



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106663557 B

(45)授权公告日 2019.05.10

(21)申请号 201580032448.4

(22)申请日 2015.03.16

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106663557 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(30)优先权数据

102014008706.9 2014.06.18 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.12.16

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2015/000576 2015.03.16

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/192924 DE 2015.12.23

(73)专利权人 埃伦贝格尔及珀恩斯根有限公司

地址 德国阿尔特多夫

(72)发明人 弗兰克·格迪南 彼得·梅克勒

马库斯·米克利斯

米夏埃尔·瑙曼

克里斯蒂安·施特勒布尔

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
责任公司 11219

代理人 杨靖 车文

(51)Int.Cl.

H01H 9/54(2006.01)

(56)对比文件

JP 2011222414 A, 2011.11.04, 全文.

JP H08315666 A, 1996.11.29, 全文.

审查员 桑静静

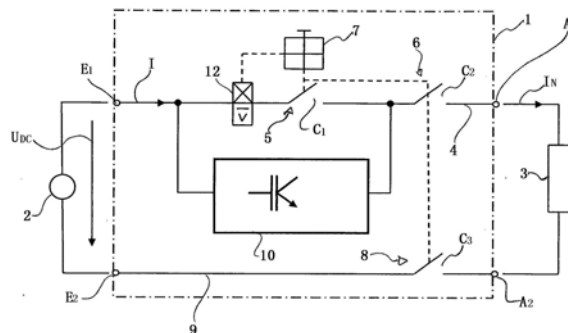
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

### (54)发明名称

用于中断直流电流的分离开关

### (57)摘要

本发明涉及用于尤其是在300V<sub>DC</sub>至1500V<sub>DC</sub>之间的直流电压范围中和/或在4A至250A之间的额定电流范围中的直流电流源(U<sub>DC</sub>)与负载(3)之间中断直流电流的分离设备(1),分离设备包括具有至少一个带有磁性触发器(12)的保护开关(5)的保护开关系统(5、6、8)并且包括与至少一个保护开关(5)并联的半导体电子器件(10),半导体电子器件在保护开关系统(5、6、8)引导电流的情况下阻断电流,并且在触发保护开关系统(5、6、8)的情况下至少暂时传导电流,为此,在保护开关系统(5、6、8)触发的情况下,使得电流(I)、尤其是由于电弧产生的电弧电流从保护开关(5)换向到半导体电子器件(10)上。



1. 用于在直流电流源 ( $U_{DC}$ ) 与负载 (3) 之间中断直流电流的分离设备 (1),

-所述分离设备包括具有至少一个带有开关接触部 ( $C_1$ ) 的第一保护开关 (5) 的保护开关系统, 并且

-所述分离设备包括与所述第一保护开关 (5) 并联的半导体电子器件 (10), 所述半导体电子器件在保护开关系统 (5、6、8) 引导电流的情况下阻断电流并且在保护开关系统 (5、6、8) 触发的情况下至少暂时传导电流, 为此, 在保护开关系统 (5、6、8) 触发的情况下, 使得由于电弧产生的电弧电流从所述第一保护开关 (5) 换向到所述半导体电子器件 (10) 上,

其特征在于,

-所述第一保护开关 (5) 具有磁性的触发器 (12),

-所述保护开关系统具有至少一个第二保护开关 (6、8), 所述第二保护开关或所述第二保护开关的借助开关锁 (7) 联接的开关接触部 ( $C_2$ 、 $C_3$ ) 与所述第一保护开关 (5) 或与所述第一保护开关的开关接触部 ( $C_1$ ) 以及与所述半导体电子器件 (10) 串联,

-在触发情况下, 为了所述负载 (3) 与所述直流电流源 ( $U_{DC}$ ) 电气分离的目的, 所述保护开关系统的其中至少一个所述第二保护开关 (6、8) 与所述半导体电子器件 (10) 串联,

-设置有与用于对流过所述保护开关系统的保护开关 (5、6、8) 或每个保护开关 (5、6、8) 的电流 (I) 进行检测的电流传感器 (15) 协作的模块 (14) 用于检测和/或识别电弧, 并且

-所述保护开关系统的保护开关 (5、6、8) 或每个保护开关 (5、6、8) 与用于在出现电弧时检测到的过电流 (I) 的情况下触发每个保护开关 (5、6、8) 的驱动器 (13) 联接。

2. 根据权利要求1所述的分离设备 (1),

其特征在于,

给所述第一保护开关 (5) 和所述第二保护开关 (6、8) 配属共同的开关锁 (7) 和共同的触发器 (12)。

3. 根据权利要求1所述的分离设备 (1),

其特征在于,

所述半导体电子器件 (10) 具有至少一个能控制的半导体开关 (10a、10b)。

4. 根据权利要求1所述的分离设备 (1),

其特征在于,

所述半导体电子器件 (10) 的控制输入端 (11) 与所述保护开关系统的第一保护开关 (5) 互连, 使得在第一保护开关 (5) 或第一保护开关的开关接触部 ( $C_1$ ) 断开的情况下, 由于电弧在第一保护开关 (5) 上或在其开关接触部 ( $C_1$ ) 上产生的电弧电压使所述半导体电子器件 (10) 以传导电流的方式接通。

5. 根据权利要求1所述的分离设备 (1), 其是两极或四极的分离设备 (1), 并带有

-至少一个第一输入接头 ( $E_1$ 、 $E_2$ ) 和至少一个第一输出接头 ( $A_1$ 、 $A_2$ ),

-在所述第一输入接头 ( $E_1$ ) 与所述第一输出接头 ( $A_1$ ) 之间的主电流路径 (4),

-接到所述主电流路径 (4) 中的带有至少一个开关接触部 ( $C_1$ 、 $C_2$ ) 的保护开关系统 (5、6), 以及

-在第二输入接头 ( $E_2$ ) 与第二输出接头 ( $A_2$ ) 之间的回流路径 (9), 其中, 所述保护开关系统的第三保护开关或者开关接触部 ( $C_3$ ) 接到所述回流路径 (9) 中。

6. 根据权利要求5所述的分离设备 (1),

其特征在于，  
所述保护开关系统 (5、6、8) 的开关接触部 ( $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ ) 借助共同的开关锁 (7) 联接。

## 用于中断直流电流的分离开关

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于在直流电流源与电装置或负载之间中断直流电流的分离设备。直流电流 (DC) 在此理解为在  $300V_{DC}$  至  $1500V_{DC}$  之间的直流电压范围下的在  $4A_{DC}$  与  $250A_{DC}$  之间的额定电流范围。

### 背景技术

[0002] 因为例如光伏机组的这种直流电压源取决于系统地一方面持续提供在  $180V$  (DC) 至  $1500V$  (DC) 之间的范围内的运行电压和运行电流, 并且另一方面, 例如为了安装、装配或维护目的以及为了常规的人员保护, 期望电部件、电装置和/或负载与直流电流源的可靠的分离, 所以相应的分离设备必须能够在负载的情况下, 也就是说在没有事先关断直流电流源的情况下执行中断。

[0003] 为了分离负载可以使用带有如下优点的机械开关(开关接触部), 即, 在实现接触断开的情况下建立了在电装置(逆变器)与直流电流源(光伏机组)的电气分离。然而缺点在于, 这种机械的开关接触部由于在接触断开时形成的电弧而非常快地用坏, 或者需要附加的费用来封闭和冷却电弧, 这通常通过相应的带有灭弧室的机械开关实现。

[0004] 与此相对地, 如果为了分离负载而使用高功率的半导体开关, 那么在正常运行时也在半导体上出现不可避免的功率损耗。此外, 利用这种功率半导体并不确保电气分离并且进而并不确保可靠的人员保护。

[0005] 由  $W0\ 2010/108565\ A1$  公开了带有机械开关的分离设备, 机械开关在分离设备的未触发的状态下引导电流。机械开关和半导体电子器件并联, 半导体电子器件与机械开关以如下方式互连, 即, 在为了通过分离设备中断电流流动而断开机械开关的情况下, 由于在机械开关的区域中构造出的电弧, 使半导体电子器件以传导电流的方式接通。

[0006] 为此, 半导体电子器件具有能量存储器, 能量存储器由于电弧而在电弧的持续时间内充电, 并且半导体电子器件借助能量存储器运行。由于半导体电路在出现电弧的情况下的电流传导能力, 电弧与相对较低电阻的电流路径并联, 这导致电弧的比较早地熄灭, 并且因此促成分离设备或中断单元的比较小的负载。

### 发明内容

[0007] 本发明的任务是说明一种特别适用的用于在直流电流源与电气装置或负载之间中断直流电流的分离设备。

[0008] 该任务根据本发明通过权利要求1的特征解决。为此, 下面也被称为混合保护开关 (hybrid circuit breaker, 混合式断路器) 的分离设备包括具有至少一个引导电流的带有磁性触发器的保护开关的保护开关系统并且包括与保护开关系统的至少一个保护开关并联的半导体电子器件, 半导体电子器件主要包括至少一个半导体开关, 优选 IGBT (绝缘栅双极型晶体管)。带有磁性触发器的保护开关理解为一种带有纯磁性的, 热磁性的或液压机械的触发机构的保护开关并且进而通常理解为磁性的、热磁性的或液压机械的保护开关。

[0009] 此外,半导体电子器件被设置和设立用于在保护开关引导电流的情况下阻断电流,并且在由于过电流和/或开关信号而触发保护开关的情况下至少暂时传导电流,为此,在保护开关触发的情况下,使得电流,也就是说由于电弧产生的电弧电流从保护开关换向到半导体电子器件上。

[0010] 优选地,根据本发明的分离开关的半导体电子器件不具有附加的能量源,并且因此在机械开关闭合的情况下阻断电流,也就是说高电阻的并且进而实际上是无电流和无电压的。因为在保护开关系统的一个或每个保护开关的机械的开关接触部闭合的情况下,没有电流流过半导体电子器件,并且因此尤其是在这个或每个半导体开关上没有电压下降,所以半导体电路在保护开关系统的开关接触部闭合的情况下也不产生功率损耗。具体来说,半导体电子器件从分离设备本身获得对于其运行来说所需的能量。为此利用了,在保护开关系统的一个或每个保护开关的开关接触部断开的情况下形成的电弧的能量。在此适宜的是,半导体电子器件或半导体开关的控制输入端与一个或每个保护开关互连,使得在保护开关系统的开关接触部断开的情况下,电弧电压使与之并联的半导体电子器件以传导电流的方式,也就是说低电阻地并且因此以引导电流的方式接通。

[0011] 一旦半导体电子器件已经稍微以传导电流的方式接通,那么使得电弧电流开始从保护开关或其开关接触部换向到半导体电子器件上。通过如下方式,即,在有利的设计方案中,分离设备的保护开关系统具有至少两个保护开关(这些保护开关或它们的开关接触部是串联的),并且保护开关系统的至少一个保护开关与半导体电子器件串联,那么在触发保护开关系统情况下实现负载与直流电流源的电气分离,并且因此通过断开混合保护开关实现完全的电气上的直流电流中断。

[0012] 根据分离设备的特别有利的改进方案,该分离设备具有用于检测电弧和/或用于识别电弧的模块(arc fault module,电弧故障模块)。该模块与用于检测流过一个或每个保护开关的电流的电流传感器协作,也就是说与电流传感器电连接。模块在电流的时间曲线和/或其斜率( $dI/dt$ )方面评估检测到的电流。如果识别出检测到的电流的特定的特性(例如如果推断出有电弧),那么模块将触发信号传送至一个或每个保护开关,用以触发保护开关。为此,模块优选与马达式驱动器或磁驱动器连接,驱动器本身与一个或每个保护开关或与它的/它们的用于分离保护开关接触部的开关锁联接。

[0013] 分离设备可以两极地或四极地实施。在四极的分离设备中,保护开关系统的至少一个保护开关,优选由至少两个带有保护开关分离接触部的保护开关构成的串联电路接到分离设备的主电流路径(正电流路径)中。附加或替选地,保护开关系统的至少一个保护开关或保护开关分离接触部接到分离设备的回流路径(负电流路径)中。

## 附图说明

[0014] 随后,本发明的实施例借助附图详细阐述。其中:

[0015] 图1以框图示出带有保护开关系统的分离设备的四极的变型方案,保护开关系统带有由三个磁性的/磁性液压的保护开关构成的串联电路和与保护开关或其开关接触部并联的半导体电子器件;

[0016] 图2以根据图1的框图示出分离设备的两极的变型方案;

[0017] 图3以框图示出两极的分离设备,其带有电弧故障模块和用于触发保护开关系统

的驱动器;并且

[0018] 图4示出分离设备的自身公知的半导体电子器件的电路图。

[0019] 彼此相应的部件在两幅图中设有相同的附图标记。

### 具体实施方式

[0020] 图1示意性地示出分离设备1,分离设备在实施例中接到用于产生直流电压 $U_{DC}$ 和直流电流 $I_N$ 的直流电压源2与负载3之间。分离设备1在代表正极的主电流路径或正路径4中包括形式为由两个磁性的,尤其是液压磁性的保护开关5、6构成的串联电路的保护开关系统,保护开关的与开关锁7联接的开关接触部用 $C_1$ 和 $C_2$ 表示。另外的保护开关8或开关接触部 $C_3$ 接到分离设备1的反馈电流路径或负路径(回引线路)9中,并且同样与开关锁7联接。

[0021] 其中一个保护开关5、6、8,在此是保护开关5或其开关接触部 $C_1$ 与半导体电子器件10并联。作为在300V<sub>DC</sub>与1500V<sub>DC</sub>之间的直流电压 $U_{DC}$ 的情况下用于4A<sub>DC</sub>与250A<sub>DC</sub>之间的DC额定电流(直流电流) $I_N$ 的分离设备1,保护开关5、6、8和半导体电子器件10形成自给自足的混合保护开关。半导体电子器件10主要包括至少一个半导体开关10a、10b,其与保护开关系统5、6、8的保护开关5并联。优选作为IGBT使用的半导体开关10b的栅极形成半导体电路10的控制输入端或控制接头11。该控制输入端或控制接头11可以通过操控电路引导至主电流路径4。

[0022] 图1示出四极的分离设备1或四极的混合保护开关,其带有供应侧的输入端或输入端接头 $E_1$ 和 $E_2$ 以及负载侧的输出端或输出端接头 $A_1$ 和 $A_2$ ,而图2中示出两极的分离设备1或两极的混合保护开关。各个保护开关5、6、8或它们的开关接触部 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 分别可以具有开关锁7和磁性的或磁性液压的触发器12。然而适当地,像示出的那样,给保护开关5、6、8配属共同的开关锁7和共同的触发器(触发设备)12。于是,另外的保护开关的开关接触部 $C_n$ 与主保护开关的,在此是保护开关5的开关锁7优选机械联接,以便促成保护开关5、6、8的至少几乎同时的触发和保护开关系统的所有保护开关5、6、8的开关接触部 $C_n$ 的接触分离。

[0023] 分离设备1或混合保护开关的图3所示的实施方式又是两极的,其中类似地,该实施方式也可以实施为四极的分离设备1。

[0024] 在该实施方式中,给保护开关5、6、8或其开关接触部 $C_n$ 配属实施为马达或电磁系统的驱动器13。由用于探测电弧或识别过电流的下面被称为电弧故障模块的模块14给该驱动器输送用于触发保护开关的控制信号 $S_A$ 。模块14与电流传感器15连接,电流传感器检测优选在主电流路径4中流过的电流 $I$ 。检测到的电流 $I$ 借助模块14评估。

[0025] 在满足特定的标准的情况下,例如在超过额定电流的105%至150%的电流界限( $1.05I_N$ 至 $1.5I_N$ )的情况下,并且/或者在一定的电流斜率( $dI/dt$ )的情况下,借助模块14产生控制或触发信号 $S_A$ 。其结果是,保护开关系统的保护开关5、6、8实际上同时触发。在打开它们的开关接触部 $C_n$ 期间形成的电弧引起相应的电弧电压和相应的电弧电流,电弧电流使得之前阻断电流的半导体电子器件10以传导电流的方式接通,从而使得在主电流路径4中流动的电流换向到半导体电子器件10上,并且由该半导体电子器件承受该电流,直到电弧熄灭。

[0026] 半导体电子器件10在非常短的时间段内承受最大值为大约1000A的开关电流,其中,换向取决于回路电感地在相应的50 $\mu$ s至300 $\mu$ s的时间范围内。在更高的开关电流的情况

下,保护开关系统的5、6、8单独地执行关断和电流限制。

[0027] 图4示出可能的、优选使用的半导体电子器件10的电路,半导体电子器件与作为分离设备1的自己自足的混合保护开关的保护开关系统5、6、8的保护开关5并联。可识别的是,第一半导体开关(IGBT) 10a以级联系统的形式与形式为MOSFET(金属氧化物半导体场效应晶体管)的第二半导体开关10b串联。带有两个半导体开关10a、10b的级联系统因此与图1类似地形成与保护开关系统5、6、8的保护开关5并联且因此与主电流路径4并联的换向路径16。第一半导体开关10a位于直流电源2与保护开关系统之间并且在那里与主电流路径4上的开关接触部 $C_1$ 并联地引导。在那里,电势 $U_+$ 始终大于对置的开关侧上的电势 $U_-$ ,在对置的开关侧上,第二半导体开关(MOSFET) 10b引导至主电流回路4。当保护开关系统5、6、8的开关接触部 $C_n$ 闭合时,正电势 $U_+$ 为0V。

[0028] 第一半导体开关(IGBT) 10a布设有续流二极管D2。第一稳压二极管D3在阳极侧朝向电势 $U_-$ 并且在阴极侧与第一半导体开关(IGBT) 10a的栅极(控制输入端11)连接。另外的稳压二极管D4在阴极侧又与第一半导体开关(IGBT) 10a的控制输入端11连接,并且在阳极侧与第一半导体开关(IGBT) 10a的发射极连接。二极管D1在阳极侧引导至在级联系统的第一和第二半导体开关10a或10b之间的中间或级联抽头17上,该二极管D1在阴极侧通过用作能量存储器的电容器C朝向电势 $U_-$ 接通。通过在二极管D1与能量存储器或电容器C之间的阳极侧的电压抽头18,布设有欧姆电阻R1和R2的晶体管T1通过另外的电阻R3和R4与第二半导体开关10b的栅极连接,该栅极又引导至半导体电子器件10的控制输入端12。带有并联的电阻R5的另外的稳压二极管D5在阴极侧与第二半导体开关10b的栅极连接,并且在阳极侧与第二半导体开关10b的发射极连接。

[0029] 晶体管T1在基极侧通过晶体管T2操控,晶体管T2本身在基极侧通过欧姆电阻R6与例如实施为单稳态触发器的定时器19连接。晶体管T2在基极-发射极侧还布设有另外的电阻R7。

[0030] 在保护开关系统5、6、8的开关接触部 $C_n$ 的打开时间点之后的持续时间(电弧时间间隔)期间,基本上相应于电弧电流的开关电流I已经开始从主电流路径4换向到半导体开关电子器件10的换向路径16上。在电弧持续时间期间,电弧电流实际上在主电流路径4(也就是通过保护开关5、6、8)与换向路径16(也就是半导体电子器件10)之间划分。在此电弧时间间隔期间,能量存储器C充电。持续时间在此以如下方式调整,即,一方面提供足够的用于可靠地操控半导体电子器件10的能量,尤其是以便在接在代表电弧持续的持续时间之后的特定的时间段期间关断半导体电子器件。另一方面,持续时间是足够短的,从而避免保护开关系统5、6、8的开关接触部 $C_n$ 的不期望的接触部烧损或磨损。

[0031] 随着电弧开始并且因此在形成电弧电压时,至少以如下程度地通过电阻R导通第一半导体开关10a,即,为电容器C提供足够的电弧电流或充电电流和足够的充电电压。为此,借助给第一半导体开关10a相应布设电阻R和稳压二极管D3来实现电子器件10的调节回路,利用该调节回路,将级联抽头17上的电压调整到例如 $U_{Ab} = 12V$  (DC)。在此,混合分离设备1的电弧电流进而开关电流I的一小部分流过正电势 $U_+$ 附近的第一半导体开关10a。

[0032] 抽头电压用于供应电子器件10的基本上通过晶体管T1和T2以及定时器19和能量存储器C形成的操控电路。在阳极侧与级联抽头17连接且在阴极侧与电容器C连接的二极管D1阻止了来自电容器C的并且通过换向路径16朝向电势 $U_-$ 的方向的充电电流的回流。

[0033] 如果在电容器C和进而能量存储器中包含足够的能量,并且因此,在电压抽头18上存在足够高的控制或开关电压,那么晶体管T1并且因此晶体管T2导通,从而两个半导体开关10a、10b也完全导通。由于现在被导通的半导体开关10a、10b具有与主电流路径4的由断开的保护开关系统5、6、8形成的分离段的非常高的电阻相比而明显更小的电阻,电弧或开关电流I有利地仅流过换向路径16。当开关电流I换向到电子器件10上时,正电势 $U_+$ 因此重新朝0V变化。因此,保护开关系统5、6、8的接触部 $C_n$ 之间的电弧消失。

[0034] 充电电容量和进而在电容器C中包含的存储能量以如下方式确定大小,即,使得半导体电子器件10在由定时器19预定的持续时间内承载开关电流I。该持续时间可以调整到例如3ms。确定持续时间的大小和进而设定定时器19基本上取决于视应用而定的或者典型的针对电弧的完全熄灭来说的持续时间,以及取决于对在此形成的等离子体进行的足够的冷却。在此,重要的要求是,在实现关断带有于是又是高电阻的换向路径16的电子器件10并且因此是阻断电流的半导体电子器件之后,在仍然被触发着的保护开关系统5、6、8上不能够重新形成电弧。

[0035] 在通过定时器19设定的持续时间结束后,开关电流I实际上下降到零( $I=0A$ ),而同时,开关电压随之例如上升到由直流电流源 $U_{DC}$ 提供的运行电压。当换向路径16由于半导体开关10的阻断而是高电阻的,并且因此电子器件10再次阻断电流时,正电势 $U_+$ 因此朝向运行电压变化。

[0036] 因为针对该时间点,在同时是高电阻的换向路径16的情况下主电流路径4在电气上是断开的,所以已经建立了在直流电流源 $U_{DC}$ 与负载3之间的无电弧的直流电流中断。因此,直流电流源与负载3之间的连接已经可靠地分离。作为负载3或者代替该负载地也可以设置有电装置,例如光伏机组的逆变器。

[0037] 附图标记列表

[0038]	1	分离设备/混合保护开关
[0039]	2	直流电流源
[0040]	3	负载/装置
[0041]	4	主电流路径/正路径
[0042]	5	保护开关
[0043]	6	保护开关
[0044]	7	开关锁
[0045]	8	保护开关
[0046]	9	回流路径/负路径
[0047]	10	半导体电子器件
[0048]	10a	第一半导体开关
[0049]	10b	第二半导体开关
[0050]	11	控制输入端
[0051]	12	触发器/触发设备
[0052]	13	驱动器
[0053]	14	电弧故障模块
[0054]	15	电流传感器



---

[0055]	16	换向路径
[0056]	17	级联抽头/中间抽头
[0057]	18	电压抽头
[0058]	19	定时器
[0059]	$A_{1,2}$	输出端/输出接头
[0060]	$C_n$	开关接触部
[0061]	$E_{1,2}$	输入端/输入接头
[0062]	I	电流
[0063]	$I_N$	额定电流
[0064]	$S_A$	控制/触发信号
[0065]	$U_{DC}$	直流电压

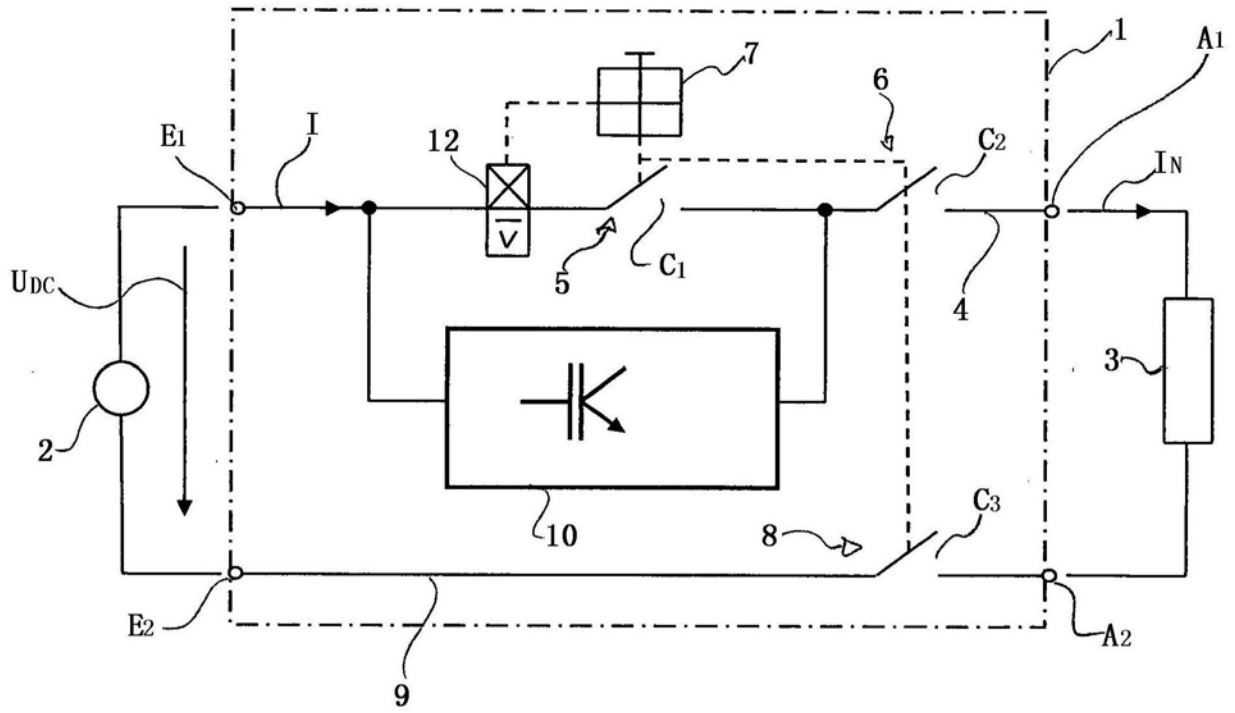


图1

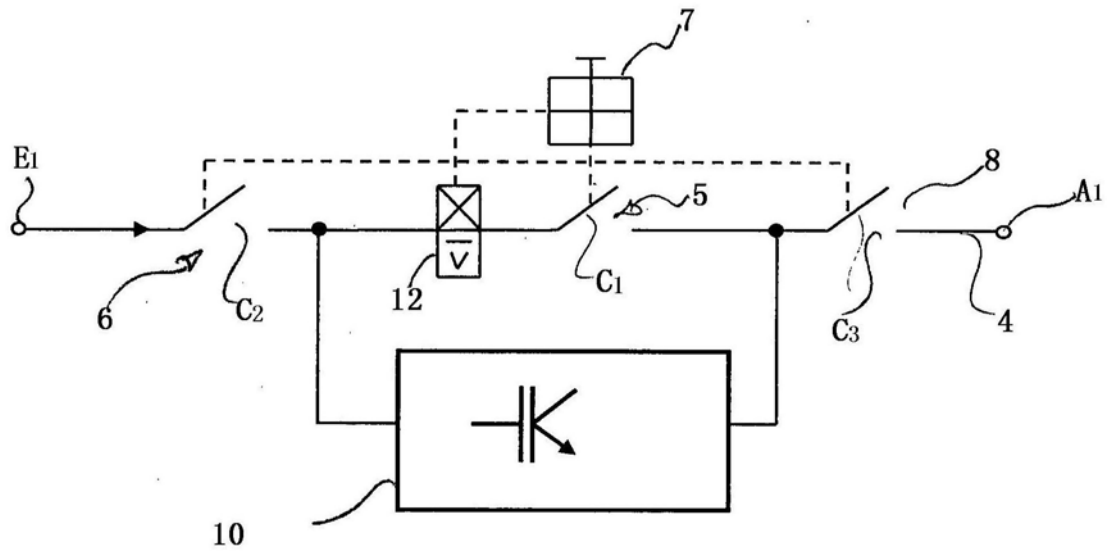


图2

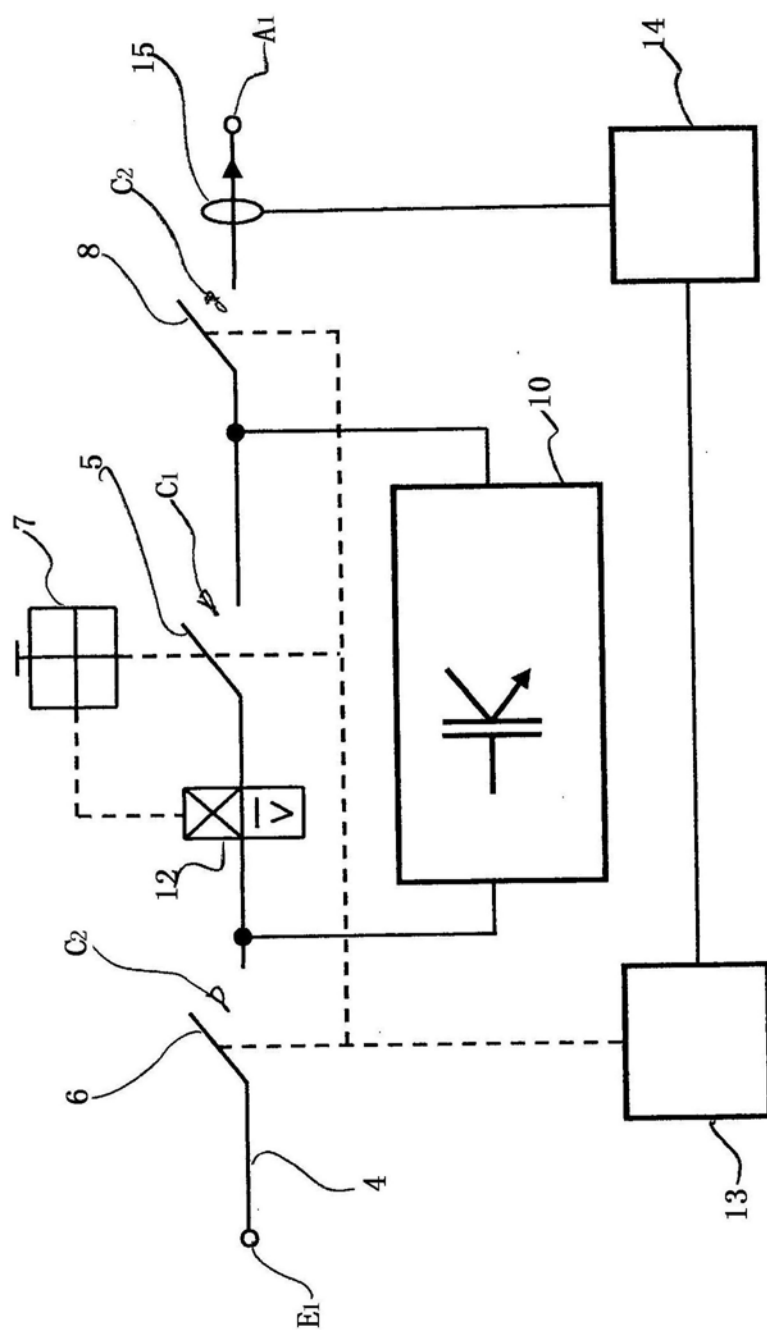


图3

