

LM2500

Application Note 1311 MPL PHY Layer Overview



Literature Number: ZHCA150

MPL 物理层概论

美国国家半导体
应用注释 1311
J. Goldie
2004年1月



为何采用MPL（移动像素链接）？

现有的互联标准无法满足小型手持电子设备中严格的使用限制。当今的互联技术诸如LVDS, RSDS和CMADS在上一代的笔记本电脑中的确可以节省功耗, 减少线路数目并降低EMI, 但是现代蜂窝设备和PDA要求更低的功耗, 更少的线路数目并进一步降低EMI。移动像素链接 (MPL) 能在源端和目标视频端口之间提供一种更优化的接口。它的三种主要特性分别为: 极少的线路 (2个有源线路), 低功耗和极低的EMI (电磁干扰)。

MPL链路

为了使系统得益于低功耗和低EMI, MPL采用小幅度电流信号传输。由接收器传输到发送器的电流幅度确定两种逻辑状态。可将两种电流看成是叠加在直流偏置上的交流电流。一般情况下, 两种电流分别为150 μA 和450 μA , 看作是固定的300 μA 上叠加了 $\pm 150 \mu\text{A}$ 的信号。

MPL定义大电流 (例如 450 μA) 为逻辑低电平, 小电流 (150 μA) 为逻辑高电平。驱动器吸收该电流并通过MG (VSSA) 引脚返回到接收器端。MPL接地端必须有一条相邻的低阻通路返回到接收器的源端。同样, 保持地线与信号线相邻可将最终的振荡区域降到最低, 由于电流模式开关, 低电流幅度和小的振荡面积, 因而能够降低EMI。

与其他的信号传输标准相比, MPL的切换电流幅度低于LVDS (300 μA 相比于3.5 mA), 同时电压摆幅也较小 (20 mV相比于350 mV)。这可降低功耗并减少噪声。当链路上电时, 将从器件启动到驱动器的上拉电流幅度。这样可以优化信号质量并使两个方向的链路噪声裕度最大。

MPL采用美国国家半导体的WhisperBus™技术作为其物理层的基础。与便携手持应用相同的原因, 在大尺寸TFT-LCD显示中也采用改变的WhisperBus 技术。MPL吸收了WhisperBus PHY的基础并增加了功耗节省 (睡眠) 模式, 双向数据传输性能, 及其本身的移动优化协议 (正在定义, 2004年度)。基本的MPL链路如图1所示。主器件靠近主控设备放置 (BBP, 微处理器, 或成像器), 从器件靠近显示器或目标器件放置。

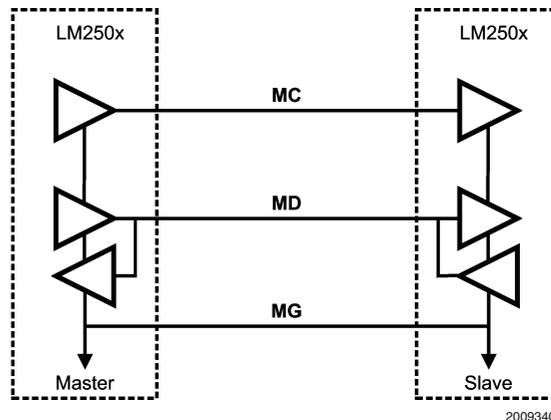


图 1. MPL链路总线结构的配置

MPL线路驱动器

MPL线路驱动器具有两种状态的电流吸收特性。电流幅度由输入状态确定 (LVCMOS)。线路驱动器不设定线路上电压, 因为这由链路上的接收器来设定。线路驱动器能够容纳大范围的接收器电压。

