



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103796389 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 07

(21) 申请号 201410046299. 4

(22) 申请日 2014. 02. 10

(73) 专利权人 上海晶丰明源半导体有限公司
地址 201204 上海市浦东新区张江高科技园
区毕升路 299 弄 10 号 3 层

(72) 发明人 杜磊 宗强 孙顺根

(74) 专利代理机构 上海翼胜专利商标事务所
(普通合伙) 31218

代理人 孙佳胤

(51) Int. Cl.

H05B 37/02(2006. 01)

审查员 李靖

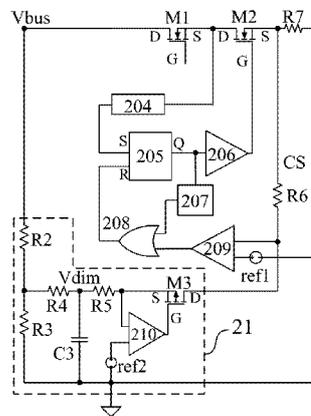
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

最大亮度提升模块、可控硅调光 LED 驱动电
路及系统

(57) 摘要

本发明提供了一种可控硅调光 LED 驱动电
路,第二 MOS 晶体管的漏极接一功率开关 MOS 晶
体管的源极,其源极连接一采样电阻;最大亮度
提升模块的输出端通过其内部的第一 MOS 晶体
管的漏极电学连接至峰值电流比较器第一输入
端以及前馈电阻,第一 MOS 晶体管输出的电
流信号流经前馈电阻产生直流偏压;峰值电
流比较器第一输入端通过前馈电阻与采样电
阻电学连接,其第二输入端与参考电压源的
输出端电学连接,其输出端耦接至第二 MOS
晶体管的栅极,峰值电流比较器用于将前
馈电阻及采样电阻的电压幅值之和与参
考电压源的电压阈值比较,控制第二 MOS
晶体管的导通与关闭。本发明通过最大亮
度提升模块提高了驱动电路连接可控硅调
光器时的最大电流。



1. 一种可控硅调光 LED 驱动电路,其特征在于,包括:一第二 MOS 晶体管、一峰值电流比较器、一前馈电阻、一参考电压源以及一最大亮度提升模块;

所述最大亮度提升模块包括:一运算放大器、一第一 MOS 晶体管以及一基准电压源;所述运算放大器的第一输入端为所述最大亮度提升模块的输入端,用以接收一采样电压信号,其第二输入端与所述基准电压源的输出端电学连接,其输出端电学连接至所述第一 MOS 晶体管的栅极,所述运算放大器控制所述第一 MOS 晶体管的导通阻抗,所述运算放大器闭环工作时保证两个输入端电压相等;所述第一 MOS 晶体管的源极电学连接至所述运算放大器的第一输入端,其漏极为所述最大亮度提升模块的输出端,输出一电流信号用以控制一 LED 驱动电路的输出电流;

所述第二 MOS 晶体管的漏极电学连接至一功率开关 MOS 晶体管的源极,所述第二 MOS 晶体管的源极电学连接一采样电阻;

所述最大亮度提升模块的输出端通过所述第一 MOS 晶体管的漏极电学连接至所述峰值电流比较器第一输入端以及所述前馈电阻,所述第一 MOS 晶体管输出的电流信号流经前馈电阻产生直流偏压;

所述峰值电流比较器第一输入端通过所述前馈电阻与采样电阻电学连接,其第二输入端与所述参考电压源的输出端电学连接,其输出端耦接至所述第二 MOS 晶体管的栅极,所述峰值电流比较器用于将所述前馈电阻及采样电阻的电压幅值之和与所述参考电压源的电压阈值比较,控制所述第二 MOS 晶体管的导通与关闭。

2. 根据权利要求 1 所述的可控硅调光 LED 驱动电路,其特征在于,所述模块进一步包括:一分压处理单元以及一滤波单元;所述分压处理单元接收外部幅值为正的电压信号并进行处理;所述滤波单元分别电学连接至所述分压处理单元以及所述运算放大器的第一输入端,所述滤波单元用于对经所述分压处理单元处理后的电压信号进行滤波,获取采样电压信号输出至所述运算放大器的第一输入端。

3. 根据权利要求 2 所述的可控硅调光 LED 驱动电路,其特征在于,所述分压处理单元包括一上分压电阻以及一下分压电阻,所述滤波单元包括一滤波电阻以及一滤波电容;所述上分压电阻一端接收外部幅值为正的电压信号,另一端与所述下分压电阻电学连接,所述下分压电阻另一端接地;所述滤波电阻一端耦接至所述上分压电阻和下分压电阻之间,另一端分别电学连接至所述滤波电容的一端以及所述运算放大器的第一输入端,所述滤波电容另一端接地。

4. 根据权利要求 3 所述的可控硅调光 LED 驱动电路,其特征在于,所述模块进一步包括:一输入电阻;所述输入电阻串接在所述滤波电阻与所述运算放大器的第一输入端之间,并与所述第一 MOS 晶体管的源极电学连接,用于获取分压并输出至所述第一 MOS 晶体管。

