



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104135790 B  
(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201410259334.0

(22)申请日 2014.06.11

(73)专利权人 普诚科技(深圳)有限公司  
地址 518000 广东省深圳市南山区高新南  
七道数字技术园B2栋6A

(72)发明人 孙晓良 刘勇 张胜有 赵世革

(74)专利代理机构 深圳市康弘知识产权代理有  
限公司 44247  
代理人 胡朝阳 孙洁敏

(51)Int.Cl.  
H05B 37/02(2006.01)

(56)对比文件  
CN 101945515 A,2011.01.12,  
WO 2012041783 A1,2012.04.05,

审查员 王文旭

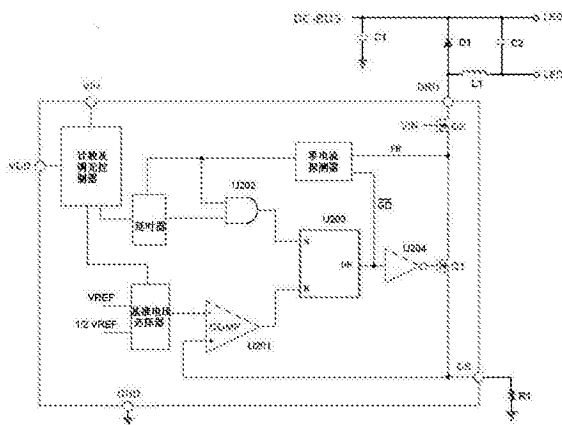
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

一种LED调光控制电路

(57)摘要

本发明公开了一种LED调光控制电路,其利用计数及调光控制器计算ON/OFF开关的开关次数,采用三段式调光;在第一段为100%亮度时,采用基准电压选择器提供的标准基准电压调节Power MOS管何时断开;在第二段为50%亮度时,采用定时器延长Power MOS断开的时长;在第三段为25%亮度时,同时降低基准电压和延长Power MOS断开的时长以达到深度调光的目的。藉此本发明在深度调光时,抗干扰能力大大加强,并且可以利用目前较为通用的ON/OFF开关进行LED段式调光,通用性强,使用广泛。



1. 一种LED调光控制电路,具有连接LED主回路的电流输入端、通过电流探测电阻(R1)接地的电流输出端,在电流输入输出端之间依次串接第二MOS管(Q2)和第一MOS管(Q1),连接市电的电源变换模块,电源变换模块提供持续的直流电源(VDD)、并在外部ON/OFF开关接通时提供工作电源(VIN),第二MOS管的门极接所述工作电源,所述主回路中串接第一电感(L1),其特征在于还包括:

计数及调光控制器,连接所述工作电源,用以计算ON/OFF开关的开关次数,根据开关次数发出延时信号和调整基准电压信号;

零电流探测器,其一个输入端连接第二MOS管和第一MOS管的连接点,其另一个输入端连接RS触发器(U203)的输出端,用以探测主回路电流大小,在所探测电流为零时发出零电流信号;

延时器,其输入端分别连接计数及调光控制器和零电流探测器、其输出侧连接第一与门(U202)的一个输入端,第一与门的另一个输入端连接所述零电流信号,在延时信号和零电流信号同时有效时延时器通过第一与门发出一个延时脉冲;

基准电压选择器,其输入端分别连接标准基准电压和低基准电压,其输出端根据所述调整基准电压信号择一输出标准基准电压或低基准电压;

第一比较器(U201),其反向输入端连接所述基准电压选择器的输出端,其正向输入端连接所述电流输出端;

RS触发器(U203),其S端连接所述延时脉冲,其R端连接所述第一比较器的输出端,其输出端通过第四非门(U204)连接第一MOS管的门极。

2. 如权利要求1所述的LED调光控制电路,其特征在于:所述计数及调光控制器具有第二比较器(U901)、第一至第三D触发器,其中第二比较器的同相输入端接第一电阻(R901)和第二电阻(R902)的一端,第一电阻的另一端接所述工作电源(VIN),第二电阻的另一端接地,第二比较器的反向输入端接第二比较电平(V2),第二比较器的输出端接第一至第三D触发器的时钟端,第一D触发器(U902)的D端接所述工作电源(VDD),第一D触发器的Q端接第二D触发器(U903)的D端,第二D触发器的Q端接第三D触发器(U904)的D端,第一D触发器的Q非端通过第一非门(U906)输出所述延时信号,第二D触发器的Q非端通过第二非门(U905)输出所述调整基准电压信号,第三D触发器的Q非端接第一至第三D触发器的复位端。

3. 如权利要求2所述的LED调光控制电路,其特征在于:所述零电流探测器具有串接在所述工作电源(VIN)与地之间的第五电阻(R801)和第六电阻(R802)、串接在所述第二MOS管(Q2)第一MOS管(Q1)连接点(FB)与地之间的第三电阻(R803)和第四电阻(R804),以及第三比较器(U801),其反向输入端接第三电阻(R803)和第四电阻(R804)的一端,其同向输入端接第五电阻(R801)和第六电阻(R802)的一端,其输出端接第二与门(U802)的一个输入端,第二与门的输出端输出所述零电流信号,第三电阻的另一端接所述第二MOS管(Q2)和第一MOS管(Q1)的连接点,第五电阻的另一端接所述工作电源(VIN),第四电阻和第六电阻的另一端接地,第二与门的另一个输入端接所述RS触发器的输出端。

