



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108352831 A

(43)申请公布日 2018.07.31

(21)申请号 201680064203.4

(22)申请日 2016.10.25

(30)优先权数据

1519433.5 2015.11.03 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.05.03

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2016/053318 2016.10.25

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/077270 EN 2017.05.11

(71)申请人 智能能源有限公司

地址 英国莱斯特郡

(72)发明人 B·德瓦尼 S·劳斯

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵志刚 赵蓉民

(51)Int.Cl.

H03K 17/30(2006.01)

H02J 1/10(2006.01)

H01M 8/04223(2006.01)

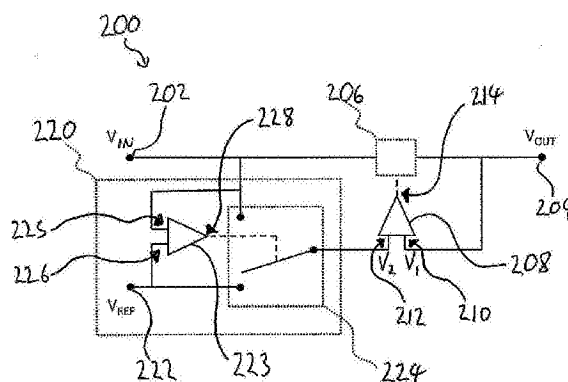
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

隔离和电压调节电路

(57)摘要

本公开涉及一种用于电化学电源的隔离和电压调节电路,该电路包含:输入端子(202),其用于耦合到电源并接收来自电源的输入电压(V_{in});输出端子(204),其用于耦合到负载;连接在输入端子与输出端子之间的二极管电路(206);二极管控制器(208),其被配置为控制通过输入端子与输出端子之间的二极管电路的电传导,该二极管控制器具有第一控制器输入(210)和第二控制器输入(212),该第一控制器输入(210)被耦合到输出端子;以及参考控制器(220),其被配置为根据输入电压(V_{in})与参考电压(V_{ref})之间的比较来设置第二控制器输入(212)处的电压。



1. 一种用于电化学电源的隔离和电压调节电路,所述电路包含:
输入端子,其用于耦合到所述电源并且用于接收来自所述电源的输入电压;
输出端子,其用于耦合到负载;
二极管电路,其连接在所述输入端子与所述输出端子之间;
二极管控制器,其被配置为控制通过所述输入端子与所述输出端子之间的所述二极管电路的电传导,所述二极管控制器具有第一控制器输入和第二控制器输入,所述第一控制器输入被耦合到所述输出端子;以及
参考控制器,其被配置为根据所述输入电压与参考电压之间的比较设置所述第二控制器输入处的电压。
2. 根据权利要求1所述的电路,其中所述参考控制器耦合在所述输入端子与所述第二控制器输入之间。
3. 根据权利要求2所述的电路,其中所述参考控制器被配置为通过以下方式可切换地耦合所述第二控制器输入来设置所述第二控制器输入处的所述电压:(i)当所述输入电压大于所述参考电压时,将所述第二控制器输入耦合到参考电压源,以及(ii)当所述输入电压小于所述参考电压时,将所述第二控制器输入耦合到所述输入端子。
4. 根据权利要求3所述的电路,其中所述参考控制器被配置为当所述输入电压等于所述参考电压时,将所述第二控制器输入耦合到所述输入端子。
5. 根据任何前述权利要求3所述的电路,其中所述参考控制器包含选择电路,其被配置为选择所述输入电压还是所述参考电压作为第二电压被提供到所述二极管控制器的所述第二控制器输入。
6. 根据权利要求5所述的电路,其中所述参考控制器包含具有第一参考输入、第二参考输入和参考输出的参考比较器,所述第一参考输入连接到所述输入端子以便接收所述输入电压,所述第二参考输入连接到所述参考电压源以便接收所述参考电压,以及来自所述参考输出的信号被提供以控制所述选择电路。
7. 根据任何前述权利要求所述的电路,其中所述二极管控制器具有第一控制器输入、第二控制器输入和控制器输出,并且所述二极管控制器被配置为驱动所述控制器输出以保持等于所述参考电压的电压。
8. 根据任何前述权利要求所述的电路,其中所述二极管电路包含可切换元件。
9. 根据权利要求8所述的电路,其中所述可切换元件是场效应晶体管。
10. 根据任何权利要求8或权利要求9所述的电路,其中所述二极管电路包含连接在所述输入端子与所述输出端子之间的可切换元件对,并且其中所述控制电路被耦合到所述可切换元件对。
11. 一种系统,其包含根据任何前述权利要求所述的隔离和电压调节电路以及连接到所述隔离和电压调节电路的输入端子的电化学电源。
12. 根据权利要求11所述的系统,其中所述电化学电源包含燃料电池。
13. 一种操作用于电化学电源的隔离和电压调节电路的方法,所述电路包含:
输入端子,其耦合到所述电源并且接收来自所述电源的输入电压;
输出端子,其耦合到负载;
二极管电路,其连接在所述输入端子与所述输出端子之间;