5. 根据权利要求 1 至 4 任意一项所述的可控硅调光 LED 驱动电路,其特征在于,所述电路进一步包括一最大开通时间计时器、一或逻辑门以及一 RS 触发器;

所述最大开通时间计时器的一端分别电学连接至所述 RS 触发器的输出端以及第二 MOS 晶体管的栅极,所述最大开通时间计时器的另一端电学连接至所述或逻辑门的一输入端;

所述或逻辑门的另一输入端电学连接所述峰值电流比较器的输出端,所述或逻辑门的

输出端电学连接至所述 RS 触发器的复位端；

当所述第二 MOS 晶体管的电流使所述峰值电流比较器的输出端翻转，或者所述最大开通时间计时器检测到所述第二 MOS 晶体管的开通时间达到预设时间时，所述或逻辑门输出信号使所述 RS 触发器复位，从而关闭所述第二 MOS 晶体管。

6. 根据权利要求 5 所述的可控硅调光 LED 驱动电路，其特征在于，所述电路进一步包括一退磁检测器；所述退磁检测器的输入端与所述功率开关 MOS 晶体管的源极电学连接，其输出端电学连接至所述 RS 触发器的置位端，所述退磁检测器用于检测所述功率开关 MOS 晶体管的源极电压变化，并输出信号使所述 RS 触发器置位，从而开通所述第二 MOS 晶体管。

7. 一种可控硅调光 LED 驱动系统，包括一可控硅调光器、一整流桥、一母线电容以及一采样电阻，其特征在于，进一步包括权利要求 1 至 4 任意一项所述的可控硅调光 LED 驱动电路；

所述可控硅调光器与一交流输入源电学连接，通过调整其自身导通角度控制 LED 负载的亮度；

所述整流桥分别与所述可控硅调光器以及交流输入源电学连接，用于将交流输入源的正弦信号整流为一幅值为正的电压信号；

所述母线电容耦接至所述整流桥的两个输出端并与一功率开关 MOS 晶体管的漏极电学连接，用于为所述功率开关 MOS 晶体管提供高频电流通路；

所述最大亮度提升模块的输入端分别与所述母线电容以及所述功率开关 MOS 晶体管的漏极电学连接；所述采样电阻通过一变压器或电感电学连接至 LED 负载。

8. 根据权利要求 7 所述的可控硅调光 LED 驱动系统，其特征在于，所述可控硅调光 LED 驱动电路进一步包括一最大开通时间计时器、一或逻辑门以及一 RS 触发器；所述最大开通时间计时器的一端分别电学连接至所述 RS 触发器的输出端以及第二 MOS 晶体管的栅极，所述最大开通时间计时器的另一端电学连接至所述或逻辑门的一输入端；所述或逻辑门的另一输入端电学连接至所述峰值电流比较器的输出端，所述或逻辑门的输出端电学连接至所述 RS 触发器的复位端；当所述第二 MOS 晶体管的电流使所述峰值电流比较器的输出端翻转，或者所述最大开通时间计时器检测到所述第二 MOS 晶体管的开通时间达到预设时间时，所述或逻辑门输出信号使所述 RS 触发器复位，从而关闭所述第二 MOS 晶体管。

9. 根据权利要求 7 所述的可控硅调光 LED 驱动系统，其特征在于，所述可控硅调光 LED 驱动电路进一步包括一退磁检测器；所述退磁检测器的输入端与所述功率开关 MOS 晶体管的源极电学连接，其输出端电学连接至一 RS 触发器的置位端，所述退磁检测器用于检测所述功率开关 MOS 晶体管的源极电压变化，并输出信号使所述 RS 触发器置位，从而开通所述第二 MOS 晶体管。

最大亮度提升模块、可控硅调光 LED 驱动电路及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及 LED 驱动领域,尤其涉及一种最大亮度提升的可控硅调光 LED 驱动电路及系统。

背景技术

[0002] 参见图 1,现有技术的可控硅调光 LED 驱动电路的简化示意图。如图 1 所示,输入 AC 交流电源 101 串联一个可控硅调光器 102,再连接到整流桥 103 的两个输入端。整流桥 103 将交流电整流后经电容器 C1 滤波,产生一整流后的正弦电压。电阻 R4 和电容器 C2 产生一低压直流电使控制芯片 104 启动。变压器 T1 有三个绕组,包括一个原边绕组 T11,连接于电容器 C1 和功率开关 MOS 晶体管 M1 的漏极之间;一个副边绕组 T12,连接于续流二极管 D1 和副边输出电容器 C4 之间;一个辅助绕组 T13,连接于供电二极管 D2 与电路地之间。当电路启动后,辅助绕组 T13 为控制芯片 104 供电;同时辅助绕组 T13 还提供检测续流二极管 D1 电流过零和检测输出电压过压的信息。现有技术的可控硅调光 LED 驱动电路通常还包括一个泄放电阻 R1 和一个泄放开关 M2,当反激变换器输入电流较小时,控制芯片 104 开通泄放开关 M2,为可控硅调光器 102 提供足够的维持电流。

