

超音波アプリケーションでの Spectrum デジタイザの使用

はじめに：

超音波製品の使用は、機器の性能の新しい技術と改善によりアプリケーションの範囲が絶えず拡大・増加しています。

Spectrum 社のデジタイザ (A/D ボード) は、超音波測定を行うための理想的なツールであり、これら製品の開発、テスト、および操作に必要な重要な役割を果たすことができます。

Spectrum 社のデジタイザ

(A/D ボード) と任意波形発生

器は、幅広い帯域幅、サンプリングレート、ダイナミックレンジを提供し、超音波測定の幅広いニーズに対応します。

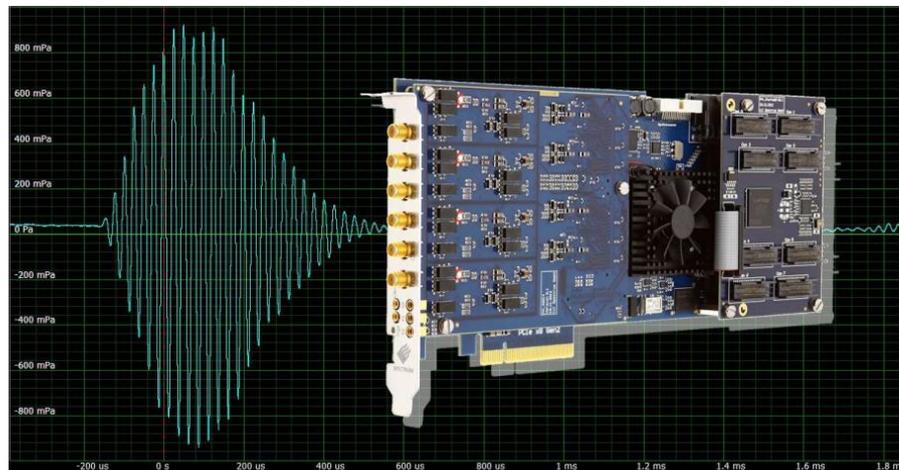


Figure 1 Spectrums M4i.4451-x8 -超音波信号の取得における PCIe 4 チャンネル 14 ビット 500 MS / s デジタイザ

超音波アプリケーション：

超音波は、人間の聴力範囲の上限を超える周波数の音響波です。超音波装置は、20 kHz から数ギガヘルツまでの周波数で動作します。Table 1 は、いくつかの一般的な超音波アプリケーションの範囲の特性をまとめたものです。

Application	Typical Frequency Range	Simplex or Duplex	Dynamic Range	Recommended Spectrum Digitizers
Nondestructive Testing (NDT)	0.1-100 MHz	Duplex (Transmit/Receive)	Moderate	M2i.20xx, M2i.49xx, M4i.22xx
Medical Imaging	1-18 MHz (High-Res up to several GHz)	Duplex	High	M2i.49xx, M4i.44xx, M4i.22xx
Ultrasonic cleaning	40 kHz	Simplex (Transmit)	Low	M2i.20xx, M2i.47xx
Ultrasonic Welding	20-100kHz	Simplex	Low	M2i.20xx, M2.47xx
Range Finding	40 kHz	Duplex	Moderate	M2i.47xx
Parking Assistance	40 kHz	Duplex	Moderate	M2i.30xx, M2i.47xx
Scanning Acoustic Microscopy (SAM)	2 MHz – 1 GHz 2- 230 MHz typical	Duplex	High	M4i.22xx, M4i.44xx
Flowmeters	640 kHz – 1 MHz	Duplex	Moderate	M2i.49xx, M4i.22xx, M4i.44xx
Time of Flight Diffraction	1 – 15 MHz	Duplex	Moderate	M2i.49xx, M4i.22xx, M4i.44xx

Table 1 一般的な超音波アプリケーションの特性と推奨されるスペクトラムデジタイザ

各アプリケーションで使用される周波数の範囲は、エンジニアリングのトレードオフを反映しています。動作周波数を

上げると、解像度が上がることで小さな形状を検出できますが、高い周波数の信号はそれほど貫通しません。超音波アプリケーションの一般的な問題は信号の減衰です。これは、信号の周波数に反比例します。結果として、非常に高い周波数が表面調査アプリケーションで使用される傾向があり、より大きな貫通と電力が必要な場合は低い周波数の方が適しています。もちろん、デジタイザ (A/D ボード) のダイナミックレンジを上げると、より小さな信号を検出することができます。

サンプルレート :

