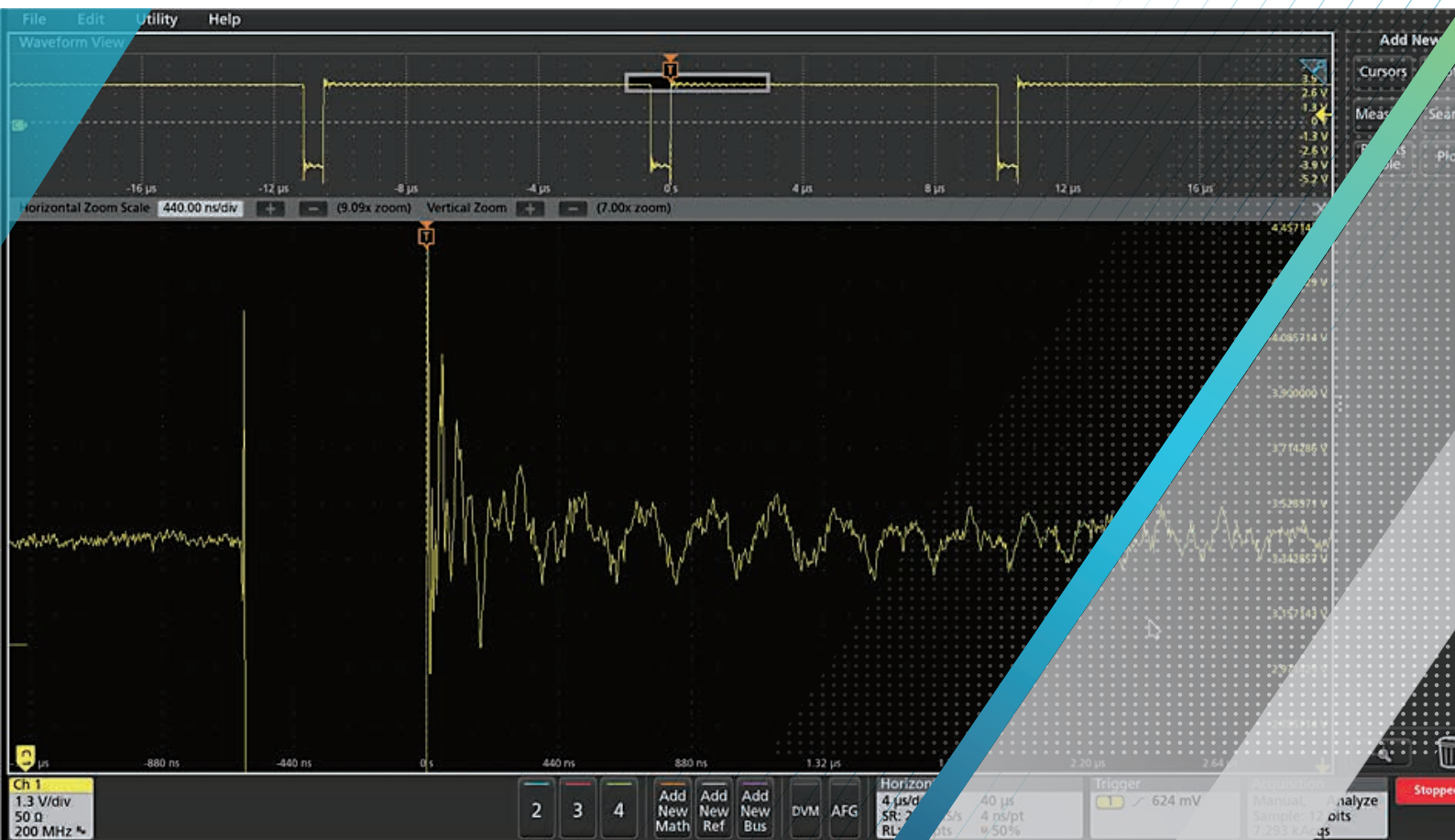


オシロスコープによる高確度測定

4/5/6シリーズMSOに搭載された、
最新の12ビットADコンバータによる高分解能アキュイジション

テクニカル・ノート



はじめに

デジタル・オシロスコープで最も重要な機能要素の一つがアナログ・デジタル (AD) コンバータです。このテクニカル・ノートでは、オシロスコープにおいてなぜADコンバータの分解能 (ビット数) が重要になってきたか、特に小さな信号の詳細測定において重要になったかについて説明します。

