

徹底解説！ オシロスコープと デジタイザはどう違う ver20

違いや用途、使い分けについて
初心者にもわかりやすく解説！



デジタイザの概要

特長

省スペース、収集データを高速にPCに転送

PCに挿入（PCIeインタフェース）、PXIeシャーシに挿入（PXIeインタフェース）或いは、PCとLAN接続（NETBOX） 手持ちのPCがオシロスコープに！

主な機能

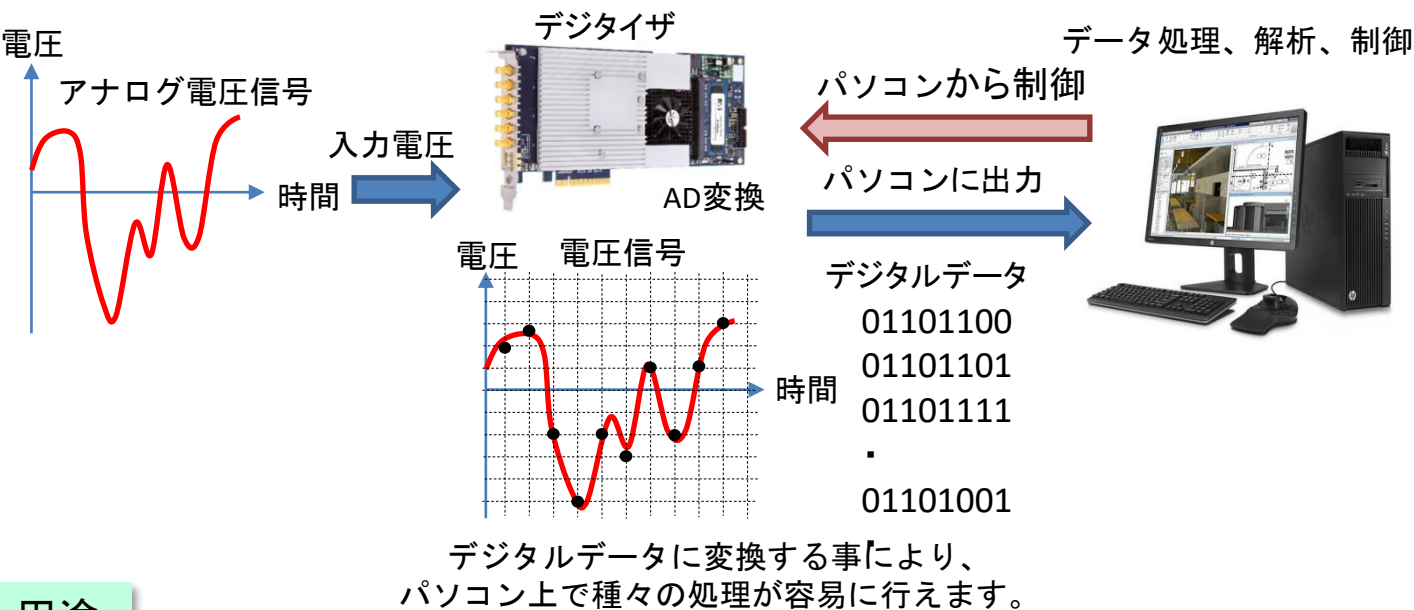
サンプリング速度：1kS/s～10GS/s 分解能：8ビット～16ビット

チャンネル数：1,2,4,8,16 ～48

豊富な解析機能（SBench6-Pro）

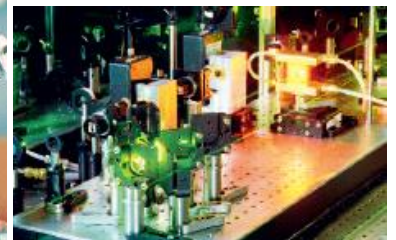
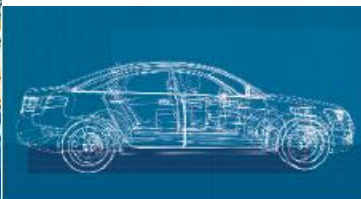
デジタイザとは、アナログ量をデジタルデータに変換する装置です。
ここでは、アナログ電圧信号をデジタルデータに変換する装置についての説明をします。

アナログ電圧信号をデジタルデータに変換する装置と言うと、一般的には、AD変換器(Analog-to-digital converter)ですが、デジタイザは、AD変換器に、プリアンプ、メモリ、パソコンからの制御、パソコンへのデータ転送を可能にする機構が組み込まれています。



用途

分光計、医療機器（OCTなど）、自動車関連、自動試験装置、大規模物理実験装置、レーザ応用（Lidarなど）、航空宇宙、レーダー、超音波、電波望遠鏡



デジタイザの機能と形状

製品の機能と形状

digitizerNETBOXとPCを用いて、信号を補足・表示・格納



NETBOX

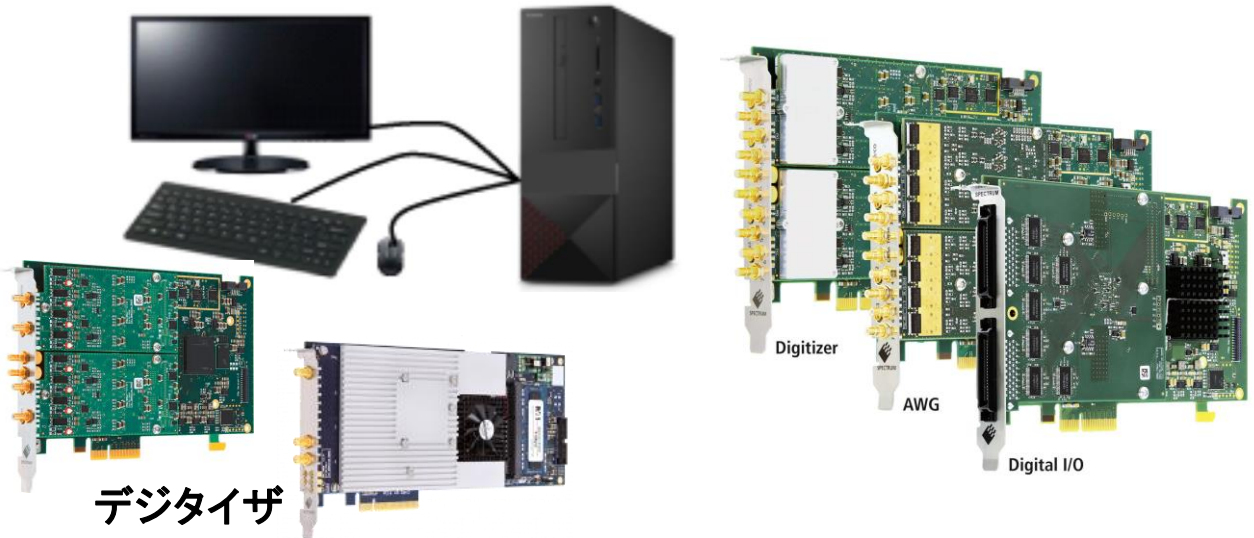
イーサネット
(有線・無線)



PC+SBenCh6*

SBenCh6*を用いてLAN経由で、それぞれの計測条件をコントロール、計測結果表示+演算/報告書

デスクトップに挿入しての使用
(装置への組み込み用途)



ボードをデスクトップPCに挿入 8カードまで同期可能

ソフトウェア対応

SBenCh6

<https://www.imt-elk.com/products/sbench6>

主な機能

Standard: 波形表示、データ保存、データ生成他

SBenCh6-Pro: 種々の演算(FFT、SN比計測)、レポート生成をサポート

デジタルデータの表示、収集データの内挿・補間機能

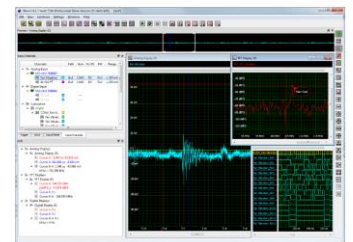
Sbench6-Multi: SBenCh6-Proと一緒に使用して、複数台を同期した場合の操作

Scriptツールにより、自動化と外部ソフトウェアからのコントロールが可能

各種ソフトウェア対応

Windows/Linux環境下で、様々なプログラム言語によりコントロールする事ができます。

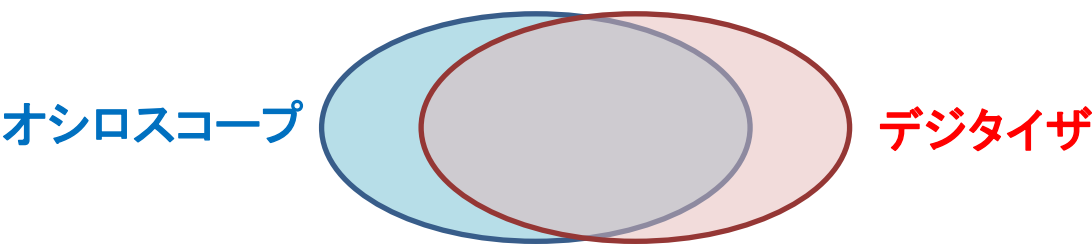
C/C++, Visual basic, VB.NET, C#, Delphi, Python, JAVA, LabVIEW etc.



オシロスコープとどこが違うのか？

オシロスコープとの違いは？

近年、オシロスコープはデジタル化され、DSO（デジタルストレージオシロスコープ）と呼ばれており、オシロスコープの中にはデジタイザの機能が含まれています。オシロスコープとデジタイザは、同じ様な機能を持った測定器なのですが、下記のような特徴があります。



	オシロスコープ	デジタイザ
基本機能	主に波形観測（未知の信号） ・測定条件（レンジ、サンプリングレート）を変更しながらディスプレイ上の波形を観測する。 ・表示更新は速いが、測定データ格納は早くない。	主に波形観測（既知の信号） ・一定の測定条件下で、収集データをPC等へ高速に転送する。 ・高速のトリガ繰り返し信号を、連続して格納する事ができる。 ・連続計測モード（Streaming Mode）がある。
形態	スタンドアロン（持ち運び可能）	組み込み用（PCとの連携）
主な用途	実験、故障解析、デバッグ	検査、観測、大規模装置
データ転送速度	遅い（～5MB/s）	速い（～12.8GB/s）
入力チャンネル数	1～8程度	1 ～ 128 以上
単体価格	安い	高い
トータルコスト	高い	安い

デジタイザの機能と特徴解説

同時サンプリング

SPECTRUM社のデジタイザは、独立したAD変換器を持ち全て完全な同時サンプリングを実現しています。全てのチャンネルは、独立した入力アンプを持っており、入力チャンネルに関連する種々のセッティングは、全て個々に設定することができます。

内蔵FPGAによる演算機能

◆PCIe 33xx、44xx、22xxシリーズとPXIe、digitizerNETBOXの44xxと22xxシリーズのデジタイザは、全て搭載されたFPGAにより機能拡張されます。

Block Average Processingは、多くの繰り返し信号の積算と平均化が行えます。Block Statistics Processingは、収集データの最小、最大のピークを求めます。

◆PCIe、PXIe、digitizerNETBOXの44xxシリーズには、移動平均機能が組み込まれており、ノイズを平滑して、SNR、SFDR、ENOB等を向上する事ができます。

トランジェントキャプチャ/リングバッファモード

このモードでは、トリガイイベント毎に、pre, postトリガを含むデータがバッファメモリに連続して書き込まれます。さらに、データ収集中でも、トリガ毎にデータが格納されます。

FIFOモード

FIFOモードでは、デジタイザとPCメモリ或いはハードディスク間の連続的なデータ転送を行えます。ボード上のメモリを実際のFIFOバッファとし、非常に信頼性の高い転送を実現しています。最大3.4GB/sで連続的な転送速度を目的としています。

マルチレコードモード

このモードは、ハードウェアをソフトウェアで再スタートせずに、トリガ毎にデータ収集を可能にします。デジタイザの内蔵メモリは、セグメントに分割され、各トリガ毎に、データを記録します。

ゲートドレコードモード

このモードのデータ収集は、外部ゲート信号により制御されます。ゲート信号がプログラムされた値に達した場合に、各ゲートの前後に設定されたデータ数が収集されます。

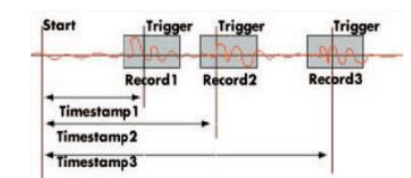
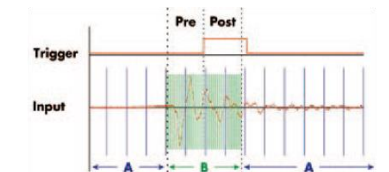
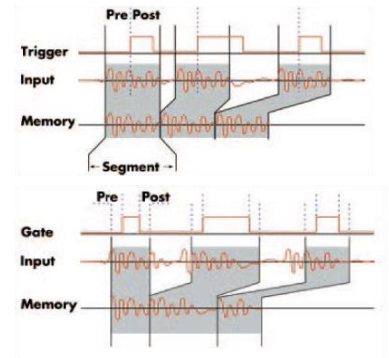
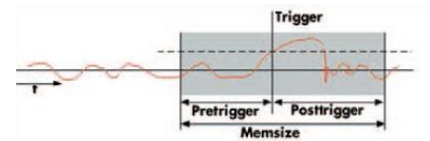
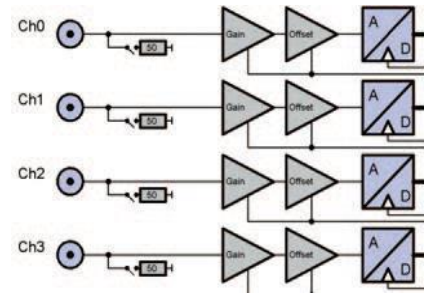
ABAモード/デュアルタイムベース

ABAモードは、マルチレコードモードに似ていますが、セグメントデータ間の指定した範囲で（例えば、データモニタなどの目的のために）より遅いサンプリングレートでのデータ収集を行えます。ABAモードでは、1つの測定器の中で、トランジェントレコーダと一般的なレコーダのコンビネーションが可能です。

