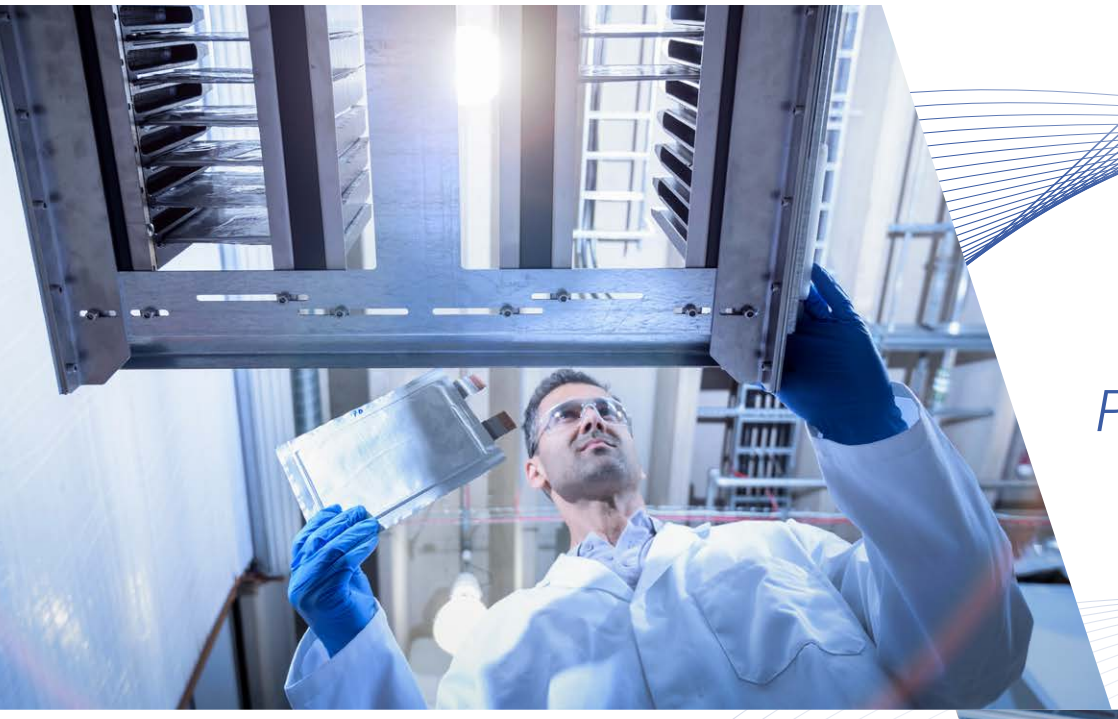
HIOKI

バッテリインピーダンスメータ BT4560

BATTERY IMPEDANCE METER BT4560

NEW



Laboratory & Production line

EIS測定と等価回路解析のプラットフォーム

EV&ESS用大容量バッテリーの

研究開発と生産ライン向け計測ソリューション

C US
米国 UL 規格と互換

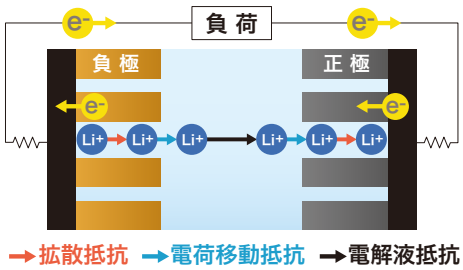
3year 3年保証

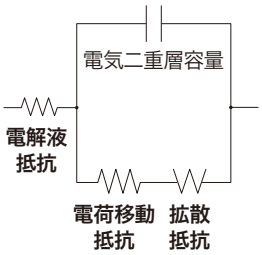
BATTERY IMPEDANCE METER BT4560

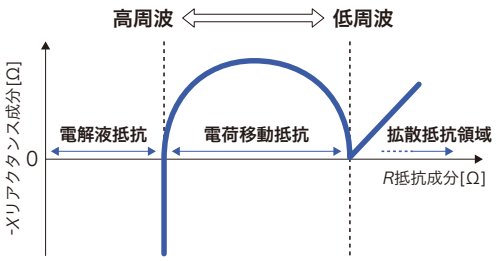
R&Dから生産ラインまで使える信頼あるEIS測定器

バッテリインピーダンスメータ BT4560 は、研究開発から生産ラインまで、迅速かつ簡単に EIS 測定ができます。複数の電池を効率的に測定する評価システムへの拡張が可能で、大容量電池の品質管理において高精度な測定を実現します。また、新たに LAN インターフェースを搭載したことで、検査システムの構築が容易になり、さらに利便性が向上しました。

