



# VOP及显示接口介绍

图形显示平台中心 黄家钗 2019-01-28

# Agenda

❖ VOP

❖ display interface

# VOP

- ❖ key feature
- ❖ post process
- ❖ output timing
- ❖ architecture
- ❖ other question

# Key feature

## ❖ Win0/1 feature

- Support rgb565/888, argb8888, yuv420/422/444.
- Support virtual display, max solution in(4k), out(4k)
- Support 1/8 ~ 1 scaling down(bilinear, average)
- Support 1 ~ 8 scaling up(bicubic, biliner)
- Support alpha, color key
- Support x/y mirror
- Support csc (bt2020 <-> bt 601/709)

## ❖ Win2/3 feature

- Support rgb565/888, argb8888
- Support virtual display, max solution in(2k), out(2k)
- Support alpha, color key
- Support x/y mirror
- Support csc (bt2020 <-> bt 601/709)

## ❖ Hwc feature

- Support rgb565/888, argb8888
- Support alpha, color key
- Support limit size: 32x32, 64x64, 96x96, 128x128
- Support 4 display regions

## ❖ 相同色域空间的csc

- yuv2rgb:
  - mpeg: limit range yuv(y: [16, 235], uv:[16, 239]) to rgb[0, 255]
  - jpeg: full range yuv[0, 255] to rgb[0, 255]
  - hd: full range yuv[0, 255] to rgb[0, 255]
  - bt2020: limit range yuv to limit range rgb(64, 960)
- rgb2yuv:
  - only support full range rgb to limit range yuv

## ❖ 不同色域空间的csc

- 支持bt2020 <---> bt601/bt709之间的转换
- 为什么会有色域转换
- 针对不同case 的处理，尽可能保持源视频和显示端在相同的色域空间

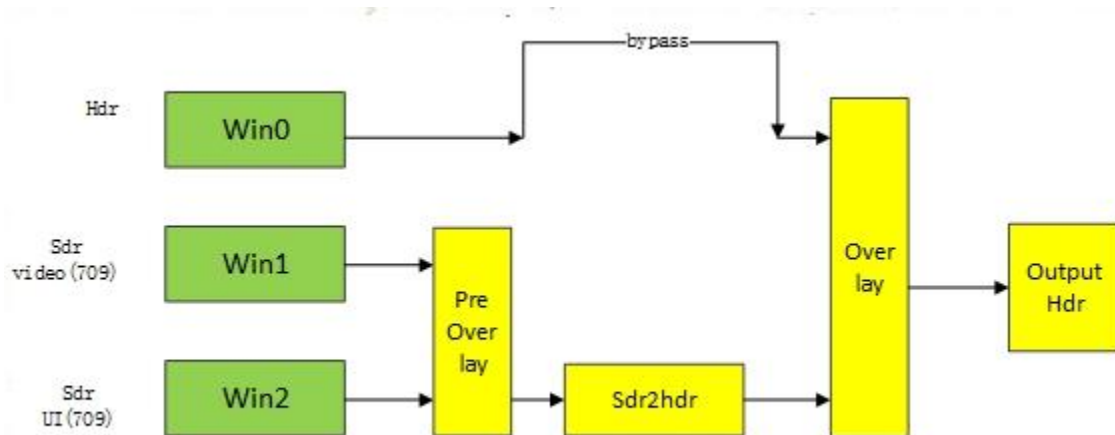
# HDR

- ❖ HDR10
- ❖ Dolby Vision
- ❖ HLG
- ❖ HDR10+

# HDR Display方案

## · HDR Bypass & SDR2HDR

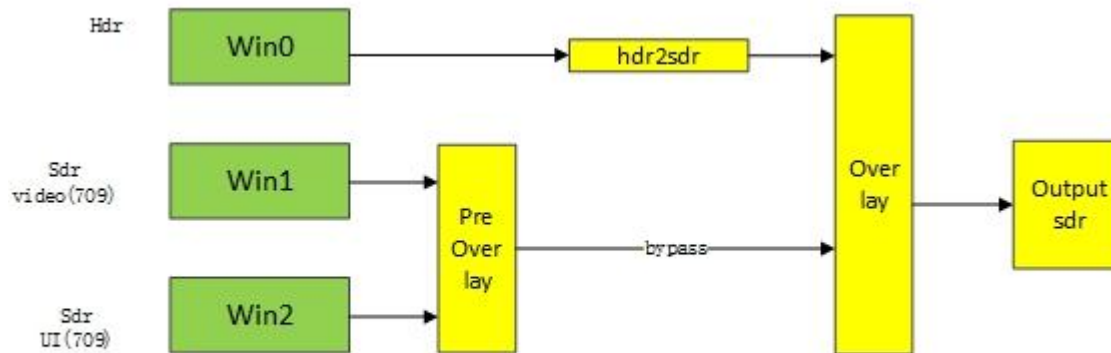
在支持HDR10的电视上播放HDR10的视频，将解码器得到metadata信息通过hdmi发送到电视



# HDR Display方案

- HDR2SDR

在SDR电视上播放HDR10视频，VOP做HDR2SDR

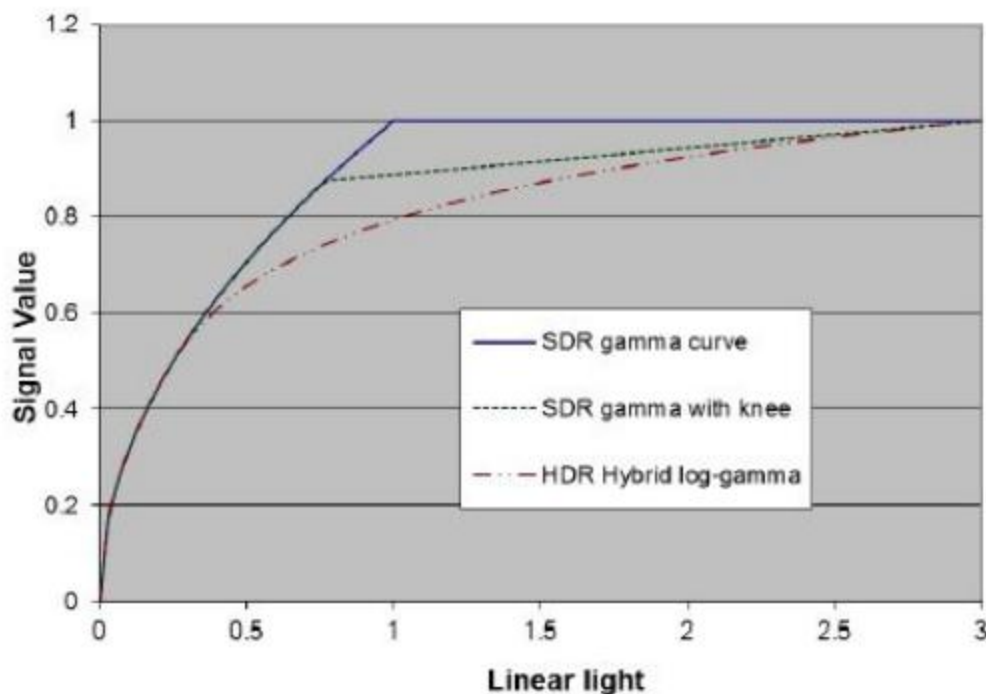


# HDR Display方案

## · HLG支持

由于HLG的OETF曲线和SDR的BT.1886接近，所以在播放HLG视频时：

- 电视支持HLG： HLG视频bypass；
- 电视支持HDR10： 将HLG视频通过SDR2HDR转成HDR10视频；
- 电视不支持HDR： 将HLG视频按SDR视频处理；



# VOP

- ❖ key feature
- ❖ post process
- ❖ output timing
- ❖ architecture
- ❖ other question

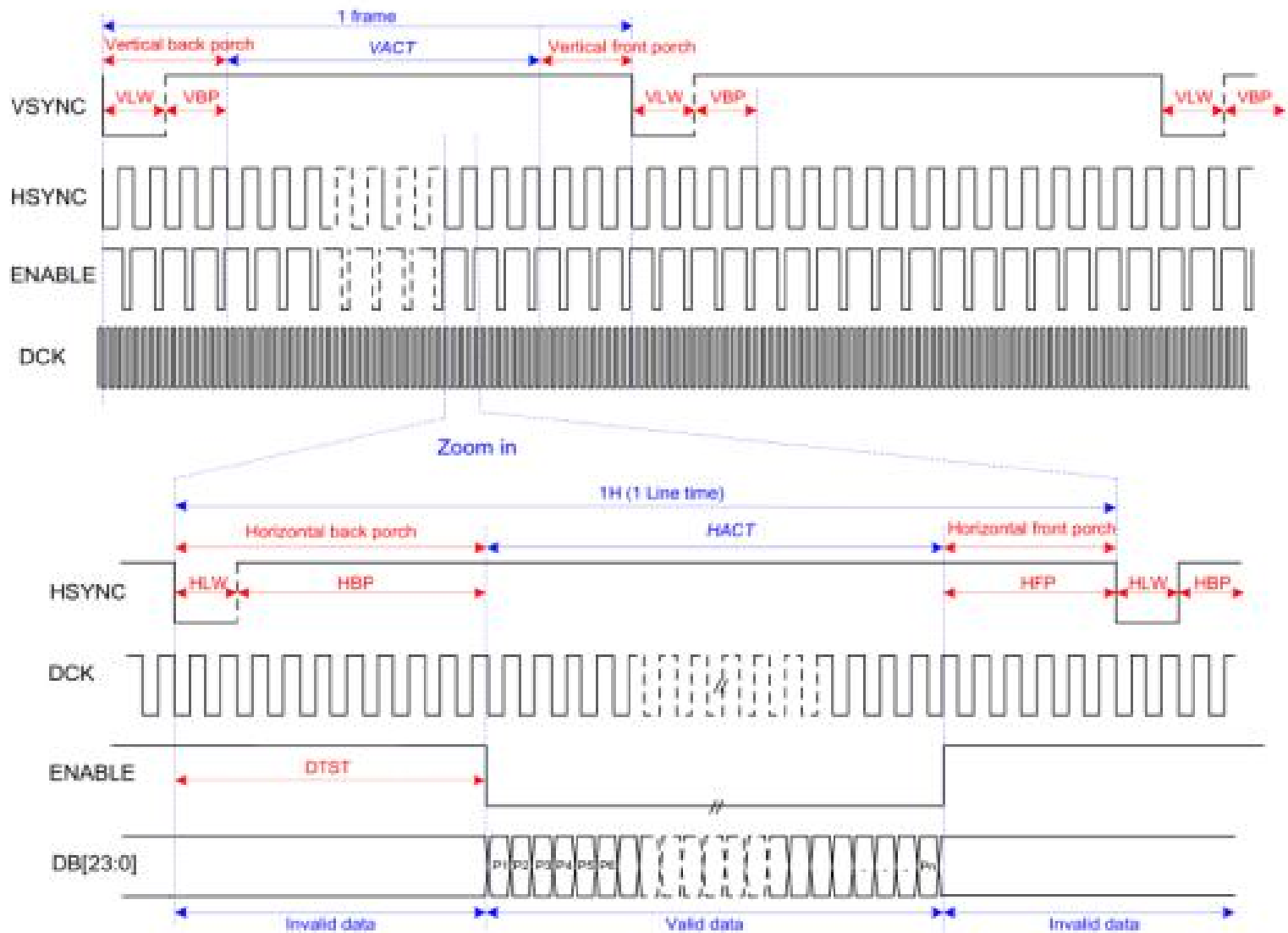
# post process

- ❖ **post scale**
- ❖ **CABC**
- ❖ **BCSH**
- ❖ **Dither down**
- ❖ **GAMMA**
- ❖ **Write back**

