



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110545605 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 29

(21) 申请号 201910932906.X

(22) 申请日 2019.09.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110545605 A

(43) 申请公布日 2019.12.06

(66) 本国优先权数据
201811209486.4 2018.10.17 CN

(73) 专利权人 矽力杰半导体技术(杭州)有限公司

地址 310051 浙江省杭州市滨江区西兴街
道联慧街6号

(72) 发明人 王建新 刘国家

(51) Int.Cl.
H05B 45/30 (2020.01)

(56) 对比文件

- CN 104066234 A, 2014.09.24
- US 2014028213 A1, 2014.01.30
- CN 103238378 A, 2013.08.07
- CN 101578561 A, 2009.11.11
- CN 106655749 A, 2017.05.10
- CN 107911907 A, 2018.04.13
- CN 102752940 A, 2012.10.24

审查员 崔文凯

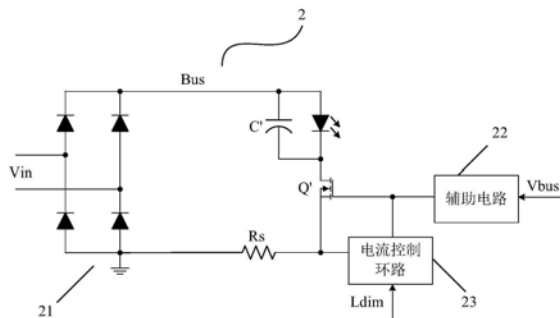
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

集成电路、可调光LED驱动电路及其驱动方法

(57) 摘要

公开了一种集成电路、可调光LED驱动电路及其驱动方法,所述LED驱动电路包括电解电容,本发明实施例通过当所述电解电容两端的电压小于预设值时,对所述电解电容进行额外地充电以减小所述电解电容两端的电压达到所述启动电压的时间,由此,可以加快LED驱动电路的启动速度。



1. 一种可调光LED驱动电路的驱动方法,所述可调光LED驱动电路包括电解电容,其特征在于,所述可调光LED驱动电路还包括至少一个晶体管,所述方法包括:

当所述电解电容两端的电压小于预设值时,通过一辅助电路控制所述晶体管工作以基于预充电流对所述电解电容进行充电,以减小所述电解电容两端的电压达到LED负载的启动电压的时间;

其中,所述电解电容与LED负载并联连接后和所述晶体管串联连接在输出端口,所述晶体管串联连接在所述电解电容的电流回路上。

2. 根据权利要求1所述的驱动方法,其特征在于,所述方法还包括:

当所述电解电容两端的电压上升至所述预设值时关断所述辅助电路,其中所述预设值小于或等于所述启动电压。

3. 根据权利要求1所述的驱动方法,其特征在于,所述方法还包括:

检测所述可调光LED驱动电路的母线电压,或者所述电解电容任一端的电压,以检测所述电解电容两端的电压是否小于所述预设值。

4. 根据权利要求2所述的驱动方法,其特征在于,当所述电解电容两端的电压小于所述启动电压时,通过电流控制环路对所述电解电容充电,当所述电解电容两端的电压上升至所述启动电压,所述电流控制环路调节流过所述LED负载的电流。

5. 根据权利要求2所述的驱动方法,其特征在于,当所述电解电容两端的电压上升至所述预设值时,通过电流控制环路对所述电解电容继续充电;当所述电解电容两端的电压上升至所述启动电压时,所述电流控制环路调节流过所述LED负载的电流。

6. 一种可调光LED驱动电路,其特征在于,包括:

电解电容,并联在输出端口上;

至少一个晶体管,各所述晶体管串联连接在所述电解电容的电流回路上;以及

辅助电路,被配置为在检测到所述电解电容两端的电压小于预设值时,控制所述晶体管工作以基于预充电流对所述电解电容进行充电,以减小所述电解电容两端的电压达到LED负载的启动电压的时间;

其中,所述电解电容与LED负载并联连接后和所述晶体管串联连接在输出端口。

7. 根据权利要求6所述的可调光LED驱动电路,其特征在于,所述辅助电路还被配置为在所述电解电容两端的电压上升至所述预设值时受控关断。

8. 根据权利要求6所述的可调光LED驱动电路,其特征在于,所述预设值小于或等于所述启动电压。

9. 根据权利要求6所述的可调光LED驱动电路,其特征在于,所述辅助电路被配置为在所述电解电容两端的电压小于所述预设值时控制预充电流对所述电解电容充电。

10. 根据权利要求6所述的可调光LED驱动电路,其特征在于,所述辅助电路被配置为检测所述电解电容任一端的电压以检测所述电解电容两端的电压是否小于所述预设值。

11. 根据权利要求6所述的可调光LED驱动电路,其特征在于,所述LED驱动电路还包括:整流电路;

其中,所述辅助电路被配置为检测所述整流电路输出端的电压以检测所述电解电容两端的电压是否小于所述预设值。

12. 根据权利要求6所述的可调光LED驱动电路,其特征在于,

所述可调光LED驱动电路还包括电流控制环路,其中当所述电解电容两端的电压上升至所述启动电压时,所述电流控制环路根据第二参考值调节流过所述LED负载的电流。

13. 根据权利要求12所述的可调光LED驱动电路,其特征在于,当所述电解电容两端的电压上升至所述预设值时,所述电流控制环路对所述电解电容继续充电直至所述电解电容两端的电压上升至所述启动电压。

14. 根据权利要求12所述的可调光LED驱动电路,其特征在于,所述电流控制环路在所述电解电容两端的电压小于所述启动电压时对所述电解电容充电。

15. 根据权利要求12所述的可调光LED驱动电路,其特征在于,所述辅助电路被配置为检测所述电解电容两端的电压以产生电压采样信号,并且通过比较所述电压采样信号和第一参考值以产生控制信号,其中所述第一参考值与所述预设值相对应。

16. 根据权利要求15所述的可调光LED驱动电路,其特征在于,所述至少一个晶体管包括:

第一晶体管;其中所述第一晶体管由所述控制信号控制产生预充电流以给所述电解电容充电。

17. 根据权利要求16所述的可调光LED驱动电路,其特征在于,当所述电解电容两端的电压上升至所述预设值时,所述电流控制环路根据所述第二参考值控制所述第一晶体管产生电流以给所述电解电容继续充电。

18. 根据权利要求15所述的可调光LED驱动电路,其特征在于,所述至少一个晶体管包括:

第一晶体管;以及

第二晶体管,与所述第一晶体管并联连接;其中所述第二晶体管由所述控制信号控制产生预充电流以给所述电解电容充电。

19. 根据权利要求17所述的可调光LED驱动电路,其特征在于,当所述电解电容两端的电压小于所述启动电压时,所述电流控制环路根据所述第二参考值控制所述第一晶体管产生电流以给所述电解电容充电。

20. 根据权利要求12所述的可调光LED驱动电路,其特征在于,所述第二参考值跟随调光信号变化。

21. 根据权利要求12所述的可调光LED驱动电路,其特征在于,所述可调光LED电路还包括调光器,用于根据交流输入电压产生可调节电压信号以对所述LED负载进行调光。

