

高速差動インターフェース用  
32Gbps MUX/DEMUX バススイッチ  
TDS4A212MX、TDS4B212MX  
アプリケーションノート

**概要**

本資料は、高速差動インターフェース用 MUX(マルチプレクサー)/DEMUX(デマルチプレクサー) バススイッチ TDS4A212MX、TDS4B212MX をご使用いただく際のガイドラインと注意事項を解説します。推奨データレートは 1~32Gbps、PCIe® 5.0、PCIe® 4.0、CXL.2.0、USB4® Version2、Thunderbolt™4、DisplayPort™ 2.0 などのインターフェースに使用できます。

## 目次

### 内容

1. はじめに.....	4
2. TDS4A212MX、TDS4B212MX について.....	5
2.1. 概要 .....	5
2.2. 端子配置 .....	6
2.3. 機能 .....	6
3. アイパターン .....	7
3.1. アイパターンとは.....	7
3.2. TDS4A212MX、TDS4B212MX アイパターン .....	10
4. アプリケーション .....	12
4.1. 使用可能インターフェース.....	12
4.2. PCIe 使用例 .....	13
4.3. USB TypeC 使用例 .....	16
4.4. AC カップリング .....	19
5. まとめ.....	23
製品取り扱い上のお願い.....	24

## 図目次

図 1 ブロックダイアグラム.....	5
図 2 パッケージ寸法図 (unit : mm).....	5
図 3 ピン配置図(Top View) 左 : TDS4A212MX 右 : TDS4B212MX .....	5
図 4 TDS4A212MX、TDS4B212MX の配線例 .....	6
図 5 理想的なアイパターン .....	7
図 6 一般的な差動信号のアイパターン.....	7
図 7 アイパターン上の代表的な測定値 .....	8
図 8 アイパターン上のマストテスト例 .....	9
図 9 アイパターンに用いた評価基板 .....	10

図 10 PCIe4 アイパターン測定結果.....	10
図 11 MUX/DEMUX PCIe 使用例.....	13
図 12 PCIe5 スルー基板評価結果.....	14
図 13 PCIe5 TDS4A212MX 評価結果.....	14
図 14 PCIe5 TDS4B212MX 評価結果.....	14
図 15 PCIe4 スルー基板 評価結果.....	15
図 16 PCIe4 TDS4A212MX 評価結果.....	15
図 17 PCIe4 TDS4B212MX 評価結果.....	15
図 18 MUX/DEMUX USB TypeC 使用例.....	16
図 19 USB4 Version2 スルー基板 評価結果.....	17
図 20 USB4 Version2 TDS4A212MX 評価結果.....	17
図 21 USB4 Version2 TDS4B212MX 評価結果.....	17
図 22 USB4 スルー基板 評価結果.....	18
図 23 USB4 TDS4A212MX 評価結果.....	18
図 24 USB4 TDS4B212MX 評価結果.....	18
図 25 AC カップリングコンデンサー配置例.....	19
図 26 コンデンサーが MUX/DEMUX とデバイスの間に配置されている配置例.....	20
図 27 コンデンサーが TX と MUX/DEMUX の間に配置されている配置例.....	21
図 28 コンデンサーが MUX/DEMUX の両側に配置されている配置例.....	22

### 表目次

表 1 ポート接続とコントロール入力論理 (n = 0、1).....	6
表 2 PCIe4 アイパターン詳細結果詳細.....	11
表 3 PCIe5 アイパターン評価結果詳細.....	14
表 4 PCIe4 アイパターン評価結果詳細.....	15
表 5 USB4 Version2 アイパターン評価結果詳細.....	17
表 6 USB4 アイパターン評価結果詳細.....	18

## 1. はじめに

近年、PCやサーバーなどをはじめとする電子機器にPCIe、USB、Thunderboltなどの高速通信インターフェースが幅広く採用されCPU、周辺チップ、グラフィックボード、周辺機器などの接続や拡張に使用されています。

しかし、通信速度の向上に伴い周波数が高くなると、伝送経路上での信号の損失が生じやすくなります。この損失は基板配線を信号が通過するだけでも生じ、回路設計においても損失を低減させる設計を行う必要があります。

そのため、差動インターフェースの拡張時に使用されるMUX/DEMUXも、高周波で低損失な製品が求められています。今回、当社ではPCIe5、USB4、Thunderbolt 4などに使用できる高周波で低損失の2:1 MUX/1:2 DEMUX バススイッチTDS4A212MX、TDS4B212MXを開発いたしました。

本資料ではTDS4A212MX、TDS4B212MXを使用したアプリケーション例、基板設計上の注意点などを説明します。

## 2. TDS4A212MX、TDS4B212MX について

### 2.1. 概要

TDS4A212MX、TDS4B212MX は高速差動 2:1 MUX(マルチプレクサー)/1:2 DEMUX(デマルチプレクサー)バススイッチです。差動信号の動作範囲はコモンモード電圧：0 ~ 2.0 V、差動信号電圧振幅：0 ~ 1.8 Vpp で幅広い差動インターフェースに対応しています。

推奨データレートは 1~32Gbps です。PCIe 5.0、CXL 2.0、USB4 Version2、Thunderbolt 4、DisplayPort 2.0 などの高速差動インターフェースに使用できます。

-3dB バンド幅は 26.2GHz(TDS4A212MX) 、27.5GHz(TDS4B212MX)です。

パッケージには小型の XQFN16(1.6 × 2.4 mm)を用いており、実装基板の小型化に貢献します。

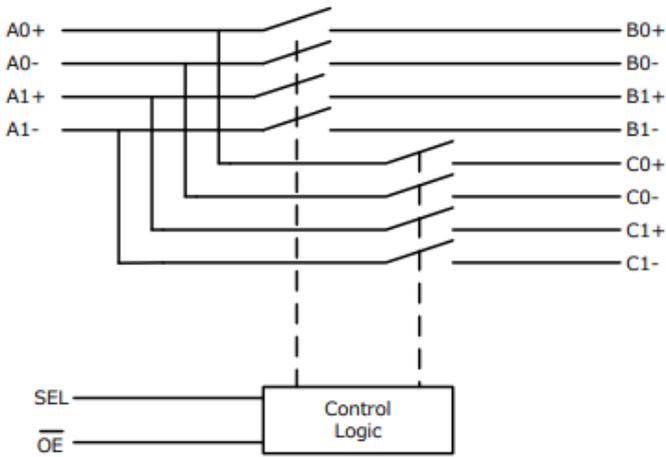


図 1 ブロックダイアグラム

(TDS4A212MX、TDS4B212MX で共通)

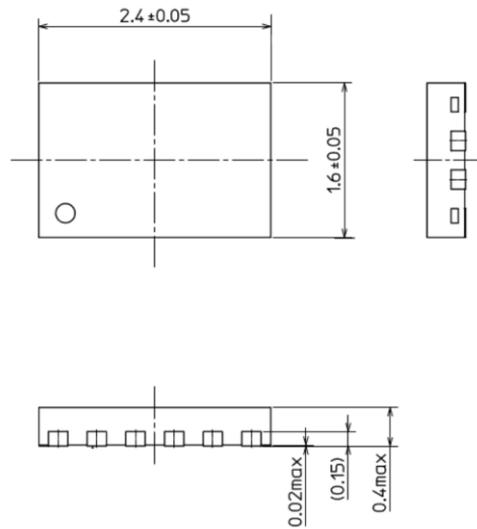


図 2 パッケージ寸法図 (unit : mm)

(TDS4A212MX、TDS4B212MX で共通)

