

W32-R6246SOL3

エーディーシー

高精度な太陽電池I-V特性測定

- ・通常のI-V測定では、2ch同期測定
- ・太陽電池測定では、1ch単独測定

直流電圧・電流源/モニタ

6245/46

使用できる機種 6245,6246

品番	GP-IBボード	価格	動作環境
W32-R6246SOL3-R	ラトックシステム製	490,000円	Windows7/8.1/10/11 (64bit版) Excel2010/2013 Excel2016/2019 2021(32bit版 Only)
W32-R6246SOL3-N	NI製		

6245,6246は、エーディーシー社の商標です。

機能

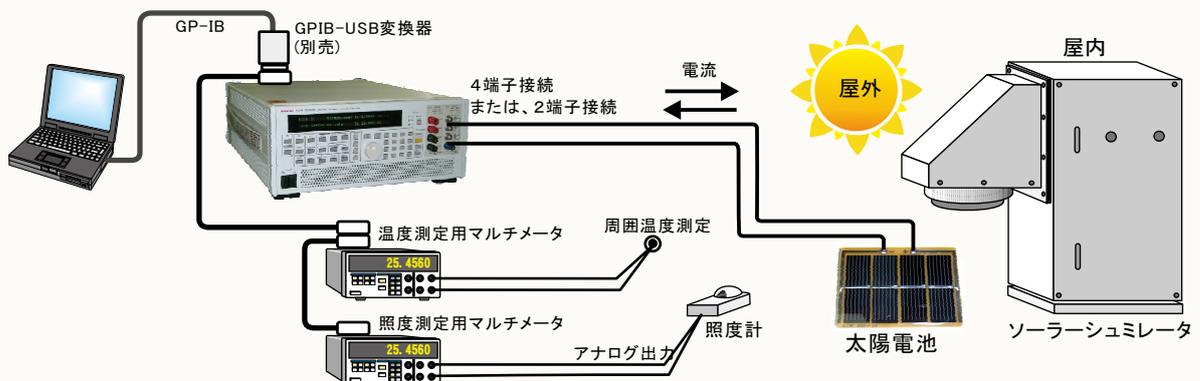
※1 別途、外付け機器が必要です。

	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-R6246SOL3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○※1

- ◆ 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、測定器メーカー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カーブが描かれ、「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便利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。(W32-R6246SOL3の場合)
- ◆ 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に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。(W32-R6246SOL3の場合)
- ◆ 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。

【以下は、W32-R6246SOL3だけの機能です。】

- ◆ 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調整や、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。



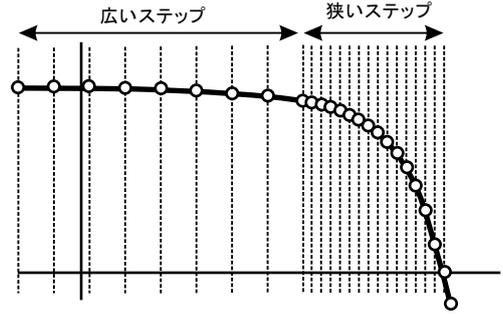
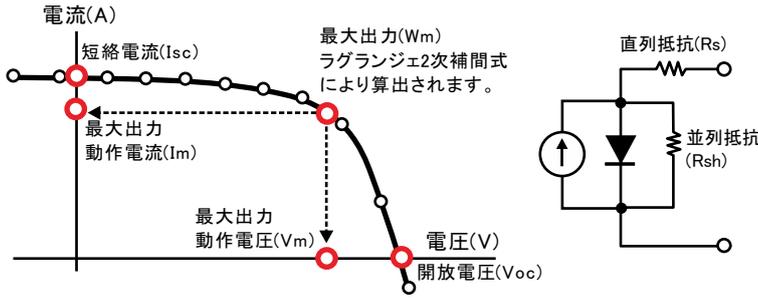
測定項目

- | | | |
|-------------------------|------------------------|------------------|
| ① 短絡電流(Isc)/短絡電流密度(Jsc) | ⑥ 曲線因子(FF) | ⑪ 変換効率(η) |
| ② 開放電圧(Voc) | ⑦ 直列抵抗(R_s)/抵抗率 | ⑫ 入射光エネルギー(W) |
| ③ 最大出力(Pmax)/最大出力密度 | ⑧ 並列抵抗(R_{sh})/抵抗率 | ⑬ 周囲温度 |
| ④ 最大出力動作電圧(Vmax) | ⑨ 電圧規定電流(Iv)/電流密度 | |
| ⑤ 最大出力動作電流(Imax)/電流密度 | ⑩ 電流規定電圧(Vi) | |

太陽電池 I-V特性と算出されるパラメータ

測定中にステップ幅切換えが可能

注)「W32-R6246SOL2」「-SOL3」だけの機能です。



測定結果の例

太陽電池パラメータ計算結果

1回目測定				2回目測定				3回目測定			
経過時間(s)	0	経過時間(s)	18.86	経過時間(s)	26.03						
温度(外部測定器)	-0.038596	温度(外部測定器)	-0.038406	温度(外部測定器)	-0.038406						
短絡電流Isc(mA)	38.689	短絡電流Isc(mA)	36.808	短絡電流Isc(mA)	26.03						
開放電圧Voc(V)	0.51074	開放電圧Voc(V)	0.50903	開放電圧Voc(V)	0.4						
最大出力電力Pmax(mW)	13.7391	最大出力電力Pmax(mW)	13.0387	最大出力電力Pmax(mW)	0.3						
最大出力動作電圧Vmax(V)	0.40818	最大出力動作電圧Vmax(V)	0.40812	最大出力動作電圧Vmax(V)	0.3						
最大出力動作電流Imax(mA)	33.579	最大出力動作電流Imax(mA)	31.948	最大出力動作電流Imax(mA)	0.6						
曲線因子FF	0.69531	曲線因子FF	0.69402	曲線因子FF	0.6						
直列抵抗Rs(Ω)	9.9526E-01	直列抵抗Rs(Ω)	1.0034E+00	直列抵抗Rs(Ω)	1.0916						
並列抵抗Rsh(Ω)	3.2156E+02	並列抵抗Rsh(Ω)	3.2280E+02	並列抵抗Rsh(Ω)	3.2808						
受光部面積(cm ²)	1	受光部面積(cm ²)	1	受光部面積(cm ²)	1						
変換効率η(%)	13.7391	変換効率η(%)	13.0387	変換効率η(%)	13.0387						
入射光Pin(mW)	100	入射光Pin(mW)	100	入射光Pin(mW)	100						

I-V CURVE

電圧/電流/電力値の全スイープデータ

電圧(V)	電流(mA)	電力(mW)
-0.05	38.84	-1.942
-0.0292	38.776	-1.1322592
-0.0084	38.714	-0.3251976
0.0124	38.651	0.4782724
0.0332	38.588	1.2811216
0.054	38.525	2.08035
0.0748	38.462	2.8769576
0.0856	38.398	3.67155
0.1164	38.331	4.4617284
0.1372	38.263	5.2496636
0.158	38.199	6.033868
0.1788	38.111	6.8142468
0.1996	38.025	7.58979
0.2204	37.927	8.3591108
0.2412	37.812	9.1202544
0.262	37.672	9.870064
0.2828	37.497	10.60944
0.3036	37.27	11.3384
0.3244	36.992	12.0576
0.3452	36.539	12.7664
0.3504	36.403	12.7664

操作画面

この画面から、算出するパラメータを指定します。

電流密度換算での測定も選択できます。

ソーラーシミュレータを使用する場合に選択します。

照度計を使用して入射光エネルギーを計算する場合に選択します。

入射光エネルギーを直接キー入力する場合に選択します。

太陽電池の特性測定の繰り返し回数を指定します。(Max 9999回)

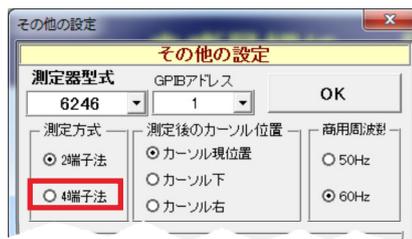
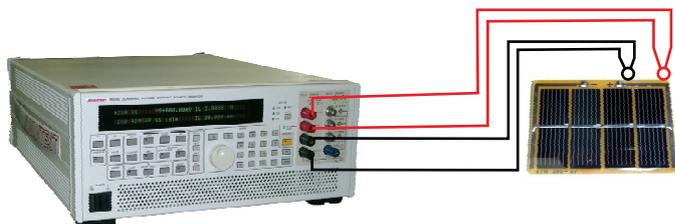
毎日測定を繰り返す場合、開始年月日と終了年月日、及び、毎日の測定時間帯を指定します。(W32-R6246SOL2/SOL3の場合)

まず最初に、「測定器の型式」と「GP-IBアドレス」を指定してください。

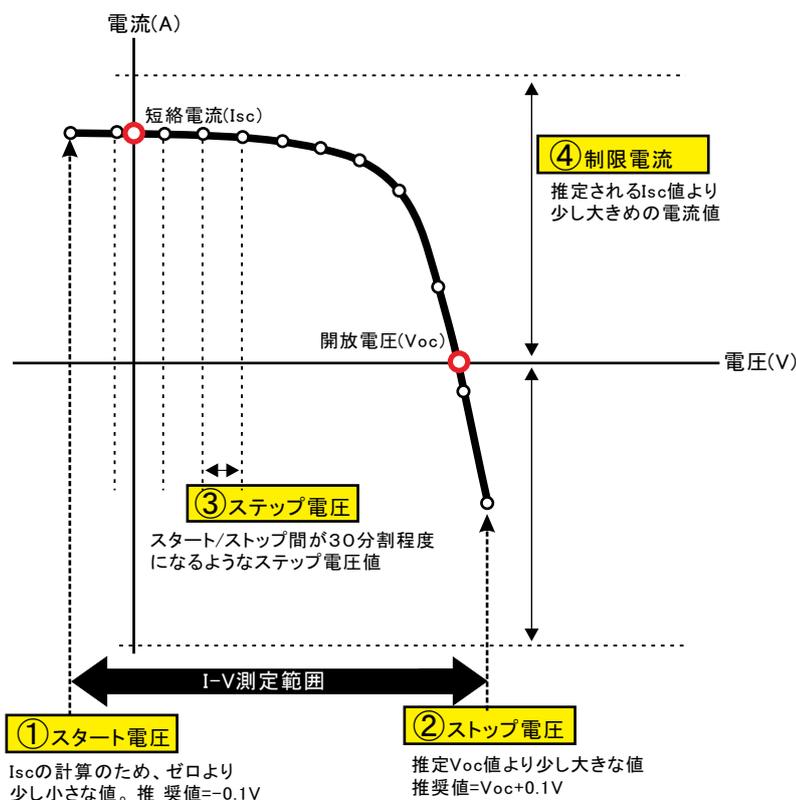
機器のGP-IBアドレスを設定します。
測定器型式を設定します。
2端子測定/4端子測定の切換を行います。

簡単な太陽電池I-V測定の実例

4端子法による結線

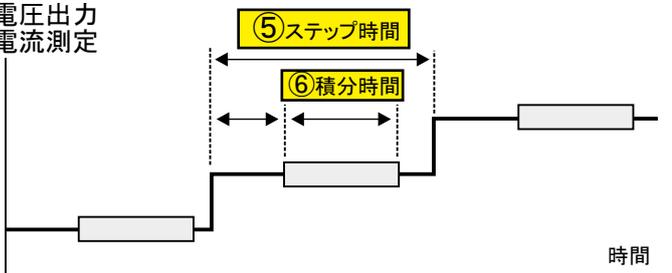


太陽電池 I-V測定の入力条件

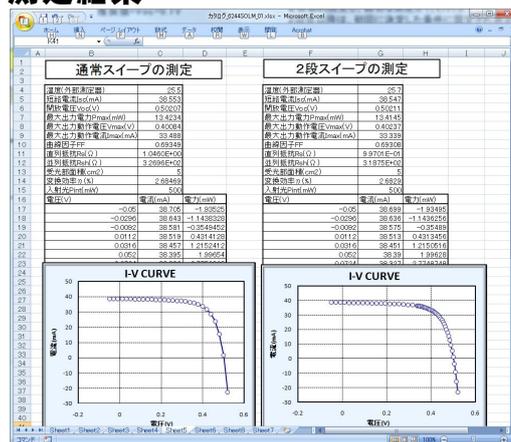


- フルオート測定機能
 - 「手動」
 - 「初回自動」
 - 「毎回自動」
- 現在接続されているソーラーセルの特性を確認し、全ての測定条件を自動的設定し、適切な測定が行われます。繰り返し測定を行う場合、2回目以降は、初回に決定した条件に固定され測定されます。
- 注)W32-R6246SOL3だけの機能です。

電圧出力電流測定



測定結果



太陽電池のI-V特性の方法

- 注1)太陽電池の測定では、A/Bの選択されたどちらか片方のチャンネルでの測定になります。
- 注2)太陽電池の測定では、最初に「太陽電池の測定」にチェックを付けます。
- 注3)太陽電池の測定では、測定電流の極性が正負反転してExcelシートに入力されます。

スweepを開始します。

電圧電流掃引タブを選択します。

測定するチャンネルを指定します。

電圧掃引/電流掃引を切り換えます。

太陽電池ではスweepモードは、「LIN」に固定されます。

スweepスタート/ストップ値の入力の単位を設定します。

スweepスタート電圧/電流を入力します。

スweepストップ電圧/電流を入力します。

ステップ電圧を入力します。

各ステップの保持時間を入力します。
パルス出力の場合は、周期を入力します。

スタート時のホールド時間を入力します。
Max 3,600,000msです。
5,000ms以下は、6246本体のHOLD-TIME機能を使用し、5,000ms以上はPCがカウントします。

太陽電池のI-V測定を行う場合はこのチェックを付けます。

コンプライアンスの入力値の単位を指定します。

コンプライアンス(制限)値を入力します。
測定のレンジは、ここで入力した値に基づき機器側の「BEST FIX」機能により決定されます。
従いまして、あまり大きな値を入力すると測定値の分解能が低下し、測定値の精度を悪くします。

パルス出力を行う時チェックを付けます。

パルスの時間幅を入力します。
最小パルス幅は100usです。

パルススペース電圧または電流を入力します。
単位は、上記のスタート、ストップ値での単位に準じます。

シーケンス動作を設定します。
詳細は、後述。

太陽電池の測定条件を変更します。
詳細は後述を参照ください。

測定の積分時間を設定します。
1PLCから、10PLCの範囲で設定することをお勧めします。

Excelへ入力する項目にチェックを付けます。
太陽電池の測定では、発生値/測定値の両方にチェックが付いた状態に固定され変更できません。

2段スweepの情報を測定器に送信します。
もし、送信せずにスweepを開始すると、スweep前に自動的に送信を行い、その後、スweepが開始されます。(詳細後述参照)

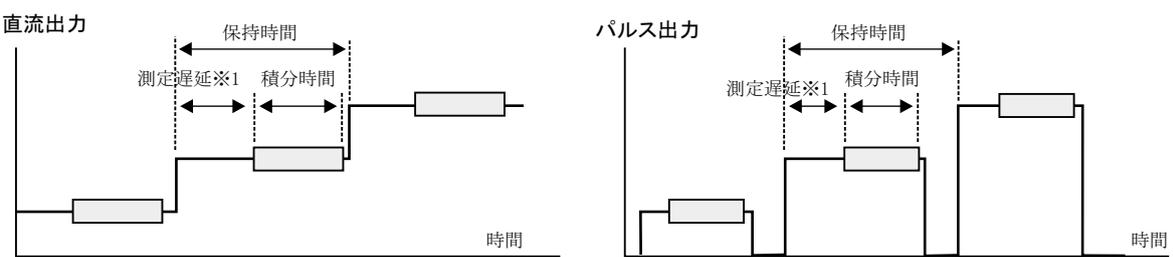
スweepの途中でステップ間隔を変更して、2段スweepを行うときにチェックを付けます。
「W32-R6246SOL2/SOL3」だけの機能です。
チェックを付けたら、スweep範囲の入力画面が表示されます。(詳細後述参照)

