

CONNECT AND PROTECT

PXI Express シャーシ
モジュラープラットフォーム

for Automation and Test Systems

nVent
SCHROFF

PXI Expressシャーシ ー モジュラープラットフォーム オートメーション&テストシステム

目次

1. はじめに：PXI Expressのマーケット 3

2. PXI Express – モジュラー活用 3

2.1 PXI EXpressの用途 3

2.2 モジュラーシャーシの利点 3

3. PXI Express モジュラーベースのシャーシ構造 4

3.1 メカニカルな筐体 4

3.2 パワーサプライ 5

3.3 クーリング 5

3.4 バックプレーン 6

4. PXI Express シャーシ –ファンクションモジュール 7

4.1 PXI Express クロックモジュール 7

4.2 PCI Express スイッチモジュール 8

4.3 PCI Express to PCI ブリッジモジュール 9

4.4 トリガブリッジモジュール 9

5. サマリー 9

Author 10

About Enclosures 10

About nVent 10

PXI Expressシャーシー - オートメーションおよびテストシステム用のモジュールプラットフォーム

1.はじめに：PXI Expressの市場要件

オープン業界プラットフォームPXI Express（XISystems Allianceが開発）は、PCI ExpressバスとCompactPCI Expressフォームファクタを使用するPXIプラットフォームを改良したものです。
その主な用途は、産業、研究、および開発における広範囲の高性能PCベースのテストおよび測定アプリケーションです。PCアーキテクチャをベースにしたPXI Expressは、特に次のように定義されています。
高い需要がある測定および自動化システムとの同期と柔軟性、そして測定システムの拡張性。 PXIと比較した主な技術革新は、より高いデータ転送速度、拡張されたタイミングと同期機能、そして下位互換性です。
これらの特長によって、PXI Expressシステム導入の割合が急増しています。
さらに、カスタマイズされたシステムを要求する傾向が高まっており、これらの開発要件は双方とも、カスタマイズされたPXI Expressシステムの必要性をもたらし、その要求に対する高度な柔軟性を必要とします。
このホワイトペーパーでは、市場の需要拡大に対応するために、機能的なPXI Expressシャーシをどのように組み合わせて使用するかを説明します。（データ転送と柔軟性）

2. PXI EXPRESS - モジュール式アプローチ

2.1 PXI Expressシャーシの要件

シャーシがパッシブバックプレーンのみを含み、機械的保護、電源供給および冷却の要件を満たす必要がある場合、CompactPCIのような他のシステムと比較して、PXI Expressシャーシは正確なタイミング機能およびPCI ExpressおよびPCI信号アーキテクチャも提供します。

これを達成するために、以下の要件が適用されます。

- 各スロットに10 MHzシングルエンドクロック、差動100 MHzクロック、差動SYNC信号を供給。
- 重要項目として、システム動作におけるこれらのクロック信号の遅延および割り込みのないのソース変更（外部/内部/スタンドアロン）。
- 1つ以上のExpressスイッチを介して追加のポートでPCI Expressバスを拡張する場合、より大規模な測定システムが可能になり、これは最大４ポートのシステムコントローラのリンク数が制限されており、直接ポイントツーポイントＰＣＩｅ接続の数が制限されているために必要。
- PCIe-to-PCIブリッジの実装により、PXI Expressカードに加えて、シャーシ内のPXIカードをパラレル32ビットPCIバスで動作させることが可能。
- 冷却動作を制御することで騒音の発生を最小限に抑える。これは実験室などで使用する場合に有利。

これらすべての要件により、他の多くのシステムよりもはるかに多く、複雑なコンポーネントを使用したPXI Expressシャーシの設計にコストがかかります。

2.2 モジュラー PXI Expressシャーシの利点

ほとんどのモジュラーシステムと同様に、PXI Expressシステム構造上2つのカテゴリに分類されます。
プラグインボードに関する1つの分野で使用される（プロセッサカード、測定カード、IOカード）用途に応じて様々な組み合わせが可能で、PXI Expressシステムの機能を提供します。
2つ目の領域には、プラグインカードを操作するために必要なインフラストラクチャ（冷却、信号インフラ、クロック調整など）を提供するPXI Expressシャーシが含まれています。システムレベルでは、モジュール性に対する要求は、システム全体にわたる複雑な機能の交換可能な機能ブロック／モジュールに適合します。
シャーシ機能を分割することによって、ターゲットを絞ったモジュールを一度開発し、様々なシステムで繰り返し使用することができます。この概念はPXI Expressシャーシを構築するためにも使用できます。
これは、クロック生成、データスイッチングおよび冷却といったシャーシの必要な複雑な機能が、別々の交換可能な構成要素として実施されることを意味します。
このようなシャーシのモジュール構造は、既存のものの新しい修正または拡張の開発を非常に単純化することになります。
このシステムにより、プロジェクトの市場投入までの時間が短縮されるだけでなく、開発コストとリスクも大幅に削減されます。一度開発された機能モジュールは、さまざまなプロジェクトで使用でき、新規開発、変更、および品質保証を都度受ける必要はなくなります。

