

文章编号:1007-2780(2014)02-0224-05

基于 Zynq 的 OLED 驱动设计

邢艳芳¹, 张延冬^{2*}

(1. 中国传媒大学南广学院 传媒技术学院, 江苏 南京 211172;

2. 南京南瑞继保电气有限公司, 江苏 南京, 211102)

摘要: OLED 具备自发光、不需背光源、对比度高、厚度薄、视角广、反应速度快、可用于挠曲性面板、使用温度范围广、构造及制程较简单等优异特性,被认为是下一代的平面显示器新兴应用技术。目前 OLED 的驱动大部分都是基于 STM 系列 ARM 芯片和传统 FPGA 芯片。为适应 Xilinx 最新平台 Zynq 的人机交互需要,提出一种基于 Zynq 的 OLED 驱动设计方法。文章阐述了 OLED 的特性和 SPI 控制方式,给出了设计流程和硬件电路图。利用 Zynq 的 PL 部分完成了 OLED 驱动的 IP 核,利用 Zynq 的 PS 部分实现了 OLED 的驱动程序设计。通过 AXI 总线实现 PL 和 PS 的通信。最后通过测试程序,实现了字母、数字和点阵图像的实时显示。解决了基于 Zynq 器件在广电仪器和电力仪表仪器中人机交互的工程技术,具有集成度高、可移植性强和通用性好等优点。

关键词: Zynq; OLED; SPI; 驱动

中图分类号: TN873 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20142902.0224

OLED driver design based on Zynq

XING Yan-fang¹, ZHANG Yan-dong^{2*}

(1. College of Media Technology, Communication University of China(Nanjing), Nanjing 211172, China,

2. NR Electric Co., Ltd., Nanjing 211102, China)

Abstract: Due to having such excellent characteristics, self-illumination, without backlighting, high contrast, thin thickness, wide viewing angle, fast response, organic light-emitting diode (OLED) can be used for flexural property panel. At the same time, OLED is considered as emerging application technology of the next generation of flat panel display because of wide temperature range and relatively simple structure and process. At present, the OLED driver is mostly based on STM series of ARM chips and traditional FPGA chip. In order to meet the human-computer interaction requirement of "Zynq", the latest platform developed by Xilinx, and a kind of method about OLED driver design based on the Zynq is put forward. In this paper, the characteristics of OLED and SPI control mode are introduced, and the design process and the hardware circuit diagram are given. The OLED driver's IP core is completed at the aid of the Zynq's PL part, and the OLED driver design is implemented at the aid of the Zynq's PS part. The communication between PL and PS is realized by AIX bus. Finally, the real-time display of letters, numbers and bitmap image are realized by the test program. It resolved engineering technology of human-computer interaction based on Zynq device in radio and television equipment and electrical instrument, with high integration, strong portability and versatility, etc.

Key words: Zynq; OLED; SPI; drive

收稿日期: 2013-07-25; 修订日期: 2013-12-16.

* 通信联系人, E-mail: zhangyd@nari-relays.com

1 引言

随着近几年嵌入式技术的飞速发展和广泛应用,人机交互成为嵌入式设备的迫切需要。为适应 Xilinx 最新平台 Zynq 的人机交互需要,提出一种基于 Zynq 的 OLED 驱动设计方法。

有机发光二极管(Organic Light-Emitting Diode,OLED)由于同时具备自发光、不需背光源、对比度高、厚度薄、视角广、反应速度快、可用于挠曲性面板、使用温度范围广、构造及制程较简单等优异特性,被认为是下一代的平面显示器新兴应用技术^[1-3]。

Xilinx 最新平台 Zynq 将处理器的软件可编程能力与 FPGA 的硬件可编程能力实现完美结合,以低功耗和低成本等系统优势实现良好的系统性能、灵活性和可扩展性。

目前 OLED 的驱动大部分都是基于 STM 系列 ARM 芯片^[4]和传统 FPGA 芯片^[5]。在 Zynq 上,Xilinx 提供了 Linux 演示实例,但无裸机源码,无法满足实时性比较强的工程实际需求。

文章详细阐述了基于 Zynq 的 OLED 驱动设计步骤和方法^[6],并且在基于 Zynq 的开发板 ZedBoard 上实现了实时显示字母、数字和点阵图像,为 Zynq 在仪器仪表领域实现人机交互提供了技术支撑。

2 OLED 驱动设计流程

Zynq 是一个 ARM PS+PL 结构,其中 PL 部分就是传统意义的 FPGA,可以方便地定制相关外设 IP,也可以进行相关的算法设计,和使用普通 FPGA 完全一样。如果不使用 PL,Zynq 的 PS 部分和普通的 ARM 开发一样。Zynq 最大的特点是可以利用 PL 部分灵活地定制外设,挂在 PS 上,而普通的 ARM,外设是固定的。因此,Zynq 的硬件外设是不固定的,这也是 Zynq 灵活性的一个表现。OLED 在 Zynq 上是连接在 PL 上,因此需要把 OLED 对应引脚挂在 PS 的硬件上,然后设计 OLED IP 核^[7],再通过 SDK 设计驱动程序,OLED 驱动设计流程如图 1 所示。

