

基于 C8051F 的 OLED 控制电路的设计

The Design of Control Circuit Based on C8051F

(1.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院) 郑喜凤¹ 侯世敏^{1,2}

ZHENG Xi-feng HOU Shi-min

摘要:设计了一种有机电致发光显示器的控制电路,可用于 128×64 的单色 OLED 点阵显示屏。结合 OLED 显示屏特性和驱动芯片 SSD1303 的功能特性,该系统实现了 OLED 显示屏的文字和图片的动静态显示。并提出了一种相对简单的软件实现显示的方法,和通过字模提取软件提取所需显示代码的方法。

关键词:有机电致发光显示器(OLED);SSD1303;控制电路;字模提取

Abstract:A kind of control circuits for Organic Light Emitting Diode(OLED) displays is designed.This system is suitable for 128×64 matrix display panel.The displays of words,static and dynamic of image are available by using this circuit system,according to the characters of OLED and the function of SSD1303.Simpler method that fulfilled displaying in software, and the method of making needful code by using a kind of making code software are advanced.

Keywords:Organic Light Emitting Display(OLED),SSD1303,Control Circuit,Making code

1 引言

有机电致发光显示,又称有机发光二极管(Organic Light Emitting Diode, OLED)或有机发光显示器 Organic Light Emitting Display(OLED),相较于目前市场上流行的液晶显示器(LCD)有明显的优势,主要表现为:自主发光(不需要背光源),无视角问题(视角可达 170°以上),重量轻,厚度薄,亮度高,发光效率高,响应速度快(是液晶的 1000 倍),动态画面质量高,温度范围广(温度范围-40 ~ -80 °C),低功耗,抗震能力强,制造成本低,可柔性显示。尤其适用于要求高亮度的仪表行业,以及条件要求更高的军工产品。与各方面已经发展成熟的 LCD 相比,OLED 的发展还处于初级阶段,但随着以上这些优势的逐步实现,OLED 将极有可能取代 LCD 在市场上的地位,OLED 是被业界公认为最具发展前景的下一代显示器。

2 硬件结构设计

本文利用单片机 C8051F023 作为 128×64 单色 OLED 的控制核心器件,采用的是维信诺公司的一款屏 VGG12864G,它利用 Solomon 公司的 SSD1303 为专用驱动 IC。实现文字显示及图像的动静态显示。硬件整体设计结构框图如图 1 所示。

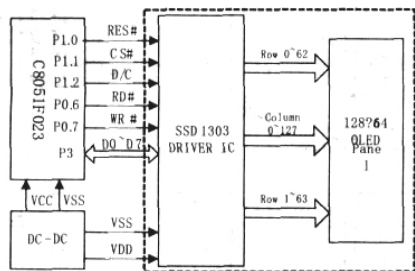


图 1 硬件设计结构框图

郑喜凤:博士

基金项目:吉林省与中国科学院科技合作资金项目
(2005SYHZ0010)

2.1 SSD1303 驱动及接口电路

VGG12864G 模块的 OLED 显示屏为 128 列,64 行结构。图 2 为 SSD1303 结构框图,显示了模块逻辑电路和接口电路的框图。用户只需要给接口提供电源、产生驱动指令信号和显示数据信号,就能点亮 OLED 屏。从图中可以看出,行、列驱动器的输出通过 FPC 绑定到 OLED 屏,剩下的 MCU 接口、电压和电流控制器需要是其专门设计的接口和驱动电路,模块的外部信号仅与 SSD1303 发生关系。所以了解了 SSD1303 的输入特性及指令系统,就能方便地使用本模块了。

SSD1303 是晶门公司推出的驱动单色 OLED 的 IC,采用 TAB 封装。这种基于 CMOS 工艺的驱动 IC 集成了行、列驱动器、振荡器、对比度控制器和图形数据存储(GDDRAM),很大程度上减少了外围器件和功耗。可支持的最大分辨率为 132×64,其中 OLED 屏底部 132×16 的点阵区域可以显示 4 色的局域色,并可编程实现 64 级灰度,当用于单色显示时,可编程控制 256 级对比度。根据所使用微处理器(MPU)的不同,它提供 8 位 6800 系列 MPU 并行、8 位 8080 系列 MPU 并行和 Serial Peripheral Interface (SPI)串行三种通信接口模式。

