



易灵思

MIPI Demo 说明

国产化中高端FPGA领军厂商 —— 加速您的创芯!

易灵思(深圳)科技有限公司

20211017

Richard Zhu

➤ MIPI发送

- 通过VIO配置MIPI-Rx的工作模式
- 通过VIO修改图像参数;
- 通过VIO显示自动计算的控制参数, 并产生控制信号;
- 产生伪随机数据用于和MIPI-Rx对接测试硬件误码;

➤ MIPI接收

- 通过VIO配置MIPI-Rx的工作模式;
- 通过VIO检视MIPI-Rx的工作状态;
- 内部自动测量图像参数并通过VIO显示;
- 和MIPI-Rx配合测试硬件误码;

➤ MIPI-RX波形显示

- 通过ILA对MIPI-RX的波形进行显示

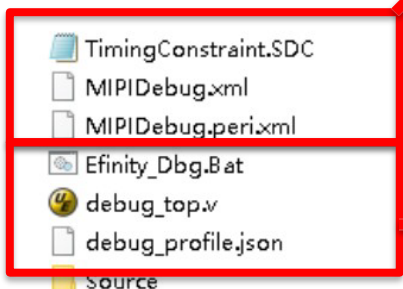
➤ 硬件测试接口

- 对MIPI-TX和MIPI-RX的控制信号输出到GPIO, 可以通过示波器进行检测

- 演示MIPI-TX和MIPI-RX的功能
- 环回验证MIPI的收发功能;
- 调试MIPI-TX参数和功能;
- 通过MIPI-RX检测外部输入信号特征

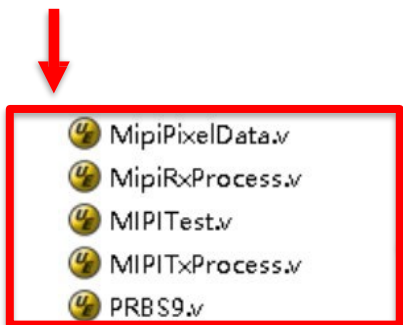
与项目 (Project) 有关的文件:

- TimeConstraint.SDC —— 定时约束文件;
- MIPIDebug.xml —— 项目文件;
- MIPIDebug.peri.xml —— 管脚和外设文件



与调试 (Debug) 有关的文件:

- Efinity_Dbg.Bat —— 调试批处理; (需要把文件中的路径修改到安装目录)
- Debug_top.v —— Debugger的顶层代码;
- Debug_profile.json —— Debugger的信号定义文件;



与设计有关的文件:

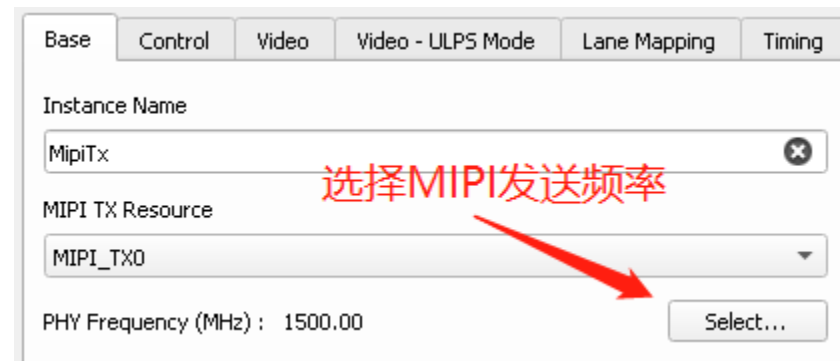
- MipiPixelData.v —— 像素数据发送和检测;
- MipiRxprocess.v —— MIPI接收测量和状态检测;
- MipiTest.v —— MIPI演示顶层文件;
- MipiTxProcess.V —— MIPI发送参数计算和控制;
- PRBS9.v —— 伪随机码产生和检测;

```
87 localparam [27:0] TxPixelClkFreq_C = 28'd100_000_000;
88 localparam [27:0] RxPixelClkFreq_C = 28'd100_000_000;
89 parameter          RightCntWidth_C  = 20;
```