4. 如权利要求3所述的LED调光控制电路,其特征在于:所述延时器包括依次串接在所述直流电源(VDD)与地之间的充电电流源、第一电子开关(S1)、第二电子开关(S2)、放电电流源,其中第一和第二电子开关的控制端接第一与非门(U601)的输出端,第一与非门的两个输入端分别接所述延时信号和零电流信号,第一和第二电子开关的连接点接第一电容

(C1)的一端和第三比较器(U602)的反向输入端,第一电容的另一端接地,第三比较器的同相输入端接第一比较电平(V1),第三比较器的输出端接第二与非门(U603)的输入端,第二与非门的另一输入端接所述延时信号,第二与非门的输出端输出所述延时脉冲。

5.如权利要求4所述的LED调光控制电路,其特征在于:所述基准电压选择器包括第三电子开关(S3)和第四电子开关(S4),所述调整基准电压信号接第四电子开关的控制端并通过第一非门(U1001)接第三电子开关的控制端,第三电子开关的输入端接所述标准基准电压,第四电子开关的输入端接所述低基准电压,第三和第四电子开关的输出端并接后输出所述标准基准电压或低基准电压。

6.如权利要求5所述的LED调光控制电路,其特征在于:所述低基准电压的电压值为标准基准电压的电压值的一半。

## 一种LED调光控制电路

### 技术领域

[0001] 本发明涉及LED调光控制电路,尤其涉及一种用ON/OFF开关进行LED段式调光的控制电路。

### 背景技术

[0002] 随着LED照明的发展,LED调光技术也日新月异。ON/OFF开关调光技术是记录传统墙壁开关的ON/OFF次数,选择不同的LED输出电流,来实现调光的。

[0003] 参看图1示出的ON/OFF开关调光技术中的LED驱动器,一般都采用PowerMOS开关源极串接电阻来探测输出电流,将输出电流值反馈到控制器内部与电压基准比较之后,实现LED电流恒定。

[0004] 在传统LED调光驱动器中,通常改变内部电压基准来调节LED电流,从而实现调光。这种控制方式存在如下缺点:

[0005] A. 调光到25%以下时,内部基准下降到较低电压。此时基准电压容易受干扰,且偏差较大。

[0006] B. 调光时,随着内部基准电压下降,工作频率会增大。工作频率的增大,会增大EMI干扰,增加应用方案的EMC成本。

[0007] 故此研发一种在调光较深时抗干扰强、工作稳定LED调光控制电路是业内亟需解决的技术问题。

### 发明内容

[0008] 本发明是要解决现有技术的上述问题,提出一种在调光较深时抗干扰强、工作稳定LED调光控制电路。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明提出的技术方案是设计一种LED调光控制电路,具有连接LED主回路的电流输入端、通过电流探测电阻R1接地的电流输出端,在电流输入输出端之间依次串接第二MOS管和第一MOS管,连接市电的电源变换模块,电源变换模块提供持续的直流电源、并在外部ON/OFF开关接通时提供工作电源,第二MOS管的门极接所述工作电源;其还包括:计数及调光控制器,连接所述工作电源,用以计算ON/OFF开关的开关次数,根据开关次数发出延时信号和调整基准电压信号;零电流探测器,连接第二MOS管和第一MOS管的连接点,用以探测TOFF时间内(第一和第二MOS不导通时)主回路中L1电流,在L1电流为零时发出零电流信号;延时器,其输入端分别连接计数及调光控制器和零电流探测器、其输出侧连接第一与门(U202)的一个输入端,第一与门的另一个输入端连接所述零电流信号,在延时信号和零电流信号同时有效时延时器通过第一与门发出一个延时脉冲;基准电压选择器,其输入端分别连接标准基准电压和低基准电压,其输出端根据所述调整基准电压信号择一输出标准基准电压或低基准电压;第一比较器,其反向输入端连接所述基准电压选择器的输出端,其正向输入端连接所述电流输出端;RS触发器,其S端连接所述延时脉冲,其R端连接所述第一比较器的输出端,其输出端通过第四非门连接第一MOS管的门极。

[0010] 所述计数及调光控制器具有第二比较器、第一至第三D触发器,其中第二比较器的同相输入端接第一电阻和第二电阻的一端,第一电阻的另一端接所述工作电源,第二电阻的另一端接地,第二比较器的反向输入端接第二比较电平,第二比较器的输出端接第一至第三D触发器的时钟端,第一D触发器的D端接所述工作电源,第一D触发器的Q端接第二D触发器的D端,第二D触发器的Q端接第三D触发器的D端,第一D触发器的Q非端通过第一非门输出所述延时信号,第二D触发器的Q非端通过第二非门输出所述调整基准电压信号,第三D触发器的Q非端接第一至第三D触发器的复位端。

[0011] 所述零电流探测器具有第三比较器,其反向输入端接第三电阻和第四电阻的一端,其同向输入端接第五电阻和第六电阻的一端,其输出端接第二与门的一个输入端,第二与门的输出端输出所述零电流信号,第三电阻的另一端接所述第二MOS管和第一MOS管的连接点,第五电阻的另一端接所述工作电源,第四电阻和第六电阻的另一端接地,第二与门的另一个输入端接所述RS触发器的输出端。

[0012] 所述延时器包括依次串接在所述直流电源与地之间的充电电流源、第一电子开关、第二电子开关、放电电流源,其中第一和第二电子开关的控制端接第一与非门的输出端,第一与非门的两个输入端分别接所述延时信号和零电流信号,第一和第二电子开关的连接点接第一电容的一端和第三比较器的反向输入端,第一电容的另一端接地,第三比较器的同相输入端接第一比较电平(V1),第三比较器的输出端接第二与非门的输入端,第二与非门的另一输入端接所述延时信号,第二与非门的输出端输出所述延时脉冲。

