

· 电路与控制 ·

CCD 观测相机视频处理电路的设计

陈 智^{1,2}, 邱跃洪¹, 张伯珩^{1,2}, 文 延¹, 江宝坦¹

(1. 中国科学院西安光学精密机械研究所, 陕西 西安 710119; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要:在讨论传统的 CCD 观测相机视频处理方式的基础上, 设计了以高集成度的专用 CCD 视频信号处理芯片 VSP2212 为核心的 CCD 观测相机视频处理电路方案. 对所设计的视频处理电路进行了软硬件联调测试, 仿真和实验结果表明, 该系统集成度高, 功耗小, 运行稳定, 噪声低, 使 CCD 观测相机朝着轻量化、小型化方向发展奠定了良好的基础.

关键词:电荷耦合器件 (CCD) 视频信号处理; VSP2212 相关双采样 (CDS)

中图分类号: TN710

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2009)04-0054-04

Designing of CCD Observation Camera Video Signal Processing Circuits

CHEN Zhi^{1,2}, QIU Yue-hong¹, ZHANG Bo-heng¹, WEN Yan¹, JIANG Bao-tan¹

(1. Xi'an Institute of optics and precision mechanic of CAS, Xi'an 710119, China;

2. Graduate School of the Chinese Academy of Science, Beijing 100039, China)

Abstract: Through discussing the video signal processing method for the traditional CCD observation camera, a newly signal processing circuit solution centered on VSP2212 - high integrated special CCD video processing chip was designed. All the associated debugging of hardware and software were accomplished. The results of simulation and experiments show that the system is with high integration, low consumption, stable operation and low noise, making a better basis for the designed CCD observation camera system to develop into a light and compact system.

Key words: CCD VSP2212 CDS

电荷耦合器件 CCD (Charge Coupled Device) 以其灵敏度高, 噪声低, 分辨率高等特点被广泛应用于天文观测、航天和遥感遥测、工业测控等领域中.

CCD 输出的信号必须进行视频处理才能为后续电路使用. 其目的就是尽可能地消除各种噪声和干扰, 但又不损失图像细节; 并且保证在 CCD 的动态范围内图像信号随目标亮度成线性变化, 同时为了便于计算机处理和大容量存储, 还必须对 CCD 输出信号进行数字化处理.

传统的视频处理方法是各自独立的器件完成, 此方法电路复杂, 调试困难, 功耗比较大, 采用 CCD 专用视频信号处理芯片 VSP2212 设计了 CCD 观测相机视频处理电路系统. 该系统集成度高, 功耗

小, 调试简单, 性能上也更优越, 使 CCD 观测相机朝着轻量化、小型化方向发展奠定了良好的基础.

1 传统的 CCD 观测相机视频处理方法

传统的 CCD 观测相机视频处理电路主要包括模拟前置放大, 相关双采样, 增益设置, A/D 模数转换等几部分组成. CCD 视频信号处理电路的组成结构框图如图 1 所示.



图 1 传统的 CCD 视频信号处理电路的组成结构框图

收稿日期: 2009-07-01

作者简介: 陈智 (1978-), 女, 陕西省西安市人. 主要研究方向为 CCD 视频电路的设计.

2 视频信号处理器 VSP2212 结构及工作原理

VSP2212 是 Burr - Brown 推出的新款视频信号处理器.它对电荷耦合器件(CCD)阵列输出的模拟图像信号进行处理,改善信号质量.

VSP2212 集成了相关双采样(CDS)、可编程增益(PGA)、模数转换(ADC)、暗电平钳位等传统独立

电路实现的功能,这样减小了体积和功耗,提高了系统的性能.VSP2212 具有良好的输入信号钳位和 CDS 输入偏移校正性能,并提供暗电平钳位给出准确的暗电平参考.其性能参数有:12 bit A/D 转换频率可达 20 MHz,PGA 范围 - 6 ~ + 42 dB.VSP2212 的最低电压为 2.7 ~ 3.6 V,最低功耗 99 mW,而且噪声低(信噪比为 79 dB)^[3],功耗仅为 99 mW.其功能框图如图 2 所示.