バッテリーのEIS測定とは







EIS（Electrochemical Impedance Spectroscopy：電気化学インピーダンス分光法）は、小さな AC 信号を用いて幅広い周波数範囲にわたるバッテリーのインピーダンスを測定する方法です。これにより、バッテリー内部の抵抗や反応性などの詳細な洞察が得られ、バッテリーの振る舞いや性能を理解する上で、研究開発と品質管理において有用です。

EIS測定に
HIOKIが選ばれる理由

ベンチトップEIS測定器

バッテリインピーダンスメータ BT4560

- 負荷装置が不要のコンパクトなEIS測定器
- インピーダンスと電圧、温度を同時に測定
- R&Dに便利な評価アプリケーションソフト
- サードパーティーの等価回路解析ソフトとのデータ互換

BT4560 基本性能	
インピーダンス	最高分解能 0.1 μΩ
電圧レンジ	± 5 V, 分解能 10 μV
測定電流	最大 1.5 A rms
EIS 測定周波数	10 mHz ~ 1050 Hz

専用スキャナ オプション

SW1001

スイッチメインフレーム SW1002

- インピーダンス計測に配慮した
  マルチプレクサ回路設計で測定誤差を低減
- チャネル切り替え時間 11 ms
- 検査時間の短縮と、信頼性ある検査システム構築に最適

SW1001 基本性能	
マルチプレクサスロット	3
チャネル	最大 18 (4 端子対測定)

SW1002 基本性能	
マルチプレクサスロット	12
チャネル	最大 72 (4 端子対測定)

計測セットアップ

さまざまなEIS測定シーンにフレキシブルに対応

すぐに評価・解析がスタートできる環境を構築できるように、計測ハード・ソフトウェアだけでなく、各種電池形状に合った固定ジグ*も提供しています。

*固定ジグの詳細についてはお問い合わせください。

シングルチャネル

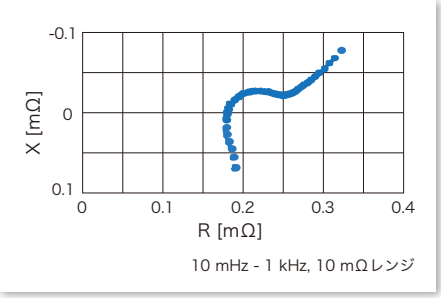
BT4560 + 固定ジグ (1 ch)

マルチチャネル

BT4560 + SW1001 + 固定ジグ (6 ch)

高精度・高安定の測定性能
EV, ESS向けの大容量バッテリーに最適

0.1 μΩ分解能のインピーダンス測定

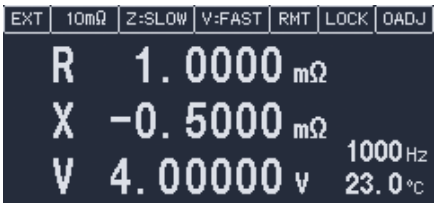


BT4560 は、内部インピーダンスが 1 mΩ を下回る大容量バッテリーを正確に測定できます。再現性あるデータを提供し、解析評価の信頼性を高めます。

高精度DC電圧測定

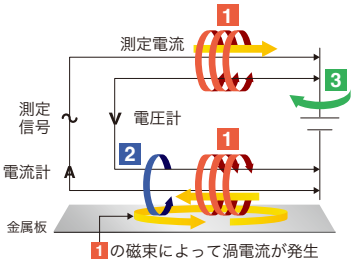
確度：± 0.0035% rdg. ± 5 dgt.

4 V の Li-ion セルを± 190 μV の確度で測定可能



6 1/2 桁の高精度電圧計に匹敵する精度です。1 台でバッテリー電圧とインピーダンスを同時に測定できます。

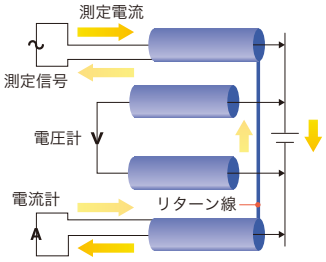
4端子対測定で高周波測定時の安定性を向上



誘導磁界の影響を受けると
測定誤差になります

誘導磁界の影響を受ける 4 端子測定

1 測定電流により発生する磁束
2 渦電流により発生する磁束
3 外部からの磁束



BT4560

4 端子 " 対 " 測定による誘導磁界の抑制

測定電流と逆向きの電流を流し、発生する磁束を抑制することで、誘導磁界の影響を小さくできます。

4 端子対測定は、測定電流により発生する磁束を打ち消すリターン線を用いた測定方法です。周囲の金属で発生する渦電流の影響を受けずに安定した測定が可能になるため、測定中に配線が動いてしまったときの測定値のふらつきを大幅に低減できます。一般的な4端子測定と比較して、特に高周波 (おおむね 200 Hz 以上程度) で効果を発揮します。

