W32-2400SOL3/SOL3EX

NJZ Z400JULJ/JULJLA			<u> </u>	
高精度な太陽電池I-V特性測定	品番	GP-IBボード	価格	動作環境
ソースメータ	W32-2400SOL3-R	ラトックシステム製	420,000円	
2400/01/10/20/25/30/40	W32-2400SOL3-N	NI製	2400シリーズ用	Windows 7/8.1/10/11 (64bit版推奨)
043U 使用できる機種 2400,2401,2410,2420,2425,2430,2440,6430	W32-2400SOL3EX-R	ラトックシステム製	450,000円	Excel2010,2013 2016,2019,2021
2450の2400エミュレートモード 2400 2401 2410 2420 2425 2430 2440 6430は KEITHLEY社の商標です。	W32-2400SOL3EX-N	NI製	2400シリーズ +6430対応	(32bit版 Only)

- 2

	基本測定	連日測定	往復測定	スイープ幅切換	フルオート測定	シャッター制御	Isc/Vocモニター	自動シーケンス	判定機能	外部同期測定
W32-2400SOL3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- ◆電圧電流発生器だけを使用した簡単な計測システムで、高精度なI-V測定ができます。 測定精度は、測定器メーカ仕様により保証されます。
- ◆Excel上の操作画面から簡単に太陽電池のI-V特性の測定が可能になります。 測定された電圧/電流値は即座にExcelシートに入力され、I-Vカーブが かれ、「JIS C-8913」(下記参照)のパラメータが 自動的に算出されます。
- ◆色素増感型などの有機系太陽電池の測定に有用な往復スイープによる測定ができます。
- ◆屋外試験で、毎日毎日の連続測定が可能です。測定開始時刻と終了時刻を指定して毎日測定を行います。 測定結果は日別にExcel-Bookに保存されます。
- ◆スイープ測定の途中から、測定ステップ幅の切換が可能です。通常なら荒い測定値となってしまう最大出力付近から開放電圧までを細かく測定できます。
- ◆測定パラメータの摂氏25度換算値の算出ができます。
- ◆さらに、GP-IBでマルチメータを追加接続すれば、周囲温度や照度の測定も可能になります。 マルチメータは温度測定用1台、照度測定用4台までの追加ができます。
- ◆フルオート測定機能により、特性の不明な太陽電池の測定も、適切な条件で自動測定ができます。
- ◆ Isc/Vocモニター機能により、ソーラーシミュレータの光量 整 や、測定前の接続確認が簡単にできます。
- ◆ソーラーシミュレータのシャッター開閉制御ができます。リレー接点やCOMポートからシャッター制御を行います。
- ◆事前に登録した最大4種類の測定条件を、一括測定できます。(自動シーケンス測定 26ページ参照) DARK−IV測定、OneSun測定、1台での詳細測定、複数台大パワー測定を一括測定できます。
- ◆全測定パラメータにPASS/FAILの判定値を設定できます。FAILの測定値は赤色でExcelシートに入力されます。



測定項目

①短絡電流(Isc)/短絡電流密度(Jsc) ⑥曲線因 ②開放電圧(Voc) ⑦直列抵 ③最大出力(Wm)/最大出力密度 ⑧並列抵 ④最大出力動作電圧(Vm) ⑨電圧規 ⑤最大出力動作電流(Im)/電流密度 ⑩電流規	C(FF) ①変換効率(η) 抗(Rs)/抵抗率 ②入射光エネルギー(W) 抗(Rsh)/抵抗率 ③周囲温度 電電流(Iv)/電流密度 電電圧(Vi)
--	---





簡単な太陽電池I-V測定の例

4端子法による結線



- 1 台目 ———				-
測定器タイプ	名称	□ 背面の端子を使用		OK
2400 -	・ 」 「 測定モード ――	― ガードモード ―――	」-出力OFF状態—	小部スイープ開始
GP-IBアドレス		⊙ ケーブルガード	NOPMal	
24 -				「 外部スイッチのスイー

 $(\mathbf{1})$

(C)1999...2010 SYSTEMHOUSE SUNRISE Inc.