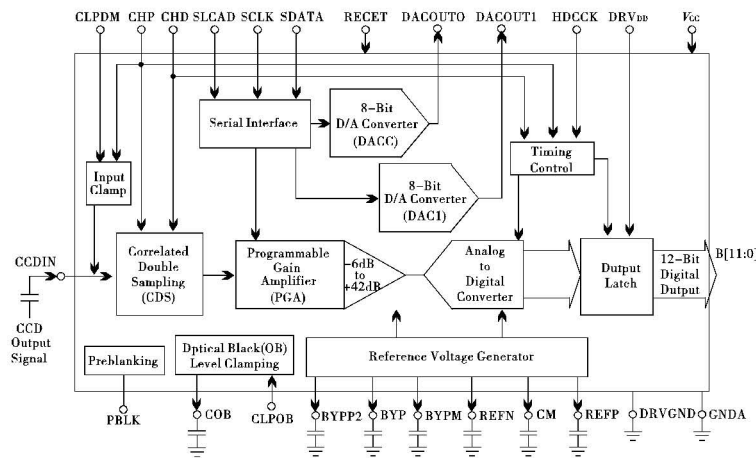


图 2 VSP2212 结构框图

其内部集成的主要功能模块有:

2.1 相关双采样 CDS

在 CCD 输出像元 N 的信号周期内对参考电平和视频电平分别采样,并将 2 个采样电平经差动放大器输出,得到视频信号 V_{out} .图 3 为 CDS 和输入钳位原理图.

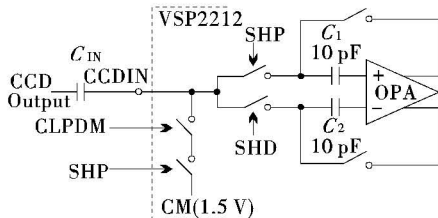


图 3 CDS 和输入钳位原理图

2.2 输入钳位和哑像元(DUMMY PIXEL)钳位

因为进入 CDS 的信号是电容耦合过来的,去掉了

直流分量.输入钳位的目的是为了恢复直流偏置.

2.3 暗像元(OPTICAL BLACK)钳位

VSP2212 的输入端通常需要加隔直电容,如图 3 中的 C_{IN} ,仅将交流的视频信号输入到 CDS 中.由于光强、温度、供电电压的缓慢变化都会使视频输出信号的暗参考电平出现波动,为了精确地恢复视频信号,需要建立良好的暗电平参考.

2.4 可编程增益放大 PGA (Programmable Gain Amplifier)

VSP2212 的增益范围为 - 6 ~ + 42 dB.由 10 位寄存器控制,通过串口来设定.

2.5 12 位 ADC (Analog - to - Digital Converter)

VSP2212 包含一个高速 12 位 ADC,可达 20 MHz 的转换速率.采用全差分、流水线结构,特别适合于低电压、低功耗、高速应用.

2.6 串行接口

VSP2212 的串行接口包含 2 个字节的移位寄存器和多个并行寄存器用来编程控制. 通过 SLOAD、SCLK、SDATA、RESET 4 个信号来控制寄存器的写入, 当没有复位信号时, 如果 SLOAD 为低, 则 SCLK 的每个上升沿到来时, SDATA 向移位寄存器写入数据. 当移位寄存器操作完毕, 其中的数据在 SLOAD 的上升沿到达时传递到相应的并行寄存器.

3 基于 VSP2212 的 CCD 视频处理系统的实现

CCD 视频信号处理系统的硬件电路采用大小为 100 mm×100 mm 的 4 层 PCB 板. 主要实现 2 个功能. 第一是产生 CCD 正常工作时所需的驱动信号并将其放大到 CCD 要求的幅值. 第二是将 CCD 产生的模拟信号数字化. 用到的器件有: 产生 CCD 所需时序及 VSP2212 控制信号的 CPLD 芯片 MAXII EPM1270T144C5、驱动芯片 EL7412 及 EL7222、视频处理芯片 VSP2212、电压转换芯 LM1117MPX-3.3, LM117 和 LM137. 图 4 为相机电路原理框图.

