SPECTRUM
INSTRUMENTATION

アプリケーションの紹介 2023

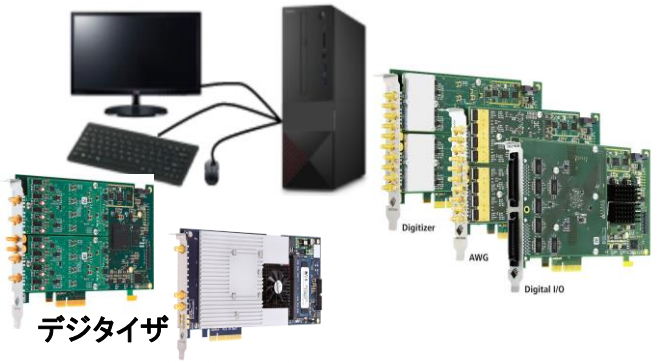
製品の機能と形状

手始めにdigitizerNETBOX
デジタイザとPCを用いて、
信号を補足・表示・格納

NETBOX　　PC＋SBench6—Pro

SBench6-Pro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、データ格納＋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）

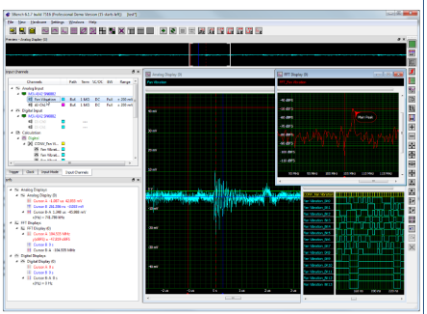


ボードをデスクトップPCに挿入,或いは16カードまで同期可能

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）、レポーティングをサポート
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可能。
C/C++, Visual basic, VB.NET, C#, Delphi, Python, JAVA, LabVIEW etc.

IMT Intelligent Measurement Technology

SPECTRUM
INSTRUMENTATION

Applications

➢ 通信
- 14、16ビット分解能
- 時間軸/周波数軸解析
- 進化した表示機能

➢ 質量分析
- 超高速データ転送
- 大収集データメモリ
- オンン・ボード アベレージ機能

➢ 天文学
- 高速サンプリングレートと高分解能
- 時間軸/周波数軸解析
- 低ノイズ入力回路

➢ 自動車
- アナログ/デジタル信号の収集と発生
- 低速/高速チャネルの混在
- ポータブル（DC電源）システム

➢ 音響学、音響効果
- 低ノイズ、高分解能
- 高SNR（＞90 dB）、高SFDR（＞105 dB）
- 数100チャネルの同期入力チャネル

➢ 大規模物理実験
- 分散型ネットワーク計測
- 計測チャネルの高密度化ど同期計測
- 低速/高速チャネルの混在

➢ 半導体テスト
- LXI, PCIe, PXIeモジュール
- 高SNR（＞90 dB）、高SFDR（＞105 dB）
- 低ノイズ入力回路

➢ 宇宙
- 高速サンプリングレートと高分解能
- データの連続収集と格納
- 高速データ転送（＞3.4GB/s）

➢ ナノテクノロジー
- 低ノイズ、高分解能
- 正確な信号発生
- 高ゲイン増幅器

➢ ATE(Automatic Test Equipment)
- LXI,PCIE,PXIEモジュール
- データの収集と出力
- LabVIEW, MATLAB, IVI

