



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111577551 A

(43)申请公布日 2020.08.25

(21)申请号 202010463379.5

B63B 21/16(2006.01)

(22)申请日 2020.05.27

B63B 21/18(2006.01)

(71)申请人 上海电气风电集团股份有限公司

B63B 21/14(2006.01)

地址 200241 上海市闵行区东川路555号己
号楼8楼

(72)发明人 白奇炜 李华祥 蒋勇

(74)专利代理机构 上海元好知识产权代理有限
公司 31323

代理人 包姝晴 张静洁

(51)Int.Cl.

F03D 13/20(2016.01)

F03D 13/25(2016.01)

F03D 80/70(2016.01)

B63B 35/44(2006.01)

B63B 21/50(2006.01)

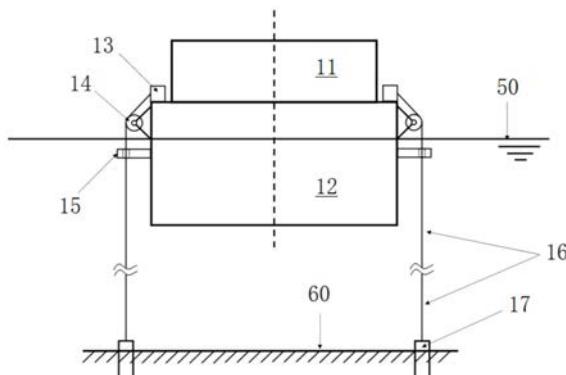
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种漂浮式风机基础

(57)摘要

本发明提供一种漂浮式风机基础，通过上层的第一筒体承载塔架及风机，通过下层的第二筒体设置浮筒；第一筒体与第二筒体嵌套设置且可相对转动。本发明使风机、塔架与第一筒体连接为可相对第二筒体自由转动的整体，产生风向标效应，实现受载方向的自动调整，配合风机上的偏航系统，能够最大程度地捕捉和利用风能；本发明还采用多点分布张力腿式系泊链锚固实现单点系泊作用，其中以锚链取代张力筋腱系统，在保证典型张力腿式平台运动性能的前提下，提高漂浮式风机基础对不同水深环境的适应性。



1. 一种漂浮式风机基础，位于塔架的底部，塔架顶部设置有风机，其特征在于，所述漂浮式风机基础包含：

位于上层的第一筒体，其与塔架底部连接，对塔架及风机进行承载；

位于下层的第二筒体，其包含浮筒结构；

其中，所述第一筒体与第二筒体嵌套设置，两者能相对转动。

2. 如权利要求1所述的漂浮式风机基础，其特征在于，

所述第一筒体作为转子部分，第二筒体作为定子部分；

所述风机、塔架与第一筒体连接成一个可相对第二筒体自由转动的整体。

3. 如权利要求2所述的漂浮式风机基础，其特征在于，

所述第二筒体包含上部和下部；

所述第一筒体设有顶板和环状的筒壁；塔架连接在顶板上方；筒壁位于顶板下方的边缘部位，在筒壁内侧与顶板下方形成预留空间；第二筒体的上部嵌入在第一筒体的预留空间处，第一筒体能在第二筒体的上部外围转动。

