

5_6. HDMI 实验例程

5_6.1 MES50HP 开发板简介

HDMI 输入接口采用宏晶微 MS7200 HDMI 接收芯片, HDMI 输出接口采用宏晶微 MS7210 HDMI 发送芯片。芯片兼容 HDMI1.4b 及以下标准视频的 3D 传输格式, 最高分辨率高达 4K@30Hz, 最高采样率达到 300MHz, 支持 YUV 和 RGB 之间的色彩空间转换, 数字接口支持 YUV 及 RGB 格式。

MS7200 和 MS7210 的 IIC 配置接口与 FPGA 的 IO 相连, 通过 FPGA 的编程来对芯片进行初始化和配置操作。

MES50HP 开发板上将 MS7200 的 SA 管脚下拉到地, 故 IIC 的 ID 地址为 0x56, 将 MS7210 的 SA 管脚上拉到电源电压, 故 IIC 的 ID 地址为 0xB2 (详情请查看“MES50HP 开发板硬件使用手册”)。

5_6.2 实验目的

实验 1: MES50HP 开发板通过 HDMI 在屏幕上显示彩条;

实验 2. MES50HP 开发板 HDMI IN 接收, 通过 HDMI OUT 实现环路输出;

5_6.3 实验原理

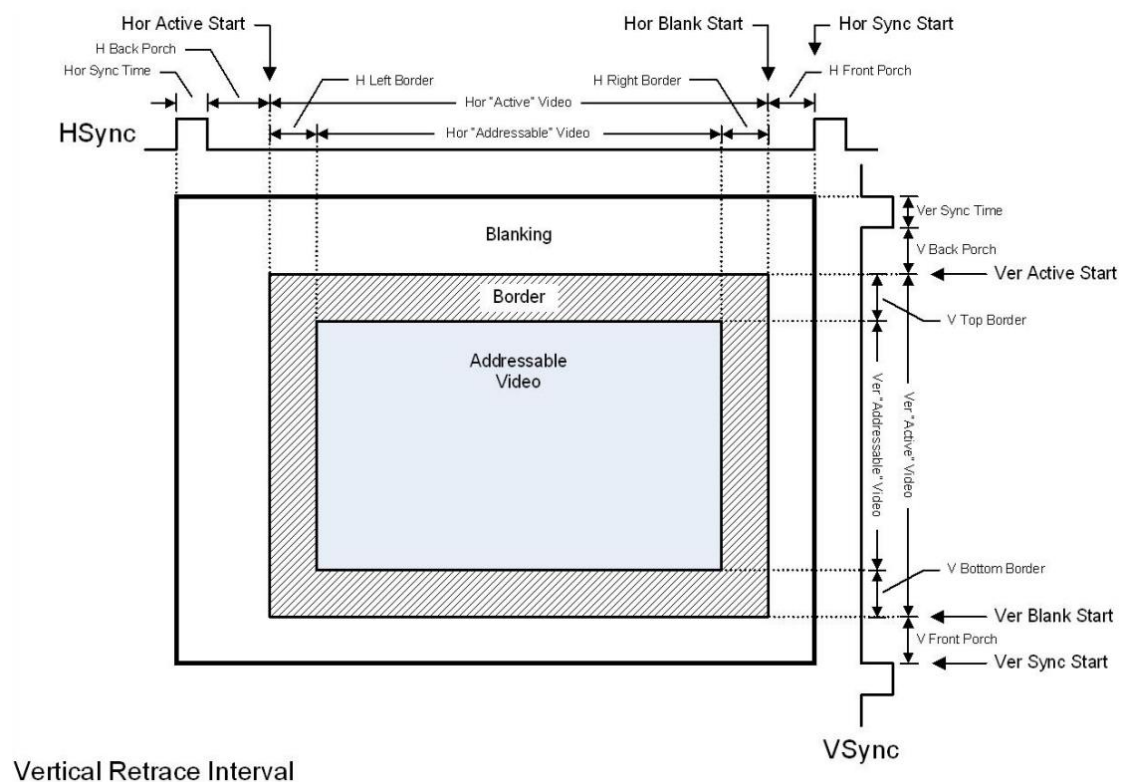
5_6.3.1 显示原理

下图表示一个 8*8 像素的画面, 图中每个格子表示一个像素点, 显示图像时像素点快速点亮的过程按表格中编号的顺序逐个点亮, 从左到右, 从上到下, 按图中箭头方向的“Z”字形顺序。