这使线路驱动器和接收器器件可根据需要通过不同的电源轨供电。也可把接收器中的电流源关闭, 将线路电流减少至零, 并提供一种极低功耗的睡眠状态或MPL关闭状态。简化的线路驱动器如图2所示。当Denable* (内部信号) 为低电平时, Idata开关链接到MPL信号线路, 幅值 (Idata) 电流由驱动器吸收。当Din内部信号为低电平时, 2Idata也被切入, 因而3Idata被驱动器吸收。当Din为高电平时, 2Idata开关打开, 得到其他状态 (Idata)。如果两种开关都打开, (Denable* =高电平), 驱动器关闭, 驱动器不吸收任何电流。在逻辑上, MPL将逻辑低电平定义到较高的电流幅度 (3Idata), 将逻辑高电平定义到较低的电流幅度 (1 Idata)。在初始MPL测试器件 (LM2500 -测试芯片) 上将Idata从100 μA 设定为200 μA 。驱动器的设计与内部轨电压相兼容, 可降至几百毫伏的极低水平。也可通过MG (MPL接地) 引脚直接实现电流的回路。从一个驱动器的实现中, MC (时钟) 和MD (数据) 输出是相同的。

WhisperBus (R) 是美国国家半导体公司 (trademark of National Semiconductor Corporation) 的注册商标

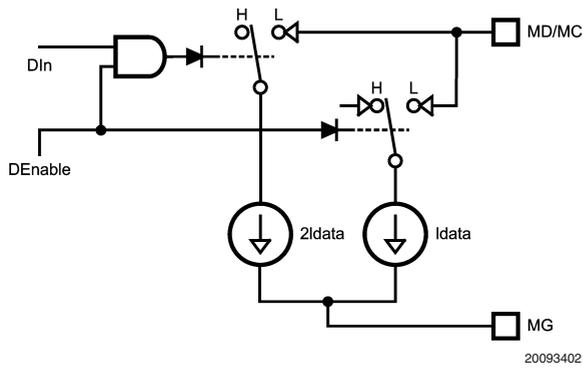


图 2. MPL线路驱动器

MPL接收器

接收器检测总线上的电流状态，将其转化为电压，并放大至标准逻辑电平，无论电流是否存在。接收器都提供线路终接，省略了一个外置终结电阻的需求，从而简化了系统设计，节省了PCB面积。接收器中也包括电流检测电路，当检测到信号时通知从器件上电或关机。当链路关闭时，指示从器件发出服务请求，主器件监控MD线路上的电流。

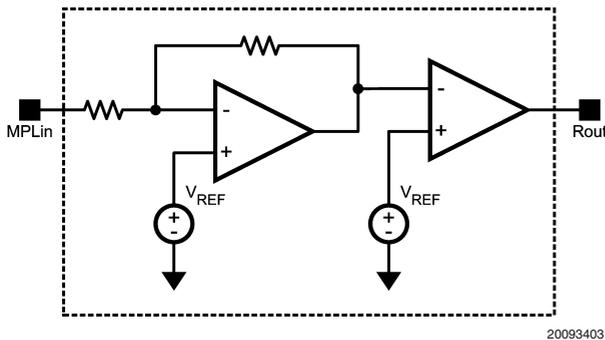


图 3. MPL接收器

MPL收发器

线路驱动器和接收器电路构成了收发器。对于主器件，默认MD为线路驱动器，关闭接收器模块可减少电流的需求。在读数据（Read_Data）处理期间，主器件的MD线路驱动器会关闭总线，或者在读处理的转向数据流期间关机。

对于从器件，MD的默认情况是一个MD线路驱动器关闭的接收器（这也是因为节电的缘故）。当接收到读命令（Read_Command）处理时，转向（TA）的相位足够长，可使从器件的MD线路驱动器上电，其MD接收器可以被跳离线路或者停机。

MPL总线结构

基本的MPL链路由两个活动的信号线路和一个信号接地回路（MG）构成。时钟（MC）为单方向，并总是由主器件提供。数据信号（MD）利用两个时钟沿与主器件到从器件方向的时钟同步。这有助于将时钟速率保持在较低水平以符合功率、噪声和EMI等方面的要求。MD数据信号是一个半双工双向线路。为了支持Data In（读）处理，数据信号的方向可以转向。在正常结构中，可以关闭数据输出（写）主器件的MD接收器和从器件的MD线路驱动器以节省功耗。如果需要，在转向（TA）周期内提供时间以将它们进行上电和关闭。