[0003] 上述传统的反激 LED 驱动电路中存在如下两个缺点:

[0004] 1) 当所使用的可控硅调光器 102 最大导通角度较小时,驱动电路的输出电流比不使用调光器时的输出电流下降较多;

[0005] 2) 泄放电阻 R1 和泄放开关 M2 功耗较高,损失 LED 驱动电路效率并且温升较高,降低系统可靠性。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于,针对现有技术中可控硅调光 LED 驱动电路存在的问题,提供一种最大亮度提升模块、可控硅调光 LED 驱动电路及系统,通过最大亮度提升模块,可以提高驱动电路连接可控硅调光器时的最大电流,同时省去了泄放电路,使用开关变换器本身的输入电流来提供可控硅调光器的维持电流。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了一种最大亮度提升模块,包括:一运算放大器、一第一 MOS 晶体管以及一基准电压源;所述运算放大器的第一输入端为所述最大亮度提升模块的输入端,用以接收一采样电压信号,其第二输入端与所述基准电压源的输出端电学连接,其输出端电学连接至所述第一 MOS 晶体管的栅极,所述运算放大器控制所述第一 MOS 晶体管的导通阻抗,所述运算放大器闭环工作时保证两个输入端电压相等;所述第一 MOS 晶体管的源极电学连接至所述运算放大器的第一输入端,其漏极为所述最大亮度提升模块的输出端,输出一电流信号用以控制一 LED 驱动电路的输出电流。

[0008] 为实现上述目的,本发明还提供了一种可控硅调光 LED 驱动电路,包括:一第二 MOS 晶体管、一峰值电流比较器、一前馈电阻、一参考电压源以及本发明所述的最大亮度提升模块;所述第二 MOS 晶体管的漏极电学连接至一功率开关 MOS 晶体管的源极,所述第二

MOS 晶体管的源极电学连接一采样电阻；所述最大亮度提升模块的输出端通过所述第一 MOS 晶体管的漏极电学连接至所述峰值电流比较器第一输入端以及所述前馈电阻，所述第一 MOS 晶体管输出的电流信号流经前馈电阻产生直流偏压；所述峰值电流比较器第一输入端通过所述前馈电阻与采样电阻电学连接，其第二输入端与所述参考电压源的输出端电学连接，其输出端耦接至所述第二 MOS 晶体管的栅极，所述峰值电流比较器用于将所述前馈电阻及采样电阻的电压幅值之和与所述参考电压源的电压阈值比较，控制所述第二 MOS 晶体管的导通与关闭。

[0009] 为实现上述目的，本发明还提供了一种可控硅调光 LED 驱动系统，包括一可控硅调光器、一整流桥、一母线电容、一采样电阻以及本发明所述的可控硅调光 LED 驱动电路；所述可控硅调光器与交流输入源电学连接，通过调整其自身导通角度控制 LED 负载的亮度；所述整流桥分别与可控硅调光器以及交流输入源电学连接，用于将交流输入源的正弦信号整流为一幅值为正的电压信号；所述母线电容耦接至所述整流桥的两个输出端并与一功率开关 MOS 晶体管的漏极电学连接，用于为所述功率开关 MOS 晶体管提供高频电流通路；所述最大亮度提升模块的输入端分别与所述母线电容以及所述功率开关 MOS 晶体管的漏极电学连接；所述第二 MOS 晶体管的漏极与所述功率开关 MOS 晶体管的源极电学连接，所述第二 MOS 晶体管的源极与所述采样电阻电学连接；所述峰值电流比较器第一输入端通过所述前馈电阻与所述采样电阻电学连接；所述采样电阻通过一变压器或电感电学连接至 LED 负载。

[0010] 本发明的优点在于：通过最大亮度提升模块，提高了驱动电路连接可控硅调光器时的最大电流；同时省去了泄放电路，使用开关变换器本身的输入电流来提供可控硅调光器的维持电流，提高了 LED 驱动电路效率以及系统可靠性。

附图说明

- [0011] 图 1, 现有技术的可控硅调光 LED 驱动电路的简化示意图；
[0012] 图 2, 本发明所述的可控硅调光 LED 驱动电路的架构示意图；
[0013] 图 3, 本发明所述的降压型可控硅调光 LED 驱动系统的示意图；
[0014] 图 4, 本发明所述降压型可控硅调光 LED 驱动系统的工作典型波形图；
[0015] 图 5, 本发明所述可控硅调光 LED 驱动系统的 V_{dim} 电压和 V_{cs} 峰值电压的关系图；
[0016] 图 6, 本发明所述的升降压型可控硅调光 LED 驱动系统的示意图；
[0017] 图 7, 本发明所述的反激型可控硅调光 LED 驱动系统的示意图。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图对本发明提供的可控硅调光 LED 驱动电路及系统的实施方式做详细说明。

