



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102057563 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 16

(21) 申请号 200880129692. 2

(22) 申请日 2008. 06. 09

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2010. 12. 07

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2008/057153 2008. 06. 09

(87) PCT国际申请的公布数据
W02009/149742 EN 2009. 12. 17

(73) 专利权人 ABB 技术有限公司
地址 瑞士苏黎世

(72) 发明人 贡纳尔·阿斯普隆德
比约恩·雅各布森

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227
代理人 杜诚 陈炜

(51) Int. Cl.
H02M 7/49 (2006. 01)
H01B 9/02 (2006. 01)

(56) 对比文件
CN 101297469 A, 2008. 10. 29, 说明书第 5 页

第 1 段、附图 1.

CN 101258670 A, 2008. 09. 03, 说明书第 9 页
第 3 段至第 10 页第 2 段、附图 1-3.

CN 1220041 A, 1999. 06. 16, 说明书第 10 页
倒数第 1 段、附图 2.

EP 0938102 A2, 1999. 08. 25, 全文.

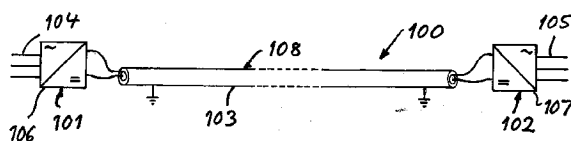
审查员 丁冉

权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称
用于输送电能的电厂

(57) 摘要

一种通过 HVDC 输送电能的电厂, 包括通过
双极直流电压网络 (103) 互连的两个变流器站
(101, 102), 并且每个变流器站 (101, 102) 各自连
接到交流电压网络 (104, 105)。每个变流器站具
有电压源变流器, 电压源变流器具有开关单元, 开
关单元各自包括至少一个储能电容器。电压源变
流器配置成采用相对于地在第一极的大小比在第
二极的大小更高的直流电压。



1. 一种通过高压直流输送电能的电厂,包括通过双极直流电压网络(103)互连(104,105)的两个变流器站(101,102),每个并且所述变流器站(101,102)各自连接到交流电压网络,以从交流电压网络中的一个向另一个馈送电能,每个变流器站具有M2LC电压源变流器(106,107),所述电压源变流器具有连接到变流器直流电压侧的异性极(5,6)的至少一个相脚(2-4)并且包括串联连接的开关单元(7,7'),每个所述开关单元一方面具有串联连接的至少两个半导体组件,每个半导体组件具有关断型半导体器件(16,17)和与关断型半导体器件(16,17)并联连接的续流二极管,并且每个所述开关单元另一方面具有至少一个储能电容器(20),变流器的相输出(10-12)被配置成连接到沿开关单元的所述串联连接在两个开关单元之间形成的变流器的交流电压侧,每个开关单元被配置成通过每个开关单元的所述半导体器件的控制获得两个开关状态,即第一开关状态和第二开关状态,其中,将所述至少一个储能电容器上的电压以及零电压分别施加到开关单元的端子上,以在所述相输出上获得确定的交流电压,其特征在于,所述电压源变流器被配置成采用相对于地在第一极(5)的大小比在第二极(6)的大小更高的直流电压,其中,在所述第一极(5)的大小比在所述第二极(6)的电压大小高5至20倍,由此所述直流电压相对于地不对称,以在各变流器的所述相输出上产生所述交流电压。

2. 如权利要求1所述的电厂,其特征在于,在所述第一极(5)的大小比在所述第二极(6)的电压大小高5至10倍。

3. 如权利要求1所述的电厂,其特征在于,所述双极直流电压网络(103)包括被配置成形成互连所述两个变流器站(101,102)的所述第一极(5)的一个高压极导体(109,109'),以及被配置成形成互连所述变流器站的所述第二极(6)的一个低压极导体(110,110')。

4. 如权利要求1所述的电厂,其特征在于,所述直流电压网络包括线路(108),所述线路(108)形成互连所述两个变流器站(101,102)的所述两个极(5,6),以及,所述线路具有形成所述第一极的内中心高压导体(109)以及形成所述第二极的外低压导体(110),所述外低压导体(110)围绕所述高压导体(109)并且通过绝缘层(111)与所述高压导体(109)分隔开。