測定後、自動的に作図を実行するときにチェックします。

測定結果をExcelへ入力する時の単位を設定します。

測定レンジを設定します。
・「BEST.FIX」
制限値を超える1つ上のレンジに固定されます。
・「AUTO」
オートレンジに設定します。
・「MIN. 6mA」「MIN. 6V」など
数値の指定値を最小レンジとするオートレンジモードです。

測定器をリセットします。



※1測定遅延時間は、「保持時間 - 積分時間」から、自動的に決まります。

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-R6246SOL3だけの機能)

フ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。
 「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、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、初回に決定した測定条件に固定され測定が行われます。
 「毎回自動」
 繰り返し測定を行う場合、毎回自動設定が行われます。
 W32-R6246SOL3だけの機能です。

太陽電池の測定方法の詳細を設定します。

太陽電池のIscとVocの測定やモニターを行います。(W32-R6246SOL3だけの機能です。)
 シャッター制御にチェックを付けると、シャッターの開閉も連動します。

Iscのモニターを開始/停止します。

Vocのモニターを開始/停止します。

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 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。

ここに入力した電流値に対応した電圧値を算出します。

受光部面積の入力単位を「cm2」、「m2」で切り換えます。
 電流密度計算は、この単位を使用します。

ソーラシミュレータ出力の入力単位を「mW/cm2」、「W/m2」で切り換えます。

ソーラシミュレータの出力を入力します。

ソーラシミュレータを使用する場合に 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 択 します。

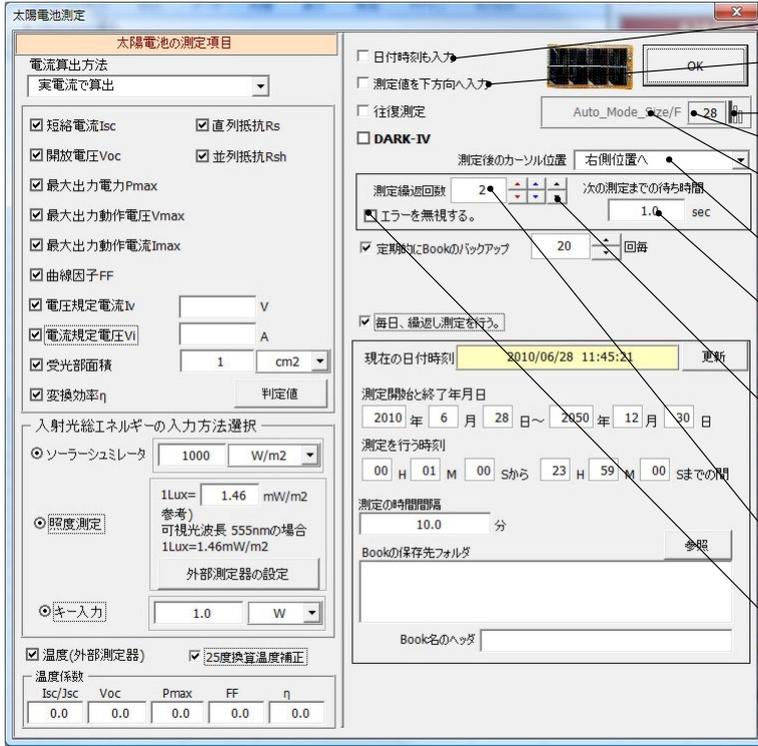
照度計の通信条件を設定します。後述を参照ください。

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。

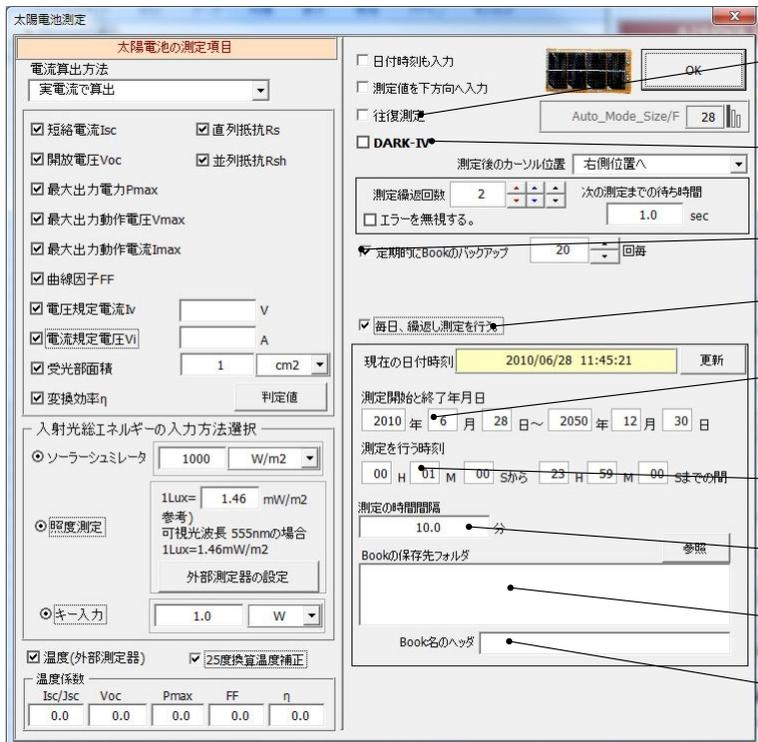
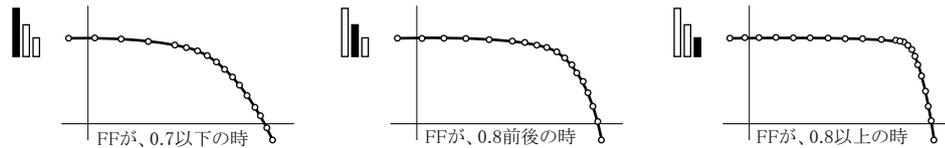
測定対象となるソーラーセルのパラメータの温度係数が事前に判明している場合は、そのパラメータの25度換算値を算出することができます。
 換算できるパラメータは、「ISC/JSC」「VOC」「Pmax」「FF」「η」だけです。

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度換算値 = 測定値 + 温度係数 * (測定温度 - 25)



- 測定の日付時刻を測定データに付加します。
- 測定データの入力方向を切り換えます。7ページ測定結果例を参照ください。
- この縦線上をダブルクリックして、自動モードを 択 します。この3種類の動作モードは、下図を参照ください。
- この上をダブルクリックすると自動モードの時のスイープデータ数を、20から40の範囲で変更できます。
- 「Ctrl」Key+「Auto_Mode_Size」の上をクリックすると文字が赤色に変わり、自動モードの時、VOC側からISC側へのスイープへ変えることができます。通常は、ISC側からVOC側へのスイープ方向です。
- 測定してデータを入力後、Excel上のカーソルをどこへ移動するかを 択 します。
- スイープとスイープの待ち時間を入力します。(Max 86,400s) 空欄にすると、1回測定ごとに、次の測定を継続するかの確認画面が表示されます。この時、測定試料の取換えを行なうことができます。
- 1回の測定で、何回繰り返し測定を行うの指定をします。最大9,999回まで繰り返し測定が可能です。下記の応用ができます。
 - 1.パラメータの時間的変化を観測する。
 - 2.複数のセルを順次取換えながら測定する。
 - 3.パラメータの温度特性、照度特製を観測する。
- このテキストボックスをダブルクリックすると50ステップで増加できます。
- 繰り返し測定の時、パラメータの計算エラーが発生した場合、そのエラーを無視して測定を継続します。

自動モードの3つの動作モードの違いについて

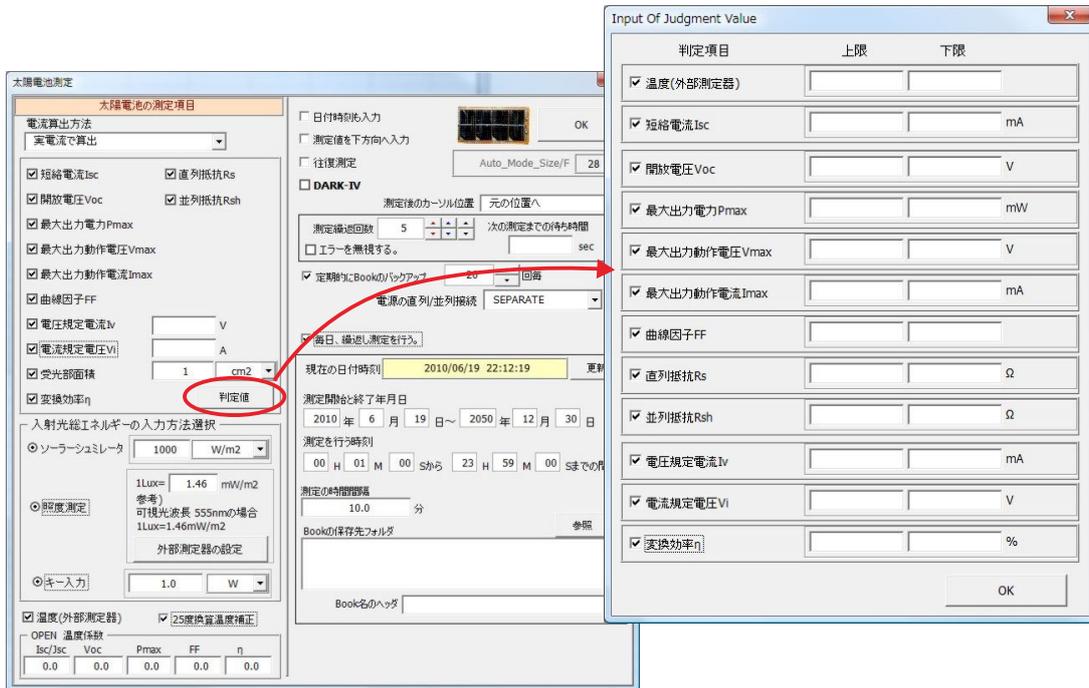


- 往復スイープによる測定を行います。色素増感型のような有機系太陽電池で使用します。(W32-R6246SOL2/SOL3だけの機能)
- DARK I-V測定を行います。単にダイオード特性を測定します。パラメータの計算は行いません。自動モードは無効になります。
- 測定中、定期的にBookをバックアップ保存する場合にチェックを付けます。
- 毎日毎日の連続測定を行う場合にチェックを付けます。(W32-R6246SOL2/SOL3だけの機能)
- 測定を行う日付を入力します。指定した日付の間、毎日1つのBookが作成され、そのBookに測定データが入力されます。詳細は、後述を参照ください。
- 測定を行う時間帯を指定します。毎日測定を行う時間帯を指定します。
- 測定と測定の時間間隔を入力します。スイープ開始から次のスイープ開始までの時間間隔です。
- 毎日の測定データの入力されたBookの保存先フォルダを入力します。
- Book名の先頭に付けるヘッダを入力します。データの識別に使用します。

注1) I-V測定終了後、その測定結果を測定器内部のバッファメモリから受信するのに要する時間は、50個で約0.55sec、100個で約1.06sec、500個で約4.9sec、1000個で約9.9sec、2000個で約19.9secです。その後、さらにExcelにデータを取り込む時間を要します。

測定パラメータの判定値の入力

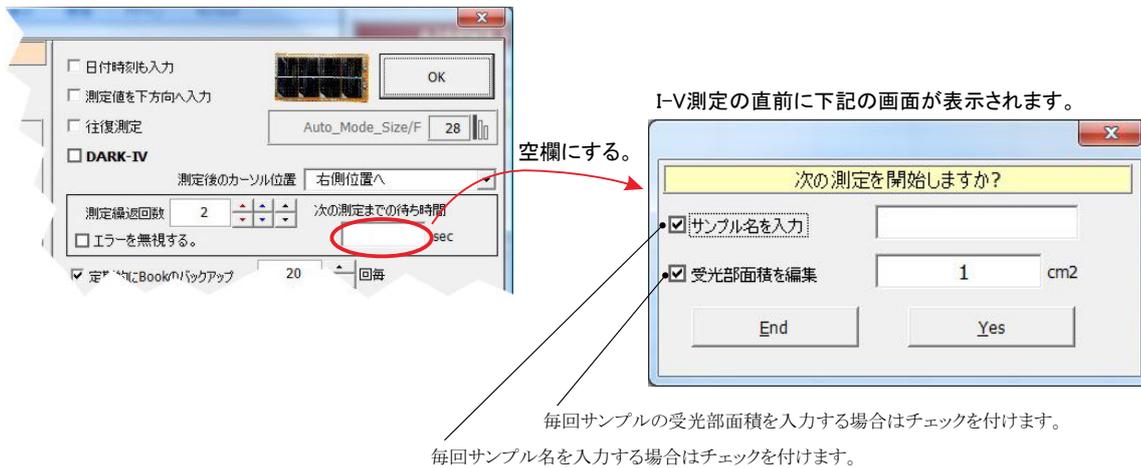
各パラメータに判定条件を入力できます。上限だけ、下限だけ、または両方を入力します。この判定を外れたパラメータは、Excelシートに赤色で入力されます。W32-R6246SOL3だけの機能です。



繰り返しI-V測定の時、試料のサンプル名の入力方法

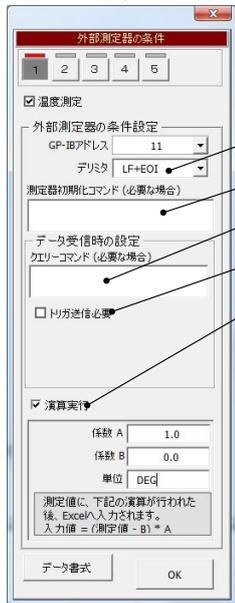
繰り返し回数を2回以上に設定し、「次の測定までの待ち時間」を空欄にすると、毎回、IV測定毎に一時停止になり、下記のようにサンプル名入力画面が表示されます。

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。



「温度」にチェックをつけた場合

温度測定にチェックをつけた場合の温度計の設定画面
詳細は、19ページ「外部測定器」の項を参照ください。



下記の設定例参照

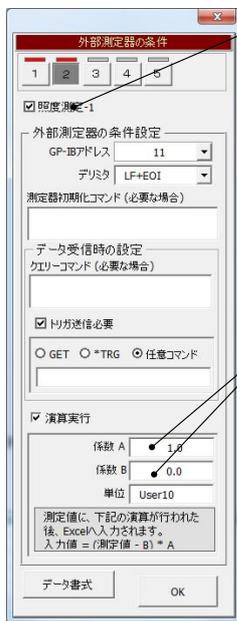
- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤

「照度計測定」を選択し「外部測定器」の設定を行う場合

照度計は、最大4台(2,3,4,5)まで使用可能です。複数台の照度計を指定した場合、その照度計の測定値を平均化処理して照度値として使用されます。詳細は、19ページ「外部測定器」の項を参照ください。

※測定の順番について

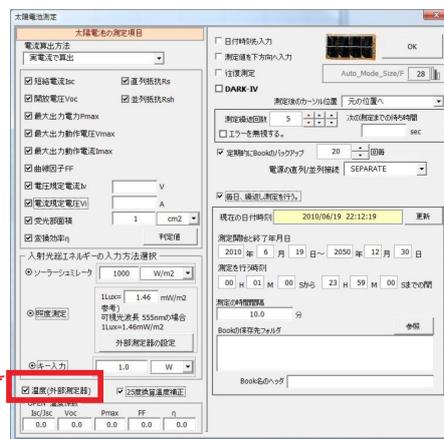
- 1.最初に温度測定を行います。
- 2.次に照度計の測定を行います。
- 3.最後にI-V測定を行います。



