



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111727487 A

(43)申请公布日 2020.09.29

(21)申请号 201980011126.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2019.01.21

H01H 9/54(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H01H 33/59(2006.01)

2020.07.31

H02H 3/087(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2019/051406 2019.01.21

(87)PCT国际申请的公布数据

W02020/151805 DE 2020.07.30

(71)申请人 伊顿智能动力有限公司

地址 爱尔兰都柏林

(72)发明人 K·阿斯坎 M·鲍尔图内克

M·卡岑施泰内尔

(74)专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理

有限公司 11280

代理人 王勇 王博

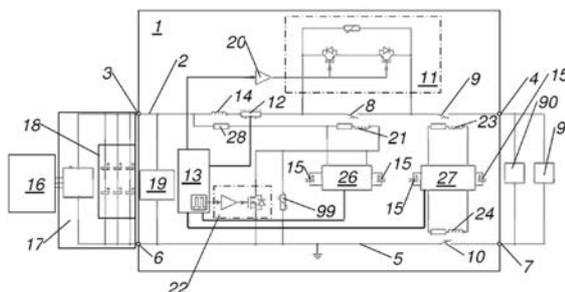
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

直流电断路器

(57)摘要

本发明涉及一种直流电断路器(1),其具有第一电流路径(2)和第二电流路径(5),其中在第一电流路径(2)中布置机械的旁路开关(8),其中旁路开关(8)具有至少一个旁路开关励磁线圈(21),其中直流电断路器(1)的第一半导体电路装置(11)与旁路开关(8)并联连接,其中直流电断路器(1)的电子控制单元(13)设计成用于控制第一半导体电路装置(11),其中直流电断路器(1)具有由控制单元(13)控制的第二半导体电路装置(22),并且第二半导体电路装置(22)与旁路开关励磁线圈(21)电路连接,直流电断路器(1)设置成使得第二半导体电路装置(22)的至少一个接口直接电路连接到第二电源接口(6)。



1. 一种直流电断路器(1),其具有从直流电断路器(1)的第一电源接口(3)到直流电断路器(1)的第一负载接口(4)的、具有第一电气极性的第一电流路径(2),以及从直流电断路器(1)的第二电源接口(6)到直流电断路器(1)的第二负载接口(7)的、具有第二电气极性的第二电流路径(5),其中在所述第一电流路径(2)或所述第二电流路径(5)中布置机械的旁路开关(8),其中所述旁路开关(8)具有至少一个旁路开关励磁线圈(21),其中所述直流电断路器(1)的第一半导体电路装置(11)与所述旁路开关(8)并联连接,其中所述直流电断路器(1)的电子控制单元(13)设计成用于控制所述第一半导体电路装置(11),其中所述直流电断路器(1)具有第二半导体电路装置(22),所述第二半导体电路装置(22)由所述控制单元(13)控制,并且所述第二半导体电路装置(22)与所述旁路开关励磁线圈(21)电路连接以操作所述旁路开关励磁线圈(21),其特征在于,所述第二半导体电路装置(22)的至少一个接口直接电路连接到第二电源接口(6)。

2. 根据权利要求1所述的直流电断路器(1),其特征在于,包括所述第二半导体电路装置(22)和所述旁路开关励磁线圈(21)的电流路径,特别地经由串联电阻(28),与所述第一电源接口(3)电路连接。

3. 根据权利要求1或2所述的直流电断路器(1),其特征在于,所述直流电断路器(1)具有至少向所述电子控制单元(13)提供能量的电源单元(19),并且所述第二半导体电路装置(22)绕过所述电源单元(19)直接电路连接到所述第二电源接口(6)。

