(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102734060 B
(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201210107791.9

(22)申请日 2012.04.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 102734060 A

(43)申请公布日 2012.10.17

(30)优先权数据
11162405.2 2011.04.14 EP

(73)专利权人 西门子公司
地址 德国慕尼黑

(72)发明人 J.汤姆森 K.汤姆森

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 崔幼平

(51)Int.Cl.
F03D 1/06(2006.01)
F03D 7/02(2006.01)

审查员 朱钰荣

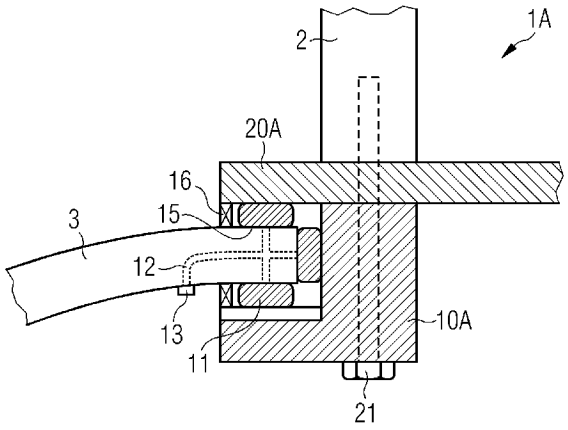
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

变桨轴承

(57)摘要

本发明涉及变桨轴承，具体是用于将风力涡轮机的叶片连接到风力涡轮机的毂以允许叶片绕纵向轴线旋转的变桨轴承，该变桨轴承包括设置在所述毂和叶片的端部的结合处的操控外壳，该操控外壳封罩围绕毂内的开口设置的多个平面滑动表面。本发明还描述了包括附接到毂的至少一个叶片的风力涡轮机，其中所述叶片借助于这种变桨轴承连接到毂。本发明还描述了执行对变桨轴承的维护的方法，该变桨轴承将风力涡轮机的叶片连接到风力涡轮机的毂以允许所述叶片绕纵向轴线旋转，并且包括被设置在所述毂和叶片的端部的结合处的操控外壳，该方法包括步骤：移除变桨轴承的部件且同时使叶片和变桨轴承的剩余部件保留在原位；以及在已经实现维护步骤之后更换所述部件。



CN 102734060 B

1.一种用于将风力涡轮机的叶片(2)连接到所述风力涡轮机的毂(3)以允许所述叶片(2)绕纵向轴线(X)旋转的变桨轴承(1A、1B、1C),该变桨轴承(1A、1B、1C)包括操控外壳,所述操控外壳包括被成角度地设置在所述毂(3)和所述叶片(2)的端部的结合处的多个操控外壳节段(10A、10B、10C、20A、20B、20C、30C),该操控外壳节段(10A、10B、10C、20A、20B、20C、30C)封罩围绕所述毂(3)内的开口(30)设置的多个平面滑动表面(15、15')，该变桨轴承(1A、1B、1C)还包括润滑系统(12、13)以用于将润滑剂引入到所述操控外壳节段(10A、10B、10C、20A、20B、20C)内,其中所述润滑系统(12、13)包括通过所述操控外壳节段(10A、10B、10C、20A、20B、20C)的主体的多个润滑通道(12);

每个操控外壳节段(10A、10B、10C)独立地被可拆卸地连接到所述叶片(2)和/或所述毂(3),并且每个操控外壳节段能够操作以在所述毂内部实现所述操控外壳节段从所述叶片和/或所述毂的拆卸。

2.根据权利要求1所述的变桨轴承,其中平面滑动表面(15、15')包括聚合物表面。

3.根据前述权利要求中任一项所述的变桨轴承,其中所述操控外壳节段(10A、10B、10C、20A、20B、20C、30C)包括有角横截面。

4.根据权利要求1或2所述的变桨轴承,包括设置在所述操控外壳节段(10A、10B、10C、20A、20B、20C、30C)内的多个滑动垫(11),并且其中平面滑动表面(15)是滑动垫(11)的表面(15)。

5.根据权利要求4所述的变桨轴承,其中滑动垫(11)被设置在所述操控外壳节段(10A、10B、10C、20A、20B、20C、30C)的多个内部面上。

6.根据权利要求4所述的变桨轴承,包括张力调整装置(14)以用于调整滑动垫(11)在所述操控外壳节段(10A、10B、10C、20A、20B、20C、30C)内的位置。

7.根据权利要求1或2所述的变桨轴承,其中所述操控外壳节段(10A、10B、10C、20A、20B、20C、30C)被实现成可从所述毂(3)的内部通达。

8.根据权利要求1或2所述的变桨轴承,其中所述操控外壳(10A、10B、10C、20A、20B、20C、30C)包括多个通孔,其中通孔被设置成装纳螺栓(21)以用于将所述操控外壳节段(10A、10B、10C、20A、20B、20C、30C)连接到所述叶片(2)和/或所述毂(3)。

9.根据权利要求1或2所述的变桨轴承,其中所述润滑系统(12、13)由所述风力涡轮机的变桨系统(31)提供动力。

10.一种包括附接到毂(3)的至少一个叶片(2)的风力涡轮机,其中所述叶片(2)借助于根据权利要求1-9中任一项所述的变桨轴承(1A、1B、1C)连接到所述毂(3)。

11.一种执行对变桨轴承(1A、1B、1C)的维护的方法,该变桨轴承(1A、1B、1C)将风力涡轮机的叶片(2)连接到所述风力涡轮机的毂(3)以允许所述叶片(2)绕纵向轴线(X)旋转,并且该变桨轴承(1A、1B、1C)包括被设置在所述毂(3)和所述叶片的端部的结合处的操控外壳节段(10A、10B、10C、20A、20B、20C、30C),