[0013] 所述基准电压选择器包括第三电子开关和第四电子开关,所述调整基准电压信号接第四电子开关的控制端并通过第一非门接第三电子开关的控制端,第三电子开关的输入端接所述标准基准电压,第四电子开关的输入端接所述低基准电压,第三和第四电子开关的输出端并接后输出所述标准基准电压或低基准电压。

[0014] 所述低基准电压的电压值为标准基准电压的电压值的一半。

[0015] 与现有技术相比,本发明在深度调光时(小于额定功率的25%)时,既调节内部基准电压又调节Power MOS开关的断开时间,故此内部基准电压不会下降到太小值,工作频率也不会增大到太大值。从而提供驱动器抗干扰能力,并节省应用方案的EMC成本。并且本发明可以利用目前较为通用的ON/OFF开关(墙面的开关面板)进行LED段式调光,通用性强,使用广泛。

## 附图说明

[0016] 图1为传统LED驱动器电流探测电路原理图;

[0017] 图2为本发明原理框图;

[0018] 图3为第一段亮度时工作波形;

[0019] 图4为第二段亮度时工作波形;

[0020] 图5为第三段亮度时工作波形;

[0021] 图6为本发明较佳实施例中延时器的电路图;

[0022] 图7为延时器的时序图;

[0023] 图8为本发明较佳实施例中零电流探测器的电路图;

[0024] 图9为本发明较佳实施例中计数及调光控制器的电路图;

[0025] 图10为本发明较佳实施例中基准电压选择器的电路图。

### 具体实施方式

[0026] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明作进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,并不用于限定本发明。

[0027] 在LED调光电路中有电源变换模块,将市电变换成直流,在通过图1或图2中的正极(LED+)和负极(LED-)连接LED灯,正负极之间串联续流二极管(D1)和第一电感(L1),D1和L1的连接点与地之间串联调光控制电路。所说的调光控制电路可以由分立元件组成也可以是集成芯片。在本发明较佳实施例中将调光控制电路制成集成芯片。

[0028] 参看图2本发明揭示的LED调光控制电路,其具有连接LED主回路的电流输入端DRN、通过电流探测电阻R1接地的电流输出端CS,在电流输入输出端之间依次串接第二MOS管(也称Power MOS)Q2和第一MOS管Q1,连接市电的电源变换模块(图中未绘出),电源变换模块提供持续的直流电源VDD、并在外部ON/OFF开关接通时提供工作电源VIN(ON/OFF开关未接通时,工作电源无电),第二MOS管的门极接所述工作电源,其还包括:计数及调光控制器,连接所述工作电源,用以计算ON/OFF开关的开关次数,根据开关次数发出延时信号(CTR\_TOFF)和调整基准电压信号(CTR\_REF);零电流探测器,连接第二MOS管和第一MOS管的连接点(FB),用以探测主回路电流大小,在所探测电流为零时发出零电流信号(ZCS);延时器,其输入端分别连接计数及调光控制器和零电流探测器、其输出侧连接第一与门U202的一个输入端,第一与门的另一个输入端连接所述零电流信号,在延时信号和零电流信号同时有效时延时器通过第一与门发出一个延时脉冲;基准电压选择器,其输入端分别连接标准基准电压和低基准电压,其输出端根据所述调整基准电压信号择一输出标准基准电压或低基准电压;第一比较器U201,其反向输入端连接所述基准电压选择器的输出端,其正向输入端连接所述电流输出端;RS触发器U203,其S端连接所述延时脉冲,其R端连接所述第一比较器的输出端,其输出端通过第四非门U204连接第一MOS管的门极。

[0029] 本专利采用源极驱动方式,可实现三段式ON/OFF开关降压型调光控制,在较佳实施例中第一段为100%亮度,第二段为50%亮度,第三段为25%亮度。

[0030] 图3示出了第一段亮度时工作波形图,在100%亮度时,LED驱动器工作在电感电流临界导通模式,LED启动器内部基准电压为VREF。当Power MOS(Q1和Q2)导通时(即TON器件),图2中电感L1电流开始增大:

$$[0031] \quad I_{L1}(t) = \int_0^{T_{ON}} \frac{V_{BUS} - V_{LED}}{L1} dt$$

[0032] 其中VBUS为母线(DC-BUS)电压。在TON时段,通过L1的电流也流过R1。随着L1电流的增大,CS端电压(R1\*IR1)也增大,当VCS增大到VREF时,Power MOS断开(即TON结束),此时电感电流为:

$$[0033] \quad I_{L1\_PEAK} = \frac{V_{BUS} - V_{LED}}{L1} * T_{ON} = \frac{V_{REF}}{R1}$$

[0034] 由于电感电流不能突变,此电流将流经续流二极管D1,回流母线,直到电流减小到零。LED驱动器的零电流探测器探测到电感电流到零后,再次使Power MOS导通,即开始下一

个开关周期,如图3所示。由于LED驱动器工作于电流临界导通模式,LED的平均电流为L1峰值电流的一半:

$$[0035] \quad I_{LED1} = \frac{1}{2} * I_{L1\_PEAK1} = \frac{1}{2} * \frac{V_{BUS} - V_{LED}}{L1} * T_{ON} = \frac{1}{2} * \frac{V_{REF}}{R1}$$

[0036] 定义电感电流流经续流二极管D1的反激时段为TFB,此时TOFF即为TFB,工作频率为:

$$[0037] \quad f_{OP1} = \frac{1}{T_{ON1} + T_{OFF1}} = \frac{1}{T_{ON1} + T_{FB1}}$$

