



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109617120 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 29

(21) 申请号 201811584172.2

(22) 申请日 2018.12.24

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109617120 A

(43) 申请公布日 2019.04.12

(73) 专利权人 北京金风科创风电设备有限公司
地址 100176 北京市大兴区北京经济技术
开发区康定街19号

(72) 发明人 郭锐 蒋中川 王鹏

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限
公司 11286
专利代理师 包跃华 王兆赓

(51) Int. Cl .
H02J 3/38 (2006.01)
H02P 9/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104769803 A, 2015.07.08
CN 106711992 A, 2017.05.24
CN 104601001 A, 2015.05.06
CN 101860221 A, 2010.10.13
US 2013200714 A1, 2013.08.08

审查员 顾宸欢

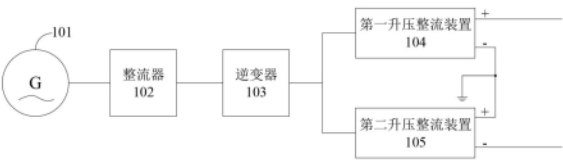
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

直流风力发电机组及风电场

(57) 摘要

提供一种直流风力发电机组及风电场。所述直流风力发电机组包括：风力发电机、整流器、逆变器、第一升压整流装置和第二升压整流装置，该整流器的输入端连接该风力发电机的输出端，该逆变器的输入端连接该整流器的输出端，该第一升压整流装置的输入端和该第二升压整流装置的输入端分别连接该逆变器的输出端，该第一升压整流装置的负极输出端与该第二升压整流装置的正极输出端均接地，该第一升压整流装置的正极输出端和该第二升压整流装置的负极输出端作为该直流风力发电机组的两个差分输出端。所述直流风力发电机组能够输出高压直流电，从而能够在用于风电场时省去海上交流升压变电站和海上换流站，降低风电场建设成本。



1. 一种直流风力发电机组,其特征在于,所述直流风力发电机组包括:风力发电机、整流器、逆变器、第一升压整流装置和第二升压整流装置,

其中,所述整流器的输入端连接所述风力发电机的输出端,所述逆变器的输入端连接所述整流器的输出端,所述第一升压整流装置的输入端和所述第二升压整流装置的输入端分别连接所述逆变器的输出端,并且,所述第一升压整流装置的负极输出端与所述第二升压整流装置的正极输出端均接地,所述第一升压整流装置的正极输出端和所述第二升压整流装置的负极输出端作为所述直流风力发电机组的两个差分输出端以输出差分直流电,

其中,所述第一升压整流装置和所述第二升压整流装置作为升压整流装置均包括:

变压器,具有一个初级绕组和依次相差 $60/N$ 度的移相角的 N 个次级绕组,且所述初级绕组作为升压整流装置的输入端;以及

N 个整流阀,所述 N 个整流阀的输入端分别连接所述变压器的 N 个次级绕组,且所述 N 个整流阀的输出端依次串联连接,所述第一整流阀的正极输出端作为升压整流装置的正极输出端,所述 N 个整流阀的第 N 整流阀的负极输出端作为升压整流装置的负极输出端,其中, N 为大于等于2的整数。

2. 根据权利要求1所述的直流风力发电机组,其特征在于,

所述 N 个整流阀均为二极管全桥整流器。

3. 根据权利要求1所述的直流风力发电机组,其特征在于,所述直流风力发电机组还包括:第一反向截止二极管和第二反向截止二极管,

其中,所述第一反向截止二极管的正极端连接所述第一升压整流装置的正极输出端,所述第二反向截止二极管的负极端连接所述第二升压整流装置的负极输出端,所述第一反向截止二极管的负极端和所述第二反向截止二极管的正极端作为所述直流风力发电机组的两个差分输出端以输出差分直流电。

4. 根据权利要求1所述的直流风力发电机组,其特征在于,

所述直流风力发电机组还包括:

供电逆变器,所述供电逆变器的输入端与所述整流器的输出端连接,所述供电逆变器的输出端分别连接所述直流风力发电机组的偏航系统、变桨系统、变流系统和风机控制器。

5. 根据权利要求4所述的直流风力发电机组,其特征在于,所述直流风力发电机组还包括:

单相变压器,对外部提供的两相交流电进行变压;以及

单相整流滤波器,所述单相整流滤波器的输入端与所述单相变压器的次级绕组连接,所述单相整流滤波器的输出端连接所述供电逆变器的输入端。

6. 根据权利要求5所述的直流风力发电机组,其特征在于,所述直流风力发电机组还包括:双向DC/DC转换器和电池,

其中,所述双向DC/DC转换器的输入端与所述供电逆变器的输入端连接,所述双向DC/DC转换器的输出端连接所述电池的两端以向所述电池输出直流电或接收所述电池输出的直流电。

