

Application Note

采用 TMUXHS4446 交叉点多路复用器的 Type-C 交替模式应用



Brian Zhou

摘要

TMUXHS4446 是一款高速双向无源交叉点开关，通过 Type-C 接口支持 USB3.2 第 2 代和 DisplayPort 1.4。本应用报告介绍如何使用 TMUXHS4446 为源端和接收端应用设计 Type-C 交替模式应用。

内容

1 引言.....	2
2 USB Type-C 交替模式应用.....	2
2.1 什么是 Type-C 交替模式？.....	2
2.2 为何 USB Type-C 交替模式需要多路复用器.....	2
2.3 何时将无源多路复用器用于 Type-C 交替模式应用.....	3
3 采用无源多路复用器 TMUXHS4446 的 Type-C 交替模式应用.....	3
3.1 Type-C 交替模式源端应用.....	3
3.2 Type-C 交替模式接收端应用.....	3
3.3 源端和接收端应用的引脚分配.....	4
4 TMUXHS4446 的 PCB 设计.....	5
5 总结.....	5
6 参考资料.....	5

商标

USB Type-C® is a registered trademark of USB Implementers Forum.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

TMUXHS4446 是一款采用先进技术开发的高速双向 4:6 无源多路复用器，在 Type-C 应用中支持具有成本效益和高性能的 DP 1.4/2.0 和 USB 3.2 第 2 代信号。该器件用于通过 USB Type-C® 接口在 USB 3.2 第 2 代超高速和 DisplayPort 1.4/2.0 信号之间切换。该器件还为通常用于 DisplayPort 辅助通道的低速 SBU 信号提供开关。

TMUXHS4446 可用于笔记本电脑、平板电脑、AIO、PC、显示器、HDTV、扩展坞等各种应用。

2 USB Type-C 交替模式应用

2.1 什么是 Type-C 交替模式？

Type-C 交替模式规范允许通过 USB 连接传输 USB 以外的协议，例如通过 Type-C 接口传输 DisplayPort、HDMI、MHL 或 Thunderbolt。交替模式只能通过 USB PD 协议握手启用，可以通过结构化供应商定义消息 (VDM) 来发现、配置和进入或退出交替模式。交替模式具有多个高速通信通道和开放的 SBU 通道，因此非常灵活。

2.2 为何 USB Type-C 交替模式需要多路复用器

Type-C 交替模式根据特定交替模式标准的要求，可能需要多路复用器。单个 Type-C 接口上可以支持单个或多个协议。例如，视频电子标准协会 (VESA) Type-C DisplayPort 交替模式标准支持四个 DisplayPort 通道，也可以同时支持 USB 3.2 和 DisplayPort。由于支持多个协议，并且 Type-C 具有可翻转性，因此需要在不同协议之间进行多路复用，以将视频和数据源连接到相应的目标。

在源端，多路复用器接收 USB 和 DP 通道信号，并将其切换至适当的高速通道。在接收端，多路复用器将来自 Type-C 连接器的四个高速通道用作输入，然后将信号相应地分配给 USB 接收器或 DP 接收端。图 2-1 展示了从源端到接收端的简要交替模式通信数据路径以及多路复用器放置方式。

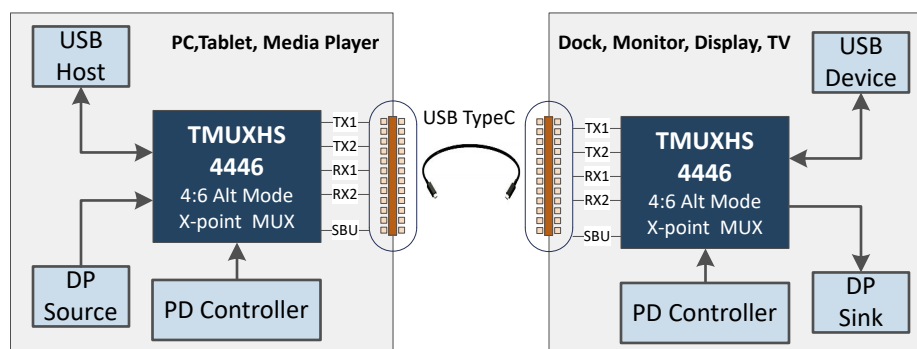


图 2-1. USB Type-C 源端和接收端应用

DisplayPort 交替模式是目前使用的常见交替模式，支持高分辨率视频。需要使用一个信号多路复用器来支持四种不同的信号配置用例，以满足不同的应用需求和 Type-C 连接器的翻转功能：

- 单端口 USB 和双通道 DP，用于同时进行数据和视频传输
- 单端口 USB 和双通道 DP，支持 Type-C 连接器翻转方向
- 仅四通道 DP 应用
- 仅四通道 DP，支持 Type-C 连接器翻转方向。此外，DP 辅助 (AUX) 信号使用 SBU1 和 SBU2 信号引脚，DP HPD 信号嵌入到 USB PD 消息中，以支持 Type-C 交替模式开关可以是无源开关或转接驱动器开关。无源开关是双向的，因此可以将开关放置在源端或接收端。

