



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113315089 B

(45) 授权公告日 2023. 06. 23

(21) 申请号 202110586319.7

(56) 对比文件

(22) 申请日 2021.05.27

CN 203851350 U, 2014.09.24

CN 102843032 A, 2012.12.26

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113315089 A

审查员 何适

(43) 申请公布日 2021.08.27

(73) 专利权人 晶艺半导体有限公司

地址 610094 四川省成都市高新区盛华南
路80号32栋10层1020号

(72) 发明人 刘天涯

(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理

有限公司 11246

专利代理师 邹仕娟

(51) Int. Cl.

H02H 3/20 (2006.01)

H02H 7/20 (2006.01)

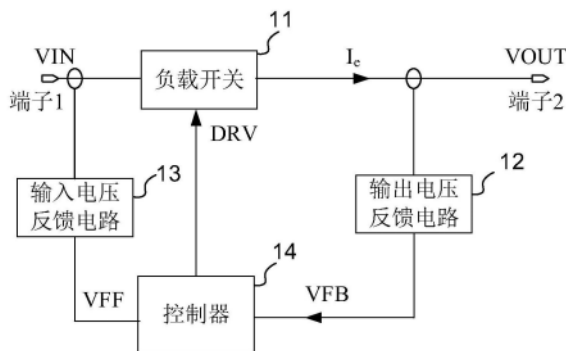
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种高电源抑制比负载开关电路及其控制方法

(57) 摘要

公开了一种高电源抑制比的负载开关电路和控制方法。该高电源抑制比的负载开关电路包括负载开关、输入电压反馈电路、输出电压反馈电路和控制电路,其中,负载开关第一端和第二端分别耦接供电电源和负载。控制电路接收代表负载开关输入电压信号的输入电压反馈信号和代表负载开关输出电压信号的输出电压反馈信号,并在负载开关完全导通时,将负载开关第一端和第二端之间的电压调整为一个固定的预设电压值。



1. 一种具有高电源抑制比的负载开关电路,包括:

负载开关,具有第一端、第二端和控制端,其中,第一端耦接至供电电源,第二端耦接至负载;

输出电压反馈电路,耦接至负载开关第二端,接收输出电压信号,并产生代表输出电压信号的输出电压反馈信号;

输入电压反馈电路,耦接至负载开关第一端,接收输入电压信号,并产生代表输入电压信号的输入电压反馈信号,其中,所述输出电压信号跟随输入电压信号变化而变化;以及

运算放大电路,接收输入电压反馈信号和输出电压反馈信号,并根据输入电压反馈信号和输出电压反馈信号产生第一控制信号,用于在负载开关完全导通时,将负载开关第一端和第二端之间的电压调整为一个固定的预设电压值,其中,所述运算放大电路包括偏置电路,用于提供一个偏置电压,所述固定的预设电压值与所述偏置电压的比值为常数 K 。

2. 如权利要求1所述的负载开关电路,其中,所述预设电压值为负载开关完全导通后其第一端和第二端之间电压的任一个可选电压值。

3. 如权利要求1所述的负载开关电路,其中,当输入电压信号和/或输出电压信号未超过过压阈值和/或未低于欠压阈值时,所述负载开关完全导通。

4. 如权利要求1所述的负载开关电路,其中,当流过负载开关的电流信号未超过限流阈值时,所述负载开关完全导通。

5. 如权利要求1所述的负载开关电路,其中,所述运算放大电路还包括:

运算放大器,具有第一输入端、第二输入端和输出端,其中,运算放大器的第一输入端接收输入电压反馈信号,运算放大器的第二端通过偏置电路接收输出电压反馈信号,运算放大器将叠加偏置电压后的输出电压反馈信号和输入电压反馈信号的差值进行运算放大,并在运算放大器的输出端产生第一控制信号。

6. 如权利要求1所述的负载开关电路,其中,所述运算放大电路还包括:

运算放大器,具有第一输入端、第二输入端和输出端,其中,运算放大器的第一输入端通过偏置电路接收输入电压反馈信号,运算放大器的第二输入端接收输出电压反馈信号,运算放大器将叠加偏置电压后的输入电压反馈信号和输出电压反馈信号的差值进行运算放大,并在运算放大器的输出端产生第一控制信号。

7. 如权利要求5或6所述的负载开关电路,其中,所述负载开关电路还包括:

误差放大器,具有第一输入端、第二输入端和输出端,误差放大器的第一输入端接收代表流过负载开关的电流的电流采样信号,误差放大器的第二输入端接收过限流阈值,误差放大器将电流采样信号和过流阈值进行比较,并将两者的差值放大,产生第二控制信号,其中,当电流采样信号大于过流阈值时,第一控制信号无效,第二控制信号用于调整负载开关的导通电阻值,直到关断负载开关。

8. 一种用于高电源抑制比负载开关电路的控制方法,其中,所述负载开关电路包括负载开关,负载开关的第一端耦接至供电电源,负载开关的第二端耦接至负载,所述控制方法包括:

采样负载开关第一端的输入电压信号,并产生代表输入电压信号的输入电压反馈信号;

采样负载开关第二端的输出电压信号,并产生代表输出电压信号的输出电压反馈信

号,其中,所述输出电压信号跟随输入电压信号变化而变化;以及

判断负载开关是否需要被关断;以及

当负载开关不需要被关断时,运算放大电路将根据输出电压反馈信号和输入电压反馈信号产生控制信号,所述控制信号用于将负载开关第一端和第二端之间的电压值调整至一个固定的预设电压值,其中,所述运算放大电路包括偏置电路,用于提供一个偏置电压,所述固定的预设电压值与所述偏置电压的比值为常数 K 。