7. 一种风电场,其特征在于,所述风电场包括至少一个如权利要求1~6中任一项所述的直流风力发电机组、传输电缆和换流站,

其中,所述至少一个直流风力发电机组的两个差分输出端分别与所述传输电缆的一端

连接,所述传输电缆的另一端分别连接所述换流站的两个差分输入端,所述换流站的输出端连接交流电网。

8. 根据权利要求7所述的风电场,其特征在于,所述换流站包括:

第一模块化多电平换流器、第二模块化多电平换流器、第一变压器和第二变压器,

其中,所述第一模块化多电平换流器的负极输入端与所述第二模块化多电平换流器的正极输入端均接地,所述第一模块化多电平换流器的正极输入端和所述第二模块化多电平换流器的负极输入端作为所述换流站的两个差分输入端来接收经由所述传输电缆传输的差分直流电,所述第一模块化多电平换流器的输出端与所述第一变压器的初级绕组连接,所述第二模块化多电平换流器的输出端与所述第二变压器的初级绕组连接,所述第一变压器的次级绕组和所述第二变压器的次级绕组并联后作为所述换流站的输出端。

9. 根据权利要求7所述的风电场,其特征在于,所述风电场还包括:风机侧隔离刀闸,所述风机侧隔离刀闸将所述直流风力发电机组的第一升压整流装置的正极输出端和所述直流风力发电机组的第二升压整流装置的负极输出端分别与所述传输电缆的一端连接或者接地。

10. 根据权利要求8所述的风电场,其特征在于,所述风电场还包括:换流站侧隔离刀闸,所述换流站侧隔离刀闸将所述第一模块化多电平换流器的正极输入端和所述第二模块化多电平换流器的负极输入端分别与所述传输电缆的另一端连接或者接地。

11. 根据权利要求10所述的风电场,其特征在于,

所述传输电缆为两根交/直流传输电缆,

所述换流站还包括:反向供电线路,所述反向供电线路经由反向供电开关将所述第一变压器或所述第二变压器的三相初级绕组中的两相初级绕组或所述换流站的三相输出端中的两相输出端分别与所述两根交/直流传输电缆的另一端连接,

当所述直流风力发电机组包括供电逆变器、单相变压器和单相整流滤波器时,所述两根交/直流传输电缆的一端经由辅助供电开关连接所述直流风力发电机组的单相变压器的初级绕组以向所述直流风力发电机组输出外部提供的两相交流电。

直流风力发电机组及风电场

技术领域

[0001] 本发明属于风力发电技术领域,更具体地说,涉及一种直流风力发电机组及风电场。

背景技术

[0002] 目前,环境污染和能源短缺成为现代文明社会的世纪性难题。为了应对这一难题,人们不断寻求各种无污染且可再生的新能源。其中,风能作为一种清洁无公害的可再生能源得到人们的关注,并且,以风能为能源的风力发电日益受到世界各国的重视。

[0003] 风电场是利用海上风能发电而输送到陆上的一种风电场。传统的风电场是将风电场中各风力发电机组产生的交流电汇集至海上交流升压变电站,再通过海上换流站将海上交流升压变电站输出的交流电转换成直流电,然后,利用直流海底电缆将转换得到的直流电传输到岸上换流站,从而将传输来的直流电转换成交流电接入电网(如图1)。这样的风电场由于需要使用海上交流升压变电站和海上换流站来对风力发电机组输出的交流电进行升压和换流,并进而利用直流海底电缆将直流电传输到岸上,所以导致风电场的建设成本较高。

发明内容

[0004] 本发明的示例性实施例的目的在于提供一种直流风力发电机组及风电场,所述直流风力发电机组能够输出高压直流电,从而能够在用于风电场时使风电场省去海上交流升压变电站和海上换流站,降低风电场的建设成本。

[0005] 本发明的示例性实施例一方面提供一种直流风力发电机组,所述直流风力发电机组包括:风力发电机、整流器、逆变器、第一升压整流装置和第二升压整流装置,其中,所述整流器的输入端连接所述风力发电机的输出端,所述逆变器的输入端连接所述整流器的输出端,所述第一升压整流装置的输入端和所述第二升压整流装置的输入端分别连接所述逆变器的输出端,并且,所述第一升压整流装置的负极输出端与所述第二升压整流装置的正极输出端均接地,所述第一升压整流装置的正极输出端和所述第二升压整流装置的负极输出端作为所述直流风力发电机组的两个差分输出端以输出差分直流电。

[0006] 可选地,所述第一升压整流装置和所述第二升压整流装置作为升压整流装置均包括:变压器,具有一个初级绕组和依次相差 $60/N$ 度的移相角的 N 个次级绕组,且所述初级绕组作为升压整流装置的输入端;以及 N 个整流阀,所述 N 个整流阀的输入端分别连接所述变压器的 N 个次级绕组,且所述 N 个整流阀的输出端依次串联连接,所述 N 个整流阀的第一整流阀的正极输出端作为升压整流装置的正极输出端,所述 N 个整流阀的第 N 整流阀的负极输出端作为升压整流装置的负极输出端,其中, N 为大于等于2的整数。

