

スイッチシステム設計における課題をさぐる

ケースレーのコスト効率の高い試験測定ソリューション

はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの 選定ガイド	12-17
詳細情報	18

A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

KEITHLEY

はじめに

スイッチング装置を設計あるいは選定する場合、以下のようないくつかの留意すべき重要事項があります。

- ・スイッチング構成が利用可能であること
- ・デバイスのピン数および装置の台数
- ・電気仕様
- ・速度
- ・制御バスの互換性
- ・物理的な寸法
- ・変化するシステム要件に対応できる柔軟性
- ・ベースコスト
- ・拡張コスト

本書では、スイッチシステム設計の基本に加えて、不確定要素の予測や、スイッチング時間を最小限に抑えるための技術、コールドスイッチングとホットスイッチングの比較などについて述べます。

スイッチシステム設計の基本ステップ

試験測定システムの設計においては、最適なスイッチハードウェアを選択するプロセスが極めて重要です。しかし多くの場合、それほど重要視されていません。スイッチシステムの目的は、システム計測器の確度や特定の性能を被測定デバイス(DUT)に対して提供することです。本セクションでは、生産性の高いスイッチシステムを開発するために、適切なスイッチハードウェアを選定する支援をします。

スイッチハードウェアを選定する前に、以下の質問にお答えください：

1. **スイッチシステムの目的は？** (例：測定を実行するため、信号をルーティングするため、信号源を複数の試料に接続するためか？)
2. **スイッチングを行う信号の大きさと必要とされる確度レベルは？** (例：信号は大電流、低電圧、高周波、低電流、高抵抗、高インピーダンスか？)
3. **何個の信号に何台の計測器がルーティングされるのか？** (例：1台の電圧計を電池10個と接続するのか？)
4. **どの種のスイッチング構成が最高のパフォーマンスを提供するのか？** (マトリックス、マルチプレクス、スキャン、絶縁型スイッチング？)
5. **必要な動作速度は？** (例：10個の電池をスキャンして測定するのに1秒以内で

行う必要があるか？)

6. **スイッチのメインフレームとカードが、トリガや制御、接続などにおいて、システム内の他の機器との互換性を備えているか？**

以上の質問に回答後、可能な限り詳細な試験システムの概略図を作成します。その構成を見直すことで、システムの簡素化が可能になります。例えば、4線式抵抗測定試験を行うためには、抵抗器1個当たり4個のスイッチポール(極)が必要です。しかし、すべての抵抗器の片側に共通接続することができれば、抵抗器1個当たり2個のスイッチポールで済みます。

このように情報を集約しておくことで、必要なスイッチのメインフレームやカードの種類と数を明確に判断することができます。いくつかの代替案を検討し、最も適した構成を1つ選定します。ただし、ミックスドシグナルになる場合は、スイッチカードの選択の幅が限られる場合があります。例えば、1つのシステム内で、ある時は高電圧信号を、また別の時には大電流信号のルーティングが必要なケースもあります。この場合は、高電圧信号と大電流信号の両方に対応可能なスイッチカードは限りがあるため、おそらく2種類のカード群で構成することになるでしょう。

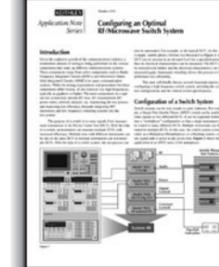
ハードウェアを選定したら、再度その設計を評価し、将来のシステム拡張に備えて、新しいアプリケーションに対する適応性を確認します。

はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの選定ガイド	12-17
詳細情報	18

さらに調べる： 主要な技術資料



- ・多点試験でのスイッチング



- ・最適なRF/マイクロ波スイッチシステムを構成する

関連の技術資料

- ・誤差要因を抑えて正確な低抵抗測定を行う
- ・携帯電話器の製造試験—デジタル制御で自動化
- ・カーエレクトロニクスの増大が洗練された試験機器をドライブ
- ・高電圧、高電流でのデバイス試験

不確定要素の予測

スイッチングハードウェアが確定したら、システムの不確定要素や速度を予測し、あらゆる確度要求を満たすことを検証することが重要です。

電圧計や電流計などの測定器に未確認の信号が接続されると、測定確度は、その測定器によってほぼ決まってしまう。しかし、信号源と測定器とを接続するスイッチングシステムを追加すると、測定の不確定性が増えます。スイッチカードの不確定性のレベルを判断するには、スイッチカードの仕様が参考になります。ただし、誤差解析では特定のアプリケーションに適応した仕様だけを参照する必要があります。

例えば、小さいDC電圧を測定するシステムでは、スイッチの**接触電位差**が信号に追加されます。このようなアプリケーション向けの一般的なスイッチでは、コンタクトペア当たり200nV~5 μ Vが加わります。信号に追加されると、この接触電位差が測定確度に及ぼす影響を簡単に予測することができます。ただし、低電流を測定するシステムの場合は、スイッチの接触電位差がシステムに及ぼす影響はほとんどありません。この場合の主な誤差原因となるのは、スイッチの**オフ**

セット電流です。低電流測定用として設計されているスイッチのオフセット電流は、100fA~100pAです。接触電位差と同様に、オフセット電流による低電流信号に対する不確定性を予測することができます。

低電流測定システムでも、必要な確度を得るためには、膨大な**セトリング時間**を要します。特定のリレーのセトリング時間をはるかに上回る時間が必要なため、通常は、回路の抵抗 - 容量(RC)時定数や、実験などで判断します。

信号源や計測器、スイッチカードのほかに、スイッチング回路に関連するケーブル配線や**テストフィクスチャ**なども不確定要因となり得ます。例えば、低電流/高抵抗アプリケーションでは、ケーブル配線がガードされていないと、**リーク電流**が発生して測定確度を低下させる可能性があります。また、シールドが施されていないケーブルを使用すると、低電流/高抵抗アプリケーションでの読み値がノイズによってふらつく場合もあります。

はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの 選定ガイド	12-17
詳細情報	18

さらに調べる： 主要な技術資料



- ・電流スイッチングが高めた、試験システムの確度への注目



- ・低電圧測定での問題を解決する

関連の技術資料

- ・電圧スイッチングでの共通の課題
- ・ケーブル、テストリード、プローブの選定ガイドとデータシート

スイッチング速度

試験システムの速度に影響を及ぼす要因には、測定時間や信号源の応答時間、スイッチング時間などがあります。スイッチング時間とは、1つ目の信号を切断してから2つ目の信号に接続するまでに要する時間です。以下に、3つの時間要因についてまとめます。

- **トリガ実行時間**(トリガ遅延) — トリガ信号源の起動からスイッチの開閉を開始するまでに要する時間の長さ。通常は、数百マイクロ秒です。
- **リレー作動時間** — リレーのコイル電圧を印加してから接点を閉じるまでに要する時間。**接点バウンス**時間を含みます。カードの仕様に記載されている一般的な作動時間範囲は、2~20ミリ秒です。

