



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107533099 A

(43)申请公布日 2018.01.02

(21)申请号 201680022654.1

(74)专利代理机构 北京市中伦律师事务所
11410

(22)申请日 2016.06.24

代理人 石宝忠

(30)优先权数据

202015103339.7 2015.06.25 DE

(51)Int.Cl.

G01R 31/27(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H03K 17/18(2006.01)

2017.10.18

G05B 9/03(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

G05B 9/02(2006.01)

PCT/EP2016/064724 2016.06.24

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/207382 DE 2016.12.29

(71)申请人 威德米勒界面有限公司及两合公司

地址 德国代特莫尔德

(72)发明人 G·罗丝

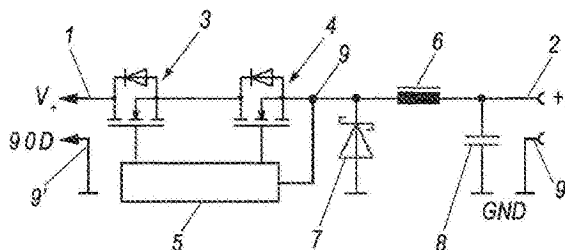
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

用于安全数字开关输出端的电路装置及其测试方法,包括该类型数字电路装置的输出模块

(57)摘要

本发明涉及一种用于连接可连接在开关输出端(2)和另一输出端(2')之间的负载的数字开关输出端(2)的电路装置,所述装置具有至少一个半导体开关(3、4),所述至少一个半导体开关(3、4)以在触点之间具有间隙的方式布置在电源电压连接端(1)和开关输出端(2)之间。所述电路装置的特征在于,所述至少一个半导体开关(3、4)经由电感器(6)与开关输出端(2)连接,其中在所述至少一个半导体开关(3、4)和电感器(6)之间的连接节点通过续流元件与另一输出端(2')连接。本发明还涉及一种包括这种类型的电路装置的用于自动控制的输出模块,以及一种用于这种类型的电路装置的测试方法。



1. 一种用于连接可连接在开关输出端 (2) 和另一输出端 (2') 之间的负载的数字开关输出端 (2) 的电路装置, 所述装置具有至少一个半导体开关 (3、4), 所述至少一个半导体开关 (3、4) 以在触点之间具有间隙的方式布置在电源电压连接端 (1) 和所述开关输出端 (2) 之间, 其特征在于,

所述至少一个半导体开关 (3、4) 经由电感器 (6) 与所述开关输出端 (2) 连接, 其中所述至少一个半导体开关 (3、4) 和所述电感器 (6) 之间的连接节点通过续流元件与所述另一输出端 (2') 连接。

2. 根据权利要求1所述的电路装置, 其中在所述开关输出端 (2) 和所述另一输出端 (2') 之间布置有电容器 (8)。

3. 根据权利要求1或2所述的电路装置, 其中所述续流元件包括二极管 (7)。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的电路装置, 其中所述续流元件包括晶体管 (10)。

5. 根据权利要求3和4中任一项所述的电路装置, 其中所述晶体管 (10) 以其触点之间具有间隙的方式与所述二极管 (7) 并联连接。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的电路装置, 其中所述另一输出端 (2') 是接地连接端 (GND)。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的电路装置, 其中所述另一输出端 (2') 还经由至少一个附加半导体开关 (4') 与附加电源电压连接端 (1') 连接。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的电路装置, 其中极性保护开关 (11) 连接在所述至少一个半导体开关 (3、4) 和/或所述至少一个附加半导体开关 (4') 的上游。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的电路装置, 包括控制和测试电路 (5), 所述控制和测试电路 (5) 控制所述至少一个半导体开关 (3、4), 并且确定是否在控制所述至少一个半导体开关 (3、4) 时在测试连接端 (9) 处可观察到短暂的消隐脉冲。

10. 根据权利要求9所述的电路装置, 其中所述测试连接端 (9) 与所述至少一个半导体开关 (3、4) 和所述电感器 (6) 之间的所述连接节点连接。

11. 根据权利要求9所述的电路装置, 其中所述测试连接端 (9) 与所述开关输出端 (2) 连接。

12. 根据权利要求11所述的电路装置, 其中所述控制和测试电路 (5) 被配置为使得在消隐脉冲期间根据在所述开关输出端 (2) 确定的电压变化来确定在所述开关输出端 (2) 处的电流。

