



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110805529 A

(43)申请公布日 2020.02.18

(21)申请号 201910891522.8

(22)申请日 2019.09.20

(71)申请人 株洲时代新材料科技股份有限公司

地址 412007 湖南省株洲市天元区海天路
18号

(72)发明人 袁鹏飞 岳涛 林胜 胡伟辉

苏泽涛 杨超

(74)专利代理机构 北京聿华联合知识产权代理

有限公司 11611

代理人 贾悦 刘华联

(51)Int.Cl.

F03D 13/20(2016.01)

E04H 12/00(2006.01)

E04B 1/98(2006.01)

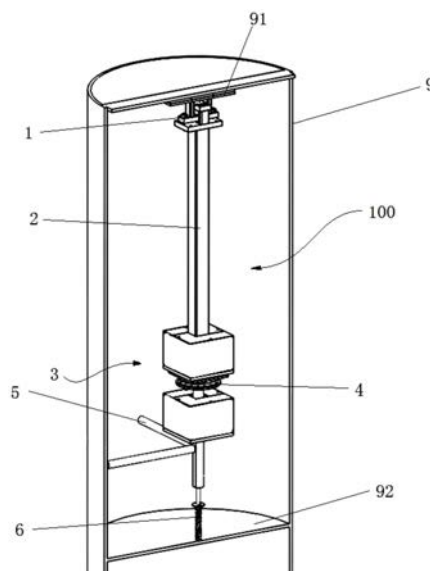
权利要求书3页 说明书10页 附图20页

(54)发明名称

调谐质量阻尼装置

(57)摘要

本发明涉及一种调谐质量阻尼装置,包括:沿着纵向方向延伸的连杆;加重组件,其连接在连杆的下端处;以及顶部连接组件,其连接在连杆的上端与塔筒的塔架横梁之间,并包括防自转机构,包括:第一连接部,其与塔架横梁固定相连;第二连接部,其设置在第一连接部之下并与连杆的上端固定相连;一对连接轴杆,其相对间隔开设置,每一个均沿纵向方向延伸,下端与第二连接部固定相连,上端插入到第一连接部内,并通过连接头而与第一连接部相连;以及所述连接头,其包括与第一连接部固定相连的外套件,套设在外套件内的与连接轴杆固定相连的内套件,以及设置在内套件和外套件之间的中间弹性层。这种装置能有效削弱风电发动机塔筒的摆动。



CN 110805529 A

1. 一种调谐质量阻尼装置,包括:
 连杆,所述连杆沿着纵向方向延伸;
 加重组件,所述加重组件连接在所述连杆的下端处;以及
 顶部连接组件,所述顶部连接组件连接在所述连杆的上端与塔筒的塔架横梁之间,并包括防自转机构,所述防自转机构包括:
 第一连接部,所述第一连接部与所述塔架横梁固定相连;
 第二连接部,所述第二连接部设置在所述第一连接部之下,并与所述连杆的上端固定相连;
 一对连接轴杆,所述一对连接轴杆相对间隔开设置,所述一对连接轴杆中的每一个均沿纵向方向延伸,所述连接轴杆的下端与所述第二连接部固定相连,所述连接轴杆的上端插入到所述第一连接部内,并通过连接头而与所述第一连接部相连;以及
 所述连接头,所述连接头包括与所述第一连接部相连的外套件,套设在所述外套件内的与所述连接轴杆相连的内套件,以及设置在所述内套件和所述外套件之间的中间弹性层。
2. 根据权利要求1所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述外套件的内侧面和/或所述内套件的外侧面构造为拱形表面,所述拱形表面的中间部分径向向外凸出。
3. 根据权利要求1或2所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,在所述中间弹性层的上边缘和下边缘处构造有第一凹陷部分。
4. 根据权利要求1到3中任一项所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述顶部连接组件还包括外安装套,所述连接头通过所述外安装套而与所述第一连接部相连,所述外安装套构造为能预先挤压式套设在所述外套件之外,以使所述连接头的中间弹性层预压缩。
5. 根据权利要求4所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,在所述外安装套上设置有用与与所述内套件相配合的安装卡槽,以及用于与所述第一连接部相配合的螺纹。
6. 根据权利要求1到5中任一项所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述顶部连接组件还包括内安装套,所述连接头通过所述内安装套而与所述连接轴杆相连,所述内安装套构造为能预先挤压式套设在所述内套件之内,以使所述连接头的中间弹性层预压缩。
7. 根据权利要求5所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述内安装套与所述连接轴杆固定连接为一体。
8. 根据权利要求1到7中任一项所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述连接轴杆能相对于所述连接头的内套件在轴向方向上滑动。
9. 根据权利要求8所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,在所述连接轴杆与所述连接头的内套件之间设置有间隙,或设置有直线轴承或耐磨材料体。
10. 根据权利要求1到9中任一项所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,在所述第二连接部上构造有吊装孔,吊装杆能选择性地插入到所述吊装孔内,以将所述第二连接部与所述塔架横梁固定连接在一起。
11. 根据权利要求1到10中任一项所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述顶部连接组件包括纵向承载机构,所述纵向承载机构包括:
 固定连接件,所述固定连接件与所述塔架横梁固定连接,所述固定连接件包括朝向上方的凸起的弧形的固定接合面;

