



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115370542 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 22

(21) 申请号 202210580188.6

F03D 80/80 (2016.01)

(22) 申请日 2022.05.23

(30) 优先权数据

21382466.7 2021.05.21 EP

(71) 申请人 通用电气可再生能源西班牙有限公司

地址 西班牙巴塞隆拿

(72) 发明人 L·克鲁萨特奥勒尔 L·范马克
E·博世帕劳

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

专利代理师 郭帆扬 万欣

(51) Int.Cl.

F03D 13/20 (2016.01)

F03D 80/00 (2016.01)

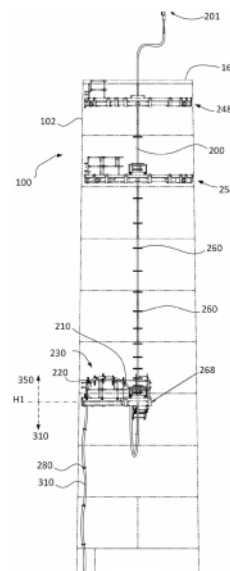
权利要求书1页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

风力涡轮塔架中的线缆引导

(57) 摘要

本公开涉及用于风力涡轮的塔架,该塔架包括围绕偏航轴线支撑机舱的顶部区段,其中,机舱包括电功率部件和用于将电功率部件电连接到塔架的下部区段中的电连接点的功率线缆。功率线缆从机舱沿着塔架的基本上中心的区域向下延伸到第一高度,并且在第一高度处功率线缆包括功率线缆环。功率线缆环包括向上弯曲部和向下弯曲部。功率线缆环包括可移动线缆部分和固定线缆部分,并且固定线缆部分包括向下弯曲部的至少一部分。本公开还涉及风力涡轮和用于在风力涡轮塔架中布置线缆的方法。



1. 一种用于风力涡轮的塔架(100),其包括:

顶部区段(102),所述顶部区段围绕偏航轴线(38)支撑所述风力涡轮的机舱(16),其中,所述机舱(16)包括电功率部件;和

功率线缆(200),所述功率线缆用于将所述电功率部件电连接到所述塔架的下部区段中的电连接点,其中,

所述功率线缆(200)从所述机舱(16)沿着所述塔架(100)的基本上中心的区域向下延伸,并且在所述机舱和所述电连接点之间的第一高度(H1)处,所述功率线缆包括功率线缆环,所述功率线缆环包括向上弯曲部和向下弯曲部,其中,

所述功率线缆环包括可移动线缆部分(235)和固定线缆部分(230),并且所述固定线缆部分(230)包括所述向下弯曲部的至少一部分。

2. 根据权利要求1所述的塔架,其中,所述可移动线缆环(235)包括可移动向上部分,并且所述固定线缆环(230)附接到所述可移动线缆环(235)的端部。

3. 根据权利要求1所述的塔架,其中,所述固定线缆部分(230)至少包括向上部分(210)和向下部分(220)。

4. 根据权利要求3所述的塔架,其中,所述固定线缆部分(230)的向上部分(210)沿着所述塔架(100)的内表面布置,并且可选地其中,所述固定线缆部分(230)的向下部分(220)沿着所述塔架的内表面布置。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的塔架,其中,所述可移动线缆部分(235)基本上在所述塔架的竖直纵向平面内延伸。

6. 根据权利要求1至4中任一项所述的塔架,其中,所述可移动线缆部分(235)至少部分地在方位方向上延伸。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的塔架,其中,所述电连接点在所述塔架的底部处或在其附近。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的塔架,其中,所述第一高度(H1)被确定成使得布置在所述机舱(16)和所述第一高度(H1)之间的所述功率线缆(200)配置成吸收所述机舱(16)在单个方向上的最大偏航量。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的塔架,还包括在所述第一高度处或在其附近的平台(268)。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的塔架,其中,所述电功率部件是所述风力涡轮的主变压器。

风力涡轮塔架中的线缆引导

技术领域

[0001] 本公开涉及风力涡轮，特别地涉及用于将功率线缆沿风力涡轮塔架向下引导的系统。本公开还涉及风力涡轮塔架。

背景技术

[0002] 现代风力涡轮通常用于向电网供应电力。这种类型的风力涡轮大体上包括塔架和布置在塔架上的转子。典型地包括毂和多个叶片的转子在风对叶片的影响下被引发旋转。所述旋转生成扭矩，该扭矩通常通过转子轴直接地或通过齿轮箱传递到发电机。这样，发电机产生可供应到电网的电力。

[0003] 风力涡轮毂能够可旋转地联接到机舱的前部。风力涡轮毂可连接到转子轴，并且然后转子轴可使用布置在机舱内部的框架中的一个或多个转子轴轴承可旋转地安装在机舱中。机舱是布置在风力涡轮塔架的顶部上的壳体，其包含并保护例如齿轮箱（如果存在）和发电机，以及取决于风力涡轮的另外的部件，诸如功率转换器和辅助系统。

[0004] 功率线缆将电能从机舱中的发电机沿风力涡轮塔架向下输送，并且直到电网。功率线缆通常包括由保护和柔性覆盖物（例如，橡胶覆盖物）围绕的一束金属线材（例如，铜线材）。风力涡轮中的功率线缆预计承受振动、弯曲、扭转、磨损、大范围的温度和电磁干扰。在海上风力涡轮中，它们还应当耐受盐水和含盐海洋空气。

[0005] 功率线缆应当允许机舱偏航，同时持续地且可靠地输送电能。当风向改变时，机舱改变其定向以与风向对齐。机舱在沿相反方向退绕之前，可完成多达三个或更多个完整的转圈。功率线缆必须能够承受相应的扭转。扭转也导致功率线缆的缩短。并且功率线缆需要具有附加的额外长度，以便能够进行补偿。该附加长度通常通过线缆鞍提供，即线缆的一部分在弯曲结构上被引导。弯曲结构可形成为半圆柱体。功率线缆可在半圆柱体的上表面上被引导。半圆柱体的半径可根据所使用的线缆来确定。需要遵守线缆的最小弯曲半径。

[0006] 线缆的最小弯曲半径可尤其取决于线缆的额定功率和额定电压。线缆中的电绝缘的量和线束的直径可特别地取决于额定电压。类似地，线缆的扭转能力可取决于线缆构造。

[0007] 本公开的目的是提供用于在具有相对较高的额定功率的大型风力涡轮中引导线缆的线缆布置结构和方法。本公开的另一个目的是提供用于在风力涡轮中引导中压或高压功率线缆的方法和系统。

发明内容

[0008] 在本公开的一个方面，提供了一种用于风力涡轮的塔架。塔架包括围绕偏航轴线支撑风力涡轮的机舱的顶部区段，其中，机舱包括电功率部件和用于将电功率部件电连接到塔架的下部区段中的电连接点的功率线缆。功率线缆从机舱沿着塔架的基本上中心的区域向下延伸，并且在第一高度处，功率线缆包括功率线缆环。功率线缆环包括向上弯曲部和向下弯曲部。功率线缆环包括可移动线缆部分和固定线缆部分，并且固定线缆部分包括向下弯曲部的至少一部分。

