



電極の反応抵抗、電解液抵抗、溶接抵抗の管理に

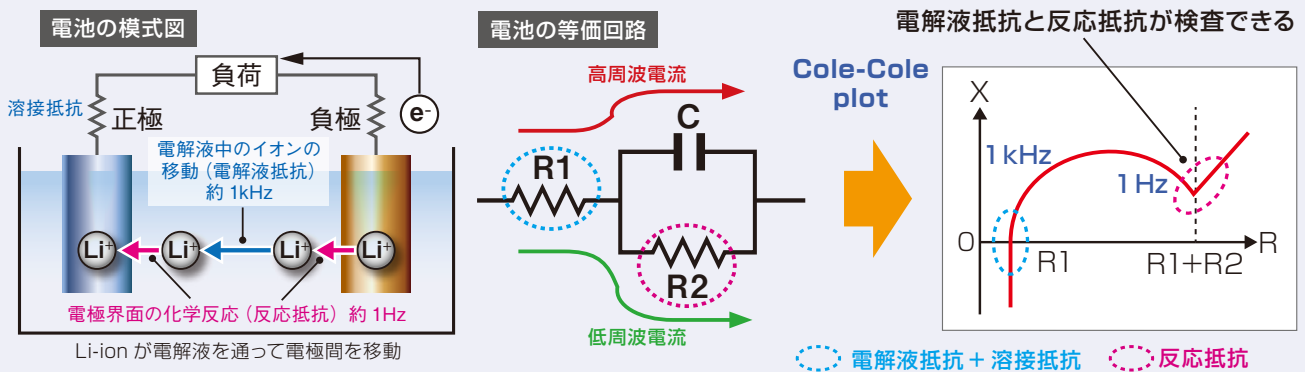
EV 向け大容量リチウムイオン電池に対応

電池セルの検査をさらに高品質に

- 測定周波数を 100 mHz ~ 1.05 kHz の範囲で任意に設定できます
- 低い周波数により**電極反応抵抗**を測定できます
- 高い周波数により**電解液抵抗、溶接抵抗**を測定できます
- Cole-Cole plot 表示が可能です (付属アプリケーションソフト)
- 等価回路解析ソフトに対応し、電池内部の不良解析に活用できます



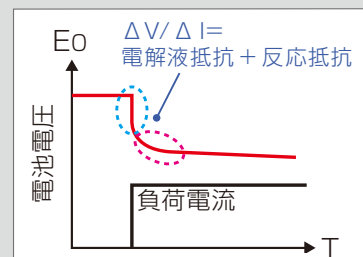
BT4560 によるインピーダンス測定で… 電池セルの不良要因を切り分ける



- ・ R1 が大きい場合… 電解液濃度の低下や電極溶接部の不良が考えられます
- ・ R2 が大きい場合… 電極製造工程での不良、電極界面の電極反応の不良が考えられます

充放電試験器による DC-IR 測定の場合

DC-IR 測定では R1 と R2 に電流が流れるため、電解液抵抗と反応抵抗を切り分けて測定することが困難です。(上部 等価回路図参照)

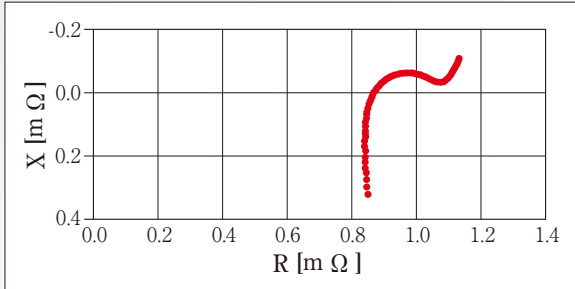


高精度・高安定

EV 向け大容量リチウムイオン電池も測定可能

1 mΩ 以下の超低インピーダンス測定

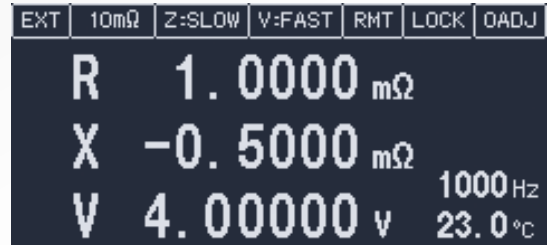
大容量のリチウムイオン電池では、内部インピーダンスが 1 mΩ を下回るものもあります。BT4560 は、1 mΩ 以下の超低インピーダンスでも高い安定性と再現性で測定できます。



高精度 DC 電圧測定

精度: ± 0.0035% rdg. ± 5 dgt.

