクトチェックが機能しないので、低容量チェックを利用してください。



### ■ 異常な低容量の検出

ZM2376 では、コンタクト不良によって小さな容量が測定されたとき、Low C（異常低容量）と判定することができます。正確には、指定した容量に相当するインピーダンスより高いインピーダンスが測定されたとき Low C と判定します。

Low C：低容量チェック設定メニューは次のとおりです。

ON/OFF	低容量限界	
<b>Low C check:OFF</b>	<b>Cth:123.456pF</b>	現在の設定 選択肢
<b>0)OFF 1)ON 2)Cth</b>		

OFF 低容量チェックを無効にします（初期値）。

ON 低容量チェックを有効にします。

Cth 低容量限界設定メニューを表示します。

設定するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。

Cth：低容量限界設定メニューは次のとおりです。

<b>C threshold: 12.3456 pF</b>	現在の設定 設定できる値の範囲
<b>0.0000p to 999.999n</b>	

異常と判定する容量の上限値を設定してください。

ゼロに設定すると（初期値）、低容量チェックが有効に設定されていても、実際には低容量チェックを行いません。

設定するか、EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

低容量チェックを行う場合、現在の測定周波数で使われるもっとも高い測定レンジを除いて、測定レンジの推奨範囲上限の 100 倍を超えるインピーダンス測定値が得られたときは、低容量限界の値に関わらず Low C と判定します。

Low C と判定されたときの動作は、以下のとおりです。

- パネル表示

コンパレータ機能の有効/無効に関わらず、LoC ステータスが表示されます。

<b>Cp:+0.23456pF</b>	<b>D:+0.12345</b>	<b>LoC 1.00000k</b>
----------------------	-------------------	---------------------

- コンパレータ

測定値が得られたものとして、通常どおり判定が行われます。

- ハンドライントフェース

コンパレータ機能が有効なときは、/NC 信号が低レベルになります。

- リモート制御における測定値出力

測定値は通常どおり出力されます。エラー値にはなりません。

測定ステータスがコンタクト不良を示す値 2 になります。

## 4.10 DC バイアス電圧をかける

ZM2376 は、有極性コンデンサや半導体の PN 接合などに 5V までの DC バイアス電圧をかけて測定できます。電池の起電力を打ち消して、そのインピーダンスを測定することもできます。副パラメタが直流抵抗  $R_{dc}$  のときは、オンにできません。

### BIAS

**BIAS** キーを押すと、DC バイアス設定メニューが表示されます。

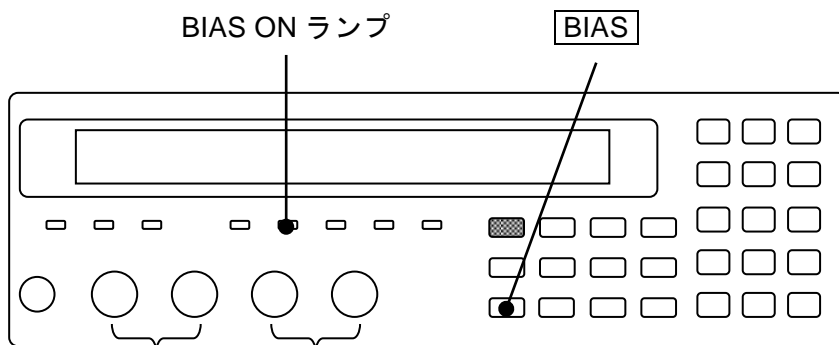
出力状態	自動モード	バイアス電圧	
<b>DC BIAS : OFF</b>	<b>AUTO</b>	<b>1.500V</b>	現在の設定
0)OFF 1)ON 2)AUTO 3)TRACK 4)DC Volt			選択肢

- OFF** DC バイアスの出力をオフ (0V) にします。  
DC バイアス電圧の設定値は内部で保持されます。  
自動 DC バランス機能と自動 DC キャンセル機能は無効になります。
- ON** DC バイアスの出力をオン (設定した電圧) にします。  
自動 DC バランス機能と自動 DC キャンセル機能は無効になります。
- AUTO** DC バイアスの出力をオンにするとともに、自動 DC バランス機能と自動 DC キャンセル機能を有効にします。  
この機能は、主に電池のインピーダンス測定に用います。  
測定レンジは  $100\Omega$  以下に制限されます。
- TRACK** DC バイアスの出力をオンにするとともに、自動 DC キャンセル機能を有効にします。自動 DC バランス機能は無効になります。  
この機能は、主に漏れ電流がある試料の測定に用います。
- DC Volt** DC バイアス電圧入力メニューを表示します。

ON/OFF 操作または EXIT 操作で測定画面に戻ります。

### BIAS ON ランプ

DC バイアス出力がオンのときは、正面パネルの BIAS ON ランプが点灯します。



バイアス極性： 基準電位 プラス

DC volt : DC バイアス電圧入力メニューは、次のとおりです。

**BIAS Voltage : 0.000V**  
**0.000V to 5.000V**

現在の設定  
設定できる範囲

分解能 1mV で設定できます。数値を入力して **ENTR** キーで値を確定してください。  
設定するか EXIT 操作で、ひとつ前のメニューに戻ります。

現在の DC バイアス電圧設定値は、測定画面の 2 行目に表示されます。

. . . . .	<b>1.500</b> 1.00 V
	BIAS Vdc

#### ■ 信号レベルとバイアス電圧間の制約

ZM2376 が出力できるピーク電圧はおよそ 7.07V です。

交流の測定信号のピーク値と、DC バイアス電圧の和がこの電圧を超える設定はできません。

この制限を超えて、測定信号レベルや DC バイアス電圧を設定しようとする、その時点で許容できる最大値に設定されます。測定信号レベルが 5Vrms だと、バイアス電圧は 0V に制限されます。DC バイアス電圧が 5V だと、測定信号レベルは約 1.4Vrms に制限されます。

#### ■ DC バイアスに伴う充放電電流の制約

ZM2376 が HCUR 端子から出力できるピーク電流はおよそ 280mA です。

交流の測定信号のピーク値と、DC バイアスの充放電電流や漏れ電流の和が、この電流を大きく超えるとオーバロードになり、正しく測定できません。

出力インピーダンスが低いとき、バイアス電圧を大きく変化させると、大きな充放電電流が流れます。測定信号レベルが大きくて、ピーク電流を超えると、バイアス電圧が低下します。

#### ■ DC バイアス電圧の整定時間

充放電初期の充放電電流は、各測定レンジで電流検出部が吸収できる最大検出電流  $I_p$ [Arms] の 1.4 倍ほどに抑えられるため、電流制限の範囲内に落ち着くまでに、その電流値と試料の容量  $C$ (F)、バイアス電圧の変化  $V_c$ [V] で決まる整定時間  $T_s$ [s] が必要です。

$$T_s \cong C \times V_c / (I_p \times 1.4)。$$

電流検出部が吸収できる最大検出電流

☞ 「表 33 各測定レンジの最大電流、最大電圧、出力インピーダンス」

ただし、測定周波数に依存して測定レンジ（最大検出電流）が変化します。

充放電電流がこの値を超えても、超過分は LCUR、LPOT 端子の保護回路を通して流れるため、実際の整定時間は  $T_s$  より小さくなることがあります。

充放電が進んで電流制限の範囲内になったのちは、出力インピーダンス  $R_d[\Omega]$  と試料の容量  $C[F]$  で決まる整定時間  $T_{stl}[s]$  で収束します。

$$T_{stl}[s] \cong 7 \times C \times R_d。$$

#### ■ 漏れ電流があるとき や 充放電に時間がかかるとき の対処法

試料の絶縁抵抗が低くて漏れ電流が大きい、誘電体吸収により長時間に渡って充電電流が流れる、容量が大きいため充電に時間がかかる などの状況では、次の理由で測定できないことがあります。

- ・ 漏れ電流と出力インピーダンスによる電圧降下のため DC キャンセルが不十分になり、電圧検出部が飽和する。
- ・ 信号電流のピーク値が測定レンジの許容範囲を超える。
- ・ 測定レンジの自動選択が正常に動作しない。

このようなときでも、以下の方法で測定できることがあります。

- **信号電流や信号電圧のピーク値を許容できる測定レンジに固定する**  
一度測定レンジを変更してみてください。  
ただし、測定レンジの推奨範囲を超えて、測定確度が低下することがあります。
- **測定信号レベルを大きくする**  
信号電圧、信号電流の許容範囲が広がります。
- **DC バイアス設定メニューで TRACK を選択する**  
実際に試料にかかるバイアス電圧の変動に追従して、HPOT 端子の DC キャンセル量が調整されるので、低インピーダンス測定時に、電圧検出部が飽和しにくくなります。  
ただし、漏れ電流で電流検出部が飽和することがあります。電流検出部が飽和するときは、上記のように測定レンジと測定信号レベルで調整してください。

自動 DC キャンセル機能が有効なとき、ZM2376 は、電圧検出部における DC キャンセル量を DC バイアス電圧の設定値  $\pm 0.25V$  の範囲で微調整します。ただし、調整には時間がかかります。自動 DC キャンセル機能が無効なとき、キャンセル量はバイアス電圧の設定値と等しくなります。

### ■ 電池の内部インピーダンス測定

以下の手順で、起電力が 5V までの電池のインピーダンスを直接測定できます。ただし、多少の充電が可能な化学電池を前提にしています。

- 信号レベルを以下の推奨範囲内で設定する。

出力インピーダンス 100Ω のとき	100mVrms～5Vrms
出力インピーダンス 25Ω のとき	200mVrms～5Vrms
出力インピーダンス 6Ω のとき	501mVrms～1.2Vrms

(他の設定によって制限を受けることがあります)

起電力を考慮すると、(5・起電力の最大値[Vdc] / 1.414) [Vrms]が上限になります。

以上の範囲外では、自動 DC バランス機能が正常に動作しないことがあります。

DC バイアス電圧の全範囲を使用するときは、1.46Vrms 以下にします。

- 別に用意した直流電圧計で電池の起電力を測定する。
- ZM2376 の DC バイアス電圧を測定した起電力に設定する。
- ZM2376 に適切な治具を介して電池を接続する。

DC バイアス電圧を起電力と正確に一致させることで、直流電流で電流検出部が飽和したり、不平衡電圧で電圧検出部が飽和することを防止できます。

正確に一致させることが困難なときは、次の設定をすると測定しやすくなります。

- DC バイアス設定メニューで AUTO を選択する。

自動 DC バランス機能が有効なとき、ZM2376 は、LCUR 端子の直流電流がほぼゼロになるように、DC バイアス電圧を設定値 $\pm 0.25V$ の範囲で微調整します。ただし、測定レンジが 100Ω 以下に制限されるので、正確に測定できるインピーダンスの上限はおよそ 2kΩ です。また、自動 DC バランスの操作には時間がかかり、多少の充放電を伴います。

### ⚠ 警告

- ・ DC バイアス電圧の設定は、必ず電池の実際の起電力と合わせてください。  
起電力の公称値や推定値を用いず、実際の電圧を測定してください。

- ・ 極性を逆に接続しないでください。  
電池を接続する前に、必ず極性を確認してください。

以上の事項を守らないと、過充電や過放電により電池が破裂したり、発火する恐れがあります。

- ・ エラーメッセージ"DC Bias unbalance"が表示されたら  
直ちに電池を取り外して、極性と起電力を確認してください。

---

**△ 注意**

---

自動バランスに失敗すると、測定値の代わりにこのメッセージが表示されます。測定できなかったときは、電池の極性と起電力を確認してください。実際の起電力と DC バイアス電圧が大きく異なったまま放置すると、大きな電流が流れ続けて、ZM2376 や電池を劣化させる恐れがあります。

---

電池と同様にして、巨大な容量を持つ EDLC（電気二重層コンデンサ）を充電された状態で測定することもできます。

電池の内部抵抗が極めて高いと、自動 DC バランス機能が正しく動作しないことがあります。この場合は、自動 DC バランス機能を無効にして、手動で DC バイアス電圧を調整してください。

測定速度を上げて多数の電池を測定するには、自動 DC バランス機能を無効にして、DC バイアス電圧を起電力とできるだけ正確に合わせます。正確に合わせるのが困難なときは、以下の対策を実施します。

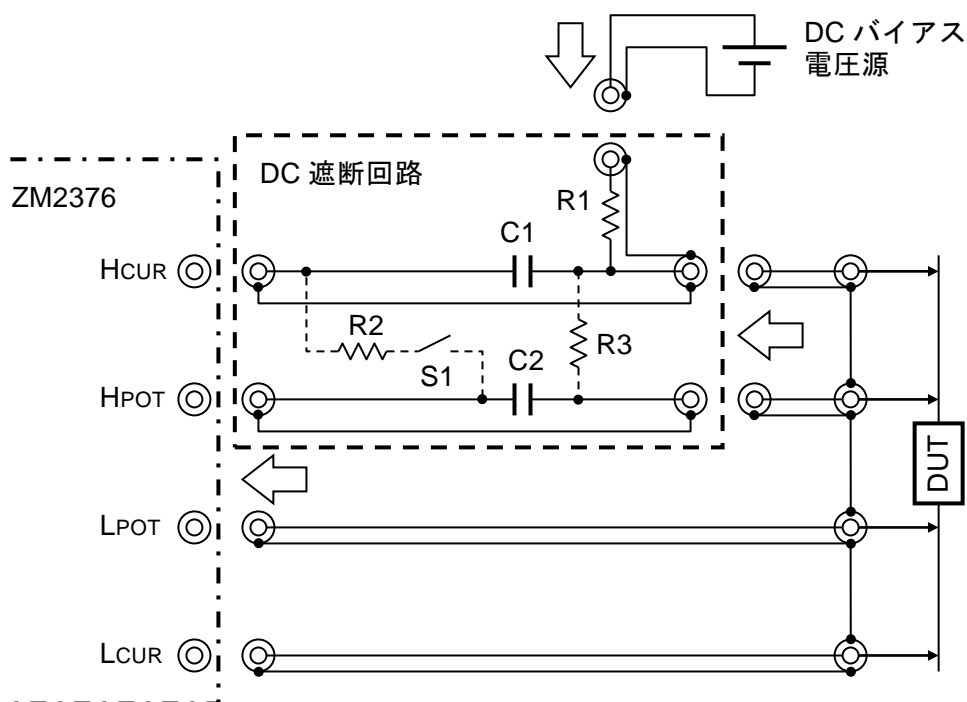
- 測定信号レベルを大きくする。  
不平衡電圧に対する余裕度が大きくなります。  
ただし、対応できる最大起電力（= DC バイアス電圧）が制限されます。
- 出力インピーダンスを  $25\Omega$  以上にする。  
 $6\Omega$  より最大充放電電流を抑えられます。  
ただし、低インピーダンスの測定でばらつきが大きくなることがあります。
- 大きな電流を扱える測定レンジに固定する。  
ただし、測定確度が低下します。
- 自動 DC キャンセル機能を有効にする。  
低インピーダンスを測定しやすくなります。  
測定は遅くなりますが、自動 DC バランスにかかる時間を節約できます。

起電力が  $5V$  を超える電池は、「**図 4-9 外部電圧バイアス回路例**」と同様にして測定します。通常、電池から DC 遮断コンデンサ C1 と C2 を充電するので、外部電源は不要です。電池から負荷電流を取りたくないときや、充放電時間を短縮したいときは、予め外部電源で C1 と C2 を電池の起電力まで充電しておきます。測定中は、外部電源を外すか、充放電用の抵抗値 R1 を大きくすれば、電池の負荷を低減できます。

### ■ 大きな DC バイアス電圧をかける

5V を超えるバイアス電圧を試料にかけるには、外部電源が必要です。この場合、LCR メータに直流の電圧、電流が加わらないように、HCUR 端子と HPOT 端子に直列にコンデンサを挿入します。