该方法包括步骤:

-移除所述变桨轴承(1A、1B、1C)的其中一个操控外壳节段(10A、10B、10C、16)且同时使所述叶片(2)和所述变桨轴承(1A、1B、1C)的其他操控外壳节段(10A、10B、10C、16)保留在原位,其中,移除所述操控外壳节段的操作在所述毂内被实现;以及

-在已经实现维护步骤之后更换被移除的操控外壳节段(10A、10B、10C、16)。

变桨轴承

技术领域

[0001] 本发明描述了变桨轴承(pitch bearing)和风力涡轮机，对于该风力涡轮机而言，借助于这种变桨轴承来连接叶片和毂。

背景技术

[0002] 风力涡轮机通常具有连接到毂的多个叶片，以使得在操作期间叶片导致毂旋转。为了改变叶片的变桨角(angle of pitch)，其能够使用变桨轴承被连接到毂。通常被安装在毂内的变桨系统能够驱动变桨轴承以便调整叶片的桨距。在现有技术系统中，变桨轴承是滚子轴承或球轴承。必须使用高品质钢精密地机加工滚子轴承以便确保令人满意的长寿命。座圈被密封以便保持润滑剂在其内并且防止湿气进入。为了更换损坏的轴承，必须移除叶片。这会是非常耗时且昂贵的。当需要维修轴承时，必须支撑叶片，例如通过吊车支撑。

[0003] 不过，风力涡轮机尺寸的增加以及逐渐向近海涡轮机的发展趋势使得对于维修性和耐用性有了更高的要求，而这是现有技术的滚子轴承系统不能满足的。滚子轴承仅可以实用于最高达到一特定长度和/或重量的叶片，这是因为非常长和/或重的叶片所施加在轴承上的负载是相应较高的。大的动态负载和相应的结构偏转与质量和处理方面的严格需求的结合使得现有技术滚子轴承是有问题且花费大的。此外，对于近海涡轮机而言，在滚子轴承正被维修时需要吊车来支撑叶片是花费更大的。

发明内容

[0004] 因此，本发明的目标是提供克服上述问题的改良变桨轴承。

[0005] 本发明的目标是通过根据本申请的变桨轴承、通过本申请的风力涡轮机以及通过本申请的执行对这种变桨轴承的维护的方法来实现的。

[0006] 根据本发明，变桨轴承(用于将风力涡轮机的叶片连接到风力涡轮机的毂以允许叶片绕纵向轴线旋转)包括设置在毂和叶片的端部的连结处的操控外壳，该操控外壳封罩了设置在叶片端部和毂之间的多个平面滑动表面。

[0007] 根据本发明的变桨轴承的优点在于其能够由不需要精密机加工且因而能够以相对较低成本被实现的部件制成。平面滑动表面能够为叶片提供足够的自由度或运动，以使得能够根据需要调整叶片的桨距。此外，平面滑动表面能够在不遭受任何严重损坏的情况下分配被施加在轴承上的负载。因此，这种变桨轴承需要相对少的维护并且因而在此方面也非常经济。

[0008] 根据本发明，风力涡轮机包括附接于毂的至少一个叶片，其中所述叶片借助于这种变桨轴承连接到毂。

[0009] 风力涡轮机的毂和叶片能够被特定地完工以便适合这种变桨轴承。可替代地，可以通过使用根据本发明的轴承来更换现有滚子轴承来升级已经运转的风力涡轮机。

[0010] 根据本发明的在这种变桨轴承上进行维护的方法包括步骤：移除变桨轴承的一个部件而使叶片和变桨轴承的剩余部件保留在原位，并且在已经执行了维护步骤之后更换该

部件。

[0011] 根据本发明的方法的优点在于，由于能够以非常简洁的方式执行维护从而能够实现非常显著的节约。叶片能够借助于变桨轴承在整个维护过程中保持连接到毂，这是因为不需要从变桨轴承移除叶片以便通达到轴承的损坏或磨损元件。而实际上，仅需要移除或断开变桨轴承的相关部件，并且一旦该部件已经被维修或更换，则其能够再一次连接到变桨轴承。这里，术语“移除变桨轴承的部件”可以意味着从变桨轴承完全拆下该部件，或者意味着仅简单地松开该部件以便获得到达该部件背后空间的通路。明显地，当使用根据本发明的变桨轴承将叶片连接到毂时能够安全且快速地执行维护过程。

[0012] 从下述描述的披露中能够得到本发明的具体有利实施例和特征。不同实施例的特征可以适当结合以便得到其他实施例。

[0013] 根据本发明的变桨轴承是滑动轴承，因为由轴承连接的部件(叶片和毂)实质上相对彼此滑动。因此，术语“变桨轴承”、“滑动轴承”或简单地“轴承”在下文中可以互换地使用。

[0014] 在下文中，假定叶片具有基本圆筒形根部部分(或仅被称为“根部”)，该根部部分借助于变桨轴承被连接到毂内的圆形开口，该变桨轴承允许叶片至少部分地围绕穿过圆筒形根部部分的纵向旋转轴线旋转。

[0015] 根据本发明用于驱动变桨轴承的变桨系统能够是任意适当的变桨系统，例如设置在毂内且包括齿轮的变桨系统，且其中该齿轮被设置成啮合绕变桨轴承的适当部件设置的圆形带齿轨道的齿。另一示例是使用液压汽缸来驱动桨距运动。现有变桨系统可以根据需要被直接使用或者被调整。

[0016] 操控外壳用于夹持叶片根部以抵靠毂内的圆形开口，使得叶片仍绕纵向旋转轴线自由旋转。控制外壳能够具有任意适当形状或设计。在本发明的一种实施例中，操控外壳包括滑动环，该滑动环的尺寸被制成覆盖叶片根部并且具有比叶片根部的外直径更大的外直径，使得滑动环靠在毂的外表面上且同时操控外壳的其余部分被设置在毂的内部中，并且能够被通达以便维护。