5. 如权利要求4所述的电厂,其特征在于,所述低压导体(110)的横截面积是中心高压导体(109)的横截面积的1至2倍。

6. 如权利要求5所述的电厂,其特征在于,所述低压导体(110)的横截面积是中心高压导体(109)的横截面积的1至1.5倍。

7. 如权利要求4所述的电厂,其特征在于,所述外低压导体(110)被绝缘层(111)环绕。

8. 如权利要求1所述的电厂,其特征在于,所述电压源变流器(106,107)的相脚的开关单元(7,7')的数量 ≥ 4 、 ≥ 12 、 ≥ 30 或 ≥ 50 。

9. 如权利要求1所述的电厂,其特征在于,所述开关单元组件的所述半导体器件(16,17)是绝缘栅双极晶体管、集成门极换向晶闸管或门极可关断晶闸管。

10. 如权利要求1所述的电厂,其特征在于,其所述电压源变流器(106,107)被配置成所述两个极上的直流电压在1kV与1200kV之间或10kV与1200kV之间或100kV与1200kV之间。

11. 如权利要求1所述的电厂,其特征在于,被配置成通过所述直流电压网络从一个变

流器站向另一个变流器站导通 200A 至 10kA、或者 1kA 至 7kA 的直流。

用于输送电能的电厂

[0001] 技术领域和背景技术

[0002] 本发明涉及通过高压直流 (HVDC) 输送电能的电厂,包括由双极直流电压网络互连的两个变流器站,并且每个变流器站各自连接到交流电压网络,以从交流电压网络中的一个向另一个馈送电能。每个变流器站具有电压源变流器,电压源变流器具有连接到变流器直流电压侧的异性极的至少一个相脚,并且包括串联连接的开关单元。每个开关单元一方面具有串联连接的至少两个半导体组件,每个半导体组件各自具有关断型半导体器件和与关断型半导体器并联连接的续流二极管,并且每个所述开关单元另一方面具有至少一个储能电容器。变流器的相输出被配置成连接到沿开关单元的串联连接在两个开关单元之间形成的变流器的交流电压侧。每个开关单元被配置成通过每个开关单元的半导体器件的控制获得两个切换状态,即,第一开关状态和第二开关状态,其中,把至少一个储能电容器上的电压以及零电压分别施加到开关单元的端子上,以在相输出上获得确定的交流电压。

[0003] 变流器站中的一个可以一直作为整流器,即,可以从连接到作为整流器的变流器站且连接到作为逆变器的另一变流器站的交流电压网络以及通过该交流电压网络向连接到作为逆变器的变流器站的交流电压网络馈送电能。如果连接到作为整流器的变流器站的交流电压网络是用于生成电能的电厂(例如风电场)的一部分,则将会是这种情况。然而,也可预见的是,两个变流器站之间电能的馈送可以改变,所以变流器站可以从作为整流器改变成作为逆变器,反之亦然。

[0004] 站中的变流器可以具有任何数量的相脚,但是变流器为了在其交流电压侧具有三相交流电压通常具有三个这种相脚。

[0005] 可以将这种类型的电压源变流器用于所有种类的场合,在该场合中,将直流电压转换成交流电压,反之亦然;在该场合中,这些使用的实例是在 HVDC(高压直流)电厂的站中;在该场合中,通常把直流电压转换成三相交流电压,反之亦然;或者在所谓的背对背站的情况下,在该场合中,首先把交流电压转换成直流电压以及随后把该直流电压转换成交流电压;以及在 SVC(静态无功功率补偿器)的情况下,在该场合中,直流电压侧包括自由挂接的电容器。

[0006] 通过例如 DE 10103031A1 和 WO 2007/023064A1 知晓这种类型的电压源变流器,并且如其中所公开的,通常被称为多单元变流器或 M2LC。针对这种类型的变流器的功能,参考这些公开内容。变流器的开关单元可以具有除公开内容中所示的外观以外的外观,并且例如每个开关单元可以具有多于一个的储能电容器,只要可以控制开关单元在介绍中所提及的两个状态之间切换即可。