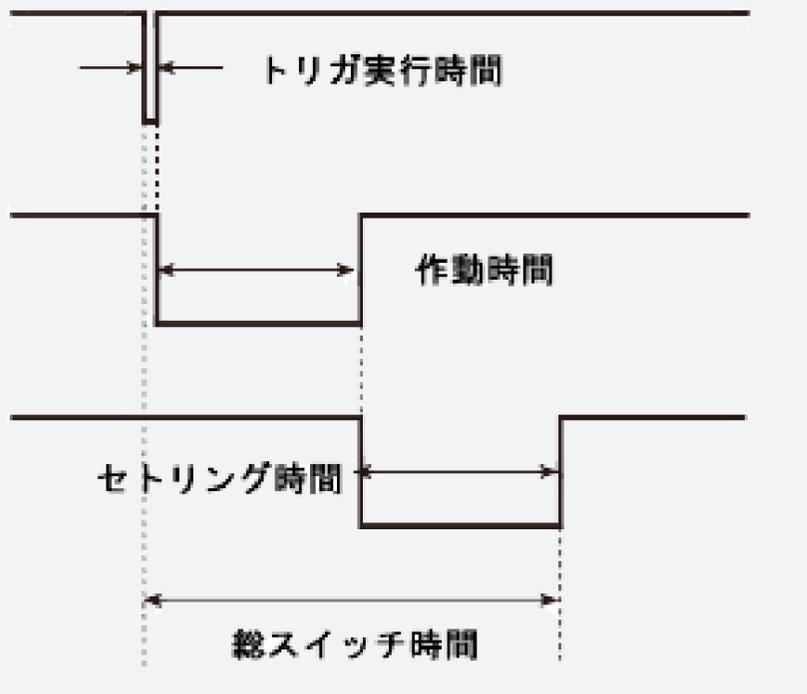


図1. 総スイッチング時間

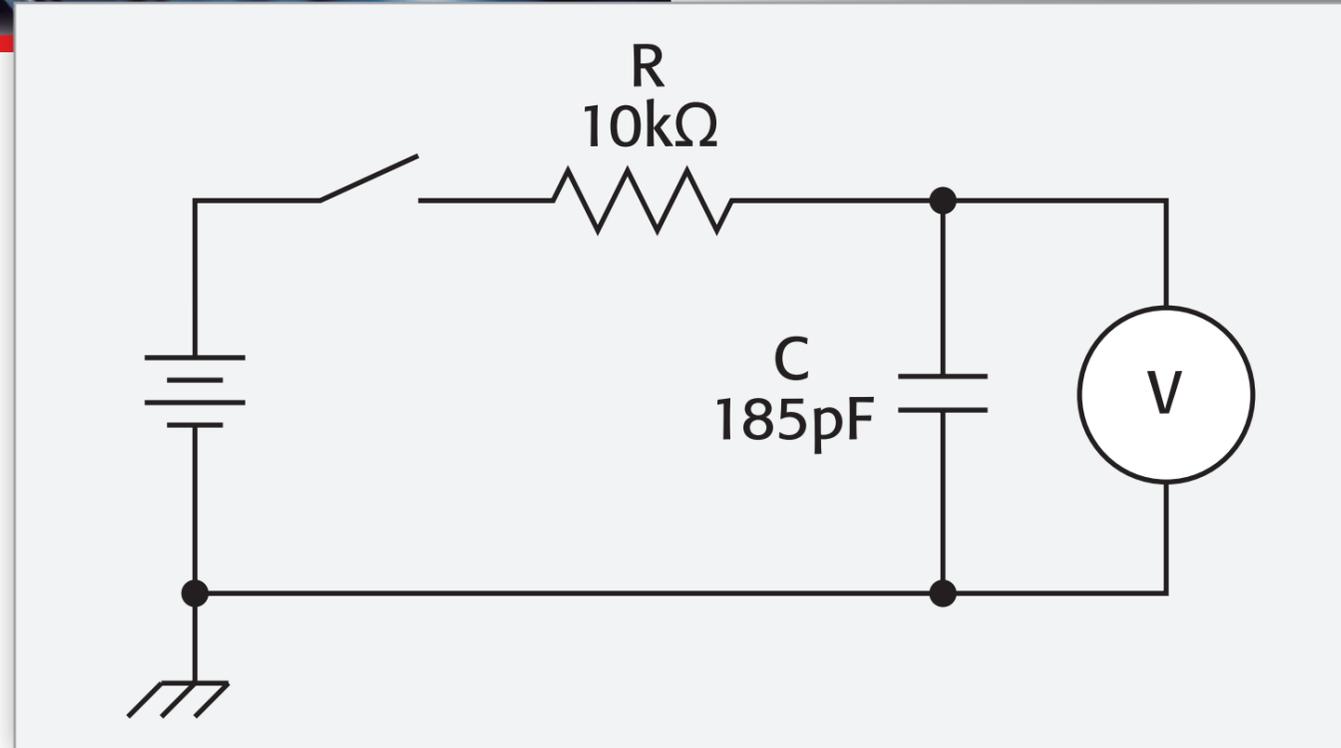


図2. RC回路

- **セトリング時間** — リレーが閉じた後に、回路が安定化するために要する時間。図1は、これらの3つの要因の関係を示しています。

セトリング時間について、例を挙げて説明します。図2では、Rが直列抵抗を、Cが並列容量を示しています。スイッチを閉じてから、コンデンサが最終値の最大63%まで充電するために必要な時間は、RC時定数と同じです。計算方法は以下のとおりです。

$$\tau = RC = 10\text{k}\Omega \times 185\text{pF} = 1.85\mu\text{s}$$

目標とする確度を得るためには、ある程度の時定数が必要です。例えば、最終値の1%以下で安定させるためには、4.6時定数または $8.5\mu\text{s}$ を要します。

システムのスループットは、このようなタイミング要因だけでなく、システム内のほかの機器のタイミング要因による

影響も受けます。例えば、電圧計のトリガ時間や測定時間なども、システム時間の合計に含まれます。

システム全体の速度を上げるためには、ハードウェアトリガを使用して、システム内のすべての機器を同期化します。ハードウェアトリガは、機器に送信する前に解析/処理が必要となるソフトウェアトリガと比べて、はるかに高速です。

コンピュータのオーバーヘッドによる遅延を防止するためには、スキャナの内部メモリや「スキャンリスト」を使用します。これらのリストや設定は、スキャナのメモリに保存されているため、チャンネルを開閉するコマンドを個別に送信するよりも、格段に速く呼び出すことが可能です。

内蔵されているトリガの遅延時間は、できる限り最短に設定してください。可能であれば、ゼロ秒が理想です。

はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの 選定ガイド	12-17
詳細情報	18

さらに調べる： 主要な技術資料



- スイッチ/測定システムでスループットと確度を最大化するために設計上の配慮



- 2000シリーズDMMと7001/7002スイッチシステムでのスイッチ/読込レートを最適化

関連の技術資料

- 共通的なSCPIエラーを除く
- 2400型と7001型によるGMRヘッドの製造試験
- 2400ソースメータによるサーミスタの製造試験
- SCPIコマンドのクイックリファレンスガイド
- コネクタの製造試験ソリューション

コールドスイッチング vs. ホットスイッチング

「コールドスイッチング」とは、電圧を印加しない状態でスイッチが作動することを意味します。このため、スイッチを閉じた時に電流は流れず、またスイッチを開いても電流は遮断されません。一方「ホットスイッチング」では、電圧が印加されているため、接点が閉じた瞬間に電流が流れます。スイッチが開くと、電流が遮断されてアークが発生します。

コールドスイッチングでは、制御された形でDUTに電圧を印加することができます。ホットスイッチングの場合と比べて、スイッチの平均寿命が格段に長いという重要なメリットがあります。またコールドスイッチングは、リレー接点で発生するアークや、アークによって生じるRFI（無線周波妨害）を排除することが可能です。

ホットスイッチングは、電圧を印加してから測定を行うまでの時間を厳密に管理しなければならない場合に必要です。例えば、デジタル論理がはいる場合は電力が短時間でも遮断されると、デバイスの状態が変化することがあるため、通常、ホットスイッチングを使用します。

リレーが比較的大きい場合は、ホットスイッチングを採用することで、接点を確実に閉じることができます。接点を流れる電流の”ぬれ動作”がないと、接続の信頼性を確保できない場合があります。

コールドスイッチングは、接点寿命を延ばすことができます。最大レベルのスイッチングで、接点寿命を10~100倍に延長することが可能です。また、メークビフォーブレーク (MAKE-BEFORE-BREAK) によって想定外の問

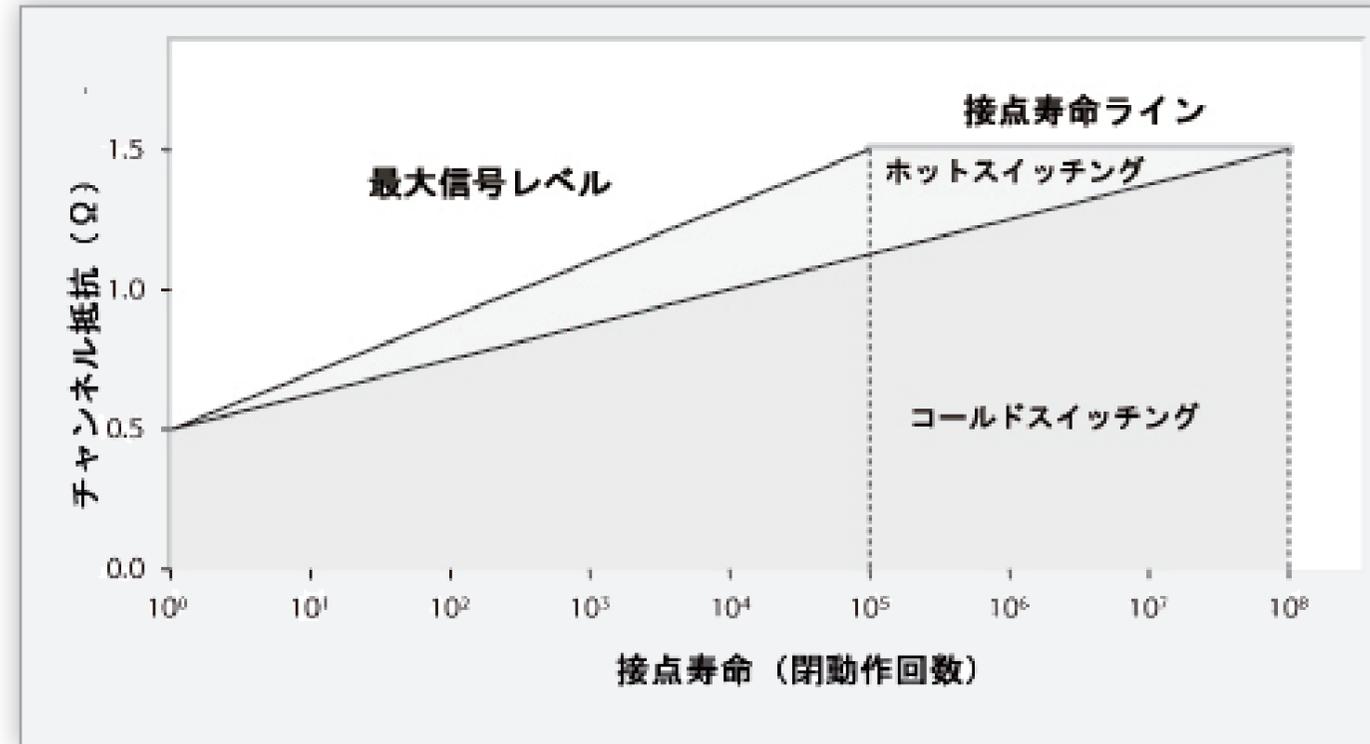


図3. 7075型チャンネル抵抗vs.接点寿命

題(デバイス間の瞬間的なショートなど)が発生しないよう防御します。さらに、高感度負荷(DUTや機器)や容量性負荷を切り換える場合のトランジェントを低減するためにも望ましいです。