[0038] 当进行一次ON/OFF操作后,驱动器进入第二段亮度状态。内部基准电压保持VREF不变。但,TOFF控制模块会增加TDEAD时间,使得TOFF总时间增大,如图4所示,则:

$$[0039] \quad T_{OFF} = T_{DEAD} + T_{FB}$$

[0040] 由于母线电压,L1电感值以及内部基准电压未变化,TON时间与第一段时一致,即每个开关周期电感中能量与第一段时一样。此时,LED的平均电流:

$$[0041] \quad I_{LED2} = \frac{1}{2} * I_{L1\_PEAK2} * \frac{T_{ON2} + T_{FB2}}{T_{ON2} + T_{OFF2}} = I_{LED1} * \frac{T_{ON2} + T_{FB2}}{T_{ON2} + T_{OFF2}} = I_{LED1} * \frac{T_{ON2} + T_{FB2}}{T_{ON2} + T_{FB2} + T_{DEAD2}}$$

[0042] 当TDEAD等于Power MOS导通时间TON和TFB之和时,LED的平均电流即为ILED1的50%:

$$[0043] \quad I_{LED2} = \frac{1}{2} * I_{LED1}$$

[0044] 第二段亮度为额定亮度的50%。工作频率也下降为原工作频率fOP1的一半。

$$[0045] \quad f_{OP2} = \frac{1}{T_{ON2} + T_{FB2} + T_{DEAD2}} = \frac{1}{2 * (T_{ON1} + T_{FB1})} = \frac{1}{2} * f_{OP1}$$

[0046] 当再次ON/OFF操作后,驱动器进入第三段工作状态。内部基准电压控制器将调整基准电压为(1/2)\*VREF。参看图5延时器使得TDEAD为Power MOS导通时间TON和TFB之和。由于基准电压下降为第一段时一半,电感L1的峰值电流IL1\_PEAK也下降一半。此时,LED的平均电流为:

[0047]

$$I_{LED3} = \frac{1}{2} * I_{L1\_PEAK3} * \frac{T_{ON} + T_{FB}}{T_{ON} + T_{OFF}} = \frac{1}{4} * I_{L1\_PEAK1} * \frac{T_{ON} + T_{FB}}{T_{ON} + T_{OFF}} = \frac{1}{2} * I_{LED1} * \frac{T_{ON} + T_{FB}}{T_{ON} + T_{FB} + T_{DEAD}}$$

[0048] 由于TDEAD为Power MOS导通时间TON和TFB之和,LED的平均电流:

$$[0049] \quad I_{LED3} = \frac{1}{2} * I_{LED1} * \frac{T_{ON} + T_{FB}}{T_{ON} + T_{FB} + T_{DEAD}} = \frac{1}{4} * I_{LED1}$$

[0050] 由于基准电压为第一段时1/2,则TON和TFB都减小为原来一半,但TDEAD刚好为TON和TFB之和。此时工作频率fOP3将与第一段工作频率一致。

$$[0051] \quad f_{OP3} = \frac{1}{T_{ON3} + T_{FB3} + T_{DEAD3}} = \frac{1}{2 * (T_{ON3} + T_{FB3})} = \frac{1}{T_{ON1} + T_{FB1}} = f_{OP1}$$

[0052] 本专利在此三段调光控制电路中,调光到额定功率25%时:工作频率变化范围小,只在第二段时降为50%;内部基准电压变化也较小,只下降到VREF的一半。可有效改善在传

统调光方式中的缺点。

[0053] 参看图9示出的较佳实施例中计数及调光控制器的电路图,所述计数及调光控制器具有第二比较器U901、第一至第三D触发器,其中第二比较器的同相输入端接第一电阻R901和第二电阻R902的一端,第一电阻的另一端接所述工作电源VIN,第二电阻的另一端接地,第二比较器的反向输入端接第二比较电平V2(V2可由VDD分压得到),第二比较器的输出端接第一至第三D触发器的时钟端,第一D触发器U902的D端接所述工作电源VDD,第一D触发器的Q端接第二D触发器U903的D端,第二D触发器的Q端接第三D触发器U904的D端,第一D触发器的Q非端通过第一非门U906输出所述延时信号(CTR\_TOFF),第二D触发器的Q非端通过第二非门U905输出所述调整基准电压信号(CTR\_REF),第三D触发器的Q非端接第一至第三D触发器的复位端。

[0054] 当外部ON/OFF开关第一次接通时工作电源VIN上电,第二比较器U901同相输入端得到一个较高电平,第二比较器输出端输出一个高电平。此时,延时信号(CTR\_TOFF)为低电平,延时器不被触发工作;同时基准电压信号(CTR\_REF)为低电平,基准电压选择器输出标准基准电压,LED灯100%亮度。当外部ON/OFF开关第一次断电时,工作电源VIN掉电,第二MOS管Q2截止,LED灯熄灭。

[0055] 当外部ON/OFF开关第二次接通时工作电源VIN上电,第二比较器U901再次输出高电平,使得延时信号(CTR\_TOFF)为高电平,延时器触发工作,第一MOS管Q1截止的时间延长;同时使得调整基准电压信号(CTR\_REF)为低电平,基准电压选择器输出标准基准电压,LED灯50%亮度。当外部ON/OFF开关第二次断电时,LED灯熄灭。

[0056] 当外部ON/OFF开关第三次接通时工作电源VIN上电,第二比较器U901再次输出高电平,使得延时信号(CTR\_TOFF)为高电平,延时器触发工作,第一MOS管Q1截止的时间延长;同时使得调整基准电压信号(CTR\_REF)为高电平,基准电压选择器输出低基准电压,LED灯25%亮度。当外部ON/OFF开关第三次断电时,LED灯熄灭。