KEITHLEY2400/SOL3 Ver12 縮小 PAUSE

STOP

START

Sweep

太陽電池 I-V測定の入力条件







太陽電池のI-V特性の方法



シャッター制御を行う場合にチェックを付けます。詳細は後述(W32-2400SOL3だけの機能) ルオ・ ート測定を実行します。 「手動」 スタート ストップ、ステップなどのキー入力した測定条件で測定を行います。 コパルス出フ 「初回自動」 接続されている太陽電池の事前測定を行い、その太陽電池の特性に合った適切な測定条件を設定し 測定方法 I-V測定を開始します。測定する太陽電池の特性が不明で、測定条件が事前に決定できない場合に便利 測定遅延(sec) 積分時間(NPLC) な機能です。繰り返し測定を行う場合、初回だけ自動設定がおこなわれ、2回目以降は、初回に決定した 1.0 0.005 ☑電 測定条件に固定され測定が行われます。 MANU, RANGE 「毎回自動」 「グラフ化 AUTO ZERO 繰り返し測定を行う場合、毎回自動設定が行われます。 ☑ 太陽電池測定 変更● W32-R6244SOL3だけの機能です。 ● シャッター制御 • ISC/VOC 太陽電池の測定方法の詳細を設定します。 😂 🖬 PRESET SEQ 機器の設定 太陽電池のIscとVocの測定やモニターを行います。(W32-2400SOL3だけの機能です。) END Sunise #E ## _____ × Isc/Voc MONITER Vocのモニターを開始/停止します。 MONTTE -23.8230 0.4893 IS VOC Iscのモニターを開始/停止します。 ISC則定電圧レンジ OUIT ISCモニターを行う場合、ソースメータの出力可能な電流範囲以内であるにも関わらず、レンジ オーバやコンプライアンスのエラーが発生する場合があります。 この原因は、太陽電池とソースメータ間で発振現象が生じたことに起因しています。 この現象を回避するために出力電圧レンジを固定にすると回避できることがあります。 テキストボックスは空欄のままでも、チェックを付けるだけで、ほとんどの場合、発信を回避でき ますが、チェックを付けて回避できない場合は、テキストボックスに出力電圧レンジを入力し、 出力電圧レンジを変更し、発信を回避できるレンジを試行錯誤で探します テキストボックスが空欄の場合の出力電圧レンジは、そのソースメータの最大出力電流が可能な 電圧レンジに自動的に設定されます 発振現象は、シリコン系太陽電池独特の現象です。 太陽電池測定方法の詳細設定 「実電流で算出」と「電流密度で算出」の選択を行います。 「実電流で算出は、実際に測定した電圧(V)、電流(mA)、電力(mW)をExcelに入力し 「電流密度で算出」は、電流密度(mA/cm2)、電力密度(mW/cm2)で入力されます。(7ページ参照) 算出するパラメータにチェックを付けます。 ここに入力した電圧値に対応した電流値を算出します 太陽電池測定 X 太陽電池の測定項目 □ 日付時刻も入力 ここに入力した電流値に対応した電圧値を算出します 電流算出方法 OK 実電流で算出・ ☑ 測定値を下方向へ入力 • □ 往復測定 Auto_Mode_Size/F 32 ☑ 短絡電流Isc ☑直列抵抗Rs DARK-IV 測定後のカーソル位置 右側位置へ ☑ 開放電圧 Voc ☑ 並列抵抗Rsh ☑ 最大出力電力Pmax 次の測定までの待ち時間 測定繰返回数 2 ÷÷÷ ☑最大出力動作電圧Vmax □ エラーを無視する。 繰返測定のストレス 受光部面積の入力単位を「cm2」、「m2」で切り換えます。 ☑最大出力動作電流Ⅱ -OPEN 電流密度計算は、この単位を使用します。 ☑曲線因子FF ▼ 定期的にBookのバックアップ 20 □ 電圧規定電流IV ソーラシュミレータ出力の入力単位を「mW/cm2」、「W/m2」、 で切り換えます。 □ 電流規定電圧Vi ▶ 毎日、繰返し測定を行う。

▶ 受光部面積

☑変換効率

● 照度測定

Q キー入力

🗷 温度測定

·温度係数

Isc/Jsc

0.0

● ソーラシュミレータ

入射光総エネルギーの入力方法選択

• 1000 •

1.0

FF

▶ 25度換算温度補正

Pmax

. 0.0 ٩ 0.0

0.0

ソーラシュミレータの出力を入力します。

ソーラーシミュレータを使用する場合に選択します。

照度計の測定単位「Lux」を「mW/cm2」に変換する係数 を入力します。

GP-IBで接続した照度計を使用して入力エネルギーを、 算出する場合に選択します。

照度計の通信条件を設定します。後述を参照ください。

注)外部測定器で照度(光量)を電圧測定する場合。 まず、外部測定器の電圧値(V)を「W/m2」に変換する 外部測定器側の係数A.B値を入力します。 次に、1Lux=「1000 ImW/m2と入力します。 その結果、入射光量の測定電圧が、「W」に変換され 変換効率の計算に使用されます。

入射エネルギーを直接キー入力します。この値は、 そのまま、変換効率計算の分母になります。

GP-IBで接続した温度計で温度測定を行う場合に チェックを付けます。後述を参照ください。

測定対象となるソーラーセルのパラメータの温度係数が 事前に判明している場合は、そのパラメータの25度換算 値を算出することができます。 換算できるパラメータは、「ISC/JSC」「VOC」「Pmax」「FF」 だけです。

それぞれの温度係数を入力します。 25度換算の計算式は下記のとおりです。 25度換算值 = 測定值 + 温度係数 * (測定 温度 - 25)

• cm2 •

W/m2 -

w •

他

0.0

判定値

1.46 mW/m2

可視光波長 555nmの場合

外部測定器の設定

現在の日付時刻

測定を行う時刻

測定の時間間隔

測定開始と終了年月日

10.0

Book名のヘッダ

Bookの保存先フォルダ

2013/10/12 21:10:45

2013 年 10 月 12 日~ 2050 年 12 月 30 日

00 H 01 M 00 Sから 23 H 59 M 00 Sまでの間

分

更新

参昭



繰返し測定/毎日繰返し測定のセルへのストレス印加方法の選択

繰返しI-V測定を行う場合、測定を行っていない時間帯は太陽電池にストレス(負荷)を印加することができます。 「OPEN」、「SHORT」、「VOLTAGE」、「Vmax」「CURRENT」の5種類から選択します。通常は、OPENを選択します。 ただし、このストレス印加機能は、測定の時間間隔が10秒以上の場合にだけ機能します。

太陽電池測定	X	く 婦り返し回教な9回じしに認定するト このうしょうを供がまごされます
大陽電池の潮定項目 電流算出方法 実電流で算出 マ 「短給電流Isc	□ 日付料約約5,27 OK □ 謝定値を下方向へ入力 Auto_Mode Set5(F 32 □ DARK-IV 潮定後のカーソル位置 石間位置 □ 丁ラーを無想する。 1.0 Set □ エラーを無想する。 1.0 Set □ ロラーを無想する。 1.0 Set ○ OPEH OUL 0.0 V ○ YUTAK P77 YUTAK ○ WITAK YUTAK YUTAK	株り返し回気を2回以上に改定すると、この入トレス架件が表示されます。 ストレスの種類を選択します。(測定時間間隔が10秒以上の場合に機能します。) ストレスに「VOLTAGE」「Vmax」を選択した場合は、電圧値を入力します。 「CURRENT」を選択した場合は、電流値を入力します。 注) 「Vmax」(最大出力動作電圧)を選択した場合、常に、直前に測定された Vmax値がストレス電圧として使用されます。もし、Vmaxの測定に失敗した 場合は、最後に測定されたVmax値が使用されます。 試験中、1度もVmaxが測定できなかった場合は、ここに入力した電圧値が ストレス電圧として使用されます。 ストレス電圧として使用されます。 名トレス印加中の制限電流、または制限電圧を入力します。 空欄の場合は、電源の出力可能な最大値になります。
編2週期定のストレス Vmax	Uut 0.0 V Limit A	 Vmax印加中、リミッタの検出を無視する場合、この部分をダブルクリックします。 通常は使用しません。 Vmax印加中、発振の検出を無視する場合、この部分をダブルクリックします。 通常は使用しません。