顶层参数 (MIPITest):

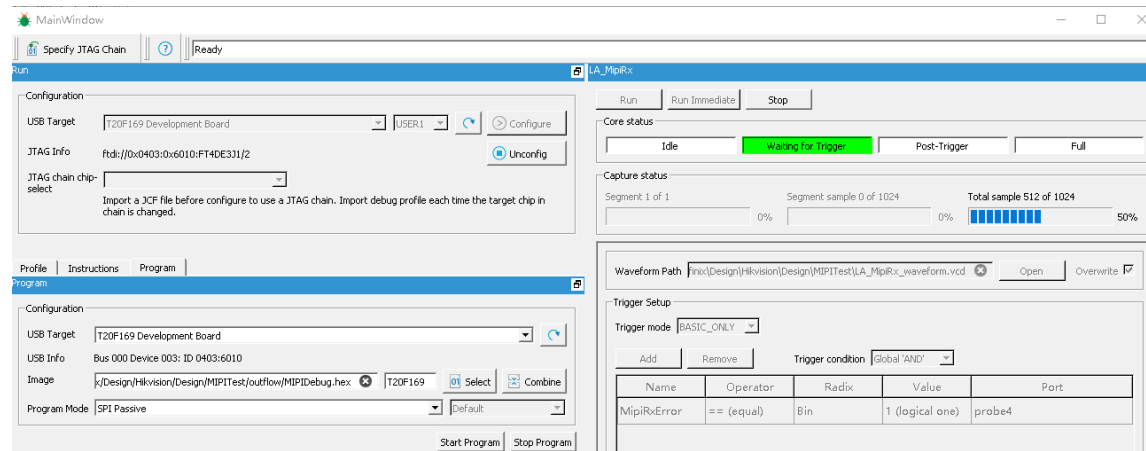
- TxPixelClkFreq_C: 发送时钟频率;
- RxPixelClkFreq_C: 接收时钟频率;
- RightCntWidth_C: 判断数据正确的计数器宽度;



文件组成



操作界面



MipiTx

Name	Type	Width	Radix	Value
ConfigTxFrameRate	Source	8	Dec	60
ConfigTxVertPixelNumber	Source	16	Dec	1080
ConfigTxHoriPixelNumber	Source	16	Dec	6000
ConfigTxVBlankTime_us	Source	12	Hex	1
ConfigTxHBlankTime_us	Source	8	Hex	1
configTxLanesNumber	Source	3	Hex	2
ConfigPixelDataType	Source	6	Hex	2a
ConfigTxVCEnable	Source	4	Hex	0
ControlTxDPHYReset	Source	1	Hex	1
ControlTxCSIReset	Source	1	Hex	1
ControlTxDisable	Source	1	Hex	0
ConfigTxFramerMode	Source	1	Hex	1
ParamTxVertSyncLength_Cycle	Probe	24	Dec	1667184
ParamTxHoriSyncLength_Cycle	Probe	16	Dec	1444
paramTxDataValidLength_Cycle	Probe	16	Dec	617
paramTxVertBlankLength_Cycle	Probe	20	Dec	100
paramTxHoriBlankLength_Cycle	Probe	16	Dec	100
RealTxHoriPixelNumber	Probe	16	Dec	4936

MipiRx

Name	Type	Width	Radix	Value
VidioRxFrameRate	Probe	8	Dec	60
VidioRxVertPixeNumber	Probe	16	Dec	1080
VidioRxHoriPixeNumber	Probe	16	Dec	4936
VidioRxVBlankTime_us	Probe	20	Hex	1
VidioRxHBlankTime_us	Probe	16	Hex	1
ConfigRxLanesNumber	Source	3	Hex	2
StaRxDataType	Probe	6	Hex	2a
StateRxVCActive	Probe	4	Hex	1
ControlRxDPHYReset	Source	1	Hex	1
ControlRxCSIReset	Source	1	Hex	1
StateRxChannelActive	Probe	1	Hex	1
ControlRxErrorClear	Source	1	Hex	0
StateRxError	Probe	18	Hex	200
ConfigRxVCEnable	Source	4	Hex	f
StateRxResolutionChange	Probe	1	Hex	0
StateRxStateChange	Probe	1	Hex	0
StateRxDataRight	Probe	8	Bin	11111111

