



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108194262 A

(43)申请公布日 2018.06.22

(21)申请号 201810151877.9

(22)申请日 2014.09.05

(30)优先权数据

61/874,561 2013.09.06 US

(62)分案原申请数据

201480059108.6 2014.09.05

(71)申请人 弗特诺瓦有限责任公司

地址 美国宾西法尼亚州维罗纳市林肯大道  
326号

(72)发明人 乔治·埃拉努维克

弗兰克·W·库珀

乔斯·乔治·加压瑞·维洛里亚

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021

代理人 郭雪茹

(51)Int.Cl.

F03D 3/06(2006.01)

F03D 3/02(2006.01)

F03D 7/06(2006.01)

F03D 9/25(2016.01)

F03D 13/20(2016.01)

F03D 80/00(2016.01)

权利要求书4页 说明书37页 附图45页

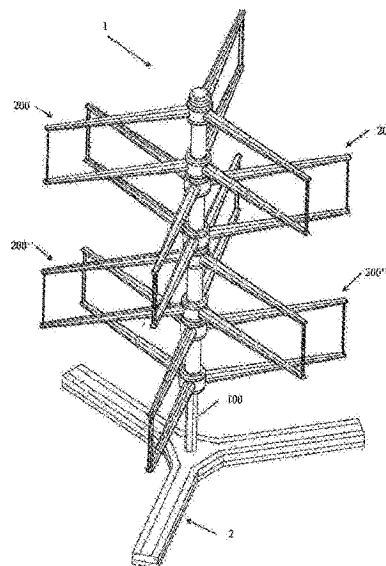
(54)发明名称

风力涡轮机系统和组装风力涡轮机系统的方法

(57)摘要

本发明公开了一种风力涡轮机系统,所述风力涡轮机系统包括:风力涡轮机单元,所述风力涡轮机单元包括转盘托架以及转盘,所述转盘支承在所述转盘托架上,使得所述转盘能够绕着转盘托架旋转,其中所述转盘托架包括内部空间和一垂直通道,所述内部空间用于容纳发电机定子,所述垂直通道延伸穿过所述转盘托架的径向中心以便接纳垂直桅杆,并且垂直通道被构造成防止所述转盘托架绕着被接纳在垂直通道中的桅杆旋转,所述转盘包括具有用于容纳发电机转子的内部空间的转盘轮毂、从所述转盘轮毂的外表面向外延伸的多对转盘臂以及在各对转盘臂之间的转盘臂之间延伸的转盘叶片,所述转盘托架包括外周通道,所述外周通道绕所述转盘托架的外表面呈周向延伸以用于容纳并能够旋转地支承转盘轮毂,以及所述涡轮机单元是多个涡轮机段组装而成的模块化涡轮机单元,所述涡轮机段

是可拆卸地联接到相邻涡轮机段以组装整个涡轮机单元的圆周段。



1. 一种风力涡轮机系统,所述风力涡轮机系统包括:

风力涡轮机单元,所述风力涡轮机单元包括转盘托架以及转盘,所述转盘支承在所述转盘托架上,使得所述转盘能够绕着转盘托架旋转,其中

所述转盘托架包括内部空间和一垂直通道,所述内部空间用于容纳发电机定子,所述垂直通道延伸穿过所述转盘托架的径向中心以便接纳垂直桅杆,并且垂直通道被构造成防止所述转盘托架绕着被接纳在垂直通道中的桅杆旋转,

所述转盘包括具有用于容纳发电机转子的内部空间的转盘轮毂、从所述转盘轮毂的外表面向外延伸的多对转盘臂以及在各对转盘臂中的转盘臂之间延伸的转盘叶片,

所述转盘托架包括外周通道,所述外周通道绕所述转盘托架的外表面呈周向延伸以用于容纳并能够旋转地支承转盘轮毂,以及

所述涡轮机单元是多个涡轮机段组装而成的模块化涡轮机单元,所述涡轮机段是可拆卸地连接到相邻涡轮机段以组装整个涡轮机单元的圆周段。

2. 根据权利要求1所述的风力涡轮机系统,其中

所述转盘托架是多个转盘托架段组装而成的模块化转盘托架,所述转盘托架段是能够拆卸地连接到在周向上相邻的转盘托架段以组装整个转盘托架的圆周段;

所述转盘托架段包括多个子部件的子部件段,所述转盘托架段的子部件段是能够拆卸地连接到在周向上相邻的子部件段以组装转盘托架的整个模块化子部件的圆周段;以及

所述转盘托架段包括用于组装以下部件的子部件段:

多个发电机定子段组装而成的模块化发电机定子子部件;

多个滚轮平台段组装而成的模块化滚轮平台子部件、或多个滚轮轨道段组装而成的模块化滚轮轨道子部件;和

多个滑环段组装而成的模块化滑环子部件、或多个环形制动转子段组装而成的模块化环形制动转子子部件。

3. 根据权利要求1所述的风力涡轮机系统,其中

所述转盘轮毂是多个转盘轮毂段组装而成的模块化转盘轮毂,所述转盘轮毂段是能够拆卸地连接到在周向上相邻的转盘轮毂段以组装整个转盘轮毂的圆周段;

所述转盘轮毂段包括多个子部件的子部件段,所述转盘轮毂段的子部件段是能够拆卸地连接到在周向上相邻的子部件段以组装转盘轮毂的整个模块化子部件的圆周段;以及

所述转盘轮毂段包括用于组装以下部件的子部件段:

多个发电机转子段组装而成的模块化发电机转子子部件;

多个滚轮轨道段组装而成的模块化滚轮轨道子部件、或多个滚轮平台段组装而成的模块化滚轮平台子部件;

多个环形制动转子段组装而成的模块化环形制动转子子部件、或多个滑环段组装而成的模块化滑环子部件;和

多个冠齿轮段组装而成的模块化冠齿轮子部件。

4. 根据权利要求1所述的风力涡轮机系统,其中

所述转盘轮毂的内部空间包括可拆卸地容纳模块化发电机转子的转子段的转子壳体。

5. 根据权利要求4所述的风力涡轮机系统,其中

所述转子壳体容纳大小足以穿过所述转盘轮毂和所述转盘托架的内部室和入口的转

子段,使得各单独转子段能够在所述风力涡轮机系统中被选择性地插入和拆卸,同时所述转盘轮毂仍然支承在所述转盘托架上。

6. 根据权利要求4所述的风力涡轮机系统,其中

所述转子外壳包括用于与预布线的转子段配合的电连接,包括用于与预布线为产生交流电的转子段配合的电连接和用于与预布线为产生直流电的转子段配合的电连接。

7. 根据权利要求1所述的风力涡轮机系统,其中

所述涡轮机段是包括至少一个转盘托架段和/或至少一个转盘轮毂段的组件。

8. 一种组装根据权利要求1所述的风力涡轮机系统的方法,包括:

将相邻的涡轮段联接在一起,得到组装好的模块化结构。

9. 根据权利要求8所述的组装风力涡轮机系统的方法,其中

涡轮机段围绕垂直桅杆的底部周向对齐,使得组装好的涡轮机单元安装在垂直桅杆上。

10. 根据权利要求9所述的组装风力涡轮机系统的方法,还包括:

经由安装在所述桅杆或所述涡轮机单元处的移动机构从所述桅杆的底部沿着所述桅杆的垂直高度升高所述涡轮机单元。

11. 根据权利要求8所述的组装风力涡轮机系统的方法,其中

将相邻的涡轮段联接在一起,得到组装好的模块化结构包括:通过插入跨式段将第一涡轮机段中的子部件段与相邻的第二涡轮机段中的子部件联接在一起;以及

插入跨式段包括:对齐跨式段的第一端以被容纳在第一涡轮机段中,并对齐跨式段的第二端以被容纳在第二涡轮机段中,所述第一涡轮机段和所述第二涡轮机段在周向上彼此相邻地对齐。

12. 根据权利要求8所述的组装风力涡轮机系统的方法,其中

将相邻的涡轮段联接在一起,得到组装好的模块化结构包括:周向对齐涡轮机段,使得相邻涡轮机段的周向端彼此邻接;以及

涡轮机段是包括至少一个转盘托架段和/或至少一个转盘轮毂段的组件,使得周向对齐涡轮机段导致转盘托架的同时周向对齐以使得相邻的转盘托架段的周向端部彼此邻接,并且转盘轮毂段的同时周向对齐促使相邻的转盘轮毂段的周向端部彼此对齐。

13. 根据权利要求8所述的组装风力涡轮机系统的方法,其中

所述转盘托架是多个转盘托架段组装而成的模块化转盘托架,所述转盘托架段是能够拆卸地联接到在周向上相邻的转盘托架段以组装整个转盘托架的圆周段;

所述转盘轮毂是多个转盘轮毂段组装而成的模块化转盘轮毂,所述转盘轮毂段是能够拆卸地联接到在周向上相邻的转盘轮毂段以组装整个转盘轮毂的圆周段;以及

将相邻的涡轮段联接在一起,得到组装好的模块化结构包括:在周向上对齐转盘托架段,使得相邻的转盘托架段的周向端部彼此邻接,然后在周向上对齐转盘轮毂段,使得相邻的转盘轮毂段的周向端部彼此邻接。

14. 一种风力涡轮机系统,所述风力涡轮机系统包括:

风力涡轮机单元,所述风力涡轮机单元包括转盘托架以及能够旋转地支承在所述转盘托架上的转盘,其中

垂直通道延伸穿过所述转盘托架的径向中心以便接纳垂直桅杆,并且外周通道绕所述

转盘托架的外表面呈周向延伸以用于容纳并能够旋转地支承转盘，

所述转盘包括转盘轮毂、从所述转盘轮毂延伸的一对转盘臂以及在这对转盘臂之间延伸的转盘叶片，以及

所述涡轮机单元是多个涡轮机段组装而成的模块化涡轮机单元，所述涡轮机段是能够拆卸地联接到相邻涡轮机段的圆周段。

15. 根据权利要求14所述的风力涡轮机系统，还包括：

旋转电接头，所述旋转电接头用于在所述转盘托架与所述转盘之间传输电力，所述旋转电接头包括滑环和被安装成用于与模块化滑环旋转接合的多个滑环刷，其中所述滑环是多个滑环段组装而成的模块化滑环，所述滑环段是能够拆卸地联接到相邻滑环段的圆周段。

16. 根据权利要求14所述的风力涡轮机系统，还包括：

转盘旋转系统，所述转盘旋转系统用于使所述转盘在所述转盘托架上旋转，所述转盘旋转系统包括冠齿轮和被安装成与所述冠齿轮旋转接合的小齿轮，其中所述冠齿轮是多个冠齿轮段组装而成的模块化冠齿轮。

17. 根据权利要求14所述的风力涡轮机系统，还包括：

转盘制动系统，所述转盘制动系统用于制动所述转盘在所述转盘托架上的旋转，所述转盘旋转系统包括制动转子和被安装成与所述制动转子制动接合的多个制动卡钳，其中所述制动转子是多个制动转子段组装而成的模块化制动转子。

18. 根据权利要求14所述的风力涡轮机系统，还包括：

所述转盘托架是多个转盘托架段组装而成的模块化转盘托架，所述转盘托架段是能够拆卸地联接到相邻转盘托架段的圆周段；

所述转盘轮毂是多个转盘轮毂段组装而成的模块化转盘轮毂，所述转盘轮毂段是能够拆卸地联接到相邻转盘轮毂段的圆周段；

所述转盘托架段包括第一制动机构，并且所述转盘轮毂段包括第二制动机构，所述第一制动机构和所述第二制动机构能够接合以将所述转盘轮毂段固定到相应的转盘托架段；以及

各单独涡轮机段包括转盘托架段和转盘轮毂段，所述转盘托架段和所述转盘轮毂段通过第一制动机构和第二制动机构彼此固定，各单独涡轮机段能够拆卸地联接到相邻涡轮机段，同时转盘托架段和转盘轮毂段通过第一制动机构和第二制动机构被固定，使得涡轮机段被构造成允许在由多个转盘托架段组装转盘托架以及由多个转盘轮毂段组装转盘轮毂的同时由多个涡轮机段组装涡轮机单元。

19. 一种组装根据权利要求14所述的风力涡轮机系统的方法，所述方法包括：

将多个涡轮段联接在一起，得到组装好的涡轮机单元，其中

围绕垂直桅杆的底部将所述多个涡轮段联接在一起，使得所述组装好的涡轮机单元安装在所述垂直桅杆上，

所述转盘托架是多个转盘托架段组装而成的模块化转盘托架，所述转盘托架段是能够拆卸地联接到相邻转盘托架段的圆周段，

所述转盘轮毂是多个转盘轮毂段组装而成的模块化转盘轮毂，所述转盘轮毂段是能够拆卸地联接到相邻的转盘轮毂段的圆周段，

所述转盘托架段包括第一制动机构,并且所述转盘轮毂段包括第二制动机构,所述第一制动机构和所述第二制动机构能够接合以将所述转盘轮毂段固定到相应的转盘托架段;

通过将各单独转盘轮毂段连接到相对应的各单独转盘托架段组装各单独涡轮机单元,并且通过使相应的第一制动机构和第二制动机构接合将各单独转盘轮毂段固定到相对应的各单独转盘托架段;以及

当各单独转盘轮毂段通过第一制动机构和第二制动机构被固定到相对应的各单独转盘托架段时,通过将各单独涡轮机段中的转盘托架段联接到相邻涡轮机段中的相邻转盘托架段并将各单独涡轮机段中的转盘轮毂段联接到相邻涡轮机段中的相邻转盘轮毂段,而将多个涡轮段联接在一起,得到组装好的涡轮机单元。

## 风力涡轮机系统和组装风力涡轮机系统的方法

[0001] 本申请是2016年4月27日进入国家阶段、国家申请号为201480059108.6、发明名称为“独立式发电垂直轴风力涡轮机系统”的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及发电行业。具体地讲,本发明涉及一种垂直轴风力涡轮机系统,所述垂直轴风力涡轮机系统具有一个或多个独立涡轮机单元以便经由直驱式发电机捕获风的动能并将动能转换为电能。

### 背景技术

[0003] 风车,即一般而言的旋转涡轮机,已用于研磨谷物、泵送水,并且在二十世纪开始被用作风力涡轮机,将风的动能转换为电能。传统上,用于风力发电的风力涡轮机是水平轴涡轮机,该涡轮机的气动叶片径向地布置在水平轴周围并且固定到安装于垂直桅杆顶部的轴。

[0004] 自采用水平轴风力涡轮机起,多年来,水平轴风力涡轮机的尺寸和容量已增加,以便从单桅杆产生更多动力,从而设法利用规模经济降低其在使用期内发电的成本。较大水平轴风力涡轮机产生的额外动力需要较大容量的发电机,若采取当前使用的发电机技术,发电机会成比例地变大和变重。因此,水平轴风力涡轮机容量的显著增加,要求其部件显著更大并且被构造成能承受显著更大的负载。例如,发电机的尺寸增加需要整个叶片结构的长度和总体尺寸增加,以适应叶片将受到的额外的重量和增加的力。然而,水平轴风力涡轮机的叶片长度存在实际限制。另外,增加叶片的长度会使叶片的制造及运输更复杂且更昂贵,近海组装时尤其如此,因为近海组装将需要大型航海起重机来安装、维护和改装发电机。

[0005] 风力涡轮机发电机的尺寸增加还会使这些发电机的组装复杂化。目前,常规发电机需要由起重机提升风力涡轮机部件,以便经由桅杆顶端而定位和固定到垂直桅杆。在水平轴涡轮机和垂直轴风力涡轮机中都是如此,在水平轴涡轮机中,风力涡轮机位于桅杆的顶端,而在垂直轴风力涡轮机中,风力涡轮机被提升到桅杆顶端之上,然后降低以将桅杆顶端穿过开口插入到风力涡轮机中。因此,在任一种轴类型中,发电机尺寸的增加,将需要越来越庞大的起重机和提升设备来提起风力涡轮机单元,以便经由桅杆顶端安装到桅杆。

[0006] 发电机尺寸的增加还会带来部件故障和维护相关的更复杂问题。较大的发电机一般将需要较多的部件,而风力涡轮机的几乎所有部件都可能引发潜在操作故障。也就是说,如果涡轮机中的一个部件发生故障,则整个涡轮机会停止发电。当风力涡轮机暴露于易结冰的环境条件中时,部件发生故障的可能性增大。即使未发生部件故障,由于较大的发电机具有较大的积冰表面积,这将为维护带来更大的问题。叶片上的积冰会降低气动效率,从而降低涡轮机的动力转换能力。过多的积冰还会导致动态负载大于根据设计规范的容许值,在这些情况下操作人员需要停用涡轮机以防损坏。

[0007] 因此,本领域仍然需要稳固构造的涡轮机系统,不仅可以产生更大量级的电能,同

时还能承受与增加的输出相伴存在的增加的应力。还需要这样的涡轮机系统,该涡轮机系统有助于单独部件的可及性、维护和更换,并且在维护和维修时无需关闭系统,使得系统可继续产生电能,即便此时发电能力更低。还需要这样的涡轮机系统,该涡轮机系统可用商业施工设备来组装,尤其是在近海应用中,从而可免去相当昂贵的大型航海起重机的任何需求。还需要抑制过多积冰的系统。

## 发明内容

[0008] 在本发明的第一方面中,提供了一种风力涡轮机系统,所述风力涡轮机系统包括:风力涡轮机单元,所述风力涡轮机单元包括转盘托架以及转盘,所述转盘支承在所述转盘托架上,使得所述转盘能够绕着转盘托架旋转,其中所述转盘托架包括内部空间和一垂直通道,所述内部空间用于容纳发电机定子,所述垂直通道延伸穿过所述转盘托架的径向中心以便接纳垂直桅杆,并且垂直通道被构造成防止所述转盘托架绕着被接纳在垂直通道中的桅杆旋转,所述转盘包括具有用于容纳发电机转子的内部空间的转盘轮毂、从所述转盘轮毂的外表面向外延伸的多对转盘臂以及在各对转盘臂中的转盘臂之间延伸的转盘叶片,所述转盘托架包括外周通道,所述外周通道绕所述转盘托架的外表面呈周向延伸以用于容纳并能够旋转地支承转盘轮毂,以及所述涡轮机单元是多个涡轮机段组装而成的模块化涡轮机单元,所述涡轮机段是可拆卸地联接到相邻涡轮机段以组装整个涡轮机单元的圆周段。

[0009] 根据本发明的一个示例性实施例,所述转盘托架是多个转盘托架段组装而成的模块化转盘托架,所述转盘托架段是能够拆卸地联接到在周向上相邻的转盘托架段以组装整个转盘托架的圆周段;所述转盘托架段包括多个子部件的子部件段,所述转盘托架段的子部件段是能够拆卸地联接到在周向上相邻的子部件段以组装转盘托架的整个模块化子部件的圆周段;以及所述转盘托架段包括用于组装以下部件的子部件段:个发电机定子段组装而成的模块化发电机定子子部件;多个滚轮平台段组装而成的模块化滚轮平台子部件、或多个滚轮轨道段组装而成的模块化滚轮轨道子部件;和多个滑环段组装而成的模块化滑环子部件、或多个环形制动转子段组装而成的模块化环形制动转子子部件。

[0010] 根据本发明的一个示例性实施例,所述转盘轮毂是多个转盘轮毂段组装而成的模块化转盘轮毂,所述转盘轮毂段是能够拆卸地联接到在周向上相邻的转盘轮毂段以组装整个转盘轮毂的圆周段;所述转盘轮毂段包括多个子部件的子部件段,所述转盘轮毂段的子部件段是能够拆卸地联接到在周向上相邻的子部件段以组装转盘轮毂的整个模块化子部件的圆周段;以及所述转盘轮毂段包括用于组装以下部件的子部件段:多个发电机转子段组装而成的模块化发电机转子子部件;多个滚轮轨道段组装而成的模块化滚轮轨道子部件、或多个滚轮平台段组装而成的模块化滚轮平台子部件;多个环形制动转子段组装而成的模块化环形制动转子子部件、或多个滑环段组装而成的模块化滑环子部件;和多个冠齿轮段组装而成的模块化冠齿轮子部件。

[0011] 根据本发明的一个示例性实施例,所述转盘轮毂的内部空间包括可拆卸地容纳模块化发电机转子的转子段的转子壳体。

[0012] 根据本发明的一个示例性实施例,所述转子壳体容纳大小足以穿过所述转盘轮毂和所述转盘托架的内部室和入口的转子段,使得各单独转子段能够在所述风力涡轮机系统

中被选择性地插入和拆卸,同时所述转盘轮毂仍然支承在所述转盘托架上。

[0013] 根据本发明的一个示例性实施例,所述转子外壳包括用于与预布线的转子段配合的电连接,包括用于与预布线为产生交流电的转子段配合的电连接和用于与预布线为产生直流电的转子段配合的电连接。

[0014] 根据本发明的一个示例性实施例,所述涡轮机段是包括至少一个转盘托架段和/或至少一个转盘轮毂段的组件。

[0015] 在本发明的第二方面中,提供了一种组装如上所述的风力涡轮机系统的方法,包括:将相邻的涡轮段联接在一起,得到组装好的模块化结构。

[0016] 根据本发明的一个示例性实施例,涡轮机段围绕垂直桅杆的底部周向对齐,使得组装好的涡轮机单元安装在垂直桅杆上。

[0017] 根据本发明的一个示例性实施例,组装风力涡轮机系统的方法还包括:经由安装在所述桅杆或所述涡轮机单元处的移动机构从所述桅杆的底部沿着所述桅杆的垂直高度升高所述涡轮机单元。

[0018] 根据本发明的一个示例性实施例,将相邻涡轮的轮段联接在一起,得到组装好的模块化结构包括:通过插入跨式段将第一涡轮机段中的子部件段与相邻的第二涡轮机段中的子部件联接在一起;以及插入跨式段包括:对齐跨式段的第一端以被容纳在第一涡轮机段中,并对齐跨式段的第二端以被容纳在第二涡轮机段中,所述第一涡轮机段和所述第二涡轮机段在周向上彼此相邻地对齐。

[0019] 根据本发明的一个示例性实施例,将相邻的涡轮段联接在一起,得到组装好的模块化结构包括:周向对齐涡轮机段,使得相邻涡轮机段的周向端彼此邻接;以及涡轮机段是包括至少一个转盘托架段和/或至少一个转盘轮毂段的组件,使得周向对齐涡轮机段导致转盘托架的同时周向对齐以使得相邻的转盘托架段的周向端部彼此邻接,并且转盘轮毂段的同时周向对齐促使相邻的转盘轮毂段的周向端部彼此对齐。

[0020] 根据本发明的一个示例性实施例,所述转盘托架是多个转盘托架段组装而成的模块化转盘托架,所述转盘托架段是能够拆卸地联接到在周向上相邻的转盘托架段以组装整个转盘托架的圆周段;所述转盘轮毂是多个转盘轮毂段组装而成的模块化转盘轮毂,所述转盘轮毂段是能够拆卸地联接到在周向上相邻的转盘轮毂段以组装整个转盘轮毂的圆周段;以及将相邻的涡轮段联接在一起,得到组装好的模块化结构包括:在周向上对齐转盘托架段,使得相邻的转盘托架段的周向端部彼此邻接,然后在周向上对齐转盘轮毂段,使得相邻的转盘轮毂段的周向端部彼此邻接。

[0021] 在本发明的第三方面中,提供了一种风力涡轮机系统,所述风力涡轮机系统包括:风力涡轮机单元,所述风力涡轮机单元包括转盘托架以及能够旋转地支承在所述转盘托架上的转盘,其中垂直通道延伸穿过所述转盘托架的径向中心以便接纳垂直桅杆,并且外周通道绕所述转盘托架的外表面呈周向延伸以用于容纳并能够旋转地支承转盘,所述转盘包括转盘轮毂、从所述转盘轮毂延伸的一对转盘臂以及在这对转盘臂之间延伸的转盘叶片,以及所述涡轮机单元是多个涡轮机段组装而成的模块化涡轮机单元,所述涡轮机段是能够拆卸地联接到相邻涡轮机段的圆周段。

[0022] 根据本发明的一个示例性实施例,风力涡轮机系统还包括:旋转电接头,所述旋转电接头用于在所述转盘托架与所述转盘之间传输电力,所述旋转电接头包括滑环和被安装



成用于与模块化滑环旋转接合的多个滑环刷,其中所述滑环是多个滑环段组装而成的模块化滑环,所述滑环段是能够拆卸地联接到相邻滑环段的圆周段。

[0023] 根据本发明的一个示例性实施例,风力涡轮机系统,还包括:转盘旋转系统,所述转盘旋转系统用于使所述转盘在所述转盘托架上旋转,所述转盘旋转系统包括冠齿轮和被安装成与所述冠齿轮旋转接合的小齿轮,其中所述冠齿轮是多个冠齿轮段组装而成的模块化冠齿轮。

[0024] 根据本发明的一个示例性实施例,风力涡轮机系统还包括:转盘制动系统,所述转盘制动系统用于制动所述转盘在所述转盘托架上的旋转,所述转盘旋转系统包括制动转子和被安装成与所述制动转子制动接合的多个制动卡钳,其中所述制动转子是多个制动转子段组装而成的模块化制动转子。

[0025] 根据本发明的一个示例性实施例,风力涡轮机系统,还包括:所述转盘托架是多个转盘托架段组装而成的模块化转盘托架,所述转盘托架段是能够拆卸地联接到相邻转盘托架段的圆周段;所述转盘轮毂是多个转盘轮毂段组装而成的模块化转盘轮毂,所述转盘轮毂段是能够拆卸地联接到相邻转盘轮毂段的圆周段;所述转盘托架段包括第一制动机构,并且所述转盘轮毂段包括第二制动机构,所述第一制动机构和所述第二制动机构能够接合以将所述转盘轮毂段固定到相应的转盘托架段;以及各单独涡轮机段包括转盘托架段和转盘轮毂段,所述转盘托架段和所述转盘轮毂段通过第一制动机构和第二制动机构彼此固定,各单独涡轮机段能够拆卸地联接到相邻涡轮机段,同时转盘托架段和转盘轮毂段通过第一制动机构和第二制动机构被固定,使得涡轮机段被构造成允许在由多个转盘托架段组装转盘托架以及由多个转盘轮毂段组装转盘轮毂的同时由多个涡轮机段组装涡轮机单元。

[0026] 在本发明的第三方面中,提供了一种组装如上所述的风力涡轮机系统的方法,所述方法包括:将多个涡轮段联接在一起,得到组装好的涡轮机单元,其中围绕垂直桅杆的底部将所述多个涡轮段联接在一起,使得所述组装好的涡轮机单元安装在所述垂直桅杆上,所述转盘托架是多个转盘托架段组装而成的模块化转盘托架,所述转盘托架段是能够拆卸地联接到相邻转盘托架段的圆周段,所述转盘轮毂是多个转盘轮毂段组装而成的模块化转盘轮毂,所述转盘轮毂段是能够拆卸地联接到相邻的转盘轮毂段的圆周段,所述转盘托架段包括第一制动机构,并且所述转盘轮毂段包括第二制动机构,所述第一制动机构和所述第二制动机构能够接合以将所述转盘轮毂段固定到相应的转盘托架段;通过将各单独转盘轮毂段连接到相对应的各单独转盘托架段组装各单独涡轮机单元,并且通过使相应的第一制动机构和第二制动机构接合将各单独转盘轮毂段固定到相对应的各单独转盘托架段;以及当各单独转盘轮毂段通过第一制动机构和第二制动机构被固定到相对应的各单独转盘托架段时,通过将各单独涡轮机段中的转盘托架段联接到相邻涡轮机段中的相邻转盘托架段并将各单独涡轮机段中的转盘轮毂段联接到相邻涡轮机段中的相邻转盘轮毂段,而将多个涡轮段联接在一起,得到组装好的涡轮机单元。

[0027] 本文公开了一种具有垂直桅杆的垂直轴风力涡轮机系统,该垂直桅杆上支承有一个或多个涡轮机单元,该涡轮机单元各自包括转盘托架以及可旋转地支承在转盘托架上的转盘。垂直通道延伸穿过转盘托架的径向中心以便接纳垂直桅杆,并且垂直通道延伸穿过转盘的径向中心以便接纳转盘托架。转盘包括转盘轮毂、从转盘轮毂延伸的一对转盘臂以及在对该转盘臂之间延伸的转盘叶片。

[0028] 涡轮机系统中的每个涡轮机单元是多个涡轮机段组装而成的模块化涡轮机单元,该涡轮机段是可拆卸地联接到相邻涡轮机段的圆周段。每个涡轮机单元中的转盘托架是由多个转盘托架段组装而成的模块化转盘托架,该转盘托架段是可拆卸地联接到相邻转盘托架段的圆周段。每个涡轮机单元中的转盘也是由多个转盘段组装而成的模块化转盘,该转盘段是可拆卸地联接到相邻转盘段的圆周段。

[0029] 在每个涡轮机单元内,处于转盘托架处的是接纳于相应定子外壳内的一个或多个发电机定子。定子由圆周段构成,该圆周段各自单独地以可拆卸方式接纳于定子外壳内。定子以形状系数3进行分段,因为定子段的数量是系数3。

[0030] 定子外壳包括用于与预布线的定子段配合的电连接,包括用于与预布线来产生交流电的定子段配合的电连接,以及用于与预布线来产生直流电的定子段配合的电连接。这样,定子外壳可选择性地接纳交流布线的定子段或直流布线的定子段;并且可选择性地在交流布线的定子段与直流布线的定子段之间切换。

[0031] 桅杆顶部处的绞盘与每个涡轮机单元上的绞盘连接器相连,以便沿着桅杆的垂直高度悬置和移动涡轮机单元。桅杆具有多个垂直轨道,并且每个涡轮机单元包括多个移动机构,当这多个移动机构沿着桅杆垂直地移动时,它们沿着桅杆上的垂直轨道行进。当两个或更多个涡轮机单元支承在桅杆上时,从桅杆顶部延伸的绞盘缆绳将穿过较高涡轮机单元中的绞盘通道与较低涡轮机单元上的绞盘连接器相连。

[0032] 每个涡轮机单元包括负载支承与联锁机构,以便使涡轮机单元与桅杆选择性地联锁以将涡轮机单元固定在锁定位置,使其无法沿着桅杆垂直地移动。每个涡轮机单元还包括电通信机构,以便选择性地建立桅杆与涡轮机单元之间的电通信;并且还包括垂直联锁机构,以便使垂直方向上相邻的涡轮机单元彼此选择性地联锁。

[0033] 涡轮机系统的桅杆具有一个或多个升降机井,该升降机井垂直地延伸穿过桅杆,并且与沿着桅杆外表面的多个入口连通。每个涡轮机单元在转盘托架的垂直通道处具有多个入口,以便与沿着桅杆外表面的入口对齐,从而允许触及并穿行到转盘托架内的内部室。转盘托架的径向外表面处的一个或多个入口与转盘轮毂的垂直通道处的一个或多个入口对齐,从而允许从转盘托架的内部室触及并穿行到转盘轮毂的内部室。转盘轮毂的径向外表面处的一个或多个入口允许从转盘轮毂的内部室触及并穿行到转盘臂的内部室。

[0034] 涡轮机单元包括转盘制动机构和转盘旋转机构。转盘旋转机构可使转盘围绕转盘托架递增地旋转,而转盘制动机构使转盘制动,防止转盘在风流动力作用下不受控制的旋转。可一起操作转盘制动机构和旋转机构以使转盘轮毂中的入口与转盘托架上的入口对齐,并且根据需保持这种对齐。

[0035] 涡轮机单元内的定子段以及其他圆柱形子部件的段具有足够的尺寸,能够穿过桅杆和涡轮机单元的内部室和入口,使得单独定子段(或其他子部件段)可在涡轮机系统中选择性地插入和拆卸,同时涡轮机单元仍然支承在桅杆上。

[0036] 可通过如下方式组装涡轮机系统中的涡轮机单元:将多个涡轮机段对齐在桅杆的底部周围;使单独的涡轮机段移动以彼此接合;以及用多个联接机构将相邻涡轮机段在其圆周边缘处连接在一起。以这种方式组装涡轮机单元就同时将涡轮机单元安装到桅杆,之后可将桅杆顶部处的绞盘与涡轮机单元的绞盘连接器联接在一起,并且沿着桅杆的垂直高度提升涡轮机单元。

[0037] 前面的一般描述和后面的详细描述仅是示例性和解释性的,并且意在进一步解释受权利要求书保护的本发明。结合附图提供了对本发明的进一步理解;附图被并入本说明书中并且构成本说明书的一部分;示出了本发明的实施例;并且与具体实施方式一起用于解释本发明的原理。

## 附图说明

[0038] 本发明的进一步特征和优点可通过结合下述附图所提供的如下详细描述而确定:

[0039] 图1示出了根据本发明的一个实施例的涡轮机系统;

[0040] 图2示出了图1中的涡轮机系统的涡轮机单元;

[0041] 图3示出了图1中的涡轮机系统的桅杆基部;

[0042] 图4示出了图1中的涡轮机系统的桅杆顶部的外视图;

[0043] 图5示出了图1中的涡轮机系统的一段桅杆;

[0044] 图6示出了图1中的涡轮机系统的桅杆顶部的剖视图;

[0045] 图7示出了图1中的涡轮机系统的涡轮机单元的转盘托架;

[0046] 图8示出了与图1中的涡轮机系统的桅杆相连的两个涡轮机段,以及从桅杆拆下的第三涡轮机段;

[0047] 图9示出了图8中的涡轮机段的上部隔室;

[0048] 图10示出了图8中的涡轮机段的下部隔室;

[0049] 图11示出了图1中的涡轮机系统的负载支承与电通信机构;

[0050] 图12示出了布置在图8中的涡轮机段的下部隔室处时图11的负载支承与电通信机构;

[0051] 图13示出了图1的涡轮机系统中组装好的转盘托架的上部隔室的外视图;

[0052] 图14示出了图1的涡轮机系统中组装好的转盘托架的下部隔室的外视图;

[0053] 图15示出了:(a)图13中的转盘托架上部隔室的一个段的外表面的透视图,以及(b)配合转盘轮毂段上部隔室的外表面的透视图;

[0054] 图16示出了图1中的涡轮机系统的转盘托架段以及配合转盘轮毂段;

[0055] 图17示出了支承在图1中涡轮机系统的组装好的转盘托架上的组装好的转盘轮毂;

[0056] 图18示出了与图1中的涡轮机系统的桅杆相连的转盘托架段;

[0057] 图19示出了与图1中的涡轮机系统的桅杆相连的涡轮机段中的转盘臂的分解图;

[0058] 图20示出了图1涡轮机系统的涡轮机单元中的转盘臂的剖视图;

[0059] 图21示出了图20中的叶片联接器的剖视图;

[0060] 图22示出了图20中的叶片联接器的透视图;

[0061] 图23示出了图20中的叶片联接器的分解图;

[0062] 图24示出了沿着图1中涡轮机系统的转盘臂和转盘叶片延伸的除冰系统;

[0063] 图25示出了图1中的涡轮机系统的电系统;

[0064] 图26示出了用于图1涡轮机系统中的涡轮机单元的模块化设计;

[0065] 图27示出了具有图26模块化设计的转盘托架中的圆柱形子部件;

[0066] 图28示出了具有图26模块化设计的转盘轮毂中的圆柱形子部件;

- [0067] 图29示出了图1的涡轮机系统中的定子外壳；
- [0068] 图30示出了图2的涡轮机单元中的涡轮机段的分解图；
- [0069] 图31示出了图2的涡轮机单元中的涡轮机段的剖视图；
- [0070] 图32示出了图1涡轮机系统中的涡轮机单元的第一层平面图，即线a-a处的俯视平面图；
- [0071] 图33示出了图1涡轮机系统中的涡轮机单元的第二层平面图，即线b-b处的俯视平面图；
- [0072] 图34示出了图1涡轮机系统中的涡轮机单元的第三层平面图，即线c-c处的俯视平面图；
- [0073] 图35示出了图1涡轮机系统中的涡轮机单元的第四层平面图，即线d-d处的俯视平面图；
- [0074] 图36A示出了具有单个涡轮机单元的图1的涡轮机系统；
- [0075] 图36B示出了具有两个涡轮机单元的图1的涡轮机系统；
- [0076] 图36C示出了具有三个涡轮机单元的图1的涡轮机系统；
- [0077] 图37A示出了具有三个升高的涡轮机单元和一个下降的涡轮机单元的图1的涡轮机系统；
- [0078] 图37B示出了具有一个升高的涡轮机单元和三个下降的涡轮机单元的图1的涡轮机系统；
- [0079] 图38示出了图1中涡轮机系统的桅杆顶部处的绞盘；
- [0080] 图39示出了被图38中的绞盘悬置的三个涡轮机单元；
- [0081] 图40示出了有图38中的绞盘的绞盘缆绳从中穿过的涡轮机单元的剖视图；
- [0082] 图41示出了图1涡轮机系统中的转盘叶片的交替排列的示意图；以及
- [0083] 图42示出了图1涡轮机系统中的三个相邻涡轮机单元之间的垂直联锁机构。

### 具体实施方式

[0084] 以下公开内容参照附图中所示的例子讨论了本发明，但并非将本发明限于这些例子。

[0085] 如图1的例子所示，本发明涉及垂直轴风力涡轮机系统1，其具有沿着垂直桅杆100布置的一个或多个独立涡轮机单元200。单独涡轮机单元200独立地用于经由直驱式发电机230捕获风的动能并将动能转换为电能。通过单独涡轮机单元200促进风力涡轮机系统1的构造和维护，诸如图2所示，涡轮机单元主要由转盘托架300和转盘400构成，这两者所具有的模块化构造有助于多个涡轮机段201的组装，这些涡轮机段可在桅杆100的底部处相连而组装成涡轮机单元200。

[0086] 涡轮机单元200的转盘托架300自身具有模块化构造，因为其由多个弧形圆周段301形成，这些弧形圆周段连接在一起而得到完全组装好的转盘托架300。在转盘托架300内容纳有一个或多个发电机定子235。在组装好的状态下，转盘托架300既充当对应转盘400的支承与升降单元，又充当直驱式发电单元的固定部分。

[0087] 涡轮机单元200的转盘400包括转盘轮毂500、多个转盘臂600以及多个叶片800。转盘轮毂500为模块化的，因为其由多个弧形圆周段501形成，这些弧形圆周段连接在一起形

成完全组装好的转盘轮毂500。在转盘轮毂500内支承有一个或多个发电机转子260,这些发电机转子以与转盘400一比一的比率旋转。沿着转盘轮毂500的径向外表面有多个臂承座550,用于与转盘臂600的近端605相连,该转盘臂以上部臂600A/下部臂600B成对布置并且从转盘轮毂500径向地向外延伸。上部转盘臂600A/下部转盘臂600B的远端630A/630B通过转盘叶片800彼此相连。在组装好的状态下,当由转盘托架300支承时,转盘400充当风力捕获单元以及直驱式发电单元的旋转部分。