測定パラメータの判定値の入力

X Input Of Judgment Value 各パラメータに判定条件を入力できます。上限だけ、下限だけ、または両方を入力します。 判定項目 上限 下限 この判定を外れたパラメータは、Excelシートに赤色で入力されます。 太陽電池測定 ▼温度(外部測定器) 太陽電池の測定項目 □ 日付時刻も入力 雷清算出方法 ▼ 短絡電流Isc mA OK 実電流で算出 □ 測定値を下方向へ入力 -□ 往復測定 Auto_Mode_Size/F 28 ☞ 開放電圧Voc V ▼ 短絡電流Tsc ☑直列抵抗Rs ☑ 開放電圧Voc ☑ 並列抵抗Rsh 測定後のカーソル位置 元の位置へ ☞ 最大出力電力Pmax mW ☑ 最大出力電力Pmax 測定緯返回数 5 + + - 次の測定までの待ち時間 ☑ 最大出力動作電圧Vmax □ エラーを無視する。 V ▼ 最大出力動作電圧Vmax ☑ 最大出力動作電流Imax ☞ 定期的にBookのバックアップ • 回海 mA ☑ 最大出力動作電流Imax ☑曲線因子FF 電源の直列/並列接続 SEPARATE ☑ 電圧規定電流№ ✓ 曲線因子FF 毎日、繰返し測定を行う。 ☑ 電流規定電圧Vi 現在の日付時刻 2010/06/19 22:12:19 更朝 Г Ω cm2 ▼ 直列抵抗Rs ☑受光部面積 ☑ 変換効率n 判定値 測定開始と終了年月日 ☑ 並列抵抗Rsh Ω 2010年6月19日~2050年12月30日 - 入射光総エネルギーの入力方法選択 測定を行う時刻 ● ソーラーシュミレータ 1000 W/m2 ・ mA ✓ 電圧規定電流Iv 00 H 01 M 00 Sから 23 H 59 M 00 Sまでの目 1Lux= 1.46 mW/m2 測定の時間間隔 参考) 可視光波長 555nmの場合 1Lux=1.46mW/m2 ▼ 雷法想定雷圧Vi V ⊙照度測定 10.0 *83 Bookの保存先フォルダ % ✓ 変換効率η 外部測定器の設定 w 🕶 ◎キー入力 Г 1.0 ок Book名のヘッダ ☑ 温度(外部測定器) ▶ 25度換算温度補正 OPEN 温度係数 -
 Isc/Jsc
 Voc
 Pmax
 FF
 η

 0.0
 0.0
 0.0
 0.0
 0.0
 0.0

繰り返しI-V測定の時、試料のサンプル名の入力方法

繰り返し回数を2回以上に設定し、「次の測定までの待ち時間」を空欄にすると、毎回、Ⅳ測定毎に一時停止になり、下記のようにサンプル名入力 画面が表示されます。

ここで、サンプル名を入力すると、Excelシートに入力される測定データの先頭にサンプル名が入力されます。 測定サンプルをIV測定ごとに取り換えて測定するときに使用します。



毎回サンプルの受光部面積を入力する場合はチェックを付けます。 毎回サンプル名を入力する場合はチェックを付けます。



任意の測定値を、Agilent34970Aを使用して多チャンネルを取り込む方法

任意の複数の測定項目を、アジレントテクノロジー社34970Aのマルチプレクサ(34901A)を使用して最大10chまでの データを取り込むことができます。

この測定には、外部測定器の2番から5番が使用できます。1番は、25度換算のための温度温度専用の測定ですから使用できません。



5

6 5

チェック有り (係数A,Bを入力)

I-V測定の測定間隔を途中で切り換えて測定する方法 注)「W32-2400SOL2,SOL3」だけの機能です

I-V測定の測定スイープ中に、測定間隔を途中で切り換えて測定するためには、「Custom」タブを開き、「太陽電池の測定」に チェックを付けます。



色素増感型太陽電池等のISCの応答性の評価方法

注)「W32-2400SOL3」だけの機能です。

ISCの時間的変化を観察するには、下記の方法が用意されています。

色素増感太陽電池の応答性を評価するには、このISCの連続測定を開始した後、ソーラーシミュレータのシャッターを手動で OPEN/CLOSEします。シャッターのOPENと同時にISCが、時間経過とともに増加し、CLOSEによりISCが減少し、色素増感太陽電池の 応答性を確認できます。

ただし、ISCのサンプリング時間間隔は、最速でも約0.1秒程度になります。連続測定時間の長さはExcelの最下行に到達するまで継続で きます。例えば、0.1秒間隔で、6,500秒継続できます。



色素増感型太陽電池等のヒステリシスに対応した往復スイープ

注)「W32-2400SOL2,SOL3」だけの機能です。

III I 100% 🗩

色素増感型などの有機系太陽電池のI-V測定では、スイープ方向により異なったI-Vカーブを示す場合があります。このようなヒステリシスの ある太陽電池では、I-Vカーブを往復測定で行いたい場合があります。

往復測定を行った場合、「行き」のデータと「戻り」のデータの平均値を使用してパラメータを算出します。



外部トリガによるI-V測定

注)「W32-2400SOL3」だけの機能です。

外部からの信号に同期してI-V測定を開始する場合に使用します。下記の2つの方法があります。

1. 測定器 (電源)リアーのTRIGGER-INを使用する方法

測定器リアーのTRIGGER-INの信号入力に同期してI-V測定を開始することができます。この方法はシンプルな方法ですが、下記の制限があります。 「手動」、「初回自動」、「毎回自動」の選択で、「手動」だけが使用可能です。「初回自動」、「毎回自動」を使用するためには、測定開始前から定常的 に必要な光量を照射しておく必要があります。