# VOP

- ❖ key feature
- ❖ post process
- ❖ output timing
- ❖ architecture
- ❖ other question

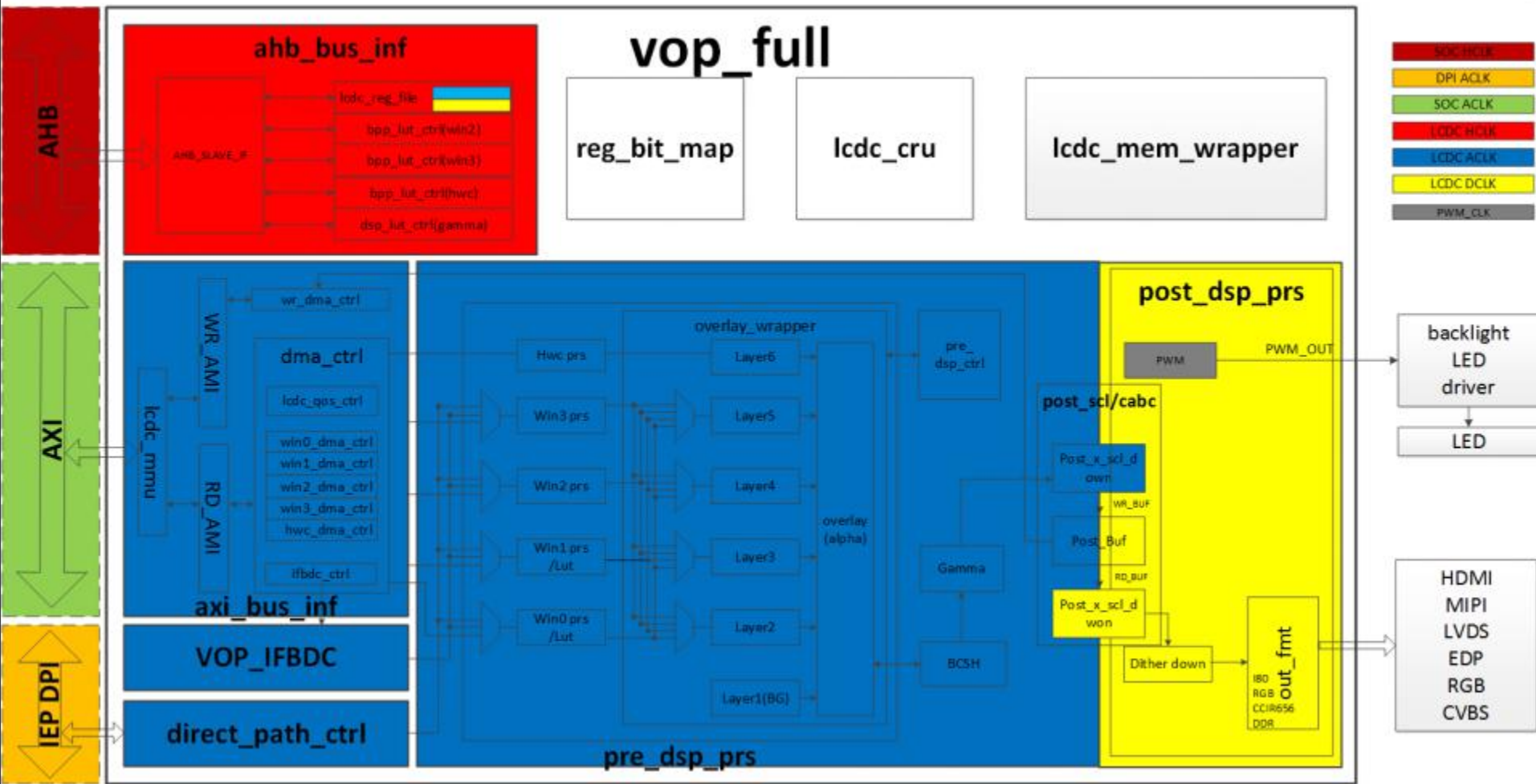
# VOP 输出时序



# VOP

- ❖ key feature
- ❖ post process
- ❖ output timing
- ❖ architecture
- ❖ other question

# VOP architecture



# VOP

- ❖ key feature
- ❖ post process
- ❖ output timing
- ❖ architecture
- ❖ other questions

# 消隐期

## 1、为什么存在

**水平消隐：**电子枪从左到右画出象素，它每次只能画一条扫描线，画下一条之前要先回到左边并做好画下一条扫描线的准备，这之间有一段时间叫做水平消隐（HBlank）。

**垂直消隐：**在画完全部扫描线之后它又回到屏幕左上角准备下一次画屏幕（帧），这之间的一段时间就是垂直消隐（VBlank）。电子枪就是在不断的走‘之’字形。

## 2、现在消隐期的作用

- (1) HDMI在消隐期传输音频信号和控制信号
- (2) mipi在消隐期发送cmd
- (3) vop可以在消隐期提前预取数

# 显示接口带宽

## 1920\*1200@75hz mipi屏

时序: hfp: 20  
hsync: 50  
hbp: 100  
hactive: 1920  
vfp: 20  
vsync: 50  
vbp: 100  
vactive: 1200

总的带宽为:  $(20+50+100+1920) * (20+50+100+1200) * 75\text{hz} * 3 * 8\text{bit} * 1.1 / 4\text{lane} = 1.42\text{Gbps}$  接近dphy v1.1协议规定的1.5Gbps的带宽限制

# 显示接口带宽

**4096x2160@60hz hdmi**

htotal:  $88+88+128+4096=4400$

vtotal:  $8+10+72+2160 =2250$

总的带宽为:  $4400 * 2250 * 60\text{hz} * 3 * 10\text{bit} = 17.8\text{Gbps}$ 接近  
HDMI 2.0规定的最大带宽限制: 18Gbps

# display interface

❖ MIPI

❖ 其他显示接口

# MIPI

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

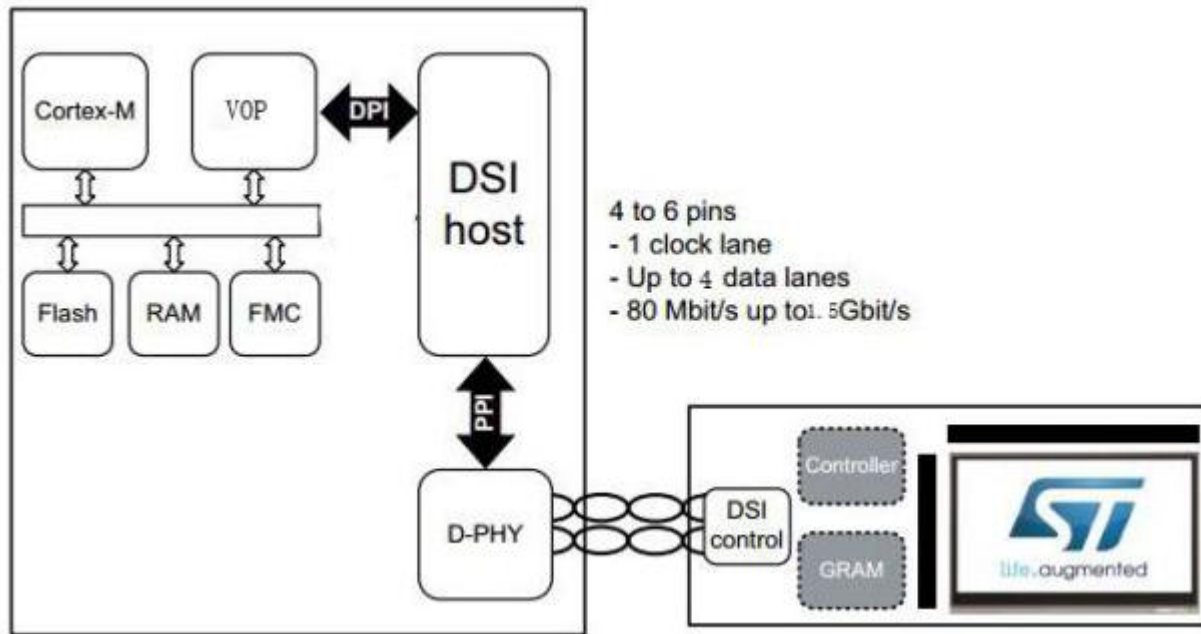
MIPI联盟是2003年由ARM, Nokia, TI等公司成立的一个联盟，目的是把手机内部的接口如摄像头、显示屏接口、射频/基带接口等标准化。

# MIPI

- ❖ MIPI联盟组织主要包含如下工作组和相应规范：
  - Camera工作组
    - CSI-2(Camera Serial Interface 2)      ->CSI-3
  - Display工作组
    - DSI(Display Serial Interface)
    - DCS(Display Command Set)
    - DPI(Display Pixel Interface)
  - DigRF工作组
  - Device Descriptor Block工作组
  - 高速同步接口工作组
    - HSI 1.0
  - 物理层工作组
    - DPHY
    - CPHY
    - MPHY