4. 根据权利要求1、2或3所述的直流电断路器(1),其特征在于,所述控制单元(13)设计成检测短路和/或过电流,并且所述控制单元(13)进一步设计成在检测到短路和/或过电流时以可预定的脉冲激发、特别是由于脉宽调制而接通/断开所述第二半导体电路装置(22)。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的直流电断路器(1),其特征在于,所述控制单元(13)进一步设计成在可操作的接通期间,以可预定的脉冲激发、特别是由于脉宽调制而接通/断开所述第二半导体电路装置(22)。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的直流电断路器(1),其特征在于,在所述第一电流路径(2)中布置具有第一隔离开关励磁线圈(23)的第一隔离开关(9),在所述第二电流路径(5)中布置具有第二隔离开关激励线圈(24)的第二隔离开关(10),使得所述第一隔离开关激励线圈(23)和所述第二隔离开关激励线圈(24)至少电路连接至第二半导体电路装置(22)。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的直流电断路器(1),其特征在于,在所述第一电源接口(3)和所述第二电源接口(6)之间连接有至少一个电容器(92)。

8. 一种具有整流器和根据权利要求1至7中任一项所述直流电断路器(1)的系统,其中,所述整流器(17)具有至少一个滤波电容器(18),所述直流电断路器(1)连接至所述整流器(17)的输出端,其中,所述整流器(17)的至少一个滤波电容器(18)用于向所述直流电断路器(1)的第二半导体电路装置(22)提供能量。

## 直流电断路器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种根据权利要求1的前序部分的直流电断路器。

### 背景技术

[0002] 已知用于直流电应用的所谓的混合断路器。这种断路器具有所谓的旁路开关作为中心组件或功能上必需的组件。在安全方面的关断过程中,此旁路开关应特别快地断开,以使电流在通过开关装置的电流上升过多之前先换流到功率半导体上,然后功率半体会关断相关电流。旁路开关是具有机械开关触点的继电器。为了操作该继电器,这种混合断路器具有从断路器的电源单元供电的驱动器电路。

[0003] 所需的特别快的旁路开关触点的断开需要相应量的电能,该电能必须快速可用,或必须快速传输到驱动器电路。这需要相应强大的电源单元和能量存储设备,尤其是电解电容器,以对相应的驱动器电路供电。然而,这种类型的电源单元和电容器需要相当大的空间,并且明显地促使这种断路器的空间增大。此外,电源单元消耗静态电流,从而除了断路器内所需的空间外,还存在相当大的功率损耗,必须通过适当的冷却表面来散发该功率损耗。电容器还必须不断充电,否则它们会随着时间的流逝而失去电荷。由此产生的损耗导致断路器内的温度升高,这会降低断路器的与安全相关的半导体的使用寿命。

[0004] 使用具有大匝数的旁路开关驱动器会减少所需的电流,但是由于这种绕组线圈的电感较高,由此还导致较大的时间常数并因此导致旁路开关的断开较慢。

[0005] 由于危险的电气条件,断路器通常仅执行很少的断开过程。因此,在大多数时间中,不需要强大的电源单元和相应的电容器,因为不要求可以输出的最大功率,而缺点在于要不断散发的功率损耗。为了能够以合理的空间要求和散发的功率损耗来切断短路,已知的开关装置在电路中具有阻流圈(也称为“节时电感”),其自然地仅影响电流的变化,且在短路时电流的增加率减小。然而,阻流圈也需要大量空间和欧姆损耗。

### 发明内容

[0006] 因此,本发明的目的是提供一种开头所述类型的直流电断路器,利用该直流电断路器可以避免上述缺点,该直流电断路器体积小且结构简单,并且可以迅速地切断短路。

[0007] 根据本发明,上述目的通过权利要求1的特征来实现。

[0008] 因此,可以产生一种直流电断路器,该直流电断路器具有小体积或小安装空间要求,并且结构简单。尽管这种直流电断路器具有电源单元,但是该直流电断路器比具有还必须提供能量用于紧急关断致动旁路开关的电源单元的断路器小得多。同时,所讨论的直流电断路器比具有相应性能的电源单元的常规断路器可以更快地断开旁路开关。

[0009] 已显示出,在某些工作环境中,可以实现旁路开关的特别快速的断开,因为相关的直流电断路器的电源单元没有被用于这种特别快速的断开。实际上可以减小电源单元的尺寸,而不是通过不断增加电源单元来增加直流电断路器内的能量输送能力,因为不再需要特别快速地断开旁路开关,但仅用于向直流电断路器的其他组件供电。