[0017] 此外，操控外壳包括与滑动环结合以用于夹持在固定部件(例如毂)上的一个或更多个部件。为此，操控外壳优选地可拆卸地连接到叶片的根部和/或毂。例如，能够使用插入通过轴向通孔的螺栓将操控外壳栓接到叶片根部，其中轴向通孔基本平行于叶片的旋转轴线延伸。因为叶片必须以某种方式连接到毂，因此叶片通常总是包括这样的轴向通孔以便容纳螺栓，并且这些能够被根据本发明的变桨轴承所利用。

[0018] 在本发明的一种实施例中，操控外壳能够包括操控环，即环形部件或夹持环，其成形为匹配叶片根部的圆形形状。操控环、滑动环和叶片能够以如下方式被紧固在一起，即使得叶片在牢固地安装在毂上的同时可绕其旋转轴线旋转。这样的操控环不需要被整个移除以便维修轴承。不过，在本发明的具体优选实施例中，操控外壳包括代替闭合环的多个操控外壳节段。例如，根据叶片根部的直径，根据本发明的轴承的操控外壳能够包括六个、八个或任意数量的操控节段。这些节段能够围绕轴承被基本均匀地设置。这种实施例的优点在于一个或更多个操控节段能够被部分地或完全地移除且同时其余节段仍继续保持叶片就位，使得变桨轴承能够以特别简洁且有成本效率的方式被维护。

[0019] 为了牢固地抓持毂或叶片，操控外壳(即操控环或操控节段)优选地包括环形轮

廓，其被成形为例如围绕毂内的基本圆形开口的周边或围绕基本圆形叶片根部装配。适当轮廓形状可以是L形、V形、C形、U形等等，只要操控外壳能够以令人满意的固定方式夹持或抓持相关部件即可。

[0020] 平面滑动表面能够被制成呈现适于滑动轴承的任意特性。例如，相对于彼此滑动的表面能够被机加工成使得对置表面尽可能平行。如果使用例如金属或陶瓷的材料，则表面能够被抛光以便去除任意不平整。适当金属可以是金属合金，例如巴氏合金(babbitt)。在本发明的另一优选实施例中，平面滑动表面包括适当涂层，例如聚合物表面涂层。聚合物滑动垫可以呈现改良的抗磨损性，并且可以减少轴承中的静摩擦系数和动摩擦系数。当然，根据本发明的轴承能够包括各种不同平面滑动表面的组合。

[0021] 滑动表面能够是叶片部件的表面或者毂部件的表面。可替代地，平面滑动表面能够是被设置在叶片端部和毂之间的操控外壳内的一个或更多个滑动垫的表面。在操控外壳中使用滑动垫的优点在于如果这种滑动垫随时间被磨损则它们能够被容易地更换。另一优点在于能够使用例如聚合物的材料，并且由适当耐用聚合物制成的扁平滑动垫能够被容易地制造成配合到操控外壳内。使用滑动垫的另一优点在于能够实现更佳的夹持张力，这将在下文中被解释。

[0022] 优选地，滑动垫被设置在操控外壳的有角轮廓的多个面上，使得被操控外壳夹持的部件的所有侧面均被“加垫”。以此方式，叶片能够以非常小的摩擦相对于毂运动，并且施加在叶片上的负载能够理想地被轴承吸收。滑动垫能够是单个环形环，其被成形为适于操控外壳，或者能够包括被设置在操控外壳内的多个较小滑动垫。

[0023] 滑动垫能够在一侧被固定到操控外壳的一个面，或者被固定到被夹持的部件的一个面。能够使用任意适当技术将滑动垫固定就位，例如通过使用粘结剂、多个螺栓等。在优选实施例中，能够通过将滑动垫至少部分地插入到在操控外壳的一个面上或在要被夹持的部件的一个面上形成的适当尺寸的凹槽、穴或沟槽内，从而将该滑动垫保持就位。例如，如果操控外壳被设计成夹持毂内的圆形开口的周边，则滑动垫能够以某种适当方式围绕该周边被紧固。之后，滑动垫的滑动表面面向操控外壳。可替代地，滑动垫的一个表面被紧固到操控外壳的一个面，且同时另一滑动表面被紧固到被夹持的部件上。在这种实现方式中，能够使用已经附接有更换滑动垫的更换节段来更换操控外壳的节段。

[0024] 如上所述，操控外壳夹持在适当部件或元件上以便将叶片牢固地连接到毂。为了确保令人满意的“紧密”配合，在使用操控外壳将叶片连接到毂之前该操控外壳能够承受预张力。例如，操控外壳中围绕被夹持的部件装配的部件可以承受初始蓄意“变形”，从而确保轴承一旦就位就是理想地紧密的。在一种方法中，被夹持部件能够被制成稍稍过厚以致不能配合到夹持构件内，或反之亦可，从而当它们被栓接在一起时存在初始预张力。可替代地，夹持部件的外边缘能够被初始地弯曲或“变形”以便非常紧密地配合于要被夹持的部件，或者反之亦可。

[0025] 理想的会是在轴承的使用寿命期间调整夹持的张力或程度。因此，优选地，操控外壳包括用于调整滑动垫在操控外壳内的位置的张力调整装置。这种张力调整装置可以包括在操控外壳的外部上能够改变滑动垫在操控外壳内的位置的元件。例如，调整螺钉可以被转动，从而根据螺钉转动的方向将滑动垫更大或更小程度地进一步推入外壳内。其他实施例可以包括允许手动或自动调整张力或间隙的机械、液压或电气系统的结合。通过改变间