4. 如权利要求3所述的漂浮式风机基础，其特征在于，

所述第一筒体的筒壁内侧与第二筒体的上部外侧之间设有多排滚珠轴承。

5. 如权利要求3所述的漂浮式风机基础，其特征在于，

所述第二筒体的上部的横截面直径，小于第一筒体的筒壁内径；

所述第一筒体的横截面外径，小于第二筒体的下部的横截面直径。

6. 如权利要求3所述的漂浮式风机基础，其特征在于，

所述第二筒体的下部设为浮筒结构；

或者，所述第二筒体的上部和下部均设为浮筒结构。

7. 如权利要求2所述的漂浮式风机基础，其特征在于，

所述第二筒体的上部形成有环状的筒壁；

第一筒体的下部嵌入到第二筒体的筒壁内，并能在筒壁内转动。

8. 如权利要求7所述的漂浮式风机基础，其特征在于，

所述第一筒体的横截面直径小于第二筒体的筒壁内径；

所述第一筒体的下部外侧与第二筒体的筒壁内侧之间设有多排滚珠轴承。

9. 如权利要求1所述的漂浮式风机基础，其特征在于，

所述漂浮式风机基础设有多个锚链绞车系统，沿第二筒体的周向均匀分布；每个锚链绞车系统包含锚链滚轮基座、锚链舱、止链器；从锚链舱引出的锚链，经过锚链滚轮基座处的滚轮后，穿过止链器处的导缆孔向下延伸；止链器对导缆孔处的锚链夹紧或放开；通过带止链器的锚链绞车系统，使锚链垂向张紧；锚链底部连接有吸力桩结构，并通过吸力桩结构垂直锚固于海床。

10. 如权利要求9所述的漂浮式风机基础，其特征在于，

多个锚链绞车系统的锚链滚轮基座，沿周向均匀分布在第二筒体的外侧；

多个锚链绞车系统的止链器，沿周向均匀分布在第二筒体的外侧，且位于锚链滚轮基座的下方；

多个锚链绞车系统的锚链舱，位于锚链滚轮基座的上方；这些锚链舱设置在第二筒体顶面的环形区域，沿周向均匀分布在第一筒体的底部外围。

一种漂浮式风机基础

技术领域

[0001] 本发明涉及一种漂浮式风机基础,特别涉及一种通过多点分布张力腿式系泊链锚固并形成有转子系统的漂浮式风机基础。

背景技术

[0002] 随着人类对可再生能源中风能的开发利用,风机逐渐从陆上转向近海,又逐步从近海走向深远海。这个过程中,涌现了多种海上漂浮式风机基础的形式,这当中,又以单立柱式(SPAR)、半潜式(Semi-Submersible)、张力腿式(TLP)以及船型(Barge)四种类型的漂浮式风机基础最为常见。

[0003] 目前,欧美国家在漂浮式风机基础的研发能力和投入上都处于领先地位。其中,最具有代表性的几类浮式风机基础,例如,挪威国家石油公司(Statoil)研发的Hywind是一种单立柱式基础,该基础由一根直径为14.4m的下浮体及直径为7.5m的过渡段所构成,过渡段上部承载着塔架和风机,整体结构形式简单,其系泊系统采用了MacGregor公司的提供的总计三根半张紧多点分布式系泊系统进行定位。

[0004] 美国的Principle Power公司研发的WindFloat是一种半潜式基础,该基础由三个直径约10m的立柱构成,立柱间通过横撑和斜撑进行连接和加强,立柱底部有六边形的薄板结构作为垂荡板,其系泊系统采用了Dyneema公司DM20系列的Gama98缆绳,总计三根,并使用悬链线形式的多点分布式系泊方式进行定位。

[0005] 法国的SBM Offshore公司研发了用于PGL海上风电场项目中的漂浮式基础,其是一种张力腿式基础,整体结构形式为桁架式,其中用于连接系泊系统的部分是三个圆形截面立柱,立柱上安装有锚链锁紧装置,该漂浮式基础主要通过锚链张紧装置和锚链锁紧装置使得其系泊系统处于张紧状态进行风机基础的定位(该基础的重力远小于浮力)。

[0006] 法国IDEOL公司研发的Damping-Pool是一种船型风机基础,该基础由“回字形”的浮筒所构成,它采用了阻尼池技术来实现减摇功能,该基础也采用了传统形式的分布式多点系泊系统进行定位。

[0007] 综上,就目前的海上漂浮式风电场项目而言,以上述各种结构为代表的风机基础,均是在传统海洋油气开发中使用到的平台形式的变种基础上,搭配常规形式的系泊系统而形成的。这些风机基础一定程度上将成为发展中远海漂浮式风电的主流方式。

