



バッテリーセル絶縁試験器 MODEL 11210

Model 11210はリチウムイオンバッテリー(Jerry roll/Dry cell)の漏れ電流試験(LC)と絶縁抵抗試験(IR)を行う試験器です。また、固体コンデンサ、積層セラミックコンデンサ(MLCC)、高電圧電解コンデンサ及び絶縁材料の測定も可能です。

一般的なLC/IR試験だけでなく、高電圧測定中に絶縁材料の内部で発生した微小放電(Partial discharge=PD)又はフラッシュオーバーを検出する独自の機能を備えています。

電解液充填前のバッテリーの有効絶縁距離が十分であるかどうかをPDにより検出することで、次の製造工程に入る前に不良品を発見し取り除くことで、現場で起こりうる潜在的な危険や市場に製品が出回ってからのリスクを防ぎます。Model 11210は従来の絶縁試験方法とは一線を画した検出メカニズムによって、リチウムイオン電池駆動製品や電気自動車の安全性と絶縁材料の品質検査を新しいレベルに引き上げます。

Model 11210は、特別な回路設計を使用してPD検出機能を提供し、試験中の過程で部分的な異常放電によって引き起こされた異常なフラッシュオーバーがセルで発生したかどうかを監視し、データを数値および記録可能な波形で定量化します。試験電位に達した後、試験時間内に一般的な耐電圧または絶縁試験機と同様に漏れ電流または絶縁抵抗値の測定を行い、異常を判定します。

フラッシュテスト機能(+Flash)は、2段階の断続的な高電圧と低電圧を提供し、それぞれ高電圧下でのDUTの耐電圧特性と低電圧下での漏れ電流性能を検出し、漏れ電流値とPD検出を個別に判断するため、さまざまなエネルギー貯蔵要素に効果的に使用できる機能です。

このModel 11210は十分な充電電流容量と高速測定回路により、全体的な測定速度が大幅に向上します。一般的な容量性DUTの絶縁抵抗試験のシーケンスは

Charge→Dwell→Test→Discharge”で構成され、20msのシーケンス内で試験を自動的に実行でき、生産ラインの効率が大幅に向上します。

Model 11210は精度を高めるために7つの電流測定レンジで1pAから20mAまでのLC/IRを測定します。さらに、オートレンジ機能は自動的に最適な範囲に切り替えて測定を実行できるため、ユーザーの時間を節約し、測定精度を確保できます。

コンタクトチェックは試験の信頼性にとって非常に重要な項目です。しかし実際のDUTに対しての絶縁抵抗試験ではまだ行われていません。したがって不良な製品であってもコンタクトチェックを行わないがために試験で「合格」として処理され、欠陥のあるDUTが「偽合格」として次工程に進んでしまう危険性を持つことを示しています。

特にDUTの絶縁抵抗値が非常に高い場合に発生しがちです。このModel 11210のコンタクトチェック機能は独自のメカニズムを使用してコンタクトチェックエラーを5ms以内検出し、「不合格」判定を行います。このコンタクトチェック機能もわずかな時間で実行できるため、安全性のためにタクトタイムを犠牲にするということはありません。

MODEL 11210

特長

- 試験電圧：1~1KV(DC)
- 充電電流容量：最大50mA
- 広範囲漏れ電流測定(LC)：1pA ~ 20mA
- 内部短絡による微小放電/フラッシュオーバー検出機能(オプションA112100)：
 - PDレベル及び回数表示
 - PD V/I 波形モニタリング
 - PDレベルリミット設定
 - PD V/I 波形記録(オプションA112101)
- フラッシュテスト機能(+Flash)
- コンタクトチェック機能
- オートシーケンス：
 - charge→dwell→test→discharge
- 最速試験時間(20ms~)
- フルカラーディスプレイとタッチパネル
- 標準インターフェース：
 - Handler, USB, RS-232, Ethernet

アプリケーション

- リチウムイオンバッテリー(LIB)セル
- 固体コンデンサ
- 積層セラミックコンデンサ(MLCC)
- 高電圧電解コンデンサ(HV-ELCAP)
- プラスチックフィルムコンデンサ(Film Cap)
- 絶縁材料