# MIPI DSI

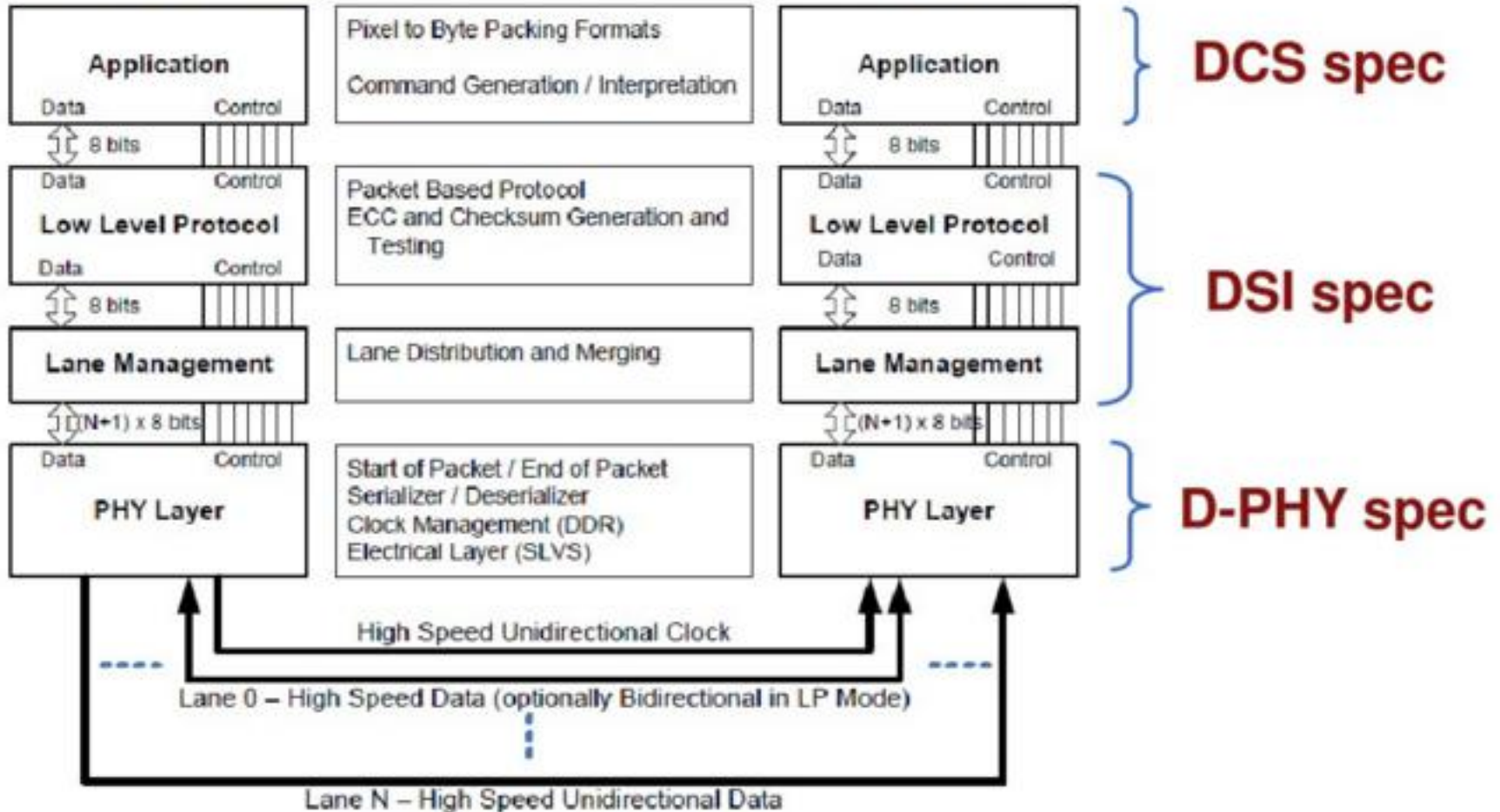
## MIPI DSI 和VOP之间的连接



# MIPI DSI

## Application Processor

## Peripheral



# Application 层

## ❖ Pixel to Byte Packing

因为LLP(Low Level Protocol)层是一个面向字节的，基于包的协议，所以在LLP之前必须进行字节的打包。

DSI Data Format	Data Type
Loosely Packed Pixel Stream, 20-bit YCbCr, 4:2:2 Format	0x0C
Packed Pixel Stream, 24-bit YCbCr, 4:2:2 Format	0x1C
Packed Pixel Stream, 16-bit YCbCr, 4:2:2 Format	0x2C
Packed Pixel Stream, 30-bit RGB, 10-10-10 Format	0x0D
Packed Pixel Stream, 36-bit RGB, 12-12-12 Format	0x1D
Packed Pixel Stream, 12-bit YCbCr, 4:2:0 Format	0x3D
Packed Pixel Stream, 16-bit RGB, 5-6-5 Format	0x0E
Packed Pixel Stream, 18-bit RGB, 6-6-6 Format	0x1E
Loosely Packed Pixel Stream, 18-bit RGB, 6-6-6 Format	0x2E
Packed Pixel Stream, 24-bit RGB, 8-8-8 Format	0x3E

CSI Data Format	Data Type
YUV422 8-bit	0x1E
RGB444	0x20
RGB555	0x21
RGB565	0x22
raw8	0x2A
raw10	0x2B
User defined byte-base Data(例如PD、JPEG等)	0x30-0x37

例如：对于RAW10,每4个pixel转换为5个byte,打包格式如下：

Byte	0	1	2	3	4			
	D0[9:2]	D1[9:2]	D2[9: 2]	D3[9: 2]	D3[1: 0]	D2[1: 0]	D1[1: 0]	D0[1: 0]

# Application 层

Figure 42. Packed pixel stream, 16-bit format, data type (0x0E)

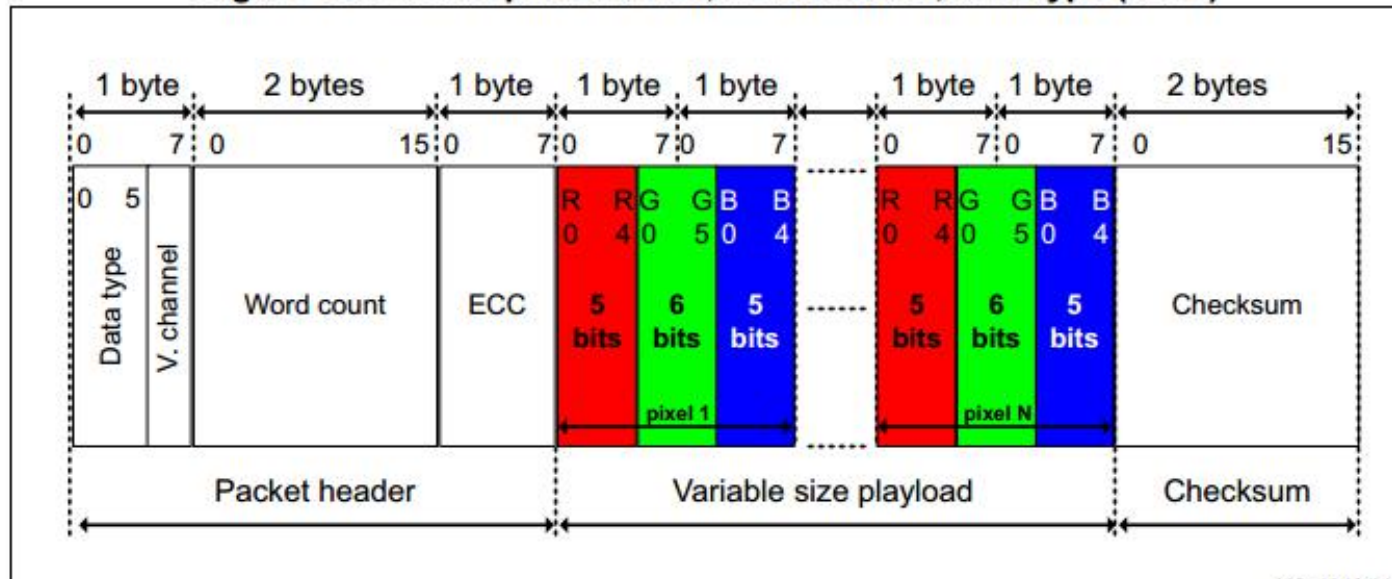
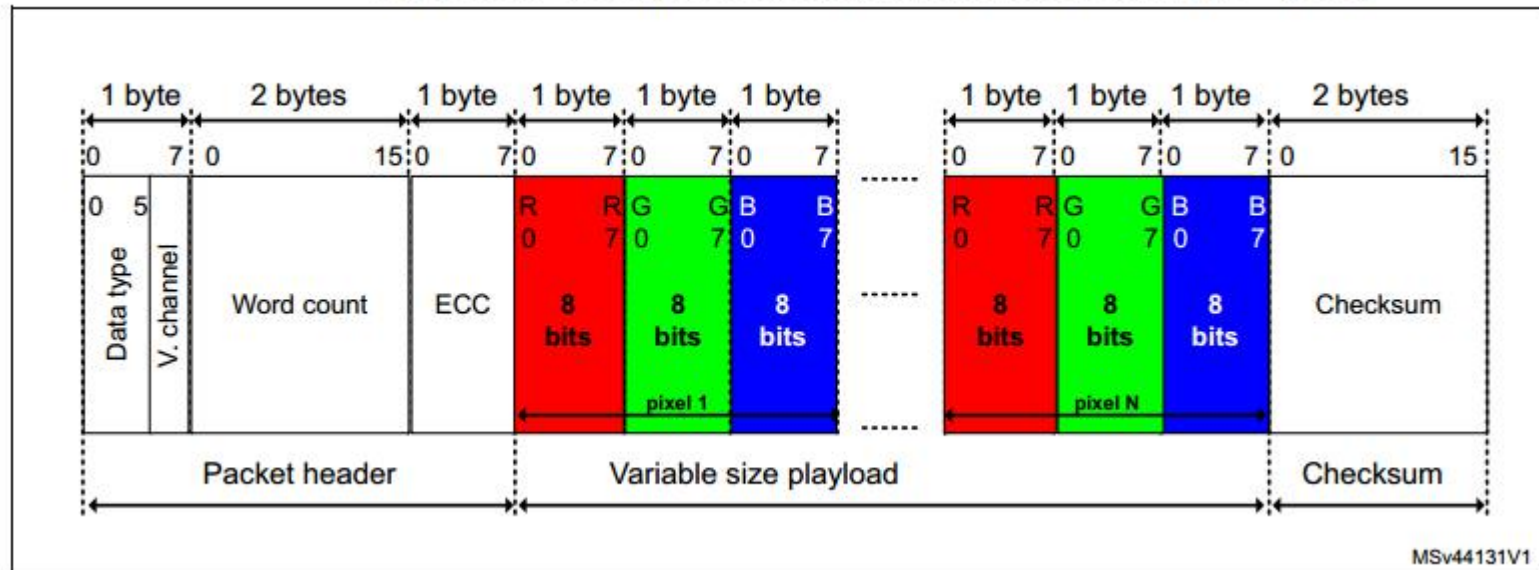


