

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101489342 B

(45) 授权公告日 2012. 08. 29

(21) 申请号 200910096218. 0

项.

(22) 申请日 2009. 02. 27

审查员 王锋

(73) 专利权人 杭州士兰微电子股份有限公司
地址 310012 浙江省杭州市黄姑山路 4 号
(高新区)

(72) 发明人 王栋 吴建兴

(51) Int. Cl.

H05B 37/02 (2006. 01)

F21V 23/00 (2006. 01)

F21Y 101/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1802056 A, 2006. 07. 12, 全文.

CN 201197211 Y, 2009. 02. 18, 全文.

CN 201119054 Y, 2008. 09. 17, 全文.

CN 201360369 Y, 2009. 12. 09, 权利要求 1-8

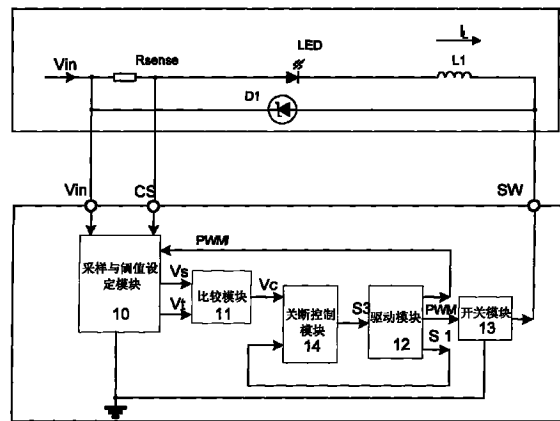
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 6 页

(54) 发明名称

LED 驱动电路及其驱动方法

(57) 摘要

本发明公开的 LED 驱动电路及驱动方法, 包括采样与阈值设定模块、比较模块、关断控制模块、驱动模块和开关模块, 采样与阈值设定模块采样外接 LED 电路采样电阻两端电压 V_s , 同时产生设定阈值信号 V_t , 比较模块比较 V_s 与 V_t , 输出比较信号 V_c 给关断控制模块, 关断控制模块输出 S3 信号给驱动模块, 驱动模块产生信号 PWM、PWM1 和 S1, 信号 PWM1 反馈给采样与阈值设定模块, 信号 S1 反馈给关断控制模块, 信号 PWM 输出至开关模块, 开关模块控制外接 LED 电路。本发明在 LED 驱动电路输入电压 V_{in} 与 LED 负载两端额定输出电压压差较小时, 降低平均输出电流, 解决了电流过大对 LED 寿命的影响以及电流变化带来的 LED 灯闪烁问题。



1. LED 驱动电路,其特征在于包括采样与阈值设定模块、比较模块、关断控制模块、驱动模块和开关模块;

所述采样与阈值设定模块的 V_{in} 端口和 CS 端口连接外接 LED 电路的采样电阻 R_{sense} 两端,采样 R_{sense} 的电压,并通过采样与阈值设定模块的放大电路将 R_{sense} 上的电压放大为电压采样信号 V_s ,同时采样与阈值设定模块内部产生设定阈值信号 V_t ,电压采样信号 V_s 与设定阈值信号 V_t 输入比较模块进行比较,所述采样与阈值设定模块的 V_{in} 端口接入外部输入电压,PWM1 端口连接驱动模块,采样与阈值设定模块接地;

所述比较模块产生比较信号 V_c 输入关断控制模块;

所述关断控制模块同时接受驱动模块的反馈,产生信号 S3 输入驱动模块;

所述驱动模块产生信号 PWM、信号 PWM1 和信号 S1,信号 PWM 输入开关模块,

信号 PWM1 反馈给采样与阈值设定模块,改变采样与阈值设定模块的电压采样信号 V_s 或设定阈值信号 V_t ,信号 S1 反馈给关断控制模块;

所述开关模块的输出端口 SW 控制外接 LED 电路的通断,开关模块接地;

当 LED 驱动电路输入电压 V_{in} 与外接 LED 电路的 LED 负载两端额定输出电压相差较小时,当 LED 驱动电路的关断控制模块检测到驱动模块输出的信号 S1 的高电平时间大于关断控制模块的设定时间 t_1 时,关断控制模块的输出信号 S3 经驱动模块增强后,控制驱动模块输出的 PWM 信号变低,开关模块关断,关断控制模块将信号 S3 延时 t_2 时间后,信号 S3 再次发生翻转,信号 S3 经驱动模块驱动增强后,控制驱动模块的输出信号 PWM 变高,开关模块导通,SW 端口输出低电平,PWM 信号为持续 t_1 时间高电平,持续时间为 t_2 低电平的固定脉宽信号,经过一段时间后,LED 驱动电路输出波形达到稳定。

2. 如权利要求 1 所述 LED 驱动电路,其特征在于所述采样与阈值设定模块的放大电路包括放大器 A1、MOS 管 M3、MOS 管 M2、电阻 R1、电阻 R2、电阻 R3,所述的 V_{in} 端口经过电阻 R1 连接比较器 A1 的负输入端,CS 端口连接比较器 A1 的正输入端,比较器 A1 的输出端连接 M3 的栅极,M3 的源极和漏极分别连接电阻 R1 的另一端和电阻 R2,电阻 R2、R3 串联,R3 的另一端接地,M2 的漏极连接电阻 R2 和 R3 之间,M2 的源极连接电阻 R3 接地端,M2 的栅极连接驱动模块。

3. 如权利要求 1 所述 LED 驱动电路,其特征在于所述采样与阈值设定模块的放大电路包括放大器 A1、MOS 管 M3、电阻 R1、电阻 R2、所述的 V_{in} 端口经过电阻 R1 连接比较器 A1 的负输入端,CS 端口连接比较器 A1 的正输入端,比较器 A1 的输出端连接 M3 的栅极,M3 的源极和漏极分别连接电阻 R1 的另一端和电阻 R2,电阻 R2 的另一端接地,所述采样与阈值设定模块还包括电压产生器 VREF2 以及选择器 SE1,电压产生器 VREF2 产生的最大电压 V_{max} 、最小电压 V_{min} 提供给选择器 SE1,驱动模块输出信号 PWM1 输入选择器 SE1,控制选择器输出最大电压 V_{max} 或最小电压 V_{min} ,作为设定阈值信号 V_t 。

4. 如权利要求 1 所述 LED 驱动电路,其特征在于所述比较模块采用的是比较器 A2,比较器 A2 的正输入端连接电压采样信号 V_s ,比较器 A2 的负输入端连接采样与阈值设定模块输出的设定阈值信号 V_t ,比较器 A2 的输出端产生比较信号 V_c 。

5. 如权利要求 1 所述 LED 驱动电路,其特征在于所述开关模块采用开关管 M1,M1 的栅极连接驱动模块的驱动器 DR1,M1 的源极接地,M1 的漏极作为 LED 驱动电路的 SW 输出端。

6. 如权利要求 1 所述 LED 驱动电路,其特征在于所述关断控制模块包括开关管导通检

测延时电路、开关管关闭检测延时电路、RS 触发器以及逻辑组合电路,所述的开关管导通检测延时电路在检测到驱动模块输出的 S1 信号的高电平时间大于开关管导通检测延时电路设定时间 t_1 时,同 RS 触发器以及逻辑组合电路作用,最终关断开关模块;所述的开关管关闭检测延时电路检测到 S3 信号低电平延时 t_2 时间后,同 RS 触发器以及逻辑组合电路作用,最终导通开关模块。