活动连接件,所述活动连接件设置在所述固定连接件之上,并与所述固定连接件间隔开,所述活动连接件与所述连杆的上端相连,所述活动连接件包括朝向下方的凹陷的弧形的活动接合面;以及

弹性连接件,所述弹性连接件设置在所述固定连接件与所述活动连接件之间,所述弹性连接件具有与所述固定连接件的固定接合面相匹配的弧形的下表面,以及与所述活动连接件的活动接合面相匹配的弧形的上表面。

12. 根据权利要求11所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述弧形的固定接合面在中心处具有沿横向方向延伸的平面部分,和/或

所述弧形的活动接合面在中心处具有沿横向方向延伸的平面部分。

13. 根据权利要求11或12所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,在所述弹性连接件的边缘处设置有第二凹陷部分,所述第二凹陷部分构造为在纵向方向上受载时至少部分地闭合。

14. 根据权利要求11到13中任一项所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,在所述弹性连接件内嵌设有金属隔板,

所述金属隔板在整个所述弹性连接件内延伸,或者

所述金属隔板仅设置在所述弹性连接件的边缘处而不延伸至所述弹性连接件的中心处。

15. 根据权利要求11到14中任一项所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述固定连接件与所述第一连接部相对应,所述活动连接件与所述第二连接部固定相连。

16. 根据权利要求11到15中任一项所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述活动连接件与所述第二连接部相对应。

17. 根据权利要求1到16中任一项所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述加重组件包括一个加重单元,在所述一个加重单元之下设置有碰撞机构,所述碰撞机构构造为与安装在所述塔筒内的配合碰撞件相对应,以能够相互碰撞。

18. 根据权利要求1到16中任一项所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述加重组件包括至少两个加重单元,所述至少两个加重单元在纵向方向上彼此间隔开,在所述至少两个加重单元中的其中两个之间设置有碰撞机构,所述碰撞机构构造为与安装在所述塔筒内的配合碰撞件相对应,以能够相互碰撞,所述至少两个加重单元构造为能将所述调谐质量阻尼装置的重心调节到所述碰撞机构处。

19. 根据权利要求17或18所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述碰撞机构包括:

碰撞体,所述碰撞体套设在构造为环状的所述配合碰撞件内;以及

缓冲弹性件,所述缓冲弹性件连接在所述碰撞体和位于所述碰撞体之上的加重单元之间。

20. 根据权利要求19所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述缓冲弹性件构造为沿纵向方向延伸的柱状弹性件。

21. 根据权利要求19或20所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,在所述碰撞体和所述配合碰撞件之间设置有弹性垫,所述弹性垫由比所述碰撞体软的金属或者高分子材料制成。

22. 根据权利要求17到21中任一项所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述加重单

元包括沿横向方向延伸的托板,以及叠置在所述托板上的加重板。

23. 根据权利要求1到22中任一项所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述调谐质量阻尼装置还包括设置在所述重量组件之下的底部弹簧组件,所述底部弹簧组件包括沿纵向方向延伸并连接在所述塔筒的底壁与所述重量组件之间的底部弹性件。

24. 根据权利要求23所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述底部弹簧组件还包括:

第一连接杆,所述第一连接杆从所述重量组件处沿纵向方向向下延伸;以及

第二连接杆,所述第二连接杆沿纵向方向延伸,所述第二连接杆的上端与所述第一连接杆铰接,所述第二连接杆的下端与所述底部弹性件相连。

25. 根据权利要求23或24所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述底部弹簧组件还包括连接在所述底部弹性件与所述塔筒的底壁之间的第三连接杆,所述第三连接杆与所述塔筒的底壁铰接。

