



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203114536 U

(45) 授权公告日 2013. 08. 07

(21) 申请号 201220679981. 3

(22) 申请日 2012. 12. 05

(30) 优先权数据

1212578. 7 2012. 09. 28 GB

(73) 专利权人 诺迈士科技有限公司

地址 英国诺丁汉

(72) 发明人 P·J·吉布斯 D·希尔德

D·J·斯科特 S·Y·普恩

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 苏娟 朱利晓

(51) Int. Cl.

F03D 11/02 (2006. 01)

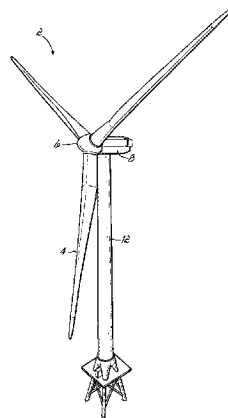
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 实用新型名称

用于风力涡轮机的动力传输系统

(57) 摘要

本实用新型涉及用于风力涡轮机的动力传输系统。用于增加风力涡轮机转子的转速的动力传输系统 (10) 具有能够通过转子围绕主轴线 (14) 驱动的主轴 (16)。还具有包括支承主轴 (16) 围绕主轴线 (14) 转动的至少一个轴承 (18, 20) 的支承结构、具有刚性联接到支承结构 (60) 的齿轮箱壳体 (24, 30) 和行星架 (26) 的齿轮箱 (25)。联接构件 (50) 将行星架 (26) 连接到主轴 (16)。主轴 (16) 与径向向外突出的齿 (74) 组相关, 行星架 (24) 与径向向内突出的齿 (76) 组相关, 联接构件包括与和主轴 (16) 相关的齿 (74) 组接合的径向向内突出的齿 (78) 组, 联接构件还包括与和行星架 (26) 相关的齿 (76) 组接合的径向向外突出的齿 (79) 组。



1. 一种用于增加风力涡轮机的转子的转速的动力传输系统,包括:  
    主轴,其能够通过所述转子围绕主轴线驱动;  
    支承结构,其包括支承所述主轴围绕所述主轴线转动的至少一个轴承;  
    齿轮箱,其具有刚性联接到所述支承结构的齿轮箱壳体和联接到所述主轴的行星架;  
    以及  
    联接构件,其将所述行星架连接到所述主轴;  
    其中,所述主轴与径向向外突出的齿组相关,所述行星架与径向向内突出的齿组相关,所述联接构件包括与和所述主轴相关的齿组接合的径向向内突出的齿组,所述联接构件还包括与和所述行星架相关的齿组接合的径向向外突出的齿组。
2. 根据权利要求1所述的动力传输系统,其中,所述齿轮箱壳体从所述支承结构悬置。
3. 根据权利要求1所述的动力传输系统,其中,所述行星架包括在逆风方向上从所述行星架轴向延伸离开的截锥形构件,其中所述截锥形构件加强所述行星架,并且扭转负载不造成行星架扭转地传递。
4. 根据权利要求3所述的动力传输系统,其中,与所述行星架相关的齿组位于所述截锥形构件上。
5. 根据权利要求1所述的动力传输系统,其中,所述联接构件上的径向向外突出的齿组相对于所述联接构件上的径向向内突出的齿组轴向定位在逆风侧。
6. 根据权利要求1所述的动力传输系统,其中,所述主轴上的齿组径向定位于所述行星架上的齿组内部。
7. 根据权利要求1所述的动力传输系统,其中,与所述主轴相关的齿组包括能够与所述主轴形成干涉配合的构件。
8. 根据权利要求1所述的动力传输系统,其中,径向向外突出的齿组在轴向上具有冠状轮廓,所述径向向内突出的齿组具有基本直的轮廓。
9. 根据权利要求3或4所述的动力传输系统,其中,所述齿轮箱包括非转动支承部件,其中所述非转动支承部件包括沿着纵向轴线定位在单个轨迹并布置成在行星架区域和非转动支承部件之间提供支承的轴承布置,所述齿轮箱在所述轨迹和所述截锥形构件之间在行星架上不具有其他轴承。
10. 根据权利要求9所述的动力传输系统,其中,所述单个轨迹在行星架区域的径向和轴向延伸部分处。
11. 根据权利要求9所述的动力传输系统,其中,所述轴承布置被布置成至少部分限制所述截锥形构件和所述非转动支承部件之间的非转动运动。
12. 根据权利要求11所述的动力传输系统,其中,所述非转动运动是输入轴和所述非转动部件之间的相对径向运动、相对轴向运动和相对倾斜运动中的一个或多个。
13. 根据权利要求9所述的动力传输系统,其中,所述轴承布置包括双锥形滚子轴承。

## 用于风力涡轮机的动力传输系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及动力传输系统。更具体地,本实用新型涉及用于风力涡轮机的动力传输系统。

### 背景技术

[0002] 风力涡轮机通常包括具有通过风驱动的大型叶片的转子。叶片将风的动能转化成转动机械能。机械能通常驱动一个或多个发电机以产生电功率。因此,风力涡轮机包括动力传输系统以处理和将转动机械能转化成电能。动力传输系统有时被称为风力涡轮机的“动力系”。动力传输系统的从风力涡轮机转子到发电机的部分被称为传动系。通过风力涡轮机转子和发电机之间的齿轮箱来实现将风力涡轮机转子的转速增加到发电机要求的速度。因此,齿轮箱形成动力传输系统的一部分并用来将来自风力涡轮机转子的低速、高转矩的输入转化成用于发电机的较低转矩、较高速度的输出。

