

文章编号:1007-2780(2014)02-0233-05

基于 AM-OLED 立体显示接口电路的设计

卓 斌¹, 石俊生^{1*}, 邵永航¹, 云利军²

(1. 云南师范大学 颜色与图像视觉实验室, 云南 昆明 650500;

2. 云南师范大学 计算机科学与技术学院, 云南 昆明 650500)

摘要:为了将 PC 机上的视频源在双 AM-OLED 微型显示器上实现立体显示, 设计了立体视频显示接口电路。对该系统所采用的人眼的双目视差原理和 SVGA050 微显芯片立体显示功能进行研究。针对 AM-OLED 显示器的结构与特点, 提出了双 VGA 接口为视频输入接口、PIC18LF2550 为 MCU 控制芯片, 双 AM-OLED 微型显示器的立体显示系统的电路设计方案; 介绍了母板和 OLED 板的设计以及主控器利用 IIC 串行总线对各模块寄存器进行配置。介绍了立体显示功能实现的原理和配置 SVGA050 微显芯片的立体功能控制参数的方法。实验结果表明, 通过对开发的立体显示系统进行左右格式的立体视频源播放测试, 实现了视频源在双 1.27 cm(0.5 in)、800×600 分辨率 SVGA050 微显芯片上的立体显示。最后验证了基于 AM-OLED 微型显示器的立体显示接口电路设计方案的有效性。

关 键 词: AM-OLED; 立体显示; 双路视频; 接口电路

中图分类号: TP391.9 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20142902.0233

Stereoscopic display interface circuit design based on AM-OLED

ZHUO Bin¹, SHI Jun-sheng^{1*}, TAI Yong-hang¹, YUN Li-jun²

(1. Color & Image Vision Lab., Yunnan Normal University, Kunming 650500, China;

2. College of Information, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

Abstract: In order to realize the function of stereo display on dual AM-OLED micro displays by playing the video source from computer, stereo display interface circuit is designed. The binocular parallax principle of the human eye and the stereo display function of SVGA050 micro display are investigated and applied. First, this paper proposed a circuit scheme of three-dimensional display system with dual VGA interface as the video input, PIC18LF2550 as the MCU and dual AM-OLED as the micro display. Then the design of the motherboard and OLED panel is introduced, the register of each module that is configured through the IIC serial bus by master controller is analyzed in this scheme. Finally, the principle of stereo display function and the means of configuring the stereoscopic controls parameter of SVGA050 micro display are introduced. Stereo display system has been tested by playing the stereoscopic video source of the left and right sides format. Stereo display function has realized on the dual AM-OLED micro displays which size is 1.27 cm(0.5 in) and resolution is 800×600. The

收稿日期: 2013-09-01; **修订日期:** 2013-12-23.

基金项目: 国家自然科学基金项目(No. 60963020); 云南省教育厅科学研究重大专项(No. ZD2009006); 云南省科技计划应用基础研究项目(No. 2013FD017)

* 通信联系人, E-mail: shi-js@263.net

effectiveness of the proposed scheme of stereoscopic display interface circuit based on AM-OLED is verified.