図3は、7075型汎用マトリックスカードのチャンネル抵抗と接点寿命とを対比させた例を示しています。カードは、初期のチャンネル抵抗が $<0.5\Omega$ 、接点寿命が終わる時のチャンネル抵抗が $<1.5\Omega$ に設定されています。

仕様に記載されているように、ホットスイッチングではなくコールドスイッチングを最大信号レベルで使用すると、接点閉回数が 10^5 回から 10^8 回に増え、接点寿命が延びま

す。スイッチングが最大信号レベルを下回る場合には、接点寿命となる接点閉回数は $10^5 \sim 10^8$ 回の範囲に入ります。チャンネル抵抗を測定すれば、この寿命範囲内の近似値を予測することができます。

スイッチングカードの中でも、ケースレールの2700シリーズマルチメータ/データ集録/スイッチシステムおよび3700シリーズシステムスイッチ/マルチメータ向けのエレクトロメカニカルリレーを備えるものは、接点閉カウンタとして機能するオンボードメモリを搭載しています。この機能によって、リレー交換を予防的に行うことができます。

- はじめに 2
- スイッチシステム設計の基本ステップ 2
- 不確定要素の予測 3
- スイッチング速度 4
- コールド vs. ホットスイッチング 5
- 内蔵マルチメータ付のスイッチシステム 6
- TSPとTSP-Link 7-8
- スイッチング用語集 9-11
- スイッチカードとスイッチモジュールの選定ガイド 12-17
- 詳細情報 18

さらに調べる： 主要な技術資料



- 高スループットの半導体測定用スイッチシステムの設計



- 707B型と708B型半導体スイッチマトリックス・メインフレーム

関連の技術資料

- 固定ラックキット付の707A型スイッチングマトリックス・メインフレーム
- 固定ラックキット付きの708Aがた1スロット。スイッチングマトリックス・メインフレーム
- 707A型、708A型のスイッチカードとアークセサリの選定ガイド

内蔵マルチメータ付きスイッチシステム

近年、スイッチング機能と測定機能を1台の機器に統合するメーカーが増えてい
ます。このような機器は、トリガリングやタイ
ミング、プロセッシングなどの複雑化を防
止できるため、多くのアプリケーションに
おいて、試験を行う上でさまざまなメリ
ットを実現します。また、1台の機器と数枚
のプラグインカードを使用するだけで、完
全なスキャン/測定システムを構築できる
ため、小規模なチャンネルカウントのア
プリケーションにおけるコスト面のメリ
ットも提供します。例えば、ケースレーの2000
型(6¹/₂桁)や2001型(7¹/₂桁)、2002型(8¹/₂
桁)、2010型(7¹/₂桁)デジタルマルチメータ
は、プラグインカード用のスキャナメイ
ンフレームを搭載し、最大10個(2極)のア
ナログ入力チャンネルを備えています。6¹/₂
桁の2700シリーズマルチメータ/データ集
録/スイッチシステムは、大容量のスイッ
チングが必要なアプリケーションに対応し

ます。2700型/2701型は、80チャンネルの
差動入力または96のマトリックスクロスポ
イントが可能です。また、2750型は、最大
200チャンネルの差動入力または240のマト
リックスクロスポイントを実現します。

3700シリーズシステムスイッチ/マルチ
メータファミリは、これらの性能をさらに
向上させ、オプションとして7¹/₂桁DMMと6個
のカードスロットを搭載し、最大576のマ
ルチプレクサチャンネルまたはマトリッ
ククロスポイントをサポートします。



はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの 選定ガイド	12-17
詳細情報	18

さらに調べる: 主要な技術資料



• インテグラシリーズ
オンデマンドデモ



• 3700シリーズ システム
スイッチ/マルチメー
タとプラグインカード
オンラインデモ

関連の技術資料

- 2700型、2701型、2750型マルチメータ/データ集録/スイッチシステム
- 3700シリーズシステムスイッチ/マルチメータおよびプラグインカード

TSP®およびTSP-Link®

3700シリーズシステムスイッチ/マルチメータをはじめ、[Test Script Processor \(TSP®\)](#)技術を採用した測定器は、多チャンネルI-V試験システムを簡単かつ経済的に構築できるさまざまな機能を備えています。これらの測定器は、TSPだけでなく、高速トリガ同期/ユニット間の通信バスとして機能する[TSP-Link®](#)も採用しているため、複数の測定器をマスタ/スレーブ構成で接続して試験システムを構築することができます。TSP-Link®に対応したシステムでは、1台の測定器(GPIBやUSB、イーサネットなどの通信バスに接続されているユニット)がマスタとして動作します。TSPスクリプトは、マスタ上で動作し、スレーブユニットを制御します。1つのスクリプトプログラムで、マスタユニットと接続されているすべてのスレーブを制御することができます。

スクリプトは基本的に、機器の制御コマンドやプログラム構文の集合体です。プログラム構文は、スクリプトの実行を制御し、変数や関数、分岐、ループ制御などの機能を提供します。スクリプトはプログラムであるため、プログラム言語で記述されています。「Test Script Processor言語」と呼ばれるこの言語は、強力かつ高速な多チャンネル試験を作成できるだけでなく、開発期間を大幅に短縮することも可能です。TSPスクリプト言語は、システムのホストコントローラに関係なく、TSP対応のマスタ機器や制御機器ユニット、スレーブユニットなどの、揮発性/不揮発性メモリのいずれにもダウンロードできます。このような機能によって、システムコントローラの自由度が向上するため、ラック内の他の機器とインタフェースする頻度を向上でき、シ