[0007] 可选地,所述 N 个整流阀均为二极管全桥整流器。

[0008] 可选地,所述直流风力发电机组还包括:第一反向截止二极管和第二反向截止二极管,其中,所述第一反向截止二极管的正极端连接所述第一升压整流装置的正极输出端,

所述第二反向截止二极管的负极端连接所述第二升压整流装置的负极输出端,所述第一反向截止二极管的负极端和所述第二反向截止二极管的正极端作为所述直流风力发电机组的两个差分输出端以输出差分直流电。

[0009] 可选地,所述直流风力发电机组还包括:供电逆变器,所述供电逆变器的输入端与所述整流器的输出端连接,所述供电逆变器的输出端分别连接所述直流风力发电机组的偏航系统、变桨系统、变流系统和风机控制器。

[0010] 可选地,所述直流风力发电机组还包括:单相变压器,对外部提供的两相交流电进行变压;以及单相整流滤波器,所述单相整流滤波器的输入端与所述单相变压器的次级绕组连接,所述单相整流滤波器的输出端连接所述供电逆变器的输入端。

[0011] 可选地,所述直流风力发电机组还包括:双向DC/DC转换器和电池,其中,所述双向DC/DC转换器的输入端与所述供电逆变器的输入端连接,所述双向DC/DC转换器的输出端连接所述电池的两端以向所述电池输出直流电或接收所述电池输出的直流电。

[0012] 本发明的示例性实施例另一方面提供一种风电场,所述风电场包括至少一个上述的直流风力发电机组、传输电缆和换流站,其中,所述至少一个直流风力发电机组的两个差分输出端分别与所述传输电缆的一端连接,所述传输电缆的另一端分别连接所述换流站的两个差分输入端,所述换流站的输出端连接交流电网。

[0013] 可选地,所述换流站包括:第一模块化多电平换流器、第二模块化多电平换流器、第一变压器和第二变压器,其中,所述第一模块化多电平换流器的负极输入端与所述第二模块化多电平换流器的正极输入端均接地,所述第一模块化多电平换流器的正极输入端和所述第二模块化多电平换流器的负极输入端作为所述换流站的两个差分输入端来接收经由所述传输电缆传输的差分直流电,所述第一模块化多电平换流器的输出端与所述第一变压器的初级绕组连接,所述第二模块化多电平换流器的输出端与所述第二变压器的初级绕组连接,所述第一变压器的次级绕组和所述第二变压器的次级绕组并联后作为所述换流站的输出端。

[0014] 可选地,所述风电场还包括:风机侧隔离刀闸,所述风机侧隔离刀闸将所述直流风力发电机组的第一升压整流装置的正极输出端和所述直流风力发电机组的第二升压整流装置的负极输出端分别与所述传输电缆的一端连接或者接地。

[0015] 可选地,所述风电场还包括:换流站侧隔离刀闸,所述换流站侧隔离刀闸将所述第一模块化多电平换流器的正极输入端和所述第二模块化多电平换流器的负极输入端分别与所述传输电缆的另一端连接或者接地。

[0016] 可选地,所述传输电缆为两根交/直流传输电缆,所述换流站还包括:反向供电线路,所述反向供电线路经由反向供电开关将所述第一变压器或所述第二变压器的三相初级绕组中的两相初级绕组或所述换流站的三相输出端中的两相输出端分别与所述两根交/直流传输电缆的另一端连接,当所述直流风力发电机组包括供电逆变器、单相变压器和单相整流滤波器时,所述两根交/直流传输电缆的一端经由辅助供电开关连接所述直流风力发电机组的单相变压器的初级绕组以向所述直流风力发电机组输出外部提供的两相交流电。

[0017] 根据本发明的示例性实施例,提供一种直流风力发电机组及风电场,该直流风力发电机组能够输出高压直流电,从而能够在用于风电场时使风电场省去海上交流升压变电站和海上换流站,降低风电场的建设成本。

[0018] 将在接下来的描述中部分阐述本发明另外的方面和/或优点,还有一部分通过描述将是清楚的,或者可以经过本发明的实施而得知。

附图说明

[0019] 通过下面结合附图进行的对实施例的描述,本发明的上述和/或其它目的和优点将会变得更加清楚,其中:

[0020] 图1是示出传统的风电场的结构的图;

[0021] 图2是示出根据本发明的示例性实施例的直流风力发电机组的框图;

[0022] 图3是示出根据本发明的示例性实施例的升压整流装置的示意图。

[0023] 图4是示出根据本发明的示例性实施例的风电场的图。

具体实施方式

[0024] 现将详细描述本发明的示例性实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中,相同的标号指示相同的部分。以下将通过参照附图来说明所述实施例,以便解释本发明。应予说明,在本发明中,如无特别说明,所涉及的交流电均是指三相交流电。