照度以外の測定を行うことができます。その場合は、「照度測定」の文字上を「Shift」キーを押しながらクリックすると、「OTHER」に表示が代わり、照度測定から除外されます。このマルチメータは独立して任意の測定が可能になります。4台をすべて照度測定から除外して、独立したマルチメータとして使用が可能です。
1台のマルチメータから複数のデータが、コマンドで区切られて送信される場合は、そのデータ全ての受信ができます。

測定した電圧値をルクスの単位に変換する係数を入力します。

$$\text{Lux} = (\text{測定電圧} - B) * A$$



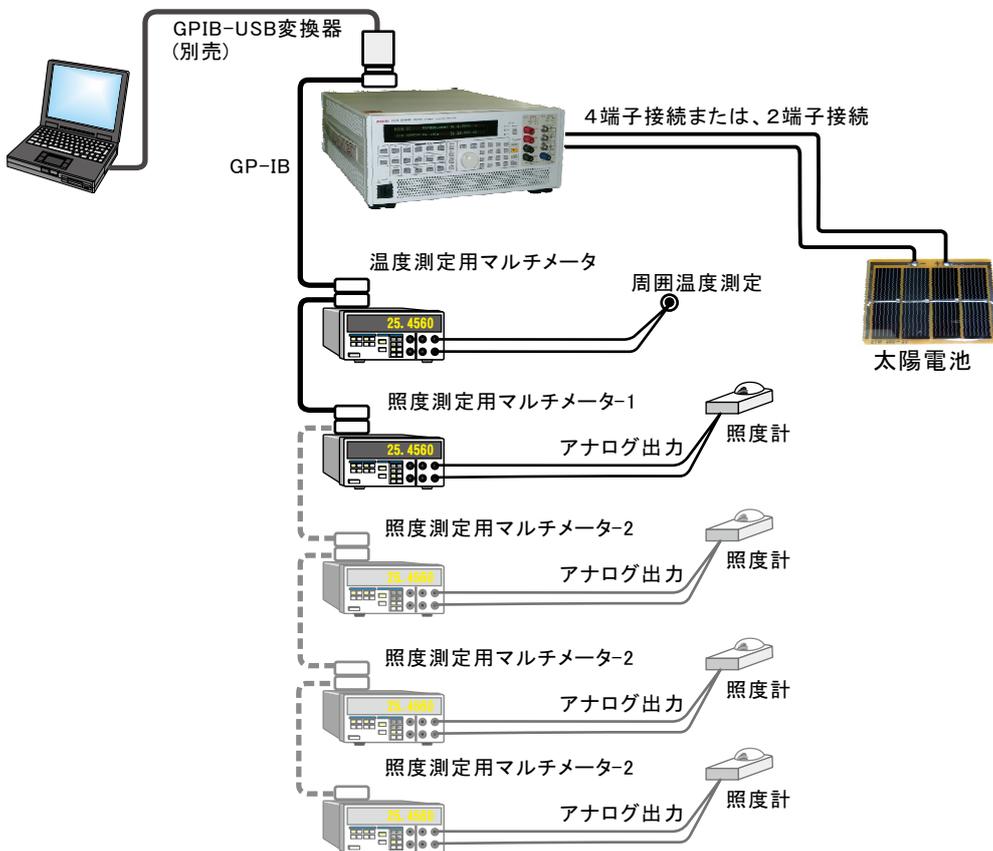
チェックを付けると設定画面が表示されます。

ADC 7352Aの場合

	設定値
①	LF+E01
②	F40 INIC1 DE0 TRS0
③	空
④	チェック無
⑤	チェック無

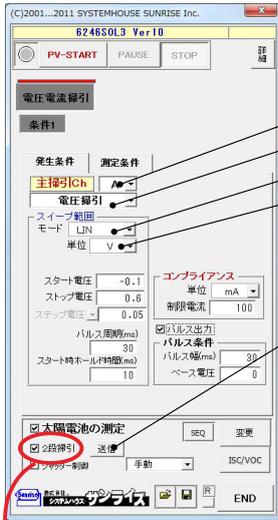
ADC 7461PのPt100場合

	設定値
①	CR/LF+E01
②	F44 PT0 IN1 TRS3
③	空
④	チェック有り(*TRG)
⑤	チェック無



I-V測定 of 測定間隔を途中で切り換えて測定する方法 注)「W32-R6246SOL2/SOL3」だけの機能です。

スイープステップを途中で切り換えて測定するためには、「太陽電池の測定」にチェックを付け、「2段掃引」にチェックを付けてください。

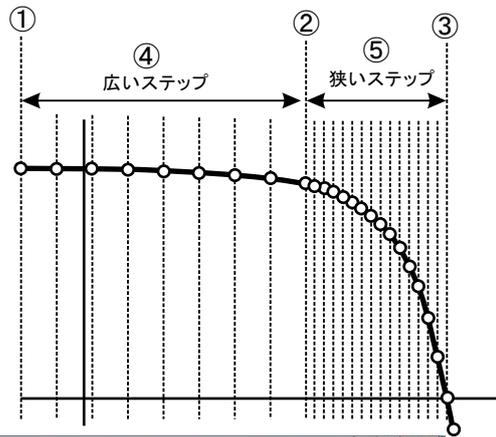


- ① 測定に使用するチャンネルを指定します。
- ② 電圧掃引/電流掃引を 択します。
- ③ 「LIN」に固定されます。
- ④ 発生値の単位を設定します。

このボタンをクリックすると、「出力条件」枠内に入力した値からスイープ出力リストを作成し、測定器内部のランダムスイープ領域に転送します。正常に転送を完了すると、ボタンが赤色になります。測定開始前に、このボタンをクリックしてください。もし、このボタンをクリックしないで測定を開始すると、測定開始前に、出力リストが自動的に測定器に転送され、その後、スイープ測定が開始されます。



- ① スイープ開始値を入力します。
- ② 測定間隔を切り換える場所を指定します。
- ③ スイープ停止値を入力します。
- ④ スイープ最初の測定間隔を入力します。
- ⑤ スイープ途中で測定間隔を切換え後の、測定間隔を入力します。



通常スイープの測定				2段スイープの測定			
温度(外部測定器)	25.5	温度(外部測定器)	25.7				
短絡電流Isc(mA)	38.553	短絡電流Isc(mA)	38.547				
開放電圧Voc(V)	0.50207	開放電圧Voc(V)	0.50211				
最大出力電力Pmax(mW)	13.4234	最大出力電力Pmax(mW)	13.4145				
最大出力動作電圧Vmax(V)	0.40084	最大出力動作電圧Vmax(V)	0.40237				
最大出力動作電流Imax(mA)	33.488	最大出力動作電流Imax(mA)	33.339				
曲線因子FF	0.69349	曲線因子FF	0.69308				
直列抵抗Rs(Ω)	1.0460E+00	直列抵抗Rs(Ω)	9.9701E-01				
並列抵抗Rsh(Ω)	3.2696E+02	並列抵抗Rsh(Ω)	3.1875E+02				
受光部面積(cm ²)	5	受光部面積(cm ²)	5				
変換効率η(%)	2.68469	変換効率η(%)	2.6829				
入射光Pint(mW)	500	入射光Pint(mW)	500				
電圧(V)	電流(mA)	電力(mW)	電圧(V)	電流(mA)	電力(mW)		
-0.05	38.705	-1.93525	-0.05	38.699	-1.93495		
-0.0296	38.643	-1.1438328	-0.0296	38.636	-1.1436256		
-0.0092	38.581	-0.3549452	-0.0092	38.575	-0.35489		

通常のスイープによる I-V測定結果

ランダムスイープを使用した I-V測定結果

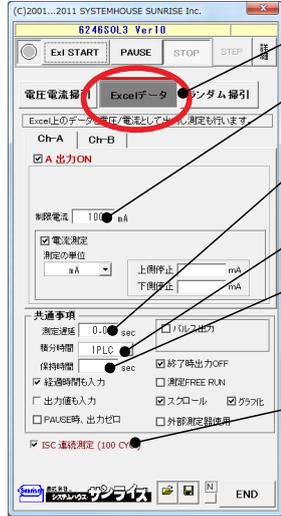
色素増感型太陽電池等のISC/VOCの応答性の評価方法

注)「W32-R6246SOL2/SOL3」だけの機能です。

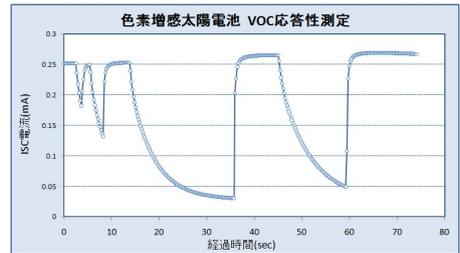
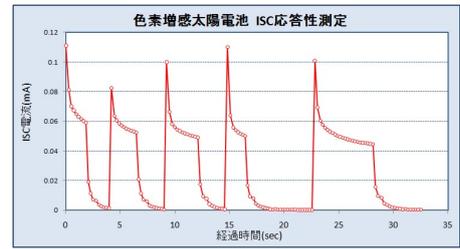
ISC/VOCの時間的変化を観察するには、下記の方法が用意されています。

色素増感太陽電池の応答性を評価するには、このISC/VOC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/CLOSEによる色素増感太陽電池のISC/VOC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。

太陽電池測定のチェックを外します。



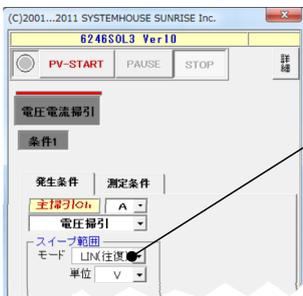
- ① Excelデータタブを選択します。
- ② ISC連続測定にチェックを付けて、ISC/VOCの選択、そして、測定回数を入力します。
- ③ 制限電流を入力します。
- ④ 測定遅延時間をゼロにします。
- ⑤ 積分時間を設定します。通常は、1PLCに設定してください。
- ⑥ 保持時間(測定時間間隔)を入力します。空欄、またはゼロを入力すると最速の測定間隔になります。最速の測定間隔は、約10回/秒程度です。グラフがONの場合は、約6回/秒程度です。



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

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。



LIN(往復) を 択します。

上記の「LIN(往復)」または、この「往復測定」にチェックを付けます。



往復スイープの測定結果

往復測定	平均	行き/戻り	
短絡電流(Isc(mA))	2.77074	2.77986/2.76161	
開放電圧(Voc(V))	0.70672	0.6706/0.72587	
最大出力電力(Pm)	1.50568	1.19388/2.16385	
最大出力動作電圧	0.57628	0.48244/0.60076	
最大出力動作電流	2.61276	2.47466/3.6019	
曲線因子FF	0.76884	0.64043/1.07932	
直列抵抗Rs(Ω)	1.5366E+01		
並列抵抗Rsh(Ω)	8.5200E+04		
変光面積(cm ²)	0.25		
変換効率η(%)	6.0227	4.7755/8.6554	
入射光Pint(mW)	25		
電圧(V)	電流(mA)	電力(mW)	
17	-0.05	11.18	-0.559
18	-0.0092	11.188	-0.1029296
19	0.0316	1.0884	0.3439344
20	0.0724	1.0806	0.7824992
21	0.1132	1.092	1.236144
22	0.154		
23	0.1948		
24	0.2356		
25	0.2764		
26	0.3172		
27	0.358		
28	0.3988		
29	0.4192		
30	0.4396		
31	0.45		
32	0.4804		
33	0.5008		
34	0.5212		
35	0.5416		
36	0.562		
37	0.5824		
38	0.6028		
39	0.6232		
40	0.6436		

外部信号によるI-V測定を開始

注)「W32-R6246SOL3」だけの機能です。

外付け機器のデジタル入力を使用します。

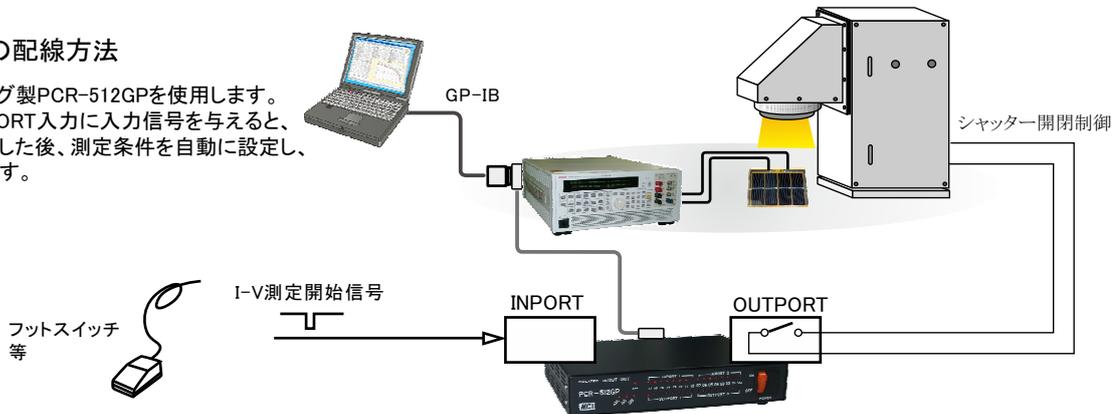
外付け機器へのデジタル信号の入力に同期してI-V測定を開始することができます。別途、当社の指定する外部機器をご用意いただく必要があります。この方法の利点は、「手動」、「初回自動」、「毎回自動」から、自由な選択ができることです。フットスイッチの信号、分光器からの信号、シーケンサからの信号などに同期した測定の実用が考えられます。下記の接続方法から選択してください。

「PCR-512GP入力でスイープ開始」にチェックを付けます。通常チェックは外しておいてください。

ダブルクリックで入力ポート番号を変更できます。

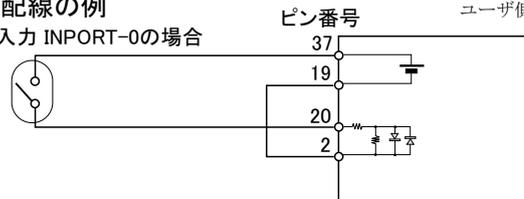
PCR-512GP側の配線方法

MCIエンジニアリング製PCR-512GPを使用します。PCR-512GPのINPORT入力に入力信号を与えると、シャッターがオープンした後、測定条件を自動的に設定し、I-V測定を実行します。



配線の例

入力 INPORT-0の場合

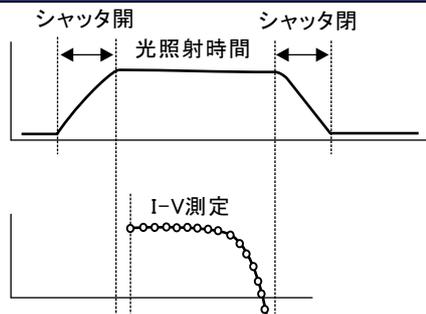


MCIエンジニアリング社製(日本製) ユーザー側でご用意ください。

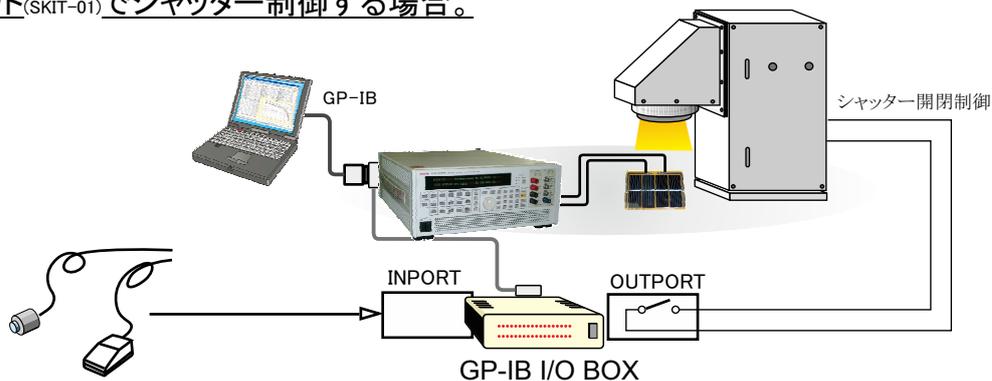
ソーラーシミュレータのシャッター制御を行なうI-V測定

注)「W32-R6246SOL3」だけの機能です。

ソーラーシミュレータにシャッター開閉機能が装備され、パソコンからのシャッター制御が可能な場合、必要最小限の照射時間でI-V測定ができます。測定直前にシャッターをオープンし、測定完了と同時にシャッターをクローズします。また、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。