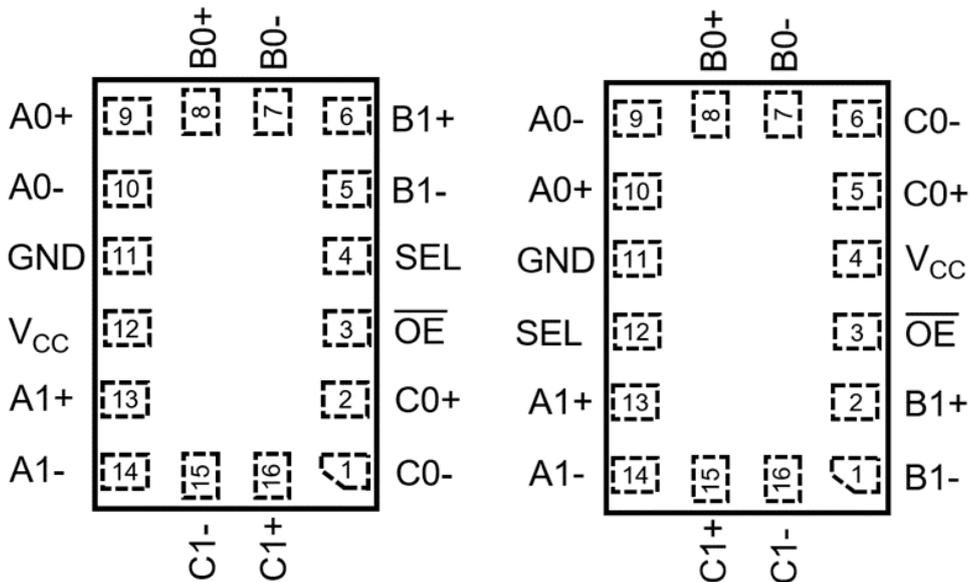


図 3 ピン配置図(Top View) 左 : TDS4A212MX 右 : TDS4B212MX

## 2.2. 端子配置

TDS4A212MX と TDS4B212MX は、機能は同じですが、端子配置が異なります。TDS4A212MX は基板設計がしやすい端子配置、TDS4B212MX は高周波特性を重視した端子配置となっています。

図 4 はシステム A をシステム B とシステム C に排他的に接続するために TDS4A212MX、TDS4B212MX を使用している例です。

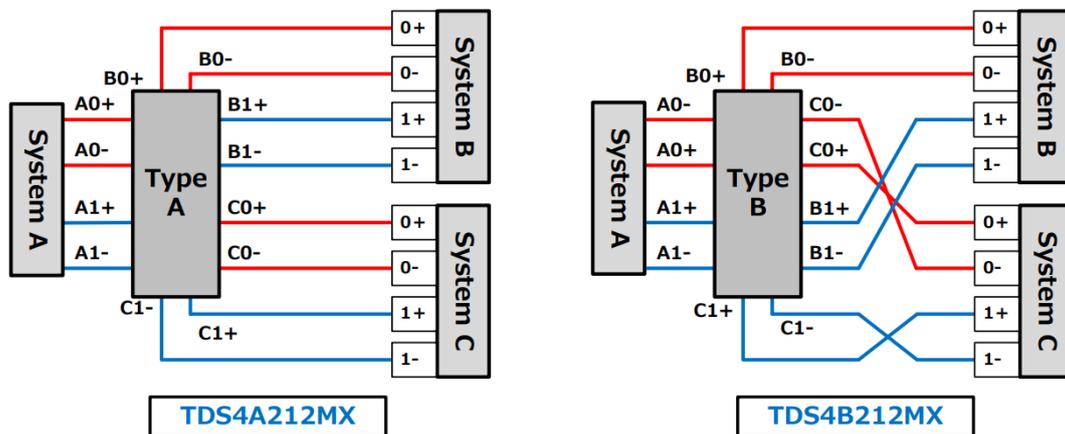


図 4 TDS4A212MX、TDS4B212MX の配線例

図 4 に示されるように、TDS4A212MX は配線の交差がありませんが、TDS4B212MX は配線の交差が必要となります。

## 2.3. 機能

TDS4A212MX、TDS4B212MX は SEL と  $\overline{OE}$  の組み合わせによって、A ポートの接続先を B ポートか C ポートのどちらかに選択して、接続したポート間で差動信号を双方向に伝達できます。

$\overline{OE}$  をローレベル(L)にするとアクティブモードになり、SEL をローレベル(L)にすることで A ポートと B ポートが接続され、SEL をハイレベル(H)にすることで A ポートと C ポートが接続されます。

$\overline{OE}$  をハイレベル(H)にするとスタンバイモードになり、SEL とは無関係にスイッチは非接続になります。

アクティブモード中の消費電流は最大 150  $\mu\text{A}$  ですが、スタンバイモードにすると消費電流は最大 10  $\mu\text{A}$  まで低減できます。

表 1 ポート接続とコントロール入力論理 (n = 0, 1)

Input $\overline{OE}$	Input SEL	Function (n = 0, 1)
L	L	An+ Port = Bn+ Port, An- Port = Bn- Port
L	H	An+ Port = Cn+ Port, An- Port = Cn- Port
H	Don't care	An, Bn and Cn Port Disconnect

### 3. アイパターン

#### 3.1. アイパターンとは

アイパターンは差動信号の伝送波形を視覚的に判断できる手法です。信号波形を1ビットごとに切り取って重ねて表示することで視覚化し、目のような形になることからアイパターンと呼ばれています。

アイパターンは差動信号の解析において有用な手段です。半導体デバイスや通信システム、基板の設計、テストでの信号の健全性を判断できます。

一般的に差動信号で用いられる NRZ(Non Return to Zero)では振幅が一定で、立ち上がり時間と立ち下がり時間が短い図5に示されるようなアイパターンが理想的な波形となります。

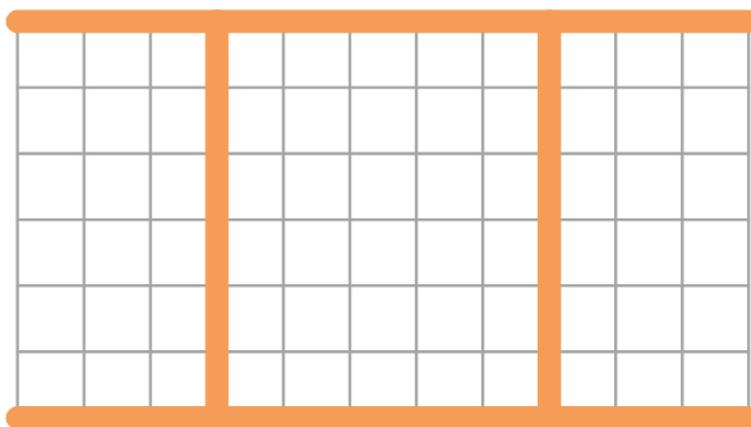


図 5 理想的なアイパターン

しかし、現実には信号の減衰やノイズなどの影響を受けるため、図6のようにアイの開きが狭くなると共に、立ち上がり時間、立ち下がり時間が大きくなるなどの劣化があります。このような劣化は減衰やノイズが大きいほど顕著に現れるので、アイの波形から差動信号の波形の品質を評価することができます。

