



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



S Bench6-Proを用いてLAN経由で、それぞれの計測条
 コントロール、計測結果表示、データ格納+演算/報告



可能

ソフトウェア対応

S Bench6

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

- 主な機能
- Standard: 波形表示、データ保存、データ生成他
 - S Bench6-Pro: 種々の演算(FFT、SN比計測)、レ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
 - S bench6-Multi: S Bench6-Proと一緒に使用して、複Scriptツールにより、自動化と外部ソフトウェアからの



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.

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・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/高速チャンネルの混在
- 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チャンネルの同期入力チャンネル

➤ 大規模物理実験

- 分散型ネットワーク計測
- 計測チャンネルの高密度化と同期計測
- 低速/高速チャンネルの混在

➤ 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

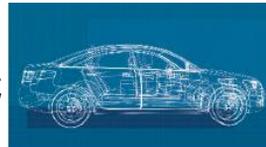


➤ LIDAR

- 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

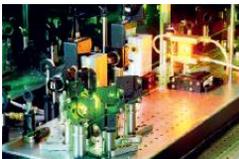


➤ OCT

- 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
- 多チャンネルの同期信号収集

＜マルチチャネル計測＞

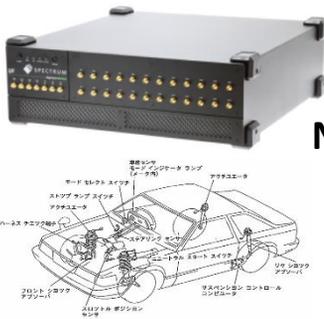
Spectrum製品の機能・特徴

概要

- ・大規模物理実験装置、マトリ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

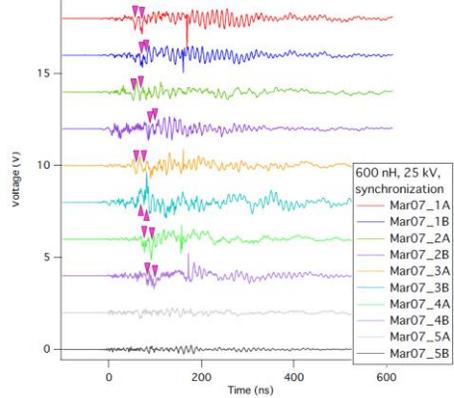
NETBOX



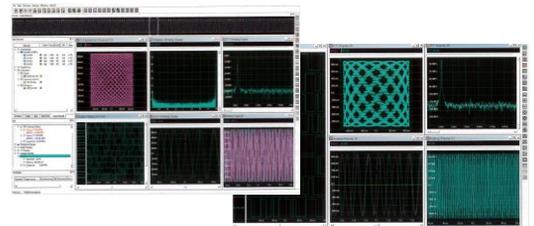
PC + SBench6

主な解析例

測定データのEXCEL解析例



SBench6のデータ解析例



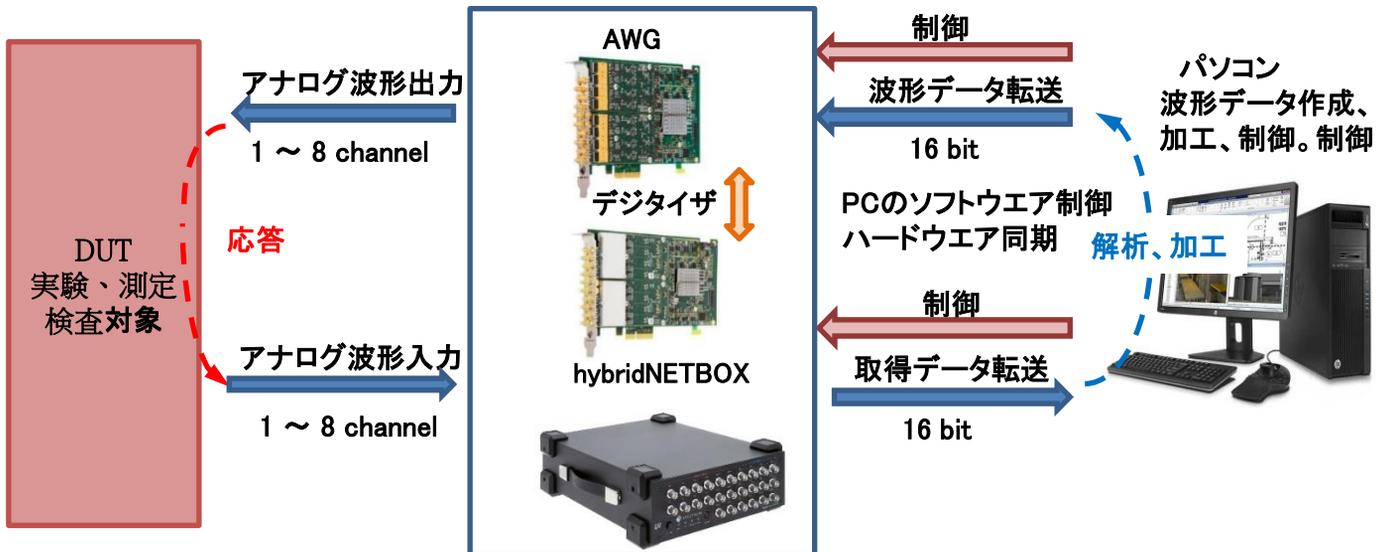
＜任意波形発生器とデジタイザの連携_hybridNETBOXの適用イメージ＞

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。

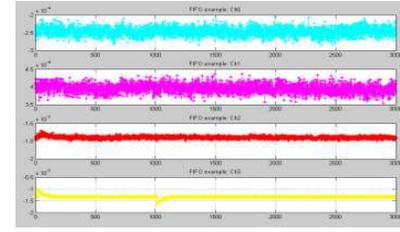
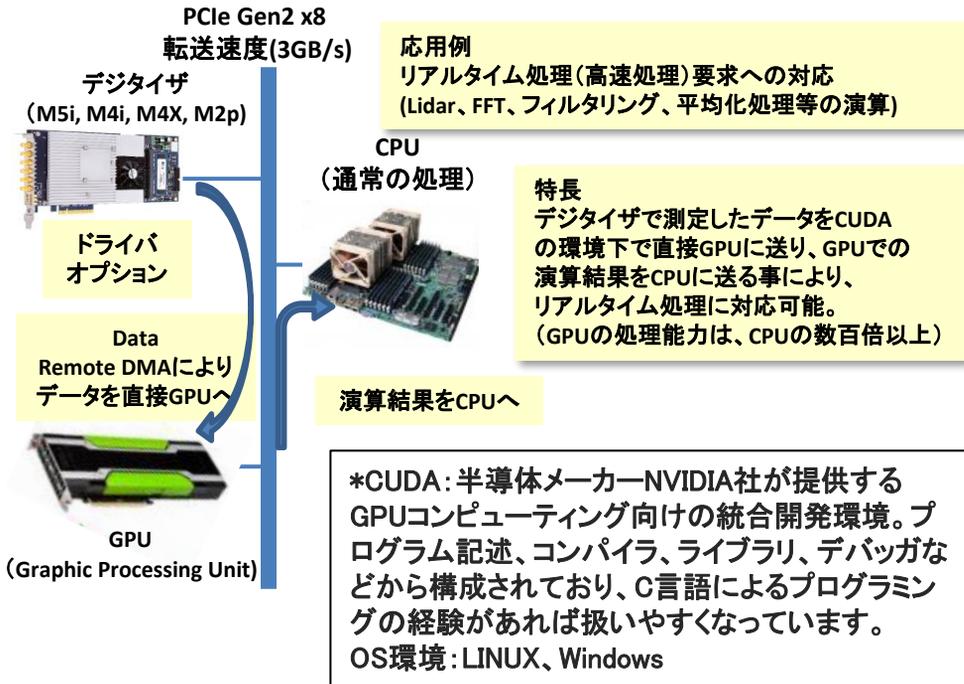


