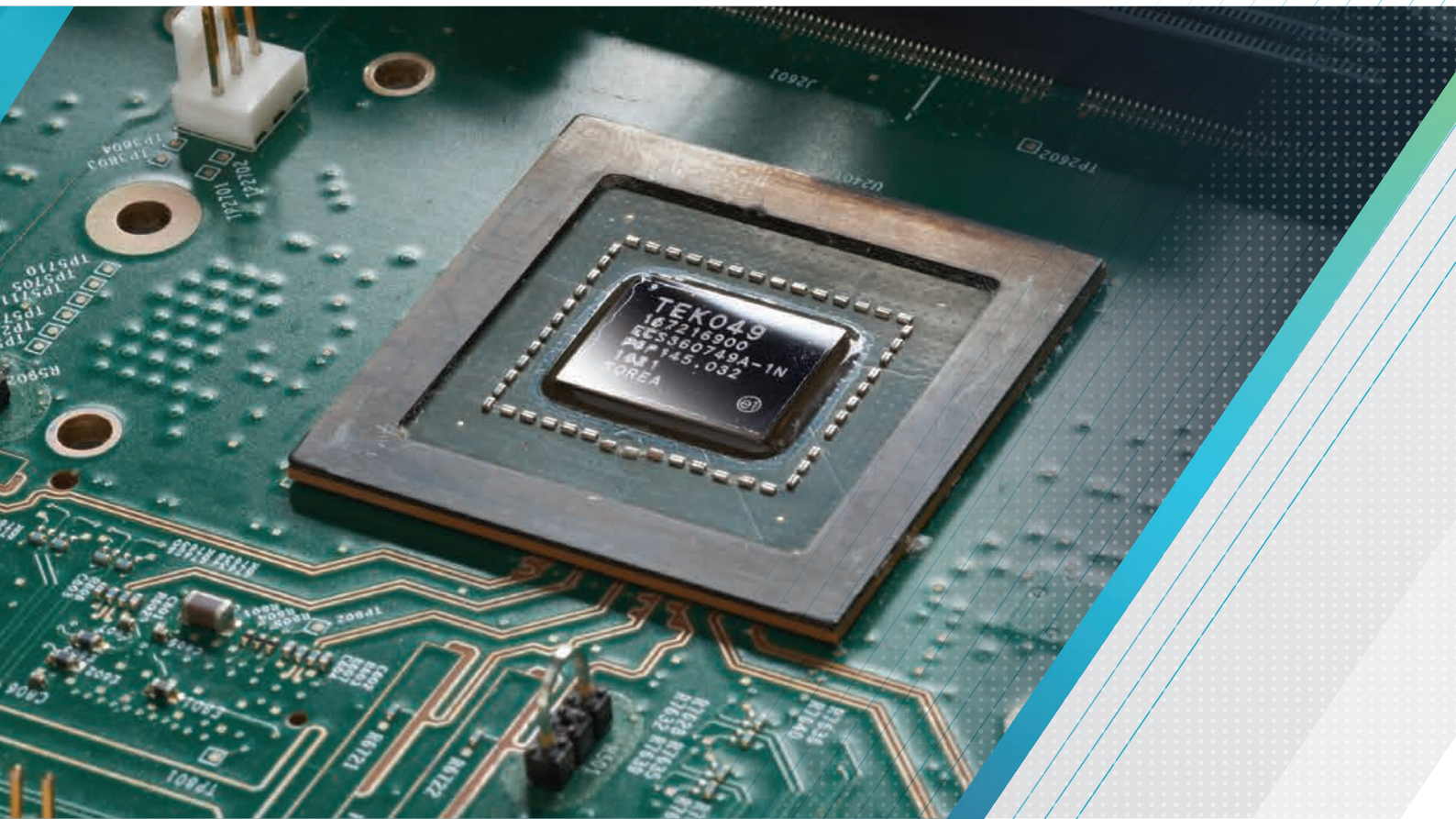


Tektronix®

次世代オシロスコープを実現する TEK049 ASIC

ホワイト・ペーパー



はじめに

電気、光、無線システム技術はますます進歩しており、エンジニアはシステムを設計、デバッグするための強力なツールが必要になっています。最先端の世界に応える、次世代オシロスコープの基礎を確立するため、テクトロニクスはまったく新しいオシロスコープ・チップ Tek049を開発しました。