6桁半のDMMに匹敵する精度を実現。一台で電池のOCVとインピーダンスを測定できます。



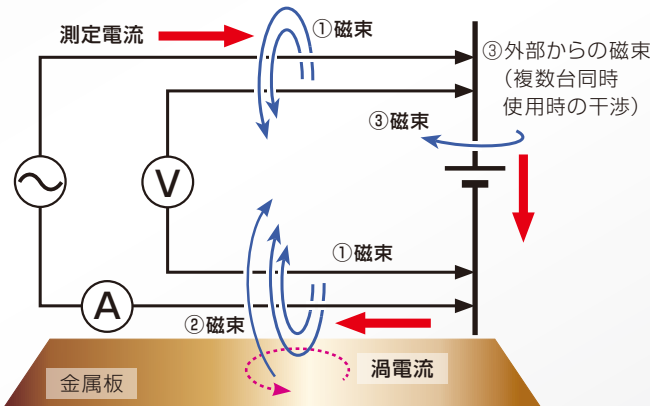
4VのLi-ionセルを±190 μVの精度で測定可能

4端子対法測定でシステム構築時のトラブル解消

4端子対法の採用で、ケーブル引き回しの影響、周囲金属による渦電流の影響、複数台同時使用時の干渉など、誘導磁界の影響を低減します。従来の4端子法と比較して、測定電流により発生する磁束を抑制するため、測定ケーブルの引き回しが変わった時の測定値への影響が大幅に小さくなり、測定器を生産ラインに組み込んだ時の安定性が向上します。

