

インピーダンスアナライザ

ZA57630

Impedance Analyzer

基本確度 $\pm 0.08\%$

測定周波数 10 μHz ~ 36 MHz

電子部品・半導体デバイスから、材料・素材の特性評価まで、
さまざまなインピーダンス測定ニーズに対応



NEW

True Value 真の特性を測る。

電子部品・半導体デバイス・材料・電池・・・
実際の使用条件で測定する。

エヌエフのインピーダンスアナライザ

ZA57630



基本確度

±0.08%

インピーダンス範囲

10 $\mu\Omega$ ~ 100 G Ω (外部拡張測定モード)

DC バイアス

-5 V ~ +5 V / -40 V ~ +40 V (1 kHz以上)
-100 mA ~ +100 mA

測定パラメタ

Z, R, X, Y, G, B, Ls, Lp, Cs, Cp, Rs, Rp, θ_z , θ_y , D, $D\epsilon$, $D\mu$,
Q, V, I, ϵ_s , ϵ_s' , ϵ_s'' , μ_s , μ_s' , μ_s'' , FREQUENCY

周波数範囲

10 μ Hz ~ 36 MHz

測定 AC 信号レベル

0.01 mVrms ~ 3 Vrms
0.1 μ Arms ~ 60 mArms

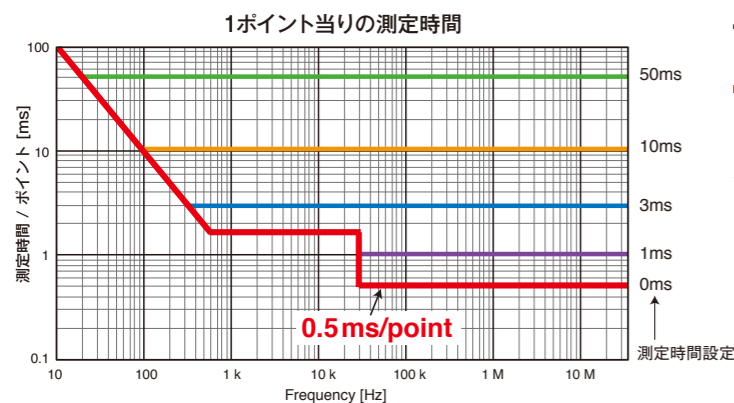
測定時間

0.5 ms/point

高速測定

業界最速
0.5ms/point

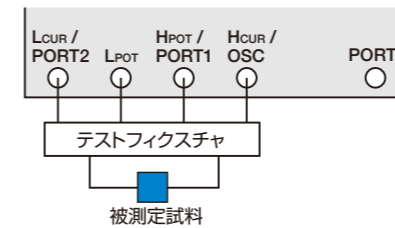
業界最速の0.5ms/pointを実現しました。
生産ラインのタクトタイム短縮や測定作業の効率化に。
また、設定する測定時間を増やすことにより、測定結果が平均化され、ノイズの影響が軽減されます。必要に応じて最適な測定時間を選択いただけます。



4つの測定モード

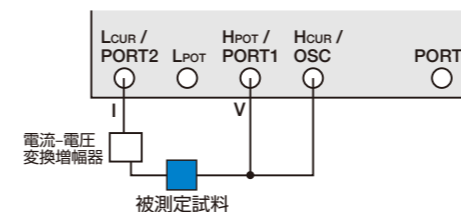
●標準測定モード (IMP-3T)

幅広い周波数範囲で高精度な測定が可能なモード。テストリードやテストフィクスチャが使用可能で、様々な形状の試料に対応。



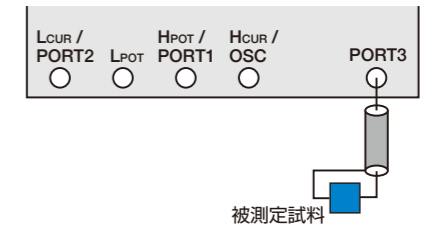
●外部拡張測定モード (IMP-EXT)

外部に増幅器やシャント抵抗などを接続して測定するモード。本器のみでは対応できない、高電圧の信号印加や微小電圧 / 電流の検出による測定が可能。



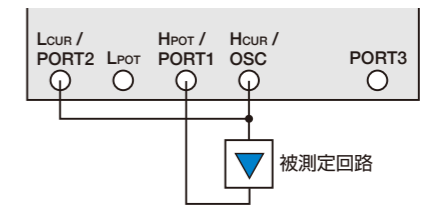
●高周波測定モード (IMP-2T)

10MHz以上の高周波で安定した測定が可能なモード。N型コネクタ使用の2端子測定で、配線が長い場合も安定した測定が可能。



●ゲイン・フェーズ測定モード (G-PH)

フィルタやアンプなどの伝達特性測定が可能なモード。スイープ信号を被測定回路に与え、その周波数応答(利得、位相)を高精度に測定。



正面パネル測定端子

外部拡張測定モード
ゲイン・フェーズ測定モード

標準測定モード



高周波測定モード

幅広い
DUTに
対応

見やすいディスプレイとタッチパネル、多彩な機能を直感的な操作で。



汎用的な電子部品にも、絶縁材などの電子材料にも。4つの測定モードが測定対象の幅を広げます。

■標準測定モード (IMPD-3T)

汎用性が高く、高精度測定が可能です。

- 推奨周波数帯域：10 μ Hz～10MHz
- 推奨インピーダンス値：1 Ω ～10M Ω
- 各種テストリード、テストフィクスチャを接続して各種電子部品や様々な形状の素材の測定に。4端子接続、3端子接続が容易に行えます。



■高周波測定モード (IMPD-2T)

高周波帯域で安定した測定が可能です。

- 推奨周波数帯域：10MHz～36MHz
- 推奨インピーダンス値：200m Ω ～10k Ω
- N型コネクタ使用2端子接続
- ポート延長機能により、被測定試料までの配線が長い場合にも安定した測定が可能。恒温槽や検査装置への組み込みに有効。



■外部拡張測定モード (IMPD-EXT)

高電圧 / 大電流信号印加用パワーアンプや、微小信号測定用プリアンプを併用して広範囲なインピーダンス測定が可能です。

- 測定可能インピーダンス範囲 10 μ Ω ～100G Ω
- ギガ Ω を超える絶縁材料やミリ Ω ・マイクロ Ω オーダの電線や銅箔など素材・材料の測定に。
- 当社の豊富な増幅器のラインナップから、測定試料にあった組み合わせを提案可能です。

注：増幅器など外部に接続する機器の仕様によって測定可能な範囲は制限されます。

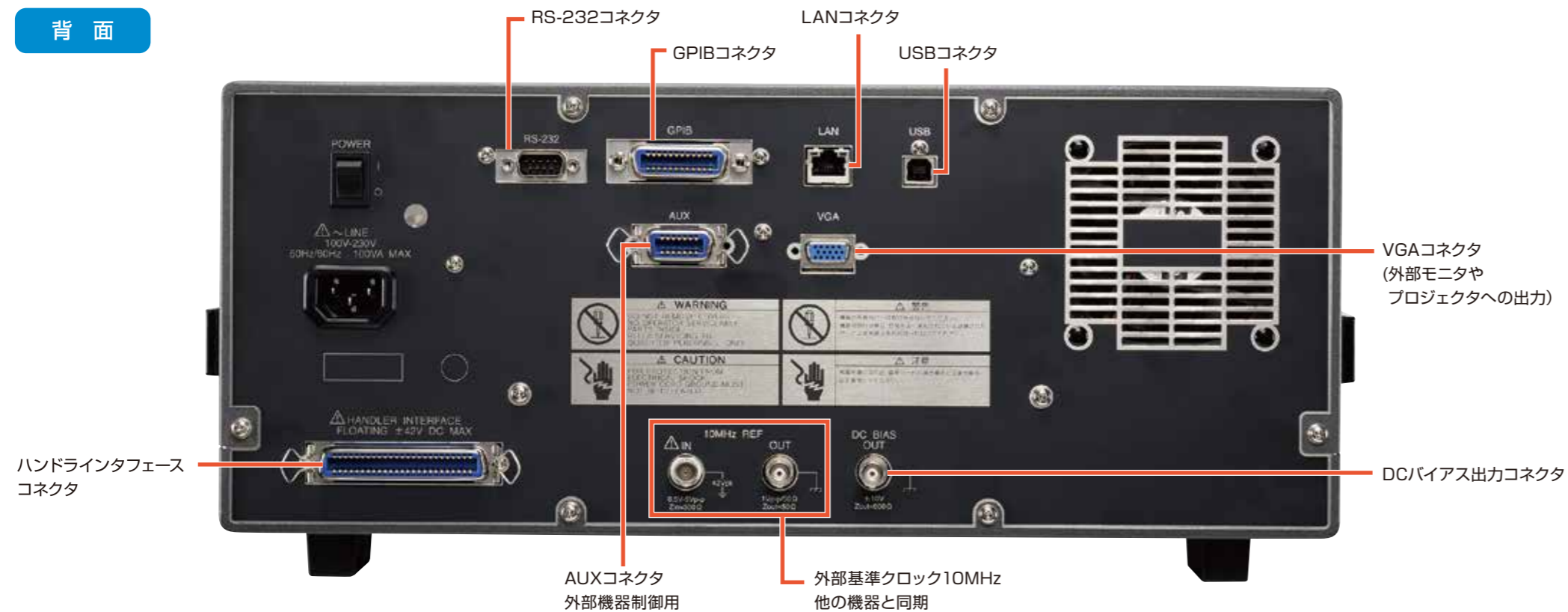


■ゲイン・フェーズ測定モード (G-PH)

フィルタ回路の入出力特性、サーボ機構の特性測定などの伝達特性測定に。

- 周波数帯域：10 μ Hz～36MHz
- 測定精度 ゲイン 0.01dB、位相 0.06 $^\circ$
- ダイナミックレンジ 110dB typ.