<高速演算例の紹介 SCAPP>

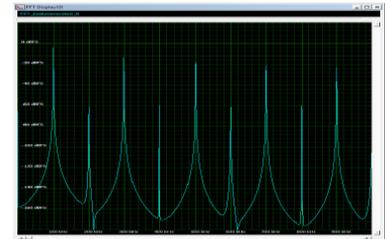
SCAPP (Spectrum's Cuda Access Parallel Processing)

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。

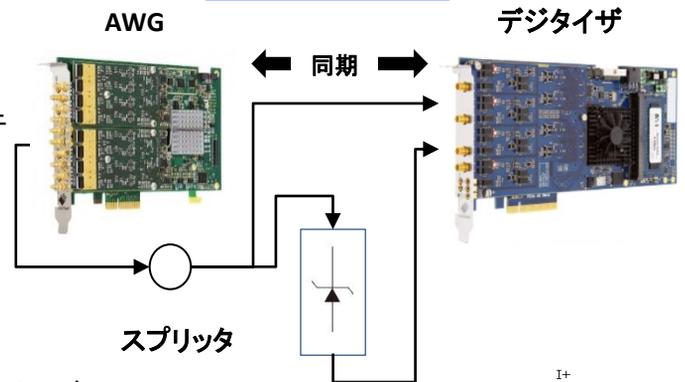
- ・電流の増減に伴う電圧の値を測定するための条件
- 電流値のスweep機能
- 電流出力に同期しての電圧測定
- 測定値のスケーリング機能
- X-Y表示機能

主な仕様・特長

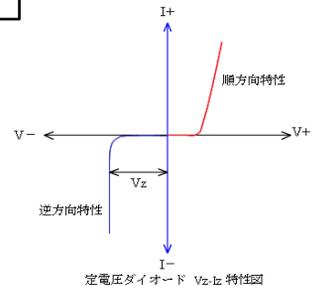
- 高分解能デジタル化機能 M4i.44xx、M2p.59xxシリーズ
16ビット、最大 500 MS/s、帯域250 MHz
- 高分解能電圧出力機能 M4i.66xx、M2p.65xxシリーズ
16ビット、最大 1.25 GS/s、帯域400 MHz
- 高SNR、ローノイズ性能
- SBench6の機能

- ・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ル機能/X-Y表示機能

システム構成



SBench6



測定例

<アナログ/デジタル混在信号の同期計測>

電子機器・基板検査

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。

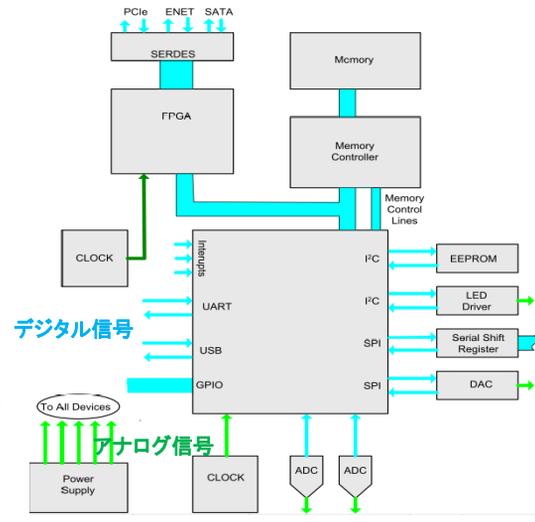


図1 プロセッサ制御機器

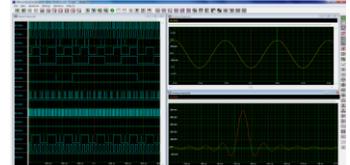


図2 S-Bench6によるデジタル/アナログの同期信号計測例

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。
- ・S-Bench6-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

<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
- ・S-Bench6-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
- S-Bench6: 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。

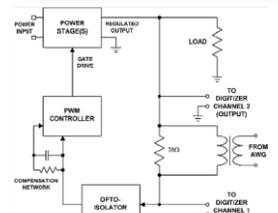


図1 電子制御モータ

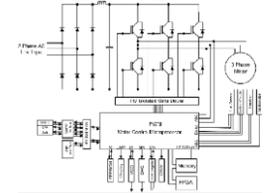


図2 プロセッサ制御機器

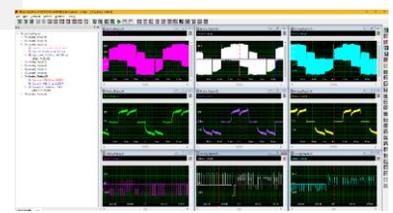


図3 S-Bench6によるデジタル/アナログの同期信号計測例

<自動車用リモートキーレスエントリー信号の計測>

概要

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

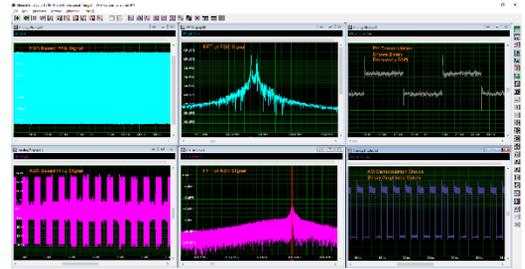
システム構成



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>

[SPECTRUM Instrumentation \(spectrum-instrumentation.com\)](http://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。

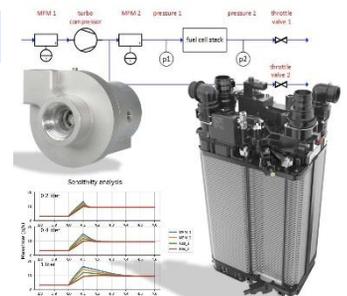
システム構成



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](#)



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

<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

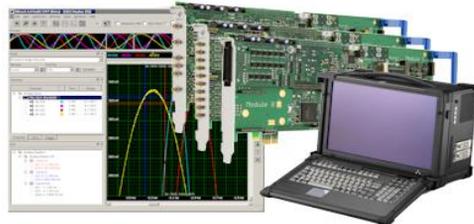
更新レート 40 MS/s~1.25 GS/s

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

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

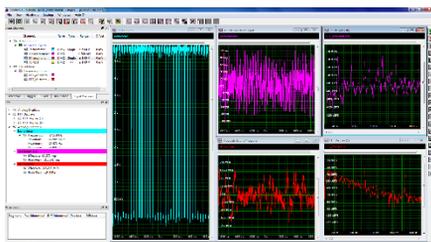
M2p. 7515-x4

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 μsec
 - ・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

