



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101969723 B

(45) 授权公告日 2013. 06. 26

(21) 申请号 201010298967. 4

CN 201805599 U, 2011. 04. 20, 权利要求

(22) 申请日 2010. 09. 30

1-4.

(73) 专利权人 杭州电子科技大学

US 20080316781 A1, 2008. 12. 25, 全文 .

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区 2
号大街

CN 101834541 A, 2010. 09. 15, 全文 .

US 20090146575 A1, 2009. 06. 11, 全文 .

US 20100019696 A1, 2010. 01. 28, 全文 .

CN 201439885 U, 2010. 04. 21, 全文 .

(72) 发明人 谢小高 王加莲

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公
司 33200

审查员 史永良

代理人 杜军

(51) Int. Cl.

H05B 37/02 (2006. 01)

H02M 3/335 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101835317 A, 2010. 09. 15, 说明书第
19-25 段和附图 1-2.

CN 101668369 A, 2010. 03. 10, 说明书第 5 页
第 13 行到第 6 页第 25 行和附图 1-3, 7.

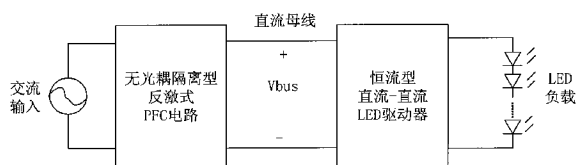
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种高功率因数的无光耦两级式 LED 驱动器
电路

(57) 摘要

本发明公开了一种高功率因数的无光耦两级式 LED 驱动器电路。现有的驱动电路元器件多, 成本高。本发明包括无光耦隔离型反激式 PFC 电路和恒流型直流 - 直流 LED 驱动器。无光耦隔离型反激式 PFC 电路的正端输出与恒流型直流 - 直流 LED 驱动器的正端输入相连, 无光耦隔离型反激式 PFC 电路的负端输出与恒流型直流 - 直流 LED 驱动器的负端输入相连; 恒流型直流 - 直流 LED 驱动器的正端输出与 LED 负载的阳极相连, 恒流型直流 - 直流 LED 驱动器的负端输出与 LED 负载的阴极相连。本发明使得两级式 LED 驱动器的元件数量大大减少, 降低了电路成本, 增加了两级式 LED 驱动器的稳定性和可靠性。



1. 一种高功率因数的无光耦两级式 LED 驱动器电路,包括无光耦隔离型反激式 PFC 电路和恒流型直流-直流 LED 驱动器;无光耦隔离型反激式 PFC 电路的正端输出与恒流型直流-直流 LED 驱动器的正端输入相连,无光耦隔离型反激式 PFC 电路的负端输出与恒流型直流-直流 LED 驱动器的负端输入相连;恒流型直流-直流 LED 驱动器的正端输出与 LED 负载的阳极相连,恒流型直流-直流 LED 驱动器的负端输出与 LED 负载的阴极相连,其特征在于:

无光耦隔离型反激式 PFC 电路包括反激式拓扑主电路、分压电路、采样电路和 PFC 控制电路;采样电路的输入端与反激式拓扑主电路中变压器 T 的辅助绕组的异名端连接,采样电路的输出端接分压电路的输入端,分压电路的输出端接 PFC 控制电路的输入端,PFC 控制电路的输出端接反激式拓扑主电路中开关管的门极;

所述的反激式拓扑主电路包括输入整流桥 B1、输入电容 C1、隔离变压器 T、输出整流器 Do、输出电容 Cbus 和开关管 M1;输入整流桥 B1 的两个输入端分别接交流输入两端,整流桥 B1 的正端输出接隔离变压器 T 的原边绕组同名端,整流桥 B1 的负端输出接地;输入电容 C1 的一端与整流桥 B1 的正端输出连接,另一端与整流桥 B1 的负端输出连接;隔离变压器 T 的原边绕组异名端接开关管 M1 的漏极,开关管 M1 的源极接地,开关管 M1 的门极接 PFC 控制电路的输出,隔离变压器 T 的副边绕组异名端接输出整流器 Do 的阳极;输出整流器 Do 的阴极、输出电容 Cbus 的正极与恒流型直流-直流 LED 驱动器的正端输入连接,隔离变压器 T 的副边绕组同名端、输出电容 Cbus 的负极与恒流型直流-直流 LED 驱动器的负端输入连接,隔离变压器 T 的辅助绕组 Taux 的同名端接地;

所述的分压电路包括电阻 R1、电阻 R2 和电阻 Rf1,电阻 R1 的一端与采样电路的输出端连接,电阻 R1 的另一端、电阻 R2 的一端与电阻 Rf1 的一端连接,电阻 R2 的另一端接地;电阻 Rf1 的另一端接 PFC 控制电路的输入端;

采样电路包括稳压管 Zc、电阻 Rc1、三极管 Qc、开关 Sc1、开关 Sc2、电容 Cc1、电容 Cc2、开关 Sc4、比较器 Uc1、电阻 Rc2、反相器 Uc2、或非门 Uc3、开关 Sc5 和电容 Cc4;

稳压管 Zc 的阴极、电阻 Rc1 的一端与直流电压 Vcc 连接,电阻 Rc1 另一端接三极管 Qc 的集电极,稳压管 Zc 的阳极接三极管 Qc 的门极;三极管 Qc 的射极接开关 Sc1 的一端,开关 Sc1 的另一端与开关 Sc2 的一端、电容 Cc1 的一端和开关 Sc3 的一端与比较器 Uc1 的正端相连;开关 Sc2 的另一端与电容 Cc1 的另一端相连之后接地,开关 Sc3 的另一端、电容 Cc2 的一端和开关 Sc4 的一端与比较器 Uc1 的负端相连;电容 Cc2 的另一端和开关 Sc4 的另一端相连之后接地;比较器 Uc1 的输出端与电阻 Rc2 的一端以及或非门 Uc3 的一个输入端相连,电阻 Rc2 的另一端和 Cc3 的一端与反相器 Uc2 的输入端相连,反相器 Uc2 的输出端与或非门 Uc3 的另一个输入端相连;或非门 Uc3 的输出端接开关 Sc5 和 Sc4 的门极,用来控制开关 Sc5 和开关 Sc4 的通断;开关 Sc5 的一端接辅助绕组 Taux 的异名端,开关 Sc5 的另一端接电容 Cc4 的一端作为电压采样电路的输出端,电容 Cc4 的另一端接地。

