

MIPI 入门

Billy原创
徐观精翻译

MIPI Introduction

◆ Contents

- ◆ MIPI是什么?
- ◆ D-PHY 物理层特点
- ◆ MIPI 的数据传送
- ◆ DSI&CSI 应用



MIPI Introduction

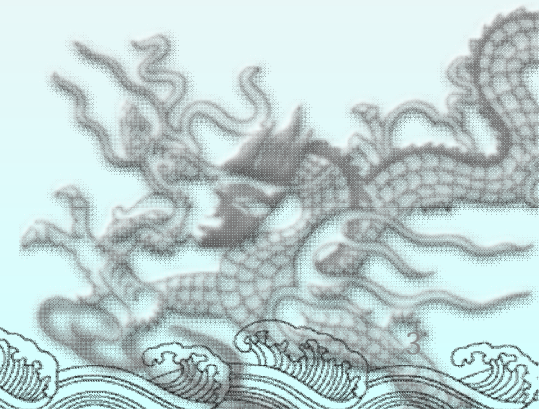
◆ MIPI:

◆ 手机产业处理界面

- ◆ MIPI 协议是手机行业的领导者
- ◆ 倡导一个开放的移动接口标准

◆ MIPI Spec:

- ◆ DCS—显示命令接口
- ◆ DBI—显示总线接口
- ◆ DPI—显示像素接口
- ◆ DSI—显示串行接口
- ◆ CSI—显示摄像接口
- ◆ D-PHY物理层



MIPI Introduction

◆ MIPI 特点

◆ 低功耗模式

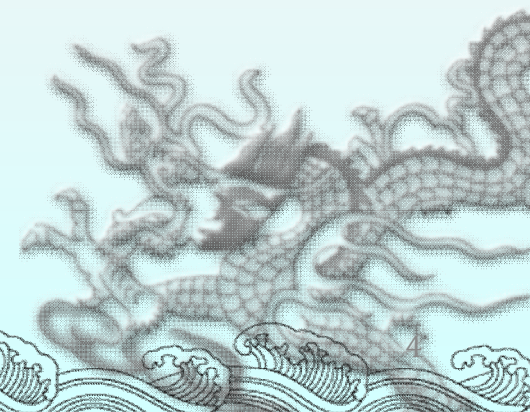
- ◆ 动态调整到低功耗模式、高速传送模式和低信号摆幅模式。

◆ 高速模式

- ◆ 每个通道可以传送 500~1000Mbps

◆ 低成本物理层

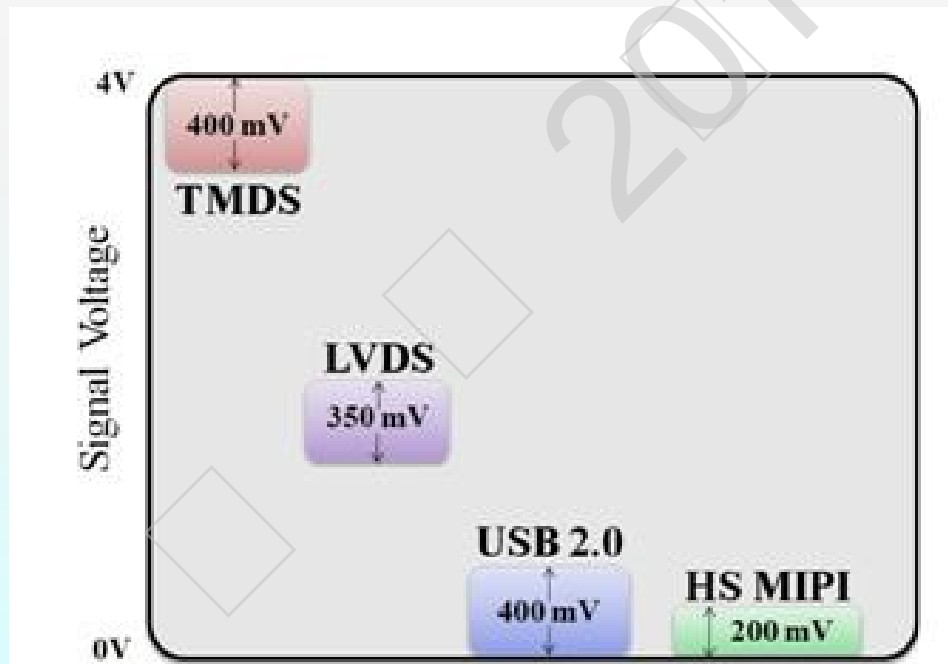
◆ EMI (抗辐射)



MIPI Introduction

◆ MIPI与其它的差分信号对比.

- ◆ TMDS:最小化差分信号传输
- ◆ LVDS: 低压差分信号



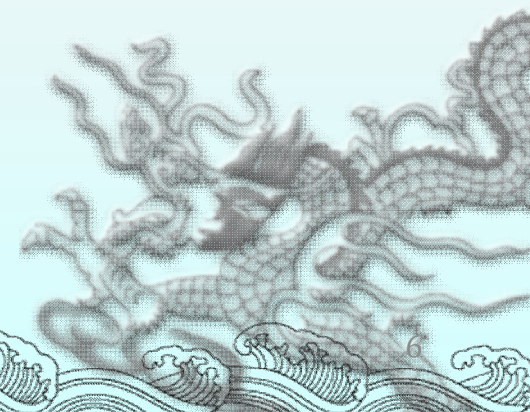
D-PHY

◆ D-PHY (物理层) :

- ◆ D-PHY包括DSI (串行显示) 物理层/CSI (串行摄像) 物理层定义.
- ◆ D-PHY 包括了高速同步模式和低功耗模式物理层定义
- ◆ D-PHY, 500 ~1000 Mbit/s数据传送速度.

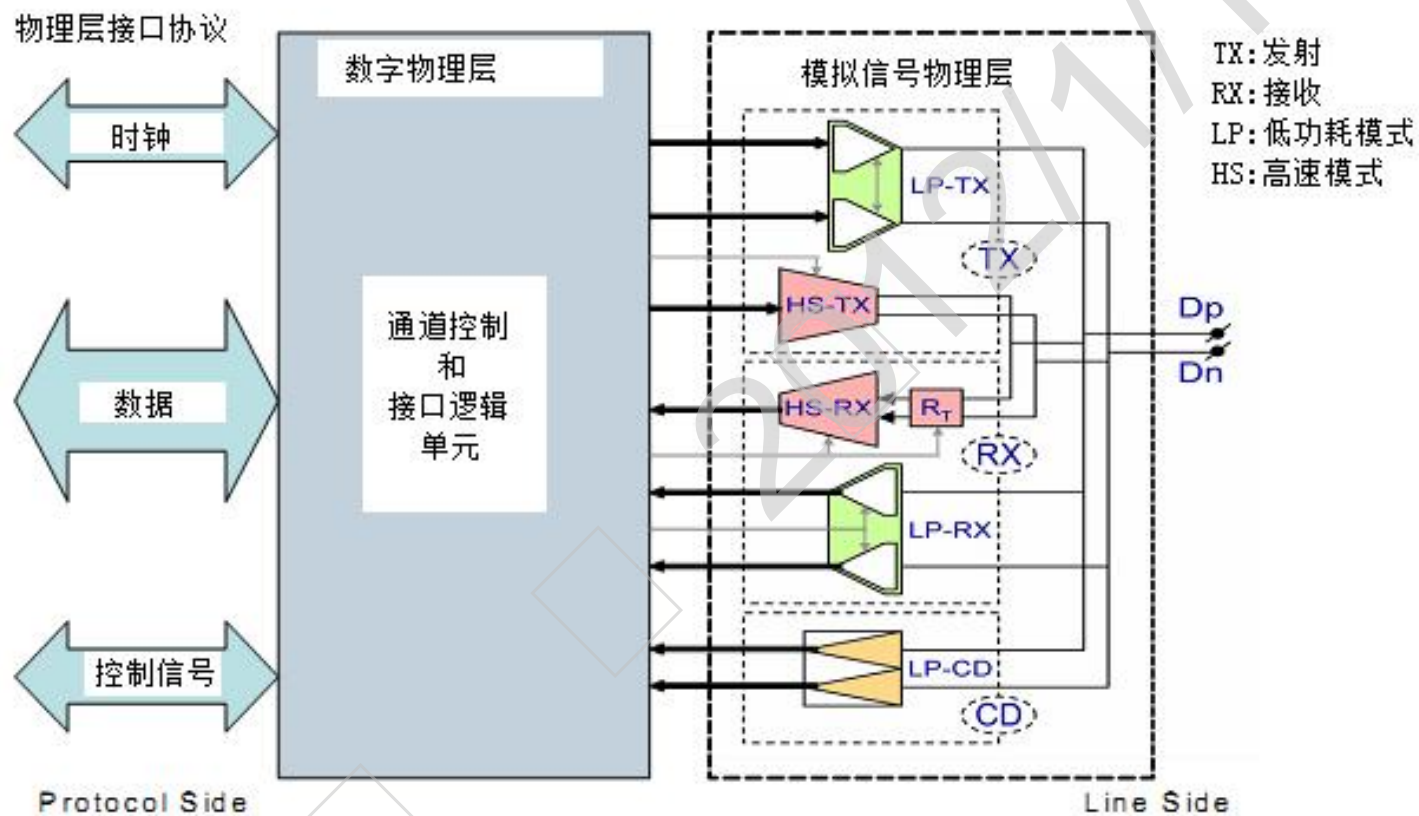
◆ PHY Configuration (物理层配置) :