分光器からの信号、シーケンサからの信号、フットスイッチからの信号などの応用が考えられます。

積分時間1PLC以上での高速サンプリングでI=V測定を行なう場合、測定器本来の測定精度は維持できません。この時の測定精度の劣化は 用する電源機器の仕様に準じます。

測定を開始する信号を、測定器リアーの「TRIGGER IN」に接続します。この信号の詳細は、測定器に付属する取扱説明書のTRIGGER INの項を参照 ください。 TRIGGER IN信号からI-V測定を開始するまでの遅延時間の設定はできません。

また、I-V測定の開始はTRIGGER INの信号により行ないますが、測定終了時間は入力した測定条件により決まります。

--∨測定にかかる時間は、「保持時間」*「ステップ数」です。

ステップ数は、スタート電圧/ストップ電圧/ステップ電圧から算出される測定データ数です。



外部トリガの配線方法

ソースメータ後のトリガリンク用コネクタに入力します。 スイープスタートを行う場合は、1番ピンと8番ピンに入力します。リレー接点ON、または、TTLレベルの立ち下がりでスイープがスタートします。 Excelタブを選択してデータ取り込みを行う場合は、3番ピンと7番ピンに入力します。



2. 外付け機器のデジタル入力を使用する方法



ソーラーシュミレータのシャッター制御を行なうI-V測定

注)「W32-2400SOL3」だけの機能です。

ソーラーシュミレータにシャッタ開閉機能が装備され、 パソコンからのシャッタ制御が可能な場合、必要最小 限の光照射時間でI-V測定ができます。測定直前に シャッタをオープンし、測定完了と同時にシャッタをク ローズします。また、光照射時間はパソコンからの制御 で自由に設定できるため、I-V測定精度が確保できます。



シャッター開閉制御キット(SKIT-01)でシャッター制御する場合。



<u>朝日分光社製ソーラーシミュレータを、RS-232cでシャッター制御する場合。</u>



MCIエンジニアリング社PCR-512GPのリレーボックスを使用してシャッタ制御を行う場合。



ADC社7461Pマルチメータを使用してシャッタ制御を行う場合。



AgilentTechnologies社34970Aのリレーボックスを使用してシャッタ制御を行う場合。



ソーラーシミュレータのシャッタ開閉制御の「34903A」配線方法





毎日の連続測定を行う場合

「毎日、繰返し測定を行う」にチェックをつけた場合。 1.スタートすると、下記のBook名で、現在開かれているBookの名前が変更された後、指定された時刻まで待ち状態になります。 2.指定時刻になると、自動的に測定が開始されます。測定データは、Excelシートの下方向に入力されて行きます。 3.指定された終了時刻になると(または、Excelシートの最下行に到達する)と、その日の測定を自動的に終了し、Bookを保存し閉じます。 4.Bookを閉じた後、直ちに新しいBookを自動的に作成し、次の日の測定開始まで待機します。