Chroma

リチウムイオンバッテリーが抱える安全問題 — 内部短絡

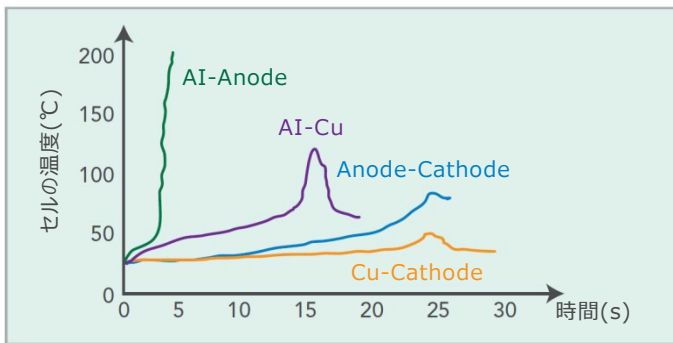
リチウムイオン電池が潜在的に抱える安全問題である内部短絡。電池内部の局所的な短絡により高温となり、電池の溶融や爆発を誘因します。過去10年間の自動車燃焼事故の原因として少なくない数字となっています。

その中でもとりわけ危険性が高いのがアルミニウム正電極と負電極上に被膜された材料との間で発生する短絡です。

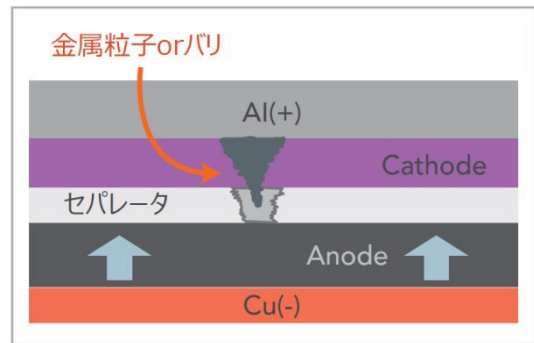


〔図1〕
バッテリー爆発による車両炎上（イメージ図）

リチウムイオンバッテリー（LIB）の火災や爆発に対する懸念が近年大きくなってきています。技術の進歩につれて、LIBのエネルギー密度の増加は安全性におけるリスクが大きくなる側面を持ちます。バッテリーの火災や爆発の危険性を排除するためにはそれらの根本的な原因を解決しなければならず、不良品においては市場に出回る前に排除される必要があります。最近の調査で電池内部の正極（アルミニウム）と負極にコーティングされたアノード材との内部短絡が火災または爆発の大きな原因になることがわかってきています〔図2〕。また内部短絡はセパレータ内部の金属粒子やバリなどの混入が原因となることがわかっていきます〔図3〕。

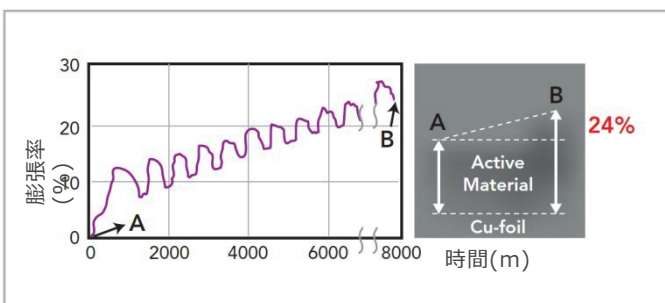


〔図2〕
内部短絡による短絡部分の温度上昇



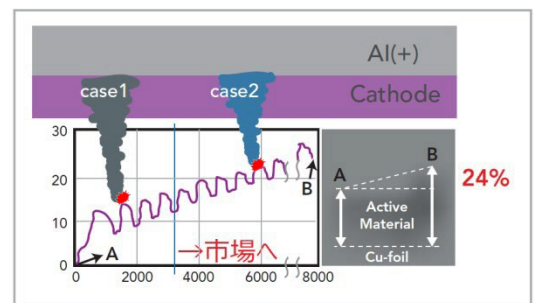
〔図3〕
正極に付着するバリは負極にコーティングされたアノード材に接触し、大災害につながる危険性がある