[0088] 由于每个转盘托架300包括至少一个直驱式定子235并且每个转盘400包括至少一个直驱式旋转转子260,因此每个单独涡轮机单元200自身包括至少一个直驱式发电机230,使得每个单独涡轮机单元200可作为直驱式发电单元操作。这样,无论沿着桅杆100的任何其他涡轮机单元200是否存在并且/或者操作状态如何,每个单独涡轮机单元200都可独立地产生电能。

#### [0089] 垂直桅杆

[0090] 如图3-4所示,桅杆100从桅杆基部105垂直地延伸并在桅杆顶部110处达到顶点。桅杆基部105可包括用于将桅杆100固定到基部结构2的锚固系统,诸如陆上基础;近海平台;近海浮仓;或近海浸没拴系浮动结构。桅杆基部105和/或基部结构2可容纳电力分配系统、电力储存系统以及辅助电力系统和/或其他支持系统。

[0091] 桅杆100具有刚性或半刚性构造。半刚性构造定义如下:具有足够的刚性以完全支承桅杆100及其上(和其中)承载的部件,但也极富弹性以补偿因风力及涡轮机单元200在桅杆100上的移动所引起的应力。如图5所示,桅杆100的外表面具有多边形横截面(在横向于垂直主轴延伸的水平面中),并且一系列垂直轨道115沿着其外表面向上延伸。沿着桅杆100的高度布置有多个负载支承机构125;多个电通信机构130;以及多个入口120。

[0092] 沿着桅杆100的外表面的负载支承机构125与转盘托架300上的负载支承机构310配合(如图11-12所示),以便将转盘托架300固定在沿着桅杆100的一个位置,并且使其在如此固定时无法沿着桅杆100垂直运动。在图5所示的例子中,沿着桅杆100的外表面的负载支承机构125是腔体125,该腔体在表面处开口并延伸到桅杆100的内部中以便与设置在转盘托架300上的水平梁310形式的负载支承机构310配合,该水平梁能水平地移动以便插入腔体125中。

[0093] 一般来讲,对涡轮机系统1的电通信机构的指涉适用于电力传输和信号传输的布置方式。因此,除非另外指明,否则用于电力传输的电通信机构的讨论也适用于信号传输,反之亦然。

[0094] 沿着桅杆100的外表面的电通信机构130与转盘托架300上的电通信机构315配合,以便建立桅杆100与转盘托架300之间的电通信。电通信机构130/315一起建立公母插入式电接头,其中沿着桅杆100的外表面的电通信机构130是电插座130,该电插座在表面处开口并且延伸到桅杆100的内部中以便与设置在转盘托架300上的电插头315形式的电通信机构315配合,该电插头能移动以便插入电插座130中。在一些例子中,诸如图5所示的例子,电通信机构130/315可与负载支承机构125/310一体化。例如,当负载支承机构125/310是腔体125和水平梁310时,电插座130可定位在腔体125内,而电插头315可从水平梁310突出。

[0095] 如图5中的例子所示,三个升降机井135A/135B/135C可穿过桅杆100垂直地延伸,每个升降机井承载升降机136以便沿着桅杆100垂直地运输人员和设备。升降机136由在桅

杆基部105或桅杆顶部110处与升降机电机连通的升降机缆绳137提升;并且沿着升降机导轨138行进。升降机井135与沿着桅杆100的外表面的入口120直接连通,以便使人员和设备能够从升降机136穿行到桅杆100外部的区域(例如,涡轮机单元200)。然而,升降机井135不必直接通往入口120,相反地,可在升降机井135与沿着桅杆100的外表面的入口120之间具有一个或多个内部室。此类内部室可容纳操作系统,或仅仅充当升降机井135与外部入口120之间的过道。

[0096] 如图5所示,在桅杆100的中心处垂直地延伸的桅杆核心165可容纳跨越桅杆100垂直高度的一个或多个楼梯井。桅杆核心165可通过彼此成 $120^\circ$ 的三种结构在沿着其长度的多个点处连接到桅杆100,其中内部通路使跨越桅杆100的垂直高度的楼梯井穿过入口,与人员可从中穿过的桅杆100的内部室及转盘托架300的内部室连通。在桅杆100的底部位置处,桅杆核心165的楼梯井可穿过入口,与人员可从中穿过的桅杆基部105处的内部室连通。在桅杆100的顶部位置处,桅杆核心165的楼梯井可穿过入口,与人员可从中穿过的桅杆顶部110处的内部室连通。

[0097] 在桅杆100的底部位置处,升降机井135可穿过入口,与人员和设备可从中穿过的桅杆基部105处的内部室连通。在桅杆100的顶部位置处,升降机井135可与桅杆顶部110处的内部室连通,人员和设备可穿过该内部室而触及桅杆顶部110。在一些例子中,诸如图4所示的例子,升降机井135也可与直接通往桅杆顶部110的升降机门139连通。如图6所示,桅杆顶部110包括多个绞盘150以便沿着桅杆100垂直地升降涡轮机单元200。桅杆顶部110还可包括气象站160以便监测涡轮机系统1的区域中的气候模式和环境条件;并且将实时数据提供给用于监测气候模式和环境条件的数据采集与监测子系统,以协调涡轮机系统1和涡轮机单元200的操作。

[0098] 桅杆顶部110可任选地包括附加的部件装卸系统。例如,可将一个或多个悬臂起重机安装在桅杆100的上端或桅杆顶部110上,以便帮助组装、维护和更换涡轮机系统1的单独部件、组件和子组件。在一些例子中,桅杆顶部110可具有圆形表面,并且在桅杆顶部110处可安装有两个径向偏移的悬臂起重机,该悬臂起重机在不使用时能移动以便装载。

#### [0099] 转盘托架

[0100] 作为涡轮机单元200的支承与升降部件,转盘托架300可旋转地支承转盘400并能通过从桅杆顶部110处的绞盘150延伸的绞盘缆绳151,沿着桅杆100垂直地移动,以便改变转盘托架300(与涡轮机单元200作为整体)沿着桅杆100的垂直高度的标高。

[0101] 转盘托架300具有大致圆柱形对称的结构。如图7-10中的例子所示,转盘托架300包括其内具有内部室331A-334A的上部隔室330A;其内具有内部室331B-334B的下部隔室330B;以及在上部隔室330A/下部隔室330B之间延伸的中间部分340。在图7-8所示的例子中,中间部分340隔离上部隔室330A/下部隔室330B以及这两个隔室中的内部室331A-334A和331B-334B。在其他例子中,中间部分340可包括通路(例如,阶梯或楼梯井),从而允许在上部隔室330A/下部隔室330B的内部室之间穿行。垂直通道305完全穿过转盘托架300的径向向中心从底部表面延伸到顶部表面;并且至少一个外周通道345在转盘托架300的径向外表面周围呈周向延伸。在图7-10的例子中,存在两个外周通道345A/345B;一个位于上部隔室330A处,另一个位于下部隔室330B处。

[0102] 如图7-10所示,转盘托架300在上端和下端处具有通用构型。因此,除非另外指明,

否则转盘托架300顶部处的部件的讨论也适用于转盘托架300底部处的那些通用部件,反之亦然。

[0103] 转盘托架300的径向中心处的垂直通道305具有与桅杆100的外表面的多边形横截面对应的多边形横截面(在水平面上)。如图8-10所示,在垂直通道305的表面处布置有:多个入口320;多个移动机构325;多个负载支承机构310;以及多个电通信机构315。

[0104] 转盘托架300的垂直通道305处的入口320允许穿行到上部隔室和下部隔室330的内部室331-334中,并且被定位成与沿着桅杆100的外表面的入口120对齐并连通。这样,当与沿着桅杆100的表面的入口120对齐时,垂直通道305中的入口320允许人员和设备从升降机井135穿行到上部隔室和下部隔室330中的内部室331-334。

[0105] 在图9所示的例子中,转盘托架300的垂直通道305处的移动机构325是安装在滚轮轴327上的圆柱形滚轮325,其具有在水平方向上延伸的纵向长度,使得圆柱形滚轮自身水平地对齐。图9示出了具有沿着垂直通道305呈周向延伸的多个圆形系列圆柱形滚轮325的例子,然而在其他例子中,可能仅有单个圆形系列的圆柱形滚轮325。水平对齐的圆柱形滚轮325被定位成与延伸到桅杆100的外表面的垂直轨道115对齐并接合。如图9所示,圆柱形滚轮325可包括接纳在通用滚轮轴327上的多个圆柱形滚轮段326(例如,两个、三个、四个或更多个段),其中每个滚轮段326具有通用且恒定的直径。在其他例子中,圆柱形滚轮325可各自由单个一体化滚轮主体形成。当由桅杆顶部110处的绞盘150升降转盘托架300时,圆柱形滚轮325与桅杆100上的垂直轨道115的对齐和接合有助于转盘托架300沿着桅杆100滚转移动。为了使转盘托架300传输到桅杆100的振动减少,可通过充当减振器的柔性防振安装件将滚轮轴327固定到转盘托架300。桅杆100及转盘托架300中的垂直通道305的对应多边形形状通过抑制转盘托架300围绕桅杆100的旋转,进一步促进了转盘托架300的稳定线性垂直移动。

[0106] 暴露于转盘托架300的垂直通道305处的负载支承机构310与沿着桅杆100的外表面的负载支承机构125配合,以便将转盘托架300固定在沿着桅杆100的一个位置,使其在如此固定时无法沿着桅杆100垂直运动。在图11-12所示的例子中,沿着转盘托架300的垂直通道305的负载支承机构310是水平梁310,该水平梁能水平地移动,以便插入沿着桅杆100的外表面设置的腔体125形式的负载支承机构125中,该腔体在表面处开口并延伸到桅杆100的内部中。如图6所示,水平梁310的移动由转盘托架300中的机动小齿轮系统控制,该机动小齿轮系统包括小齿轮,该小齿轮与固定到水平梁310端部的齿条齿轮啮合。

[0107] 暴露于转盘托架300的垂直通道305处的电通信机构315与桅杆100的外表面上的电通信机构130配合,以便建立转盘托架300与桅杆100之间的电通信。电通信机构315/130一起建立公母插入式电接头,其中转盘托架300的垂直通道305处的电通信机构315是电插头315,该电插头与设置在桅杆100上的电插座130形式的电通信机构130配合。电插头315可在转盘托架300中的机动小齿轮系统作用下能水平地移动以便插入电插座130中,该机动小齿轮系统包括小齿轮,该小齿轮与固定到电插头315端部的齿条齿轮啮合。在一些例子中,电通信机构130/315可与负载支承机构125/310一体化。例如,当负载支承机构125/310是腔体125和水平梁310时,电插座130可定位在腔体125内,而电插头315可从水平梁310突出。

[0108] 如图13-14所示,转盘托架300的径向外表面处的外周通道345具有圆形形状,在转盘托架300周围呈周向延伸,并且沿着其中的表面暴露:发电机定子235的表面;多个入口

395;多个移动机构350/355/360;转盘旋转机构365;多个制动机构370;以及多个电通信机构375。

[0109] 暴露于外周通道345处的单独元件可暴露于其多个表面处。例如,移动机构350/355/360可沿着外周通道345中的多个表面以多个系列布置,这些系列可包括:沿着顶部环形表面346的一系列移动机构350;沿着底部环形表面347的一系列移动机构355;和/或沿着中间环形表面348的一系列移动机构360。

[0110] 如图10-11所示,发电机定子235存储在转盘托架300中的隔室330的内部室333内的定子外壳240中,其中定子235的表面暴露于外周通道345处,以便暴露于转盘轮毂500中的对应发电机转子260。定子235与布置在垂直通道305处的电通信机构315连通,以便将所产生的电能输送到桅杆基部105和/或基部结构2处的能量管理系统。转盘托架300的每个隔室330中存储有至少一个定子235。

[0111] 转盘托架300的外周通道345处的入口395使人员和设备能够从转盘托架300的至少内部室332-333穿行到转盘托架300外部的区域(例如,转盘400)。

[0112] 在图10所示的例子中,存在两种类型的移动机构:以一个或多个圆环布置在外周通道345的中间环形表面348处的圆柱形滚轮360;以及以一个或多个径向同心环布置在外周通道345的顶部环形表面346/底部环形表面347处的圆锥形滚轮350/355。

[0113] 圆柱形滚轮360安装在具有纵向长度的滚轮轴362上,该纵向长度在垂直方向上延伸,使得圆柱形滚轮360垂直地对齐。图13-14示出了具有沿着外周通道345的中间环形表面348呈周向延伸的多个圆形系列圆柱形滚轮360的例子,然而在其他例子中,可能仅有单个圆形系列的圆柱形滚轮360。圆柱形滚轮360被定位成与支承在转盘托架300上的转盘轮毂500的中间环形表面508处的对应圆形轨道517对齐并接合。如图10所示,圆柱形滚轮360可包括接纳在通用滚轮轴362上的多个圆柱形滚轮段361(例如,两个、三个、四个或更多个段),其中每个滚轮段361具有通用且恒定的直径。在其他例子中,圆柱形滚轮360可各自由单个一体化滚轮主体形成。

[0114] 图10例子中的圆锥形滚轮350/355安装在具有纵向长度的滚轮轴352/357上,该纵向长度以相对于水平面的角度 $\beta$ 径向地远离转盘托架300的径向中心延伸,使得当其径向向外延伸时,滚轮轴352/357相对于水平面上升(例如,在顶部环形表面346处)或下降(例如,在底部环形表面347处)。将其上具有圆锥形滚轮350/355的滚轮轴352/357安装在圆形滚轮平台353/358内部,该圆形滚轮平台在外周通道345的顶部环形表面346/底部环形表面347周围呈周向延伸。可能有多个圆形滚轮平台353/358沿着外周通道345的顶部环形表面346/底部环形表面347以径向同心环布置(如图10-11中),或可能仅有单个圆形滚轮平台353/358沿着外周通道345的顶部环形表面346/底部环形表面347呈周向延伸。每个圆形滚轮平台353/358由多个弧形滚轮平台段354/359构成(如可见于图27),其中每个段包括一个或多个圆锥形滚轮350/355并且彼此可拆卸地紧固在一起,以形成承载圆锥形滚轮350/355的完全组装好的圆形滚轮平台353/358。圆锥形滚轮350/355被定位成与支承在转盘托架300上的转盘轮毂500的顶部环形表面506/底部环形表面507处的圆形轨道515/516对齐并接合。滚轮轴352/357的水平角 $\beta$ 和圆锥形滚轮350/355的锥度彼此补足,使得圆锥形滚轮350/355的外表面沿着圆锥形滚轮350/355的基本上整个长度,基本上平靠在转盘轮毂500上的对应圆形轨道506/507中的接合表面上。如图10所示,圆锥形滚轮350/355可包括接纳在通用滚



轮轴352/357上的多个锥形滚轮段351/356(例如,两个、三个、四个或更多个段),其中被定位成进一步径向向内的滚轮段351/356具有相对较小直径,而被定位成进一步径向向外的滚轮段351/356具有相对较大直径。在其他例子中,单独圆锥形滚轮350/355可由单个一体化滚轮主体形成。

[0115] 圆锥形滚轮优选地位于外周通道345的顶部环形表面346/底部环形表面347处,因为此类滚轮的锥形形状适应旋转转盘轮毂500的不同径向长度处线速度的差异,并且适应施加在滚轮上的径向负载(例如,在径向方向上对滚轮施加的压缩应力和拉伸应力)。

[0116] 为了使旋转转盘400传输到转盘托架300的振动减少,可通过充当减振器的柔性防振安装件,将圆柱形滚轮360和圆锥形滚轮350/355支承在转盘托架300上。在一些例子中,柔性防振安装件可为单独滚轮轴352/357/362与相应滚轮平台354/359或转盘托架300之间的安装件。在其他例子中,柔性防振安装件可为滚轮平台352/357与转盘托架300之间的安装件。在另外其他的例子中,可能存在单独滚轮轴352/357与相应滚轮平台354/359之间的一组柔性防振安装件,以及单独滚轮轴362与转盘托架300之间的一组柔性防振安装件;以及滚轮平台354/359与转盘托架300之间的第二组柔性防振安装件。

[0117] 暴露于转盘托架300的外周通道345处的转盘旋转机构365与转盘轮毂500上的转盘旋转机构520配合,以便控制转盘轮毂500(与转盘400作为整体)围绕转盘托架300的旋转。暴露于转盘托架300的外周通道345处的转盘旋转机构365,可为容纳在转盘托架300的内部室331-334的至少一者中的转盘旋转系统的小齿轮365。转盘旋转系统包括至少一个电机、一个齿轮箱以及小齿轮365,该小齿轮与转盘轮毂500上的转盘旋转机构520接合和脱离。存储在转盘托架300中的转盘旋转系统可采取Bendix型系统(或类似机构)的形式,其中小齿轮365与对应转盘旋转机构520配合,该对应转盘旋转机构以沿着转盘轮毂500的内圆周布置的冠齿轮520形式设置在转盘轮毂500上。Bendix型系统可包括蜗轮传动机构或类似机械传动设计(例如,谐波驱动器),以便在电机未转动时将转盘400锁定在适当位置。转盘旋转系统所引起的旋转控制可用于引发转盘400的旋转,以开始涡轮机单元200的发电操作;在执行涡轮机单元200的发电操作时选择转盘400的旋转方向;以及将暴露于转盘轮毂500表面处的一个或多个入口510与转盘托架300的外周通道345中的一个或多个入口395对齐。

[0118] 暴露于转盘托架300的外周通道345处的制动机构370与转盘轮毂500上的制动机构525配合,以便以一定方式将转盘轮毂500固定在转盘托架300上,从而固定转盘轮毂500(与转盘400作为整体),使其在如此固定时无法围绕转盘托架300旋转。在图13-14所示的例子中,转盘托架300的外周通道345处的制动机构370是制动卡钳370,以便与设置在转盘轮毂500上的环形制动转子525形式的制动机构525配合,其中制动卡钳370能移动以夹紧在环形制动转子525的表面上。制动卡钳370被布置在腔体内,该腔体沿着转盘托架300的中间环形表面延伸以便在腔体中接纳环形制动转子525,进而夹紧在腔体中布置的卡钳370内。

[0119] 暴露于转盘托架300的外周通道345处的电通信机构375与转盘轮毂500上的电通信机构530配合,以便建立转盘托架300与转盘轮毂500之间的电通信。电通信机构375/530一起建立旋转电接头,其中暴露于转盘托架300的外周通道345处的电通信机构375呈电滑环375的形式,以便与设置在转盘轮毂500上的滑环电刷530形式的电通信机构530配合。在转盘托架300与转盘轮毂500之间的滑环式电接头中,转盘托架300处的滑环375由弧形圆周

段376构成,这些弧形圆周段彼此可拆卸地紧固在一起而形成完整滑环375。在转盘托架300与转盘轮毂500之间的滑环式电接头中,转盘轮毂500处的滑环电刷530围绕转盘托架300处的静止滑环375旋转。

[0120] 在转盘托架300的上表面处布置有多个绞盘联接机构380;多个绞盘通道385的第一开口386;以及多个垂直联锁机构390。在转盘托架300的底部表面处,暴露有多个绞盘通道385的第二开口387;以及多个垂直联锁机构390。

[0121] 暴露于转盘托架300的顶部表面处的绞盘联接机构380与桅杆顶部110处的绞盘150的绞盘缆绳151配合,以便沿着桅杆100的垂直高度升降转盘托架300(与涡轮机单元200作为整体)。

[0122] 具有暴露于转盘托架300顶部表面处的第一开口386和暴露于转盘托架300底部表面处的第二开口387的绞盘通道385,被定位和切割成使绞盘缆绳151穿过转盘托架300以便接合安装在桅杆100下部的一个或多个转盘托架300。如图39-40的例子所示,当采用以桅杆顶部110处的绞盘150来升降涡轮机单元200的涡轮机系统1时,支承一个或多个下部涡轮机单元200的绞盘缆绳151将穿过每个上部转盘托架300中的绞盘通道385,以便延伸到下部涡轮机单元200的转盘托架300上的绞盘联接机构380并且与之联接。

[0123] 暴露于转盘托架300的顶部表面和底部表面处的垂直联锁机构390与相邻转盘托架300的顶部表面和底部表面上的垂直联锁机构390配合,以便使这两个(或更多个)转盘托架彼此固定。在图42所示的例子中,垂直联锁机构390包括暴露于转盘托架300的顶部表面和/或底部表面处的腔体391以及暴露于转盘托架300的底部表面和/或顶部表面处的垂直梁392。例如,在腔体391暴露于转盘托架300的底部表面处并且垂直梁392暴露于转盘托架300的顶部表面处的情况下,垂直梁392将能垂直地移动以从下部转盘托架300的顶部表面向上延伸,并且插入上部转盘托架300的底部表面上的腔体391中。在其他例子中,垂直梁392可暴露于底部表面上并且腔体可暴露于顶部表面上;并且垂直梁392可以能垂直地移动以从上部转盘托架300的底部表面向下延伸,并插入下部转盘托架300的顶部表面上的腔体391中。在另外其他的例子中,腔体391和垂直梁392都可暴露于转盘托架300的顶部表面和底部表面处,并且两个相邻转盘托架300中的垂直梁392可在适当方向上垂直地移动,以接合另一个转盘托架300中的腔体391。垂直梁392可在转盘托架300中的机动小齿轮系统作用下能垂直地移动,该机动小齿轮系统具有小齿轮,该小齿轮与固定到垂直梁392端部的齿条齿轮啮合。相邻转盘托架300之间的垂直联锁机构390可促进扭转应力和力矩的减小,该扭转应力和力矩是由相邻且垂直锁定的涡轮机单元200处的单独转盘400的旋转施加到桅杆100的。

[0124] 转盘托架300的隔室330中的内部室331-334可容纳转盘托架300的操作部件和系统并与涡轮机单元200作为整体。可容纳在内部室331-334中的部件和系统有:发电机230的定子235、转盘旋转系统,以及用于控制转盘叶片800的旋转的一个或多个气动控制系统。

[0125] 内部室331-334具有足够的大小和尺寸,使得人员和设备能够从中穿过(当桅杆100处的入口120与转盘托架300的垂直通道305处的入口320对齐时),从而能够易于触及转盘托架300中的多个部件以便对其进行维护、维修和/或更换。由转盘托架300的内部室331-334提供的触及可包括触及定子235;转盘旋转系统;机动小齿轮系统;移动机构325/350/355/360;负载支承机构310;电通信机构315/375;制动机构370;以及垂直联锁机构390。

[0126] 在图8-10所示的例子中,上部隔室和下部隔室330均包括分布在四层内的四个单独室331-334,其中每层具有其自身入口320以便与升降机井135对齐并连通。然而,可在任何数量的层上设置任何数量的室,其中单独的室和/或层彼此隔离(如图8-10所示)或彼此连通(例如,通过通用层上的各层之间的入口连通;通过各层之间的阶梯或楼梯井连通)。

#### [0127] 转盘轮毂

[0128] 转盘轮毂500是转盘400的径向中心处的旋转核心,用安装在其远端630处的转盘叶片800支承径向延伸的转盘臂600。

[0129] 转盘轮毂500具有大致圆柱形对称的结构。在图8-10所示的例子中,转盘轮毂500包括其内具有内部室536A-537A的上部隔室535A;其内具有内部室536B-537B的下部隔室535B;以及在上部隔室535A/下部隔室535B之间延伸的中间部分540。在图8所示的例子中,中间部分540隔离上部隔室535A/下部隔室535B以及这两个隔室中的内部室536A-537A和536B-537B。在其他例子中,中间部分540可包括通路(例如,阶梯或楼梯井),从而允许在上部隔室535A/下部隔室535B的内部室536A-537A和536B-537B之间穿行。转盘轮毂500中的隔室535的数量可与转盘托架300中的隔室330的数量以及转盘托架300中的外周通道345的数量对应。如图8-10中的例子所示,转盘轮毂500上的隔室535A/535B可形成为转盘轮毂500的突出区域,该突出区域延伸到转盘托架300的凹陷外周通道345A/345B中。垂直通道505完全穿过转盘轮毂500的径向中心从底部表面延伸到顶部表面;并且多个臂承座550至少在隔室535处从转盘轮毂500的径向外表面突出。

[0130] 如图8-10所示,转盘轮毂500在上端和下端处具有通用构型。因此,除非另外指明,否则转盘轮毂500顶部处的部件的讨论也适用于转盘轮毂500底部处的那些通用部件,反之亦然。

[0131] 转盘轮毂500的径向中心处的垂直通道505具有与转盘托架300的径向外表面对应的圆形构型(在水平面上),从而有利于转盘轮毂500在转盘托架300周围呈周向旋转。沿着垂直通道505和/或上部隔室535A/下部隔室535B的一个或多个表面暴露有:发电机转子260的表面;多个入口510;多个圆形轨道515-517;转盘旋转机构520;多个制动机构525;以及多个电通信机构530。

[0132] 暴露于转盘轮毂500的垂直通道505和/或上部隔室535A/下部隔室535B处的单独元件,可暴露于其多个表面处。例如,圆形轨道515-517可沿着多个表面以多个系列布置,这些系列可包括:沿着隔室535A/535B的顶部环形表面506的一系列圆形轨道515;沿着隔室535A/535B的底部环形表面507的一系列圆形轨道516;和/或沿着垂直通道505和/或隔室535A/535B的中间环形表面508的一系列圆形轨道517。

[0133] 发电机转子260存储在转盘轮毂500的内部室536-537内的转子外壳265中,其中转子260的表面暴露于转盘轮毂500的垂直通道505和/或隔室535的径向内表面处,以便暴露于转盘托架300中的对应发电机定子235。在一些例子中,当发电机转子260为电磁转子时,转子260与布置在转盘轮毂500的垂直通道505(和相应隔室535A/535B)的中间环形表面517处的电通信机构530连通。在其他例子中,诸如当转子260为永磁转子时,转盘轮毂500中的转子260无需与布置在垂直通道505处的电通信机构530连通。转盘轮毂500的每个隔室535中存储有至少一个转子260。

[0134] 转盘轮毂500的垂直通道505处的入口510允许穿行到上部隔室和下部隔室535的

内部室536-537中,并且被定位成与转盘托架300的外周通道345处的入口395对齐并连通。这样,当与转盘托架300的外周通道345处的入口395对齐时,转盘轮毂500的垂直通道中的入口510允许人员和设备从转盘托架300的至少内部室332-333穿行到转盘轮毂500的内部室536-537。

[0135] 垂直通道505处及隔室535的顶部环形表面506/底部环形表面507处的圆形轨道515-517以一个或多个环的形式布置,以便与设置在转盘托架300上的滚轮形式的移动机构350/355/360对齐并接合。具体地讲,暴露于垂直通道505(其可与隔室535的中间环形表面重合)处的圆形轨道517是环形圆形轨道517,该环形圆形轨道具有笔直垂直表面以便与垂直取向的圆柱形滚轮360对齐并接合,该垂直取向的圆柱形滚轮暴露于转盘托架300的外周通道345的中间环形表面348处。在一些例子中,沿着转盘轮毂500的垂直通道505的中间环形表面508可具有多个环形圆形轨道517,以便与圆柱形滚轮360的多个环形布置方式配合。然而,在其他例子中,在垂直通道505的中间环形表面508处可具有单个环形圆形轨道517,以便与圆柱形滚轮360的单个环形布置方式配合。相似地,暴露于隔室535的顶部环形表面506/底部环形表面507处的圆形轨道515/516是圆周轨道,该圆周轨道具有笔直水平表面,以便与水平取向的圆锥形滚轮350/355对齐并接合,该水平取向的圆锥形滚轮暴露于转盘托架300的外周通道345的顶部环形表面346/底部环形表面347处。在一些例子中,在隔室535的顶部环形表面506/底部环形表面507处可具有多个径向同心圆周轨道515/516,以便与圆锥形滚轮350/355的多个径向同心圆周布置方式配合。然而,在其他例子中,在隔室535的顶部环形表面506/底部环形表面507处可具有单个圆周轨道515/516,以便与圆锥形滚轮350/355的单个圆周布置方式配合。

[0136] 暴露于垂直通道505处的圆形轨道517被分段成多个弧形圆周段513,这些弧形圆周段彼此可拆卸地紧固在一起,以形成完全组装好的圆形轨道517。相似地,暴露于隔室535的顶部环形表面506/底部环形表面507处的圆形轨道515/516被分段成多个弧形圆周段511/512,这些弧形圆周段彼此可拆卸地紧固在一起,以形成完全组装好的圆形轨道515/516。

[0137] 暴露于转盘轮毂500的垂直通道505处的转盘旋转机构520与暴露于转盘托架300的外周通道345处的转盘旋转机构365配合,以便实现对转盘轮毂500(与转盘400作为整体)围绕转盘托架300的旋转控制。在一个例子中,暴露于转盘轮毂500的垂直通道505处的转盘旋转机构520是沿着径向内表面的冠齿轮520,该冠齿轮与设置在转盘托架300的外周通道345中的小齿轮365形式的转盘旋转机构365配合。沿着转盘轮毂500的径向内表面的冠齿轮520被分段成多个弧形圆周段521,这些弧形圆周段彼此可拆卸地紧固在一起,以形成完全组装好的冠齿轮520。

[0138] 暴露于转盘轮毂500的垂直通道505处的制动机构525与暴露于转盘托架300的外周通道中的制动机构370配合,以便以一定方式将转盘轮毂500固定在转盘托架300上,从而固定转盘轮毂500(与转盘400作为整体),使其在如此固定时无法围绕转盘托架300旋转。在一个例子中,沿着转盘轮毂500的垂直通道505的制动机构525是环形制动转子525,以便与设置在转盘托架300的外周通道345中的制动卡钳370形式的制动机构370配合,其中制动卡钳370能移动以夹紧在环形制动转子525的表面上。沿着转盘轮毂500的径向内表面的环形制动转子525被分段成多个弧形圆周段526,这些弧形圆周段彼此可拆卸地紧固在一起,以

形成完整的环形制动转子525。

[0139] 暴露于转盘轮毂500的垂直通道505处的电通信机构530与暴露于转盘托架300的外周通道345中的电通信机构375配合,以便建立转盘轮毂500与转盘托架300之间的电通信。电通信机构530/375一起建立旋转电接头,其中暴露于转盘轮毂500的垂直通道505处的电通信机构530是滑环电刷530,以便与设置在转盘托架300上的滑环375形式的电通信机构375配合。在转盘托架300与转盘轮毂500之间的滑环式电接头中,转盘轮毂500处的滑环电刷530围绕转盘托架300处的静止滑环375旋转。

[0140] 转盘轮毂500的径向外表面优选地具有圆形轮廓以便在转盘托架300上旋转时增强转盘轮毂500的气动性能,并且多个臂承座550暴露于径向外表面处以便支承转盘臂600。在转盘轮毂500的径向外表面处靠近臂承座550的地方布置有多个入口555和多个电通信机构560。

[0141] 在图16-17所示的例子中,臂承座550是从转盘轮毂500的径向外表面径向向外突出的套管状凸起。在其他例子中,臂承座550可形成为腔体,该腔体在转盘轮毂500的径向外表面处开口并且突出到转盘轮毂500的内部中。臂承座550的定位可根据转盘臂600的构型而变化。在一些例子中,如图17中的例子,上部臂承座550A/下部臂承座550B可彼此垂直地间隔但呈周向对齐(一者正好垂直位于另一者上方),使得对应上部转盘臂600A/下部转盘臂600B在相同径向方向上彼此平行地延伸,并且通过笔直垂直叶片800在其远端630A/630B处相连。在其他例子中,上部臂承座和下部臂承座可同时彼此垂直且呈周向偏移,使得对应上部转盘臂和下部转盘臂在不同径向方向上延伸,并且通过非笔直垂直叶片在其远端处彼此相连。

[0142] 不论对应上部臂承座550A/下部臂承座550B之间对齐与否,单独臂承座在转盘轮毂500的圆周周围彼此等距离地间隔,使得多对转盘臂600相似地在转盘轮毂500的圆周周围等距离地间隔。例如,在具有三对上部转盘臂600A/下部转盘臂600B的布置方式中,每个上部转盘臂600A与相邻上部转盘臂600A/600B间隔 $120^{\circ}$ ,并且每个下部转盘臂600B与相邻下部转盘臂600A/600B间隔 $120^{\circ}$ ,不论每对中上部转盘臂600A/下部转盘臂600B是彼此垂直地对齐还是偏移,这种情况可能都适用。在其他例子中,在具有六对臂的布置方式中转盘臂可间隔 $60^{\circ}$ ;在具有九对臂的布置方式中转盘臂可间隔 $40^{\circ}$ ;以此类推。

[0143] 在转盘轮毂500的径向外表面处且与臂承座550邻近的入口555,使人员和设备能够从转盘轮毂500的内部室536-537穿行到转盘轮毂500外部的区域(例如,转盘臂600)。

[0144] 布置在转盘轮毂500的臂承座550处的电通信机构560与转盘臂600上的电通信机构610配合,以便建立转盘轮毂500与转盘臂600之间的电通信。在一个例子中,转盘轮毂500的臂承座550处的电通信机构560是电插座560,以便与设置在转盘臂600上的电插头610形式的电通信机构610配合。

[0145] 转盘轮毂500的隔室535中的内部室536-537可容纳转盘轮毂500、转盘臂600和/或转盘叶片800的操作部件和系统。可容纳在内部室536-537中的部件和系统包括发电机230的转子260。

[0146] 内部室536-537具有足够的大小和尺寸,使得人员和设备能够从中穿过(当转盘托架300的外周通道345处的入口395与转盘轮毂500的垂直通道505处的入口510对齐时),从而能够易于触及转盘轮毂500中的多个部件以便对其进行维护、维修和/或更换。由转盘轮

毂500的内部室536-537提供的触及可包括触及转子260;电通信机构530/560;以及制动机构525。

[0147] 在图8-10所示的例子中,上部隔室535A/下部隔室535B均包括分布在两层内的两个单独室536-537,其中每层具有其自身入口510,以便与转盘托架300的至少内部室332-333对齐并连通。然而,可在任何数量的层上设置任何数量的室,其中单独的室和/或层彼此隔离(如图8-10所示)或彼此连通(例如,通过通用层上的各层之间的入口连通;通过各层之间的阶梯或楼梯井连通)。

#### [0148] 转盘臂

[0149] 当组装在涡轮机单元200中时,上部转盘臂600A/下部转盘臂600B从转盘轮毂500径向向外延伸。每个转盘臂具有径向延伸纵轴,该径向延伸纵轴从近端605延伸到远端630,在该近端605处,该臂连接至转盘轮毂500的径向外表面处的臂承座550,而该远端630与转盘轮毂500的外表面间隔开。转盘臂对应对应上部臂600A/下部臂600B的远端630A/630B通过至少一个转盘叶片800彼此相连。

[0150] 如图19所示,上部转盘臂600A/下部转盘臂600B具有通用构型。因此,除非另外指明,转盘臂600及其部件的讨论适用于上部转盘臂600A/下部转盘臂600B。

[0151] 转盘臂600的外表面具有翼型轮廓的横截面形状(在横向于纵轴延伸的垂直面上)。转盘臂600的横截面形状的面积沿着其长度渐缩,从近端605处的较大面积渐缩至远端630处的较小面积。通路615水平地延伸穿过转盘臂600的纵向长度。

[0152] 在图19所示的例子中,转盘臂600的近端605为开口端,该开口端在转盘轮毂500的径向外表面处与臂承座550接合;并且,多个电通信机构610布置在近端605处。在其远端630处,转盘臂600包括用于接纳叶片轴750的轴承座635,所述叶片轴支承转盘叶片800。在一些例子中,转盘臂600可沿着其长度具有多个轴承座635,用于接纳多个叶片轴750。

[0153] 布置在转盘臂600的近端605处的电通信机构610与布置在转盘轮毂500的臂承座550处的电通信机构560配合,以便在转盘臂600与转盘轮毂500之间建立电通信。电通信机构610/560一起形成公母插入式电接头,例如在一种公母插入式电接头中,转盘臂600的近端605处的电通信机构610是电插头610,该电插头与布置在转盘轮毂500的臂承座550处的电通信机构560配合,该电通信机构以电插座560的形式提供。

[0154] 在图20所示的例子中,转盘臂600的远端630处的轴承座635为腔式承座,该腔式承座在转盘臂600的外表面上开口并延伸到臂600的内部空间中,用以接纳叶片轴750。在其他例子中,轴承座635可被形成为从转盘臂600表面突出的套管式承座。在轴承座635的内侧,相对于腔式轴承座635的转盘臂600的内部空间中或套管式轴承座的突出套管中设置有轴支柱640,该轴支柱用于与插入轴承座635的叶片轴750接合。在成对的转盘臂600中,上转盘臂600A将在底部表面处具有轴承座635,而下转盘臂600B将在顶部表面处具有轴承座635。

[0155] 电通信机构645可与轴承座635相邻布置,用于与布置在叶片联接器700上的电通信机构730配合,所述叶片联接器安装在接纳于轴承座635中的叶片轴750上。电通信机构645可与轴支柱640一体化,或者可与轴承座635的边缘相邻布置。电通信机构645的性质可根据涡轮机系统1中采用的转盘叶片800的类型而变化。例如,如果使用固定的转盘叶片,那么电通信机构645可以是公母插入式电接头的一部分,例如用于与固定的转盘叶片上的电插头配合的电插座。在采用可旋转的转盘叶片800的其他例子中,电通信机构645可以是旋

转电接头式,例如图21所示例子中的那种,其中轴承座635处的电通信机构645是一个或多个滑环电刷645,所述一个或多个滑环电刷用于与电通信机构730配合,该电通信机构730以滑环730的形式设置在叶片连接器700上。在转盘臂600与叶片连接器700之间的滑环式电接头中,叶片连接器700处的滑环730相对于轴承座635处的滑环电刷645旋转。

[0156] 转盘臂600中的通道615可容纳用于操作转盘臂600和/或转盘叶片800的内部部件和系统。在可容纳于通道615内的部件和系统之中有叶片旋转系统620。

[0157] 如果涡轮机系统1采用可旋转的转盘叶片800,那么叶片旋转系统620将被容纳在转盘臂600中。然而,如果使用固定的转盘叶片,则不需要在转盘臂600中容纳叶片旋转系统620。

[0158] 叶片旋转系统620可至少部分地与转盘臂600中的轴承座635相邻地定位,并且可(经由电通信机构)与容纳在转盘托架300中的一个或多个气动控制系统连通,以实现对接盘叶片800的旋转控制,该转盘叶片安装在接纳于相邻轴承座635中的叶片轴750上。

[0159] 在优选的例子中,叶片旋转系统620包括步进电机,该步进电机具有与叶片齿轮箱621的输入轴联接的输出小齿轮,该叶片齿轮箱621可包括与输出齿轮622连通的蜗轮,该输出齿轮被定位为与叶片连接器700上的配合齿轮725对齐并啮合,所述叶片连接器安装在接纳于轴承座635中的叶片轴750上。