[0008] 我国在海上风电场的开发上,相比于欧美国家,研发与示范应用等有所不同,且海上风电场所采用的基础形式主要还是以单桩、导管架以及高桩承台等固定式基础为主,暂时并没有漂浮式基础投入使用。另外,如果直接引进欧洲在漂浮式风机基础的相关设计和技术,不但成本高,且对于我国目前开发的近岸海域的水深来讲,这些形式并非最为合适的。

[0009] 另外,通过相关专利、文献和资料等的查阅后发现,目前世界范围内,采用张力腿式的漂浮式风机除了尚未正式商业化运营的由SBM Offshore开发及研制的一种类型以外,基本上还处于空白状态。究其缘由,主要还是因为用于传统海洋油气行业中的张力腿式平

台(TLP平台),其张力筋腱系统的研发及建造、安装费用高昂,对于大型油气开采平台尚能容忍,但对于仅搭载一座风机的漂浮式基础而言,其代价太大。

发明内容

[0010] 本发明的目的是提供一种漂浮式风机基础,其通过多点分布张力腿式系泊链锚固,并形成有转子系统,可以保证典型张力腿式平台的运动性能,同时能够根据风机基础所受环境载荷(风、浪、流等)来调整基础方位角。

[0011] 本发明提供一种漂浮式风机基础,位于塔架的底部,塔架顶部设置有风机;所述漂浮式风机基础包含:

[0012] 位于上层的第一筒体,其与塔架底部连接,对塔架及风机进行承载;

[0013] 位于下层的第二筒体,其包含浮筒结构;

[0014] 其中,所述第一筒体与第二筒体嵌套设置,两者能相对转动。

[0015] 可选地,所述第一筒体作为转子部分,第二筒体作为定子部分;

[0016] 所述风机、塔架与第一筒体连接成一个可相对第二筒体自由转动的整体。

[0017] 在一个实施例中,所述第二筒体包含上部和下部;

[0018] 所述第一筒体设有顶板和环状的筒壁;塔架连接在顶板上方;筒壁位于顶板下方的边缘部位,在筒壁内侧与顶板下方形成预留空间;第二筒体的上部嵌入在第一筒体的预留空间处,第一筒体能在第二筒体的上部外围转动。

[0019] 可选地,所述第一筒体的筒壁内侧与第二筒体的上部外侧之间设有多排滚珠轴承。

[0020] 可选地,所述第二筒体的上部的横截面直径,小于第一筒体的筒壁内径;

[0021] 所述第一筒体的横截面外径,小于第二筒体的下部的横截面直径。

[0022] 可选地,所述第二筒体的下部设为浮筒结构;

[0023] 或者,所述第二筒体的上部和下部均设为浮筒结构。

[0024] 在另一个实施例中,所述第二筒体的上部形成有环状的筒壁;

[0025] 第一筒体的下部嵌入到第二筒体的筒壁内,并能在筒壁内转动。

[0026] 可选地,所述第一筒体的横截面直径小于第二筒体的筒壁内径。

[0027] 可选地,所述第一筒体的下部外侧与第二筒体的筒壁内侧之间设有多排滚珠轴承。

[0028] 对于上述的两个实施例,所述漂浮式风机基础设有多个锚链绞车系统,沿第二筒体的周向均匀分布;

[0029] 每个锚链绞车系统包含锚链滚轮基座、锚链舱、止链器;从锚链舱引出的锚链,经过锚链滚轮基座处的滚轮后,穿过止链器处的导缆孔向下延伸;止链器对导缆孔处的锚链夹紧或放开;通过带止链器的锚链绞车系统,使锚链垂向张紧;锚链底部连接有吸力桩结构,并通过吸力桩结构垂直锚固于海床。

[0030] 其中,多个锚链绞车系统的锚链滚轮基座,沿周向均匀分布在第二筒体的外侧;

[0031] 多个锚链绞车系统的止链器,沿周向均匀分布在第二筒体的外侧,且位于锚链滚轮基座的下方;