控制命令通过 MCU 接口输入到控制命令解码器进行命令解码,然后输出时钟、行同步、场同步信号,从而控制 OLED 显示的振荡频率、显示器件的电压转换模块以及 OLED 显示内容的行列偏移量的驱动模块;如果是显示数据(128×64bits),那么显示数据由控制电路通过 MCU 接口输入到 GDDRAM 缓存,然后通过局域色解码器对数据进行解码,最后将解码后的显示数据通过行列驱动器驱动 OLED 显示,OLED 上呈现了稳定的显示效果。

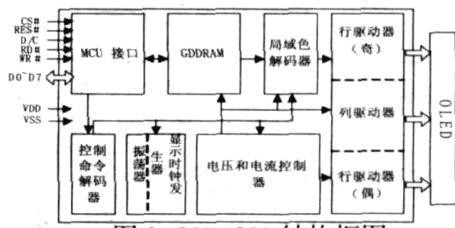


图 2 SSD1303 结构框图

2.2 电源的设计

硬件结构设计框图如图 2 所示,外部硬件电路的 DC-DC 转换器用 TPS7333 芯片将 5V 电源转换成 3.3V 电源,并将输出的电源信号通过电压和电流控制器控制整个 SSD1303 的电压和电流。整个系统需要 3.3V 和 12V 的电源,MCU (本文采用 C8051F023)需要提供 3.3V 的电源电压,OLED 需要 3.3V 的逻辑电源电压和 9~12V 的驱动电源电压,此驱动电源电压由外部电源转换器电路提供。

2.3 各种控制信号

再就是关于如何用 MCU 控制,MCU 通过 RES#, CS#, D/C, WR#, RD# 和 D0~D7 共 13 个接口控制 SSD1303 驱动 IC,从而控制 OLED 显示屏。CS# 为片选信号,当 CS# 接低电平时 MCU 才能与驱动 IC 通信;RES# 是复位使能端,当接低电平时,所有控制寄存器均被设定为出厂时的默认状态,同时图像寄存器清零;D/C 为数据/命令选择信号;WR# 和 RD# 分别为写和读选择信号,当 CS# 为低时,在其下降沿读写有效。通过改变 D/C、WR# 和 RD# 三个接口的高低,单片机对 OLED 的控制有四种状态,可由表 1 显示出来。

表 1 读写状态一览表

D/C	WR#	RD#	状态
0	0	1	写命令
0	1	0	读命令 (“忙”检测)
1	0	1	写数据
1	1	0	读数据

2.4 读写的时序

只要按照 VGG12864G 的时序波形图进行读和写,即可完成 OLED 的显示。但是,通过软件编程拼时序的话,要考虑到许多时间参数,有一定的难度。为了使得数据和命令能够更容易的顺利读写,我们采用另外一种办法。如图 1 所示,将 WR# 和 RD# 分别接 C8051F023 的 /WR 和 /RD,即 P0.7 和 P0.6。在 C 语言编程时定义指针类型为 xdata 型,它是指向片外存储器的,通过给指针的赋值访问片外的数据存储区,当访问片外存储器时,/RD 和 /WR 会在读和写时自动变低,同时 P3 端口为数据总线,非复用方式下,地址总线的高 8 位使用 P1 口,低 8 位使用 P2 口;复用方式下,地址总线高 8 位仍使用 P1 口,低 8 位和数据总线复用 P3 口,P2 口就不会受到影响。所以最好设置成复用方式 (EMIOCF.4=0),P2 口就可以用来作别的输出端口,自由地控制 RES#, CS#, DC。虽然不需要地址总线,但访问片外存储器时地址线会被使用,所以仍要避免。实验结果的时序波形图如图 3 所示。只要 CS# 为低时,在 WR#(RD#)的下降沿写入(读出)数据或命令,即可有效地完成读写的工作。

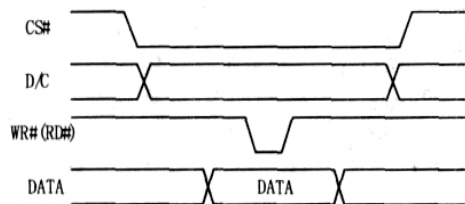


图 3 时序波形图

3 软件程序的设计

整个单片机控制 OLED 的显示程序用 C 语言编写,主要程

序流程图如图 4 所示。单片机初始化包括关闭看门狗、时钟初始化、端口初始化,以及定时器和中断的初始化。OLED 初始化包括开显示、设置显示模式、设置对比度控制器、对比度设置(1~256)、设置行列起始地址、设置具体位置颜色、设置串口管脚配置。清 OLED 屏和 OLED 显示都是往 GDDRAM 里写数据,包括读状态、写命令、写数据子程序,清 OLED 屏就全写 '0',OLED 显示只要写入所要显示的文字或图片的字符代码即可。每次写(命令或数据)之前都要读状态,看最高位 D7 是否为 '0',也称之为“忙”检测,如果为 '1',表示“忙”,反之为“闲”,在“闲”的状况下才可以写操作。