背面



用途にあわせた多彩な機能を搭載! DUTの特性に最適な

設定により、再現性の高い、正確な測定をサポートします。

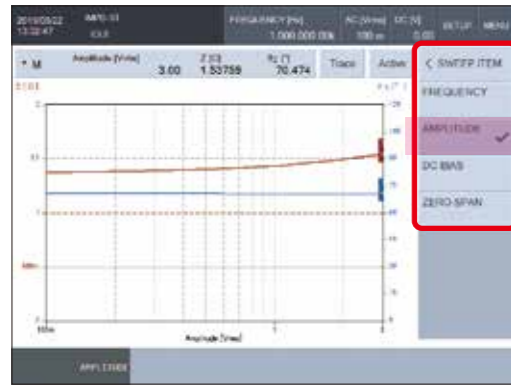
正確な評価は、実際に使われる動作条件で。

電子部品や電子材料は測定周波数や印加される信号レベルなどによって異なる特性を示すことがあります。コンデンサやインダクタは寄生成分による周波数依存性があり、ダイオードなどの半導体デバイスはDCバイアス重畳により特性が変化します。真の特性を評価するには、周波数、AC振幅、DCバイアスをスイープさせ、実際の動作条件化で測定することが重要です。

■スイープ

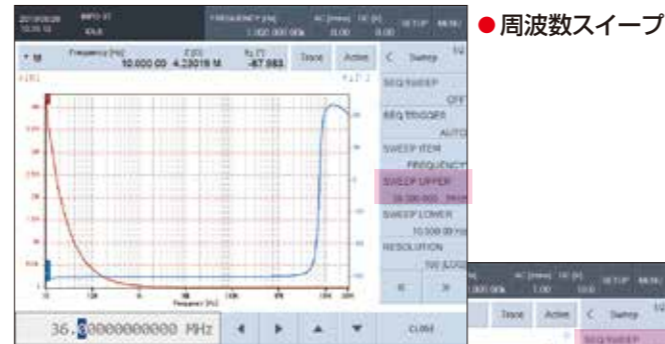
周波数、AC振幅、DCバイアス、ゼロスパン

●AC振幅スイープ



スイープ項目

- 周波数
- AC振幅
- DCバイアス
- ゼロスパン



●周波数スイープ

●DCバイアススイープ

●ゼロスパン

周波数、AC振幅、DCバイアスのパラメータを変更せずに一定の条件で測定し、時間による特性の変化を観察（横軸：時間）

■スポット測定にも対応

一定の周波数/AC振幅/DCバイアスで測定し、測定結果を数値表示。最大6項目を設定可能です。コンパレータ機能と組み合わせ、選別や良否判定を行うことができます。

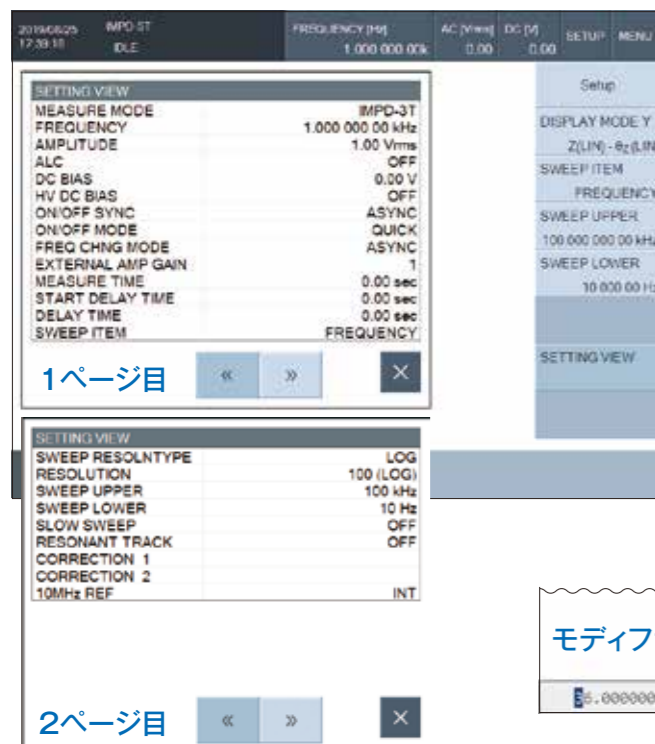
Z	3.719 38 kΩ
Q	64.792
Ls	53.558 4 μH
Rs	1.584 11 kΩ
Y	1.018 45 V/mS
FREQUENCY	10.000 000 000 00 MHz

生産ラインにおける測定に

■測定条件等の設定

詳細設定は1画面で直感的に

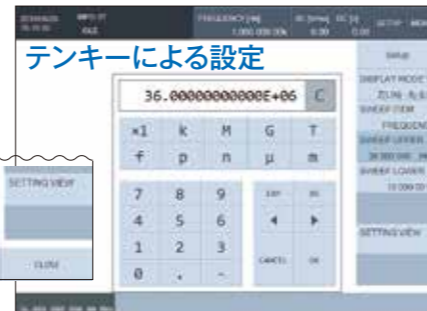
●設定項目 (SETTING VIEW)



●グラフ軸設定



●周波数設定



モディファイダイヤルで設定

■測定レンジ

●オートレンジ

測定結果を監視しながら、最適なレンジを自動設定して測定します。レンジを超える外来ノイズや直流成分を検出した場合には、大きなレンジに設定し直して、再測定が行われます。測定データの変化が大きい場合に有効です。

●固定レンジ

測定レンジ固定のため、レンジ変化に伴う測定値の不連続（段差）が生じません。

■遅延機能

スイープの進行において周波数やAC振幅などのスイープパラメータが変更されると、過渡応答によって測定結果に誤差が生じます。パラメータ変更後、測定開始までの時間を遅延させることができます。測定の開始時に遅延する「測定開始遅延」とスイープ中のパラメータ変更ごとに遅延する「測定遅延」があります。

■自動高密度スイープ

周波数スイープ測定において、測定データが急変する区間だけ、自動的に周波数密度を上げて測定する機能です。圧電振動子や水晶振動子等の共振特性測定において、位相が急激に変化する共振付近の測定に有効です。

正確な評価には、測定誤差要因に応じた補正を。

■誤差補正

正確な測定をするためには、残留インピーダンスやケーブル長などの各種測定誤差要因を適切に補正する必要があります。

●オープン補正

残留アドミタンスによる誤差を低減

●ショート補正

残留インピーダンスによる誤差を低減

●ロード補正

既知の値を持つ試料を標準インピーダンスとして、真値からのずれを補正

●ポート延長

長いケーブルを使用したときに、伝搬遅延時間で発生する位相誤差を補正

●電位勾配除去

測定信号に含まれる電位変動波形の影響を除去。電池などの充放電に伴う電位変化がある試料の測定に有効

●イコライズ

外部に接続したセンサやケーブルなどの測定系の周波数特性をあらかじめ測定し、測定系の誤差分を補正

●入力重み付け

プローブの減衰量やプリアンプのゲインを補正

●セルフキャリブレーション

自己誤差の補正

■マーカ操作

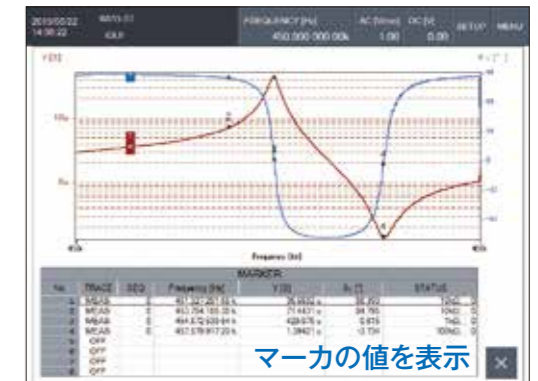
表示されるグラフのX, Y1, Y2の測定値を読み取る機能です。最大8マーカを使用可能です。

●Δマーカ 基準マーカ (マーカ1) との差分を表示

●ΔTRKG マーカ

Δマーカ同様に差分を表示し、マーカ1を移動した場合、スイープ値の差分を一定に保ちながら移動

●マーカサーチ機能 設定条件に合致する点を自動的にサーチ可能



■シーケンス測定

あらかじめ必要な測定条件を複数設定しておき、その条件にて順次測定していく機能です。スイープ範囲を最大32分割して、各範囲で異なる測定条件で測定できます。電圧値により特性が変化する積層セラミックコンデンサ (MLCC)、インダクタやトランスなどを効率よく測定できます。

■グラフ表示

●SINGLE表示 / SPLIT表示

1画面1グラフの“SINGLE”と上下にグラフを2つ表示する“SPLIT”を選択可能

●位相表示操作

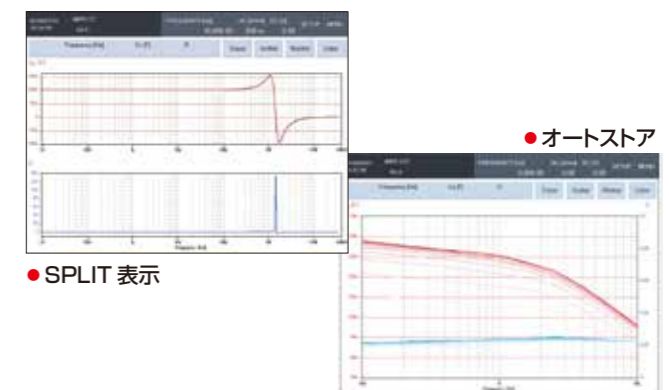
±180°、0°~+360°、-360°~0°、UNWRAP (連続表示)、360°シフト、アパーチャ (群遅延特性)