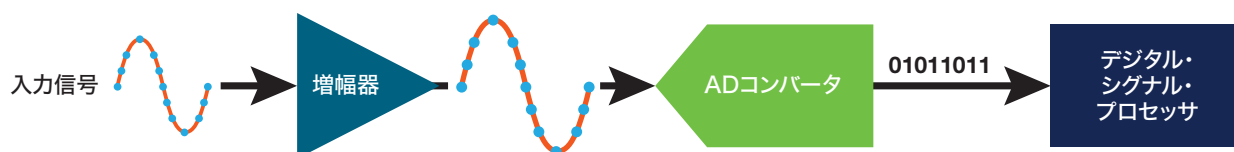


図1. デジタル・オシロスコープにおける一般的な信号の流れ

多くの高精度測定器では、ビット数の大きなADコンバータを使用しています。例えば、ケースレーの2002型高精度デジタル・マルチメータでは、最高28ビットの測定が可能です。それでは、なぜオシロスコープの分解能は低かったのでしょうか。オシロスコープのADコンバータの技術はサンプル・レートを優先させていたため、従来のオシロスコープでは8ビットのADコンバータが使用されてきました。8ビットのADコンバータは高速のサンプル・レートが可能であるため、優れた時間分解能が得られます。現在では、ローコストのオシロスコープであってもGS/sオーダのサンプル・レートが実現されています。一方、DMM (デジタル・マルチメータ) のサンプル・レートは数十～数百サンプル/秒程度と低くなっています。

オシロスコープで使用される8ビットのADコンバータは、数百MHzの周波数および0~5VのTTL電圧レベル信号の、取込速度と振幅精度のバランスに優れています。このタイプの信号であれば、通常は8ビットの分解能で十分です。

しかし、高速のネットワーク、低ノイズ、低消費電力が特長のIoTデバイス、モバイル・デバイス、自動運転など、新しい技術が普及するにつれ、エンジニアは非常に小さな振幅の信号を高い精度で検証する必要性に迫られています。

小さな信号を詳細に観測する必要から、ADコンバータのビット数、オシロスコープの低ノイズ性能のニーズが生まれています。



図2. ADコンバータのビット数が少し大きくなるだけで、ADコンバータが分解できる電圧レベルの数が大幅に向上する。

一般的な8ビットのADコンバータ (オーバーサンプリングと後処理は無視します) には、2⁸=256の垂直デジタル・レベルがあります。比較的広い電圧レンジで高い垂直分解能が求められる電源設計などのアプリケーションでは、このレベルは不十分かもしれません。一方、12ビットのADコンバータには2¹²=4096の垂直デジタル・レベルがあるため、垂直分解能が大幅に向上します (図2を参照)。

テクトロニクス製の12ビット・オシロスコープの核となるASIC

テクトロニクス製の4シリーズ、5シリーズ、6シリーズMSOは、12ビットのADコンバータ技術を搭載しており、微小信号を正確に取込みます。高分解能を実現しているのが、TEK049と呼ばれるカスタムASIC(図3)であり、テクトロニクス製の4/5/6シリーズMSO(ミックスド・シグナル・オシロスコープ)のすべての機種のコアとなっています。このオシロスコープの高解像度ディスプレイ、最大8つのFlexChannel®入力、12ビットの垂直分解能、オーバーサンプリングによる最大16ビットの分解能のすべては、TEK049に統合された回路によって実現されています。TEK049は、4億個のトランジスタ、20億個の接続部が高密度に集積され、4つのADコンバータと信号処理部からなる、ミックスド・シグナルSOC(System On Chip)です。ADコンバータの最高サンプル・レートは25GS/sです。

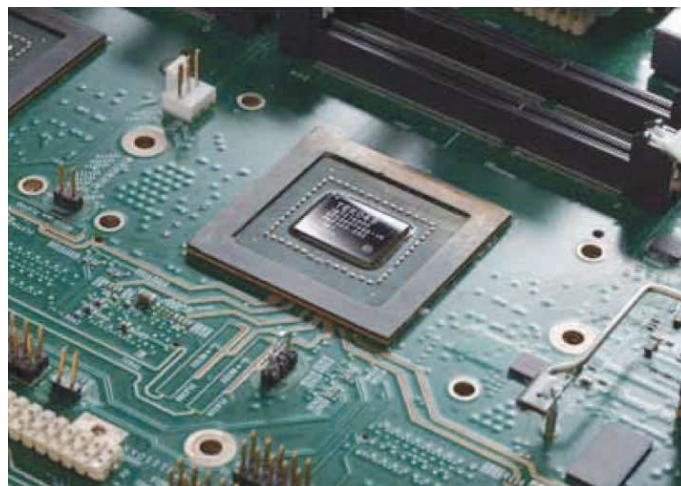


図3. 新世代オシロスコープのために専用設計されたTEK049 ASIC

測定事例：電源のスイッチング測定

この例では、電源のスイッチング部を検証します。大きなスイッチング信号のリングング周期の測定は難しいものです。スイッチング信号の振幅に比べると、振幅は相対的に小さくなっています。