ZM2376 の DC バイアス出力はオフに設定してください。



素子値：周波数 100Hz 以上、最小出力インピーダンス  $25\Omega$  のときの例。

C1=200 $\mu$ F (両極性電解コンデンサ)

C2=2.2 $\mu$ F (フィルムコンデンサ)

R1=1k $\Omega$  (、R2=1k $\Omega$ 、R3=1M $\Omega$ )

図 4-9 外部電圧バイアス回路例

- C1** 最小出力インピーダンスが  $100\Omega$  のときや、低い周波数で測定しないときは、C1 を小さくすることで、その充放電時間を短縮できます。より低い周波数で測定するときや、低インピーダンスの測定誤差を小さくしたいときは、C1 を大きくします。
- C2** C1 と同様に、周波数などに応じて最適な値を選択します。低い周波数では、位相の追加誤差が大きくなります。この誤差を小さくするには C2 を大きくします。ただし、信号の整定時間は長くなります。
- R1** R1 は、充放電電流を供給します。R1 は、LCR メータの出力インピーダンスと試料のインピーダンスの並列値より十分大きい値にします。さもないと、試料に掛かる信号レベルが低下して、測定誤差が大きくなることがあります。LCR メータの出力インピーダンスよりインピーダンスが低い大容量コンデンサを測定するときは、R1 を小さくすることで、試料の充放電時間を短縮できます。

**S1,R2** 試料を接続したままバイアス電圧を大きく変更するとき、一時的にスイッチ S1 を閉じると、C2 の充放電時間を短縮できます。充放電がほぼ終わったら、R2 による追加誤差を避けるために S1 を開き、信号の整定を待って測定します。

**R3** 試料を外している間 C2 の充電状態を維持したいときは、R3 を設けます。

低い周波数や高い周波数においては、オープン補正とショート補正によって補正できない追加誤差が目立つことがあります。このようなときは、必要に応じてロード補正を実施してください。バイアス電圧をゼロ V にして、周波数特性の良い 100Ω前後の抵抗器を測定すると、およその追加誤差を確認できます。

バイアス電圧を急変すると、試料の充放電電流が LCR メータの L<sub>CUR</sub> 端子に流れ、LCR メータの電流検出回路が飽和して、一時的に測定できないことがあります。また、バイアス電圧の変化が C2 を介して H<sub>POT</sub> 端子に加わるため、LCR メータの電圧検出回路が飽和して、一時的に測定できないことがあります。

### 警告

バイアス電圧は次の範囲内でお使いください。

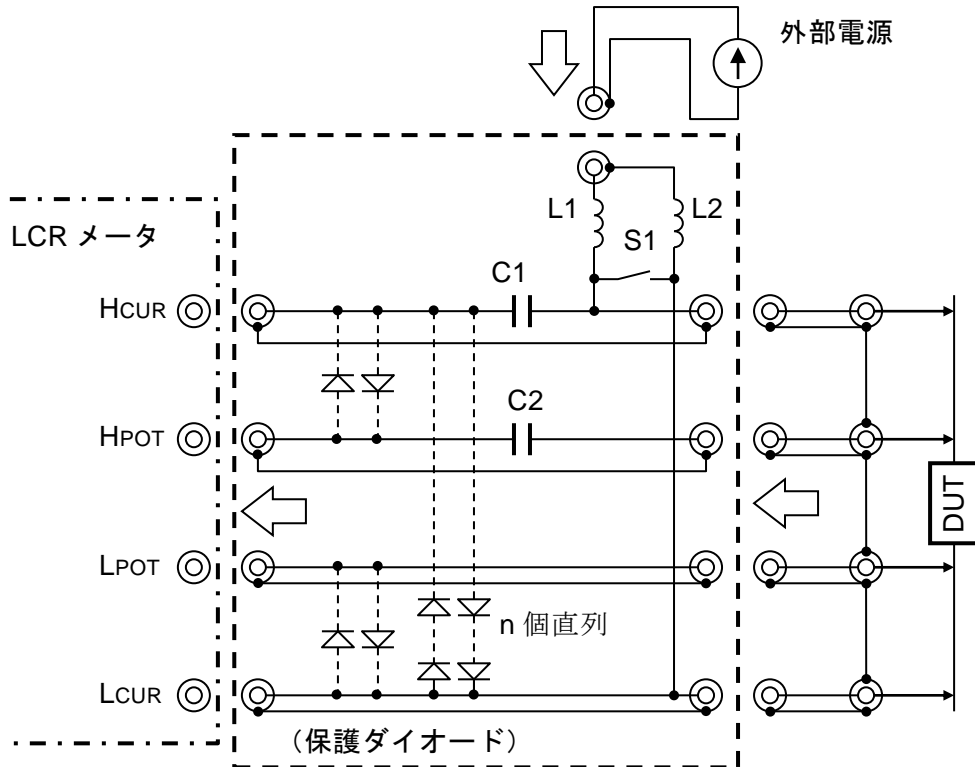
$(| \text{バイアス電圧[V]} | + 1.41 \times \text{測定信号レベル[Vrms]}) < 42 \text{ [V]}$   
さもないと感電する恐れがあります。

この範囲を超えるバイアス電圧を用いるときは、充電部分に触れないように構造的な保護を設けてください。充電されている試料には触らないでください。



## 4.11 DC バイアス電流を流す

インダクタに DC バイアス電流を流して測定するには、バイアス電圧を加えるときと同様な DC 遮断回路とバイアス電流を供給する外部電源の他に、試料と並列に接続される電源の影響を軽減するためのチョークコイルが必要です。一般的な測定システムは、以下のとおりです。



素子値：測定周波数 1kHz 以上のときの例。

C1=20 $\mu$ F (フィルムコンデンサ)

C2=1 $\mu$ F (フィルムコンデンサ)

図 4-10 外部電流バイアス回路例

一般にバイアス電流源の影響をオープン補正で取り除くことができないので、チョークコイル L1 + L2 のインピーダンスを試料のインピーダンスより十分大きくして、測定誤差を抑えます。

外部電源は、接地から絶縁されている必要があります。対接地浮遊容量が大きいと、測定誤差が大きくなったり、LCR メータが不安定になり測定できないことがあります。

試料の付け外しは、バイアス電流をゆっくりゼロに絞り、スイッチ S1 を閉じてから行うと安全です。試料が外れたとき、高電圧が発生して LCR メータを破損する恐れがあるので、保護ダイオードを設けます。バイアス電流で破損しないサージ電流耐性を持ち、逆方向漏れ電流が小さい整流用ダイオードが適しています。試料端の信号電圧が 1V<sub>rms max</sub> のときは、H-L 間の直列数をおよそ 8 個にします。測定信号でダイオードが導通しないだけの順方向電圧を確保してください。

**⚠ 警告**

バイアス電流はゆっくり増減してください。急に变化させると、高電圧が発生して、感電することがあります。

試料の付け外しは、バイアス電流をゼロにしてから行ってください。試料の接続は、ねじによる締結や、はんだ付けにより確実に行ってください。バイアス電流が流れた状態でインダクタを外すと、大きな電圧が発生して、感電することがあります。

測定中に試料が高温になるときは、測定終了後、十分温度が下がるまで触らないでください。試料に長時間大きな電流、電圧がかかると、高温になり、やけどを負うことがあります。

**⚠ 注意**

バイアス電流はゆっくり増減してください。急に变化させると、高電圧が発生して、LCR メータを損傷することがあります。

試料の付け外しは、バイアス電流をゼロにしてから行ってください。試料の接続は、ねじによる締結や、はんだ付けにより確実に行ってください。バイアス電流が流れた状態でインダクタを外すと、大きな電圧が発生して、LCR メータを破損することがあります。

測定中に試料が高温になるときは、測定終了後、十分温度が下がるまで触らないでください。試料に長時間大きな電流、電圧がかかると、高温になり、試料や周辺を焼損する恐れがあります。

外部電源としては、一般に定電圧定電流電源 (CVCC) を用います。出力端子が解放されても安全なように、出力電圧は必要最小限に設定します。電源の動作が不安定になるときは、電源の応答特性を調整したり、直列に抵抗器を挿入するなど安定化します。

外部電源を接続すると、リップル電流などの雑音が入り込んで測定値がばらつくことがあります。また、対接地容量の増大 (対接地インピーダンスの低下) により、測定誤差が大きくなったり、動作が不安定になって測定できないことがあります。このようなときは、次の対策を検討してください。

- 雑音の小さな外部電源を用いる。
- 電源端子間にバイパスコンデンサを接続して、リップル電流を吸収する。
- 外部電源のリップル成分と測定周波数を離す。
- チョークコイルを LOW 側に挿入して、雑音の混入や対接地インピーダンスの低下を抑える。コモンモード雑音が大きいときは、電源の+/-を逆に接続すると改善することがあります。
- 測定エラーになりにくい測定レンジに固定する。
- LCR メータの測定信号レベルを大きくするか、出力インピーダンスを下げる。
- 測定速度を下げ、平均化を併用する。

## 4.12 パネルのキー操作を禁止する

パネルのキー操作は、禁止することができます。

### ■ 正面パネルからキー操作を禁止する / 許可する

#### **SHIFT** + [ **KEY LOCK** ]

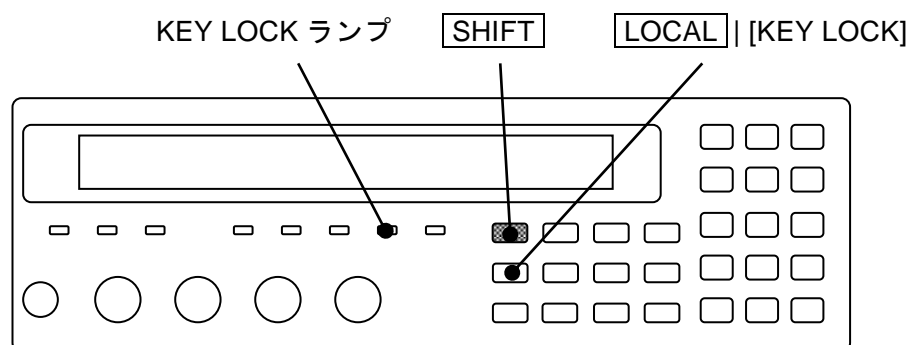
[ **SHIFT** ] + [ **KEY LOCK** ] キー操作で、キー操作の禁止（ロック）と許可（アンロック）が交互に切り換わります。

ただし、キー操作を禁止しても、次の機能だけは有効です。

- ・ [ **SHIFT** ] + [ **KEY LOCK** ] キー操作により、キー操作を許可する機能
- ・ [ **LOCAL** ] キー操作により、リモートからローカル（パネル操作）に戻す機能

### KEY LOCK ランプ

キー操作が禁止されているときは、正面パネルの **KEY LOCK** ランプが点灯します。



### ■ ハンドライントラフェースからキー操作を禁止する

ハンドライントラフェースの /KEY\_LOCK 信号を 1（低レベル）にすると、その間、パネルのキー操作を禁止できます。/KEY\_LOCK 信号は、すべてのキー操作を禁止します。このときも KEY LOCK ランプが点灯します。

/KEY\_LOCK 信号によるロックは、パネル操作やリモート制御インタフェースで解除できません。/KEY\_LOCK 信号を 0（高レベル）にすることでだけ解除できます。

## 4.13 自動調整中の整定待ち時間を変更する

自動レンジ選択などの自動調整動作では、調整中に設定を変更して複数回の測定を行います。設定を変更してから、次の測定を行うまでの整定待ち時間は 20ms（初期値）に設定されており、通常、変更する必要はありません。

実際の使用条件において、整定が速いので自動調整にかかる時間を短縮したいときや、整定に時間がかかり自動調整が正常に動作しないため整定待ち時間を長くしたいときは、以下のようにして変更できます。

### SHIFT + [ SYSTEM ]

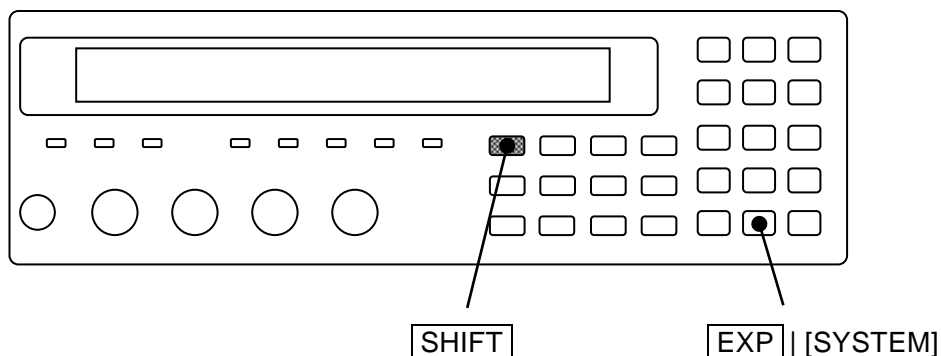
SHIFT + [SYSTEM] キー操作で、システム設定メニューを表示させます。

<b>SYSTEM setting</b>		
0)INTERFACE 1)BEEPER	>NEXT	選択肢 (1 ページ目)
2)INITIALIZE ALL 3)SETTLING	< >	選択肢 (2 ページ目)
4)SELF TEST 5)VERSION	<PREV	選択肢 (3 ページ目)

3 キーを押して SETTLING を選択すると、次の整定待ち時間設定メニューが表示されます。

<b>SETTLING : 20ms</b>	現在の設定
<b>1ms to 99ms</b>	設定できる値の範囲

数値を入力して、ENTR キーか指数部入力 EXP + [m] キー操作で確定します。設定するか、EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。



## 4.14 すべての設定を初期化する

ZM2376 は、いくつかのレベルで初期化できます。

### ■ 設定・補正值メモリの内容を残して、現在の設定を初期化する

#### **SHIFT** + [ INIT ]

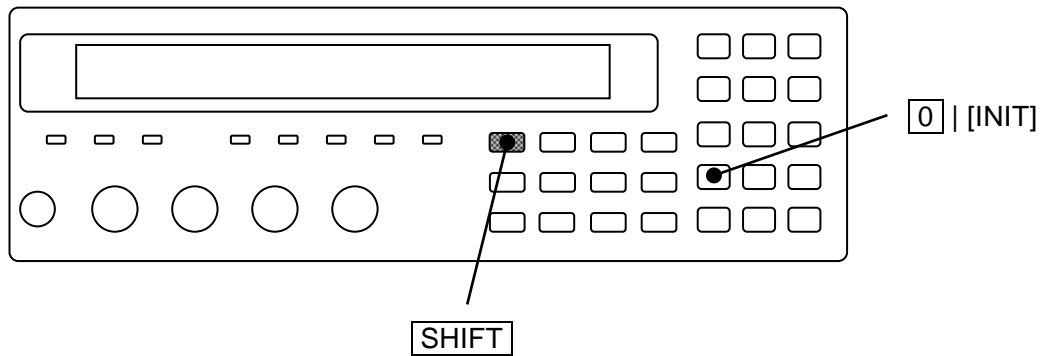
**SHIFT** + [INIT] キー操作で初期化メニューを表示させます。

<b>INITIALIZE</b>	
<b>1)Execute</b>	選択肢
<b>Done</b>	完了メッセージ

**1** キーを押して **Execute** を選択すると、現在の設定と補正值が初期値に戻ります。実行すると、完了メッセージを短時間表示して、測定画面に戻ります。

次の設定は初期化されず、保持されます。

- 1) 設定・補正值メモリの内容
- 2) マルチ測定リストの周波数と設定メモリの指定
- 3) インタフェース（GPIB、RS-232、USB、LAN）の設定
- 4) ハンドラインタフェースのトリガ極性