PXI Expressシャーシ - オートメーションおよびテストシステム用のモジュラプラットフォーム

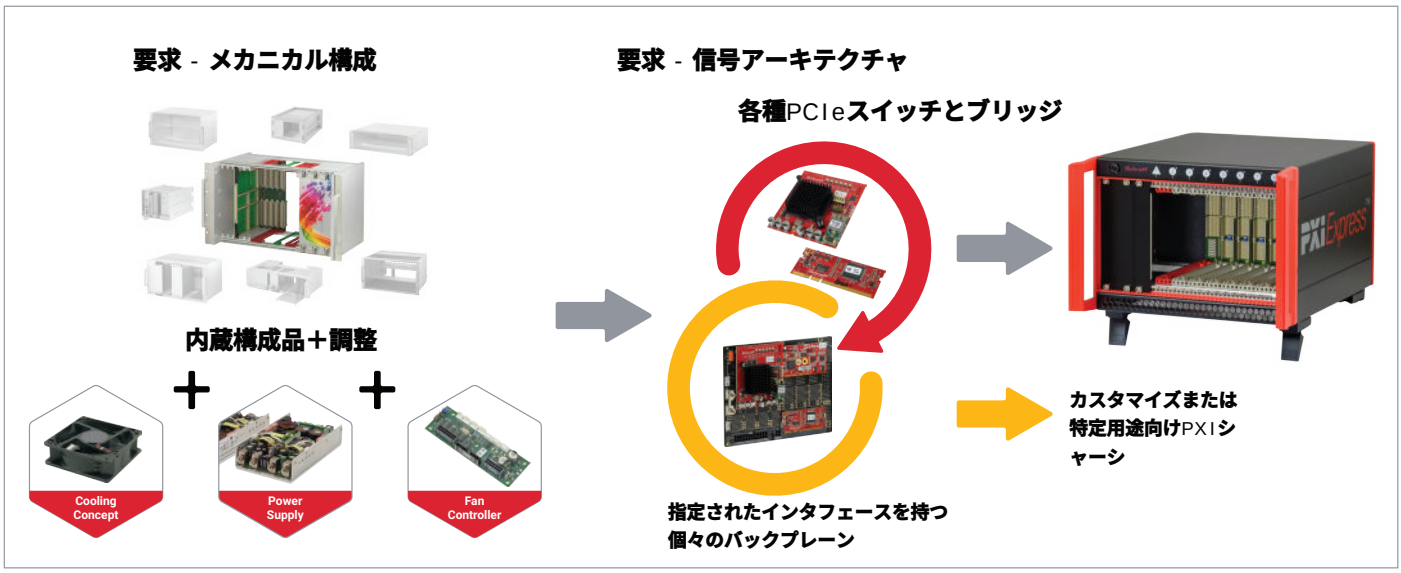
3.PXI Express Chassis**は、モジュール本質に従って構成されています**

上記のモジュール方式により、PXI Expressシャーシは既存の規格品で開発または修正された汎用モジュールに適応します。機能モジュールの用途は、ユーザーが特定のプロジェクトに対して持つ要件に基づいています。
たとえば、12個のハイブリッドスロットと水平方向のスロット配置を備えたPXI Expressシャーシが必要な場合は、はじめに適切なエンクロージャを選択する必要があります。
サイズ、色、ハンドル、その他の機能など、シャーシの設計に対する追加の変更を加えることができます。
上記のように、モジュラー方式では、クロッキング、PCIeスイッチングなどのPXI Express固有の機能だけが考慮されるわけではありません。

特性、耐久性、デザイン、冷却方法、電源などのパラメータ、シャーシ内のプラグインカードの性能要件に基づいて、さまざまなPXI Express電源モジュールから、適切な電源が選択されます。その後に必要な冷却能力に適合するように、既存の機能モジュールから冷却設計がまとめられます。
追加の変更が行われ、必要な冷却能力がシミュレーションツールを使用して検証されます。