図4は、垂直分解能が異なる2種類のオシロスコープで同じテストを行っている様子です。スイッチング回路は、各サイクルの後にリングングが発生しており、この振れ幅を測定します。スイッチング・サイクル全体を表示するため、垂直軸スケールを1V/div程度に設定し、ディスプレイの10divで信号全体を表示させます。

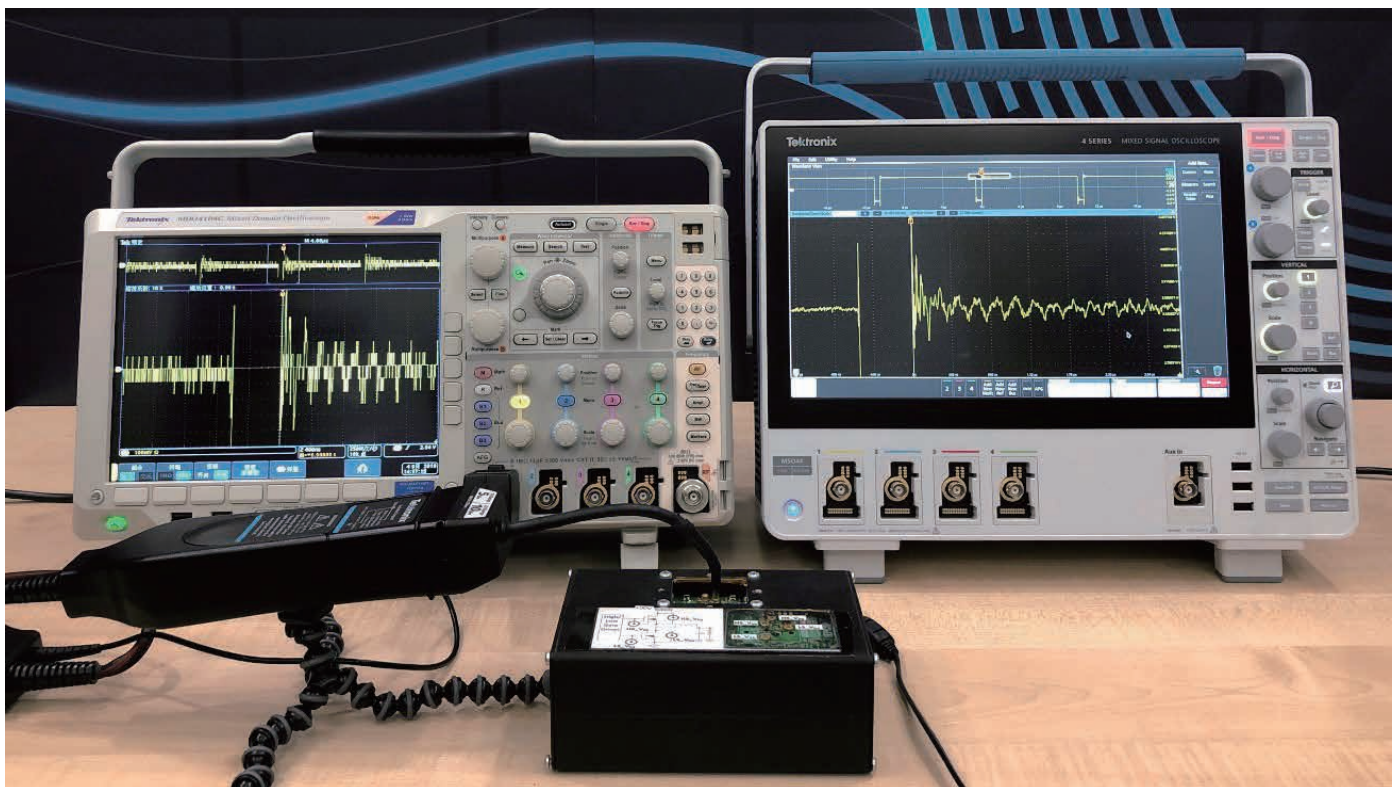


図4. 8ビットのMDO4000Cシリーズ(左)と12ビットの4シリーズMSO(右)でスイッチング信号をズーム表示した例

測定結果

図5、6は、2つのオシロスコープを同じ条件（サンプル・レート：250MS/s、サンプル数：10kポイント、垂直軸感度：1V/div）で表示させています。どちらもIsoVu光アイソレーション型差動プローブを使用し、プローブ・ノイズの影響を抑えています。8ビットのオシロスコープでは、ズーム倍率を大きくすると量子化によるステップが粗くなり、振れ幅の解析が困難です。一方、12ビットのオシロスコープでは、適度なズーム表示でも振れ幅がはっきりと観測できます。

4/5/6シリーズMSOには12ビットの垂直軸分解能があり、信号を詳細に、より正確に測定できます。

