



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107396487 B

(45)授权公告日 2019.03.12

(21)申请号 201710494398.2

(22)申请日 2015.07.06

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107396487 A

(43)申请公布日 2017.11.24

(62)分案原申请数据  
201510386980.8 2015.07.06

(73)专利权人 湖南工业大学  
地址 412007 湖南省株洲市泰山西路88号  
湖南工业大学科技处

(72)发明人 陈刚 凌云 孔玲爽

(51)Int.Cl.

H05B 33/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 103281849 A,2013.09.04,  
CN 204305414 U,2015.04.29,  
CN 102271441 A,2011.12.07,  
KR 101435109 B1,2014.08.27,  
CN 2899288 Y,2007.05.09,

审查员 杨斌

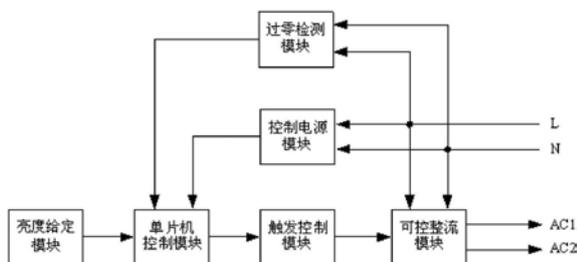
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

## (54)发明名称

一种单相电源线发送LED灯亮度控制信号的方法

## (57)摘要

一种单相电源线发送LED灯亮度控制信号的方法,由控制电源模块、可控整流模块、过零检测模块、单片机控制模块、触发控制模块、亮度给定模块组成的整流控制单元实现。整流控制单元输入单相220V交流电源,输出可控整流电压,在可控整流电压中采用连续的整流波形周期数来发送不同亮度等级的亮度控制信号,控制LED灯的亮度。所述LED灯亮度控制信号发送直接利用单相电源线传输亮度控制信号,可实现远距离LED灯亮度的控制调节。



1. 一种单相电源线发送LED灯亮度控制信号的方法,其特征在于:由整流控制单元实现;所述整流控制单元设有相线输入端子、零线输入端子、第一可控整流输出端子、第二可控整流输出端子;所述相线输入端子、零线输入端子输入单相220V交流电源;所述第一可控整流输出端子、第二可控整流输出端子输出可控整流电压;所述整流控制单元通过控制可控整流电压中连续的整流波形周期数来发送不同亮度等级的亮度控制信号;

所述整流控制单元由控制电源模块、可控整流模块、过零检测模块、单片机控制模块、触发控制模块、亮度给定模块组成;

所述控制电源模块由控制电源单相整流桥和第一滤波稳压电路组成,输入单相220V交流电源、输出第一直流工作电源;所述控制电源单相整流桥的整流负极性端为公共地;

所述可控整流模块由整流桥UR1、双向晶闸管V1、双向晶闸管V2、双向晶闸管V3、双向晶闸管V4组成;所述整流桥UR1的2个交流输入端分别连接至相线输入端子和零线输入端子,整流输出正端连接至双向晶闸管V3的第二阳极,整流输出负端连接至双向晶闸管V4的第二阳极;双向晶闸管V1的第一阳极与双向晶闸管V3的第一阳极并联后连接至第一可控整流输出端子;双向晶闸管V1的第二阳极连接至相线输入端子;双向晶闸管V2的第一阳极与双向晶闸管V4的第一阳极并联后连接至第二可控整流输出端子;双向晶闸管V2的第二阳极连接至零线输入端子;

所述触发控制模块设有交流控制输入端、整流控制输入端;所述交流控制输入端输入的交流控制信号有效时,触发控制模块控制双向晶闸管V1和双向晶闸管V2过零时触发导通;所述交流控制输入端输入的交流控制信号无效时,触发控制模块控制双向晶闸管V1和双向晶闸管V2过零后截止;所述整流控制输入端输入的整流控制信号有效时,触发控制模块控制双向晶闸管V3和双向晶闸管V4过零时触发导通;所述整流控制输入端输入的整流控制信号无效时,触发控制模块控制双向晶闸管V3和双向晶闸管V4过零后截止;

所述过零检测模块设有过零电压输入端、过零脉冲输出端;所述过零电压输入端连接至相线输入端子;所述过零脉冲输出端输出的过零脉冲是正脉冲;所述过零脉冲与整流控制单元输入的单相220V交流电源正半波对应;所述过零脉冲的宽度小于单相220V交流电源正半波宽度;

所述亮度给定模块设有亮度给定信号输出端;所述亮度给定信号的亮度等级有亮度 $0-n$ , $n$ 为大于等于2的整数;

所述单片机控制模块包括有亮度给定信号输入端、捕捉信号输入端和两路电平信号输出端;所述亮度给定信号输入端连接至亮度给定模块的亮度给定信号输出端;所述捕捉信号输入端连接至过零检测模块的过零脉冲输出端;所述两路电平信号输出端分别为交流控制输出端、整流控制输出端;所述交流控制输出端、整流控制输出端分别连接至触发控制模块的交流控制输入端、整流控制输入端。

2. 根据权利要求1所述的单相电源线发送LED灯亮度控制信号的方法,其特征在于:所述亮度控制信号共有亮度 $1-n$ ,共 $n$ 个亮度等级;所述亮度控制信号的亮度等级为亮度 $K$ 时,可控整流电压中有连续 $K$ 个周期的整流波形。

3. 根据权利要求2所述的单相电源线发送LED灯亮度控制信号的方法,其特征在于:整流控制单元发送亮度控制信号的方法是,

步骤A,读取亮度给定信号;

步骤B,判断是否关闭LED灯,是则控制关闭LED灯,转到步骤D;否则转到步骤C;

步骤C,发出一次亮度控制信号;

步骤D,判断亮度是否发生改变,亮度发生改变,返回步骤B;亮度没有发生改变,返回步骤D。

4.根据权利要求3所述的单相电源线发送LED灯亮度控制信号的方法,其特征在于:

单片机控制模块发出一次亮度等级为亮度K的亮度控制信号的步骤是,

步骤1,等待,直到接收到过零脉冲的上升沿时进入步骤2;

步骤2,停止交流输出,开始整流输出;

步骤3,对接收到的过零脉冲上升沿计数,计数值达到K时进入步骤4;

步骤4,停止整流输出,开始交流输出。

5.根据权利要求4所述的单相电源线发送LED灯亮度控制信号的方法,其特征在于:所述停止交流输出,是指控制交流控制输出端输出无效信号;所述开始整流输出,是指控制整流控制输出端输出有效信号;所述开始交流输出,是指控制交流控制输出端输出有效信号;所述停止整流输出,是指控制整流控制输出端输出无效信号。

6.根据权利要求3所述的单相电源线发送LED灯亮度控制信号的方法,其特征在于:所述判断是否关闭LED灯的方法是,判断亮度给定信号的亮度等级是否为亮度0;所述判断亮度是否发生改变的方法是,判断亮度给定信号的亮度等级是否发生改变。

7.根据权利要求3所述的单相电源线发送LED灯亮度控制信号的方法,其特征在于:所述控制关闭LED灯的方法是,停止整流输出,停止交流输出。

8.根据权利要求1所述的单相电源线发送LED灯亮度控制信号的方法,其特征在于:所述整流波形周期数中的周期为工频周期,所述工频周期为20ms。

## 一种单相电源线发送LED灯亮度控制信号的方法

[0001] 本发明专利申请为分案申请,原案申请号为201510386980.8,申请日为2015年7月6日,发明名称为一种可控整流远距离LED灯调光方法。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及一种照明灯控制技术,尤其是一种单相电源线发送LED灯亮度控制信号的方法。

