



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117581323 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 20

(21) 申请号 202280044856.1

(22) 申请日 2022.07.03

(30) 优先权数据

BE2021/5522 2021.07.05 BE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.12.22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/068358 2022.07.03

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2023/280729 DE 2023.01.12

(71) 申请人 菲尼克斯电气股份有限公司

地址 德国勃洛姆堡

(72) 发明人 T·格罗特 L·豪雅 D·舒金斯

(74) 专利代理机构 北京市中伦律师事务所

11410

专利代理师 钟锦舜 童剑雄

(51) Int.Cl.

H01H 9/54 (2006.01)

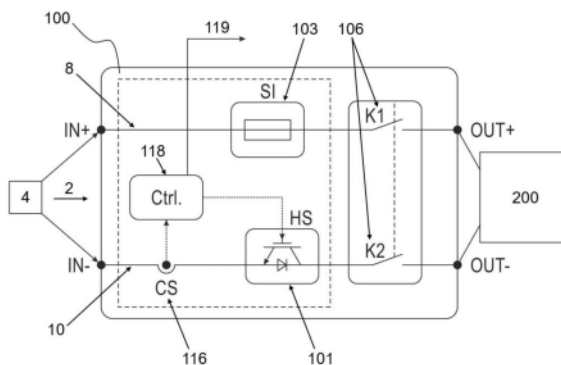
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

具有接地故障保护的直流电压开关装置

(57) 摘要

本发明涉及DC电压开关装置(100),用于经由正导体(8)和负导体(10)将DC电压负载(200)耦合到DC电压源(4),正导体(8)和负导体(10)被引导通过DC电压开关装置(100)。DC电压开关装置(100)包括:-第一开关元件(101,101'),用于耦合和去耦合DC电压负载(200),第一开关元件是集成在正导体(8)或负导体(10)中的基于半导体的电子可控开关元件;熔断器(103),其集成在另一个导体中;传感器(116),其设置成至少用于检测其中集成有第一开关元件(101)的导体的电流;以及评估装置(118),其连接到传感器(116)和第一开关元件(101)并设计成将检测到的电流与阈值比较,如果越过所述阈值则控制第一开关元件(101,101')以去耦合DC电压负载。



1. 一种直流电压开关装置(100),其用于经由正导体(8)和负导体(10)将直流电压负载(200)耦合到直流电压源(4),所述正导体(8)和所述负导体(10)穿过所述直流电压开关装置(100),所述直流电压开关装置包括:

-第一开关元件(101,101'),其用于耦合所述直流电压负载(200)以及与所述直流电压负载(200)去耦合,所述第一开关元件是集成在所述正导体(8)中或在所述负导体(10)中的基于半导体的电子可控开关元件;

-熔断器(103),其集成在相应的另一个导体中;

-传感器(116),其至少用于检测其中集成有所述第一开关元件(101)的所述导体的电流;以及

-评估装置(118),其连接到所述传感器(116)和所述第一开关元件(101),所述评估装置设置成将检测到的电流与阈值进行比较,并在超过所述阈值时触发所述第一开关元件(101,101')以断开所述直流电压负载。

2. 根据权利要求1的直流电压开关装置(100),其中所述传感器(116)具有传感器元件,所述传感器元件与所述第一开关元件(101)串联布置以用于检测所述电流。

3. 根据权利要求1或2中任一项所述的直流电压开关装置(100),其中所述传感器(116)布置和设置成用于检测两个导体的所述电流,特别是布置和设置成用于检测形成正导体和负导体的差分电流或总电流的电流。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的直流电压开关装置(100),其包括第二开关元件和第三开关元件(106)、特别是第二开关元件和第三机电开关元件,所述第二开关元件和第三开关元件用于耦合所述直流电压负载(200)以及与所述直流电压负载(200)去耦合,其中所述第二开关元件和第三开关元件(106)中的一者集成在所述正导体(8)中,以及所述第二开关元件和第三开关元件(106)中的另一者集成在所述负导体(10)中。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的直流电压开关装置(100),其中所述第一开关元件(101')包括两个反串联切换的电子可控开关单元。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的直流电压开关装置(100),其中至少所述第一开关元件(101,101')、所述熔断器(103)和所述评估装置(118)被包含在共同的壳体单元中。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的直流电压开关装置(100),其中所述正导体(8)和负导体(10)被设计为电路板上的导体轨道。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的直流电压开关装置(100),其中所述评估设备(118)设置成不仅将电流幅度、而且将电流变化率和/或电流方向与阈值进行比较,并且如果超过所述阈值,则使所述第一开关元件(101)切断。

9. 一种开关系统,其具有根据权利要求1至7中任一项所述的直流电压开关装置(100),其中所述直流电压开关装置(100)具有输入端和输出端,其中所述正导体(8)和负导体(10)在所述输入端处连接到作为直流电压源(4)的直流电压总线,并且具有至少一个直流电压负载的直流电压支路能够经由所述正导体(8)和所述负导体(10)在所述输出端处连接和断开。