26. 根据权利要求25所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述调谐质量阻尼装置还包括连接在所述第一连接杆与所述塔筒的侧壁之间的阻尼器,所述阻尼器沿横向方向延伸,所述阻尼器的两端分别与所述第一连接杆和所述塔筒铰接。

27. 根据权利要求26所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述阻尼器的两端分别与所述第一连接杆和所述塔筒的侧壁铰接。

28. 根据权利要求27所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,两个所述阻尼器在横向方向上彼此间隔 90° 的夹角。

29. 根据权利要求26所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述阻尼器具有在纵向方向上倾斜,所述阻尼器的两端分别与所述第一连接杆和所述塔筒的底壁铰接。

30. 根据权利要求1到29中任一项所述的调谐质量阻尼装置,其特征在于,所述连杆包括:

连接芯轴,所述连接芯轴连接在所述顶部连接组件与所述加重组件之间,所述连接芯轴构造为狭长的,以降低其重量;以及

外壳体,所述外壳体沿纵向方向延伸以抵在所述顶部连接组件与所述加重组件之间,所述外壳体包围所述连接芯轴。

调谐质量阻尼装置

技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电机的减振技术领域,特别是涉及一种调谐质量阻尼装置。

背景技术

[0002] 风力发电是一种清洁能源,近年来受到广泛的关注。为了提高发电效率,在中低风速及海上风场区域设置的高塔筒风机逐渐成为了各风机主机厂竞争的重要方向。塔筒的高度增加能有效提高发电效率,但同时会导致塔筒容易产生振动、甚至较大幅度的摆动。这种振动和摆动本身就会对发电机的结构稳定性带来不好的影响。另外,机组的转速有可能会跨越塔架一阶频率。在该转速跨越塔架频率时,就会产生共振,由此会带来非常严重的安全隐患。

[0003] 在现有技术中,通过在塔架的塔筒内吊设沙袋来减小塔筒的横向摆动。这种方式的成本很低,且易于实施。然而,在具体的使用过程中,沙袋容易产生自转。在这种情况下,沙袋的移动轨迹非常复杂,难以预期。这就导致该沙袋很难实现预期的削弱塔筒摆动的作用。甚至,在有些情况下,还有可能加剧塔筒的摆动。

[0004] 因此,需要一种能够有效削弱风电发动机的塔筒的摆动的装置。

发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明提出了一种调谐质量阻尼装置,其能够有效削弱风电发动机的塔筒的摆动。

[0006] 根据本发明提出了一种调谐质量阻尼装置,包括:连杆,所述连杆沿着纵向方向延伸;加重组件,所述加重组件连接在所述连杆的下端处;以及顶部连接组件,所述顶部连接组件连接在所述连杆的上端与塔筒的塔架横梁之间,并包括防自转机构,所述防自转机构包括:第一连接部,所述第一连接部与所述塔架横梁固定相连;第二连接部,所述第二连接部设置在所述第一连接部之下,并与所述连杆的上端固定相连;一对连接轴杆,所述一对连接轴杆相对间隔开设置,所述一对连接轴杆中的每一个均沿纵向方向延伸,所述连接轴杆的下端与所述第二连接部固定相连,所述连接轴杆的上端插入到所述第一连接部内,并通过连接头而与所述第一连接部相连;以及所述连接头,所述连接头包括与所述第一连接部相连的外套件,套设在所述外套件内的与所述连接轴杆相连的内套件,以及设置在所述内套件和所述外套件之间的中间弹性层。

[0007] 连接头的这种从外到内依次为外套件、中间弹性层和内套件的这种结构一方面具有较大的径向刚度(横向刚度),另一方面具有较小的偏转刚度。由此,该接头允许连接轴杆、第二连接部和连杆以及加重组件相对于第一连接部和塔筒进行摆动,以此来削弱塔筒本身的摆动。同时,在加重组件、连杆和第二连接部有自转趋势时,该一对轴杆和连接头能与第一连接部配合而消除该趋势。由此,能够有效地避免调谐质量阻尼装置的自转,并由此使得该装置的摆动可如预期进行。在这种情况下,能够有效地削弱塔筒的摆动,以此来确保风力发电机的结构稳定性。尤其是,这能避免塔架摆动与机组转动之间产生共振,能有有效