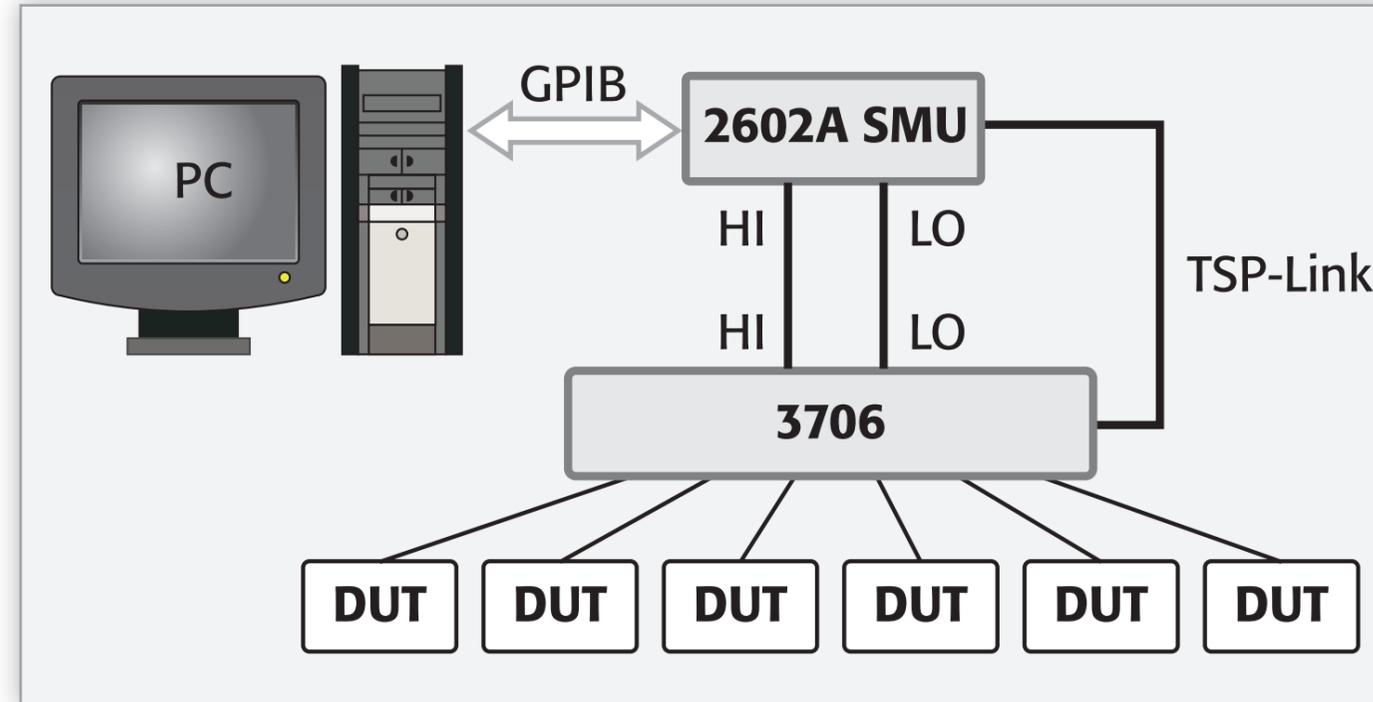


図 4

ステム全体のスループットも増大します。マスタ/スレーブ構成は、従来の通信バスによって、試験構成内のコントローラと各機器との間でコマンドやトリガ信号を相互に送信する場合に比べて、速度が格段に速くなる上、プログラミングの複雑性も解消します。TSP-Linkで接続すると、システム内のすべてのTSP対応機器を、マスタユニットの制御下に置いてプログラミングし、操作することが可能になります。このため、1つのシャーシ内にすべてが収納されているかのように取り扱うことができます。TSP-Linkで複数の機器が接続されている場合は、すべての機器を1台の物理ユニットの一部として操作し、同時に多チャンネル試験を実行することができます。この

ため、複数の機器に順次アクセスする場合と比べて、スループットが劇的に向上します。例えば、複数の3706型システムスイッチ/DMMを相互に連結して、多チャンネルを備えるシステムとして構成すると、1台のマスタユニットのTSPから送信されるコマンドに対して、すべての3706型システムが応答します。TSP-Linkで接続されている他の3706型はすべて、マスタの拡張機能として扱うことができるため、スクリプトを1つ作成してマスタユニット上で実行するだけで済みます。図4の試験システム構成では、すべての機器がTSP-Linkで接続され、[2602A型システムソースメータ*](#)がマスタとして、3706型がスレーブとして機能しています。

はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの 選定ガイド	12-17
詳細情報	18

さらに調べる: 主要な技術資料



- LXIとスクリプト作成を連動する利点



- 3700シリーズシステムスイッチ/マルチメータと2600システムソースメータによるスイッチ測定をTSPで最適化

TSP®およびTSP-Link®

2602A型でプログラムを作成すると、内蔵のTSPでスクリプトを実行するだけで、3706型のスイッチをTSP-Link経由で操作することができます。ケースレーの既存製品は、タイミングやトリガリング、トリガイメントごとに測定するデータポイントの数など、機器の応答方法や操作方法を指示し、柔軟な構成を実現するトリガモデルを採用していますが、3706型と2602A型は、このトリガモデルを採用していません。3706型および2602A型のスクリプト機能は、アプリケーションのニーズに正確に適合するよう設定できるため、こうしたトリガモデルは不要なためです。

このプログラミング手法では、「テーブル」や変数のコンセプトを取り入れています。テーブルにはすべてをインクルードできますが、ある時はデータアレイを使用し、またある時にはシステムがスキャンを実行できるスイッチチャンネルのリストを使用するなど、意味付けが必要です。これでは明らかに、各チャンネルの閉動作を同時に実行するコマンドを1つだけ送ればよい場合と比べ、多大な時間を要します。以下に例として示すテーブル“mem pattern”は、10チャンネルのアレイです。

```
mem_pattern = { "2001", "2002", "2003",  
               "2004", "2005", "2006", "2007",  
               "2008", "2009", "2010" }
```

以下のスクリプトは、マスタである2602A型のTSPにダウンロードするように開発されたもので、アレイ内の各チャンネルを走査するルーピングを使用しています。channel.openやchannel.exclusivecloseなどのスイッチング用TSPコマンドだけでなく、smu.source.rangevやsmu.measure.i、smu.source.levelvなどの印加測定コマンドも多数含まれています。また、テーブル“mem pattern”もスクリプトに記述されていることにご留意ください。

```
for i = 1,10 do  
  slaveNode37xx.channel.  
  exclusiveclose(mem_pattern[i])  
  smu.source.levelv = sourceLevelV  
  delay(sourceSettleTime)  
  smu.measure.i(bufferSMU)  
  smu.source.levelv = 0  
end
```

このスクリプトは基本的に、2602A型と3706型に対する命令セットで、以下のタスクを実行します。

1. 10回の繰り返しループ(do loop)
2. “mem pattern” テーブルの最初のチャンネルを閉じる
3. ソースメータの印加値を1Vに設定する
4. 短時間の遅延

5. ソースメータでデータを読み取り、bufferSMUに格納する
6. 印加レベルを0Vに設定する
7. do loopが終了するまで、上記を10回繰り返す

このような試験構成の場合、コントローラ(コンピュータ)が担う役割は、テストスクリプトを2602A型にダウンロードすることだけです。2602A型と3706型との間の通信はすべて、TSP-Link経由で実行されます。スクリプトをマスタユニットにダウンロードすると、試験データをコンピュータのコントローラにアップロードして解析するまで、バストラフィックが発生することはありません。TSPおよびTSP-Linkは、従来の多くの試験システム構成に共通して発生する、恒常的なGPIBのバストラフィックを取り除くことによって、さまざまなスイッチング機器や印加測定機器の連携を強化し、試験時間を劇的に短縮します。このため、TSP/TSP-Linkベースのシステムは、高スループットの製造試験アプリケーションに最適です。

はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの 選定ガイド	12-17
詳細情報	18

関連の技術資料

- 7000シリーズSCPIアプリケーションと3700シリーズスクリプトアプリケーションの比較
- 2700シリーズSCPIアプリケーションを3700シリーズシステムスイッチ/マルチメータシステムのスクリプトアプリケーションに変換
- 高輝度LEDの高速試験
- 3732型高密度マトリックスカードによるLLCRピンソケット試験
- 2600Aシステムソースメータ計測器
- 3700シリーズの製品紹介
- 3700シリーズの製品ツアー
- IVI計測ドライバでケースレー計測器にMATLABソフトウェアを活用
- IEEE 1588の次世代の試験測定システム設計に意味するもの

スイッチング用語集

以下に用語を定義し、本書の内容に対する関連性を示しながら説明します。

作動時間

公称リレーコイル電圧を印加してから、接点バウンス後にリレー接点が最終的に閉じるまでの時間。

自動CJC (冷接点補償)

熱電対/スイッチカードの接点の温度を自動的に感知して温度補償を実行する、多チャンネル熱電対測定用システム。

帯域幅

ある許容範囲内において、スイッチング、伝導、増幅が可能な周波数の範囲。特定の負荷条件下では、-3dB帯域幅(電力半値周波数)で示される。

バンク

スキャンまたはマルチプレックスアプリケーション向けに共通接続されたリレーグループ。

ブロッキング

指定された時間に、1つの信号パスだけがアクティブになるよう、リレーがマトリクス状に配列されたマルチプレクサ。一般的にRF/マイクロ波の試験に用いられ、試験システムの特性インピーダンスを保持する。

ブレイクビフォーメイク(BREAK-BEFORE-MAKE)

既存の回路を切断してから、新しい回路に接続すること。または、「ブレイク/メイク(Break/Make)」とも呼ぶ。

通電電流

リレー接点を閉じた状態における最大連続電流。リレーでは通常、スイッチ電流よりも通電電流の定格の方が高い(通電電流の場合はI²R電力損失によって、またスイッチ電流の場合はI²R損失+アーク放電によって、それぞれ発熱する)。

チャンネル

スイッチングカード上に複数ある信号パスの1つ。スキャナ(またはマルチプレックス)カード用のチャンネルは、測定回路ではスイッチ入力として、供給回路ではスイッチ出力として、それぞれ使われる。スイッチカードの場合、各チャンネルの信号パスは、他のチャンネルとは独立になる。

チャンネル間クロストーク

1つのチャンネルの信号と別のチャンネルまたは出力の信号との、浮遊容量や誘導性結合、輻射などを介した結合。クロストークは、特定の負荷インピーダンスおよび周波

数に対して、デシベルで表示される。

チャンネルアイソレーション

スイッチングカード上で、1つのチャンネルの信号HI/LOからの、他のいずれかのチャンネル(または、スイッチ/スキャナカードの出力)のHI/LO信号に対するアイソレーション。RFカード以外は、抵抗値および容量値で表示される(デシベル/周波数範囲)。