➤ Vidio TX图像参数

ConfigTxFrameRate	发送帧率
ConfigTxVertPixelNumber	列像素个数
ConfigTxHoriPixelNumber	行像素个数
ConfigTxVBlankTime_us	场消隐时间, 单位us
ConfigTxHBlankTime_us	行消隐时间, 单位us

➤ MIPI-TX控制信号参数

TxVertSyncLength_Cycle	MIPI-Tx中的VSYNC信号的长度; 用时钟周期标识
TxHoriSyncLength_Cycle	MIPI-Tx中的HSYNC信号的长度; 用时钟周期标识
TxDataValidLength_Cycle	MIPI-Tx中的DVLID信号的长度; 用时钟周期标识
TxVertBlankLength_Cycle	两个VSYNC中的间隔长度; 用时钟周期标识
TxHoriBlankLength_Cycle	两个HSYNC中的间隔长度; 用时钟周期标识
RealTxHoriPixelNumber	MIPI-Tx真实使用的行像素个数

说明:

- MIPI-TX控制信号参数是根据图像参数自动计算的; 计算是基于发送时钟 (MipiTxPixelClk) 频率, 所以必须确保参数TxPixelClkFreq_C和实际一致;
- TxPixelClk的频率与MIPI的物理接口频率无关; MIPI工作频率设定在 Interface Designer的MIPI TX -> Base
- 可以通过提高MipiTxPixelClk的频率和MIPI-Tx的工作频率提高图像带宽; 如果1080P 60Fps的RGB24的图像; 必须满足:
- MipiTxPixelClk > 65M
- Mipi PHY工作频率1.5G, 不小于2Lanes
- 当设置的参数MIPI-TX无法输出时, 电路会计算一个行参数进行输出;
- 计算出 的行像素个数会在RealTxHoriNumber的参数中显示

MipiTx

Name	Type	Width	Radix	Value
ConfigTxFrameRate	Source	8	Dec	60
ConfigTxVertPixelNumber	Source	16	Dec	1080
ConfigTxHoriPixelNumber	Source	16	Dec	6000
ConfigTxVBlankTime_us	Source	12	Hex	1
ConfigTxHBlankTime_us	Source	8	Hex	1
configTxLanesNumber	Source	3	Hex	2
ConfigPixelFormat	Source	6	Hex	2a
ConfigTxVCEnable	Source	4	Hex	0
ControlTxDPHYReset	Source	1	Hex	1
ControlTxCSIReset	Source	1	Hex	1
ControlTxDisable	Source	1	Hex	0
ConfigTxFramerMode	Source	1	Hex	1
ParamTxVertSyncLength_Cycle	Probe	24	Dec	1667184
ParamTxHoriSyncLength_Cycle	Probe	16	Dec	1444
paramTxDataValidLength_Cycle	Probe	16	Dec	617
paramTxVertBlankLength_Cycle	Probe	20	Dec	100
paramTxHoriBlankLength_Cycle	Probe	16	Dec	100
RealTxHoriPixelNumber	Probe	16	Dec	4936

➤ MIPI-TX配置参数

ConfigTxLanesNumber	MIPI-TX发送的LANES的个数 (取值1、2、4)
ConfigPixelDataType	MIPI-TX发送的数据类型
ConfigTxFramerMode	MIPI-TX发送工作模式
ConfigTxVCEnable	MIPI-Tx虚拟通道允许

➤ MIPI-TX控制信号

ControlTxDPHYReset	MIPI-TxDPHY复位信号, 低有效
ControlTxCSIReset	MIPI-TxCSI复位信号, 低有效
ControlTxDisable	MIPI-TX发送失效, 高停止发送

说明:

- 修改LANES时, 需要将ControlTxDPHYReset、ControlTxCSIReset置为有效;
- ConfigPixelDataType的设置与有效数据宽度有关, 详细情况见附表;
- 如果需要输出严格按我们提供的控制信号输出, 需要将ConfigTxFramerMode配置为1;
- ConfigTxVCEnable仅用于VC发送测试, 每Bite对应一个VC; 设为1, 会插入 对应VC的数据;

MipiTx

Name	Type	Width	Radix	Value
↑ ConfigTxFrameRate	Source	8	Dec	60
↑ ConfigTxVertPixelNumber	Source	16	Dec	1080
↑ ConfigTxHoriPixelNumber	Source	16	Dec	6000
↑ ConfigTxVBlankTime_us	Source	12	Hex	1
↑ ConfigTxHBlankTime_us	Source	8	Hex	1
↑ configTxLanesNumber	Source	3	Hex	2
↑ ConfigPixelDataType	Source	6	Hex	2a
↑ ConfigTxVCEnable	Source	4	Hex	0
↑ ControlTxDPHYReset	Source	1	Hex	1
↑ ControlTxCSIReset	Source	1	Hex	1
↑ ControlTxDisable	Source	1	Hex	0
↑ ConfigTxFramerMode	Source	1	Hex	1
↑ ParamTxVertSynclength_Cycle	Probe	24	Dec	1667184
↑ ParamTxHoriSynclength_Cycle	Probe	16	Dec	1444
↑ paramTxDataValidLength_Cycle	Probe	16	Dec	617
↑ paramTxVertBlankLength_Cycle	Probe	20	Dec	100
↑ paramTxHoriBlankLength_Cycle	Probe	16	Dec	100
↑ RealTxHoriPixelNumber	Probe	16	Dec	4936

➤ MIPI-RX配置参数

ConfigRxLanesNumber MIPI-RX通道 (LANES) 数量

ConfigRxVCEnable MIPI-RX接收VC允许

➤ MIPI-RX控制信号

ControlRxDPHYReset MIPI-RX DPHY复位, 低有效

ControlRxCSIReset MIPI-RX CSI复位信号, 低有效

ControlRxErrorClear MIPI-RX接收错误清除, 高有效

说明:

- 修改LANES数量 (ConfigRxLanesNumber) 时, 需要将ControlRxDPHYReset、
- ControlRxCSIReset置为有效;
- ConfigRxVCEnable每个bit对应一个VC; 置为0, MIPI将屏蔽对应VC的数据;
- ConfigRxLanesNumber和实际使用通道数对应;

	Name	Type	Width	Radix	Value
↓	ConfigRxLanesNumber	Source	2	Hex	0
↓	ConfigRxVCEnable	Source	4	Hex	0
↓	ControlRxDPHYReset	Source	1	Hex	0
↓	ControlRxCSIReset	Source	1	Hex	0
↓	ControlRxErrorClear	Source	1	Hex	0
↓	VidioRxFrameRate	Probe	8	Hex	0
↓	VidioRxVertPixeNumber	Probe	16	Hex	0
↓	VidioRxHoriPixeNumber	Probe	16	Hex	0
↓	VidioRxVBlankTime_us	Probe	20	Hex	0
↓	VidioRxHBlankTime_us	Probe	16	Hex	0
↓	StaRxDataType	Probe	6	Hex	0
↓	StateRxVCActive	Probe	4	Hex	0
↓	StateRxError	Probe	18	Hex	0
↓	StateRxReslutionChange	Probe	1	Hex	0
↓	StateRxStateChange	Probe	1	Hex	0
↓	StateRxChannelActive	Probe	1	Hex	0
↓	StateRxDataRight	Probe	8	Hex	0

RX图像概况和MIPI-RX状态

➤ RX图像概况

VidioRxFrameRate	接收图像的帧率
VidioRxVertPixeNumber	接收图像的列像素个数
VidioRxHoriPixeNumber	接收图像的行像素个数
VidioRxVBlankTime_us	接收图像的场消隐时间, 单位us
VidioRxHBlankTime_us	接收图像的行消隐时间, 单位us