以下の図は、PXI Expressシャーシのモジュール/機能の構成の概略図であり、バックプレーンはシャーシの中心的な要素です。

PXI Express**シャーシの概略構成**



3.1 メカニカルエンクロージャ

耐久性、EMC特性、ノイズミッションなどに対する要求 シャーシの使用場所によって異なります。
（医療設備、列車および交通工学、または航空など）
経済的リスクを最小限に抑えるために、以前に開発された広範囲のシャーシ設計にアクセスすることが有利となります。
さらに、シャーシ製造業者が高度な柔軟性を必要とされ、デザインや色の調整、あるいは前面プレートと背面壁の変更がよく行われます。
nVentSCHROFFは、実績のあるモジュール式ケース、エンクロージャ、または19インチキャビネットなど、幅広くそれらに対応しています。



図 1: 異なるSCHROFFサブラックとケースの選択

PXI Expressシャーシー - オートメーションおよびテストシステム用のモジュールプラットフォーム

3.2 電源

正確かつ安定した電源はPXI Expressシャーシのすべての機能の基盤であり、品質に対する最高の要件を満たす必要があります。ただし、適切な電源を選択する際には、考慮すべき点がいくつかあります。 PXIExpressアーキテクチャはPCアーキテクチャに基づいているため、電圧レベルと管理信号はATX仕様と同じです。したがって、従来のATX電源を使用することは可能ですが、お勧めできません。電圧安定性と制御性能に対する要求は、ほとんどの従来のATXモデルを圧倒します。

温度範囲、フレームサイズ、ノイズ放射、および意図された目的のための認証がないATX電源は、問題となります。
PXI Expressシャーシでの負荷配分に関する問題も考えられます。 PXI Expressシステムのサイズと構成によっては、+ 5.0Vと+ 3.3Vが強く要求されますが、利用可能なATXモデルでは必ずしもこれを実現できません。
下表は、7つのハイブリッドスロットを備えた8スロットPXI Expressシャーシの負荷分散の例を示しています。

	5V	3.3V	+12V	-12V	5Vaux	Total Power
8 slot PXI Express Chassis						
1x System controller slot	9A	9A	11A	-	1A	140W
1x System timing slot	-	3A	2A	-	0	30W
7x Hybrid slot	14A	21A	14A	1.75A	0	7x30W =210W
Total Power Requirements	23A	33A	27A	1.75A	1A	380W
ATX-PSU (reference model)	**25A**	**25A**	**144A**	**1A**	**3A**	**>1000W**

Table 1: ATX-PSU電流能力とPXI Express 8スロット電源の最低限必要な連続電流

電源の選択はさらに、予想される製品寿命において利用可能であることを確実にする必要があります。
これによって、PXI Expressのシャーシとシステムの再認証費用が削減されます。nVentはPXIシステムで産業用電源を使用しています。これらは現在、一般的なPCの1次電圧とシステムを抑制状態から復帰させるためのスタンバイ電圧でも利用可能です。そのような電源はまたモジュール構造でも利用できます。ここで、個々の電圧回路上の電力は交換可能なモジュールを介して、それぞれの要求に適合されます。

3.3 冷却

スロットあたりの最大許容電力損失に関して使用される機械的エンクロージャに応じて、均一なシステム冷却を実現する必要があります。これは、一方では、許容温度上昇（ΔT）および風量に依存します。一般に、風量と許容温度の上昇が大きいほど、システム内の電力損失が大きくなります。

実験室での測定におけるデスクトップケースのような用途では、冷却から生じる騒音放出は、それに応じて考慮される必要があります。スロット当たり５０ワットの周辺機器カードとスロット当たり最大１４０ワットのシステムコントローラの理論的最大電力密度との間の差は、システム内に適切に設計された必要な風量となります。
8スロットシャーシの場合、電力損失は最大で約5,000になります。 120m ^{3} / hの測定空気流量では、15 K未満の温度上昇でも実現可能です。これにより、シャーシは非常に暖かい環境でも使用できます。最大空気流に加えて、すべてのスロットに沿った均一な空気分配は、ホットスポットの蓄積を防ぐために重要です。システム内の逆流やエアーショートカットは避けるべきです。このため、ベース、グリッド、カバーなどの使用をお勧めします。



