A-PDF Split DEMO : Purchase from www.A-PDF.com to remove the watermark

基于CPLD的彩色线阵CCD在木板色选系统中的应用

陆荣鑑，陈丰饶
（南京林业大学 机械电子工程学院，江苏 南京 210037）

摘要： 针对彩色线阵光电耦合器件(CCD)在木板色选系统中驱动电路的设计问题，提出了一种基于复杂可编程逻辑器件(CPLD)的驱动电路设计方案。首先给出了该驱动的系统框图，并介绍了其工作原理，然后对其中各重要模块进行了详细的介绍。该系统采用了Altera公司的EPM240复杂可编程逻辑器件；分析了彩色线阵CCD芯片TCD2252D的驱动时序图；通过硬件描述语言(VHDL)实现了各脉冲信号的发送，并给出了各脉冲参数之间的时序关系。简要介绍了从RBG色彩空间到HSL色彩空间的转换。最后，在QUARTUS 2上进行信号的软件仿真测试，并用逻辑分析仪检测实际电路。应用及实践结果表明，该基于CPLD的驱动电路方案具有可靠性高、成本低廉、维护方便的优点、具有很强的可扩展性，适用于CCD传感器驱动电路的设计。

关键词： 光电耦合器件；复杂可编程器件；VHDL语言；QUARTUS 2
中图分类号： TP216；TS6 **文献标志码：** A **文章编号：** 1001-4551(2012)06-0737-04

CPLD-based colorized liner CCD sensor on wood color selection system

LU Rong-jian, CHEN Feng-rao
(College of Mechanical and Electronic Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: Aiming at the drive circuit design of colorized liner CCD to wood color selection system, a CPLD-based drive circuit was proposed. The system diagram of the CCD driver was introduced at first, and then the important blocks were described in detail. Altera's EMP240 was used in the circuit, the driving sequential signal of colorized liner CCD - TCD2252D was analyzed, through VHDL, the details about CPLD design which pulse sending unit was achieved, and the relevance between each pulse was given as well. Moreover, RBG color space to HSL conversion was introduced briefly. Finally, the signal simulation on QUARTUS 2 and the experiment with logic analyzer was proceeded. The results indicate that the CPLD-based driver circuit is reliable, chip, easy to maintain, and suitable for the design of CCD drive circuit.

Key words: charge coupled devices(CCD); complex programmable logic device(CPLD); VHDL language; QUARTUS 2

0 引 言

CCD光电耦合器件是20世纪70年代初发展起来的一种新型图像传感器，CCD的基本功能是电荷的存储和电荷的转移。它存储由光或电激励产生的信号电荷，当对它施加特定时序的脉冲时，其存储的信号电荷便能在CCD内作定向传输。一出现后，该器件就在摄像、信号处理、存储，自动控制、检测以及图像采集方面得到广泛的应用。

要将CCD传感器应用于木地板的颜色检测，利用彩色线阵CCD采集图像信息，CCD传感器需要一个稳定可靠的驱动时序[1]。本研究以东芝的TCD2252D芯片为例，驱动信号由一块CPLD器件产生。基于CPLD设计的CCD驱动电路具有体积小、功耗低、速度快、抗干扰强的特点，可减小电路的体积、提高工作频率。而且在设计完成后，如果想更改逻辑设计，不必再更改任何硬件电路，只需将CPLD内部逻辑重新编程即可。因此基于CPLD技术的CCD驱动电路的设计具有

收稿日期： 2011-12-01
作者简介： 陆荣鑑(1964-)，男，江苏泰州人，讲师，主要从事机电控制及自动化方面的研究. E-mail:lu_rjian@yahoo.com.cn