[0025] 图2是示出根据本发明的示例性实施例的直流风力发电机组的框图。

[0026] 如图2所示,直流风力发电机组100包括:风力发电机101、整流器102、逆变器103、第一升压整流装置104和第二升压整流装置105。

[0027] 风力发电机101将风能转换为交流电输出。这里,风力发电机101是现有的需要进行全功率逆变的各种类型的风力发电机。风力发电机101的类型有例如:双馈式、直驱式、半直驱式、鼠笼式等。

[0028] 整流器102的输入端与风力发电机101的输出端相连,对风力发电机101所输出的交流电进行整流。根据风力发电机101的类型不同,整流器102可以为不可控整流器(被动式),也可以为可控整流器(主动式)。这里,不可控整流器为使用二极管等不可控器件构成的整流器,可控整流器为使用IGBT和续流二极管或者晶闸管等构成的可控的整流器。此外,整流器102中的各个器件之间的连接方式可以为现有的各种连接方式。优选地,整流器102为可控整流器。进一步地,整流器102可以为全桥可控整流器。

[0029] 逆变器103的输入端与整流器102的输出端相连,对整流器102输出的直流电进行逆变而输出交流电。这里,逆变器103可以为现有的各种逆变器。

[0030] 第一升压整流装置104和第二升压整流装置105分别对逆变器103输出的交流电进行升压和整流,且联合输出作为直流风力发电机组100的输出的高压直流电。具体地,第一升压整流装置104的输入端和第二升压整流装置105的输入端分别连接于逆变器103的输出端(即,第一升压整流装置104和第二升压整流装置105分别被输入有逆变器103输出的交流电,从而对该交流电进行升压和整流),第一升压整流装置104的负极输出端与第二升压整流装置105的正极输出端相连并接地,并将第一升压整流装置104的正极输出端和第二升压整流装置105的负极输出端作为直流风力发电机组100的两个差分输出端(即,在第一升压整流装置104的正极输出端输出由第一升压整流装置104进行升压和整流而得到的相对于接地端为正的直流电,在第二升压整流装置105的负极输出端输出由第二升压整流装置105进行升压和整流而得到的相对于接地端为负的直流电)。

[0031] 通过这样地连接,直流风力发电机组100能够输出差分直流电,即,能够在直流风力发电机组100的输出端输出高压直流电。此外,通过这样连接第一升压整流装置104和第二升压整流装置105来输出高压直流电,与现有的仅使用一个升压整流装置来输出高压直流电的情况相比,能够降低第一升压整流装置104和第二升压整流装置105中所使用的器件的参数(例如,绝缘耐压等级等)要求,进而能够提高电路的可靠性。

[0032] 这里,第一升压整流装置104和第二升压整流装置105作为升压整流装置可以为各种能够对交流电进行升压和整流的装置。作为一个示例,第一升压整流装置104和第二升压整流装置105为结构相同的升压整流装置,均包括变压器和N个整流阀,如图3所示。

[0033] 图3是示出根据本发明的示例性实施例的升压整流装置的示意图。在图3中示出一个升压整流装置的结构。该升压整流装置具备变压器和N个整流阀30。

[0034] 所述变压器为移相变压器,具有一个初级绕组10和依次相差 $60/N$ 度的移相角的N个次级绕组20,并将初级绕组10作为升压整流装置的输入端来接收交流电,对该交流电进行移相和升压。这里,N可以为大于等于2的整数,优选地,N为大于等于2,且小于等于10的整数。可以理解,N的设定可以根据实际情况来进行,N的最大值并不限于此。

[0035] N个整流阀30的输入端分别与所述变压器的N个次级绕组20相连,对由所述变压器进行了移相和升压的交流电分别进行整流。N个整流阀30的输出端依次串联连接,即将N个整流阀中的第一整流阀30的负极输出端与第二整流阀30的正极输出端相连,并将第二整流阀30的负极输出端与第三整流阀30的正极输出端相连,以此类推,将第N-1整流阀30的负极输出端与第N整流阀30的正极输出端相连,由此,将未连接的第一整流阀30的正极输出端作为升压整流装置的正极输出端,将未连接的第N整流阀30的负极输出端作为升压整流装置的负极输出端,从而输出经升压和整流的直流电。

[0036] 根据图3所示的升压整流装置,通过在变压器的次级侧采用彼此具有相位差的多个次级绕组,并将分别对各个次级绕组的输出进行整流的各个整流阀的输出端依次串联连接,由此能够在对输入的交流电进行升压和整流的同时,使整流后的直流脉动相互抵消,而形成较平缓的直流电。

[0037] 这里,N个整流阀30可以为现有的各种能够实现整流的器件。优选地,N个整流阀30均为二极管全桥整流器。

[0038] 应予说明,本发明中的升压整流装置不限于上述图3所示的电路结构,也可以为其他结构,例如,仅通过具有一个初级绕组和一个次级绕组的变压器进行升压,然后利用一个整流阀对该变压器升压得到的交流电进行整流的电路结构。

