



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112955653 A

(43) 申请公布日 2021.06.11

(21) 申请号 201980072896.5

(22) 申请日 2019.08.09

(30) 优先权数据

18193054.6 2018.09.06 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.05.06

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2019/071422 2019.08.09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/048732 EN 2020.03.12

(71) 申请人 西门子歌美飒可再生能源公司

地址 丹麦布兰德

(72) 发明人 S·H·霍金斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 余鹏 王丽辉

(51) Int.Cl.

F03D 80/70 (2006.01)

F03D 80/80 (2006.01)

F03D 13/40 (2006.01)

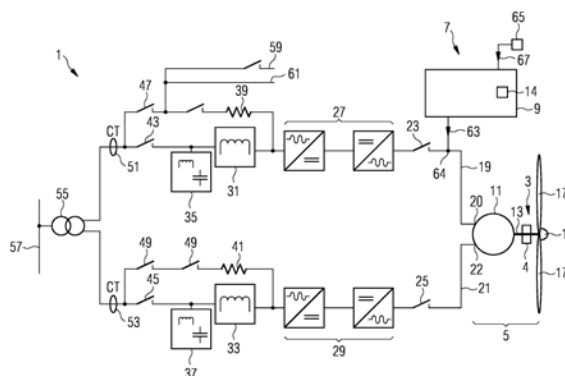
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

处理风力涡轮机传动系

(57) 摘要

描述了一种在存储和/或运输期间处理包括在风力涡轮机传动系(5)中的轴承系统(3)的方法,该传动系(5)包括耦接到发电机(11)的转子(13),该方法包括:控制发电机(11)输送驱动转矩,从而使转子(13)旋转大约至少一圈,特别是多于100圈或多于1000圈。



1. 一种在存储和/或运输期间处理包括在风力涡轮机传动系(5)中的轴承系统(3)的方法,所述传动系(5)包括耦接到发电机(11)的转子(13),所述方法包括:

控制所述发电机(11)输送驱动转矩,从而使所述转子(13)旋转大约至少一个半圈或至少一圈,特别是多于100圈或多于1000圈。

2. 根据前一权利要求所述的方法,

其中,通过旋转所述转子(13),至少一个滚子和/或滚珠相对于所述轴承系统(3)的至少一个部件的滚道移动,和/或

其中,在运输时间和/或存储时间的至少20%、特别是介于50%和100%之间的过程中,所述发电机产生的驱动转矩连续地和/或以逐步的方式和/或以来回的方式旋转所述转子。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述发电机产生的驱动转矩使所述转子(13)以预定的旋转速度旋转,所述预定的旋转速度特别是介于0.1 rpm和5 rpm之间,进一步特别是介于1 rpm和2 rpm之间。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,控制所述发电机包括:

将来自辅助转换器系统(7、9)的驱动功率流(63)供应到所述发电机(11)。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述辅助转换器系统(7)包括辅助频率转换器(9),所述辅助频率转换器(9)由外部电源(65)、特别是运输系统电源、进一步特别是船舶电源来供能,

其中,特别是具有预定频率的三相AC功率流(67)被提供给所述辅助频率转换器(9),所述预定频率进一步特别是50 Hz或60 Hz。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述辅助频率转换器(9)包括连接在输入部段处的DC端子之间的可控开关,并且包括连接在输出部段处的DC端子之间的另外的可控开关,其中,所述可控开关和所述另外的可控开关的电导状态由辅助转换器控制器(14)控制,所述辅助转换器控制器(14)将控制信号、特别是脉宽调制信号提供给所述可控开关和所述另外的可控开关的栅极。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述辅助转换器系统(9)不同于(附加于)或者包括至少一个风力涡轮机转换器(27、29),所述风力涡轮机转换器(27、29)可连接到所述发电机(11)并在风力涡轮机的正常操作期间使用,以将由于风撞击在连接到所述转子的转子叶片上而由所述发电机产生的可变频率功率流转换为基本上固定频率的功率流,所述基本上固定频率的功率流待特别是经由多个变压器中的一个来输送到公用电网,其中,所述辅助转换器系统(9)具有介于每个风力涡轮机转换器(27、29)的容量的1%和20%之间的容量。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述轴承系统(3)包括以下至少一项:

初级和/或次级转子主轴承(4);

齿轮箱轴承;

发电机轴承。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述方法在装载在运输框架(102)上的机舱(101)的运输期间执行,所述机舱包括所述发电机(11)、所述转子(13)、所述传动系(5)和所述轴承系统(3),

所述辅助转换器系统(9)特别是布置在所述机舱中或所述机舱处或者布置在所述运输框架处。

10. 根据前一权利要求所述的方法,其中,所述机舱还包括:

至少一个风力涡轮机转换器(27、29),特别是在多绕线组发电机的情况下的多个风力涡轮机转换器,所述风力涡轮机转换器中的每一个可连接到所述发电机(11)。

11. 根据前一权利要求所述的方法,其中,所述风力涡轮机转换器(27、29)中的每一个可经由相应的发电机断路器(23、25)连接到所述发电机,其中,在所述方法期间,所述发电机断路器被断开。

12. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述发电机是单绕线组发电机或多绕线组发电机(11),其中,在多绕线组发电机的情况下,所述辅助转换器系统(9)仅被连接到所述发电机(11)的一个绕线组(19)。

13. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述发电机是永磁同步发电机或者感应发电机,所述永磁同步发电机特别是具有带复数个永磁体的外部转子。