一种高功率因数的无光耦两级式 LED 驱动器电路

技术领域

[0001] 本发明属于开关电源技术领域,涉及一种高功率因数的无光耦两级式 LED 驱动器电路。

背景技术

[0002] 出于安全的考虑,很多的 LED 灯具均要求 LED 驱动器具备隔离功能,即实现输出与电网输入的电气隔离。另外为了减轻 LED 驱动器对公用电网的电力污染危害程度,大功率的 LED 驱动器需采用功率因数校正 (Power Factor Correction,简称 PFC) 技术。一种大功率的 LED 驱动器常采用的两级结构如图 1 所示,前级采用隔离型的功率因数校正电路,本质上是一个稳压电路,即通过光耦反馈输出电压来控制前级变换器的输出电压稳定,并实现交流进线的高功率因数;后级变换器采用恒流控制的直流-直流 (DC/DC) 变换电路,实现 LED 恒流输出。两级电路最大的缺点是电路元器件多,成本高,此外前级电路输出电压隔离反馈采用的光耦存在老化问题,影响电路的稳定性,同时弱化了电气隔离的强度。

发明内容

[0003] 本发明的目的是针对现有技术的不足,提供了一种高功率因数的无光耦两级式 LED 驱动器电路。

[0004] 本发明解决技术问题所采取的技术方案为:

[0005] 本发明包括无光耦隔离型反激式 PFC 电路和恒流型直流-直流 LED 驱动器。

[0006] 无光耦隔离型反激式 PFC 电路的正端输出与恒流型直流-直流 LED 驱动器的正端输入相连,无光耦隔离型反激式 PFC 电路的负端输出与恒流型直流-直流 LED 驱动器的负端输入相连;恒流型直流-直流 LED 驱动器的正端输出与 LED 负载的阳极相连,恒流型直流-直流 LED 驱动器的负端输出与 LED 负载的阴极相连。

[0007] 所述的无光耦隔离型反激式 PFC 电路包括反激式拓扑主电路、采样电路、分压电路和 PFC 控制电路。该无光耦隔离型反激式 PFC 电路采用以下两种技术方案。

[0008] 技术方案一:采样电路的输入端与反激式拓扑主电路中变压器 T 的辅助绕组的异名端连接,采样电路的输出端接分压电路的输入端,分压电路的输出端接 PFC 控制电路的输入端,PFC 控制电路的输出端接反激式拓扑主电路中开关管的门极。

[0009] 所述的反激式拓扑主电路包括输入整流桥 B1、输入电容 C1、隔离变压器 T、输出整流器 Do、输出电容 Cbus 和开关管 M1。输入整流桥 B1 的两个输入端分别接交流输入两端,整流桥 B1 的正端输出接隔离变压器 T 的原边绕组同名端,整流桥 B1 的负端输出接地;输入电容 C1 的一端与整流桥 B1 的正端输出连接,另一端与整流桥 B1 的负端输出连接;隔离变压器 T 的原边绕组异名端接开关管 M1 的漏极,开关管 M1 的源极接地,开关管 M1 的门极接 PFC 控制电路的输出,隔离变压器 T 的副边绕组异名端接输出整流器 Do 的阳极;输出整流器 Do 的阴极、输出电容 Cbus 的正极与恒流型直流-直流 LED 驱动器的正端输入连接,隔离变压器 T 的副边绕组同名端、输出电容 Cbus 的负极与恒流型直流-直流 LED 驱动器的负端

输入连接,隔离变压器 T 的辅助绕组 Taux 的同名端接地。

[0010] 所述的分压电路包括电阻 R1、电阻 R2 和电阻 Rf1,电阻 R1 的一端与采样电路的输出端连接,电阻 R1 的另一端、电阻 R2 的一端与电阻 Rf1 的一端连接,电阻 R2 的另一端接地;电阻 Rf1 的另一端接 PFC 控制电路的输入端。

[0011] 进一步来说,采样电路包括稳压管 Zc、电阻 Rc1、三极管 Qc、开关 Sc1、开关 Sc2、电容 Cc1、电容 Cc2、开关 Sc4、比较器 Uc1、电阻 Rc2、反相器 Uc2、或非门 Uc3、开关 Sc5 和电容 Cc4。

[0012] 稳压管 Zc 的阴极、电阻 Rc1 的一端与直流电压 Vcc 连接,电阻 Rc1 另一端接三极管 Qc 的集电极,稳压管 Zc 的阳极接三极管 Qc 的门极;三极管 Qc 的射极接开关 Sc1 的一端,开关 Sc1 的另一端与开关 Sc2 的一端、电容 Cc1 的一端和开关 Sc3 的一端与比较器 Uc1 的正端相连;开关 Sc2 的另一端与电容 Cc1 的另一端相连之后接地,开关 Sc3 的另一端、电容 Cc2 的一端和开关 Sc4 的一端与比较器 Uc1 的负端相连;电容 Cc2 的另一端和开关 Sc4 的另一端相连之后接地;比较器 Uc1 的输出端与电阻 Rc2 的一端以及或非门 Uc3 的一个输入端相连,电阻 Rc2 的另一端和 Cc3 的一端与反相器 Uc2 的输入端相连,反相器 Uc2 的输出端与或非门 Uc3 的另一个输入端相连;或非门 Uc3 的输出端接开关 Sc5 和 Sc4 的门极,用来控制开关 Sc5 和开关 Sc4 的通断(高电平导通);开关 Sc5 的一端接辅助绕组 Taux 的异名端,开关 Sc5 的另一端接电容 Cc4 的一端作为电压采样电路的输出端,Cc4 的另一端接地;其中,开关 Sc1、开关 Sc2 和开关 Sc3 可以是金属氧化物半导体场效应管、绝缘栅双极晶体管、双极晶体管或其它等效的开关电路。

[0013] 进一步来说,采样电路也可以由二极管 D1 和电容 C2 组成,二极管 D1 的阳极作为采样电路输入端与反激式拓扑主电路中变压器的辅助绕组的异名端连接,二极管 D1 的阴极与电容 C2 的一端连接后作为采样电路输出端,电容 C2 的另一端接地。

[0014] 技术方案二:采样电路的输入端与反激式拓扑主电路中变压器 T 的原边绕组异名端连接,采样电路的输出端接分压电路的输入端,分压电路的输出端接 PFC 控制电路的输入端,PFC 控制电路的输出端接反激式拓扑主电路中开关管的门极。