➢ Radar
- 14、16ビット分解能
- セグメントメモリとFIFO読み込み
- データ収集と信号発生

➢ LIDAR
- 進んだデータ収集機能
- ブロックアベレージ機能
- 低ノイズ、高SNR

➢ Laser
- サンプリングレート 5 GS/sと広帯域
- 高速トリガと高速データ読み込み
- オンボードのピーク検出機能

➢ 超音波
- 14、16ビット分解能
- セグメントメモリとFIFO読み込み
- トリガ間の小デッドタイム（＜80ns）

➢ 高電圧
- 入力抵抗1MΩ以上
- シングルエンド/差動入力
- オンボードのピーク検出機能

➢ OCT
- 高速サンプリングレートと高分解能
- 高速トリガと高速データ読み取り
- 外部クロック

➢ 量子科学
- 多様な信号発生機能
- 高速データ連続収集機能
- SCAPP GPU対応

➢ 材料
- フレキシブルな入力信号処理機能
- 高分解能
- 多チャネルの同期信号収集

SPECTRUM
INSTRUMENTATION

＜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。

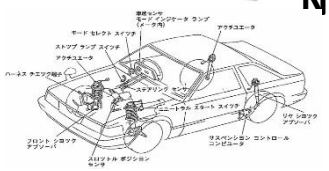
システム構成

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

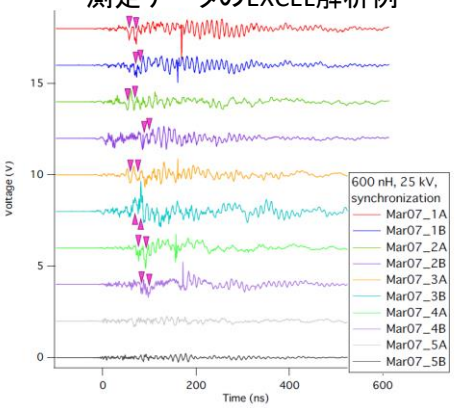
PC＋SBench6



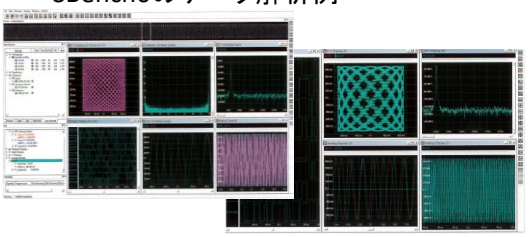
Spectrum製品の機能・特徴

主な解析例

測定データのEXCEL解析例



SBench6のデータ解析例

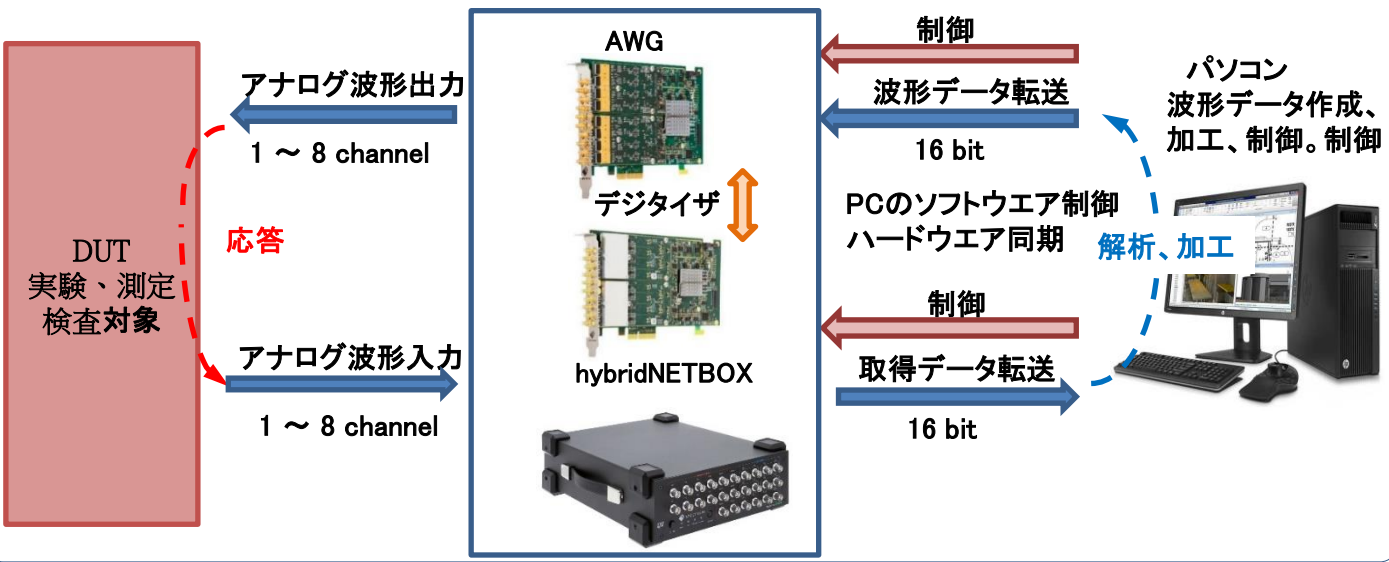


＜任意波形発生器とデジタイザの連携_hybridNETBOXの適用イメージ＞

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。



IMT Intelligent Measurement Technology

SPECTRUM
INSTRUMENTATION

＜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

PCIe Gen2 x8
転送速度(3GB/s)

デジタイザ
(M4i, M4X, M2p)

ドライバ
オプション

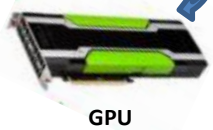
CPU
(通常の処理)

応用例
リアルタイム処理(高速処理)要求への対応
(Lidar、FFT、フィルタリング、平均化処理等の演算)

特長
デジタイザで測定したデータをCUDA
の環境下で直接GPUに送り、GPUでの
演算結果をCPUに送る事により、
リアルタイム処理に対応可能。
(GPUの処理能力は、CPUの数百倍以上)

Data
Remote DMAにより
データを直接GPUへ

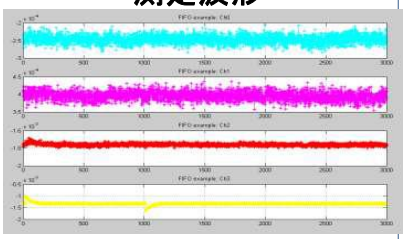
演算結果をCPUへ



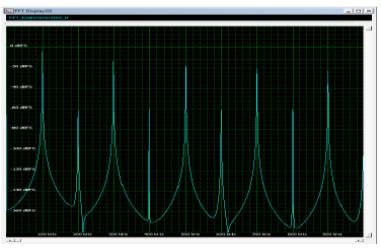
GPU
(Graphic Processing Unit)

*CUDA:半導体メーカーNVIDIA社が提供する
GPUコンピューティング向けの統合開発環境。プ
ログラム記述、コンパイラ、ライブラリ、デバッガな
どから構成されており、C言語によるプログラミン
グの経験があれば扱いやすくなっています。
OS環境:LINUX、Windows

測定波形



FFT



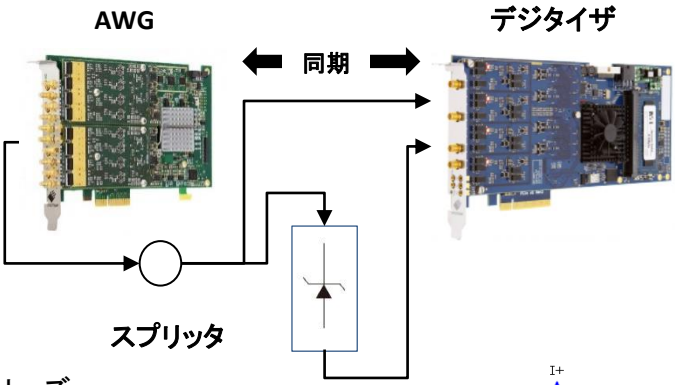
＜部品特性検査(ダイオードの例＞

電子機器・基板検査

概要

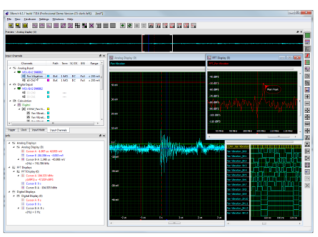
簡易部品計測の例としてツェナーダイオードの例を
示します。
・電流の増減に伴う電圧の値を測定するための条件
　電流値のスイープ機能
　電流出力に同期しての電圧測定
　測定値のスケーリング機能
　X-Y表示機能