### 背景技术

[0003] 由于LED灯的非线性特性,LED灯的亮度不能采用调节电压的方式来实现。

[0004] 采用可控恒流源来调节LED灯的亮度时,工作电流的改变会带来LED灯的色谱偏移,同时,低亮度下LED灯负载电流也变得很低,会使可控恒流源效率降低及温升增高,损耗在驱动芯片上的功耗越大,从而会损害恒流源及LED光源的寿命。

[0005] 采用PWM(脉宽调制)调光方式控制LED灯亮度,可以避免调压方式和调电流方式带来的问题。目前常用的LED灯调光方法有三种:

[0006] 一是采用遥控器控制。LED灯控制电路装有遥控器接收装置,可以通过遥控器对LED灯进行有级调光或者是无级调光,其缺点是一个LED灯需要配备一个遥控器,造成遥控器数量多,管理麻烦,成本也偏高。

[0007] 二是采用数字控制技术。例如,采用DALI(数字可寻址的照明接口)技术,DALI系统软件可对同一强电回路或不同回路上的单个或多个LED灯具进行独立寻址,通过DALI系统软件对单灯或任意的灯组进行精确的调光及开关控制。该方案技术先进,但成本很高,系统除需要布设电力线外,还需要布设控制线。

[0008] 三是采用单火线开关通断控制技术。例如,采用NU102专用芯片,即可利用普通墙面开关在规定的时间内开关动作,实现LED灯的亮度调节。但该方法只能提供4档LED灯的调节亮度,且开关动作有时间要求。

### 发明内容

[0009] 本发明的目的旨在提供一种在不增加控制信号线和不使用遥控器的情况下,利用单相电源线发送LED灯亮度控制信号的方法。

[0010] 为达到上述目的,本发明采取的技术方案是:一种单相电源线发送LED灯亮度控制信号的方法,由整流控制单元实现。LED灯的亮度调节由LED灯亮度调节单元实现。

[0011] 所述整流控制单元设有相线输入端子、零线输入端子、第一可控整流输出端子、第二可控整流输出端子;所述相线输入端子、零线输入端子输入单相220V交流电源;所述第一可控整流输出端子、第二可控整流输出端子输出可控整流电压。

[0012] 所述LED灯亮度调节单元设有第一可控整流输入端子、第二可控整流输入端子,所述第一可控整流输入端子、第二可控整流输入端子分别连接至整流控制单元的第一可控整流输出端子、第二可控整流输出端子。

[0013] 所述整流控制单元由控制电源模块、可控整流模块、过零检测模块、单片机控制模块、触发控制模块、亮度给定模块组成。

[0014] 所述控制电源模块由控制电源单相整流桥和第一滤波稳压电路组成,输入单相220V交流电源、输出第一直流工作电源;所述控制电源单相整流桥的整流负极性端为公共地。

[0015] 所述可控整流模块由整流桥UR1、双向晶闸管V1、双向晶闸管V2、双向晶闸管V3、双向晶闸管V4组成;所述整流桥UR1的2个交流输入端分别连接至相线输入端子和零线输入端子,整流输出正端连接至双向晶闸管V3的第二阳极,整流输出负端连接至双向晶闸管V4的第二阳极;双向晶闸管V1的第一阳极与双向晶闸管V3的第一阳极并联后连接至第一可控整流输出端子;双向晶闸管V1的第二阳极连接至相线输入端子;双向晶闸管V2的第一阳极与双向晶闸管V4的第一阳极并联后连接至第二可控整流输出端子;双向晶闸管V2的第二阳极连接至零线输入端子。

[0016] 所述触发控制模块设有交流控制输入端、整流控制输入端;所述交流控制输入端输入的交流控制信号有效时,触发控制模块控制双向晶闸管V1和双向晶闸管V2过零时触发导通;所述交流控制输入端输入的交流控制信号无效时,触发控制模块控制双向晶闸管V1和双向晶闸管V2过零后截止;所述整流控制输入端输入的整流控制信号有效时,触发控制模块控制双向晶闸管V3和双向晶闸管V4过零时触发导通;所述整流控制输入端输入的整流控制信号无效时,触发控制模块控制双向晶闸管V3和双向晶闸管V4过零后截止。

[0017] 所述过零检测模块设有过零电压输入端、过零脉冲输出端;所述过零电压输入端连接至相线输入端子;所述过零脉冲输出端输出的过零脉冲是正脉冲;所述过零脉冲与整流控制单元输入的单相220V交流电源正半波对应;所述过零脉冲的宽度小于单相220V交流电源正半波宽度。

[0018] 所述亮度给定模块设有亮度给定信号输出端;所述亮度给定信号的亮度等级有亮度 $0-n$ , $n$ 为大于等于2的整数。

[0019] 所述单片机控制模块包括有亮度给定信号输入端、捕捉信号输入端和两路电平信号输出端;所述亮度给定信号输入端连接至亮度给定模块的亮度给定信号输出端;所述捕捉信号输入端连接至过零检测模块的过零脉冲输出端;所述两路电平信号输出端分别为交流控制输出端、整流控制输出端;所述交流控制输出端、整流控制输出端分别连接至触发控制模块的交流控制输入端、整流控制输入端。

[0020] 所述LED灯亮度调节单元由调节电源模块、波形取样模块、单片机调节模块、LED驱动模块组成。

[0021] 所述调节电源模块输入可控整流电压、输出第二直流工作电源,由调节电源单相整流桥和第二滤波稳压电路组成;所述调节电源单相整流桥的整流负极性端为参考地;

[0022] 所述波形取样模块设有取样波形输入端和取样脉冲输出端;所述取样波形输入端连接至第二可控整流输入端子;所述波形取样模块将第一可控整流输入端子电位低于第二可控整流输入端子电位的波形检出并限幅得到取样脉冲;所述取样脉冲的正脉冲与第一可控整流输入端子电位低于第二可控整流输入端子电位的波形相对应。

[0023] 所述单片机调节模块具有捕捉输入端和PWM脉冲输出端,捕捉输入端连接至波形取样模块的取样脉冲输出端。

[0024] 所述LED驱动模块用于驱动LED灯点亮,设有PWM亮度调节信号输入端;所述PWM亮度调节信号输入端连接至单片机调节模块的PWM脉冲输出端;所述LED驱动模块的输入直流电压上限大于300V。

[0025] 所述整流控制单元通过控制可控整流电压中连续的整流波形周期数来发送不同亮度等级的亮度控制信号。

[0026] 所述亮度控制信号中,亮度等级用连续的整流波形周期数表示;所述亮度控制信号共有亮度1—n,共n个亮度等级。

[0027] 单片机控制模块发出一次亮度等级为亮度K的亮度控制信号的步骤是,

[0028] 步骤1,等待,直到接收到过零脉冲的上升沿时进入步骤2;

[0029] 步骤2,停止交流输出,开始整流输出;

[0030] 步骤3,对接收到的过零脉冲上升沿计数,计数值达到K时进入步骤4;

[0031] 步骤4,停止整流输出,开始交流输出。

[0032] 整流控制单元发送亮度控制信号的方法是,

[0033] 步骤A,读取亮度给定信号;

[0034] 步骤B,判断是否关闭LED灯,是则控制关闭LED灯,转到步骤D;否则转到步骤C;

[0035] 步骤C,发出一次亮度控制信号;

[0036] 步骤D,判断亮度是否发生改变,亮度发生改变,返回步骤B;亮度没有发生改变,返回步骤D。

[0037] 所述LED灯亮度调节单元接收可控整流电压中的亮度控制信号并调节LED灯亮度,方法是,

[0038] 步骤一,初始化,设定LED灯的初始亮度等级;