同軸ケーブル

中心の導体がシールド導体で覆われた、2つの導体から構成されるケーブル。この2つの導線が同軸となり、絶縁体によって分離されている。

コイル抵抗

リレーの巻線コイルの公称抵抗値。

冷接点

既知温度にある熱電対回路の接点。基準接点とも言う。

コールドスイッチング

リレー接点を閉じてから電圧および電流を印加し、電圧および電流を除去してから接点を開くこと(接点は、電流の接続/切断を行わない)。

列(カラム)

マトリクスカード/モジュールの回路図に示されている、縦方向の信号線。リレー経路で横方向の行に接続される。

コモンモード

2本の信号線と、3本目の信号線との間(例: 信号HI/LOから、シャーシグランド/ガードまで)。

コモンモードアイソレーション

スイッチングカード/モジュール上で、3極回路の場合、信号HI/LOからガード(またはシールド)までのアイソレーション、または、2極回路での信号HI/LOからシャーシグランドまでのアイソレーション。抵抗値および容量値で仕様化される。

コモンモード除去比

機器の入力端子でのグラウンドを基準にしたコモンモード電圧からの干渉を除去する性能。通常、ある周波数でのデシベル値で示される。

コモンモード電圧

機器の入力LOとシャーシグランド間の電圧。

接点バウンス

リレー接点を閉じた時に、接点が間欠的に不必要に開

くこと。

接点寿命

接点が、故障するまでに開閉可能な最大回数。寿命は、スイッチ電圧や電流、電力の影響を受ける。通常は、接点抵抗が寿命値を超えると故障が発生する。

接触電位差

リレー接点や異種金属のリード-端子接点などで、温度勾配によって接続端子間に生じる電圧(温度勾配は通常、電圧を印加されたリレーコイルの消費電力によって生じる)。

接点定格

特定の環境条件下におけるリレー接点の電圧および電流、電力容量。「通電電流」および「スイッチ電流」を参照。

接点抵抗

リレーの場合は、閉じた接点間のオーム抵抗。ケースレールのスイッチングカード/モジュールの場合は、テープ抵抗とコネクタの端子抵抗も含む。

接点

電気回路が開閉する、導電素子の表面。

クロスポイント

リレーマトリクスの列と行が交差する点。(列、行)または(行、列)で表記される。

クロストーク

「チャンネルクロストーク」を参照。

電流サージ制限(器)

過渡電流がリレー接点に過剰に流入するのを防御するために必要な回路。

差動入力アイソレーション

スイッチングカードの信号HIからLOに対するアイソレーション。抵抗値および容量値で示される。

差動マルチプレクサ

1つの入力、複数ある出力のうちの1つにルーティング(例: 印加)、または複数ある入力の1つが、1つの出力にルーティング(例: 測定)されるスイッチングカード/モジュール。各チャンネルは、2極のリレー構成を採用(1極は信号HI用、もう1極は信号LO用)。

デジタルI/O

メインフレームでプログラム可能な、TTLレベルの入力/出力ポート。

ドライサキットのスイッチング

接点結合における物理的/電気的変化を最小限に抑えるために、特定の電圧レベル(例: 20mV)や電流レベルを下回る範囲でスイッチングを行うこと。

ドライリードリレー

ガラスとハーメチックシールで完全に密封された磁気駆動型接点。水銀などの濡れ材料は不使用。

DUT

「Device Under Test (被測定デバイス)」の略語。

電気化学的効果

カードの表面が汚染されることによって、回路基板の導体間で電流が発生する特性。適切に取り扱い、洗浄することで、発生を最小限に抑えることが可能。

エレクトロメカニカルリレー

電磁石を使用して、アーマチャを動かし、リレー接点の接続/切断を行うリレー。

EMI

電磁干渉(Electromagnetic Interference)の略語。デバイスからの不要な電磁放射が、試験機器や通信機器の必要な信号に干渉すること。無線周波妨害(RFI: Radio Frequency Interference)と同じ意味で使用される場合もある。

フローティング

アースグラウンドと対象の機器/回路との間にコモンモード電圧が存在している状態のこと(回路のLOは、アース電位ではない)。システムの信号LOは、アースグラウンドから電氣的に絶縁されている。

はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの 選定ガイド	12-17
詳細情報	18

スイッチング用語集

Form A

単極のノーマリ開接点の構成。「SPST-NO」とも呼ぶ。2極構成の場合は、「2極Form A」という。

Form B

単極のノーマリ閉接点の構成。「SPST-NC」とも呼ぶ。2極構成の場合は、「2極Form B」という。

Form C

単極の双投接点構成。「切り替えスイッチ」として知られている。2極構成の場合は、「2極Form C」または「DPDT」と呼ぶ。

ガード

リーケージ誤差を低減し、応答時間を短縮するための技術。高インピーダンス信号のリードを取り囲むガード導線で構成され、ガードは低インピーダンス信号源で駆動される。ガード電圧は、信号と同等の電位に維持される。

ホットスイッチング

電圧と電流を印加して、リレー接点を開閉すること(接点は、電流を接続または切断する)。接点寿命は短い。一般的に、回路状態を変化させないために、デジタル信号のスイッチングに対して用いられる。

インピーダンス整合

RF/マイクロ波システムの電力伝送を最適化し、測定の不確定要素を最小限に抑えるために、信号源やスイッチ、測定機器などの抵抗値をすべて50Ωに統一すること。インピーダンスの差があると、信号の反射が発生する。

独立スイッチカード/モジュール

各チャンネルが、他のすべてのチャンネルに対して電気的に絶縁されているカード。「絶縁スイッチカード/モジュール」とも呼ぶ。

入力アイソレーション

スイッチングカード上で、2極回路の信号HIから信号LO(またはガード)の間のアイソレーション。抵抗値および容量値で示される。

挿入損失

スイッチングカードでルーティングされる信号の減衰。ある周波数範囲に対してデシベル値で表わす。低信号レベルまたは高ノイズレベルにおいて、重要度が高くなる。

絶縁抵抗

絶縁のオーム抵抗値。湿度の増加に伴い、急速に低下する。I/O

入力/出力(Input/Output)の略語。外部装置に対して情報を送信(出力)したり、外部装置から情報を受信(入力)すること。

絶縁スイッチ

各チャンネルが、他のすべてのチャンネルに対して電気的にアイソレートされているカード。「独立スイッチングカード/モジュール」とも呼ぶ。

アイソレーション

スイッチングカード/モジュール上の、指定された端子間のインピーダンス。抵抗値と容量値で表わされる。RF/マイクロ波スイッチングの場合には、隣接チャンネル間の電力レベルの比率で示し、ある周波数範囲に対してデシベルで表示する。「入力アイソレーション」を参照。

等温ブロック

すべての熱電対接続の温度を均一にする熱伝導性ブロック。

ラッチリレー

コイルに電圧を印加し続ける必要なく、接点をその最終ポジションに維持できるリレー。

リーク電流

電圧を印加すると、絶縁抵抗によって発生する誤差電流。

低ノイズケーブル

編組と内部絶縁の間が導電層で覆われているケーブル(同軸/3軸)。および、内部シールドの下が導電層で覆われているケーブル(3軸)。振動や移動、温度の変動による摩擦が原因で発生する、摩擦電流を低減することが可能。

メインフレーム

ユーザのコマンドに従って作動し、印加測定機器とDUTの間で信号を接続するスイッチング機器。メインフレームのラックに挿入されるカード上で、信号スイッチングを行う。「スキヤナ」や「マルチプレクサ」、「マトリックス」、「プログラマブルスイッチ」のことをメインフレームと呼ぶ場合もある。

メイクビフォアブレイク(MAKE-BEFORE-BREAK)

新しい回路に接続してから、既存の回路を切断すること。「メイク/ブレイク」としても知られる。

マトリックス

複数の入力を複数の出力に接続すること。

マトリックスカード/モジュール

リレークロスポイントの列と行を持つスイッチング構成のカ

ード。マトリックスカードを用いると、いずれのポイントもその他すべてのポイントに接続可能なため、複数の出力を備えた1つの入力だけでなく、1つの出力を備えた複数の入力、複数の出力を備えた複数の入力のいずれでも、同時に提供することが可能。

水銀リレー

接点が水銀薄膜で被覆されているリードリレー。一般的に、適切に作動させるためには、決められたリレー位置がある。ただし、位置に関係なく作動するタイプもある。

モジュール

「スイッチカード/モジュール」を参照。

マルチプレックス

1台の機器を複数のDUTに接続、または1個のDUTを複数台の機器に接続すること。「スキャン」を参照。

マルチプレックスカード

「スキャンカード」を参照。

ノイズ

外部にある信号ソース(AC電力線やモータ、発電機、トランス、蛍光灯、CRTディスプレイ、コンピュータ、無線送信機など)から送出される不要な電気信号。必要な信号に影響を及ぼす。