従来の4端子法による磁束の影響

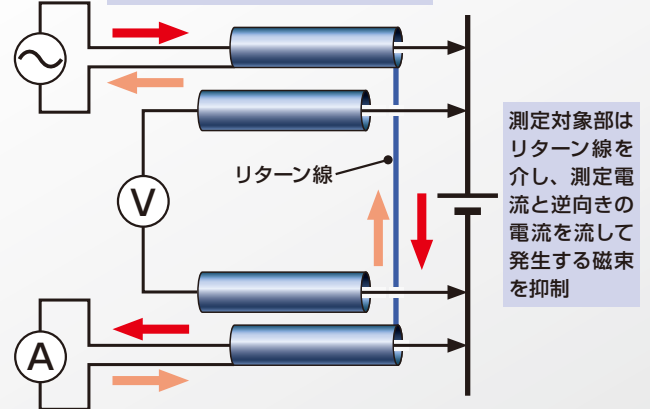
①測定電流により発生する磁束で電圧端子に誘導電圧が発生



②渦電流により発生する磁束で電圧端子に誘導電圧が発生

4端子対法によるインピーダンス測定

測定電流と逆向きの電流を流して発生する磁束を抑制



測定対象部はリターン線を介し、測定電流と逆向きの電流を流して発生する磁束を抑制

磁束発生を低減する4端子対測定専用プローブ

4端子対構造の専用プローブで、環境ノイズや引き回しの影響を受けにくく安定した測定が可能です。

クリップ形プローブ L2002 ラミネートタイプのバッテリー測定用

コンタクト位置が一定になるようにストップをスライドして調節できます。

ピン形プローブ L2003 生産ライン組み込みのほか、様々なタイプのバッテリー測定用

固定用のネジ穴を使って、検査治具などにプローブを固定できます。

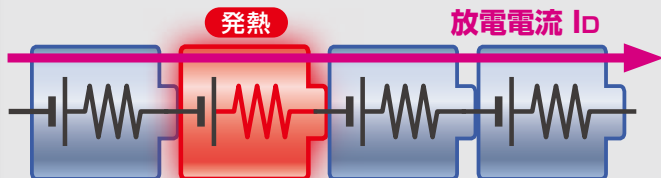
※プローブの先端形状については、別途お問い合わせください

BT4560 で測定したインピーダンスデー

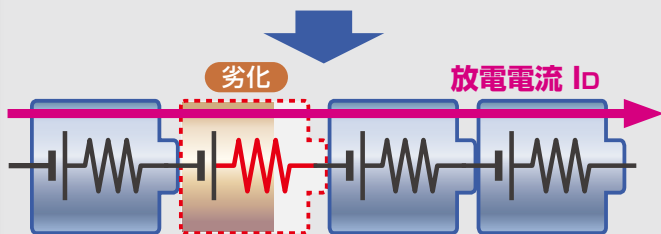
セル選別で電池パックを長寿命化

電池パックの劣化要因

電池容量は発熱により低下（劣化）します。
EV 用大容量電池は大電流で充放電するため、発熱も大きくなります。



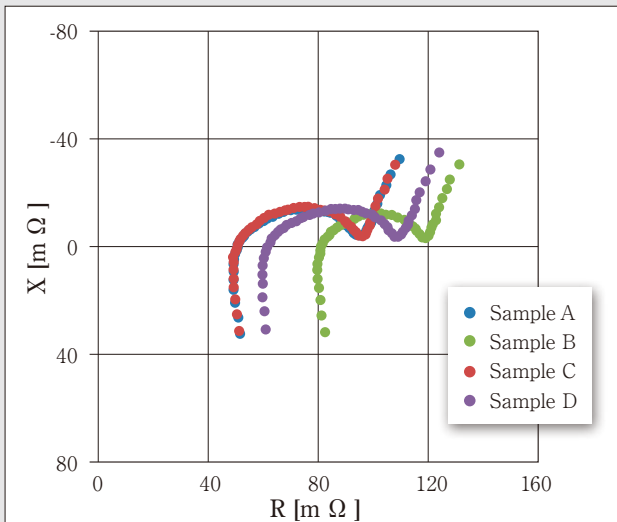
電池パックの抵抗値が異なると一部の電池が過剰に発熱して、それによる容量低下（劣化）が進みます。



保護回路は最も容量の少ないセルを基準に動作するので、結果的に電池パック全体の放電容量が低下します。

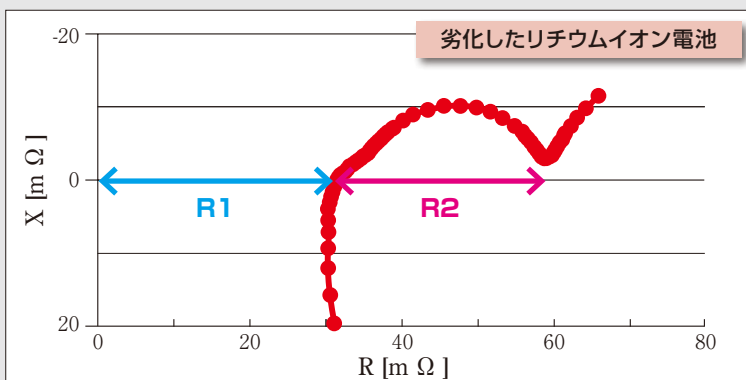
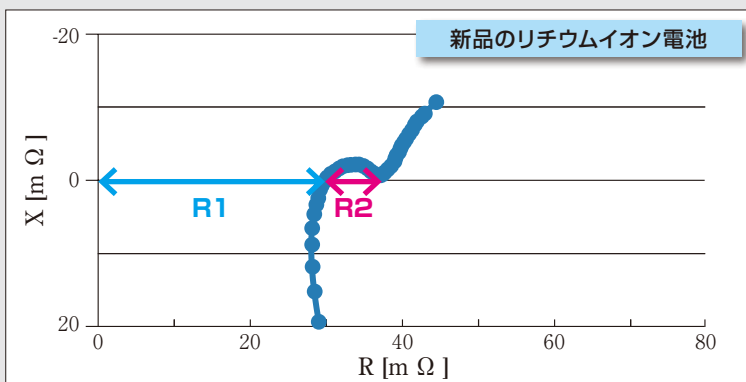
電池パックの長寿命化には選別が必要

電池容量と内部抵抗が同じ特性のセルを組み合わせて、発熱を均等にすることで長寿命化につながります。



図は同種類の新品セルの Cole-Cole plot データです。
A, C はほぼ一致したインピーダンス特性です。
B, D は A, C に比べてインピーダンスが大きいため、同じ電池パックで使用すると先に発熱・劣化します。

電池の劣化度合いの確認



新品と劣化した電池の測定データ比較

新品のリチウムイオン電池セル(左上の図)と、同種類の劣化したリチウムイオン電池セル(左下の図)の Cole-Cole plot データを比較します。

R1 : 電解液抵抗 + 溶接抵抗

R2 : 反応抵抗 (正極、負極の電極反応抵抗)