[0010] 尽管这种断路器优选地仍然具有用于对电子部件供电的电源单元,但是该电源单元不必提供能量以在短路切断的情况下断开旁路开关。替代地,提供一种断路器,用于与整流器一起操作,并且使用存在于整流器的输出端的平滑电容或至少一个滤波电容器作为驱动旁路开关的能量源。由于该电容器上的电压明显高于电子电路的内部工作电压,并且这种滤波电容器的电容通常比用于支持常规的直流电断路器的内部电源所具有的电容高几个数量级,与常规的混合直流电断路器相比,本发明的直流电断路器具有多个电荷或能量可用于驱动旁路开关。因此,可以以较少的匝数来驱动旁路开关,由此可以将时间常数较低地保持,由此可以进一步减小旁路开关的断开时间。由于更快地断开旁路开关,可以减小可能存在的阻流圈的电感。

[0011] 从属权利要求涉及本发明的其他有利的改进方案。

[0012] 在此明确引用的权利要求的措词,因此,权利要求在此通过引用而被插入说明书中,并被认为是逐字复制的。

### 附图说明

[0013] 参考附图更详细地描述本发明,在附图中仅以示例的方式示出了优选实施例。其中显示:

[0014] 图1是本发明的直流电断路器的第一实施例以及包括电源、负载和故障的电气环境的示意图;

[0015] 图2是本发明的直流电断路器的第二实施例以及包括电源、负载和故障的电气环境的示意图;

[0016] 图3是本发明的直流电断路器的第三实施例以及包括电源、负载和故障的电气环境的示意图;以及

[0017] 图4是本发明的直流电断路器的第四实施例的仅一部分的示意图。

### 具体实施方式

[0018] 图1至图3示出了直流电断路器1,该直流电断路器1具有从直流电断路器1的第一电源接口3到直流电断路器1的第一负载接口4的、具有第一电气极性的第一电流路径2,并具有从直流电断路器1的第二电源接口6到直流电断路器1的第二负载接口7的、具有第二电气极性的第二电流路径5,其中在第一电流路径2或第二电流路径5中布置机械旁路开关8,其中旁路开关8具有至少有一个旁路开关励磁线圈21,其中直流电断路器1的第一半导体电路装置11与旁路开关8并联连接,直流电断路器1的电子控制单元13设计成控制第一半导体电路装置11,直流电断路器1具有第二半导体电路装置22,该第二半导体电路装置22由控制单元13控制,该第二半导体电路装置22与旁路开关励磁线圈21电路连接以驱动旁路开关励磁线圈21,其中第二半导体电路装置22的至少一个接口直接与第二电源接口6电路连接。图4示出了这种直流电断路器1的一部分。

[0019] 因此,可以产生一种直流电断路器1,该直流电断路器具有小体积或小安装空间要求,并且结构简单。这样的直流电断路器1优选具有电源单元19,但是该直流电断路器1比具有必须提供能量用于紧急关断致动旁路开关8的电源单元19的断路器小得多。同时,本发明的直流电断路器1可以比具有相应性能电源单元的常规断路器更快地打开旁路开关8。

[0020] 已显示出,在某些工作环境中,可以实现旁路开关8的特别快速的断开,因为相关的直流断路器1的电源单元没有用于这种特别快速的断开。实际上可以减小电源单元19的尺寸,而不是通过不断增加电源单元19来增加直流断路器1内的能量输送能力,因为不再需要特别快速地断开旁路开关8,但仅用于向直流断路器1的其他组件供电。

[0021] 尽管这种直流断路器1优选地仍然具有用于对电子部件供电的电源单元19,但是该电源单元19不必提供能量以在短路切断的情况下断开旁路开关8。替代地,提供一种直流断路器1,用于与整流器17一起操作,并且使用存在于整流器17的输出端的平滑电容或至少一个滤波电容器18作为驱动旁路开关8的能量源。由于该电容器18上的电压明显高于电子电路的内部工作电压,并且这种滤波电容器18的电容通常比用于支持常规的直流断路器1所具有的电容高几个数量级,与常规的混合直流断路器相比,本发明的直流断路器1具有多个电荷或能量可用于驱动旁路开关8。