9.如权利要求8所述的控制方法,其中,判断负载开关是否需要被关断的步骤包括判断输入电压信号和/或输出电压信号是否超过过压阈值和/或低于欠压阈值。

10.如权利要求8所述的控制方法,其中,判断负载开关是否需要被关断的步骤包括判断流过负载开关的电流信号是否超过限流阈值。

一种高电源抑制比负载开关电路及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明的实施例涉及电子电路,尤其涉及一种高电源抑制比负载开关电路及其控制方法。

背景技术

[0002] 在许多电子设备应用中,常需要在供电系统和负载之间耦接负载开关(又称电子保险丝E-fuse),用于对供电系统或负载进行保护操作。当系统出现异常的时候,负载开关将及时切断供电系统与负载之间的连接,从而达到保护整个系统的目的。

[0003] 然而在一些对噪声和电源纹波很敏感的应用场合,传统的负载开关它无法处理负载开关输入电压VIN上的纹波及噪声,系统往往还需要在电路中添加其他高电源抑制比模块来解决电源纹波和噪声的问题,增加了系统的成本。

[0004] 因此,我们期望提出一种能显著减小输入电压纹波的高电源抑制比的负载开关电路及控制方法。

发明内容

[0005] 本发明的目的是克服上述现有技术的不足,提供一种能显著减小输入电压纹波的高电源抑制比的负载开关电路及控制方法。

[0006] 为了实现上述目的,本发明一方面提供一种具有高电源抑制比的负载开关电路,包括:负载开关,具有第一端、第二端和控制端,其中,第一端耦接至供电电源,第二端耦接至负载;输出电压反馈电路,耦接至负载开关第二端,接收输出电压信号,并产生代表输出电压信号的输出电压反馈信号;输入电压反馈电路,耦接至负载开关第一端,接收输入电压信号,并产生代表输入电压信号的输入电压反馈信号;以及运算放大电路,接收输入电压反馈信号和输出电压反馈信号,并根据输入电压反馈信号和输出电压反馈信号产生第一控制信号,用于在负载开关完全导通时,将负载开关第一端和第二端之间的电压调整为一个固定的预设电压值。

[0007] 本发明另一方面提供一种用于高电源抑制比负载开关电路的控制方法,其中,所述负载开关电路包括负载开关,负载开关的第一端耦接至供电电源,负载开关的第二端耦接至负载,所述控制方法包括:采样负载开关第一端的输入电压信号,并产生代表输入电压信号的输入电压反馈信号;采样负载开关第二端的输出电压信号,并产生代表输出电压信号的输出电压反馈信号;以及判断负载开关是否需要被关断;以及当负载开关不需要被关断时,根据输出电压反馈信号和输入电压反馈信号产生控制信号,所述控制信号用于将负载开关两端的电压值调整至一个固定的预设电压值。

附图说明

[0008] 通过参考附图阅读下文的详细描述,本发明实施方式的上述以及其他目的、特征和优点将变得易于理解。在附图中,以示例性而非限制性的方式示出了本发明的若干可行

实施方式。

- [0009] 图1给出了负载开关电路的一个实施例的示意框图。
- [0010] 图2给出了图1中负载开关电路的一个具体实施例的电路原理图。
- [0011] 图3给出了负载开关电路另一个实施例的示意框图。
- [0012] 图4给出了图3中负载开关电路的一个具体实施例电路原理图。
- [0013] 图5给出了图3中负载开关电路的另一个具体实施例电路原理图。
- [0014] 图6给出了负载开关电路又一个实施例的示意框图。
- [0015] 图7给出了负载开关电路控制方法的一种实施例的流程示意图。
- [0016] 在附图中,相同或对应的标号被用以表示相同或对应的元件。

具体实施方式

[0017] 下面将详细描述本发明的具体实施例,应当注意,这里描述的实施例只用于举例说明,并不用于限制本发明。本发明涵盖任何在本发明的精髓和范围上做的替代、修改、等效方法以及方案。在以下描述中,为了使公众对本发明有透彻的理解,阐述了大量特定细节。然而,对于本领域普通技术人员显而易见的是:不必采用这些特定细节来实行本发明。在其他实例中,为了避免混淆本发明,未具体描述公知的电路、材料或方法。

[0018] 图1给出了负载开关电路的一个实施例的原理框图。如图1所示,负载开关电路包括负载开关11、输出电压反馈电路12、输入电压反馈电路13和控制电路14。负载开关11具有第一端、第二端和控制端,其第一端通过端子1耦接至供电电路接收输入电压信号VIN,其第二端通过端子2耦接至负载提供输出电压信号VOUT,其控制端接收控制信号DRV。本领域一般技术人员可以理解:负载开关11可以为任何合适的可控半导体开关器件,例如金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)、绝缘栅双极晶体管(IGBT)、结型场效应晶体管(JFET)等等。

[0019] 在图1实施例中,输出电压反馈电路12耦接至端子2,接收输出电压信号VOUT,并基于输出电压信号VOUT产生代表输出电压信号VOUT的输出电压反馈信号VFB。