13. 一种用于自动控制的输出模块, 包括至少一个数字开关输出端 (2), 其特征在于, 包括根据权利要求1至12中任一项所述的电路装置, 用于控制所述至少一个数字开关输出端 (2)。

14. 一种用于电路装置的测试方法, 所述电路装置具有用于通过电感器 (6) 连接可连接在开关输出端 (2) 和另一输出端 (2') 之间的负载的数字开关输出端 (2), 其中所述电路装置包括至少一个半导体开关 (3、4), 所述至少一个半导体开关 (3、4) 以触点之间具有间隙的方式布置在电源电压连接端 (1) 和所述开关输出端 (2) 之间, 所述测试方法具有以下步骤:

-控制所述至少一个半导体开关 (3、4) 以用于运行与所述开关输出端 (2) 连接的所述负载;

-中断对所述至少一个半导体开关 (3、4) 的所述控制, 其中在所述中断期间通过储存在

所述电感器(6)中的能量来运行所述负载;

- 确定所述至少一个半导体开关(3、4)在控制中断期间是否断开;和
- 控制所述至少一个半导体开关(3、4)以进一步运行与所述开关输出端(2)连接的所述负载。

15. 根据权利要求14所述的测试方法,其中重复地进行中断对所述至少一个半导体开关(3、4)的控制的步骤以及确定所述至少一个半导体开关(3、4)是否正确地断开的步骤。

用于安全数字开关输出端的电路装置及其测试方法,包括该类型数字电路装置的输出模块

技术领域

[0001] 本发明涉及一种安全数字开关输出端的电路装置,其用于连接可连接在开关输出端和另一输出端之间的负载。该电路装置包括以在触点之间具有间隙的方式布置在电源电压连接端和开关输出端之间的至少一个半导体开关。本发明还涉及用于自动化控制的输出模块和用于这种类型的电路装置的测试方法。

背景技术

[0002] 上述电路装置例如用于工业自动化控制的数字输出模块中。对许多应用而言,特别是对那些安全性至关重要的应用而言,如果应自动化控制或另外的安全设备的需要,则必须确保在这种输出模块中安全地关闭开关输出。这特别适用于如果通过开关输出端来控制致动器并且如果其运行可能导致安装操作者危险的情况。

[0003] 通常,如从2007年起在欧洲标准EN 13849-1中所规定,为了增加在断开过程期间的安全从而不再有任何的电源电压施加到切换输出端,则使用由于冗余设计的两个串联的半导体开关。在这种类型的串联中,即使两个半导体开关中之一发生故障并且已经呈现永久导通状态,仍然会中断到例如致动器的电源。

[0004] 此外,通过测试方法可以在运行期间定期地检验正确的功能,特别是用于数字开关输出端的电路装置的正确断开。

[0005] 为此,可以提供例如用于测量数字开关输出端的电压电平,同时在最短的可能操作时间上断开开关输出端。这种短暂的断开也被称为“消隐”。如果在开关输出端也能观察到短暂的消隐,这表明至少有一个半导体开关具有正确的断开能力。对于许多应用目的,在运行期间不需要这种消隐(即使保持非常短暂),因为它会干扰由开关输出端所控制的负载的正确功能。

[0006] 从公开文献EP 1 389 284 B1中已知安全开关模块的电路装置,其中与具有至少一个半导体开关的第一电流路径并联地形成也具有至少一个半导体开关的第二电流路径。在操作期间,经由一个或另一个电流路径交替地将电压施加到开关输出端,其中针对其半导体开关的功能而检验相应的非有源的电流路径。以这种方式,在开关输出端接通的运行期间,可以检验所使用的半导体开关,而不需要通过测试输出端来使开关输出短暂地消隐。然而,这种功能会导致半导体开关的数量增加一倍,并且导致更复杂的检验电路。

[0007] 本发明的目的是提供一种在开头处所述类型的用于数字开关输出端的电路装置和输出模块,其中使用尽量少的半导体开关,允许对其进行检验,而不会由于检验而在开关输出端出现短暂的消隐。另一个目的是描述用于这种类型的电路装置的测试方法,其中通过电路装置的简单设计使得能够检验电路装置的半导体开关的正确功能,而不会中断对负载的供电。

发明内容

[0008] 该目的通过具有独立权利要求的各个特征的电路装置、输出模块和测试方法来实现。从属权利要求中说明了有利的设计和变型。

[0009] 根据本发明的上述类型的电路装置的特征在于,至少一个半导体开关经由电感器连接到开关输出端,其中至少一个半导体开关和电感器之间的连接节点通过续流元件与另一输出端连接。