[0015] 所述的反激式拓扑主电路包括输入整流桥 B1、输入电容 C1、隔离变压器 T、输出整流器 Do、输出电容 Cbus 和开关管 M1。输入整流桥 B1 的两个输入端分别接交流输入两端,整流桥 B1 的正端输出接隔离变压器 T 的原边绕组同名端,整流桥 B1 的负端输出接地;输入电容 C1 的一端与整流桥 B1 的正端输出连接,另一端与整流桥 B1 的负端输出连接;隔离变压器 T 的原边绕组异名端接开关管 M1 的漏极与采样电路的输入端,开关管 M1 的源极接地,开关管 M1 的门极接 PFC 控制电路的输出;隔离变压器 T 的副边绕组异名端接输出整流器 Do 的阳极;输出整流器 Do 的阴极、输出电容 Cbus 的正极与恒流型直流-直流 LED 驱动器的正端输入连接,隔离变压器 T 的副边绕组同名端、输出电容 Cbus 的负极与恒流型直流-直流 LED 驱动器的负端输入连接。

[0016] 所述的分压电路包括电阻 R1、电阻 R2 和电阻 Rf1,电阻 R1 的一端与采样电路的输出端连接,电阻 R1 的另一端、电阻 R2 的一端与电阻 Rf1 的一端连接,电阻 R2 的另一端接地;电阻 Rf1 的另一端接 PFC 控制电路的输入端。

[0017] 所述的采样电路包括电容 Cb、电阻 Rb、二极管 Db 和电容 Cc,电容 Cb 的一端作为采样电路的输入端接开关管 M1 的漏极,电容 Cb 的另一端与电阻 Rb 的一端、二极管 Db 的阳极

相连,电阻 R_b 的另一端接地,二极管 D_b 的阴极接电容 C_c 的一端并作为采样电路的输出端接电阻 R_1 的一端,电容 C_c 的另一端接地。

[0018] 无光耦隔离型反激式 PFC 电路为本发明提出的高功率因数的无光耦两级式 LED 驱动器电路的前级,主电路拓扑采取反激式拓扑,包括传统的单管反激拓扑、双管反激拓扑或其它反激拓扑的变结构;无光耦隔离型反激式 PFC 电路输入为交流电压,即 50Hz 的市电,通过对前级隔离型反激式 PFC 电路中的开关管的控制,实现高功率因数;其中,控制模式不限,可以是峰值电流模式控制、恒导通时间控制、平均电流模式控制或单周控制等。此外,为了获得后级恒流型直流-直流 LED 驱动器的高效率,需要对无光耦隔离型反激式 PFC 电路的输出电压进行恒压控制。由于反激式电路的变压器辅助绕组的电压可以大致反映出输出电压,因此本发明的无光耦隔离型反激 PFC 电路的输出电压控制可通过检测变压器辅助绕组电压实现,从而省去了光耦元件,如前文技术方案一所述。由于反激式电路原边开关管两端的电压也可以大致反映出输出电压,因此另一种对输出电压的控制可以通过检测反激式电路开关管两端的电压实现,如前文技术方案二所述。

[0019] 恒流型直流-直流 LED 驱动器主电路为输出恒流控制的非隔离型直流-直流变换电路,控制上采用恒流控制方式以实现 LED 负载的恒流输出;主电路拓扑可以为 buck、boost、buck-boost、cuk、zeta 或 sepic 等六种常规非隔离型拓扑中任意一种或其它变结构。

[0020] 本发明的原理:通过检测前级隔离型反激式 PFC 电路的辅助绕组电压或者原边开关管两端电压间接检测出前级 PFC 电路的输出电压,然后经原边负反馈控制电路控制开关管占空比使前级 PFC 电路的输出一个稳定的电压,从而省去光耦元件;然后通过后级恒流型直流-直流 LED 驱动器实现 LED 负载的恒流输出。

[0021] 本发明的有益效果在于:省去了前级 PFC 电路的光耦元件和副边电压采样电路等,使得两级式 LED 驱动器的元件数量大大减少,降低了电路成本,增加了两级式 LED 驱动器的稳定性和可靠性。

附图说明

[0022] 图 1 为传统的带功率因数校正和恒流控制两级结构的 LED 驱动器原理图;

[0023] 图 2 为本发明框图;

[0024] 图 3 为本发明技术方案一框图;

[0025] 图 4 为本发明技术方案二框图;

[0026] 图 5 为本发明的第一具体实施例示意图;

[0027] 图 6 为图 5 实施例的工作原理波形图;

[0028] 图 7 为电压采样电路的一个具体实施例;

[0029] 图 8 为电压采样电路的工作原理波形图;

[0030] 图 9 为本发明的第二具体实施例示意图;

[0031] 图 10 为本发明的第三具体实施例示意图。

具体实施方式

[0032] 以下结合附图对本发明内容进行详细说明。

[0033] 参照图 2, 一种高功率因数的无光耦两级式 LED 驱动器电路包括无光耦隔离型反激式 PFC 电路和恒流型直流-直流 LED 驱动器。

[0034] 无光耦隔离型反激式 PFC 电路的两个输入端接交流电源, 正端输出接恒流型直流-直流 LED 驱动器正端输入, 负端输出接恒流型直流-直流 LED 驱动器的负端输入; 无光耦隔离型反激式 PFC 电路的作用主要是实现整个 LED 驱动器高功率因数, 并且将波动的交流输入电压变换为稳定的直流输出电压。恒流型直流-直流 LED 驱动器的正端输出与 LED 负载的阳极相连, 恒流型直流-直流 LED 驱动器的负端输出与 LED 负载的阴极相连; 恒流型直流-直流 LED 驱动器作用是实现对 LED 负载的恒流控制。

[0035] 图 3 为本发明技术方案一框图: 采样电路 10 的输入端与反激式拓扑主电路中变压器 T 的辅助绕组的异名端连接, 采样电路 10 的输出端接分压电路 20 的输入端, 分压电路的输出端接 PFC 控制电路 30 的输入端, PFC 控制电路 30 的输出端接反激式拓扑主电路中开关管的门极。