隙或预张力且因而改变轴承系统的特性(例如刚性和摩擦),能够将滑动表面的定位与涡轮机的操作相结合。滑动表面的实际位置能够被用于估计滑动表面的磨损。

[0026] 根据本发明的轴承可以被实现为"干"轴承,即没有任何润滑。为了减少轴承内的摩擦,可以使用被润滑的滑动垫,优选地具有内置润滑剂的滑动垫,例如滑动垫可以包括诸如聚四氟乙烯(PTFE)或超高分子量聚乙烯(UHMWPE)复合物的材料。在另一方法中,为了改进轴承的滑动性能,即为了最小化或减少外壳内的摩擦,根据本发明的轴承优选地包括用于将润滑剂引入到操控外壳内的润滑系统。优选地,润滑剂能够被自动引入或者在不必须拆卸轴承的部件的情况下被引入。在本发明的具体优选实施例中,润滑系统包括通过操控外壳和/或通过操控外壳夹持的部件的多个润滑通道。例如,操控外壳的主体能够包括被设置成通入操控外壳内的狭窄管道或通道。如果使用滑动垫,则管道能够通到滑动垫的滑动表面上。能够通过进入操控外壳内的润滑系统来(例如在压力下)泵送润滑剂,使得叶片总是能够相对于毂自由运动。能够通过使用任意适当传感器或控制器来确定所需量从而联机地确定润滑剂的量。在低压下,润滑剂将用于一般摩擦和磨损的减少。在高压下,润滑剂将分离对置滑动表面并且因此显著减少磨损和摩擦。高压选择能够是在润滑系统在低压下不能克服静摩擦时可以被启动的备用方案。用于润滑系统的能量可以被存储在压力罐、电池或类似能量存储系统内。

[0027] 在操作期间,旋转的阻力能够被测量并且被用于计算滑动表面的工作参数,例如磨损、润滑剂状态、刚性和预张力。之后,测量值能够被用于调试润滑剂间隔或者用于计算与维修有关的各种参数,例如到下次维修的时间、预张力的变化等。

[0028] 结合附图考虑下述具体描述,将显而易见到本发明的其他目标和特征。不过应该理解,附图仅用于示意性目的并且不作为本发明的限制的定义。

附图说明

[0029] 图1示出了具有现有技术的变桨轴承的风力涡轮机;

[0030] 图2示出了根据本发明第一实施例的变桨轴承;

[0031] 图3示出了根据本发明第二实施例的变桨轴承;

[0032] 图4示出了根据本发明第三实施例的变桨轴承;

[0033] 图5示出了根据本发明第四实施例的变桨轴承;

[0034] 图6示出了根据本发明第五实施例的变桨轴承;

[0035] 图7示出了图2-6的变桨轴承的平面图和截面图;

[0036] 图8示出了根据本发明第六实施例的变桨轴承。

具体实施方式

[0037] 在附图中,贯穿始终,同样的附图标记指代同样的物体。附图中的物体不必要成比例绘制。

[0038] 图1示出了风力涡轮机,其包括能够连接有多个叶片的毂3。在操作期间,叶片导致毂3旋转,以使得被封罩在舱4内部的发电机能够产生电力,其中该舱4被安装在塔5的顶部上。附图示出了现有技术的变桨轴承6,其包括封罩大量滚子轴承的座圈或罩,其被设置在毂3内的圆形开口30处,该圆形开口30对应于叶片根部的圆形形状。通过被封罩在毂3内部

的变桨系统31来驱动变桨轴承6(虚线所示)。必须使用高品质钢来精密地机加工滚子轴承以便确保令人满意的长使用寿命。座圈被密封以便保持其内的润滑剂并且防止湿气进入。为了通达到轴承以便例如补充润滑剂或更换损坏的轴承,座圈必须被拆卸。这会是耗时且昂贵的,具体是因为在维护过程期间必须从毂拆下叶片。此外,这样的滚子轴承仅能用于最高达一特定长度和/或重量的叶片,这是因为非常长和/或重的叶片所施加在轴承上的负载过高。换言之,对于滚子轴承能被放大以用作风力涡轮机的变桨轴承的放大程度是存在限制的。

[0039] 图2示出了根据本发明第一实施例的变桨轴承1A。附图示出了贯穿毂3和叶片2的圆筒形端部的部分横截面,并且仅示出了叶片壁的一部分。为了简明,在这幅图以及后一幅图中没有示出变桨系统转动变桨轴承以使得叶片2绕旋转轴线X旋转的方式。操控外壳10A、20A包括操控节段10A和滑动环20A,其被设置在叶片2的基座处。操控节段10A和滑动环20A包括通孔以便配合叶片2内的轴向螺栓孔,使得能够使用适当螺栓21将这些部件10A、20A、2牢固地栓接在一起。通孔和螺栓孔能够包括螺纹衬套。可替代地,螺纹衬套能够仅被设置在叶片2的螺栓孔内。

[0040] 操控节段10A和滑动环20A被设置成形成基本U形操控外壳10A、20A以便夹持或抓持毂3内的圆形开口的周边。在这种实施例中,变桨轴承1A包含多个滑动垫11,其被设置成使得滑动垫11安放在操控外壳的三个面中的每个面上。在这种实施例中的滑动垫11被紧固到操控外壳10A、20A的面。滑动垫11的滑动表面15面贴于毂3的表面。为了确保调整叶片桨距期间的无摩擦运动,润滑剂能够被引入到轴承1A内。在这种实施例中,围绕圆形开口向毂的主体内钻取通道12(由虚线示出),使得能够将润滑剂驱使到滑动表面15和毂3的表面之间。润滑剂借助于闭合通道12的短管头13和密封轴承1A的密封件16被装纳在轴承1A内。