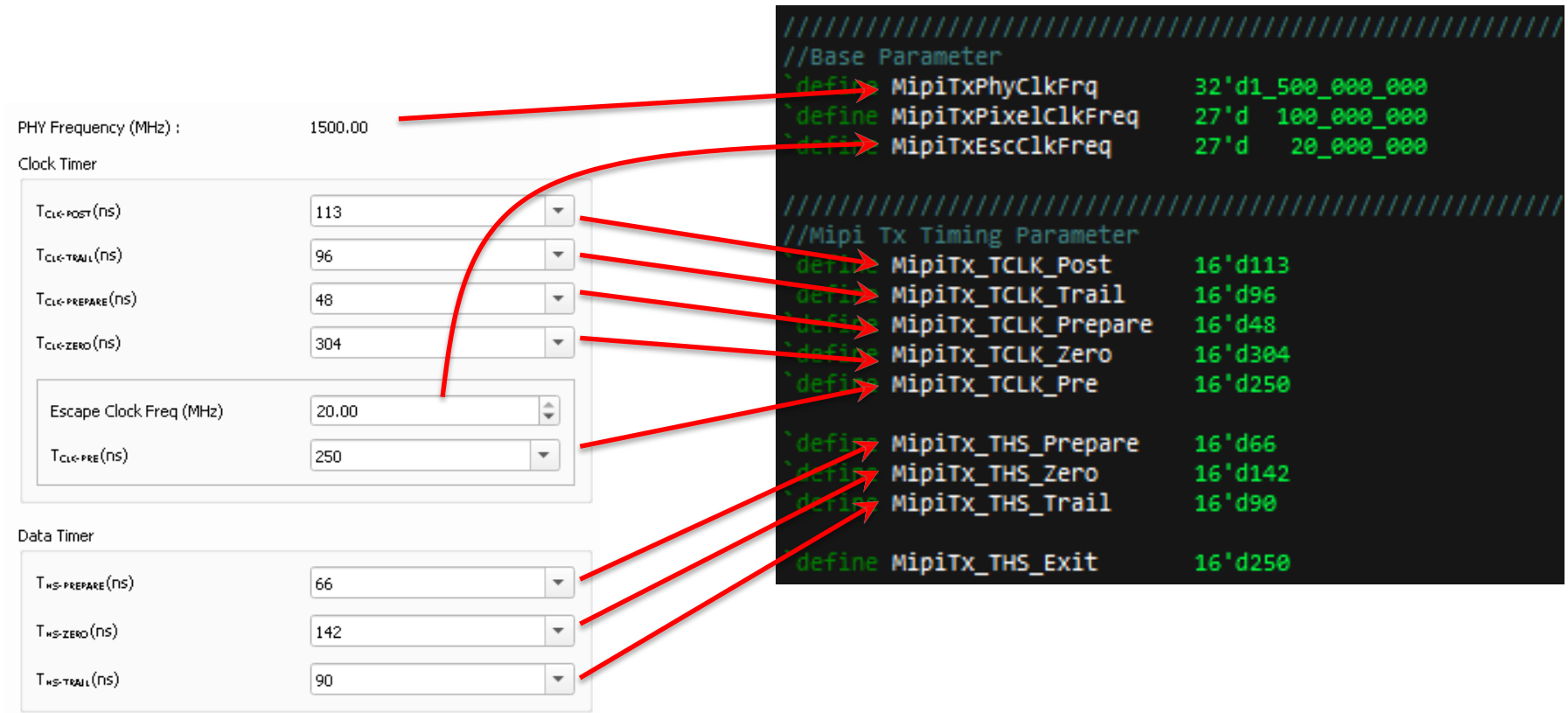
➤ MIPI-RX状态

StaRxDataType	MIPI-Rx的数据类型
StateRxVCActive	MIPI-RX的活动的虚拟通道 (VC)
StateRxError	MIPI-RX错误指示
StateRxReslutionChange	接收图像分辨率改变指示
StateRxStateChange	MIPI-RX状态改变指示
StateRxChannelActive	MIPI-RX通道有效
StateRxDataRight	接收数据正确 (与MIPI-TX配合)

