

文章编号:1007-2780(2012)05-0638-04

基于 SOPC 的通用液晶触摸屏控制器的设计

张传胜¹, 郑寒雨², 邓江东³

(1. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 中国 长春 130033, E-mail: zhangcs@ciomp.ac.cn;

2. 北京理工大学 信息与电子学院, 北京 100081;

3. 长春理工大学 计算机科学与技术学院, 吉林 长春 130022)

摘 要: 介绍了基于现场可编程逻辑门阵列(FPGA)的 TFT 液晶触摸屏控制器的设计方法。利用 FPGA 构建软核处理器(NiosII), 并依据 TFT 液晶屏和芯片 ADS7843 的接口时序设计驱动电路, 利用内嵌到 NiosII 处理器中的程序可以自动校正 TFT 液晶屏和触摸屏的对应点, 实践表明, 利用 SOPC 技术实现的 TFT 液晶触摸屏控制器具有触摸响应速度快, 触点相应准确的优点, 能有效兼容市面上各种规格的液晶屏, 具有良好的实用性和社会价值。

关 键 词: 现场可编程逻辑门阵列; ADS7843; 触摸屏

中图分类号: TN27 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3788/YJYXS20122705.0638

Control Unit Design for TFT Touching Screen Based on SOPC

ZHANG Chuan-sheng¹, ZHENG Han-yu², DENG Jiang-dong³

(1. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences,

Changchun 130033, China, E-mail: zhangcs@ciomp.ac.cn;

2. Beijing Institute of Technology School of Information and Electronics, Beijing 100081, China;

3. School of Computer Science and Technology, Changchun University of Science and Technology,

Changchun 130022, China)

Abstract: A design method for control unit of the TFT touching screen based on FPGA is described in this paper. Using a Nios II processor built by FPGA, the corresponding point on the TFT and touching screens can be corrected automatically according to the programs in processor and the driver circuit between TFT screen and the ADS7843 chip. It is indicated that the control unit of the TFT touching screen based on SOPC technique has the advantages of quick response and exact touching, which can be compatible with all kinds of TFT touching screen, and it has good practicability and social value.

Key words: FPGA; ADS7843; touching screen

1 引 言

随着生活水平的发展进步, 带有触摸功能的 TFT 液晶屏具有显示丰富, 色彩绚丽, 简便直观的特点, 因此得到了广泛的运用。特别是四线电阻式触摸屏具有简单的制造工艺, 低廉的成本, 使

用方便等特点, 已经被广泛应用于不同的电子设备^[1]。

随着电子设计自动化(EDA)技术的出现, 其基于 IP 核复用的方式减少了开发人员与底层硬件时序的接触, 给开发人员带来诸多方便, 但在目前已知 IP 核库中并没有通用的 TFT 液晶屏触控

收稿日期: 2012-03-26; 修订日期: 2012-04-17

作者简介: 张传胜(1966—), 男, 黑龙江牡丹江人, 副研究员, 主要从事脉冲气体激光器及其脉冲功率源技术等方面的研究。

IP 核,因此需要开发人员自己编写专门的硬件时序控制程序,并且由于液晶屏的参数规格多种多样,导致编写好的程序在用于另外一种液晶屏时触点根本对应不上。基于以上原因,本文采用现场可编程门阵列(FPGA)器件作载体,利用可编程片上系统(SOPC)技术设计了通用液晶触摸屏控制器,可以适应任意规格的 TFT 液晶显示屏。本文选用 Altera 公司 Cyclone 系列 EP1C6Q240C8 器件作载体,使用 Verylog HDL 硬件描述语言,Quartus II 7.2 和 Nios II EDS 7.2 开发环境。

2 通用液晶触摸屏控制器设计

本文设计的通用液晶触摸屏控制器主要由 TFT 液晶显示屏控制器和 ADS7843 芯片控制器两部分组成,总体结构如图 1 所示。其工作原理是在 FPGA 器件内构建两个时序控制器,一个用于对液晶屏的驱动,把需要显示的图像数据经 SDRAM 存储器显示在液晶屏上;另一个用于对 ADS7843 芯片的驱动,把触摸板上的触碰情况和触点信息发给 ADS7843 芯片控制器,通过 FPGA 中内建的 Nios II 处理器,根据液晶屏的尺寸参数和内置的校正代码自动生成校正点,以保证液晶屏的像素点和触摸屏的触点一一对应。