[0036] 图 4 为本发明技术方案二框图: 采样电路 10 的输入端与反激式拓扑主电路中变压器 T 的原边绕组异名端连接, 采样电路 10 的输出端接分压电路 20 的输入端, 分压电路的输出端接 PFC 控制电路 30 的输入端, PFC 控制电路 30 的输出端接反激式拓扑主电路中开关管的门极。图 5 为本发明的第一具体实施例, 采用的是图 3 所示的技术方案一。其中, 无光耦隔离型反激式 PFC 电路包括整流桥 B1、输入电容 C1、带辅助绕组的隔离变压器 T、输出整流器 Do、输出电容 Cbus、电压采样电路 10、电阻 R1、电阻 R2、电阻 Rf1 和 PFC 控制电路 30; 恒流型直流-直流 LED 驱动器的具体实施方式不限; 整流桥 B1 的两个输入端分别接交流输入两端, 整流桥 B1 的正端输出接隔离变压器 T 的原边绕组同名端, 整流桥 B1 的负端输出接地, 输入电容 C1 与整流桥 B1 并联, 隔离变压器 T 的原边绕组异名端接开关管 M1 的漏极, 开关管 M1 的源极接地, 开关管 M1 的漏极接 PFC 控制电路 30 的输出, 隔离变压器 T 的副边绕组异名端接输出整流器 Do 的阳极, 输出整流器 Do 的阴极与输出电容 Cbus 的正极相连之后接到恒流型直流-直流 LED 驱动器的正端输入, 隔离变压器 T 的副边绕组同名端与输出电容 Cbus 的负极相连之后接到恒流型直流-直流 LED 驱动器的负端输入, 隔离变压器 T 的辅助绕组 Taux 的同名端接地, 异名端接电压采样电路 10 的输入端, 电压采样电路 10 的输出接电阻 R1 的一端, 电阻 R1 的另一端与电阻 R2 的一端、电阻 Rf1 的一端相连, 电阻 R2 的另一端接地, 电阻 Rf1 的另一端接 PFC 控制电路 30 的输入端。

[0037] 其中, 开关管 M1 可以是金属氧化物半导体场效应管, 绝缘栅双极晶体管或双极晶体管。

[0038] 其中, PFC 控制电路 30 可以是任意临界导通模式、平均电流模式或单周控制模式的 PFC 控制电路。上述 PFC 控制电路都内置一个带直流电压基准的电压误差放大器, 如图 5 所示的电压误差放大器 Uf1 和直流电压基准 Vref。图 5 中所示的 PFC 控制电路在实际应用中还需接外围电路, 如输入交流波形采样电路、电流采样电路和芯片供电电路等, 此外相对应的 PFC 主电路中需加电流采样电路等; 由于本发明的重点不在于具体的 PFC 功能实现上, 上述外围电路存在与否, 不会影响对发明精神实质的理解, 因此在图 5 以及后面附图中都省去了上述外围电路。

[0039] 参照图 6 对图 5 实施例的工作原理进行说明: 图 6 中, V_{aux} 是隔离变压器 T 的辅助绕组 Taux 两端的电压波形, $V_{gsample}$ 是电压采样电路 10 中的采样开关信号波形, V_{sample}

是电压采样电路的输出波形；忽略隔离型 PFC 主电路的变压器漏感的影响， V_{aux} 的正的平台电压可以完全反映输出直流母线电压 V_{bus} ；通过采样 V_{aux} 的正的平台电压，由电阻 $R1$ 、电阻 $R2$ 分压后经电阻 $Rf1$ 送到 PFC 控制电路 30 中的电压误差放大器 $Uf1$ 负输入端，加以反馈控制，即可实现对输出直流母线电压 V_{bus} 的负反馈控制；例如当外界因素导致输出直流母线电压 V_{bus} 升高，则 V_{aux} 的正的平台电压随之升高；经过电压采样以及误差放大器 $Uf1$ 的误差放大、调制之后，使得开关管 $M1$ 的门极脉冲变窄，从而使输出直流母线电压 V_{bus} 降低，回到设定的稳态值；反之，当输出直流母线电压 V_{bus} 降低时，经过同样的负反馈控制可以使得输出直流母线电压 V_{bus} 稳定。考虑到 PFC 主电路的变压器漏感引起的谐振会使得 V_{aux} 波形在正的平台初始段有谐振波头，如图 6 所示，为了使采样的电压值能真实地反映输出直流母线电压，需将电压采样开关信号 $V_{gsample}$ 设置在 V_{aux} 正电平的中间段进行电压采样。

[0040] 图 7 给出了图 6 中电压采样电路 10 的一个具体实施例： V_{cc} 是直流电压，可以是芯片供电电压或其它构造出来的直流电压；稳压管 Zc 的阴极与电阻 $Rc1$ 的一端相连，接到 V_{cc} ，电阻 $Rc1$ 另一端接三极管 Qc 的集电极，稳压管 Zc 的阳极接三极管 Qc 的门极，三极管 Qc 的射极接开关 $Sc1$ 的一端，开关 $Sc1$ 的另一端与开关 $Sc2$ 的一端、电容 $Cc1$ 的一端、开关 $Sc3$ 的一端和比较器 $Uc1$ 的正端相连，开关 $Sc2$ 的另一端与电容 $Cc1$ 的另一端相连之后接地，开关 $Sc3$ 的另一端、电容 $Cc2$ 的一端、开关 $Sc4$ 的一端和比较器 $Uc1$ 的负端相连，电容 $Cc2$ 的另一端和开关 $Sc4$ 的另一端相连之后接地，比较器 $Uc1$ 的输出端与电阻 $Rc2$ 以及或非门 $Uc3$ 的一个输入端相连， $Rc2$ 的另一端与 $Cc3$ 的一端以及反相器 $Uc2$ 的输入端相连，反相器 $Uc2$ 的输出端与或非门 $Uc3$ 的另一个输入端相连，或非门 $Uc3$ 的输出端接开关 $Sc5$ 和 $Sc4$ 的门极和用来控制开关 $Sc5$ 和开关 $Sc4$ 的通断（高电平导通）、开关 $Sc5$ 的一端接辅助绕组 $Taux$ 的异名端，开关 $Sc5$ 的另一端接电容 $Cc4$ 的一端作为电压采样电路 10 的输出端，电容 $Cc4$ 的另一端接地；其中稳压管 Zc 、电阻 $Rc1$ 和三极管 Qc 构成恒流源电路；开关 $Sc1$ 、开关 $Sc2$ 、开关 $Sc3$ 的门极控制信号逻辑分别如图 8 中 V_{gsc1} 、 V_{gsc2} 和 V_{gsc3} 波形所示。结合图 8 波形对电压采样电路 10 的工作原理进行说明： V_{aux} 是辅助绕组两端的电压波形， $V(A)$ 、 $V(B)$ 和 $V(C)$ 分别是图 7 中 A、B 和 C 各点波形， V_{sample} 是电压采样电路 10 的输出波形；假设初始时 V_{aux} 为正间，开关 $Sc1$ 导通，稳压管 Zc 、电阻 $Rc1$ 和三极管 Qc 构成的恒流源给电容 $Cc1$ 线性充电；当 V_{aux} 为零，开关 $Sc1$ 关断，电容 $Cc1$ 的端电压 $V(A)$ 保持高电平，在 V_{aux} 等于零或者小于零的区间里某个时间，开关 $Sc3$ 导通一小段区间，电容 $Cc1$ 部分能量转移到电容 $Cc2$ ，使电容 $Cc2$ 的端电压 $V(B)$ 为高电平并保持；开关 $Sc2$ 在开关 $Sc3$ 导通之后且 V_{aux} 等于零或者小于零的区间里导通一小段区间，将电容 $Cc1$ 端电压 $V(A)$ 清零；当 V_{aux} 重新为正瞬间，开关 $Sc1$ 导通，恒流源重新给电容 $Cc1$ 线性充电；当电容 $Cc1$ 端电压 $V(A)$ 上升的到大于电容 $Cc2$ 的端电压 $V(B)$ 时，比较器 $Uc1$ 输出高电平；比较器 $Uc1$ 输出的宽脉冲经电阻 $Rc2$ 、电容 $Cc3$ 、反相器 $Uc2$ 和或非门 $Uc3$ 构成的信号处理单元转换为窄脉冲 $V_{gsample}$ ， $V_{gsample}$ 一方面接到开关 $Sc4$ 的门极，将电容 $Cc2$ 的端电压 $V(B)$ 进行清零，另一方面接到开关 $Sc5$ 的门极，对辅助绕组 $Taux$ 的正电平进行采样；通过调节电容 $Cc1$ 和 $Cc2$ 的容值比，可以调整电容 $Cc2$ 端电压 $V(B)$ 的高电平幅值，进而调整对辅助绕组 $Taux$ 的正电平采样的时间。

