

MIPI DSI协议介绍 - qq160816的专栏 - 博客频道

分类：
linux 驱动开发（116）

转载请注明出处玮璘博客：http://www.wangweilin.name/qrx_448.html

此文根据网上的资料翻译和整理而来

一、MIPI

MIPI（移动行业处理器接口）是Mobile Industry Processor Interface的缩写。MIPI（移动行业处理器接口）是MIPI联盟发起的为移动应用处理器制定的开放标准。

已经完成和正在计划中的规范如下：

工作组	规范名称
Camera工作组	<ul style="list-style-type: none">MIPI Camera Serial Interface 1.0 specificationCamera Serial Interface 2 v1.0 (CSI-2)
Device Descriptor Block工作组	暂无
DigRF工作组	<ul style="list-style-type: none">DigRF BASEBAND/RF DIGITAL INTERFACE SPECIFICATION Version 1.12
Display工作组	<ul style="list-style-type: none">DBI-2DPI-2DSIDCS
高速同步接口工作组	<ul style="list-style-type: none">HSI 1.0
接口管理框架工作组	暂无
低速多点连接工作组	<ul style="list-style-type: none">SLIMbus
NAND软件工作组	暂无
物理层工作组	<ul style="list-style-type: none">D-PHYM-PHY
软件工作组	暂无
系统电源管理工作组	<ul style="list-style-type: none">SPMI
检测与调试工作组	暂无
统一协议工作组	<ul style="list-style-type: none">UniPro 1 point-to-pointPIE

