

sanwa®

LCR701

DIGITAL LCR METER

取扱説明書
INSTRUCTION MANUAL



目 次

| | |
|--|----|
| 【1】 安全に関する項目～ご使用の前に必ずお読みください。～ | |
| 1-1 警告マークなどの記号説明 | 1 |
| 1-2 安全使用のための警告文 | 2 |
| 【2】 用途と特長 | |
| 2-1 用途 | 3 |
| 2-2 特長 | 3 |
| 【3】 各部の名称 | |
| 3-1 本体・クリップリード | 4 |
| 3-2 表示器 | 6 |
| 【4】 機能説明 | |
| 4-1 電源 | 7 |
| 4-2 オートパワーオフ | 7 |
| 4-3 ブザー | 7 |
| 4-4 電池消耗検出 | 7 |
| 4-5 測定モードの選択 | 8 |
| 4-5-1 オート LCR モード | 8 |
| 4-5-2 マニュアル LCR モード および直流抵抗測定 (DCR) | 9 |
| 4-6 測定周波数の選択 | 10 |
| 4-7 シリーズ／パラレルモード | 11 |
| 4-8 オートレンジ | 11 |
| 4-9 データホールド | 11 |
| 4-10 相対値(リラティブ)表示 | 11 |
| 4-11 キャリブレーション(CAL)／OPEN/SHORT 校正 | 13 |
| 4-12 デバイス値の選別(SORT) | 17 |
| 4-13 パックライト | 17 |
| 4-14 PCとのデータ通信 | 17 |
| 4-15 測定原理 | 19 |
| 4-15-1 インピーダンスとは | 19 |
| 4-15-2 インピーダンスの測定 | 20 |
| 4-15-3 OPEN/SHORT校正の原理 | 21 |

【5】測定方法

| | | |
|-------|------------------|----|
| 5-1 | 被測定物の接続 | 22 |
| 5-2 | 測定を始める前に | 24 |
| 5-3 | オート LCR モードによる測定 | 25 |
| 5-4 | マニュアルモードによる測定 | 26 |
| 5-4-1 | インダクタンス (L) 測定 | 27 |
| 5-4-2 | 静電容量 (C) 測定 | 28 |
| 5-4-3 | 抵抗 (R) 測定 | 29 |
| 5-4-4 | 直流抵抗 (DCR) 測定 | 29 |
| 5-5 | デバイス値の選別 (SORT) | 30 |

【6】保守管理について

| | | |
|-----|-----------|----|
| 6-1 | 保守点検 | 32 |
| 6-2 | 校正 | 32 |
| 6-3 | 清掃と保管について | 32 |
| 6-4 | 電池交換 | 33 |

【7】アフターサービスについて

| | | |
|-----|----------|----|
| 7-1 | 保証期間について | 34 |
| 7-2 | 修理について | 34 |
| 7-3 | お問い合わせ | 35 |

【8】仕様

| | | |
|-----|-----------|----|
| 8-1 | 一般仕様 | 35 |
| 8-2 | 測定範囲および確度 | 37 |

【1】安全に関する項目～ご使用の前に必ずお読みください。～

このたびは、デジタルLCRメータLCR701をお買い上げいただき、誠にありがとうございます。

ご使用前にはこの取扱説明書をよくお読みいただき、正しく安全にご使用ください。そして常にご覧いただけるように製品と一緒に大切に保管してください。

本書で指定していない方法で使用すると、本製品の保護機能が損なわれることがあります。

本文中の“△ 警告”および“△ 注意”的記載事項は、“やけど”や“感電”などの事故防止のため、必ずお守りください。

1-1 警告マークなどの記号説明

本器および『取扱説明書』に使用されている記号と意味について

△： 安全に使用するため特に重要な事項を示します。

- ・ 警告文は“やけど”や“感電”などの人身事故を防止するためのものです。
- ・ 注意文は本器を壊すおそれのあるお取り扱いについての注意文です。

本器の記号の説明：

△： 使用前に取扱説明書を参照してください。

▲： 高電圧が印加されることがあり危険ですので触らないでください。

回： 二重絶縁または強化絶縁 $\frac{1}{2}$ ： グランド

Ω： 抵抗測定 ←： 静電容量測定

☀： バックライト

1-2 安全使用のための警告文

△ 警 告

以下の項目は、感電などの人身事故を防止するためのものです。本器を使用される際には必ずお守りください。

1. 測定端子には、外部から電圧・電流を印加しないでください。
2. 修理が必要な場合は、弊社サービス課に依頼してください。
3. 本体やクリップリードに損傷がある場合は使用しないでください。
4. 本体ケースや電池ふたを開放した状態で使用しないでください。
5. 電池交換する時は、本体からリード線類を外してください。
6. クリップリードは指定タイプのものを使用してください。
7. 測定中は端子に触れないでください。
8. 本器や手が水などで濡れた状態での使用はしないでください。
9. 年1回以上の点検は必ずおこなってください。
10. 屋内で使用してください。
11. 専用 AC アダプタ (AD-30-3) 以外の AC アダプタを使用しないでください。

△ 注 意

1. 測定端子には、外部から電圧・電流を印加しないでください。
2. コンデンサを測定する前は、必ず放電してください。
3. トランスや大電流路など強磁界が発生している近く、また無線機など強電界が発生している近くでは正常な測定ができない場合があります。

【2】用途と特長

2-1 用途

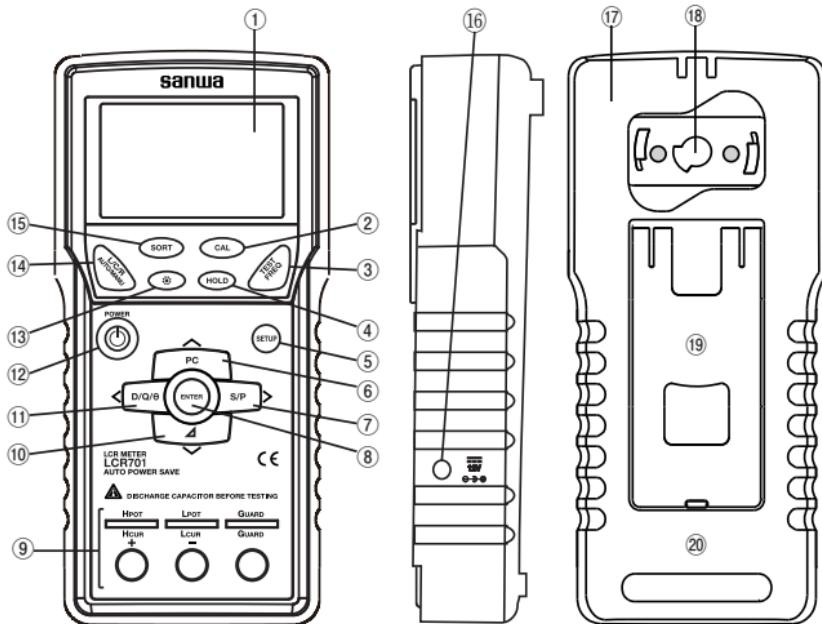
本器はハンディタイプの高性能な LCR メータで、高機能でありながら多くの卓上型 LCR メータに比肩する性能を誇っています。デバイス値の選別機能を搭載しており、受動部品の受け入れ検査などにも威力を発揮します。

2-2 特長

- 見やすい 20,000/2,000 カウントデュアル表示
- 便利なオート LCR モード測定
- シリーズ／パラレルモードの選択が可能
- サブパラメータ (D/Q/θ/ESR) を含むLs/Lp/Cs/Cpの測定が可能
- 7 レンジの直流抵抗 (DCR) 測定ファンクション搭載 (200.00 Ω ~ 200.0 MΩ)
- 5 種類の測定周波数に対応 (100/120/1 k/10 k/100 k Hz)
- 測定用 AC 信号レベル : 0.63 Vrms (公称)
- 測定範囲 (ex. f=1 kHz)
 - L: 20.000 μH ~ 20.000 kH
 - C: 200.00 pF ~ 20.00 mF
 - R: 20.000 Ω ~ 200.0 MΩ
- 多段電池消耗検出
- オートパワーオフ(約 5 分)機能付き。※電池使用時のみ
- 暗い場所でも測定値の読み取りが可能なバックライト機能
- オートレンジ機能
- データホールド機能
- 相対値(リラティブ)表示機能
- L/C/Rの部品の受け入れ検査などに便利な選別(SORT)機能
- 別売のLCR USB 通信ユニットとソフトウェアを使用したPCへのデータ転送
- 電源は006P型 9V 乾電池または、別売りの専用ACアダプタ(AD-30-3)より供給

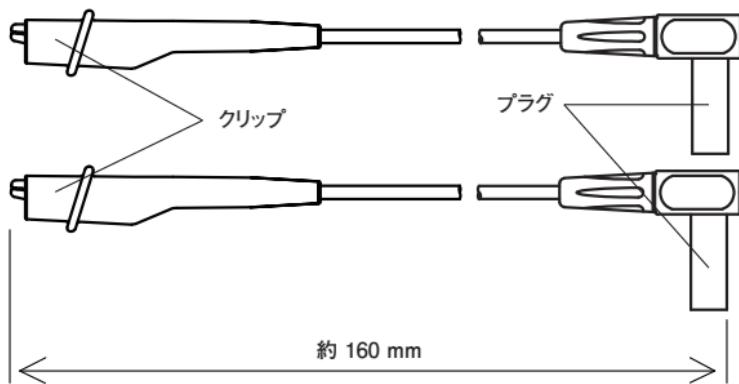
【3】各部の名称

3-1 本体・クリッププリード

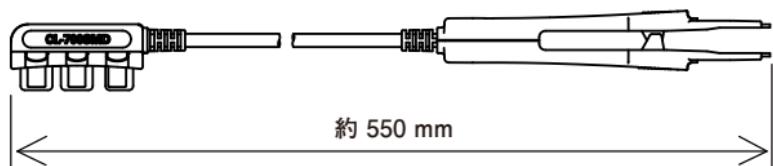


| | | | | | |
|---|-----------------|---|------------------------|---|----------------------|
| ① | 液晶表示器 | ⑧ | エンターボタン | ⑯ | デバイス値選別機能ボタン |
| ② | キャリブレーションボタン | ⑨ | 測定端子 | ⑰ | AC アダプタジャック |
| ③ | 周波数切換えボタン | ⑩ | リラティブボタン | ⑱ | ホルスター |
| ④ | ホールドボタン | ⑪ | D/Q/θ/ESR/Rp 切換えボタン | ⑲ | LCR USB 通信ユニット接続部 |
| ⑤ | 選別設定ボタン | ⑫ | 電源ボタン | ⑳ | スタンド |
| ⑥ | PC 接続ボタン | ⑬ | バックライトボタン | ㉑ | 電池ふた |
| ⑦ | シリーズ／パラレル切換えボタン | ⑭ | LCR オート／マニュアル切換えボタン | | |

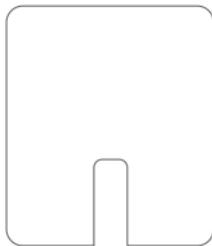
クリップリード「CL-700a」（付属品）



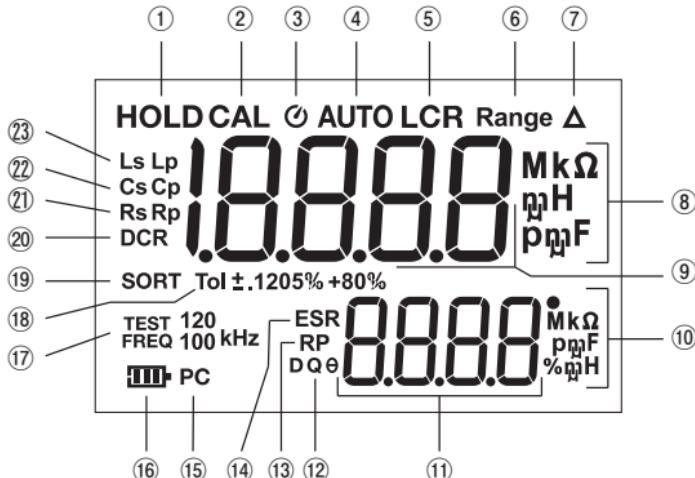
SMD クリップリード「CL-700SMD」（別売品）



ショートプレート（付属品）



3-2 表示器



| | | | |
|------|---|------|--|
| (1) | データホールド動作表示 | (13) | 等価並列抵抗測定動作表示 |
| (2) | キャリブレーション動作表示 | (14) | 等価直列抵抗測定動作表示 |
| (3) | オートパワーオフ動作表示 | (15) | PC 接続表示 |
| (4) | シリーズ／パラレルモード自動検出動作表示 | (16) | 電池容量表示 |
| (5) | L/C/R 自動検出動作表示 | (17) | 測定周波数表示：100Hz, 120Hz, 1kHz, 10kHz, 100kHz |
| (6) | 選別 (SORT) 設定時レンジ設定可能状態表示 | (18) | 選別 (SORT) モード動作時、許容範囲表示： ± 0.25 %, ± 0.5 %, ± 1 %, ± 2 %, ± 5 %, ± 10 %, ± 20 %, -20 ~ +80 % |
| (7) | リラティブ表示動作表示 | (19) | 選別 (SORT) モード動作表示 |
| (8) | メイン表示部 測定単位表示 | (20) | 直列抵抗測定動作表示 |
| (9) | メイン表示部 測定値表示 | (21) | シリーズ／パラレルモードにおける抵抗測定動作表示 |
| (10) | サブ表示部 測定単位表示 | (22) | シリーズ／パラレルモードにおける静電容量測定動作表示 |
| (11) | サブ表示部 測定値表示 | (23) | シリーズ／パラレルモードにおけるインダクタンス測定動作表示 |
| (12) | L/C 測定モード時、損失係数(D)、品質係数(Q)、位相角(θ)のいずれかを表示 | | |

【4】機能説明

4-1 電源

本体の電源を入れるには、電源ボタンを押します。電源が入ると、約2秒間、表示器が全点灯し、その後、オートLCRモード（後述）での測定状態となります。

電源を切るには電源ボタンを再度押します。電源が切れる際に、約2秒間、表示器に [OFF] と表示されます。

4-2 オートパワーオフ

電池動作時、オートパワーオフ機能が作動し、 が点灯します。約5分間ボタン操作が何もおこなわれないと、ブザーが4回PiPiと鳴って注意を促します（約10秒間隔に1回、約40秒間）。この期間に何も操作がおこなわれない場合、5回目のブザーがPi--と鳴り [OFF] と表示した後、本器の電源は自動的に切れます。

復帰させるには、電源ボタンを再度押します。

注意：

ACアダプタを使用している場合、 は消え、この機能は作動しません。

4-3 ブザー

何らかの操作がおこなわれるごとに、ブザーがPiと鳴って、ボタン操作を受け付けたことを確認することができます。そのモードにおいて使用できないボタンが押された場合は、ブザーがPiPiと鳴ります。なお、ブザー音の解除はできません。

4-4 電池消耗検出

電池の状態が常時表示されます。新品の電池（9V）では、 が表示され、 が表示された場合は、交換が必要であることを示しています。速やかに新品の電池と交換してください。電池が消耗したまま使用し続けると、ブザーがPiPiと鳴り、表示器に [bAtt] と表示された後、電源が切れます。

4-5 測定モードの選択

4-5-1 オート LCR モード

電源投入後は、オート LCR モードになり、表示器に [AUTO LCR] が点灯します。

測定するデバイスの測定に適したファンクションとパラメータ表示およびシリーズ／パラレル測定モードが自動選択されます。

ファンクションおよびサブ表示部のパラメータ表示の自動選択は次の条件で決められます。

ファンクション、サブパラメータの自動選択条件

| θ | ファンクション | サブ表示部 | 表示例 |
|---|---------|----------|-----------|
| $-11.3^\circ \leq \theta \leq 11.3^\circ$ | 抵抗 | θ | 図 4-5-1-1 |
| $\theta > 11.3^\circ$ | インダクタンス | Q | 図 4-5-1-2 |
| $\theta < -11.3^\circ$ | 静電容量 | D | 図 4-5-1-3 |