また、研究報告によると、負極にコーティングされたアノード材（一般的にはグラファイト）は充電段階でわずかに膨張し、充放電を繰り返した後、膨張した厚さが24%を増大し、正極と負極の距離が短くなります。電極のバリや金属異物が混入しているため、電極間の有効距離が元の設計よりも短い場合、内部で短絡しやすくなります〔図4〕。一般的には出荷するまでに安全性試験を含めた生産ライン内のバッテリー充放電サイクルがいくつかあります。例えば、生産ラインに欠陥を2つ持つバッテリーセルがあり、それぞれの欠陥はアルミニウム板に高さ異なる独立したバリとします〔図5のCase1とCase2〕。Case1は生産ラインで2番目の充電サイクルで検出されるでしょう。しかし、Case2の場合、バリは通常のプロダクションレベルの充電サイクルの回数で見つけることは難しく、市場に出荷され、顧客のもとで災害を引き起こす危険性が非常に高くなります。



〔図4〕

ある実験では10サイクルの充放電サイクルを繰り返し続けるとアノード材（グラファイト）が24%以上増大することが示されている

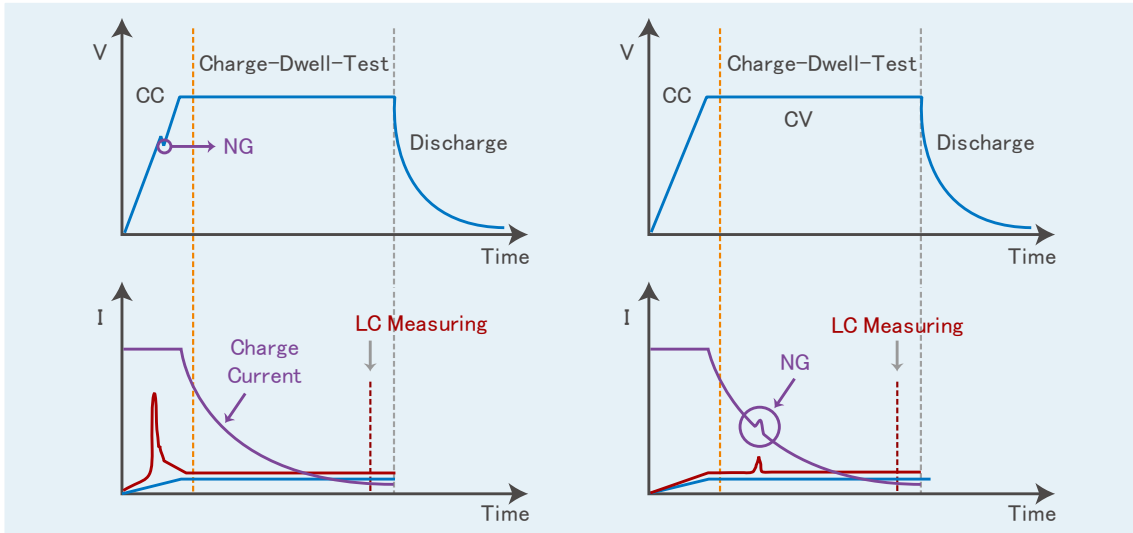


〔図5〕

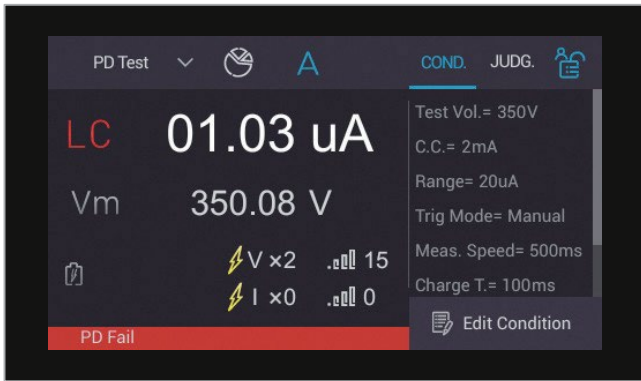
高さ異なる2つのバリ（Case1とCase2）はアルミニウムの正極から突き出すと、それぞれ別のタイミングで内部短絡の経路となる可能性がある

