

文章编号:1007-2780(2010)02-0250-03

一种侧光式 LED 背光源的电路设计

李秀真¹, 许燕文², 万丽芳², 王庆江², 赵星星²

(1. 北京京东方茶谷电子有限公司, 北京 100176, E-mail:lixuizhen@boe.com.cn;
2. 京东方科技集团股份有限公司 中央研究院, 北京 100016)

摘 要:设计了一款侧光式 LED 背光源。LED 阵列选择长条式设计,用铝基板加工制作。驱动模块采用升压转换器,支持过压保护。控制模块通过单片机产生 PWM 波对 LED 灯条进行亮度控制。所设计的背光源电路简单,支持按键式调光,中、大尺寸 LED 背光源均可借鉴使用。

关 键 词:LED 背光; CCFL; 色彩还原性; 单片机

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A

Circuit Design of Edge Light LED Backlight

LI Xiu-zhen¹, XU Yian-wen², WAN Li-fang², WANG Qing-jiang², ZHAO Xing-xing²

(1. Beijing BOE Chatani Electronics Co. Ltd., Beijing 100176, China, E-mail:lixuizhen@boe.com.cn;
2. Central Research Center, BOE Technology Group Co. Ltd., Beijing 100016, China)

Abstract: An edge light LED backlight is designed in this paper. LED array is designed with rectangle type, processed with MCPCB. Boost inverter which supports over-voltage protection is used in the driver module. The brightness of LED light-bar is controlled by PWM wave produced from single-chip microcomputer in the control module. A LED backlight is designed in this paper, which has a good optical effect and supports keyboard dimming. The circuit is simple in this design. This paper can also be used for the design of medium-sized and large size LED backlight.

Key words: LED backlight; CCFL; color gamut; single-chip; microcomputer

1 引 言

液晶显示器(LCD)是光调制器件,自身并不发光,所以为了可以清楚地看到透射式液晶显示器的显示内容,需要给液晶屏匹配一个背光源^[1]。背光源是存在于液晶显示显示器内部的一个光学组件,由光源和必要的光学辅助部件构成。传统的 LCD 背光源采用的是冷阴极荧光灯(CCFL),色彩还原性差,含有对人体有害的汞蒸汽;LED 背光源色彩还原性好,寿命长,不含汞,有利于环境保护。LED 背光源的色彩还原性可以达到

NTSC (National Television System Committee) 标准的 105%甚至 120%以上,而一般 CCFL 灯管仅能提供 NTSC 标准的 72%^[2]。就驱动电路而言,传统的 CCFL 背光的驱动线路十分复杂,要求上千伏特的驱动电压,利用专门的逆变器(Inverter)才能驱动起来;而 LED 可以低电压工作,控制较为方便。LED 的诸多优点使得 LED 背光方案备受关注^[3,4]。

本文设计了一种侧光式 LED 背光源,光源采用 RG 荧光粉 LED,在背光源的四周布灯,驱动电路简单,支持 PWM 调光。经测试,所设计的

LED 背光系统光学效果良好,中、大尺寸 LED 背光源均可借鉴使用。

2 硬件结构设计

本设计利用单片机作为 LED 的控制核心器件,选用升压转换器,实现整个 LED 背光的静态显示。硬件整体设计框图如图 1 所示。每个驱动模块驱动一个 LED 灯条。单片机模块加入按键控制。单片机产生 PWM 方波对 LED 进行亮度控制。

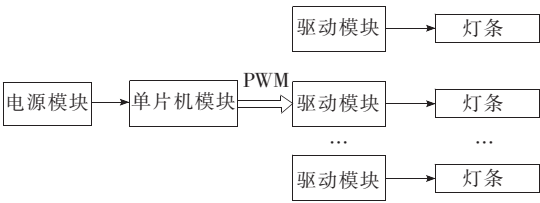


图 1 硬件结构框图
Fig. 1 Hardware structure diagram

2.1 LED 灯条及电源模块设计

光源采用 RG 荧光粉白光 LED,灯条分布在背光源的四周。为了取得更好的散热效果,LED 灯条采用铝基板加工制作。电源模块选用 LDO,将 12 V 电源转换为单片机所需电压。LDO 模块电路简单,可节约成本。整个系统输入电压 12 V,由外部电源转换器提供。

2.2 驱动模块及周边关键器件选择

驱动模块是 Boost 电路,属于开关电源器件。图 2 为驱动模块的电路图。通过调节 R_4 的值,可以调节输出的峰值电流。 R_1 和 R_2 为过压保护电阻。 C_1 为输入电容, C_2 为输出电容。PWM 波通过 EN 管脚,调节输出电流。

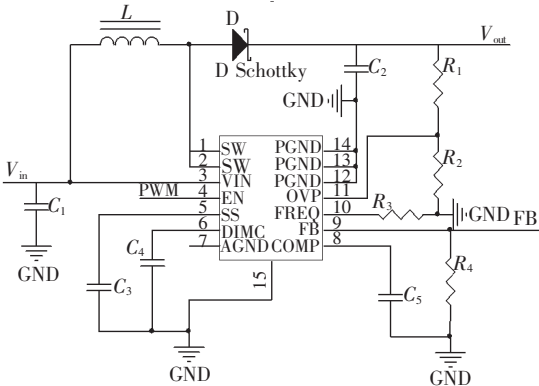


图 2 驱动模块电路图
Fig. 2 Drive module circuit

Boost 电路开关频率为 500 kHz,不会产生人耳听得见的噪声。但是当驱动器进行开关调节时,如果 PWM 信号的频率正好落在 200 Hz~20 kHz,则 Boost 电路周围的电感和输出电容就会产生人耳听得见的噪声,所以设计时应避免使用 20 kHz 以下低频段。