なお、 $C < 5\text{pF}$ の場合、サブ表示部上のパラメータは、 R_p となります。また、シリーズ（直列）／パラレル（並列）測定モードの選択は全等価インピーダンスの値で決められます。（4-7 参照）

注意：

オート LCR モード時は、S/P ボタン、D/Q/ θ /ESR/Rp ボタン、 Δ ボタン、SORT ボタンは無効になります。



図 4-5-1-1



図 4-5-1-2



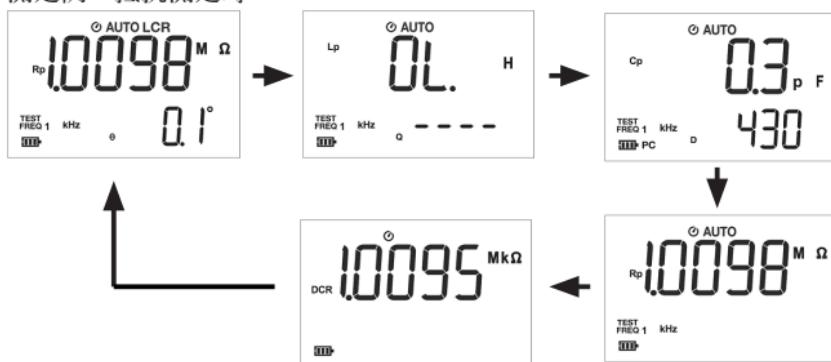
図 4-5-1-3

4-5-2 マニュアル LCR モードおよび直流抵抗測定 (DCR)

電源投入の直後は、オート LCR モードとなります。L/C/R AUTO/MANU ボタンを押すことで、マニュアル LCR モードおよび直流抵抗測定 (DCR) ファンクションに切り換えることが可能です。このボタンを押す (⇒) ごとに、下記のようにファンクションが切り換わります。

オート LCR モード ⇒ Ls または Lp ファンクション ⇒ Cs または Cp ファンクション ⇒ Rs または Rp ファンクション ⇒ DCR ファンクション ⇒ オート LCR モード

測定例：抵抗測定時



このマニュアル LCR モードは、オート LCR モードの場合と同じように全等価インピーダンスの値によりシリーズ／パラレル測定モードが自動的に選択されます。(4-7 参照)

マニュアル LCR モードでの Ls、Lp、Cs、Cp ファンクションにおいて D/Q/θ/ESR/Rp ボタンを押して切り換える可能な表示パラメータは下記のようになります。

| ファンクション | 選択可能表示パラメータ |
|---------|--|
| Ls、Cs | 損失係数 (D)、品質係数 (Q)、等価直列抵抗 (ESR)、位相角 (θ) |
| Lp、Cp | 損失係数 (D)、品質係数 (Q)、等価並列抵抗 (Rp)、位相角 (θ) |

注意：

- 通常、L 測定には Q を使用します。Q 値が大きいほど抵抗成分の小さい L となります。

C 測定には D を使用します。D 値が小さいほど抵抗成分の小さい C となります。

品質係数 (Q) = インダクタンス (L) 成分／抵抗 (R) 成分
損失係数 (D) = 抵抗 (R) 成分／キャパシタンス (C) 成分

- 等価直列抵抗 (ESR) は、キャパシタンスの測定周波数における等価直列抵抗を測定する時に使用します。



表示例

4-6 測定周波数の選択

より正確な測定を行うため、本器では、5つの周波数 (100 Hz/120 Hz/1 kHz/10 kHz/100 kHz) を使用して測定することができます。標準設定は 1 kHz となっていますが、TEST FREQ ボタンを押すごとに次のように切り換ります。

1 kHz ⇒ 10 kHz ⇒ 100 kHz ⇒ 100 Hz ⇒ 120 Hz ⇒ 1 kHz

注意：

LCR インピーダンスの測定範囲および表示値の確度は、測定周波数により変わります。

8-2 の確度表を参照してください。

4-7 シリーズ／パラレルモード

等価回路中に複数の要素を持つ L/C/R を測定する場合は、実際に測定する回路を想定して適切な測定モードを選択する必要があります。直列回路を想定する場合はシリーズモードを、並列回路を想定する場合はパラレルモードを選択します。

オート LCR モードおよびマニュアル LCR モード時は、測定された全等価インピーダンスの値により下記のように自動的にシリーズ／パラレルモードが選択されます。（表示器の [AUTO] が点灯）

10 k Ω 以下：シリーズ（直列）モード（L_s/C_s/R_s）

10 k Ω 超：パラレル（並列）モード（L_p/C_p/R_p）

またマニュアル LCR モード時に、S/P ボタンを押すことで、想定するシリーズ／パラレル測定モードを手動選択することも可能です。（手動選択時は表示器の [AUTO] が消灯）

4-8 オートレンジ

各ファンクション内における測定レンジは全て自動レンジとなっており、手動でのレンジ設定はありません。

4-9 データホールド

HOLD ボタンを押すと、その時点の表示値を保持します。（表示器に [HOLD] が点灯）測定入力が変化しても表示は変化しません。再度このボタンを押すと、ホールド状態は解除され測定状態に戻ります。（表示器の [HOLD] は消灯）

注意：

表示値が不定 [---] の場合、データホールド機能は使用出来ません。

4-10 相対値（リラティブ）表示

相対値（リラティブ）表示は、ある値を基準として、そこからの変化分を % 表示する測定モードです。マニュアルモードにて、△ボタンを押すと、リラティブモードが有効になり、表示器に、[△] が表示されます。サブ表示部には基準値からの偏差量が % で表示されます。

注意：この機能は、オート LCR モードでは動作しません。また、表示値が [OL] 表示など、限界値を超えている場合も、動作しません。

本器では、次の式を使用して相対値（リラティブ）表示の計算を行っています。

$$REL\% = (DCUR - DREF) / DREF \times 100 \%$$

REL% = 偏差のパーセント値

DCUR = 実測値

DREF = 標準値

リラティブモードに入るには、次の手順に従います。

1. メータの OPEN/SHORT 校正を行います(4-11 参照)。
2. マニュアルモードの L、C、R、DCR のいずれかから、測定するファンクションを選択します。
3. 基準となるデバイスを測定端子に接続し、測定値が安定するまで待ちます。
4. △ボタンを押すと基準となるデバイスの測定値が標準値として保存され、表示器には、[△] が表示されます。サブ表示部には [0.0%] と表示されます。



5. 基準となるデバイスを取り外し、被測定物を測定端子に接続します。メイン表示部には被測定物の値が表示され、サブ表示部には基準値からの偏差が % で表示されます。
また再度△ボタンを押すことで保存した標準値を表示させて確認することができます。その時、表示器の [△] は、点滅表示されます。
もう一度△ボタンを押すと測定モードに戻ります。
6. 各被測定物に対してステップ 5 を繰り返します。

注意：偏差 (%) の範囲は、-99.9 ~ 99.9 % となります。

被測定物がこの範囲外となった場合、サブ表示部には [OL] と表示されます。

7. このモードを終了するには、△ボタンを 2 秒間押し続けます。

4-11 キャリブレーション (CAL) / OPEN/SHORT 校正

特に高いインピーダンスや低いインピーダンスの測定においては、測定前に OPEN/SHORT 校正を行うことによって、測定用治具などの寄生効果を低減し、高い確度を確保することができます（校正原理は、4-15-3 参照）。

OPEN/SHORT 校正の手順

ここでは、デバイス差込測定端子を使用して測定をする場合とクリップリード「CL-700a」を使用して測定をする場合についての OPEN/SHORT 校正方法を説明します。（それぞれの手順に従って OPEN/SHORT 校正をおこなってください。）

【デバイス差込測定端子を使用する測定の場合】

1. CAL ボタンを 2 秒間押します。

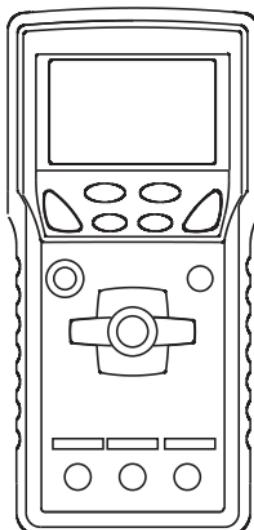
LCD 表示器には、[OPEN] と表示されます。



2. CAL ボタンを今一度押します。

表示器上で、カウントダウンを行いながら OPEN 校正がおこなわれます。

これには 30 秒かかります



カウントダウンが終了すると、
表示器には [PASS] と表示されます。



3. 付属のデバイス差込測定端子用ショートプレートを端子に差し込みます。

4. CAL ボタンを今一度押します。
表示器には、[Srt] と表示されます。

5. CAL ボタンを今一度押します。
表示器上でカウントダウンを行いながら、
SHORT 校正が行われます。これには 30 秒
かかります。



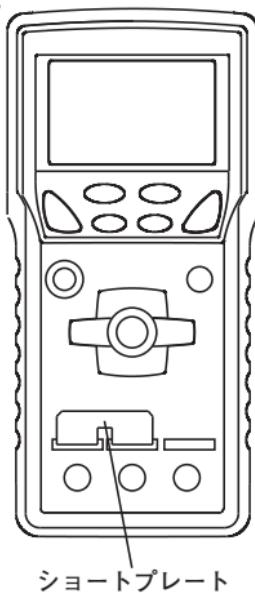
カウントダウンが終了すると、
表示器には、[PASS] と表示されます。



表示器に [FAIL] と表示された場合は、
この作業を今一度実行する必要があります。



6. CAL ボタンを今一度押すと、OPEN/SHORT 校正を終了します。



ショートプレート

【クリップリード「CL-700a」を使用する測定の場合】

1. 赤黒のクリップリードを図のように本体の測定端子に挿し、クリップはオープンにします。

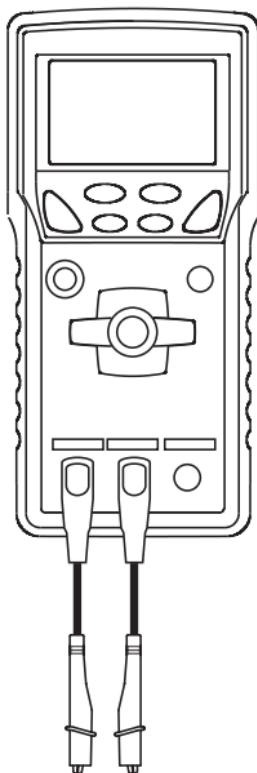
2. CAL ボタンを 2 秒間押します。
LCD表示器には、[OPEN] と表示されます。



3. CAL ボタンを今一度押します。
表示器上で、カウントダウンを行いながら
OPEN 校正がおこなわれます。
これには 30 秒かかります



カウントダウンが終了すると、
表示器には[PASS] と表示されます。



4. クリップリードをショートさせます。

5. CAL ボタンを今一度押します。
表示器には、[Srt] と表示されます。

6. CAL ボタンを今一度押します。
表示器上でカウントダウンを行な
がら、SHORT 校正が行われます。こ
れには 30 秒かかります。



カウントダウンが終了すると、
表示器には、[PASS] と表示されます。

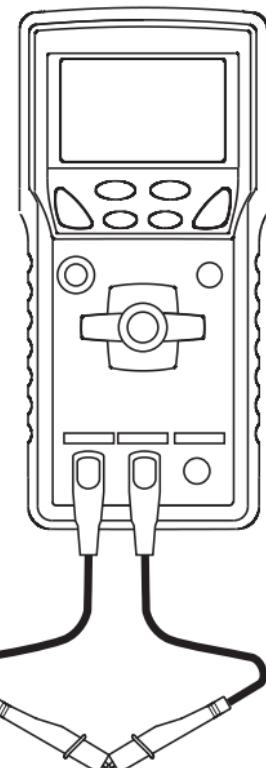


表示器に [FAIL] と表示された場合は、
この作業を今一度実行する必要があります。



7. CAL ボタンを今一度押すと、OPEN/SHORT 校正を終了します。

SMD クリップリード「CL-700SMD」(別売品) を使用する測定のた
めに OPEN/SHORT 校正を行う場合も手順は同様です。



4-12 デバイス値の選別 (SORT)

デバイスを、抵抗、静電容量、インダクタンスのいずれかに基づいて、PASS/FAIL に選別することができます。量産部品の受入れ検査などに便利です。

注意：

この機能は、オート LCR モードでは動作しません。

マニュアル L/C/R モードで使用してください。

使用方法の詳細は、5-5 を参照してください。

4-13 バックライト

バックライトを点灯させるには、**※**ボタンを押します。バックライトを消灯させるには、**※**ボタンを再度押します。

点灯後、何も操作しない状態が 60 秒間続くと、バックライトは自動的に消灯します。

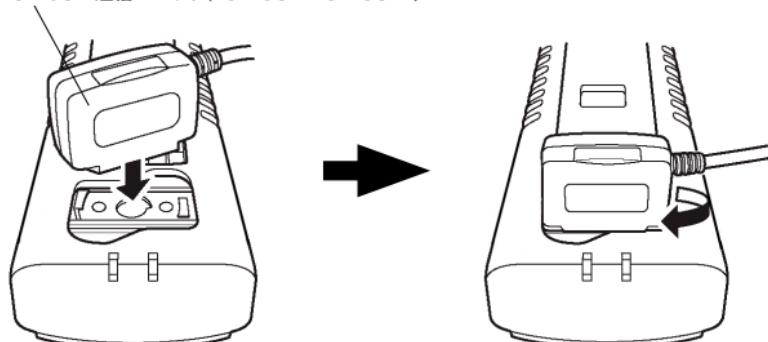
4-14 PC とのデータ通信

本器の背部には、データ通信のための IR インターフェースポートを装備しています。別売の LCR USB 通信ユニット「LCR-USB/LCR-USB2」を使用し、専用アプリケーション（ホームページから無償ダウンロード）を PC にインストールすれば、リアルタイムで本器の測定データを PC に保存することができます。

接続は次のように行います。

1. LCR USB 通信ユニット「LCR-USB/LCR-USB2」をしっかりとはめ込み、USBケーブルを通してアプリケーションソフトを起動した PC に接続します。

LCR USB 通信ユニット(LCR-USB/LCR-USB2)



LCR USB 通信ユニット接続図

表示器には、測定値が表示されています。



2. PC ボタンを押します。

PC 接続が有効になり、表示器に [PC] と表示されます。



3. PC との接続を解除するには、PC ボタンを再度押します。

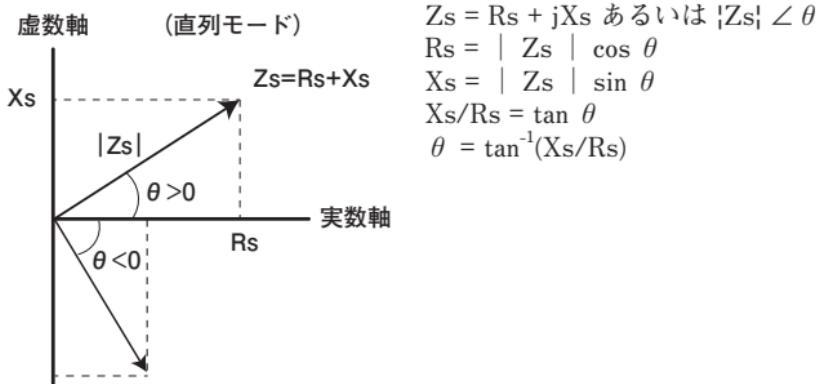


表示器上から [PC] の文字が消え、接続が終了します。

4-15 測定原理

4-15-1 インピーダンスとは

インピーダンス Z は、ある周波数における部品や回路の電流を妨げる量であり、数学的には複素平面上のベクトル量として扱われます。インピーダンス・ベクトルは図に示すように実数部（抵抗 R ）と虚数部（リアクタンス X ）で構成されます。実数部と虚数部を直列回路として考えた時、インピーダンス Z_s は、直交座標形式では R_s+jX_s 、また極座標形式では $|Z_s| \angle \theta$ （絶対値と位相角）を使って表すことができます。図は、 R_s , X_s , $|Z_s|$, θ の間の数学的関係を表したものです。