[0010] 在根据本发明的电路装置中,至少一个半导体开关的断开不会导致负载的立即断开。相反,通过电感器的下降磁场电流得以保持并且经由电感器、电流短暂地流过负载和续流元件。这可以用于检验半导体开关的正确断开:在测试期间在半导体开关的短暂消隐脉冲期间,电感器和续流元件的组合使得电流首先由所连接的负载来维持。可以完成检验,而消隐本身不会在负载上体现。

[0011] 为了进行检验,电路装置优选地包括控制和测试电路,其控制至少一个半导体开关并且确定是否在测试连接端可观察到在控制至少一个半导体开关时的短暂的消隐脉冲。这里,测试连接端可以与至少一个半导体开关和电感器之间的连接节点连接。或者,也可以将测试连接端与开关输出端连接。在这种情况下,控制和测试电路可以被配置为,使得根据在消隐脉冲期间在开关输出端确定的电压变化来确定在开关输出端流动的电流。作为其次的效果,因此在没有附加电流测量装置(即,例如没有分流器)的情况下也可以进行电流测量。还可以监测所确定的电流值,并且提供关于在负载连接期间出现的任何问题(例如线路断裂)的信息。

[0012] 在电路装置的有利设计中,为了提高开关安全性,两个或更多个半导体串联连接。

[0013] 在电路装置的另一个有利的设计中,电容器被布置在开关输出端和另一输出端之间,即与负载并联。在消隐期间电容器支持对输出端电流的维持,并最小化输出端处的电压变化。

[0014] 在电路装置的另一有利设计中,续流元件包括二极管或为二极管。由于所形成的电位,作为续流元件的二极管导通,并且在消隐期间安全地闭合通过电感器和负载延伸的电流电路。或者或此外,并联连接的晶体管可以用作续流元件。为此,同步于消隐脉冲来控制该晶体管。在晶体管的导通电阻较低的情况下,能够防止当二极管作为续流元件时发生的且可导致二极管发热的能量损失。

[0015] 在电路装置的另一有利设计中,另一输出端也被开关并经由至少一个附加半导体开关被连接到另一电源电压连接端。以这种方式,可以在所有的极点处进行分离。

[0016] 在电路装置的另一有利设计中,反极性保护开关连接在至少一个半导体开关和/或至少一个附加半导体开关的上游。

[0017] 根据本发明的用于自动控制的输出模块包括至少一个数字开关输出端,并且其特征包括上述电路装置,用于控制至少一个数字开关输出端。这产生了与电路装置相关的优点。

[0018] 根据本发明的用于上述电路装置的测试方法包括以下步骤:控制至少一个半导体以用于运行与开关输出端连接的负载,使得经由半导体开关向负载供应电流。然后,短暂地中断对至少一个半导体开关的控制,其中在中断期间,通过储存在电感器中的能量继续向负载供应电流,因此负载运行不会中断。在中断对至少一个半导体开关的控制期间,确定所述半导体开关是否也正确地断开以及如果需要,它是否能够确实断开负载。所述确定包括

例如确定半导体开关的输出连接端的电压。随后,再次控制至少一个半导体开关,使得它继续向与开关输出端连接的负载供电。因此,由于在检验期间电感器继续短暂地向负载供应电流,从而可以考虑到负载的运行而在不中断的情况下进行检验。这产生了上述已提及的优点。

[0019] 在测试方法的有利实施中,重复地进行中断对至少一个半导体开关的控制以及确定至少一个半导体开关是否正确地断开的步骤。该重复可以例如以周期性重复的方式进行。以这种方式,可以连续地确保半导体开关的正确功能,特别是其将负载与电源电压隔断的能力。

附图说明

[0020] 下面参考基于三个附图的实施方式来更详细地描述电路装置。

[0021] 图1示出了用于数字开关输出端的电路装置的第一实施方式的示例;

[0022] 图2示出了用于数字开关输出端的电路装置的第二实施方式的示例;

[0023] 图3示出了用于数字开关输出端的电路装置的第三实施方式的示例;