[0009] 如贯穿本公开使用的环可理解为线缆的包括沿相反方向纵向地延伸的随后部分的部段。换句话说,环由沿第一方向延伸的线缆形成,其包括基本上沿相反方向延伸的部分和沿第一方向再次延续的部分。特别地,在本公开中,环包括向下部分(从机舱沿塔架向下)、随后的向上部分和另外的随后的向下部分(或者,如果沿相反方向看,则为向上部分、随后的向下部分,跟随着另外的向上部分)。线缆环可提供用于吸收机舱的移动的松弛。线缆沿其改变方向的随后的线缆部分可以是弯曲的。向上部分可形成向上弯曲部,并且在向上部分之前和之后的向下部分可一起形成向下弯曲部。

[0010] 这些随后的线缆部分可形成完成 360° 的曲线。线缆部分可形成基本上圆形的部段,但不需要形成完整的圆,部段也不需要是圆形的。

[0011] 根据该方面,用于风力涡轮的塔架设置有能够容纳增加的最小弯曲半径的线缆的功率线缆布置结构。因为线缆环部分地可移动且部分地固定,并且线缆环的一部分由固定线缆部分形成,构造成提供松弛并能够吸收移动的可移动部分不需要由向下、向上和进一步向下构成完整的环。因此,可增加功率线缆环的半径。因此,可在具有可接受的直径的塔架的区段内提供具有足够功率和额定电压(以及相关的扭转能力)的线缆布置结构。

[0012] 在另一个方面,提供了一种用于引导风力涡轮中的功率线缆的方法。该方法包括将功率线缆连接到风力涡轮的机舱中的电功率部件并且将功率线缆通过机舱的底部的中心区域布置,使得功率线缆从机舱沿着塔架的中心区域基本上竖直地向下延伸到第一高度。该方法还包括将功率线缆从塔架的中心区域导引到第一高度附近的塔架的内壁并且将功率线缆附接到塔架的内壁以形成基本上竖直的环。

[0013] 在另一个方面,一种风力涡轮包括:风力涡轮转子,其包括多个转子叶片;发电机,其可操作地联接到风力涡轮转子,用于生成电功率;功率电子转换器,其用于将由发电机生成的电功率转换成预定频率和电压的经转换的AC功率;以及主风力涡轮变压器,其具有低压侧和高压侧,用于将经转换的AC功率变换成更高的电压。该风力涡轮还包括机舱,该机舱包括发电机、功率电子转换器和主变压器以及用于可旋转地支撑机舱的塔架。该风力涡轮还包括用于将主风力涡轮变压器的高压侧电连接到塔架的下部部分中的电连接点的功率线缆。功率线缆从机舱沿着塔架的中心区域向下布置,并且其中,功率线缆包括至少部分地沿着塔架的内表面布置的竖直功率线缆环。

[0014] 技术方案1. 一种用于风力涡轮的塔架,其包括:

顶部区段,所述顶部区段围绕偏航轴线支撑所述风力涡轮的机舱,其中,所述机舱包括电功率部件;和

功率线缆,所述功率线缆用于将所述电功率部件电连接到所述塔架的下部区段中的电连接点,其中,

所述功率线缆从所述机舱沿着所述塔架的基本上中心的区域向下延伸,并且在所述机舱和所述电连接点之间的第一高度处,所述功率线缆包括功率线缆环,所述功率线缆环包括向上弯曲部和向下弯曲部,其中,

所述功率线缆环包括可移动线缆部分和固定线缆部分,并且所述固定线缆部分包括所述向下弯曲部的至少一部分。

[0015] 技术方案2. 根据技术方案1所述的塔架,其中,所述可移动线缆环包括可移动向上部分,并且所述固定线缆环附接到所述可移动线缆环的端部。

[0016] 技术方案3. 根据技术方案1所述的塔架,其中,所述固定线缆部分至少包括向上部分和向下部分。

[0017] 技术方案4. 根据技术方案3所述的塔架,其中,所述固定线缆部分的向上部分沿着所述塔架的内表面布置,并且可选地其中,所述固定线缆部分的向下部分沿着所述塔架的内表面布置。

[0018] 技术方案5. 根据技术方案1至技术方案4中任一项所述的塔架,其中,所述可移动线缆部分基本上在所述塔架的竖直纵向平面内延伸。

[0019] 技术方案6. 根据技术方案1至技术方案4中任一项所述的塔架,其中,所述可移动线缆部分至少部分地在方位方向上延伸。

[0020] 技术方案7. 根据技术方案1至技术方案6中任一项所述的塔架,其中,所述电连接点在所述塔架的底部处或在其附近。

[0021] 技术方案8. 根据技术方案1至技术方案7中任一项所述的塔架,其中,所述第一高度被确定成使得布置在所述机舱和所述第一高度之间的所述功率线缆配置成吸收所述机舱在单个方向上的最大偏航量。

[0022] 技术方案9. 根据技术方案1至技术方案8中任一项所述的塔架,还包括在所述第一高度处或在其附近的平台。

[0023] 技术方案10. 根据技术方案1至技术方案9中任一项所述的塔架,其中,所述电功率部件是所述风力涡轮的主变压器。

[0024] 技术方案11. 根据技术方案1至技术方案10中任一项所述的塔架,还包括在所述机舱和所述塔架的下部区段之间延伸的多个辅助线缆,并且还包括线缆引导组件,所述线缆引导组件引导所述功率线缆和所述辅助线缆。

[0025] 技术方案12. 根据技术方案11所述的塔架,其中,所述辅助线缆包括用于所述风力涡轮的辅助系统的功率供应源的电线缆和/或通信线缆。

[0026] 技术方案13. 根据技术方案11或技术方案12所述的塔架,其中,所述功率线缆布置在所述线缆引导组件的中心通孔中。

[0027] 技术方案14. 根据技术方案1至技术方案13中任一项所述的塔架,其中,所述功率线缆配置用于传输20kV或更多、具体地30kV或更具体地60kV或更多的电压的电功率。

[0028] 技术方案15. 根据技术方案1至技术方案14中任一项所述的塔架,其中,所述功率线缆在所述可移动线缆部分中的最小弯曲半径为至少0.7米、具体地至少0.9米或更多。

附图说明

[0029] 图1示意性地示出了风力涡轮的一个示例的透视图;

图2示出了图1的风力涡轮的机舱的一个示例的简化内部视图;

图3A-图3C示意性地示出了风力涡轮塔架中的功率线缆的布置结构的示例;以及

图4示意性地示出了风力涡轮塔架中的线缆的布置结构的另一个示例。

具体实施方式

[0030] 现在将详细参考本发明的实施例,其中的一个或多个示例在附图中示出。每个示例以解释本发明的方式,而不是作为对本发明的限制被提供。事实上,对于本领域技术人员

来说将显而易见的是,在不脱离本发明的范围或精神的情况下,可在本发明中进行各种修改和变化。例如,作为一个实施例的一部分示出或描述的特征可与另一个实施例一起使用,以产生又一个实施例。因此,旨在的是,本发明涵盖如落入所附权利要求书及其等同物的范围内的这样的修改和变化。