[0039] 此外,如后述的图4所示,作为一个示例,直流风力发电机组100还可以包括:第一反向截止二极管106和第二反向截止二极管107。

[0040] 具体地,第一反向截止二极管106的正极端与第一升压整流装置104的正极输出端相连,第二反向截止二极管107的负极端与第二升压整流装置105的负极输出端相连,从而将第一反向截止二极管106的负极端和第二反向截止二极管107的正极端作为直流风力发电机组100的两个差分输出端而输出差分直流电。

[0041] 这样,通过设置第一反向截止二极管106和第二反向截止二极管107,能够防止外部的直流电从直流风力发电机组100的输出端反向输入而对直流风力发电机组100中的其他器件带来影响。可以理解,第一反向截止二极管106和第二反向截止二极管107可以为现

有的满足参数要求的各种二极管。

[0042] 此外,直流风力发电机组100除了向外部输出高压直流电,其自身还需要进行供电。这里,直流风力发电机组100的自身的供电是指对直流风力发电机组100的偏航系统、变桨系统、变流系统和风机控制器等进行供电。

[0043] 由此,直流风力发电机组100还需要包括用于自身的供电的电路。在一个示例中,直流风力发电机组100还可以包括供电逆变器,如后述的图4所示,供电逆变器109的输入端与可控整流器102(即,整流器102的一例)的输出端相连,供电逆变器109的输出端分别连接到直流风力发电机组100的偏航系统、变桨系统、变流系统和风机控制器,以将从可控整流器102接收到的直流电逆变为三相交流电而进行直流风力发电机组100的自身的供电。

[0044] 这样,直流风力发电机组100能够在有风发电状态(即,可控整流器102有输出的状态)下,将自身产生的电用于自身的供电。

[0045] 此外,如后述的图4所示,作为一个示例,直流风力发电机组100还可以包括:单相变压器111和单相整流滤波器110。

[0046] 单相变压器111对外部提供的两相交流电进行变压。这里,外部提供的两相交流电用于直流风力发电机组100的供电。单相整流滤波器110的输入端与单相变压器111的次级绕组连接,对经由单相变压器111输入的两相交流电进行整流滤波,并且单相整流滤波器110的输出端与供电逆变器109的输入端连接,从而将该两相交流电整流滤波为直流电而输入到供电逆变器109的输入端,以对所述偏航系统、所述变桨系统、所述变流系统和所述风机控制器进行供电。

[0047] 这样,直流风力发电机组100能够在无风待机状态(即,可控整流器102没有输出的状态)下,通过外部提供的两相交流电来进行自身的供电。

[0048] 此外,如后述的图4所示,作为一个示例,直流风力发电机组100还可以包括:双向DC/DC转换器113和电池114。

[0049] 双向DC/DC转换器113的输入端与供电逆变器109的输入端相连,由此,如图4所示,双向DC/DC转换器113的输入端分别与供电逆变器109的输入端、可控整流器102的输出端和单相整流滤波器110的输出端连接。双向DC/DC转换器113的输出端连接到电池114的两端。

[0050] 这里,双向DC/DC转换器113为能够实现能量双向流动的DC/DC转换器,即,能够将双向DC/DC转换器113的输入端作为双向DC/DC转换器113的输出端,并将双向DC/DC转换器113的输出端作为双向DC/DC转换器113的输入端。这样,双向DC/DC转换器113能够将从可控整流器102的输出端和单相整流滤波器110的输出端接收到的直流电进行DC/DC转换而向电池114进行输出,以对电池114进行充电,并且双向DC/DC转换器113能够将电池114输出的直流电进行DC/DC转换而输出到供电逆变器109的输入端,以对所述偏航系统、所述变桨系统、所述变流系统和所述风机控制器进行供电。

[0051] 这样,直流风力发电机组100能够在有风发电状态下,将自身产生的电存储到电池114中,并在无风待机状态下,将外部提供的电存储到电池114中,进而在直流风力发电机组100从有风发电状态向无风待机状态转换时,也能够利用存储到电池114中的电来对直流风力发电机组100进行供电。

[0052] 根据本发明的直流风力发电机组100,能够输出高压直流电,并且,通过本发明的直流风力发电机组100中的第一升压整流装置104和第二升压整流装置105的连接方式,能

够使第一升压整流装置104和第二升压整流装置105中所使用的器件的参数要求降低,进而提高电路的可靠性。

[0053] 图4是示出根据本发明的示例性实施例的风电场的图。如图4所示,风电场包括直流风力发电机组100、两根交/直流传输电缆200和换流站300。应予说明,图4所示的风电场仅示出具有一个直流风力发电机组100的情况,可以理解,风电场可以包括至少一个直流风力发电机组100,且至少一个直流风力发电机组100的两个差分输出端分别与两根交/直流传输电缆200的一端连接,即,风电场中的所有直流风力发电机组所输出的直流电均通过两根交/直流传输电缆200来进行传输。