Tek049は、テクトロニクスが新たに開発したASIC (Application-Specific Integrated Circuit) です。高度に集積されたSOC (System-on-Chip) のミックスド・シグナルASICであり、4億個のトランジスタ、20億の接続により、4つの内蔵ADC (Analog to Digital Converter) と統合DSP (Digital Signal Processing) を形成しています。40nm RF CMOSプロセスで製造され、1520ピン・ファインピッチ・ボール・グリッド・アレイにパッケージングされた、独自のオシロスコープ・オンチップです。

Tek049は、テクトロニクスの5シリーズMSO (ミックスド・シグナル・オシロスコープ) の心臓部としてデビューしました。Tek049の恩恵もあり、テクトロニクスの5シリーズMSOは15.6型タッチスクリーン・ディスプレイ、最大8チャンネルのFlexChannel™入力、16ビットの垂直軸分解能などを実現しました。

この新しいASICは、これからのテクトロニクス・オシロスコープの心臓部となって、最先端のエンジニアのための次世代オシロスコープに装備されます。このホワイト・ペーパーは、Tek049に関する技術と革新性のいくつかをご紹介します。

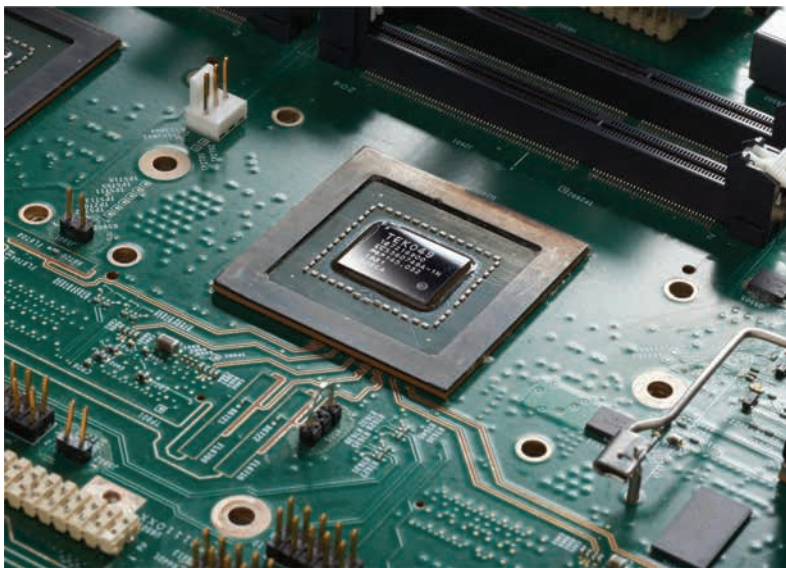


Figure 1 – 新しいTek049 ASIC

設計目標

最先端のオシロスコープの構想に必要な性能実現では、市販のASICには頼りませんでした。カスタムICを設計することで、テクトロニクスは最先端のエンジニアが必要とする性能と統合のレベルで、より総合的なオシロスコープの設計が可能になります。

Tek049の設計において、テクトロニクスのチームは数々の重要な目標を定めました。

- **統合**

さまざまな個別パーツを一つのパッケージに混在させることで、DSPの優れた機能統合と小型・軽量を両立させる

- **柔軟性**

将来のすべてのテクトロニクス・オシロスコープの心臓部として、十分な柔軟性を持たせるように設計し、同時に優れた操作性を実現する

- **性能**

エンジニアが将来の最新技術に追従できるオシロスコープのための、最高のオシロスコープ性能を実現する

Tek049の技術背景

Tek049の開発チームは長い時間をかけてTek049を設計、開発し、従来は別々のチップに分けられていたさまざまな機能を、一つの高集積パッケージにまとめることに成功しました。このチップには、4つの高性能ADC、高速メモリ・インタフェース、高速通信バス、トリガ回路、論理解析、表示フォーマット、ラスタライザ、その他のDSPコンポーネントが集積されています。