[0007] 本发明针对配置成输送大功率的这种电压源变流器。当使用这种电压源变流器输送大功率时,这也意味着处理高电压,并且通过开关单元的储能电容器上的电压确定变流器直流电压侧的电压。这意味着将针对大量半导体器件串联连接相当大数量的这种开关单元,即,将在每个开关单元中串联连接半导体组件,并且在相脚中的开关单元的数量相当大时,这种类型的电压源变流器尤其令人关注。串联连接的大量这种开关单元意味着将可以控制这些开关单元在第一与第二开关状态之间改变,并且由此已经在相输出处获得非常接

近于正弦电压的交流电压。这已经可以通过基本上比 DE 10103031A1 的图 1 中所示类型的已知电压源变流器中通常使用的切换频率更低的切换频率来获得,该已知电压源变流器具有开关单元,该开关单元具有关断类型的至少一个半导体器件以及与至少一个半导体器件反并联连接的至少一个续流二极管。这使得可以获得基本上更低的损耗,并且还显著减少无线电干扰以及滤波和谐波电流的问题,所以其设备成本可以更少。

[0008] 相应地,具有变流器站、通过 HVDC 输送电能的电厂具有许多优点,其中该变流器站具有这种 M2LC 型的电压源变流器。

发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种相对于已知的这种电厂在至少一些方面得到改进的在介绍中定义的类型电厂。

[0010] 根据本发明,通过提供这种电厂达到该目的,其中,电压源变流器被配置成采用直流电压,该直流电压相对于地在第一极的大小比在第二极的大小更高,并且由此该直流电压相对于地不对称,以在各变流器的相输出上产生交流电压。

[0011] 通过在变流器的直流电压侧采用这种不对称,更便宜的线缆或架空线路可以用于电厂的直流电压网络。因此,本发明在于在通过 HVDC 输送电能的电厂中组合便宜输送线路以及 M2LC 型低损耗变流器。这相对于已知的这种电厂形成了显著改进。

[0012] 根据本发明的实施例,变流器被配置成采用在第一极的大小比在第二极的电压大小高至少三倍的直流电压。这使得第二极可以采用比第一极成本更低的导体,由此节省成本。

[0013] 根据本发明的另一实施例,变流器被配置成采用在第一极的大小比在第二极的电压大小高至少五倍的直流电压,并且根据本发明进一步的实施例,变流器配置成采用在第一极的大小比在第二极的电压大小高 5 至 20 倍,优选地,5 至 10 倍的直流电压。这些实施例允许显著节省构成电厂直流电压网络的输送线路的成本。

[0014] 根据本发明的另一实施例,变流器被配置成采用在第二极的大小小于在第一极的电压大小的 1% 的直流电压,即,第二极处于接近地的电势。电压源变流器的这种不对称操作能够显著节省以不同方式构成本发明下述进一步实施例的输送线路的成本。

[0015] 根据本发明的另一实施例,双极直流电压网络包括被配置成形成互连两个变流器站的第一极的一个高压极导体,以及被配置成形成互连变流器站的第二极的一个低压极导体。通过采用低压极导体形成输送线路的第二极可以节省成本。

[0016] 根据本发明的另一实施例,直流电压网络包括形成互连两个变流器站的两个极的线路,并且该线路具有形成第一极的内中心高压导体以及形成第二极的外低压导体,该外低压导体围绕该高压导体并且通过绝缘层与该高压导体分隔开。该线路可以是架空线路或者埋入地下或海中的线缆,在后者的情形下,外低压导体需要被绝缘层环绕。相应地,通过使双极直流电压网络只具有一条线路而节省成本,其中,电流在内中心高压导体中从一个站向另一站流动,随后,返回电流在外低压导体中以相反方向流动。

[0017] 根据本发明的另一实施例,低压导体的横截面积是中心高压导体的横截面积的 1 至 2 倍,优选地,1 至 1.5 倍。这是必要的,因为低压导体可以由比高压导体成本更低的材料制成并且需要承受与高压导体同样等级的电流。

