

Application Note

TMDS1204 实施指南



Zach Dryer

摘要

TMDS1204 是一款 HDMI 2.1 转接驱动器，支持高达 12Gbps 的数据速率，并兼容 HDMI 1.4b 和 HDMI 2.0b。高速差分输入和输出可以是交流耦合或直流耦合，支持将 TMDS1204 用作 DP++ 转 HDMI 电平转换器、HDMI 转接驱动器或 DisplayPort™ 转接驱动器。TMDS1204 可以支持速率为 3Gbps 和 6Gbps 的 3 通道 HDMI2.1 FRL，以及速率为 6Gbps、8Gbps、10Gbps 和 12Gbps 的 4 通道 HDMI2.1 FRL。

内容

| | |
|---------------|---|
| 1 引言..... | 2 |
| 2 通用配置引脚..... | 2 |
| 3 发送器配置..... | 4 |
| 4 接收器配置..... | 5 |
| 参考文献..... | 5 |

表格清单

| | |
|------------------------------------|---|
| 表 2-1. 基于 LVCMOS 信号电平的 VIO 电压..... | 2 |
| 表 2-2. 模式引脚设置..... | 2 |
| 表 2-3. SIGDET_OUT 信号参考..... | 3 |
| 表 3-1. AC_EN 引脚设置..... | 4 |
| 表 3-2. TXPRE 引脚设置..... | 4 |
| 表 3-3. TXSWG 引脚设置..... | 4 |

商标

DisplayPort™ is a trademark of Texas Instruments.
所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

这些指南可以作为起点，帮助您为应用配置 TMDS1204 器件。

2 通用配置引脚

EN: 当为低电平时，TMDS1204 将保持复位状态。EN 引脚具有一个连接到 VIO 的内部 250k 上拉电阻。对于无源电路实施，建议在 EN 引脚上添加一个外部 0.22μF 下拉电容器。

VIO : TMDS1204 支持 1.2V、1.8V 和 3.3V LVCMOS 电平，具体取决于源 I/O 电压要求。VIO 引脚用于选择以下 2 电平控制引脚使用的电压电平：LV_DDC_SDA、LV_DDC_SCL、SCL/CFG0 和 SDA/CFG1。

表 2-1. 基于 LVCMOS 信号电平的 VIO 电压

| VIO 引脚 | LVCMOS 信号电平 |
|-------------------|-------------|
| VIO < 1.5V | 1.2V |
| 1.5V < VIO < 2.5V | 1.8V |
| VIO > 2.5V | 3.3V |

模式 (引脚搭接或 I2C 模式) : MODE 引脚提供四种工作模式：三种引脚搭接模式和一种 I2C 模式。

在所有三种引脚搭接模式中，都会启用 DDC 监控功能。在 I2C 模式下，DDC 监控功能默认启用，但可以通过寄存器禁用。

表 2-2. 模式引脚设置

| 模式 | 说明 |
|----|----------------------------|
| 0 | 具有固定接收器均衡器的引脚搭接模式 |
| R | 具有灵活接收器均衡器和扇出缓冲器支持的引脚搭接模式 |
| F | I2C 模式 |
| 1 | 具有灵活接收器均衡器但无扇出缓冲器支持的引脚搭接模式 |

扇出缓冲器 : 在某些应用中，HDMI 接收器要求时钟和数据必须位于不同的路径上。TMDS1204 实施了扇出缓冲器功能来支持此类应用。启用扇出缓冲器功能后，在 HDMI 1.4 或 HDMI 2.0 下运行时，TMDS1204 将在 RCLKOUTp/n 上输出 HDMI 时钟。OUT_CLKp/n 将被禁用。在 HDMI 2.1 FRL 模式下运行时，TMDS1204 将在 OUT_CLKp/n 上输出 FRL 数据通道 3。RCLKOUTp/n 将被禁用。在引脚搭接模式下，该功能会在 MODE 引脚为“R”时启用，或者当 TMDS1204 配置为 I2C 模式时，可通过 FANOUT_EN 寄存器启用该功能。但是，如果启用交换，则将禁用扇出缓冲器功能。

SCL/CFG0 : 在引脚搭接模式下，该引脚为 CFG0 引脚。对于正常 HDMI 模式，建议将该引脚连接至 0。在 I2C 模式下，这个是 SCL 引脚。

SDA/CFG1 : 在引脚搭接模式下，该引脚为 CFG1 引脚。对于正常通道顺序，CFG1 引脚需要设置为“0”，但如果输入/输出通道顺序交换，则应设置为“1”。在 I2C 模式下，这个是 SDA 引脚。