### ■ 全初期化：全ての設定を初期化する

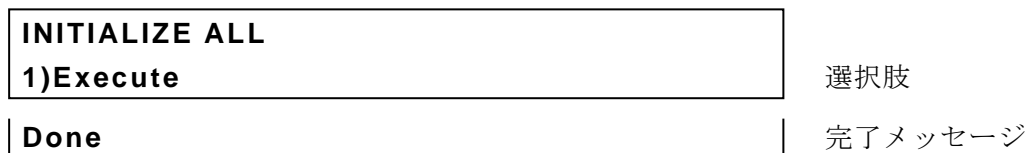
全初期化は、システム設定メニューで行います。

#### **SHIFT** + [ **SYSTEM** ]

**SHIFT** + [SYSTEM] キー操作で、システム設定メニューを表示させます。



**2** キーを押して INITIALIZE ALL を選択すると、次の全初期化の設定メニューが表示されます。

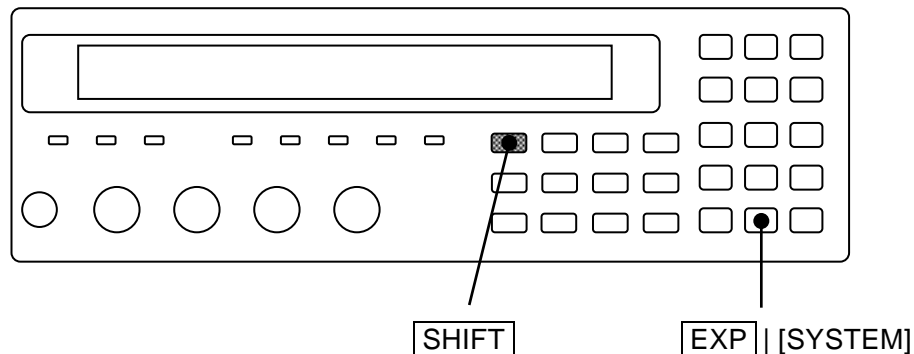


EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。

**1** キーを押すと、次の設定が工場出荷時の状態に戻ります。

- 1) 現在の設定と補正值
- 2) 設定・補正值メモリの内容
- 3) マルチ測定リストの内容
- 4) インタフェース (GPIB、RS-232、USB、LAN) の設定
- 5) ハンドラインタフェースのトリガ極性

実行すると、完了メッセージを短時間表示して、測定画面に戻ります。



リモート制御では、上の 1)、2)、3) だけの初期化もできます。

・・・ 別冊「ZM2376 取扱説明書 (リモート制御)」 :SYSTem:RST コマンド

**■ 操作モードを初期化する**

ZM2376 は、複数の操作モードを持っています。

操作モードは、先の二つの初期化操作によって初期化できません。

操作モードを初期化するには、操作モードを初期値に設定してください。操作モードは次の手順で設定します。

**[SHIFT]** + **[SYSTEM]** キー操作 → システム設定メニューを表示

**[ ]** **[2]** **[3]** **[0]** **[0]** → 操作モード設定メニューを表示

**[0]** キー → Mode 0 (初期値) を選択

操作モードを設定すると、その操作モードで、全初期化の操作を行ったときと同じ初期状態になります。初期設定は各操作モードごとに異なることがあります。

詳しくは・・・ ☞ 「4.18 操作モードを切り換える (代替コマンド)」

**■ 完全に工場出荷時の設定に戻す**

完全に工場出荷時の状態に戻すには、操作モードを Mode 0 (初期値) に設定してください。

操作方法・・・ ☞ 上記「操作モードを初期化する」

## 4.15 自己診断

ZM2376 は、アナログ測定回路の自己診断機能を持っています。

この自己診断は、電源投入時に自動的に行われるほか、任意に実施することができます。

### SHIFT + [SYSTEM]

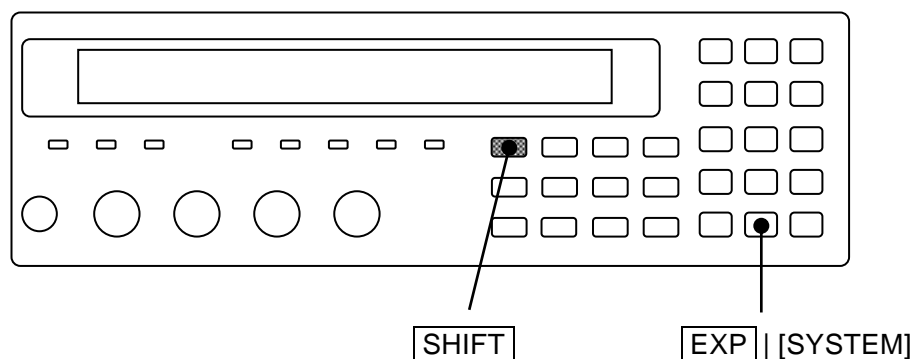
SHIFT + [SYSTEM] キー操作で、システム設定メニューを表示させます。

<b>SYSTEM setting</b>		
4)SELF TEST 5)VERSION	< >	選択肢 (3 ページ目)
<b>SELF TEST</b>	<b>123456h</b>	保守データ
<b>Running</b>		実行中メッセージ
<b>Passed</b>		合格メッセージ
<b>Hardware failed</b>		エラーメッセージ例

4 キーを押すと、自己診断が始まり、実行中のメッセージが表示されます。

自己診断は数秒で完了し、異常がなければ、合格メッセージを短時間表示して測定画面に戻ります。この診断は中断できません。

右上の保守データは、総通電時間を示しています。



異常があると、以下のエラーメッセージが表示されます。

- Hardware failed 測定回路全般の異常
- Oscillator failed 駆動信号源の異常
- Analyzer failed 電圧電流測定部の異常
- HF failed 高周波インピーダンスブリッジの異常

自己診断は、測定回路の致命的な異常をチェックします。小さな異常は検知できません。測定信頼性を高めるために、始業時点検などの定期的なチェックをお勧めします。正確な値の分かった試料を測定することで、小さな異常も発見できます。重要な測定を行うときは、その前後でチェックすることをお勧めします。



## 4.16 バージョンを確認する

ZM2376 のファームウェア（内蔵されている制御ソフトウェア）のバージョンは、電源投入時に表示されるほか、システム設定メニューでも確認できます。

### **SHIFT** + **[SYSTEM]**

**SHIFT** + **[SYSTEM]** キー操作で、システム設定メニューを表示させます。

**SYSTEM setting**

**4)SELF TEST 5)VERSION**

**<PREV**

選択肢（3 ページ目）

- 5] キーを押して **VERSION** を選択すると、ZM2376 のバージョンが表示されます。

**VERSION**

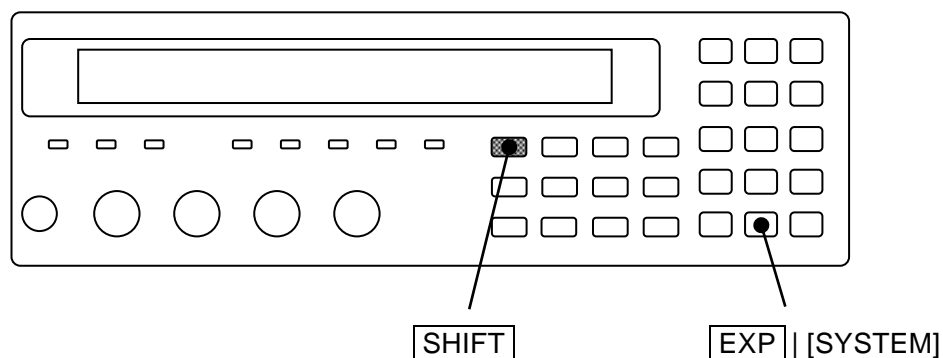
**V1.00**

**2012/5/21 15:34**

バージョン                      最終調整日時      （値は表示だけで、設定はできません）

これは表示フォーマットを示す例です。この表示内容は実際の製品と異なります。

EXIT 操作でひとつ前のメニューに戻ります。



## 4.17 リモート制御

ZM2376 は USB、RS-232、GPIB を用いてリモート制御ができます。

オプションで LAN も使えます。

詳細は、別冊「ZM2376 取扱説明書（リモート制御）」をご覧ください。説明書の別冊は、付属 CD-ROM に収められています。

リモート制御インターフェースの設定は、システム設定メニューから行います。

### **[SHIFT]** + **[SYSTEM]**

**[SHIFT]** + **[SYSTEM]** キー操作で、システム設定メニューを表示させます。

**SYSTEM settings**

**0)INTERFACE 1)BEEPER**

**>NEXT**

選択肢 (1 ページ目)

**[0]** キーで **INTERFACE** を選択すると、リモート制御インターフェース設定メニューが表示されます。

**INTERFACE:USB**

**0)USB 1)RS-232 2)GPIB 3)LAN**

現在の設定

選択肢

**USB**      **USB** (初期値) を選択し、**USB** 確認画面を表示します。

**RS-232**    **RS-232** を選択し、**RS-232** 設定メニューを表示します。

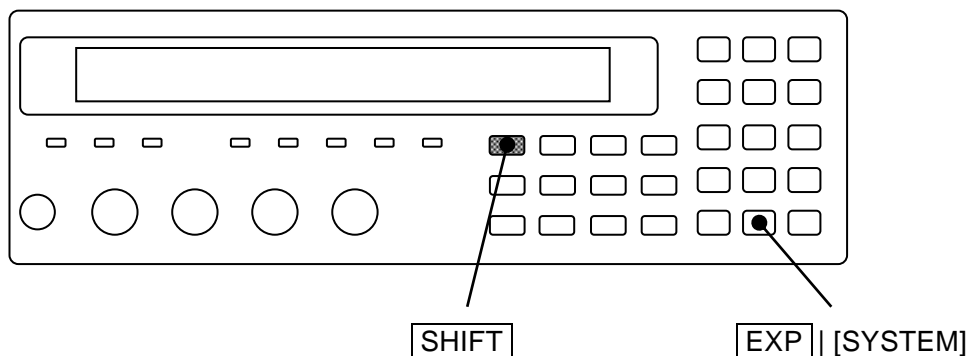
**GPIB**      **GPIB** を選択し、**GPIB** アドレス設定メニューを表示します。

**LAN**        **LAN** を選択し、**LAN** 設定メニューを表示します。

オプションを装備していないときは、この選択肢が表示されません。

数字キーでどれかひとつを選んでください。

**EXIT** 操作で、ひとつ前のメニューに戻ります。



## 4.18 操作モードを切り換える（代替コマンド）

ZM2376 は、操作モードを切り換えることで、リモート制御コマンドを変更できます。

### 1) 操作モード 0：標準操作モード

リモート制御に標準コマンドを用います。

出荷時は操作モード 0 になっています。

操作モード 0 での操作方法や機能は、この説明書の第 3 章、第 4 章 および 別冊「ZM2376 取扱説明書（リモート制御）」で説明されています。

### 2) 操作モード 1：代替コマンドモード

リモート制御に標準コマンドではなく、代替コマンドを用います

代替コマンドの方が使いやすいときは、操作モード 1 をお使いください。

代替コマンドは、別冊「ZM2376 取扱説明書（代替コマンド）」で説明されています。

パネルの操作は、操作モード 0 と同じです。

説明書の別冊は、付属 CD-ROM に収められています。

## ■ 操作モードの切り換え

操作モードはシステム設定メニューで切り換えます。

**SHIFT** + [ **SYSTEM** ]

**SHIFT** + [SYSTEM] キー操作で、システム設定メニューを表示させます。

**SYSTEM settings**

**0)INTERFACE 1)BEEPER**

**>NEXT**

選択肢（1 ページ目）

システムメニューに選択肢が表示されませんが、**[-] [2] [3] [0] [0]** の順にキーを押すと、次の操作モード設定メニューが表示されます。

**Operation mode:0**

**0)Mode 0 1)Mode 1**

現在の設定

選択肢

設定するか、EXIT 操作で測定画面に戻ります。

操作モードを設定すると、各操作モードでの全初期化（INITIALIZE ALL）相当の初期化が行われます。

操作モード 0 を選択すると工場出荷時の状態に戻ります。操作モードは、操作モードを 0 に設定する以外の方法では初期化できません。

#### 4.18 操作モードを切り換える (代替コマンド)

操作モード1では、表示器の2行目右端にアンダーラインカーソルが表示されます。

操作モード0	<table border="1"><tr><td>.....</td><td><b>1.00000k</b></td></tr><tr><td>.....</td><td><b>1.00 V</b></td></tr></table>	.....	<b>1.00000k</b>	.....	<b>1.00 V</b>
.....	<b>1.00000k</b>				
.....	<b>1.00 V</b>				
操作モード1	<table border="1"><tr><td>.....</td><td><b>1.00000k</b></td></tr><tr><td>.....</td><td><b>1.00 <u>V</u></b></td></tr></table> ← アンダーライン	.....	<b>1.00000k</b>	.....	<b>1.00 <u>V</u></b>
.....	<b>1.00000k</b>				
.....	<b>1.00 <u>V</u></b>				

## 5. トラブルシューティング

5.1 エラーメッセージ .....	5-2
5.1.1 電源投入時のエラー .....	5-3
5.1.2 パネル操作時のエラー .....	5-4
5.1.3 測定中のエラー .....	5-5
5.1.4 異常時の測定値表示 .....	5-6
5.2 故障と思われるとき .....	5-8

r

## 5.1 エラーメッセージ

電源投入時の自己診断異常、パネル操作やリモート制御の誤りによって、エラーメッセージが表示されます。

ここでは、主なエラーメッセージの内容とその原因、必要な処置を示します。

リモート制御に関連するエラーメッセージは、別冊「ZM2376 取扱説明書（リモート制御）」で説明します。

修理が必要なときは、当社または当社代理店までご連絡ください。

ZM2376 の修理をご依頼になるとき、エラーメッセージが表示されていたら、エラーメッセージの内容をお知らせください。強い外来雑音による誤動作などにより、この取扱説明書に記載されていないエラーメッセージが表示されることがあります。

エラーメッセージの前に、エラー発生時の内部状態が表示されることがあります。当社にお問合せになるとき、内部状態もご連絡いただくと、問題の解決に役立つことがあります。

Warning Level:n	Code xxxxxxxx	Error Message
内部状態		通常のメッセージ

ファームウェアのアップデートを行ったときなど、ここには示されていない特別なメッセージが表示されることがあります。他に提供された説明書があるときは、その説明書も合わせてご覧ください。

## 5.1.1 電源投入時のエラー

電源投入時に自己診断を行い、異常があると起動画面に以下のエラーメッセージを表示します。

エラーメッセージ	内容と原因	対処方法
ROM ERROR	内部メモリ (ROM) の異常	電源を入れ直してください。 続けてエラーが起きる場合は、故障ですので修理が必要です。 これらの異常を検出すると、エラーメッセージを表示したまま、通常の動作に移行できなくなります。
RAM ERROR	内部メモリ (RAM) の異常	
Calibration memory lost	校正データの消失	
Hardware failed	測定回路全般の異常	
Oscillator failed	駆動信号源 (H <sub>CUR</sub> 端子) の異常	
Analyzer failed	電圧電流測定部の異常	
HF failed	高周波インピーダンスブリッジの異常	
Previous setting lost	設定または補正值の消失。 設定メモリ、補正值メモリ、レジュームメモリの内容に異常が検出されました。 ・メモリの故障 ・データ操作中の電源オフなどによる一時的な異常	消失した内容を再設定してください。 消失を検出すると、内容を初期化して、通常動作に移行します。このエラーメッセージは、どれかキーを押すことで解除できます。
Configuration memory lost	GPIB アドレスなどのシステム設定の消失。 ・メモリの故障 ・データ操作中の電源オフなどによる一時的な異常	電源を入れたとき毎回このエラーが発生する場合は、故障ですので修理が必要です。