[0041] 图3示出了根据本发明第二实施例的变桨轴承1A。变桨轴承1A的元件类似于图2中所述的元件。不过,在这种实施例中,滑动垫11被紧固到毂3,使得滑动垫11的滑动表面15面向操控外壳10A、20A内。在这种实施例中,向操控节段10A和滑动环20A中钻取通道12,使得润滑剂能够被驱使到滑动表面15和轴承1A的内部表面之间。操控节段10A内的“水平”通道能够被设置在相邻轴向螺纹孔之间。同样,润滑剂借助于闭合通道12且提供到通道12的手动通路的短管头13和密封轴承1A的密封件16被装纳在轴承1A内。

[0042] 图4示出了根据本发明第三实施例的变桨轴承1A,其与上述图2和图3所示实施例的不同之处在于不包括润滑系统。取而代之的是,滑动表面被实现成不需要任何润滑剂。用于滑动表面的合适材料可以是巴比特合金或聚合物。在这种实施例中,滑动垫能够被紧固到毂或轴承1A的内部面。

[0043] 图5示出了根据本发明第四实施例的变桨轴承1B。这里,操控节段10B和滑动环20B被成形为使得操控外壳10B、20B具有更多的面,从而得到更“弯曲”或“渐缩”的内部。这允许“外部”滑动垫11被设置成与中间滑动垫11成斜角,而不是如图2-4中所示的实施例中的情况将其设置成相对彼此成直角。这种替代性设置允许在操作期间作用在叶片2上的力的更佳分布。渐缩设计还使得轴承具有自对中能力。

[0044] 为了确保在上面示出的实施例中的变桨轴承1A、1B和毂3之间的良好配合,变桨轴承1A、1B能够在被安装到叶片2和毂3上之前承受预张力。例如,操控节段10A、10B和滑动环20A、20B的外端(这里,“外端”意味着这些构件10A、10B、20A、20B最远离叶片2的旋转轴线的

区域)能够最初向内弯曲一定程度,以使得当构件10A、10B、20A、20B、2被栓接在一起时,滑动垫11被压抵于毂2和操控外壳10A、10B、20A、20B的内部面。

[0045] 图6示出了根据本发明第五实施例的变桨轴承1A。这里,在安装之后变桨轴承1A的张力能够被调整。调整装置被设置在操控节段10A的主体内。能够使用适当的调整装置17来转动调整螺钉14以便增加或减小滑动垫11上的压力,使其能够以受控方式被压抵于毂3的表面。而且,在操控节段10A内的相邻轴向螺栓孔之间能够设置用于这种调整螺钉14的“水平”衬套。这种调整迟早会是必要的,例如如果滑动垫11在其操作期间由于施加在其上的负载而被磨损或扭曲时。

[0046] 图7示出了从“下方”(即从毂3的内侧)沿观察方向D观察的图2-6的变桨轴承1A、1B的两种实施例的平面图和完整横截面图。在附图的中心处,变桨轴承1A、1B包括栓接于叶片2的多个操控节段10A和一个滑动垫20A。附图示出了六个操控节段10A,不过当然例如根据叶片的直径还可以使用任意适当数量的节段。附图还示出了从毂3内部通达到变桨轴承1A、1B是多么容易。能够容易地实现维护,这是因为易于从一个操控节段10A移除螺栓以便通达到其滑动垫。当一个操控节段10A被更换或维修时,其他操控节段10A继续保持叶片2就位。在附图的下部,示出了同样也从“下方”观察的变桨轴承的可替代实施方式,其使用单件式操控环10D。如果滑动表面是低维护表面,例如如果使用具有内置润滑剂的滑动垫或如果根本不使用滑动垫,则这种实施方式能够使得轴承具有非常令人满意的性能。

[0047] 图8示出了根据本发明第六实施例的变桨轴承1C。这里,操控节段10C被设计成被栓接到毂3,使得操控外壳10C、30C包括圆形开口30的周边30C和这些操控节段10C。滑动盘20C或滑动环被设置在叶片2的基座处,并且其被变桨轴承1C的操控外壳10C、30C抓持。变桨轴承1C的这种实施例能够使用被保持在滑动盘20C的面和操控外壳10C、30C之间的或者由滑动盘20C的滑动表面15’和操控外壳10C、30C所保持的滑动垫(未示出)。

[0048] 虽然已经以优选实施例及其变型的形式公开了本发明,不过应该理解在不脱离本发明范围的情况下能够对其做出大量附加的改进和修改。

[0049] 为了简明,应该理解的是,贯穿本申请文件使用“一”或“一种”不排除多个,并且“包括”不排除其他步骤或要素。除非另有声明,否则“单元”或“模块”能够包括多个单元或模块。