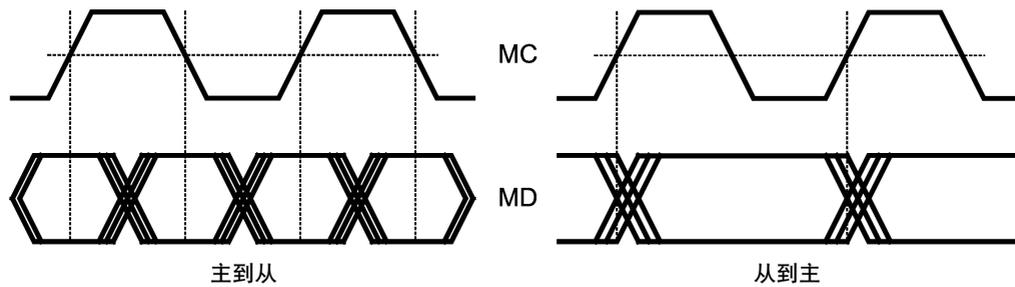
MPL认可视频路径是独特的，在如今的系统中通常是点对点的。点对点方式允许对连接的电器性能进行优化。因为存在内部终接，更容易构建一种最佳的传输线，而无需担心例如分支的影响。此外，MPL服务的设备（如显示器，照相机等）通常在物理位置上都是独立的，因而串行点对点连接要比多分支或多点连接能提供更好的性能。最后，因为MPL连接仅拥有两个活动线路，相比于并行总线，多个MPL接口的成本低，空间/引脚数目效率高。

MPL数据传输速率

在主到从的方向，LM2500/1/2收发器的基本数据速率可以高达160 Mbps。在这种模式下因为采用时钟的两个边沿，最大传输速率为160 Mbps（单位间隔为6.25 ns），时钟为80 MHz。利用两个边沿能用低频的时钟信号（160 MHz的单边信号），有助于降低EMI。对于转向通道，从器件仅采用时钟的上升沿（从器件到主器件的数据流）来打开数据，允许基于主器件提供的时钟按照从到主方向使用更多的时间进行数据采样。只要维持80 MHz时钟，就可以支持80 Mbps的反向通道传输速率。

目前的基本传输速率小于或等于160 Mbps，也可扩展到200 Mbps和400 Mbps。可以预见，将来物理层能工作在每秒千兆比特的速率范围。目前这些较高的数据速率仍在研究中。

MPL数据传输速率（续）



20093404

图 4. MPL串行总线时序—双边和单边时序

MPL总线相位

在MPL串行总线上有四种总线相位。MC和MD线路的状态可以确定这些相位。两个总线相位存在选项。MPL总线相位如表1所示。

表 1. MPL链路的相位

名称		MC状态	MD状态	相位说明	相位前	相位后
链接关闭 (O)		0	0	链接关闭，没有电流或传输	A, I或LU	LU
空闲 (I)		A	L	数据为静态（低电平）	A或LU	A或O
激活 (A)	指令 (C)	A	X	命令信息	LU, A, I	A, I或O
	转向 (TA', TA'')	A	L/O/L	转向—关闭MD线路以转向		
	数据输入 (DI)	A	X	数据输入（读）—包括指令, TA', TA''子相位		
	数据输出 (DO)	A	X	数据输出（写）—包括指令, 数据输出相位		
链路连接 (LU)	主器件 (M)	LHL	00L	主器件启动的链路连接	O	A, I或O
	从器件 (S)	LHL	L0L	从器件请求的链路连接		
	双器件 (D)	LHL	L0L	双器件请求的链路连接		

MC/MD线路状态的注释:

0 = 无线路电流（关闭）

L = 逻辑低电平—在MC和MD线路上表现出较高的电流水平

H = 逻辑高电平—在MC和MD线路上表现出较低的电流水平

X = 逻辑低电平或高电平

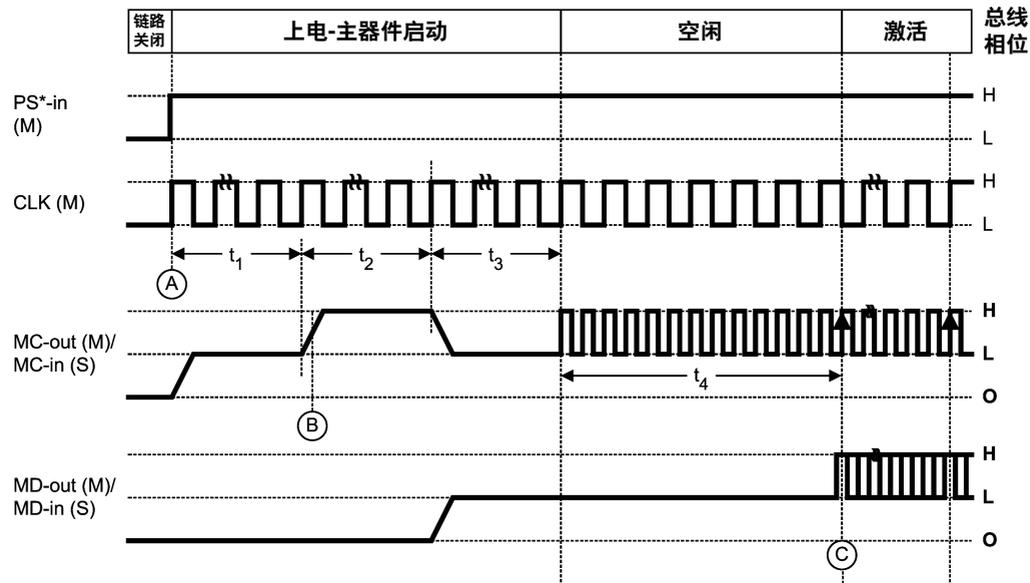
A = 激活时钟

上电/关机

在省电模式（OFF）下，采用零线路电流将MD和MC驱动器关闭。通过驱动MC线路为低电平并保持12个时钟周期（ t_1 ）—A点，主器件会通知从器件将链路连接。接着它会驱动MC线路为高电平并保持12个时钟周期（ t_2 ）。在低电平至高电平转换期间—B点，对从器件的电流源进行优化使噪声裕度最大。最后主器件驱动MC和MD至一个稳定的低电平状态，保持12个时钟周期（ t_3 ）。链路连接阶段需要36个周期

来完成。主器件现在可以传送数据（激活），空闲总线或者返回至链路关闭状态。

在图5所示的实例中，一个空闲总线相位持续时间为 t_4 ，之后总线被激活，MD上的“高电平”起始位启动信息的传输—C点。



20093405

图 5. MPL链路连接请求—启动主器件

请注意，当链路关闭时，主器件处于节电模式，主器件的PLL正在工作并锁定至其输入源（与应用有关—如果主器件提供一个高速时钟则不是必需的）。

从器件还能通知主器件上电。这是通过从器件驱动MD线路到逻辑低电平，直至主器件以驱动MC信号至低电平的响应来实现。主器件检测到MD线路中电流的存在，并产生一个INTR信号，通知本地主控有从器件的链路连接请求。

主控对PS*引脚以解除断言来清除INTR，然后主器件也驱动MC线路为低电平，并保持至少12个时钟周期。从器件检测到低电平的MC状态，然后在MC高电平至低电平转换之前关闭其MD驱动器。主器件检测到MD线路关闭，然后驱动MD线路至静态低电平状态。经过另外的12个时钟周期之后，现在总线相位处于空闲状态，也可能维持在空闲状态，电源关断（链接关闭）或者变为激活状态，如图6所示，请注意， t_3 取决于系统（主控）的响应时间。

上电/关机 (续)