●トレース操作

測定データトレース (MEAS) と最大8本の参照データトレース (REF) を重ね書き可能

●オートストア

スイープ測定が終了したら、MEASトレースをREFトレースに自動でコピーする機能。時間とともに変化する特性の観測に有効です。



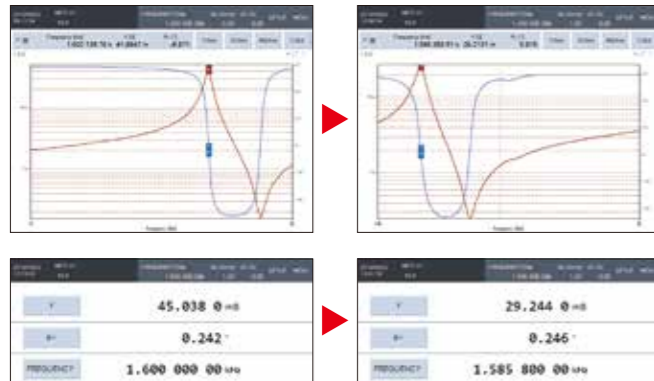
●SPLIT表示

●オートストア

共振点追尾測定

共振を有する試料の測定において、測定周波数を試料の共振周波数に自動追尾する機能です。試料に振幅依存性がある場合や時間変化で共振周波数が変動する場合でも、常に共振周波数と一致した測定が可能です。圧電素子の共振点近傍での連続測定に便利な機能です。

共振周波数が変化し(1.6 kHz→1.5858 kHz)、自動追尾

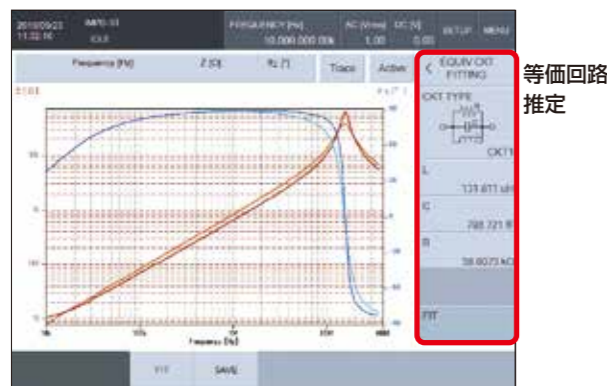


等価回路推定

周波数スイープ測定で得たインピーダンス特性を等価回路モデルに当てはめ、LCR素子の値(インダクタンス値、静電容量値、抵抗値)を求める機能です。以下の6種類のモデルが用意されています。等価回路推定結果は、CSV形式で保存できます。

●等価回路モデル

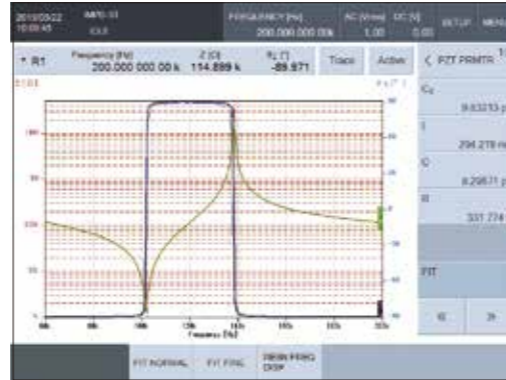
- CKT1** コアロスの大きいインダクタ
- CKT2** ●ESRの大きいインダクタ
●ESLを含む低抵抗
- CKT3** ●漏れ抵抗の大きいキャパシタ
●端子間容量を含む高抵抗
- CKT4** ESR、ESLを含む一般的なキャパシタ
- CKT5** ●水晶振動子、圧電振動子など
- CKT6** ●電池など電気化学インピーダンス



圧電定数算出

圧電セラミックスの周波数-インピーダンス特性を測定して、電気機械結合係数や圧電定数などを算出する機能です。JEITA規格『EM-4501A 圧電セラミック振動子の電気的試験方法』に準じた方法で、パラメータを算出しています。

●測定結果表示



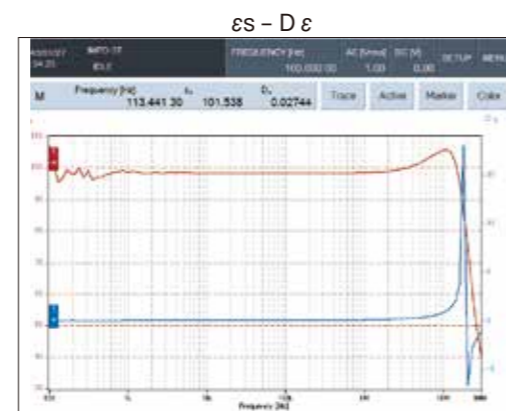
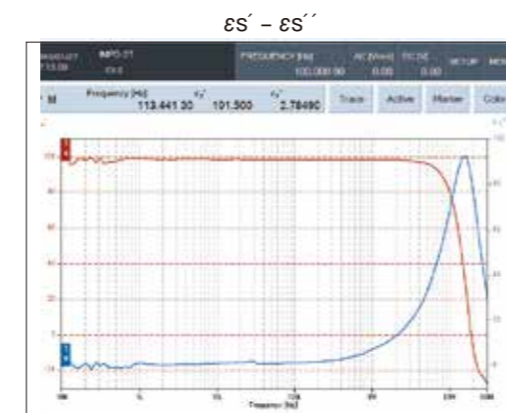
●定数算出画面



比誘電率測定

試料の寸法などの情報をあらかじめ設定して、インピーダンス測定結果(Cp, Rp)を複素比誘電率に換算して表示できます。

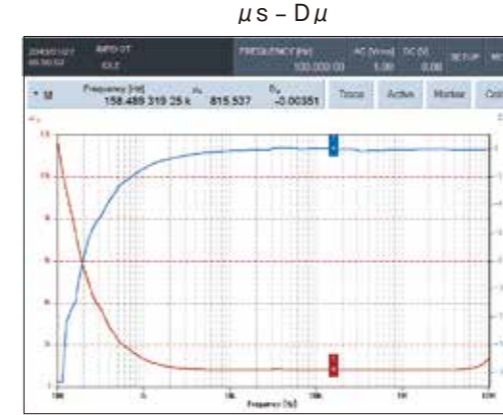
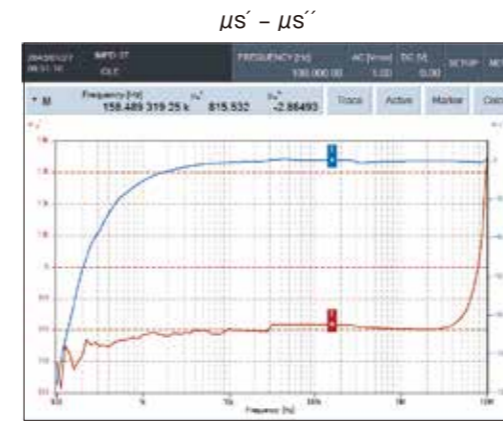
●比誘電率 ϵ_s ●比誘電率実部 ϵ_s' ●比誘電率虚部 ϵ_s'' ●損失率 D_ϵ



比透磁率測定

試料の寸法などの情報をあらかじめ設定して、インピーダンス測定結果(Ls, Rs)を複素比透磁率に換算して表示できます。

●比透磁率 μ_s ●比透磁率実部 μ_s' ●比透磁率虚部 μ_s'' ●損失率 D_μ



外部基準クロック

外部の10MHzクロック信号を基準クロックとして使用できます。内部基準クロックより高精度の基準クロックを使用することにより、測定周波数の精度や安定度を向上させることができます。また、他の機器と共通の基準クロックを用いることで、周波数精度を共通にすることが可能です。



背面パネルに装備

メモリ操作

測定条件および測定データは、内蔵メモリまたはUSBメモリに保存・読み出しが可能です。

電気化学インピーダンス特性測定に

電池の内部インピーダンス測定など、様々な電気化学インピーダンス測定に対応した機能を装備。

- 超低周波10μHzから測定可能
- 電位勾配除去機能により、充放電に伴う電位変動の測定への影響を抑制
- 0° SYNC機能により、測定周波数を位相0°で変更して、測定前後の試料への電荷移動量をゼロに。
- 測定同期駆動機能により、測定中のみ信号を出力することで、信号印加に伴う電池への負担を最小限に。

測定速度 最速 0.5 ms/point でタクトタイム短縮 さらに、部品選別機能も充実!!

●コンパレータ・ハンドラインタフェース

コンパレータは、測定結果に対して判定範囲をあらかじめ設定し、試料を選別するための分類や合否判定をする機能です。

●コンパレータ設定画面



●ハンドラインタフェース

コンパレータの判定結果を背面パネルに装備しているハンドラインタフェースコネクタに出力できます。部品ハンドラを接続することで、部品の自動判別システムを構築できます。



生産ラインに!