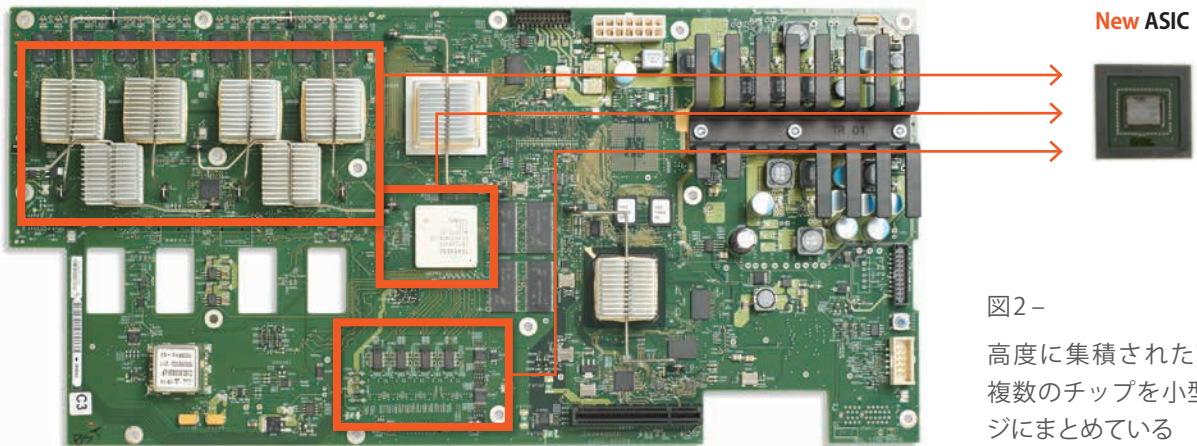


図2-

高度に集積されたTek049は、複数のチップを小型パッケージにまとめている

新しい12ビットADCは25GS/sの内部実行速度で世界最速であり、このクラスの従来のオシロスコープに比べ、チャンネルあたり25%も高速なサンプル・レートを実現しています。12ビットであるため、垂直軸のデジタル化レベルは4096にもなり、8ビットADCのオシロスコープに比べると16倍の分解能があります。各ADCチャンネルはインターリーブされたSAR (Successive Approximation Register、逐次比較型) アーキテクチャを採用しており、1つのTek049チップは4つのADCにより、トータルで100GS/sのスループットを実現しています。

一般的なオシロスコープの信号経路は非常に複雑であり、増幅器、リレー、フィルタ、ADC、さらに表示前のプロセスなど、信号は数多くのコンポーネントを経由しなければなりません。一般的に、MSOにおけるデジタル信号の論理解析は、アナログ・トリガ回路で使用されるものと同じチップで処理されます。