[0031] 图1是风力涡轮10的示例的透视图。在该示例中,风力涡轮10是水平轴线风力涡轮。备选地,风力涡轮10可以是竖直轴线风力涡轮。在该示例中,风力涡轮10包括从在地面12上的支撑系统14延伸的塔架100、安装在塔架100上的机舱16以及联接到机舱16的转子18。转子18包括可旋转的毂20和至少一个转子叶片22,所述转子叶片联接到毂20并从毂向外延伸。在该示例中,转子18具有三个转子叶片22。在备选实施例中,转子18包括多于或少于三个转子叶片22。塔架100可由管状钢制成,以在支撑系统14和机舱16之间限定空腔(图1中未示出)。在备选实施例中,塔架100是具有任何合适高度的任何合适类型的塔架。根据备选方案,该塔架可以是混合塔架,其包括由混凝土制成的部分和管状钢部分。另外,塔架可以是部分格构塔架或全格构塔架。

[0032] 转子叶片22围绕毂20间隔开,以便于旋转转子18,以使动能能够从风能转换成可用的机械能,并随后转换成电能。转子叶片22通过在多个负载转移区域26处将叶片根部部分24联接到毂20来配合到毂20。负载转移区域26可具有毂负载转移区域和叶片负载转移区域(图1中均未示出)。诱导到转子叶片22的负载经由负载转移区域26转移到毂20。

[0033] 在示例中,转子叶片22可具有从约15米(m)至约90m或更多的长度。转子叶片22可具有使风力涡轮10能够如本文中所述那样起作用的任何合适的长度。例如,叶片长度的非限制性示例包括20m或更少、37m、48.7m、50.2m、52.2m或大于91m的长度。当风从风向28冲击转子叶片22时,转子18围绕转子轴线30旋转。当转子叶片22旋转并受到离心力时,转子叶片22也受到各种力和力矩。因此,转子叶片22可从中性或非偏转的位置偏转和/或旋转到偏转位置。

[0034] 此外,转子叶片22的桨距角(即确定转子叶片22相对于风向的定向的角度)可通过变桨系统32改变,以通过调整至少一个转子叶片22相对于风矢量的角位置来控制由风力涡轮10产生的负载和功率。示出了转子叶片22的变桨轴线34。在风力涡轮10的操作期间,变桨系统32可特别地改变转子叶片22的桨距角,使得转子叶片(的部分)的攻角减小,这有利于减小旋转速度和/或有利于转子18的失速。

[0035] 在该示例中,每个转子叶片22的叶片桨距由风力涡轮控制器36或变桨控制系统80单独控制。备选地,所有转子叶片22的叶片桨距可由所述控制系统同时控制。

[0036] 此外,在该示例中,当风向28改变时,机舱16的偏航方向可围绕偏航轴线38旋转,以相对于风向28定位转子叶片22。

[0037] 在该示例中,风力涡轮控制器36示出为集中在机舱16内,然而,风力涡轮控制器36可以是遍布风力涡轮10、在支撑系统14上、在风电场内和/或在远程控制中心处的分布式系统。风力涡轮控制器36包括处理器40,该处理器配置成执行本文中描述的方法和/或步骤。此外,本文中描述的许多其它部件包括处理器。

[0038] 如本文中所用,术语“处理器”不限于在本领域中被称作计算机的集成电路,而是广义地指控制器、微控制器、微型计算机、可编程逻辑控制器(PLC)、应用特定的集成电路和其它可编程电路,并且这些术语在本文中可互换使用。应当理解,处理器和/或控制系统也

可包括存储器、输入通道和/或输出通道。

[0039] 图2是风力涡轮10的一部分的放大剖视图。在该示例中,风力涡轮10包括机舱16和可旋转地联接到机舱16的转子18。更具体地,转子18的毂20通过主轴44、齿轮箱46、高速轴48和联轴器50可旋转地联接到定位在机舱16内的发电机42。在该示例中,主轴44至少部分与机舱16的纵向轴线(未示出)同轴地设置。主轴44的旋转驱动齿轮箱46,齿轮箱随后通过将转子18和主轴44的相对较慢的旋转移动转化为高速轴48的相对较快的旋转移动来驱动高速轴48。后者借助于联轴器50连接到发电机42,用于产生电能。此外,变压器90和/或合适的电子设备、开关和/或逆变器可布置在机舱16中,以便将具有400V至1000V之间的电压的由发电机42生成的电能变换成具有中等电压(10至35kV)或更高电压(例如,66kV)的电能。所述电能经由功率线缆160从机舱16传导到塔架100中。

[0040] 齿轮箱46、变压器90中的发电机42可由机舱16的主支撑结构框架支撑,该主支撑结构框架可选地实施为主框架52。齿轮箱46可包括通过一个或多个扭矩臂103连接到主框架52的齿轮箱壳体。在该示例中,机舱16还包括主前支撑轴承60和主后支撑轴承62。此外,发电机42可通过脱离支撑器件54安装到主框架52,特别是以便防止发电机42的振动被引入到主框架52中,并因此导致噪声发射源。

[0041] 可选地,主框架52构造成承载由转子18和机舱16的部件的重量以及由风和旋转负载导致的全部负载,并且进一步将这些负载引入到风力涡轮10的塔架100中。转子轴44、发电机42、齿轮箱46、高速轴48、联轴器50以及任何相关联的紧固、支撑和/或固定装置,其包括但不限于支撑件52以及前支撑轴承60和后支撑轴承62,有时被称为传动系64。

[0042] 机舱16还可包括偏航驱动机构56,该偏航驱动机构可用于使机舱16旋转,并且因此也使转子18围绕偏航轴线38旋转,以控制转子叶片22相对于风向28的视角。

[0043] 为了相对于风向28适当地定位机舱16,机舱16还可包括至少一个气象测量系统,该气象测量系统可包括风向标和风速计。气象测量系统58可向风力涡轮控制器36提供可包括风向和/或风速的信息。在该示例中,变桨系统32至少部分地布置为毂20中的变桨组件66。变桨组件66包括一个或多个变桨驱动系统68和至少一个传感器70。每个变桨驱动系统68联接到相应的转子叶片22(在图1中示出),用于沿着变桨轴线34调制转子叶片22的桨距角。图2中示出了三个变桨驱动系统68中的仅仅一个。

[0044] 在该示例中,变桨组件66包括至少一个变桨轴承72,该变桨轴承联接到毂20和相应的转子叶片22(在图1中示出),用于使相应的转子叶片22围绕变桨轴线34旋转。变桨驱动系统68包括变桨驱动马达74、变桨驱动齿轮箱76和变桨驱动小齿轮78。变桨驱动马达74联接到变桨驱动齿轮箱76,使得变桨驱动马达74将机械力施加到变桨驱动齿轮箱76。变桨驱动齿轮箱76联接到变桨驱动小齿轮78,使得变桨驱动小齿轮78由变桨驱动齿轮箱76旋转。变桨轴承72联接到变桨驱动小齿轮78,使得变桨驱动小齿轮78的旋转导致变桨轴承72的旋转。

[0045] 变桨驱动系统68联接到风力涡轮控制器36,用于在从风力涡轮控制器36接收到一个或多个信号时调整转子叶片22的桨距角。在该示例中,变桨驱动马达74是由电功率和/或液压系统驱动的任何合适的马达,其使变桨组件66能够如本文中所述那样起作用。备选地,变桨组件66可包括任何合适的结构、构造、布置和/或部件,诸如但不限于液压缸、弹簧和/或伺服机构。在某些实施例中,变桨驱动马达74由从毂20的转动惯量和/或向风力涡轮10的