システム構成

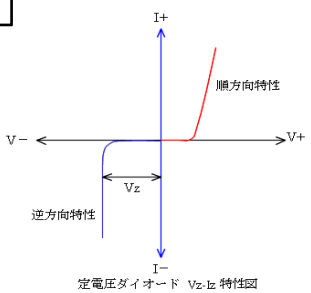


主な仕様・特長

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



SBench6



定電圧ダイオード Vz-Iz 特性図

測定例

IMT Intelligent Measurement Technology

SPECTRUM
INSTRUMENTATION

電子機器・基板検査

＜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）を測定する必要がでてきます。 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出てきます。
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。

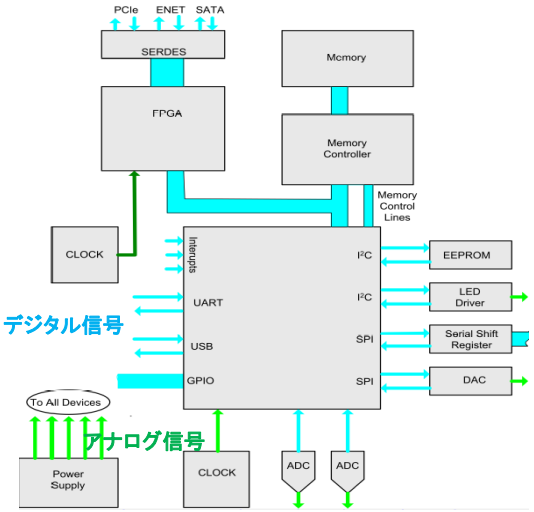


図1　プロセッサー制御機器

主な仕様・特長

M4i.44xx-DigSMA　M2p.xxxx-DigFX2
M2p.xxxx-DigSMB

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**

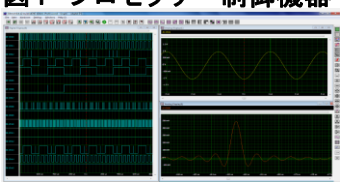


図2　SBench6による
デジタル/アナログの同期信号計測例

＜マルチチャネル多機能測定システム（同期計測）＞

電子機器・基板検査

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、マルチチャネルおよび多機能測定の方向に進んでいます。
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。

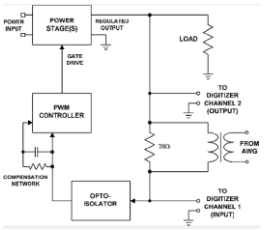


図1　電子制御モータ

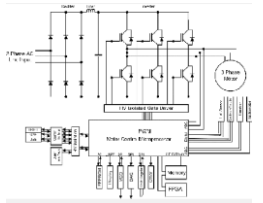
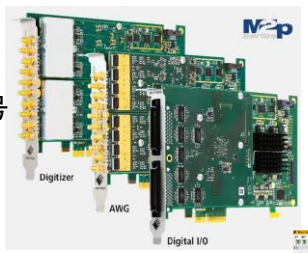


図2　プロセッサー制御機器

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。

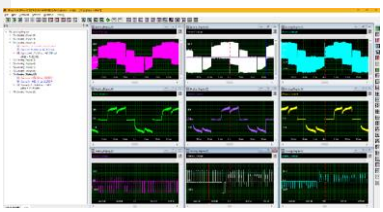


図3　SBench6による
デジタル/アナログの同期信号計測例

IMT Intelligent Measurement Technology

SPECTRUM
INSTRUMENTATION

＜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)

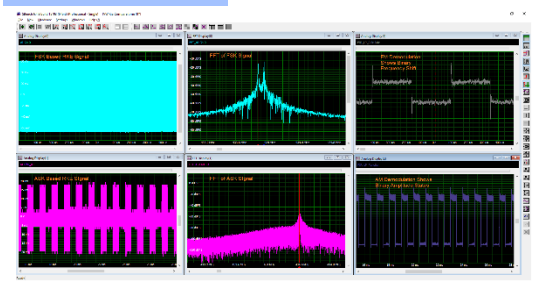
・リモートキーレスエントリーは、単純な機械式からドアの開閉だけではなく、リモートスターター、キーレスイグニッションなどを含んだミニチュア電子機器になってきています。
・信号は、セキュリティのためUHF帯を使用しており、変調方式は、ASK、FSKを使用しています。
キャリア周波数は下記です。
日本/アメリカ　315 MHz, 433.92 MHz
ヨーロッパ　434.79 MHz, 869 MHz
・上記の信号を測定するためには、高サンプリングレート　広帯域、ロングメモリを持つ測定器・デジタイザが必要になります。
必要な仕様
帯域　1.5 GHz以上
サンプリングレート　4 GS/s以上
データ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

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、脱炭素に多いに貢献します。
・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チャネルの測定を行っている例があります。

＜参考＞
M2p.5913-x4を複数台内蔵した digitizerNETBOX

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

システム構成

M2p.5913-x4
PCIe Gen1 x4 I/F
8チャネル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