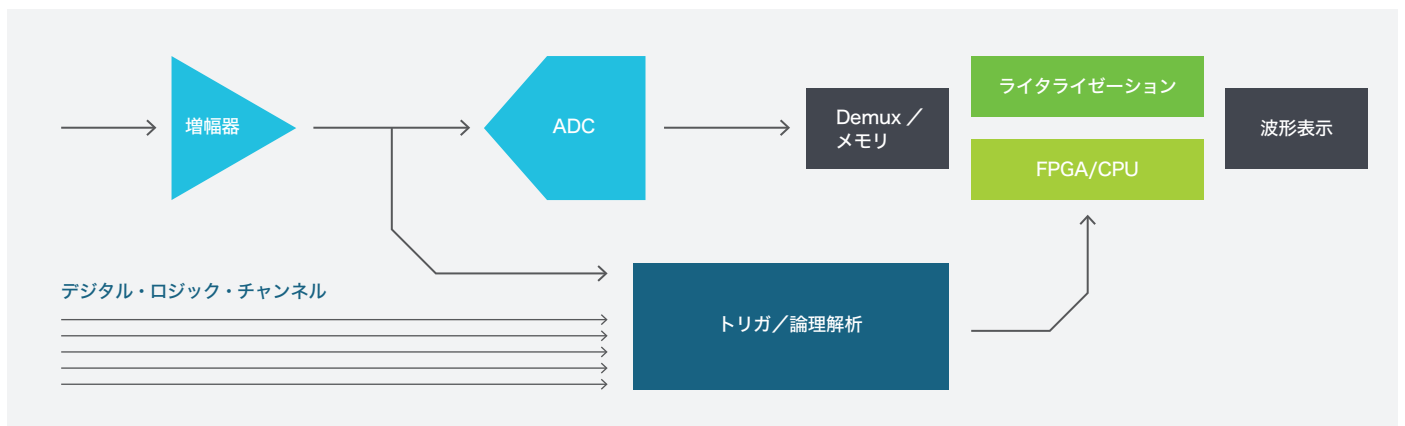


図3 - 従来のオシロスコープの信号取込み

Tek049のチームはこの信号経路を見直し、アナログ・チャンネルとデジタル・チャンネルをよりタイトに統合し、リアルタイム信号処理と業界初のFlexChannel入力の両方を実現しました。現在、5シリーズMSOでのみ利用可能なこの入力においては、1つのアナログ・チャンネル、または8つのデジタル・チャンネルが利用できます。FlexChannelをアナログ入力で利用するか、デジタル入力で使用するかは、接続するプローブを選ぶだけで決まります。

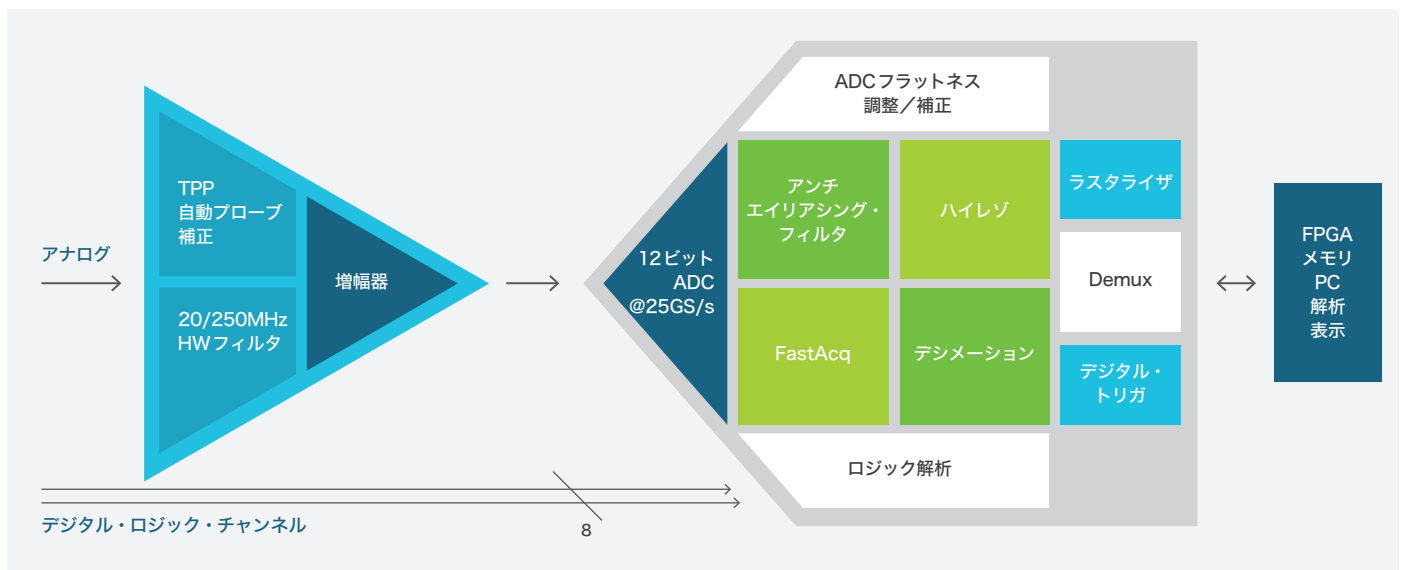


図4-5シリーズMSOにおける、1つのチャンネルの信号経路

最後に、Tek049はスケーラブルなアーキテクチャで設計されており、5シリーズMSOを手始めとして、さまざまなシステム構成、オシロスコープ・プラットフォームに対応できます。柔軟性に優れたアーキテクチャであるため、Tek049はこれからのテクトロニクスのオシロスコープ製品ラインアップの核になります。製品によってはチップのサブセットを使用したり、あるいはすべての機能を利用する製品も登場してくると思えます。5シリーズMSOはほぼすべての機能を利用したケースであり、Tek049の機能の80%以上を利用しています。