ノンブロッキング

すべてのDUTに対して、あらゆる信号を常時切り替えることが可能な、マルチプレクサまたはマトリックス配列のリレー。柔軟性に優れるが、コスト高になる。

非ラッチ型リレー

コイルに電圧が印加されると、閉接点の位置を維持し、コイルに電圧が印加されていない時は、開接点の位置を維持するリレー。

ノーマリ閉接点

リレーに電圧が印加されていない時に、閉じた状態の接点ペア。

ノーマリ開接点

リレーに電圧が印加されていない時に、開いた状態の接点ペア。

ノーマルモード

2本の信号線の間(例: 信号HIから信号LOの間)。

ノーマルモード除去比

入力端子間に現れるAC干渉(通常、電源周波数)を除去する、機器の性能。一般的に、ある周波数でのデシベルで表わされる。

ノーマルモード電圧

機器の入力HI端子と入力LO端子の間に印加された電圧。

オフセット電流

信号が全く印加されていない状態でも、スイッチングカードから流れる電流。そのほとんどが、有限のコイル-接点間のインピーダンスから供給される。また、カード上で発生する摩擦電気効果や圧電効果、電気化学的効果などによって生じる場合もある。

パスアイソレーション

マトリックススイッチングカード上で、1つのパスの信号HI/LOから、別のパスの信号HI/LOに対するアイソレーション。抵抗値および容量値で表わされる。

パス抵抗

マトリックススイッチングカード上の閉路の導体あたりの抵抗。接点抵抗や配線抵抗、コネクタ端子抵抗などを含む。

位相ひずみ

試験システムにおいて、信号パスの長さや伝搬遅延が異なるために起こる、RF/マイクロ波またはデジタル波形のシフト。デジタル試験での誤差になることがある。

圧電電流

特定の絶縁材に対して機械的応力を加えることにより生じる電流。最小限に抑えるためには、絶縁体から応力を除去し、圧電効果の低い材料を用いる。

極

リレーまたはスイッチにおける1セットのはめ合い接点。ノーマリ開、ノーマリ閉、またはその両方。

はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの 選定ガイド	12-17
詳細情報	18

スイッチング用語集

伝搬遅延

スイッチングカードの閉じたチャンネルを経由して、信号をルーティングするに要する規定の時間。例えば、切り替え信号で他の信号を同期させる場合には、遅延を考慮しなければならない。

リードリレー

ガラスとハーメチックシールで完全に密封された磁気駆動型の接点部材を1つ以上使用しているリレー。ドライタイプのリードリレーは、アイソレーションを向上させ、位置に左右されることがない。また水銀リードリレーは、切り替えの定格電流を高くでき、接点抵抗を予測しやすい。「エレクトロメカニカルリレー」および「半導体リレー」を参照。

参照チャンネル

熱電対スキナカード上で、等温ブロックの温度を測定するチャンネル。

基準出力

参照チャンネルの温度を示す出力信号。熱電対スキナカード/モジュールでは、等温ブロックの場合もある。

リレー

電気制御により電気接点を開閉できる機械的デバイス。制御信号を切り替え信号からアイソレートする。

リレー駆動

スイッチングカードのリレーコイルに電圧を印加するために、メインフレームの電源から供給しうる総電流。高温下では、この電流は下がる。

リレー駆動電流

1つのリレーを駆動するために必要な電流量。通常は、チャンネルごとに仕様を定める。

リレー設定

リレーの開閉を構成すること。

復旧時間

コイル電圧を除去してから、開接点が安定化するまでの時間。

リターンロス

信号源や送電線、負荷などで発生するインピーダンス不整合によって、信号源に反射される電力量を測定したもの。dBで表示される。

行

マトリックスカード/モジュールの回路図に示される、横

方向の信号線。リレーを介して縦方向の列に接続される。

スキャン

1台の機器を複数のDUTに、または複数の機器を1個のDUTに、順次接続すること(通常はブレイクビフォーメーク)。「マルチプレックス」を参照。

スキナ

「メインフレーム」を参照。

スキナカード

1つの入力、複数の出力のうちの1つにルーティング(例: 印加)、または複数の入力の1つが、1つの出力にルーティング(例: 測定)されるスイッチングカード。実際のスイッチングは、不連続(マルチプレックス)、連続(スキャン)のいずれでも可能。「マルチプレックスカード」としても知られている。

セトリング時間

リレー接続を確立して、回路系が安定化するまでに要する時間。

シールド

測定回路の金属エンクロージャや、導線(同軸または3軸)を覆っている金属スリーブなどによって、静電干渉を低減すること。シールドは通常、高感度機器のLO端子に接続される。

シングルエンドマルチプレクサ

1つの入力、複数の出力のうちの1つにルーティング(例: 印加)、複数の入力の1つが、1つの出力にルーティング(例: 測定)されるスイッチングカード/モジュール。各チャンネルは、信号HI用に単極リレーを使用し、全チャンネル用として信号LOに単極の共通端子を接続する。

半導体リレー

可動部や一般的な接点を備えず、半導体素子を利用して電気回路を切り替えるリレー。

SMA

信号接続用にシールドケーブルが必要な場合に使用する、小型の同軸コネクタ。

SMB

信号接続用にシールドケーブルが必要な場合に使用する、小型の同軸コネクタ。

スイッチ/測定システム

スイッチメインフレームとデジタルメータを1台のシャーシ

に統合する機器。シャーシに挿入したカード/モジュールで、信号の切り替えを行う。

スイッチ電流

接点の開閉時に、確実に扱うことができる最大電流レベル。「通電電流」を参照。

スイッチングカード/モジュール

リレーカードの一般的な分類。さらに、独立スイッチカード(入力1、出力1)や、スキナ/マルチプレックスカード(1:N、N:1)、マトリックスカード(M:N)などに細分化される。

T/C冷接点

「冷接点」を参照。

テストフィクスチャ

1個または複数の試験用デバイスを装着するために使用する治具。シールドされる場合もある。

サーマルオフセット電圧

「接触電位差」を参照。

3軸(トライアキシャル)ケーブル

3つの導体から構成されるケーブル。中心の導体が内部シールド導体で覆われ、さらに外部シールド導体で覆われている。

摩擦電流

振動や移動、温度の変動によってケーブルが湾曲した時に、導体と絶縁体間の摩擦によって発生する電流。「低ノイズケーブル」を参照。

トリガ

1つ以上の機器の機能を始動させる、外部からの刺激。トリガ刺激としては、前面パネルや外部トリガパルス、IEEE-488バスX、Talk、GETトリガなどが挙げられる。

TSP (Test Script Processor)

ケースレーのさまざまな機器やスイッチメインフレームで採用されているオンボードプロセッサ。機器のテストスクリプトを実行する。PCの代わりにTSPテストスクリプトを使用し、機器を制御すると、PCコントローラと機器の間の通信遅延を回避できるため、試験スループットを向上できる。テストスクリプトは、演算や判断機能も含められるため、ホストPCと機器との相互通信を大幅に低減できる。

TSP-Link

TSP-Linkマスタ/スレーブ接続により、ケースレーの3700シリーズメインフレーム間で簡単にシステムを拡張で

きる。また、2600Aシリーズシステムソースメータをはじめとする別のTSP-Link対応機器との接続も可能。TSP-Link経由で接続された機器はすべて、1つのシャーシに格納されているかのように、マスタユニットで制御することができる。

電圧クランプ

誘導性負荷に流れるスイッチ電流によって発生する過剰電圧に対し、リレー接点を保護するために必要な回路。

VSWR

電圧定在波比(Voltage Standing Wave Ratio)の略語。送電線の信号反射の指標。信号パスでの最小電圧に対する最大電圧の比率を示す。

以下は、スイッチング用語に関する参考文献です。

ANSI/EIA RS-473-1981. Definitions and Terminology for Relays for Electronic Equipment. American National Standards Institute, 1981

ANSI/IEEE Std. 100-1992. IEEE Standard Dictionary of Electrical and Electronics Terms. 5th edition. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1992、

Engineers' Relay Handbook. 5th edition. Relay and Switch Industry Association (formerly National Association of Relay Manufacturers), 1996

はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの 選定ガイド	12-17
詳細情報	18

スイッチカードとスイッチモジュールの選定ガイド

3700シリーズメインフレーム用のスイッチカード

	3720	3721	3722	3723	3724	3730	3731	3732	3740	3750
チャンネル数	60 (Dual 1×30)	40 (dual 1×20)	96 (dual 1×48)	60 (dual 1×30) or 120 single pole (dual 1×60)	60 (dual 1×30)	6×16	6×16	448 crosspoints (Quad 4×28)	32	40 digital I/O, 4 counter/totalizers, and 2 isolated analog outputs
カード構成	Multiplexer	Multiplexer	Multiplexer	Multiplexer	Multiplexer	Matrix	Matrix	Matrix	Independent	Independent
リレータイプ	Latching electromechanical	Latching electromechanical	Latching electromechanical	Dry reed	FET solid-state	Latching electromechanical	Dry reed	Dry reed	Latching electromechanical	N/A
接点構成	2 Form A	2 Form A	2 Form A	1 Form A	2 Form A	2 Form A	2 Form A	1 Form A	28 Form C, 4 Form A	N/A
最大電圧	300 V	300 V (ch 1-40), 60 V (ch 41-42)	300 V	200 V	200 V	300 V	200 V	200 V	300 VDC/250 VAC (Form A)	N/A
最大スイッチ電流	1 A	2 A (ch 1-40), 3 A (ch 41-42)	1 A	1 A	0.1 A	1 A	1 A	0.75 A	2 A (Form C), 7 A (Form A)	N/A
コメント	2 independent 1×30 multiplexers. Automatic temperature reference when used with screw terminal accessory (Model 3720-ST)	2 independent 1×20 multiplexers. Automatic temperature reference when used with screw terminal accessory (Model 3721-ST)	2 independent 1×48 multiplexers	2 independent 1×30 multiplexers	2 independent 1×30 multiplexers. Automatic temperature reference when used with screw terminal accessory (Model 3724-ST)	Columns can be expanded through the backplane or isolated by relays	Relay actuation time of 0.5ms. Columns can be expanded through the backplane or isolated by relays	Banks can be connected together via bank configuration relays to create a single 4×112 or dual 4×56 matrix. Analog backplane relays also included for card to card expansion. Row expansion with 3732-ST-R accessory to create a dual 8×28 or single 16×28 matrix.	32 general purpose independent channels.	All-in-one card design. 40 bidirectional I/O. Four 32-bit counter/totalizers. 2 programmable analog (V or I) outputs.

プラグインカード・アクセサリ

	3720	3721	3722	3723	3724	3730	3731	3732	3740	3750
ケーブル	3720-MTC-1.5, 3720-MTC-3	3721-MTC-1.5, 3721-MTC-3	3722-MTC-1.5, 3722-MTC-3, 3722-MTC-3/MM	3720-MTC-1.5, 3720-MTC-3	3720-MTC-1.5, 3720-MTC-3	3721-MTC-1.5, 3721-MTC-3	3721-MTC-1.5, 3721-MTC-3	3720-MTC-1.5, 3720-MTC-3	3721-MTC-1.5, 3721-MTC-3	3721-MTC-1.5, 3721-MTC-3
ネジ端子ブロック	3720-ST	3721-ST		3723-ST, 3723-ST-1	3724-ST	3730-ST	3731-ST	3732-ST-C, 3732-ST-R	3740-ST	3750-ST
コネクタキット	3791-KIT78-R	3790-KIT50-R	3792-KIT104-R, 3792-KIT104-R/F	3791-KIT78-R	3791-KIT78-R	3790-KIT50-R	3790-KIT50-R	3791-KIT78-R	3790-KIT50-R	3790-KIT50-R
ツール	3791-CIT		3791-CIT	3791-CIT	3791-CIT			3791-CIT		

はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの選定ガイド	12-17
詳細情報	18

スイッチカードとスイッチモジュールの選定ガイド

7001/7002メインフレーム用のスイッチカード

チャンネル数	カード構成	接点構成	最大電圧	最大電流	最大電力	接触電位差	オフセット電流	最大推奨周波数	接続タイプ	CE	コメント	
高密度						高密度						
7011-C	40	Multiplexer	2 form A	110 V	1 A	60 VA	<1 μ V	<100 pA	2 MHz	Connector	Yes	Four independent 1x10 multiplexers, connection to backplane
7011-S	40	Multiplexer	2 form A	110 V	1 A	60 VA	<500 nV	<100 pA	2 MHz	Screw term.	Yes	Four independent 1x10 multiplexers, connection to backplane
7012-C	4x10	Matrix	2 form A	110 V	1 A	60 VA	<1 μ V	<100 pA	2 MHz	Connector	Yes	Rows connect to analog backplane
7012-S	4x10	Matrix	2 form A	110 V	1 A	60 VA	<500 nV	<100 pA	2 MHz	Screw term.	Yes	Rows connect to analog backplane
7013-C	20	Isolated Switch	2 form A	110 V	1 A	60 VA	<1 μ V	<100 pA	10 MHz	Connector	Yes	
7013-S	20	Isolated Switch	2 form A	110 V	1 A	60 VA	<500 nV	<100 pA	10 MHz	Screw term.	Yes	
7015-C	40	Multiplexer	2 form A	175 V	34 mA	0.3 VA	<5 μ V	<1nA	500 kHz	Connector	Yes	Solid state switch for high reliability
7015-S	40	Multiplexer	2 form A	175 V	34 mA	0.3 VA	<5 μ V	<1nA	500 kHz	Screw term.	Yes	Solid state switch for high reliability
7018-C	28	Multiplexer	3 form A	110 V	1 A	60 VA	<5 μ V	<100 pA	2 MHz	Connector	Yes	3 pole switching
7018-S	28	Multiplexer	3 form A	110 V	1 A	60 VA	<5 μ V	<100 pA	2 MHz	Screw term.	Yes	3 pole switching
7035	36	Multiplexer	2 form A	60 V	1 A	30 VA	<1 μ V	<100 pA	10 MHz	Connector	Yes	9 independent 1x4 multiplexers
7036	40	Isolated Switch	1 form A	60 V	1 A	30 VA	<4 μ V	<100 pA	10 MHz	Connector	Yes	40 independent channels of one-pole switching
7111-S	40	Multiplexer	1 form C	110 V	1 A	60 VA	<500 nV	<100 pA	2 MHz	Screw term.	Yes	Four independent 1x10 multiplexers, connection to backplane
汎用						汎用						
7166	10	Isolated switch	2 form A	300 V	750mA	30 VA	75 μ V typ.		3 MHz	Connector	Yes	Mercury wetted contacts
低電圧						低電圧						
7067	10	Multiplexer	4 form A	150 V	350mA	10 VA	<1 μ V		1 MHz	Screw term.	Yes	4 wire resistance measurements
7168	8	Multiplexer	2 form A	10 V	50mA		<30 nV		1 kHz	Screw term.	Yes	
高電圧						高電圧						
7154	10	Multiplexer	2 form A	1100 V	500mA	10 VA	<35 μ V		1 MHz	Screw term.	Yes	
7169A	20	Isolated switch	1 form C	500 V	500mA	10 VA	<30 μ V		2 MHz	Connector	Yes	Coupon testing. Use with 7002.
コントロール						コントロール						
7019-C	Dual 3x6	Matrix	1 form A	200 V	1 A	10 VA	<25 μ V	<100 pA	2 MHz	Connector	Yes	6-wire resistance measurements
7020 7020-D*	80	Digital I/O								Connector	Yes	40 inputs/40 outputs
7021	30/20	Multiplexer/ Digital I/O	2 form A	110 V	1 A	30 VA	<3 μ V	<100 pA	10 MHz	Connector	Yes	Dual multiplexers. Up to 30 channels, 10 digital inputs, 10 digital outputs.
7037-D*	30/20	Isolated/ Digital I/O	1 form A	110 V	1 A	30 VA	<4 μ V	<100 pA	10 MHz	Connector	Yes	30 independent channels of one-pole switching, 10 digital inputs, 10 digital outputs
7065												Hall Effect measurement buffer card

はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの選定ガイド	12-17
詳細情報	18

スイッチカードとスイッチモジュールの選定ガイド

7001/7002メインフレーム用のスイッチカード(つづき)

チャンネル数	カード構成	接点構成	最大電圧	最大電流	最大電力	接触電位差	オフセット電流	最大推奨周波数	接続タイプ	CE	コメント	
低電流						低電流						
7152	4×5	Matrix	2 form A	200 V	500 mA	10 VA	<20 μV	<1 pA	60 MHz	Connector	Yes	
7153	4×5	Matrix	2 form A	1300 V	500 mA	10 VA	<50 μV	<1 pA	60 MHz	Connector	Yes	
7158	10	Multiplexer	1 form C	30 V	100 mA		<200 μV	<1 pA	1 MHz	BNC	Yes	
高電流						高電流						
7053	10	Multiplexer	2 form C	300 V	5 A	100 VA	<1 mV		1 MHz	Screw term.		
RF						RF						
7016A	double 1×4	2 isolated switches	1 pole, 4 throw	30 V	500 mA	10 VA	<6 μV		2 GHz	SMA	Yes	Optional 50Ω termination
7017	double 1×4	2 isolated switches	1 pole, 4 throw	30 V	1 A	10 VA	<25 μV		800 MHz	SMA	Yes	10 ⁸ closures contact life.
7038	12	Three 1×4 multiplexers	1 pole, 1 of 4 tree	24 V	10 mA	10 W @ 1.2 GHz	<15 μV		2 GHz	75ΩSMB receptacle	Yes	75Ω characteristic impedance
熱電対						熱電対						
7014	39	Multiplexer	2 form A	110 V	1 A	60 VA	<1μV	<100pA	2 MHz	Screw term.	Yes	Built-in cold junction reference

* Cards with a -D suffix feature D-sub connectors.