22. 一种用于可调光LED驱动电路的集成电路,所述可调光LED驱动电路包括电解电容,其特征在于,所述可调光LED驱动电路还包括至少一个晶体管,所述集成电路包括:

受控电流源;以及

辅助电路,被配置为在检测到所述电解电容两端的电压小于预设值时控制所述晶体管工作,并调节所述受控电流源的电流以基于预充电流对所述电解电容进行充电,以减小所述电解电容两端的电压达到启动电压的时间;

其中,所述电解电容与LED负载并联连接后和所述晶体管串联连接在输出端口,所述晶体管串联连接在所述电解电容的电流回路上。

集成电路、可调光LED驱动电路及其驱动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电子电力技术领域,更具体地,涉及一种集成电路、可调光LED驱动电路及其驱动方法。

背景技术

[0002] LED(发光二极管,Light-Emitting Diode)照明被广泛于家具、办公、室外照明和舞台照明等领域。调光技术可以使得LED负载的亮度可调,从而扩展LED照明的应用场景和实用体验。LED负载的启动时间与母线电压、调光信号的占空比以及与LED负载并联的电解电容相关。在目前的可调光LED驱动电路中,在电解电容较大且调光信号的占空比较小时,LED负载的启动时间过长。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明提供了一种集成电路、可调光LED驱动电路及其驱动方法,以加快LED驱动电路的启动速度。

[0004] 第一方面,本发明实施例提供一种可调光LED驱动电路的驱动方法,所述可调光LED驱动电路包括电解电容,所述方法包括:

[0005] 当所述电解电容两端的电压小于预设值时,通过一辅助电路对所述电解电容进行充电,以减小所述电解电容两端的电压达到LED负载的启动电压的时间。

[0006] 进一步地,所述方法还包括:

[0007] 当所述电解电容两端的电压上升至所述预设值时关断所述辅助电路,其中所述预设值小于或等于所述启动电压。

[0008] 进一步地,所述方法还包括:

[0009] 检测所述可调光LED驱动电路的母线电压,或者所述电解电容任一端的电压,以检测所述电解电容两端的电压是否小于所述预设值。

[0010] 进一步地,所述方法还包括:当所述电解电容两端的电压小于所述启动电压时,通过电流控制环路对所述电解电容充电,当所述电解电容两端的电压上升至所述启动电压,所述电流控制环路调节流过所述LED负载的电流。

[0011] 进一步地,所述方法还包括:当所述电解电容两端的电压上升至所述预设值时,通过电流控制环路对所述电解电容继续充电;当所述电解电容两端的电压上升至所述启动电压时,所述电流控制环路调节流过所述LED负载的电流。

[0012] 第二方面,本发明实施例提供一种可调光LED驱动电路,包括:

[0013] 电解电容,并联在输出端口上;以及

[0014] 辅助电路,被配置为在检测到所述电解电容两端的电压小于预设值时,对所述电解电容进行充电,以减小所述电解电容两端的电压达到LED负载的启动电压的时间。

[0015] 进一步地,所述辅助电路还被配置为在所述电解电容两端的电压上升至所述预设值时受控关断。

- [0016] 进一步地,所述预设值小于或等于所述启动电压
- [0017] 进一步地,所述辅助电路被配置为在所述电解电容两端的电压小于所述预设值时控制预充电流对所述电解电容充电。
- [0018] 所述辅助电路被配置为检测所述电解电容任一端的电压以检测所述电解电容两端的电压是否小于所述预设值。
- [0019] 进一步地,所述LED驱动电路还包括:
- [0020] 整流电路;
- [0021] 其中,所述辅助电路被配置为检测所述整流电路输出端的电压以检测所述电解电容两端的电压是否小于所述LED负载的启动电压。
- [0022] 进一步地,所述可调光LED电路还包括:
- [0023] 电流控制环路,其中当所述电解电容两端的电压上升至所述启动电压时,所述电流控制环路根据第二参考值调节流过所述LED负载的电流。
- [0024] 进一步地,当所述电解电容两端的电压上升至所述预设值时,所述电流控制环路对所述电解电容继续充电直至所述电解电容两端的电压上升至所述启动电压。
- [0025] 进一步地,所述电流控制环路在所述电解电容两端的电压小于所述启动电压时对所述电解电容充电。
- [0026] 进一步地,所述辅助电路被配置为检测所述电解电容两端的电压以产生电压采样信号,并且通过比较所述电压采样信号和第一参考值以产生控制信号,其中所述第一参考值与所述预设值相对应。
- [0027] 进一步地,所述可调光LED电路还包括:
- [0028] 第一晶体管,串联连接在所述电解电容的电流回路上;其中所述第一晶体管由所述控制信号控制产生预充电流以给所述电解电容充电。
- [0029] 进一步地,当所述电解电容两端的电压上升至所述预设值时,所述电流控制环路根据所述第二参考值控制所述第一晶体管产生电流以给所述电解电容继续充电。
- [0030] 进一步地,所述可调光LED电路还包括:
- [0031] 第一晶体管,串联连接在所述电解电容的电流回路上;以及
- [0032] 第二晶体管,与所述第一晶体管并联连接;其中所述第二晶体管由所述控制信号控制产生预充电流以给所述电解电容充电。
- [0033] 进一步地,当所述电解电容两端的电压小于所述启动电压时,所述电流控制环路根据所述第二参考值控制所述第一晶体管产生电流以给所述电解电容充电。
- [0034] 进一步地,所述第二参考值跟随调光信号变化。
- [0035] 进一步地,所述可调光LED电路还包括:
- [0036] 调光器,用于根据交流输入电压产生可调节电压信号以对所述LED负载进行调光。
- [0037] 第三方面,本发明实施例提供一种用于可调光LED驱动电路的集成电路,所述可调光LED驱动电路包括电解电容,所述集成电路包括:
- [0038] 受控电流源;以及
- [0039] 辅助电路,被配置为在检测到所述电解电容两端的电压小于预设值时调节所述受控电流源的电流以对所述电解电容进行充电。
- [0040] 本发明实施例的技术方案通过当电解电容两端的电压小于预设值时,对所述电解

电容进行额外地充电以减小所述电解电容两端的电压达到所述启动电压的时间,由此,可以加快LED驱动电路的启动速度。

附图说明

[0041] 通过以下参照附图对本发明实施例的描述,本发明的上述以及其它目的、特征和优点将更为清楚,在附图中:

[0042] 图1是现有技术的可调光LED驱动电路的电路图;

[0043] 图2是本发明实施例的可调光LED驱动电路的电路图;

[0044] 图3是本发明第一实施例的可调光LED驱动电路的电路图;

[0045] 图4是本发明第一实施例的可调光LED驱动电路的工作波形图;

[0046] 图5是本发明第二实施例的可调光LED驱动电路的电路图;

[0047] 图6是本发明第三实施例的可调光LED驱动电路的电路图;