[0018] 根据本发明的另一实施例,电压源变流器的相脚的开关单元的数量 ≥ 4 、 ≥ 12 、 ≥ 30 或 ≥ 50 。当相脚的开关单元的数量相当大使得在相输出上释放大量可能等级的电压脉冲时,在根据本发明的电厂中使用的这种类型的变流器特别令人关注。

[0019] 根据本发明的另一实施例,开关单元组件的半导体器件是 IGBT(绝缘栅双极晶体管)、IGCT(集成门极换向晶闸管)或 GTO(门极可关断晶闸管)。这些是用于变流器的合适的半导体器件,虽然关断型的其它半导体器件也是可以想到的。

[0020] 根据本发明的另一实施例,电厂的电压源变流器被配置成两个极上的直流电压在 1kV 与 1200kV 之间或 10kV 与 1200kV 之间或 100kV 与 1200kV 之间。直流电压越高,本发明越令人关注。

[0021] 根据本发明的另一实施例,电厂被配置成通过直流电压网络从一个变流器站向另一个变流器站导通 200A 至 10kA、或者 1kA 至 7kA 的直流。这些是可以且适合被根据本发明的电厂处理的电流。

[0022] 从如下描述中将发现本发明的有益特征以及进一步的优点。

附图说明

[0023] 参考附图,下面是引用为实例的本发明实施例的描述。

[0024] 图中:

[0025] 图 1 是根据本发明的电厂中所使用类型的电压源变流器的非常简化的视图,

[0026] 图 2 和图 3 示例两个不同的已知开关单元,其可以是根据本发明的电厂中的电压源变流器的一部分,

[0027] 图 4 是非常示意性地示例根据本发明的电厂中的电压源变流器的简化视图,

[0028] 图 5 是示例根据本发明第一实施例的电厂的非常示意性的视图,

[0029] 图 6 是根据图 5 的电厂中用作直流电压网络的线缆的简化横截面视图,以及

[0030] 图 7 是根据本发明第二实施例的类似于图 5 的电厂的视图。

具体实施方式

[0031] 图 1 非常示意性地示例根据本发明的 HVDC 电厂中所使用的类型的电压源变流器 1 的总体构造。该变流器具有连接到变流器直流电压侧的异性极 5、6 的三个相脚 2-4,即,用于输送高压直流的直流电压网络。每个相脚包括由方框标示的串联连接的开关单元 7,在本情形中,数量为 16 个,将该串联连接划分成两个相等部分,上阀门支路 8 和下阀门支路 9,由形成相输出的点 10-12 分隔开,该相输出被配置成连接到变流器交流电压侧。该相输出 10-12 可以通过变压器连接到三相交流电压网络、负载等。在交流电压侧还设置滤波设备以改进交流电压侧交流电压的形状。

[0032] 设置控制装置 13 以控制开关单元 7,由此变流器将直流电压转换成交流电压,反之亦然。

[0033] 电压源变流器具有如下类型的开关单元 7:一方面其具有至少两个半导体组件,每个半导体组件具有关断型半导体器件以及与关断型半导体器件并联的续流二极管;以及另一方面其具有至少一个储能电容器,并且图 2 和图 3 中示出这种开关单元的两个实例 7、7'。开关单元的端子 14、15 适于连接到形成相脚的串联连接的开关单元中的相邻开关单

元。在该情形中半导体器件 16、17 是与二极管 18、19 并联连接的 IGBT。虽然每个组件只示出一个半导体器件和一个二极管,但对于为共享流经组件的电流而分别并联连接的大量半导体器件和二极管也可以成立。储能电容器 20 与串联连接的各半导体器件和二极管并联连接。一个端子 14 连接到两个半导体器件之间的中点以及两个二极管之间的中点。另一个端子 15 连接到储能电容器 20,在图 2 的实施例中,连接到储能电容器 20 的一侧,在根据图 3 的实施例中,连接到储能电容器 20 的另一侧。要指出的是,如图 2 和图 3 中所示的每个半导体器件和每个二极管可以是多于一个的串联连接的半导体器件和二极管,以能够处理要处理的电压,随后可以同时控制如此串联连接的半导体器件以作为单个半导体器件工作。