[0041] 其中，开关 $Sc1$ 、 $Sc2$ 和 $Sc3$ 可以是金属氧化物半导体场效应管，绝缘栅双极晶体

管、双极晶体管或其它等效的开关电路构成。

[0042] 图 7 中电压采样电路 10 的具体实施例的目的是为了获得在 V_{aux} 正电平的中间段的电压采样开关信号 $V_{gsample}$ 以对 V_{aux} 正电平进行采样。本领域的技术人员将认识到采样电路 10 可以有多种实施方式。

[0043] 图 9 是本发明的第二具体实施例。其中主电路结构与图 5 所示实施例相同，主要区别在于本实施例中的电压采样电路 10 是由二极管 D1 和电容 C2 组成。二极管 D1 和电容 C2 组成电压采样电路可以获取隔离变压器辅助绕组的正的峰值电压，由于隔离变压器漏感的存在，该正的峰值电压与辅助绕组的正的平台电压之间会存在一定偏差，从而导致电压采样的误差。

[0044] 图 10 是本发明的第三具体实施例，采用的是图 3 所示的技术方案二。其中，主电路结构基本与图 5 和图 9 的实施例相同，不同之处在于图 10 所示实施例中的电压采样不是来自于辅助绕组，而是直接从开关管 M1 的漏极-源极电压得到。参照图 10，电压采样电路 10 由电容 C_b 、电阻 R_b 、二极管 D_b 、电容 C_c 组成，其中，电容 C_b 的一端接开关管 M1 的漏极，电容 C_b 的另一端与电阻 R_b 的一端、二极管 D_b 的阳极相连，电阻 R_b 的另一端接原边地，二极管 D_b 的阴极接电容 C_c 的一端并作为电压采样电路 10 的输出端接电阻 R_1 的一端，电容 C_c 的另一端接地。其中电容 C_b 主要起到隔直作用，使得电阻 R_b 两端电压为一交变量，该交变量正向电压幅值与输出电压成比例；通过二极管 D_b 和电容 C_c 获得电阻 R_b 两端电压峰值，经电阻 R_1 和 R_2 分压之后送与控制芯片中进行反馈调制。

[0045] 无论上文说明如何详细，还有可以有多种方式实施本发明，说明书中所述的只是本发明的若干具体实施例子。凡根据本发明精神实质所做的等效变换或修饰，都应涵盖在本发明的保护范围之内。

[0046] 本发明实施例的上述详细说明并不是穷举的或者用于将本发明限制在上述明确的形式上。在上述以示意性目的说明本发明的特定实施例和实例的同时，本领域技术人员将认识到可以在本发明的范围内进行各种等同修改。

[0047] 本发明这里所提供的启示并不是必须或仅限于应用到 LED 驱动器，还可以应用到其它系统中。可将上述各种实施例的元件和作用相结合以提供更多的实施例。可以根据上述详细说明对本发明进行修改，在上述说明描述了本发明的特定实施例并且描述了预期最佳模式的同时，无论在上文中出现了如何详细的说明，也可以许多方式实施本发明。上述电路结构及其控制方式的细节在其执行细节中可以进行相当多的变化，然而其仍然包含在这里所公开的本发明中。如上述一样应当注意，在说明本发明的某些特征或者方案时所使用的特殊术语不应当用于表示在这里重新定义该术语以限制与该术语相关的本发明的某些特定特点、特征或者方案。总之，不应当将在随附的权利要求书中使用的术语解释为将本发明限定在说明书中公开的特定实施例，除非上述详细说明部分明确地限定了这些术语。因此，本发明的实际范围不仅包括所公开的实施例，还包括在权利要求书之下实施或者执行本发明的所有等效方案。