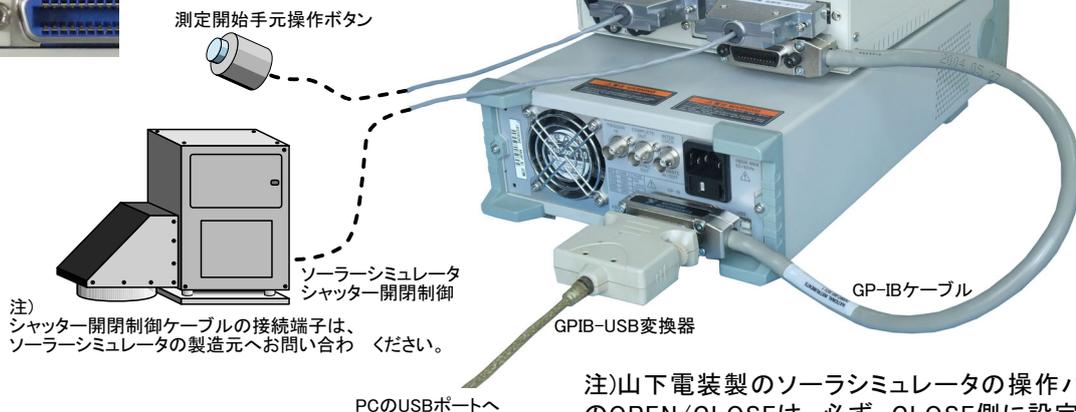


シャッター開閉制御キット(SKIT-01)でシャッター制御する場合。



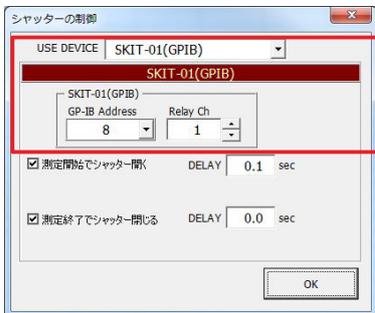
配線の方法

GPIB I/O BOXの裏面のDISP SW設定
DISP SW.の4, 6, 7 をON

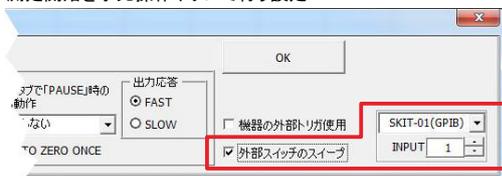


ソフトウェアの設定

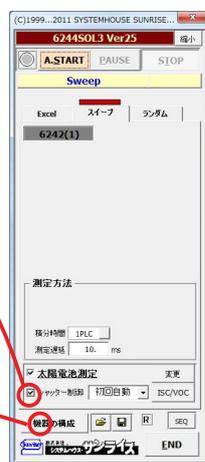
シャッター開閉制御を行う設定



測定開始を手元操作ボタンで行う設定



注)山下電装製のソーラシミュレータの操作パネルのOPEN/CLOSEは、必ず、CLOSE側に設定する。



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。

Asahi Spectraを 択 します。

ソーラシミュレータと接続したRS232Cポート番号を設定します。

シャッターオープン指示を出してからI-V測定を開始するまでの遅延時間を入力します。シャッターのオープン動作が遅い場合に、シャッターが完全にオープンするまでの時間調整をします。

I-V測定終了後、シャッタークロス指示を出すまでの遅延時間を入力します。

「シャッター制御」にチェックを付けると、I-V測定時にシャッター制御が行なわれます。

RS-232Cによるシャッター制御

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

Agilent34970Aを 択 します。

34970AのGP-IBアドレスを設定します。

34903Aアクチュエータモジュールのリレー番号を入力します。

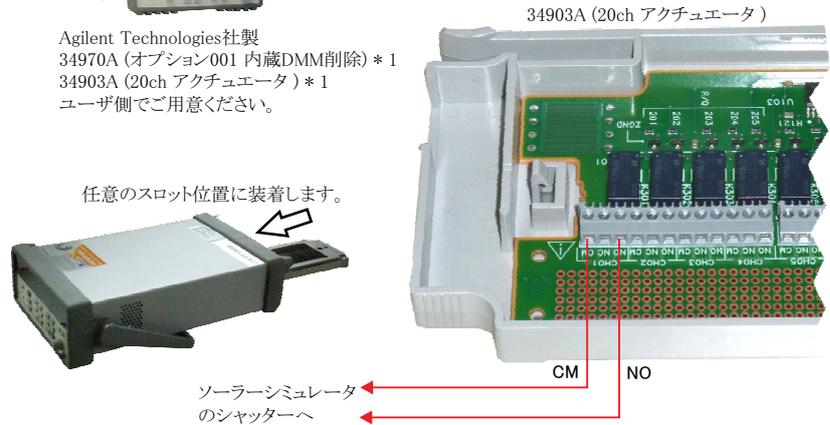
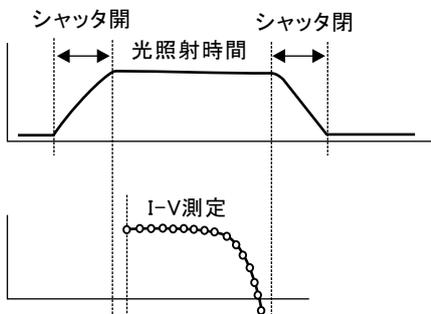
シャッターオープン指示を出してからI-V測定を開始するまでの遅延時間を入力します。シャッターのオープン動作が遅い場合に、シャッターが完全にオープンするまでの時間調整をします。

I-V測定終了後、シャッタークロス指示を出すまでの遅延時間を入力します。

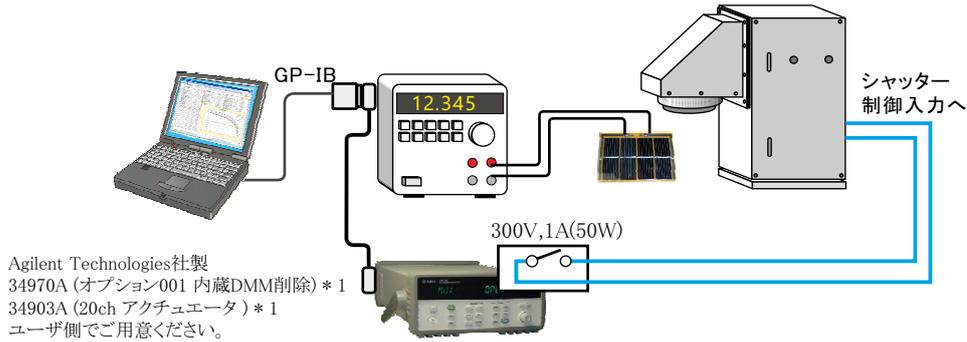
「シャッター制御」にチェックを付けると、I-V測定時にシャッター制御が行なわれます。

300V, 1A(50W)

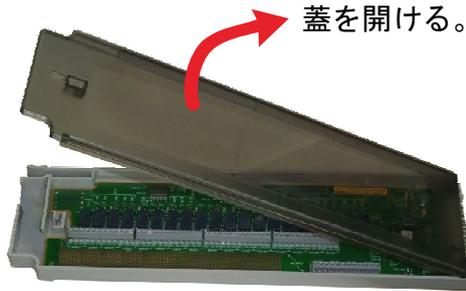
Agilent Technologies社製
34970A (オプション001 内蔵DMM削除) * 1
34903A (20ch アクチュエータ) * 1
ユーザー側でご用意ください。



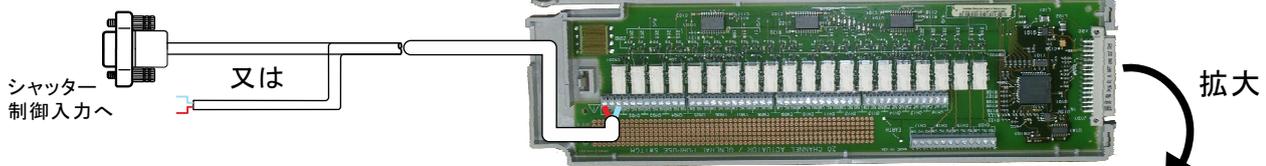
ソーラーシミュレータのシャッター開閉制御の「34903A」配線方法



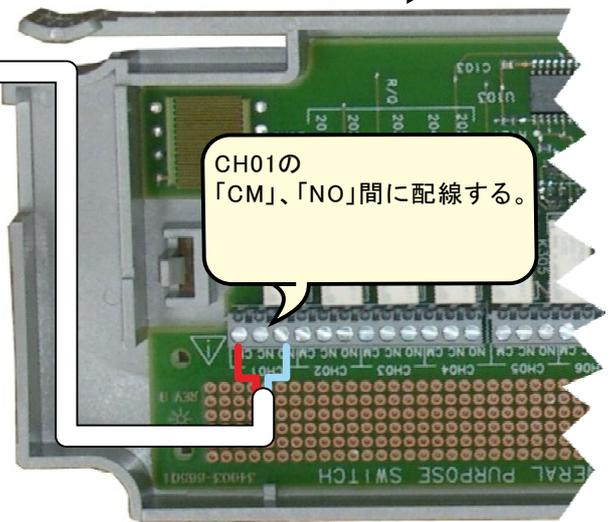
①34903Aの蓋を開ける



②シャッター接続ケーブルを配線する



③34970A本体へ装着する。



④ソフト側の設定

- Agilent34970A を選択
- GPIB Address は、16 を選択
- Relay Ch は、1 を選択
- チェックを付ける。



注)山下電装製のソーラシミュレータの操作パネルのOPEN/CLOSEは、必ず、CLOSE側に設定する。

MCIエンジニアリング社PCR-521GPのリレーボックスを使用してシャッタ制御を行う場合。

「シャッター制御」にチェックを付けると、I-V測定時にシャッター制御が行なわれます。

MCI PCR-521GP を 択 します。
 PCR-521GPのGP-IBアドレスを設定します。
 PCR-521GPの出力リレー番号を入力します。
 シャッターオープン指示を出してからI-V測定を開始するまでの遅延時間を入力します。シャッターのオープン動作が遅い場合に、シャッターが完全にオープンするまでの時間調整をします。
 I-V測定終了後、シャッタークロス指示を出すまでの遅延時間を入力します。

ADC社7461Pのデジタル出力を使用してシャッタ制御を行う場合。

「シャッター制御」にチェックを付けると、I-V測定時にシャッター制御が行なわれます。

ADC 7461P を 択 します。
 7461PのGP-IBアドレスを設定します。
 シャッターオープン指示を出してからI-V測定を開始するまでの遅延時間を入力します。シャッターのオープン動作が遅い場合に、シャッターが完全にオープンするまでの時間調整をします。
 I-V測定終了後、シャッタークロス指示を出すまでの遅延時間を入力します。

「実電流で算出」と
「電流密度で算出」
の測定結果の例

実電流で算出				電流密度で算出			
日付	2010/06/19			日付	2010/06/19		
時刻	22:58:22			時刻	22:58:38		
温度(外部測定器)	25.6			温度(外部測定器)	25.4		
短絡電流Iscc(mA)	39.657			短絡電流Iscc(mA/cm ²)	7.9273		
開放電圧Voc(V)	0.50713			開放電圧Voc(V)	0.5068		
最大出力電力Pmax(mW)	14.0143			最大出力電力Pmax(mW/cm ²)	2.79944		
最大出力動作電圧Vmax(V)	0.40552			最大出力動作電圧Vmax(V)	0.40552		
最大出力動作電流Imax(mA)	34.559			最大出力動作電流Imax(mA/cm ²)	6.9033		
曲線因子FF	0.69685			曲線因子FF	0.6968		
直列抵抗Rs(Ω)	8.9028E-01			直列抵抗Rs(Ω/cm ²)	4.4242E+00		
並列抵抗Rsh(Ω)	3.2756E+02			並列抵抗Rsh(Ω/cm ²)	1.6350E+03		
電圧規定電流Iv(mA)	34.898			電圧規定電流Iv(mA/cm ²)	6.9714		
電流規定電圧Viv(V)	0.44143			電流規定電圧Viv(V)	0.44103		
受光部面積(cm ²)	5			受光部面積(cm ²)	5		
変換効率η(%)	2.80286			変換効率η(%)	2.79944		
入射光Pint(mW)	500			入射光Pint(mW/cm ²)	100		
電圧(V)	電流(mA)	電力(mW)		電圧(V)	電流(mA/cm ²)	電力(mW/cm ²)	
	-0.05	39.809	-1.99045	-0.05	7.9578	-0.39789	
	-0.0292	39.745	-1.160554	-0.0292	7.9452	-0.23199984	
	-0.0084	39.682	-0.3333288	-0.0084	7.9324	-0.06663216	
	0.0124	39.619	0.4912756	0.0124	7.9198	0.09820552	
	0.0332	39.556	1.3132592	0.0332	7.9072	0.26251904	
	0.054	39.493	2.1326222	0.054	7.8946	0.4263084	
	0.0748	39.429	2.9492892	0.0748	7.8819	0.58955864	
	0.0956	39.363	3.7631028	0.0956	7.8696	0.75223816	
	0.1164	39.296	4.5740544	0.1164	7.8552	0.91434528	
	0.1372	39.226	5.3819072	0.1372	7.8412	1.07561264	
	0.158	39.151	6.185858	0.158	7.8262	1.2365396	
	0.179	39.071	6.9859044	0.179	7.8107	1.39663376	