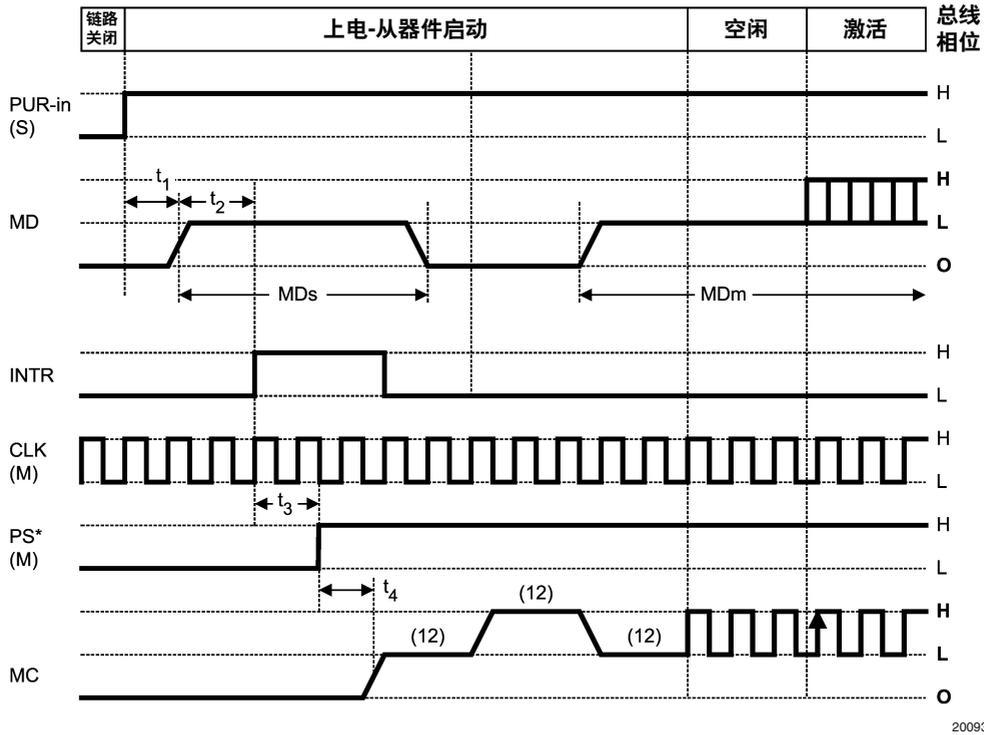


图 6. MPL链路连接请求—从器件启动

图7说明了当从器件和主器件几乎同时都启动链路连接请求的时序图。由于存在延迟时间 (flight times)，时序会产生交叉。因而在该情况下可采用这种时序对MPL总线进行链路连接。在链接关闭阶段，两个线路 (MC和MD) 中总线保持零电流通过。如果主器件和从器件在相同时间内 (将MC和MD都驱动为低电平) 都启动上电时序，从器件会检测到主器

件正在驱动MC线路，然后禁止其MD驱动器 (参见MD)。主器件检测到MC为低电平，然后初始化一个标准主器件来启动上电时序，如图5所示。之后，总线相位处于一个空闲状态 (或变为激活状态)，也可能保持在空闲状态，电源关断 (链接关闭) 或变为激活状态，如图7所示。请注意，图7中并未画出控制信号。