使用しているデジタイザ



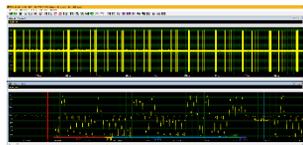
M2p. 5968-x4
4チャンネル
16ビット
最大 125 MS/s
茶道測定可能
データメモリ 512 MS

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

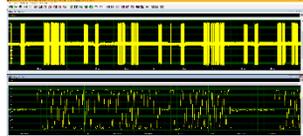
ARNIC 429 Buss



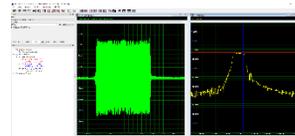
機内交流電源（3Φ400Hz）



MIL-STD 1553 Buss



RF信号（FFT解析他）



<LIDAR>

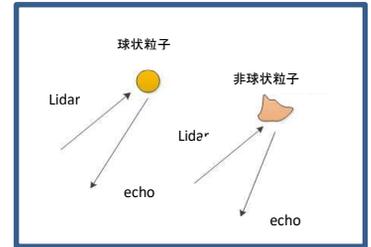
概要

- ・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

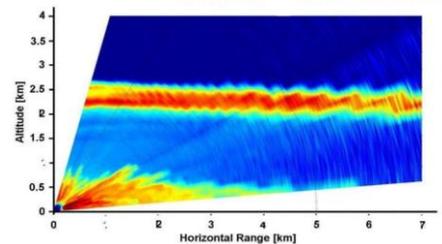
高データスループット

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



<差分吸収LIDAR (DIAL)>

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

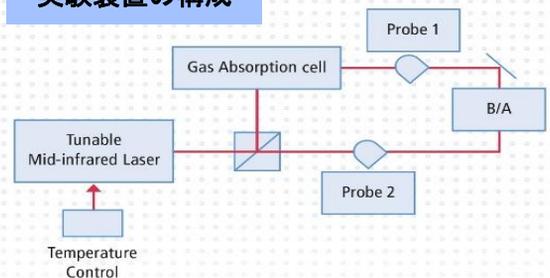
主な仕様・特長



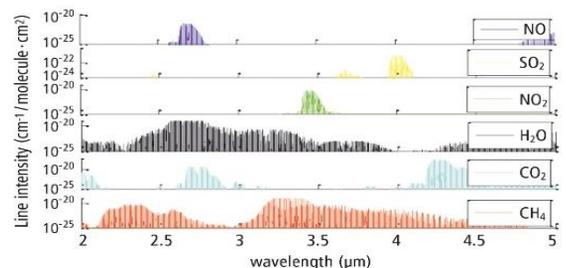
- 入力CH数: 2 ch
- 分解能: 16ビット
- サンプリングレート: 80 MS/s
- メモリ: 512 MSample
- インタフェース: PCIe Gen1 x4

M2p.5941-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>

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

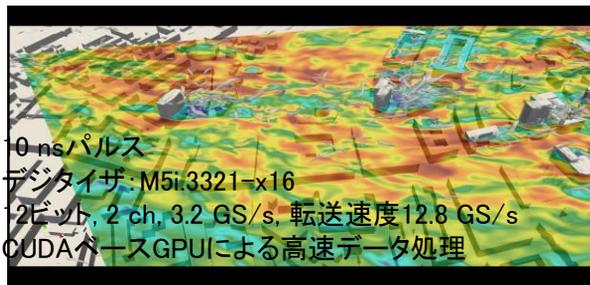
応用範囲

- ・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



乱気流3Dモデル



- ・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

<ガンマ線望遠鏡に使用されている Spectrum の デジタイザカード>

概要 (Max Planck 研究所)

スペインカナリア諸島のラ・パルマ島にあるMAGIC望遠鏡は、高エネルギーのガンマ線を放出する宇宙物体、つまり超新星やブラックホールを観察するために建設されている。このチェレンコフ望遠鏡 (IACT) は大きなミラーを備えており、光子によって生成された少数の光電子の信号に1ナノ秒程度の時間で応答します。可視波長に対する感度とIACTによる長いベースライン光強度干渉計のおかげで、数十からマイクロ秒の角度分解能を持つ。

必要な性能

- ナノ秒の時間スケールで光強度の変動を正確に測定するために
- ・チャンネル間のスプリアス信号やクロストークが極めて小さいこと
 - ・複数台使用するので、各カードの性能が同一であること
 - ・5年保証の優れた信頼性
 - ・大量のデータ処理が可能な事

スペクトラム社の SCAPP ソフトウェア

(Spectrum の CUDA Access for Parallel Processing) を使用して、NVIDIA PC グラフィック カードに直接データを送信し、最大 5000 コアが搭載されたGPU グラフィック プロセッサにより、高速なデータ処理 (1秒あたり 500 メガサンブルの高速で記録が可能) 実行可能。

主な仕様・特長

デジタイザカード M5i.33xx-x16
高分解能、高安定性、低ノイズ
12ビット、Max 10GS/s、2チャンネル
帯域 ~4.7GHz



SCAPP機能 SBench6によるデータ収集・解析可能

アンテナの外観



News: Max Planck Institute uses SPECTRUM's Digitizer cards to measure diameters of distant stars - SPECTRUM Instrumentation (spectrum-instrumentation.com)

<https://academic.oup.com/mnras/article/529/4/4387/7625603?login=false>

< 雷解析への応用 >

気象・宇宙

概要(チューク大学)

雷の稲妻が発生するメカニズムは複雑で、未だ完全には解き明かされていない。研究の目的は、仕組みを理解し落雷の被害から建物を守ること、また気候変動が雷雨の発生件数の増減に関与しているかどうかを理解することにある。稲妻は多くの場合、不透明な雲の中で発生するため、その中で何が起きているのを見ることができない。しかし、稲妻が放つ閃光は、UHF(極超短波)とVHF(超短波)の周波数帯の電波も発生している。

必要な機能と対応

- ・稲妻発生前と発生中の数秒間に膨大な量のデータを処理し記録する必要性
- ・2枚のデジタルカードを、Star-Hubを介して同期させた2枚のM4i.4451-x8 デジタルを使用し、8基のアンテナからのデータを同時に記録することが可能
- ・異なるアンテナが拾う信号間のわずかな時間差から、最大で50km先まで稲妻の発生場所を特定することが可能。これを用いての雷解析結果を右下図に示す。

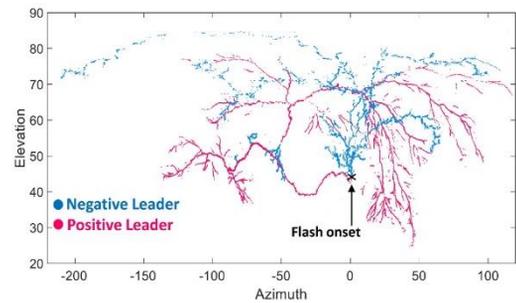
主な仕様・特長



デジタルM4i.4451-x8

- ・4チャンネル、14ビット、最大500MS/S、帯域125MHz
- ・メモリ 2Gsample
- ・転送速度 最大3.2GS/s

システム構成



解析例

< 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・高分解能デジタル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
高速デジタル化性能