リアクタンスには 2 種類あり、ひとつは誘導性リアクタンス X_L で、もうひとつは容量性リアクタンス X_C です。

$\theta > 0$ の場合、このリアクタンスは誘導性となり、 $\theta < 0$ の場合、容量性となります。

誘導性リアクタンス X_L および容量性リアクタンス X_C は次のように定義されます。

$$X_L = 2\pi fL$$

$$X_C = 1 / (2\pi fC)$$

ここで、

L = インダクタンス

C = 静電容量

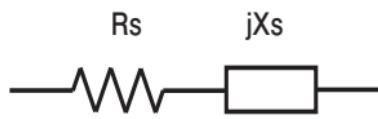
f = 信号周波数

4-15-2 インピーダンスの測定

インピーダンスは、シリーズまたはパラレルとして測定することができます。パラレルモードでは、インピーダンスは、アドミタンス (Y) の逆数で表すことができます。アドミタンスは、 $Y = G + jB$ として定義することができます。

ここで、 G = コンダクタンス B = サセプタンス

シリーズモードインピーダンス



$$Z = Rs + jXs$$

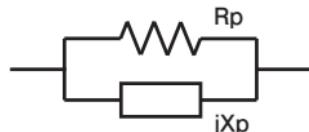
Rs =シリーズモード抵抗

Xs =シリーズモードリアクタンス

Cs =シリーズモード静電容量

Ls =シリーズモードインダクタンス

パラレルモードアドミタンス



$$Y = 1/Z = 1/Rp + 1/jXp = G+jB$$

Rp =パラレルモード抵抗

Xp =パラレルモードリアクタンス

Cp =パラレルモード静電容量

Lp =パラレルモードインダクタンス

| | シリーズ | パラレル | 損失係数 |
|--|--------------------|------------------|--|
| | | | |
| 静電容量 | $Cs=Cp(1+D^2)$ | $Cp=Cs/(1+D^2)$ | $D=Rs/Xs=\omega CsRs$ $D=G/B=G/(\omega Cp)=1/(\omega CpRp)$ |
| インダクタンス | $Ls=Lp/(1+D^2)$ | $Lp=Ls(1+D^2)$ | $D=Rs/Xs=Rs/(\omega Ls)$ $D=G/B= \omega LpG= \omega Lp/Rp$ |
| 抵抗 | $Rs=RpD^2/(1+D^2)$ | $Rp=Rs(1+1/D^2)$ | — |
| $Q = Xs/Rs = 2\pi f Ls/Rs = \frac{1}{2}\pi f CsRs$ | | | |
| $Q = B/G = Rp/ jXp = Rp/2\pi f Lp = 2\pi f CpRp$ | | | |

抵抗成分とリアクタンスの比を知るには、品質係数 (Q) および損失係数 (D) について検討する必要があります。通常、Q は、インダクタンスを測定する場合に使用され、D は、静電容量を測定する場合に使用されます。なお、Q は D の逆数です。

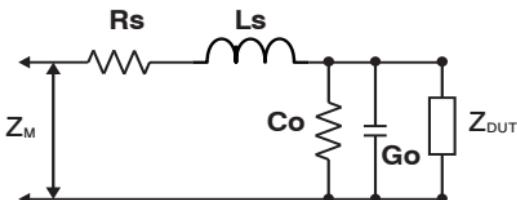
$$Q = 1/D = \tan \theta$$

R_s および R_p はどちらも、コンデンサおよびコイルの等価回路の一部となっています。静電容量やインダクタンスを測定する場合、下表に示される設定を使用するとよいでしょう。

| | 値 | 設定 |
|---------|---|------|
| 静電容量 | 低 | パラレル |
| | 高 | シリーズ |
| インダクタンス | 低 | シリーズ |
| | 高 | パラレル |

(詳細は 4-7 参照)

4-15-3 OPEN/SHORT 校正の原理



Z_M は、ある寄生インピーダンスを持った測定用治具を使用して被測定物 (DUT) を測定した場合の全インピーダンスです。

$$Z_M = (R_s + j\omega L_s) + ((G_o + j\omega C_o)^{-1} // Z_{DUT})$$

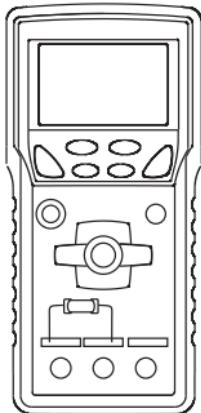
Z_{DUT} は、被測定物のインピーダンスです。OPEN/SHORT 校正を行うことによって、 $R_s + j\omega L_s$ および $G_o + j\omega C_o$ の影響を軽減することができます

【5】測定方法

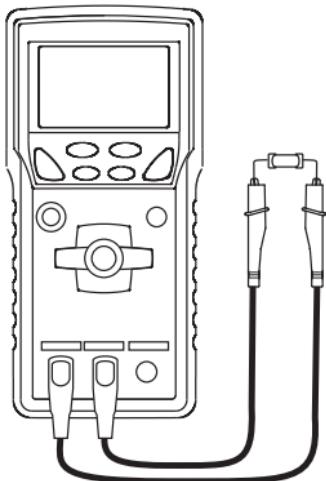
5-1 被測定物の接続

被測定物を本器に接続するには、次のような方法があります。

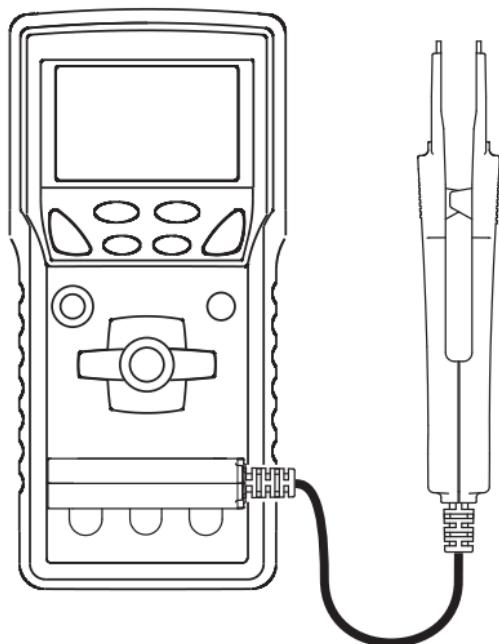
- ・アキシャル部品やラジアル部品のリードをデバイス差込測定端子に直接接続



- ・クリップリード「CL-700a」（標準品）を使用



- SMD クリップリード「CL-700SMD」(別売品) を使用



CL-700SMD 電気特性

| パラメータ | 測定条件 | 100/120 Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100 kHz |
|---------------|------------|------------|----------|----------|----------|
| 抵抗 R_s | ピンセットをオープン | < 0.05 Ω | < 0.10 Ω | < 0.10 Ω | < 0.10 Ω |
| 静電容量 C_p | ピンセットをショート | < 5.0 pF | < 5.0 pF | < 5.0 pF | < 5.0 pF |
| インダクタンス L_s | ピンセットをショート | < 1.0 μH | < 1.0 μH | < 0.5 μH | < 0.5 μH |

- 温度 : 23 °C ± 5 °C、湿度 : ≤ 80 % R.H.

備考 :

高インピーダンスの部品を測定する場合、ノイズによる影響を抑えるため、ガードラインを使用して被測定物をシールドすることができます。

5-2 測定を始める前に

△ 警 告

1. 本体及びクリップリードが傷んでいる場合や壊れている場合は使用しないでください。
2. クリップリードが切れていないことを確認してください。

△ 注 意

- 電源投入時、電池消耗検出の表示が正常であることを確認してください。規定外の場合は、新品の電池と交換してください。
- リード付き部品を測定端子に差し込む場合は、リード直径最大 ϕ 1.0 mm となります。これを超えると、端子を破損させる可能性があります。

安全および確度を確保するため、測定前に、OPEN/SHORT 校正をおこなってください。詳細は、4-11 を参照して下さい。

5-3 オート LCR モードによる測定

⚠ 警 告

1. 測定端子には外部から電圧・電流を絶対に加えないでください。
2. 通電された回路の測定を行うと本器を損傷するおそれがあります。
3. 測定中は、クリップリードの金属部や被測定物のリードに触れないでください。

⚠ 注意

- コンデンサ内の電荷は測定前に放電してください。

1) 測定レンジ

L: 20.000 μH ~ 20.000 kH (オートレンジ)

C: 200.00 pF ~ 20.00 mF (オートレンジ)

R: 20.000 Ω ~ 200.0 M Ω (オートレンジ)

2) 測定手順

- ① 電源ボタンを押して、電源を入れます。
- ② TEST FREQ ボタンで測定周波数を設定します。
- ③ 被測定物を測定端子に接続します。
- ④ 測定値を読み取ります。

注意：D/Q/θ/ESR/Rp ボタン、S/P ボタン、△ボタン、
SORT ボタンは無効になります。



測定表示例

5-4 マニュアル LCR モードによる測定

⚠ 警 告

1. 測定端子には外部から電圧・電流を絶対に加えないでください。
2. 通電された回路の測定を行うと本器を損傷するおそれがあります。
3. 測定中は、クリップリードの金属部や被測定物のリードに触れないでください。

⚠ 注 意

- コンデンサ内の電荷は測定前に放電してください。

電源投入の直後、オートLCRモードとなります。L/C/R AUTO/MANUボタンを押すことにより、マニュアルLCRモードに切り換えることができ、このボタンを押すごとに、次のように切り換わります。

オートLCRモード ⇒ Ls または Lp ⇒ Cs または Cp ⇒

Rs または Rp ⇒ DCR ⇒ オートLCRモード

(上記のオートLCRモード以外の各ファンクションでは、マニュアルモードとなります。)

5-4-1 インダクタンス (L) 測定

1) 測定レンジ

L: 20.000 μ H ~ 20.000 kH (オートレンジ)

2) 測定手順

- ① **L/C/R AUTO/MANU** ボタンを押して L_s または L_p ファンクションを選択します。
- ② **TEST FREQ** ボタンを押して測定周波数を選択します。
- ③ **S/P** ボタンで L_s/L_p を選択します。
- ④ 被測定物を測定端子に接続します。
- ⑤ **D/Q/θ/ESR/Rp** ボタンを押してサブパラメータを選択します。
L_s ファンクションの場合はサブパラメータが Q/ESR/θ/D となります。
L_p ファンクションの場合はサブパラメータが Q/RP/θ/D となります。
- ⑥ 測定値を読み取ります。



測定表示例

5-4-2 静電容量 (C) 測定

1) 測定レンジ

C: 200.00 pF ~ 20.00 mF (オートレンジ)

2) 測定手順

- ① L/C/R AUTO/MANU ボタンを押して Cs または Cp ファンクションを選択します。
- ② TEST FREQ ボタンを押して測定周波数を選択します。
- ③ S/P ボタンで Cs/Cp を選択します。
- ④ 被測定物を測定端子に接続します。
- ⑤ D/Q/θ/ESR/R_p ボタンを押してサブパラメータを選択します。
Cs ファンクションの場合はサブパラメータが D/Q/ESR/θ となります。
Cp ファンクションの場合はサブパラメータが D/Q/RP/θ となります。
- ⑥ 測定値を読み取ります。



測定表示例

5-4-3 抵抗 (R) 測定

1) 測定レンジ

R: $20.000 \Omega \sim 200.0 M\Omega$ (オートレンジ)

2) 測定手順

- ① L/C/R AUTO/MANU ボタンを押して R_s または R_p ファンクションを選択します。
- ② TEST FREQ ボタンを押して測定周波数を選択します。
- ③ S/P ボタンを押して R_s/R_p を選択します。
サブパラメータは表示されません。
- ④ 被測定物を測定端子に接続します。
- ⑤ 測定値を読み取ります。



測定表示例

5-4-4 直流抵抗 (DCR) 測定

1) 測定レンジ

R: $200.00 \Omega \sim 200.0 M\Omega$ (オートレンジ)

2) 測定手順

- ① L/C/R AUTO/MANU ボタンを押して DCR ファンクションを選択します。
- ② 被測定物を測定端子に接続します。
- ③ 測定値を読み取ります。



測定表示例

5-5 デバイス値の選別 (SORT)

1) 測定レンジ

L: 20.000 μ H ~ 20.000 kH (オートレンジ)

C: 200.00 pF ~ 20.00 mF (オートレンジ)

R: 20.000 Ω ~ 200.0 M Ω (オートレンジ)

2) デバイス選別 (SORT) モードの設定と測定手順

- ① メータの OPEN/SHORT 校正を行います。詳細は、「OPEN/SWORT校正」の4-11を参照してください。(OPEN/SWORT校正は、より正確な測定のため、お勧めするものです。)
- ② L/C/R AUTO/MANU ボタンを押して、選別対象のデバイスに応じたマニュアル測定ファンクションを選択します。選択肢は、ボタンを押すごとに、次のように切り換わります。

オート LCR モード \Rightarrow Ls または Lp \Rightarrow Cs または Cp

\Rightarrow Rs または Rp \Rightarrow DCR \Rightarrow オート LCR モード

注意：

- オート LCR モードでは、この選別 (SORT) モードを動作させることはできません。
- S/P ボタンを押し、Ls/Lp、または Cs/Cp、または Rs/Rp を選択します。
- TEST FREQ ボタンを押し、測定周波数を選択します。

- ③ 基準となるデバイスを測定端子に接続します。

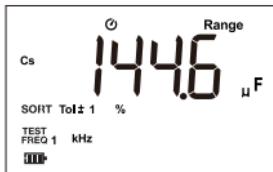
測定値が安定してから、SORT ボタンを押すと、選別 (SORT) モードが動作し、測定値は基準値として保存されます。表示器には、下記の表示例のように [PASS] と表示されます。



注意：

本器の読みが制限値を超えて [OL] と表示されているとき、あるいは 200 カウントに満たないときに SORT ボタンを押しても選別機能は動作しません。

- ④ このとき、小数点位置、レンジ、基準値に対する許容範囲を設定したい場合は、SETUP ボタンを押します。この時、保存された基準値が表示されます。



設定は次のようにおこないます。

- 必要に応じて、<ボタン (D/Q/θ/ESR/Rpボタン) または >ボタン (S/Pボタン) を使用して小数点の位置を設定します。
設定後、ENTERボタンを押します。
- 必要に応じて、<、△(PCボタン)、▽(△ボタン)、>の各ボタンを使用して基準値の各けたの数値（設定可能範囲：0002～1999）を設定します。

各桁の数値の設定後、ENTER ボタンを押します。

- 必要に応じて、<ボタンまたは>ボタンを押して許容範囲を設定します。ボタンを押すごとに許容範囲の選択肢が、次のように切り換わります。

±0.25 %、±0.5 %、±1 %、±2 %、±5 %、±10 %、±20 %、-20 %～+80 %

設定後、ENTER ボタンを押します。

ここまで設定が済むと、部品の選別をおこなうことができます。

- 部品を測定するごとに、メイン表示部に [PASS] または [FAIL] のいずれかが表示されます。下の例のように、サブ表示部には、測定した部品の値が表示されます。



測定表示例

- SORT モード動作中、L/C/R AUTO/MANU ボタン、D/Q/θ/ESR/Rp ボタン、△ボタン、S/P ボタン、HOLD ボタンは無効になります。
- SORT モードを解除するには、SORT ボタンを押して、マニュアル LCR モードに戻します。