Figure 45. Packed pixel stream, 24-bit format, data type = (0x3E)



# Application 层

## ❖ DCS(Display Command Set)

DCS命令设置：DCS分为两个功能区：用户命令集和制造商命令集。每个命令是0x00至0xAF的编码：

power on panel至少要发以下2条命令：

- exit sleep mode: 0x11
- display on: 0x29

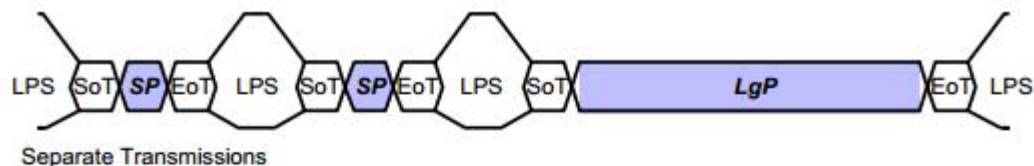
power off panel至少要发以下2条命令：

- enter sleep mode: 0x10
- display off: 0x28

[mipi\\_DCS\\_specification\\_v1-2a.pdf](#)

# Low Level Protocol 层

- ❖ LLP(Low Level Protocol)层是一个面向字节的，基于包的协议，它支持任意大小的数据通过短包和长包的格式传输，各个包由EOT-LPS-SOT序列隔开。



**KEY:**

LPS - Low Power State

SoT - Start of Transmission

EoT - End of Transmission

SP - Short Packet

LgP - Long Packet



Figure 10 HS Transmission Examples with EoTp disabled

# Low Level Protocol 层

## ❖ 短包

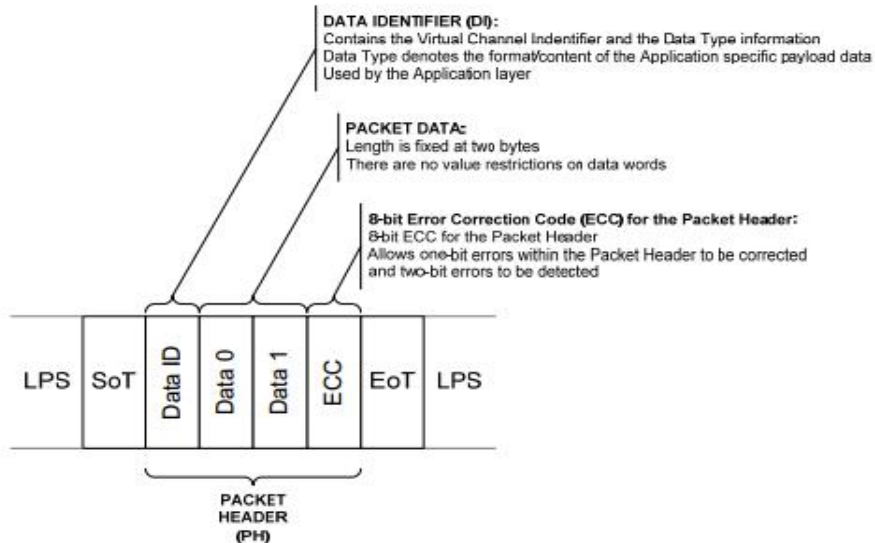
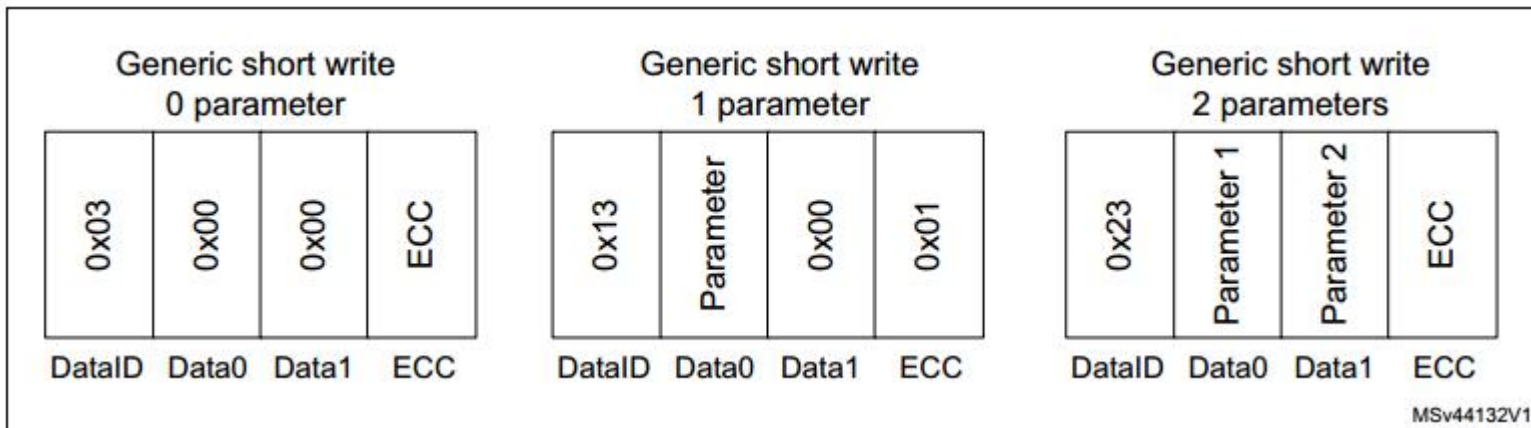