開発ストーリー

Tek049の実現には、大勢の専任のエンジニアと数多くの難しい作業が伴いました。世界中のパートナー、24時間体制のエンジニアリングを伴った、複数年の設計／開発プロセスによる多くの努力が傾けられました。テクトロニクス、技術部長のバート・モーマンベック (Bart Mooyman-Beck) は、次のように述べています。「1日24時間、ときには1週7日間ずっと、すべての人がすべてのレベルで貢献することで実現できました」

モーマンベックによると、Tek049開発に携わったのは世界クラスのチームであるとのこと。「この開発を世界に向けて発表したとき、世界中からこのソリューションの開発に携わりたいという声が聞かれました。優れたチームは成功するというモットーがあります。優れたチームができたことにより、またこのチームがあったからこそ、世界で最も高品位のチップを開発することができたのです」

Tek049の開発は歴史的な成果ではあったものの、その経験はとてもユニークであったとモーマンベックは述べています。「これまで数多くの種類のチップを開発し、供給することができました。しかし、Tek049は特別です。もう二度とできないであろう体験であり、世界中の人の力が結集したのです」

5シリーズMSO：Tek049初のアプリケーション

Tek049はこれからのテクトロニクスすべてのオシロスコープを牽引しますが、この章では、新しいASICを使用した初めてのオシロスコープである、テクトロニクス5シリーズMSOの特長を説明します。5シリーズMSOはTek049の80%以上の機能を利用しており、目標として新しいチップのすべての機能を利用すれば、今日のエンジニアが利用できるベストなオシロスコープになります。

Tek049と5シリーズMSOで見られる新しい機能と性能について、以下に説明します。

高解像度の表示と変換

スマートフォンとタブレットは今ではどこでも見ることができ、電子デバイスの操作においてタッチスクリーンは一般的になりつつあります。オシロスコープはこの新しいトレンドに大きく遅れをとってきましたが、5シリーズMSOは時代遅れのオシロスコープのUI（ユーザ・インタフェース）の枠組みを変えることを目的に開発されました。5シリーズMSOはタッチを念頭に新規に開発された、初のオシロスコープ・インタフェースを採用しており、携帯電話やタブレットの画面を模してモデリングしているため、タッチ・ジェスチャは見慣れたものになっています。このため、スワイプ、ドラッグ、ピンチ／ズームが行え、階層式のメニューをたぐることなく、簡単に機能を探ることができます。

最も印象的なのが、15.6型HD（1920×1080）静電容量式マルチタッチ・ディスプレイです。非常に大きなスクリーンであり、複数の信号を同時に表示するのに十分なスペースがあるだけでなく、リードアウトなどの詳細な情報を表示するスペースもあります。Tek049は新しいスタック表示モードも実現しており、信号をスライスとして自動的に追加、削除できます。従来のオシロスコープでは、別々に分かれた波形を互いに観測する場合、表示解像度を犠牲にしなければなりません。各信号の垂直軸スケールを落とし、次にお互いの波形をオフセットさせる必要がありました。垂直軸スケールを落とすと、垂直軸の分解能も同じだけ低下します。従来のオシロスコープで4つの信号のスケールとオフセットを行うと、それぞれの信号はADCの25%以下の分解能しか使用できないこととなります。5シリーズMSOでは、それぞれの波形はスライスとして表示できます。各スライスは互いにオフセットして表示されますが、ADCの全レンジを利用するため、高い分解能が保たれます。