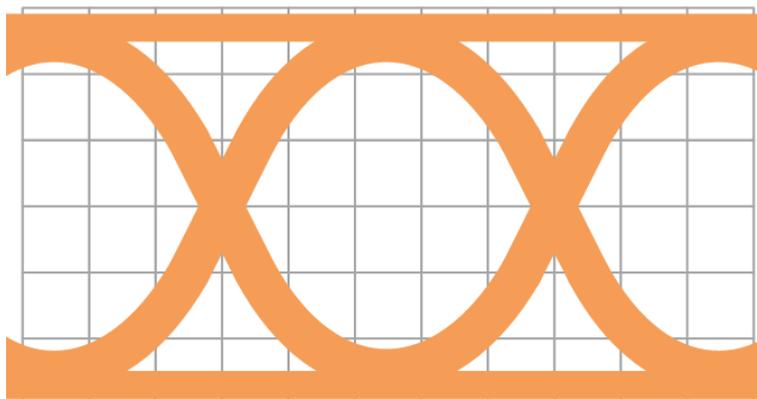


図 6 一般的な差動信号のアイパターン

アイパターン 1 つは 1 ビットに相当し、この範囲のことを Unit Interval(UI)と言います。

以下では、アイパターンにおける評価項目について解説します。

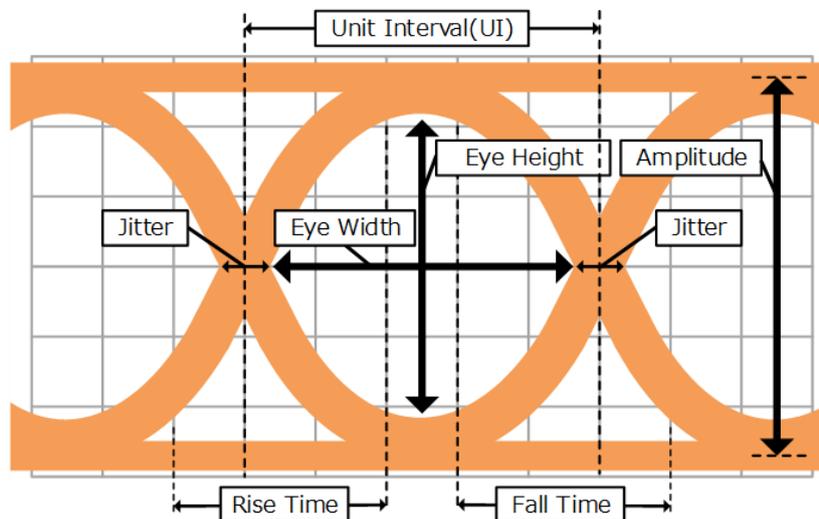


図 7 アイパターン上の代表的な測定値

**Eye Height** : Eye Height は垂直方向のアイの開き度合いです。Eye Height がアイの振幅と同値であれば、アイは理想的であると言えます。実際の測定では信号の減衰やノイズなどの要因によって Eye Height が小さくなるので、Eye Height から信号の減衰やノイズの影響などを比較することができます。

**Eye Width** : Eye Width は水平方向のアイの開き度合いです。立ち上がりと立ち下りの交差点同士の差から計算することができます。ジッターが悪化すると、Eye Width も悪化するのでジッターを視覚的に評価することができます。

**Jitter(ジッター)** : ジッターは立ち上がりと立ち下りの交差点における立ち上がりのエッジと立ち下りのエッジの時間差、視覚的には交差点での水平方向の線の太さを示します。ジッターが大きい場合、信号の立ち上がり、立ち下りでの揺らぎが大きく、タイミングに生じるので、信号の送受信が難しくなります。そのため、ジッターはアイパターンにおける重要な測定項目です。ジッターは様々な要因で生じますが、それらをまとめて TJ(トータルジッター)と呼びます。

**Rise Time(立ち上がり時間)** : 立ち上がり時間は電圧が L(0)⇒から H(1)に遷移する際に規定されている時間です。

**Fall Time(立ち下り時間)** : 立ち下り時間は電圧が H(1)⇒から L(0)に遷移する際に規定されている時間です。

詳細はご使用されるインターフェースの規格をご参照ください。

また、アイの開き具合を定量的に評価する方法としてマスクテストを用いる手法があります。

マスクテストは通信規格ごとに規定されているマスクをアイパターン上に重ねて表示して、マスクがアイパターンに重なっていないければ規格を満たしていると判断する手法です。マスクは通常ひし形か六角形の図形が用いられ、エラー箇所の特定もできるため、信号を改善する手がかりにもなります。

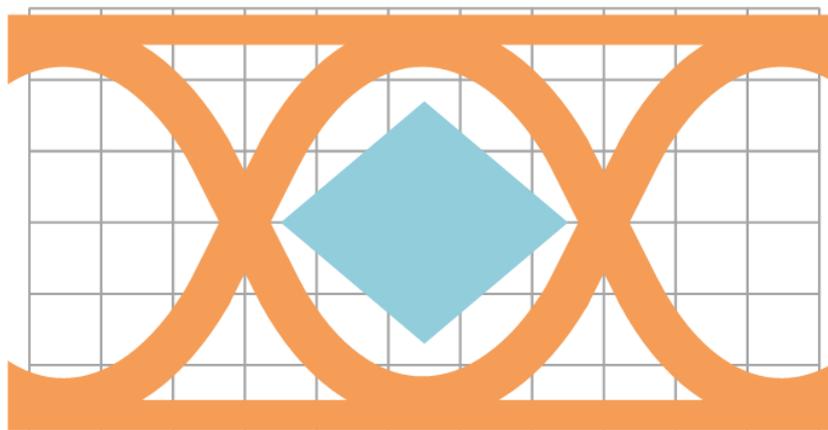


図 8 アイパターン上のマスクテスト例

### 3.2. TDS4A212MX、TDS4B212MX アイパターン

アイパターン評価は TDS4A212MX、TDS4B212MX をそれぞれ実装した評価基板を用いて行いました。

高速伝送信号の損失は、基板上の伝送線路を通過する際と TDS4A212MX あるいは TDS4B212MX を通過する際に生じます。そのため、製品を実装した評価基板(製品実装基板)の評価データから伝送線路の損失を差し引く作業 (ディエンベッド)を行うことで、製品実測基板のアイパターンを取得しました。同様の方法で、基板特性評価用基板 (スルー基板) のアイパターンも取得しました。

なお、評価基板の材質は MEGTRON6 です。評価基板とケーブルの接続には 1.95mm コネクター(V コネクター)を使用しました。

この評価基板は製品を含む基板上の配線が最も短くなるように設計されているため、A0±ポート⇔C0±ポート間のみを測定することができます。

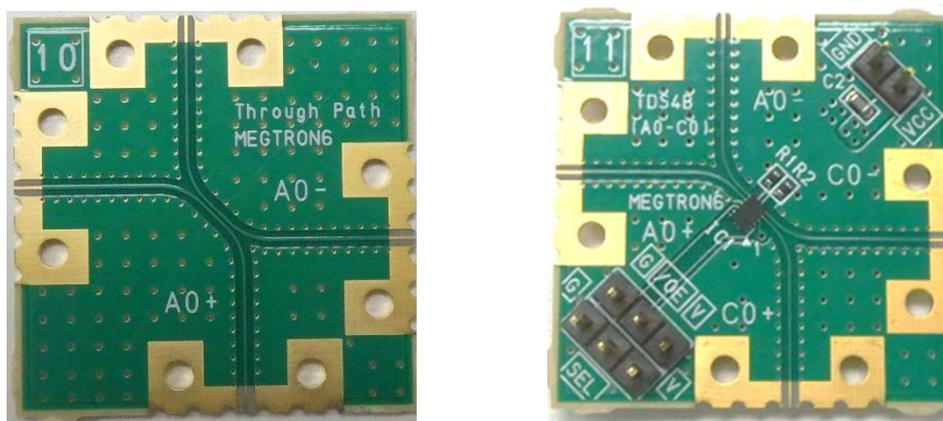


図 9 アイパターンに用いた評価基板

(左 : スルー基板 右 : TDS4A212MX, TDS4B212MX 評価基板)

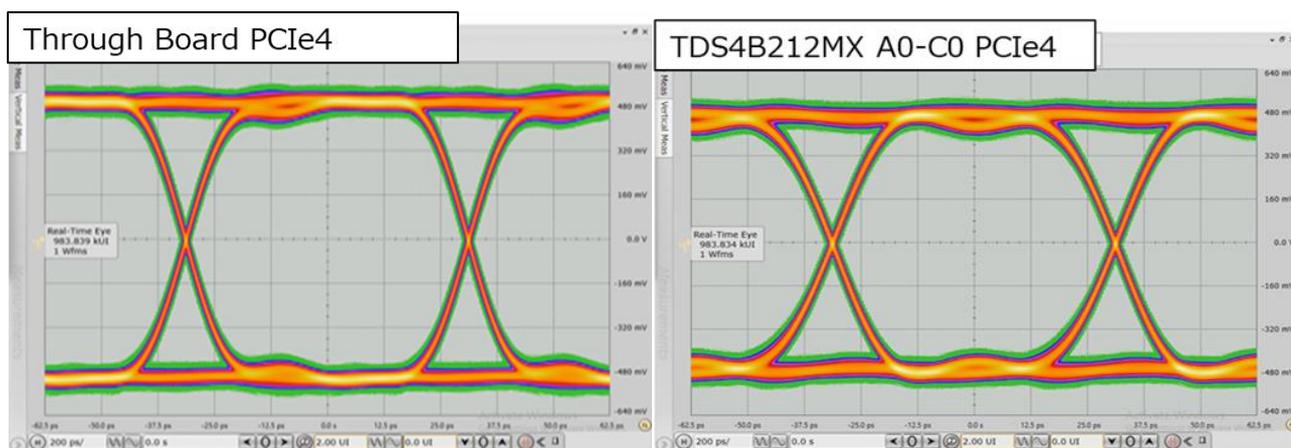


図 10 PCIe4 アイパターン測定結果

(左 : スルー基板 右 : TDS4B212MX 評価基板)

