

文章编号:1007-2780(2010)05-0724-04

基于 SOPC 适用于不同规格 LCOS 的控制器设计

张传胜

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所 激光与物质相互作用国家重点实验室,
吉林 长春 130033, E-mail:zhangchuansheng20031201@sina.com)

摘 要: 通过在现场可编程门阵列器件中构建软核处理器(Nios II)来代替专用集成电路,并在 Nios II 中嵌入 C 程序,根据给定的规模,自动实现了在不同规模下的各种设计参数的计算。实现了只需要输入系统参数,就能适用于不同规模 LCOS 控制器的设计,并且结合 USB 芯片和特定的程序流程,提高了 LCOS 控制器的适用性和可靠性,降低了器件的成本。

关 键 词: 硅基板液晶显示器;可编程门阵列;控制器

中图分类号: TN27 **文献标识码:** A

Controller Design of LCOS with Different Specifications Based on SOPC

ZHANG Chuan-sheng

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences,
Changchun 130033, China, E-mail: zhangchuansheng20031201@sina.com)

Abstract: To replace ASIC, Nios II was constructed in FPGA. With the C program in Nios II, the designed parameters for different specifications can be calculated automatically according to inputted system parameters. It can be used in different LCOS electronics. With USB chip and special program flow diagram, LCOS controller are lower cost, more stable and reliable.

Key words: LCOS; FPGA; controller

1 引 言

校正器作为自适应光学系统的核心部件,在很大程度上决定着自适应技术发展的方向。目前在自适应光学系统使用较多的是变形镜校正器。随着自适应技术在眼底观测方向的使用,传统变形镜校正器显露出其固有的缺点,由于受校正单元少的限制,变形镜校正器很难对存在高阶像差的眼底成像。因此,校正单元多的液晶校正器开始在眼底观测领域广泛使用。与玻璃基板液晶显示器相比,采用硅基板的液晶显示器(LCOS)由于具有尺寸小、分辨率高、光效利用率高等优点,成为目前的最佳选择^[1-8]。作为 LCOS 驱动电路

的核心——为液晶模块(LCM)提供显示数据和时序信号的 LCOS 控制器通常都是由专用集成电路(ASIC)组成。在实际工程应用中,需要各种分辨率的 LCOS,由于每一种 LCOS 都需要专门的显示控制器,因此 LCOS 的设计和使用都比较繁琐。

本设计采用现场可编程门阵列(FPGA)器件来代替 ASIC,利用可编程片上系统(SOPC)实现通用 LCOS 显示控制器的设计。在使用中只需通过对软件参数进行修改,即可完成对不同分辨率 LCOS 的控制。由于液晶自适应系统需要传输的数据量很大,所以为了保证系统的实时性,采用 USB2.0 协议进行数据传输。本文使用了 NXP

公司的 PDIUSBD12 的 USB 芯片、Altera 公司的 EP1C6Q240C8 器件,采用 C++ 语言设计了 USB 驱动程序和固件程序,利用 VHDL 硬件描述语言设计了通用 LCOS 控制器并在实际应用中通过测试,基本上实现了通用 LCOS 控制器的预期目标。

2 系统原理

LCOS 的显示采用逐行扫描方式,即当一行被选通以后,这一行中的各列信号同时加到列上,并维持一个扫描行的时间,当这一时间结束后选通下一行,各列电极施加下一行的显示电压。

目前普通的液晶控制器都是由存储器和控制器组成,由一块 MCU 接收上位机发送过来的显示数据,并由该 MCU 分配存储地址,生成时序信号,把数据存入存储器中,而后由液晶显示模块读取存储器中的数据。存储器的存取速度较慢,在读写大批量数据时很费时,很难匹配 LCOS 的响应速度,并且当更换不同分辨率的 LCOS 显示模块后还需要有新的控制器,存在成本太高且过程烦琐的缺点。