二、MIPI联盟的MIPI DSI规范

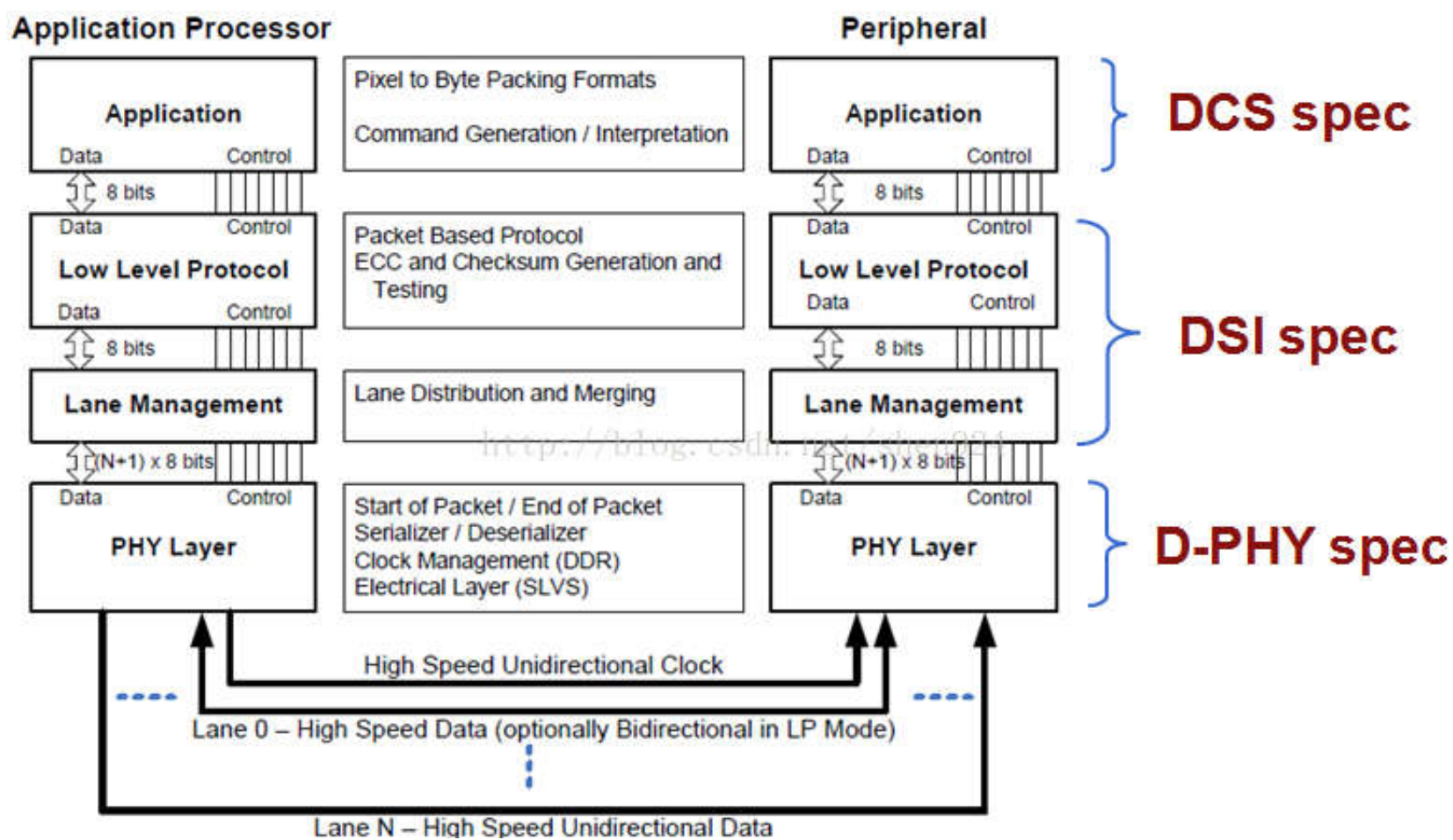
1、名词解释

- DCS（DisplayCommandSet）：DCS是一个标准化的命令集，用于命令模式的显示模组。
- DSI, CSI（DisplaySerialInterface, CameraSerialInterface）
 - DSI 定义了一个位于处理器和显示模组之间的高速串行接口。
 - CSI 定义了一个位于处理器和摄像模组之间的高速串行接口。
- D-PHY：提供DSI和CSI的物理层定义

2、DSI分层结构

DSI分四层，对应D-PHY、DSI、DCS规范、分层结构图如下：

- PHY 定义了传输媒介，输入/输出电路和和时钟和信号机制。
- Lane Management层：发送和收集数据流到每条lane。
- Low Level Protocol层：定义了如何组帧和解析以及错误检测等。
- Application层：描述高层编码和解析数据流。