说明:

- 图像分辨率改变指示 (StateRxReslutionChange) 和MIPI-RX状态改变指示 (StateRxStateChange) 有效时间会持续最少一秒;
- 帧率和消隐时间的计算是基于发送时钟 (MipiTxPixelClk) 频率, 所以必须确保参数TxPixelClkFreq_C和实际一致;
- StateRxError的具体含义见附表; 错误指示只能在ControlRxErrorClear为高时才会被清除; 如果指示为200表示收到帧正常;
- StateRxDataRight配合MIPI-TX的伪随机码发送进行检测; 当前支持RX和TX
- 数据宽度一样的DataType

	Name	Type	Width	Radix	Value
↑	ConfigRxDLanesNumber	Source	2	Hex	0
↑	ConfigRxVCEnable	Source	4	Hex	0
↑	ControlRxDPHYReset	Source	1	Hex	0
↑	ControlRxCSIReset	Source	1	Hex	0
↑	ControlRxErrorClear	Source	1	Hex	0
↑	VidioRxFrameRate	Probe	8	Hex	0
↑	VidioRxVertPixeNumber	Probe	16	Hex	0
↑	VidioRxHoriPixeNumber	Probe	16	Hex	0
↑	VidioRxVBlankTime_us	Probe	20	Hex	0
↑	VidioRxHBlankTime_us	Probe	16	Hex	0
↑	StaRxDataType	Probe	6	Hex	0
↑	StateRxVCActive	Probe	4	Hex	0
↑	StateRxError	Probe	18	Hex	0
↑	StateRxReslutionChange	Probe	1	Hex	0
↑	StateRxStateChange	Probe	1	Hex	0
↑	StateRxChannelActive	Probe	1	Hex	0
↑	StateRxDataRight	Probe	8	Hex	0



Parameter	Value
PHY Frequency (MHz)	1500.00
Clock Timer	
T _{CLK-POST} (ns)	113
T _{CLK-TRAIL} (ns)	96
T _{CLK-PREPARE} (ns)	48
T _{CLK-ZERO} (ns)	304
Escape Clock Freq (MHz)	20.00
T _{CLK-PRE} (ns)	250
Data Timer	
T _{HS-PREPARE} (ns)	66
T _{HS-ZERO} (ns)	142
T _{HS-TRAIL} (ns)	90

```
//Base Parameter
`define MipiTxPhyClkFrq      32'd1_500_000_000
`define MipiTxPixelClkFrq   27'd 100_000_000
`define MipiTxEscClkFrq     27'd  20_000_000

////////////////////////////////////
//Mipi Tx Timing Parameter
`define MipiTx_TCLK_Post    16'd113
`define MipiTx_TCLK_Trail  16'd96
`define MipiTx_TCLK_Prepare 16'd48
`define MipiTx_TCLK_Zero   16'd304
`define MipiTx_TCLK_Pre    16'd250

`define MipiTx_THS_Prepare  16'd66
`define MipiTx_THS_Zero    16'd142
`define MipiTx_THS_Trail   16'd90
`define MipiTx_THS_Exit    16'd250
```

说明:

- 内部计算依赖于我们提供的参数;
- 时钟频率参数的单位为Hz, 定时参数的单位为 ns
- MipiTxPhyClk、 MipiPixelClk 和TxEscClk 时钟 频率必须和实际使用的一样;
- 修改配置参数, 需要即使修改这个参数表, 以保证内部计算的数据统一, 否则可能造成
- MIPI Tx工作不正常;

感谢您的观看

www.elitestek.com



关注公众号



关注哔哩哔哩

免责声明:

- 1、任何在本文档上出现的信息仅作为参考，实际可能会有变动，请以实际情况为准。
- 2、本档内任何一页未经允许禁止传播。
- 3、“易灵思”及“Trion”、“钛金系列”等产品均版权归属易灵思（深圳）科技有限公司。