タイムスタンプ

タイムスタンプは、計測スタートからの時間、計測トリガ、GPSからの受信信号に同期して出力されます。

これにより、異なる位置にあるシステムの収集データを正確な時間関係で測定可能にします。



デジタイザの機能と特徴解説

デジタイザの基本

デジタイザの基本性能を表すものとして、下記があります。

入力レンジ: 入力の電圧レンジの事です。1Vレンジの場合、通常-0.5V～+0.5Vの電圧を扱う事ができます。

入力レンジは、50mV～10V程度で、切り替え可能です。

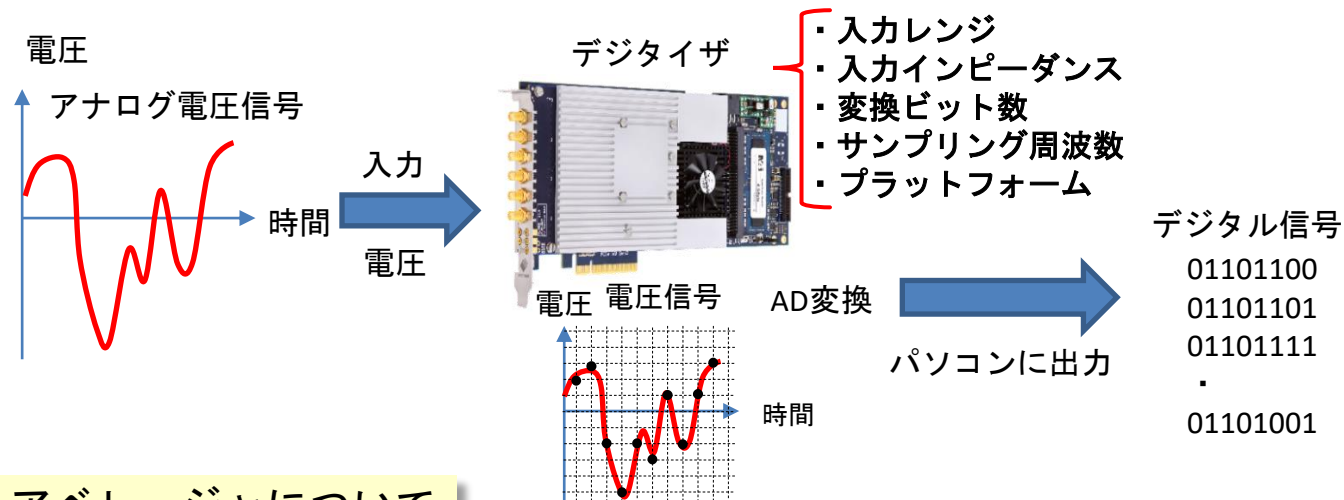
入力インピーダンス: 通常50Ωか1MΩのものがほとんどです。

変換ビット数: 入力の電圧信号を、何ビットのデジタル信号に変換するかビット数の事で、ビット数が多い程、変換に時間がかかるため、変換速度が遅くなります。

サンプリング周波数: 1秒間に何回入力電圧信号を、デジタル信号に変換するか頻度を周波数(Hz)またはサンプル数(S/s)で表します。

通常デジタイザの最大値を言い、1kHz(1kS/s)～10GHz(10GS/s)程度の値になります。

プラットフォーム(インターフェース): パソコンとの接続方法の事で、PCI、PCIe、PXI、PXIe、LXIなどが使われています。

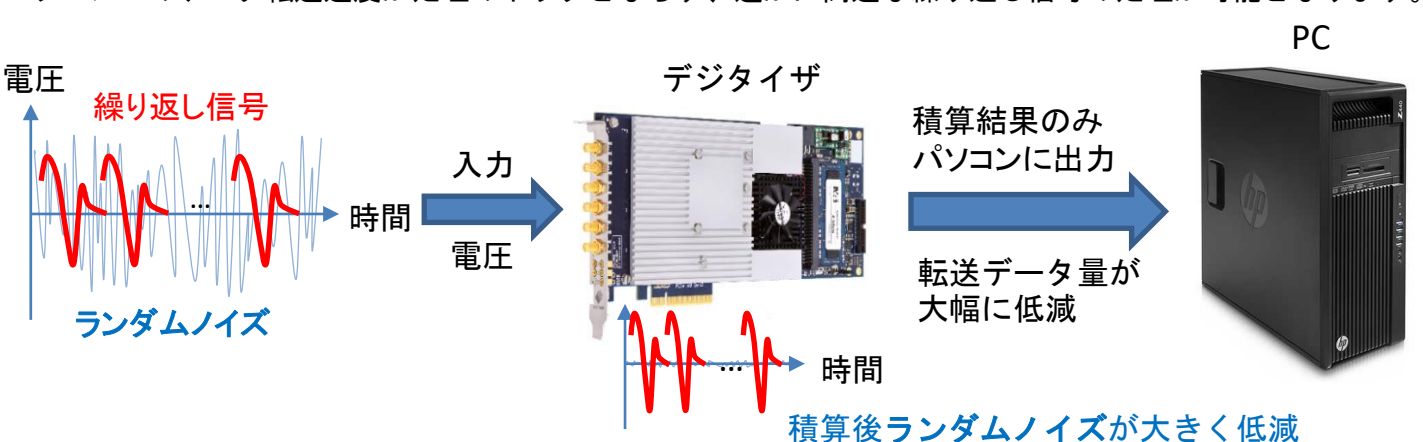


アベレージャについて

デジタイザにはFPGA (Field Programmable Gate Array) を搭載している製品があり、これによりデジタイザ自身で各種信号処理を行うことができます。

代表的な信号処理機能としては、アベレージャ (通常はオプション機能) があり、周期的な信号を何万回も積算しての積算値、或いは積算後の平均値をPCに出力する事が可能です。このアベレージャ機能により、ノイズに埋もれた繰り返し信号を検出することができます。これは、積算処理によりランダムなノイズ成分が相殺されるのに対して、周期的な信号は積算されて行くためです。

パソコン上でも同様の処理が可能ですが、デジタイザに搭載されたFPGAでアベレージ処理を行い、結果のみをパソコンに転送する事により、収集周期ごとのパソコンへのデータ転送が不要となります。これにより、パソコンへのデータ転送速度が処理のネックとならず、遙かに高速な繰り返し信号の処理が可能となります。

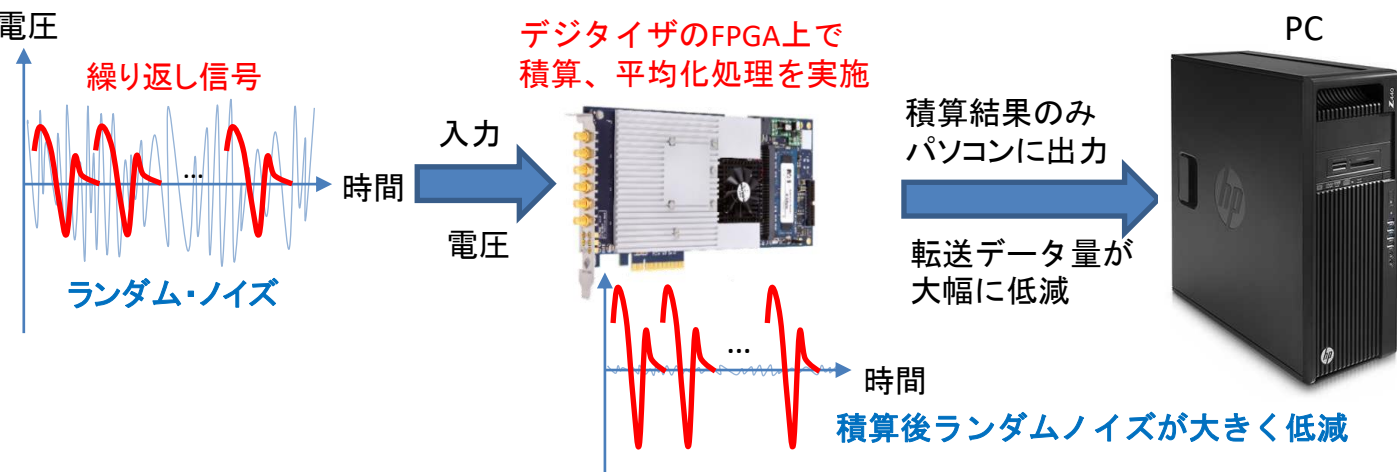


デジタイザの機能と特徴解説

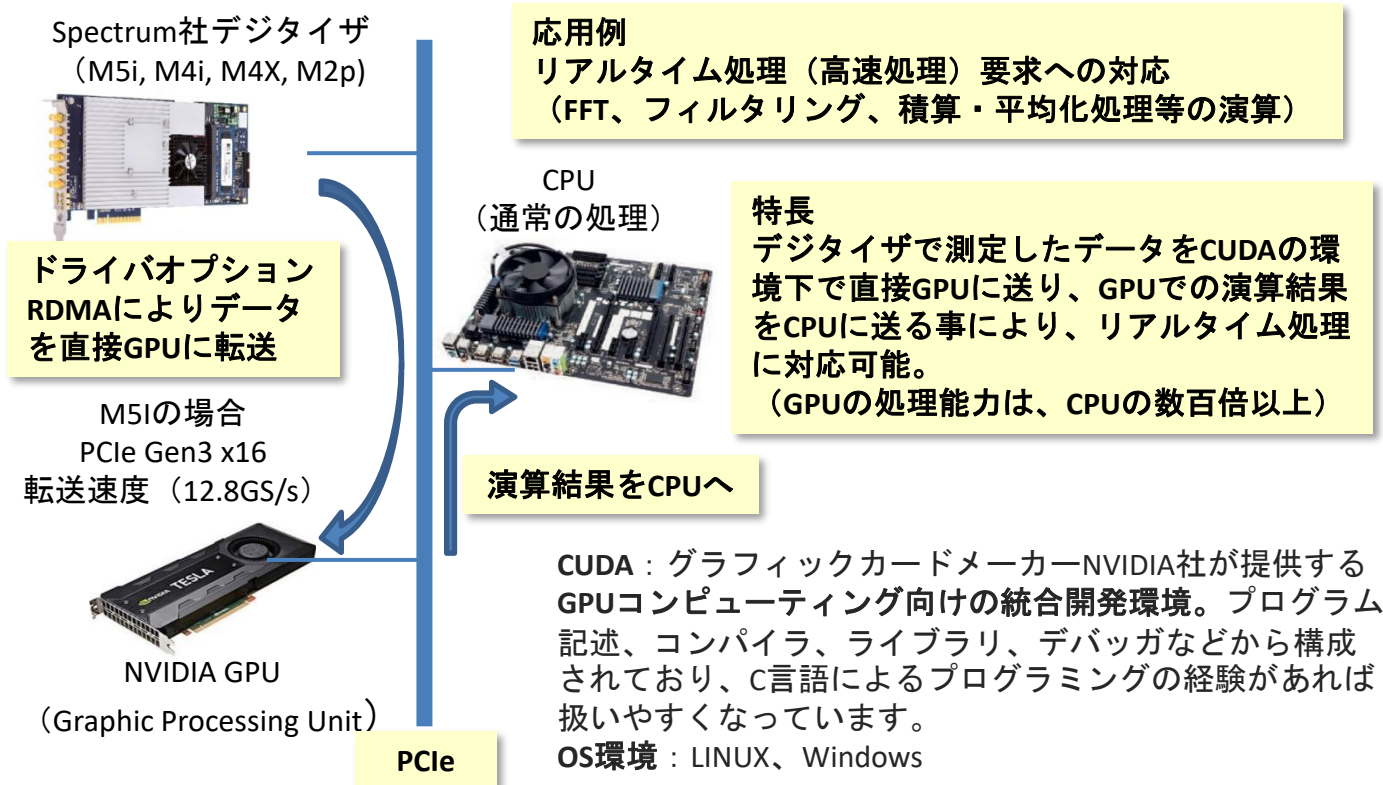
大量データの高速・並列処理

デジタイザには、FPGA（Field Programmable Gate Array）を搭載している製品があり、積算・平均化処理（アベレージャ）など各種信号処理を行う事が可能です。

しかし、FPGAで処理できるデータ長はFPGAの性能などで制限されます（アベレージャでは、通常データ長128kS ~ 640kS程度まで処理可能）ので、非常に長い繰り返しデータの積算・平均化処理を行いたい場合は、パソコンでの処理となります。この場合、デジタイザからパソコンへのデータ転送速度がボトルネックとなったり、またパソコン自体の演算処理速度が不足する場合があります。この様な場合、OSが介入しないPCIe直接転送RDMAと、スーパーコンピュータ並みの高速演算処理が可能なNVIDIAのGPUを使用したCUDAによるSCAPP（以下参照）が、お勧めです。



SCAPP(Spectrum CUDA Access for Parallel Processing)



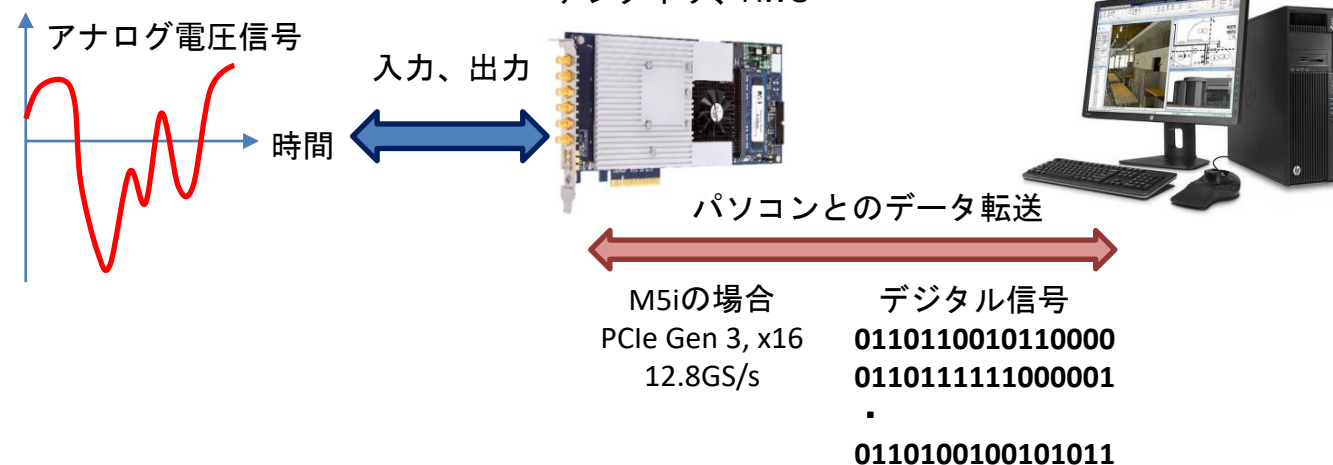
PCIeとLXI

PCIeについて

PCIe (PCI Express) とは、パソコン内にある周辺機器増設用の非常に高速なシリアルインターフェースです。パソコン内のグラフィックカードもPCIeで接続されています。