[0160] 除容纳部件之外,转盘臂600中的通道615可被设计为大小和尺寸足以允许人员和设备经此通过。通道615的这种大小和尺寸设计使人员能轻松触及转盘臂600中的许多部件,以便对其进行维护、修理和/或更换。通道615所提供的触及不必仅限于叶片旋转系统620。例如,通道615还可用于触及电通信机构610/645以及其他子系统。

[0161] 在图19所示的例子中,仅有单个通道615穿过转盘臂600。然而,其他例子可包括穿过转盘臂600的多个通道,并且所述通道可包括设置在多个层上的多个室,单独的室和层彼此隔离或彼此连通(如,通过通用层上的室之间的入口;通过层间的阶梯或楼梯井)。转盘臂600的通道615可具有多个入口,所述多个入口使转盘臂的内部室之间互通并通向转盘臂上方和/或下方的外表面。

#### [0162] 叶片连接器

[0163] 当装配在涡轮机单元200中时,转盘叶片800在相应的上转盘臂600A的远端630A与下转盘臂600B的远端630B之间延伸。转盘叶片800可以是固定的或可旋转的叶片,并且叶片可以是直接竖直延伸的直叶片,也可以是弯曲的或以其他方式在竖直方向上不直的叶片。在图20的例子中,转盘叶片800是安装在叶片轴750上的可旋转直叶片800。叶片轴750沿着垂直纵轴延伸,转盘叶片800通过叶片连接器700安装在叶片轴750上并能绕着该叶片轴旋转。

[0164] 如图20所示,叶片轴750与转盘叶片800的组合布置方式的上端和下端具有通用构型(包括通用的叶片连接器700构型)。如此,除非另有说明,否则关于转盘叶片800的顶端、叶片轴750的顶端以及上叶片连接器700的讨论也适用于转盘叶片800的底端、叶片轴750的底端以及下叶片连接器700的通用布置方式,反之亦然。

[0165] 叶片轴750是直梁,其具有上端和下端,该上端插入上转盘臂600A的轴承座635并被该处的轴支柱640固定,该下端插入下转盘臂600B的轴承座635并被该处的轴支柱640固定。相应轴支柱640对叶片轴750上端和下端的固定使得叶片轴750不能旋转。可通过为叶片

轴750和轴支柱640提供非圆多边形的配合表面来方便叶片轴750的不能旋转的固定。

[0166] 沿着叶片轴750安装的是上叶片联接器700、下叶片联接器700以及任选地多个中间叶片联接器。至少上下叶片联接器700包括安装在轴承座635中的外轴承705、安装在叶片轴750上的内轴承710、以及可旋转地安装在内轴承710与外轴承705之间的衬套插件715。

[0167] 如图20所示,上叶片联接器700A和下叶片联接器700B具有通用但反向的构型。如此,除非另有说明,否则对上联接器700A的讨论也适用于下联接器700B(但应理解布置方式是倒置的),反之亦然。

[0168] 上叶片联接器700中的外轴承705包括内表面707、外表面706以及内表面707与外表面706之间的多个滚轮708。通过为外表面706和轴承座635提供配合的非圆多边形,外轴承705的外表面706以不能旋转的方式安装在轴承座635中。外轴承705的内表面707在外表面706内(以及轴承座635内)能通过滚轮708旋转。

[0169] 上叶片联接器中的内轴承710包括内表面712、外表面711以及内表面712与外表面711之间的多个滚轮713。通过依照叶片轴750的外表面为内表面712提供相应非圆多边形,内轴承710的内表面712以不能旋转的方式安装在叶片轴750上。内轴承710的外表面711能通过滚轮713绕内表面712(以及叶片轴750)旋转。

[0170] 衬套插件715安装在内轴承710的外表面711与外轴承705的内表面707之间,并因此能随两个表面在轴承座635内绕叶片轴750旋转。衬套插件715的上端720延伸通过轴承座635,并进入上转盘臂600A;而衬套插件715的下端735延伸到转盘叶片800中。咬合齿轮725和电通信机构730联接至暴露在上转盘臂600A内的衬套插件715的上端720。多个紧固机构740和电通信机构745联接至暴露在转盘叶片800内的衬套插件715的下端。

[0171] 联接至衬套插件715上端720的咬合齿轮725被定位成与叶片旋转系统620的叶片齿轮箱621的输出齿轮622对齐,所述叶片旋转系统容纳于上转盘臂600A中。叶片旋转系统620的叶片齿轮箱621可包括蜗轮传动机构或类似机械传动设计(如,谐波驱动器),以便在步进电机未转动时将转盘叶片800锁定在适当位置。

[0172] 衬套插件715的上端720处的电通信机构730与轴承座635相邻处的电通信机构645配合,以便在叶片联接器700与转盘臂600之间建立电通信。电通信机构730/645一起形成旋转电接头,例如在一种旋转电接头中,设置在叶片联接器700的衬套插件715处的电通信机构730为滑环730,该滑环用于与轴承座635相邻处以滑环电刷645形式设置的电通信机构645配合。在叶片联接器700与转盘臂600之间的滑环式电接头中,叶片联接器700的衬套插件715处的滑环730相对于转盘臂600的轴承座635相邻处的滑环电刷645旋转。

[0173] 衬套插件715下端的紧固机构740与布置在转盘叶片800中的紧固机构815配合,以便将转盘叶片800固定到衬套插件715上。在一个例子中,衬套插件715和转盘叶片800中的紧固机构740/815均为多个孔740/815,所述多个孔被定位为用于对齐并同时接纳和固定两者中的螺栓。衬套插件715的下端处的电通信机构745与转盘叶片800内的电通信机构820配合,以便在叶片联接器700与转盘叶片800之间建立电通信。电通信机构745/820可一起形成公母电接头,例如在一种公母电接头中,设置在叶片联接器700的衬套插件715处的电通信机构745为电插座745,该电插座用于与转盘叶片800内以电插头820形式设置的电通信机构820配合。

[0174] 下叶片联接器700B可任选地具有与上叶片联接器700A相同的布置方式(包括衬套



插件715相对于转盘臂600和转盘叶片800中系统的机械旋转和电通信联接),但优选地因下叶片联接器700B的布置方式而具有相反的取向,所述下叶片联接器用于使叶片轴750的底端与下转盘臂600B的上表面中的轴承座635结合。

#### [0175] 转盘叶片

[0176] 转盘叶片800为实质上刚性的气动结构,当安装到叶片轴750上时,该结构垂直延伸并基本上平行于叶片轴。转盘叶片800具有翼型轮廓,优选地具有非对称的横截面(在水平平面上),其翼弦大致平行于水平平面。转盘叶片800的截面面积沿笔直垂直叶片800的高度保持基本恒定。

[0177] 转盘叶片800至少由翼形主体805和通道盖825构成。除了在外表面形成有轴通道810的区域以外,翼形主体805呈现出通常具有翼型轮廓的外表面。轴通道810具有面朝外的翼形主体805开口,并被成形为用于接纳上叶片联接器700A的上衬套插件715A和下叶片联接器700B的下衬套插件715B。多个紧固机构815和多个电通信机构820暴露在轴通道810内。

[0178] 轴通道810中的紧固机构815之中包括用于与暴露在上叶片联接器700A衬套插件715下端处的紧固机构740配合的多个紧固机构815以及用于与暴露在下叶片联接器700B衬套插件715上端处的紧固机构740配合的多个紧固机构815。在一个例子中,轴通道810和两个衬套插件715A/715B中的紧固机构815/740为多个孔815/740,所述多个孔被定位为用于对齐并同时接纳和固定螺栓在其中。转盘叶片800可以相似方式与安装在叶片轴750上的任何中间联接器接合。

[0179] 轴通道810中的电通信机构820之中包括用于与暴露在上叶片联接器700A衬套插件715下端处的电通信机构745配合的多个电通信机构820以及用于与暴露在下叶片联接器700B衬套插件715上端处的电通信机构745配合的多个电通信机构820,以便在转盘叶片800与上叶片联接器700A/下叶片联接器700B之间建立电通信。相应的电通信机构820/745可形成公母电接头,例如在一种公母电接头中,设置在轴通道810处的电通信机构820为电插头820,该电插头用于与衬套插件715A/715B处以电插座745形式设置的电通信机构745配合。

[0180] 在上叶片联接器700A和下叶片联接器700B(以及安装在叶片轴750上的任何中间联接器)固定在轴通道810内就将转盘叶片800的翼形主体805可旋转地安装到叶片轴750上。

[0181] 将翼形主体805安装到叶片轴750上后,将通道盖825固定到翼形主体805上,以封闭轴通道810。通道盖825包括平面主体826,该平面主体的大小和尺寸被设计成沿着翼形主体805的垂直表面完全封闭轴通道810,并且具有与翼形主体805的气动轮廓相对应的外表面轮廓。

[0182] 在图23所示的例子中,通道盖825被多个轴环830固定。每个轴环830由具有相应半圆形凹槽836/841的两个环段835/840形成。第一环段835被固定至平面主体826的向内表面,其半圆形凹槽836背离平面主体826形成开口。在叶片轴750插入其中之前,第二环段840被固定至轴通道810的内表面,其半圆形凹槽841从轴通道810向外开口,以便为插入叶片轴750提供空隙。叶片轴750插入轴通道810并越过第二环段840后,第一环段835和第二环段840彼此固定,以将通道盖825固定到翼形主体805上,从而封闭轴通道810并完成转盘叶片800的装配。

[0183] 在另一个例子中,轴通道810可在其周边具有凹入环形凸缘,并且通道盖825可被

接纳在凹入环形凸缘处,以便相对于翼形主体805的外表面基本上无缝地平展放置。通道盖825的这种布置方式可使用穿过平面主体826放入环形凸缘的多个螺栓固定。使用螺栓将平面主体826固定至环形凸缘时,通道盖825可任选地省略轴环830。

[0184] 将翼形主体805固定至衬套插件715和轴环830的紧固件以及/或者将通道盖825的平面主体826固定至翼形主体805中轴通道810的环形凸缘的螺栓可以是爆炸螺栓。合适的爆炸螺栓可使用NASA标准双冗余启动程序或能够被涡轮机系统的自动安全系统和/或远程操作者通过三重认证增强加密信号点燃的类似部件。如果适用的话,这种对爆炸螺栓的使用可允许投弃一个或多个转盘400的转盘叶片800,以减小风作用于叶片800上的推力而对桅杆100施加的力。

[0185] 沿轴通道810的内表面还可设置有多个破坏性炸药,所述多个破坏性炸药可在爆炸螺栓点燃时被引爆,以方便转盘叶片800脱离叶片轴750,并且在通过点燃爆炸螺栓使转盘叶片800从叶片轴750释放时可能会提升转盘叶片800离开涡轮机系统1的推进力。

[0186] 由于各个转盘叶片800连接在上转盘臂600A与下转盘臂600B之间,所以可只在这两个臂中任一个内设置叶片旋转系统620和电通信机构645/730。然而,在一些例子中,这些机构可同时存在于上转盘臂600A和下转盘臂600B中。

[0187] 例如,如图20所示,上转盘臂600A和下转盘臂600B均包括具有内轴承710、衬套插件715和外轴承705的叶片连接器700。上转盘臂600A和下转盘臂600B中的衬套插件715包括:联接的齿轮725,该齿轮用于与相应臂600A/600B内对应叶片旋转系统620中叶片齿轮箱621的配合小齿轮622啮合;以及电通信机构730(如,滑环730),该电通信机构用于与相应臂600A/600B中的电通信机构645(如,滑环电刷645)配合。上转盘臂600A和下转盘臂600B中的衬套插件715包括紧固机构740(如,螺栓接纳开口740)和电通信机构745(如,电插座745),用于与转盘叶片800中相应的紧固机构815(如,螺栓接纳开口815)和电通信机构820(如,电插头820)配合。

[0188] 优选的是,在叶片轴750的顶端和底端存在几乎相同的构型(如,叶片旋转系统620;轴承座635;叶片连接器700;等),除了构型相对于彼此反向。具体地讲,在叶片轴750的顶端和底端均使用相配(但反向)的构型将导致施加于转盘叶片800上的扭矩更均匀地分布,并且叶片800上的扭转力矩随着其围绕叶片轴750旋转而减小。上转盘臂600A和下转盘臂600B中均设置有这些机构还可使一个臂中的系统在另一臂中发生系统故障的情况下继续操作转盘叶片800。

#### [0189] 电气系统

[0190] 图25示出电气系统900的一个例子,该电气系统可沿着单个转盘臂600遍布涡轮机单元200的单个段201。可为涡轮机单元200的各个段201中的各个转盘臂600复制部分或整个电气系统900。

[0191] 一般来讲,对电通信机构、电气线路、电接头等的指涉适用于电力传输和信号传输的布置方式。因此,除非另外指明,否则用于电力传输的电通信机构的讨论也适用于信号传输,反之亦然。另外,对电气线路和电接头等的指涉也应理解为不单是指单数形式的电气线路或电接头,也指复数形式的电气线路和电接头的集合。

[0192] 在桅杆基部105和/或基部结构2处容纳有电力分配系统、电力储存系统和/或辅助电力支持系统。桅杆基部105和/或基部结构2处的这些系统可包括集成的电力调节和控制

系统,这使多个多相发电机的各个相能够同步。在桅杆100中,电气干线910与容纳在桅杆基部105和/或基部结构2中的电力分配系统、电力储存系统和/或辅助电力支持系统连通,并沿着桅杆100的高度竖直延伸。干线910与电气支线915连通,电气支线与沿着桅杆100的电气负载920以及沿着桅杆100外表面暴露的电通信机构130连通。

[0193] 在电接头925处,桅杆100处的电通信机构130与转盘托架300的垂直通道305处的电通信机构315配合。在一个例子中,桅杆100处的电通信机构130为电插座130,而转盘托架300的垂直通道305处的电通信机构315为电插头315,该电插头以公母连接的方式接纳于电插座130中。

[0194] 在转盘托架300处,垂直通道305处的电通信机构315与穿过转盘托架300的电气支线930连通。支线930与转盘托架300中的电气负载935、发电机230的定子235以及转盘托架300的外周通道345处的电通信机构375连通。连通支线930与电气负载935的电气线路936用于为电气负载935传送电力和/或中继信号传输。连通支线930和定子235的电气线路940用于接收从定子235生成的电力,以传送给桅杆基部105和/或基部结构2处的电力分配系统、电力储存系统和/或辅助电力支持系统。

[0195] 在电接头945处,转盘托架300的外周通道345处的电通信机构375与转盘轮毂500的垂直通道505处的电通信机构530配合。在一个例子中,转盘托架300的外周通道345处的电通信机构375为滑环375,而转盘轮毂500的垂直通道505处的电通信机构530为滑环电刷530,该滑环电刷沿着滑环375旋转以形成旋转电接头945。

[0196] 在转盘轮毂500处,垂直通道505处的电通信机构530与穿过转盘轮毂500的电气支线950连通。支线950与转盘轮毂500中的电气负载955、发电机230的转子260以及转盘轮毂500的臂承座550处的电通信机构560连通。连通支线950与电气负载955的电气线路956用于为电气负载955传送电力和/或中继信号传输。连通支线950和转子260的电气线路960用于将电力从桅杆基部105和/或基部结构2处的电气系统传送至转子260的通电线圈,所述转子的通电线圈用于在电磁转子260处产生磁场。

[0197] 在电接头965处,臂承座550处的电通信机构560与转盘臂600的近端605处的电通信机构610配合。在一个例子中,臂承座550处的电通信机构560为电插座560,而转盘臂600的近端605处的电通信机构610为电插头610,该电插头以公母连接的方式接纳在电插座560中。

[0198] 在转盘臂600处,近端605处的电通信机构610与延伸穿过转盘臂600的电气支线970连通。支线970与转盘臂600中的电气负载975以及转盘臂600的远端630处的电通信机构645连通。连通支线970与电气负载975的电气线路976用于为电气负载975传送电力和/或中继信号传输。

[0199] 在电接头980处,转盘臂600中的轴承座635处的电通信机构645与叶片连接器700的衬套插件715处的电通信机构730配合,所述叶片连接器安装在接纳于轴承座635中的叶片轴750上。在一个例子中,轴承座635处的电通信机构645为滑环电刷645,而衬套插件715处的电通信机构730为滑环730,该滑环相对于滑环电刷645旋转以形成旋转电接头980。

[0200] 在叶片连接器700处,衬套插件715臂端的电通信机构730与沿着衬套插件715长度方向延伸的支线985连通,并与衬套插件715的叶片端的电通信机构745连通。

[0201] 在电接头990处,叶片连接器700的衬套插件715叶片端的电通信机构745与转盘叶

片800的轴通道810处的电通信机构820配合。在一个例子中,衬套插件715叶片端的电通信机构745为电插座745,而转盘叶片800的轴通道810处的电通信机构820为电插头820,该电插头以公母连接的方式插入电插座745。

[0202] 在转盘叶片800处,轴通道810处的电通信机构820与一条或多条电气线路996连通,以向转盘叶片800中的一个或多个电气负载995传送电力和/或中继信号传输。

[0203] 容纳于转盘托架300中的发动机定子235和容纳于转盘轮毂500中的发动机转子260一起构成涡轮机单元200中的发电机230。每个涡轮机单元200中可存在多个定子和转子,包括每个涡轮机单元200的单个上下隔室330A/330B和535A/535B中的多个定子和转子,以使得每个涡轮机单元200可包括多个发电机230。如此,除非另有说明,否则将定子235、转子260和发动机230作为整体时对其的讨论也适用于涡轮机单元200中的每个定子235、转子260和发电机230。

[0204] 在转盘托架300中,定子235包括多个感应线圈和定子外壳240,所述定子外壳保护感应线圈免受外界环境影响。定子外壳240包括用于散热的多个外部翅片,而感应线圈电枢的散热器具有内部管道以辅助冷却。定子235的感应线圈经由电气线路940和电气支线930与转盘托架300中的电通信机构315连通。

[0205] 在转盘轮毂500中,转子260包括转子外壳265,该转子外壳保护转子260免受外界环境影响。转子外壳265包括用于散热的多个外部翅片。当转子260为电磁式时,其还包括感应线圈,该感应线圈经由电气线路960和电气支线950与转盘轮毂500中的电通信机构530连通,以便接收电流,所述电流可用于在转子260中感生磁场。如果使用永磁式转子260,那么可省略电气线路960。

[0206] 每个转盘托架300及其相应转盘轮毂500各自包括用于固定在转盘托架300上的定子235的冷却系统和用于固定在转盘轮毂500上的转子260的冷却系统,这两者均使用外部空气进行冷却。这些冷却系统由多个进气口供应空气,所述进气口位于转盘轮毂500的外部周缘和/或转盘臂600靠近其近端605的前缘。进气口捕集涡轮机单元200外循环的环境空气,并将空气引入多个流入控制装置,所述多个流入控制装置根据需要 will 将气流分配给两个冷却系统。

[0207] 发电机230的转子260的冷却系统包括多个通风道,所述多个通风道将空气从流入控制装置输送至排布在转盘轮毂500上的多个喷嘴,所述多个喷嘴将空气吹到转子外壳265上以通过对流进行冷却。喷嘴吹出的空气在转子外壳265的翅面周围流过以后,空气通过出气道被抽到外面。

[0208] 为了冷却发电机230的定子235,转盘托架300包括多个通风道,所述多个通风道将空气从流入控制装置输送至排布在转盘轮毂500内部周缘上的多个喷嘴。喷嘴将空气吹入位于转盘托架300外部周缘的多个进气口,所述多个进气口捕集来自喷嘴的空气并通过多个通风道将其引导至转盘托架300的多个喷嘴,所述多个喷嘴将空气吹到定子外壳240上以通过对流进行冷却。转盘托架300还包括多个热泵,所述多个热泵使空气循环通过定子235电枢的散热器,以收集感应线圈产生的热量并由此提高冷却能力。喷嘴吹出的空气在定子外壳240的翅面周围流过以后,空气通过出气道被引至流出控制装置,该流出控制装置使空气流向外部,或将其送至再循环回路以根据需要加热转盘托架300的构成组件。

[0209] 电气系统900中的每个电气负载代表一个或多个操作部件和/或系统,所述操作部

件和/或系统需要运送电能和/或中继信号传输以便操作。

[0210] 在整个涡轮机系统1中,包括桅杆100和涡轮机单元200的各个部件在内,电气负载可包括用于操作控制涡轮机系统1的致动器和传感器。例如,致动器可包括用于机械单元的接合和脱离的驱动单元;而传感器可包括逻辑门(如,用于验证条件情况例如:机械单元的接合/脱离状态;温度阈值;两个部件的相对移动/对齐状态;等等)。

[0211] 转盘托架300中的电气负载935可包括:用于控制负载支承机构310、电通信机构315和垂直联锁机构390的移动的机动小齿轮系统;转盘旋转系统;气动控制系统;以及控制涡轮机单元200入口处的闭合的访问系统。

[0212] 涡轮机系统1还可包括多个加热和除冰系统,用以控制涡轮机系统1总体的内部温度。涡轮机单元200中的加热和除冰系统可包括加热毯、热导体网络、和/或机电致动器的集合,所述机电致动器受沿着各个部件壳体内部和/或外部布置的电脉冲致动而振动,所述部件包括转盘托架300、转盘轮毂500、转盘臂600和转盘叶片800。一种或多种或者所有单独的加热和除冰系统类型可被独立地或同时地激活,以加热涡轮机单元200并促进结冰事件期间形成的第一层冰脱离。这些加热和除冰系统可包括在相应部件的电气负载中。

[0213] 涡轮机系统1还可利用热梯度驱动的热交换系统产生能量,用于加热关键部件的表面以将冰的积聚减至最小;并且可利用具有或没有热交换器的热梯度系统产生能量,用于控制关键热敏部件的温度。任何此类热交换系统也可包括在整个电气系统900的电气负载中。

#### [0214] 模块化设计和分段

[0215] 具有模块化构造的各个涡轮机单元200有利于风力涡轮机系统1的组装和维护,所述模块化构造用于桅杆100底部的组装,在这点上,各个涡轮机单元200可以是由多个涡轮机段201构成的模块化单元,其中各个段由多个拆分部分组成。利用这种构造,模块化涡轮机单元200可在涡轮机系统1的构建现场轻松组装到位;并且可在维护、修理和/或更换现场根据需要进行拆卸。

[0216] 在模块化构造中,部件由多个预定的分段构成,除非另有说明,否则所述分段彼此以可释放的方式固定,以使其能通过将单个段彼此固定来进行选择性组装,并使其能通过松开所述单个段来进行选择性拆卸。

[0217] 拆分部分(或者说分段)是较大的模块化部件的预制子部件,所述较大的模块化部件由多个这种拆分部分组装而成。模块化部件的各个拆分部分基本上彼此相同,使得各个拆分部分可轻易互换,并可被库存的拆分部分替换。

[0218] 优选的是,在涡轮机系统1的模块化设计中,模块化弧形圆周部件由系数为三的多个段构成,其构成的形状系数符合对于用于风力涡轮机的模块化构造直驱式三相发电机进行分段而言的最佳形状系数。

[0219] 如果涡轮机系统1需要具有产生三相交流电的能力,那么形状系数为三是特别有利的。为了产生三相电,需使用三定子磁极组。因此,如果要从易于互换的段形成模块化涡轮机单元200,同时每个模块化发电机230组件中具有基本上相同的段,则将模块化定子235分成系数非三的多个段会需要划分定子235的一组或多组磁极。这种分段不仅会显著增加制造发电机段的成本和复杂性,还会为互换发电机230的段带来不期望的复杂性。另一方面,通过使用优选的形状系数三,每个涡轮机段201中的每个定子段236可以基本上相同,而

不需划分任何一组定子磁极。因此,相比其他设计,使用系数为三的多个段的模块化构造将显著节约发电机段的制造、组装和维护成本并降低这些过程的复杂性。尽管模块化转子260不像模块化定子235那样受到三极特性的制约,但也可对模块化转子260进行分段,使得每个转子段261具有的电磁铁或永久磁铁的数量与定子段236中线圈的数量相同。

[0220] 通过将形状系数三扩展到涡轮机单元200的由多个弧形圆周段组成的圆形部件和子部件,模块化涡轮机单元200的组装及其单个涡轮机段201的可互换性得到强化。因此,优选的是,转盘托架300和转盘轮毂500两者皆由形状系数为三的多个弧形圆周段组成,其中每个转盘托架段301和转盘轮毂段501包括相应的上下隔室330A/330B,535A/535B和中间节段340,540的部分。

[0221] 在将形状系数三扩展到转盘托架300中的子部件时,优选的是:圆形发电机定子235由形状系数为三的多个弧形圆周段236组成(每个段包括多个线圈);外周通道345的顶部和底部环形表面346/347处的移动机构350/355(例如,圆锥形滚轮平台353/358)由形状系数为三的多个弧形圆周段354/359组成(每个段承载多个圆锥形滚轮350/355);并且外周通道345处的电通信机构375(例如,圆形滑环375)由形状系数为三的多个弧形圆周段376组成。

[0222] 在将形状系数三扩展到转盘轮毂500中的子部件时,优选的是:圆形发电机转子260由形状系数为三的多个弧形圆周段261组成(每个段包括多个电磁铁或永久磁铁);隔室535的顶部和底部环形表面506/507处的圆形轨道515/516由形状系数为三的多个弧形圆周段511/512组成;垂直通道505处的圆形轨道517由形状系数为三的多个弧形圆周段513组成;垂直通道505处的转盘旋转机构520(例如,圆形冠齿轮520)由形状系数为三的多个弧形圆周段521组成;垂直通道505处的制动机构525(例如,环形制动转子525)由形状系数为三的多个弧形圆周段526组成。

[0223] 图26示出转盘托架300和转盘轮毂500的圆形子部件优选的模块化设计。在这种模块化设计中,圆形子部件1010被分成多个子部件段1011,包括标准段1011A和跨式段1011B。每个标准段1011A被完全接纳在单个涡轮机段201中,位于转盘托架300或转盘轮毂500处(视具体的子部件而定),每个涡轮机段201接纳相等数量的标准段1011A。然而,跨式段1011B未被完全接纳在任一个单独的涡轮机段201中。相反,每个跨式段1011B一半被接纳在第一涡轮机段201中,另一半被接纳在相邻的第二涡轮机段201中,以便跨立于这两个相邻的涡轮机段201的相对的圆周边缘。采用这种模块化设计的圆形子部件将具有数量与涡轮机段201的数量相等的跨式段1011B,其中,一个跨式段1011B跨立于每个涡轮机段201的每个圆周边缘。标准段1011A可在组装单个涡轮机段201的过程中进行装载,而跨式段1011B仅在结合涡轮机段201以组装完整的涡轮机单元200之后进行装载。

[0224] 图26中的模块化设计适用于完全围绕涡轮机单元200延伸的每个圆形子部件,包括:发电机定子235;移动机构350/355(例如,圆锥形滚轮平台353/358);电通信机构375(例如,滑环375);发电机转子260;圆锥形滚轮轨道515/516;圆柱滚轮轨道517;转盘旋转机构520(例如,冠齿轮520);以及制动机构525(例如,环形制动转子525)。同样优选的是,这些圆形子部件1010中每一个的模块化设计由足够数量的段1011组成,每个单独的段1011可具有足够的大小和尺寸,以便能运输通过涡轮机系统1的入口和升降机井。这样,可在涡轮机单元200保持组装在桅杆100上的情况下,移除和更换每个圆形子部件1010的单个段1011。

[0225] 在一个例子中,通过在涡轮机系统1所在场地首先组装一组完整的涡轮机段201,然后将单独的涡轮机段201围绕桅杆100的底部彼此结合,来组装涡轮机单元200。

[0226] 涡轮机段201的组装可从转盘托架段301的组装开始。转盘托架300是由多个弧形圆周段301组成的模块化部件,每个转盘托架段301包括以下部件的一部分:多边形垂直通道305;上下隔室330A/330B;中间节段340和圆形外周通道345A/345B,以及其中的子系统和机构的分部。优选地,转盘托架300的模块化设计具有形状系数三,因为转盘托架段301的数量为系数三。

[0227] 转盘托架段301中每个圆形子部件1010可预装载有标准段1011A,如图27所示,这些子部件包括:发电机定子235;移动机构350/355(例如,圆锥形滚轮平台353/358);以及电通信机构375(例如,滑环375)。优选地,这些子部件1010中的每一个具有形状系数三,因为每个中的段1011的数量为系数三。这些子部件1010的预装载布置将省去每个子部件圆周端的跨式段1011B,在每个子部件1010的两个圆周端留下半个段的空间,用于后续在组装成完整的涡轮机单元200之后插入跨式段1011B。如果没有预装载,则可先将这些子部件1010的标准段1011A插在转盘托架段301上,再与转盘轮毂段501结合。

[0228] 可通过以下方式将标准移动机构段354/359(例如,圆锥形滚轮平台段354/359)插在转盘托架段301上:将这些段定位并固定在外周通道345的顶部和底部环形表面346/347的合适位置处,以对齐并联接相邻段354/359的圆周边缘,使得段354/359可拆卸地彼此紧固在一起。也可将移动机构段354/359插在合适的位置处,使移动机构段354/359(例如,圆锥形滚轮350/355)对齐以接合转盘轮毂500的圆形轨道515/516。

[0229] 可通过以下方式将标准电通信段376(例如,滑环段376)插在转盘托架段301上:将这些段定位并固定在外周通道345的中间环形表面348的合适位置处,以对齐并联接相邻段376的圆周边缘,使得段376可拆卸地彼此紧固在一起。也可将电通信段376插在合适的位置处,使电通信段376与转盘托架段301中的电支线930连接,并使电通信段376对齐以接合转盘轮毂500中的电通信机构530(例如,滑环电刷530)。

[0230] 可通过将标准定子段236插入定子外壳240内,以将这些段插在转盘托架段301上。如图29所示,将定子段236插入定子外壳240内包括将定子外壳240中的电通信机构241与定子段236上的电通信机构237对齐并连接,以及将相邻定子段236的圆周边缘联接起来,以便使定子段236可拆卸地彼此紧固在定子外壳240内。将定子段236插入定子外壳240内会使定子段236面朝转盘轮毂500中的转子段261定位。有利的是,由于仅通过对齐和接合定子外壳240内的电连接来实现定子段236的插入,因此可通过简单地更换单个定子段236中的每一个而随时在直流发电机定子和交流发电机定子之间转换转盘托架300内的模块化定子235。具体地讲,如图29所示,每个定子段236将预先接好布置为交流配置或直流配置的感应线圈,并预先布置有电连接,所述电连接能易于被定子外壳240内的配对电连接所接纳。这样,如果希望使涡轮机单元200在直流发电和交流发电之间转换,只需移除每个直流定子段并替换为交流定子段即可,通过同样的方式也可以实现交流到直流的转换。这样,在涡轮机单元200保持安装在桅杆100上的情况下,只需经由涡轮机系统1的内部通道更换单独的定子段236,即可选择性地使整个涡轮机单元200在交流和直流操作之间转换。这是一种巨大的优势,因为在传统涡轮机系统中,需要移除并更换整个涡轮机单元才能实现这种转换,而这会产生大量的花费并且导致涡轮机系统的停机时间增加。

[0231] 将转盘托架300的圆形子部件1010的段1011插入非预装载的转盘托架段301时,在组装整个涡轮机单元200之前只可以插入标准段1011A。在组装单个涡轮机段201的过程中,省去了每个圆形子部件的跨式段1011B的插入,并且如果在组装单个涡轮机段201的过程中插入标准段1011A,则注意在每个圆形子部件1010的两个圆周端留出半个段的空间,用于后续在组装好整个涡轮机单元200后插入对应的跨式段1011B。任选地,可在将单个涡轮机段201结合起来以得到组装好的涡轮机单元200之后,再插入转盘托架300的圆形子部件1010的所有段1011,包括标准段1011A和跨式段1011B。

[0232] 转盘轮毂500也是由多个弧形圆周段501组成的模块化部件,每个转盘轮毂段501包括以下部件的一部分:转盘轮毂500径向中心的圆形垂直通道505,上下隔室535A/535B,中间节段540,以及其中的子系统和机构的部分。优选地,转盘轮毂500的模块化设计具有形状系数三,因为转盘轮毂段501的数量为系数三。

[0233] 转盘轮毂段501中每个圆形子部件1010可预装载有标准段1011A,如图28所示,这些子部件包括:发电机转子260;顶部和底部环形表面的圆形轨道515/516;中间环形表面的圆形轨道517;转盘旋转机构520(例如,冠齿轮520);以及制动机构525(例如,环形制动转子525)。优选地,这些子部件1010中的每一个具有形状系数三,因为每个中的段1011的数量为系数三。这些子部件1010的预装载布置将省去每个子部件1010圆周端的跨式段1011B,在每个子部件1010的两个圆周端留下半个段的空间,用于后续插入跨式段1011B。如果没有预装载,则可先将这些子部件1010的标准段1011A插在转盘轮毂段501上,再将转盘轮毂段501与转盘托架段301结合。

[0234] 可通过以下方式将标准圆形滚轮轨道段511/512插在转盘轮毂段501上:将这些段定位并固定在隔室535A/535B的顶部和底部环形表面506/507的合适位置处,以对齐并联接相邻轨道段511/512的圆周边缘,使得轨道段511/512可拆卸地彼此紧固在一起。也可将轨道段511/512插在合适的位置处,使轨道段511/512对齐以被转盘托架300的移动机构350/355(例如,圆锥形滚轮平台353/358中的圆锥形滚轮350/355)接合。

[0235] 可通过以下方式将标准圆形滚轮轨道段513插在转盘轮毂段501上:将这些段定位并固定在垂直通道505的中间环形表面508的合适位置处,以对齐并联接相邻轨道段513的圆周边缘,使得轨道段513可拆卸地彼此紧固在一起。也可将轨道段513插在合适的位置处,使轨道段513对齐以被转盘托架300的移动机构360(例如,圆柱形滚轮360)接合。

[0236] 可通过以下方式将标准转盘旋转机构段521(例如,冠齿轮段521)插在转盘轮毂段501上:将这些段定位并固定在垂直通道505的中间环形表面508的合适位置处,以对齐并联接相邻段521的圆周边缘,使得转盘旋转机构段521可拆卸地彼此紧固在一起。也可将转盘旋转机构段521插在合适的位置处,使转盘旋转机构段521对齐以被转盘托架300的转盘旋转机构365(例如,小齿轮365)接合。

[0237] 可通过以下方式将标准制动机构段526(例如,环形制动转子段526)插在转盘轮毂段501上:将这些段定位并固定在垂直通道505的中间环形表面508的合适位置处,以对齐并联接相邻制动机构段526的圆周边缘,使得制动机构段526可拆卸地彼此紧固在一起。也可将制动机构段526插在合适的位置处,使制动机构段526对齐以被转盘托架300的制动机构370(例如,制动卡钳370)接合。

[0238] 可通过将标准转子段261插入转子外壳265内,以将这些段插在转盘轮毂段501上。



将转子段261插入转子外壳265内包括将转子外壳265中的电通信机构与转子段261上的电通信机构对齐并连接,以及将相邻转子段261的圆周边缘联接起来,以便使转子段261可拆卸地彼此紧固在转子外壳265内。将转子段261插入转子外壳265内会使转子段261面朝转盘托架300中的定子段236定位。转子段261和转子外壳265的电连接在结构上可类似于定子段236和定子外壳265的电连接237/241。如果使用永久磁铁转子,则不需要在转子段261和转子外壳265之间进行任何电通信机构的对齐与接合。

[0239] 在将转盘轮毂500的圆形子部件1010的段1011插入非预装载的转盘轮毂段501时,在组装整个涡轮机单元200之前只可以插入标准段1011A。在组装单个涡轮机段201的过程中,省去了每个圆形子部件的跨式段1011B的插入,并且如果在组装单个涡轮机段201的过程中插入标准段1011A,则注意在每个圆形子部件1010的两个圆周端留出半个段的空间,用于后续在组装好整个涡轮机单元200后插入对应的跨式段1011B。任选地,可在将单个涡轮机段201结合起来以得到组装好的涡轮机单元200之后,再插入转盘轮毂500的圆形子部件1010的所有段1011,包括标准段1011A和跨式段1011B。

[0240] 通过将转盘轮毂段501的圆形垂直通道505部分与转盘托架段301的径向外表面对齐,转盘轮毂段501被结合到转盘托架段301,该对齐过程将包括对齐并接合:圆形轨道515-517和移动机构350/355/360、制动机构525/370以及电通信机构530/375。

[0241] 转盘轮毂段501组装在转盘托架段301上时,主要由转盘托架301段的外周通道345处与转盘轮毂段501上的圆形轨道515-517接合的移动机构350/355/360支承。优选地,在组装涡轮机段201的过程中,将转盘托架段301和转盘轮毂段501的制动机构370/525接合,以将转盘轮毂段501固定在转盘托架段301上并保持稳定。

[0242] 通过使转盘臂600近端的联接机构与臂承座550的联接机构配合,将转盘臂600结合到转盘轮毂段501的径向外表面上的臂承座550。优选地,转盘臂600和臂承座550的联接机构有利于可拆卸地紧固转盘臂600,诸如其中臂600可滑动地插入到臂承座550中或在臂承座550上方,并且可拆卸地栓固到位。可在将转盘臂600接合到臂承座550的同时或者之后,将臂承座550和转盘臂600的电通信机构560/610接合。

[0243] 在一个例子中,通过将叶片轴750插入穿过对应的轴承座635并与相应的轴支柱640接合,首先将叶片轴750固定在一对上下转盘臂600A/600B的远端630A/630B之间。可以从相应转盘臂600A/600B的通道615内部将叶片轴750的上下端与上下转盘臂600A/600B中的部件固定。将上下臂600A/600B固定到叶片轴750的相对的端后,通过将转盘臂600A/600B的近端605A/605B结合到上下臂承座550A/550B,以将完整组合的臂600A/600B和轴750作为一个单元结合到转盘轮毂段501。

[0244] 在另一个例子中,在转盘臂600足够柔韧以允许远端630挠曲的情况下,可以首先将两个转盘臂600A/600B固定到转盘轮毂段501,然后再将叶片轴750插入轴承座635中。随后可通过以下方式将叶片轴750插入轴承座635中:使上转盘臂600A挠曲以允许将叶片轴750插入两个轴承座中,插入后再将上臂600A从挠曲状态释放。

[0245] 将叶片轴750固定在对应的上下转盘臂600A/600B之间后,通过将安装在叶片轴750上的上下叶片联接器700的轴衬垫715固定到翼形主体805中的轴通道810的内表面,以将转盘叶片800安装到叶片轴750上。轴套插件715的电通信机构745和转盘叶片800的电通信机构820也在此时被接合。然后将通道盖825紧固到翼形主体805,以关闭轴通道810并固