- ◆ 一个时钟周期
- ◆ 一个或多个数据周期



D-PHY

MIPI 物理层信号合成框图



D-PHY

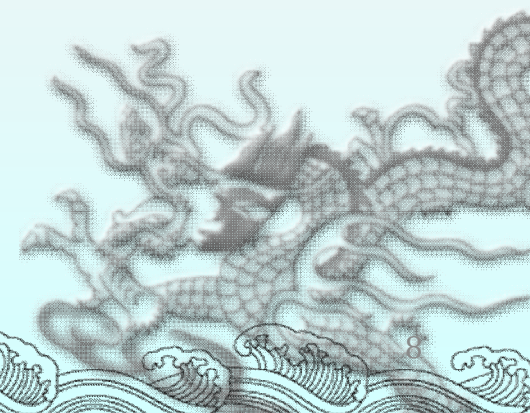
- ◆ 三种不同类型的通道：

- ◆ 单向时钟通道
- ◆ 单向数据通道
- ◆ 双向数据通道

- ◆ Transfer mode：

- ◆ LP：低功耗模式
- ◆ HS：高速模式

2012/1/16



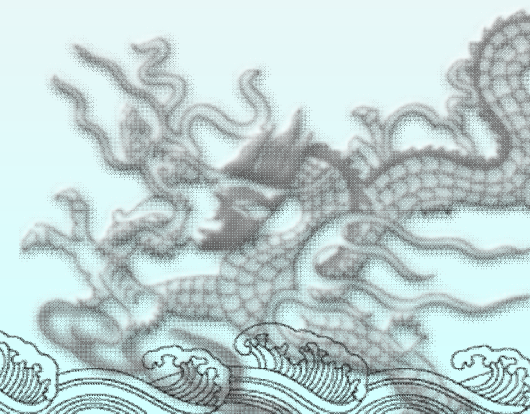
D-PHY

◆ LP:低功耗模式

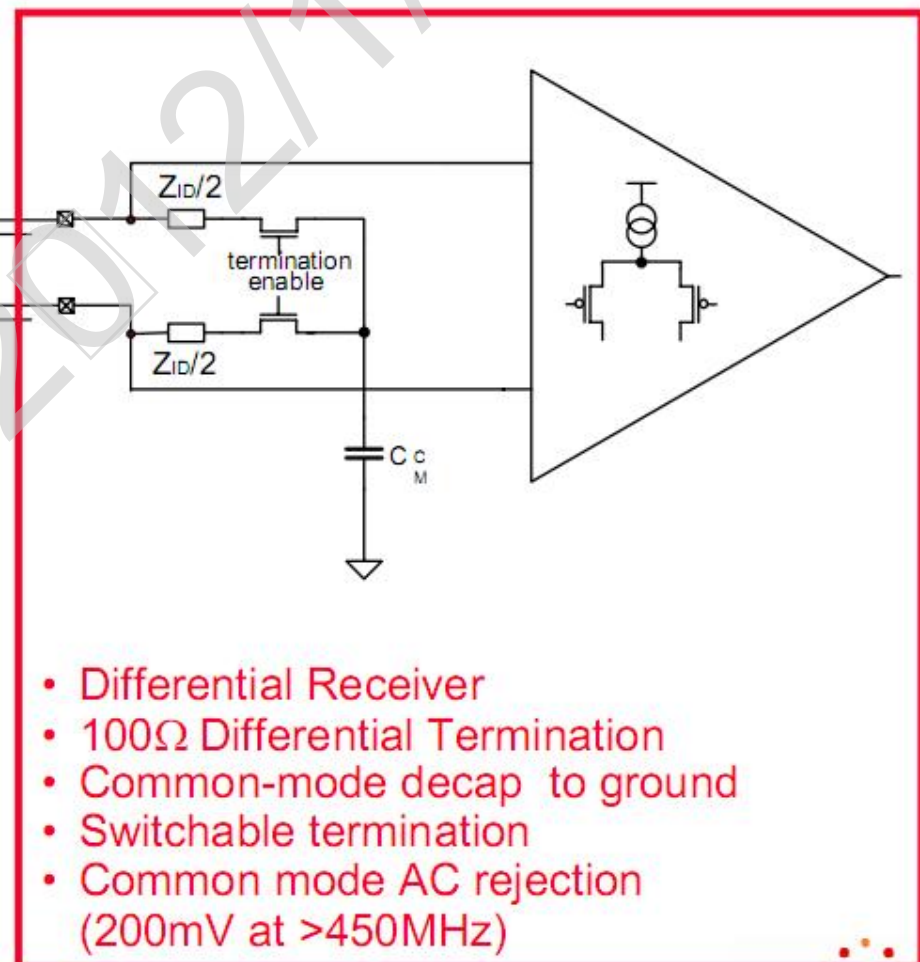
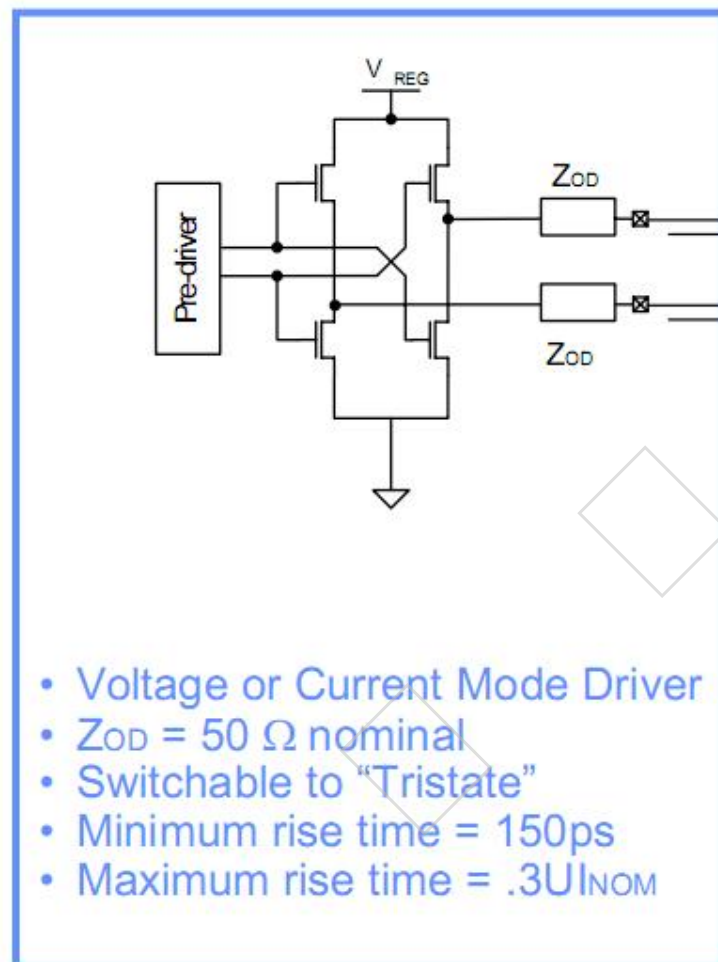
- ◆ 10Mbps传输速度
- ◆ 异步传输
- ◆ 单信号
- ◆ (0V~1.2V)

◆ HS 高速传输模式

- ◆ 80Mbps ~ 1Gbps 传输速度
- ◆ 同步传送
- ◆ 差分信号
- ◆ (100mV~300mV)



