译文

适用于高速差分接口
32Gbps MUX/DEMUX 总线开关
TDS4A212MX、TDS4B212MX
应用笔记

本资料是为了参考的目的由原始文档翻译而来。使用本资料时，请务必以原始文档及其关联的最新东芝信息为准，并遵守该等原始文档和东芝信息。

原本: “For high-speed differential interface
32Gbps MUX/DEMUX bus switch
TDS4A212MX, TDS4B212MX
Application Notes”
2024-06-26

翻译日: 2026-10-26

© 2024
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

适用于高速差分接口
32Gbps MUX/DEMUX 总线开关
TDS4A212MX、TDS4B212MX
应用笔记

概述

本文介绍将 MUX（多路复用器）/DEMUX（多路解复用器）总线开关 TDS4A212MX、TDS4B212MX 用于高速差分接口时的使用指南和注意事项。推荐数据速率为 1～32Gbps，可用于 PCIe 5.0、PCIe 4.0、CXL 2.0、USB4 Version2、Thunderbolt™4 和 DisplayPort™ 2.0 等接口。

© 2024
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

目录

插图列表 3
1. 引言 5
2. 关于 TDS4A212MX、TDS4B212MX 6
2.1. 概述 6
2.2. 引脚布局 7
2.3. 功能 7
3. 眼图 8
3.1. 什么是眼图？ 8
3.2. TDS4A212MX、TDS4B212MX 的眼图 11
4. 应用 13
4.1. 可适用的接口 13
4.2. PCIe 应用示例 14
4.3. USB Type-C 应用示例 17
4.4. 交流耦合 20
5. 总结 24
使用注意事项 25
Handling Precautions 26

插图列表

图 1 框图 6
图 2 封装尺寸（单位：mm） 6
图 3 引脚配置图（顶视图）左：TDS4A212MX 右：TDS4B212MX 6
图 4 TDS4A212MX、TDS4B212MX 的典型布线 7
图 5 理想眼图 8
图 6 典型差分信号眼图 8
图 7 眼图中的典型测量值 9
图 8 眼图模板测试示例 10
图 9 用于眼图测量的评估板 11
图 10 PCIe4 眼图实测结果 11
图 11 MUX/DEMUX 的 PCIe 应用示例 14
图 12 PCIe5 直通板评估结果 15
图 13 PCIe5 TDS4A212MX 评估结果 15
图 14 PCIe5 TDS4B212MX 评估结果 15
图 15 PCIe4 直通板评估结果 16
图 16 PCIe4 TDS4A212MX 评估结果 16
图 17 PCIe4 TDS4B212MX 评估结果 16
图 18 USB Type-C 的 MUX/DEMUX 应用示例 17
图 19 USB4 Version2 直通板评估结果 18
图 20 USB4 Version2 TDS4A212MX 评估结果 18
图 21 USB4 Version2 TDS4B212MX 评估结果 18
图 22 USB4 直通板评估 19
图 23 USB4 TDS4A212MX 评估 19
图 24 USB4 TDS4B212MX 评估 19

© 2024
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

图 25 交流耦合电容器的配置.....20
图 26 在 MUX/DEMUX 与设备之间配置电容器的方式.....21
图 27 在 TX 与 MUX/DEMUX 之间配置电容器的方式.....22
图 28 在 MUX/DEMUX 两侧配置电容器的方式.....23

表格目录

表 1 端口连接与控制输入逻辑（n = 0、1）.....7
表 2 PCIe4 眼图评估结果明细.....12
表 3 PCIe5 眼图评估结果明细.....15
表 4 PCIe4 眼图评估结果明细.....16
表 5 USB4 Version2 眼图评估结果明细.....18
表 6 USB4 眼图评估详情.....19

1. 引言

近年来，PCIe、USB、Thunderbolt 等高速通信接口在 PC、服务器等电子设备中得到广泛应用，这些接口被用于连接和扩展 CPU、外围芯片、显卡、外围设备等器件。
然而，随着通信速度提高，频率也随之上升，传输路径上容易产生信号损耗。即使信号通过电路板布线时也会产生这种损耗，因此需要在电路设计中考虑如何降低损耗。
因此，在扩展差分接口时所使用的 MUX/DEMUX 也需要采用高频、低损耗的产品。我们近期开发了可用于 PCIe5、USB4、Thunderbolt 4 等应用的高频、低损耗 2:1 MUX/1:2 DEMUX 总线开关 TDS4A212MX、TDS4B212MX。
本文介绍使用 TDS4A212MX、TDS4B212MX 的应用示例以及电路板设计时的注意事项。

© 2024
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

2. 关于 TDS4A212MX、TDS4B212MX

2.1. 概述

TDS4A212MX 和 TDS4B212MX 是高速差分 2:1 MUX（多路复用器）/1:2 DEMUX（多路解复用器）总线开关。差分信号的工作范围为共模电压 0～2.0 V、差分电压摆幅 0～1.8 Vpp，可支持多种差分接口。
推荐数据速率为 1～32Gbps。可用于 PCIe 5.0、CXL 2.0、USB4 Version2、Thunderbolt 4、DisplayPort 2.0 等高速差分接口。
-3dB 带宽方面，TDS4A212MX 为 26.2 GHz，TDS4B212MX 为 27.5 GHz。
封装采用 XQFN16（1.6 × 2.4 mm），有助于安装电路板的小型化。

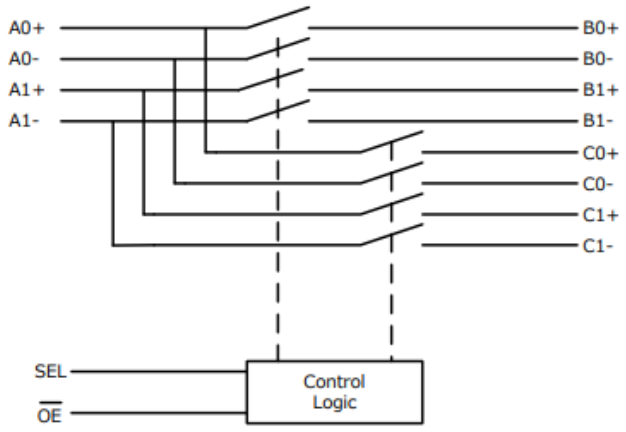


图 1 框图 1
（TDS4A212MX、TDS4B212MX 通用）

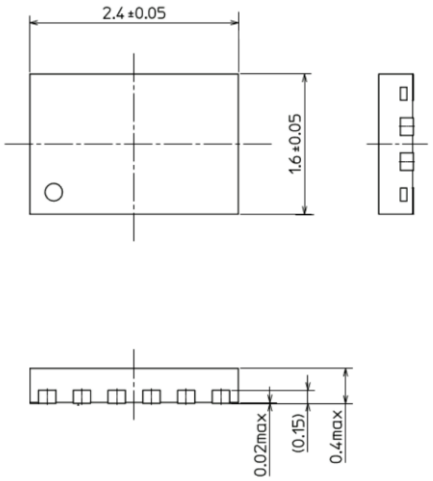


图 2 封装尺寸（单位：mm）2
（TDS4A212MX、TDS4B212MX 共通）

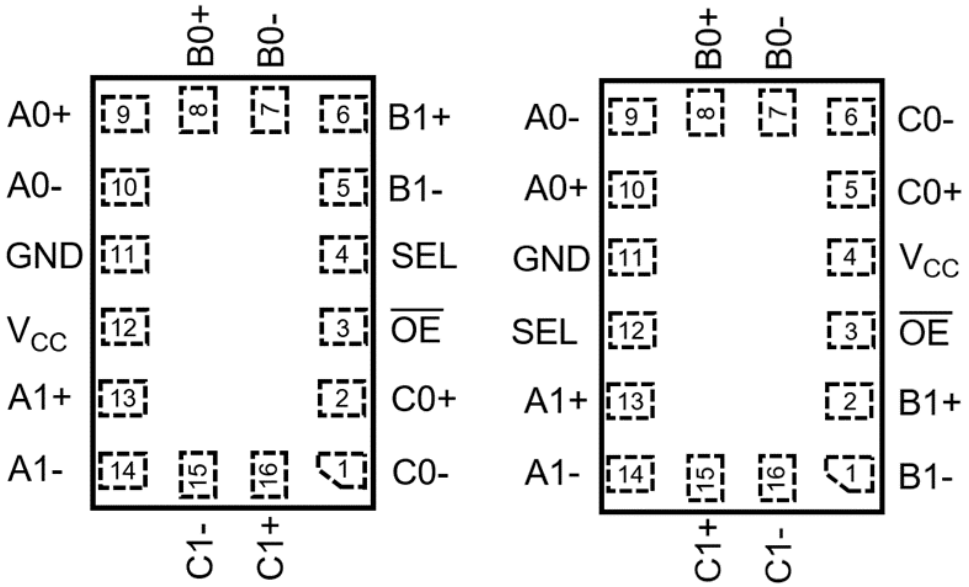


图 3 引脚配置图（顶视图）左：TDS4A212MX 右：TDS4B212MX3

2.2. 引脚布局

TDS4A212MX 和 TDS4B212MX 功能相同，但端子排列不同。TDS4A212MX 采用便于电路板设计的端子布局，TDS4B212MX 采用注重高频特性的端子布局。