Figure 2: 冷却シミュレーションと測定および音響ノイズ測定

PXI Expressシャーシ - オートメーションおよびテストシステム用のモジュラプラットフォーム

フルシステムになった場合の通気と冷却に加えて、システムが部分負荷またはアイドルモードでどのように動作するかについても考慮する必要があります。
Schroff FCM2のような適切な温度制御されたファンコントローラを用いて、ファン速度（風量はそれぞれの動作モードに対して自動的に調整）、エネルギーを節約しそして騒音放出を低減します。理想的には、ユーザは、ファンを制御するときに依然として異なる制御曲線を設定することができ、したがってシステムが静かに動作するか、またはより低い温度で動作することがより重要であるかを個別に決定することができます。

3.4 **バックプレーン**

バックプレーンはPXI Expressシャーシの中心的な要素を表し、多くの重要なシステム機能を処理します。すべてのコンポーネントと測定カードを1つにまとめます。
またその特性は、製品の品質に大きな影響を与えます。

すでに述べたように、PXI Expressシャーシには測定カード用の安定した電源が不可欠です。これは高品質の電源を必要とするだけではありませんが、バックプレーンのEMC特性とパワーインテグリティも重要です。DC範囲内でも、3.3Vと5.0Vの電圧が特に重要です。特定の状況下では、低電圧の低下でもカードの損傷や散発的な測定の不正確さにつながる可能性があり、それは測定中に検出することを非常に困難にします。

この問題に対処するには、電源のバックプレーンと周波数動作を考慮する必要があります。さらに、全負荷時に各電源電圧の最大DC電圧降下50 mVを下がってはいけません。PXIカードとPXI Expressカードを互いに同期させるために、バックプレーンはクロックソースとタイミングスロットから同期した、クロック信号をすべてのスロットにスター状に送ります。
ここでは、シャーシ内のすべてのコンポーネントに対して可能な限り最小の遅延差が不可欠です。 PXI Expressの仕様では、スロット間の最大許容遅延は150 ps未満、差動クロックペアは最大ペア内遅延が25 p未満です。ただし、正確なシステム機能と高い信号品質を実現するには、バックプレーンで10 ps未満のランタイム差が推奨されます。

これは測定カードが正確に機能することを確実に保証します。
PXI Expressバックプレーンを設計する際のもう1つの課題は、高速PCI Expressバスデータラインです。現在必要な最大16 GB / s（4リンクシステムスロット、16レーンPCIe Gen3）または24 GB / s（2リンクシステムスロット）のシステム帯域幅を実現するには、24レーンPCIe Gen3）、単にラインを制御するだけでは不十分です。
インピーダンス。信号の完全性、材料、および構成要素の選択、ならびに割り当て経路指定戦略に関して様々な調整が必要になります。配線を完了する前にすべてのパラメータを確認するために、シグナルインテグリティシミュレーションツールの使用をお勧めします。最終的な測定をするとき、デザインの品質は対応する仕様で検証されなければなりません。