免除安全隐患。

[0008] 在一个实施例中,所述外套件的内侧面和/或所述内套件的外侧面构造为拱形表面,所述拱形表面的中间部分径向向外凸出。

[0009] 在一个实施例中,在所述中间弹性层的上边缘和下边缘处构造有第一凹陷部分。

[0010] 在一个实施例中,所述顶部连接组件还包括外安装套,所述连接头通过所述外安装套而与所述第一连接部相连,所述外安装套构造为能预先挤压式套设在所述外套件之外,以使所述连接头的中间弹性层预压缩。

[0011] 在一个实施例中,在所述外安装套上设置有用于与所述内套件相配合的安装卡槽,以及用于与所述第一连接部相配合的螺纹。

[0012] 在一个实施例中,其特征在于,所述顶部连接组件还包括内安装套,所述连接头通过所述内安装套而与所述连接轴杆相连,所述内安装套构造为能预先挤压式套设在所述内套件之内,以使所述连接头的中间弹性层预压缩。

[0013] 在一个实施例中,所述内安装套与所述连接轴杆固定连接为一体。

[0014] 在一个实施例中,所述连接轴杆能相对于所述连接头的内套件在轴向方向上滑动。

[0015] 在一个实施例中,在所述连接轴杆与所述连接头的内套件之间设置有间隙,或设置有直线轴承或耐磨材料体。

[0016] 在一个实施例中,在所述第二连接部上构造有吊装孔,吊装杆能选择性地插入到所述吊装孔内,以将所述第二连接部与所述塔架横梁固定连接在一起。

[0017] 在一个实施例中,所述顶部连接组件包括纵向承载机构,所述纵向承载机构包括:固定连接件,所述固定连接件与所述塔架横梁固定连接,所述固定连接件包括朝向上方的凸起的弧形的固定接合面;活动连接件,所述活动连接件设置在所述固定连接件之上,并与所述固定连接件间隔开,所述活动连接件与所述连杆的上端相连,所述活动连接件包括朝向下方的凹陷的弧形的活动接合面;以及弹性连接件,所述弹性连接件设置在所述固定连接件与所述活动连接件之间,所述弹性连接件具有与所述固定连接件的固定接合面相匹配的弧形的下表面,以及与所述活动连接件的活动接合面相匹配的弧形的上表面。

[0018] 在一个实施例中,所述弧形的固定接合面在中心处具有沿横向方向延伸的平面部分,和/或所述弧形的活动接合面在中心处具有沿横向方向延伸的平面部分。

[0019] 在一个实施例中,在所述弹性连接件的边缘处设置有第二凹陷部分,所述第二凹陷部分构造为在纵向方向上受载时至少部分地闭合。

[0020] 在一个实施例中,在所述弹性连接件内嵌设有金属隔板,所述金属隔板在整个所述弹性连接件内延伸,或者所述金属隔板仅设置在所述弹性连接件的边缘处而不设置在所述弹性连接件的中心处。

[0021] 在一个实施例中,所述固定连接件与所述第一连接部相对应,所述活动连接件与所述第二连接部固定相连。

[0022] 在一个实施例中,所述活动连接件与所述第二连接部相对应。

[0023] 在一个实施例中,所述加重组件包括一个加重单元,在所述一个加重单元之下设置有碰撞机构,所述碰撞机构构造为与安装在所述塔筒内的配合碰撞件相对应,以能够相互碰撞。

[0024] 在一个实施例中,所述加重组件包括至少两个加重单元,所述至少两个加重单元在纵向方向上彼此间隔开,在所述至少两个加重单元中的其中两个之间设置有碰撞机构,所述碰撞机构构造为与安装在所述塔筒内的配合碰撞件相对应,以能够相互碰撞,所述至少两个加重单元构造为能将所述调谐质量阻尼装置的重心调节到所述碰撞机构处。

[0025] 在一个实施例中,碰撞机构包括:碰撞体,所述碰撞体套设在构造为环状的所述配合碰撞件内;以及缓冲弹性件,所述缓冲弹性件连接在所述碰撞体和位于所述碰撞体之上的加重单元之间。

[0026] 在一个实施例中,所述缓冲弹性件构造为沿纵向方向延伸的柱状弹性件。

[0027] 在一个实施例中,在所述碰撞体和所述配合碰撞件之间设置有弹性垫,所述弹性垫由比所述碰撞体软的金属或者高分子材料制成。

[0028] 在一个实施例中,所述加重单元包括沿横向方向延伸的托板,以及叠置在所述托板上的加重板。

[0029] 在一个实施例中,所述调谐质量阻尼装置还包括设置在所述重量组件之下的底部弹簧组件,所述底部弹簧组件包括沿纵向方向延伸并连接在所述塔筒的底壁与所述重量组件之间的底部弹性件。