通常の測定データの入力例

1回目測定				2回目測定				3回目測定				4回目測定			
接続時間(s)	0			接続時間(s)	18.86			接続時間(s)	28.158			接続時間(s)			
温度(外部測定器)	-0.038586			温度(外部測定器)	-0.038406			温度(外部測定器)	-0.037887			温度(外部測定器)			
短絡電流Iscc(mA)	39.689			短絡電流Iscc(mA)	36.908			短絡電流Iscc(mA)	29.042			短絡電流Iscc(mA)			
開放電圧Voc(V)	0.51074			開放電圧Voc(V)	0.50603			開放電圧Voc(V)	0.49833			開放電圧Voc(V)			
最大出力電力Pmax(mW)	13.7381			最大出力電力Pmax(mW)	13.0387			最大出力電力Pmax(mW)	9.502			最大出力電力Pmax(mW)			
最大出力動作電圧Vmax(V)	0.40816			最大出力動作電圧Vmax(V)	0.40812			最大出力動作電圧Vmax(V)	0.39666			最大出力動作電圧Vmax(V)			
最大出力動作電流Imax(mA)	33.579			最大出力動作電流Imax(mA)	31.949			最大出力動作電流Imax(mA)	23.958			最大出力動作電流Imax(mA)			
曲線因子FF	0.69631			曲線因子FF	0.69402			曲線因子FF	0.67897			曲線因子FF			
直列抵抗Rs(Ω)	8.9526E-01			直列抵抗Rs(Ω)	1.0034E+00			直列抵抗Rs(Ω)	1.0816E+00			直列抵抗Rs(Ω)			
並列抵抗Rsh(Ω)	3.2156E+02			並列抵抗Rsh(Ω)	3.2280E+02			並列抵抗Rsh(Ω)	3.2806E+02			並列抵抗Rsh(Ω)			
電圧規定電流Iv(mA)	34.898			電圧規定電流Iv(mA)	34.898			電圧規定電流Iv(mA)	34.898			電圧規定電流Iv(mA)			
電流規定電圧Viv(V)	0.44143			電流規定電圧Viv(V)	0.44143			電流規定電圧Viv(V)	0.44143			電流規定電圧Viv(V)			
受光部面積(cm ²)	5			受光部面積(cm ²)	5			受光部面積(cm ²)	5			受光部面積(cm ²)			
変換効率η(%)	13.7381			変換効率η(%)	13.0387			変換効率η(%)	9.502			変換効率η(%)			
入射光Pint(mW)	100			入射光Pint(mW)	100			入射光Pint(mW)	100			入射光Pint(mW)			
電圧(V)	電流(mA)	電力(mW)		電圧(V)	電流(mA)	電力(mW)		電圧(V)	電流(mA)	電力(mW)		電圧(V)	電流(mA)	電力(mW)	
	-0.05	38.84	-1.342		-0.05	38.776	-1.322582		-0.05	38.711	-1.30296		-0.05	38.646	-1.283338
	-0.0292	38.776	-1.1322582		-0.0292	38.714	-1.03251876		-0.0292	38.651	-0.93204724		-0.0292	38.588	-0.8317268
	-0.0084	38.714	-0.33251876		-0.0084	38.651	-0.28222724		-0.0084	38.588	-0.2325068		-0.0084	38.525	-0.1827864
	0.0124	38.651	0.4782724		0.0124	38.588	0.42855196		0.0124	38.525	0.37883152		0.0124	38.462	0.32911112
	0.0332	38.588	1.2811216		0.0332	38.525	1.0840012		0.0332	38.462	0.87845048		0.0332	38.399	0.67389984
	0.054	38.525	2.086936		0.054	38.462	1.88188064		0.054	38.399	1.67696088		0.054	38.336	1.47204112
	0.0748	38.462	2.8766576		0.0748	38.399	2.6663688		0.0748	38.336	2.45572912		0.0748	38.273	2.24508944
	0.0956	38.399	3.6700488		0.0956	38.336	3.45447904		0.0956	38.273	3.24283928		0.0956	38.21	3.03169952
	0.1164	38.331	4.4617284		0.1164	38.268	4.23996864		0.1164	38.205	4.02862888		0.1164	38.142	3.81778912
	0.1372	38.263	5.2486836		0.1372	38.204	5.02009808		0.1372	38.139	4.80796832		0.1372	38.076	4.59518864
	0.158	38.189	6.033862		0.158	38.122	5.80422752		0.158	38.061	5.59049704		0.158	38.001	5.37570656
	0.1788	38.111	6.8142468		0.1788	38.044	6.58281704		0.1788	38.001	6.36802656		0.1788	37.964	6.15313608
	0.1996	38.025	7.589796		0.1996	37.927	7.36332656		0.1996	37.891	7.14853608		0.1996	37.854	6.9386456
	0.2204	37.927	8.3581108		0.2204	37.804	8.13873608		0.2204	37.768	7.9239456		0.2204	37.731	7.71405512
	0.2412	37.812	9.1202544		0.2412	37.687	8.9008456		0.2412	37.651	8.68605512		0.2412	37.614	8.47116464
	0.262	37.672	9.870064		0.262	37.57	9.6516736		0.262	37.534	9.43688312		0.262	37.497	9.22199264
	0.2828	37.497	10.6041516		0.2828	37.453	10.39248312		0.2828	37.417	10.17769264		0.2828	37.381	9.96280216
	0.3036	37.27	11.315172		0.3036	37.336	11.13329264		0.3036	37.301	10.91790216		0.3036	37.264	10.70301168
	0.3244	36.962	11.9804728		0.3244	37.219	11.88410216		0.3244	37.184	11.66871168		0.3244	37.148	11.4537212
	0.3452	36.539	12.6132628		0.3452	37.102	12.60991168		0.3452	37.067	12.4045212		0.3452	37.031	12.19913072
	0.3504	36.402	12.7556112		0.3504	37.025	12.7522612		0.3504	36.989	12.54683072		0.3504	36.953	12.34144024
	0.3556	36.26	12.8984056		0.3556	36.948	12.89567104		0.3556	36.912	12.69028056		0.3556	36.876	12.48489008
	0.3608	36.119	13.0416456		0.3608	36.867	13.03901088		0.3608	36.831	12.83489008		0.3608	36.795	12.6295006
	0.366	35.978	13.1853304		0.366	36.786	13.18275072		0.366	36.75	12.97949972		0.366	36.714	12.77411024
	0.3712	35.837	13.3294704		0.3712	36.705	13.32749056		0.3712	36.669	13.1240992		0.3712	36.633	12.91872072
	0.3764	35.696	13.4740656		0.3764	36.624	13.4722304		0.3764	36.588	13.26869888		0.3764	36.552	13.0633304
	0.3816	35.555	13.619116		0.3816	36.543	13.61747024		0.3816	36.507	13.41329808		0.3816	36.471	13.20792864
	0.3868	35.414	13.7646216		0.3868	36.462	13.76271008		0.3868	36.431	13.5579072		0.3868	36.395	13.3525588
	0.392	35.273	13.9105824		0.392	36.381	13.90845008		0.392	36.35	13.70250432		0.392	36.314	13.49718944
	0.3972	35.132	14.0569984		0.3972	36.301	14.05469008		0.3972	36.27	13.84710144		0.3972	36.278	13.64181008
	0.4024	35.001	14.2038696		0.4024	36.22	14.20143008		0.4024	36.19	13.99170256		0.4024	36.154	13.7864212
	0.4076	34.87	14.351196		0.4076	36.141	14.34877008		0.4076	36.11	14.13630368		0.4076	36.074	13.93103184
	0.4128	34.741	14.4990776		0.4128	36.062	14.49671008		0.4128	36.032	14.2809048		0.4128	36.036	14.07563544
	0.418	34.612	14.6475144		0.418	35.983	14.64565008		0.418	35.953	14.42610608		0.418	35.917	14.22024672
	0.4232	34.483	14.7965168		0.4232	35.904	14.79465008		0.4232	35.874	14.5717072		0.4232	35.838	14.36485736
	0.4284	34.354	14.9460752		0.4284	35.825	14.94471008		0.4284	35.795	14.71730832		0.4284	35.759	14.509468
	0.4336	34.225	15.0962992		0.4336	35.746	15.09377008		0.4336	35.716	14.86290944		0.4336	35.68	14.65407864
	0.4388	34.096	15.2471792		0.4388	35.667	15.24383008		0.4388	35.637	15.00851056		0.4388	35.601	14.7986892
	0.444	33.967	15.3987168		0.444	35.588	15.39489008		0.444	35.558	15.15411168		0.444	35.522	14.94329984
	0.4492	33.838	15.5509216		0.4492	35.509	15.54695008		0.4492	35.479	15.3002128		0.4492	35.443	15.0879104
	0.4544	33.709	15.7037936		0.4544	35.43	15.69901008		0.4544	35.4	15.44531408		0.4544	35.404	15.23252112
	0.4596	33.58	15.8573312		0.4596	35.351	15.85117008		0.4596	35.321	15.5904152		0.4596	35.328	15.37713176
	0.4648	33.451	16.0115344		0.4648	35.272	16.00343008		0.4648	35.242	15.7355164				

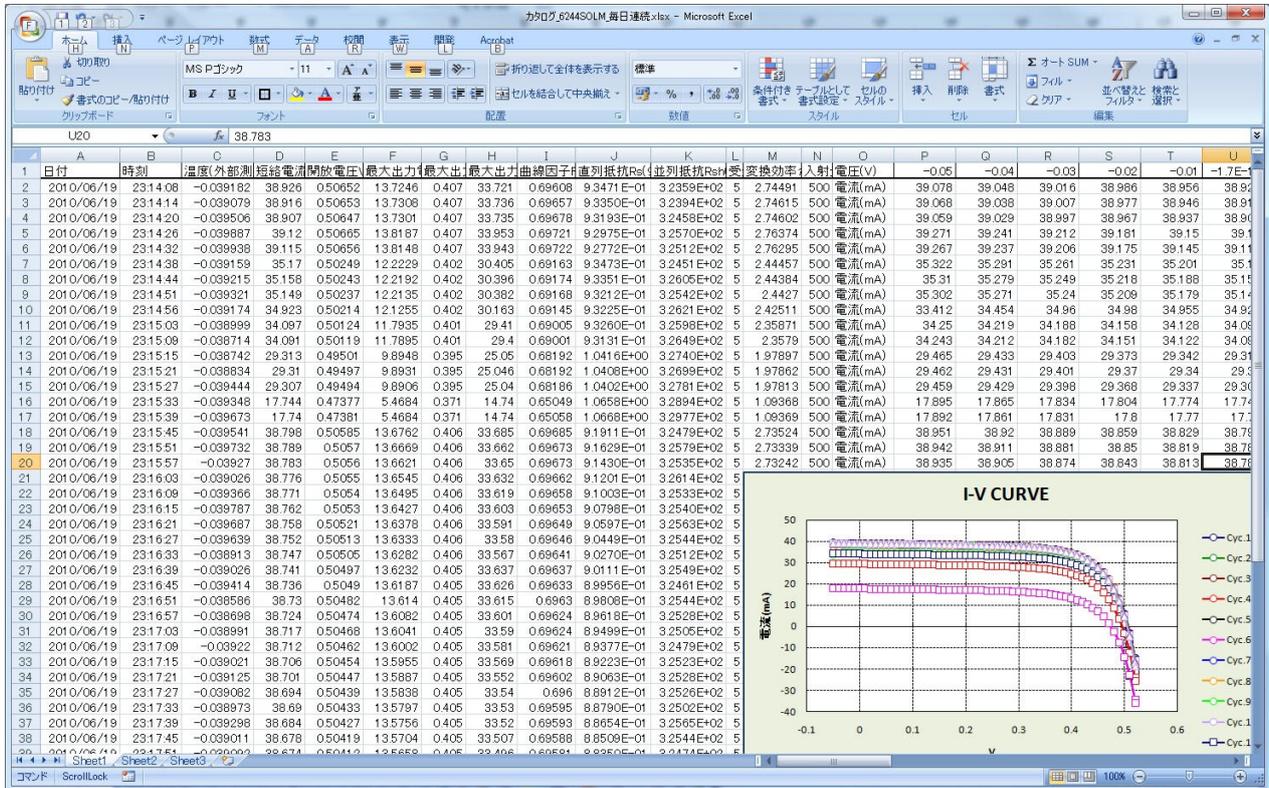
毎日の連続測定を行う場合

「毎日、繰り返し測定を行う」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いきます。
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」を繰り返し、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”

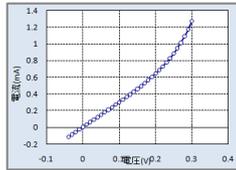
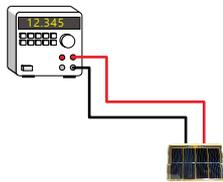


自動シーケンス測定

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。

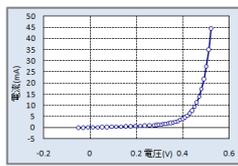
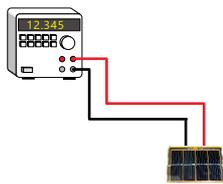
例えば、「狭域DARK-IV測定」、「広域DARK-IV測定」、「OneSun IV測定」のそれぞれの条件を登録し、この3つの測定を一括して測定が可能になります。

【自動シーケンス測定の応用例】



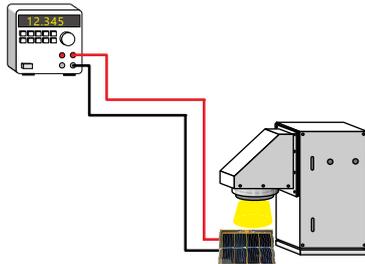
STEP-1

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

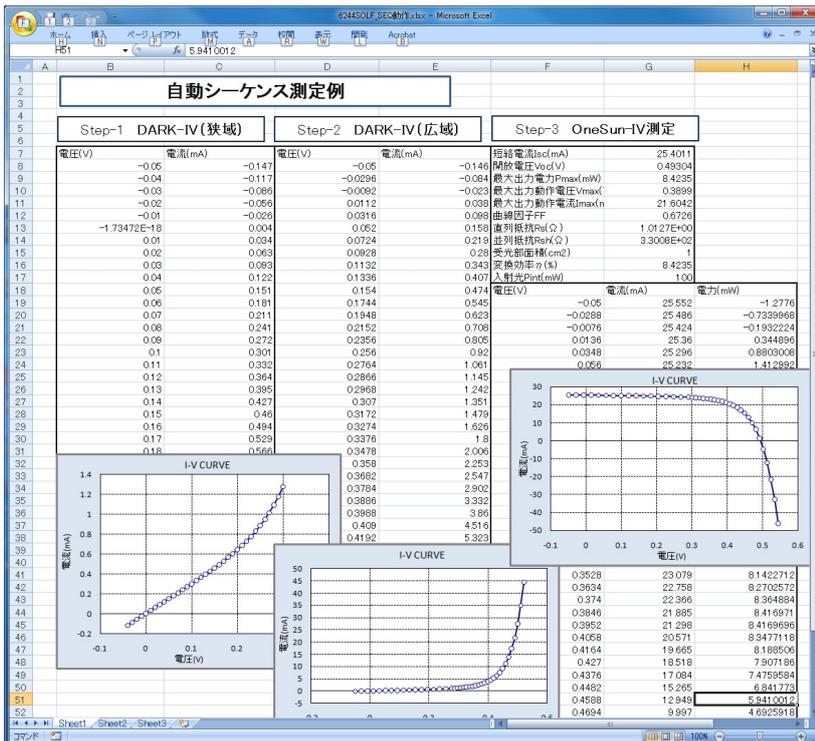
大電流の広域のDARK-IV測定を行います。
シャッター制御はOFFにします。



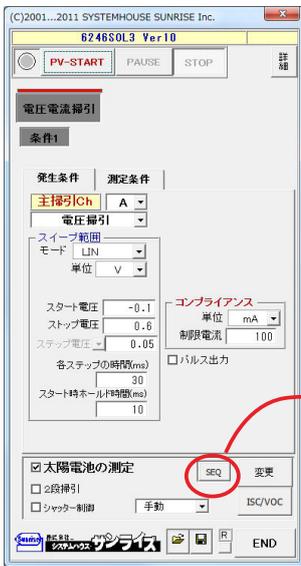
STEP-3

ONE-SUNのIV測定を行います。
シャッター制御はONにします。

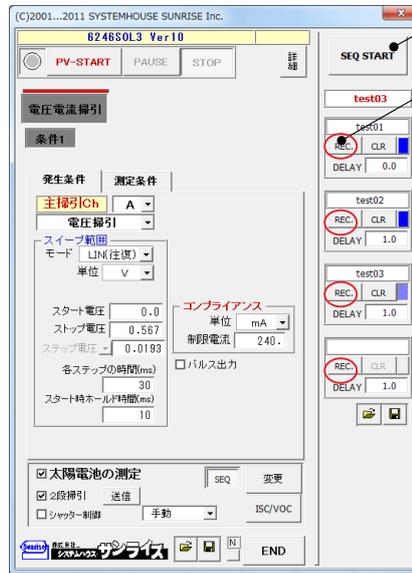
測定結果



自動シーケンス測定の方法



自動シーケンス測定モードを ON/OFFします。



自動シーケンス測定スタートボタン

測定条件登録ボタン
クリックすると、現在の測定条件が登録されます

この領域に、測定条件を登録します。
最大4種類の測定条件が登録できます。
試験条件が登録してない領域は、スキップします。

STEP-1

STEP-2

STEP-3

STEP-4

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。



自動シーケンス測定を開始します。

現在実行中の測定名が表示されます。

測定名(測定条件のファイル名)の表示

測定の登録。
左側画面に入力されている全ての測定条件を、ファイル名を付けて登録します。
このボタンをクリックしたとき、左画面に表示されている測定条件が無条件に登録されます。