[0022] 例如,已知的断路器的旁路开关8的驱动由电容器15供电,电容器15的电压为60V,电容为100 $\mu$ F。相比之下,用于外部导体电压为400V<sub>AC</sub>的三相电流的专业整流器应用通常具有650至770V<sub>DC</sub>的电压,并且电容通常在2.5和4mF之间。因此,在本发明的直流断路器1的情况下,可用电荷量是在常规断路器的情况下的大约250倍至500倍之间。

[0023] 因此,可以以较少的匝数来驱动旁路开关8,由此可以保持较低的时间常数,由此可以进一步减小旁路开关8的断开时间。由于旁路开关8的更快的断开,可以减小可能存在的阻流圈14的电感。

[0024] 本发明的直流断路器1的另一个优点是,由于整流器17的电容18的能量很高,因此即使在触发短路后立即尝试短路接通后,也有足够的能量来快速断开旁路开关8。例如,如果试图在短路继续进行时接通直流断路器1,则这是有意义的。

[0025] 在图1至图3中还示出了电气环境,在负载侧示出了电气负载91和电气故障90。在输入侧示出了电源16、整流器17和上述电容或至少一个滤波电容器18。

[0026] 本发明的直流断路器1旨在用于直流或直流电压。其中规定,本发明的直流断路器1仅与整流器17一起使用,该整流器17以本身已知的方式在其输出端具有至少一个电容器18,该电容器通常被称为滤波电容器18。通常,在此处安排多个并联的分立电容器,通常是电解电容器。整流器17的构造以及在其输出端使用相应的电容器18是电气工程领域的技术人员所熟悉的。

[0027] 直流断路器1具有两个电流路径2、5,这两个电流路径设置成用于不同的电气极性,因此具有正负。因此,直流断路器1具有用于第一电气极性的第一电流路径2和用于第二电气极性的第二电流路径5,该第一电流路径从第一电源接口3延伸到第一负载接口4,该第二电流路径不同于第一电气极性,并且从第二电源接口6延伸到第二负载接口7。各个接口3、4、6、7优选地设计为连接端子。

[0028] 直流断路器1优选具有壳体,该壳体至少部分地由绝缘材料形成,并且优选地至少部分地具有冷却表面。

[0029] 在图1至图3中还示出了电气负载91和电气故障90,其分别连接到负载接口4、7。

[0030] 本发明所描述的第一电流路径2的保护也可以附加地设置在第二电流路径5上。

[0031] 在第一电流路径2中布置有构造为继电器的机械旁路开关8或机电旁路开关8。因此,旁路开关8具有至少一个旁路开关励磁线圈21,并且优选地也可以设置多个旁路开关励

磁线圈21。在每个附图中均示出了旁路开关励磁线圈21,并且除了电线圈的符号之外,还示出了其欧姆线圈电阻。优选地,旁路开关8设计成双稳态的、磁锁定的开关或继电器。

[0032] 旁路开关8由第一半导体电路装置11桥接,该第一半导体电路装置11配备有功率半导体开关,例如背对背的IGBT,并且特别地设计成四象限开关。此外,第一半导体电路装置11优选地具有压敏电阻98。第一驱动级20被分配给第一半导体电路装置11。压敏电阻和IGBT未示出附图标记。申请人例如在W02015/028634A1中描述了相应电路的基本功能。

[0033] 直流电断路器1还具有电子控制单元13,该电子控制单元13控制直流电断路器1的电路过程。控制单元13近似设计成 $\mu\text{C}$ 。相应地,直流电断路器1的控制单元13设计成用于控制第一半导体电路装置11。

[0034] 直流电断路器1优选地还具有电源单元19,该设置电源单元19并将其尺寸设计成使其向控制单元13提供能量。替代地可以规定,控制单元13通过直流电断路器1的单独的辅助接口供电。

[0035] 控制单元13设计成用于检测短路和/或过电流。尤其可以规定,至少在第一电流路径2中布置与控制单元13连接的电流测量装置12,该电流测量装置12优选地设计成分流器。此外,可以规定还通过驱动器20来检测短路,该驱动器可以通过检测第一半导体电路装置11中的功率半导体开关的去饱和(Entsättigung)来检测短路。