定其中的叶片轴750,完成转盘叶片800的空气动力学外形。

[0246] 将转盘托架段301、转盘轮毂段501、一对转盘臂600A/600B和转盘叶片800结合,将得到完整的涡轮机段201。优选地,在将涡轮机段201部署到涡轮机系统1所在场地前,在测试场所组装每个涡轮机段201,以便可首先执行操作测试,确保组装后的涡轮机段201中的系统操作正常,并且便于进行任何所需的维护。

[0247] 根据上述组装方法,可在测试场所组装完整涡轮机单元200的每个单独的涡轮机段201,并进行相同的操作测试,以确保操作正常。测试成功后,将涡轮机段201从测试场所运送到涡轮机系统1所在场地。

[0248] 除了单独测试单个涡轮机段201外,测试场所还可包括用于测试已组装状态的所有涡轮机段201(即涡轮机单元200)的系统。例如,测试场所可包括模型桅杆,该模型桅杆模拟涡轮机系统1的桅杆100的长度;并且可将单个涡轮机段201暂时围绕模型桅杆组装,以得到完全组装好的涡轮机单元200。然后可在测试场所的模型桅杆上测试涡轮机单元200,以确保操作正常:包括转盘400围绕转盘托架300全周旋转,以及转盘托架300沿模型桅杆的高度垂直移动。完成测试及任何所需的维护后,将涡轮机单元200拆分成单个涡轮机段201,然后将单个涡轮机段201从测试场所运送到储存场地或涡轮机系统1所在场地。

[0249] 在涡轮机系统1所在场地,通过使单个涡轮机段201围绕桅杆100的底部彼此结合起来,组装完整的涡轮机单元200。涡轮机段201的结合将包括:将每个转盘托架段301的多边形垂直通道305部分与桅杆100的多边形外表面的对应部分对齐;以及使转盘托架段301的垂直通道305处暴露的移动机构325与沿桅杆100延伸的垂直轨道115对齐并接合。涡轮机段201的结合还将包括:对齐相邻转盘托架段301的相对圆周边缘处的圆周联接机构399/399,并将单独的转盘托架段301可拆卸地彼此联接;对齐相邻转盘轮毂段501的相对圆周边缘处的圆周联接机构599/599,并将单独的转盘轮毂段501可拆卸地彼此联接。

[0250] 完成涡轮机段201(和桅杆100)的单个部件之间的所有对齐、接合和联接后,即获得组装好的涡轮机单元200。以这种方式组装涡轮机单元200就同时组装完整的转盘托架300、完整的转盘轮毂500和完整的转盘400。

[0251] 组装好涡轮机单元200后,通过插入每个圆形子部件1010的跨式段1011B,即可完成涡轮机单元200内圆形子部件1010的组装。通过将跨式段1011B运送穿过基部结构2的入口、穿过升降机井并穿过桅杆100和涡轮机单元200中的入口,递送至涡轮机单元200的内部室,来执行跨式段1011B的插入,其中所述内部室提供相应的空间以允许将跨式段1011B插入到相应的子部件组件。对于具有包括跨式段1011B的模块化设计的每个圆形子部件1010都进行该操作。

[0252] 在一些情况下,可将单个涡轮机段201和涡轮机单元200作为整体完成组装,而不需先行插入模块化分段的圆形子部件1010的标准段1011A。在这些情况下,可以像插入跨式段1011B那样,以相同的方式将标准段1011A插入完全组装好的涡轮机单元200中。

[0253] 采用与上文所述相对于涡轮机系统1所在场地的桅杆100组装涡轮机单元的方法相同的方法,在测试场所围绕模型桅杆将单个涡轮机段201组装成整个涡轮机单元200,并且插入模块化圆形子部件1010的段1011(标准段和跨式段1011A/1011B两者)。但是,在测试场所的模型桅杆上完成涡轮机单元200的测试和维护后,将涡轮机单元200拆分成单个涡轮机段201至少需要将跨式段1011B从它们的插入位置拆下。但是,可将跨式段1011B存放在涡

轮机段201的内部室中,以备在涡轮机系统1的桅杆100处重新结合涡轮机段201时重新插入,而无需再将它们运送穿过整个涡轮机系统1。

[0254] 在一些例子中,通过将已测试的涡轮机单元200拆解为构成涡轮机段201的单独部件,可更有利于运送用于组装涡轮机单元200的部件。例如,如果希望将部件作为单个更小的单元来运送,可将已测试的涡轮机单元200拆分为:单个转盘托架段301;单个转盘轮毂段501;单个转盘臂600A/600B;单个叶片联接器700A/700B;单个叶片轴750;以及单个转盘叶片800(带有翼形主体805和通道盖810)。然后可将各部件分别运送至涡轮机系统1的位置,并在桅杆100的底部处将其重新组装形成完整的涡轮机单元200。事实证明,如果之前部署在涡轮机系统1处的部件或部件段失效,需要用一个或多个预先测试过的部件段进行替换,那么将测试过的涡轮机单元200拆分为其各部件(诸如前文所述)亦可有利于根据需要为后期配送预先测试和储存部件段。

[0255] 沿着转盘托架段301和转盘轮毂段501的圆周边缘的圆周联接机构399/599用于联接这些段以形成组装的转盘托架300和组装的转盘400(由此形成组装的涡轮机单元200),该圆周联接机构399/599优选地能够实现将各涡轮机段201滑动就位并且将这些段可拆卸地紧固在一起的简化组装方法。

[0256] 合适的圆周联接机构399/599的一个例子是沿着内部室的壁和/或沿着转盘托架300和转盘轮毂500的外壳的多个凸缘,在该凸缘中形成水平孔,该水平孔被定位成对齐并在其中接纳螺栓。利用这种圆周联接机构399/599,可仅通过并排定位相邻的圆周段就可将这些段彼此联接,其中水平孔在相邻段上对齐,并且在对齐配对的孔中插入并固定螺栓。

[0257] 如前所述使用这种圆周联接机构399/599能够联接相邻的圆周段,而不会在径向方向上覆盖相邻圆周段的任何部分。这种联接布置方式允许单个圆周段的插入和接合,也允许单个圆周段的脱离和移除,而不需要调整相邻圆周段的位置。

[0258] 各涡轮机段201在桅杆100的底部处彼此结合后,即完成涡轮机单元200的组装。这样组装好以后,可将桅杆顶部110处的绞盘上的绞盘缆绳151固定到转盘托架300的顶表面处的绞盘联接机构380,并且可沿着桅杆100升高涡轮机单元200。

[0259] 由于可独立操作每个涡轮机单元200产生电能,所以涡轮机系统1可仅包括沿着桅杆100定位的一个涡轮机单元200。但是,可根据需要将另外的涡轮机单元200添加到桅杆100上。图36A至图37B示出具有一个、两个、三个和四个涡轮机单元200的涡轮机系统1的例子。

[0260] 沿着桅杆100从下部组装区向上移动第一涡轮机单元200后,可按照与组装第一涡轮机单元200相同的方法将更多涡轮机单元200添加到桅杆100上。

#### [0261] 涡轮机操作

[0262] 组装的涡轮机单元200通过桅杆顶部110处的绞盘150沿着桅杆100移动,该绞盘150通过绞盘缆绳151连接至转盘托架300的上表面处的绞盘联接机构380。转盘托架300的垂直通道305处的移动机构325和桅杆100处的垂直轨道115的协同作用促进了操作绞盘150时涡轮机单元200沿着桅杆100移动。桅杆100和转盘托架300中的垂直通道305的对应多边形形状通过抑制涡轮机单元200绕桅杆100旋转,进一步促进了涡轮机单元200沿着桅杆100的稳定线性移动。

[0263] 作为促进涡轮机单元200稳定移动的另一措施,转盘托架300和转盘轮毂500之

间的制动机构370/525可在涡轮机单元200垂直移动过程中保持接合,从而防止转盘400绕转盘托架300旋转,并防止由这种旋转造成的相关应力的产生。

[0264] 通过沿着桅杆100垂直移动涡轮机单元200并将其置于停放位置,可将组装的涡轮机单元200置于发电操作中。沿着桅杆100可存在多个停放位置,且停放位置的数量可超过涡轮机单元200的数量,使得可根据当前和/或预测的天气模式选择性地使涡轮机单元200移动至优选的停放位置。

[0265] 沿着桅杆100的停放位置由沿着桅杆100的负载支承机构125、电通信机构130和入口120的位置限定,每一个停放位置被定位成分别与负载支承机构310、电通信机构315和入口320对齐并接合,其中负载支承机构310、电通信机构315和入口320沿着垂直通道305的径向内表面布置,垂直通道305延伸穿过转盘托架300。

[0266] 将涡轮机单元200移动至停放位置后,可首先接合负载支承机构125/310,以固定转盘托架300使其无法沿着桅杆100垂直运动,并使负载支承机构125/310能够减轻由桅杆顶部110处的绞盘150所承载的一些或全部负载量。然后可接合电通信机构130/315,从而在桅杆100中的电网络和转盘托架300中的电系统(以及作为整体的涡轮机单元200)之间建立电通信。在涡轮机系统1的一些例子中,当电通信机构130/315与负载支承机构125/310一体化时,可同时将这两个机构彼此接合。

[0267] 将负载支承机构125/310和电通信机构130/315接合后,可通过操作将涡轮机单元200固定在停放位置,然后可通过旋转转盘托架300上的转盘400将其置于发电操作中。

[0268] 转盘400的旋转首先需要脱离转盘托架300和转盘轮毂500之间的制动机构370/525,使得转盘400可自由旋转。在某些情况下,如存在强风时,制动机构370/525的脱离可使转盘400旋转,这种旋转是仅在由转盘叶片800的表面上方的风流产生的扭力作用下产生的。由气动控制系统操作可旋转的转盘叶片800有利于以这种方式引发转盘旋转。具体地讲,可旋转的转盘叶片800的旋转控制允许将叶片旋转至相对于风流方向的合适角度,以便实现优选的攻角,该攻角可产生充足的扭力以克服转盘托架300处的移动机构350/355/360和转盘轮毂500之间的摩擦力,从而引发转盘400旋转。这样,可仅通过风流产生的扭矩自启动涡轮机单元200处的转盘旋转。

[0269] 作为备用方案,在转盘托架300处的移动机构350/355/360和转盘轮毂500之间的摩擦力异常高的情况下,可通过操作容纳在转盘托架300中且与转盘轮毂500连通的转盘旋转系统来引发转盘400的旋转。在一个例子中,转盘旋转系统可包括电机、齿轮箱和小齿轮365,该小齿轮365与布置在转盘轮毂500的内部圆周上的接收齿轮520接合和脱离,以在转盘托架300和转盘轮毂500之间产生扭矩。虽然通过局部转盘旋转系统,以这种方式引发的涡轮机单元200处的转盘旋转仍为自启动。

[0270] 引发转盘旋转后,转盘臂600和转盘叶片800将在绕桅杆100的垂直轴的轨道中旋转。绕桅杆100旋转时,风流将作用于转盘叶片800,以产生进一步促进转盘400旋转的扭力。

[0271] 利用涡轮机系统1的直接驱动构型,将转盘400绕桅杆100的旋转一对一地转化为转盘轮毂500中的发电机转子260绕转盘托架300中的发电机定子235的旋转。磁化转子260绕静止定子235的旋转在定子235中感应产生运动磁场,该运动磁场在缠绕在定子235上的感应线圈中感应产生电流。正是通过这种方式,涡轮机单元200中的转盘400的旋转产生了直驱式电能。

[0272] 虽然涡轮机单元200可使用固定的转盘叶片800,但优选使用可旋转的转盘叶片800。具体地讲,虽然固定的转盘叶片可产生充足的扭矩以旋转转盘400(并产生电能),但风相对于固定叶片的翼面形状的攻角随叶片绕桅杆100旋转而改变。因此,固定叶片不能维持相对于风流的最佳攻角,从而无法实现最佳动力转换,且表现出能量波动,这均可证明在涡轮机系统1的操作中是有问题的。

[0273] 使用可旋转的转盘叶片800可解决使用固定叶片的问题。具体地讲,可控制可旋转的转盘叶片800以绕叶片轴750旋转翼形主体805,以便将转盘叶片800相对于迎风取向为实现优选的攻角并且最大化叶片800产生的扭矩。在涡轮机系统1中,转盘叶片800绕桅杆100旋转时,气动控制系统能够控制叶片连续旋转。这样,可旋转的转盘叶片800绕桅杆100旋转时,可控制叶片更可靠地维持相对于风流的最佳攻角,从而更好地优化动力转换并保持更恒定的发电水平,这也将减少与能量波动相关的潜在问题。在风流速度过大的情况下,气动控制系统还可通过将转盘叶片800旋转至降低叶片产生的扭矩的攻角,来旋转叶片以有助于防止损坏涡轮机系统1。转盘叶片800可以这种方式操作而充当气动制动器,以降低转盘400的旋转速度并可能促进转盘400停止旋转。

[0274] 通过制动转盘400使之不绕转盘托架300旋转,可将涡轮机单元200置于不可操作条件中。这种不可操作条件可用于停止涡轮机单元200的操作,以在恶劣天气条件期间减少发电或固定涡轮机单元200。在极端天气条件下(例如,飓风),可通过使每个涡轮机单元200脱离升高的停放位置(进行发电操作的地方),并将其移至桅杆100的下端处的较低停放位置(其可以不可操作状态存放在此处),来将涡轮机单元200置于不可操作条件中。

[0275] 不可操作条件还可用于允许工作人员通过升降机井135A/135B/135C和停放位置处的对齐入口120/320安全进入涡轮机单元200,以便进行维护和/或修理。当涡轮机单元200处于可操作状态时(例如,转盘轮毂500处于旋转状态,以在发电机230处产生电能时),进入涡轮机单元200可能受限(例如,只能进入转盘托架300)或完全受阻(例如,不能进入升降机井135以外区域)。当允许工作人员进入涡轮机单元200时,电通信机构可向涡轮机单元200内的人员支持系统提供电能(例如,照明、HVAC等)。

[0276] 图31至图35示出完全可进入的停放涡轮机单元200的平面图的例子。具体地讲,可通过将转盘轮毂500移动并锁定在将转盘轮毂500的垂直通道505处的入口510与转盘托架300的外周通道345处的入口395对齐的位置,来将涡轮机单元200置于完全可进入的停放位置中。可通过操作转盘旋转系统将转盘轮毂500(以及作为整体的转盘400)旋转至与入口395/510对齐,然后接合制动机构370/525以将转盘轮毂500固定在该对齐位置,来将转盘轮毂500置于相对于转盘托架300的合适位置中。

[0277] 如图31所示那样对齐放置涡轮机单元200将得到具有如图32至图35所示的那些平面图的单元,并且将允许工作人员通过升降机井135A/135B/135C进入涡轮机单元200的每个内部室331-334、536-537、615。具体地讲,每个转盘托架段301可包括垂直通道305处的至少一个入口320,该入口与桅杆100处的至少一个入口120对齐,使得桅杆100中的升降机井135可通过该对齐的入口120/320与转盘托架300的内部室331-334连通。每个转盘托架段301还可包括外周通道345处的至少一个入口395,该入口与对应的转盘轮毂段501的垂直通道505处的至少一个入口510对齐,使得转盘托架300中的至少一些内部室331-334可通过该对齐的入口395/510与转盘轮毂500的内部室536至537中的一些或全部连通。每个转盘轮毂

段501还可包括臂承座550(上部和/或下部)处的至少一个入口555,该入口向联接至臂承座550的转盘臂600打开,使得转盘轮毂500中的至少一些内部室536至537可通过臂承座550处的入口555与穿过转盘臂600的通道615连通。

[0278] 进入控制系统可控制桅杆100处和涡轮机单元200中的所有入口的进入情况。具体地讲,进入控制系统可确定入口是否可安全通过,并且在确定通过该入口存在安全问题时,进入控制系统可运转以确保关闭该入口,从而防止通过该处。这样,只有当确定在特定入口120的另一侧存在正确对齐的转盘托架300时,进入控制系统才可允许通过沿着桅杆100的入口120进入。当特定入口120处不存在(或未正确对齐)转盘托架300时,进入控制系统将在安全位置中保持该入口120关闭,防止工作人员通过该处。在一个例子中,进入控制系统可仅防止升降机井135中的升降机136停在被认为不能安全进入的任何入口120处。

[0279] 同样,只有当确定转盘轮毂500已被制动而不会相对于正确对齐的入口510旋转时,进入控制系统才可允许进入转盘托架300的外周通道345处的入口395。当转盘轮毂500未正确对齐(或未被制动)时,进入控制系统将在安全位置中保持该入口395关闭,防止工作人员通过该处。在一个例子中,确定涡轮机单元200的转盘轮毂500未对齐(或未被制动)时,进入控制系统可禁止进入涡轮机单元200的转盘托架300。在另一个例子中,进入控制系统可防止升降机井135中的升降机136停在停放有被认为具有未对齐(未制动)的转盘轮毂500的涡轮机单元200的任何入口120处。

[0280] 由于转盘臂600相对于臂承座550不发生移动,因此进入控制系统一般将默认允许进入臂承座550处的入口555。然而,如果认为进入特定转盘臂600内存在安全问题,那么进入控制系统可禁止进入臂承座550处的入口555。例如,检测到存在安全问题(诸如,火、烟和/或涡轮机单元200或涡轮机部件(如,转盘臂600、转盘轮毂500等)的外壳破裂)时,进入控制系统可确保在涡轮机系统1中的任何入口均关闭。如果认为定子235和转子260的电状态出现任何可能引起安全问题的异常情况,那么进入控制系统还可确保进入容纳定子235和转子260的内部室的入口关闭。

[0281] 进入控制系统可以是位于桅杆基部105(或基部结构2)处的集中式系统;并且/或者每个转盘托架300可容纳局部进入控制系统,该局部进入控制系统可独立作用于该涡轮机单元200,并且/或者补充集中式进入控制系统的操作。进入控制系统还可控制进入转盘托架300、转盘轮毂500和转盘臂600的外表面处的任何外部入口,以及控制进入桅杆顶部110处的任何入口。

[0282] 如图36A至图37B所示,涡轮机系统1可包括沿着共同的桅杆100定位的多个涡轮机单元200。沿着桅杆100从桅杆100底部处的组装位置向上移动第一涡轮机单元200后,可按照与组装第一涡轮机单元200相同的方法将一个或多个后续涡轮机单元200添加到桅杆100上。

[0283] 有利的是,涡轮机单元200的独立性质允许通过添加一个或多个另外的涡轮机单元200,或通过替换之前部署在桅杆100上的一个或多个涡轮机单元200来升级之前部署和操作(例如,已使用数月或数年)的较旧涡轮机系统1。

[0284] 在桅杆顶部110处使用绞盘150来沿着桅杆100升高和降低涡轮机单元200时,升高的第一较高涡轮机单元200下方的第二或后续涡轮机单元200的附连可通过使用绞盘通道385来实现,该绞盘通道延伸通过涡轮机单元200(例如,通过转盘托架300部件)。

[0285] 图38至图40示出具有多个涡轮机单元200的涡轮机系统1的一个例子,该多个涡轮机单元通过桅杆顶部110处的绞盘150上的绞盘缆绳151升高和降低。在该例子中,每个涡轮机单元200的转盘托架300包括若干绞盘通道385,该绞盘通道垂直延伸通过转盘托架300,从顶表面直到底表面。连接第二涡轮机单元200时,另外的绞盘缆绳151从桅杆顶部110处的绞盘150下降,并从第一涡轮机单元200中的绞盘通道385中穿过,然后联接至第二涡轮机单元200的顶表面上的绞盘联接机构380。相似地,如果连接第三涡轮机单元200,其他绞盘缆绳151从桅杆顶部110处的绞盘150下降,并从第一和第二涡轮机单元200中的绞盘通道385中穿过,然后联接至第三涡轮机单元200的顶表面处的绞盘联接机构380。以相似方式添加第四或更多涡轮机单元200。

[0286] 安装至桅杆100的涡轮机单元200中转盘400的旋转赋予桅杆100扭转应力和力矩。添加更多在更多涡轮机单元200中旋转的转盘400就具有增大扭转应力和力矩的风险。与只存在一个旋转转盘400相比,多个旋转转盘400的扭转应力和力矩的累积效应可造成涡轮机系统1的完整性以更快的速率劣化;如果任其发展,桅杆100将产生故障。

[0287] 在涡轮机系统1中,多个旋转转盘400的累积效应通过控制相邻转盘400相对于彼此反方向旋转得以解决。这样,一个旋转转盘400产生的扭转应力和力矩可由相邻旋转转盘400产生的扭转应力和力矩抵消,从而将对桅杆100的累积扭转应力和力矩降至最低。尽管不受理论的束缚,但据考虑,在一些情况中,与操作具有单个旋转转盘400的单个涡轮机单元200相比,操作具有在相邻涡轮机单元200上以反方向旋转的转盘400的涡轮机系统1理论上可降低对桅杆100的累积扭转应力和力矩,这是由于反向的扭转应力和力矩互相抵消。

[0288] 在涡轮机系统1中,可通过控制相邻转盘400上的转盘叶片800,使其相对于迎风流具有相反的攻角,来使相邻涡轮机单元200的转盘400以反方向旋转。例如,如图41所示,可控制第一涡轮机单元200上的转盘叶片800,使得前缘850取向为第一方向,同时控制第二相邻涡轮机单元200上的转盘叶片800,使得前缘850取向为第二相反方向。还可通过为相邻转盘400提供反向安装的不对称转盘叶片,进一步促进相邻转盘的反向旋转。例如,同样如图41所示,第一涡轮机单元200可具有不对称叶片800,其安装成使得叶片的尾缘至前缘矢量860基本上取向为逆时针方向时,“高压表面”865径向面向叶片轨道的内部(即,朝向桅杆100),而第二相邻涡轮机单元200可具有不对称叶片800,其安装成使得叶片的尾缘至前缘矢量860基本上取向为顺时针方向时,“高压表面”865径向面向叶片轨道的内部。

[0289] 引发相邻转盘400以相反方向旋转后,涡轮机单元200的气动控制系统可用于连续旋转各个涡轮机单元200的转盘叶片800,以实现相对于风流的攻角,该攻角不仅会最大化扭力,还会维持各个转盘400的相反旋转方向。

[0290] 除了使相邻涡轮机单元200上的转盘400以相反方向旋转之外,涡轮机系统1还可通过由相邻涡轮机单元200的顶表面和底表面处(例如,转盘托架300部件处)的垂直联锁机构390将相邻涡轮机单元200彼此锁定,来增强这种反向旋转操作的抵顶作用。

[0291] 在图42的例子中,垂直联锁机构390包括每个转盘托架300的顶表面和/或底表面中的多个腔体391,以及每个转盘托架300的顶表面和/或底表面中的对应数量的垂直梁392。如此,转盘托架300中的垂直梁392可延伸插入到另一相邻转盘托架300的相对表面中的腔体391中。

[0292] 通常,通过转盘托架300的垂直通道305和桅杆100的外表面的配合以及负载支承

机构125/310的配合,转盘托架300处产生的扭转应力和力矩被传递至桅杆100。通过两个相邻转盘托架300上的垂直联锁机构390的配合,经由这两个转盘托架300传递的扭转应力和力矩随后将分为传递至桅杆100和传递至相邻转盘托架(由垂直联锁机构390锁定)。然而,由于相邻转盘托架300上的转盘400以相反方向旋转,所以这两个转盘托架300的扭转应力和力矩将具有相反的取向,并且将在垂直联锁机构390处彼此抵消,从而降低对桅杆100的累积效应。

#### [0293] 涡轮机系统操作

[0294] 容纳在桅杆基部105和/或基部结构2中的电力分配系统、电力储存系统和/或辅助电力支持系统可包括至少两个冗余独立的并且联接或交联的控制系统。这种控制系统对彼此间的控制进行判优,并对风电场控制中心处的至少一个控制系统进行判优;并且为涡轮机系统提供整体操作控制,而风电场控制中心处的系统在反常条件下发出关机命令以及平衡整个风电场的整体输出中为涡轮机系统1提供冗余。

[0295] 通过遍布涡轮机系统1的所选部件的多个冗余传感器(包括所有关键部件中的微型嵌入式传感器)来促进对涡轮机系统1的操作控制。桅杆基部105处的冗余传感器和每个控制系统之间的备用通路进一步提供了冗余。存在至少两条冗余控制和数据通路,所述通路将桅杆基部105处的控制系统与风电场控制系统链接起来,用于正常和反常操作。

[0296] 桅杆基部105和风电场控制系统之间的控制和数据可通过一个或多个光纤加密链路、卫星加密RF链路、蜂窝加密RF链路、其他高频加密RF链路来传送。桅杆基部105和风电场控制系统之间的通信可包含三级认证自适应加密协议,该协议用于内部和外部通信。

[0297] 涡轮机系统1还可包含冗余机载A/I增强型计算机系统,该系统实时从所有传感器和数据传送专线(包括桅杆顶部110处的气象站160和风电场控制中心发送的外部数据)整合数据采集。冗余计算机系统处理输入数据并生成控制涡轮机系统1的指令,以优化其管理、操作和性能。在一些例子中,基于之前的操作和/或操作规范(包括操作限制)的变化,涡轮机系统1逐渐成熟,A/I增强型计算机系统的规则可随之动态地改变。

[0298] 涡轮机系统1还可包含具有A/I能力的软件,用于控制每对转盘臂600的步进电机,该控制方式有利于调整对各步进电机的旋转控制,以将影响各个转盘叶片800的最近天气条件因素包括在内,从而优化各个涡轮机单元200的性能和操作。

[0299] 涡轮机系统1还可包含来自于传感器和气象站160的自适应实时反馈以及来自于风电场控制中心的其他数据,以控制和优化涡轮机系统的发电和控制设置,包括用于最小化抵消负载以及在标称条件和非标称条件下维持平台稳定性的设置。

[0300] 涡轮机系统1还可实时包含来自于气象站160的环境和天气条件数据以及风电场控制中心发送的外部数据,以便使涡轮机系统1的人工智能系统在正常、反常和严重反常的天气条件期间能够成熟地进行预测控制。

[0301] 涡轮机系统1还可包含用于优化标称和非标称操作条件的传感器数据,以便通过将停电几率和不定期维护需求降至最低来提高整体能力因素;并且可包含预测的A/I,用于利用从所有传感器获取的信息来进行对维护进行日程安排。

[0302] 涡轮机系统1的操作系统可包含通过计算机系统/光纤/RF装置、和/或借助人的物理相互作用进行手动覆盖的能力,该手动覆盖能力可根据需要用于关闭和保护整个涡轮机系统1,以及配置涡轮机系统1,以便进行维护。



[0303] 本文公开的涡轮机系统可具有比现有操作中的最大涡轮机大得多的发电能力,其原因是该涡轮机系统采用了模块化设计,该模块化设计包括分成单独涡轮机单元的多个发电机,而各涡轮机单元中具有单独隔室。模块化设计还可允许在多个涡轮机单元上分段发电,即使某一发电单元停止并处于待修状态,分段发电可使涡轮机系统继续发电。

[0304] 将能量转换和输出分散至独立的发电机还可允许使用大小和重量均小得多的各部件,所施加的负载和所引起的应力可分散在这些部件上,预计这可显著延长系统的整体寿命。而且,通过将系统的大部分分散在多个涡轮机单元上,可减少臂和叶片的重量,预计这可允许构造更长的臂,从而可得到比当前使用的最大水平轴风力涡轮机大得多的扫掠面积。

[0305] 由于涡轮机系统由模块化部件构造而成,因此可在安装位置(即,桅杆的最下部处)组装系统,从而有利于制造、运输和组装完整的涡轮机系统。因此,可利用常规起重机和施工设备来进行陆上施工组装,可利用现成的商业海上施工工艺来进行海上施工组装。

[0306] 基于圆周分段的组件和子组件的模块化设计,以及在其中使用多个发电机系统,可为系统提供更长的使用寿命,因为可根据需要在延长的生命周期中对各分段的组件和子组件进行有效维护、保养和替换,而无需拆卸整个涡轮机组件。因此,该系统可显著降低与组装和维护涡轮机系统(特别是那些由于其操作暴露于不利环境条件中而需要频繁维护的系统)相关的成本和风险。而且,由于利用形状系数三来对模块化部件进行分段,所以各涡轮机单元获得了用于对风力涡轮机的模块化构造直驱式三相发电机进行分段的最佳形状系数。

[0307] 尽管本文结合具体实施例描述了本发明,但本领域技术人员应当理解,前述公开内容只论述了示例性实施例,并不用于限制本发明的范围,本发明的范围只由后附各项权利要求及其等同物限定。因此,本发明的范围不限于已公开的实施例,而是可涵盖包含相对于本文已公开实例作出的各种变化和修改的其他实施例,只要这些变化和修改不脱离本发明的范围(由后附各项权利要求限定)即可。

[0308] 举例来说,可用与本文所示具体实例不同的其他合适的配合部件(诸如电通信机构、移动机构、负载支承和联锁机构)和制动机构来替换使用的各种配合部件和制动机构。另外,还可颠倒此类配合机构中配合部件的位置,例如将上述实例中公/母部件的位置调换。

[0309] 又如,代替在转盘托架的垂直通道处使用光滑滚轮作为移动机构这一做法,另选地可使用沿桅杆与锯齿状轨道紧密配合的锯齿状滚轮。采用这种替代方案时,锯齿状滚轮可与转盘托架内的棘轮机构连通,该棘轮机构起保险栓的作用,不仅防止锯齿状滚轮反向移动,还防止转盘托架沿桅杆意外滑动。在一些实例中,这种锯齿状滚轮可与机动系统连通,并且可以是转盘托架(以及整个涡轮机单元)的主要移动机构,从而不需要单独的绞盘系统。

[0310] 虽然可通过以所公开的精确顺序执行已公开的所有步骤,来完成已公开的方法,但本领域技术人员应当理解,也可按下列方式完成这些方法:在已公开的步骤之间插入更多步骤;以不同于所公开的精确顺序的顺序执行已公开的步骤;同时执行一个或多个已公开步骤;省去一个或多个已公开步骤。

[0311] 本文提及的所有出版物、专利和专利申请都明确地以引用方式并入本文,达到如

同每份文件被单独并入的程度,以便于读者理解或掌握本发明的公开内容为准。此外,公开内容中提及的范围都应被认为包含各范围的端值、端值间的所有值,以及端值限定的所有中间范围。