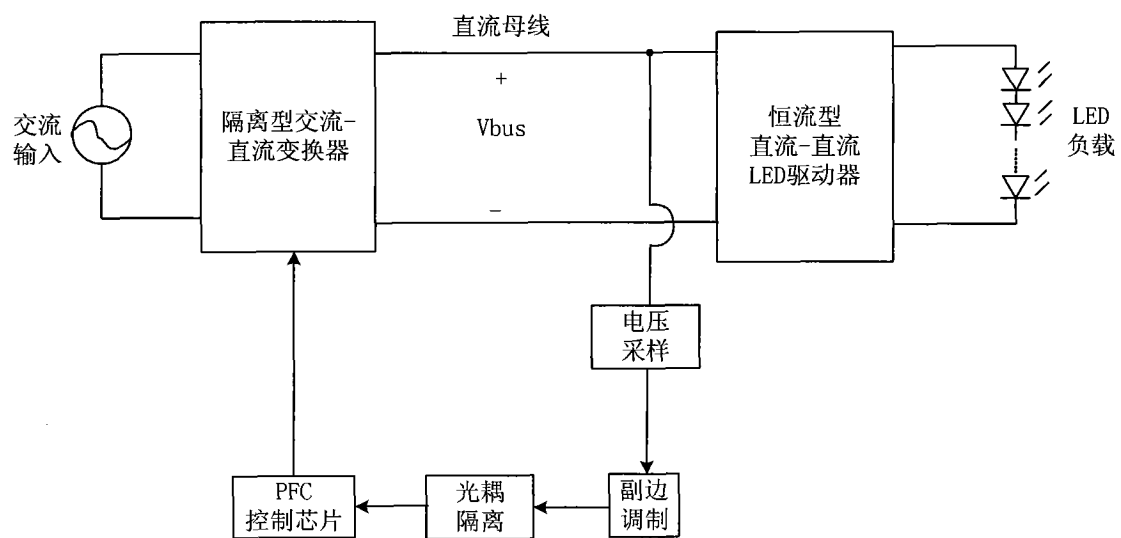


图 1

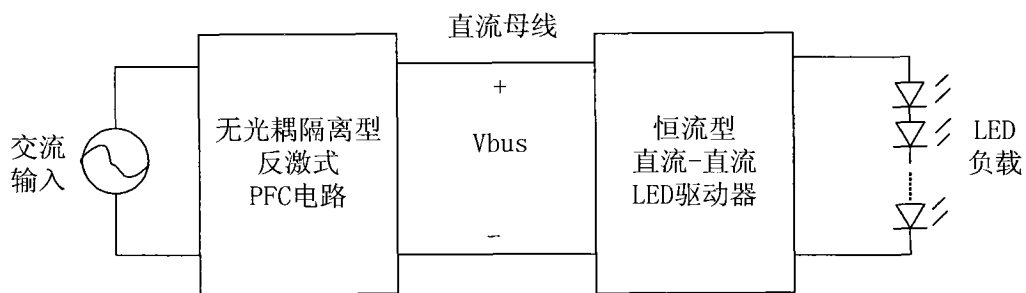


图 2

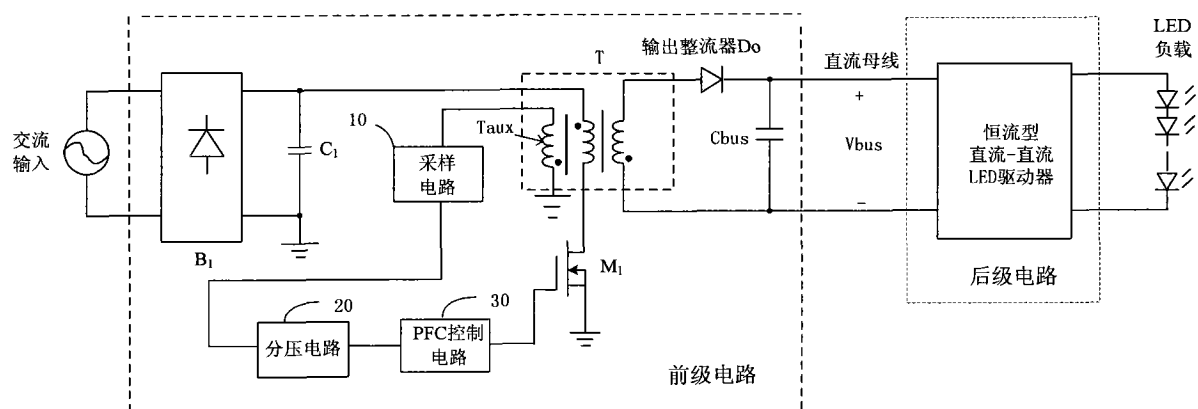


图 3