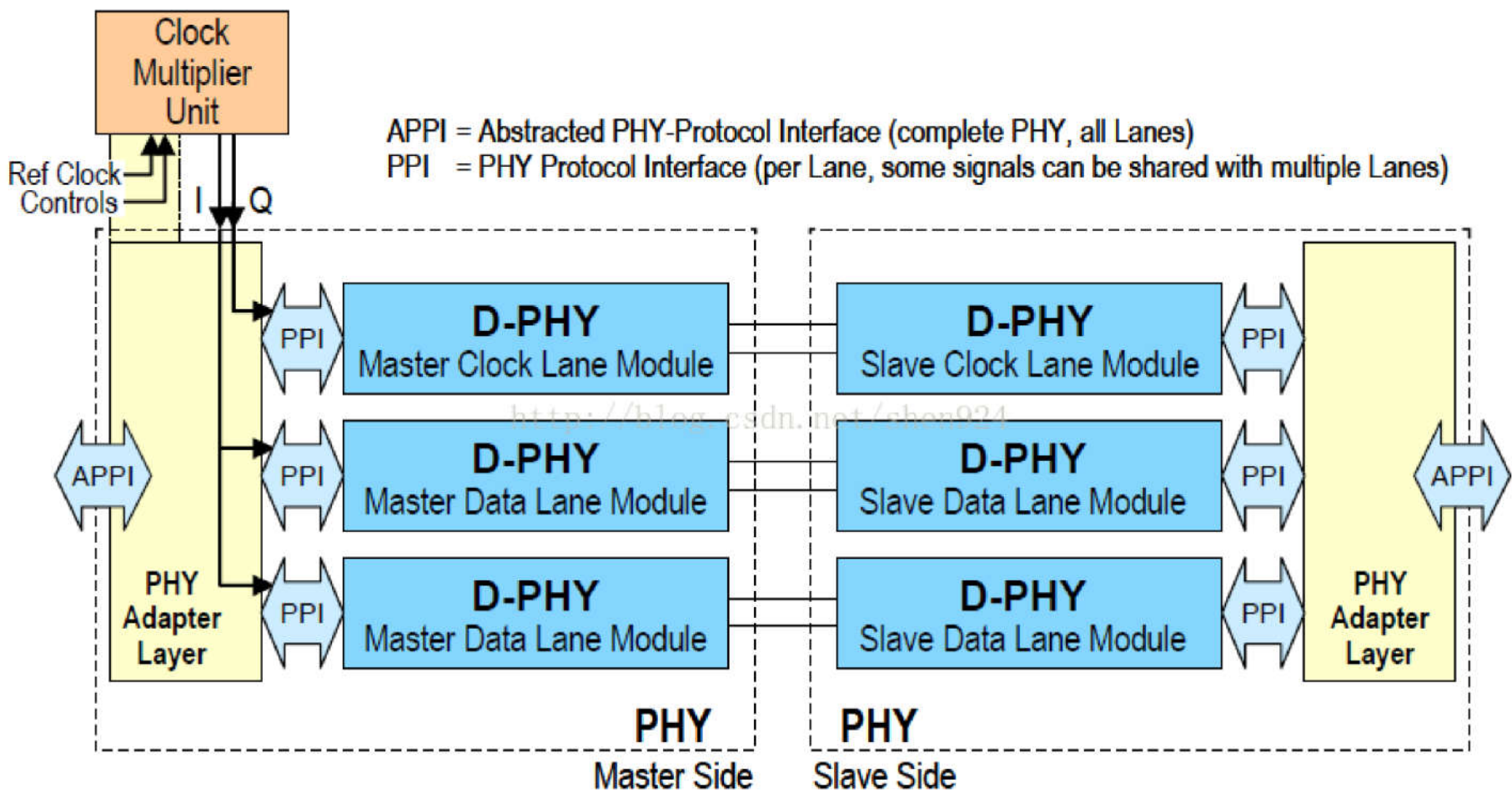
3、Command和Video模式

- DSI兼容的外设支持Command或Video操作模式，用哪个模式由外设的构架决定
- Command模式是指采用发送命令和数据到具有显示缓存的控制器。主机通过命令间接的控制外设。Command模式采用双向接口
- Video模式是指从主机传输到外设采用时实像素流。这种模式只能以高速传输。为减少复杂性和节约成本，只采用Video模式的系统可能只有一个单向数据路径

三、D-PHY介绍

1、 D-PHY 描述了一同步、高速、低功耗、低代价的PHY。

- 一个 PHY配置包括
 - 一个时钟lane
 - 一个或多个数据lane
- 两个Lane的 PHY配置如下图



- 三个主要的lane的类型
 - 单向时钟Lane
 - 单向数据Lane
 - 双向数据Lane
- D-PHY的传输模式
 - 低功耗 (Low-Power) 信号模式 (用于控制) : 10MHz (max)
 - 高速 (High-Speed) 信号模式 (用于高速数据传输) : 80Mbps ~ 1Gbps/Lane
- D-PHY低层协议规定最小数据单位是一个字节