## 具有接地故障保护的直流电压开关装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有接地故障保护的直流电压开关装置,具体地,涉及一种用于经由正导体和负导体将直流电压负载耦合到直流电压源的直流电压开关装置。

### 背景技术

[0002] 从现有技术水平来看,通常已知使用直流电压开关装置将直流电压负载电耦合到直流电压源。在这种情况下,正导体和负导体都可以穿过直流电压开关装置,直流电压负载经由正导体和负导体耦合到直流电压源。在本发明的上下文中,直流电压负载不必是单个负载,而是也可以由一组直流电压负载组成,或者设计为直流网络,直流网络具有经由其运行的大量直流电压负载。用于将直流电压负载电耦合到直流电压源的此种直流电压开关装置正变得越来越重要,特别是在工厂级和/或在智能网络的实现中,因为可以容易地集成用于对电耦合的直流网络进行经济和能源优化的更高级能源管理系统,并且因此包含在直流电压装置中的预定义电流-电压特性可以确保电力需求和电力供应的即时平衡。此外,可以用直流电省去交流电所需的许多部件。因此,工业系统使用直流电源(DC电源)的优势是显而易见的。在本发明的上下文中,可以电耦合到直流电压源的直流电压负载因此也可以特别地形成逻辑单元和/或具有彼此功能依赖性强的组件和/或包含中间电路电容,以便使各个装置之间的开关频率均衡过程远离直流电压源或DC电源,和/或经由直流电压开关装置电耦合到直流电压源或DC电源。

[0003] 特别是在其中地电位没有与有源导体(例如TN网络)隔离的网络类型的情况下,在接地故障的情况下,故障位置必须与网络的其余部分隔离。例如,在阻抗足够低的情况下,接地故障会导致接地故障电流,这导致上游熔断器响应。

### 发明内容

[0004] 本发明的一个目的是创建一种在将直流电压负载电耦合到直流电压源时监测接地故障的新的简单方法,其仅需要少量的部件。

[0005] 由具有根据所附权利要求1和9的特征的直流电压开关装置和开关系统提供根据本发明的解决方案。

[0006] 因此,提出了一种用于经由正导体和负导体将直流电压负载耦合到直流电压源的直流电压开关装置,其中正导体和负导体穿过直流电压开关装置,其中直流电压开关装置具有用于耦合直流电压负载以及与直流电压负载去耦合的第一开关元件,该第一开关元件是集成在正导体中或在负导体中的基于半导体的电子可控开关元件;以及集成在相应的另一个导体中的熔断器和至少用于检测其中集成也有第一开关元件的导体的电流的传感器。此外,直流电压开关装置具有连接到传感器和第一开关元件的评估装置,该评估装置设置成将检测到的电流与阈值进行比较,并且在超过阈值时控制第一开关元件断开直流电压负载。

[0007] 因此,本发明的一个显著优点在于,即使在接地故障的情况下,故障位置也可以非

常快速地与网络的其余部分断开,特别是在几微秒内,使得要切断的电流不会变得太高。因此,半导体开关元件可以在几微秒内切断其中集成有半导体开关元件的导体,因而在电流变得过高之前将直流电压源与故障位置断开。具有足够短路强度的熔断器是可用的,使得集成有熔断器的导体也可以足够快地断开。因此,如果正极和负极都具有相对于地电位的电压,这将在接地故障的情况下导致非常大的故障电流,则根据本发明的直流电压开关装置具有即使在此种故障的情况下也安全地断开正支路和负支路的机制。由于无论如何在一个(正或负)支路中通常需要可控半导体开关元件来用于操作切换,所以该开关元件也可以用于该支路的接地故障保护。这需要传感器,其至少检测该导体的电流,由此评估装置(例如 $\mu\text{C}$ (微控制器))评估传感器信号,并在超过阈值时切断半导体开关元件。因此,开关元件、传感器和评估装置特别地还一起形成用于相应导体的接地故障保护。

[0008] 在另一个支路中,熔断器可以用于接地故障保护。一方面,不需要其他半导体开关元件用于操作开关,这意味着在具有熔断器的支路中电流传感器不是绝对必要的,并且因此对于该支路不需要进行评估和控制。此外,熔断器的功耗显著降低,这就是为什么可以省去半导体开关元件通常需要的复杂冷却。因此,熔断器的使用也带来了成本优势。

[0009] 此种直流电压开关装置也可以特别用于实现开关系统,其中正导体和负导体连接到整流的三相AC网络或者连接到直流电压总线作为在直流电压开关装置的输入端处的直流电压源,并且可以经由正导体和负导体在直流电压开关装置的输出端处连接和断开具有直流电压负载的直流电压支路。