7. 如权利要求 6 所述 LED 驱动电路,其特征在于所述的开关管导通检测延时电路包括 MOS 管 M4,电容 C1,电流源 I1,反相器 N1、反相器 N2、反相器 N3,所述开关管关闭检测延时电路包括 MOS 管 M5,电容 C2,电流源 I2,反相器 N4、反相器 N5,信号 S1 经反相器 N1 连接 M4 的栅极,所述 M4 的漏极和源极连接电容 C1 的两端,M4 的源极接地,M4 的漏极连接电流源 I1,同时 M4 的漏极经反相器 N2、N3 反相输出信号 S2,信号 S2 连接 RS 触发器的 S 端,所述的 M5、电容 C2、反相器 N4、N5 的连接与所述的 M4、C1、N2、N3 的连接相同,反相器 N5 的输出连接 RS 触发器的 R 端,RS 触发器的 Qn 端连接 M5 的栅极,信号 S2、RS 触发器的 Q 端以及 V_c 共同作用于逻辑组合电路,输出信号 S3,所述的逻辑组合电路为 N3 反相输出信号 S2、RS 触发器的 Q 端连接或非门 150 并经反相器反相输入或非门 151 的一端, V_c 经反相器反相输入或非门 151 的另一端,或非门 151 输出信号 S3。

8. 如权利要求 1 所述 LED 驱动电路,其特征在于所述采样与阈值设定模块的放大电路包括放大器 A1、MOS 管 M3、MOS 管 M2、电阻 R1、电阻 R2、电阻 R3,所述的 V_{in} 端口经过电阻 R1 连接比较器 A1 的负输入端,CS 端口连接比较器 A1 的正输入端,比较器 A1 的输出端连接 M3 的栅极,M3 的源极和漏极分别连接电阻 R1 的另一端和电阻 R2,电阻 R2、R3 串联,R3 的另一端接地,M2 的漏极连接电阻 R2 和 R3 之间,M2 的源极连接电阻 R3 接地端,M2 的栅极连接驱动模块;所述开关模块采用开关管 M1,M1 的栅极连接驱动模块的驱动器 DR1,M1 的源极接地,M1 的漏极作为 LED 驱动电路的 SW 输出端。

9. 如权利要求 8 所述 LED 驱动电路,其特征在于所述关断控制模块输出的 S3 信号经驱动器 DR1 增强,产生信号 PWM、信号 PWM1 和信号 S1,信号 PWM 输出连接开关管 M1 的栅极,信号 PWM1 反馈给采样与阈值设定模块 M2 的栅极,改变采样与阈值设定模块的电压采样信号 V_s 或设定阈值信号 V_t ,信号 S1 反馈给关断控制模块。

10. LED 驱动电路的驱动方法,其特征在于:

当 LED 驱动电路输入电压 V_{in} 与外接 LED 电路的 LED 负载两端额定输出电压相差较小时,LED 驱动电路与外接 LED 电路初始上电,LED 驱动电路的采样与阈值设定模块输出的电压采样信号 V_s 小于设定阈值信号 V_t ,LED 驱动电路的开关模块 SW 端口输出低电平,当 LED 驱动电路的关断控制模块检测到驱动模块输出的 S1 信号的高电平时间大于关断控制模块的设定时间 t_1 时,关断控制模块的输出信号 S3 经驱动模块增强后,控制驱动模块输出的 PWM 信号变低,开关模块关断,关断控制模块将 S3 信号延时 t_2 时间后,信号 S3 再次发生翻转,S3 经驱动模块驱动增强后,控制驱动模块的输出 PWM 信号变高,开关模块导通,SW 端口输出低电平,PWM 信号为持续 t_1 时间高电平,持续时间为 t_2 低电平的固定脉宽信号,经过一段时间后,LED 驱动电路输出波形达到稳定,LED 负载输出电流稳定,LED 驱动电路自动循环上述过程,实现 LED 驱动电路对外接 LED 电路的滞环驱动。

11. 如权利要求 10 所述 LED 驱动电路的驱动方法,其特征在于:

当 LED 驱动电路输入电压 V_{in} 与外接 LED 电路的 LED 负载两端额定输出电压相差较大

时, LED 驱动电路与外接 LED 电路初始上电, LED 驱动电路的采样与阈值设定模块输出的电压采样信号 V_s 小于设定阈值信号 V_t , LED 驱动电路的开关模块的 SW 端口输出低电平, 开关模块的开通时间小于关断控制模块的设定的时间 t_1 , 驱动模块输出的 S1 信号不会引起关断控制模块输出的 S3 信号的翻转, S3 信号仅由比较模块的输出电压 V_c 决定, 当电压采样信号 V_s 增大到设定阈值信号 V_t 时, 比较模块的输出电压 V_c 发生翻转, 继而关断控制模块的输出信号 S3 翻转, 从而引起驱动模块的输出信号 PWM 翻转, 开关模块关断, 同时驱动模块的输出信号 PWM1 将采样电压 V_s 瞬间增大或者将 V_t 信号由最大值瞬间减小到最小值, 随后电压采样信号 V_s 减小到设定阈值信号 V_t 时, 比较模块再次翻转, 驱动模块输出信号 PWM 再次翻转, 开关模块导通, 同时 PWM1 信号将电压采样信号 V_s 瞬间减小或者将设定阈值信号 V_t 由最小值瞬间增大到最大值, 经过一段时间后, LED 驱动电路的输出波形达到稳定, LED 负载输出电流稳定, LED 驱动电路自动循环上述过程, 实现 LED 驱动电路对外接 LED 电路的滞环驱动。

LED 驱动电路及其驱动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及 LED 驱动电路技术,尤其涉及滞环控制模式的 LED 驱动电路的限流保护技术。

背景技术

[0002] LED 驱动电路,特别是大功率 LED 驱动电路,广泛采用滞环控制模式,其控制环路简单,无须斜坡补偿和频率补偿,所需外围元器件少,方便客户使用。

[0003] 目前,普遍采用的滞环控制模式的 LED 驱动电路的部分结构如图 1 所示,包括采样与阈值设定模块 10、比较模块 11、驱动模块 12 和开关模块 13,其中:

[0004] 所述采样与阈值设定模块 10 的 V_{in} 端口和 CS 端口连接外接 LED 电路的采样电阻 R_{sense} 两端,采样 R_{sense} 的电压,并通过放大电路将 R_{sense} 上的电压放大为电压采样信号 V_s ,同时采样与阈值设定模块 10 内部产生设定阈值信号 V_t ,电压采样信号 V_s 与设定阈值信号 V_t 输入比较模块 11 进行比较,所述采样与阈值设定模块 10 的 V_{in} 端口接入外部输入电压, PWM1 端口连接驱动模块 12,采样与阈值设定模块接地;

[0005] 所述比较模块 11 产生比较信号 V_c ,输出给驱动模块 12;

[0006] 所述驱动模块 12 产生信号 PWM 和信号 PWM1,信号 PWM 输入开关模块 13,信号 PWM1 反馈给采样与阈值设定模块 10,从而改变采样与阈值设定模块 10 的电压采样信号 V_s 或设定阈值信号 V_t ;