[0034] 可以控制图 2 和图 3 中所示的开关单元以获得如下状态中的一种:a) 第一开关状态以及 b) 第二开关状态,其中,在端子 14、15 上针对 a) 施加电容器 20 上的电压以及针对 b) 施加零电压。为了获得第一状态,在图 2 中,导通半导体器件 16 并关断半导体器件 17,在根据图 3 的实施例中,导通半导体器件 17 并关断半导体器件 16。通过改变半导体器件的状态将开关单元切换到第二状态,所以在根据图 2 的实施例中,关断半导体器件 16 并导通半导体器件 17,在图 3 中,关断半导体器件 17 并导通半导体器件 16。

[0035] 图 4 稍微更详细地示出了如何由图 3 中所示类型的开关单元形成根据图 1 的变压器的相脚 2,其中,为使附图简化略去了总共十个开关单元。控制装置 13 通过控制开关单元的半导体器件来控制开关单元,所以开关单元将传递零电压或者串联连接中的其它开关单元的电压与电容器上的电压相加的电压。此处还标示变压器 21 和滤波设备 22。示出每个阀门支路如何通过相电抗器 50、51 连接到相输出 10,用于相输出 10、11 和 12 的这种相电抗器在图 1 中也应当存在,但为简化示例而略去了。

[0036] 在根据本发明的通过高压直流 (HVDC) 输送电能的电厂中,图 4 中所示类型的电压源变流器被配置成采用相对于地在第一极 5 的大小比在第二极 6 的大小更高的直流电压,由此直流电压相对于地不对称,以在各变流器的相输出上产生交流电压。关于这些极相对于地的电势差,可以通过不同的方式取得变流器的这种不对称。图 4 中所示的变流器中接地两侧的两个电容器 52、53 表明两个极 5、6 的电势将会相对于地或大地对称,但是此处并非如此。

[0037] 图 5 非常示意性地示例通过高压直流输送电能的电厂,包括通过双极直流电压网络 103 互连的两个变流器站 101、102,并且每个变流器站 101、102 各自连接到交流电压网络 104、105,以从交流电压网络中的一个向另一个馈送电能。每个变流器站具有上述类型的电压源变流器 106、107。

[0038] 该电厂的直流电压网络 103 包括单个线路 108,例如架空线路或线缆,形成互连两个变流器站 101、102 的两个极 5、6。电压源变流器被配置成采用相对于地在第一极 5 的大小比在第二极 6 的大小更高的直流电压,由此直流电压相对于地不对称,以在各变流器的相输出上产生交流电压。现在还参考图 6,在此情形中第一极由内中心高压导体 109 形成,其可以具有相对于地的 50kV-1000kV 的电压,而第二极由环绕高压导体并且通过绝缘层 111 与高压导体分隔开的低压导体 110 形成。低压导体具有相对于地的比第一电压导体低很多的电压,并且可以优选地具有接近于地电势的电势。绝缘层 111 需要足够厚以耐受其上的电压。

[0039] 低压导体 110 的横截面积是中心高压导体 109 的横截面积的 1-2 倍, 优选地, 1-1.5 倍。由此低压导体可以由比高压导体成本更少的材料制成。

[0040] 图 6 中示出在其是埋入地下或海中的线缆时如何围绕低压导体应用另一个薄的绝缘层 112。

[0041] 可以以比双极对称输送线路的成本更低的成本制造图 5 和图 6 中示例类型的输送线路。

[0042] 图 7 中示意性地示出根据本发明第二实施例的电厂。该电厂与图 5 中所示电厂的不同之处在于: 双极直流电压网络包括被配置成形成互连两个变流器站 101、102 的第一极的一个高压极导体 109', 以及被配置成形成互连变流器站的第二极的低压极导体 110'。因此, 各变流器配置成采用相对于地在极导体 109' 的大小比在极导体 110' 的大小更高的电压, 例如优选地, 至少高 3 倍、至少高 5 倍、高 5-20 倍, 优选地, 高 5-10 倍。例如高压极导体 109' 的电势可以是 +125kV 以及低压极导体 110' 的电势可以是 -25kV。由此可以以比高压导体显著更低的成本制造低压导体。导体 109' 和 110' 可以被绝缘体环绕, 并且属于例如 PEX 线缆的线缆, 或者导体 109' 和 110' 可以构成架空线路。