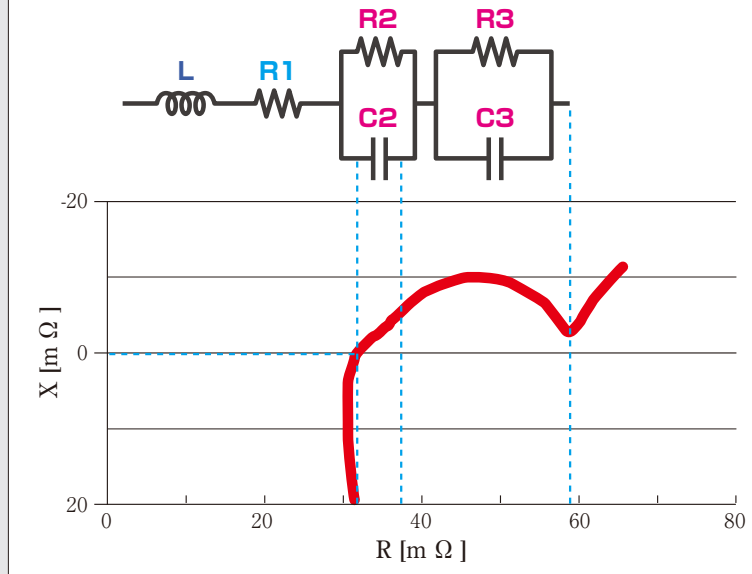
新品と劣化したリチウムイオン電池を比較すると、反応抵抗値に大きな変化が確認できます。

劣化の要因にもよりますが、発熱の影響のほか、低温度での充放電や、深い充放電 (SOC: 0 ≒ 100%) を繰り返す用途では、電極反応部分の劣化が反応抵抗としてグラフに現れます。

電池の劣化要因の切り分け

BT4560 で取得した Cole-Cole plot データと『ZView®』※など市販の等価回路解析ソフトを使用することで、劣化要因の解析に活用できます。

擬似等価回路の一例



一般に Cole-Cole plot のインピーダンス特性を擬似等価回路で表わすことがあります。

擬似等価回路は

- ・電解液やタブ溶接部の抵抗 (**R1**)
- ・電池内の正極、負極の電極反応 (**R2//C2, R3//C3**)
- ・リード部などのインダクタンス (**L**)

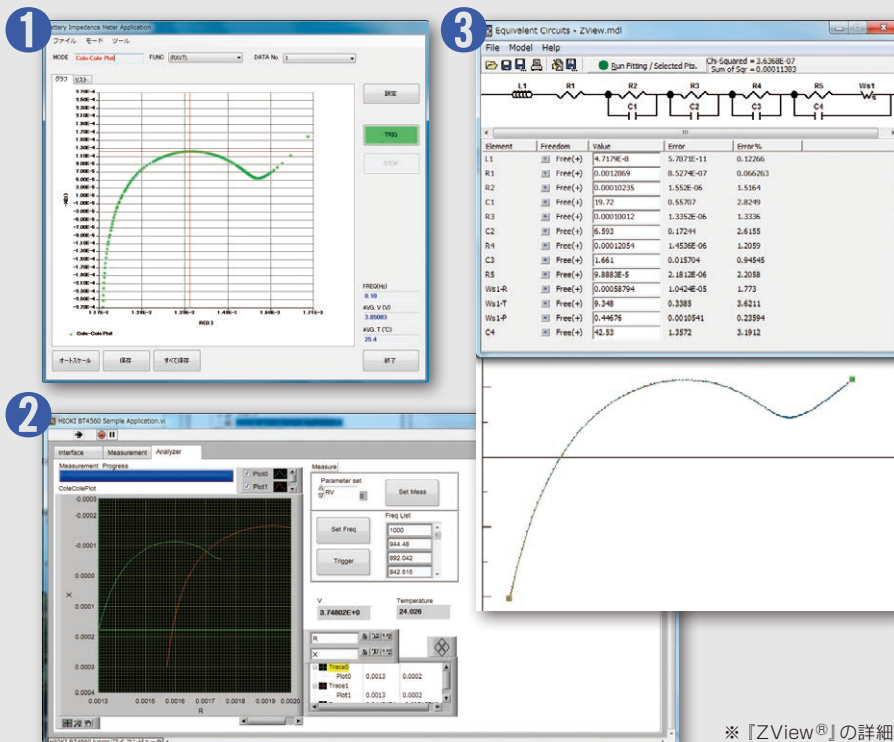
などで表わします。

擬似等価回路を構成すると、等価回路解析ソフト (ZView®) によるカーブフィッティングで各素子の回路定数を求めることができます。新品時と劣化時の各素子の定数変化を数値化することで、電池内部のどの部分に変化が生じたかを解析できるため、劣化要因の切り分けに活用できます。