微小放電(PD)/フラッシュオーバー(FLASHOVER)の検出及び測定機能

Model 11210のPD/FLASHOVER検出機能は高電圧テスト中に電極間の距離が不十分なために発生したリチウムイオンバッテリー乾電池 (LIB) 内のフラッシュオーバーを検出します。Model 11210は定電流で充電するように設計されており、LIB乾電池の絶縁層は穴あきプラスチックでできているため、充電電圧は直線的に上昇するはずですが、Model 11210 PDD/PDAカードは、2次微分をシミュレートすることにより、曲線に正の遷移 ($V'' > 0$) があるかどうかを分析し、その次数 (V_PD) を定量化します。また、測定遅延や試験時間中は、基本的に設定された試験電圧に電圧が維持され、漏れ電流は減少または維持されます。フラッシュオーバーが発生した場合、電圧低下は見られない可能性がありますが、漏れ電流は異常な上昇 (CV補助電荷) を示してから低下するか、低下速度が大幅に減速および加速します[図6]。Model 11210 PDD/PDAカードは、2次微分をシミュレートすることにより、曲線に負の遷移 ($I'' < 0$) があるのかも分析します。その次数 (C_PD) を定量化して、ユーザーが放電の状態を検査できます。



[図6]
リチウムイオン電池の絶縁異常検出



[図7]
Chroma 11210で異常な放電を検出

充電或いは測定中でどちらでも最大99カウントまで、11210PD回数を検出できます[図7]。PDの回数または大きさあるいはその両方を合格/不合格の閾値として設定することができます。これは、生産ラインで異なる特性を持つさまざまなデバイスを試験をする場合に非常に役立ちます。

一般的なIR測定器及び耐圧試験器は任意の試験時間内のLCの平均値のみを測定することができますが、試験時間内すべての電圧/電流波形を監視することはできません。Chroma 11210は、その優れた異常放電検出機能に加えて、すべての不良製品のPD発生時の電圧波形を記録することが可能です[図8]。付属のズーム機能により、PD波形の詳細を簡単に確認できます。これらの機能によって、R & DあるいはQA部門による欠陥分析、評価、追跡を容易にします。



[図8]
Chroma 11210ですべての不良製品のPD発生時の波形を記録

フラッシュテスト (+FLASH TEST) 機能

最新の+Flash Test機能は、さまざまなコンポーネントの実際の耐電圧試験を満たすために、様々な測定条件（測定電圧、充電電流、測定レンジ、サンプリング積分時間）および判断条件（LC測定レベルまたはPD制限値）を提供します。

