

4 シリーズ MSO

ミックスド・シグナル・オシロスコープ・データ・シート

もっと大画面。もっと詳細に。もっと使いやすく。



数値に裏付けられた高性能

入力チャンネル数

- 4 または 6 (FlexChannel[®] 入力)
- 1 つの FlexChannel で以下の入力をサポートします。
 - 1 つのアナログ信号入力 (波形表示、Spectrum View¹、または両方を同時)
 - 8 つのデジタル・ロジック入力 (TLP058 型ロジック・プローブを使用)

周波数帯域 (全アナログ・チャンネル)

- 200MHz、350MHz、500MHz、1GHz、1.5GHz (アップグレード可能)

サンプル・レート (全アナログ/デジタル・チャンネル)

- リアルタイム: 6.25GS/s

レコード長 (全アナログ/デジタル・チャンネル)

- 標準 31.25M ポイント (オプションによるアップグレードで 62.5M ポイント)

波形取込みレート

- 500,000 波形/秒以上

垂直分解能

- 12 ビット ADC
- 最高 16 ビット (ハイレゾ・モード)

標準のトリガ・タイプ

- エッジ、パルス幅、ラント、タイムアウト、ウィンドウ、ロジック、セットアップ/ホールド時間、立上り/立下り時間、パラレル・バス、シーケンス、ビジュアル・トリガ、ビデオ (オプション)、RF 対時間 (オプション)
- 外部トリガ: 300V_{RMS} 以下 (エッジ・トリガのみ)

標準解析機能

- カーソル: 波形、垂直バー、水平バー、垂直/水平バー
- 測定: 36
- Spectrum View: 周波数領域解析 (周波数領域と時間領域は独立して設定可能)
- FastFrame[™] によるセグメント・メモリ・アキュイジション・モードにより、毎秒最大 5,000,000 フレーム以上の取込みが可能
- プロット: タイム・トレンド、ヒストグラム、およびスペクトラム、

- 演算: 基本波形演算、FFT、拡張数式エディタ
- 検索: 任意のトリガ条件で検索が可能

オプションの解析

- 高度な Spectrum View
- マスク/リミット・テスト
- 拡張パワー測定/解析
- 三相電気解析 (MSO46 型のみ)

組込みシリアル・バスのトリガ/デコード/解析 (オプション)

- I²C、SPI、eSPI、I3C、RS-232/422/485/UART、SPMI、SMBus、CAN、CAN FD、LIN、FlexRay、SENT、PSI5、CXPI、USB 2.0、eUSB2、Ethernet、EtherCAT、オーディオ、MIL-STD-1553、ARINC 429、Spacewire、NRZ、マンチェスター、SVID、SDLC、1-Wire、MDIO

任意波形/ファンクション・ジェネレータ¹

- 50 MHz 波形の生成
- 波形形式: 任意波形、正弦波、方形波、パルス波、ランブ波、三角波、DC レベル、ガウシアン、ローレンツ、指数立上り/立下り、Sin(x)/x、不規則ノイズ、ハーバサイン、カーディアック

デジタル電圧計²

- 4 桁の AC 実効値電圧、DC 電圧、および DC + AC 実効値電圧測定

トリガ周波数カウンタ²

- 8 桁

ディスプレイ

- 13.3 型 (338mm) TFT カラー
- 解像度: HD (1,920×1,080)
- 静電容量式 (マルチタッチ) タッチスクリーン

拡張機能

- USB 2.0 ホスト、USB 2.0 デバイス (5 ポート)、LAN (10/100/1000 Base-T Ethernet)、HDMI³

e*Scope[®]

- 標準の Web ブラウザを介した、ネットワーク接続経由でのオシロスコープの遠隔表示/制御が可能

保証期間

- 3 年間 (標準)

寸法

- 286.99 mm x 450 mm x 155 mm (高さ x 幅 x 奥行)

¹ オプション (アップグレード可能)

² 製品登録により無料で提供

³ HD ディスプレイ (解像度 1,920 x 1,080) に接続する必要があります。

- 重量 : <16.8 lbs.7.6 kg 未満

革新的なピンチ・スワイプ・ズーム操作に対応したタッチスクリーンによるユーザ・インタフェース、大型 HD ディスプレイ、チャンネルあたり 1 つのアナログ信号または 8 つのデジタル信号の測定が可能な FlexChannel® 入力を 4/6 チャンネル備えた 4 シリーズ MSO は、今日、および将来予想される困難な課題にも対応できます。性能、解析機能、そしてユーザ・エクスペリエンス全般についても、新しい基準を確立しました。

チャンネル数の不足によって、検証やデバッグの作業が遅れる心配はもうありません。

4 シリーズ MSO は、4 または 6 チャンネルの機種が用意されており、13.3 型 HD (1,920 x 1,080) 大型ディスプレイを備えているため、複雑なシステムも効率的に解析できます。組込みシステム、三相パワー・エレクトロニクス、カー・エレクトロニクス、電源設計、DC-DC パワー・コンバータなど、多くのアプリケーションでは、デバイス性能の検証や特性評価、複雑なシステムの問題のデバッグを行うために、4 つ以上のアナログ信号を観測する必要があります。

ほとんどのエンジニアは、非常に困難な問題のデバッグ中に、システムをより詳細かつ広範囲に解析する必要があったのに、使用しているオシロスコープのアナログ・チャンネル数が 2 つ、あるいは 4 つに限られていたという体験をしているはずですが。オシロスコープをもう 1 台追加したとしても、トリガ・ポイントを揃えなければならないだけでなく、2 つのディスプレイに渡ってのタイミング相関や、データの文書化において、大きな困難が付きまといま

す。6 チャンネルのオシロスコープの価格は、4 チャンネルのモデルより、少なくとも 50% 高くなるはずだ、と思われがちですが、実際に追加になる価格は、6 チャンネルの機種で 20% 以下、わずかなコストでアナログ・チャンネルを追加するだけで、プロジェクトを常に予定通りに進めることができるようになります。



スイッチング電源での電圧測定。パワーレールの 1 つでリップル電圧を測定し、表示している

優れた柔軟性を持ち、システム全体の広範囲な観測が可能な FlexChannel® 技術

4 シリーズ MSO には、従来のミックスド・シグナル・オシロスコープ (MSO) の常識を超える新技術が取り入れられています。FlexChannel 技術により、それぞれのチャンネル入力を 1 つのアナログ・チャンネル、8 つのデジタル・チャンネル (TLP058 型ロジック・プローブを使用)、またはそれぞれの領域を独立に設定し、アナログとスペクトラムを同時に表示することもできます⁴。従来にない、柔軟なチャンネル構成が可能です。

6 つの FlexChannel を備えた機種の場合、6 つのチャンネルをすべてアナログ信号に割り当て、デジタル信号は未使用という構成も可能です。または、5 つのアナログと 8 つのデジタル、あるいは 4 つのアナログと 16 のデジタル、3 つのアナログと 24 のデジタルなど、柔軟な組み合わせが可能です。こうした構成は、TLP058 型ロジック・プローブを着脱するだけで、いつでも簡単に変更できます。そのため、常に最適な数のデジタル・チャンネルを確保できます。

⁴ (オプション)



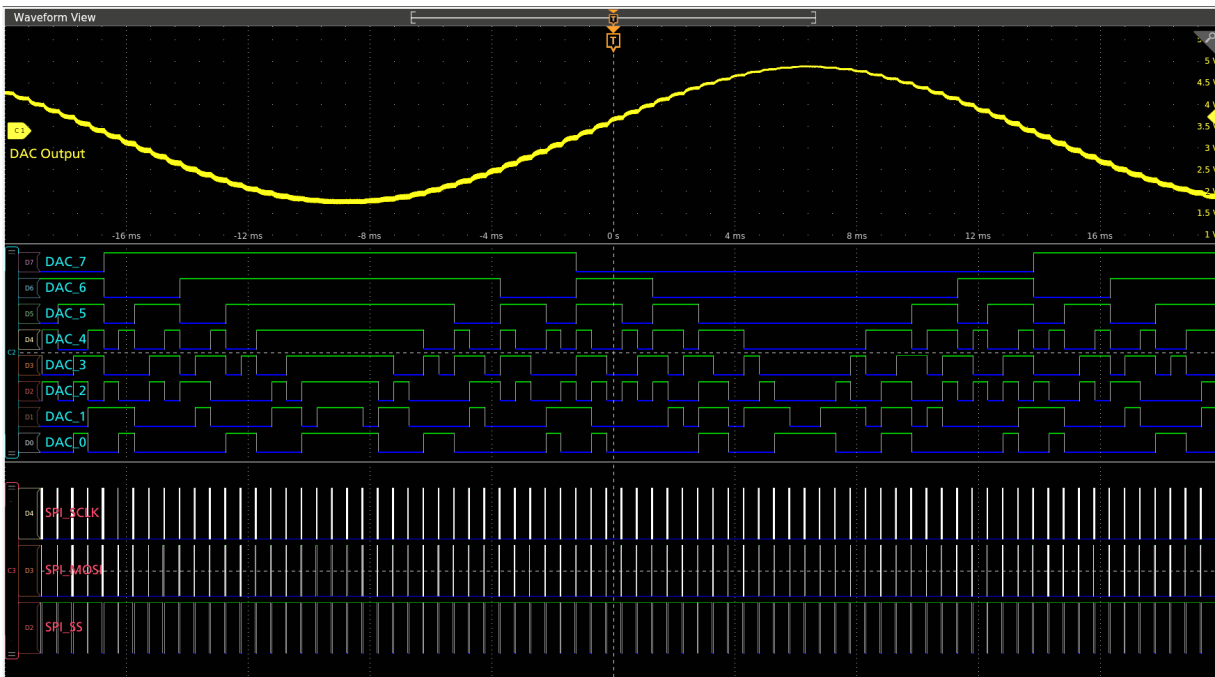
優れた柔軟性を実現した FlexChannel 技術では、接続するプローブの種類により、1つのアナログ・チャンネルとして使用するか、8つのデジタル・チャンネルとして使用するかを柔軟に選択できる

従来の MSO では、デジタル・チャンネルはアナログ・チャンネルに比べてサンプル・レートが低く、記録長も短いなど、さまざまなトレードオフがありました。4シリーズ MSO では、デジタル・チャンネルを新しいレベルで統合

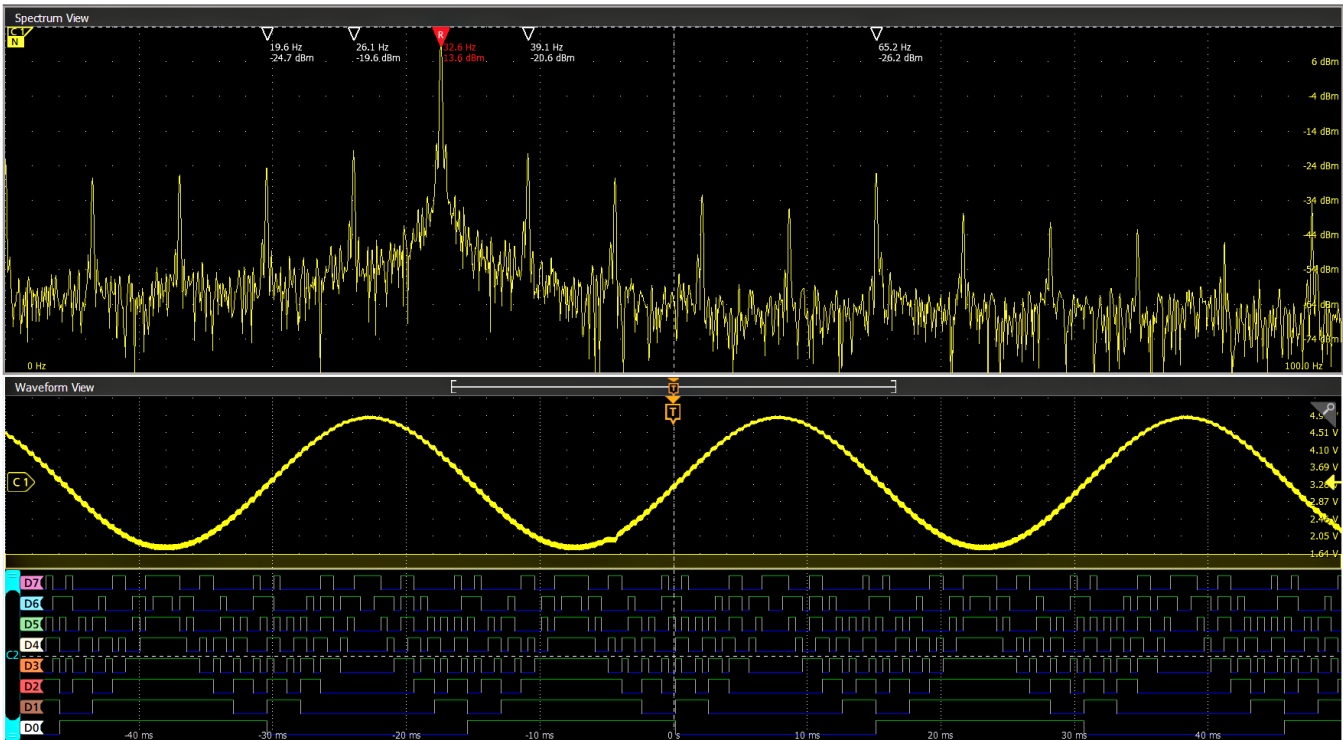
できます。デジタル・チャンネルでも、アナログ・チャンネルと同様に、高サンプル・レート（最高 6.25 GS/s）と長い記録長（最大 62.5 M ポイント）を利用できます。



TLP058 型：8つの高性能デジタル入力を装備 TLP058 型プローブは、必要に応じて何本でも接続することができ、最大 48 チャンネルのデジタル入力を利用可能



Ch 2 に TLP058 型ロジック・プローブを取り付け、DAC の 8 つの入力を接続している。緑と青に色分けされており、緑が 1、青が 0 を示している。Ch 3 に取り付けたもう 1 本の TLP058 型ロジック・プローブは、DAC をドライブする SPI バスにブローピングしている。白いエッジは高周波成分が含まれていることを示しており、拡大表示するか、より高速なサンプル・レートで取込むことでより詳細な情報が得られる



アナログとデジタルだけでなく、FlexChannel 入力も Spectrum View にも対応。この当社の特許技術を使用することで、各領域で独立に設定しながら、すべてのアナログ信号について、アナログ表示とスペクトラム表示を同時に観測可能。

優れた信号表示機能

4 シリーズ MSO に採用されている、13.3 型 (338 mm) ディスプレイは、クラス最大。さらに、解像度もトップクラスで、フル HD の解像度 (1,920×1,080) を備えているため、重要なリードアウトや解析のための領域を確保しながら、多くの信号を同時に観測できます。

表示領域は、垂直方向のスペースを波形表示に最大に利用できるように、最適化されています。右側の結果バーを非表示にすると、画面の横幅全体を波形表示に使用できます。



スタック表示モードでは、それぞれの入力ADC分解能を最大に維持しながら、すべての波形を簡単に観測できるため、精度の高い測定が行える

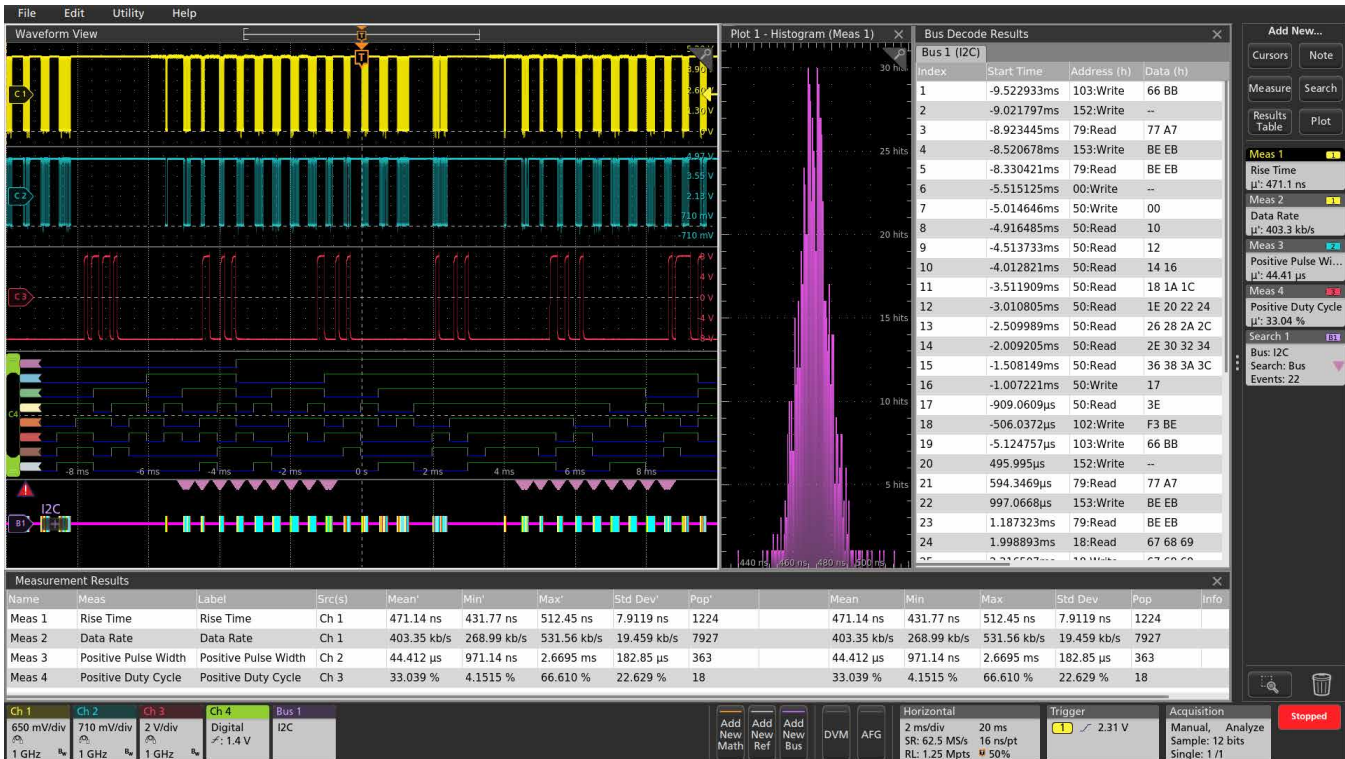
4 シリーズ MSO は、最新技術のスタック表示モードを備えています。従来、オシロスコープでは同じ目盛にすべての波形を重ねて表示していたため、さまざまなトレードオフが生じていました。

- それぞれの波形を表示するには、波形が重なり合わないよう、波形の垂直軸スケールと位置を調整しなければならない。それぞれの波形で利用できるADコンバータのレンジがわずかしかないため、測定精度が低下する
- 測定精度を維持するためには、それぞれの波形の垂直軸スケールと位置を調整して、画面全体に表示する必要がある。波形が互いに重なり合うため、個々の波形では信号の細部まで識別しにくい

新しいスタック表示では、これらのトレードオフが解消されます。波形のオン/オフが行われると、自動的に水平波形の"スライス" (追加の目盛) が追加または削除されます。それぞれのスライスが、その波形のADコンバータの全レ

ンジを使用します。すべての波形は、別々に表示されていますが、ADコンバータの全レンジが使用されているため、表示機能と精度が最大に活かされます。これらの処理は、波形が追加または削除されると、すべて自動的に行われます。スタック表示モードでは、チャンネル/波形バッジをディスプレイ下部の設定バーにドラッグ・アンド・ドロップするだけでチャンネルの順序を簡単に変更できます。スライスの内部にチャンネルのグループをオーバーレイすることもできるため、信号の表示を見ながら簡単に比較できます。

4 シリーズ MSO は、大型ディスプレイを備えており、広い表示領域を確保できるため、信号だけでなく、プロット、測定結果テーブル、バス・デコード・テーブルなど、豊富な情報を表示できます。アプリケーションに合わせて、サイズや位置も簡単に変更できます。



3つのアナログ・チャンネル、8つのデジタル・チャンネル、デコードされたシリアル・バス波形、デコードされたシリアル・パケット結果テーブル、4つの測定項目、測定ヒストグラム、統計値が表示された測定結果テーブル、シリアル・バス・イベントでの検索を同時に表示

タスクに集中できる使いやすいユーザ・インターフェース

設定バー：主要パラメータと波形の管理

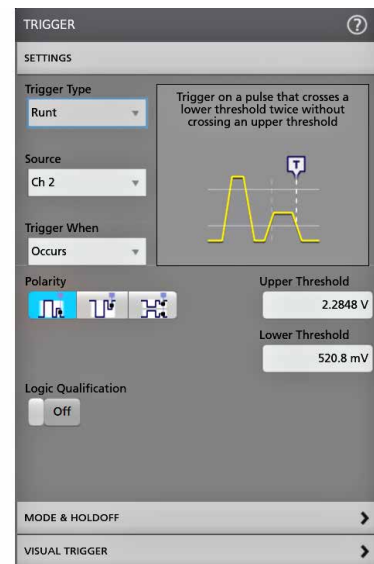
ディスプレイ下部の設定バーには、波形、オシロスコープの動作に関連する各種のパラメータが、“バッジ”として一列に表示されます。設定バーを使用すると、使用頻度の高い波形管理タスクにすばやくアクセスできます。以下のような操作は、シングル・タップで実行できます。