別売のLCR USB通信ユニット (LCR-USB / LCR-USB2) および専用アプリケーションを使用すると、検査結果を記録することができます。

【6】保守管理について

△ 警 告

1. この項目は安全上重要です。本説明書をよく理解して管理をおこなうこと。
2. 安全と確度維持のために1年に1回以上は校正、点検を実施すること。

6-1 保守点検

- 1) 外観:
 - ・落下などにより、外観が壊れていませんか？
- 2) テストリード:
 - ・テストリードが傷んでいたり芯線が露出したりしていませんか？

以上の項目に該当するものは、そのまま使用せず修理を依頼するか新品と交換してください。

6-2 校 正

校正、点検については三和電気計器（株）・羽村工場サービス部までお問い合わせください。（項目7-2「送り先」参照）

6-3 清掃と保管について

△ 注 意

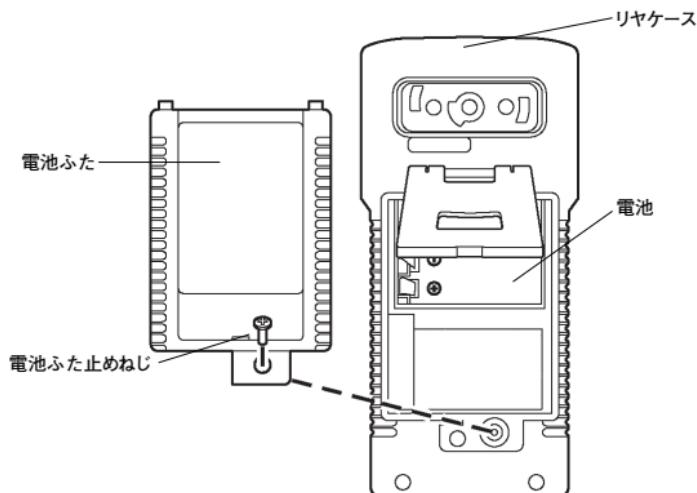
1. 本体は揮発性溶剤に弱いため、シンナーやアルコールなどで拭いたりしないこと。汚れは柔らかい布に少量の水を含ませてふき取ってください。
2. 本体は熱に弱いため、高熱を発するものの近くに置かないこと。
3. 振動の多い場所や落下のおそれのある場所に保管しないこと。
4. 直射日光下や高温、低温、多湿、結露のある場所での保管は避けること。
5. 長期間使用しない場合は電池を必ず抜いておいてくこと。

6-4 電池交換

△ 警 告

1. 感電のおそれがあるため、測定端子に入力が加わった状態、または測定状態で電池ふたをはずさないこと。
2. 電源がOFFであることを確認してから電池交換作業をおこなうこと。

- ① ホルスタを外し、電池ふたの固定ねじ（1本）をプラスドライバーでゆるめます。
- ② 電池ふたが浮き上がったらはずします。
- ③ 電池ホルダ内の電池を極性に注意して新品の電池と交換します。
- ④ 電池ふたの固定ねじを元どおりに締めます。



【7】アフターサービスについて

7-1 保証期間について

本製品の保証期間は、お買い上げの日より3年間です。
ただし、日本国内で購入し日本国内でご使用いただく場合に限ります。また、製品本体の確度は1年保証、製品付属の電池、テ스트リード等は保証対象外とさせていただきます。

7-2 修理について

- 1) 修理依頼の前にもう一度次の項目をご確認ください。
 - ・電池の容量はありますか？電池装着の極性は正しいでしょうか？
 - ・テ스트リードは断線していませんか？
- 2) 保証期間中の修理
保証書の記載内容によって修理させていただきます。
- 3) 保証期間経過後の修理
 - ・修理によって本来の機能が保持できる場合、ご要望により有料で修理させていただきます。
 - ・修理費用や輸送費用が製品価格より高くなる場合もありますので、事前にお問い合わせください。
 - ・本品の補修用性能部品の最低保有期間は、製造打切り後6年間です。この保有期間を修理可能期間とさせていただきます。ただし、購買部品の入手が製造会社の製造中止等により不可能になった場合は、保有期間が短くなる場合もあります。
- 4) 修理品の送り先
 - ・製品（本体およびテ스트リード等の付属品を含む）の安全輸送のため、製品の5倍以上の容積の箱に入れ、十分なクッションを詰めてお送りください。
 - ・箱の表面には「修理品在中」と明記してください。
 - ・輸送にかかる往復の送料は、お客様のご負担とさせていただきます。

[送り先] 三和電気計器株式会社・羽村工場サービス部
〒205-8604 東京都羽村市神明台 4-7-15
TEL (042) 554-0113 / FAX (042) 555-9046

7-3 お問い合わせ

三和電気計器株式会社

本社 : TEL (03) 3253-4871 FAX (03) 3251-7022

大阪営業所 : TEL (06) 6631-7361 FAX (06) 6644-3249

製品について : ☎ 0120-51-3930

の問い合わせ 受付時間9:30～12:00 13:00～17:00
(土日祝日および弊社休日を除く)

ホームページ : <https://www.sanwa-meter.co.jp>

【8】仕様

8-1 一般仕様

| | | |
|--------------------|---|---|
| 液晶表示器 (バックライト付) | メイン表示 サブ表示 | 20,000 カウント : Ls / Lp / Cs / Cp / Rs / Rp / DCR 2,000 カウント : D/Q / θ / ESR/RP |
| オーバー表示 | レンジオーバーに対し、数字部に「OL」を表示。 | |
| 電池消耗検出 | 4 レベル | |
| 測定パラメータ | Ls / Lp / Cs / Cp / Rs / Rp / DCR (D/Q / θ / ESR / RP 測定を含む) | |
| 測定モード | シリーズ / パラレル | |
| レンジ切替え | オート | |
| 測定端子 | 4 端子ソケット + ガードライン クリップリードのプラグに対応 | |
| オート LCR 測定レンジ | L: 20.000 μ H ~ 20.000 kH C: 200.00 pF ~ 20.00 mF R: 20.000 Ω ~ 200.0 M Ω | |
| DCR測定レンジ | R: 200.00 Ω ~ 200.0 M Ω | |
| 測定周波数 | 100 Hz / 120 Hz / 1 kHz / 10 kHz / 100 kHz | |
| 測定スピード | 1.2 回 / 秒 (LCR モード)、0.5 回 / 秒 (DCR モード) | |
| デバイス値選別機能閾値 | ± 0.25 %、± 0.5 %、± 1 %、± 2 %、± 5 %、± 10 %、 ± 20 %、-20 % ~ +80 % | |
| 測定信号レベル | 0.63 Vrms (公称)、0.9 Vdc (公称) | |
| 使用環境条件 | 高度 2000 m 以下 環境汚染度 II | |
| 仕様保証 温度 / 湿度 | 18 ~ 28 °C < 80 % RH | |

| | |
|--------------------|--|
| 温度係数 | [0.15 x (規定確度)] / °C 0 ~ 18 °C、28 ~ 50 °C |
| 動作 温度 / 湿度 | 0 ~ 50 °C < 80 % RH |
| 保存 温度 / 湿度 | -20 ~ 60 °C < 80 % RH |
| EMC 指令、 RoHS 指令 | IEC61326-1(EMC)、EN50581(RoHS) 電界強度 CS 3 V (0.15-80 MHz) の環境下の場合： 直流抵抗測定レンジにおいて下記のとおり 総合確度 = 規定確度 ± 150 dgt 他のレンジ、または上記の条件を超える環境下の場合は規定されず。 |
| 電 源 | アルカリ9 V型乾電池 6LF22 1個、 またはマンガン9 V電池 6F22 1個、 または外部 AC アダプタ (別売 : AD-30-3) |
| オートパワーオフ | 最後に行つた操作から 5 分後 |
| 消費電力 | 約 100 mW |
| 電池寿命 | アルカリ9 V乾電池 6LF22 : 40時間 マンガン9 V乾電池 6F22 : 18時間 (オートLCRモード、1 kHzにて) |
| 寸 法 | 製品単体 約 L 175 mm × W 80 mm × H 40 mm |
| | ホルスタ装着時 約 L 184 mm × W 87 mm × H 45 mm |
| 質 量 | 製品単体 約 320 g |
| | ホルスタ装着時 約 400 g |
| 付属品 | クリップリード (CL-700a) ホルスタ (H-701) デバイス差込測定端子用ショートプレート 取扱説明書 |
| 別売品 | ACアダプタ (AD-30-3)、 SMDクリップリード (CL-700SMD) LCR USB 通信ユニット (LCR-USB / LCR-USB2) 専用アプリケーション (LCR Linkはホームページ から無償ダウンロード) |

8-2 測定範囲および確度

確度：土 (% rdg + dgt) 仕様欄の略記は "% + d"

rdg(reading)：読み取り値

dgt(digit)：最終桁

温度：23 °C ± 5 °C

湿度：80 % R.H. 以下 (2 MΩ、20 MΩ、200 MΩレンジは60 %R.H. 以下)

確度はOPEN/SHORT 校正後に専用アクセサリ CL-700a または CL-700SMD を使用したときの確度です。

「-」は確度保証外です。

抵抗 : Rp, Rs

| レンジ | 分解能 | DCR | 100/120 Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100 kHz |
|--------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 20 Ω | 0.01 Ω | - | 0.7 % + 8 d | - | - | - |
| | 0.001 Ω | - | - | 0.7 % + 8 d | 0.7 % + 8 d | 0.7 % + 8 d |
| 200 Ω | 0.01 Ω | 0.3 % + 3 d | 0.5 % + 5 d |
| 2 kΩ | 0.0001 kΩ | 0.3 % + 3 d | 0.5 % + 5 d |
| 20 kΩ | 0.001 kΩ | 0.3 % + 3 d | 0.7 % + 8 d |
| 200 kΩ | 0.01 kΩ | 0.5 % + 5 d | 0.3 % + 3 d | 0.3 % + 3 d | 0.3 % + 3 d | 0.9 % + 10 d |
| 2 MΩ | 0.0001 MΩ | 0.5 % + 5 d | 0.5 % + 5 d | 0.5 % + 5 d | 2.0 % + 10 d | - |
| 20 MΩ | 0.001 MΩ | 2.0 % + 8 d | 2.0 % + 10 d | 3.0 % + 20 d | - | - |
| | 0.01 MΩ | - | - | - | 5.0 % + 80 d | - |
| 200 MΩ | 0.1 MΩ | 5.0 % + 80 d | 5.0 % + 80 d | - | - | - |

静電容量 : Cp, Cs (D<0.1 のとき)

| レンジ | 分解能 | 100/120 Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100 kHz |
|---------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| *200 pF | 0.01 pF | - | - | 0.8 % + 10 d | 2.0 % + 10 d |
| 2000 pF | 1 pF | 0.5 % + 5 d | - | - | - |
| | 0.1 pF | - | 0.5 % + 5 d | 0.5 % + 5 d | 1.5 % + 10 d |
| 20 nF | 0.001 nF | 0.5 % + 5 d | 0.3 % + 3 d | 0.5 % + 5 d | 0.7 % + 10 d |
| 200 nF | 0.01 nF | 0.3 % + 3 d | 0.5 % + 5 d | 0.5 % + 5 d | 0.7 % + 10 d |
| 2000 nF | 0.1 nF | 0.3 % + 3 d | 0.3 % + 3 d | 0.5 % + 5 d | 3.5 % + 10 d |
| 20 μF | 0.001 μF | 0.3 % + 3 d | 0.3 % + 3 d | 1.0 % + 10 d | - |
| 200 μF | 0.01 μF | 0.3 % + 3 d | 0.8 % + 10 d | - | - |
| | 0.1 μF | - | - | 3.5 % + 10 d | - |
| 2000 μF | 0.1 μF | 2.0 % + 10 d | - | - | - |
| | 1 μF | - | 1.5 % + 10 d | - | - |
| 20 mF | 0.01 mF | 1.5 % + 10 d | - | - | - |

* 50pF 以下は確度保証外

• D ≥ 0.1 のときの確度 : Ae × $\sqrt{1+D^2}$
Ae はメイン表示部の rdg 確度です。

インダクタンス : Lp, Ls (D<0.1 のとき)

| レンジ | 分解能 | 100/120 Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100 kHz |
|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 20 μ H | 0.001 μ H | - | - | - | 1.0 % + 10 d |
| 200 μ H | 0.01 μ H | - | - | 0.8 % + 10 d | 1.0 % + 10 d |
| 2000 μ H | 0.1 μ H | - | 0.8 % + 10 d | 0.5 % + 5 d | 0.8 % + 10 d |
| 20 mH | 0.001 mH | 0.8 % + 10 d | 0.3 % + 3 d | 0.5 % + 5 d | 0.8 % + 10 d |
| 200 mH | 0.01 mH | 0.5 % + 5 d | 0.5 % + 5 d | 0.8 % + 10 d | - |
| 2000 mH | 0.1 mH | 0.3 % + 3 d | 0.5 % + 5 d | 0.8 % + 10 d | - |
| 20 H | 0.001 H | 0.3 % + 3 d | 0.3 % + 3 d | 5.0 % + 20 d | - |
| 200 H | 0.01 H | 0.5 % + 5 d | 0.8 % + 10 d | - | - |
| 2000 H | 0.1 H | 0.8 % + 10 d | 3.0 % + 20 d | - | - |
| 20 kH | 0.001 kH | 5.0 % + 20 d | - | - | - |

- D ≥ 0.1 のときの確度 : $Ae \times \sqrt{1+D^2}$

Ae はメイン表示部の rdg 確度です。

* CL-700a使用時、2000 mH/ 10 kHzの確度は1.00 %rdg + 100 dgt

Θ の確度 θ_e : $\theta_e = \pm (180/\pi) \times Ae$ (deg)

Ae はメイン表示の rdg 確度です。

単位 : °

表示範囲 : -90.0° ~ 90.0°

・ 静電容量測定の場合

| レンジ | 100/120 Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100 kHz |
|--------------|------------|--------|--------|---------|
| 200 pF | - | - | ± 0.46 | ± 1.15 |
| 2000 pF | ± 0.29 | ± 0.29 | ± 0.29 | ± 0.86 |
| 20 nF | ± 0.29 | ± 0.17 | ± 0.29 | ± 0.40 |
| 200 nF | ± 0.17 | ± 0.29 | ± 0.29 | ± 0.40 |
| 2000 nF | ± 0.17 | ± 0.17 | ± 0.29 | ± 2.01 |
| 20 μ F | ± 0.17 | ± 0.17 | ± 0.57 | - |
| 200 μ F | ± 0.17 | ± 0.46 | ± 2.01 | - |
| 2000 μ F | ± 1.14 | ± 0.86 | - | - |
| 20 mF | ± 0.86 | - | - | - |

・ インダクタンス測定の場合

| レンジ | 100/120 Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100 kHz |
|--------------|------------|--------|--------|---------|
| 20 μ H | - | - | - | ± 0.57 |
| 200 μ H | - | - | ± 0.46 | ± 0.57 |
| 2000 μ H | - | ± 0.46 | ± 0.29 | ± 0.46 |
| 20 mH | ± 0.46 | ± 0.17 | ± 0.29 | ± 0.46 |
| 200 mH | ± 0.29 | ± 0.29 | ± 0.46 | - |
| 2000 mH | ± 0.17 | ± 0.29 | ± 0.46 | - |
| 20 H | ± 0.17 | ± 0.17 | ± 2.87 | - |
| 200 H | ± 0.29 | ± 0.46 | - | - |
| 2000 H | ± 0.46 | ± 1.72 | - | - |
| 20 kH | ± 2.87 | - | - | - |

D 値の確度 De : $De = \pm Ae$

表示範囲 : 0.000 ~ 1999

Ae はメイン表示の rdg 確度です。

例 : 被測定コンデンサ : 180 nF

測定周波数 : 1 kHz

測定確度 : $\pm (0.3 \% \text{rdg} + 3 \text{ dgt})$

Ae = 0.3 %rdg

D 値の確度 De の計算 :

$$De = \pm 0.003$$

ESR の確度 Re : $Re = \pm Z_M \times Ae (\Omega)$

表示範囲 : 00.00 ~ 199.9 M Ω

Z_M は次の式で計算する : $1/(2\pi fC)$ または $2\pi fL$

例 : 被測定コンデンサ : 180 nF

測定周波数 : 1 kHz

測定確度 : $\pm (0.3 \% \text{rdg} + 3 \text{ dgt})$

Ae = 0.3 %

$$Z_M = 1/(2 \times 3.14 \times 1000 \times 180 \times 10^{-9})$$

$$= 884.6 \Omega$$

$$Re = \pm 0.003 \times 884.6$$

$$= \pm 2.65 \Omega$$

Q 値の確度 Qe : $Qe = \pm \frac{Q^2 \cdot De}{1 - Q \cdot De}$

表示範囲 : 0.000 ~ 1999

適用条件 : $Q \cdot De < 1$

例 : 被測定インダクタ : 180 μ H

測定周波数 : 10 kHz

測定確度 : $\pm (0.5 \% \text{rdg} + 3 \text{ dgt})$

De = Ae = ± 0.005 とする。

測定した Q 値は 20

$$Qe = \pm 20 \times 20 \times 0.005 / (1 - 20 \times 0.005)$$

$$= 2.22$$

4 端子測定（ガードライン付き）について :

測定用リード線には、4 端子測定法を採用しています。上記の確度を得るためにには、測定の前に OPEN/ SHORT 校正を行う必要があります。

ここに掲載した製品の仕様や外観は改良等の理由により、予告なしに変更することがありますのでご了承ください。

sanwa.