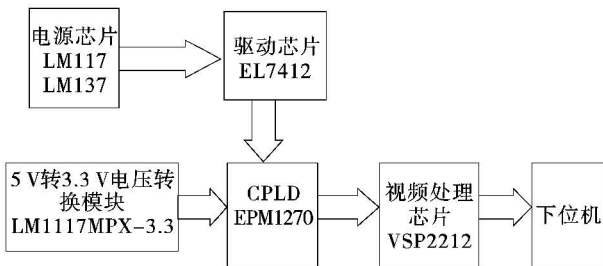


图 4 相机电路原理框图

VSP2212 的工作状态是通过串行接口进行设置的. 由 CPLD 产生 SLOAD、SCLK、SDATA、RESET 4 个信号来对串行接口的寄存器进行设置. 时序图如图 5 所示.

VSP2212 上电复位之后, 通过串行接口进行工作状态的设置. 模拟视频信号进入 VSP2212 后, 经

过片内 CDS、PGA、ADC 之后, 输出的 12 bit 数字信号通过 DB25 插座送给下位机处理.

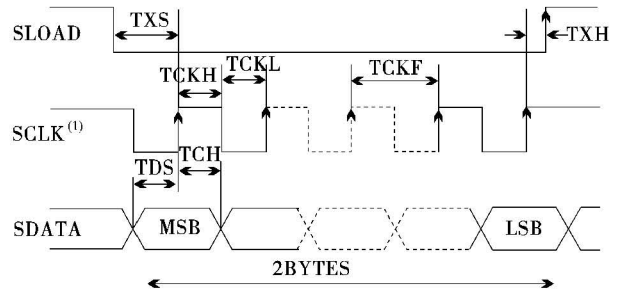


图 5 串行接口部分的时序图

4 系统时序仿真及试验结果

CCD 观测相机视频处理电路时序选用 ALTERA 公司的 EPM1270T144C5, 在 Quartus II 平台上, 用 VHDL 编程. 软件包括: 驱动 CCD 所需的时序和 VSP2212 的控制时序. CPLD 将 VSP2212 的初始化配置为 000 即正常工作模式, PGA 设置为 0 010 000 000 即 0 dB (1 倍增益), OB Clamp 为 0 001 即 18LSB. A/D 采样脉冲 CLK 为 3.5 MHz. 时钟极性设置为负极性有效. 图 6 为软件功能框图. 图 7 为 SHP、SHD 与 ADCCK 的仿真时序图. 图 8 为串行接口设置的仿真时序图.