[0007] 所述开关模块 13 的输出端口 SW 控制外接 LED 电路的通断,开关模块 13 接地。

[0008] 图 1 所示的 LED 驱动电路的工作原理为:

[0009] (1) 当 LED 驱动电路输入电压 V_{in} 与外接 LED 电路的 LED 负载两端的额定输出电压相差较大时,LED 驱动电路与外接 LED 电路初始上电,LED 驱动电路的采样与阈值设定模块 11 输出的 V_s 信号小于信号 V_t 的值,LED 驱动电路的开关模块 13 的 SW 端口输出低电平,输入电压 V_{in} 经过外接 LED 电路的采样电阻 R_{sense} ,LED 负载,电感 L1,开关模块 13 到地的支路导通,该支路有电流 I_{L1} 出现,由于电感 L1 为储能元件, I_{L1} 为一从小到大逐渐增加的电流,当电压采样信号 V_s 等于设定阈值信号 V_t 时,比较模块 11 翻转,驱动模块 12 的输出信号 PWM 翻转,开关模块 13 关断,同时驱动模块 12 的输出信号 PWM1 反馈给采样与阈值设定模块 10,将电压采样信号 V_s 瞬间增大或者将设定阈值信号 V_t 由最大值瞬间减小到最小值(一般滞环控制 LED 驱动电路的回滞电压为 30%左右), V_s 信号瞬间增大或者 V_t 值瞬间减小反应到外接 LED 电路,即将电感 L1 电流由最大阈值 I_{max} 变到最小阈值 I_{min} ,如图 3 所示,开关模块 13 关断后,电感 L1 储存的电能通过肖特基二极管 D1 续流,仍然有逐渐减小的电流 I_{L1} 通过电感 L1、肖特基二极管 D1、采样电阻 R_{sense} 和 LED 负载组成的回路,随着 L1 储能的消耗和放电电流 I_{L1} 的逐渐减小,电压采样信号 V_s 减小到设定阈值信号 V_t 时,比较模块 11 再次翻转,驱动模块 12 的输出信号 PWM 再次翻转,开关模块 13 导通,同时 PWM1 信号将电压采样信号 V_s 瞬间减小或者将设定阈值信号 V_t 由最小值瞬间增大到最大值, V_s 信号瞬间减小或者 V_t 信号瞬间增大反应到外接 LED 电路,即将电感 L1 电流的比较阈值由最

小阈值 I_{min} 变到最大阈值 I_{max} , 经过一段时间后, 输出波形达到稳定, 输出电流稳定, LED 驱动电路系统自动循环上述过程, 实现对 LED 负载的滞环驱动, 图 3 所示为输入电压 V_{in} 与外接 LED 电路的 LED 负载两端的额定输出电压相差较大时电感电流 I_{L1} 波形, 从图中可以看到, 外接 LED 电路的 LED 负载输出平均电流 I_{out1} 为最大电流阈值 I_{max} 与最小电流阈值 I_{min} 的平均值, 即:

$$[0010] \quad I_{out1} = \frac{I_{max} + I_{min}}{2}$$

[0011] (2) 当 LED 驱动电路输入电压 V_{in} 与外接 LED 电路的 LED 负载两端的额定输出电压相差较小时, LED 驱动电路与外接 LED 电路初始上电, LED 驱动电路的采样与阈值设定模块 11 输出的电压采样信号 V_s 小于设定阈值信号 V_t , LED 驱动电路的开关模块 13 的 SW 端口输出低电平, 输入电压 V_{in} 经过外接 LED 电路的采样电阻 R_{sense} , LED 负载, 电感 $L1$, 开关模块 13 到地的支路导通, 该支路有电流 I_{L2} 出现, 由于电感 $L1$ 为储能元件, I_{L2} 为一个从小到大逐渐增加的电流, 因此时输入电压 V_{in} 与外接 LED 电路的中 LED 负载两端的额定输出电压接近, I_{L2} 电流增大到一定值时会保持恒定, 不能达到最大电流值, 此时电压采样信号 V_s 始终低于设定阈值信号 V_t , 比较模块 11 不发生翻转, 开关模块 12 一直处于导通状态, SW 的输出始终低, 此时 I_{L2} 电流波形如图 4 所示, 从图中可以看到, 外接 LED 电路中 LED 负载输出平均电流 I_{out2} 大于最大电流阈值与最小电流阈值的平均值, 并且会接近最大电流阈值 I_{max} 。

[0012] 通过上述分析可知, 图 1、图 2 所示的滞环控制模式的 LED 驱动电路缺点为: 当 LED 驱动电路输入电压 V_{in} 与外接 LED 电路的 LED 负载两端的额定输出电压相差较小时, 电感电流不能达到外接 LED 电路电感最大电流 I_{max} , 开关模块一直处于开通状态, 并且在一定的电压压差范围内, 外接 LED 电路的 LED 负载输出电流会接近最大电流值, 高于设定的平均电流值 (一般滞环驱动控制的最大电流值要比设定的平均电流大 15% 左右), 在这种使用状态下, LED 负载上的电流就会比额定工作电流大 15% 左右。实际测试的结果也证实了此缺点: 目前采用滞环控制方法的 LED 驱动电路, 一般在 10 ~ 12V 输入电压下驱动三颗串连的 LED 灯 (三颗 LED 压降 9.6V 左右), 电压由 10V ~ 12V 变化时输出电流会有从设定电流值的 1.15 倍电流减小到设定电流值的过程出现, 外接 LED 电路的 LED 负载输出电流的变化使得 LED 负载的电流不容易控制, 影响发光的稳定性, 同时 LED 驱动电路的输出电流超过 LED 的额定电流时会严重影响 LED 的寿命。

发明内容

[0013] 本发明旨在解决现有技术的不足, 提供一种滞环控制模式下, 当 LED 驱动电路的输入电压 V_{in} 与外接 LED 电路中的 LED 负载两端的额定输出电压相差较小时, 具有限流保护作用的 LED 驱动电路。

[0014] 同时本发明还提供了 LED 驱动电路的驱动方法。

[0015] LED 驱动电路包括采样与阈值设定模块、比较模块、关断控制模块、驱动模块和开关模块:

[0016] 所述采样与阈值设定模块的 V_{in} 端口和 CS 端口连接外接 LED 电路的采样电阻 R_{sense} 的两端, 采样 R_{sense} 的电压, 并通过采样与阈值设定模块的放大电路将 R_{sense} 上的

电压放大为电压采样信号 V_s , 同时采样与阈值设定模块内部产生设定阈值信号 V_t , 电压采样信号 V_s 与设定阈值信号 V_t 输入比较模块进行比较, 所述采样与阈值设定模块的 V_{in} 端口接入外部输入电压, PWM1 端口连接驱动模块, 采样与阈值设定模块接地;

[0017] 所述比较模块产生比较信号 V_c 输入关断控制模块;

[0018] 所述关断控制模块同时接受驱动模块的反馈, 产生信号 S_3 输入驱动模块;

[0019] 所述驱动模块产生信号 PWM、信号 PWM1 和信号 S_1 , 信号 PWM 输入开关模块, 信号 PWM1 反馈给采样与阈值设定模块, 改变采样与阈值设定模块的电压采样信号 V_s 或设定阈值信号 V_t , 信号 S_1 反馈给关断控制模块;