[0032] 多个锚链绞车系统的锚链舱,位于锚链滚轮基座的上方;这些锚链舱设置在第二

筒体顶面的环形区域，沿周向均匀分布在第一筒体的底部外围。

[0033] 本发明提供一种漂浮式风机基础，采用多点分布张力腿系泊链锚固实现单点系泊系统，其中以锚链取代传统张力腿式平台的张力筋腱，以期在保证其性能的同时，能够满足海上漂浮式风电场开发的实际需求。通过储备较为充足的锚链，并通过带止链器的锚链绞车系统使锚链垂向张紧，使得该漂浮式风机基础对不同水深环境均有良好的适应性。

[0034] 本发明以双层套筒结构实现一种转子系统，使风机、塔架与上层筒体连接为可相对下层筒体自由转动的整体，实现风向标效应，使整个平台具有自动调整受载方向的能力，配合风机上的偏航系统，能够最大程度地捕捉和利用风能；同时由于风向标效应的存在，通过方位角的自动调整使得漂浮式风机基础受到的环境载荷能够大大降低，有利于实现漂浮式风机基础的轻量化设计，提高在不同水深环境中使用的适应性。

[0035] 本发明提供的漂浮式风机基础，具有整体结构简单实用，技术成熟度高，系泊性能好，成本相对较低等特点；本发明的漂浮式风机基础，在我国近岸四大海域水深范围多变的环境中能够有效地适用。

附图说明

[0036] 图1是本发明所述漂浮式风机基础与塔架风机连接布置的结构示意图；

[0037] 图2是本发明所述漂浮式风机基础的结构布置示意图；

[0038] 图3是本发明一个实施例中双层套筒型结构的纵向剖面示意图；

[0039] 图4是本发明另一个实施例中双层套筒型结构的纵向剖面示意图；

[0040] 图5是本发明中锚链滚轮基座及止链器的结构布置俯视图。

具体实施方式

[0041] 如图1所示，本发明涉及的一种漂浮式风机基础10，位于塔架20的底部，塔架20顶部设置风机的叶片30、轮毂和机舱40(机舱罩内设置传动机构、发电机、偏航系统等部件)。

[0042] 配合参见图1～图3所示，本实施例所述的漂浮式风机基础10，是一种双层套筒型结构，上层的第一筒体11用来承载塔架20及风机，下层的第二筒体12处形成浮筒；第一筒体11与第二筒体12嵌套设置，两者能相对转动。

[0043] 其中，第一筒体11作为转子部分，第二筒体12作为定子部分，形成一转子系统。风机整体可以自动调整朝向；塔架20底部固定连接至第一筒体11顶部；即，风机、塔架20与第一筒体11连接为一个整体，其运动保持一致，三者的组合体可以绕第二筒体12自由转动，实现风向标效应；配合风机上的偏航系统，就能捕捉到风能效率最高的角度，从而最大程度利用风能。

[0044] 一个实施例中，如图3所示，第二筒体12上部121内嵌于第一筒体11内。即，第一筒体11具有顶板111，塔架20固定连接在该顶板111的上方；第一筒体11还具有环状的筒壁112，其环绕设置在顶板111下方的边缘部位，并可以与顶板111一起转动；筒壁112内侧与顶板111下方形成一预留空间。第二筒体12包含呈台阶状的上下两个部分，第二筒体12的上部121横截面直径小于第一筒体11的筒壁112内径，第二筒体12的上部121作为一个内核，嵌入在第一筒体11的预留空间处，即该内核嵌入在筒壁112内侧，且位于第一筒体11的顶板111下方，而不穿越顶板111。第一筒体11可在第二筒体12的上部121外围转动。第一筒体11的筒

壁112内侧与第二筒体12的上部121外侧之间设置多排滚珠轴承18,使两筒体的转动方向相对独立。

[0045] 其中,第一筒体11的横截面外径,小于第二筒体12的下部122横截面直径。第二筒体12的上部121和下部122共同构成定子部分;本例中,第二筒体12的下部122设为浮筒,按照规范要求和实际使用需求,可以在浮筒内设置一定数量的舱室,用以提供压载。

