



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103875147 B

(45)授权公告日 2017.08.25

(21)申请号 201180074063.6

(22)申请日 2011.10.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103875147 A

(43)申请公布日 2014.06.18

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.04.09

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2011/067949 2011.10.14

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/053399 EN 2013.04.18

(73)专利权人 ABB技术有限公司

地址 瑞士苏黎世

(72)发明人 J-P·哈斯勒 M·蒙古

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

(51)Int.Cl.

H02J 3/18(2006.01)

H02J 3/26(2006.01)

(56)对比文件

CN 101645646 A, 2010.02.10,

CN 101645646 A, 2010.02.10,

WO 2010/145706 A1, 2010.12.23,

WO 2010/145708 A1, 2010.12.23,

审查员 李静

权利要求书2页 说明书6页 附图3页

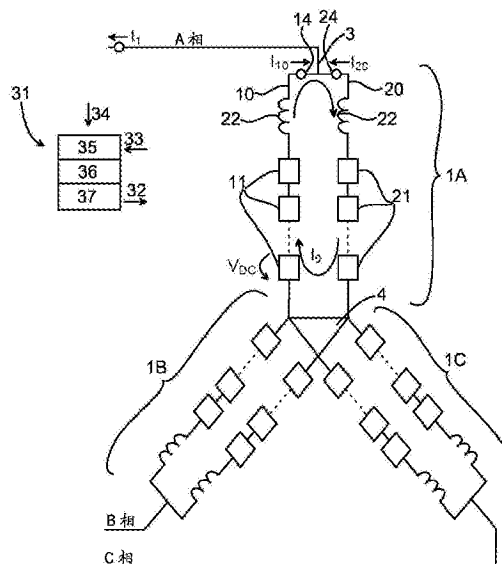
(54)发明名称

多电平变换器及用于控制包括平衡单元电压的多电平变换器的方法

(57)摘要

提供一种多电平变换器以及用于控制多电平变换器的方法。该多电平变换器为具有一个相臂(1)的单相变换器,或具有三个相臂(1A-C)的三相变换器,三相变换器的相臂以星形配置互相连接。该相臂(1)或每一个相臂(1A-C)包含开关单元(11、21),并且每个开关单元(11、21)包含被布置为设置为可选择地对相对应的储能元件(42、52)提供连接的半导体开关(41、51)。该变换器还包括控制器(31),其被提供监测储能元件(42、52)的DC电压(VDC),且该控制器(31)被提供为控制每个开关单元(11、21)的开关。单相变换器的相臂(1),或三相变换器的每个相臂(1A-C)包含开关单元(11、21)的两个并联支路(10、20),该支路(10、20)被配置在闭合电路中。该方法包括监测(105)储能元件中的每个储能元件的电压电平,以及平衡(107)储能元件的电压,其中该平衡包括在多电平变换器的该(1)或每个(1A-C)相

臂的两条支路中的循环电流(104、107)。



1. 一种多电平变换器为
具有一个相臂 (1) 的单相变换器，
或具有三个相臂 (1A-C) 的三相变换器，所述三相变换器的所述相臂以星形配置互连接，
所述相臂 (1) 或每一个相臂 (1A-C) 包括开关单元 (11、21)，
每个开关单元 (11、21) 包括被布置为选择性地提供到相对应的储能元件 (42、52) 的连接半导体开关 (41、51)，
所述变换器还包括控制器 (31)，所述控制器 (31) 被提供为监测所述储能元件 (42、52) 的DC电压 (V_{DC})，
所述控制器 (31) 被提供为控制每个开关单元 (11、21) 的开关，并且其中所述单相变换器的所述相臂 (1)，或所述三相变换器的每个相臂 (1A-C) 包括开关单元 (11、21) 的两个并联支路 (10、20)，所述两个并联支路 (10、20) 被配置在闭合电路中，
其中所述控制器 (31) 被适配为监测 (33) 每个储能元件的电压电平 (V_{DC}) 并且被适配为通过控制依赖于所述电压电平 (V_{DC}) 的所述开关单元的开关来在所述储能设备之间转移能量以补偿电压的不平衡，并且
其中所述控制器 (31) 被适配为在每个相臂 (1、1A-C) 的所述两个并联支路 (10、20) 中创建循环电流 (I_0) 以用于实现能量转移。
2. 根据权利要求1所述的多电平变换器，其中所述控制器 (31) 被适配为通过单独地改变所述开关单元的开关来实现能量的转移。
3. 根据权利要求1或2所述的多电平变换器，被适配为对电力网络供应功率 (I_1) 并且被适配为在能量的转移期间保持功率的供应以补偿电压的不平衡。
4. 根据权利要求1或2所述的多电平变换器，其中所述变换器为相臂 (1A-C) 为星形连接的三相 (A、B、C) 变换器，并且包括浮动中性点 (4)。
5. 根据权利要求1或2所述的多电平变换器，其中所述变换器为被适配用于铁路应用的单相变换器。
6. 根据权利要求5所述的多电平变换器，其中所述单相变换器被布置在铁路上以用于铁路应用。
7. 根据权利要求1或2所述的多电平变换器，其中至少一个开关单元的所述储能设备为电容器 (42、52)。
8. 根据权利要求7所述的多电平变换器，其中每个支路的所述开关单元的大部分的所述储能设备是电容器 (42、52)。
9. 根据权利要求1或2所述的多电平变换器，其中每个开关单元 (11、21) 包括H(全)桥，所述H(全)桥具有连接至所述储能元件 (42) 的四个半导体开关元件 (41)。
10. 根据权利要求9所述的多电平变换器，其中所述四个半导体开关元件 (41) 是IGBT。
11. 根据权利要求1或2所述的多电平变换器，其中每个开关单元 (11、21) 包含半桥，所述半桥具有连接至所述储能元件 (52) 的四个半导体开关元件 (51)。
12. 根据权利要求11所述的多电平变换器，其中所述四个半导体开关元件 (51) 是IGBT。
13. 一种用于控制具有单相或三相的多电平变换器的方法，所述多电平变换器包括一个相臂 (1)，或以星形配置互连的三个相臂 (1A-C)，