二极管控制器,其控制通过所述输入端子与所述输出端子之间的所述二极管电路的电传导,所述二极管控制器具有第一控制器输入和第二控制器输入,所述第一控制器输入被耦合到所述输出端子;以及

参考源,其提供参考电压,

所述方法包含:

比较所述输入电压与所述参考电压

根据所述比较的结果设置在所述第二控制器输入处的电压。

14. 根据权利要求13所述的方法,包含通过以下方式对所述第二控制器输入处的所述电压进行设置:

当所述输入电压大于所述参考电压时,将所述第二控制器输入处的所述电压设置为所述参考电压;以及

当所述输入电压小于所述参考电压时,将所述第二控制器输入处的所述电压设置为所述输入电压。

15. 基本上如本文参考附图描述的电路、系统、控制器或方法。

隔离和电压调节电路

技术领域

[0001] 本公开涉及用于电化学电源的隔离和电压调节电路,并且特别地尽管不是排外地涉及用于与燃料电池或燃料电池堆(stack)作为电源一起使用的隔离电压调节电路。

背景技术

[0002] 当没有电流被负载汲取时,一些电化学电源(例如氢燃料电池)通常呈现高开路电压(OCV)。可能时常需要隔离燃料电池堆以便能够维修,或者以便减少燃料消耗或在不需要电力时延长电池堆的寿命。

[0003] 在典型的氢燃料电池中,每个电池的OCV可高达1.1V,针对具有72个电池的示例燃料电池堆,OCV等于79.2V。然而,一旦施加负载并且汲取电流,燃料电池系统中的可用电压就迅速下降。燃料电池系统的总负载通常具有若干组件,包括DC/DC转换器、燃料电池控制器和应用负载。在某些应用中遇到的困难是由电源提供的初始OCV可能高于DC/DC转换器可以容忍的OCV,这会引起转换器损坏或导致故障。

[0004] 为了避免损坏DC/DC转换器的风险,可以将转换器选择为具有除了正常工作电压之外还能够处理OCV的规格。然而,为了适应这种需求,对转换器提出了更严格的要求,并且因此可能增加转换器的复杂性和成本。因此,在所有应用中提供更高性能的转换器可能不合适或不可取。

[0005] 一种用于调节高初始OCV并确保初始OCV不损坏转换器的方法是施加足够的负载,以便在所有操作模式期间将电源电压拉低至可接受的电压电平,即,在启动期间和在稳态运行期间。然而,这种方法的一个缺点在于,如果在稳态运行期间需要额外的负载从电源汲取电流,则其降低了系统的功率效率。

发明内容

[0006] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于电化学电源的隔离和电压调节电路,该电路包括:

[0007] 输入端子,其用于耦合到电源并用于接收来自电源的输入电压;

[0008] 输出端子,其用于耦合到负载;

[0009] 二极管电路,其连接在输入端子与输出端子之间;

[0010] 二极管控制器,其被配置为控制通过输入端子与输出端子之间的二极管电路的电传导,该二极管控制器具有第一控制器输入和第二控制器输入,该第一控制器输入被耦合到输出端子;以及

[0011] 参考控制器,其被配置为根据输入电压与参考电压之间的比较来设置第二控制器输入处的电压。

[0012] 参考控制器可以耦合在输入端子和第二控制器输入之间。参考控制器可以被配置为当输入电压大于参考电压时通过将第二控制器输入可切换地耦合到参考电压源来设置第二控制器输入处的电压。参考控制器可以被配置为当输入电压小于参考电压时通过将第