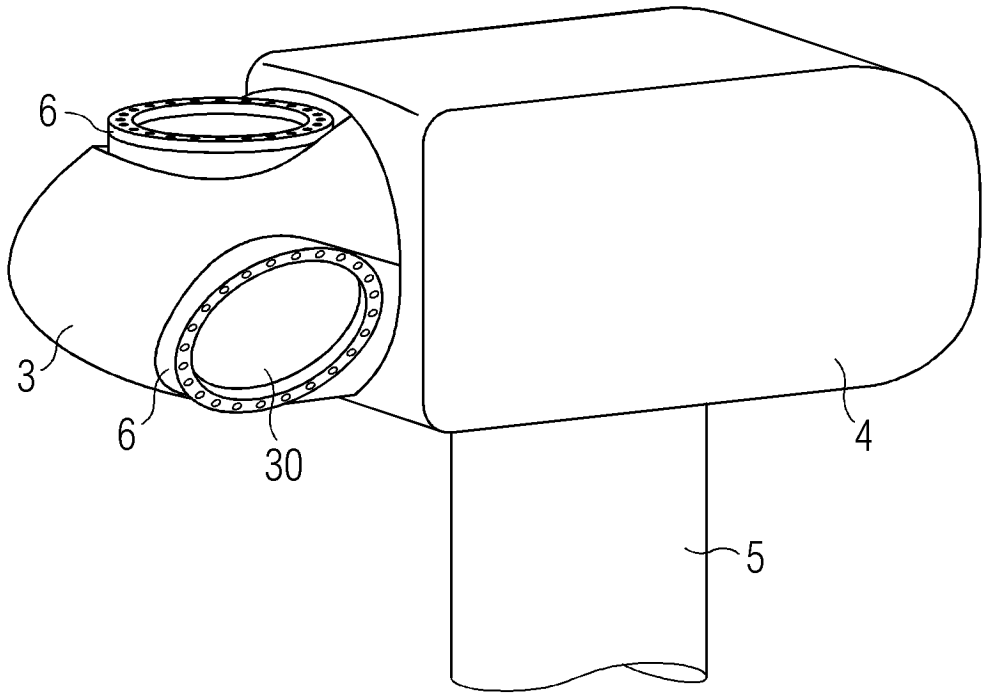


图 1

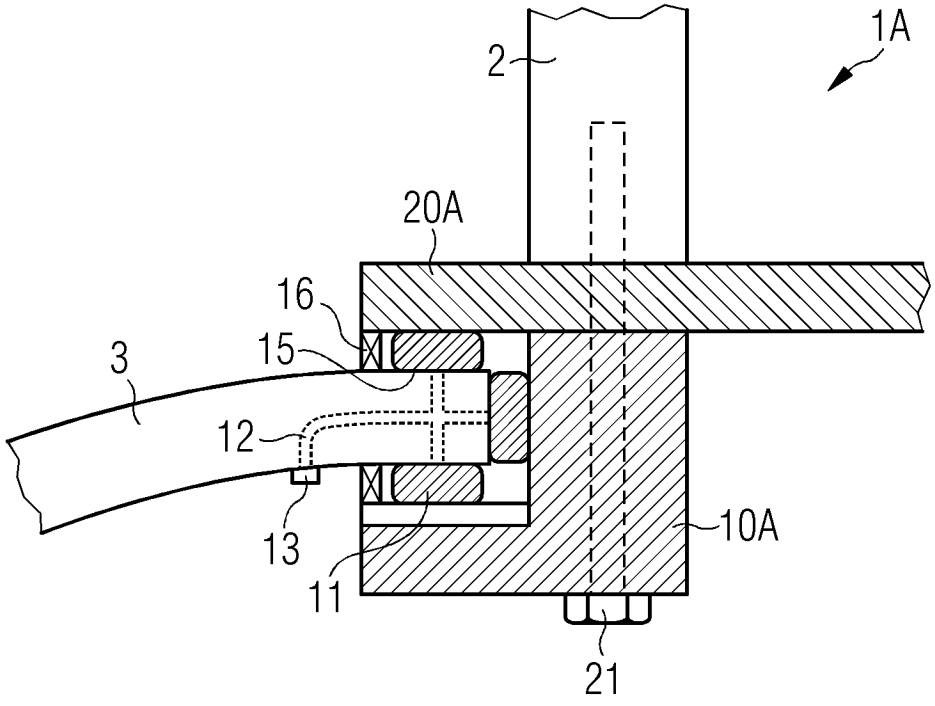


图 2

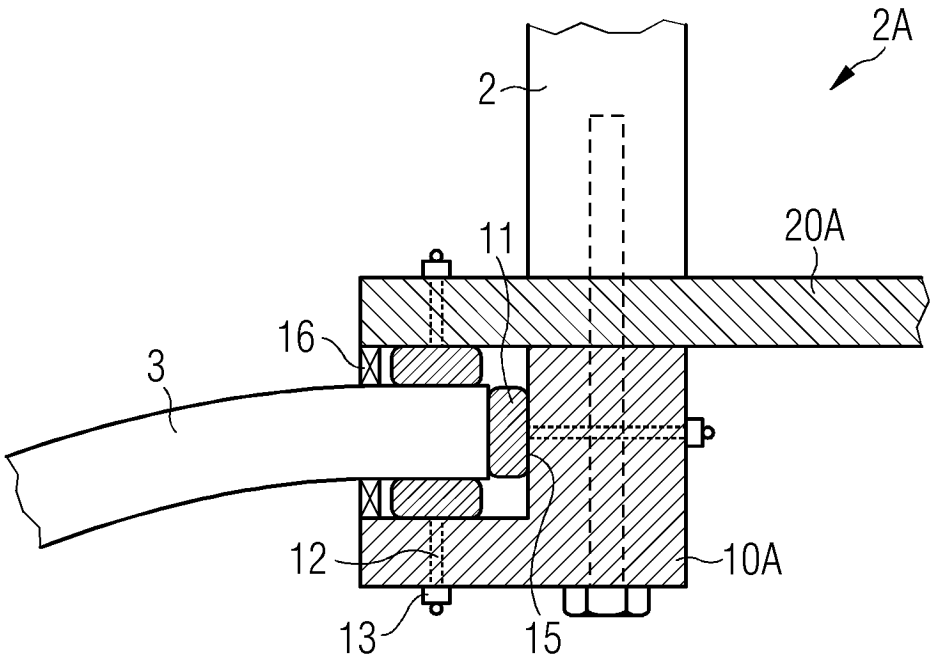