[0003] 风力涡轮机动力传输系统向舱结构和支撑所述系统的塔架传递由可变风力条件、动态相互作用、控制方面、重力和其他因素造成的多个其他转子负载。

[0004] 1979年5月1日发表的DOE/NASA/0058-79/2-卷1的Mod-1风力涡轮发电机分析和设计报告(“Mod-1 Wind Turbine Generator Analysis and Design Report”)公开一种旨在处理这些负载通过动力传输系统的路径的方法。特别地,该报告涉及作为用于增加风力涡轮机的转子的转速的动力传输系统的涡轮发电机。其具有被构造成通过转子围绕主轴线驱动并将转子连接到齿轮箱的浮动轴组件。底板用作主轴承的支承结构,支承主轴围绕主轴线转动并且经其传递转矩。底板支承舱中的所有设备,包括转子组件和齿轮箱,并且为安装在舱中的所有设备提供刚性基础。所述系统包括具有刚性联接到底板的壳体的三阶平行轴齿轮箱,其支承齿轮箱短轴围绕主轴线转动,同时限制输入构件的其他运动。齿轮箱短轴经由安装在主轴每个端部上的柔性联接件联接到主轴。柔性联接件具有与主轴相关的终端部分、与齿轮箱短轴相关的终端部分以及联接到每个终端部分以适应倾斜和侧向不对准以及轴向浮动的联接元件。柔性联接件包括具有弯曲花键齿联接件的齿轮联接件。柔性联接件包括具有径向突出齿的终端部分以及具有接合所述终端部分的径向突出齿的径向突出齿以限定两个齿轮啮合的联接元件。每个齿轮啮合中的一组径向突出齿具有基本直的轮廓,另一组具有轴向呈冠状的轮廓。

[0005] 1980年8月1日发表的DOE/NASA/0163-2, Mod-0A 200kW风力涡轮发电机分析和设计报告(“Mod-0A 200kW Wind Turbine Generator Analysis and Design Report”)公开另一种处理通过动力传输系统的负载路径的方法。特别地,该报告涉及作为用于增加风力涡轮机的转子的转速的动力传输系统的涡轮发电机。转子叶片附接到低速轴上的毂。低速轴通过两个大轴承支承,两个大轴承的壳体通过底板支承,轴承反作用于竖直、侧部和轴向负载。作为三阶平行轴齿轮箱的速度增加器或者齿轮箱具有通过底板支承的壳体。壳体支承输入轴,即使具有侧向或倾斜不对准,转矩也传递到输入轴。主轴通过将低速轴的逆风端连接到齿轮箱的输入轴的柔性联接件联接到齿轮箱输入构件。柔性联接件包括与主轴相

关的毂、与输入构件相关的毂和联接到每个终端部分的联接元件。每个毂具有能够适应不对准的齿。毂具有径向突出齿，联接元件具有接合毂的径向突出齿的径向突出齿，从而限定两个齿轮啮合。每个毂具有呈冠状以适应不对准的外部齿轮齿。两个栓接起来的凸缘元件环绕毂。

[0006] 上面两个文件中所示种类的柔性联接件是公知的，例如 Renold Power Transmission 公司 2005 年 10 月份目录中所示的 Gearflex GFV 联接件具有与相应终端部分接合的一组向内突出齿和一组向外突出齿。

[0007] W02010/052022 公开类似布置的特征。

[0008] 在行星齿轮系中，行星架的功能在于将转矩负载从输入轴传递到行星齿轮。特别地，在风力涡轮机应用中，行星架还将齿轮箱的重量传递回风力涡轮机转子轴。

[0009] 这些负载可引起行星架变形，造成以下一项或多项：

[0010] • 齿轮阶不对准；

[0011] • 由于克服齿轮箱安装件的活动范围，额外的负载施加到齿轮箱；以及

[0012] • 过多振动。

[0013] 增加行星架刚度以避免这些问题的方法包括：

[0014] • 加厚行星架壁；

[0015] • 将材料改为更加刚性的；或者

[0016] • 添加肋。

[0017] 但是，这些方法引入了另外的问题。

[0018] 例如，更厚的壁增加了重量。

[0019] 采用更具刚性的材料增加了原材料成本，并可能需要更复杂的铸造过程（例如，从 SG 铁改为铸造钢）。

[0020] 使用肋会造成局部应力上升，从而会造成疲劳失效。这对于例如铸件的脆性材料更是问题。肋还构成更加复杂的铸造。

## 实用新型内容

[0021] 公开一种用于增加风力涡轮机的转子的转速的动力传输系统，该动力传输系统包括：主轴，其能够通过所述转子围绕主轴线驱动；支承结构，其包括支承所述主轴围绕所述主轴线转动的至少一个轴承；齿轮箱，其具有刚性联接到所述支承结构的齿轮箱壳体和联接到所述主轴的行星架；以及联接构件，其将所述行星架连接到所述主轴；其中，所述主轴与径向向外突出的齿组相关，所述行星架与径向向内突出的齿组相关，所述联接构件包括与和所述主轴相关的齿组接合的径向向内突出的齿组，所述联接构件还包括与和所述行星架相关的齿组接合的径向向外突出的齿组。该动力传输系统包括能够通过转子驱动的主轴、支承结构和齿轮箱。支承结构包括支承主轴围绕主轴线转动并限制主轴的其他运动的至少一个轴承。因此，除了围绕主轴线的转动，在主轴和支承结构之间没有其他自由度。