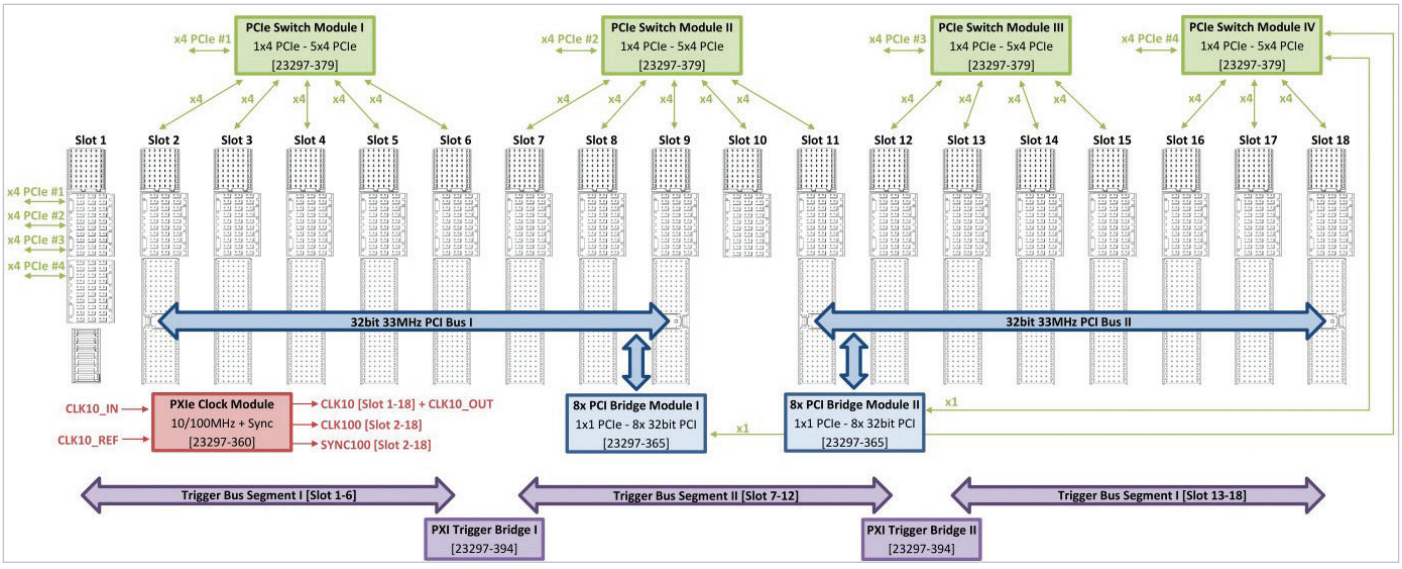


Figure 3: 4リンクシステムスロットを持つ18スロットフルハイブリッドバックプレーンの信号トポロジ

PXI Expressシャーシー - オートメーションおよびテストシステム用のモジュールプラットフォーム

PXI Express信号アーキテクチャの1つの欠点は、システムスロットには2つ（x16 + x8）または4つのPCIeポート（4 x 4）しかないことです。
このポート番号は、すべてのカードをシステムスロットに接続するときに小規模システムに適しています。バックプレーンは能動回路素子を必要としません。ただし、周辺機器スロットの数を増やすか、PXIとの下位互換性が必要な場合は、追加のPCI ExpressスイッチやPCIe-to-PCIブリッジが必要です。
さらに、基準クロックの生成と切り替えもPXI Expressシャーシのもう1つの重要な機能です。

図3は、16個のハイブリッドスロットを持つ18スロットPXI Expressバックプレーンの信号アーキテクチャの例を示しています。標準のPXI Expressバックプレーンは、多くの場合、搭載されているすべての機能をカバーしています。これは通常大量には有利です。ただし、さまざまなアプリケーションに柔軟に対応し、迅速かつ安価に調整や新規開発を行おうとすると、バックプレーンの設計コストと開発時間が大幅に増加します。認証コスト。これは、プロジェクト内の遅延、コスト、およびリスクにつながる可能性があります。
この時点で、モジュール式PXI Expressシャーシの利点はさらに明確になります。以前に設計されたPCIeスイッチ機能、PCIe-PCIブリッジ機能、およびクロック機能はスタンドアロンの汎用モジュールとして設計されており、バックプレーンバックプレーンとモジュールは、すべての顧客固有プロジェクトの標準として定義され使用されています。

その結果、バックプレーンは主になしで機能できます。
能動部品、およびバックプレーン配置またはルーティングは、比較的容易にプロジェクト要件に適合させることができる（例えば、スロット数、スロットタイプ）。
特定のプロジェクトニーズを満たすように設計されたモジュラーアプローチを使用するカスタムアプリケーションやその他のカスタムPXI Expressプロジェクトでは、このアプローチがPXI Expressシャーシの唯一の要素となることがよくあります。

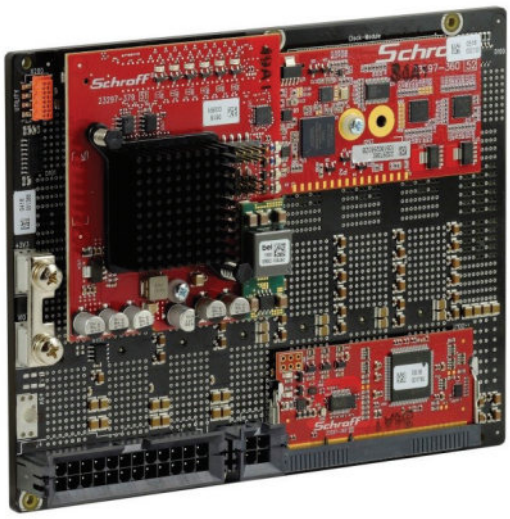


Figure 4 ：モジュールが取り付けられた8スロットPXI Expressバッククプレーン（PCIeスイッチ、PCIe-PCIブリッジ、およびクロックモジュール）