- チャンネルをオンにする
- 演算波形の追加
- リファレンス波形の追加
- バス波形の追加
- オプションの任意波形／ファンクション・ジェネレータ (AFG) を有効にする
- オプションの内蔵デジタル・ボルトメータ (DVM) を有効にする

結果バー：解析と測定

ディスプレイ右側の結果バーは、タップするだけで、カーソル、測定、検索、測定/バス・デコード結果テーブル、プロット、メモなど、使用頻度の高い解析ツールにすばやくアクセスできます。

DVM/測定/検索結果バッジは、すべて結果バーに表示されるため、波形表示エリアを圧迫することはありません。波形表示エリアをさらに広くしたい場合には、結果バーを消すこともできます。もちろん、いつでも再表示できます。



ディスプレイ上の目的のアイテムをダブルタップするだけで構成メニューが表示される。この例では、トリガ・バッジがダブルタップされたので、トリガ構成メニューが表示されている

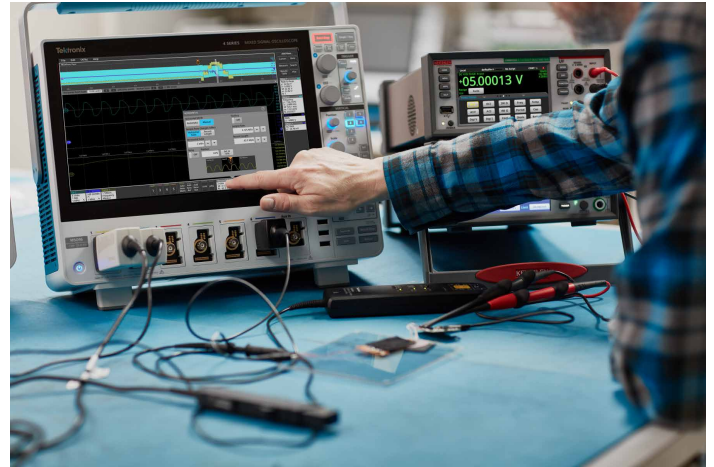
オシロスコープに最適化されたタッチ操作

タッチ・インターフェースを備えたオシロスコープは、今では決して珍しいものではありません。しかし、それらはすべて、後から付け足した機能に過ぎませんでした。4 シリーズ MSO は、静電容量方式のタッチスクリーンを備えたディスプレイと、タッチ操作に最適化されたユーザ・インターフェースを備えた業界初のオシロスコープです。

4 シリーズ MSO では、スマホやタブレット、その他のタッチスクリーン対応デバイスでお馴染みのタッチ操作がサポートされています。

- 波形を左右上下にドラッグすることで、水平／垂直位置の調整やパン／ズーム表示が可能
- ピンチ操作により、水平または垂直方向のスケールの変更やズーム・イン／アウトが可能
- アイテムをゴミ箱にドラッグするか、画面の端までドラッグして削除
- 右側からスワイプ（結果バーを表示）または上側からスワイプ（ディスプレイの左上にメニューを表示）

操作性に優れた前面パネル操作部を使用して、馴染みのあるノブやボタンによる調整を行えるだけでなく、マウスやキーボードを使用することもできます。



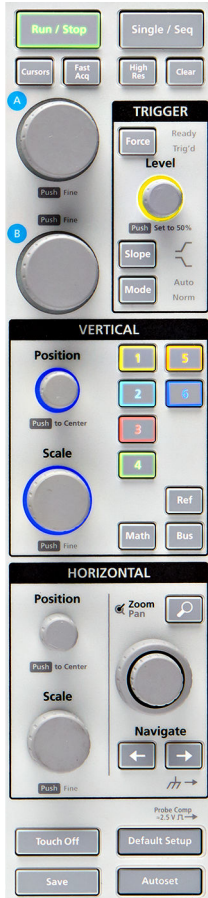
スマホやタブレットと同じ静電容量方式のタッチスクリーンを使用して操作が行える

可変フォント・サイズ

従来、オシロスコープのユーザ・インターフェースでは、波形やリードアウトの表示を最適化するために、フォント・サイズを固定して設計されてきました。すべてのユーザが同じ表示設定であれば問題になりませんが、そうではない場合もあります。ユーザは画面を長時間凝視しなければならないため、これは大きな問題であると認識しています。4 シリーズ MSO は、可変フォント・サイズを実現しており、好みに合わせて、12 ポイント～20 ポイントまで自由に設定できます。フォント・サイズを調整すると、ユーザ・インターフェースは連動して拡大縮小するため、アプリケーションに合わせて最適なサイズに設定することができます。



フォント・サイズに応じてユーザ・インターフェースも連動する



作業効率に優れた、直観的な前面パネル。必要な操作部をすべて備えながら、大型HD ディスプレイの広い表示領域を十分に確保

前面パネルによる操作

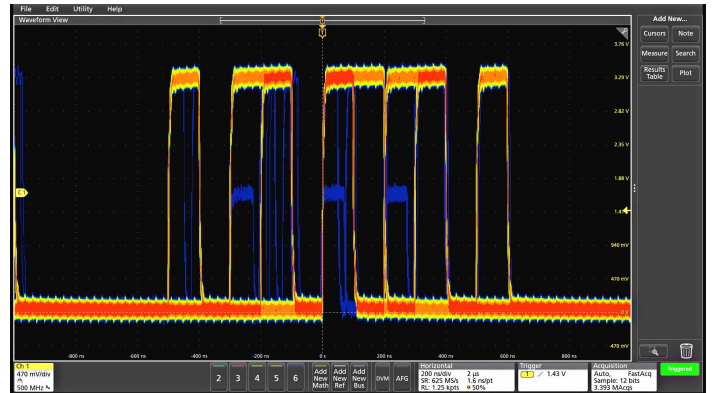
従来、オシロスコープ前面は、表面の約 50% がディスプレイ、残りの 50% が操作部という構成が一般的でした。4 シリーズ MSO は、前面の約 75% がディスプレイで占められています。広い表示領域を確保するために、前面パネルの構造を見直し、重要性の高い操作については、従来からの簡単で直観的な操作を維持する一方で、ディスプレイ上のオブジェクトから各種の機能に直接アクセスできるようにしたことで、メニュー・ボタンの数を減らすことに成功しています。

操作部の周囲が LED で色分けされるため、トリガ・ソースや垂直軸スケール/ポジション・ノブがどのチャンネルに割り当てられているのかが一目でわかります。実行/停止やシングル・シーケンスといった機能については、大きな専用ボタンが右上の目立つ場所に配置されています。強制トリガ、トリガ・スロープ、トリガ・モード、デフォルト・セットアップ、オートセット、クイックセーブといった機能についても、すべて専用の前面パネル・ボタンを使用できます。

優れた性能

デジタル・フォスファ技術と FastAcq™ 高速波形取込み

設計上の問題をデバッグするためには、まず問題の存在を知る必要があります。FastAcq とデジタル・フォスファ技術により、デバイスの実際の動作を確認することができます。毎秒 500,000 波形以上という高速の波形取込レートにより、デジタル・システムでよく見られるラント・パルス、グリッチ、タイミング問題など、間欠的に発生する問題も非常に高い確率で観測することができます。まれにしか発生しないイベントをはっきりと表示させるため、輝度階調表示を使用することで、通常の信号特性に対する、まれなトランジェントの発生頻度を表示します。



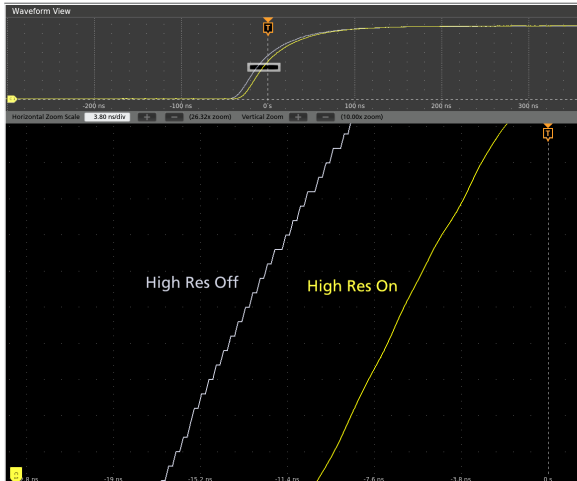
FastAcq の高速取込みにより、デジタル設計によく見られる捕捉困難な問題も検出できます。

業界トップクラスの垂直分解能

大きな振幅の信号を取込みながら、信号の細部まで観察しなければならない場合でも、4 シリーズ MSO は、不要なノイズの影響を最小限に抑えながら、目的の信号を確実に取込める性能を備えています。4 シリーズ MSO の中心となる技術は、12 ビットの AD コンバータ (ADC) であり、従来の 8 ビット ADC の 16 倍という優れた垂直分解能を実現しています。

新しいハイレゾ・モードでは、選択されたサンプル・レートに基づいて、ハードウェア・ベースの独自の有限インパルス応答 (FIR) フィルタが適用されます。FIR フィルタは、そのサンプル・レートで利用可能な最高帯域幅を維持しながら、エイリアシングを抑制し、選択したサンプル・レートに対する使用可能帯域幅を上回る雑音をオシロスコープの増幅器や ADC から除去します。ハイレゾ・モードでは、常に最小でも 12 ビットの垂直分解能が確保され、125MS/s 以下のサンプル・レートでは、垂直分解能は 16 ビットにまで拡張されます。

新しい低ノイズのフロントエンド増幅器により、4 シリーズ MSO の信号解像能力をさらに向上させています。



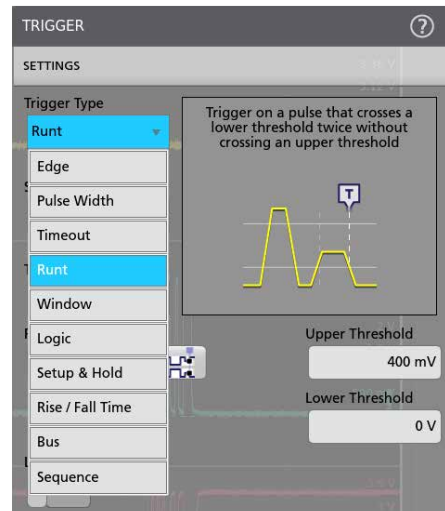
4 シリーズ MSO は、12 ビットの ADC と新しいハイレゾ・モードにより、業界トップクラスの垂直分解能を実現

トリガ

デバイスの障害を検出するのは、デバッグの第 1 段階です。次に、原因を特定するために、想定されるイベントを取込みなければなりません。4 シリーズ MSO は、さまざまなタイプに対応した、高度なトリガ機能を提供しています。

- ラント
- ロジック
- パルス幅
- ウィンドウ
- タイムアウト
- 立上り/立下り時間
- セットアップ/ホールド時間違反
- シリアル・パケット
- パラレル・データ
- シーケンス
- ビデオ
- ビジュアル・トリガ
- RF 対時間 (オプション)

最大 62.5M ポイントのレコード長により、数多くのイベントを取込むことができます。数千というシリアル・パケットでも 1 回で取込むことができ、高い分解能のままズーム表示して詳細に信号を観測し、信頼性の高い測定結果を記録できます。

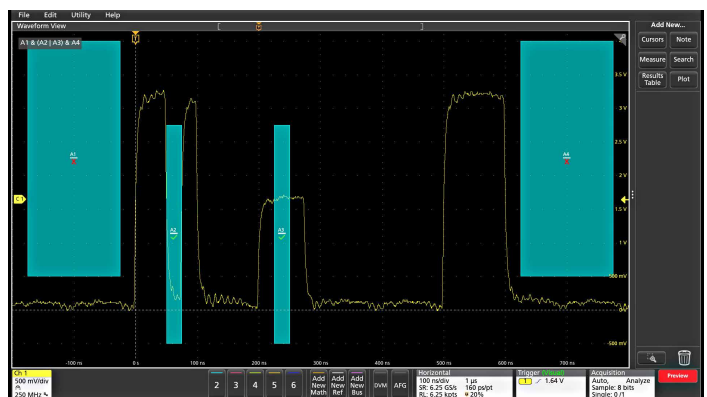


さまざまなトリガ・タイプに対応し、状況対応型のトリガ・メニューも備えているため、目的のイベントを簡単に特定できる

ビジュアル・トリガ — 特定の信号をすばやく検出

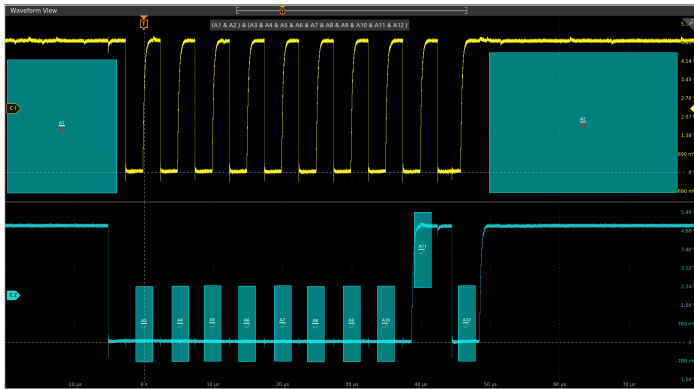
複雑なバスから特定のサイクルを検出するには、何時間もデータを取込み、何千というアキュイジションを調べる必要があります。そのイベントが発生したときのみ表示するようにトリガ設定できれば、この時間を短縮することができます。

ビジュアル・トリガは、オシロスコープのトリガ機能を拡張し、取込んだすべての波形取込をスキャンし、ディスプレイに表示されるエリア (図形形状) と比較します。マウスまたはタッチスクリーンにより、無制限数のエリアを作成できます。さまざまな形状 (三角形、長方形、六角形、台形) を使用して、さまざまなトリガ動作に対応するエリアが設定できます。形状が作成できれば、必要に応じてカスタム形状を作成し、理想的なトリガ条件になるように編集することもできます。複数のエリアを定義すれば、オンスクリーンの編集機能を使用して、ブール論理式を使用した複雑なトリガ条件を設定できます。



ビジュアル・トリガのエリアが目的のイベントを分離し、観測したいイベントのみを取り込むため、大幅な時間短縮が可能

重要な信号イベントにのみトリガすることで、手作業での取込み、アキュイジションから検索するのに要する時間を大幅に短縮できます。秒、分の単位で重要なイベントが検出でき、短時間のうちにデバッグ／解析作業を終わらせることができます。ビジュアル・トリガは複数のチャンネルに対しても使用できるため、複雑なシステムのトラブルシューティングやデバッグにも最適です。



複数チャンネルでの観測例。ビジュアル・トリガのエリアは複数のチャンネルのイベントにも設定できる（チャンネル1で特定のバースト幅にトリガし、チャンネル2で特定のビット・パターンにトリガするなど）

する、TPPシリーズ受動電圧プローブは、広いダイナミック・レンジ、豊富なプロービング・オプション、堅牢な機械設計などの汎用プローブの特長と、アクティブ・プローブの優れた性能を併せ持っています。1GHzのアナログ周波数帯域により、信号の高周波成分も観測できます。また、容量負荷がわずか3.9pFと優れており、回路に及ぼす影響が最小に抑えられるため、長いグランド・リードも使用できます。

減衰比が2:1のTPPプローブ（オプション）も用意されているため、低電圧の測定にも対応できます。一般的な低い減衰比の受動プローブと違い、TPP0502型の周波数帯域は500MHzでありながら、容量負荷も12.7pFと抑えられています。



4シリーズMSOには、チャンネルごとにそれぞれ1本のプローブ（200MHzの機種にはTPP0250型、350MHzおよび500MHzの機種にはTPP0500B型、1GHzおよび1.5GHzの機種にはTPP1000型）が標準で付属

TekVPI®プローブ・インターフェースは、プローブの使い勝手が格段に向上しています。安全性と信頼性に優れた接続が可能だけでなく、TekVPIプローブの補正ボックス上には、多くのステータス・インジケータ、操作ボタンおよびプローブ・メニュー・ボタンが装備されています。このプローブ・メニュー・ボタンを押すと、すべてのプローブ設定や操作メニューがオシロスコープ上にプローブ・メニューとして表示されます。TekVPIインターフェースは、外部電源の必要なしに電流プローブを直接接続することができます。さらにTekVPIプローブは、USBまたはLAN経由でリモート制御できますので、自動試験装置においても汎用性の高いソリューションが可能になります。4シリーズMSOの前面パネル・コネクタは、最高80Wの電力給電が可能で、接続されたすべてのTekVPIプローブに十分な電力を供給できるため、プローブ専用の電源を追加する必要がありません。

IsoVu™光アイソレーション型測定システム

インバータの設計、電源の最適化、通信リンクのテスト、シャント抵抗による電流の検出、EMI/ESD問題のデバッグを行う場合、あるいはテスト・セットアップからグランド・ループを取り除きたい場合、コモンモード干渉があると正確な測定が困難になり、設計／デバッグ／評価／最適化といった作業に支障が生じていました。

当社の画期的な新技術IsoVuでは、光給電型光ファイバを使用することにより、完全なガルバニック絶縁を可能にしています。TekVPIインターフェースを搭載した4シリーズMSOで使用すると、大きなコモンモード電圧がある場合でも、高い周波数の差動信号を正確に測定できる機能を備えた、業界初の測定システムが実現します。

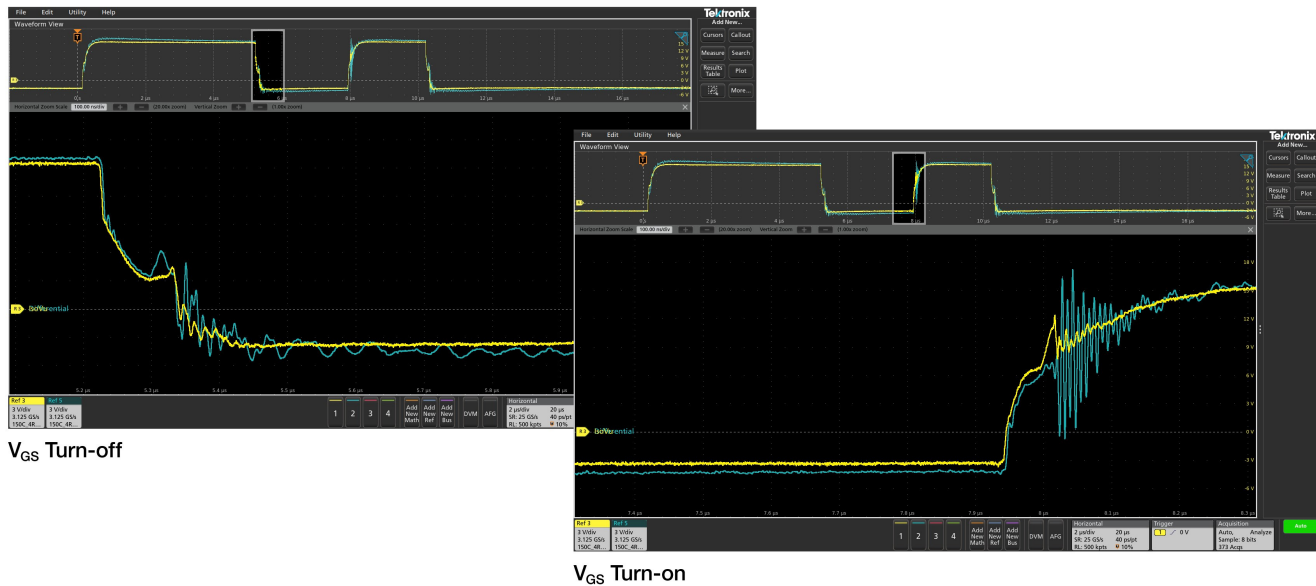
- 完全なガルバニック絶縁
- 最高1GHzの周波数帯域に対応
- 同相除去比（CMRR）：DC～100MHzで120dB（100万：1）以上

- 同相除去比 (CMRR) : 全帯域で 80dB (10,000 : 1)
- 差動電圧のダイナミック・レンジ : 最高 2,500V
- コモンモード電圧レンジ : 60kV



テクトロニクス の TIVP シリーズ IsoVu™ 測定システムは、全帯域でクラス最高の同相除去性能を実現したガルバニック絶縁測定ソリューションであり、大きなコモン・モード電圧が存在する条件でも、最大 2,500 Vpk の広帯域差動信号が正確に分離可能

IsoVu を使用したハイサイド・ゲート電圧測定

V_{GS} Turn-offV_{GS} Turn-on

差動プローブ(青色のトレース)とIsoVu 光絶縁型プローブ(黄色のトレース)

上の図は、標準差動プローブを使用したときのハイサイド・ゲート電圧と、光絶縁型プローブを使用したときのハイサイド・ゲート電圧との比較を示しています。オフおよびオンのはじめはどちらのプローブでも、デバイスのゲートがスレッショルド値の領域を通過した後に、ゲートにおいて高周波数リングングが見られます。ゲートと電源ループのカップリングにより、ある程度のリングングが予想されます。ただし、差動プローブの場合、リングングの振幅は光絶縁型プローブで測定される振幅よりも著しく高くなります。これは、プローブ内でコモン・モード電流を誘起する基準電圧の変化、および標準差動プローブのアーチファクトが原因と考えられます。差動プローブによって測定された波形は、デバイスの最大ゲート電圧を通過しているように見えます。一方、光絶縁型プローブでは、測定精度が高いほどデバイスが仕様範囲内にあることが明らかになっています。ゲート電圧測定に標準差動プローブを使用するアプリケーション設計者は、ここに示したプローブおよび測定システムのアーチファクトと、デバイス定格の実際の違反を区別できない可能性があるため、注意が必要です。この測定時のアーチファクトが発生したときに、設計者はゲート抵抗を高くして、スイッチング過渡現象を遅くしようとしたり、リングングを減らそうとするかもしれません。しかし、そのようにすると、SiC デバイスでの損失を不必要に増加させることとなります。このため、適切なシステムを設計して性能を最適化するためには、デバイスの実際の変動を正確に反映する測定システムが不可欠となります。