ZedBozrd 控制 OLED 的主要方法是:自行设计一个 IP 核,对 OLED 的 6 个控制信号和电源

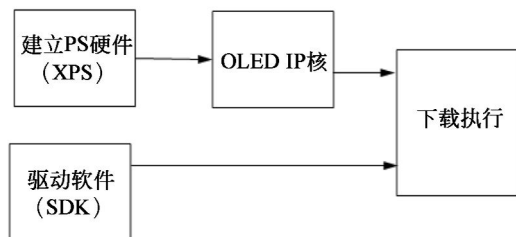


图 1 OLED 驱动设计流程

Fig. 1 Design flow of OLED driver

信号进行逻辑设计和引脚约束,通过 AXI 总线,把 OLED 的 IP 核和 PS 联系起来。在 PS 部分编写相应的驱动程序,即可实现对 OLED 的控制,如图 2 所示。

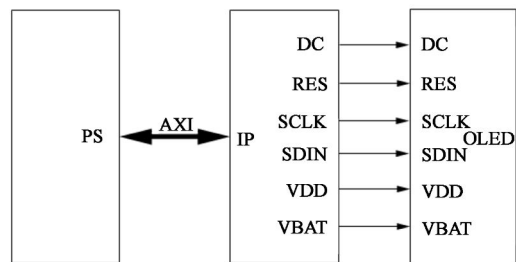


图 2 OLED 系统设计图

Fig. 2 Design diagram of OLED system

因此,要实现 OLED 显示功能,主要做以下几个方面工作:设计 Zynq 硬件系统(PS 部分)、设计自己的 IP 核和 PS 部分驱动程序设计。

3 建立 Zynq 硬件系统和 OLED IP 核

Zynq 的开发板 ZedBoard 上使用 Inteltronic/Wisechip 公司的 OLED 显示模组 UG-2832HSWEG04,分辨率为 128×32 ,是一款单色被动式显示屏,驱动电路采用所罗门科技的 SSD1306 芯片^[8]。具体电路如图 3 所示。根据原理图可知,ZedBoard 开发板使用的 OLED 采用 SPI 方式控制,SPI 模式使用的信号线和电源线有如下几条:

RST(RES):硬复位 OLED;

DC:命令/数据标志(0,读写命令;1,读写数据);

SCLK:串行时钟线;

SDIN:串行数据线;

VDD:逻辑电路电源;

VBAT:DC/DC 转换电路电源。

在 SPI 模式下,每个数据长度均为 8 位,在 SCLK 的上升沿,数据从 SDIN 移入到 SSD1306,并且是高位在前的。

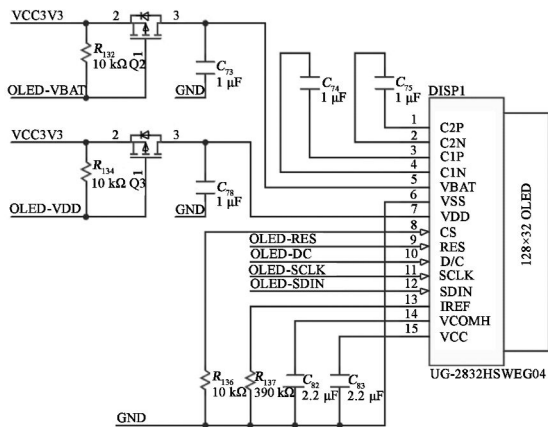


图 3 OLED 原理图

Fig. 3 OLED scheme diagram

Zynq 的硬件系统是指在 PL 中配置相关外设,挂载到 PS 中,作为 PS 部分的外设使用。OLED 驱动主要用到 6 个 IO 口,在生成硬件系统时,只需要利用 Xilinx 的嵌入式工具 XPS 生成最小硬件系统,然后把 OLED 的相关引脚添加到最小硬件系统中。主要过程如下:

(1)根据芯片型号,根据 XPS 工具设计流程,生成 Zynq 的最小硬件系统。

(2)在最小硬件系统中,添加外设 IP my_oled,把 OLED 的 SPI 引脚添加到工程中。添加一个 6 位寄存器,每位和 SPI 引脚对应。

(3)my_oled IP 核逻辑设计主要完成 IP 核引脚添加、端口映射和用户逻辑功能。首先要对设计的 IP 核添加引脚,在系统生成的 MPD 文件中,添加 OLED 的相关引脚端口和方向信息。