[0019] 参考图 2, 本发明所述的可控硅调光 LED 驱动电路的架构示意图, 所述驱动电路包括：一第二 MOS 晶体管 M2、一峰值电流比较器 209、一前馈电阻 R6、一参考电压源 ref1 以及一最大亮度提升模块 21。

[0020] 所述最大亮度提升模块 21 包括：一运算放大器 210、一第一 MOS 晶体管 M3、一基准电压源 ref2、一分压处理单元以及一滤波单元。

[0021] 所述分压处理单元接收外部幅值为正的电压信号 V_{bus} 并进行处理。作为优选的实施方式,所述分压处理单元包括一上分压电阻 R_2 以及一下分压电阻 R_3 ;所述上分压电阻 R_2 一端接收外部幅值为正的电压信号 V_{bus} ,另一端与所述下分压电阻 R_3 电学连接,所述下分压电阻 R_3 另一端接地(例如芯片地)。上分压电阻 R_2 以及下分压电阻 R_3 可以通过对电压信号 V_{bus} 的处理,检测出外部可控硅调光器的切相角信息。

[0022] 所述滤波单元分别电学连接至所述分压处理单元以及所述运算放大器 210 的第一输入端,所述滤波单元用于对经所述分压处理单元处理后的电压信号进行滤波,获取直流电压信号 V_{dim} 输出至所述运算放大器 210 的第一输入端。作为优选的实施方式,所述滤波单元包括一滤波电阻 R_4 以及一滤波电容 C_3 ;所述滤波电阻 R_4 一端耦接至所述上分压电阻 R_2 和下分压电阻 R_3 之间,另一端分别电学连接至所述滤波电容 C_3 以及所述运算放大器 210 的第一输入端,所述滤波电容 C_3 另一端接地。

[0023] 所述运算放大器 210 的第一输入端接收直流电压信号 V_{dim} ,其第二输入端与所述基准电压源 ref_2 的输出端电学连接,其输出端电学连接至所述第一 MOS 晶体管 M_3 的栅极 G ,所述运算放大器 210 控制所述第一 MOS 晶体管 M_3 的导通阻抗,所述运算放大器 210 闭环工作时保证两个输入端电压相等,从而有电流流经第一 MOS 晶体管 M_3 。

[0024] 其中,所述分压处理单元以及滤波单元为可选单元,所述运算放大器 210 的第一输入端可以直接为所述最大亮度提升模块 21 的输入端,用以接收一采样电压信号,用以与所述基准电压源 ref_2 的电压信号进行比较,所述采样电压信号可以为直流电压信号 V_{dim} 。

[0025] 所述第一 MOS 晶体管的源极 S 电学连接至所述运算放大器 210 的第一输入端,其漏极 D 为所述最大亮度提升模块 21 的输出端,输出电流信号控制 LED 驱动电路的输出电流。所述最大亮度提升模块 21 的输出端通过所述第一 MOS 晶体管 M_3 的漏极 D 电学连接至所述峰值电流比较器 209 第一输入端以及所述前馈电阻 R_6 ,所述第一 MOS 晶体管 M_3 的漏极 D 输出电流信号注入到峰值电流比较器 209 的一输入端,由于峰值电流比较器 209 的输入阻抗很高,此电流全部流经前馈电阻 R_6 并在 R_6 上产生一直流偏置电压。

[0026] 作为可选的实施方式,所述最大亮度提升模块 21 进一步包括一输入电阻 R_5 ;所述输入电阻 R_5 串接在所述滤波电阻 R_4 与所述运算放大器 210 的第一输入端之间,并与所述第一 MOS 晶体管 M_3 的源极 S 电学连接,用于获取分压并输出至所述第一 MOS 晶体管 M_3 。所述输入电阻 R_5 可以省略,省略时所述输入电阻 R_5 短接。运算放大器 210 控制第一 MOS 晶体管 M_3 的导通阻抗,运算放大器 210 闭环工作时保证两个输入端电压相等,从而输入电阻 R_5 两端可以得到一个电压,此电压为 $V_{dim}-V_{ref2}$;输入电阻 R_5 上产生电流,其大小为 $(V_{dim}-V_{ref2})/R_5$;此电流流经第一 MOS 晶体管 M_3 ,并注入到峰值电流比较器 209 的输入端,由于峰值电流比较器 209 的输入阻抗很高,此电流全部流经前馈电阻 R_6 并在 R_6 上产生一直流偏置电压。

[0027] 所述第二 MOS 晶体管 M_2 的漏极 D 电学连接至一功率开关 MOS 晶体管 M_1 的源极 S , M_2 的源极 S 连接一采样电阻 R_7 。

[0028] 所述峰值电流比较器 209 第一输入端通过所述前馈电阻 R_6 与采样电阻 R_7 电学连接,其第二输入端与所述参考电压源 ref_1 的输出端电学连接,其输出端耦接至第二 MOS 晶体管 M_2 的栅极 G 。所述峰值电流比较器 209 用于将所述前馈电阻 R_6 及采样电阻 R_7 的电