[0036] 此外,特别优选地,在第一电流路径2中布置具有第一隔离开关激励线圈23的第一隔离开关9,并且在第二电流路径5中布置具有第二隔离开关激励线圈24的第二隔离开关10。这两个隔离开关9、10或继电器仅用于确保直流电断路器1断开后的电流隔离。

[0037] 如上所述,进行关断过程,其中第一半导体电路装置11被接通并且旁路开关8随后断开,于是电流被换流到第一半导体电路装置11并且随后从第一半导体电路装置11切断。申请人例如在W0 2015/028634 A1中也描述了基本功能。

[0038] 直流电断路器1还具有由控制单元13控制的第二半导体电路装置22,用于致动旁路开关励磁线圈21,其电路连接至旁路开关励磁线圈21。第二半导体电路装置22优选地具有至少一个功率半导体开关以及,如果合适的话,具有驱动级。压敏电阻99优选与第二半导体电路装置22并联连接。

[0039] 规定,第二半导体电路装置22与第一电源接口3或第二电源接口6电路连接。可以这样理解,即,绕过优选设置的电源单元19的第二半导体电路装置22的至少一个接口直接与第二电源接口6电路连接。

[0040] 因此,第二半导体电路装置22不从电源单元19获得任何电流,该电源单元优选地是直流电断路器1的一部分,而且直接与直流电断路器1的相应的供电侧接口连接,优选地仅旁路开关励磁线圈21和任选的串联电阻28布置在此电路连接中,如图1和图2所示。因此,进一步优选地规定,包括第二半导体电路装置22和旁路开关励磁线圈21的电流路径绕过优选地设置的电源单元19,特别是经由串联电阻器28电路而电路连接至第一电源接口3。

[0041] 关于第二半导体电路装置22以及至少一个旁路开关励磁线圈21和优选地设置的串联电阻28的接口,优选设置成第一电源接口3和第二电源接口6可以互换。

[0042] 图1示出了相应设计的直流电断路器1,除了第二半导体电路装置22之外,还设置用于旁路开关8的常规继电器驱动器装置26,并且具有两个电容器15作为能量源。继电器驱动器装置26连接到用于供电的电源单元19,并且电源单元19还提供用于对电容器15充电的

能量。

[0043] 根据图1,第二半导体电路装置22的第二接口电路连接到旁路开关励磁线圈21的第一接口,旁路开关励磁线圈21的第二接口经由优选地设置的串联电阻28电路连接到第一电源连接3。

[0044] 在此实施例中还具有继电器驱动器装置26,第二半导体电路装置22仅设置成用于在检测到短路和/或过电流之后进行的关断过程中控制旁路开关8。

[0045] 为了控制旁路开关励磁线圈21,优选地规定,控制单元13以可预定的脉冲激发、特别是由于脉宽调制而接通/断开来第二半导体电路装置22,如图1中的控制单元13中的相应符号所示。在其他实施例中也可以提供相应的控件。

[0046] 通过继电器驱动器装置26以及隔离开关驱动器装置27在根据图1的直流电断路器1中进行可操作的接通/断开,隔离开关驱动器装置27也具有电容器15作为能量源。继电器驱动器装置26和隔离开关驱动器装置27可以一体形成。如果旁路开关8仅可操作地接通和断开,则不必特别快地断开旁路开关8,因为不必接通大电流。因此,电容器15可以设计成相对较弱或较小,并且不在电源单元19中引起高静态电流。

[0047] 阻流圈14优选地布置在第一电流路径2中。由于旁路开关8的现在的特别快速的断开,可以大大缩小该阻流圈14,因为现在可以在已经明显低于常规直流电断路器1的电流的情况下切断短路。因此,半导体开关也可以用于第一半导体电路装置11,该半导体开关负载较小并且因此还具有较小的尺寸,这又导致较低的回路电感,这进一步缩短了短路电流到第一半导体电路装置11的换流时间。

[0048] 图2示出了第二实施例,该第二实施例不需要继电器驱动器装置26,如上所述,继电器驱动器装置26是为慢速操作开关而设置的电路,其在图2中同样被省略。在此方面,根据图2的直流电断路器1仅具有第二半导体电路装置22。