二控制器输入可切换地耦合到输入端子来设置第二控制器输入处的电压。参考控制器可以被配置为当输入电压等于参考电压时将第二控制器输入耦合到输入端子。参考控制器可以包括选择电路。选择电路可以被配置为选择输入电压还是参考电压作为第二电压被提供给二极管控制器的第二控制器输入。参考控制器可以包括具有第一参考输入、第二参考输入和参考输出的参考比较器。第一参考输入可以连接到输入端子以便接收输入电压。第二参考输入可以连接到参考电压源以便接收参考电压。可以提供来自参考输出的信号以控制选择电路。

[0013] 二极管控制器可具有第一控制器输入、第二控制器输入和控制器输出。二极管控制器可以被配置为驱动控制器输出以保持等于参考电压的电压。二极管控制器可以被配置为驱动控制器输出以保持第一控制器输入与第二控制器输入之间的恒定电压差。

[0014] 二极管电路可以包含可切换元件。该可切换元件可以是场效应晶体管。二极管电路可以包含连接在输入端子与输出端子之间的可切换元件对。控制电路可以被耦合到该可切换元件对。

[0015] 根据本发明的另一方面,提供了一种系统,该系统包含隔离和电压调节电路以及连接到二极管控制器或隔离和电压调节电路的输入端子的电化学电源。参考电压可以高于电化学电源的标称工作电压。参考电压可以低于负载的最大工作电压。电化学电源可以包含燃料电池。

[0016] 根据本发明的另一方面,提供了一种操作于电化学电源的隔离和电压调节电路的方法,该电路包含:

[0017] 输入端子,其耦合到电源并接收来自电源的输入电压;

[0018] 输出端子,其耦合到负载;

[0019] 二极管电路,其连接在输入端子与输出端子之间;

[0020] 二极管控制器,其控制通过输入端子与输出端子之间的二极管电路的电传导,该二极管控制器具有第一控制器输入和第二控制器输入,该第一控制器输入被耦合到输出端子;以及

[0021] 参考源,其提供参考电压,

[0022] 该方法包含:

[0023] 比较输入电压与参考电压

[0024] 根据比较的结果设置在第二控制器输入处的电压。

[0025] 该方法可以包含当输入电压大于参考电压时将第二控制器输入处的电压设置为参考电压。该方法可以包含当输入电压小于参考电压时将第二控制器输入处的电压设置为输入电压。

附图说明

[0026] 现在将通过举例方式并参考附图来描述本发明的实施例,其中:

[0027] 图1示出了用于将电源耦合到负载的理想二极管;

[0028] 图2示出了用于电源的隔离和电压调节电路,其中负载免受来自电源的过量开路电压影响;以及

[0029] 图3示出了包含燃料源、负载以及隔离和电压调节电路的系统,该隔离和电压调节

电路具有提供二极管电路的双晶体管布置。

具体实施方式

[0030] 一些电源(例如燃料电池堆)在不使用时可能需要电隔离,以便在其寿命期间保持电池堆的令人满意的性能。此外,当对其施加反向极性时,这种电源可能会被损坏。为了提供选择性电隔离并避免将反EMF(反电动势)应用于电源,可以提供理想的二极管电路。理想的二极管确保电流仅在正向流动,使得电力仅由电源供应而不是被供应到电源,并在无电流存在时隔离电源。

[0031] 图1示出了用于将电源耦合到负载的理想二极管100。理想二极管100包含用于耦合到电源以接收输入电压 V_{IN} 的输入端子102,用于耦合到负载并提供输出电压 V_{OUT} 的输出端子104,理想二极管电路106和理想二极管控制器108。理想二极管电路106和理想二极管控制器108一起提供了近似理想二极管的功能的实际实施方式。

[0032] 理想二极管具有两种操作模式:(i) 传导模式,其不向输入端子102与输出端子104之间的正向电压流动提供电阻,以及(ii) 非传导模式,其向输出端子104与输入端子102之间的反向的电压流动提供无穷大的电阻。以这种方式,可以保护电源免受反EMF的影响。在实践中,观察到与理想行为的偏差。然而,理想二极管的实施方式通常将提供比传统二极管更好的正向传导效率。