保証書

ご氏名

様

ご住所

〒□□□-□□□

型 名

LCR701

製造No.

この製品は厳密なる品質管理を経てお届けするものです。

本保証書は所定項目をご記入の上保管していただき、アフターサービスの際ご提出ください。

※本保証書は再発行はいたしませんので大切に保管してください。

TEL

保証期間

ご購入日 年 月より3年間
(製品の確度については1年間)

三和電気計器株式会社

本社=東京都千代田区外神田2-4-4・電波ビル
郵便番号=101-0021・電話=東京(03)3253-4871(代)

保証規定

保証期間内に正常な使用状態のもとで、万一故障が発生した場合には無償で修理いたします。但し、保証期間内であっても下記の場合には保証の対象外とさせていただきます。
本保証書は、日本国内において有効です。

記

1. 取扱説明書に基づかない不適当な取扱い(保管状態を含む)または使用による故障
2. 弊社以外による不当な修理や改造に起因する故障
3. 天災などの不可抗力による故障や損傷、および故障や損傷の原因が本計器以外の事由による場合
4. お買い上げ後の輸送、移動、落下などによる故障および損傷
5. その他、弊社の責任ではないとみなされる故障

This warranty is valid only within Japan.

以上

| | |
|-------|---------------|
| 年 月 日 | 修理内容をご記入ください。 |
| | |
| | |

※無償の認定は当社において行わせていただきます。

< MEMO >

sanwa[®]

三和電気計器株式会社

本社=東京都千代田区外神田 2-4-4・電波ビル

郵便番号=101-0021・電話=東京(03)3253-4871(代)

大阪営業所=大阪市浪速区恵美須西2-7-2

郵便番号=556-0003・電話=大阪(06)6631-7361(代)

SANWA ELECTRIC INSTRUMENT CO., LTD.

Dempa Bldg, 4-4 Sotokanda 2-Chome Chiyoda-Ku, Tokyo, Japan



PRINTED WITH
SOY INK™

大豆インキを使用しています。

02-2412 2040 6010

sanwa[®]

LCR701

DIGITAL LCR METER

INSTRUCTION MANUAL



Table of Contents

[1] SAFETY PRECAUTIONS: Before use, read the following safety precautions

| | | |
|-----|---|---|
| 1-1 | Explanation of Warning Symbols | 1 |
| 1-2 | Warning Instructions for Safe Use | 2 |

[2] APPLICATIONS AND FEATURES

| | | |
|-----|--------------------|---|
| 2-1 | Applications | 3 |
| 2-2 | Features | 3 |

[3] PART IDENTIFICATION

| | | |
|-----|-----------------------------------|---|
| 3-1 | LCR meter and clipping leads..... | 4 |
| 3-2 | Display | 6 |

[4] DESCRIPTION OF FUNCTIONS

| | | |
|--------|---|----|
| 4-1 | Power Button | 7 |
| 4-2 | Auto Power Off | 7 |
| 4-3 | Buzzer | 7 |
| 4-4 | Low Battery Indication | 7 |
| 4-5 | Measuring Mode Selection | 8 |
| 4-5-1 | Auto LCR Mode..... | 8 |
| 4-5-2 | Manual LCR Mode and DC Resistance Measurement | 9 |
| 4-6 | Measuring Frequency Selection | 10 |
| 4-7 | Series/Parallel Mode..... | 11 |
| 4-8 | Auto Range Selection | 11 |
| 4-9 | Data Hold | 11 |
| 4-10 | Relative Display | 11 |
| 4-11 | OPEN/SHORT Calibration | 13 |
| 4-12 | Device Sorting | 17 |
| 4-13 | Backlight..... | 17 |
| 4-14 | PC (Personal Computer) Interface | 17 |
| 4-15 | Measuring Principles | 19 |
| 4-15-1 | What is impedance? | 19 |
| 4-15-2 | Impedance measurement | 20 |
| 4-15-3 | Principles of OPEN/SHORT Calibration | 21 |

[5] MEASURING PROCEDURE

| | | |
|-------|---|----|
| 5-1 | Connection of DUT (Device Under Test) | 22 |
| 5-2 | Pre-operational Check | 24 |
| 5-3 | Auto LCR Mode Measurement | 25 |
| 5-4 | Manual LCR Mode measurement | 26 |
| 5-4-1 | Inductance (L) measurement | 27 |
| 5-4-2 | Capacitance (C) measurement | 28 |
| 5-4-3 | Resistance (R) measurement | 29 |
| 5-4-4 | DC Resistance (DCR) measurement | 29 |
| 5-5 | Device Value Sorting..... | 30 |

[6] MAINTENANCE

| | | |
|-----|----------------------------------|----|
| 6-1 | Maintenance and Inspection | 32 |
| 6-2 | Calibration | 32 |
| 6-3 | Cleaning and Storage | 32 |
| 6-4 | Battery Replacement | 33 |

[7] AFTER-SALE SERVICE

| | | |
|-----|------------------------------|----|
| 7-1 | Warranty and Provision | 34 |
| 7-2 | Repair | 34 |
| 7-3 | SANWA Website | 35 |

[8] SPECIFICATIONS

| | | |
|-----|-----------------------------------|----|
| 8-1 | General Specifications | 36 |
| 8-2 | Measuring Range and Accuracy..... | 38 |

[1] SAFETY PRECAUTIONS: Before use, read the following safety precautions

This instruction manual explains how to use your LCR701 digital LCR meter safely. Before use, please read this manual thoroughly to ensure correct and safe use. After reading it, keep it together with the product for reference to it when necessary.

Using this product in ways not specified in this manual may damage its protection function.

The instructions given under the headings of “ WARNING” and “ CAUTION” must be followed to prevent accidental burn and electrical shock.

1-1 Explanation of Warning Symbols

The meaning of the symbols used in this manual and attached to the product is as follows.

 : Very important instruction for safe use.

- The warning messages are intended to prevent accidents to operating personnel such as burn and electric shock.
- The caution messages are intended to prevent incorrect handling which may damage the product.

Symbols attached to the product

 : Refer to the instruction manual before use.

 : High voltage. Do not touch.

 : Double insulation or reinforced insulation

 : Ground

 : Resistance

 : Capacitance

 : Backlight

1-2 Warning Instructions for Safe Use

WARNING

The following instructions are intended to prevent injury such as electric shock and so on. These instructions must be followed.

1. Do not apply any voltage or current to the measuring terminals.
2. Never attempt to repair the instrument by yourself and ask the nearest Sanwa authorized agent, distributor, or service provider for repair.
3. Do not use the instrument if the meter or clip leads look damaged.
4. Never operate the meter with the case or battery lid removed.
5. Remove all lead wires from the instrument when replacing the battery.
6. Do not use any unspecified type of clip leads.
7. Do not touch any measuring terminals.
8. Do not operate the meter when it is wet or with wet hands.
9. Inspect the instrument at least once a year.
10. Use the instrument indoors.
11. Only the specified AC/DC adapter (AD-30-3) can be used with the instrument.

CAUTION

1. Do not apply any voltage or current to the measuring terminals.
2. Discharge before making capacitance measurement.
3. Incorrect measurement may be performed in a ferromagnetic or intense electric field near transformers, high-current circuits, or radio equipments.

[2] APPLICATIONS AND FEATURES

2-1 Applications

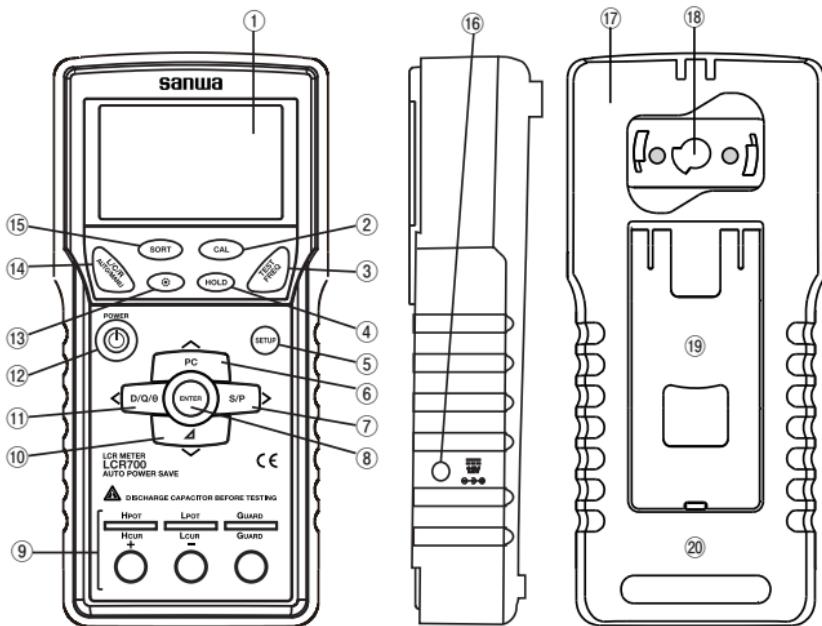
LCR701 is a full-featured high-performance handy LCR meter which rivals the capabilities and options of many of its bench counterparts. This instrument features a device value sorting function, allowing users to quickly sort passive devices in situations such as incoming inspections.

2-2 Features

- 20,000/2,000-count display
- Automatically selectable L/C/R measurement
- Selectable Series/Parallel mode
- Ls/Lp/Cs/Cp measurement with sub parameters (D/Q/θ/ESR)
- resistance DC function (7 ranges: 200.00 Ω ~ 200.0 MΩ)
- 5 different measuring frequencies (100/120/1 k/10 k/100 kHz)
- Measuring signal source level: 0.63 Vrms (Typical)
- Measurable ranges (ex. f=1 kHz)
 - L: 20.000 µH ~ 20.000 kH
 - C: 200.00 pF ~ 20.00 mF
 - R: 20.000 Ω ~ 200.0 MΩ
- Multi-level low battery indication
- Auto Power Off (approx. 5 min.). *Only when using a battery
- Backlight to allow for easy visibility in low-lit area
- Automatic range selection
- Data hold
- Relative display
- Device Sorting mode to allow users to quickly sort passive devices such as L, C, and R
- Separately available companion software and LCR USB communication unit will allow you to transfer the measured data to your PC with ease.
- Accepts a single standard 9 V battery, and specified AC/DC adapter (AD-30-3) which is separately available.

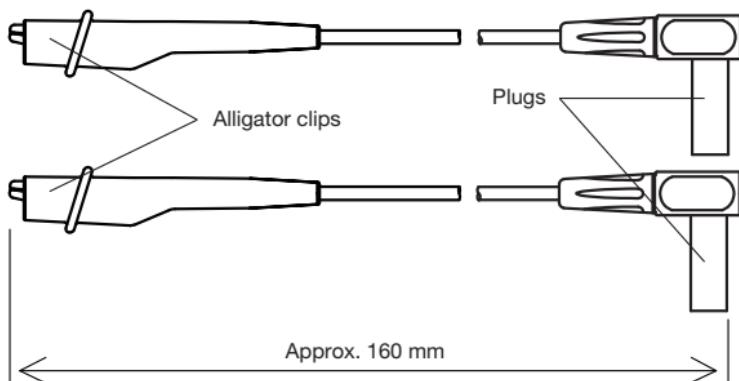
[3] PART IDENTIFICATION

3-1 LCR meter and clipping leads

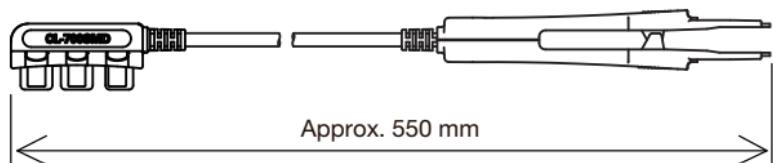


| | | | | | |
|-----|---------------------------------|------|---------------------------------|------|--------------------------------------|
| (1) | LCD display | (8) | ENTER button | (15) | Device value sorting function button |
| (2) | Calibration button | (9) | Measuring terminals | (16) | AC adapter inlet |
| (3) | Frequency selecting button | (10) | Relative button | (17) | Holster |
| (4) | Hold button | (11) | D/Q/θ/ESR/Rp selector button | (18) | LCR USB communication unit connector |
| (5) | Sorting mode setting button | (12) | POWER button | (19) | Stand |
| (6) | PC connection button | (13) | Backlight button | (20) | Battery lid |
| (7) | Series/Parallel selector button | (14) | LCR AUTO/MANUAL selector button | | |

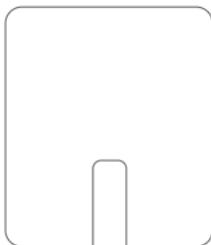
Clipping leads CL-700a (Bundled item)



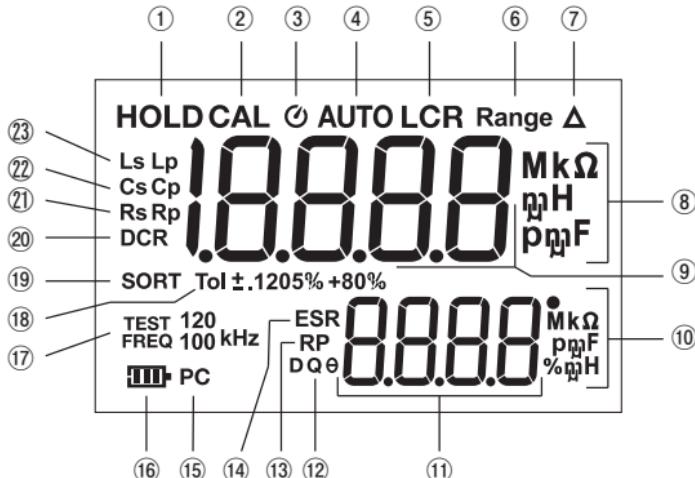
SMD Clipping leads CL-700SMD (Separately available accessory)



Shorting plate (Bundled item)



3-2 Display



| | | | |
|---|---|---|---|
| ① | Data hold indicator | ⑬ | Equivalent parallel resistance measurement operation indicator |
| ② | OPEN/SHORT calibration mode indicator | ⑭ | Equivalent series resistance measurement operation indicator |
| ③ | Auto Power Off mode indicator | ⑮ | PC connection indicator |
| ④ | Series/Parallel mode automatic detection indicator | ⑯ | Battery capacity indicator |
| ⑤ | L/C/R automatic detection indicator | ⑰ | Measuring frequency indicator: 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz |
| ⑥ | Range setting indicator for the sorting mode | ⑱ | Tolerance indicator in sorting mode: ±0.25%, ±0.5%, ±1%, ±2%, ±5%, ±10%, ±20%, -20 ~ +80% |
| ⑦ | Relative display operation indicator | ⑲ | Sorting mode indicator |
| ⑧ | Unit of readings for main display | ⑳ | Series resistance measurement operation indicator |
| ⑨ | Main display | ㉑ | Resistance measurement operation indicator in series/parallel mode |
| ⑩ | Unit of readings for sub display | ㉒ | Capacitance measurement operation indicator in series/parallel mode |
| ⑪ | Sub display | ㉓ | Inductance measurement operation indicator in series/parallel mode |
| ⑫ | Indicator of Dissipation factor (D), Quality factor (Q) or Phase angle (θ) for L / C measurement mode | | |

[4] DESCRIPTION OF FUNCTIONS

4-1 Power Button

Press the **POWER** button to turn on the meter. All segments of the LCD display will be turned on for 2 seconds after power-on, and then the meter will be ready to use in the Auto LCR mode (described later). Press the **POWER** button again to turn off the meter. **[OFF]** will be indicated for 2 seconds when turning off.