[0312] 因此,本发明不限于本文示出的具体实施例,而是由后附各项权利要求表征。

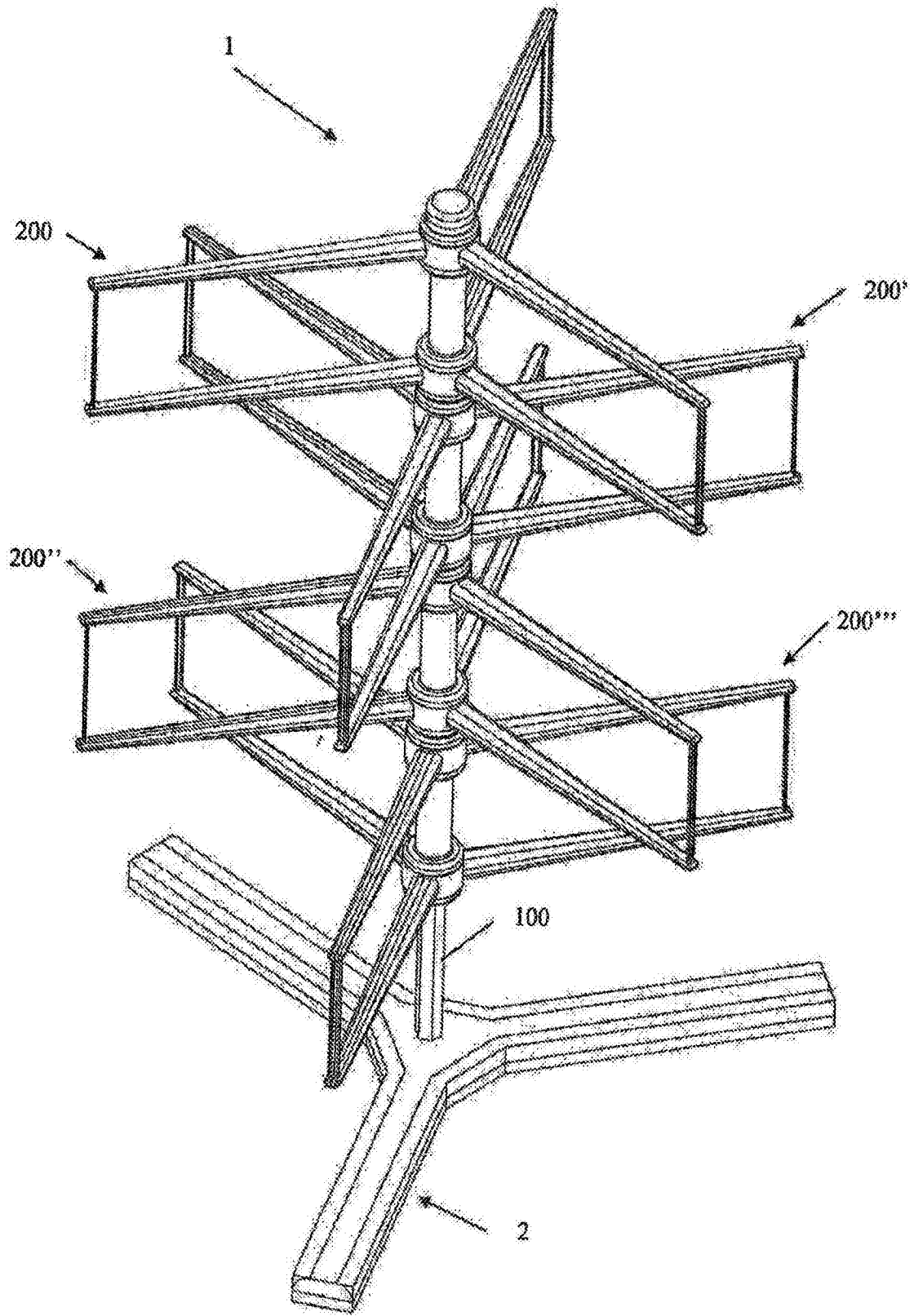


图1

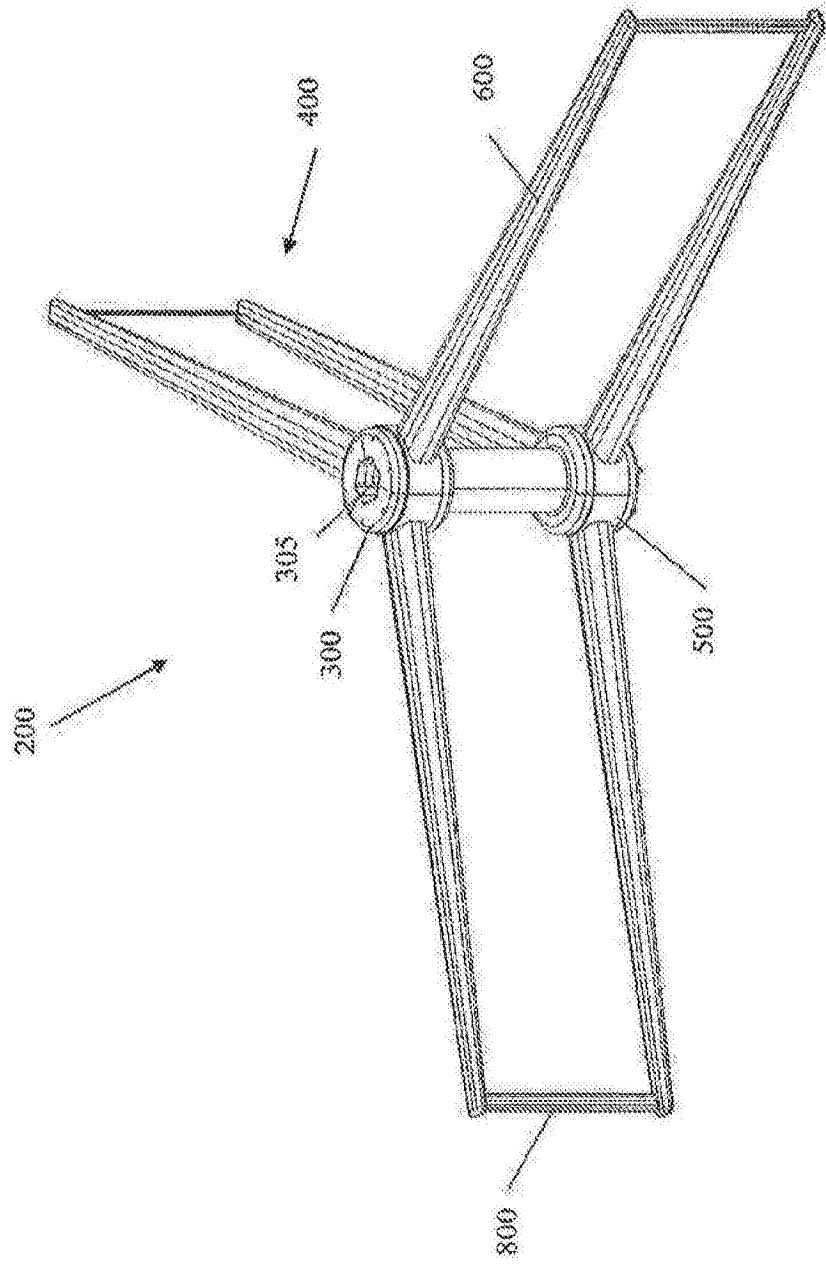


图2

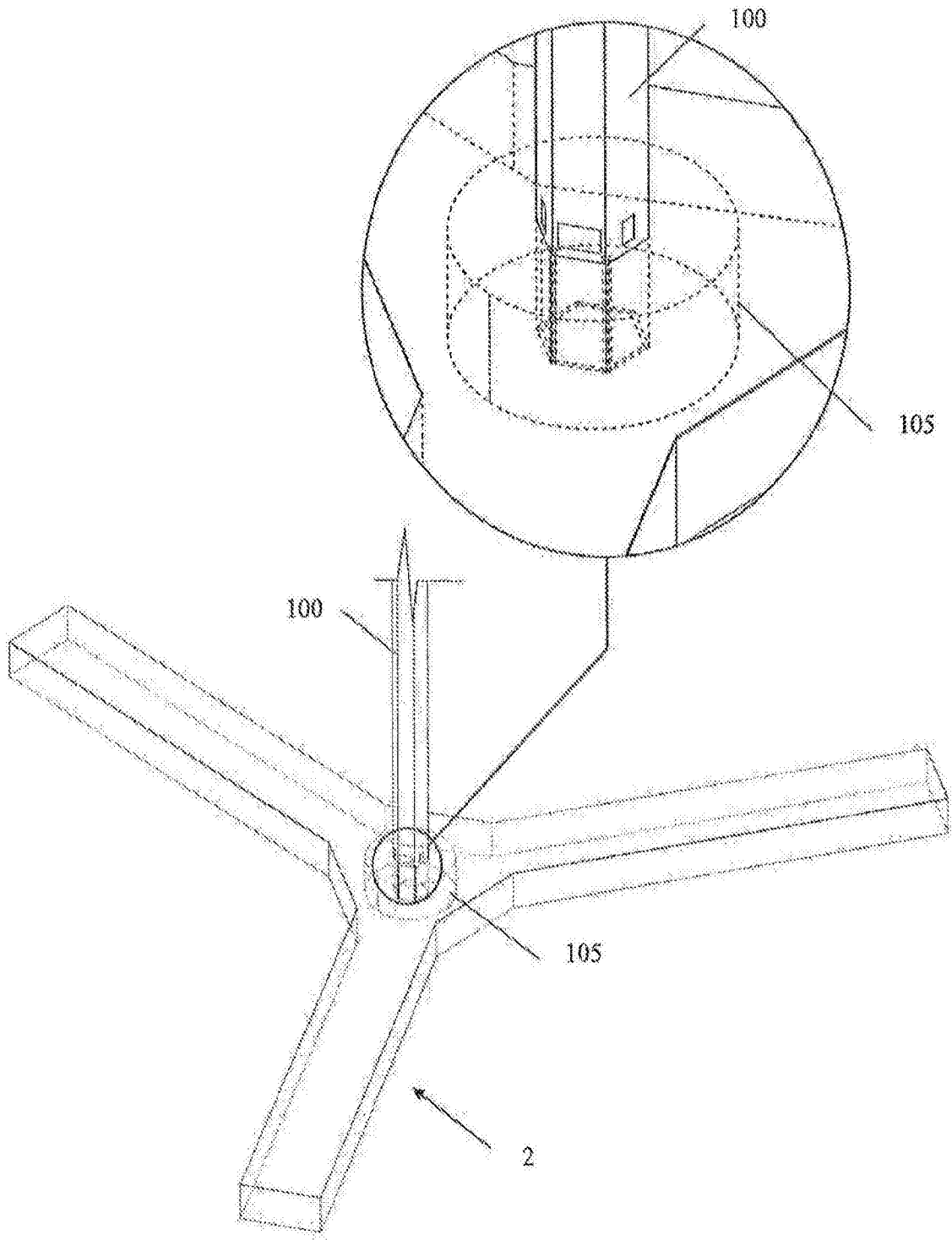


图3

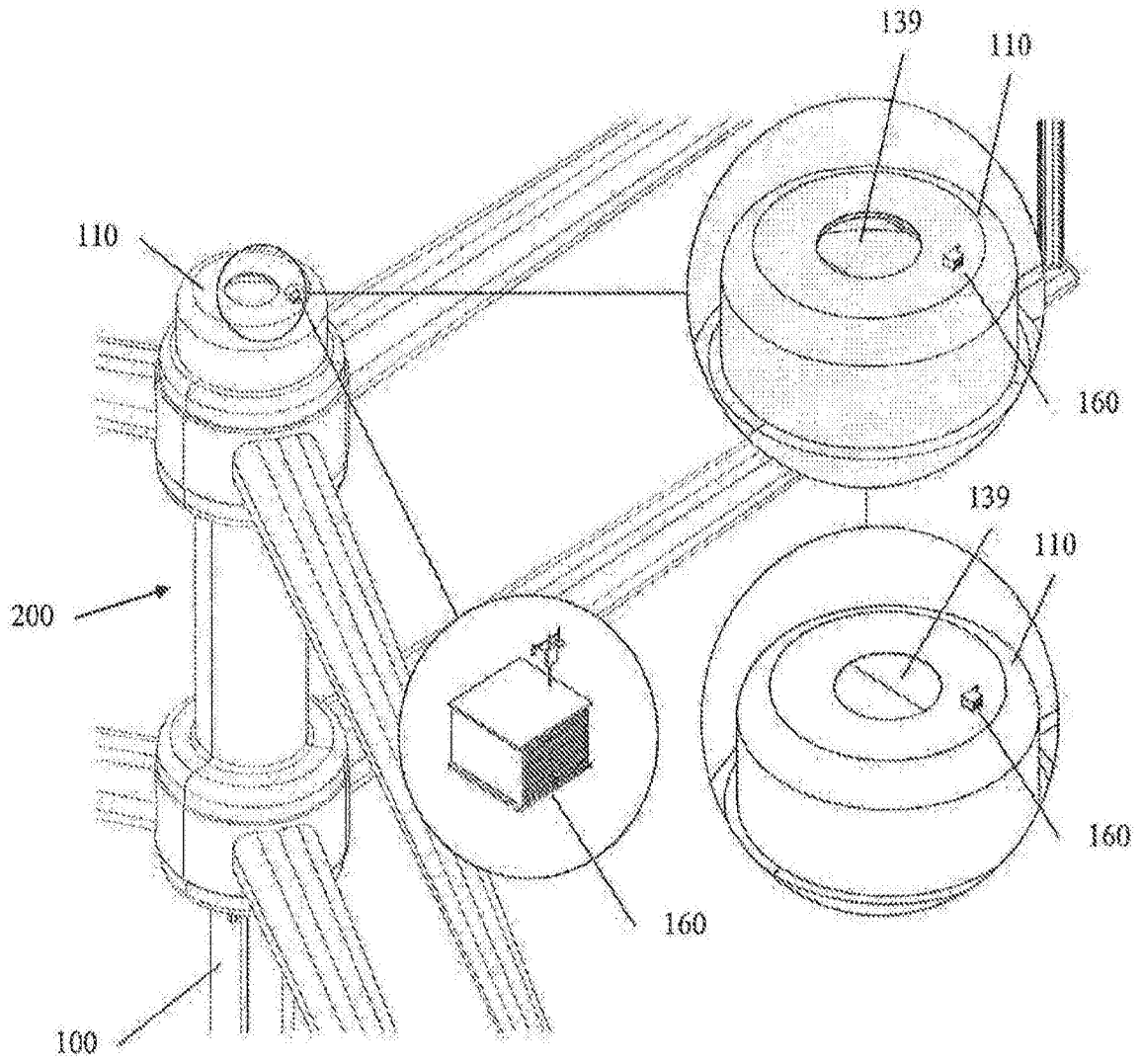


图4

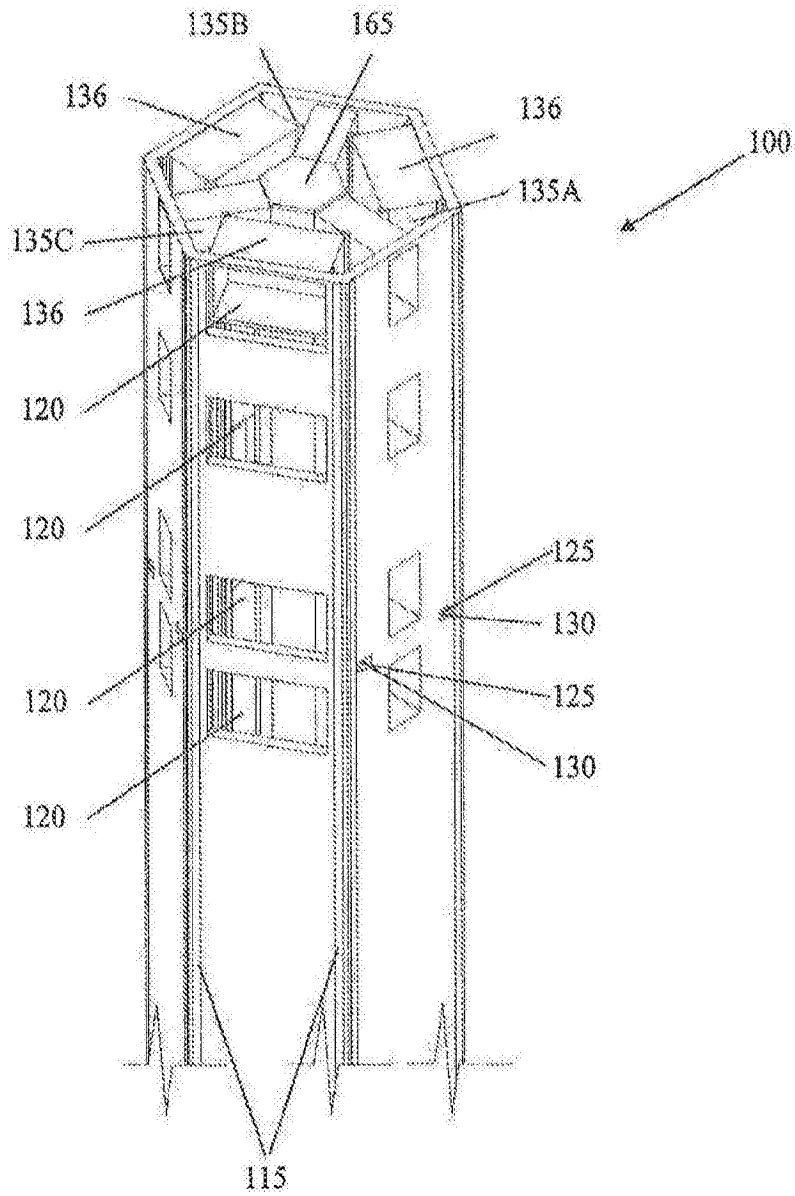


图5

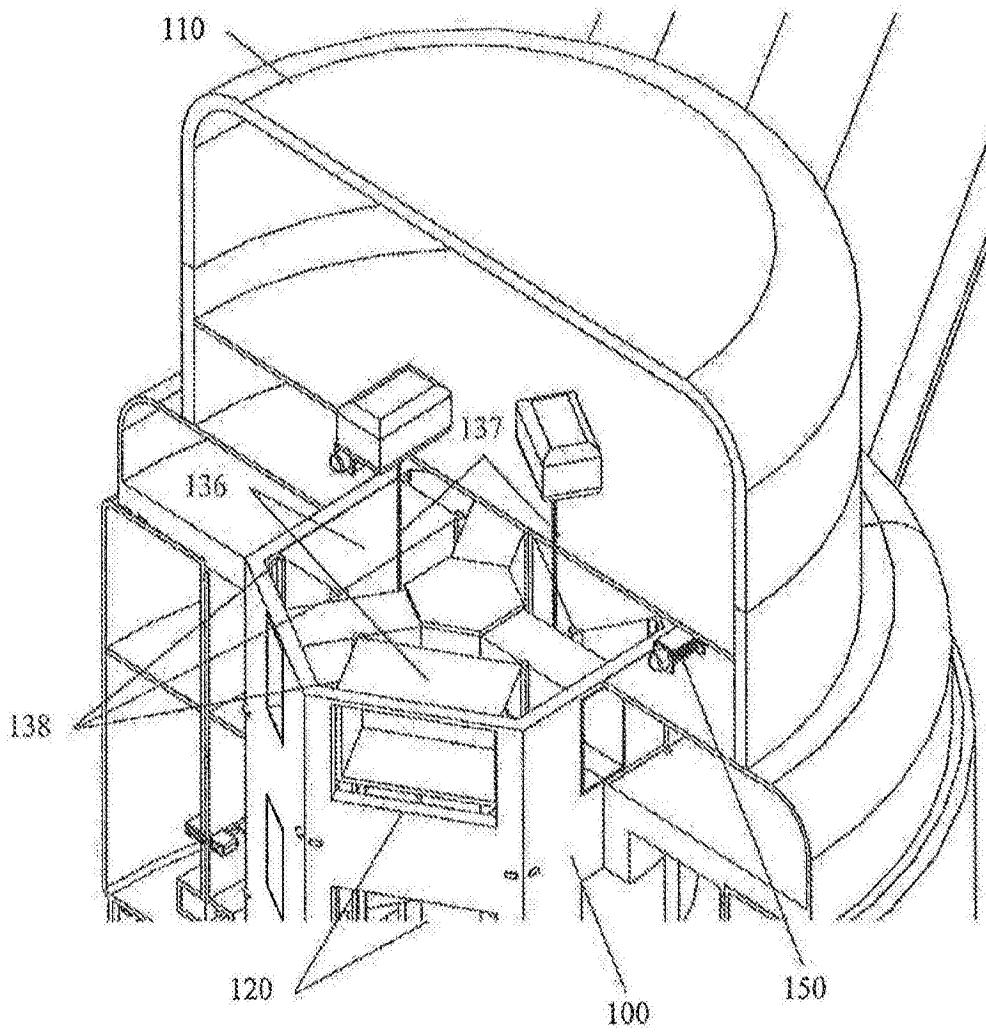


图6



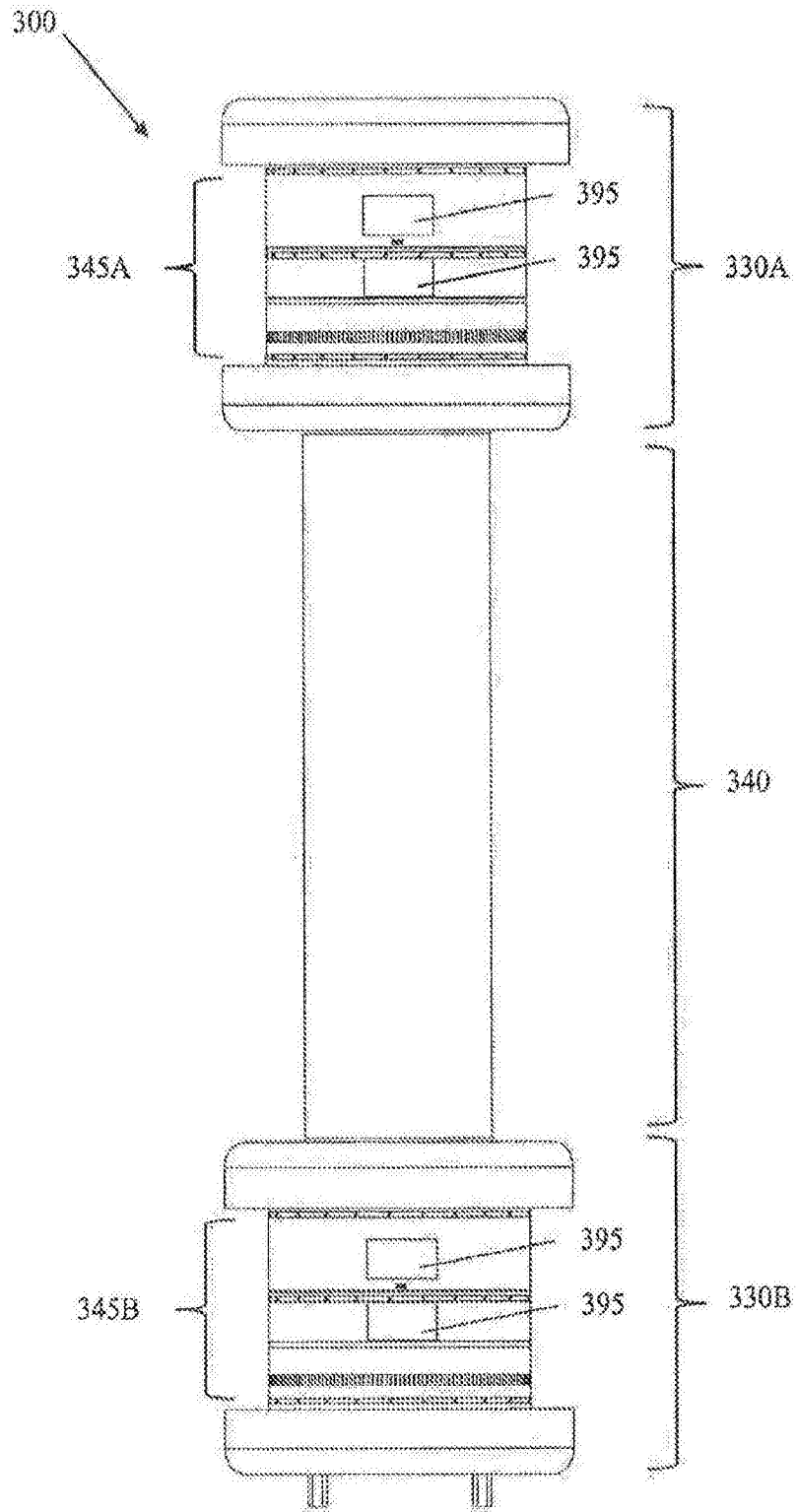


图7

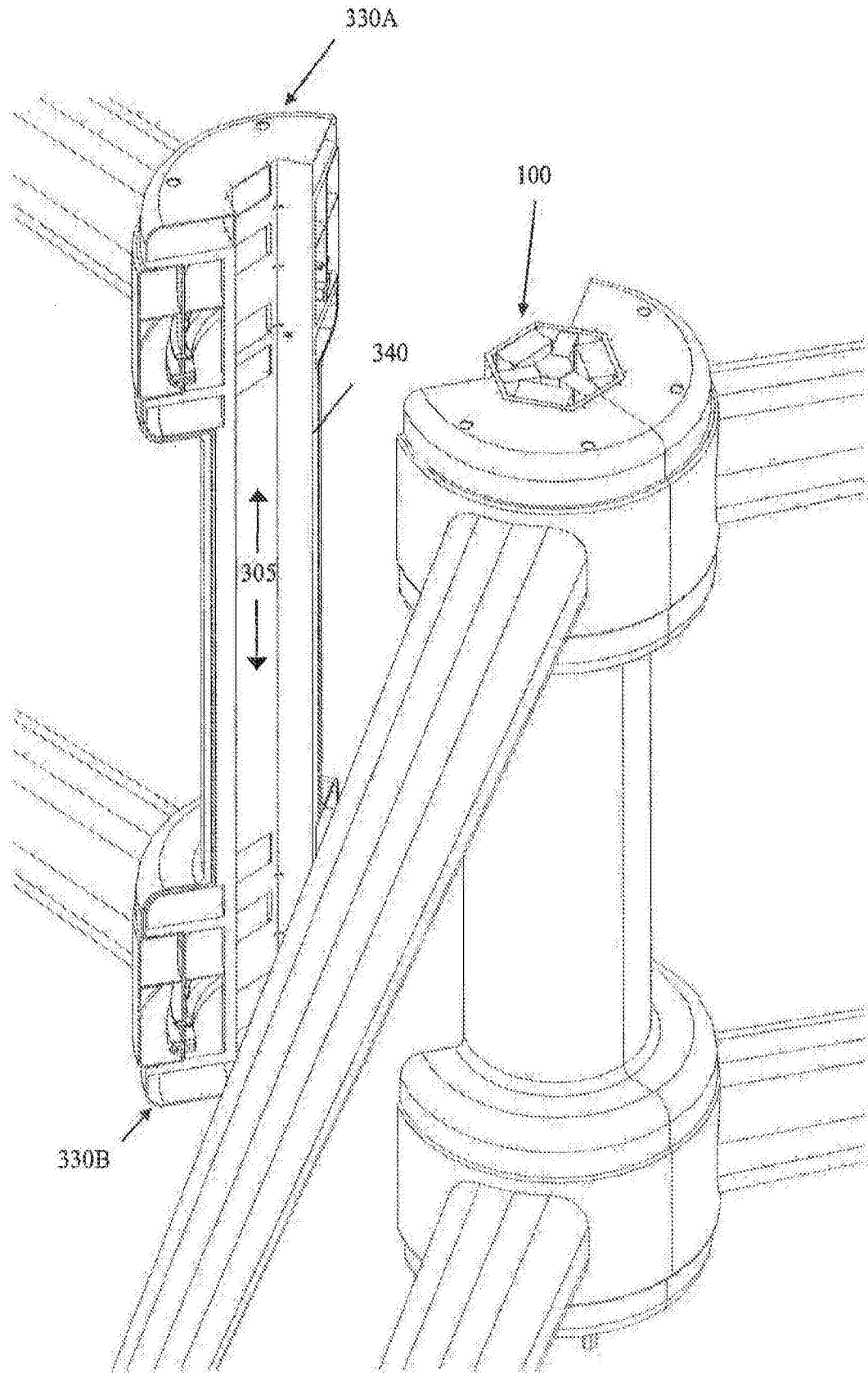


图8

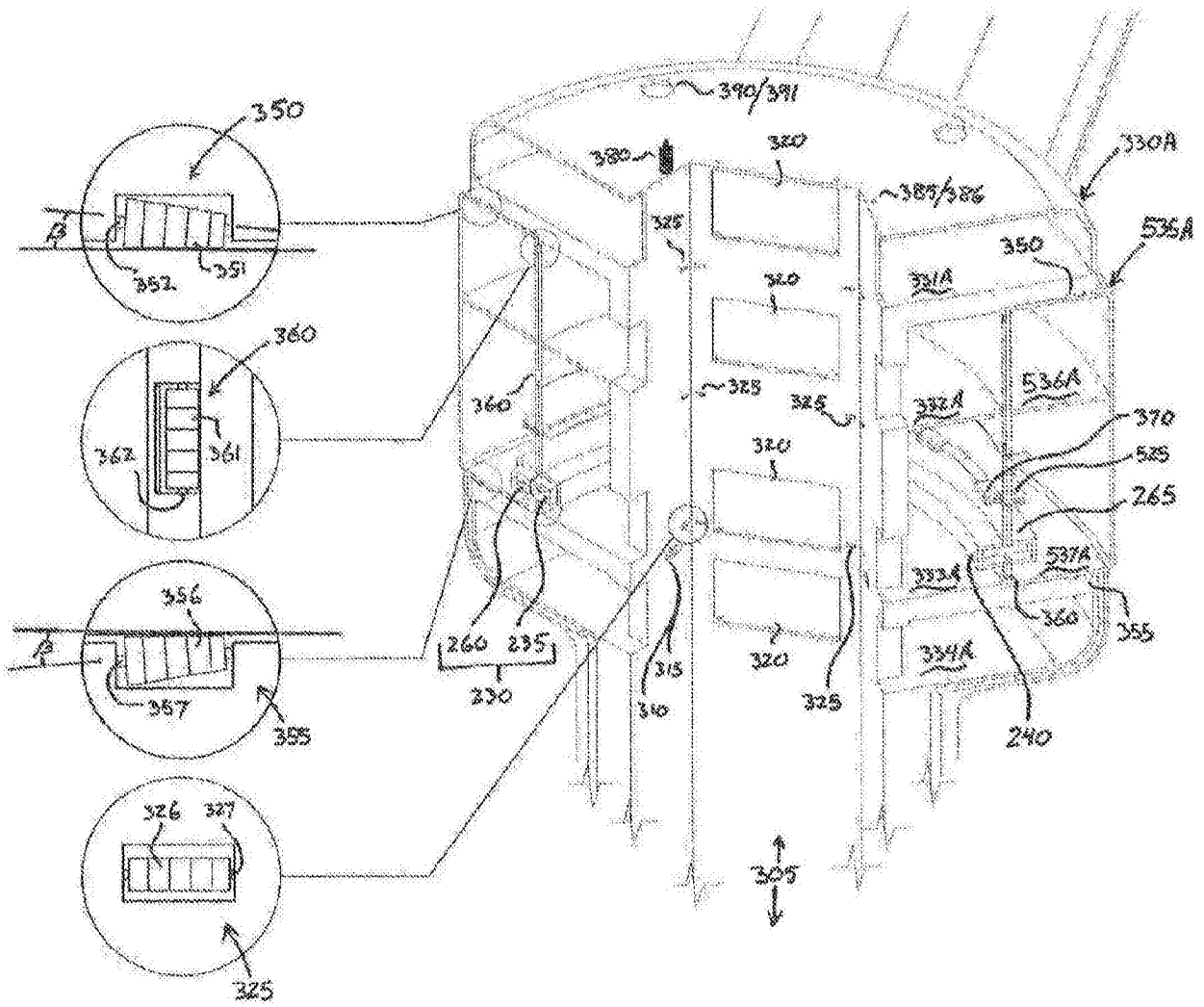


图9

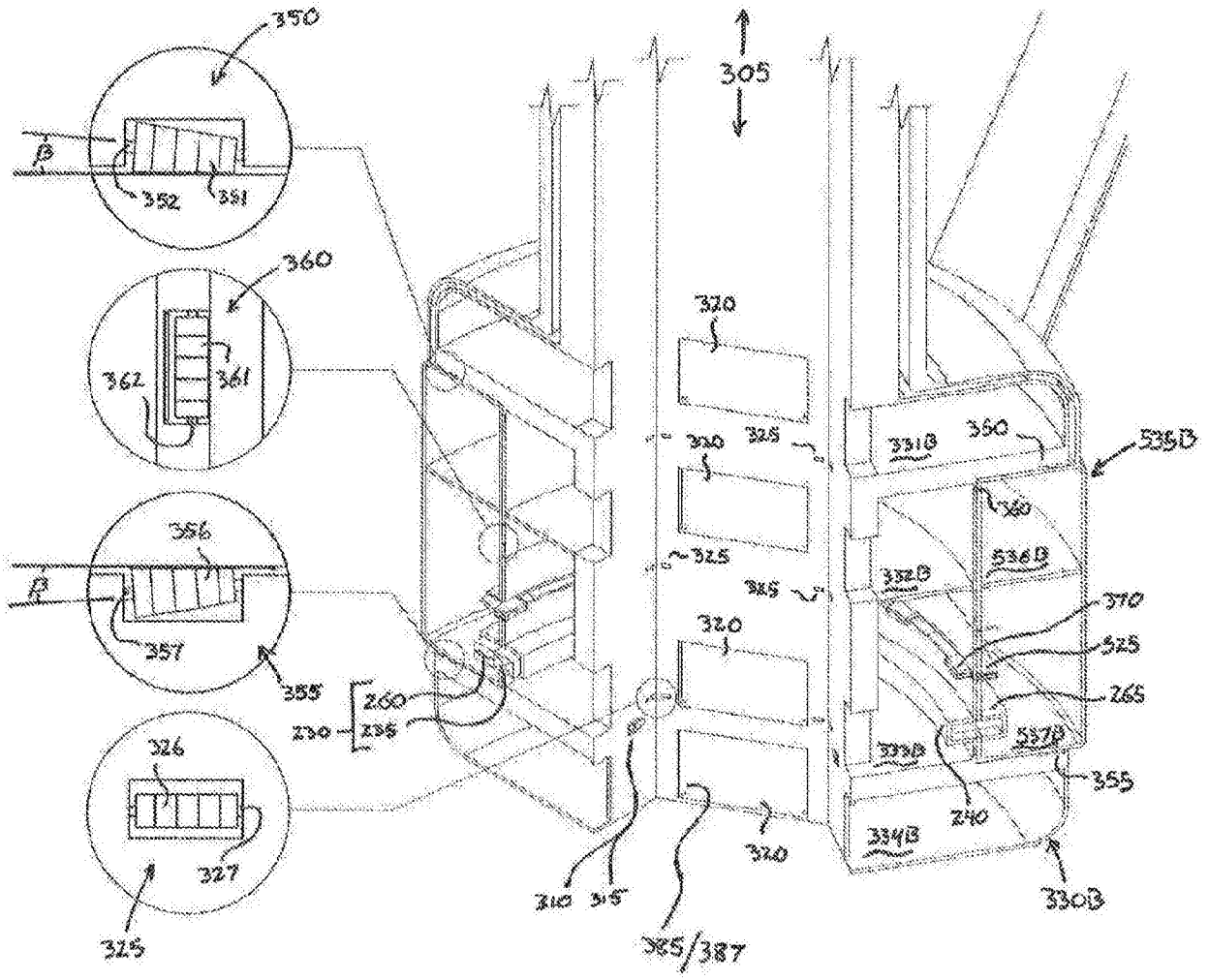


图10

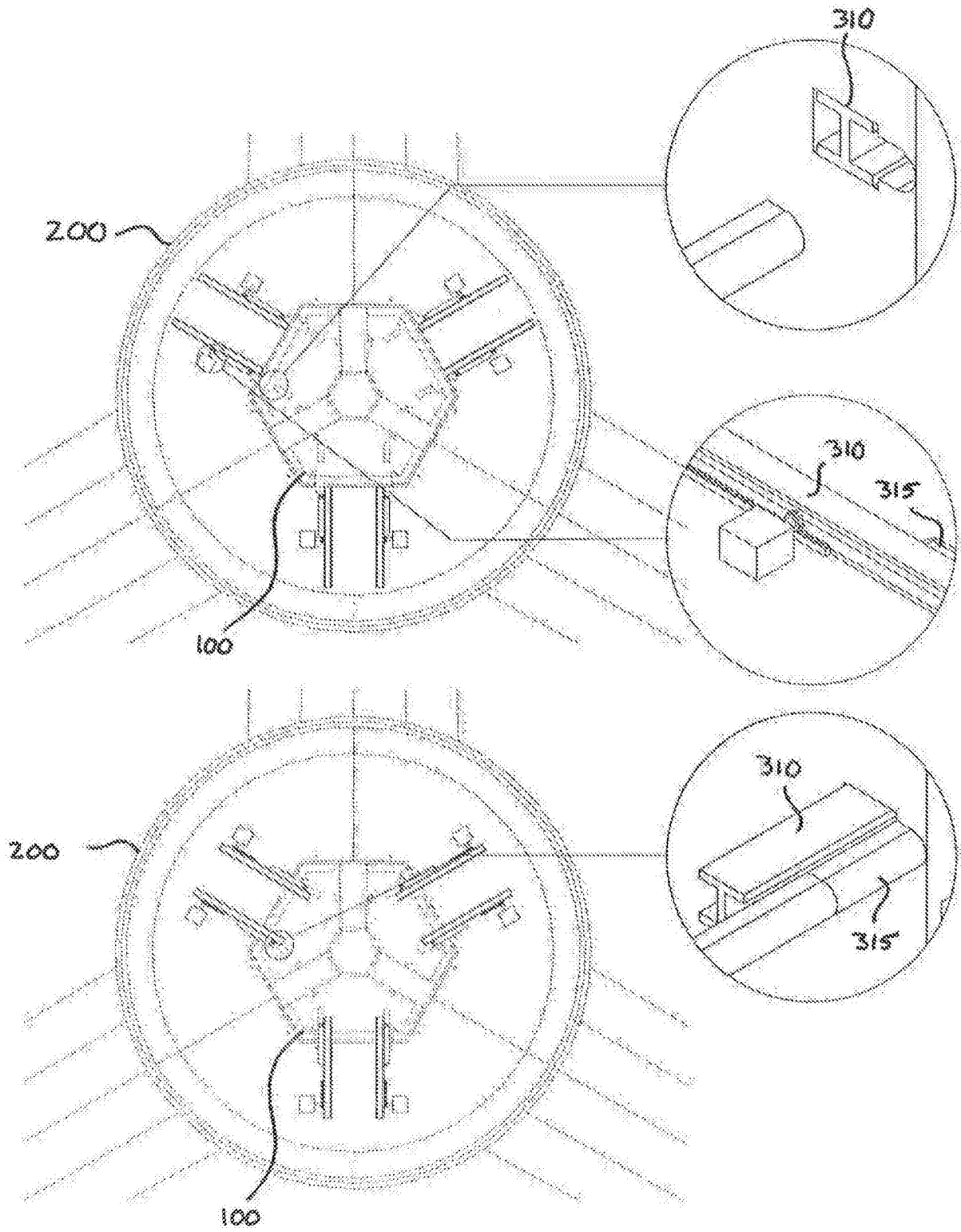