图 4 展示了使用 TDS4A212MX 和 TDS4B212MX 将系统 A 与系统 B、C 择一连接的示例。

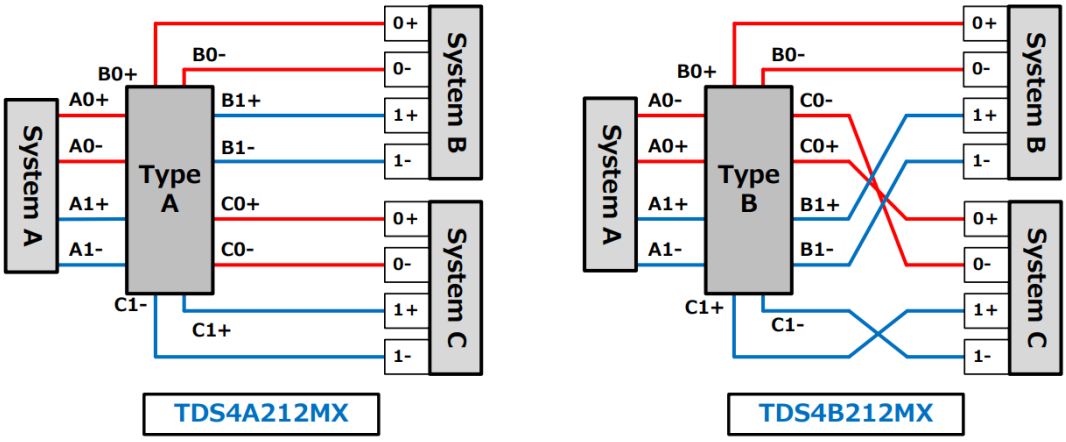


图 4 TDS4A212MX、TDS4B212MX 的典型布线 4

如图 4 所示，TDS4A212MX 不存在布线交叉，而 TDS4B212MX 则需要布线交叉。

2.3. 功能

TDS4A212MX 和 TDS4B212MX 可通过 SEL 选择 B 端口或 C 端口作为 A 端口的连接对象，并在所连接的端口之间双向传输差分信号。

设置为低电平（L）时，器件进入工作模式。将 SEL 设置为低电平（L）时，A 端口与 B 端口连接。将 SEL 设置为高电平（H）时，A 端口与 C 端口连接。$\overline{OE}$

设置为高电平（H）时，器件进入待机模式。此时无论 SEL 为何状态，器件均处于断开状态。$\overline{OE}$

工作模式下的最大消耗电流为 150 μA。而在待机模式下，消耗电流最大可降至 10 μA。

表 1 端口连接与控制输入逻辑（n = 0、1）1

输入$\overline{OE}$	输入 SEL	功能（n = 0、1）
L	L	An+ 端口 = Bn+ 端口，An− 端口 = Bn− 端口
L	H	An+ 端口 = Cn+ 端口，An− 端口 = Cn− 端口
H	任意	An、Bn 和 Cn 端口断开

© 2024
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

3. 眼图

3.1. 什么是眼图？

眼图是一种对差分信号传输波形进行可视化评估的方法。由于将信号波形按每个比特切分并叠加显示后，形成类似眼睛的形状，因此称为眼图。
眼图是差分信号分析中的实用工具。在半导体器件、通信系统和电路板的设计与测试过程中，可利用眼图评估信号完整性。

差分信号传输中常用的不归零码（NRZ），其理想眼图如图 5 所示，振幅恒定且上升时间和下降时间较短。

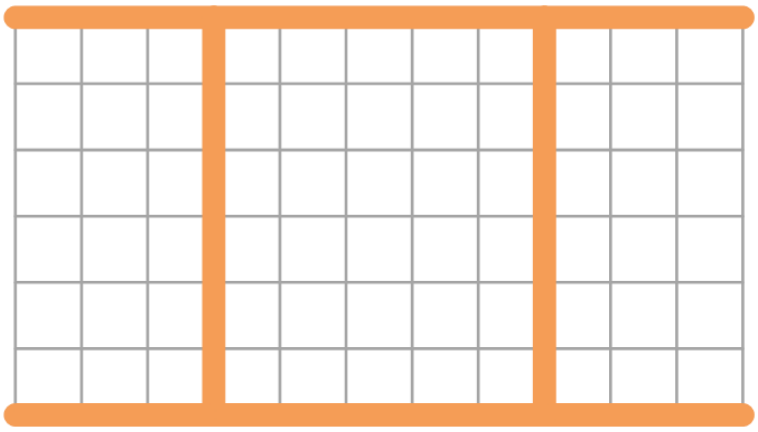


图 5 理想眼图 5

但在实际情况中，受信号衰减和噪声等因素影响，会出现如图 6 所示的眼开口变窄、上升和下降时间增加等劣化现象。
衰减和噪声越大，劣化越明显，因此可通过眼图评估差分信号的波形质量。

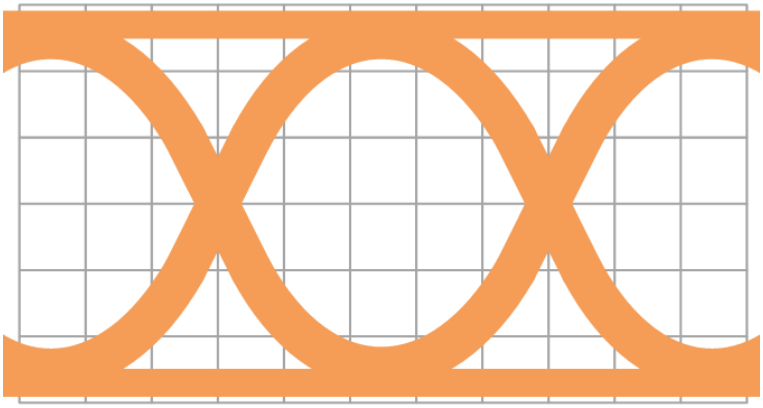


图 6 典型差分信号眼图 6

一个眼图相当于一个比特，称为单位间隔（UI）。
下面说明眼图中的各项评估指标。

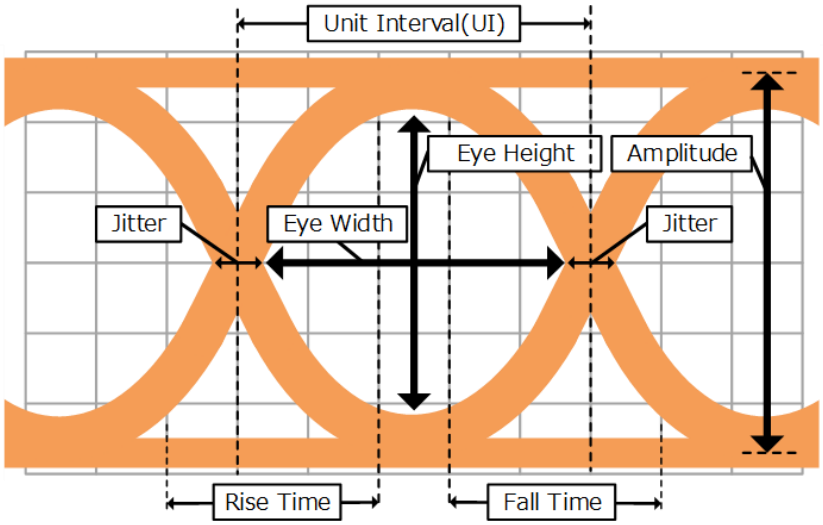


图 7 眼图中的典型测量值 7

眼高（Eye Height）：眼高是指眼图在垂直方向上的开口。若眼高等于眼图的振幅，则可认为该眼图是理想的。但在实际测量中，由于信号衰减和噪声等因素，眼高会减小。因此，可以以眼高为依据比较信号衰减和噪声的影响。