HS 高速模式的驱动和接收



LP低功耗模式的驱动和接收

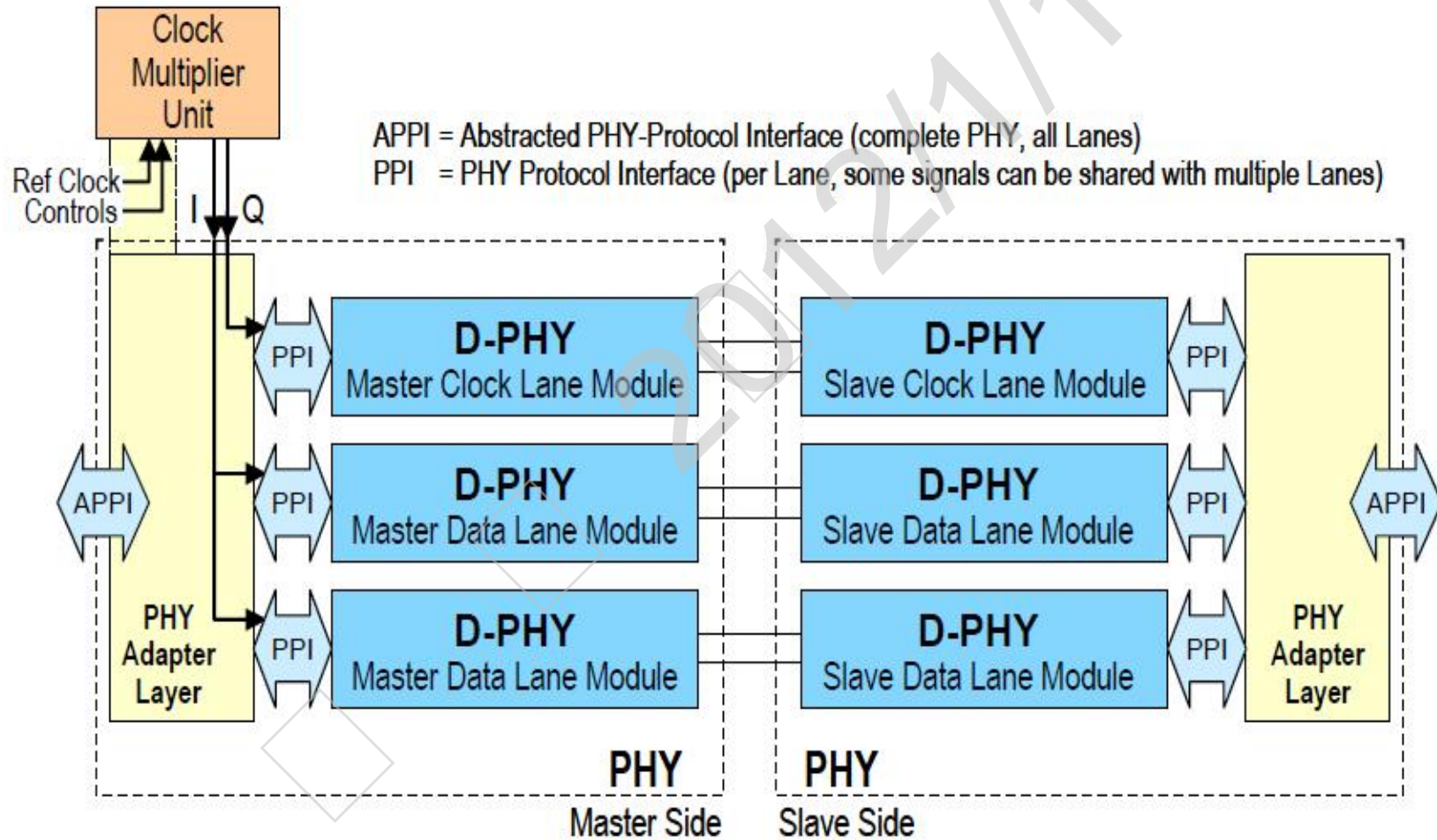
在低功耗模式Dp和Dn是两个独立的信号线



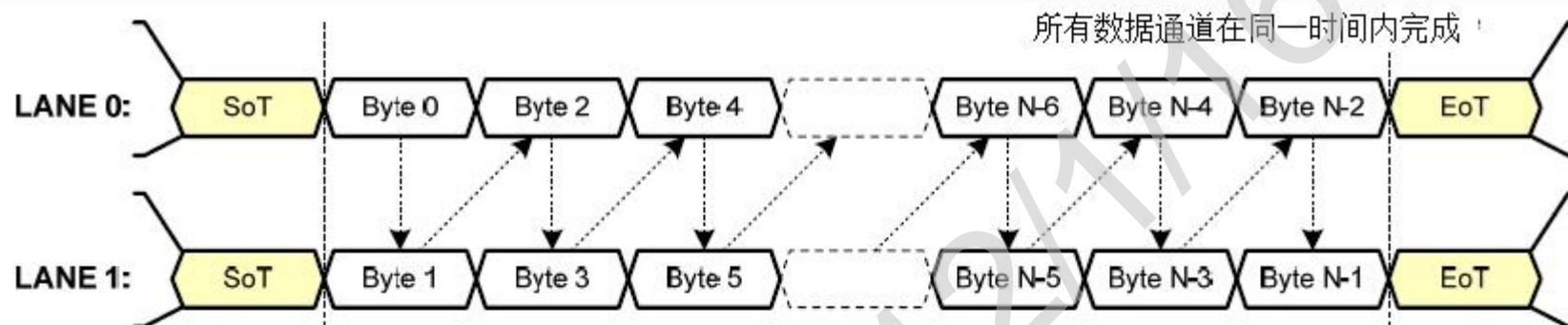
两个通道的物理层配置

PPI:物理层接口协议

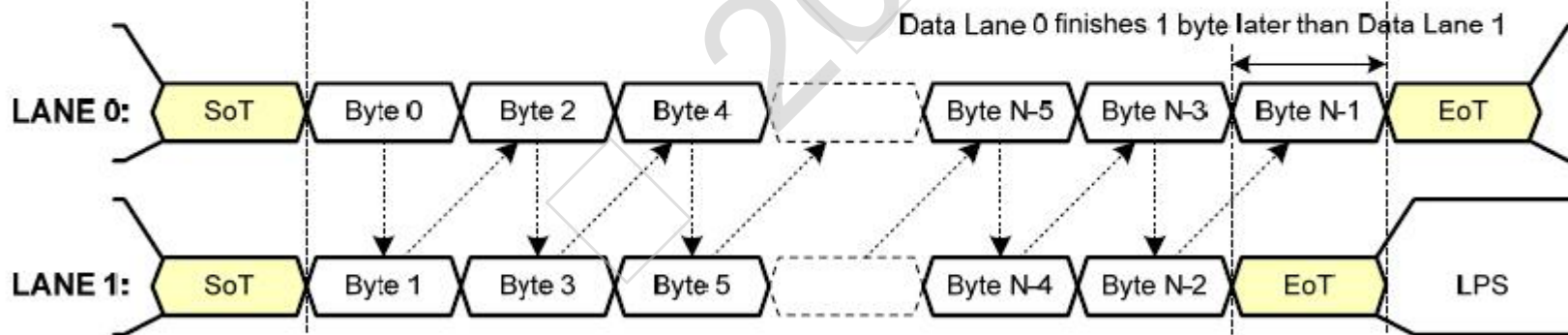
APPI:抽象物理层接口协议



两个通道的数据传输例程



Number of Bytes, N , transmitted is NOT an integer multiple of the number of lanes:



KEY:

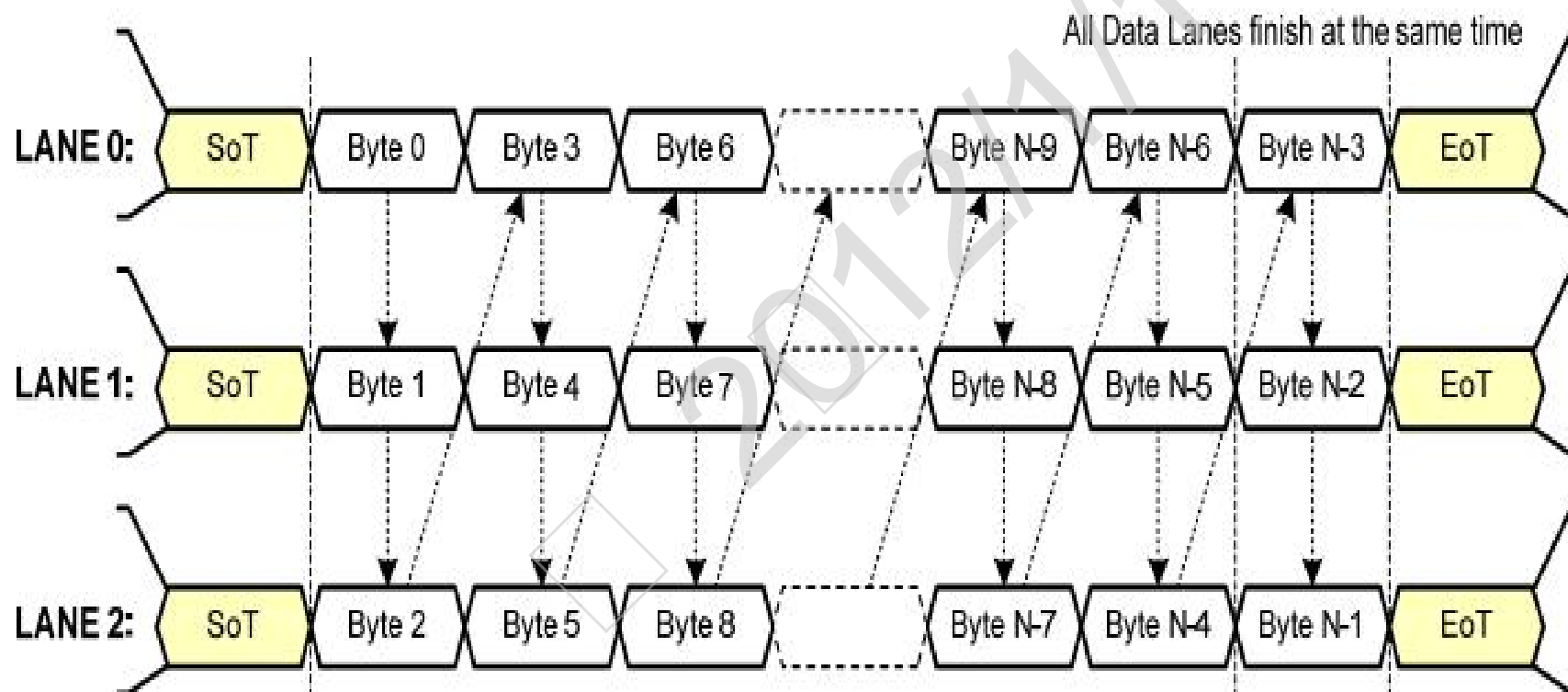
LPS - 低功耗模式

SoT - 开始传送

EoT - 完成传送

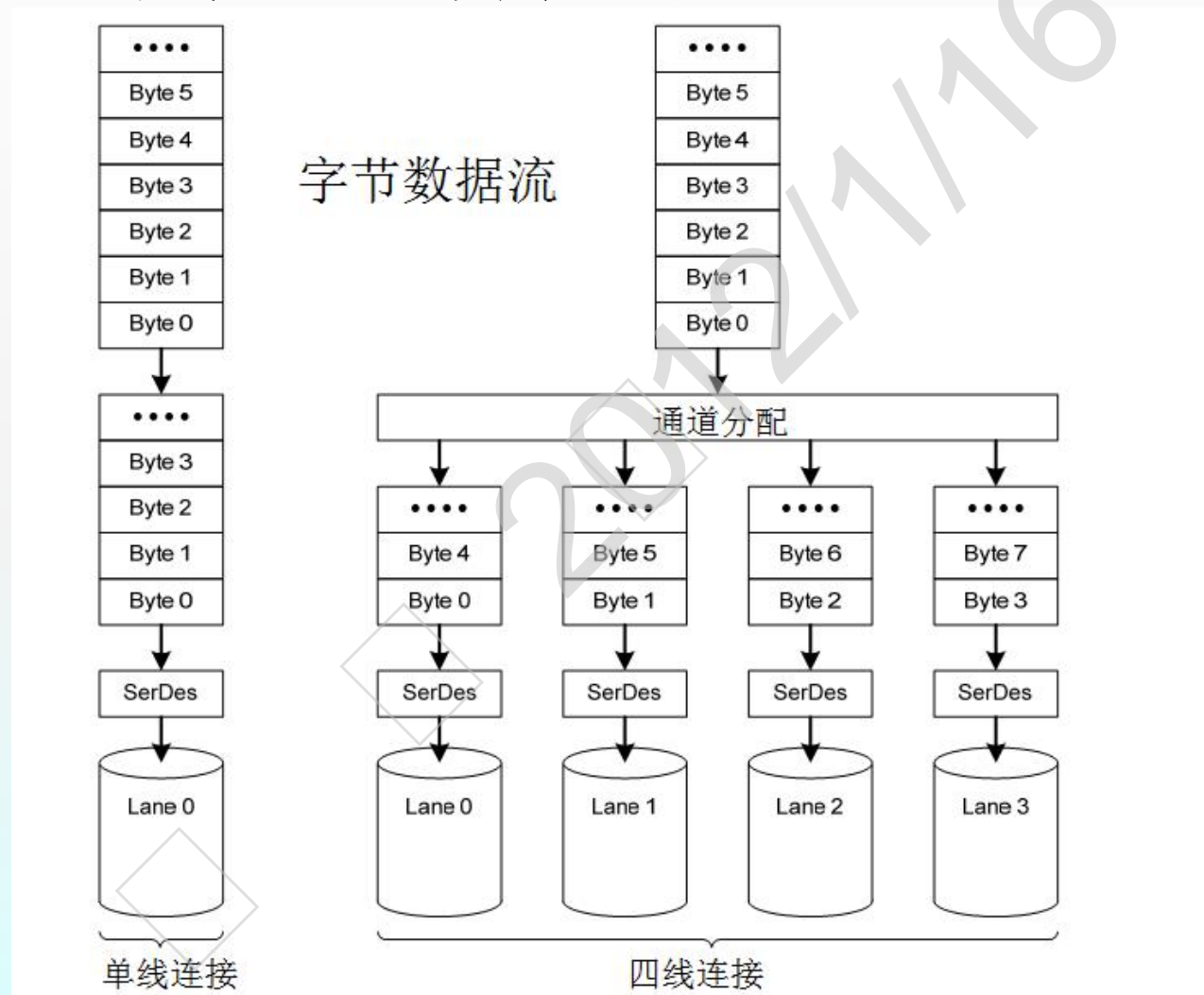
三个通道的传输例程

Number of Bytes, N , transmitted is an integer multiple of the number of lanes:



Number of Bytes, N , transmitted is NOT an integer multiple of the number of lanes (Example 1):

发送方数据处理框图



接收方数据处理框图

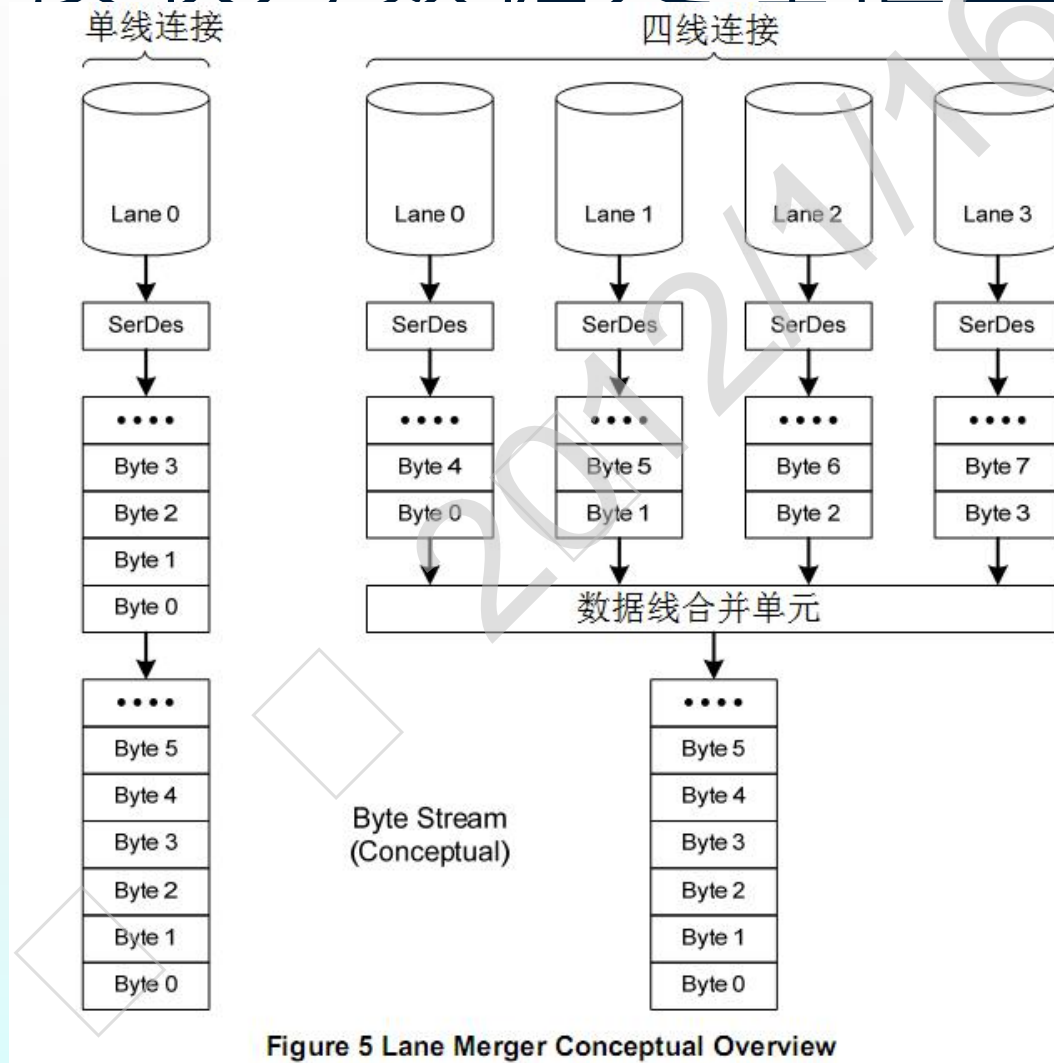
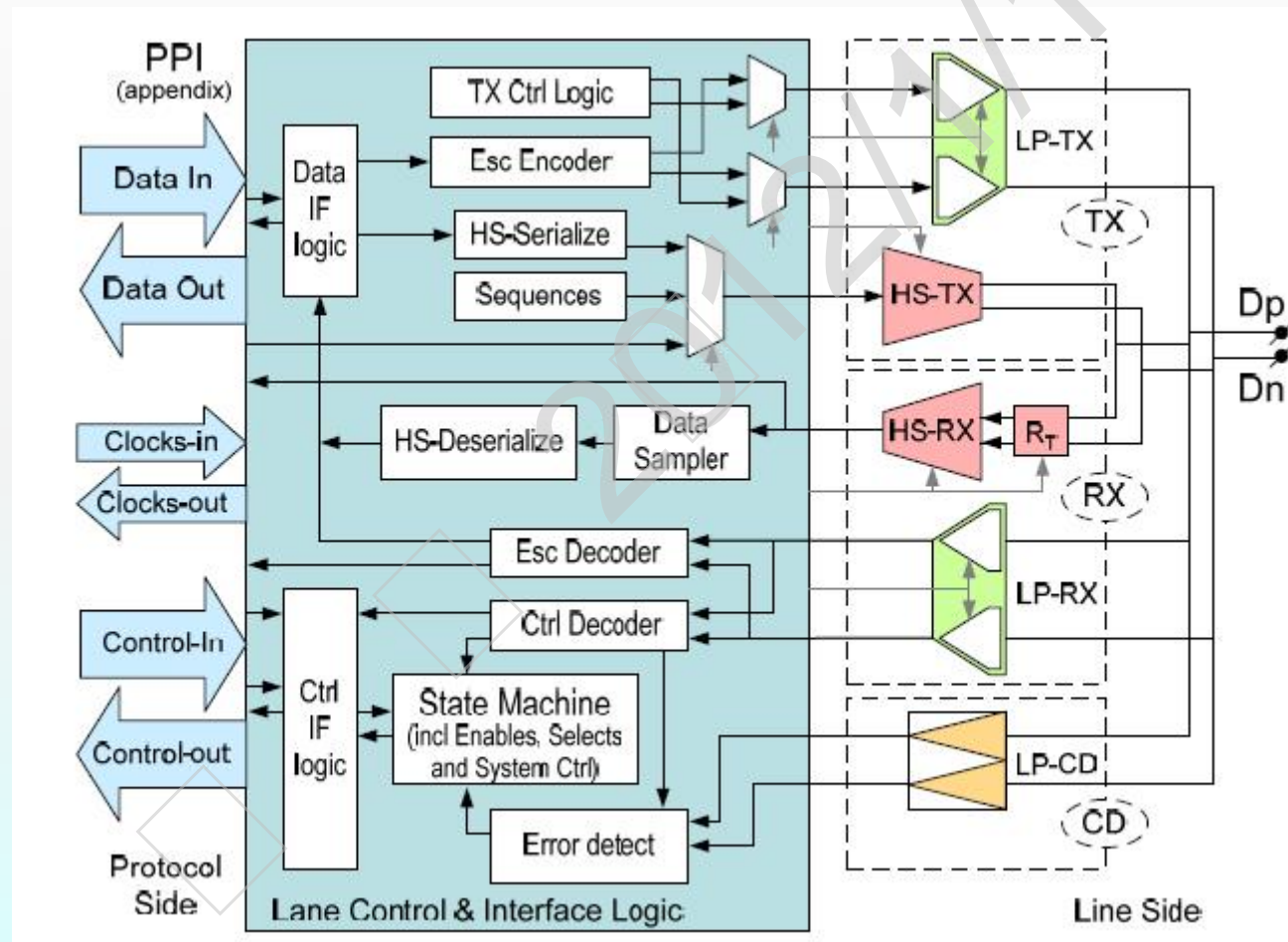