部件供应能量的存储能量源(未示出)提取的能量驱动。

[0046] 变桨组件66还可包括一个或多个变桨控制系统80,用于在特定的优先情况下和/或在转子18超速期间根据来自风力涡轮控制器36的控制信号来控制变桨驱动系统68。在该示例中,变桨组件66包括至少一个变桨控制系统80,该变桨控制系统80通信地联接到相应的变桨驱动系统68,用于独立于风力涡轮控制器36控制变桨驱动系统68。在该示例中,变桨控制系统80联接到变桨驱动系统68和传感器70。在风力涡轮10的正常操作期间,风力涡轮控制器36可控制变桨驱动系统68,以调整转子叶片22的桨距角。

[0047] 根据实施例,例如包括电池、电容器或由毂20的旋转驱动的发电机的功率供应源84布置在毂20处或在毂内,并且联接到传感器70、变桨控制系统80和变桨驱动系统68,以向这些部件提供功率源。在该示例中,功率供应源84在风力涡轮10的操作期间向变桨组件66提供持续的功率源。在备选实施例中,功率供应源84仅在风力涡轮10的电功率损失事件期间向变桨组件66提供功率。电功率损失事件可包括电网损失或波动、风力涡轮10的电气系统的故障和/或风力涡轮控制器36的失效。在电功率损失事件期间,功率供应源84操作以向变桨组件66提供电功率,使得变桨组件66可在电功率损失事件期间操作。

[0048] 在该示例中,变桨驱动系统68、传感器70、变桨控制系统80、线缆和功率供应源84各自定位在由毂20的内表面88限定的空腔86中。在备选实施例中,所述部件相对于毂20的外表面定位,并且可直接地或间接地联接到外表面。

[0049] 图3A至图3C示意性地示出了风力涡轮塔架中的功率线缆的布置结构的示例。在本公开的一个方面,用于风力涡轮的塔架100包括围绕偏航轴线38支撑风力涡轮的机舱16的顶部区段102,其中,机舱16包括电功率部件和功率线缆200,该功率线缆用于将电功率部件电连接到塔架的下部部分中的电连接点。功率线缆200从机舱沿着塔架100的基本上中心的区域向下延伸至少到第一高度H1。基本上在第一高度H1处,功率线缆200包括功率线缆环,其中,功率线缆环包括向上弯曲部和向下弯曲部。功率线缆环包括可移动线缆部分235和固定线缆部分230。固定线缆部分235包括向下环的至少一部分220。

[0050] 在该示例中,可移动线缆部分235包括可移动向下部分233和(随后的)可移动向上部分237。固定线缆部分230附接到可移动向上部分237的端部。

[0051] 在该示例中,固定线缆部分230至少包括向上部分210和向下部分220。功率线缆环230的向上部分210在这里沿着塔架100的内表面布置。

[0052] 在该示例中,可移动向上部分237和固定向上部分210一起形成向上弯曲部。功率线缆环由一起形成向下弯曲部的可移动向下部分223和固定向下部分220来完成。

[0053] 如贯穿本公开使用的可移动线缆部分可被视为线缆环的一部分,其不固定在适当位置,而是可移动地布置成能够吸收功率线缆的移动,并且特别是由机舱的偏航引起的功率线缆的缩短和/或功率线缆的扭转。如贯穿本公开使用的固定线缆环可被视为线缆环的一部分,其固定在适当位置,并且因此不具体地构造成通过改变其位置或定向来吸收线缆的扭转和/或缩短。

[0054] 在本文中,布置在机舱16中的电功率部件可以是风力涡轮的发电机或功率电子转换器。功率线缆200的顶端部201可连接到发电机或功率电子转换器。塔架的下部部分(即,在功率线缆环下面)中的电连接点可在塔架的底部区段处或在其附近,并且可以是功率电子转换器或主风力涡轮变压器。

[0055] 备选地,布置在机舱16中的电功率部件可以是主风力涡轮变压器,并且功率线缆200的顶端部201可连接到主风力涡轮变压器,特别是连接到主风力涡轮变压器的高压侧。在塔架的下部部分中(例如,在塔架的区段的底部处或在其附近)的电连接点可以是到风力发电场电网的电连接。电连接可例如通过开关设备。

[0056] 在图3A的示例中,固定线缆部分的向下部分220沿着塔架100的内表面布置。功率线缆200的可移动线缆部分235从塔架的中心区域朝向塔架的内壁延伸,并且可被视为形成相同功率线缆环的一部分。

[0057] 塔架100的内表面可由涡轮塔架的内壁表面形成。固定功率线缆部分230可布置在风力涡轮塔架的内壁附近,从而使可用于可移动线缆环235的空间最大化。固定功率线缆部分230可沿着塔架的内壁延伸,与内壁保持基本上恒定的距离。固定功率线缆部分230还可附接到附接到内壁的至少一个其它固定结构。这样的固定结构可能包括梯子的一部分。

[0058] 固定功率线缆部分230的向上部分210和向下部分220可例如使用多个线缆夹板280沿着塔架的内表面布置。在本文中,线缆夹板可被视为适合于固定、夹持和/或支撑线缆的任何机械组件。

[0059] 在示例中,如在图3A至图3C中所示,可使用4至8个线缆夹板280将固定竖直功率线缆环固定到风力涡轮塔架的内部。

[0060] 在图3A至图3c的示例中,线缆夹板280中的一个或多个可连接到安装到塔架的内表面的安装托架290。托架290可构造成允许使用任何合适的紧固件(如螺母和螺栓)在沿着托架的多个高度处安装线缆夹板280。这样的托架可附接到塔架的内表面的凸台。

[0061] 在其它示例中,可使用用于固定线缆的其它夹板、线缆夹具或组件,诸如线缆梯架或线缆桥架。

[0062] 固定功率线缆环230所布置在的第一高度H1可被确定成使得布置在第一高度H1和机舱16之间的功率线缆200构造成吸收机舱在单个方向上的最大偏航量。

[0063] 电线缆可具有指定的扭转能力。例如,功率线缆200可具有例如在每米70至100°之间并且在该示例中每米约80°的扭转能力。功率线缆200可能必须承受的最大扭矩为1080°(机舱的3整周旋转)或1440°(机舱的4整周旋转)。功率线缆环所布置在的第一高度H1可被确定成使得在机舱和第一高度之间的功率线缆的长度足以吸收最大允许扭转。第一高度的确定还可考虑安全因素。第一高度可以是例如机舱下方14米或更多,具体地是机舱下方至少17米。功率线缆环230本身可能不能吸收任何扭转,因此任何扭转可能都需要在功率线缆环230上方被吸收。

[0064] 风力涡轮塔架100还可包括在第一高度处或在其附近的平台268。平台160可构造成支撑人员并允许人员出于维护和安装目的而进入。多个平台248,258可布置在不同的高度处以允许人员执行安装、检查和/或维护任务。

[0065] 平台268可包括允许线缆通过平台的圆柱形区段270。圆柱形区段270的几何中心可在平台268的高度处与风力涡轮塔架的几何区段基本上重合。

[0066] 还在图3A至图3C的示例中所示,电梯井250(其中还可布置有梯子,如在图3B中可看到的那样)可紧邻平台268形成,使得人员可使用梯子250或电梯(未示出)到达平台268。