IMT Intelligent Measurement Technology

SPECTRUM
INSTRUMENTATION

＜車載計測用データレコーダ＞

自動車

概要

Automotive Data Recorder - SPECTRUM Instrumentation (spectrum-instrumentation.com)

Vehicular Testing with Modular Digitizers - SPECTRUM Instrumentation (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
- ・車載で使用した計測条件が、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

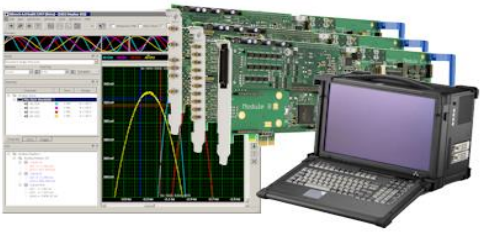
DIO：最高更新レート 125 MS/s、32チャネル

AWG：16ビット、1～48チャネル
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

システム構成

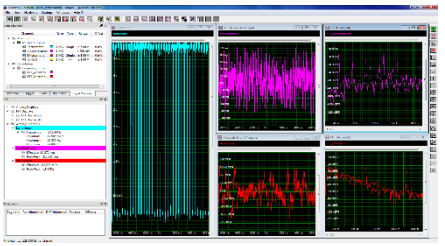
ポータブルPCに計測カード挿入の例



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＞

航空機

Testing electronic aircraft systems using modular instruments - SPECTRUM Instrumentation (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
  Bussスピード 100 kbit/s, 2秒間測定, 立ち上がり1.5 ±0.5 µsec
- ・MIL-STD 1553 buss（航空機、宇宙船用）
  差動信号
  Buss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へのの高速データ転送

使用しているデジタイザ

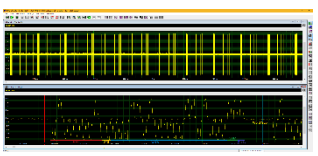
M2p.5968-x4
4チャネル
16ビット
最大 125 MS/s
茶道測定可能
データメモリ 512 MS

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

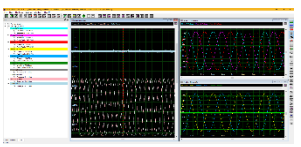
主な波形取得例

SBench6-Proを使用

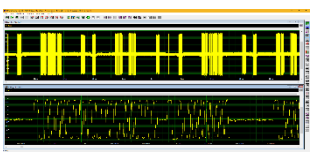
ARNIC 429 Buss



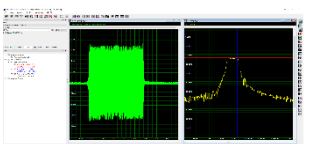
機内交流電源（3Φ400Hz）



MIL-STD 1553 Buss



RF信号（FFT解析他）



IMT Intelligent Measurement Technology

SPECTRUM
INSTRUMENTATION

＜超音波計測＞

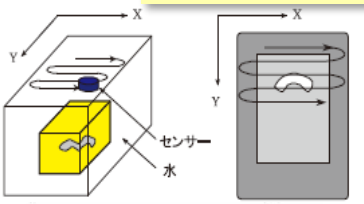
インダストリー

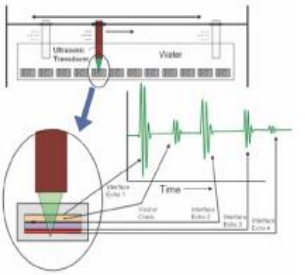
概要

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。

システム構成

超音波映像装置





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

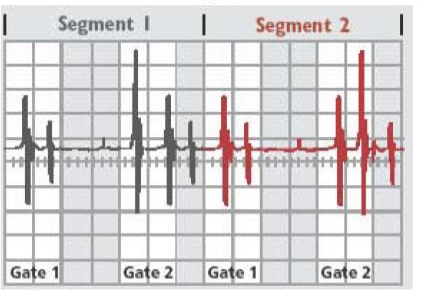
最大5GS/s 高速デジタイジング、帯域1.5GHz

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ジング機能**

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**



ゲート機能によるデータ収集

＜LIDAR＞

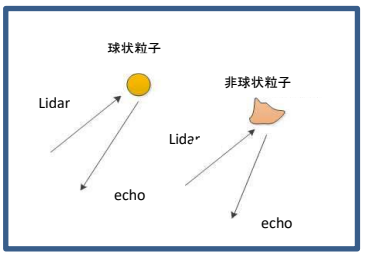
インダストリー

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サンサとしての 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。