14. 一种存储和/或运输风力涡轮机装置(1、101)的方法,所述风力涡轮机装置(1、101)包括传动系(5),所述传动系(5)具有转子(13)、耦接到所述转子的发电机(11)、可旋转地支撑所述传动系的至少一个部件的轴承系统(3)以及辅助转换器系统(7、9),所述方法包括执行根据前述权利要求中任一项所述的方法。

15. 一种用于在存储和/或运输期间处理包括在风力涡轮机传动系(5)中的轴承系统(3)的装置(1),所述传动系包括耦接到发电机(11)的转子(13),所述装置包括:

驱动系统(7),特别是辅助转换器系统(9),所述驱动系统(7)被连接成控制所述发电机(11),特别是用于作为马达操作,以输送驱动转矩,从而使所述转子(13)旋转大约至少一圈,

所述装置特别是包括机舱(101),所述驱动系统特别是包括辅助转换器系统(7、9)。

处理风力涡轮机传动系

技术领域

[0001] 本发明涉及在存储和/或运输期间处理包括在风力涡轮机传动系中的轴承系统的方法和装置,该传动系包括耦接到发电机的转子。此外,本发明还涉及存储和/或运输风力涡轮机装置的方法,该风力涡轮机装置包括具有转子的传动系、耦接到该转子的发电机、可旋转地支撑该传动系的至少一个部件的轴承系统以及辅助转换器系统。

背景技术

[0002] 风力涡轮机包括需要通过一个或多个轴承可旋转地支撑的若干个可移动部分。特别地,风力涡轮机的传动系包括转子,在该转子处连接有复数个转子叶片,并且该转子被耦接到发电机。该转子例如可通过主转子轴承可旋转地支撑,例如支撑在连接叶片的轮毂和发电机之间。通常,该传动系可包括若干个轴承部分。因此,轴承系统可包括支撑传动系的若干个部件的若干个轴承部分。该传动系可包括或不包括齿轮箱,该齿轮箱被连接到(例如,初级)转子,并且该齿轮箱在输出部段处连接到另一个(例如,次级)转子,该转子可被耦接到发电机。

[0003] 一旦风力涡轮机被组装或部分组装,作为传动系的一部分的轴承就处于负载之下,该负载在轴承内的接触点上施加压力。负载具有多个来源,这些来源可能包括所支撑部件的重量以及在多个部件被紧固在一起时对组件的几何约束。所述接触点可处于轴承的元件之间,所述元件可包括在滚子轴承设计中的滚子和滚道,或者在滚珠轴承设计中的滚珠和滚道。也可能存在轴承内的其他类型的接触点。通常,与轴承被卸载时相比,一旦轴承成为组件的一部分,这些点之间的压力就会增加。

[0004] 由于接触点之间的该压力,轴承具有在运输和存储期间损坏的风险,这是由于因环境(风和地相关的运动)或因运输活动引起的对轴承造成的微小振动。

[0005] 当微小振动发生时,轴承内的接触点会通过分隔金属表面的润滑剂(油脂)的薄层迁移。然后,这些振动可能会导致被称为“微震摩擦磨蚀(false-brinelling)”的损伤,这可能是由当处于接触压力下时金属表面的相对振荡运动引起。这种类型的损伤的另一个常见术语是“停止痕迹(stand-still marks)”。这种损伤可能会显著地缩短轴承的使用寿命。结果,必须在风力涡轮机的使用寿命完成之前更换轴承,从而给风力涡轮机运营者增加了可观的操作成本。该问题出现在具有多个轴承或仅具有单一发电机轴承(例如,转子主轴承)的风力涡轮机上。此外,在配备有齿轮箱的风力涡轮机上,在齿轮齿上的接触点之间也可能发生类似的损伤模式。同样,由于在存储和运输期间经历的相同振动,停止痕迹可能会逐步形成并可能导致部件故障。

[0006] EP 2 909 472 B1公开了使用液压活塞来运用轴承和其他传动系部件。对于其旋转轴线水平安装的大型轴承或齿轮箱的一个不利影响在于,来回运动可能会使油脂和油由于重力而沉降在下部区域中。这可能会从部件的上部部分去除润滑剂,并且可能会导致腐蚀和其他损伤类型。

[0007] 现有技术的其他系统利用由电动马达驱动的滚子,这些滚子使发电机或风力涡轮

机的其他部分旋转。一个缺点在于发电机的表面可能会被这些滚子损伤。此外,由于多个移动部分和马达,该系统很昂贵。

[0008] 其他系统采用多个马达和滚子/齿轮来转动重型的直接驱动式发电机。

[0009] US 2008/0181761 A1公开了用于转动旋转机器内的旋转部件的方法和系统,其中设置了转动齿轮组件。

[0010] 然而,已观察到常规的系统和方法具有若干缺点。

[0011] 因此,可能需要在存储和/或运输期间处理包括在风力涡轮机传动系中的轴承系统的方法和装置,其中,与常规的方法和系统相比,该方法和装置得到简化,并且确保了可靠和安全的操作。

发明内容

[0012] 该需要可通过根据独立权利要求所述的主题来满足。本发明的有利实施例通过从属权利要求来描述。

[0013] 根据本发明的实施例,提供了一种在存储和/或运输期间处理包括在风力涡轮机传动系中的轴承系统的方法,该传动系包括耦接到发电机的转子,该方法包括:控制发电机(例如,用于作为马达操作)以输送驱动转矩,从而使转子旋转大约至少一个半圈或至少一圈,特别是多于100圈或多于1000圈。