デジタイザ、AWGもパソコンに組み込むためにPCIeを使用しており、Gen3 x16 (Generation 3, 16レーン) では、約12.8GB/sの高速でパソコンへのデータ転送が可能となっています。

電圧

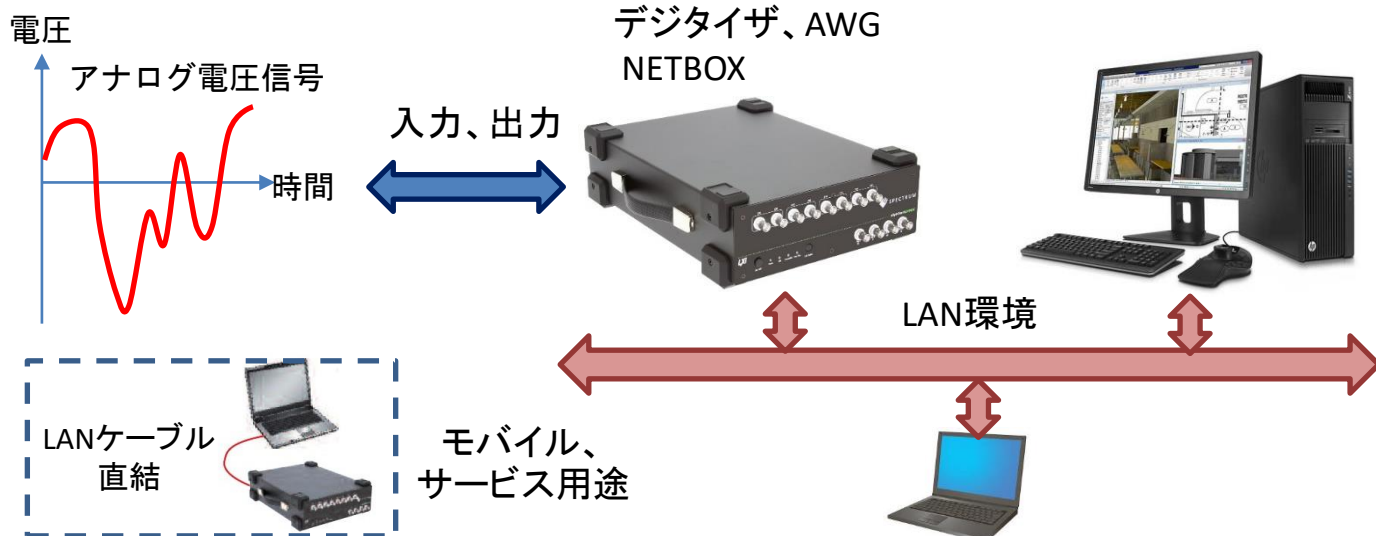


この高速PCIeインターフェースにより、リアルタイムでのデータ収集、データ出力、データ転送、処理、デジタイザとAWGの連携動作が可能となります。

LXIについて

LXI (LAN eXtensions for Instrumentation) とは、Ethernet Interfaceを測定器用に拡張した規格で、ご使用中のLANを介してデジタイザ、AWG等とパソコン、ノートパソコン等を簡単に接続できます。これにより、パソコンとデジタイザ、AWGの設置自由度が高まり、デジタイザ、AWGを分散設置して遠隔制御し、測定することも可能になります。

データ転送速度は、ご使用のLAN環境に依存しますが、Gigabit Ethernet環境では最大100MB/s程度です。



製品カタログ デジタイザ

33xxシリーズ 12ビット 高速デジタイザ(～10 GS/s)

- ・分解能 12ビット
- ・M5i.3321-x16: 3.2GS/s(2ch) 帯域幅 1GHz
 M5i.3330-x16: 6.4GS/s(1ch) 2GHz M5i.3337-x16: 3.2GS/s(2ch), 6.4GS/s(1ch) 帯域幅 2GHz
 M5i.3350-x16: 10GS/s(1ch) 3GHz M5i.3357-x16: 5GS/s(2ch), 10GS/s(1ch) 3GHz
 M5i.3360-x16: 10GS/s(1ch) 4.7GHz M5i.3367-x16: 5GS/s(2ch), 10GS/s(1ch) 4.7GHz
- ・内蔵のデータメモリ 2 GSamples (4 GByte)、8 GSamples (16 GByte) オプション
- ・PCIe上で最高12.8 GByte/sの高速データ転送 PCIe x16 Gen3インタフェース
- ・トリガモード: チャンネル、External、Edge、Software、Window、Re-arm、OR/AND、Delay
- ・データ収集モード: Single-Shot、Streaming、Multiple Recording、FIFO、Timestamp
- ・カード内蔵データ分析信号処理: ブロック平均 (Average) option
- ・デジタルおよびパルス列を最大4出力 オプション

NEW!



- ・PCIe x16 Gen3
- ・転送速度: 12.8GB/s
- ・SMAコネクタ
- ・同期: Star-Hubによる 8カード連携
- ・SCAPPオプション、DDC機能付き
- ・8ビットStreamingモード オプション

22xxシリーズ 8ビット 高速デジタイザ(～5GS/s)

- ・サンプリングレート: 1.25GS/s～5GS/s
- ・帯域: 500MHz～1.5GHz (入力インピーダンス 50Ω)
- ・マルチチャンネル対応: 1～32チャンネル(カード)、8～24チャンネル(NETBOX)
- ・機能/モード: リングバッファ、マルチレコードモード、ゲートドレコードモード、ABAモード、タイムスタンプ
- ・カード内蔵データ分析信号処理: ブロック平均およびピーク検知
- ・トリガ機能: レベル、エッジ、ウィンドウ、re-Arm、OR/AND
- ・デジタルパルスおよびパルス列を最大4出力 オプション

PCIe **M5i** series

PXIe **M5x** series



- ・PCIe x8 Gen2
- ・転送速度: 3.4GB/s
- ・同期: Star-Hub 8カード
- ・SMA、MMCXコネクタ
- ・SCAPP・DDCオプション

- ・PXIe x4 Gen2
- ・転送速度: 1.7GB/s
- ・PXIe reference clock/trigger サポート

- ・Gbitイーサネット
- ・リモートコントロール
- ・転送速度: 100MB/s
- ・SMAコネクタ
- ・DC駆動オプション
- ・2/4/8チャンネル

- ・Gbitイーサネット
- ・リモートコントロール
- ・転送速度: 100MB/s
- ・SMAコネクタ
- ・12/16/20/24チャンネル

digitizer**NETBOX**



製品カタログ デジタイザ

44xxシリーズ 14/16ビット 高速・高分解能デジタイザ(～500MS/s)

- ・サンプリングレート: 130MS/s～500MS/s
- ・帯域: 50MHz～1.5GHz(入力インピーダンス 1M Ω / 50 Ω)
- ・マルチチャネル対応: 1～32チャネル
- ・機能/モード: リングバッファ、マルチレコードモード、ゲートドレコードモード、ABAモード、タイムスタンプ
- ・カード内蔵データ分析信号処理: ブロック平均およびピーク検知、BOXCAR平均(移動平均)
- ・トリガ機能: レベル、エッジ、ウィンドウ、re-Arm、OR/AND
- ・デジタルパルスおよびパルス列を4出力 オプション

PCIe

M4i
series



- ・PCIe x8 Gen2
- ・転送速度: 3.4GB/s
- ・同期: Star-Hub 8カード
- ・SMA、MMCXコネクタ
- ・SCAPP/DDCオプション

DIオプション

M4i.44xx-DigSMA



- ・形状: SMAタイプ 8チャネル
M4i.44カードの隣に実装
(1スロット専有)
- ・デジタイザに同期してDIデータ収集

PXIe

M4x
series



- ・PXIe x4 Gen2
- ・転送速度: 1.7GB/s
- ・PXIe reference clock/trigger サポート

44xxシリーズ 14/16ビット 高速・高分解能デジタイザ(～500MS/s) NETBOX

- ・サンプリングレート: 130MS/s～500MS/s
- ・帯域: 50MHz～1.5GHz(入力インピーダンス 1M Ω / 50 Ω)
- ・マルチチャネル対応: 8～24チャネル
- ・機能/モード: リングバッファ、マルチレコードモード、ゲートドレコードモード、ABAモード、タイムスタンプ
- ・カード内蔵データ分析信号処理: ブロック平均およびピーク検知、BOXCAR平均(移動平均)
- ・トリガ機能: レベル、エッジ、ウィンドウ、re-Arm、OR/AND
- ・デジタルパルスおよびパルス列を4出力 オプション

- ・Gbitイーサネット
- ・リモートコントロール
- ・転送速度: 100MB/s
- ・SMA、MMCX
- ・DC駆動オプション
- ・2/4/8チャネル

- ・Gbitイーサネット
- ・リモートコントロール
- ・転送速度: 100MB/s
- ・SMA、MMCX
- ・12/16/20/24チャネル

digitizer**NETBOX**



製品カタログ デジタイザ

591x~596xシリーズ 16ビット 汎用デジタイザ(5MS/s~125MS/s)

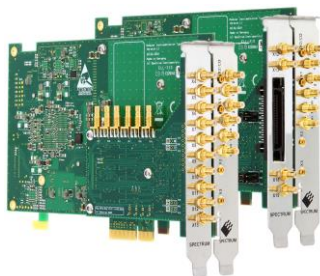
- ・サンプリングレート: 5MS/s~125MS/s
- ・帯域: 2.5MHz~60MHz (入力インピーダンス1M Ω /50 Ω)
- ・マルチチャンネル対応: 1~128チャンネル
- ・機能/モード: リングバッファ、マルチレコードモード、ゲーテッドレコードモード、ABAモード、タイムスタンプ
- ・トリガ機能: レベル、エッジ、ウィンドウ、re-Arm、OR/AND
- ・デジタルパルスおよびパルス列を最大4出力 オプション



M2p
series

DIOオプション

M2p.xxxx-DigFX2
M2p.xxxx-DigSMB



- ・PCIe x4 Gen1
- ・転送速度: 700MB/s
- ・同期: Star-Hubによる 16カード連携
- ・SMA、MMCXコネクタ
- ・SCAPP/DDCオプション

- ・形状: FX2タイプとSMBタイプの2種類
M2pカードの piggy back (子ガメ) として取り付け
- ・XIOの拡張16チャンネル: M2pデジタイザに同期してDIデータ収集、トリガなど非同期信号の入出力
- ・DN2、DN6にも機能追加可能

59xxシリーズ 16ビット 汎用デジタイザ(NETBOX)

- ・サンプリングレート: 5MS/s~125MS/s
- ・帯域: 2.5MHz~60MHz (入力インピーダンス1M Ω /50 Ω)
- ・マルチチャンネル対応: 16~48チャンネル
- ・機能/モード: リングバッファ、マルチレコードモード、ゲーテッドレコードモード、ABAモード、タイムスタンプ
- ・トリガ機能: レベル、エッジ、ウィンドウ、re-Arm、OR/AND
- ・デジタルパルスおよびパルス列を最大4出力 オプション

- ・GBitイーサネット
- ・リモートコントロール
- ・転送速度: 100MB/s
- ・BNCコネクタ
- ・DC駆動オプション
- ・4/8/16チャンネル

- ・GBitイーサネット
- ・リモートコントロール
- ・転送速度: 100MB/s
- ・BNCコネクタ
- ・24/32/40/48チャンネル

digitizer**NETBOX**



DN2.59x-08のデジタル入力オプション
アナログ入力: 8チャンネル
デジタル入力: 11チャンネル

製品カタログ AWG

66xxシリーズ 16ビット 高速任意波形発生器(AWG)

- ・サンプリングレート: 625MS/s~1.25GS/s
- ・帯域: 200MHz~400MHz
- ・分解能: 16ビット
- ・マルチチャネル対応: 1~32チャネル(カード)、8~24チャネル(NETBOX)
- ・機能/モード: シングルショット、マルチリプレイゲートドリプレイ、FIFOリプレイ、シーケンスリプレイ

PCIe **M2i** series



PCIe **M2x** series



- ・PCIe x8 Gen2
- ・転送速度: 3.4GB/s
- ・同期: Star-Hub 8カード
- ・SMA、MMCXコネクタ
- ・SCAPPオプション

- ・PCIe x4 Gen2
- ・転送速度: 1.7GB/s
- ・PCIe reference clock trigger サポート

- ・Gbitイーサネット
- ・リモートコントロール
- ・転送速度: 100MB/s
- ・SMAコネクタ
- ・DC駆動オプション
- ・2/4/8チャネル

- ・Gbitイーサネット
- ・リモートコントロール
- ・転送速度: 100MB/s
- ・SMAコネクタ
- ・12/16/20/24チャネル

generator**NETBOX**



65xxシリーズ 16ビット 汎用任意波形発生器(AWG)

- ・サンプリングレート: 40MS/s~125MS/s
- ・帯域: 20MHz~70MHz
- ・分解能: 16ビット
- ・マルチチャネル対応: 1~128チャネル(カード)、4/8/16チャネル(NETBOX)
- ・機能/モード: シングルショット、マルチリプレイゲートドリプレイ、FIFOリプレイ、シーケンスリプレイ
- ・出力振幅: $\pm 3V$ (50 Ω 負荷の場合) / $\pm 6V$ (1M Ω 負荷の場合、高電圧出力タイプの場合 $\pm 6V/\pm 12V$)
- ・デジタルパルスおよびパルス列を最大4出力 オプション

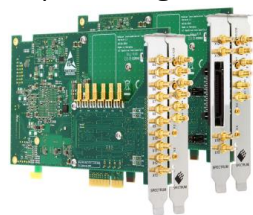
M2p series

M2p.65xx-x4



DIOオプション

M2p.xxxx-DigFX2
M2p.xxxx-DigSMB



- ・PCIe x4 Gen1
- ・転送速度: 700MB/s
- ・同期: Star-Hubによる16カード連携
- ・SMA、MMCXコネクタ
- ・SCAPPオプション

- ・形状: FX2タイプとSMBタイプ
- ・M2pカードの piggy backとして取り付け
- ・XIOの拡張16チャネル
- ・M2pAWGに同期してDOデータ出力、トリガなど非同期信号の入出力

- ・Gbitイーサネット
- ・リモートコントロール
- ・転送速度: 100MB/s
- ・BNCコネクタ
- ・DC駆動オプション
- ・4/8/16チャネル

