

ミックスド・シグナル・ソリューション

製品選択の手引き



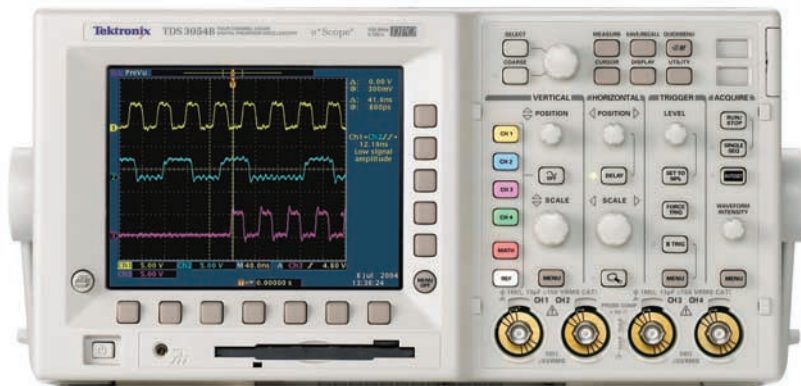
目次

デジタル・オシロスコープ	3
ロジック・アナライザ	4 - 5
ロジック・アナライザとオシロスコープ・モジュール	6 - 7
ロジック・アナライザと ベンチトップ・オシロスコープを組合わせて使用	8 - 9
ミックスド・シグナル・オシロスコープ	10 - 11

はじめに

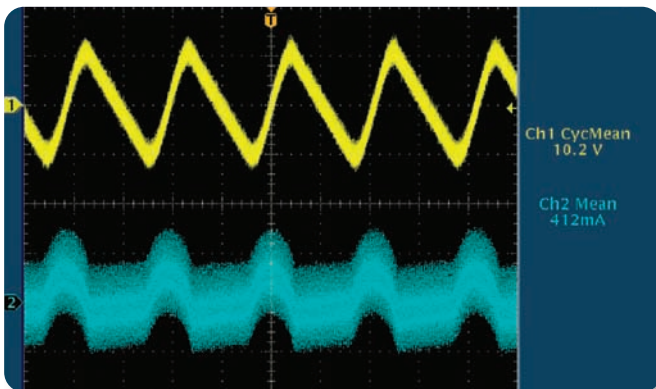
デジタル化の進展やシリアル通信の増加に伴い、回路設計が複雑化しています。その結果、最適なテスト・ツールの選択にも変化が現れてきました。多くのエンジニアがアナログ技術、デジタル技術が組合わされた“ミックスド・シグナル”設計に関わるようになり、1画面上でアナログ波形とデジタル波形の同時観測が可能なテスト・ツールが求められています。従来、こうしたミックスド・シグナルの解析には、単体のオシロスコープとロジック・アナライザ、つまり、2台のテスト・ツールが利用されていました。しかし、取扱いが面倒なうえ、最適な結果が必ずしも得られないという問題があり、そこで開発されたのが、1台でアナログ波形とデジタル波形を同時に、時間相関をとって観測可能なミックスド・シグナル・オシロスコープでした。

オシロスコープ、ミックスド・シグナル・オシロスコープ、およびロジック・アナライザには、それぞれ類似点や相違点があります。各テスト・ツールがどのような用途に適しているかをご理解いただくため、それぞれの特徴と対応範囲について解説します。

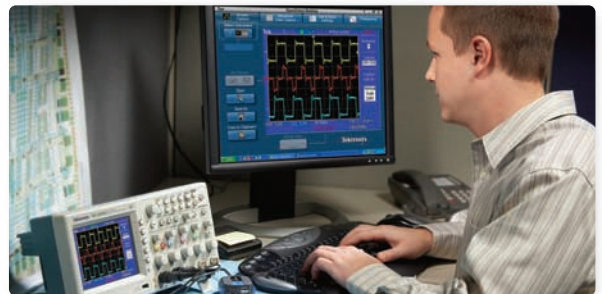


デジタル・オシロスコープ

デジタル・オシロスコープは世界中の電子設計エンジニアに愛用されているツールであり、エンジニアはその動作や測定結果に高い信頼を寄せています。高いサンプル・レートと周波数帯域で、目的の信号を高分解能で取込むことができ、電気信号のアナログ特性を表示、測定するには理想的なテスト・ツールであると言えるでしょう。しかしほとんどの場合、入力チャンネル数が2または4に限られ、アナログ、デジタル、シリアル通信のいずれを観測するにしても、時間相関を取ることができる信号数は制限されています。