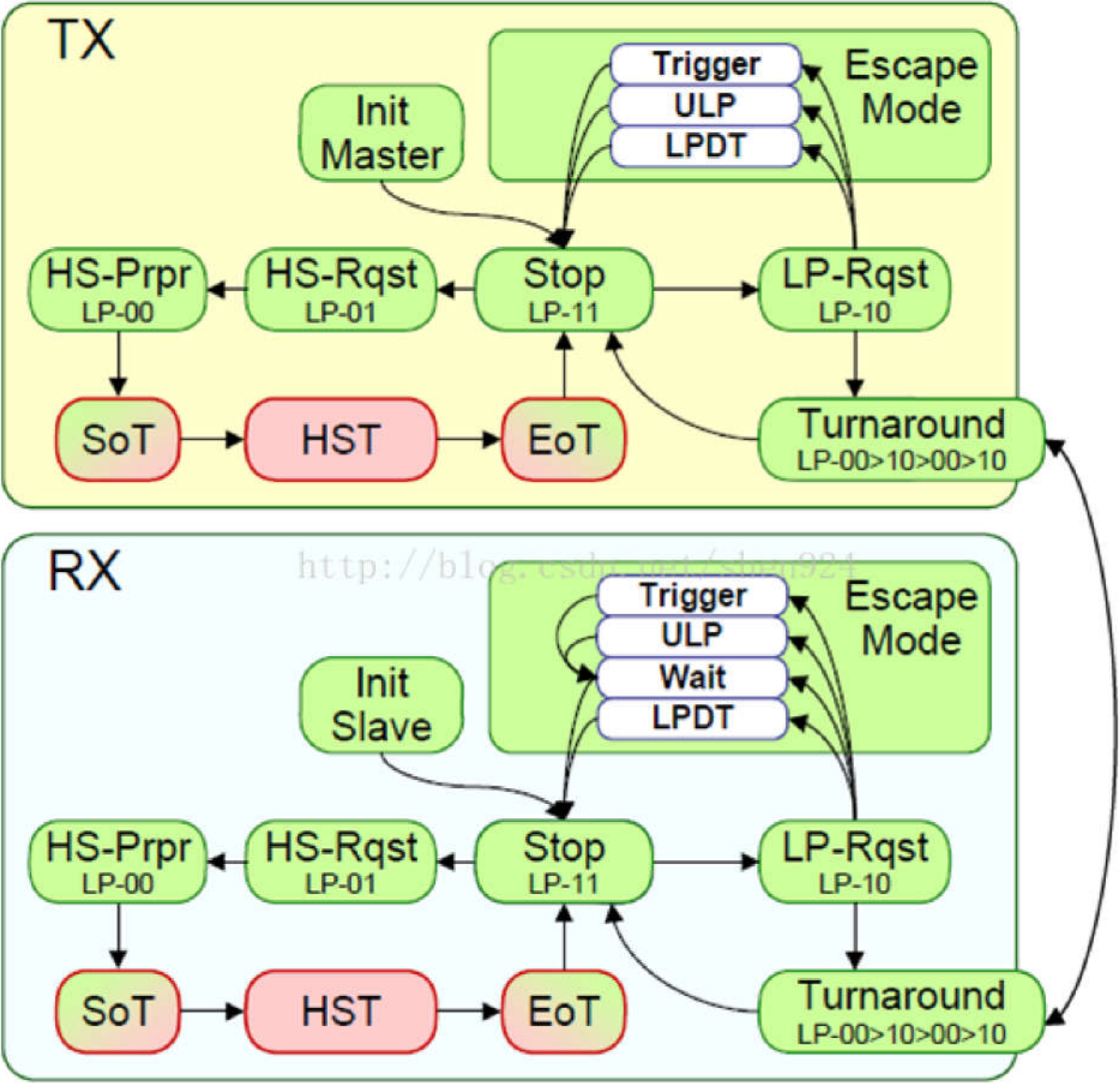
- 发送数据时必须低位在前，高位在后.
- D-PHY适用于移动应用
 - DSI：显示串行接口
 - 一个时钟lane，一个或多个数据lane
 - CSI：摄像串行接口

2、Lane模块

- PHY由D-PHY (Lane模块) 组成
- D-PHY可能包含：
 - 低功耗发送器（LP-TX）
 - 低功耗接收器（LP-RX）
 - 高速发送器（HS-TX）
 - 高速接收器（HS-RX）
 - 低功耗竞争检测器（LP-CD）
- 三个主要lane类型
 - 单向时钟Lane
 - Master：HS-TX, LP-TX
 - Slave：HS-RX, LP-RX
 - 单向数据Lane
 - 双向数据Lane
 - Master, Slave：HS-TX, LP-TX, HS-RX, LP-RX, LP-CD