- ・Gbitイーサネット
- ・リモートコントロール
- ・転送速度: 100MB/s
- ・BNCコネクタ
- ・24/32/40/48チャネル

generator**NETBOX**



製品カタログ hybridNETBOX

hybridNETBOX

デジタイザとAWGを同一BOX
Gbitイーサネット接続

hybridNETBOX 80x/81xシリーズ デジタイザ・任意波形発生器(AWG)

- ・2+2/4+4/8+8チャンネル
- ・分解能: 16ビット
- ・サンプリングレート: 40MS/s, 125MS/s
- ・帯域: 20MHz, 70MHz
- ・データメモリ: 512Mサンプル
- ・デジタイザ: 6入力レンジ($\pm 200\text{mV} \sim \pm 10\text{V}$)
- ・AWG出力振幅: 81シリーズ $\pm 6\text{V}$ (50Ω 負荷の場合)、 $\pm 12\text{V}$ ($1\text{M}\Omega$ 負荷の場合)
- ・機能/モード: マルチレコード、Gatedレコード、マルチリプレイ、シーケンスリプレイ、タイムスタンプ
- ・DC駆動オプション($12\text{V}/24\text{V}$)
- ・デジタルパルスおよびパルス列を最大4出力 オプション



hybridNETBOX 82xシリーズ デジタイザ・任意波形発生器(AWG)

- ・2+2/4+4チャンネル
- ・分解能: デジタイザ 14/16ビット、AWG 16ビット
- ・サンプリングレート: デジタイザ 250MS/s, 500MS/s AWG 625MS/s, 1.25GS/s
- ・データメモリ: 2Gサンプル
- ・デジタイザ: 6入力レンジ($\pm 200\text{mV} \sim \pm 10\text{V}$)
- ・AWG出力振幅: 2出力 $\pm 2\text{V}$ (50Ω 負荷の場合)、 $\pm 4\text{V}$ ($1\text{M}\Omega$ 負荷の場合)
4出力 $\pm 2.5\text{V}$ (50Ω 負荷の場合)、 $\pm 5\text{V}$ ($1\text{M}\Omega$ 負荷の場合)
- ・機能/モード: マルチレコード、Gatedレコード、マルチリプレイ、シーケンスリプレイ、タイムスタンプ



DIOの機能と特徴

Digital I/Oの機能

DIの機能と特長

FIFOモード

FIFOモードでは、DIとPCメモリ或いはハードディスク間の連続的なデータ転送を行えます。ボード上のメモリを実際のFIFOバッファとし、非常に信頼性の高い転送を実現しています。M4i.77xx-x8は、最大3.4GB/sで連続的な転送速度を実現しています。

マルチ レコードモード

モードコノでは、ハードウェアをソフトウェアで再スタートせずに、トリガ毎にデータ収集を可能にします。DIの内蔵メモリは、セグメントに分割され、各トリガ毎に、データを記録します。

トリガソース

測定は、信号とは別に設定されたトリガ信号、或いは、プログラムされたパターントリガにより行われます。さらに、それらのOR 或いはANDでも可能です。

External クロック

サンプリングクロックは、外部信号によっても行う事ができます。この信号は、同期収集のために、内部サンプリングクロックのためのreferenceとしても使用できます。さらに、この信号は、いかなる周波数変更、或いはクロックギャップがあっても影響を受けない(SDRとDDR)の上のプログラマブル・クロック遅れおよび直接サンプリングのstate clockとしても扱うことができます。

ゲートド レコード モード

このモードのデータ収集は、外部ゲート信号により制御されます。ゲート信号がプログラムされた値に達した場合に、各ゲートの前後に設定されたデータ数が収集されます。

タイムスタンプ

タイムスタンプは、計測スタートからの時間、計測トリガ、GPSからの受信信号に同期して出力されます。これにより、異なる位置にあるシステムの収集データを正確な時間関係で測定可能にします。

DOの機能と特長

シングル 出力モード

オンボードメモリのデータを1回だけ再生します。トリガソースは外部トリガ入力又はソフトウェアトリガです。

リピート 出力モード

オンボードメモリのデータをプログラムされた回数連続或いは、停止コマンドが実行されるまで出力します。

シングルリピート 出力モード

オンボードメモリのデータは 各トリガ後に1回再生します。トリガソースは外部トリガ入力又はソフトウェアトリガです。

FIFO モード

FIFO(ストリーミングモード)は、カードとPCメモリ間の継続的なデータ転送用に設計されています。。M2p.7515-x4 (PCI Express x4 Gen1インタフェース)は、最大700MB/sのストリーミング速度、M4i.77xx-x8(PCI Express x8 Gen2インタフェース)は、最大3.4GB/sのストリーミング速度で出力可能です。

マルチ 出力モード

いくつかのトリガ毎に、ハードウェアを再起動せずに高速出力可能です。オンボードメモリは、いくつかのセグメントに分割されており、各セグメントには、異なるデータを含めることが可能です。

ゲートド 出力モード

外部ゲート信号によって制御されるデータ再生が可能、データは、ゲート信号がプログラムされたレベルに達した場合にのみ再生します。

シーケンス モード

オンボードメモリを異なる長さのいくつかのデータセグメントに分割可能です。これらのデータセグメントは、追加のシーケンスメモリを使用してユーザーが選択した順序でチェーンされます。このシーケンスメモリでは、各セグメントのループ数をプログラムし、セグメントからセグメントに進むようにトリガ条件を定義できます。シーケンスモードを使用すると、簡単なソフトウェアコマンドで再生波形を切り替えたり、他のセグメントの再生中に同時にセグメントの波形データを再定義したりすることも可能になります。トリガ関連およびソフトウェアコマンド関連のすべての機能は、単一のカードでのみ機能します。

77xxシリーズ 32チャンネル ロジックアナライザ

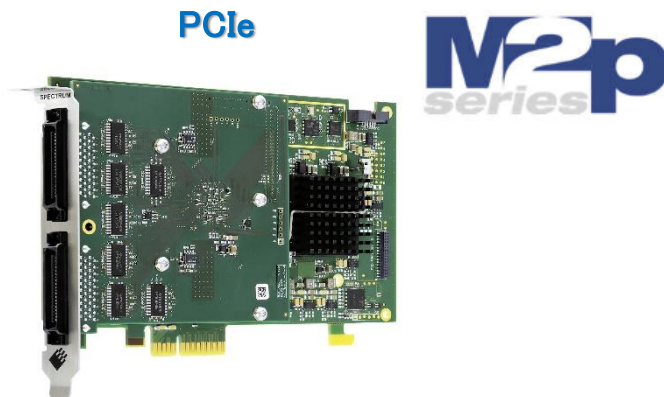
- ・クロックレート: ~720MS/s
- ・マルチチャンネル対応: 16~64チャンネル/カード(1024チャンネル/システム)
- ・機能/モード: シングルショット, マルチレコード, ゲーテッドレコード, ストリーミング(FIFO)データ収集



- ・PCIe x8 Gen2
- ・転送速度: 3.4GB/s
- ・同期: Star-Hub 8カード
- ・2 VHDCIコネクタ
- ・SCAPPオプション

7515 32チャンネル DIO

- ・クロックレート: ~125MHz
- ・マルチチャンネル対応: 32チャンネル/カード X16カード
- ・機能/モード: DI機能
Single-Shot, マルチレコード, ゲーテッドレコード, Streaming(FIFO)データ収集モード
DO機能
シングル, リピート, シングルリピート, マルチ, ゲーテッド, FIFO モード, シーケンス モード
3.3/5V TTL出力



- ・PCIe x4 Gen1
- ・転送速度: 700MB/s
- ・同期: Star-Hub 8カード
- ・2 Hiroseコネクタ
- ・SCAPPオプション

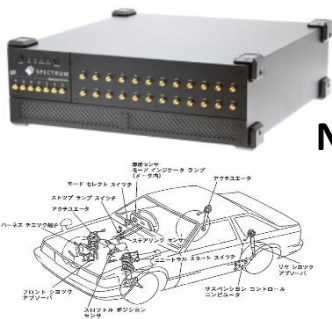
アプリケーション例

<マルチチャネル計測>

概要

- ・大規模物理実験装置、マトリックス状に配置した種々の素子の特性検査、大型装置などの多点の信号を、効率よく且つ、同期測定できます。
- ・チャンネル数
カード当たり 1,2,4,8ですが、
複数カード連携(最大で8台まで)可能。
また、NETBOXを使用する事により、サンプリングレートによっては、1台のNETBOX当たり、最大48チャンネルまで可能。

システム構成



SBench6を用いて、
それぞれの計測条件をコントロール、
計測結果表示+演算/報告書へ

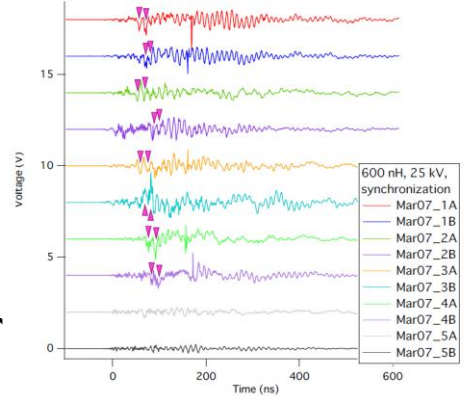
イーサネット

NETBOX

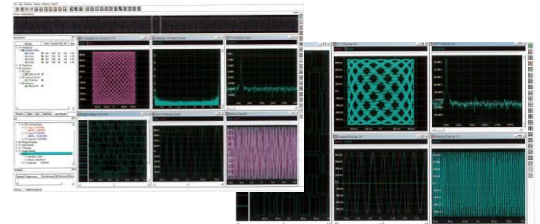
PC + SBench6

主な解析例

測定データのEXCEL解析例



SBench6のデータ解析例



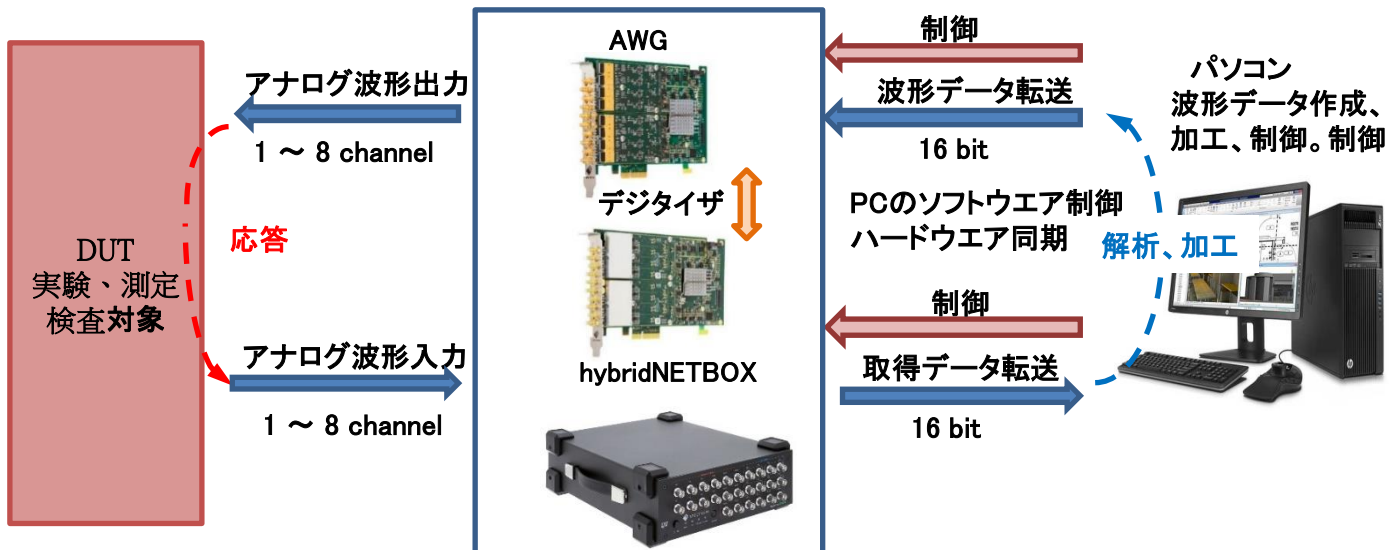
<任意波形発生器とデジタイザの連携_hybridNETBOXの適用イメージ>

概要

Spectrum製品の機能・特徴

PCからのプログラミング、付属のGUI "SBench6"からの設定により、AWGから任意のアナログ波形を生成し、測定対象に印加することができます。また、デジタイザから取得した実際の波形を、AWGから再生したり、さらにパソコンで加工、処理した波形を出力することもできます。

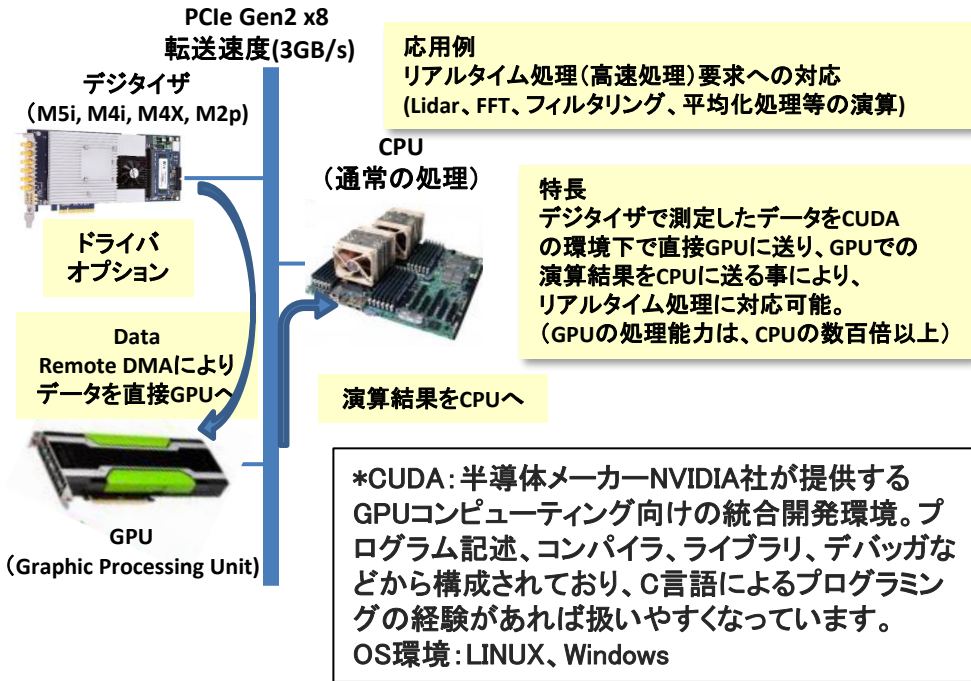
"SBench6": プログラムなしで、測定条件の設定、測定データの表示、格納他を行うことが出来る。