## 5.1.2 パネル操作時のエラー

パネル操作に伴う主なエラーについて以下に示します。

エラーメッセージ	内容と原因	対処方法
Settings conflict	他の設定による制約により、指定どおり設定できなかった。	制約条件の範囲内でお使いください。または制約を生じさせた設定を変更してください。
BIAS Over	測定信号レベルが大きいため、最大出力電圧（約 7V <sub>peak</sub> ）を超えないように、DC バイアス電圧の設定が制限された。	大きな DC バイアス電圧が必要なときは、信号レベルを小さくしてください。
LEVEL Over	DC バイアス電圧を出力しているため、最大出力電圧（約 7V <sub>peak</sub> ）を超えないように、測定信号レベルの設定が制限された。	大きな測定信号レベルが必要なときは、DC バイアス電圧の設定値を小さくするか、DC バイアスの出力をオフにしてください。
Memory error	設定・補正值メモリの内容が失われた。	内容を保存し直してください。

ここに示されていないエラーメッセージや警告メッセージもありますので、各操作の説明もご確認ください。



## 5.1.3 測定中のエラー

測定中 / 補正值の測定中に表示される主なエラーメッセージを以下に示します。

エラーメッセージ	内容と原因	対処方法
Trigger ignored	<ul style="list-style-type: none"> <li>トリガ源が内部(INT)のとき、他のトリガをかけようとしたため、そのトリガ無視された。</li> </ul>	実際のトリガ信号に合わせてトリガ源を適切に設定してください。
	<ul style="list-style-type: none"> <li>トリガ待ちでないのにトリガをかけようとしたため、そのトリガ無視された。たとえば次のような原因が考えられます。</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>測定中のトリガは受け付けられません。</li> <li>*RST コマンドを実行すると、連続起動が無効になるため、その直後のトリガは受け付けられません。</li> </ol>	<p>パネルから操作するときは、<b>[SHIFT]</b> + <b>[INIT]</b>、<b>[1]</b> キー操作で初期化してください。</p> <p>リモート制御では、</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>:ABORT コマンドで一度測定を中止してください。</li> <li>:INIT:CONT ON コマンドや :INIT コマンドでトリガ待ちにしてください。</li> </ol>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>過熱状態にあるため、トリガが無視された。</li> </ul>	内部温度が十分下がるまで待ち、エラーを解除してください。
Correction meas failed	オープン、ショート、ロード補正值を測定できなかった。	通常の測定を行い、測定できない条件を確認して、問題を取り除いてください。
Timeout error	<ul style="list-style-type: none"> <li>長時間測定できない状態が続いたため、強制的に測定を終了した。</li> </ul> <p>主な原因は、大きな雑音の混入や静電気放電です。</p>	<p>大きな雑音を発生する機器やケーブルを LCR メータから遠ざけてください。</p> <p>帯電した機器や人体から、測定中の LCR メータに放電しないようご注意ください。</p>
Over Temperature (Tripped)	<ul style="list-style-type: none"> <li>過熱状態を検出した。駆動信号レベルがゼロになり、新たな測定は行えません。</li> </ul> <p>主な原因は次のとおりです。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>周囲温度が高い場所で、1Ω以下のインピーダンスを長時間測定した。</li> <li>冷却ファンの故障。</li> </ol>	<p>過熱の原因を取り除いたうえで、内部温度が十分下がるまで待ち、エラーを解除してください。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>周囲温度を下げる、トリガ同期駆動で間欠的に測定するなどにより内部温度を抑えてください。</li> <li>当社または当社代理店に修理をお申し付けください。</li> </ol>
Over Temperature (Removed)	<ul style="list-style-type: none"> <li>過熱状態が検出されたが、すでに動作可能な温度に下がっている。</li> </ul>	<b>[ENTR]</b>   <b>[EXIT]</b> キーを押してこのメッセージを解除すれば、通常動作に復帰します。

状況に応じて、この他のエラーメッセージが表示されることがあります。

各種操作に伴って表示される警告メッセージについては、各操作の説明もご覧ください。

## 5.1.4 異常時の測定値表示

インピーダンスの測定で異常があると、測定値である主パラメタ、副パラメタ、電圧モニタ、電流モニタ、測定画面 2 行目のインピーダンス は、以下のように表示されます。

測定値の表示	内容と原因	対処方法
NC (No Contact)	<p>1) コンタクトチェックでコンタクト不良を検出した。</p> <p>2) 低容量チェックでコンタクト不良を検出した。</p> <p>コンタクトチェックが有効なときは、次の原因で NC になることがあります。</p> <p>3) 駆動信号源 (HCUR) が破損して、測定信号が異常に小さくなっている。</p> <p>4) 電圧、電流検出部が故障している。</p>	<p>1)、2) 接続ケーブルやコンタクトの状態を確認して、安定した接続を確保してください。誤検出を避けるため、コンタクトチェックは規定された範囲内でお使いください。</p> <p>1)の場合、リモート制御で読み出される測定値はエラー値 <math>9.9E+37</math> になります。</p> <p>3)、4) 一度コンタクトチェックと低容量チェックを無効にして、電圧 / 電流モニタ機能で信号レベルを確認してください。他のテストフィクスチャを用いて、正常な接触を確保したとき、NC にならないこと確認してください。故障のときは修理が必要です。</p>
ERR (ERRor)	<p>測定異常：測定可能範囲外の電圧または電流を検出したなど、何らかのエラーのため、正しい測定値が得られない。</p> <p>主な原因は次のとおりです。</p> <p>1) 測定レンジが不適切。</p> <p>2) 雑音の混入。</p> <p>3) コンタクト不良</p>	<p>1) 適切な測定レンジに切り換えてください。</p> <p>2) 静電シールドなどで、周辺からの雑音の混入を防いでください。</p> <p>3) コンタクトを清掃してください。</p> <p>リモート制御で読み出される測定値はエラー値 <math>9.9E+37</math> になります。</p>
ALC Err (ALC Error)	<p>ALC 異常：ALC が有効に設定されているが、電圧モニタまたは電流モニタの値を規定範囲内に調整できなかった。</p> <p>主な原因は次のとおりです。</p> <p>1) 調整可能範囲を超えている。</p> <p>2) 試料の電圧・電流特性が強い非線形特性を持っているため、組み込まれたアルゴリズムで調整できない。</p> <p>3) 試料のパラメタ値が変動するため、調整を繰り返しても指定された値にならない。</p>	<p>1) 対処方法はありません。測定信号レベル <math>10mV_{rms} \sim 5V_{rms}</math> の範囲内でお使いください。</p> <p>2) モニタ値が所定の値になるように、測定信号レベルを手動で調整してください。</p> <p>3) 測定できたときの測定値を採用してください。</p> <p>リモート制御で読み出される測定値はエラー値 <math>9.9E+37</math> になります。</p> <p>電圧モニタ、電流モニタの値は規定範囲外でも表示されます。</p>

つづく

CORR Err (CORRection Error)	補正異常：オープン補正值とショート補正值が近すぎるか逆転しているため、オープン補正、ショート補正、ロード補正のどれも実行できなかった。	オープン補正值がショート補正值の2倍以上になる範囲で、補正值の測定または設定を行ってください。 リモート制御で読み出される測定値はエラー値 9.9E+37 になります。
OVF (OVerFlow)	表示範囲外：測定値が表示範囲を超えた。	適切な測定レンジに切り換えてください。 パラメタの種類を変えることで表示できることもあります。 リモート制御では、表示とは関係なく、リモート制御の規定の範囲内で測定値が出力されます。

## 5.2 故障と思われるとき

故障と思われるときは、一度以下の一覧表に対処方法が記載されていないかご確認ください。問題が解決しないか、対処方法を試みても回復しないときは、当社または当社代理店にご連絡ください。

表 5-1 おかしいと思ったら 1/4

内容	考えられる原因	対処方法
電源が入らない	電源コードが正しく装着されていない。 定格範囲外の電源を使用している。	電源コードをしっかりと挿入し直してください。 電源コンセントの電圧をテスタなどで確認してください。
パネル操作ができない	キーがロックされている。	KEY LOCK ランプが点灯していたら、 [SHIFT] + [KEY LOCK] キー操作でロックを解除してください。
	ハンドラインタフェースの /KEY_LOCK 信号がアクティブ (Low) になっている。	/KEY_LOCK 信号をインアクティブ (High) にしてください。他に解除する方法はありません。
	リモート状態になっている。	REMOTE ランプが点灯していたら、 [LOCAL] キーを押してローカル状態に戻してください。 USB または GPIB でローカルロックアウトにしていると、パネル操作でローカルに戻せません。コントローラからローカルに戻す操作をするか、USB ケーブルまたは GPIB ケーブルを外す必要があります。
	キーが劣化している。	当社または当社代理店に修理をお申し付けください。
トリガがかからない	*RST コマンドにより、:INIT:CONT OFF の設定になったまま。 この場合、トリガ源が INT (内部) でもトリガはかかりません。	次の操作を試みてください。 ・:INIT:CONT ON または:INIT コマンドでトリガシステムを起動する。 ・[SHIFT] + [INIT]、[1] キー操作で初期化する。 ・電源を入れ直す。
	トリガ源の設定が合っていない。	トリガ源の設定を確認してください。たとえばリモート制御 (USB, RS-232, GPIB, LAN) でトリガをかけるには BUS に設定します。このとき、手動トリガは効きません。
取扱説明書のとおりにならない / リモート制御の命令が思うように働かない	設定が初期化されていない。	多くの説明は設定初期化後を前提としています。[SHIFT] + [INIT]、[1] キー操作で初期化してからお試しください。
	操作モードが合っていない。	「4.18 操作モードを切り換える」を参照して、操作モードを正しく設定してください。標準の操作モード以外では、表示器右下にアンダーラインカーソルが表示されています。

表 5-1 おかしいと思ったら 2/4

内 容	考えられる原因	対処方法
測定値のバラツキが大きい	測定速度が速すぎる。	許容できる範囲で、測定速度を遅くしてください。平均化機能を併用すれば、細かな時間単位で設定できます。
	信号レベルが小さすぎる。	信号レベルを大きくしてください。
	信号が安定する前に測定している。	トリガ遅延時間を長くしてください。コンタクトが安定し、信号が安定してから測定してください。
	電流ケーブルと電圧ケーブルが相互干渉している（ケーブルが動くとき測定値がばらつく）	電流ケーブル同士、電圧ケーブル同士を擦ってください。相互干渉を軽減できます。
	雑音が混入している。	<p>&lt; 静電誘導 &gt; 高インピーダンスを測定するときは、L 側の信号線を十分に静電シールドしてください。信号線が露出していると、周辺の電位変動の影響を受けます。また、筐体や周辺の導体は接地してください。</p> <p>&lt; 電磁誘導 &gt; 接続ケーブルは大きなループを作らないように引き回してください。</p> <p>&lt; 共通インピーダンス結合 &gt; 接続ケーブルの外部導体を接地しないでください。接地すると、雑音電流や隣接する LCR メータの信号が流れ込み、測定に影響することがあります。</p>
	複数の LCR メータ間で信号が干渉している。	トリガ同期駆動を有効にして、各メータの測定信号が時間的に重ならないようにトリガタイミングを調整してください。
	2 端子接続になっている。	4 端子接続にしてください。低インピーダンスを 2 端子接続で測定すると、接触抵抗の影響を強く受けます。H <sub>CUR</sub> - H <sub>POT</sub> 間や L <sub>CUR</sub> - L <sub>POT</sub> 間を配線の途中で接続しないでください。
	試料とのコンタクトが不安定になっている。	<p>コンタクトを清掃してください。</p> <p>コンタクトチェックを有効に設定して、異常がないことを確認してください。</p> <p>接触抵抗は、H<sub>CUR</sub> - H<sub>POT</sub> 間の抵抗値、L<sub>CUR</sub> - L<sub>POT</sub> 間の抵抗値で確認できます。接触点を既知の直列抵抗に置き換えることで、接触抵抗の影響を確認できます。</p>
測定信号源が破損しているか、接続ケーブルの不良で測定信号が小さくなっている。	<p>電圧モニタ、電流モニタで信号の大きさを確認してください。</p> <p>測定端子に放電すると、測定信号源や電圧検出部、電流検出部が破損することがあります。ケーブルの断線や、芯線と外部導体との短絡がないかご確認ください。</p>	

表 5-1 おかしいと思ったら 3/4

内 容	考えられる原因	対処方法
測定値が予測と大幅に異なる、測定できない、または補正値の測定ができない	異常な補正値が設定されている。	オープン、ショート、ロードの各補正を OFF にしてみてください。補正する周波数範囲を確認してください。補正値の測定または設定をやり直してください。
	測定条件が合っていない。	周波数や信号レベルを規定された値に設定してください。試料によっては、測定条件で測定値が大きく変化します。
	不適切な測定レンジに固定されている。	適切な測定レンジに切り換えるか、測定レンジの自動選択を有効にしてください。
	接続ケーブルのシールド同士が接続されていない。	4本の接続ケーブルは、その外部導体（シールド）を一緒に接続してください。さもないと、測定電流の帰還路が絶たれるため正しく測定できません。
	試料との接続ケーブルまたは接点に障害がある。	ケーブルの導通、ケーブルの芯線と外部導体の短絡、接続点の汚れを確認してください。 LCUR 端子にコンタクト不良があると、ブリッジが平衡せず ERR 表示になることがあります。
	試料の L 側が接地されている。または低インピーダンスを介して接地に接続されている。	試料の端子は接地と接続しないでください。マルチメータで確認できます。ZM2376 は、接地されている試料を測定できません。補正値の測定でも同様です。
	内部のインピーダンスブリッジが不安定になっている（試料の L 側端子と接地間の容量が大きすぎる）。	接続ケーブル 4本の容量を含めて、試料の L 側端子と接地間の容量を小さく抑えてください。大型の試料や構造が複雑な試料では、対地容量（対シールド容量）が非常に大きいことがあるので、確認してください。
	雑音が混入している。露出した信号線（特に L 側）と電位変動の激しい部分が近い。	オープン補正など高インピーダンスを測定するときは、信号線を静電シールドするか、雑音源を遠ざけてください。筐体や周辺の導体は接地してください。信号レベルが小さいときや、周波数が高いときは妨害を受けやすいです。

表 5-1 おかしいと思ったら 4/4

内 容	考えられる原因	対処方法
測定が遅い	表示の更新が遅い。または、同じ測定値が繰り返し得られているため、測定値が変化しない。	対処方法はありません。 測定速度が速いときは、読み取りやすいように、測定値は間引いて表示されます。 測定自体は規定の速度で行われます。
	平均化をしている。	平均化回数を確認して、平均化の必要がなければ1に設定してください。
	長い遅延時間を設定している。	トリガ遅延時間を確認して、必要最小限の値に設定してください。トリガ源が内部のときは、初期値(8ms)またはゼロに設定してください。
	測定レンジの自動選択機能でレンジが切り換わっている。 雑音や接触不良で測定レンジが定まらない。	ほぼ同じ値の試料を多量に測定するときは、測定レンジを固定(HOLD)に設定してください。 自動選択中の整定待ち時間は、状況に応じて調整することができます。

## 6. 保 守

6.1 はじめに .....	6-2
6.2 日常の手入れ .....	6-3
6.3 保管・再梱包・輸送.....	6-3
6.4 バージョン番号の確認方法 .....	6-3
6.5 アイソレーションの確認.....	6-4
6.6 性能試験 .....	6-4
6.6.1 測定周波数確度 .....	6-5
6.6.2 測定信号レベル確度 .....	6-5
6.6.3 電圧モニタ確度 .....	6-6
6.6.4 DC バイアス電圧確度.....	6-7
6.6.5 交流インピーダンス測定確度 .....	6-8
6.6.6 直流抵抗測定確度 .....	6-13
6.7 校正 .....	6-14