[0030] 在一个实施例中,所述底部弹簧组件还包括:第一连接杆,所述第一连接杆从所述重量组件处沿纵向方向向下延伸;以及第二连接杆,所述第二连接杆沿纵向方向延伸,所述第二连接杆的上端与所述第一连接杆铰接,所述第二连接杆的下端与所述底部弹性件相连。

[0031] 在一个实施例中,所述底部弹簧组件还包括连接在所述底部弹性件与所述塔筒的底壁之间的第三连接杆,所述第三连接杆与所述塔筒的底壁铰接。

[0032] 在一个实施例中,所述调谐质量阻尼装置还包括连接在所述第一连接杆与所述塔筒的侧壁之间的阻尼器,所述阻尼器沿横向方向延伸,所述阻尼器的两端分别与所述第一连接杆和所述塔筒铰接。

[0033] 在一个实施例中,所述阻尼器的两端分别与所述第一连接杆和所述塔筒的侧壁铰接。

[0034] 在一个实施例中,两个所述阻尼器在横向方向上彼此间隔 90° 的夹角。

[0035] 在一个实施例中,所述阻尼器具有在纵向方向上倾斜,所述阻尼器的两端分别与所述第一连接杆和所述塔筒的底壁铰接。

[0036] 在一个实施例中,所述连杆包括:连接芯轴,所述连接芯轴连接在所述顶部连接组件与所述加重组件之间,所述连接芯轴构造为狭长的,以降低其重量;以及外壳体,所述外壳体沿纵向方向延伸以抵在所述顶部连接组件与所述加重组件之间,所述外壳体包围所述连接芯轴。

[0037] 与现有技术相比,本发明的优点在于:能够有效避免调谐质量阻尼装置的自转,并由此能更有效地削弱塔筒的摆动。另外,在该装置的摆动超过一定幅度时,碰撞机构与配合碰撞件发生碰撞,以耗散该装置摆动的能量,同时促使该装置朝向相反的方向摆动。

附图说明

[0038] 在下文中参考附图来对本发明进行更详细的描述。其中:

- [0039] 图1显示了本发明的调谐质量阻尼装置的一个示例性实施方案；
- [0040] 图2显示了图1中的装置的顶部连接组件的局部放大图；
- [0041] 图3显示了图2中的顶部连接组件的剖视图；
- [0042] 图4显示了图3中的顶部连接组件的局部剖视图；
- [0043] 图5显示了顶部连接组件的一个优选的实施例的局部放大图；
- [0044] 图6和图7分别显示了图5中的顶部连接组件在不同的状态下的结构图；
- [0045] 图8和图9分别显示了顶部连接组件的另一个实施例；
- [0046] 图10和图11显示了顶部连接组件的一部分的立体图；
- [0047] 图12显示了顶部连接组件中的连接头的一个实施例的剖视图；
- [0048] 图13和图14显示了调谐质量阻尼装置的连杆的一个实施例的示意性结构图；
- [0049] 图15和图16显示了调谐质量阻尼装置的加重组件的一个实施例；
- [0050] 图17和图18显示了调谐质量阻尼装置的碰撞机构的一个实施例；
- [0051] 图19显示了调谐质量阻尼装置中的底部弹簧组件的一个实施例；
- [0052] 图20显示了调谐质量阻尼装置中的底部弹簧组件的另一个实施例；
- [0053] 图21和图22显示了本发明的调谐质量阻尼装置的顶部连接组件的另一个实施例；
- [0054] 图23和图24显示了碰撞机构的另一个实施例；
- [0055] 图25显示了碰撞机构的又一个实施例；
- [0056] 图26至图28分别显示了连接头安装在连接轴杆和固定板14之间的不同的实施例。
- [0057] 在附图中，相同的部件使用相同的附图标记。附图并未按照实际的比例绘制。