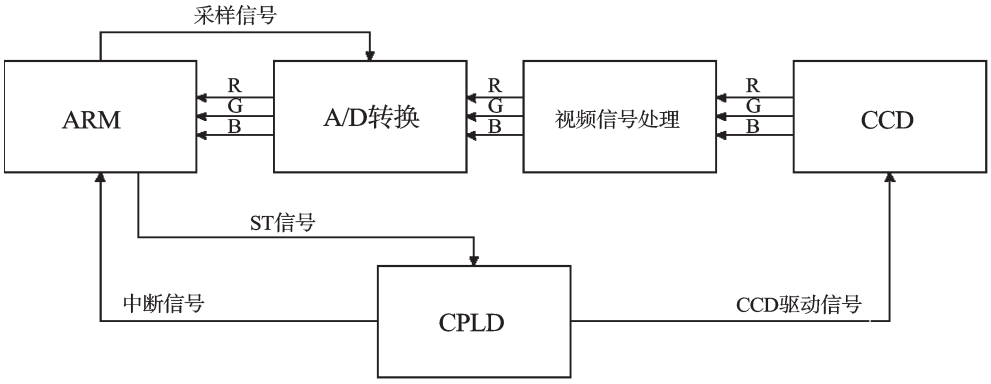

图1 系统总体结构图

普遍代表性,是今后CCD驱动电路发展的主导方向。

1 系统总体结构

木板色选系统主要电路包括AMR电路,CCD电路、CPLD电路以及所需的信号处理电路、A/D转换电路和各种外围电路。它的主要功能是利用CCD器件实现物体扫描,采集图像信息,并经过信号处理与AD变换后保存于一块ARM芯片中,最后对采集到的木板图像进行色彩空间转换、对比分类,从而完成木板的色选[2]。

木板色选系统与传统的人工辨别木板颜色相比,反应速度更快,更准确,效率更高,成本更低。TCD2252D传感器具有2 700组像素元,每一组含R,G,B三色像敏单元。实验中对于一组宽度15 cm的木板,按照成像原理,每1 mm宽度的被测物大约占用18个像素元,精度足以达到色选要求。CCD传感器采样信号的频率是1 MHz~4 MHz,对于一组1 m长的木板,其采样时间不会超过2 s,远远少于人工识别所花费的时间。

系统结构如图1所示。

当系统工作时,首先由ARM产生一个启动信号ST,低电平有效,这时CPLD便产生驱动信号,并反馈给ARM一个中断信号,经过电平转换后给CCD。这时CCD芯片开始工作,产生红、绿、蓝3路信号,该信号经放大送A/D转换,并将其保存到ARM的内部RAM中。

2 TCD2252D的时序分析

木板色选系统所使用的CCD传感器是东芝公司生产的线阵CCC传感器TCD2252D。该芯片是一种高灵敏度、低暗电流、2 700像元的内置采样保持电路的彩色线阵CCD图像传感器。它内部包含了3列2 700像元的光敏二极管,扫描一张A4纸时,可达到12线/mm(300 DPI)的精度。该器件的工作条件是5 V驱动,12 V电源。

TCD2252D所需的驱动信号为转移脉冲SH,复位脉冲RS,钳位脉冲CP,采样脉冲SP与两个时钟脉冲$\phi 1$,$\phi 2$信号,同时反馈给ARM一个INT信号来触发采样信号,从而对A/D进行采样控制,方便像元的计数。

CCD传感器驱动时序如图2所示。

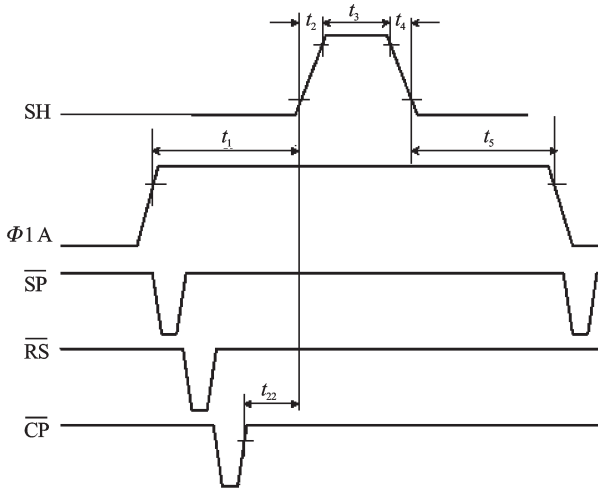

图2 CCD传感器驱动时序图

图2中,$\phi 2$信号未显示,时序为$\phi 1$信号取反。t_1的典型值为1 000 ns,t_3为2 000 ns,t_5为1 000 ns,t_{22}为500 ns,SP,RS,CP信号的典型值宽度为100 ns,3个信号之间的间隔为80 ns[3]。这些都是后面编程所需考虑的重要时序关系。

