

AQ23011A、AQ23012A
マルチアプリケーション
テストシステム
ユーザーズマニュアル [機能編]

はじめに

このたびは、AQ23011A、AQ23012A マルチアプリケーションテストシステム（フレーム）をお買い上げいただきましてありがとうございます。AQ2300 シリーズは、AQ23011A/AQ23012A フレームと複数のモジュールから構成されています。フレームは、フレームに装着された発生、測定モジュールを制御できます。

このユーザズマニュアルは、モジュールを含めた AQ2300 シリーズ製品の機能を説明したものです。ご使用前にこのマニュアルをよくお読みいただき、正しくお使いください。お読みになったあとは、ご使用時にすぐにご覧になれるところに、大切に保存してください。ご使用中に操作がわからなくなったときなどにきつとお役に立ちます。

なお、本機器のマニュアルとして、iii ページの「マニュアルの構成」に示すマニュアルがあります。あわせてお読みください。

各国や地域の当社営業拠点の連絡先は、次のシートに記載されています。

ドキュメント No.	内容
PIM 113-01Z2	国内海外の連絡先一覧

ご注意

- ・ 性能・機能の向上などにより、本書の内容を予告なしに変更することがあります。最新のマニュアルは、当社 Web サイトでご確認ください。
- ・ 本書に記載の画面表示内容は実際のものと多少異なることがあります。
- ・ 本書の内容に関しては万全を期していますが、万一ご不審の点や誤りなどお気づきのことがありましたら、お手数ですが、お買い求め先か、当社支社・支店・営業所までご連絡ください。
- ・ 本書の内容の全部または一部を無断で転載、複製することは禁止されています。

商標

- ・ Microsoft、および Windows は、米国 Microsoft Corporation の、米国およびその他の国における登録商標または商標です。
- ・ Adobe、Acrobat は、アドビシステムズ社の登録商標または商標です。
- ・ 本文中の各社の登録商標または商標には、®、TM マークは表示していません。
- ・ その他、本文中に使われている会社名、商品名は、各社の登録商標または商標です。

履歴

- 2024 年 10 月 初版発行
- 2025 年 6 月 2 版発行

マニュアルの構成

本機器のマニュアルとして、このマニュアルを含め、次のものがあります。あわせてお読みください。

製品に添付されているマニュアル

マニュアル名	マニュアル No.	内容
AQ23011A、AQ23012A マルチアプリケーションテストシステム スタートガイド	IM AQ23011A-03JA	印刷物で提供しています。 本機器の取り扱い上の注意、共通操作、 困ったときの対処方法、仕様について記 述しています。
AQ23011A、AQ23012A Frame	IM AQ23011A-92Z1	中国向け文書
Safety Instruction Manual	IM 00C01C01-01Z1	EU 圏向け安全マニュアル

フレームの内部ストレージに収録されているマニュアル

次のマニュアルは、フレーム (AQ23011A、AQ23012A) の内部ストレージに収録されています。PC にダウンロードしてご使用ください。ダウンロードの方法は、スタートガイド (IM AQ23011A-03JA) の「ユーザズマニュアルの閲覧方法」をご覧ください。

また、当社の Web サイトからもダウンロードできます。

マニュアル名	マニュアル No.	内容
AQ23011A、AQ23012A マルチアプリケーションテストシステム ユーザズマニュアル [機能編]	IM AQ23011A-01JA	本書です。リモートコントロールの機能を除く、モジュールを含めた本機器の全機能について説明しています。 機能編と操作編をひとつの pdf ファイルにまとめています。
AQ23011A、AQ23012A マルチアプリケーションテストシステム ユーザズマニュアル [操作編]	IM AQ23011A-02JA	本機器の各設定操作について説明しています。 機能編と操作編をひとつの pdf ファイルにまとめています。
AQ23011A、AQ23012A マルチアプリケーションテストシステム 通信インタフェースユーザズマニュアル	IM AQ23011A-17JA	本機器のリモートコントロールの機能について、設定方法や、インタフェースを使って PC から本機器をコントロールするコマンドについて説明しています。

マニュアル No. の「JA」、「Z1」は言語コードです。

このマニュアルで使用している記号

接頭語の k と K について

単位の前に使用される接頭語の k と K を、次のように区別して使用しています。

k……1000 の意味です。 使用例：12 kg、100 kHz

K……1024 の意味です。 使用例：720 K バイト (ファイルの容量)

目次

マニュアルの構成.....	iii
このマニュアルで使用する記号	iv

第 1 章

SMU

1.1	概要.....	1-1
1.2	発生.....	1-3
1.3	測定.....	1-6
1.4	スweep	1-8
1.5	トリガ.....	1-10
1.6	その他の機能	1-15

第 2 章

OPM

2.1	概要.....	2-1
2.2	光パワーメータ.....	2-2
2.3	アナログ出力	2-5
2.4	トリガ.....	2-6
2.5	その他の機能	2-7

第 3 章

トリガ機能

3.1	トリガの概要	3-1
3.2	トリガ信号 (SMU)	3-2
3.3	トリガ信号 (OPM).....	3-5
3.4	トリガシステムの概略図	3-7

第 4 章

アプリケーション

4.1	sweep	4-1
4.2	スタビリティ測定	4-9
4.3	ロギング測定	4-11

第 5 章

ファイル操作

5.1	保存できるデータ	5-1
5.2	ファイル操作	5-2

第 6 章

システム設定

6.1	リモート接続	6-1
6.2	ネットワーク設定	6-3
6.3	その他の機能	6-4

索引

1.1 概要

本章の説明

本章では、SMU の機能について説明しています。

SMU

AQ2300 フレーム (形名 AQ23011A、AQ23012A) には、次の SMU を実装できます。

AQ23811A ソースメジャーユニット (2CH)

2CH の SMU です。

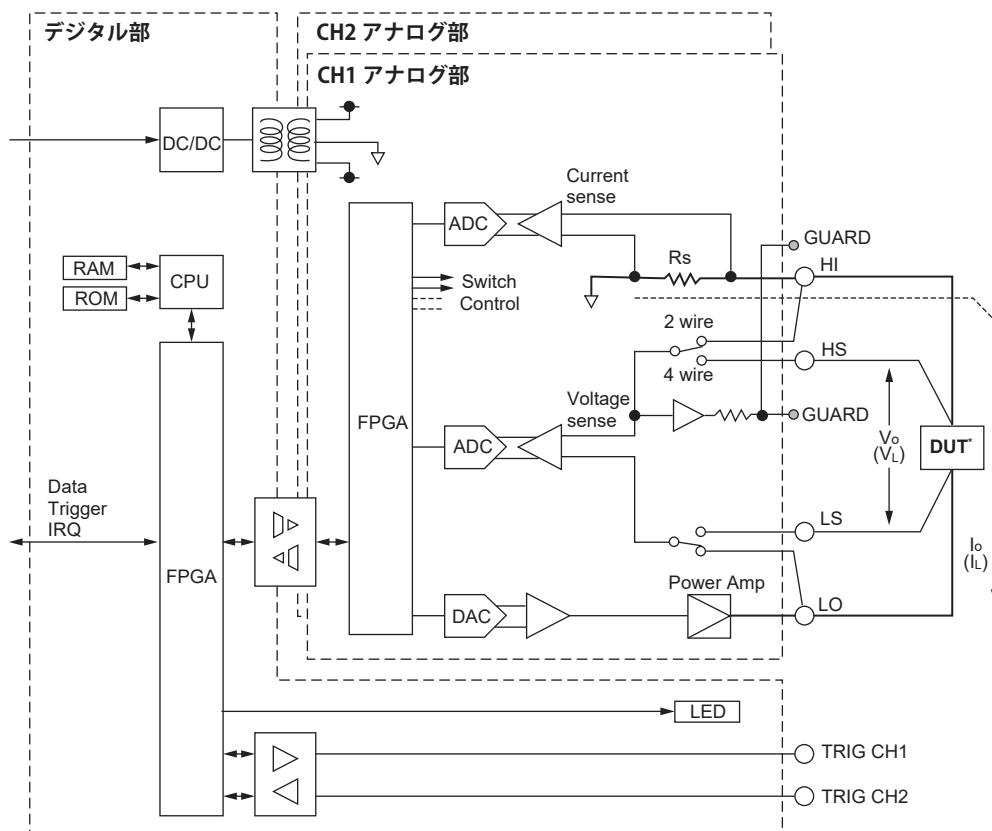
チャンネルごとに電圧または電流を発生、測定できます。

電圧の発生測定レンジは 6 V です。

電流の発生測定レンジは 200 nA、2 μ A、20 μ A、200 μ A、2 mA、20 mA、200 mA、600 mA です。

発生と測定は、それぞれ個別に設定したトリガに従って開始されます。

ブロック図



*: DUT : Device Under Test(試験対象)

SMU は、接地電位のデジタル部と、絶縁されたアナログ部で構成されています。アナログ部の CH1 と CH2 は、互いに絶縁されています。フレームからは単一電源が供給され、デジタル部へ給電されます。アナログ部へは絶縁電源を介して電源供給されます。

デジタル部は、CPU、FPGA、メモリおよび各種インタフェース回路により構成されています。CPU、FPGA は、フレームから送られてくる設定値やトリガ信号をアナログ部に転送し、アナログ部から得られた測定情報をフレームへ送信します。

アナログ部は、高速で高精度のオペアンプや、安定性に優れた抵抗などにより構成されています。発生機能のフィードバックとリミッタ制御をつかさどる FPGA は、A/D や D/A コンバータの処理や、回路の信号経路切り替えをはじめ、デジタル部の FPGA からデータを送受信します。

電圧発生の際には、電圧測定値が出力にフィードバックされ、電流測定の結果を使用してリミッタが動作します。また、電流発生では、電流測定値が出力にフィードバックされ、電圧測定の結果を使用してリミッタが動作します。

ローカルセンス、リモートセンスを切り替えて 2 線式または 4 線式の電圧センシングができます。また、出力を変化させたときに、容量成分を原因とする過渡的な電流リークによる応答性の悪化を改善させたいときや、漏れ電流を低減したいときは、GUARD 端子でケーブルをシールドしてください。

1.2 発生

機能概要

チャンネルごとに電圧または電流を発生する機能です。レベルを変化させながら発生するスイープ動作もできます。

本節では、発生機能について説明しています。

スイープについての詳細は、1.4 スイープの節で説明しています。

ソーストリガを検出すると、発生動作を開始します。発生は、ソースディレイ後に実行されます。

発生波形には、DC とパルスがあります。パルスを発生するためには、発生レベルのほかにパルスベースとパルス幅を設定します。

チャンネルごとに出力を ON/OFF 制御できます。OFF の場合は、発生、測定ができません。

発生モード (Source Mode)

ノーマル発生とスイープの2つのモードがあります。

ノーマル発生モード：発生値を設定し、DC 発生やパルス発生に反映させるモード

スイープモード：スイープ動作で発生を行うモード (リニアスイープ、ログスイープ、プログラムスイープ)

発生レンジ (Range)

電圧レンジ

発生レンジ	下限	上限	設定分解能	最大負荷電流
6 V	− 6.0000 V	+6.0000 V	100 μ V	$\pm$ 600 mA / $\pm$ 200 mA*

*： $\pm$ 2 V を超えるシンク最大負荷電流は $\pm$ 200 mA まで

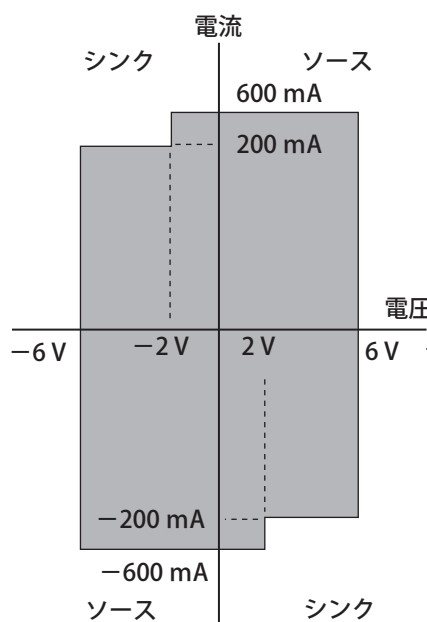
電流レンジ

発生レンジ	下限	上限	設定分解能	最大負荷電圧
200 nA	− 200.000 nA	+200.000 nA	1 pA	$\pm$ 6 V
2 μ A	− 2.00000 μ A	+2.00000 μ A	10 pA	$\pm$ 6 V
20 μ A	− 20.0000 μ A	+20.0000 μ A	100 pA	$\pm$ 6 V
200 μ A	− 200.000 μ A	+200.000 μ A	1 nA	$\pm$ 6 V
2 mA	− 2.00000 mA	+2.00000 mA	10 nA	$\pm$ 6 V
20 mA	− 20.0000 mA	+20.0000 mA	100 nA	$\pm$ 6V
200 mA	− 200.000 mA	+200.000 mA	1 μ A	$\pm$ 6 V
600 mA	− 600.00 mA	+600.00 mA	10 μ A	$\pm$ 6 V / $\pm$ 2 V*

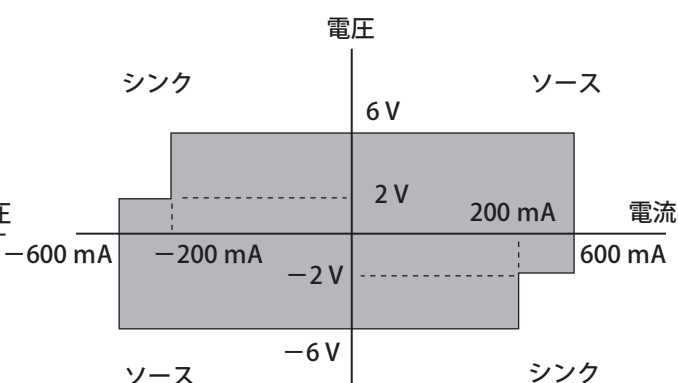
*：600 mA レンジのシンク最大負荷電圧は $\pm$ 2 V まで

発生範囲

電圧発生モード



電流発生モード



発生レンジ・レベル変更後の動作

ソーストリガ源が None の場合、発生値の設定を変更すると、ただちに発生レベルが変更されます。ソーストリガ源が None 以外の場合、ソーストリガが検出されたときに発生レベルが変更されます。