[0049] 在根据图2的直流电断路器1中,控制单元13还设计成即使在可操作的接通过程中可预定的脉冲激发、特别是由于脉宽调制而接通/断开第二半导体电路装置22。然而,可以在向旁路开关励磁线圈21施加明显较少的功率负载的情况下进行这种可操作的接通。图2还示出了第二半导体电路装置22的可能的结构,其包括具有四个半导体开关的MOSFET桥电路。还应指出的是,在图2中旁路开关励磁线圈21被示出为与旁路开关8稍远,但是它仍然是旁路开关8的旁路开关励磁线圈21。

[0050] 在图2中未示出两个隔离开关9、10的控制,但是仍可以利用第二半导体电路装置22来进行控制。

[0051] 图3示出了本发明的直流电断路器1的第三实施例。在该实施例中规定,对于第一隔离开关9和第二隔离开关10的接通过程没有设置供电的继电器驱动器27,但是该接通过程也通过从整流器17的滤波电容器18馈电来进行。相应地规定,第二半导体电路装置22与第一隔离开关励磁线圈23和/或第二隔离开关励磁线圈24电路连接,并且还和第一电源接口3和第二电源接口6电路连接。在此方面,图3示出了带有附图标记22的两个独立的方块,但是优选地规定,这两个方块在实际实施期间一体地形成。

[0052] 此外,图4仅示出了本发明的直流电断路器1的输入侧的细节。在第一电源接口3和第二电源接口6之间具有至少一个电容器92,该电容器92优选设计成电解电容器。图4示出了两个这样的电容器92和二极管,以确保电容器92被保护以防止极性反转。此外,电阻器94

并联连接到电容器92,以便经由分压器确保跨电容器92中的每个电容器92的电压相同。在整流器17及其电容器18与直流电断路器1之间的线路长度较长的情况下,根据图4的电路具有优势。