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10					15	16
17							24
25							32
33							40
41							48
49							56
57							64

以上图为例，每行 8 个像素点，每完成一行信号的传输，会转到下一行信号传输，直到完成第 8 行数据的传输，就完成了画面的数据传输了，一个画面也称为一场或一帧，显示每秒中刷新的帧数称为帧率。比如 1920*1080P 像素，就是 1 行有效像素点 1920，一场有效行为 1080 行。

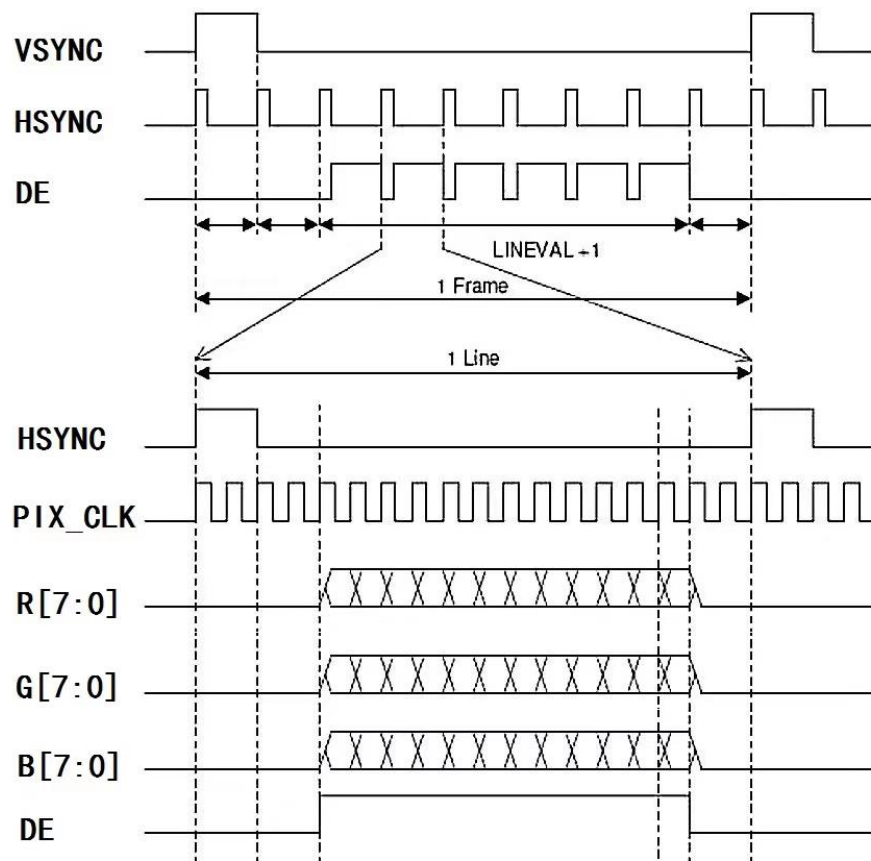
每个像素点的像素值数据，对应每个像素点的颜色。常见的像素值表示格式比如：RGB888，RGB 分别代表：红 R, 绿 G, 蓝 B, 888 是指 R、G、B 分别有 8bit，也就是 R、G、B 每一色光有 $2^8=256$ 级阶调，通过 RGB 三色光的不同组合，一个像素上最多可显示 24 位的 $256*256*256=16,777,216$ 色。



像素数据源源不断输送进来，行、场的切换通过行场同步信号来控制，即 hsync（行同步）和 vsync（场同步信号）。

上图中 Addressable 部分内容是在显示器中可看到的区域，像素点是否有效通过 DE 信号标识；Border 可理解为显示黑边或者显示边框，通常 Border 显示的像素值是 0（黑色）。行、场切换过程都是在用户感受不到的区域进行的，这个区域就是 Blanking 部分，称为消隐区间。同步信号上升沿表示新的一行/一场开始，Hsync 对应行，Vsync 对应场。

