

基于 WHDI 的视频传输及高灰度 AM-OLED 微显示系统的设计与amp;设计

随着微型显示器向高分辨率、高灰度方向的发展，传统的无线协议越来越不能满足微显示器的传输需要。为此提出采用无线家庭数字接口（WHDI）协议作为微型显示器图像信息源传输方式，实现高清视频的多终端显示。主要完成了基于 WHDI 的视频传输及高灰度 AM-OLED 终端微型显示系统的设计，并参与了具有自主知识产权的硅基 AM-OLED 微型显示器的设计与测试。

彭铁牛/湖南汽车工程职业学院



彭铁牛/讲师

研究表明，人类接收的信息中约有80%是通过眼睛从外界获取，正是缘于视觉信息的重要性，人们一直致力于将各种信息变为视觉信息。这种将各种信息转化为视觉信息的过程就称之为显示，转化技术就称之为显示技术^[1]。作为呈现视觉信息的工具，平板显示技术是人类和机器沟通最重要的载体。于是，提供合适的显示终端设备，让人们能够更舒服、更便捷地通过眼睛接收外部信息^[2]，是一直以来重要的研究课题。

对于显示器本身来说，最重要目标就是能够重现图像图形、信号波形和参数所呈现的彩色图像质量。本文将基于有机发光二极管的微型显示器及其像素驱动电路和探索显示前期的图像处理、图像传输作为论文的重点研究内容。

系统需求分析和总体设计

在进行项目开发及其设计之前，首先确立系统设计目标即需求。本无线视频传输系统及其高灰度终端显示系统具备以下功能：

1) 图像采集。作为信息的根源，

图像采集一直是现阶段图像技术系统的重要课题，图像采集的方法和手段各不相同，本系统中，图像源主要有两种方案：第一种是用于系统测试的图像来源，即通过DVI接口，从计算机上接入数字信号；第二种是通过摄像头来采集图像。

2) 图像处理。为了更好地提取和显示图像信息，图像处理是不可或缺的技术手段，本系统中对图像进行处理主要采用两种控制器进行，分别采用ARM和FPGA作为图像控制和处理芯片。

3) 图像传输。本系统中图像传输采用WHDI协议的无线发送和接收模块来收发数据信号。

4) 显示器扫描结构。在文献[7-9]中详细地介绍了显示屏各种行列驱动扫描方式，指出了现阶段应用于液晶显示器上的传统显示扫描技术的局限性，特别是超高灰度图像显示时，在现阶段的硬件设备下，很难实现高灰度级显示。文献中提出了平板显示器灰度控制的分形方法，而系统显示终端设备AM-OLED正是基于分形扫描原理而设计，算法的具体分析和验证可以参考文献[5-7]中的内容。

5) 微型显示器。作为终端信息的接收器件，显示器在系统中占有重要地位，本系统设计是基于高灰度AM-OLED微显示器。

根据系统设计功能，系统从图像发送和接收可以分成视频无线采集发送端、视频无线显示接收端两个部分。视频无线采集发送端结构图如图1所示。根据发送端功能划分，可以分为摄像机或

关键词/Keywords

微显示 ·
WHDI ·
Scaler ·
分形算法 ·

者视频解码模块、FPGA图像缩放模块、WHDI无线发送模块以及系统电源管理模块。在视频无线显示接收端，同样可以分为无线接收模块、FPGA显示驱动模块、终端显示部分以及系统电源管理单元。发送端和接收端各个模块的具体设计以及电路在下文中有详细的描述。

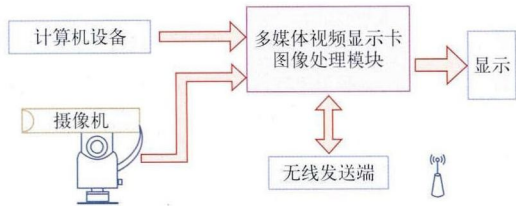


图1 视频无线采集发送端

系统实现从图像的采集、图像处理到最后的图像显示，在图像的处理中，为了增加系统在不同分辨率的终端显示器通用性，对视频图像进行缩放处理。同时为了突破高灰度以及超高灰度图像的显示瓶颈，图像在终端显示前，采用了分形扫描算法来实现图像在微型显示器上的显示。视频无线显示接收端如图2所示。