3 驱动时序总体设计

驱动电路所选择的复杂可编程逻辑器件(CPLD)为EPM240,它是ALTERA公司的MAX II系列产品,具有高阻抗、电可擦等特点,宏单元数240个,工作电压为+3.3 V。

时序仿真所有需要的信号都在QUARTUS 2软件开发环境下设计并进行编译,之后由JTAG线下载到CPLD中[4-6]。主要的信号编译是用VHDL(硬件描述语言)来进行编程,其中包括TCD2252D芯片所有必需

的驱动信号，转移脉冲SH信号，复位脉冲RS，箝位脉冲CP，采样脉冲SP以及两个时钟脉冲 $\phi1$，$\phi2$ 信号。同时还加入了一个输入信号ST用来控制SH信号的产生，以及一个中断信号INT，用来配合后续A/D转换时ARM所需的中断信号。

总体设计上，SH的周期为1 μs×2 776=2.776 ms，峰值时间为1 000 ns，之后要做一个500 ns的延时，才能产生其他信号。$\phi1$，$\phi2$ 信号的周期为2 μs，占空比为1∶1，RS，SP，CP 3个信号的周期都为1 μs，占空比为1∶3。反馈给ARM的中断信号INT与SP信号一致，同时ARM产生的采样信号也与SP信号保持一致，从第一个有效像素元开始产生。

3.1　各驱动信号的处理

驱动电路采用的时钟芯片是64 M的有源晶振，要产生相应的所需信号，首先要做的是对时钟进行分频。本研究将时钟进行2分频，8分频，16分频以及128分频后，分别得到32 M，8 M，4 M和0.5 M的时钟信号[7-8]。

分频程序如下：

```
if clk ´event and clk=´1´ then
if cnt1="1111111" then
 cnt1<=(others =>'0');
 else
 cnt1<=cnt1+1;
      end if;
      end if;
      clk32<=cnt1(0);
      clk8<=cnt1(2);
      clk4<=cnt1(3);
      clk05<=cnt1(6);
```

之后本研究要处理各个信号在工作状态时的脉冲。首先是 $\phi1$，$\phi2$ 信号，按照时序要求，这两个信号的频率是0.5 MHz，占空比是1∶1，所以直接将分频后的clk05赋值给 $\phi1$，$\phi2$。

SP信号的频率是1 MHz，占空比是1∶3，所以本研究将4 M的时钟频率，进行占空比为1∶3的分频，可以得到原始的SP信号，分频程序如下：

```
if clk4 ´event and clk4=´1´ then
      cnt2:=cnt2+1;
      if cnt2=4 then
sp1<='0';
cnt2:=0;
else
sp1<='1';
end if;
end if;
```

之后本研究将SP信号进行适当的延时，可分别得到RS，CP信号。部分延时程序如下：

```
if clk8 ´event and clk8=´1´ then
dl1<=sp1;
dl2<=dl1;
sp2<=dl2;
```

3.2　信号的仿真与检测

本研究所得的各信号经过QUARTUS 2仿真，时序图如图3所示。

从图3中的仿真结果可以看出，本研究产生的驱动脉冲的时序关系可以满足彩色线阵传感器TCD2252D的时序要求。本研究在QUARTUS 2中仿真出所需的驱动时序后，用USB下载线将程序下载至EPM240中，通过逻辑分析仪对其产生的驱动时序脉冲进行观察，得到的结果如图4所示。