[0054] 所述两根交/直流传输电缆200的另一端分别连接到换流站300的两个差分输入端,并且换流站300的输出端连接到交流电网,即,换流站300将经由两根交/直流传输电缆200汇集并传输来的高压直流电转换为交流电而输出到交流电网。

[0055] 这里,两根交/直流传输电缆200为传输电缆的一个示例,可以理解,传输电缆可以为现有的能够传输直流电的各种电缆。传输电缆的数量不限于两根,可以为能够实现汇集、传输功能的任何数量。此外,换流站300可以为现有的能够接收差分直流电的各种换流站。

[0056] 作为一个示例,换流站300包括:第一模块化多电平换流器301、第二模块化多电平换流器302、第一变压器303和第二变压器304。

[0057] 具体地,第一模块化多电平换流器301的负极输入端与第二模块化多电平换流器302的正极输入端均接地,并将第一模块化多电平换流器301的正极输入端和第二模块化多电平换流器302的负极输入端作为换流站300的两个差分输入端来接收经由传输电缆传输的差分直流电,即,利用第一模块化多电平换流器301和第二模块化多电平换流器302联合接收经由传输电缆传输的差分直流电,并分别对输入到各自的输入端的直流电进行换流而转换为交流电。

[0058] 并且,第一模块化多电平换流器301的输出端与第一变压器303的初级绕组连接,第二模块化多电平换流器302的输出端与第二变压器304的初级绕组连接,并将第一变压器303的次级绕组和第二变压器304的次级绕组并联后作为换流站300的输出端。由此,通过第一变压器303和第二变压器304将第一模块化多电平换流器301和第二模块化多电平换流器302转换得到的交流电转换为适于交流电网的交流电。

[0059] 这里,第一模块化多电平换流器301和第二模块化多电平换流器302可以是现有的各种模块化多电平换流器。第一变压器303和第二变压器304可以为现有的各种三相变压器。

[0060] 通过这样连接第一模块化多电平换流器301和第二模块化多电平换流器302来接收经由传输电缆传输的差分直流电(即,高压直流电),与现有的仅使用一个模块化多电平换流器来接收高压直流电的情况相比,能够降低第一模块化多电平换流器301和第二模块化多电平换流器302中所使用的器件的参数(例如,绝缘耐压等级等)要求,进而能够提高电路的可靠性。

[0061] 作为一个示例,风电场还可以包括风机侧隔离刀闸108。该风机侧隔离刀闸108将直流风力发电机组100的第一升压整流装置104的正极输出端和直流风力发电机组100的第二升压整流装置105的负极输出端分别与传输电缆的一端连接或者接地。可以理解,该风机侧隔离刀闸108也可以作为直流风力发电机组100中的一部分进行连接。

[0062] 通过设置风机侧隔离刀闸108,能够在需要输电的情况下将直流风力发电机组100与传输电缆连接而进行输电,并在进行检修或需要停止输电的情况下将直流风力发电机组100与传输电缆断开并可靠接地。

[0063] 这里,风机侧隔离刀闸108可以使用现有的各种隔离刀闸。

[0064] 作为一个示例,风电场还可以包括换流站侧隔离刀闸305。该换流站侧隔离刀闸305将第一模块化多电平换流器301的正极输入端和第二模块化多电平换流器302的负极输入端分别与传输电缆的另一端连接或者接地。可以理解,该换流站侧隔离刀闸305也可以作为换流站300中的一部分进行连接。

[0065] 通过设置换流站侧隔离刀闸305,能够在需要输电的情况下将换流站300与传输电缆连接而进行输电,并在进行检修或需要停止输电的情况下将换流站300与传输电缆断开并可靠接地。

[0066] 这里,换流站侧隔离刀闸305也可以使用现有的各种隔离刀闸。

[0067] 作为一个示例,在传输电缆为两根交/直流传输电缆的情况下,换流站300还可以包括反向供电线路307。该反向供电线路307经由反向供电开关306将第一变压器303或第二变压器304的三相初级绕组中的两相初级绕组或换流站300的三相输出端中的两相输出端分别与两根交/直流传输电缆的另一端连接。应予说明,图4中仅示出将第二变压器304的三相初级绕组中的两相初级绕组分别与两根交/直流传输电缆的另一端连接的情况。

[0068] 并且,在直流风力发电机组100包括供电逆变器109、单相变压器111和单相整流滤波器110的情况下,两根交/直流传输电缆200的一端经由辅助供电开关112与直流风力发电机组100的单相变压器111的初级绕组连接以向直流风力发电机组100输出外部提供的两相交流电。

[0069] 由此,能够在隔离刀闸108将直流风力发电机组100的输出端与两根交/直流传输电缆断开,并且隔离刀闸305将两根交/直流传输电缆与换流站300的输入端断开而停止输电(即,无风待机状态)时,将交流电网的三相交流电中的两相交流电通过接通的反向供电开关306和辅助供电开关112,以及两根交/直流传输电缆200而引入到直流风力发电机组100,用于对直流风力发电机组100的偏航系统、变桨系统、变流系统和风机控制器进行供电。