3、Lane状态和电压

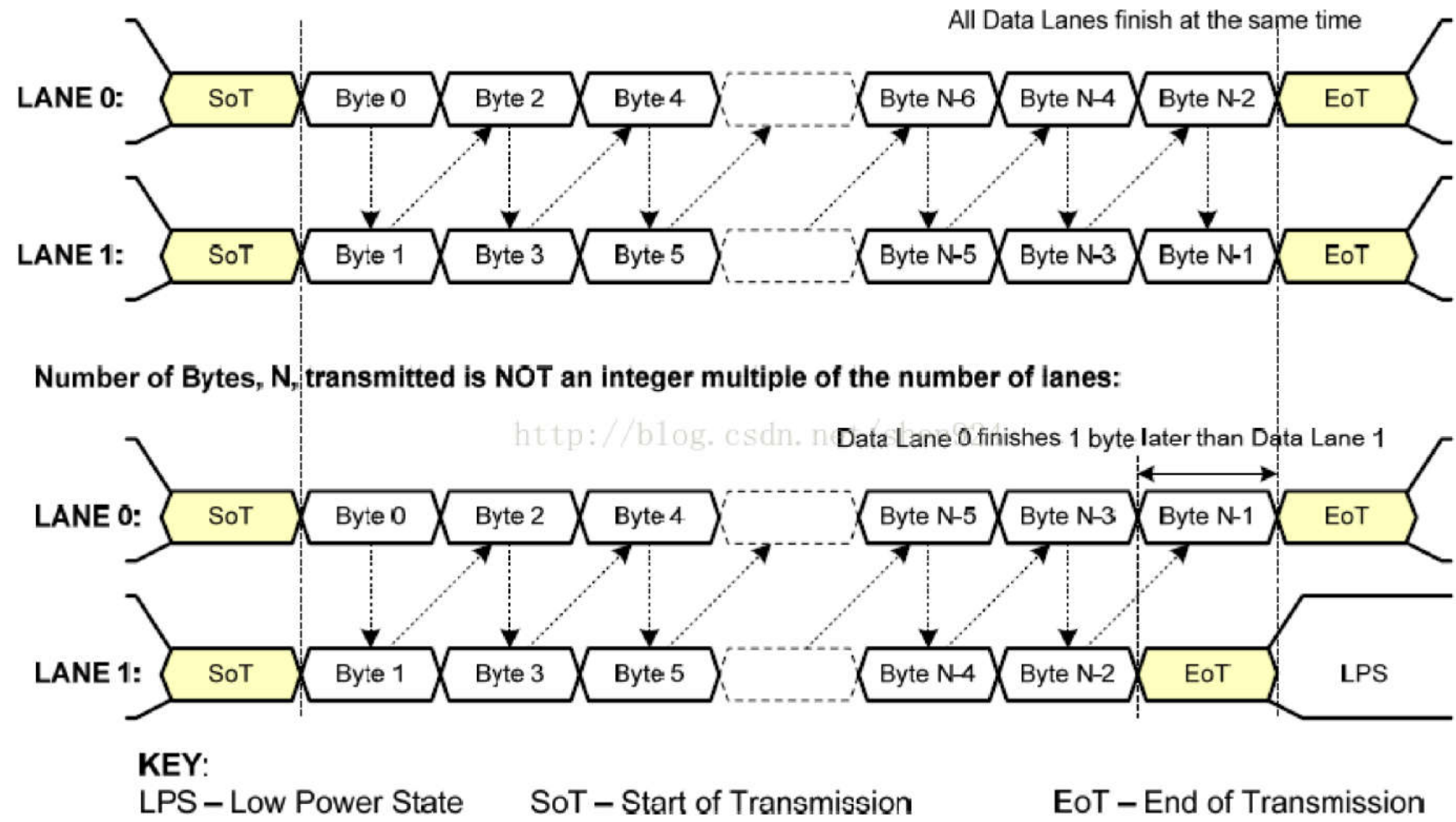
- Lane状态
 - LP-00, LP-01, LP-10, LP-11（单端）
 - HS-0, HS-1（差分）
- 数据Lane的三种操作模式
 - Escape mode, High-Speed(Burst) mode, Control mode
- 从控制模式的停止状态开始的可能事件有：
 - Escape mode request（LP-11→LP-10→LP-00→LP-01→LP-00）
 - High-Speed mode request（LP-11→LP-01→LP-00）
 - Turnaround request（LP-11→LP-10→LP-00→LP-10→LP-00）
- Escape mode是数据Lane在LP状态下的一种特殊操作
 - 在这种模式下，可以进入一些额外的功能：LPDT, ULPS, Trigger
 - 数据Lane进入Escape mode模式通过LP-11→LP-10→LP-00→LP-01→LP-00
 - 一旦进入Escape mode模式，发送端必须发送1个8-bit的命令来响应请求的动作
 - Escape mode 使用Spaced-One-Hot Encoding
- 超低功耗状态（Ultra-Low Power State）
 - 这个状态下，lines处于空状态（LP-00）
- 时钟Lane的超低功耗状态
 - 时钟Lane通过LP-11→LP-10→LP-00进入ULPS状态
 - 通过LP-10 → TWAKEUP → LP-11退出这种状态，最小TWAKEUP时间为1ms
- 高速数据传输
 - 发送高速串行数据的行为称为高速数据传输或触发（burst）
 - 全部Lanes门同步开始，结束的时间可能不同。
 - 时钟应该处于高速模式
- 各模操作式下的传输过程
 - 进入Escape模式的过程：LP-11→LP-10→LP-00→LP-01→LP-00→Entry Code → LPD（10MHz）
 - 退出Escape模式的过程：LP-10→LP-11
 - 进入高速模式的过程：LP-11→LP-01→LP-00→SoT(00011101) → HSD（80Mbps ~ 1Gbps）
 - 退出高速模式的过程：EoT→LP-11
 - 控制模式 - BTA 传输过程：LP-11→LP-10→LP-00→LP-10→LP-00
 - 控制模式 - BTA 接收过程：LP-00→LP-10→LP-11
 - 状态转换关系图