[0048] 图7是本发明实施例的可调光LED驱动方法的流程图。

具体实施方式

[0049] 以下基于实施例对本发明进行描述,但是本发明并不仅仅限于这些实施例。在下文对本发明的细节描述中,详尽描述了一些特定的细节部分。对本领域技术人员来说没有这些细节部分的描述也可以完全理解本发明。为了避免混淆本发明的实质,公知的方法、过程、流程、元件和电路并没有详细叙述。

[0050] 此外,本领域普通技术人员应当理解,在此提供的附图都是为了说明的目的,并且附图不一定是按比例绘制的。

[0051] 同时,应当理解,在以下的描述中,“电路”是指由至少一个元件或子电路通过电气连接或电磁连接构成的导电回路。当称元件或电路“连接到”另一元件或称元件/电路“连接在”两个节点之间时,它可以是直接耦接或连接到另一元件或者可以存在中间元件,元件之间的连接可以是物理上的、逻辑上的、或者其结合。相反,当称元件“直接耦接到”或“直接连接到”另一元件时,意味着两者不存在中间元件。

[0052] 除非上下文明确要求,否则整个说明书和权利要求书中的“包括”、“包含”等类似词语应当解释为包含的含义而不是排他或穷举的含义;也就是说,是“包括但不限于”的含义。

[0053] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。此外,在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0054] 图1是现有技术的可调光LED驱动电路的电路图。如图1所示,可调光LED驱动电路1包括与LED负载并联连接的电解电容C、晶体管Q、采样电阻 R_s 和电流控制环路11。电流控制环路11包括调光电路111、误差放大器GM和驱动电路112。电流控制环路11被配置为根据调光信号 L_{dim} 调节流过晶体管Q的电流。调光信号 L_{dim} 可以为PWM调光信号或模拟调光信号。在LED驱动电路开机后,先给电解电容C充电以使得电解电容C两端的电压 V_c 达到LED负载的驱动电压,从而驱动LED负载工作。如图1所示,电解电容C的充电电压 V_c 为:

$$[0055] \quad V_c = \frac{1}{c} * \frac{V_{ref}}{R_s} * t$$

[0056] 其中,c为电解电容C的电容值,Vref为调光电路111根据调光信号Ldim生成的参考信号,t为电解电容的充电时间。容易理解,参考信号Vref随着调光信号Ldim的占空比的降低而减小,或者随着调光信号Ldim的幅值的降低而减小。也就是说,当调光信号Ldim的占空比较小时,LED驱动电路1开机时给电解电容C充电的电流很小,则电解电容C两端的电压Vc要达到LED负载的启动电压的时间较长。也即,现有技术的可调光LED驱动电路需要较长的时间开机。

[0057] 由此,本发明实施例在电解电容两端的电压小于LED负载的启动电压时,对电解电容进行额外地充电以减小电解电容两端的电压达到LED负载启动电压的时间,由此,可以加快LED驱动电路的启动速度。图2是本发明实施例的可调光LED驱动电路的电路图。如图2所示,本实施例的可调光LED驱动电路2包括整流电路21、电解电容C'、晶体管Q'、辅助电路22和电流控制环路23。整流电路21被配置为将交流输入转换成直流输出至直流母线Bus。电解电容C'与LED负载并联连接在可调光LED驱动电路2的输出端口之间。

[0058] 辅助电路22被配置为在检测到电解电容C'两端的电压小于预设值时,对电解电容C'进行充电,以减小电解电容C'两端的电压达到LED负载的启动电压的时间。其中,所述预设值小于或等于LED负载启动电压。本实施例辅助电路22可以通过检测母线电压或电解电容C'任一端的电压以检测电解电容C'两端的电压是否小于LED负载的启动电压。

[0059] 优选地,辅助电路22被配置为在电解电容C'两端的电压上升至所述预设值时受控关断。并且,电流控制环路23被配置为在电解电容C'两端的电压上升至该预设值时,对电解电容C'继续充电直至电解电容C'两端的电压上升至LED负载启动电压以启动LED负载,并根据调光信号Ldim调节流过LED负载的电流以调节LED负载的亮度。调光信号Ldim可以为PWM信号或模拟调光信号。由此,可以使得LED负载稳定快速地启动。

[0060] 优选地,电流控制环路23被配置为在电解电容C'两端的电压小于LED负载启动电压时,对电解电容C'充电,当电解电容C'两端的电压上升至LED负载启动电压时启动LED负载,并根据调光信号Ldim调节流过LED负载的电流以调节LED负载的亮度。

[0061] 本发明实施例的技术方案通过当电解电容两端的电压小于LED负载的预设值时,对电解电容进行额外地充电以减小电解电容两端的电压达到LED负载的启动电压的时间。由此,可以加快LED驱动电路的启动速度。

[0062] 图3是本发明第一实施例的可调光LED驱动电路的电路图。如图3所示,本实施例的可调光LED驱动电路3包括整流电路31、电解电容C1、晶体管Q1、电阻R1、辅助电路32和电流控制环路33。整流电路31被配置为将交流输入转换成直流输出至直流母线Bus。电解电容C1与LED负载并联连接在可调光LED驱动电路3的输出端口之间。晶体管Q1串联连接在电解电容C1的电流回路上。辅助电路32被配置为在电解电容C1两端的电压小于预设值时,控制流过晶体管Q1的电流以对电解电容C1进行充电。电流控制环路33被配置为在电解电容C1的电压达到所述预设值时,控制可调光LED驱动电路闭环工作以调节流过LED负载的电流。其中,上述预设值小于或等于LED负载的启动电压。在该预设值小于LED负载的启动电压时,当可调光LED驱动电路3开启后,辅助电路32被配置为控制晶体管Q1对电解电容C1进行预充电并在电解电容C1的电压达到该预设值后受控关断。电流控制环路33被配置为通过闭环控制晶

体管Q1以对电解电容C1继续充电直至电解电容C1的电压达到LED负载的启动电压,LED负载开始工作,并在之后根据调节流过LED负载的电流。

[0063] 如图3所示,辅助电路32包括电压采样电路321、电压源V_k、比较器cmp1、电压源V_{c1p}以及开关S1。在一种可选的实现方式中,电压采样电路321包括电阻R2和R3,被配置为采集获取表征电解电容C1两端电压的电压采样信号V_{c1}。应理解,电压采样电路321的采样点可以为电解电容C1的任意一端(也即可以为直流母线Bus,也可以为电解电容C1与晶体管Q1的公共连接端Dra)。优选地,可调光LED驱动电路2还包括二极管D,连接在整流电路31的输出端和电解电容C1之间,以防止电流逆流。电压采样电路321的采样点还可以为整流电路的输出端。

[0064] 在采样点为直流母线Bus时,电压采样电路321连接在直流母线Bus和接地端之间。比较器cmp1被配置为比较第一参考值V_{pre}和表征电解电容C1两端电压的电压采样信号V_{c1}以生成控制开关S1的控制信号Q_{pre}。其中,第一参考值V_{pre}对应于上述预设值。如图3所示,容易得出第一参考值V_{pre}为电压源V_k的电压值,在本实施例中预设值为 $(R_2+R_3)V_k/R_2$ 。