LINEAR_EN 引脚 : TMDS1204 支持线性模式和限幅模式，建议针对接收器和发送器应用分别在每种模式下运行。配置为线性转接驱动器时，TMDS1204 的差分输出电平是 GPU 输出电平的线性函数，从而支持将 TMDS1204 用于透明呈现链路训练并用作通道缩短器。配置为限幅转接驱动器时，TMDS1204 的差分输出电压电平独立于图形处理单元 (GPU) 的输出电平，从而确保插座的 HDMI 电平符合要求。

引脚搭接模式下的 TMDS1204 提供了基于 HDMI 工作模式在限幅和线性之间动态切换的选项。在接收器应用中使用该器件时，建议将 LINEAR_EN 引脚设置为“F”。在发送器应用中使用该器件时，建议将 LINEAR_EN 引脚设置为“0”。如果使用 I2C 模式，可以将 LINEAR_EN 寄存器设置“1”以启用线性模式。

| LINEAR_EN 引脚电平 | HDMI 1.4、2.0 或 DP | HDMI 2.1 FRL |
|----------------|-------------------|--------------|
| 0 | 限幅启用 | 限幅启用 |
| R | 保留 | 保留 |
| F | 线性启用 | 线性启用 |
| 1 | 限幅启用 | 线性启用 |

备注

对于线性模式下的 HDMI2.1，GPU 发送器必须满足以下要求。

| GPU TX 发送器 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|--|-----|-----|-------|
| 单端摆幅 | 400 | 500 | mV |
| 3Gbps、6Gbps、8Gbps、 10Gbps、12Gbps FRL 的上升/下降时间 | | 16 | mV/ps |

SIGDET_OUT：当检测到信号时，TMDS1204 完全正常工作。如果未检测到信号，则器件进入待机状态，等待信号。此引脚作为 TMDS1204 电源管理功能的一部分，支持输入信号检测功能。如果处于待机状态且 HPD_IN 引脚置为高电平，当在 IN_CLK 或 IN_D2 上检测到信号时，TMDS1204 会将 SIGDET_OUT 引脚置为低电平，如表 2-3 所示。否则，进入断电或待机状态时，SIGDET_OUT 引脚将被取消置位。如果使用，SIGDET_OUT 引脚需要连接 10k Ω 或更大的外部上拉电阻

表 2-3. SIGDET_OUT 信号参考

| | HDMI 1.4 或 2.0 | HDMI 2.1 |
|------|----------------|-------------|
| 交换启用 | IN_D2 信号参考 | IN_CLK 信号参考 |
| 交换禁用 | IN_CLK 信号参考 | IN_D2 信号参考 |

外部 DDC 电平转换器：由于 TMDS1204 器件没有 DDC 缓冲器功能，因此如果需要 DDC 缓冲，必须实施外部 DDC 电平转换器。使用外部 DDC 电平转换器进行设计时，请记住，HDMI 规范将 HDMI 发送器和接收器的 DDC 总线电容限制为不超过 50pF。因此，必须注意确保外部 DDC 电平转换器的电容不会导致发送器或接收器与 HDMI 插座之间的总电容大于 50pF。

3 发送器配置

AC_EN：在引脚搭接模式下，AC 引脚在交流耦合或直流耦合发送器之间进行选择

表 3-1. AC_EN 引脚设置

| AC_EN | 说明 |
|-------|------|
| 0 | 直流耦合 |
| 1 | 交流耦合 |

TXPRE：TMDS1204 在数据通道上提供预加重/去加重功能，从而实现对输出信号进行预调节，以抵消 TMDS1204 输出与 TMDS/FRL 接收器之间的互连损耗。除非 TMDS1204 处于 HDMI 2.1 FRL 模式，此时时钟通道成为数据通道，否则不会在时钟通道上实现去加重。在 HDMI 2.1 FRL 模式下不实现预加重。有两种方法可以实现预加重：引脚搭接或通过 I2C 编程。TX 预加重和去加重控制仅在限幅模式下受支持。