[0043] 当然, 本发明不以任何方式限于上述实施例, 而是, 在不背离如所附权利要求限定的本发明范围的情况下, 其许多可能的修改对于本领域普通技术人员而言是显而易见的。

[0044] 如已经描述的, 根据本发明的电厂中的电压源变流器可以具有除图中所示之外的外观。

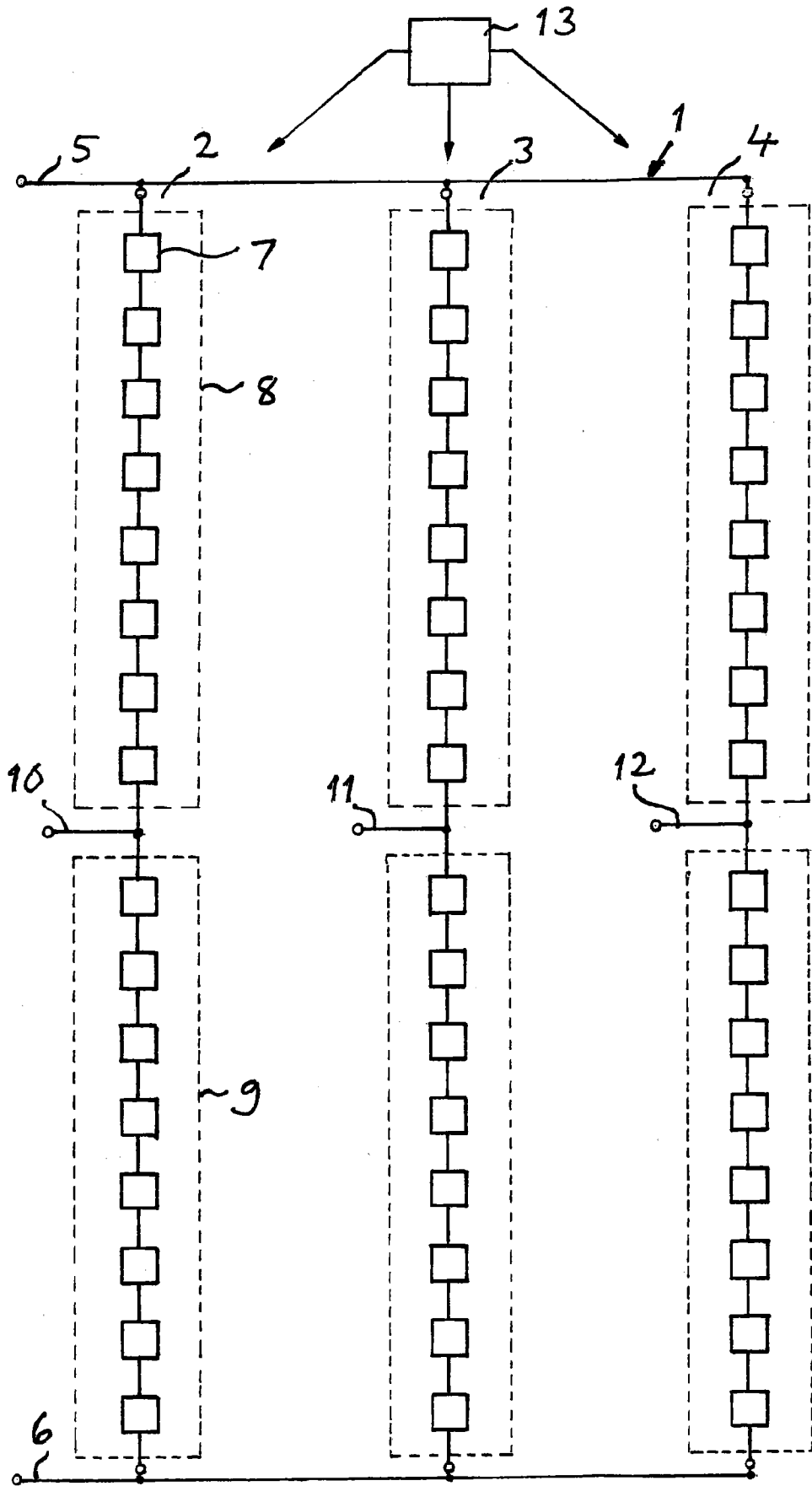


图 1

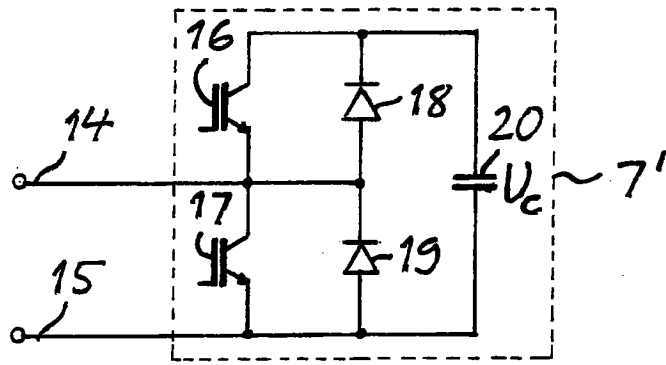


图 2

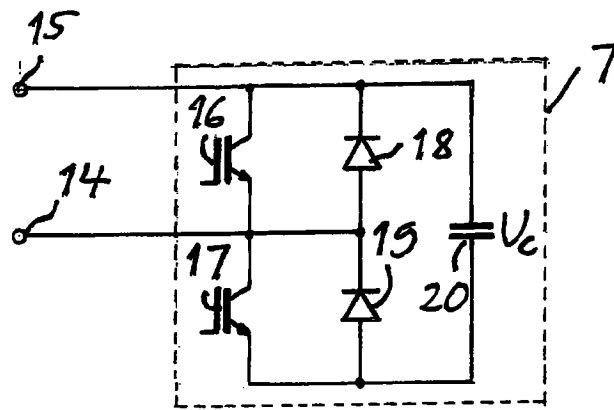


图 3

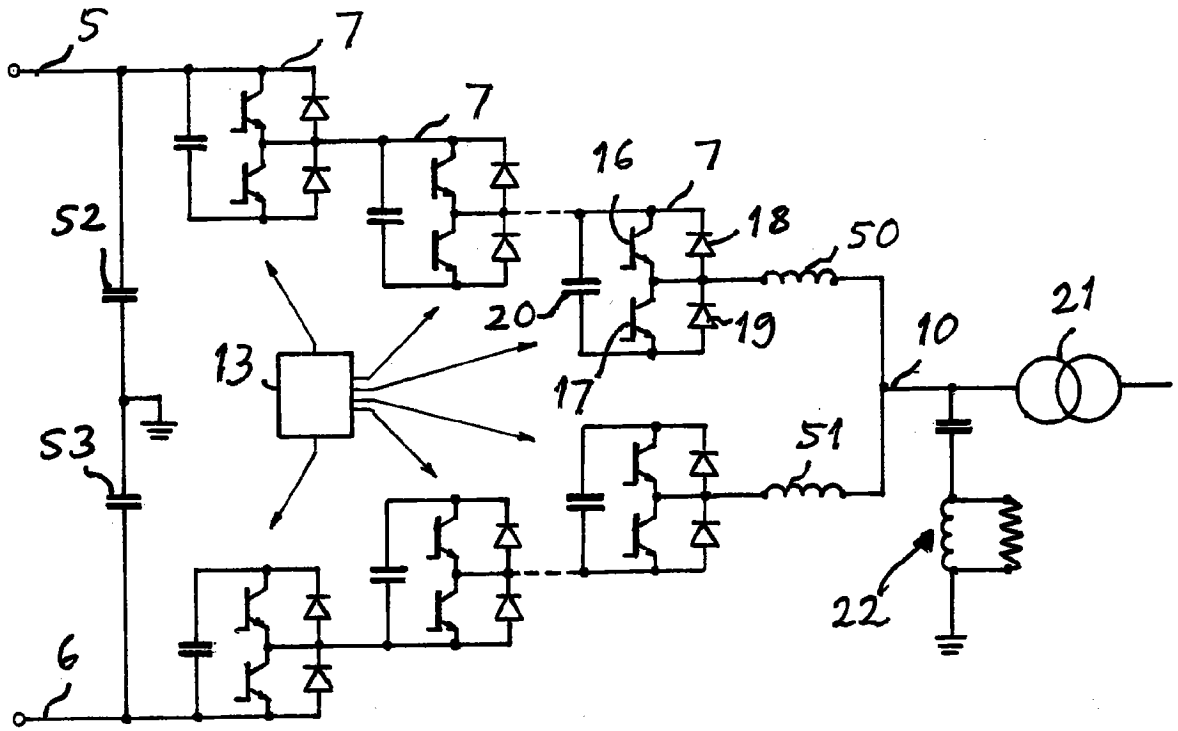


