

文章编号: 1007-2780(2011)01-0064-04

OLED 光电性能综合测试系统的设计

张玉杰, 宋孟华

(陕西科技大学 电气与信息工程学院, 陕西 西安 710021, E-mail: smhbook@163.com)

摘要: 针对目前有机发光二极管(OLED)器件光电性能测量普遍采用分立设备手动测量的现状, 提出了一种以微控制器为核心的 OLED 光电性能综合测试系统方案, 介绍了系统各部分的软硬件设计方法。系统可以在一个平台上同时对发光器件的各种光电特性进行测量, 实现了光电特性实验的计算机化, 具有综合性强、测量方便、精确度高等特点。

关键词: OLED; 光电性能; 测试系统

中图分类号: TN383⁺.1

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20112601.0064

Design of Integrated Testing System for OLED Photoelectric Properties

ZHANG Yu-jie, SONG Meng-hua

(College of Electrical & Information Engineering, Shanxi University of Science & Technology,
Xi'an 710021, China, E-mail: smhbook@163.com)

Abstract: In order to improve the current manual testing situation based on discrete devices, a comprehensive photoelectric property testing system with a core of microcontroller is introduced in this paper, and the software and hardware design of this system are discussed in detail. The photoelectric properties of luminescent devices can be measured simultaneously by using a single platform which makes the experiment computerized, and has advantages of high integrity, convenient and accuracy.

Key words: OLED; photoelectric properties; testing system

1 引言

有机发光二极管(Organic Light Emitting Diode, OLED)是一种新型的平板显示器件和二维光源^[1-4]。通过测试 OLED 器件的电流-电压特性、发光亮度-电压特性、温度-电流特性、发光效率-电压特性、色坐标以及电致发光光谱等, 可判断器件发光性能和电学性能的好坏, 并计算出其外部量子效率(External Quantum Efficiency)和能量转换效率(Power Efficiency)^[5]。目前较普遍的是采用直流电压表、电流表来测定 OLED 器

件的电流、电压特性。利用微弱光光度计测定样品的发光亮度, 利用温度采集仪测量样品的温度。然后将数据输入到计算机进行后续分析处理, 获得样品的光电性能^[6]。这种测量方法, 电压、电流、亮度、温度等物理量无法实现同时测量, 且误差大, 效率低; 数据采集量及采集密度也大大受到限制, 无法准确地反映样品的光电性能。

针对以上问题, 本文设计了一套基于微控制器的 OLED 光电性能综合测试系统, 系统以微控制器为核心, 是一个将精密恒压(恒流)电源、电压电流测量、温度测量、亮度测量有机地结合在一起

收稿日期: 2010-10-11; 修订日期: 2010-11-09

基金项目: 陕西省教育厅专项基金(No. 09JK371)

作者简介: 张玉杰(1966—), 男, 陕西武功人, 硕士, 教授, 研究方向为控制理论、信号检测与处理。

的测量系统,可实现测试条件设置、数据存储、分析、图形化显示、打印输出等功能,实现了对 OLED 器件光电性能的高精度快速自动测量,使 OLED 器件的光电性能测试工作变得方便、快捷、科学。

2 系统总体结构

系统总体框图如图 1 所示。系统由上位机和下位机两部组成。下位机以 MSP430F149 微控制器为核心,包括可编程直流电源 IPD-3303SLU、光电转换电路、温度测量电路、量程切换电路、显示电路以及 RS232 接口电路;上位机为通用的 PC 机,配以专用数据处理软件完成系统数据处理和光电性能分析等功能。