它与QUARTUS 2的仿真结果是一致的。各个信号的时序、脉冲宽度、频率都是符合TCD2252D传感器驱动电路设计要求的。

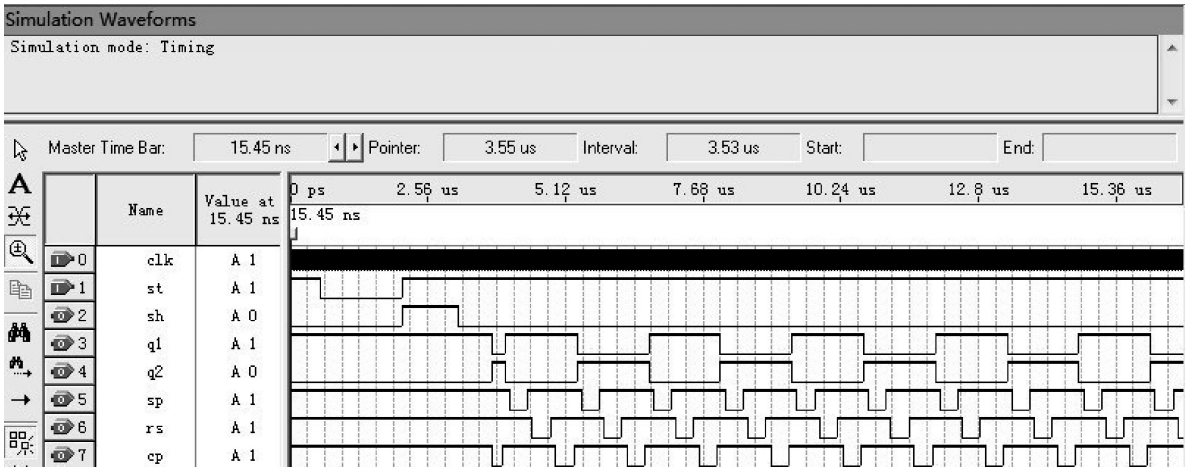

图3　QUARTUS 2 仿真时序图

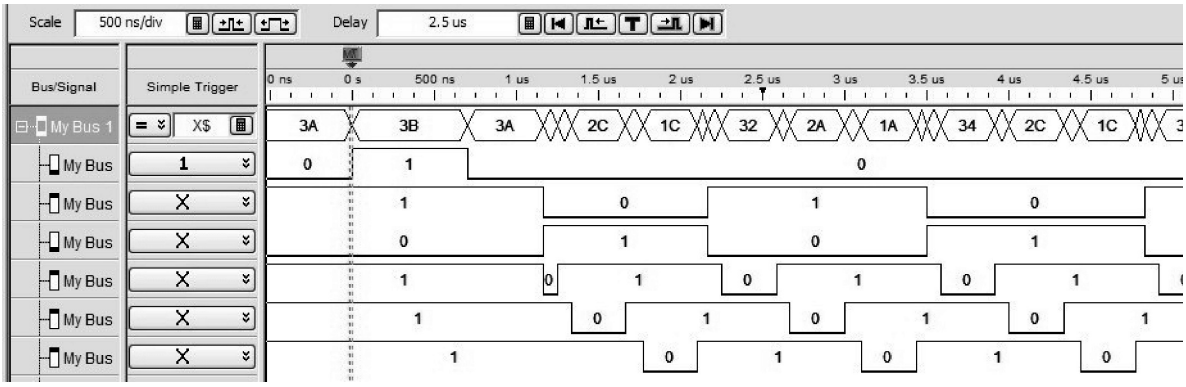

图4 逻辑分析仪检测信号时序图

4 采集图像色彩空间转换

通过CCD传感器采集RGB 3种颜色的像素值后，本研究须根据实际需要选取适当的伽马校正，具体计算如下：

$$V_{out}=V_{in} \tag{1}$$

一般RGB色彩空间与人的感知存在一定差异，所以要进行色彩空间转换才能便于实现色选功能，故本研究选用与人类感知相一致的HSL色彩空间。这里的H，S，L分别表示hue（色相），saturation（饱和度），lightness（亮度）。