## 6.1 はじめに

機器を最良の状態でご使用いただくためには、下記のような保守が必要です。

- ・動作点検 機器が正しく動作しているかどうかをチェックします。
- ・性能試験 機器が定格を満足しているかどうかを、チェックします。
- ・調整、校正 定格を満足していない場合は、当社で調整または校正を行い、性能を回復させます。
- ・故障修理 それでも改善されないときは、当社で故障の原因や故障個所を調べ、修理します。

この取扱説明書には、容易に行うことができる性能試験の方法を記載しています。

より高度な点検、調整、校正や故障修理については、当社または当社代理店までお問い合わせください。

性能試験には、下記の測定器、標準器が必要です。

- ・周波数カウンタ 確度  $\pm 10 \times 10^{-6}$  以内  
レシプロカル方式で、雑音除去フィルタを装備したもの
- ・交流電圧計 実効値表示  
確度  $\pm 0.5\%$  以内 (1kHz)  
入力抵抗 およそ  $1\text{M}\Omega$  以上
- ・直流電圧計 確度  $\pm (0.5\% + 0.3\text{mV})$  (10V レンジ)  
入力抵抗 およそ  $10\text{M}\Omega$  以上
- ・マルチメータ 試験電流およそ  $1\text{mA}$  で電圧を測るダイオードテストができるもの
- ・標準コンデンサ  $1\text{pF}$ 、 $10\text{pF}$ 、 $100\text{pF}$ 、 $1\text{nF}$ 、 $10\text{nF}$ 、 $100\text{nF}$ 、 $1\mu\text{F}$
- ・標準抵抗器  $10\text{m}\Omega$ 、 $100\text{m}\Omega$ 、 $1\Omega$ 、 $10\Omega$ 、 $100\Omega$ 、 $1\text{k}\Omega$ 、 $10\text{k}\Omega$ 、 $100\text{k}\Omega$ 、 $1\text{M}\Omega$ 、 $10\text{M}\Omega$   
標準コンデンサと標準抵抗器は、実際に試験を行う条件において校正されたものが必要です。
- ・その他 オープン標準器、ショート標準器

## 6.2 日常の手入れ

パネルやケースの表面が汚れたときは、柔らかい布で拭いてください。汚れがひどい時は、中性洗剤に浸し堅くしぼった布で拭いてください。シンナーやベンジンなどの有機溶剤や化学雑巾等で拭くと、変質や曇りを生じたり、塗装がはがれたりすることがありますので避けてください。

## 6.3 保管・再梱包・輸送

ZM2376 は、設置条件を満たす場所に保管してください。

設置条件 ☞ 「2.2.2 設置条件」

輸送などのために再梱包するときは、十分な強度と余裕のある大きさの箱に、重さに耐えられる詰め物をして、機器が十分保護されるようにしてください。

輸送時は、強い衝撃が加わることがないように注意してお取扱ってください。

## 6.4 バージョン番号の確認方法

ZM2376 のファームウェアのバージョンは、電源投入時に表示されます。

☞ 「3.2.2 電源投入時の表示」

使用中は、システム設定メニューで確認できます。

☞ 「4.16 バージョンを確認する」

\*IDN?クエリ（問合せ）によってバージョンを読み出すこともできます。

☞ ZM2376 取扱説明書（リモート制御）「5.3.1 共通コマンド」

当社では、予告なく改善された新しいバージョンをご提供することがありますので、当社ホームページでご確認の上、必要に応じてアップデートを行ってください。

☞ <http://www.nfcorp.co.jp/>

電源を投入したときは、表示されるテストパターン（全ドット表示パターン）やランプの全点灯もご確認ください。

## 6.5 アイソレーションの確認

ZM2376 の電源コードやケーブル類をすべて外して、他と切り離します。

マルチメータの測定レンジを規定の試験電流で測定できるレンジに固定します。

マルチメータをダイオードテストモード（試験電流 1mA）に設定して、ZM2376 正面パネルの各 BNC コネクタの外部導体と左下の接地端子（筐体）間を測定します。

電圧が次の範囲にあることを確認してください。この範囲を外れているときは、破損している可能性があります。

- ・ HCUR 対 筐体 0.4～0.8V（約 0.6V、室温における参考値）
- ・ HPOT 対 筐体 0.3～0.7V（約 0.5V、室温における参考値）
- ・ LPOT 対 筐体 0.3～0.7V（約 0.5V、室温における参考値）
- ・ LCUR 対 筐体 0 ～ 0.1V（約 0mV）

## 6.6 性能試験

性能試験は、ZM2376 の性能劣化を未然に防止するため、予防保守の一環として行います。また、受入検査、定期検査、修理後の性能確認などが必要なときに実施してください。

性能試験の結果、仕様を満足しないときは、校正または修理が必要です。当社または当社代理店にご連絡ください。

性能試験は、次の状態で行ってください。

- ・ 電源電圧 100～230V ±10%（250V 以下）
- ・ 周囲温度 23 ± 5℃
- ・ 周囲湿度 20～70%RH、結露がないこと
- ・ ウォームアップ 30 分以上
- ・ 操作モード 0:「4.18 操作モードを切り換える（代替コマンド）」を参照して、最初に設定してください。リモート制御を用いないときは、操作モードを設定する必要はありません。

性能試験時は、以下の点にご注意ください。

- ・ 各試験項目の設定内容は、設定を初期化したのち、さらに変更する項目を記載してあります。

設定の初期化 ☞ 「3.5.4 初期化」 SHIFT + [INIT]、1 キー操作

## 6.6.1 測定周波数確度

- 接 続 H<sub>CUR</sub> 端子と周波数カウンタ入力を同軸ケーブルで接続します。
- 設 定 初期化操作（**[SHIFT]** + **[INIT]**、**[1]** キー操作）後、  
測定周波数 1kHz（初期値）、測定信号レベル 1V<sub>rms</sub>（初期値）を設定します。
- 測 定 周波数カウンタで周波数を測定します。
- 判 定 カウンタの読みが、以下の範囲内なら正常です。  
設定値 $\pm 100$ ppm（0.999900kHz $\sim$ 1.000100kHz）
- 備 考 1kHz の測定には、レシプロカル方式で、雑音除去フィルタを装備したカウンタが適しています。適切なカウンタを用いないと、誤トリガや分解能不足で正しく測定できません。このようなときは、測定周波数を 1MHz に設定し、ゲート時間 1s で測定します。

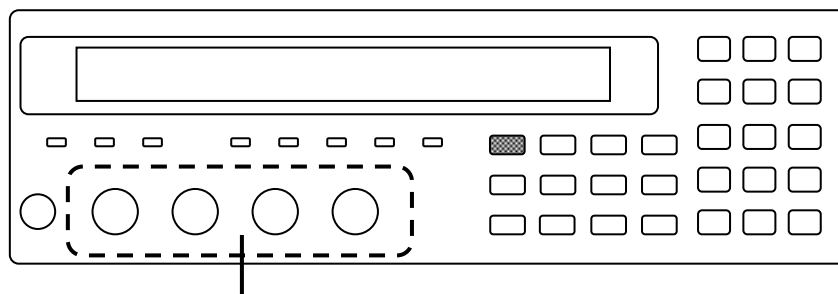
## 6.6.2 測定信号レベル確度

- 接 続 H<sub>CUR</sub> 端子と交流電圧計の入力端子を同軸ケーブルで接続します。ケーブル長はおよそ 1m 以下にします。
- 設 定 設定初期化の後、測定周波数と測定信号レベルを下記の表に合わせて設定します。
- 測 定 交流電圧計で出力電圧を測ります。
- 判 定 交流電圧計の読みが、表の仕様範囲内なら正常です。

測定信号レベル	測定周波数 1kHz（初期値）
	交流電圧計の読み 仕様 $\pm(8\% + 5\text{mV}_{\text{rms}})$
0.1V <sub>rms</sub>	87m $\sim$ 113mV <sub>rms</sub>
1V <sub>rms</sub>	0.915 $\sim$ 1.085 V <sub>rms</sub>
5V <sub>rms</sub>	4.595 $\sim$ 5.405V <sub>rms</sub>

## 6.6.3 電圧モニタ確度

接続 H<sub>CUR</sub> 端子、H<sub>POT</sub> 端子 一括 → 交流電圧計入力（－端子）  
 L<sub>CUR</sub> 端子、L<sub>POT</sub> 端子 一括 → 交流電圧計入力（＋端子）  
 接続には、ケルビンクリップテストリード（2325AL など）を用います。



ケルビンクリップ H 端子 → +端子 交流電圧計  
 テストリードなど L 端子 → -端子

交流電源で動作するマルチメータを用いると、大きな対地容量が L 側端子に接続されるため、LCR メータが不安定になり、正常に測定できないことがあります。このため、+/- を逆に接続することをお勧めします。

設定 設定を初期化してから、測定周波数と測定信号レベルを下記の表に合わせて設定。  
**AUX DISP** キーを押して補助表示選択メニューを表示させ、電流 / 電圧モニタ値 (I-V) を選択します。

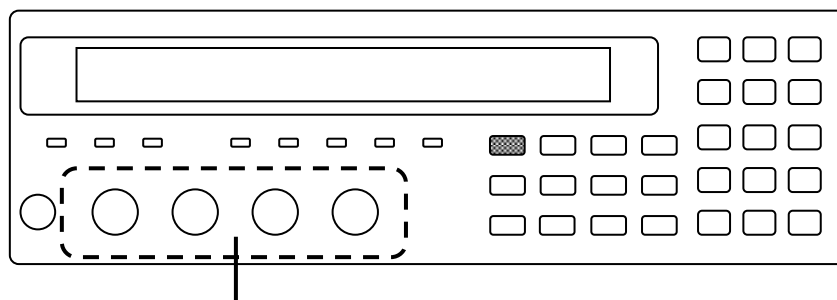
測定 交流電圧計で、各条件での出力電圧を測ります。

判定 電圧モニタの値が、電圧計の指示値に対して表の仕様範囲内なら正常です。

		測定周波数 1kHz (初期値)	
測定信号レベル		交流電圧計の読み 仕様：±(2% + 2mVrms)	
0.1Vrms	モニタ	mVrms	仕様 ± 4.0mVrms
	電圧計	mVrms	差： mVrms
1Vrms	モニタ	Vrms	仕様 ± 0.022Vrms
	電圧計	Vrms	差： Vrms
5Vrms	モニタ	Vrms	仕様 ± 0.102Vrms
	電圧計	Vrms	差： Vrms

## 6.6.4 DC バイアス電圧確度

- 接続 HCUR 端子、HPOT 端子 一括 → 交流電圧計入力（－端子）  
 LCUR 端子、LPOT 端子 一括 → 交流電圧計入力（＋端子）  
 接続には、ケルビンクリップテストリード（2325AL など）を 사용합니다。  
 同軸ケーブルを使うときは、4本のシールドを一緒に接続してください。



ケルビンクリップ H 端子 → +端子 直流電圧計  
 テストリードなど L 端子 → -端子

- 設定 設定を初期化してから、測定周波数 1kHz（初期値）、測定信号レベル 0.1Vrms に設定します。  
**BIAS** キーを押して DC バイアス設定メニューを表示させ、DC バイアスをオンにします。DC バイアス電圧を以下の表に合わせて順次設定します。  
 測定 10V レンジに固定した直流電圧計で、DC バイアス電圧を測ります。  
 交流電圧が重畳されているため、電圧計を自動レンジに設定すると、正しく測定できないことがあります。  
 判定 直流電圧計の読みが、表の仕様範囲内なら正常です。

		直流電圧計の読み 仕様：±(2% + 5mV)
DC バイアス電圧	0.000V	-0.0050 V ~ +0.0050 V
	1.000V	-1.0250 V ~ -0.9750 V
	2.500V	-2.555 V ~ -2.445 V
	5.000V	-5.105V ~ -4.895V

注意：接続の関係で極性が反転しています。

### 6.6.5 交流インピーダンス測定確度

ここでは、容易にできるチェック方法を述べます。正確な試験については、当社に試験をご依頼ください。

**標準器** 正確な試験を行うには、**ZM2376** の確度に対して、概ね 1/3 以下の校正確度を持つ 4 端子対構造の標準器が必要です。ここでは、入手しやすい標準器を用いた例を示します。

各周波数でインピーダンスの校正值が与えられていない抵抗器でも、周波数がたとえば 120Hz などと低いときは、そのインピーダンスが直流抵抗に等しいとみなして簡易試験を行うことができます。周波数特性が良い 10Ω から 100kΩ の範囲なら、以下の手順で 100kHz 以下におけるインピーダンスを求め、簡易試験を行うことができます。

- ・ 直流抵抗の校正值  $R_{dc}$
- ・ 1MHz における等価直列インダクタンス  $L_s$  [H] または 等価並列容量  $C_p$  [F]

から、複素インピーダンス  $\dot{Z}$  を求めます。

$$\dot{Z} = R_{dc} + j \omega L_s \text{ または } \dot{Z} = R_{dc} - j 1/(\omega C_p)$$

$$|\dot{Z}| = \sqrt{(R_{dc}^2 + (\omega L_s)^2)} \text{ または } |\dot{Z}| = \sqrt{(R_{dc}^2 + 1/(\omega C_p)^2)}$$

$$\theta = \tan^{-1}(\omega L_s / R_{dc}) \text{ または } \theta = -\tan^{-1}(\omega C_p R_{dc})$$

ここで 角周波数  $\omega = 2\pi f$ 、 $f$  は周波数[Hz]

校正した一般の抵抗器を標準器として、テストフィクスチャを介して接続するときは、テストフィクスチャによる追加誤差や、校正時との周辺環境の違いによる追加誤差が発生するため、およその動作確認に留めてください。

**接続** 標準器を **ZM2376** の測定端子に接続します。

**設定** 設定を初期化してから、以下のように設定します。

測定周波数 = 120Hz、1kHz、10kHz、100kHz、1MHz、5MHz

測定信号レベル = 1V (初期値)

測定速度 = SLOW、平均化回数 = 1 (初期値)

ケーブル長補正 = 0m (初期値)

測定レンジ = 規定のレンジに固定

自動選択では規定の測定レンジにならないことがあるので、必ず規定の測定レンジに固定してください。

**測定** まず、オープン補正とショート補正を行います。

その後、以下の表に合わせて標準器を測定します。

**判定** 測定値が次の範囲内なら、概ね正常です。

標準器の校正值  $\pm$  (標準器の校正確度 + **ZM2376** の確度仕様)

6.6 性能試験

以下の表における仕様の値は、標準器の校正値が公称値に等しいとして計算し、有効数字 2 桁に丸めてあります。

測定周波数 120Hz、測定信号レベル 1Vrms、ケーブル長 0m

測定レンジ	標準器 (公称値)	標準器の校正値 A		測定値 B		差	仕様
						$100 \times (B-A)/A$	
						B-A	
1MΩ	1000pF	C	F	C	F	C %	C ± 0.35 %
		D		D		D	D ± 0.0035
100kΩ	0.01μF	C	F	C	F	C %	C ± 0.11 %
		D		D		D	D ± 0.0011
10kΩ	0.1μF	C	F	C	F	C %	C ± 0.10 %
		D		D		D	D ± 0.0010
1kΩ	1μF	C	F	C	F	C %	C ± 0.10 %
		D		D		D	D ± 0.0010
100Ω	100Ω	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 0.14 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.080 °
10Ω	10Ω	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 0.18 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.10 °
1Ω	1Ω	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 0.27 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.16 °
100mΩ	100mΩ	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 0.80 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.46 °