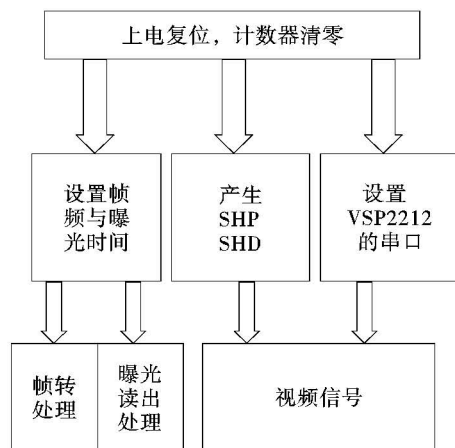


图 6 软件功能框图

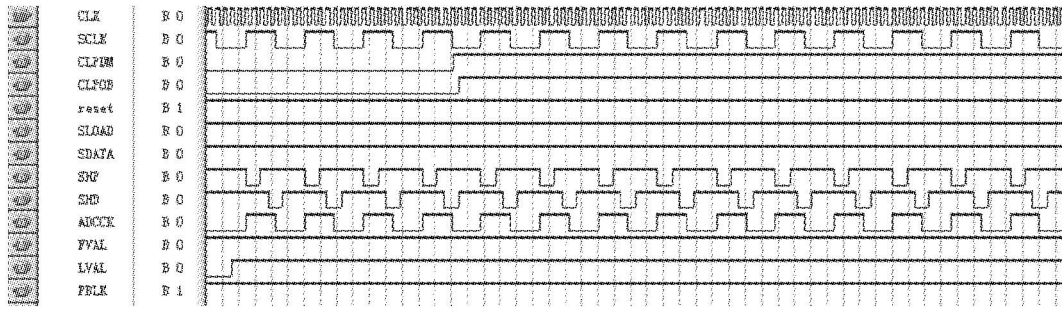


图 7 SHP、SHD 与 ADCK 的仿真时序图

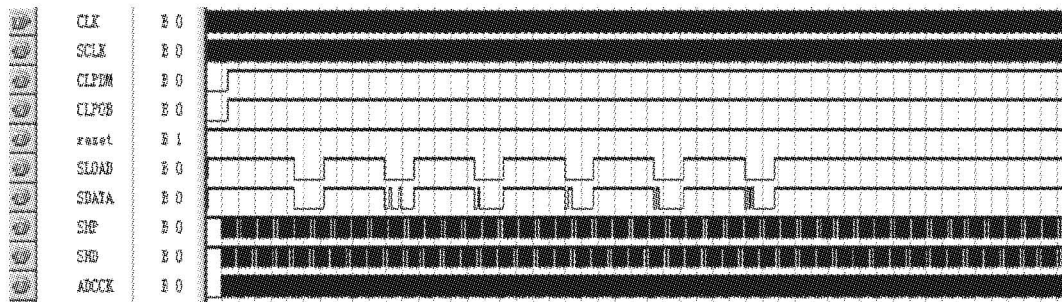


图 8 串行接口设置的仿真时序图

此次实验只将 VSP2212 的模拟信号输入端 (CCDIN)管脚接地,通过 VSP2212 的串行接口设置暗像元钳位电平为 0 LSB,然后采集了背景噪声的图像,如图 9 所示.采集的原始图的大小为 512 × 512,且每个像素用 16 bit 来表示.

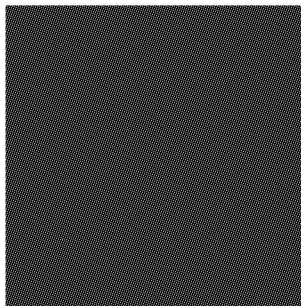


图 9 采集的一帧图像

利用数值分析软件 MATLAB 算出一帧图像中背景噪声的均值为 6.817 8 LSB,标准差为 0.602 3 LSB.由此可见视频处理板的背景噪声比较小.

5 结 论

完成了软件编程、仿真,外围硬件电路的搭建、

调试,实现了以 VSP2212 为核心的 CCD 观测相机视频处理电路的设计.这套系统的优点是在完成功能的同时,简化了电路的设计,集成度高,减小了系统体积,调试方便,降低了系统的功耗.

参考文献

- [1] 王庆有. CCD 应用技术[M]. 天津:天津大学出版社. 2000:30-45.
- [2] 李永远,谢小平. CCD 输出信号处理[J]. 应用光学, 1997,18(1) 20-23.
- [3] CCD SIGNAL PROCESSOR For Digital Cameras. 2000 Burr-Brown Corporation, USA. VSP2212 datasheet[M].
- [4] 冉晓强,汶德胜,郑培云,等. 基于 CPLD 的空间面阵 CCD 相机驱动时序发生器的设计与硬件实现[J]. 光子学报,2007,36(2):364-367.
- [5] 冉晓强,汶德胜,邱跃洪,等. 基于 FPGA 的空间面阵 CCD 相机驱动时序发生器与下位机的一体化设计[J]. 光子学报,2007,36:278-281.
- [6] 王华,汶德胜,邱跃洪,等. 天文观测相机低噪声 CCD 视频处理电路的分析与设计[J]. 光学技术,2007,33(1):48-51.
- [7] 刘国媛,李露瑶,张伯珩,等. CDS 器件在 TDI-CCD 视频信号处理中的应用[J]. 光子学报,2000,29(1):82-86.