具体实施方式

[0024] 图1示出了用于数字开关输出端的电路装置的第一实施方式的示例的示意图。

[0025] 该电路装置包括电源电压连接端1,向其施加电源电压 V_+ 。电源电压 V_+ 与基准电压电平有关,其在所示的实施方式的示例中由地电位GND形成。地电位通过基准电压连接端(接地端)1'提供。电源电压 V_+ 和地电位GND例如通过外部电源(这里未示出)提供。

[0026] 电路装置例如是在工业自动化设备中使用的输出模块的一部分。电路装置具有数字开关输出端2或连接到所述开关输出端,可通过电路装置施加可以接通或断开的输出电压 V_s 。输出电压 V_s 又与也设置在电路装置的另一输出端2'处的地电位GND相关。电路装置用于安全地控制连接在开关输出端2和另一输出端2'之间的负载的导通或断开。

[0027] 在本实施方式的示例中,在电源电压连接端1和开关输出端2之间布置有两个串联连接的半导体开关3、4。在这种情况下,MOSFET晶体管(金属氧化物半导体场效应晶体管)用作半导体开关。半导体开关3、4具有内部旁路二极管。应当理解,代替所示的MOSFET晶体管,也可以使用例如双极型晶体管或IGBT晶体管(绝缘栅双极晶体管)。

[0028] 出于冗余的原因使用两个串联连接的半导体开关3、4,从而增加开关安全性,特别是断开安全性。

[0029] 半导体开关3、4由控制和测试电路5通过其控制连接端(这里是其栅极连接端)来控制。控制和测试电路5通过输入端(这里未示出)接收输入信号,并且根据该输入信号接通或断开半导体开关3、4。

[0030] 根据应用,在半导体开关3、4和开关输出端2之间连接有电感器6,二极管7作为基准电位与连接节点之间的开关设备而连接在串联的半导体开关3、4和电感器之间。此外,有利地,电容器8连接在输出端2和2'之间。

[0031] 所示的电路装置用于控制与开关输出端2或另一输出端2'连接的负载的接通和断开。为了能够在开关输出端2的接通状态下检验半导体开关3、4的正确功能,配置控制和测试电路5从而将半导体开关3、4断开然后再次接通,也就是说,短暂地将两个半导体开关彼

此独立地消隐,例如,交替地相继进行中间暂停。在串联的半导体开关3、4的输出端,即在与电感器6连接的连接节点处,布置测试连接端9,其电位由控制和测试电路5测量和检验。在测试连接端9处,指示控制连接端(即半导体开关3、4的栅极连接端)的消隐是否也已经相继地导致半导体开关3、4的触点之间的间隙中断。

[0032] 半导体开关3、4中之一的消隐导致串联的半导体开关3、4和电感器6之间的电流中断。根据楞次定律,电流由电感器6的下降磁场保持,由此二极管7导通。在短暂的消隐脉冲期间,电感器6和二极管7的组合因此使得电流首先通过所连接的负载来维持。所得到的电流电路通过二极管7、电感器6和连接到开关输出端2或另一输出端2'的负载延伸。

[0033] 可选地与负载并联布置的电容器8支持这种行为,并且此外其还保持相对于地电位GND的电源电压 V_+ 。例如通过优选地具有磁芯(例如铁氧体磁芯)的线圈形成的电感器6的电感值被设置为,使得在消隐脉冲的持续时间内,开关输出端2的电压尽可能被保持为只有很小的电压降。消隐时间有利地可以在几十微秒(μs)到小于 $1\mu\text{s}$ 的范围内,从而能够通过电感器6在足够长的时间内输送几安培(A)范围内的更强电流,而电感器6不必具有过高的电感值。在消隐期间,对于通常连接的负载,可以容许约5%–7%的最大电压降。在电源电压 V_+ 为24伏(V)的情况下,例如通常可以容许1.5V的压降。通过适配电感器6的电感值大小,如果需要,可以实现甚至更小的电压降。

[0034] 虽然在消隐脉冲期间在开关输出端2处的输出电压 V_s 基本上以这种方式保持,但是当半导体开关3、4正常工作时,在测试连接端9处的电压减小到与二极管7的击穿电压相对应的电压。控制和测试电路5检测到电源电压 V_+ 降低到二极管的正向电压(相对于测试连接端9处的地电位为负值,通常小于1伏特)并将其评价作为正确断开半导体开关3、4的标志。如果测试连接端9处的电压不降低,则这标志着半导体开关3和/或4有缺陷(例如熔化),或标志着没有负载连接到输出端。后者也可以被解释为潜在的错误,因为它可例如由电缆断裂引起。