眼宽（Eye Width）：眼宽是指眼图在水平方向上的开口。可由上升交叉点与下降交叉点之间的差值计算得出。抖动越大，眼宽越差，因此可直观地评估抖动情况。

抖动（Jitter）：抖动是指在上升/下降交叉点处，上升沿与下降沿之间的时间偏差。从视觉上看，相当于交叉点处横线的粗细。抖动较大时，信号的上升沿与下降沿之间波动较大，会影响时序，导致信号难以正常收发。因此，抖动是眼图中的重要测量参数。抖动由多种因素引起，总称为 TJ（总抖动）。

上升时间（Rise Time）：上升时间是指电压从 L（0）→ H（1）转换所需的规定时间。

下降时间（Fall Time）：下降时间是指电压从 H（1）→ L（0）转换所需的规定时间。

详情请参阅所使用接口的标准规范。

此外，还有一种采用模板测试（Mask Test）对眼开口进行定量评估的方法。
模板测试是将各通信标准规定的模板显示在眼图上，若与眼图没有重叠，则判定为符合标准的方法。模板通常为菱形或六边形，可用于发现错误，从而为信号改善提供参考。

© 2024
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

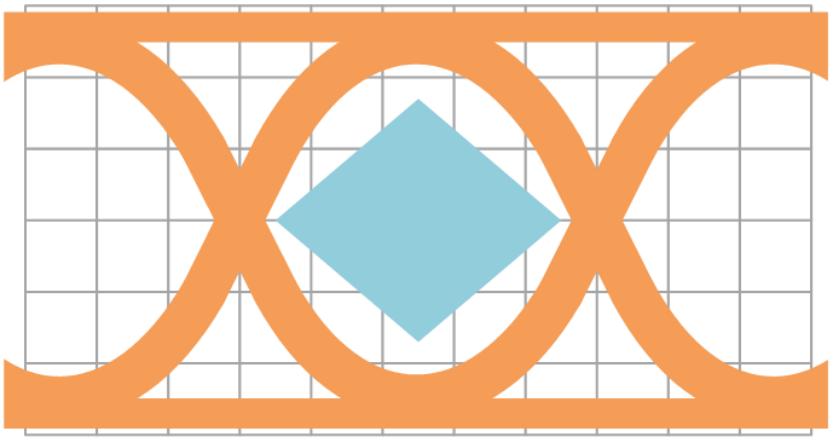


图 8 眼图模板测试示例 8

3.2. TDS4A212MX、TDS4B212MX 的眼图

使用安装了 TDS4A212MX、TDS4B212MX 的评估板进行了眼图评估。

因此，对评估板（产品安装板）的数据进行去嵌入处理以去除传输线损耗，从而获得了产品实测板的眼图。同样，也获得了用于评估基板特性的电路板（直通板）的眼图。

该电路板采用 MEGTRON6 材料制成。电路板与线缆的连接采用了 1.95mm V 型连接器。

该电路板按照包含产品在内的最短布线设计，因此仅可在 A0± 与 C0± 端口之间进行测量。

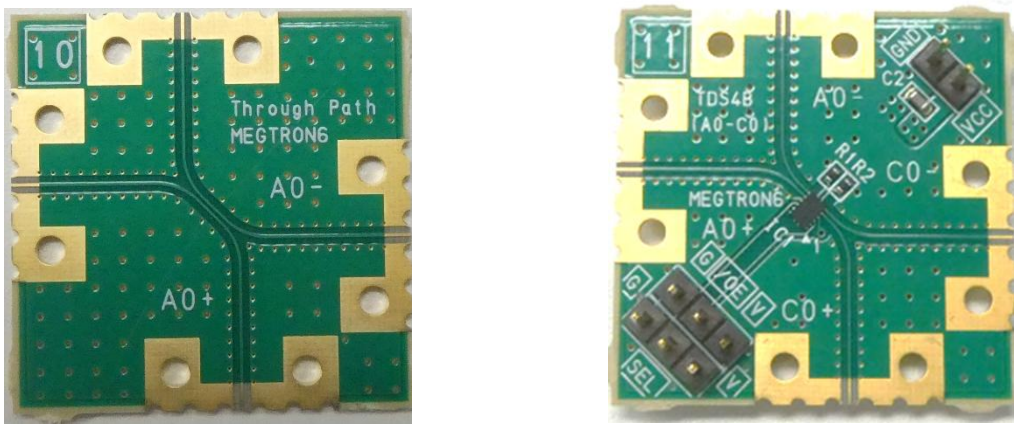


图 9 用于眼图测量的评估板 9

（左：直通板 右：产品安装板）

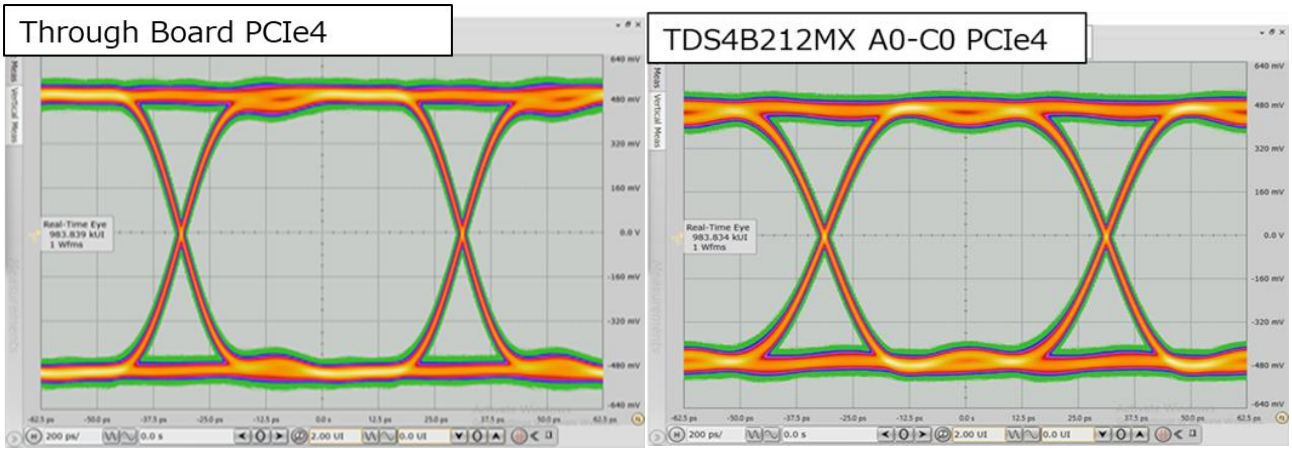


图 10 PCIe4 眼图实测结果 10

（左：直通板 右：TDS4B212MX）

随后，分别测量了产品安装板和直通板的眼高、眼宽和总抖动（TJ）。然后，用产品安装板的数值减去直通板的

数值，求得产品引起的眼高衰减量（ΔEye Height）、眼宽衰减量（ΔEye Width）和 TJ 增加量（ΔTJ）。

表 2 PCIe4 眼图评估结果明细 2

评估明细	眼图高度（mV）	**ΔEye Height（mV）**	眼宽（ps）	**Δ 眼宽（ps）**	TJ（ps）	**ΔTJ（ps）**
直通板	839	-	59.86	-	4.55	-
TDS4B212MX	758	**-81**	59.28	**-0.59**	5.41	**0.86**

4. 应用

4.1. 可适用的接口

TDS4A212MX 和 TDS4B212MX 是高速差分 2:1 MUX（多路复用器）/1:2 DEMUX（多路解复用器），可用于在两条不同路径之间切换信号。

凭借我们独有的 SOI 工艺“TarfSOI™”和小型封装，实现了优异的高频特性，可在最高 32Gbps 的数据速率下使用。

此外，还实现了宽广的共模电压范围（0～2.0 V）和差分信号电压摆幅（0～1.8 Vpp），可应用于各种高速数据协议。

通常可用于以下接口：

PCIe Gen 5.0、4.0、3.0、2.0、1.0
CXL 2.0、1.0
USB4 Version2
USB4 Gen 3、Gen 2
USB3.2 Gen 2、Gen 1
Thunderbolt 4、3、2
DisplayPort 2.0、1.4、1.3、1.2
SAS 3.0