[0039] 步骤二,调节LED亮度;

[0040] 步骤三,判断是否有亮度控制信号;没有亮度控制信号,返回步骤三;有亮度控制信号,转到步骤四;

[0041] 步骤四,接收亮度控制信号;

[0042] 步骤五,返回步骤二。

[0043] 所述判断是否有亮度控制信号,方法为判断从第一可控整流输入端子、第二可控整流输入端子输入的可控整流电压是否为整流电压。

[0044] 所述接收亮度控制信号,方法是判断可控整流电压中连续的整流波形周期数;可控整流电压中有连续K个周期整流波形时,亮度控制信号的亮度等级为亮度K。

[0045] 所述判断可控整流电压中连续的整流波形周期数的方法是,单片机调节模块对取样脉冲中超过20ms的低电平脉冲测量宽度,设测量得到的超过20ms的低电平脉冲宽度为T,则可控整流电压中连续的整流波形周期数为 $K = \text{INT}(T/20)$ ,INT函数的功能是舍去小数部分取整。

[0046] 所述停止交流输出,是指控制交流控制输出端输出无效信号;所述开始整流输出,是指控制整流控制输出端输出有效信号;所述开始交流输出,是指控制交流控制输出端输出有效信号;所述停止整流输出,是指控制整流控制输出端输出无效信号。

[0047] 所述判断是否关闭LED灯的方法是,判断亮度给定信号的亮度等级是否为亮度0;判断亮度是否发生改变的方法是,判断亮度给定信号的亮度等级是否发生改变。

[0048] 所述控制关闭LED灯的方法是,停止整流输出,停止交流输出。

[0049] 本发明的有益效果是,直接采用单相电源线远距离控制LED灯亮度,无需遥控器,无需控制线;LED灯亮度调节可分多个档位,具有关灯功能;采用整流波传送亮度控制信号,不会造成LED灯亮度调节时闪烁以及功率因数的降低。

### 附图说明

[0050] 图1是系统结构框图。

[0051] 图2是整流控制单元结构图。

[0052] 图3是可控整流模块实施例电路图。

[0053] 图4是触发控制模块实施例电路图。

[0054] 图5是整流控制单元中控制部分实施例电路图。

[0055] 图6是发送亮度等级为亮度3的亮度控制信号时波形示意图。

[0056] 图7是亮度控制信号发送方法。

[0057] 图8是LED灯亮度调节单元结构图。

[0058] 图9是LED灯亮度调节单元调节部分实施例电路图。

[0059] 图10是LED驱动模块实施例电路图。

[0060] 图11是亮度接收与调节方法。

### 具体实施方式

[0061] 下面通过附图并结合实施例对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0062] 实现本发明方法的电路系统结构框图如图1所示,由整流控制单元和LED灯亮度调节单元组成。整流控制单元由相线输入端子L、零线输入端子N输入单相220V交流电源,由第一可控整流输出端子AC1、第二可控整流输出端子AC2输出可控整流电压。LED灯亮度调节单元由第一可控整流输入端子AC1、第二可控整流输入端子AC2输入可控整流电压并控制LED灯亮度。

[0063] 整流控制单元的结构如图2所示,由控制电源模块、可控整流模块、过零检测模块、单片机控制模块、触发控制模块、亮度给定模块组成。

[0064] 可控整流模块的实施例如图3所示,由整流桥UR1、双向晶闸管V1、双向晶闸管V2、双向晶闸管V3、双向晶闸管V4组成。整流桥UR1的2个交流输入端分别连接至相线输入端子L和零线输入端子N,整流输出正端连接至双向晶闸管V3的第二阳极,整流输出负端连接至双向晶闸管V4的第二阳极;双向晶闸管V1的第一阳极与双向晶闸管V3的第一阳极并联后连接至第一可控整流输出端子AC1;双向晶闸管V1的第二阳极连接至相线输入端子L;双向晶闸管V2的第一阳极与双向晶闸管V4的第一阳极并联后连接至第二可控整流输出端子AC2;双向晶闸管V2的第二阳极连接至零线输入端子N。

[0065] 双向晶闸管V1的触发脉冲从其控制极K11和第一阳极K12输入,双向晶闸管V2的触发脉冲从其控制极K21和第一阳极K22输入,双向晶闸管V3的触发脉冲从其控制极K31和第一阳极K32输入,双向晶闸管V4的触发脉冲从其控制极K41和第一阳极K42输入。

[0066] 整流桥UR1采用单相整流桥堆,或者是采用4个二极管组成单相整流桥代替。

[0067] 触发控制模块为满足以下功能的电路:设有交流控制输入端、整流控制输入端;交流控制输入端输入的交流控制信号有效时,触发控制模块控制双向晶闸管V1和双向晶闸管V2过零时触发导通;交流控制输入端输入的交流控制信号无效时,触发控制模块控制双向晶闸管V1和双向晶闸管V2过零后截止;整流控制输入端输入的整流控制信号有效时,触发控制模块控制双向晶闸管V3和双向晶闸管V4过零时触发导通;整流控制输入端输入的整流控制信号无效时,触发控制模块控制双向晶闸管V3和双向晶闸管V4过零后截止。

[0068] 触发控制模块的实施例如图4所示,由过零触发光耦U1—U4和输入限流电阻R1—R4、输出限流电阻R5—R8组成,设有交流控制输入端KJ、整流控制输入端KZ。过零触发光耦U1—U4的内部包括有输入发光二极管、输出光控双向晶闸管,以及过零触发电路。过零触发光耦U1—U4的型号在MOC3041、MOC3042、MOC3043、MOC3061、MOC3062、MOC3063中选择。

[0069] 输入限流电阻R1与过零触发光耦U1的输入发光二极管串联,串联电路再并联至第一直流工作电源VDD1和交流控制输入端KJ。输入限流电阻R1串联在过零触发光耦U1的输入发光二极管阳极,如图4所示;输入限流电阻R1也可以串联在过零触发光耦U1的输入发光二极管的阴极。

[0070] 输入限流电阻R2与过零触发光耦U2的输入发光二极管串联,串联电路再并联至第一直流工作电源VDD1和交流控制输入端KJ。输入限流电阻R3与过零触发光耦U3的输入发光二极管串联,串联电路再并联至第一直流工作电源VDD1和整流控制输入端KZ。输入限流电阻R4与过零触发光耦U4的输入发光二极管串联,串联电路再并联至第一直流工作电源VDD1和整流控制输入端KZ。输入限流电阻R2—R4可以串联在相应过零触发光耦的输入发光二极管阳极,如图4所示;也可以串联在相应过零触发光耦的输入发光二极管阴极。

[0071] 输出限流电阻R5与过零触发光耦U1内部输出光控双向晶闸管串联后再并联至双向晶闸管V1的控制极K11和第一阳极K12;输出限流电阻R6与过零触发光耦U2内部输出光控双向晶闸管串联后再并联至双向晶闸管V2的控制极K21和第一阳极K22;输出限流电阻R7与过零触发光耦U3内部输出光控双向晶闸管串联后再并联至双向晶闸管V3的控制极K31和第一阳极K32;输出限流电阻R8与过零触发光耦U4内部输出光控双向晶闸管串联后再并联至双向晶闸管V4的控制极K41和第一阳极K42。