图 4

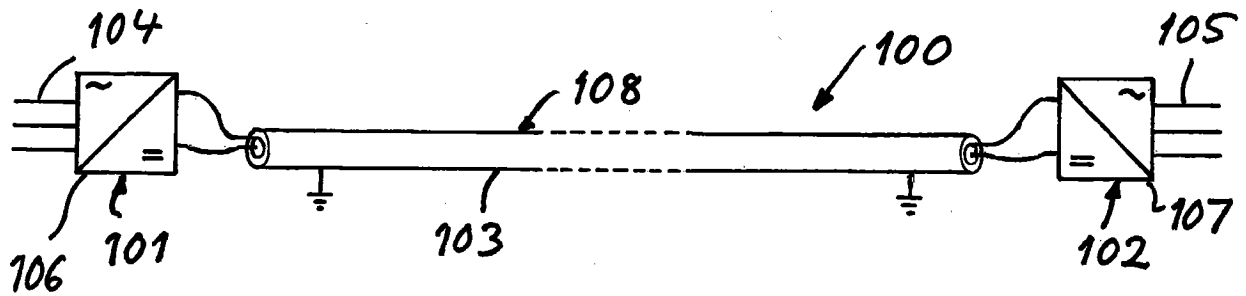


图 5

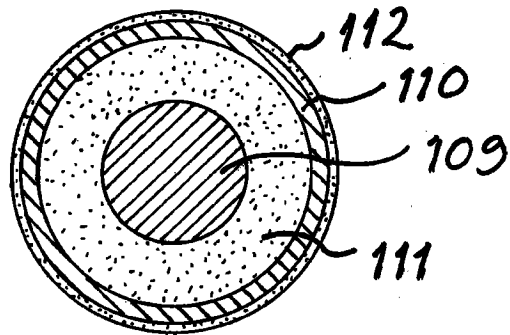


图 6

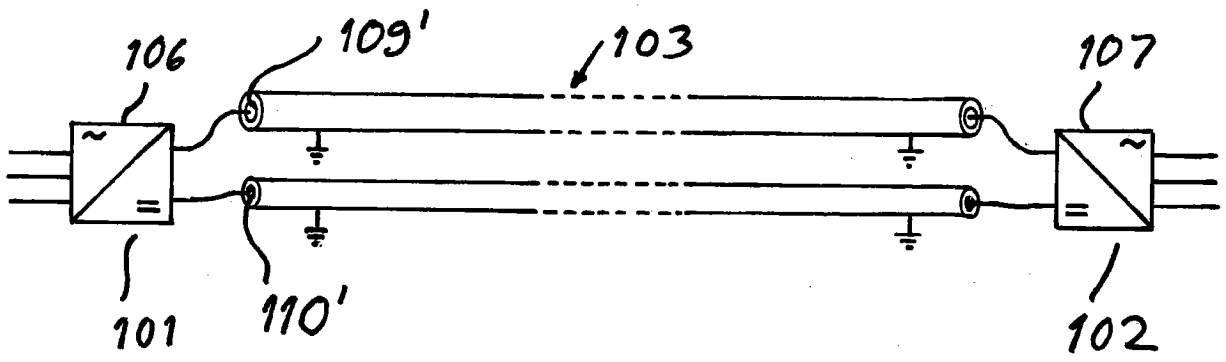


图 7