測定周波数 1kHz、測定信号レベル 1Vrms、ケーブル長 0m

測定レンジ	標準器 (公称値)	標準器の校正値 A		測定値 B		差	仕様
						$100 \times (B-A)/A$	
						B-A	
1MΩ	100pF	C	F	C	F	C %	C ± 0.44 %
		D		D		D	D ± 0.0044
100kΩ	1000pF	C	F	C	F	C %	C ± 0.12 %
		D		D		D	D ± 0.0012
10kΩ	0.01μF	C	F	C	F	C %	C ± 0.11 %
		D		D		D	D ± 0.0011
1kΩ	0.1μF	C	F	C	F	C %	C ± 0.098 %
		D		D		D	D ± 0.0010
100Ω	1μF	C	F	C	F	C %	C ± 0.098 %
		D		D		D	D ± 0.0010
10Ω	10Ω	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 0.16 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.093 °
1Ω	1Ω	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 0.25 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.14 °



6.6 性能試験

測定周波数 10kHz、測定信号レベル 1Vrms、ケーブル長 0m

測定レンジ	標準器 (公称値)	標準器の校正値 A		測定値 B		差 100×(B-A)/A	仕様
						B-A	
1MΩ	10pF	C	F	C	F	C %	C ± 0.86 %
		D		D		D	D ± 0.0086
100kΩ	100pF	C	F	C	F	C %	C ± 0.16 %
		D		D		D	D ± 0.0016
10kΩ	1000pF	C	F	C	F	C %	C ± 0.11 %
		D		D		D	D ± 0.0011
1kΩ	0.01μF	C	F	C	F	C %	C ± 0.098 %
		D		D		D	D ± 0.0010
100Ω	0.1μF	C	F	C	F	C %	C ± 0.11 %
		D		D		D	D ± 0.0011
10Ω	10Ω	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 0.20 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.12 °

測定周波数 100kHz、測定信号レベル 1Vrms、ケーブル長 0m

測定レンジ	標準器 (公称値)	標準器の校正値 A		測定値 B		差 100×(B-A)/A	仕様
						B-A	
100kΩ	100kΩ	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 0.33 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.19 °
10kΩ	10kΩ	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 0.15 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.083 °
1kΩ	1kΩ	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 0.14 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.081 °
100kΩ	10pF	C	F	C	F	C %	C ± 0.41 %
		D		D		D	D ± 0.0041
10kΩ	100pF	C	F	C	F	C %	C ± 0.17 %
		D		D		D	D ± 0.0017
1kΩ	1000pF	C	F	C	F	C %	C ± 0.16 %
		D		D		D	D ± 0.0016
100Ω	0.01μF	C	F	C	F	C %	C ± 0.11 %
		D		D		D	D ± 0.0011
10Ω	10Ω	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 0.23 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.13 °

1kΩ、10kΩ、100kΩレンジは、標準抵抗または標準コンデンサのどちらかで試験を実施してください。

6.6 性能試験

測定周波数 1MHz、測定信号レベル 1Vrms、ケーブル長 0m

測定レンジ	標準器 (公称値)	標準器の校正値 A		測定値 B		差 100×(B-A)/A	仕様
						B-A	
1kΩ	100pF	C	F	C	F	C %	C ± 0.41 %
		D		D		D	D ± 0.0041
100Ω	1000pF	C	F	C	F	C %	C ± 0.22 %
		D		D		D	D ± 0.0022
100kΩ	100kΩ	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 2.9 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 1.7 °
10kΩ	10kΩ	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 1.0 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.57 °
1kΩ	1kΩ	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 0.37 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.21 °
100Ω	100Ω	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 0.20 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.11 °
10Ω	10Ω	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 0.37 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.21 °

100Ω、1kΩレンジは、標準抵抗または標準コンデンサのどちらかで試験を実施してください。

測定周波数 5 MHz、測定信号レベル 1Vrms、ケーブル長 0m

測定レンジ	標準器 (公称値)	標準器の校正値 A		測定値 B		差 100×(B-A)/A	仕様
						B-A	
1kΩ	1kΩ	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 1.8 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 1.0 °
100Ω	100Ω	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 1.6 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 0.91 °
10Ω	10Ω	Z	Ω	Z	Ω	Z %	Z ± 2.3 %
		θ	°	θ	°	θ °	θ ± 1.3 °

6.6 性能試験

測定信号レベル 0.1Vrms、測定周波数 1kHz、ケーブル長 0m

測定レンジ	標準器 (公称値)	標準器の校正値 A		測定値 B		差	仕様	
						$100 \times (B-A)/A$		
						B-A		
100kΩ	1000pF	C	F	C	F	C	%	C ± 0.43 %
		D		D		D		D ± 0.0043

測定信号レベル 0.1Vrms、測定周波数 1MHz、ケーブル長 0m

測定レンジ	標準器 (公称値)	標準器の校正値 A		測定値 B		差	仕様	
						$100 \times (B-A)/A$		
						B-A		
1kΩ	100pF	C	F	C	F	C	%	C ± 1.7 %
		D		D		D		D ± 0.017

測定信号レベル 5Vrms、測定周波数 1kHz、ケーブル長 0m

測定レンジ	標準器 (公称値)	標準器の校正値 A		測定値 B		差	仕様	
						$100 \times (B-A)/A$		
						B-A		
100kΩ	1000pF	C	F	C	F	C	%	C ± 0.22 %
		D		D		D		D ± 0.0022

測定信号レベル 5Vrms、測定周波数 1MHz、ケーブル長 0m

測定レンジ	標準器 (公称値)	標準器の校正値 A		測定値 B		差	仕様	
						$100 \times (B-A)/A$		
						B-A		
1kΩ	100pF	C	F	C	F	C	%	C ± 1.9 %
		D		D		D		D ± 0.019

## 6.6.6 直流抵抗測定確度

- 標準器 正確な試験を行うには、ZM2376 の確度に対して、概ね 1/3 以下の校正確度を持つ 4 端子対構造の標準器が必要です。低抵抗の測定では、接触抵抗の影響を避けるために 4 端子接続が必要です。
- 接続 標準抵抗を ZM2376 の測定端子に接続します。
- 設定 設定を初期化してから、以下の設定をします。  
主パラメタ = Z  
副パラメタ = Rdc  
測定速度 = SLOW、平均化回数 = 1 (初期値)  
直流抵抗の測定レンジ = 自動選択 (初期値。手動では固定できません)
- 測定 まず、オープン補正とショート補正を行います。  
その後、以下の表に合わせて標準抵抗を測定します。  
標準器は LCR メータの測定端子に直結します (ケーブル長 = 0m)。
- 判定 測定値が次の範囲内なら、概ね正常です。  
標準器の校正値  $\pm$  (標準器の校正確度 + ZM2376 の確度仕様)

直流抵抗の測定レンジ	標準抵抗 (公称値)	標準抵抗の校正値 A	測定値 B	差 $100 \times (B - A) / A$	仕様 (測定レンジによる)
1M $\Omega$	10M $\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	%	$\pm 2.2\%$
1M $\Omega$ 100k $\Omega$	1M $\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	%	$\pm 0.40\%$ $\pm 0.41\%$
100k $\Omega$ 10k $\Omega$	100k $\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	%	$\pm 0.095\%$ $\pm 0.37\%$
10k $\Omega$ 1k $\Omega$	10k $\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	%	$\pm 0.091\%$ $\pm 0.36\%$
1k $\Omega$ 100 $\Omega$	1k $\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	%	$\pm 0.090\%$ $\pm 0.40\%$
100 $\Omega$	100 $\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	%	$\pm 0.13\%$
100 $\Omega$ 10 $\Omega$	10 $\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	%	$\pm 0.44\%$ $\pm 0.17\%$
10 $\Omega$ 1 $\Omega$	1 $\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	%	$\pm 0.50\%$ $\pm 0.27\%$
1 $\Omega$ 100m $\Omega$	100m $\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	%	$\pm 0.90\%$ $\pm 0.90\%$
100m $\Omega$	10m $\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	%	$\pm 6.3\%$

- 補足 リモート制御で直流抵抗の測定レンジを固定できるときは、測定確度が良い測定レンジに固定してください。手動では固定できないため、**[SHIFT] + [RANGE]** キー操作で測定レンジ設定メニューを表示させて、直流抵抗の測定レンジを確認し、その測定レンジにおける測定確度をチェックします。

## 6.7 校正

性能試験で仕様を満足しなかった場合は、当社で調整または校正を行い、性能を回復させます。必要なときは、当社または当社代理店にご連絡ください。

保証期間外の調整・校正は有償にて承ります。

## 7. 仕様

7.1 仕様 .....	7-2
7.2 外形寸法図 .....	7-16

参考値 : この表記がある値は、製品を使用するにあたり参考となる補足データを示し、性能を保証するものではありません。

## 7.1 仕様

### ■ 測定パラメタ

- ・主パラメタ  $|Z|$ 、 $|Y|$ 、L、C、R、G  
L、C、R の等価回路は、並列 / 直列 / 自動選択 を指定可能
- ・副パラメタ Q、D、 $\theta$ 、X、B、Rs、Rp、G、Lp、Rdc (直流抵抗)
- ・自動パラメタ選択 主パラメタ (等価回路を含む)、副パラメタを自動選択可能

### ■ 測定値表示範囲

- ・ $|Z|$  0.000m $\Omega$  ~ 999.999M $\Omega$
  - ・R (Rs,Rp,Rdc)、X 0  $\Omega$ 、 $\pm(0.001\text{m}\Omega \sim 999.999\text{M}\Omega)$
  - ・ $|Y|$  0.00nS ~ 9.99999kS
  - ・G、B 0 S、 $\pm(0.01\text{nS} \sim 9.99999\text{kS})$
  - ・C (Cp,Cs) 0 F、 $\pm(0.00001\text{pF} \sim 99.9999\text{kF})$
  - ・L (Ls,Lp) 0 H、 $\pm(0.00001\text{nH} \sim 9.99999\text{GH})$
  - ・Q、D 0、 $\pm(0.00001 \sim 99999.9)$
  - ・ $\theta$   $\pm 180.000^\circ$
- 各パラメタの実際の測定・表示範囲は、測定レンジや周波数で制限されます。

### ■ 測定条件

- ・測定周波数 1MHz ~ 5.5MHz、分解能 6桁 (<100Hzは1mHz)、  
確度  $\pm 0.01\%$
- ・測定信号レベル 設定範囲 10mV ~ 5V、分解能 3桁 (<100mVは1mV)  
レベル確度  $\pm(8\% + 5mV) \leq 1MHz$  (<1Hzは参考値)  
 $\pm(10\% + 5mV) > 1MHz$   
ただし、出力開放時の実効値。
- ・ALC 定電圧駆動 / 定電流駆動 / 無効  
電圧設定範囲 10mV~5.00V、分解能 3桁(<100mVは1mV)  
電流設定範囲 1 $\mu$ A~200mA、分解能 3桁(<10 $\mu$ Aは0.1 $\mu$ A)  
製品のばらつきや試料のインピーダンスに依存して、一定に制御できる範囲は、上記より狭くなります。  
電流の範囲は、測定レンジなどに依存して制限されます。
- ・出力インピーダンス 6 $\Omega$  / 25 $\Omega$  / 100 $\Omega$  (参考値)。  
最小出力インピーダンスは上記の3つの値から選択できます。  
ただし、測定レンジ、信号レベル、周波数により制限を受けます。
- ・内部 DC バイアス 設定範囲 0V ~ +5V、分解能 1mV、  
確度  $\pm(2\% + 5mV)$  [測定信号レベル $\leq 2V$ ]  
 $\pm(2\% + 10mV)$  [測定信号レベル $> 2V$ ]  
ただし、信号周波数 $\leq 1MHz$ 、周囲温度 23 $^{\circ}C \pm 10^{\circ}C$ 、  
出力開放時。  
オン / オフ可能。
- ・トリガ源 INT 内部 (自動連続トリガ)  
MAN 手動  
EXT ハンドラインタフェース  
BUS リモート制御
- ・トリガ遅延時間 設定範囲 0s ~ 999.9999s、分解能 0.0001s  
(トリガ入力後、信号取得を開始するまでの時間)
- ・トリガ同期駆動 測定時だけ駆動 / 常時駆動 切り換え  
(トリガから信号取得完了までの間だけ測定信号を出力できます)



## ・測定速度

RAPid / FAST / MEDium / SLOW / VerySLOW

代表的な測定時間

(参考値。トリガ入力から測定終了信号 EOM 出力相当の時刻まで)

測定周波数	RAP	FAST	MED	SLOW	VSLO
120Hz	10ms	10ms	26ms	126ms	501ms
1kHz	2ms	5ms	25ms	121ms	501ms
10kHz	2ms	5ms	25ms	121ms	501ms
100kHz	2ms	5ms	25ms	121ms	501ms
1MHz	2ms	5ms	25ms	121ms	501ms

条件：測定レンジ固定、トリガ遅延時間=0、平均化回数=1、  
副パラメタ≠Rdc。

信号取得時間は上の値から約 1ms を引いた値です。

信号取得完了直後に試料を交換できます。

試料交換後は、別に信号の整定時間が必要です。ゼロでない適切なトリガ遅延時間を設定してください。

直流抵抗 Rdc を測定するときの追加時間 (参考値)

	RAP	FAST	MED	SLOW	VSLO
(DC)	150ms	150ms	150ms	218ms	616ms

条件：直流抵抗の測定レンジを固定、  
トリガ遅延時間=0、平均化回数=1。

## ・測定レンジ

測定レンジ	推奨範囲	測定範囲	出力インピーダンス
1M $\Omega$	1M $\Omega$ ~ 11M $\Omega$	$\geq 900\text{k}\Omega$	100 $\Omega$
100k $\Omega$	100k $\Omega$ ~ 1.1M $\Omega$	$\geq 90\text{k}\Omega$	100 $\Omega$
10k $\Omega$	10k $\Omega$ ~ 110k $\Omega$	$\geq 9\text{k}\Omega$	100 $\Omega$
1k $\Omega$	1k $\Omega$ ~ 11k $\Omega$	$\geq 0.9\text{k}\Omega$	100 $\Omega$
100 $\Omega$	9 $\Omega$ ~ 1.1k $\Omega$	制限なし	100 $\Omega$ (*1)
10 $\Omega$	0.9 $\Omega$ ~ 10 $\Omega$	$\leq 11\Omega$	100 $\Omega$ (*1)
1 $\Omega$	90m $\Omega$ ~ 1 $\Omega$	$\leq 1.1\Omega$	25 $\Omega$ / 6 $\Omega$
100m $\Omega$	9m $\Omega$ ~ 100m $\Omega$	$\leq 110\text{m}\Omega$	25 $\Omega$ / 6 $\Omega$

測定範囲：測定、表示できるおよその範囲（参考値）。

- \*1 最小出力インピーダンスの設定に依存して、10 $\Omega$ レンジと100 $\Omega$ レンジで、出力インピーダンスが25 $\Omega$ または6 $\Omega$ になることがあります。このときは、10 $\Omega$ レンジと100 $\Omega$ レンジの推奨範囲と測定範囲が以下のように変わります。

測定レンジ	推奨範囲	測定範囲
100 $\Omega$	100 $\Omega$ ~ 1.1k $\Omega$	$\geq 90\Omega$
10 $\Omega$	0.9 $\Omega$ ~ 110 $\Omega$	無制限

推奨範囲：精度良く測定するためにお勧めできる使用範囲。

制限事項：周波数 > 20kHz では、1M $\Omega$ レンジを使えません。

周波数 > 1MHz では、1 $\Omega$ から10k $\Omega$ レンジに制限されます。  
周波数 > 2MHz では、10 $\Omega$ から1k $\Omega$ レンジに制限されます。

ケーブル長 = 4m では、測定周波数 > 200kHz において10 $\Omega$ から10k $\Omega$ レンジに制限されます。

周波数や信号レベルに依存して、出力インピーダンスが制限されることがあります。

## ・測定レンジ選択 自動 / 手動

### ■ 測定確度

- ・ 基本確度 0.08%
- ・ インピーダンスの測定確度

$Z_r$  : 測定レンジ (100m $\Omega$  ~ 1M $\Omega$ )