Key words: AM-OLED; stereo display; dual video; interface circuit

1 引言

随着立体技术的发展,立体显示器的核心部件从小型 CRT 发展到目前的有源矩阵有机发光二极管面板(AM-OLED)。由于 OLED 显示器刷新率高、宽视角、高对比度、高亮度、低功耗等特点,被越来越多地应用到近眼立体显示系统^[1]。国外的立体显示技术相对比较成熟。2006 年,eMagin 开发出全球第一款支持 3D 功能的头戴显示器“eMagin Z800 3D Visor”,该头盔配备双 1.27 cm(0.5 in)、800×600 分辨率 OLED 微型显示芯片^[2];2011 年 12 月,Sony 推出头戴式 3D 显示器 HMZ-T1 配备最新研发的 1.778 cm(0.7 in)1 280×720 分辨率的 OLED 面板,可以实现 20 m 观看 1 905 cm(750 in)巨幕的 3D 效果;2012 年 1 月,美国 SMD 公司发布了一款分辨率为 1 920×1 080 全高清 3D 头戴式显示器 ST1080,该显示器头戴重量只有 180 g^[3]。国内主要是一些高校对头盔立体显示有较多的研究。东南大学设计并实现了分辨率为 1 024×768,子场刷新率为 180 Hz 的 LCOS 彩色头盔显示器,能够实现彩色视频图像的实时显示;北京理工大学程德文、王涌天等人采用 FFS 棱镜等新型光学元件,利用新的像差理论和优化设计方法对 HMD 目视光学系统进行优化设计,可以使 HMD 光学系统在满足系统视场和出瞳要求的同时使其重量大大减轻,结构更为紧凑^[4]。本文采用双 VGA 接口作为视频输入接口,双 AM-OLED 微型显示器为立体显示面板,利用人眼的双目视差原理和 SVGA050 微显芯片立体显示功能,最终通过光学放大系统实现立体显示。该方案将双路视频信号分别成像于双眼之前,明显地减小了双眼之间的串扰现象,通过调节双显示芯片之间的距离和光学系统的焦距,可以获得最佳的立体效果。

2 立体显示系统接口电路设计

基于 AM-OLED 的结构与特点,设计系统硬件接口电路如图 1 所示,视频解码模块采用 AD

公司的视频解码芯片 AD9883,用于对外部输入的 VGA 视频信号进行解码;控制模块采用 Microchip 公司的控制芯片 PIC18LF2550,主要用于对解码芯片和 OLED 显示模块的寄存器配置;电源模块分别产生 1.8 V、3.3 V、5 V 的电源为各个模块提供电源支持^[5];显示模块采用的是奥雷德公司最新推出的 1.27 cm(0.5 in) AM-OLED 显示模块 SVGA050。立体显示接口电路分为两部分:母版和 OLED 板。

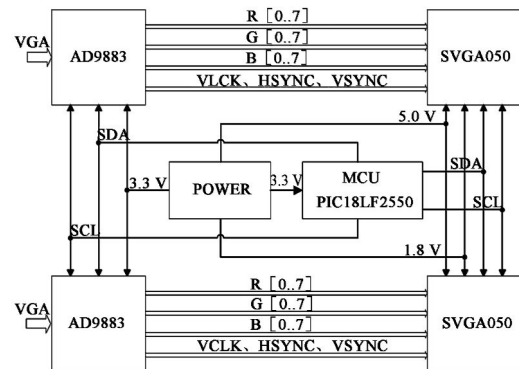


图 1 系统硬件接口电路设计

Fig. 1 Design diagram of the hardware interface circuit

2.1 母版设计

母版包括 MCU 控制模块和电源模块。控制核心采用 Microchip 公司的高性能、低功耗控制芯片 PIC18LF2550,该 MCU 在空闲状态时功耗只有 5.8 μA ,处于睡眠状态时其功耗更是低至 1.8 μA ^[6]。主同步串口模块支持 3 线 SPI 和 IIC 主从模式,其作用是通过 IIC 总线对 AM-OLED 显示器和 AD9883 中的寄存器参数进行设置^[7]。系统面板中包括 MODE、UP、DOWN 共 3 个功能按键,其中 MODE 为模式选择键,功能为循环切换对比度、亮度、测试图案、视频输入 4 种;UP 和 DOWN 为上、下调整键,可在不同模式时对具体参数进行调整。

在系统中,要求提供电源的主要有控制芯片 PIC18LF2550(3.3 V)、微显芯片 SVGA050(1.8 V 和 5.0 V 双路)、解码芯片 AD9883

(3.3 V),而 USB 输入 5 V 电源,因此在设计时选用了两个 DC-DC 模块将 5 V 电压分别转换成 3.3 V 和 1.8 V。为了降低功耗和延长使用寿命,要求 SVGA050 在不工作时将其电源断开,因此选用了具有使能控制端的 DC-DC 模块,当长时间不操作时 MCU 可以切断 SVGA050 的电源。