最大5GS/s 高速デジタル化、帯域1.5GHz

高データスループット性能

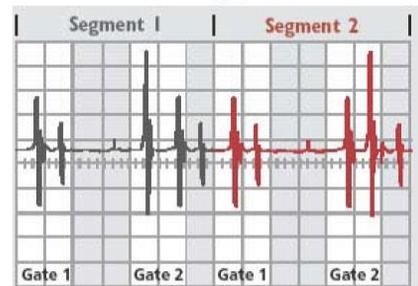
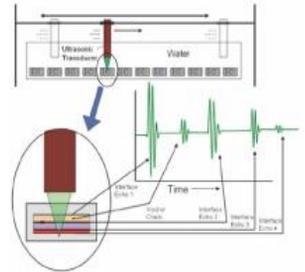
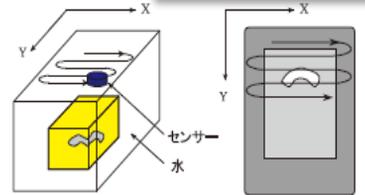
最大3.5GB/s データ転送スピード

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

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

<電磁鋼板の磁気特性計測>

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

インダストリー

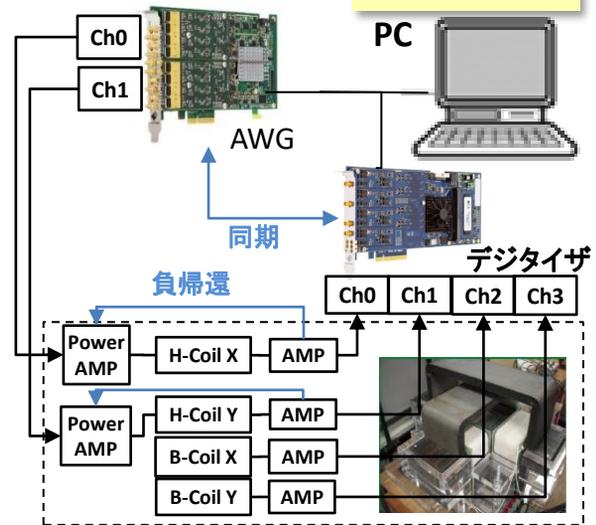
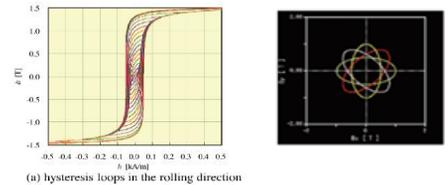


図1. 2次元磁気測定装置



(a) hysteresis loops in the rolling direction

図2. 測定例

<タービンの振動評価試験>

概要

タービンの振動計測では、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

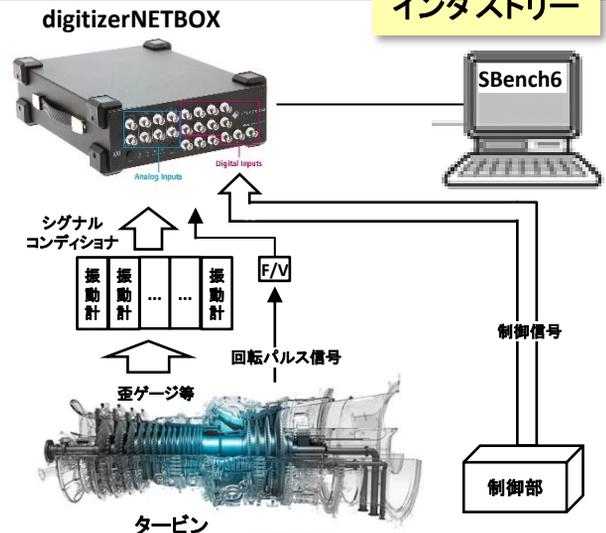
アナログ入力: 8チャンネル、16ビット、2.5 MHz、5 MS/s、
1 x 512 Msamples

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

インダストリー



タービン

図1. タービンの振動評価装置

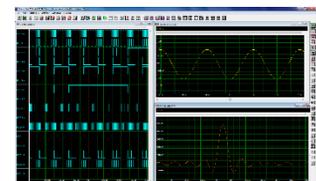


図2. SBench6によるアナログ・デジタル信号同期測定例

<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

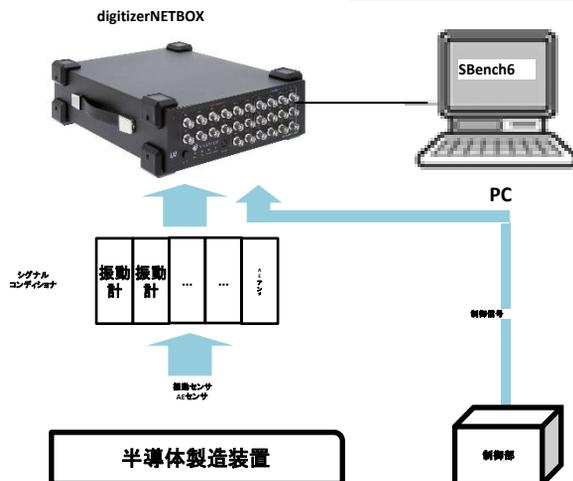


図1. 半導体製造装置の設備診断装置

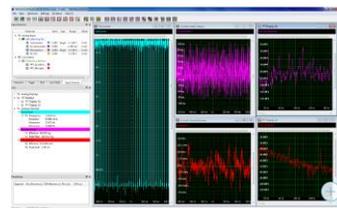


図2. SBench-Proによる測定信号とFFT解析波形の例

<EPR,ESR計測への応用>

概要

電子常磁性共鳴(EPR)分光法或いは電子スピン共鳴(ESR)分光法は、不対電子の性質を調査する方法です。化学、生物学、材料科学、物理学の分野で、金属錯体や有機ラジカルの電子構造を調査するために採用されています。分光法の専門家だけでなく、多くの研究者が正しい結果を得ることができる使いやすい装置を作りました。EPR分光法の使用例として、ラジカル間の距離を測定して(膜)タンパク質の折り畳み形状を確認する事が挙げられます。

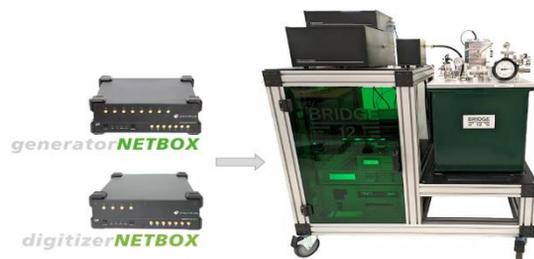
これにより、タンパク質が他の分子やタンパク質とどのように相互作用し得るかについての洞察を得ることができます。これは、2つのスピンマーカをタンパク質に1着させ、パルスEPR分光法の一つであるパルス双極子分光法を用いてその距離測定することにより行われます。