$Z_x$  : インピーダンスの大きさ  $|Z|$  の測定値  
として、以下の式で求められます。

インピーダンスの大きさ  $|Z|$  の確度  $\pm A_z$  [%]

信号レベル  $\leq 1V$  の時

$$A_z = (A + B \times U + K_z + K_y) \times K_T + (K_V + K_B) \times U$$

信号レベル  $> 1V$  の時

$$A_z = (A + B \times U + K_z + K_y) \times K_T + K_V + K_B \times U$$

インピーダンスの位相角  $\theta$  の確度  $\pm P_z$  [°]

$$P_z = 0.573 \times A_z$$

$A_z$  が 10[%] を超えるときの測定確度は参考値です。

その周波数で用いることができる最も高いレンジと最も低いレンジを除き、各測定レンジの推奨範囲の下限の 1/2 より小さい、または上限の 2 倍より大きい測定値に対する測定確度は参考値です。

式中の各パラメタの値を以下に示します。

#### ・ U : 比係数

$Z_x$	U
$> 100\Omega$	$Z_x / Z_r$ (ただし、 $Z_x / Z_r < 1$ のときは 1 にする)
$\leq 100\Omega$	$Z_r / Z_x$ (ただし、 $Z_r / Z_x < 1$ のときは 1 にする)

ただし、最小出力インピーダンスの設定に依存して、10 $\Omega$ レンジの測定範囲が無制限になるときは、以下の値を用います。

$Z_x$	U
$> 10\Omega$	$Z_x / Z_r$ (ただし、 $Z_x / Z_r < 1$ のときは 1 にする)
$\leq 10\Omega$	$Z_r / Z_x$ (ただし、 $Z_r / Z_x < 1$ のときは 1 にする)

- ・ A (上段) : 基本係数 [%]
- ・ B (下段) : 比例係数 [%]

測定速度 MED、SLOW、VSLO では、以下の表のとおり。

測定速度 RAP および FAST では、以下の表の値を 1.1 倍します。

測定 レンジ Zr	測定周波数 Hz						
	0 (DC)	999.999 ↑ 1m	1k	20k ↑ 1.00001k	50k ↑ 20.0001k	100k ↑ 50.0001k	200k ↑ 100.001k
1 MΩ	0.20 0.15	0.15 0.10	0.12 0.15	0.30 0.30	---	---	---
100kΩ	0.06 0.03	0.06 0.03	0.06 0.03	0.06 0.06	0.08 0.08	0.20 0.08	0.20 0.08
10kΩ	0.06 0.03	0.06 0.03	0.06 0.03	0.06 0.03	0.07 0.03	0.10 0.04	0.15 0.04
1kΩ	0.06 0.03	0.06 0.03	0.05 0.03	0.05 0.03	0.06 0.03	0.10 0.04	0.12 0.04
100Ω	0.09 0.03	0.12 0.02	0.05 0.03	0.06 0.03	0.06 0.03	0.06 0.03	0.12 0.03
10Ω	0.08 0.04	0.12 0.06	0.10 0.06	0.12 0.08	0.12 0.08	0.12 0.10	0.12 0.10
1Ω	0.20 0.05	0.20 0.05	0.20 0.03	0.30 0.08	0.30 0.08	0.30 0.08	0.30 0.08
100mΩ	0.30 0.40	0.30 0.30	0.20 0.20	0.30 0.40	0.30 0.40	0.40 0.40	0.40 0.40

測定 レンジ Zr	測定周波数 Hz					
	500k ↑ 200.001k	1M ↑ 500.001k	2M ↑ 1.00001M	3M ↑ 2.00001M	4M ↑ 3.00001M	5.5M ↑ 4.00001M
1 MΩ	---	---	---	---	---	---
100kΩ	0.30 0.10	1.00 0.30	---	---	---	---
10kΩ	0.20 0.05	0.80 0.10	1.50 0.80	1.50 1.00	1.50 1.20	2.00 2.00
1kΩ	0.15 0.05	0.30 0.06	0.50 0.20	0.60 0.30	0.60 0.30	1.50 0.30
100Ω	0.14 0.03	0.15 0.04	0.30 0.05	0.40 0.08	0.40 0.08	1.50 0.08
10Ω	0.12 0.20	0.12 0.20	0.12 0.60	0.12 0.80	0.15 0.80	0.20 2.00
1Ω	0.30 0.50	0.30 0.50	0.60 0.60	---	---	---
100mΩ	0.50 1.00	0.50 1.00	---	---	---	---

"---" 部分の測定確度は保証されません。

測定周波数 1 MHz 以下、出力インピーダンス 25 Ω、6 Ω で 100 Ω レンジを使用する際は、基本係数 A を 1.5 倍します。

・ **Kc** : ケーブル長係数

周波数範囲	Kc [%]
DC、周波数 ≤ 1kHz	$0.01 \times (\text{ケーブル長 [m]})$
1kHz < 周波数 ≤ 100kHz	$0.2 \times (\text{ケーブル長 [m]})$
100kHz < 周波数 ≤ 1MHz	$0.5 \times (\text{ケーブル長 [m]})^2$
1MHz < 周波数	$20 \times (\text{ケーブル長 [m]})^2$

ケーブル長による測定周波数および信号レベルの制限

ケーブル長	適用周波数範囲	適用信号レベル
0m	DC を含む全範囲	全範囲
1m	DC、周波数 ≤ 2MHz	全範囲
2m	DC、周波数 ≤ 2MHz	全範囲
4m	DC、周波数 ≤ 1MHz	DC、周波数 ≤ 500kHz のとき全範囲 周波数 > 500kHz のとき ≤ 2V

この範囲を超える周波数、信号レベルでは、測定確度が保証されません。

・ **Kz** : 残留インピーダンス係数

周波数範囲	Kz [%]
DC、周波数 ≤ 20kHz	$(0.02 + Kc) / Z_x[\Omega]$
20kHz < 周波数 ≤ 100kHz	$(0.05 + Kc) / Z_x[\Omega]$
100kHz < 周波数 ≤ 5.5MHz	$(0.5 + Kc) / Z_x[\Omega]$

・ **Ky** : 残留アドミタンス係数

ケーブル長が 0m のときは、以下の表のとおり。

周波数 20kHz 超えて、延長ケーブル（1m、2m または 4m）を用いるときは、以下の値を 10 倍します。

周波数範囲	Ky [%]
DC、周波数 ≤ 50kHz	$Z_x[\Omega] / (2 \times 10^7)$
50kHz < 周波数 ≤ 500kHz	$Z_x[\Omega] \times (\text{周波数 [kHz]})^2 / (2 \times 10^{10})$
500kHz < 周波数 ≤ 5.5MHz	$Z_x[\Omega] / (1 \times 10^5)$

・ **Kv** : 信号レベル係数

直流抵抗  $R_{dc}$  に対しては、 $Kv = 0$  です。

信号レベル  $< 100\text{mV}$  のときは、測定確度が保証されません。

周波数  $> 2\text{MHz}$  のとき、 $10\text{k}\Omega$  レンジは、信号レベル  $> 2\text{V}$  の測定確度が保証されません。

その他の測定パラメタに対しては、以下の表のとおりです。

周波数  $\leq 120\text{Hz}$

測定 レンジ Zr	信号レベル [Vrms]					
	200m ↑ 100m	500m ↑ 201m	999m ↑ 501m	1	2 ↑ 1.01	5 ↑ 2.01
1M $\Omega$	0.40	0.10	0.10	0	0.10	0.15
100k $\Omega$	0.10	0.02	0.02	0	0.03	0.10
10k $\Omega$	0.10	0.02	0.02	0	0.03	0.10
1k $\Omega$	0.10	0.01	0.01	0	0.03	0.10
100 $\Omega$	0.10	0.03	0.03	0	0.03	0.15
10 $\Omega$	0.20	0.03	0.01	0	0.04	0.04
1 $\Omega$	0.40	0.10	0.02	0	0.03	0.03
100m $\Omega$	3.50	0.80	0.50	0	0.03	0.03

120Hz  $<$  周波数  $\leq 100\text{kHz}$

測定 レンジ Zr	信号レベル [Vrms]					
	200m ↑ 100m	500m ↑ 201m	999m ↑ 501m	1	2 ↑ 1.01	5 ↑ 2.01
1M $\Omega$	0.40	0.10	0.10	0	0.10	0.20
100k $\Omega$	0.20	0.05	0.05	0	0.02	0.10
10k $\Omega$	0.10	0.02	0.02	0	0.03	0.20
1k $\Omega$	0.10	0.02	0.02	0	0.03	0.20
100 $\Omega$	0.15	0.05	0.05	0	0.10	0.20
10 $\Omega$	0.15	0.05	0.05	0	0.10	0.10
1 $\Omega$	0.10	0.01	0.01	0	0.01	0.01
100m $\Omega$	1.50	0.20	0.10	0	0.01	0.01

100kHz  $<$  周波数

測定 レンジ Zr	信号レベル [Vrms]					
	200m ↑ 100m	500m ↑ 201m	999m ↑ 501m	1	2 ↑ 1.01	5 ↑ 2.01
100k $\Omega$	4.00	1.00	0.10	0	0.10	0.15
10k $\Omega$	4.00	1.00	0.10	0	0.10	0.15
1k $\Omega$	0.80	0.10	0.10	0	0.30	1.50
100 $\Omega$	0.20	0.05	0.05	0	0.50	3.00
10 $\Omega$	0.20	0.05	0.05	0	0.10	1.00
1 $\Omega$	0.10	0.01	0.01	0	0.01	0.20
100m $\Omega$	1.50	0.20	0.10	0	0.01	0.01

・ **K<sub>T</sub>** : 温度依存係数

周囲温度 (T °C)	K <sub>T</sub>	
	周波数 ≤ 20kHz	周波数 > 20kHz
0 ~ +18	$1 + 0.1 \times (18 - T)$	$1 + 0.15 \times (18 - T)$
+18 ~ +28	1	1
+28 ~ +40	$1 + 0.1 \times (T - 28)$	$1 + 0.15 \times (T - 28)$

・ **K<sub>B</sub>** : DC バイアス係数

直流抵抗 R<sub>dc</sub> に対しては、**K<sub>B</sub> = 0 [%]** です。

内部 DC バイアスが無効のとき、**K<sub>B</sub> = 0 [%]** です。

内部 DC バイアスが有効のときの **K<sub>B</sub> [%]**は、以下の表のとおりです。

測定 レンジ Z <sub>r</sub>	周波数 Hz					
	0 (DC)	120 ↑ 1m	20k ↑ 120.001	100k ↑ 20.0001k	1M ↑ 100.001k	5.5M ↑ 1.00001M
1MΩ	0	0.02	0.02	---	---	---
100kΩ	0	0.01	0.01	0.01	0.01	---
10kΩ	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.20
1kΩ	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.20
100Ω	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.30
10Ω	0	0.05	0.05	0.05	0.20	0.50
1Ω	0	---	0.20	0.20	0.50	0.50
100mΩ	0	---	---	---	---	---

"---" 部分の測定確度は保証されません。

・その他の条件

ウォームアップ	30分以上
ゼロ補正	オープン補正とショート補正を実施
ケーブル長補正	接続ケーブルに合わせて実施。
校正周期	1年

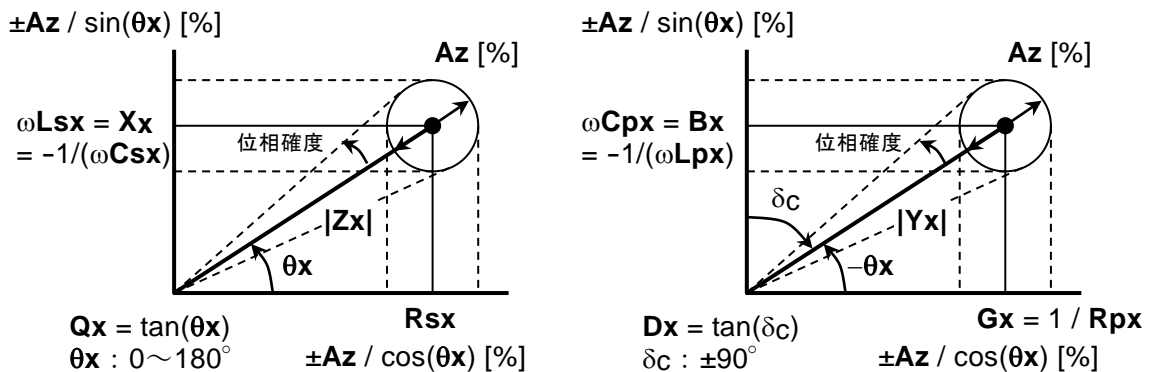
・Z、θ以外の測定パラメタの測定確度

インピーダンスの測定確度から次のように求めます。

ここで、 $Q_x$  は  $Q$  の測定値、 $D_x$  は  $D$  の測定値、 $\theta_x$  は  $\theta$  の測定値です。確度の計算に用いる  $\theta_x$  は、 $(90^\circ - \tan^{-1}|1/Q_x|)$  または  $(90^\circ - \tan^{-1}|D_x|)$  で求めても構いません。

パラメタ	測定確度
$ Y $	$\pm Az$ [%]
$L_p, L_s, X$	$\pm Az$ [%] ( $ Q_x  \geq 10$ )、 $\pm Az / \sin\theta_x$ [%] ( $ Q_x  < 10$ )
$C_p, C_s, B$	$\pm Az$ [%] ( $ D_x  \leq 0.1$ )、 $\pm Az / \sin\theta_x$ [%] ( $ D_x  > 0.1$ )
$R_p, R_s, G$	$\pm Az$ [%] ( $ Q_x  \leq 0.1$ )、 $\pm Az / \cos\theta_x$ [%] ( $ Q_x  > 0.1$ )
$R_{dc}$	$\pm Az$ [%]
$Q$	$\pm Q_x^2 \times Pe / (1 -  Q_x  \times Pe)$ ( $ Q_x  \geq 10$ 、 $ Q_x  \times Pe \leq 0.1$ ) ここで位相角の誤差 $Pe$ [rad] = $0.01 \times Az$ [%]。Pz [°]とは異なります。 Qの測定確度は絶対値です。%値ではありません。
$D$	$\pm(0.01 \times Az)$ ( $ D_x  \leq 0.1$ ) Dの測定確度は絶対値です。%値ではありません。