[0033] 在该示例中,理想二极管电路106连接在输入端子102与输出端子104之间,并且被配置为控制输入端子102与输出端子104之间的电流。

[0034] 理想二极管控制器108具有耦合到输出端子04的第一控制器输入110,耦合到输入端子102的第二控制器输入112,可操作地耦合到理想二极管电路106的控制器输入115的控制输出114。理想二极管控制器108可以由差分放大器提供。理想二极管控制器108被配置为比较输入端子102处的电压与输出端子104处的电压,并且根据该比较启用或禁用电流流过理想二极管电路。

[0035] 理想二极管电路106可以被认为是提供具有断开状态和闭合状态的可控开关。为了提供理想二极管的功能,理想二极管控制器108应该:

[0036] ●如果第一控制器输入110处的第一电压 V_1 小于第二控制器输入112处的第二电压 V_2 ,则闭合理想二极管电路106的可控开关并且因此启用电流以传导模式流过理想二极管电路106。

[0037] ●如果第一控制器输入110处的第一电压 V_1 大于第二控制器输入112处的第二电压 V_2 ,则断开可控开关并且因此禁用电流以反向偏置模式流过理想二极管电路106。

[0038] 在实践中,理想二极管控制器108可以通过提供控制输出114来近似该功能,以便保持第一控制器输入110与第二控制器输入112之间的恒定电压差 V_2-V_1 ,该恒定电压差等于由理想二极管电路的导通电阻造成的电压降。

[0039] 理想二极管电路106可以包含可控开关,如场效应晶体管或具有公共源极和栅极连接的一对场效应晶体管。理想二极管控制器108被配置为驱动理想二极管电路106以在传导模式操作期间完全导通场效应晶体管。在传导模式下,恒定电压在理想二极管电路106两端下降。下降的电压与理想二极管电路106的导通电阻相关。针对其传导路径串联连接的一对场效应晶体管,导通电阻以大约30mV。例如,如果输入电压 V_{IN} 为72V,则当开关闭合时,输

出电压 V_{OUT} 将被控制到71.97V。由理想二极管电路106耗散的功率 P_{FET} 是通过理想二极管电路106的电流(其当然与由负载汲取的电流 I_{LOAD} 相同)与理想二极管电路106两端的电压降的乘积。即:

$$[0040] \quad P_{FET} = I_{LOAD} * (V_{STACK} - V_{OUT})$$

[0041] 在一些示例中,可能需要电源在40A与60A之间供电通过理想二极管电路106。在这种情况下,理想二极管电路106必须耗散的功率在1.2W和1.8W之间。

[0042] 图2示出了用于电源(如电化学电源)的隔离和电压调节电路200。在这个示例中,调节电路200已经在先前参考图1描述的理想二极管上进行调节,以便当负载首先连接到电源时防止向负载供应过量电压。如下所述,根据输入电压与参考电压之间的比较,通过设置在第二控制器输入处的电压来实现该目标。

[0043] 调节电路200包含参考图1描述的电压调节器的组件。在附图之间使用相应的附图标记来指代相似的组件。调节电路200与参考图1描述的理想二极管的不同之处在于其还包含参考控制器220。参考控制器220耦合在输入端子202与第二控制器输入212之间。由参考电压源222将参考电压 V_{REF} 提供给参考控制器220。如果二极管控制器208的第二控制器输入212的输入阻抗和参考控制器220的输入的输入阻抗为高或实际上是无穷大的,那么参考电压源可以只需要非常低的电流,并且因此不显著降低电路200的效率。由参考电压源222提供的参考电压 V_{REF} 可以从输入端子202处的输入电压 V_{IN} 获得。在该示例中,参考控制器包含参考比较器220和选择电路224。

[0044] 例如,选择电路224由可控的单刀双掷开关来举例说明,该开关可以通过使用一个或更多个场效应晶体管的合适的晶体管布置来提供。

[0045] 参考比较器223具有第一参考输入225、第二参考输入226和参考输出228。第一参考输入225连接到输入端子202以便接收输入电压 V_{IN} 。第二参考输入226连接到参考电压源222以便接收参考电压 V_{REF} 。提供来自参考输出228的信号以控制选择电路224,以便选择输入电压 V_{IN} 或参考电压 V_{REF} 作为第二电压 V_2 被提供给二极管控制器208的第二控制器输入212。以这种方式,参考控制器220被配置为如果输入端子202处的输入电压 V_{IN} 大于参考电压 V_{REF} 则将第二控制器输入212可切换地耦合到参考电压源222,以及如果输入电压 V_{IN} 小于参考电压 V_{REF} 将第二控制器输入212可切换地耦合到输入端子202。参考控制器220还可以被配置为响应于输入电压 V_{IN} 等于参考电压 V_{REF} 将第二控制器输入212耦合到输入端子202。