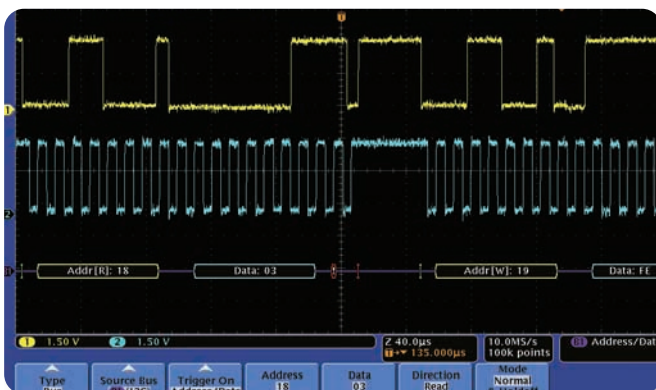


▶ 図1：TDS3000Bシリーズ・オシロスコープによるアナログ・デバッグ

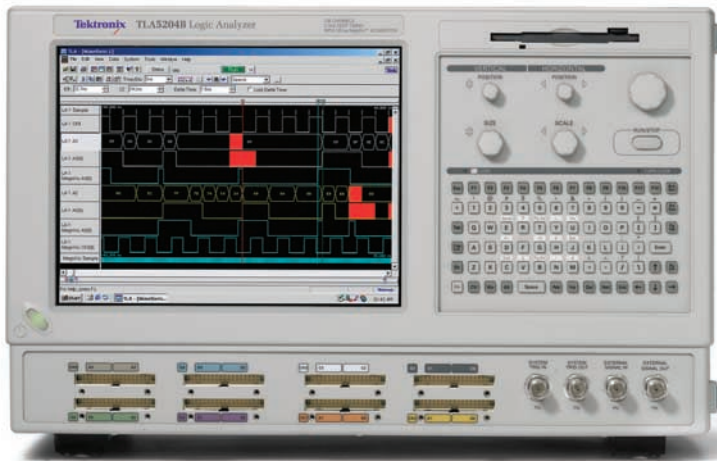


デジタル・オシロスコープのアプリケーション

- ▶ 信号の振幅とタイミングのパラメータを測定する
- ▶ 信号のエッジと電圧を測定して、タイミング・マージンを評価する
- ▶ 電流を測定する
- ▶ グリッチ、ラント・パルス、メタステーブル・トランジションなどのロジック遷移時の障害を検出する
- ▶ シグナル・インテグリティを評価する



▶ 図2：DP04000シリーズ・オシロスコープによるシリアル・デコード

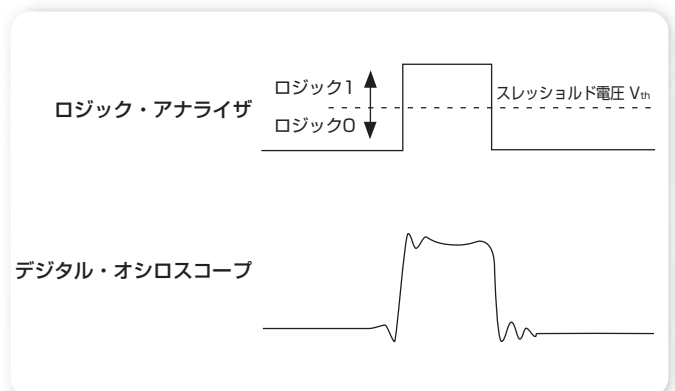


ロジック・アナライザ

ロジック・アナライザは、複雑なデジタル設計の検証とデバッグに役立つ理想的なツールです。ロジック・アナライザとオシロスコープの最も大きな違いは、サポートしているチャンネルの数です。ロジック・アナライザのチャンネル数は、下は34から上は数百、数千に及ぶのに対し、オシロスコープのチャンネル数は通常2チャンネルか4チャンネルです。