5.このように、「2」から「4」を繰返し、終了日付の終了時刻になると全測定を終了します。

作成されるExcelブックの名前 ″Book名のヘッダ″+″_″+年月日+″_″+時分秒+″.xls″

Æ		•							カタログ_624	ISOLM_每日連続	xlsx - Microsoft E	kcel								• ×
		1入 ページ N	1/2701 B	第二 M		表示	問筆	Acrobat											۷) _ = X
F	🗎 🖌 रंगण महण		MS DTEIND	- 1	1 - A*		- 20.	1 34	niel ZA(ta	ちまデオス 挿り	#		-			(HTTH	Σオート SUM	1 - A	an	_
4	Galt-		WIG P 1 7 7 7		A				0.2001	18011910	-	1					■ フィル -	Zı	uru	
860	の付け * 🥑 書式のコピ	-/貼り付け	BIU	🖸 🔹 🆄	- <u>A</u> - 🚆		清 律	譚 園セ	ルを結合して「	中央揃え - 🤫	- % , 58	条件付き	テーブル	として セルの 定・ スタイル・	挿入 削除	元書	2 517 -	亚ベ替えとフィルタ・	復常と 選択・	
	クリップボード	G		フォント		6		配置		6	数值	2 BAA	7.94	1	17.11			編集	7 Mill II A	
	U20	- (5	<i>f</i> × 38.	783																×
2	A	В	0	D	F	F	G	н	I	d	К	M	N	0	P	Q	R	S	Т	11 =
1	日付	時刻	温度(外部測	短絡電流	開放電圧	最大出力	最大出	最大出力	曲線因子的	直列抵抗Rs(9	並列抵抗Rsh	· 密換効率	い入射	電圧(V)	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	-1.7E-1
2	2010/06/19	23:14:08	-0.039182	38.926	0.50652	13.7246	0.407	33.721	0.69608	9.3471 E-01	3.2359E+02	5 2.7449	1 500	電流(mA)	39.078	39.048	39.016	38.986	38.956	38.92
3	2010/06/19	23:14:14	-0.039079	38.916	0.50653	13.7308	0.407	33.736	0.69657	9.3350E-01	3.2394E+02	5 2.7461	5 500	電流(mA)	39.068	39.038	39.007	38.977	38.946	38.91
4	2010/06/19	23:14:20	-0.039506	38.907	0.50647	13.7301	0.407	33.735	0.69678	9.3193E-01	3.2458E+02	5 2.7460	2 500	電流(mA)	39.059	39.029	38.997	38.967	38.937	38.90
5	2010/06/19	23:14:26	-0.039887	39.12	0.50665	13.8187	0.407	33.953	0.69721	9.2975E-01	3.2570E+02	5 2.7637	4 500	電流(mA)	39.271	39.241	39.212	39.181	39.15	39.1
6	2010/06/19	23:14:32	-0.039938	39.115	0.50656	13.8148	0.407	33.943	0.69722	9.2772E-01	3.2512E+02	5 2.7629	5 500	電流(mA)	39.267	39.237	39.206	39.175	39.145	39.11
7	2010/06/19	23:14:38	-0.039159	35.17	0.50249	12.2229	0.402	30.405	0.69163	9.3473E-01	3.2451 E+02	5 2.4445	7 500	電流(mA)	35.322	35.291	35.261	35.231	35.201	35.1
8	2010/06/19	23:14:44	-0.039215	35.158	0.50243	12.2192	0.402	30.396	0.69174	9.3351 E-01	3.2605E+02	5 2.4438	4 500	電流(mA)	35.31	35.279	35.249	35.218	35.188	35.15
9	2010/06/19	23:14:51	-0.039321	35.149	0.50237	12.2135	0.402	30.382	0.69168	9.3212E-01	3.2542E+02	5 2.442	7 500	電流(mA)	35.302	35.271	35.24	35.209	35.179	35.14
10	2010/06/19	23:14:56	-0.039174	34.923	0.50214	12.1255	0.402	30.163	0.69145	9.3225E-01	3.2621 E+02	5 2.4251	1 500	電流(mA)	33.412	34.454	34.96	34.98	34.955	34.92
11	2010/06/19	23:15:03	-0.038999	34.097	0.50124	11.7935	0.401	29.41	0.69005	9.3260E-01	3.2598E+02	2.3587	1 500	電流(mA)	34.25	34.219	34.188	34.158	34.128	34.09
12	2010/06/19	23:15:09	-0.038714	34.091	0.50119	11.7895	0.401	29.4	0.69001	9.3131 E-01	3.2649E+02	5 2.357	9 500	電流(mA)	34.243	34.212	34.182	34.151	34.122	34.08
13	2010/06/19	23:15:15	-0.038742	29.313	0.49501	9.8948	0.395	25.05	0.68192	1.0416E+00	3.2740E+02	5 1.9789	7 500	電流(mA)	29.465	29.433	29.403	29.373	29.342	29.31
14	2010/06/19	23:15:21	-0.038834	29.31	0.49497	9.8931	0.395	25.046	0.68192	1.0408E+00	3.2699E+02	5 1.9786	2 500	電流(mA)	29.462	29.431	29.401	29.37	29.34	29.3
15	2010/06/19	23:15:27	-0.039444	29.307	0.49494	9.8906	0.395	25.04	0.68186	1.0402E+00	3.2781 E+02	5 1.9781	3 500	電流(mA)	29.459	29.429	29.398	29.368	29.337	29.30
10	2010/06/19	23:15:33	-0.039348	17.744	0.47377	5.4684	0.371	14./4	0.65049	1.0658E+00	3.2894E+02	5 1.0936	8 500	電流(mA)	17.895	17.865	17.834	17.804	17.774	17.74
17	2010/06/19	23:15:39	-0.039673	17.74	0.47381	5.4084	0.371	14./4	0.65058	1.0668E+00	3/2977E+02	0.7050	9 500	電河((mA))	17.892	17.801	17.831	17.8	17.77	17.
18	2010/06/19	23:15:45	-0.039541	38.798	0.50585	13.0702	0.406	33.080	0.69685	9.1911E-01	3.2479E+02	2.7352	4 500	电///(mA)	38,951	38.92	38.889	38.859	38.829	38.78
20	2010/06/19	23.13.31	-0.039732	30.709	0.5057	19.6601	0.400	33.00Z	0.09073	9.1029E-01	3.2379E+02	2.7333	9 500 9 E00	电///(mA) 雷波(mA)	30.942	30.911	30.001	00.00	30.019	30.70
20	2010/06/19	2310.07	-0.03927	20.703	0.5055	19.6545	0.400	22,622	0.09073	9.1430E-01	3.2030E+02	2.7324	2 300	48.//IL(IT(A)	30.935	30.900	30.074	30.043	30.013	30.70
22	2010/06/19	2316:00	-0.039366	38 771	0.5054	13.6495	0.406	33.610	0.69658	91003E-01	3 2533E+02					VCU	DVE			
23	2010/06/19	231615	-0.039787	38 762	0.5053	13.6427	0.406	33,603	0.69653	9.0798E-01	3 2540E+02	í.				-v co	NVL			
24	2010/06/19	2316-21	-0.039687	38 758	0.50521	13.6378	0.406	33 591	0.69649	9.0597E-01	3 2563E+02	5 5	,	1		8			_	
25	2010/06/19	2316:27	-0.039639	38 752	0.50513	13 6333	0.406	33.58	0.69646	9 0449E-01	3 2544 E+02	5 4			_					-O-Cyc.1
26	2010/06/19	231633	-0.038913	38 747	0.50505	13.6282	0.406	33,567	0.69641	9.0270E-01	3.2512E+02	5					THUR DO			
27	2010/06/19	23:16:39	-0.039026	38,741	0.50497	13.6232	0.405	33.637	0.69637	9.0111E-01	3.2549E+02	3)		minnumm					CyC.2
28	2010/06/19	23:16:45	-0.039414	38.736	0.5049	13.6187	0.405	33.626	0.69633	8.9956E-01	3.2461 E+02	5 2		anni enere	-					-O- Cyc.3
29	2010/06/19	23:16:51	-0.038586	38.73	0.50482	13.614	0.405	33.615	0.6963	8.9808E-01	3.2544E+02	1						24		-O-Cyc.4
30	2010/06/19	23:16:57	-0.038698	38.724	0.50474	13.6082	0.405	33.601	0.69624	8.9618E-01	3.2528E+02							TALES .		-O-Cvc.5
31	2010/06/19	23:17:03	-0.038991	38.717	0.50468	13.6041	0.405	33.59	0.69624	8.9499E-01	3.2505E+02		0		-			40		
32	2010/06/19	23:17:09	-0.03922	38.712	0.50462	13.6002	0.405	33.581	0.69621	8.9377E-01	3.2479E+02	5 -1) (ļ			-0-Cyc.6
33	2010/06/19	23:17:15	-0.039021	38.706	0.50454	13.5955	0.405	33,569	0.69618	8.9223E-01	3.2523E+02	5 2						MP.		-O- Cyc.7
34	2010/06/19	23:17:21	-0.039125	38.701	0.50447	13.5887	0.405	33.552	0.69602	8.9063E-01	3.2528E+02	5 -2	1					19		-O-Cyc.8
35	2010/06/19	23:17:27	-0.039082	38.694	0.50439	13.5838	0.405	33.54	0.696	8.8912E-01	3.2526E+02	-3) (<u>F</u>		
36	2010/06/19	23:17:33	-0.038973	38.69	0.50433	13.5797	0.405	33.53	0.69595	8.8790E-01	3.2502E+02	-4	, 🗆		1	s		10		-Cyc.9
37	2010/06/19	23:17:39	-0.039298	38.684	0.50427	13.5756	0.405	33.52	0.69593	8.8654E-01	3.2565E+02	5	-0.1	0	0.1 0.	2 0	.3 0.4	0.5	0.6	-O-Cyc.1
38	2010/06/19	23:17:45	-0.039011	38.678	0.50419	13.5704	0.405	33.507	0.69588	8.8509E-01	3.2544E+02	5		-						
14 4	Sheet1	Sheet2 /Sh	-0.020002	00 674	0.50/1.9	10 5650	0.405	301.00	0.60501	0.00505-01	2 0171ET00		_			v				F
JAC.	ンド ScrollLock	*										and a						100% 🕞)	•:
C																				