[0057] 参看图8示出的较佳实施例中零电流探测器的电路图,其具有第三比较器U801,其反向输入端接第三电阻R803和第四电阻R804的一端,其同向输入端接第五电阻R801和第六电阻R802的一端,其输出端接第二与非门(U802)的一个输入端,第二与非门的输出端输出所述零电流信号ZCS,第三电阻的另一端接所述第二MOS管Q2和第一MOS管Q1的连接点FB,第五电阻的另一端接所述工作电源VIN,第四电阻和第六电阻的另一端接地,第二与非门的另一个输入端接所述RS触发器的输出端。当主回路中L1的电流变零时,FB点电压降低,U801输出高电位(即ZCS高电平),延时器被触发延时。

[0058] 参看图6示出的较佳实施例中延时器的电路图,其包括依次串接在所述直流电源VDD与地之间的充电电流源I<sub>source</sub>、第一电子开关S1、第二电子开关S2、放电电流源I<sub>sink</sub>,其中第一和第二电子开关的控制端接第一与非门U601的输出端,第一与非门的两个输入端分别接所述延时信号和零电流信号,第一和第二电子开关的连接点接第一电容C1的一端和第三比较器U602的反向输入端,第一电容的另一端接地,第三比较器的同相输入端接第一比较电平V1(V1可由VDD分压得到),第三比较器的输出端接第二与非门U603的输入端,第二与非门的另一输入端接所述延时信号,第二与非门的输出端输出所述延时脉冲。当Q1导通时(TON),零电流信号(ZCS)为低电平,第一电容开始充电;在Q1关断后、零电流探测器探测到L1电流到零之前(即TFB),零电流信号(ZCS)仍为低电平,第一电容继续充电。此时,电容



上电压大于V1电压,比较器U602输出为高电平。当零电流探测器探测到L1电流到零、零电流信号(ZCS)为高电平时,延时信号(CTR\_TOFF)和零电流信号(ZCS)同时有效(同为高电平),与非门U601输出低电平,控制S1闭合、S2断开,第一电容C1开始放电。此时比较器U602的同向输入端电位较高,U602输出高电平,此时的延时信号(CTR\_TOFF)为高电平,经过第二与非门U603输出低电平,该信号电平送至与门U202的一个输入端,U202的另一输入端连接所述零电流信号,U202的输出端接RS触发器的S端,使用Q1持续关断;当C1电位逐渐下降到V2后U602输出低电平,使得RS触发器翻转,Q1导通。第一电容C1的放电时间即TDEAD时间。当Isink和Isource相等时,TDEAD时间为TON和TFB之和,如图7所示。

[0059] 参看图10示出的较佳实施例中基准电压选择器的电路图,其包括第三电子开关S3和第四电子开关S4,所述调整基准电压信号(CTR\_REF)接第四电子开关的控制端并通过第一非门U1001接第三电子开关的控制端,第三电子开关的输入端接所述标准基准电压(VREF),第四电子开关的输入端接所述低基准电压( $1/2VREF$ ),第三和第四电子开关的输出端并接后输出所述标准基准电压或低基准电压。这样当调整基准电压信号(CTR\_REF)低电平时输出标准基准电压,调整基准电压信号高电平时输出低基准电压。

