



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114640097 A

(43) 申请公布日 2022. 06. 17

(21) 申请号 202111078119.7

H01H 9/54 (2006.01)

(22) 申请日 2021.09.15

(30) 优先权数据

20214048.9 2020.12.15 EP

(71) 申请人 ABB瑞士股份有限公司

地址 瑞士巴登

(72) 发明人 T·施特拉塞尔 A·安东尼亚齐

M·阿普兰阿尔普 T·德拉肖克斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

专利代理师 刘春元

(51) Int. Cl.

H02H 9/02 (2006.01)

H02H 3/08 (2006.01)

H02H 3/087 (2006.01)

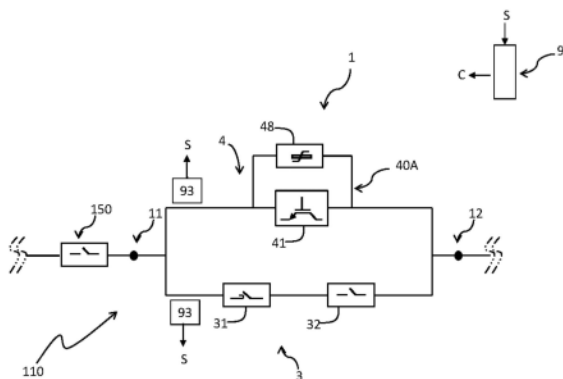
权利要求书3页 说明书21页 附图17页

(54) 发明名称

一种用于电网的混合开关装置

(57) 摘要

本公开涉及一种用于电网的混合开关装置。一种用于电网的开关装置包括：第一和第二电端子，与对应电网部分电连接；第一电支路，包括多个开关设备，其具有可机械耦合或分离以传导或阻断电流的电触点；第二电支路，包括固态开关设备，其包括半导体开关部件，开关设备适于在接通和关断之间切换，第一和第二电支路并联在第一和第二电端子之间；第一电支路包括：第一开关设备，能在闭合和断开之间切换，在被电流驱动时从闭合切换到断开而无需接收外部控制信号或电力供应，当电流超过阈值或电流改变率超过阈值时或其组合时从闭合切换到断开；第二开关设备，与第一开关设备串联并且能在闭合和断开之间切换，在接收到输入控制信号时在闭合和断开之间切换。



1. 一种用于电网(100)的开关装置(1),包括:

- 第一电端子和第二电端子(11,12),用于与对应的电网部分电连接;

- 第一电支路(3),包括多个机电类型的开关设备(31,32),每个开关设备具有能够机械耦合或分离以分别传导或阻断电流的电触点;

- 第二电支路(4),包括一个或多个固态类型的开关设备(41,42),每个开关设备包括基于半导体材料的一个或多个开关部件(41A,41B,42A,42B),并且适于在所述开关设备传导电流的接通状态和所述开关设备阻断电流的关断状态之间切换,所述第二电支路与所述第一电支路并联电连接在所述第一电端子和第二电端子之间;

其特征在于,所述第一电支路(3)包括:

- 机电类型的第一开关设备(31),其能够在所述第一开关设备传导电流的闭合状态和所述第一开关设备阻断电流的断开状态之间切换,所述第一开关设备是自作用开关设备,其能够在被沿着所述第一开关装置流动的电流驱动时从所述闭合状态切换到所述断开状态而无需接收外部控制信号或外部电力供应,当沿着所述开关装置流动的电流超过对应的预定义阈值时或者当沿着所述开关装置流动的电流的改变率超过对应的预定义阈值时或者在这两个条件组合时,所述第一开关设备从所述闭合状态切换到所述断开状态;

- 机电类型的第二开关设备(32),与所述第一开关设备串联电连接,所述第二开关设备能够在所述第二开关设备传导电流的闭合状态和所述第二开关设备阻断电流的断开状态之间切换,在接收到对应的输入控制信号时,所述第二开关设备在所述闭合状态和所述断开状态之间切换。

2. 根据权利要求1所述的开关装置,其特征在于,所述第一开关设备(31)包括第一致动器,该第一致动器能够利用由电流沿着所述开关装置流动而生成的电动力来致动所述第一开关设备的电触点,从而使所述第一开关设备从所述闭合状态切换到所述断开状态。

3. 根据权利要求2所述的开关装置,其特征在于,所述第一致动器包括可操作地耦合到所述第一开关设备的电触点的汤姆森线圈致动设备。

4. 根据前述权利要求中的一项或多项所述的开关装置,其特征在于,所述第二电支路(4)包括电流阻断电路(40A),该电流阻断电路(40A)适于阻断沿着所述第二电支路流动的电流,所述电流阻断电路包括固态类型的第三开关设备(41)和与所述第三开关设备并联电连接的第一电子电路(48)。

5. 根据权利要求4所述的开关装置,其特征在于,所述第二电支路(4)包括限流电路(40),该限流电路(40)适于限制沿着所述第二电支路流动的电流,所述限流电路与所述电流阻断电路(40A)串联电连接并且包括固态类型的第四开关设备(42)和与所述第四开关设备(42)并联电连接的第二电子电路(49)。

6. 根据权利要求4或5所述的开关装置,其特征在于,所述第三开关设备(41)包括基于半导体材料的一对开关部件,其根据反并联或反串联配置布置以允许控制沿着所述第二电支路(4)流动的双向电流。

7. 根据权利要求4或5所述的开关装置,其特征在于,所述第二电支路(4)包括第一二极管桥(45),该第一二极管桥(45)可操作地关联到所述电流阻断电路(40A)以允许控制沿着所述第二电支路(4)流动的双向电流。

8. 根据权利要求5所述的开关装置,其特征在于,所述第四开关设备(42)包括基于半导

体材料的一对开关部件,所述开关部件根据反并联或反串联配置布置以允许控制沿着所述第二电支路(4)流动的双向电流。

9.根据权利要求5所述的开关装置,其特征在于,所述第二电支路(4)包括可操作地关联到所述限流电路(40)的第二二极管桥(46),以允许控制沿着所述第二电支路(4)流动的双向电流。

10.根据权利要求1至5中的任一项所述的开关装置,其特征在于,所述第二电支路(4)包括可操作地关联到所述限流电路(40)和所述电流阻断电路(40A)的第三二极管桥接电路(47),以允许控制沿着所述第二电支路(4)流动的双向电流。

11.根据前述权利要求中的一项或多项所述的开关装置,其特征在于,如果短路电流沿着所述开关装置流动,那么所述第一开关设备(31)适于从闭合状态切换到断开状态。

12.根据前述权利要求中的一项或多项所述的开关装置,其特征在于,如果过载电流或正常电流沿着所述开关装置流动,那么所述第一开关设备(31)适于不从闭合状态切换到断开状态。

13.根据权利要求4或5所述的开关装置,其特征在于,根据所述第一开关设备(31)的断开操纵,在从短路电流已经从所述第一电支路(3)换向到所述第二电支路(3)的时刻起经过一段时间间隔之后,命令所述第三开关设备(41)从接通状态切换到关断状态。

14.根据权利要求4或5所述的开关装置,其特征在于,根据所述第二开关设备(32)的断开操纵,所述第三开关设备(41)适于在从过载电流或正常电流已经从所述第一电支路(3)换向到所述第二电支路(3)的时刻起经过一段时间间隔之后从接通状态切换到关断状态。

15.根据权利要求5所述的开关装置,其特征在于,根据所述第一开关设备(31)或所述第二开关设备(32)的断开操纵,在电流已经从所述第一电支路(3)换向到所述第二电支路(4)之后命令所述第四开关设备(42)从接通状态切换到关断状态。

16.一种电网(100),包括至少一个根据前述权利要求之一所述的开关装置(1)。

17.一种开关组(110),包括根据前述权利要求中的一项或多项所述的开关装置(1)以及串联电连接的隔离开关(150)。

18.一种用于保护电网的方法,所述电网包括用于电连接或电断开所述电网的不同电网部分的多个开关组(110),

其中每个开关组(110)包括:

-能够控制双向电流的根据权利要求5所述的开关装置(1),

所述开关装置能够在其中所述开关装置传导电流的闭合状态或其中所述开关装置阻断电流的断开状态或其中所述开关装置限制从所述第一电支路(3)换向到所述第二电支路(4)的电流的限流模式下进行切换;

-与所述开关装置(1)串联电连接的隔离开关(15),所述隔离开关能够在其中所述隔离开关传导电流的闭合状态或其中所述隔离开关阻断电流的断开状态下进行切换;

其中每个开关组(110)能够在其中所述开关装置(1)处于闭合状态并且所述隔离开关(150)处于闭合状态的闭合状态或其中所述开关装置(1)处于断开状态并且所述隔离开关(150)处于断开状态的断开状态或其中所述开关装置(1)处于限流模式并且所述隔离开关(150)处于闭合状态的限流模式下切换,

其特征在于包括以下步骤:

-如果所述电网中存在电气故障,那么将所述开关组(110)切换到限流模式;

-将距所述电气故障最近的开关组(110)切换到断开状态并且将所述电网的其余开关组(110)维持在限流模式;

如果当距所述电气故障最近的开关组(110)处于断开状态时所述电气故障在预定义的时间段内被电隔离:

-将距所述电气故障最近的开关组(110)维持在断开状态并且将所述电网的其余开关组(110)切换回闭合状态;

如果当距所述电气故障最近的开关组(110)处于断开状态时所述电气故障在所述预定义的时间段内没有被电隔离:

-将所述电网的所有开关组(110)切换到断开状态。

19.根据权利要求18所述的方法,其特征在于,所述电网(100A)包括电池能量存储系统,所述电池能量存储系统包括多个电池单元、用于将所述电池单元电连接到功率转换器的DC母线(101A)以及用于将所述电池单元电连接到所述DC母线或从所述DC母线断开的多个所述开关组(110)。

一种用于电网的混合开关装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电网领域。更具体而言,本发明涉及一种用于在电网(例如DC电网)中提供电路保护功能的混合开关装置。

背景技术

[0002] DC电网被广泛应用于各种应用,诸如光伏系统、海军系统、采用电池的储能系统(BESS)等。

[0003] 如已知的,当DC电力线路中发生故障事件(诸如过载或短路)时,电连接到电力线路的许多电气部件可能会加剧这种电气故障。

[0004] 显然,这会导致灾难性的后果,特别是当电网中安装了发电系统(例如,光伏面板)或电能存储系统(例如,电池)时。

[0005] 为了防止这种可能性,DC电网通常包括被配置为在故障事件发生时允许电网的部分选择性断开的多个开关装置。

[0006] 现有技术的一些开关装置包括机电断路器。

[0007] 一般而言,这些设备具有确保断开的电网部分之间的流电隔离的优点。此外,它们在工业层面实现起来相对便宜。

[0008] 但是,由于它们的操作原理,这些设备通常不能提供令人满意的中断等级。例如,在相对高的电压下(例如,高达1.5kV DC或更高),断开时间可以相当长。因此,通常在分离的机械触点之间产生的电弧可持续相对长的时间。显然,这一事实可能会带来可靠性和维护成本方面的相关问题。

[0009] 现有技术的其它开关装置包括固态类型的开关设备,其包括基于半导体材料的开关部件。

[0010] 固态开关设备的主要优点在于,由于其无电弧开关操作,它们可能具有无限的电气耐久性。

[0011] 另外,与机电开关设备相比,这些设备操作速度快并且中断时间显著缩短。

[0012] 但是,当它们处于闭合状态时,它们一般需要强力冷却以去除由电流生成的热量。

[0013] 为了减轻上面提到的问题,已经开发出采用机电开关设备和固态开关设备两者的混合开关装置。W02017/186262和W02011/057675中公开了这些保护设备的示例。

[0014] 一般而言,特别是在短路的情况下,这种类型的已知开关装置不能像单独采用固态开关设备的装置一样快速地进行干预,因为从所采用的机电开关设备到固态设备换向电流需要相对长的时间。

[0015] 此外,它们常常体积庞大并且在工业级别制造起来相对昂贵,特别是所采用的固态开关设备,必须将其设计为在相对长的时间内承受相对高的电流。

发明内容

[0016] 本发明的主要目的是提供一种用于电网(例如DC电网)的混合开关装置,其允许克

服或减轻上面提到的关键问题。

[0017] 更特别地,本发明的目的是提供一种混合开关装置,其在电气故障的情况下,特别是在存在短路电流的情况下,确保中断额定值的性能。

[0018] 作为另外的目的,本发明旨在提供一种混合开关装置,其中相对于现有技术的对应解决方案可以采用更便宜和尺寸更小的固态开关设备。

[0019] 本发明的又一个目的是提供一种混合开关装置,其可以在工业级别容易地制造,并且成本相对于现有技术的解决方案具有竞争力。

[0020] 为了实现这些目标和目的,本发明根据以下权利要求1和相关的从属权利要求提供了一种开关装置。

[0021] 根据本发明,混合开关装置包括:

[0022] -用于与对应的电网部分电连接的第一和第二电端子;

[0023] -第一电支路,包括多个机电类型的开关设备,每个开关设备具有机械耦合或分离以分别传导或阻断电流的电触点;

[0024] -第二电支路,包括一个或多个固态类型的开关设备,每个开关设备包括基于半导体材料的一个或多个开关部件。每个固态开关设备适于在所述开关设备传导电流的接通状态和所述开关设备阻断电流的关断状态之间切换。

[0025] 上面提到的第二电支路与所述第一电支路并联电连接在所述第一电端子和第二电端子之间。

[0026] 根据本发明,所述开关装置的第一电支路包括机电类型的第一开关设备,其能够在所述第一开关设备传导电流的闭合状态和所述第一开关设备阻断电流的断开状态之间可逆地切换。

[0027] 第一开关设备为自作用开关设备,在不接收外部控制信号或外部电力供应的情况下,在被沿着所述开关装置流动的电流驱动时,能够从所述闭合状态快速切换到所述断开状态。

[0028] 当沿着所述开关装置流动的电流超过对应的预定义阈值时或者当沿着所述开关装置流动的电流的变化率超过对应的预定义阈值时或者在这些条件组合时,所述第一开关设备从所述闭合状态切换到所述断开状态。

[0029] 根据本发明,开关装置的第一电支路包括机电类型的第二开关设备,该第二开关设备与所述第一开关设备串联电连接并且适于在所述第二开关设备传导电流的闭合状态之间和所述第二开关设备阻断电流的断开状态之间切换。

[0030] 在接收到对应的输入控制信号时,所述第二开关设备能够在所述闭合状态和所述断开状态之间可逆地切换。

[0031] 根据本发明的一个方面,第一开关设备包括第一致动器,该第一致动器能够利用由电流沿着所述开关装置的循环生成的电动力来致动所述第一开关设备的电触点,从而使所述第一开关设备从所述闭合状态切换到所述断开状态。

[0032] 优选地,所述第一致动器包括可操作地连接到所述第一开关设备的电触点的汤姆森(Thomson)线圈致动设备。

[0033] 根据本发明的一方面,第二开关设备包括机电类型的第二致动器,该第二致动器能够在接收到对应的输入控制信号时致动第二开关设备的电触点。

[0034] 根据本发明的一个方面,开关装置的第二电支路包括电流阻断电路,其适于阻断沿着所述第二电支路流动的电流。阻断电路包括固态类型的第三开关设备,其包括基于半导体材料的一个或多个开关部件,以及与所述第三开关设备并联电连接的第一电子电路。所述第三开关设备可以以单向或双向类型的方式布置,即,仅能够承载和中断DC网络中在一个方向上流动的电流,或者能够承载和中断DC或AC网络中任何方向上的电流。

[0035] 根据变体实施例,所述第三开关设备包括基于半导体材料的一对开关部件,其根据反并联或反串联配置布置。在操作中,所述半导体开关部件交替地传导电流以允许控制沿着第二电支路流动的双向电流。

[0036] 根据另一个变体实施例,开关装置的第二电支路包括第一二极管桥,该第一二极管电桥可操作地关联到所述电流阻断电路以允许控制沿着所述第二电支路流动的双向电流。

[0037] 根据本发明的一方面,开关装置的第二电支路包括限流电路,该限流电路适于限制沿着所述第二电支路流动的电流。限流电路与所述第二电支路的阻流电路串联电连接。限流电路包括固态类型的第四开关设备和与所述第四开关设备并联电连接的第二电子电路。

[0038] 而且,所述第四开关设备可以以单向或双向类型的方式布置。

[0039] 根据变体实施例,所述第四开关设备包括基于半导体材料的一对开关部件,其根据反并联或反串联配置布置。在操作中,所述半导体开关部件交替地传导电流以允许控制绕过这种第二电子电路的双向电流。

[0040] 根据另一个变体实施例,开关装置的第二电支路包括与所述限流电路可操作地关联的第二二极管桥,以允许控制沿着所述第二电支路流动的双向电流。

[0041] 根据本发明的其它实施例,开关装置的第二电支路包括电连接到所述第二电支路的其它部件(例如,连接到所述电流阻断电路的串联组件,以及可能的所述限流电路)的第三二极管桥电路,以允许控制沿着第二电支路流动的双向电流。

[0042] 在所述开关装置的操作中,如果短路电流沿着所述开关装置流动,那么所述第一开关设备从闭合状态切换到断开状态。

[0043] 在所述开关装置的操作中,如果过载电流或正常电流沿着所述开关装置流动,那么所述第一开关设备不从闭合状态切换到断开状态。

[0044] 在所述开关装置的操作中,如果短路电流沿着所述开关装置流动,那么命令所述第二开关设备从闭合状态切换到断开状态。但是,如果过载电流或正常电流沿着所述开关装置流动,那么也可以命令所述第二开关设备从闭合状态切换到断开状态。

[0045] 在所述开关装置的操作中,在所述第一开关设备的断开操纵时,在从短路电流已经从所述第一电支路换向到所述第二电支路的瞬间起经过第一时间间隔之后,命令所述第三开关设备从接通状态切换到关断状态。

[0046] 在所述开关装置的操作中,在所述第二开关设备的断开操纵时,在从过载电流或正常电流已经从所述第一电支路换向到所述第二电支路的瞬间起经过另一个时间间隔之后,命令所述第三开关设备从接通状态切换到关断状态。这种第三时间间隔可以与上面提到的第一时间间隔不同或一致。

[0047] 在所述开关装置的操作中,在所述第一开关设备或所述第二开关设备的断开操纵

时,在电流已经从所述第一电支路换向到所述第二电支路之后,命令所述第四开关设备从接通状态切换到关断状态。

[0048] 在另一方面,根据以下权利要求18和相关的从属权利要求,本发明涉及一种用于保护电网的方法。

[0049] 一般而言,所述电网包括用于电连接或电断开所述电网的不同电网部分的多个开关组。

[0050] 优选地,所述电网包括电池能量存储系统,该电池能量存储系统包括多个电池单元、用于将所述电池单元电连接到功率转换器的DC母线以及用于将所述电池单元电连接到所述DC母线或从所述DC母线电断开的多个开关组。

[0051] 每个开关组包括:

[0052] -本发明的开关装置,其包括所述第一阻断电路和所述限流电路并且能够控制双向电流。所述开关装置能够在其中所述开关装置传导电流的闭合状态或其中所述开关装置阻断电流的断开状态或其中所述开关装置限制从所述第一电支路换向到所述第二电支路的电流的限流模式下切换;

[0053] -与所述开关设备串联电连接的隔离开关。所述隔离开关能够在其中所述隔离开关传导电流的闭合状态或其中所述隔离开关阻断电流的断开状态下切换。

[0054] 每个开关组能够在其中所述开关装置处于闭合状态并且所述隔离开关处于闭合状态的闭合状态或其中所述开关装置处于断开状态并且所述隔离开关处于断开状态的断开状态或其中所述开关装置处于限流模式并且所述隔离开关处于闭合状态的限流模式下切换。

[0055] 本发明的方法包括以下步骤:

[0056] -如果所述电网中存在电气故障,那么将所述开关组切换到限流模式;

[0057] -将距所述电气故障最近的开关组切换到断开状态,并将所述电网的其余开关组维持在限流模式;

[0058] 如果当距所述电气故障最近的开关组处于断开状态时所述电气故障在预定时间间隔内被电隔离:

[0059] -维持距所述电气故障最近的开关组处于断开状态并且将所述电网的其余开关组切换到闭合状态;

[0060] 如果当距所述电气故障最近的开关组处于断开状态时所述电气故障在预定时间间隔内没有被电隔离:

[0061] -将所述电网的所有开关组切换到断开状态。

附图说明

[0062] 本发明的另外的特点和优点将从根据本发明的接触器的优选但非排他性实施例的描述中显现,其非限制性示例在附图中提供,其中:

[0063] 图1-6、图6A和图7示意性地示出了根据本发明的开关装置的一些实施例;

[0064] 图8示意性地示出了包括根据本发明的开关装置的DC电网;

[0065] 图9-16示意性地示出了包括根据本发明的多个开关装置的DC电网的电池能量存储系统的操作。

具体实施方式

[0066] 参考引用的附图,本发明涉及一种用于电网的混合开关装置1。

[0067] 本发明的开关装置特别适合在低压DC电网中使用,并且仅出于简洁的目的,下文将具体参考这些应用进行描述,而无意以任何方式限制本发明的范围。

[0068] 事实上,本发明的开关装置可以成功地用于不同类型的电力系统,诸如低压AC电网或中压AC或DC电网。

[0069] 为了本申请的目的,术语“低压”(LV)涉及低于1kV AC和1.5kV DC的操作电压,而术语“中压”(MV)涉及高于1kV AC和1.5kV DC直至几十kV的操作电压,例如直至72kV AC和100kV DC。

[0070] 开关装置1包括第一和第二电端子11、12,用于与对应的电网部分(未示出)(例如DC链路母线和电负载)电连接。

[0071] 优选地,在电端子11-12之一处,隔离开关(或另一个等效开关设备)150可操作地关联到开关装置1以形成开关组110。

[0072] 隔离开关150被布置用于将开关装置与电网的另一个电路部分电连接或电断开。因此,无论何时需要,隔离开关150都能够在不同电路部分(其中之一包括开关装置1)之间提供流电绝缘。

[0073] 为此,隔离开关150适于在它传导电流的闭合状态和它阻断电流的断开状态之间可逆地切换。

[0074] 隔离开关150可以是或者可以不是开关装置的一部分。

[0075] 一般而言,隔离开关150可以是已知类型。因此,其功能将在下面仅与本发明感兴趣的方面有关地描述。

[0076] 开关装置1包括并联电连接在电端子11、12之间的第一电支路3和第二电支路4。

[0077] 第一电支路3包括一对串联电连接的机电型开关装置31、32。

[0078] 第一电支路3的每个机电开关装置31、32具有可以机械耦合或分离以分别传导或阻断电流的电触点。

[0079] 更特别地,第一电支路3的每个开关设备31、32具有一个或多个固定触点以及可与所述固定触点耦合或断开耦合以传导或阻断电流的一个或多个可移动触点。

[0080] 第一电支路3的每个开关设备31、32在其电触点相互耦合以传导电流时处于闭合状态,而当其电触点相互断开耦合以阻断电流时处于断开状态。

[0081] 第一电支路3的开关设备31是自作用类型的,用于涉及断开操纵的执行。在这种情况下,通过利用电流沿着开关装置(例如,沿着第一电气支路3或在端子11、12处)循环而生成的电力移动可移动触点或触发所述可移动触点的运动,从闭合状态到断开状态的转变(断开操纵)发生。因此,这种类型的开关设备的断开操纵发生在非常短的断开时间内(快速切换),而无需接收输入控制信号或外部电力供应(不可控断开操纵)。

[0082] 代替地,第一电支路3的另一个开关设备32是完全可控型的。在这种情况下,从闭合状态到断开状态(断开操纵)或从断开状态到闭合状态(闭合操纵)的任何转变都会响应于接收到合适的输入控制信号而发生,这造成驱动机构的激活,从而移动可移动触点或触发所述可移动触点的运动。

[0083] 一般而言,第一电支路3的开关设备可以根据已知类型的解决方案来实现。因此,

下面将仅就本发明感兴趣的方面对它们进行描述。

[0084] 根据本发明,第一电支路3包括机电类型的第一开关设备31,其能够在所述第一开关设备传导电流的闭合状态和所述第一开关设备阻断电流的断开状态之间快速切换。

[0085] 第一开关设备31是自作用开关设备,当它被沿着开关装置流动的电流驱动时,能够从闭合状态快速切换到断开状态。因此,第一开关设备31可以在不接收命令这种操纵的外部控制信号或不接收外部电力供应的情况下执行断开操纵。

[0086] 为了清楚起见,在本发明的范围内,如果开关设备示出电触点的断开时间短于1ms,更优选地短于500 μ s,那么其被认为是“快速开关”。

[0087] 开关设备31适于当沿着开关装置流动的电流超过对应的阈值(例如,短路值,通常为标称值的10-20倍)时或者当电流速率的改变超过对应的阈值(例如,大于10kA/ms)时或者当这最后两个条件同时出现时从闭合状态快速切换到断开状态(断开操纵)。

[0088] 优选地,第一开关设备31适于每当短路电流沿着开关装置流动时从闭合状态快速切换到断开状态(断开操纵)。

[0089] 优选地,第一开关设备31适于当过载电流或正常电流沿着开关装置流动时不从闭合状态切换到断开状态(断开操纵)。

[0090] 对于本申请的目的:

[0091] -“正常电流”是通常具有大约标称值或更低的操作值(例如,高达标称值的1.1倍)的电流;

[0092] -“过载电流”是通常具有较高操作值的电流,例如,从标称值的1.1倍到标称值的10倍;

[0093] -“短路电流”是通常具有甚至更高操作值的电流,例如,从标称值的10倍到标称值的数十倍。

[0094] 优选地,开关设备31包括第一致动器(未示出),其能够在断开操纵期间利用由电流沿着开关装置的循环生成的电动力来致动电触点。

[0095] 优选地,开关设备31包括可操作地耦合到电触点(例如,通过合适的运动链)的汤姆森线圈致动设备(未示出),以便在断开操纵期间致动所述电触点。

[0096] 当循环电流超过对应的阈值和/或当电流的改变速率超过对应的阈值时,特别是当循环电流是短路电流时,汤姆森线圈致动设备适于提供足够的致动力以分离第一开关设备31的电触点。

[0097] 一般而言,汤姆森线圈致动设备通过合适的运动链可操作地连接到第一开关设备31(其沿着所述第一电支路布置)的电触点。

[0098] 根据本发明的一些实施例,汤姆森线圈致动设备串联电连接到开关装置的上面提到的第一端子11或第二端子12。作为示例,汤姆森线圈可以布置在第一端子11或第二端子12与第一电支路3和第二电支路4的公共节点(所述电支路彼此分离的节点)之间。

[0099] 根据本发明的其它实施例,汤姆森线圈致动设备沿着第一电支路3设置,并与第一开关设备31的电触点串联电连接。

[0100] 根据本发明的一些实施例,如果电流不再沿着第一电支路3流动或者如果出于任何原因电流返回到较低强度值,那么第一开关设备31适于在断开操纵之后立即返回到闭合状态。为此,第一开关设备31可以包括合适的弹簧操作的机构(未示出),在断开操纵期间通

过利用存储的弹性能量来致动电触点。

[0101] 根据本发明的其它实施例,第一开关设备31适于一旦执行了断开操纵就维持断开状态。为此,第一开关设备31可以包括能够维持电触点分离的合适闩锁机构(未示出)和在接收到对应的输入控制信号后耦合电触点的致动机构(未示出)。

[0102] 根据本发明的附加变体(未示出),电子电路(例如,包括缓冲电路、火花隙、放电管、金属氧化物变阻器或半导体部件)与第一开关设备31并联电连接以在所述开关设备的断开操纵期间保护第一开关设备31(例如,通过限制电压瞬变)和/或在必要时耗散电能。

[0103] 根据本发明,第一电支路3包括机电类型的第二开关设备32,其与第一开关设备31串联电连接。

[0104] 开关设备32是完全可控的,并且在接收到命令执行操纵的对应输入控制信号后其在闭合状态和断开状态之间可逆地切换。

[0105] 如下所示,用于控制开关设备32的操作的控制信号可以方便地由控制单元90提供,该控制单元90可以是或可以不是开关装置的一部分。

[0106] 一般而言,第二开关设备32的断开时间比第一开关设备长很多,例如几毫秒(例如,大约5到20ms)。

[0107] 优选地,第二开关设备32包括机电类型的第二致动器,其在接收到对应的输入控制信号后致动第二开关设备的电触点。

[0108] 优选地,每当第一开关设备31从闭合状态切换到断开状态时,特别是当短路电流(例如,具有标称值的10-20倍的值)沿着第一电支路3流动时,命令第二开关设备32从闭合状态切换到断开状态。

[0109] 但是,与第一开关设备31不同,即使当沿着第一电支路3循环的电流取低于上面提到的短路值的值时,也可以命令第二开关设备32从闭合状态切换到断开状态(断开操纵)。

[0110] 优选地,如果过载电流(例如,具有额定值的2-3倍的值)沿着第一电支路3流动,那么命令第二开关设备32执行断开操纵。

[0111] 即使当沿着第一电支路3流动的电流取正常值(例如,大约为标称值或低于标称值)时,如果混合开关装置的断开操纵必须被执行(例如,根据操作者的请求),那么也可以命令第二开关设备32从闭合状态切换到断开状态。

[0112] 如上面所提到的,第一和第二开关设备31和32串联电连接。以这种方式,这些开关设备可以根据这种电流的性质以合适的方式控制沿着第一电支路3循环的电流。

[0113] 例如,如果沿着第一电支路3循环的电流是短路电流,那么第一开关设备31快速干预以执行断开操纵并且其在不需要接收输入控制信号的情况下阻断所述电流。在这种情况下,也命令第二开关设备32执行断开操纵。但是,由于它比第一开关设备31慢,因此第二开关设备32将比第一开关设备31更晚地执行这种断开操纵,通常在电流已经在所述第二电支路4上换向时。

[0114] 如果沿着第一电支路3流动的电流是正常电流或过载电流,那么第一开关设备31不干预,并且可以在接收到合适的控制信号输入后命令第二开关设备32执行断开操纵以阻断这种电流。

[0115] 根据本发明,第二电支路4包括一个或多个固态类型的开关设备41、42。

[0116] 每个开关设备41、42包括基于半导体材料的一个或多个开关部件。一般而言,所述

半导体开关部件可以是常规类型,例如功率MOSFET、JFET、绝缘栅双极晶体管(“IGBT”)、栅极关断晶闸管(GTO)、集成栅极换向晶闸管(“IGCT”)等。

[0117] 响应于接收到合适的输入控制信号,第二电支路4的每个固态开关设备41、42可以在它传导电流的接通状态和它阻断电流的关断状态之间可逆地切换。

[0118] 固态开关设备在从接通状态切换到关断状态时关断,并且在从关断状态切换到接通状态时接通。

[0119] 如下所示,用于控制开关设备41、42的操作的控制信号可以方便地由控制单元90提供,该控制单元90可以是或可以不是开关装置的一部分。

[0120] 根据本发明的重要方面,第二电支路4包括电流阻断电路40A,其适于阻断沿着第二电支路4循环的电流。

[0121] 阻断电路40A包括固态类型的第三开关设备41和适于在必要时保护所述第三开关设备(例如,免受电压瞬变)并耗散能量的第一电子电路48。

[0122] 第一电子电路48与第三开关设备41并联电连接,并且它可以包括缓冲电路、火花隙、放电管、金属氧化物变阻器或半导体部件。

[0123] 一般而言,第三开关设备41根据沿着第二电支路4循环的电流的行为并且根据第一电支路3的开关设备31、32的行为来操作。

[0124] 如从下文中可以更好地看出的,这种解决方案允许以高效的方式管理过载电流或短路电流循环的操作条件。

[0125] 优选地,如果第三开关设备41出于任何原因处于关断状态,那么在第一开关设备31或第二开关设备32执行断开操纵时立即或在此之前,命令第三开关设备41切换到接通状态。以这种方式,允许沿着第一电支路3循环的电流换向到第二电支路4。

[0126] 优选地,从由于第一开关设备31的断开操纵而使得短路电流(即,高于预定义短路阈值)从第一电支路3完全换向到第二电支路4的时刻起经过第一时间间隔之后关断第三开关设备41。

[0127] 优选地,上面提到的第一时间间隔是根据恢复第一开关设备31的电触点之间的间隙的介电耐受所需的最小时间以便避免可能的电弧重燃来计算的(这种最小时间常常被称为“间隙清除时间”)。方便地,如果电网的开关装置之间的通信是可能的,那么可以更改第一时间间隔以便更好地协调这种开关装置的操作。

[0128] 在实践中,上面提到的第一时间间隔被选择得足够长以防止第一开关设备31的电触点之间的重燃现象,并且足够短以防止第三开关设备41过热损坏。

[0129] 当短路电流沿着第二电支路4流动并且在上面提到的第一时间间隔过去之前不能清除生成这种短路的故障时,第三开关设备41被关断。

[0130] 由于第三开关设备41从短路电流已经沿着第二电支路4完全换向的时刻起以一定的时间延迟而关断,因此在一定条件下,即使短路电流最初存在,第三开关设备41也可以保持接通。

[0131] 当短路电流已经沿着第二电支路4换向并且生成这种短路的故障可以在上面提到的第一时间间隔过去之前以某种方式被清除(例如,由于外部断路器的干预),即使短路电流最初沿着第二电支路4流动,第三开关设备41也不关断并且保持在接通状态。

[0132] 优选地(但不一定作为上述解决方案的替代方案),如果实现以下条件中的一个或

多个,那么可以命令第三开关设备41出于自我保护目的而关断:

[0133] -沿着电支路4流动的电流超过给定的阈值电流值;

[0134] -第三开关设备41的温度超过给定的温度阈值;

[0135] -第三开关设备41两端的电压超过给定的阈值电压值;

[0136] -由第三开关设备41消耗的电功率超过给定的阈值功率值。

[0137] 而且这个解决方案还提供了一些显著的优点。例如,当第一和第二开关设备31、32处于断开状态的情况下将电气保护设备1重新连接到电力线路并且由于存在现存故障而导致短路电流沿着第二电气支路4流动时,第三开关设备41在第二时间间隔(在实践中,是通过适当地处理指示上面提到的物理量的检测信号来检测故障的存在所需的时间)一过去就关断,因此防止过热损坏。

[0138] 优选地,在第二开关设备32的断开操纵(在这种情况下,第一开关设备31不干预)时,在从过载电流(即,高于预定义的过载阈值)或正常电流(即,具有大约标称值或更小的值)已经从第一电支路3换向到第二电支路4的时刻起经过第三时间间隔之后,命令第三开关设备41关断。

[0139] 方便地,上面提到的第三时间间隔是基于与上面提到的第一时间间隔相似的准则来计算的,即使所述准则显然是参考第二开关设备32。一般而言,上面提到的第三时间间隔可以根据需要与上面提到的第一时间间隔不同或相同。

[0140] 根据本发明的另一个重要方面,第二电支路4还包括限流电路40,其适于限制沿着第二电支路4流动的电流。

[0141] 限流电路40与上面提到的限流电路40A串联电连接。

[0142] 限流电路40包括固态类型的第四开关设备42和适于限制电流、保护所述第四开关设备(例如,免受电压瞬变)并在必要时耗散电能的第二电子电路49。

[0143] 第二电子电路49与第四开关设备42并联电连接并且它优选地包括变阻器或电阻设备或两者。

[0144] 一般而言,第四开关设备42根据沿着第二电支路4流动的电流的行为操作。

[0145] 例如,第四开关设备42可以被接通以绕过第二电子电路49并且促进电流从第一电支路3到第二电支路4的换向。

[0146] 作为另一个示例,如果必须限制沿着第二电支路4流动的电流,那么可以关断第四开关设备42。以这种方式,故障电流可以沿着第二电支路4传导,而无需第三开关设备41的过大尺寸。

[0147] 优选地,如果第四开关设备42由于任何原因而处于接通状态,那么在第一开关设备31或第二开关设备32执行断开操纵时立刻或在此之前,命令第四开关设备42与第三开关设备41同时切换到接通状态。以这种方式,使得沿着第一电支路3流动的电流能够换向到第二电支路4。

[0148] 优选地,根据所述第一开关设备31的断开操纵,在短路电流(即,高于预定义的短路阈值)已经从第一电支路3换向之后关断第四开关设备42。

[0149] 优选地,当短路电流沿着第二电支路4流动时(由于从第一电支路3的换向完成)并且生成这种短路的故障无论如何都无法被清除时,第四开关设备42(其绕过第二电子电路49)被关断以迫使电流沿着第二电子电路49流动并限制所述电流。

[0150] 优选地,当短路电流沿着第二电支路4流动并且生成这种短路的故障以某种方式被清除时(例如,由于外部断路器的干预),第四开关设备42最初被关断以提供电流限制功能(如上所示),但一旦故障被清除并且电流恢复到较低值,它就会再次接通。在重新闭合第一开关设备31和第二开关设备32之后,电流将换向回到第一电支路3。

[0151] 方便地,在根据第二开关设备32的断开操纵(在这种情况下,第一开关设备31不干预)已经将过载电流从第一电支路3换向到第二电支路4之后,也可以命令第四开关设备42关断。

[0152] 方便地,当出于任何原因执行第二开关设备42的断开操纵时,在正常电流(即,具有大约标称值或更低的值)已经从第一电支路3换向到第二电支路4之后,也可以命令第四开关设备42关断。

[0153] 图1示出了本发明的开关装置1的可能实施例。

[0154] 在这种情况下,第一电支路3包括串联电连接的第一和第二开关设备31和32,而第二电支路3仅包括电流阻断电路40A。

[0155] 根据本发明的这个实施例,开关装置1通常允许电流在端子11、12之间循环(闭合状态)。

[0156] 但是,在必要时,所述开关装置能够对沿着电力线路流动的大范围电流进行电隔离(断开状态)。

[0157] 下面更详细地描述图1的实施例中的开关装置的操作。

[0158] 闭合状态(正常操作)

[0159] 在正常操作中(即,存在大约为标称值或低于标称值的电流),开关设备31、32处于闭合状态,而第三开关设备41可以处于接通状态或关断状态。

[0160] 即使第三开关设备41处于接通状态,电流也自然地主要沿着第一电支路3流动,因为第一电支路3表现出较低的等效电阻。

[0161] 隔离开关150处于闭合状态。

[0162] 过载电流或正常电流的中断

[0163] 假定第一和第二开关设备31、32处于闭合状态。

[0164] 在存在正常电流或过载电流的情况下,第一开关设备31不干预(从而保持在闭合状态)而第二开关设备32被命令执行断开操纵。

[0165] 如果第三开关设备41尚未处于接通状态,那么命令第三开关设备41接通。

[0166] 一旦第二开关设备32的电触点分离,电流就开始沿着第二电支路4流动。电流从第一电支路3到第二电支路4的完全换向消除了第二开关设备32的电触点之间的电弧现象。

[0167] 在从电流已经换向的时刻起的第三时间间隔之后,第二开关设备32具有足够的介电耐受性以避免电弧重燃,命令第三开关设备41关断。

[0168] 迫使电流沿着第一电子电路48循环(其耗散电网的感应能量)直到消失。可以看出,当第二开关设备32处于断开状态时,电流不能重新开始沿着第一电支路3流动。

[0169] 方便地,隔离开关150被命令执行断开操纵,从而为包括开关装置的电网部分提供流电绝缘。

[0170] 当出于任何原因请求中断正常电流时,开关装置1基本上以相同的方式表现。

[0171] 短路电流的中断

- [0172] 假定第一和第二开关设备31、32处于闭合状态。
- [0173] 在存在短路电流时,第一开关设备31立即执行(快速开关)断开操纵,而无需接收输入控制信号或外部电力供应。
- [0174] 如果第三开关设备41尚未处于接通状态,那么命令第三开关设备41接通。
- [0175] 还命令第二开关设备32执行断开操纵。但是,第一开关设备31的干预远发生在第二开关设备32之前。
- [0176] 第一开关设备31的电触点的分离使短路电流换向到第二电支路4。
- [0177] 电流从第一电支路3到第二电支路4的完全换向消除了第一开关设备31的电触点之间的电弧现象。
- [0178] 沿着第二电支路4流动的电流流经第三开关设备41。
- [0179] 在从电流已经被换向到第二电支路4的时刻起经过上面提到的第一时间间隔之后,应当命令第三开关设备关断。
- [0180] 但是,如果在上面提到的第一时间间隔已经过去之前以某种方式(例如,由于外部开关装置的干预)清除了生成短路电流的故障,那么当沿着第二电支路4流动的电流返回到较低值时,不命令第三开关设备41关断并且其保持接通状态。
- [0181] 同时,第一开关设备31返回闭合状态,并且命令第二开关设备32执行闭合操纵。
- [0182] 当第一和第二开关设备31、32最终返回到闭合状态时,开关装置1重新以正常条件操作,并且电流自然从第二电支路4换向到第一电支路3。
- [0183] 代替地,如果在上面提到的第一时间间隔过去之前没有清除生成短路电流的故障,那么命令第三开关设备41关断。
- [0184] 迫使电流沿着第一电子电路48循环直到消失。如上所示,电流无法重新开始沿着第一电支路3流动。
- [0185] 随后,隔离开关150被命令执行断开操纵,从而为包括开关装置的电网部分提供流电绝缘。
- [0186] 重新连接到电力线路
- [0187] 由于没有电流流动,因此假定第一开关设备31处于闭合状态,假定第二开关设备32处于断开状态,而假定第三开关设备41处于关断状态。
- [0188] 命令隔离开关150执行闭合操纵。因此,它不再提供包括开关装置的电网部分与另一个电网部分(不包括开关装置)的流电隔离。
- [0189] 命令第三开关设备41接通。
- [0190] 电流沿着第二电支路4流动。
- [0191] 如果这个电流在第二时间间隔(检查是否存在短路所必需的时间)内保持在正常范围内,那么命令第二开关设备32执行闭合操纵。
- [0192] 一旦第二开关设备32已经完成闭合操纵(第一开关设备31已经处于闭合状态),电流就自然地换向到第一电支路3并且开关装置1开始在正常条件下操作。
- [0193] 存在短路故障时重新连接到电力线路
- [0194] 由于没有电流流动,因此假定第一开关设备31处于闭合状态,假定第二开关设备32处于断开状态,而假定第三开关设备41处于关断状态。
- [0195] 命令隔离开关150执行闭合操纵。不再确保包括开关装置的电网部分与另一个电

网部分(不包括开关装置)的流电隔离。

[0196] 命令第三开关设备41接通。

[0197] 短路电流开始沿着第二半导体支路4流动。当控制单元90检测到故障时,在上面提到的第二时间间隔内命令第三开关设备41再次关断。

[0198] 第二开关设备32没有被命令执行闭合操纵并且它保持在断开状态。

[0199] 迫使电流沿着第一电子电路48循环直到消失。

[0200] 随后,隔离开关150被命令执行断开操纵,从而为包括开关装置的电网部分提供流电绝缘。

[0201] 从上面可以明显看出,当根据图1的实施例布置时,开关装置1可以在两种不同的状态下操作:其中它传导电流的闭合状态(正常操作),或其中它阻断电流(即,从第一电支路3换向到第二电支路4的电流)的断开状态。

[0202] 另外论证了由串联电连接的开关装置1和隔离开关150形成的开关组110如何也可以根据两种不同的状态操作:其中开关装置1和隔离开关150都处于闭合状态的闭合状态,或其中开关装置1和隔离开关150都处于断开状态的断开状态。

[0203] 图2示出了本发明的开关装置1的可能实施例。

[0204] 在这种情况下,第一电支路3包括串联电连接的第一和第二开关设备31、32,而第二电支路4包括电流阻断电路40A和限流电路40。

[0205] 根据本发明的这个实施例,开关装置1通常允许电流在端子11、12之间流动。

[0206] 但是,只要有必要,它就能够为沿着电力线路流动的大范围电流提供电隔离(断开状态)。

[0207] 与图1的实施例不同,开关装置1还能够提供限流功能(限流模式),特别是当存在短路电流时。

[0208] 下面更详细地描述图2实施例中的开关装置的操作。

[0209] 闭合状态(正常操作)

[0210] 在正常操作中(即,存在大约为标称值或低于标称值的电流),开关设备31、32处于闭合状态,而第三和第四开关设备41、42可以根据需要接通或关断。

[0211] 隔离开关150也处于闭合状态。

[0212] 即使第三和第四开关设备41、42出于任何原因被接通,电流也自然地主要沿着第一电支路3流动,因为第一电支路3表现出较低的等效电阻。

[0213] 过载电流或正常电流的中断

[0214] 假定第一和第二开关设备31、32处于闭合状态。

[0215] 在存在过载电流的情况下,第一开关设备31不干预(从而保持在闭合状态)而第二开关设备32被命令执行断开操纵。

[0216] 如果第三和第四开关设备41、42尚未处于接通状态,那么命令它们接通。

[0217] 一旦第二开关设备32的电触点分离,电流就开始沿着第二电支路4流动。电流从第一电支路3到第二电支路4的完全换向消除了第二开关设备32的电触点之间的电弧现象。

[0218] 在从电流从第一电支路3换向到第二电支路4的时刻经过第三时间间隔之后(使得第二开关设备32具有足够的介电耐受性以避免电弧重燃),命令第三和第四开关设备41、42关断。迫使过载电流沿着第一和第二电子电路48、49循环直到消失。

[0219] 作为替代方案,在到第二电支路4的电流完全换向之后,命令第四开关设备42关断并且迫使电流沿着第二电子电路49和第三开关设备41循环。

[0220] 在这种情况下,开关装置1提供过载电流的限流功能(限流模式)。

[0221] 在从过载电流被换向到第二电支路4的时刻起经过上面提到的第三时间间隔之后,随后命令第三开关设备41关断。

[0222] 作为另外的替代方案,在到第二电支路4的电流完全换向之后,在经过上面提到的第三时间间隔之后仅命令第三开关设备41关断。在这种情况下,迫使电流沿着第一电子电路48循环直到消失。

[0223] 由于第二开关设备32处于断开状态,因此电流不能重新开始沿着第一电支路3流动。

[0224] 方便地,在电流中断之后,隔离开关150被命令执行断开操纵,从而为包括开关装置的电网部分提供流电绝缘。

[0225] 当出于任何原因请求中断正常电流时,开关装置以相同的方式表现。

[0226] 短路电流的中断

[0227] 假定第一和第二开关设备31、32处于闭合状态。

[0228] 在存在短路电流时,第一开关设备31立即执行(快速开关)断开操纵,而无需接收输入控制信号或外部电力供应。

[0229] 如果第三和第四开关设备41和42尚未处于导通状态,那么命令它们接通。

[0230] 而且,命令第二开关设备32执行断开操纵。但是,第一开关设备31的干预远发生在第二开关设备32之前。

[0231] 第一开关设备31的电触点的分离迫使电流换向到第二电支路4。

[0232] 电流从第一电支路3到第二电支路4的完全换向消除了第一开关设备31的电触点之间的电弧现象。

[0233] 被换向到第二电支路4的短路电流最初流经第三和第四开关设备41、42两者。

[0234] 一旦电流完全换向到第二电支路4,就命令第四开关设备42关断并且迫使电流沿着第二电子电路49和第三开关设备41循环。

[0235] 在这种情况下,开关装置1提供短路电流的限流功能(限流模式)。

[0236] 在从短路电流被换向到第二电支路4的时刻起经过上面提到的第一时间间隔之后,应当命令第三开关设备41关断。

[0237] 但是,如果在上面提到的第一时间间隔过去之前以某种方式(例如,由于外部断路器的干预)清除了生成短路电流的故障,那么当沿着第二电支路4流动的电流返回到较低值时,不命令第三开关设备41关断并且其保持接通状态。

[0238] 在这种情况下,第四开关设备42可以维持在关断状态。

[0239] 作为替代方案,第四开关设备42可以被新命令接通并且沿着电支路4流动的电流可以新沿着第三和第四开关设备41、42流动。

[0240] 无论如何,同时,第一开关设备31返回到闭合状态,并且命令第二开关设备32执行闭合操纵。

[0241] 当第一和第二开关设备31、32二者最终返回到闭合状态时,开关装置1将重新以正常条件操作,此时电流自然地第二电支路4换向到第一电支路3。

[0242] 代替地,如果在上面提到的第一时间间隔过去之前没有清除生成短路电流的故障,那么命令第三开关设备41关断。

[0243] 迫使电流沿着第一和第二电子电路48、49循环直到消失。如上所示,电流无法重新开始沿着第一电支路3流动。

[0244] 随后,隔离开关150被命令执行断开操纵,从而为包括开关装置的电网部分提供流电绝缘。

[0245] 重新连接到电力线路

[0246] 假定第一开关设备31已经处于闭合状态,假定第二开关设备32处于断开状态,而假定第三和第四开关设备41、42处于关断状态。

[0247] 命令隔离开关150执行闭合操纵。不再确保包括开关装置的电网部分与另一个电网部分(不包括开关装置)的流电隔离。

[0248] 命令第三开关设备41接通。

[0249] 作为替代方案,第三和第四开关设备41、42都被命令接通。

[0250] 电流沿着第二半导体支路4流动。

[0251] 如果仅第三开关设备41接通,那么电流沿着第二电子电路49和第三开关设备41流动。

[0252] 如果第三和第四开关设备41、42都接通,那么电流沿着这两个开关设备流动。

[0253] 如果在第二预定义时间间隔(检查是否存在短路所必需的)内没有检测到短路,那么命令第二开关设备32执行闭合操纵。

[0254] 如上面所提到的,第四开关设备42可以或者处于接通状态或者处于关断状态。如果第四开关设备42处于接通状态,那么它可以维持在那个状态或被关断。如果它处于关断状态,那么它可以维持在那个状态或被接通。

[0255] 一旦第二开关设备32已经完成闭合操纵(第一开关设备31已经处于闭合状态),开关装置1就开始在正常条件下操作,并且电流自然地换向到第一电支路3。

[0256] 在存在短路故障时重新连接到电力线路

[0257] 假定第一开关设备31已经处于闭合状态,假定第二开关设备32处于断开状态,而假定第三和第四开关设备41、42处于关断状态。

[0258] 命令隔离开关150执行闭合操纵。不再确保包括开关装置的电网部分与另一个电网部分(不包括开关装置)的流电隔离。

[0259] 第三开关设备41被命令接通,而第四开关设备42维持在关断状态并且其接通时间晚于第三开关设备41。

[0260] 作为替代方案,第三和第四开关设备41、42被命令同时接通。

[0261] 短路电流最初沿着第二半导体支路4流动。

[0262] 当仅第三开关设备41被接通时,电流沿着第二电子电路49和第三开关设备41流动(限流模式)。在第一预定义时间间隔(识别短路条件所必需的)之后,命令第三开关设备41关断。迫使电流沿着第一电子电路48循环直到消失。

[0263] 当第三和第四开关设备41、42同时接通时,电流沿着这两个开关设备流动。在第一预定义时间间隔之后,第三开关设备41被命令关断,而第四开关设备42可以被关断或维持在接通状态。迫使电流沿着第一电子电路48循环直到消失。

[0264] 第二开关设备32没有被命令执行闭合操纵并且它保持在断开状态。

[0265] 随后,隔离开关150被命令执行断开操纵,从而为包括开关装置的电网部分提供流电绝缘。

[0266] 从上面可以明显看出,当根据图2的实施例布置时,开关装置1可以在三种不同的状态下操作:其中它传导电流的闭合状态(正常操作),其中它阻断电流(即,从第一电支路3换向到第二电支路4的电流)的断开状态,或其中它限制从第一电支路3换向到第二电支路4的电流的限流模式(瞬变条件)。

[0267] 另外论证了由串联电连接的开关装置1和隔离开关150形成的开关组110如何可以根据不同状态进行操作:其中开关装置1处于闭合状态并且隔离开关150处于闭合状态的闭合状态、其中开关装置1处于断开状态并且隔离开关150处于断开状态的断开状态,或其中开关装置1处于限流模式并且隔离开关150处于闭合状态的限流模式。

[0268] 根据本发明的一些实施例(图1-2),开关装置1包括控制单元90(其可以是已知类型的),其包括被配置为控制开关装置的可控开关设备32、41以及(如果存在的话)开关设备42的操作的一个或多个控制逻辑。

[0269] 优选地,控制单元90还能够控制隔离开关150的操作。

[0270] 控制单元90适于接收来自一个或多个传感器93的感测信号S,一个或多个传感器93布置在开关装置的合适位置以监视沿着第一电支路3和第二电支路4的电流和/或其它物理量的行为。

[0271] 控制单元90适于处理由上面提到的传感器93提供的感测信号S并根据上述操作模式提供控制信号C以操作第二开关设备32、第三开关设备41以及可能的隔离开关150和第四开关设备42。

[0272] 控制单元90可以执行合适的数据处理算法来处理由传感器93提供的信息并检查是否满足用于操作开关设备32、41以及可能的开关设备150、42的某些操作准则。

[0273] 当操作者手动请求要执行的操作或外部操作请求被发送到开关装置时,控制单元90可以提供控制信号以操作开关设备32、41以及可能的开关设备150、42。

[0274] 根据本发明的变体实施例(未示出),控制单元90没有布置在开关装置1上。

[0275] 作为示例,它可以被布置在与开关装置可操作地关联的数字继电器上或另一个开关装置上或远程计算机化平台上。在这种情况下,开关装置1可以包括用于与控制单元90进行通信的通信接口。

[0276] 图3-7示出了本发明的变体实施例,其中开关装置1能够控制双向电流。当开关装置安装在AC电网中时,这些解决方案可以特别有利。

[0277] 图3示出了图1中所示的实施例的变体解决方案。

[0278] 根据这个实施例,第二电支路4包括与电流阻断电路40A可操作地关联的第一桥接电路47。

[0279] 本发明的这个实施例的操作与以上针对图1的实施例所述的操作相同。

[0280] 图4示出了图2中所示的实施例的变体解决方案。

[0281] 根据这个实施例,第二电支路4包括与电流阻断电路40A可操作地关联的第一桥接电路45和与电流限制电路40可操作地关联的第二桥接电路46。

[0282] 本发明的这个实施例的操作与以上针对图2的实施例所述的操作相同。

- [0283] 图5示出了图3中所示的实施例的变体解决方案。
- [0284] 根据这个实施例,第二电支路4包括第三桥接电路47,该第三桥接电路47与第二电支路的其余部件(例如由限流电路40和电流阻断电路40A形成的串联电路)操作地关联。
- [0285] 当第二电支路4仅包括电流阻断电路40A时,本发明的这个实施例与图3中所示的实施例一致。
- [0286] 本发明的这些实施例的操作与以上针对图1或图2的实施例描述的相同。
- [0287] 优选地,在图3-5所示的实施例中,每个桥接电路45、46、47包括根据格雷茨(Graetz)桥配置布置的多个二极管。
- [0288] 图6示出了图1中所示的实施例的附加变体解决方案。
- [0289] 根据这个实施例,第三开关设备41包括一对半导体开关部件41A、41B,它们根据反并联配置相互连接。
- [0290] 对于这种配置,每个半导体开关部件41A、41B必须或者是反向阻断类型的或者与二极管串联布置。
- [0291] 取决于电流的方向,在某个时间只能操作一个半导体开关部件41A、41B,而另一个半导体开关部件保持在关断状态。
- [0292] 半导体开关41A、41B二者都与第一电子电路48并联电连接。
- [0293] 本发明的这个实施例的操作与以上针对图1的实施例所述的操作相同。
- [0294] 图6A示出了图1中所示的实施例的附加变体解决方案。
- [0295] 根据这个实施例,第三开关设备41包括一对半导体开关部件41A、41B,它们根据反串联配置相互连接。
- [0296] 对于这种配置,每个半导体开关部件41A、41B必须是或者反向导通类型或者与二极管并联布置。
- [0297] 由半导体开关部件41A、41B形成的串联组件与第一电子电路48并联电连接。
- [0298] 本发明的这个实施例的操作与以上针对图1的实施例所述的操作相同。
- [0299] 图7示出了图2中所示的实施例的附加变体解决方案。
- [0300] 根据这个实施例,电流中断电路40A和限流电路40都包括以反并联配置相互连接的成对的半导体开关部件41A、41B和42A、42B。
- [0301] 对于这种配置,每个半导体开关部件41A、41B和42A、42B必须是或者反向阻断类型的或者与二极管串联布置。
- [0302] 两个半导体开关41A、41B都与第一电子电路48并联电连接,而两个半导体开关部件42A、42B都与第二电子电路49电并联。
- [0303] 本发明的这个实施例的操作与以上针对图2的实施例所述的操作相同。
- [0304] 根据本发明的另外的变体实施例(未示出),第三和第四开关设备41、42都可以包括对应的半导体开关部件对,它们根据反串联配置相互连接。
- [0305] 对于这种配置,每个半导体开关部件41A、41B和42A、42B必须是或者反向导通类型或者与二极管并联布置。
- [0306] 本发明的这个实施例的操作与以上针对图2的实施例所述的操作相同。
- [0307] 图8示出了DC电网100的示例。
- [0308] DC电网包括DC母线101(DC链路)和电连接到所述DC母线的多个部件。

[0309] 一些部件可以由需要馈电的电负载或装置(例如,电马达)形成。

[0310] 其它部件可以由能量存储装置(例如,电容器组或电池)或发电装置(例如,光伏电站)形成,因此它们能够提供电能。

[0311] 在DC电网100中,根据本发明,适当地采用多个开关装置来管理上面提到的部件与DC电母线的电连接。

[0312] 方便地,如上所示,每个开关装置1与隔离开关150串联电连接以形成开关组110。

[0313] 从上面提到的图可以明显看出,通过链接到DC母线的部件循环的DC电流可以是双向的。

[0314] 在电气故障的情况下,DC电网的许多部件可以有助于可能的短路电流,因为反向电流可以沿着它们流动。在最坏的情况下,如果DC母线上发生电气故障,那么许多部件可直接馈送电气故障。

[0315] 在DC电网中采用根据本发明的开关装置允许对可能的电气故障做出快速反应并实现合适的保护和选择性功能以管理可能的电气故障。

[0316] 此外,可以实现高效的策略来管理和协调沿着电网的不同支路的电路保护干预。

[0317] 图9-16示出了可以被实现以管理简化的DC电网100A中的电气故障的策略的一些示例。

[0318] DC电网100A包括电池能量存储系统(BESS),其中一组电池单元通过DC母线101A电连接到功率转换器(未示出)。

[0319] 每个电池单元借助于开关组110与DC母线101A电连接或电断开。

[0320] 每个开关组110包括根据本发明的开关装置1(例如,类似于图2的实施例但能够传导双向电流)和串联电连接的隔离开关150。

[0321] DC母线101A通过例如机电类型的断路器160与上面提到的功率转换器电连接或电断开。

[0322] 作为替代方案,DC母线101A可以借助于附加的开关组与上面提到的功率转换器电连接或电断开,该附加的开关组包括图2的实施例中的本发明的开关装置并且能够传导双向电流。

[0323] 如上所示,由于每个开关组110包括图2的实施例中的本发明的开关装置,因此它可以在以下状态下操作:其中开关装置1处于闭合状态并且隔离开关150处于闭合状态的闭合状态、其中开关装置1处于断开状态并且隔离开关150处于断开状态的断开状态,以及其中开关装置1处于限流模式并且隔离开关150处于闭合状态的限流模式。

[0324] 当其处于闭合状态时,每个开关组110传导电流,从而将对应的电池单元与DC母线电连接。

[0325] 当其处于断开状态时,每个开关组110阻断电流,从而将对应的电池单元与DC母线电断开。

[0326] 当其处于限流模式时,每个开关组110提供限流功能,从而限制在对应的电池单元与DC母线之间循环的电流。

[0327] 当断路器160被用于将功率转换器电连接到DC母线101A或从DC母线101A断开时,所述断路器可以在它传导电流并且因此将功率转换器电连接到DC母线的闭合状态或者它阻断电流并且因此将功率转换器与DC母线断开连接的断开状态下切换。

[0328] 当使用包括图2的实施例中的本发明的开关装置(并且能够传导双向电流)的附加开关组代替断路器160时,所述开关组的行为如上所述,因此当它处于闭合状态时,将功率转换器电连接到DC母线,当它处于断开状态时,将功率转换器与DC母线电断开,或者当它处于限流模式时,限制在功率转换器和DC母线之间循环的电流。

[0329] 正常操作

[0330] 图9示意性地示出了电网100A在正常条件下的操作。

[0331] 在这种情况下,断路器160处于闭合状态并且每个开关组110处于闭合状态(正常操作)。如果使用附加的开关组代替断路器160,那么这种开关组将处于闭合状态。

[0332] 电流 I_{N1} 、 I_{N2} 、 I_{N3} 沿着上面提到的电池单元循环,而电流 I_{NC} 沿着电子转换器流动。电流 I_{NC} 实质上是电流 I_{N1} 、 I_{N2} 、 I_{N3} 的总和。

[0333] 流出/流入电池单元和电子转换器的所有电流 I_{N1} 、 I_{N2} 、 I_{N3} 、 I_{NC} 取不超过预见的所述电池单元的标称电流的值并且具有相同的方向,这基本上取决于电池单元的操作模式(充电或放电)。

[0334] 在图9的示例中,假定电池单元处于放电模式。如果电池单元在充电模式下操作,那么电流 I_{N1} 、 I_{N2} 、 I_{N3} 、 I_{NC} 将具有相反的方向。但是,电网的操作将基本相同。

[0335] 电池单元中的短路

[0336] 图10示意性地示出了一种情况,其中在电池单元中发生短路。

[0337] 短路电流 I_{S1} 流向受电气故障影响的电池单元。电气故障由来自其它电池单元的短路电流 I_{S2} 、 I_{S3} 以及流经功率转换器的短路电流 I_{SC} 馈送。

[0338] 当功率转换器处于放电模式时,流经功率转换器的短路电流 I_{SC} 相对于对应的电流 I_{NC} 具有相反的方向。

[0339] 如图11中所示,一旦短路电流 I_{SC} 、 I_{S1} 、 I_{S2} 、 I_{S3} 在电网100A中流动,与电池单元可操作地关联的开关组110就切换到限流模式。断路器160维持在闭合状态以等待电气故障可能清除。

[0340] 如果使用附加的开关组代替断路器160,那么这种开关组也将切换在限流模式下。

[0341] 开关组110的干预的结果是限制馈送电气故障的短路电流 I_{S1} 。

[0342] 随后,由于短路电流 I_{SC} 、 I_{S1} 、 I_{S2} 、 I_{S3} 在电网100中继续循环,因此离受电气故障影响的电池单元最近的开关组110开关切换到断开状态。

[0343] 事实上,离受电气故障影响的电池单元最近的开关组110相对于其它开关组可以在较短的时间内保持在限流模式,因为这种开关组受到具有更大量值的短路电流的影响。

[0344] 由于对应的开关组110已经切换到断开状态,因此受电气故障影响的电池单元与电网的其余部分电绝缘。

[0345] 在这种情况下,与其它电池单元可操作地关联的开关组110保持在限流模式并且相对小的电流(例如,具有甚至低于标称值的值)将通过所述开关组循环(图12)。断路器160仍维持在闭合状态。

[0346] 最后,由于通过在断开状态下操作开关组110已经清除了电气故障,因此与未受电气故障影响的电池单元可操作地关联的开关组110可以切换回闭合状态并且在正常条件下再次操作(图13)。

[0347] 如果使用附加的开关组代替断路器160,那么这种开关组也将切换到闭合状态。

[0348] 在电网100中循环的电流同样取正常值 I_{NC} 、 I_{N2} 、 I_{N3} 和相同的方向。显然,受电气故障影响的电池单元与电网100A的其余部分保持流电绝缘。显然,流经功率变换器的电流 I_{NC} 相应地减小。

[0349] 如果电池单元在充电模式下操作,那么电网的操作将基本相同。

[0350] DC母线中的短路

[0351] 图14示意性地示出了一种情况,其中在DC母线101A中发生短路。短路电流 I_{SC} 、 I_{S1} 、 I_{S2} 、 I_{S3} 沿着电池单元和电子转换器流动,从而引发电气故障。而且在这种情况下,流经功率转换器的短路电流 I_{SC} 相对于功率转换器处于放电模式时的对应电流 I_{NC} 具有相反的方向。

[0352] 由于电气故障位于DC母线中,因此沿着电池单元流动的短路电流 I_{S1} 、 I_{S2} 、 I_{S3} 将具有相同的方向,这与流经功率转换器的短路电流 I_{SC} 相反。

[0353] 如图15中所示,一旦短路电流 I_{SC} 、 I_{S1} 、 I_{S2} 、 I_{S3} 在电网100中循环,与电池单元操作关联的开关组110就切换到限流模式。断路器160暂时维持在闭合状态以等待电气故障的可能清除。如果使用开关组110代替断路器160,那么这种开关组也将在限流模式下操作。

[0354] 由于电气故障位于DC母线中,因此不能通过将单个开关组110(离电气故障最近的)操作为处于断开状态来清除电气故障。

[0355] 由于故障尚未清除,因此在经过上面提到的第一时间间隔之后,所有的开关组110和断路器160都被切换到断开状态。

[0356] 如果使用附加的开关组代替断路器160,那么这种开关组也将切换到断开状态。

[0357] 作为上述的结果,整个DC电网100被切断(图16)。

[0358] 如果电池单元在充电模式下操作,那么电网的操作将基本相同。

[0359] 证明一般包括用于电连接或电断开所述电网的不同电网部分的多个开关组110(如上所述配置)的不同类型(例如,AC类型)的电网在作必要的修改后将基本如上述DC电网100A那样操作。

[0360] 因此,在另一方面,本发明如何涉及一种用于操作电网的方法是清楚的,该电网包括用于电连接或电断开所述电网的不同电网部分的多个开关组110(如上所述配置)。

[0361] 根据本发明的方法包括如果在电网中存在电气故障(即,短路)那么将开关组110切换到限流模式的步骤。

[0362] 本发明的方法然后包括将距所述电气故障最近的开关组110切换到断开状态并且将所述电网的其余开关组维持在限流模式的步骤。

[0363] 事实上,离电气故障最近的开关组110可以相对于其它开关组在较短的时间内保持在限流模式,因为这种开关组受到具有较大量值的短路电流的影响。

[0364] 如果通过操作离所述电故障最近的开关组110在预定义的时间段内(其基本上与上面提到的第一时间间隔一致)将所述电故障电隔离,那么本发明的方法包括以下步骤:将距所述电气故障最近的开关组110维持在断开状态并且将所述电网的其余开关组110切换回闭合状态。

[0365] 如果在所述预定义的时间段内没有通过操作距所述电气故障最近的开关组110将所述电气故障电隔离,那么本发明的方法包括以下步骤:将所述电网的所有开关组110都切换到断开状态。

[0366] 如图9-16的上述示例中所示,本发明的方法特别适于保护DC电网100A,该DC电网

100A包括具有多个电池单元的电池能量存储系统、用于将所述电池单元电连接到功率转换器的DC母线101A以及用于将所述电池单元电连接到所述DC母线或从所述DC母线电断开的多个开关组110(如上所述配置)。

[0367] 在这种情况下,根据本发明的方法包括以下步骤:如果在能量电池存储系统中存在电气故障(即,短路),那么将开关组110切换到限流模式。

[0368] 当DC母线101A通过断路器160(例如,机电类型)与上面提到的功率转换器电连接或电断开时,本发明的方法还包括将断路器160维持在闭合状态的步骤。

[0369] 当DC母线101A通过附加的开关组(类似于开关组110)与上面提到的功率转换器电连接或电断开时,本发明的方法还包括将所述附加开关组切换到限流模式的步骤。

[0370] 根据本发明,该方法包括将离电气故障最近的开关组110切换到断开状态并且将能量存储系统的其余开关组110维持在限流模式的步骤。

[0371] 如果通过将最靠近的开关组110切换到断开状态而在预定义的时间段(上面提到的第一时间间隔)内电隔离电气故障,那么本发明的方法包括将离电气故障最近的开关组110维持在断开状态并且将电池能量存储系统的其余开关组110切换回闭合状态的步骤。

[0372] 当DC母线101A通过断路器160(例如,机电类型)与上面提到的功率转换器电连接或电断开时,本发明的方法还包括将断路器160维持在闭合状态的步骤。

[0373] 当DC母线101A通过附加的开关组(类似于开关组110)与上面提到的功率转换器电连接或电断开时,本发明的方法还包括将所述附加的开关组切换到闭合状态的步骤。

[0374] 如果在所述预定义的时间段内不能通过在断开状态下操作离电气故障最近的开关组110来电隔离电气故障,那么根据本发明的方法包括将电池能量存储系统的所有开关组110切换到断开状态的步骤。

[0375] 当DC母线101A通过断路器160(例如,机电类型)或通过附加的开关组(类似于开关组110)与上面提到的功率转换器电连接或电断开时,本发明的方法还包括将断路器160或所述附加的开关组切换到断开状态的步骤。

[0376] 本发明的方法允许根据所述电气故障是否可以被电隔离而以选择性方式管理电网中的电气故障(即,短路)。

[0377] 本发明的方法最初提供限制沿着电网的各个部分循环的故障电流。

[0378] 如果可以通过在断开状态下操作特定的开关组110(离短路最近的)在预定义的时间段内清除电气故障,那么本发明的方法提供将电网的不涉及电气故障的部分带回正常传导模式。

[0379] 如果不能通过在断开状态下操作所述特定开关组110而在所述预定义的时间段内清除电气故障,那么本发明的方法提供切断电网。

[0380] 该方法允许改善使用电网的灵活性。此外,它允许减少存在短路时电网可能的停工。在实践中,电网仅在绝对必要时才切断,因为无法以任何方式清除电气故障。

[0381] 本发明的开关装置可以有許多落入所要求保护的发明的概念内的变体。

[0382] 开关装置1可以在工业上被实现为独立装置或实现为附加模块,例如用于机械断路器(MCCB)的每个电极。

[0383] 根据另外的变体,开关装置1可以包括已知类型的附加换向升压器电路,诸如在上面提到的专利文献W02017/186262中公开的那些。

[0384] 相对于现有技术的类似的已知解决方案,根据本发明的开关装置提供了显著的优点。

[0385] 根据本发明的开关装置允许在电力线路中发生电气故障时执行快速干预以中断可能的短路电流。

[0386] 此外,在一些实施例(图2)中,它能够可能流经固态开关设备的短路电流提供限制功能。

[0387] 上面提到的特征允许对于给定的标称电流使用较小尺寸的固态设备。显然,这允许显著限制开关装置的尺寸和成本。

[0388] 根据本发明的开关装置允许以可靠的方式管理沿着电力线路流动的标称电流和可能的过载电流。

[0389] 根据本发明的开关装置允许通过利用板载固态开关设备的改善的操作条件来实现改善的选择性功能,特别是当限流功能付诸实践时。

[0390] 此外,它允许实现高效的策略来管理和协调沿着电网的不同支路的电路保护干预。

[0391] 根据本发明的开关装置在现场的工业生产和安装相对容易和便宜。

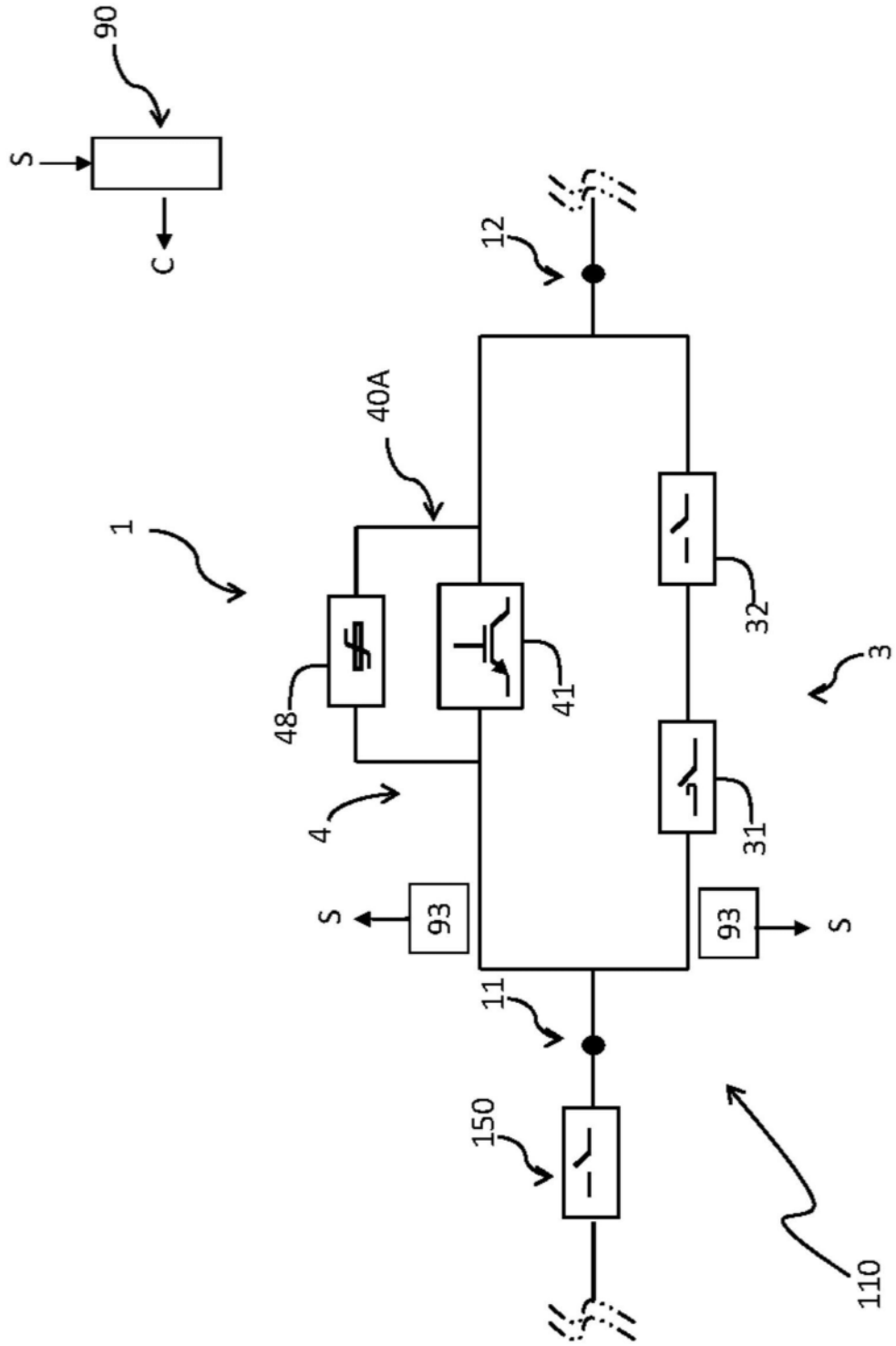


图1

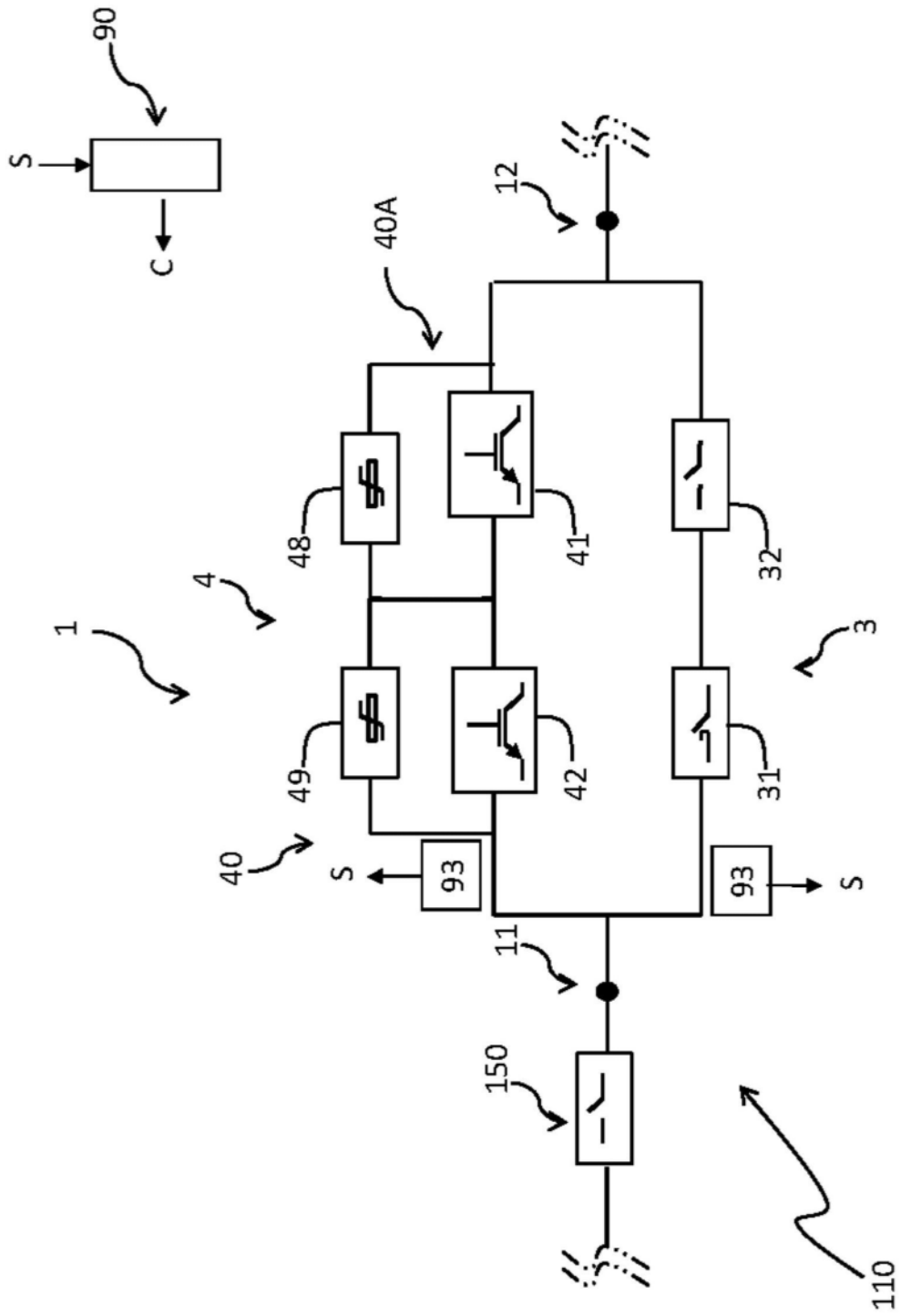


图2

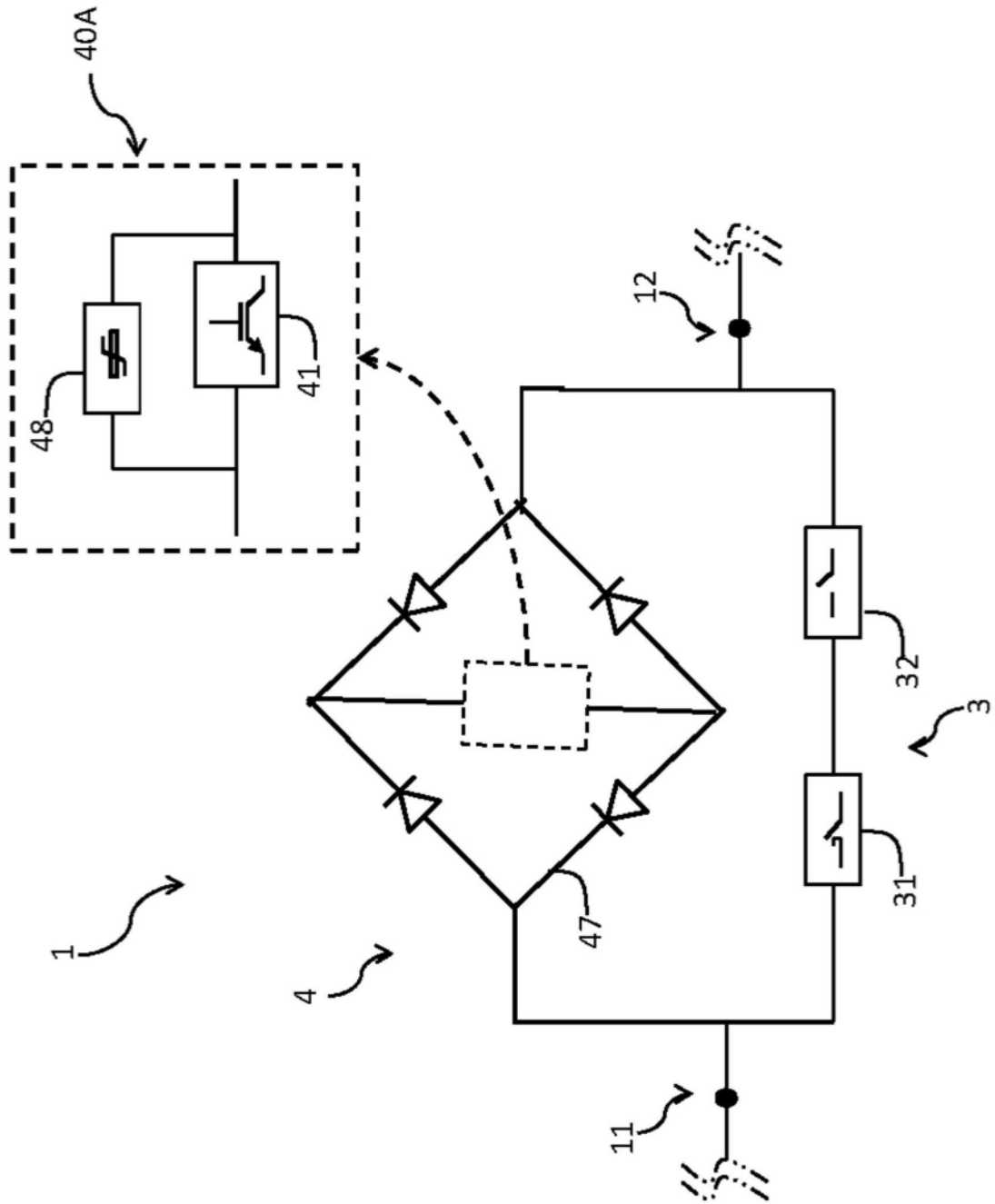


图3

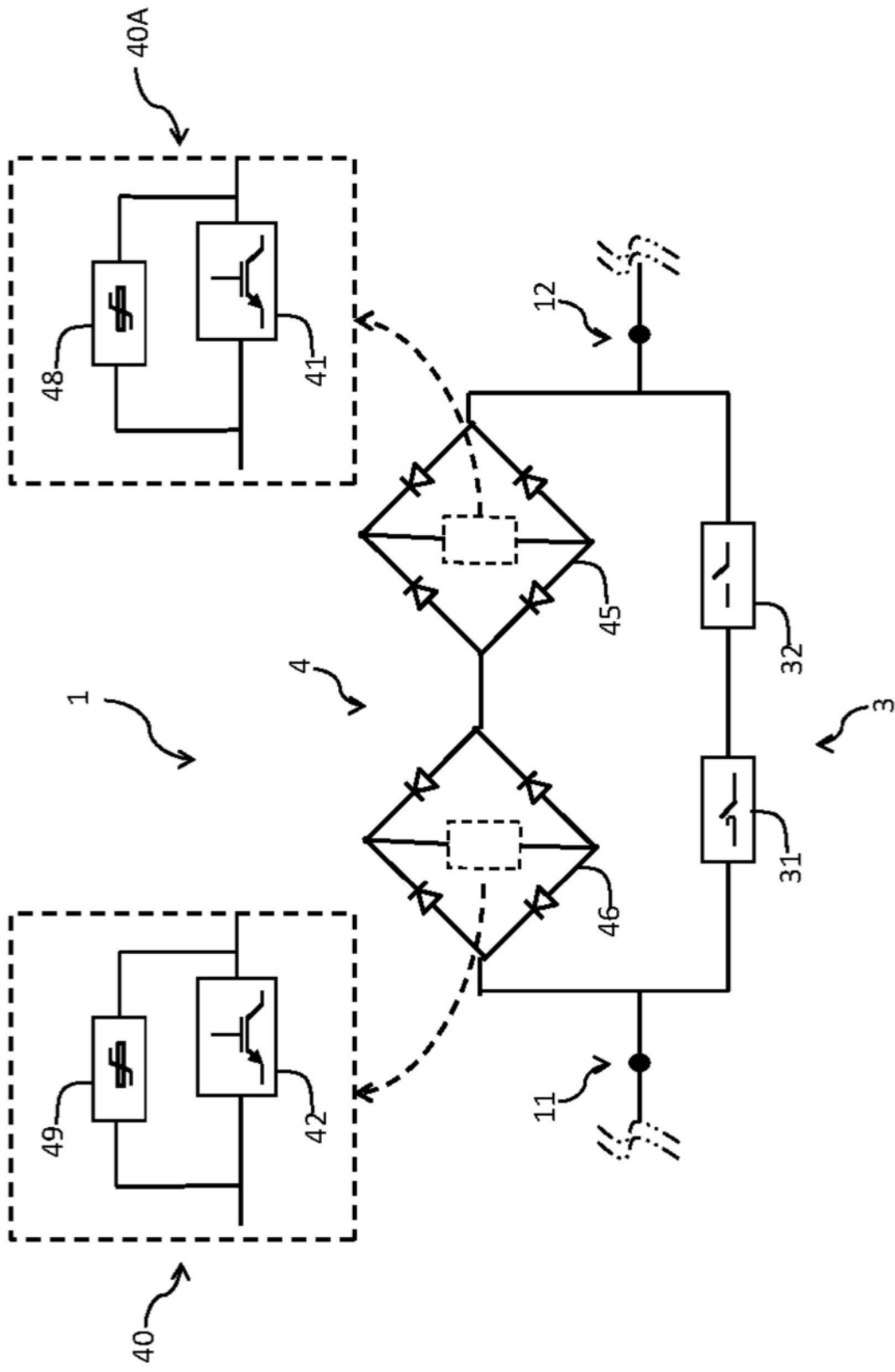


图4

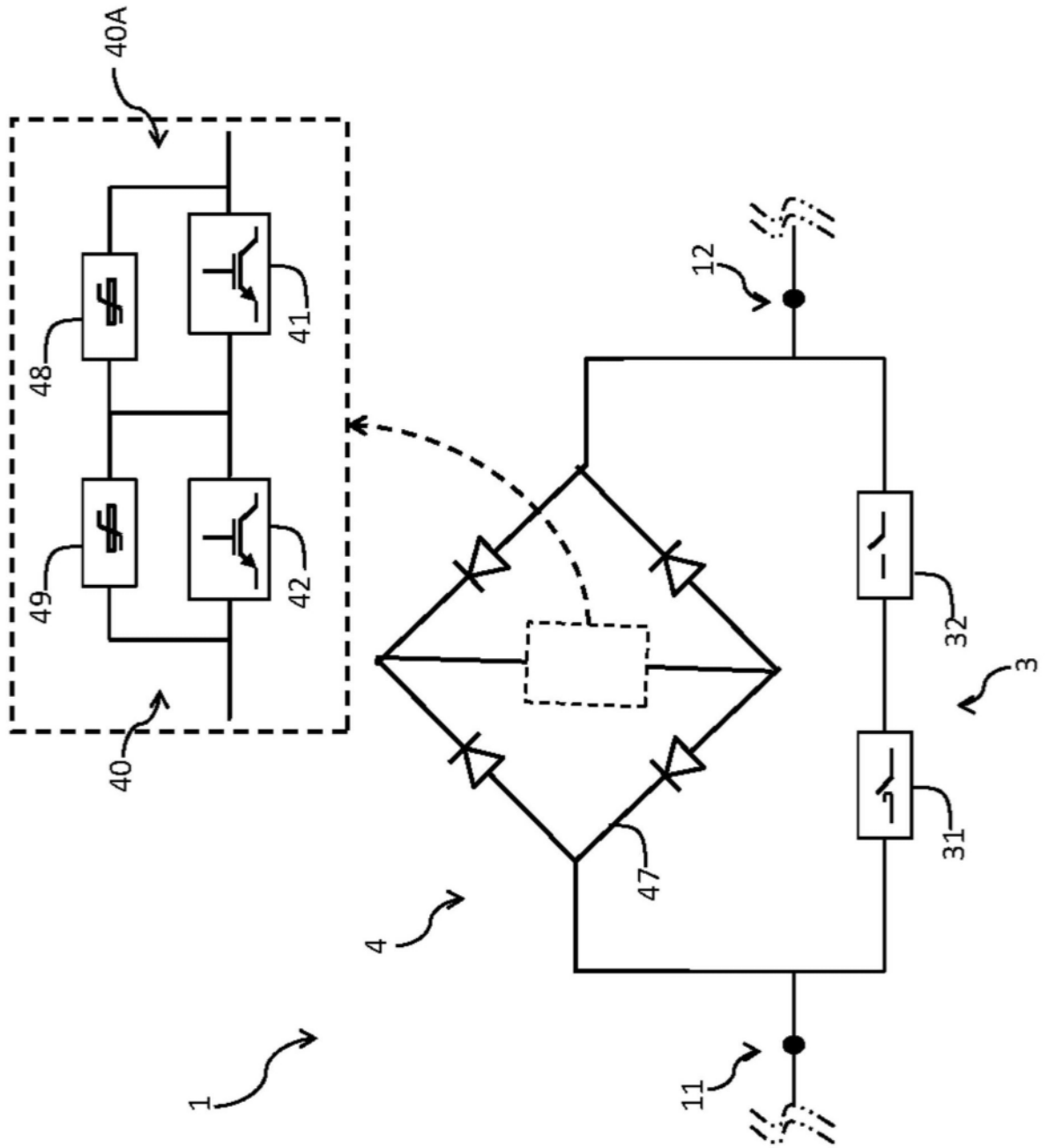


图5

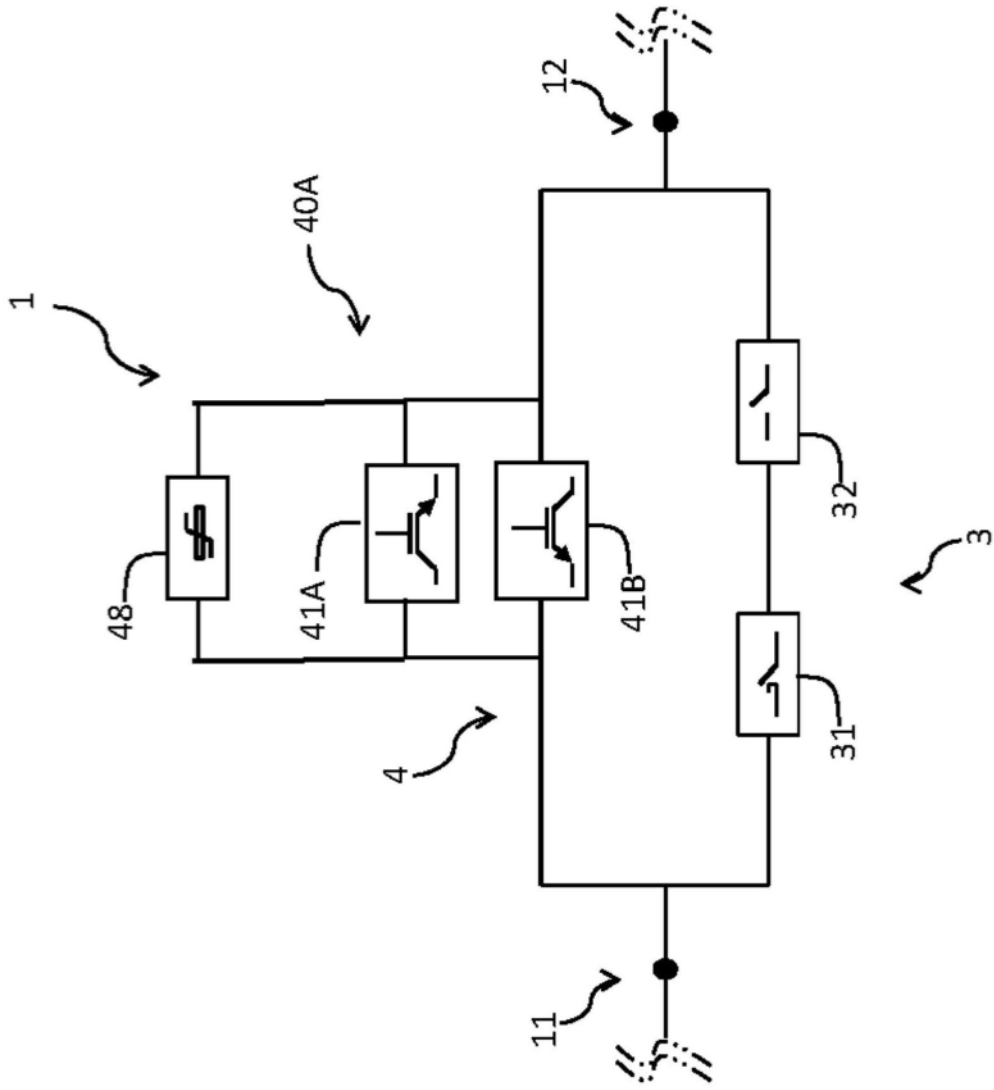


图6

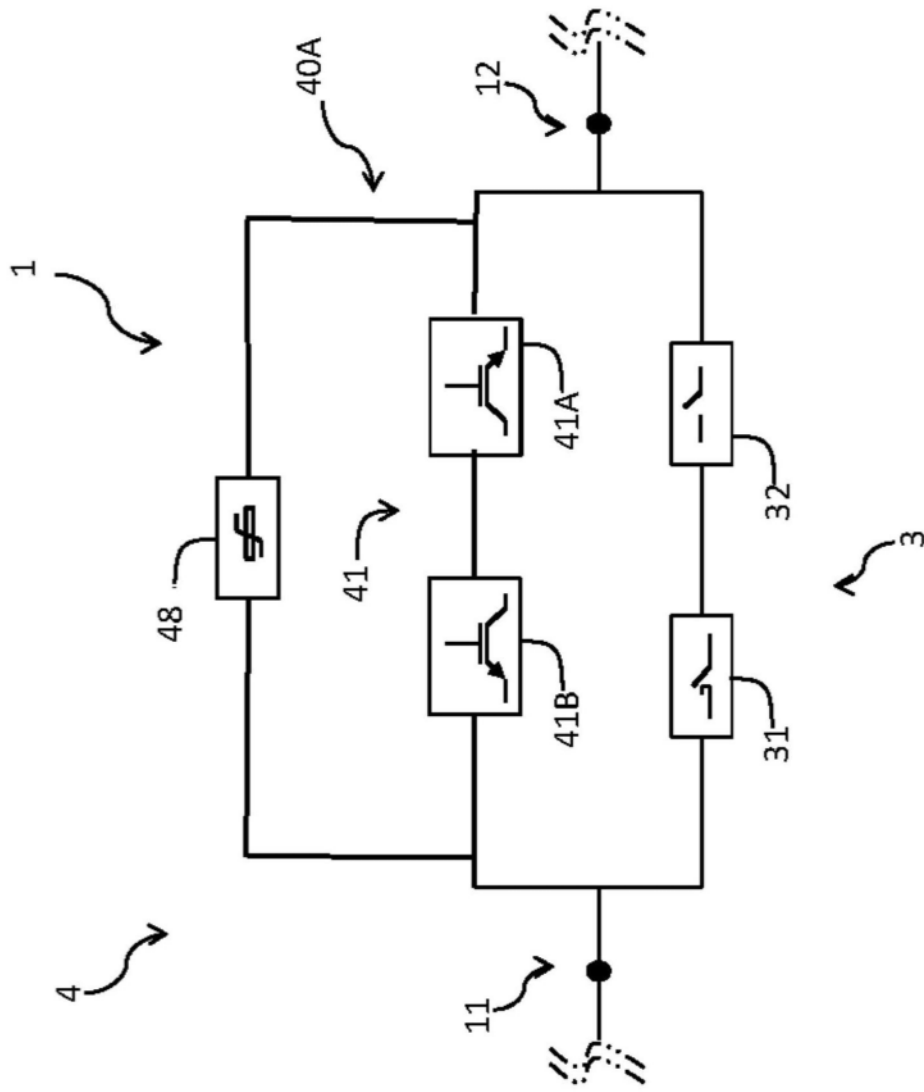


图6A

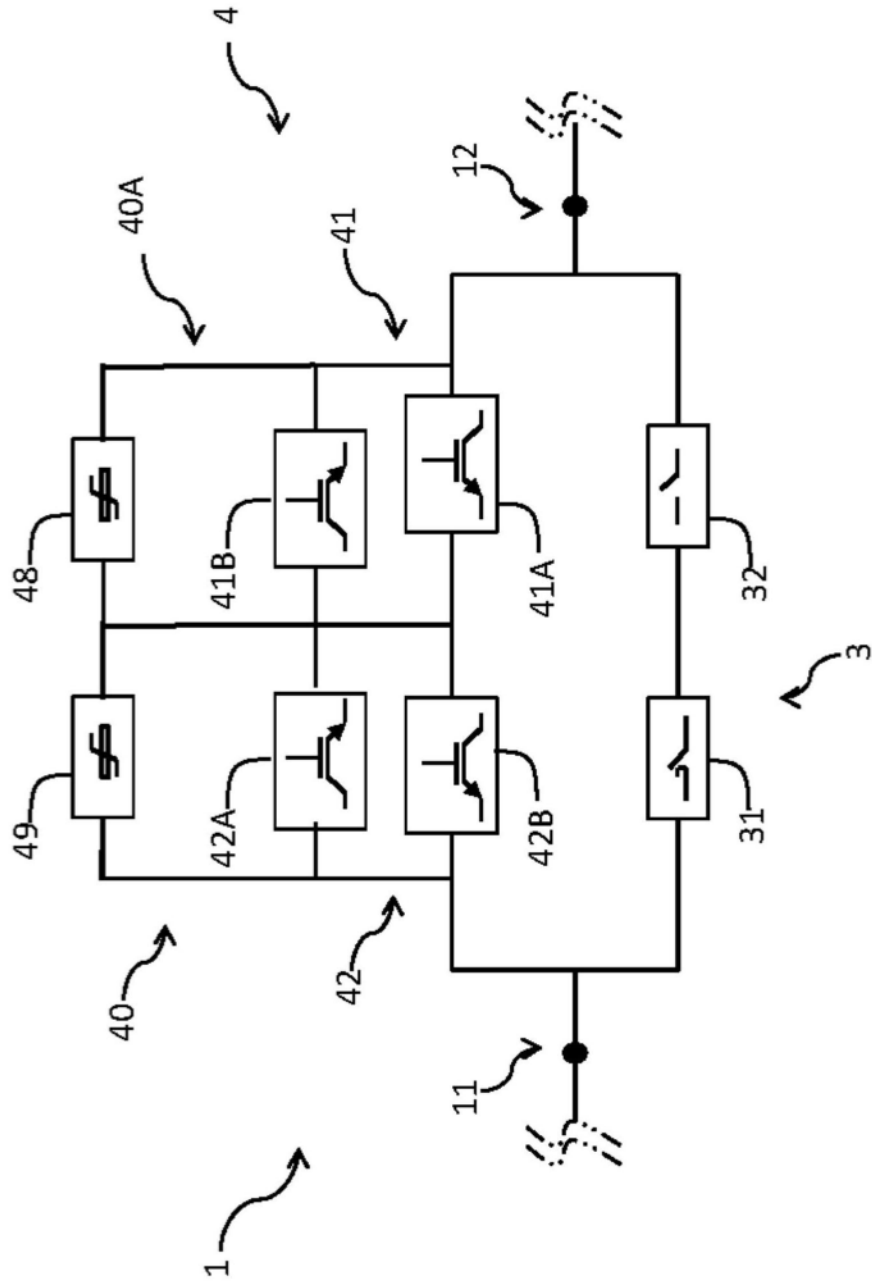


图7

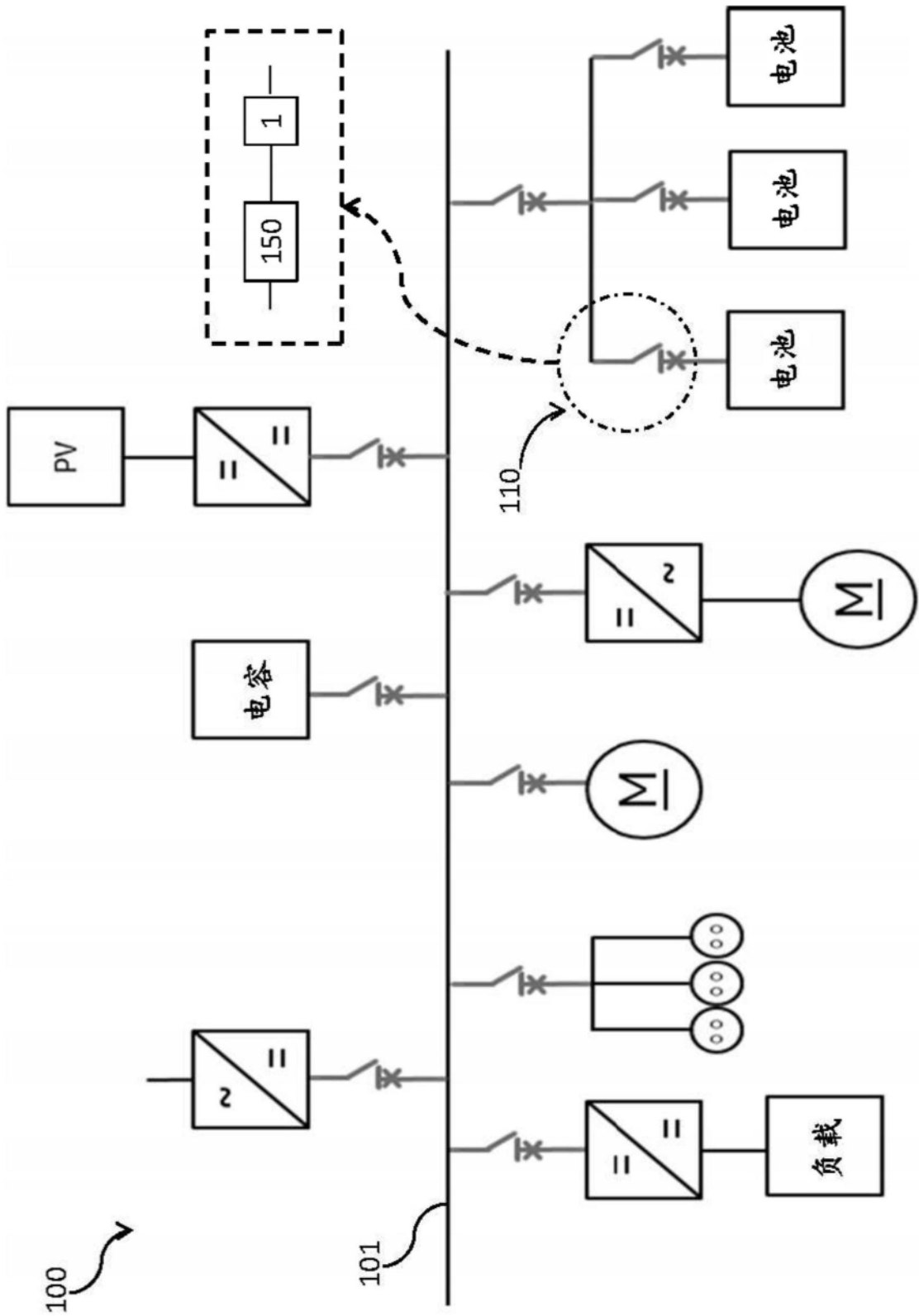


图8

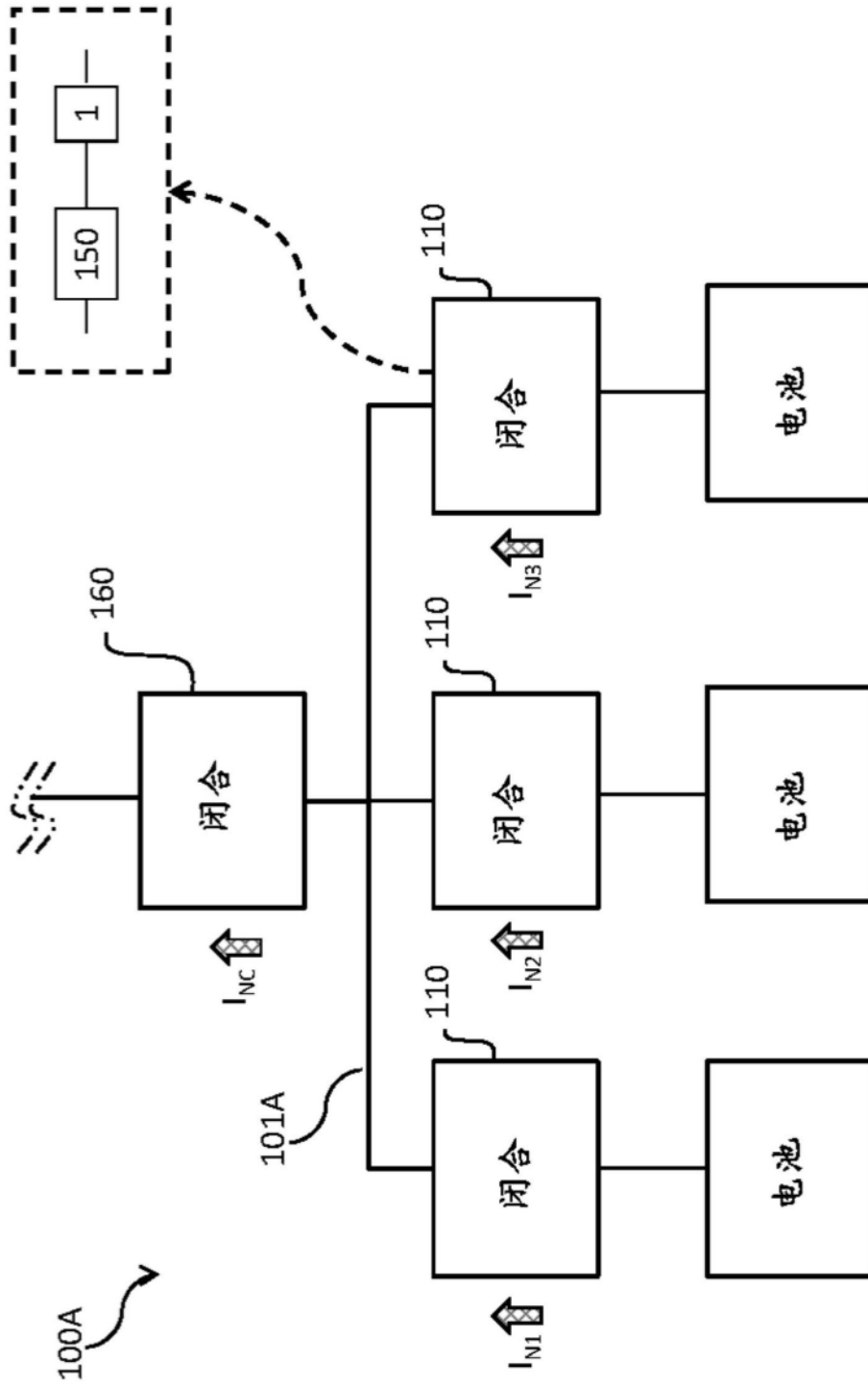


图9

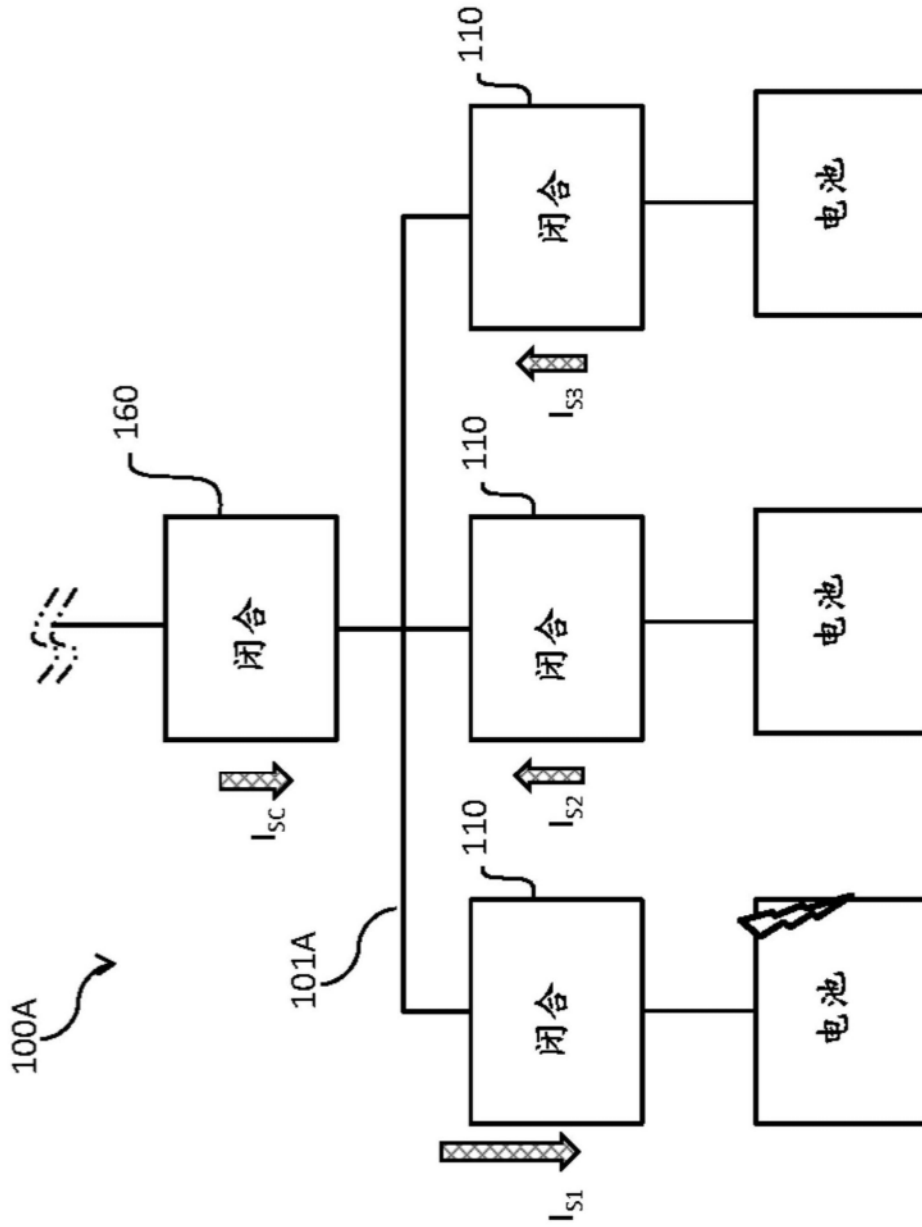


图10

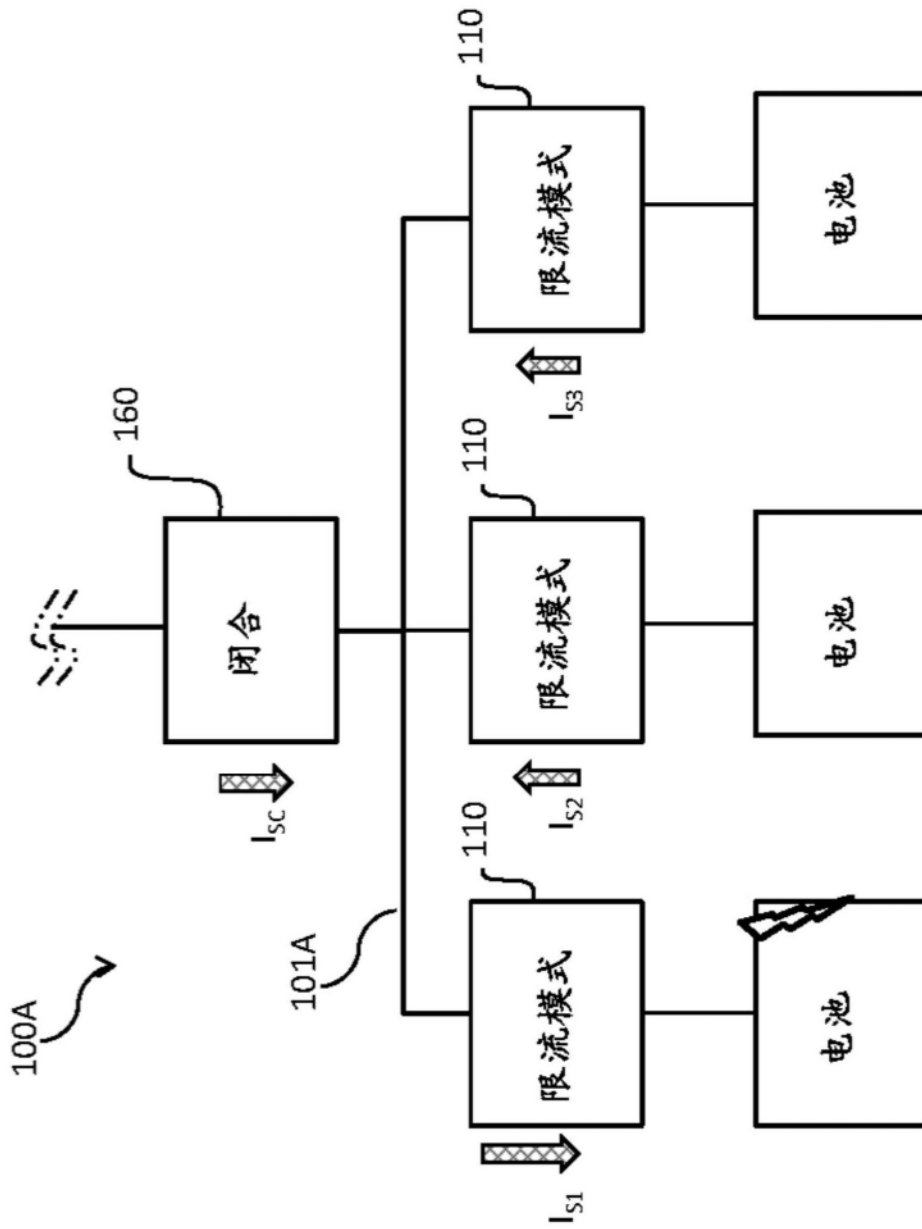


图11

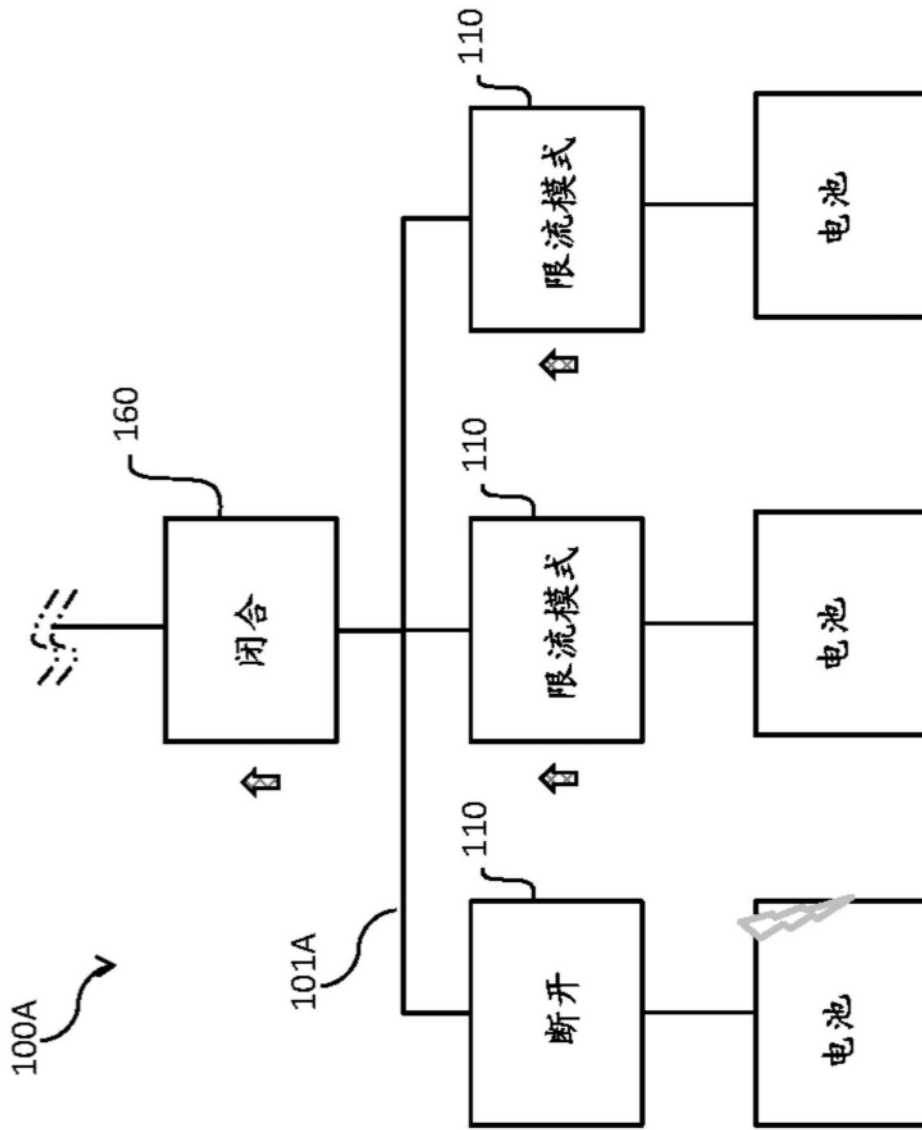


图12

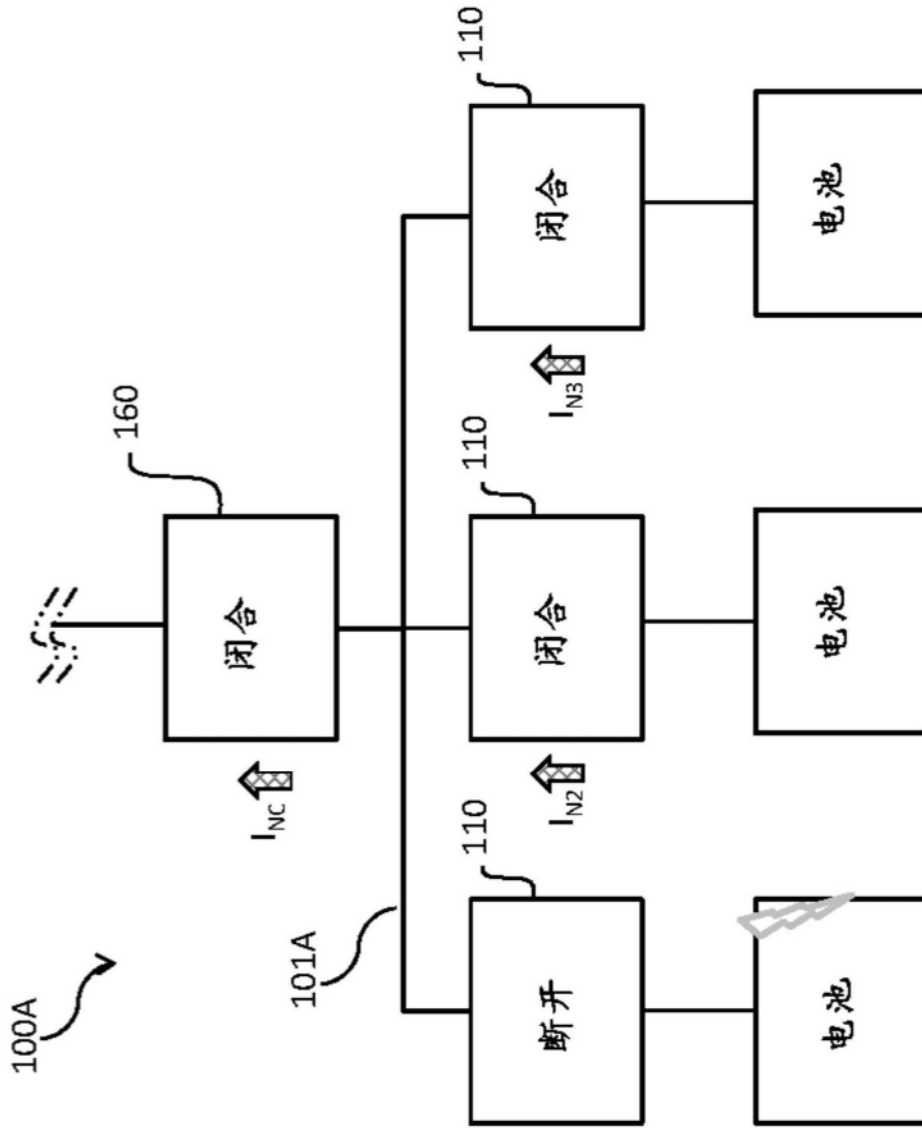


图13

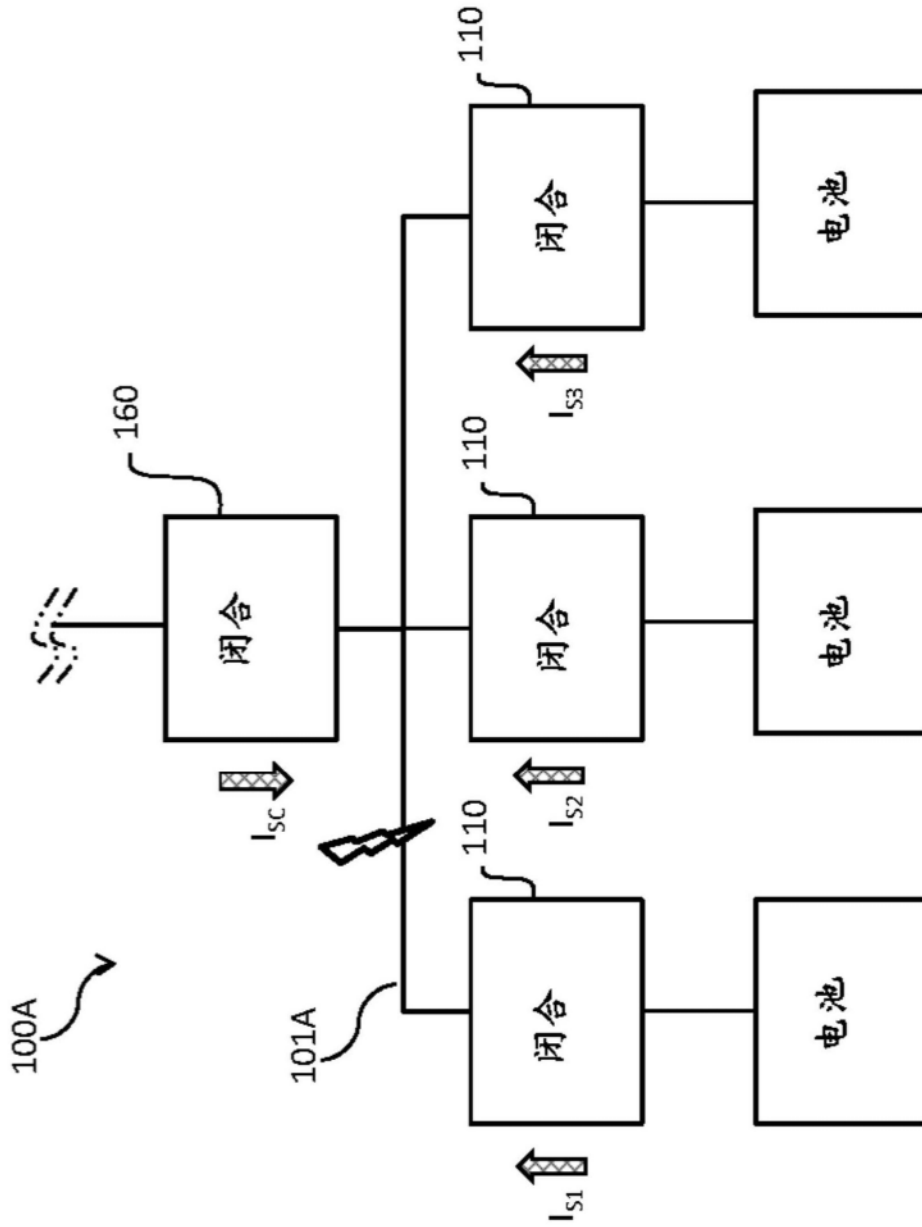


图14

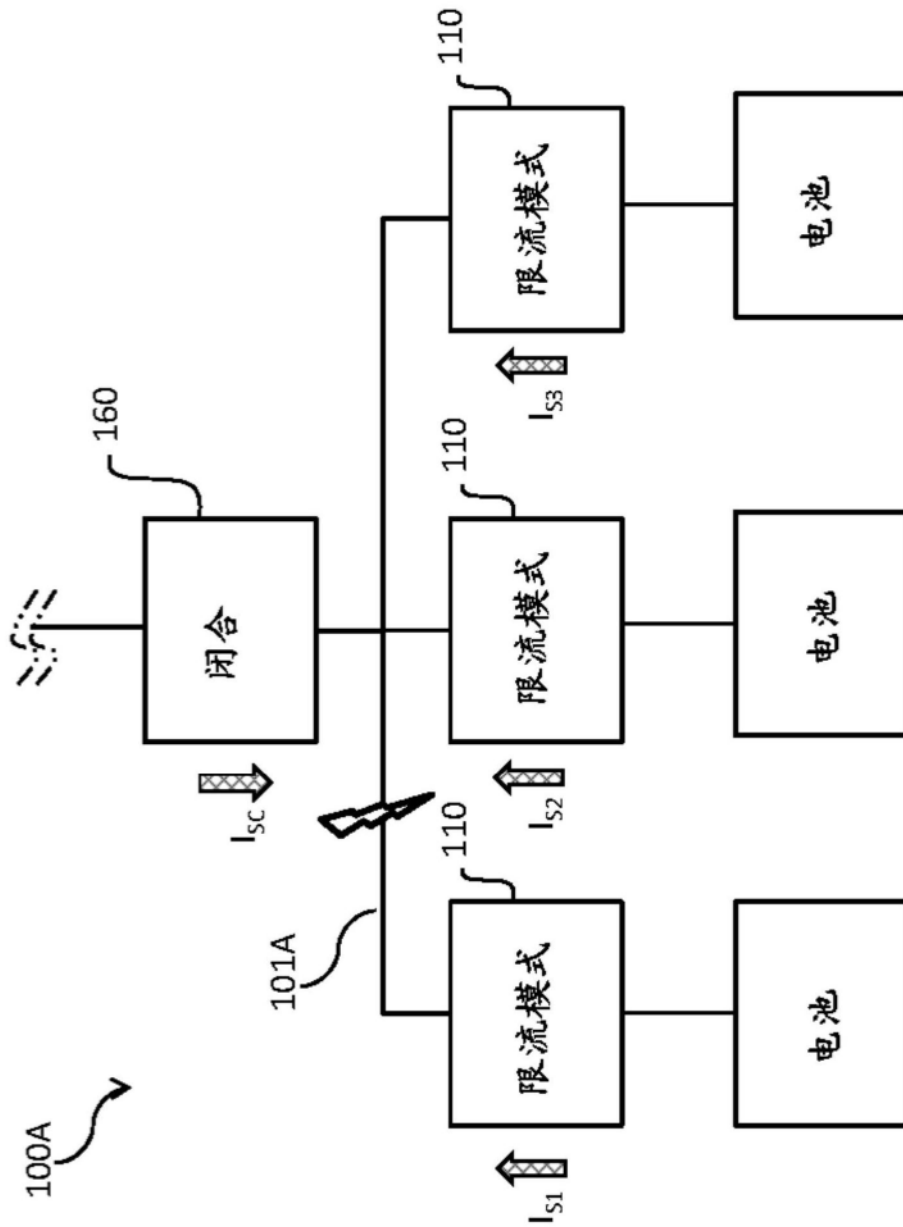


图15

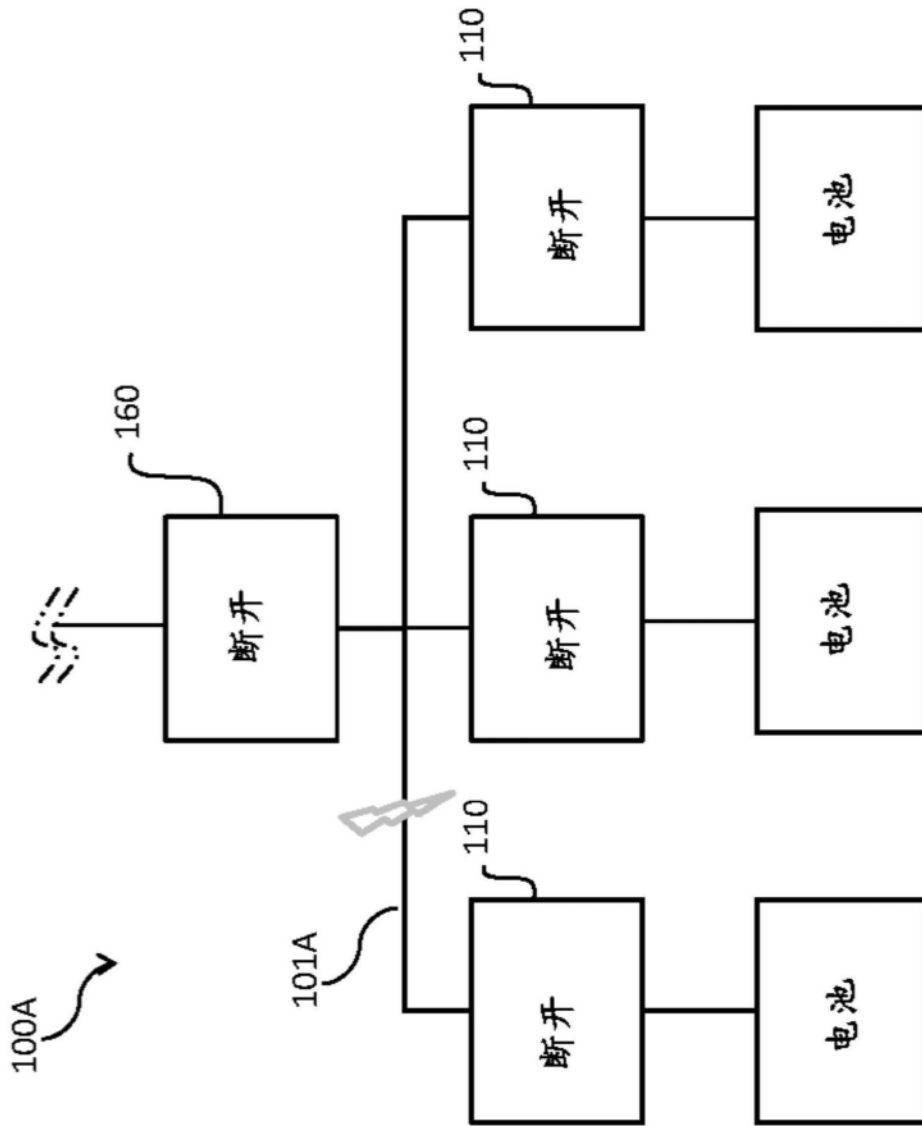


图16