有鉴于此,本文提出了基于 SOPC 设计 LCOS 控制器的思路,即在 FPGA 内构建一个 Nios II 软核处理器和 SRAM 存储器,把 SRAM 映射到 LCOS 显示模块的数据缓冲区,将 Nios II 与 PDIUSBD12 以 DMA 的方式连接,将 Nios II 与上位机以串口的方式连接,通过设置 LCOS 参数和存储器规模参数在内的各种参数,适应不同分辨率的 LCOS;通过 DMA 方式节省传输时间;通过把 SRAM 映射到显示数据缓冲区节省存储器的存取时间。如图 1 所示。

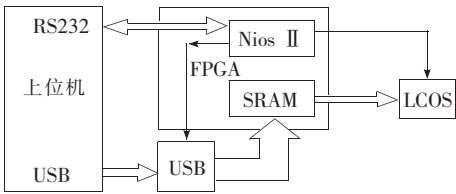


图 1 LCOS 系统原理图

Fig. 1 Diagram of LCOS system electronics controller

3 系统设计

3.1 系统引脚信号时序分析

一般来说,LCM 引脚都具有如表 1 所示的功能描述。

表 1 LCM 引脚信号功能

Table 1 List of LCM module pin signal function

信号名称	功 能
DISPOFF	显示开关控制信号
D0~D7	显示数据并行输出端
FLM	帧扫描信号
LP	显示数据锁存信号
CP	移位脉冲信号
M	交流驱动波形信号

每个 CP 移位脉冲信号都是通过一系列 CP 脉冲,把完整的一行显示数据(D0~D7)存入移位寄存器中。移位寄存器与锁存器并口相接,当完整的一行显示数据被存入移位寄存器后,在锁存信号 LP 的作用下,该行数据被锁存到锁存器内,并输出给列电极。因此 LP 的周期应为一个行周期。当一帧图像的最后一行显示数据存入移位寄存器后,FLM 帧扫描信号变成高电平,其脉宽维持超过一个 LP 脉宽。因此 FLM 的周期应为一帧图像的时间,即各行 LP 的周期和。M 是液晶显示模块的交流驱动信号,每一帧时间改变一次波形的极性,可以防止液晶显示的单向扭曲变形。更为详细的引脚信号时序关系如图 2 和图 3 所示。

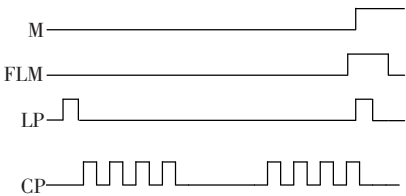


图 2 引脚信号的时序关系 1

Fig. 2 Temporal relation 1 of pin signal

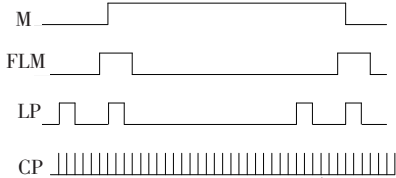


图 3 引脚信号的时序关系 2

Fig. 3 Temporal relation 2 of pin signal

3.2 参数确定

在设计通用分辨率的 LCOS 控制器之前,先要确定某些参数。这些参数包括 LCOS 的分

率 $m \times n$, LCOS 的灰度级 2^n (一般情况下 LCOS 的灰度为 256), LCOS 显示器的刷新频率 a Hz, 信号 CP 的频率 b MHz 等。这些参数由上位机通过串口发送到 Nios II 处理器中。根据这些参数, 由 Nios II 计算得到如下关系: 每一帧的周期为 $10^3/a$ (ms); 每一行的周期为 $10^6 a^{-1} n^{-1} (\mu s)$; 将一行显示数据写入寄存器的时间为 m/b (μs); 每一行的空时间 $[10^6 a^{-1} n^{-1}] - [m/b]$ (μs), 这一项应当不小于 0。依据计算后的数据和图 2、图 3 所示的信号关系, 使用定时器和脉宽调制器 (PWM) 生成 LCOS 的逻辑控制信号。同样在 Nios II 中还要完成 SRAM 内存的设计, 内存的实现是依靠 FPGA 中的逻辑门阵列来实现的。设计所遵循的原则是 SRAM 的容量能至少装下完整的 2 帧数据, 即 $2m \times n \times 2^n$, 一帧数据存储区用于当前显示, 另一帧数据存储区同时接收下一帧要显示的数据, 这样的策略虽然耗费了大量的逻辑门数量, 却可以使低速的存储器和高速的 LCOS 显示器相匹配, 同时更好地发挥 USB 的速度优势。