[0020] 在图1实施例中,输入电压反馈电路13耦接至端子1,接收输入电压信号VIN,并基于输入电压信号VIN产生代表输入电压信号VIN的输入电压反馈信号VFF。

[0021] 控制电路14接收输出电压反馈信号VFB和输入电压反馈信号VFF,并基于输出电压反馈信号VFB和输入电压反馈信号VFF产生控制信号DRV。当负载开关11完全导通时,控制信号DRV用于控制其第一端和第二端之间的电压值为一个固定的预设电压值。在一个实施例中,当输出电压反馈信号VFB和/或输入电压反馈信号VFF位于正常电压区间时,控制信号DRV控制负载开关11完全导通;当输出电压反馈信号VFB和/或输入电压反馈信号VFF位于正常电压区间外时,控制信号DRV用于关断负载开关11。在一个实施例中,“正常电压区间”是指大于欠压保护阈值小于过压保护阈值之间的一个电压区间。也即是说,输出电压反馈信号VFB和/或输入电压反馈信号VFF大于欠压保护阈值小于过压保护阈值。在另一个实施例中,“正常电压区间”是指大于欠压保护阈值一个电压区间。在其他一些实施例中,“正常电压区间”也可指小于过压保护阈值的一个电压区间。在一个实施例中,“固定的预设电压值”大于等于负载开关11完全导通时刻对应的第一端和第二端之间的电压值。例如,在一个实施例中,负载开关为一个MOSFET,其第一端为MOSFET的漏极,其第二端为MOSFET的源极,其

控制端为MOSFET的栅极。此时，“固定的预设电压值”大于等于MOSFET的阈值电压对应的源漏电压VDS的值。

[0022] 图2给出了图1中负载开关电路的一个具体实施例的电路原理图。如图2所示，输出电压反馈电路12包括阻值为R1的电阻器1201和阻值为R2的电阻器1202。电阻器1201和1202串联耦接在端子2和参考地之间。电阻器1201和1202公共节点处的电压即为输出电压反馈信号VFB。

[0023] 输入电压反馈电路13包括阻值为R1的电阻器1301和阻值为R2的电阻器1302。电阻器1301和1302串联耦接在端子1和参考地之间。电阻器1301和1302公共节点处的电压信号即为输入电压反馈信号VFF。

[0024] 控制电路14包括偏置电路1401、运算放大器1402和比较器1403。偏置电路1401用于提供一个偏置电压 ΔV 。在一些实施例中，偏置电路1401为一个电压源电路。在另一些实施例中，偏置电路1401也可以为一个电流源电路。运算放大器1402具有第一输入端、第二输入端和输出端。运算放大器1402的第一端接收输入电压反馈信号VFF；运算放大器1402的第二端通过偏置电路1401接收输出电压反馈信号VFB；运算放大器1402将叠加偏置电压 ΔV 后的输出电压反馈信号VFB和输入电压反馈信号VFF的差值进行运算放大，产生第一控制信号CTRL1。在一个实施例中，第一控制信号CTRL1为一个模拟信号，用于控制负载开关11的第一端和第二端之间的电压保持在 $K \times \Delta V$ 不变，其中K的值和电阻器1301的阻值为R1和电阻器1302的阻值为R2相关。

[0025] 需要说明的是：但本领域一般技术人员可以理解，在图2所示实施例中偏置电路1401是被示意成耦接在运算放大器1402的第二端和输出电压反馈电路12之间；在另一些实施例中，偏置电路1401也可以被示意成耦接在运算放大器1402的第一端和输入电压反馈电路13之间；在还有些实施例中，偏置电路1401也可以被放包含在运算放大器1402内部。

[0026] 同样地，在图2所示实施例中运算放大器1402的第一端被示意为其反相输入端，运算放大器1402的第二端被示意为其正相输入端。在其他实施例中，运算放大器1402的第一端也可以其正相输入端，运算放大器1402的第二端也可为其反相输入端。这些均在本发明的保护范围之内。

[0027] 比较器1403具有第一输入端、第二输入端和输出端。比较器1403的第一端接收电压阈值信号；比较器1403的第二端接收输出电压反馈信号VFB；比较器1403将输出电压反馈信号VFB和电压阈值信号进行比较，产生第二控制信号CTRL2。在一个实施例中，第二控制信号CTRL2为一个逻辑信号具有高低电平。在一个实施例中，当第二控制信号CTRL2有效时，第二控制信号CTRL2用于关断负载开关11；当第二控制信号CTRL2无效时，由第一控制信号CTRL1控制负载开关11。

[0028] 在一个实施例中，电压阈值信号包括过压阈值OVTH。比较器1403用于判断输出电压反馈信号VFB是否大于过压阈值OVTH。当输出电压反馈信号VFB大于过压阈值OVTH时，第二控制信号CTRL2有效；反之无效。在一个实施例中，第二控制信号CTRL2的逻辑高电平状态为有效。

[0029] 在另一个实施例中，电压阈值信号也可以包括欠压阈值UVTH。比较器1403用于判断输出电压反馈信号VFB是否小于欠压阈值UVTH。当输出电压反馈信号VFB小于欠压阈值UVTH时，第二控制信号CTRL2有效；反之无效。