スタック表示モードとオーバーレイ表示モード

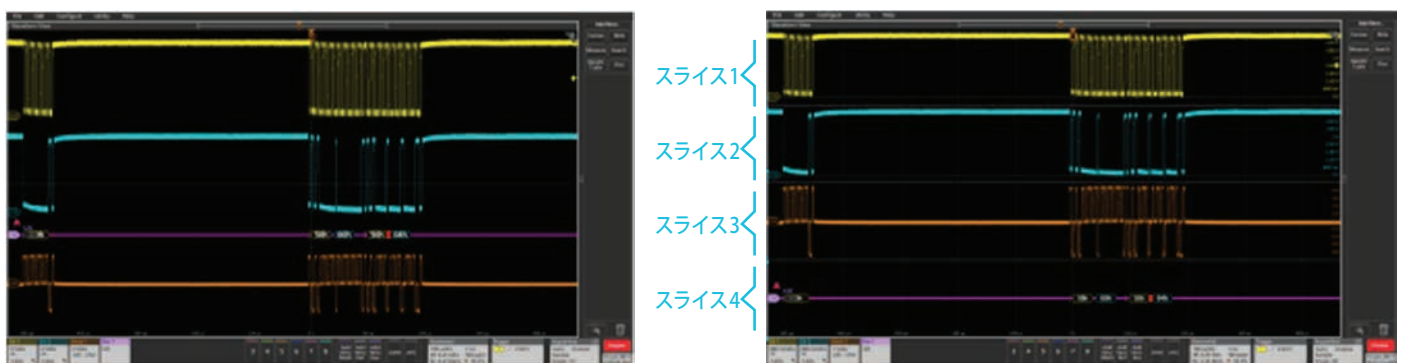


図5－スタック表示モードでの各スライスは、Tek049のADCの全レンジが利用できる（右）。

一方、オーバーレイ表示モードでは、ADCのレンジをチャンネル数で割った分解能しか利用できない（左）

5シリーズは、表示解像度が高いだけでなく、波形の分解能も優れています。Tek049の12ビットADCでは4096の垂直軸デジタル化レベルが得られるため、従来の8ビットADCに比べると16倍も詳細に観測できます。

FLEXCHANNEL入力

オシロスコープのより優れた柔軟性を実現するため、Tek049の開発チームは業界初のFlexChannel入力を開発しました。限られた数のアナログ／デジタル・チャンネルの組合せから選ぶのではなく、5シリーズMSOでは4、6、または8つのFlexChannelが使用でき、それぞれのチャンネルを1つのアナログ・チャンネルまたは8つのデジタル・チャンネルとして使用できます。FlexChannel入力ではどのようなチャンネルの組合せにも対応でき、2種類の目的を持ったポートにより、すべての既存のTekVPIプローブが使用できます。FlexChannelがアナログまたはデジタルのどちらで動作するかは、接続するプローブの種類によって自動的に判断されます。アナログとデジタルのプローブを自由に組み合わせて、すべてのチャンネルを構成することができます。

操作上の柔軟性だけでなく、一般的なMSOのアーキテクチャからデジタル入力を分離したことにより、FlexChannelにはいくつかの利点があります。デジタル・チャンネルがアナログ入力になったため、デジタル・チャンネルはアナログ・チャンネルのフル・サンプル・レートと全レコード長の恩恵が得られます。従来のオシロスコープ・アーキテクチャでは、デジタルのサンプル・レートとレコード長は、アナログ・チャンネルが使用する何分の一でしかありませんでした。同じ入力を使用することで、デジタル信号はアナログ信号に対してより微細なタイミング分解能が得られ、結果としてより正確な測定と解析が可能になります。

さらに、FlexChannelは所有コストにも柔軟性をもたらします。従来のMSOでは、初めてオシロスコープを購入する場合に、デジタル入力のコストをかけるべきか否か、または正当性を決定しなければなりません。