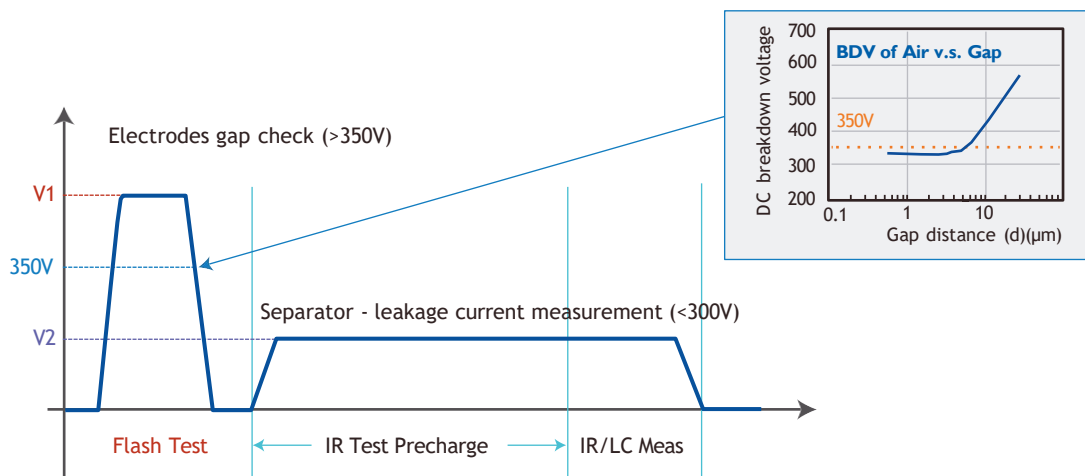
リチウムイオン電池の絶縁試験には、次の2つの試験項目が必要です。

- (1) 正極と負極間の有効距離（電池の安全性に関するトピックを参照）
- (2) セパレータ内の電子伝導性不純物（漏れ電流）。

両方の項目の試験と判断の条件は大幅に異なります。

MLCCの場合、MLCC誘電体材料を考慮すると、公称電圧は線形条件にあり、実際の誘電体材料の耐電圧とはかなり異なります（多くの場合、約3~10倍の高さ）。したがって、従来の製造絶縁測定は、一時的過電圧（定格電圧を超える）測定（フラッシュテスト）と、公称電圧での絶縁抵抗値の測定で構成されます。絶縁材料の品質検査を行うために、公称電圧で異常な漏れ電流がないことを確認すると同時に、耐電圧マージンも確認します。耐電圧マージンの試験要件に関しては、他の容量性のコンポーネントにも同様の要件があります。Model 11210の+Flash Test機能は、このようなエネルギー貯蔵コンポーネントの絶縁品質検査を満たすための優れた設計です。

リチウムイオン電池試験を例にとると[図9]、まず、Flash Test電圧は電極ギャップ検出を目的としています。短絡することなくリスクの高い製品を検出するには、検出する有効電極距離よりも高い空気中の絶縁破壊電圧 (> 350V) を設定します。ポイントは電極の距離が異常であるために絶縁破壊やフラッシュオーバーが発生していないかどうかを検出することです。さらにIR試験は、漏れ電流の異常検出を目的としています。リチウムイオン電池の動作電圧（約2.5V~4.3V）の約5~10倍の電圧で漏れ電流を検出され、電池の自己放電を防止します。一般的に、より長い測定遅延時間が必要です。

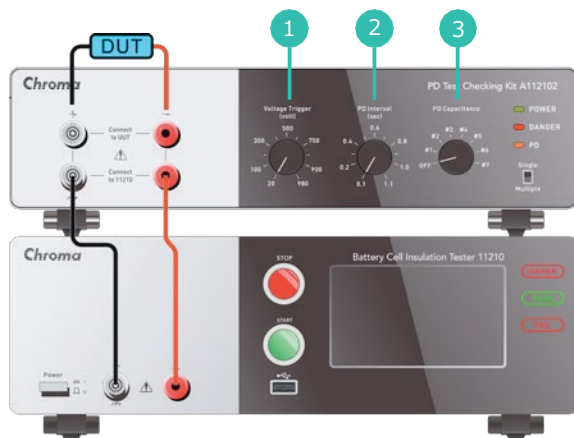


[図9]

Chroma 11210のアプリケーション フラッシュテスト機能でリチウムイオン電池の絶縁品質検査

PDテストチェックキット

バッテリーセル絶縁試験器 Model 11210を微小放電検出カード（PDDカード/A112100）または微小放電分析カード（PDAカード/A112101）と一緒に使用する場合、PDテストチェックキット(A112102)の関連設定を調整して、さまざまなレベルの異常放電をシミュレートできます。また、他の標準測定物と併用して、購入した11210の部分放電検出機能の定期検査を行うことができます。



1. Voltage Trigger :
CC充電でのPD点火電圧レベル設定
2. PD Interval Time :
シングル/マルチSWが「マルチ」に切り替わったときにアクティブになります
3. PD Capacitance :
PDの「エネルギー」または「充電容量」を選択