[0020] 所述开关模块的输出端口 SW 控制外接 LED 电路的通断, 开关模块接地。

[0021] 当 LED 驱动电路输入电压 V_{in} 与外接 LED 电路的 LED 负载两端额定输出电压相差较小时, 当 LED 驱动电路的关断控制模块检测到驱动模块输出的信号 S_1 的高电平时间大于关断控制模块的设定时间 t_1 时, 关断控制模块的输出信号 S_3 经驱动模块增强后, 控制驱动模块输出的 PWM 信号变低, 开关模块关断, 关断控制模块将信号 S_3 延时 t_2 时间后, 信号 S_3 再次发生翻转, 信号 S_3 经驱动模块驱动增强后, 控制驱动模块的输出信号 PWM 变高, 开关模块导通, SW 端口输出低电平, PWM 信号为持续 t_1 时间高电平, 持续时间为 t_2 低电平的固定脉宽信号, 经过一段时间后, LED 驱动电路输出波形达到稳定。

[0022] 如上 LED 驱动电路的驱动方法为:

[0023] (1) 当 LED 驱动电路输入电压 V_{in} 与外接 LED 电路的 LED 负载两端额定输出电压相差较小时, LED 驱动电路与外接 LED 电路初始上电, LED 驱动电路的采样与阈值设定模块输出的电压采样信号 V_s 小于设定阈值信号 V_t , LED 驱动电路的开关模块 SW 端口输出低电平, 输入电压 V_{in} 经过外接 LED 电路的采样电阻 R_{sense} , LED 负载, 电感 L_1 , 开关模块到地的支路导通, 该支路有电流 I_{L3} 出现, 由于电感 L_1 为储能元件, I_{L3} 为一从小到大逐渐增加的电流, 当 LED 驱动电路的关断控制模块检测到驱动模块输出的 S_1 信号的高电平持续时间大于关断控制模块的设定时间 t_1 时, 关断控制模块的信号 S_3 经驱动模块增强后, 控制驱动模块输出的 PWM 信号变低, 开关模块关断, 关断控制模块将 S_3 信号延时 t_2 时间后, 信号 S_3 再次发生翻转, S_3 经驱动模块驱动增强后, 控制驱动模块的输出 PWM 信号变高, 开关模块导通, SW 端口输出低电平, PWM 信号为持续 t_1 时间高电平, 持续时间为 t_2 低电平的固定脉宽信号, 经过一段时间后, LED 驱动电路输出波形达到稳定, LED 负载输出电流稳定, LED 驱动电路自动循环上述过程, 实现 LED 驱动电路对外接 LED 电路的滞环驱动。

[0024] (2) 当 LED 驱动电路输入电压 V_{in} 与外接 LED 电路的 LED 负载两端额定输出电压相差较大时, 即正常工作状态下, LED 驱动电路与外接 LED 电路初始上电, LED 驱动电路的采样与阈值设定模块输出的电压采样信号 V_s 小于设定阈值信号 V_t , LED 驱动电路的开关模块的 SW 端口输出低电平, 输入电压 V_{in} 经过外接 LED 电路的采样电阻 R_{sense} , LED 负载, 电感 L_1 , 开关模块到地的支路导通, 该支路有电流 I_{L4} 出现, 由于电感 L_1 为储能元件, I_{L4} 为一从小到大逐渐增加的电流, 开关模块的开通时间小于关断控制模块的设定的时间 t_1 , 因此, 驱动模块输出的 S_1 信号不会引起关断控制模块输出的 S_3 信号的翻转, S_3 信号仅由比较模块的输出电压 V_c 决定, 当电压采样信号 V_s 增大到设定阈值信号 V_t 时, 比较模块的输出电压 V_c 发生翻转, 继而关断控制模块的输出信号 S_3 翻转, 从而引起驱动模块的输出信号 PWM 翻转, 开关模块关断, 同时驱动模块的输出信号 PWM1 将采样电压 V_s 瞬间增大或者将 V_t 信号

由最大值瞬间减小到最小值,电感 L1 储存的电能通过肖特基二极管 D1 续流,仍然有逐渐减小的电流 I_{L1} 通过电感 L1、肖特基二极管 D1、采样电阻 Rsense 和 LED 负载组成的回路,随着 L1 储能的消耗和放电电流 I_{L4} 的逐渐减小,电压采样信号 Vs 减小到设定阈值信号 Vt 时,比较模块再次翻转,驱动模块输出信号 PWM 再次翻转,开关模块导通,同时 PWM1 信号将电压采样信号 Vs 瞬间减小或者将设定阈值信号 Vt 由最小值瞬间增大到最大值,Vs 信号瞬间减小或者 Vt 信号瞬间增大反应到外部电路,即将电感 L1 电流的比较阈值由最小阈值 Imin 变到最大阈值 Imax,经过一段时间后,输出波形达到稳定,输出电流稳定,LED 驱动电路自动循环上述过程,实现 LED 驱动电路对外接 LED 电路的滞环驱动。

[0025] 本发明有益效果是:加入限流保护电路的滞环 LED 驱动电路在输入电压 Vin 与与外接 LED 电路的 LED 负载两端额定输出电压压差较小时,LED 驱动电路的开关模块避免了一直导通的现象,即在每个周期有固定开通时间 t1,固定关断时间 t2,从而限制了平均输出电流的大小,通过设置 t1 和 t2 时间,使得平均输出电流远远小于最大阈值电流 Imax,从而解决了电流过大对 LED 寿命的影响以及在一定的工作场合下电流变化带来的 LED 灯闪烁的问题。

附图说明

[0026] 图 1 为目前滞环控制模式的 LED 驱动电路部分结构图。

[0027] 图 2 为目前滞环控制模式的 LED 驱动电路同外接 LED 电路的电路图。

[0028] 图 3 为目前滞环控制模式的 LED 驱动电路在压差较大时流过电感的实际电流波形图。

[0029] 图 4 为目前滞环控制模式的 LED 驱动电路在压差较小时流过电感的实际电流波形图。

[0030] 图 5 为本发明 LED 驱动电路部分结构图。

[0031] 图 6 为本发明 LED 驱动电路同外接 LED 电路的电路图 A。

[0032] 图 7 为本发明 LED 驱动电路同外接 LED 电路的电路图 B。

[0033] 图 8 为本发明 LED 驱动电路关断控制模块的电路图。

[0034] 图 9 为本发明 LED 驱动电路的信号波形图。

具体实施方式

[0035] 以下结合附图对本发明内容进一步说明。

[0036] 如图 5 所示,LED 驱动电路包括采样与阈值设定模块 10、比较模块 11、关断控制模块 14、驱动模块 12 和开关模块 13:

[0037] 所述采样与阈值设定模块 10 的 Vin 端口和 CS 端口连接外接 LED 电路的采样电阻 Rsense 的两端,采样 Rsense 的电压,并通过放大电路将 Rsense 上的电压放大为电压采样信号 Vs,同时采样与阈值设定模块 10 内部产生设定阈值信号 Vt,电压采样信号 Vs 与设定阈值信号 Vt 输入比较模块 11 进行比较,所述采样与阈值设定模块 10 的 Vin 端口接入外部输入电压,PWM1 端口连接驱动模块 12,采样与阈值设定模块接地;

[0038] 所述比较模块 11 产生比较信号 Vc,输出给关断控制模块 14;