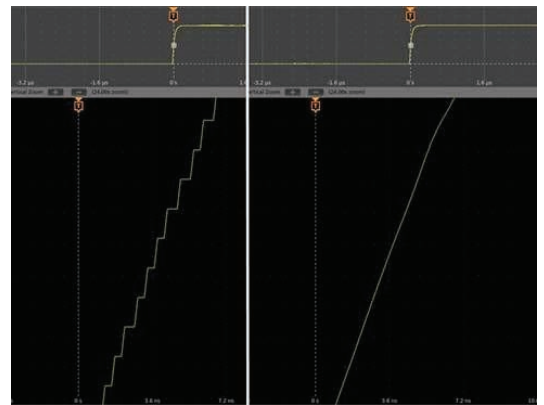


図6-8ビットの取込みで高速ステップをズーム表示すると、ADCの量子化レベルが表示される。同じズーム倍率でも12ビットの取込みでは滑らかに表示される

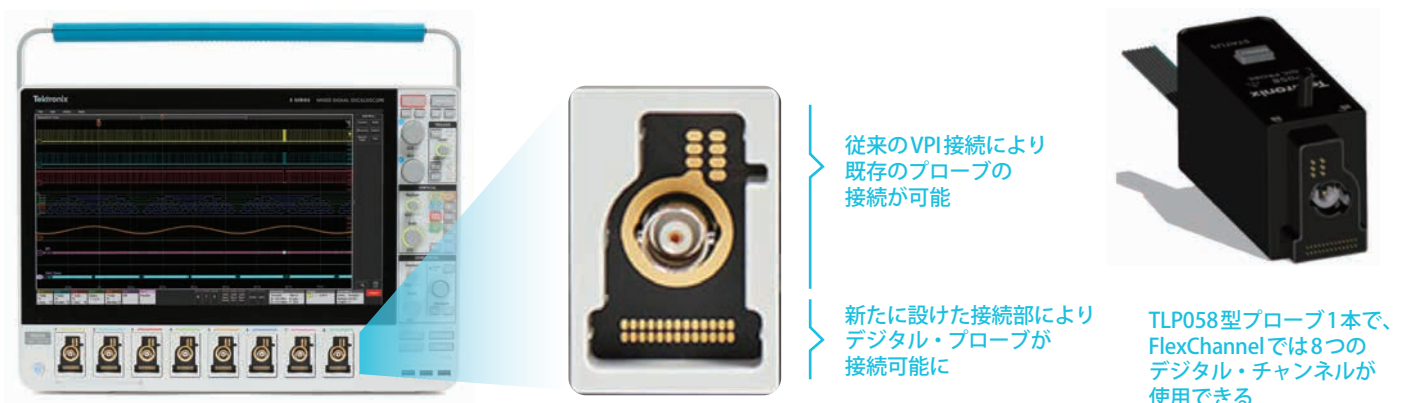


図7-FlexChannel入力は、必要に応じて1つのアナログ・チャンネルまたは8つのデジタル・チャンネルが利用できる

ニーズが変化した場合、従来のMSOではデジタル・チャンネルの数は変更できず、一般には16チャンネルに固定されます。FlexChannel入力はアナログとデジタルの両方であるため、デジタル・チャンネルの数を増やすか、増やさないかは、TLP058型ロジック・プローブを何本購入するかで決まります。TLP058型1本で8つのデジタル入力が測定できます。ロジック・プローブなしで5シリーズMSOを購入し、ニーズの変化によって1台のオシロスコープで最大64のデジタル入力にすることができます。

リアルタイム・デジタル信号処理

高度に集積されたTek049 ASICには強力なDSP機能が搭載されており、5シリーズの最新のフロントエンド・アンプと組み合わせることで、高いゲイン設定において最大で40%も低いフロア・ノイズとなり、このクラスでは最も優れた信号忠実度を実現しました。さらに、Tek049のアーキテクチャは外部DRAMメモリの帯域を利用して、メモリに保存する前にリアルタイム・データ処理が行えるため、優れた忠実度で信号の欠損をただちに除去できます。Tek049で実現された強力なDSP機能のいくつかを以下に示します。