●ビン判定

測定結果を、最大14通りに分類する機能です。



バークラフ (判定結果の相対位置)

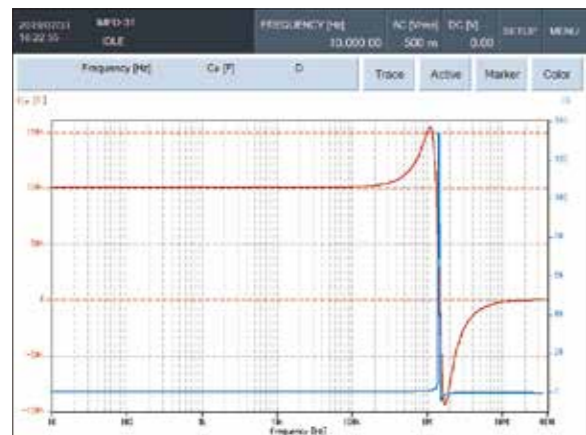
●ゾーン判定

スイープ測定結果を、X軸(スイープパラメタ)とY1-Y2軸(測定結果)の2次元で合否判定する機能です。

コンデンサ

0.1 μ F コンデンサ (リード部品)

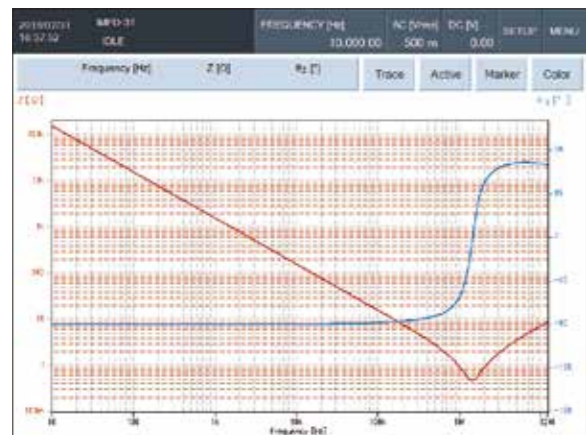
キャパシタンス-周波数測定



●標準測定モード

0.1 μ F コンデンサ (リード部品)

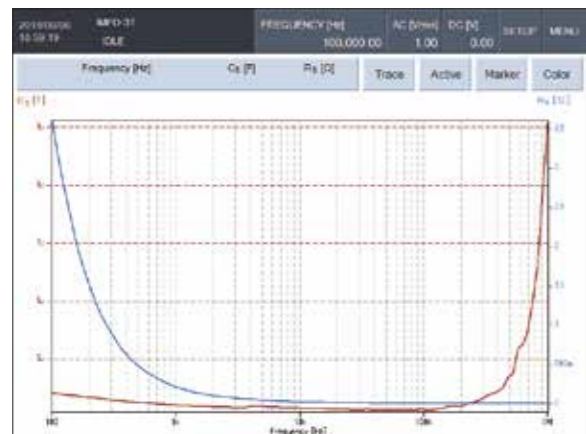
インピーダンス-周波数測定



●標準測定モード

4.7 μ F コンデンサ (SMD 部品)

キャパシタンス-ESR 測定

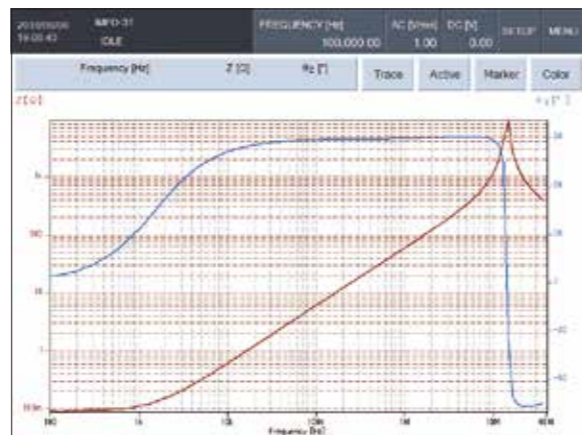


●標準測定モード

インダクタ

10 μ H インダクタ (SMD 部品)

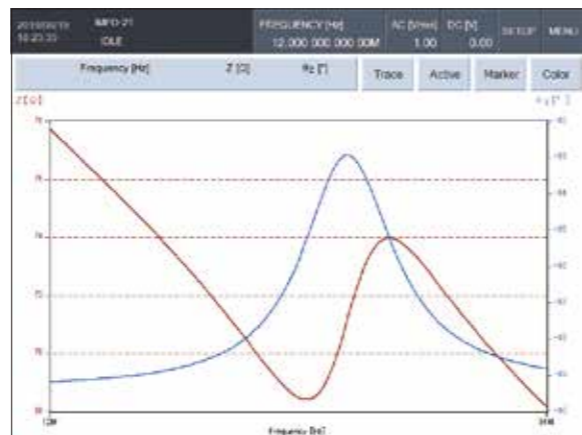
自己共振周波数測定



●標準測定モード

RFID用送信アンテナ インダクタ (基板実装)

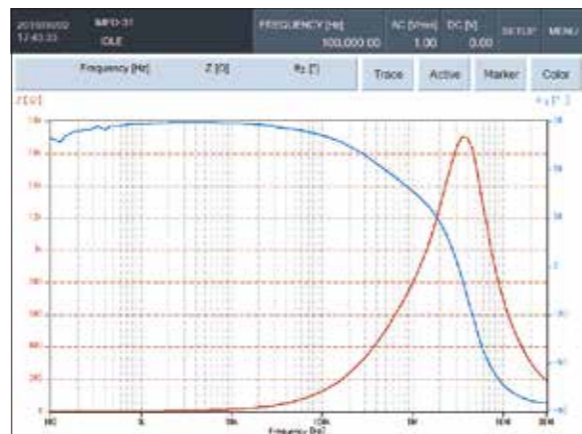
共振周波数測定



●高周波測定モード

220 μ H 巻線インダクタ

自己共振周波数測定

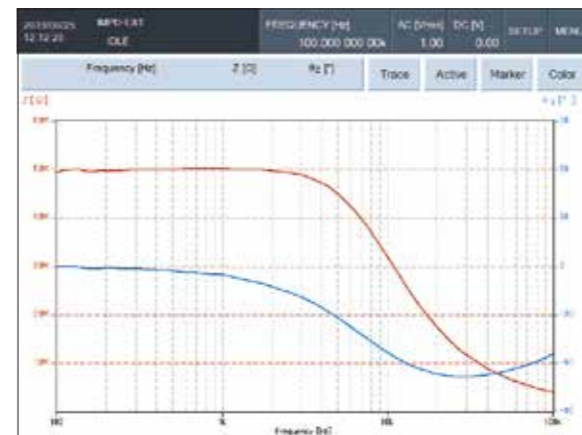


●標準測定モード

抵抗

50M Ω 抵抗

高抵抗測定

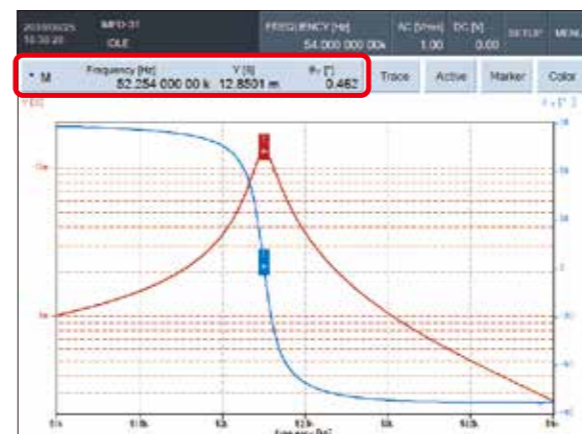


●外部拡張測定モード
広帯域電流増幅器 SA-604F2 を電流検出に使用

圧電素子

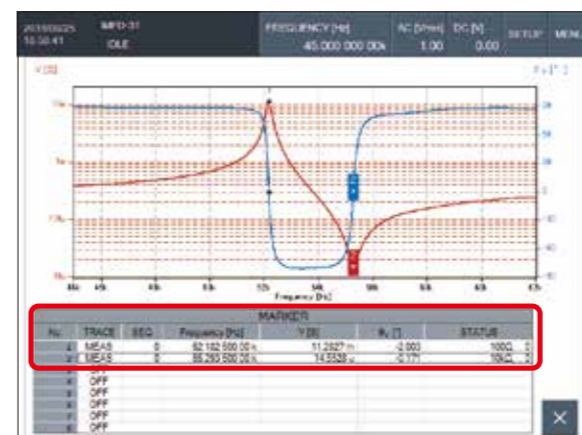
圧電セラミックス振動子

共振周波数測定



●標準測定モード、マーカ操作で共振点の数値を表示

共振周波数測定

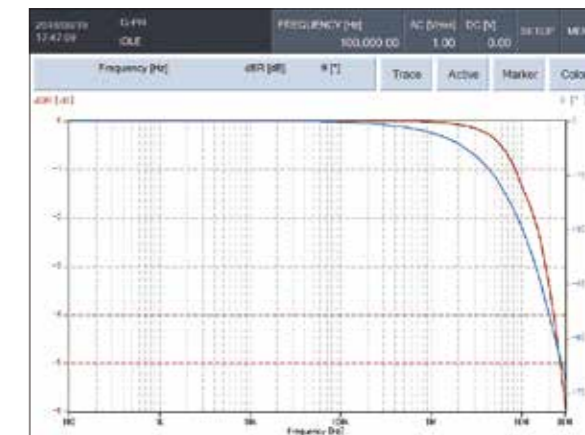


●標準測定モード
マーカ操作で共振・反共振点の数値を表示

電子回路

CRフィルタ ($f_c \approx 10$ MHz)