[0014] 该风力涡轮机传动系可包括轮毂的可连接复数个转子叶片的部分,可包括连接到轮毂的转子,可包括发电机,以及可选地还包括安装在轮毂和发电机之间的齿轮箱。此外,该传动系包括该轴承系统。该轴承系统适于支撑风力涡轮机传动系的部件,特别是相对于静态部件可旋转地支撑该传动系的部件。该轴承系统例如可包括转子主轴承,即,可旋转地支撑连接到轮毂和发电机的转子的轴承。该转子主轴承例如可被布置在轮毂和发电机之间。在该传动系包括齿轮箱的情况下,连接到轮毂的初级转子需要通过轴承部分来支撑,并且连接到齿轮箱的输出部段(和发电机)的次级转子需要通过轴承部分可旋转地支撑。此外,该齿轮箱本身可包括若干个齿轮箱轴承部分以及包括润滑剂的齿轮。此外,该轴承系统可包括发电机轴承,因此包括相对于发电机定子可旋转地支撑发电机转子的轴承。如果风力涡轮机传动系包括齿轮箱,则特别地可存在单独的发电机轴承。在直接驱动式风力涡轮机(其中不存在齿轮箱)的情况下,发电机轴承可对应于转子主轴承。其他构造也是可能的。该轴承系统可包括一个或多个另外的轴承部分。

[0015] 该轴承系统可包括可旋转地支撑由于主转子的旋转而旋转的部件的所有轴承部分。在存储和/或运输期间,该轴承系统可具有在长时间段内静止不动时受损的风险。

[0016] 可通过将合适的驱动信号或驱动(功率)流提供给发电机,来控制发电机以输送驱动转矩。由此,发电机作为马达操作,从而消耗电能并产生机械能,特别是旋转能。由于转子是传动系的一部分,因此整个传动系将通过旋转发电机从而也致动轴承系统来驱动。

[0017] 当发电机使转子旋转大约至少一个半圈或至少一圈时,该轴承系统的轴承部分内的润滑剂或油脂可分布在轴承部分内包括的各功能表面上,以便减少停止期间原本将会发生的损伤。

[0018] 除了(例如,风力涡轮机主)发电机之外,可不需要另外的致动器来执行该方法,从而简化了该方法。仅仅需要适当地控制发电机或为其提供驱动信号。可不需要机械安装另

外的辅助设备,从而简化了该方法和相对应的装置并降低了成本。

[0019] 当使转子旋转大约复数圈、例如多于100圈或多于1000圈时,油脂和润滑剂的分布可变得更加均匀,并且在一段时间内在轴承部分内的不同接触点处承受的负载也可变得基本上相等,从而也平衡了轴承部分上的负载。

[0020] 根据本发明的一个实施例,通过旋转转子,至少一个滚子和/或滚珠相对于轴承系统的至少一个部件的滚道移动,和/或其中,在运输时间和/或存储时间的至少20%、特别是介于50%和100%之间的过程中,发电机产生的驱动转矩连续地和/或以逐步的方式和/或以来回的方式旋转转子。

[0021] 轴承系统的每个轴承部分可包括至少一个滚道,当该滚道相对于另一滚道旋转时,至少一个滚子或至少一个滚珠相对于该滚道移动,其中,在该滚道和另一滚道之间,可布置该至少一个滚子或该至少一个滚珠。通过使滚子或滚珠相对于滚道旋转,轴承系统的相应部件上的负载可均匀地分布和/或润滑剂或油脂可沿滚道均匀地分布。当转子在运输时间或存储时间的相对长的部分期间旋转时,由于在接触表面之间更可能存在润滑剂膜,将出现停止痕迹的可能性降低。

[0022] 取决于特定的应用,该旋转可连续地(不停止),以逐步的方式(包括移动和停止的时间段)和/或来回地进行。逐步旋转可减少旋转所需的能量。

[0023] 该旋转可相对缓慢,特别是在预定的旋转速度下,特别是在0.1 rpm和5 rpm之间,进一步特别是在1 rpm和2 rpm之间。由此,可实现负载的有效平衡和润滑剂在轴承系统的部件内的不同接触点上的分布,以及可确保安全操作,同时能量需求可相对小。

[0024] 来自辅助转换器系统的驱动功率流可被提供给发电机。在执行该方法时,发电机可与其在用于由风能产生电能的正常操作期间所连接到的任何其他电路分离,特别是电断开。当发电机与传动系一起(例如,包括在机舱中)被存储或运输时,该辅助转换器系统可排他地向发电机供应驱动功率流。该辅助转换器系统可以是具有相对小的重量的相对小的便宜的系统。该辅助转换器系统可像马达控制器系统一样起作用,如常规技术中已知的。通过将驱动功率流提供给发电机,发电机可作为马达操作,以用于产生驱动转矩。在正常操作期间,在产生电能时,发电机可按照发电机模式操作,从而将(轮毂和转子的)旋转能转换成电能。

[0025] 根据本发明的一个实施例,辅助转换器系统包括辅助频率转换器,该辅助频率转换器由外部电源、特别是运输系统电源、进一步特别是船舶电源来供能,其中特别是具有预定频率的三相AC功率流被提供给该辅助频率转换器,该预定频率进一步特别是50 Hz或60 Hz。

[0026] 例如,该外部电源例如可包括与电源发生器耦接的电池、蓄能器或柴油燃烧发动机。例如,该外部电源例如可从船舶能量供应系统输送3 x 400 V。在其他实施例中,该外部电源可以更小或更大的电压来提供更少或更多电相。该辅助频率转换器可被构造成为将外部电源的频率转换为期望发电机操作的期望频率。由此,可根据需要来选择发电机操作的旋转速度。