・

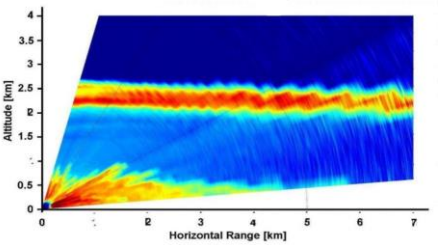
主な仕様・特長

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



IMT Intelligent Measurement Technology

SPECTRUM
INSTRUMENTATION

＜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

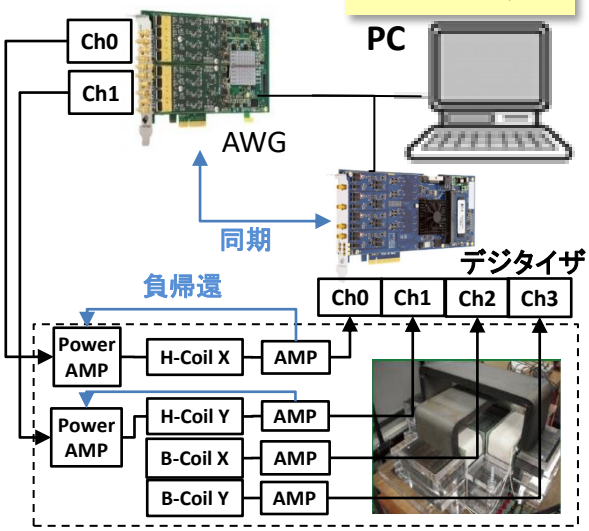


図1. 2次元磁気測定装置

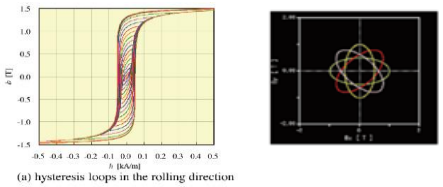


図2. 測定例

＜タービンブレードの振動評価試験＞

インダストリー

概要

タービンブ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チャネルのアナログ入力と、最大11チャ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

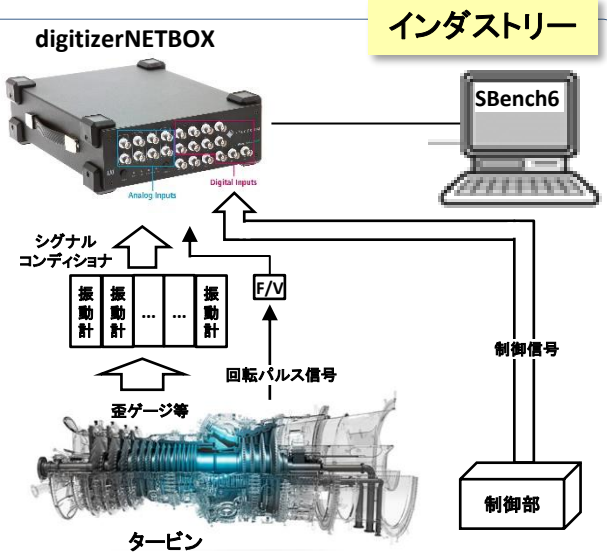


図1. タービンの振動評価装置

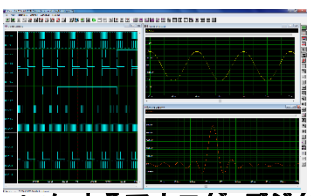


図2. SBench6によるアナログ・デジタル信号同期測定例

IMT Intelligent Measurement Technology

SPECTRUM
INSTRUMENTATION

＜設備診断＞

インダストリー

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、リチュ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チャネルのアナログ入力と、最大11チャ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

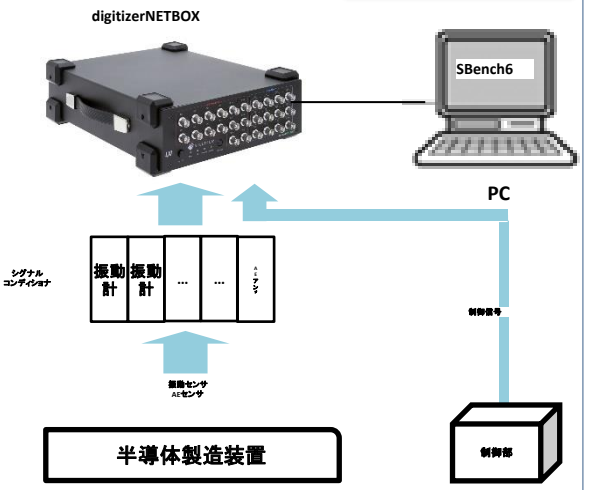


図1. 半導体製造装置の設備診断装置

主な仕様・特長

digitizerNETBOX DN2.591-16

アナログ入力

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

デジタル入力：11チャネル

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。

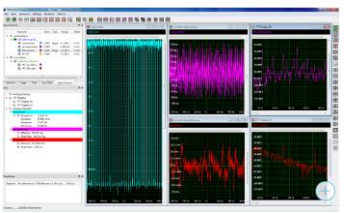


図2. Sbench-Proによる測定信号とFFT解析波形の例

IMT Intelligent Measurement Technology

SPECTRUM
INSTRUMENTATION

＜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

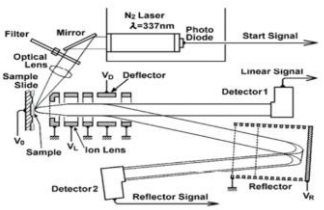
高分解能（12ビット以上）、高SNR
　ローノイズ性能　→　繰返し測定回数の減少
　→トータル測定時間減少

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**

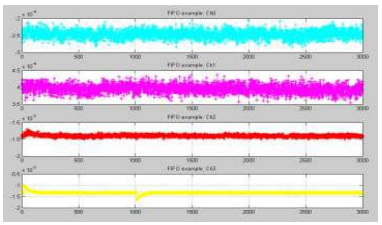
省スペース&低消費電力: 装置全体のコンパクトパッケージ化

システム構成

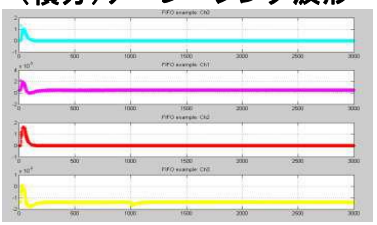
組込用途として、デジタイザの**高速アベレージング機能と画像拡大機能**により、解析が容易



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
　広帯域・高速サンプリング
　チャネル間の同時測定性能
・蓄積リングの加速性能モニタ
　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