对于 HDMI 1.4 或 HDMI 2.0，仅限幅模式下支持发送器预加重和去加重控制。当 TDP1204 作为 HDMI 2.1 转接驱动器运行时，预加重实施不可用，只有去加重功能由器件根据 DDC TXFFE 监控值进行修改。因此，使用引脚搭接模式时，对于 HDMI 1.4 或 HDMI 2.0，当 TMDS1204 在限幅模式下运行时，TXPRE 引脚控制所有数据通道的四个不同全局预加重/去加重值。但是，在 HDMI 2.1 FRL 模式下，TXPRE 引脚无效。

表 3-2. TXPRE 引脚设置

| TXPRE | HDMI1.4 或 2.0 | HDMI2.1 TXFFE 电平 |
|-------|---------------|------------------|
| 0 | 3.5dB 预加重 | 参考 TXFFE 电平 |
| R | -2.5dB 去加重 | 参考 TXFFE 电平 |
| F | 0dB | 参考 TXFFE 电平 |
| 1 | 6dB 预加重 | 参考 TXFFE 电平 |

| FRL TX FFE 电平 | 去加重功能 (dB) |
|---------------|------------|
| TXFFE0 | -2.5 |
| TXFFE1 | -3.5 |
| TXFFE2 | -3.7 |
| TXFFE3 | -4.6 |

TXSWG：TMDS1204 发送器摆幅电平可在引脚搭接模式和 I2C 模式下进行调节。

在 I2C 模式下，每个通道的 TX 摆幅设置通过器件的寄存器进行独立控制。在引脚搭接模式下，启用限幅模式后，TXSWG 引脚会调整默认的 1000mV 摆幅。但是，启用线性模式时，线性范围固定在最高电平 (1200mVpp)，因此不使用 TXSWG 引脚。

在 HDMI 1.4 中，TXSWG 控制数据通道和时钟通道的摆幅。在 HDMI 2.0 中，TXSWG 引脚仅控制数据通道，时钟通道保持为默认值。在 HDMI 2.1 中，TXSWG 引脚控制数据通道和时钟通道。

表 3-3. TXSWG 引脚设置

| TXSWG 引脚 | HDMI 1.4 的限幅模式 | HDMI 2.0 的限幅模式 | HDMI 2.1 的限幅模式 | 线性模式 |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------|
| 0 | 默认值 (1000mVpp) | 默认值 (1000mVpp) | 默认值 + 10% | 1200mVpp |
| R | 默认值 - 5% | 默认值 - 5% | 默认值 - 5% | 1200mVpp |
| F | 默认值 (1000mVpp) | 默认值 (1000mVpp) | 默认值 (1000mVpp) | 1200mVpp |
| 1 | 默认值 (1000mVpp) | 默认值 + 5% | 默认值 + 5% | 1200mVpp |

4 接收器配置

CTLEMAP_SEL：在引脚搭接模式下，TMDS1204 具有三个 CTLE HDMI 数据速率映射：映射 A、映射 B 和映射 C。如果 TMDS1204 用于发送器应用，则必须使用映射 A 和 C，而映射 B 用于接收器应用。

| | CTLEMAP_SEL 引脚设置 | | | |
|-------------|------------------|---|---|---|
| | 0 | R | F | 1 |
| CTLE 数据速率映射 | B | C | B | A |

接收器均衡：接收器均衡器用于消除码间串扰 (ISI) 抖动。TMDS1204 通过在引脚搭接模式下设置 EQ0 和 EQ1 引脚或通过 I2C 寄存器来支持固定接收器均衡器。TMDS1204 还支持由 MODE 引脚配置确定的 HDMI2.1 FRL 自适应均衡 (AEQ) 功能。当 FRL 链路训练开始时，自适应均衡开始。它还将在每次数据速率变化时重新适应。当接收到 LTP5、LTP6、LTP7 或 LTP8 时，仅在 FRL 链路训练的 TXFFE0 部分期间会进行适应。

直流增益：TMDS1204 具有三组 CTLE 曲线 (3Gbps CTLE、6Gbps CTLE 和 12Gbps CTLE)。该引脚选择应用于三组 CTLE 曲线中每一组的直流增益设置。

| 直流增益引脚电平 | CTLE 直流增益 |
|----------|-----------|
| 0 | -3dB |
| R | -3dB |
| F | 0dB |
| 1 | +1dB |

参考文献

- 德州仪器 (TI)： [TMDS1204 12Gbps、直流或交流耦合型 TMDS® 和 FRL HDMI™ 混合转接驱动器](#) 数据表。

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司