[0027] 根据本发明的一个实施例,该辅助频率转换器包括连接在输入部段处的DC端子之间的可控开关,并且包括连接在输出部段处的DC端子之间的另外的可控开关,其中,该可控开关和该另外的可控开关的电导状态由辅助转换器控制器控制,该辅助转换器控制器将控

制信号、特别是脉宽调制信号提供给该可控开关和该另外的可控开关的栅极(gate)。

[0028] 该可控开关例如可包括相应的晶体管,例如IGBT。该辅助转换器控制器可生成脉宽调制信号,以便在辅助频率转换器的输出端子处实现特定的频率以及功率和电压,所述端子被连接到发电机。

[0029] 根据本发明的一个实施例,该辅助转换器系统不同于(并且例如附加于)风力涡轮机转换器或者包括至少一个风力涡轮机转换器,所述风力涡轮机转换器可连接到发电机并在风力涡轮机的正常操作期间使用,以将由于风撞击在连接到转子的转子叶片上而由发电机产生的可变频率功率流转换为基本上固定频率的功率流,该基本上固定频率的功率流待特别是经由多个变压器中的一个来输送到公用电网,其中,该辅助转换器系统具有介于每个风力涡轮机转换器的容量的1%和20%之间的容量。

[0030] 通常,风力涡轮机转换器具有相对大的容量或额定功率,这是因为其被设计用于在其输出端子处提供待输送到公用电网的高功率流。与该相对高的容量或额定值相比,该辅助转换器系统的容量可相对小,这是因为其仅意图在运输和/或存储期间引起发电机的相对小的旋转,而无需大量的功率或能量。因此,可能有利的是,提供附加的辅助转换器系统,其附加于并且不同于该至少一个风力涡轮机转换器。

[0031] 然而,在其他实施例中,(已经存在的)风力涡轮机转换器可被用于也驱动发电机来以马达模式操作,以便旋转发电机,从而移动传动系的多个部分,以便适当地处理该轴承系统。在该实施例中,可仅需要常规风力涡轮机的常规硬件。可能仅需要通过相应的控制算法、例如控制程序来适当地控制风力涡轮机转换器。

[0032] 根据本发明的一个实施例,该轴承系统包括以下至少一项:初级和/或次级转子主轴承;齿轮箱轴承;发电机轴承。该轴承系统可包括更多部分。由此,可在运输和/或存储期间有利地处理轴承系统的所有种类的可移动部分,以便增加轴承系统的使用寿命。

[0033] 根据本发明的一个实施例,该方法在装载在运输框架上的机舱的运输期间执行,该机舱包括该发电机、该转子、该传动系和该轴承系统,该辅助转换器系统特别是布置在该机舱中或该机舱处或者布置在该运输框架处。

[0034] 除了辅助转换器系统之外,该机舱还可包括执行该方法所需的所有部件。在其他实施例中,可仅存储或运输发电机,其中,该发电机也可包括发电机轴承并且是传动系的一部分。因此,在处理轴承系统的同时,可存储和运输风力涡轮机的非常复杂且成本高昂的部分。

[0035] 根据本发明的一个实施例,该机舱还包括:至少一个风力涡轮机转换器,特别是在多绕线组发电机的情况下的多个风力涡轮机转换器,这些风力涡轮机转换器中的每一个可连接到发电机。

[0036] 一个或多个风力涡轮机转换器可被构造成将在能量产生的正常操作期间由发电机输出的可变频率功率流转换为待提供给公用电网的基本上固定频率(例如,50 Hz或60 Hz)的功率流。

[0037] 根据本发明的一个实施例,风力涡轮机转换器中的每一个可经由相应的发电机断路器(例如,开关)连接到发电机,其中,在该方法期间,(特别是所有的)发电机断路器被断开。

[0038] 在执行该方法期间,发电机断路器断开,使得耦接到辅助转换器系统的发电机与

该发电机在产生电能时的正常操作期间所连接到的所有其他电路分离并断开。由此，在运输和/或存储期间以及在执行该方法期间，该另外的电路不会受损(和/或不干扰)。

[0039] 根据本发明的一个实施例，该发电机是单绕线组发电机或多绕线组发电机，其中，在多绕线组发电机的情况下，辅助转换器系统仅被连接到发电机的一个绕线组。当辅助转换器系统仅连接到发电机的一个绕线组时，该方法和相应的装置的复杂度可降低，同时该轴承系统以可靠的方式来处理。

[0040] 根据本发明的一个实施例，该发电机是永磁同步发电机或者是感应发电机，该永磁同步发电机特别是具有带复数个永磁体的外部转子。由此，可支持多种类型的发电机。

[0041] 根据本发明的一个实施例，提供了一种存储和/或运输风力涡轮机装置的方法，该风力涡轮机装置包括传动系，该传动系具有转子、耦接到该转子的发电机、可旋转地支撑该传动系的至少一个部件的轴承系统以及辅助转换器系统，该方法包括执行根据前述实施例中任一者的方法。由此，该风力涡轮机装置可被安全地存储或/和运输，从而降低轴承系统损伤的风险。

[0042] 应当理解的是，关于在存储和/或运输期间处理包括在风力涡轮机传动系中的轴承系统的方法单独地或以任何组合公开、描述或解释的特征也单独地或以任何组合适用于根据本发明的实施例的用于在存储和/或运输期间处理包括在风力涡轮机传动系中的轴承系统的装置，并且反之亦然。