Pmax等のトレンド作図の設定方法

ヒステリシスを伴う「Pmaxトレンド」の測定例



測定条件の設定方法



Excel上のデータを出力しながら測定する方法

本測定では、太陽電池のパラメータは算出されません。

●電圧出力または、電流出力のどちらかを指定して出力する場合

この位置を出力位置に指定します。 出力データは、Excel上の印意の位置 に入力可能です。 この位置にカーソルを置いて、試験を開始した場合の例です。 カーソル位置は任意ですが、測定結果は、カーソル位置から 下方向に入力されます。



●同じ出力値を繰返し出力する場合

同じ出力値で繰り返し測定を行うためには、Excelシートのセルに「出力値(測定回数)」として入力し、そのセル位置を出力位置に指定します。各測定は 「保持時間」で入力した時間毎に測定を繰り返します。

例えば、5Vの一定出力で、100回の繰り返し測定を行う場合、「5(100)」と入力します。Excelのバージ ンによっては、上記の入力方法でExcelが入力エラー を発生する場合があります。その場合は、先頭に「アポストロフィー」(シングルコーテーシ ン)を入力し、その後ろに「5(100)」を入力してください。 例「'5(100)」



●電圧出力と電流出力を混在して出力する場合

Excelシートに出力する電圧と電流を混在して入力することにより、電圧出力モードと電流出力モードを切り換えながら出力することが可能になります。ただし、出力モードが変更になる時に出力は一旦OFFになります。モード切換え後、出力を再度ONにして制御を継続します。



<u>「Excel」タブを選択した後、「START」ボタンで出力及び測定を開始します。</u>

出力する電圧または電流値を、事前にExcelシートに入力しておく必要があります。また、「出力位置」ボタンで、各機器が出力するExcelシート上のデータ位置 先頭を指定してください。

エフィックトナニューのゆうよう

上 記設定をした後、「START」ボタンをクリックすると指定位置から順次下方向にデータが出力され、その測定結果が現在のカーソル位置に入力されます。

測定を開始します。	(C)19992010 SYSTEMHOUSE SUNRISE Inc.	
使用する機器の型式が表示されます。括弧内の 粉値はCP-IPアドレスを表わします。 勝野刑まし	KEITHLEY2400/SOL3 Ver12 縮小	出力を中断します。
geliad hD)ドレスをなわしより。彼品主人と GP-IBアドレスの設定は、「機器の設定」ボタンで 行います。	Excel Sweep Custom	現在の出力と測定を完了後、一時停止します。「PAUSE」を押 したまま、「START」を押すと、ステップ動作になります。 鼻如に「DAUSE」を押した後に「STAPT」を押してた。フテップ
Excel上のデータを電圧として出力するか、電流 として出力するかを設定します。また、「電圧/ 電流」を選択すると、電圧出力と電流出力を混 在して出力が可能です。	● 2430(24) 出力方法 ● 電圧 ▼ V ↓ I5-722	動作になります。「PAUSE」を解除すると、連続出力モードに復 帰します。「Excel」タブが選択されたときのみ、有効です。
電圧出力する時は、制限電流を入力し電流出力 する時は、制限電圧を入力します。空欄の場合 は、機器仕様に順じその出力値に対応した最大 の制限値に自動的に設定されます	#認定主 ●1.0 mA	「PAUSE」状態のとき、1つ前の測定値を削除します。 再測定を行う場合に使用します。 Excel上のデータを出力する時の単位を設定します。Excel上の データが「100」で「mV」を設定すると 100mVが出力されます。
電圧/電流の出力保持時間を入力します。 パソコンのタイマで時間を管理しますからあまり 正確ではありません。2430でパルス出力の場合 は、パルス周期に切り換わります。 0.05~9999秒の範囲で入力できますが、他の出 力条件やパソコンの性能により、0.05秒付近の 時間は守れない場合があります。	樹正 方法 (福会)時間((PLC)) 測定遅延(sec) (2) 電圧 (2) 電流 (2) 電流<	マニュアルレンジにチェックを付けると、指定されたレンジに固定したレンジで常に出力が行われます。 10 シンジ値を入力してください。 入力した値を出力する最適なレンジに固定されます。 2430でパルス出力の場合は、
出力するデータ先頭位置を指定します。Excel上 のカーソルを出力したい先頭位置に置いてこの ボタンをクリックします。左のテキストボックスに、 カーソル位置が自動的に入力されます。 テキストボックスへは、直接、手入力も可能です。 テキストボックスが空欄の状態では「START」で きません。必ず、入力が必要です。	機器の設定 様器の設定	ここでの入力は無視され、Excel上の最大値から、固定レンジ が自動的に計算されます。 Excel上のデータの出力完了時、機器の出力をOFFにして 出力を終了します。チェックを付けないと、終了時、出力 は最後の出力値でONを保持します。