压幅值之和与参考电压源 ref1 的电压阈值比较,控制所述第二 MOS 晶体管 M2 的导通与关闭;若 R6 及 R7 的电压幅值之和达到参考电压源 ref1 的电压阈值,则峰值电流比较器 209 输出端翻转,关闭第二 MOS 晶体管 M2。

[0029] 作为优选的实施方式,所述可控硅调光 LED 驱动电路进一步包括一最大开通时间计时器 207、一或逻辑门 208 以及一 RS 触发器 205。

[0030] 所述最大开通时间计时器 207 的一端分别电学连接至所述 RS 触发器 205 的输出端 Q 以及第二 MOS 晶体管 M2 的栅极 G,所述最大开通时间计时器 207 的另一端电学连接至所述或逻辑门 208 的一输入端;所述或逻辑门 208 的另一输入端电学连接至所述峰值电流比较器 209 的输出端,所述或逻辑门 208 的输出端电学连接至所述 RS 触发器 205 的复位端 R。当所述第二 MOS 晶体管 M2 的电流使所述峰值电流比较器 209 的输出端翻转时,或者所述最大开通时间计时器 207 检测到所述第二 MOS 晶体管 M2 的开通时间达到预设时间时,所述或逻辑门 208 输出信号使所述 RS 触发器 205 复位,从而关闭所述第二 MOS 晶体管 M2。也即,在一个工频周期中,当 Vbus 电压较高时,峰值电流比较器 209 决定第二 MOS 晶体管 M2 的关断时刻;当 Vbus 电压较低时,最大开通时间计时器 207 决定第二 MOS 晶体管 M2 的关断时刻。

[0031] 作为优选的实施方式,所述可控硅调光 LED 驱动电路进一步包括一退磁检测器 204;所述退磁检测器 204 的输入端与功率开关 MOS 晶体管 M1 的源极 S 电学连接,其输出端电学连接至所述 RS 触发器 205 的置位端 S。所述退磁检测器 204 用于检测功率开关 MOS 晶体管 M1 的源极电压变化,并输出信号使所述 RS 触发器 205 置位,从而开通所述第二 MOS 晶体管 M2。

[0032] 作为可选的实施方式,所述可控硅调光 LED 驱动电路进一步包括一开关驱动模块 206,其串接在 RS 触发器 205 的输出端 Q 与第二 MOS 晶体管 M2 栅极之间,并与最大开通时间计时器 207 电学连接(当电路没有设置最大开通时间计时器 207 时,开关驱动模块 206 与峰值电流比较器 209 的输出端电学连接)。开关驱动模块 206 根据 RS 触发器 205 的输出信号,使第二 MOS 晶体管 M2 关闭或导通。

[0033] 参考图 3,本发明所述的降压型可控硅调光 LED 驱动系统的示意图。所述可控硅调光 LED 驱动系统包括一可控硅调光器 202、一整流桥 203、一母线电容 C1、一采样电阻 R7 以及本发明所述的可控硅调光 LED 驱动电路(如图 2 所示电路,相同组件符号表示相同或相似组件)。

[0034] 所述可控硅调光器 202 与交流输入源 201 电学连接,通过调整其自身导通角度控制 LED 负载的亮度;所述整流桥 203 分别与可控硅调光器 202 以及交流输入源 201 电学连接,用于将交流输入源 201 的正弦信号整流为一幅值为正的电压信号 Vbus;所述母线电容 C1 耦接至所述整流桥 203 的两个输出端并与一功率开关 MOS 晶体管 M1 的漏极 D 电学连接,用于为功率开关 MOS 晶体管 M1 提供高频电流通路;所述最大亮度提升模块 21 的输入端分别与母线电容 C1 以及功率开关 MOS 晶体管 M1 的漏极 D 电学连接;所述第二 MOS 晶体管 M2 的漏极 D 与功率开关 MOS 晶体管 M1 的源极 S 电学连接,所述第二 MOS 晶体管 M2 的源极 S 与采样电阻 R7 电学连接;所述峰值电流比较器 209 第一输入端通过前馈电阻 R6 与采样电阻 R7 电学连接;所述采样电阻 R7 通过一电感 L1 电学连接至 LED 负载。

[0035] 功率开关 MOS 晶体管 M1 的栅极 G 进一步耦接至串联的供电电阻 R1 与供电电容 C2 之间,同时通过一稳压二极管 ZD1 接地。采样电阻 R7 与电感 L1 相接的一端进一步电学连接至一续流二极管 D1 的阴极,续流二极管 D1 的阳极连接母线电容 C1 的负端。LED 负载两端并接一输出电容 C4。在其他实施方式中,所述采样电阻 R7 也可以通过一变压器电学连接至 LED 负载。