© 2024
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

4.2. PCIe 应用示例

下面介绍通过 MUX/DEMUX 切换 CPU 与多个 PCIe 插槽之间连接的方法。

根据 PC 和服务器的规格，当需要扩展 PCIe 插槽时，CPU 的 PCIe 通道数可能不足。在这种情况下，可使用 MUX/DEMUX 将 CPU 连接到多个 PCIe 插槽。例如，当 CPU 的 TX 和 RX 各 16 通道中有 8 通道直接连接到 PCIe 插槽 1，而希望将剩余的 8 通道在 PCIe 插槽 1 与 PCIe 插槽 2 之间择一使用时，可按下图所示连接 2:1 MUX/1:2 DEMUX。

TDS4A212MX/TDS4B212MX 每个器件可切换 2 个通道，因此在 CPU 与 PCIe 插槽之间配置 8 个器件即可实现连接。

如下所示，在 MUX/DEMUX 上使用交流耦合电容，以提供适当的共模电平。

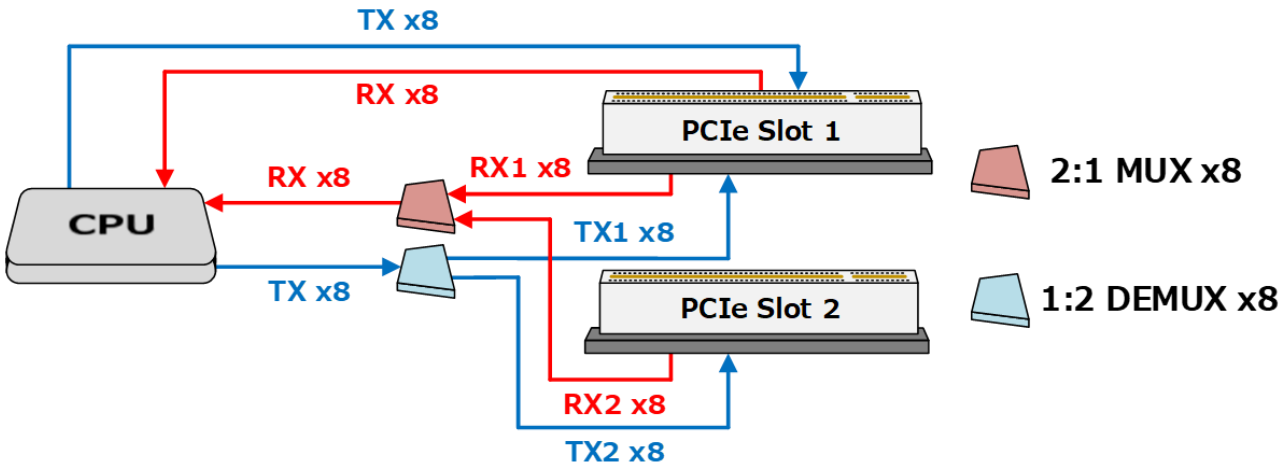


图 11 MUX/DEMUX 的 PCIe 应用示例 11

PCIe5 的眼图评估结果如下所示。

PCIe5
32Gbps NRZ
1Vp-p（差動）
PRBS-7

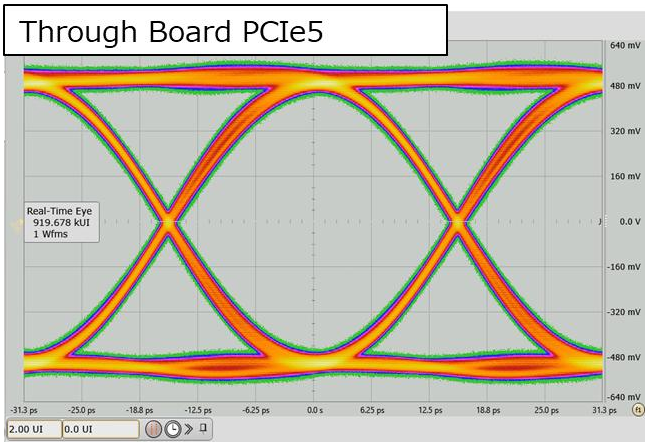


图 12 PCIe5 直通板评估结果 12

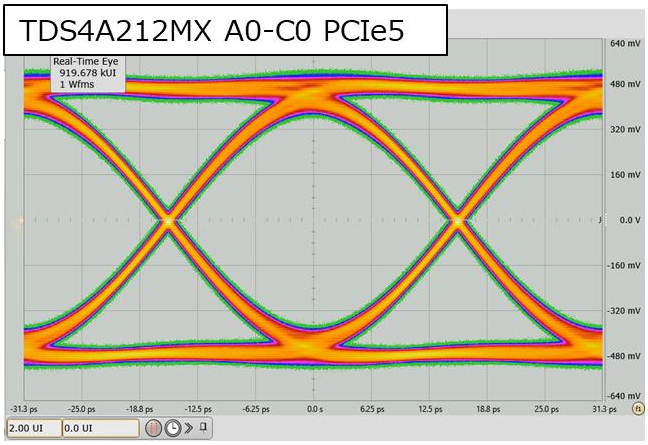


图 13 PCIe5 TDS4A212MX 评估结果 13

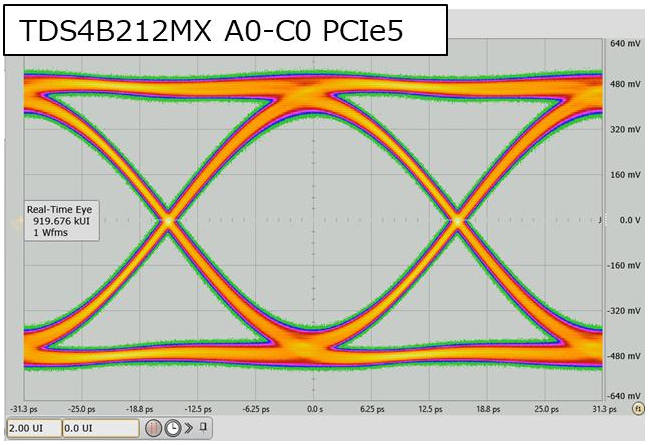


图 14 PCIe5 TDS4B212MX 评估结果 14

表 3 PCIe5 眼图评估结果明细 3

评估结果明细	眼图高度（mV）	Δ 眼图高度（mV）	眼宽（ps）	Δ 眼宽（ps）	TJ（ps）	ΔTJ（ps）
直通基板	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