ゲイン・フェーズ測定

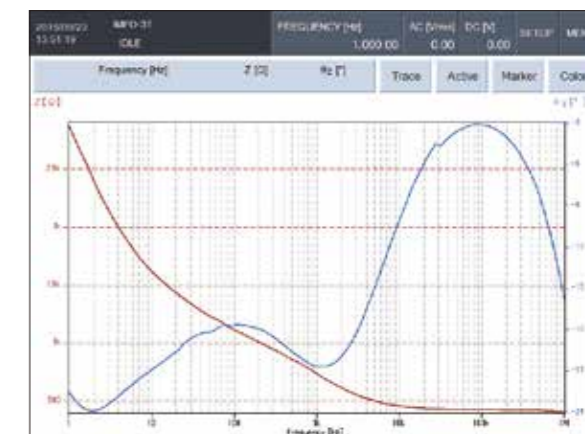


●ゲイン・フェーズ測定モード

液体

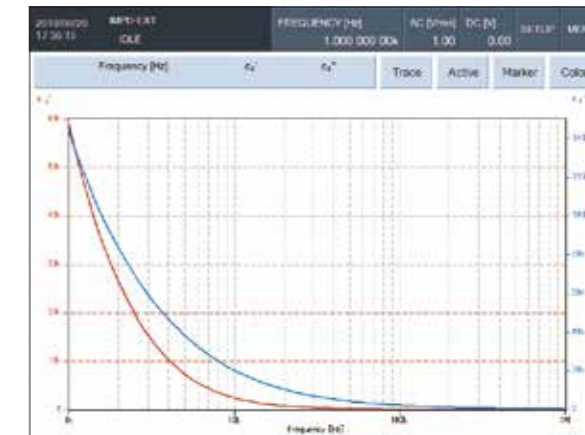
水

インピーダンス-周波数測定



●標準測定モード、液体用テストフィクスチャ使用

誘電率測定



●上記インピーダンス測定結果から、比誘電率測定機能を用いて、誘電率を算出 (ϵ_s' , ϵ_s'')

Table with 2 columns: Parameter, Value. Parameters include ひずみ率 (0.2%以下), ALC (PORT1 / PORT2 / OFF), 出力リミット (1 aVrms ~ 999 GVrms), 標準 DC デバイス (試料駆動アンプゲイン設定 K により), 出力インピーダンス (50 Ω), 試料駆動アンプゲイン設定 K.

PORT1/HpOT, PORT2/LCUR

Table with 2 columns: Parameter, Value. Parameters include 入力端子 (BNC 型コネクタ), 入力インピーダンス (1 MΩ±2% 並列に 25 pF±5 pF), 非破壊最大入力電圧 (±20 V), 測定レンジ (10 mVrms ~ 5 Vrms), 入力重み付け (電圧プローブ, カレントプローブ), オーバ検出 (設定範囲: HpOT/PORT1: 0 ~ 7 Vrms), ダイナミックレンジ (110 dB typ. (10 Hz ~ 1 MHz)).

DC BIAS OUT

Table with 2 columns: Parameter, Value. Parameters include 入力端子 (BNC 型コネクタ), 設定範囲 (-999 GV ~ +999 GV), 出力インピーダンス (600 Ω(公称値)).

測定信号制御

Table with 2 columns: Parameter, Value. Parameters include 測定同期駆動 (SYNC (AC+DC)), オンオフモード (QUICK, SLOW, SYNC), 周波数変更モード (ASYNC), 項目 (周波数, 測定信号レベル, DC バイアス), 種類 (リニア, ログ), 制御 (SWEEP UP/DOWN, SPOT, REPEAT), 密度 (3 ~ 2,000 steps/step), 時間 (周波数: 0.5 ms/point ~, DC バイアス: 3 ms/point ~).

測定精度

標準測定モード (IMPD-3T)

周囲温度 0 ~ +40 °C, ウォームアップ 30 分以上経過後オープン補正とショート補正を実施
基本精度: ±0.08 %

Table with 3 columns: 測定レンジ Zr, 測定範囲, 推奨範囲. Rows for 1MΩ, 100kΩ, 10kΩ, 1kΩ, 100Ω, 10Ω.

測定範囲: 測定・表示できるおおよその範囲 (参考値)
推奨範囲: 測定精度が良好となる使用範囲

インピーダンス測定精度

|Z| の精度: ±Az [%]
Az = {(A+B×U+Kz+Ky)×Kv+Kb}×Kt

インピーダンスの位相角θの精度: ±Pz [°]
1 kΩレンジ, 10 kHz < f < 30 kHz のとき

Pz = 0.573 × {(1.5×A + 1.5×B×U + Kz + Ky) × Kv + Kb} × Kt

100 Ωレンジ, 10 kHz < f < 30 kHz のとき

Pz = 0.573 × {(2×A + 2×B×U + Kz + Ky) × Kv + Kb} × Kt

上記以外のとき Pz = 0.573×Az

備考:

- Az が 10 % を超えるときの測定精度は参考値
その周波数で用いることができる最も高い測定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精度は参考値

Az, Pz の式中の各パラメータの値を以下に示します。

各パラメータを求めるときに使用する記号の意味を以下に示します。
Zr: 測定レンジ [Ω] Zx: インピーダンスの大きさ |Z| の測定値 [Ω]

U: 比係数

Table with 2 columns: Zr, U. Rows for 1kΩ以上, 100Ω以下.

A (上段): 基本係数 [%]
B (下段): 比例係数 [%]
測定時間設定は、(200 ms または (20 ÷ 測定周波数 [Hz]) s) の大きい方 以上

Table with 5 columns: 測定レンジ Zr, and 4 frequency bands (2m < f ≤ 1k, 1k < f < 30k, 30k ≤ f ≤ 50k, 50k < f ≤ 100k). Rows for 1MΩ, 100kΩ, 10kΩ, 1kΩ, 100Ω, 10Ω.

Table with 5 columns: 測定レンジ Zr, and 4 frequency bands (100k < f ≤ 1M, 1M < f ≤ 2M, 2M < f ≤ 5M, 5M < f ≤ 10M). Rows for 1MΩ, 100kΩ, 10kΩ, 1kΩ, 100Ω, 10Ω.

「—」の部分の測定精度は保証されません。

Kz: 残留インピーダンス係数 [%]

Table with 2 columns: 周波数範囲, Kz [%]. Rows for f ≤ 1MHz, 1MHz < f ≤ 10MHz.

Kv: 残留アドミタンス係数 [%]

Table with 2 columns: 周波数範囲, Kv [%]. Rows for f < 30kHz, 30kHz ≤ f ≤ 10MHz.

Kv: 信号レベル係数

- 測定信号レベル設定が 100 mVrms 未満のときは、測定精度は保証されません。
信号レベルを電流で設定したときは、測定信号レベル設定 [Arms]×71 で求めた値を信号レベル [Vrms] として Kv を参照してください。
例: 測定信号レベル設定が 2.1 mArms のときは、信号レベル 2.1×10⁻³×71=149 m[Vrms] での Kv を参照します。

測定周波数 ≤ 1kHz

Table with 7 columns: 測定レンジ Zr, and 6 frequency bands (100m ≤ V ≤ 300m, 300m < V ≤ 500m, 500m < V ≤ 800m, 800m < V < 1.00, V = 1.00, 1.00 < V ≤ 3.00). Rows for 1MΩ, 100kΩ, 10kΩ, 1kΩ, 100Ω, 10Ω.

1kHz < 測定周波数 ≤ 30kHz

Table with 7 columns: 測定レンジ Zr, and 6 frequency bands (100m ≤ V ≤ 300m, 300m < V ≤ 500m, 500m < V ≤ 800m, 800m < V < 1.00, V = 1.00, 1.00 < V ≤ 3.00). Rows for 1MΩ, 100kΩ, 10kΩ, 1kΩ, 100Ω, 10Ω.

30kHz < 測定周波数 ≤ 100kHz

Table with 7 columns: 測定レンジ Zr, and 6 frequency bands (100m ≤ V ≤ 300m, 300m < V ≤ 500m, 500m < V ≤ 800m, 800m < V < 1.00, V = 1.00, 1.00 < V ≤ 3.00). Rows for 100kΩ, 10kΩ, 1kΩ, 100Ω, 10Ω.

100kHz < 測定周波数 ≤ 1MHz

Table with 7 columns: 測定レンジ Zr, and 6 frequency bands (100m ≤ V ≤ 300m, 300m < V ≤ 500m, 500m < V ≤ 800m, 800m < V < 1.00, V = 1.00, 1.00 < V ≤ 3.00). Rows for 10 kΩ, 1 kΩ, 100Ω, 10Ω.

1MHz < 測定周波数 ≤ 2MHz

Table with 7 columns: 測定レンジ Zr, and 6 frequency bands (100m ≤ V ≤ 300m, 300m < V ≤ 500m, 500m < V ≤ 800m, 800m < V < 1.00, V = 1.00, 1.00 < V ≤ 3.00). Rows for 10kΩ, 1kΩ, 100Ω, 10Ω.

2MHz < 測定周波数 ≤ 10MHz

Table with 7 columns: 測定レンジ Zr, and 6 frequency bands (100m ≤ V ≤ 300m, 300m < V ≤ 500m, 500m < V ≤ 800m, 800m < V < 1.00, V = 1.00, 1.00 < V ≤ 3.00). Rows for 1kΩ, 100Ω, 10Ω.

Kb: DC バイアス係数 [%]

- 標準 DC バイアス設定が 0.00 V のときは、Kb=0 % です。
標準 DC バイアスを前面パネル Hcur/OSC から出力しているときの Kb [%] は、以下の表のとおり。電圧設定と電流設定共通。

Table with 3 columns: 測定レンジ Zr, and 3 frequency bands (f ≤ 1k, 1k < f ≤ 30k, 30k < f ≤ 10M). Rows for 1MΩ, 100kΩ, 10kΩ, 1kΩ, 100Ω, 10Ω.

- HV DC バイアスが有効なときの Kb [%] は以下の表のとおり

Table with 3 columns: 測定レンジ Zr, and 2 frequency bands (1k ≤ f < 30k, 30k < f ≤ 10M). Rows for 1MΩ, 100kΩ, 10kΩ, 1kΩ, 100Ω, 10Ω.