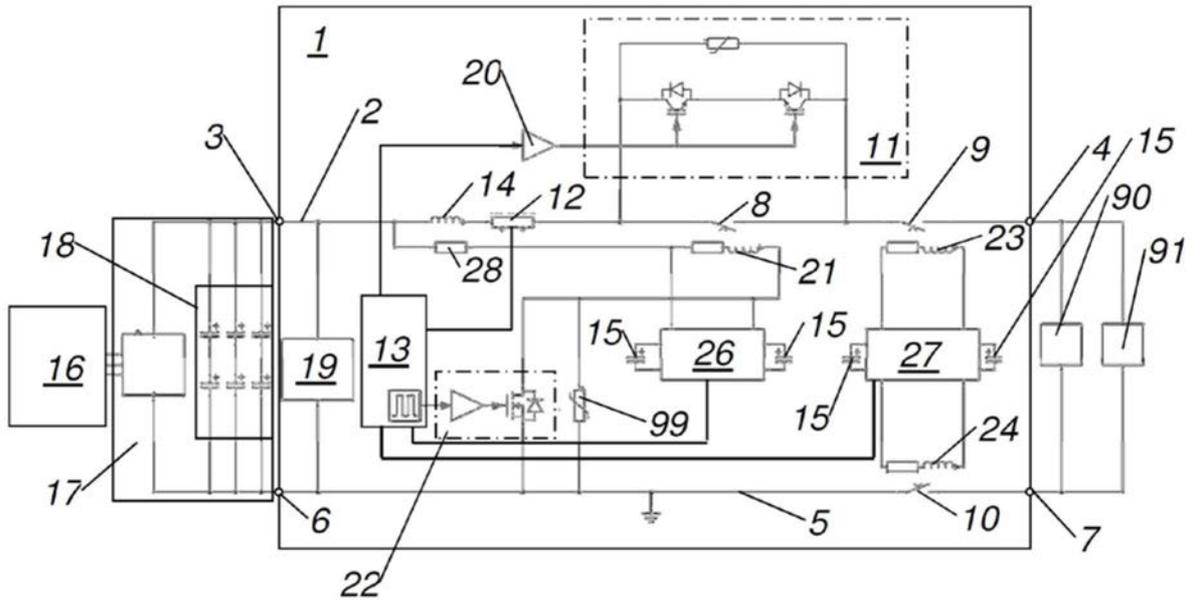


图1

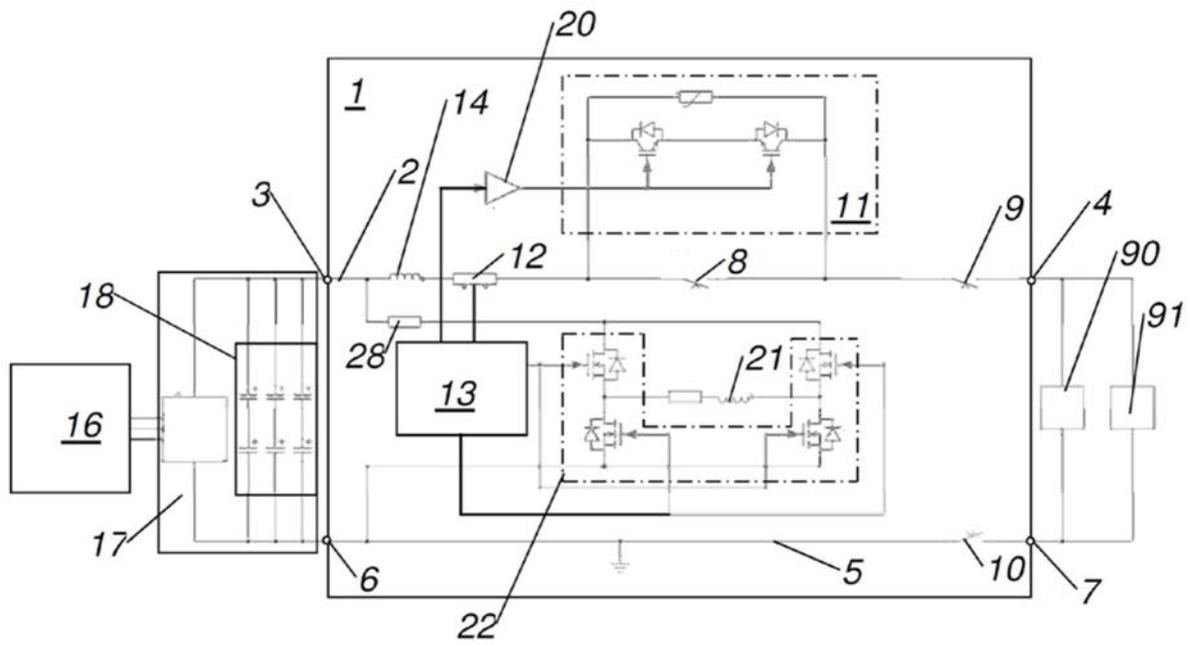


图2