発生固定レンジと発生オートレンジ

発生レンジには固定レンジとオートレンジがあります。

発生固定レンジ

目的のレンジを直接指定します。発生レベルは、指定したレンジ内で設定できます。

発生オートレンジ

発生レベルによって、自動的に最適レンジに切り替ります。レンジを意識せずに、発生レベルを設定できます。ただし、レンジが切り替わる際に一時的に出力が不連続になる場合があります。Source Mode がノーマル発生の際に有効です。

AQ23811A の電圧発生では、レンジが 6 V だけのため、発生固定レンジと発生オートレンジで動作に違いはありません。

発生波形 (Shape)

発生する波形を DC または Pulse から選択できます。

DC： 設定した値の信号を発生終了まで発生します。

Pulse： 設定した値の信号を、設定した時間（パルス幅）発生します。

負荷抵抗 / 負荷キャパシタンス / 負荷インダクタンス (Load Resistance、Load Inductance、Load Capacitance)

発生対象の負荷に適した値を設定することにより、発生値を設定した出力値にスムーズに収束できます。

- ・ 負荷抵抗：電圧発生、電流発生の際に有効です。
- ・ 負荷キャパシタンス：電圧発生の際に有効です。
- ・ 負荷インダクタンス：電流発生の際に有効です。

本機器では、初期設定として、最小値が設定されていますが、発生値の波形を調整するときに設定を変更してください。

ソーストリガ (Source Trigger)

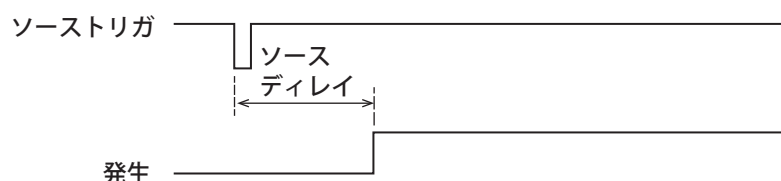
ソーストリガを検出すると、発生動作を開始します。

ソーストリガとして、バストリガ (BUS Trigger1 ～ 9)、モジュールのトリガ端子に入力された信号 (Front) を設定できます。

ソーストリガを Disable に設定して、画面操作や通信コマンドで発生動作を開始することもできます。

ソースディレイ (Source Delay)

ソーストリガを検出してから、発生を開始するまでのタイミングを調整できます。また、チャンネル間のタイミング調整などにも利用できます。



リミッタ (Limiter)

測定対象を保護するための機能です。リミッタを設定することで、リミッタを超えないように発生値を制御します。スweep中も有効です。設定値は、前述の最大負荷電流または最大負荷電圧が上限になります。

電流発生の際は電圧リミッタが動作し、電圧発生の際は電流リミッタが動作します。

アブソリュートが ON の場合は、ゼロを中心にした+ / - の範囲でリミッタが設定されます。

1.3 測定

機能概要

電圧および電流を測定する機能です。

メジャートリガを検出すると、測定動作を開始します。測定は、メジャーディレイ後に指定した積分時間実行されます。

また、測定結果に対して電力または抵抗の演算もできます。

ローカルセンスとリモートセンス (Wire)

2wire(2 端子接続＝ローカルセンス) と 4wire(4 端子接続＝リモートセンス) の 2 つの接続方式があります。

低抵抗測定のように、流す電流が大きく、測定対象に現れる電圧が小さい場合などに電圧を高精度に測定するときは、4 端子接続 (4wire) が有効です。

積分時間 (Integ Time)

積分時間は、秒 (s) で設定するか、商用電源周期の整数倍 (PLC) のどちらかで設定できます。

積分時間を長くすると、測定時間は長くなりますが、測定値の安定度が増します。積分時間を商用電源周期の整数倍 (nPLC) にすると、電源周波数成分のノイズを除去する効果があります。高精度な測定をする場合には、整数値 (商用電源周期の整数倍) で設定してください。

メジャートリガ (Measure Trigger)

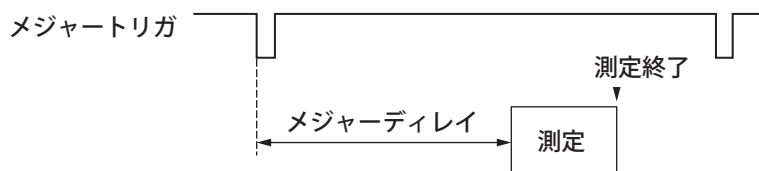
メジャートリガを検出すると、測定動作を開始します。

メジャートリガとして、バストリガ (BUS Trigger1 ～ 9)、モジュールのトリガ端子に入力された信号 (Front)、発生値が変化したタイミング (Src Change)、繰り返し (Cyclic) を設定できます。

メジャートリガを Disable に設定して、画面操作や通信コマンドで測定動作を開始することもできます。

メジャーディレイ (Measure Delay)

メジャートリガを検出してから、測定を開始するまでのタイミングを調整できます。測定動作には $\pm 1 \mu\text{s}$ のジッタが存在します。DUT(被測定対象) の波形が過渡状態の期間を測定するとジッタの影響で測定値が安定しません。被測定対象の波形が十分に安定してから測定が開始されるようにメジャーディレイを設定してください。



オフセット (Offset)

測定値に不要な DC 成分がある場合、DC 成分をオフセットします。
電圧測定、電流測定それぞれに設定できます。

演算 (Math)

測定結果から、電力または抵抗を演算して、画面に表示します。
オフセットが ON のときは、オフセット値も演算に反映されます。

ストア機能

設定したポイント数の測定データを内部ストレージに保存します。
保存形式は、バイナリ形式またはアスキー形式です。
指定したフォルダーに自動的に測定データを保存することもできます。

1.4 スイープ

機能概要

各チャンネルごとに電圧または電流をスイープして発生できます。

スイープには、リニアスイープ、ログスイープ、プログラムスイープの3種類があります。

スタートトリガを検出するとスイープ動作を開始します。

Application の Sweep でもスイープ発生できます。

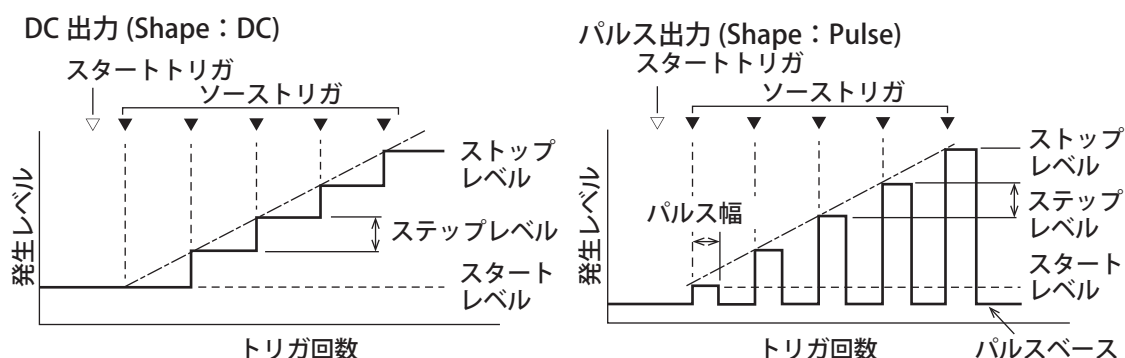
スイープ動作の詳細については、「4.1 スイープ」をご覧ください。

発生モード (Source Mode)

発生モードを Sweep に設定することにより、スイープ発生が可能になります。

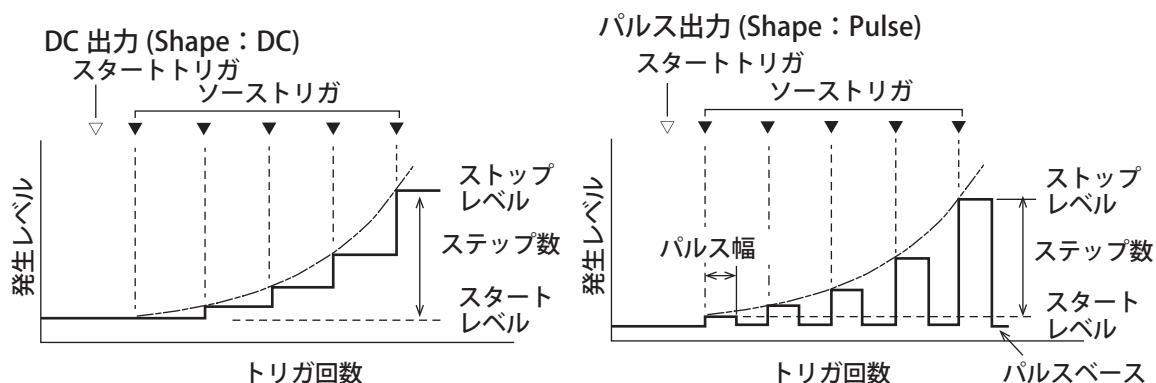
リニアスイープ

横軸をトリガ回数、縦軸を発生レベルにしたときに、設定したスタートレベル (Start Level) からストップレベル (Stop Level) まで、指定したステップレベル (Step Level) で、階段状にスイープします。



ログスイープ

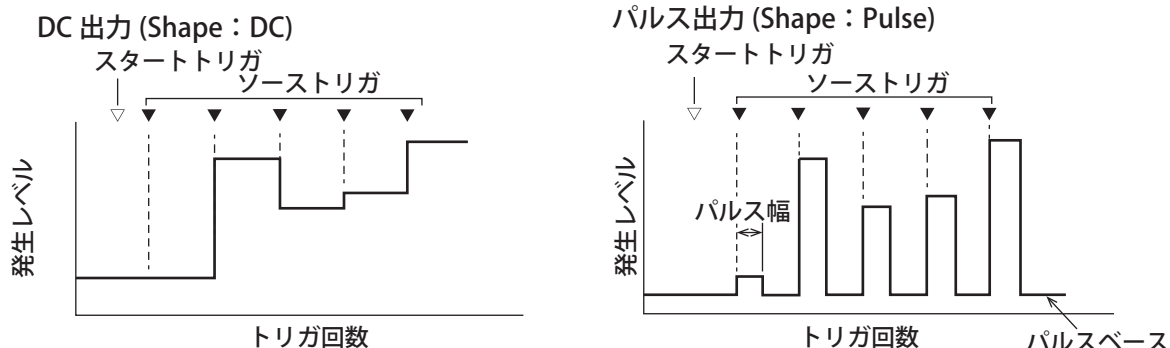
横軸をトリガ回数、縦軸を発生レベルにしたときに、発生レベルを設定したスタートレベル (Start Level) からストップレベル (Stop Level) まで、指定したステップ数 (Step Count) で分割した指数形状で階段状にスイープします。



プログラムスイープ

PC で作成したプログラムファイル (CSV 形式のスイープパターンファイル) を本機器に読み込ませて、そのプログラムファイルのパターンに従いスイープします。

ステップ数は、最大 100001 まで設定できます。



プログラムファイルの作成方法については、「4.1 スイープ」をご覧ください。

スタートトリガ (Start Trigger)

スイープ動作を開始するトリガです。

バストリガ (BUS Trigger1 ~ 9)、モジュールのトリガ端子に入力された信号 (Front)、None、Disable から選択できます。

None を選択すると、スタートトリガを与えなくてもスイープを開始します。

Disable を選択すると、SART TRIG ボタンまたは通信コマンドでスイープを開始できます。

繰り返し回数 (Repeat Count)

スイープの繰り返し回数を設定します。

設定範囲は、1 ~ 1000 または Infinity(無限大) です。繰り返しのたびにスタートトリガのタイミングでスイープが開始されます。

5 回に設定した場合、スタートトリガのタイミングでスイープを繰り返し、5 回繰り返したのちスタート待ちの状態に戻ります。

Infinity(無限大) を選択した場合、スイープ開始後はスイープを停止または出力を OFF するまで、スタートトリガのタイミングでスイープを繰り返します。

スイープを繰り返す場合に、前のスイープの終了後に送る次のスイープのスタートトリガのタイミングが早すぎると、スタートサンプリングエラーになる場合があります。その場合はスタートトリガのタイミングを遅らせてください

1.5 トリガ

機能概要

SMU には次のトリガがあります。

- ・ ソーストリガ
- ・ メジャートリガ
- ・ スイープスタートトリガ

フレームと SMU それぞれ個別にトリガ設定があります。フレームのトリガ設定と SMU のトリガ設定は、自動的に連動しません。

フレーム側と SMU 側とで設定したトリガが整合しない場合、フレーム側または SMU 側のどちらか最後に操作した設定が有効になります。

ソーストリガ (Source Trigger)

電圧発生動作、電流発生動作を開始するきっかけになるトリガです。次のトリガ源の中から選択します。

BUS Trigger1 ～ 9

フレームのリアパネルにあるトリガ入力端子に入力された外部信号またはフレームの内部タイマー (発振器) を、Bus Trigger1 ～ 9 に割り当てることができます。モジュール側で BUS Trigger1 ～ 9 を選択することにより、前述の信号をトリガとして使用できます。

モジュールのトリガ端子に入力された信号 (Front)

TTL レベルの信号 (負論理) です。立ち下がりエッジがソーストリガになります。モジュールのトリガ端子が入力に設定されている場合に使用できます。

None

トリガを与えることなく、設定値を変更しただけで発生値が変化します。(スイープ OFF で DC 波形発生の場合)

Disable

パネル操作で TRIG ボタンを操作するか、通信コマンドで発生動作を開始します。

メジャートリガ (Measure Trigger)

電圧測定動作、電流測定動作を開始するきっかけになるトリガです。次のトリガ源の中から選択します。

Bus Trigger1 ～ 9

フレームのトリガ入力端子に入力された外部信号またはフレームの内部タイマーを、Bus Trigger1 ～ 9 に割り当てることができます。モジュール側で Bus Trigger1 ～ 9 を選択することにより、前述の信号をメジャートリガとして使用できます。

モジュールのトリガ端子に入力された信号 (Front)