[0067] 在图3A的示例中,平台268可包括在风力涡轮塔架的内表面附近的凹部272,277,用于布置功率线缆200。在图3A的示例中,在平台268的拐角附近设置有基本上矩形的第一

切口272。固定线缆部分230的向上部分210通过该切口272布置。除了功率线缆200之外,另外的辅助线缆(特别地关于图4所示)可通过相同的切口272布置。

[0068] 固定线缆部分230的向下部分220可被引导通过更小的、基本上矩形的切口277。

[0069] 在图3的示例中,可移动线缆部分基本上在塔架的竖直纵向平面内延伸。在其它示例中,可移动线缆环也可部分地在方位方向上延伸(围绕塔架的偏航轴线或纵向轴线)。在这些情况下,功率线缆环的整个可移动线缆部分不布置在基本上相同的纵向平面内。通过将竖直延伸部与方位延伸部相结合,可增加构造成吸收线缆移动的可移动线缆的伸展,或者可减少可移动线缆部分的竖直延伸部。

[0070] 在本文中公开的示例中,固定线缆部分230示出为主要竖直的,包括向上部分和向下部分。然而,在其它示例中,固定线缆部分230可主要沿着方位平面而不是在竖直方向上延伸。固定线缆部分230可在基本上恒定的高度处布置到塔架的内壁。

[0071] 尽管在图3A的示例中未示出,但可提供在机舱16和塔架的底部区段之间延伸的另外的辅助线缆以及引导功率线缆200和辅助线缆的另外的线缆引导组件260。线缆引导组件260可布置为线缆间隔件,从而确保不同线缆之间的适当距离。

[0072] 在固定线缆部分230之外,在塔架的底部的方向上进一步可固定线缆的布置结构。功率线缆200和/或辅助线缆的固定线缆部分310可大体上沿着风力涡轮塔架的内部引导。固定线缆部分310可包括与线缆的自由悬挂部分350不同的线缆。如贯穿本公开使用的线缆的自由悬挂或可移动部分350可被视为构造成经历和吸收移动并且为此具有一定松弛的线缆的部分。也就是说,与固定线缆部分310相反,自由悬挂部分不牢固地固定在适当位置,而是被允许其在塔架内部移动,特别是响应于机舱的偏航移动而移动。注意,在本文中,固定线缆部分例用附图标记310表示为从平台268向下延伸,但是功率线缆环的可移动线缆部分235可至少部分地布置在平台268下方。

[0073] 线缆引导组件可具有各种不同的构造以及取决于具体需要的尺寸。这样的线缆引导组件260可具有带有面向外的凸表面的圆形中心部分或通孔和在径向方向上延伸的多个指状物。

[0074] 在相邻的指状物之间,可布置有空间用于接收辅助线缆。辅助线缆可包括用于风力涡轮的辅助系统的功率供应源的电线和/或通信线缆。接收电功率的风力涡轮的辅助系统可包括变桨系统、偏航系统、信标、空调系统等。通信线缆可包括光纤线缆、信号线缆等。

[0075] 为了将这样的辅助线缆牢固地保持在所分配的空间内,可在空间内部布置夹具。根据布置在空间中的每一个中的线缆的类型,夹具的数量和夹具的类型可适于将线缆牢固地保持在其位置。不是所有的线缆都必然地需要夹持。一系列线缆在其分配的空间内可以是自由的。

[0076] 在示例中,功率线缆200不受线缆引导组件约束,即,功率线缆可相对于线缆引导组件260中的一个或多个(特别地线缆引导组件260中的所有)扭转和竖直地移动。

[0077] 多个线缆引导组件260可布置在彼此上方。大体上,线缆可在风力涡轮塔架的基本上中心的区域中从(或向)机舱延伸穿过塔架。线缆引导组件260可具有彼此之间例如50至150cm(具体地在70cm和1米之间)的距离。

[0078] 在第一距离以上(即沿着线缆的自由悬挂部分350)的一系列线缆引导组件260可

被允许旋转(以吸收扭转)并沿着竖直方向平移(以吸收线缆的缩短)。一系列线缆引导组件260可仅平移而不旋转。线缆引导组件260中的一个或多个可固定在适当位置,并且可围绕线缆“浮动”布置,即它们不显著地约束线缆,并且仅引导线缆。

[0079] 例如,布置成沿着平台268的圆柱形区段270移动的线缆引导组件260可仅被允许平移(竖直地移动)。

[0080] 在这方面,构造成接收在圆柱形区段270中并由圆柱形区段引导的线缆引导组件260可与布置在其上方的其它线缆引导组件略有不同。特别地,线缆引导组件260可具有多个突起,所述突起由圆柱形区段270的槽缝引导以阻止旋转运动。

[0081] 风力涡轮塔架可由堆叠在彼此的顶部上的多个塔架区段形成。这些塔架区段可形成为基本上圆柱形的区段或例如截锥形区段。在一些情况下,塔架区段可具有多边形的周边。包括功率线缆200的线缆可布置在功率线缆环和机舱之间的每个横截面处的塔架的几何中心附近。这样的中心布置对于吸收由机舱的偏航引起的扭转是有用的。

[0082] 在本公开的一个方面,提供了一种用于在风力涡轮中引导功率线缆的方法。该方法包括(参照图3A至图3C)将功率线缆200连接到风力涡轮的机舱16中的电功率部件。该方法然后包括通过机舱16的底部的中心区域布置功率线缆200,使得功率线缆200沿着塔架100的中心区域从机舱16基本上竖直地向下延伸到第一高度H1。该方法还包括将功率线缆从塔架的中心区域导引到第一高度H1附近的塔架的内壁和将功率线缆200附接到塔架的内壁以形成基本上竖直的环。

[0083] 竖直环的一部分可附接到塔架的内壁。竖直环的另一部分可由可移动或自由悬挂的线缆部分形成。

[0084] 在示例中,将功率线缆200从中心区域导引可包括通过平台268的一部分松散地布置功率线缆200和将功率线缆朝向塔架的内壁引导。功率线缆200可被引导通过平台268的中心部分270并且然后可被引导到塔架的壁并向上通过平台中的切口。

[0085] 在示例中,该方法还可包括沿着塔架的中心区域基本上与功率线缆平行地布置辅助线缆和在同一线缆引导组件260中引导功率线缆和辅助线缆。

[0086] 在第一高度H1处或在其附近,辅助线缆可包括辅助线缆环330,其中,辅助线缆环330可与功率线缆环分开布置。辅助功率线缆环330也可竖直地布置,并且包括向上部分和向下部分,并且具体地这些向上部分和向下部分可安装到塔架的内壁。

[0087] 图4示意性地示出了布置在风力涡轮塔架中的线缆的另外的示例。在图4的示例中,示出了功率线缆和辅助线缆两者。

[0088] 在本公开的另一个方面,并且参照图1、图2和图3C,提供了一种风力涡轮。该风力涡轮包括风力涡轮转子18,该风力涡轮转子包括多个转子叶片22,发电机42,该发电机可操作地联接到风力涡轮转子18以生成电功率。该风力涡轮还包括:功率电子转换器,其用于将由发电机42生成的电功率转换成预定频率和电压的经转换的AC功率;和主风力涡轮变压器,其具有低压侧和高压侧,用于将经转换的AC功率转换成更高的电压。