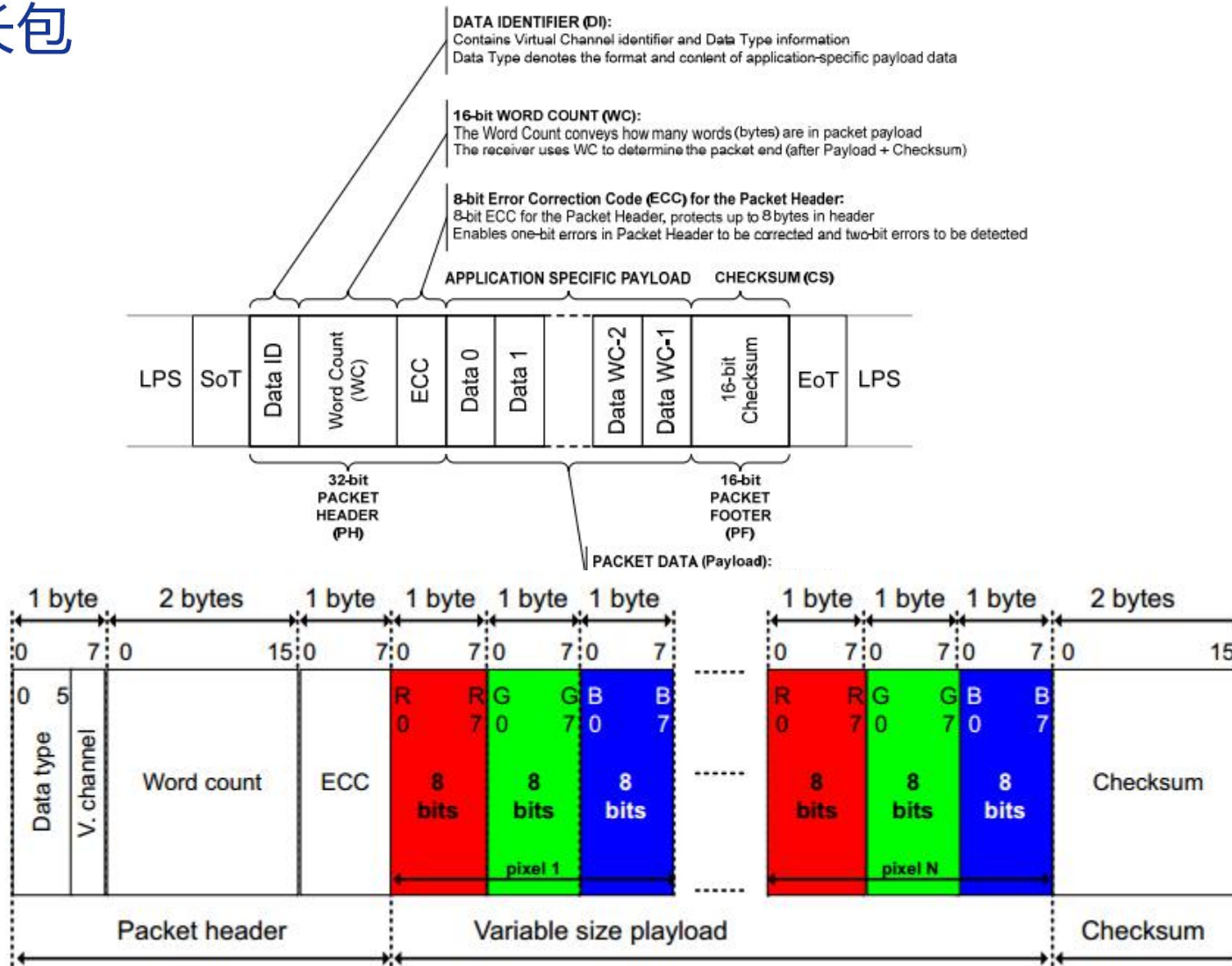
Figure 14 Short Packet Structure



MSv44132V1

# Low Level Protocol 层

## ❖ 长包



# Lane Management 层

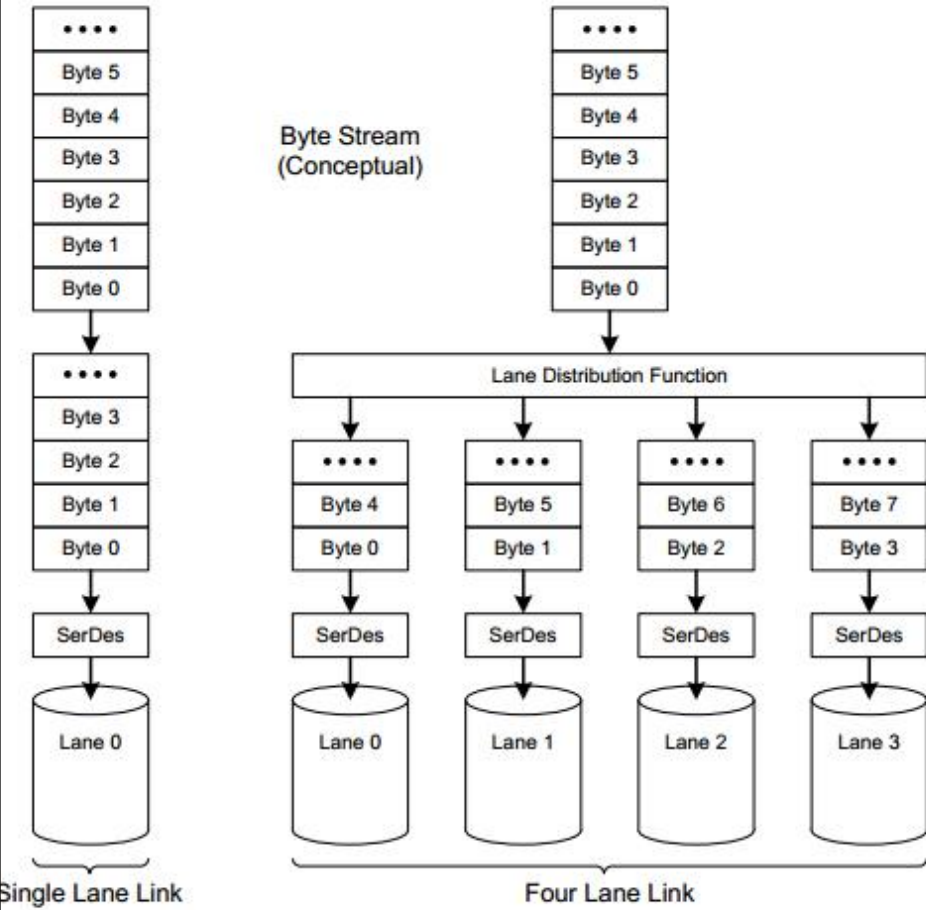


Figure 5 Lane Distributor Conceptual Overview

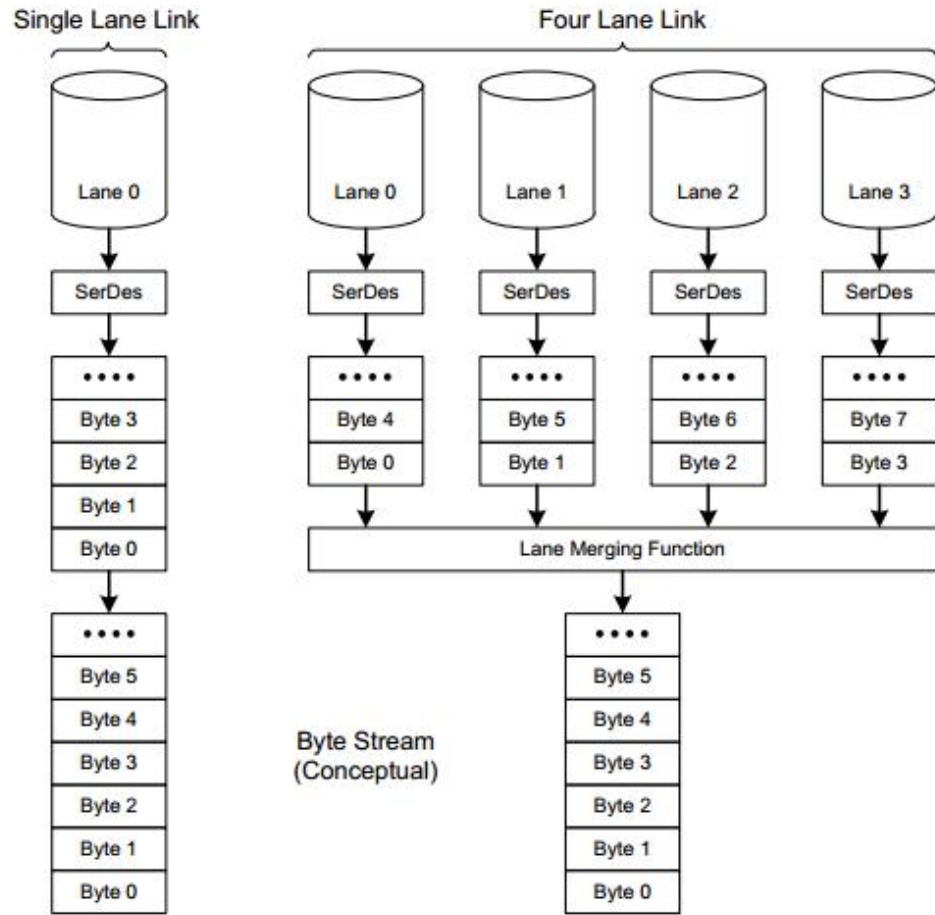


Figure 6 Lane Merger Conceptual Overview

# Lane Management 层

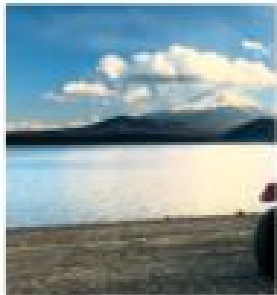
## ❖ 双通道模式下传输



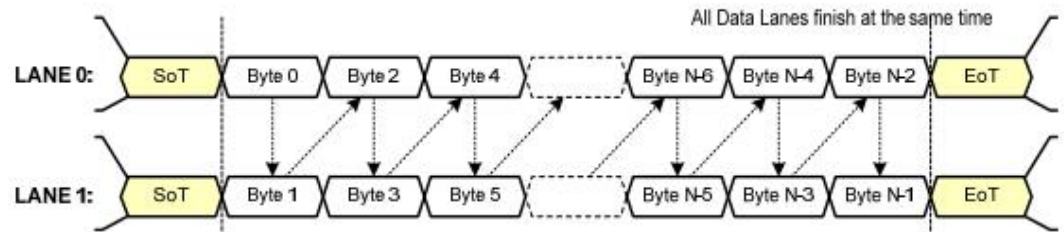
DSIO

VOP

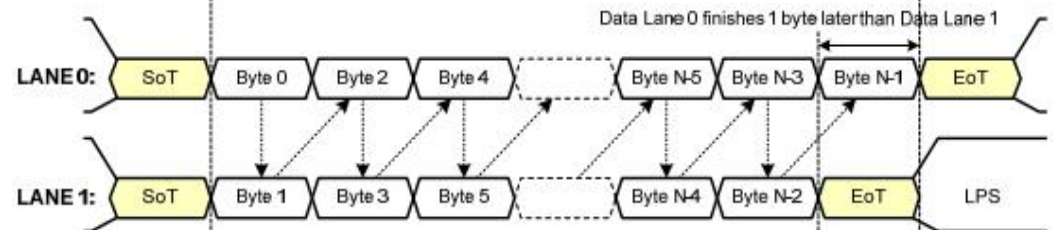
DSI1



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:



KEY:

LPS – Low Power State

SoT – Start of Transmission

EoT – End of Transmission

Figure 8 Two Lane HS Transmission Example

# Phy 层

- ❖ 定义了传输媒介，输入/输出电路和时钟、信号机制

## 传输模式

- LP ( Low-Power ) 模式：用于传输控制信号，最高速率 10 MHz
- HS ( High-Speed ) 模式：用于高速传输video数据或Command

## Lane状态

- LP mode 有 4 种状态：LP00、LP01 ( 0 )、LP10 ( 1 )、LP11 ( Dp、Dn )
- HS mode 有 2 种状态：HS-0、HS-1