[0046] 在其他的示例中,也可以将第二筒体12的上部121和下部122均设为浮筒,两者在内部连通或不连通均可。

[0047] 又或者,作为一种变形的实施例,如图4所示,还可以是使第一筒体11'内嵌到第二筒体12'之中。为此,第二筒体12'(例如第二筒体12'的上部)形成有环状的筒壁;第一筒体11'的横截面直径小于第二筒体12'的该筒壁内径,使第一筒体11'的下部可以嵌入到第二筒体12'的筒壁内并在筒壁内转动。第一筒体11'的下部外侧与第二筒体12'的筒壁内侧之间,也可以设置多排滚珠轴承,实现两筒体转动方向的相对独立。

[0048] 配合参见图2、图5所示,本发明中通过多点分布的张力腿式系泊链锚固,对漂浮式风机基础10进行定位,实现单点系泊的作用。所述的漂浮式风机基础10中,系泊链使用无档(或有档)锚链,通过带止链器15的锚链绞车系统使各组锚链16垂向张紧。本例的四个锚链绞车系统沿第二筒体12周向均匀分布;每个锚链绞车系统包含位置对应的锚链滚轮基座14、锚链舱13、止链器15。需说明的是,图5是为方便展示,在图面的上下两侧同时示出了锚链滚轮基座14和止链器15,而在图面左侧仅示出止链器15,在图面右侧仅示出锚链滚轮基座14,即,图面左右两侧分别展示的是第二筒体12上不同高度的情况。

[0049] 其中,锚链滚轮基座14设置在第二筒体12(下部122)的外侧。锚链舱14用于存放锚链16,其位于锚链滚轮基座14的上方,且设置在第二筒体12(下部122)顶面的环形区域,所述环形区域位于第一筒体11的底部外围;即,位于环形区域的多个锚链舱13,沿周向均匀分布在第一筒体11的底部外围。止链器15设置在第二筒体12(下部122)的外侧,位于锚链滚轮基座14的下方。锚链16从锚链舱13引出,经过锚链滚轮基座14处的滚轮后,穿过止链器15的导缆孔继续向下延伸;止链器15可以夹紧或放开导缆孔处的锚链16;通过带止链器15的锚链绞车系统,对锚链16进行长度和张力的调节,以适应不同水深要求。锚链16底部连接在小型的吸力桩结构17上,并垂直锚固于海床60。

[0050] 一个应用示例中,第二筒体下部的直径约为30m左右,高度约12m左右,其整体吃水不超过8m(图2中以符号50表示海平面);风机及塔架重量约为900-1000t,浮体结构重量约为2500-3000t,由于受到4根锚链垂向张紧力的作用,漂浮式基础在达到预计吃水时,其整体排水量约为5500t左右,此时单根锚链的受力约为4500-6000kN之间。

[0051] 综上所述,本发明提供的漂浮式风机基础,整体结构简单实用,采用多点分布张力腿式系泊链锚固,以钢制锚链取代传统海洋油气开发中张力腿式平台使用的张力筋腱系统,还通过双层套筒型结构形成可相对转动的转子系统,使本发明的风机基础在保证典型张力腿式平台运动性能的前提下,能根据所受环境载荷(风、浪、流等)来调整基础方位角,实现风向标效应。

[0052] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍,但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后,对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此,本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