其中所述相臂(1)或者每个相臂(1A-C)包含开关单元(11、21),每个开关单元(11、21)包含半导体开关,所述半导体开关被布置为选择性地提供到相对应的储能元件的连接,所述方法包括:

监测(105)所述储能元件中的每一个储能元件的电压电平,

并且所述多电平变换器的所述相臂(1)或每个相臂(1A-C)包括开关单元的两个并联支路,其中所述两个并联支路被配置在闭合电路中,并且所述方法进一步包括平衡(107)所述储能元件的电压,其中所述平衡包括在所述相臂(1)或每个相臂(1A-C)的所述两个并联支路中循环电流(104、107)。

14. 根据权利要求13所述的用于控制多电平变换器的方法,进一步包括将电流(I_1)供应(102)至电力网络。

15. 根据权利要求14所述的用于控制多电平变换器的方法,其中在所述平衡(107)期间保持(102)到所述电力网络的电流(I_1)的供应。

16. 根据权利要求13至15中任一项所述的用于控制多电平变换器的方法,进一步包括在所述两个并联支路中创建(104)循环电流(I_0),并且其中所述平衡包括基于电压的监测(105)期间至少一个电压(V_{DC})偏离的检测(106)来修正(107)所述循环电流(I_0)以在至少两个开关单元的所述储能元件之间转移能量。

多电平变换器及用于控制包括平衡单元电压的多电平变换器的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于电力系统中以交换功率的多电平变换器,并且其包括由半导体开关电路和诸如电容器的储能元件组成的开关单元。具体地,本发明涉及具有单相的多电平逆变器或具有星形或y形连接的三相的多电平逆变器,并且该多电平逆变器与如下设备装配在一起,该设备被配置并适配于消除这类单相或y形连接的三相的多电平变换器中的DC不平衡。

背景技术

[0002] 本发明涉及电压源变换器领域并且具体地涉及多电平变换器。电压源变换器(VSC)已经改变了电力的输送和分配并且已经发现使用包括诸如IGBT(绝缘栅双极晶体管)的可以关断的半导体开关元件的电力电子器件,对于DC传输、无功功率补偿、有功及无功功率的控制都具有极大的用途,其能够通过开关控制的方式从DC电压产生出AC电压,并用于将AC转换为DC等。

[0003] 多电平变换器技术,采用多种电压电平,其中每个电压电平独立地开关,能够用于在提供有更加接近正弦曲线的阶跃电压曲线的小电压阶跃中从DC产生出AC电压,而不是之前所使用的两电平和三电平的变换器。通常,所使用的储能装置由电容器组成但也可以是电池。

[0004] 可能出现的问题就是各自储能装置的电压变得太大或太小。

[0005] US 5532575 (D1)描述了一种带有用于平衡变换器的电容器电压的装置的多电平变换器。D1描述的多电平变换器初始意图是作为静态VAr补偿器使用(第1栏,5-8行)。多电平变换器包括开关元件(GT0's30,参见图1)的三个引脚,一个引脚用于一个相位,其开关元件(GT0's)连接至电容器20的分接点(第1栏,28-34行)。多电平变换器还包括控制GT0's开关的控制系统60(第7栏,48-65行)。该控制系统监测电容器的电压(参见第8栏32-64行)并且如果电容器的电压电平太高或太低时,控制系统(参见摘要)调节那些具有太低或太高电压电平的电容器的开关时间,但是并不改变那些不偏离的电容器的开关时间。以这种方式那些不偏离的电容器的电压不会受到影响(第8栏,39行),其中偏离的电容器的电压得以平衡。