[0060] 在较佳实施例中,所述低基准电压的电压值为标准基准电压的电压值的一半。

[0061] 以上实施例仅为举例说明,非起限制作用。任何未脱离本申请精神与范畴,而对其进行的等效修改或变更,均应包含于本申请的权利要求范围之内。

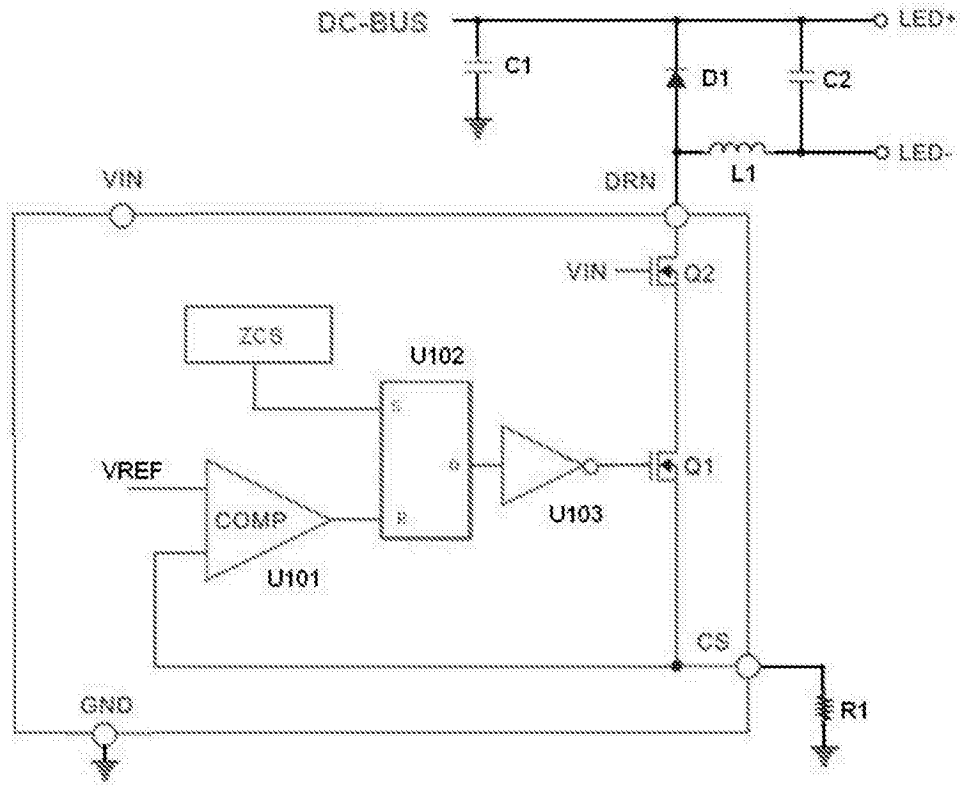


图1

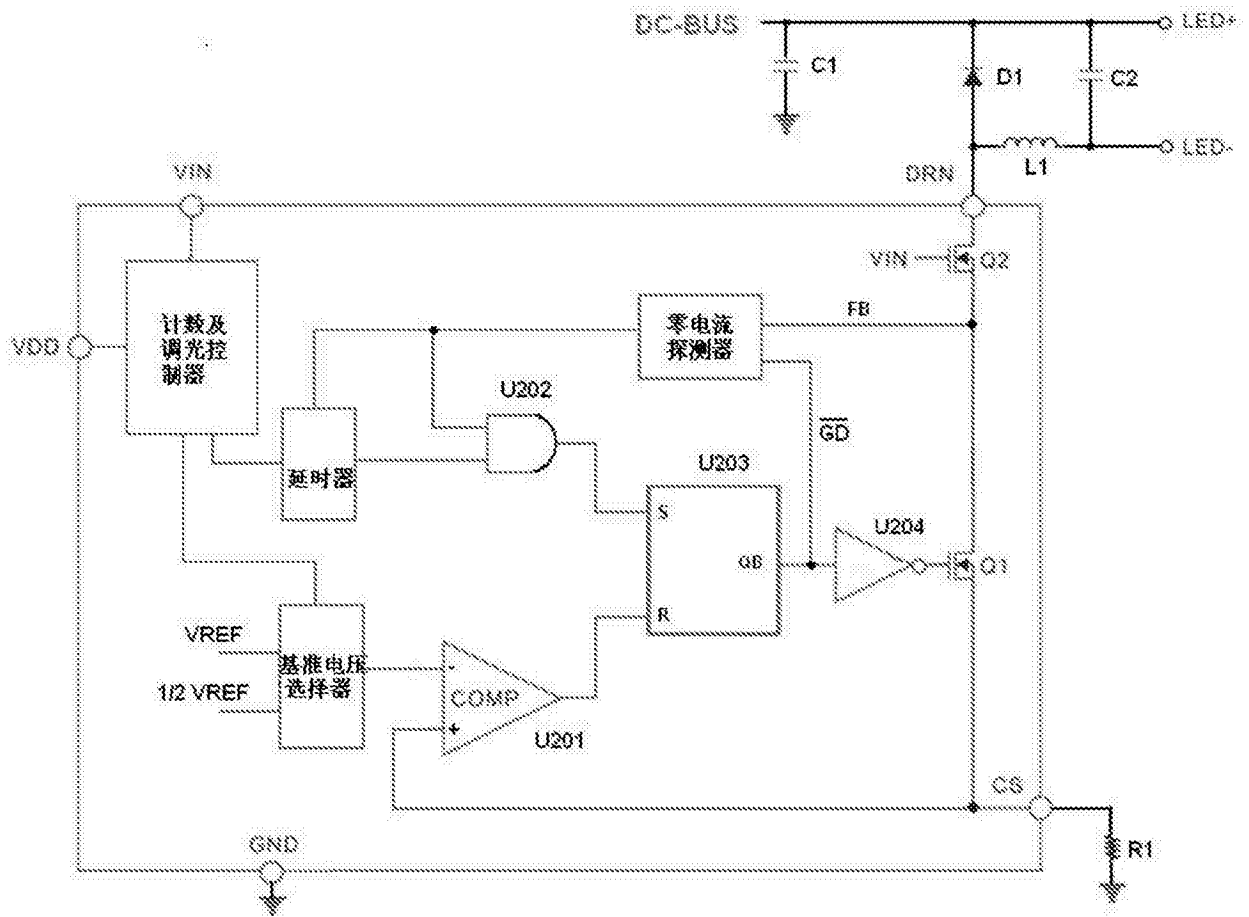