そして、製品実装基板とスルー基板それぞれにおいて Eye Height、Eye Width、TJ(Total Jitter)を取得し、次に製品実装基板からスルー基板の値を差し引きすることで、製品を通過する際に生じる Eye Height の減衰 ( $\Delta$ Eye Height)、Eye Width の減衰 ( $\Delta$ Eye Width)、TJ の増加 ( $\Delta$ TJ) を算出しました。

表 2 PCIe4 アイパターン評価結果詳細

評価内容	Eye Height (mV)	$\Delta$ Eye Height (mV)	Eye Width (ps)	$\Delta$ Eye Width (ps)	TJ (ps)	$\Delta$ TJ (ps)
スルー基板	839	-	59.86	-	4.55	-
TDS4B212MX	758	<b>-81.0</b>	59.28	<b>-0.59</b>	5.41	<b>0.86</b>

## 4. アプリケーション

### 4.1. 使用可能インターフェース

TDS4A212MX、TDS4B212MX は 2 つの異なる経路へ信号を切り替える際に使用できる高速差動 1:2 MUX(マルチプレクサー)/2:1 DEMUX(デマルチプレクサー)です。

当社独自の SOI プロセス「TarfSOI™」と小型パッケージを使用したことで、優れた高周波特性を実現し、32Gbps までのデータレートでの使用が可能となっています。

また、幅広いコモンモード電圧範囲(0 ~ 2.0 V)と差動信号電圧振幅(0 ~ 1.8 Vpp)を実現したため、多くの高速データプロトコルで使用することができます。

代表的なものでは、以下のインターフェースで使用可能です。

PCIe Gen 5.0, 4.0, 3.0, 2.0, 1.0  
CXL 2.0, 1.0  
USB4 Version2  
USB4 Gen 3, Gen 2  
USB 3.2 Gen 2, Gen 1  
Thunderbolt 4, 3, 2  
Display Port 2.0, 1.4, 1.3, 1.2  
SAS 3.0

#### 4.2. PCIe 使用例

MUX/DEMUX により CPU と複数の PCIe スロット間の接続を切り替える例を以下に示します。

PC やサーバーの仕様により PCIe スロット数の拡張が必要な際に、CPU の PCIe レーン数が足りない場合があります。そのような場合、MUX/DEMUX を用いることで CPU と複数の PCIe スロットを接続できます。例えば、TX と RX それぞれが 16 レーン接続可能な CPU の 8 レーンを PCIe スロット 1 に直接接続し、残り 8 レーンを PCIe スロット 1 と PCIe スロット 2 とで排他利用したい場合、1:2 MUX/2:1 DEMUX を下図のように接続します。

TDS4A212MX/TDS4B212MX は 1 デバイスあたり 2 レーンの切り替えが可能なので、CPU と PCIe スロット間に 8 デバイス配置することで接続できます。

なお、MUX/DEMUX には後述のように AC カップリングコンデンサーを用いて適切なコモンモード電圧を供給するようにしてください。

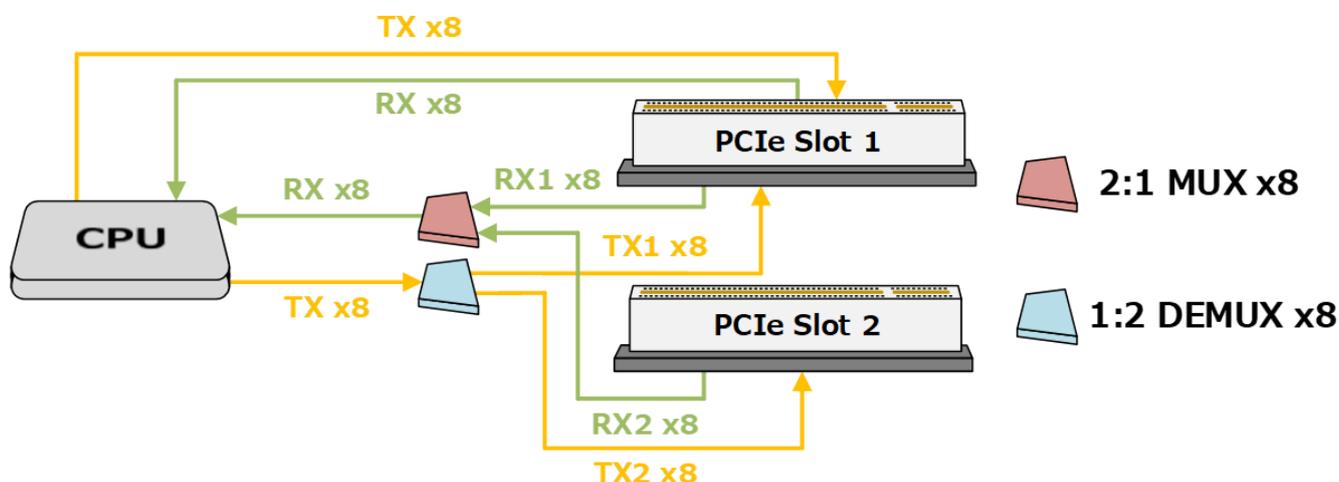
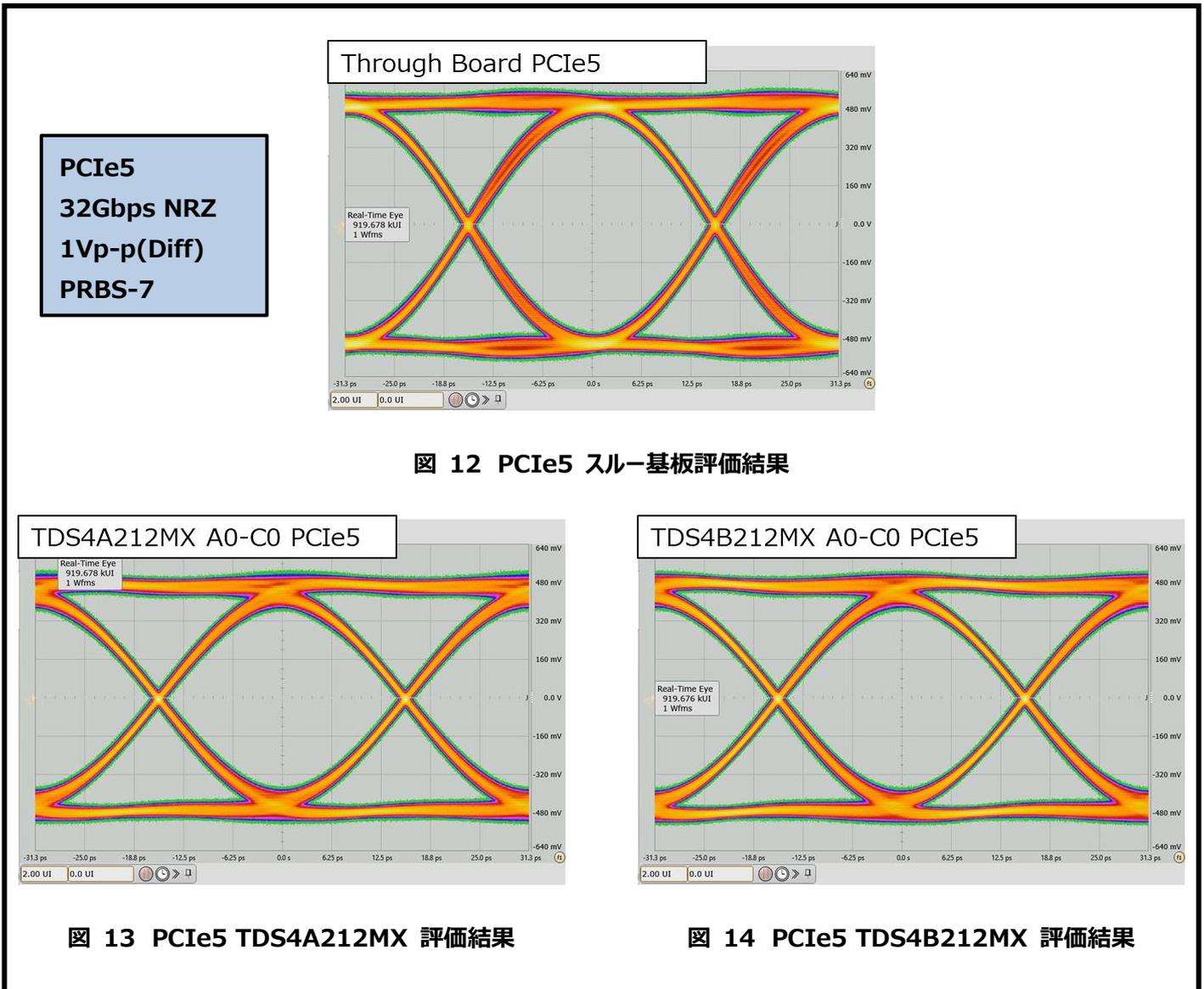