[0030] 在又一个实施例中,比较器1403为一个滞环比较器,电压阈值信号包括过压阈值OVTH和欠压阈值UVTH,比较器1043用于判断输出电压反馈信号VFB是否位于过压阈值OVTH和欠压阈值UVTH之间。当输出电压反馈信号VFB位于过压阈值OVTH和欠压阈值UVTH的电压区间之外时,第二控制信号CTRL2有效;反之无效。

[0031] 还需要说明的是,这里仅示意了输出电压反馈信号VFB与过压阈值OVTH和欠压阈值UVTH之间的判断,在其他实施例中,也可以根据系统需求将输入电压反馈信号VFF与过压阈值OVTH和/或欠压阈值UVTH进行判断。又或者,还可以根据系统需求,对将输入电压反馈信号VFF和输出电压反馈信号VFB均进行欠压和/或过压判断,其工作原理和上述的输出电压反馈信号VFB类似,这里不再图示和累述,均在本发明的保护范围之内。

[0032] 在图2所示实施例中,控制电路14还包括驱动电路1404。驱动电路1404接收第一控制信号CTRL1和第二控制信号CTRL2,并根据第一控制信号CTRL1和第二控制信号CTRL2产生驱动信号DRV。在一个实施例中,当第二控制信号CTRL2有效时,驱动信号DRV用于关断负载开关11;当第二控制信号CTRL2无效时,驱动信号DRV基于第一控制信号CTRL1控制负载开关11第一端和第二端之间的电压保持在一个固定的预设电压值不变。

[0033] 图3给出了负载开关电路另一个实施例的示意框图。与图1中负载开关电路相比,图3中的负载开关电路进一步包括电流采样电路15。电流采样电路15耦接至端子2,采样流过负载开关的电流 I_e ,并产生代表流过负载开关的电流 I_e 的电流采样信号 I_{cs} 。控制电路14接收输出电压反馈信号VFB、输入电压反馈信号VFF和电流采样信号 I_{cs} ,并基于输出电压反馈信号VFB、输入电压反馈信号VFF和电流采样信号 I_{cs} 产生控制信号DRV2。当电流采样信号 I_{cs} 小于过流阈值时,控制信号DRV2用于控制负载开关11导通,并控制其第一端和第二端之间的电压值为一个固定的预设电压值;当电流采样信号 I_{cs} 大于过流阈值时,控制信号DRV2用于关断负载开关11。同图1所示实施例类似,“固定的预设电压值”大于等于负载开关11完全导通时刻对应的第一端和第二端之间的电压值。例如,在一个负载开关11为MOSFET的实施例中,“固定的预设电压值”大于等于MOSFET阈值电压对应的源漏电压VDS的值。

[0034] 图4给出了图3中负载开关电路的一个具体实施例电路原理图。图4中的输出电压反馈电路12和输入电压反馈电路13与图2中的输出电压反馈电路12和输入电压反馈电路13相同,这里不再累述。

[0035] 在图4所示实施例中,采样电路15包括采样电阻1501和运算放大器1502。其中,采样电阻1501串联连接在负载开关11的第二端和端子2之间。运算放大器1502具有第一输入端、第二输入端和输出端,其中运算放大器1502的第一输入端和第二输入端分别耦接在采样电阻1501的两端,并在输出端输出电流采样信号 I_{cs} ,其中电流采样信号 I_{cs} 代表流过负载开关11的电流 I_e 。

[0036] 在图4所示实施例中,控制电路14包括偏置电路1401、运算放大器1402、误差放大器1405和驱动电路1406。图4中的偏置电路1401和运算放大器1402与图2中的偏置电路1401和运算放大器1402相同,这里不再累述。误差放大器1405具有第一输入端、第二输入端和输出端。误差放大器1405的第一端接收电流采样信号 I_{cs} ;误差放大器1405的第二端接收限流阈值 I_{limit} ;误差放大器1405将电流采样信号 I_{cs} 和限流阈值 I_{limit} 进行比较,产生第三控制信号CTRL3。在一个实施例中,第三控制信号CTRL3为一个模拟信号,当电流采样信号 I_{cs} 小于限流阈值 I_{limit} 时,由第一控制信号CTRL1控制负载开关11的第一端和第二端之间的

电压值为“固定的预设电压值”。当电流采样信号 I_{cs} 大于限流阈值 I_{limit} 时,第三控制信号CTRL3用于调整负载开关11的导通电阻,进而调整流过负载开关11的电流 I_e 的大小。当电流采样信号 I_{cs} 大于限流阈值 I_{limit} 超过一个预设时间段后,第三控制信号CTRL3用于关断负载开关11。

[0037] 图5给出了图3中负载开关电路的另一个具体实施例电路原理图。和图4所示的负载开关电路相比,图5所示的负载开关电路中的偏置电路1401加在了运算放大器1401的第一端,此时偏置电路1401被示意为一个值为 I_{os} 的电流源。在此电路应用场合,最终送入运算放大器1401第一端的电压为 $R_2 \times (V_{IN} + R_1 \times I_{os}) / (R_1 + R_2)$,也即是说:输入电压反馈信号VFF等于 $R_2 \times V_{IN} / (R_1 + R_2)$,电流源给输入电压反馈信号VFF提供了一个值为 $R_1 \times I_{os} \times R_2 / (R_1 + R_2)$ 的偏置电压。