4 实例设计

在实际应用中, 以 256×256 分辨率、256 灰度级的 LCOS 为例来设计 LCOS 控制器。

首先根据已有的 LCOS 计算各种参数。对于 256×256 的 LCOS, 其刷新频率为 200 Hz, 时钟信号 CLKB 的频率为 20 MHz。因此, 每一帧

的周期为 5 ms, 每一行的周期为 $19.53 \mu s$ (相当于 391 个 CLKB 时钟周期时间), 将一行显示数据写入寄存器的时间为 $12.8 \mu s$ (相当于 256 个 CLKB 时钟周期时间), 每一行的空时间为 $6.73 \mu s$ (相当于 135 个 CLKB 时钟周期时间)。如果设计时发现每一行的空时间小于 0, 则要提高时钟信号 CLKB 的频率。

接下来是设计 SRAM 存储器, SRAM 容量的设计原则是能装下完整的 2 帧数据, 即 $2 \times 256 \times 256 \times 256$ 就能装下完整的 2 帧数据, 但为了便于 CPU 还可以完成其他计算的需要, 内存的设计要比 2 帧数据大一些, 这里取 3 帧数据容量, 同时设定固定的区域为显示缓冲区。

将 USB 的数据输入缓冲区同样设在该显示缓冲区域, 这样通过 USB 端口输入的待显示数据直接存储在显示缓冲区域。

然后将外部的 LCOS 显示器的数据输入端口作为 Nios II 处理器的 I/O 映射地址, 通过 DMA 处理, 使 Nios II 内存的显示缓冲区以 DMA 的方式通过 AHB 总线与 LCOS 显示器的数据输入端口直接输入。使用 DMA 和总线的好处是既简便快速, 传输又很稳定。

在 Quartus II 6.0 环境下对 Nios II 控制器进行功能仿真测试, 仿真的波形如图 4 所示。该控制器的时序信号符合设计要求。完成功能仿真后, 经过综合生成门级网表, 下载到 Altera 公司 Cyclone 系列 EP1C6Q240C8 器件中。

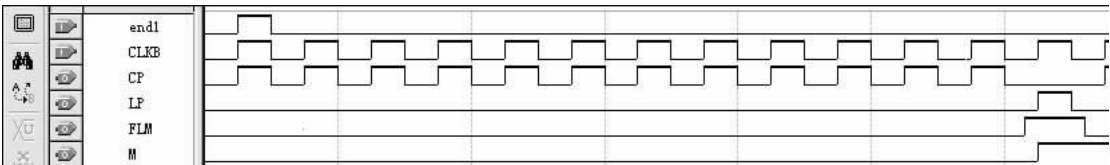


图 4 Nios II 控制器的功能仿真波形

Fig. 4 Function simulation waveshape of LC controller

5 结 论

利用 SOPC 和 USB 设计了一种 LCOS 通用控制器。通常 LCOS 的价格较高且不能通用, 利用本文的方法可以最大限度地降低材料成本和设计成本, 并且可以根据应用的需要, 通过发送不同的参数适应于不同的 LCOS 显示器。由于采用

软核处理器, 系统的稳定性稍差一些, 并且 PDI-USB D12 的速度仅为 12 MB/s。为了提高系统的稳定性, 可以使用 ARM9 处理器; 为了发挥 USB 2.0 的全速 480 MB/s, 可以使用新一代 CH375 USB 控制器。这样就可以使 LCOS 通用控制器拥有更优秀的性能。

参 考 文 献:

[1] Babcock H W. The possibility of compensating astronomical seeing [J]. *Publ Astron. Soc. Pac.* ,1953,65:229-236.