マイクロ燃料電池等の評価試験

1. 通電中の瞬断試験方法

			試験開	始前に、通	電条件	を入力しま	ます。									
				2400の	測定機能	能で測定さ	された「雷戸	E I 「電流	いです。							
					0072040	外部測	定器で測)	定された	電池の	端子電圧	こです。					
				1/									_			
			1					グラフ	作図機能	能で、	経過	時間」と終	従 端	子電圧	」を作図	した例で
			1		\											
3	i 🖓 🔛		1 🙇 😤 - •	🤊 - Σ - 🕅	180% - @	👔 🗄 🙀 S F	コゴシック 🔸	11 B	ΙU		1 📑 % ,	€.0 .00 I Z	律	- <u>A</u> - <u>A</u> -		セキュリティー
ņ.	B 🕿			🔽 👘 🔛 रे।		11 8 20										
	P37		fx													
	A	8	6	C		E	F	G	Н	I	J	К	L	M	N	0
1			-	_			1	- 1								
2		電池d)瞬断試	験			\backslash		\							
3						\backslash			\backslash							
4		シンク電流	秔(mA) 経	调時間(sec)	電圧(V)	電流(mA)	端子電圧(∀)									
5		•	-0.5	0.032	1.855001	-0.500031	1.85575	2.6		-	1		1		1	
6			-0.5	0.578	1.855648	-0.500032	1.85713		•							
7			-0.5	1.11	1.856049	-0.500031	1.8565	2.5			+0	·}	······			
3			-0.5	1.657	1.8571.05	-0.500033	1.85781	_			1					
9	_		-0.5	2.219	1.85706	-0.500033	1.85786	2.4								
1			-0.5	2.75	1.857531	-0.500033	1.85781				1	1				
2		(OFF)	-0.5	3.313	1.007439	-0.500033	1.00041	2.3								
3		(WAIT OF	5>MEAS	4 391			2 49025	S -								
4		<on></on>						- 曲 22								
5			-0.4	4.75	2.07291	-0.400045	2.07329	1								
6			-0.4	5.469	2.07367	-0.400046	2.07409	表								
7	_		-0.4	6.032	2.07372	-0.400046	2.0741	2.1	[0-0-	$\phi \phi \phi \phi \phi$	ΗO			
8			-0.4	6.594	2.074484	-0.400047	2.07511									
9			-0.4	7.157	2.073559	-0.400047	2.0739	2		1	1					
1	-		-0.4	8.282	2.074241	-0.400047	2.07485									
2		(OFF)	0.1	0.202	2.070100	0.100010	2.07000	1.9		000					2000	
3		WAIT 0.	5>MEAS	9.36			2.49093		Yuu	$\frac{1}{2}$	1	1		in		
4		<on></on>						1.8	L	1	1	1		100		
5			-0.5	9.719	1.858757	-0.500032	1.86058		0	2	4	6	8	10	12	14
6	_		-0.5	10.438	1.8602	-0.500032	1.86072							-		_
7			-0.5	11	1.860347	-0.500032	1.86102									
8			-0.5	11.563	1.860725	-0.500032	1.86177									
9	-		-0.5	12.125	1.860927	-0.500032	1.86158			-				4	2	-
1	2		-0.5	12.088	1.801482	-0.500032	1.80179									-
2		(PASS)	-0.5	13.25	1.001700	0.000033	1.00222				·					
3		(PASS)														
14			-0.5	13.813	1.861974	-0.500033	1.86298									
35			-0.5	14.375	1.862768	-0.500034	1.86359									

通電条件は、Excelシート上の任意の位置に入力が可能でが、必ず縦方向に入力してください。入力した先頭位置を出力位置として指定してください。 電圧または電流のどちらかを数値で入力します。

"<"と">"で囲んで特殊なコントロールが可能です。"<"と">"で囲まれた部分に入力可能な文字列は次の通りです。

<OFF>, <ON>, <WAIT 0.5>, <PASS>, <2400の適切なGPIBコマンド>

<OFF>は、2400の出力をOFFにします。OFFの状態は、「機器の設定」ボタンから「出力OFF状態」で事前に設定します。

<ON>は、2400の出力をONにします。

<WAIT 0.5>は、その行で0.5秒待ちます。0.5の値は自由に変更可能です。WAITと数値の間はスペースが必要です。 <PASS>は、その行をスキップします。

<2400の適切なGPIBコマンド>は、"<"と">*"の間に入力された文字列を2400に、そのまま送信します。不適切な文字を入力すると、2400側でエラーが 発生し、試験を継続できなくなりますから不用意に使用しないでください。

">"の後ろに続いて"MEAS"を入力すると、その行の処理を終了後、直ちに測定を行います。

ただし、〈OFF〉で2400の出力をOFFに設定してある場合、2400の測定機能もOFFになるため、2400のOFF状態では、外部測定器の測定だけが行われます。 <ON>で、2400の出力をONに戻した後は、2400の内部測定も行われます。

試験を自動中断する方法について。



外部測定器(マルチメータ等)の設定方法

外部測定器とはGP-IBでパソコンと接続されている必要があります。(下図)

外部測定器から送られてくるデータのフォーマットは、ASCIIであり、複数のデータの場合(Max10個)、データ間はコンマで区切られている必要があります。 注)全ての測定器との通信を保証するものではありません。



ソースメータ本体のカスタムスイープ機能を使用した測定

ランダム波形でスイープした例



自動シーケンス測定

自動シーケンス測定は、事前に登録した複数の測定条件を、一括処理で測定を実行する機能です。 最大4つの測定条件を登録できます。

例えば、「狭域DARK-IV測定」、「広域DARK-IV測定」、「OneSun IV測定」のそれぞれの条件を登録し、この3つの測定を一括して測定が可能になります。