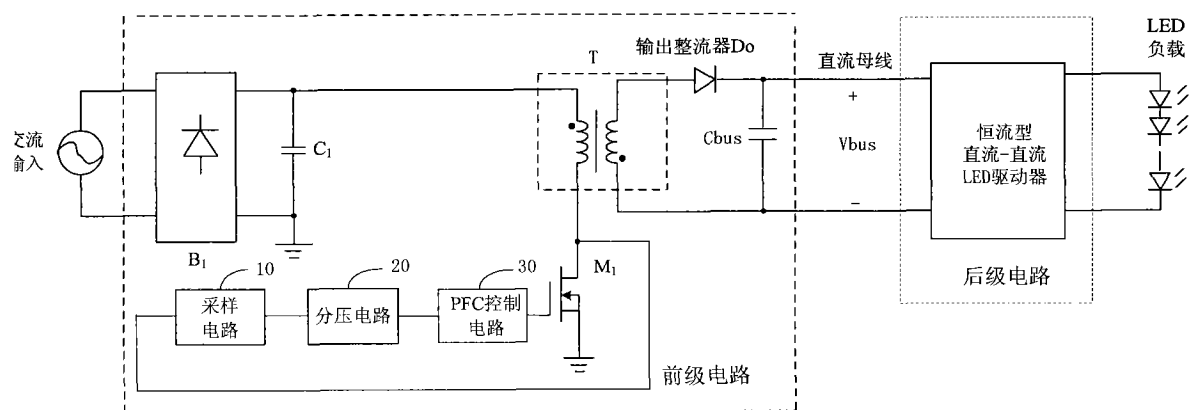


图 4

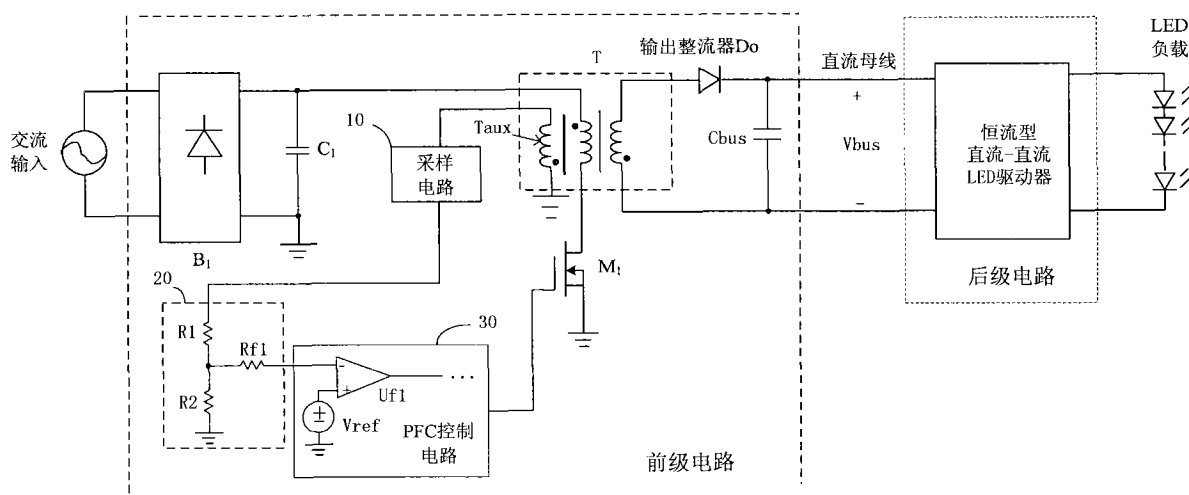


图 5

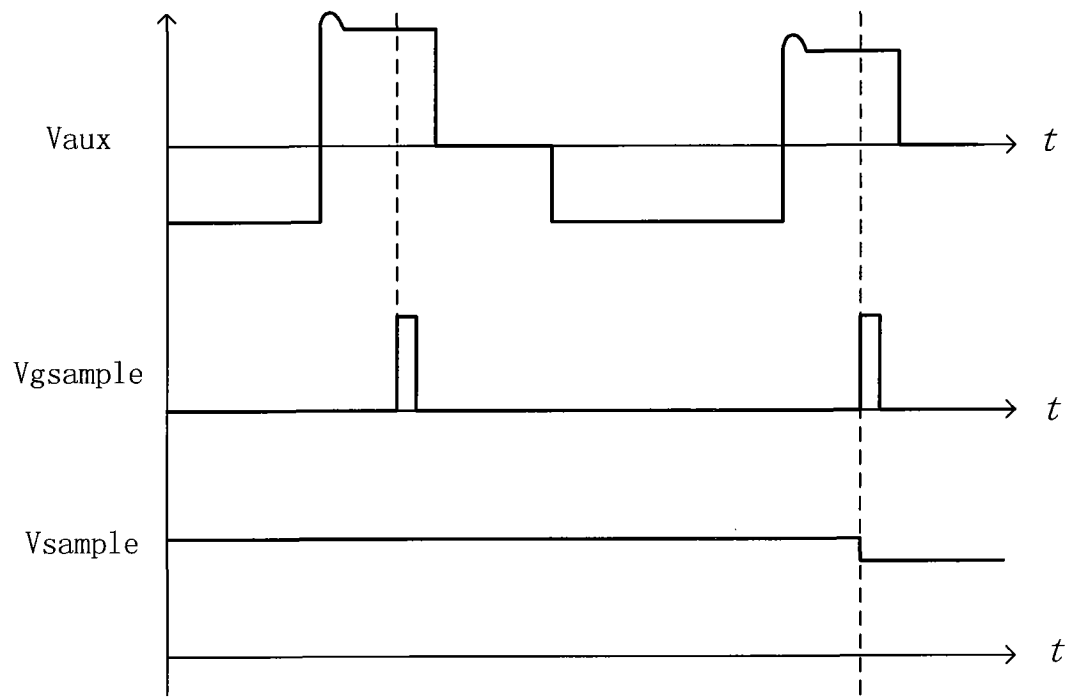


图 6

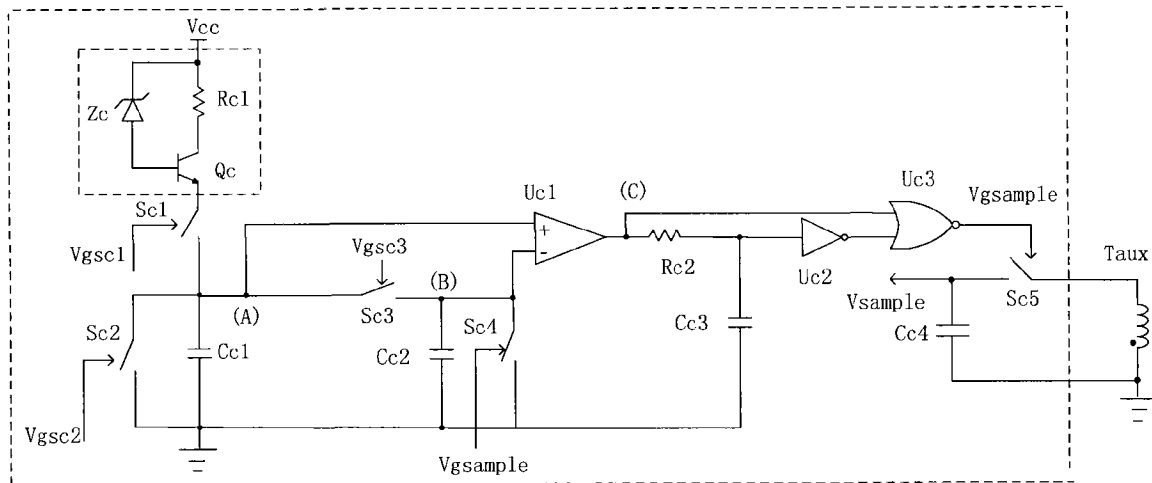