4端子対測定プローブ

バッテリー形状に合わせて2種類から選択

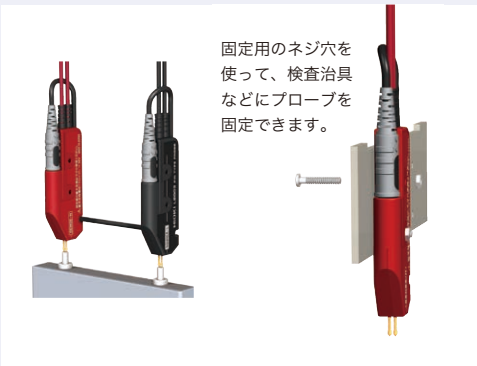
クリップ形プローブ L2002

ラミネートタイプのバッテリ測定用

コンタクト位置が一定になるように
ストッパをスライドして調節できます。

ピン形プローブ L2003

生産ライン組込みなど様々なタイプのバッテリ測定用



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。

自動機への組込みを検討のお客様

オプションの測定プローブは使用環境に応じて、最大 4 mまで延長が可能です。プローブや配線の自作方法など、システム構築に関する相談がありましたら、HIOKI のグローバルなサポートネットワークが迅速かつ効率的に解決策をご提案いたします。

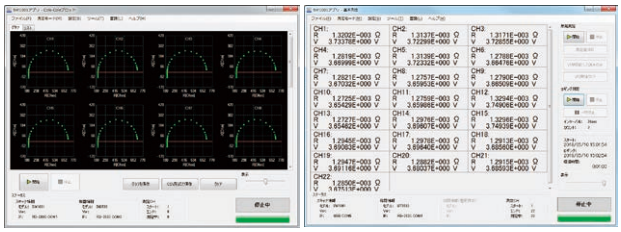
R&Dに便利なデータ取得ソフトウェア

PCアプリケーションソフト

EIS測定データを簡単に取得

標準付属の PC アプリケーションソフトで EIS 測定データを簡単に取得できます。温度変化と内部インピーダンスの相関の評価など、一定時間ごとに測定するインターバル測定にも対応しています。

複数のバッテリーの測定ができる



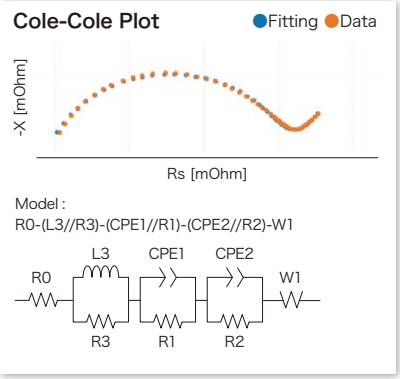
専用スキャナ SW1001, SW1002 を制御し複数のバッテリーの EIS 測定を行うソフトウェアを提供しています。最大 72 チャネルの EIS 測定とナイキストプロットのリアルタイムな表示と、単一の測定周波数でのロギング計測ができます。

Webアプリの簡易解析ツール『Circuit Fitting』

アプリはこちら▼
https://www.circuitfitting.net

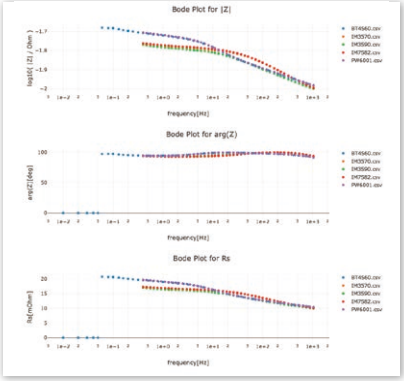
等価回路解析と、ナイキストプロット（コールコールプロット）の 2 次元、3 次元比較グラフを作図できる無償 Web アプリです。