[0036] 作为优选的实施方式,所述可控硅调光 LED 驱动电路进一步包括一最大开通时间计时器 207、一或逻辑门 208 以及一 RS 触发器 205;所述最大开通时间计时器 207 的一端分别电学连接至所述 RS 触发器 205 的输出端 Q 以及第二 MOS 晶体管 M2 的栅极 G,所述最大开通时间计时器 207 的另一端电学连接至所述或逻辑门 208 的一输入端;所述或逻辑门 208 的另一输入端电学连接至所述峰值电流比较器 209 的输出端,所述或逻辑门 208 的输出端电学连接至所述 RS 触发器 205 的复位端 R。当所述第二 MOS 晶体管 M2 的电流使所述峰值电流比较器 209 的输出端翻转时,或者所述最大开通时间计时器 207 检测到所述第二 MOS 晶体管 M2 的开通时间达到预设时间时,所述或逻辑门 208 输出信号使所述 RS 触发器 205 复位,从而关闭所述第二 MOS 晶体管 M2。

[0037] 作为优选的实施方式,所述可控硅调光 LED 驱动电路进一步包括一退磁检测器 204;所述退磁检测器 204 的输入端与所述功率开关 MOS 晶体管 M1 的源极 S 电学连接,其输出端接所述 RS 触发器 205 的置位端 S。所述退磁检测器 204 用于检测所述功率开关 MOS 晶体管 M1 的源极电压变化,并输出信号使所述 RS 触发器 205 置位,从而开通所述第二 MOS 晶体管 M2。

[0038] 作为可选的实施方式,所述可控硅调光 LED 驱动电路进一步包括一开关驱动模块 206,其串接在 RS 触发器 205 的输出端 Q 与第二 MOS 晶体管 M2 栅极之间,并与最大开通时间计时器 207 电学连接(当电路没有设置最大开通时间计时器 207 时,开关驱动模块 206 与峰值电流比较器 209 的输出端电学连接)。开关驱动模块 206 根据 RS 触发器 205 的输出信号,使第二 MOS 晶体管 M2 关闭或导通。

[0039] 本发明的 LED 驱动电路使用源级驱动方式。采样电阻 R7 上的电流反映了第二 MOS 晶体管 M2 上的电流。采样电阻 R7 上的电压为 CS 信号,CS 信号通过前馈电阻 R6 电学连接至峰值电流比较器 209 的第一输入端。当第二 MOS 晶体管 M2 开通时,功率开关 MOS 晶体管 M1 也导通;电感 L1 电流上升,采样电阻 R7 上的电压也上升;当采样电阻 R7 上的电压和前馈电阻 R6 电压之和达到参考电压 $ref1$ 阈值时,峰值电流比较器 209 的输出端翻转,或逻辑门 208 输出信号使 RS 触发器 205 复位,开关驱动模块 206 输出信号关闭第二 MOS 晶体管 M2。M2 关闭同时功率开关 MOS 晶体管 M1 也关闭,同时续流二极管 D1 开始导通,电感 L1 电流开始下降;当电感 L1 的电流下降到零时,功率开关 MOS 晶体管 M1 的漏极电压也开始下降;由于 M1 漏极和源极的电容耦合作用,M1 的源极电压同时也开始下降;此时退磁检测器 204 检测到 M1 的源极电压变化并输出信号使 RS 触发器 205 置位,驱动开关驱动模块 206 使第二 MOS 晶体管 M2 再次开通。最大开通时间计时器 207 检测第二 MOS 晶体管 M2 的开通时间;当 M2 的开通时间大于系统预设阈值时,输出信号给或逻辑门 208,使 RS 触发器 205 复位,驱动开关驱动模块 206 使第二 MOS 晶体管 M2 关闭。也即在一个工频周期中,当 Vbus 电压较高时,峰值电流比较器 209 决定第二 MOS 晶体管 M2 的关断时刻;当 Vbus 电压较低时,最大开通时间计时器 207 决定第二 MOS 晶体管 M2 的关断时刻。

[0040] 以下结合附图 3-5 对本发明所述降压型可控硅调光 LED 驱动系统的工作原理进行说明。

[0041] 参考图 4, 本发明所述降压型可控硅调光 LED 驱动系统的工作典型波形图, 其中实线为不接可控硅调光器 202 时的电路工作波形, 虚线是接可控硅调光器 202 时的电路工作波形。

[0042] 结合图 3、图 4, 当不接可控硅调光器 202 时, V_{bus} 电压的平均值较高, 经过上分压电阻 R2 和下分压电阻 R3 处理后的电压信号平均值也较高; 此电压信号经过滤波电阻 R4 和滤波电容 C3 后得到一直流电压信号 V_{dim} , 同样, 在不接可控硅调光器 202 时, 此直流电压信号 V_{dim} 也较高。运算放大器 210 控制第一 MOS 晶体管 M3 的导通阻抗, 运算放大器 210 闭环工作时保证两个输入端电压相等, 从而输入电阻 R5 两端可以得到一个电压, 此电压为 $V_{dim}-V_{ref2}$ 。输入电阻 R5 上产生电流, 其大小为 $(V_{dim}-V_{ref2})/R5$; 此电流流经第一 MOS 晶体管 M3, 并注入到峰值电流比较器 209 的输入端。由于峰值电流比较器 209 的输入阻抗很高, 此电流全部流经前馈电阻 R6 并在 R6 上产生一直流偏置电压, 该直流偏置电压叠加到 CS 电压上, 使 CS 电压的峰值 V_{CS_TH} 降低, 电感 L1 的峰值电流降低, 从而使输出电流降低。