[0010] 在第一实施例中,根据本发明的传感器有利地具有与第一开关元件串联布置的传感器元件以用于检测电流。在补充或可替代的实施例中,传感器布置和设置成用于检测两个导体的电流,特别是用于检测形成正导体和负导体的差分电流或总电流的电流。当检测到形成差分电流或总电流的电流时。在本实施例中,因此也可以省略与第一开关元件串联布置的传感器元件;和/或也可以存在与熔断器串联连接的传感器元件;和/或也可以例如借助于传感器元件来执行作为电流的差分电流或总电流的检测,该传感器元件设置成检测作为整体在正导体和负导体周围形成的磁场,例如在申请人于2021年7月5日向比利时注册机构提交的申请号为BE2021/5520的名为“Residual current monitoring for a direct voltage switching device”的申请中所描述的,并且因此关于这方面的公开内容参考该申请。

[0011] 在本说明书和权利要求的上下文中使用的术语“差异”应理解为数量上的差异。

## 附图说明

[0012] 下面结合附图参考优选实施例更详细地描述本发明,从附图中示出了本发明的其他特征和优点。在附图中示出:

[0013] 图1是根据本发明的直流电压开关装置的高度简化的第一优选实施例,

[0014] 图2是根据本发明的直流电压开关装置的高度简化的第二优选实施例,

[0015] 图3是第一开关元件的另一优选实施例的高度简化版本,其由以反串联方式连接的两个电子可控开关单元组成,

[0016] 图4是高度简化的DC总线,其具有正导体和负导体作为具有两个DC支路的直流电压源,该直流电压源可以通过根据本发明的直流电压开关装置耦合到DC总线,以及

[0017] 图5是根据本发明的开关系统的高度简化的电路图,其中开关系统具有直流电压开关装置和整流三相AC网络作为输入侧的直流电压源和输出侧的连接的直流电压负载,以及具有从PE到装置输出端处的负线的指示接地故障。

### 具体实施方式

[0018] 下面基于优选示例性实施例参考附图更详细地描述了本发明。

[0019] 在图1和图2中,以高度简化的形式示出了根据本发明的直流电压开关装置的第一和第二优选实施例。详细地,在图1和图2中,示出了直流电压开关装置100,其设置成用于经由正导体8和负导体10将直流电压负载200耦合到直流电压源4。正导体8和负导体10各自穿过直流电压开关装置100。借助于直流电压开关装置100,可以说在直流电压源4和直流电压负载200之间建立了直流电压支路2。正导体8和负导体10也可以布置在印刷电路板上,即特别是以导体轨道的形式。直流电压开关装置100包含(即包括):第一开关元件101,其用于耦合直流电压负载200和与直流电压负载200去耦合,该第一开关元件是集成在正导体8或负导体10中的基于半导体的电子可控开关元件;和熔断器103,其集成在相应的另一个导体中。在图1中,附加地标有“HS”的基于半导体的电子可控开关元件集成在正导体8中,并在图2中集成在负导体10中。相应地,标有“SI”的附加熔断器103集成在图1中的负导体10和图2中的正导体中。

[0020] 此外,直流电压开关装置100包括传感器116,该传感器布置成至少用于检测其中集成了第一开关元件101的导体的电流。在图1和图2中,根据有利的实施例,传感器116具有与第一开关元件101串联布置的传感器元件以用于检测电流,即其中也集成了第一开关元件101的导体的电流。检测该电流的传感器元件附加地标有“CS”。

[0021] 直流开关装置100的评估装置118连接到传感器116和第一开关元件101,并且在图1和图2中附加地标记有“Ctrl”,该评估装置最终设置成将检测到的电流相对于阈值进行比较,并且相应地控制第一开关元件101,以在超过阈值时断开直流电压负载200。基于半导体的开关元件101因此被切断,并且直流电压负载200随后至少被电学上去耦合且不再能够经由直流电压源4进行操作。至少第一开关元件101、熔断器103和评估装置118可以包含在直流电压开关装置100的公共的壳体单元中,如图1中虚线轮廓所示,并且特别地,熔断器103也可以以补充或可替换的方式包含在直流电压开关装置100中。这意味着在发生“破坏”的情况下,可以很容易地替换熔断器。

[0022] 因此,根据本发明的直流电压开关装置100确保了在接地故障的情况下、特别是在其中地电位PE不与有源导体隔离的网络形式中将故障位置与网络的其余部分隔离,并且所述直流电压开关装置提供了安全隔离正支路8和负支路10中的故障的可能性。