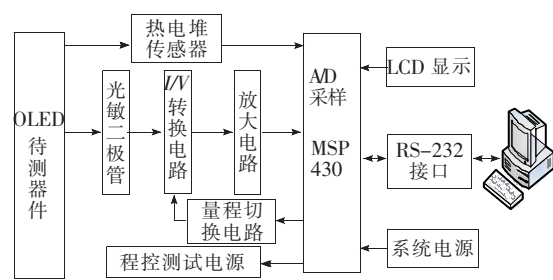


图 1 系统的结构框图
Fig. 1 Block diagram of system

系统工作过程如下:可编程直流电源 IPD-3303SLU 按照上位机设置的电压初始值、电压终止值、步进值以及采样周期驱动 OLED 器件发光。样品所发出的光入射到光敏二极管后转换为电流信号,经过 I/V 转换电路,将电流信号转换为电压信号,单片机控制量程切换电路来切换 I/V 转换电路的反馈电阻,以在输出端得到不同强度的电压信号^[7]。输出电压二次放大后,进入单片机的 A/D 通道。器件的温度被红外热电阻传感器采集,输入到单片机的 A/D 转换通道,单片机将亮度和温度的电压信号转换成数字量进行处理后通过 LCD 显示出来,并通过 RS-232 接口将数据传输给上位机进行数据分析和处理,绘制出电压-亮度、电流-温度、电压-电流曲线^[8]。

3 硬件设计

3.1 MCU 单元

美国 TI 公司生产的 MSP430 单片机为高整合、高精度的单芯片系统,其利用精简指令集,是

16 位高速处理单片机。另外它有丰富的外围模块,在应用时减少了外设空间。这里选择 MSP430F149 单片机作为 MCU,单片机的工作电压为 1.8~3.6 V,有两个 16 位定时器、两个串行通信接口、片内看门狗和 12 位 A/D,综合功能和成本都比较适合本系统。

系统利用单片机自带的 ADC12 模块直接实现 A/D 转换。MSP430F149 自身带 8 路转换接口,通过 ADC12 模块控制寄存器实现亮度和温度两路模拟信号的 A/D 转换。利用单片机内部 2.5 V 的基准源,ADC12 的模拟多路器可以分时地将亮度和温度信号转换,并且具有采样和保持功能,ADC12 硬件通过设置可自动将转换结果存放到相应的寄存器中。

3.2 电压电流测量

系统选择可编程直流电源供应器 IPD-3303SLU 作为测量 OLED 电压-电流特性的仪器。IPD-3303SLU 为可编程控制电源,工作在恒流或恒压模式,能实现步进式电压(电流)输出,可以通过串口输入命令控制,同时通过串口获得输出电流(电压)值,另外还具有过流和过压的保护功能,适合本系统中电流电压的输出和测量。IPD-3303SLU 电压输出范围为 0~25 V,测量电压精度为 1 mV,电流精度为 1 μ A。

3.3 亮度测量

亮度测量电路由 I/V 转换电路和二级放大电路组成^[9]。OLED 器件发出的光入射到光敏二极管 GT101,输出仅 0.002~200 μ A 的电流信号,I/V 转换电路器件选用具有极低输入偏置电流的单片电路静电计型运算放大器 OP07。OP07 具有低输入电流和低输入补偿电压,因此适合作为非常敏感的光敏二极管的前置放大器。如图 2 所示,通过调节 R_{12} 可将运放的失调调零, R_2 补偿集成运放的偏置电流^[10]。

本设计中亮度测量范围为 $1 \times 10^{-3} \sim 200 \times 10^3$ cd/m²,为 6 个数量级的跳变,单个放大器放大倍数不能满足要求,因此需要量程切换^[12]。I/V 转换电路使用 6 组不同的反馈电阻连接 6 路常闭模拟开关 MAX312 进行量程切换。MAX312 仅有 10 Ω 的导通电阻和 0.35 Ω 的导通电阻平坦度。将常闭端连接反馈电阻,公共端连接放大器输出。当输入端为高电平时,公共端和常闭端导通,选通与之连接的反馈电阻,反之则断开。

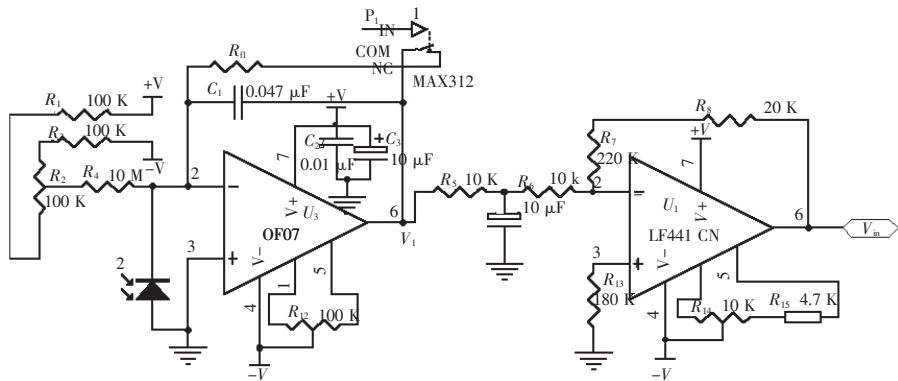


图 2 光电检测电路
Fig. 2 Photoelectric detection circuit

第一级输出 0~200 mV 的电压,A/D 转换采用 2.5 V 的基准源。因此,第二级使用运放 LF441CN,放大倍数 12,将 0~200 mV 电压放大到 0~2.4 V。