[0043] 当接可控硅调光器 202 时, 如果可控硅调光器 202 的最大导通角度较低, 则 V_{bus} 电压的平均值也较低, 如图 3 虚线所示。此电压信号经过上分压电阻 R2、下分压电阻 R3、滤波电阻 R4 和滤波电容 C3 处理后得到的直流电压信号 V_{dim} 也较低; 从而输入电阻 R5 两端的电压 $V_{dim}-V_{ref2}$ 也较低; 输入电阻 R5 上的电流流经第一 MOS 晶体管 M3 至前馈电阻 R6, 在 R6 上产生的直流偏置电压也较低, 使得 CS 电压的峰值 V_{CS_TH} 较高, 使电感的峰值电流提高。从而使电路接可控硅调光器时的最大输出电流占不接可控硅调光器时的最大输出电流比例提高。

[0044] 当可控硅调光器 202 的导通角度继续降低时, V_{dim} 电压信号会继续下降, 直至小于 V_{ref2} 电压, 此时, 运算放大器 210 无法继续闭环工作, 第一 MOS 晶体管 M3 关闭, 输入电阻 R5 上没有电流流过, 前馈电阻 R6 上也没有电流流过, 此时前馈电路对电感 L1 峰值电流无影响, 输出电流线性的跟随可控硅调光器的导通角度变化。

[0045] 结合图 3、图 5, 其中图 5 为本发明所述可控硅调光 LED 驱动系统的 V_{dim} 电压和 V_{cs} 峰值电压的关系图。当 V_{dim} 电压高于 V_{ref2} 电压时, V_{cs} 的峰值电压 V_{CS_TH} 下降, 电感 L1 的峰值电流也下降; 当 V_{dim} 电压小于 V_{ref2} 电压时, V_{cs} 的峰值电压 V_{CS_TH} 保持不变, 电感 L1 的峰值电流也保持不变。

[0046] 使用可控硅调光器 202 调光时, 可控硅调光器 202 通过改变导通角度的方式提供调光信号。当可控硅调光器 202 阻断输入电压时, V_{bus} 电压为输出电压 V_{out} , 电感 L1 电流也为零。当可控硅调光器 202 导通时, V_{bus} 电压等于输入电压绝对值, LED 驱动电路正常工作, 为 LED 负载提供能量。通过改变可控硅调光器 202 的导通角度, LED 负载的功率发生变化, 实现调光的目的。通过最大亮度提升模块 21, 提高了驱动电路连接可控硅调光器 202 时的最大电流; 同时省去了泄放电路, 使用开关变换器本身的输入电流来提供可控硅调光器 202 的维持电流, 提高了 LED 驱动电路效率以及系统可靠性。

[0047] 本发明所述的可控硅调光 LED 驱动电路同样可以应用于升降压型可控硅调光 LED 驱动系统结构中以及反激型可控硅调光 LED 驱动系统结构中。参考图 6、图 7, 其中图 6 为本发明所述升降压型可控硅调光 LED 驱动系统的示意图, 图 7 为本发明所述的反激型可控