[0035] 在电路装置的可替换设计中,开关输出端2本身可以用作测试连接端,其中,在这种情况下,通过控制和测试电路5可检测到没有降低到二极管7的击穿电压的低电压值,而是仅有略微降低,这是由于电感器6和电容器8呈现指数式放电特性。即使根据本申请的电感器6和二极管7以及可选的电容器8的布置适合于将开关输出端的输出电压 V_s 保持为使得能毫无问题的经过所包括的负载,然而还是会在开关输出端2出现可检测的电压 V_s 的降低。

[0036] 在对电容器8的电压测量中,更有利的是,根据电容器8的电压变化,可以得出关于在输出端流动的电流值或关于是否有任何电流流过输出端的结论。由此,也可以监测所确定的电流值或电流,并且在负载连接期间提供关于任何问题(例如线路断裂)的信息。

[0037] 以类似于图1的方式,图2以示意性电路图示出了根据本发明的用于数字开关输出端的电路装置的第二实施方式的示例。在该图以及下面的图3中,相同的附图标记表示与图1的实施方式的示例中相同或相当的元件。

[0038] 在基本设计中,图2中所示的电路装置与图1所示的电路装置对应,这里明确地对图1的电路装置进行了参考。

[0039] 与图1的实施方式相比,在这种情况下,晶体管10,也是MOSFET晶体管,被布置为与二极管7并联。在图1的实施方式的示例中,二极管7表示不受控制的续流元件,其在半导体开关3、4中之一消隐期间,由于在其连接端处形成的电位而导通。

[0040] 因此,晶体管10也表示具有与二极管7相同功能的续流元件。为此,其同步于消隐脉冲而由控制和测试电路5控制。晶体管10的导通电阻如此之低,使得在导通状态下,跨过晶体管10只有轻微的可忽略的电压降降低。因此,避免了在图1的电路装置中二极管7处发生的并且可能导致二极管7发热的能量损失。小的能量损失也使得可以通过储存在电感器6或电容器8中的能量更长时间地向与开关输出端2连接的负载供电。因此,在预定长度的消隐脉冲的情况下,电感器6和电容器8可以被设计为具有较低的电感值或电容值。

[0041] 与图1的实施方式的示例的另一个区别在于:连接在半导体开关3、4的上游的串联连接的极性保护开关11。该极性保护开关可以由二极管无源地形成;然而,在这种情况下,MOSFET晶体管用于降低电压降。

[0042] 图3示出了根据本发明的用于数字开关输出端的电路装置的另一实施方式的示例。在本实施方式的示例中,开关输出端在所有极点处被开关。

[0043] 同样,存在用于正电压电源 V_+ 和地电位GND的电源电压连接端1、1'。这些电源电压连接端1、1'中的每一个经由相应的半导体开关3或4'与电路装置的输出端连接。因此,输出端的两极连接并在图3中被标记为具有相应的输出电压 V_{s+} 或 V_{s-} 的开关输出端2或另外的开关输出端2'。

[0044] 如上述实施方式的示例所示,设置有控制和测试电路5,其控制两个半导体开关3、4'。存在两个测试连接端9和9',其中,在消隐脉冲期间确定施加在测试连接端9和9'之间的电压。

[0045] 如图2的实施方式的示例所示,提供极性保护开关11,其连接在正电源电压连接端1的下游。

[0046] 在该实施方式的示例中,类似于图1和图2来设计包括电感器6、二极管7和电容器8的电路装置,其能够在控制和测试电路5的消隐脉冲中向与开关输出端2、2'连接的负载供电,其中电感器6连接在开关输出端2的上游,并且其中,经由二极管7,半导体开关3与电感器6的连接端之间的节点连接到另一个开关输出端2'。电容器又与开关输出端2、2'并联连接。

[0047] 如图2的实施方式的示例,晶体管10与二极管7并联连接,并且在消隐脉冲期间被控制和测试电路5控制,并且与二极管7一起被用作续流元件。

[0048] 在功能上,图3所示的电路与图2所示的电路等效,不同之处在于,在开关输出端2、2'断开期间,在所有极点处与电源电压 V_+ 或GND进行分离。在功能安全的情况下,在所有极点处分离的优点特别在于,从开关输出端2引走的并且永久地向负载施加电源电压 V_+ 的线路的外部短路不会呈现安全损失,这是因为从另一开关输出端2'引走的线路实际上也被断开。