豊富な解析機能

基本波形解析機能

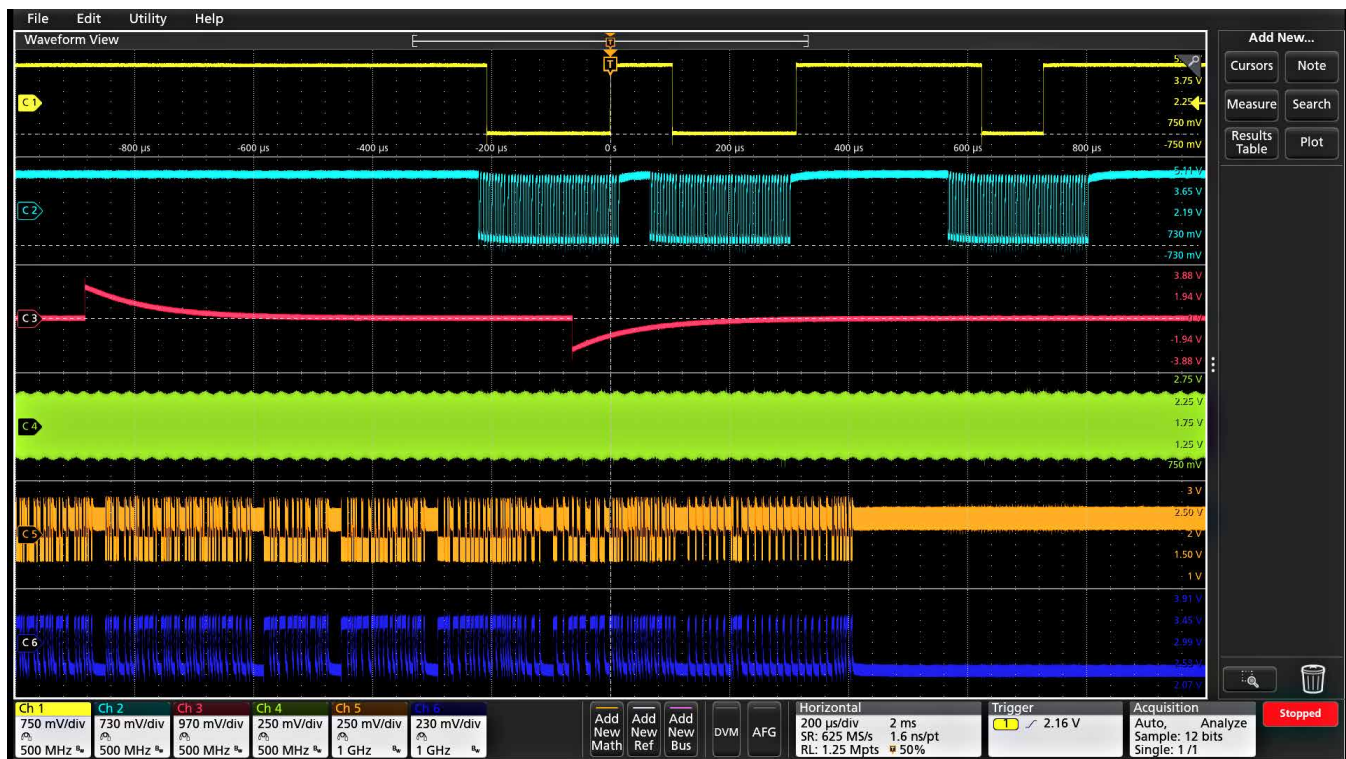
プロトタイプのパフォーマンスがシミュレーション結果と一致していることを検証するためには、注意深く解析を行う必要があります。そこには、立ち上がり時間やパルス幅のチェックといった単純なものから、電力損失の解析、システム・クロックの特性評価、ノイズ発生源の調査といった高度なものまで、さまざまな作業が伴います。

4 シリーズ MSO は、豊富な解析ツールを標準で備えています。

- 波形/スクリーン・ベースのカーソル
- 36 種類の自動測定結果には記録のすべてのインスタンスが含まれており、あるイベントから次のイベントへとナビゲートできるだけでなく、記録の最小値または最大値をすばやく表示することも可能

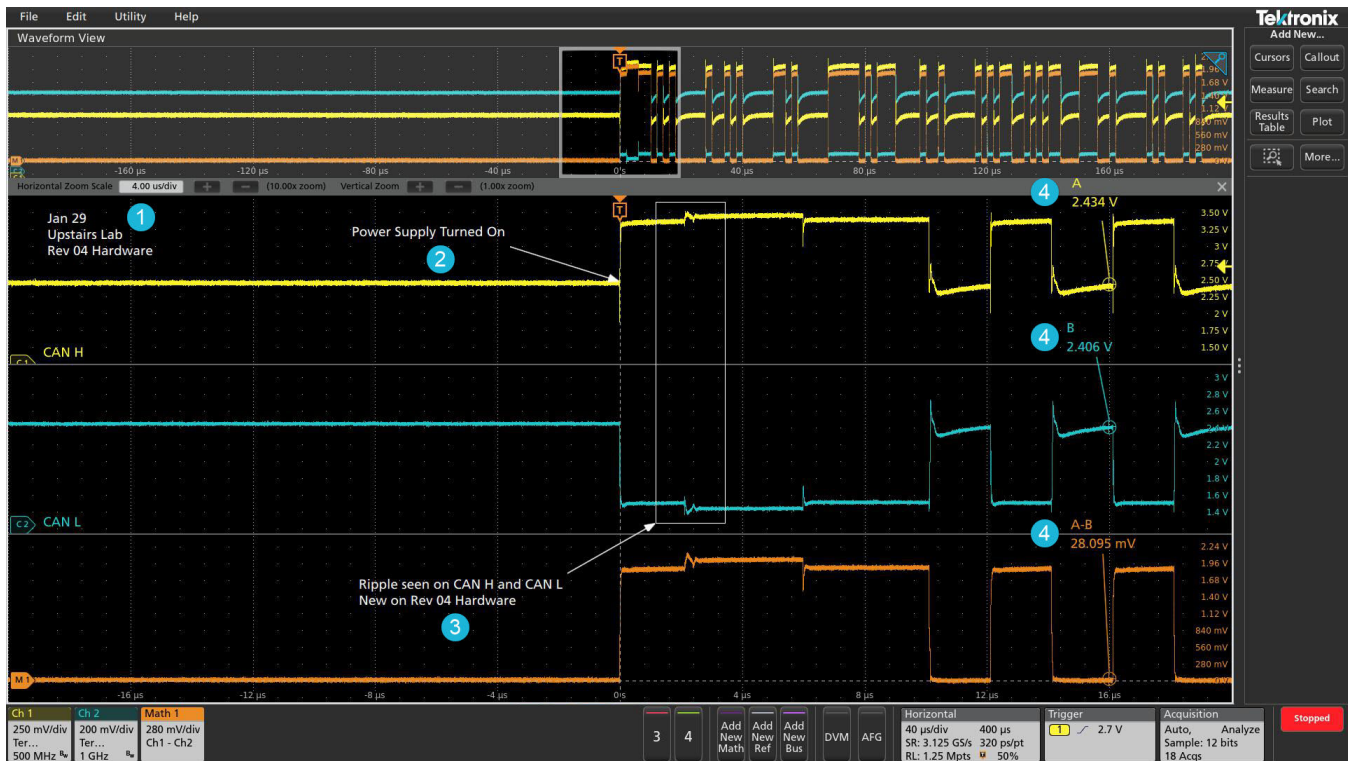
- 基本波形演算
- 基本 FFT 解析
- フィルタや変数を使用した任意波形の数式編集などの高度な波形演算
- 拡張 Spectrum View : 周波数領域解析 (時間領域と周波数領域は独立して設定可能)
- FastFrame™ セグメント・メモリにより、オシロスコープのアクイジション・メモリを効率的に活用できるため、1つの波形レコードに数多くのトリガ・イベントを効率的に取込むことができ、イベント間の時間ギャップを無視できます。各セグメントは個別に、または重ねて表示できます。

測定結果テーブルには、測定結果についての総合的な統計表示のほか、現在のアクイジションと、すべてのアクイジションの両方を対象とした統計値も表示されます。



複数のチャンネルを使用した複数のクロック/データ・ラインの観測

コールアウト



- ① **Note** Write and position a text box on the screen.
- ② **Arrow** Write and position a text box, then add an arrow to a specific location on the screen.
- ③ **Rectangle** Write text and outline a specific region on the screen indicated by a resizable box.
- ④ **Bookmark** Create a dynamic readout at a specified time relative to a trigger point. This readout includes text, magnitude of the signal, signal units, as well as a line and target indicating the bookmark reference point.

テスト・セットアップの詳細とそれに対応する結果を詳細に記述したコールアウト（注釈、矢印、四角形、ブックマーク）を簡単に使用可能

テストの結果や手順を文書化することは、チーム間でデータを共有したり、後日の再測定、顧客レポートを作成する際に非常に重要です。画面上で数回タップするだけで、必要な数だけカスタム・コールアウトを作成できるため、テスト結果の具体的な詳細を文書化することができます。それぞれのコールアウトは、テキスト、位置、色、フォント・サイズ、フォントをカスタマイズできます。

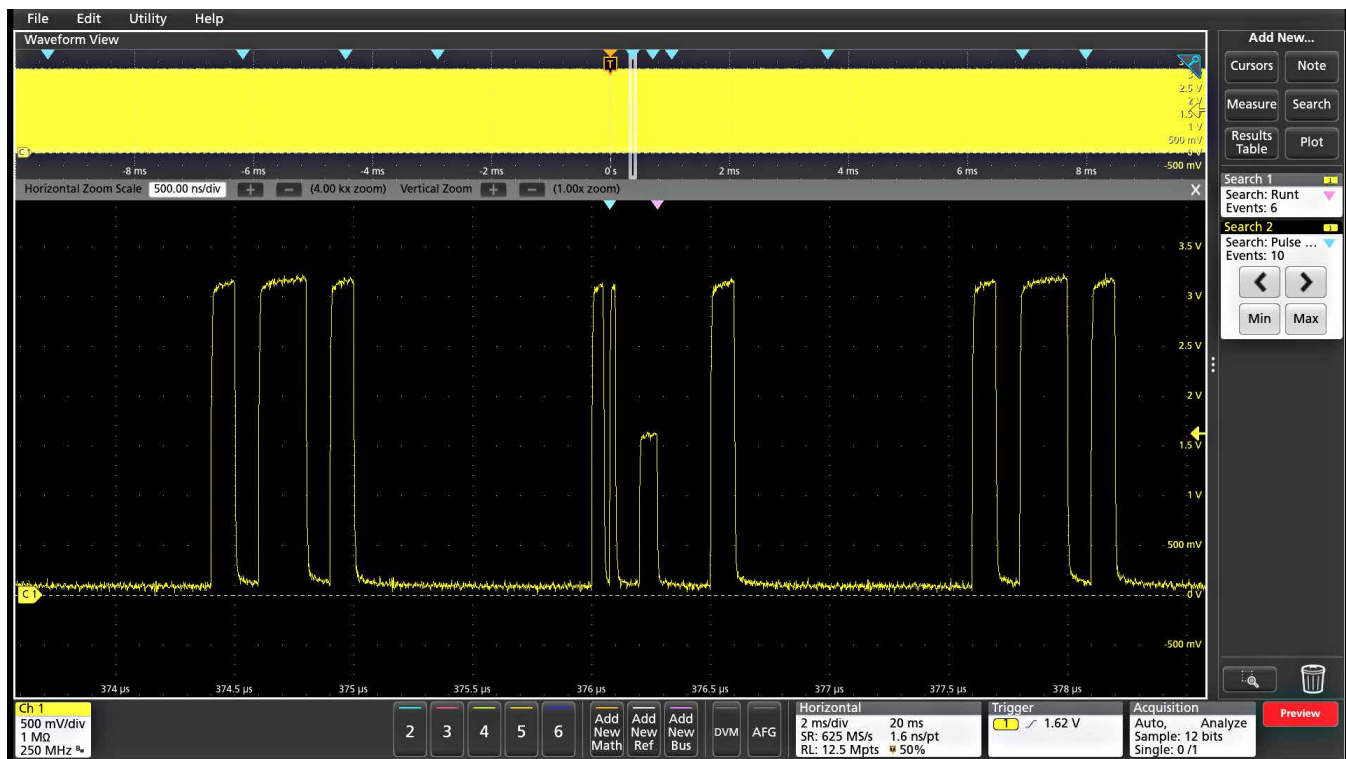
ナビゲーションとサーチ

長いレコード長の波形から目的のイベントを探す場合、適切なサーチ・ツールがないと時間のかかる作業になります。今ではレコード長は数百万ポイントにもなり、目的のイベントを特定するためには数千画面をスクロールしなければなりません。

4 シリーズ MSO には、革新的な Wave Inspector® という波形検索、操作ツールがあり、波形レコード内をすばやくパン、ズーム表示することができます。独自のフォースフィードバック・システムにより、波形レコードの最初から最後までをわずか数秒で移動できます。ディスプレイ上でドラッグやピンチ／拡大といったジェスチャを使用すれば、長いレコードでも目的の領域を効率的に調査できます。

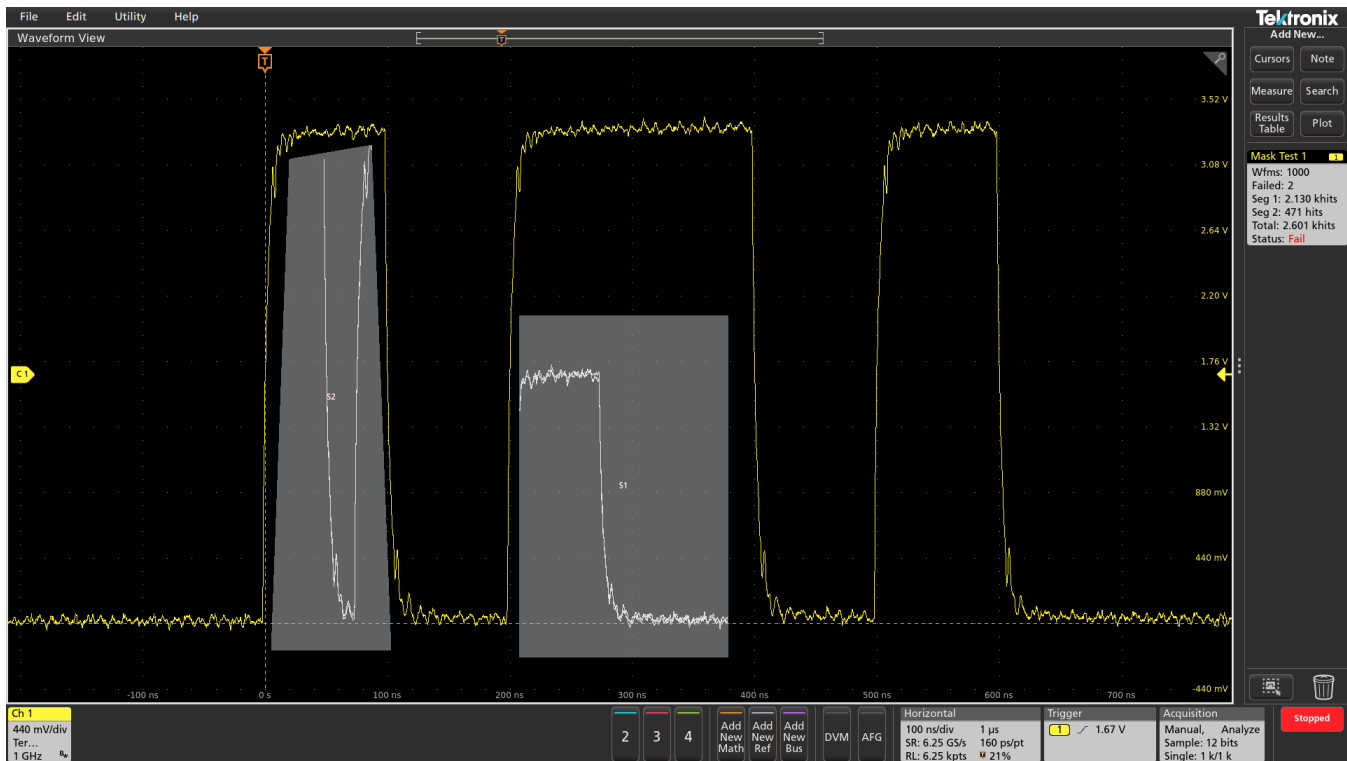
サーチ機能では、独自に定義した条件でロング・メモリ上のイベントを検索できます。条件に該当するすべてのイベントには検索マークが付き、前面パネルまたはディスプレイのサーチ・バッジの戻る (←)、次へ (→) ボタンを押すことで、イベント箇所に簡単に移動することができます。サーチの種類には、エッジ、パルス幅、タイムアウト、ラント、ウィンドウ、ロジック、セットアップ／ホールド、立上り／立下り時間、パラレル／シリアル・バス・パケットのデータなどがあります。独自のサーチを定義することもできます。

サーチ・バッジの Min/Max ボタンを使用すると、検索結果の最小値および最大値にすばやくジャンプできます。



FastAcq によって、デジタル・データ・ストリームにラント・パルスが存在することが明らかになったため、さらに調査を進めた例。このアクイジションでは、ラント・パルスが6回発生していることが Search 1 に示されている

マスク/リミット・テスト (オプション)



複数のカスタム・セグメント・マスクにより波形に存在する信号グリッチやラント・パルスを捕捉

シグナル・インテグリティにフォーカスしたい場合、または製造試験の合否条件を設定する場合にも、マスク・テストは、システム内の特定の信号の動作の特性評価をするための効率的なツールです。画面上にマスク・セグメントを描くことで、カスタム・マスクをすばやく作成できます。特定の要件に合わせてテストを調整し、マスク・ヒットが検出されたとき、またはテスト結果がパスまたはフェイルになったときに取るべきアクションを設定します。

リミット・テストは、信号の長期的な挙動を監視するために有効な手法であり、生産ラインのテストで新しい設計を特性評価したり、ハードウェアの性能を検証するのに役立ちます。リミット・テストは、ユーザが設定する垂直方向、水平方向のマージンを持った基準波形と測定信号を比較します。

マスク・テストやリミット・テストは、以下のように特定の要件に合わせて簡単にカスタマイズできます。

- 波形の数でテスト期間を定義
- 違反判定のためのスレッシュホールド値を設定
- 違反/不合格の数をカウントし、統計情報レポートを作成
- 違反時、テスト不合格時、およびテスト完了時のアクションを設定

シリアル・プロトコル・トリガ／解析 (オプション)

デバッグでは、1つまたは複数のシリアル・バスを観察することによって、システムのアクティビティの流れを追跡できると大変有効です。たった1つのシリアル・パケットであっても、手動でデコードしようとする、かなり手間がかかります。長いメモリ長の場合だと、パケット数は数千にも達します。

取り込もうと試みているイベントが明確であり、シリアル・バスに特定のコマンドが送出されたときにそのイベントが発生するというのであれば、そのイベントでトリガできれば、効率よく解析できるはずですが、残念ながら、エッジまたはパルス幅トリガを指定するだけで、こうしたトリガが可能になるわけではありません。



CAN シリアル・バスにトリガした例。バス波形は、スタート、アービトラージョン、コントロール、データ、CRC、ACK など、時間相関のとれた、デコードされたパケットの内容を表示。バス・デコード・テーブルでは、アキュイジション全体のすべてのパケット内容を表示

4 シリーズ MSO は、I²C、SPI、eSPI、I3C、RS-232/422/485/UART、SPMI、SMBus、CAN、CAN FD、LIN、FlexRay、SENT、PSI5、CXPI、USB LS/FS/HS、eUSB2.0、Ethernet 10/100、EtherCAT、Audio (I2S/LJ/RJ/TDM)、MIL-STD-1553、ARINC 429、Spacewire、NRZ、Manchester、SVID、SDLC、1-Wire、MDIO など、組込み設計によく使用される、ほとんどのシリアル・バスに対応できます。

シリアル・プロトコル・サーチを使用すると、長いメモリ長でも効率的にシリアル・パケットを検索できるため、指定した特定の packets 内容を確実に検出できます。検出されたイベントには検索マークが付きます。前面パネルまたは結果バーに表示されるサーチ・バッジの戻る (←) ボタンや次へ (→) ボタンを押すだけで、マーク間をすばやく移動することができます。