必要な機能と対応

EPR分光法では1~100オングストロームの距離を測定するために、非常に正確に生成されたパルスシーケンスが必要です。このため、当社は、ノイズレベルが極めて低いスペクトラム社製カードを採用しました。また、当社の分光計は、モジュール式に設計されているため、スペクトラム社の幅広い製品群から最適なAWGとデジタイザを選択できます。特に気に入っているのは、NETBOXとして一体化されていて、イーサネット経由でパソコンに接続できることです。これにより、コンパクトなPCを使用でき、また、現場での装置の修理やコンポーネントの交換も非常に簡単になります

インダストリー

システム構成



主な仕様・特長

digitizerNETBOX (DN2.22x-xx)

分解能:8ビット

サンプリングレート:500MS/s~5GS/s

チャンネル数:2, 4, 8

generatorNETBOX

分解能:16ビット

サンプリングレート:625MS/s~1.25GS/s

チャンネル数:2, 4, 8

<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(PCle Gen2 x8)

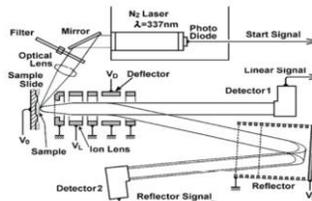
ボード上のFPGAによるリアルタイムアベレージ

機能

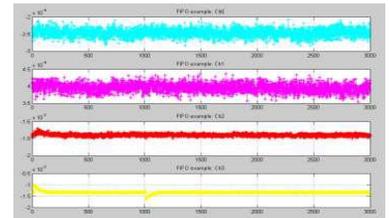
省スペース&低消費電力: 装置全体のコンパクトパッケージ化

システム構成

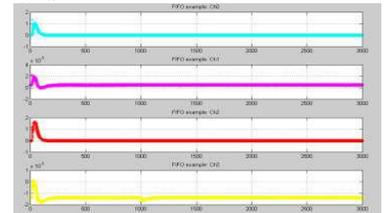
組込用途として、デジタイザの**高速アベレージング機能と画像拡大機能**により、解析が容易



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
チャン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

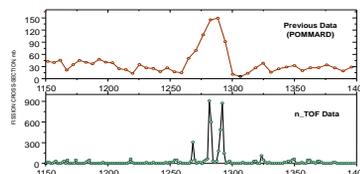
最大3.5GB/s データ転送スピード

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

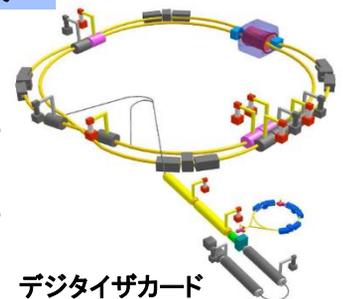
システム構成

CERN: n_TOF 実験結果



測定例

digitizerNETBOX



デジタイザカード



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 \(spectrum-instrumentation.com\)](https://www.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
・LINIAC(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 \(spectrum-instrumentation.com\)](https://www.spectrum-instrumentation.com)

<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ます、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ります。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

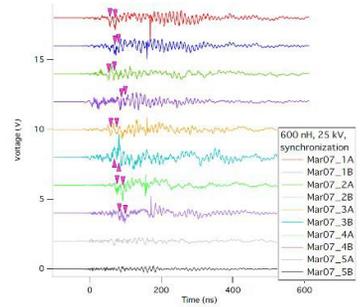
DN6.221-12



システム構成



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)>

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)

主な仕様・特長

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

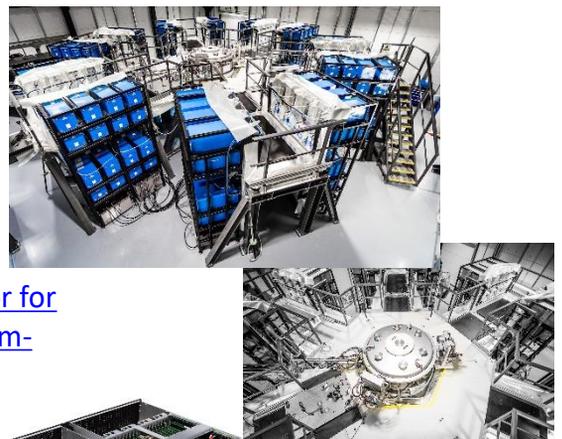
多チャンネル同期計測が可能(～48チャンネル)

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)

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

<AFM 針先で原子をスキャン>

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、高速デジタイジング、多チャンネル

16ビット、40MS/s、8チャンネル同期計測

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

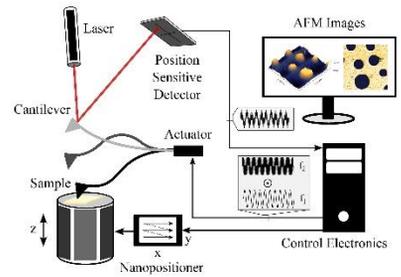
ホストコンピュータとの接続

DN2.593-08

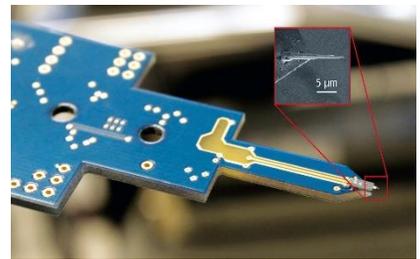


物理・化学

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。

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

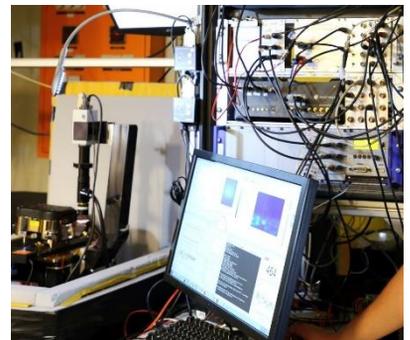
<用途>

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
- ・多チャンネル出力、効果的に実験全体を実行可能

実験装置の外観



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

DN2.663-04



<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、レーザー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、各レーザー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 \(spectrum-instrumentation.com\)](#)

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

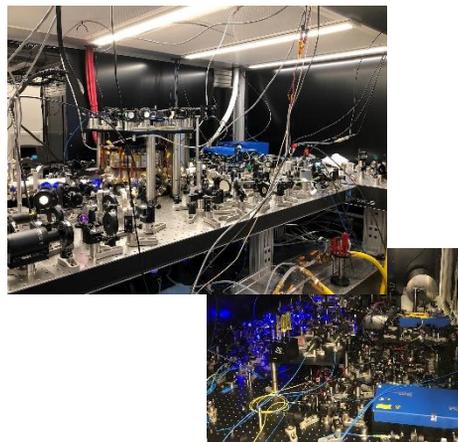
16ビット、625MS/s、8チャンネル同期出力

SBench6による波形作成機能

M4i.6622-x8



実験装置の外観



レーザー光ネットワーク

<光音響計測(レーザー・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ーを照射すると、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。レーザーを用いることで、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