Figure 5 Lane Merger Conceptual Overview

标准通道模块的组成



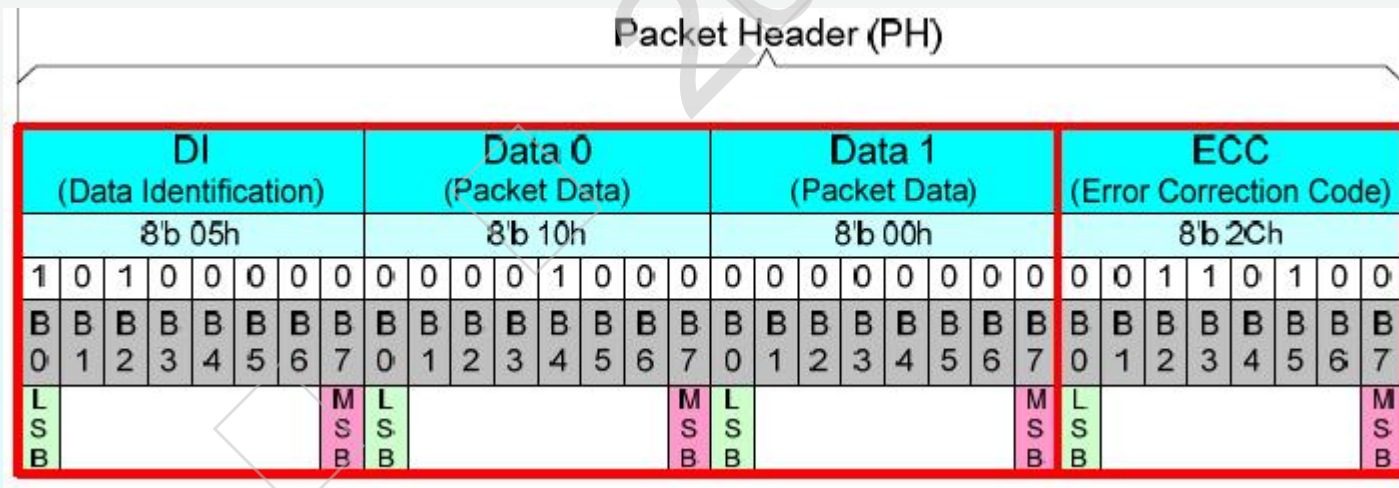
MIPI 数据传输

- ◆ Transfer mode :
 - ◆ HS 高速模式 --800Mbps(差分信号)
 - ◆ LP 低功耗模式—10Mbps (单向信号)
 - ◆ 在 LP模式 Lane0 仅返回数据
- ◆ 数据包的类型 :
 - ◆ 短数据包 : 4 bytes (固定长度)
 - ◆ 长数据包 : 6~65541 bytes (动态长度)



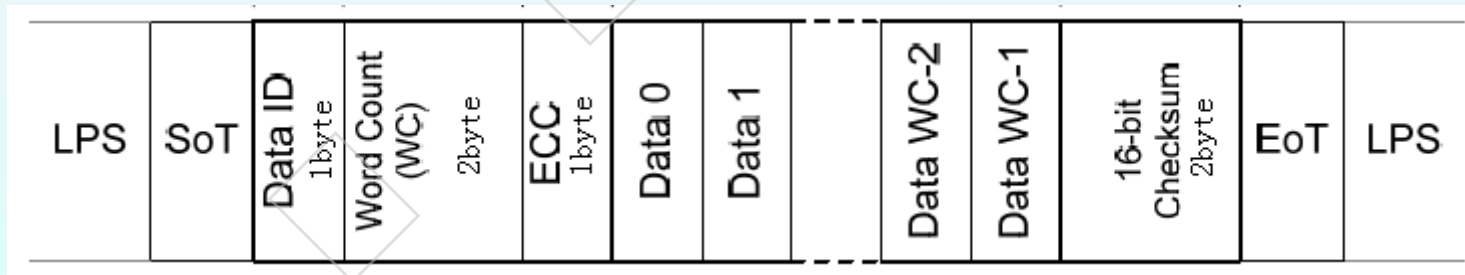
短数据包结构

- ◆ 数据包报头 (4 bytes)
 - ◆ 数据标识符 (DI) * 1byte: 包含虚拟数据通道[7:6]和数据类型[5:0].
 - ◆ 数据包 * 2byte: 要传送的数据, 长度固定两个字节.
 - ◆ 误差校正码 (ECC) * 1byte: 可以把两个位的错误纠正
- ◆ 例程



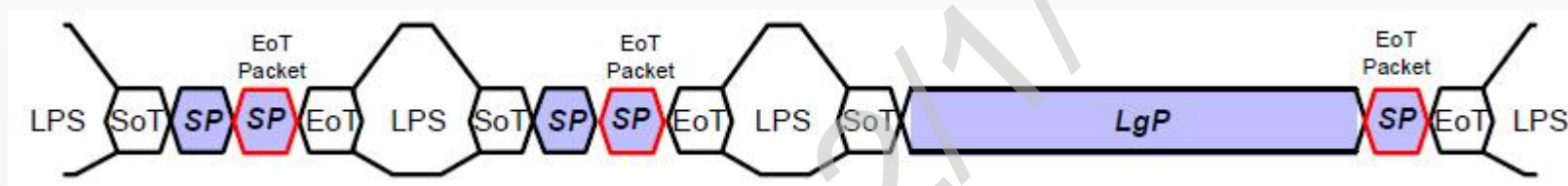
长数据包结构

- ◆ 数据包报头 (4 bytes)
 - ◆ 数据标识符 (DI) * 1byte: 包含虚拟数据通道[7:6]和数据类型[5:0].
 - ◆ 字数 (WC) * 2byte: 传送数据的长度, 固定为两个字节.
 - ◆ 错误校验码 (ECC) * 1byte: 可以修复两个位的错误
- ◆ 有效传送数据 (0~65535 bytes)
 - ◆ 最大字节=2¹⁶.
- ◆ 数据包页脚 (2 bytes): 校验
 - ◆ 如果数据包的有效长度为0, 那么校验位为 FFFFh
 - ◆ 如果校验码不能计算, 那么校验码的值为 0000h
- ◆ 数据包的长度:
 - ◆ $4 + (0 \sim 65535) + 2 = 6 \sim 65541$ bytes

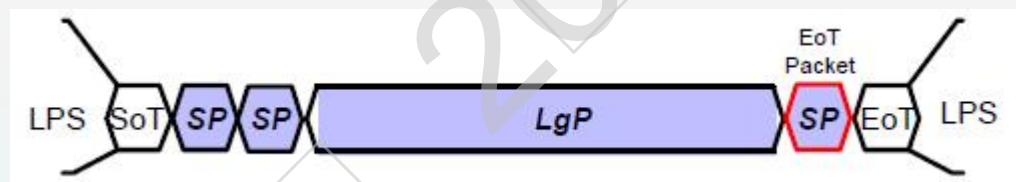


数据传送方式

❖ 分段传送



❖ 分段传送



◆ KEY:

- ◆ LPS - 低功耗模式
- ◆ SoT - 开始传送
- ◆ EoT - 结束传送

SP - 短数据包
LgP - 长数据包

待处理数据包的数据类型

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	DO NOT USE				
	xx 1111	All unspecified codes are reserved				

◆ Sync Event (H Start, H End, V Start, V End), Data Type = xx 0001 (x1h)

◆ 同步事件是两个字节的数据包 (1个字节的指令和一个字节的校验)，因此他们可以精确的表示同步事件的开始和结束。关于单个同步开始或同步结束事件的长度和位置在前面的图中有说明。

◆ 同步事件的定义如下：

- ◆ • Data Type = 00 0001 (01h) 场同步开始
- ◆ • Data Type = 01 0001 (11h) 场同步结束
- ◆ • Data Type = 10 0001 (21h) 行同步开始
- ◆ • Data Type = 11 0001 (31h) 行同步结束