[0039] 所述关断控制模块 14 同时接受驱动模块 12 的反馈,并产生信号 S3 输入驱动模块

12；

[0040] 所述驱动模块 12 产生信号 PWM、信号 PWM1 和信号 S1，信号 PWM 输入开关模块 13，信号 PWM1 反馈给采样与阈值设定模块 10，从而改变采样与阈值设定模块的电压采样信号 V_s 或设定阈值信号 V_t ，信号 S1 反馈给关断控制模块 14；

[0041] 所述开关模块 13 的输出端口 SW 控制外接 LED 电路的通断，开关模块接地。

[0042] 如图 5、图 6、图 7 所示，所述的外接 LED 电路包括串接的采样电阻 R_{sense} 、LED 负载、电感 L1 和肖特基二极管 D1。

[0043] 图 6 为图 5 所示 LED 驱动电路的电路图：

[0044] 其中，所述采样与阈值设定模块 10 的放大电路包括放大器 A1、MOS 管 M3、MOS 管 M2、电阻 R1、电阻 R2、电阻 R3，所述的 V_{in} 端口经过电阻 R1 连接比较器 A1 的负输入端，CS 端口连接比较器 A1 的正输入端，比较器 A1 的输出端连接 M3 的栅极，M3 的源极和漏极分别连接电阻 R1 的另一端和电阻 R2，电阻 R2、R3 串联，R3 的另一端接地，M2 的漏极连接电阻 R2 和 R3 之间，M2 的源极连接电阻 R3 接地端，M2 的栅极连接驱动模块 12；

[0045] 其中，所述比较模块 11 采用的是比较器 A2，比较器 A2 的正输入端连接电压采样信号 V_s ，比较器 A2 的负输入端连接采样与阈值设定模块 10 输出的设定阈值信号 V_t ，比较器 A2 的输出端产生比较信号 V_c ；

[0046] 其中，所述开关模块采用开关管 M1，M1 的栅极连接驱动模块的驱动器 DR1，M1 的源极接地，M1 的漏极作为 LED 驱动电路的 SW 输出端；

[0047] 其中，如图 8 所示为关断控制模块 14 的一种具体实现方式，所述的关断控制模块 14 包括开关管导通检测延时电路、开关管关闭检测延时电路，RS 触发器以及逻辑组合电路，所述的开关管导通检测延时电路包括 MOS 管 M4，电容 C1，电流源 I1，反相器 N1、反相器 N2、反相器 N3，所述开关管关闭检测延时电路包括 MOS 管 M5，电容 C2，电流源 I2，反相器 N4、反相器 N5，信号 S1 经反相器 N1 连接 M4 的栅极，所述 M4 的漏极和源极连接电容 C1 的两端，M4 的源极接地，M4 的漏极连接电流源 I1，同时 M4 的漏极经反相器 N2、N3 反相输出信号 S2，信号 S2 连接 RS 触发器的 S 端，所述 M5、电容 C2、反相器 N4、N5 的连接与所述的 M4、C1、N2、N3 的连接相同，反相器 N5 的输出连接 RS 触发器的 R 端，RS 触发器的 Q_n 端连接 M5 的栅极，信号 S2、RS 触发器的 Q 端以及 V_c 共同作用于逻辑组合电路，输出信号 S3，图 8 所示的逻辑组合电路为 N3 反相输出信号 S2、RS 触发器的 Q 端连接或非门 150 并经反相器反相输入或非门 151 的一端， V_c 经反相器反相输入或非门 151 的另一端，或非门 151 输出信号 S3；

[0048] 所述的关断控制模块 14 输出的 S3 信号经驱动器 DR1 增强，产生信号 PWM、信号 PWM1 和信号 S1，信号 PWM 输入开关管 M1 的栅极，信号 PWM1 反馈给采样与阈值设定模块 10 的 M2 栅极，改变采样与阈值设定模块 10 的电压采样信号 V_s ，信号 S1 反馈给关断控制模块 14。

[0049] 图 6 所示 LED 驱动电路，在输入电压 V_{in} 与外接 LED 电路中的 LED 负载两端的额定输出电压相差较小时，其驱动方法为：

[0050] LED 驱动电路与外接 LED 电路初始上电，LED 驱动电路的采样与阈值设定模块 10 的电压产生器 VREF1 产生设定阈值信号 V_t ，LED 驱动电路 V_{in} 端口和 CS 端口采样 R_{sense} 上的电压，采样与阈值设定模块 10 的放大器 A1、M3 和电阻 R1，R2，R3 组成电压放大电路，将 R_{sense} 上的电压进行放大，产生采样电压 V_s ， V_s 电压的大小为：

$$[0051] \quad V_s = \frac{R_{sense} \times I_{L3}}{R1} \times (R2 + R3)$$

[0052] 电压采样信号 V_s 与设定阈值信号 V_t 经比较器 A2 进行比较, 比较器 A2 输出比较信号 V_c 的电压为低, 关断控制模块输出信号 S3 为低, 信号 S3 经过驱动器 DR1 增强后, 输出信号 PWM 的电压为高, 开关管 M1 导通, SW 端口输出为低电平, 同时信号 PWM1 为高, M2 导通, 此时 V_s 电压变为 :

$$[0053] \quad V_s = \frac{R_{sense} \times I_{L3}}{R1} \times R2$$

[0054] V_{in} 经过外接 LED 电路的 R_{sense} , LED 负载, L1, 开关管 M1 到地的支路导通, 该支路有电流 I_{L3} 出现, 由于电感 L1 为储能元件, I_{L3} 为一个从小到大逐渐增加的电流, 由于输入电压 V_{in} 与外接 LED 电路中的 LED 负载两端的输出电压压差较小, I_{L3} 的最大值始终达不到最大电流 I_{max} 的大小, 也就是 V_s 小于 V_t , 此时开关管 M1 一直导通,

[0055] 最大电流 I_{max} 为 :

$$[0056] \quad I_{max} = \frac{V_t \times R1}{R2 \times R_{sense}}$$

[0057] 最小电流 I_{min} 为 :

$$[0058] \quad I_{min} = \frac{V_t \times R1}{(R2 + R3) \times R_{sense}}$$

[0059] 驱动器 DR1 输出的 S1 信号检测开关管 M1 开通的时间, 开关管导通检测延时电路的工作过程为 : 当开关管 M1 导通时, S1 信号为高, 反相器 N1 输出低电平, M4 不导通, 电流源 I1 向电容 C1 充电, 电流源 I1 与电容 C1 之间的 A 点电位提高, 经过 t_1 时间, 当 A 点电位升高到反相器 N2 的翻转电压 V_1 时, 反相器 N2, N3 翻转, 信号 S2 变为高电平, RS 触发器的 Q 端电平由低变高, Qn 端电平由高变低, S2 端电平变高以及 Q 端电平变高控制信号 S3 端电平变低, PWM 信号变低, 开关管 M1 关断, 同时 S1 信号变低, S2 信号变低 ; 开关管关闭检测延时电路的工作过程为 : S2 由低变高, Qn 端电平由高变低, M5 不导通, I2 给电容 C2 充电, 经过 t_2 时间, 当电流源 I2 与电容 C2 之间的 B 点电压升高到反相器 N4 的翻转电压 V_2 时, 反相器 N4, N5 发生翻转, RS 触发器的 R 端变高, Q 端变低, 等待 Q 端电平变低后, 与非门 150 输出高电平, 由于 V_c 电平始终为低, 使得 S3 信号变高, PWM 信号变高, 开关管 M1 导通, 这样, PWM 信号为持续 t_1 时间高电平, 持续时间为 t_2 低电平的固定脉宽信号, 经过一段时间后, 输出波形达到稳定, 输出电流稳定, 所述 t_1 由 I1, C1 以及反相器的翻转电压 V_1 的大小决定, t_2 由 I2, C2 以及反相器的翻转电压 V_2 大小决定, 计算公式为 : $t_1 = \frac{C1 \times V1}{I1}$, $t_2 = \frac{C2 \times V2}{I2}$, 通过