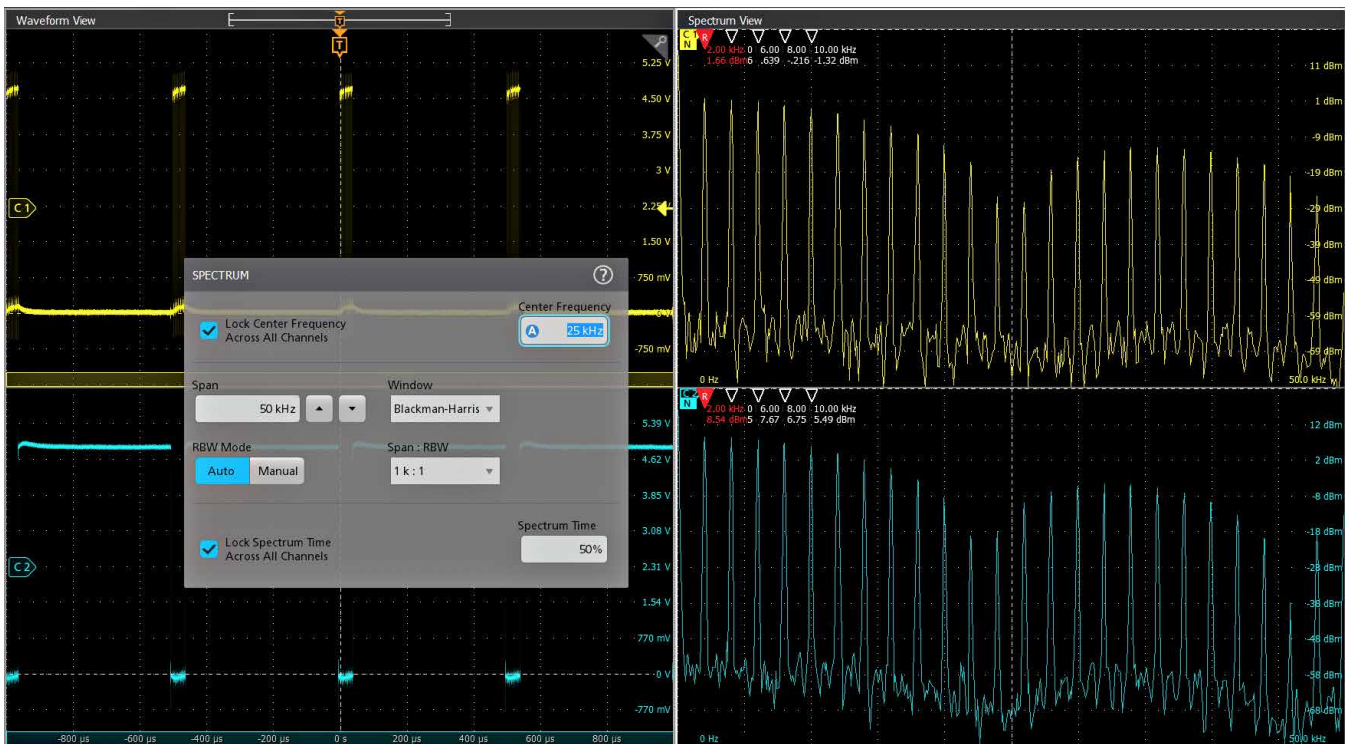
ツールはシリアル・バスのために用意されたものですが、パラレル・バスでも機能します。4 シリーズ MSO では、パラレル・バスも標準でサポートされています。パラレル・

バスは、最大 48 ビット幅で、アナログ・チャンネルとデジタル・チャンネルを混在させることができます。

- シリアル・プロトコル・トリガを使用することで、パケットの開始、特定のアドレス、特定のデータ内容、固有の識別子、エラーなど、特定の packet 内容でトリガできる
- バス波形により、バスを構成する Clock、Data、Chip Enable などの個々の信号に沿ってわかりやすく表示でき、パケットの開始と終了、アドレス、データ、識別子、CRC などのサブパケット・コンポーネントを簡単に識別できる
- バス波形は、表示された他の信号と時間相関が取れているため、被測定システムの異なる部分のタイミング関係も簡単に測定できる
- バス・デコード・テーブルには、アキュイジションのすべてのデコードされた packet が (一般的なソフトウェアのリスト表示と同様の) 表形式で表示される packet にはタイムスタンプが付き、アドレス、データなど、コン

ポイントごとにカラムとして連続にリスト表示される

Spectrum View



中心周波数、スパン、分解能帯域幅 (RBW) などを制御できる直感的なスペクトラム・アナライザ設定。時間領域の設定から独立しており、周波数領域解析を簡単にセットアップできる。スペクトラム表示はそれぞれの FlexChannel アナログ入力で利用できるため、複数チャンネルのミックスド・ドメイン解析が可能

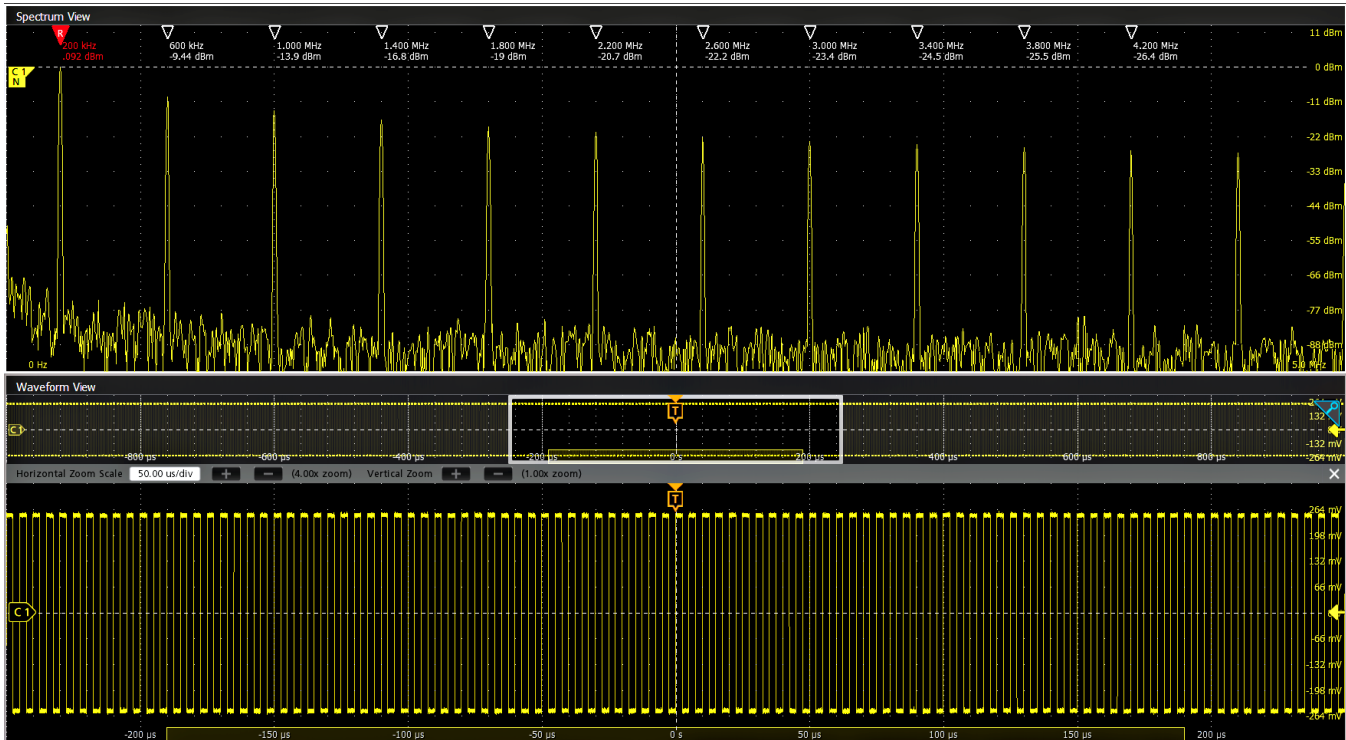
多くの場合、周波数領域で1つまたは複数の信号を表示することで、問題のデバッグが容易になります。こうしたニーズに対応するために、従来からオシロスコープには演算ベースのFFT機能が内蔵されていました。しかし、FFTの使用には以下の2つの点で難点があることが知られていました。

第一に、周波数ドメイン解析を行う場合、スペクトラム・アナライザに通常搭載されている中心周波数、スパン、分解能帯域幅 (RBW) といった項目が当然設定できると考えるはずですが。ところがFFTを使用すると、サンプル・レート、レコード長、時間軸といった従来からのオシロスコープの設定を使用しなければなりません。周波数ドメインに目的の信号を表示するには、ある程度の経験と技術が必要です。

次に、FFTはアナログの時間ドメイン表示と同じアキュイジション・システムによって駆動されていることが挙げられます。アナログ表示に合わせて取込み設定を最適化する

と、目的の周波数ドメイン表示が得られません。期待通りの周波数領域表示が得られると、今度はアナログ表示に問題が生じます。演算ベースのFFTでは、両方の領域の表示を最適化することは事実上不可能です。

Spectrum Viewはこうした問題をすべて解決します。当社独自の特許技術により、それぞれの FlexChannel にデシメータ (時間領域) とデジタル・ダウンコンバータを配しています。2つの異なる取込み経路を使用することで、入力信号を時間領域表示と周波数領域表示の両方で同時に観測できます。それぞれの領域は、独立した取込み設定が可能です。それぞれのドメインには独立した取込み設定を使用できます。他社製品ではさまざまな種類の「スペクトラム解析」パッケージが提供されており使いやすさを謳っていますが、そうした製品にはすべて前述した通りの制限が見られます。本当に使いやすく、両方の領域で同時に最適な表示が得られる優れた機能を備えているのは、当社の Spectrum View だけです。



Spectrum Time で設定されたゲート区間（時間範囲）でFFTが計算される。時間ドメイン表示に小さな長方形の領域が表示されており、これを配置することで、時間ドメイン波形との時間相関をとることができるため、ミックスド・ドメイン解析に最適である。最大11個のピーク・マーカを使用して、それぞれのピークの周波数と振幅の値を観測できる。基準マーカは常に最も高いピークを示し、赤で表示されている

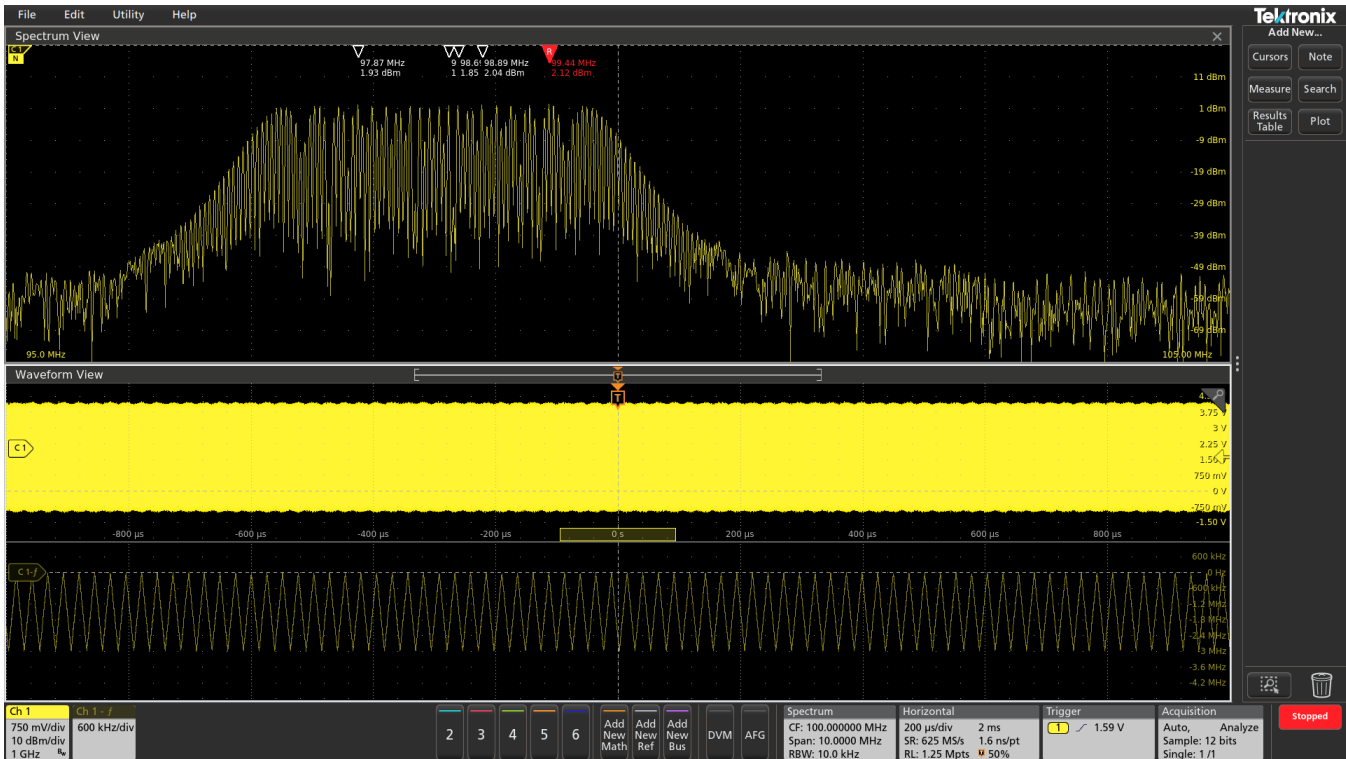
RF 信号変化の観測（オプション）

RF 時間ドメイン波形は、時間とともに変化するRF信号の理解に役立ちます。Spectrum Viewの基盤であるI/Qデータから得られた、以下の3つのRF時間領域波形があります。

- 振幅 - スペクトルの瞬時振幅対時間
- 周波数 - 中心周波数に対するスペクトラムの瞬時周波数対時間

- 位相 - 中心周波数に対するスペクトラムの瞬時位相対時間

これらの波形は個別にオン/オフすることも、3つ同時に表示することもできます。



下の波形は、入力信号から導かれた周波数対時間の波形を示している。スペクトラム・タイムは、最低周波数から中間周波数へのトランジットにあたるため、エネルギーはいくつかの周波数に拡散されている。周波数対時間波形から、さまざまな周波数へのホッピングが容易にわかり、デバイスが周波数を変更するときの特性評価が簡素化できる

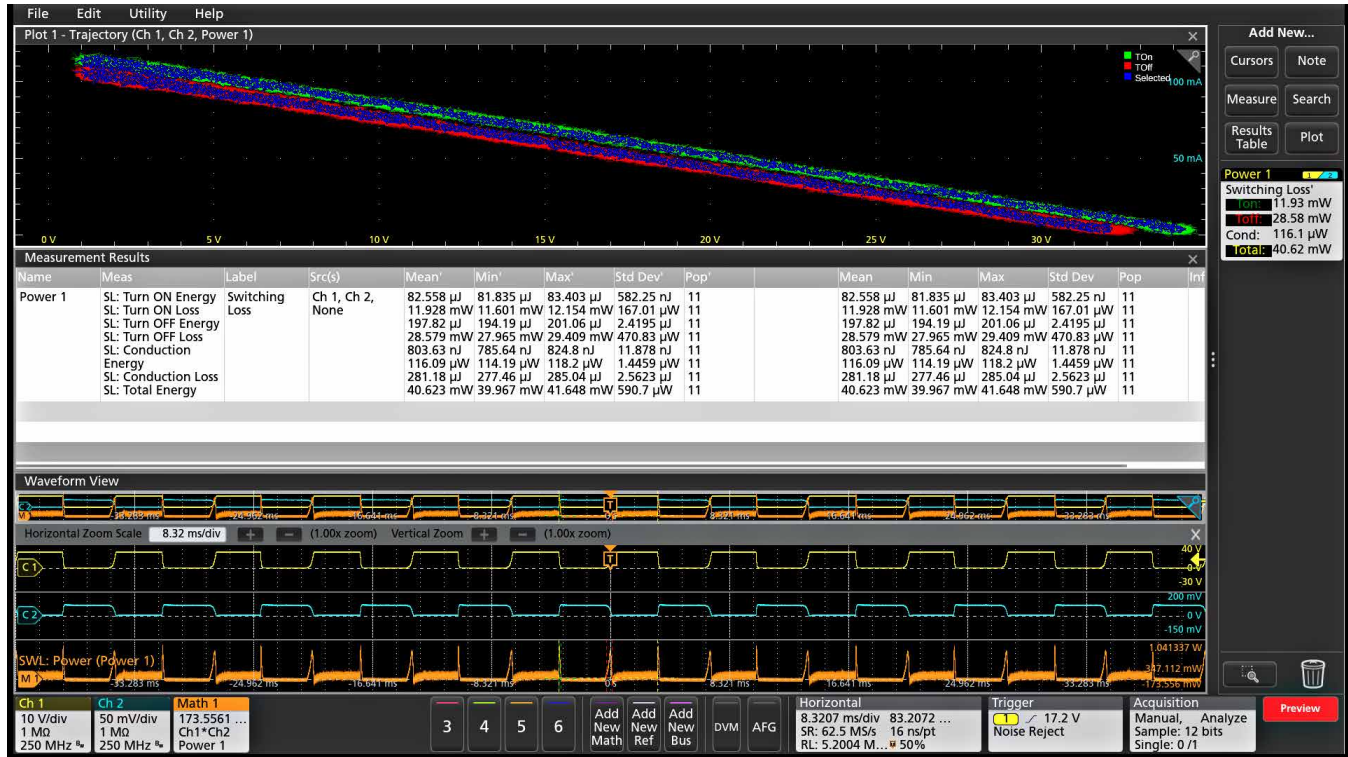
RF 信号の変化でトリガ (オプション)

電磁干渉の発生源を見つける必要がある場合や、VCO の動作を理解する必要がある場合に、RF 対時間のハードウェア・トリガを使用することで、RF 信号の挙動を簡単に分離、捕捉し、検査できます。RF 振幅対時間や RF 周波数対時間のエッジ、パルス幅、およびタイムアウトでもトリガできます

パワー解析 (オプション)

4 シリーズ MSO は、オプションでパワー解析パッケージ (Opt. 4-PWR-BAS/SUP4-PWR-BAS) が統合でき、電力品質、入力容量、突入電流、高調波、スイッチング・ロス、安全動作領域 (SOA)、変調、リップル、効率、変調、タイミング、スルー・レート (dv/dt および di/dt)。

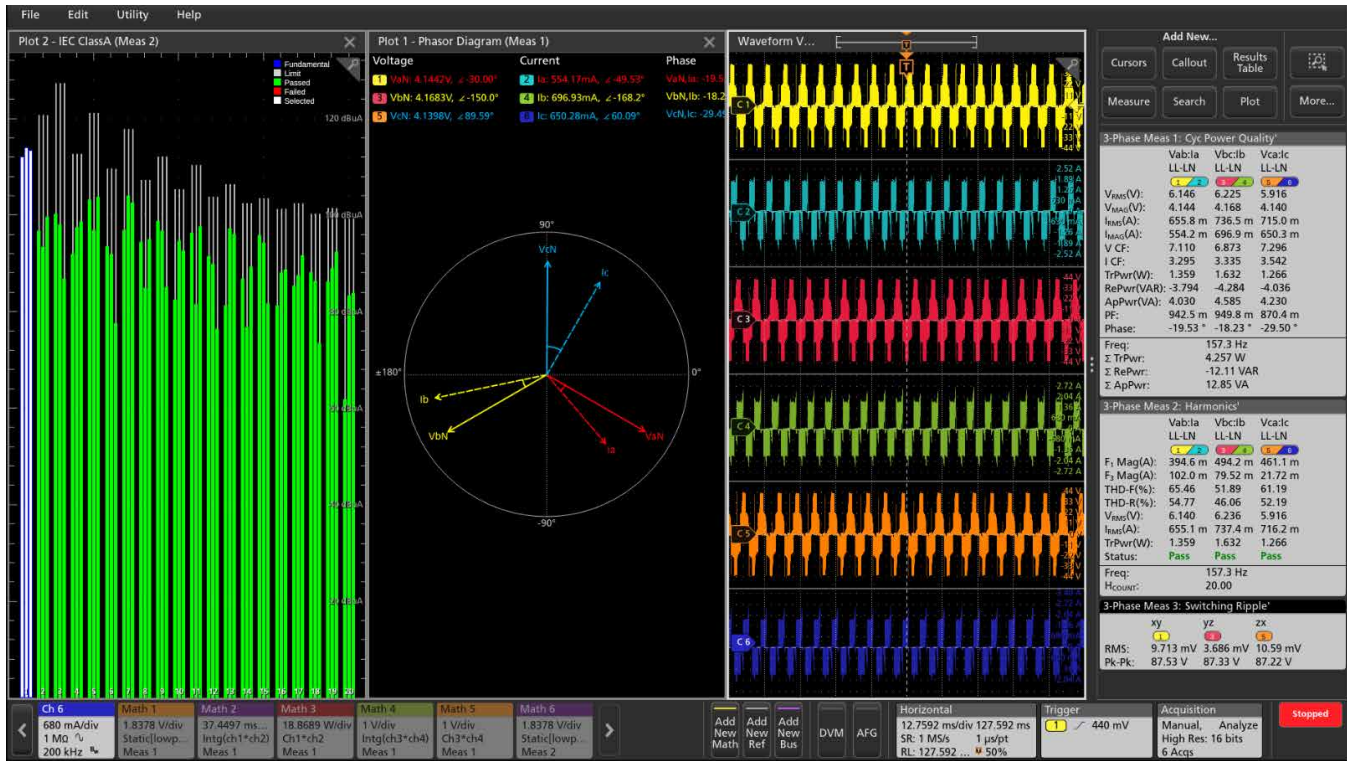
自動測定機能では、ボタンにタッチするだけで測定品質や再現性を最適化できるため、外部 PC やソフトウェアの複雑なセットアップも一切不要です。