[0038] 驱动电路1406接收第一控制信号CTRL1和第三控制信号CTRL3,并根据第一控制信号CTRL1和第三控制信号CTRL3产生驱动信号DRV2。在一个实施例中,当第三控制信号CTRL3为负值时,驱动信号DRV2基于第一控制信号CTRL1控制负载开关11第一端和第二端之间的电压值为“固定的预设电压值”;当第三控制信号CTRL3为正值时,驱动信号DRV2用于调整负载开关11的导通电阻;当第三控制信号CTRL3继续增大到一定阈值时,驱动信号DRV2用于关断负载开关11。

[0039] 图6给出了负载开关电路又一个实施例的示意框图。与图3所示负载开关电路相比,图6中的负载开关电路进一步包括温度采样电路16。温度采样电路16可以耦接至端子2连接的负载,采样负载的温度,并产生代表负载温度的温度检测信号 T_s 。控制电路14接收输出电压反馈信号VFB、输入电压反馈信号VFF、电流采样信号 I_{cs} 和温度检测信号 T_s ,并基于输出电压反馈信号VFB、输入电压反馈信号VFF、电流采样信号 I_{cs} 和温度检测信号 T_s 产生控制信号DRV3。当电流采样信号 I_{cs} 小于过流阈值时且温度检测信号 T_s 小于温度限温阈值时,控制信号DRV3用于控制负载开关11导通,并控制其第一端和第二端之间的电压值为“固定的预设电压值”;当电流采样信号 I_{cs} 大于过流阈值时或温度检测信号 T_s 大于温度限温阈值时,控制信号DRV3用于关断负载开关11。

[0040] 在上述的图1-图6所示实施例中,正因为控制电路14在系统状态正常时(电流没有过流、输出电压 V_{OUT} 和输入电压 V_{IN} 没有过压或欠压等等用户需要系统满足的条件)将负载开关11的第一端和第二端之间的电压控制为一个固定的预设电压值,因此输出电压信号 V_{OUT} 可以跟随输入电压信号 V_{IN} 的变化而变化,同时因为控制电路的调整,输入电压 V_{IN} 的纹波也可以被滤除,进而使得图1-图6中的负载开关电路均具有高电源抑制比。

[0041] 图7给出了负载开关电路控制方法的一种实施例的流程示意图。图7所示的负载开关电路控制方法可用于前述图1-6所示的负载开关电路,以及其他在本发明申请保护范围内的负载开关电路中,负载开关电路控制方法包括步骤71-75。

[0042] 步骤71,采样负载开关输入端的输入电压信号,并产生代表输入电压的输入电压反馈信号。

[0043] 步骤72,采样负载开关输出端的输出电压信号,并产生代表输出电压的输出电压反馈信号。

[0044] 步骤73,判断负载开关是否需要关断。如果负载开关需要被关断,则转至步骤75;否则转至步骤74。在一些实施例中,判断负载开关是否需要关断包括判断输出电压反馈信

号是否低于预设的欠压阈值或高于预设的过压阈值。在另一些实施例中,判断负载开关是否需要关断包括判断输入电压反馈信号是否低于预设的欠压阈值或高于预设的过压阈值。在又一些实施例中,判断负载开关是否需要关断包括判断电流采样信号是否大于预设的过流阈值。在又一些实施例中,判断负载开关是否需要关断包括判断系统温度是否高于预设的温度阈值。

[0045] 步骤74,根据输出电压反馈信号和输入电压反馈信号产生控制信号,用于将负载开关两端的电压值调整至固定的预设电压值。其中,所述固定的预设电压值为负载开关完全导通后第一端和第二端之间电压的任一个可选电压值。

[0046] 步骤75,关断负载开关。当判断负载开关是否需要关断的条件是判断电流采样信号是否大于预设的过流阈值时,步骤75还包括:在关断负载开关前,控制电路增大负载开关的导通电阻值以限定流过负载开关的电流值。在一个实施例中,当电流采样信号持续超过过流阈值一段预设时间段后,负载开关才被关断。

[0047] 在整个说明书中,对“一个实施例”、“实施例”、“一个示例”或“示例”的提及意味着:结合该实施例或示例描述的特定特征、结构或特性被包含在本发明至少一个实施例中。因此,在整个说明书的各个地方出现的短语“在一个实施例中”、“在实施例中”、“一个示例”或“示例”不一定都指同一实施例或示例。此外,可以以任何适当的组合和、或子组合将特定的特征、结构或特性组合在一个或多个实施例或示例中。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。应当理解,当称“元件”“连接到”或“耦接”到另一元件时,它可以是直接连接或耦接到另一元件或者可以存在中间元件。相反,当称元件“直接连接到”或“直接耦接到”另一元件时,不存在中间元件。相同的附图标记指示相同的元件。这里使用的术语“和/或”包括一个或多个相关列出的项目的任何和所有组合。

[0048] 虽然已参照几个典型实施例描述了本发明,但应当理解,所用的术语是说明和示例性、而非限制性的术语。由于本发明能够以多种形式具体实施而不脱离发明的精神或实质,所以应当理解,上述实施例不限于任何前述的细节,而应在随附权利要求所限定的精神和范围内广泛地解释,因此落入权利要求或其等效范围内的全部变化和改型都应为随附权利要求所涵盖。