2.2 OLED 板接口设计

OLED 板主要由显示芯片 SVGA050 和解码芯片 AD9883 构成。本系统采用云南北方奥雷德公司最新开发的 800×600 分辨率、1.27 cm (0.5 in)主动型数字微显芯片 SVGA050,支持 IIC 接口和双目 3D 应用。该微显芯片提供条纹、方格等多种内部测试图案,并支持 VGA、NTSC/PAL 等多种视频系统^[8]。由于系统的视频输入为 VGA 模拟信号,故需要 A/D 转换芯片。本系统采用的解码芯片是 AD 公司生产的一款 A/D 转换芯片 AD9883,实现对 PC 机显卡输出的模拟 RGB 信号进行高速 8 位 A/D 转换。其最大转换速率可达 110 MSMP,模拟带宽达 500 MHz,额定功耗低至 500 mW,支持多种同步信号输入方式,通过 IIC 总线完全可编程^[9]。

图 2 为 OLED 板的结构框图。R、G、B 为三路视频信号输入端,HS、VS 分别为行同步和场同步信号,P_SDA、P_SCL 分别为 IIC 串行总线的数据输入和时钟输入。从图中可以看出,用户只需要给该微显芯片提供电源,并通过 IIC 总线对内部寄存器进行合理的配置,即可将外部输入的模拟视频信号在 OLED 面板上正确显示出来。

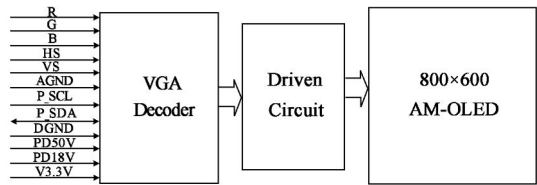


图 2 OLED 板结构框图

Fig. 2 OLED panel structure diagram

2.3 各模块寄存器 IIC 配置

在本系统中,各个模块寄存器配置是 MCU 通过 IIC 总线来实现的。对于 IIC,只有两条总线线路:一条串行数据线(SDA)和一条串行时钟线(SCL)。很明显,OLED 只是一个接收器。显示器地址(Slave Addr)可以通过 SelAdr0 引脚进行

选择。默认 SelAdr0 通过内部 10 kΩ 电阻已上拉至高电平(1.8 V)。双目应用时,将其中一个显示器 SelAdr0 接地。对应显示器读/写地址如表 1 所示。在本系统中,通过设置两片 OLED 显示器的 SelAdr0 引脚分别为高电平(1.8 V)和低电平(接地),使对应显示器的地址分别为 1EH 和 1CH,则 MCU 可以通过 IIC 总线根据两片显示器不同的地址进行寄存器值配置。AD9883 的采样时钟通过配置锁相环(PLL)生成,可使用行同步信号(HSYNC)作为参考时钟,然后经倍频得到 A/D 转换器所需的采样时钟。通过对解码芯片 AD9883 内部 25 个寄存器的设置,即可实现相应的功能。

表 1 显示器地址与 SelAdr0 引脚设置表

Tab. 1 Slave address and selAdr0 configuration list

A7 (MSB)	A6	A5	A4	A3	A2	A1 (SelAdr0)	A0 (R/W)	Slave Addr (R/W)
0	0	0	1	1	1	0	1/0	1DH/1CH
0	0	0	1	1	1	1(默认)	1/0	1FH/1EH

主控程序在 PIC 单片机所需的 MPLAB IDE 环境下编译,主要包括 IIC、USB 等头文件的定义和 main 函数的编写,main 函数的主要功能是实现了各模块的初始化和寄存器的配置。系统上电时,MCU 首先对各个模块进行初始化配置,让其工作在默认的模式状态下。其次,系统母版中包含 MODE、UP、DOWN 3 个功能按键,循环切换功能键如图 3 可使主函数分别对显示器的对比度和亮度进行调整以及测试图案和视频输入的切换。