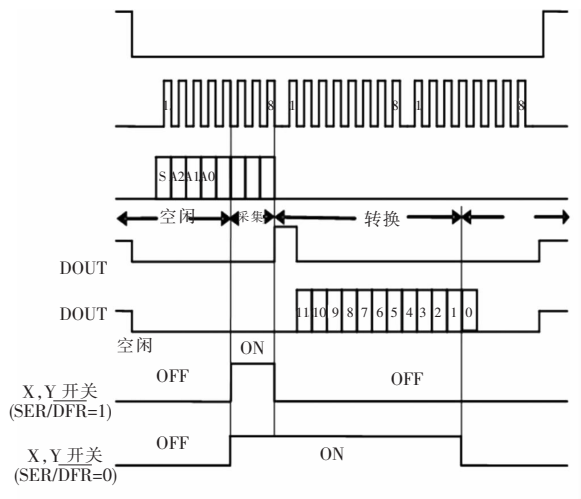


图 1 控制器的总体结构
Fig. 1 Systems architecture of controller

3 通用液晶屏驱动控制器设计

2.1 液晶屏驱动控制器时序分析

一般来说,TFT-LCM 引脚都具有如表 1 的功能描述。

表 1 液晶显示模块(TFT-LCM)引脚信号功能描述
Table 1 Depiction of TFT-liquid crystal module quoter signal function

信号名称	功能描述
DISPOFF	显示开关控制信号
D0~D23	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 移位脉冲信号都是将一组显示数据(D0~D23)移到移位寄存器中,这是因为 TFT 液晶显示屏有 24 位彩色,每一个像素点都是一个 24 位的二进制数,在一系列 CP 脉冲作用下把完整的一行显示数据被存入移位寄存器中^[2-7]。

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,并输出给列薄膜晶体管驱动电路。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 是液晶显示模块交流驱动波形信号,是防

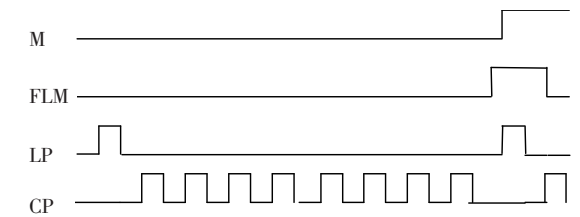


图 2 引脚信号的时序关系 1
Fig. 2 Temporal relation 1 of quoter signal

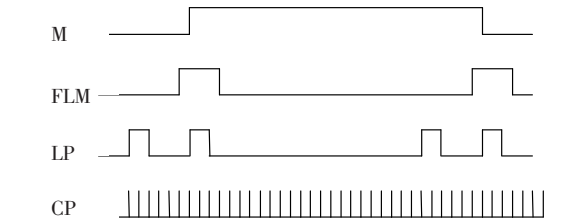


图 3 引脚信号的时序关系 2
Fig. 3 Temporal relation 2 of quoter signal

止液晶单方向扭曲变形,每一帧时间改变一次波形的极性。更为详细的引脚信号时序关系如图 2 和图 3 所示。

2.2 总体参数设计

本文所要设计的液晶显示器驱动器像素数是 $m \times n$ (m, n 都能被 4 整除),刷新频率为 a Hz,信号 CP 的频率为 b MHz,可得如下关系:

每一帧的周期为 $10^3/a$ (ms),这一项应当不大于 30;

每一行的周期为 $10^6/an$ (μs);

将一行显示数据写入寄存器的时间为 $m/4b$ (μs);

每一行的空白时间 $[10^6/an] - [m/4b]$ (μs),这一项应当不小于 0。

4 ADS7843 芯片控制器的设计

ADS7843 芯片控制器作用是将触摸的位置进行数据转换。ADS7843 的时序图如图 4 所示。

BUSY 是忙指示信号,低电平有效。CS 为片选信号,也是低电平有效。

从图 4 中可看出,ADS7843 标准的一次数据转换需要 24 个时钟周期,每次的数据转换以 8 个时钟周期为一次通信,需要与控制器进行 3 次通信^[8-11]。

第一次通信是触摸控制模块的 DIN 端口通过串口向 ADS7843 发送控制字,同时对 X、Y 的电压值进行采集。控制字如表 2 所示,其中 S 为数据传输起始标志位;A2~A0 为通道选择;MODE 为 A/D 转换精度控制位;SER 为参考电压的输入模式。

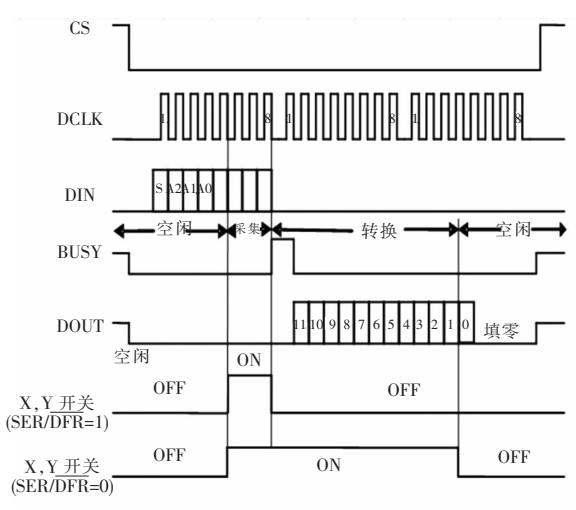


图 4 ADS7843 芯片的时序图
Fig. 4 Time sequence of ADS7843 chip

表 2 ADS7843 的控制字							
Table 2 Order of the control bits in the control byte							
bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
S	A2	A1	A0	MODE	SER/ $\overline{\text{DFR}}$	PD1	PD0