[0072] 整流控制单元中控制部分包括控制电源模块、过零检测模块、单片机控制模块、亮度给定模块,其实施例电路如图5所示。

[0073] 控制电源模块输入单相220V交流电源,输出为向整流控制单元提供的第一直流工作电源VDD1。图5实施例中,控制电源模块由二极管D01、二极管D02、二极管D03、二极管D04、电容C1、电阻R01、稳压管DW01组成。二极管D01、二极管D02、二极管D03、二极管D04组成控制电源单相整流桥;电容C1起滤波作用,并联在控制电源单相整流桥的直流电压输出端;电阻R01、稳压管DW01组成稳压电路。第一直流工作电源VDD1从稳压管DW01阴极输出。控制电源单相整流桥的整流负极性端为公共地。

[0074] 控制电源模块还可以采用其他实现方案。二极管D01、二极管D02、二极管D03、二极管D04组成的控制电源单相整流桥可以用单相整流桥堆代替,电阻R01、稳压管DW01组成的稳压电路可以采用DC/DC稳压器或者是三端稳压器代替。

[0075] 过零检测模块为具有以下功能的电路:设有过零电压输入端、过零脉冲输出端;过零电压输入端连接至相线输入端子L;过零脉冲输出端输出的过零脉冲是正脉冲;过零脉冲

与整流控制单元输入的单相220V交流电源正半波对应;过零脉冲的宽度小于单相220V交流电源正半波宽度。

[0076] 图5实施例中,过零检测模块为检波整形电路,由二极管D1、电阻R9、稳压管DW1组成。电阻R9的两端分别连接至二极管D1阴极与稳压管DW1阴极,二极管D1阳极连接至相线输入端子L,稳压管DW1阳极连接至公共地。稳压管DW1阴极为输出过零脉冲的过零脉冲输出端。

[0077] 亮度给定模块设有亮度给定信号输出端,输出亮度给定信号。图5实施例中,亮度给定模块为BCD旋转编码器,输出的亮度给定信号为BCD编码0000—1001,其中,BCD编码0001—1001代表亮度1—9,BCD编码为0000时,代表亮度0,熄灭LED灯。

[0078] 亮度给定模块也可以采用电位器对第一直流工作电源VDD1进行分压,得到的亮度给定信号为亮度给定电压。将电位器输出的亮度给定电压平均分成 $n+1$ 个区间,最低电压区间与BCD旋转编码器的编码0000对应,亮度给定信号的亮度等级为亮度0;其他区间分别与亮度1— $n$ 对应; $n$ 为大于等于2的整数,典型值为9。

[0079] 单片机控制模块包括有1路亮度给定信号输入端,1路捕捉信号输入端,2路电平信号输出端。1路亮度给定信号输入端连接至亮度给定模块的亮度给定信号输出端;1路捕捉信号输入端连接至过零检测模块的过零脉冲输出端,输入过零脉冲;2路电平信号输出端为交流控制输出端KJ、整流控制输出端KZ,分别连接至触发控制模块的交流控制输入端KJ、整流控制输入端KZ。

[0080] 图5实施例中,单片机控制模块由单片机MCU1、晶体振荡器XT1组成,单片机MCU1的型号是MSP430G2553。单片机MCU1的P1.7—P1.4是亮度给定信号输入端,亮度给定模块的BCD编码从P1.7—P1.4输入。如果亮度给定模块采用电位器,则单片机MCU1的模拟电压输入端A0(P1.0)为亮度给定信号输入端,电位器的输出电压连接至单片机MCU1的模拟电压输入端A0(P1.0)。单片机MCU1通过读取P1.7—P1.4输入的BCD编码,或者是对模拟电压输入端A0输入的亮度给定电压进行A/D转换,得到亮度给定信号的亮度等级。单片机MCU1的P2.0是捕捉信号输入端,连接至过零检测模块的过零脉冲输出端。单片机MCU1的P1.1、P1.2是电平信号输出端,其中P1.1是交流控制输出端KJ,P1.2是整流控制输出端KZ;交流控制输出端KJ、整流控制输出端KZ分别连接至触发控制模块的交流控制输入端KJ、整流控制输入端KZ。

[0081] 整流控制单元的第一可控整流输出端子AC1、第二可控整流输出端子AC2输出可控整流电压,整流控制单元通过控制可控整流电压中连续的整流波形周期数来发送不同亮度等级的亮度控制信号。可控整流电压的有效值与整流控制单元输入的单相220V交流电源的电压有效值相同。

[0082] 亮度控制信号中,亮度等级用连续的整流波形周期数表示。实施例中,亮度控制信号共有亮度1— $n$ ,共 $n$ 个亮度等级。亮度给定信号的亮度等级为亮度0时,整流控制单元关闭LED灯,不发送亮度控制信号。亮度控制信号亮度等级的亮度1— $n$ 与亮度给定信号亮度等级的亮度1— $n$ 之间一一对应。

[0083] 整流波形周期数中的周期为工频周期,所述工频周期为20ms;整流波形周期数为整流波形所占工频周期的数量;1个周期的整流波形由2个整流半波组成,第一个整流半波与单相220V交流电源正半波对应,第二个整流半波与单相220V交流电源负半波对应。

[0084] 整流控制单元发送亮度控制信号时波形示例如图6所示。图6所示发送的是亮度等

级为亮度3的亮度控制信号。

[0085] 单片机控制模块发出一次亮度等级为亮度K的亮度控制信号的步骤如下：

[0086] 步骤1,等待,直到接收到过零脉冲的上升沿时进入步骤2；

[0087] 步骤2,停止交流输出,开始整流输出；

[0088] 步骤3,等待,对接收到的过零脉冲上升沿计数,计数值达到K时进入步骤4；

[0089] 步骤4,停止整流输出,开始交流输出。

[0090] 不关闭LED灯,整流控制单元在正常的维持不发出亮度控制信号状态时,单片机控制模块控制交流控制输出端KJ输出有效信号,整流控制输出端KZ输出无效信号,过零触发光耦U1和U2的输入发光二极管导通,过零触发光耦U3和U4的输入发光二极管截止,双向晶闸管V1、双向晶闸管V2导通,双向晶闸管V3、双向晶闸管V4截止,第一可控整流输出端子AC1、第二可控整流输出端子AC2输出的可控整流电压为交流电压。在图4所示的实施例中,单片机控制模块输出的交流控制输出端KJ、整流控制输出端KZ的信号为低电平有效。

[0091] 图5所示过零检测模块输出的过零脉冲与整流控制单元输入的单相220V交流电源的正半波对应,且过零脉冲的宽度小于正半波宽度。单片机控制模块检测到与图6中半波1相对应的过零脉冲上升沿后,进入步骤2。所述停止交流输出,开始整流输出,是指控制交流控制输出端KJ输出无效信号,停止交流输出;整流控制输出端KZ输出有效信号,开始整流输出控制交流控制输出端KJ输出无效信号,停止交流输出;整流控制输出端KZ输出有效信号,开始整流输出;过零触发光耦U1和U2的输入发光二极管截止,过零触发光耦U3和U4的输入发光二极管导通。从整流控制单元输入的单相220V交流电源的下一个过零点,即如图6所示的过零点2开始,双向晶闸管V1、双向晶闸管V2截止,双向晶闸管V3、双向晶闸管V4导通,第一可控整流输出端子AC1、第二可控整流输出端子AC2输出的可控整流电压为整流电压。对连续K个周期的交流电压波进行整流后,单片机控制模块对接收到的过零脉冲上升沿计数,计数值达到K时,在图6所示实施例中,计数到的第3个过零脉冲与图6中半波3相对应,此时停止整流输出,开始交流输出,则在下一个过零点,即如图6所示的过零点4开始,双向晶闸管V1、双向晶闸管V2导通,双向晶闸管V3、双向晶闸管V4截止,第一可控整流输出端子AC1、第二可控整流输出端子AC2输出的可控整流电压为交流电压,整流控制单元回到正常的维持不发出亮度控制信号状态。