Kt: 温度依存係数

Table with 2 columns: 周囲温度 T [°C], Kt. Rows for 0 ~ +18, +18 ~ +28, +28 ~ +40.

K: 温度係数

Table with 5 columns: 測定レンジ Zr, and 4 frequency bands (f < 30k, 30k ≤ f ≤ 1M, 1M < f ≤ 5M, 5M < f ≤ 10M). Rows for 1MΩ, 100kΩ, 10kΩ, 1kΩ, 100Ω, 10Ω.

高周波測定モード (IMPD-2T)

周囲温度 23±5 °C, ウォームアップ 30 分以上経過後オープン補正とショート補正を実施
基本精度: ±0.32 %

Table with 4 columns: 測定レンジ Zr, 測定範囲, 推奨範囲, 測定範囲: 測定・表示できるおおよその範囲 (参考値), 推奨範囲: 測定精度が良好となる使用範囲. Rows for 1kΩ, 100Ω, 10Ω.

インピーダンス測定精度

|Z| の精度: ±Az [%] Az = { (A+B×U+Kz+Ky)×Kv+Kb } × Kt
インピーダンスの位相角θの精度: ±Pz [°] Pz = 0.573×Az

備考: Az が 10 % を超えるときの測定精度は参考値

Az, Pz の式中の各パラメータの値を以下に示します。

各パラメータを求めるときに使用する記号の意味を以下に示します。
Zr: 測定レンジ [Ω] Zx: インピーダンスの大きさ |Z| の測定値 [Ω]

U: 比係数

Table with 2 columns: Zr, U. Rows for 1kΩ, 1kΩ以外.

A (上段): 基本係数 [%]

B (下段): 比例係数 [%]

測定時間設定は、(200 ms または (20 ÷ 測定周波数 [Hz]) s) の大きい方 以上

Table with 7 columns: 測定レンジ Zr, and 6 frequency bands (2m < f ≤ 1k, 1k < f < 30k, 30k ≤ f ≤ 100k, 100k < f ≤ 1M, 1M < f ≤ 10M, 10M < f ≤ 36M). Rows for 1kΩ, 100Ω, 10Ω, 1Ω.

「—」の部分の測定精度は保証されません。

Kz: 残留インピーダンス係数 [%]

Table with 2 columns: 周波数範囲, Kz [%]. Rows for f ≤ 100kHz, 100kHz < f ≤ 36MHz.

Kv: 残留アドミタンス係数 [%]

Table with 2 columns: 周波数範囲, Kv [%]. Rows for f < 30kHz, 30kHz ≤ f ≤ 1MHz, 1MHz < f ≤ 36MHz.

Kv : 信号レベル係数

- ・信号レベルが 100 mV 未満のときは、測定精度は保証されません。
- ・信号レベルを電流で設定したときは、測定信号レベル設定 [Arms] × 50 で求めた値を信号レベル [Vrms] として Kv を参照してください。

測定周波数 < 30kHz

測定レンジ Zr	信号レベル [Vrms]		
	100m ≤ V ≤ 300m	300m < V ≤ 1.00	1.00 < V ≤ 3.00
1kΩ	1.2	1.0	3.0
100Ω	1.3	1.0	2.2
10Ω	1.0	1.0	1.5
1Ω	1.0	1.0	1.2

30kHz ≤ 測定周波数 ≤ 1MHz

測定レンジ Zr	信号レベル [Vrms]				
	100m ≤ V ≤ 300m	300m < V ≤ 500m	500m < V ≤ 800m	800m < V ≤ 1.00	1.00 < V ≤ 3.00
1kΩ	1.5	1.0	1.1	1.0	2.5
100Ω	1.6	1.0	1.1	1.0	2.2
10Ω	1.5	1.0	1.0	1.0	2.0
1Ω	1.2	1.0	1.0	1.0	1.2

1MHz < 測定周波数

測定レンジ Zr	信号レベル [Vrms]				
	100m ≤ V ≤ 300m	300m < V ≤ 500m	500m < V ≤ 800m	800m < V ≤ 1.00	1.00 < V ≤ 3.00
1kΩ	1.5	1.0	1.1	1.0	1.1
100Ω	1.6	1.0	1.1	1.0	1.2
10Ω	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0

Kb : DC バイアス係数 [%]

- ・HV DC バイアスが有効なときは、Kb=0.1 % です。
- ・標準 DC バイアスを正面パネル PORT3 から出力しているときの Kb [%] は以下の表のとおりです。電圧設定、電流設定 共通です。

周波数範囲	標準DCバイアス	
	0V	≠ 0V
f ≤ 1kHz	0.0	1.00
1kHz < f	0.0	0.05

Kt : 温度依存係数

周囲温度 T [°C]	Kt	
	f ≤ 10MHz	10MHz < f
0 ~ +18	1+0.03×(18-T)	1+0.04×(18-T)
+18 ~ +28	1	1
+28 ~ +40	1+0.03×(T-28)	1+0.04×(T-28)

●外部拡張測定モード (IMPD-EXT) / ゲイン・フェーズ測定モード (G-PH)

周囲温度 0 ~ +40 °C、ウォームアップ 30 分以上経過後にセルフキャリブレーションを実施して 12 時間以内、セルフキャリブレーション実施時からの周囲温度変化が ±5 °C 以内、試料駆動アンブゲイン設定 K=+1.0、入力重み付け係数は PORT1、PORT2 とも 1.0 のとき

測定精度 : 相対精度 + 校正精度

相対精度 : ± (基本精度 + ダイナミック精度 + レンジ間精度)

校正精度 : 本器の外部に接続されるシャント抵抗、プローブ、校正用標準器などの精度

上段 : インピーダンス Z (測定モード IMPD-EXT)
中段 : ゲイン (測定モード G-PH)
下段 : 位相

基本精度

測定レンジ [rms]	測定周波数 [Hz]		
	f ≤ 1M	1M < f ≤ 10M	10M < f ≤ 36M
7V : 100mV	0.12% 0.01dB 0.06°	0.35% 0.03dB	1.20% 0.10dB 0.60°
50mV : 10mV	0.24% 0.02dB 0.12°	0.18°	

- 条件 :
- ・測定時間設定 100ms または (10 ÷ 測定周波数 [Hz]) s の大きい方以上
 - ・10 mVrms ~ 7 Vrms レンジ
 - ・両ポート同一測定レンジ
 - ・レンジフルスケール信号 (最大 3Vrms) 入力時の Z・ゲイン・位相の誤差

ダイナミック精度

測定レンジ [rms]	測定周波数 [Hz]		
	f ≤ 1M	1M < f ≤ 10M	10M < f ≤ 36M
7V : 100mV	0.24% 0.02dB 0.12°	0.35% 0.03dB 0.18°	1.20% 0.10dB 0.60°
50mV : 10mV		1.20% 0.10dB 0.60°	

- 条件 :
- ・測定時間設定 100ms または (10 ÷ 測定周波数 [Hz]) s の大きい方以上
 - ・10 mVrms ~ 7 Vrms レンジ
 - ・両ポート同一測定レンジ
 - ・両ポートへの信号レベルの関係が 1:1 あるいは 1:0.3 のとき、入力信号レベル (最大 3Vrms) が大きい方のポートのレンジフルスケールからレンジ × 0.3 まで変化したときの Z・ゲイン・位相の変化分

レンジ間精度

測定レンジ [rms]	測定周波数 [Hz]		
	f ≤ 1M	1M < f ≤ 10M	10M < f ≤ 36M
7V 5V 2V 1V			1.40% 0.12dB 0.72°
500mV 200mV 100mV 50mV 20mV	0.24% 0.02dB 0.12°	0.35% 0.03dB 0.18°	1.20% 0.10dB 0.60°
10mV	0.35% 0.03dB 0.18°		

- 条件 :
- ・測定時間設定 100 ms または (10 ÷ 測定周波数 [Hz]) s の大きい方以上
 - ・10 mVrms ~ 7 Vrms レンジ
 - ・両ポートの測定レンジが 1 つ異なり、入力信号レベルは両ポート同じ (小さい方の測定レンジのフルスケールレベル 最大 3 Vrms) とときの Z・ゲイン・位相の誤差

■ Z, θ 以外の測定パラメータの測定精度

測定モード : IMPD-EXT, IMP-3T, IMPD-2T

インピーダンスの測定精度から以下のように求めます。
Qx は Q の測定値、Dx は D の測定値、θx は θ の測定値
精度の計算に用いる θx は、(90° - tan⁻¹ | 1/Qx |) または (90° - tan⁻¹ | Dx |) で求めても構いません。

パラメータ	測定精度 (参考値)
Y , es, μs	±Az [%]
Lp, Ls, X, es', μs'	±Az [%] (Qx ≥ 10), ±Az / sinθx [%] (Qx < 10)
Cp, Cs, B	±Az [%] (Dx ≤ 0.1), ±Az / sinθx [%] (Dx > 0.1)
Rp, Rs, G, es'', μs''	±Az [%] (Qx ≤ 0.1), ±Az / cosθx [%] (Qx > 0.1)
Q	±Qx² × Pe / (1 - Qx × Pe) (Qx ≥ 10 あるいは Qx × Pe ≤ 0.1) ここで位相角の誤差 Pe [rad] = Pz [°] / 57.3 Q の測定精度は値そのもので、% 値ではありません。
D	±(Pz [°] / 57.3) (Dx ≤ 0.1) D の測定精度は値そのもので、% 値ではありません。