自動で等価回路解析結果を表示



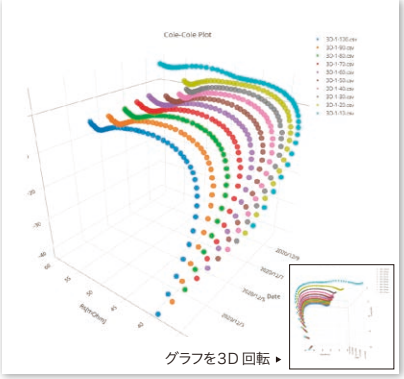
定義されたモデルを使用し、バッテリーのインピーダンスを解析します。ファイルを読み込むだけで、自動で解析結果を表示します。

Bodeプロットを作成



ナイキストプロットと同時に Bode プロットを作成します。Bode プロットにより、位相特性を把握することができます。

3Dグラフで特性を解析



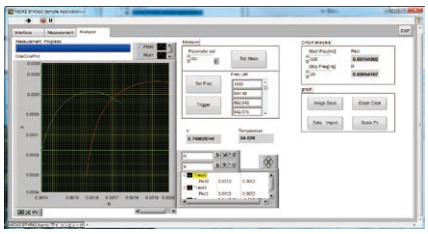
「時間」「日付」を 3 軸目とし、ナイキストプロットや Bode プロットを作成できます。3D グラフを任意の方向に回転させ確認したり、画像を書き出すこともできます。

サードパーティソフトウェアとの連携

等価回路解析ソフトウェア『ZView®』とのデータ互換

BT4560 標準付属のアプリケーションソフトで取得したデータをサードパーティーの等価回路解析ソフト『ZView®』＊にインポートし詳細な解析ができます。＊ZView® は Scribner Associates Inc. の商標です。

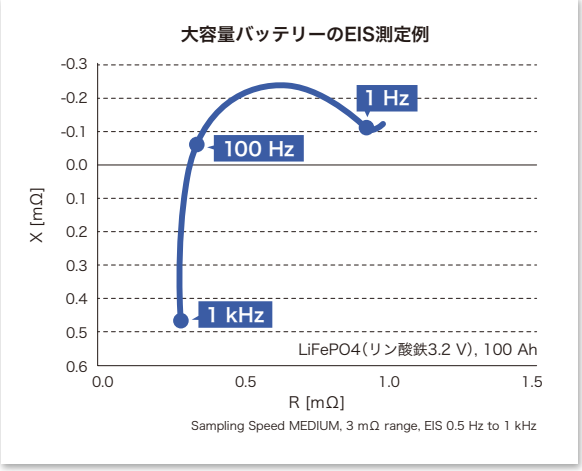
LabVIEWドライバ for BT4560



恒温槽や充放電試験器を含む評価システム構築に、LabVIEW ドライバを提供しています。サンプルのアプリケーションソフトが付属しており、グラフの重ね描きや簡易の等価回路解析機能を利用できます。

品質管理＆インライン検査

大容量バッテリーの特性に合わせ、
低周波のインピーダンス検査ができます。



低周波インピーダンス測定の目的と利点

- **ゼロクロスポイント*1でセルスクリーニング**
- **劣化診断のためのデータ蓄積**
- **セル・モジュールの不良原因の解析**
- **検査の再現性向上（渦電流の影響を軽減できる低周波での測定）**

＊1：ナイキストプロットで、X＝0 Ωの周波数ポイント。大容量バッテリーの場合、1 kHz よりも低周波側にシフトする傾向があります。

スキャナを使用した自動検査システム構成例

効率的に複数のバッテリーを測定する自動検査システムを構築できます。インピーダンス測定のために設計された 6 チャネルのマルチプレクサモジュール SW9002 と、マルチプレクサモジュールを装着するためのスイッチメインフレーム SW1001/SW1002 を使用して、検査システムの規模に合わせて柔軟にチャンネルを拡張できます。

スキャン測定時間（参考値）

チャンネル数	測定周波数	測定スピード	トータル時間（全チャンネル）	条件
6	1 kHz	FAST	0.75 s 約 123 ms/ch	SW1001+SW9002 RX 測定ファンクション サンプルディレイ：0 ms (0 wave) LAN 通信
6	1 kHz	MEDIUM	0.95 s 約 158 ms/ch	
6	100 Hz	FAST	0.84 s 約 140 ms/ch	
6	100 Hz	MEDIUM	1.25 s 約 208 ms/ch	
6	1 Hz	FAST	7.50 s 約 1250 ms/ch	
6	1 Hz	MEDIUM	13.54 s 約 2257 ms/ch	