パワー解析測定ではさまざまな波形やプロットを表示できる

4-PWR/SUP4-PWR 拡張パワー解析パッケージ (オプション) は、4-PWR-BAS/SUP4-PWR-BAS のすべての測定機能に加えて、磁気測定、制御ループ応答 (ボード線図)、電源電圧変動除去比 (PSRR) の機能も含まれています。

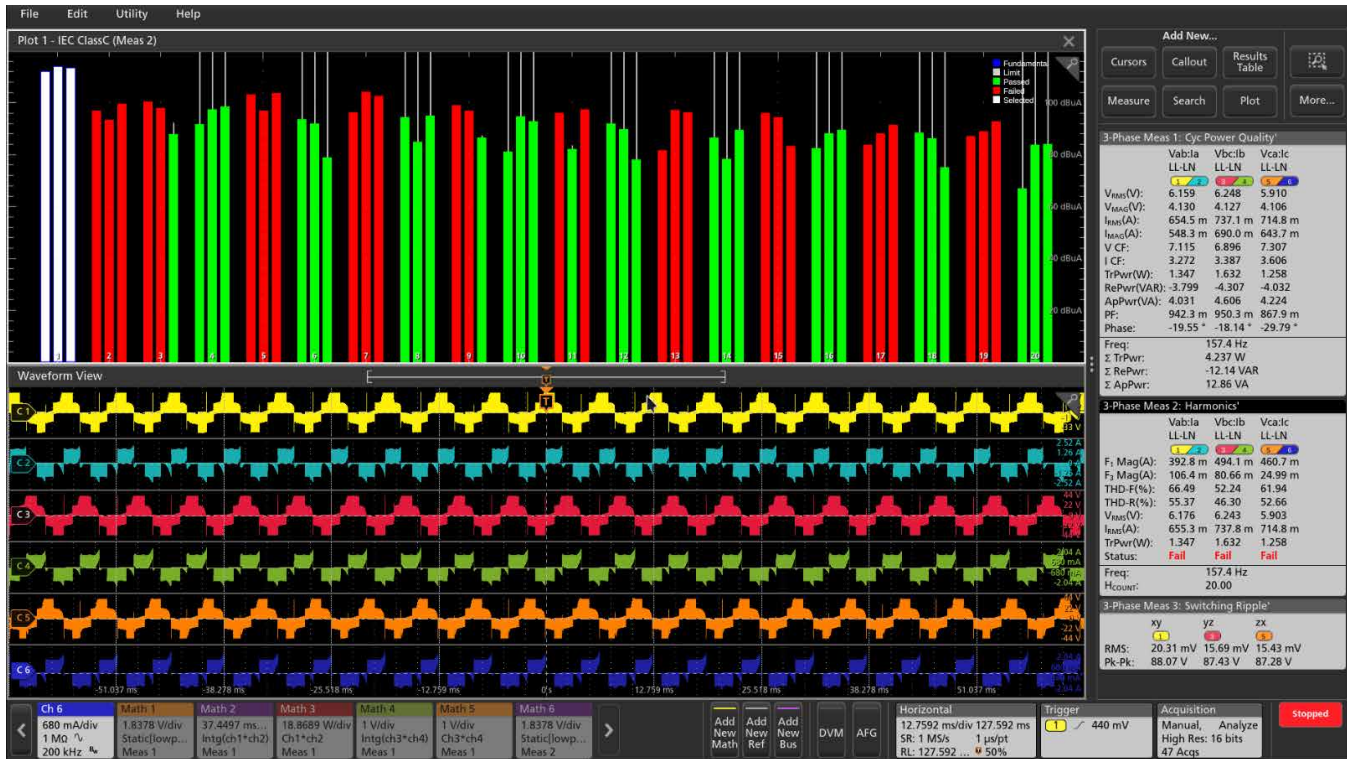
三相電気解析 (オプション)



電源品質測定では、オシロスコープベースの位相図を使用して、三相信号を詳細に把握することが可能

三相電源システムの測定と解析は、単相システムよりも複雑です。オシロスコープは、高いサンプル・レートで電圧、電流波形を取り込むことができますが、データから測定値を生成するには再度計算が必要になります。オシロスコープベースの三相ソリューションでは、高速のサンプル・レートと、ハイレゾ・モードによる最大16ビットの長いレコード長で三相電圧／電流波形を取り込めます。また、三相ソリューションは、自動測定もサポートしており、電力測定の測定結果が自動的に生成されます。パルス幅変調(PWM)をベースにしたパワー・コンバータでは、PWM信号の正確なゼロクロス・ポイントの検出が非常に重要となるため、測定は非常に複雑になります。このため、モータの設計エンジニアの検証、トラブルシュートでは、オシロスコープが推奨のテスト・ツールとなっています。

ソフトウェアはパワー解析を自動化するように設計されているため、PWMシステムで三相電力測定を大幅に簡素化し、エンジニアは設計に関する詳細データを迅速に得ることができます。テクトロニクスの三相解析(Opt. 4-3PHASE)ソリューションは、4シリーズMSOの高度なユーザ・インタフェース、6または8つのアナログ入力チャンネル、および16ビットの高垂直分解能(HiRes)の特長を存分に生かし、エンジニアによる三相システムの効率的な設計を支援します。このソリューションは、サポートされている電気の測定に対して、すばやく、正確に、再現性のある結果を提供します。DC測定から、電気自動車で使用される三相ACコンバータなどの測定にも構成可能です。



高調波のプロットには、高調波試験結果が示されている。それぞれのバーに相A、B、およびCの結果が示されており、相関関係を容易に把握できる。緑のバーが合格、赤のバーが不合格を示している

主な特長と仕様

- 三相 PWM 信号の正確な詳細解析ができ、
- 画期的なオシロスコープベースの位相図により、VRMS、IRMS、VMAG、IMAG、および設定された配線ペアの位相関係を表示
- 位相図と同時にドライブの入力/出力電圧と電流信号を時間軸で観測可能。三相設計のデバッグに最適
- 三相オートセット機能により、オシロスコープの水平、垂直、トリガ、アクイジションの各パラメータを三相信号の取込みに最適化して自動設定
- IEEE-519 規格に従って、またはカスタムのリミット値を使用して、三相の高調波を測定
- 4 シリーズ MSO の直感的なドラッグ・アンド・ドロップ・インターフェースを使用して、測定項目をすばやく追加、構成することが可能
- DC-AC トポロジのインバータおよび車載用三相設計の解析
- 解析において、PWM フィルタリングされるエッジ・クオリファイア波形を表示
- 特定の測定において、レコードごと、サイクルごとのモードによるテスト結果を表示
- 特定の測定において、時間トレンド、アクイジション・トレンドのプロットを表示

- 特定の結線構成における線間からライン-ニュートラルへの演算変換をサポート

測定の概要

4 シリーズ MSO での三相解析は、以下の 3 つの主要なカテゴリの電気測定を自動化します。

- 入力解析
- 出力解析
- リップル解析

これらの各セクションでは、三相アプリケーションにとって重要な測定項目がカバーされています。

豊富な機能であらゆるニーズに対応 接続機能

4 シリーズ MSO は、複数の外部接続ポートを經由して、ネットワーク接続、PC への直接接続、または他のテスト機器に接続することができます。

- 前面パネルには 3 個の USB 2.0 ホスト・ポート、さらに後部パネルにも 2 個以上の USB 2.0 ホスト・ポートが装備されており、スクリーンショット、機器の設定、波形データなどを USB メモリに簡単に保存できます。USB ホスト・ポートには、USB マウスやキーボードも接続でき、機器のコントロールやデータ入力に利用できます。
- 後部パネルには USB デバイス・ポートが装備されており、PC でリモート制御することができます。
- 後部パネルには 10/100/1000BASE-T Ethernet ポートがあり、計測器の制御に使用できます (LXI Core 2011 にも対応)。
- 後部パネルの HDMI ポートから、画面を外部モニターまたはプロジェクタ (解像度: 1,920×1,080) に表示することができます。



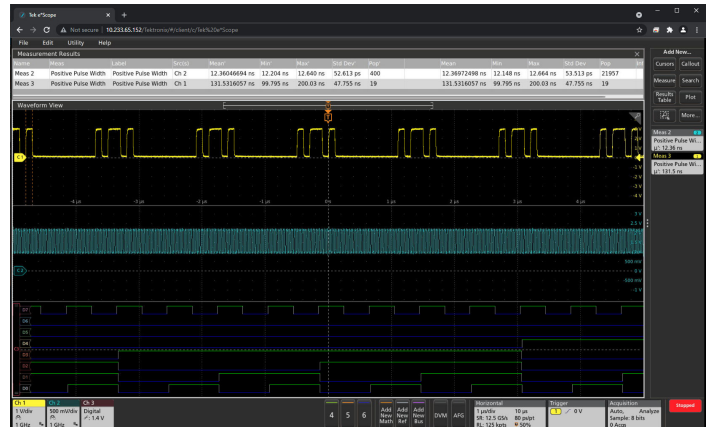
あらゆる設計環境に対応できる 4 シリーズ MSO の豊富な入出力

リモート操作による共同作業の効率化

離れた場所にいる設計チームと一緒に作業ができます。

内蔵の e*Scope[®]機能を使用すると、標準 Web ブラウザを通じて、ネットワーク経由でオシロスコープを制御することもできます。オシロスコープの IP アドレスまたはネットワーク名を入力するだけで、ブラウザに Web ページが表示されます。離れた場所からでも、その場にいるのとまったく同じように、オシロスコープを制御できます。

業界標準の TekVISA[™] プロトコル・インターフェースが含まれており、データ解析やドキュメンテーションなどの Windows アプリケーションの利用や拡張も可能です。IVI-COM 機器ドライバが含まれており、オシロスコープ上または外部 PC 上のプログラムから、LAN または USBTMC 接続を使用して、オシロスコープと容易に通信することができます。



e*Scope を使用すれば、一般的な Web ブラウザを使用して、手軽にリモート表示と制御が行える

PC ベースの解析とオシロスコープへのリモート接続

数々の受賞に輝くオシロスコープの解析機能を PC で利用できます。いつでもどこでも波形を解析できます。ベーシック・ライセンスでは、オシロスコープにリモート・アクセスしながら、波形の表示/解析、各種測定、および最も一般的なシリアル・バスのデコードを行うことができます。アドバンスド・ライセンス・オプションでは、マルチスコープ解析、より多くのシリアル・バス・デコード・オプション、ジッタ解析、および電力測定などの機能が追加されます。



TekScope PC 解析ソフトウェアは Windows コンピュータ上で動作し、4/5/6 シリーズ MSO と同じ優れたユーザ・エクスペリエンスを提供

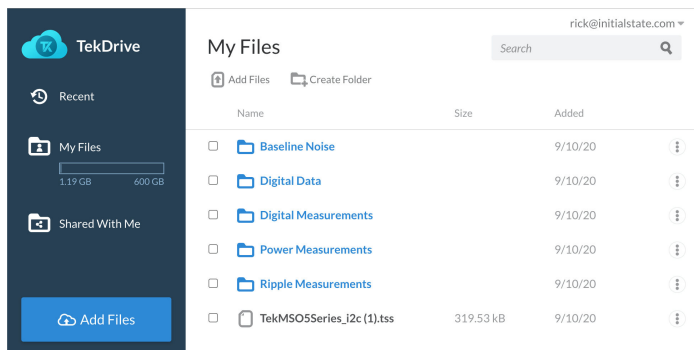
TekScope PC 解析ソフトウェアは、以下のような機能を備えています。

- テクトロニクスや他社の装置から、当社のオシロスコープ・セッション・ファイル/波形ファイルの呼び出しが可能

- サポートされている波形ファイル・フォーマット : .wfm、.isf、.csv、.h5、.tr0、.trc、.bin
- 当社 4/5/6 シリーズ MSO にリモート接続してリアルタイムでデータを取得
- チームでデータをリモートで共有できるので、誰もが実際にオシロスコープを使用するのと変わらない操作感で測定や解析を実行可能
- 複数のオシロスコープの波形をリアルタイムに同期させることが可能
- オシロスコープに TekScope PC 解析ソフトウェアが搭載されていない場合でも、高度な解析を行うことが可能

TekDrive コラボレーション・テストおよび測定ワークスペース

TekDrive を使用すると、接続されているデバイスのあらゆる種類のファイルをアップロード、保存、整理、検索、ダウンロード、および共有できます。TekDrive は、シームレスなファイルの共有や呼び出しを実現するために、4 シリーズ MSO にネイティブに統合されています。USB メモリは必要ありません。スムーズなインタラクティブ波形ビューアを使用して、ブラウザで直接、.wfm、.isf、.tss、.csv などの標準ファイルの分析や確認を行います。TekDrive は、統合、自動化、セキュリティ強化を目的として設計されています。



TekDrive コラボレーション・ワークスペース-4 シリーズMSO からファイルを直接保存し、チーム全体で共有

任意波形／ファンクション・ジェネレータ (AFG)

オプションの任意波形／ファンクション・ジェネレータを追加すると、センサ信号のシミュレーション信号を出力できるほか、信号にノイズを付加してマージン・テストを実行することもできます。統合されたファンクション・ジェネレータは、最高 50 MHz の標準波形(サイン、方形、パルス、ランプ/三角、DC、ノイズ、 $\sin(x)/x$ (Sinc)、ガウシアン、ローレンツ、指数立上り/立下り、ハーバサイン、Cardiac)を出力します。AFG は最大 128k ポイントの波形を内蔵ストレージまたは USB デバイスから読み込むことができます。

AFG の機能は当社の ArbExpress (PC ベースの波形作成／編集ソフトウェア) と互換性があり、複雑な波形を迅速かつ容易に作成できます。

デジタル・ボルトメータ (DVM) とトリガ周波数カウンタ

本機は 4 桁のデジタル・ボルトメータ (DVM) と 8 桁のトリガ周波数カウンタを内蔵しています。オシロスコープ付属のプロブを使用して、任意のアナログ入力を電圧計の測定対象にすることができます。トリガ周波数カウンタは、きわめて精度の高いリードアウトを備えており、トリガとして設定したイベントの周波数を確実に読み取れます。

DVM およびトリガ周波数カウンタは、どちらも製品登録いただくとは無償でアクティベートされて利用可能になります。

セキュリティ強化オプション

セキュリティ強化オプションである Opt. 4-SEC を使用することで、計測器のすべての入出力ポートおよびファームウェア・アップグレードに、パスワードによる保護の有効／無効を設定できます。さらに、Opt. 4-SEC は、ユーザ設定／波形データを内部メモリに一切残さない機能も備えており、高度なセキュリティ・レベルを実現できます。この機能は、国家産業セキュリティ操作マニュアル (NISPO) の DoD 5220.22-M 方式 (第 8 章) のほか、NISPO に基づく国防保安局の機密情報システム認定／認証マニュアルに準拠しています。そのため、セキュリティが保護されたエリアの外部にも、安心して機器を持ち出すことができます。

必要にときに、必要な状況におけるヘルプ表示

4 シリーズ MSO には、役に立つ情報リソースが内蔵されており、疑問が生じても即座に回答が得られるため、マニュアルや Web サイトを参照する手間が省けます。

- 多くのメニューでは、グラフィカルなイメージと説明テキストが使用されており、機能の概要をすばやく把握できる

- すべてのメニューの右上には、クエスチョン・マークが表示されており、内蔵ヘルプ・システムのそのメニュー項目に関連する部分を直接参照できる
- ヘルプ・メニューには、ユーザ・インタフェースに関する簡単なチュートリアルが内蔵されているため、初心者でも短時間で操作方法を習得できる

The screenshot displays the TekScope MSO interface. The main window shows a waveform with a yellow trace on a black background. A help window titled 'TEKSCOPE HELP' is open, showing the 'Badges' section. The help window includes a table of badges for various channels and measurements.

Ch 2	Ch 3	Ch 4	Math 1	Trend 1
1 V/div %	1 V/div %	1 V/div 1 MHz	860 mV/div Ch2 + Ch3	Meas 9 731.3963... Frequency

Below the table, there is a section for 'Ch 3' with a badge showing a waveform and '1 V/div'.

The interface also shows a 'Settings Bar' at the bottom with various controls like 'Horizontal', 'Trigger', and 'Acquisition'.

マニュアルやインターネットを参照しなくても、疑問に対する回答がすばやく得られる内蔵ヘルプ・システム

仕様

すべての仕様は、特に断りのないかぎり保証値であり、すべての機種に適用されます。

モデル概要

オシロスコープ

	MSO44	MSO46
FlexChannel 入力数	4	6
最大アナログ・チャンネル数	4	6
最大デジタル・チャンネル数 (オプションのロジック・プローブを使用)	32	48
補助トリガ入力	300V _{RMS} 以下 (エッジ・トリガのみ)	
周波数帯域 (立上り時間の計算値)	200MHz、350MHz、500MHz、1GHz、1.5GHz	
DC ゲイン精度	50 Ω: ±1%、(1 mV/div および 500 μV/div 設定で ±2.5%)、30 °C 以上では 1 °C につき 0.100% の割合で低下 1 MΩ および 250 kΩ: ±1.0% (1 mV/div および 500 μV/div の設定では ±2.0%)	
ADC 分解能	12 ビット	
垂直分解能	8 ビット@6.25GS/s 12 ビット@3.125GS/s 13 ビット@1.25GS/s (ハイレゾ) 14 ビット@625MS/s (ハイレゾ) 15 ビット@312.5MS/s (ハイレゾ) 16 ビット@125MS/s 以下 (ハイレゾ)	
サンプル・レート	6.25GS/s (全アナログ/デジタル・チャンネル、分解能 : 160ps)	
レコード長 (標準)	31.25M ポイント (全アナログ/デジタル・チャンネル)	
レコード長 (オプション)	62.5M ポイント (全アナログ/デジタル・チャンネル)	
波形取込みレート (代表値)	500,000 波形/秒以上	
任意波形/ファンクション・ジェネレータ (オプション)	13 種類の定義済み波形タイプ、最高 50MHz 出力	
DVM	4 桁の DVM (Web からの製品登録で無償)	
トリガ周波数カウンタ	8 桁の周波数カウンタ (Web からの製品登録で無償)	

垂直軸システム—アナログ部

帯域の選択 50 Ω: 20 MHz、250 MHz、その機種の全帯域
 1 MΩ : 20 MHz、250 MHz、500 MHz

入力カップリング DC、AC

入力インピーダンス 50Ω±1% 1 MΩ ± 1% (13.0 pF ± 1.5 pF)

入力感度

1M Ω 500 μ V/div \sim 10V/div (1-2-5 シーケンス)50 Ω 500 μ V/div \sim 1V/div (1-2-5 シーケンス)

注：機器の周波数帯域設定により異なりますが、500 μ V/div は 1 mV/div をデジタル・ズームで 2 倍に拡大したものか、または 2 mV/div をデジタル・ズームで 4 倍に拡大したものです。

最大入力電圧

50 Ω : 5V_{RMS}、ピーク電圧 \leq \pm 20V (DF \leq 6.25%)1 M Ω : 300 V_{RMS} ()4.5MHz \sim 45MHz では 20dB/decade の割合で低下 (1M Ω)45MHz \sim 450MHz では 14dB/decade の割合で低下、450MHz 以上では 5.5V_{RMS}

有効ビット数 (ENOB)、代表値

ハイレゾ・モード、50 Ω 、10MHz 入力、フル・スクリーンの 90%

周波数帯域	ENOB
1.5GHz	7.1
1GHz	7.6
500MHz	7.9
350MHz	8.2
250MHz	8.2
20MHz	8.9

ランダム・ノイズ (RMS、代表値)

1.5GHz、1GHz、500MHz、350MHz、200MHz の機種、ハイレゾ・モード (RMS)、代表値

V/div	50 Ω					1M Ω			
	1GHz	500MHz	350MHz	250MHz	20MHz	500MHz	350MHz	250MHz	20MHz
1mV/div 未満	260 μ V	200 μ V	150 μ V	125 μ V	75.0 μ V	200 μ V	140 μ V	120 μ V	75.0 μ V
2mV/div	280 μ V	200 μ V	150 μ V	125 μ V	75.0 μ V	200 μ V	140 μ V	120 μ V	75.0 μ V
5mV/div	305 μ V	235 μ V	185 μ V	135 μ V	75.0 μ V	210 μ V	150 μ V	130 μ V	75.0 μ V
10mV/div	335 μ V	275 μ V	220 μ V	160 μ V	80.0 μ V	230 μ V	160 μ V	150 μ V	80.0 μ V
20mV/div	425 μ V	360 μ V	270 μ V	230 μ V	110 μ V	280 μ V	200 μ V	200 μ V	100 μ V
50mV/div	800 μ V	800 μ V	570 μ V	460 μ V	200 μ V	520 μ V	370 μ V	410 μ V	180 μ V
100mV/div	1.62mV	1.23mV	1.04mV	1.04mV	470 μ V	1.24mV	880 μ V	930 μ V	460 μ V
1V/div	13.0mV	9.90mV	8.95mV	8.95mV	3.78mV	14.30mV	10.20mV	10.30mV	5.45mV