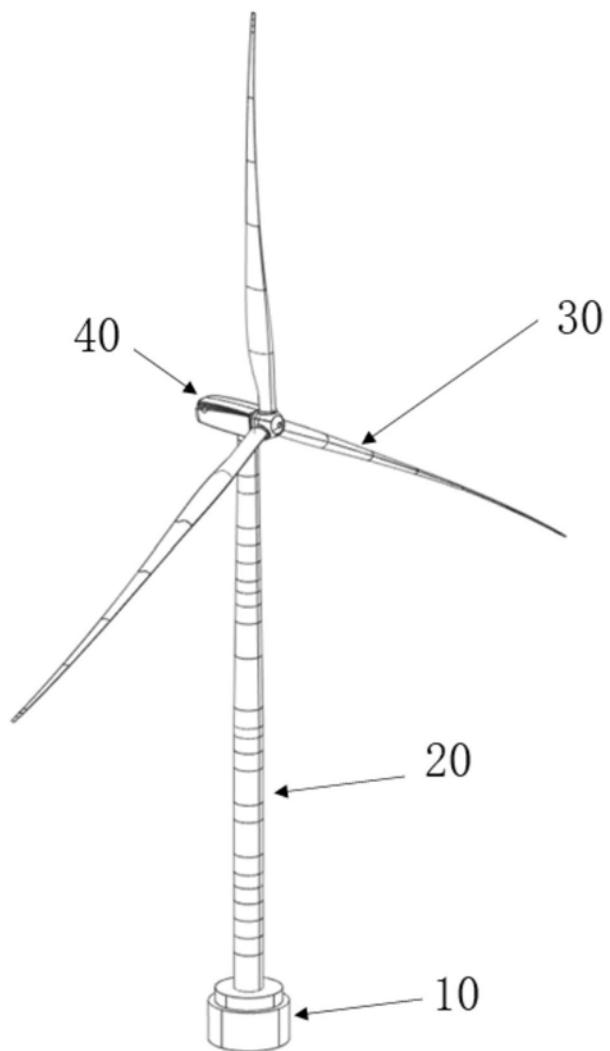


图1

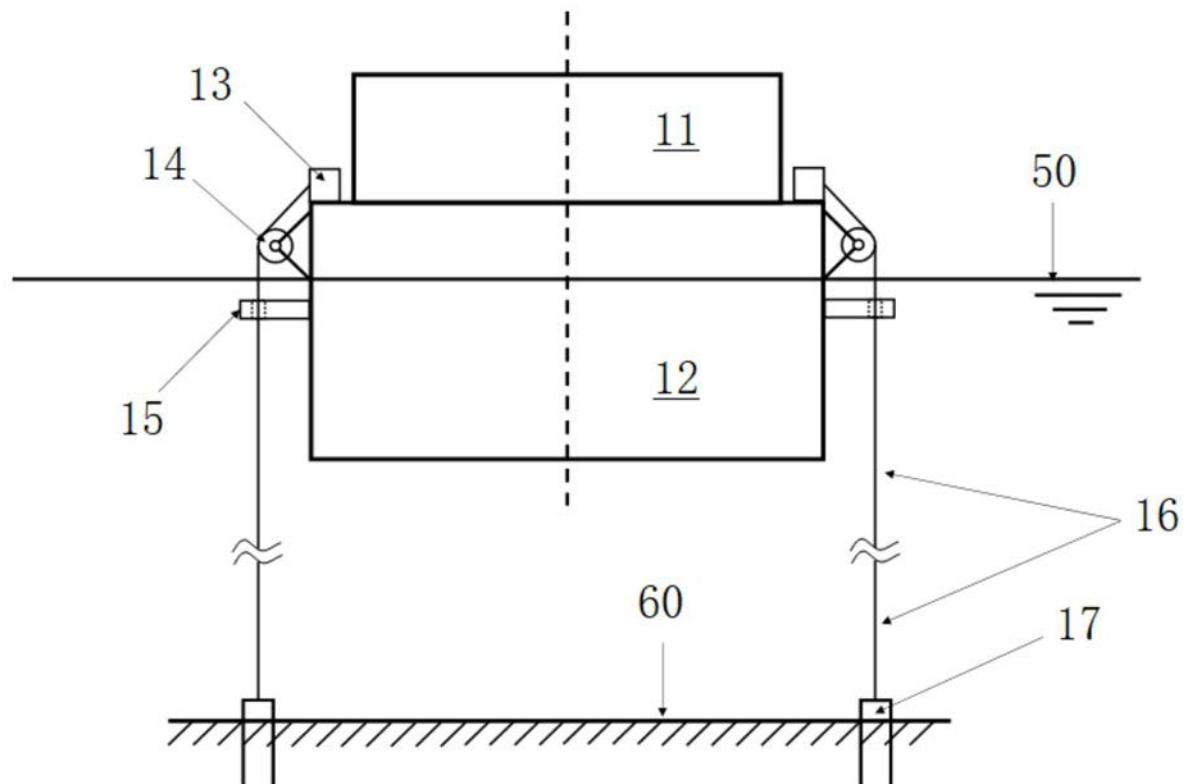