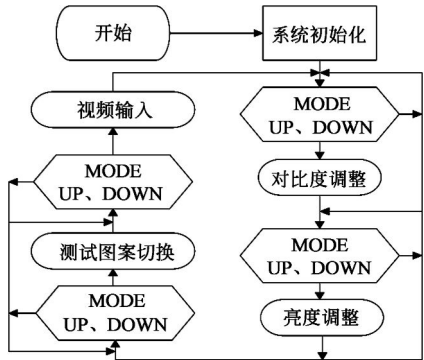


图 3 程序流程图

Fig. 3 Program flow chart

3 立体显示功能的实现

本三维显示方案根据人眼视觉中的双目视差原理而设计。双目视差是由于两眼在空间中的位置和视角不同,同一景物在两只眼睛视网膜上形成非常相似但又稍微不同的影像,即双目视网膜影像的不一致^[10]。

在本系统方案中,为了实现立体显示要求,根据双目视差原理,需要利用 SVGA050 显示器的 3D 显示功能实现视频源的立体显示。SVGA050 显示器在逐行扫描模式下,3D 视频信号采用帧序模式;在隔行扫描模式下,3D 视频信号采用场序模式。帧序或场序 3D 视频显示通过 3D 信号引脚和 SVGA050 显示器的 02H 寄存器配合实现,如表 2,02H 寄存器的功能是设置 3D 视频显示格式,包括 3D 使能和 3D 刷新。当 3D 引脚电平状态和 02H 寄存器 3D 设置一致时,SVGA050 视频信号数据输入有效,显示器更新为当前输入的帧/场数据,若不一致时,显示器维持显示上一帧/场的数据。3D 引脚信号在场同步下降沿被锁住。3D 显示时序示意图如图 4。

表 2 3D 功能控制设置

Tab. 2 3D function control

3D 使能	3D 刷新	3D 引脚	工作模式	显示
0	X	X	2D 模式	正常刷新
1	0	0	3D 模式	刷新
1	0	1	3D 模式	维持上次显示
1	1	0	3D 模式	维持上次显示
1	1	1	3D 模式	刷新

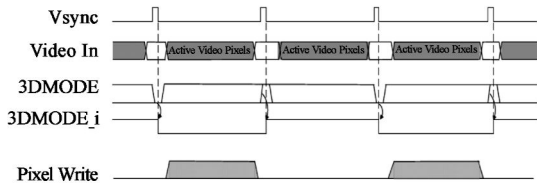


图 4 3D 显示时序示意图

Fig. 4 3D video display timing

在本系统中,SVGA050 显示器在逐行扫描模式下,3D 视频信号的输出采用帧序模式,奇数帧更新左眼显示,偶数帧更新右眼显示。光学系统采用奥雷德公司研发的 P130X-001-RB 型双目

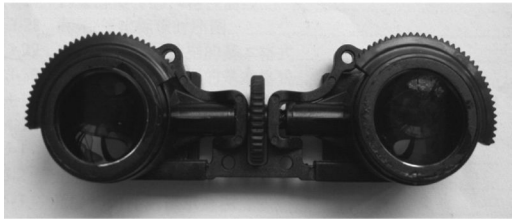


图 5 P130X-001-RB 型双目目镜

Fig. 5 P130X-001-RB binocular eyepiece

目镜模组如图 5,光学放大倍率达 $13\times$,适用于 $1.27\text{ cm}(0.5\text{ in})$ SVGA OLED 微型显示器,通过光学系统放大后,摄入人眼的图像经过调整后即为三维立体图像。

4 实验测试与分析

图 6 给出了立体视频显示系统的实物图。双目立体显示系统要求视频经光学系统放大后,能够实现清晰的近眼显示。为了验证方案的可行性,我们设计了实验平台。PC 机的设置参数是:屏幕分辨率为 800×600 ,刷新率为 120 Hz 。PC 机显卡输出的单路 VGA 视频信号通过 VGA 转换器,转换成双路 VGA 视频信号输入母版,左右两块 OLED 板上分别显示视频源的奇数帧和偶数帧图像。根据实验观察者瞳距的大小,调节光学系统的焦距和双微显芯片之间的距离,从而实现了立体图像显示。