四、DSI介绍

1、DSI是一种Lane可扩展的接口，1个时钟Lane/1-4个数据Lane

- DSI兼容的外设支持1个或2个基本的操作模式：
 - Command Mode（类似于MPU接口）
 - Video Mode（类似于RGB接口） - 必须用高速模式传输数据，支持3种格式的数据传输
 - Non-Burst 同步脉冲模式
 - Non-Burst 同步事件模式
 - Burst模式
- 传输模式：
 - 高速信号模式（High-Speed signaling mode）
 - 低功耗信号模式（Low-Power signaling mode） - 只使用数据lane 0（时钟是由DP，DN异或而来）。
- 帧类型
 - 短帧：4 bytes（固定）
 - 长帧：6~65541 bytes（可变）
- 两个数据Lane高速传输示例



2、短帧结构

- 帧头部（4个字节）
 - 数据标识(DI) 1个字节
 - 帧数据- 2个字节 （长度固定为2个字节）
 - 错误检测(ECC) 1个字节
- 帧大小
 - 长度固定为4个字节

3、长帧结构

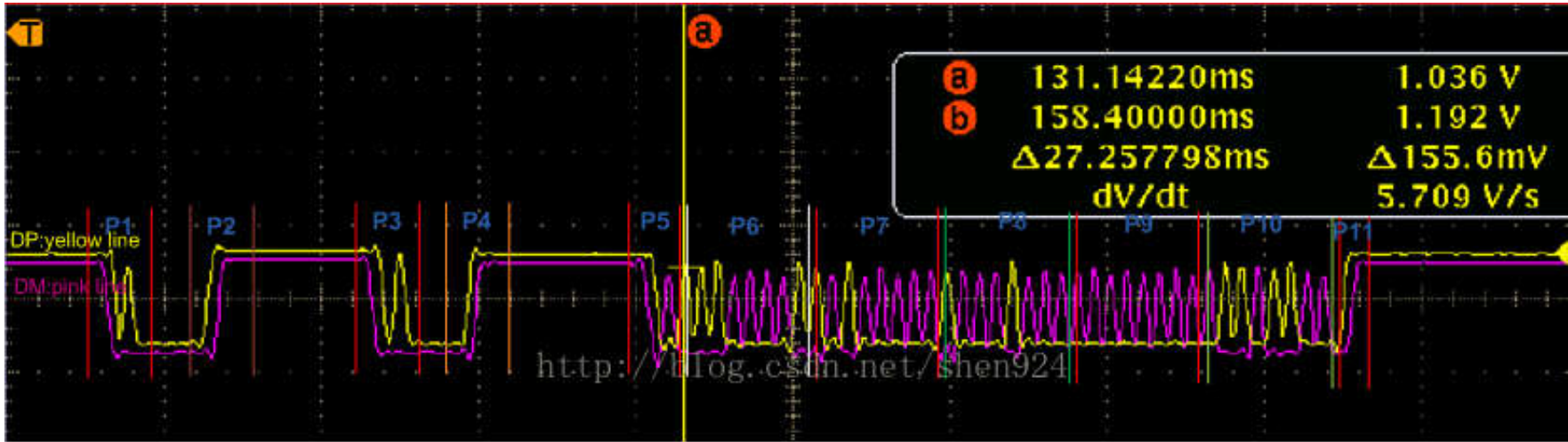
- 帧头部（4个字节）
 - 数据标识(DI) 1个字节
 - 数据计数- 2个字节 （数据填充的个数）
 - 错误检测(ECC) 1个字节
- 数据填充(0~65535 字节)
 - 长度=WC*字节
- 帧尾：校验和（2个字节）
- 帧大小：
 - $4 + (0 \sim 65535) + 2 = 6 \sim 65541$ 字节