控制 t_1 和 t_2 时间可以控制输出电流的大小。如上所述的信号波形如图 9 所示, S1, S3 分别为图 8 中的两个信号, Q 为图 8 中 RS 触发器的 Q 端输出信号, I_{max} 为电感电流的最大阈值电流, I_{min} 为电感电流的最小阈值电流, I_{L3} 为电感电流波形, I_{out2} 为未加关断控制模块的输出平均电流, I_{out3} 为增加关断控制模块后的输出平均电流。图 6 所示 LED 驱动电路在输入电压 V_{in} 与外接 LED 电路中的 LED 负载两端的额定输出电压相差较小时, 输出电流的平均值远小于最大阈值电流 I_{max} 值, 从而达到限流的目的, 由时序图可以看到, I_{out3} 较 I_{out2} 有了明显的减小。

[0060] 如图 7 所示的 LED 驱动电路的电路图是图 6 的一种变化, 其中, 图 7 中所述采样与

阈值设定模块的放大电路包括放大器 A1、MOS 管 M3、电阻 R1、电阻 R2、所述的 V_{in} 端口经过电阻 R1 连接比较器 A1 的负输入端,CS 端口连接比较器 A1 的正输入端,比较器 A1 的输出端连接 M3 的栅极,M3 的源极和漏极分别连接电阻 R1 的另一端和电阻 R2,电阻 R2 的另一端接地,图 7 中的 SE1 为选择器,VREF2 为电压产生器,产生最大电压 V_{max} 和最小电压 V_{in} 两种电压,当 PWM1 信号为高时,选择器 SE1 将 V_{max} 输出作为 V_t ,当 PWM1 的信号为低时,选择器将 V_{min} 输出作为设定阈值信号 V_t ,相对于图 6 中 PWM1 信号改变采样电压值 V_s ,图 7 是通过 PWM1 信号改变设定阈值信号 V_t ,两者的目的均为产生电感电流的最大阈值和最小阈值,只是具体实现方式不同,其工作原理与图 6 相同。

[0061] 本发明公开了 LED 驱动电路及其驱动方法,并且参照附图描述了本发明的具体实施方式和效果。应该理解到的是,上述实施例只是对本发明的说明,而不是对本发明的限制,任何不超出本发明实质精神范围内的发明创造,包括但不限于对关断控制模块的组成方式的修改、对电路的局部构造的变更,如替换本发明中关断控制模块的时间检测电路、增加减少逻辑控制、对元器件的类型或型号的替换,以及其他非实质性的替换或修改等,均落入本发明保护范围之内。