上の写真は、モジュール式に構成されたPXI Expressバックプレーンを示しています。
このアプローチにより、プロジェクトの開発期間が短縮されます。特定のバックプレーンをシグナルルーティングに限定してください。プリント回路基板およびバックプレーンの製造工程も単純化され（より単純な製造工程、ＢＧＡ部品なしなど）、したがってより信頼性が高い。
さらに、機能をモジュールに分割することは、システムのメンテナンスを容易にするだけでなく、システムを新しいまたは追加のモジュールで拡張することも可能にする。

4. PXI Express CHASSIS - **機能モジュール**

4.1 PXI Express **クロックモジュール**

このモジュールは、測定カード間を正確に調整するために、正確に相関したシステムクロックに基づく同期を可能にします。 PXI Expressプラットフォームによると、このモジュールはPXI-1から派生したTTL / CMOSコンパチブルの10MHzクロック、差動100MHz LVPECLクロック、および設定可能な差動SYNCを提供します。

これらの基準クロック間の特定の閉じられた時間関係により、同期精度およびクロック安定性に対する最も高い要求を有するシステムアプリケーションは、スロットの数にかかわらずサポートされ得る。 25ｐｐｍ未満の要求される長期精度は、適切なクロック調整を備えた高品質の独立基準発振器によって達成される。

PXI Expressシャーシ - オートメーションおよびテストシステム用のモジュラプラットフォーム

モジュール性のもう1つの利点は、EMC放射の処理が改善されることです。これにより、測定システム内の信号が集中しているにもかかわらず、クロック品質の低下が軽減されます。 スロット間の50 ps未満の実行時差は、伝送経路に沿った低付加ジッタに焦点を合わせた協調ルーティング戦略とコンポーネント選択によって実現されます。

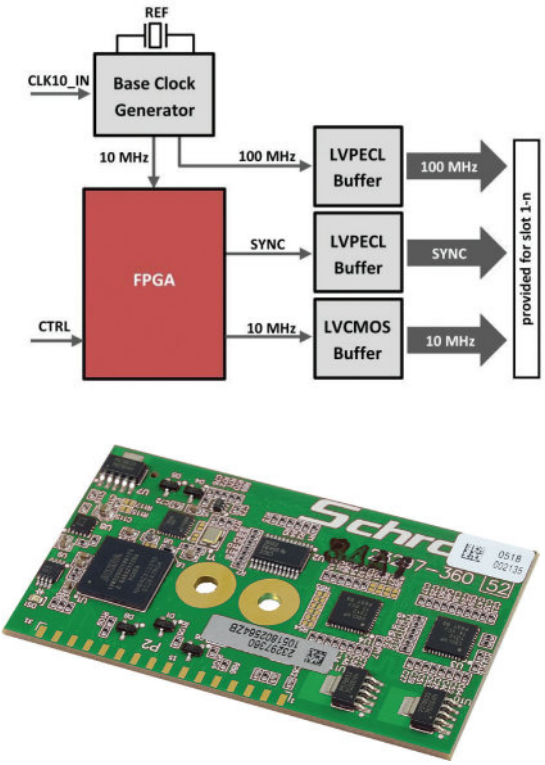


Figure 5: PXIeクロックモジュール

PXIタイミング機能を完全に活用するために、内部および外部の高精度クロックソース間の遅延のないスイッチが実装されています。さらに、PXIe SYNC CTRLの機能およびPXIe SYNC100信号は、システム操作中にユーザーインターフェイスを介して変更できます。
適格なモジュール設計と連続生産における物理的再現性により、一貫した品質が保証され、テストおよび測定アプリケーションの正確なタイミング要件が満たされます。

4.2 PCI Expressスイッチモジュール

PXIで使用可能なPCI Expressポートの制限のためExpressシステムコントローラー（2または4リンク構成）、さまざまな周辺スロットを増やすには、PCIExpressスイッチを介してスロットをシステムコントローラに接続する必要があります。

ここで紹介するモジュラーアプローチでは、この機能はPXI Expressスイッチモジュールによって想定されています。システムコントローラによりPXI Expressポートを多数の周辺スロットに拡張できます。スロットカウントの個別のスケーラビリティと、システムコントローラ上の専用アップストリームポートの可用性により、モジュール式アセンブリでのPCI Expressスイッチ機能の実装がさらに容易になります。