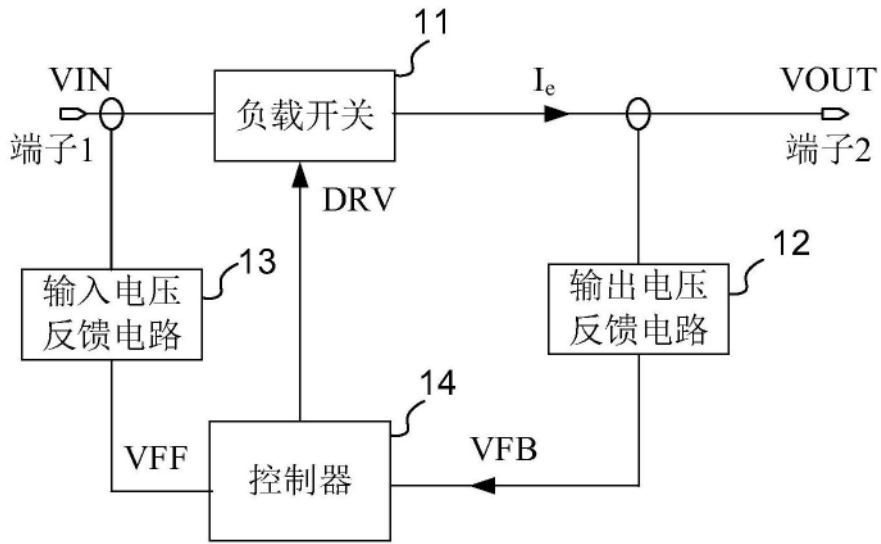


图1

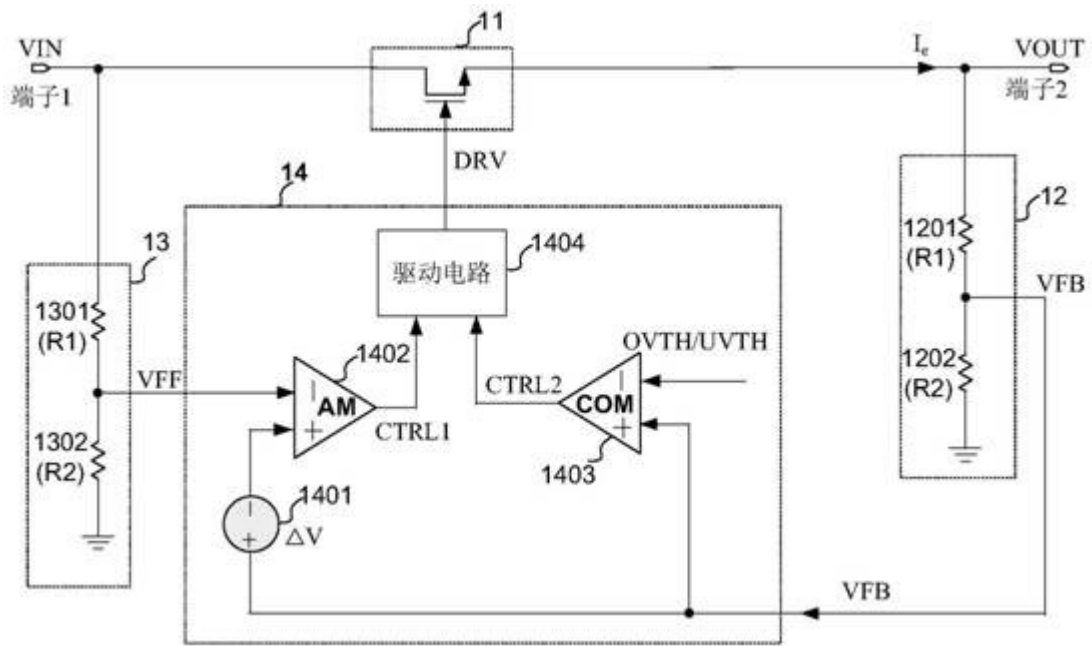


图2