図 11 MUX/DEMUX PCIe 使用例

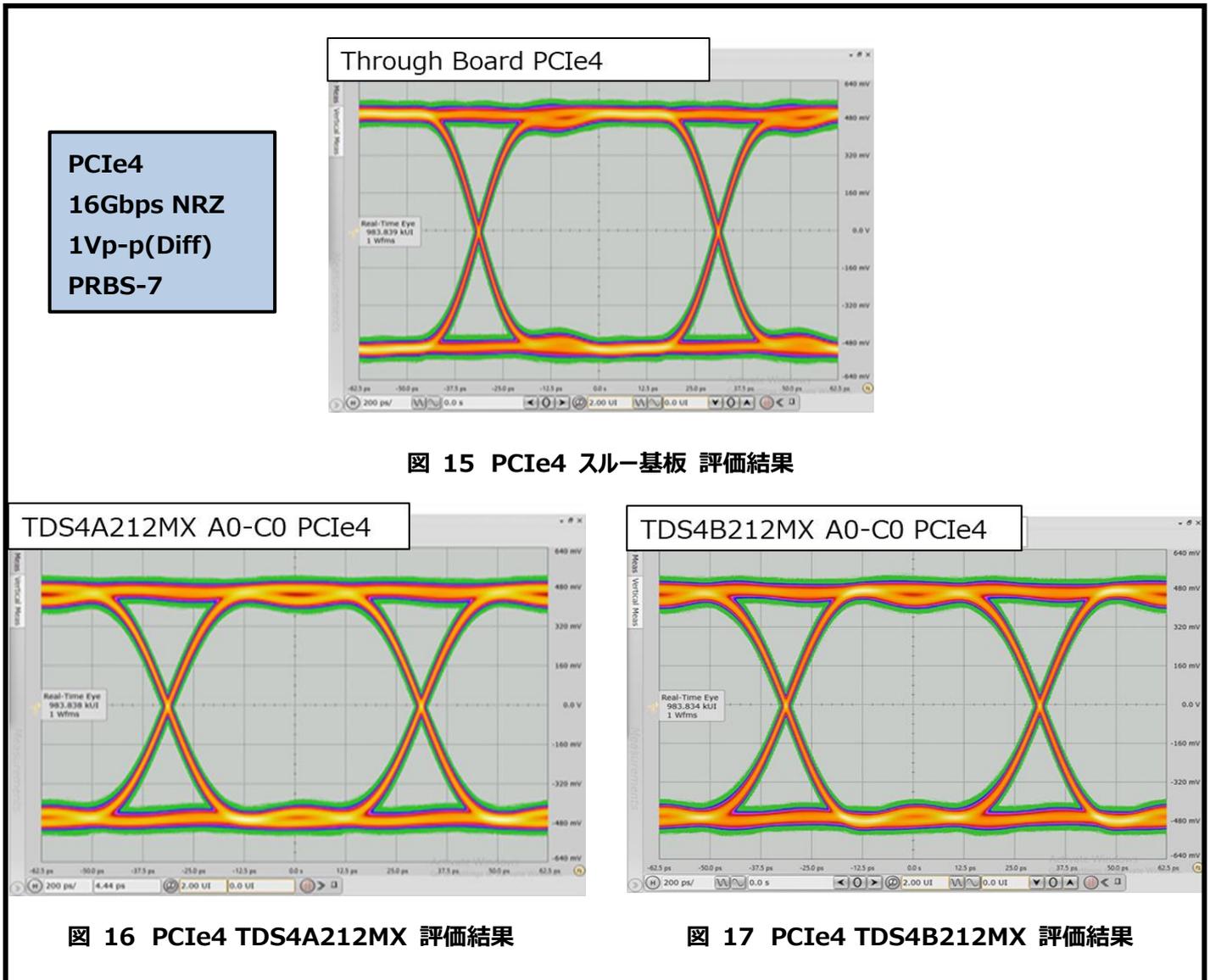
PCIe5 のアイパターン評価結果を以下に示します。



**表 3 PCIe5 アイパターン評価結果詳細**

評価内容	Eye Height (mV)	$\Delta$ Eye Height (mV)	Eye Width (ps)	$\Delta$ Eye Width (ps)	TJ (ps)	$\Delta$ TJ (ps)
スルー基板	826	-	28.81	-	4.14	-
TDS4A212MX	675	-151	28.76	-0.05	4.33	0.19
TDS4B212MX	678	-148	28.91	0.10	4.20	0.06

PCIe 4 のアイパターン評価結果を以下に示します。



**表 4 PCIe4 アイパターン評価結果詳細**

評価内容	Eye Height (mV)	$\Delta$ Eye Height (mV)	Eye Width (ps)	$\Delta$ Eye Width (ps)	TJ (ps)	$\Delta$ TJ (ps)
スルー基板	839	-	59.86	-	4.55	-
TDS4A212MX	758	-81.0	59.28	-0.59	5.41	0.86
TDS4B212MX	741	-98.0	59.18	-0.68	5.69	1.14

### 4.3. USB TypeC 使用例

USB TypeC でプラグの反転が必要な場合の接続例を下記に示します。USB TypeC は端子の挿入方向に表裏がなく、どちらの向きでも信号の送受信をする必要があるので、表裏の切り替えに MUX/DEMUX が使用されます。挿入向きは CC 端子によって判断され、USB コントロール IC によって MUX/DEMUX のポート接続が選択されます。下記では両側が TypeC のケーブルを用いて、ホストボードとデバイスボードを接続している例を示します。