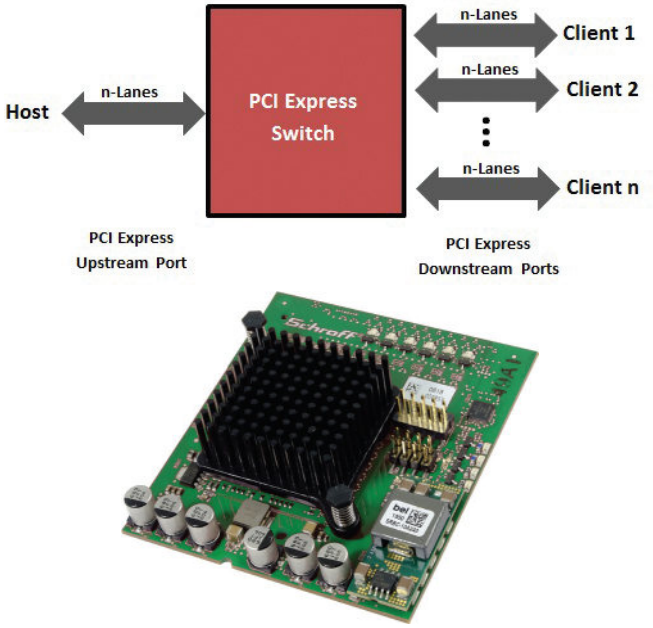


Figure 6 : PXIeスイッチモジュール

スイッチ機能がバックプレーンに直接実装されるオンボードバリアントと比較してモジュール設計により、スイッチモジュールの多層のよりコンパクトなスタックアップが可能になります。したがって、寄生効果が低減された、より優れたレイアウト構造信号スタブ、結合容量など、伝送経路全体に沿ったものです。 高速コネクタ、8 GHzで3 dB未満の総挿入損失、最適化された設計、独立したコンプライアンス測定を組み合わせることにより、高品質なモジュールの再現性。 このモジュールは、コンポーネントの選択と最適化された信号ルーティングにより、将来の使用に耐えるだけでなく、今後のPCI Express Generation 4.0にも適応可能です。 システムを最大限に活用するには帯域幅、スイッチモジュール構成は効率的を保障します。ピアツーピアエンドポイント間のボトルネックを回避するためのアップリンクおよびダウンリンクの帯域幅調整。

PXI Expressシャーシー - オートメーションおよびテストシステム用のモジュールプラットフォーム

さらに、Z軸上の省スペースメザニン構造
（バックプレーンの背後のスイッチモジュール、図Xを参照）
バックプレーン上のアクティブ回路コンポーネントの密度の減少、および適切に選択されたPXIeスイッチポートマルチプライヤにより、シグナルインテグリティが実現します。
バックプレーンのアプローチは、バックプレーンのアプローチに比べてはるかに効率的です。

4.3 PCI Express から PCI ブリッジモジュール

PXI-1モジュールとの後方互換性を維持するには、ブリッジデバイスはシステムコントローラからのPCI Expressシリアルバスと PXI-1準拠スロットのパラレル32ビット/ 33MHz PCIバスとの間にインターフェースを提供する必要があります。
モジュラーPXIシャーシでは、これはフォワードモードで動作するPCIe-PCIブリッジモジュールを介して実現されます。これはPCI Express to PCI Bridge仕様1.0に対応します。
PCIe-PCIブリッジモジュールは、133 MB / sの帯域幅で最大8つのPXIおよび/またはcPCIデバイスをPXI Expressシステムコントローラに接続し、最適な利用を保証します。
使用されるモジュール設計とコンポーネントは、+ 3.3Vおよび+ 5.0VとのVIO互換性に加えて、産業用アプリケーションでの温度範囲の拡大に関する要件を満たしています。完全な透過性のため、PCIe-to-PCIブリッジモジュールは追加のドライバーやソフトウェアの変更を必要としません。
最新のオペレーティングシステムによってプラグアンドプレイを介して認識および統合されます。
これにより、PXI-1シリーズの一般的な周辺機器カードとの費用効率が高く互換性のある高性能下位互換性が得られます。これにより、プロジェクトのコストが削減され、資格要件が最小限に抑えられます。