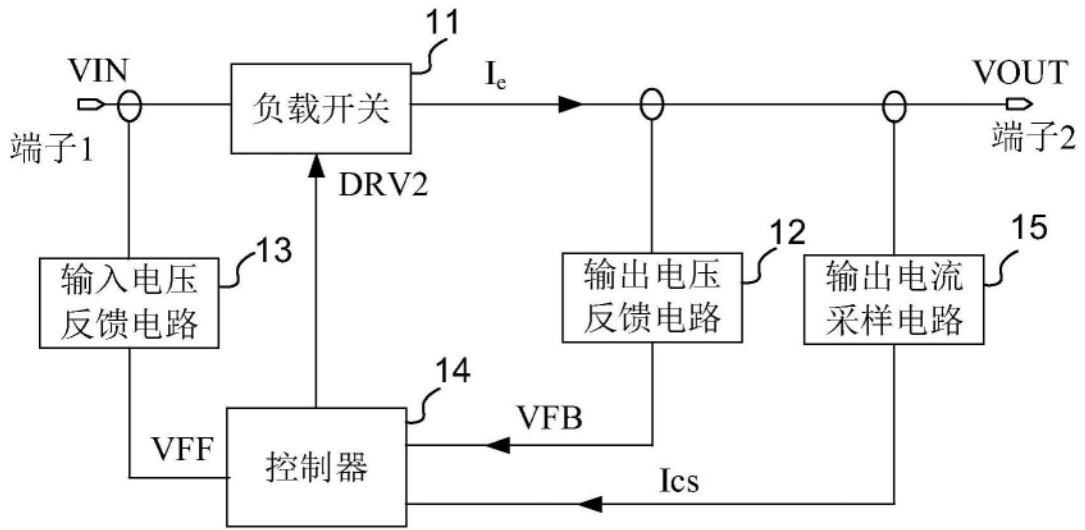


图3

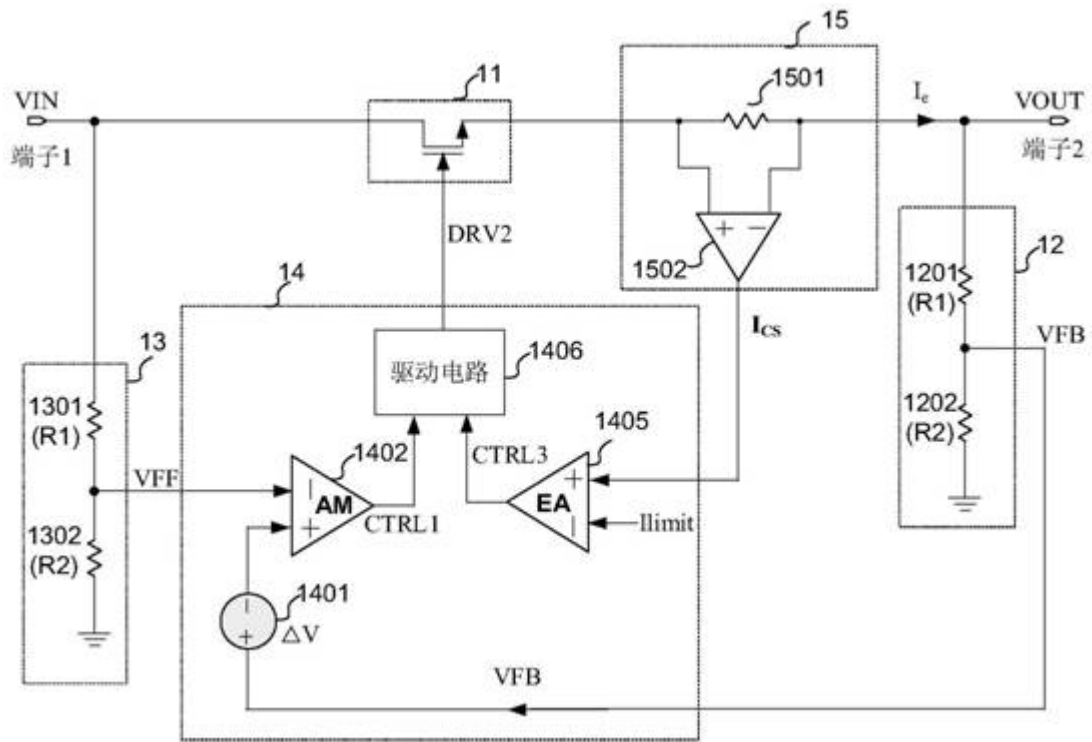


图4

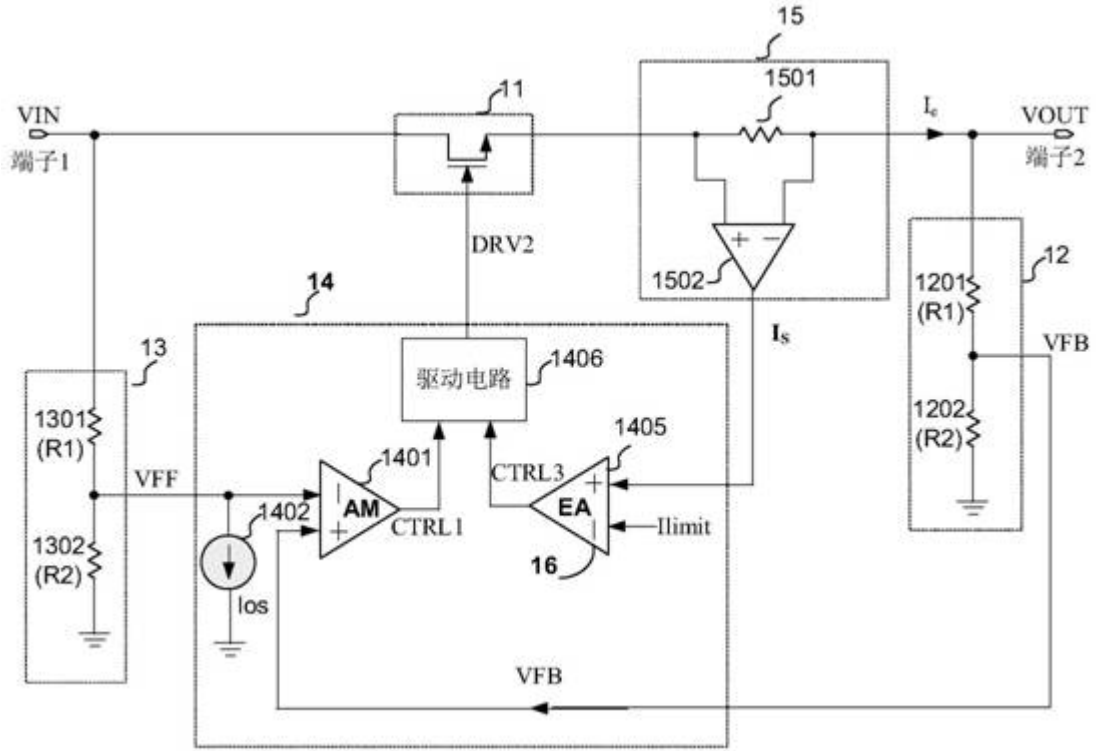