图2

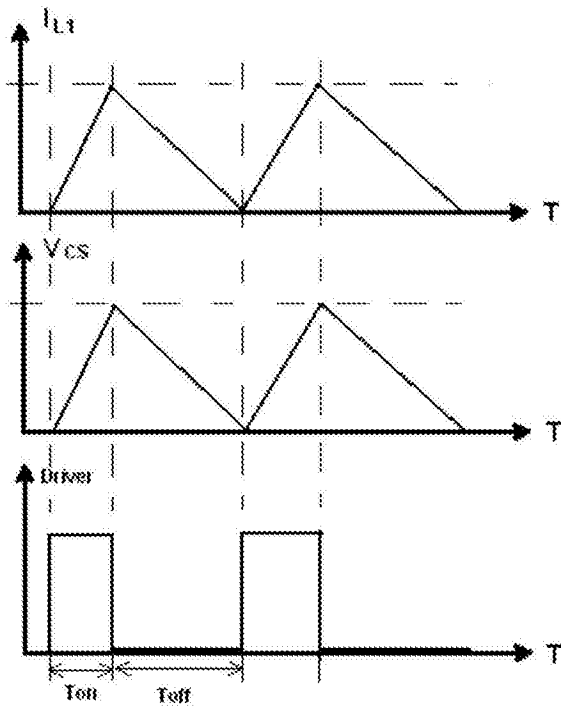


图3

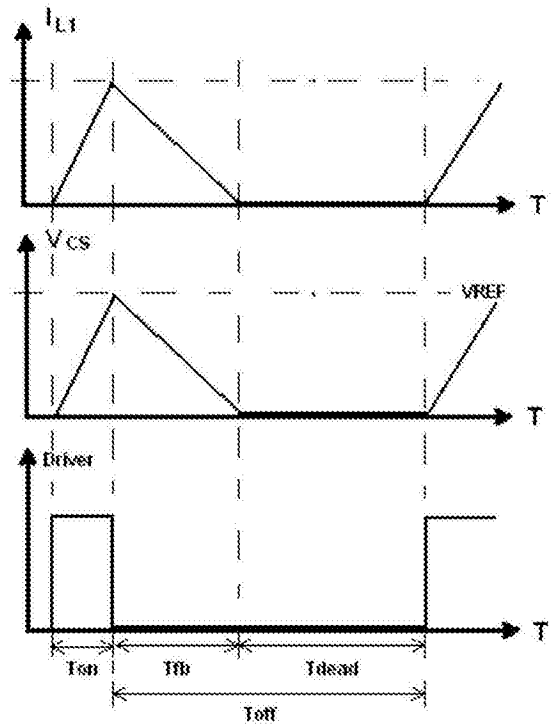


图4

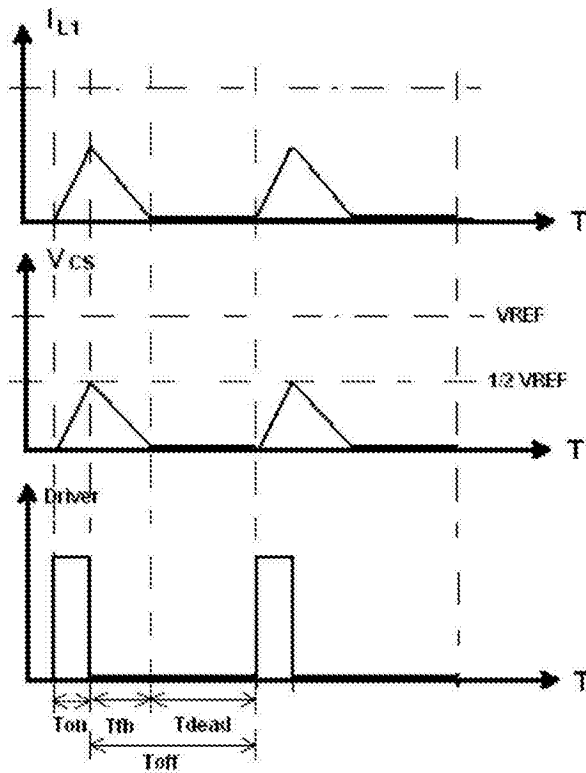


图5

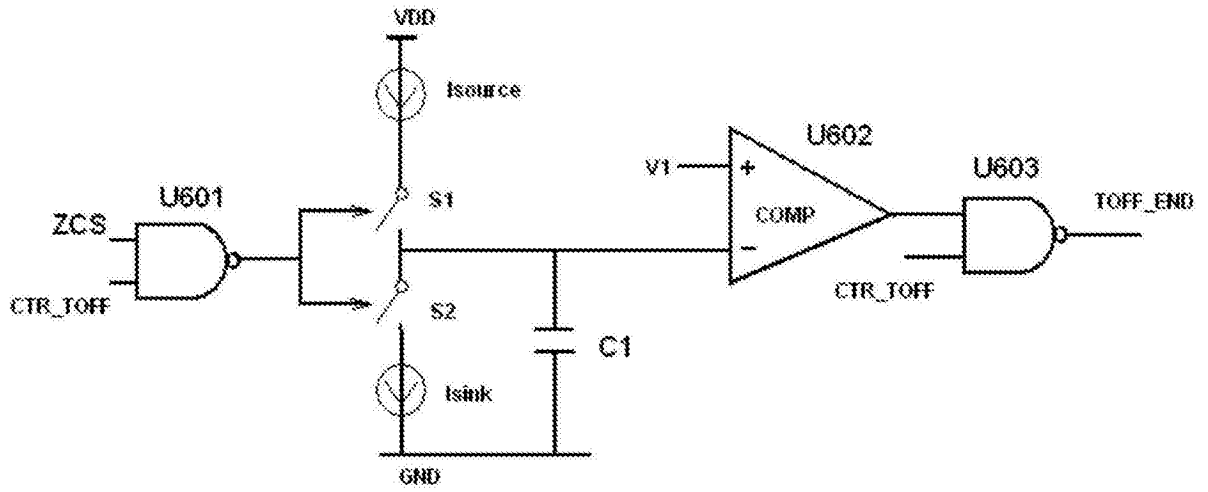