[0023] 在导体之一中(即在正导体或负导体中)的可控半导体开关元件通常无论如何都是操作开关所需要的,其可以在几微秒内断开,并因此在电流变得过高之前将直流电压源4从故障位置断开。因此,该半导体开关元件也用作该导体的接地故障保护的第一开关元件,使得可以非常快速地发生断开,即特别是在几微秒内,并且要切断的电流不会过高。由评估装置118评估与该导体相关的电流,评估装置可以包括例如 $\mu\text{C}$ (微控制器)或比较器电路,并且控制第一开关元件101,即半导体元件,以在超过阈值时相应地断开直流电压负载,即将该直流电压负载切断。第一开关元件101、传感器116和评估装置118一起形成用于对应导体

的接地故障保护。

[0024] 然而,在另一个导体中,熔断器103用于接地故障保护。具有足够短路强度的熔断器是可用的,其因此可能反应较慢,但可以安全地切断非常高的电流(例如,数十kA)。优点在于不需要其他半导体开关元件,并且因此用于检测其中集成有熔断器的导体的电流的传感器不是强制性的。相应的评估和控制对于该导体也不是绝对必要的。此外,熔断器的功率损耗显著降低,这就是为什么不需要半导体开关元件通常需要的复杂冷却。无论如何,在第二导体中不需要附加的可控半导体开关元件以用于操作开关。因此,熔断器的使用也带来了成本优势。

[0025] 然而,在对图1和图2所示实施例的修改中,与第一开关元件101串联布置的传感器元件116也可以省略,并且其中集成有第一开关元件101的导体的电流可以通过以另一种方式相应地布置和设置的传感器系统来检测。

[0026] 根据本发明,附加于与第一开关元件101串联布置的传感器元件或作为所述传感器元件的替代,检测其中也集成有第一开关元件101的导体的电流的有利可能性是通过相应地布置和设置的传感器来检测两个导体的电流,即特别是检测形成正导体和负导体的差分电流或总电流的电流。如开始所定义的,在本说明书和权利要求的上下文中使用的术语“差异”应理解为数量上的差异。如果没有故障电流,即特别是在直流电压支路中没有流向地电位的电流,则在最佳情况下,正导体和负导体中的电流量是相等的,即电流的总和为零或者电流量的差异为零。因此,在接地故障的情况下,其中集成有第一开关元件101的导体的电流也可以在任何情况下通过此种传感器来检测。

[0027] 根据优选设计,可以通过检测在正导体8和负导体10周围总体形成的磁场来进行此种电流流量的检测。特别地,配备有霍尔效应传感器元件的传感器可以用于此目的。为了易于实现对总体上围绕这些导体形成的总磁场的检测,也可以将正导体8和负导体10例如引导穿过包含在直流电压开关装置中的铁氧体磁芯的公共通孔,该铁氧体磁芯优选地在一点处分开,并且将传感器容纳在因此形成在该点处的气隙中。在此种铁氧体磁芯的帮助下,可以适当地捆绑和引导磁场线。为了清楚起见,在附图中没有更详细地示出这种实际可能性,但是可以参考申请人于2021年7月5日向比利时注册机构提交的申请号为BE2021/5520的公开内容,其标题为“Residual current monitoring for a direct voltage switching device”。

[0028] 如图3中非常简化的形式所示,作为对图1和图2的修改,也可以使用第一开关元件101',其包括两个反串联切换的电子可控开关单元。在此种反串联结构的情况下(即特别是作为双向开关),也可以以双向方式进行直流电压负载的操作(即为此与直流电压源的相应连接所需的电流),并且半导体元件的反串联切换二极管中的相应一个可以确保在一个方向或另一个方向上限制相应的电流。

[0029] 评估装置118可以具有模拟电路、离散电路或者优选地还具有 $\mu\text{C}$ (微控制器),以用于评估检测到的电流,即特别用于将检测到的磁场与阈值进行比较,并且用于启动至少一个开关元件101。根据设计和/或应用领域,如果电流超过或低于阈值,特别是预定阈值,则相应地启动开关元件,即特别是切断开关元件,即例如图1中所示的用于将负载200与电源4去耦合的开关元件101。然而,用于耦合直流电压负载200和与直流电压负载200去耦合的开关元件也可以包括第二开关元件和第三开关元件106,特别是第二机电开关元件和第三机

电开关元件,其中第二开关元件和第三开关元件106中的一者集成在正导体8中,以及另一个集成在负导体10中。以这种方式,也可以实现负载200与电源4的电流去耦合,特别是同样通过评估装置118。为此目的,第二开关元件和第三开关元件106因此可以具有继电器触点,在图1和图2的情况下,分别附加地标记为K1和K2。然而,此种继电器触点不适合快速断开,因为断开的时间在ms的范围内。