彩条产生：



本实验采用 1920*1080@60 的视频规格，详细时序参数如下：

（其他视频规格参数详情请查阅： MES50HP_v1\7_doc\VESA）

VESA MONITOR TIMING STANDARD

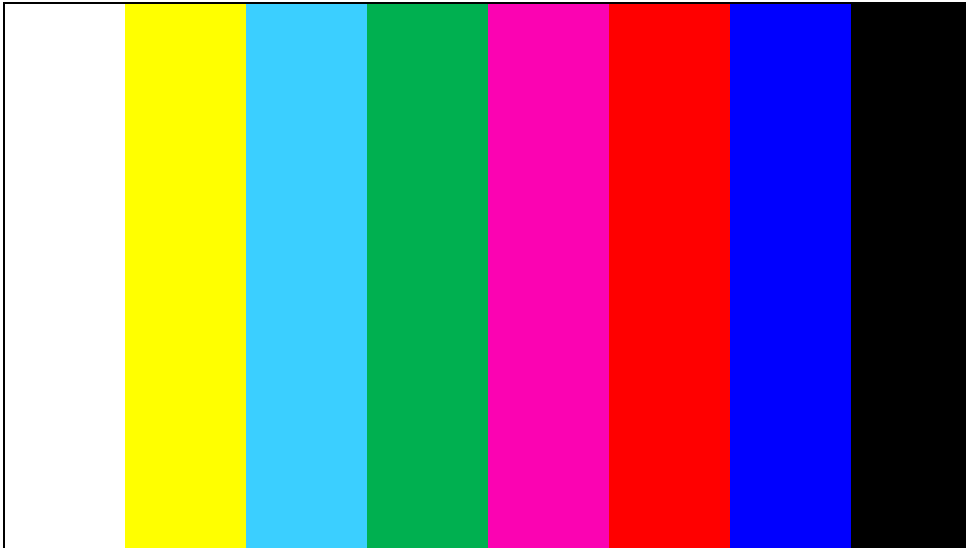
Adopted: 11/17/08
 Resolution: 1920 x 1080 at 60 Hz (non-interlaced)
 EDID ID: DMT ID: 52h; STD 2 Byte Code: (D1, C0)h; CVT 3 Byte Code: n/a
 Method: ***** NOT CVT COMPLIANT *****
 Per CEA-861 --- 1080p (Code 16) Timing Definition

Detailed Timing Parameters

Timing Name	= 1920 x 1080 @ 60Hz;			
Hor Pixels	= 1920;	// Pixels		
Ver Pixels	= 1080;	// Lines		
Hor Frequency	= 67.500;	// kHz	= 14.8 usec	/ line
Ver Frequency	= 60.000;	// Hz	= 16.7 msec	/ frame
Pixel Clock	= 148.500;	// MHz	= 6.7 nsec	± 0.5%
Character Width	= 4;	// Pixels	= 26.9 nsec	
Scan Type	= NONINTERLACED;	// H Phase = 1.4 %		
Hor Sync Polarity	= POSITIVE	// HBlank	= 12.7% of HTotal	
Ver Sync Polarity	= POSITIVE	// VBlank	= 4.0% of VTotal	
Hor Total Time	= 14.815;	// (usec)	= 550 chars	= 2200 Pixels
Hor Addr Time	= 12.929;	// (usec)	= 480 chars	= 1920 Pixels
Hor Blank Start	= 12.929;	// (usec)	= 480 chars	= 1920 Pixels
Hor Blank Time	= 1.886;	// (usec)	= 70 chars	= 280 Pixels
Hor Sync Start	= 13.522;	// (usec)	= 502 chars	= 2008 Pixels
// H Right Border	= 0.000;	// (usec)	= 0 chars	= 0 Pixels
// H Front Porch	= 0.593;	// (usec)	= 22 chars	= 88 Pixels
Hor Sync Time	= 0.296;	// (usec)	= 11 chars	= 44 Pixels
// H Back Porch	= 0.997;	// (usec)	= 37 chars	= 148 Pixels
// H Left Border	= 0.000;	// (usec)	= 0 chars	= 0 Pixels
Ver Total Time	= 16.667;	// (msec)	= 1125 lines	HT - (1.06xHA)
Ver Addr Time	= 16.000;	// (msec)	= 1080 lines	= 1.11
Ver Blank Start	= 16.000;	// (msec)	= 1080 lines	
Ver Blank Time	= 0.667;	// (msec)	= 45 lines	
Ver Sync Start	= 16.059;	// (msec)	= 1084 lines	
// V Bottom Border	= 0.000;	// (msec)	= 0 lines	
// V Front Porch	= 0.059;	// (msec)	= 4 lines	
Ver Sync Time	= 0.074;	// (msec)	= 5 lines	
// V Back Porch	= 0.533;	// (msec)	= 36 lines	
// V Top Border	= 0.000;	// (msec)	= 0 lines	