[0070] 根据本发明的风电场,由于使用了能够输出高压直流电的直流风力发电机组,所以能够省去以往的在使用交流输出的风力发电机组的风电场中使用的海上交流升压变电站和海上换流站,从而降低了风电场的建设成本。

[0071] 本发明的以上实施例仅仅是示例性的,而本发明并不受限于此。本领域技术人员应该理解:在不脱离本发明的原理和精神的情况下,可对这些实施例进行改变,其中,本发明的范围在权利要求及其等同物中限定。

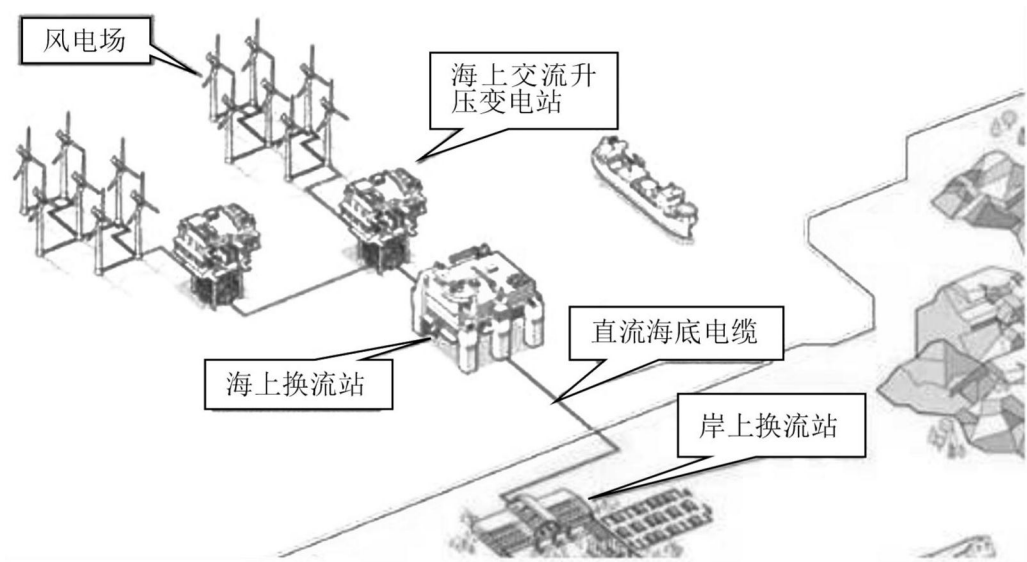


图1

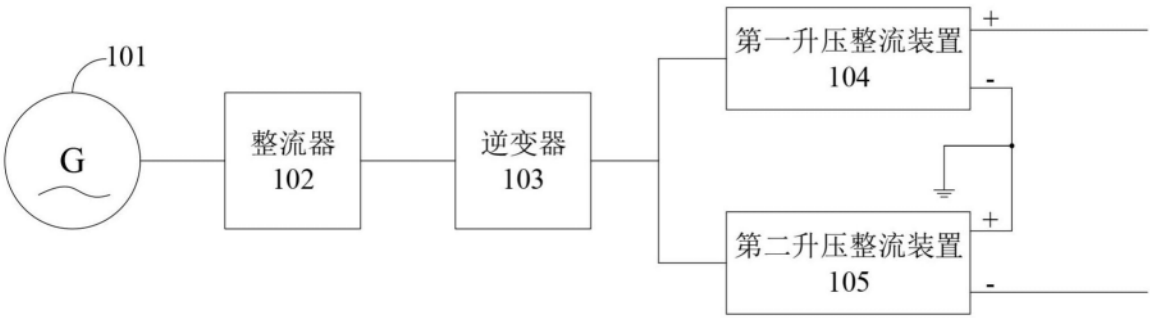


图2

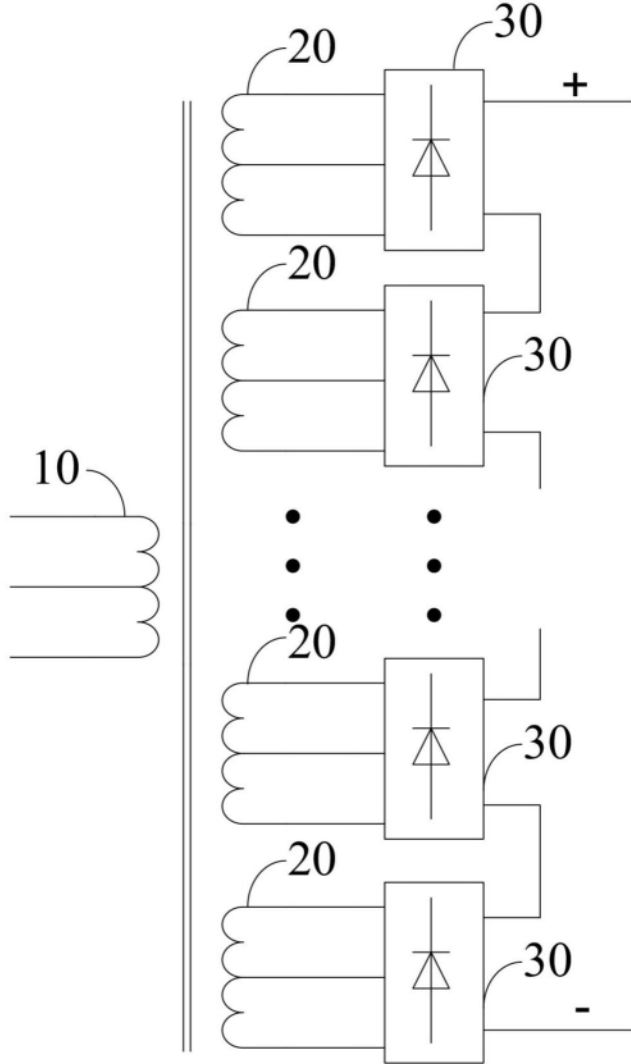


图3

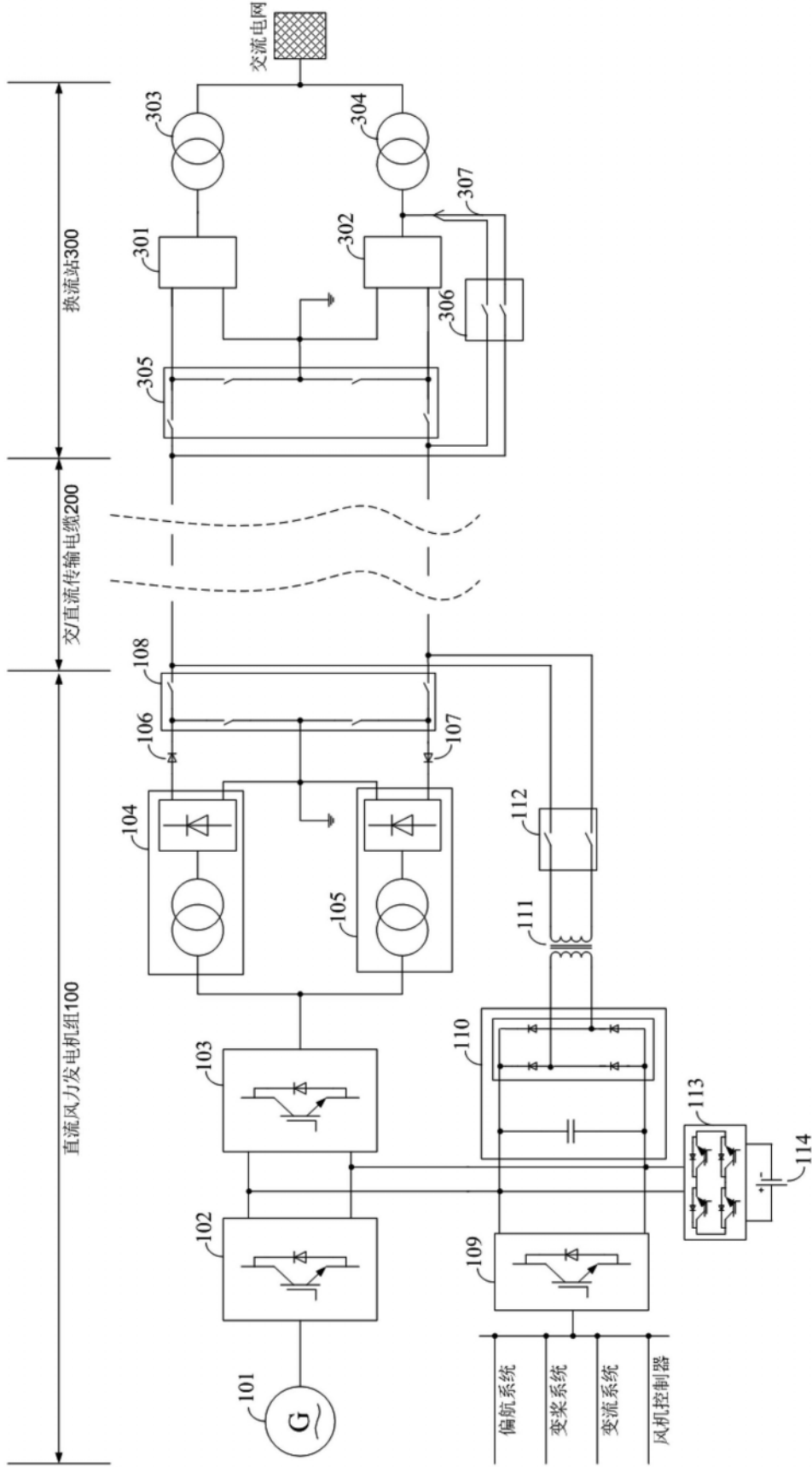


图4