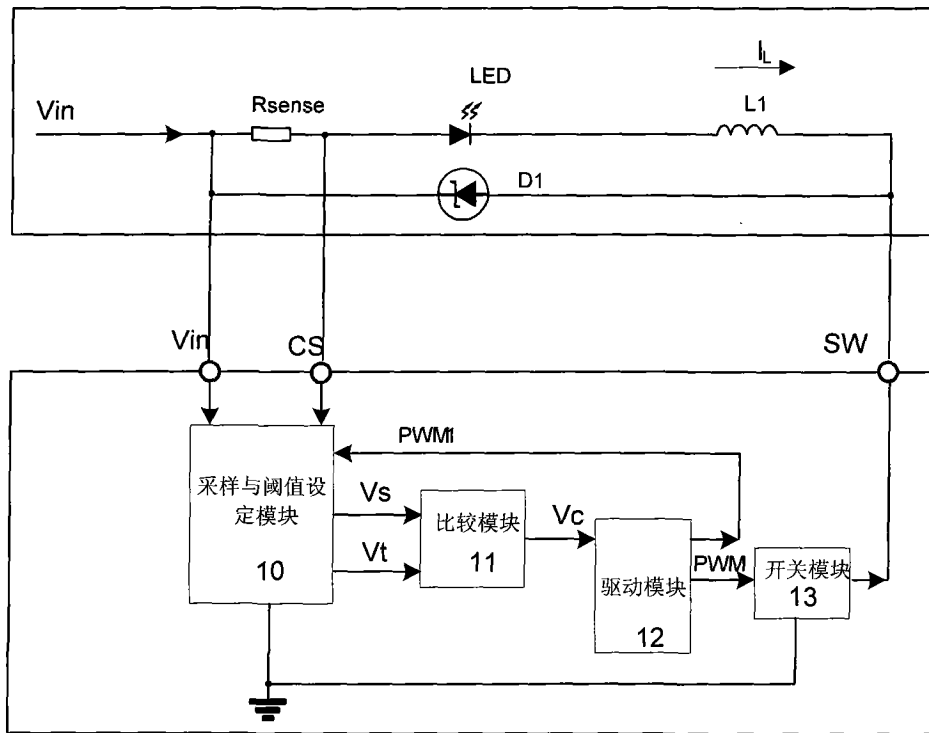


图 1

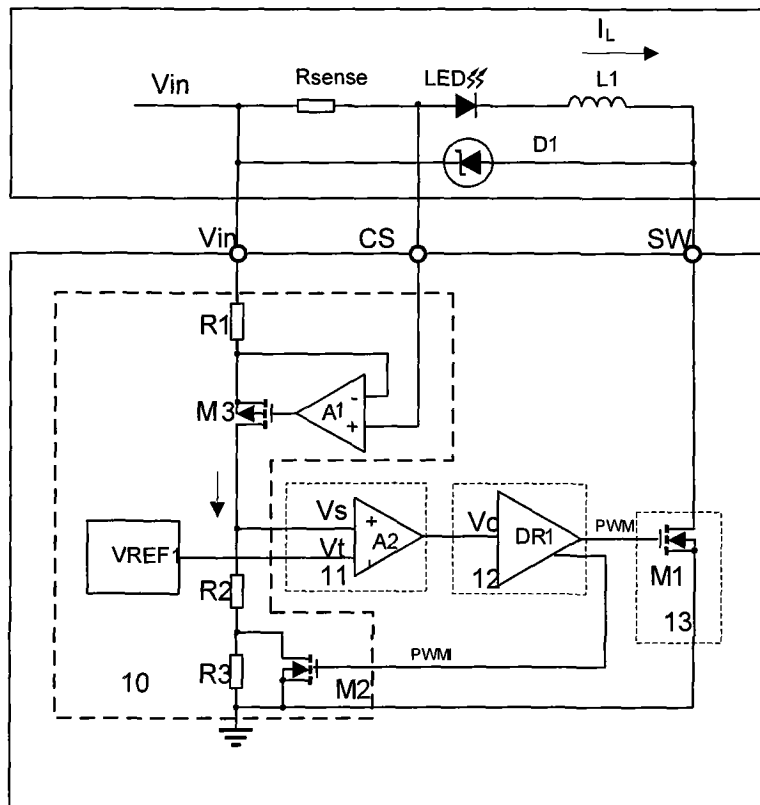


图 2

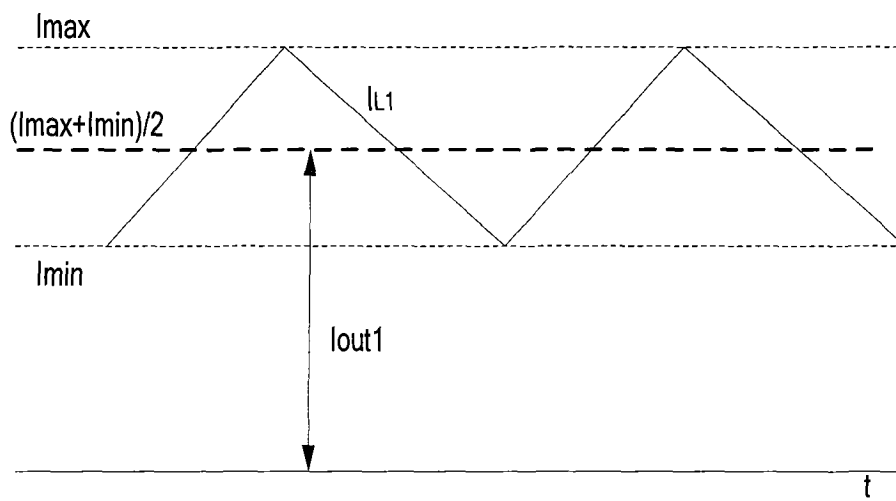


图 3

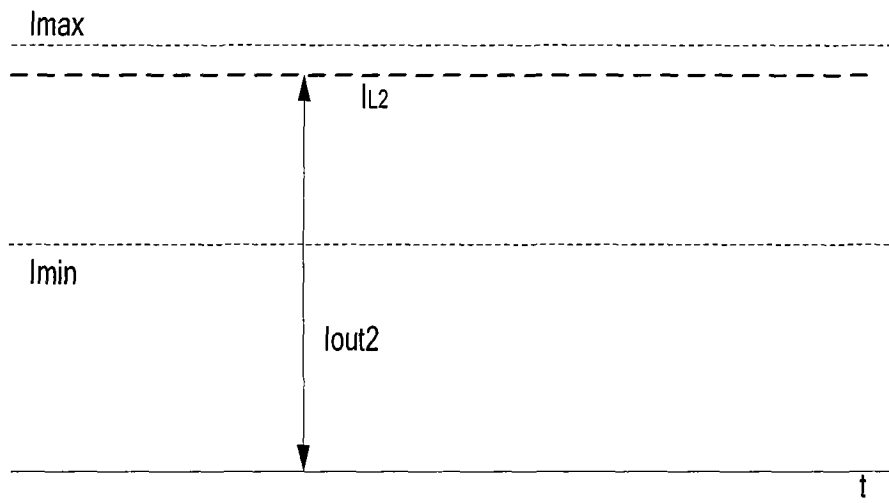


图 4

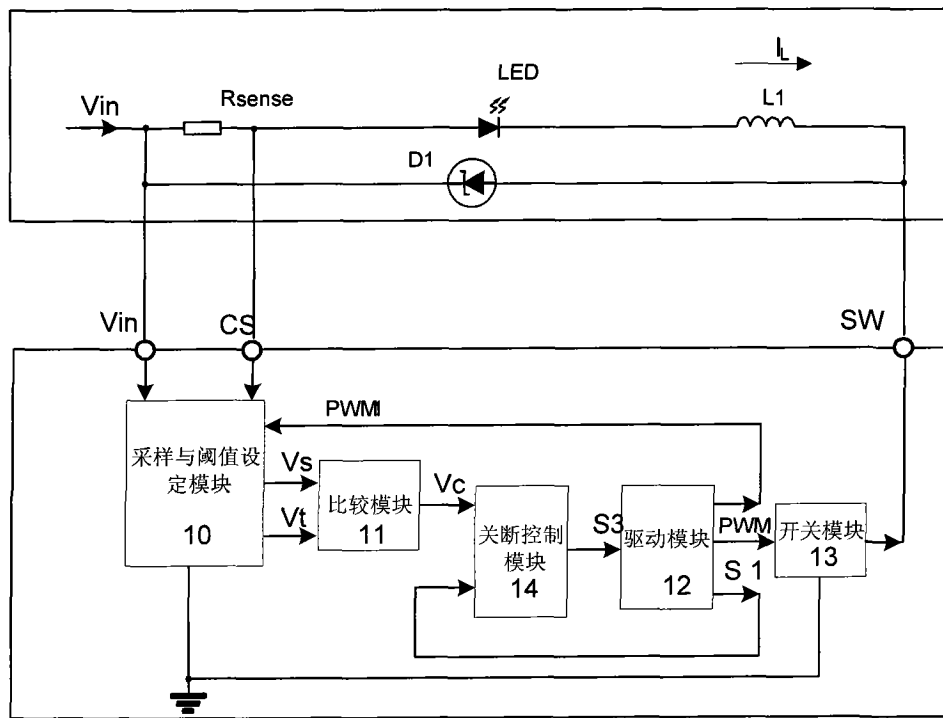