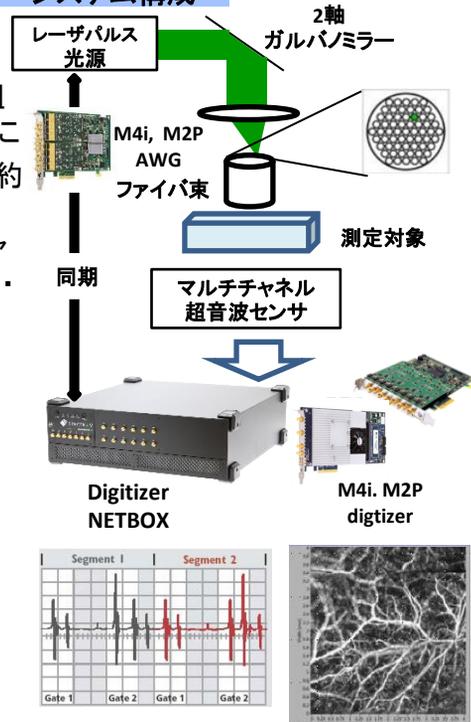
超音波センサからの信号を確実に捕捉するデジタイザ仕様

- ・レーザー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

<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。

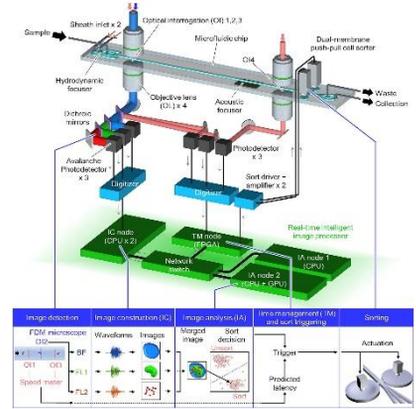
光学、マイクロ流体、電子機器、力学、データ処理など、さまざまなテクノロジーを利用し、柔軟性と拡張性があり、データ収集、データ処理、意思決定、ソート操作のためのリアルタイムの自動化された操作を提供します。

<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



主な仕様・特長

デジタイザ M4i.2212-x8

1.25 GS / s 8ビット 4チャンネル

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、PCIに高速伝送可能



M4i.2212-x8

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

<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

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
出力チャンネル数: 2/4
- ・波形収集 14ビット
入力CH数: 2/4 サンプルングレート: 500MS/s

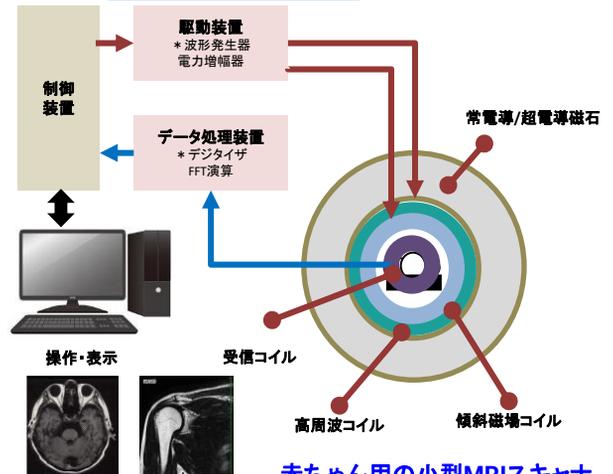
AWGカード M4i.662x-x8 16ビット

更新レート: 625MS/s 1.25GS/s
出力チャンネル数: 1/2/4

デジタイザカード M4i.445x-x8 14ビット

入力CH数: 2/4 サンプルングレート: 500MS/s

システム構成



赤ちゃん用の小型MRIスキャナ

* 波形発生器&デジタイザ



<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)

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>

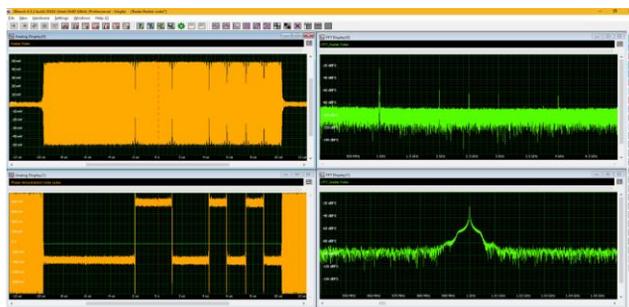
M5i.33xx超高速デジタイザ応用

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

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

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

<直交変調された通信信号の解析>

M5i.33xx超高速デジタイザ応用

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



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

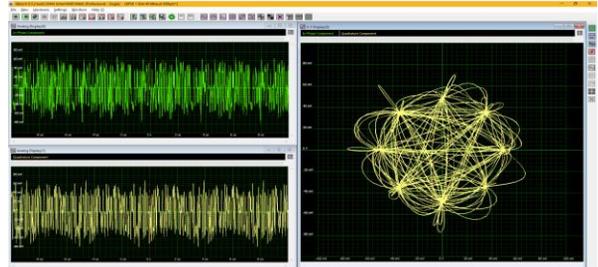
SBench6

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

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>

M5i.33xx超高速デジタイザ応用

[Application examples for M5i.33xx ultrafast digitizers \(spectrum-instrumentation.com\)](http://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、ストローク、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 $\text{Sin}(x)/x$ 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

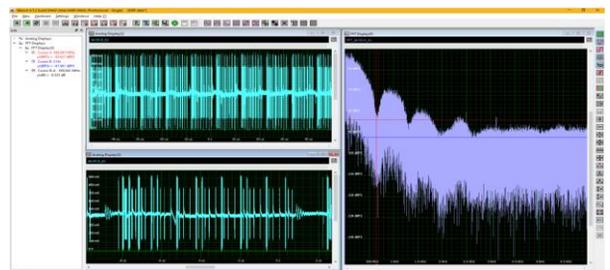


デジタイザ M5i.335xx-X16
2チャンネル, 12ビット, 最大10GS/S
最大メモリ 8Gsamples
転送速度 最大12.8GS/s

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

SBench6-Proの解析例



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

<M5i高速デジタイザの特長ト応用例>

概要

[DDRメモリのタイミングの測定の例]

クロック、データストロブ、データ信号自体という3つのデータおよびタイミング信号をStar-Hubにリンクされた3つのM5i.3360-x16シングルチャネルデジタイザを10 GS/sで信号を取得。

[SCAPPアプリケーションの例(デジタルダウンコンバーター(DDC))]

M5i.3337-x16デジタイザカードのサンプリングを6.4 GS/sのレートで使用して、最大転送速度12.8 GB/秒でNvidia RTX A4000 GPUに直接連続的にストリーミングされ702MHzから2MHzにダウンコンバート

[DPGの応用]

M5iシリーズデジタイザが、自動テスト 機器のトリガと同期、実験用の制御ライン、RFソースのキーイング用のゲート信号用のパルス信号を出力できるようになる。ゲート付きRFソースは、レーダー からキーレスエントリーシステムに至るまで幅広いRF デバイスで使用。