[0089] 风力涡轮10包括机舱16和用于可旋转地支撑机舱16的塔架100,该机舱包括或容纳发电机42、功率电子转换器和主变压器。

[0090] 风力涡轮10还包括用于将主风力涡轮变压器的高压侧电连接到塔架100的下部部分中的电连接点的功率线缆200。功率线缆200从机舱16沿着塔架100的中心区域向下布置,

并且功率线缆200包括至少部分地沿着塔架100的内表面布置的竖直功率线缆环。

[0091] 在该示例中,功率线缆200连接到主风力涡轮变压器的高压侧。功率线缆200可配置用于传输在主风力涡轮变压器的高压侧上输送10kV或更高、具体地30kV或更高并且更具体地60kV或更高的电压的电功率。

[0092] 在本文中公开的示例中的任一个中的功率线缆200可包括电连接的单相,并且在该特定示例中,功率线缆可包括多相,例如三相或六相。

[0093] 在本文中公开的示例中的任一个中的功率线缆200在自由悬挂或柔性部分中的最小弯曲半径可为至少0.75米、具体地至少0.9米和甚至1米或更多。由于功率线缆200的最小弯曲半径,在高度H1处可能没有足够的空间来布置经典的线缆鞍。可沿着塔架的内表面布置遵守最小弯曲半径的线缆电力环200。

[0094] 竖直功率线缆环包括向上部分和向下部分,并且其中,功率线缆环的向上部分和向下部分中的一个或多个可例如利用安装在托架上的线缆夹板附接到塔架的内表面。在这种情况下,固定线缆部分230包括功率线缆环的向上部分和向下部分。托架可附接到塔架的内表面处的一个或多个凸台。也可使用其它紧固件。

[0095] 辅助线缆可大体上沿着线缆的自由悬挂部分350平行于功率线缆200布置,即具体地在平台268上方并且大体上沿着塔架的中心区域布置。线缆的所有扭转和缩短可由自由悬挂部分350吸收。

[0096] 在平台268处或在其附近,一方面辅助线缆和另一方面功率线缆200可彼此分开。辅助线缆可具有不同的并且特别地比功率线缆200更小的最小弯曲半径。辅助线缆可因此具有不同的线缆环和特别地竖直辅助线缆环330。辅助线缆的向下部分279可沿着塔架引导并且在具体示例中沿着电梯井或在其附近引导。

[0097] 在线缆的固定部分310中,具体地在线缆环下方,功率线缆200可与辅助线缆平行地布置。多个夹具或夹板可与风力涡轮塔架一起布置,以将功率线缆和辅助线缆固定在适当位置。

[0098] 在沿着风力涡轮塔架的多个位置,和/或在沿着基本上水平的方向的多个位置(特别是在机舱和靠近线缆环的平台之间),可布置线缆整理器(也称为“线缆间隔器”)或线缆引导组件,在其中功率线缆基本上彼此平行地布置。

[0099] 贯穿本公开,参考了功率线缆。功率线缆的尺寸和材料可变化。例如,用于传输更高的中压功率的由铜制成的线缆(MV高线缆,20至35kV)可具有例如60至120mm²的横截面。功率线缆的最小弯曲半径可特别地取决于额定电压和对于特定的额定功率和/或额定电压所需的绝缘材料。最小弯曲半径可以是例如75cm或更多、具体地90cm或更多和甚至1米或更多。这些最小弯曲半径可应用于线缆的自由悬挂或可移动部分。对于线缆的固定部分,同一功率线缆的最小弯曲半径可更小。这样的最小弯曲半径可以是例如65cm或更多、具体地75cm或更多、并且更具体地85cm或更多。

[0100] 根据附加的或备选的实施例,由具有400V至1000V的电压的发电机生成的电能通过塔架被引导到电功率部件、开关和/或变压器,以便通过位于比机舱低的位置处的所述部件转换为中压(10至35kV)。

[0101] 尽管本文中仅公开了许多示例,但其另外的备选方案、修改、用途和/或等效物也是可能的。此外,还涵盖了所描述的示例的所有可能组合。因此,本公开的范围不应受限于