[0065] 在电压采样信号V_{c1}小于第一参考值V_{pre}(也即电解电容C1两端的电压小于预设值)时,比较器cmp1输出有效的控制信号Q_{pre}控制开关S1导通,进而控制流过晶体管Q1的电流i_{q1}为预定的预充电流,也即通过该预充电流给电解电容C1充电。其中预充电流与电压源V_{c1p}相关,可根据实际应用设置电压源V_{c1p}的电压以调节预充电流的大小。优选地,辅助电路32还包括反相器inv和开关S2。其中,开关S2与电流控制环路33连接。反相器inv连接在比较器cmp1的输出端和开关S2的控制端之间,被配置为在电解电容C1两端的电压小于预设值时控制开关S2关断,也即使得控制电流控制环路33不工作。

[0066] 在电压采样信号V_{c1}达到第一参考值V_{pre}(也即电解电容C1两端的电压达到预设值)时,比较器cmp1输出无效的控制信号Q_{pre}使得开关S1关断,开关S2导通。也就是说,此时辅助电路32受控关断,电流控制环路33控制可调光LED驱动电路开始闭环工作。

[0067] 如图3所示,电流控制环路33包括调光电路331、误差放大器GM和电容C2。在开关S2受控导通,也即在电流控制环路33受控工作时,误差放大器GM、电容C2、电阻R1和晶体管Q1可以组成一个受控电流源,受控于第二参考值V_{ref1}调节电解电容C1回路上的电流和/或LED负载回路上的电流。作为一个优先的实施例,所述第二参考值V_{ref1}可以跟随调光信号L_{dim1}变化。调光电路331根据调光信号L_{dim1}生成第二参考值V_{ref1}。其中,调光电路331在接收到调光信号L_{dim1}后根据预先设置的调光曲线以输出第二参考值V_{ref1}。调光曲线可以包括对数调光曲线和线性调光曲线等,可根据不同的应用场景进行选择。

[0068] 在电解电容C1的预充电阶段(也即辅助电路32工作期间),误差放大器GM根据表征流过晶体管Q1的电流采样信号V_{r1}和第二参考值V_{ref1}给电容C2充电。也即,在电解电容C1的预充电阶段,电容C2的电压值V_{c2}不断上升,使得在开关S2导通后电流控制环路33能够控制晶体管Q1立刻导通以对电解电容C1继续充电。

[0069] 也就是说,电流控制环路33在预充电阶段结束后,根据调光信号L_{dim1}控制受控电流源(包括误差放大器GM、电容C2、电阻R1和晶体管Q1)的输出电流以对电解电容C1继续充电直至电解电容C1两端的电压达到负载LED的启动电压,从而启动LED负载,并在之后根据调光信号L_{dim1}调节流过LED负载的电流以对LED负载进行调光。

[0070] 在本发明实施例中,可调光LED驱动电路通过设置调光电路对LED负载进行调光。

并且当电解电容两端的电压小于预设值时,通过辅助电路对电解电容进行额外地充电以减小电解电容两端的电压达到所述启动电压的时间,由此,可以加快LED驱动电路的启动速度。

[0071] 图4是本发明第一实施例的可调光LED驱动电路的工作波形图。如图4所示,在 t_0-t_1 时刻,电解电容C1两端的电压小于预设值,预设值略小于LED负载的启动电压。在表征电解电容C1两端电压的电压采样信号 V_{c1} 小于第一参考值 V_{pre} 时,比较器cmp1输出有效的控制信号 Q_{pre} 以控制开关S1导通,且在端Dra的电压 V_{dra} 大于0(也即当前的母线电压 V_{bus} 大于LED负载的电压 V_{led})时,晶体管Q1受控导通,此时流过晶体管Q1电流 i_{q1} 为预充电流 i_{pre} 。也就是说,在 t_0-t_1 时刻,在控制信号 Q_{pre} 有效且端Dra的电压 V_{dra} 大于0时,预充电流 i_{pre} 给电解电容C1充电,以使得电解电容C1两端电压快速达到预设值,从而加快LED驱动电路的启动速度。同时,在 t_0-t_1 时刻,误差放大器GM根据表征流过晶体管Q1的电流采样信号 V_{r1} 和第二参考值 V_{ref1} 给电容C2充电。因此,在 t_0-t_1 时刻,电容C2的电压 V_{c2} 逐渐上升。

[0072] 优选地,本实施例设置预设值小于LED负载的启动电压,以使得电流控制环路33在对可调光LED驱动电路进行闭环控制时先对电解电容C1继续充电至其电压达到LED负载的启动电压,并在LED负载正常工作后控制LED负载的电流 i_{led} 维持稳定。由此,可以提高可调光LED驱动电路启动时的稳定性。

[0073] 在 t_1 时刻,电解电容C1两端的电压达到预设值,此时第一参考值 V_{pre} 不大于电压采样信号 V_{c1} ,控制信号 Q_{pre} 置低,开关S1受控关断,开关S2受控导通。也即,辅助电路32停止工作,电流控制环路33开始根据调光信号 L_{dim1} 对可调光LED驱动电路进行闭环控制。由于预设值小于LED负载的启动电压,因此,电流控制环路33控制晶体管Q1产生电流以继续对电解电容进行充电。

[0074] 在 t_2 时刻,电解电容C1两端的电压达到LED负载的启动电压,LED负载开始工作,可调光LED驱动电路的开机过程结束。在本发明实施例中,当所述电解电容两端的电压小于预设值时,通过辅助电路对电解电容进行额外地充电以减小电解电容两端的电压达到所述启动电压的时间,由此,可以加快LED驱动电路的启动速度。

[0075] 图5是本发明第二实施例的可调光LED驱动电路的电路图。如图5所示,本实施例的可调光LED驱动电路5包括整流电路51、电解电容C3、晶体管Q2和Q3、电阻R4、辅助电路52和电流控制环路53。整流电路51被配置为将交流输入转换成直流输出至直流母线Bus。电解电容C3与LED负载并联连接在可调光LED驱动电路的输出端口之间。晶体管Q2和晶体管Q3并联连接在电解电容C3的电流回路上。辅助电路52被配置为在电解电容C3两端的电压小于预设值时,控制流过晶体管Q3的电流以对电解电容C3进行充电。电流控制环路53被配置为在电解电容C3的电压达到所述预设值时,控制可调光LED驱动电路53进行闭环工作以调节流过LED负载的电流。其中,上述预设值小于或等于LED负载的启动电压。在该预设值小于LED负载的预设值时,当可调光LED驱动电路5开启后,辅助电路52被配置为控制晶体管Q3对电解电容C3进行预充电并在电解电容C3两端的电压达到该预设值后受控关断。电流控制环路53被配置为通过闭环控制晶体管Q2以对电解电容C3继续充电直至电解电容C3的电压达到LED负载的启动电压,LED负载开始工作,并在之后调节流过LED负载的电流。