选择电感值大小在参考设计范围内最多的是经验值。选择合适的电感值主要考虑的是线路工作在合适的频率范围、合适的开关频率减少 MOS 开关次数,减少 MOS 发热量、避免与 PCB 线路同频干扰。应选择合适的电感内阻,内阻是电感发热的主要因素,从而提高线路效率。必须选择合适的电流值,有时体积和成本是制约主要因素,但还是要大于峰值电流的 2 倍(通常在 65%),就算在板级空间十分珍贵的情况下也要保证 30% 预留空间余量,这样可以有效减小内阻,减小发热量^[5,6]。

输出电容采用低 ESR(等效串联电阻)陶瓷电容器,以最大限度地减小输出波纹。采用 X5R 或 X7R 型材料电介质(与其电介质相比)这些材料能在较宽的电压和温度范围内维持其容量不变。对于大多数高电流设计,采用一个 4.7~10 μF 输出电容就足够了,本系统属于低电流输出,采用 2.2 μF 的输出电容即可。

3 软件程序设计

整个单片机控制 LED 的显示程序用 C 语言编写,主程序包括单片机初始化、PWM 模块初始化、KBI 函数和 PWM 输出函数等部分。主程序流程图如图 3 所示。单片机初始化包括输入输出端口定义、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设置。

按键查询模块用来检查按键是否有效。如果

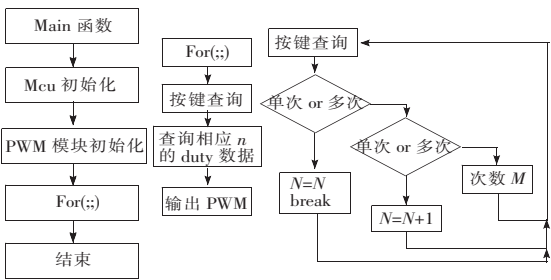


图 3 主程序流程图
Fig. 3 Main program flow chart

是单次按键,记下按键次数,跳出按键程序,输出按键次数对应的 PWM 波;如果是长按键,记录按键次数,跳出按键程序,输出按键次数对应的 PWM 波;如果按键次数超过 M 值,按键次数归零。依次循环,实现按键控制调光。

4 LED 背光系统测试结果

所设计的 LED 背光源是侧光式结构,主要由 LED 灯、驱动板、膜材、底反射片、边框、上框架等组成。背光源采用白光 LED,纳米导光板。膜材结构为:一层扩散片+两层 BEF。图 4 为组装好的 LED 背光源。

背光源的色坐标为 $(0.273, 0.256)$,亮度为 $6\ 100\text{ cd/m}^2$,均齐度为 85% ,色彩还原性达到

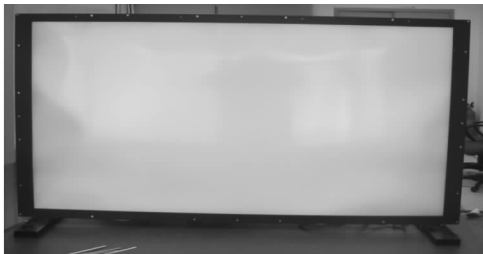


图 4 LED 背光源实物照片
Fig. 4 Picture of the LED Backlight

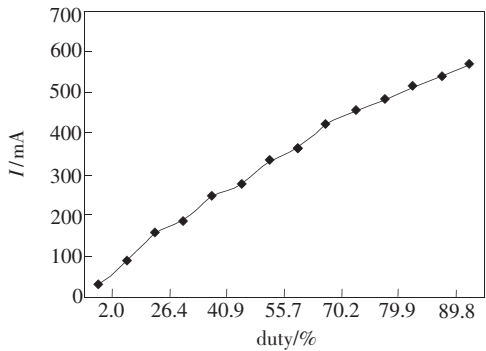


图 5 PWM 调光线性图
Fig. 5 PWM dimming linearity

$95\% @ \text{CIE } 1976$ 。图 5 为测试所得 LED 电流与占空比的线性关系。经测试,所设计的 LED 背光源系统,电路简单,可实现按键式调光。

5 结 论

提出了一种基于单片机实现侧光式 LED 背光源静态显示的方法。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 PWM 调光。实验证明,该系统电路简单,可实现按键式控光,中尺寸、大尺寸 LED 背光源均可借鉴使用。

参 考 文 献:

[1] 黄启智. LCD 显示器的背光技术分析及应用 [J]. 漳州职业技术学院学报, 2008, 10(1): 4-6, 30.
[2] 刘敬伟, 张丽蕾, 万丽芳, 等. 大尺寸液晶电视用 LED 背光的设计和制作 [J]. 液晶与显示, 2006, 21(5): 539-544.
[3] 王大巍, 王刚, 李俊峰, 等. 薄膜晶体管液晶显示器件的制造、测试与技术发展 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
[4] Tony Lai. LED 背光方案备受关注 [J]. 电子产品世界, 2008, (1): 64.
[5] 李秀真, 张凯亮, 等. 一种直下式 LED 背光源驱动电路的设计 [J]. 现代显示, 2009, (3): 58-60.
[6] 孙小斌, 万丽芳, 王庆江, 等. LED 背光液晶显示器的色彩管理及其特征化方法研究 [J]. 液晶与显示, 2007, 22(5): 603-606.