- 16ビットのアクイジション・フォーマットとリアルタイムDSPフィルタをサポートする、高分解能アクイジション・モード
- 取込スループットには影響しない、チャンネルごと20Hzまでのプログラマブル・リアルタイム周波数帯域制限フィルタ
- 統合デジタル・トリガ・サポートによる拡張トリガ機能
- ハードウェア強化によるイコライゼーション・フィルタ、補間、チャンネル間演算、波形アベレージ・モードによる高速の波形処理と解析
- 取込んだデータの波形サーチとデコードのためのハードウェア強化
- ゲインとオフセット誤差の補正
- ノンリニア補正歪みの補正
- タイムインターバル・ミスマッチの補正
- チャンネルごとの微細分解能での位相制御サポート
- 正確なチャンネル間アライメント
- 画期的なノイズ、ジッタ、歪み性能

ASICの将来のアプリケーション

Tek049はスケーラブルなアーキテクチャであるため、さまざまなオシロスコープのプラットフォームに対応でき、5シリーズMSOだけでなく、これからのテクトロニクス新しいオシロスコープ・ラインアップにも採用されます。Tek049チップ間の通信は、Tek049の高速デジタル・インタフェースと高速インターコンポーネント通信バスによって行えます。これらの機能により、波形取込みとトリガのリアルタイムの協調が可能になり、複数チャンネルによるトリガと演算機能が可能になります。

このビルトインの柔軟性により、テクトロニクスはTek049を新しい方法で組み合わせて、新しいオシロスコープを設計することが可能になります。この機能により、たとえ外部の技術、要件が進化したとしても、Tek049はこれからもテクトロニクスのオシロスコープをパワーアップします。その一方、パワーと柔軟性により、引き続き最先端のオシロスコープ体験に磨きをかけ、革新をもたらします。

お問い合わせ先：

オーストラリア 1 800 709 465
オーストリア 00800 2255 4835
バルカン諸国、イスラエル、南アフリカ、その他ISE諸国 +41 52 675 3777
ベルギー 00800 2255 4835
ブラジル +55 (11) 3759 7627
カナダ 1 800 833 9200
中央／東ヨーロッパ、バルト海諸国 +41 52 675 3777
中央ヨーロッパ／ギリシャ +41 52 675 3777
デンマーク +45 80 88 1401
フィンランド +41 52 675 3777
フランス 00800 2255 4835
ドイツ 00800 2255 4835
香港 400 820 5835
インド 000 800 650 1835
インドネシア 007 803 601 5249
イタリア 00800 2255 4835
日本 81 (3) 6714 3086
ルクセンブルク +41 52 675 3777
マレーシア 1 800 22 55835
メキシコ、中央／南アメリカ、カリブ海諸国 52 (55) 56 04 50 90
中東、アジア、北アフリカ +41 52 675 3777
オランダ 00800 2255 4835
ニュージーランド 0800 800 238
ノルウェー 800 16098
中国 400 820 5835
フィリピン 1 800 1601 0077
ポーランド +41 52 675 3777
ポルトガル 80 08 12370
韓国 +82 2 6917 5000
ロシア +7 (495) 6647564
シンガポール 800 6011 473
南アフリカ +41 52 675 3777
スペイン 00800 2255 4835
スウェーデン 00800 2255 4835
スイス 00800 2255 4835
台湾 886 (2) 2656 6688
タイ 1 800 011 931
イギリス、アイルランド 00800 2255 4835
アメリカ 1 800 833 9200
ベトナム 1 206 0128

2016年4月現在



jp.tek.com

テクトロニクス／ケースレーインズツルメンツ

お客様コールセンター：技術的な質問、製品の購入、価格・納期、営業への連絡

TEL: 0120-441-046 ヨク良い オシロ 営業時間／9:00～12:00・13:00～18:00
(土日祝日および当社休日を除く)

サービス・コールセンター：修理・校正の依頼

TEL: 0120-741-046 なんと良い オシロ 営業時間／9:00～12:00・13:00～17:30
(土日祝日および当社休日を除く)

〒108-6106 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティB棟6階

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。

Copyright © 2018, Tektronix. All rights reserved. TEKTRONIX およびTEK はTektronix, Inc. の登録商標です。
記載された製品名はすべて各社の商標あるいは登録商標です。

2018年2月 55Z-61320-0