[0076] 在一种可选的实施方式中,辅助电路52包括比较器cmp2、开关S3和电压源 V_{c1p1} 。比较器cmp2的输入端分别输入表征电解电容C3两端电压的电压采样信号 V_{c3} 和第一参考值

Vpre1。其中，第一参考值Vpre1与上述预设值相对应。在电压采样信号Vc3小于第一参考值Vpre1（也即电解电容C3两端的电压小于预设值）时，比较器cmp2输出有效的控制信号Qpre1控制开关S3导通，进而控制晶体管Q3以预充电流ipre1给电解电容C3充电。其中预充电流ipre1与电压源Vc1p1相关，可根据实际应用设置电压源Vc1p1的电压以调节预充电流ipre1。在表征电解电容C3两端电压的电压采样信号Vc3达到第一参考值Vpre1（也即电解电容C3两端的电压达到预设值）时，比较器cmp2输出无效的控制信号Qpre1使得开关S3关断，也即此时辅助电路52受控关断。

[0077] 如图5所示，在辅助电路52通过控制晶体管Q3导通以对电解电容C3充电的同时，电流控制环路53在电解电容C3两端的电压小于负载LED的启动电压期间通过控制晶体管Q2产生电流以对电解电容C3进行充电。由此，本实施例加快了电解电容C3的预充时间，因此本实施例进一步加快了可调光LED驱动电路的启动速度。

[0078] 电流控制环路53包括调光电路531、误差放大器GM1和电容C4。其中，误差放大器GM1、电容C4、电阻R4和晶体管Q2可以组成一个受控电流源，受控于第二参考值Vref2调节电解电容C3回路上的电流和/或LED负载回路上的电流。作为一个优先的实施例，所述第二参考值Vref1可以跟随调光信号Ldim1变化。调光电路531根据调光信号Ldim2生成第二参考值Vref2。其中，调光电路531在接收到调光信号Ldim2后根据预先设置的调光曲线以输出第二参考值Vref2。调光曲线可以包括对数调光曲线和线性调光曲线等，可根据不同的应用场景进行选择。电流控制环路53在电解电容C3预充阶段期间根据第二参考值Vref1控制受控电流源（包括误差放大器GM1、电容C4、电阻R4和晶体管Q2）的输出电流以对电解电容C3进行充电。电流控制环路53在电解电容C3预充阶段结束后，根据第二参考值Vref1控制受控电流源（包括误差放大器GM1、电容C4、电阻R4和晶体管Q2）的输出电流以对电解电容C3继续充电直至电解电容C3两端的电压达到负载LED的启动电压，从而启动LED负载。

[0079] 在本实施例中，通过控制不同的晶体管来控制电解电容的预充电和电路的闭环控制，进一步加快LED驱动电路的启动速度。

[0080] 图6是本发明第三实施例的可调光LED驱动电路的电路图。如图6所示，本实施例通过可控硅调光器对LED负载进行调光。本实施例的可调光LED驱动电路6包括可控硅调光器Triac、整流电路61、二极管D1、电解电容C5、晶体管Q4、电阻R5、辅助电路62和电流控制环路63。其中，可控硅调光器Triac连接在交流输入端和整流电路61的输入端之间，用于接收交流输入电压并产生可调节电压信号以对LED负载进行调光。在本实施例中，可控硅调光器Triac是前沿切相可控硅调光器，可以根据系统用户设置切掉来自交流输入电压波形的前沿，以产生可调节的电压信号。可控硅具有体积小、耐压高、容量大、功能强、响应快、效率高、成本低等优点。采用可控硅调光器进行调光可以使得可调光LED驱动电路更安全可靠，且可控性较强。二极管D1用于防止电流逆流。

[0081] 整流电路61被配置为将交流输入转换成直流输出至直流母线Bus。电解电容C5与LED负载并联连接在可调光LED驱动电路6的输出端口之间。晶体管Q3串联连接在电解电容C5的电流回路上。

[0082] 辅助电路62的电路结构及其工作原理与本发明第一实施例中的辅助电路32相似。也即，比较器cmp3通过比较表征电解电容C5两端电压的电压采样信号Vc5和第一参考值Vpre2以控制开关S4和开关S5的导通和关断，从而控制可调光LED驱动电路的预充电阶段和

正常工作阶段。应理解,本实施例中电压采样信号Vc5可以通过采样整流电路61的输出端或电解电容C5的任一端的电压来获取。第二参考值Vpre2用于表征一小于或等于LED负载的启动电压的预设值,可以根据实际电路结构和各个元器件的参数以及电压采样信号的采样点进行设置。

[0083] 在电压采样信号Vc5小于第二参考值Vpre2时,也即电解电容C5两端的电压小于LED负载的启动电压(或预设值)时,开关S4受控导通,开关S5受控关断。辅助电路62开始以预定的预充电流给电解电容C5充电。其中,预定的预充电流可以通过设置电压源Vc1p2的电压来进行设置。

[0084] 在电压采样信号Vc5达到第一参考值Vpre2时,也即电解电容C5两端的电压达到LED负载的启动电压(或预设值)时,开关S4受控关断,开关S5受控导通。电流控制环路63根据第二参考值Vre3进行闭环控制,使得流过LED负载的电流为与第二参考值Vre3对应。

[0085] 应理解,本实施例中的辅助电路也可以采用第二实施例中的辅助电路,其工作原理与第二实施例类似,在此不再赘述。

[0086] 在本发明实施例中,可调光LED驱动电路通过调光器对LED负载进行调光。当电解电容两端的电压小于LED负载的预设时通过辅助电路对电解电容进行额外地充电以减小所述电解电容两端的电压达到所述启动电压的时间,由此,可以加快LED驱动电路的启动速度。同时,通过辅助电路产生的额外的电流可以加快可控硅调光器的启动,从而提高了电路的效率。

[0087] 图7是本发明实施例的可调光LED驱动方法的流程图。如图7所示,本实施例的可调光LED驱动方法包括以下步骤:

[0088] 在步骤S100,检测可调光LED驱动电路的母线电压,或者电解电容任一端的电压,以检测电解电容两端的电压是否小于预设值。

[0089] 在步骤S200,当电解电容两端的电压小于所述预设值时,通过一辅助电路对电解电容进行充电,以减小电解电容两端的电压达到LED负载的启动电压的时间。

[0090] 在步骤S300,当电解电容两端的电压上升至所述预设值时,关断所述辅助电路,其中所述预设值小于或等于所述启动电压。

[0091] 在一种实现方式中,当电解电容两端的电压上升至所述预设值时,通过电流控制环路对所述电解电容继续充电。当电解电容两端的电压上升至LED负载的启动电压时,通过电流控制环路调节流过LED负载的电流,以实现调光控制。

[0092] 在另一种实现方式中,当电解电容两端的电压小于LED负载的启动电压时,同时通过电流控制环路对电解电容进行充电,从而加快了电解电容两端的电压达到启动电压的速度。当电解电容两端的电压上升至LED负载的启动电压时,通过电流控制环路调节流过LED负载的电流,以实现调光控制。