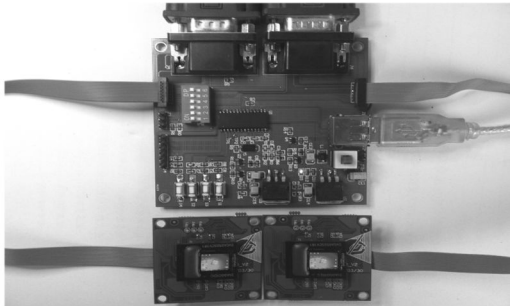


图 6 AM-OLED 立体视频显示系统

Fig. 6 AM-OLED stereo video display system

5 结 论

设计开发了一套基于 AM-OLED 立体显示接口电路系统。该系统由 USB 提供电源,通过 PC 机 VGA 接口输出视频源,各模块寄存器的参数是在主

控芯片 PIC18LF2550 的控制下通过 IIC 串行总线进行配置,可以将 PC 机上播放的立体视频源同时在两块 OLED 面板上实现奇数帧和偶数帧显示,根据人眼的双目视差原理,最终实现了视频源在双 1.27 cm (0.5 in)、800×600 分辨率 SVGA050 微显芯片上的

立体显示。该立体显示接口电路软硬件操作简单、功耗低,具有很高的实用价值。该方案的实现对于民用头盔式立体显示系统的研究起到很大的推动作用。同时,也为后续人眼立体视觉特性的研究提供了实验平台。

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): 53-56.
Shao Z Y, Zheng X F, Chen Y. OLED in flat panel displays [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*,2005,20(1): 53-56. (in Chinese)
- [2] Ding Y Y. Design of video display driving system for active matrix OLED [J]. *Journal of Jilin University (Engineering and Technology Edition)*,2009, 39(1):210-214.
- [3] Tai Y H, Yun L J. A method for AM-OLED gamma correction [J]. *Opto-Electronic Engineering*,2012, 39(1): 131-134.
- [4] 任超宏. 面向增强现实头盔显示器开发与立体显示技术研究[D]. 广州:广东工业大学,2011.
Ren C H. Stereoscopic vision and head mounted display design for augmented reality [D]. Guangzhou: Guangdong University of Technology, 2011. (in Chinese)
- [5] 云利军,石俊生,郭建华. 基于 PIC18F2550 的 OLED 测试系统的设计与实现[J]. 液晶与显示,2010,25(6): 858-862.
Yun L J, Shi J S, Guo J H. Design and Implementation of OLED test system based on pic18f2550 [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*,2010, 25(6): 858-862. (in Chinese)
- [6] Microchip Technology Inc. PIC18F2550 Datasheet [R]. Chandler,USA:Microchip Technology Inc.,2006.
- [7] 张雷,吴华夏,胡俊涛,等. 一种基于 FPGA 的 OLED 显示系统[J]. 液晶与显示,2011,26(4):538-543.
Zhang L, Wu H X, Hu J T, et al. Display system of OLED based on FPGA [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2011, 26(4): 538-543. (in Chinese)
- [8] 云南北方奥雷德光电科技股份有限公司. SVGA050 低功耗主动式 OLED 微型显示器产品说明书[R]. 2011.
Yunnan OLIGHTTEK Opto-Electronic Technology Co., Ltd. SVGA050 low-power active OLED display product manuals [R]. 2011. (in Chinese)
- [9] Analog Devices Inc. AD9883 Datasheet [R]. Norwood,USA:Analog Devices Inc.,2001.
- [10] 邵永航,云利军,石俊生,等. 头盔式立体显示器驱动电路设计[C]//第十六届全国图象图形学学术会议暨第六届立体图象学术研讨会,吉林:中国图象图形学学会,2011:1-4.
Tai Y H, Yun L J, Shi J S, et al. Drive circuit design of 3D head mount display [C]// *The 16th National Conference on Images and Graphics(NCIG 2012)*, *The 6th Workshop on 3D Images (W3DI 2012)*, Jilin:China Society of Image and Graphics,2011:1-4. (in Chinese)

作者简介:卓斌(1989—),男,江苏宿迁人,硕士,主要从事光电成像技术、三维立体显示及视频电路开发。E-mail:zhuo-binzs@sina.com