[0092] 整流控制单元发送亮度控制信号的方法如图7所示,包括:

[0093] 步骤A,读取亮度给定信号;

[0094] 步骤B,判断是否关闭LED灯,是则控制关闭LED灯,转到步骤D;否则转到步骤C;

[0095] 步骤C,发出一次亮度控制信号;

[0096] 步骤D,判断亮度是否发生改变,亮度发生改变,返回步骤B;亮度没有发生改变,返回步骤D。

[0097] 判断是否关闭LED灯的方法是,判断亮度给定信号的亮度等级是否为亮度0;亮度等级为亮度0时关闭LED灯。判断亮度是否发生改变的方法是,判断亮度给定信号的亮度等级是否发生改变。

[0098] 控制关闭LED灯的方法是,停止整流输出,停止交流输出;此时第一可控整流输出端子AC1、第二可控整流输出端子AC2不输出可控整流电压。

[0099] LED灯亮度调节单元的结构如图8所示,由调节电源模块、波形取样模块、单片机调

节模块、LED驱动模块组成。

[0100] LED灯亮度调节单元的调节部分包括调节电源模块、波形取样模块、单片机调节模块,其实例如图9所示。

[0101] 调节电源模块为LED灯亮度调节单元提供第二直流工作电源VDD2。图9实施例中,调节电源模块由二极管D05、二极管D06、二极管D07、二极管D08、电容C2、电阻R02、稳压管DW02组成。二极管D05、二极管D06、二极管D07、二极管D08组成调节电源单相整流桥;电容C2并联在调节电源单相整流桥的整流电压输出端,起滤波作用;电阻R02、稳压管DW02组成稳压电路。第二直流工作电源VDD2从稳压管DW02阴极输出。调节电源单相整流桥的整流负极性端为参考地。

[0102] 调节电源模块还可以采用其他实现方案。二极管D05、二极管D06、二极管D07、二极管D08组成的调节电源单相整流桥可以用单相整流桥堆代替,电阻R02、稳压管DW02组成的稳压电路可以采用DC/DC稳压器或者是三端稳压器代替。

[0103] 波形取样模块为具有以下功能的电路:设有取样波形输入端和取样脉冲输出端;取样波形输入端连接至第二可控整流输入端子;波形取样模块将第一可控整流输入端子电位低于第二可控整流输入端子电位的波形检出并限幅得到取样脉冲;取样脉冲的正脉冲与第一可控整流输入端子电位低于第二可控整流输入端子电位的波形相对应。或者取样波形输入端连接至第一可控整流输入端子;波形取样模块将第一可控整流输入端子电位高于第二可控整流输入端子电位的波形检出并限幅得到取样脉冲;取样脉冲的正脉冲与第一可控整流输入端子电位高于第二可控整流输入端子电位的波形相对应。

[0104] 图9实施例中,波形取样模块为检波整形电路,由二极管D2、电阻R12、稳压管DW2组成。电阻R12的两端分别连接至二极管D2阴极与稳压管DW2阴极;二极管D2阳极为取样波形输入端,连接至第一可控整流输入端子AC1;稳压管DW2阳极连接至参考地;稳压管DW2阴极为取样脉冲输出端。

[0105] 单片机调节模块具有捕捉输入端和PWM脉冲输出端,捕捉输入端连接至波形取样模块的取样脉冲输出端。图9实施例中,单片机调节模块由单片机MCU2、晶体振荡器XT2组成,单片机MCU2的型号是MSP430G2553,单片机MCU2的捕捉输入端为P2.0,PWM脉冲输出端为P1.2。

[0106] LED驱动模块用于驱动LED灯点亮,设有PWM亮度调节信号输入端、能够不采用变压器直接接入220V交流电源或者是直接输入300V以上直流电源的LED驱动模块都可以适用于本发明,图10所示仅为其中的一个实施例电路。LED驱动模块的PWM亮度调节信号输入端连接至单片机调节模块的PWM脉冲输出端。

[0107] 图10中,LED驱动模块由LED驱动器U5、二极管D11、二极管D12、二极管D13、二极管D14、电容C3、电容C4、电感LG、快恢复二极管D15、开关管VD、电阻R14、电阻R15组成。LED驱动器U5的型号为HV9910。

[0108] 图10中,二极管D11、二极管D12、二极管D13、二极管D14组成单相桥式整流电路。单相桥式整流电路的2个交流输入端分别连接至第一可控整流输入端子AC1和第二可控整流输入端子AC2,直流输出负端连接至参考地,直流输出正端连接至电容C3正极、LED驱动器U5的电源输入端VIN、电感LG的一端、快恢复二极管D15阴极。LED驱动器U5的地输入端GND连接至参考地。电容C3负极连接至参考地。快恢复二极管D15阳极与开关管VD的漏极联结后作为

大功率LED灯的负极性连接端LED<sub>-</sub>,电感LG的另外一端作为大功率LED灯的正极性连接端LED<sub>+</sub>。开关管VD的源极与电阻R14一端联结后连接至LED驱动器U5的LED电流检测端CS;电阻R14的另一端连接至参考地。开关管VD的栅极连接至LED驱动器U5的驱动端GATE。电阻R15的一端连接至LED驱动器U5的振荡频率控制端RT、另一端连接至参考地。电容C4正极连接至LED驱动器U5的控制电压输出端VDD和线性电流控制端LD、负极连接至参考地。LED驱动器U5的使能控制端PWM\_D为PWM亮度调节信号输入端。LED灯连接至正极性连接端LED<sub>+</sub>和负极性连接端LED<sub>-</sub>。

[0109] LED灯亮度调节单元接收亮度控制信号并调节LED灯亮度,其方法如图11所示,包括:

[0110] 步骤一,初始化,设定LED灯的初始亮度等级;

[0111] 步骤二,调节LED亮度;

[0112] 步骤三,判断是否有亮度控制信号;没有亮度控制信号,返回步骤三;有亮度控制信号,转到步骤四;

[0113] 步骤四,接收亮度控制信号;

[0114] 步骤五,返回步骤二。

[0115] LED灯的初始亮度等级可以设定为n个亮度等级中的一个,例如,设定初始亮度等级为等级1。

[0116] 调节LED亮度的方法是,单片机调节模块根据设定或接收到的LED灯的亮度等级计算PWM值,发出相应的PWM脉冲。

[0117] 判断是否有亮度控制信号,方法为判断从第一可控整流输入端子AC1、第二可控整流输入端子AC2输入的可控整流电压是否为整流电压。

[0118] 接收亮度控制信号,方法是判断可控整流电压中连续的整流波形周期数;可控整流电压中有连续K个周期整流波形时,亮度控制信号的亮度等级为亮度K。

[0119] 波形取样模块的功能是对可控整流电压进行检波整形。图9实施例中,波形取样模块的取样波形输入端连接至第一可控整流输入端子AC1,将第一可控整流输入端子AC1电位高于第二可控整流输入端子AC2的波形检出并限幅得到取样脉冲。亮度控制信号中亮度等级为亮度3的取样脉冲示例如图6(b)所示。当可控整流电压为交流电压时,取样脉冲为占空比小于50%、与交流电压同频率的矩形波;当可控整流电压为整流电压时,取样脉冲为占空比接近100%、频率为交流电压频率2倍的矩形波。图6(b)中,连续3个周期的整流波形使取样脉冲中出现脉冲5-10等6个窄负脉冲,交流电压频率为工频50Hz时,窄负脉冲的周期为10ms;窄负脉冲宽度不超过1ms,具体宽度与电阻R12、稳压管DW2以及可控整流电压的幅值等参数相关。