[0093] 在本发明实施例中,当电解电容两端的电压小于LED负载的启动电压时通过辅助电路对电解电容进行额外地充电以减小所述电解电容两端的电压达到所述启动电压的时间,由此,可以加快LED驱动电路的启动速度。当电解电容两端的电压达到LED负载的启动电压时,可调光LED驱动电路根据不同的调光应用对LED负载进行调光。

[0094] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明,对于本领域技术人员而言,本发明可以有各种改动和变化。凡在本发明的精神和原理之内所作的任何修改、等同

替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

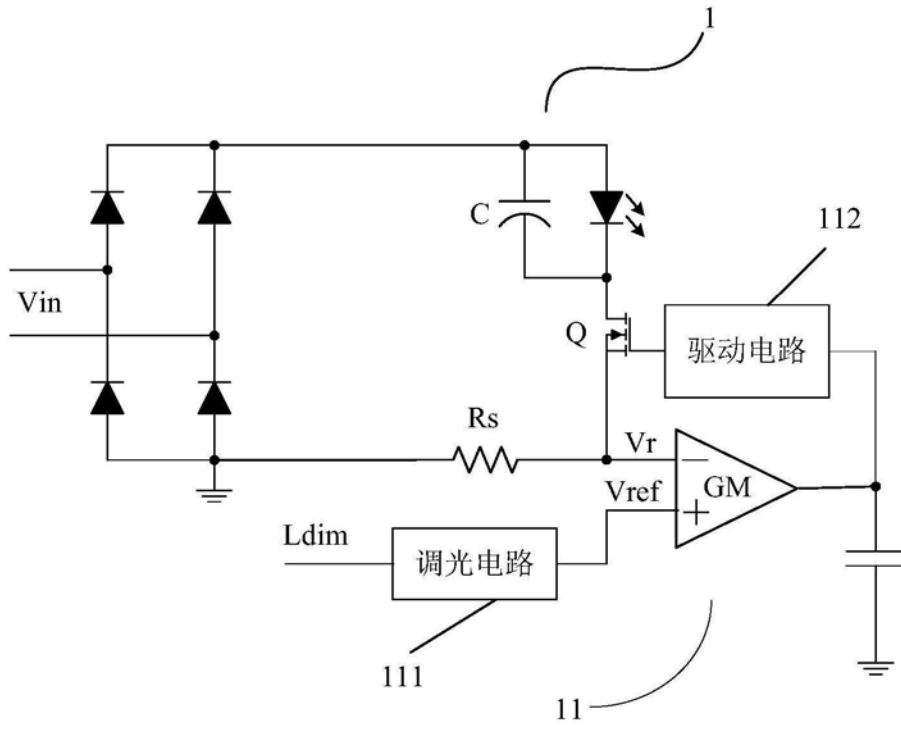


图1

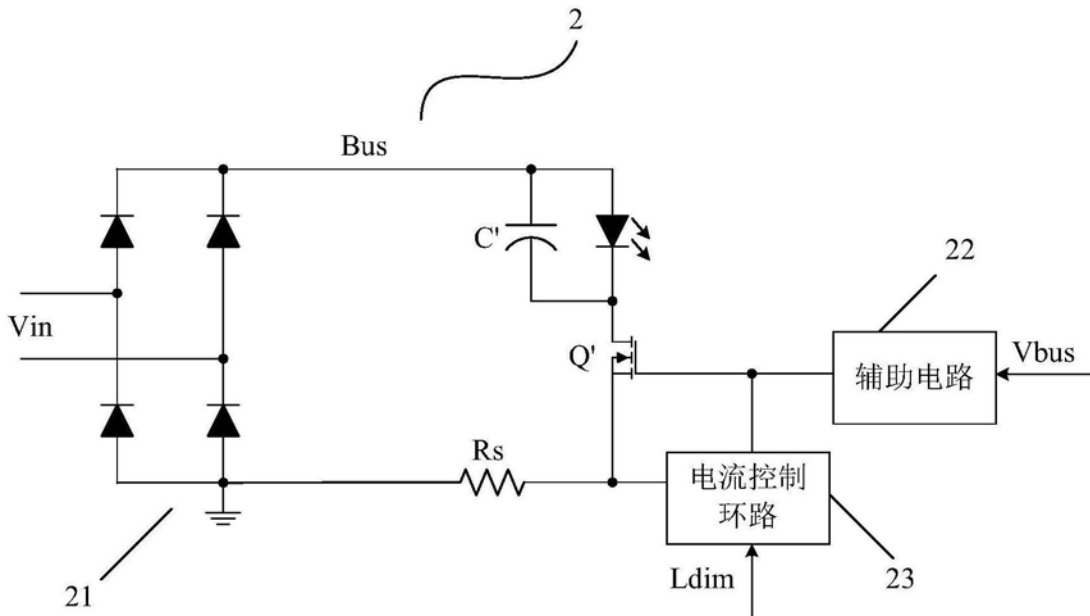


图2