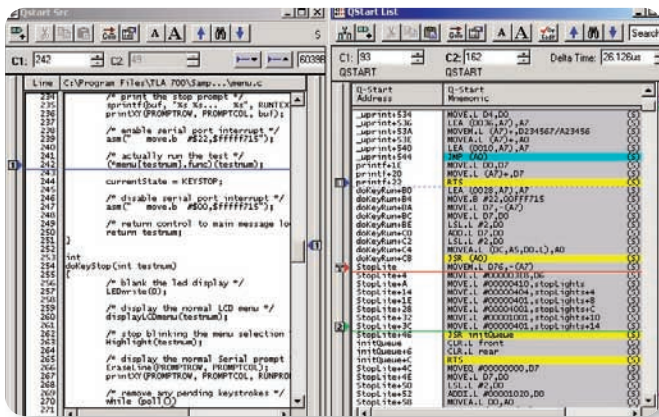
そもそも、ロジック・アナライザとオシロスコープとは、信号を取込む方法が異なります。通常、オシロスコープでは、8ビットA/Dコンバータを使用して信号をデジタル化し、入力信号の微小な変化もすべて含めた波形をディスプレイ上に忠実に再現することができます。一方、ロジック・アナライザでは、入力信号をユーザ定義のスレッシュホールド電圧と比較します。スレッシュホールド電圧を上回る信号はロジック1として、スレッシュホールド電圧を下回る信号はロジック0として扱います。取込みの方法が全く異なるため、同じパルス波形も異なる形状で表示されます（図3参照）。

オシロスコープとロジック・アナライザのもう1つの違いがトリガ機能です。オシロスコープのトリガ・モードは、グリッチ、ラント・パルス、スルー・レートなどといった異常波形の検出と、基本的なデジタル信号の状態確認（セットアップ／ホールド違反、2または4の入力チャンネルで定義されたロジック・パターン）を目的としています。一方、ロジック・アナライザには、ワード・リコグナイズ、カウンタ、タイマなど、多様なロジック・リソースが用意されており、ユーザはさまざまな状態遷移や条件判断を



▶ 図3：ロジック・アナライザとオシロスコープの波形表示

駆使した条件分岐（IF-THEN-ELSE）型のトリガを定義して、複雑なシステム環境においても、発生した問題箇所を特定することが可能です。



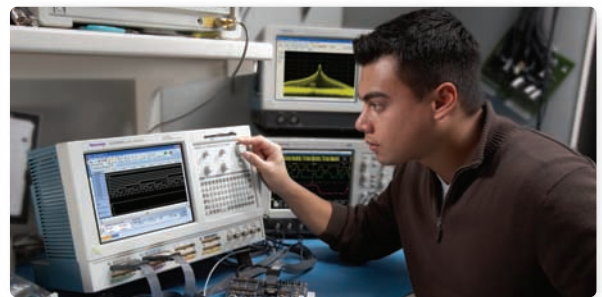
▶ 図4：TLAシリーズ・ロジック・アナライザでの逆アセンブル表示とソース・コードとのリンク



▶ 図5：TLAシリーズ・ロジック・アナライザによるタイミング解析

また、ロジック・アナライザには、ハードウェア、ソフトウェア両面からなるマイクロプロセッサ・サポート・パッケージが用意されています。ハードウェア面のサポートとしては個々のプロセッサに合わせたプローブ・アダプタが用意されており、プロセッサのフロント・サイド・バスへの物理的な接続を行います。ソフトウェア面のサポートでは捕捉データを逆アセンブルすることにより、実行されているコードの確認が可能です。

ロジック・アナライザにはもう1つ、多数のシステム・バスを監視し、時間相関をとって観測できるという利点があります。たとえば、メモリ・バス上で行われるメモリの読み取り、書き込みをモニタしながらフロント・サイド・バス全体のソフトウェア実行状況をトレースすることもできます。拡張性に優れており、高い視認性、強力なトリガ機能、ソフトウェア解析機能が必要とされる複雑なアプリケーションには理想的なツールです。



ロジック・アナライザのアプリケーション

- ▶ デジタル・システムの動作を、マルチチャンネルにより広範囲に検証する
- ▶ 高性能マルチステート・トリガを使い、問題を特定する
- ▶ ソフトウェアの動作をトレースする
- ▶ システムのタイミングを検証する
- ▶ システムのマージン・テストを行う
- ▶ 高速メモリや各種バスの動作を検証する