DC ゲイン確度

✓ 50 Ω

±2.0%⁵(2 mV/div では ±2.0%、1 mV/div では ±4%、代表値)フル・スケールの ±1.0%⁶(2 mV/div ではフル・スケールの ±1.0%、1 mV/div では ±2%、代表値)

ポジション・レンジ ±5div

オフセット・レンジ (最大)

入力信号は、50Ω 入力パスの最大入力電圧を超えることはできません。

すべてのモデル

V/div 設定	最大オフセット・レンジ、50Ω 入力
1mV/div~99mV/div	±1V
100mV/div~1V/div	±10V

V/div 設定	最大オフセット・レンジ、50Ω 入力
500μV/div~99mV/div	±1V
100mV/div~1V/div	±10V

V/div 設定	最大オフセット・レンジ、1Ω 入力
500μV/div~63mV/div	±1V
64mV/div~999mV/div	±10V
1V/div~10V/div	±100V

オフセット確度 ± (0.005 × |オフセット・ポジション| + 0.2div (500μV/div では 0.4div))

チャンネル間クロストーク 200 : 1 以上 (定格周波数まで。V/div 設定が等しい任意の 2 つのチャンネル) (代表値)

垂直軸システム - デジタル部

チャンネル数 接続された TLP058 型 1 本あたり 8 つのデジタル入力 (D7-D0) (アナログ・チャンネルは使用不可)

垂直分解能 1 ビット

最小検出パルス幅 (代表値) 1ns

⁵ SPC 実施直後。周囲温度が 5 °C 変化するごとに 2% 追加。⁶ SPC 実施直後。周囲温度が 5 °C 変化するごとに 1% 追加。

しきい値 デジタル・チャンネルごとに1つのスレッシュヨルド

スレッシュヨルド・レンジ $\pm 40V$

スレッシュヨルド分解能 10mV

スレッシュヨルド確度 $\pm (100mV + \text{校正後のスレッシュヨルド値設定の } 3\%)$

入力ヒステリシス (代表値) 100mV (プローブ・チップ)

入力ダイナミック・レンジ (代表値) $30V_{pp}$ ($F_{in} \leq 200MHz$)、 $10V_{pp}$ ($F_{in} > 200MHz$)

絶対最大入力電圧 (代表値) $\pm 42V_{peak}$

最小電圧スイング (代表値) 400mVp-p

入力インピーダンス (代表値) 100k Ω

プローブ負荷 (代表値) 2pF

水平軸システム

時間軸レンジ 200 ps/div ~ 1,000 s/div

サンプル・レート・レンジ 1.5625S/s ~ 6.25GS/s (リアルタイム)
12.5GS/s ~ 500GS/s (補間)

レコード長の範囲

標準 1K ポイント ~ 31.25M ポイント (サンプル・インクリメント : 1)
Option 4-RL-1 62.5M ポイント

アパーチャ・タイム $\leq 0.450 \text{ ps} + (10^{-11} \times \text{測定期間})_{RMS}$ 、測定期間が 100 ms 以下の測定

時間軸確度 1ms 以上の任意の時間間隔で $\pm 2.5 \times 10^{-6}$

内容	仕様
ファクトリ・トレランス	$\pm 5.0 \times 10^{-7}$
表 (続く)	校正時、周囲温度 25°C、1ms 以上のタイム・インターバルにおいて

内容	仕様
温度安定度、代表値	±5.0 × 10 ⁻⁷ 動作温度でテスト
エージング	±1.5 × 10 ⁻⁶ 1年を超えると、25°Cにおける周波数許容偏差が変化

デルタ時間測定確度（公称値）

$$DTA_{pp}(\text{typical}) = 10 \times \sqrt{\left(\frac{N}{SR_1}\right)^2 + \left(\frac{N}{SR_2}\right)^2 + \left(0.450 \text{ ps} + \left(1 \times 10^{-11} \times t_p\right)\right)^2} + TBA \times t_p$$

$$DTA_{RMS} = \sqrt{\left(\frac{N}{SR_1}\right)^2 + \left(\frac{N}{SR_2}\right)^2 + \left(0.450 \text{ ps} + \left(1 \times 10^{-11} \times t_p\right)\right)^2} + TBA \times t_p$$

（ガウス・フィルタ応答から生じるエッジ形状を仮定）

特定の機器の設定および入力信号に対するデルタ時間測定確度（DTA）を計算するための公式は、次のとおりです（ナイキスト周波数を超える信号成分は無視できるものとします）。

SR₁ = 測定の第 1 ポイント近辺のスルー・レート（最初のエッジ）

SR₂ = 測定の第 2 ポイント近辺のスルー・レート（2 番目のエッジ）

N = 入力換算ノイズ・リミット（保証値、(V_{RMS})

TBA = タイムベース確度または基準周波数誤差

t_p = デルタ時間測定期間（秒）

最高サンプル・レートでの最長記録時間 5ms（標準）または 10ms（オプション）

遅延時間範囲 -10 div ~ 5,000 s

デスクュー・レンジ -125ns ~ +125ns（分解能：40ps）

アナログ・チャンネル間の遅延時間、全帯域、代表値 100ps 以下（2つのチャンネルの入カインピーダンスが 50Ω に設定されており、同一の V/div または 10mV/div 以上で DC カップリングされている場合）

遅延、FlexChannel 間（アナログとデジタル、代表値） 3 ns（TLP058 型およびオシロスコープの周波数帯域に合った受動プローブを使用する場合。帯域制限が適用されていない状態）

遅延、2つのデジタル FlexChannel 間、代表値

3 ns (FlexChannel のビット 0 から他のいずれかの FlexChannel のビット 0 までの時間)

遅延、デジタル FlexChannel の2つのビット間、代表値

160ps

トリガ・システム

トリガ・モード

オート、ノーマル、シングル

トリガ・カップリング

DC、HF 除去 (50kHz 以上で減衰)、LF 除去 (50kHz 未満で減衰)、ノイズ除去 (感度が低下)

トリガ・ホールドオフ範囲

0ns~20 s

エッジタイプ・トリガ感度 (DC カップリング、代表値)

経路	範囲	仕様
1M Ω 経路 (全機種)	0.5mV/div~0.99mV/div	4.5div (DC~機器の周波数帯域)
	1mV/div 以上	5mV または 0.7div の大きい方
50 Ω 経路 (全機種)		5.6 mV または 0.7 div の大きい方 (DC~500 MHz または機器の最高周波数帯域)
		8 mV または 0.7 div の大きい方 (500 MHz~1 GHz)
		12 mV または 0.7 div の大きい方 (1 GHz~機器の最高周波数帯域)
Aux In (外部)		DC~50MHz で 200mV、それ以降増加し、200MHz で 500mV
電源ライン		固定

トリガ・ジッタ (代表値)

7ps_{RMS} 以下 (サンプル・モード、エッジタイプ・トリガ)

トリガ・レベル・レンジ

Source (ソース)	範囲
任意のチャンネル	± 5 div (画面中央から)
Aux In トリガ、代表値	± 8 V
電源ライン	ライン電圧の約 50%に固定

この仕様はロジックおよびパルスのスレッシュホールドに適用されます。

トリガ周波数カウンタ

8 桁 (Web からの製品登録で無償)

トリガ・タイプ

エッジ:

任意のチャンネルの立上り、立下り、またはその両方。カップリング: DC、AC、ノイズ除去、HF 除去、LF 除去

パルス幅 :	正のパルスまたは負のパルスでトリガ。イベントは、時間または他チャンネルの論理状態で設定可能
タイムアウト :	指定した時間にわたって、イベントがハイ、ロー、いずれかのままである場合にトリガ。イベントは、他チャンネルの論理状態で設定可能
ラント :	2つのスレッシュホールド・レベルのうち、1つ目のスレッシュホールドを横切り、2つ目のスレッシュホールドを横切ることなく、再び1つ目のスレッシュホールド・レベルを横切る場合にトリガ。イベントは、時間または他チャンネルの論理状態で設定可能
ウィンドウ :	ユーザが調整可能な2つのスレッシュホールドと時間軸によって定義されたウィンドウに、信号が出入りするか、または範囲内／範囲外にとどまるイベントにトリガ。イベントは、時間または他チャンネルの論理状態で設定可能
ロジック :	ロジック・パターンが真または偽になるか、クロック・エッジが発生するタイミングでトリガ。すべてのアナログ、デジタルの入力チャンネルのパターン (AND、OR、NAND、NOR) は、High、Low または Don't Care として定義。真になるロジック・パターンは時間クオリファイされる
セットアップ&ホールド :	任意のチャンネルで、クロックとデータの間セットアップ時間とホールド時間の違反がある場合にトリガ
立上り／立下り時間 :	指定したパルス・エッジ・レートよりも速いまたは遅い場合にトリガ。スロープは正、負またはいずれかが選択可能。イベントは、他チャンネルの論理状態で設定可能
ビデオ (Opt. 4-VID):	NTSC、PAL、および SECAM ビデオ信号の全ライン、奇数ライン、偶数ライン、または全フィールドでトリガ
シーケンス :	A トリガが C イベントでリセットされた後の B イベントの回数、またはイベント数でトリガ。一般に、A および B トリガ・イベントには、任意のトリガ・タイプを設定できるが、A イベントまたは B イベントのどちらかがセットアップ／ホールドに設定されていて、もう片方のイベントをエッジに設定する必要がある場合には、ロジック・クオリフィケーションはサポートされない。Ethernet およびハイスピード USB (480Mbps) もサポートされない
ビジュアル・トリガ	標準トリガの機能を拡張し、すべての波形取込をスキャンし、ディスプレイに表示されるエリア (図形形状) と比較する。無制限の数のエリアを定義することができ、それぞれのエリアにクオリファイア (In、Out、Don't Care) を使用できる。ビジュアル・トリガの任意のエリアの組み合わせを使用して論理式を定義できるため、アキュジション・メモリに格納されるイベントを詳細にクオリファイできる。長方形、三角形、台形、六角形、ユーザ定義などの形状で定義可能
パラレル・バス :	パラレル・バスのデータ値でトリガ。パラレル・バスは 1~48 ビット (デジタル・チャンネルおよびアナログ・チャンネルから)。バイナリまたは Hex をサポート
I²C バス (Opt. 4-SREMBD) :	10Mbps までの I ² C バスのスタート、リピーテッド・スタート、ストップ、ミッシング・アクノレッジ、アドレス (7 または 10 ビット)、データ、またはアドレスとデータでトリガ
I³C バス (Opt. 4-SRI3C)	10 Mb/s までの I ³ C バスのスタート、リピーテッド・スタート、ストップ、アドレス、データ、I ³ C SDR ダイレクト、I ³ C SDR ブロードキャスト、ACK なし、T ビット・エラー、ブロードキャスト・アドレス・エラー、ホットジョイン、HDR 再開、HDR 終了でトリガ
SPI バス (Opt. 4-SREMBD) :	20Mbps 以下の SPI バスの SS (Slave Select)、アイドル時間、またはデータ (1~16 ワード) でトリガ
RS-232/422/485/UART バス (Opt. 4-SRCOMP) :	スタート・ビット、パケットの末尾、データ、およびパリティ・エラーでトリガ (15Mbps まで)
CAN バス (Opt. 4-SRAUTO) :	1Mbps までの CAN バスのフレームの開始、フレーム・タイプ (データ、リモート、エラー、オーバロード)、識別子、データ、識別子とデータ、フレームの最後、ミッシング・アクノレッジ、ビット・スタッフィング・エラーにトリガ
CAN FD バス (Opt. 4-SRAUTO) :	16Mbps までの CAN FD バスのフレームの開始、フレームの種類 (データ、リモート、エラー、またはオーバロード)、識別子 (標準または拡張)、データ (1~8 バイト)、識別子とデータ、フレームの終了、エラー (Ack なし、ビット・スタッフ・エラー、FD フォーム・エラー、またはすべてのエラー)

LIN バス (Opt. 4-SRAUTO) :	1Mbps までの LIN バスの同期、識別子、データ、ID とデータ、ウェイクアップ・フレーム、スリープ・フレーム、エラーにトリガ
FlexRay バス (Opt. 4-SRAUTO) :	10Mbps までの FlexRay バスのフレームの開始、インジケータ・ビット (ノーマル、ペイロード、ヌル、同期、スタートアップ)、フレーム ID、サイクル・カウント、ヘッダ・フィールド (インジケータ・ビット、識別子、ペイロード長、ヘッダ CRC、サイクル・カウント)、識別子、データ、識別子とデータ、フレームの終了、エラーにトリガ
SENT バス (Opt. 4-SRAUTOSEN) :	パケットの開始、高速チャンネルのステータスとデータ、低速チャンネルのメッセージ ID とデータ、CRC エラーにトリガ
SPMI バス (Opt. 4-SRPM) :	シーケンスの開始、リセット、スリープ、シャットダウン、ウェイクアップ、マスタ・リード、マスタ・ライト、レジスタ・リード、レジスタ・ライト、拡張レジスタ・リード、拡張レジスタ・ライト、拡張レジスタ・リード・ロング、拡張レジスタ・ライト・ロング、デバイス・ディスクリプタ・ブロック・マスタ・リード、デバイス・ディスクリプタ・ブロック・スレーブ・リード、レジスタ 0 ライト、バス所有権の転送、パリティ・エラーにトリガ
USB 2.0 LS/FS/HS バス (Opt. 4-SRUSB2) :	480Mbps までの USB バスのシンク、リセット、サスペンド、レジューム、パケットの終了、トークン (アドレス) パケット、データ・パケット、ハンドシェイク・パケット、スペシャル・パケット、エラーにトリガ
Ethernet バス (Opt. 4-SRENET) :	10BASE-T および 100BASE-TX バスのスタート・フレーム、MAC アドレス、MAC Q タグ、MAC 長/タイプ、MAC データ、IP ヘッダ、TCP ヘッダ、TCP/IPv4 データ、パケットの終了、FCS (CRC) エラーでトリガ
オーディオ (I²S、LJ、RJ、TDM) バス (Opt. 4-SRAUDIO) :	ワード・セレクト、フレーム・シンク、またはデータにトリガ。I ² S/LJ/RJ の最高データ・レートは 12.5Mbps。TDM の最大データ・レートは 25Mbps
MIL-STD-1553 バス (Opt. 4-SRAERO) :	MIL-STD-1553 バス上のシンク、コマンド (送受信ビット、パリティ、サブアドレス/モード、ワード/モード・カウント、RT アドレス)、ステータス (パリティ、メッセージ・エラー、インストゥルメンテーション、サービス・リクエスト、ブロードキャスト・コマンド・レシーブ、ビジー、サブシステム・フラグ、ダイナミック・バス・コントロール・アクセプタンス (DBCA)、ターミナル・フラグ)、データ、時間 (RT/IMG)、およびエラー (パリティ・エラー、シンク・エラー、マンチェスター・エラー、非連続データ) にトリガ
ARINC 429 バス (Opt. 4-SRAERO) :	1Mbps までの ARINC 429 バスのワードの開始、ラベル、データ、ラベルとデータ、ワードの終了、およびエラー (任意のエラー、パリティ・エラー、ワード・エラー、ギャップ・エラー) にトリガ
RF 振幅対時間および RF 周波数対時間 (Opt. 4-SV-RFVT) :	エッジ、パルス幅、タイムアウト・イベントでトリガ

アキュイジション・システム

サンプル	サンプル値の取込み
ピーク検出	すべての掃引速度において、640ps までのグリッチを取込み可能
アベレージング	2~10,240 波形
高速なハードウェア平均化	短時間で多数の平均値を取得するための取得モードです。高速なハードウェア平均化では収集パスを最適化して、ストレージの切り捨てエラーを減らしたり、オプションのオフセット

ト・ディザリング手法を使用して非線形の不完全部の微調整を行ったりします。この機能は、プログラム可能なインタフェース・コマンドを通じて使用できます。

2~1,000,000 波形

最大平均速度 = 32,000 波形/秒

エンベロープ 複数回の波形取込みから、最小値と最大値の包絡線を表示することでピーク値を検出

ハイレゾ それぞれのサンプル・レートに、固有の有限インパルス応答 (FIR) フィルタを適用することで、そのサンプル・レートで利用可能な最高帯域幅を維持しながら、エリアシングを防止し、オシロスコープの増幅器や ADC から、選択したサンプル・レートに対する使用可能帯域幅を上回る雑音を除去します。

ハイレゾ・モードでは、常に最低でも 12 ビットの垂直分解能が確保され、125MS/s 以下のサンプル・レートでは垂直分解能は 16 ビットにまで拡張されます。

FastAcq® FastAcq は、500,000 波形/秒以上の取込みが可能で、動的に変化する信号の解析や間欠的なイベントの取込に最適 (アクティブなチャンネルが 1 つの場合。すべてのチャンネルがアクティブな場合は 100K 波形/秒以上)。

ロール・モード オート・トリガ・モードでは、40ms/div より遅いタイムベース速度において、画面の右から左に波形をスクロール表示。

履歴モード 最大レコード長を使用して、多くのトリガ・アキュイジションを取得したり、目的のものが表示されたときに停止したり、保存されているすべてのトリガ・アキュイジションを迅速に確認したりできます。履歴に保存できるアキュイジションの数は、(最大レコード長)/(現在のレコード長設定) です。

FastFrame™ アキュイジション アキュイジション・メモリをセグメントに分割
 最大トリガ・レートは 5,000,000 波形/秒以上
 最小フレーム・サイズは 50 ポイント
 最大フレーム数 1,000 ポイント以上のフレーム・サイズでは、最大フレーム数はレコード長/フレーム・サイズ。
 50 ポイントのフレームでは、最大フレーム数は 1,500,000

波形測定

カーソル・タイプ 波形、垂直バー、水平バー、垂直/水平バー、ポーラ (XY/XYZ プロットのみ)

DC 電圧測定精度、アベレージ・アキュイジション・モード

測定の種類	DC 精度 (V)
16 以上の波形の平均	$\pm((\text{DC ゲイン精度}) \times \text{読み値} - (\text{オフセット} - \text{ポジション}) + \text{オフセット精度} + 0.1 \times \text{V/div 設定})$
表 (続く)	

測定の種類	DC 確度 (V)
16 回以上のアベレージ 2 回のデルタ電圧 (同じオシロスコープ設定と環境条件で測定)	$\pm (\text{DC ゲイン確度} \times \text{読み値} + 0.05\text{div})$

自動測定	36 種類の自動測定項目。表示可能な測定項目の数に制限はなく、測定バッジとして個別に表示することも、または測定結果テーブルにまとめて表示することも可能
振幅測定	振幅、最大値、最小値、p-p、正のオーバシュート、負のオーバシュート、平均値、実効値、AC 実効値、トップ、ベース、領域
タイミング測定	周期、周波数、UI、データ・レート、正のパルス幅、負のパルス幅、スキュー、遅延、立上り時間、立下り時間、位相、立上りスルー・レート、立下りスルー・レート、バースト幅、正のデューティ比、負のデューティ比、レベル外の時間、セットアップ時間、ホールド時間、N 周期、ハイ時間、ロー時間、最小になる時間、最大になる時間
測定結果の統計値	平均、標準偏差、最大値、最小値、母集団統計値は、現在のアキュイジション、およびすべてのアキュイジションのどちらでも利用可能
リファレンス・レベル	自動測定で使用されるリファレンス・レベルは、%または単位でユーザ定義が可能リファレンス・レベルは、すべての測定にグローバルに設定することも、ソース・チャンネルまたは信号ごと、または測定ごとに個別に設定することも可能
ゲーティング	スクリーン、カーソル、ロジック、サーチ、または時間。測定を行うアキュイジションの領域を指定する。ゲーティングはグローバル (グローバルに設定されたすべての測定に影響) にもローカル (測定にはすべて固有の時間ゲートを設定可能。スクリーン、カーソル、ロジック、サーチにはただ 1 つのローカル・ゲートのみを利用可能) にも設定可能
測定プロット	ヒストグラム、タイム・トレンド、スペクトラム
測定リミット	測定値に対するユーザ定義可能なリミット値によるパス/フェイル・テスト。スクリーン・イメージの保存、波形の保存、システム・リクエスト (SRQ)、アキュイジションの停止など、測定値がフェイルになった際のアクションの定義
三相電気解析 (Opt. 4-3PHASE) では、以下の測定機能が追加されます。	
測定項目	入力解析 (電力品質、高調波、入力電圧、入力電流、入力電力) リップル解析 (ライン・リップル、スイッチング・リップル) 出力解析 (位相図)
測定プロット	高調波バー・グラフ、位相図

パワー解析 (Opt. 4-PWR-BAS) および拡張パワー解析 (Opt. 4-PWR) で追加される機能

測定項目	<p>入力解析 (周波数、V_{RMS}、I_{RMS}、電圧/電流クレスト・ファクタ、有効電力、皮相電力、無効電力、力率、位相角、高調波、突入電流、入力容量)</p> <p>振幅解析 (サイクル振幅、サイクル・トップ、サイクル・ベース、サイクル最大値、サイクル最小値、サイクル・ピーク)</p> <p>タイミング解析 (周期、周波数、負のデューティ・サイクル、正のデューティ・サイクル、負のパルス幅、正のパルス幅)</p> <p>スイッチング解析 (スイッチング・ロス、dv/dt、di/dt、安全動作領域、R_{DSon})</p> <p>出力解析 (電源リップル、スイッチング・リップル、効率、ターンオン時間、ターンオフ時間)</p> <p>磁気解析 (インダクタンス、I 対 Intg (V)、磁気損失、磁気プロパティ)、Opt. 4-PWR のみ</p> <p>周波数応答解析 (制御ループ応答ボード線図、電源電圧変動除去比、インピーダンス)、Opt. 4-PWR のみ</p>
測定プロット	高調波バー・グラフ、スイッチング・ロス軌跡プロット、安全動作領域 (SOA)
測定リミット	測定値に対するユーザ定義可能なリミット値によるパス/フェイル・テスト。スクリーン・イメージの保存、波形の保存、システム・リクエスト (SRQ)、アクイジションの停止など、測定値がフェイルになった際のアクションの定義