[0022] 齿轮箱包括刚性联接到支承结构的齿轮箱壳体和联接到主轴的行星架。齿轮箱壳体支承行星架围绕主轴线转动，同时限制行星架的其他运动。另一方面，行星架联接到主轴，在所有方向具有平移自由度，并且围绕垂直于主轴线的轴线具有转动自由度。主轴和行星架之间的这种灵活性在动力传输系统的整体运动学方面发挥重要作用。有利地，通过将

该灵活性与和其他部件之间的相互作用为特征的运动学关系相结合,动力传输系统以可靠方式实现转矩传递。其他内部力被分配,使得动力传输系统对对准错误、公差、负载变形、热膨胀和其他可能导致寄生负载的状况具有低的敏感性。

[0023] 主轴和行星架之间的灵活性可通过柔性联接件提供,该柔性联接件通过与主轴相关的终端部分、与输入构件相关的终端部分和联接元件限定。联接元件联接到每个终端部分以限定两个接头。每个接头允许联接元件和相应终端部分之间围绕垂直于主轴线的轴线相对转动和沿着主轴线的相对平移。由于这种双接头,柔性联接件适应主轴和齿轮箱输入构件之间的径向、轴向和角度不对准。

[0024] 在齿轮箱壳体从安装于风力涡轮机中就座在塔架顶部上的支承结构悬置时,另外的好处可以通过力的内部分配提供。这种实施方式中的支承结构可包括环绕支承主轴的轴承的轴承壳体。齿轮箱壳体可接着从轴承壳体直接或间接悬置。因此,没有经过齿轮箱壳体到达塔架的负载路径。当动力传输进一步包括与齿轮箱一体的发电机时保持该好处。特别地,发电机包括定位在发电机壳体内部的转子和定子,发电机壳体刚性联接到齿轮箱壳体并从齿轮箱壳体悬置。

[0025] 本实用新型具有被设计成增加架的刚性的特征。本实用新型将材料设置在可用空间的最外边缘。

[0026] 本实用新型还提供用于行星架的构件,该构件适于从行星架轴向延伸离开,其中该构件是截锥形。该构件加强了行星架的结构,因此扭转负载可不造成行星架扭转地传递。

[0027] 优选地,所述构件连接到行星架腿部以形成包括所述构件和腿部的组件。行星架盘可连接到所述组件。行星销可经由行星架盘连接到组件。扭转负载传递到行星销而不造成行星架盘扭转。

[0028] 优选地,所述构件连接到行星架盘以形成包括所述构件和行星架的组件。该组件包括所述构件,且行星架盘可连接到行星架腿部,从而腿部相对于行星架盘的扭转被抵抗。腿部可包括位于两个行星架盘之间的钢柱。

[0029] 优选地,所述构件围绕行星架的外围定位。

[0030] 优选地,所述构件相对于行星架的外围径向向内定位。

[0031] 优选地,齿轮箱包括具有沿着纵向轴线定位在单个轨迹的轴承布置的非转动支承部件。该轴承布置被设置成在行星架区域和非转动支承部件之间提供支承,齿轮箱在所述轨迹和截锥形构件之间在行星架上不具有其他轴承。

[0032] 优选地,单个轨迹在行星架区域的径向和轴向延伸部分处。

[0033] 优选地,轴承布置被布置成至少部分限制所述构件和所述非转动支承部件之间的非转动运动。优选地,非转动运动是输入轴和非转动部件之间的相对径向运动、相对轴向运动和相对倾斜运动中的一个或多个。

[0034] 优选地,轴承布置包括双锥形滚子轴承。

## 附图说明

[0035] 现在将参考附图仅通过示例方式对本实用新型进行描述,其中:

[0036] 图 1 是一种示例性风力涡轮机的透视图;

[0037] 图 2 是用于图 1 的风力涡轮机的动力传输系统的截面图;

[0038] 图 3 是进一步详细显示图 2 的动力传输系统的联接件的截面图；

[0039] 图 4 和图 5 是本实用新型的行星架的一种实施方式的截面图，图 4 显示行星销和行星齿轮的位置；以及

[0040] 图 6 是本实用新型的行星架的一种实施方式的示意图，其中从行星架腿部朝着输入轴延伸的构件是锥形的。

### 具体实施方式

[0041] 图 1 显示一种示例的风力涡轮机 2。尽管显示的是离岸风力涡轮机，但应当注意，下面的描述可适用于其他类型的风力涡轮机。风力涡轮机 2 包括安装到毂 6 的转子叶片 4，毂由塔架 12 上的舱 8 支承。风引起转子叶片 4 和毂 6 围绕主轴线 14 转动（图 2）。这种转动能量被传递到容纳在舱 8 内的动力传输系统（或“动力系”）10。