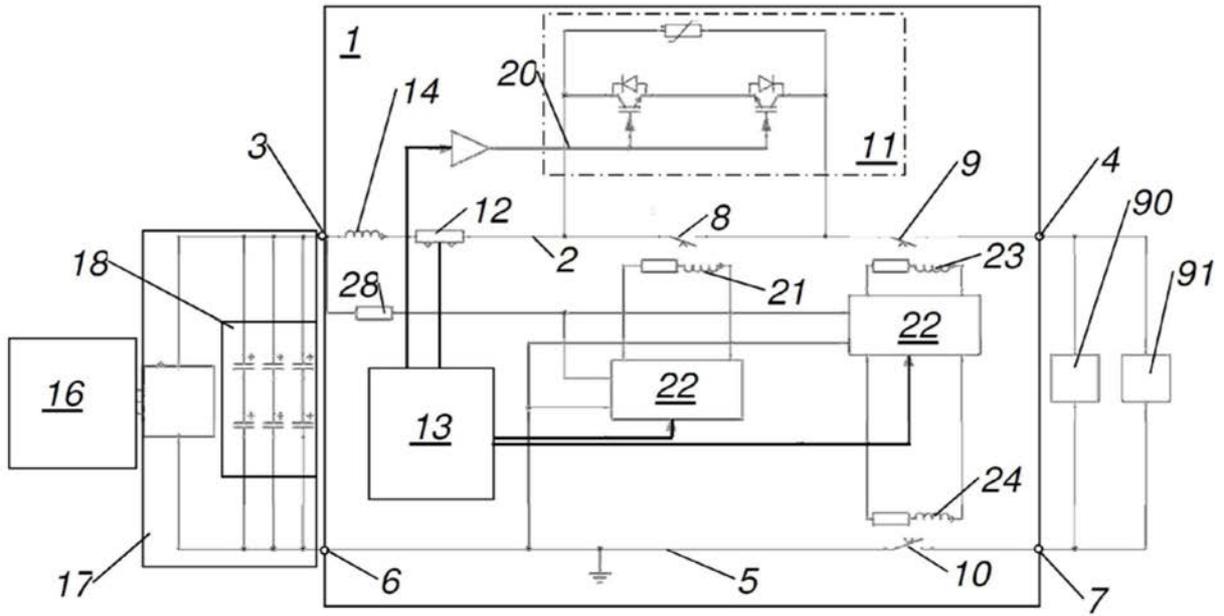


图3

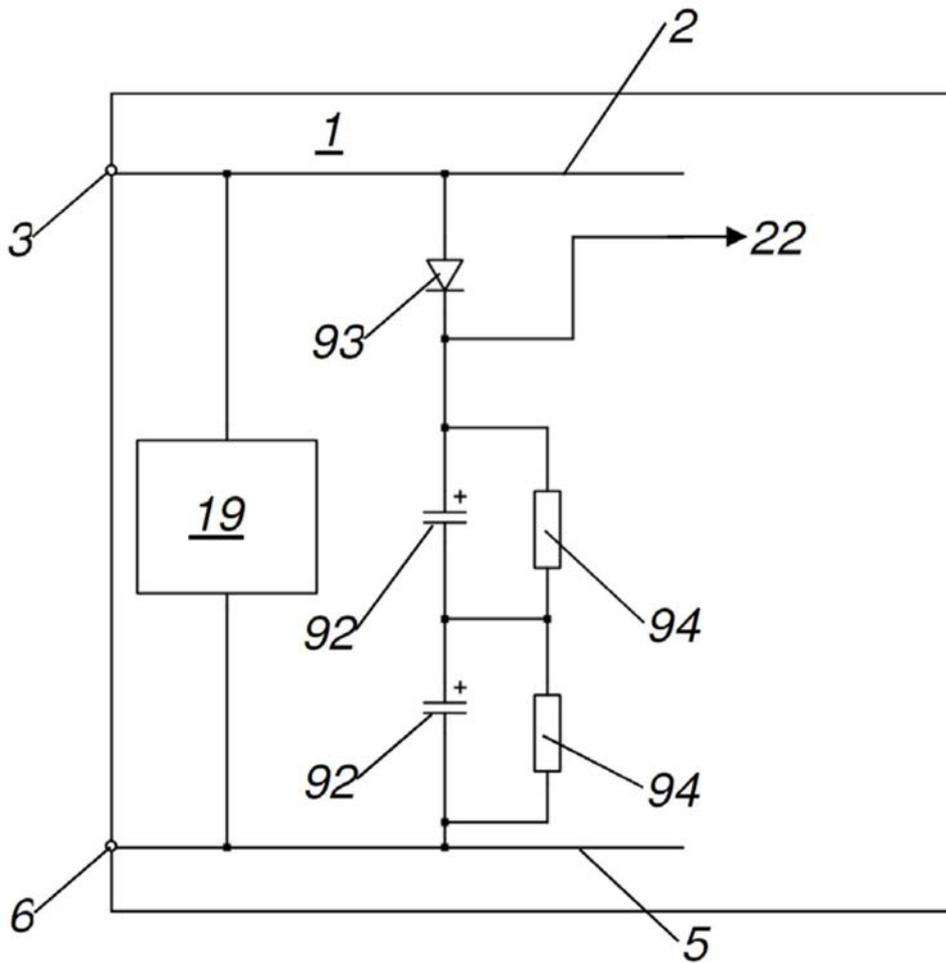


图4