[0049] 附图标记列表

- | | | |
|--------|------|-----------|
| [0050] | 1、1' | 电源电压连接端 |
| [0051] | 2 | 开关输出端 |
| [0052] | 2' | 另一(开关)输出端 |
| [0053] | 3、4 | 半导体开关 |
| [0054] | 4' | 附加半导体开关 |
| [0055] | 5 | 控制和测试电路 |

[0056]	6	电感器
[0057]	7	二极管
[0058]	8	电容器
[0059]	9	测试连接端
[0060]	10	晶体管
[0061]	11	极性保护开关
[0062]	V ₊	电源电压
[0063]	V _s	开关输出电压
[0064]	V _{s+} 、V _{s-}	开关正、负输出电压
[0065]	GND	地电位。

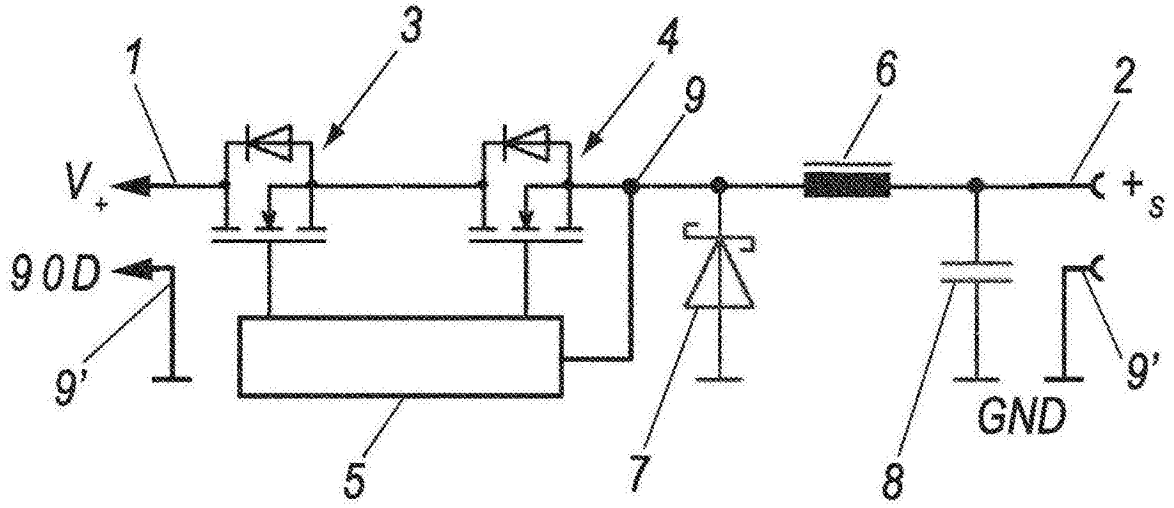


图1

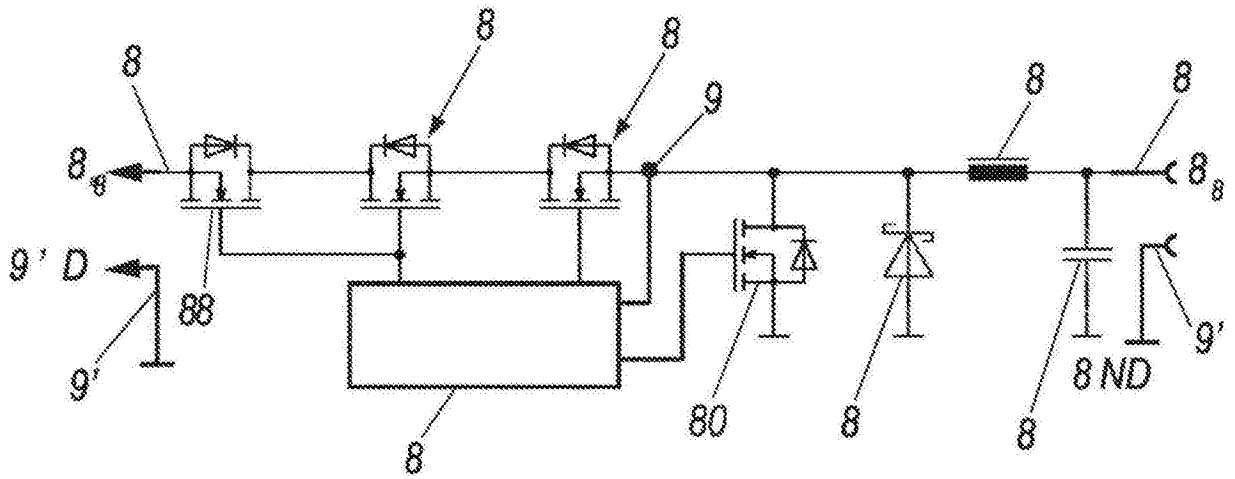


图2

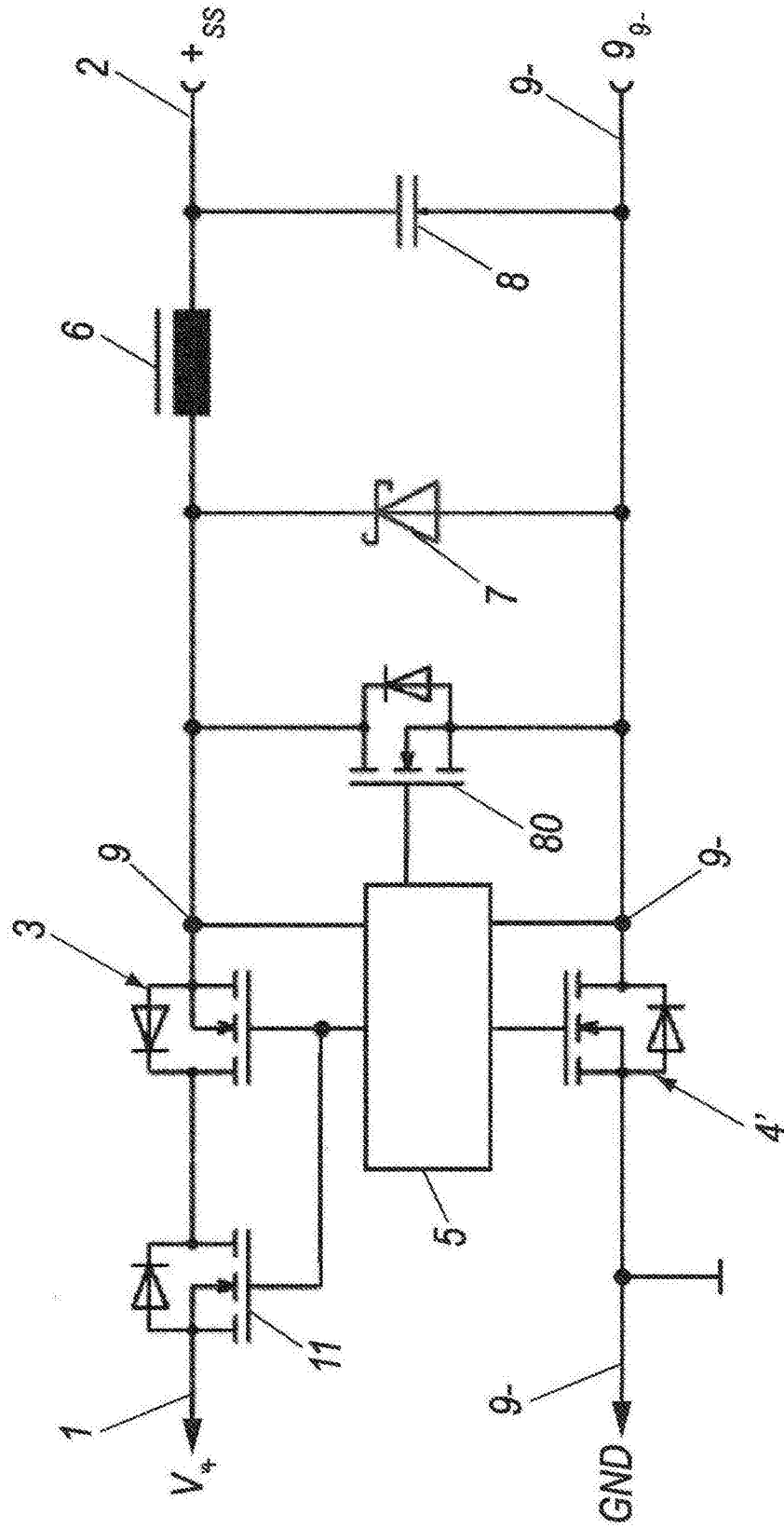


图3