◆ 为了尽可能精确的体现一个同步事件，那么开始标识位必须放在第一位，结束标识位必须放在最后一位，行同步也是一样。

◆ 同步事件的开始和结束应该是成对出现的，假如只有一个同步事件（通常是开始），那么这个数据也是可以传送出去的。

◆ 单色模式开指令, Data Type = 00 0010 (02h)

◆ 彩色模式开是一个单字节指令包(两个字节的ECC),从视频模式切换到节电低色彩模式。

◆ 单色模式关指令, Data Type = 01 0010 (12h)

◆ 彩色模式关是一个单字节指令包(两个字节的ECC),从节电低色彩模式切换到正常显示模式。

◆ 关闭外设指令, Data Type = 10 0010 (22h)

◆ 关闭外设指令是一个两字节的数据包（一个命令字节，一个ECC字节）关闭视频显示模块。请注意为了接收打开，或唤醒，命令应保持供电接口。

- ◆ 打开外设指令, Data Type = 11 0010 (32h)
- ◆ 打开外设指令是一个单字的数据包（两个字节和ECC），打开显示模块切换为正常显示状态。
- ◆ 通用的写请求，带0-7个参数, Data Type = xx x011 (x3h and xBh)
- ◆ 通用短写命令是一个通用的数据发送到外设的短数据包类型。这个包的内容，格式和解释本规范的范围之外。这是系统设计师的责任,以确保主机处理器和外设上同意这些数据的格式和解释。完整的包可以达到9字节长度包括ECC字节。的字节数的超越页眉(DI)字节就是由一个3-bit领域明确规定,DT[5:3]。
- ◆ 通用的读请求,0到7参数, Data Type = xx x100 (x4h and xCh)
- ◆ 通用读请求，要求从外设读取数据。这个包的格式、解释、参数和返回的数据，在本规范的范围之外。这是系统设计师的责任，以确保主机处理器和外设上同意这些数据的格式和解释。返回的数据可能是短型的或长型的格式。注意设置最大返回数据包大小指令会限制返回的数据包的大小，使主机处理器可以防止缓冲区溢出时从外设接收数据。如果返回的数据块大于最大的回报包指定大小，读的反应将需要超过一个传输周期。处理机应发送多个通用的读操作在不同的数据块传输要求大于最大的包大小。
- ◆ 设置最大返回包大小, Data Type = 11 0111 (37h)
- ◆ 设置最大的回报包的大小是一个四字节的指令（包括ECC），指定从外设传回到主机处理器的一个长包的有效载荷的最大字节。设置最大的回报数据包大小的字节顺序是：数据编号+两个字节的值最大的回报包大小+ECC字节。需要注意的是两个字节的值是与LS字节首先发送。这由单向DSI接口的外设，命令将被忽略。

- 在上电或复位后，主机处理器初始化例程开始或正常工作之前就要设置最大的返回数据包大小设置到一个默认值。
- DCS 短写指令, 0 to 6 parameters, Data Type = xx x101 (x5h and xDh)
- DCS 读请求, 无参数, Data Type = 00 0110 (06h)
- DCS Long Write / write_LUT Command, Data Type = 11 1001 (39h)
- 空包 (Long), Data Type = 00 1001 (09h)
- Blanking Packet (Long), Data Type = 01 1001 (19h)