■ Gain, θ 以外の測定パラメータの測定精度 測定モード : G-PH

位相の測定精度から次のように求めます。ここで、Pg は θ の測定精度 [°] です。

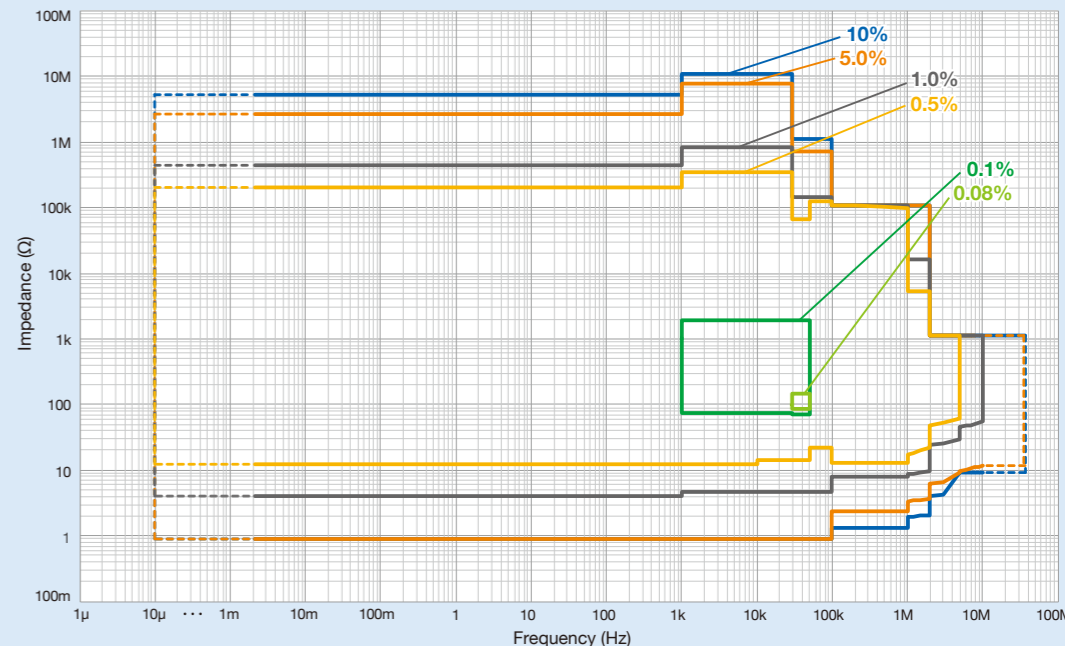
パラメータ	測定精度 (参考値)
GD	± $\frac{Pg}{360 \times APT}$ [s]

*「アバーチャ設定」とは、群遅延 (GD) 測定のために設定するパラメータです。

●測定精度図

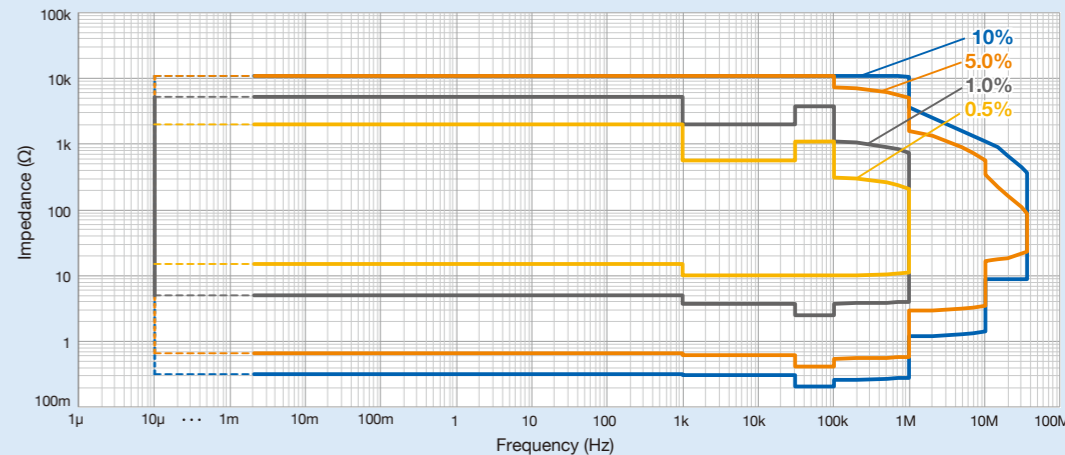
標準測定モード (IMPD-3T)

(2MHz 未満および 10MHz 超は参考値)



高周波測定モード (IMPD-2T)

(2MHz 未満は参考値)



▼測定処理部

測定時間設定	1 回の測定に要する時間の設定 (スイープ各点毎の測定時間の設定)、設定時間を超えない範囲で測定結果は平均化 設定範囲 : 0 ms ~ 9.990 s 設定分解能 : 3 桁または 0.1 ms のいずれか大きい方
測定遅延機能	スイープパラメータ変更後、測定開始を遅延 設定範囲 : 0 ~ 9.990 s 設定分解能 : 3 桁または 0.1 ms のいずれか大きい方
測定開始遅延機能	スイープ開始時のみ、測定開始を遅延 設定範囲 : 0 ~ 9.990 s あるいは MANUAL 設定分解能 : 3 桁または 0.1 ms のいずれか大きい方
自動高密度スイープ	周波数スイープ測定で、測定データが急激に変化する時に自動的にその前後区間の周波数スイープ密度を上げて測定 測定モード IMPD-3T, IMPD-2T, IMPD-EXT Z : 1 a ~ 999 GΩ 設定分解能 3 桁または 1 aΩ の大きい方 Y : 1 a ~ 999 GS 設定分解能 3 桁または 1 aS の大きい方 θ : 0.001 ~ 179.999° 設定分解能 0.001° 測定モード G-PH Gain : リニア 1a ~ 999G 設定分解能 3 桁または 1 a の大きい方 ログ 0.001 ~ 999.999 dB 設定分解能 0.001 dB θ : 0.001 ~ 179.999° 設定分解能 0.001°
シーケンス測定機能	設定条件ファイルの内容に従って測定を行う機能 ・UP SWEEP 設定条件ファイル番号 1 の設定で、次にファイル番号 2、と上限設定条件ファイル番号まで連続してアップスイープ測定 ・DOWN SWEEP 最初に上限設定条件ファイル番号の設定で、次に[設定条件ファイル番号 - 1] の設定、最後にファイル番号 1 まで連続してダウンスイープ測定 上限設定条件ファイル番号 : 1 ~ 32, 設定分解能 : 1

共振点追尾機能	測定周波数を、試料の共振周波数に自動的に追尾する
等価回路推定機能 (G-PHモードを除く)	周波数スイープ測定結果から、等価回路の各定数を計算 ※等価回路モデルは P.7 参照
圧電定数算出機能 (G-PHモードを除く)	周波数スイープ測定結果から、圧電関連定数を計算 圧電定数算出 : 圧電定数, 圧電パラメータ, 特徴的周波数など シミュレーション : 圧電パラメータよりアドミタンス特性を計算・表示
コンバータ	SPOT 測定結果 : 最大 14 分類 SWEEP 測定結果 : 上限・下限判定 判定値設定数 : 1 ~ 20
放電保護	保護耐量 : 2 J 以下 (電圧 100V 以下) (IMPD-3T, IMPD-2T)
誤差補正機能	<G-PHモード除く> ・オープン補正 : 浮遊アドミタンスを補正 ・ショート補正 : 残留インピーダンスを補正 ・ロード補正 : 測定系の電圧・電流変換係数を補正 ロード標準値 : 最大 30 点の周波数で校正値を入力可 ・ポート延長 : 2 端子測定時、ケーブルの位相遅れによる誤差を補正 特性インピーダンス : 1.00 ~ 999 Ω, 設定分解能 3 桁 電気長 : 0.000 ~ 999.999 m, 設定分解能 0.001 m ・電位勾配除去 <IMPD-EXTモードのみ> : 信号に重畳している DC レベルが時間と共に直線的に変化しているときに、その影響を受けずに分析 (充放電中の電池のインピーダンス測定時に使用) ・イコライズ <G-PHモードのみ> : 測定系の周波数特性をあらかじめ測定し、本測定時に測定系の誤差分を取り除き、被測定系のみ特性を得る ・セルフキャリブレーション <IMPD-EXT, G-PHモードのみ> : 本器内で生じる誤差を自己測定し補正する機能

▼ 表示部

表示器	8.4 インチカラー TFT-LCD (SVGA) タッチパネル付き
グラフ	ボード線図、ナイキスト線図、コールコールプロット
グラフ表示スタイル	SINGLE : 画面に1つのグラフを表示 SPLIT : 画面に2つのグラフを上下に表示
グラフ軸設定	X, Y1, Y2 軸 各々リニア/ログ 設定可
グラフトレース	測定データ (MEAS)、参照データ (REF1~8) の9本
オートスケールリング	グラフの表示スケールを自動的に最適に設定 (オン/オフ可)
マーカ表示	グラフ上にマーカを表示し、マーカ位置のデータを数値で表示
マーカサーチ機能 検索項目	Max, Min (最大値, 最小値)、Peak, Bottom (ピーク (極大値), ボトム (極小値)), Next Peak (次のピーク), Next Bottom (次のボトム), Prev Peak (前のピーク), Prev Bottom (前のボトム)、Value (マーカ値)、ΔValue (基準マーカと検索マーカ間の差)、X Value (スイープパラメータ値)、BW1 (通過域ゲイン、遮断周波数表示)、BW2 (センター周波数、通過帯域幅を表示)、BW3 (ノッチ周波数、ノッチ帯域幅を表示) ※スイープ測定終了時に自動サーチ可能

▼ メモリ

測定条件	32組 (測定モードごと)
測定データ (MEAS)	スイープ測定したデータ 内部ストレージに最大 32 データを保存可
参照データ (REF)	測定データ (MEAS) と一緒に表示可能なデータ (最大 8) 測定データや USB メモリからコピー可、表示オン/オフ可
誤差補正データ	オープン補正、ショート補正、ロード補正、ポート延長 先端オープン補正、ポート延長先端ショート補正、ポート 延長先端ロード補正、イコライズデータ 各々 32 組