[2] Ling N,Zhang Y,Rao X,*et al.* Small table top adaptive optical systems for human retinal imaging [J]. *SPIE*,2002,4825:99-108.

[3] Liang J,Grimm B,Goei Z S,*et al.* Objective measurement of the wave aberration of the human eye with the use of a Hartman-Shack wave-front sensor [J]. *J. Opt. Soc. Am. A*,1994,11:1949-1957.

[4] Fernandez E J,Artal P. Membrane deformable mirror for adaptive optics performance limits in visual optics [J]. *Optics Express*,2003,11(9):1056-1069.

[5] 胡必武,宋跃,胡升平. 基于 TFT-LCD&ARM&FPGA 的触摸手持式存储示波表 [J]. *液晶与显示*,2008,23(1):112-117.

[6] 金钰,郑喜凤,丁铁夫. 基于 DSP 的 OLED 显示器软硬件设计及实现 [J]. *液晶与显示*,2008,23(2):209-214.

[7] Cao Z L,Xuan L ,Hu L F,*et al.* Effects of the space-bandwidth product on the liquid-crystal kinoform [J]. *Opt. Express*,2005,13(14):5186-5191.

[8] Cao Z L ,Mu Q Q,Dovil L G,*et al.* Effect of the twisted alignment on the liquid crystal wave-front corrector [J]. *Liquid Crystals*,2007,34(10):1227-1232.



《发 光 学 报》

——中文核心期刊（物理学类；无线电电子学、电信技术类）

《发光学报》是中国物理学会发光分会与中国科学院长春光学精密机械与物理研究所共同主办的中国物理学会发光分会的学术会刊。该刊是以发光学、凝聚态物质中的激发过程为专业方向的综合性学术刊物。

《发光学报》于 1980 年创刊，曾于 1992 年，1996 年，2000 年和 2004 年连续四次被《中文核心期刊要目总览》评为“物理学类核心期刊”，并于 2000 年同时被评为“无线电电子学、电信技术类核心期刊”。2000 年获中国科学院优秀期刊二等奖。现已被《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》和“万方数据资源系统”等列为源期刊。英国《科学文摘》(SA)自 1999 年；美国《化学文摘》(CA)和俄罗斯《文摘杂志》(AJ)自 2000 年；美国《剑桥科学文摘社网站》自 2002 年；日本《科技文献速报》(CBST, JICST)自 2003 年已定期收录检索该刊论文。2001 年在国家科技部组织的“中国期刊方阵”的评定中,《发光学报》被评为“双效期刊”。2002 年获中国科学院 2001~2002 年度科学出版基金“择重”资助。2004 年被选入《中国知识资源总库·中国科技精品库》。本刊内容丰富、信息量大,主要反映本学科专业领域的科研和技术成就,及时报道国内外的学术动态,开展学术讨论和交流,为提高我国该学科的学术水平服务。

《发光学报》为双月刊，A4 开本，144 页，国内外公开发行。自 2007 年起,国内定价：40 元，全年 240 元，全国各地邮局均可订阅。《发光学报》欢迎广大作者、读者广为利用，踊跃投稿。

地 址：长春市东南湖大路 3888 号
《发光学报》编辑部
邮 编：130033
电 话：(0431)86176862, 84613407
E-mail: fgxb@ciomp. ac. cn

国内统一刊号：CN 22-1116/O4
国际标准刊号：ISSN 1000-7032
国内邮发代号：12-312
国外发行代号：4863BM
http://www. faguangxuebao. org