下図は、ブリッジモジュールのブロック図を示しています

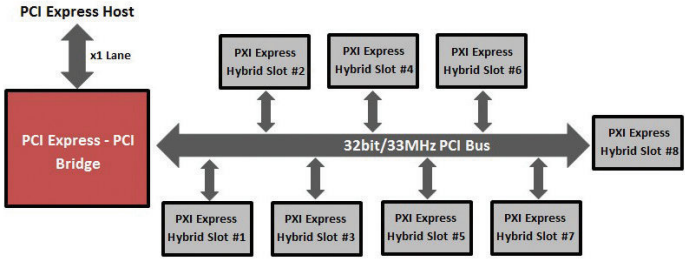


Figure 7: PCIe-PCI ブリッジモジュールロックダイヤグラム

4.4 ブリッジモジュールのトリガ

PXI Express PXI-5仕様によると、トリガーバスセグメントは最大8人のバスユーザーで構成できますが、個々のトリガーバスセグメント間の通信を確保する必要があります。
したがって、スロットの数が多くなると、トリガーブリッジによってトリガーバス全体を許容可能な大きなバスセグメントに分割する必要があります。
トリガブリッジのソフトウェアは、バスセグメントを接続または切断するために、個々のPXI_TRIG [7：0]トリガ信号の専用かつ個別の構成を許可する必要があります。

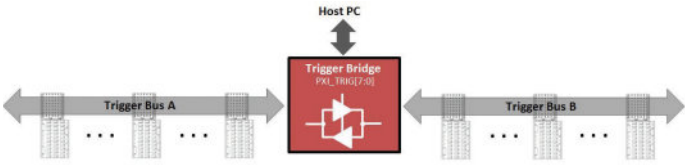


Figure 8: Bridge Module Trigger

5. 概要

今日の市場のニーズに対しては、高度な柔軟性が必要です。シャーシメーカー。 ユーザーはカタログ製品上での要求ではなく、製品の設計および技術的特徴に関しては個別の要件があります。つまり、多くのプロジェクトでは、PXIシャーシのモディファイまたはカスタム設計が必要になります。
他のプラットフォームと比較して複雑さが増しているため、PXIシャーシの開発は大幅に複雑になり、多くの場合、開発、設計、および量産のコストとリスクが高くなります。
nVent SCHROFFは、モジュラーシステムアプローチに基づいて段階的に構築します。これらのコストとリスクを可能な限り最小化するため。 パッシブバックプレーンと、選択されたインターフェイスを介してバックプレーンに接続されている複雑なPCIeスイッチ、PCIe-PCIブリッジおよびクロック機能用の追加の個別の機能モジュールを備えたModular PXI Expressシャーシ設計には、多くの利点があります。これは、高可用性、プロジェクト時間の短縮、大幅なコスト削減、一般的なカスタマイズ、およびメンテナンスの容易さに関しても該当します。モジュール式PXI Expressシャーシにおけるコンポーネントとブロックの開発および実装には、さまざまな分野の専門知識が必要です。 これらは機械システム、特に19インチテクノロジーから始まり、冷却および電源供給の分野の知識と経験、そして電源とシグナルインテグリティのノウハウなど幅広く有しています。

Europe

Straubenhardt, Germany
Tel: +49.7082.794.0
Betschdorf, France
Tel: +33.3.88.90.64.90
Warsaw, Poland
Tel: +48.22.209.98.35
Assago, Italy
Tel: +39.02.932.7141

North America

All locations
Tel: +1.800.525.4682

Middle East & India

Dubai, United Arab Emirates
Tel: +971.4.378.1700
Bangalore, India
Tel: +91.80.6715.2001
Istanbul, Turkey
Tel: +90.216.250.7374

Asia

Shanghai, China
Tel: +86.21.2412.6943
Qingdao, China
Tel: +86.532.8771.6101
Singapore
Tel: +65.6768.5800
Shin-Yokohama, Japan
Tel: +81.45.476.0271

Our powerful portfolio of brands:

CADDY ERICO HOFFMAN RAYCHEM SCHROFF TRACER

nVent

©2018 nVent. nVentのマークとロゴはnVent Services GmbHまたはその関連会社が、所有またはライセンス契約しているものです。他のすべての商標は個々の権利者の財産です。nVentは事前の通知なく仕様を変更する権利を留保しています。

Schroff-SB-H81950-VaistarIndiaBrochure-EN-1805

エヌヴェントジャパン株式会社
エンクロージャー事業部

本社
〒222-0033
神奈川県横浜市港北区新横浜2-15-10
YS新横浜ビル3F
電話 045-476-0281
FAX 045-476-0289
Email: nvent_japan@nVent.com

大阪支店
〒222-0033
大阪府大阪市淀川区宮原5-1-3
NLC新大阪アースビル9階903号室
電話 06-6399-1630
FAX 06-6399-1631
Email: nvent_japan@nVent.com

https://schroff.nvent.com/ja/schroff-apac