製品選択の基本は、主にアプリケーションで使用される周波数に関連しています。一般に、デジタイザ (A/D ボード) のサンプリングレートは、アプリケーションの周波数の 5~10 倍である必要があります。アプリケーションがドップラーシフトを使用する場合を除いて、周波数がそれほど高くない場合でも、周波数シフトは多くの場合信号周期の一部を測定する必要があるため、タイミング分解能を高くする必要があります。ドップラーアプリケーションでは、デジタイザ (A/D ボード) のサンプルレートが使用周波数の 10 倍をはるかに超える必要がある場合があります。

帯域幅 :

デジタイザ (A/D ボード) の帯域幅は、アプリケーションで使用される最高周波数の少なくとも 2 倍以上である必要があります。低い帯域幅で作業すると、高い周波数の信号が減衰し測定の分解能と精度が制限されることがあります。

ダイナミックレンジ :

デジタイザ (A/D ボード) のダイナミックレンジ (ビット数) を増やすと、より小さい信号を検出できます。一般に、高分解能 ADC は、より良い S/N 比を提供し、同じ集録で大小の信号を検出できるようにします。これが、最先端システムがより高い分解能の ADC または信号処理 (平均化やフィルタリングなど) を使用して全体的な測定感度を向上させる理由です。

その他の考慮事項 :

デジタイザ (A/D ボード) の入力回路は、超音波センサーの出カインピーダンスとカップリング要件に合わせる必要があります。多くの Spectrum 製デジタイザ (A/D ボード) は、入力パス、構成、および終端インピーダンスの選択肢を提供し、可能な限り最適なマッチングを可能にします。超音波信号の性質によっては、デジタイザ (A/D ボード) の取得モードも重要になる場合があります。複数の信号バーストまたはパルス超音波を使用するアプリケーションは、バーストイベント間のデッドタイムを最小限に抑えて、複数の集録を受け入れて処理するデジタイザ (A/D ボード) の機能を活用できます。複数の (セグメント化された) ゲーテッドおよびストリーミング取得モードはすべて、各イベントを正確にキャプチャして分析できるようにする上で役割を果たすことができます。さらに、Spectrum 製デジタイザ (A/D ボード) は、平均化、ピーク検出、フィルタリング、高速フーリエ変換 (FFT) などの信号処理を提供します。こ

これらのうち、平均化とピーク検出は FPGA ベースの内部処理機能として利用できます。その他の信号処理機能は、Spectrum 社の SBench 6 またはサードパーティソフトウェアで利用できます。

典型的な超音波アプリケーション：

以下の超音波距離計の測定は、Spectrum 製デジタイザ (A/D ボード) で利用可能な機能の一部を示しています。デバイスは、5 つのバースト、40 kHz、音響パルスを送信します。このテストの測定センサーは、帯域幅 100 kHz の計装マイクです。マイクには、DC 結合された 1M Ω の入力終端が必要でした。Figure 2 は、この測定値の Spectrum 製 SBench 6 ソフトウェアの表示を示しています。

デジタイザ (A/D ボード) は、マルチ収集モードを使用してセットアップされました。5 つの超音波パルスを単一の測定として取得しました。ディスプレイ上部のプレビューペインには、これらのバーストパルスが表示されます。これらの各イベントにはタイムスタンプが付けられており、画面の左下のタイムスタンプテーブルには、他のイベントに対する絶対的および相対的なイベント時間が表示されます。タイムスタンプは、パルス繰り返し周期を測定する簡単な方法を提供しますが、複数取得モードでは個々のイベントを簡単に比較し、パルス持続時間、デューティ係数、空間パルス長、ピーク振幅、時間など他の測定を行うことができます。