アプリケーション例

<高速演算例の紹介 SCAPP>

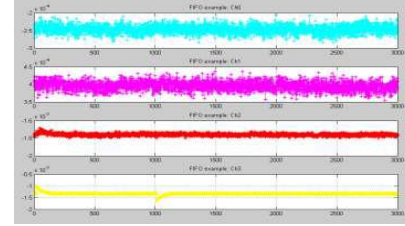
SCAPP (Spectrum's Cuda Access Parallel Processing)



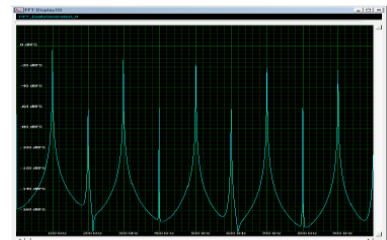
Spectrum製品の機能・特徴

測定波形とFFT演算

測定波形



FFT



<部品特性検査(ダイオードの例)>

電子機器・基板検査

概要

簡易部品計測の例としてツェナーダイオードの例を示します。

- 電流の増減に伴う電圧の値を測定するための条件
- 電流値のスweep機能
- 電流出力に同期しての電圧測定
- 測定値のスケーリング機能
- X-Y表示機能

主な仕様・特長

高分解能デジタイジング機能 M4i.44xx、M2p.59xxシリーズ
16ビット、最大 500 MS/s、帯域250 MHz

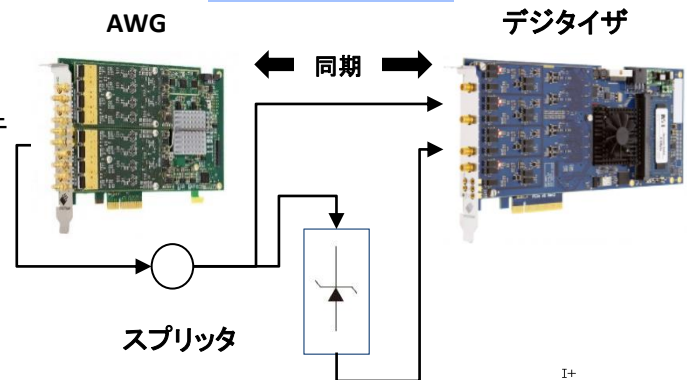
高分解能電圧出力機能 M4i.66xx、M2p.65xxシリーズ
16ビット、最大 1.25 GS/s、帯域400 MHz

高SNR、ローノイズ性能

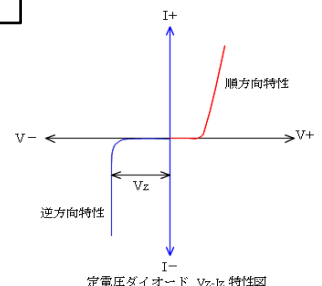
SBench6の機能

- Easy Generatorの波形作成機能: (sine, Square, triangle)
- 出力波形のモニタ
- 測定データのスケーリング機能/X-Y表示機能

システム構成



SBench6



測定例

アプリケーション例

<アナログ/デジタル混在信号の同期計測>

概要

プロセッサを使用してコントロールをしている機器の場合、図1に示すように、バス(例えばI2C)の動きと、それに同期したアナログ信号(電源ライン、クロック、AD変換器の入力、DA変換器の出力)を測定する必要があります。また、バスなどのデジタル信号も、その立ち上がり/立ち下がり時間、ハイレベル/ローレベルの電圧値を測定する必要があります。 デジタイザM2p.59xx-x4とそのオプション或いはM4i.44xx-x8のDIオプションにより、上記が可能になります。

主な仕様・特長

デジタイザM2p.59xx-x4(16ビット)とM4i.44xx-x8(16/14ビット)とそれぞれのDIオプション

- ・物理層の信号計測(アナログ信号計測)とプロトコル層の信号計測(ロジックアナライザのイメージ)を同期データ収集。
- ・アナログ信号の分解能の最高ビットをデジタル信号に割り当てる事により、同期計測を実現。
- ・SBench6-Proを用いる事により、アナログ信号とデジタル信号を同一画面上に、同期しての表示が可能

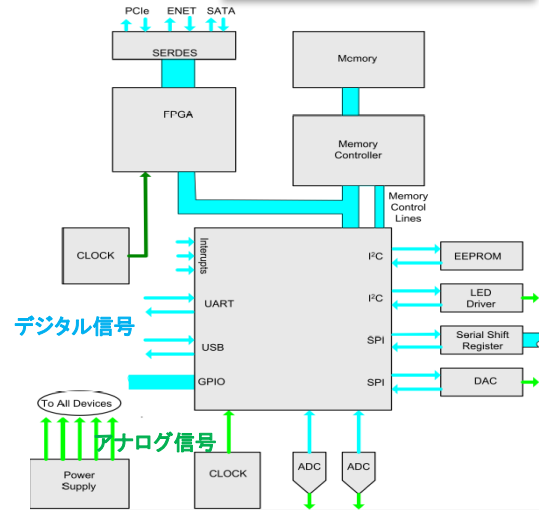


図1 プロセッサ制御機器

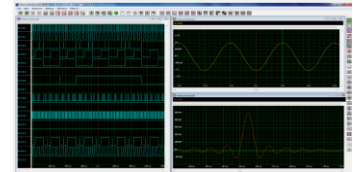


図2 SBench6によるデジタル/アナログの同期信号計測例

<マルチチャネル多機能測定システム(同期計測)>

概要

最新の電子デバイスは、並列トポロジなどの使用により、複雑さを増し続けています。そのため、電子デバイスの測定は、より高速でより多くの測定を行える必要があります。マルチチャネルおよび多機能測定の方に進んでいます。電子制御ベースモータのインバータは、パルス幅変調(PWM)により制御、また、速度と角度位置センサにより速度とトルクもフィードバック制御されています。補助装置間の通信に使用されているシリアルインタフェースの動作確認も必要です。増幅器、フィルタ、受信機、およびデジタルインターフェースのテストには、信号源と測定器を必要とします。

主な仕様・特長

M2Pシリーズは、アナログ信号発生用AWG、アナログ信号測定用デジタイザ、高速デジタル信号収集・発生用のデジタルI/Oカードでの使用しての同期計測が可能。
M2p.5968-x4 16ビット、125MS/s、4CHデジタイザ
M2p.6568-x4 16ビット、125MS/s、8CH AWG
M2P7515-X4 32CH、Digital I/O最大16個の異なるカード(デジタイザ、Star HubによるAWGS、およびデジタルI/Oモジュール)を混合しての同期計測が可能

- ・SBench6-Proを用いる事により、アナログ信号とデジタル信号を同一画面上に、同期しての表示が可能

SBench6: プログラムなしで、測定条件の設定、測定データの表示、格納他を行うことが出来るツール。



電子機器・基板検査

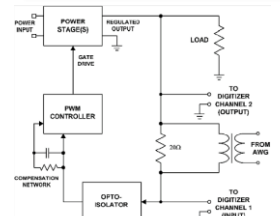


図1 電子制御モータ

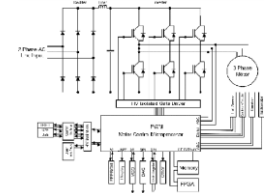


図2 プロセッサ制御機器



図3 SBench6によるデジタル/アナログの同期信号計測例

アプリケーション例

＜自動車用リモートキーレスエントリー信号の計測＞

自動車

概要

[Characterization of Remote Keyless Entry device - SPECTRUM Instrumentation \(spectrum-instrumentation.com\)](https://www.spectrum-instrumentation.com)



- ・リモートキーレスエントリーは、単純な機械式からドアの開閉だけではなく、リモートスターター、キーレスイグニッションなどを含んだミニチュア電子機器になってきています。
 - ・信号は、セキュリティのためUHF帯を使用しており、変調方式は、ASK、FSKを使用しています。
キャリア周波数は下記です。
日本/アメリカ 315 MHz, 433.92 MHz
ヨーロッパ 434.79 MHz, 869 MHz
 - ・上記の信号を測定するためには、高サンプリングレート 広帯域、ロングメモリを持つ測定器・デジタイザが必要です。
- 必要な仕様
- 帯域 1.5 GHz以上
 - サンプリングレート 4 GS/s以上
 - データメモリ 450 MB以上

システム構成



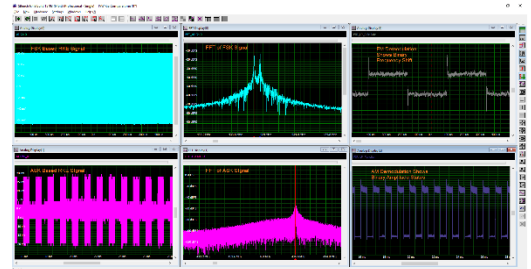
M4i. 2230-x8
PCIe Gen2 x8 I/F
8ビット
最大5 GS/s
帯域1.5 GHz
データメモリ 4 GS



SBench6-Pro

測定条件の設定
収集データの表示
収集データの格納
演算 (FFT、フィルタ等)
Export機能 (MATLAB等)

主な解析例



＜燃料電池特性の計測＞

自動車

[SPECTRUM Instrumentation \(spectrum-instrumentation.com\)](https://www.spectrum-instrumentation.com)

概要

- ・水素燃料電池は、自動車/大型トラック/バスなどに使用され、水蒸気しか排出しないため、脱炭素に多に貢献します。
- ・燃料電池のコンピュータモデルとの違い、実際のパラメータがどのように性能に影響するかは、秒オーダーではなく、高速でのデータ収集が必要です。
- ・特にカソード経路に沿った動的な挙動を正確に測定する必要があります。
- ・上記の条件に最適な測定器（デジタイザ）として、M2p. 5913-x4を選択、実際には、3台のカードを連携し20チャンネルの測定を行っている例があります。

システム構成



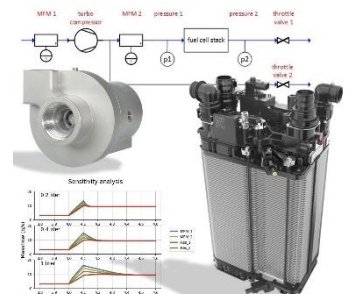
M2p. 5913-x4
PCIe Gen1 x4 I/F
8チャンネルx3台
(複数枚の同期測定可能)
16ビット
最大 5 MS/s
帯域 2.5 MHz
データメモリ 512 MS



SBench6-Pro

測定条件の設定
収集データの表示
収集データの格納
演算 (FFT、フィルタ等)
Export機能 (MATLAB等)

主な解析例



＜参考＞

M2p. 5913-x4を複数台内蔵した [digitizerNETBOX](https://www.spectrum-instrumentation.com)



DN6. 591-24
24チャンネル
16ビット
最大 5 MS/s
帯域 2.5 MHz
LXIインタフェース

アプリケーション例

<車載計測用データレコーダ>

概要

[Automotive Data Recorder - SPECTRUM Instrumentation \(spectrum-instrumentation.com\)](http://spectrum-instrumentation.com)

[Vehicular Testing with Modular Digitizers - SPECTRUM Instrumentation \(spectrum-instrumentation.com\)](http://spectrum-instrumentation.com)

◇車載用測定用のデータレコーダに要求される機能

- ・小型化（ポータブルPC、PXI、[NETBOX](#)等）
- ・トータルのテスト時間の短縮
- ・アナログ/デジタル信号の収集ができる事（センサ信号、制御信号など）
- ・収集したデータの出力機能（アナログ/デジタル）
- ・実験設備を使用したテストで、シミュレーション
- ・車載で使用了計測条件が、実験ベンチでも再現

以上の条件を満足する測定器として最適なのは、Spectrum社のデジタイザ、DIOモジュール、AWG（任意波形発生器）

デジタイザ：8/12/14/16ビット、1~48チャンネル

サンプルレート5 MS/s~5 GS/s

DIOオプション

DIO：最高更新レート 125 MS/s、32チャンネル

AWG：16ビット、1~48チャンネル

更新レート 40 MS/s ~1.25 GS/s

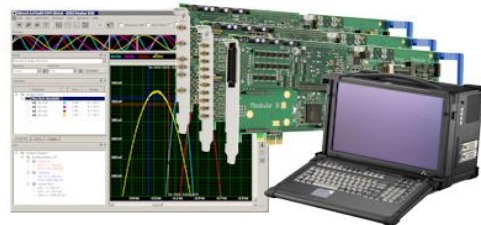
DIOオプション

*[SBench6-Pro](#)：プログラムレスで、測定条件の設定等可能

自動車

システム構成

ポータブルPCに計測カード挿入の例



計測カード

主にメカトロ計測用途

M2p. 5933-x4

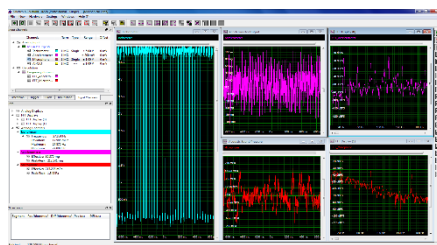
M2p. 7515-x4

M2p. 6536-x4

*[SBench6-Pro](#)

測定条件の設定
収集データの表示
収集データの格納
演算（FFT等）
Export機能（MATLAB等）

主な解析例



<航空機用電子システムのテスト>

[Testing electronic aircraft systems using modular instruments - SPECTRUM Instrumentation \(spectrum-instrumentation.com\)](http://spectrum-instrumentation.com)

概要

[SBench6-Pro](#)を使用

◇装置とシステム間の通信（M2p.6968-x4を使用）

- ・ARNIC 429 Buss（民間航空機用）
差動信号
Busスピード 100 kbit/s、2秒間測定、立ち上がり1.5 ±0.5 μ sec
- ・MIL-STD 1553 buss（航空機、宇宙船用）
差動信号
Busスピード 1 Mbit/s

◇機内電源

- ・交流電源（3Φ 400Hz）の相電圧、電流、電力、周波数
高調波成分等の測定
- ・直流電源（28V）の電圧、リップル測定
- ・インバータ波形（Dc⇒AC）