图 5

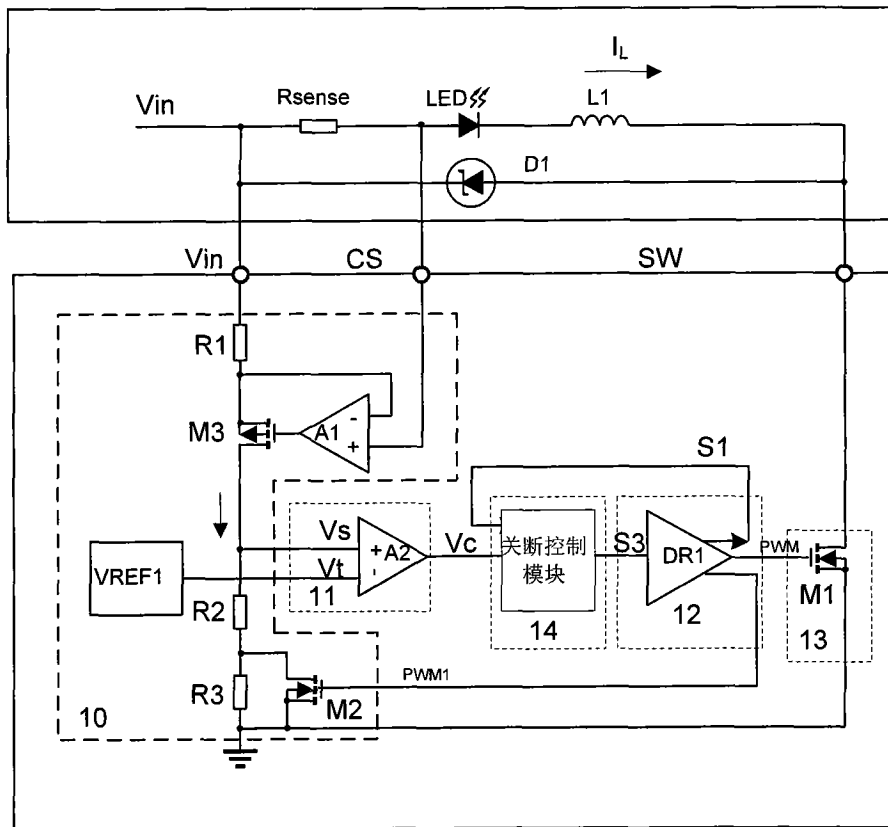


图 6

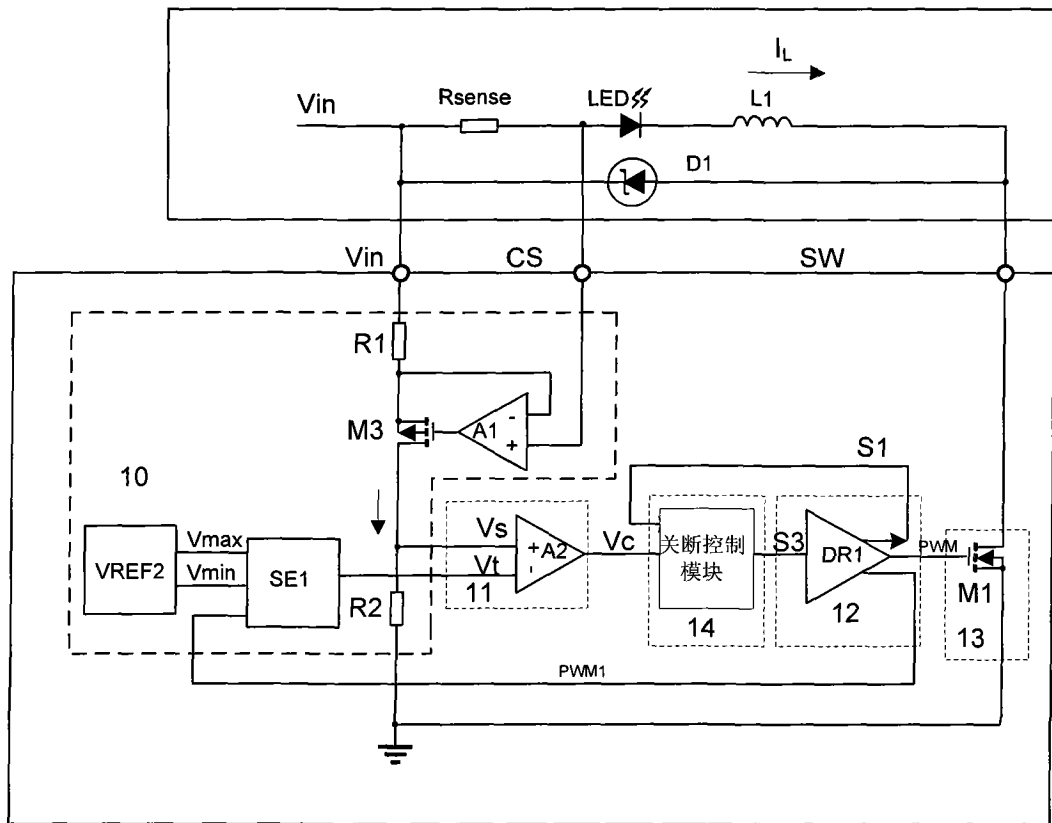


图 7

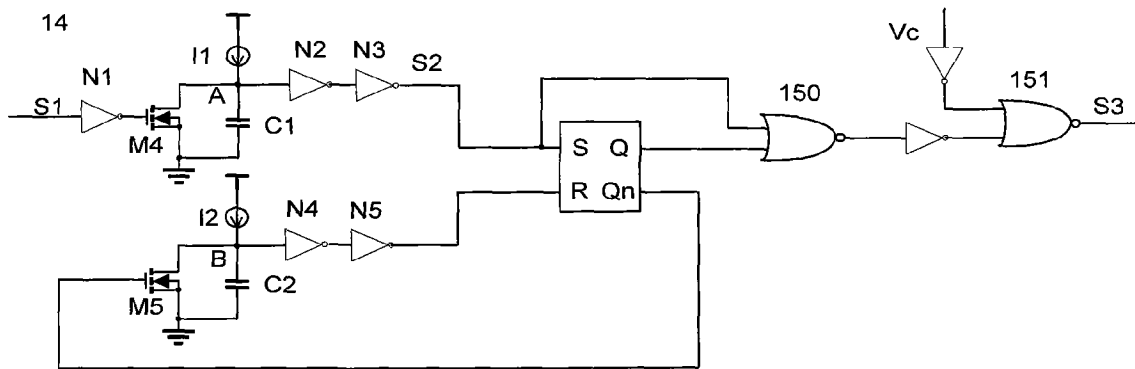


图 8

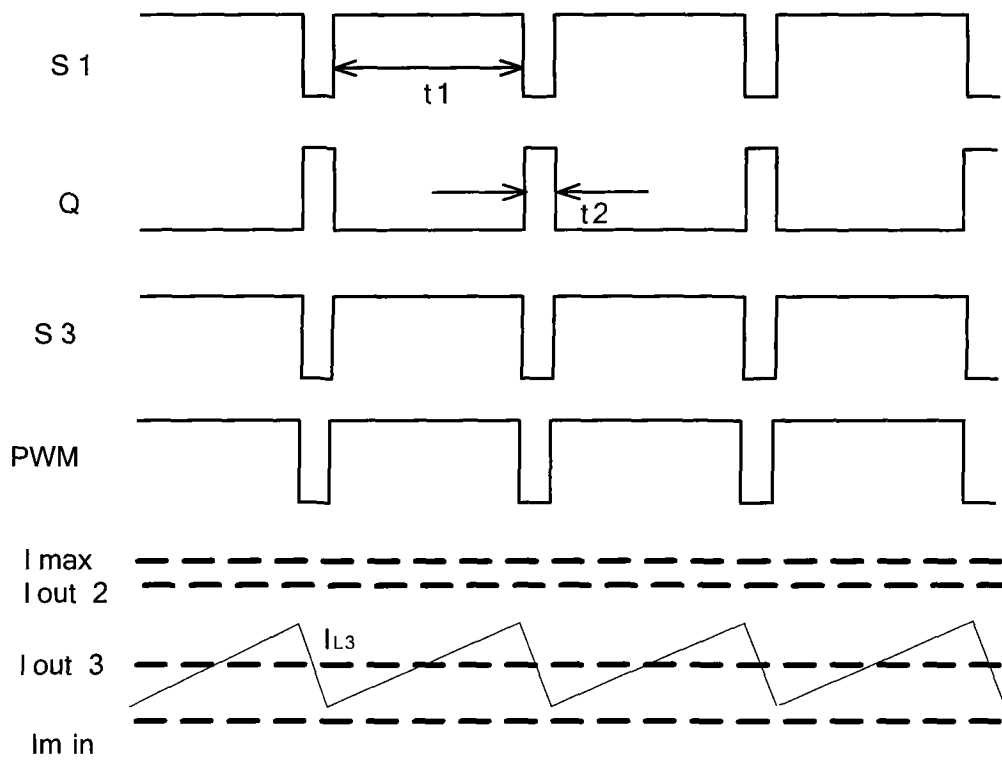


图 9