2.3 何时将无源多路复用器用于 Type-C 交替模式应用

Type-C 交替模式开关可以是无源或转接驱动器多路复用器。无源开关是双向的，因此可以将开关放置在源端或接收端。

除成本明显低于转接驱动器开关之外，TMUXHS4446 的功耗仅为 2mW，而典型转接驱动器开关的功耗为 0.5W。

3 采用无源多路复用器 TMUXHS4446 的 Type-C 交替模式应用

3.1 Type-C 交替模式源端应用

图 3-1 是典型的 Type-C 交替模式源端应用，例如笔记本电脑、平板电脑和 PC。TMUXHS4446 从 USB 主机获取 USB 信号，从 DP 源获取 DP 信号，并将其切换至 Type-C 连接器。通常情况下，Type-C 端口被配置为 DRP 或 DFP，Type-C 显示器通过标准 Type-C 电缆连接至 DRP 或 DFP 端口。

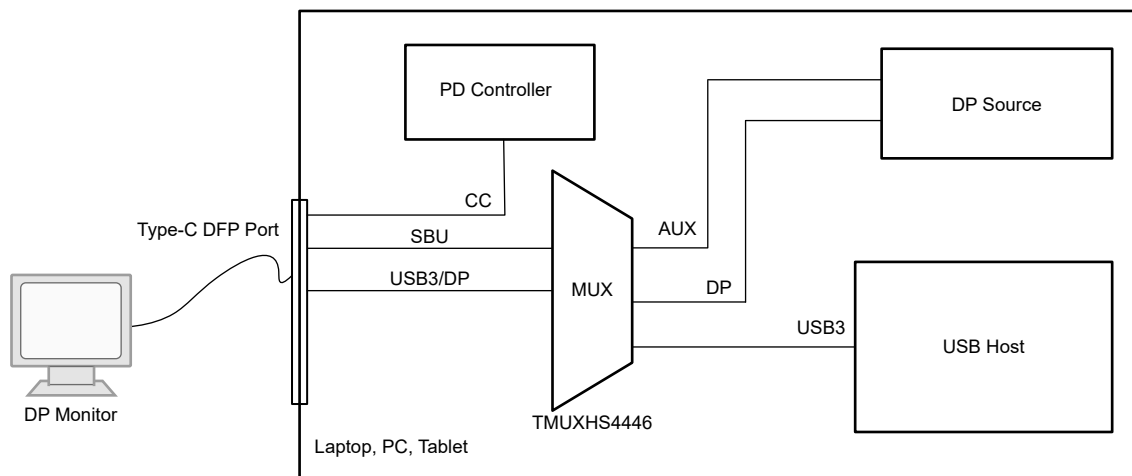


图 3-1. Type-C 交替模式源端应用

3.2 Type-C 交替模式接收端应用

图 3-2 是典型的 Type-C 交替模式接收端应用，例如扩展坞。TMUXHS4446 从 Type-C 端口获取信号，并将其切换出至 DP 受电设备和 USB 集线器设备。显示器可以通过 MT 集线器的 DP 或 HDMI 输出进行连接，鼠标或键盘可以连接到 USB 集线器的 USB 端口。