图11

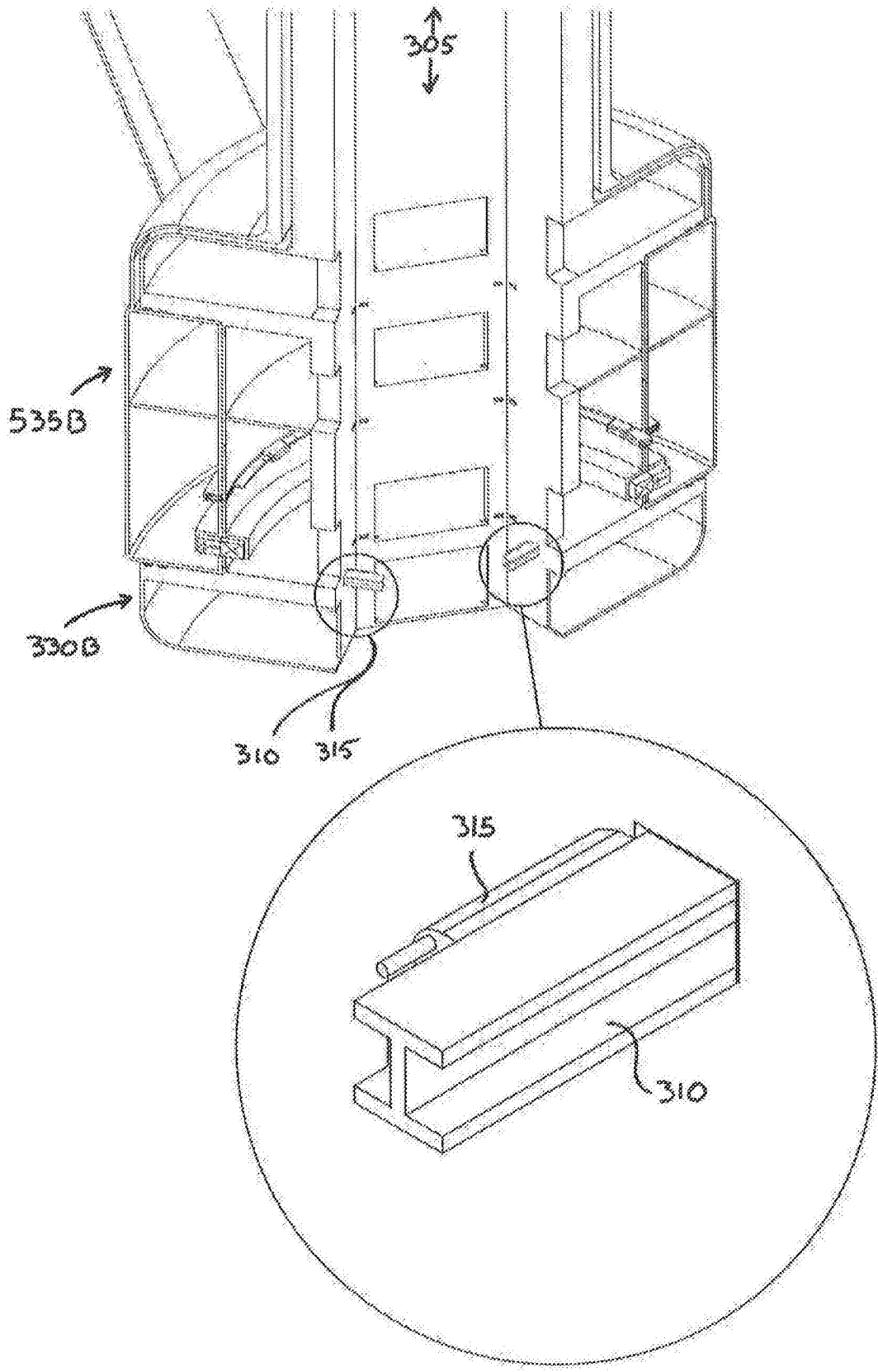


图12

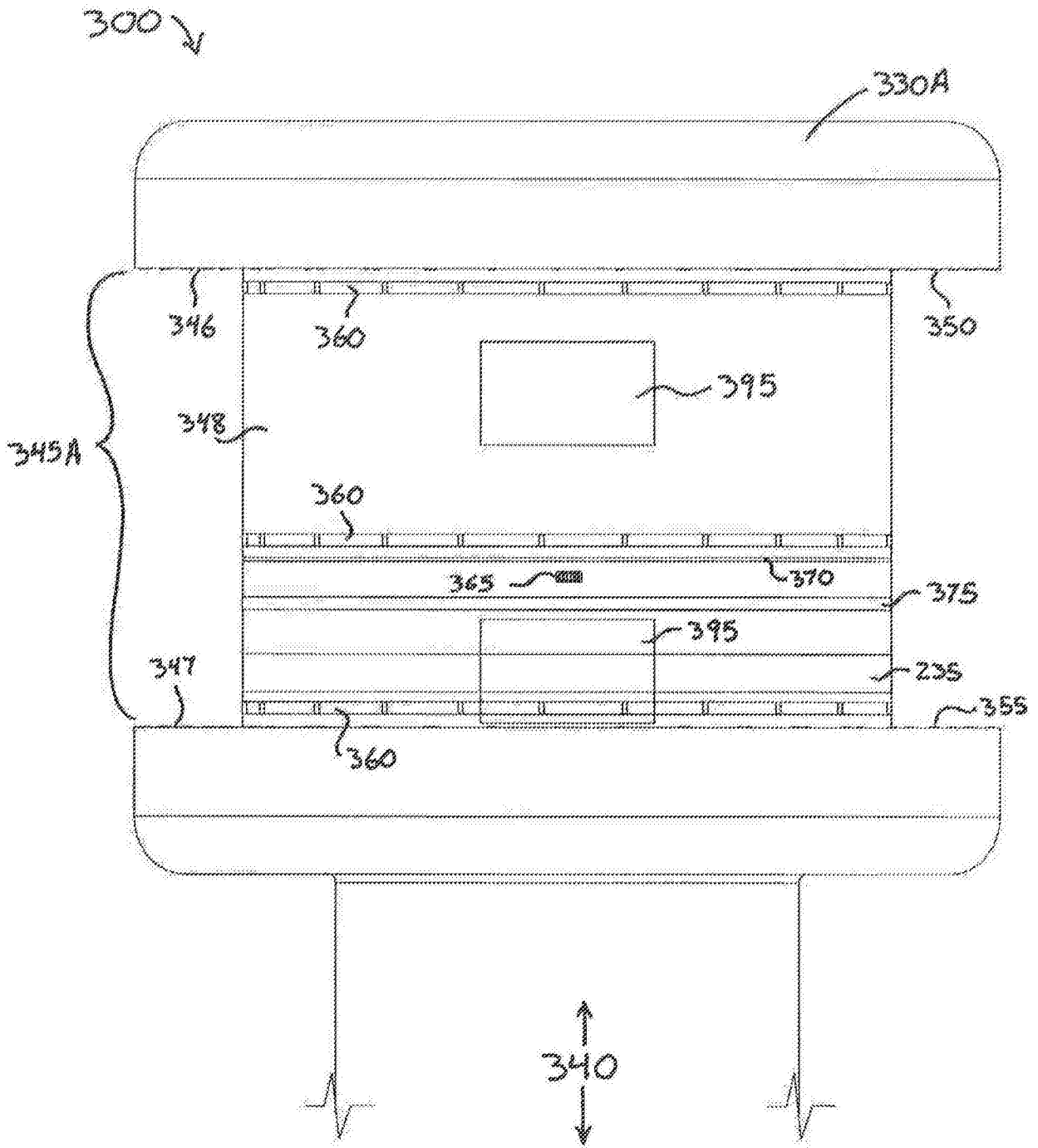


图13

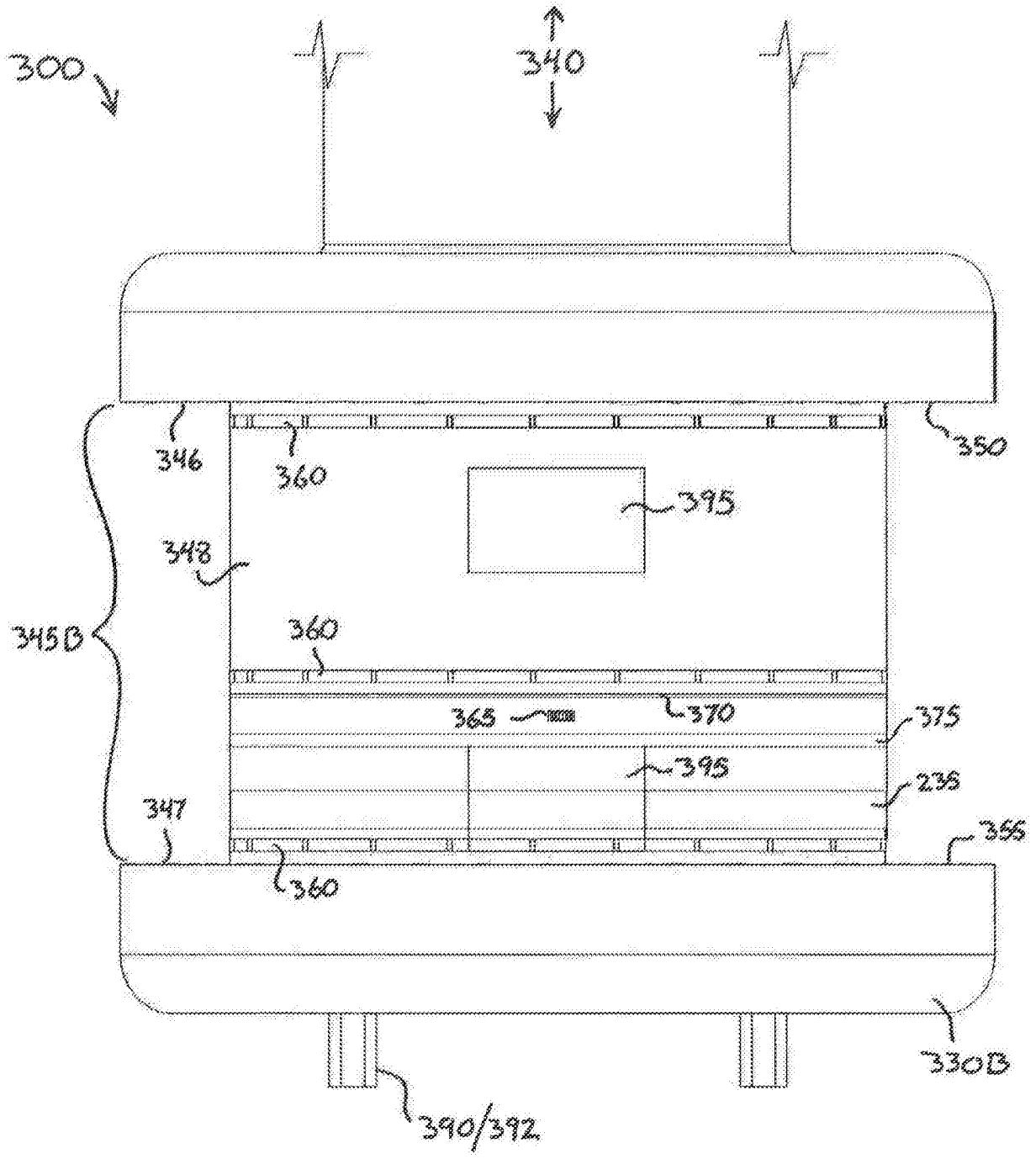


图14



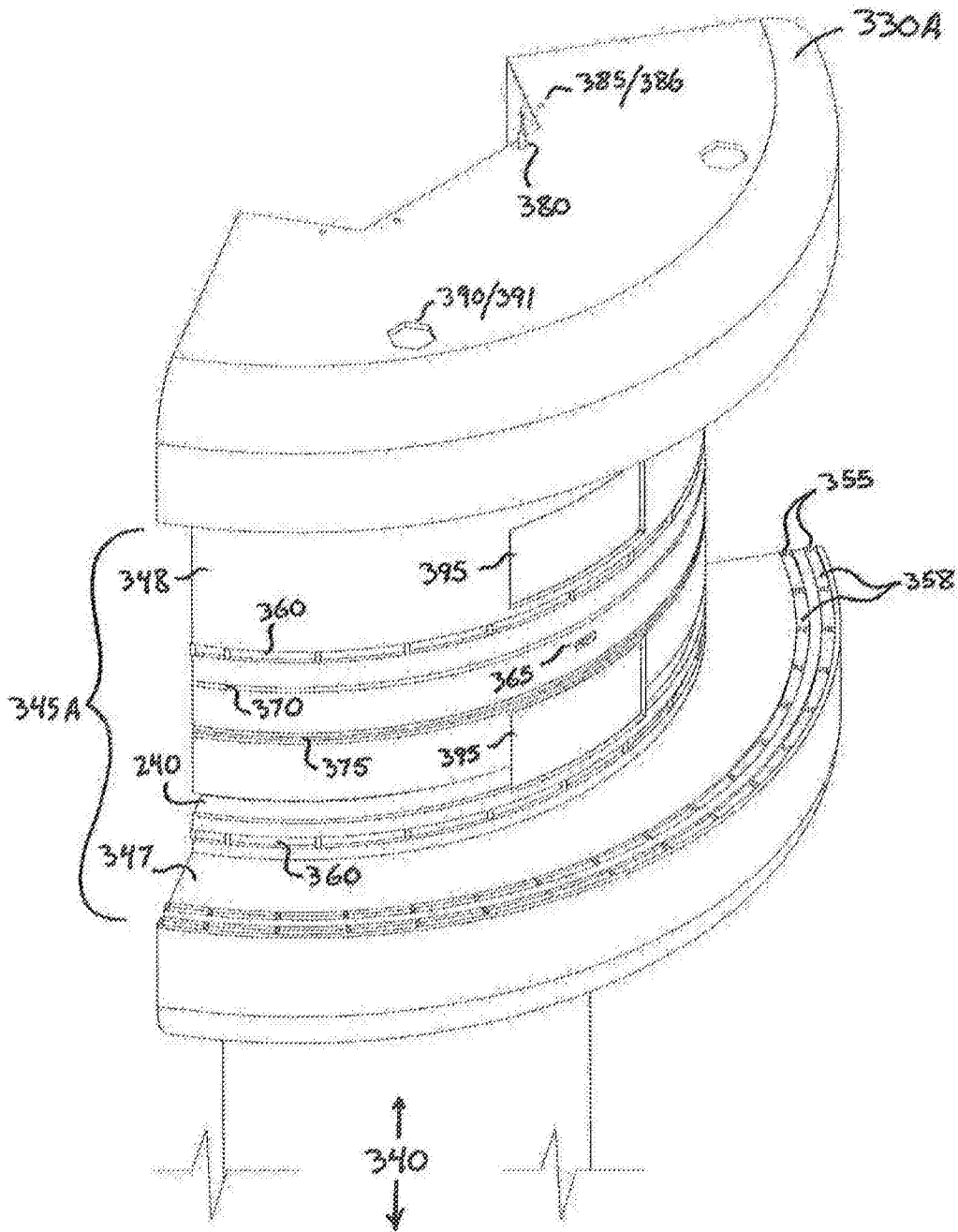


图15

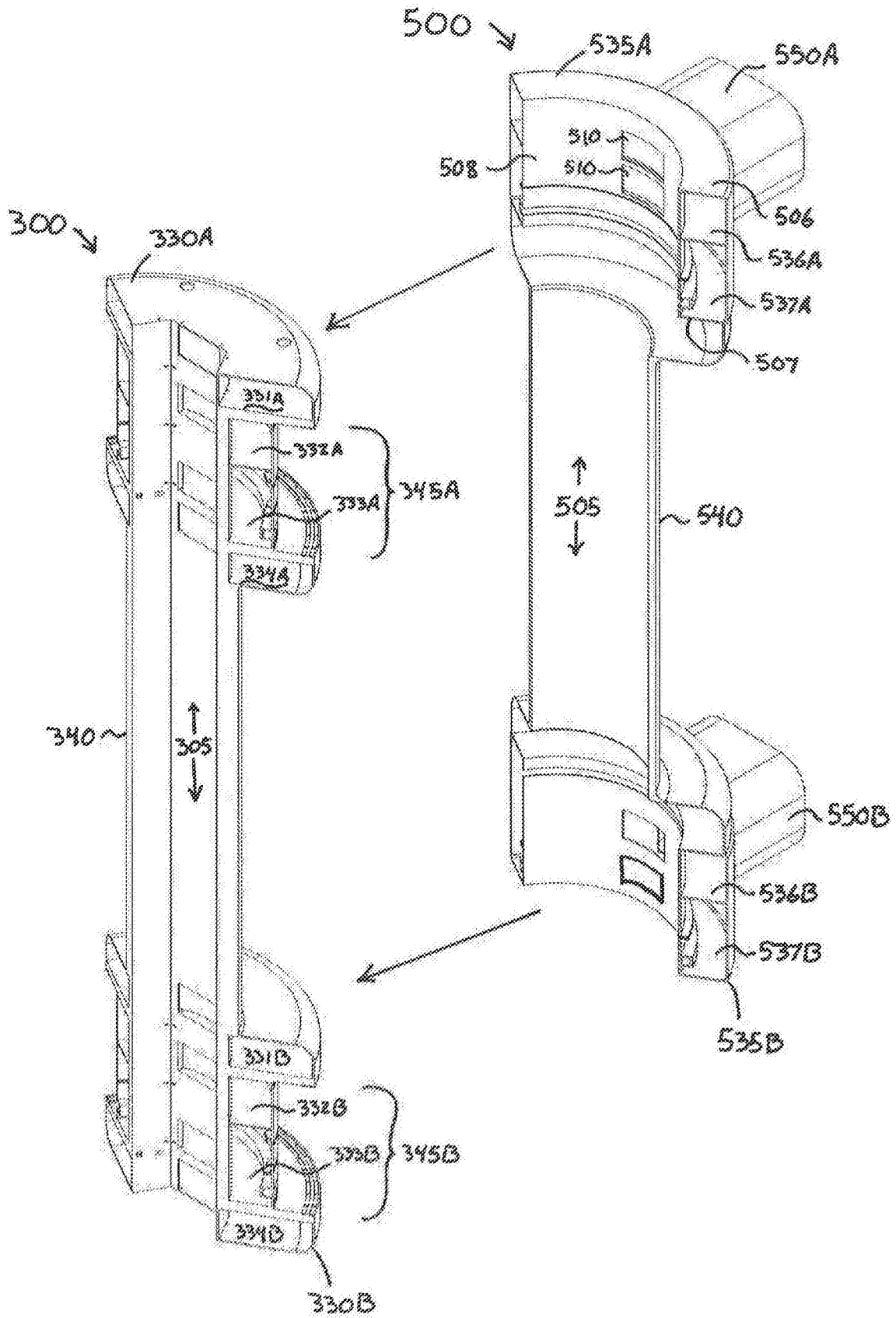


图16

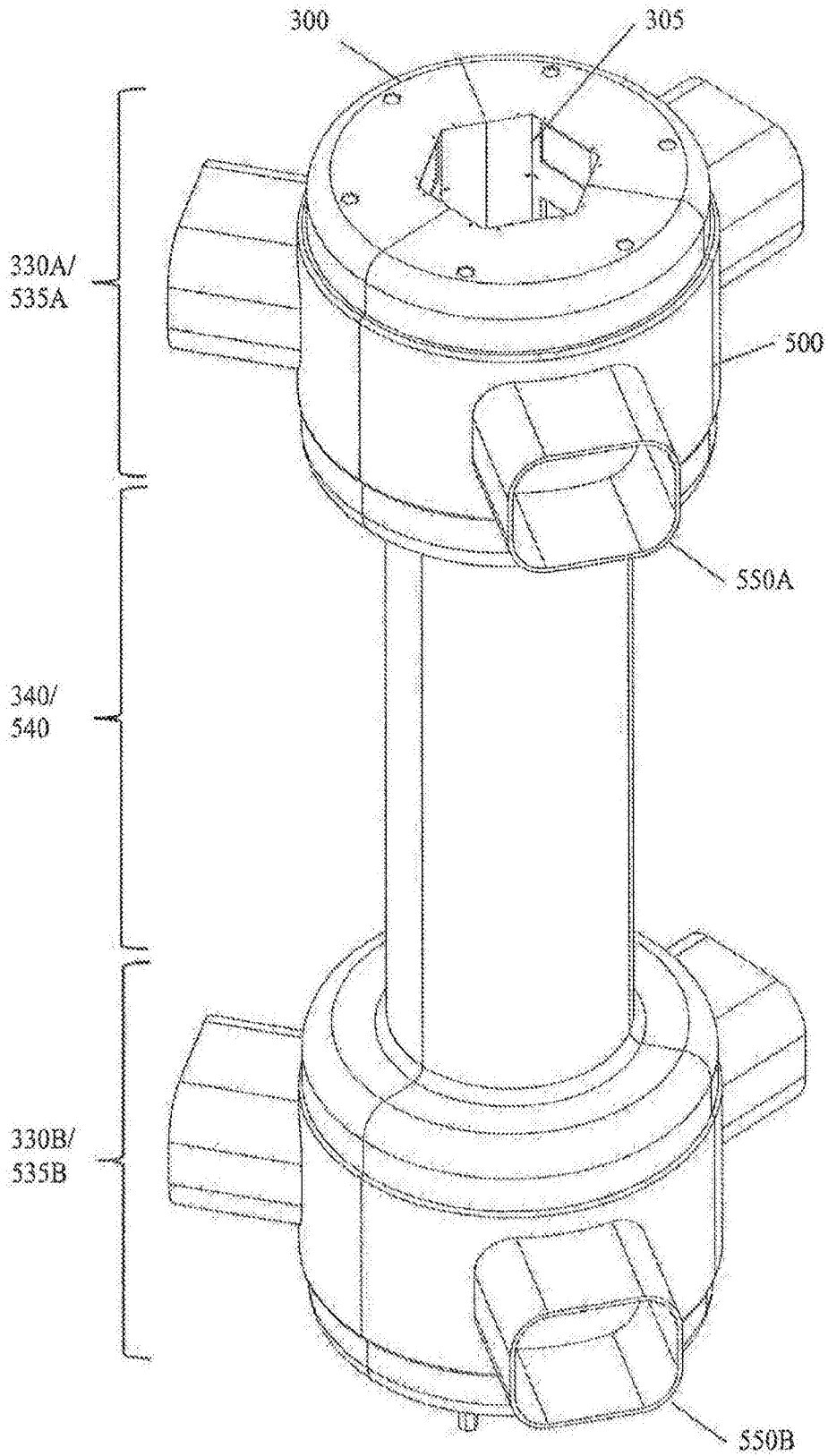


图17

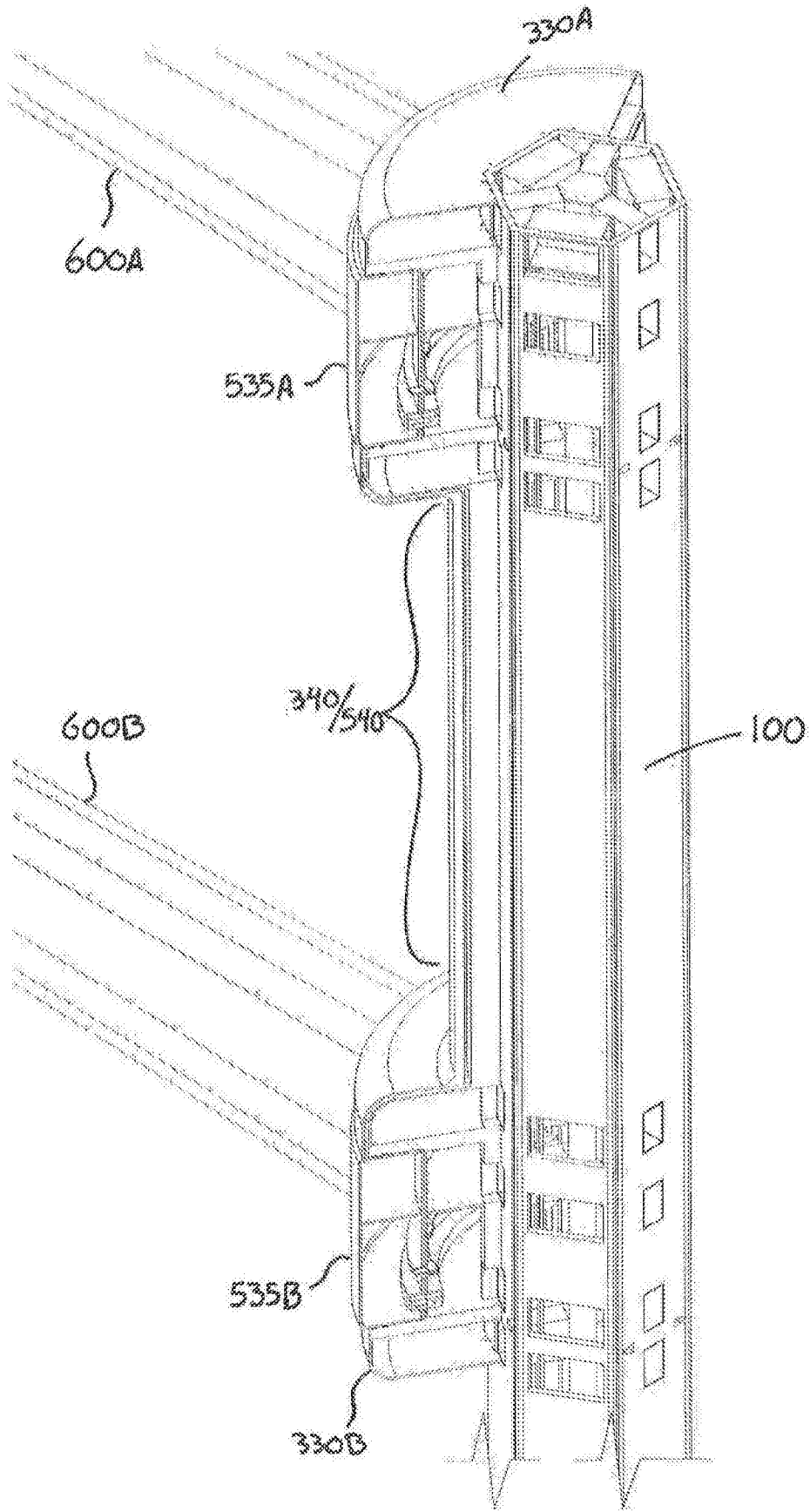


图18

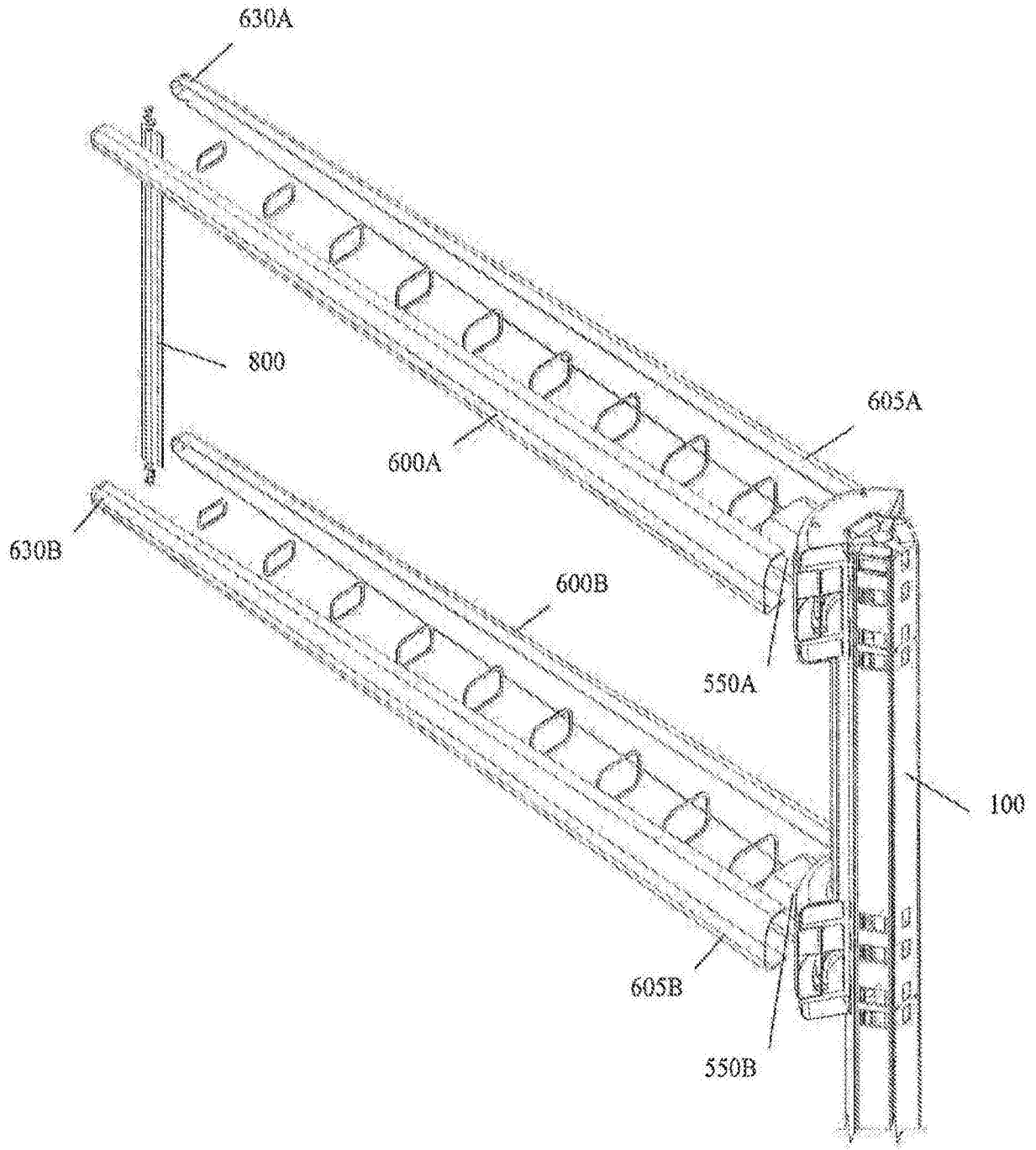


图19

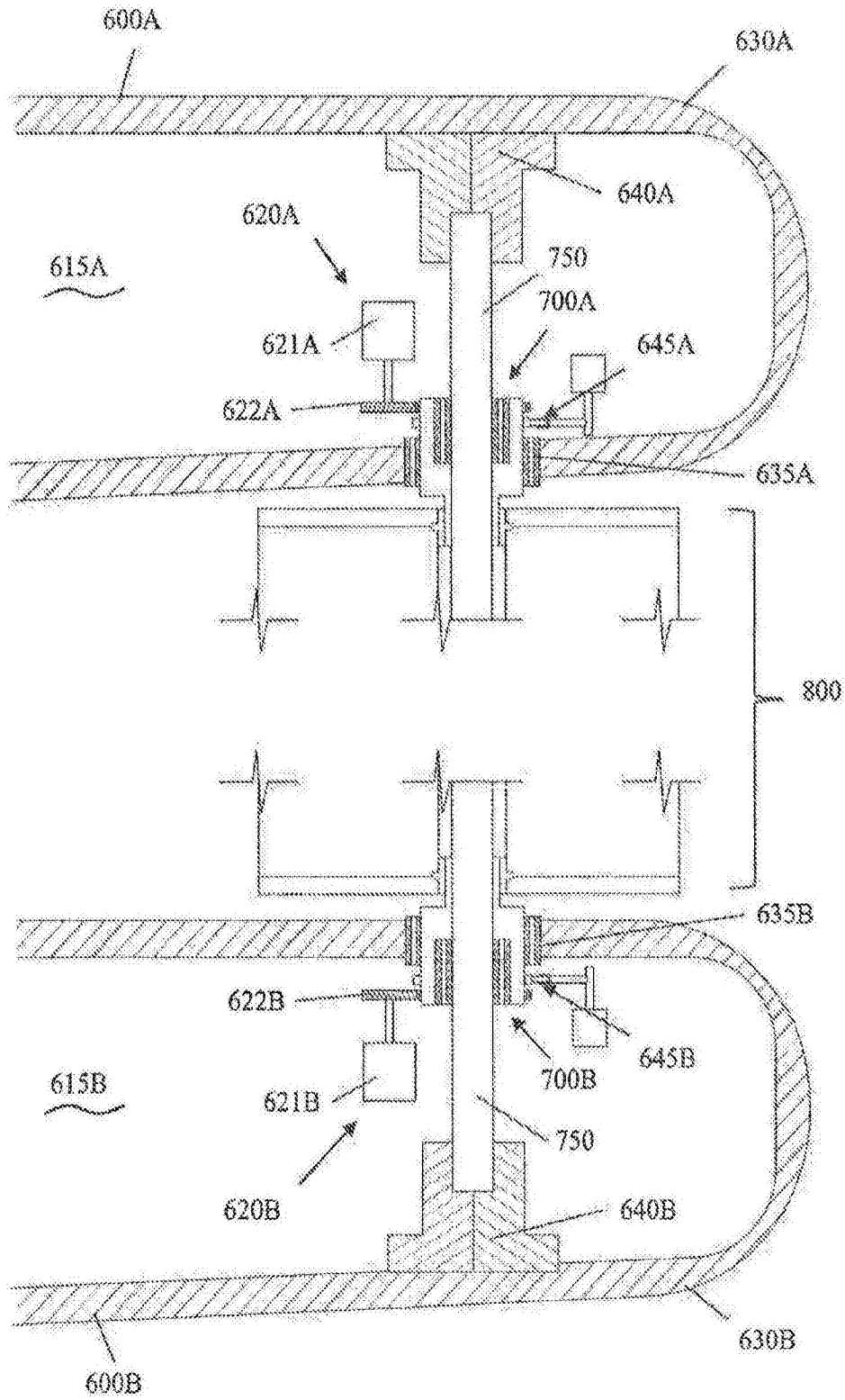


图20

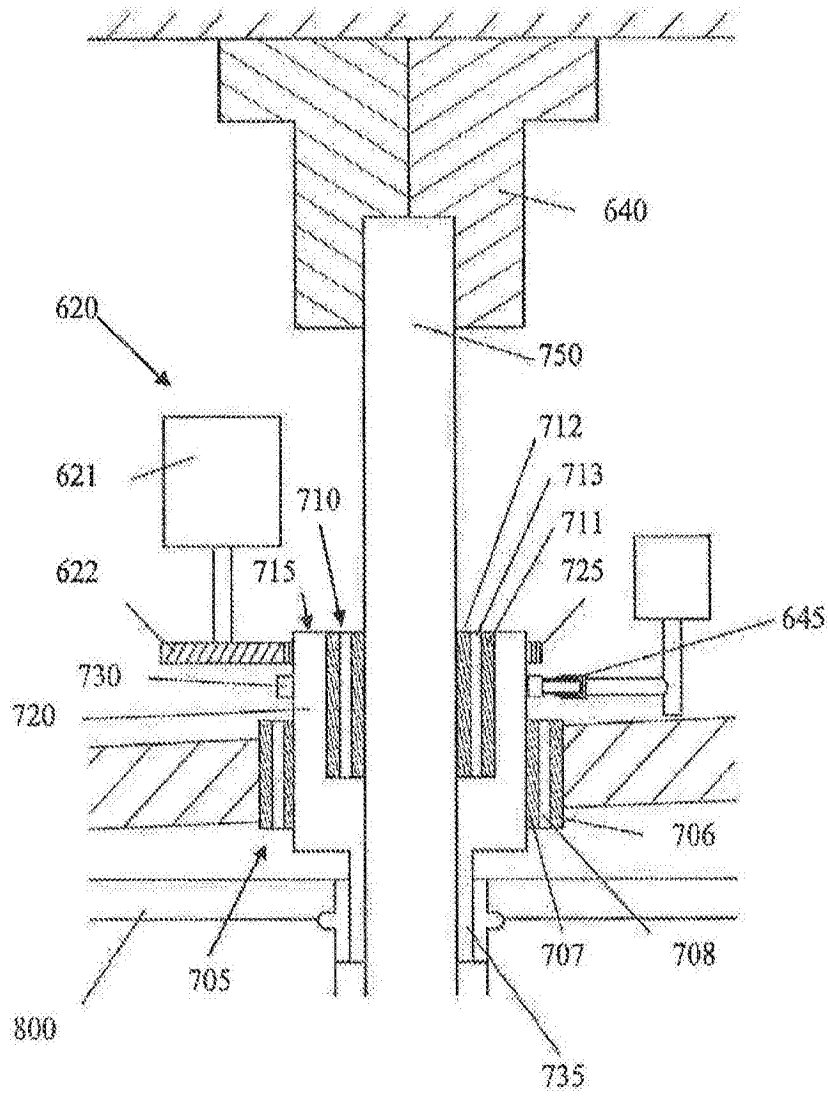


图21

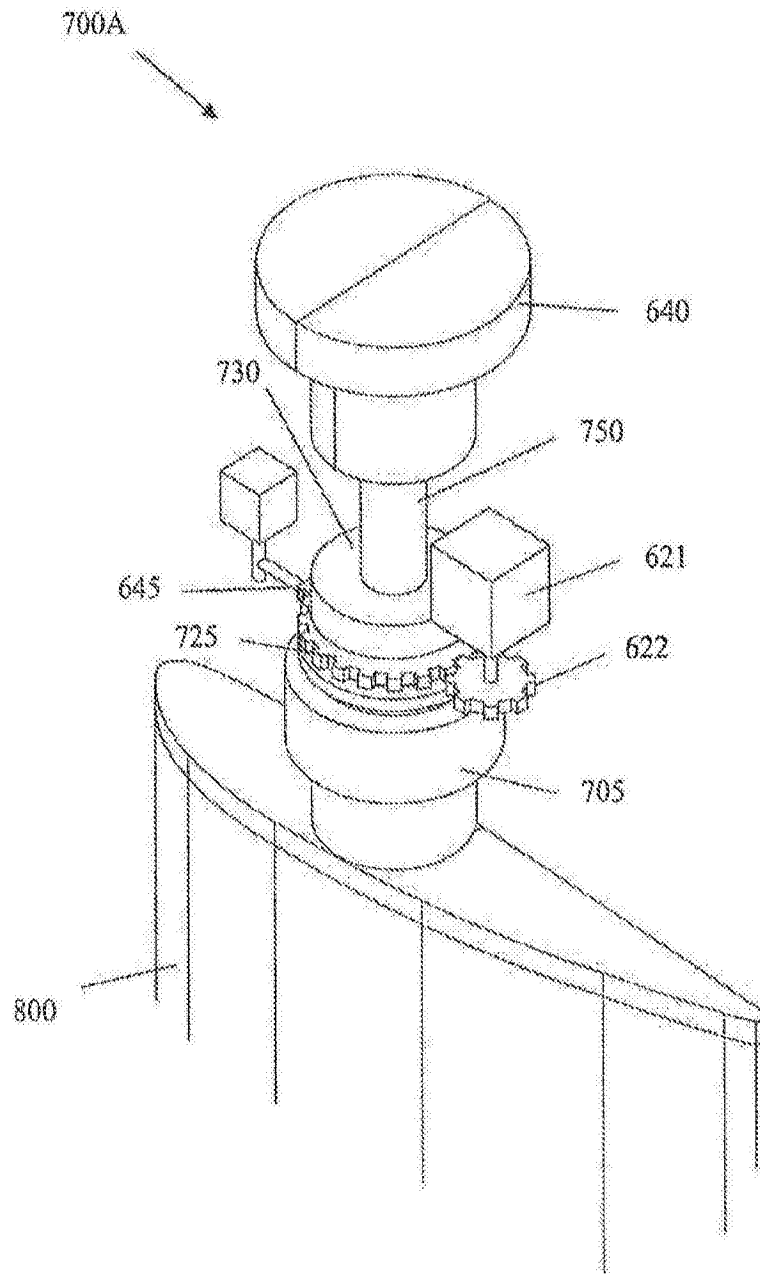


图22