波形演算

演算波形数	無制限
演算	波形および定数の加算、減算、乗算、除算
代数式	波形、スカラ、任意の変数、波形測定結果などを含めた広範な代数式を定義可能。複雑な数式を使用して、演算を重ねて実行できる。例：(Integral (CH1-Mean (CH1))) \times 1.414 \times VAR1)
演算関数	反転、積分、微分、平方根、指数、Log 10、Log e、Abs、Ceiling、Floor、Min、Max、Degree、Radian、Sin、Cos、Tan、ASin、ACos、ATan
関係式	>、<、 \geq 、 \leq 、=、 \neq のブール値の結果
ロジック	AND、OR、NAND、NOR、XOR、EQV
フィルタ関数 (標準)	ユーザ定義フィルタのロード。フィルタ係数を含むファイルを指定。
FFT 関数	スペクトラム (振幅、位相、実数および虚数)
FFT 垂直軸単位	<p>振幅：リニアおよびログ (dBm)</p> <p>位相：Degree、Radian、およびグループ遅延</p>
FFT の窓関数	ハニング、方形、ハミング、ブラックマンハリス、フラットトップ 2、ガウシアン、カイザー-ベッセル、Tek 指数関数

Spectrum View

中心周波数	アナログ帯域による制限あり														
スパン	18.6 Hz～312.5 MHz 18.6Hz～500MHz (Opt. 4-SV-BW-1) 粗調整 (1-2-5 シーケンス)														
RF 対時間の波形	振幅対時間、周波数対時間、位相対時間 (Opt. 4-SV-RFVT を使用)														
RF 対時間トリガ	RF 振幅対時間/RF 周波数対時間のエッジ、パルス幅、およびタイムアウト (Opt. 4-SV-RFVT を使用)														
分解能帯域幅 (RBW)	18.6 μ Hz～15.625 MHz 18.6 μ Hz～25 MHz (Opt. 4-SV-BW-1)														
ウィンドウ・タイプと係数	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ウィンドウ・タイプ</th> <th>帯域幅係数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ブラックマン-ハリス</td> <td>1.90</td> </tr> <tr> <td>フラットトップ : 2</td> <td>3.77</td> </tr> <tr> <td>ハミング</td> <td>1.30</td> </tr> <tr> <td>ハニング</td> <td>1.44</td> </tr> <tr> <td>カイザー - ベッセル</td> <td>2.23</td> </tr> <tr> <td>方形</td> <td>0.89</td> </tr> </tbody> </table>	ウィンドウ・タイプ	帯域幅係数	ブラックマン-ハリス	1.90	フラットトップ : 2	3.77	ハミング	1.30	ハニング	1.44	カイザー - ベッセル	2.23	方形	0.89
ウィンドウ・タイプ	帯域幅係数														
ブラックマン-ハリス	1.90														
フラットトップ : 2	3.77														
ハミング	1.30														
ハニング	1.44														
カイザー - ベッセル	2.23														
方形	0.89														
スペクトラム・タイム	FFT ウィンドウ係数/RBW														
基準レベル	基準レベルは、アナログ・チャンネルの Volts/Div 設定によって自動的に設定 設定範囲 : -42 dBm～+ 44 dBm														
垂直軸位置(Vertical Position)	-100div～+ 100div														
垂直軸単位	dBm、dB μ W、dBmV、dB μ V、dBmA、dB μ A														
水平スケーリング	リニア、対数														
サーチ															
サーチの数	無制限														

サーチ・タイプ エッジ、パルス幅、タイムアウト、ラント・パルス、ウィンドウ違反、ロジック・パターン、セットアップ／ホールド違反、立上り／立下り時間、バス・プロトコル・イベントなど、ユーザ指定の条件に基づいて、ロング・メモリ全体から該当するすべてのイベントの検索が可能。サーチ結果は波形ビューまたは結果テーブルに表示可能

保存

保存 オシロスコープ、リモート・ネットワーク・ドライブ、または TekDrive コラボレーション・ワークスペースにファイルを直接保存します。

波形形式 テクトロニクス波形データ (.wfm)、カンマ区切り値 (.csv)、MATLAB (.mat)

波形ゲーティング カーソル、スクリーン、再サンプリング (n 番目のサンプルごとに保存)

スクリーン・キャプチャ形式 ポータブル・ネットワーク・グラフィック (*.png)、

セットアップ・タイプ テクトロニクス・セットアップ (.set)

レポート形式 Adobe ポータブル・ドキュメント (.pdf)、シングル・ファイルの Web ページ (.mht)

セッション形式 テクトロニクス・セッション・セットアップ (.tss)

ディスプレイ

ディスプレイ・タイプ 13.3 型 (338 mm) 液晶 TFT カラー・ディスプレイ

ディスプレイ解像度 1,920×1,080 (水平ピクセル×垂直ピクセル)

表示モード オーバーレイ: トレースが互いに重なり合って表示される従来からのオシロスコープの表示モード

スタック: 各波形が固有のスライスに表示される表示モード。それぞれの波形は別々に表示されていても、フル・レンジの ADC を活用できるスライスの内部にチャンネルのグループをオーバーレイすることもできるため、信号の表示を見ながら簡単に比較できます。

ズーム すべての波形およびプロット表示で水平および垂直ズームをサポート

補間方式 Sin(x)/x、直線

波形スタイル ベクタ、ドット、可変パーシスタンス、無限パーシスタンス

波形目盛 移動可能／固定目盛、グリッド／時間／フル／なしから選択可能

カラー・パレット ノーマル、反転 (スクリーンショット)

個々の波形の色をユーザが選択可能

フォーマット YT、XY、XYZ

多言語ユーザ・インタフェース 英語、日本語、簡体字中国語、繁体字中国語、フランス語、ドイツ語、イタリア語、スペイン語、ポルトガル語、ロシア語、韓国語

多言語ヘルプ 英語版、日本語版、簡体字中国語版

任意波形／ファンクション・ジェネレータ（オプション）

ファンクションのタイプ 任意波形、正弦波、方形波、パルス波、ランプ波、三角波、DC レベル、ガウシアン、ローレンツ、指数立上り/立下り、 $\text{Sin}(x)/x$ 、不規則ノイズ、ハーバーサイン、Cardiac

正弦波

周波数レンジ 0.1 Hz～50 MHz
 周波数の設定分解能 0.1Hz
 周波数確度 130ppm（周波数 \leq 10kHz）、50ppm（周波数 $>$ 10kHz）
 これは正弦波、ランプ、方形波、パルス波形専用です。

振幅レンジ 20mV_{pp}～5V_{pp}（オープン回路）、10mV_{pp}～2.5V_{pp}（50 Ω ）
 振幅フラットネス（代表値） \pm 0.5dB（1kHz）
 \pm 1.5dB（1kHz、20mV_{pp} 未満の振幅）

全高調波歪み（代表値）1%（振幅：200mV_{pp} 以上、50 Ω 負荷）
 2.5%（振幅：50mV 以上、200mV_{pp} 未満、50 Ω 負荷）
 正弦波のみに適用されます。

スプリアス・フリー・ダイナミックレンジ（代表値）40dB（V_{pp} \geq 0.1V）、30dB（V_{pp} \geq 0.02V）、50 Ω 負荷

方形波／パルス波

周波数レンジ 0.1 Hz～25 MHz
 周波数の設定分解能 0.1Hz
 周波数確度 130ppm（周波数 \leq 10kHz）、50ppm（周波数 $>$ 10kHz）
 振幅レンジ 20mV_{pp}～5V_{pp}（オープン回路）、10mV_{pp}～2.5V_{pp}（50 Ω ）
 デューティ・サイクル・レンジ 10%～90%または最小パルス（10ns）、どちらか長い方

最小パルス時間は、オン・タイムとオフ・タイムの両方に適用されるため、周波数が高くなると、10ns のオフ・タイムを維持するために、最大デューティが低下

デューティ・サイクル分解能 0.1%

最小パルス幅（代表値） 10ns。オンまたはオフのいずれかの継続時間の最小値

立上り／立下り時間（代表値） 5.5ns、10%～90%

パルス幅分解能 100ps

オーバershoot（代表値） 4% 未満、100 mV_{pp} を超える信号ステップ

これは正方向のトランジション（正のオーバershoot）および負方向のトランジション（負のオーバershoot）に適用される

非対称性（代表値） ±1% ±5ns、デューティ・サイクル 50% のとき

ジッタ（代表値） 60ps TIE_{RMS}、100 mV_{pp} 未満の振幅、40%～60% のデューティ・サイクル

ランプ／三角波

周波数レンジ 0.1 Hz～500 kHz

周波数の設定分解能 0.1Hz

周波数確度 130ppm（周波数 ≤ 10kHz）、50ppm（周波数 > 10kHz）

振幅レンジ 20mV_{pp}～5V_{pp}（オープン回路）、10mV_{pp}～2.5V_{pp}（50Ω）

シンメトリ 0%～100%

シンメトリの分解能 0.1%

レベルの範囲 ±2.5V（オープン回路）
±1.25V（50Ω）

不規則ノイズの振幅レンジ 20mV_{pp}～5V_{pp}（オープン回路）
10mV_{pp}～2.5V_{pp}（50Ω）

Sin(x)/x

最高周波数 2 MHz

ガウシアン・パルス、ハーバーサイン、ローレンツ・パルス

最高周波数 5 MHz

ローレンツ・パルス

周波数レンジ 0.1 Hz～5 MHz

振幅レンジ 20mV_{pp}~2.4V_{pp} (オープン回路)
10 mV_{pp}~1.2 V_{pp} (50 Ω)

心電図波形

周波数レンジ 0.1 Hz~500 kHz
振幅レンジ 20mV_{pp}~5V_{pp} (オープン回路)
10 mV_{pp}~2.5 V_{pp} (50 Ω)

任意波形

メモリ容量 1~128 k
振幅レンジ 20mV_{pp}~5V_{pp} (オープン回路)
10 mV_{pp}~2.5 V_{pp} (50 Ω)
繰返しレート 0.1 Hz~25 MHz
サンプル・レート 250MS/s

信号振幅精度 ± [(p-p 振幅設定の 1.5%) + (DC オフセット設定の 1.5%) + 1mV] (周波数 = 1kHz)

信号振幅分解能 1mV (オープン回路)
500μV (50Ω)

正弦波およびランプ波の周波数精度 1.3×10^{-4} (周波数 : 10kHz 以下)
 5.0×10^{-5} (周波数 : > 10kHz)

DC オフセット・レンジ ±2.5V (オープン回路)
±1.25V (50Ω)

DC オフセット分解能 1mV (オープン回路)
500μV (50Ω)

DC オフセット精度 ± [(絶対オフセット設定の 1.5%) + 1mV]
環境温度 25°C から 10°C ごとに 3mV の不確実性を加算

デジタル・ボルトメータ (DVM)

測定項目 DC、AC_{RMS} + DC、AC_{RMS}

電圧分解能 4 桁

電圧精度

DC : $\pm((1.5\% \times |\text{読み値} - \text{オフセット} - \text{ポジション}|) + (0.5\% \times |\text{オフセット} - \text{ポジション}|) + (0.1 \times \text{Volts/div}))$

30°C 超過分 1°C につき、 $|\text{読み値} - \text{オフセット} - \text{ポジション}|$ が 0.100% の割合で低下
±5div (スクリーン中央から) の信号

AC : ±2% (40Hz~1kHz)、40Hz~1kHz 範囲外に高調波成分が存在しない場合

AC、代表値: ±2% (20Hz~10kHz)

AC 測定においては、 V_{pp} の入力信号が 4~10div の間に収まり、画面に波形全体が表示されるように、入力チャンネルの垂直軸を設定する必要があります。

トリガ周波数カウンタ

分解能 8 桁

精度 ± (1 カウント + 時間軸精度 × 入力周波数)

信号は 8mV_{pp} または 2div 以上でなければならない (どちらか大きな方)

最大入力周波数 10Hz~アナログ・チャンネルの最高周波数帯域

信号は 8mV_{pp} または 2div 以上でなければならない (どちらか大きな方)

プロセッサのシステム

ホスト・プロセッサ ARM 1.5 GHz、32 ビット、デュアル・コア・プロセッサ

オペレーティング・システム Closed Linux

内蔵ストレージ 64 GB eMMC

入出力ポート

HDMI ビデオ・ポート A 29 ピン HDMI コネクタ

最大サポート分解能: 1920 x 1080 (60 Hz) のみモニタは、機器の電源をオンにする前に取り付ける必要があります。

プローブ補正出力 (代表値)

接続機能: コネクタは機器の右側の下の部分に配置

振幅: 0~2.5V

周波数 : 1kHz
 ソース・インピーダンス : 1k Ω

外部リファレンス入力 時間軸システムは外部 10MHz リファレンス信号 (± 4 ppm) に位相ロック可能

USB インタフェース (ホスト、デバイス・ポート) 前面パネルの USB ホスト・ポート: USB 2.0 ハイスピード・ポート (x 3)
 後部パネル USB ホスト・ポート: USB 2.0 ハイスピード・ポート (x 2)
 後部パネル USB デバイス・ポート: USB 2.0 ハイスピード・デバイス・ポート (x 1。USBTMC 対応)

Ethernet インタフェース 10/100/1000Mbps

補助出力 後部パネルに BNC コネクタ。オシロスコープのトリガ、オシロスコープの内部リファレンス・クロック出力、または AFG シンク・パルスのイベント出力において正または負のパルス出力が可能

特性	リミット
Vout (HI)	開回路 : 2.5V 以上、50 Ω 負荷で接地 : 1.0V 以上
Vout (LO)	4mA 以下の負荷 : 0.7V 以下、50 Ω 負荷で接地 : 0.25V 以下

ケンジントン・ロック 後部パネルにケンジントン・ロック用のセキュリティ・スロットを装備

LXI クラス : LXI Core 2016
 バージョン: 1.5

電源

パワー

消費電力 最大 400 W
 ソース電圧 100~240V $\pm 10\%$ (50Hz~60Hz)
 115V $\pm 10\%$ (400Hz)

物理特性

寸法 高さ : 286.99 mm (脚をたたみ、ハンドルを後ろに回した状態)
 高さ : 351 mm (脚をたたみ、ハンドルを上げた状態)
 幅 : 405 mm (ハンドル・ハブ間)
 奥行 : 155 mm (脚の後ろからノブ前面まで、ハンドルを上げた状態)

奥行：265 mm (脚をたたみ、ハンドルを後ろに回した状態)

質量	7.6 kg 未満
冷却	通気のために、(機器の前面から見て) 右側および後面に 50.8mm 以上の隙間を確保してください。
ラックマウント・タイプ	7U (Opt. RM4 ラックマウント・キット)

環境仕様

温度	
動作時	+0°C ~ +50°C (+32°F ~ +122°F)
非動作時	-30°C ~ +70°C (-22°F ~ 158°F)

湿度	
動作時	40°C以下で相対湿度 5%~90% (RH) +40°C超、+50°C以下で相対湿度 5%~50% (RH)、結露なし、最高湿球温度 +39°C
非動作時	+40°C以下で相対湿度 5%~90% (RH) +40°C超、+50°C以下で相対湿度 5%~50% (RH)、結露なし、最高湿球温度 +39°C

高度	
動作時	3,000m (9,843 フィート) 以下
非動作時	最高 12,000m (39,370 フィート)

EMC 適合性および安全性

規制	CE マーク (EU)、CSA 認定 (米国/カナダ) RoHS 準拠
----	--

ソフトウェア

ソフトウェア	
IVI ドライバ	LabVIEW、LabWindows/CVI、Microsoft .NET、および MATLAB など、一般的なアプリケーションの標準測定器プログラム・インタフェースを提供 VISA を介して Python、C/C++/C# など数多くの言語に対応が可能。
e*Scope®	標準 Web ブラウザを通じて、ネットワーク接続経由でオシロスコープの制御を可能にします。オシロスコープの IP アドレスまたはネットワーク名を入力するだけで、ブラウザに Web ページが表示されます。この Web ページから、設定、波形、測定値、画面イメージを転送および保存したり、オシロスコープの設定を Web ブラウザから直接変更することもできます。
TekDrive	接続されているデバイスのあらゆる種類のファイルをアップロード、保存、整理、検索、ダウンロード、および共有できます。TekDrive は、シームレスなファイルの共有や呼び出しを実現するために、4

シリーズ MSO にネイティブに統合されています。USB メモリは必要ありません。ビューアを使用して、ブラウザで直接、.wfm, .isf, .tss, and .csv などの標準ファイルの分析や確認を行います。詳細については、www.tek.com/software/tekdrive を参照してください。

- LXI Web インタフェース** ブラウザのアドレス・バーにオシロスコープの IP アドレスまたはネットワーク名を入力するだけで、標準の Web ブラウザ経由でオシロスコープと接続できます。Web インタフェースで、機器のステータスと構成、ネットワーク設定のステータスと変更、e*Scope Web ベースのリモート・コントロールを通じた機器の制御を行うことができます。
- サンプル・プログラム** 4/5/6 シリーズ・プラットフォーム上でのプログラミングは簡単な作業ではありませんでした。プログラマ・マニュアルや GitHub サイトには、遠隔操作による自動化に役立つ数多くのコマンドやサンプル・プログラムが掲載されています。[HTTPS://GITHUB.COM/TEKTRONIX/PROGRAMMATIC-CONTROL-EXAMPLES](https://github.com/tektronix/programmatic-control-examples) を参照してください。

ご注文の際は以下の型名をご使用ください。

以下のステップに従って、お客様の測定のニーズに合わせて、最適な機器とオプションを選択してください。

ステップ 1

必要な FlexChannel 入力数に基づいて機種を選択（各 FlexChannel 入力は、1つのアナログ入力または 8つのデジタル入力のいずれにも使用可能）

型名	FlexChannel の数
MSO44	4
MSO46	6

全機種に付属
チャンネルごとに 1本の受動プローブ（アナログ）： <ul style="list-style-type: none"> • TPP0250 型 250MHz プローブと周波数帯域が 200MHz の機種 • TPP0500B 型 500MHz プローブと周波数帯域が 350MHz および 500MHz の機種 • TPP1000 型 1GHz プローブと 1GHz および 1.5GHz の機種
インストールおよび安全に関する取扱説明書（英語、日本語、簡体中国語版）
内蔵オンライン・ヘルプ
電源ケーブル
計量標準総合センターへのトレーサビリティと、ISO9001/ISO17025 品質システム登録を文書化した校正証明書
本体は 3 年保証。 付属プローブは 1 年保証

ステップ 2

必要な周波数帯域（アナログ・チャンネル）の選択

現時点で必要な周波数帯域を、以下の周波数帯域オプションから選択してください。アップグレード・オプションを購入することで、いつでもアップグレードできます。

周波数帯域オプション	周波数帯域
4-BW-200	200MHz
4-BW-350	350MHz
4-BW-500	500MHz
4-BW-1000	1GHz
4-BW-1500	1.5GHz

ステップ 3

内蔵機能の追加（オプション・バンドルの追加）

オプション・バンドルには、3つのクラス（スターター、プロ、アルティメット）があり、予算やアプリケーションのニーズに応じて様々なオプションをご利用になれます。各バンドルの現在の内容の詳細については、当社ウェブ・サイト (www.tek.com/document/brochure/software-bundles-for-the-4-5-and-6-series-mso-oscilloscopes) にアクセスして、ソフトウェア・バンドルのカタログをご覧ください。

1. スターター・バンドルは、最も一般的なシリアル・バスのデコード、プロトコル解析、ハードウェア拡張オプションで構成されています。
2. プロ・バンドルは、特定のアプリケーション（シリアル・トリガ/デコード、パワー・インテグリティ、シグナル・インテグリティ、車載、防衛/航空宇宙）に加えて、スターター・バンドルのすべてのオプションが含まれます。
3. アルティメット・バンドルには、すべてのプロ・バンドルのすべてのオプションに加えて、スターター・バンドルのすべてのオプションが含まれます。

購入したバンドルにはそれぞれ、以下の2種類のライセンス期間のオプションがあります。

1. 1年間ライセンス: 購入したバンドルのすべての機能と無償のアップグレードを1年間ご利用いただけます。1年を過ぎると、機能は無効になります。選択したバンドルには、1年間ライセンスを追加購入できます。
2. 永続的ライセンス: 購入したバンドルのすべての機能を永続的に有効にします。永続的ライセンスには、バンドルされた機能セットの1年間の無料アップグレードが含まれます。1年を過ぎると、前回のアップデートで有効になった機能セットの状態で凍結されます。