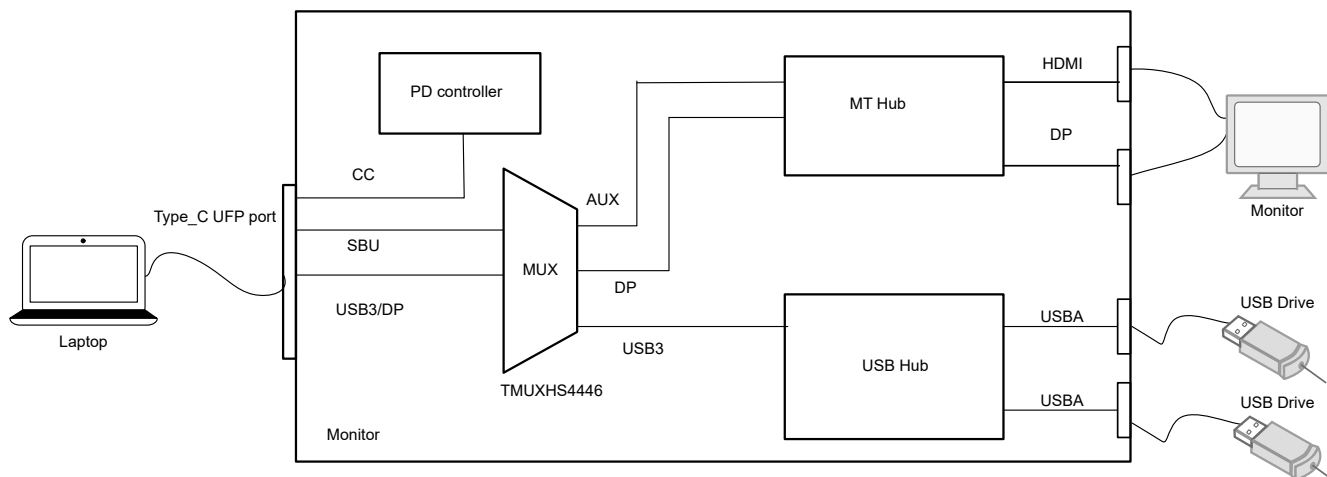


图 3-2. 典型的 Type-C 交替模式接收端应用

3.3 源端和接收端应用的引脚分配

在发送和接收 DisplayPort 信号时，VESA 在 USB Type-C 连接器上定义不同的引脚分配。为配置为用作显示源端 (DFP_D) 的 USB Type-C 定义了六种可能的引脚分配：A、B、C、D、E 或 F。为配置为用作显示接收端 (UFP_D) 的 USB Type-C 定义了五种可能的引脚分配：A、B、C、D 或 E。引脚分配 A、B、C 和 D 适用于：

- USB Type-C 转 USB Type-C 电缆
- USB Type-C 转 VGA、DVI、HDMI 等其他视频标准适配器。

引脚分配 E 和 F 用于 USB Type-C 转 DisplayPort 插头或插座适配器。有关引脚分配的更多详细信息，请参阅 DP_Alt_Mode_on_USB_Type-C 规范。表 3-1 是 TMUXHS4446 与适用于源端和接收端应用的 Type-C 插座之间的引脚映射表。

表 3-1. TMUXHS4446 与适用于源端和接收端应用的 Type-C 插座之间的引脚映射

TMUXHS4446 引脚编号	TMUXHS4446 引脚名称	适用于源端的 CC 插座引脚名称	适用于接收端的 CC 插座引脚名称
33、34	CRX2	SSRX2	SSTX2
30、31	CTX2	SSTX2	SSRX2
27、28	CTX1	SSTX1	SSRX1
24、25	CRX1	SSRX1	SSTX1
22	SBU1	SBU1	SBU2
21	SBU2	SBU2	SBU1

4 TMUXHS4446 的 PCB 设计

在开始使用 TMUXHS4446 针对 Type-C 交替模式进行 PCB 设计之前，我们需要获取 TMUXHS4446 多路复用器的所有插入损耗信息、使用的 PCB 电路板材料和材料的介电常数，表 4-1 列出了 FR4 材料的插入损耗信息。

表 4-1. 系统的插入损耗预算

	1 英寸 FR4 PCB 布线	TMUXHS4446	允许的最大插入损耗
5.4Gbps (DP1.2) 时的插入损耗	-0.77dB	-1.2dB	8 英寸 FR4 布线
8Gbps (DP1.4) 时的插入损耗	-1.07dB	-1.4dB	
10Gbps (USB3.0) 时的插入损耗	-1.32dB	-1.6dB	SSTX 或 SSRX 允许的最大值为 8.5dB

对于 USB3.2 10Gbps，从 USB3.2 主机到 Type-C 连接器 TX 或 RX 的最大允许插入损耗为 8.5dB。因此最大布线长度约为 5"。

对于速率为 5.4Gbps 的 DP 1.2，Intel 建议在不使用无源多路复用器的情况下最大 DP 1.2 布线为 8"。建议的 1.2dB 多路复用器损耗相当于 1.5 英寸 PCB 布线。因此，DP1.2 的最大布线长度约为 6.5"。

对于速率为 8Gbps 的 DP1.4，根据表 4-1，建议的最大布线长度约为 4"。

对于 PCB 布局，指南如下：

- 尽可能缩短布线长度，以防止通道损耗
- 请勿使用 EMI 扼流圈，TMUXHS4446 是不存在 EMI 问题的无源开关
- 建议为差分 DP 和 USB 3.0 信号采用 90 欧姆差分阻抗布线
- “+”和“-”的布线长度不匹配应小于 5mil
- 尽量减少过孔的数量，以防止发生损耗。从主机到 Type-C 连接器的单条布线上不超过两个过孔，在布线上的过孔旁边添加接地过孔
- 将所有高速差分对对称布置并使其互相平行
- 请勿在任何高速差分信号上放置探头或测试点

有关涵盖高速布局建议的综合指南，请参阅高速接口布局指南应用手册。

5 总结

本应用手册介绍了 USB Type-C® 交替模式的概念以及 Type-C 交替模式需要交叉点多路复用器的原因，此外，还讨论了 Type-C 交替模式源端应用和接收端应用以及 PCB 设计指南。

6 参考资料

- 德州仪器 (TI)，[TMUXHS4446 USB-C 10Gbps 交替模式交叉开关多路复用器](#) 数据表。
- 德州仪器 (TI)，[高速接口布局指南](#) 应用手册。

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司