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

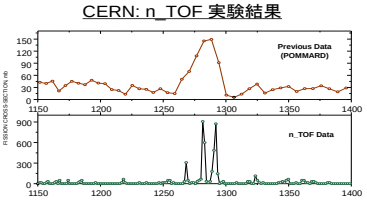
マルチチャネル　～48チャネル

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**

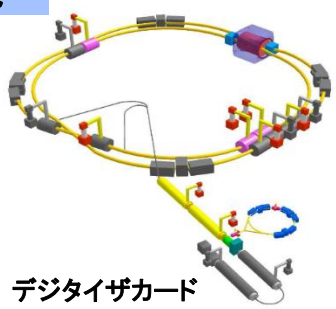
SBench6による演算機能

システム構成

CERN: n_TOF 実験結果



測定例



デジタイザカード

digitizerNETBOX

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

https://spectrum-instrumentation.com/applications/case_studies/Over_140_Digitizers_at_CERN.php

DESY（ドイツ電子シンクロトロン）
・15年以上の稼働実績
・LINIAC（直線加速器）
　スペクトラム社の最新モデルに置き換え

https://spectrum-instrumentation.com/en/15-year-old-spectrum-digitizer-cards-still-playing-vital-role-desy

IMT Intelligent Measurement Technology

SPECTRUM
INSTRUMENTATION

＜高磁界計測への応用＞

物理・化学

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チャネルデジタイザ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、デジタイザシステムを、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

システム構成

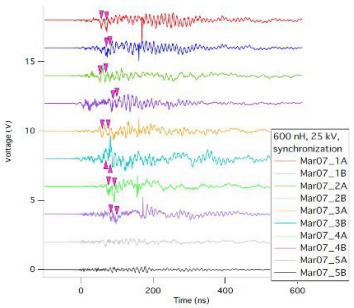
東京大学 国際メガガウス科学研究所
パルス磁石は、非的方法で最大87T、
破壊的プロセスで100Tから最大760Tを発生

主な仕様・特長

digitizerNETBOX DN6.221-12

多チャネル、高速デジタイジング機能
8ビット、12チャネル、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
SBench6による、データ収集、表示機能

DN6.221-12



測定例

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チャネル
DN6.445-12　14ビット、500MS/s、12チャネル

＜核融合炉　（多チャネル対応）＞

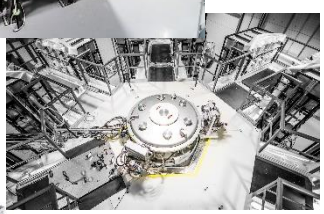
物理・化学

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事から、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、多チャネルの同期測定の要求がある

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

装置の外観
真空容器の周りに192台のキャパシタ



主な仕様・特長

digitizerNETBOX DN2.xxx.xx或いはDN6.xxxx.xx
多チャネル同期計測が可能（～48チャネル）
M4i.22xx.xx 或いはM4i.44xx.xx＋ドッキングステーション
多チャネル同期計測が可能（～128チャネル/シャーシ）

256チャネルシステム
2台の19インチシャーシに32台のデジタイザカード

SPECTRUM INSTRUMENTATION

＜AFM 針先で原子をスキャン＞

物理・化学

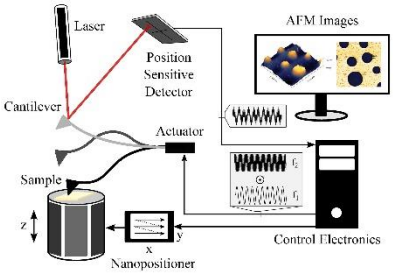
概要（ニューキャッスル大学）

原子間力顕微鏡（AFM）は、表面化学に関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。

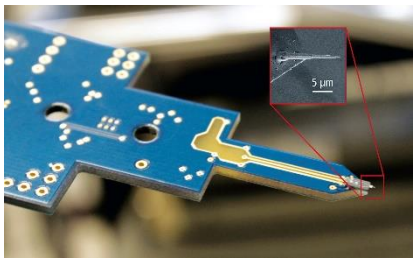
https://www.imt-elk.com/wp-content/uploads/2021/03/Scaning-atoms-with-the-tip-of-a-needle.pdf

https://spectrum-instrumentation.com/en/scanning-atoms-tip-needle

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



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、高速デジタイジング、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

＜単一原子に関しての実験＞

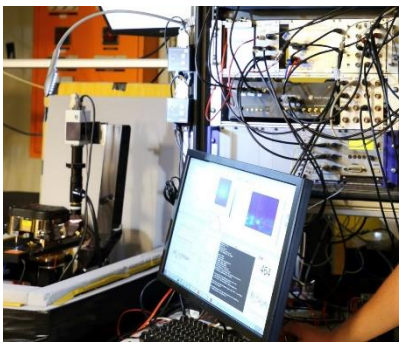
物理・化学

概要（シュツットガルト大学）

シュトゥットガルト大学は、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りうる情報素子》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。

実験装置の外観



https://spectrum-instrumentation.com/en/spectrums-awg-controls-physics-experiments-single-atoms-stuttgart-university