カード	チャンネル数	ファイバタイプ	波長(nm)	コネクタ	ファイバ長
7090-8-4	1×4	Multimode fiber 62.5/125 each ch.	780-1350	FC/SPC	1m
7090-16-6	1×4	Single-mode fiber (SMF-28) 9/125 each ch.	1290-1650	FC/SPC	1m

Note: Optical switch cards are configured as single channel, 1×N non-blocking switch.

はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの選定ガイド	12-17
詳細情報	18

スイッチカードとスイッチモジュールの選定ガイド

707A/708Aメインフレーム用のスイッチカード

チャンネル数	カード構成	接点構成	最大電圧	最大電流	最大電力	接触電位差	オフセット電流	最大推奨周波数	接続タイプ	CE	コメント	
低電流						低電流						
7072	8×12	Matrix	2 form A	200 V	1 A	10 VA	<20 μV	<1 pA	15 MHz	3-lug triax	Yes	Optimized for semiconductor applications.
7072-HV	8×12	Matrix	2 form A	1300 V	1 A	10 VA	<20 μV	<1 pA	4 MHz	3-lug triax		Optimized for semiconductor applications.
7174A	8×12	Matrix	2 form A	200 V	2 A			<100 fA	30 MHz	3-lug triax	Yes	Optimized for semiconductor applications.
汎用						汎用						
7071	8×12	Matrix	3 form A	200 V	500 mA	10 VA	<5 μV	<100 pA	3 MHz	Connector	Yes	Also provides screw terminal connection.
7071-4	Dual 4×12	Matrix	3 form A	200 V	500 mA	10 VA	<5 μV	<100 pA	3 MHz	Connector	Yes	Screw terminals available on row connections.
7075	Eight 1×12	Multiplexer	2 form A	110 V	1 A	30 VA	<5 μV	<100 pA	30 MHz	Connector	Yes	
高周波						高周波						
7173-50	4×12	Matrix	2 form C	30 V	0.5 A	10 VA	<15 μV	<200 pA	200 MHz	BNC	Yes	

707B/708Bメインフレーム用のスイッチカード

チャンネル数	カード構成	接点構成	最大電圧	最大電流	最大電力	接触電位差	オフセット電流	最大推奨周波数	接続タイプ	CE	コメント	
低電流						低電流						
7072	8×12	Matrix	2 form A	200 V	1 A	10 VA	< 20 μV	<1 pA	15 MHz	3-lug triax	Yes	Optimized for semiconductor applications.
7072-HV	8×12	Matrix	2 form A	1300 V	1 A	10 VA	< 20 μV	<1 pA	4 MHz	3-lug triax		Optimized for semiconductor applications.
7174A	8×12	Matrix	2 form A	200 V	2 A			<100 fA	30 MHz	3-lug triax	Yes	Optimized for semiconductor applications.
高周波						高周波						
7173-50	4×12	Matrix	2 form C	30 V	0.5 A	10 VA	< 15 μV	<200 pA	200 MHz	BNC	Yes	Optimized for semiconductor applications.

はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの 選定ガイド	12-17
詳細情報	18

スイッチカードとスイッチモジュールの選定ガイド

2000/2001/2002/2010マルチメータ用のスイッチカード

チャンネル数	カード構成	接点構成	最大電圧	最大電流	最大電力	接触電位差	接続タイプ	CE	コメント	
汎用							汎用			
2000-SCAN	10	Multiplexer	2 form A	110 V	1 A	30 VA	<1 μ V	Screw terminal	Yes	Configurable to four-pole
2001-SCAN	10	Multiplexer	2 form A	110V	1 A	30 VA	<1 μ V	Screw terminal	Yes	2001, 2002 only; configurable to four-pole; two high-speed channels
熱電対										
2001-TCSCAN	9	Multiplexer	2 form A	110 V	1 A	30 VA	<1 μ V	Screw terminal	Yes	Built-in cold junction reference

2700/2701/2750マルチメータ/データ集録/スイッチシステム用のスイッチ/制御モジュール

モジュール	アナログ 入力数	構成	差動*	4極	コネクタタイプ	最大電圧	最大スイッチ 電流	電流測定チャンネル	デジタルI/O	スイッチ 速度	コメント
7700	20	Multiplexer w/ CJC	1x20 or two 1x10	1x10	Screw terminals	300 V	1 A	2 channels @ 3 A	N/A	3 ms	Maximum power = 125 VA.
7701	32	Multiplexer	1x32 or two 1x16	1x16	D-sub	150 V	1 A	N/A	N/A	3 ms	Maximum power = 125 VA.
7702	40	Multiplexer	1x40 or two 1x20	1x20	Screw terminals	300 V	1 A	2 channels @ 3 A	N/A	3 ms	Maximum power = 125 VA.
7703	32	Multiplexer	1x32 or two 1x16	1x16	D-sub	300 V	500 mA	N/A	N/A	1 ms	Reed relays.
7705	40	Independent SPST	N/A	N/A	D-sub	300 V	2 A	N/A	N/A	3 ms	Maximum power = 125 VA.
7706	20	Multiplexer w/ CJC	1x20 or two 1x10	1x10	Screw terminals	300 V	1 A	N/A	16 Digital Out Only	3 ms	(2) \pm 12 V analog output channels & 100 kHz event counter/totalizer. Maximum power = 125 VA.
7707	10	Multiplexer/ Digital I/O	1x10 or two 1x5	1x5	D-sub	300 V	1 A	N/A	32 Digital I/O	3 ms	Maximum power = 125 VA. (4) eight-bit word I/O.
7708	40	Multiplexer w/ CJC	1x40 or two 1x20	1x20	Screw terminals	300 V	1 A	N/A	N/A	3 ms	Maximum power = 125 VA.
7709	48	6x8 Matrix	Yes	Yes	D-sub	300 V	1 A	N/A	N/A	3 ms	Connects to internal DMM. Daisy chain multiple cards for up to a 6x40 matrix. Maximum power = 125 VA.
7710	20	Multiplexer w/ CJC	1x20 or two 1x10	1x10	Screw terminals	60 V	100 mA	N/A	N/A	0.5 ms	Maximum power = 4.2 VA
7711	8	Multiplexer	two 1x4	No	SMA	30 Vrms, 60 VDC	0.5 A	N/A	N/A	10 ms	2 GHz, maximum power = 20 W per module
7712	8	Multiplexer	two 1x4	No	SMA	30 Vrms, 42 VDC	0.5 A	N/A	N/A	10 ms	3.5 GHz, maximum power = 20 W per module

* Can be disconnected from internal DMM for routing external signals.

はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの 選定ガイド	12-17
詳細情報	18

スイッチカードとスイッチモジュールの選定ガイド

2790ソースメータ用の印加/スイッチモジュール

エアバッグ試験システム

モジュール	アナログ入力数	カード構成	電流源	電圧源	I/Vコンバータ	電流測定	接触電位差	コネクタタイプ	スイッチ速度
7751	12	Four 1 form A, plus four four-pole or eight two-pole	0-50 mA	50-500 V	Yes	0-50 μ A	<3 μ V	Screw terminals	3 ms
7752	12	Four 1 form A, plus four four-pole or eight two-pole	0-50 mA		No		<3 μ V	Screw terminals	3 ms
7753	12	Four 1 form A, plus four four-pole or eight two-pole	0-50 mA	50-500 V	Yes	0-500 μ A	<3 μ V	Screw terminals	3 ms

はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの選定ガイド	12-17
詳細情報	18

詳細情報について

ケースレーのスイッチングハンドブック第6版『A Guide to Signal Switching in Automated Test System』(電子版および印刷版(英語)、またはCD版(日本語))は、ご要望に応じて無償で提供しています。同ハンドブックは、試験測定アプリケーションのスイッチング機能に関する基本事項と、スイッチング試験システムの最適化を実現する上で役立つ実践的な情報を180ページ以上にわたり提供しています。



はじめに	2
スイッチシステム設計の基本ステップ	2
不確定要素の予測	3
スイッチング速度	4
コールド vs. ホットスイッチング	5
内蔵マルチメータ付のスイッチシステム	6
TSPとTSP-Link	7-8
スイッチング用語集	9-11
スイッチカードとスイッチモジュールの 選定ガイド	12-17
詳細情報	18

仕様は改良のために予告なく変更されることがあります。
ケースレーの商標と商標名は Keithley Instruments, Inc. に帰属します。
それ以外の商標と商品名はそれぞれ該当する企業に帰属します。



ケースレーインスツルメンツ株式会社

本 社： 〒105-0022 東京都港区海岸1-11-1 ニューピア竹芝ノースタワー13F TEL :03-5733-7555 FAX:03-5733-7556

大阪オフィス： 〒564-0052 大阪市吹田市広芝町9番 第11マイダビル TEL :06-6190-0014 FAX:06-6190-0017

Web site : www.keithley.jp ・ Email : info.jp@keithley.com

© Copyright 2011 Keithley Instruments, Inc