【自動シーケンス測定の応用例】









STEP-1 電流ゼロ付近だけの狭域のDARK-IV測定を行います。 シャッター制御はOFFにします。



STEP-2

STEP-3

大電流の広域のDARK-IV測定を行います。 シャッター制御はOFFにします。



ONE-SUNのIV測定を行います。 シャッター制御はONにします。

測定結果

	ム 補入 11 ・ 日	*-9 µ⁄⊅ ⊙	아 바로 M & 5.941001	7 - 4 12	校園	表示	開発	Acrobat							
A	n . ₽	0	Jx 5.94100	12			<u> </u>	B							
	8									-					
			C			D		E	_	+	F		G		н
			自動シー	ーケン	ス測	定例									
				_						1				-	
_	Step-1	DAR	≺-IV(狭t	或)	St	ep-2	DAR	<-IV(広	、域)	l	Step-3	OneS	Sun-IV測定	_	
8	配田(∨)	8	電流(mA)		電圧(V)	1	12	(流(mA)			短絡電流lsc(m	A)	25.401	1	
		-0.05		-0.147	-		-0.05		-0.148	6	閉放電圧Voc(∖	()	0.4930	4	
-		-0.04		-0.117		-	0.0296		-0.084	4	眼大出力電力F 目上山上会在6	max(mW)	8.423		
		-0.03		-0.086		-	0.0092		-0.023	31	較大出力動作)	範注 Vmax(0.389	1	
		-0.02		-0.056			0.0112		3E0.0	8	股大出力動作)	E Milmax(n	21.604	2	
-	4 70 4	-0.01		-0.026			0.0316		0.091		田線四十日	\	0.672	0	
	-1.734	/2E-18		0.004			0.052		0.158	S.	■列抵抗RS(52 社和時間の。)(/	<u>.</u>	1.0127E+0		
-		0.01		0.069		-	00724		0.213	8 0	型2011版10HSH() 新米如西部(() () 	3.3006240	4	
		0.02		0.003			0.0828		0.24	3	交通の1010年(01) 変換効率の(*)	(2)	0.400		
		0.04		0.000			01936		0.40	7	入	0	10	2	
		0.05		0151			0154		0.47	źŀ	表 (1) に (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	y	雷济(mA)	常力(m)的	
		0.06		0181			01744		0.545	5	-BALL(V)	-0.05	25.55	2	-1.27
		0.07		0.211			01948		0.623	3		-0.0288	25.48	5	-0.73399
		0.08		0.241			0.2152		0.708	8		-0.0076	25.42	4	-0.19322
		0.09		0.272		-	02356		0.805	5		0.0136	25.3	6	0.3448
		0.1		0.301			0.256		0.93	2		0.0348	25.29	5	0.88030
		0.11		0.332			02764		1.061	1		0.056	25.23	2	1.41.28
		0.12		0.364			02866		1.145	5			LV CUR	/F	
		0.13		0.395			2968		1.243	2	30	mon			
_		0.14		0.427			0.307		1.351	1	20		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	ana	x
_		0.15		0.46			0.3172		1.479	9					Se !
_		0.16		0.494			0.3274		1.626	6	10			T	8
_		0.17		0.529			0.3376		1.0	8	20		+ + -	+ +	- 9
		018		0.566		'	0.3478		2.00	ö	- E-10			ļļ	
	14		I-V CURVI	E			0.358		2.25	3	#				Y
	1.4				4		0.3082		2.54	4				1	8
	1.2				6		20006		2.904	2	-30			++	
				8	3		13988		3.86	6	-40				1
				8			0.409		4516	6					8
(Pur	Q 0.8			00	<u>+</u>		0.4192		5.32	3	-50 -0.1	0	0.1 0.2	0.3 0.4	0.5
三部	0.6 9			o ^{gr}	50			I-V CUR	VE				電圧(V)		
	0.4		000		45					+	~~~~~~	0.3528	23.07	3	8.14227
	0.2		000		40					+-		0.3634	22./5	0	0.27025
		000			35					÷		0.374	22.30	5	0.3040
		P			₹ 30					÷		0.3840	21.00	3	8.41696
	-0.2		1	-	는 25					t		0.4058	2057	1	8 94771
	-0.1	0	0.1	0.2	₩ ²⁰					t	5	0.4164	19.66	5	8 1885
			電圧(V)		15					T	8	0.427	1851	3	7,9071
					10					T	8	0.4376	17.08	4	7 47595
					5			~~~~~	COMMENTER	50		0.4482	15.26	5	6.8417
					.5		mpu			ſ		0.4588	12.94		5.94100
						12	0	0.2				0.4694	9.99	7	4.69259
H Sh	heet1 / Sheet2	Sheet3	/97/								1		81		

自動シーケンス測定の方法



下記に入力した測定条件で単発の測定を行います。 入力した測定条件で測定が正しく行われるかの確認をします。 ,自動シーケンス測定を開始するためには、右側の「SEQ START」をクリックします。





A/D変換器には、「逐次比較型」と「積分型」があり、本ソフトがサポートする電圧電流発生器は、「積分型」を 使用して測定が行われます。

①積分型A/D変換器

変換速度は遅い。

ノイズの影響を受けにくいため安定した測定が可能。 デジタルマルチメータ、抵抗計、微小電圧電流計など に使用される。

【構造】 コンデンサに充電して、放電する時間を計る



着分時間「PLC」とは

②逐次比較型A/D変換器

変換速度が速いため、瞬時の電圧測定が可能。 電圧の瞬時値を測定することが目的。 オシロスコープや、A/D変換ボードなどに使用される。

【構造】 内部D/A変換器との比較により測定する。



積分型A/D変換器の積分時間は、'PLC'の単位を使用します。 Power Line Cycle(商用周波数)の略語です。 この時間は、A/D変換器内部のコンデンサを充電する時間です。 1PLCは、商用周波数の1周期分の時間です。

50Hz地域では、20ms、60Hz地域では、16.7msを表します。

測定精度に影響を及ぼすノイズ要因の殆どは、商用周波数の整数倍の周波数の外来電圧です。 PLCの整数倍の積分を行うことによりノイズ要因の多くを除去できます。





、この範囲の曲線の傾きから計算される並列抵抗(Rsh)の最大値が推定値として採用されます。



本ソフトで、KEITHLEY 2450を使用する場合は、 2400エミュレーションモードに設定してください。