高分解能による取込技術の詳細については、当社発行のホワイト・ペーパー「優れた垂直分解能による高精度測定」を参照してください。



図5. 8ビット分解能のMDO4000Cシリーズによるリングング測定の例

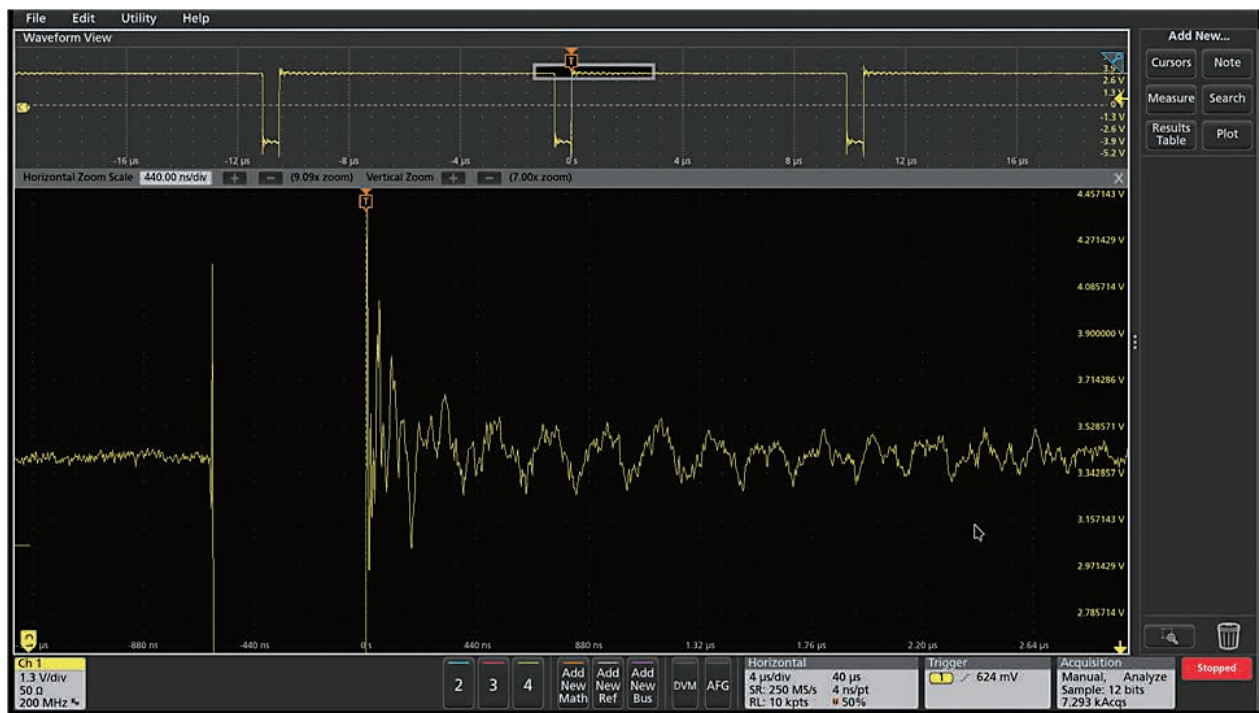


図6. 12ビット分解能の4シリーズMSOによるリングング測定の例

jp.tek.com ☎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
 テクトロニクス/ケースレイインストルメンツ
 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 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 営業時間/9:00~12:00・13:00~17:00 (土日祝日および当社休日を除く)

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 © 2020, 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。