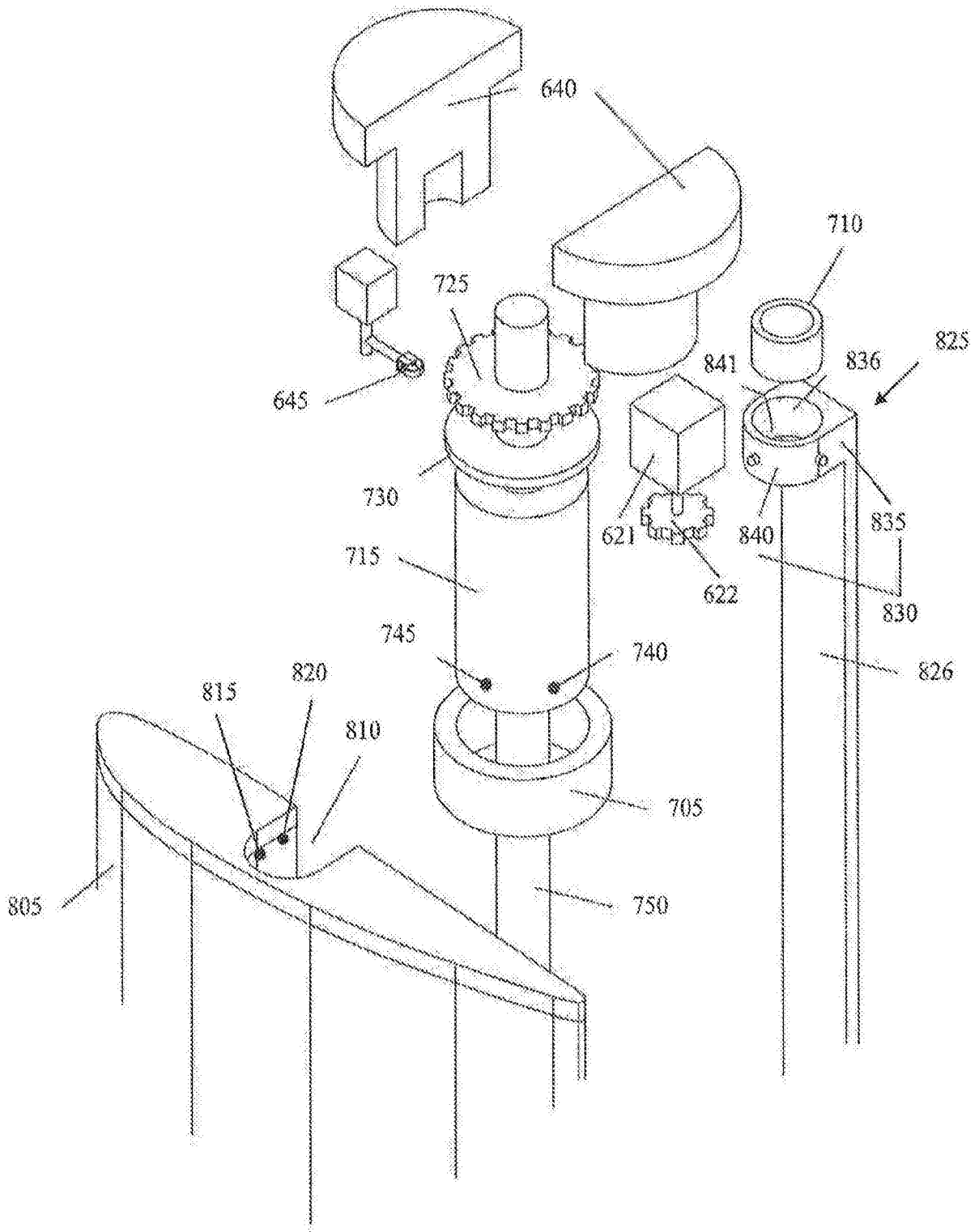


图23

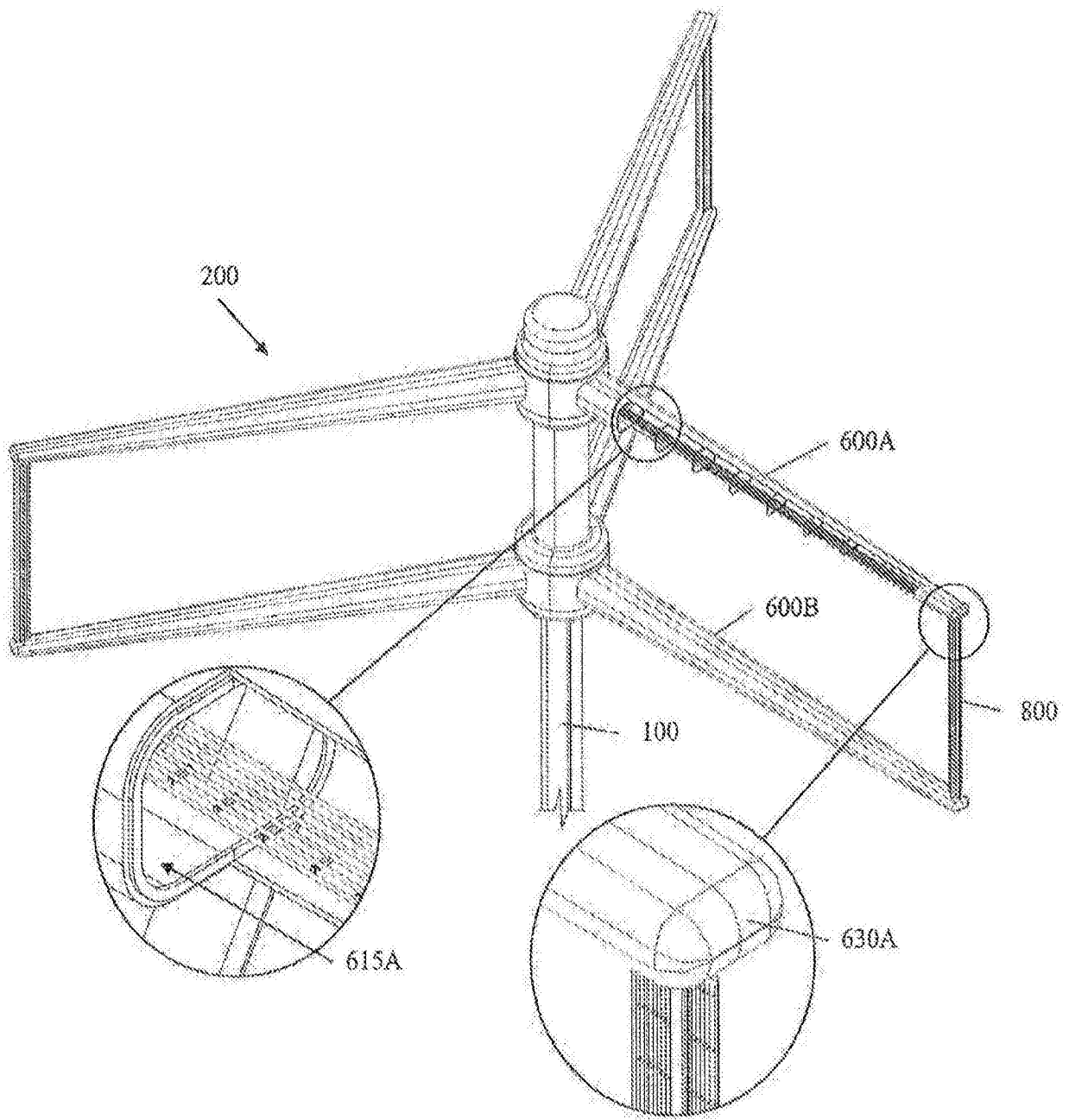


图24

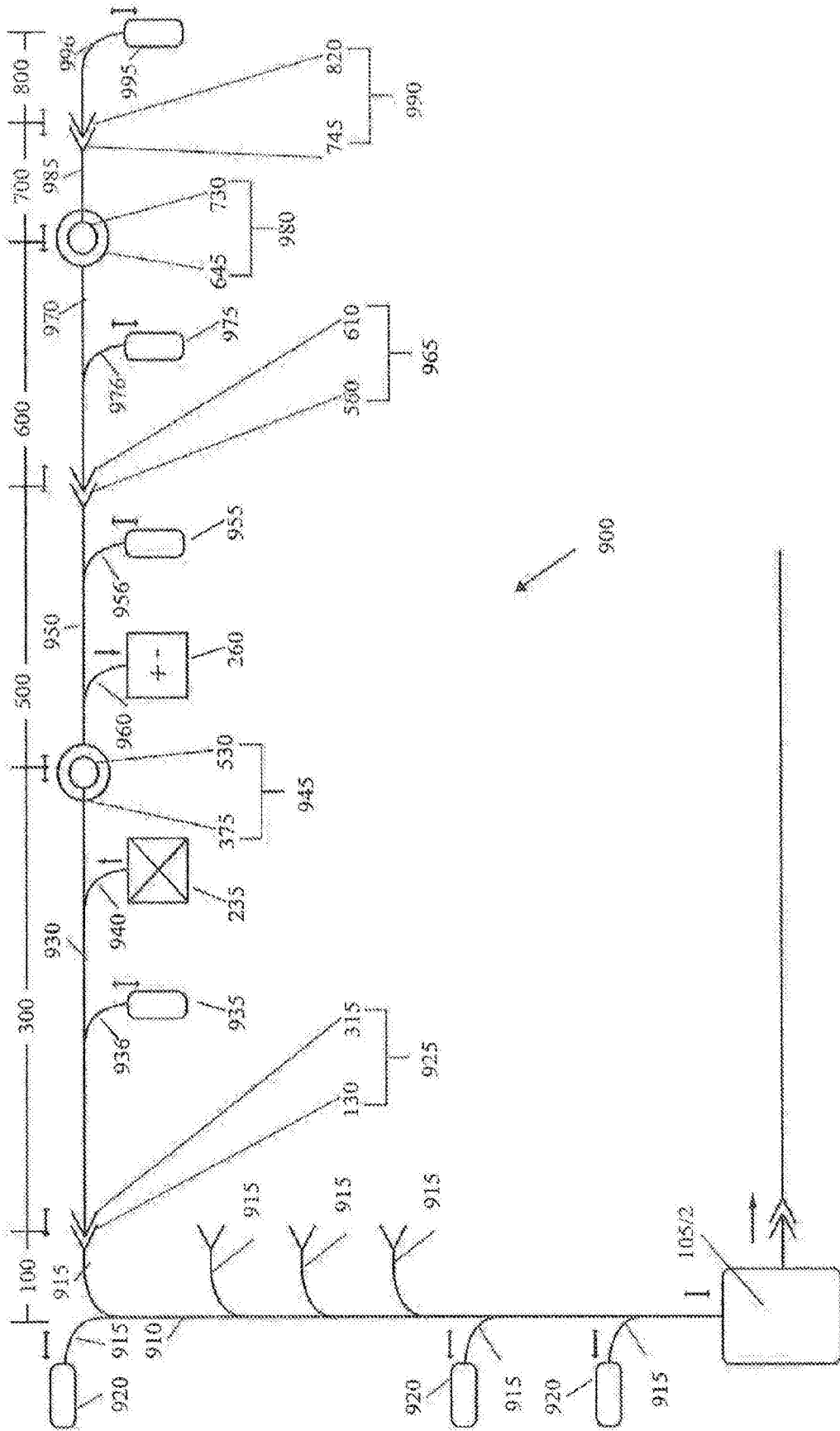


图25

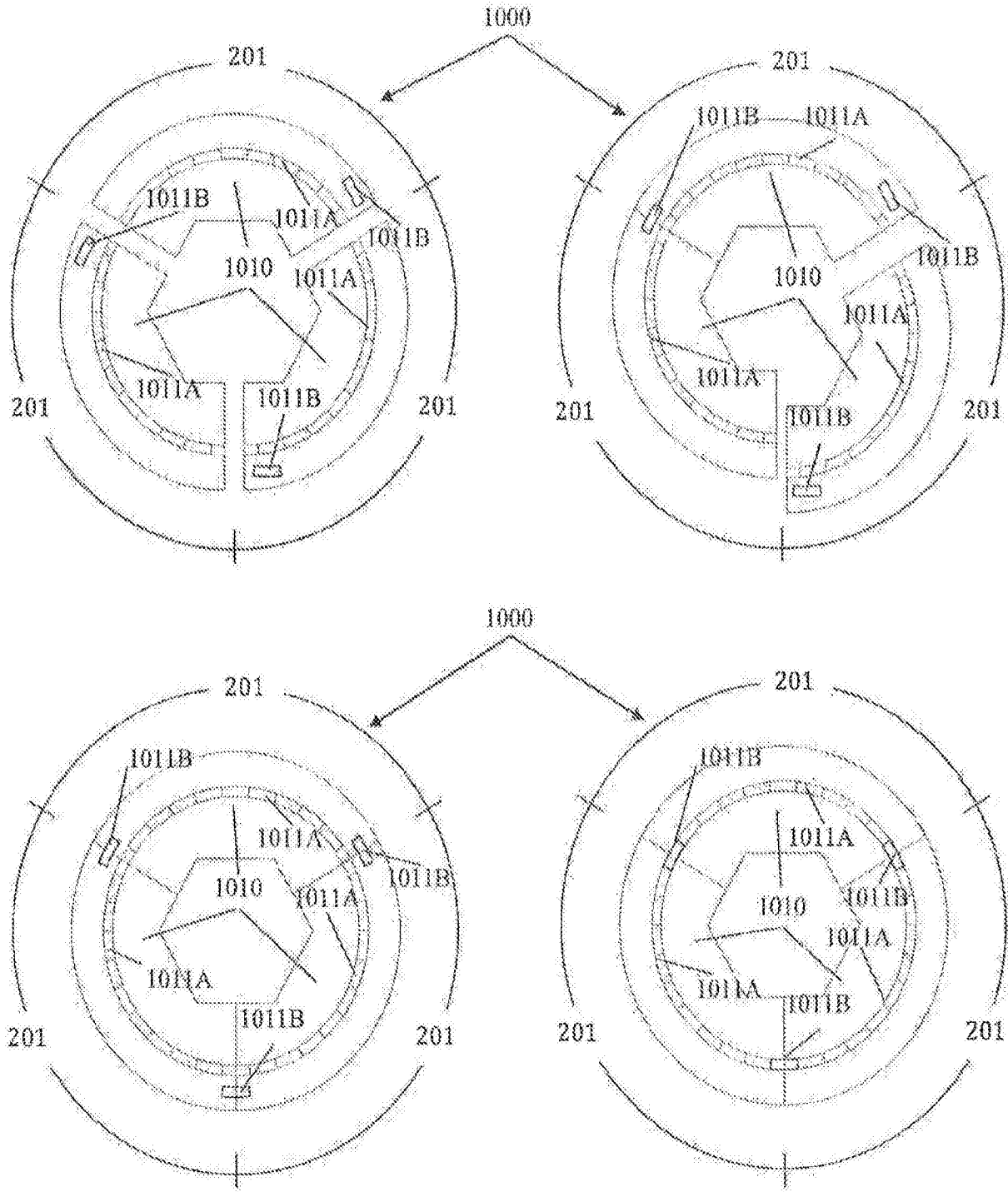


图26

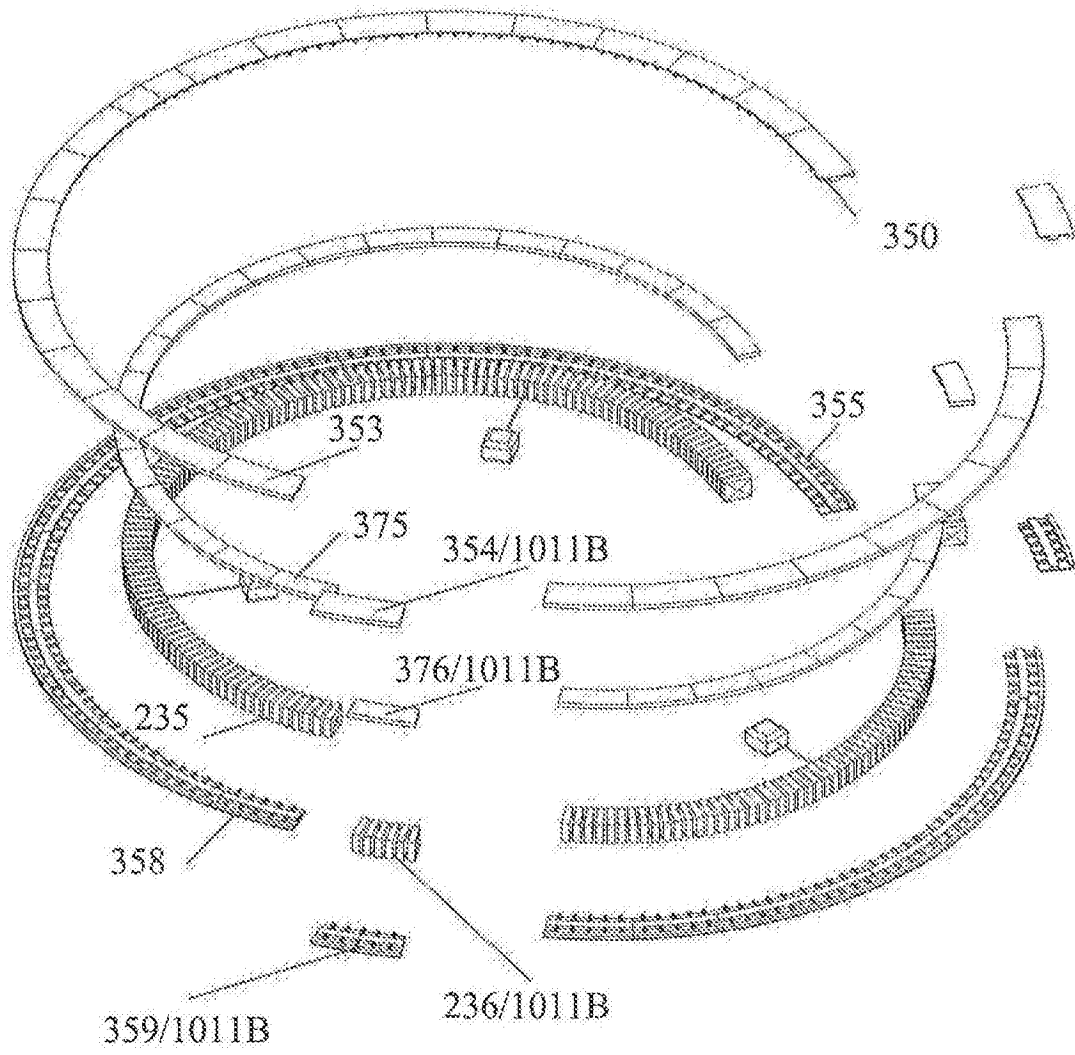


图27

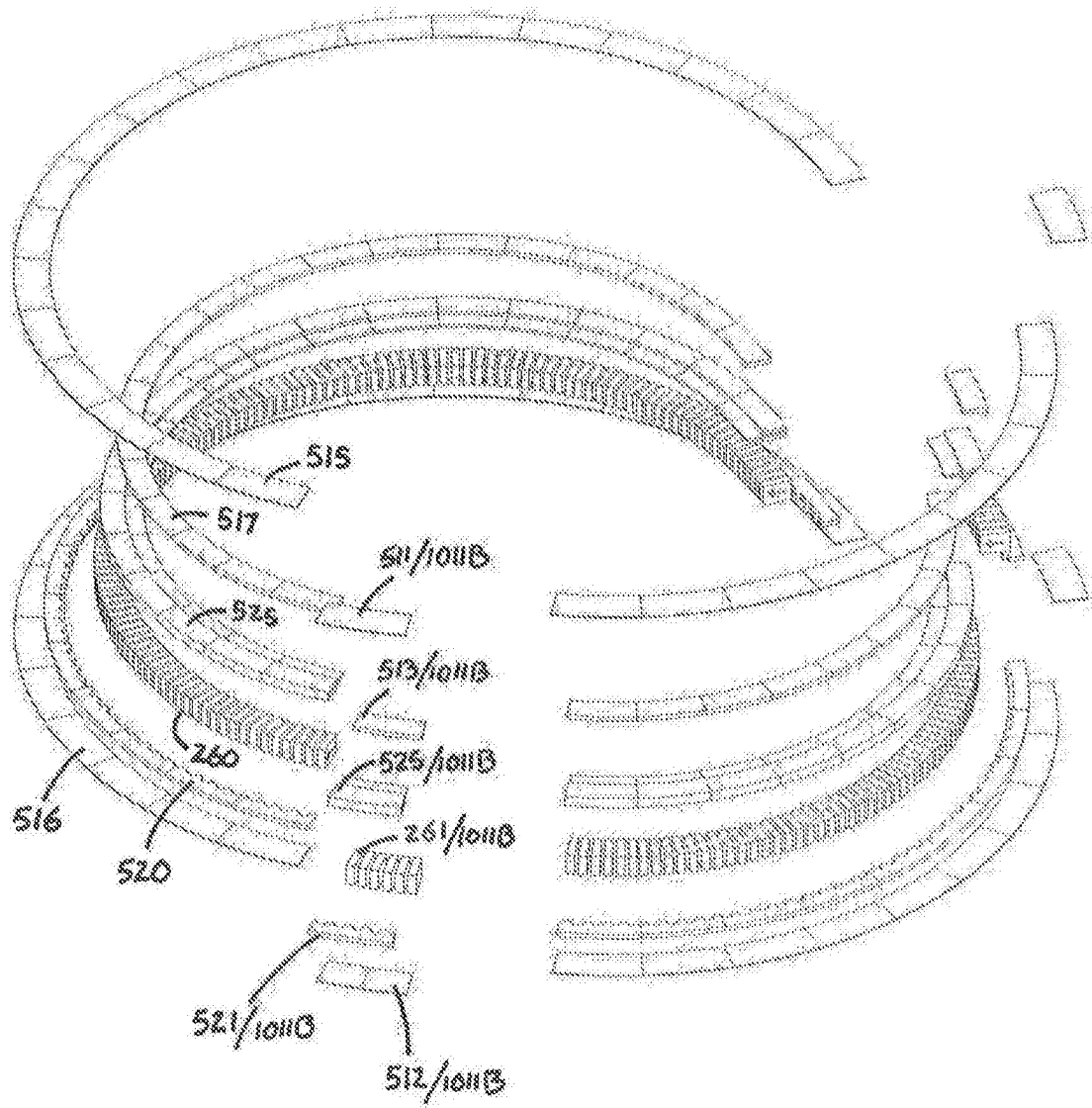


图28

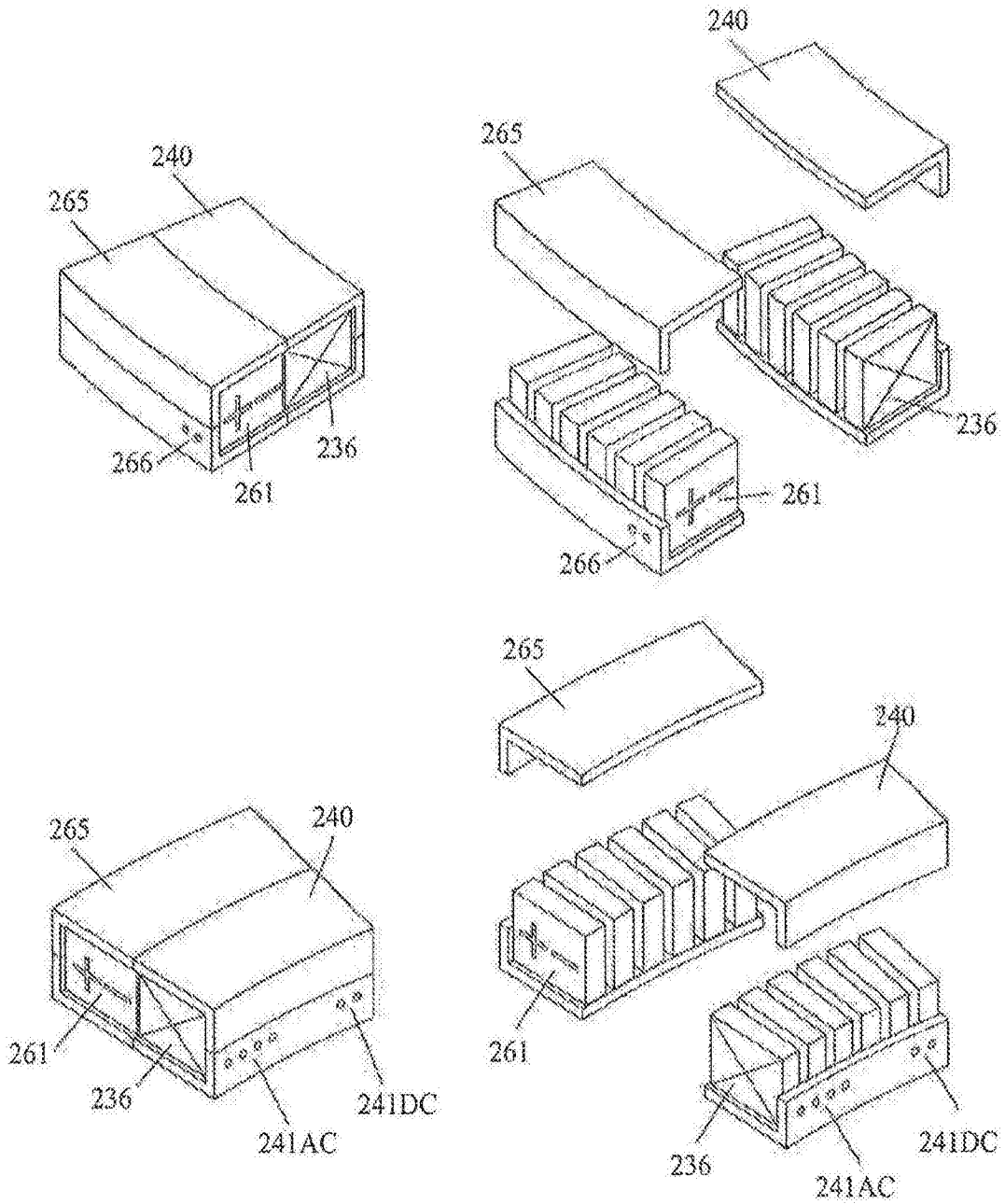


图29

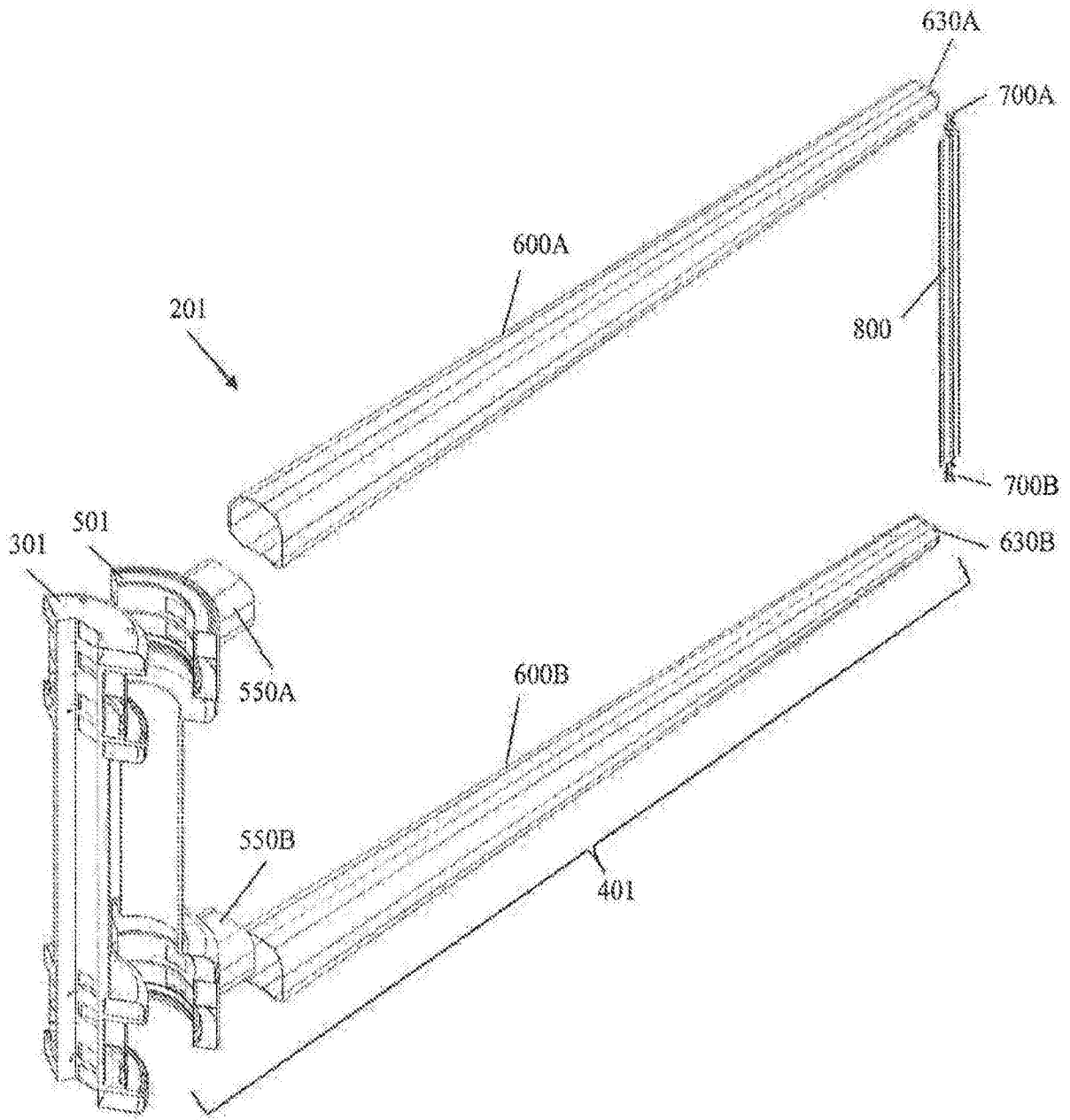


图30



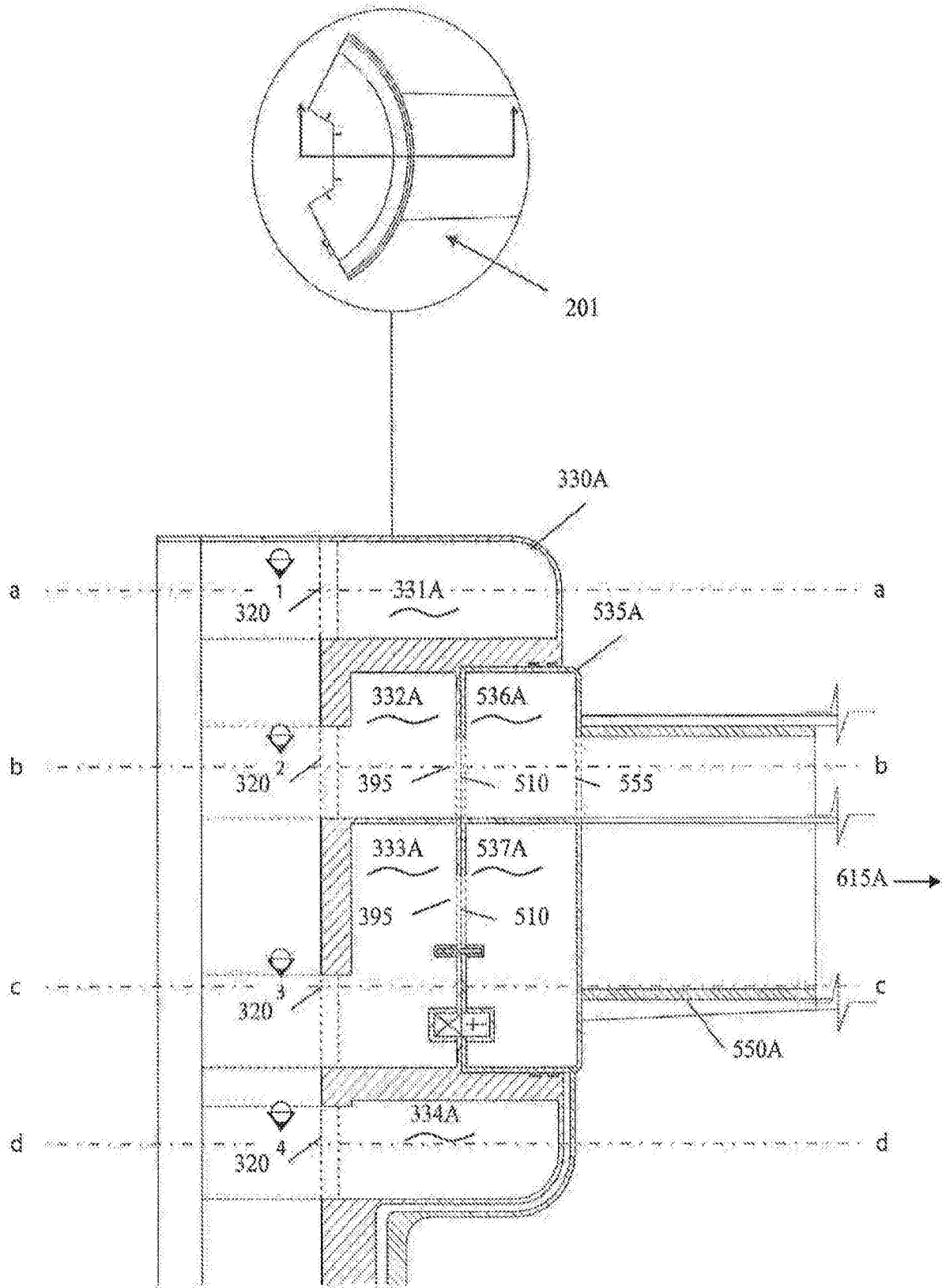


图31

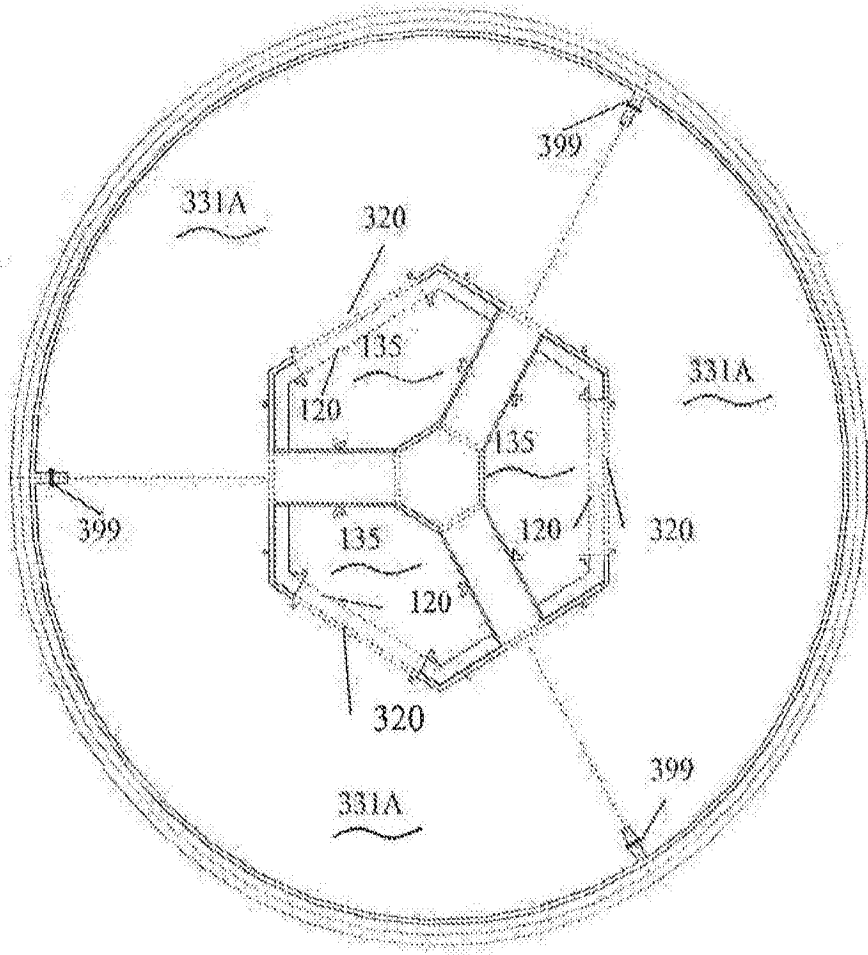


图32

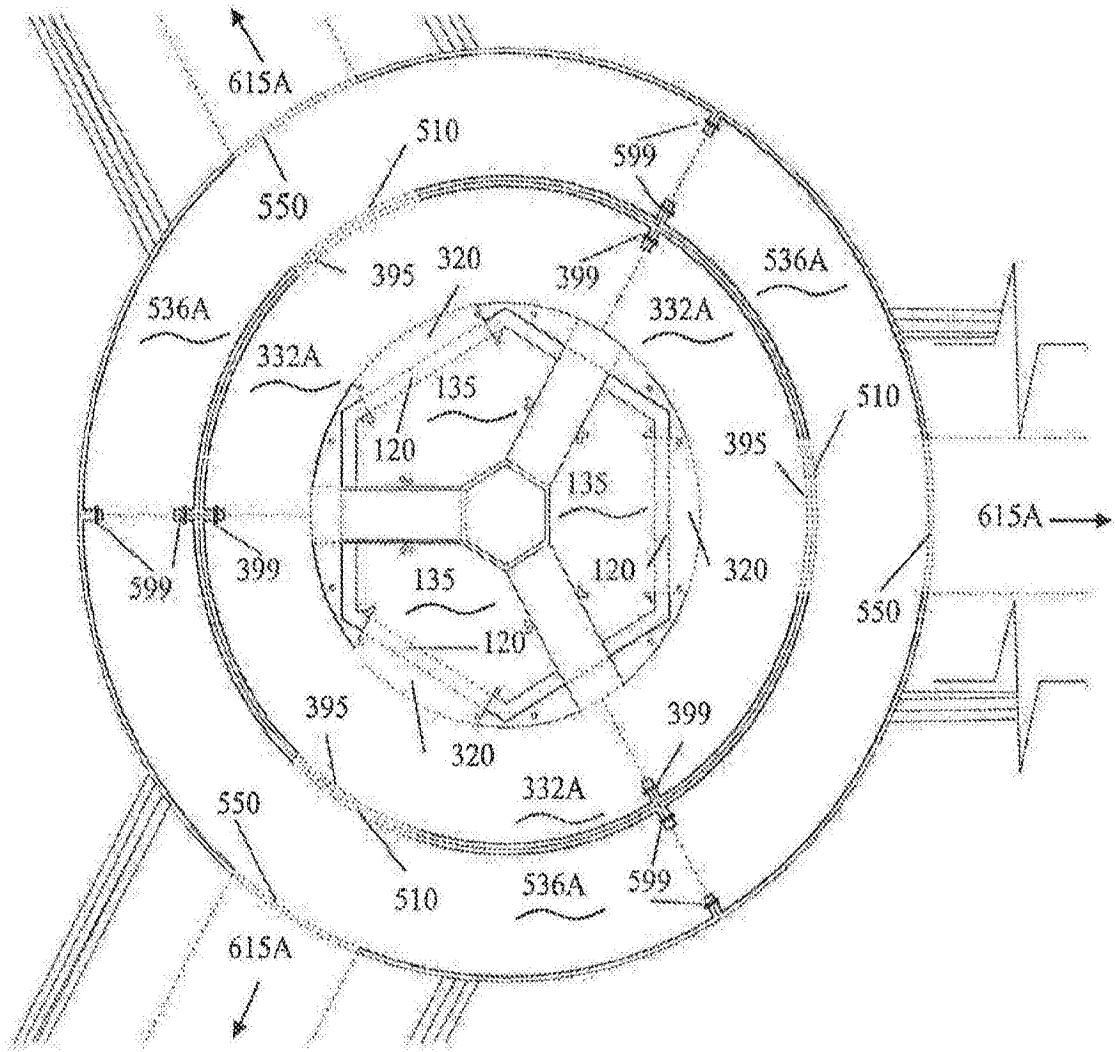


图33

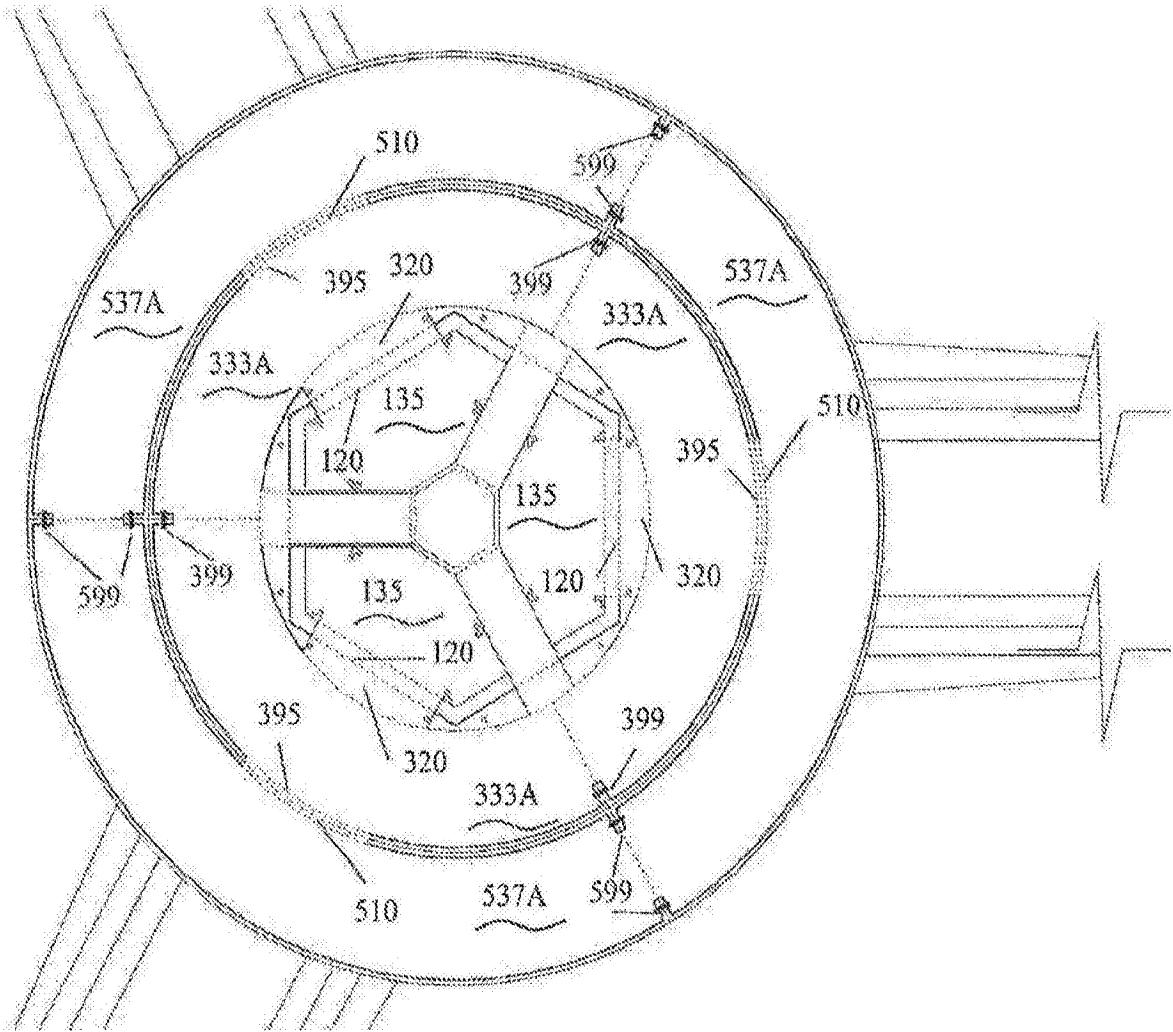