PC アプリケーションによる Cole - Cole plot

標準付属の PC アプリケーションを使って、測定や Cole - Cole plot の書き出しができます。

また、Scribner Associates Inc. 製『ZView®』※を使うことで、等価回路解析による詳細な解析が可能になります。



① 付属の PC アプリケーション

Cole-Cole plot を確認できます。EXCEL、CSV ファイルで測定結果を出力することも可能です。

② LabView ドライバ付属アプリ

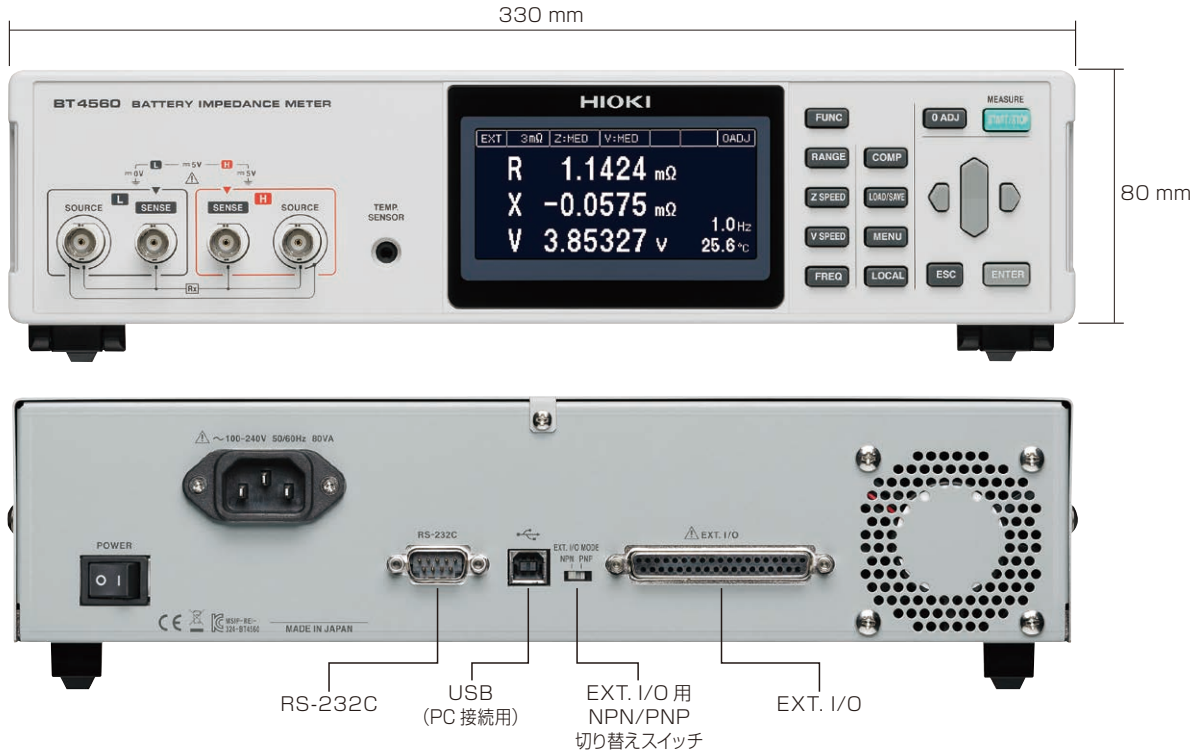
複数のグラフを重ね比較できます。簡易等価回路解析機能を持ち、電解液抵抗、反応抵抗を確認することができます。

③ 交流インピーダンス解析ソフトウェア『ZView®』※

① で出力した CSV ファイルを用いて任意の等価回路を作成し、各素子を数値化することで、電池の劣化箇所を解析できます。

※『ZView®』の詳細は、株式会社 東陽テクニカ様までお問合せください
(電話直通：03-3245-1103 Email: keisoku@toyo.co.jp)