## Lane电压 ( 典型 )

- LP : 1.2V
- HS : 100 ~ 300mV , HS common level = 200mV , swing = 200 mv

# Phy 层

## ❖ High Speed Data Transmission时序:

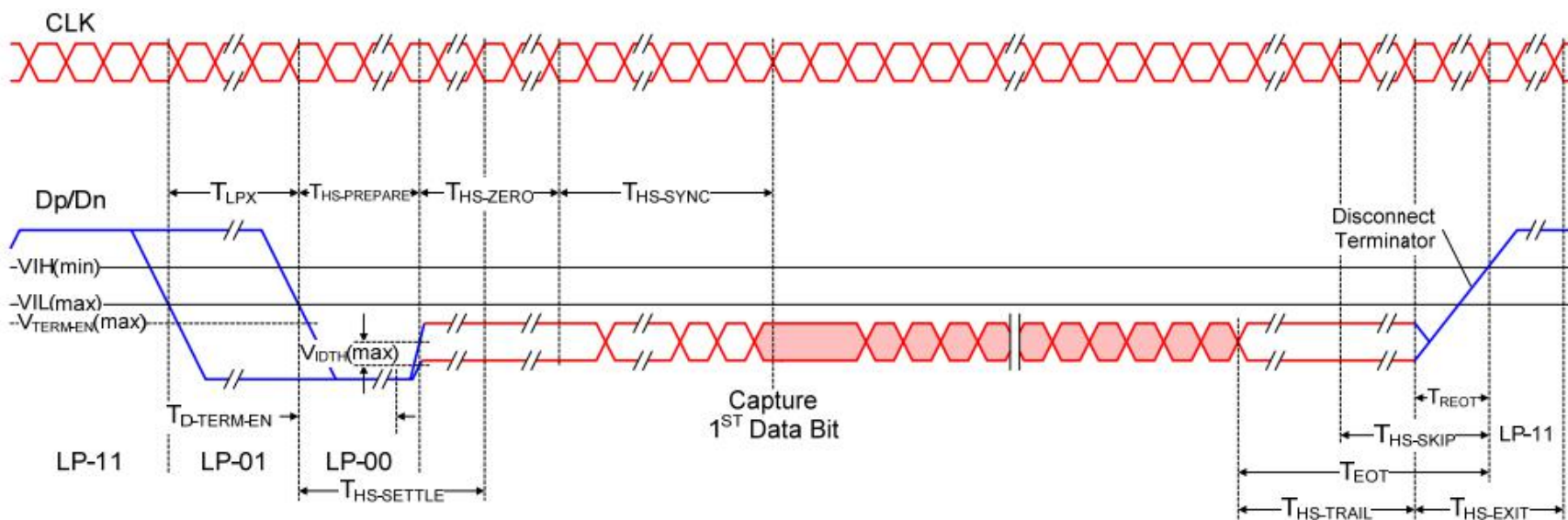
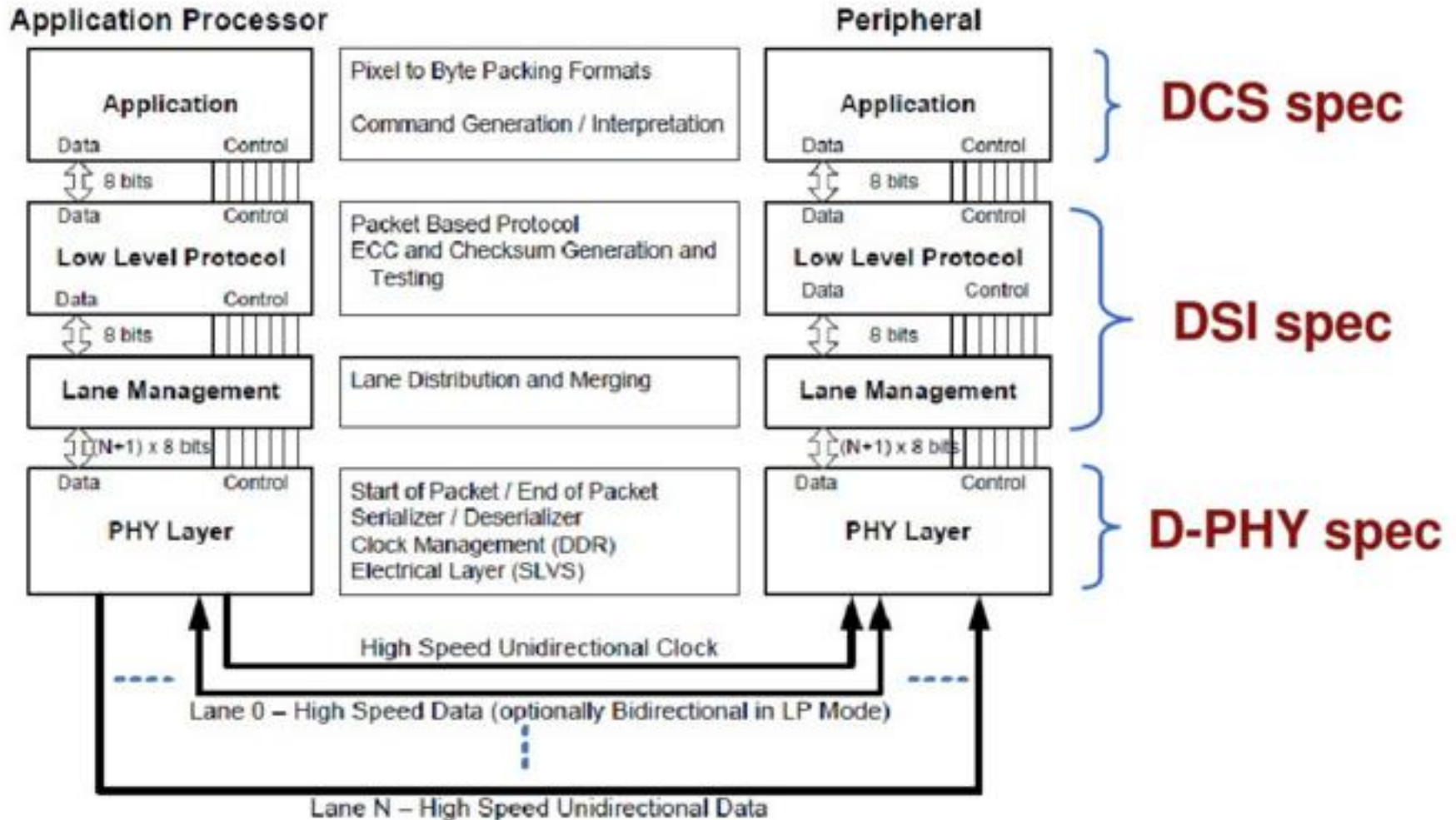
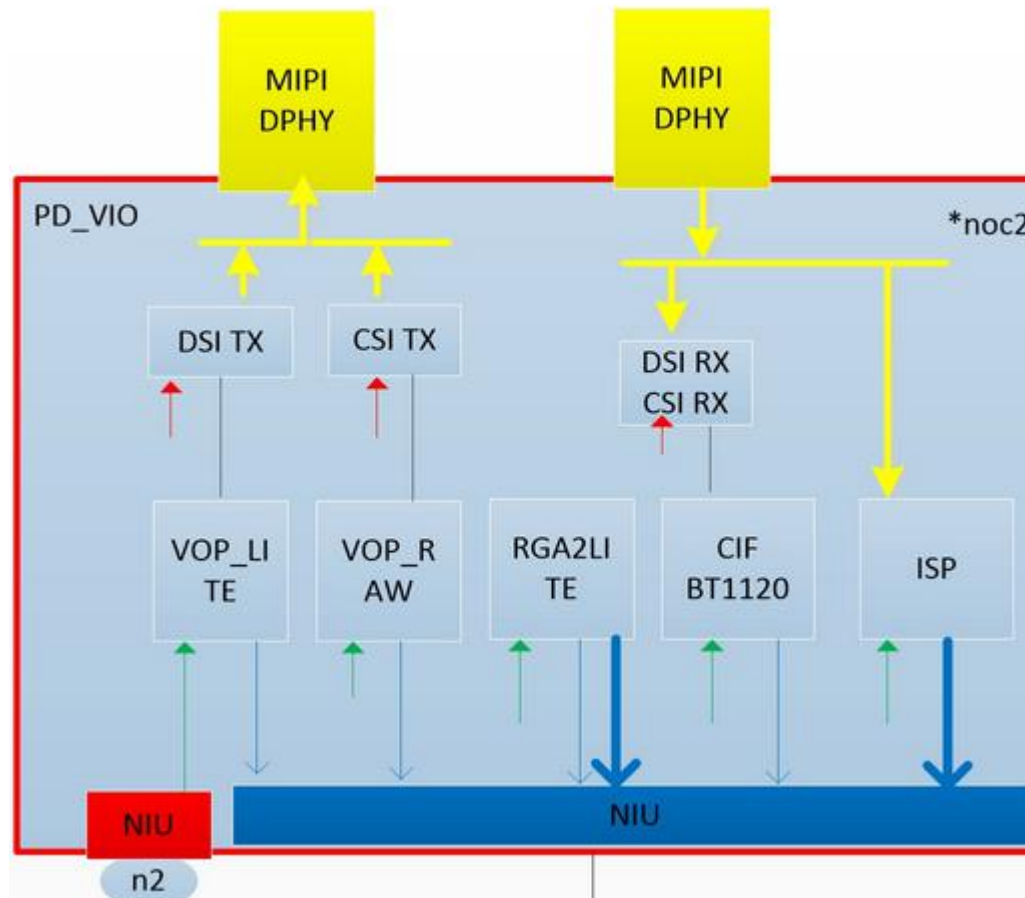