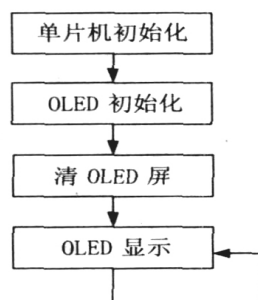


图 4 程序流程图

4 文字和图片的显示

VGG12864G 内置 128×64 bits 的显示存储器,用于存储显示数据,图 5 为 RAM 的地址结构。RAM 容量为 128×64=8192 bits,它被分成 8 页(page0~page7),每页 8 行,每页的第一列刚好是一个字节,低位在上,高位在下;显示屏上各像素点的显示状态与显示存储器的各位二进制数据一一对应,显示存储器的数据直接作为图形显示的驱动信号。数据显示为 '1',相应的像素点显示;数据显示为 '0',相应的像素点不显示。

所显示文字或图片的字符库,需要自己造,但人工的几乎不可能,可以选用字模提取软件——“字模提取 V2.2”,该软件提供两种取模方式:横向和纵向。再根据 OLED 显示数据的 RAM 地址结构,选纵向的取模方式,由于 OLED 模组的字节结构是高位在下低位在上,所以要设置成字节倒序,字符的字体、字形、大小和显示效果(下划线和删除线)可根据需要进行调整,然后采取 C51 格式(若用汇编语言编程可采取 A51 格式)取模生成单个字符的点阵显示代码,最后根据需要在 OLED 屏上的显示效果,对代码进行相应调整即可得到所需字符库。

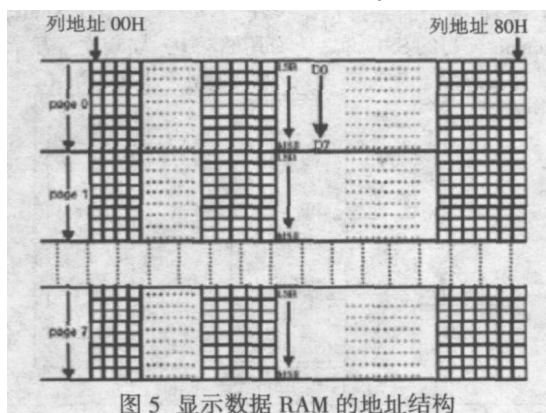


图 5 显示数据 RAM 的地址结构

根据所要显示的文字或图片生成所需字符库,通过 OLED 显示程序将字符代码写入并存储在 SSD1303 的 GDDRAM 模块

后,就可以稳定地显示出来。通过软件编程也可实现图片的动态显示,如图 6 为该系统所完成的文字和图片显示。

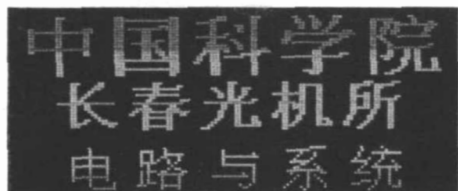


图 6 字符的显示

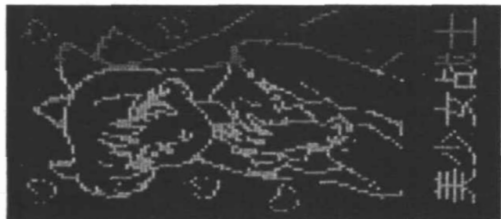


图 7 静态图片的显示

5 结论

设计了一种基于单片机实现 OLED 显示的方法。针对其功能和特性,解决了相关部分的电路设计,并在所开发的系统上实现了文字、动静态图片的显示。实验证明:该设计电路简单,为该系统大大降低了成本,使该系统可以应用在小设备上。

本文作者创新点:突破了完全靠软件控制片选、复位、读、写和数据/命令这些信号来拼时序的难度限制,该文章提出了一种软硬件结合完成读写数据和命令的方法,使硬件电路和软件编程都得到了一定程度上的简化。还有,通过使用字模提取软件,并结合 OLED 的 RAM 地址结构,也较详细地说明了如何提取字符代码,并调整得到所需的字符库。