硅调光 LED 驱动系统的示意图。其中,可控硅调光 LED 驱动系统的驱动原理和控制逻辑与图 3 所示降压型可控硅调光 LED 驱动系统类似,在此不再赘述。

[0048] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

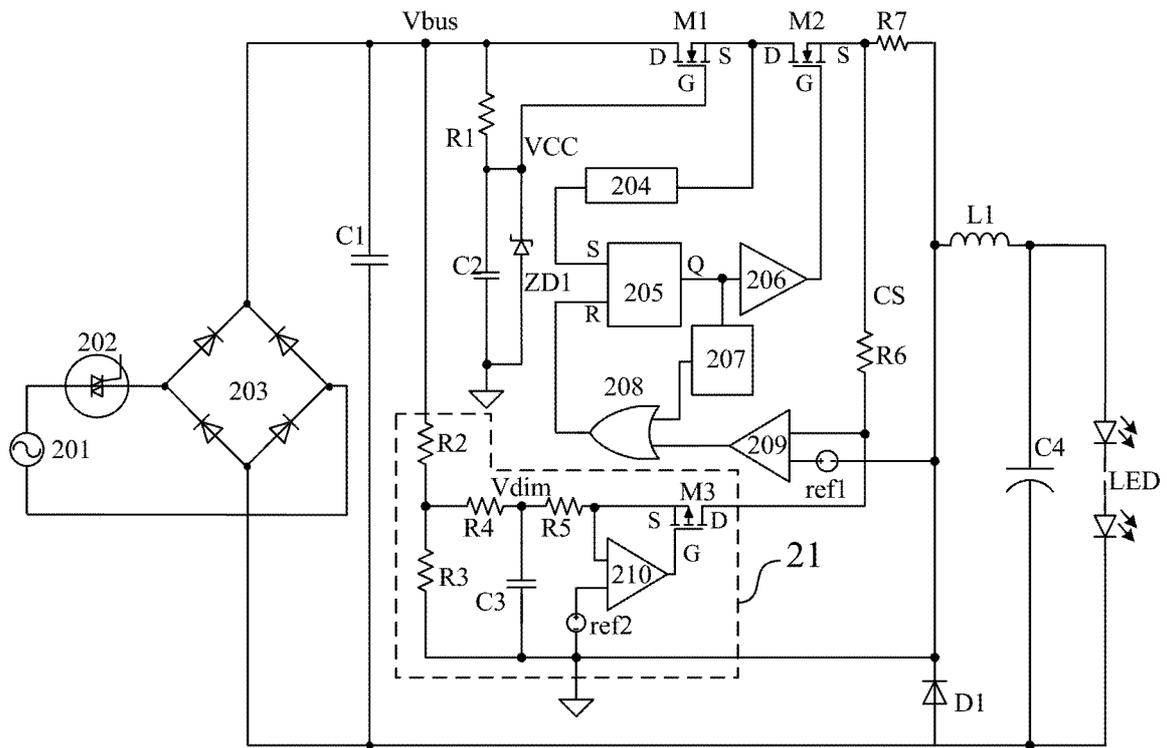


图 3

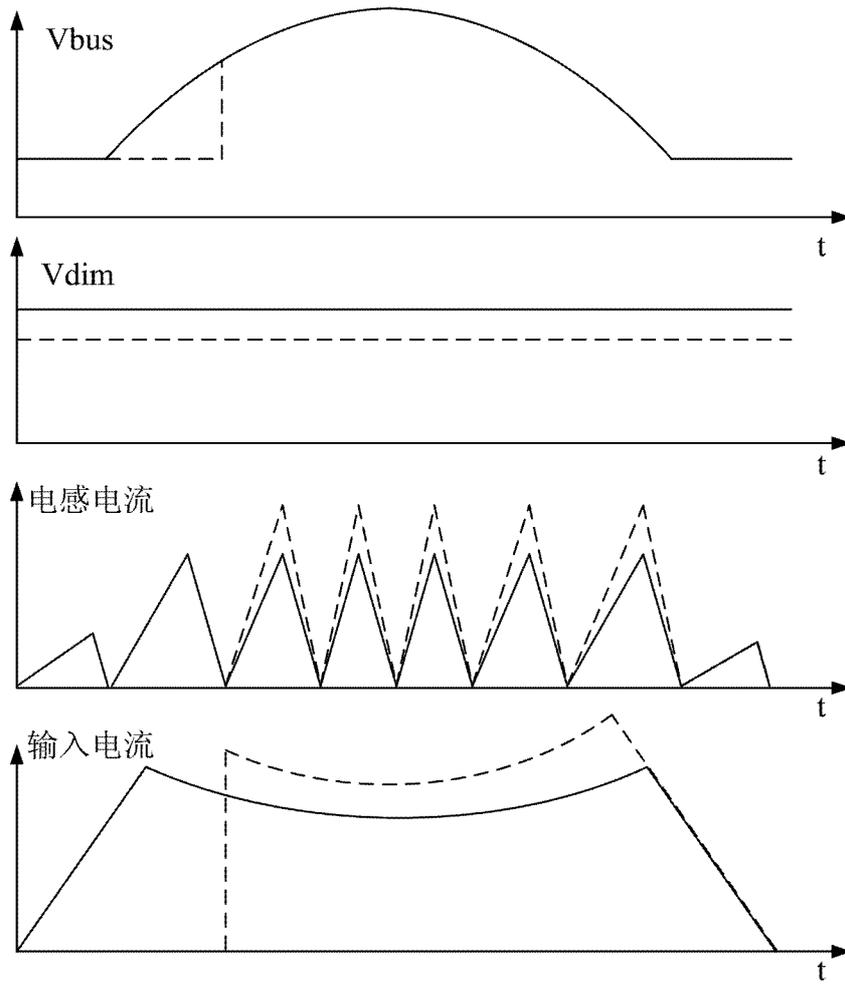


图 4

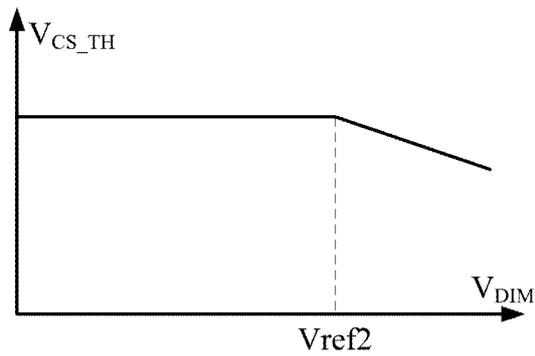


图 5