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

帯域 ~4.7Ghz

最大メモリ 8Gsamples

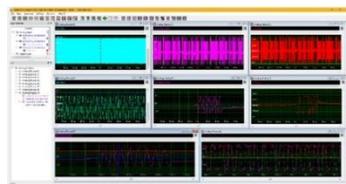
転送速度 最大12.8GS/s

SBench6

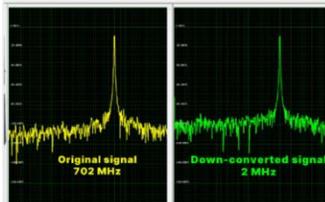
プログラムなしで、測定条件の設定、測定データの表示、格納、演算(FFTなど)、データのexport。Importが出来るツール

M5i.33xx超高速デジタイザ応用

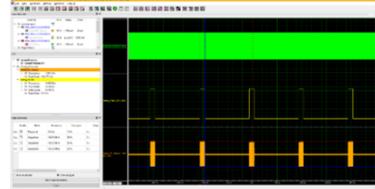
SBench6-Proでの解析例



DDRクロック、データストロブ、およびデータ信号の3チャンネル取得。信号のズームビューとともにSBench6に表示されます。



元の信号のスペクトルと、SCAPP 実装のデジタルダウンコンバーターで処理された後のダウンコンバートされたバージョンのスペクトル。



DPGオプションをゲートソースとして使用し、外部RFスイッチを使用して1 GHz 発振器出力からパルスレーダー信号を生成します。

<NMR(バーストモード測定)>

概要

・NMR 分光法は、サンプルの分子構造の化学組成を明らかにするために使用される分析手法。選択した周波数のRF放射と、強力な磁場に置かれた分子の核との相互作用を解析。外部磁により、分子内の特定の核が選択された無線周波数を吸収。吸収されたエネルギーは物質の共鳴周波数で再放出され、サンプル内の正体や分子内関係が明らかになる。

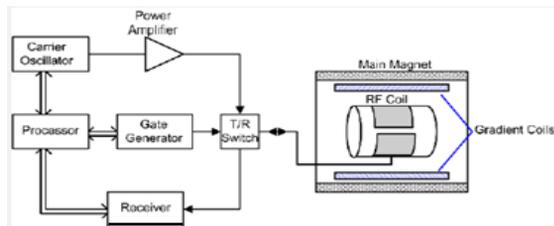
・ブロック図の送信/受信(T/R)スイッチは、RFコイルの機能を制御し、送信状態では、パワーアンプからのゲートされたRFバーストがサンプルを励起。

受信状態では、RFコイルが信号を受信し、サンプルのRF応答を検出しそれを受信機に送る。

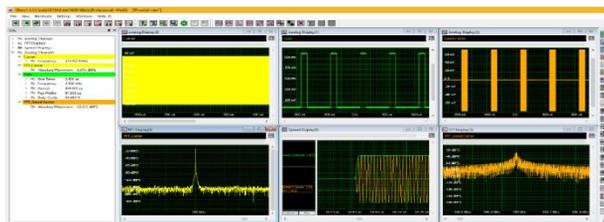
・3台のM5i.3351-x16をStar-Hubで測定し、T/R スwitchの動作を調査し、パワーアンプからのRF信号、T/Rスイッチの状態を決定するゲート信号、およびT/Rスイッチの出力を監視。

M5i.33xx超高速デジタイザ応用

NMR分光計のブロック図



SBench6-Proの解析例



それぞれ10 GS/sのサンプリングレートを持つ3つのM5i.3360-x16 4.7 GHz帯域幅シングルチャネルのデジタイザを使用したT/Rスイッチ動作のシミュレーション測定した例

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

帯域 ~4.7Ghz

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

<AWGマルチトーンDDS>

DDS関連

https://spectrum-instrumentation.com/support/knowledgebase/hardware_features/DDS_mode.php

概要

DDS(ダイレクト・デジタル・シンセシス)は、単一の固定周波数基準クロックから任意の周期波を生成する方式で、信号生成アプリケーションで広く使用されています。スペクトラム計測器のAWGに実装されたDDS機能は、複数の「DDSコア」を追加してマルチキャリア(マルチトーン)信号を生成するという原理に基づいており、各キャリアは独自の明確に定義された周波数、振幅、位相を持っています。これらの静的パラメータに加えて、周波数や振幅スロープなどの動的パラメータも組み込まれており、複数のコアの固有の線形変化を可能にします。最も単純なケースでは、ユーザーは特定のDDSコアのコマンド周波数と振幅をカードに書き込みます。その後、カードは、ユーザがカードに変更を書き込むまで、単一の周期的な正弦波を連続的に出力します。これらの変更は、先入れ先出し(FIFO)バッファに追加されるコマンド(使用可能なコマンドのリストについては、以下の表を参照)の形式でカードに書き込まれます。これらのコマンドは、カードに書き込まれた順序で実行されます。

主な仕様・特長



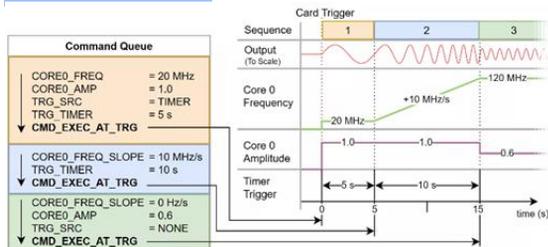
AWG M4i.66xx-X8

2チャンネル, 16ビット, 最大1.25GS/S
最大メモリ 8Gsamples
転送速度 最大6.4GS/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

設定の例



マルチトーンDDSモードの記述例



16個のDDSコアの出力例

<量子研究におけるスペクトラムDDSの使用>

DDS関連

https://spectrum-instrumentation.com/applications/application_notes/AN_Spectrum_DDS_in_Quantum_Research.php

概要

DDSオプションは、1つの出力チャンネルで1つまたは複数の正弦波を生成するために必要な複雑さとデータポイントの数を大幅に削減します。DDSオプションは、多くの量子研究者、特にRymax Oneコンソーシアム(<https://rymax.one/>)のチームと直接協力して、現代の量子研究のニーズに合わせて開発されました。このアプリケーションノートでは、量子研究プロジェクトにおける新しいオプションの使用に焦点を当てます。