5 实例设计与验证

本文以 11 cm(4.3 in)480×272 液晶屏为例来设计 TFT-LCM 控制器。

对 480×272 的 TFT-LCM,令其刷新频率为 50 Hz(小于 30 Hz 有明显的闪烁感),时钟信号 CLKB 的频率为 2 MHz,因此每一帧的周期为 20 ms;每一行的数据输入时间为 73.5 μs ;将一行显示数据写入寄存器的时间为 60 μs (相当于 120 个

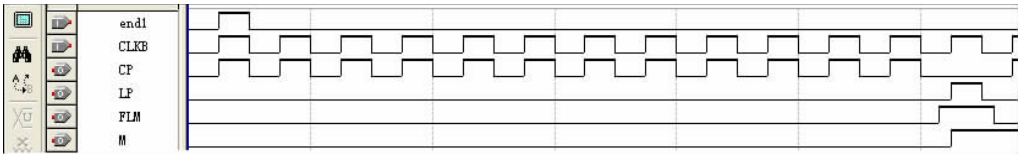


图 5 TFT-LCD 控制器的时序仿真图
Fig. 5 Emulation of timing cycle diagram of TFT-LCD controller

CLKB 时钟周期时间);每一行的空白时间 13.5 μs (相当于 27 个 CLKB 时钟周期时间)。

在 Quartus II 7.2 环境下对设计好的 480×272 规格 TFT-LCD 的控制器进行功能仿真测试,仿真的波形如图 5 所示,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,通过实际使用验证,如图 6 和图 7 所示,本文设计的 TFT 液晶触摸屏控制器能够生成符合要求的时序信号,驱动 TFT 液晶屏和 ADS7843 芯片,且能



图 6 TFT-LCD 显示效果 1

Fig. 6 Display quality 1 for TFT-LCD

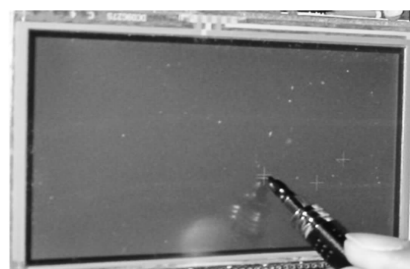


图 7 TFT-LCD 显示效果 2

Fig. 7 Display quality 2 for TFT-LCD

自动完成对像素点和触点的一一对应。

6 结 论

目前相关文献报道的利用 SOPC 技术设计触摸屏控制器的方法一般都是针对于某一个具体的触控芯片,而本文设计的 TFT 液晶触摸屏控制

器的方法既可以有效实现 TFT 液晶触摸屏控制器的 IP 核,还可以根据给定的液晶屏参数,自动适应于生成校正程序,实现触点与任意规格的 TFT 液晶显示屏都能一一对应的功能,具有良好的通用性和可靠性,为低成本液晶屏触控功能的实现,提供了有效的解决方案。

参 考 文 献:

- [1] 赵芝璞,金小俊. 触摸屏控制器 ADS7846 的原理及应用 [J]. 国外电子元器件,2002,(5): 46-48.
- [2] 王显军. 基于 SOC 单片机的高集成度光电编码器电路设计 [J]. 光学精密工程,2011,19(5):1082-1087.
- [3] 倪天龙,邓洪波,金连文. 通过 ADS7846 在 PDA 上实现个性化书法输入 [J]. 电子技术应用,2005,31(6):65-67.
- [4] 张永斌,胡金高. 基于 DSP 的 LCD 显示控制与设计 [J]. 液晶与显示,2011,26(5):626-630.
- [5] 曾伟,廖力清,陈华星. 基于 DSP 的液晶显示器接口设计及控制实现 [J]. 国外电子元器件,2006,(11):17-20.
- [6] 初华,刘春光,袁东,等. 基于 DSP 的液晶显控终端设计与实现 [J]. 液晶与显示,2011,26(4):501-504.
- [7] 许敬淑,傅华明,刘川. 一种基于 DSP 实现的 LCD 液晶显示屏技术 [J]. 现代电子技术,2007,(24):52-54.
- [8] 常锋,孙志远,王瑞光,等. LCD 显示图像的非均匀度校正改进方法 [J]. 光学精密工程,2011,19(4):929-937.
- [9] 潘应云,曾伟,陈家胜. 基于 ARM 的智能显示终端 [J]. 电子测量技术,2008,31(1):160-162.
- [10] 林琳,乔彦峰,苏宛新. 应用灰度控制减轻平板显示器中运动图像的拖尾 [J]. 光学精密工程,2010,18(8):1877-1885.
- [11] 张影. 基于 DSP 点阵液晶显示器的接口与控制 [J]. 液晶与显示,2011,26(6):813-817.