[0043] 根据本发明的一个实施例，提供了一种用于在存储和/或运输期间处理包括在风力涡轮机传动系中的轴承系统的装置，该传动系包括耦接到发电机的转子，该装置包括：驱动系统，特别是辅助转换器系统，该驱动系统被连接成控制发电机，特别是用于作为马达操作，以输送驱动转矩，从而使转子(例如缓慢地和/或例如连续地)旋转大约至少一个半圈或至少一圈，该装置特别是包括机舱，该驱动系统特别是包括辅助转换器系统。

[0044] 此外，还提供了一种包括整个装置的风力涡轮机。

[0045] 本发明的上文所限定的方面以及另外的方面通过将在下文中描述的实施例的示例是显而易见的，并且参考这些实施例的示例来解释。将在下文中参考实施例的示例来更详细地描述本发明，但本发明并不限于这些实施例的示例。

附图说明

[0046] 图1示意性地图示了根据本发明的实施例的用于在存储和/或运输期间处理包括在风力涡轮机传动系中的轴承系统的装置；

图2示意性地图示了根据本发明的实施例的在存储或运输期间的机舱，在该机舱处执行处理包括在风力涡轮机传动系中的轴承系统的方法；

图3以示意性的方式图示了可在根据本发明的实施例的方法或装置中采用的辅助转换器系统；以及

图4图示了根据本发明的实施例的用于选择待在存储和/或运输期间施加以使转子旋转的旋转速度的曲线图。

具体实施方式

[0047] 本发明的实施例通过使用风力涡轮机自身的发电机旋转来保护轴承系统的轴承

部分和传动系的其他部分。在存储或运输期间,功率被输送到发电机,使得它充当马达。该功率用于使传动系缓慢且例如连续地旋转,以便确保在轴承内的接触表面之间或在齿轮箱的齿之间始终存在润滑膜。该功率可通过频率转换器输送到同步永磁发电机。该频率转换器可控制所输送功率的频率,以确保缓慢且连续的旋转。特别地,可使用独立的频率转换器,其直接插入到发电机的电连接件中。电气断路器可防止任何电压或电流被输送到风力涡轮机的其他部分。

[0048] 在存储或运输期间,风力涡轮机的电气系统的多个部分可能未完成或未调试。因此,在这种构造中可能有必要确保功率仅被输送到发电机。频率转换器和发电机之间的该接口可以是风力涡轮机设计的临时或永久的部分。

[0049] 从传动系被组装时直到进行安装,包括道路和/或海上运输,可偶尔或连续地或以逐步的方式使用转动工具。这可确保始终存在润滑膜,并且将显著地减少轴承和传动系的其他部分中的停止痕迹的形成。

[0050] 通过使用风力涡轮机的发电机来旋转轴承和传动系的其他部分,不需要机械工具或与传动系的旋转部分的接口。由于不需要设计接口(例如,用于旋转工具或旋转部分上的齿轮齿的安装位置),因此这可降低生产风力涡轮机的成本。

[0051] 此外,在过去20年中,频率驱动器(frequency drive)的成本已显著下降,这可使得对于该应用而言能够以低成本来购买它们。通过使用频率转换器,可控制输出频率,并且因此,可根据需要来调整发电机的旋转速度。因此,可调整缓慢、节能和安全的旋转速度。由于该系统也由频率转换器构成,因此仅通过将单元替换为另一个单元来维护是非常简单的。

[0052] 对于常规的机械解决方案,存在多个可能磨损或失效的移动部分。该常规解决方案可能需要维护。由于维护可能不是总在需要时进行,因此结果可能是轴承或传动系的其他部分可能遭受损伤。在海上更换损坏的直接驱动式发电机轴承的成本是非常昂贵的。

[0053] 本发明的实施例适用于直接传动系的风力涡轮机,但也适用于使用不同发电机设计或传动系构造(例如,具有齿轮箱的感应电机)的风力涡轮机。转动工具将以相同的方式工作,并被直接连接到发电机并在外部供能。辅助转换器系统可由外部供应供能,或者可使用电池为频率转换器提供功率。

[0054] 常规方法可能已将发电机用于“转子定位”,从而实现风力涡轮机转子的目标位置。然而,这些方法和装置与本发明的实施例不同,因为在这里发电机的目的和用途不是用于将涡轮机的旋转部分定位在特定的角度,而是特别地为了连续地旋转,以用于在运输和存储期间保护轴承的目的。特别地,转动至少一个半圈或至少一圈,以便确保润滑剂在轴承部件内的均匀分布。

[0055] 根据本发明的实施例的图1中所示的用于在存储和/或运输期间处理包括在风力涡轮机传动系5中的轴承系统3的装置1包括驱动系统7,特别是辅助转换器系统9,该驱动系统7被连接成控制发电机11,特别是用于作为马达操作,以输送驱动转矩,从而使转子13旋转大约至少一个半圈。由此,转子13通过轴承系统3可旋转地支撑,该轴承系统3特别是包括转子主轴承4。转子13被机械地连接到轮毂15,在该轮毂15处连接有复数个转子叶片17。

[0056] 在所实施实施例中,发电机11被构造为具有独立(特别是三相)绕线组19和21的两绕线组发电机,该绕线组19和21经由发电机电路断路器23、25通向构造为AC-DC-AC转换器的

相应的风力涡轮机转换器27、29。风力涡轮机转换器27、29的输出功率流相应地被供应到电抗器31、33,随后是谐波滤波器35、37,其中,充电电阻器39、41并联连接。此外,若干断路器,例如主电路断路器43、45、相应的辅助电路断路器47、49,允许中断相应的功率流。