Chroma A112102とChroma 11210の接続図

仕様

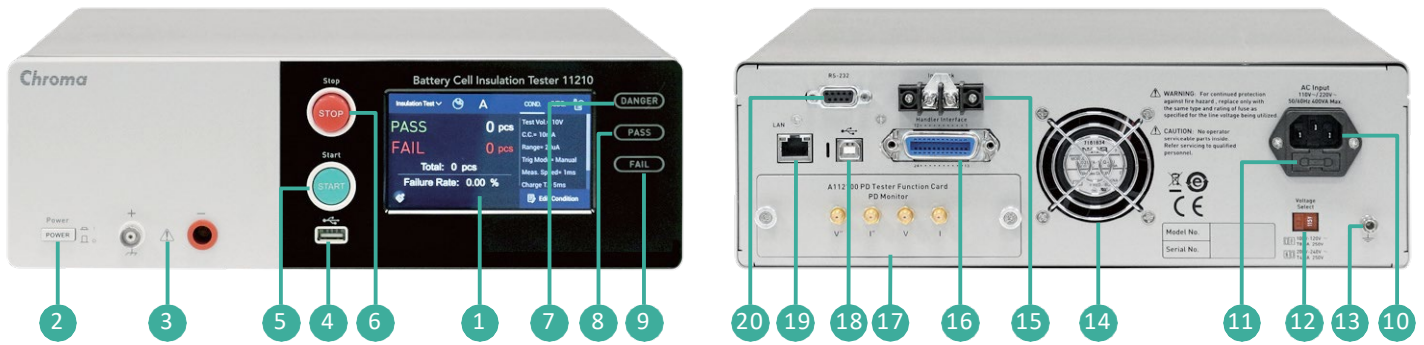
モデル名	11210	
メイン機能	絶縁抵抗試験(IR) 漏れ電流測定(LC) 微小放電検出(PD)* [オプション機能]	
出力機能		
出力電圧	1.0V~100V, ステップ0.1V 設定確度: $\pm(0.5\% \text{ Setting} + 1\% \text{ Range})$ 101V~1000V, ステップ1V 設定確度: $\pm(0.5\% \text{ Setting} + 0.5\% \text{ Range})$	
充電電流	0.5mA~50mA, ステップ0.5mA 設定確度: $\pm(1.5\% \text{ Setting} + 1.5\% \text{ Range})$	
測定表示		
絶縁抵抗	0.01k Ω ~10 T Ω [k Ω , M Ω , G Ω]	
漏れ電流	0.001nA~20.000mA [nA, uA, mA]	
基本測定精度		
漏れ電流	20.00nA	$\pm(5.0\% \text{ Reading} + 5.0\% \text{ Range})$ [Note 1]
	200.0nA	$\pm(1.0\% \text{ Reading} + 1.0\% \text{ Range})$ [Note 1]
	2.000uA	$\pm(0.3\% \text{ Reading} + 0.3\% \text{ Range})$ [Note 1]
	20.00uA	$\pm(0.3\% \text{ Reading} + 0.3\% \text{ Range})$ [Note 1]
	200.0uA	$\pm(0.3\% \text{ Reading} + 0.3\% \text{ Range})$ [Note 1]
	2.000mA	$\pm(0.3\% \text{ Reading} + 0.3\% \text{ Range})$ [Note 1]
	20.00mA	$\pm(0.3\% \text{ Reading} + 0.3\% \text{ Range})$ [Note 1]
電圧	100V	$\pm(0.3\% \text{ Reading} + 0.3\% \text{ Range})$ [Note 1]
	1000V	$\pm(0.3\% \text{ Reading} + 0.3\% \text{ Range})$ [Note 1]
絶縁抵抗	漏れ電流と電圧に依存する	
漏れ電流測定レンジ	20nA, 200nA, 2uA, 20uA, 200uA, 2mA, 20mA; Auto-Range (automatic range selection)	
測定時間設定		
Charge	0.005s~99.999s, ステップ 0.001s	
Dwell	0.003s~99.999s, ステップ 0.001s	
Test	0.001s~99.999s, ステップ 0.001s	
漏れ電流測定積分時間設定		
積分時間	1ms	
	4ms	
	1PLC (50Hz: 20ms ; 60Hz: 16.6ms)	
	100ms	
	500ms	
	任意設定 (5ms ~ 99.999s)	
PD検出機能[A112100オプション必須]		
検出レベル	レベル0.1~99	
検出数	0~99	
検出タイプ	VPD(CCEモードでPD検出), CPD (CVMモードでPD検出)	
判定基準	検出レベル or 検出数 or 両方	
PD分析機能[A112101オプション必須]		
波形表示機能	電圧波形/電流波形	
スクリーンショット	10個/テスト	
最大サンプリングレート	5MHz	
その他機能		
オープンサーキット機能	有り	
リミット設定	上限、下限設定 (LC/IR測定用)	
コンタクトチェック	$\leq 5\text{ms}$, 事前試験 or 事後試験 or 両方	
インターフェース	Ethernet, Handler, RS-232, USB(フロントパネル), USB デバイス(リアパネル)	
その他使用		
動作環境	温度: 0 $^{\circ}\text{C}$ ~40 $^{\circ}\text{C}$; 湿度: 10%~90%RH	
入力定格	90Vac~132Vac/180Vac~264Vac; 47Hz~63Hz	
電力消費	300 VA	
寸法(H x W x D)	100 x 320 x 400 mm	
重量	10 Kg	