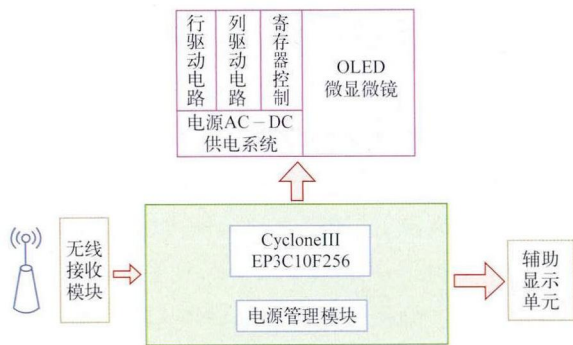


图2 视频无线显示接收端

AM-OLED微型显示器芯片设计

1. 主动OLED像素单元电路

AM-OLED微显示器芯片的像素单元电路采用7管驱动方案，原理如图3所示。VT₁~VT₆构成常用的SRAM结构，VT₇为驱动管，row为行信号，col为列信号，col_n为列信号取反。VT₇导通时，其导通电压降很小，因此OLED的驱动电压和导通电流由V_{cc}和OLED本身的特性决定。

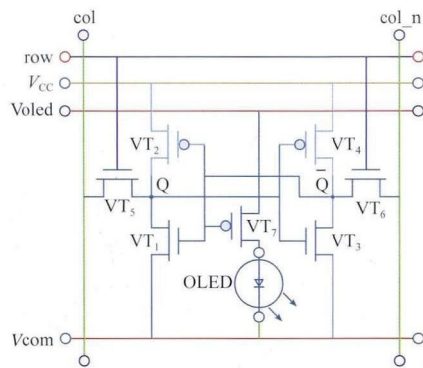


图3 像素单元原理图

2. 全彩色AM-OLED微型显示器方案

全彩色AM-OLED微显示器主要是由像素点阵、行列驱动器以及电路输入输出引脚组成，如图4所示。发光像素点阵是整个显示屏的主体，行驱动器分别位于显示屏的像素点阵的一侧，列驱动器一般情况分为奇偶列驱动器，分别位于显示器顶部和底部，整个显示屏有电源管理单元，包括供电电压、像素电压、数字地和模拟地等信号，同时输入输出引脚是控制显示屏的“桥梁”，信号主要包含RGB信号、行列信号和时钟信号等。AM-PLD微型显示器芯片的示意图如图5所示。

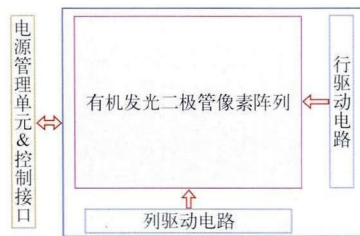


图4 AM-OLED微显示屏整体方案

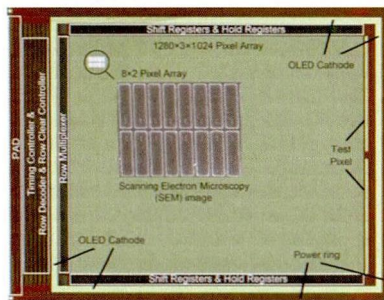


图5 微型显示器芯片的示意图

3. AM-OLED微型显示器

本文设计方案是由微电子实验室众多工程师

提出和验证后，提交给集成电路制造公司进行流片和完成全彩AM-OLED微型显示器的定制工作。

视频收发端设计

1. 视频图像信号源

系统发送端图像通过计算机的DVI接口接入图像，首先完成硬件平台的设计和搭建，系统采用的硬件平台仍然是用于验证图像缩放技术的FPGA系统。在控制板系统中，集成了DVI解码芯片TFP401，芯片和计算机接口DVI-D双通相连接。其中将信号编码成高速的、低电压和差分串行比特流，从而便于通过双绞线电缆传送到显示终端。