Figure 14 High-Speed Data Transmission in Bursts

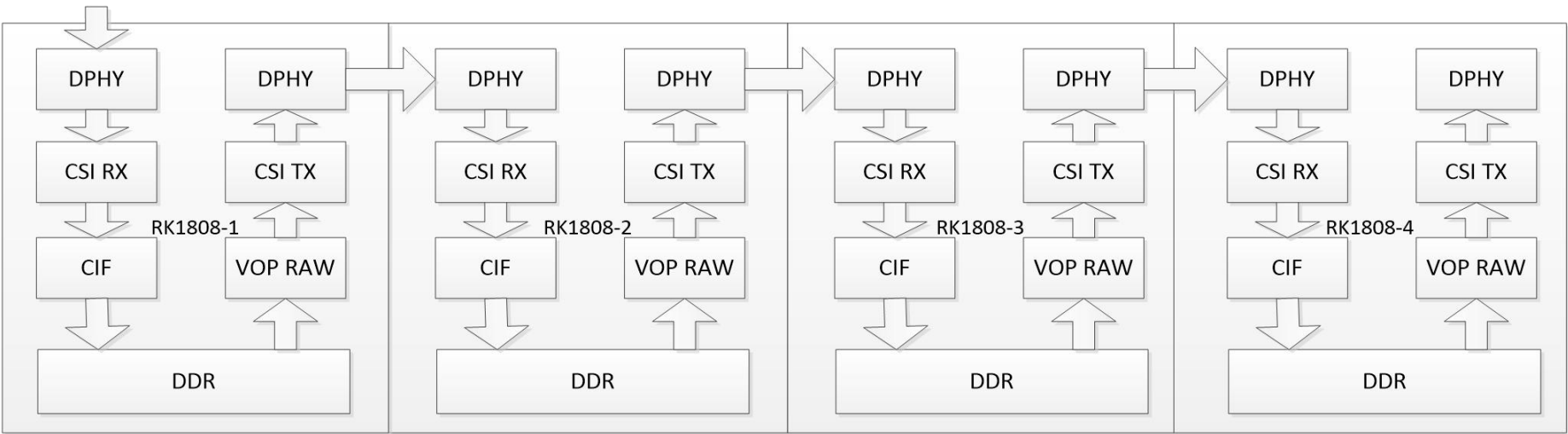
# MIPI DSI



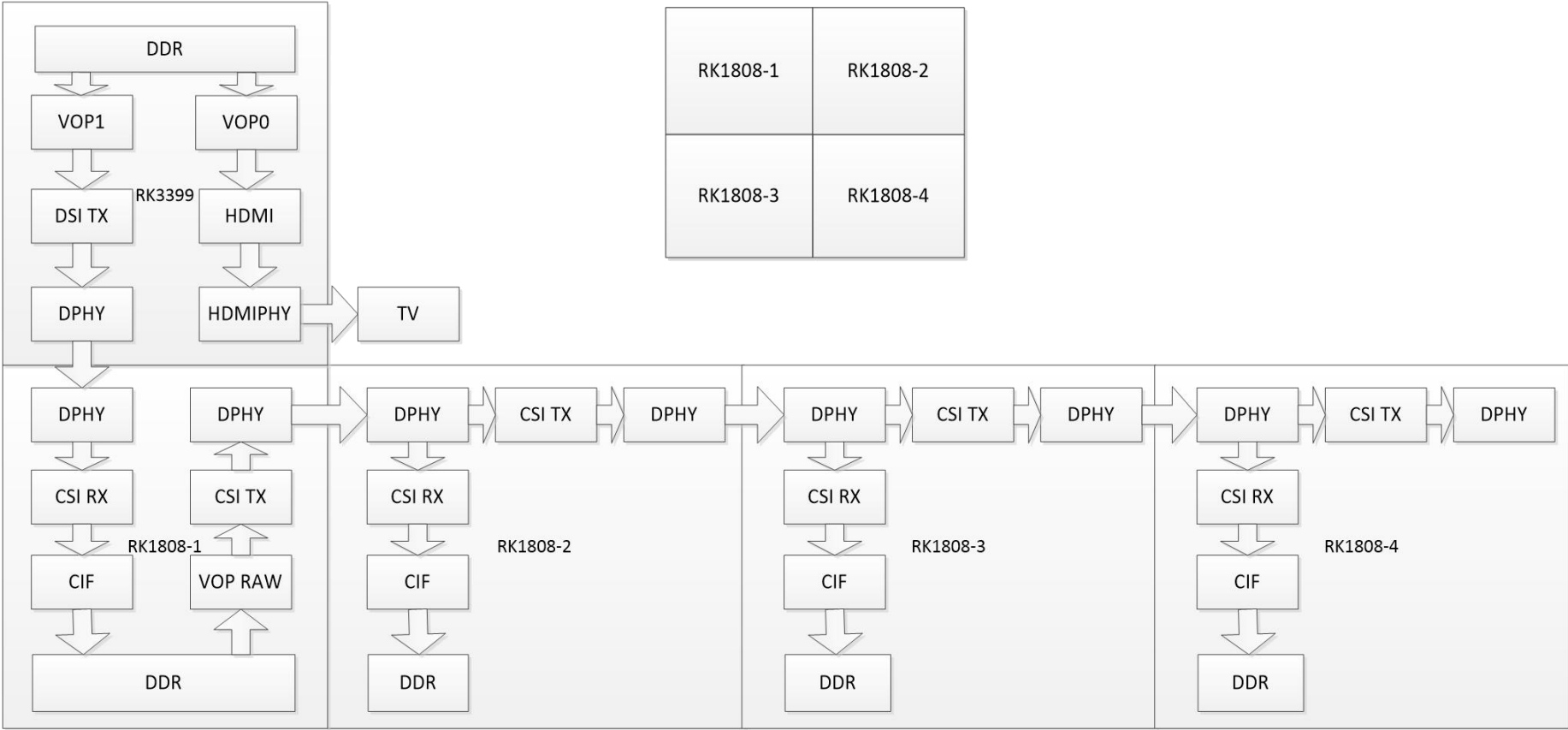
# RK1808 MIPI



# RK1808 MIPI 级联



# RK1808 MIPI 级联



# 显示接口

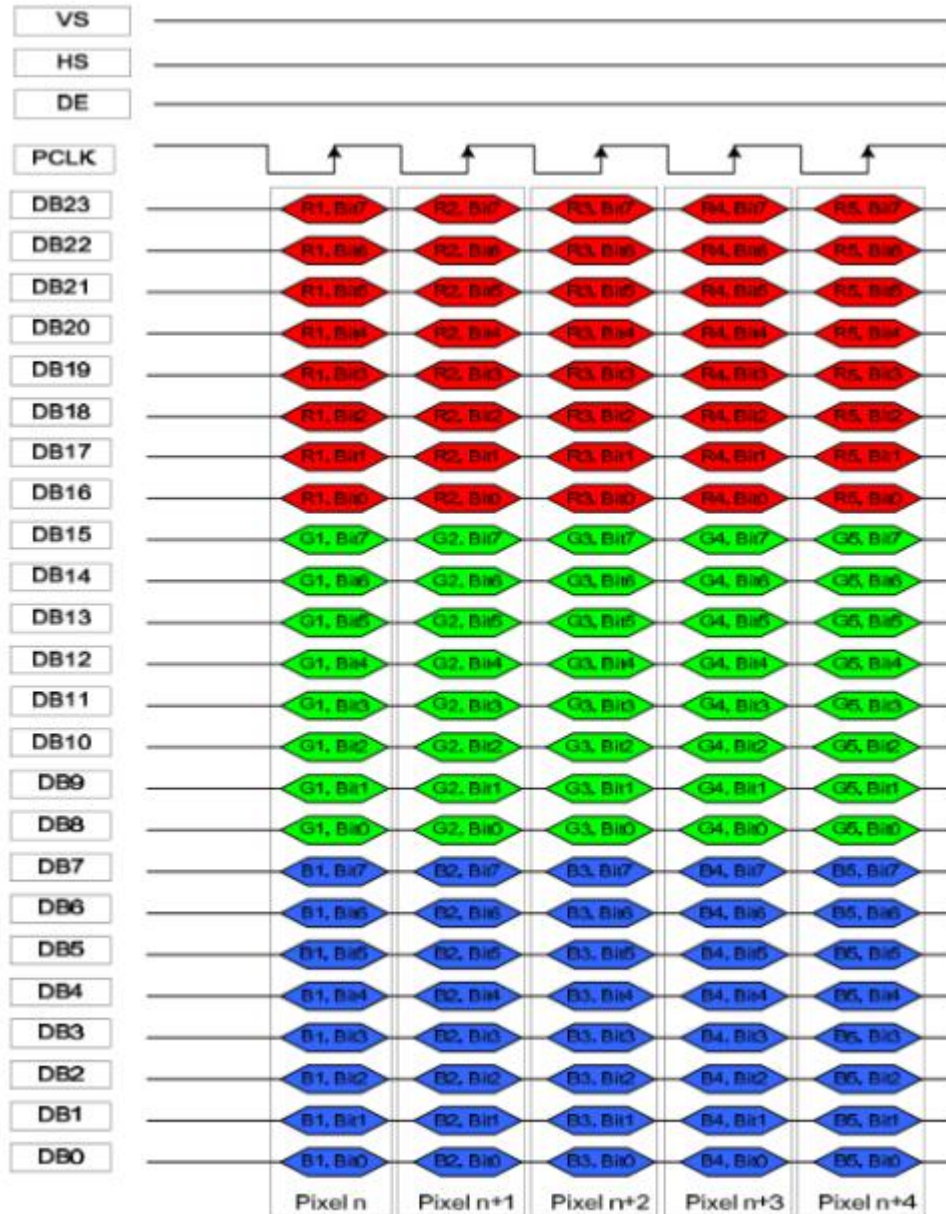
- RGB
- MCU
- LVDS
- eDP/DP
- HDMI
- CVBS/AV
- VGA
- DVI
- 分量视频接口
- S-video

# RGB

- pRGB: 常见的接口类型有RGB888/RGB666/RGB565, 一个dclk cycle从一个pixel。
- sRGB: 常见的接口类型有sRGB 3\*8bit/sRGB 3\*8bit+dummy  
sRGB 3\*8bit: 3个DCLK cycle发送一个pixel  
sRGB 3\*8bit+dummy: 4个dclk cycle发送一个pixel。

接口类型	数据线	控制信号线
RGB888	R[7, 0], G[7, 0], B[7, 0]	DCLK/HSYNC/VSYNC/DEN
<b>RGB666</b>	R[5, 0], G[5, 0], B[5, 0]	DCLK/HSYNC/VSYNC/DEN
RGB565	R[4, 0], G[5, 0], B[4, 0]	DCLK/HSYNC/VSYNC/DEN

# RGB



# MCU

- 主要分：i8080和m6800两种标准
- 数据线的接口类型和RGB模式一致,有8bit/16bit/18bit/24bit。
- 控制信号从dclk/hsync/vsync/den变成了dclk/cs/wr
- mcu屏上有一个RAM缓存