ロジック・アナライザとオシロスコープ・モジュール

本格的なミックスド・シグナル・ソリューションとして最初に行われた試みは、ロジック・アナライザにデジタル・オシロスコープ・モジュールを装備するというものでした。モジュールを直接プラグインすれば、ロジック・アナライザにオシロスコープ機能を持たせることができます。オシロスコープ機能で取込んだアナログ波形は、デジタル・チャンネルのデータとの時間相関が確保された状態で、ロジック・アナライザのディスプレイに表示されます。

しかし、基本的にこのオシロスコープ・モジュールはシングルショット・デバイスであり、リアルタイムで動作する単体のオシロスコープとは異なります。しかも高価であり、単体のオシロスコープほどの性能もなく、ユーザ・インターフェースもなじみのあるオシロスコープのものとは異なります。また、ロジック・アナライザとの組合せが前提となっているため、日常のデバッグ作業で使用するオシロスコープとしては利用できません。



ロジック・アナライザとオシロスコープ・モジュールを併用したアプリケーション

- ▶ ミックスド・アナログ／デジタル設計
- ▶ A/Dコンバータ、D/Aコンバータ
- ▶ デジタル信号の品質測定
- ▶ アナログ・イベントとデジタル・イベントの時間相関
- ▶ システムのパワー・オン特性



ロジック・アナライザとベンチトップ・オシロスコープを組合わせて使用

実験室に必ずといっていいほどあるのがオシロスコープです。信号を高分解能で表示する場合には理想的なツールです。しかし、システム・バスの動作を幅広く観察するにはチャンネル数が足りないことが多く、この場合はロジック・アナライザを利用するのが一般的です。

システムが複雑化し、より多くのエンジニアがミックスド・シグナルへの対応をせまられています。多チャンネルのデジタル信号を取込みながら、同時に高分解能で取込まれたアナログ信号を観測するにはどのように対処すればよいでしょうか。結果として、アナログ信号と多チャンネルデジタル信号の同時観測のためにオシロスコープとロジック・アナライザを2台併用することが多くなっています。

2台を併用した場合の長所は、それぞれの単体としてのテスト・ツール性能をそのまま確保できるということです。設計マージンが減るにつれ、信号のアナログ特性が設計に及ぼす影響も大きくなってきており、高速のデジタル信号とアナログ信号の同時観測はエンジニアにとって大きな課題です。実際問題として、PCI Express、HyperTransport、DDRなどのアプリケーションではバス速度が速く、前述のようなモジュール型のオシロスコープでは対応できません。

このようなアプリケーションにおいて理想的なのが、高性能のベンチトップ・オシロスコープの利用です。当社のiView® (Integrated View) は、ベンチトップ・オシロスコープで取込んだデータとロジック・アナライザで取込んだデータの同時観測を目的として開発されたツールセットです。

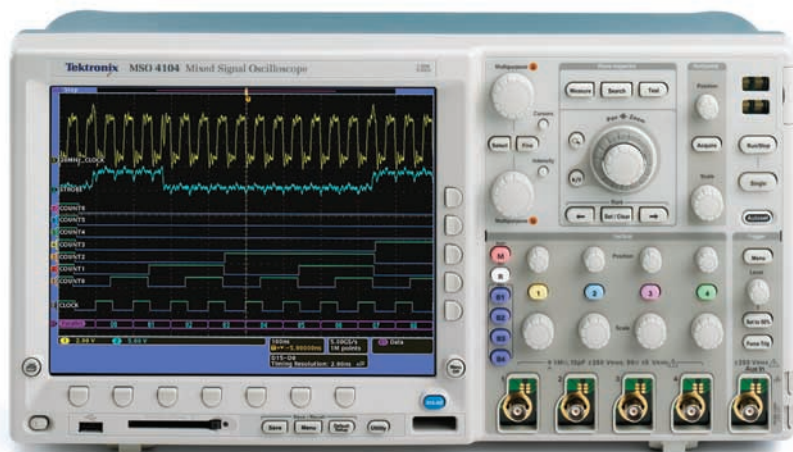
iViewにより、自動的に当社のオシロスコープのデータとロジック・アナライザのデータとの間の時間相関が取れます。オシロスコープで取込んだデータはロジック・アナライザへ転送され、時間相関を保ってディスプレイに表示されます。前述のオシロスコープ・モジュールの場合とは異なり、iViewでは、当社の任意のオシロスコープと組合わせて使用することができます。ロジック・