登録した測定を削除します。

登録されている測定条件を読み込んで、左側の条件画面に表示されます。
条件を修正して、登録ボタンで再登録できます。

この測定を開始する前の待ち時間を入力します。
単位は、秒です。
空欄の場合は、測定前にダイアログが表示され、継続(Y/N)の確認が行われます。

自動シーケンス測定内容の保存/読込を行います。

太陽電池以外の2チャンネル同時I-V測定の方法

操作説明

本ソフトは、下記の3つの測定方式があります。
目的に合った最良の測定方式を選択してください。

①電圧/電流の掃引

測定器のスイープ機能を利用して、電圧-電流特性を測定します。各チャンネルごとに、下記の4つの機能をサポートしています。下記機能は、各チャンネル独立に設定が可能です。チャンネル間の同期をとって出力します。

- 1.DC及びパルス電圧スイープ
- 2.DC及びパルス電流スイープ
- 3.DC及びパルスの固定電圧スイープ
- 4.DC及びパルスの固定電流スイープ

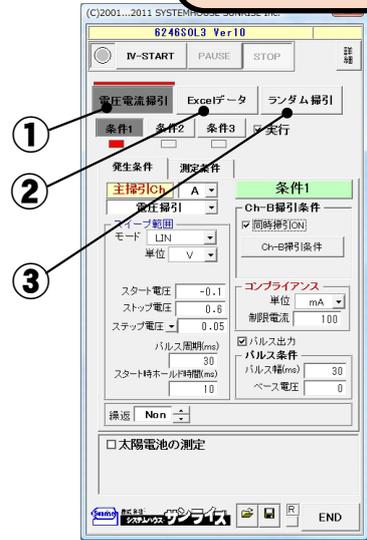
②Excelデータ

Excelシートにキー入力したデータを1点ずつ出力します。出力と測定を同時に行います。各チャンネル別々の値を同期を取りながら出力できます。測定値は、リアルタイムにExcelに取り込まれます。電圧/電流及びDC/パルスの選択が可能です。
また、測定値が指定範囲を外れると自動的に測定を停止させることも可能です。

③ランダム掃引

Excelシートにキー入力したデータを測定器本体のランダムメモリに取り込みます。ランダムメモリに取り込んだデータを使用して、2チャンネル間の同期を取ってランダムスイープを行います。

最初に「詳細」を選択し、測定器の型式と、そのGP-IBアドレスを設定してください。



①電圧/電流の掃引

発生条件の設定

測定を開始します。
「電圧電流掃引」タブを 択しておきます。

測定を中断します。

「電圧電流掃引」を選択します。

条件を入力するスイープ条件を 択します。
これら各条件は「START」ボタンにより、連続的に実行されます。各条件の測定結果はシートを分けて入力されます。

出力方法を下記の内から選択します。
「電圧掃引」「電流掃引」
「電圧固定掃引」「固定電流掃引」

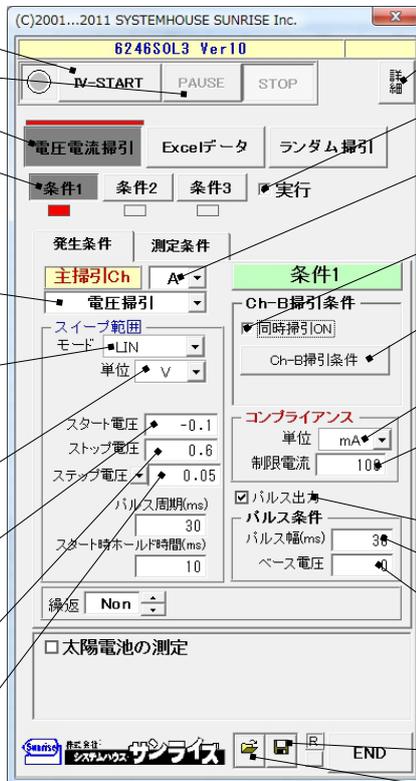
掃引方法を下記から選択します。
・HIS(ヒステリシス) ・LIN ・LOG
・LIN(往復) ・LOG(往復)
詳細は後術を参照ください。

スタート/ストップ等の入力値の単位を指定します。

「HIS」を 択した時、掃引の上側ストップ値を入力します。
この欄は「HIS」を 択したときだけ表示されます。

掃引のスタート値を入力します。出力のレンジは、「BEST FIX」が使用されます。

掃引のストップ値を入力します。
「HIS」を 択した場合は、下側ストップ値を入力します。



他の詳細設定を入力します。
本ページ下部の説明を参照ください。※1

現在 択中の測定条件を有効にします。

出力するチャンネル(主掃引チャンネル)を指定します。

2チャンネル同時掃引する時にチェックします。

副掃引チャンネルの掃引条件を入力するときにクリックします。

コンプライアンスの入力値の単位を指定します。

コンプライアンス(制限)値を入力します。
測定のレンジは、ここで入力した値に基づき機器側の「BEST FIX」機能により決定されます。
従いまして、あまり大きな値を入力すると測定値の分解能が低下し、測定値の精度を悪くします。

パルス出力を行う時チェックを付けます。

パルスの時間幅を入力します。
最小パルス幅は100usです。

パルスベース電圧または電流を入力します。
単位は、上記のスタート、ストップ値での単位に準じます。

測定条件を保存します。

測定条件を読み込みます。

掃引のストップ値の入力方法を切替えます。「HIS」が 択されたときは、「ステップ電圧/電流」だけ、「LOG」が 択されたときは、「ステップ数」だけの固定となります。

掃引の「ステップ電流/電圧」または「ステップ数」を入力します。スイープステップ数の最大測定点数は、「2048」です。

スイープ時、各ステップでの出力レベルを保持する時間を入力します。パルス出力が 択された場合は、「パルス周期」になります。

スイープスタート時の、最初のホールド時間を入力します。詳細は、R6245/46「取扱説明書」の「スイープ測定」の項を参照下さい。



繰り返すスイープ回数を設定します。最大回数は15回です。

繰返しスイープ測定で、スイープ間の待ち時間を入力します。

繰返し回数が2回以上に設定されると表示されます。測定の繰返ごとに、測定開始の確認が行われます。繰返測定で測定ごとに被測定物を取り換える必要が得る場合にチェックを付けると便利です。

全入力条件を、ファイルに保存します。

入力条件のファイルを開きます。

※1「詳細」の入力

機器で設定した GP-IB アドレス

使用する機器の型式の入力

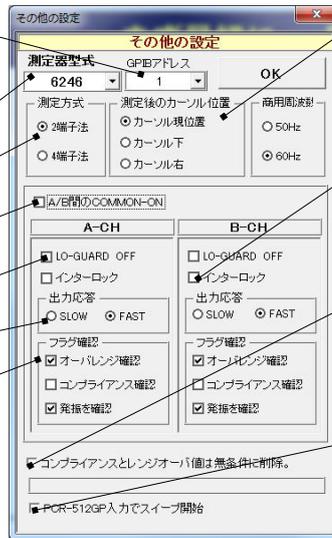
2端子接続/4端子接続を切り換えます。

A/B間のCOMMONをON/OFFします。通常は、OFFで使用します。

LO-GUARDのON/OFFを設定します。通常は、ONで使用します。

出力の応答性をSLOWにします。通常はFASTで使用します。

個々の測定データのヘッダ情報によるデータの適正を判断します。ただし、スイープ動作でスイープ待ち中に、この項目が検出された場合、ここでの設定は無視され測定動作は中断されます。



測定後、自動的にExcel上のカーソルを、次のデータ取り込み位置へすすめます。新しい測定値が、前の測定データに上書きしないようにするために使用します。電圧掃引とランダム掃引の時に機能します。

インターロックのON/OFFを設定します。通常は、OFFで使用します。フィックスチャを使用し、蓋を閉めないと出力がONにならないようにする場合、ONに設定します。

「電圧電流掃引」の場合だけ適応。測定で、コンプライアンス、または、レンジオーバの発生したデータは、無条件でExcelに空欄で入力されます。チェックがついていない場合は、その都度、警告が表示されます。

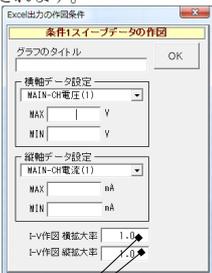
外部リレーボックスPCR-512GPの入力端子の信号でスイープを開始します。

測定条件の設定

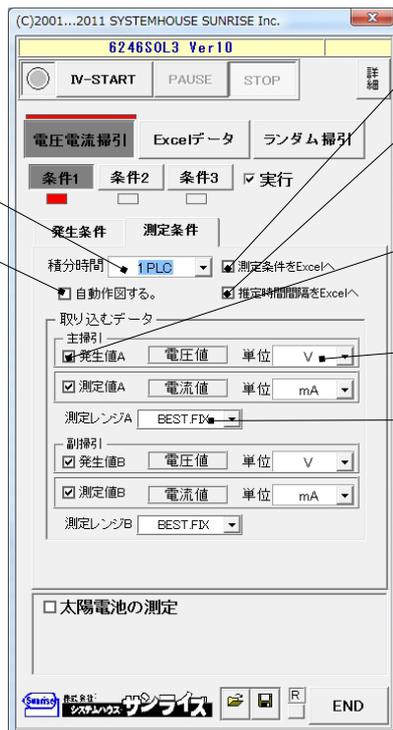
複数の条件での測定を行った場合、各条件毎の測定結果が、別々のシートに入力されます。シート数が不足している場合は、自動的にシートが作成されます。

測定の積分時間を設定します。

測定後、自動的に作図を実行するときにチェックします。チェックを付けたとき、下記の作図条件画面が表示されますから、横軸/縦軸に作図するデータを指定します。軸に指定した測定データが取得されないと、作図は行われません。また、「MAX」「MIN」の欄が空欄の場合は、オートスケールで作図されます。



Excelシート上のグラフサイズの大きさを調整します。デフォルトで作図されるサイズに対して拡大または縮小します。デフォルトのグラフサイズは、Excelのバージョンや、ディスプレイのサイズにより異なります。



測定条件を、測定データと同時にExcelに入力します。

発生値/測定値に付随して、測定時間間隔をExcelへ入力します。この時間は、測定器の仕様上、数100usの誤差を伴います。また、保持時間と同一の時間間隔になると限りません。

Excelへ入力する項目にチェックをつけます。繰返し回数が2回以上に設定されている場合は、発生値/測定値の両方にチェックが付いた状態に固定され変更できません。

測定結果をExcelへ入力する時の単位を設定します。

測定レンジを設定します。

・「BEST.FIX」制限値を超える1つ上のレンジに固定されます。
・「AUTO」オートレンジに設定します。
・「MIN. 6mA」「MIN. 6V」など数値の指定値を最小レンジとするオートレンジモードです。
2チャンネルの同期測定を行う場合、AUTOレンジを指定すると、チャンネル間の同期がとれない場合があります。

測定結果がExcelシートに入力された例

「測定条件をExcelへ入力」にチェックを付けた場合に、測定器の設定条件が入力されます。

この部分にスイープ後の測定データが入力されます。スイープを4回繰り返した場合の例。

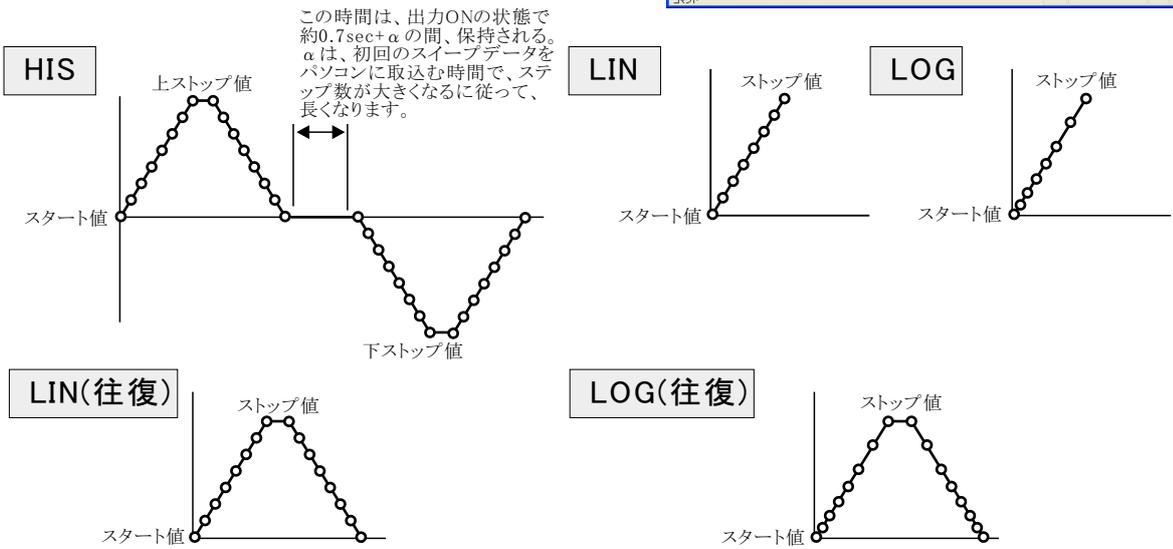
2チャンネル同時スイープの場合は、もう一つのチャンネルのデータが、ここに入力されます。

A発生電圧(V)	A測定電流(mA)	A測定電流(mA)	A測定電流(mA)	A測定電流(mA)	B発生電圧(V)	B測定電流(mA)	B測定電流(mA)	B測定電流(mA)	B測定電流(mA)
-1	-0.03668	-0.03668	-0.03667	-0.03668	-1	-0.04987	-0.04987	-0.04985	-0.04986
-0.9	-0.03301	-0.03302	-0.03301	-0.03301	-0.9	-0.0449	-0.04489	-0.0449	-0.04488
-0.8	-0.02935	-0.02934	-0.02934	-0.02934	-0.8	-0.03993	-0.03992	-0.03993	-0.03991
-0.7	-0.02568	-0.02567	-0.02568	-0.02567	-0.7	-0.03495	-0.03493	-0.03495	-0.03494
-0.6	-0.02201	-0.02201	-0.02201	-0.02201	-0.6	-0.02997	-0.02999	-0.02997	-0.02997
-0.5	-0.01834	-0.01834	-0.01834	-0.01834	-0.5	-0.025	-0.02499	-0.02501	-0.02499
-0.4	-0.01467	-0.01467	-0.01467	-0.01468	-0.4	-0.02003	-0.02002	-0.02004	-0.02001
-0.3	-0.011	-0.01101	-0.011	-0.011	-0.3	-0.01506	-0.01504	-0.01506	-0.01504
-0.2	-0.00734	-0.00733	-0.00734	-0.00734	-0.2	-0.01008	-0.01006	-0.01008	-0.01006
-0.1	-0.00367	-0.00366	-0.00367	-0.00366	-0.1	-0.00511	-0.00509	-0.00511	-0.00508
0	-0.00001	0	-0.00001	0	0	-0.00014	-0.00012	-0.00013	-0.00011
0.1	0.00365	0.00366	0.00366	0.00365	0.1	0.00483	0.00485	0.00483	0.00486
0.2	0.00732	0.00733	0.00732	0.00733					
0.3	0.01099	0.011	0.01099	0.01099					
0.4	0.01466	0.01467	0.01466	0.01466					
0.5	0.01833	0.01834	0.01833	0.01833					
0.6	0.02199	0.022	0.02199	0.022					
0.7	0.02566	0.02568	0.02566	0.02567					
0.8	0.02933	0.02934	0.02933	0.02934					
0.9	0.03299	0.033	0.03299	0.033					
1	0.03666	0.03667	0.03667	0.03667					
1.1	0.04034	0.04034	0.04034	0.04034					
1.2	0.044	0.04401	0.044	0.04401					
1.3	0.04767	0.04768	0.04767	0.04767					
1.4	0.05134	0.05135	0.05134	0.05134					
1.5	0.05501	0.05502	0.05501	0.05501					
1.6	0.05867	0.05868	0.05868	0.05867					
1.7	0.06234	0.06235	0.06235	0.06234					
1.8	0.066	0.06602	0.06601	0.06601					
1.9	0.06968	0.06968	0.06968	0.06967					
2	0.07334	0.07335	0.07335	0.07335					