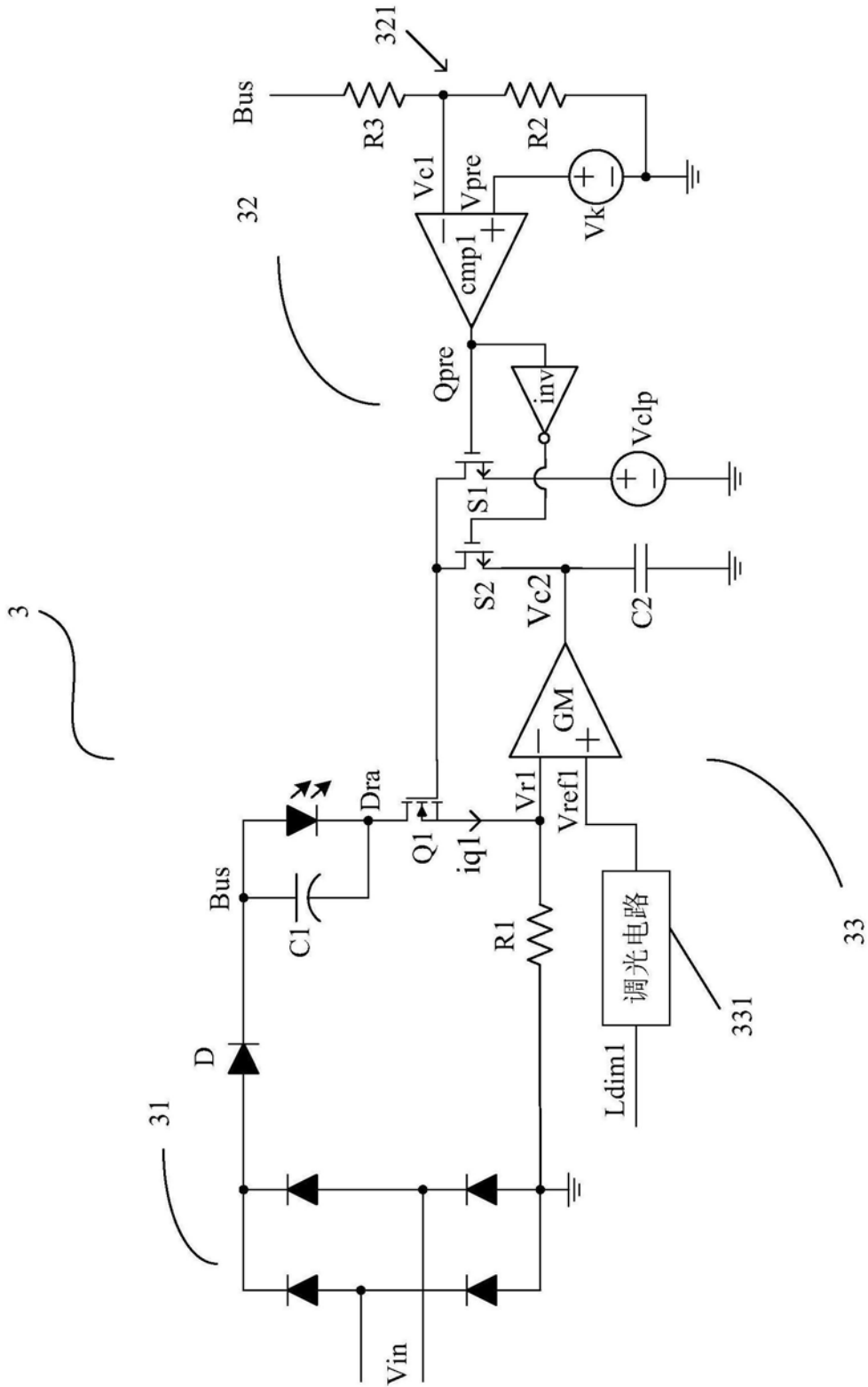


图3

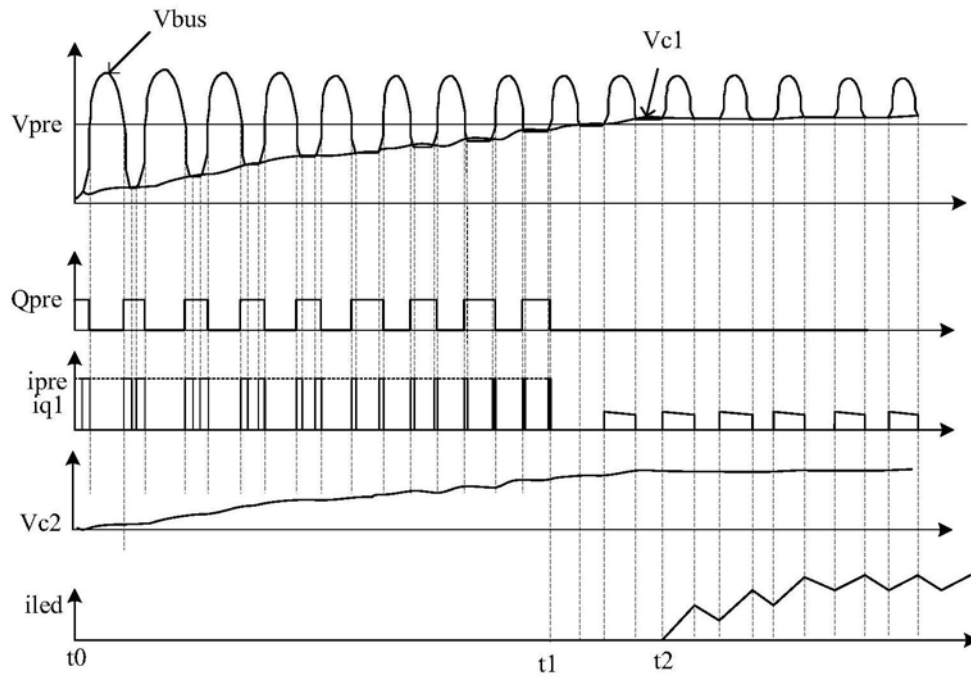


图4

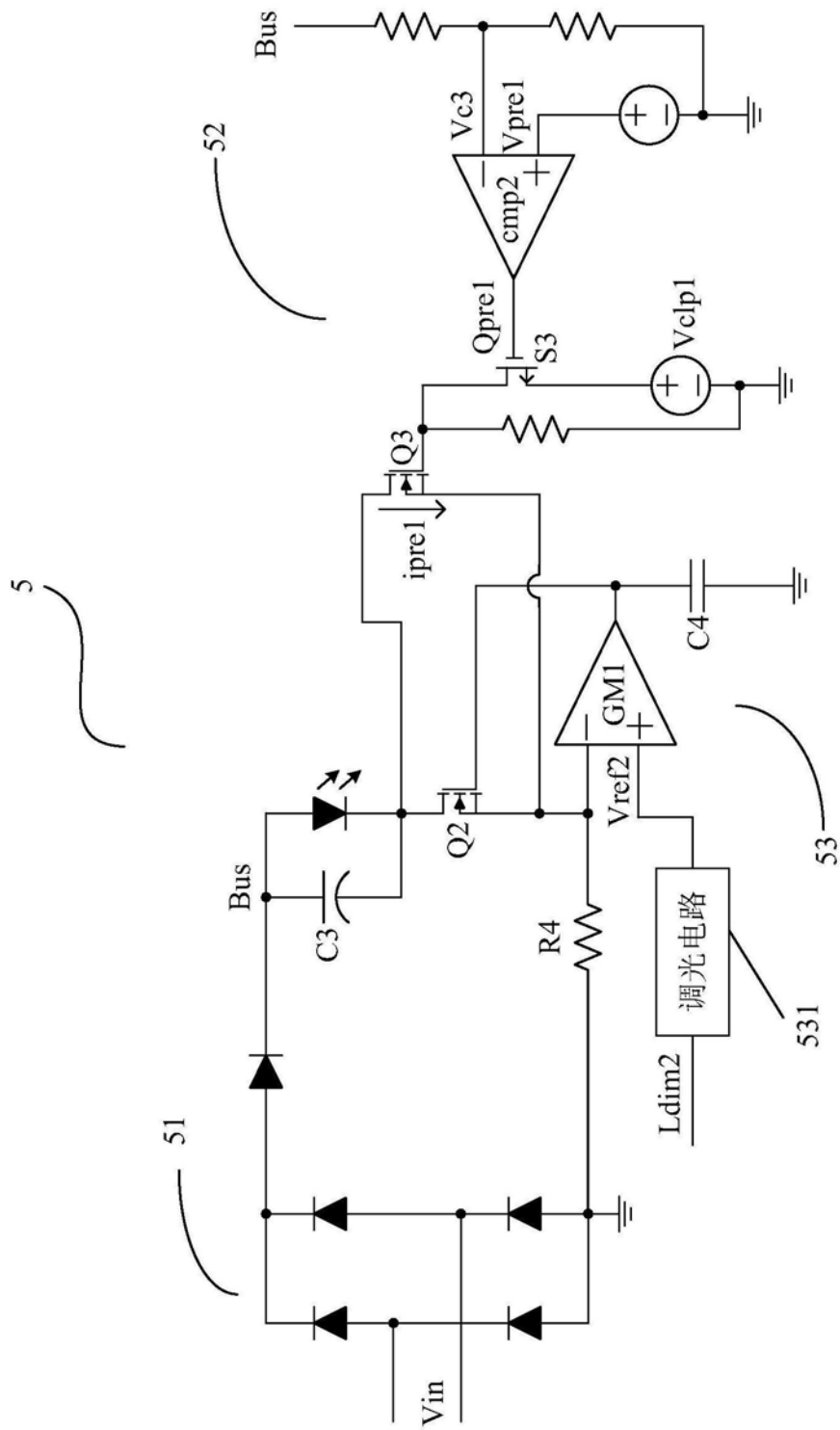


图5

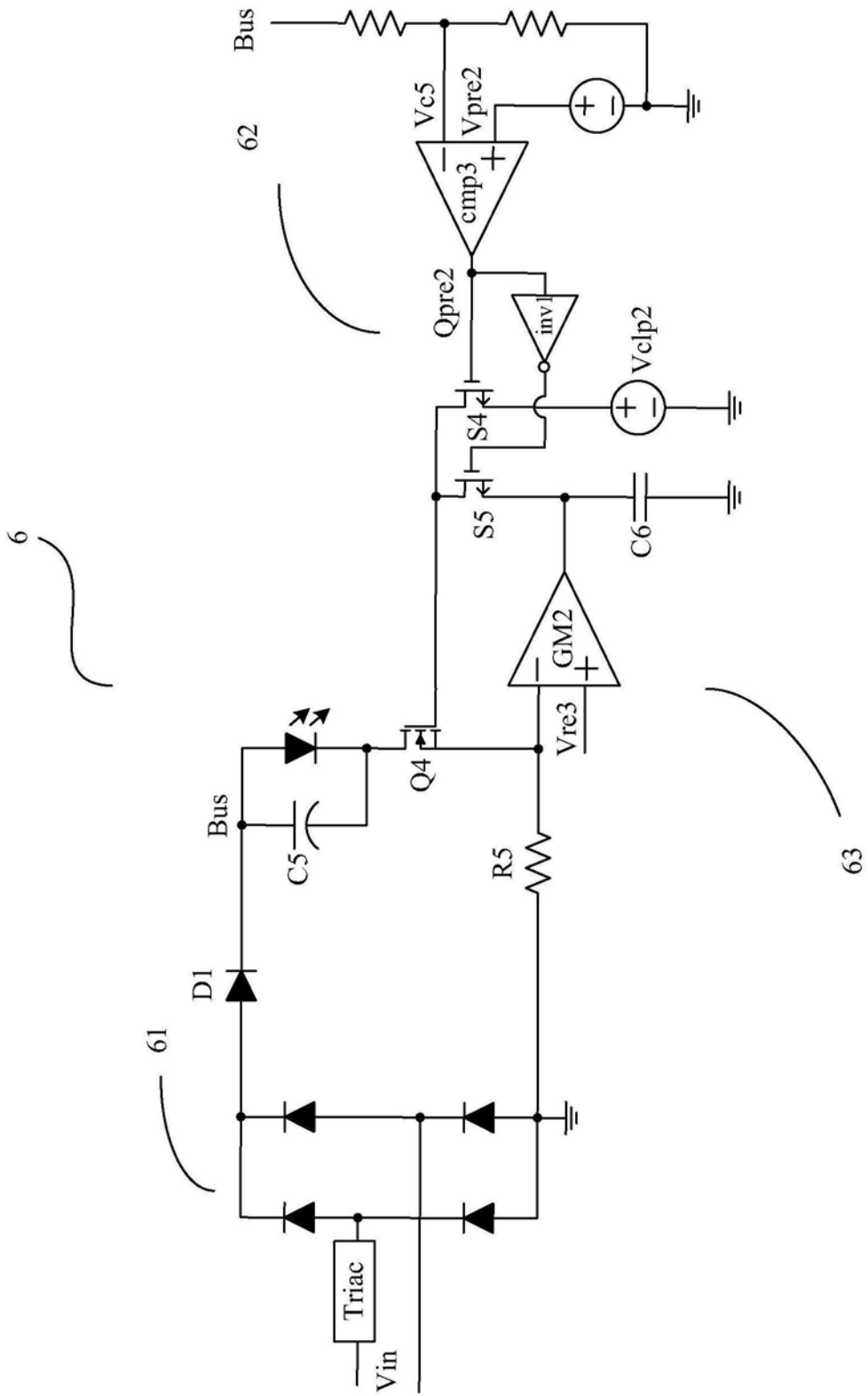


图6

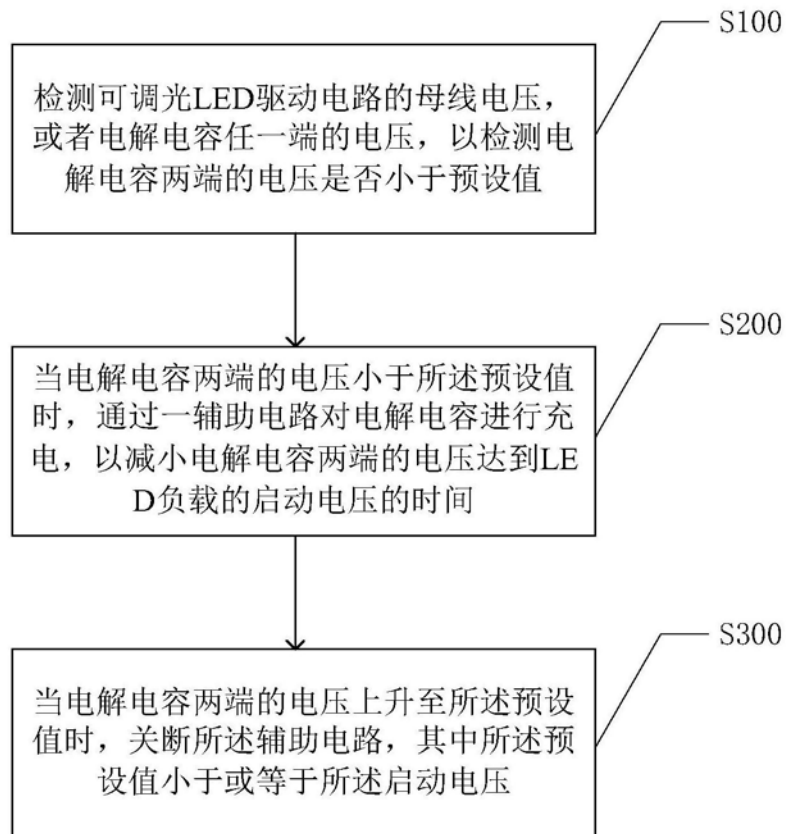


图7