各種機能とインターフェイス

自動検査に適した機能

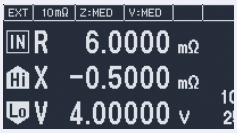
通信インターフェースに LAN、RS-232C、USB を搭載し、自動検査に必要な各種判定とデータ出力機能を備えています。

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、測定対象にプローブが正しく接触している状態であることを確認できます。

コンパレータ機能

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

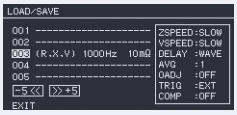


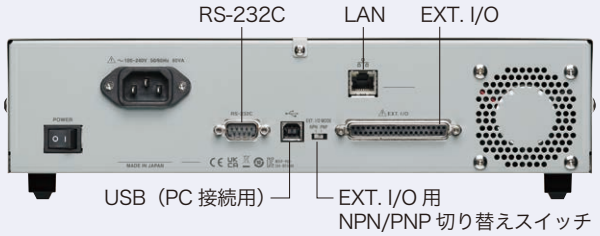
NPN/PNP切り替えスイッチ

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 から呼び出しができます。





BT4560 製品仕様

確度仕様

インピーダンス測定確度（αは以下表のとおり）

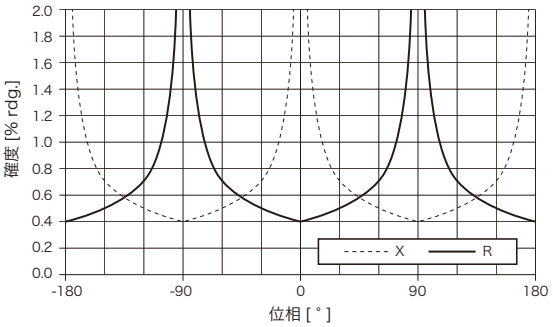
■ レンジ:3 mΩ(0.01 Hz ～ 100 Hz)、10 mΩ、100 mΩ
R確度＝ ±(0.004|R|＋0.0017|X|) [mΩ] ±α
X確度＝ ±(0.004|X|＋0.0017|R|) [mΩ] ±α
(R、Xの単位は[mΩ]、αは以下表のとおり)
Z確度＝ ±0.4% rdg. ±α(|sinθ|＋|cosθ|)
θ確度＝ ±0.1°±57.3α/Z (|sinθ|＋|cosθ|)

■ レンジ:3 mΩ(110 Hz ～ 1050 Hz)
R確度＝ ±(0.004|R|＋0.0052|X|) [mΩ] ±α
X確度＝ ±(0.004|X|＋0.0052|R|) [mΩ] ±α
(R、Xの単位は[mΩ]、αは以下表のとおり)
Z確度＝ ±0.4% rdg. ±α(|sinθ|＋|cosθ|)
θ確度＝ ±0.3°±57.3α/Z (|sinθ|＋|cosθ|)

	サンプリングスピード	3 mΩ レンジ	10 mΩ レンジ	100 mΩ レンジ
α	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)		

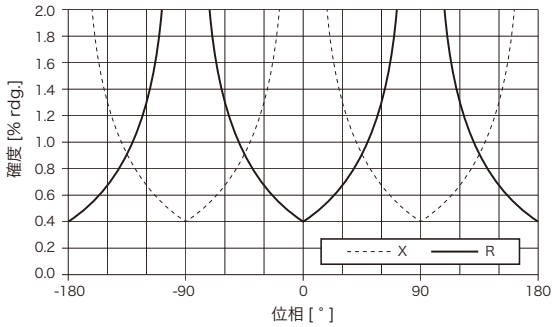
確度グラフ

■ レンジ:3 mΩ(0.01 Hz 100 Hz)、10 mΩ、100 mΩ



α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|）

■ レンジ:3 mΩ(110 Hz ～ 1050 Hz)



α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）

基本仕様（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	0.01 Hz ～ 1050 Hz
周波数設定分解能	0.01 Hz ～ 0.99 Hz　0.01 Hz ステップ 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
入力可能電圧	最大 5 V