图6

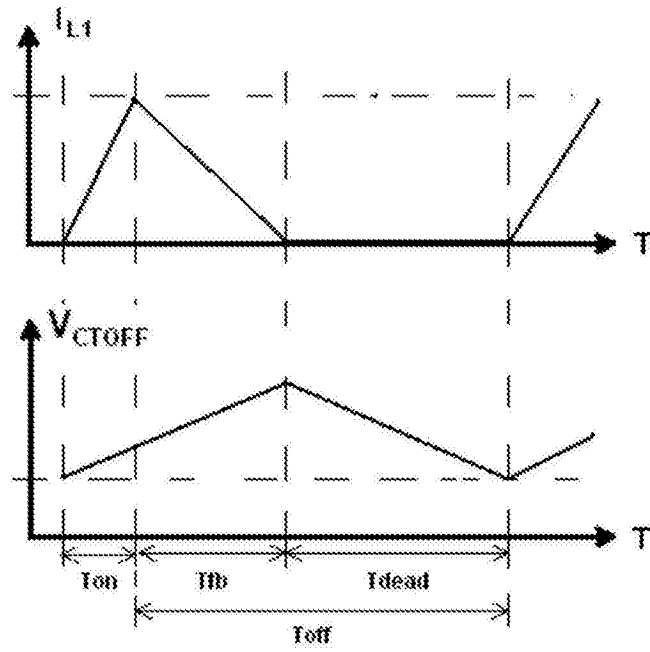


图7

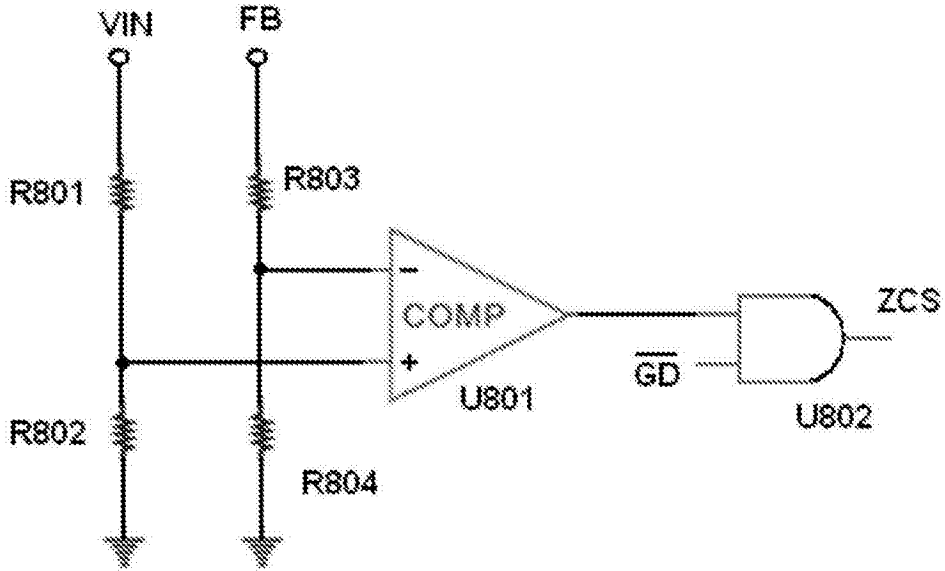


图8

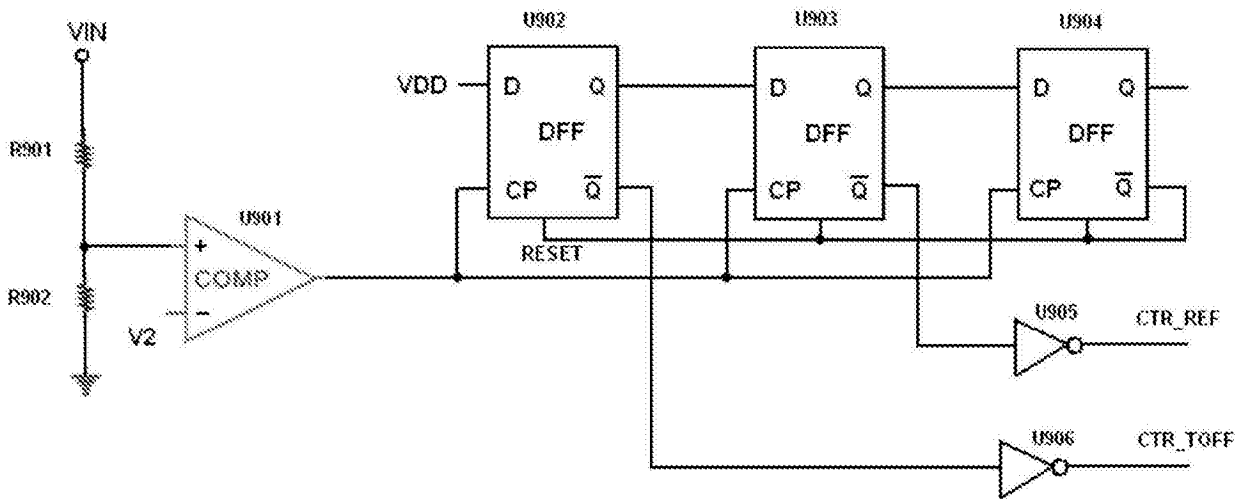


图9

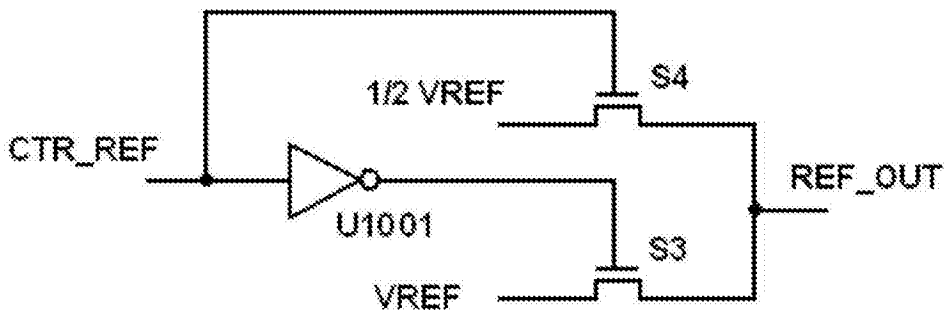


图10