[0057] 此外,使用相应的转换器变压器51、53以及附加地使用风力涡轮机变压器55,该输出功率流被变换至更高的电压。该输出功率流特别是经由公共耦接点以及一个或多个附加的风电场变压器而被输送到公用电网57。此外,柴油发电机入口59以及辅助马达控制器输入61允许向风力涡轮机1供应外部能量。

[0058] 特别地,装置1被构造为风力涡轮机。与常规的风力涡轮机或机舱或发电机不同,装置1包括驱动系统7,该驱动系统7被构造成控制发电机11输送转矩,从而使转子13旋转至少一个半圈。由此,驱动系统7被构造为辅助转换器系统9,其输出三相AC功率流63,该三相AC功率流63使发电机11充当以预定旋转速度旋转的马达。辅助转换器系统9由外部电源65供能,该外部电源65例如以50 Hz或60 Hz的频率输送三相AC功率流67。

[0059] 辅助转换器系统9包括辅助转换器控制器14,其向未图示的可控开关提供控制信号,以用于控制其电导状态。

[0060] 如从图1可以看到的,辅助频率转换器9是不同的,并且附加于(风力涡轮机)频率转换器27和29。在所示实施例中,轴承系统3包括转子主轴承4,该转子主轴承4可旋转地支撑主转子13,轮毂15和转子叶片17连接在该主转子13处。在其他实施例中,在轮毂15与发电机之间可连接齿轮箱,其中,根据本发明的实施例,该齿轮箱可包括该轴承系统的其他部件,所述其他部件也通过旋转连接到发电机11的轴13而旋转。

[0061] 图2示意性地图示了机舱101,作为在运输期间的图1中所示的装置1的示例。机舱101被装载在运输框架102上,同时执行根据实施例的方法。由此,该机舱例如可包括图1中所示的所有元件,除了风力涡轮机变压器55和公用电网57,并且在某些实施例中,除了驱动系统7。此外,该机舱不包括图1中所示的转子叶片17。驱动系统7可被放置在运输框架102的另一个装载区域处,或者在其他实施例中,可放置在机舱101内部。

[0062] 图3示意性地图示了构造为频率转换器9的驱动系统7,该频率转换器9可用在图1中所示的装置1中。驱动系统7包括输送线缆8,以用于例如从外部能量供应输送能量。此外,驱动系统7包括输出线缆10,其构造成输出具有期望或预定的频率的AC功率流,并且待经由通向发电机11(例如参见图1)的连接接口64来连接。

[0063] 该驱动系统可按照简单的方式构造为仅具有通断开关12,该通断开关12使得能够接通该驱动系统或断开该驱动系统。在运输和/或存储包括直接或间接耦接到转子的轴承的风力涡轮机部分期间,可接通该驱动系统。

[0064] 图4图示了处于坐标系中的曲线图18,该坐标系具有横坐标14,该横坐标14表示以rpm为单位的旋转速度 ω ,并且具有纵坐标16,该纵坐标16表示实现相应的旋转速度所需的转矩T。在大约2 rpm的旋转速度 ω 下,使发电机转动所需的转矩T最小。出于安全原因,在运输和/或存储期间,仍选择大约1 rpm的较小的旋转速度以便使用发电机11来转动转子。可基于特定的应用和需要来确定预定的旋转速度。

[0065] 驱动系统,特别是频率转换器7、9,可被放置在机舱内或者运输框架102处或运输框架102上的易于接近的位置。频率转换器9可由外部电源65供能,该外部电源65例如可从船舶供应系统(vessel supply system)供应3 x 400 V。频率转换器9通过发电机电路断路

器23的一侧处的快速连接接口64来连接到发电机11的一个绕线组19的端子20。例如,当使用开关12激活时,频率转换器7输送低频AC功率,该低频AC功率足以使发电机缓慢且稳定地旋转,例如以1 rpm旋转。在其他实施例中,驱动系统或频率转换器7可包括紧急停止按钮和速度选择按钮或旋轮。

[0066] 应当注意的是,术语“包括”并不排除其他元件或步骤,并且措词“一”、“一个”或“一种”并不排除多个。此外,也可组合联系不同实施例描述的元件。还应当注意的是,权利要求中的附图标记不应被解释为限制权利要求的范围。