图 3

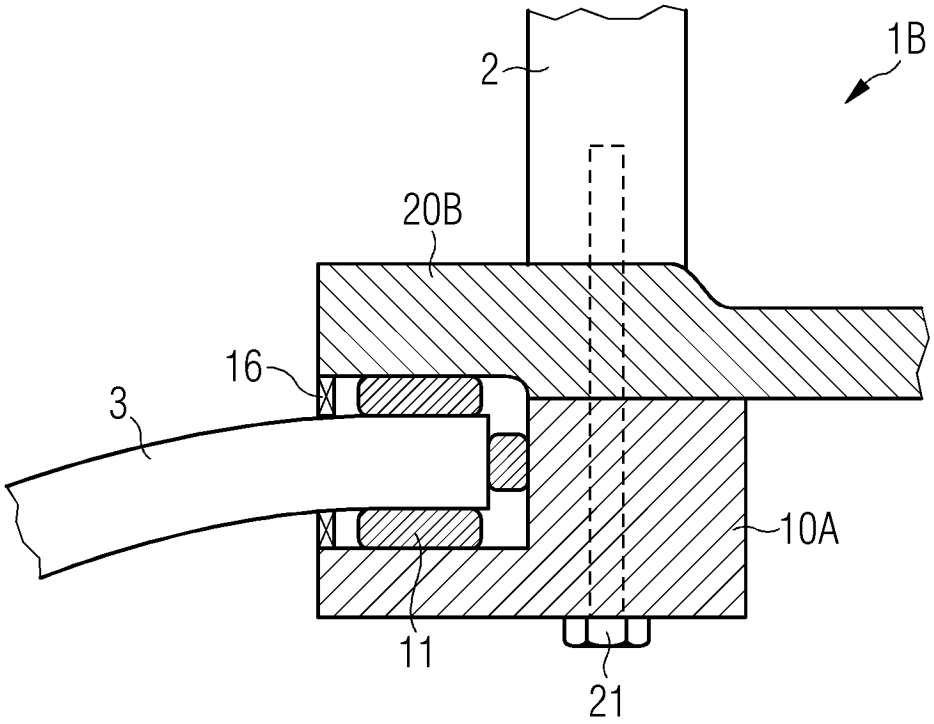


图 4

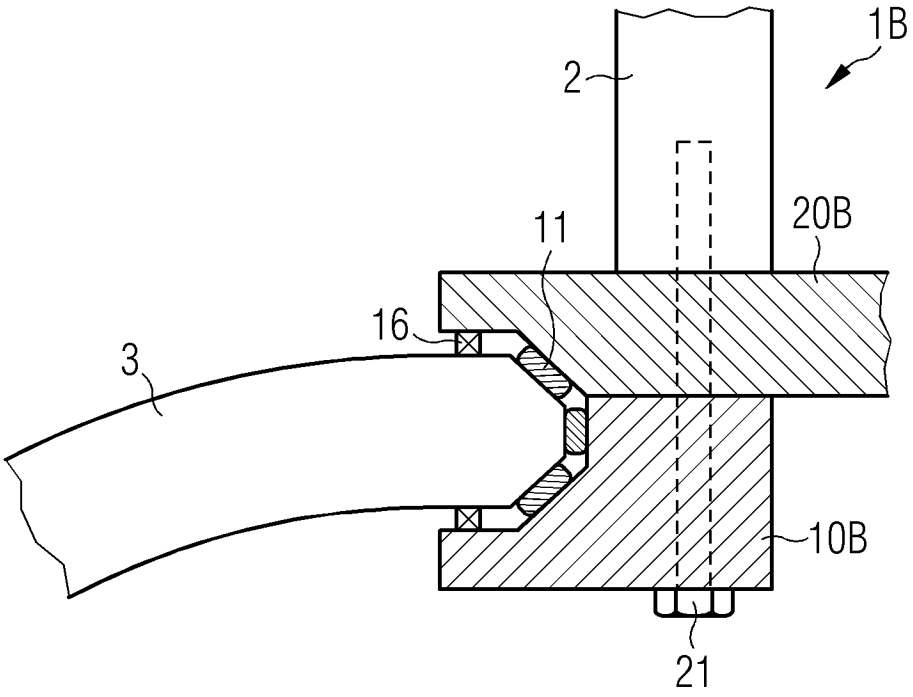


图 5