特定示例,而应仅通过所附权利要求书的公正解读来确定。

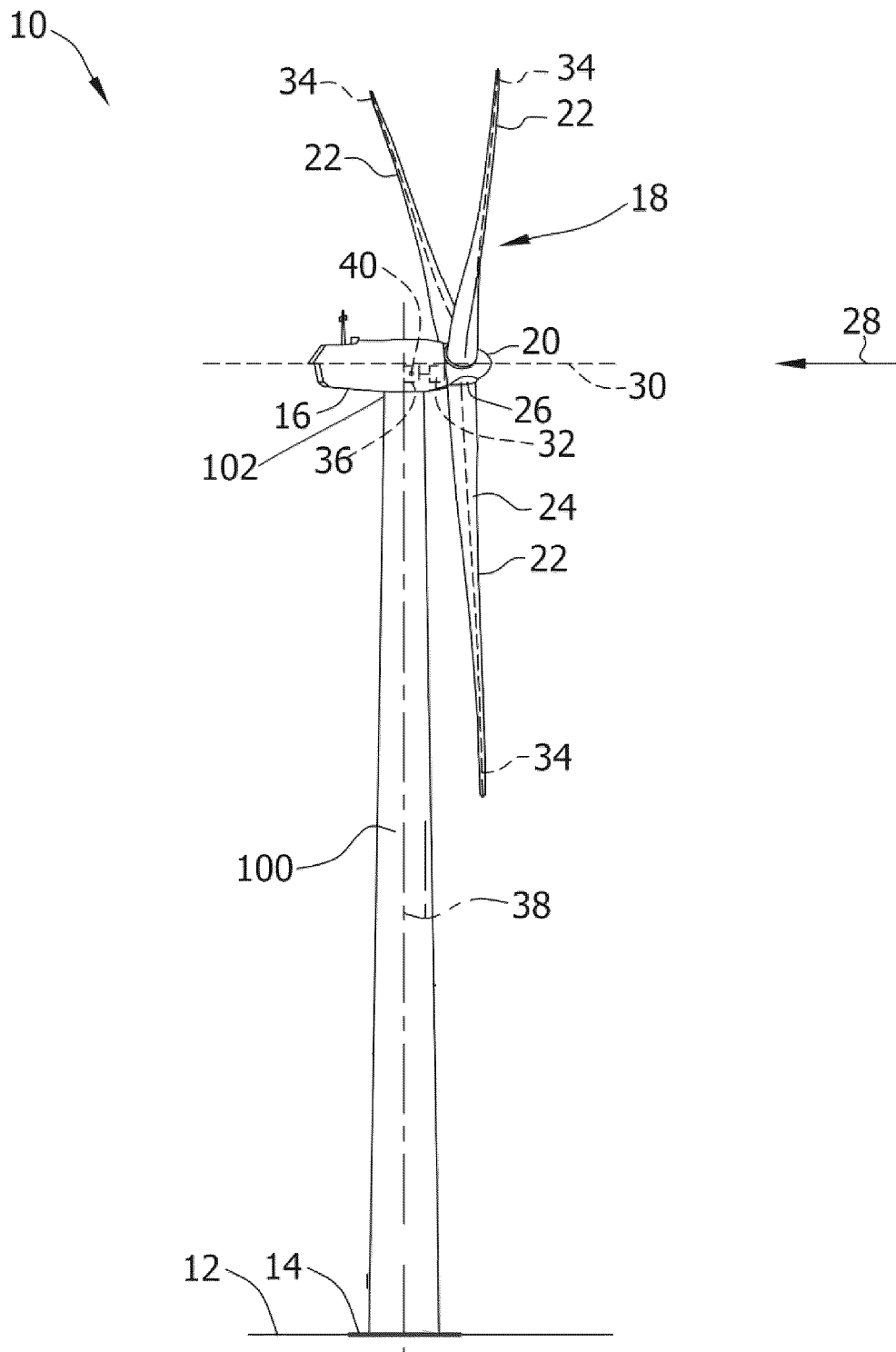


图 1

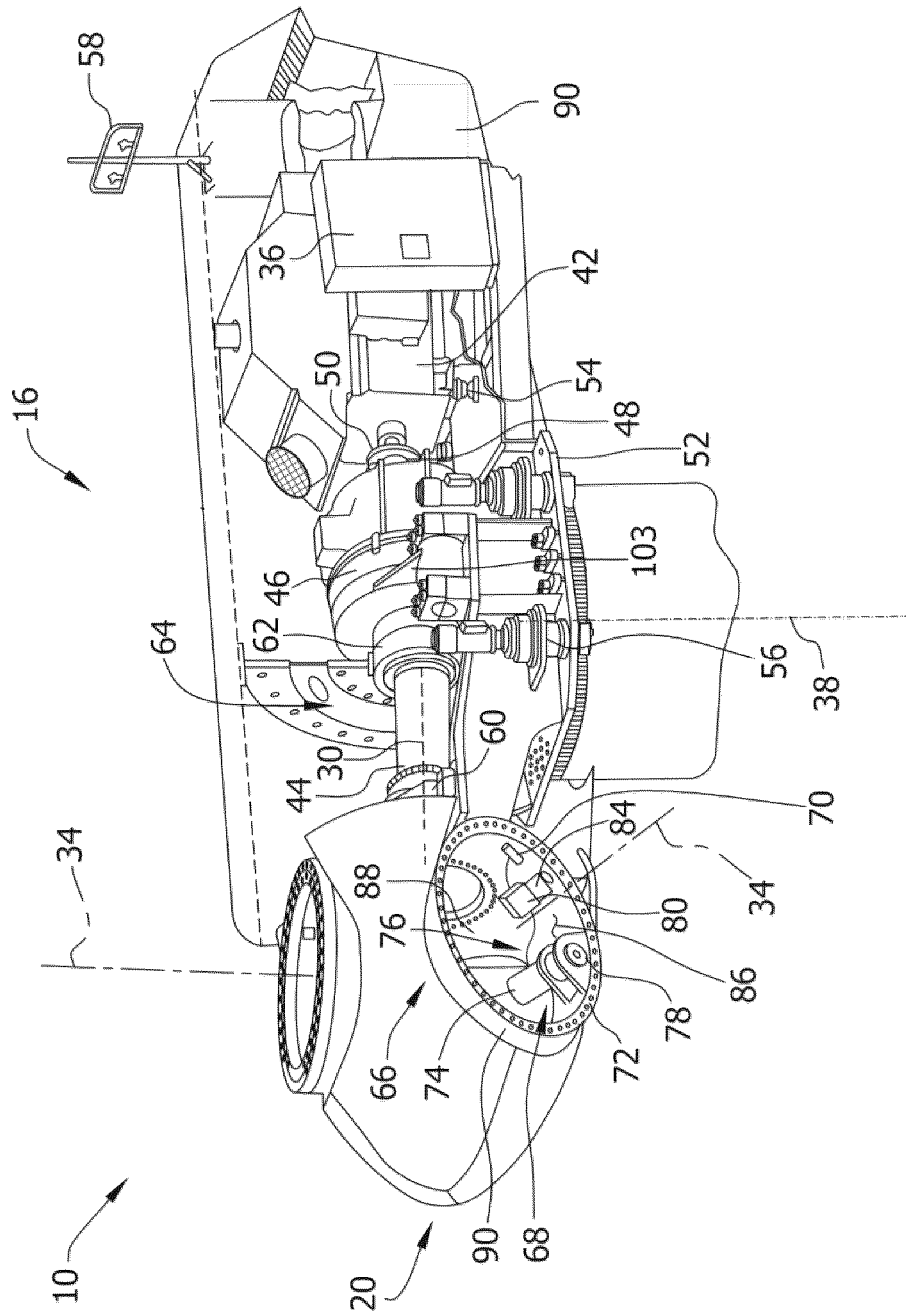


图 2

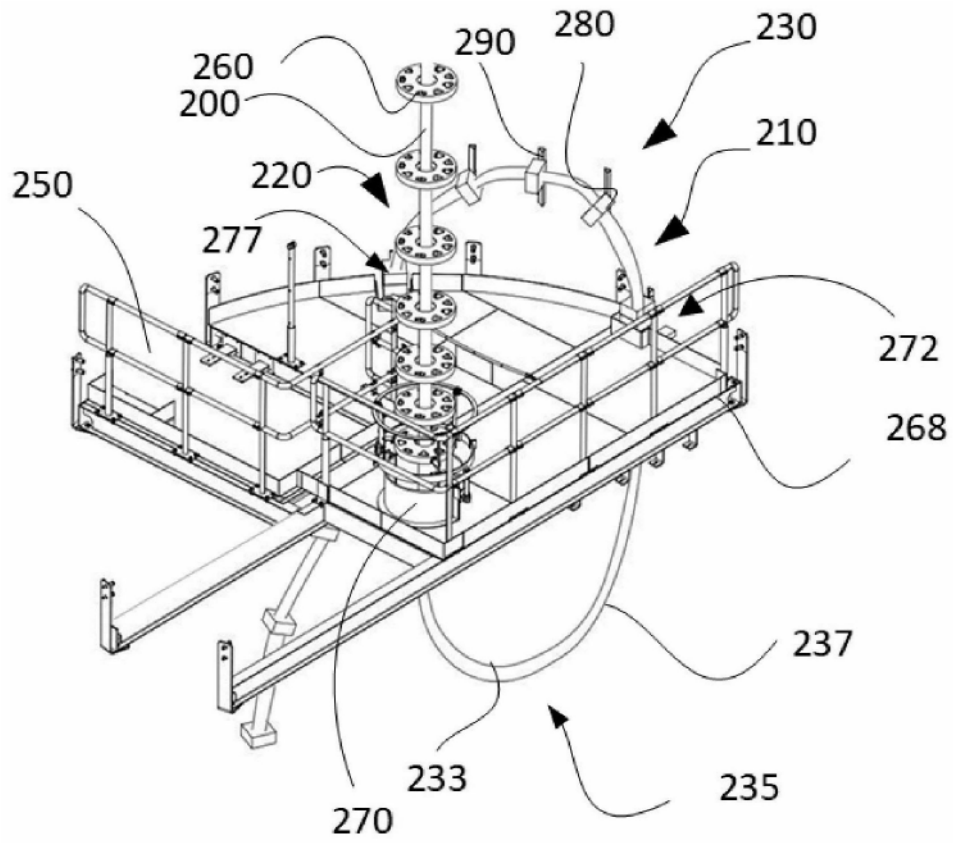