4-2 Auto Power Off

When the meter is powered by the battery, Auto Power Off feature is active and  is shown on the display. The buzzer beeps four times (at approximately 10-second intervals over about 40 seconds) to give a warning. If no activity is made during this period, the buzzer will sound a continuous beep for the fifth time, **[OFF]** will be displayed, and the meter will automatically turn off.

To turn on the meter, press the **POWER** button again.

Note:

When the meter is powered through an AC/DC adapter, the Auto Power Off feature is inactive.

4-3 Buzzer

Whenever an available button is pressed in the function, the buzzer beeps one time to indicate the meter has accepted the command. Pressing an unavailable button makes the buzzer beep two times. The buzzer cannot be disabled.

4-4 Low Battery Indication

The battery condition is continuously indicated.  means that the battery capacity is full.  means that battery power is low and the battery needs to be replaced. Replace the battery with new one. If you use the instrument under "Low battery", it will beep twice and show **[bAtt]**, then turn power off.

4-5 Measuring Mode Selection

4-5-1 Auto LCR Mode

After power-on, the meter is in the Auto LCR mode as a default setting, and shows [AUTO LCR] on the display. The meter automatically selects a function, parameter, and series/parallel mode. The function and the sub parameter on the sub display will be selected based on the following conditions.

Conditions for automatic selection of functions and sub parameters.

| θ | Functions | Sub parameters | Example |
|---|-------------|----------------|--------------|
| $-11.3^\circ \leq \theta \leq 11.3^\circ$ | Resistance | θ | Fig. 4-5-1-1 |
| $\theta > 11.3^\circ$ | Inductance | Q | Fig. 4-5-1-2 |
| $\theta < -11.3^\circ$ | Capacitance | D | Fig. 4-5-1-3 |

If $C < 5 \text{ pF}$, R_p is shown on the sub display.

Selection of series/parallel mode depends on the total equivalent impedance measured. (Refer to 4-7)

Note:

S/P button and D/Q/ θ button are not available in the Auto LCR mode.



Fig. 4-5-1-1



Fig. 4-5-1-2



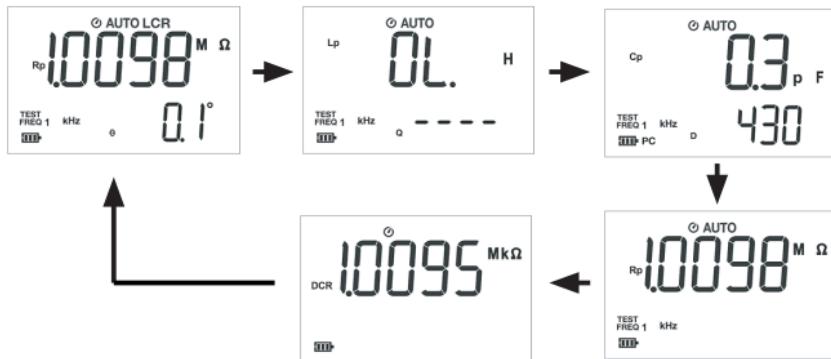
Fig. 4-5-1-3

4-5-2 Manual LCR Mode and DC Resistance Measurement

As already described, the default setting is the Auto LCR mode after power-on, the main function can be switched to the manual LCR mode or DC resistance mode by pressing the **L/C/R AUTO/MANU** button.

Pressing this button (\Rightarrow) sequentially switches the functions as follows.
Auto LCR mode \Rightarrow Ls or Lp function \Rightarrow Cs or Cp function \Rightarrow Rs or Rp function \Rightarrow DCR function \Rightarrow Auto LCR mode

Example of resistance measurement



In the manual LCR mode, the meter automatically selects the series/parallel mode depending on the total equivalent impedance measured similarly to the Auto LCR mode. (Refer to 4-7)

The function of Ls, Lp, Cs, or Cp in the manual LCR mode shows following parameters, being switched by pressing **D/Q/θ** button.

| Functions | Selectable parameters |
|-----------|---|
| Ls, Cs | Dissipation factor (D), Quality factor (Q), Equivalent series resistance (ESR), and Phase angle (θ) |
| Lp, Cp | Dissipation factor (D), Quality factor (Q), Equivalent parallel resistance (Rp), and Phase angle (θ) |

Note:

- Usually quality factor (Q) is used for inductance measurement.
Inductor with higher Q has lower resistance component.
- Usually dissipation factor (D) is used for capacitance measurement.
Capacitor with lower D has lower resistance component.

Quality factor (Q)

= Inductance (L) component / Resistance (R) component

Dissipation factor (D)

= Resistance (R) component / Capacitance (C) component

- ESR is used for measuring equivalent series resistance of a capacitor under a measuring frequency.



Example

4-6 Measuring Frequency Selection

The meter provides 5 different frequencies

(100 Hz/120 Hz/1 kHz/10 kHz/100 kHz)

for more accurate measurement.

The default setting is 1 kHz, and the measuring frequency can be selected by pressing the **TEST FREQ** button as follows.

1 kHz \Rightarrow 10 kHz \Rightarrow 100 kHz \Rightarrow 100 Hz \Rightarrow 1 kHz

Note:

The LCR impedance scale ranges and accuracies depend on the measuring frequency.

Refer to the accuracy table in 8-2.

4-7 Series/Parallel Mode

When measuring L/C/R with multiple element in its equivalent circuit, an appropriate measuring mode needs to be selected, assuming actual circuit to be measured.

Select the series mode if a series circuit is assumed, or select the parallel mode if a parallel circuit is assumed.

In the Auto LCR mode or manual LCR mode, the meter automatically selects the series/parallel mode depending on the total equivalent impedance measured. (The display shows **[AUTO]**.)

10 k Ω and lower: Series mode (Ls/Cs/Rs)

Higher than 10 k Ω : Parallel mode (Lp/Cp/Rp)

In the manual LCR mode, pressing **S/P** button manually switches assumed series/parallel mode.

When manually selecting series/parallel mode, the display turns **[AUTO]** off.

4-8 Auto Range Selection

A measuring range in each function will be automatically selected, and cannot be manually selected.

4-9 Data Hold

Press **HOLD** button to freeze present reading for later view. (The display shows **[HOLD]**.) Even if the DUT is disconnected from the measuring terminal, the current reading will remain on the display.

Press the **HOLD** button again to disable the data hold feature and go back to the normal measurement mode. (The display turns **[HOLD]** off.)

Note:

When the reading is indefinite, the data hold feature is not available.

4-10 Relative Display

Relative display allows you to read directly the deviation in % from a reference value.

Pressing the Δ button activates the relative mode, and the display turns **[Δ]** on.

Note:

This function is not available in the Auto LCR mode.

Nor can it be activated when the reading is outside of the meter limits (Ex. **[OL]** is displayed.).

The meter uses the following formula to calculate relative displays.

$$\text{REL\%} = (\text{DCUR} - \text{DREF}) / \text{DREF} * 100\%$$

REL% = Difference in percent

DCUR = Device currently under test

DREF = Device used as a reference

To enter the relative mode, proceed as follows.

1. Perform the OPEN/SHORT calibration. (Refer to 4-11).
2. Select a function from L, C, R, or DCR.
3. Connect a device to the measuring terminals as a reference and wait until the readings become stable.
4. Press the Δ button to save the reading as a reference value.

Now, the display indicates **[Δ]**, and the sub display shows **[0.0%]**.



5. Remove the reference device, then connect a DUT to the measuring terminals.

The main display shows the value of the DUT and the sub display shows the difference from the reference in %.

Pressing the Δ button again shows the reference value saved in the previous step. You can check the reference value. (**[Δ]** is blinking.)

Pressing the Δ button again allows you to measure in the relative mode.

6. Repeat Step 5 for each DUT.

Note: The range for the difference in percent is -99.9% to 99.9%.

If the DUT falls outside that range, the sub display will show **[OL]**.

7. To exit this mode, press the Δ button for 2 seconds.

4-11 OPEN/SHORT Calibration

The OPEN/SHORT calibration before measurement reduces the parasitic effect of the test fixture to get better accuracy especially for high/low impedance measurement. (For the calibration principle, see 4-15-3.)

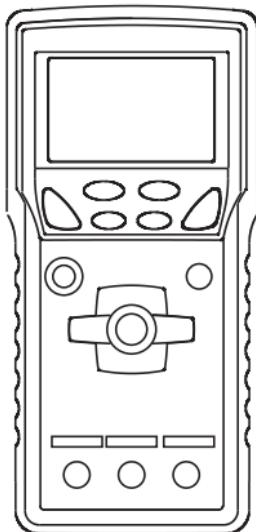
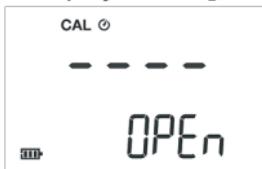
Procedure of the OPEN/SHORT calibration

This section explanations how to perform the OPEN/SHORT calibration for a measurement using the directly connectable measuring terminals, and one for a measurement using the clipping leads "CL-700a". (Perform the OPEN/SHORT calibration according to each procedure.)

[Measurement using the directly connectable measuring terminals]

1. Press the **CAL** button for 2 seconds.

The display shows **[OPEN]**.



2. Press the **CAL** button again.

The meter shows a countdown on the display while it performs the OPEN calibration. It takes 30 seconds to complete.



After the countdown is complete, the display should show **[PASS]**.



3. Insert the bundled shorting plate to the directly connectable measuring terminals.
4. Press the **CAL** button again.
The display shows **[Srt]**.
5. Press the **CAL** button again.
The meter shows a countdown on the display while it performs the SHORT calibration. It takes 30 seconds to complete.



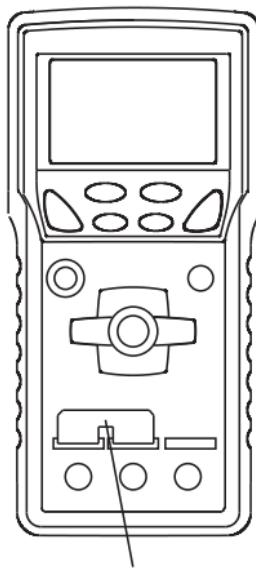
After the countdown is complete, the display should show **[PASS]**.



If the display shows **[FAIL]**, this procedure has to be performed again.



6. Press the **CAL** button once again to exit the OPEN/SHORT calibration mode.



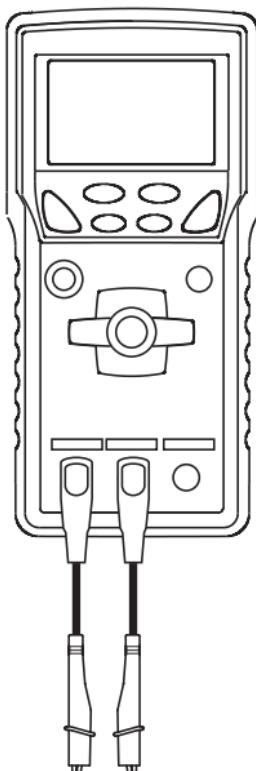
Shorting plate

[Measurement using the clipping leads "CL-700a"]

1. Insert the red and black clipping leads into the measuring terminals on the LCR meter as shown in the figure, and leave the clips open.
2. Press the **CAL** button for 2 seconds. The display shows [**OPEn**].



3. Press the **CAL** button again. The meter shows a countdown on the display while it performs the OPEN calibration. It takes 30 seconds to complete.



After the countdown is complete, the display should show [**PASS**].



4. Connect the test leads to make a short circuit.
5. Press the **CAL** button again.
The display shows **[Srt]**.
6. Press the **CAL** button again.
The meter shows a countdown on the display while it performs the SHORT calibration. It takes 30 seconds to complete.



After the countdown is complete, the display should show **[PASS]**.

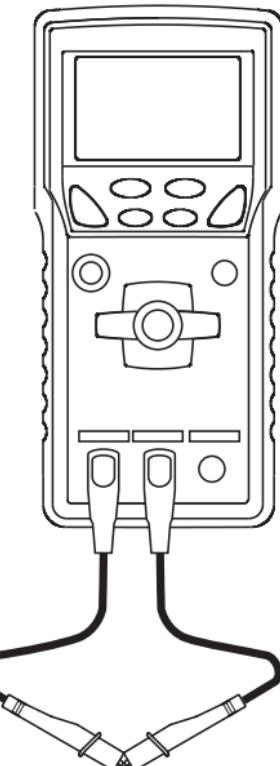


If the display shows **[FAIL]**, this procedure has to be performed again.



7. Press the **CAL** button once again to exit the OPEN/SHORT calibration mode.

For measurement using the SMD clipping leads "CL-700SMD" (separately available accessory), the same procedure as above can be taken to perform the OPEN/SHORT calibration.



4-12 Device Sorting

The meter can sort device values into PASS/FAIL based on resistance, capacitance, or inductance. This feature is useful in situations such as incoming inspections for mass production parts.

Note:

This function is not available in the Auto LCR mode.

Use this function in the manual LCR mode.

For details, refer to 5-5.

4-13 Backlight

To turn the Backlight on, press  button.

To turn it off, press  button again.

The Backlight is disabled automatically after the meter is inactive for 60 seconds.

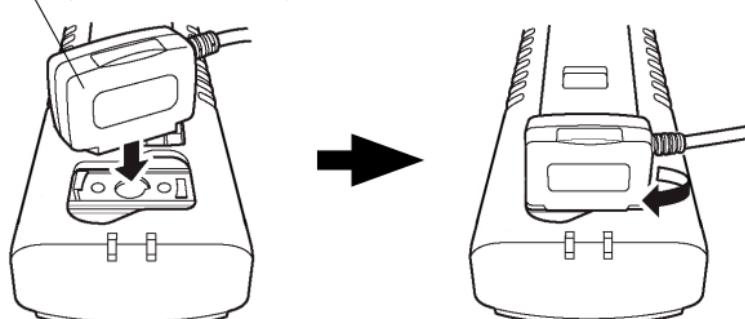
4-14 PC (Personal Computer) Interface

The instrument equips with an IR interface port at the meter back for data communication. LCR-USB or LCR-USB2, LCR USB communication unit for LCR (separately available accessory), and the dedicated software (download for free from our website) allow you to transfer real time readings to your PC and save them.

The connecting procedure is as follows.

1. Snap on LCR-USB or LCR-USB2 and connect the USB plug to your PC on which the dedicated software is running.

LCR USB communication unit
(LCR-USB or LCR-USB2)



LCR USB communication unit connection

The display shows the readings.



2. Press the **PC** button.

The display shows **[PC]** to indicate PC connection is active.



3. To make the PC connection inactive, press **PC** button again.



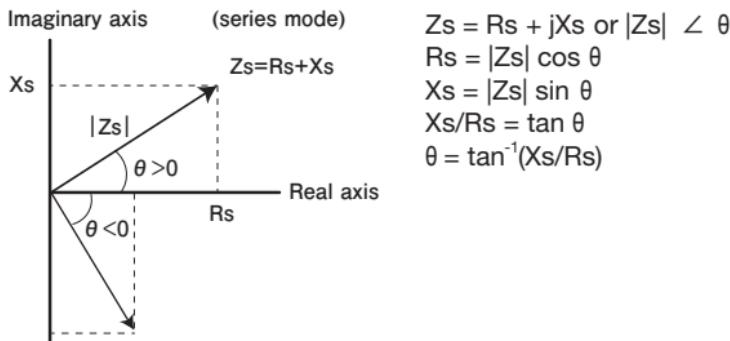
The display turns **[PC]** off to indicate the PC connection is inactive.

4-15 MEASURING PRINCIPLES

4-15-1 What is impedance?

Impedance Z extends the concept of resistance to AC, which is mathematically handled as a vector quantity on a complex plane.