[0006] 文献US 6088245 (D2)描述了多电平变换器中用于不同目的相似的拓扑和开关控制。D2描述了用于多电平变换器的开关控制布置,该多电平变换器通过控制例如GT0's的开关设备的开关模式(参见摘要)消除了变换器电压或电流的谐波含量。具体地,开关模式通过修正开关设备的开关时间来改变(参见第13栏的权利要求2)。

[0007] 因此,文献D1和D2描述了分别通过调节多电平变换器开关设备的开关时间来实现两种不同的目的,即平衡电容器电压和减少谐波。在D1和D4所描述的多电平变换器中,三相具有共同的储能元件,即三相共享电容器。

[0008] 另一个已知类型的多电平变换器为在具有半桥或全桥配置的开关单元电路中具

有半导体开关元件的变换器。例如,在具有DC电容器作为储能元件的半桥配置中的每个开关单元中使用两个IGBT,并且每个IGBT被布置为与其自身的二极管反并联。

[0009] 在这种每相都具有独立的储能元件(例如属于一个相的电容器)的多电平变换器中,相臂(phase leg)内的电容器之间或不同相臂的电容器之间的能量共享在不影响转移至电力网络的情况下是很难实现的。

[0010] 文献W02010/145706(D3)提供了一种用于平衡三角形连接的多电平变换器储能元件电压的方法,其具有带有相应储能元件的串联的开关单元被布置在三个相臂中。更详细地,D3描述了具有三角形连接相臂的多电平变换器,并且其中每个相臂的开关单元的DC电压通过平衡相臂之间的电流循环并在相臂的储能元件之间分配能量的方式得以平衡。D3描述了一种用于在与三相电力网络的旁路连接中交换电力的装置,该装置包含具有三角形连接的三相臂的电压源变换器,其中每个臂包含串联的开关单元(参见D3的摘要)。电网和变换器的三个相的电气状态被测量并且控制单元(19)被配置为确定相位是否不平衡。控制单元(19)确定出表示该不平衡的零序电流并使用该确定的零序电流来控制开关单元将循环电流添加至相臂的电流中以便消除该不平衡(参见D3的权利要求1)。循环电流在变换器臂的三角形的内部中被驱动并且在相臂之间移动三角形内部的能量而不会负面地影响电网,而且避免在电网中产生谐波(参见D3第4页,24-29行)。

[0011] 在这种三角形连接的多电平变换器中,相臂操控相电压并包含足够数量的电平来操控相位之间的电压电平。具有以星形或y形拓扑连接的相臂的多电平变换器只需要足够数量的电平来操控地与相位之间的线电压。因此,三角形拓扑相较于y形拓扑的缺点是用于操控更高电压差所需的电平数量会更多。另一方面,制造具有开关单元以及相应储能元件的多电平变换器中的星形连接的变换器臂的缺点是使用电流来移动储能元件之间的能量会影响电力传输网络,因为三个臂不会提供像三角形连接的多电平变换器中的闭合电路。

发明内容

[0012] 本发明的目的是克服现有技术中的缺陷并且提供一种带有星形连接相臂的多电平变换器,其能够移动相臂的储能设备之间的能量以平衡单个储能元件的电压电平,而不会通过例如引入谐波而负面地影响电力传输网络。

[0013] 还有一个目的是提供一种单相变换器,其中开关单元的储能元件的电压电平能够被平衡而不会影响电力传输。

[0014] 因此本发明的目的是创建一种具有单相臂或三相臂的多电平变换器,其包含串联的开关单元以及附接储能元件,该三相臂星形或y形连接,其中能够提供储能元件中电压电平的平衡而不会影响多电平变换器与该多电平变换器连接的或被提供以连接的传输网络之间的能量传递。

[0015] 为了这些目的,本发明提供了一种多电平变换器:具有一个相臂的单相变换器,或者具有以星形或y形配置相互连接的三个相臂的三相变换器;其中相臂或每个相臂包含在例如多于三种电平多种电平中的开关单元,每个开关单元包含诸如IGBT的半导体开关元件,其被布置为对相应的储能元件选择性地提供连接,优选每个开关单元具有至少一个专用的储能元件。变换器还包括控制器,其被提供为监测储能元件的DC电压,并且该控制器通过对单元的半导体开关发送指令的方式来控制开关。该多电平变换器的特征在于:单相变

换器的相臂,或三相变换器的每个相臂包含串联连接的开关单元的两个并联的支路,并且该支路被配置为闭合电路。

[0016] 优选地,每个相臂包含用于连接至电网的相连接,每个支路在相连接处具有端部,且这些支路在相连接处相互连接。三相变换器的每个相臂还包含中性连接,优选地连接至中性浮地或可替代地中性接地,并且这些支路在中性连接处相互连接,以便通过中性、第一支路、相连接和第二支路形成闭合电路。单相臂优选地包含接地连接,两个支路连接此处,提供从地经过第一支路、相连接、经过第二支路回到地连接形成闭合电路。

[0017] 每个相臂具中有平行支路使得通过循环相臂的两条支路中电流的方式来平衡储能设备的电压而不会影响施加至电网的电力成为可能。

[0018] 在一个优选实施例中,变换器被适配为监测每个储能元件的电压电平并且被适配为通过控制依赖于电压电平的开关单元的开关来转移储能设备之间的能量以便补偿电压的不平衡。更优选地,控制器被适配为在每个相臂的支路中产生循环电流(I_0)用于实现能量转移。

[0019] 在一个实施例中,循环电流被创建为无功电流并且在不存在不平衡时还保持循环。通过对开关单元进行开关的方式产生循环电流,并且通过单独地改变开关单元的开关来实现能量的转移。具体地,控制器被适配为通过单独地改变开关单元的开关来实现能量的转移,并且循环电流同时保持循环。

[0020] 优选地,多电平变换器被适配为对电网供电并且被适配为在能量转移时保持供电以补偿电压的不平衡。电网为输电或配电网。因此,通过支路中的循环电流,供应至电网的电力在执行能量平衡时始终不会受到影响。还优选地,通过监测每个相臂的每个支路的电流或单相臂的每个支路的电流的方式监测供应至电网的电流以及同时监测循环电流。

[0021] 在一个实施例中,变换器为三相变换器,该三相变换器的相臂为星形连接(或y形连接),并且特别地这三个相具有浮置中性点而不是接地连接。

[0022] 可替代地,也在另一个优选实施例中,变换器为被适配为铁路应用的单相变换器,特别地其被布置在铁路上用于铁路应用的电力转换。

[0023] 还设想具有两个相臂的两相多电平变换器,每个相臂具有两个支路,并且每个相臂具有相连接,这两个相臂在位于每个相臂各自相对端部的中性接地处结合,并且每个臂的支路在相连接处互连并且在中性接地处提供闭合电路,以便在每个相臂中提供循环电流用于转移能量并由此平衡了开关单元的储能元件。

[0024] 在一个实施例中,储能设备是电容器,或每个支路大部分的开关单元的储能设备是电容器且至少一个是电池。

[0025] 可替代地,储能设备是电池,或至少大部分的储能设备是电池。

[0026] 在一个实施例中,每个开关单元包含具有四个连接至储能元件的半导体开关元件的H型全桥,半导体开关元件优选为IGBT。

[0027] 在一个替代实施例中,每个开关单元包含带有四个连接至储能元件(52)的半导体开关的半桥,半导体开关优选为IGBT。

[0028] 本发明还提供一种用于控制具有单相或三相的多电平变换器的方法,该多电平变换器包含一个相臂,或星形配置互连的三个相臂。这个或者每个相臂包含处于多于三个电平的开关单元,每个开关单元包含半导体开关,其被布置为选择性地对相应的储能元件提

供连接,每个开关单元至少一个专用的存储元件。该方法包括监测每个储能元件的电压电平,并且该多电平变换器包含相臂或每个相臂中开关单元的两个并联支路,该支路被配置于闭合电路中,以及该方法的特征在于平衡储能元件的电压,并且其中该平衡包括在两条支路中循环电流。

[0029] 在一个实施例中,该多电平变换器,进一步包括将电流(I_1)供应至电网。优选地,供应至电网的电流(I_1)被保持且在平衡期间不会被影响。基本地,至开关单元的控制信号被适配使得供应电流(I_1)和循环电流(I_0)叠加。

[0030] 在一个实施例中,该方法进一步包括在两个支路中创建循环电流(I_0),并且该平衡包括修正循环电流(I_0)以便在至少两个开关单元的存储元件之间转移能量。特别地,该平衡是基于在至少一个电压偏离的电压监测期间的检测来实现的。快速平衡可在正常运行期间循环电流以及当不平衡时发生时调节开关而实现,由此循环电流被调节以通过将电网能量转移至偏离元件或从偏离元件转移来平衡储能元件。

附图说明

[0031] 接下来,将参照附图更加详细地描述本发明,这些附图示出了本发明以便于实现发明并因此是简化的。这些附图并不是按比例绘制的。

[0032] 图1示出了根据本发明的三相多电平电压源变换器;

[0033] 图2示出了根据本发明的单相多电平电压源变换器;

[0034] 图3示出了开关电路,其包括诸如IGBT半导体开关元件以及电容器形式的储能设备;

[0035] 图4示出了根据本发明的用于控制多电平变换器的方法。

具体实施方式

[0036] 图1示出了根据本发明的多电平变换器的实施例。该实施例的多电平变换器被适配为连接至三相系统且包含三个臂1A,1B,1C,一个臂用于每一相A、B、C,这些臂以星形(或者y形)配置连接在一起。每个相臂1A-C都具有一个用于连接至电网相应相A-C的端部3,并且每个相臂1A-C都具有一个连接至公共中性接地点4的相对端部,即相臂1A-C共享一个公共接地。中性接地点4为浮动接地且没有连接至地。每个相臂,例如1A,由两个支路组成,例如10,20。为了清楚起见,仅有A相的相臂1A的附图标记被添加至附图中,但是相臂1B和1C包括与相臂1A同样的部分。每个相臂1A-C的两个支路10,20在其端部、在朝向电网的第一端部3处和朝向中性点4的第二相对端部处互连。每个支路包含串联的开关单元11,21。每个支路10,20从中性点4向相连接3延伸,在相连接处每个相臂1A-C的两个支路进行连接。每个相臂的每个支路还设置有电抗器12,22,其被布置在朝向相连接3的第一端部处。每个电抗器12,22用作平滑电抗器12,22以平衡来自每个相臂1A-C支路10,20的电力的电压阶跃。

[0037] 变换器还包括控制器31,控制器可操作地连接至相臂、特别地可操作地连接至(由箭头32,33指示)开关单元11,21,并且包括从每个开关单元11,21单独接收信息的装置33以及将控制信号单独发送至每个开关单元11,21的装置32。控制器31被适配为监测每个开关单元11,21的电压(V_{dc}),并且被适配为控制32每个单元11,21的开关。该控制器31还被布置为监测34电网,特别地监测相电压和相电流。

[0038] 控制器31被适配为控制每个相臂以便通过将开关指令32发送至开关单元的方式将电流 I_1 供应至电网。控制器还被适配为控制相臂(每个相的)以在相臂中产生循环电流 I_0 ,该循环电流在两个支路中经由中性连接4及相连接3从支路到支路的循环,而不会影响相电流 I_1 。

[0039] 控制器包含硬件和软件的组合以实现其功能,该功能包括接收和发送信号,分析信号和确定电压电平以及电压电平是否偏离了正常的范围。为了示出本发明的主要特性,图1和2中简化了控制器31。控制器31被示例为包括电流及电压监测部35,分析部36和开关单元控制部37。控制器31通过监测部35接收34电网中的相电压和相电流。控制器31还通过监测部35接收33变换器臂的每个支路中的单元电压和电流。分析器36确定是否需要调节,在该情况下,控制器31开始转移储能元件11,21之间的能量。控制器31通过开关控制器37来实施开关单元,并且如果应当调节至少一个电压,那么开关控制器37调节被发送到至少一个开关单元11、21的开关信号。

[0040] 监测包括测量每个开关单元11,21的电容器电压 V_{DC} ,以及分别在每个相臂支路中产生电流 I_{10} 和 I_{20} 。从所测得的电流 I_{10} 和 I_{20} ,控制器31被适配为确定提供至每个相应相臂10、20的A-C相的电流 I_1 ,以及循环电流 I_0 。每个相臂包括用于监测电压和电流的装置,如用于监测每个支路电流 I_{10} 、 I_{20} 的电流互感器14、24,以及用于监测每个储能元件的每个电压电平 V_{DC} 的电压互感器。通过电压和电流的测量装置,例如用于测量每相的相电流 I_1 的电流互感器和用于测量相电压的电压传感器(未示出),电网的电力交换得以监测。

[0041] 图2示出了包含一个单相臂1的单相多电平变换器,其相臂具有与图1中三相变换器的三个相臂中的每一个相同的拓扑。因此,单相臂包含两个支路10、20,每个支路包含串联设置的开关单元11、21。每个开关单元由控制器31单独控制,所述控制器设置有用于监测33和控制32变换器的装置,尤其是控制开关单元11、21的开关,以使得产生供应至电网的相电流 I_1 并用于产生循环电流 I_0 ,该循环电流并不供应至电网而是在单相臂1的两个支路10、20内循环。相臂1的每个支路10,20还分别包括电抗器12和22,其电抗器12,22设置在相应支路的网络端部。

[0042] 图2的控制器31对应于图1的控制器并且包含硬件和软件的组合以实现其功能,该功能包括接收和发送信号,分析信号和确定电压电平以及电压电平是否偏离了正常的范围。控制器31通过监测部35接收34电网中的电压和电流。控制器31还通过监测部35接收33变换器臂1的每个支路中的单元电压(V_{DC})和电流。分析器36确定是否需要调节,在该情况下,控制器31开始在储能元件11,21之间的转移能量。控制器31通过开关控制器37来实施开关单元,并且如果应当调节至少一个电压,那么开关控制器37调节被发送到至少一个开关单元11,21的开关信号。

[0043] 图3a和3b示出了开关单元(11,21)和相应储能元件的两个实施例,其适用于图1和2中任意一种多电平变换器布置。

[0044] 图3a示出了H桥(也称为全桥)开关单元。该H型桥开关单元包括四个IGBT41,其包括与每个相应的IGBT分别反向并联的续流二极管。每个单元包括输入和输出端子43、44用于开关单元的串联连接以形成串联开关单元的支路。电容器42被设置为储能元件,其可选择地通过IGBT连接至输入和输出端子43,44。

[0045] 图3b示出了半桥(也称为H型半桥)开关单元。其包括作为储能元件的电容器52和

两个用于将储能元件52可选择地连接至半桥开关单元端子53,54的IGBT51。图3a和3b的每个开关单元都包含其各自的储能元件42,52,其电压的偏离被监测并且通过改变开关信号模式来依次调节。

[0046] 图4示出了用于控制多电平变换器的方法。该方法主要意在用于平衡图1所示的三相多电平变换器和图2的单相多电平变换器的开关单元的DC电压。该方法主要包括所示的两个平行序列的两个主要功能。该方法包括步骤101-102的第一序列,其包括控制多电平变换器通过将电力供应至电网来与电网相互作用,以及步骤103-106中的第二序列,其包括调节储能元件的DC电压。

[0047] 特别地,本发明的方法包括监测105每个储能元件的电压,并响应监测将能量转移107至储能元件或从储能元件转移,该储能元件的电压电平偏离预定的电压电平。以这种方式,每个储能元件的电压电平可保持在合适的限制范围内。多电平变换器的主要功能是与电网相互作用;步骤101和102描述了该相互作用。该方法通过监测电网与电网之间相互作用,在步骤101中,其包括监测每相的电压和电流且特别地包括监测供应至电网的电力。同样,步骤102中的相互作用包括控制从变换器向电网供应的电力。

[0048] 另一个主要功能包括平衡开关单元的储能元件的DC电压。这个平衡功能通过以下来提供,步骤105中的监测储能元件的电压电平、步骤106中确定是否电压电平中的任一个偏离了额定电压电平、并且确定是否电压电平中的一个或多个远远偏离出预定义阈值,该方法包括步骤107中将能量转移至偏离的储能元件或从偏离的储能元件转移的步骤。该平衡不需要与电网相互作用就可实现,因此该平衡的实现不会影响对电网的供应。替代该方法中影响与电网相互作用的步骤101、102包括分别地监测和控制与电网的相互作用并且保持对电网的供应。因此,步骤107中的转移能量仅仅是在每个相臂的支路内转移而且并不进入到电网各相中的任何一相。图4中该方法的实施例还包括步骤103的监测每个臂支路中的电流,特别地通过支路内的电流在每个相臂的两个支路形成的闭合电路内循环的方式来监测能量的转移。步骤104中,该方法包括控制开关元件以在每个相臂的两个支路内生成并提供循环电流。该循环电流可适合作为支路内循环的无功电流,而不用从任何的存储元件添加或提取能量除非任意存储元件需要被平衡,即基于储能元件偏离的检测,并且响应了该检测到的偏离,平衡发生该问题的储能元件。能量转移步骤107通过调节已经循环的电流来添加能量或将能量从偏离开关单元移除以便储能元件的电压电平得以平衡的方式来实现。

[0049] 本发明主要通过单相和三相变换器实施例进行了描述,以及单独储能装置的电压电平如何能被保持在限定范围内而使它们不会变得太大或太小。本发明可用于调节不同多电平变换器的较宽范围内的电压不平衡,用作控制电网电力的输送和分配,特别是用在利用具有专用储能元件的开关单元的多电平变换器中以控制电力的输送和分配。这样的多电平变换器可用于提供包括,但不限于,DC输送、诸如无功补偿的控制有功和/或无功功率或用于将AC转换至DC和将DC转换至AC的功能。

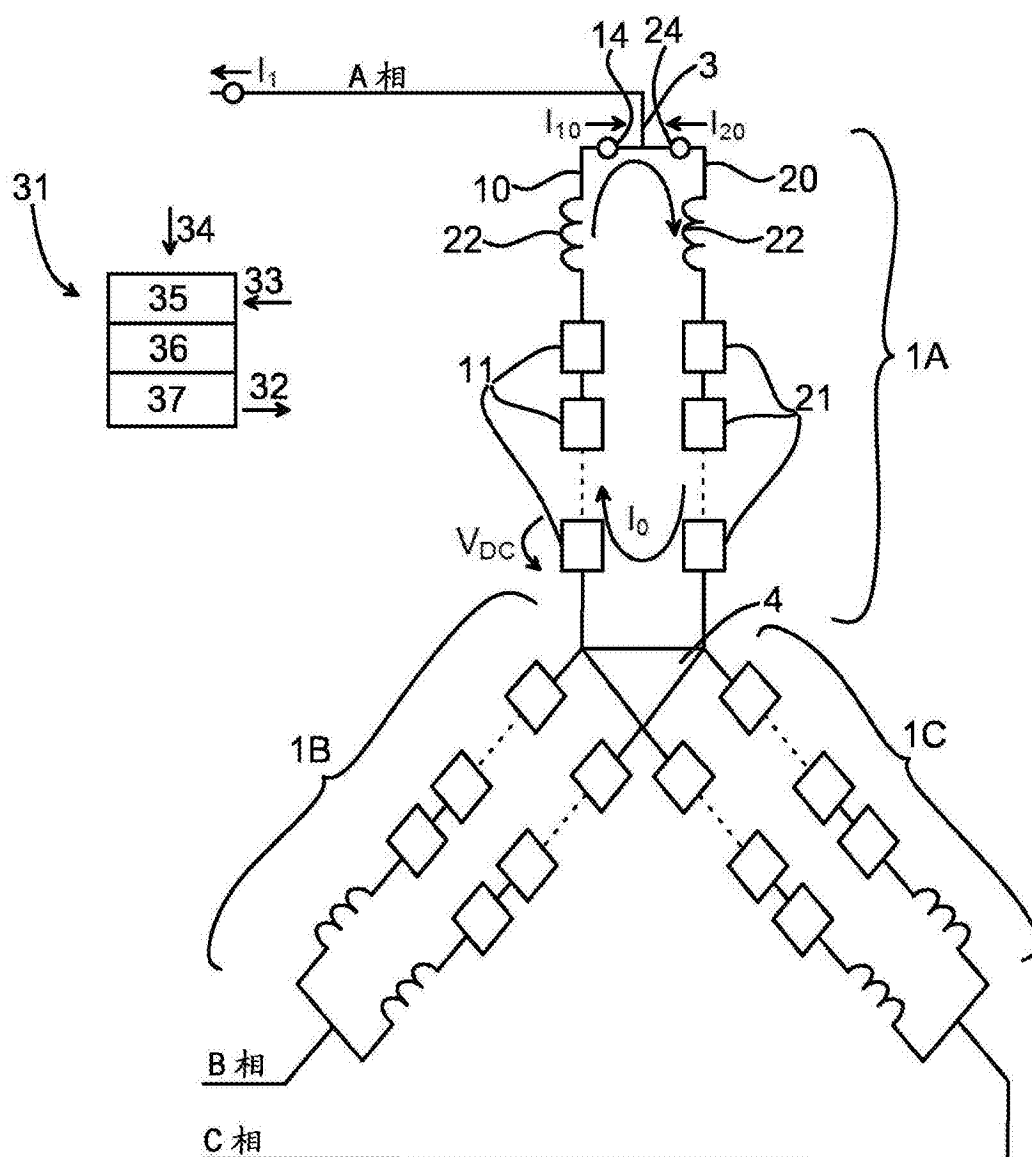


图1

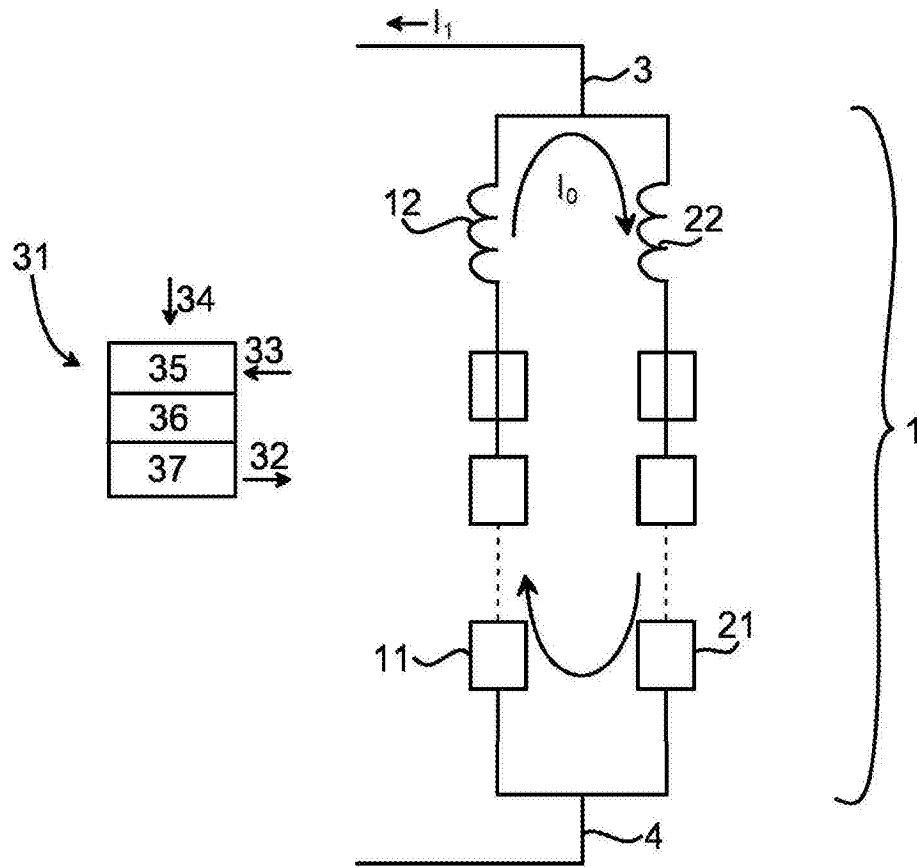


图2

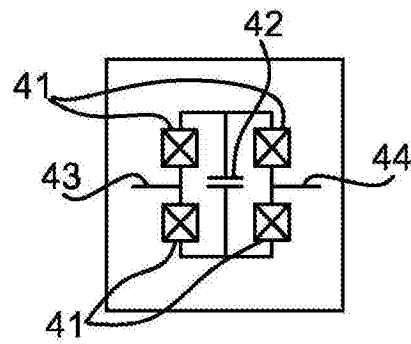


图3a

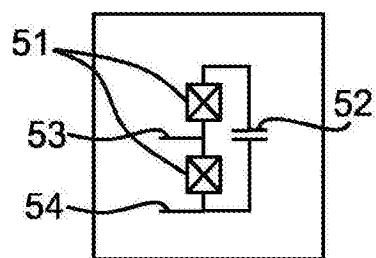


图3b

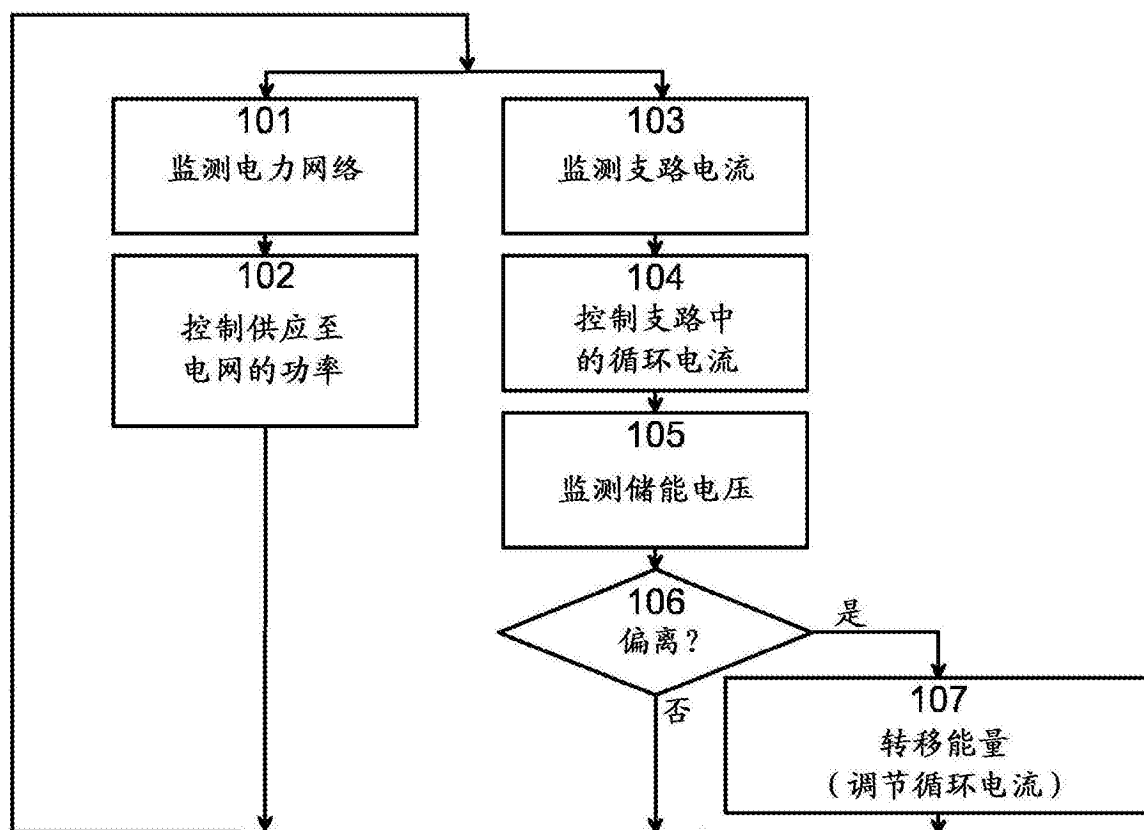


图4