4、帧数据类型

Data Type,		Description	Packet Size	DCS	VD PKT	GN PKT
(hex)	(binary)					
01h	00 0001	Sync Event, V Sync Start	Short		O	
11h	01 0001	Sync Event, V Sync End	Short		O	
21h	10 0001	Sync Event, H Sync Start	Short		O	
31h	11 0001	Sync Event, H Sync End	Short		O	
08h	00 1000	End of Transmission Packet	Short	O	O	O
02h	00 0010	Color Mode (CM) Off Command	Short		O	
12h	01 0010	Color Mode (CM) On Command	Short		O	
22h	10 0010	Shut Down Peripheral Command	Short		O	
32h	11 0010	Turn On Peripheral Command	Short		O	
03h	00 0011	Generic Short WRITE, no parameters	Short			NOP
13h	01 0011	Generic Short WRITE, 1 parameter	Short			O
23h	10 0011	Generic Short WRITE, 2 parameters	Short			O
04h	00 0100	Generic READ, no parameters	Short			NOP
14h	01 0100	Generic READ, 1 parameter	Short			O
24h	10 0100	Generic READ, 2 parameters	Short			O
05h	00 0101	DCS WRITE, no parameters	Short	O	O	O
15h	01 0101	DCS WRITE, 1 parameter	Short	O	O	O
06h	00 0110	DCS READ, no parameters	Short	O	O	O
37h	11 0111	Set Maximum Return Packet Size	Short	O	O	O
09h	00 1001	Null Packet, no data	Long	O	O	O
19h	01 1001	Blanking Packet, no data	Long		O	
29h	10 1001	Generic Long Write	Long			O
39h	11 1001	DCS Long Write/write_LUT Command Packet	Long	O	O	O
0Eh	00_1110	Packet Pixel Stream, 16bit RGB 5-6-5 Format (Support for 1 and 2 data lanes mode)	Long		O	
1Eh	01_1110	Packet Pixel Stream, 18bit RGB 6-6-6 Format (Support for 1 and 2 data lanes mode)	Long		O	
2Eh	10_1110	Packet Pixel Stream, 18bit RGB Loosely 6-6-6 Format (Support for 1 and 2 data lanes mode)	Long		O	
3Eh	11 1110	Packed Pixel Stream, 24-bit RGB, 8-8-8 Format (Support for 1, 2 and 3 data lanes mode)	Long		O	
x0h&Fh,	xx 0000 xx 1111	DO NOT USE All unspecified codes are reserved				

五、MIPI DSI信号测量实例

1、MIPI DSI在Low Power模式下的信号测量图



P1:LP11---10---00---10---00, this is a BTA request from HOST P2:LP00---10---11, this is an ACK from SLAVE
P3:LP11---10---00---10---00, this is a BTA request from HOST P4:LP00---10---11, this is an ACK from SLAVE
P5:LP11---10---00---01---00, enter Escape mode
P6:LP10-00-10-00-10-00-01-00-01-00-01-00-01-00-10-00,which is Spaced-One-Hot Encoding
So this data sequence means 11100001(highest bit),87H,means LPDT(low power data transfer)
P7,P8,P9,P10 should be data ,05H,11H,00H,36H respectively.
P11:LP10---11, means exit escape mode

2、MIPI的D-PHY和DSI的传输方式和操作模式

- D-PHY和DSI的传输模式
 - 低功耗（Low-Power）信号模式（用于控制）：10MHz（max）
 - 高速（High-Speed）信号模式（用于高速数据传输）：80Mbps ~ 1Gbps/Lane
- D-PHY的操作模式
 - Escape mode, High-Speed(Burst) mode, Control mode
- DSI的操作模式
 - Command Mode（类似于MPU接口）
 - Video Mode（类似于RGB接口）- 必须用高速模式传输数据

3、小结论

- 传输模式和操作模式是不同的概念
 - Video Mode操作模式下必须使用High-Speed的传输模式
 - Command Mode操作模式并没有规定使用High-Speed或Low Power的传输模式，或者说即使外部LCD模组为Video Mode，但通常在LCD模组初始化时还是使用Command Mode模式来读写寄存器，因为在低速下数据不容易出错并且容易测量。
 - Video Mode当然也可以用High-Speed的方式来发送指令，Command Mode操作模式也可以使用High-Speed，只是没有必要这么做