◇外部通信部のRF（M4i.2230-x8を使用）

- ・無線通信、高度計、航法補助装置、レーダー
（VHF、UHF信号の直接測定、IF周波数測定）

要求される機能

- ・様々な測定対象、収集チャンネル数などに対応できるような柔軟性のある測定が可能
- ・波形測定だけではなく、AWG、DIOの測定が可能
- ・測定データを物理層の信号に素早く変換
⇒Spectrumのモジュール測定カード
SBench6-Pro、PCIeバスによるPCへの高速データ転送

航空機

使用しているデジタイザ



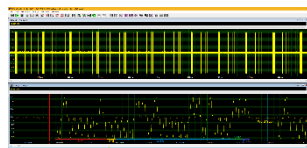
M2p. 5968-x4
4チャンネル
16ビット
最大 125 MS/s
茶道測定可能
データメモリ 512 MS

M4i. 2230-x8
1チャンネル
8ビット
最大 5 GS/s
帯域 1.5 GHz
データメモリ 4 GS

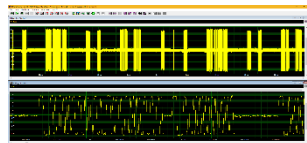
主な波形取得例

[SBench6-Pro](#)を使用

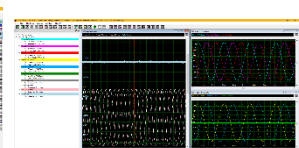
ARNIC 429 Buss



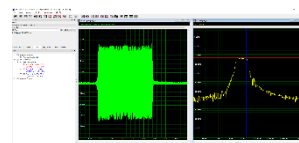
MIL-STD 1553 Buss



機内交流電源（3Φ400Hz）



RF信号（FFT解析他）



アプリケーション例

<超音波計測>

概要

判定分解能向上のためのセンサ信号の広帯域化（周波数帯域の広帯域化が必要（500MHz以上））と、対象の大型化に伴う、スキャン速度の高速化、スキャンエリア拡大により、多量データ解析能力の必然性がアップしてきており、高速・高分解能デジタイザの要求がでてきています。

主な仕様・特長

超音波センサからの信号を確実に捕捉する
高速デジタイジング性能

最大5GS/s 高速デジタイジング、帯域1.5GHz

高データスループット性能

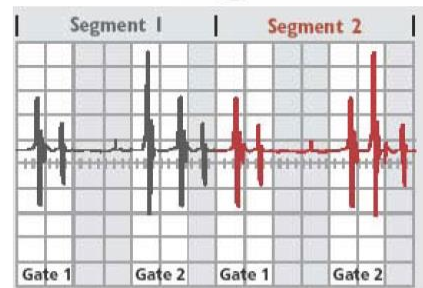
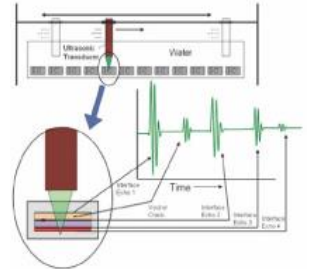
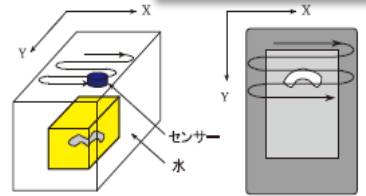
最大3.5GB/s データ転送スピード

オンボードFPGAによるノイズ除去に必要なリアルタイムアベレーシング機能

演算転送時間を削減するゲート指定によるデータ収集機能

システム構成

超音波映像装置



ゲート機能によるデータ収集

インダストリー

<LIDAR>

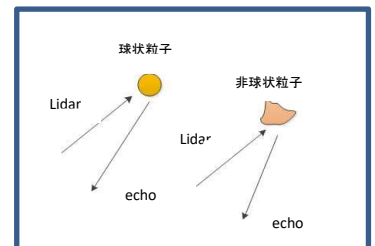
概要

- ・大気中の粒子、ガスなどを検出するために、レーザを照射して、その反射光を検出・分析する事により、その成分を検出する事が可能。
- ・ドップラーLidarでは、大気の流れの変化を読み取り空港などのダウンバーストなどの観測に利用。また、自動車の自動運転用のセンサとしての開発も、急速に進められている。



応用例

大気中の粒子の検出



デジタイザへの要求として、検出対象の大きさ、変化のスピードのバリエーションにより、検出速度の高速化、高分解能、高SNRが求められています。

主な仕様・特長

高速デジタイジング機能

最大 5GS/s 高速デジタイジング、帯域1.5GHz

高分解能（12ビット以上）、高SNR

ローノイズ性能→繰り返し測定回数の減少→トータル測定時間減少

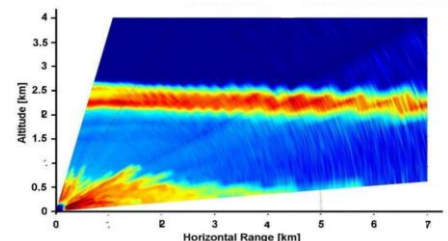
高データスループット

最大3.5GB/s データ転送スピード

ボード上のFPGAによるリアルタイムアベレージ及びピーク検出機能

省スペース&省消費電力: 装置全体のコンパクトパッケージ化

ドップラーLidarによる風速解析



アプリケーション例

<差分吸収LIDAR(DIAL)>

インダストリー

https://spectrum-instrumentation.com/applications/case_studies/CS_DIAL_Differential_Absorption_LIDAR.php

概要

波長の異なる2種類の中赤外レーザ
(大気通過窓:多くのガスの吸収ピーク測定に最適)
を使用して、二酸化硫黄(SO₂)と窒素酸化物(NO_x)などの
大気汚染物質を検出

パルス:20 nsec幅、繰り返し周波数500 Hz

センサの帯域:5 MHz

主な仕様・特長

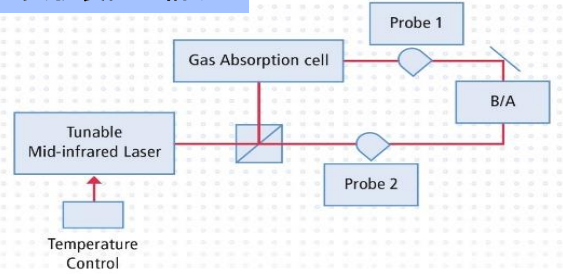


M2p.5941-x4

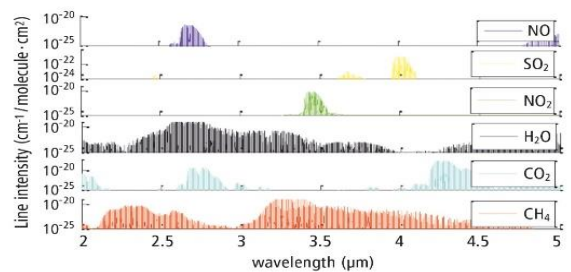
入力CH数:2 ch
分解能:16ビット
サンプリングレート:80 MS/s
メモリ:512 MSample
インタフェース:PCIe Gen1 x4



実験装置の構成



3種の汚染ガスとバックグラウンドガスの強度



<LIDAR乱気流モデル>

インダストリー

[スペクトラム社の超高速デジタイザカードが、LIDARシステムによる実世界データを使用した革新的な3D乱流シミュレーションに採用.pdf \(imt-elk.com\)](#)

概要

従来の縮尺モデル/風洞実験
ピーク負荷を過小評価
風が一方向からしか吹かない



新しい大気の流れモデルを開発
・高分解能/高速測定/大量データ
・空気中粒子のレーザ反射光のドップラー効果による微細な周波数シフトを実際に高分解能で測定

応用範囲

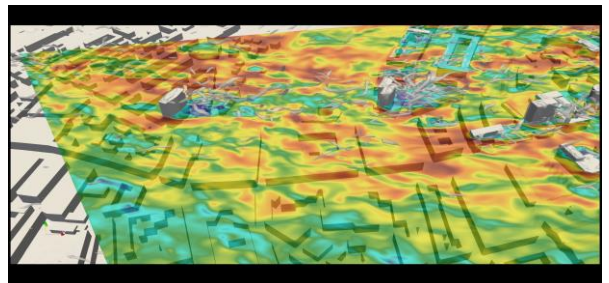
- ・大気の流れと都市開発
- ・風力タービンのクラスター
- ・空港などの複雑な風の相互作用

主な仕様・特長



- ・10 nsパルス
- ・デジタイザ:M5i.3321-x16
- ・12ビット, 2 ch, 3.2 GS/s, 転送速度12.8 GS/s
- ・CUDAベースGPUによる高速データ処理

乱気流3Dモデル



アプリケーション例

＜電磁鋼板の磁気特性計測＞

インダストリー

概要

モータの設計に必要な電磁鋼板の磁気特性は、従来エプスタイン法や単板磁気試験法で測定していましたが、より多くの条件下での磁気特性を測定する事が必要となり、特にモータは回転磁束下で使用されるため、2次元磁気特性測定が重要となります。

モータの励磁周波数は50/60Hzですが、インバータ制御、サイリスタ制御による、高周波、高調波成分の測定も必要となってきています。

主な仕様・特長

デジタイザ M2p.5966-x4

4チャンネル、16ビット、125MS/s(1kS/s~125MS/s)
サンプリングレートの設定分解能: 1Hz

AWG(任意波形発生器) M2p.6561-x4

2チャンネル、16ビット、125MS/s(1kS/s~125MS/s)
外部サンプルクロックによる動作可能

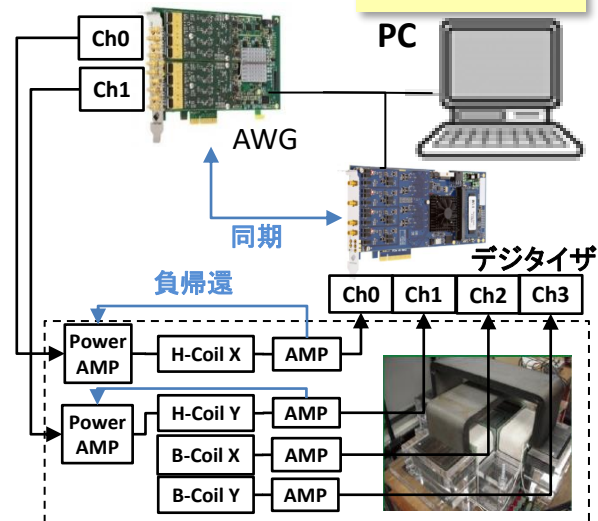


図1. 2次元磁気測定装置

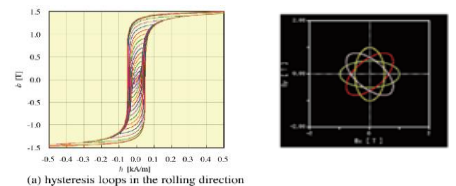


図2. 測定例

＜タービンプレードの振動評価試験＞

インダストリー

概要

タービンプレードの振動計測では、画像による計測などが行われているが、ここでは、歪ゲージをセンサとして振動計測を行う例を示します。高温対応の歪ゲージをブレードに貼付し、スリップリング等で伝達する方法です。

一方、制御部からの制御信号等のデジタル信号も同時に測定する必要があります。digitizerNETBOXを用いて、8チャンネルのアナログ入力と、最大11チャンネルのデジタル入力の同時多点測定が可能です。

- ・振動: 歪ゲージからスリップリングを介して シグナルコンディショナで電圧値に変換
- ・回転パルス: デジタル信号
- ・制御信号: デジタル信号

主な仕様・特長

digitizerNETBOX DN2.591-08 -Dig

アナログ入力: 8チャンネル、16ビット、2.5 MHz、5 MS/s、
1 x 512 Msamples

デジタル入力: 11チャンネル

SBench6

プログラムなしで、測定条件の設定、測定データの表示、格納他を行うことが出来るツール

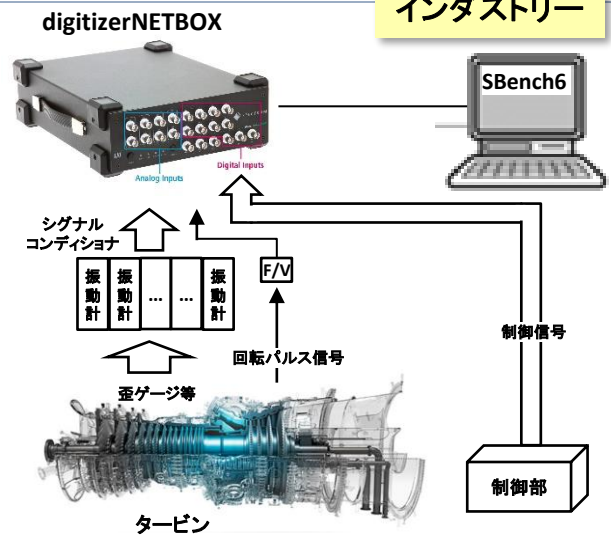


図1. タービンの振動評価装置

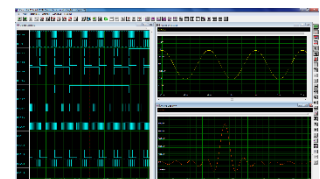


図2. SBench6によるアナログ・デジタル信号同期測定例

アプリケーション例

<設備診断>

概要

半導体製造装置、或いは、ポンプ・モータなどの機器の定常状態の把握とメンテナンス等を適切に行うために、振動、AE（表面弾性波）を測定することが有効です。

AEの測定の応用例としては、リチウムイオン電池の劣化の監視等があります。

上記信号の他に、必要に応じて、制御部からの制御信号等のデジタル信号も同時に測定する必要も出てきます。digitizerNETBOXは、8～16チャンネルのアナログ入力と、最大11チャンネルのデジタル入力の同時多点測定が可能です。

- ・振動: 歪ゲージを使用して測定
- ・表面弾性波をAEセンサを使用して測定
- ・digitizerNETBOXを使用して、多チャンネル・同時測定
- ・回転パルス: 必要に応じてデジタル信号を計測