2. 图像处理控制结构

经过解码芯片解码后，视频信号转变为24 bit的RGB三色数据信号、VSYNC场同步信号、HSYNC行同步信号和DE使能信号，FPGA通过读入的信号放入缓存一帧数据，同时通过图像缩放模块进行

插值缩放，得到终端显示器所需数据尺寸。通过图像处理模块的处理，输出了分辨率为800 × 600的RGB信号。

WHDI技术

1. 无线发送模块设计

无线发送模块集成了图像传输系统功能，提供了RGB接口，仅需根据数据手册控制信号和数据的输入和输出，方便快捷。在设计无线高清视频传输系统中，设计了无线发送单元。

2. 无线接收模块设计

WHDI无线接收端模块单元主要是用于接收发送端的图像信号，接收模块通过PCIE接口把RGB信号输入显示控制器FPGA中，经过信号处理，在终端实现显示。由于现阶段还不能提供高灰度和超高灰度信号，在系统测试时，仍采用24 bit的RGB信号。无线接受端同样采用模块化设计，根据使用手册，设计了无线接收单元，如下表所示。

表 WHDI无线接收端设计

硬件设备	输入源接口类型	输入信号格式	输出接口类型	输入/输出接口逻辑电压/V	供电电压/V
无线发射板 + FPGA + LCD	Mini-PCIE	PGB	Mini-PCIE	3.3	5
无线发射板 + FPGA + 微显示器	Mini-PCIE	PGB	FPC40	3.3/1.8	5
元器件列表		功能说明			
功能描述	WHDI无线接收板	把WHDI无线发送端发送的RGB图像信号接收并传输到接收端控制器中，采用的是迪飞公司的JDHMDZ-P1Ax接收端模块			
	FDGA	通过PCIE接口收到RGB图像信号后，对图像信号进行下一步处理，并控制终端显示设备液晶屏和微型显示器，FPGA采用TI公司的CycloneII系列的EP3C10F256作为显示终端控制器			
	LCD	WHDI技术在家庭娱乐设备中的重要作用体现是显示终端多样化			
	微显示器	本系统搭建的硬件平台是基于云南北方奥雷德光电科技股份有限公司的SVGA0501微型显示器			

微型显示器终端平台及其运行测试

1. 微型显示芯片验证结果

芯片亮度条测试：硬件平台搭建完毕后，首先是对OLED像素电路设计正确与否进行验证，即对微型显示器芯片边框位置的亮度条进行点亮测试。在电路搭建好后，把5 V电源接通芯片表面，出现如图6所示情况。像素测试照片显示，位于显示屏右下侧的OLED测试亮度条被点亮，为点亮的OLED测试条，可以发现亮度条的亮度基本上达到了显示屏亮度要求。

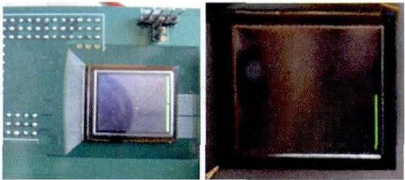


图6 AM-OLED微型显示器亮度条测试

2. 芯片像素单元驱动电路测试

显示屏最重要的测试内容之一是像素单元驱动电路的正常与否，主要测试了微型显示器右下方的16个像素驱动情况。在16个驱动像素引脚接电阻，同时控制W1、W2、L_D和L_S4条控制线，

测试接入点的电阻电压来测定驱动电路的工作性能。测量像素1₁输出波形,由于像素1₁是由行选通信号W1和数据信号L_D确立,当行选通信号W1开通时,像素驱动信号读取数据信号 L_D 数据,并在选通信号选通闭合期间,锁存 L_D 状态,从而测试像素驱动电路是否正确。像素驱动测试点1₁设计波形图如图7所示。在图7中,信号W1和L_D信号分别为像素驱动点选通信号和数据输入信号,根据像素驱动原理分析如图7中注释部分,如果像素驱动电路正常工作,将测出1₁绿色波形图。