图 7

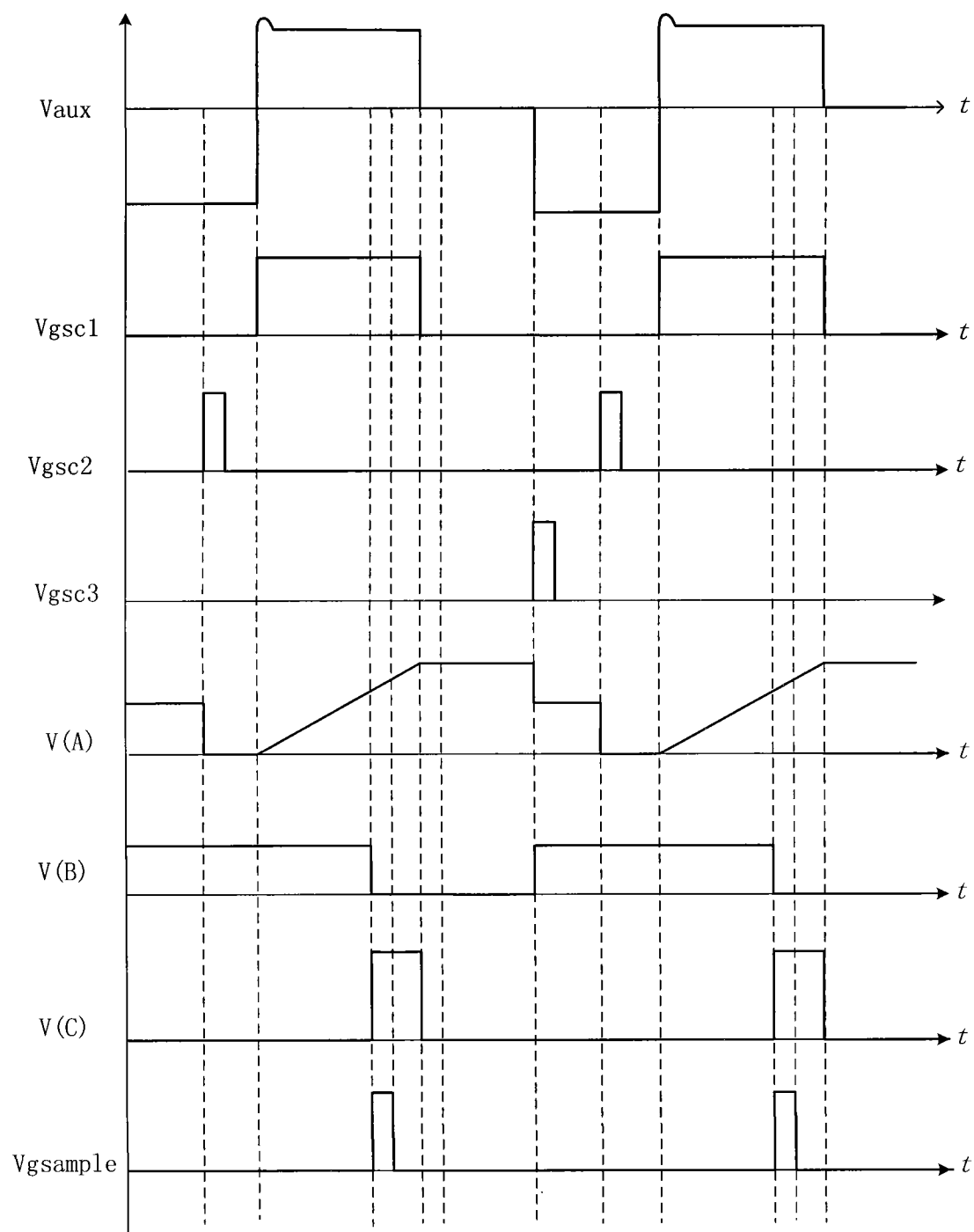


图 8

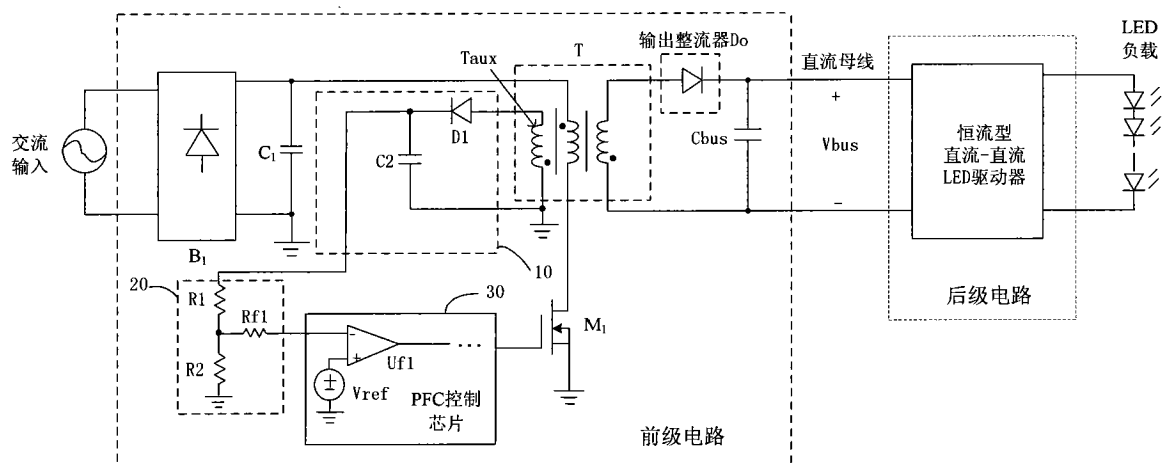


图 9

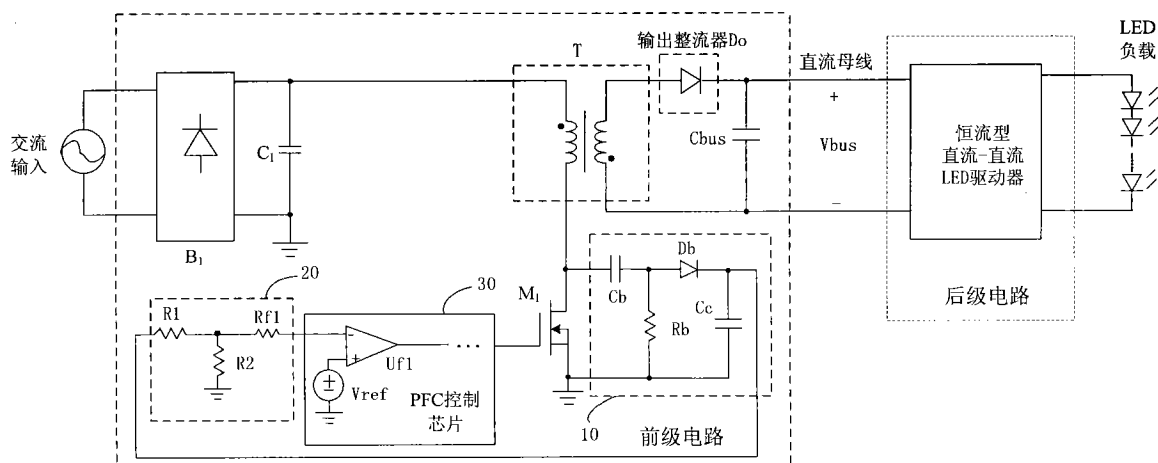


图 10