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用。

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

IMT Intelligent Measurement Technology

SPECTRUM
INSTRUMENTATION

＜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＞

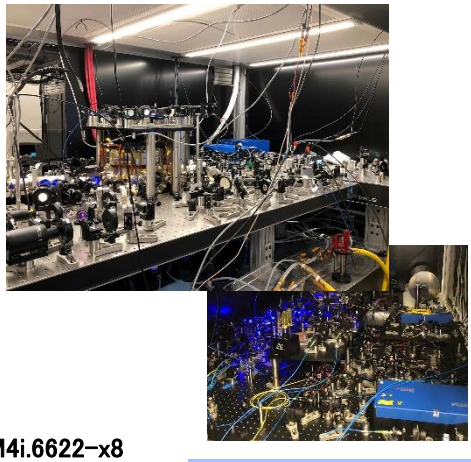
物理・化学

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



レーザ光ネットワーク

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チャネル同期出力
SBench6による波形作成機能

M4i.6622-x8

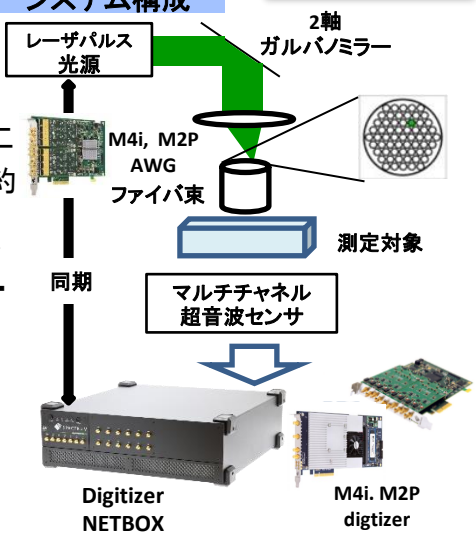
＜光音響計測（レーザ・アコースティック）＞

医療・バイオ

概要

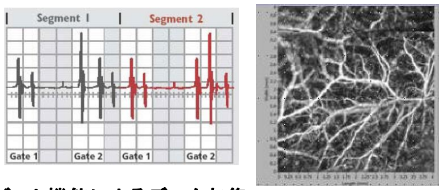
組織或いは構造物にナノ秒パルス幅のレーザを照射すると、瞬間的に組織が熱膨張を起こし超音波を発生（光音響効果）します。レーザを用いることで、非常に小さなフォーカスが可能であり、超音波を用いる事で、光の約2倍の深達度、空間分解能が得られます。
センサ信号の広帯域化（周波数帯域の広帯域化100MHz以上）と、多チャネル化により、多量データ解析能力の必然性がアップしてきており、高速・高分解能な高性能デジタイザの要求がでてきています。

システム構成



主な仕様・特長

<u>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</u>
・レーザ照射タイミ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
・チャネル数：1ch～16ch　　・オンボードFPGAによる
<u>リアルタイムアベレージング機能、移動平均機能</u>
・演算転送時間削減用の**<u>ゲート指定によるデータ収集機能</u>**



ゲート機能によるデータ収集

IMT Intelligent Measurement Technology

SPECTRUM
INSTRUMENTATION

＜セルソーティング（細胞分類）＞

医療・バイオ

概要（東京大学）

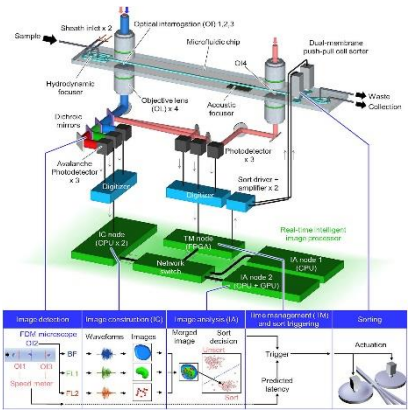
セルソーティングは、分子生物学、病理学、免疫学、ウイルス学の研究において基本的な役割を果たします。東京大学は、Spectrum社のデジタイザを中心とした、超高速（セル当たり32ms）のインテリジェントな画像活性化セルソータ（IACS）を開発しました。この世界初の高スループット、画像ベースの細胞選別技術は非常に用途が広く、生物科学、製薬科学、医学、特に癌細胞と非癌細胞のわずかな違いを分類できる機械ベースの科学的発見を可能にすることが期待されている。

光学、マイクロ流体、電子機器、力学、データ処理など、さまざまなテクノロジーを利用し、柔軟性と拡張性があり、データ収集、データ処理、意思決定、ソート操作のためのリアルタイムの自動化された操作を提供します。

＜ビデオ＞

https://www.cell.com/cms/10.1016/j.cell.2018.08.028/attachment/376fe425-fe7a-44f2-87d7-73ab3cd3af3d/mmc1

システム構成



https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(18)31044-4

主な仕様・特長

M4i.2212-x8

デジタイザ M4i.2212-x8

1.25 GS / s　8ビット　4チャネル

アバランシェフォトダイオードからの信号を高速収集。取得したデータは、継続的に、カードの高速PCIeバスを介して、PCに高速伝送可能

＜MRI（Magnetic Resonance Imaging）＞

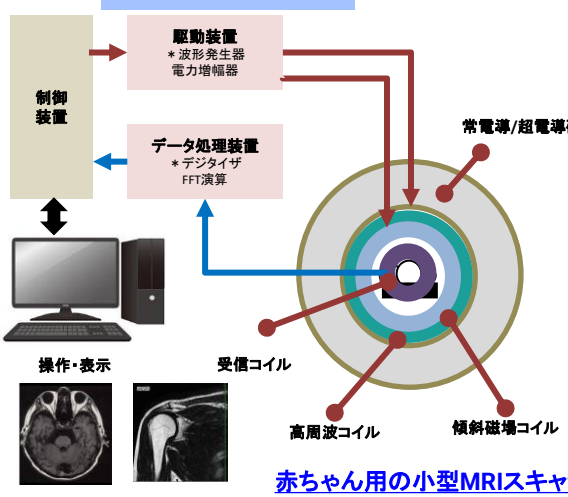
医療・バイオ

概要

NMR（核磁気共鳴）現象を応用した診断装置

・駆動装置（トランスミッタ）
　任意波形発生器：300MHz帯域のパルス、sin波
　パワーアンプ：数kV、数百A
・データ処理部（RFレシーバ）
　低ノイズアンプ、ミキサ
　デジタイザ：1MHz～300MHz帯域、12～16ビット
　リアルタイムFFT処理など