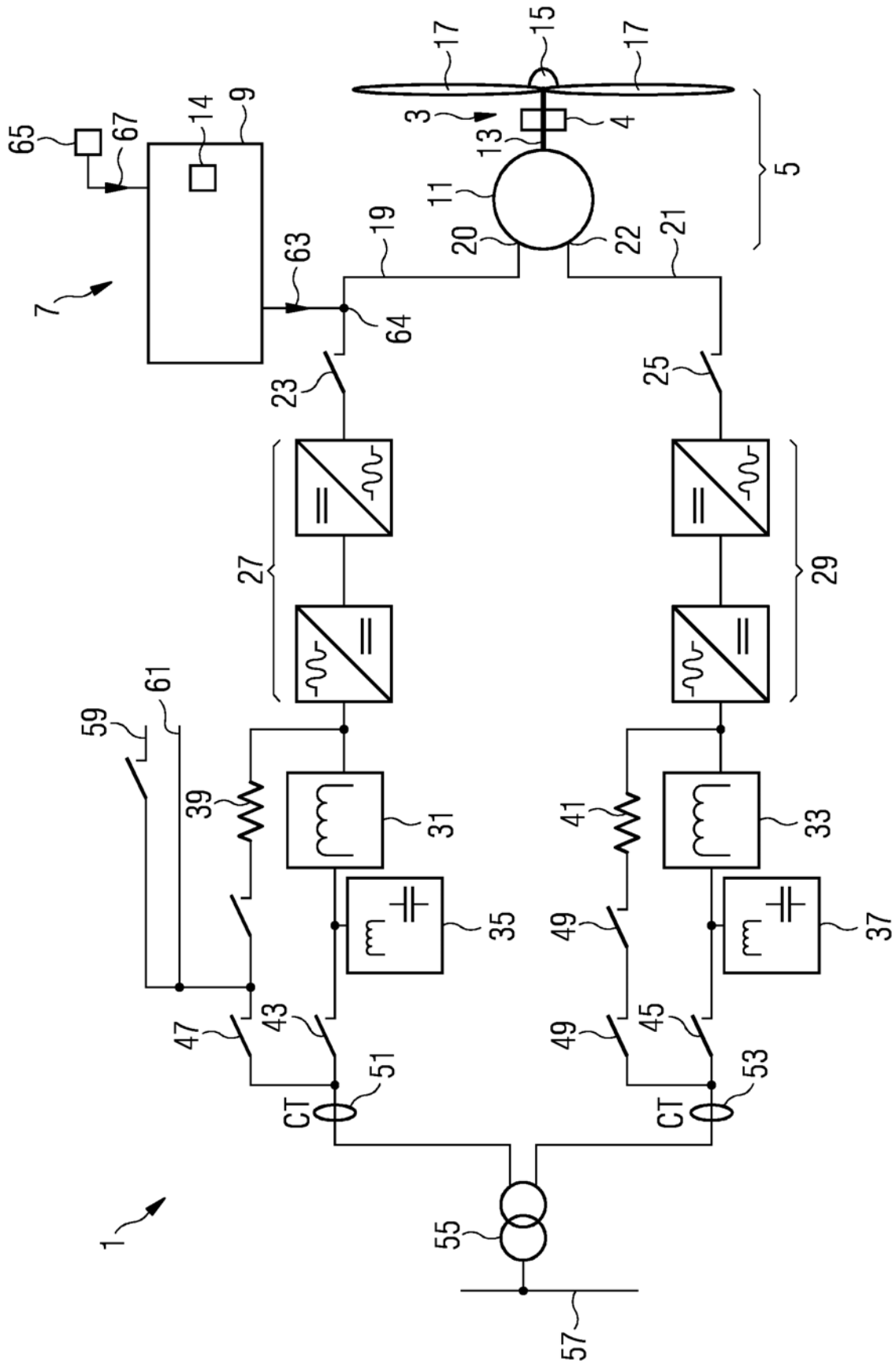


图 1

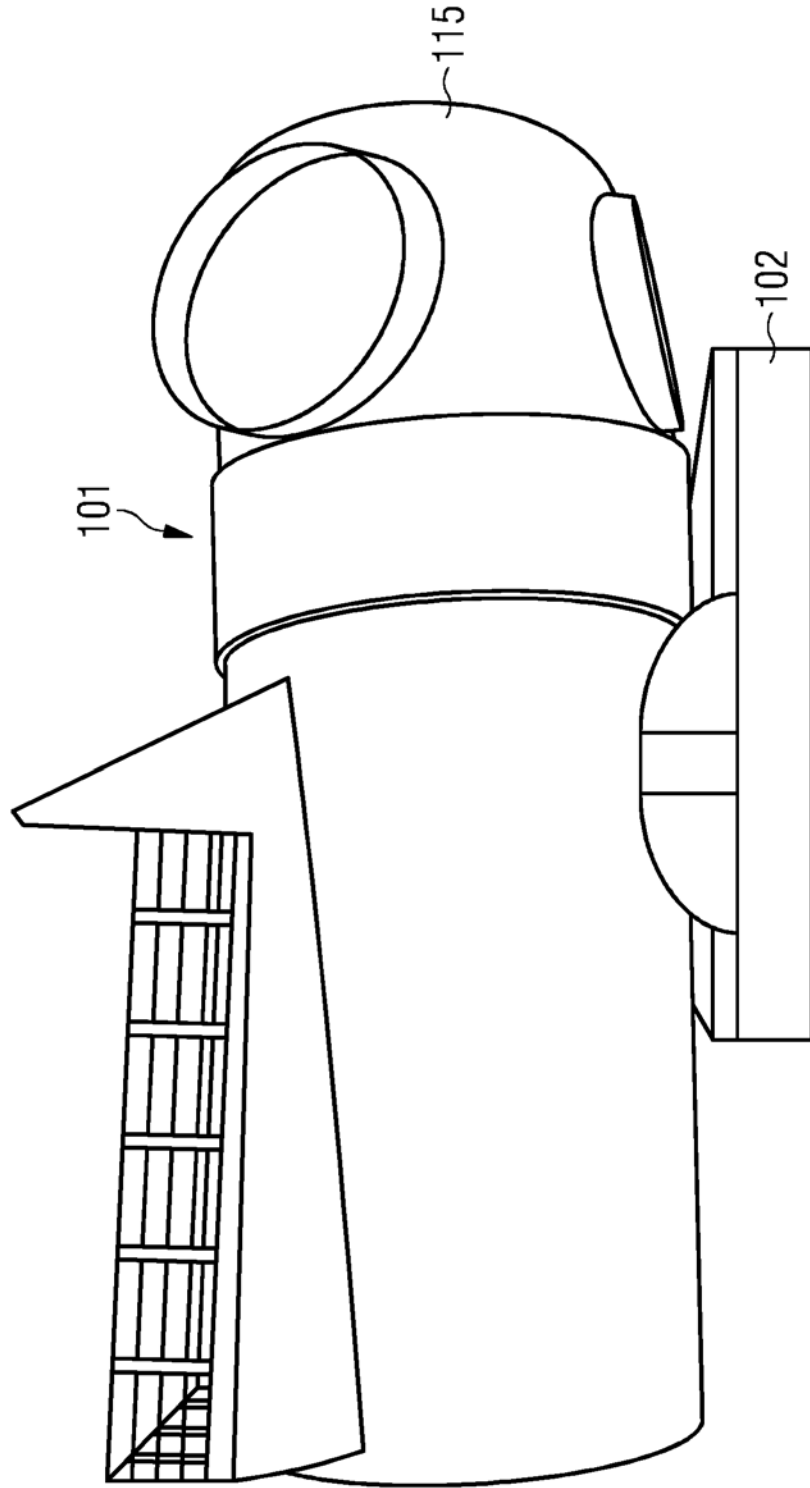


图 2