具体实施方式

- [0058] 下面将结合附图对本发明作进一步说明。
- [0059] 图1显示了本发明的调谐质量阻尼装置(以下简称为“装置”)100的一个实施方案。该装置100设置在风力发电机的塔筒9内,并包括从上到下依次设置的顶部连接组件1、连杆2、重量组件3和底部弹簧组件6,其中顶部连接组件1与塔筒9顶部的塔架横梁91相连,底部弹簧组件6与塔筒9的底壁92相连。另外,在重量组件3附近还可设置有碰撞机构4。在底部弹簧组件6处还设置有与塔筒9的侧壁相连的阻尼器。
- [0060] 下面将结合图2-25对装置100的详细结构进行更加详细的描述。
- [0061] 如图2和图3所示,顶部连接组件1包括在横向方向上延伸的固定板14,该固定板14大体上与塔架横梁91平行地设置在塔架横梁91之下。在塔架横梁91与固定板14之间设置有支撑管11。螺栓穿过塔架横梁91、支撑管11和固定板14而将它们固定在一起。
- [0062] 顶部连接组件1还包括设置在该固定板14之下的沿横向方向延伸的第一活动板15。沿纵向方向延伸的连接轴杆18穿过固定板14和第一活动板15而将它们连接在一起,其中,连接轴杆18的一端与第一活动板15固定连接,另一端通过连接头16而与固定板14相连。第一活动板15可与下方的连杆2固定相连。
- [0063] 另外,顶部连接组件1还包括设置在固定板14上的下球座133,该下球座133相对于固定板14向上凸出而形成弧形的固定接合面。在该固定接合面上设置弹性连接件132。在弹性连接件上设置上球座131,该上球座131构造有朝向下方的凹陷的下表面,该下表面也是弧形的。由此,上球座131与下球座133在纵向方向上彼此间隔开,弹性连接件132连接在它

们之间。弹性连接件132、下球座133和上球座131例如可通过硫化而固定连接在一起,形成一个整体部件。在上球座131之上还可设置第二活动板12,该第二活动板通过沿纵向方向延伸跨过固定板14的辅助连接件19而与第一活动板15固定相连。由此,加重组件3的重量可通过连杆2、第一活动板15、辅助连接件19和第二活动板12而传递至上球座131,并由此而向下压缩弹性连接件132。这种设置使得该弹性连接件132设计为具有较大的纵向刚度,纵向承载能力较高。同时,该弹性连接件132具有较小的偏转刚度(即,绕弧面的中心),其允许上球座131相对于下球座133发生转动,由此允许与上球座131固定的连杆2和加重组件3相对于与下球座133固定的塔筒9发生摆动。

[0064] 从另一角度来看,上述固定板14、塔架横梁91和支撑管11通过螺栓连接形成大体上呈口字型的环状结构。第二活动板12、辅助连接件19和第一活动板15通过螺栓连接形成另一个大体上呈口字型的环状结构。这两个环状结构彼此套设在一起,它们之间通过上球座131、下球座133和弹性连接件132而连接在一起,以实现纵向方向上的承载作用。

[0065] 在一个实施例中,上球座131的下表面(即,活动接合面)与下球座133的上表面(即,固定接合面)均构造为球面的一部分,并且它们具有相同的圆心。由此,它们之间的弹性连接件具有均匀的厚度。这种设置易于加工,同时能具有较好的纵向承载能力和剪切变形能力。

[0066] 在另一个实施例中,上球座131的下表面与下球座133的上表面构造为球面的一部分,但它们具有不同的半径,其中,上球座131的下表面的半径较小而下球座133的上表面的半径较大。由此,它们之间的弹性弹性连接件的中间部分较厚而边缘部分较薄。这种设置有利于减小该中间部分的橡胶应力,使得该弹性连接件132不易疲劳,具有较高的纵向(垂向)承载能力。

[0067] 在图5所示的实施例中,上球座131的下表面和下球座133的上表面均包括中间的直线段部分以及边缘处的弧形部分。这种设置有利于减小中间弹性件132在中间部分的应变,提高纵向承载能力。另外,在该中间弹性件132的边缘处还优选地构造有第二凹陷部分132A。如图6所示,在中间弹性件132未受载时(即,处于自由状态时),该第二凹陷部分132A具有明显的锐角式的豁口。如图7所示,在中间弹性件132受载时(即,处于受载状态时),中间弹性件132压缩变形,从而使得该第二凹陷部分132A的豁口至少部分地闭合,即,该豁口的上侧壁和下侧壁彼此贴近而至少部分地紧贴在一起。由此,在加重组件3相对于塔筒9进行摆动时,中间弹性件132的边缘处的载荷为静载荷。这非常有利于延长中间弹性件132的疲劳寿命。优选地,如图5-7所示,该第二凹陷部分132A更加靠近上球座131。这种结构便于模具的制作,能够有效降低装置100的制造成本。