图5

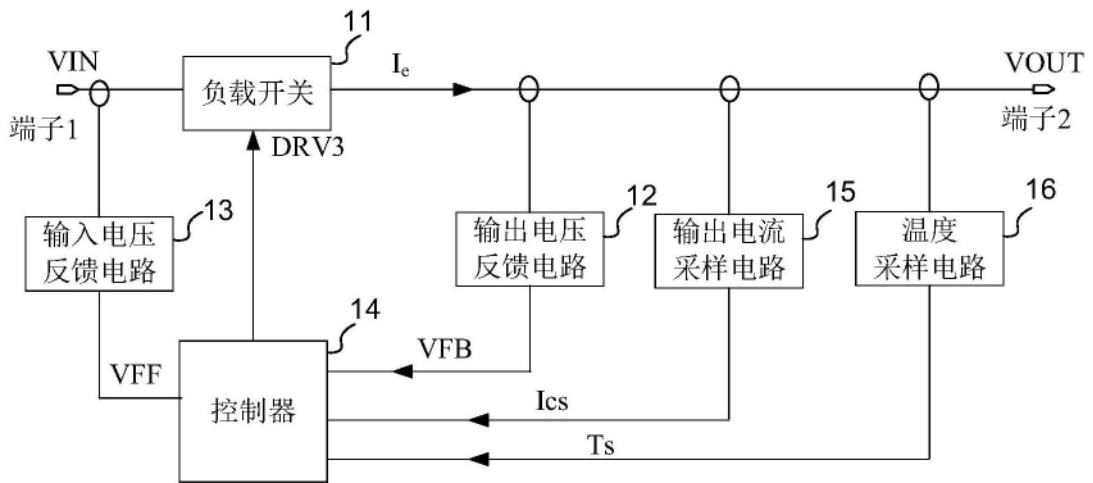


图6

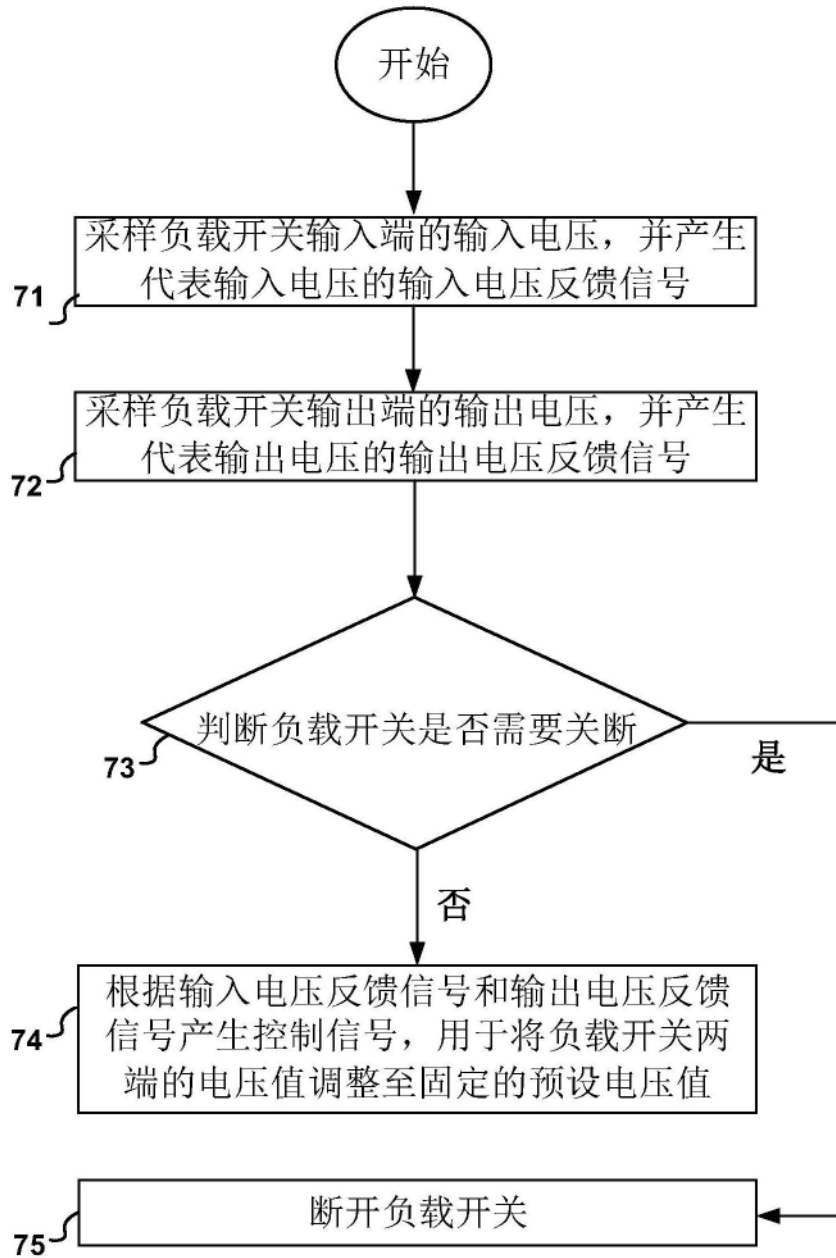


图7