ロジック・アナライザとベンチトップ・オシロスコープを併用したアプリケーション

- ▶ 内部デジタルと高速シリアル・インタフェースの設計と検証
- ▶ 低速シリアル・インタフェースの設計と検証
- ▶ メモリ・システムの設計と検証
- ▶ システム設計の検証
- ▶ サーバ設計
- ▶ 高速インターコネクトの検証
- ▶ マイクロプロセッサ・フロント・サイド・バスの解析
- ▶ グラフィックス

アナライザの全機能とオシロスコープの全機能が一体となって動作します。アプリケーションに適した性能と価格を、適切に組合わせられる点がiViewの大きな利点です。



ミックスド・シグナル・オシロスコープ

オシロスコープは、ミックスド・シグナル設計の現場で圧倒的に支持されているツールですが、従来の2～4チャンネルモデルでは、問題を解決できないケースが多くあります。その1例が、MP3プレーヤから自動車に至るさまざまな製品に組み込まれているA/DコンバータやD/Aコンバータです。A/Dコンバータの入力を解析しながら、8ビット出力をモニタする場合、オシロスコープではチャンネル数が足りません。オシロスコープを使いながら、「もっとチャンネル数が多ければ・・・」と感じた経験はエンジニアなら誰もがもっていることでしょう。

ミックスド・シグナル・オシロスコープ (MSO) は、従来のオシロスコープと同じ大きさ、同じユーザ・インターフェースを使用しながら、ミックスド・シグナルの解析にも対応できるようにロジック・アナライザの基本機能が組み込まれています。操作はオシロスコープに類似しており、16のデジタル・チャンネルが追加で利用できるという強みがあります。

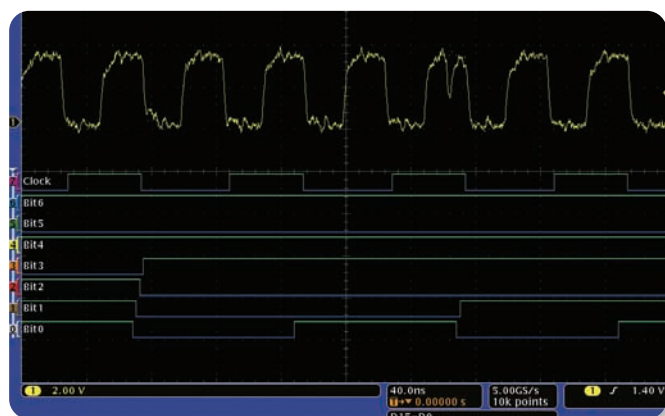
操作方法を学習する必要のないミックスド・シグナル・オシロスコープ

「マニュアルでいちいち操作法を確認するのが面倒だ」という声はよく耳にしますが、ミックスド・シグナル・オシロスコープは、通常のオシロスコープとほぼ同じ操作性を確保し、新たな操作の習得を必要としません。オシロスコープとの違いは、最大16のデジタル・チャンネルが使用できるということです。シンプルでありながら多機能を備えたミックスド・シグナル・オシロスコープは、開発エンジニアにとって理想的なテスト・ツールだといえるでしょう。操作もセットアップも簡単ですが、それは機能が制限されているからではなく、オシロスコープと操作が類似しているからです。Autoset機能によって、アナログ、デジタル、アナ

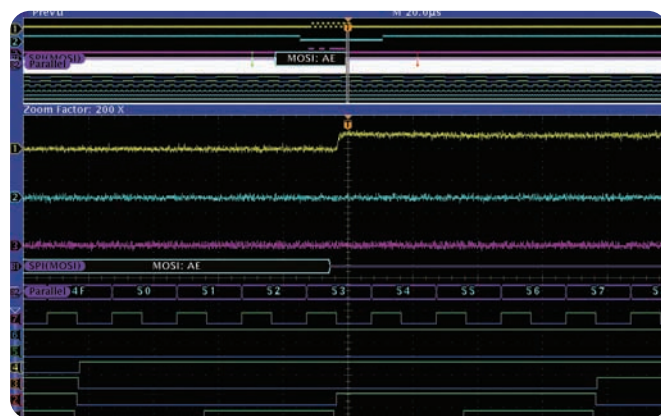
ログ+デジタル表示いずれの場合も波形は自動的に位置調節され、適正なスケールで表示されます。メニュー項目も通常のオシロスコープと同じで、さらに16のデジタル・チャンネルが選択できるという点だけが異なります。このように、オシロスコープ機能と16のデジタル・チャンネルが統合されたMSOには、組み込みシステム設計に必要な機能が凝縮されています。