主な仕様・特長



AWG M4i.66xx-X8

2チャンネル, 16ビット, 最大1.25GS/S
最大メモリ 8Gsamples
転送速度 最大6.4GS/s

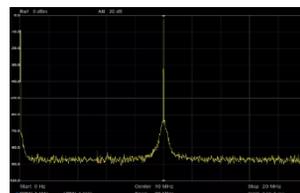
SBench6

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

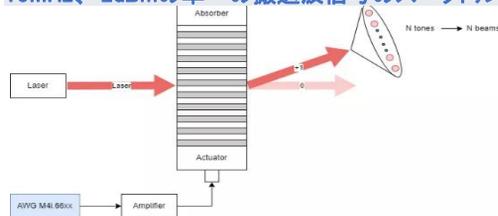
装置の例



装置の構成



生成波形の例
10MHz、-2dBmの単一の搬送波信号のスペクトル



OM/AODを駆動するAWGの標準的なセットアップレーザービーム

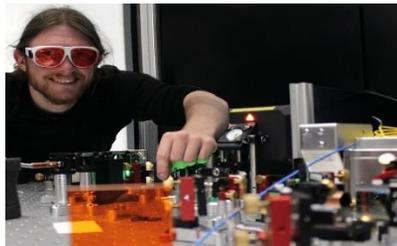
<Kaiserslautern工科大学の例(DDS機能)>

DDS関連

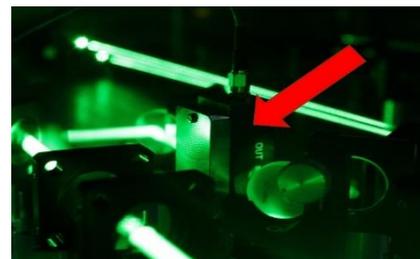
概要

量子コンピュータを作る方法は数多くありますが、Rymax Oneの共同研究において、RPTU Kaiserslautern工科大学は、量子ビットとして機能する単一原子の配列を作るというアプローチを採用しています。この方法では、各原子を正確な位置に転送し保持することが課題となりますが、各原子にレーザを照射し、それをレーザビームの中心にトラップすることにより、光ピンセットとして効果的に機能させています。しかし、ビームの各動作を1つずつ制御するには、従来の方法では大量のプログラミング、及び膨大なデータが必要でした。今回、スペクトラム社の新しいDirect Digital Synthesis (DDS) ファームウェアオプションを使用することにより、時間のかかる大規模な配列計算を行う代わりに、開始と停止のパラメータを定義するいくつかの簡単なコマンドでレーザの位置を制御できるようになり、大幅に改善されました。

装置の例



Jonas Witzenrath博士



音響光学偏向器(赤い矢印)が1本のレーザビームを、原子を捕捉して保持する多数の制御可能な単一の信号に分割します。

主な仕様・特長



AWG M4i.66xx-X8

2チャンネル, 16ビット, 最大1.25GS/S
最大メモリ 8Gsamples
転送速度 最大6.4GS/s

<さまざまなアプリケーションでのスペクトラムDDSモードの使用>

DDS関連

概要

DDSは、単一の固定周波数基準クロックから周期波形を生成する方法です。DDSオプションは、複数の「DDSコア」を使用して、各キャリアが明確に定義された周波数、振幅、位相を持つマルチキャリア(マルチトーン)信号を生成します。図1は、最大1.25GS/s、400MHzの信号帯域幅を持つM4i.66xxシリーズAWGでのDDS信号生成のアーキテクチャを示しています。DDSオプションの信号ルーティングにより、使用可能なDDSコアと出力チャンネル間のさまざまな接続が可能になり、最大限の柔軟性が得られます。M4i.66xxシリーズ用に最初にリリースされたDDSオプションでは、合計23個のDDSコアがあり、最大20個のDDSコアを1つのチャンネルに配線できます。

主な仕様・特長

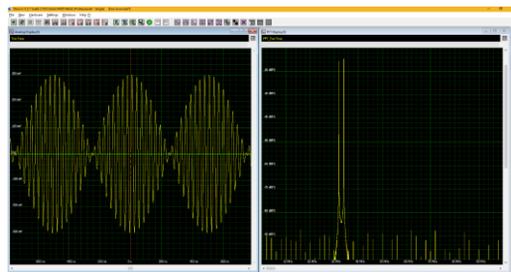
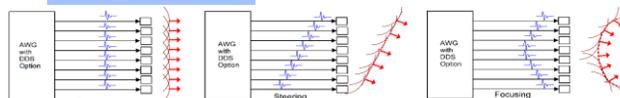


AWG M4i.66xx-X8

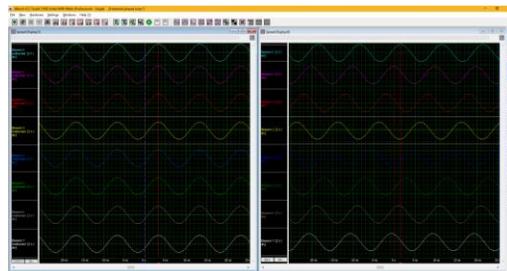
2チャンネル, 16ビット, 最大1.25GS/S
最大メモリ 8Gsamples
転送速度 最大6.4GS/s

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

設定の例



2つの正弦波を加算



フェーズアレイの例

<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

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 station
 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

システム構成

PC
Work Station



デジタイザ
M4i.2210-x8

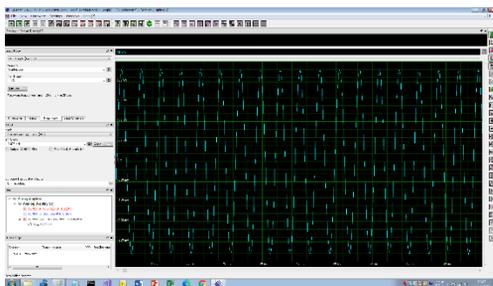


実測結果(C++の場合)

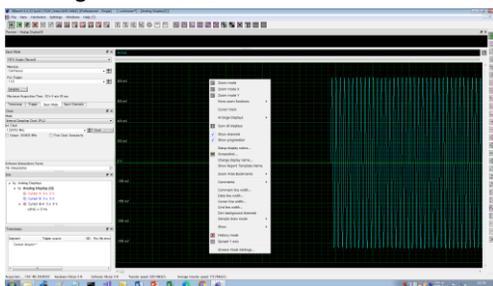
デジタイザ設置PC環境での転送速度評価結果
 (C++プログラムを使用)
 デジタイザのメモリ → 1TB SSD
 Plain HDD read and write speed
 Used file size: 4096 MB
 Write -Average 2220.97 MiB/s (2328.85 MB/s)
 Read -Average 2279.28 MiB/s (2390.00 MB/s)

SBench6-Proの収集例

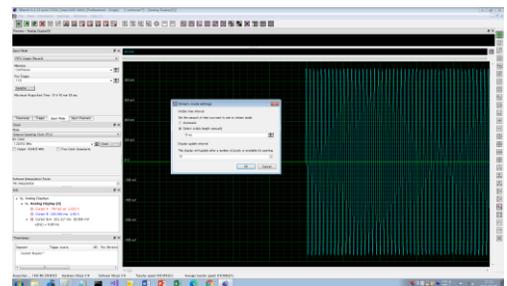
①FIFOモードの設定
 収集条件(サンプリングクロック等)の設定



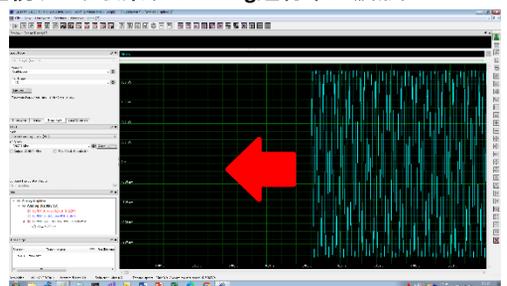
②Streamingモードの設定



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)

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