Note 1: 測定条件は下記の通り

- 工場校正から1年以内
- 温度: 23 $^{\circ}\text{C}$ \pm 5 $^{\circ}\text{C}$; 湿度: 75%以下
- 30分アイドリング後
- 測定精度は500ms測定時間設定による
- 純抵抗DUT試験

仕様は予告なく変更することがあります。

本体説明



- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. タッチパネルディスプレイ 2. 電源スイッチ 3. HV出力端子 4. USBインターフェース(タイプA) 5. スタートボタン(試験開始) 6. ストップボタン(試験中止) 7. DANGERランプ 8. PASSランプ 9. FAILランプ | <ol style="list-style-type: none"> 10. AC入力端子 11. AC入力ヒューズ 12. 入力電圧切換スイッチ 13. アース端子 14. ファン 15. インターロック保護端子 16. Handlerインターフェース(Amphenol 57-30240 タイプ) 17. オプションカードスロット 18. USB(type-B)インターフェース 19. Ethernetインターフェース(RJ-45) 20. RS-232インターフェース(D-sub 9-pin) |
|---|--|

オーダー情報

- 11210 : バッテリーセル絶縁試験器
- A112100 : 微小放電検出カード (PDDカード)
- A112101 : 微小放電分析カード (PDAカード)
- A112102 : 微小放電試験子チェックキット
- A112103 : Handlerインターフェイス
- B112100 : BNC*4+SMA*4
- B112102 : 11210 3M ケーブル
- B112103 : 19インチラックマウンテンキット

Chroma
クロマジヤパン株式会社

本社 : 〒223-0057 神奈川県横浜市港北区新羽町888
TEL:045-542-1118 FAX:045-542-1080
関西営業所 : 〒556-0011 大阪府浪速区難波中3丁目13番17号
TEL:06-7507-2714 FAX:06-7507-2715
<http://www.chroma.co.jp> E-mail: info@chroma.co.jp

Developed and Manufactured by:
CHROMA ATE INC.
致茂電子股份有限公司 HEADQUARTERS
No. 88, Wenmao Rd., Guishan Dist., Taoyuan City 333001,
Tel: +886-3-327-9999
Fax: +886-3-327-8898
<http://www.chromaate.com>
E-mail: chroma@chroma.com.tw



5H1BT06-CJ2207

代理店 **国華電機株式会社**
KOKKA ELECTRIC CO.,LTD.

本社	TEL: 06-6353-5551
京都営業所	TEL: 075-671-0141
滋賀営業所	TEL: 077-566-6040
奈良営業所	TEL: 0742-33-6040
兵庫営業所	TEL: 0795-66-2212
姫路営業所	TEL: 079-271-4488
姫路中央営業所	TEL: 079-284-1005
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