主な仕様・特長

digitizerNETBOX DN2.591-16

アナログ入力

: 16チャンネル, 5 MS/s, 16ビット, 2.5 MHz, 512 Msamples

デジタル入力: 11チャンネル

SBench6-Pro

プログラムを作成しなくても、測定条件の設定、測定データの表示、格納他及び種々の演算(FFT解析など)を行うことが出来るツールです。

インダストリー

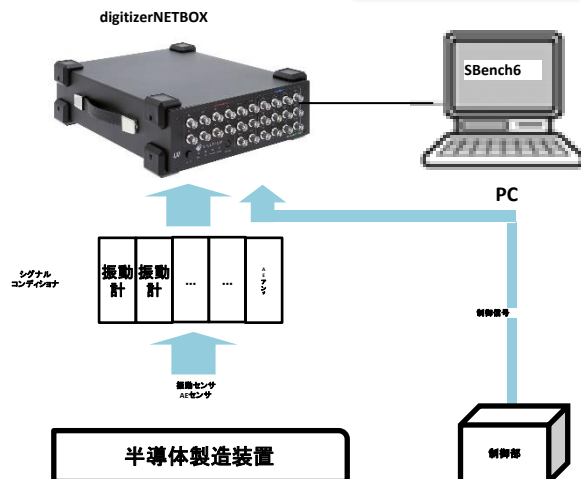


図1. 半導体製造装置の設備診断装置

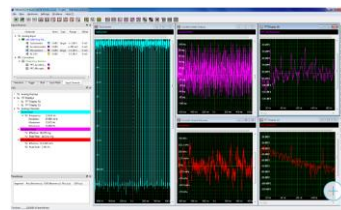


図2. SBench-Proによる測定信号とFFT解析波形の例

アプリケーション例

<TOF-MS 質量分析計>

インダストリー/物理・化学

概要

従来のTDC(Time Digital Converter)タイプの質量分析装置の欠点(複数分子構成の多重イオンイベント未対応、飛行時間ダイナミックレンジが狭い)に代わるものとして、デジタイザの積分機能を用いた装置が使用されていますが、さらに、高速サンプリング、高分解能が求められています。

主な仕様・特長

高速デジタイジング機能

最大 5GS/s 高速デジタイジング、帯域1.5GHz

高分解能(12ビット以上)、高SNR

ローノイズ性能 → 繰返し測定回数の減少

→トータル測定時間減少

高データスループット

最大3.5GB/s データ転送スピード(PCIe Gen2 x8)

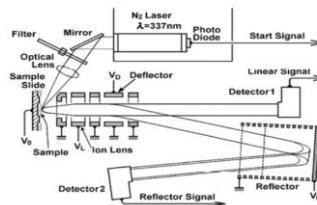
ボード上のFPGAによるリアルタイムアベレージ

機能

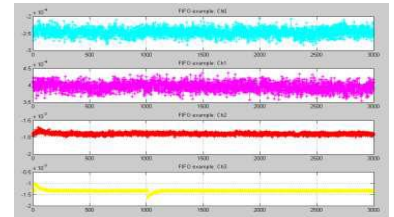
省スペース&低消費電力: 装置全体のコンパクトパッケージ化

システム構成

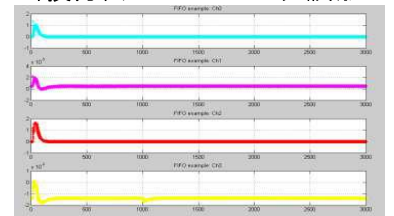
組込用途として、デジタイザの高速アベレージ機能と画像拡大機能により、解析が容易



測定波形



(積分)アベレージング波形



<加速器への応用>

物理・化学

概要(Cern, DESY)

デジタイザが必要になる測定点と要求される性能

・直線加速器のビームポジションモニター

広帯域・高速サンプリング

チャンネル間の同時測定性能

・蓄積リングの加速性能モニター

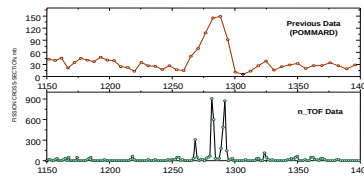
広帯域・高速サンプリング、分散型測定

・粒子線の測定

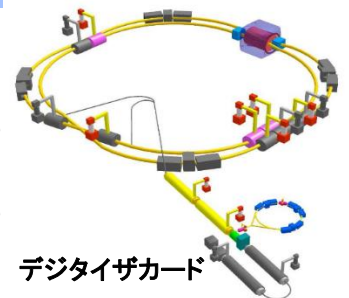
高速・高分解能測定、リアルタイム積分機能

システム構成

CERN: n_TOF 実験結果



digitizerNETBOX 測定例



デジタイザカード

主な仕様・特長

高速デジタイジング機能

8ビット、最大 5GS/s 高速デジタイジング、帯域1.5GHz

高分解能(14、16ビット)、高SNR

ローノイズ性能 → 繰返し測定回数の減少

→トータル測定時間減少

マルチチャンネル ~48チャンネル

高データスループット

最大3.5GB/s データ転送スピード

ボード上のFPGAによるリアルタイムアベレージ

SBench6による演算機能



CERN(欧州原子核研究機構)
スペクトラム社のデジタイザが
140台以上使用

Over 140 Spectrum Instrumentation Digitizers at
CERN - SPECTRUM Instrumentation (spectrum-instrumentation.com)



DESY(ドイツ電子シンクロトロン)

・15年以上の稼働実績

・LINAC(直線加速器)

スペクトラム社の最新モデルに置き換え
15 year old Spectrum digitizer cards still playing a vital
role at DESY - SPECTRUM Instrumentation (spectrum-instrumentation.com)

アプリケーション例

<高磁界計測への応用>

概要(東京大学)

高磁界(100T)を最適制御するには、サブナノ秒毎に発射するプロセスの精度を向上させる必要があり、大きなコンデンサのバンクを起動するトリガイベントを互いに10ns以内に制御する必要がある。そのために、1GS/sを超えるシングルショットサンプリングレート、完全同期の10チャンネルデジタルシステムが必要です。さらに、高い磁場から機器とオペレーターを保護するためオペレーターがコントロール室で実験を調整および監視し、デジタルシステムを、リモートで操作できる必要があります。

https://spectrum-instrumentation.com/applications/case_studies/digitizerNETBOX_for_high_magnetic_fields.php

主な仕様・特長

digitizerNETBOX DN6.221-12

多チャンネル、高速デジタル化機能

8ビット、12チャンネル、1.25 GS/s、

リモートコントロール機能

構内LAN 接続によるリモート制御

SBench6Iによる、データ収集、表示機能

必要な分解能毎に、下記のdigitizerNETBOXも使用されている。

DN2.592-16 16ビット、20MS/s、16チャンネル

DN6.445-12 14ビット、500MS/s、12チャンネル

DN6.221-12

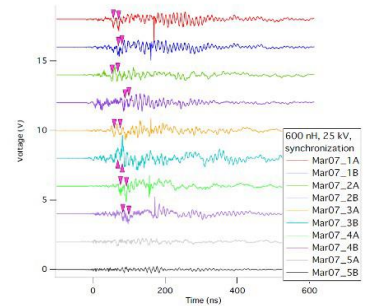


システム構成



物理・化学

東京大学 国際メガガウス科学研究所
パルス磁石は、非的方法で最大87T、
破壊的プロセスで100Tから最大760Tを発生



測定例

<核融合炉 (多チャンネル対応)>

概要(イギリスの例)

海水に(水素、トリチウム)が事実上無制限に供給できる事、危険な廃棄物がないことから、核融合はエネルギー生成のための究極の目標と見られている。

写真には、実験が行われる中央の真空容器の周りに放射状に配置された6つのキャパシタバンクがあり、キャパシタは1分間で最大200,000ボルトまで充電され、蓄積された電気エネルギーは2マイクロ秒未満で放電される。

リーズナブルな価格で、多チャンネルの同期測定の要求がある

[Digitizers from Spectrum used in race to create fusion reactor for limitless clean energy - SPECTRUM Instrumentation \(spectrum-instrumentation.com\)](https://www.spectrum-instrumentation.com/news/digitizers-from-spectrum-used-in-race-to-create-fusion-reactor-for-limitless-clean-energy)

主な仕様・特長

digitizerNETBOX DN2.xxx.xx或いはDN6.xxxx.xx

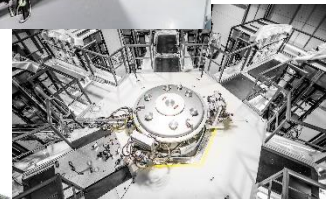
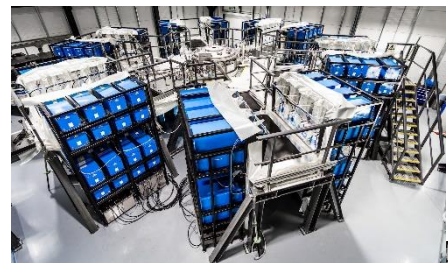
多チャンネル同期計測が可能(～48チャンネル)

M4i.22xx.xx 或いはM4i.44xx.xx+ドッキングステーション

多チャンネル同期計測が可能(～128チャンネル/シャーシ) 2台の19インチシャーシに32台のデジタルカード

装置の外観

真空容器の周りに192台のキャパシタ



256チャンネルシステム

2台の19インチシャーシに32台のデジタルカード

アプリケーション例

＜AFM 針先で原子をスキャン＞

物理・化学

概要(ニューキャッスル大学)

原子間力顕微鏡 (AFM) は、表面化学に關与する世界中の研究所で使用される重要なツールです。その優れた解像度は、光ベースの顕微鏡よりも1000倍以上に詳細を明らかにでき、また、電子顕微鏡とは異なり、サンプルをその場で画像化できます。メカトロニクス、MEMS、および低ノイズ電子設計の専門知識を結集して、AFMシステムのナノテクノロジーの複雑さとコストを削減できる独自のソリューションの作成例を示します。

<https://www.imt-elk.com/wp-content/uploads/2021/03/Scanning-atoms-with-the-tip-of-a-needle.pdf>

https://spectrum-instrumentation.com/news/202102_scanning_atoms.php

主な仕様・特長

統合されたマイクロカンチレバーからのセンサ信号の取得と分析を可能にするような、高精度で、完全に同期された測定を行う必要がある。

digitizer NETBOX DN2.593-08

高分解能、高速デジタル化、多チャネル

16ビット、40MS/s、8チャネル同期計測

リモートコントロール機能

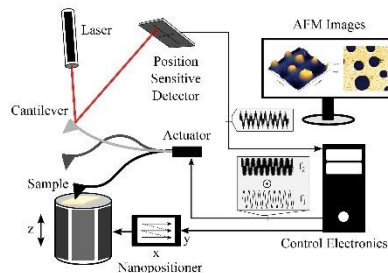
LAN(ギガビットイーサネット接続可能)による

ホストコンピュータとの接続

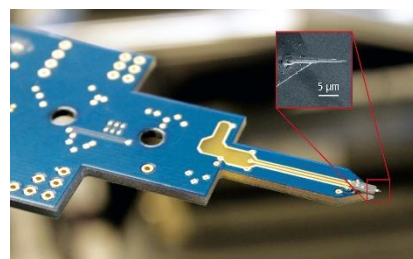
DN2.593-08



システム構成



多周波原子間力顕微鏡実験の概略構成
カンチレバーは、ナノポジショナーにより、
サンプル上でスキャンされている間、
複数の共振周波数で同時に振動



＜単一原子に関する実験＞

物理・化学

概要(シュツットガルト大学)

シュツットガルト大学は、ダイヤモンドの炭素原子を一度に1つずつ窒素原子に置き換える実験のために、Spectrum社の任意波形発生器を使用。この素子は、原子レベルの磁場検出器や量子コンピュータのQbit《量子力学的な状態を利用することで0と1のほか、それらの重ね合わせの状態もとらえる情報素子》などのアプリケーションに応用できる。

また、NV欠陥中心は、原子サイズの磁場センサーとして使用できるナノスケールの核磁気共鳴(NMR)デバイスであり、例えば、ハードディスクドライブ上の小さな読み取り/書き込みヘッドの磁場強度を測定しての特性評価にも応用可能。ナノスケールのNMRは、通常のサイズのNMRとは異なり、これらの小さなサンプルを測定するために数回のスピンしか必要としないため、単一のタンパク質または薄膜の構造解析にも使用可能。

主な仕様・特長

generatorNETBOX DN2.663-04

1.25 GS / s、16ビット、4アナログ出力、6デジタル出力

＜用途＞

レーザ、IQ変調を使用したマイクロ波信号、無線周波数パルスの生成、およびスピン状態を決定するためのデータ収集デバイスのトリガ制御。

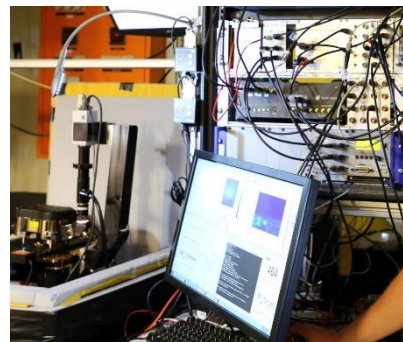
これには、10~20nsecまでの非常に短いパルスが必要

- ・このAWGの使用により、800ピコ秒という非常に高い時間分解能で これらを制御可能
- ・多チャネル出力、効果的に実験全体を実行可能

DN2.663-04



実験装置の外観



[AWG used for Quantum Research - SPECTRUM Instrumentation \(spectrum-instrumentation.com\)](https://www.spectrum-instrumentation.com)

アプリケーション例

<単一原子を移動させるために使用されている Spectrum の AWG カード>

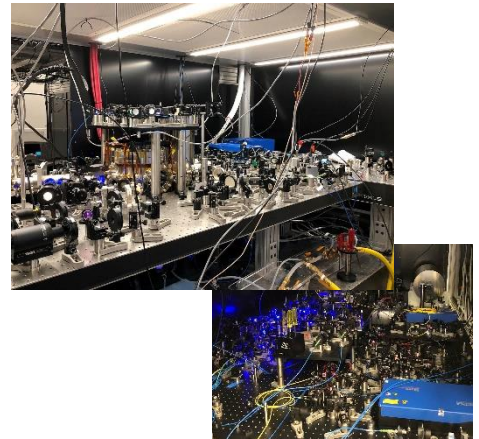
物理・化学

概要(サンディエゴ大学)

イオン格子内電子の量子的挙動を調査する際、カリフォルニア州のサンディエゴ大学は、光格子内を移動する原子の観測可能な成分を使用して、これを解決している。課題としては、原子を絶対零度近くまで冷却してから、レーザ光のパルスを使用して三角形の格子構造に移動させることである。個々の原子を操作するには、各レーザパルスから正確に適切な量のエネルギーを供給するための並外れた精度が必要。Spectrum 社AWGの並外れた精度と超低ノイズは、まさに私たちが必要としている機能です。

[AWG-card used to move around single atoms | News | Spectrum \(spectrum-instrumentation.com\)](#)