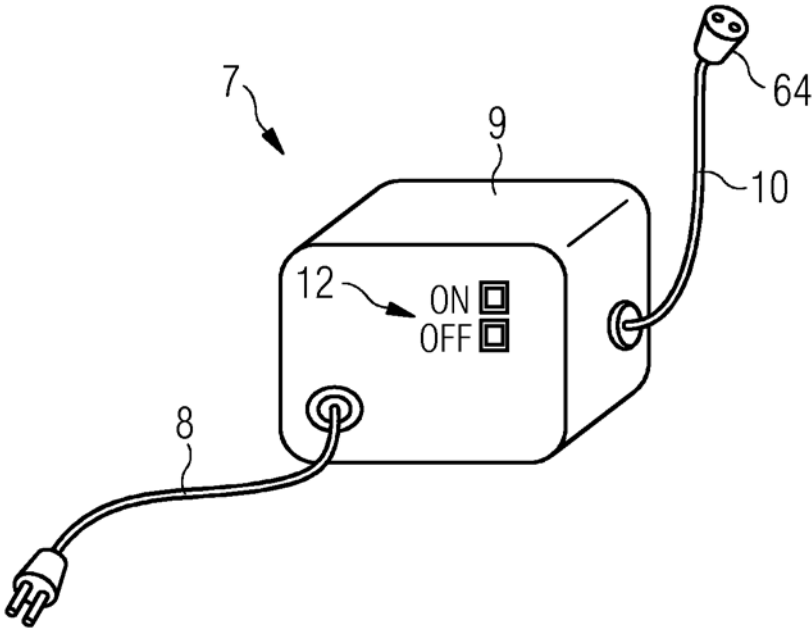


图 3

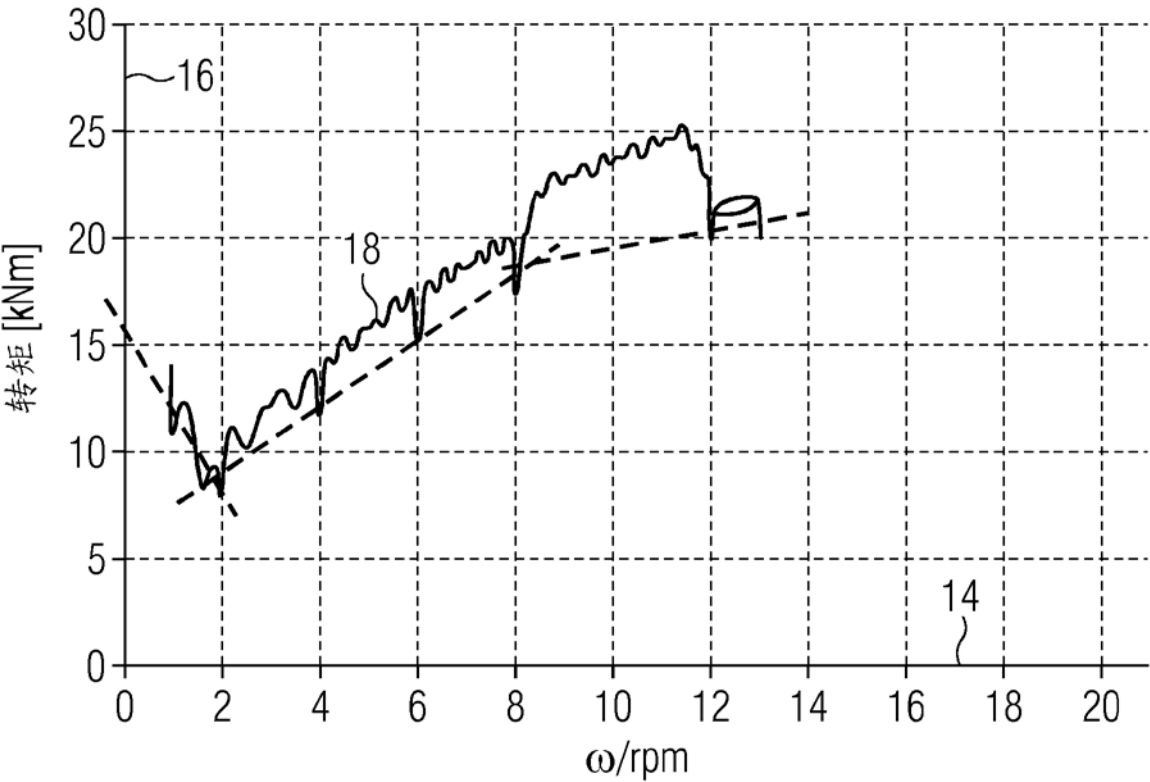


图 4