在 MPD 文件中,在 PORT 下添加 OLED 的相关引脚和方向信息,具体代码如下:

```
PORT DC="",DIR=O
PORT RES="",DIR=O
PORT SCLK="",DIR=O
PORT SDIN="",DIR=O
PORT VBAT="",DIR=O
PORT VDD="",DIR=O
```

(4)在系统生成的 my_oled. vhd 文件中,用

VHDL 语言进行端口设计,主要进行以下两个设计。

声明 IP 和用户 6 个信号和电源的端口。代码如下:

```
DC      : out std_logic;
RES     : out std_logic;
SCLK    : out std_logic;
SDIN    : out std_logic;
VBAT    : out std_logic;
VDD     : out std_logic;
```

将用户端口和 IP 核端口进行映射,代码如下:

```
DC      => DC,
RES     => RES,
SCLK    => SCLK,
SDIN    => SDIN,
VBAT    => VBAT,
VDD     => VDD,
```

(5)在系统生成的 user_logic. v 文件中,用 Verilog 语言进行逻辑设计,实现寄存器和 SPI 对应端口连接并实时读取,主要代码如下。其中 slv_reg0 为 IP 核寄存器,tmp 为用户定义临时寄存器,tmp 的每一位和 IP 端口一一对应。实现把 slv_reg0 寄存器低 6 位实时传给 tmp 寄存器,通过对寄存器 slv_reg0 的写操作达到控制 6 个引脚的时序。

```
always @(posedge Bus2IP_Clk)
begin
tmp<=slv_reg0[5:0];
end
```

4 OLED 驱动程序设计

由于 ZedBoard 开发板上的 OLED 使用的是 SPI 协议,并且只支持写,不支持读,因此控制 OLED 就是在 SCLK 的时钟下,通过 SDIN 进行命令和数据的传输。OLED 的控制需要经过初始化、传数据和命令以及对显存设置等操作实现^[9-10]。

4.1 初始化

驱动 IC 的初始化代码,可以参考厂家推荐的设置,但需要根据开发板上 OLED 实际参数进行一些修改。

根据 SSD1306 数据手册的初始化说明,具体

步骤如图4所示。初始化的实现就是对 SSD1306 进行写命令。

按照图4参数,逐步把命令写入 SSD1306 即可实现对 SSD1306 的初始化。

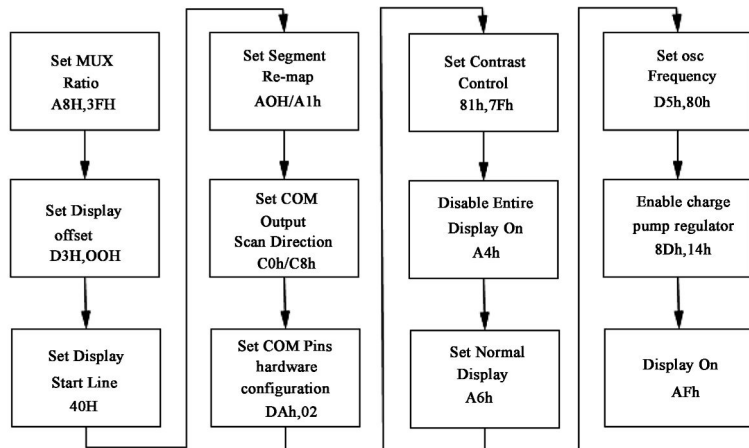


图4 SSD1306 初始化步骤

Fig. 4 SSD1306 initialization step

4.2 写数据和命令的实现

在 SCLK 时钟下,根据要写入的数据或者命令,设置 SDIN 引脚的电平,一位一位地把数据写入 SSD1306。SSD1306 每次传送的命令和数据均为一个字节,传送数据和命令的区别是通过 Set_OLED_DC 宏,设置该函数为写数据,通过 Clr_OLED_DC 宏,设置该函数为写命令。实现一个字节的数据传输代码如下:

```
for(i=0;i<8;i++)
{
    Clr_OLED_SCLK;
    if(data&0x80)
        Set_OLED_SDIN;
    else
        Clr_OLED_SDIN;
    Set_OLED_SCLK;
    data<<=1;
}
```

4.3 显存数据写入 SSD1306 存储器

我们采用的办法是在 PS 的内部建立一个 OLED 的 GRAM(共 128 个字节),在每次修改的时候,只是修改 PS 上的 GRAM(实际上就是 SRAM),在修改完之后,一次性把 PS 上的 GRAM 写入到 OLED 的 GRAM。具体代码如下:

```
void OLED_Refresh_Gram(void)
```

```
{
    u8 i, n;
    for(i=0;i<4;i++)
    {
        write_cmd(0xb0+i); //设置页地址
        write_cmd(0x00); //设置显示位置—列低地址,偏移了2列
        write_cmd(0x10); //设置显示位置—列高地址
        for(n=0;n<128;n++) write_data(OLED_GRAM[n][i]);
    }
}
```