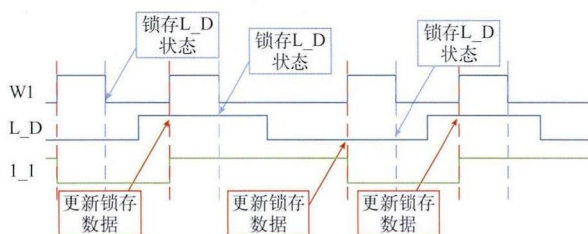


图7 像素驱动测试点1₁设计波形图

通过示波器获得1₁波形图如图8所示。在图8中,位于图像下方波形是像素驱动选通信号,图像上方的波形即为像素 1₁ 输出波形,通过对比图7和图8可以得出,设计方案正确可行。由于测试OLED像素驱动方案中,用来模拟OLED的电阻为1.4 MΩ电阻,所以在示波器测试时候输出有一定的时间延时。

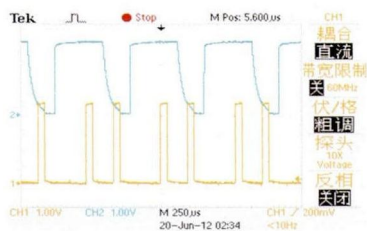


图8 像素驱动测试点1₁示波器观测波形

3. 运行测试

微型显示器广泛应用于头戴式视频播放显示器、头戴式家庭影院等场合^[5], 系统在设计之初, 立足于建立高灰度、高分辨率的微型显示系统, 为了验证系统设计的可行性, 分为两个部分完成工作。首先是设计和测试全彩色AM-OLED微型显示器, 同时为了测试无线系统传输设计方案的正确性和可靠性, 系统采用了基于云南北方奥雷德光电

科技股份有限公司的SVGA0501微型显示器。终端显示控制器FPGA根据OLED微型显示器需要的信息, 对寄存器通过IIC接口进行配置用于显示。

结束语

本文首先介绍了基于WHDI的视频传输及高灰度AM-OLED微显示系统的设计目标和方法, 按照模块设计了图像信息来源、图像处理、图像传输和最终图像显示模块, 在视频无损传输中, 详细地介绍了WHDI技术相关内容, 并借助与迪飞科技研发的WHDI无线收发模块, 有机结合微型显示技术, 形成了一个有一定应用价值的系统, 系统中提出了较为超前的技术指标, 特别是无线视频无损传输和微型显示器, 灰度级达到了1 024级, 同时系统支持高清视频1 080 P无损、无延时(延时很短, 可以忽略)的传输。在验证系统中, 由于硅基AM-OLED微型显示屏芯片在测试环节出现问题, 没有在验证系统中应用起来, 成为了系统中的一大遗憾。总体来说, 视频无线传输及其微型显示系统的设计方案是可行的适用方案。

参考文献

- [1] 冉峰, 何林奇, 季渊, 等. 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.
- [2] 管恩京. 基于WHDI的无线投影连接设备的研究[J]. 科技信息, 2013(23): 37, 48.
- [3] 无“限”随心 激情震撼明基W1500投影机的无牵绊真实世界[J]. 数码世界, 2013(12): 24-25.
- [4] 李玮盛. 得寸就要进尺 随心打造全新的大画面娱乐方式BenQ(明基)W1500[J]. 家庭影院技术, 2013(12): 52-53.
- [5] 刘玲斐, 高静, 高鹏, 等. 无线显示新技术——WiGig[J]. 电视技术, 2012, 36(14): 48-51, 65.
- [6] ZW. 高清零延迟 WHDI无线高清技术解析[J]. 电脑迷, 2011(18): 41-41.
- [7] 汪宗, 骆锡钟. 基于WHDI技术的无线高清电视系统[J]. 电视技术, 2009, 33(7): 41-43.

(收稿日期: 2014-10-12) EA