BT4560 の特長 ・ 機能



1 台でコンパクト

負荷装置が不要のためシステムを組む必要が無く、BT4560 一台で簡単に測定ができます。

セルフキャリブレーション機能

回路内部のオフセット電圧やゲインドリフトなどを補正。電圧測定精度を向上させます。

サンプルディレイ機能*

交流印加からサンプリング開始までの遅延時間を設定し、応答が安定してから測定を開始します。

交流印加時の充放電防止機能*

測定対象の充放電を防ぐため、印加測定信号をゼロクロスで終了させる処理をおこなう機能です。

インピーダンスと電圧の同時測定

インピーダンス測定と高精度 DC 電圧測定を同時におこない、タクトタイムを短縮。

電位勾配補正機能*

電池の特性や計測器の入カインピーダンスにより測定信号がドリフトする場合、直線的なドリフトに対して補正をおこないます。

温度測定機能

低周波で測る反応抵抗は温度に敏感です。オプションの温度センサでバッテリー周辺の温度測定をおこない、データとひも付け管理することで、測定値の信頼性向上につなげます。

*インピーダンス測定時に使用できる機能

自動機で使いやすい各種機能

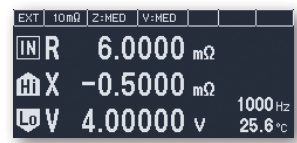
コンタクトチェック機能

測定前後にプローブの接触抵抗を監視することで、被測定物にプローブの測定用電極が接触していない状態での測定を防ぎます。



コンパレータ機能

- ・インピーダンスと電圧を同時判定
- ・総合判断結果出力
- ・2 音色ブザーで判定確認

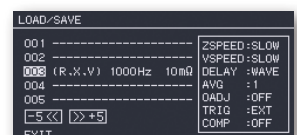


NPN/PNP 切り替えスイッチ

EXT. I/O の入出力回路を、電流シンク出力 (NPN) または電流ソース出力 (PNP) に対応するよう、切り替えられます。

パネルセーブ・ロード機能

最大 126 通りの測定条件を本体に保存でき、EXT. I/O から呼び出して測定できます。



確度仕様

インピーダンス測定確度

○ 3 mΩ レンジ (0.1 Hz ~ 100 Hz), 10 mΩ レンジ, 100 mΩ レンジ

$$R \text{ 確度} = \pm (0.004 |R| + 0.0017 |X|) [\text{m}\Omega] \pm a$$

$$X \text{ 確度} = \pm (0.004 |X| + 0.0017 |R|) [\text{m}\Omega] \pm a$$

(R、X の単位は [mΩ]、a は以下表のとおり)

$$Z \text{ 確度} = \pm 0.4\% \text{ rdg.} \pm a (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$$

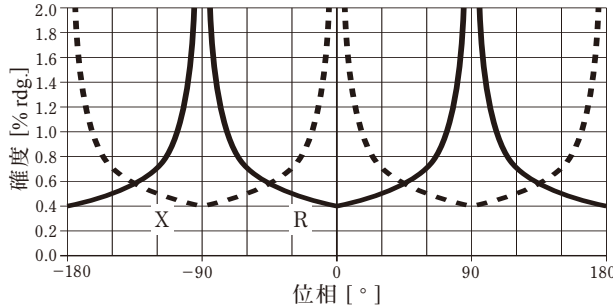
$$\theta \text{ 確度} = \pm 0.1^\circ \pm 57.3 \frac{a}{Z} (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$$

(a は以下表のとおり)

a	3 mΩ レンジ			10 mΩ レンジ			100 mΩ レンジ			
	FAST	25 dgt.			60 dgt.			60 dgt.		
	MED	15 dgt.			30 dgt.			30 dgt.		
	SLOW	8 dgt.			15 dgt.			15 dgt.		
温度係数		R: ± R 確度 × 0.1/°C, X: ± X 確度 × 0.1/°C, Z: ± Z 確度 × 0.1/°C, θ: ± θ 確度 × 0.1/°C (0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°C において適用)								

確度グラフ

■ 3 mΩ レンジ (0.1 Hz ~ 100 Hz), 10 mΩ レンジ, 100 mΩ レンジ



a を除いたインピーダンス確度 (0.004|R|+0.0017|X|, 0.004|X|+0.0017|R|)