放大后的电压 V_{in} 分别输入单片机 A/D 通道和由 LM324 组成的上下限电压比较器,根据比较器输出分析信号幅度是否在规定范围内。为了使电路工作更稳定,比较电压值需预留一定的裕量。如图 3 所示,调节 R_{10} 使比较上限电压为 2.3 V,调节 R_{17} 使比较下限电压为 0.1 V,当 V_{in} 在 0.1~2.3 V 时,量程合适,比较器输出逻辑电平 00,启动 A/D 转换电路。否则,当 $V_{in}>2.3$ V 时,通过模拟开关 MAX312 并配合软件来切换 I/V 转换电路的反馈电阻,向大量程切换;当 $V_{in}<0.1$ V 时,向小量程切换,以适应不同强度的光信号。

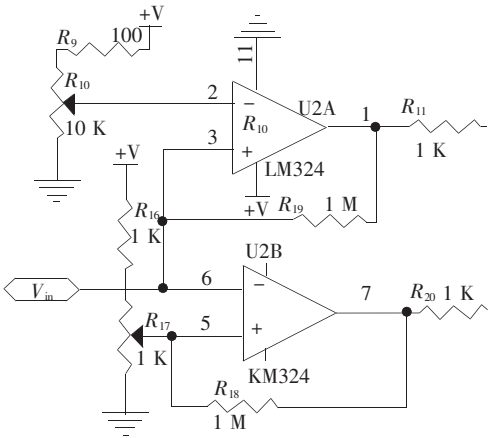


图 3 电压比较电路
Fig. 3 Voltage comparison circuit

3.4 温度测量

测量过程中,OLED 器件的温度随通过器件

的电流变化,系统选用德国 PerkinElmer 公司的红外热电堆传感器 A2TPMI334-L5. 50AA300 非接触式测温。PerkinElmer A2TPMI 是一种内部集成了专用信号处理电路以及环境温度补偿电路的多用途红外热电堆传感器,这种集成红外传感器模块将目标的热辐射转换成模拟电压,输入到单片机的 A/D 通道,转换为相应的数字量^[12]。其主要性能为:灵敏度 42 mV/mW;响应时间 35 ms;半功率点响应频率小于 4 Hz;测量目标温度的范围为-20~300 ℃。其温度-电压特性如下:

$$T_{obj} = -2.81556x^6 + 51.71967x^5 - 386.8241x^4 + 1510.241x^3 - 3267.076x^2 + 3820.25x - 1792.6 \quad (1)$$

式中: T_{obj} 表示目标温度, x 表示相应目标温度下的电压值。

4 系统软件设计

4.1 下位机软件设计

系统软件采用 C 语言编写,在 IAR 公司提供的集成调试环境 Workbench 下采用模块化思想进行设计。系统的软件程序固化在 MSP430F149 单片机的内部 Flash 存储器中。系统的程序流程如图 4 所示。整个流程可分为初始化、命令解析、数据测量、数据处理及显示程序。程序设计借鉴实时操作系统的思想,划分事件和目标。系统按照工作过程共有命令解析、联机、校准、测量判断、数据采集、数据打包发送等几个事件,通过对事件的处理来完成相应的功能,并进行必要的状态转换。当电压改变后,接收到测量命令,进入测量状态,将数据发送并显示,回到空闲状态继续等待命令然后进行相应的操作。

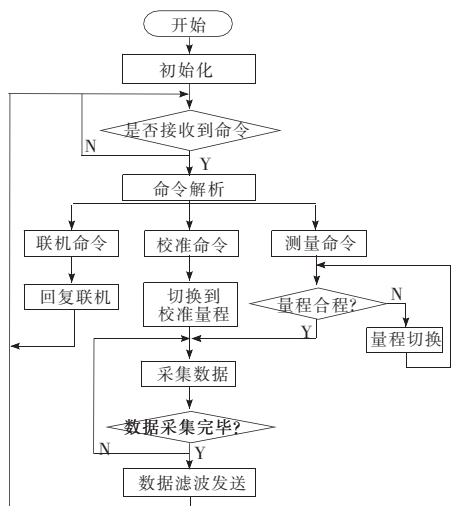


图 4 系统软件流程图

Fig. 4 Software flow chart of system

4.2 上位机软件设计

上位机软件使用 Visual C++编写,进行由上到下的模块式总体设计,通过 Visual C++中的串行通信编程控件 MSComm,采用事件驱动方法接受数据^[13]。图 6 所示为系统的总体设计框图。上位机软件管理系统由参数设置、实时监测、信息查询分析显示及其他辅助功能组成。

系统是集电压、电流、亮度和温度的自动采集、预处理、数据存储为一体的综合信息平台。使用 RS-232 通信实现程控电源、下位机和计算机的通信,实时获取亮度、温度、电流数据,把当前电

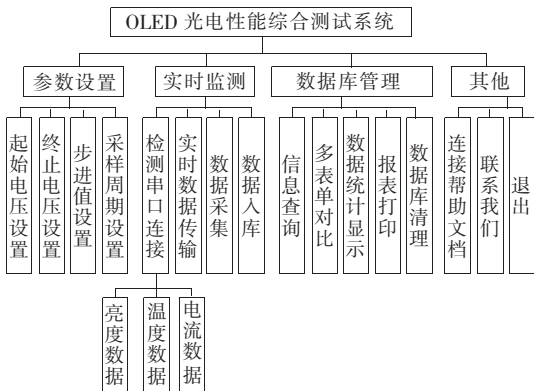


图 5 上位机总体设计框图

Fig. 5 PC design diagram

压下对应的亮度、温度和电流值存入数据库中,并绘制出实时曲线。在历史数据查询中,可以对不同结构的 OLED 器件的测量结果进行对比分析。

5 结 论

提出了一种以微控制器为核心的 OLED 光电性能综合测试系统的方案,系统可以在一个平台上同时对发光器件的各种光电特性进行测量,实现了光电特性实验的计算机化。OLED 光电性能综合测试系统的开发过程和实际应用表明,该系统可以实现快速、准确、可靠的自动化测量,提高了工作效率。

参 考 文 献:

[1] 彭俊彪,刘南柳,王坚.基于喷墨打印技术的聚合物电致发光显示[J].液晶与显示,2009,24(3):311-321.
[2] 王琦,马东阁.白光有机发光二极管的制备方法[J].液晶与显示,2009,24(5):617-629.
[3] 滕枫,李扬舟. Poly[(BEHP-PPV)-co-(MEH-PPV)]:DCJTB 为功能层 LEC 器件的能量传递[J]. 发光学报,2009,30(1):59-62.
[4] 张春玉,陆景彬,秦莉,等.微腔有机电致发光白光器件设计及制作[J]. 发光学报,2009,30(6):728-733.
[5] 朱辉.光电特性综合测试实验系统研究[D]. 杭州:浙江大学,2005.
[6] 潘建根. LED 光色电综合性能分析测试原理与仪器[J]. 液晶与显示,2003,18(2):138-140.
[7] 戴逸松.微弱信号检测方法 & 仪器[M]. 北京:国防工业出版社,1994:45-63.
[8] 许卫春,徐可欣.光电测试系统的性能分析[J]. 传感技术学报:2007,12(4):679-681
[9] 丁铁夫. 一种新的 OLED 亮度均匀度测试方法[J]. 光学技术:2007,33(1):41-43.
[10] 赵冬娥.光电检测系统中对干扰光的抑制方法研究[J]. 测试技术学报,2004,18(1):84-86.
[11] 周佐平. 电磁开关系列产品光电自动检测系统[J]. 华南理工大学学报,1995,23(12):146-149.
[12] 胡益民. 一种实用红外测温仪数字温度补偿方法[J]. 传感器技术,2004,23(12):59-61.
[13] 周圣军. 基于 LabVIEW 的发光二极管光电参数测试系统的研制[J]. 半导体光电,2007,28(4):501-503.