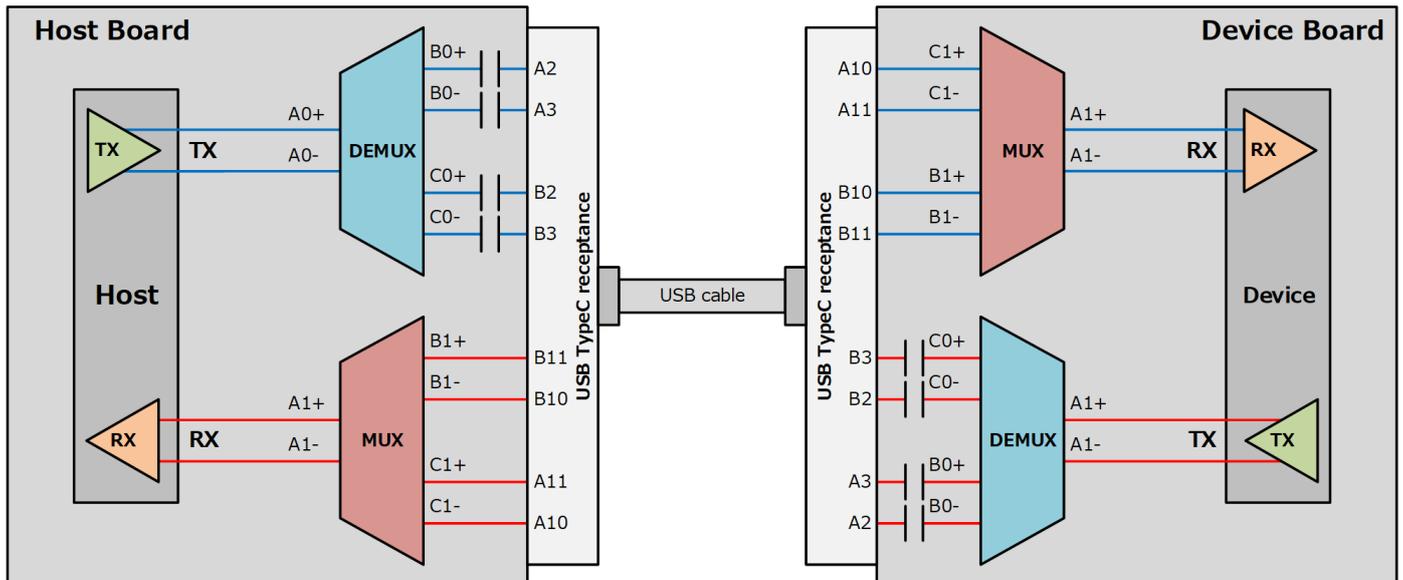
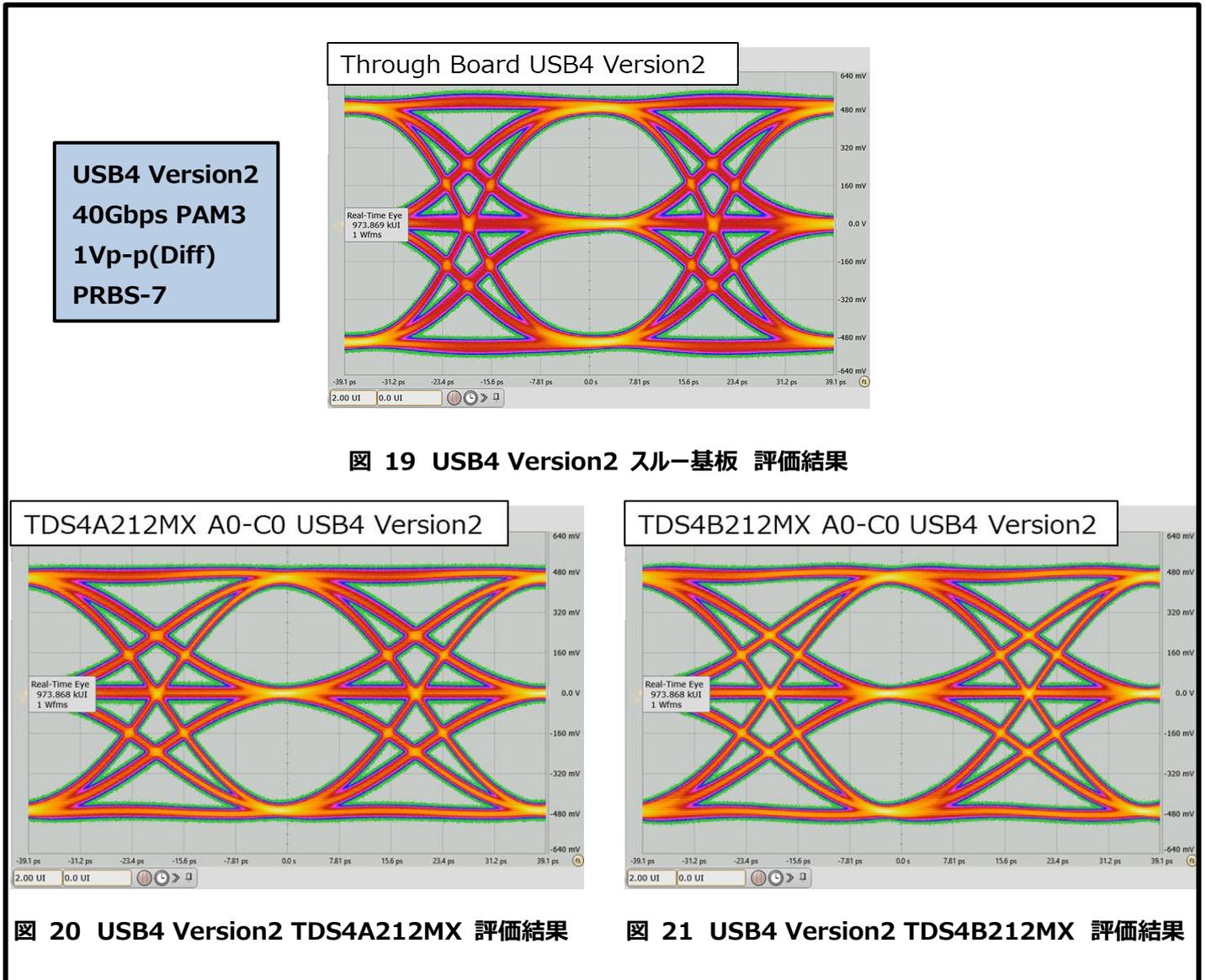