「HIS」モードでの測定結果例

発生電圧(V)	測定電流(mA)	測定電流(mA)
0.4	406	79
0.6	591	132
0.8	795	185
1	999	239
1.2	1198	293
1.4	1415	347
1.6	1644	401
1.8	1889	455
2	2144	509
2.2	2415	563
2.4	2699	617
2.6	2999	671
2.8	3315	725
3	3644	779
3.2	3989	833
3.4	4344	887
3.6	4715	941
3.8	5099	995
4	5499	1049
4.2	5915	1103
4.4	6344	1157
4.6	6789	1211
4.8	7244	1265
5	7715	1319
5.2	8199	1373
5.4	8699	1427
5.6	9215	1481
5.8	9744	1535
6	10289	1589
6.2	10844	1643
6.4	11409	1697
6.6	11989	1751
6.8	12584	1805
7	13194	1859
7.2	13815	1913
7.4	14449	1967
7.6	15099	2021
7.8	15764	2075
8	16444	2129
8.2	17139	2183
8.4	17849	2237
8.6	18574	2291
8.8	19315	2345
9	20074	2399
9.2	20849	2453
9.4	21639	2507
9.6	22444	2561
9.8	23264	2615
10	24099	2669
10.2	24949	2723
10.4	25814	2777
10.6	26694	2831
10.8	27589	2885
11	28499	2939
11.2	29424	2993
11.4	30364	3047
11.6	31319	3101
11.8	32289	3155
12	33274	3209
12.2	34274	3263
12.4	35289	3317
12.6	36319	3371
12.8	37364	3425
13	38424	3479
13.2	39499	3533
13.4	40589	3587
13.6	41694	3641
13.8	42814	3695
14	43949	3749
14.2	45099	3803
14.4	46264	3857
14.6	47444	3911
14.8	48639	3965
15	49849	4019
15.2	51074	4073
15.4	52314	4127
15.6	53569	4181
15.8	54839	4235
16	56124	4289
16.2	57424	4343
16.4	58739	4397
16.6	60069	4451
16.8	61414	4505
17	62774	4559
17.2	64149	4613
17.4	65539	4667
17.6	66944	4721
17.8	68364	4775
18	69799	4829
18.2	71249	4883
18.4	72714	4937
18.6	74194	4991
18.8	75689	5045
19	77199	5099
19.2	78724	5153
19.4	80264	5207
19.6	81819	5261
19.8	83389	5315
20	84974	5369
20.2	86574	5423
20.4	88189	5477
20.6	89819	5531
20.8	91464	5585
21	93124	5639
21.2	94799	5693
21.4	96489	5747
21.6	98194	5801
21.8	99914	5855
22	101649	5909
22.2	103409	5963
22.4	105184	6017
22.6	106974	6071
22.8	108779	6125
23	110599	6179
23.2	112434	6233
23.4	114284	6287
23.6	116149	6341
23.8	118029	6395
24	119924	6449
24.2	121834	6503
24.4	123759	6557
24.6	125699	6611
24.8	127654	6665
25	129624	6719
25.2	131609	6773
25.4	133609	6827
25.6	135624	6881
25.8	137654	6935
26	139699	6989
26.2	141759	7043
26.4	143834	7097
26.6	145924	7151
26.8	148029	7205
27	150149	7259
27.2	152284	7313
27.4	154434	7367
27.6	156599	7421
27.8	158779	7475
28	160974	7529
28.2	163184	7583
28.4	165409	7637
28.6	167649	7691
28.8	169904	7745
29	172174	7799
29.2	174459	7853
29.4	176759	7907
29.6	179074	7961
29.8	181404	8015
30	183749	8069

スイープ範囲欄の「モード」の説明



注1) I-V測定終了後、その測定結果を測定器内部のバッファメモリから受信するのに要する時間は、50個で約0.55sec、100個で約1.06sec、500個で約4.9sec、1000個で約9.9sec、2000個で約19.9secです。その後、さらにExcelにデータを取り込む時間を要します。

② Excel上のデータを出力し、測定する。

事前にExcelシート上に入力した出力データリストに基づきR6245/46からの電圧または電流値としてリアルタイムに出力します。同時に測定結果を取込みます。マルチメータなど他の測定器からのデータも同時に取込むことができます。AまたはBチャンネルの同期をとって出力します。また単独チャンネルでの出力も可能です。

出力及び測定を開始します。

指定された指定位置のデータ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。空欄になるか、「STOP」ボタンがクリックされると終了します。A,B両チャンネルの出力の場合、両方が空欄になると終了します。「出力位置」ボタン参照

出力を中断します。

ポーズ中に有効になります。クリックする毎に、1ステップずつ進みます。ポーズを解除すると、連続測定に戻ります。

Excelデータ出力モード

この「Excelデータ」タブが 択 されている時に「START」をクリックすると、Excel上のデータの出力が行われます。

A,Bチャンネルの表示を切換えます。

出力するチャンネルをチェックします。

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。

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、「m」を設定すると、100mVが出力されます。

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。

パルス出力の場合、ここでの制限値の入力値が、測定のレンジ設定値(BEST.FIX)となりますから、測定精度をあげるために、コンプライアンスの発生しない範囲で、できる限り小さな値を入力してください。

DC出力の場合、「MANU.RANGE」にチェックが付いていない場合、「AUTO」レンジで測定が行われ、「MANU.RANGE」にチェックが付いている場合、「BEST.FIX」レンジで測定が行われます。

測定した電圧または電流値から抵抗値を算出する場合にチェックを付けます。

電圧/電流の出力後の測定までの遅延時間を入力します。測定の時間間隔は、この遅延時間と測定に要する時間で決まります。

測定の積分時間を設定します。

測定開始からの経過時間もExcelに入力します。

出力値も、測定値に べてExcelシートへ入力します。作図しやすくなります。

ポーズ時、出力をゼロ値に設定します。測定試料を取り換える必要がある場合に便利です。

出力を終了した時、出力をOFFにします。

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。下のテキストボックスに、カーソル位置が入力されます。テキストボックスへは、直接、手入力することはできません。さらに、測定実行の「MANU.RANGE」にチェックが付いている場合、出力位置の右側のセル位置が「測定レンジ位置」として自動設定されます。

「MANU.RANGE」にチェックを付けると、各出力値毎に測定レンジを指定することができます。測定レンジ値は、Excel上の出力値の右側セルに、出力値と べて入力します。ここで入力したレンジ値は、そのまま、R6245/46の制限値として設定され、測定レンジは「BEST.FIX」に設定されます。すなわち、Excel上に入力したレンジ値を超える最も近いレンジに固定されて測定が行われます。従いまして、「MANU.RANGE」にチェックを付けた場合、「制限電流/制限電圧」欄に入力した値は無視されます。Excel上のレンジ値は、途中で空欄がある場合は、1つ前のレンジ値を維持します。

停止条件を入力します。ここに入力した範囲を測定値が外れると、自動的測定を中断します。空欄の場合は、自動停止は行われません。

電流または電圧の測定を行う時、チェックします。

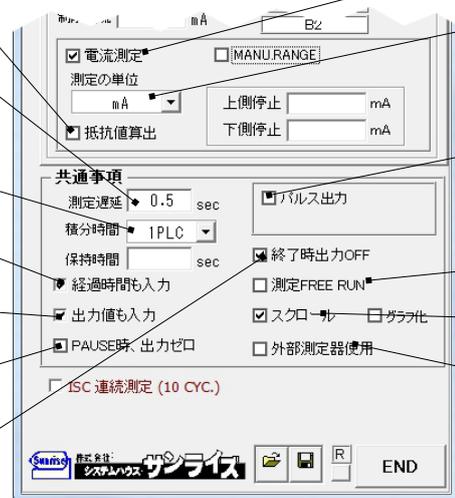
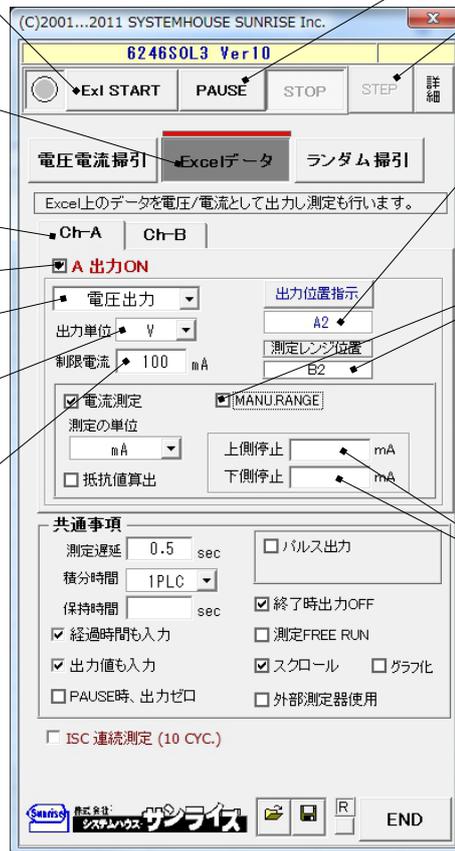
測定結果をExcelへ入力する時の単位を設定します。この単位は、「MANU.RANGE」にチェックを付けた場合、Excel上でのレンジ指定値の単位としても使用されます。

パルス出力を行います。パルス出力にチェックを付けると、パルス幅入力欄が表示されます。2ms以上で入力してください。

測定をフリーラン状態で行います。

出力データが常に画面に表示されるように、Excelシートをスクロールします。

DC出力の場合、本体の測定機能以外に、外部にGP-IBで接続したマルチメータ等の測定値を同時に取込むことができます。詳細は、後述を参照ください。



Excelシートへの出力値の入力例 (測定がオートレンジの場合)

Excelシートの出力を行うためには、測定前に出力リストをExcelシートに入力する必要があります。出力値の後ろに丸括弧で繰り返し出力回数を指定できます。測定にマニュアルレンジを指定した場合、そのすぐ右に測定レンジ値を入力します。そのレンジ値の単位は、「測定単位」で指定した単位です。A/B両チャンネル出力の場合、両チャンネルのセルが空欄になった時、測定を終了します。また、丸括弧で出力繰り返し回数を指定する場合、同一行では、A/B両チャンネル同じ繰り返し回数を指定する必要があります。異なった繰り返し回数を指定すると、大きいほうの繰り返し回数が採用されます。

このように、測定前にExcelシートに出力値リストを入力します。入力後、「出力位置指定」でセル位置'B3'を指定します。同一出力値を繰り返し出力する場合は、出力値の後ろに丸括弧でその繰り返し数を指定します。

	A	B		G	H		
1							
2		出力電圧(V)	経過時間(sec)	A発生電圧(V)	A測定電流(mA)	抵抗値(KΩ)	外部(1)
3		1(4)	0	1	0.0366727	27.2682	0.2697
4		1.2	1.203	1	0.0366723	27.2685	0.2438
5		1.4(2)	2.265	1	0.0366812	27.2619	0.0609
6		1.6	3.328	1	0.0366755	27.2662	0.3650
7		1.8	4.437	1.2	0.0440072	27.2683	0.1557
8		2	5.562	1.4	0.0513539	27.2618	0.2573
9		2.2	6.625	1.4	0.0513465	27.2657	0.5421
10		2.4	7.75	1.6	0.058689	27.2623	0.9385
11		2.6	8.859	1.8	0.066018	27.2653	0.5061
12		2.8	10.031	2	0.073348	27.2673	0.1074
13		3	11.14	2.2	0.080696	27.2628	0.4596
14			12.265	2.4	0.088023	27.2656	0.5961
15			13.375	2.6	0.095355	27.2665	0.0188
16			14.5	2.8	0.10268	27.2665	0.0740
17			15.625	3	0.1100		
18							
19							

測定結果が入力された例

Excelシートへの出力値の入力例 (測定がマニュアルレンジの場合)

	A	B	C		H	I		
1								
2		出力電圧(V)	測定レンジ(mA)			外部(1)		
3		1(4)		1.094	1	0.03665	27.2851	0.7055
4		1.2		2.156	1	0.03664	27.2926	0.5795
5		1.4(2)	2	3.234	1	0.03664	27.2926	0.3019
6		1.6		4.375	1.2	0.04398	27.2851	0.0140
7		1.8		5.484	1.4	0.05133	27.2745	0.8145
8		2	4	6.547	1.4	0.05133	27.2745	0.0454
9		2.2		7.656	1.6	0.05866	27.2758	0.8626
10		2.4		8.781	1.8	0.06599	27.2769	0.3735
11		2.6	10	9.906	2	0.07333	27.274	0.8714
12		2.8	20	11.016	2.2	0.08067	27.2716	0.9496
13		3	20	12.141	2.4	0.08801	27.2716	0.5249
14				13.266	2.6	0.0953	27.2696	0.0535
15				14.391	2.8	0.10268	27.2823	0.4687
16				15.484	3	0.1100	27.2639	0.6227
17								0.2638
18								
19								

測定結果が入力された例

A/B両チャンネルのExcelシートへの出力値の入力例 (測定がマニュアルレンジの場合)

	A	B	C	D	E		K	L
1								
2		A出力電圧(V)	A測定レンジ(mA)	B出力電圧(V)	測定レンジ(mA)		電流(mA)	外部(1)
3		1(4)	1	5	5		0.2476	0.8298
4		1.2	1	4.5(2)	4		0.2476	0.5892
5		1.4(2)	2		4		0.2476	0.9110
6		1.6		3		3.296	0.2476	0.6951
7		1.8		2		4.562	0.2476	0.2439
8		2	4	1.5	4	5.671	0.2227	0.1064
9		2.2		1		6.953	0.04959	0.6762
10		2.4		-1		8.062	0.19884	0.5752
11		2.6	10	-2	10	9.328	0.19884	0.9798
12		2.8	20	-3	20	10.609	0.1491	0.1030
13		3	20	-4	20	11.875	0.09935	0.2845
14						13.14	0.07447	0.2958
15						14.406	0.04959	0.3010
16						15.687	-0.0499	0.9798
17						16.968	-0.1007	0.2783
18						18.234	0.1026	0.1628
19							0.11	0.4101
20								

このように、測定前にExcelシートに出力値リストを入力します。入力後、Aチャンネル「出力位置指定」にセル位置'B3'を指定し、Bチャンネル「出力位置指定」にセル位置'D3'を指定します。各チャンネルの出力値のすぐ右の列には、測定レンジ値を入力します。

測定結果が入力された例

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)、データ間はコマンド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。

設定する外部測定器番号を 択します。

外部測定器のGP-IBアドレスを設定します。

測定器のデリミタを設定します。通常は、LF+EOIです。

測定開始前に、測定器に送信するコマンドがある場合は、ここに入力します。ファンクションやレンジ切換えのコマンドを入力します。通常は空欄です。

もし、外部測定器からデータを受け取る時、クエリコマンドを事前に送信する必要がある時、ここに送信するクエリコマンドを入力します。ほとんどの場合、空欄でOKです。
もし、マルチメータがSCPIコマンド準拠のものでしたら、下記のコマンドのどれかが使用されます。
:READ? :FETCH? :MEAS?