[0046] 在操作期间,二极管控制器208的控制输出214被配置为驱动二极管电路206以在正向电流条件下保持其第一控制器输入210与第二控制器输入212之间的恒定电压差 $V_2 - V_1$,类似于先前参考图1描述的理想二极管电路的传导模式中的相应组件的操作。然而,在图2的示例中,第二控制器输入212可以接收输入电压 V_{IN} ,或者如果电池堆电压太高,则接收参考电压 V_{REF} 作为第二电压 V_2 。在这方面,与由图1的理想二极管提供的单传导模式形成对比,二极管控制器208具有第一传导模式(其中输出电压 V_{OUT} 基于参考电压 V_{REF})和第二传导模式(其中输出电压 V_{OUT} 基于输入电压 V_{IN})。因为二极管控制器208被配置为驱动其输出以保持其第一控制器输入210与第二控制器输入212之间的恒定差,所以在第一传导模式或第二传导模式中输出端子204处的电压将不超过参考电压 V_{REF} 。在反向偏置条件下,二极管控制器208将以与参考图1描述的理想二极管的非传导操作模式类似的方式工作,并且因此阻止了反向电流流过二极管电路206。

[0047] 参考电压 V_{REF} 的选择可以由用于预期负载电路的最高可接受电压以及考虑二极管电路206中使用的任何可切换元件(例如FET)的功率处理能力来确定。参考电压 V_{REF} 可以被选择为尽可能高(以及高于在标称负载下由电源提供的输入电压 V_{IN}),以便在OCV事件期间使FET两端的功耗最小化。FET两端需要的电压降越大,功耗越大。

[0048] 在一个示例中,其中二极管控制器208驱动二极管电路206以保持在第一传导模式和第二传导模式中约30mV的恒定电压差 V_2-V_1 ,并且其中输入电压 V_{IN} 初始为72V的开路电压(OCV)并且参考电压 V_{REF} 为60V,则二极管控制器208将在第一传导模式下将输出电压 V_{OUT} 驱动至59.97V($V_{REF}-30mV$)。在这种情况下,二极管电路两端会降低12.03V的电压($V_{IN}-(V_{REF}-30mV)$)。在一些示例中,尽管电源可能需要在40A与60A之间供电以便在输出端子204处向负载供电,但已经发现燃料电池电源在OCV条件下可能仅能够供应约1A的电流。因此,当二极管控制器208在第一传导模式下操作时,大约1A的电流流过二极管电路206,而不是在正常操作期间通常将被汲取的较高电流。在这种情况下,二极管电路206在第一传导模式下必须耗散的功率在大约12W之间。该功率级可以在短的持续时间内由大范围的低至中等成本的适合于实现二极管电路206的组件处理。

[0049] 在将燃料电池电源连接到负载之后,由于电源不能将OCV保持在所需的电流,输入电压 V_{IN} 从开路电压(OCV)被拉低至正常工作电压。一旦输入电压 V_{IN} 降到参考电压 V_{REF} 以下,参考控制器220将输入电压 V_{IN} 作为第二电压 V_2 提供给第二控制器输入212,并且因此二极管控制器208在第二传导模式下操作。在第二传导模式中,二极管电路206两端的电压降与先前参考图1描述的理想二极管的传导模式的电压降类似,并且因此二极管电路206耗散的功率约为1.2W。

[0050] 在非传导模式(其也可以被称为反向偏置模式)中,基本上没有电流流过二极管电路206并且没有功率耗散,这对于先前描述的理想二极管的非传导模式是相同的。

[0051] 二极管控制器206可以由一个或更多个场效应晶体管提供,每个晶体管具有连接在输入端子202与输出端子204之间的传导沟道。在二极管控制器206内提供多个晶体管使得能够在较大的有源区域上进行功率耗散并且因此减少热集中。在第一传导模式期间,二极管控制器208可以被配置为驱动线性工作区域内的一个或更多个晶体管,其中施加到栅极的电压与通过传导沟道启用的电流成比例。