图34

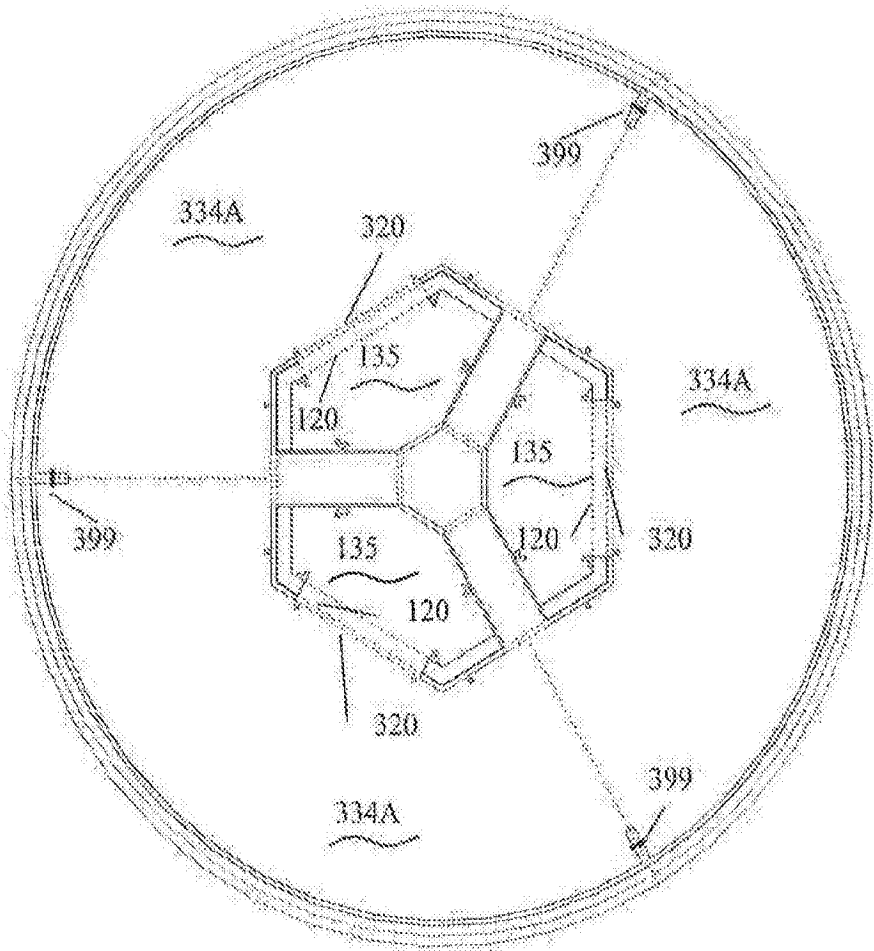


图35

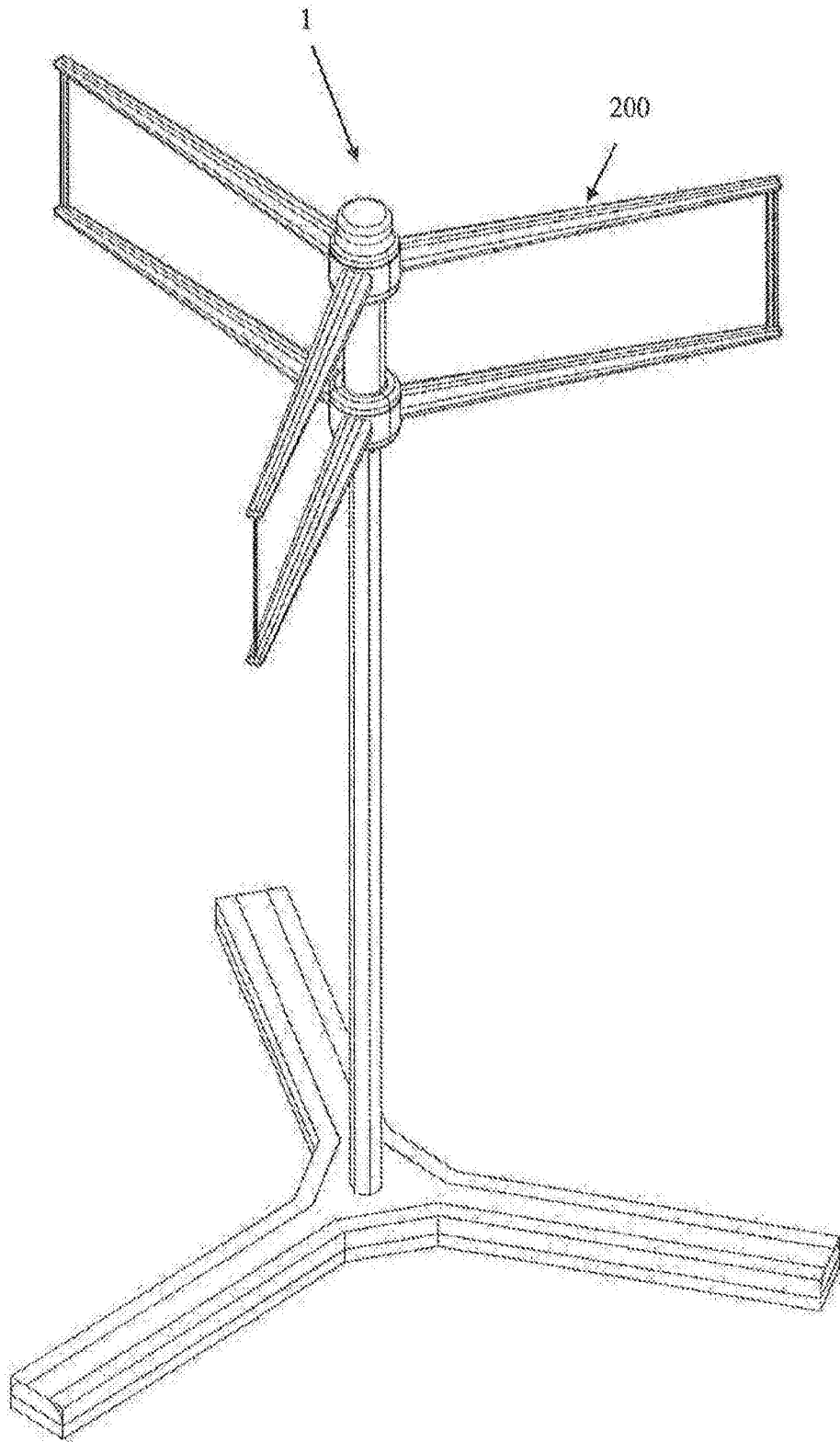


图36A

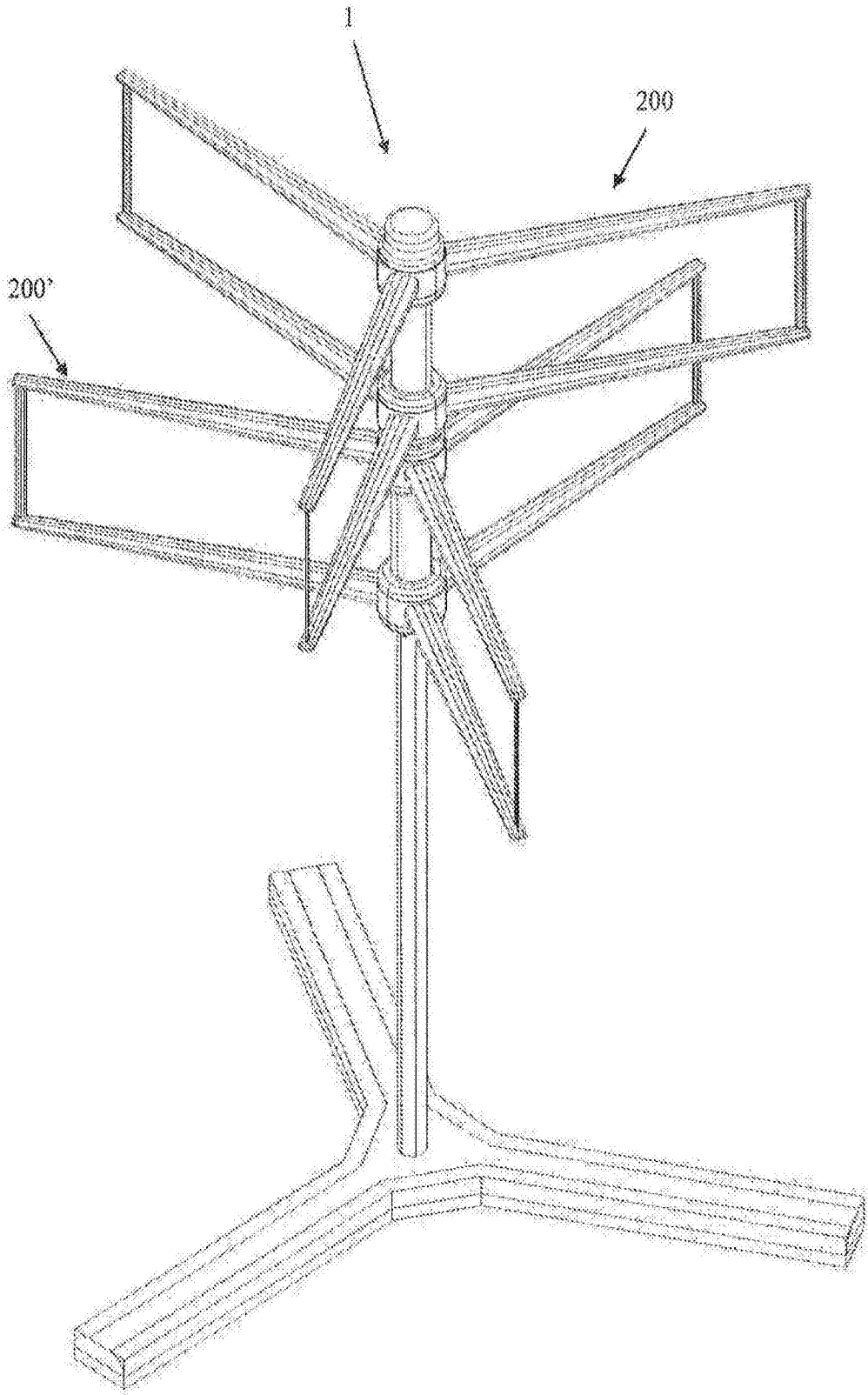


图36B

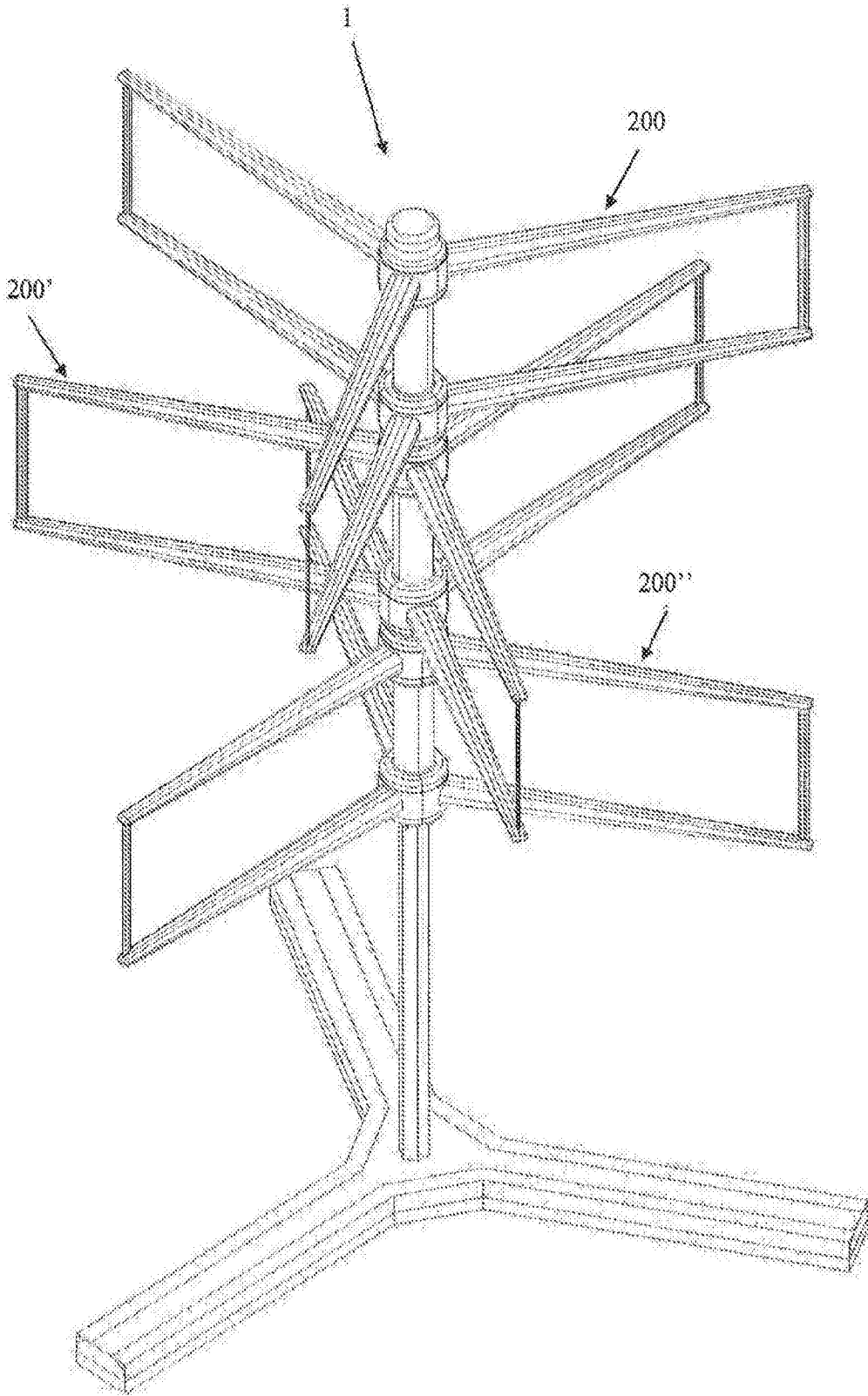


图36C



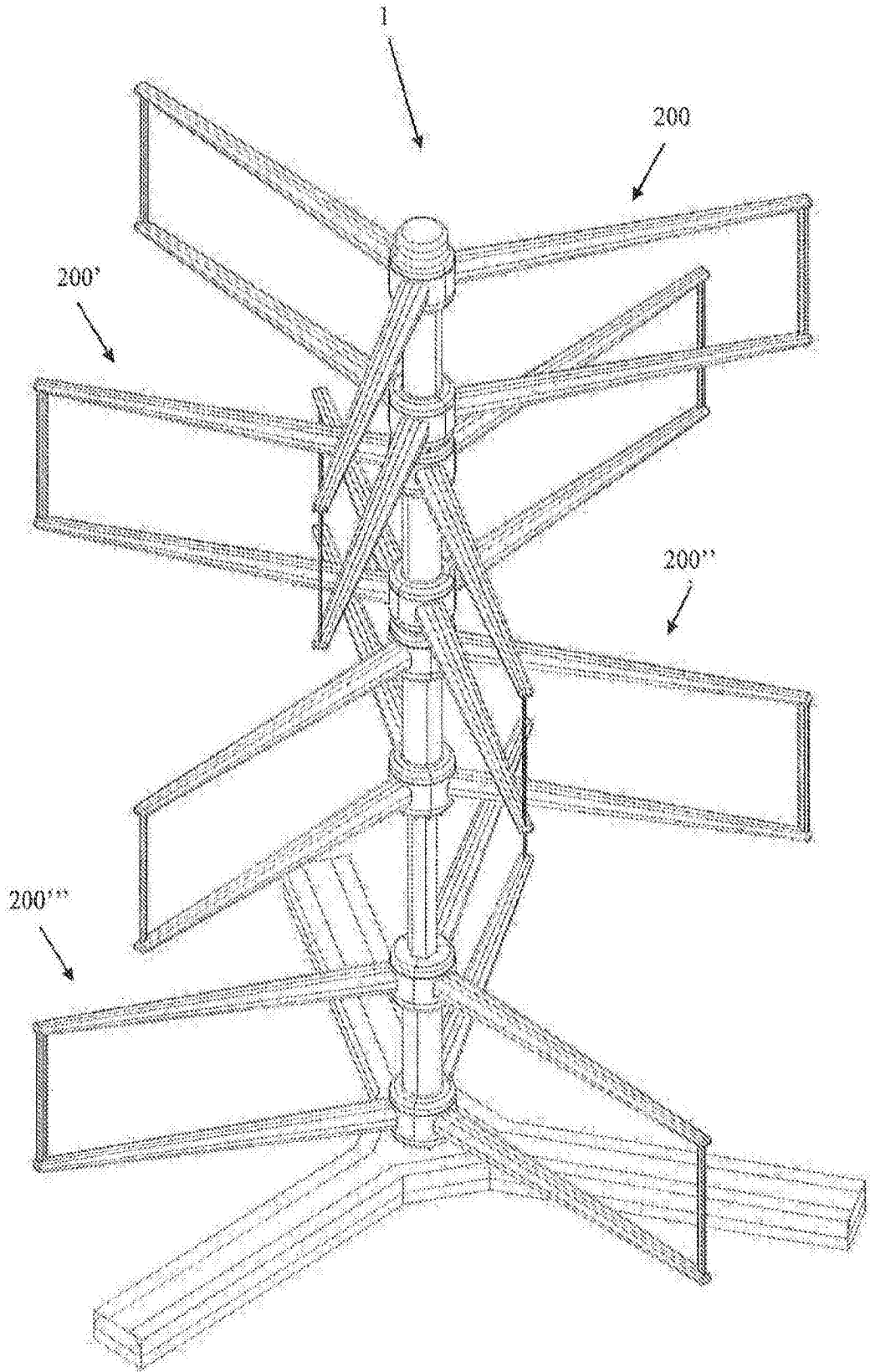


图37A

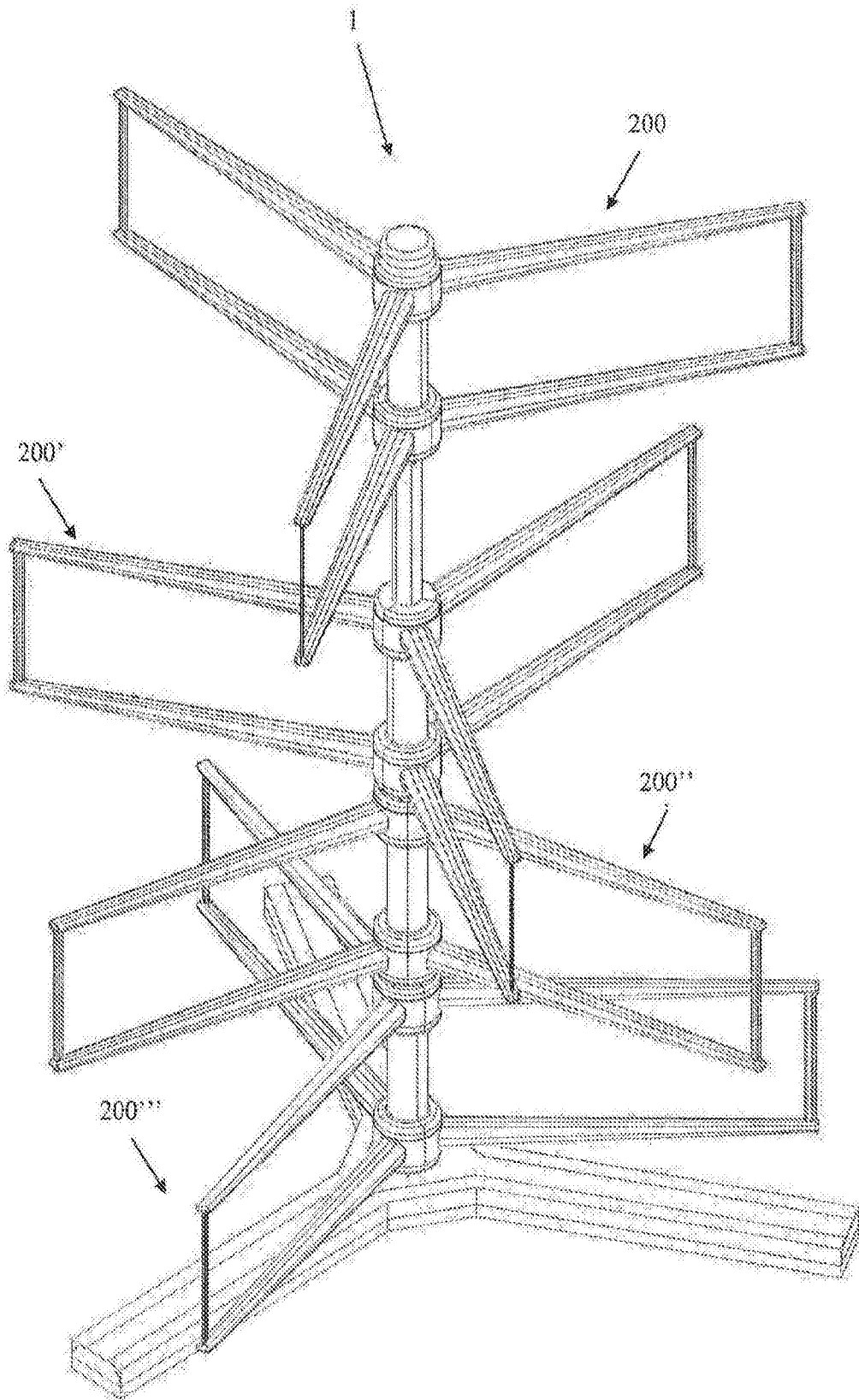


图37B

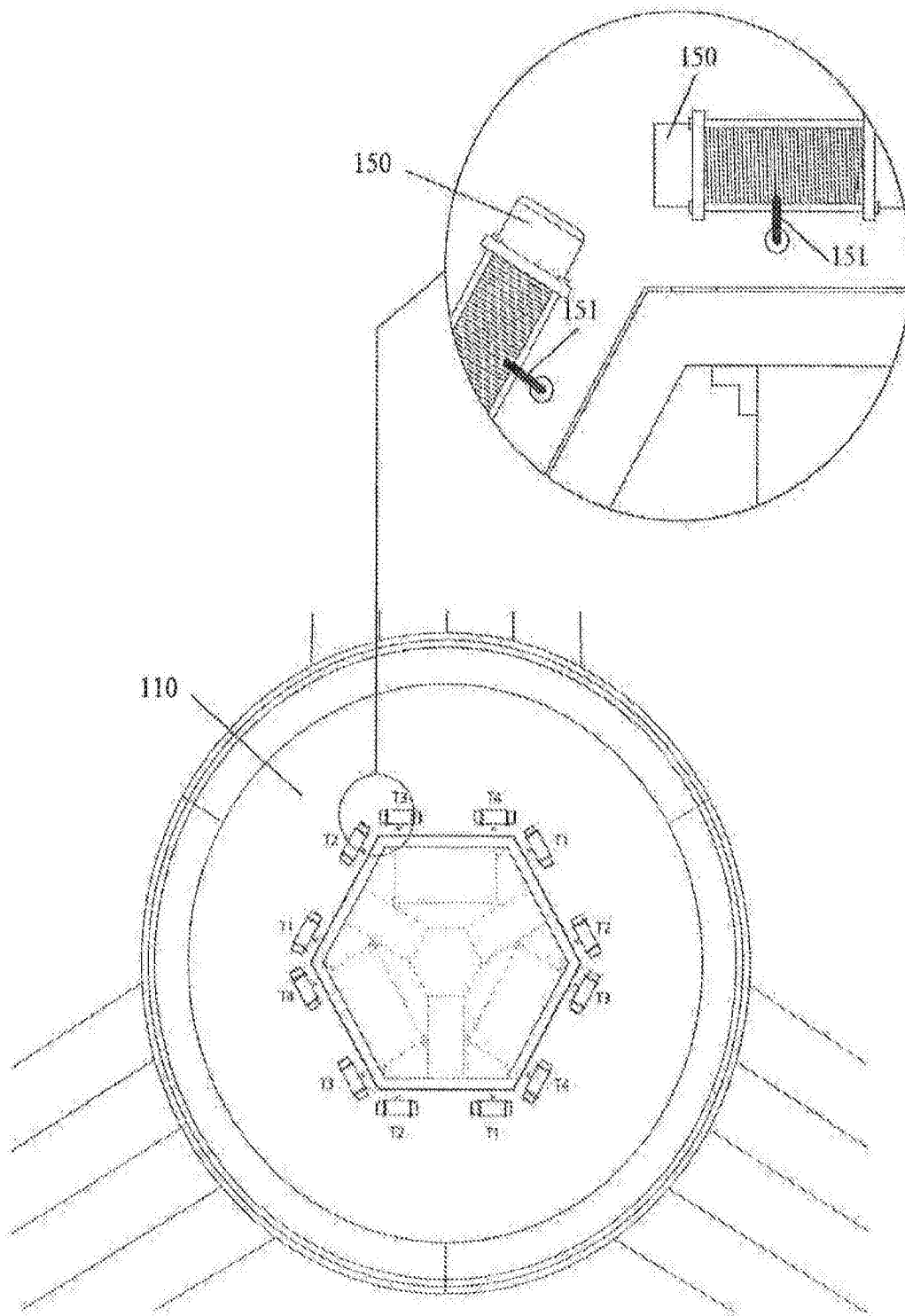


图38

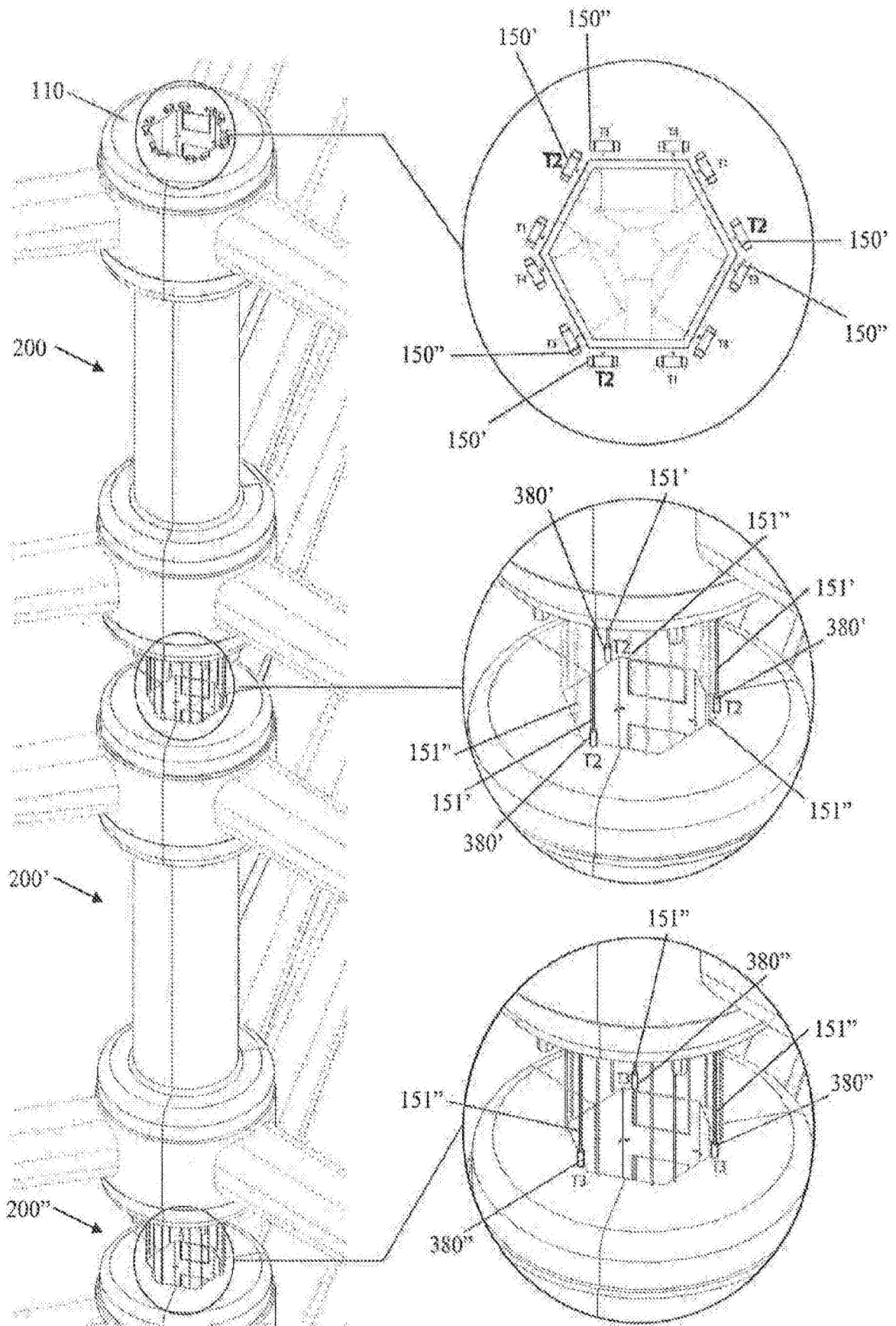


图39

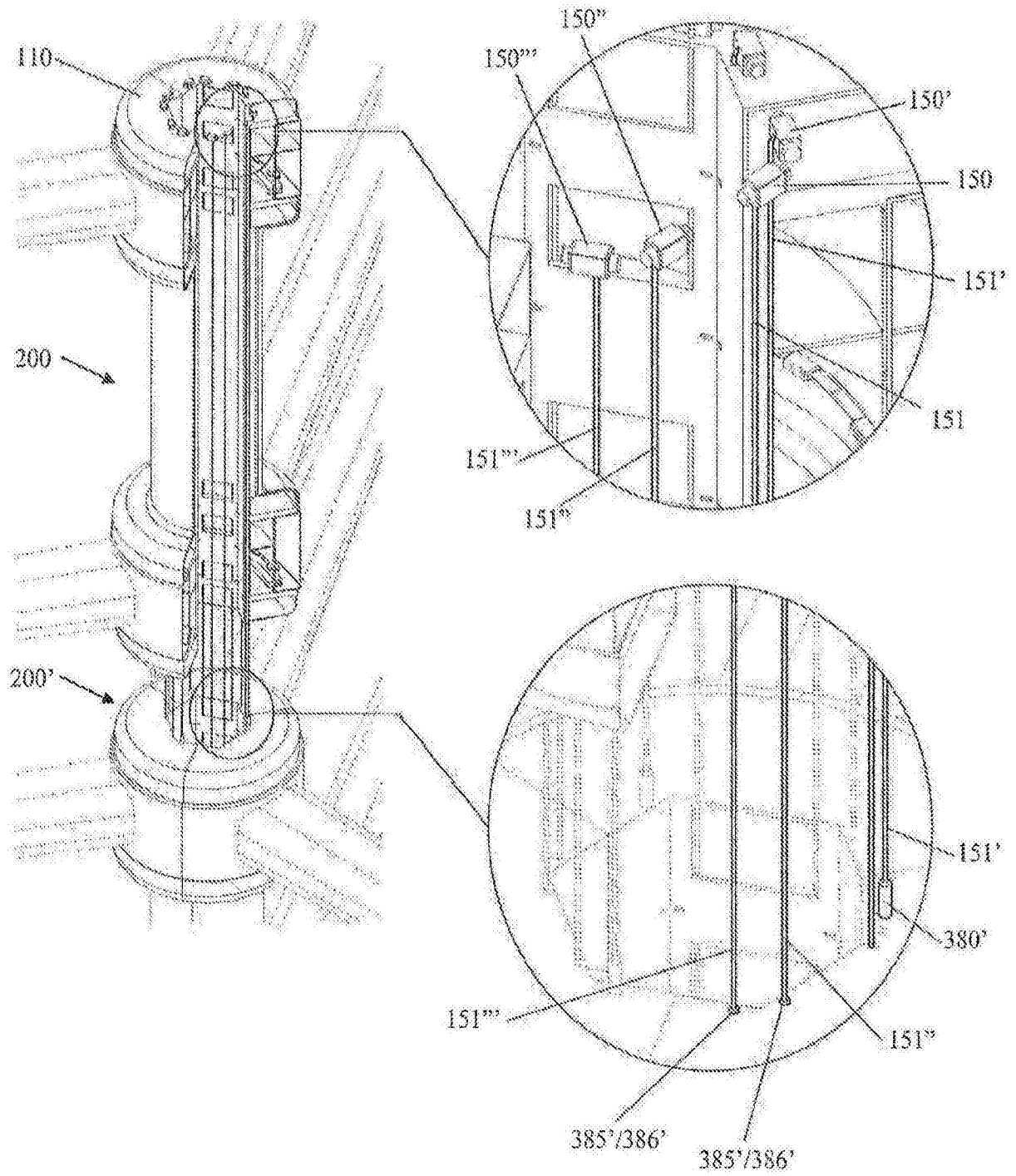


图40

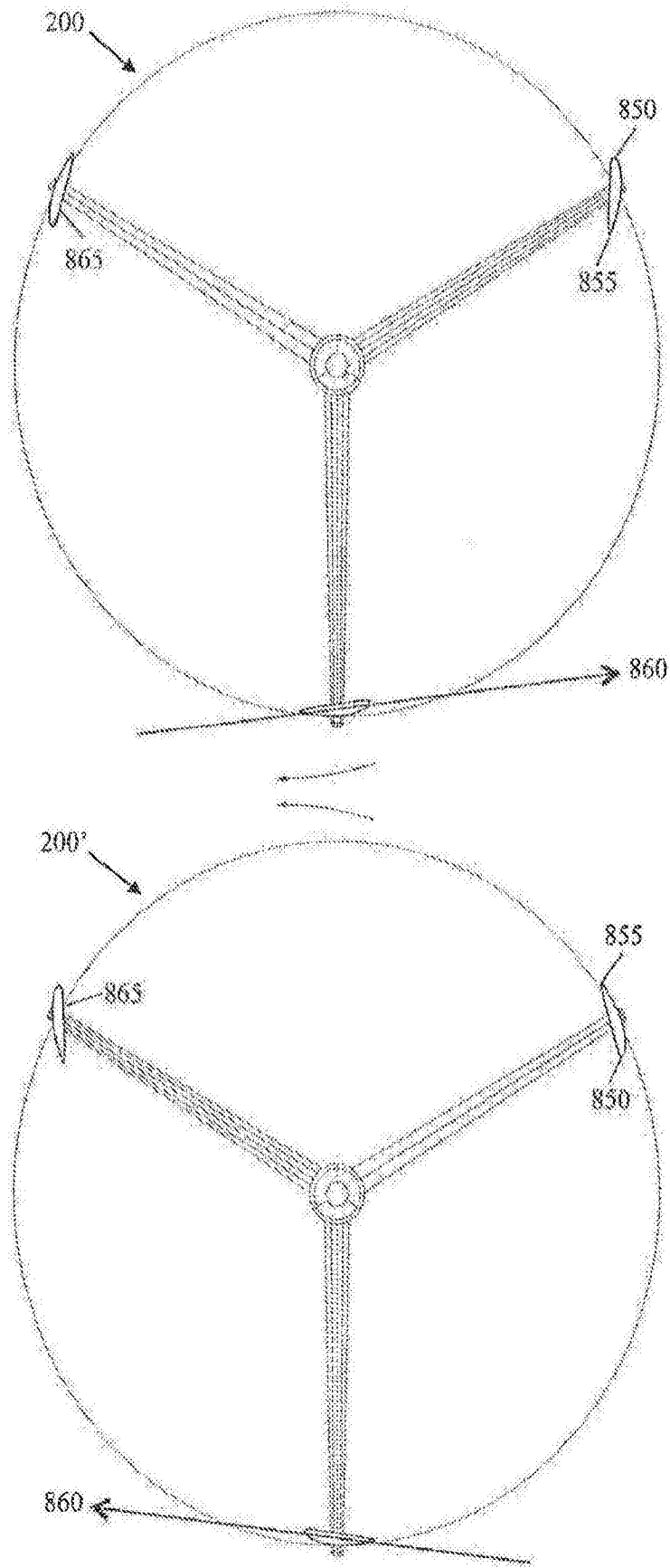


图41

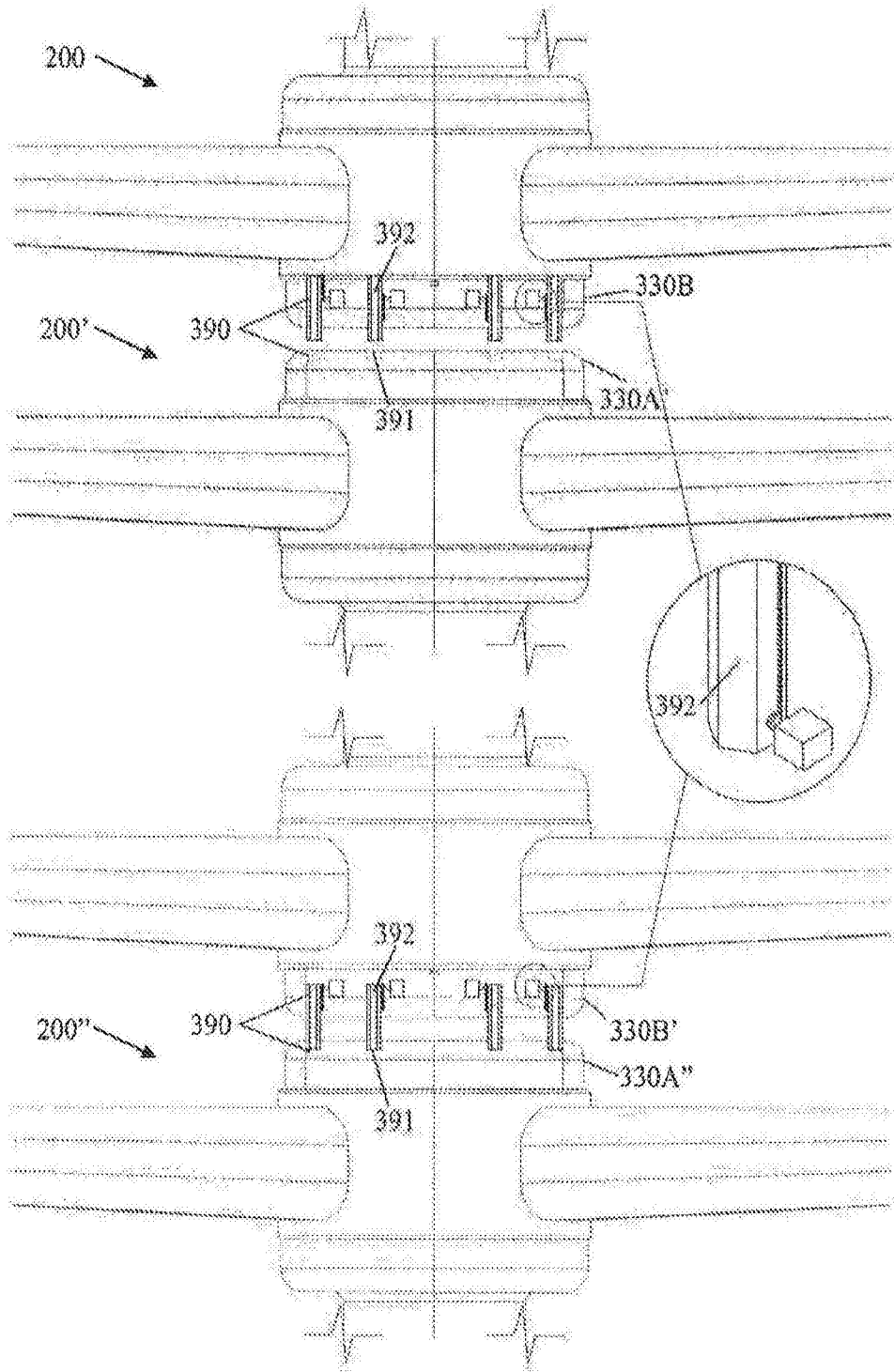


图42