从RBG色彩空间到HSL色彩空间转换[9-11]如下：

$$h=\begin{cases}0^\circ & ,\text{if } \max=\min\\ 60^\circ\times\dfrac{g-b}{\max-\min}+0^\circ & ,\text{if } \max=r \text{ and } g\geqslant b\\ 60^\circ\times\dfrac{g-b}{\max-\min}+360^\circ & ,\text{if } \max=r \text{ and } g<b\\ 60^\circ\times\dfrac{g-b}{\max-\min}+120^\circ & ,\text{if } \max=g\\ 60^\circ\times\dfrac{g-b}{\max-\min}+240^\circ & ,\text{if } \max=b\end{cases} \tag{2}$$

$$l=\frac{1}{2}(\max+\min) \tag{3}$$

$$s=\begin{cases}0 & ,\text{if } l=0 \text{ or } \max=\min\\ \dfrac{\max-\min}{\max+\min}=\dfrac{\max-\min}{2l}, & \text{if } 0<l\leqslant\dfrac{1}{2}\\ \dfrac{\max-\min}{2-(\max+\min)}=\dfrac{\max-\min}{2-2l}, & \text{if } l>\dfrac{1}{2}\end{cases} \tag{4}$$

进行色彩空间转换之后，本研究可以根据不同木板的颜色设定HSL的范围，以达到木板色选的要求。

5 结束语

本研究介绍了CCD传感器在木板色选系统中的应用，设计了基于CPLD的CCD传感器驱动电路，着重论述了用VHDL语言实现各驱动信号的时序关系，简要地介绍了采集到图像后图像色彩空间的转换方式。通过仿真实验和长期使用，发现该系统中基于CPLD设计的驱动电路具有以下优点：①在实际使用中，占空间小，易于排板；②CPLD芯片价格低廉，可靠性高，开发周期短；③易于更改逻辑设计，降低了二次开发的成本。

在木板色选系统中，CCD采集图像的稳定性必须由可靠的驱动电路作为保证，采用CPLD设计的CCD传感器驱动电路，性能稳定、价格低廉，是一种理想的可行方案。

参考文献(References)：

[1] 张文革. 线阵CCD输出信号的处理方法探讨[J]. 长安大学学报，2004，21(1)：76-78.
[2] 袁风永，陈惠明，朱东南，等. 基于ARM和FPGA的CCD信号采集系统设计[J]. 南京林业大学学报：自然科学版，2009，33(5)：147-150.
[3] TOSHIBA Corporation. TCD2252D Data Sheet[Z].TOSHIBA Corp.，1997.
[4] 宋万杰，罗 丰，吴顺军. CPLD技术及其应用[M]. 西安：西安电子科技大学出版社，1999.
[5] 赵春晖. 基于CPLD和VHDL的一种线阵CCD驱动时序电路的设计与实现[J]. 应用与科技，2005，32(11)：4-6.
[6] 王 诚，吴继华，范丽珍，等. Altera FPGA/CPLD设计(基础篇)[M]. 北京：人民邮电出版社，2005.
[7] 郭艳平. 基于VHDL语言的线阵CCD驱动时序设计[J]. 微处理器，2008，29(5)：141-144.
[8] 王振红. VHDL数字电路设计与应用实践教程[M]. 北京：机械工业出版社，2006.
[9] 王 冠，黄 熙，王 鹰. VeriogHDL与数字化电路设计[M]. 北京：机械工业出版社，2006.
[10] 彭启民，贾云德. 一种形态学彩色图象多尺度分割算法[J]. 中国图象图形学报，2006，11(5)：636-639.
[11] 王 涛，胡事民，孙家广. 基于颜色-空间特征的图像检索[J]. 软件学报，2002，10(13)：2032-2036.

[编辑：李 辉]