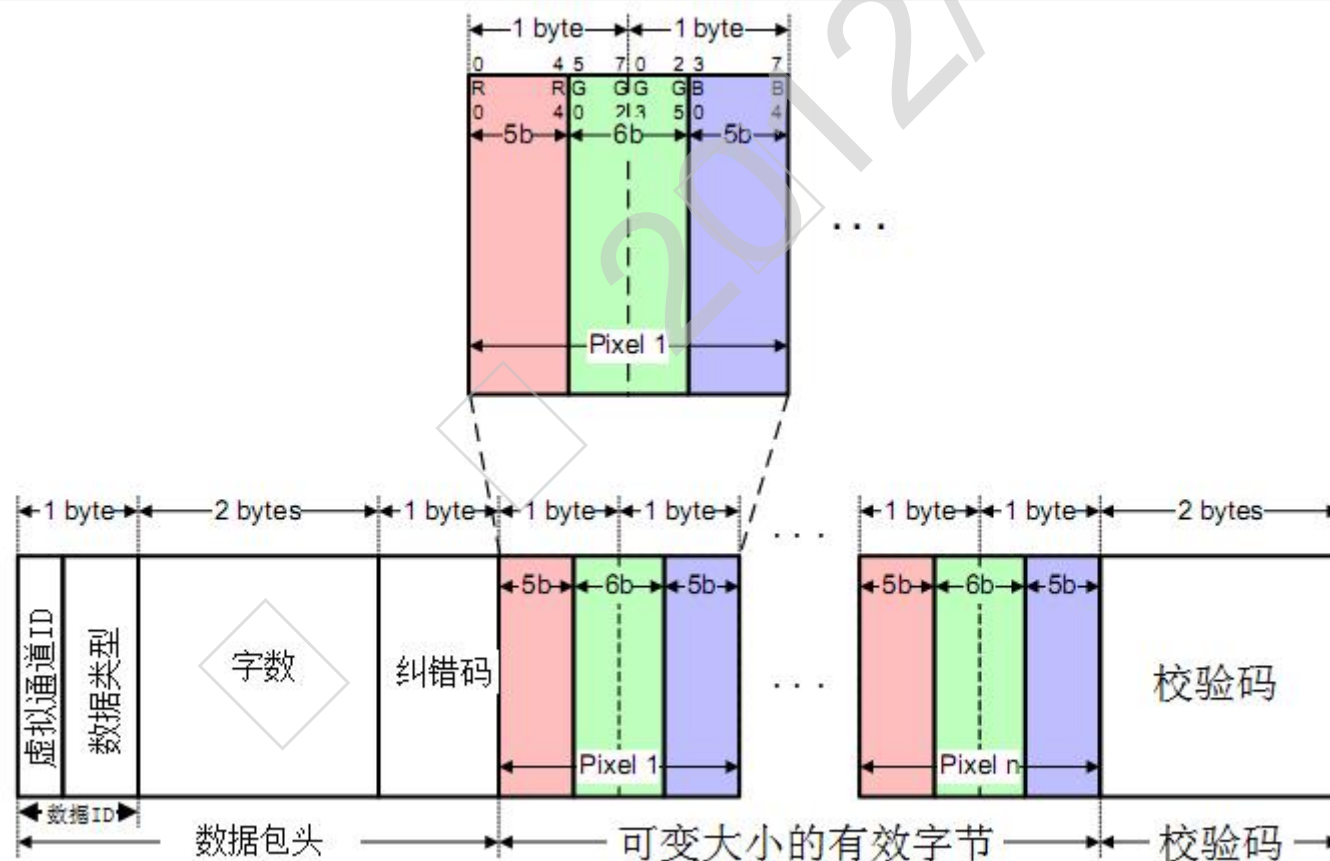


Figure 15: 16-bit per Pixel – RGB Color Format, Long packet

8.8.14 Packed Pixel Stream, 18-bit Format, Long packet, Data type = 01 1110 (1Eh)

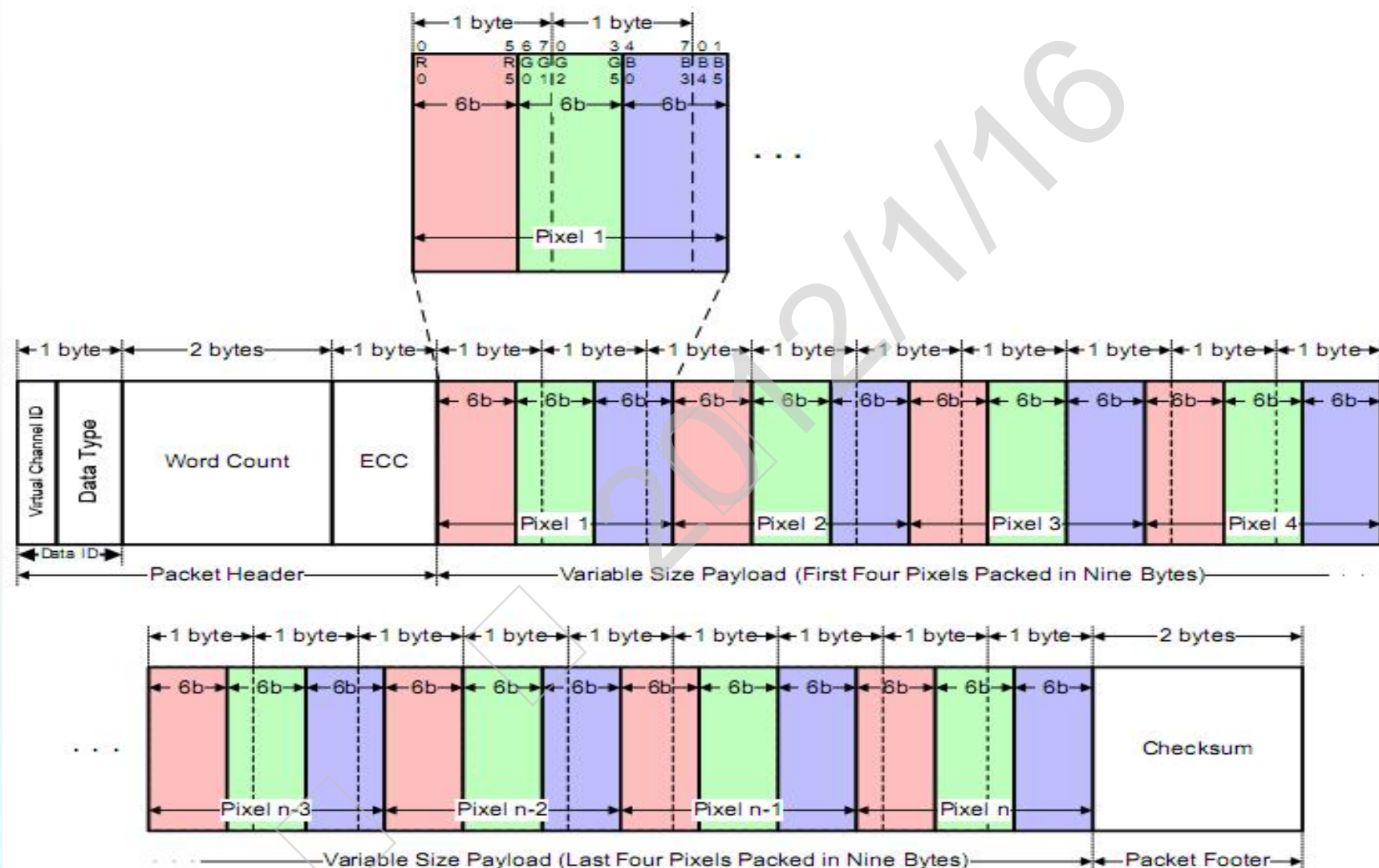


Figure 16: 18-bit per Pixel (Packed) – RGB Color Format, Long packet

8.8.15 Pixel Stream, 18-bit Format in Three Bytes, Long packet, Data Type = 10 1110 (2Eh)

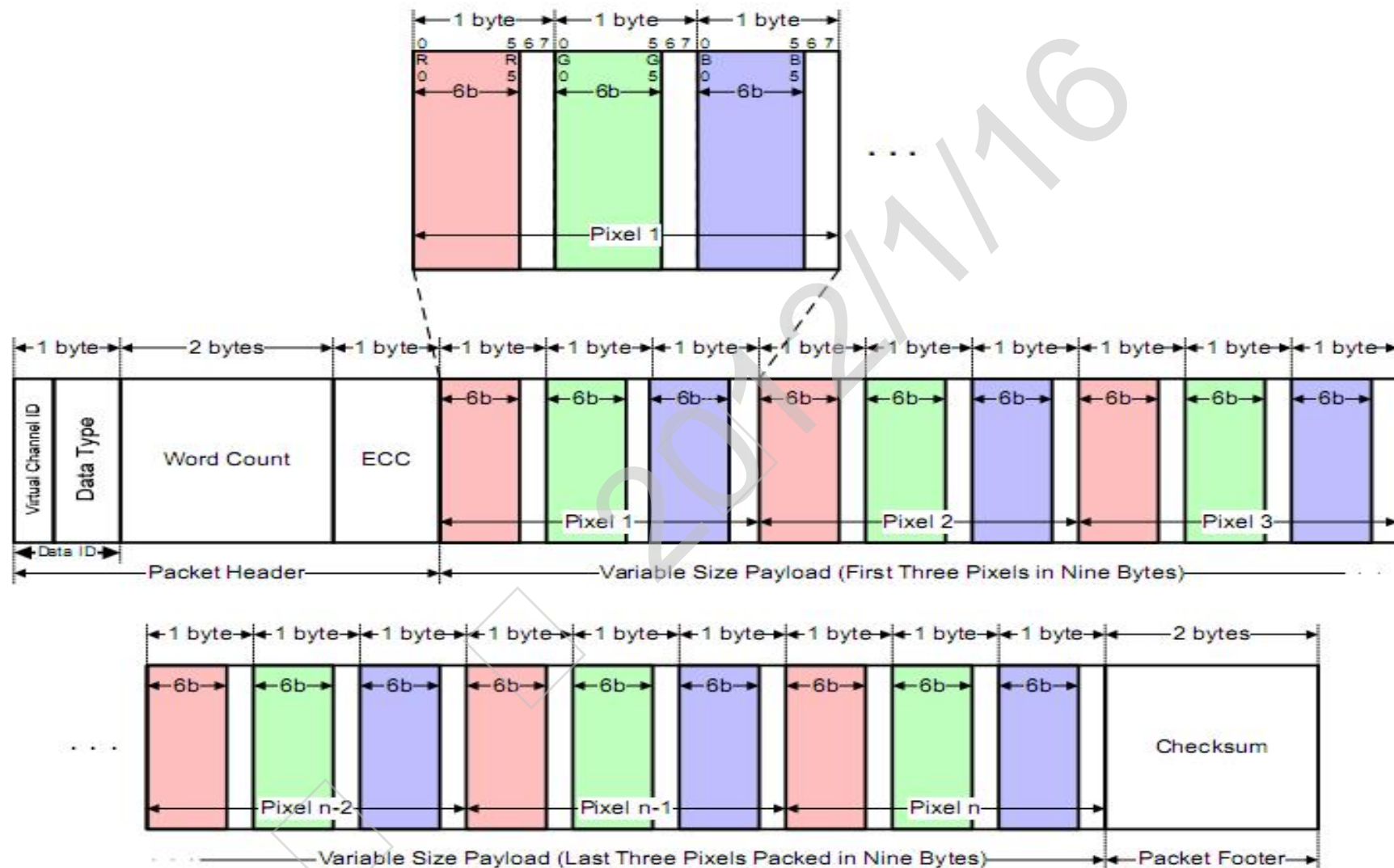


Figure 17: 18-bit per Pixel (Loosely Packed) – RGB Color Format, Long packet

8.8.16 Packed Pixel Stream, 24-bit Format, Long packet, Data Type = 11 1110 (3Eh)

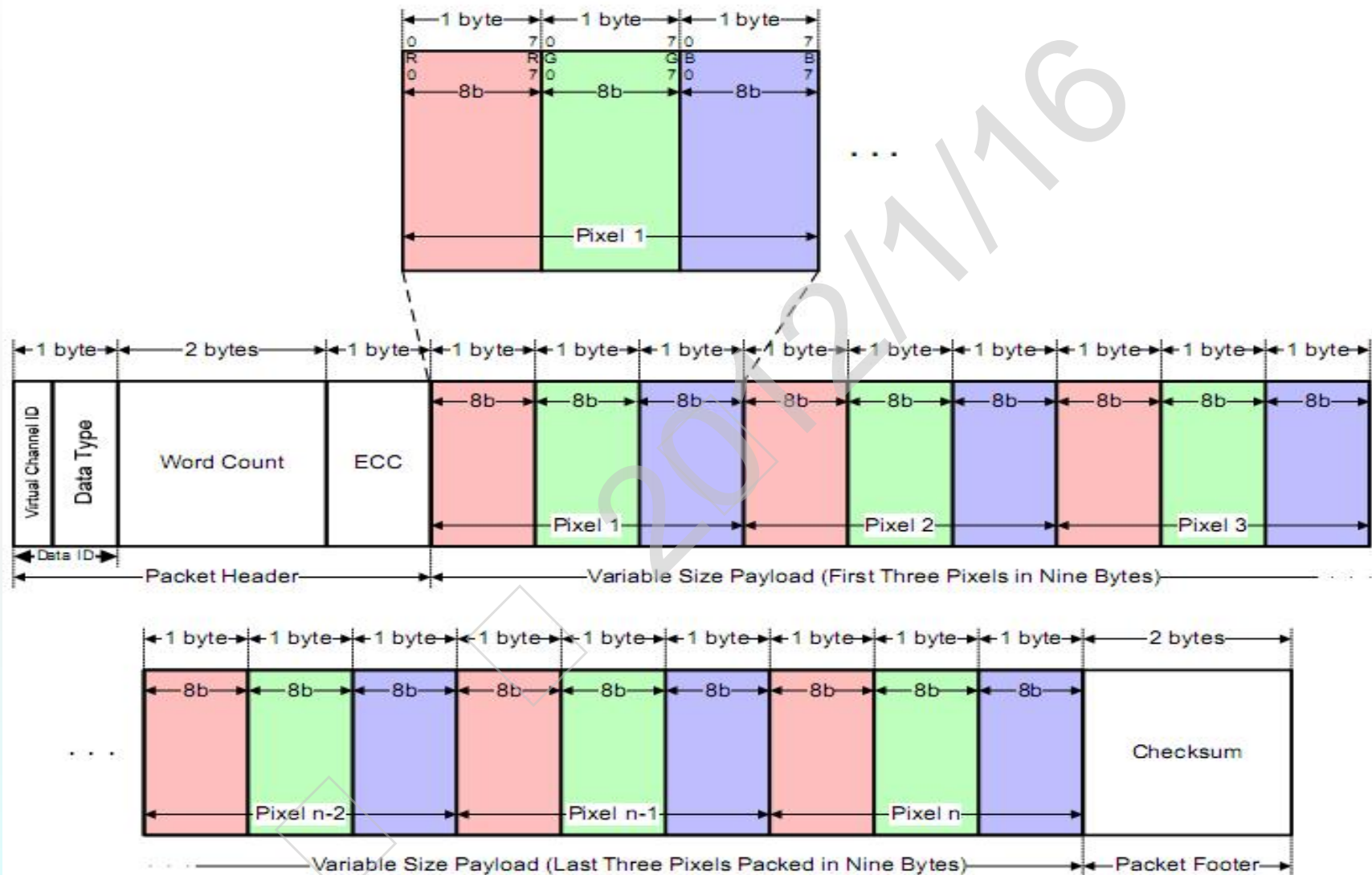


Figure 18: 24-bit per Pixel – RGB Color Format, Long packet

Peripheral-to-Processor LP Transmissions

Data Type, hex	Data Type, binary	Description	Packet Size	DCS	GN PKT
00h – 01h	00 000x	Reserved	Short	-	-
02h	00 0010	Acknowledge with Error Report	Short	O	O
03h – 07h	00 0011 – 00 0111	Reserved		-	-
08h	00 1000	End of Transmission Packet	Short	O	O
09h – 10h	00 1001 – 01 0000	Reserved		-	-
11h	01 0001	Generic Short READ Response, 1-byte returned	Short		O
12h	01 0010	Generic Short READ Response, 2-bytes returned	Short		O
13h – 18h	01 0011 – 01 1000	Reserved		-	-
1Ah	01 1010	Generic Long READ Response	Long		O
1Bh	01 1011	Reserved		-	-
1Ch	01 1100	DCS Long READ Response	Long	O	O
1Dh – 20h	01 1101 – 10 0000	Reserved		-	-
21h	10 0001	DCS Short READ Response, 1-byte returned	Short	O	O
22h	10 0010	DCS Short READ Response, 2-bytes returned	Short	O	O
23h – 28h	10 0011 – 10 1000	Reserved		-	-
29h – 3Fh	10 1001 – 11 1111	Reserved		-	-