一般には、インピーダンスの誤差円を元に、各測定パラメタの範囲（最大値と最小値）を計算することができます。



$\omega = 2 \times \pi \times$  測定周波数[Hz]、パラメタの添字  $x$  は測定値を示す。

図 7-1 誤差の範囲



## 7.1 仕様

純粋な L[H]、C[F]の場合は、次の式で $|Z|[\Omega]$ に換算できます。

$$|Z|[\Omega] = 2 \times \pi \times \text{周波数[Hz]} \times L[\text{H}]$$

$$|Z|[\Omega] = 1 / (2 \times \pi \times \text{周波数[Hz]} \times C[\text{F}])$$

およその値は、以下のグラフから読み取ることができます。

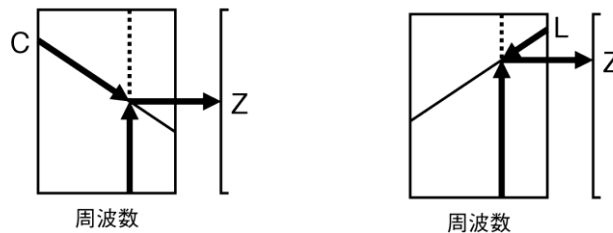
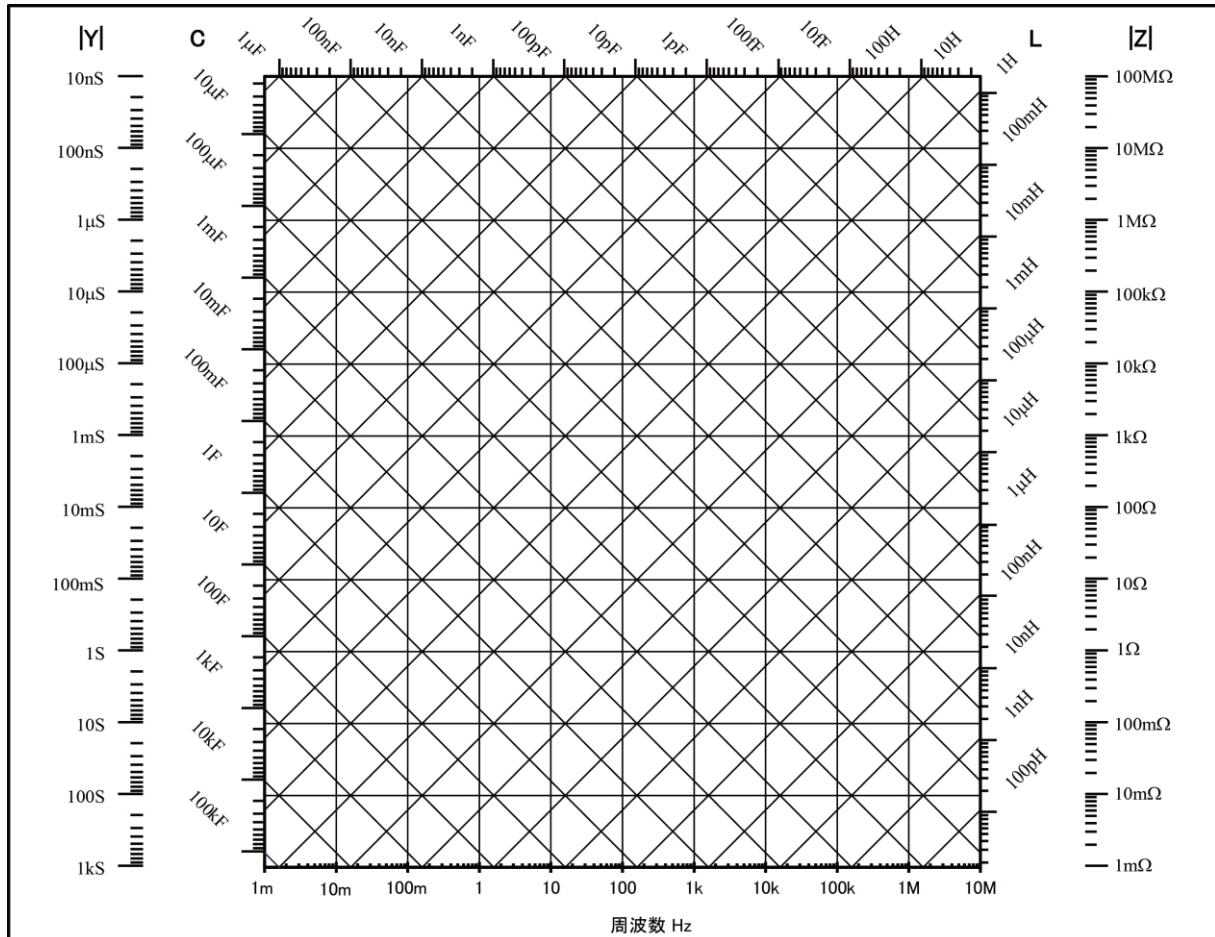


図 7-2 LC - Z 換算グラフ

### ■ その他の測定関連機能

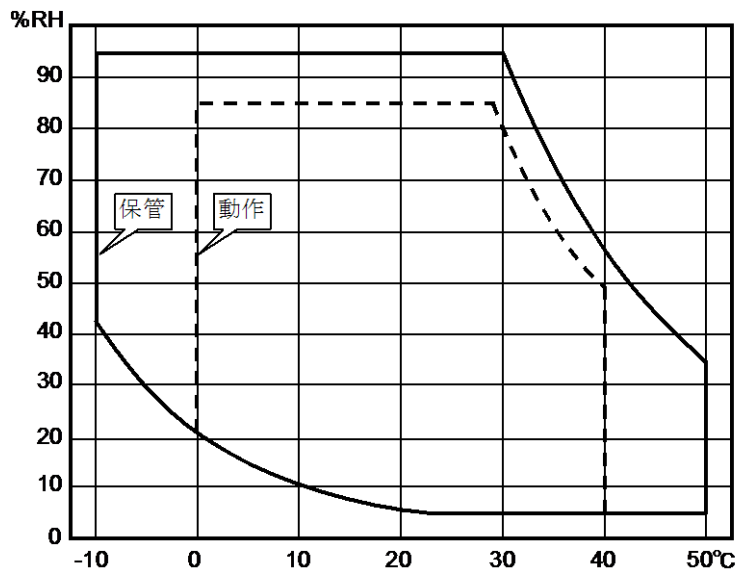
- ・ゼロ補正                    オープン補正、ショート補正あり。どちらもオンオフ可能。
- ・ロード補正                あり。オンオフ可能。
- ・ケーブル長補正            0m / 1m / 2m / 4m
- ・コンタクトチェック      あり。  
異常な低容量または異常な電圧、電流の検出による。
- ・平均化                    1～256回
- ・偏差測定                 主パラメタ：基準値からの偏差、偏差%を表示可能  
副パラメタ：基準値からの偏差、偏差%を表示可能
- ・コンパレータ             主パラメタ：最大 14 分類  
元の測定値 / 偏差 / 偏差% で分類可能  
副パラメタ：上限・下限判定  
元の測定値 / 偏差 / 偏差% で分類可能  
ビープ音   ：判定結果に応じて鳴動（合格時 / 不合格時 / オフ）
- ・ハンドラインタフェース  
信号絶縁：全ての入出力信号を光絶縁（耐電圧  $\pm 42V$ ）  
入力信号：トリガ、キーロック、設定/補正值メモリ指定。  
スポット補正值だけの高速復帰も可能。  
出力信号：判定結果 BIN1～BIN11、NC / BIN12、PHI / BIN13、  
PLO / BIN14、OUT OF BINS、S-NG、ERR、INDEX、  
EOM（BIN10～BIN14 を使用するときには NC、PHI、  
PLO を使用できません）。  
定格電源電圧：外部 +5V～+24V、内部 +5V（非絶縁）
- ・マルチ測定                複数の条件で測定とリミット判定を行い、総合判定を実施。  
最大ステップ数：32  
選択できる測定条件：測定周波数、測定信号レベル、内部 DC バイアス電圧、測定パラメタ 他。
- ・モニタ表示                電 圧   ：試料にかかる電圧の値  
電圧モニタ確度  
  - $\pm(2\%+2mV_{rms})$     10Hz から 50kHz まで
  - $\pm(3.5\%+2mV_{rms})$  50kHz を超え 100kHz まで
  - $\pm(5\%+5mV_{rms})$     100kHz を超え 1MHz まで
  - $\pm(10\%+10mV_{rms})$  1MHz を超え 5.5MHz まで
電 流   ：試料を流れる電流の値  
電流モニタ確度（参考値）  
電圧モニタ確度 + インピーダンス Z の測定確度
- ・放電保護                 250V 以下のとき 4J 以下、1kV 以下のとき 0.5J 以下。  
（すべて参考値）  
電圧 V[V]のとき容量 C[F]に蓄えられるエネルギーは  $(1/2) \times C \times V^2$  [J]です。

■ リモート制御インタフェース

- USB                    USBTMC、USB 1.1 Full-speed
- RS-232                通信速度  
                          4800 / 9600 / 19200 / 38400 / 57600 / 115200 / 230400bps  
                          19200bps を超える通信速度では、ケーブルやコントローラの  
                          特性により、通信を行えないことがあります。  
                          フロー制御  
                          なし、ソフトウェア (X-ON/X-OFF)、ハードウェア (RTS/CTS)
- GPIB                   準拠規格 IEEE 488.1、IEEE 488.2
- LAN (オプション)    10BASE-T / 100BASE-TX、RJ-45 コネクタ

## ■ 一般仕様

- ・電 源
  - 電 圧 AC 100V～230V ±10%、ただし 250V 以下
  - 周波数 50Hz/60Hz ±2Hz
  - 消費電力 75VA 以下
  - 過電圧カテゴリ II
- ・環境条件
  - 動 作
    - 温度 0～+40℃
    - 湿度 5～85%RH。ただし絶対湿度は 1～25g/m<sup>3</sup>、結露がないこと
    - 高度 2000m 以下
  - 保 管
    - 温度 -10～+50℃
    - 湿度 5～95%RH。ただし絶対湿度は 1～29g/m<sup>3</sup>、結露がないこと



- ・汚染度 2 (屋内使用)
- ・安全性 EN 61010-1  
EN 61010-2-030
- ・EMC EN 61326-1 (グループ 1, クラス A)  
EN61000-3-2  
EN61000-3-3
- ・RoHS Directive 2011/65/EU
- ・ウォームアップタイム 30 分
- ・設定/補正值メモリ 32 組。設定と補正值は、個別にも一緒にも保存/復帰が可能
- ・レジャーム 電源投入時に最後の設定と補正值を復帰
- ・外形寸法 約 260(W) × 88(H) × 280(D) mm ただし突起部を除く
- ・質 量 約 2.4kg (付属品を除く)

7.2 外形寸法図

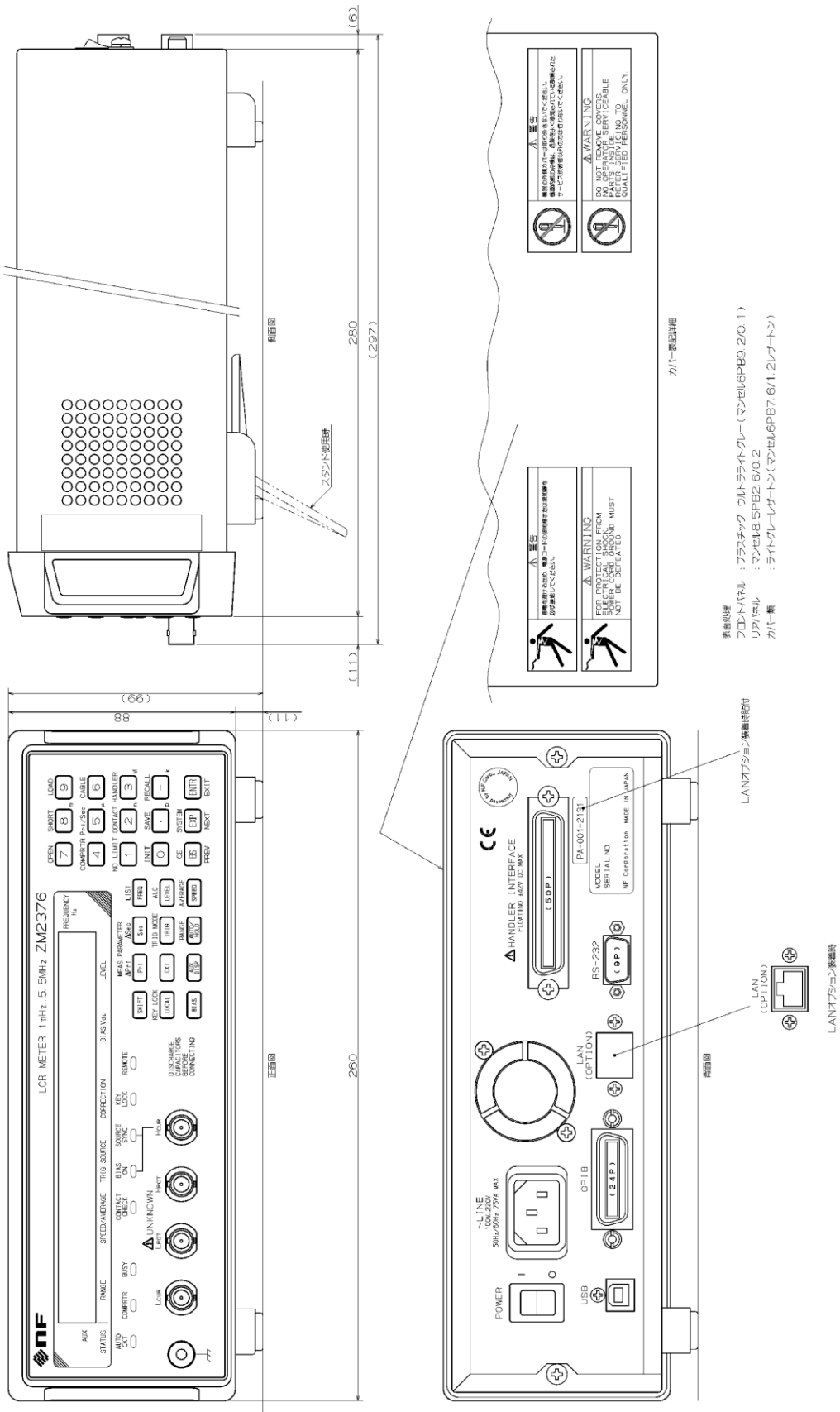


図 7-3 ZM2376 外形寸法図

# 保 証

ZM2376 は、株式会社エヌエフ回路設計ブロックが十分な試験および検査を行って出荷しております。

万一製造上の不備による故障または輸送中の事故などによる故障がありましたら、当社または当社代理店までご連絡ください。

当社または当社代理店からご購入された製品で、正常な使用状態において発生した部品および製造上の不備による故障など、当社の責任に基づく不具合については納入後 1 年間の保証をいたします。

この保証は、保証期間内に当社または当社代理店にご連絡いただいた場合に、無償修理をお約束するものです。

なお、この保証は日本国内においてだけ有効です。日本国外で使用する場合は、当社または当社代理店にご相談ください。

次の事項に該当する場合は、保証期間内でも有償となります。

- 取扱説明書に記載されている使用方法、および注意事項に反する取扱いや保管によって生じた故障
- お客様による輸送や移動時の落下、衝撃などによって生じた故障、損傷
- お客様によって製品に改造が加えられている場合
- 外部からの異常電圧およびこの製品に接続されている外部機器の影響による故障
- 火災、地震、水害、落雷、暴動、戦争行為、およびその他天災地変などの不可抗力的事故による故障、損傷
- 磁気テープや電池などの消耗品の補充

## 修理にあたって

万一不具合があり、故障と判断された場合やご不明な点がありましたら、当社または当社代理店にご連絡ください。

ご連絡の際は、型式名(または製品名)、製造番号(銘板に記載の SERIAL 番号)とできるだけ詳しい症状やご使用の状態をお知らせください。

修理期間はできるだけ短くするよう努力しておりますが、ご購入後 5 年以上経過している製品のときは、補修パーツの品切れなどによって、日数を要する場合があります。

また、補修パーツが製造中止の場合、著しい破損がある場合、改造された場合などは修理をお断りすることがありますのであらかじめご了承ください。



---

## お願い

---

- 取扱説明書の一部または全部を、無断で転載または複製することは固くお断りします。
  - 取扱説明書の内容は、将来予告なしに変更することがあります。
  - 取扱説明書の作成に当たっては万全を期しておりますが、内容に関連して発生した損害などについては、その責任を負いかねますのでご了承ください。  
もしご不審の点や誤り、記載漏れなどにお気づきのことがございましたら、お求めになりました当社または当社代理店にご連絡ください。
- 

### ZM2376 取扱説明書(基本編)

株式会社エヌエフ回路設計ブロック

〒223-8508 横浜市港北区綱島東 6-3-20

TEL 045-545-8111

<http://www.nfcorp.co.jp/>

© Copyright 2013-2022 **NF Corporation**