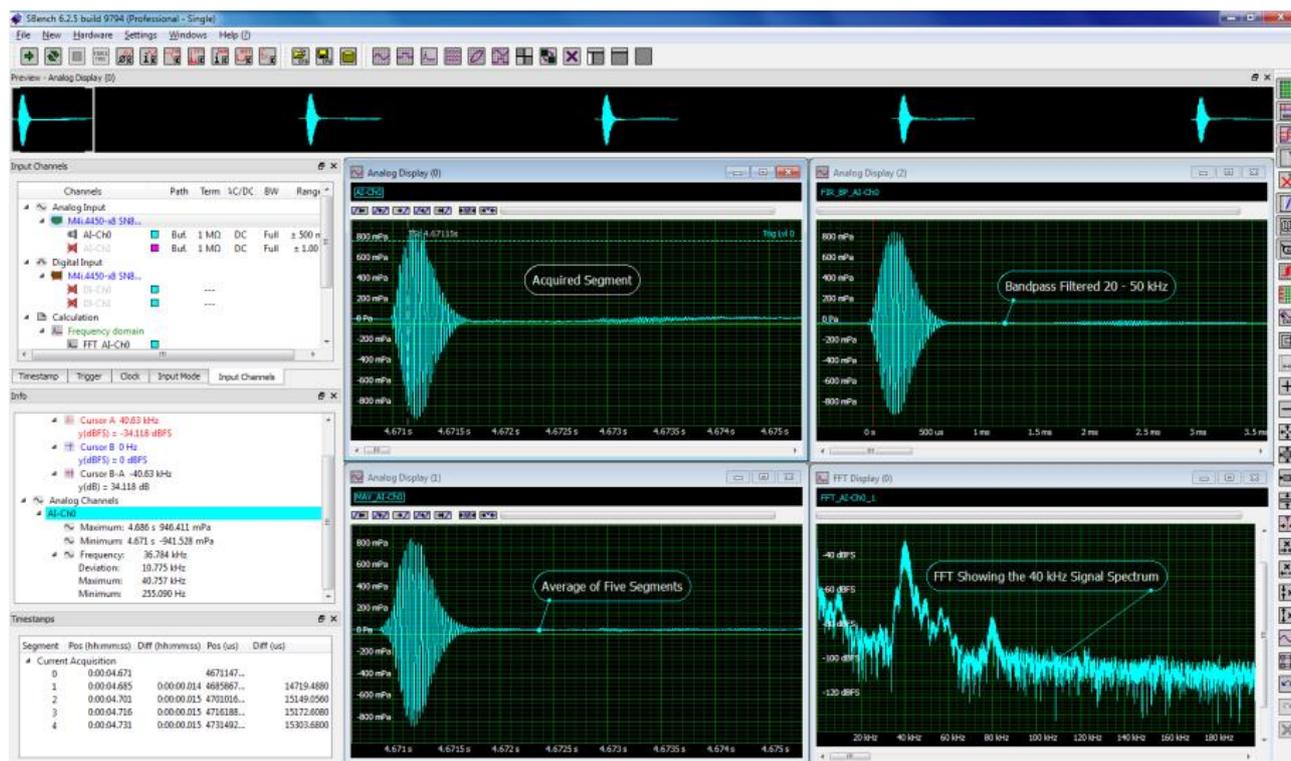


Figure 2 Spectrum の SBench 6 ソフトウェアを使用して、40 kHz の超音波信号を取得して処理します。多重取得の 5 つのセグメントは、バンドパスフィルター、平均化、FFT を使用して処理されます。

ターゲットからの減衰反射を含む、取得された最初のバーストのズーム表示が左上のトレースに表示されます。後方は平らではないことに注意してください。FFT のビューには、右下の象限に取得した信号のスペクトルが表示されます。40 kHz の一次周波数に加えて、80 kHz の 2 次高調波とかなりの低周波数スプリアス成分があります。取得した信号のベースラインの上昇は、低周波スプリアスによるものです。このスペクトルビューに基づいて、20kHz および 50 kHz

のカットオフ周波数を持つバンドパスフィルターが信号に適用されます（右上のグリッド）。フィルタリングにより、信号の後方が平坦化されました。取得した5つのバーストの平均は、左下のグリッドに表示されます。これらの各ビューの垂直軸は、マイクの感度によってスケールされ、音圧の単位（Pascal）で読み取られます。これらのビューは、取得した信号に関する重要な定量化された情報を提供します。さらに、信号周波数と最大および最小信号振幅の測定値が「Info」のボックスに表示されます。これは、測定のサンプルです。デジタイザ（A/D ボード）とそれに付属するソフトウェアは、超音波アプリケーションの開発を支援するための多数の測定および分析ツールを提供します。



Spectrum Instrumentation 社について

Spectrum 社は、Spectrum Systementwicklung Microelectronic GmbH として 1989 年に設立され、2017 年に Spectrum Instrumentation GmbH に改名されました。最も一般的な業界標準（PCIe、LXI、PXIe）で 500 を超えるデジタイザおよびジェネレータ製品を作成するモジュール設計のパイオニアです。これら高性能の PC ベースのテスト & メジャーメントデザインは、電子信号の取得・生成および解析に使用されます。同社はドイツの Grosshansdorf に本社を置き、幅広い販売ネットワークを通じて世界中に製品を販売し、設計エンジニアによる優れたサポートを提供しています。Spectrum 社の詳細については、www.spectrum-instrumentation.com を参照してください。