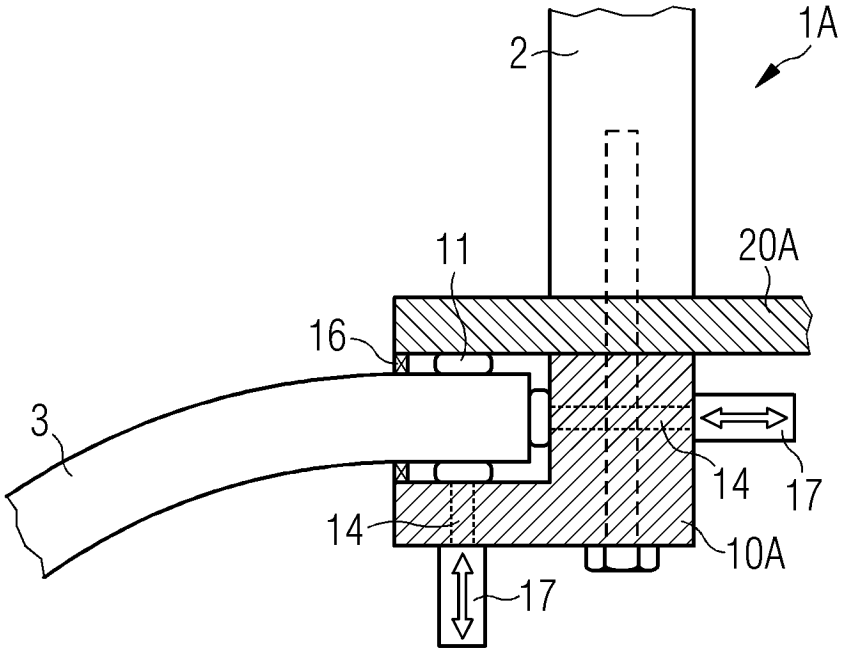


图 6

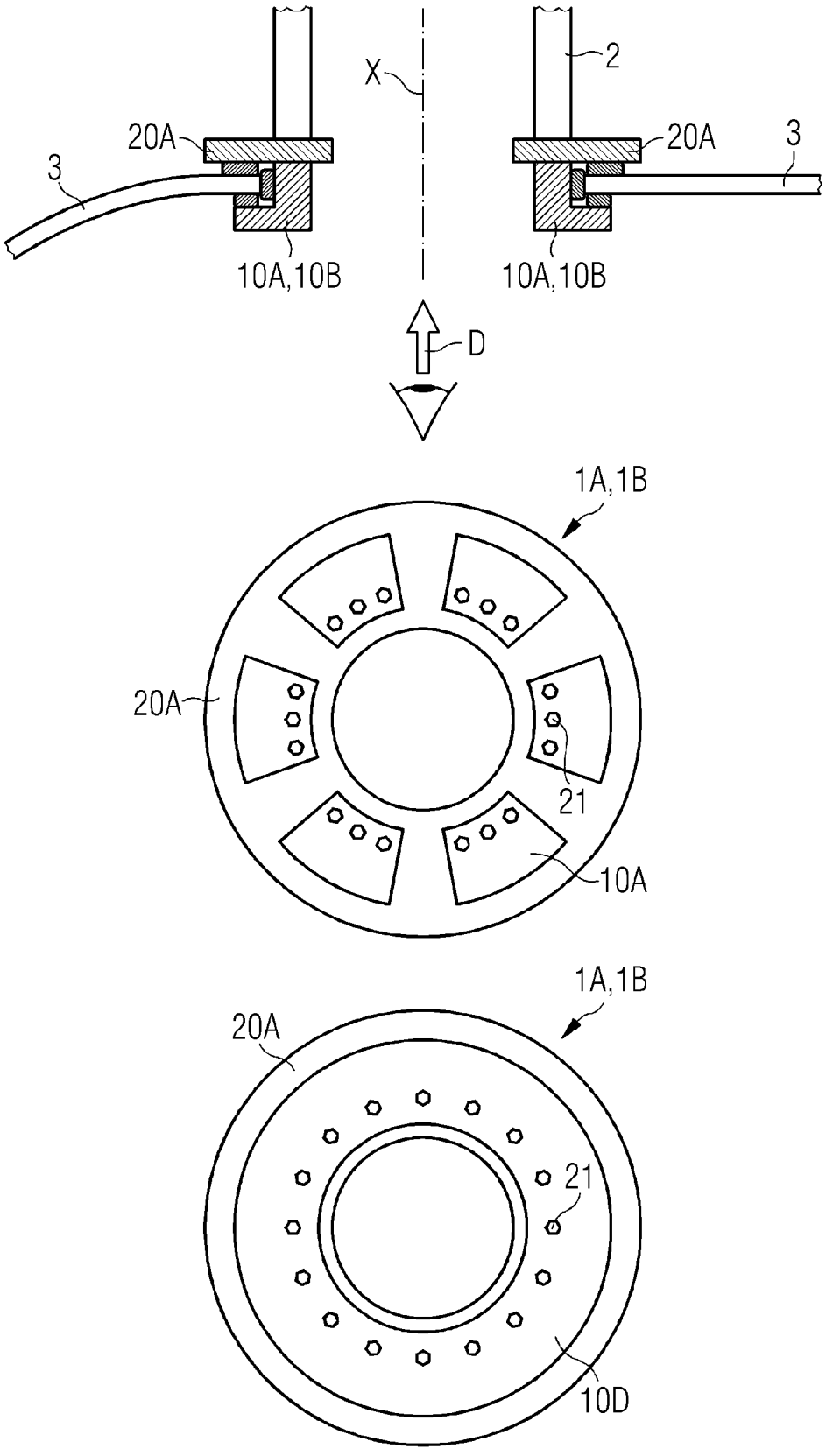


图 7

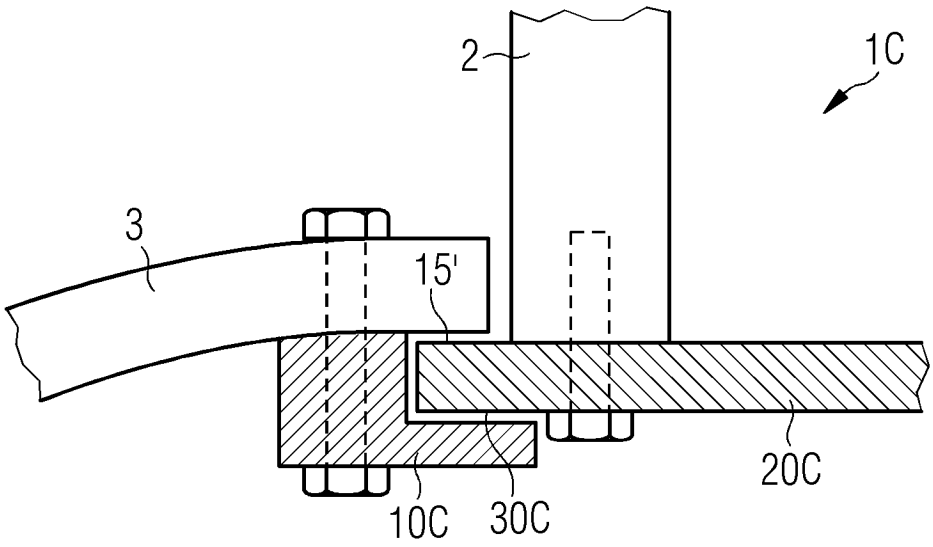


图 8