図 18 MUX/DEMUX USB TypeC 使用例

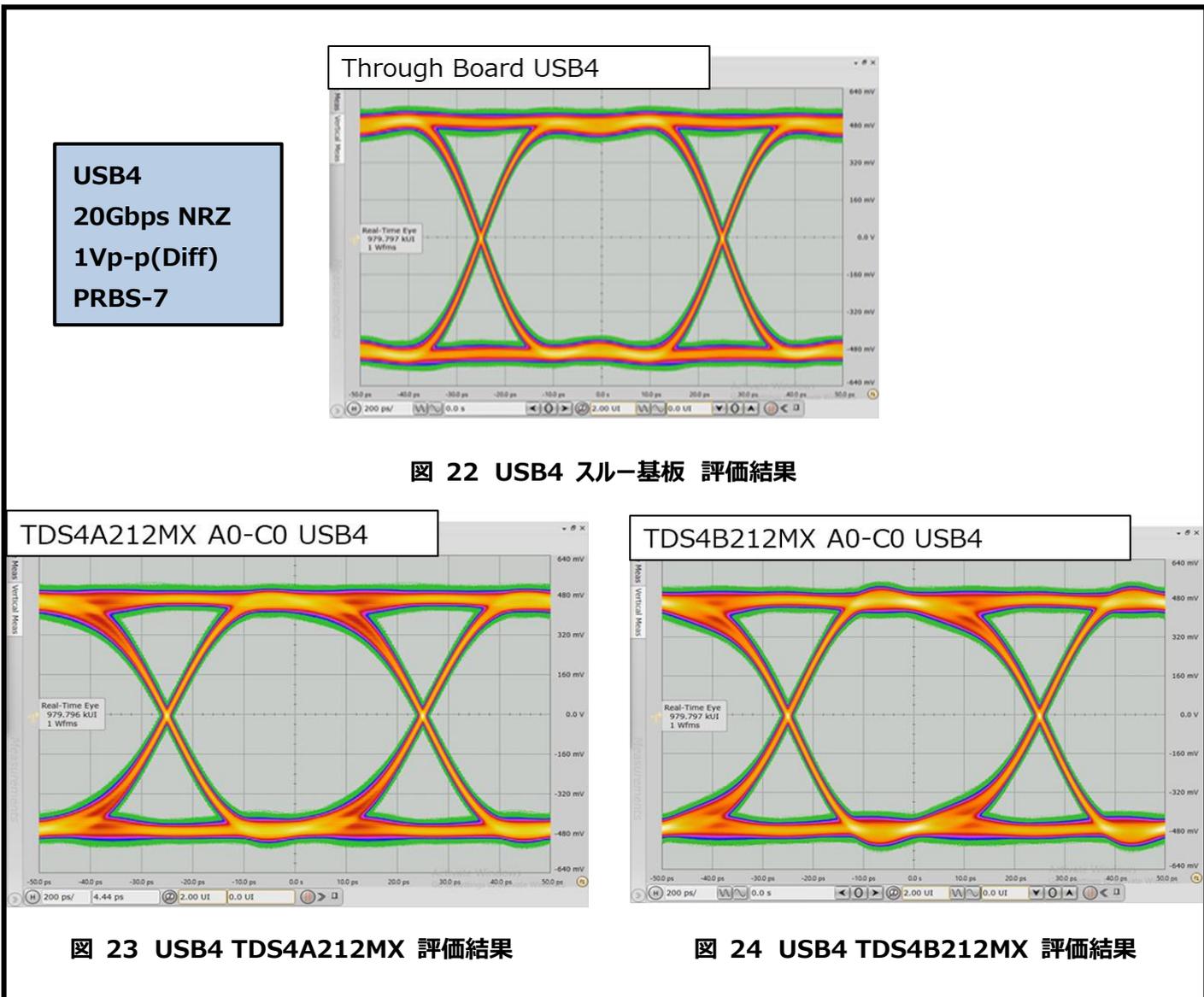
USB4 Version2 のアイパターン評価結果を以下に示します。



**表 5 USB4 Version2 アイパターン評価結果詳細**

評価内容	アイ	Eye Height (mV)	ΔEye Height (mV)	Eye Width (ps)	ΔEye Width (ps)	TJ (ps)	ΔTJ(ps)
スルー基板	High	406	-	24.84	-	14.49	-
	Low	404	-	25.02	-	14.25	-
TDS4A212MX	High	370	-36	22.16	-2.69	17.35	2.86
	Low	370	-34	22.52	-2.50	17.11	2.87
TDS4B212MX	High	380	-26	22.22	-2.62	17.38	2.89
	Low	376	-28	22.22	-2.81	17.11	2.86

USB4 の評価結果を以下に示します。



**表 6 USB4 アイパターン評価結果詳細**

評価内容	Eye Height (mv)	ΔEye Height (mV)	Eye Width (ps)	ΔEye Width (ps)	TJ (ps)	ΔTJ (ps)
スルー基板	810	-	47.81	-	3.78	-
TDS4A212MX	743	-67	47.19	-0.63	4.79	1.01
TDS4B212MX	728	-82	46.88	-0.94	4.74	0.96

#### 4.4. AC カップリング

多くの高速差動インターフェース信号は TX(トランスミッター)と RX (レシーバー) の間に AC カップリングをするためにコンデンサ (AC カップリングコンデンサ) を必要とします。

高速差動信号が AC カップリングコンデンサを通過すると、信号の DC 成分が除去されるので TX と RX でコモンモード電圧が異なる場合でも信号の伝送が可能になります。

下図は、ホストボードとデバイスボードをコネクタで接続している例です。多くの高速差動インターフェースにおいて、異なる基板上に配置される TX と RX がコネクタで接続されている場合には、TX とコネクタの間に AC カップリングコンデンサを配置することが推奨されています。そのため、図 25 に示されている位置に AC カップリングコンデンサは配置されます。

この場合、高速差動信号は AC カップリングコンデンサを通過する際に DC 成分が除去されるので、AC カップリングコンデンサ通過前は TX からコモンモード電圧が供給され、AC カップリングコンデンサ通過後は RX からコモンモード電圧が供給されます。

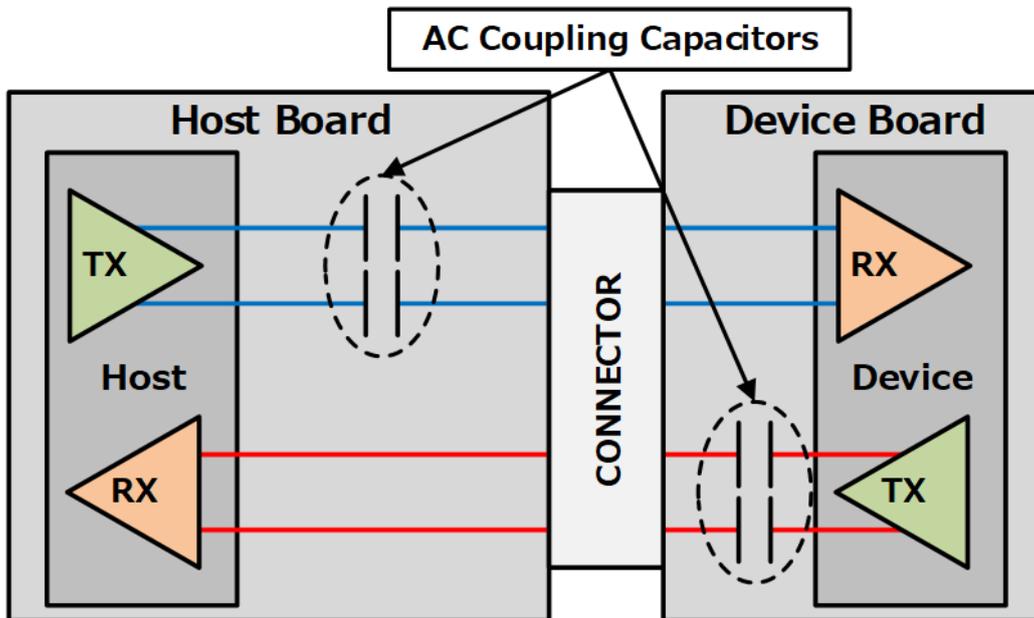


図 25 AC カップリングコンデンサ配置例

また、AC カップリングコンデンサはインターフェースに応じて適切な容量値を選択する必要があります。同じ差動対に対しては、同じ容量、同じパッケージサイズで対称的に配置してください。