▶ 図6: Wave Inspectorは、アナログ・データのみならず、デジタル・データにも対応。必要な箇所を絞り込み、効率よく解析



▶ 図7：1台でアナログ・チャンネル波形とデジタル・チャンネル波形を捕捉 (MSO4000シリーズ)



▶ 図8：デコードしたパラレル・バスとSPIシリアル・バスを同時に表示 (MSO4000シリーズ)

ミックスド・シグナル・オシロスコープが与える安心感
16チャンネルのデジタル入力部を持つミックスド・シグナル・オシロスコープは、開発エンジニアに“将来の保険”を提供します。4チャンネル以上を確保しておけば、今後必要なチャンネル数が増えた場合でもただちにに対応できます。

理想的なミックスド・シグナル対応ツール

ミックスド・シグナル・オシロスコープは他のツールとは一線を画しており、オシロスコープの高い性能とロジック・アナライザの基本機能が、ポータブルな筐体にコンパクトに組み込まれています。このアナログ機能とデジタル機能の統合により、2種類の信号を1台の機器でトリガ、表示、解析することができます。

ロジック・アナライザのミックスド・シグナル・ソリューションとは異なり、ミックスド・シグナル・オシロスコープはリアルタイムで動作し、アナログ波形とデジタル波形を連続的にアップデートし続けることができます。ロジック・アナライザでは、表示データに疑問が生じた場合には、オシロスコープを新たに持ち出し、確認を必要とします。MSOならこうした場合も、アナログ・チャンネルがいつでも使用できます。

ミックスド・シグナル・オシロスコープのシリアル・バス・トリガ機能は、ミックスド・シグナル設計に非常に効果的です。主にパラレル・バスをサポートするロジック・アナライザとは異なり、MSOではI²C、SPI、RS-232、CANなどのシリアル・バスを対

象としてトリガやデコードを行うことができます。シリアルおよびパラレルのバス・トリガ機能を組み合わせることにより、エラーは確実に究明できます。



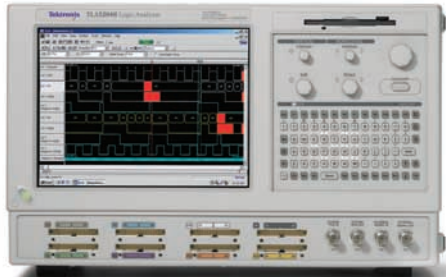
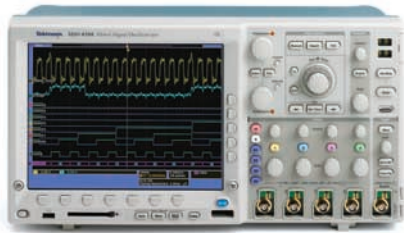
ミックスド・シグナル・オシロスコープのアプリケーション

- ▶ 組み込みシステム設計と検証
- ▶ システムの解析と制御
- ▶ シリアル・インタフェース・デバッグ
- ▶ A/Dコンバータ、D/Aコンバータのデバッグ
- ▶ FPGA設計と検証
- ▶ 自動車用電装品の設計と検証