MIPI 应用

◆ DSI & CSI 典型应用

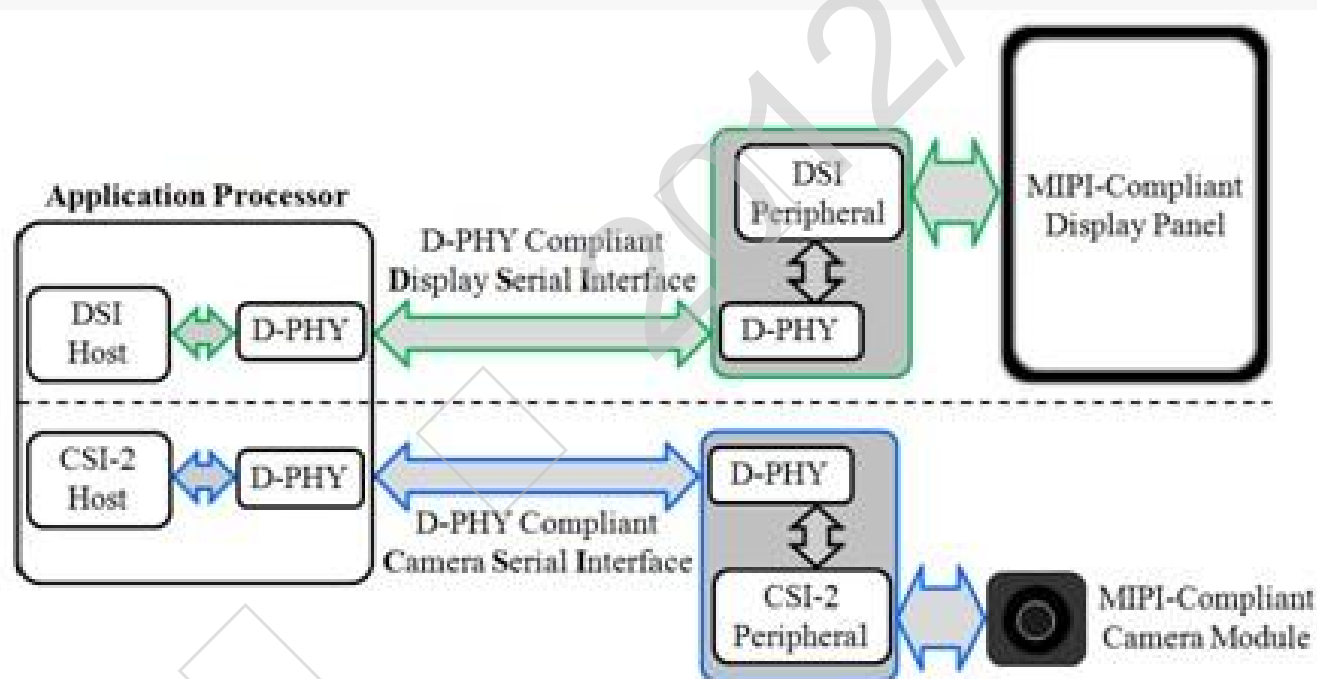
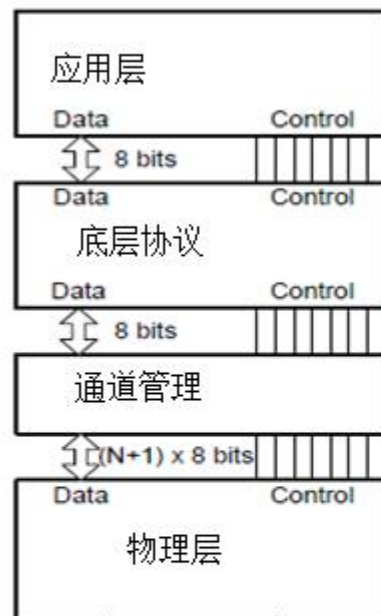


Figure 1: MIPI Implementation Block Diagram

MIPI 应用

应用处理器



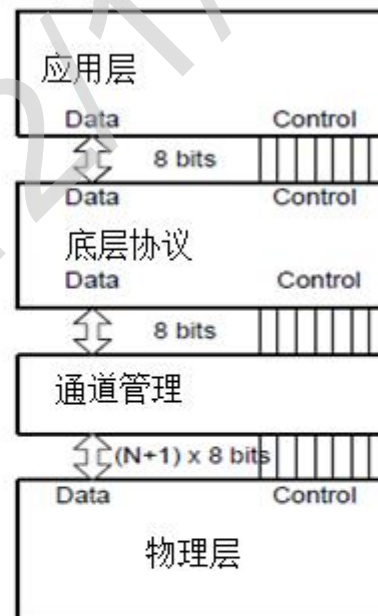
像素, 以字节包装格式
命令生成/解释

包的基本协议
ECC和checksum的生成和测试

通道的分布和合并

开始或结束数据包
串行或并行转换器
时钟管理
电气层

外围



} DCS

} DSI

} D-PHY

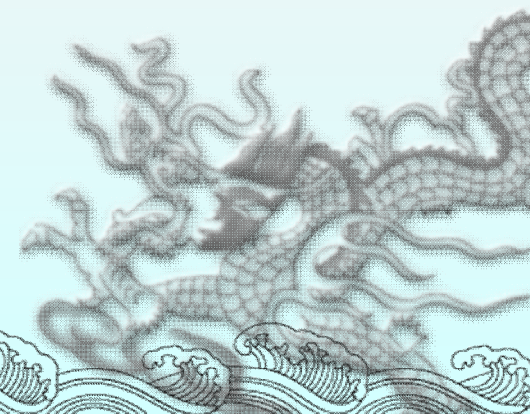
高速单向时钟

lane 0-高速数据传输 (在LP模式时可以双向传输)

lane N-高速单向数据传输

常用术语解释

- ◆ DSI Display Serial Interface 串行显示界面
- ◆ DT Data Type 数据类型
- ◆ ECC Error-Correcting Code 错误校正码
- ◆ EMI Electro Magnetic interference 辐射干扰
- ◆ EoT End of Transmission 传输结束字
- ◆ ESD Electrostatic Discharge 静电干扰
- ◆ Fps Frames per second 帧率
- ◆ HS High Speed 高速传送
- ◆ ISTO Industry Standards and Technology Organization 行业标准和技术的组织
- ◆ LLP Low-Level Protocol 底层协议
- ◆ LP Low Power 低功耗
- ◆ LPI Low Power Interval 低功耗区间
- ◆ LPS Low Power State 低功耗状态(低功耗串行数据线的状态时,不会传送高速串行数据)
- ◆ LSB Least Significant Bit 最低位
- ◆ Mbps Megabits per second 传输速度
- ◆ MIPI Mobile Industry Processor Interface 移动接口协议
- ◆ MSB Most Significant Bit 最高位
- ◆ PE Packet End 数据包结束
- ◆ PF Packet Footer 数据包尾
- ◆ PH Packet Header 数据包头
- ◆ PHY Physical Layer 物理层



- ◆ PI Packet Identifier 包标识位
- ◆ PPI PHY-Protocol Interface 物理层接口协议
- ◆ PS Packet Start 开始数据包
- ◆ PT Packet Type 数据包类型
- ◆ PWB Printed Wired Board 线路板
- ◆ QCIF Quarter-size CIF (resolution 176x144 pixels or 144x176 pixels)
- ◆ QVGA Quarter-size Video Graphics Array (resolution 320x240 pixels or 240x320 pixels)
- ◆ RAM Random Access Memory 随机存取器
- ◆ RGB Color presentation (Red, Green, Blue) 三原色
- ◆ SLVS Scalable Low Voltage Signaling 可扩展的低电压信号
- ◆ SoT Start of Transmission 开始传送字节
- ◆ SVGA Super Video Graphics Array (resolution 800x600 pixels or 600x800 pixels)
- ◆ VGA Video Graphics Array (resolution 640x480 pixels or 480x640 pixels)
- ◆ VSA Vertical Sync Active 场同步有效
- ◆ WVGA Wide VGA (resolution 800x480 pixels or 480x800 pixels)
- ◆ WC Word Count 字数

Thanks!

徐观精

2012-01-15