[0120] 波形取样模块的取样波形输入端也可以连接至第二可控整流输入端子AC2,波形取样模块将第一可控整流输入端子AC1电位低于第二可控整流输入端子AC2的波形检出并限幅得到取样脉冲,输出至单片机调节模块的捕捉输入端;取样脉冲的正脉冲与第一可控整流输入端子电位低于第二可控整流输入端子电位的半波相对应,且取样脉冲正脉冲宽度小于该半波宽度。此时,亮度控制信号中亮度等级为亮度3的取样脉冲示例如图6(c)所示;当可控整流电压为交流电压时,取样脉冲为占空比小于50%、与交流电压同频率的矩形波;当可控整流电压为整流电压时,取样脉冲为低电平,图6(c)中,连续3个周期的整流波形使

取样脉冲中出现宽度略大于70ms的低电平脉冲,即脉冲11。

[0121] 判断可控整流电压中连续的整流波形周期数的方法是:单片机调节模块对取样脉冲中频率为交流电压频率2倍的矩形波中的窄负脉冲个数进行计数,计数值为2K时,可控整流电压中连续的整流波形周期数为K;或者是单片机调节模块对取样脉冲中超过20ms的低电平脉冲测量宽度,设测量得到的超过20ms的低电平脉冲宽度为T,则可控整流电压中连续的整流波形周期数为 $K = \text{INT}(T/20)$ ,INT函数的功能是舍去小数部分取整。

[0122] 可控整流电压向LED灯亮度调节单元的调节电源模块、LED驱动模块和波形取样模块直接供电,其中的调节电源模块、LED驱动模块首先对可控整流电压进行整流,再经电容滤波后,向相关电路提供电源;可控整流电压为零时,调节电源模块、LED驱动模块的电源电流也为零;波形取样模块为非线性电阻性负载,可控整流电压为零时,波形取样模块的电源电流为零。因此,可控整流电压为零时,其向LED灯亮度调节单元提供的电源电流为零。所以,整流控制单元在输入的单相220V交流电源的过零点进行停止交流输出、开始整流输出,或者是停止整流输出、开始交流输出的切换时,双向晶闸管V1、双向晶闸管V2与双向晶闸管V3、双向晶闸管V4之间可以成功换流,不致造成电源短路。

[0123] 本发明具有如下特点:

[0124] ①采用电源线远距离控制LED灯亮度,无需遥控器,无需控制线;

[0125] ②LED灯亮度可以根据需要分成多个等级;