最適なテスト・ツールの選択

最適なテスト・ツールは用途によって大きく異なります。表1に、一般的なお客様のニーズと各テスト・ツールの機能を示します。機器選択の指針としてお役立てください。

▶ 用途に適したミックスド・シグナル・テスト・ソリューションの選定にお迷いなら、当社営業までご連絡ください。



▶ 表1：機能比較チャート

	ミックスド・シグナル・オシロスコープ (MSO)	ロジック・アナライザ (LA)
操作性と解析能力	オシロスコープと同じプラットフォームが採用されているため、新たに操作方法を習得する必要がありません。	強力な解析環境を提供し、複雑なデジタル・システムのデバッグを可能にします。
チャンネル数	従来の2~4のアナログ・チャンネルに、16のデジタル・チャンネルが追加されています。	標準チャンネル数は34ですが、最大で数千ものデジタル・チャンネルまで対応できます。アナログ信号とデジタル信号を取込むには、別途単体のオシロスコープが必要です。
トリガ機能	アナログ・アプリケーション、デジタル・アプリケーションに最適なトリガ機能が豊富に用意されています。トリガの代表例としては、エッジ、パルス幅、ラント、ロジック、セットアップ／ホールド、立上り／立下り時間、ビデオなどが挙げられます。	複数の状態遷移による（マルチステート）トリガや、条件分岐型のトリガが可能です。複数のイベントが揃うことが必要な状況をも監視できます。カウンタやタイマなどにより、トリガをかけることができます。
非同期式／同期式サンプリング	非同期サンプリングのみ可能です。オシロスコープ同様、MSOは内部クロックを利用してデータを取込みます。高精度のタイミング測定が必要なアプリケーションにおいては、MSOは理想的なツールです。	同期サンプリング、非同期サンプリングのどちらにも対応できます。被測定システム・クロックまたはLAの内部クロックを使用して、データを取込むことができます。
アナログ・データとデジタル・データの相関に要する構成	一台でアナログ・データとデジタル・データの時間相関測定が可能です。	外部のベンチトップ・オシロスコープを利用して、アナログ信号とデジタル信号の時間相関表示が可能です。

まとめ

ミックスド・シグナルを測定する場合、最適なソリューションは、アプリケーションによって大きく異なります。必要な項目をよく検討し、課題を確実にクリアできるソリューションを選択することが重要です。テスト・ツールはさまざまで、それぞれ類似点と相違点、また長所と短所があります。場合によっては、ニーズを満たしてくれるソリューションが複数見つかることもあります。開発ニーズと各テスト・ツールの対応状況をよく見比べながら、最適なソリューションを判断することがよりよいソリューション選択につながります。

Tektronix お問い合わせ先：

アメリカ 1 (800) 426-2200
イタリア +39 (02) 25086 1
インド (91) 80-22275577
イギリスおよびアイルランド +44 (0) 1344 392400
オーストリア +41 52 675 3777
オランダ 090 02 021797
カナダ 1 (800) 661-5625
スイス +41 52 675 3777
スウェーデン 020 08 80371
スペイン (+34) 901 988 054
大韓民国 82 (2) 528-5299
台湾 886 (2) 2722-9622
中央ヨーロッパおよびギリシャ +41 52 675 3777
中華人民共和国 86 (10) 6235 1230
中東アジア／北アフリカ +41 52 675 3777
中東ヨーロッパ／ウクライナおよびバルト海諸国 +41 52 675 3777
デンマーク +45 80 88 1401
ドイツ +49 (221) 94 77 400
東南アジア諸国／オーストラリア (65) 6356 3900
南アフリカ +27 11 254 8360
日本 81 (3) 6714-3010
ノルウェー 800 16098
バルカン半島／イスラエル／アフリカ南部諸国およびISE諸国
+41 52 675 3777
フィンランド +41 52 675 3777
ブラジルおよび南米 (11) 4066-9400
フランス +33 (0) 1 69 86 81 81
ベルギー 07 81 60166
ポーランド +41 52 675 3777
ポルトガル 80 08 12370
香港 (852) 2585-6688
メキシコ、中米およびカリブ海諸国 52 (55) 5424700
ルクセンブルグ +44 (0) 1344 392400
ロシアおよびCIS諸国 +7 (495) 7484900
その他の地域からのお問い合わせ 1 (503) 627-7111
Updated 15 September 2006

詳細について

当社は、最先端テクノロジーに携わるエンジニアのために、資料を用意しています。当社ホームページ(www.tektronix.co.jp)またはwww.tektronix.comをご参照ください。



TEKTRONIXおよびTEKは、Tektronix, Inc.の登録商標です。記載された会社名や商品名はすべて各社の商標あるいは登録商標です。

04/07 DM

3GZ-20213-0

Tektronix

Enabling Innovation

日本テクトロニクス株式会社

東京都港区港南2-15-2 品川インターシティB棟6階 〒108-6106
製品についてのご質問・ご相談は、お客様コールセンターまでお問い合わせください。

TEL 03-6714-3010 FAX 0120-046-011

電話受付時間／9:00～12:00・13:00～18:00 月曜～金曜（休祝日は除く）

当社ホームページをご覧ください。 www.tektronix.co.jp
お客様コールセンター ccc.jp@tektronix.com

●記載内容は予告なく変更することがありますので、あらかじめご了承ください。

2007年4月発行 © Tektronix