[0042] 如图 2 所示，动力传输系统 10 包括联接到毂 6（图 1）的主轴 16。动力传输系统 10 还包括支承主轴 16 的第一轴承 18 和第二轴承 20、围绕第一轴承 18 和第二轴承 20 的轴承壳体 22 以及具有由主轴 16 驱动的齿轮箱行星架 26 的齿轮箱 25。齿轮箱 25 增加主轴 16 的转动速度以驱动发电机 28（未显示）。支承结构 60 支承轴承壳体 22，齿轮箱 25 从轴承壳体悬置。

[0043] 图 2 还显示基于主轴线 14 的三维坐标系。在该坐标系中，y 轴被认为是系统的主轴线。x 轴和 z 轴垂直于 y 轴，z 轴与重力方向基本对准。平移和转动方向参照该坐标系限定。

[0044] 主轴 16 是中空的并且在连接到毂 6 的端部包括凸缘部分 15（图 1）。凸缘部分 15 能够使主轴 16 利用螺栓联接到毂。在其他实施方式中，主轴 16 可通过确保转矩传递的其他一些布置联接到毂。此外，尽管凸缘部分 15 被显示为与主轴 16 的其余部分一体形成，但它也可以替代地是栓接或以其他方式固定到主轴 16 的单独的部件。

[0045] 第一轴承 18 和第二轴承 20 支承主轴 16 围绕 y 轴 14 转动，但防止轴承壳体 22 和主轴 16 之间的其他相对运动。在图 2 所示的构造中，轴承壳体 22 是轴承支承管的形式。

[0046] 齿轮箱 25 从轴承壳体 22 和主轴 16 悬置，对于齿轮箱 25 本身没有支承。更具体地，齿轮箱 25 包括联接到主轴 16 的行星架 26 和从轴承壳体 22 悬置的齿轮箱壳体 24。齿轮箱壳体 24 只在一端受到支承。

[0047] 行星架 26 经由柔性连接或联接件 50 柔性联接到主轴 16，使得主轴 16 和行星架 26 不刚性连接。联接件 50 提供所有方向上的平移自由度以及仅围绕 x 轴和 z 轴的转动自由度。围绕 y 轴（主轴线）没有转动自由度，因为联接件 50 在扭转方面是刚性的。

[0048] 图 3 进一步详细地显示联接件 50。联接件 50 是通过主轴 16 的联接凸缘 42、行星架 26 的联接凸缘 69 以及周向接合联接凸缘 42、68 的联接元件 70 限定的弯曲花键齿联接件。联接凸缘 42、68 被显示为分别与主轴 16 和行星架 26 成一体，但联接凸缘 42、68 中的一个或两个也可以是栓接或以其他方式附接到主轴 16 和行星架 26 的单独的部件。

[0049] 联接凸缘 42 终止于径向向外突出的齿 74，联接凸缘 68 终止于径向向内突出的齿 76。联接元件 70 在一端包括径向向内突出的齿 78，在相对端包括径向向外突出的齿 79，以分别接合齿 74、76。因此，两个齿轮啮合被限定具有 1 : 1 的齿数比。每个齿轮啮合的一组齿具有基本直的轮廓，而另一组在轴向方向具有所示的呈冠状的轮廓。因此，径向向外突

出的齿 74、79 是具有冠状轮廓的齿。径向向内突出的齿 76、78 具有直的轮廓并沿着其长度延伸以与齿 74、79 啮合。由于这种布置,联接元件 70 用作能够适应不同类型的不对准的双接头。更具体地,联接件 50 可分解为 3 个运动学主体:主轴 16(包括联接凸缘 42)、联接元件 70 和行星架 26(包括联接凸缘 68)。在每个联接凸缘 42、68 和联接元件 70 之间限定接头。在该特定实施方式中,接头是齿轮啮合。每个接头因为冠状齿 74、76 允许围绕 x 轴和 z 轴的相对转动。还允许轴向方向(即沿着主轴 14)的相对平移,因为直齿 78 不在该方向上限制冠状齿 74、46。接头并不设计用于其他相对运动。该运动学关系为联接件 50 提供所有方向的平移自由度和围绕 x 轴和 z 轴的转动自由度。

[0050] 现在参照图 4-6,本实用新型的一种实施方式显示包括截锥形构件 110 并从行星架腿部 108 朝输入轴 120 延伸的行星架。

[0051] 这种以从所述行星架轴向延伸离开的截锥形构件 110 形式的到腿部 108 的结构上有利的延伸部强力地将腿部 108 连接在一起。这加强了行星架 100 的结构并减少了每侧上的腿部 110 相对于行星架盘 102 的扭转。

[0052] 行星销 104 经由行星架盘 102 连接到延伸的腿部结构 108/110。构件 110 是构成腿部 108 的结构的一部分,这意味着功能上,腿部 108 不是离散的部件,因为它们现在牢固地相互连接。

[0053] 构件 110 在径向上的厚度只需要足以防止扭曲那么大,这意味着该构件是轻质结构。行星架盘 102 可以很薄,因为不需要它们抵抗现有技术的行星架 100 中产生的弯曲。

[0054] 尽管对剪切负载和弯曲(都在竖直平面和扭转)的最大阻力来自 0 度锥度,即圆柱体,材料在加载平面中的深度确定该设计中的操作刚度。参照图 6,其显示截锥形构件 110,最接近输出轴 120 的端部具有较小的直径,这意味着平板 122 具有较小直径,或者可以不做要求。因此,尽管圆柱体本身可以是更加刚性的,但截锥形布置是更好的想法,因为平板 122 是较小的,或者不需要平板 122。