参考文献

- [1]邵作叶,郑喜凤,陈宇.平板显示器中的 OLED [J].液晶与显示,2005,20(1):52-56.
- [2]赵晶,李平,王丹.单片机控制 OLED 显示全彩色静态图片和动态图像的系统设计.液晶与显示,2006,21(1):67-72.
- [3]付新虎,刘高霞,郑喜凤,丁铁夫.OLED 无源驱动技术应用.微计算机信息.2005,21(10-2):120-121,56.
- [4]冯永茂,王瑞光,罗锦,郑喜凤.无交叉效应无源 OLED 驱动电路的实现.液晶与显示.2003,18(5):362-366.
- [5]谢运,李军建.OLED 模组 SSD1303 的显示驱动设计.电子元器件应用.2006,3:73-76.
- [6]王丹,李平.单片机控制的 OLED 全彩色静态和动态视频图像显示.微计算机信息.2005,21,11-2:9-11.
- [7]杨虹,郑晓斌,彭俊彪,等.OLED 驱动器的发展和应用 [J].液晶与显示,2003,18(6):441-444.

作者简介:郑喜凤(1965-),女,汉,博士,黑龙江人。现为中国科学院长春光学精密机械与物理研究所研究员,硕士生导师。主要从事平板显示器的研究工作;侯世敏 1983 生。女,硕士,河南人,目前就读于中国科学院长春光学精密机械与物理研究所,从事 OLED 显示器的驱动控制的研究。

Biography:ZHENG Xi-feng (1965-), Female, Han, Doctor, Heilongjiang Province, The tutor of master of Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences. Now engaging in the domain of panel display.

(130033 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)郑喜凤
(100039 北京 中国科学院研究生院)侯世敏
(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Science, Changchun, Jilin, P.R.China, 130033)Zheng Xifeng
(Graduate School of Chinese Academy of Science, Beijing, P. R.China, 100039)Hou Shimin
通讯地址:(100039 长春市营口路 20 号 光机所研究生部 C 公寓)侯世敏

(收稿日期:2008.4.28)(修稿日期:2008.6.20)

(上接第 294 页)

$$p_E = p(n, \geq 4) = \sum_{i=4}^n C_n^i p_c^i (1-p_c)^{n-i} \approx C_n^m p_c^m = \frac{2^{2n}}{4^{1/2n}} p_c^4 = 8855 p_c^4 \quad (3)$$

4.2.4 DSP 的汇编程序设计

DSP 的汇编程序设计包括两部分:系统的 ROOT 程序设计以及主程序设计。主程序主要是对寄存器的初始化。

4.2.5 PCI 接口卡驱动程序设计

在设计和使用 PCI 设备时,经常要在 PC 机的软件中访问和控制硬件设备为了保证系统的安全性、稳定性和可移植性,对应用程序访问硬件资源加以限制,这就要求设计设备驱动程序以实现 PC 机的软件对 PCI 设备的访问。硬件设备驱动程序的基本功能就是完成设备的初始化、对端口的读写操作以及对内存的直接读写。

本文作者创新点:

在用单片机实现的基础上,本文提出了以 TMS320C5402 为主控制器的无线数据调制模块的实现方法,并对其具体实现包括硬件及软件做了比较全面的介绍。可以看出:在速度、精度等很多方面 DSP 系统都优于单片机系统,而且 DSP 利用 HPI 口和 PCI 总线,极大的方便了主机与 DSP 系统的数据交换。该系统灵活、简单,是一种比较先进的技术,具有一定的理论和实践意义。

参考文献

- [1]黎洪生、赵兆、陈文武,基于 DSP 和 PCI 总线的数据采集处理卡,电子产品世界,2003 年第 2 期
- [2]琼月,DSP 技术的应用和发展,电子产品世界,2002 年第 5 期
- [3]刘晖、夏意军译,PCI 系统结构,2000 年 7 月,电子工业出版社
- [4]武安河、周利莉编,Windows 设备驱动程序,2001 年 9 月,电子工业出版社
- [5]张庆杰,朱华勇.一种嵌入式手持设备的无线数据通信模块扩展方法[J].微计算机信息,2006,7-2:19-21

作者简介:刘曼平(1975-),女,江西赣县人,上海工程技术大学高等职业技术学院教师,研究方向:计算机辅助教育及图像识别。
Biography:LIU Man-ping (1975-), Female, Born in Jiangxi Ganxian, Lectuer in Shanghai University of Engineering and Technology, Research Fields: CAE and Image Recognize.

(201620 上海工程技术大学高等职业技术学院)刘曼平
(Shanghai University of Engineering and Technology, Higher Vocational Technical College Shanghai 201620)Liu Manping
通讯地址:(200437 上海市虹口区逸仙路 88 号上海工程技术大学高等职业技术学院)刘曼平

(收稿日期:2008.4.28)(修稿日期:2008.6.20)