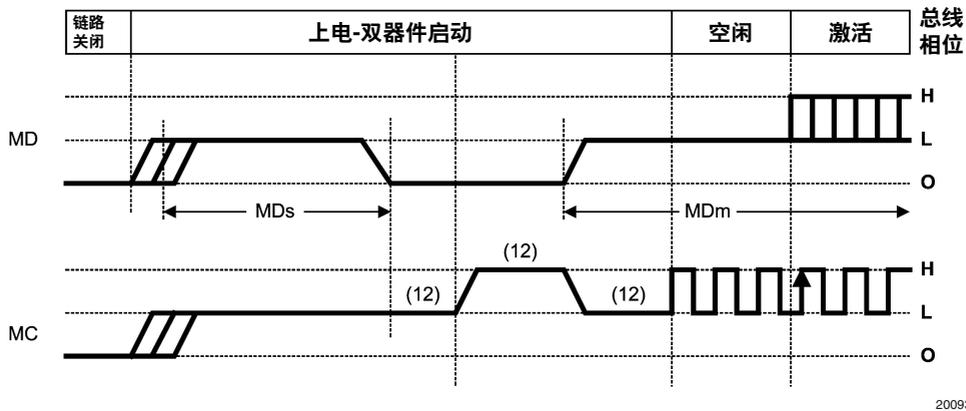


图 7. MPL链路连接—双器件请求

互连介质

PCB迹线，柔性电缆或者短电缆都可用于互连。确切的类型和结构取决于实际的系统要求。这些包括互连的长度，机械限制和EMC要求。柔性互连提供了一种经济的互连方法，通常用于小功率应用。单边柔性互连成本最低，但是阻抗较大，只能提供有限的屏蔽。对于较低的数据速率和低噪声应用，这些通常是足够的。微带线（双边柔性互连）提供了一种更易控制阻抗的通路，采用容易得到的通常尺寸的50

欧姆线路。一个额外的益处是接地层屏蔽和可选的接地保护迹线。最少用三种信号线路。两种是MD和MC线路，还有一个共享的接地回路。MG接地层应在链路的两端接地，使接地环路最小。单边和双边横截面实例如图8所示。

连接器细节也随应用而变化。然而，通常使用插件或零插入力（ZIF）连接器，因为它们仅使用一边（非柔性端），而且都采用小封装尺寸，相比引脚和插座类的连接器显得更为经济。

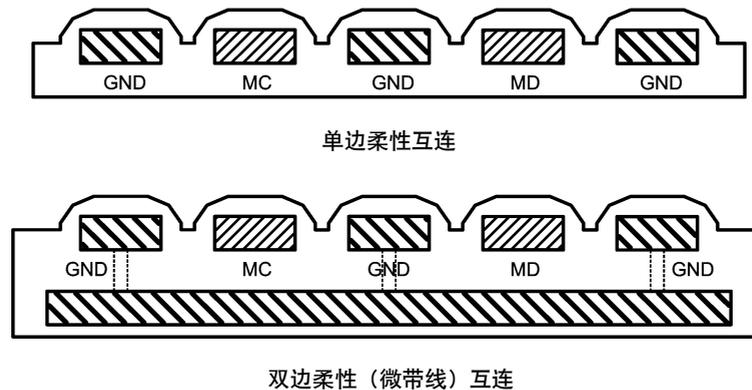


图 8. 柔性互连介质横截面

20093408

多远/多快？

当初将MPL的应用目标定在正向传输为40，80和160 Mbps。这主要是由照相机的阵列尺寸和时钟速率，或显示器的分辨率来确定。规划中将数据速率的倍增为320 Mbps，仿真实验可预测到千兆比特速率完全是可行的。数据信号传输速率也是与驱动电流、线路长度、介质特性以及阻抗控制有关的因数。大多数显示应用是单向或少有转向通道的需要。因而为了简化实施，时钟总是从主器件输出到从器件。为了使时序裕度最大，支持具有单边定时的半速率转向通道，参见图4。

MPL的目标应用是小型便携设备，诸如蜂窝电话和PDA。其中，常见的互连是5-10-15厘米（2-4-6英寸）。MPL接口的总长度一般会小于30 cm。如上所述，长度也与介质特性，数据速率和驱动电流（I_{data}）的设置有关。

MPL功耗

MPL在许多方面都可以节省功耗。首先，数据传输采用低电流模式的信号传输方案。对于每秒几百兆比特的系统，电流的幅度为几百微安的低数量级。低电流和电流源导致有限的开关脉冲毛刺，噪声，在线路上仅产生较小的三角波电压。由于线路上电压较小，与较大摆幅信号的传输方案相比，不再要求对线路或负载电容作充放电，从而可以节省功耗。芯片组也具有节电（链路关闭）特性，当需要进一步降低系统功耗时，可以关闭接口电流。最后，通过单独传送数