[0055] 再次参照图 2,行星架 26 具有从行星齿轮径向向内和轴向向顺风侧延伸的部分 27。用于行星架的部分 27 的轴承布置 40 如所示在单一轨迹处定位在第一阶行星架 26 的顺风侧。壳体 24 支承非转动的支承部件 39 和轴承布置 40。这减小了轴承布置的直径、重量和成本。例如,直径可小于输入轴的外径。定位在第一阶行星架 26 逆风侧的轴承是不需要的。例如,轴承布置 40 可以是一对轴承,例如所示的锥形滚子轴承。因此,齿轮箱 25 的重量位于在第一阶行星架 26 的顺风侧的背靠背锥形滚子轴承 40 对的两个理论支承点之间。与其中齿轮箱的重量位于两个理论支承点的延长线上的具有面对面轴承的传统布置相比,对于齿轮箱的支承更加稳定。缺少用于第一阶行星架 26 的逆风侧轴承为联接布置 50 有效地创建了空间。

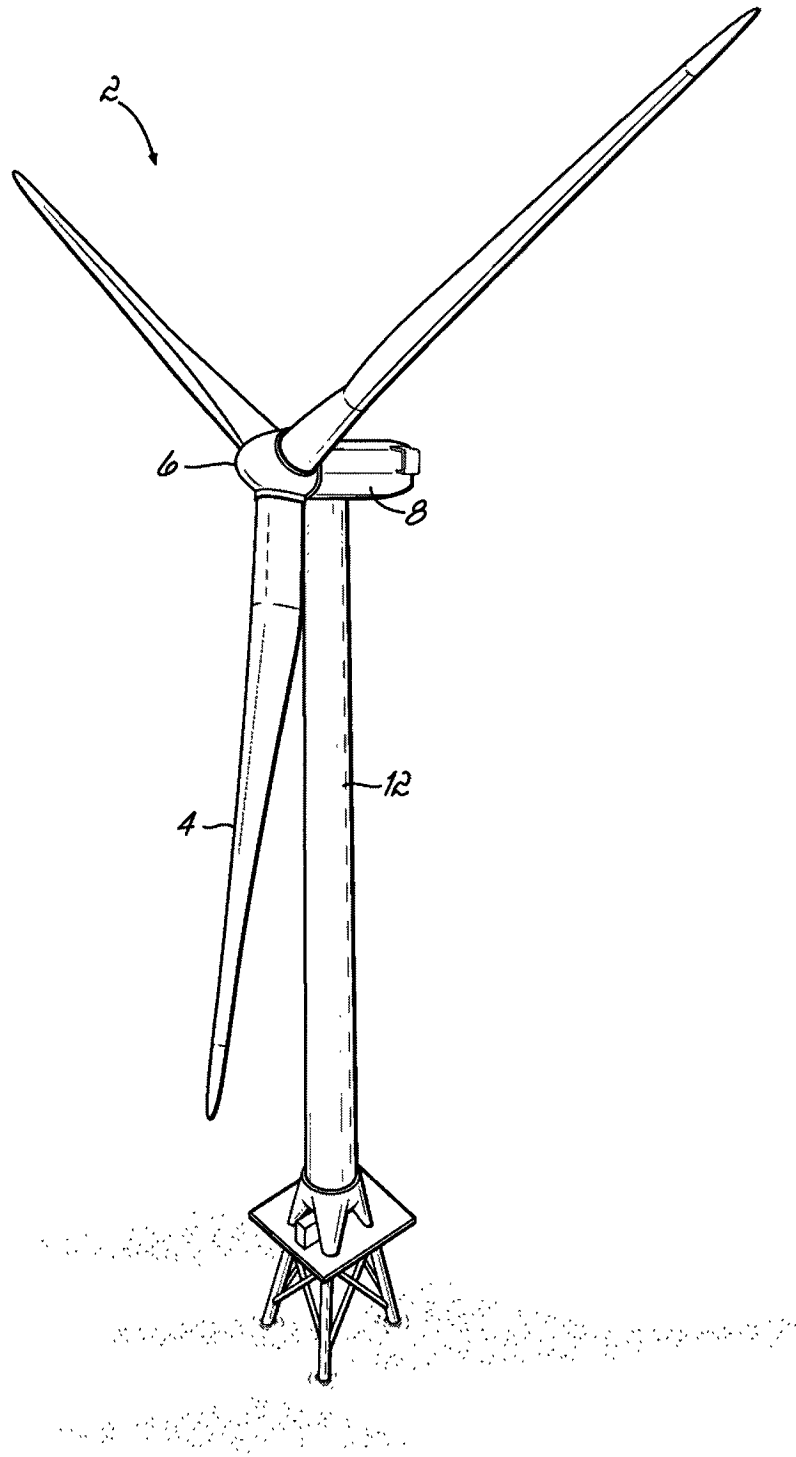


图 1



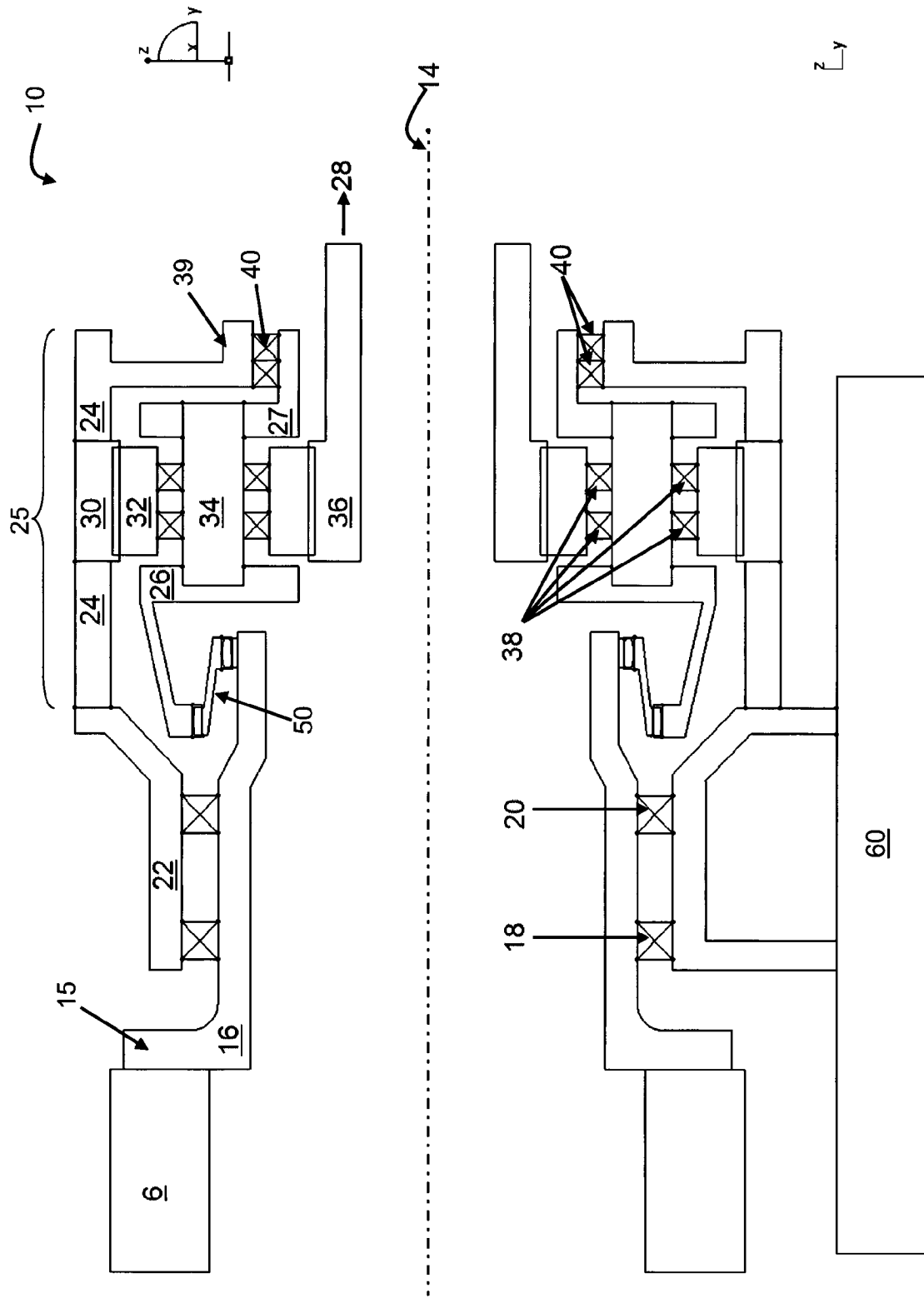


图 2

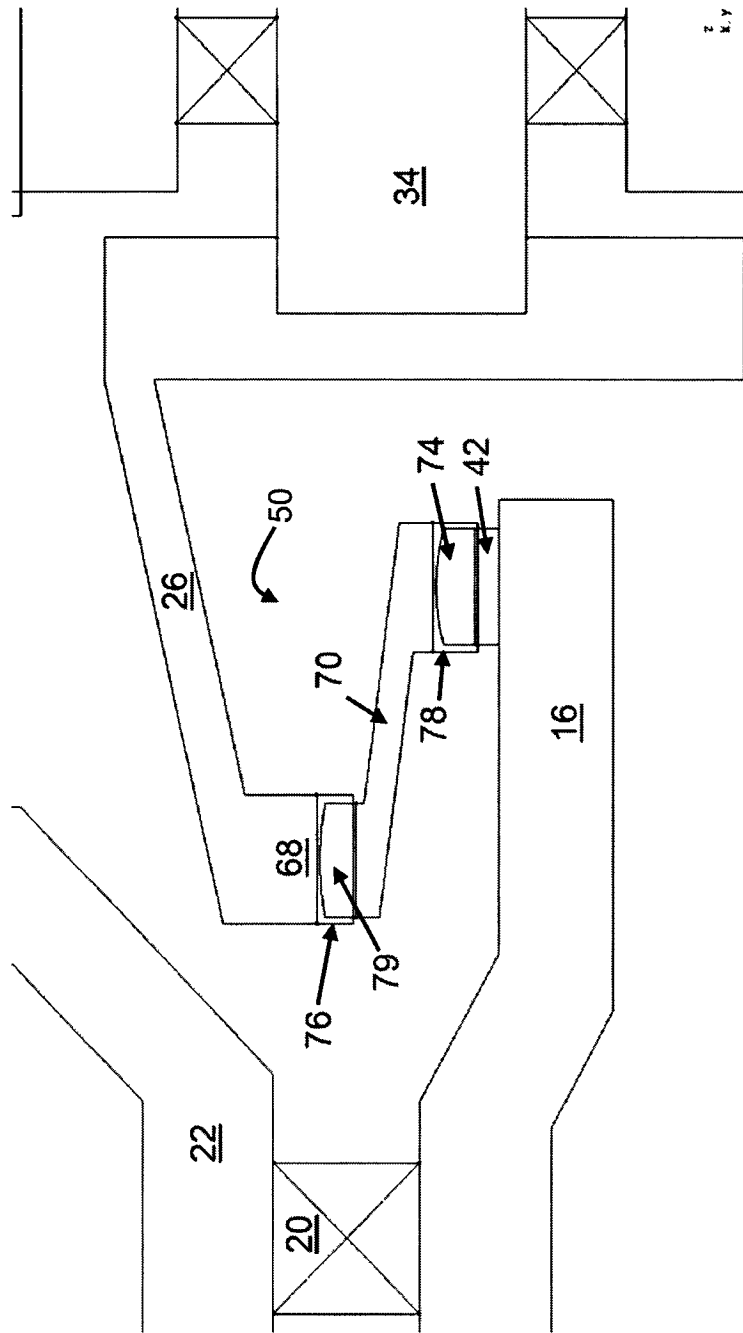