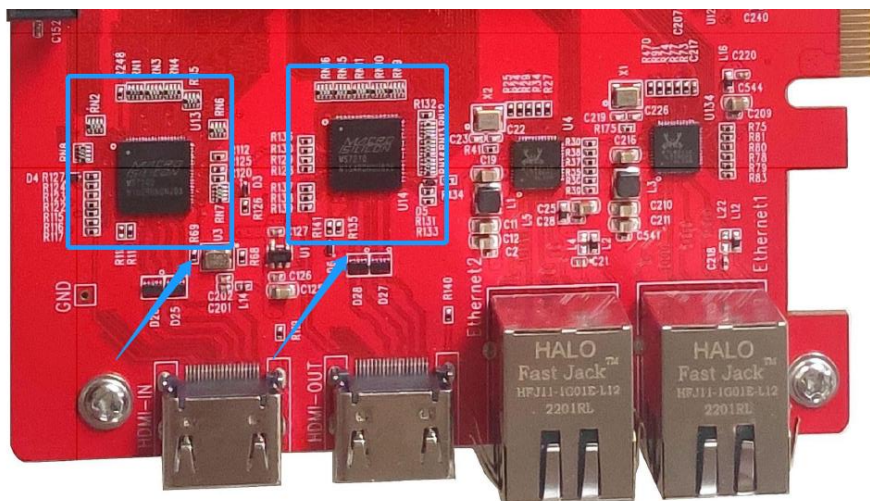
HDMI 显示的数据源采用 verilog 编写的显示时序产生模块 sync_vg 实现上图的时序，彩条生成模块 pattern_vg 根据像素点所在位置，即列数和行数确定像素值，实现彩条图案。

彩条按照每行均匀分成 8 部分，根据每行的像素点数的范围对像素值设置成对应的颜色，实现彩条信号。



5_6.3.2 HDMI_PHY 配置

MS7200 为 HDMI 接收芯片, MS7210 为 HDMI 发送芯片, 芯片的 IIC 配置接口已与 FPGA 的 IO 相连, 芯片正常使用需要通过 FPGA 的对芯片进行初始化和配置操作。