[0126] ③采用整流波传送亮度控制信号,不会造成LED灯亮度调节时闪烁以及功率因数的降低。

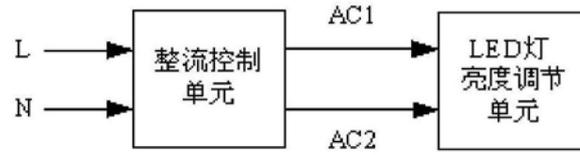


图1

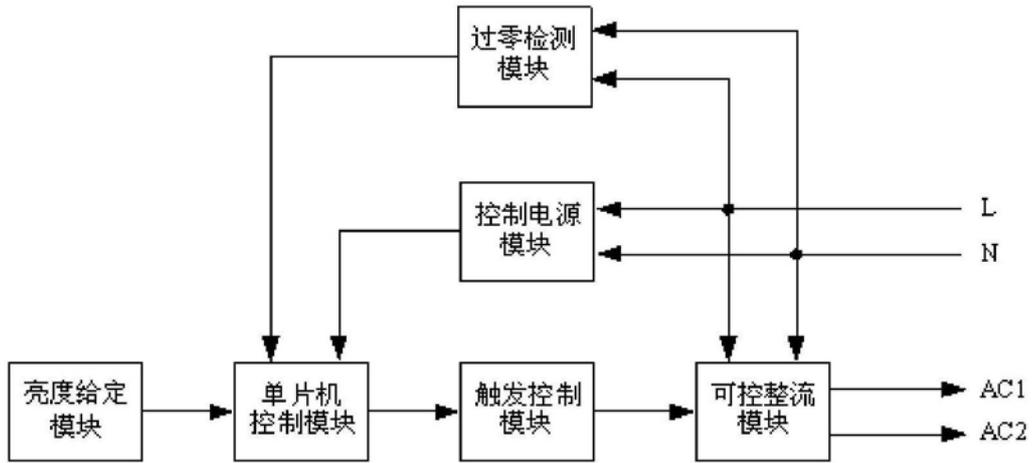


图2

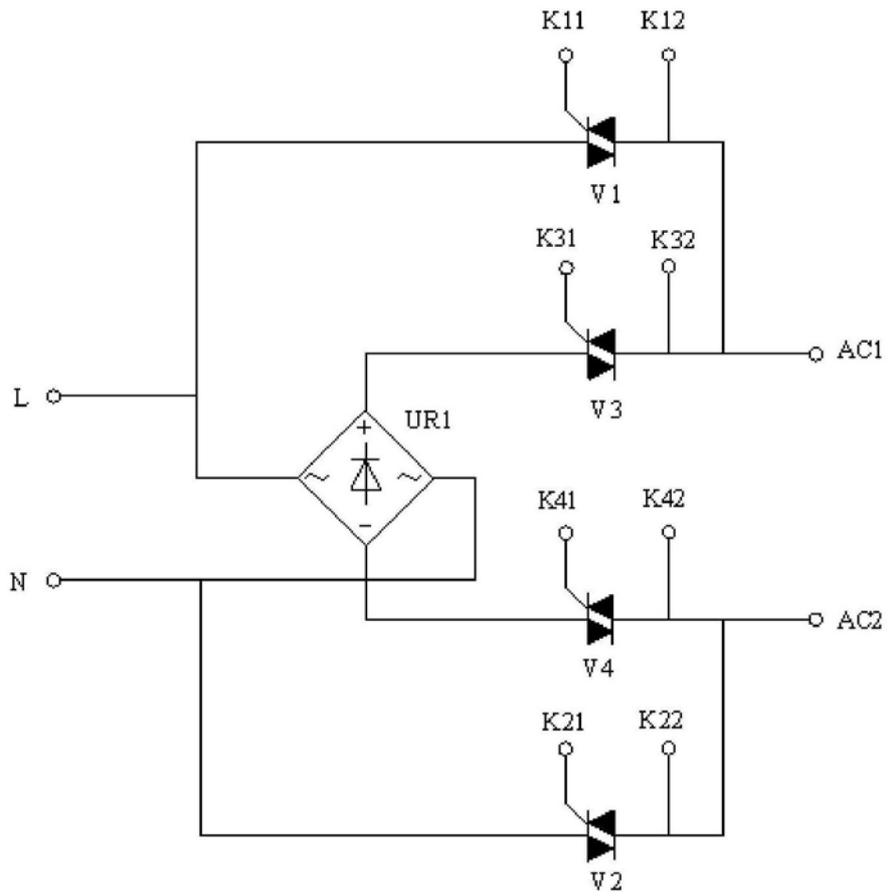


图3

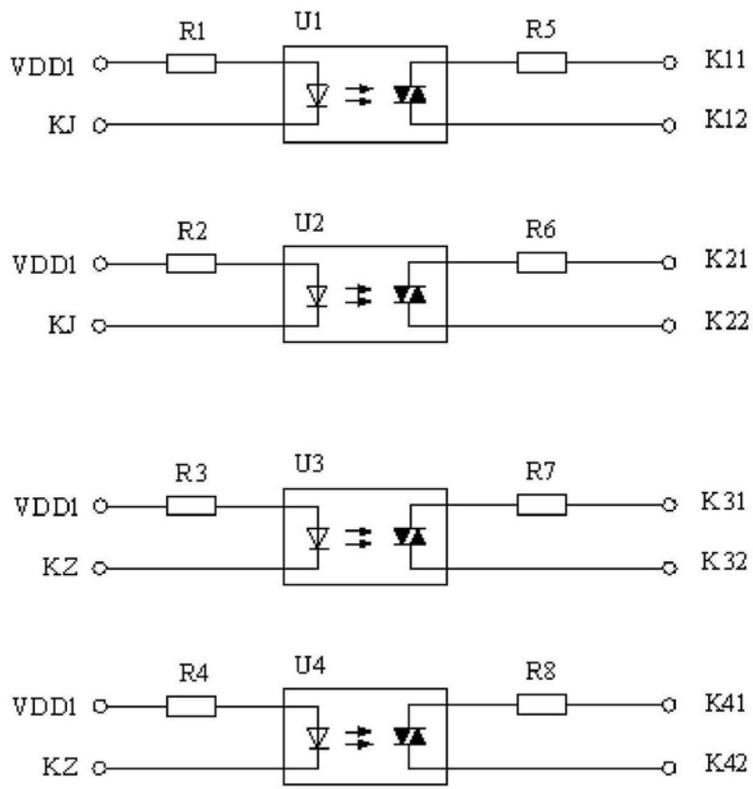


图4

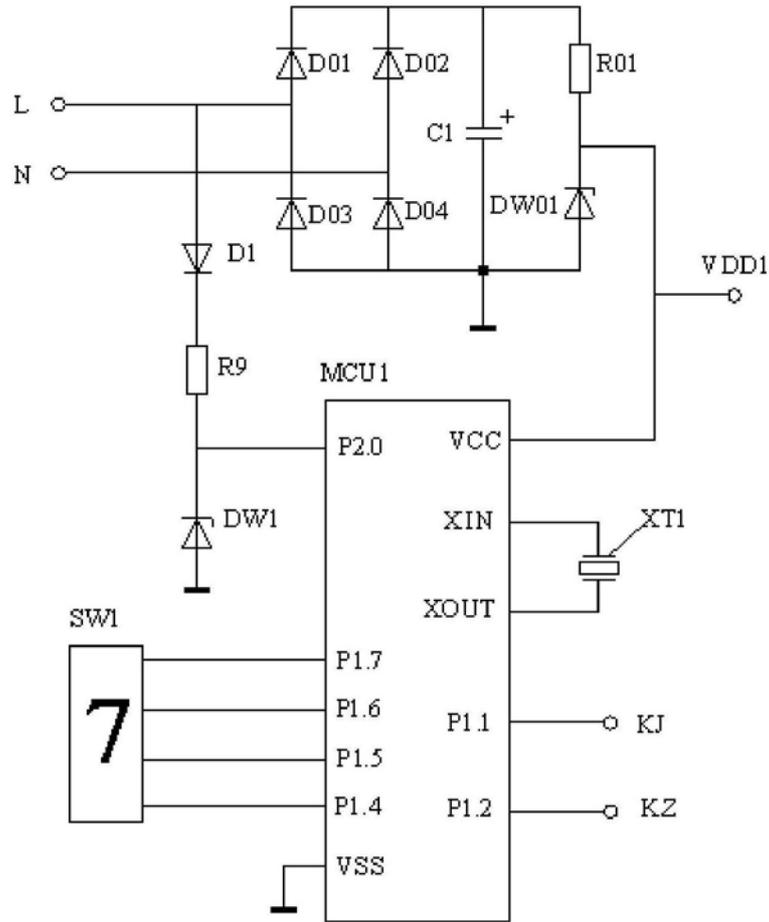


图5