© 2024
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

PCIe4 的眼图评估结果如下所示。

PCIe4
16Gbps NRZ
1Vp-p（差动）

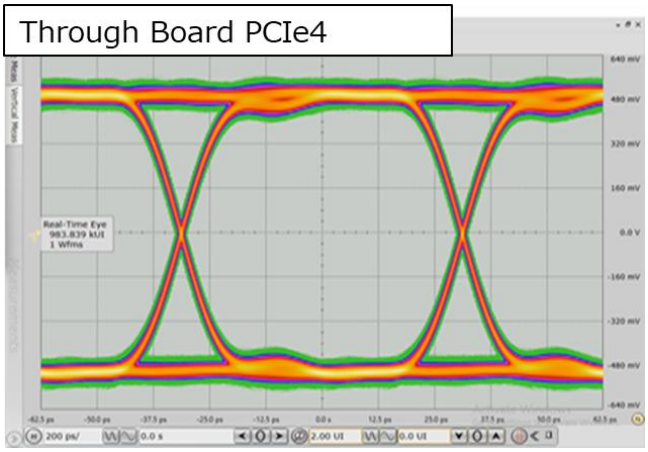


图 15 PCIe4 直通板评估结果 15

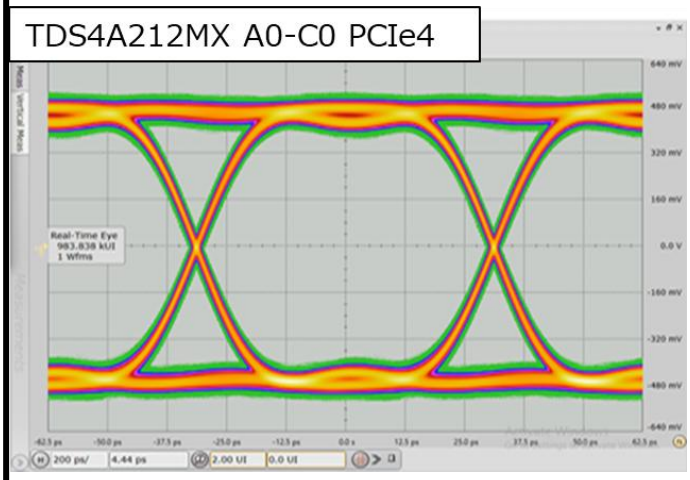


图 16 PCIe4 TDS4A212MX 评估结果 16

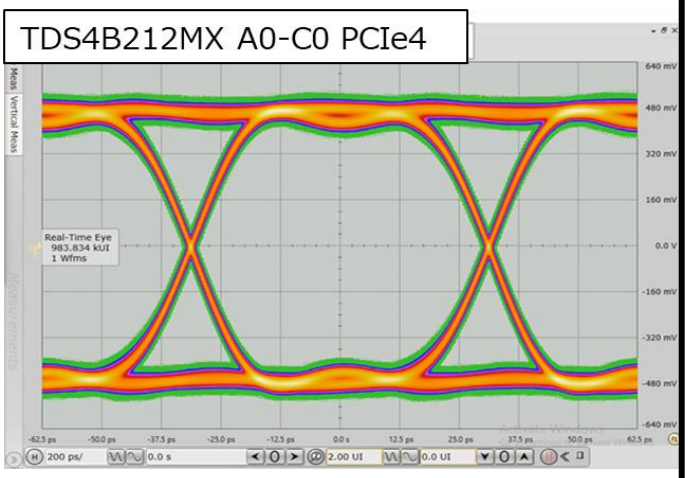


图 17 PCIe4 TDS4B212MX 评估结果 17

表 4 PCIe4 眼图评估结果明细 4

评估结果明细	眼图高度（mV）	Δ 眼图高度（mV）	眼宽（ps）	Δ 眼宽（ps）	TJ（ps）	ΔTJ（ps）
直通基板	839	-	59.86	-	4.55	-
TDS4A212MX	758	-81	59.28	-0.59	5.41	0.86
TDS4B212MX	741	-98	59.18	-0.68	5.69	1.14

© 2024
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

4.3. USB Type-C 应用示例

当 USB Type-C 需要支持插头正反插时，连接示例如下。由于 USB Type-C 的端子不分正反，无论哪一方向都必须能够收发信号，因此使用 MUX/DEMUX 进行正反切换。方向由 CC 端子判定，并由 USB 控制 IC 选择 MUX/DEMUX 的端口连接。下面给出主机板与设备板两端均通过 Type-C 线缆连接的示例。

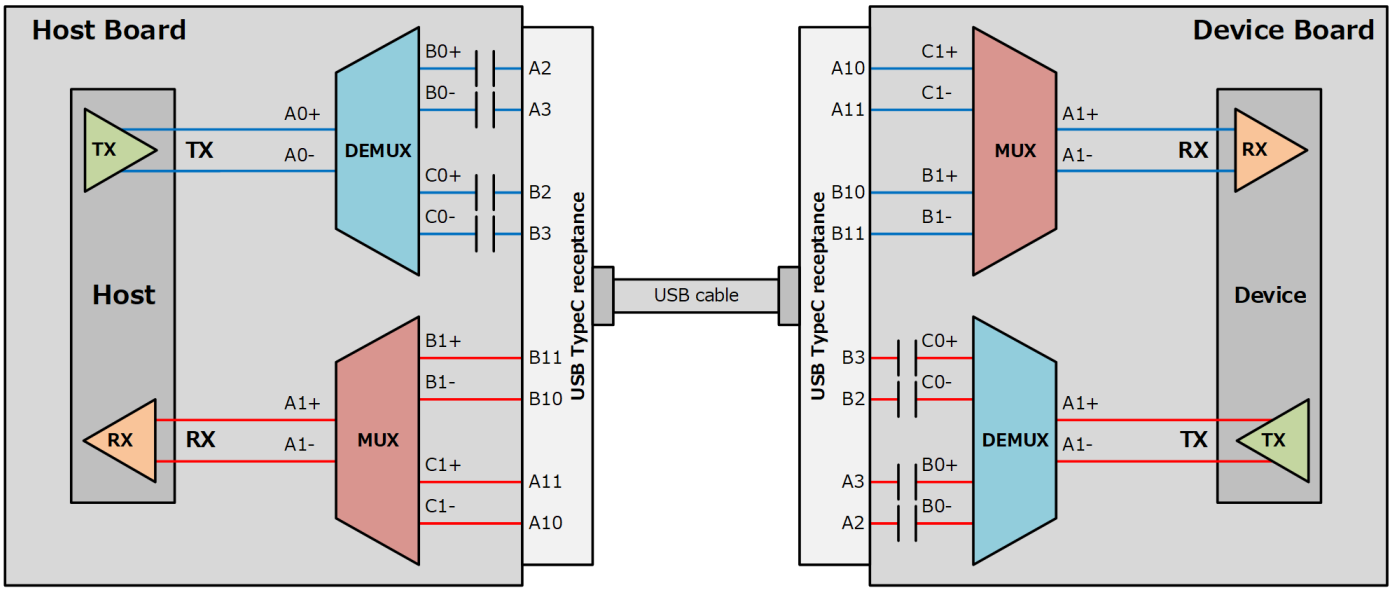


图 18 USB Type-C 的 MUX/DEMUX 应用示例 18

USB4 Version2 的眼图评估结果如下所示。

USB4 Version2
40Gbps PAM3
1Vp-p（差动）

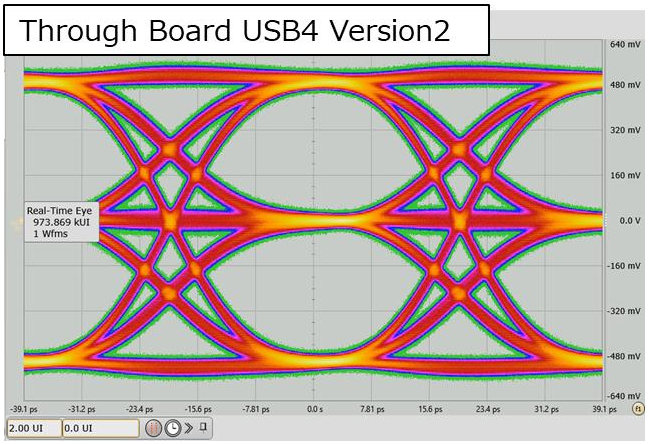


图 19 USB4 Version2 直通板评估结果 19

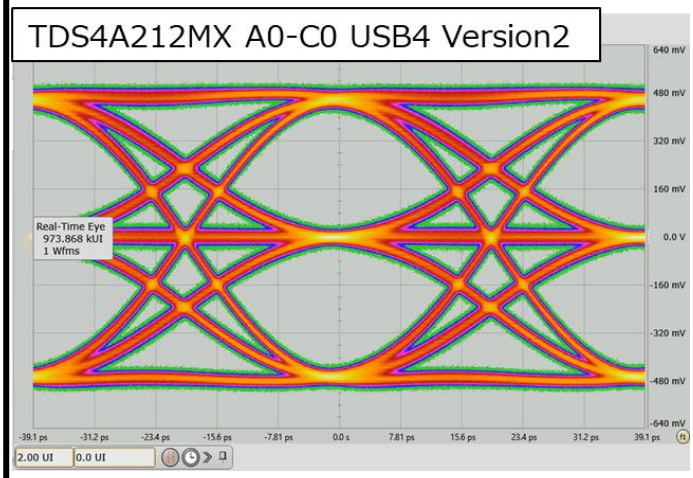


图 20 USB4 Version2 TDS4A212MX 评估结果 20

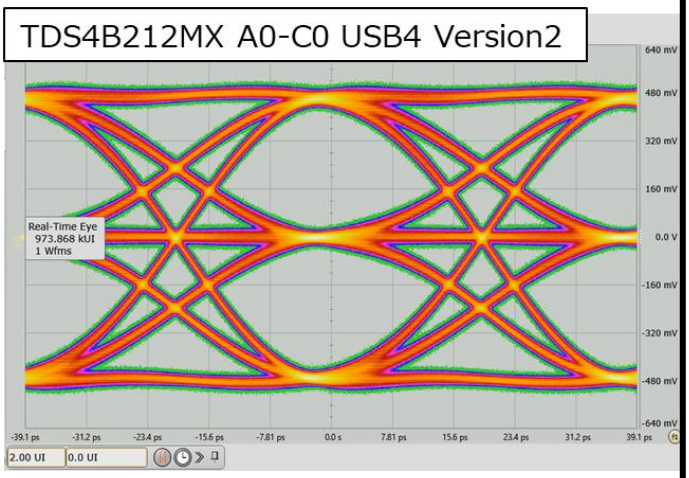


图 21 USB4 Version2 TDS4B212MX 评估结果 21

表 5 USB4 Version2 眼图评估结果明细 5

评估结果明细	眼图	眼图高度（mV）	Δ 眼高（mV）	眼宽（ps）	Δ 眼宽（ps）	TJ（ps）	ΔTJ(ps)
通过基板	高	406	-	24.84	-	14.49	-
	低	404	-	25.02	-	14.25	-
TDS4A212MX	高	370	-36	22.16	-2.69	17.35	2.86
	低	370	-34	22.52	-2.50	17.11	2.87
TDS4B212MX	高	380	-26	22.22	-2.62	17.38	2.89
	低	376	-28	22.22	-2.81	17.11	2.86