[0052] 图3示出了包含电源301、负载305以及与先前参考图2描述的电路类似的隔离和电压调节电路的系统300。在这个示例中,二极管电路306由包括第一晶体管330和第二晶体管332的一对n沟道场效应晶体管提供。二极管控制器电路308的控制器输出314连接到第一晶体管330的栅极和第二晶体管332的栅极。第一晶体管330的源极连接到第二晶体管332的源极。第一晶体管330的漏极连接到输入端子302。第二晶体管332的漏极连接到输出端子304。

[0053] 负载305具有包括DC/DC转换器、燃料电池支持电路(如可被认为提供寄生负载的控制器)和应用负载(其也可被描述为外部负载)的若干组件(未示出)。DC/DC转换器可以耦合在调节电路和负载的其他组件之间。调节电路的使用使得DC/DC转换器能够被提供到更低的规格,并因此降低复杂性和成本。

[0054] 上面参考图2和图3描述的实施例可以特别适合与电化学燃料电池一起使用,但也可以适用于与其他电化学电源,如电池一起使用。

[0055] 图4示出了操作如先前参考图3或图4描述的电路的隔离和电压调节电路的方法

400。方法400包括比较402输入电压与参考电压,并且根据比较的结果设置404第二控制器输入处的电压。该方法可以包括如果输入电压大于参考电压将第二控制器输入处的电压设置为参考电压的步骤。该方法还可以包括当输入电压小于参考电压时将第二控制器输入处的电压设置为输入电压的步骤。该方法可以进一步包括先前参考图2和图3中所示的电路描述的任何步骤。