图 3A

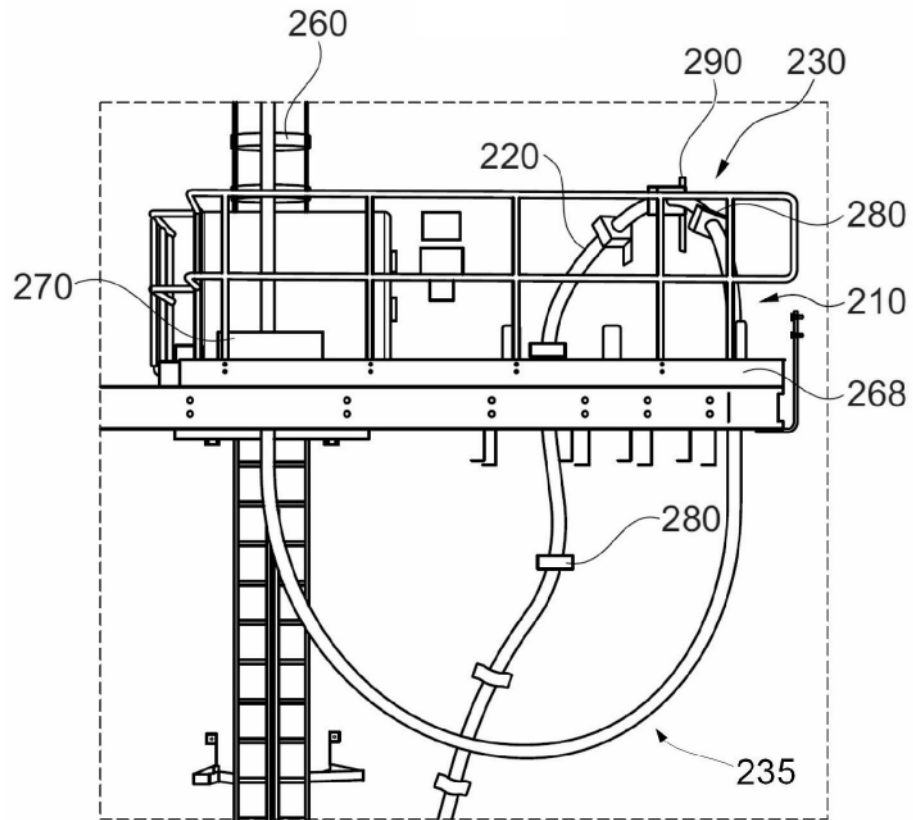


图 3B

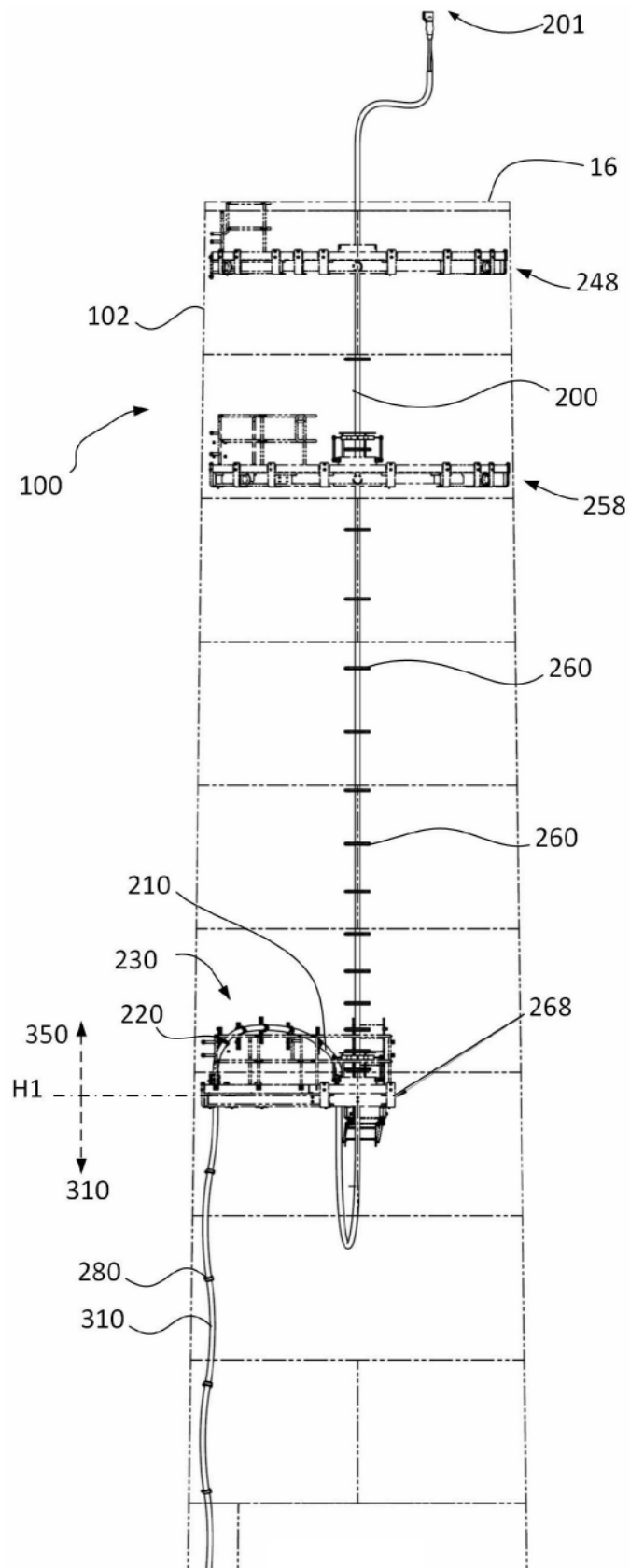


图 3C

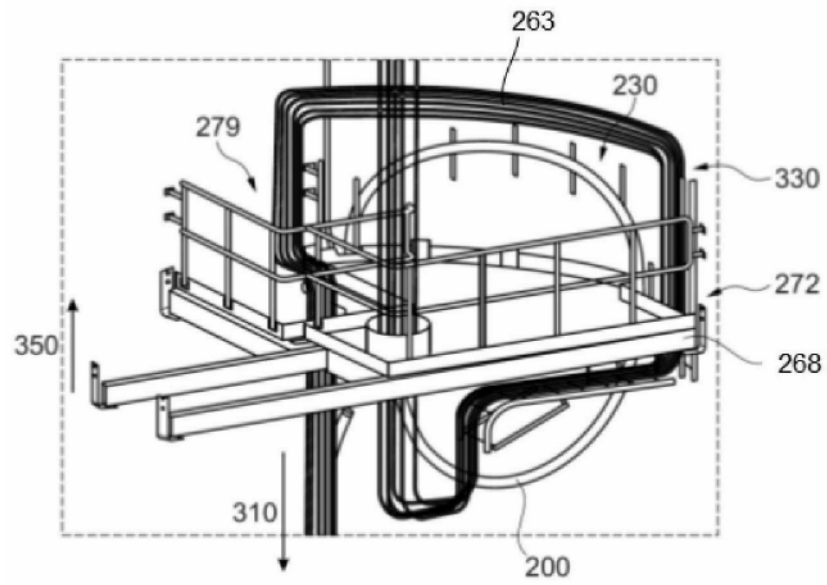


图 4