图 3

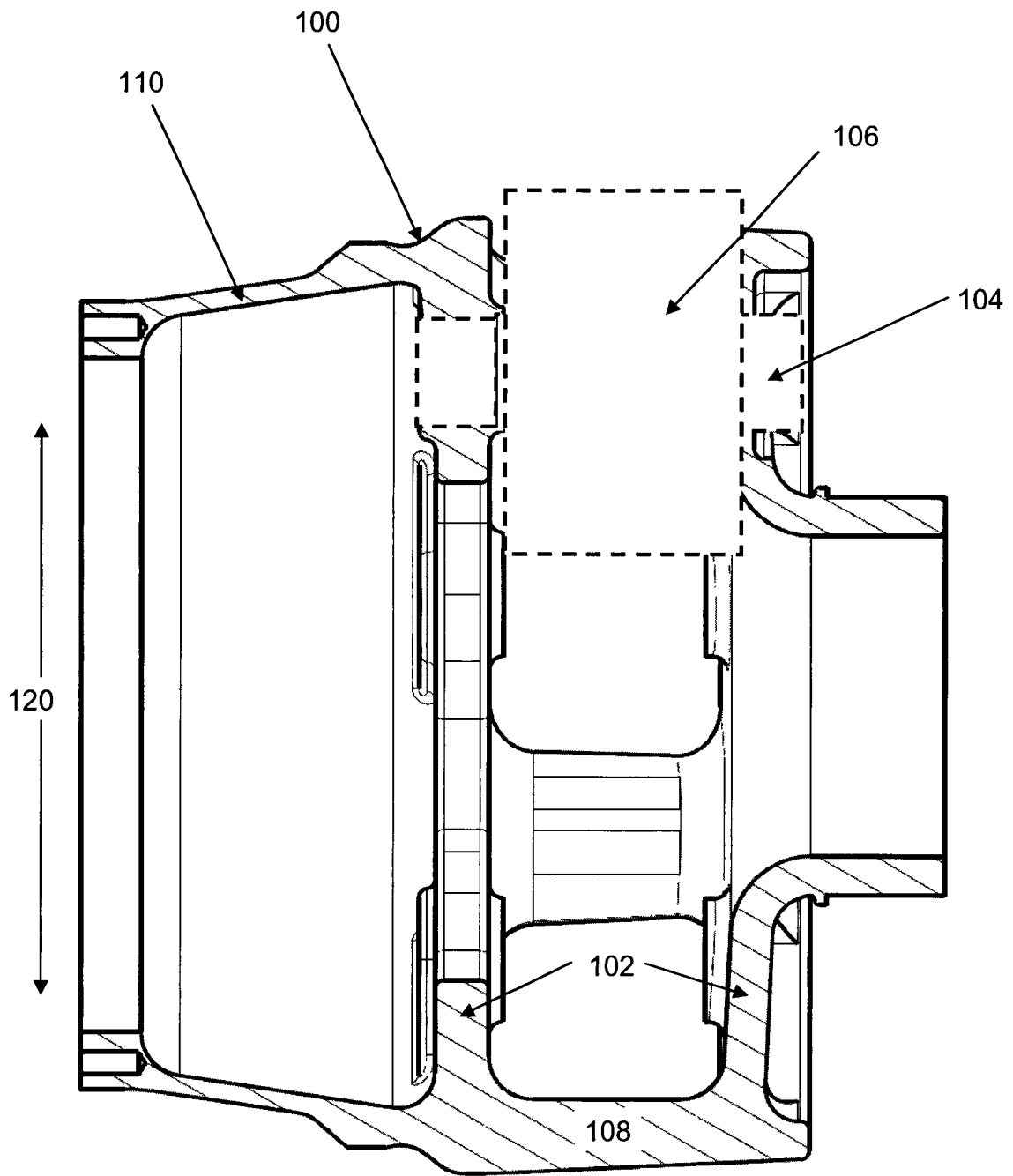


图 4

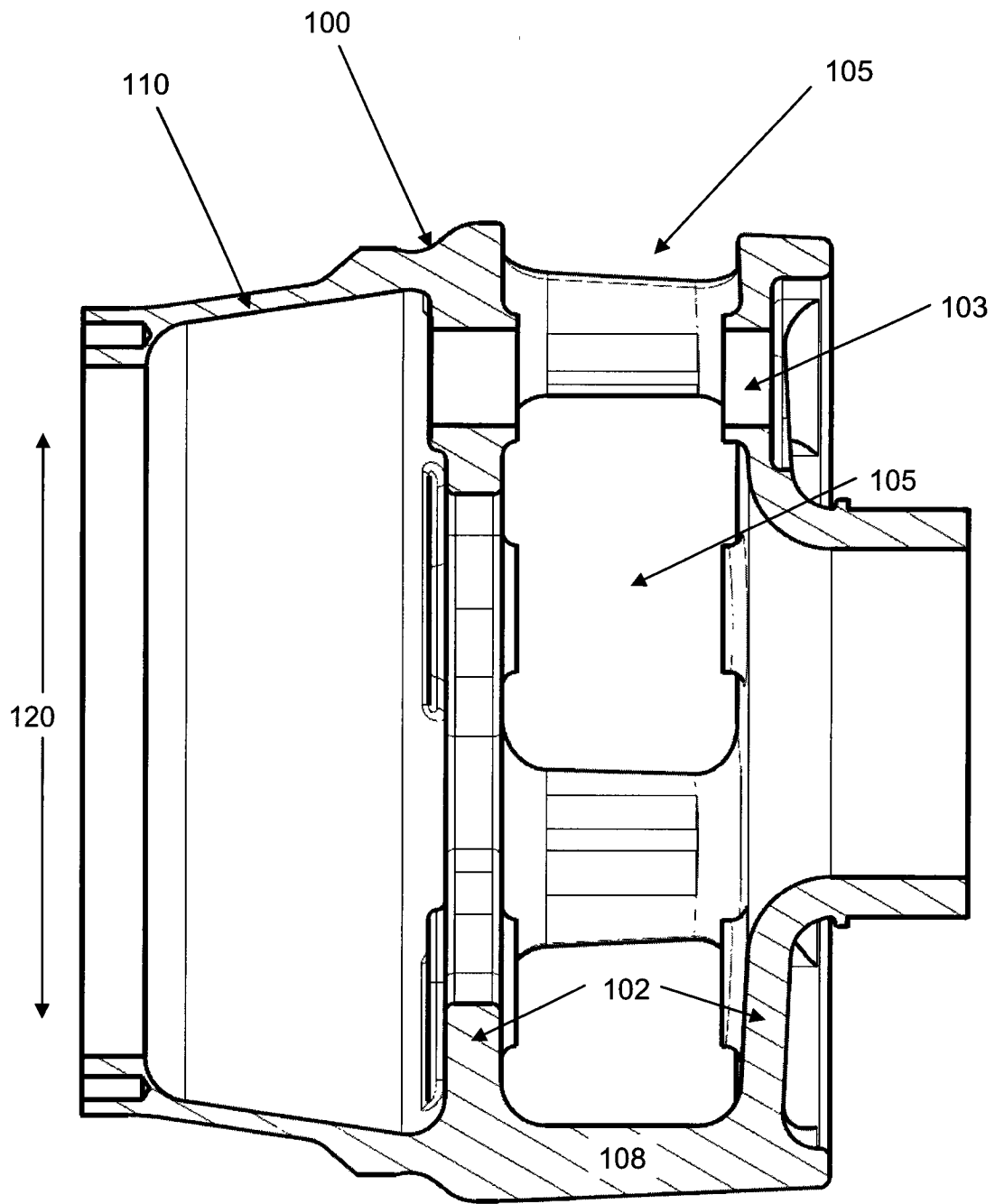


图 5

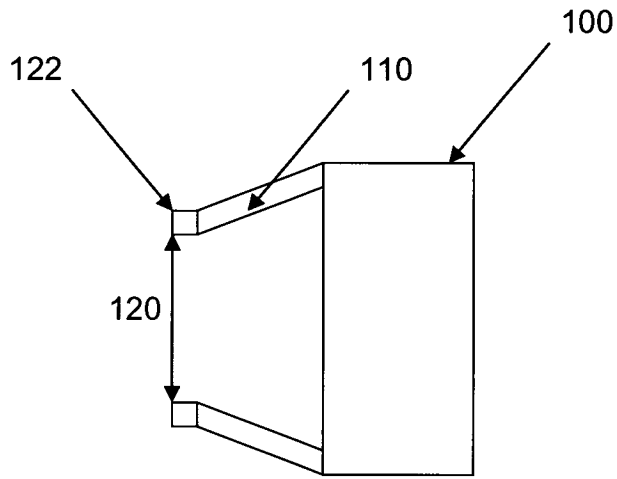


图 6