As shown, the impedance vector consists of the real part (the resistance R) and the imaginary part (the reactance X). Series impedance Z_s can be represented as $R_s + jX_s$ in Cartesian form, and also can be represented as $|Z_s| \angle \theta$ (magnitude and phase angle) in the polar form. The figure shows a mathematical relationship between R_s , X_s , $|Z_s|$, θ .



There are two types of reactance. One is inductive reactance X_L , and the other is capacitive reactance X_C .

If $\theta > 0$, the reactance is inductive. If $\theta < 0$, the reactance is capacitive.

The inductive reactance (X_L) and the capacitive reactance (X_C) can be defined as follows.

$$X_L = 2\pi f L$$

$$X_C = 1 / (2\pi f C)$$

where:

L = Inductance

C = Capacitance

f = signal frequency

4-15-2 Impedance measurement

Impedance can be measured in series or in parallel.

In parallel mode, impedance can be represented as reciprocal of admittance (Y).

The admittance can be defined as $Y = G + jB$.

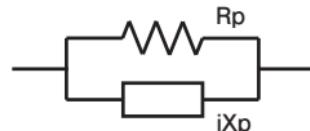
where: G = Conductance B = Susceptance

Series impedance



$$Z = Rs + jXs$$

Parallel admittance



$$Y = 1/Z = 1/Rp + 1/jXp = G+jB$$

Rs = Series resistance

Rp = Parallel resistance

Xs = Series reactance

Xp = Parallel reactance

Cs = Series capacitance

Cp = Parallel capacitance

Ls = Series inductance

Lp = Parallel inductance

| | Series | Parallel | Dissipation factor |
|--|-------------------------|--------------------|--|
| | | | |
| Capacitance | $Cs = Cp(1+D^2)$ | $Cp = Cs/(1+D^2)$ | $D = Rs/Xs = \omega Cs Rs$ $D = G/B = G/(\omega Cp) = 1/(\omega Cp Rp)$ |
| Inductance | $Ls = Lp/(1+D^2)$ | $Lp = Ls(1+D^2)$ | $D = Rs/Xs = Rs/(\omega Ls)$ $D = G/B = \omega Lp G = \omega Lp / Rp$ |
| Resistance | $Rs = Rp D^2 / (1+D^2)$ | $Rp = Rs(1+1/D^2)$ | — |
| $Q = Xs/Rs = 2\pi f Ls/Rs = 1/2\pi f CsRs$ | | | |
| $Q = B/G = Rp/ Xp = Rp/2\pi f Lp = 2\pi f CpRp$ | | | |

To understand the ratio of resistance and reactance, it is important to consider Quality factor (Q) and Dissipation factor (D). Usually, Q is used when measuring inductance and D is used when measuring capacitance. Q is defined as the reciprocal of D.

$$Q = 1/D = \tan \theta$$

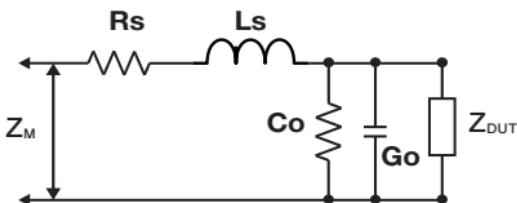
Both R_s and R_p are part of the equivalent circuit of capacitors and inductors.

To measure capacitance and inductance, refer to the settings as shown in the table below.

| | Value | Setting |
|-------------|-------|----------|
| Capacitance | Low | Parallel |
| | High | Series |
| Inductance | Low | Series |
| | High | Parallel |

For details, refer to 4-7.

4-15-3 Principle of OPEN/SHORT calibration



Z_M is defined as total impedance measured to a DUT by a test fixture which has some parasitic impedance.

$$Z_M = (R_s + j\omega L_s) + ((G_o + j\omega C_o)^{-1} // Z_{DUT})$$

Z_{DUT} is impedance of the DUT.

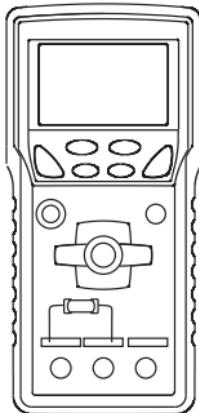
The OPEN/SHORT calibration reduces the effect of $(R_s + j\omega L_s)$ and $(G_o + j\omega C_o)$.

[5] MEASURING PROCEDURE

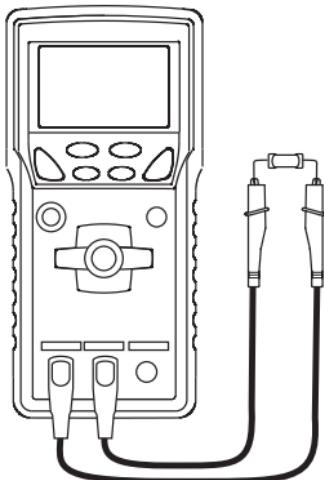
5-1 Connection of DUT (Device Under Test)

DUT's (Devices Under Test) may be connected to the meter as follows.

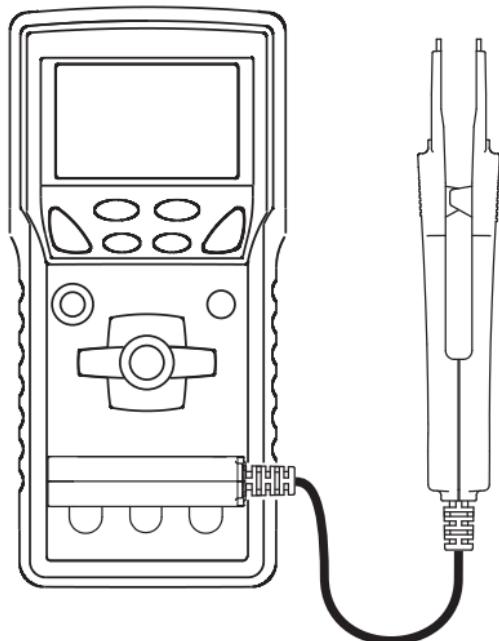
- Directly insert axial or radial component leads to the directly connectable measuring terminals.



- Attach the clipping leads "CL-700a" (bundled item).



- Attach the SMD clipping leads "CL-700SMD" (separately available accessory).



CL-700SMD Electrical Characteristics

| Parameter | Measurement Condition | 100/120 Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100 kHz |
|-----------------|-----------------------|------------|----------|----------|----------|
| Resistance: Rs | Clip opened | < 0.05 Ω | < 0.10 Ω | < 0.10 Ω | < 0.10 Ω |
| Capacitance: Cp | Clip closed | < 5.0 pF | < 5.0 pF | < 5.0 pF | < 5.0 pF |
| Inductance: Ls | Clip closed | < 1.0 μH | < 1.0 μH | < 0.5 μH | < 0.5 μH |

- Temperature: $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, Humidity: $\leq 80\%$ R.H.

The guard line provides a shield for DUT, preventing interference when measuring high-impedance devices.

5-2 Pre-operational Check

WARNING

1. Do not use the instrument if the meter or the clipping leads look damaged.
2. Make sure the clipping leads are not broken.

CAUTION

- Make sure the battery condition is good after power-on. Replace the battery with new one if the battery power is low.
- The directly connectable measuring terminals accept axial or radial component leads up to 1.0 mm in diameter. Inserting thicker leads may damage the measuring terminals.

Perform the OPEN/SHORT calibration before measurement to ensure the safety and the accuracy.

For details, refer to 4-11.

5-3 Auto LCR Mode Measurement

⚠ WARNING

1. Do not apply any voltage or current to the measuring terminals.
2. Measuring live circuit may damage the meter.
3. Do not touch any metal part of the clipping leads nor the leads of the DUT while measuring.

⚠ CAUTION

- Discharge the capacitor before any measurement.

1) Measuring ranges

L: 20.000 μH ~ 2000 H (auto-range)
C: 200.00 pF ~ 20.00 mF (auto-range)
R: 20.000 Ω ~ 200.0 M Ω (auto-range)

2) Measuring procedure

- ① Press the POWER button to turn the meter on.
- ② Press the **TEST FREQ** button to select a measuring frequency.
- ③ Connect a DUT to the measuring terminals.
- ④ Read the display.

Note: D/Q/θ/ESR/Rp button is not available.



Examples

5-4 Manual LCR Mode measurement

WARNING

1. Do not apply any voltage or current to the measuring terminals.
2. Measuring live circuit may damage the meter.
3. Do not touch any metal part of the clipping leads nor the leads of the DUT while measuring.

CAUTION

- Discharge the capacitor before any measurement.

The meter will be in Auto LCR mode after power-on.

Pressing the **L/C/R AUTO/MANU** button switches to Manual LCR mode and this button allows you to select the L/C/R as follows.

Auto LCR mode \Rightarrow Ls or Lp \Rightarrow Cs or Cp \Rightarrow Rs or Rp \Rightarrow DCR
 \Rightarrow Auto LCR mode

(Above each function except Auto LCR mode is in Manual mode.)

5-4-1 Inductance (L) measurement

1) Measuring ranges

L: 20.000 μ H ~ 2000 H (auto-range)

2) Measuring procedure

- ① Press the **L/C/R AUTO/MANU**button to select Ls or Lp function.
- ② Press the **TEST FREQ** button to select a measuring frequency.
- ③ Press the **S/P** button to select Ls or Lp.
- ④ Connect a DUT to the measuring terminals.
- ⑤ Press the **D/Q/ θ /ESR/Rp**button to select a sub parameter.

The sub parameter in the Ls function includes Q, ESR, θ , and D.

The sub parameter in the Lp function includes Q, Rp, θ , and D.

- ⑥ Read the display.



Example

5-4-2 Capacitance (C) measurement

1) Measuring ranges

C: 200.00 pF ~ 20.00 mF (auto-range)

2) Measuring procedure

- ① Press the **L/C/R AUTO/MANU** button to select Cs or Cp function.
- ② Press the **TEST FREQ** button to select a measuring frequency.
- ③ Press the **S/P** button to select Cs or Cp.
- ④ Connect a DUT to the measuring terminals.
- ⑤ Press the **D/Q/θ/ESR/R_p** button to select a sub parameter.

The sub parameter in the Cs function includes D, Q, ESR, and θ.

The sub parameter in the Cp function includes D, Q, Rp, and θ.

- ⑥ Read the display.



Example

5-4-3 Resistance (R) measurement

1) Measuring ranges

R: $20.000 \Omega \sim 200.0 M\Omega$ (auto-range)

2) Measuring procedure

- ① Press the **L/C/R AUTO/MANU** button to select Rs or Rp function.
- ② Press the **TEST FREQ** button to select a measuring frequency.
- ③ Press the **S/P** button to select Rs or Rp.
Any sub parameter will not be shown.
- ④ Connect a DUT to the measuring terminals.
- ⑤ Read the display.



Example

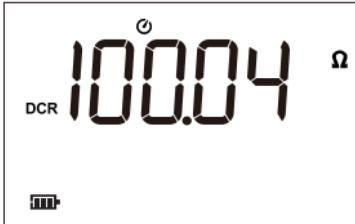
5-4-4 DC Resistance measurement

1) Measuring ranges

R: $200.00 \Omega \sim 200.0 M\Omega$ (auto-range)

2) Measuring procedure

- ① Press the **L/C/R AUTO/MANU** button to select DCR function.
- ② Connect a DUT to the measuring terminals.
- ③ Read the display.



Example

5-5 Device Value Sorting

1) Measuring ranges

- L: 20.000 μ H ~ 2000 H (auto-range)
- C: 200.00 pF ~ 20.00 mF (auto-range)
- R: 20.000 Ω ~ 200.0 M Ω (auto-range)

2) Setting and Measuring procedure

- ① Perform the OPEN/SHORT calibration.

For details, refer to 4-11.

(The OPEN/SHORT calibration is recommended for more accurate measurement.)

- ② Press **L/C/R AUTO/MANU** button to select an appropriate manual measurement function.

This button allows you to select it as follows.

Auto LCR mode \Rightarrow Ls or Lp \Rightarrow Cs or Cp \Rightarrow Rs or Rp \Rightarrow DCR
 \Rightarrow Auto LCR mode

Note:

- The sorting mode is not available in the Auto LCR mode.
- **S/P** button allows you to select the series mode (Ls/Cs/Rs) or the parallel mode (Lp/Cp/Rp).

The TEST FREQ button allows you to select the measuring frequency.

- ③ Connect a device to the measuring terminals as a reference.

After the reading has stabilized, press the **SORT** button to activate the sorting mode, and the reading will be saved as a reference. [PASS] will be indicated as shown below.



Note:

If you press the **SORT** button while the meter is reading outside limits (OL) or while the reading is less than 200 counts, the sorting mode is not available.

- ④ To set the decimal point, range, or tolerance against the reference value, press the **SETUP** button. The saved reference value will be shown on the display.



The following shows how to set up the details of the sorting mode.

- Use < button (D/Q/θ/ESR/Rp button) or > button (S/P button) to adjust the position of the decimal point as necessary. Press the **ENTER** button when finished.
- Use the <, ▲ (PC button), ▼ (Δ button), and > buttons to adjust the digits of the reference value (setting range: 0002 to 1999) as necessary. Press the **ENTER** button when finished.
- Use < and/or > keys to adjust the tolerance as necessary.

The tolerance options will be indicated sequentially as follows.
 $\pm 0.25\%$, $\pm 0.5\%$, $\pm 1\%$, $\pm 2\%$, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$,
 $-20\% \sim +80\%$

Press the **ENTER** button when finished.

Now, the devices can be sorted.

- The main display will show either **[PASS]** or **[FAIL]** as each device is measured. The sub display will show the value of the measured component, as shown in the examples below.



Examples

- L/C/R AUTO/MANU** button, **D/Q/θ/ESR/Rp** button, **Δ** button, **S/P** button, and **HOLD** button will be unavailable while the instrument is in the sorting mode.

- To exit the sorting mode, press the **SORT** button.

LCR-USB or LCR-USB2, LCR USB communication unit for LCR (separately available accessory), and the dedicated software allow you to record the test results in your PC.

[6] MAINTENANCE

⚠ WARNING

1. This section is very important for safety. Read and understand the following descriptions thoroughly and maintain your instrument properly.
2. The instrument must be calibrated and inspected at least once a year to maintain the safety and accuracy.

6-1 Maintenance and Inspection

1) Appearance:

Is the instrument not damaged due to falling or other cause?

2) Test leads:

Are the test leads not damaged or the core wires not exposed from the test leads?

If any of the above problems exists, stop using the instrument and request for repair.

6-2 Calibration

For more information, please contact Sanwa's authorized agent / distribution service provider, listed on our website. (See 7-3.)

6-3 Cleaning and Storage

⚠ CAUTION

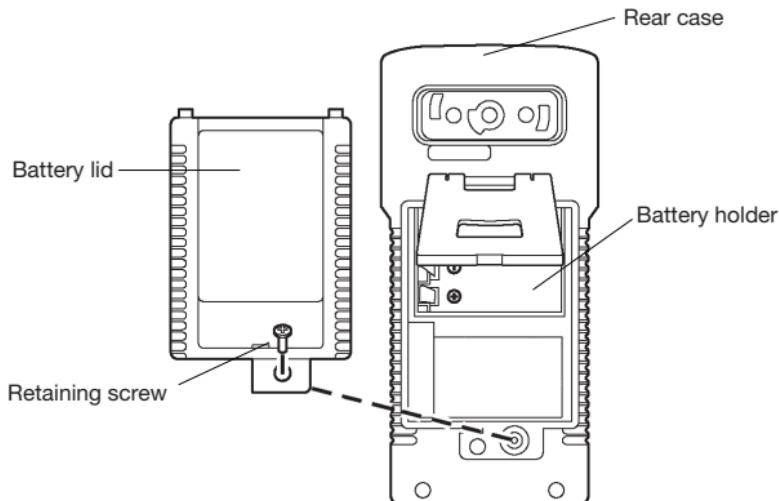
1. The main unit is not resistant to volatile solvent and must not be cleaned with thinner or alcohol. For cleaning, use dry, soft cloth and wipe it lightly.
2. The main unit is not resistant to heat. Do not place it near heat-generating devices.
3. Do not store the instrument in a place where it may be subjected to vibration or where it may fall.
4. Do not store the instrument in places under direct sunlight, or hot, cold or humid places or places where condensation is anticipated.
5. If the instrument will not be used for a long time, be sure to remove the battery.