システム構成



赤ちゃん用の小型MRIスキャナ

主な仕様・特長

hybridNETBOX DN2.825-xx（PCとLAN接続）

・波形出力　16ビット、低ノイズ出力
　更新レート：625MS/s　1.25GS/s
　出力チャネル数：2/4
・波形収集　14ビット
　入力CH数：2/4　　サンプリングレート：500MS/s

AWGカード M4i.662x-x8　16ビット
　更新レート：625MS/s　1.25GS/s
　出力チャネルネル数：1./2/4

デジタイザカード M4i.445x-x8　14ビット
　入力CH数：2/4　　サンプリングレート：500MS/s

＊波形発生器＆デジタイザ

hybridNETBOX

AWGカード

デジタイザカード

IMT Intelligent Measurement Technology

SPECTRUM INSTRUMENTATION

＜道路上での動物検知（ドイツの例）＞

通信・レーダ

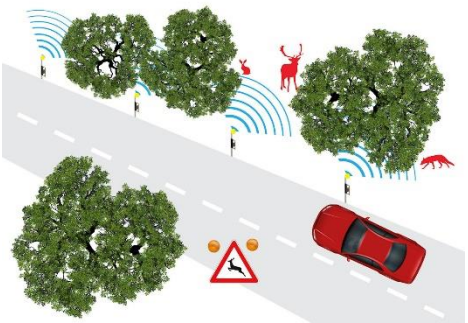
概要（ドイツの例）

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て、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。

https://spectrum-instrumentation.com/news/202005_Intelligent_Road_Radar_Detects_Wild_Animals.php

システム構成

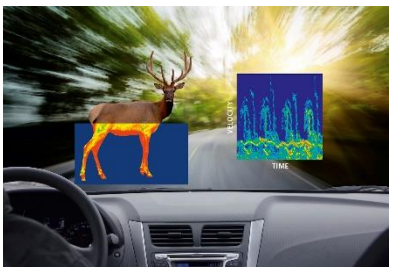


主な仕様・特長

M2p.5926-x4

- 16ビット、4差動チャネル、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

SPECTRUM
INSTRUMENTATION

＜連続データ収集の例＞

通信・レーダ

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

システム構成

PC
Work Station

デジタイザ
M4i.2210-x8

主な仕様・特長

使用機材

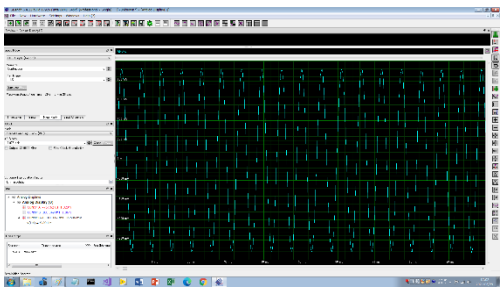
・Digitizer : SpectrumM4i.2210-x8
PCI Express x8 Gen 2 （3.2GB/sec）
1channel 8bit 1.25 GS/s
500MHz Bandwidth at 50 Ohm
SBench6Pro
・SSD (1TB): Western Digital WDS100T3X0C-EC
M.2-2280 SN750, 1TB NVMe
・PC：HP Z4G4 Work sation
CPU Intel Xeon W-2123 (3.6GHz,4C, 8.25MB Cache
Cache 32GB (4 x8GB) DDR4 2666MHz
3.5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

実測結果（C++の場合）

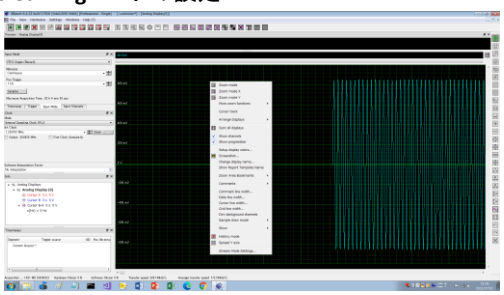
デジタイザ設置PC環境での転送速度評価結果
（C++プログラムを使用）
デジタイザのメモリ --> 1TB SSD
Plain HDD read and write speed
Used file size: 4096 MB
Write -Average 2220.97 MiB/s (2328.85 MB/s)
Read -Average 2279.28 MiB/s (2390.00 MB/s)

SBench6-Proの収集例

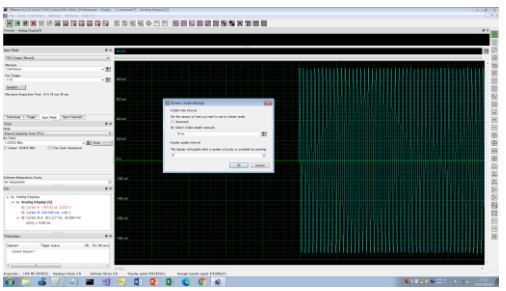
①**FIFO**モードの設定
収集条件（サンプリングクロック等）の設定



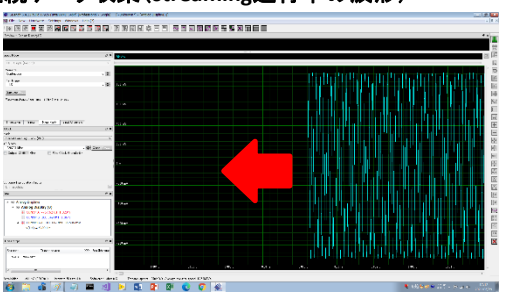
②**Streaming**モードの設定



③**Streaming**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）

IMT Intelligent Measurement Technology

IMT Intelligent Measurement Technology

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