○ 3 mΩ レンジ (110 Hz ~ 1050 Hz)

$$R \text{ 確度} = \pm (0.004 |R| + 0.0052 |X|) [\text{m}\Omega] \pm a$$

$$X \text{ 確度} = \pm (0.004 |X| + 0.0052 |R|) [\text{m}\Omega] \pm a$$

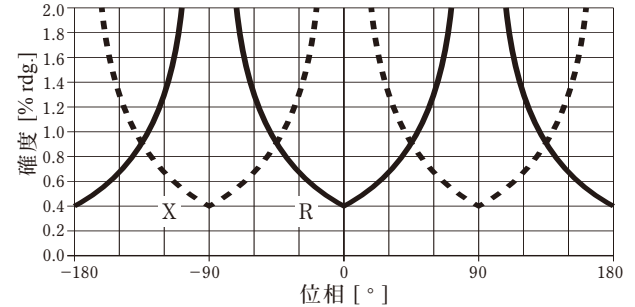
(R、X の単位は [mΩ]、a は以下表のとおり)

$$Z \text{ 確度} = \pm 0.4\% \text{ rdg.} \pm a (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$$

$$\theta \text{ 確度} = \pm 0.3^\circ \pm 57.3 \frac{a}{Z} (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$$

(a は以下表のとおり)

■ 3 mΩ レンジ (110 Hz ~ 1050 Hz)



a を除いたインピーダンス確度 (0.004|R|+0.0052|X|, 0.004|X|+0.0052|R|)

電圧測定確度 (セルフキャリブレーション実行時)

V	表示範囲	- 5.10000 V ~ 5.10000 V
	分解能	10 μV
電圧確度	FAST/MED/SLOW	± 0.0035% rdg. ± 5 dgt.
温度係数		± 0.0005% rdg. ± 1 dgt. / °C (0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°C において適用)

温度測定確度 (BT4560 + 温度センサ Z2005)

確度	± 0.5°C (測定温度: 10.0°C ~ 40.0°C) ± 1.0°C (測定温度: -10.0°C ~ 9.9°C, 40.1°C ~ 60.0°C)
温度係数	温度係数: ± 0.01°C / °C (本器温度: 0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°C において適用)

BT4560 仕様 (確度保証期間: 1年)

測定項目	インピーダンス, 電圧, 温度		
インピーダンス測定			
測定パラメータ	R 抵抗, X リアクタンス, Z インピーダンス, θ 位相角		
測定周波数	0.1 Hz ~ 1050 Hz		
周波数設定	0.10 Hz ~ 0.99 Hz	0.01 Hz ステップ	
分解能	1.0 Hz ~ 9.9 Hz	0.1 Hz ステップ	
	10 Hz ~ 99 Hz	1 Hz ステップ	
	100 Hz ~ 1050 Hz	10 Hz ステップ	
測定レンジ	3.0000 mΩ, 10.0000 mΩ, 100.000 mΩ		
測定電流 / 直流負荷 (直流負荷: インピーダンス測定時に測定対象に加わるオフセット電流)			
	3 mΩ レンジ	10 mΩ レンジ	100 mΩ レンジ
測定電流	1.5 Arms ± 10%	500 mA Arms ± 10%	50 mA Arms ± 10%
直流負荷電流	1 mA 以下	0.35 mA 以下	0.035 mA 以下
測定波数			
	FAST	MED	SLOW
0.10 Hz ~ 66 Hz	1 波	2 波	8 波
67 Hz ~ 250 Hz	2 波	8 波	32 波
260 Hz ~ 1050 Hz	8 波	32 波	128 波
電圧測定			
測定レンジ	5.00000 V (単レンジ)		
分解能	10 μV		
測定時間	FAST: 0.1 s MED: 0.4 s SLOW: 1.0 s	※セルフキャリブレーション実行時は 0.21 s 加算	
温度測定			
表示範囲	- 10.0°C ~ 60.0°C		
分解能	0.1°C		
測定時間	2.3 s		