[0056] 其他实施例有意地在所附权利要求的范围内。

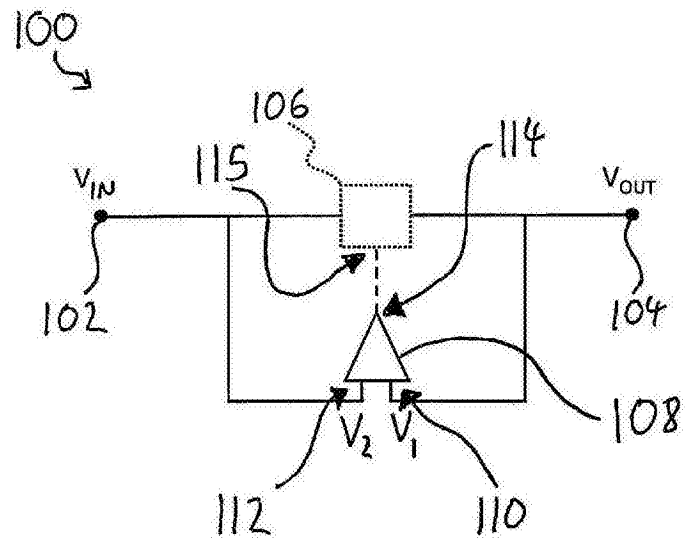


图1

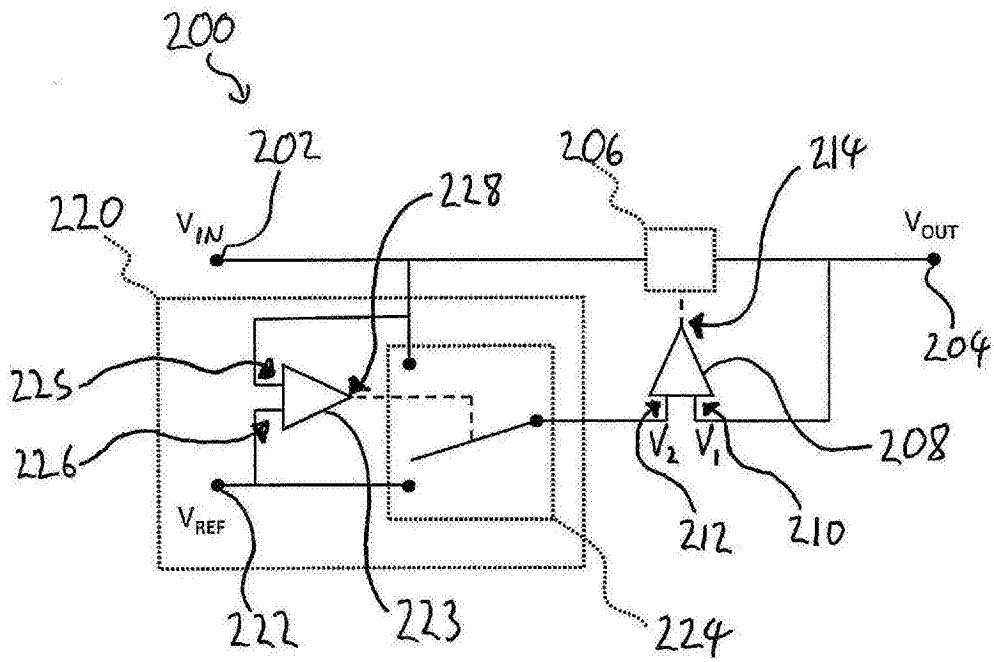


图2

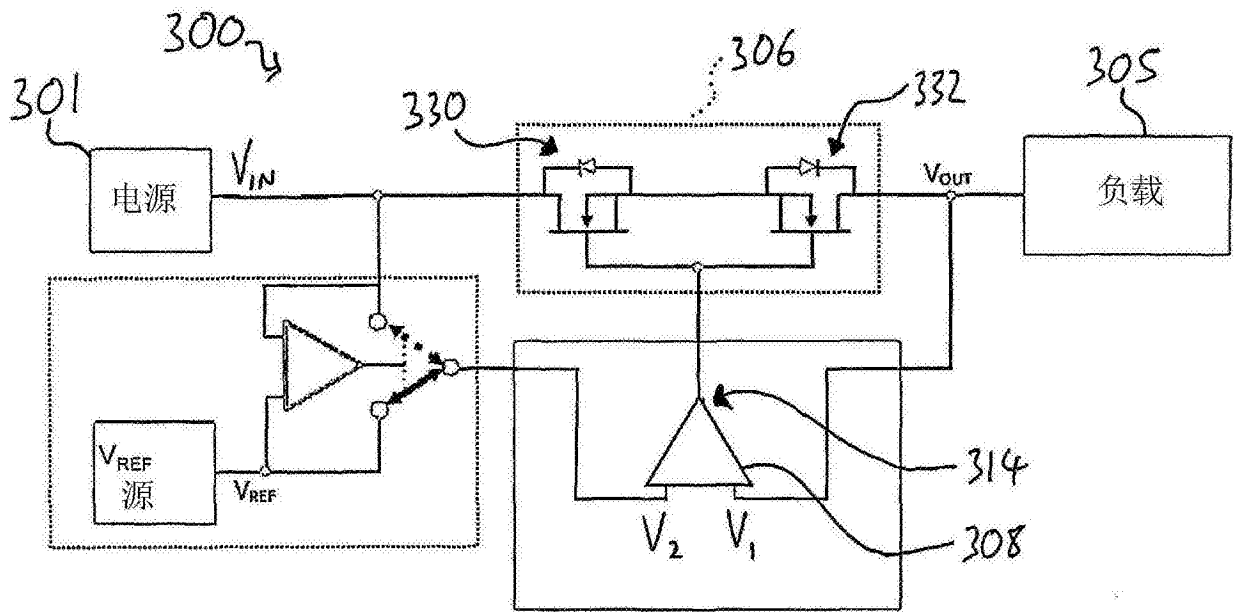


图3

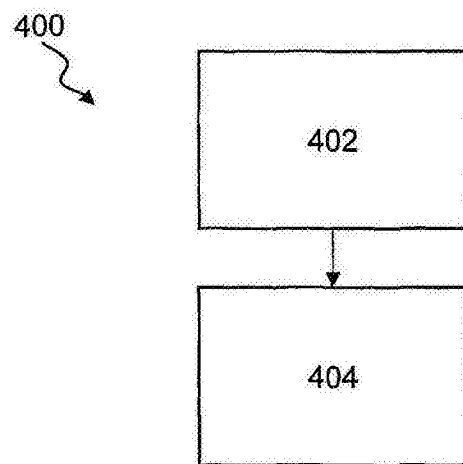


图4