4.4 显示结果

系统实现了 OLED 的字母、数字和点阵图形实时显示,如图5所示。

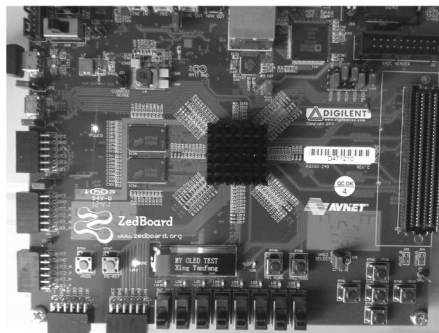


图5 OLED 运行结果

Fig. 5 OLED's operation result

5 结 论

系统采用可软硬件协同设计的 Zynq 器件,定制硬件 IP 核,采用传统 ARM 程序设计方法设

计 OLED 驱动程序和测试程序,实现了实时显示。解决了基于 Zynq 器件在广电仪器和电力仪表仪器中人机交互的工程技术,具有集成度高、可移植性强和通用性好等优点。

参 考 文 献:

- [1] 李想,郑喜凤,陈宇. 基于 Linux 下的 OLED 显示模块设计[J]. 液晶与显示, 2012, 27(1): 103-107.
Li X, Zheng X F, Chen Y. Design of OLED display module based on S3C2440 [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(1): 103-107. (in Chinese)
- [2] 刘健,谢文法. OLED 器件光电性能集成测试系统研制[J]. 液晶与显示, 2013, 28(1): 132-137.
Liu J, Xie W F. Integrated optoelectronic performance test system for OLEDs [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2013, 28(1): 132-137. (in Chinese)
- [3] 冉峰,何林奇,季渊. 无线 OLED 微显示器系统的设计与实现[J]. 液晶与显示, 2012, 27(5): 633-637.
Ran F, He L Q, Ji Y. Design and implementation of wireless OLED microdisplay system [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(5): 633-637. (in Chinese)
- [4] 何剑锋,李祥,何月顺,等. 基于 S3C2410 的嵌入式 LINUX 下 OLED 模块驱动设计[J]. 液晶与显示, 2010, 25(1): 90-93.
He J F, Li X, He Y S, et al. Driving design of OLED module based on S3C2410 in embedded Linux [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2010, 25(1): 90-93. (in Chinese)
- [5] 刘丽,刘卫东,洪胜峰. 基于 FPGA 的 AMOLED 驱动控制系统设计[J]. 现代显示, 2012(12): 31-34.
Liu L, Liu W D, Hong S F. Design of AMOLED driving control system based on FPGA [J]. *Advanced Display*, 2012(12): 31-34. (in Chinese)
- [6] 李国强,章坚武,占志伟. AMOLED 驱动电路和 LINUX 下驱动程序设计[J]. 液晶与显示, 2011, 26(4): 527-531.
Li G Q, Zhang J W, Zhan Z W. Design of AMOLED drive circuit and Linux driver [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2011, 26(4): 527-531. (in Chinese)
- [7] 何宾. *Xilinx All Programmable Zynq-7000 SoC 设计指南*[M]. 北京:清华大学出版社, 2013: 384-391.
He B. *Xilinx All Programmable Zynq-7000 SoC Design Guide* [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2013: 384-391. (in Chinese)
- [8] 陆佳华,江舟,马岷. 嵌入式系统软硬件协同设计实战指南: 基于 Xilinx Zynq [M]. 北京:机械工业出版社, 2013: 17-18.
Lu J H, Jiang Z, Ma M. *The Collaborative Design Practical Guide of Hardware and Software in an Embedded System Developed by Xilinx Zynq* [M]. Beijing: China Machine Press, 2013: 17-18. (in Chinese)
- [9] 卢贵主. OLED 面板的彩色显示驱动技术研究[J]. 半导体光电, 2011(2): 175-178.
Lu G Z. Research on OLED color display driver technology [J]. *Semiconductor Optoelectronics*, 2011(2): 175-178. (in Chinese)
- [10] 王星全,兰明蛟,郑振华. 基于 Windows CE 的 OLED 驱动程序设计与实现[J]. 微型机与应用, 2011(20): 17-20.
Wang X Q, Lan M J, Zheng Z H. Design and implementation of OLED drivers based on Windows CE [J]. *Microcomputer & Its Applications*, 2011(20): 17-20. (in Chinese)

作者简介: 邢艳芳(1981—), 女, 江苏高淳人, 硕士, 讲师, 主要从事数字逻辑、嵌入式系统方面研究。E-mail: xyf81106@163.com