© 2024
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

USB4 的眼图评估结果如下所示。

USB4
20Gbps NRZ
1Vp-p（差动）

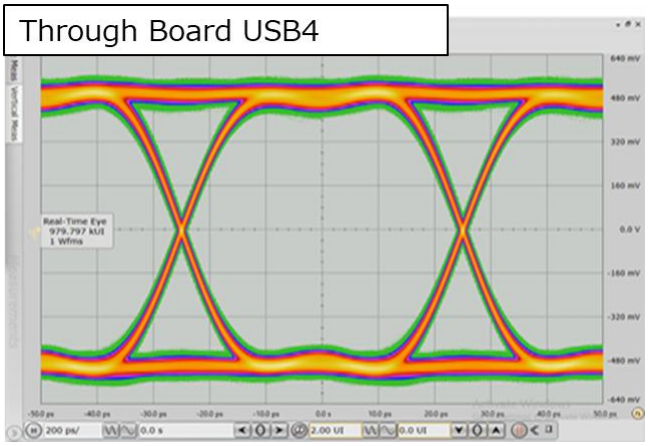


图 22 USB4 直通板评估 22

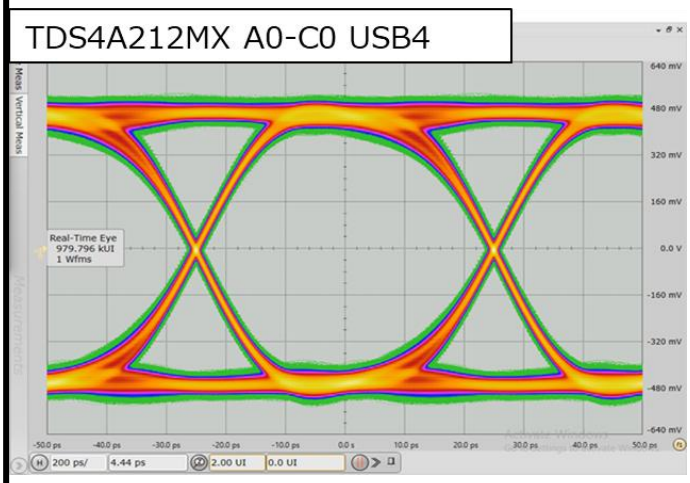


图 23 USB4 TDS4A212MX 评估 23

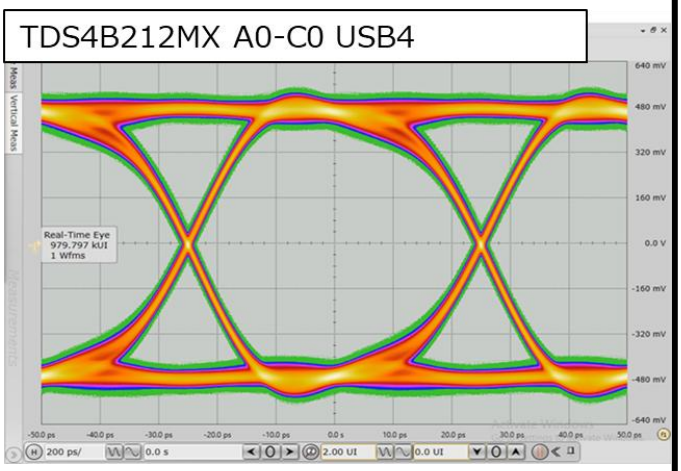


图 24 USB4 TDS4B212MX 评估 24

表 6 USB4 眼图评估详情 6

评估明细	眼图高度（mv）	Δ 眼图高度（mV）	眼宽（ps）	Δ 眼宽（ps）	TJ（ps）	ΔTJ（ps）
直通板	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

© 2024
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

4.4. 交流耦合

许多高速差分接口的信号传输都需要使用电容器（交流耦合电容器），以在 TX（发送器）与 RX（接收器）之间实现交流耦合。
当高速差分信号通过交流耦合电容器时，信号中的直流分量被去除，因此即使 TX 与 RX 之间的共模电压不同，也能够进行信号传输。
下图所示为主机板与设备板通过连接器相连的示例。在许多高速差分接口中，若 TX 与 RX 通过连接器相连，建议将交流耦合电容器配置在 TX 与连接器之间。因此，交流耦合电容器配置在图 25 所示的位置。
此时，高速差分信号通过交流耦合电容器后直流分量被去除，因此在通过交流耦合电容器之前由 TX 提供共模电压，在通过交流耦合电容器之后由 RX 提供共模电压。

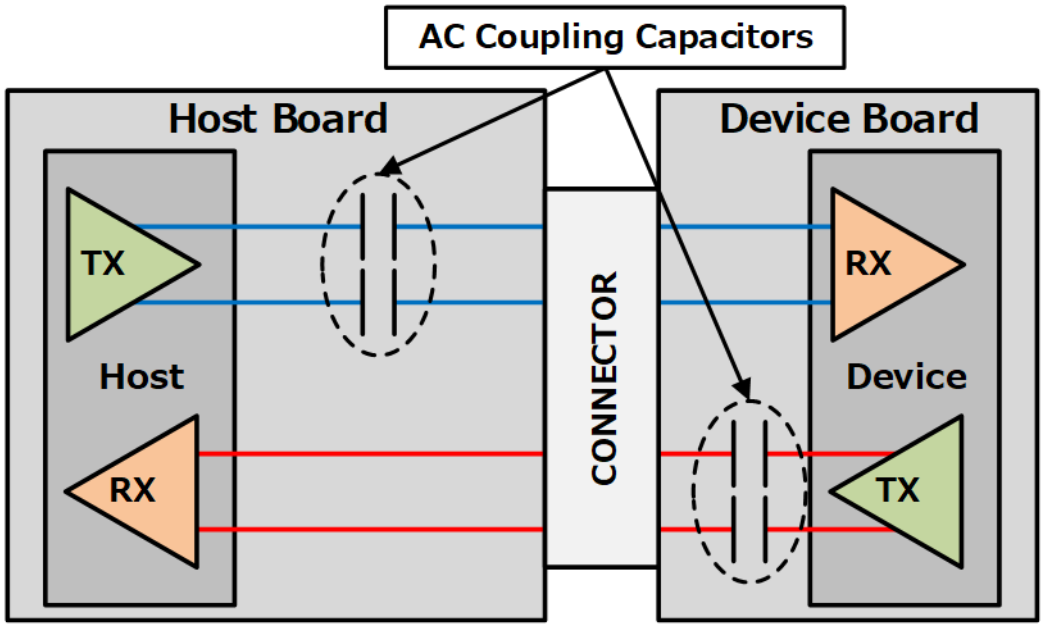


图 25 交流耦合电容器的配置 25

此外，交流耦合电容器需要根据接口选择适当的电容值。对于同一差分对，应采用相同容量、相同封装尺寸并对称配置。
考虑到对差分布线长度的影响，推荐使用 201 和 402 封装尺寸，不推荐使用 603 和 805。