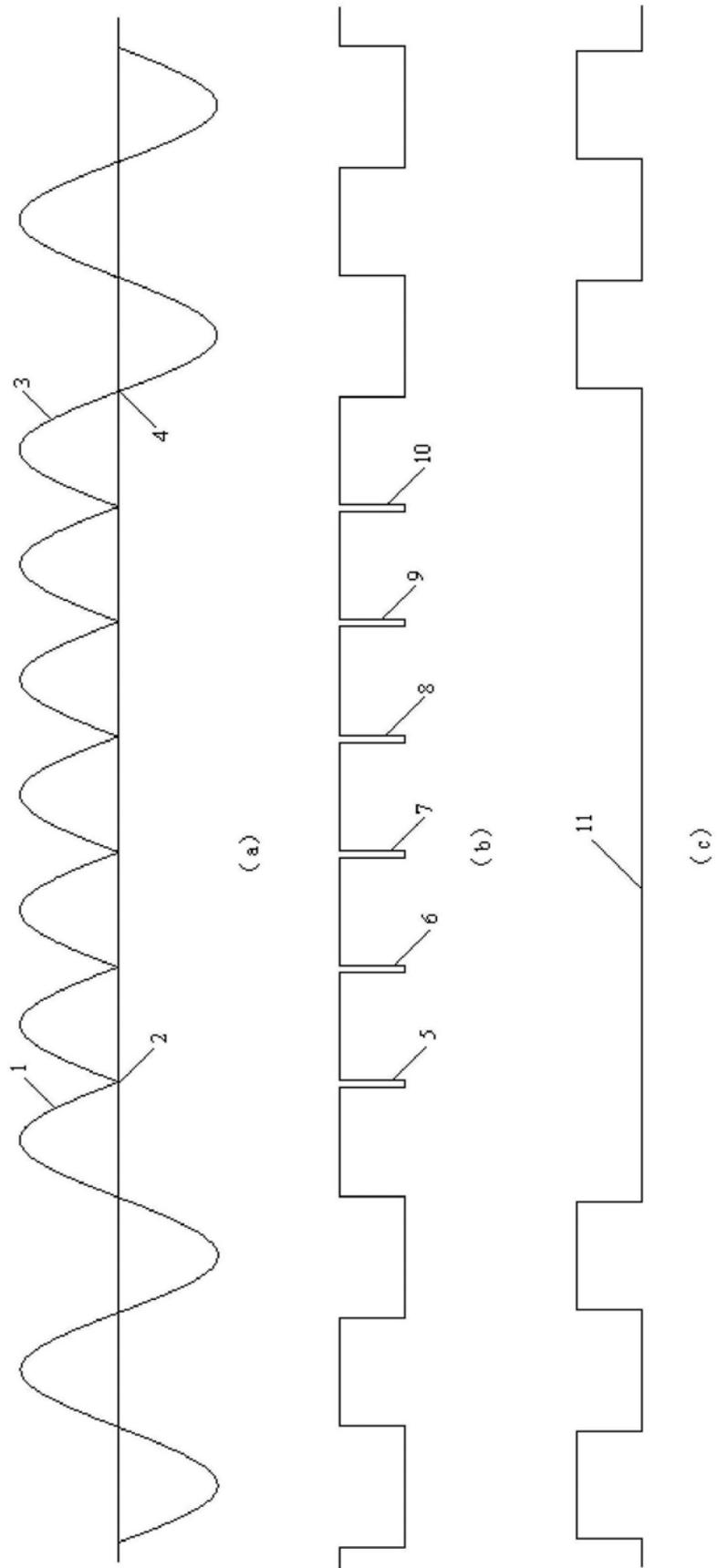


图6

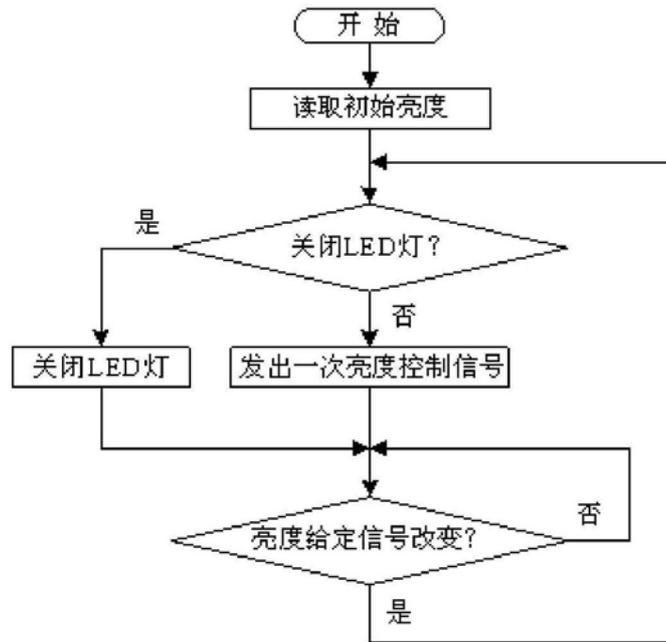


图7

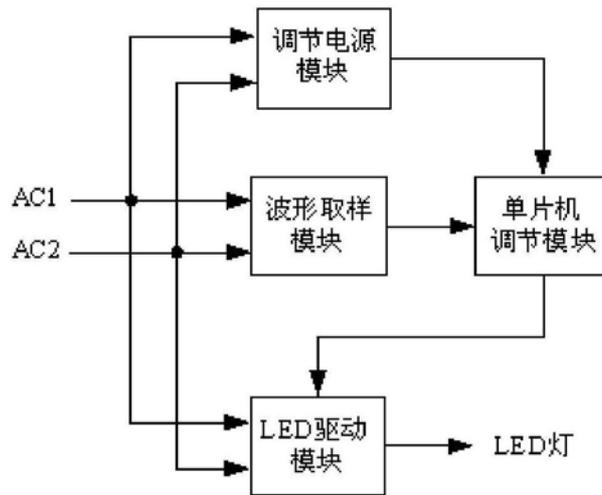


图8

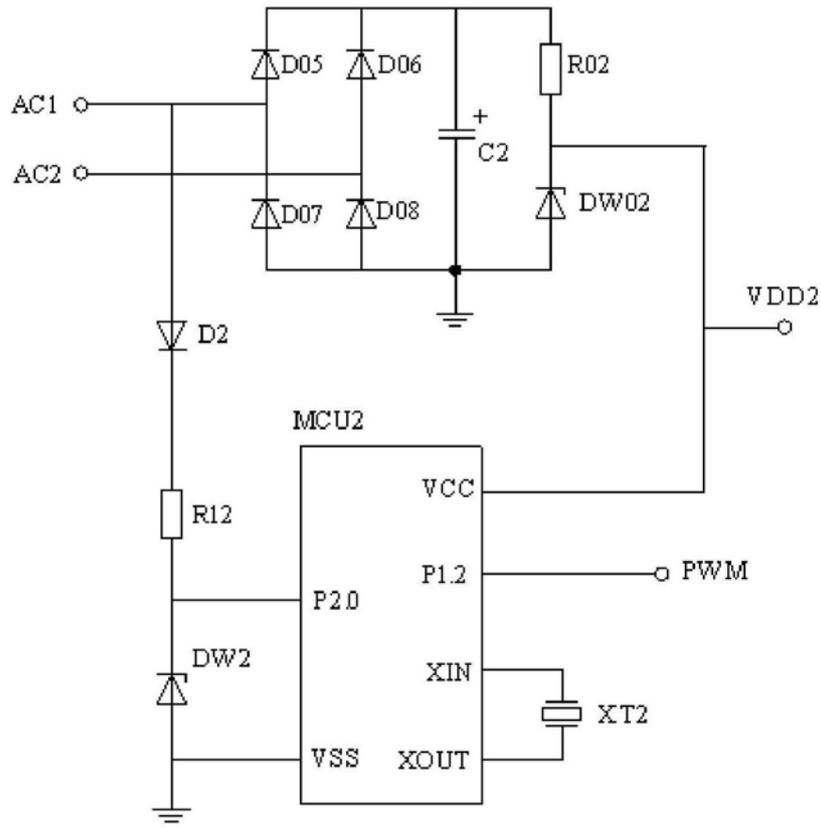


图9

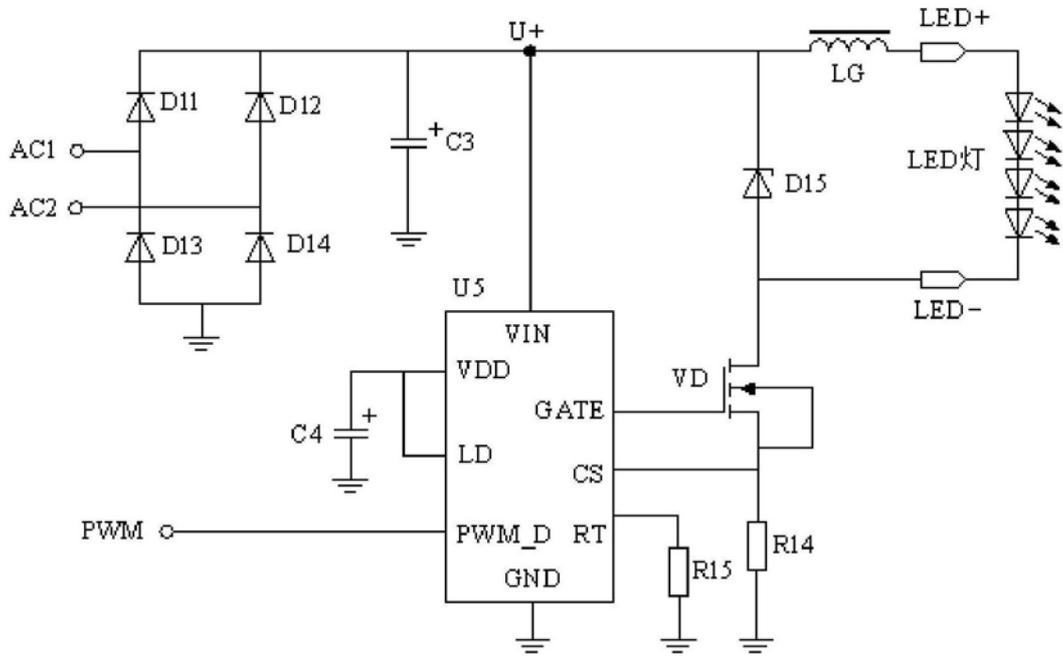


图10

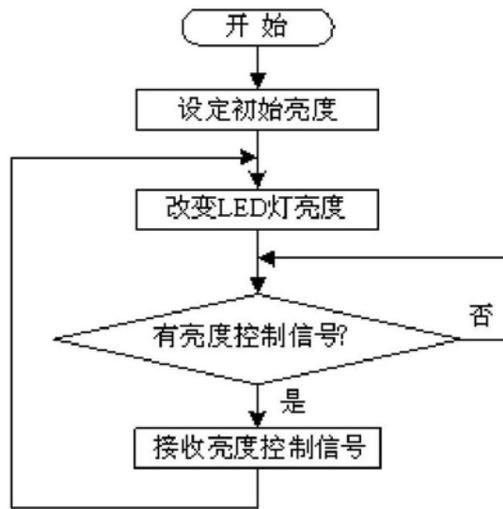


图11