外部測定器のデータ受信時にトリガが必要な時、チェックをつけます。

「GET」、「*TRG」、「任意コマンド」からトリガの方法を 択 します。
通常は、「GET」の 択 をします。

「任意コマンド」を 択 した場合は、トリガコマンドをテキストボックスに入力します。

外部測定器のデータに演算処理を行うときにチェックします。

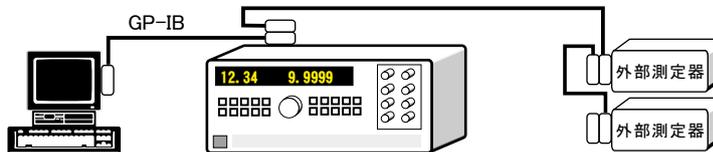
複数のデータが受信された場合は、その全てのデータに、下記に入力した演算が行われます。

取り込んだデータに、下記演算を行った後、Excelへ入力します。
Excelへの入力値 = (測定器データ - B) * A

ヘッダとしてExcelへ入力する事項をここに入力します。
空欄の場合、「外部測定器」が入力されます。

外部測定器のデータを数値として扱うか、文字として扱うかの 択を行ないます。
通常は、「数値データ」に設定します。

外部測定器から複数のデータが送信される場合、データの区切り文字を指定します。
一般的には、「コマ」が使用されます。



接続例

③ Excelデータをランダムメモリに取込、出力と測定を行う

1. Excelシート上のデータをR6245/46のランダムメモリ(MAX 2048)にダウンロードします。
2. ランダムメモリ領域のデータを使用して、ランダムスイープ出力します。A,B両チャンネル同時出力が可能です。

Excel上のデータをランダムスイープとして出力

「ランダム掃引」タブが 択 されている時に「START」をクリックすると、設定した条件に基づきランダムスイープを実行し、その測定結果をExcel上に取込みます。取込データは、現在のカーソル位置から下方向に向かって入力されます。ランダムスイープを開始するまでに、ランダムメモリ領域にデータを取り込んでおく必要があります。

A,Bの設定チャンネルを切換えます。

Excelシートより、電圧値として取り込むか、電流値として取り込むかを 択 します。

取り込むデータの単位を設定します。
例えば、Excel上のデータが「100」で「mA」を設定した場合、100mAとして取り込まれます。

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。

ここでの制限値の入力値が、測定のレンジ設定値となりますから、測定精度をあげるために、コンプライアンスの発生しない範囲で、できる限り小さな値を入力してください。

Excel上の現在のカーソル位置から下方向にデータの取込みを開始します。セルが空欄になると、2048個になると、取込みを終了します。取込んだ結果は、下の出力番地に反映されます。

「START」により出力するメモリの出力番地範囲を入力します。

「出力番地」で設定された範囲のデータのランダムスイープを開始します。「取込開始」でデータを取り込んだ時の下記の条件を変更してはいけません。
・電圧として/電流として
・制限電圧(電流)

各チャンネル毎に出力のON/OFFを設定します。

往復スイープするとき、チェックします。

スイープ時、各ステップでの出力レベルを保持する時間を入力します。パルス出力が指定された場合は、「パルス周期」になります。

パルス出力を行う時チェックを付けます。

パルスの時間幅を入力します。
最小パルス幅は100usです。
注)極性をまたがったパルス出力を行うときは、最小パルス幅4ms/パルス周期8msとなります。

パルスベース電圧または電流を入力します。

Excelシートに取り込むデータ項目にチェックを付けます。

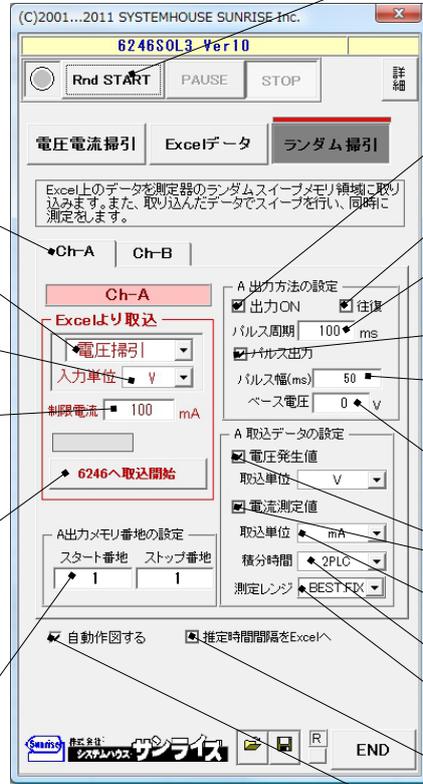
測定値をExcelへ入力するときの単位を設定します。

測定の積分時間を設定します。

測定レンジを指定します。

測定データに、時間データ(推定値)を付加してExcelへ入力します。(数100usの誤差を含みます。)

自動作図をONにします。



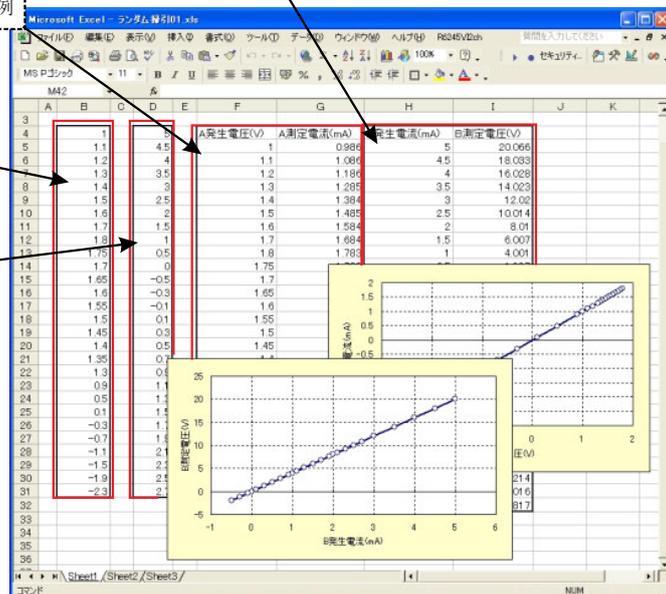
ランダムスイープ実行例

Achのランダムスイープ
実行結果が入力された例

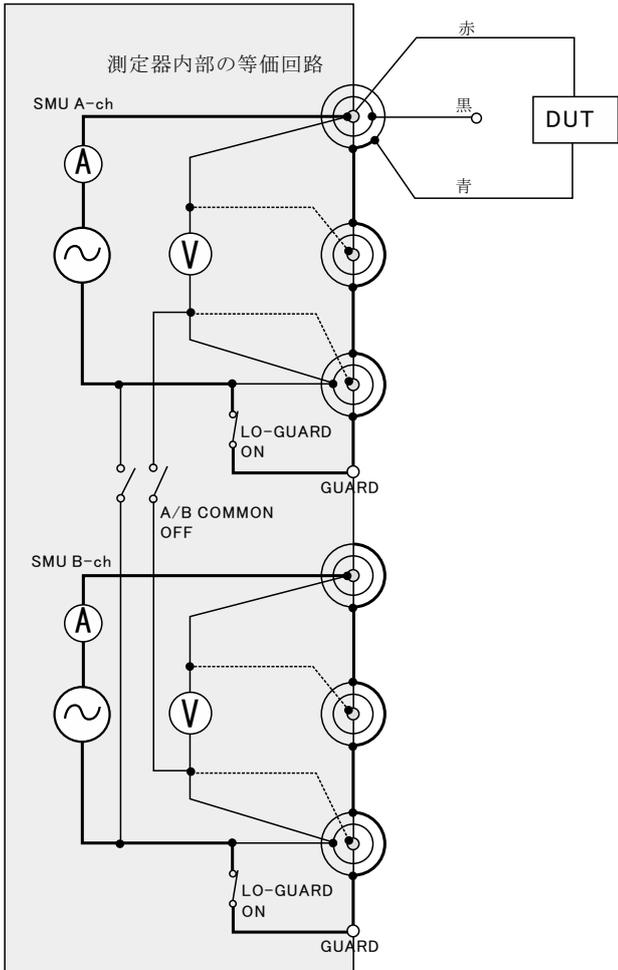
Bchのランダムスイープ
実行結果が入力された例

Achのランダムメモリにダウンロードしたデータ。同じ数値が複数個ある場合は、その個数をカッコで表記できます。例えば、5が20個 ぶ場合は、5(20)と入力できます。

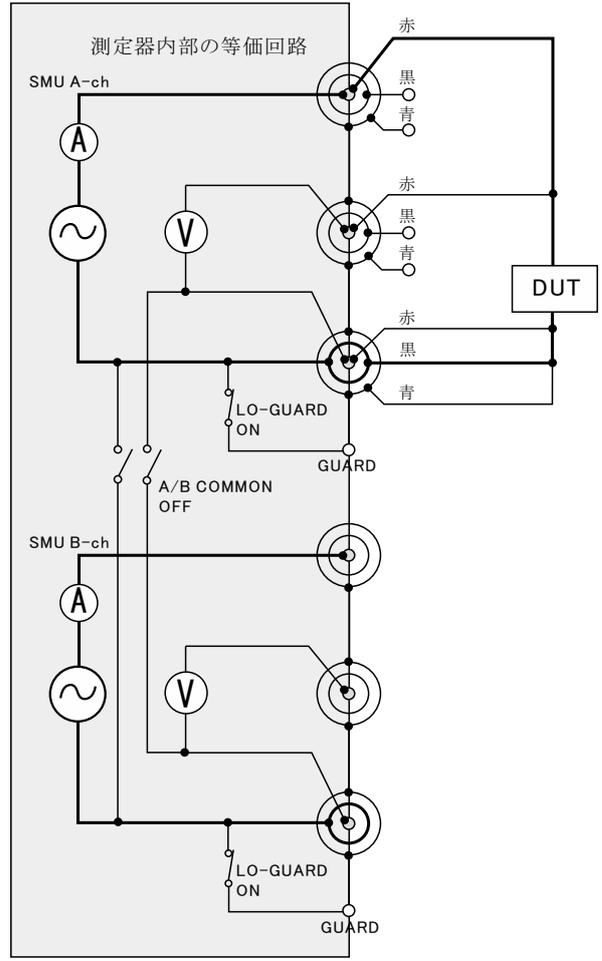
Bchのランダムメモリにダウンロードしたデータ。同じ数値が複数個ある場合は、その個数をカッコで表記できます。例えば、5が20個 ぶ場合は、5(20)と入力できます。



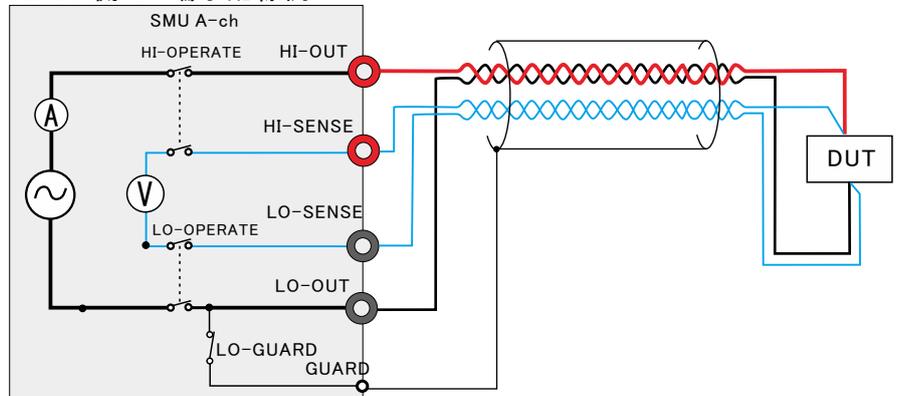
2端子接続での測定等価回路



4端子接続での測定等価回路

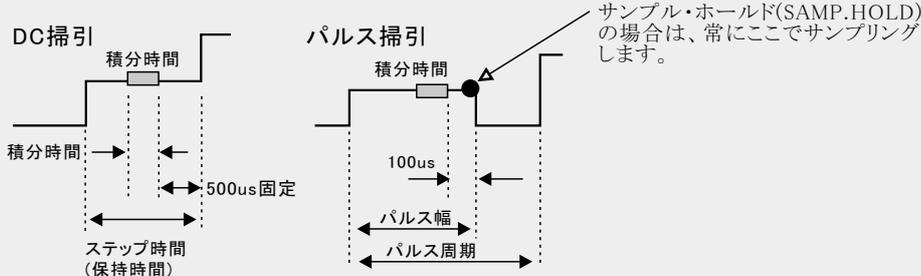


6246 A側の4端子配線例



追記

サンプリングのタイミングについて



パルス幅が4ms以下、またはパルス周期が8ms以下でパルス掃引時の注意事項

1. プラス値からマイナス値、または、マイナス値からプラス値へゼロをまたいでの掃引を行う場合、パルス周期8ms以上、パルス幅4ms以上となります。
2. マイナス値だけのスイープまたは、プラス側だけのスイープを行うとき、ベース値を出力値とは逆極性値を設定した場合パルス周期8ms以上、パルス幅4ms以上となります。

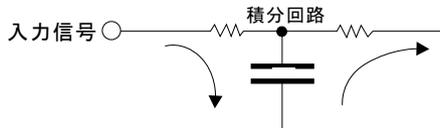
A/D変換器について

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。

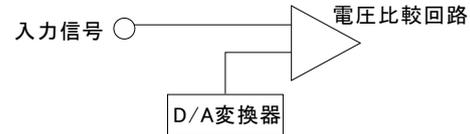
【構造】
コンデンサに充電して、放電する時間を計る



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。



積分時間「PLC」とは

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。

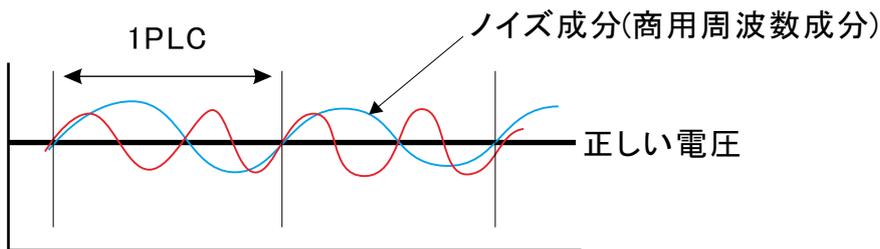
この時間は、A/D変換器内部のコンデンサを充電する時間です。

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。

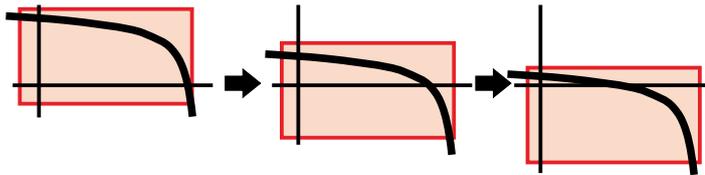
測定精度に影響を及ぼすノイズ要因の殆どは、商用周波数の整数倍の周波数の外来電圧です。

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。

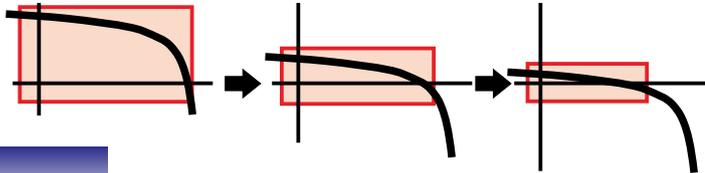


フルオート測定とは

「手動」、「初回自動」
での測定範囲の推!



「毎回自動」
での測定範囲の推!



内部抵抗Rs/Rshの計算