パッケージサイズは差動配線長への影響を考慮して 0201、0402 が好ましく、0603、0805 は使用しないことをお勧めします。

次に、ホストボードと2つのデバイスボードを排他的に接続する場合を示します。MUX/DEMUX はホストボード上に配置され、切り替えはホストによって制御されます。

以下に、代表的な配置パターンを3つ示します。

#### (a)コンデンサーを MUX/DEMUX とデバイスの間に配置\*

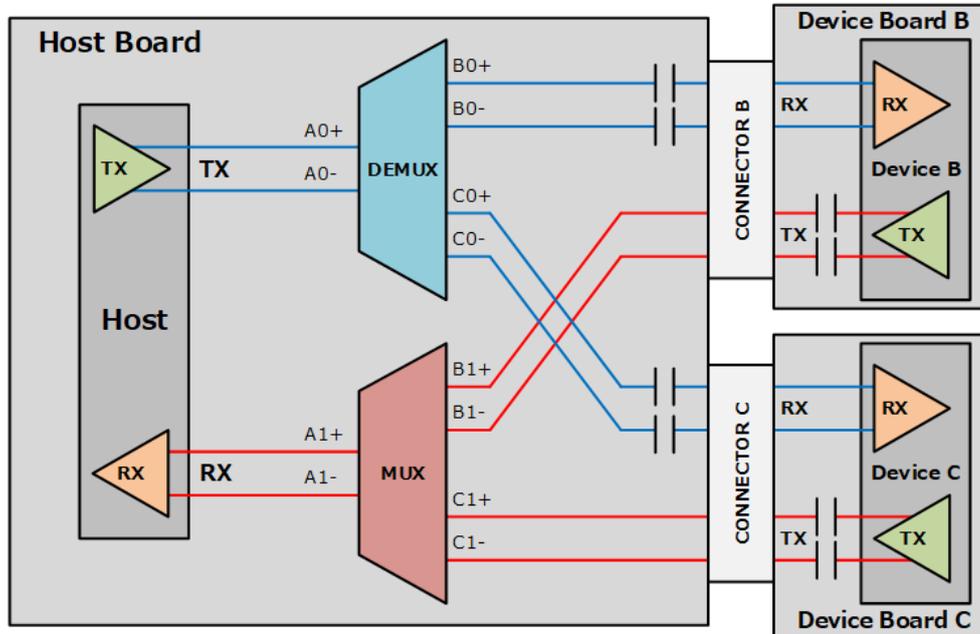


図 26 コンデンサーが MUX/DEMUX とデバイスの間に配置されている配置例

\* ホストの TX、RX のコモンモード電圧が MUX/DEMUX の動作範囲内であることを確認ください。

DEMUX を通過する経路(青線)では、DEMUX とコネクタの間に AC カップリングコンデンサーを配置しています。

差動信号は AC カップリングコンデンサーを通過する前に DEMUX を通過するので、DEMUX にはホストの TX からコモンモード電圧が供給されます。

MUX を通過する経路(赤線)では、デバイスの TX とコネクタの間に AC カップリングコンデンサーを配置しています。

差動信号は AC カップリングコンデンサーを通過した後に MUX を通過するので、MUX にはホストの RX からコモンモード電圧が供給されます。

AC カップリングコンデンサーは TX とコネクタの間に配置することを推奨されていることから、配置される位置はこの位置に限定されます。

#### (b)コンデンサーを TX と MUX/DEMUX の間に配置\*

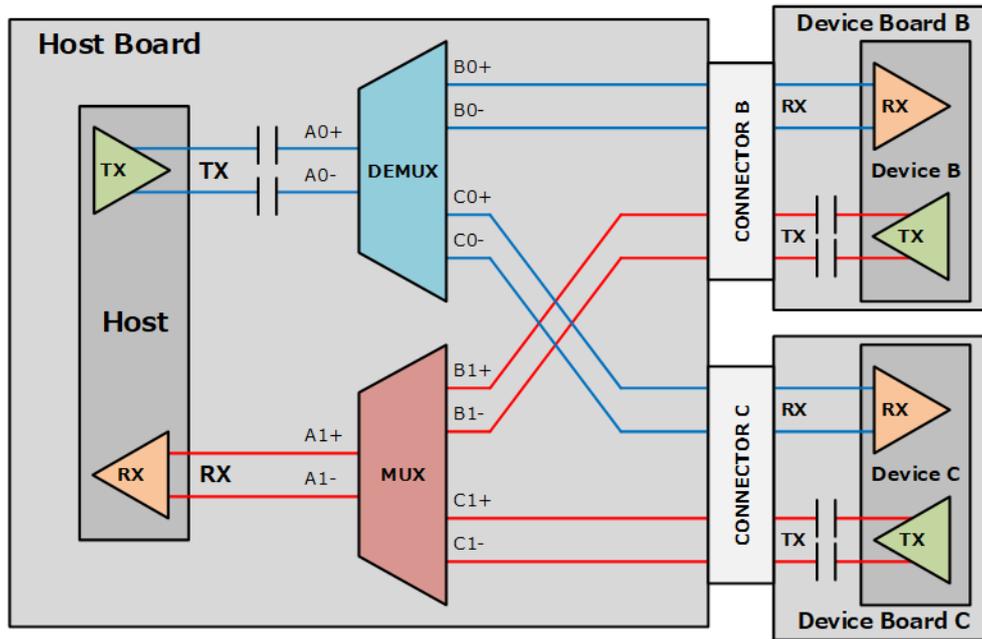


図 27 コンデンサーが TX と MUX/DEMUX の間に配置されている配置例

\*デバイスの RX の共通モード電圧が DEMUX の動作範囲内、デバイスの TX の共通モード電圧が MUX の動作範囲内であるときに使用できます。

DEMUX を通過する経路(青線)では、TX と DEMUX の間に AC カップリングコンデンサーを配置しています。

差動信号は AC カップリングコンデンサーを通過した後に DEMUX を通過するので、DEMUX にはデバイスの RX から共通モード電圧が供給されます。

MUX を通過する経路(赤線)では、デバイスの TX とコネクタの間に AC カップリングコンデンサーを配置しています。

差動信号は AC カップリングコンデンサーを通過した後に MUX を通過するので、MUX にはホストの RX から共通モード電圧が供給されます。

AC カップリングコンデンサーは TX とコネクタの間に配置することを推奨されていることから、配置される位置はこの位置に限定されます。

#### (c)コンデンサーを MUX/DEMUX の両側に配置\*

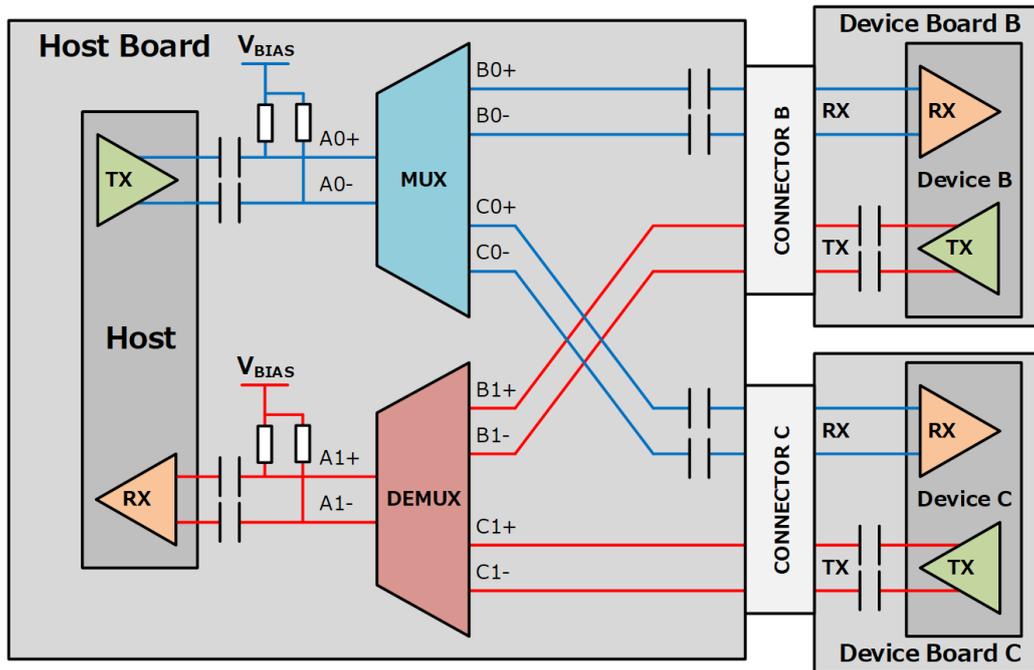


図 28 コンデンサーが MUX/DEMUX の両側に配置されている配置例

\*この配置例はホスト、デバイスの TX、RX の共通モード電圧が MUX/DEMUX の動作範囲外である場合に使用します。

MUX を通過する経路、DEMUX を通過する経路ともに、AC カップリングコンデンサーを MUX/DEMUX の両側に配置しています。

このような配置をすると MUX/DEMUX にはホストとデバイスのどちらからも共通モード電圧が供給されません。

そのため、図のように 10 kΩ 以上の抵抗で 0~2.0V の範囲で共通モード電圧を与えてください。

## 5. まとめ

本資料では、当社的高速差動インターフェース用 MUX/DEMUX バススイッチ TDS4A212MX、TDS4B212MX について解説しました。

PCIe、USB、Thunderbolt などの高速インターフェースを用いた回路に MUX、DEMUX が必要な際は TDS4A212MX、TDS4B212MX をご検討いただけますと幸いです。その他の詳細な特性につきましてはデータシートをご参考ください。

TDS4A212MX の製品ページおよびデータシートはこちら →

[Click Here](#)

TDS4B212MX の製品ページおよびデータシートはこちら →

[Click Here](#)

バススイッチの製品一覧はこちら →

[Click Here](#)

ミニカタログ 東芝バススイッチのご紹介はこちら →

[Click Here](#)

アプリケーションノート バススイッチの基礎はこちら →

[Click Here](#)

バススイッチの FAQ はこちら →

[Click Here](#)

- ・PCIe®は、PCI-SIG の商標です。
- ・USB4®は、USB Implementers Forum の商標です。
- ・Thunderbolt™は、Intel Corporation あるいはその子会社の商標です。
- ・DisplayPort™は、米国及びその他の国で Video Electronics Standards Association (VESA®)が所有する商標です。
- ・TarfSOI™は、東芝デバイス&ストレージ株式会社の商標です。
- ・その他の社名・商品名・サービス名などは、それぞれ各社が商標として使用している場合があります。

## 製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。

東芝デバイス&ストレージ株式会社

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/>