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 mArms ± 10%	50 mArms ± 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
0.01 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 , アベレージ , 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
インターフェイス	LAN（TCP/IP, 10BASE-T/100BASE-TX） RS-232C (伝送速度 9,600 bps/19,200 bps/38,400 bps) USB（仮想 COM ポート）
EXT. I/O	TRIG, LOAD, Hi, IN, Lo 他 (NPN/PNP 切り替え可能)
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 Class A
寸法・質量	約 330W × 80H × 293D mm（突起物含まず） 約 3.8 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

スキャナ仕様

スイッチメインフレームSW1001, SW1002

スロット数	3 スロット（SW1001）， 12 スロット（SW1002）
BT4560 対応モジュール	マルチプレクサモジュール SW9002 （4 端子対 , 2 線式）
最大入力電圧	DC 60 V, AC 30 V rms, 42.4 V peak
インターフェイス	LAN, USB, RS-232C（ホスト用）， RS-232C（コマンド転送機能用）
EXT. I/O	SCAN 入力 , SCAN_RESET 入力 , CLOSE 出力（スキャン制御用）

マルチプレクサモジュールSW9002

結線方式	4 端子対（6 線式）または 2 線式
チャネル数	6 チャネル（4 端子対 , 2 線式）
接点方式	メカニカルリレー
チャネル切り替え時間	11 ms（測定時間含まず）
最大許容電圧	DC 60 V, AC 30 V rms, 42.4 V peak
最大許容電流	ソース：HIGH – LOW 間 DC 2 A, AC 2 A rms センス：HIGH – LOW 間 DC 1 A, AC 1 A rms
使用コネクタ	D-sub 37 ピン ピンヘッダ

SW9002使用時の組み合わせ確度影響量*1

BT4560（L2004 で接続）			
レンジ	影響量		条件、備考
	周波数範囲 0.1 Hz ～ 100 Hz	周波数範囲 110 Hz ～ 1050 Hz	
3 mΩ R	± 0.05% f.s.	± 0.1% f.s.	-
3 mΩ X	± 0.1% f.s.	± 1.0% f.s.	-
10 mΩ R	± 0.015% f.s.	± 0.03% f.s.	-
10 mΩ X	± 0.03% f.s.	± 0.3% f.s.	-
100 mΩ R	± 0.01% f.s.	± 0.01% f.s.	-
100 mΩ X	± 0.015% f.s.	± 0.03% f.s.	-
V 全レンジ	± 5 μV		使用環境温度安定後 接点クローズ後 1 分以内

*1：ゼロアジャスト実行前の影響量

SW1001

SW1002

SW9002

接続ケーブル L2004
BNC, 0.91 m

製品

製品名：バッテリインピーダンスメータ

形名（発注コード）BT4560-50

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

特殊仕様品のご紹介

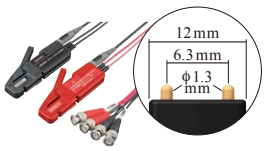
測定可能な電池電圧 20 V に対応*1
（詳細仕様は問い合わせください）

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
0.01 Hz ～ 1050 Hz	20 V	30 m Ω , 300 m Ω , 3 Ω	150 mA rms, 50 mA rms, 5 mA rms

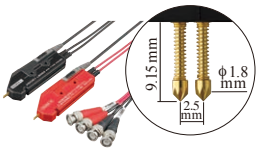
*1：LAN インターフェイスなし

オプション

プローブ・センサ



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

先ピン 9772-90
ピン形プローブ L2003 の
先端交換用（1 本）

温度センサ Z2005
ケーブル長 1 m

4 端子プローブ L2000
ねじ端子へのクリップに最適、ケーブル長 1 m、
BT4560 接続時は 3 mΩ レンジ使用不可、
組み合わせ確度規定なし

PC接続

LAN ケーブル 9642
ストレート、5 m、
クロス変換コネクタ付属

RS-232C ケーブル 9637
9 ピン - 9 ピン、
クロス、1.8 m

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　HIOKI

お問い合わせは ...

■本カタログの記載内容は 2024 年 9 月 9 日現在のものです。 ■本カタログ記載の仕様、価格等はお断りなく改正･改訂することがあります。 ■本カタログで使用している会社名および製品名は、各社の登録商標もしくは商標です。
校正書類について 校正書類は別途ご発注をお願いします。海外へ持ち出しされる場合は注意事項があります。詳しくは弊社 HP をご確認ください。
販売店の皆様へ ご注文・修理・校正のご用命は本社受注発送センターまで。 TEL 0268-28-1688 FAX は弊社営業拠点と共有で受信できますので、担当営業拠点宛にお願いします。

BT4560-50J2-49B