実験装置の外観



主な仕様・特長

AWG(任意波形発生器)カード

M4i.6622-x8

高分解能、高安定性、低ノイズ

16ビット、625MS/s、8チャンネル同期出力

SBench6による波形作成機能

M4i.6622-x8



レーザ光ネットワーク

<光音響計測(レーザ・アコースティック)>

医療・バイオ

概要

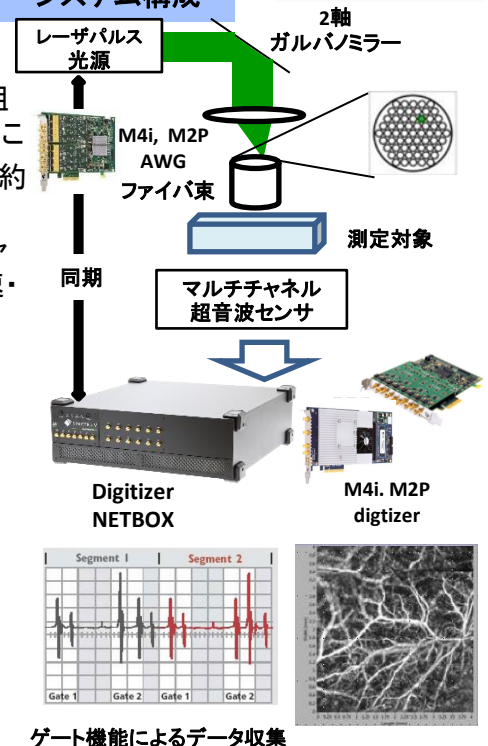
組織或いは構造物にナノ秒パルス幅のレーザを照射すると、瞬間的に組織が熱膨張を起こし超音波を発生(光音響効果)します。レーザを用いることで、非常に小さなフォーカスが可能であり、超音波を用いる事で、光の約2倍の深達度、空間分解能が得られます。センサ信号の広帯域化(周波数帯域の広帯域化100MHz以上)と、多チャンネル化により、多量データ解析能力の必然性がアップしてきており、高速・高分解能な高性能デジタイザの要求がでてきています。

主な仕様・特長

超音波センサからの信号を確実に捕捉するデジタイザ仕様

- ・レーザ照射タイミングに正確に同期した計測(EXTトリガ)
- ・サンプリングレート: 500MS/s ~ 最大5GS/s
- ・帯域: 250MHz ~ 1.5GHz
- ・分解能: 8/12/14/16
- ・チャンネル数: 1ch ~ 16ch
- ・オンボードFPGAによるリアルタイムアベレージング機能、移動平均機能
- ・演算転送時間削減用のゲート指定によるデータ収集機能

システム構成



ゲート機能によるデータ収集

アプリケーション例

<道路上での動物検知(ドイツの例)>

通信・レーダ

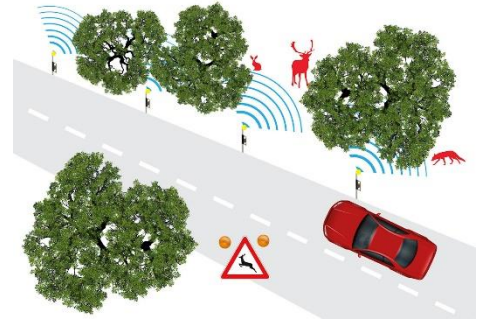
概要(ドイツの例)

道路で野生動物が原因で発生した事故により、6億ユーロ以上の保険費用がかかっている。これに対処するために、レーダ、光学カメラ、赤外線センサに加えてニューラルネットワークを組み合わせ、歩行者、自動車、自転車、バイク、鹿、キツネ、イノシシなどを区別して、これらの行動を予測できるようなシステムが構築されている。

このシステムは、事故を防ぐために車の運転手や他の道路利用者に警告を送る。

[Intelligent Road-Radar to detect wild animals - SPECTRUM Instrumentation \(spectrum-instrumentation.com\)](https://www.spectrum-instrumentation.com/en/intelligent-road-radar-to-detect-wild-animals)

システム構成



主な仕様・特長

M2p.5926-x4

16ビット、4差動チャンネル、10MHz帯域

低消費電力、小型、低コスト

必要なすべてのデータをリアルタイムで同時に収集

非常に簡単で直感的に使用可能

5年保証



M2p.5926-x4



自動車への警告表示の例

<レーダパルスの測定>

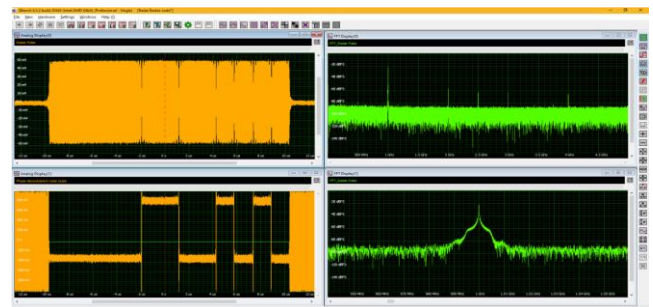
M5i.33xx超高速デジタイザ応用

概要

SBench6-ProとM5i.33xx-x16を使用して測定

- ・高速サンプリングレート(～10GS/s)測定
- ・位相変調波形分析(レーダの距離分解能の向上)
取得したデータをMATLABに転送し、位相復調後にSBench6にインポート
(SBench6-Proのexport、import機能を使用)
- ・収集した多量のデータをPCを使用して解析するために高速のデータ転送機能が必要

SBench6-Proでの解析例



左上 位相変調レーダパルス

右上 パルスの周波数スペクトル

左下 復調された位相

右下 スペクトルの水平方向の拡大

主な仕様・特長



デジタイザ M5i.335xx-X16

2チャンネル、12ビット、最大10GS/S

最大メモリ 8Gsamples

転送速度 最大12.8GS/s

SBench6

プログラムなしで、測定条件の設定、測定データの表示、格納、演算(FFTなど)、データのexport。Importが出来るツール

[Application examples for M5i.33xx ultrafast digitizers \(spectrum-instrumentation.com\)](https://www.spectrum-instrumentation.com/en/application-examples-for-m5i33xx-ultrafast-digitizers)

アプリケーション例

<直交変調された通信信号の解析>

[Application examples for M5i.33xx ultrafast digitizers \(spectrum-instrumentation.com\)](http://Application%20examples%20for%20M5i.33xx%20ultrafast%20digitizers%20(spectrum-instrumentation.com))

概要

- 8PSK 信号の測定と、信号の周波数スペクトルを表示
(スペクトルは、変調エンベロープを持つ 1 GHz の搬送波周波数におけるピーク値を示す)
- カーソルによる、搬送波周波数に最も近い変調側波帯のオフセットの測定 (左側の情報パネルの読み取り値は、160 MHz)
- 2 つの隣接する狭いピーク間の間隔から、データレート解析、フェーズブレイク間の信号の粒度解析 (図では 160 MHz)
- 取得された RF キャリアは、別のベクトル信号解析ソフトウェアにより SBench 6 の外部で復調され、その後、同相成分と直交成分の分析と表示のために SBench 6 に再インポート
- コンスタレーション ダイアグラムで、状態遷移または軌跡図で、データ状態間の遷移パスを示す (状態遷移図は、8PSK 信号生成を評価する簡単な方法の提供)
(基礎となるコンスタレーションの非対称性と歪みは、信号生成におけるエラーを示す)

主な仕様・特長



SBench6

プログラムなしで、測定条件の設定、測定データの表示、格納、演算 (FFT など)、データの export。Import が出来るツール

デジタイザ M5i.335xx-X16

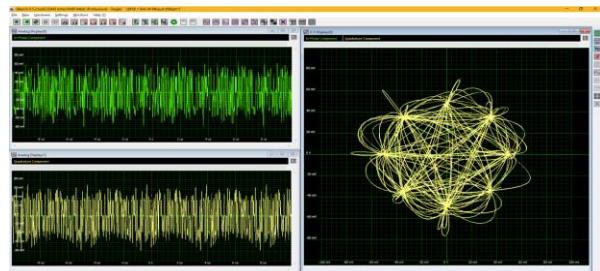
2チャンネル, 12ビット, 最大10GS/S
最大メモリ 8Gsamples
転送速度 最大12.8GS/s

M5i.33xx超高速デジタイザ応用

SBench6-Proの解析例



左上 取得された 8PSK 信号 右側 その水平方向のズーム
左下 信号のスペクトル 右側 その拡大図



復調信号の同相 (I) 成分と直角位相 (Q) 成分
I 信号と Q 信号をクロスプロットすると、状態遷移図または軌跡図が得られます。

<DDR2メモリデータ解析>

[Application examples for M5i.33xx ultrafast digitizers \(spectrum-instrumentation.com\)](http://Application%20examples%20for%20M5i.33xx%20ultrafast%20digitizers%20(spectrum-instrumentation.com))

概要

- デジタル信号を測定する場合、測定器の帯域幅はデジタル システムのクロック周波数の 5 倍必要
- ダブル データ レート (DDR 2) メモリ は 3 つのデジタル信号 (クロック、ストローブ、データ) の測定結果を図に示す
- データ信号の FFT スペクトル演算が可能
右図の例では、スペクトルは $\sin(x)/x$ エンベロープを持ち、デバイスのクロックは 333 MHz であることが分かる。
DDR メモリ操作は 2 倍のクロック レートで発生し、スペクトル内のヌル値は 666 MHz およびその周波数の整数倍で発生している。
スペクトルは、約 3 GHz までのかなりのエネルギーを示しています。

主な仕様・特長



SBench6

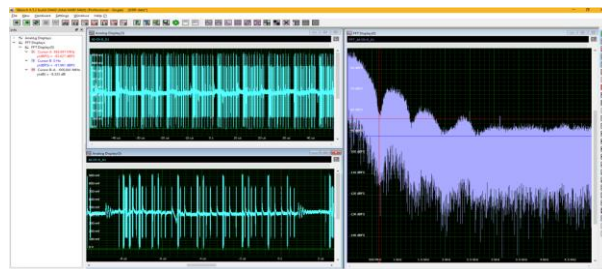
プログラムなしで、測定条件の設定、測定データの表示、格納、演算 (FFT など)、データの export。Import が出来るツール

デジタイザ M5i.335xx-X16

2チャンネル, 12ビット, 最大10GS/S
最大メモリ 8Gsamples
転送速度 最大12.8GS/s

M5i.33xx超高速デジタイザ応用

SBench6-Proの解析例



DDR2 メモリのデータ信号
FFT スペクトルは、約 3 GHz までのエネルギーを示す

アプリケーション例

<連続データ収集の例>

概要

FIFOモードを使用しての連続データ収集の例
目的: 最大3.4GB/sで連続的な転送速度の実現
FIFOモードは、デジタイザとPCメモリ或いはハードディスク間の連続的なデータ転送を行え、ボード上のメモリを実際のFIFOバッファとし、非常に信頼性の高い転送を実現

主な仕様・特長

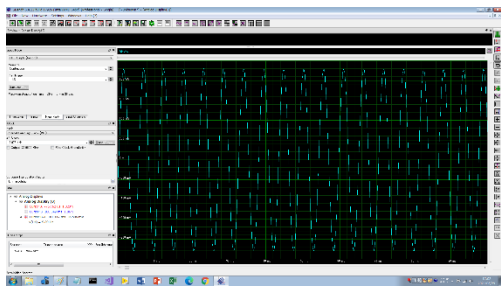
使用機材

- Digitizer : Spectrum M4i.2210-x8
PCI Express x8 Gen 2 (3.2GB/sec)
1channel 8bit 1.25 GS/s
500MHz Bandwidth at 50 Ohm
SBench6Pro
- SSD (1TB): Western Digital WDS100T3X0C-EC
M.2-2280 SN750, 1TB NVMe
- PC: HP Z4G4 Work station
CPU Intel Xeon W-2123 (3.6GHz, 4C, 8.25MB Cache
Cache 32GB (4 x 8GB) DDR4 2666MHz
3.5インチ1TB 7200rpm SATA ハードドライブ
Windows 10 Professional
Microsoft Office Home & Business
- HDD (8TB) データ用: Western Digital WD Gold8TB

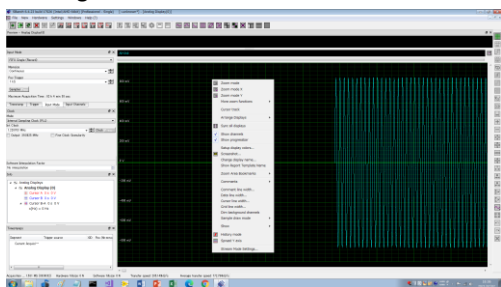
SBench6-Proの収集例

①FIFOモードの設定

収集条件(サンプリングクロック等)の設定



②Streamingモードの設定



システム構成

PC
Work Station



通信・レーダ

デジタイザ
M4i.2210-x8



実測結果(C++の場合)

デジタイザ設置PC環境での転送速度評価結果
(C++プログラムを使用)

デジタイザのメモリ → 1TB SSD

Plain HDD read and write speed

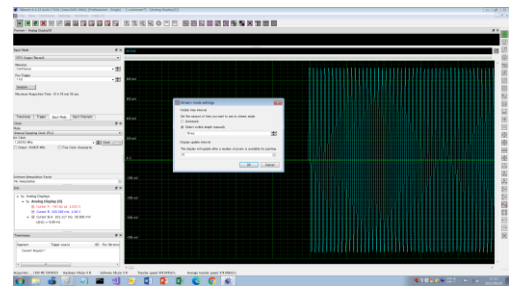
Used file size: 4096 MB

Write -Average 2220.97 MiB/s (2328.85 MB/s)

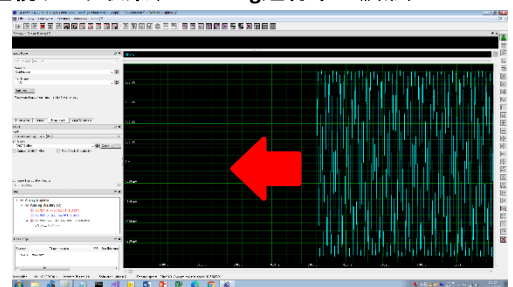
Read -Average 2279.28 MiB/s (2390.00 MB/s)

③Streamingモードの設定

表示Window、表示のリフレッシュ周期等



④連続データ収集(streaming進行中の波形)



30MB/s以上のデータ転送時は波形表示をOFF)



株式会社エレクトロニカIMT事業部
〒252-0233
神奈川県相模原市中央区鹿沼台2-11-1-504
Tel, FAX 050-3498-9423
<https://www.imt-elk.com/>
<https://spectrum-instrumentation.com/en>

ご依頼先