▼ 外部記憶

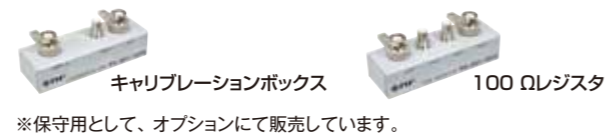
媒体	USB メモリ
コネクタ	正面パネル、USB-A コネクタ
ファイルフォーマット	FAT
保存項目	設定条件、測定データ (MEAS)、参照データ (REF1~8)、 等価回路推定結果、圧電定数算出結果、マーカ情報
ファイル形式	CSV 形式
画面イメージ	USB メモリに LCD 画面ハードコピーを保存可 MS Windows ビットマップファイル (.BMP)

▼ 外部入出力機能

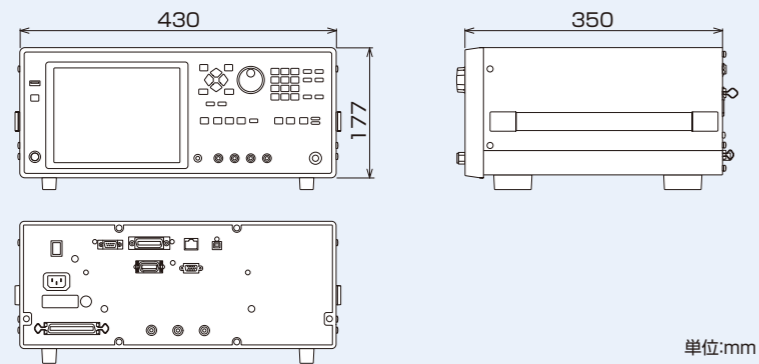
インタフェース	GPIO : IEEE488.1, IEEE488.2 USB : USB2.0 HighSpeed, USBTMC LAN : 10/100 Base-T RS-232 : 4800 ~ 230400 bps
外部モニタ	プロジェクタ、外部モニタなどの接続用 VGA (ミニ D-Sub15ピン、メス)、800×600 (SVGA)、 アナログ RGB コンポーネント映像信号
基準クロック入力	周波数 : 10 MHz ±100 ppm 以内 入力波形 : 正弦波または方形波 入力電圧 : 0.5 Vp-p ~ 5 Vp-p 入力インピーダンス : 300 Ω (公称値)、AC 結合
基準クロック出力	周波数 : 10 MHz ±10 ppm (内部基準クロック使用時) 出力波形 : 1 Vp-p / 50 Ω、方形波 出力インピーダンス : 50 Ω (公称値)、AC 結合
ハンドラ インタフェース (G-PHモード除く)	すべての入出力端子を光絶縁 (耐電圧 ±42 V) 入力信号 : トリガ、設定ファイル番号 出力信号 : 判定結果 BIN 1 ~ BIN 14
拡張コネクタ	AUX コネクタ

▼ 一般事項

電源入力	AC100 V ~ 230 V ±10%、ただし 250 V 以下 50 Hz / 60 Hz ± 2 Hz、消費電力最大 100VA、 過電圧カテゴリ II
動作温度・湿度 範囲	0 ~ +40°C、5 ~ 85% RH (ただし、絶対湿度 1 ~ 25 g / m³、結露がないこと)
外形寸法 (mm)	430 (W) × 177 (H) × 350 (D) (突起物を除く)
質量	約 7.0 kg
RoHS 指令	Directive2011/65/EU
ウォームアップ	30 分以上
校正周期	1 年
付属品	取扱説明書 (基本編、応用編、外部制御 各1)、 電源コードセット (3ピンプラグ付き、2m) 1、 キャリブレーションボックス 1、100 Ωレジスタ 1



外形寸法図



ワニ口クリップテストリード
1505*
●4端子接続
●測定周波数 ≤3MHz



ケルビンクリップテストリード
(Mサイズ) 40100*
●4端子接続
●測定周波数 ≤3MHz



ケルビンクリップテストリード
(Lサイズ) 40180*
●4端子接続
●測定周波数 ≤3MHz

● チップ部品

2端子接続または4端子接続で表面実装部品を測定。



チップテストフィクスチャ
ZM2394
●2端子接続
●測定周波数 ≤2MHz
●対応部品サイズ :
0603 (厚さ0.3mm) ~ 14mm角



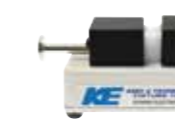
チップテストフィクスチャ
ZM2394H
●2端子接続
●測定周波数 ≤36MHz
●対応部品サイズ :
0603 (厚さ0.3mm) ~ 14mm角



チップテストフィクスチャ
ZM2393
●2端子接続
●測定周波数 ≤1.2MHz
●対応部品サイズ : 1608~5750



チップテストフィクスチャ
1024*
●2端子接続
●測定周波数 ≤120MHz
●最小部品サイズ : 0603



チップテストフィクスチャ
1012*(2端子接続) / 1014*(4端子接続)
●測定周波数 ≤120MHz
●最小部品サイズ : 1608



底面電極用チップテストフィクスチャ
1032*(2端子接続) / 10324*(4端子接続)
●測定周波数 ≤120MHz
●最小部品サイズ :
1608(1032) / 3216(10324)
●底面に電極があるチップ部品用



チップ部品用テストリード
ZM2366
●3端子接続
●測定周波数 ≤10MHz
●先端間隔 1~8mm (typ.)



チップ部品用テストリード
2326A
●3端子接続
●測定周波数 ≤1.2MHz
●先端間隔 1~8mm (typ.)



チップ部品用テストリード
(Sサイズ) 40120*
●4端子接続
●測定周波数 ≤3MHz



チップ部品用テストリード (Sサイズ) 40125*
チップ部品用テストリード (Lサイズ) 40125A*
●2端子接続
●測定周波数 ≤120MHz

● リード部品

試料のリードを差し込むだけで測定が可能。

● 特定用途

薄膜や液体の各種素材特性の測定に。



テストフィクスチャ
ZM2363
●4端子接続
●測定周波数 ≤10MHz



リード部品用テストフィクスチャ
1011*
●2端子接続
●測定周波数 ≤120MHz



薄膜測定用具
1020*
●2端子接続
●測定周波数 ≤40MHz
●適合試料形状: 薄膜
●C、D測定用、誘電率・比誘電率の測定に



液体用テストフィクスチャ
1022*
●2端子接続
●測定周波数 ≤40MHz
●専用4端子-2端子変換アダプタ
(別売)が必要

*株式会社桑木エレクトロニクスの製品です

テストフィクスチャ・テストリード

● 汎用品

さまざまな形状の測定対象を安定して測定。



4端子ワニグテックリップ
テストリード 2324
●4端子接続
●測定周波数 ≤100kHz



ケルビンクリップテストリード
2325AL / 2325AM
●4端子接続
●測定周波数 ≤100kHz



ケルビンクリップテストリード
ZM2392
●4端子接続
●測定周波数 ≤20kHz



3端子ワニグテックリップ
テストリード ZM2391
●2端子接続
●測定周波数 ≤20kHz

オプション

型名	品名	備考
PA-001-3233	100Ωレジスタ	保守用
PA-001-3234	キャリブレーションボックス	保守用
PA-001-3270	ラックマウントキット (EIA)	EIA 規格ラック用
PA-001-3271	ラックマウントキット (JIS)	JIS 標準ラック用

関連製品



周波数特性分析器 FRA51615

- 測定周波数 10 μ Hz ~ 15MHz
- 利得精度 ± 0.01 dB、位相精度 $\pm 0.06^\circ$
- 最大電圧 600Vrms (600V/CAT II、300V/CAT III)
- 測定速度 0.5ms/point ●ダイナミックレンジ 140dB

■インピーダンス測定
オープン/ショート/ロード補正、ポート遅延機能



LCRメータ ZMシリーズ

- ZM2371/ZM2372 : 測定周波数 1mHz~100kHz
ZM2376 : 測定周波数 1mHz~5.5MHz
- 基本精度 0.08% ●測定時間 最速 2ms
- 測定信号レベル 10mVrms~5Vrms/1 μ Arms~200mArms
- 定電圧/定電流駆動、DCR測定、コンパレータ、標準偏差、
コンタクトチェック機能、データ取り込み用アプリケーションソフトウェア



DCバイアス重畳 インダクタンスアナライザ

インダクタンスアナライザ 3260B*

- 測定周波数 20Hz~3MHz
- 基本精度 0.1%
- インピーダンス測定レンジ 最大2G Ω

DC バイアス電流源 3265BQ*

- 周波数 20Hz~3MHz
- 最大電流出力25A

■専用テストフィクスチャ リード部品用250A/チップ部品用125A

※120MHzまでの高周波における電流重畳に対応する機種も御用意。

* 桑木エレクトロニクスの製品です。

最大250Aの大電流を重畳可能

※このカタログの記載内容は、2019年12月18日現在のものです。
●お断りなく外観・仕様の一部を変更することがあります。
●ご購入に際しては、最新の仕様・価格・納期をご確認ください。



株式会社 エヌエフ回路設計ブロック

本社/横浜市港北区綱島東6-3-20 〒223-8508
営業 TEL 045-545-8111 FAX 045-545-8191
仙台 022-722-8163 / 関東 03-5957-2108
東京 045-545-8132 / 名古屋 052-777-3571
大阪 072-623-5341 / 福岡 092-411-1801
デバイス 045-545-8161

■取扱代理店■

<http://www.nfcorp.co.jp/>