以下示例为主机板与两块设备板之间的排他性连接。MUX/DEMUX 配置在主机板上。切换由主机控制。下面介绍三种典型的配置方式。

(a) 在 MUX/DEMUX 与设备之间配置电容器*

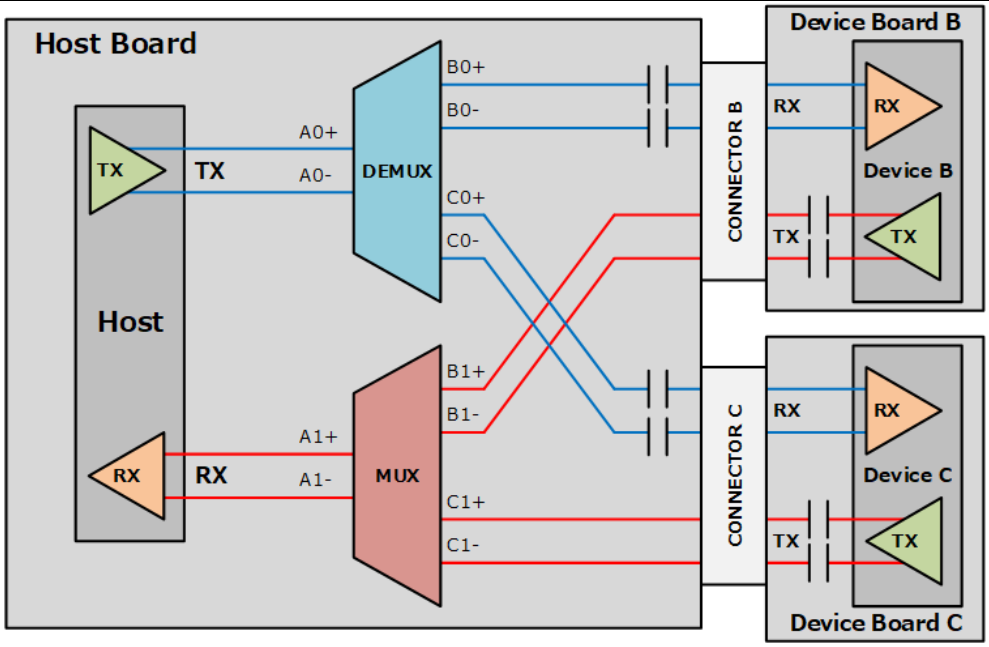


图 26 在 MUX/DEMUX 与设备之间配置电容器的方式 26

* 请确认主机的 TX 和 RX 的共模电压处于 MUX/DEMUX 的工作范围内。

在通过 DEMUX 的路径（蓝线）中，交流耦合电容器配置在 DEMUX 与连接器之间。
由于差分信号在通过交流耦合电容器之前先经过 DEMUX，因此 DEMUX 由主机的 TX 提供共模电压。
在通过 MUX 的路径（红线）中，交流耦合电容器配置在设备的 TX 与连接器之间。
由于差分信号在通过交流耦合电容器之后才经过 MUX，因此 MUX 由主机的 RX 提供共模电压。

由于建议将交流耦合电容器配置在 TX 与连接器之间，因此配置位置仅限于该位置。

© 2024
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

(b) 在 TX 与 MUX/DEMUX 之间配置电容器*

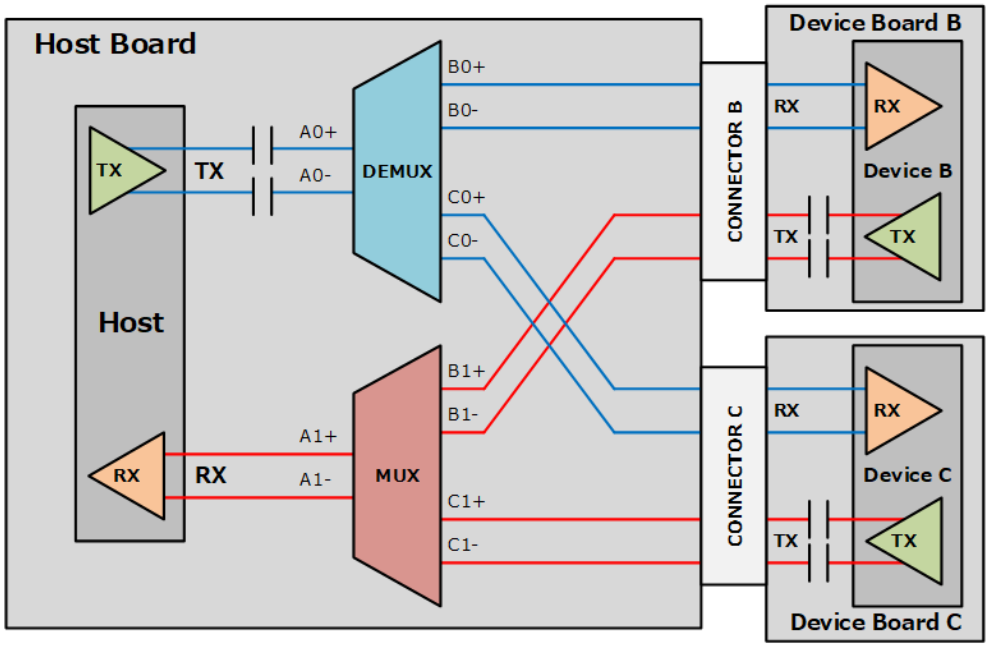


图 27 在 TX 与 MUX/DEMUX 之间配置电容器的方式 27

* 当设备的 RX 共模电压处于 DEMUX 的工作范围内、且设备的 RX 共模电压处于 MUX 的工作范围内时可以使用。

在通过 DEMUX 的路径（蓝线）中，交流耦合电容器配置在 TX 与 DEMUX 之间。
由于差分信号先通过交流耦合电容器，再经过 DEMUX，因此由设备的 RX 提供共模电压。
在通过 MUX 的路径（红线）中，交流耦合电容器配置在设备的 TX 与连接器之间。
由于差分信号在通过交流耦合电容器之后才经过 MUX，因此 MUX 由主机的 RX 提供共模电压。

由于建议将交流耦合电容器配置在 TX 与连接器之间，因此配置位置仅限于该位置。

© 2024
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

(c) 在 MUX/DEMUX 两侧配置电容器*

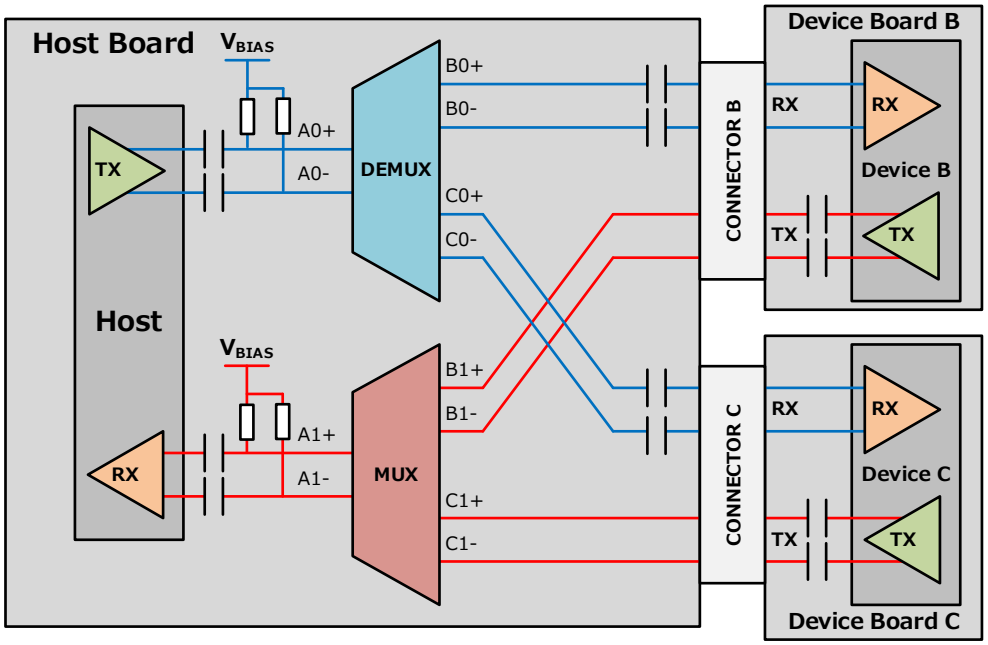


图 28 在 MUX/DEMUX 两侧配置电容器的方式 28

* 当主机/设备的 TX 和 RX 的共模电压超出 MUX/DEMUX 的工作范围时，采用此配置。

无论是通过 MUX 的路径还是通过 DEMUX 的路径，均在 MUX/DEMUX 的两侧配置交流耦合电容器。
在这种配置下，MUX/DEMUX 无法从主机和设备任何一方获得共模电压供给。
因此，如图所示，请通过 10 kΩ 以上的电阻施加 0 至 2.0 V 之间的共模电压。