TTL レベルの信号 (負論理) です。立ち下がりエッジがメジャートリガになります。モジュールのトリガ端子が入力に設定されている場合に使用できます。

発生値が変化したタイミング (Src Change)

ソーストリガを検出したときにメジャートリガが発生します。

繰り返し測定 (Cyclic)

測定が終了したときにメジャートリガが発生します。最小の周期は約 1 ms です。

Disable

パネル操作で TRIG ボタンを操作するか、通信コマンドで測定動作を開始します。

スタートトリガ (Start Trigger)

スイープ動作を開始するきっかけになるトリガです。次のトリガ源の中から選択します。

Bus Trigger1 ~ 9

フレーム側の設定で、フレームのトリガ入力端子に入力された外部信号またはフレームの内部タイマーを、Bus Trigger1 ~ 9 に割り当てることができます。モジュール側で Bus Trigger1 ~ 9 を選択することにより、前述の信号をトリガとして使用できます。

モジュールのトリガ端子に入力された信号 (Front)

TTL レベルの信号 (負論理) です。立ち下がリエッジがスイープスタートトリガになります。モジュールのトリガ端子が入力に設定されている場合に使用できます。

None

スタートトリガを与えることなく、スイープを開始します。

Disable

パネル操作で START TRIG ボタンを操作するか通信コマンドでスイープを開始します。

トリガ出力 (Trigger Output)

SMU のフロント出力端子またはフレーム経由で、トリガ信号を出力できます。

フロント出力端子 (Front Output CH1、Front Output CH2)

SMU のフロント出力端子です。CH1、CH2 それぞれに設定できます。モジュールのトリガ端子が出力に設定されている場合に使用できます。

フレーム接続端子経由のトリガ出力 (Trigger Output1 CH1、Trigger Output2 CH1、Trigger Output1 CH2、Trigger Output2 CH2)

フレーム経由でトリガ信号を出力します。Trigger Output1 または Trigger Output2 からは、CH1 または CH2 に設定した信号の論理和が出力されます。

出力信号

以下のステータス信号を出力できます。

- ・ スイープビジー信号 (Swp Busy)
- ・ ソースビジー信号 (SrcBusy)
- ・ メジャービジー信号 (MeasBusy)
- ・ メジャースタート信号 (MeasStart)

メジャースタート信号は、Front Output CH1 または Front Output CH2 から出力できます。

ステータス信号

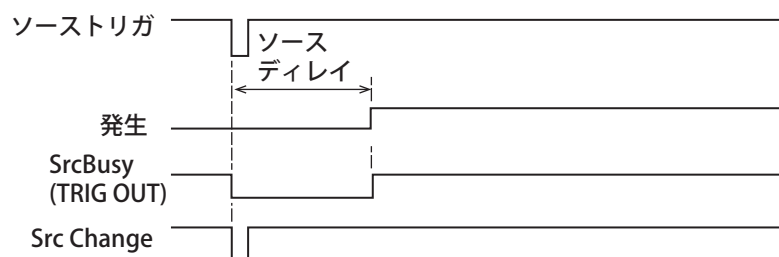
各出力端子から出力されるステータス信号は、最小パルス幅 10 μ s の負論理信号です。SrcBusy、SwpBusy、MeasBusy の出力タイミングは、次のとおりです。

SrcBusy、Src Change

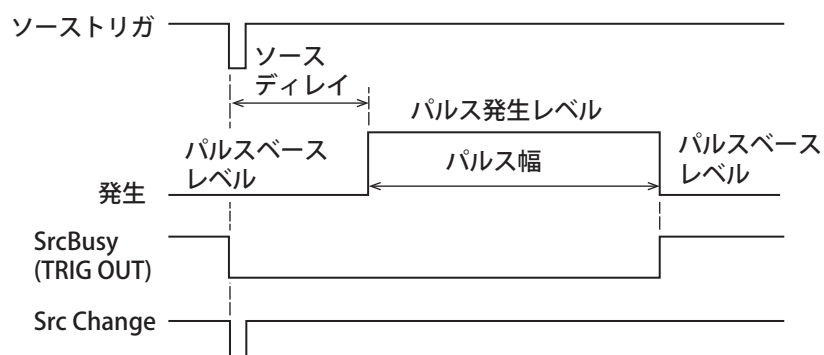
SrcBusy は、信号を発生動作中であることを示します。ソーストリガで Low になります。通信コマンドにより発生動作を開始しても Low になります。

DC 発生では、SrcBusy はソースディレイ経過後に High になります。ソースディレイが 1 μ s に設定されていても、ステータス信号のパルス幅は最小で 10 μ s を保持します。

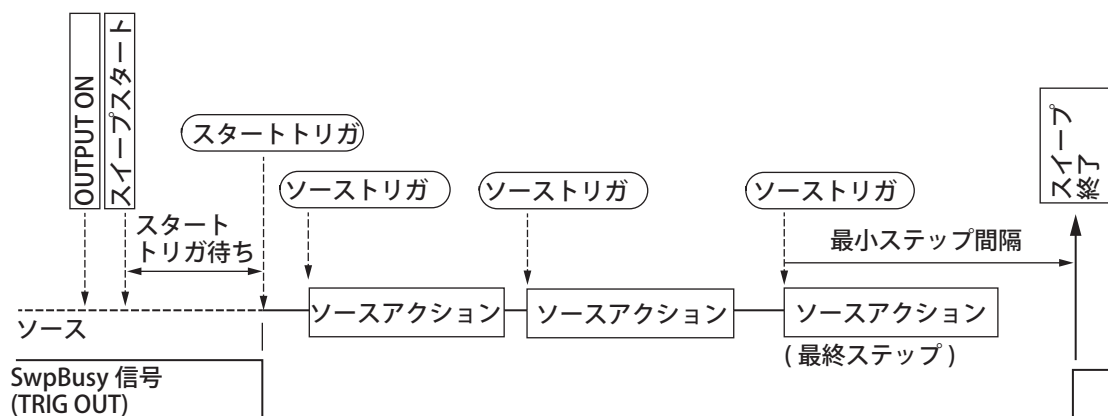
Src Change は、ソーストリガを検出したタイミングで発生する信号です。メジャートリガとして使用する内部信号で、端子からは出力できません。



パルス発生では、SrcBusy はパルス終了で High になります。

**SwpBusy**

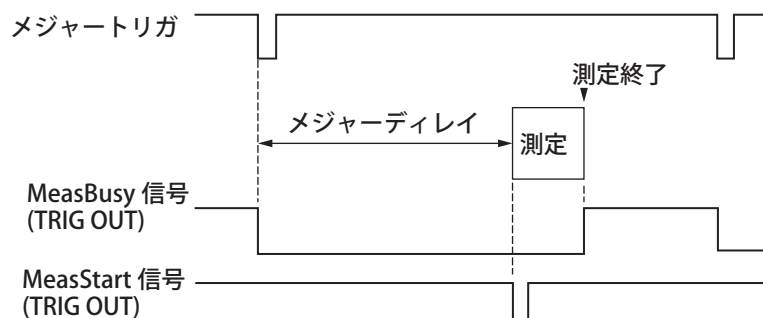
スweep動作中であることを示します。スタートトリガでLowになり、最終ステップ出力後に、本機器の内部設定値である最小ステップ間隔を経たのち、High になります。



MeasBusy、MeasStart

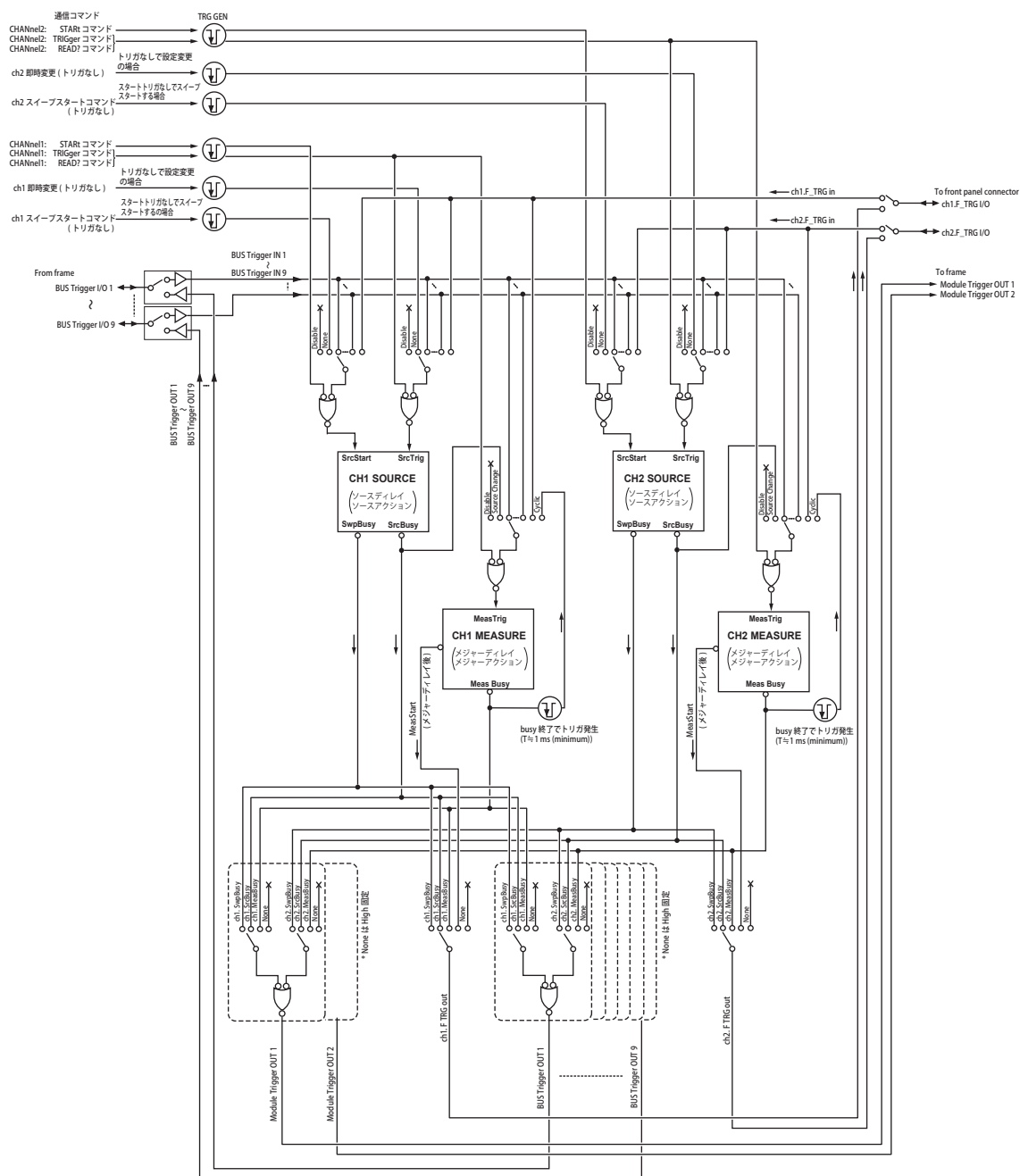
MeasBusy は測定動作中であることを示します。メジャートリガで Low になり、測定完了 (積分回数分の測定値を取得) すると High になります。

Meas Start は、測定を開始したタイミングで発生するパルス幅 10 μ s の負論理信号です。

**モジュール間で同期する場合**

複数のモジュールの発生や測定のスタートトリガとして、同じトリガ信号を設定することにより、同期して信号を発生したり、測定を開始したりできます。

トリガブロック図



1.6 その他の機能

設定ファイル Save/Load 機能

SMU ごとに設定内容をファイルに Save/Load する機能です。

ゼロセット機能

SMU のチャンネルごとに、温度変化などによる発生レベルのオフセットドリフトをキャリブレーションする機能です。

モジュールの初期化 (Module preset)

設定操作 (詳細表示) をしているモジュールの設定を初期値に戻します。
他のスロットに実装されているモジュールは初期化されません。

すべてのモジュールの初期化 (Reset all modules)

フレームのスロットに実装されているすべてのモジュールの設定を初期値に戻します。

モジュールの製品情報の表示 (Module information)

製品の形名やオプション構成、バージョンなどを確認できます。
次の情報を表示します。

項目	説明
Module name	モジュール名
Model code	モデルコード
Serial No.	シリアル番号
Special code	特注票番号
Option	オプション
Firmware version	ファームウェアバージョン
FPGA version	FPGA バージョン

2.1 概要

本章の説明

本章では、OPM の機能について説明しています。

OPM

AQ2300 フレーム (形名 AQ23011A、AQ23012A) には、次の OPM を実装できます。

AQ23211A 光パワーメータ (1CH)

アナログ出力付き 1 チャンネルモデルの OPM です。測定できる波長範囲は 800 nm ～ 1700 nm です。

測定する入力光の波長を設定して、入力光のレベルを測定できます。

測定レンジは自動的に設定できます (オートレンジ)。

連続して測定し続けたり、特定のタイミングで一度だけ測定したりできます (測定モード)。

モジュールの前面のアナログ信号出力端子からは、入力光のレベルに応じた電圧を出力できます。

AQ23212A 光パワーメータ (2CH)

2 チャンネルモデルの OPM です。測定できる波長範囲は 800 nm ～ 1700 nm です。

各チャンネルで測定する入力光の波長を設定して、入力光のレベルを測定できます。

測定レンジは自動的に設定できます (オートレンジ)。

連続して測定し続けたり、特定のタイミングで一度だけ測定したりできます (測定モード)。

2.2 光パワーメータ

測定モード (Meas Mode)

測定モードには 3 つのモードがあります。測定用途に合わせ設定してください。

- Normal：測定を常時行い、随時測定値を更新します。
- Single：1 回測定を行い、測定終了後に測定値を更新します。
- Input Trigger：トリガ入力により測定を行い、測定終了後に測定値を更新します。

Note

- トリガの入力方法については、IM AQ23011A-02JA の 3 章をご覧ください。
- Single モード、Input Trigger モードでの測定中でも、再度測定開始を受付けます。
- Single モード、Input Trigger モードの場合 1 回だけ測定を行い、以後 Normal モード、Single モードの開始、または Trigger 入力があるまで測定は開始しません。

測定レンジ (Range)

測定レンジは次の 2 つのモードから選択できます。

- AUTO レンジ： 入力光パワーに応じて、自動で最適なレンジが設定されます。通常は、このモードを使用してください。
- HOLD レンジ： 手動で測定レンジの設定ができます。
+13 dBm、+10 dBm、0 dBm、- 10 dBm、- 20 dBm、- 30 dBm、- 40 dBm、- 50 dBm

なお、HOLD レンジで使用する場合、レンジ内での光入力パワー状況に注意して使用してください。

表示分解能 (Disp Resolution)

測定結果の値を小数点以下何桁で表示するかを設定できます。

小数点以下 4 桁、3 桁、2 桁、1 桁

表示単位 (Unit)

光パワー表示は次の 4 つの単位から選択できます。

dBm、dB、W(abs)、W(rel)

dBm は絶対値 (実測値) の対数表示です。測定値の幅が広い場合に使用されます。

W(abs) は絶対値 (実測値) のリニア表示です。対数表示とリニア表示の間には次の関係があります。

$$0 \text{ dBm} = 1 \text{ mW}$$

dB は相対値の対数表示です。W(rel) は相対値のリニア表示です。

相対値とは、後述のリファレンス機能で登録した値と測定結果の絶対値 (実測値) の差分の値のことです。

リファレンス機能 (Reference)

光出力レベルを測定する場合に、使用する光源や測定系によってレベルが異なる場合があるため（波長依存）、測定対象の損失レベルを測定する場合は、あらかじめ光源や測定系の光出力レベルを基準値として測定結果には実測値（絶対値）から基準値を差し引いた差分の値（相対値）を表示できます。

相対値や絶対値は切り替えて表示できます。

オフセット (Offset)

測定値にパワーオフセット値（－180.0000 ～＋200.0000dB）を加えた値を表示値にできます。

最大値 / 最小値測定 (MaxMin Mode)

偏波依存性損失などを測定するときには、最大値と最小値を測定し、その差分を計算します。最大 / 最小値を更新するための測定区間を、以下の4つのモードから選択できます。

- Continuous：モード設定した直後からモードをOFFするまで、測定値が更新されるごとに最大値 / 最小値 / (最大値－最小値) が更新されます。
- Window：Data Points で指定したサンプル数の測定値で、最大値 / 最小値 / (最大値－最小値) を求めます。データは最新の測定値を取り入れ、古い測定値は廃棄しながら随時更新されます。
- Refresh：Continuous モードと同じですが、Data Point で指定したサンプル数の測定後、測定を停止します。
- Event Trigger：Event で設定した Power Thresh の値を横切ったときを Event とし、Event Position の設定に従い、Data Point で指定したサンプル数の測定後、測定を停止します。
 - 0%：先頭データがトリガ点となるように測定し、最大値、最小値を計算
 - 50%：Data Point の真中がトリガ点となるように測定し、最大値、最小値を計算
 - 100%：データの最後がトリガ点となるように測定し、最大値、最小値を計算
- Off：設定されたモードをOFFします。
OFF 設定しない限り、設定された上記のモードは解除されません。

測定波長 (Wavelength)

受光素子には波長感度分布があります。測定光の波長を設定することで、OPM が持っている波長補正機能が働き、波長感度による測定値のばらつきが抑えられるため、正確な光パワーを測定できます。

ゼロセット機能 (ZeroSet)

ゼロセットをすることで、センサ内部の電気オフセットを調整して、正確な絶対値を測定できます。

平均化時間 (Average)

設定した時間内に測定したデータを平均化処理します。

測定モードが Normal の場合、最初の測定値は設定した平均化時間経過したときに準備され、その後、移動平均によって測定値を更新します。

測定モードが Single または Input Trig の場合、Single の開始またはトリガ入力を受けたあと、設定した平均化時間経過したときに測定値が準備されます。

Max/Min 測定を実行した場合は、平均化時間ごとに測定値が更新されます。

設定範囲：20 μ s、50 μ s、100 μ s、200 μ s、500 μ s、1 ms、2 ms、5 ms、10 ms、20 ms、50 ms、100 ms、200 ms、500 ms、1 s、2 s、5 s、10 s

ホールド (Hold)

測定データの表示更新を停止することができます。測定データの記録などを見る際に使用してください。なお、表示更新は停止しますが、Normal モードの場合は測定は継続して行われます。

2.3 アナログ出力

アナログ出力 (Analog Output)

アナログ出力機能は、アナログ出力モードにしたがった電圧をパネル正面のアナログアウト出力端子から出力します。入力光パワーにリアルタイムに対応したアナログ出力 (2 V または 5 V) ができます。

Auto モード

個々の測定レンジごとに 2 V または 5 V の電圧出力をします。

Linear モード

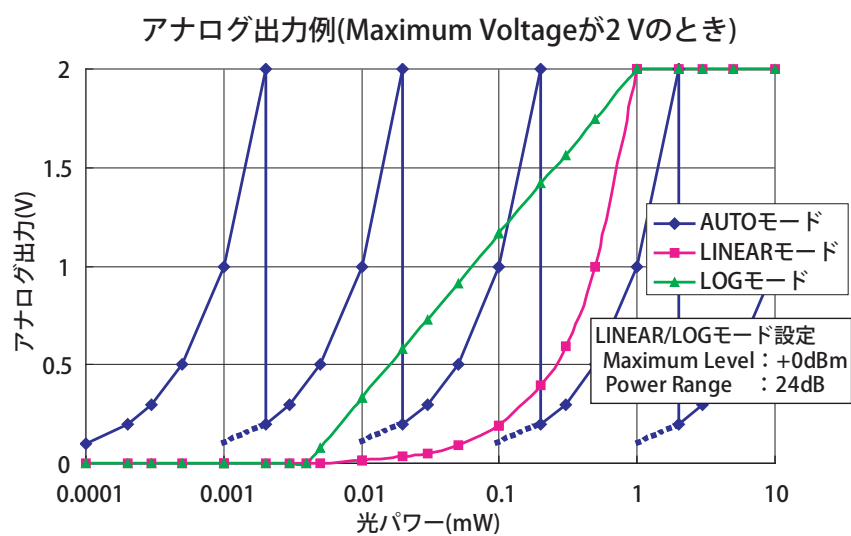
設定範囲内の光入力パワー (W) に比例した電圧を出力します。

Log モード

設定範囲内の光入力パワー (dB) に比例した電圧を出力します。

Trigger モード

設定に応じたトリガ信号をアナログアウト端子から出力します。



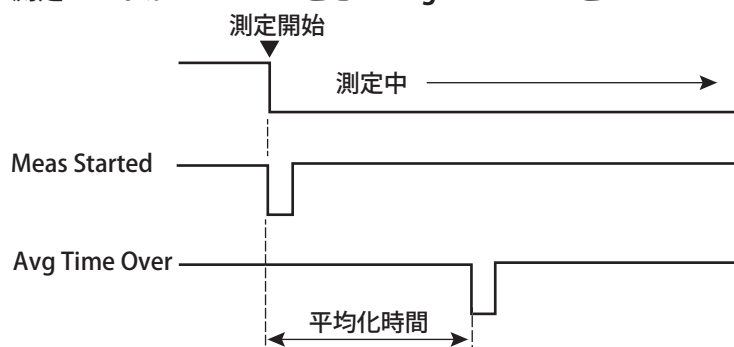
2.4 トリガ

トリガ (Trigger Output)

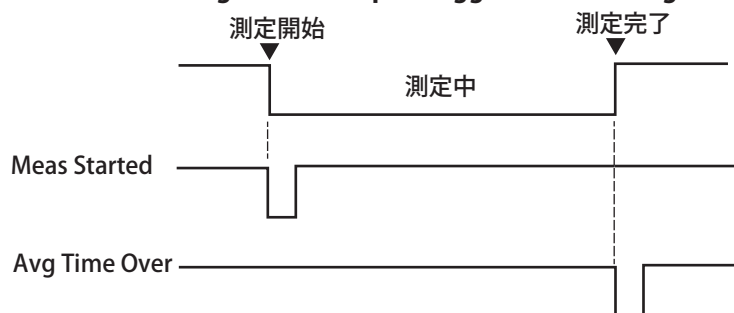
フレームから出力できる Trigger Output1 と Trigger Output2、Output に設定した BUS Trigger を使って出力する信号を選択できます。

- Disable : 出力しない
- Avg Time Over : 測定を終了したときにトリガ信号を出力します。測定モードが Normal のときは、測定開始後、最初に測定を終了したとき (平均化時間経過したとき) にトリガ信号を出力します。
- Meas Started : 測定を開始したときにトリガ信号を出力します。
- Event Detect : イベントを検出したときにトリガ信号を出力します。
- Meas Busy : 測定中はアサートされたトリガ信号を出力します。測定モードが Normal のときは、測定中もアサートされません。

測定モードが Normal のときの Avg Time Start と Meas Started 信号



測定モードが Single または Input Trigger のときの Avg Time Start と Meas Started 信号



2.5 その他の機能

設定ファイル Save/Load 機能

OPM ごとに設定内容をファイルに Save/Load する機能です。

モジュールの初期化 (Module preset)

設定操作 (詳細表示) をしているモジュールの設定を初期値に戻します。
他のスロットに実装されているモジュールは初期化されません。

すべてのモジュールの初期化 (Reset all modules)

フレームのスロットに実装されているすべてのモジュールの設定を初期値に戻します。

モジュールの製品情報の表示 (Module information)

製品の形名やオプション構成、バージョンなどを確認できます。
次の情報を表示します。

項目	説明
Module name	モジュール名
Model code	モデルコード
Serial No.	シリアル番号
Special code	特注票番号
Option	オプション
Firmware version	ファームウェアバージョン
FPGA version	FPGA バージョン

3.1 トリガの概要

トリガ信号を使って、測定、発生、スイープ動作を開始したり、フレーム内部のタイマー（発振器）や測定中、発生中の信号を外部に出力し、他の機器と同期したりできます。

トリガ信号として、フレームのトリガ入力端子に入力された外部信号、フレーム内部のタイマー（発振器）、モジュールの入力端子に入力された外部信号などを使用できます。

フレームとモジュール間は、バストリガ (BUS Trigger1 ～ BUS Trigger9) と トリガ出力 (Trigger Output) を使ってトリガ信号をやり取りします。

フレーム

フレームでは、フレームのリアパネルにあるトリガ入力端子 Trig IN1、Trig IN2 からの入力信号と、タイマー（発振器）をバストリガ (BUS Trigger1 ～ BUS Trigger9) に割り当てることができます。モジュールでは、このバストリガの信号をトリガ信号として使用できます。

SMU

SMU モジュールでは、各トリガとして以下の信号を使用できます。

メジャートリガ (Measure Trigger)

以下の信号をトリガとして測定動作を開始します。

- BUS Trigger1 ～ BUS Trigger9：バストリガ
- Front：モジュールに装備されているトリガ入力端子からの入力信号
- Src Change：ソーストリガの検出
- Cyclic：測定終了の信号（連続して測定する場合）。最小の周期は約 1 ms。

ソーストリガ (Source Trigger)

以下の信号をトリガとして発生動作を開始します。Source Mode が Sweep のときは、Step Trigger として機能します。

- BUS Trigger1 ～ BUS Trigger9：バストリガ
- Front：モジュールに装備されているトリガ入力端子からの入力信号

スイープのスタートトリガ (Start Trigger)

以下の信号をトリガとしてスイープ動作を開始します。

- BUS Trigger1 ～ BUS Trigger9：バストリガ
- Front：モジュールに装備されているトリガ入力端子からの入力信号

OPM

OPM モジュールでは、トリガとして以下の信号を使用できます。

メジャートリガ (Measure Trigger)

以下の信号をトリガとして測定動作を開始します。測定モードが Input Trig のときに使用できます。

- BUS Trigger1 ～ BUS Trigger9：バストリガ

3.2 トリガ信号 (SMU)

トリガとして使用できる信号

トリガとして、以下の信号を使用できます。

フレームのリアパネルにある Trig IN1 端子または Trig IN2 端子に入力された外部信号 (Trig IN1、Trig IN2)

TTL レベルの信号 (負論理) です。

アプリケーションのスイープ設定では、Source の Start Trigger や Step Trigger として直接選択できます。モジュール設定では、この信号を BUS Trigger1 ～ 9 に割り当てて、BUS Trigger として選択できます。

Source Trigger、Measure Trigger、スイープの Start Trigger、スイープの Step Trigger として使用できます。

また、フレームのリアパネルにあるトリガ出力端子 (Trig OUT1、Trig OUT2) から出力もできます。

モジュールのフロントパネルの端子に入力された外部信号 (Front)

TTL レベルの信号 (負論理) です。

モジュール設定の Source Trigger、Measure Trigger、スイープの Start Trigger、スイープの Step Trigger として使用できます。

発生値の変化 (Src Change)

SMU の発生値を変更したことを示す内部信号です。メジャートリガとして使用する内部信号で、端子からは出力できません。

内部タイマー (発振器)

フレームの内部タイマーをトリガにできます。

アプリケーションのスイープ設定では、Step Trigger として直接選択できます。モジュール設定では、この信号を BUS Trigger1 ～ 9 に割り当てて、BUS Trigger として選択できます。

Source Trigger、Measure Trigger、スイープの Start Trigger、スイープの Step Trigger として使用できます。

外部への出力信号

フレーム、モジュールの出力端子から、以下の信号を出力できます。

フレームのリアパネルにある Trig IN1 端子または Trig IN2 端子に入力された外部信号 (Trig IN1、Trig IN2)

バストリガを介して、フレームの Trig IN1 端子または Trig IN2 端子に入力された信号をフレームの Trig OUT1 端子または Trig OUT2 端子から出力できます。

内部タイマー

バストリガを介して、フレームの内部タイマー (発振器) の信号をフレームの Trig OUT1 端子または Trig OUT2 端子から出力できます。

ステータス信号

モジュールの各チャンネルのステータス信号を出力できます。

- ・ スイープビジー信号 (SwpBusy)
- ・ ソースビジー信号 (SrcBusy)
- ・ メジャービジー信号 (MeasBusy)
- ・ メジャースタート信号 (MeasStart)

ステータス信号は、モジュールのフロント端子、フレームの Trig OUT1 端子または Trig OUT2 端子から出力できます。ただし、メジャースタート信号は、モジュールのフロント端子だけから出力できます。

ステータス信号

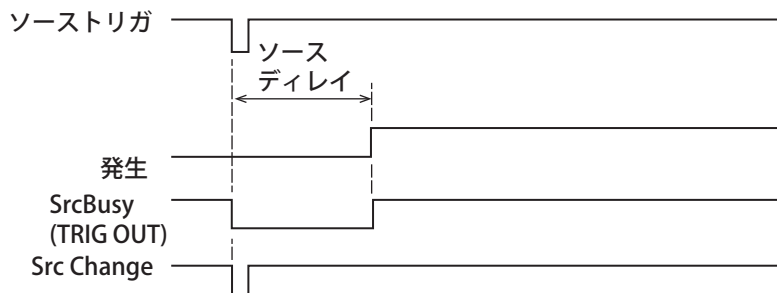
各出力端子から出力されるステータス信号は、最小パルス幅 10 μ s の負論理信号です。SwpBusy、SrcBusy、MeasBusy の出力タイミングは、次のとおりです。

SrcBusy、Src Change

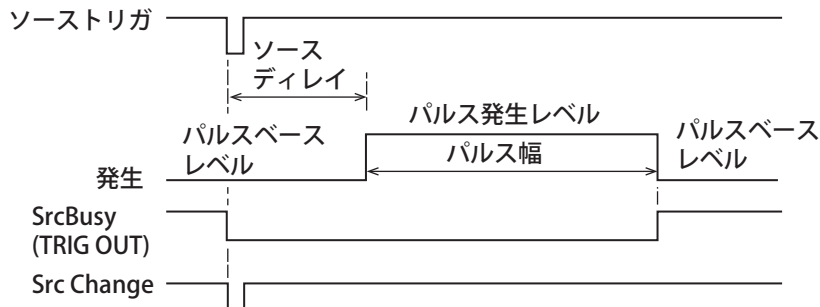
SrcBusy は、信号を発生動作中であることを示します。ソーストリガで Low になります。通信コマンドにより発生動作を開始しても Low になります。

DC 発生では、ソースディレイ経過後に High になります。ソースディレイが 1 μ s に設定されていても、ステータス信号のパルス幅は最小で 10 μ s を保持します。

Src Change は、ソーストリガを検出したタイミングで発生する信号です。メジャートリガとして使用する内部信号で、端子からは出力できません。

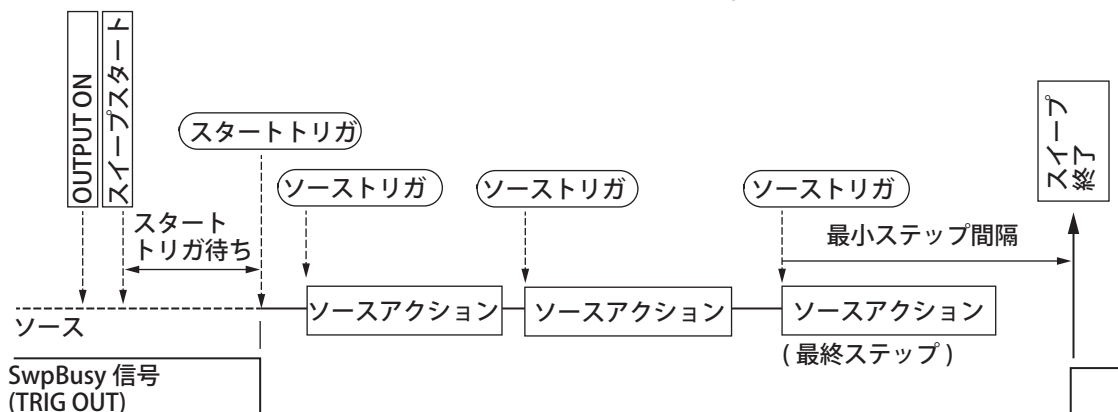


パルス発生では、パルス終了で High になります。



SwpBusy

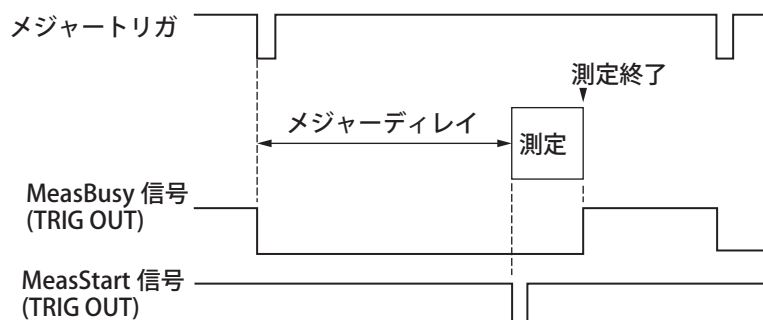
スイープ動作中であることを示します。スタートトリガで Low になり、最終ステップ出力後に、本機器の内部設定値である最小ステップ間隔を経たのち、High になります。



MeasBusy、MeasStart

MeasBusy は測定動作中であることを示します。メジャートリガで Low、測定完了 (積分回数分の測定値を取得) すると High になります。

Meas Start は、測定動作を開始したタイミングで発生する、パルス幅 10 μ s の負論理信号です。



モジュール間で同期する場合

複数のモジュールのソーストリガやメジャートリガとして、同じトリガ信号を設定することにより、同期して信号を発生したり、測定を開始させたりできます。

3.3 トリガ信号 (OPM)

トリガとして使用できる信号

トリガとして、以下の信号を使用できます。

フレームのリアパネルにある Trig IN1 端子または Trig IN2 端子に入力された外部信号 (Trig IN1、Trig IN2)

TTL レベルの信号 (負論理) です。

アプリケーションのスタビリティ測定とロギング測定では、Input Trigger として直接選択できます。

モジュール設定では、この信号を BUS Trigger1 ～ 9 に割り当てて、BUS Trigger として選択できます。

Measure Trigger として使用できます。

また、フレームのリアパネルにあるトリガ出力端子 (Trig OUT1、Trig OUT2) から出力もできます。

外部への出力信号

フレーム、モジュールの出力端子から、以下の信号を出力できます。

フレームのリアパネルにある Trig IN1 端子または Trig IN2 端子に入力された外部信号 (Trig IN1、Trig IN2)

バストリガを介して、フレームの Trig IN1 端子または Trig IN2 端子に入力された信号をフレームの Trig OUT1 端子または Trig OUT2 端子から出力できます。

ステータス信号

モジュールの各チャネルのステータス信号を出力できます。

- ・ 平均化時間経過信号 (Avg Time Over)
- ・ 測定開始信号 (Meas Started)
- ・ イベント検出信号 (Event Detect)
- ・ メジャービジー信号 (Meas Busy)

ステータス信号は、モジュールのアナログアウト出力端子、フレームの Trig OUT1 端子または Trig OUT2 端子から出力できます。ただし、メジャービジー信号は、フレームの Trig OUT1 端子または Trig OUT2 端子だけから出力できます。

ステータス信号

Trig OUT1 端子および Trig OUT2 端子端子から出力されるステータス信号は、最小パルス幅 10 μ s の負論理信号です。アナログアウト出力端子から出力されるステータス信号は正論理信号です。

Avg Time Over

測定を終了したときにトリガ信号を出力します。測定モードが Normal のときは、測定開始後、最初に測定を終了したとき (平均化時間経過したとき) にトリガ信号を出力します。

Meas Started

測定を開始したときにトリガ信号を出力します。

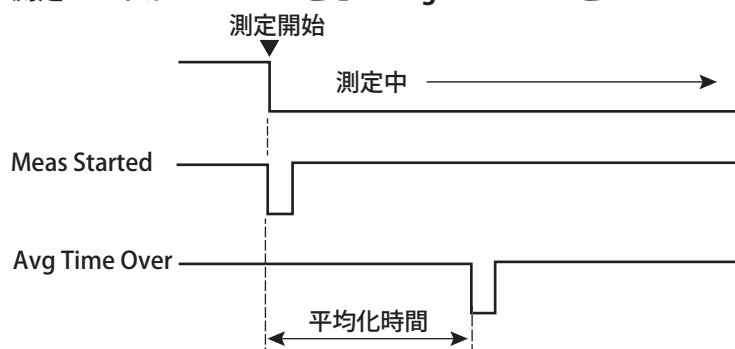
Event Detect

イベントを検出したときにトリガ信号を出力します。

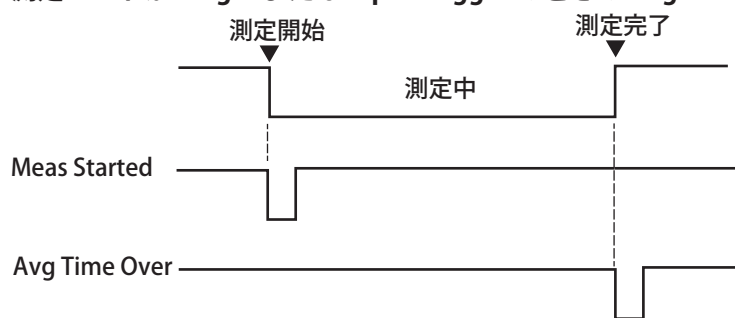
Meas Busy

測定中はアサートされたトリガ信号を出力します。測定モードが Normal のときは、測定中もアサートされません。

測定モードが Normal のときの Avg Time Start と Meas Started 信号

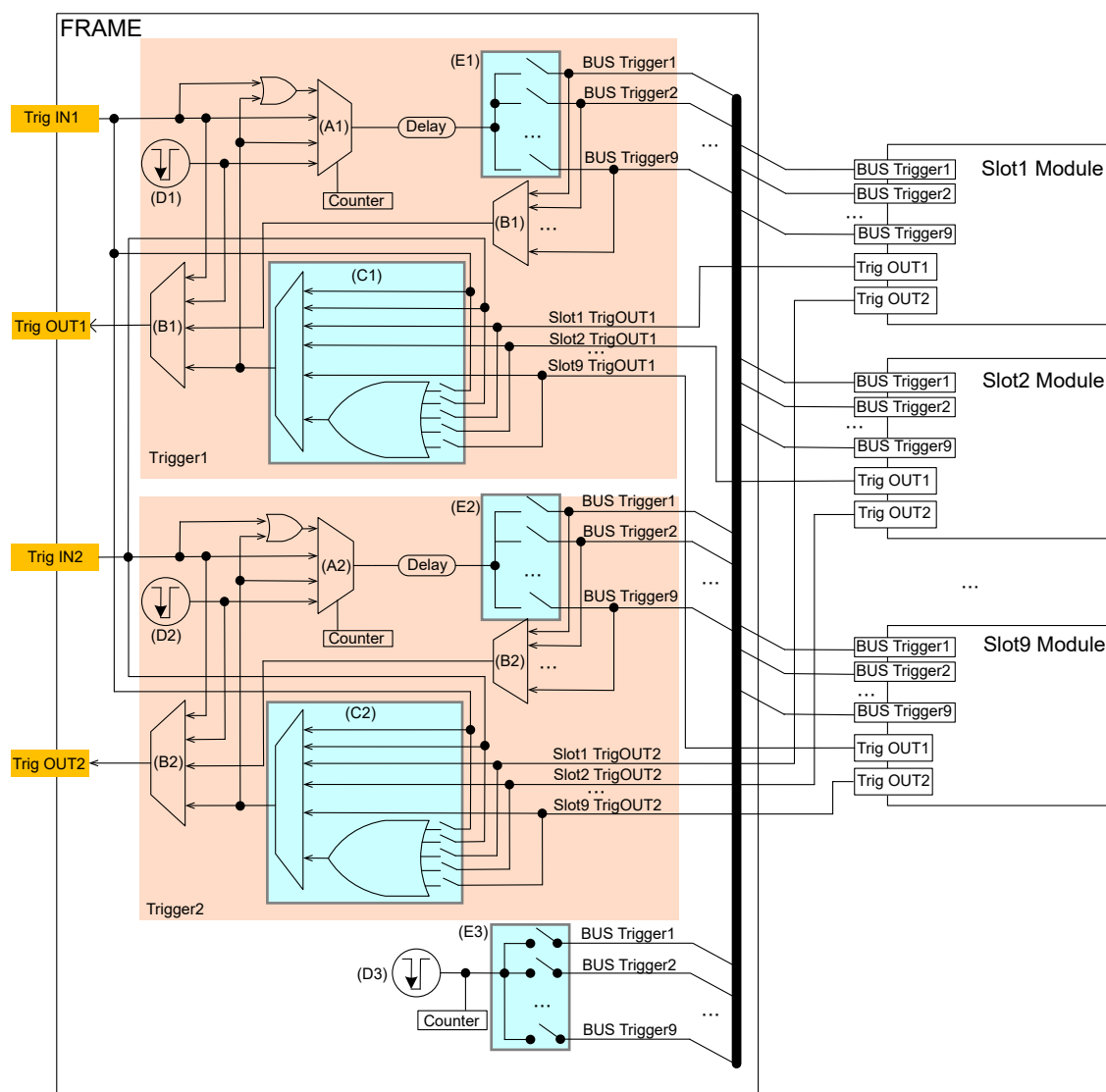


測定モードが Single または Input Trigger のときの Avg Time Start と Meas Started 信号



3.4 トリガシステムの概略図

本機器のトリガシステムの概略図を以下に示します。



フレーム

Trig IN1/Trig IN2：フレームのトリガ入力端子

Trig OUT1/Trig OUT2：フレームのトリガ出力端子

モジュール

BUS Trigger1 ～ BUS Trigger9：スロットとの接続端子経由でフレームに接続

Trig OUT1/Trig OUT2：スロットとの接続端子経由でフレームに接続

4.1 スイープ

アプリケーションのスイープでは、SMU のスイープ動作と他チャンネルの測定動作を同期させて動かす設定を簡易的に行うことができます。より詳細なスイープ動作の設定を行う場合は、モジュール設定で行ってください。

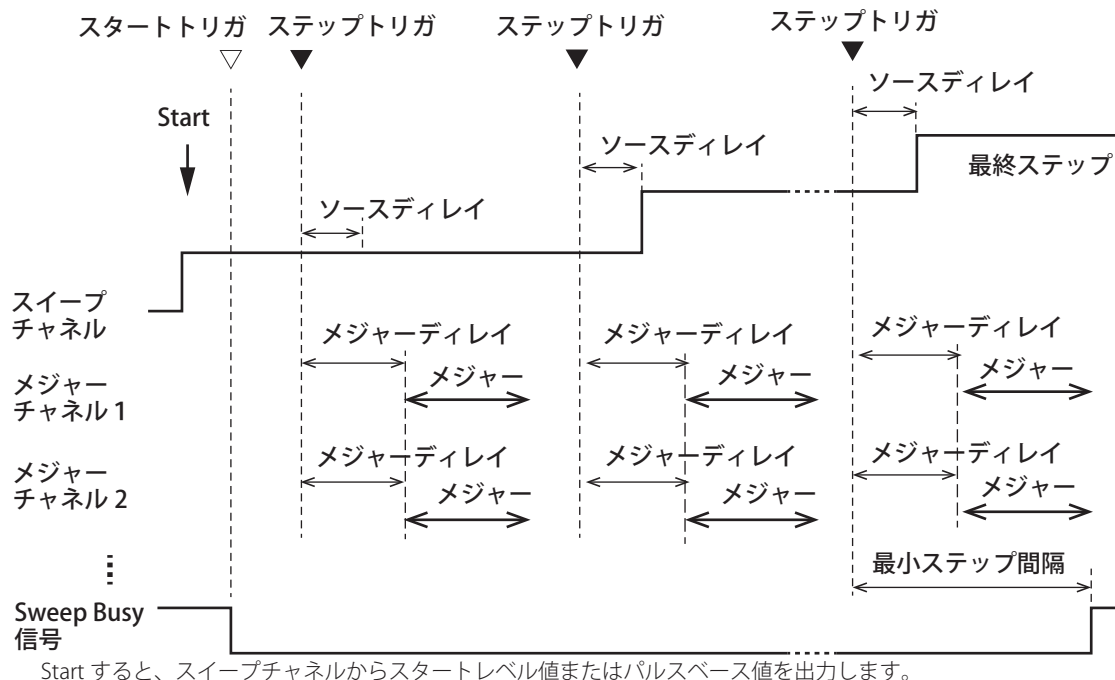
概要

スイープは、1つのソーストリガで発生動作を繰り返す動作です。このとき、発生動作を開始するきっかけになるソーストリガに加え、スイープ動作を開始するきっかけになるスタートトリガ（スイープスタート（「2章 トリガ」参照）が必要になります。

スイープを開始すると、スタートトリガ待ち状態になり、スタートトリガが入ると、ステップトリガ待ち状態になります。スイープスタート後は、ステップトリガ (Step Trigger または Source Trigger) が入るたびに発生レベルを変えながら、あらかじめ設定した回数 (1 回～ 1000 回または無限大 (∞)) のソースアクションを繰り返します。スイープが終了すると、再びスイープスタート待ちの状態になります。スイープを中止してスタートトリガ待ちの状態にするには、STOP SWEEP ボタンを操作します。

SwpBusy(Sweep Busy) 信号は、モジュールの出力端子 (Front Output1、Front Output2) またはフレームの出力端子 (Trig OUT1、Trig OUT2) から出力できます。この信号がローレベルで出力されている間は、スイープ中であることを示します。この信号を使って、SMU のスイープ動作に合わせて他機器を同期できます。

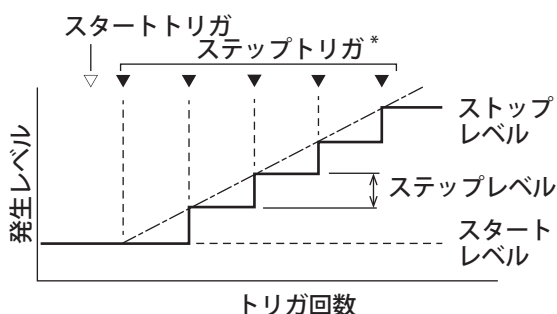
スロットに装着された複数の SMU に対して、スイープ 1 チャンネルと複数の測定チャンネルを同期運転できます。



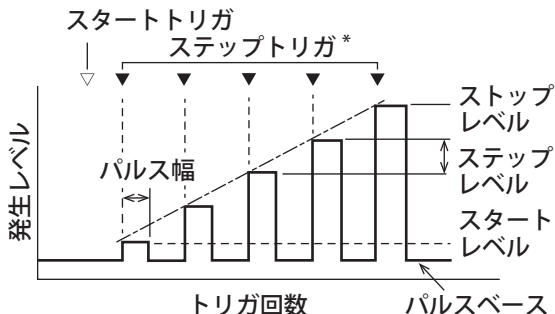
リニアスイープ

横軸をトリガ回数、縦軸を発生レベルにしたときに、設定したスタートレベル (Start Level) からストップレベル (Stop Level) まで、指定したステップレベル (Step Level) で、階段状にスイープします。

DC 出力 (Shape : DC)



パルス出力 (Shape : Pulse)

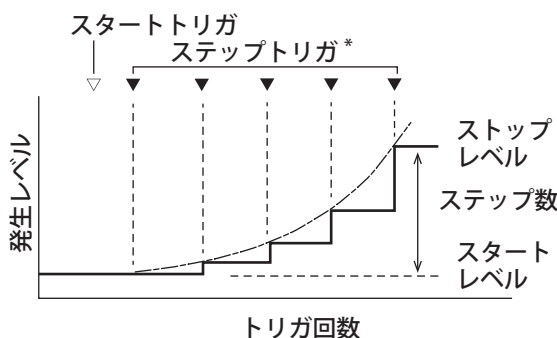


*: モジュール設定で設定するときは、Source Trigger で設定

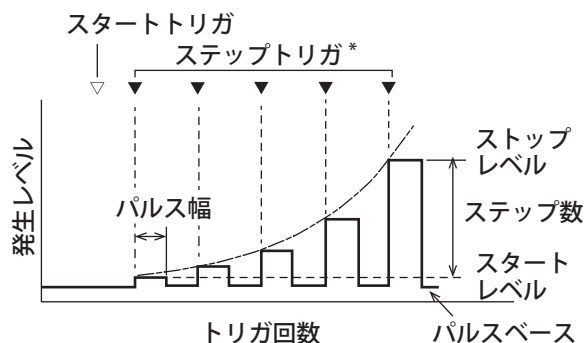
ログスイープ

横軸をトリガ回数、縦軸を発生レベルにしたときに、発生レベルを設定したスタートレベル (Start Level) からストップレベル (Stop Level) まで、指定したステップ数 (Step Count) で分割した指数形状で階段状にスイープします。

DC 出力 (Shape : DC)



パルス出力 (Shape : Pulse)

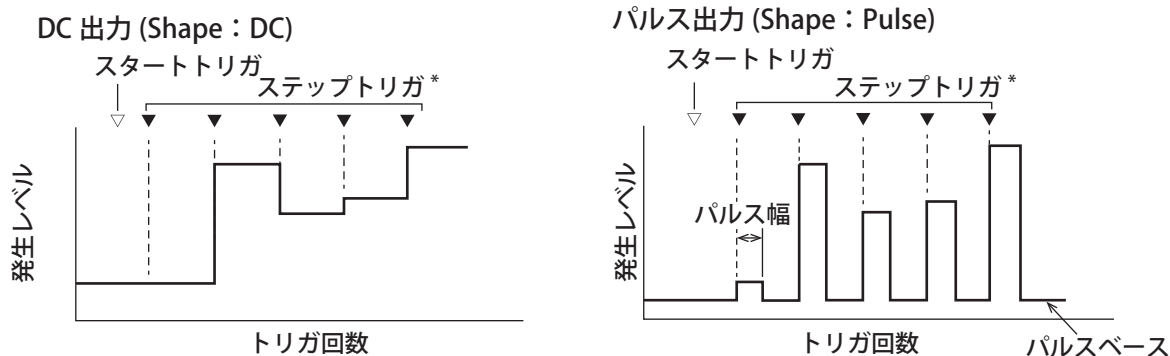


*: モジュール設定で設定するときは、Source Trigger で設定

プログラムスイープ

PC で作成したプログラムファイル (CSV 形式のスイープパターンファイル) を本機器に読み込ませて、そのプログラムファイルのパターンに沿ってスイープします。

ステップ数は、最大 100001 まで設定できます。スイープパターンのステップ数が 100001 を超えた場合、先頭から 100001 個までが読み込まれます。



*: モジュール設定で設定するときは、Source Trigger で設定

プログラムファイルの作成方法

プログラムファイルはカンマ区切りの CSV 形式で作成します。

プログラムファイルはスイープ条件を定義するコンディション部と、発生するレベルを定義するレベル定義部で構成されます。

ProgramSweepFile

Func, V	コンディション部
SrcRange, 6	
Limit, 0.2, -0.2	
Shape, PULSE	
PlsWidth, 0.05	
Base, 0.1	
1.23	レベル定義部
2.34	
5.45	

コンディション部

コンディション部として、次の項目を記述します。

ラベル	意味	値	必須	備考
Func	発生ファンクション	V または I	✓	
SrcRange	発生レンジ	Func が V の時は V 単位のレンジ Func が I の時は A 単位のレンジ	✓	
Limit	リミッタ	Func が V の時は A 単位のリミッタ値 Func が I の時は V 単位のリミッタ値 1 つめの値が上限リミッタ、2 つめの値が下限リミッタ		省略したときは Limiter OFF
Shape	発生波形	DC または PULSE		省略したときは DC
PlsWidth	パルス幅	秒 (s) 単位のパルス幅		Shape が PULSE のときは必須
Base	パルススイープのベースレベル	Func が V の時は V 単位のレベル Func が I の時は A 単位のレベル		Shape が PULSE のときは必須

レベル定義部

発生するレベルを定義します。

- ・ レベル定義部には、1 行につき 1step の発生レベルを記述してください。
- ・ 最大で 100001 行分のレベルを定義できます。
- ・ レベルの単位は、発生ファンクションが V のときは V(ボルト)、発生ファンクションが I の時は A(アンペア) です。

プログラムファイル作成時の注意

- ・ 大文字と小文字は区別されません。
- ・ 改行コードは CR+LF または LF を使用してください。
- ・ 1 行目は "ProgramSweepFile" 固定です。違う場合はエラーになります。
- ・ 改行のみの行は無視されます。
- ・ 必須項目が無い場合はエラーになります。

発生レベルの設定範囲と設定分解能 (AQ23811A)**電圧スイープレベル**

発生レンジ	設定範囲	設定分解能
6 V	$-6.0000\text{ V} \leq X \leq 6.0000\text{ V}$	100 μV

電流スイープレベル

発生レンジ	設定範囲	設定分解能
200 nA	$-200.000\text{ nA} \leq X \leq 200.000\text{ nA}$	1 pA
2 μA	$-2.00000\text{ }\mu\text{A} \leq X \leq 2.00000\text{ }\mu\text{A}$	10 pA
20 μA	$-20.0000\text{ }\mu\text{A} \leq X \leq 20.0000\text{ }\mu\text{A}$	100 pA
200 μA	$-200.000\text{ }\mu\text{A} \leq X \leq 200.000\text{ }\mu\text{A}$	1 nA
2 mA	$-2.00000\text{ mA} \leq X \leq 2.00000\text{ mA}$	10 nA
20 mA	$-20.0000\text{ mA} \leq X \leq 20.0000\text{ mA}$	100 nA
200 mA	$-200.000\text{ mA} \leq X \leq 200.000\text{ mA}$	1 μA
600 mA	$-600.00\text{ mA} \leq X \leq 600.00\text{ mA}$	10 μA

スイープする波形 (Shape)

スイープする波形には、DC とパルスの 2 つがあります。

DC： ステップトリガがかかるまで一定値を発生します。

パルス： 設定したパルス幅のパルス波形を発生します。

負荷キャパシタンス / 負荷インダクタンス / 負荷抵抗 (Capacitance/Inductance/Resistance)

発生対象の負荷に適した値を設定することにより、発生値を設定した出力値にスムーズに収束できます。

- ・ 負荷キャパシタンス：電圧発生の際に有効です。
- ・ 負荷インダクタンス：電流発生の際に有効です。
- ・ 負荷抵抗：電圧、電流発生の際に有効です。

本機器では、初期設定として、最小値が設定されていますが、発生値の波形を調整するときに設定を変更してください。

スタートトリガ (Start Trigger)

フレームのリアパネルにある TrigIN1 または TrigIN2 に入力された外部信号をトリガにして、スイープ動作を開始します。

スタートトリガが設定されていないときは、パネル操作で測定を開始するとスイープ動作を開始します。

モジュール設定の Sweep の Start Trigger と同じ設定です。ただし、モジュール設定では、TrigIN1 または TrigIN2 を割り当てたバストリガで指定します。BUS Trigger1 ～ 9 やモジュールのトリガ入力を Start Trigger に設定したいときは、モジュール設定で Sweep を設定してください。

ステップトリガ (Step Trigger)

スイープの次のステップに変更するタイミングです。以下の信号をステップトリガに設定できます。

- ・ フレームの TrigIN1 または TrigIN2 に入力された外部信号
- ・ フレーム内部のタイマー (Cyclic)
- ・ 測定動作完了の内部信号 (Fastest)

モジュール設定では、TrigIN1、TrigIN2、Timer を割り当てたバストリガで指定します。

Fastest はアプリケーションだけで設定できます。

測定 (Measure)

ステップトリガのタイミングで測定を開始します。

アプリケーションのスイープ設定では、最大で17チャンネルを測定チャンネルに設定できます (9スロットフレームに2チャンネルモジュールを9台装着したとき)。

SMU での測定 (Measure)

バイアス電流、バイアス電圧、積分時間、メジャーディレイ、リミッタを設定できます。

バイアス機能 (Bias Function、Bias Level)

バイアス機能を使用すると、測定端子間にバイアス電流またはバイアス電圧を発生できます。

ただし、バイアス機能を使用すると測定値に影響するので、バイアス電流、バイアス電圧が必要なとき以外は、オフにしてください。

積分時間 (Integ Time)

積分時間を長くすると、測定時間は長くなりますが、測定値の安定度が増します。積分時間を商用電源周期の整数倍 (nPLC) にすると、電源周波数成分のノイズを除去する効果があります。高精度な測定をする場合には、整数値で設定してください。

メジャーディレイ (Measure Delay)

メジャートリガ検知から測定動作が行われるまでの待ち時間です。この設定を変えることで、メジャートリガから測定動作までのタイミングを調整できます。測定動作には $\pm 1 \mu\text{s}$ のジッタが存在します。DUT(被測定対象)の波形が過渡状態の期間を測定するとジッタの影響で測定値が安定しません。被測定対象の波形が十分に安定してから測定動作が開始されるようにメジャーディレイを設定してください。

リミッタ (Limiter)

リミッタを ON にすることで、測定値が設定した上限値または下限値を超えないように、発生値をコントロールできます。

各レンジでの設定範囲と設定分解能は次のとおりです。

設定	測定レンジ	設定範囲	設定分解能
電圧リミッタ 上限	6 V	0.0050 V ～ 6.0000 V	100 μ V
電圧リミッタ 下限	6 V	－ 6.0000 V ～－ 0.0050 V	100 μ V
電流リミッタ 上限	200 nA	10.000 nA ～ 200.000 nA	1 pA
	2 μ A	0.20001 μ A ～ 2.00000 μ A	10 pA
	20 μ A	2.0001 μ A ～ 20.0000 μ A	100 pA
	200 μ A	20.001 μ A ～ 200.000 μ A	1 nA
	2 mA	0.20001 mA ～ 2.00000 mA	10 nA
	20 mA	2.0001 mA ～ 20.0000 mA	100 nA
	200 mA	20.001 mA ～ 200.000 mA	1 μ A
	600 mA	200.01 mA ～ 600.00 mA	10 μ A
電流リミッタ 下限	200 nA	－ 200.000 nA ～－ 10.000 nA	1 pA
	2 μ A	－ 2.00000 μ A ～－ 0.20001 μ A	10 pA
	20 μ A	－ 20.0000 μ A ～－ 2.0001 μ A	100 pA
	200 μ A	－ 200.000 μ A ～－ 20.001 μ A	1 nA
	2 mA	－ 2.00000 mA ～－ 0.20001 mA	10 nA
	20 mA	－ 20.0000 mA ～－ 2.0001 mA	100 nA
	200 mA	－ 200.000 mA ～－ 20.001 mA	1 μ A
	600 mA	－ 600.00 mA ～－ 200.01 mA	10 μ A

OPM での測定 (Measure)

平均化時間、波長、測定レンジ、単位、メジャーディレイを設定できます。

平均化時間 (Average)

設定した時間内の測定結果を平均化して表示します。

波長 (Wavelength)

被測定対象 (DUT) の波長を設定します。

測定レンジ (Range)

HOLD レンジ (手動) で測定レンジの設定ができます。

設定範囲： +13 dBm、+10 dBm、0 dBm、－ 10 dBm、－ 20 dBm、－ 30 dBm、－ 40 dBm、
－ 50 dBm

レンジ内での光入力パワー状況に注意して設定してください。

表示単位 (Unit)

光パワー表示は次の 4 つの単位から選択できます。

dBm、dB、W(abs)、W(rel)

dBm は絶対値 (実測値) の対数表示です。測定値の幅が広い場合に使用されます。

W(abs) は絶対値 (実測値) のリニア表示です。対数表示とリニア表示の間には次の関係があります。

0 dBm = 1 mW

dB は相対値の対数表示です。W(rel) は相対値のリニア表示です。

相対値とは、後述のリファレンス機能で登録した値と測定結果の絶対値 (実測値) の差分の値のことです。

メジャーディレイ (Measure Delay)

メジャートリガ検知から測定動作が行われるまでの待ち時間です。この設定を変えることで、メジャートリガから測定動作までのタイミングを調整できます。測定動作には± 1 μs のジッタが存在します。DUT(被測定対象) の波形が過渡状態の期間を測定するとジッタの影響で測定値が安定しません。被測定対象の波形が十分に安定してから測定動作が開始されるようにメジャーディレイを設定してください。

繰り返し回数 (Repeat)

スイープの繰り返し回数を設定します。
設定範囲は、1 ～ 1000 または無限大 (∞) です。0 を設定すると、無限大 (∞) になります。
たとえば 5 回に設定した場合、スイープを 5 回繰り返したのち、スタート待ちの状態に戻ります。
無限大 (∞) を選択した場合、スイープ開始後は、スイープを停止するか、または出力を OFF するまでスイープを繰り返します。

測定結果の自動保存

スイープ機能で測定した結果を、自動で保存します。
ファイル形式は、バイナリ形式 (.bin) か CSV 形式 (.csv) のどちらかです。
以下に CSV 形式のフォーマットの例を示します。

Sweep Application Result Data

Date Time, 2024/08/14 16:37:05

Slot-Chan, Model, SerialNo, 9018C6443,9018C6444

Slot 1-1, AQ23811A, 9018C6444

Slot 1-2, AQ23811A,....

スロット番号、チャネル番号

モジュールの形名

シリアル番号

Integral Time(S), +1.00000000E-00E, +1.00000000E-00E

積分時間 (SMU)、平均化時間 (OPM)

Limiter Function, Voltage, Current

Upper Limit (V/A), +3.4500000000E-001, +3.4500000000E-001

Lower Limit (V/A), -3.4500000000E-001, -3.4500000000E-001

リミット値

Data Points, 100

Slot1-1,

Sweep No,

Data No,

Voltage(V),

Current(A),

Power(W),

Slot1-2,

Voltage(V),

0,

0,

+1.23400000E-001,

+2.3400000E-002,

+2.87820000E-003,

+1.23400000E-001,....

,

1,

+1.23400000E-001,

+2.3400000E-002,

+2.87820000E-003,

+1.23400000E-001,....

,

2,

+1.23400000E-001,

+2.3400000E-002,

+2.87820000E-003,

+1.23400000E-001,....

....

,

99,

+1.23400000E-001,

+2.3400000E-002,

+2.87820000E-003,

+1.23400000E-001,....

1,

0,

+1.23400000E-001,

+2.3400000E-002,

+2.87820000E-003,

+1.23400000E-001,....

,

1,

NaN,

NaN

NaN,

+1.23400000E-001,....

,

2,

+1.23400000E-001,

+2.3400000E-002,

+2.87820000E-003,

+1.23400000E-001,....

....

,

99,

+1.23400000E-001,

+2.3400000E-002,

+2.87820000E-003,

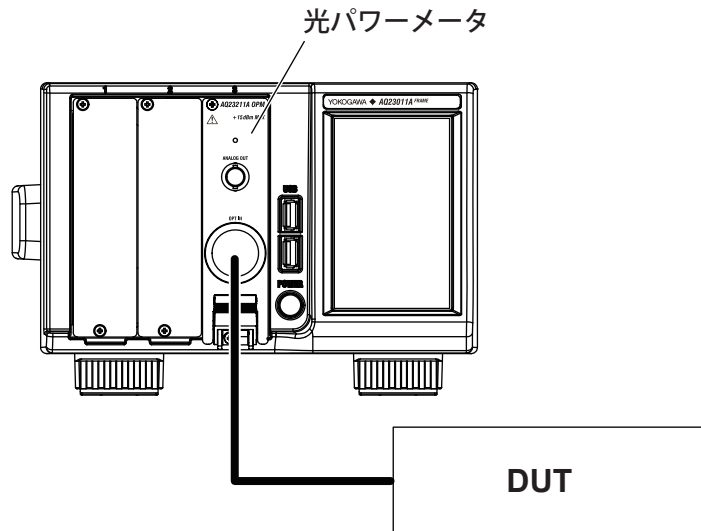
+1.23400000E-001,....

データ部

データ部

4.2 スタビリティ測定

長時間にわたり、光信号の変動を測定することで、光パワー安定度が確認できます。



平均化時間 (Average)

設定した時間内の測定結果を平均化して表示します。

設定範囲：20 μ s、50 μ s、100 μ s、200 μ s、500 μ s、1 ms、2 ms、5 ms、10 ms、20 ms、50 ms、100 ms、200 ms、500 ms、1 s、2 s、5 s、10 s

測定時間 (Total Time)

トータルの測定時間を設定します。

- 時間の設定範囲は、0 時間 0 分 1 秒～ 23 時間 59 分 59 秒です。
- 日数の設定範囲は、1 ～ 99 日です。

測定サンプル数 (Data Points)

スタビリティ測定のサンプル数を設定します。

測定波長 (Wavelength)

測定対象 (DUT) の波長を設定します。各スロットの OPM を個別に設定したり、全スロットの OPM を一度に全部設定したりできます。

Apply setting to all CHs：ON にすると一度に全部設定できます。

測定レンジ (Range)

測定レンジは次の2つのモードから選択できます。

- AUTO レンジ： 入力光パワーに応じて、自動で最適なレンジが設定されます。通常は、このモードを使用してください。
- HOLD レンジ： 手動で測定レンジの設定ができます。
+13 dBm、+10 dBm、0 dBm、− 10 dBm、− 20 dBm、− 30 dBm、− 40 dBm、− 50 dBm

なお、HOLD レンジで使用する場合、レンジ内での光入力パワー状況に注意して使用してください。

リファレンス機能 (Reference)

光出力レベルを測定する場合に、使用する光源や測定系によってレベルが異なる場合があるため（波長依存）、測定対象の損失レベルを測定する場合は、あらかじめ光源や測定系の光出力レベルを基準値として測定結果には実測値（絶対値）から基準値を差し引いた差分の値（相対値）を表示できます。次の3つのモードより選択できます。

- Value : Reference で設定された任意基準値との相対測定
- Sensor : 指定センサ測定値との相対測定
- First : 自センサの最初の測定値との相対測定

入力トリガモード (Input Trigger)

外部入力トリガによりスタビリティ測定を開始できます。入力トリガを有効に設定した場合は、外部からのトリガ入力がないと測定が開始できません。

- Ignore : 外部からのトリガ入力を無視します。
- Compl : 外部からのトリガ入力によりスタビリティ測定を開始します。

入力トリガ選択 (Input Trigger Select)

入力トリガを選択します。入力トリガモードが Compl のときに設定できます。

- Ext Trig1 : フレームのリアパネルにある Trig IN1 端子に入力された外部信号
- Ext Trig2 : フレームのリアパネルにある Trig IN2 端子に入力された外部信号

表示単位 (Unit)

光パワー表示は次の4つの単位から選択できます。

dBm、dB、W(abs)、W(rel)

dBm は絶対値（実測値）の対数表示です。測定値の幅が広い場合に使用されます。

W(abs) は絶対値（実測値）のリア表示です。対数表示とリア表示の間には次の関係があります。

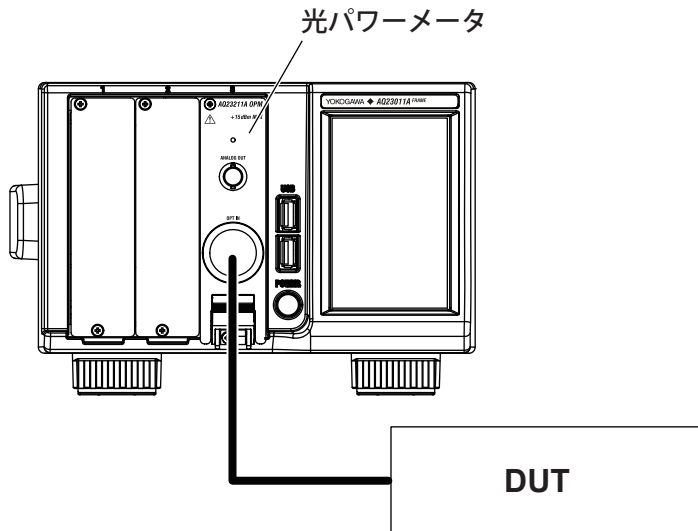
$$0 \text{ dBm} = 1 \text{ mW}$$

dB は相対値の対数表示です。W(rel) は相対値のリア表示です。

相対値とは、後述のリファレンス機能で登録した値と測定結果の絶対値（実測値）の差分の値のことです。

4.3 ロギング測定

非常に短時間で変動する光信号の変移を測定することで、過渡特性が確認できます。



平均化時間 (Average)

設定した時間内の測定結果を平均化して表示します。

設定範囲：20 μ s、50 μ s、100 μ s、200 μ s、500 μ s、1 ms、2 ms、5 ms、10 ms、20 ms、50 ms、100 ms、200 ms、500 ms、1 s、2 s、5 s、10 s

測定サンプル数 (Data Points)

ロギング測定のサンプル数を設定します。

測定波長 (Wavelength)

測定対象 (DUT) の波長を設定します。各スロットの OPM を個別に設定したり、全スロットの OPM を一度に全部設定したりできます。

Apply setting to all CHs：ON にすると一度に全部設定できます。

測定レンジ (Range)

HOLD レンジ (手動) で測定レンジの設定ができます。

設定範囲：+13 dBm、+10 dBm、0 dBm、-10 dBm、-20 dBm、-30 dBm、-40 dBm、-50 dBm

レンジ内での光入力パワー状況に注意して設定してください。

リファレンス機能 (Reference)

光出力レベルを測定する場合に、使用する光源や測定系によってレベルが異なる場合があるため（波長依存）、測定対象の損失レベルを測定する場合は、あらかじめ光源や測定系の光出力レベルを基準値として測定結果には実測値（絶対値）から基準値を差し引いた差分の値（相対値）を表示できます。次の3つのモードより選択できます。

- Value : Reference で設定された任意基準値との相対測定
- Sensor : 指定センサ測定値との相対測定
- First : 自センサの最初の測定値との相対測定

入力トリガモード (Input Trigger)

外部入力トリガによりログイング測定を開始できます。入力トリガを有効に設定した場合は、外部からのトリガ入力がないと測定が開始できません。

- Ignore : 外部からのトリガ入力を無視します。
- Single : 外部からのトリガ入力ごとに測定を1回実行します。
- Compl : 外部からのトリガ入力により設定内容に従いログイング測定を開始します。

入力トリガ選択 (Input Trigger Select)

入力トリガを選択します。入力トリガモードが Compl のときに設定できます。

- Ext Trig1 : フレームのリアパネルにある Trig IN1 端子に入力された外部信号
- Ext Trig2 : フレームのリアパネルにある Trig IN2 端子に入力された外部信号

表示単位 (Unit)

光パワー表示は次の4つの単位から選択できます。

dBm、dB、W(abs)、W(rel)

dBm は絶対値（実測値）の対数表示です。測定値の幅が広い場合に使用されます。

W(abs) は絶対値（実測値）のリニア表示です。対数表示とリニア表示の間には次の関係があります。

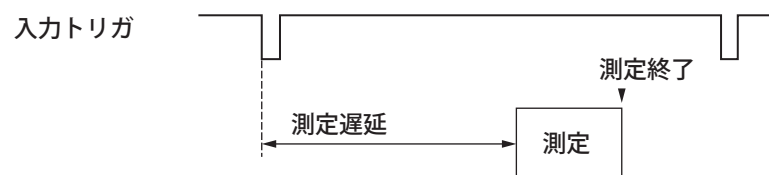
$$0 \text{ dBm} = 1 \text{ mW}$$

dB は相対値の対数表示です。W(rel) は相対値のリニア表示です。

相対値とは、後述のリファレンス機能で登録した値と測定結果の絶対値（実測値）の差分の値のことです。

測定遅延 (Measure Delay)

入力トリガを検出してから、ロギング測定を開始するまでのタイミングを調整できます。
被測定対象の波形が十分に安定してから測定が開始されるように測定遅延を設定してください。



5.1 保存できるデータ

本機器では、次のデータを内部ストレージや USB ストレージに保存できます。

- ・ 測定データ
- ・ プログラムスイープのプログラムファイル
- ・ エラーログ
- ・ フレームの設定データ、モジュールごとの設定データ
- ・ 画面イメージ

測定データ

各モジュールで測定データを保存できます。

- ・ **SMU**

保存形式は、バイナリデータ (.BIN) または CSV 形式 (.CSV) のデータです。

- ・ **OPM**

保存形式は、CSV 形式 (.CSV) のデータです。

プログラムスイープのプログラムファイル

CSV 形式 (.CSV) のデータです。

作成方法については、「4.1 スイープ」をご覧ください。

エラーログ

発生したエラーを、自動的にログファイルとして保存します。

保存形式は、テキスト形式です。

拡張子は .LOG です。

設定データ

フレームや各モジュールで設定した情報を保存できます。

保存した設定データを読み込むこともできます。

拡張子は、次のとおりです。

AQ23811A(SMU) : .811

AQ23211A(OPM) : .211

AQ23212A(OPM) : .212

フレーム : .FRM

ファイル名は、任意に設定できます。

画面イメージデータ

画面イメージを PING 形式 (.PNG) で保存できます。

ファイル名 : AQ2300_SC_xxx.PNG

xxx : 自動的に付与される通し番号 (000 ~ 999)

5.2 ファイル操作

本機器の内部ストレージおよび、本機器と USB で接続された USB ストレージに対して、次のファイル操作ができます。

- ・ フォルダの作成
- ・ フォルダ名、ファイル名の変更と削除
- ・ ファイルのコピー

フォルダの作成

任意のフォルダ名のフォルダを作成できます。

作成したフォルダ内に、測定データや設定データを保存できます。

フォルダ、ファイル名の変更

フォルダ名やファイル名を変更できます。

拡張子を変更すると、本機器で認識できなくなることがありますので、ご注意ください。

フォルダ、ファイルのコピーと削除

ひとつまたは複数のフォルダまたはファイルを、別のフォルダにコピーしたり、削除したりできます。

6.1 リモート接続

本機器と PC を接続し、PC から本機器をコントロールできます。
HiSLIP、GPIB、USB は同時に使用できません。

RawSocket

TCP Socket 接続で、ダイレクトに送信、受信できます。
PC1 台に本機器 1 台を接続できます。
IPv4、IPv6 に対応しています。

項目	仕様
同時接続数	1
Port	可変
Protocol	IPv4/TCP、IPv6/TCP

HiSLIP

主に計測制御用に使用されるプロトコルです。
PC1 台に本機器 1 台を接続できます。
IPv4、IPv6 に対応しています。

項目	仕様
同時接続数	1
Standard	IVI High-Speed LAN Instrument Protocol 1.1
Protocol	IPv4/TCP、IPv6/TCP
通信ライブラリ	Tmctl、NI-VISA

GP-IB

GP-IB を使って本機器をコントロールします。

アドレス (Address)

- ・ 0 ～ 30 の範囲で設定できます。
- ・ GP-IB で接続できる各装置は、GP-IB システム内で固有のアドレスを持ちます。このアドレスによって他の装置と識別されます。したがって、本機器を PC などに接続するときは、本機器のアドレスを他の機器と重ならないように設定する必要があります。
- ・ GP-IB を介してコントローラが、本機器または他のデバイスと通信しているときは、アドレスを変更しないでください。

接続時の注意

- ・ 何本かのケーブルを接続して、複数の機器を接続することができます。ただし、1 つのバス上にコントローラを含め 15 台以上の機器を接続することはできません。
- ・ 複数の機器を接続するときは、それぞれのアドレスを同じ設定にはできません。
- ・ 機器間をつなぐケーブルは 2 m 以下のものを使用してください。
- ・ ケーブルの長さは合計で 20 m を超えないようにしてください。
- ・ 通信を行っているときは、少なくとも全体の 2/3 以上の機器の電源をオンにしておいてください。
- ・ 複数の機器を接続するときは、スター形またはリニア形に結線してください。ループ形やパラレル形の結線はできません。

USB

USB を使って本機器をコントロールします

USB ポートを使って本機器と PC を接続するには、USB ドライバが必要です。

- 当社の USB ドライバを PC にインストールしてください。
- 当社以外の USB ドライバ (またはソフトウェア) は、使用しないでください。

当社の USB ドライバの入手方法については、お買い求め先にお問い合わせいただくか、当社会員サイト (<https://myportal.yokogawa.com/>) から USB ドライバ提供ページにアクセスし、USB ドライバをダウンロードしてください。

項目	仕様
USB Class	USB TMC(Test and Measurement Class)
Protocol	USB 2.0
通信ライブラリ	Tmctl
その他	機器サーチ機能をサポート

6.2 ネットワーク設定

イーサネットを使って本機器をネットワークに接続します。

IPv4 と IPv6 に対応しています。

DHCP サーバーにも対応しています。

DHCP を ON にしたときは、IP アドレス、サブネットマスク、デフォルトゲートウェイの設定は不要です。

項目	仕様
Speed	10M/100M/1000M
Protocol	IPv4、IPv6、HiSLIP、SMB、SSH、TCP(RawSocket)

6.3 その他の機能

インターロック (Inter Lock)

本機器に装着されているモジュールの出力をロック（出力されない）します。

付属品のインタロックコネクタプラグ (A1288JA) が、本機器背面のリモートインターロックコネクタに装着されていないか、Inter Lock が Lock に設定されていると、モジュールから出力されません。インタロックコネクタプラグをリモートインターロックコネクタに装着し、Inter Lock を Unlocked に設定します。

インターロックを解除するにはパスワードが必要です。初期パスワードは「12345」です。

日付時刻の設定 (Time/Date)

本機器の日付時刻を設定できます。

ビープ音の ON/OFF(Volume)

タッチパネルを操作したときのビープ音を ON/OFF できます。

画面表示 (Display)

LCD のバックライトの明るさ、テーマ（画面背景の明るさ）を設定できます。

LCD

LCD のバックライトの明るさを 0(暗) ～ 8(明) の 9 段階で調整できます。

0 に設定するとバックライトが OFF になります。

Theme

画面の色調を明るくまたは暗くできます。

ファイル共有 (File Sharing)

本機器の内部ストレージや本機器に接続されている外部ストレージを、ネットワーク経由で PC などから読み込みまたは書き込みができます。

ユーザー名とパスワードでユーザー認証を行います。

システム情報 (System Information)

本機器のファームウェアバージョンやハードウェアバージョンなどのシステム情報を表示できます。

ログ情報の表示と保存 (System Log)

以下の情報をログ情報として内部に保存し、表示できます。ログ情報は、圧縮ファイルとして本機器に接続している USB ストレージなどに保存もできます。

システムログ

- ・ ファームウェアの起動時刻と電源周波数
- ・ ファームウェアのシャットダウン時刻
- ・ 再起動時刻
- ・ アップデート時刻、バージョン
- ・ モジュールのアップデート時刻、モジュール種類、ファームウェアバージョン
- ・ ネットワーク接続の時刻、設定内容
- ・ 日付時刻設定した時刻、設定時刻
- ・ リモート操作した時刻、設定内容
- ・ ファンアラーム発生時刻
- ・ 温度アラームの発生時刻、温度
- ・ インターロックの状態変更時刻、状態
- ・ ビープ音の設定時刻、設定値
- ・ バックライトの時刻、設定値
- ・ セルフテストの実行時刻、診断結果
- ・ モジュールを取り付けた時刻、スロット No.、モジュール種類、S/N(シリアル番号)
- ・ モジュールを取り外した時刻、スロット No.

ユーザーログ

- ・ 操作エラーの発生時刻、エラーコード、発生場所 (フレーム または スロット No)
- ・ Application を開始した時刻、Application の種類
- ・ Application を終了した時刻、Application の種類

セルフテスト (Self Test)

DRAM、ファイルシステム、バッテリーをセルフテストし、結果を表示できます。

設定の初期化

フレーム設定とモジュール設定を初期化できます。

フレーム設定の初期化には、ネットワーク関連の設定や内部ストレージも含めて初期化するモードと、ネットワーク関連の設定や内部ストレージの初期化を除いて初期化するモードがあります。

Reset all Module

すべてのモジュールの設定を初期化します。

Reset Frame Setting

フレームの設定を初期化します。すべてのモジュールの設定も初期化されます。

リモート設定とネットワーク設定は初期化されません。

Reset Frame to factory default

フレームの設定を出荷時の設定に初期化し、フレームを再起動します。リモート設定とネットワーク設定も初期化されます。また、内部ストレージ内のデータはすべて削除されます。

すべてのモジュールの設定も初期化されます。

索引

B	ページ
Bias Function.....	4-6
Bias Level.....	4-6
BUS Trigger.....	1-10
C	ページ
Capacitance.....	1-5, 4-5
Cyclic.....	3-1
D	ページ
DC.....	1-4
Display.....	6-4
F	ページ
File Sharing.....	6-4
Front.....	3-1
G	ページ
GP-IB.....	6-1
H	ページ
HiSLIP.....	6-1
I	ページ
Inductance.....	1-5, 4-5
Integ Time.....	1-6, 4-6
Inter Lock.....	6-4
IPv4.....	6-3
IPv6.....	6-3
L	ページ
LCD.....	6-4
Limiter.....	1-5, 4-7
M	ページ
Math.....	1-7
MeasBusy.....	3-4
MeasStart.....	3-4
Measure Delay.....	1-6, 4-6
Measure Trigger.....	1-6, 1-10
O	ページ
Offset.....	1-7
P	ページ
Pulse.....	1-4
R	ページ
Range.....	1-3
RawSocket.....	6-1
Repeat.....	4-8
Repeat Count.....	1-9
Reset all Module.....	6-5
Reset Frame Setting.....	6-5
Reset Frame to factory default.....	6-5
Resistance.....	1-5, 4-5

S	ページ
Self Test.....	6-5
Shape.....	1-4, 4-5
Source Delay.....	1-5
Source Mode.....	1-3
Source Trigger.....	1-5, 1-10
SrcBusy.....	3-3
Src Change.....	3-1, 3-3
Start Level.....	4-2
Start Trigger.....	1-9, 1-11, 4-5
Step Count.....	4-2
Step Level.....	4-2
Step Trigger.....	4-5
Stop Level.....	4-2
SwpBusy.....	3-3
System Information.....	6-4, 6-5
System Log.....	6-5
T	ページ
Theme.....	6-4
Trigger Output.....	1-11
Trig IN1.....	3-1
U	ページ
USB.....	6-2
V	ページ
Volume.....	6-4
イ	ページ
インターロック.....	6-4
インダクタンス.....	1-5, 4-5
エ	ページ
演算.....	1-7
オ	ページ
オートレンジ.....	1-4
オフセット.....	1-7
キ	ページ
キャパシタンス.....	1-5, 4-5
ク	ページ
繰り返し回数.....	1-9, 4-8
コ	ページ
固定レンジ.....	1-4
シ	ページ
システム情報.....	6-4
自動保存.....	4-8
初期化.....	6-5

索引

ス	ページ
スタートトリガ	1-9, 1-11, 4-5
スタートレベル	4-2
ステータス信号	3-3
ステップ数	4-2
ステップトリガ	4-5
ステップレベル	4-2
ストア	1-7
ストップレベル	4-2

セ	ページ
積分時間	1-6, 4-6
設定の初期化	6-5
セルフテスト	6-5

ソ	ページ
ソースディレイ	1-5
ソーストリガ	1-5, 1-10

テ	ページ
抵抗	1-5, 4-5

ト	ページ
トリガ出力	1-11

ナ	ページ
内部タイマー	3-2

ノ	ページ
ノーマル発生モード	1-3

ハ	ページ
発生波形	1-4
発生範囲	1-4
発生モード	1-3, 1-8
発生レンジ	1-3

ヒ	ページ
ビープ音	6-4

フ	ページ
ファイル共有	6-4
ファイルのコピー	5-2
ファイル名の変更	5-2
フォルダーの作成	5-2
負荷応答	1-5
プログラムスイープ	1-9, 4-3
プログラムファイル	4-3

メ	ページ
メジャーディレイ	1-6, 4-6
メジャートリガ	1-6, 1-10

リ	ページ
リニアスイープ	1-8, 4-2
リミッタ	1-5, 4-7
リモートセンス	1-6

ロ	ページ
ローカルセンス	1-6
ログ情報	6-5
ログスイープ	1-8, 4-2