1年間ライセンス	永続的ライセンス	バンドルの概要
4-STARTER-1Y	4-STARTER-ER	内容: I2C、SPI、RS-232/422/UART シリアル・トリガ/解析、AFG（任意波形/ファンクション・ジェネレータ）
4-PRO-SERIAL-1Y	4-PRO-SERIAL-PER	内容: 4-STARTERに加えて、62.5MS/Chのレコード長、選択したシリアル解析オプションを含む
4-PRO-POWER-1Y	4-PRO-POWER-PER 型	内容: 4-STARTERに加えて、62.5MS/Chのレコード長、選択したパワー解析オプションを含む
4-PRO-AUTO-1Y	4-PRO-AUTO-PER 型	内容: 4-STARTERに加えて、62.5MS/Chのレコード長、選択した車載用解析オプションを含む
4-PRO-MILGOV-1Y	4-PRO-MILGOV-PER	内容: 4-STARTERに加えて、62.5MS/Chのレコード長、選択したシリアル解析オプションを含む
4-ULTIMATE-1Y	4-ULTIMATE-PER	内容: 4-STARTER、すべての4-PROバンドル・オプションに加え、62.5MS/Chのレコード長、RF対時間波形/トリガ、Spectrum Viewの取込帯域の拡張、ビデオ・トリガ・オプションを含む

ステップ 4

内蔵機能の追加

これらは機器本体と同時に注文できますが、後でアップグレード・キットとして購入することもできます。

Opt.	内蔵機能
4-RL-1	レコード長を 62.5 M ポイント/チャンネルに拡張
4-AFG	任意波形/ファンクション・ジェネレータの追加
4-SEC ⁷	機器の機密解除やすべての USB ポート、ファームウェア・アップグレードにパスワードによる保護機能を設定できるなど、高度なセキュリティ機能が追加されます。

ステップ 5

オプション機能 (シリアル・バス) の追加
 オプション機能 (シリアル・バス) の追加
 現段階で必要なシリアル・サポートを、以下のシリアル解析オプションから選択してください。アップグレード・キットを購入することで、いつでもアップグレードできます。

Opt.	対応シリアル・バス
4-SRAERO	航空/宇宙通信用 (MIL-STD-1553、ARINC 429)
4-SRAUDIO	オーディオ (I ² S、LJ、RJ、TDM)
4-SRAUTO	車載用 (CAN、CAN FD、LIN、FlexRay、および CAN シンボル・デコード)
4-SRAUTOSEN	車載用センサ (SENT)
4-SRCOMP	コンピュータ (RS-232/422/485/UART)
5-SRDPHY	MIPI D-PHY (DSI-1、CSI-2 のデコード/サーチのみ)
4-SREMBD	組込み (I ² C、SPI)
4-SRENET	Ethernet (10BASE-T、100BASE-TX)
5-SRESPI	eSPI (デコード/サーチのみ)
4-SRI3C	MIPI I3C
4-SRMDIO	MDIO (デコード/サーチのみ)
4-SRPM	電源管理 (SPMI)
4-SRPSI5	PSI5 (デコード・サーチのみ)
4-SRSPACEWIRE	SpaceWire (デコード・サーチのみ)
4-SRSRDLC	同期データ・リンク・コントロール・プロトコル (デコード/サーチのみ)
4-SRVID	SVID (デコード・サーチのみ)
4-SRUSB2	USB (USB2.0 LS、FS、HS)
4-SREUSB2	eUSB2.0 (デコード・サーチのみ)

差動シリアル・バスの場合は、ステップ 9 の「アナログ・プローブ/アダプタ」の追加をチェックしてください。

⁷ これらのバンドル・オプションは、機器の購入と同時にご購入ください。アップグレードはご利用になれません。

ステップ 6

データ解析機能の追加

Opt.	拡張解析
Opt. 4-3PHASE	三相電気解析
4-PWR	拡張パワー測定／解析 (4-PWR-BAS のすべての測定機能、FRA、磁気測定を含む)
4-MTM	マスク／リミット・テスト
4-VID	NTSC、PAL、SECAM ビデオ・トリガ
4-PWR-BAS ⁸	パワー測定／解析
4-SV-RFVT	Spectrum View による RF 対時間解析／トリガ
4-SV-BW-1	Spectrum View の取込み帯域を 500MHz に拡張
4-PS2	パワー・ソリューション・バンドル (Opt. 4-PWR-BAS、THDP0200 型、TCP0030A 型、067-1686-xx (デスクュー・フィクスチャ))

ステップ 7

デジタル・プローブの追加 FlexChannel 入力に TLP058 型ロジック・プローブを接続するだけで、1つの FlexChannel で 8つのデジタル・チャンネルを使用できます。TLP058 型プローブは、本体と同時に注文するか、または別途に注文することもできます。

対応機種	注文番号	追加チャンネル数
MSO44 型	TLP058 プローブ (1~4 本)	デジタル・チャンネル (8~32)
MSO46 型	TLP058 プローブ (1~6 本)	デジタル・チャンネル (8~48)

ステップ 8

アナログ・プローブ／アダプ その他の推奨プローブ／アダプタの追加
タの追加

推奨プローブ／アダプタ	説明
TAP1500	1.5 GHz TekVPI® アクティブ・シングルエンド電圧プローブ、入力電圧 ±8 V
TAP2500	2.5 GHz TekVPI® アクティブ・シングルエンド電圧プローブ、入力電圧 ±4 V
TCP0030A	30A AC/DC TekVPI®電流プローブ、周波数帯域 120MHz
TCP0020	20A AC/DC TekVPI®電流プローブ、周波数帯域 50MHz
TCP0030A	30A AC/DC TekVPI® 電流プローブ、周波数帯域 120 MHz
TCP0150	150A AC/DC TekVPI®電流プローブ、周波数帯域 20MHz
TRCP0300	30MHz AC 電流プローブ、250mA~300A

表 (続く)

⁸ このオプションは Opt. 4-PS2 とは同時発注できません。

推奨プローブ/ アダプタ	説明
TRCP0600	30MHz AC 電流プローブ、500mA~600A
TRCP3000	16MHz AC 電流プローブ、500mA~3,000A
TDP0500	500MHz TekVPI®差動電圧プローブ、差動入力電圧±42V
TDP1000	1GHz TekVPI®差動電圧プローブ、差動入力電圧±42V
TDP1500	1.5GHz TekVPI®差動電圧プローブ、差動入力電圧±8.5V
THDP0100	±6kV、100MHz TekVPI®高電圧差動プローブ
THDP0200	±1.5kV、200MHz TekVPI®高電圧差動プローブ
TMDP0200	±750V、200MHz TekVPI®高電圧差動プローブ
TPR1000	1GHz、シングルエンド TekVPI®パワーレール・プローブ (TPR4KIT アクセサリ・キット付属)
TIVP02	絶縁プローブ、200 MHz、±5 V~±2,500 V (チップに応じて)、2 m ケーブル
TIVP02L	絶縁プローブ、200 MHz、±5 V~±2,500 V (チップに応じて)、10 m ケーブル
TIVP05	絶縁プローブ、500 MHz、±5 V~±2,500 V (チップに応じて)、2 m ケーブル
TIVP05L	絶縁プローブ、500 MHz、±5 V~±2,500 V (チップに応じて)、10 m ケーブル
TIVP1	絶縁プローブ、1 GHz、±5 V~±2,500 V (チップに応じて)、2 m ケーブル
TIVP1L	絶縁プローブ、1 GHz、±5 V~±2,500 V (チップに応じて)、10 m ケーブル
TPP0502	500MHz、2 : 1 TekVPI®受動電圧プローブ、入力容量 12.7pF
TPP0850	2.5kV、800MHz、50 : 1 TekVPI®受動高電圧プローブ
TPP1000	1 GHz、10X TekVPI® 受動電圧プローブ、1.3 m ケーブル、入力容量: 3.9 pF
P6015A	20kV、75MHz 高電圧受動プローブ
TPA-BNC ⁹	TekVPI®-TekProbe™ BNC 変換アダプタ
TEK-DPG	TekVPI デスキュー・パルス・ジェネレータ
067-1686-xx	パワー測定用デスキュー/校正フィクスチャ

他のプローブについては、プローブ選択ツール (www.tek.com/probes) をチェックしてください。

ステップ 9

アクセサリの追加

運搬/取り付け用アクセサリの追加

オプション・アクセサリ	概要
HC4	前面パネル保護カバー付きハード・キャリング・ケース
RM4	ラックマウント・キット
SC4	前面パネル保護カバー付きソフト・キャリング・ケース

表 (続く)

⁹ 既存の TekProbe プローブを 4 シリーズ MSO に接続する場合に推奨。

オプション・アクセサリ	概要
GPIO-Ethernet アダプタ	ICS Electronics 社から直接 4865B 型 (GPIO-Ethernet アダプタ) を購入可能 www.icselect.com/gpib_instrument_intf.html

ステップ 10

電源ケーブル・オプションの選択

電源ケーブルのオプション	概要
A0	北米仕様電源プラグ (115V、60Hz)
A1	ユニバーサル欧州仕様電源プラグ (220V、50Hz)
A2	イギリス仕様電源プラグ (240V、50Hz)
A3	オーストラリア仕様電源プラグ (240V、50Hz)
A5	スイス仕様電源プラグ (220V、50Hz)
A6	日本仕様電源プラグ (100V、50/60Hz)
A10	中国仕様電源プラグ (50Hz)
A11	インド仕様電源プラグ (50Hz)
A12	ブラジル仕様電源プラグ (60Hz)
A99	電源コードなし

ステップ 11

延長修理／校正オプションの追加

サービス・オプション	概要
T3	3年間のトータル保証サービス・プランでは、通常使用による損傷、事故による破損 (ESD または EOS を含む) がすべて修理または交換の対象となるのに加えて、。
R3	標準保証期間を 3 年に延長。部品、作業、国内 2 日の発送を保証。保証がない場合よりも迅速な修理対応。すべての修理で校正とアップデートを実施。手続きは不要。電話一本で修理プロセスが開始。
C3	3年間の校正サービス。必要に応じて、推奨される校正間隔でトレーサブル校正または機能検証が実施されます。保証期間には初回の校正に加えて、2年間の校正サービスが含まれます。
T5	5年間のトータル保証サービス・プランでは、通常使用による損傷、事故による破損 (ESD または EOS を含む) がすべて修理または交換の対象となるのに加えて、。
R5	標準保証期間を 5 年に延長。部品、作業、国内 2 日の発送を保証。保証がない場合よりも迅速な修理対応。すべての修理で校正とアップデートを実施。手続きは不要。電話一本で修理プロセスが開始。

表 (続く)

サービス・オプション	概要
C5	5年間の校正サービス。必要に応じて、推奨される校正間隔でトレーサブル校正または機能検証が実施されます。保証期間には初回の校正に加えて、4年間の校正サービスが含まれます。
D1	校正データ・レポート
D3	3年間の校正データ・レポート (オプション C3 型付き)
D5	5年間の校正データ・レポート (オプション C5 型付き)

購入後の機能アップグレード

機能アップグレードの追加 購入後も簡単に機能を追加できます。ノード・ロック・ライセンスの場合は、単一の製品のオプション機能が永続的に有効になります。フローティング・ライセンスの場合は、ライセンスが有効なオプションを対応機器間で簡単に移動できます。

アップグレード機能	ノード・ロック・ライセンス・アップグレード	フローティング・ライセンス・アップグレード	概要
内蔵機能の追加	SUP4-AFG	SUP4-AFG-FL	任意波形／ファンクション・ジェネレータの追加
	SUP4-RL-1	SUP4-RL-1-FL	レコード長を 62.5 M ポイント/チャンネルに拡張

表（続く）

アップグレード機能	ノード・ロック・ライセンス・アップグレード	フローティング・ライセンス・アップグレード	概要
プロトコル解析の追加	SUP4-SRAERO	SUP4-SRAERO-FL	航空・宇宙通信用シリアル・トリガ/解析 (MIL-STD-1553、ARINC 429)
	SUP4-SRAUDIO	SUP4-SRAUDIO-FL	オーディオ・シリアル・トリガ/解析 (I ² S、LJ、RJ、TDM)
	SUP4-SRAUTO	SUP4-SRAUTO-FL	車載用シリアル・トリガ/解析 (CAN、CAN FD、LIN、FlexRay、CAN のシンボル・デコード)
	SUP4-SRAUTOSEN	SUP4-SRAUTOSEN-FL	車載用センサ・シリアル・トリガ/解析モジュール (SENT)
	SUP4-SRCOMP	SUP4-SRCOMP-FL	コンピュータ・シリアル・トリガ/解析 (RS-232/422/485/UART)
	SUP4-SRCXPI	SUP4-SRCXPI-FL	CXPI シリアル・デコード/解析
	SUP4-SREMBD	SUP4-SREMBD-FL	組込みシリアル・トリガ/解析 (I ² C、SPI)
	SUP4-SRENET	SUP4-SRENET-FL	Ethernet シリアル・トリガ/解析 (10BASE-T および 100BASE-TX)
	SUP4-SRESPI	SUP4-SRESPI-FL	eSPI シリアル・デコード/解析
	SUP4-SRETHERCAT	SUP4-SRETHERCAT-FL	EtherCAT シリアル・デコード/解析
	SUP4-SRI3C	SUP4-SRI3C-FL	MIPI I3C シリアル・トリガ/解析
	SUP4-SRMANCH	SUP4-SRMANCH-FL	マンチェスター (デコード/サーチのみ)
	SUP4-SRMDIO	SUP4-SRMDIO-FL	管理用データ入出力 (MDIO) シリアル・デコード/解析
	SUP4-SRNRZ	SUP4-SRNRZ-FL	NRZ シリアル解析
	SUP4-SRONEWIRE	SUP4-SRONEWIRE-FL	1-Wire シリアル・デコード/解析
	SUP4-SRPM	SUP4-SRPM-FL	電源管理シリアル・トリガ/解析 (SPMI)
	SUP4-SRPSI5	SUP4-SRPSI5-FL	PSI5 シリアル解析
	SUP4-SRSMBUS	SUP4-SRSMBUS-FL	SMBus シリアル・デコード/解析
	SUP4-SRSPACEWIRE	SUP4-SRSPACEWIRE-FL	SpaceWire シリアル解析
	SUP4-SRSRDLC	SUP4-SRSRDLC-FL	同期データ・リンク制御
	SUP4-SRVID	SUP4-SRVID-FL	シリアル VID (SVID) シリアル・デコード/解析
SUP4-SRUSB2	SUP4-SRUSB2-FL	USB 2.0 シリアル・バス・トリガ/解析 (LS、FS、および HS)	
SUP4-SREUSB2	SUP4-SREUSB2-FL	eUSB 2.0 (Embedded USB 2.0) シリアル・デコード/解析	

表 (続く)

アップグレード機能	ノード・ロック・ライセンス・アップグレード	フローティング・ライセンス・アップグレード	概要
拡張解析の追加	SUP4-3PHASE	SUP4-3PHASE-FL	三相電気解析
	SUP4-MTM	SUP4-MTM-FL	マスク/リミット・テスト
	SUP4-PS2	—	パワー・ソリューション・バンドル (Opt. 4-PWR、THDP0200 型、TCP0030A 型、067-1686-xx (デスクュー・フィクスチャ))
	SUP4-PWR-BAS	SUP4-PWR-BAS-FL	パワー測定/解析
	SUP4-PWR	SUP4-PWR-FL	拡張パワー測定/解析 (SUP4-PWR-BAS のすべての測定機能を含む)
	SUP4-SV-BW-1	SUP4-SV-BW-1-FL	Spectrum View の取込み帯域を 500MHz に拡張
	SUP4-SV-RFVT	SUP4-SV-RFVT-FL	Spectrum View による RF 対時間解析/トリガ
	SUP4-VID	SUP4-VID-FL	NTSC、PAL、および SECAM ビデオ・トリガ
デジタル・ボルトメータの追加	SUP4-DVM	—	デジタル・ボルトメータ (DVM) / トリガ周波数カウンタの追加 (www.tek.com/register4mso での製品登録で無償)

購入後の周波数帯域のアップグレード

購入後に周波数帯域のアップグレードを購入する 購入後も製品のアナログ周波数帯域を簡単にアップグレードできます。周波数帯域のアップグレードは、FlexChannel の入力数、現在の帯域、必要な帯域の組み合わせに基づいて購入してください。

4 シリーズ MSO の全機種はお客様自身でどの周波数帯域にもアップグレードできます。

所有するオシロスコープの機種	帯域アップグレード製品	アップグレード・オプション	アップグレード・オプションの概要
MSO44	SUP4-BW4	4-BW2T3-4	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 4) 機種の周波数帯域を 200 MHz から 350MHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW4	4-BW2T5-4	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 4) 機種の周波数帯域を 200 MHz から 500 MHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW4	4-BW2T10-4	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 4) 機種の周波数帯域を 200 MHz から 1 GHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW4	4-BW2T15-4	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 4) 機種の周波数帯域を 200 MHz から 1.5 GHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW4	4-BW3T5-4	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 4) 機種の周波数帯域を 350 MHz から 500 MHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW4	4-BW3T10-4	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 4) 機種の周波数帯域を 350 MHz から 1 GHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW4	4-BW3T15-4	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 4) 機種の周波数帯域を 350 MHz から 1.5 GHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW4	4-BW5T10-4	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 4) 機種の周波数帯域を 500 MHz から 1 GHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW4	4-BW5T15-4	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 4) 機種の周波数帯域を 500 MHz から 1.5 GHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW4	4-BW10T15-4	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 4) 機種の周波数帯域を 1 GHz から 1.5 GHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス

表 (続く)

所有するオシロスコープの機種	帯域アップグレード製品	アップグレード・オプション	アップグレード・オプションの概要
MSO46	SUP4-BW6	4-BW2T3-6	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 6) 機種の周波数帯域を 200 MHz から 350MHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW6	4-BW2T5-6	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 6) 機種の周波数帯域を 200 MHz から 500 MHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW6	4-BW2T10-6	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 6) 機種の周波数帯域を 200 MHz から 1 GHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW6	4-BW2T15-6	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 6) 機種の周波数帯域を 200 MHz から 1.5 GHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW6	4-BW3T5-6	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 6) 機種の周波数帯域を 350 MHz から 500 MHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW6	4-BW3T10-6	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 6) 機種の周波数帯域を 350 MHz から 1 GHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW6	4-BW3T15-6	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 6) 機種の周波数帯域を 350 MHz から 1.5 GHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW6	4-BW5T10-6	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 6) 機種の周波数帯域を 500 MHz から 1 GHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW6	4-BW5T15-6	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 6) 機種の周波数帯域を 500 MHz から 1.5 GHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス
	SUP4-BW6	4-BW10T15-6	ライセンス。4 シリーズ MSO の帯域アップグレード。FlexChannel (x 6) 機種の周波数帯域を 1 GHz から 1.5 GHz にアップグレード。ノード・ロック・ライセンス



当社は SRI Quality System Registrar により ISO 9001 および ISO 14001 に登録されています。

製品は、IEEE 規格 488.1-1987、RS-232-C および当社標準コード&フォーマットに適合しています。

評価対象の製品領域：電子テストおよび測定器の計画、設計／開発および製造。

ASEAN/オーストラレーシア (65) 6356 3900

ベルギー 00800 2255 4835*

中東欧諸国およびバルト諸国 +41 52 675 3777

フィンランド +41 52 675 3777

香港 400 820 5835

日本 81 (120) 441 046

中東、アジア、および北アフリカ +41 52 675 3777

中華人民共和国 400 820 5835

韓国 +822 6917 5084, 822 6917 5080

スペイン 00800 2255 4835*

台湾：886 (2) 2656 6688

オーストリア 00800 2255 4835*

ブラジル +55 (11) 3759 7627

中央ヨーロッパおよびギリシャ +41 52 675 3777

フランス 00800 2255 4835*

インド 000 800 650 1835

ルクセンブルク +41 52 675 3777

オランダ 00800 2255 4835*

ポーランド +41 52 675 3777

ロシアおよび CIS 諸国 +7 (495) 6647564

スウェーデン 00800 2255 4835*

イギリスおよびアイルランド 00800 2255 4835*

バルカン半島諸国、イスラエル、南アフリカ、および他の ISE

諸国 +41 52 675 3777

カナダ 1 800 833 9200

デンマーク +45 80 88 1401

ドイツ 00800 2255 4835*

イタリア 00800 2255 4835*

メキシコ、中南米およびカリブ海域 52 (55) 56 04 50 90

ノルウェー 800 16098

ポルトガル 80 08 12370

南アフリカ +41 52 675 3777

スイス 00800 2255 4835*

米国 1 800 833 9200

* 欧州のフリーダイヤル番号つながらない場合は次の番号におかけください：+41 52 675 3777

詳細情報については、Tektronix は、総合的に継続してアプリケーション・ノート、テクニカル・ブリーフおよびその他のリソースのコレクションを進展させ、技術者が最先端で仕事ができるように手助けをします。Web サイト (jp.tek.com) をご参照ください。

Copyright © Tektronix, Inc. All rights reserved. テクトロニクス製品は、登録済および出願中の米国その他の国の特許等により保護されています。本書の内容は、既に発行されている他の資料の内容に代わるものです。また、本製品の仕様および価格は、予告なく変更させていただく場合がございますので、予めご了承ください。TEKTRONIX および TEK は登録商標です。他のすべての商品名は、各社の商標または登録商標です。

3 Mar 2022 48Z-61558-11
www.tek.com

Tektronix[®]