測定ファンクション	(R,X,V,T)/(Z,θ,V,T)/(R,X,T)/(Z,θ,T)/(V,T)
機能	コンパレータ, セルフキャリブレーション, サンプルディレイ, アベラージュ, 電圧リミット, インピーダンス測定時電位勾配補正, 交流印加時充放電防止, キーロック, システムテスト, パネルセーブ・ロード (最大 126 通り)
測定異常検出	コンタクトチェック, 測定電流異常, 測定物の電圧ドリフト, 過電圧入力, 電圧リミット
インタフェース	RS-232C/USB (仮想 COM ポート) ※同時使用不可 伝送速度: 9,600bps/19,200bps/38,400bps
EXT. I/O	TRIG, LOAD, Hi, IN, Lo 他 (NPN/PNP 切り替え可能)
入力可能電圧	最大 5 V
使用温湿度範囲	0°C ~ 40°C, 80% rh 以下 (結露しないこと)
保存温湿度範囲	- 10°C ~ 50°C, 80% rh 以下 (結露しないこと)
使用場所	屋内使用, 汚染度 2, 高度 2,000 m まで
電源	定格電源電圧: AC 100 V ~ 240 V 定格電源周波数: 50 Hz/60 Hz
定格電力	80 VA
絶縁耐力	AC 1.62 kV, 1 min, カットオフ電流 10 mA ([電源端子一括] - [保護接地]) 間
適合規格	安全性: EN61010 EMC: EN61326, EN61000-3-2, EN61000-3-3
寸法・質量	約 330W × 80H × 293D mm (突起物含まず) 約 3.7 kg
付属品	電源コード × 1, 取扱説明書 × 1, ゼロアジャスト ボード × 1, USB ケーブル (A-B タイプ) × 1, CD-R (通信取扱説明, PC アプリケーション ソフトウェア, USB ドライバ) × 1



製品名：バッテリーインピーダンスメータ BT4560

形名（発注コード） BT4560

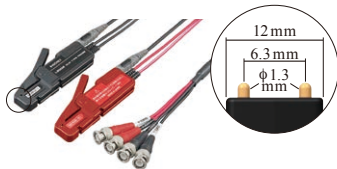
測定用プローブは付属されておりません。
測定用途に応じてオプションのプローブをご購入ください。

BT4560 特殊仕様の実施例

詳細な仕様、価格は販売店または営業支店にご相談ください。特殊仕様のため測定や仕様に制限が生じる場合があります。

主な仕様（特殊）	測定周波数	測定可能な電池電圧	インピーダンス測定レンジ	測定電流
①測定可能な電池電圧 20 V 対応	0.1 Hz ~ 1050 Hz	20 V	30 mΩ, 300 mΩ, 3 Ω	150 mA, 50 mA, 5 mA
②測定周波数 10 mHz 対応	0.01 Hz ~ 1050 Hz	5 V	3 mΩ, 10 mΩ, 100 mΩ	1.5 A, 500 mA, 50 mA
上記 ①、② の組み合わせ	0.01 Hz ~ 1050 Hz	20 V	30 mΩ, 300 mΩ, 3 Ω	150 mA, 50 mA, 5 mA

オプション



クリップ形プローブ L2002
ケーブル長 1.5 m



ピン形プローブ L2003
ケーブル長 1.5 m



温度センサ Z2005
ケーブル長 1 m



RS-232C ケーブル 9637
PC接続用, 9pin-9pin, クロス, 1.8 m

クリップタイプ



4端子プローブ L2000
ケーブル長 1 m

その他の測定用プローブ

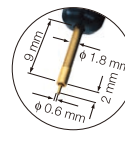


BNC-バナナプラグ変換器
特注製作品
(ご希望の際はご相談ください。)



ピン形プローブ 9770, 9771, 9772
ケーブル長 0.85 m

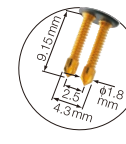
プローブ先端形状



9770



9771



9772

電気化学部品・材料測定向け製品



電極・電解質の特性評価に

ケミカルインピーダンスアナライザ IM3590

形名（発注コード） IM3590

測定レンジ：100 mΩ ~ 100 MΩ,
測定周波数：1 mHz ~ 200 kHz

日置電機株式会社

本社 〒386-1192 長野県上田市小泉81

製品に関するお問い合わせはこちら

本社 カスタマーサポート

☎ 0120-72-0560

(9:00 ~ 12:00, 13:00 ~ 17:00, 土・日・祝日を除く)

☎ 0268-28-0560 ✉ info@hioki.co.jp

詳しい情報はWEBで検索

お問い合わせは ...

販売代理店

国華電機株式会社
KOKKA ELECTRIC CO.,LTD.

本社 TEL: 06-6353-5551 兵庫営業所 TEL: 078-452-3332
京都営業所 TEL: 075-671-0141 姫路営業所 TEL: 079-271-4468
滋賀営業所 TEL: 077-366-6040 姫路中央営業所 TEL: 079-284-1005
奈良営業所 TEL: 0742-33-6040 川崎営業所 TEL: 044-222-1212

メールでのお問い合わせ：webinfo@kokka-e.co.jp