## MCU LCD interface timing (i8080)

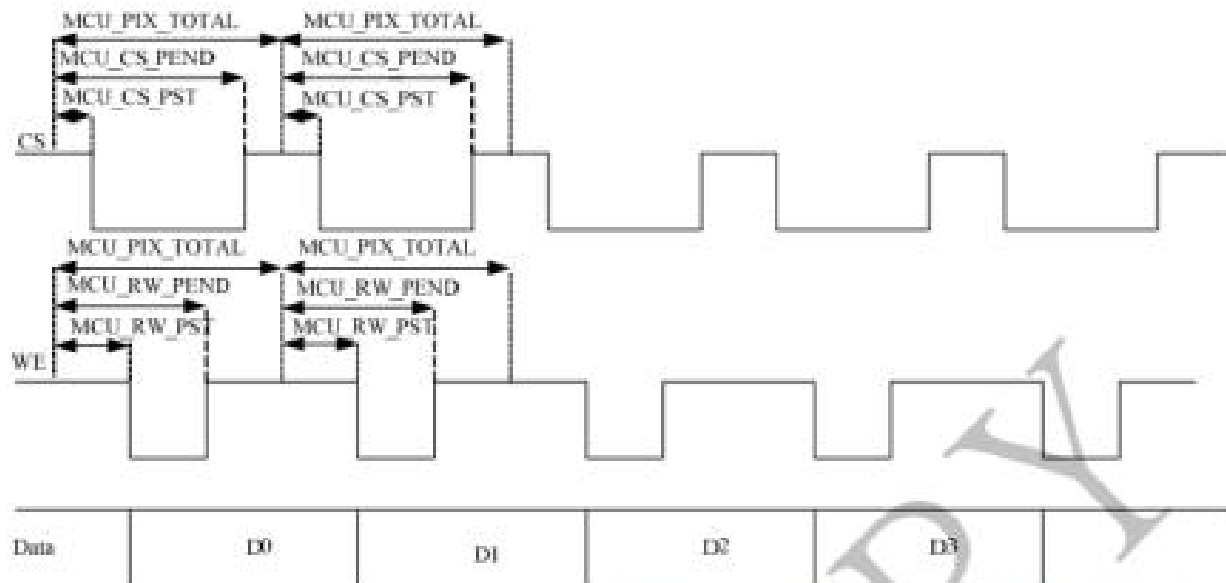


Fig. 9-19 RK281x LCDC MCU LCD interface-output timing

# LVDS

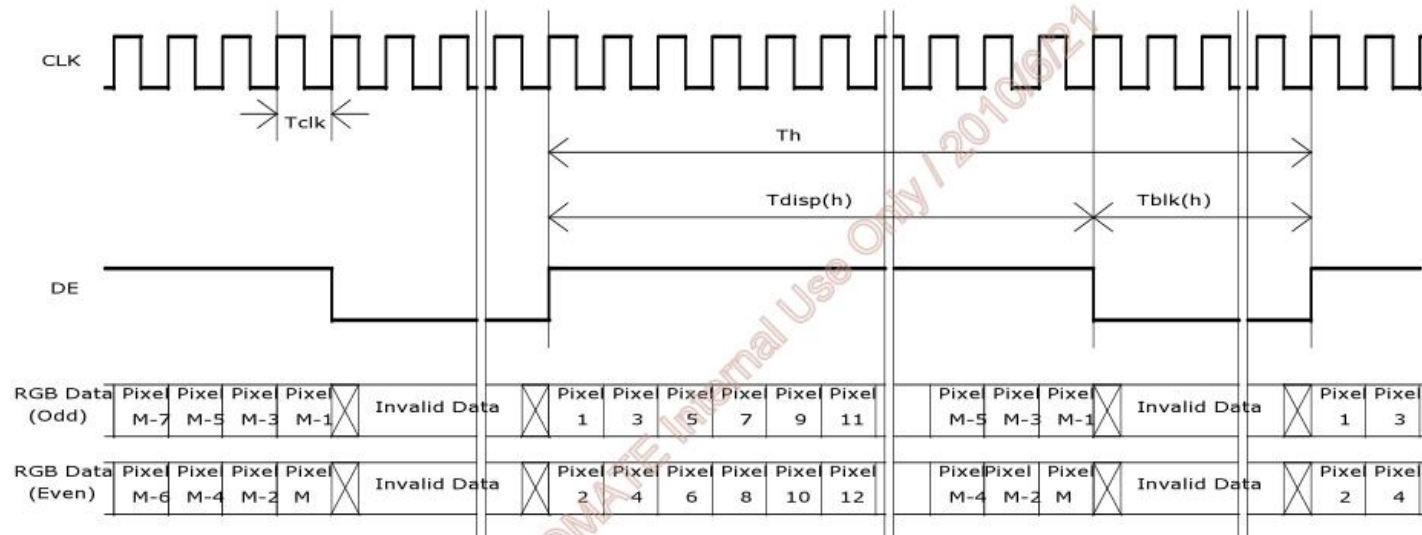
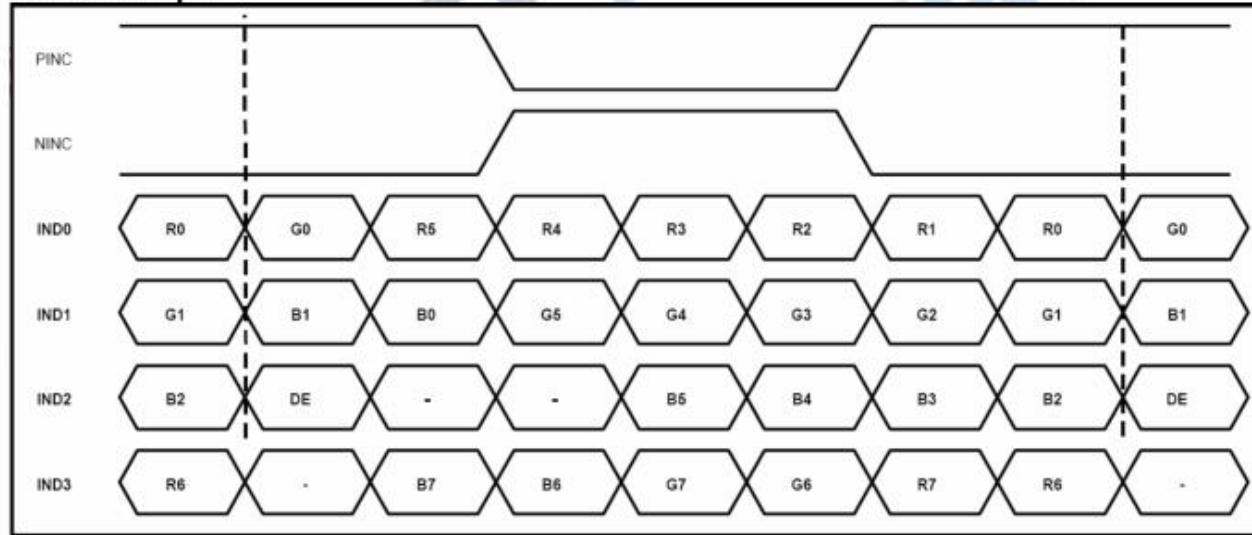
- 1994年由美国国家半导体公司提出的一种信号传输模式，是一种电平标准；
- 根据数据映射标准分为vesa标准和jeida标准；
- 根据数据格式又分为18bit/24bit/30bit三种。
- 根据通道数分为单通道LVDS和双通道LVDS；
- 根据信号标准分为LVDS和subLVDS， subLVDS是LVDS发展，可以工作在更低的电压下，功耗更低；

Parameter	LVDS	subLVDS
Vcmlo	1.0v	0.8v
Vcm	1.2v	0.9v
Vcmhi	1.4v	1.0v



# LVDS

8bit LVDS input



# eDP/DP

- eDP是基于DP协议基础上的扩展
- Rk3399 上eDP的带宽为5.4Gbps/lane，所以4lane可以最大支持 $5.4*4=20.16\text{Gbps}$ ，可以支持最大 $3840*2160@60\text{fps}$ 输出；
- 最新的DP1.4标准单通道带宽可以达到8.1Gbps/lane,4通道带宽达到了32.4Gbps，理论上可以支持 $4\text{k}@120\text{hz}$ 或者 $8\text{k}@60\text{hz}$ 输出。



# HDMI

- 2002年12月发布了HDMI 1.0版本，在接下来的几年陆续发布HDMI 1.1, 1.2, 1.3, 1.4(4k@30hz, 带宽10.2Gbps), 2.0(4k@60hz,HDR,BT2020, 带宽18Gbps), 2.1(8k@60hz, 动态HDR, 带宽48Gbps)。

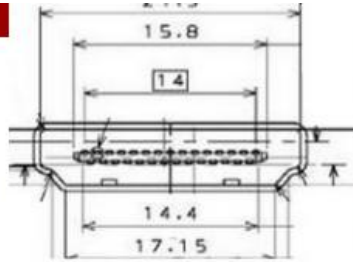


**TYPE A插座**

19针，宽度为13.9毫米、厚度为4.45毫米



**TYPE A插头**



**TYPE B插座**

有29针，



**TYPE B插头**



**TYPE C插座**

19pin 10.42x2.4



**TYPE C插头**



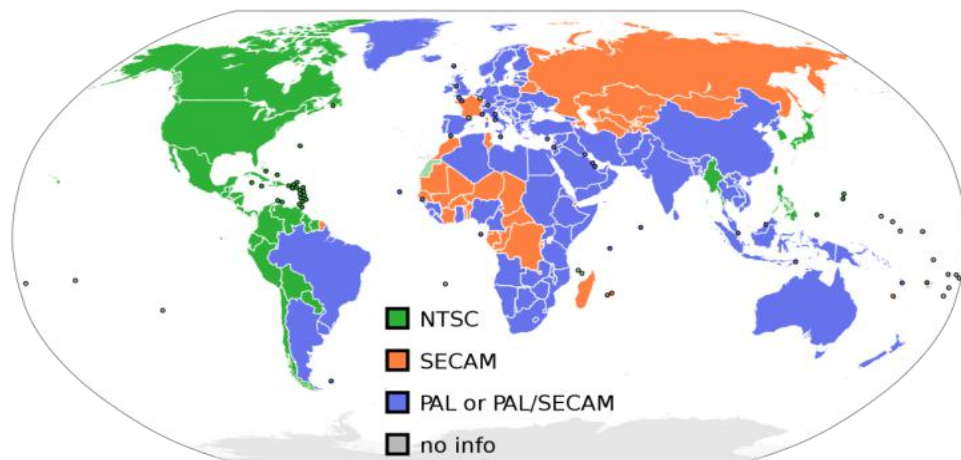
19pin 2.8 mm x 6.4 mm

# HDMI



# CVBS/AV

- 中文名称叫做复合视频广播信号，对应CVBS信号的接口又叫CVBS接口，也叫AV接口或者video接口；
- 复合视频信号主要有NTSC、PAL、SECAM三种制式，对应的分辨率分别为720x480i、720x576i、720x576i。下图是三种制式在全球使用的分布图：



# VGA

- IBM在1987年推出的一种视频传输标准，在彩色显示器领域得到了广泛的应用
- VGA接口使用15针D型连接器



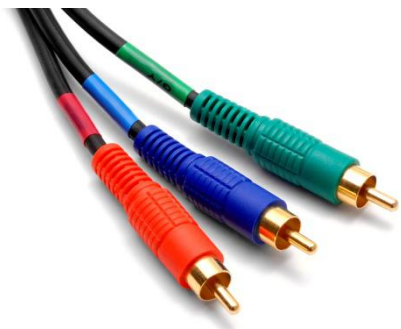
# DVI

- 最早使用**TMDs**信号技术来传输数字信号;
- 只能传输纯视频信号无法传输音频信号(可以使用预留的接口传输音频x信号但没有明确标准, 每家实现都不一样, 所以最后更多的人选择**HDMI**接口)



# 分量视频信号

- 采用三根同轴电缆传输线，每个基色信号可以用RGB表示，也可以用亮度-色差表示，如YPbPr(逐行)， YCbCr(隔行)。



# S-video

- S-Video信号使用独立的两条信号电缆线，一条用于亮度信号，另一条用于色差信号。



针脚名称定义说明

针脚	名称	定义说明
1	GND	Y亮度地
2	GND	C色信号地
3	Y	亮度信号
4	C	色信号



# Q&A

❖ Thanks