© 2024
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

5. 总结

本文介绍了本公司用于高速差分接口的 MUX/DEMUX 总线开关 TDS4A212MX 和 TDS4B212MX。
如果您需要用于 PCIe、USB、Thunderbolt 等高速接口的 MUX、DEMUX，敬请考虑采用 TDS4A212MX、TDS4B212MX。其他详细特性请参阅数据手册。

TDS4A212MX 的产品页面及数据手册请见 →

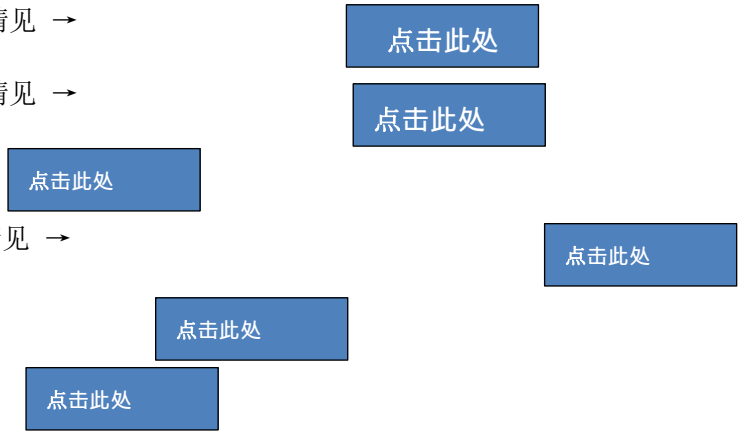
TDS4B212MX 的产品页面及数据手册请见 →

总线开关一览请见 →

迷你样本中对东芝总线开关的介绍请见 →

应用笔记《开关基础》请见 →

总线开关的 FAQ 请见 →



・PCIe 是 PCI-SIG 的商标。
・USB4 是 USB Implementers Forum 的商标。
・Thunderbolt ™是 Intel Corporation 或其子公司的商标。
・DisplayPort ™是 Video Electronics Standards Association (VESA ®) 在美国及其他国家和地区拥有的商标。
・TarfSOI ™是东芝电子元件及存储装置株式会社的商标。
・其他公司名称、产品名称、服务名称等可能是各相关公司的商标。

使用注意事项

以下将东芝株式会社及其子公司和关联公司统称为“本公司”。
将本文中所述的硬件、软件及系统统称为“本产品”。

- 本文所载的本产品相关信息等内容，可能因技术进步等原因不经预告而变更。
- 未经本公司事先批准，禁止复制本文。此外，即使经本公司以书面形式事先批准而转载本文，本公司也不会对其进行任何变更或删除。
- 尽管本公司持续致力于提高质量与可靠性，但半导体产品和存储产品一般仍有可能发生误动作或故障。使用本产品时，请客户自行负责对其硬件、软件及系统实施必要的安全设计，以免本产品的误动作或故障导致生命、人身或财产损害。在设计或使用本产品之前，请阅读并遵守本产品的最新相关信息（本文、规格书、数据手册、应用笔记、半导体可靠性手册等），以及使用本产品的设备的使用说明书和操作说明。另外，若使用上述文件中的产品数据、图、表等所记载的技术信息、程序、算法及其他应用电路示例等信息，请客户自行充分评估本产品单体或整个系统，并自行承担风险判断本产品是否适用。
- 本产品并非为以下设备（以下称“特定用途”）设计，亦不对其使用作任何保证：要求特殊质量和可靠性水平的设备，或其故障、误动作可能造成人身伤害、重大财产损失或对社会造成严重影响的设备。特定用途包括但不限于核能相关设备、航空航天设备、医疗设备（健康护理除外）、车载及运输设备、列车、船舶、交通信号灯、燃烧及爆炸控制装置、安全装置、电梯及自动扶梯、发电装置等。对于用于特定用途所产生的后果，本公司概不负责。详情请咨询本公司销售负责人，或通过本公司网站的联系表单与我们联系。
- 禁止对本产品的全部或部分进行拆解、分析、逆向工程、变更、修改、翻译或复制。
- 本产品不得用于依据各国法律法规、国际法规或命令禁止制造、使用或销售的任何产品。
- 本文所载的技术信息旨在说明本产品的典型动作和应用示例。并不表示在使用本产品时对本公司或第三方的知识产权及其他权利作出任何保证或授权许可。
- 除客户与本公司之间签订的书面协议或双方商定的规格书中另有规定外，本公司对本产品及技术信息不作任何明示或默示的保证，包括但不限于功能保证、适销性保证、特定用途适用性保证、信息准确性保证或不侵犯第三方权利的保证。
- 请勿将本产品或本文所载的技术信息用于大规模杀伤性武器的开发等用途、军事用途或其他军事目的。客户必须遵守包括但不限于《外汇及外国贸易法》和美国出口管理条例在内的所有适用的出口相关法律法规，并履行此类法律法规所要求的手续。

- 有关 RoHS 符合性等详情，请就各产品咨询本公司销售负责人。请在遵守包括但不限于欧盟 RoHS 指令在内的、对管制物质的含有或使用进行规定的所有适用法律法规的前提下使用东芝电子产品。对于因客户未遵守此类法律法规而造成的任何损害，本公司概不负责。

Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

https://toshiba.semicon-storage.com/cn/

Handling Precautions

Toshiba Corporation and its subsidiaries and affiliates are referred to below as "us."
The hardware, software and systems described in this document are called "this product."

- The information contained in this document, such as information about this product, is subject to change without notice due to technical progress or other reasons.
- Reproduction of this document without our prior approval is prohibited. In addition, even if this document is reproduced with our prior approval by a document, we do not make any changes or delete it.
- Although we make continuous efforts to improve quality and reliability, semiconductor and storage products generally may malfunction or fail. When using this product, you are responsible for providing safety design necessary for your hardware, software, and system so that any malfunction or failure of this product will not result in damage to life, body, or property. Before you design or use the product, please read and follow the latest information regarding the product (this document, specifications, data sheets, application notes, semiconductor reliability handbook, etc.) as well as the instruction manual and operating instructions for the device in which the product is used. Also, if you use the information given in the product data, figure, table, etc. in the above documents, such as technical details, programs, algorithms and other application circuit examples, please fully evaluate the product alone or the entire system of yourself to determine whether or not the product is applicable at your own risk.
- This product is neither intended nor warranted for use in equipment that requires a special level of quality and reliability, or whose failure or malfunction may cause bodily harm, serious property damage, or serious impact to society (hereinafter referred to as "specific application"). Specific applications include, but are not limited to, devices related to nuclear energy, aviation and space equipment, medical devices (excluding health care), in-vehicle and transportation equipment, trains, ships, traffic lights, combustion and explosion control devices, safety devices, elevators and escalators, and power generation devices. We assume no liability for use in specific applications. For more information, please contact our sales representatives or via our Web contact form.
- Do not disassemble, analyze, reverse-engineer, alter, modify, translate or copy Product, whether in whole or in part.
- The product may not be used for any product whose manufacture, use or sale is prohibited by national or international laws, regulations or orders.
- The technical information contained in this document is intended to illustrate the typical operation and applications of the product. It does not provide any warranty or licensing of our company or third parties' intellectual property rights or other rights when using the product.
- Unless otherwise provided in a written agreement or in a specification agreed between you and us, we make no warranty, express or implied, with respect to the Products and technical information, including, but not limited to, functional warranty, merchantability warranty, warranty of fitness for a particular purpose, warranty of accuracy of information, or warranty of non-infringement of third party rights.
- Do not use this product, or the technical information contained herein, for purposes such as the development of WMDs, for military purposes, or for other military purposes. You must comply with all applicable export laws and regulations, including without limitation the Foreign Exchange and Foreign Trade Control Law and the U.S. Export Administration Regulations, and follow the procedures required by such laws and regulations.

- For details such as RoHS compatibility, please contact our sales representatives for each product. Please use Renesas Electronics products in compliance with all applicable laws and regulations that regulate the inclusion or use of controlled substances, including without limitation, the EU RoHS Directive. We assume no responsibility for any damage caused by your failure to comply with such laws and regulations.

Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation
https://toshiba.semicon-storage.com/ap-en/top.html

© 2024
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation