

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02J 3/36 (2006.01)

H02B 5/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680040000.8

[43] 公开日 2008年10月29日

[11] 公开号 CN 101297456A

[22] 申请日 2006.6.15

[21] 申请号 200680040000.8

[30] 优先权

[32] 2006.1.18 [33] US [31] 60/759,564

[86] 国际申请 PCT/SE2006/000713 2006.6.15

[87] 国际公布 WO2007/084036 英 2007.7.26

[85] 进入国家阶段日期 2008.4.25

[71] 申请人 ABB 技术有限公司

地址 瑞士苏黎世

[72] 发明人 尼尔斯·努德斯特伦

佩尔·H·卡尔松 斯芬·贝里隆

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

代理人 杨林森 高少蔚

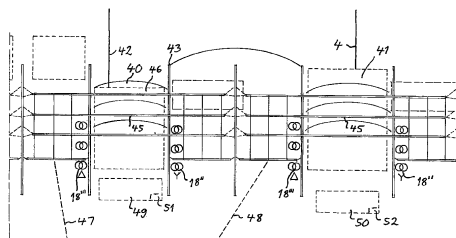
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

换流站

[57] 摘要

一种用于将 AC 系统连接到 HVDC 输电线的换流站包括布置在两个分开的换流阀厅(40、41)中的至少两个换流器。换流站包括用于控制每个换流器的分开的控制装置(49、50)和用于为每个换流器提供辅助电力的分开的装置。为每个换流器布置用于控制总体工作状况的分开的装置(51、52)以使每个换流器自支持。换流阀厅被分开相当大的空间。



1. 一种用于将 AC 系统连接到 HVDC 输电线 (3) 的换流站, 所述换流站包括至少两个换流器 (8, 9), 其布置在分开的换流阀厅 (40, 41, 60, 61) 中, 并且每个换流器具有用于连接所述输电线的 DC 侧和用于连接所述 AC 系统 (6) 的 AC 侧, 所述换流站包括: 配置为控制所述换流器的操作的控制设备, 用于为所述换流器提供辅助电力的装置, 以及用于控制所述换流器的总体工作状况如冷却其部件的装置,

其特征在于, 所述控制设备包括分开的控制装置 (49, 50), 用于控制所述换流站中的每个换流器, 所述换流站具有用于为每个换流器提供辅助电力的分开的装置 (71~74), 为每个换流器布置用于控制总体工作状况的分开的装置以使每个换流器自支持, 而且利用每个所述控制装置和与各个换流阀厅相关联地布置的装置, 使所述换流阀厅 (40, 41, 60, 61) 之间被分开相当大的空间。

2. 根据权利要求 1 所述的换流站, 其特征在于, 所述换流站具有至少三个所述换流器, 所述换流器中的每一个布置在分开的换流阀厅 (40, 41, 60, 61) 中, 所述换流站包括至少与换流器的数目一样多的分开的辅助电源 (71~74), 每个换流器被分配一个分开的辅助电源, 而且在如下的情况下, 这些辅助电源被连接成作为彼此的备用电源: 如果分配给一个换流器的辅助电源发生故障, 则分配给任何的其它换流器的辅助电源被连接成也向所述一个换流器传送辅助电力, 同时通过其余的一个或多个辅助电源提供冗余。

3. 根据权利要求 2 所述的换流站, 其特征在于, 所述换流站具有四个换流器 (100~103) 和彼此用作备用电源的四个所述辅助电源 (71~74)。

4. 根据权利要求 3 所述的换流站, 其特征在于, 所述辅助电源中的两个 (72, 73) 是通过独立于所述输电系统的操作的电力网络连接到所述换流站的外部电源, 两个 (71, 74) 是所述换流站中包括的电源。

5. 根据权利要求 2~4 中的任一项所述的换流站, 其特征在于, 所述辅助电源 (71~74) 被配置为具有 5kV~15kV 如大约 10kV 的电压。

6. 根据权利要求 3 所述的换流站, 其特征在于, 所述换流站具有串联连接在所述输电线的正极性极 (4) 和接地的中性母线 (42) 之间的两个所述换流器 (100, 101), 以及串联连接在所述输电线的负极性极 (5) 和所述中性母线之间的两个所述换流器 (102, 103)。

7. 根据前述权利要求中的任一项所述的换流站, 其特征在于, 每个所述换流器包括: 串联连接的多个换流阀(11~14), 以及多个连接部件(17), 所述多个连接部件(17)通过分别连接到相继的所述换流阀之间的所述串联连接的点而连接到所述换流器的AC侧, 用于从所述换流阀厅引出到变压器(18), 而且每个所述换流器在所述换流阀的两个相对侧(30, 31)中的两侧都包括所述连接部件(17), 并从而在所述换流阀厅的相对侧包括变压器。

8. 根据权利要求7所述的换流站, 其特征在于, 属于每个换流器的所述变压器中的半数(18'')布置在所述换流阀厅的一侧, 半数(18''')布置在所述换流阀厅的另一侧。

9. 根据权利要求7或8所述的换流站, 其特征在于, 每个所述换流器包括布置成一列的在彼此的顶部的所述串联连接的至少四个所述换流阀(11~14), 而且AC侧的所述连接部件(17)连接到每两个换流阀之间如第一换流阀和第二换流阀之间、第三换流阀和第四换流阀之间等等的所述串联连接的点。

10. 根据权利要求9所述的换流站, 其特征在于, 对于每个所述换流器, 所述换流阀的串联连接具有四个换流阀(11~14)以及在所述列的两个相对侧中的每一侧并从而在所述换流阀厅的相对侧(30、31)的用于AC侧的一个所述连接部件(17)。

11. 根据权利要求7~10中的任一项所述的换流站, 其特征在于, 所述换流站中的每个换流器包括三个所述列的串联连接的四个换流阀(11~14), 该三个所述列布置成行并且彼此并联连接, 而且每列在所述行的两个相对侧(30, 31)中的每一侧具有连接到所述AC侧的一个所述连接部件(17)。

12. 根据权利要求7~11中的任一项所述的换流站, 其特征在于, 所述换流站中的每个换流器包括多个电涌放电器(23~26), 其以一个电涌放电器与每个换流阀(11~14)并联连接的方式串联连接在所述换流阀的串联连接的两个DC侧端部之间, 所述电涌放电器的串联连接具有布置在所述换流阀的串联连接的一侧的第一部分(23, 24)和布置在所述换流阀的串联连接的相对侧的相继第二部分(25, 26), 而且所述两个部分通过线(27)互连, 所述线(27)通过两个所述换流阀(12、13)之间的自由空间(28)从一侧导向另一侧。

13. 根据权利要求 12 所述的换流站, 其特征在于, 对于所述换流站中的每个换流器, 每个换流阀 (11~14) 包括多个包括功率半导体器件的重叠的层, 通过使两个相继的所述换流阀 (12、13) 之间的距离大约为所述层的一半或者一个所述层而形成所述自由空间 (28)。

14. 根据权利要求 7~13 中的任一项所述的换流站, 其特征在于, 每个换流器在所述换流阀厅 (40、41) 的一侧具有连接到所述连接部件的 Y 变压器 (18''), 并且在所述换流阀厅 (40、41) 的另一侧具有连接到所述连接部件的 Δ 变压器 (18'''), 而且所述 Y 变压器和所述 Δ 变压器通过延伸跨越所述换流阀厅的屋顶 (46) 的导体 (45) 而被互连。

15. 根据前述权利要求中的任一项所述的换流站, 其特征在于, 所述换流站被配置为将 AC 系统连接到 HVDC 输电线, 所述 HVDC 输电线被配置为它的极和地之间的电压超过 200kV, 优选超过 500kV, 更优选 600kV~1500kV, 并且最优选 600kV~1000kV。

16. 一种 HVDC (高压直流) 输电系统, 其具有根据权利要求 1~15 中的任一项所述的至少一个换流站。

换流站

技术领域和现有技术

本发明涉及一种换流站，用于将 AC 系统连接到 HVDC 输电线，所述换流站包括至少两个换流器，其布置在分开的换流阀厅中，并且每个换流器具有用于连接所述输电线的 DC 侧和用于连接所述 AC 系统的 AC 侧，所述换流站包括：配置为控制所述换流器的操作的控制设备，用于为所述换流器提供辅助电力的装置，以及用于控制所述换流器的总体工作状况如冷却其部件的装置。

本发明不限于地和所述 HVDC（高压直流，High Voltage Direct Current）输电线的极之间的任何特定等级的电压，但是本发明尤其适用于 500kV 以上这样的电压，这意味着所述输电线传输相当大的功率，并且换流站所属的输电系统需要非常高水平的可靠性。本发明也不限于通过所述输电线的极的任何特定等级的电流，但是所述输电线的额定电流优选为 1kA 以上。

在图 1 中示意性地示出了这种类型的 HVDC 输电系统的总体设计。示出了换流站 1、2 是如何布置在 HVDC 输电线 3 的每一端的，该 HVDC 输电线 3 具有两个极，一个为正极 4，一个为负极 5。AC 系统 6 通过变压器 7 连接到每个换流站，用于获得所述 AC 系统的电压的合适电平。假设连接到换流站 1 的 AC 系统是任意类型的具有发电机的发电厂形式的发电系统，并且该换流站被设计为作为整流器工作，同时假设连接到换流站 2 的 AC 系统是连接到电力消费者如工业和居民社区的消费系统或网络，并且假设该换流站作为逆变器工作。每个换流站具有两个换流器 8、9，换流器 8、9 中的每一个的 DC 侧一方面分别连接到所述两个极 4、5 中的相应极，另一方面连接到换流器共用的 DC 中性设备 10，该 DC 中性设备 10 的低压侧连接到地，用于在每个换流器上限定一定的电压。换流器包括任何已知配置的例如 12 脉冲桥配置的若干电流阀。换流器可以是线换向电流源换流器（line commutated Current Source Converter），其中开关元件如晶闸管在所述 AC 系统的 AC 电流的过零点处关断。换流器还可以是强制换向电压源换流器（forced commutated Voltage Source Converter），其中所述开关元件是根据脉宽调制（PWM）模式控制的关

断器件。

HVDC 输电系统相对于 AC 输电系统的优点在于，在两个换流站之间的输电线中产生相当低的损耗，所述两个换流站位于该输电线的每一端，然而与在 AC 输电系统中相比，换流站在 HVDC 输电系统中通常更加昂贵。因此，HVDC 输电系统通常用于传输经常是千兆瓦级的大功率。这意味着，如果例如由于接地故障，这样的输电系统的整体或者一部分跳闸，亦即不得不断开，则对于所连接的 AC 系统的后果可能非常严重。这样的大功率传输的跳闸能够通过功率干扰对电力网络产生破坏性影响，例如其结果是负载脱落和断电 (blackout)，因此这种输电系统且进而其换流站的主要问题是传输的可靠性。故障能够总是发生，但是应当使后果最小化，即应当使电力损失和实际损坏最小化。

在引言中提到的所述辅助电力装置是用于向不同类型设备如用于冷却换流阀的冷却设备提供电力的装置，这样的辅助电力的脱落 (dropout) 将会在非常短的时间内如 10 秒的数量级之内导致有必要关闭至少部分的换流站。

这种在引言中限定的类型的具有至少两个分开的换流阀厅的已知换流站使这些换流阀厅彼此紧接地建立，或者使这些换流阀厅之间具有控制室，以共享所述控制设备和辅助电力装置以及所述用于控制换流器的总体工作状况的装置。在发生了例如地震、火灾等极端事件的情况下，存在多于一个建筑物受到影响的危险，使得相对于被限制到仅仅一个建筑物的这样的事件的情况，电力和经济损失增大。

发明内容

本发明的目的是提供一种引言中所限定类型的换流站，其中相对于已知的这种换流站提高了传输的可靠性。根据本发明，这个目的是通过以下获得的：提供这样的换流站，其中，所述控制设备包括分开的控制装置，用于控制所述换流站中的每个换流器，所述换流站具有用于为每个换流器提供辅助电力的分开的装置，为每个换流器布置用于控制总体工作状况的分开的装置以使每个换流器自支持，而且利用每个所述控制装置和与各个换流阀厅相关联地布置的装置，使所述换流阀厅之间被分开相当大的空间。

由于每个换流器的自支持设计而使得换流阀厅之间被分开空间成为

可能的这种物理分开,降低了多于一个的建筑物受到该建筑物中火灾等影响的风险,从而使电力和经济损失最小化。这还使得更容易一次建立一个换流阀厅,并且电力传输能够更早开始,并通过向其建立进一步的换流阀厅而随时被扩大。

根据本发明的实施例,所述换流站具有至少三个所述换流器,所述换流器中的每一个布置在分开的换流阀厅中,所述换流站包括至少与换流器的数目一样多的分开的辅助电源,每个换流器被分配一个分开的辅助电源,而且在如下的情况下,这些辅助电源被连接成作为彼此的备用电源:如果分配给一个换流器的辅助电源发生故障,则分配给任何的其它换流器的辅助电源被连接成也向所述一个换流器传送辅助电力,同时通过其余的一个或多个辅助电源提供冗余。这意味着即使在连接到换流器的任何的辅助电源或者室中断的情况下,也可以继续向所述换流站中的设备提供辅助电力。

根据本发明的另一个实施例,所述换流站具有四个换流器和彼此用作备用电源的四个所述辅助电源,这可以是针对双极 HVDC 输电系统的情况,该双极 HVDC 输电系统具有串联连接在 DC 中性设备和每个极之间的两个换流器,以能够在地和所述极之间获得 600kV 或者更高数量级的电压。这意味着如果四个电源中的一个发生故障,只有该特定极会受影响。该极将以满负载继续工作,而没有冗余。另一个极将保持以满负载工作并且具有完全的冗余。

根据本发明的另一个实施例,电源中的两个是通过独立于所述输电系统的操作的电力网络连接到换流站的外部电源,两个是换流站中包括的电源。

根据本发明的另一个实施例,所述辅助电源被配置为具有 5kV ~ 15kV 如大约 10kV 的电压。通过以 10kV (而不是以较低的电压)配电换流器功率,减小了线缆尺寸。

根据本发明的另一个实施例,换流站具有串联连接在所述输电线的正极性极和接地的中性母线之间的两个所述换流器以及串联连接在输电线的负极性极和所述中性母线之间的两个所述换流器。

根据本发明的又一个实施例,每一个所述换流器包括串联连接的多个换流阀和多个连接部件,所述多个连接部件通过分别连接到相继的所述换流阀之间的所述串联连接的点而连接到所述换流器的 AC 侧,用于从所述

换流阀厅引出到变压器,而且每个所述换流器在所述换流阀的两个相对侧中的两侧都包括所述连接部件,并从而在所述换流阀厅的相对侧包括变压器。这意味着换流站中这样的换流器中的换流阀可以以更紧凑的方式如以四重阀而不是双重阀的方式布置,并且仍然获得在变压器连接之间存在足够的电绝缘距离,因为这些连接在换流阀厅的每一侧比以前更少。然后,有利的是,将属于每个换流器的所述变压器中的半数布置在换流阀厅的一侧,半数布置在换流阀厅的另一侧。将与两倍于换流阀的成列的所述阀的布置组合,意味着可以将所述换流阀厅的长度减小到基本上一半,节省了空间,同时简化了换流器和变压器之间的电母线设计。

根据本发明的另一个实施例,每个所述换流器包括布置成一列的在彼此的顶部的所述串联连接的至少四个所述换流阀,而且AC侧的所述连接部件连接到每两个换流阀之间如第一换流阀和第二换流阀之间、第三换流阀和第四换流阀之间等等的所述串联连接的点。

根据本发明的另一个实施例,对于每个所述换流器,所述换流阀的串联连接具有四个换流阀以及在所述列的两个相对侧中的每一侧并从而在所述换流阀厅的相对侧的用于AC侧的一个所述连接部件。这意味着对于四个这样的换流阀,在成列的换流阀的每一侧仅有一个所述连接部件。

根据本发明的另一个实施例,所述换流站中的每个换流器包括三个所述列的串联连接的四个换流阀,该三个所述列布置成行并且彼此并联连接,而且每列在所述行的两个相对侧中的每一侧具有连接到所述AC侧的一个所述连接部件。这意味着,在所述行的每一侧具有三个连接部件,而不是已知换流器的这种12脉冲配置的六个。

根据本发明的另一个实施例,换流器包括多个电涌放电器,其以一个电涌放电器与每个换流阀并联连接的方式串联连接在所述换流阀的串联连接的两个DC侧端部之间,所述电涌放电器的串联连接具有布置在所述换流阀的串联连接的一侧的第一部分和布置在所述换流阀的串联连接的相对侧的相继第二部分,而且所述两个部分通过线互连,所述线通过两个所述换流阀之间的自由空间从一侧导向另一侧。通过简单地省略一个层或者半个这样的层,在电涌放电器的所述串联连接的两个相继换流阀之间提供这样的自由空间,成列的重叠换流阀的总高度仅仅会稍微增大。

根据本发明的另一个实施例,每个换流器在所述换流阀厅的一侧具有连接到所述连接部件的Y变压器,并且在所述换流阀厅的另一侧具有连接到所述连接部件的 Δ 变压器,而且所述Y变压器和所述 Δ 变压器通过

延伸跨越所述换流阀厅的屋顶的导体而被互连。这里，“导体”可以具有任何类型如导轨、线等等。这构成了简单的方式来彼此连接所述 Y 变压器和 Δ 变压器，以获得直流电压输电线上的直流电压所需的品质。这还使得在变压器发生故障的情况下容易拆卸变压器。

根据本发明的另一个实施例，换流站被配置为将 AC 系统连接到 HVDC 输电线，所述 HVDC 输电线被配置为它的极和地之间的电压超过 200kV，优选超过 500kV，更优选 600kV ~ 1500kV，并且最优选 600kV ~ 1000kV。所述电压越高，本发明越能引起注意，虽然在上下文中电压低也是可以的，这意味着例如 200kV 的数量级。

本发明还涉及一种具有根据本发明的换流站的 HVDC（高压直流）输电系统，其可以受益于所述换流站的有益结构及其提高的可靠性。

根据以下对本发明的实施例的说明，本发明的其它优点及有益特征将变得明显。

附图说明

下面是参考附图对根据现有技术的换流器以及根据本发明的实施例的换流站的具体说明。

在附图中：

图 1 是图示具有换流站的 HVDC（高压直流）输电系统的简略示意图，所述换流站可以是根据本发明的类型的换流站；

图 2 是图示用于这种换流站的具有 12 脉冲配置的已知换流器的简略示意图；

图 3 是根据本发明的实施例的换流站中的换流器的简化的端视图；

图 4 是图示根据本发明的实施例的换流站的一般结构的简化视图；以及

图 5 是图示如何在根据本发明的实施例的换流站中布置不同的设备以及如何对这些设备进行不同的连接的示意图。

对根据现有技术的换流站中的换流器的简要说明

图 2 图示了已知的所谓的 12 脉冲桥式换流器，用于在图 1 所示类型

的 HVDC 输电系统的换流站中将交流电压变换为直流电压以及将直流电压变换为交流电压。该换流器具有每个是四个换流阀 11'、12'、13'和 14' 的三个串联连接，并且所述串联连接彼此并联连接，用于分别将相对端 15'和 16'连接到所述 DC 侧的高电位和低电位。每个所述串联连接在这里布置成两列，每列具有两个重叠的换流阀。示出了如何在每列的两个换流阀之间的点设置用于将这两个换流阀中的每一个连接到变压器 18'的部件 17'，以使用这种方式在成行的换流阀列的一侧布置六个变压器，这导致阀厅内部长且复杂的电母线设计和用于所述阀厅的大面积的使用。每个连接之间的电绝缘距离（空气距离）是必要的，并且将会需要额外的空间和空气，这也使所述阀厅更长。

具体实施方式

图 3 示意性地图示了根据本发明的换流站中的换流器的有益结构。这个换流器是从一端示出的，所以仅示出布置成行的三列中的一个。因而，这是 12 脉冲桥式换流器，其具有布置成一列的在彼此顶部的串联连接的四个换流阀 11~14。这样的列在这里被示出通过绝缘部件 20 相对于换流阀厅的屋顶 19 被绝缘。换流器的 DC 侧在所述换流器列的相对侧连接到所述换流器列，通过连接 21 到达 HVDC 输电线的极，并且通过连接 22 到达换流站的中性母线。在所述 DC 连接 21、22 之间串联连接电涌放电器 23~26，一个电涌放电器与每个换流阀并联连接，以保护换流阀免受过电压。串联连接的电涌放电器中的一部分、亦即电涌放电器中的两个 23 和 24 布置在换流阀列的一侧，而另一部分则布置在该列的另一侧，这两部分通过线 27 互连，所述线 27 通过两个所述换流阀 12、13 之间的自由空间 28 从一侧导向另一侧。所述线是由导轨、线缆等形成的。每个换流阀包括多个包括功率半导体器件的重叠的层，并且所述自由空间 28 优选地通过使两个相继的换流阀之间的距离大约为这样的层的一半来形成。

示出了连接到相继换流阀之间的换流阀的串联连接点的部件 17 如何可以用这种方式布置在换流器的相对侧 30、31，以便在换流器的相对侧连接到变压器 18，并产生上述优点。

图 4 示意性地图示了根据本发明的实施例的换流站的一部分。该换流站具有四个换流器，并且用于在所述 DC 中性设备的中性母线和具有正极性的极 4 之间串联连接的两个换流器的换流阀厅 40、41 示出在附图中，并且两个进一步的这种换流阀厅布置到这些的左侧，如在附图中看到的那

样,在所述中性母线 42 和输电线的负极性极(未示出)之间布置成相应的布置。第一换流阀厅 40 中的换流器被配置为在换流器的输出 43 和所述中性母线 42 之间产生大约 400kV 的电压,而另一个换流阀厅 41 的换流器则被配置为将所述极 4 和中性母线 42 之间的电压提高到大约 800kV。

示出了如何将三个 Y 变压器 18''布置在每个换流阀厅的一侧并且连接到换流器,以及如何将 Δ 变压器 18'''布置在换流阀厅的另一侧并且连接到换流器。通过延伸跨越换流阀厅的屋顶 46 的导电导轨 45,互连属于同一换流器的 Y 变压器和 Δ 变压器。示意性地图示了如何将 AC 线 47、48 通过连接到这些变压器而连接到换流站。

在如下的情况下,每个换流器是自支持的:它具有被配置为控制换流器的操作的分开的控制设备 49、50,用于向换流器提供辅助电力的装置(将在图 5 中示出并且在下面进行讨论),以及用于控制换流器的总体工作状况如冷却其部件的装置 51、52。这也使得可以在换流阀厅 40、41 之间布置相当大的空间,例如 50m 或者更大,减少当一个这样的换流阀厅房遭受火灾等时多于一个的建筑物受到影响的危险,从而使电力和经济损失最小化。

图 5 示意性地图示了根据本发明的实施例的换流站的一般结构。连接在中性母线和 HVDC 输电线的负极之间的换流阀厅 60、61 在这里也被示出。换流站包括用于每个换流器 100~103 的分开的辅助电源 71~74,并且在如下的情况下,这些辅助电源被连接成作为彼此的备用电源:如果分配给一个换流器的辅助电源发生故障,则分配给任何的其它换流器的辅助电源被连接成也向所述换流器传送辅助电力,同时通过其余的辅助电源提供冗余。电源中的两个 72、73 是通过独立于输电系统的操作的电力网络连接到的外部电源,而电源中的两个 71、74 则是换流站中包括的电源。辅助电源被配置为具有大约 10kV 的电压,并且每个换流器具有它自己的 10kV 开关装置 75~78,用于换流器之内的进一步的低电压分配。这意味着即使在连接到换流器的辅助电源室中的任何一个中断的情况下也可以继续向换流器传送辅助电力。

进一步示出了每个换流器如何具有换流阀冷却设备 80、用于冷却与这些阀相关联的变压器的设备 81、用于对换流阀厅进行通风和照明的装置 82、电池充电器 83 以及用于对服务建筑物进行加热和通风的设备 84。

换流站还包括换流站房 90,换流站房 90 具有换流站电池充电器 91 以及换流站控制室加热、通风和照明设备 92。

当然，本发明无论如何不局限于上述的实施例，很明显，本领域技术人员可以进行许多修改，而不脱离所附权利要求所限定的本发明的基本思想。

例如，换流站在中性母线和极之间可以具有多于两个的换流阀厅。同样明显的是，换流站可以连接到仅具有一个极的 HVDC 输电线。

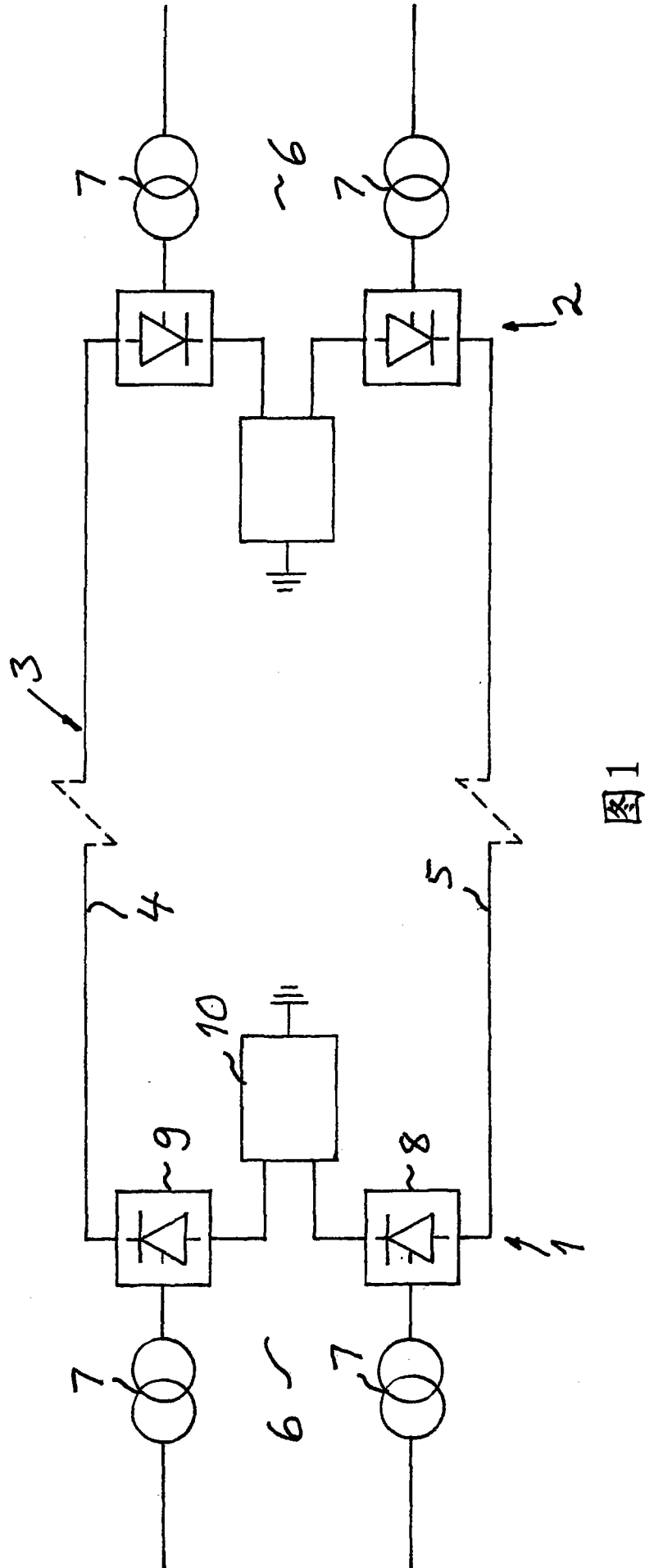


图1

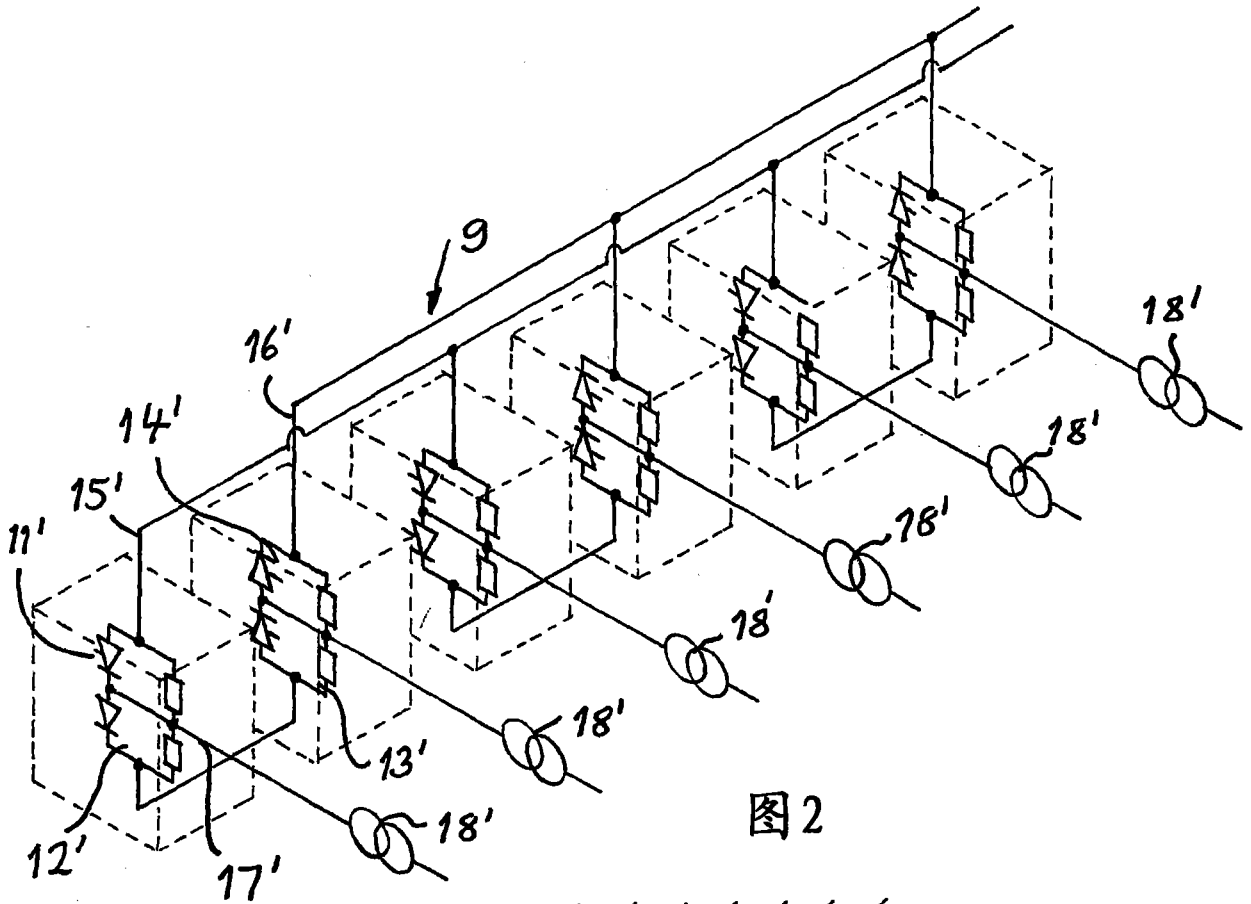


图2

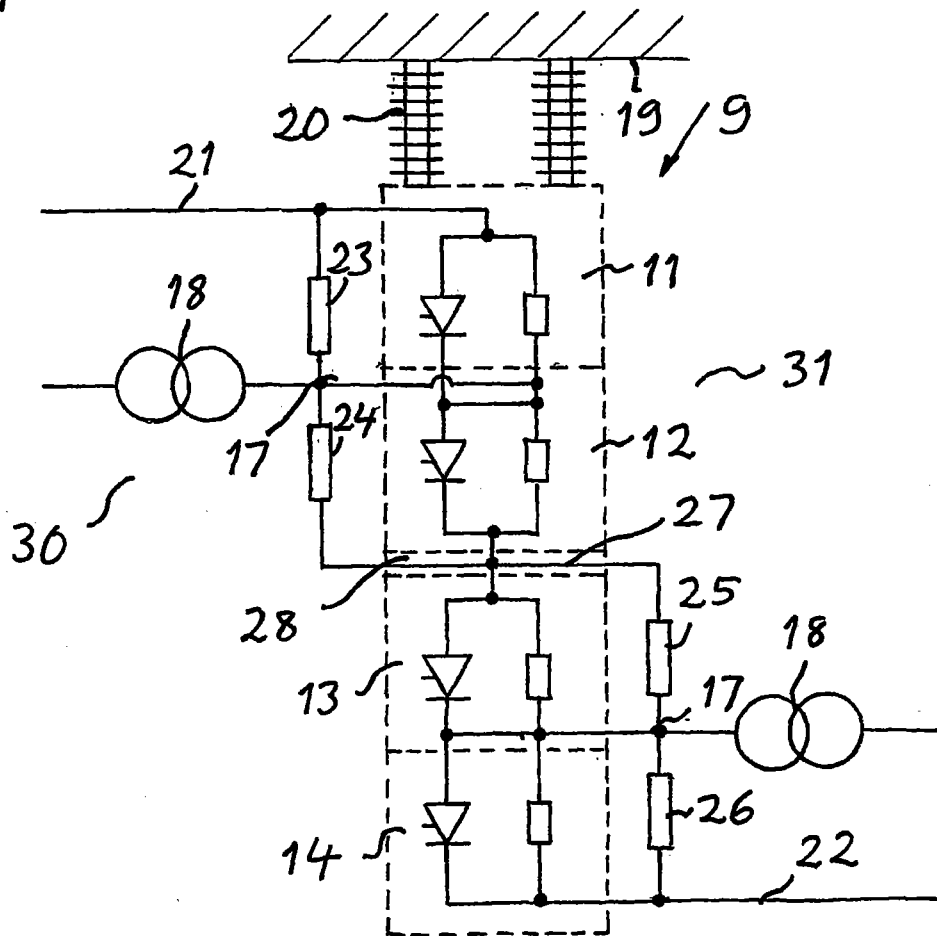


图3

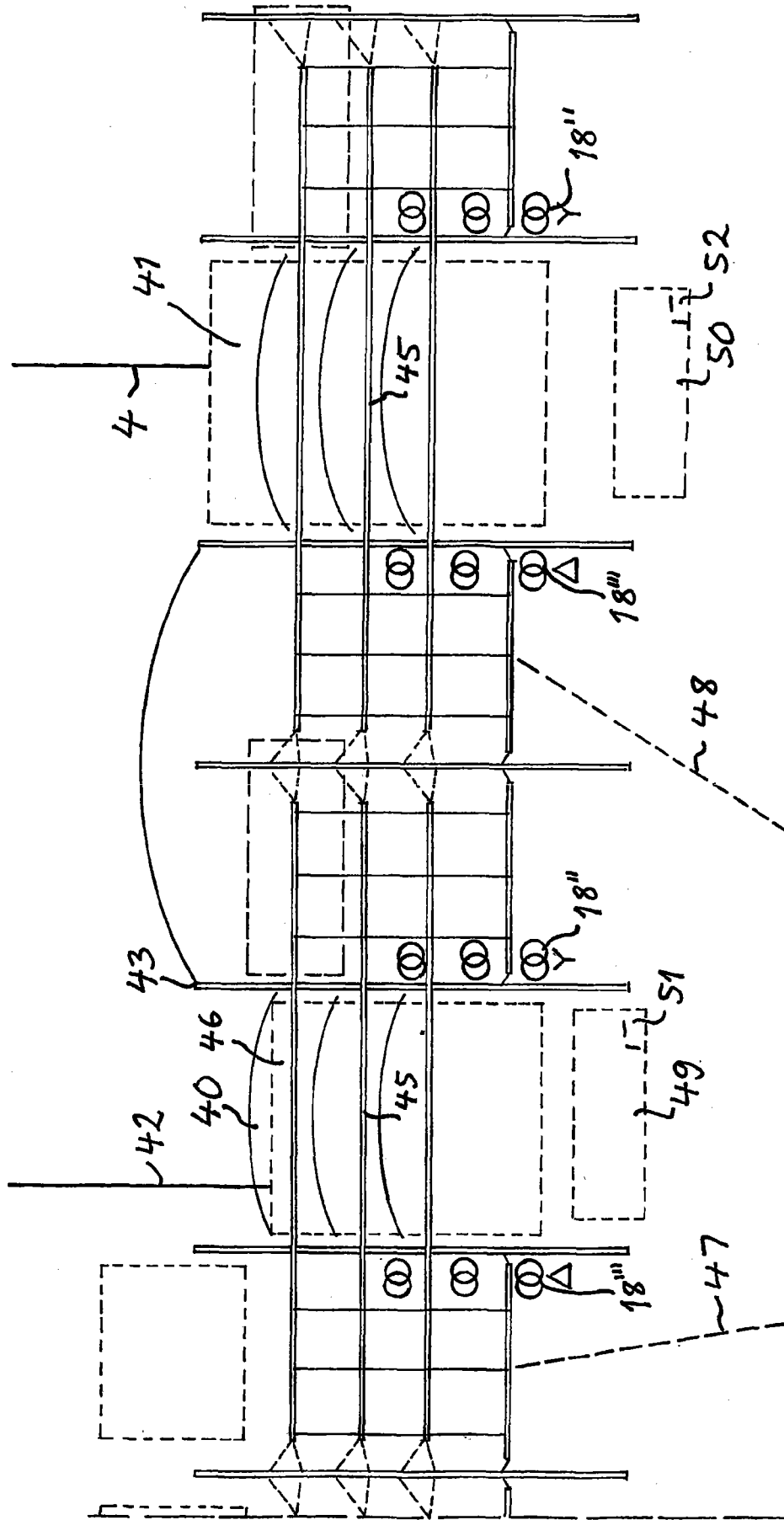


图 4

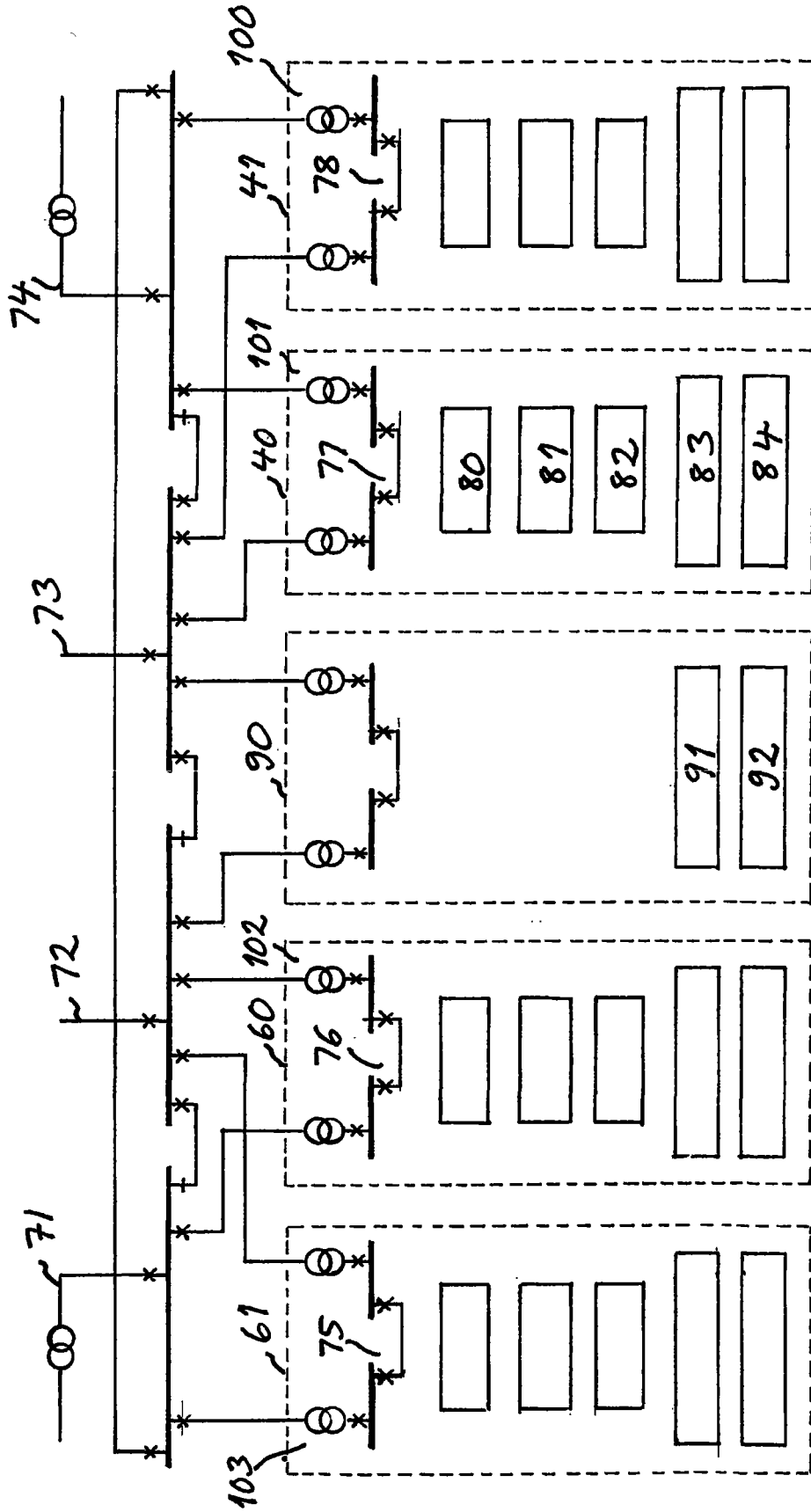


图5