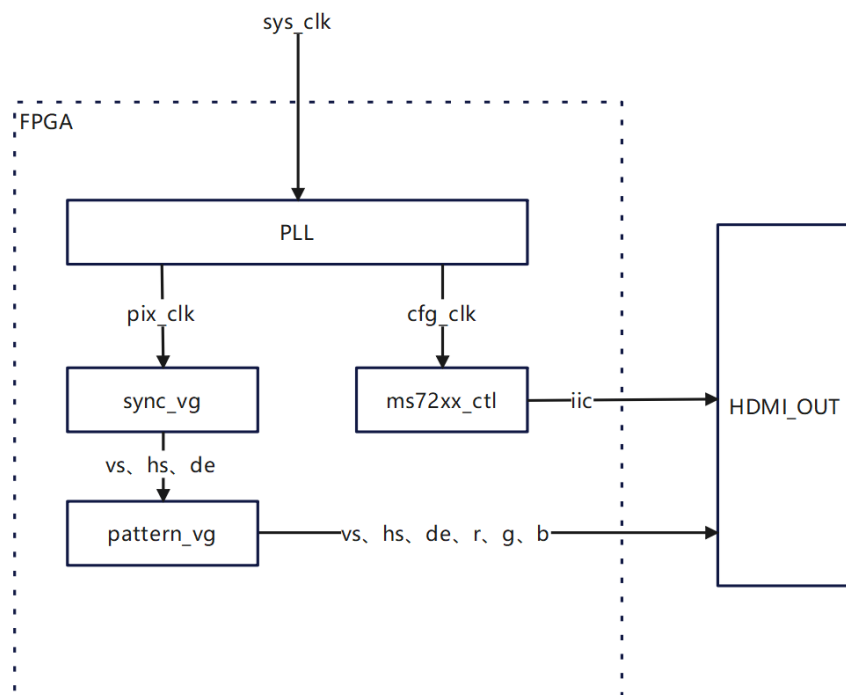


hdmi_loop 例程包含对 MS7200 和 MS7210 的配置模块 ms72xx_ctl, 已将 MS7200 和 MS7210 配置成 1920*1080@60 RGB888 模式, 配置流程参考源码, 用户可例化模块 ms72xx_ctl 使用,。

5_6.4 实验源码设计

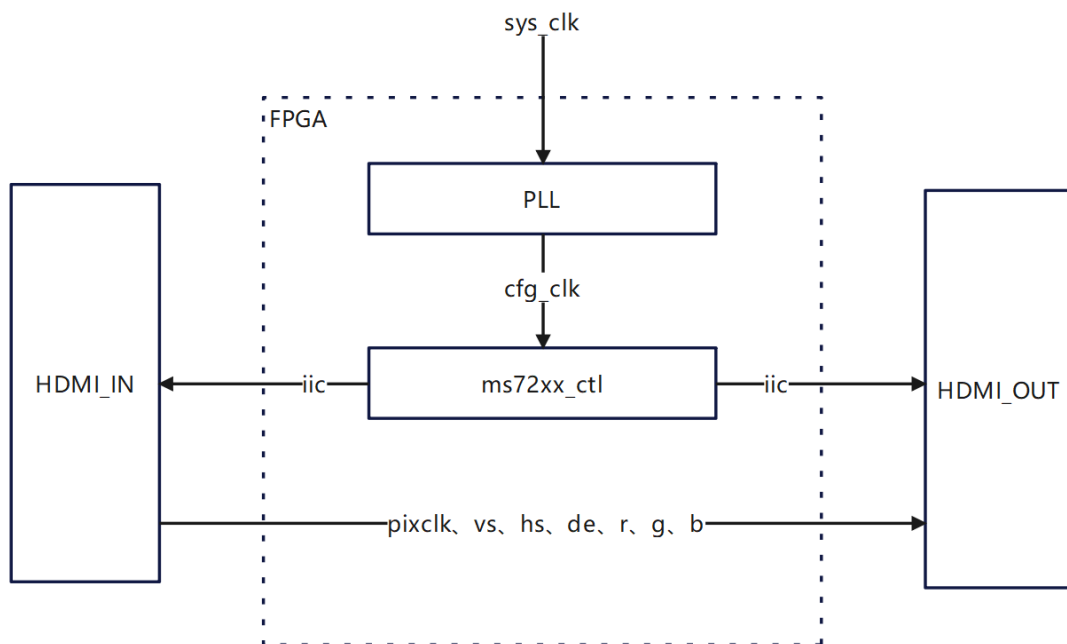
实验 1: hdmi_test

HDMI 输出彩条显示例程, 分成 4 个模块, 时钟模块 pll、MS7210 配置模块 ms72xx_ctl、显示时序产生模块 sync_vg、彩条生成模块 pattern_vg, 以下为模块拓扑图, 源码详情请查看 demo。



实验 2: hdmi_loop

HDMI 环路例程，将 MS7200 接收的信号给到 MS7210 即可实现 HDMI 环路输出，以下为模块拓扑图，源码详情请查看 demo。



5_6.5 实验现象

实验 1 现象: hdmi_test

连接好 MES50HP 开发板和显示器，下载程序，可以看到显示器显示 8 条彩条。

实验 2 现象: hdmi_loop

连接好 MES50HP 开发板、视频源和显示器，注意视频源必须为 1920*1080P@60，下图为设置分辨率步骤，下载程序，可以看到显示器显示与视频源一致的图像。