6-4 Battery Replacement

⚠ WARNING

1. To avoid electric shock, do not remove the battery lid while an input is applied to the measured terminal or during measurement.
2. Make sure that the POWER button is set to OFF before replacing the battery.

- ① Remove the holster and loosen the battery lid retaining screw (x 1) with a Phillips screwdriver.
- ② When the battery lid lifts up, remove it from the unit.
- ③ Replace the battery in the battery holder with a new one while paying attention the polarity.
- ④ Attach the battery lid and retaining screw in the original positions.



[7] AFTER-SALE SERVICE

7-1 Warranty and Provision

Sanwa offers comprehensive warranty services to its end-users and to its product resellers. Under Sanwa's general warranty policy, each instrument is warranted to be free from defects in workmanship or material under normal use for the period of one (1) year from the date of purchase.

This warranty policy is valid within the country of purchase only, and applied only to the product purchased from a Sanwa authorized agent or distributor.

Sanwa reserves the right to inspect all warranty claims to determine the extent to which the warranty policy shall apply. This warranty shall not apply to disposables batteries, or any product or parts, which have been subject to one of the following causes:

1. A failure due to improper handling or use that deviates from the instruction manual.
2. A failure due to inadequate repair or modification by people other than Sanwa service personnel.
3. A failure due to causes not attributable to this product such as fire, flood and other natural disaster.
4. Non-operation due to a discharged battery.
5. A failure or damage due to transportation, relocation or dropping after the purchase.

7-2 Repair

Customers are asked to provide the following information when requesting services:

1. Customer name, address, and contact information
2. Description of problem
3. Description of product configuration
4. Model Number
5. Product Serial Number
6. Proof of Date-of-Purchase
7. Where you purchased the product

Please contact a Sanwa authorized agent / distributor / service provider, listed in our website, in your country with above

information. An instrument sent to a Sanwa / agent / distributor without above information will be returned to the customer.

Note:

- 1) Prior to requesting repair, please check the following:
Capacity of the built-in battery, polarity of installation and discontinuity of the test leads.
- 2) Repair during the warranty period:
The failed meter will be repaired in "7-1 Warranty and Provision" conditions stipulated in 8-1 Warranty and Provision.
- 3) Repair after the warranty period has expired:
In some cases, repair and transportation cost may become higher than the price of the product. Please contact a Sanwa authorized agent / service provider in advance.
The minimum retention period of service functional parts is six (6) years after the discontinuation of manufacture. This retention period is the repair warranty period. Please note, however, if such functional parts become unavailable for reasons of discontinuation of manufacture, etc., the retention period may become shorter accordingly.
- 4) Precautions when sending the product to be repaired:
To ensure the safety of the product during transportation, place the product in a box that is larger than the product 5 times or more in volume and fill cushion materials fully and then clearly mark "Repair Product Enclosed" on the box surface. The cost of sending and returning the product shall be borne by the customer.

7-3 SANWA Website

<http://www.sanwa-meter.co.jp>
E-mail: exp_sales@sanwa-meter.co.jp

[8] SPECIFICATIONS

8-1 General Specifications

| | | |
|---|--|--|
| LCD display (with Backlight) | Main display | 20,000 counts: Ls / Lp / Cs / Cp / Rs / Rp / DCR |
| | Sub display | 2,000 counts: D/Q/θ/ESR/RP |
| Over-range indication | While the meter is reading outside limits, numeric part of the display indicates [OL] . | |
| Battery power indication | 4 levels | |
| Measurable parameters | Ls / Lp / Cs / Cp / Rs / Rp / DCR (including D/Q/θ/ESR/RP) | |
| Measuring mode | Series / Parallel | |
| Range selection | Automatic | |
| Measuring terminals | 4 terminals plus guard shielding Accepts the plugs of the clipping leads. | |
| Auto LCR measurement ranges | L: 20.000 µH ~ 20.000 kH C: 200.00 pF ~ 20.00 mF R: 20.000 Ω ~ 200.0 MΩ | |
| DCR measurement ranges | R: 200.00 Ω ~ 200.0 MΩ | |
| Measuring frequencies | 100 Hz / 120 Hz / 1 kHz / 10 kHz / 100 kHz | |
| Measurement rate | 1.2 times / second (LCR mode) 0.5 times / second (DCR mode) | |
| Selectable tolerances | ±0.25 %, ±0.5 %, ±1 %, ±2 %, ±5 %, ±10 %, ±20 %, -20 % ~ +80% | |
| Measuring signal level | 0.63 Vrms (nominal), 0.9 Vdc (nominal) | |
| Operating conditions | Altitude: < 2,000 m Pollution degree: II | |
| Specification guaranteed temperature/humidity | 18 ~ 28 °C < 80 % RH | |

| | | |
|----------------------------------|--|-----------------------------------|
| Temperature coefficient | [0.15 x (specified accuracy)] / °C 0 ~ 18 °C , 28 ~ 50 °C | |
| Operating temperature/humidity | 0 ~ 50 °C < 80 % RH | |
| Storage temperature/humidity | -20 ~ 60 °C < 80 % RH | |
| EMC directive, RoHS directive | IEC61326-1(EMC), EN50581(RoHS) Under a condition field strength CS 3 V (0.15-80 MHz): The following shows a total accuracy of the DC resistance measurement. Total accuracy = specified accuracy ± 150 dgt In other ranges or a condition which is worse than the above-described condition, the accuracy is not specified | |
| Power source | Single alkaline 9 V battery 6LF22, single manganese 9 V battery 6F22, or external AC/DC adapter (separately available: AD-30-3) | |
| Auto Power Off | 5 minutes after the last operation | |
| Power consumption | Approx. 100 mW | |
| Battery life | Alkaline 9 V battery 6LF22: 40 hours Manganese 9 V battery 6F22: 18 hours (Auto LCR Mode, 1 kHz) | |
| Dimensions | without holster | Approx. L175 mm × W80 mm × H40 mm |
| | with holster | Approx. L184 mm × W87 mm × H45 mm |
| Mass | without holster | Approx. 320 g |
| | with holster | Approx. 400 g |
| Accessories | Clipping leads (CL-700a), Holster (H-701) Shorting plate for the directly connectable measuring terminals Instruction manual | |
| Separately available accessories | AC/DC adapter (AD-30-3), SMD clipping leads (CL-700SMD) LCR USB communication unit (LCR-USB/LCR-USB2) Dedicated software (LCR Link is available for free download from our website.) | |

8-2 Measuring Range and Accuracy

Accuracy: $\pm(\% \text{ rdg} + \text{dgt})$ " % + d " is an abbreviation.

rdg: reading

dgt: least significant digit

Temperature: 23 °C ±5 °C

Humidity: ≤ 80 % R.H.

(≤ 60 % R.H. for the range of 2 MΩ, 20 MΩ, and 200 MΩ)

The accuracy when using the dedicated accessory CL-700a or CL-700SMD after OPEN / SHORT calibration is shown below.

" - ": the accuracy is not guaranteed.

Resistance: Rp, Rs

| Range | Resolution | DCR | 100/120 Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100 kHz |
|--------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 20 Ω | 0.01 Ω | - | 0.7 % + 8 d | - | - | - |
| | 0.001 Ω | - | - | 0.7 % + 8 d | 0.7 % + 8 d | 0.7 % + 8 d |
| 200 Ω | 0.01 Ω | 0.3 % + 3 d | 0.5 % + 5 d |
| 2 kΩ | 0.0001 kΩ | 0.3 % + 3 d | 0.5 % + 5 d |
| 20 kΩ | 0.001 kΩ | 0.3 % + 3 d | 0.7 % + 8 d |
| 200 kΩ | 0.01 kΩ | 0.5 % + 5 d | 0.3 % + 3 d | 0.3 % + 3 d | 0.3 % + 3 d | 0.9 % + 10 d |
| 2 MΩ | 0.0001 MΩ | 0.5 % + 5 d | 0.5 % + 5 d | 0.5 % + 5 d | 2.0 % + 10 d | - |
| 20 MΩ | 0.001 MΩ | 2.0 % + 8 d | 2.0 % + 10 d | 3.0 % + 20 d | - | - |
| | 0.01 MΩ | - | - | - | 5.0 % + 80 d | - |
| 200 MΩ | 0.1 MΩ | 5.0 % + 80 d | 5.0 % + 80 d | - | - | - |

Capacitance: Cp, Cs (When D < 0.1)

| Range | Resolution | 100/120 Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100 kHz |
|---------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| *200 pF | 0.01 pF | - | - | 0.8 % + 10 d | 2.0 % + 10 d |
| 2000 pF | 1 pF | 0.5 % + 5 d | - | - | - |
| | 0.1 pF | - | 0.5 % + 5 d | 0.5 % + 5 d | 1.5 % + 10 d |
| 20 nF | 0.001 nF | 0.5 % + 5 d | 0.3 % + 3 d | 0.5 % + 5 d | 0.7 % + 10 d |
| 200 nF | 0.01 nF | 0.3 % + 3 d | 0.5 % + 5 d | 0.5 % + 5 d | 0.7 % + 10 d |
| 2000 nF | 0.1 nF | 0.3 % + 3 d | 0.3 % + 3 d | 0.5 % + 5 d | 3.5 % + 10 d |
| 20 μF | 0.001 μF | 0.3 % + 3 d | 0.3 % + 3 d | 1.0 % + 10 d | - |
| 200 μF | 0.01 μF | 0.3 % + 3 d | 0.8 % + 10 d | - | - |
| | 0.1 μF | - | - | 3.5 % + 10 d | - |
| 2000 μF | 0.1 μF | 2.0 % + 10 d | - | - | - |
| | 1 μF | - | 1.5 % + 10 d | - | - |
| 20 mF | 0.01 mF | 1.5 % + 10 d | - | - | - |

* Accuracy is not guaranteed under 50 pF.

• Accuracy when D ≥ 0.1: $A_{\text{ex}} \sqrt{1+D^2}$

Ae means an accuracy of rdg in the main display.

Inductance: Lp, Ls (When D < 0.1)

| Range | Resolution | 100/120 Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100 kHz |
|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 20 μ H | 0.001 μ H | - | - | - | 1.0 % + 10 d |
| 200 μ H | 0.01 μ H | - | - | 0.8 % + 10 d | 1.0 % + 10 d |
| 2000 μ H | 0.1 μ H | - | 0.8 % + 10 d | 0.5 % + 5 d | 0.8 % + 10 d |
| 20 mH | 0.001 mH | 0.8 % + 10 d | 0.3 % + 3 d | 0.5 % + 5 d | 0.8 % + 10 d |
| 200 mH | 0.01 mH | 0.5 % + 5 d | 0.5 % + 5 d | 0.8 % + 10 d | - |
| 2000 mH | 0.1 mH | 0.3 % + 3 d | 0.5 % + 5 d | 0.8 % + 10 d | - |
| 20 H | 0.001 H | 0.3 % + 3 d | 0.3 % + 3 d | 5.0 % + 20 d | - |
| 200 H | 0.01 H | 0.5 % + 5 d | 0.8 % + 10 d | - | - |
| 2000 H | 0.1 H | 0.8 % + 10 d | 3.0 % + 20 d | - | - |
| 20 kH | 0.001 kH | 5.0 % + 20 d | - | - | - |

- Accuracy when $D \geq 0.1$: $A_{ex} \sqrt{1+D^2}$

A_e means an accuracy of rdg in the main display.

* With the CL-700a, accuracy 2000 mH/ 10 kHz is 1.00 % rdg + 100 dgt.

Accuracy of $\Theta \theta_e$: $\theta_e = \pm(180/\pi) \times Ae$ (deg)

Ae means an accuracy of rdg in the main display.

Unit: °

Display range: -90.0 ° to 90.0 °

• In the capacitance measurement

| Range | 100/120 Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100 kHz |
|---------|------------|-------|--------|---------|
| 200 pF | - | - | ±0.46 | ±1.15 |
| 2000 pF | ±0.29 | ±0.29 | ±0.29 | ±0.86 |
| 20 nF | ±0.29 | ±0.17 | ±0.29 | ±0.40 |
| 200 nF | ±0.17 | ±0.29 | ±0.29 | ±0.40 |
| 2000 nF | ±0.17 | ±0.17 | ±0.29 | ±2.01 |
| 20 µF | ±0.17 | ±0.17 | ±0.57 | - |
| 200 µF | ±0.17 | ±0.46 | ±2.01 | - |
| 2000 µF | ±1.14 | ±0.86 | - | - |
| 20 mF | ±0.86 | - | - | - |

• In the inductance measurement

| Range | 100/120 Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100 kHz |
|---------|------------|-------|--------|---------|
| 20 µH | - | - | - | ±0.57 |
| 200 µH | - | - | ±0.46 | ±0.57 |
| 2000 µH | - | ±0.46 | ±0.29 | ±0.46 |
| 20 mH | ±0.46 | ±0.17 | ±0.29 | ±0.46 |
| 200 mH | ±0.29 | ±0.29 | ±0.46 | - |
| 2000 mH | ±0.17 | ±0.29 | ±0.46 | - |
| 20 H | ±0.17 | ±0.17 | ±2.87 | - |
| 200 H | ±0.29 | ±0.46 | - | - |
| 2000 H | ±0.46 | ±1.72 | - | - |
| 20 kH | ±2.87 | - | - | - |

Accuracy of D value De: $De = \pm Ae$

Display range: 0.000 to 1999

Ae means an accuracy of rdg in the main display.

Ex. Capacitor to be measured: 180 nF

Measuring frequency: 1 kHz

Measuring accuracy: $\pm(0.3 \% \text{rdg} + 3 \text{ dgt})$

$Ae = 0.3 \% \text{rdg}$

Calculation for De (Accuracy of D value):

$$De = \pm 0.003$$

Accuracy of ESR: $Re = \pm Z_M \times Ae(\Omega)$

Display range: 00.00 to 199.9 M Ω

Calculation for Z_M : $1/(2\pi fC)$ or $2\pi fL$

Ex. Capacitor to be measured: 180 nF

Measuring frequency: 1 kHz

Measuring accuracy: $\pm(0.3 \% \text{rdg} + 3 \text{ dgt})$

$Ae = 0.3 \% \text{rdg}$

$$Z_M = 1/(2 \times 3.14 \times 1000 \times 180 \times 10^{-9})$$

$$= 884.6 \Omega$$

$$Re = \pm 0.003 \times 884.6$$

$$= \pm 2.65 \Omega$$

$$\text{Accuracy of Q value } Q_e : Q_e = \pm \frac{Q^2 \cdot De}{1 - Q \cdot De}$$

Display range: 0.000 to 1999

Condition: $Q \cdot De < 1$

Ex. Inductor to be measured: 180 μ H

Measuring frequency: 10 kHz

Measuring accuracy: $\pm(0.5 \% \text{rdg} + 3 \text{ dgt})$

Assumption: $De = Ae = \pm 0.005$

Measured Q value: 20

$$Q_e = \pm 20 \times 20 \times 0.005 / (1 - 20 \times 0.005)$$

$$= 2.22$$

4-terminal measurement with guard shielding:

The DUT measuring leads are implemented by 4-terminal measurement. It is necessary to perform the OPEN/SHORT calibration to obtain the accuracy shown above.

The product specifications and its appearance described in this manual are subject to change without prior notice for improvements or other reasons.

< MEMO >

sanwa[®]

三和電気計器株式会社

本社=東京都千代田区外神田 2-4-4・電波ビル

郵便番号=101-0021・電話=東京(03)3253-4871(代)

大阪営業所=大阪市浪速区恵美須西2-7-2

郵便番号=556-0003・電話=大阪(06)6631-7361(代)

SANWA ELECTRIC INSTRUMENT CO., LTD.

Dempa Bldg, 4-4 Sotokanda 2-Chome Chiyoda-Ku, Tokyo, Japan



This manual employs soy ink.

02-2412 2040 6010