图2

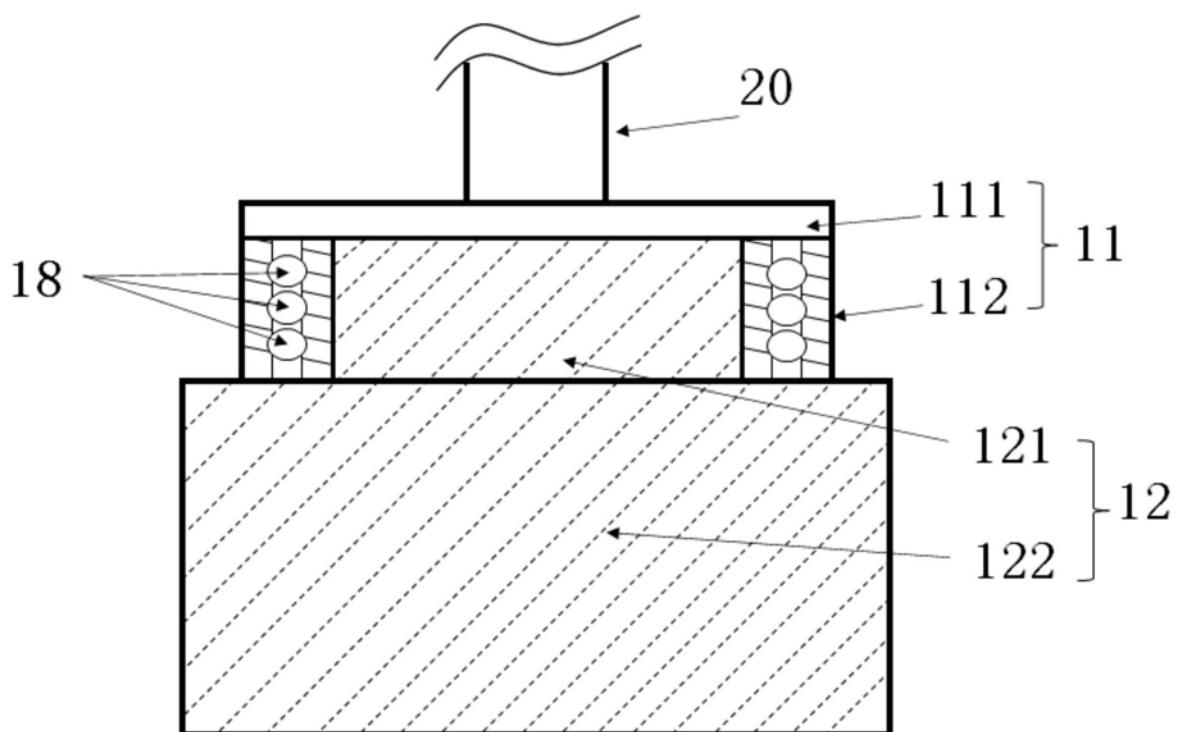


图3