据和时钟信号，接收器，甚至包括发送器（如果已有高速时钟），不再需要一个耗电的PLL模块或编码器。

EMI降低

预计MPL会产生极少量的EMI，这是由于：

- 10 mV 的瞬态（较小的dV/dT）
- 150/450 μ A 信号传输状态
- 具有缓慢边沿的电流模式传输
- 在信号线路和MPL地之间的小电流环路
- 能用低频时钟
- 专用的电流回路/小型环形天线

同样，与3V单端传输比较，可看出WhisperBus能极大地降低显示面板中的EMI。美国国家半导体已收到了笔记本显示器客户提供的检测报告，指出相比于使用RSDS（200 mV的简化LVDS信号）的TFT面板，WhisperBus接口技术表现出更低的EMI。

EMS/RFI降低

尽管MPL采用小摆幅和低电流，但仍然有相当的鲁棒性。这是与其采用到地的低阻终接和低阻线路（50欧姆）有关，它们都有助于将噪声拾取降到最低。

美国国家半导体不久将规划关于射频干扰（RFI）的容错测试，目前已经在显示面板上做了一些初步测试，其中数据线采用WB，时钟线路采用RSDS（LVDS）。

EMS/RFI降低 (续)

对于这些测试, 在传输语音时将蜂窝电话天线连同5W CB Radio (49 MHz) 一起放在特定的迹线上。基于测试模式中的列驱动器误差率引脚, 在测试中WB线路显示无任何错误。首次发现了RSDS/LVDS线路故障! 据信这与传输方案和终接有关。一般会采用大共模阻抗对LVDS实现100欧姆终接, 因而会耦合噪声信号, 并产生共模调制, 最终会断开接收器检测电路并阻断差分信号。

另一方面, 将WB (MPL) 与一个交流接地点作低阻终接, 因而需要一个更强的信号以产生一个电压来扰乱数据! 同样, MPL对地以50欧姆阻抗终接, 而LVDS取决于设计因素, 对地可能是数千欧姆甚至更高的阻抗。采用的蜂窝电话为, 两部不同的Samsung Sprint PCS蜂窝电话和一部Nokia 5190蜂窝电话)。其它影响系统RFI容错的因素包括系统接地, 屏蔽和互连设计。

MPL标准

当前技术领先的系统制造商, 芯片供应商和对此感兴趣的组织正在研究MPL的物理层 (MPL-0) 和链路层。

总结

MPL与其它接口的区别是它注重于便携式应用的视频应用。显著的特性包括:

- 极少的线路
- 低功耗
- 低EMI
- 协议简单/门电路数量少
- 重点在视频应用
- 双向点对点链接
- 开放标准/多供应渠道
- 每毫瓦提供百万像素的传输性能!

参考资料

1. MPL标准V.002, MPL联盟, 2003
2. WhisperBus的各类文件, 美国国家半导体公司。
3. LM2500 数据手册, 测试芯片, 美国国家半导体公司。
4. LM2501 数据手册, 最新信息, 2004年1月, 美国国家半导体公司。
5. LM2502 数据手册, 基本信息, 2004年1月, 美国国家半导体公司。
6. www.mobilepixellink.org

对于上述任何电路的使用, 美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利, 恕不另行通知。

想了解最新的产品信息, 请访问我们的网址: www.national.com。

生命支持策略

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批, 不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明:

1. 生命支持设备/系统指: (a) 打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统; (b) 支持或维持生命, 依照使用说明书正确使用, 有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
2. 关键部件是在生命支持设备或系统中, 有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效, 或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

禁用物质合规

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范 (CSP-9-111C2)》以及《相关禁用物质和材料规范 (CSP-9-111S2)》的条款, 不包含CSP-9-111S2限定的任何“禁用物质”。无铅产品符合RoHS指令。



National Semiconductor
Americas Customer
Support Center
Email: new.feedback@nsc.com
Tel: 1-800-272-9959

National Semiconductor
Europe Customer Support Center
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Support Center
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Customer Support Center
Fax: 81-3-5639-7507
Email: jpn.feedback@nsc.com
Tel: 81-3-5639-7560

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品及TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP 机动性处理器	www.ti.com/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity		
	德州仪器在线技术支持社区		www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2011 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司