[0030] 因此,如果由评估装置118检测和评估的电流超过预定的临界值,则第一开关元件101或者附加的第二开关元件和第三开关元件106可以由评估装置118根据通过的值和特殊设计来切断,并且因此直流电压支路可以与直流电压源4电去耦合或电流去耦合。此外,通过切断第二开关元件和第三开关元件106来阻止两个方向上的电流,而当仅切断第一开关元件101时,仅阻止一个电流方向上的电流。因此,第二开关元件和第三开关元件106总是提供DC输出与DC输入的安全电流隔离。评估装置118还优选地设置成考虑到当超过由阈值预先确定的电流变化率、电流幅度和/或电流方向时至少切断第一开关元件101。换句话说,作为特别是电流幅度的替代或补充,电流变化率和/或电流方向也可以与阈值进行比较,并且当超过阈值时致使第一开关元件(101)切断。特别地,附加于电流幅度的比较,电流变化率和/或电流方向的比较也在相对于阈值的评估期间进行,并且如果超过阈值则导致第一开关元件切断。

[0031] 在有利的进一步发展中,评估装置118还具有信号输出端或通信接口,即,如果超过阈值和/或如果没有超过阈值,但是检测到的电流在量上具有比第二阈值更大的值(第二阈值在量上小于阈值),则用于输出119消息信号。以这种方式,经由与阈值的比较,也可以以通用和灵活的方式考虑直流电压负载在运行期间的容许的电流变化、波动和/或损耗。

[0032] 此外,评估装置118方便地设计和设置成不仅借助于对一个或多个开关元件的相应启动命令而将直流电压负载200或整个直流电压支路2从直流电压源4电去耦合或附加地还电流去耦合,即将其切断,而且借助于对一个或多个开关元件的相应启动命令来实现直流电压负载200或整个直流电压支路2到直流电压源4的电耦合和/或电流耦合,即将其接通。特别地,根据适当的实施例,也可以例如经由如上所述的通信接口或经由另一输入接口、特别是数字输入,通过评估装置118接收对评估装置118的用于基于此实现接通的命令。

[0033] 利用如以上在各种实施例中描述的直流电压开关装置,因此也可以特别地实现开关系统,其中正导体8和负导体10在直流电压开关装置100的输入端IN+、IN-处连接到直流电压源4,并且直流电压支路可以经由正导体8和负导体10在直流电压开关装置100的输出端OUT+、OUT-处连接到直流电压负载200和与所述直流电压负载断开(见图1)。

[0034] 通常,通常借助于整流器GR从具有L1、L2、L3的三相AC网络产生直流电压源4的直流电压,由此可以用电力电子电路有源地执行整流或者用二极管无源地执行整流。图5示出了根据本发明的开关系统的高度简化的电路图,其中开关系统具有直流电压开关装置和整流的三相AC网络作为输入侧IN+、IN-上的直流电压源4和输出侧OUT+、OUT-上的连接的直流电压负载200,以及从PE到装置输出处的负线的指示接地故障。

[0035] 基于此,图4示出了优选开关系统的高度简化的示意图,其具有带输入端和输出端的第一此种直流电压开关装置100a,由此正导体和负导体10的输入端连接到作为直流电压源的直流电压总线4a,并且带有直流电压负载200a的直流电压支路2a可以经由正导体和负导体在输出端处连接和断开。

[0036] 在根据图2的有利的进一步发展中,还包括具有输入端和输出端的至少一个其他此种直流电压开关装置100b,由此在此其他直流电压开关装置100b中,正导体8和负导体10也在输入端处连接到直流电压总线4a,并且具有直流电压负载200b的其他直流电压支路2b可以在输出端处经由正导体8和负导体10连接和断开。

[0037] 鉴于以上描述,直流电压负载不必是单个负载,而是可以由一组直流电压负载组成,或者设计为直流网络,该直流网络具有经由其运行的大量直流电压负载。

[0038] 在实际实施中,对于基于半导体的电子可控开关元件101,例如,MOSFET(“金属氧化物半导体场效应晶体管”)或IGBT(“绝缘栅双极晶体管”)适用于将直流电压负载或直流电压支路与直流电压源快速去耦、特别是与直流电压总线快速去耦。

[0039] 因此,根据应用和/或具体设计,借助于上述评估装置118尤其可以:

[0040] -实现连接的直流电压负载的充电电流限制,即连接的负载的DC链路电容器预充电到输入电压电平,

[0041] -监控各种状态变量,诸如输入电压、输出电压、负载电流和向PE的泄漏电流(剩余电流),

[0042] -在出现错误时(即一旦状态变量离开允许范围)切断。

[0043] -切断剩余电流,即如果正导体和负导体中的电流之间的差异变得太大,则切断,和/或

[0044] -在输出侧发生短路时快速关断。

[0045] 附图标记列表

[0046] 2,2a,2b直流电压支路

[0047] 4直流电压源

[0048] 4a直流电压总线

[0049] 8正导体

[0050] 10负导体

[0051] 100、100a、100b直流电压开关装置

[0052] 101,101' 第一开关元件

[0053] 103熔断器

[0054] 106第二开关元件、第三开关元件

[0055] 116传感器

[0056] 118评估装置

[0057] 119信号输出端或通信接口的输出

[0058] 200、200a、200b直流电压负载。

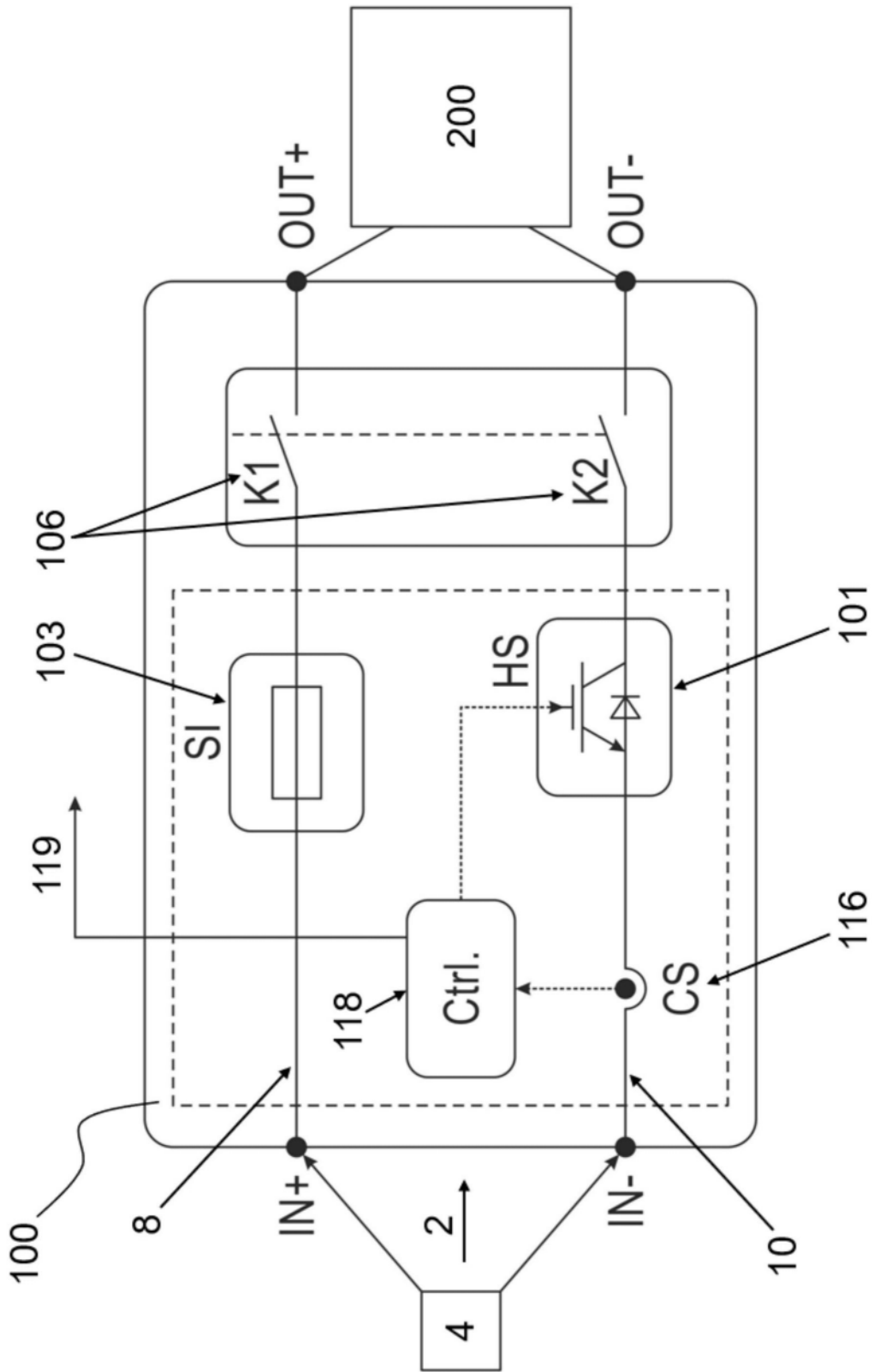


图1

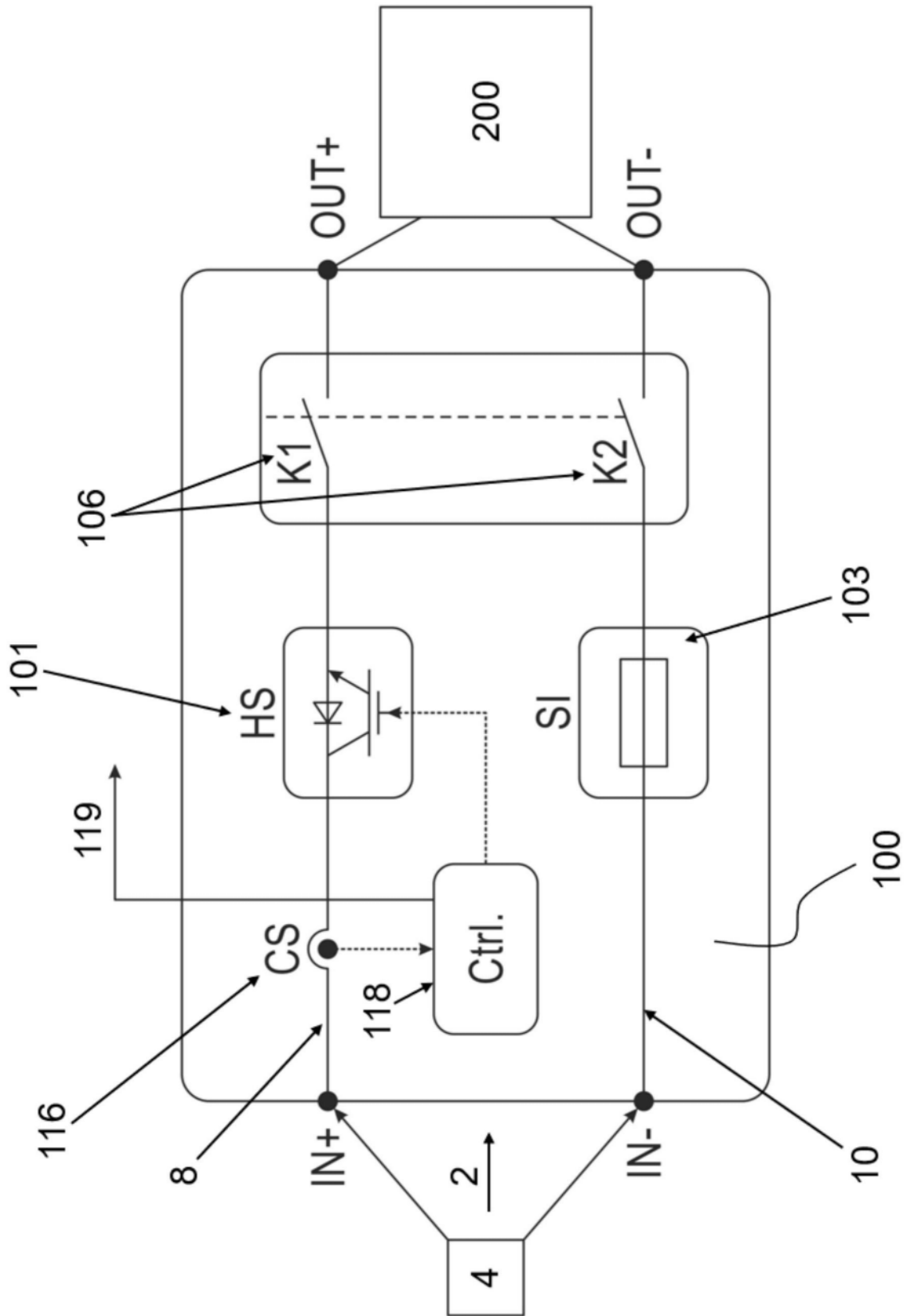


图2

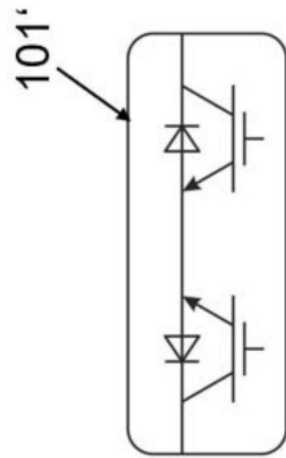


图3

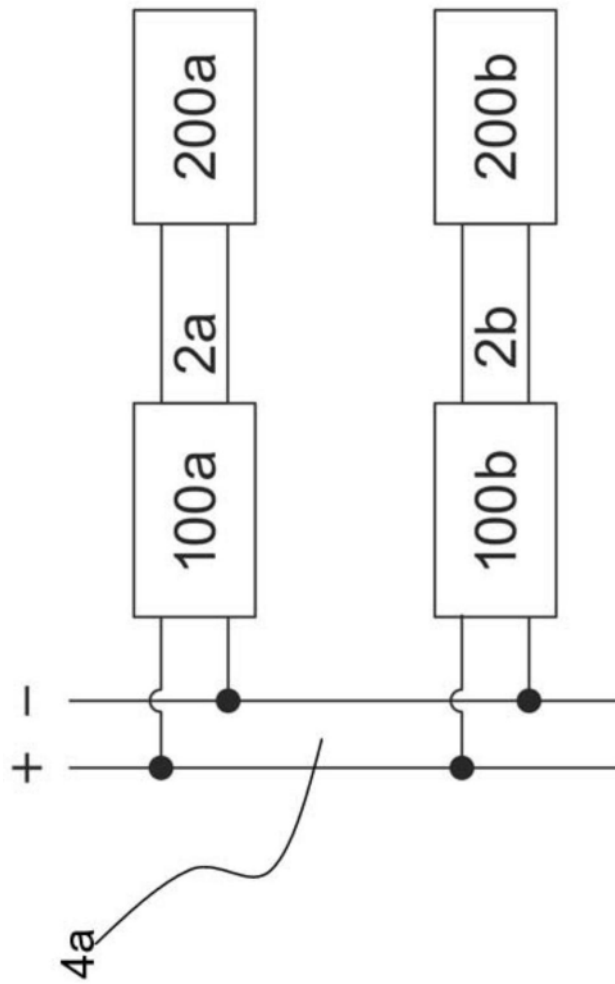


图4

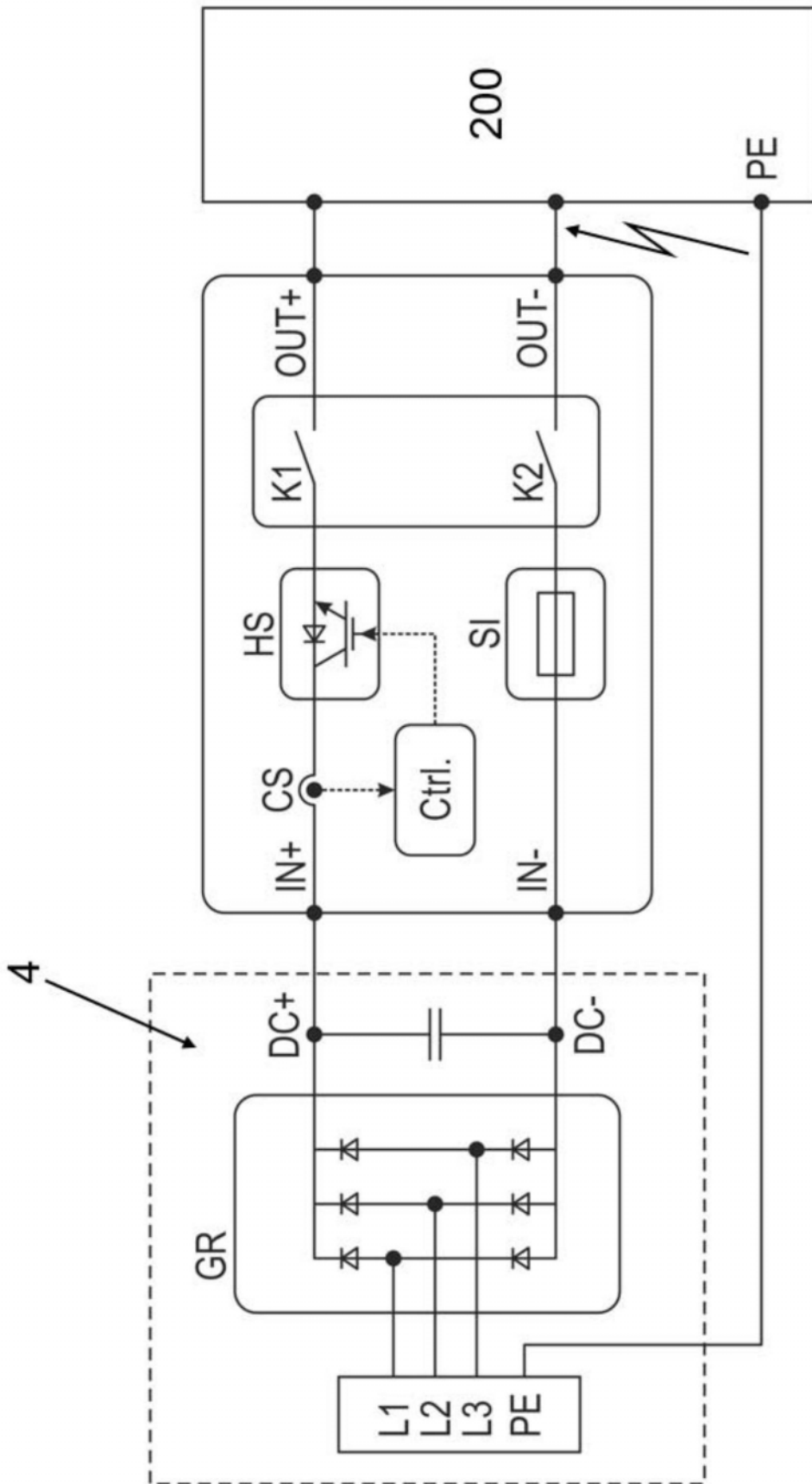


图5