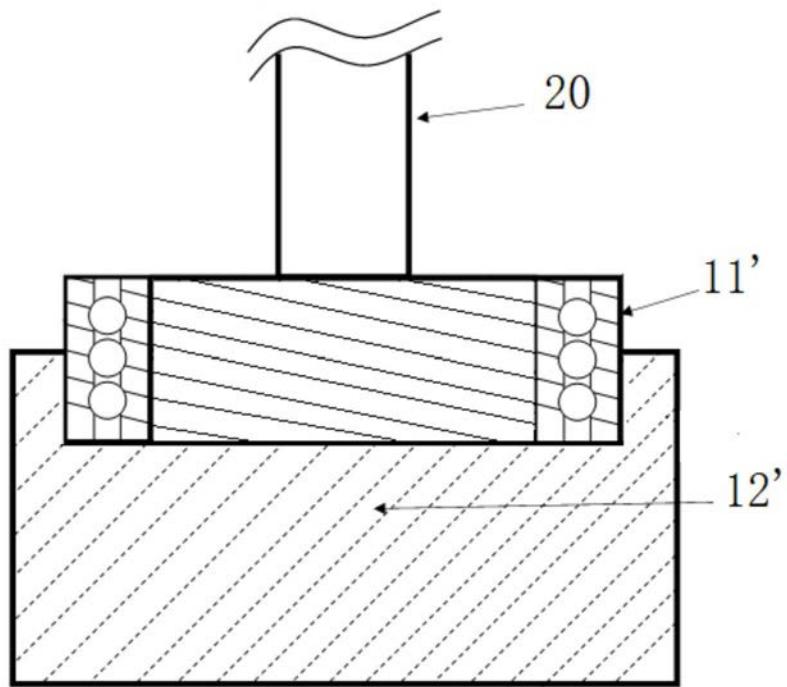


图4

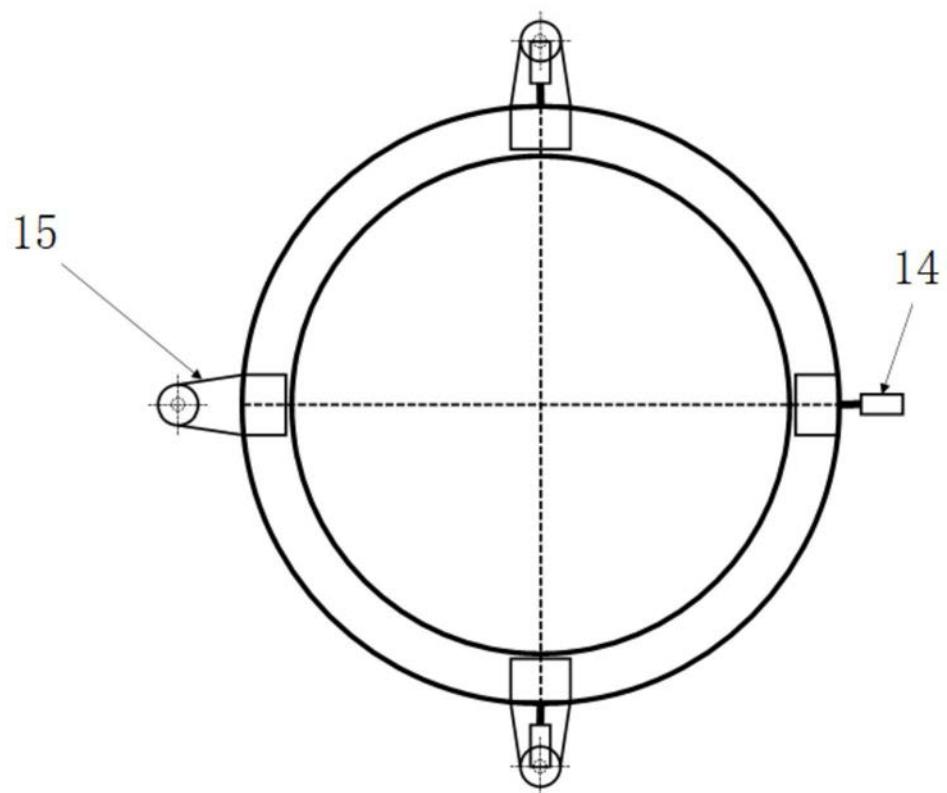


图5