[0068] 如图8和图9所示,还可在中间弹性件132内嵌入金属隔板134。在图8所示的实施例中,金属隔板134在整个中间弹性件132内延伸。这种设置更有利于提高中间弹性件132的纵向刚度,并由此提高其纵向承载能力。在图9所示的实施例中,金属隔板134仅在中间弹性件132的边缘处延伸,而不延伸至中间弹性件132的中部。相对于图8中的实施例而言,这更有利于减小中间弹性件132的中间部分的应变,并由此使其不易疲劳。应当理解的是,金属隔板134可以是一层的,也可以是多层的。

[0069] 上球座131可通过螺栓而与第二活动板12固定相连。另外,如图10所示,在上球座131的上部可设置定位凸台131A。相应地,可在第二活动板12的下侧设置相匹配的凹槽。在

装置100装配好时,上球座131和第二活动板12可通过该定位凸台131A和凹槽的配合而实现定位和接合。优选地,上述定位凸台131A可与螺栓一起实现上球座131与第二活动板12之间的固定连接。由此,即便螺栓非预期地损坏或不能再发挥其作用,定位凸台131A与凹槽的配合仍能确保上球座131与第二活动板12之间的连接性,进而可确保加重组件3的摆动运动顺利进行。

[0070] 类似地,下球座133可通过螺栓而与固定板14固定相连。另外,如图11所示,在下球座133的下部可设置定位凸台133A。相应地,可在固定板的上侧设置相匹配的凹槽。在装置100装配好时,下球座133和固定板14可通过该定位凸台133A和凹槽的配合而实现定位和接合。优选地,上述定位凸台133A可与螺栓一起实现下球座133与固定板14之间的固定连接。由此,即便螺栓非预期地损坏或不能再发挥其作用,定位凸台133A与凹槽的配合仍能确保下球座133与固定板14之间的连接性,进而可确保加重组件3的摆动运动顺利进行。

[0071] 在图2和图3所示的实施例中,顶部连接组件1的固定板14、下球座133、弹性连接件132、上球座131和第二活动板12形成了本发明中的纵向承载机构,其中固定板14和下球座133形成了固定连接件,上球座和第二活动板形成了活动连接件。应当理解的是,根据需要,可相应地增加、减少或替换纵向承载机构中的各个结构。还应当理解的是,在图2和图3所示的实施例中,纵向承载机构与防自转机构在一些结构上存在对应关系。例如,固定板14和下球座133既涉及纵向承载机构中的固定连接件,也涉及防自转机构中的第一连接部。也就是说,图2和图3所示的实施例中包含纵向承载机构与防自转机构的有机结合。

[0072] 在图12中更加详细地显示了上述连接头16的结构。连接头16包括沿纵向方向延伸的、大体上为圆筒状的内套件161,与内套件161间隔开地套设在该内套件161之外的外套件163,以及设置在内套件161与外套件163之间的中间弹性层162。中间弹性层162例如可由橡胶制成。由此,这种连接头16(尤其是其中的中间弹性层162)具备较大的径向刚度,同时,还具有较小的偏转刚度。也就是说,在连接头16受到径向方向的力时,中间弹性层162主要受到径向方向的压力,不容易径向压缩变形;而在连接头16受到偏转方向的力时,中间弹性层162主要受到纵向方向的剪切力,容易产生剪切变形。

[0073] 优选地,在装配时,中间弹性层162被挤压式安装在内套件161与外套件163之间,以实现径向方向的预压缩。这种预压缩有助于延长连接头16的使用寿命。该预压缩可通过挤压外套件163来实现。外套件163例如可由20#钢、45#钢等材料制成。外套件163具有壁厚较薄的特点,在挤压时,外套件163可产生略微的塑性变形,以实现预压缩。

[0074] 在一个实施例中,如图26所示,连接头16可直接安装在固定板14上的台阶孔内,外套件163与固定板14相连,其下端与台阶孔的台阶面相接合。另外,连接轴杆18插入到内套件161中。由此,中间弹性层162(连接头16)的预压缩是通过装配在连接轴杆18和固定板14之间来实现的。在图26所示的实施例中,内套件161可与连接轴杆18固定相连。然而,优选地,内套件161与连接轴杆18接触而不连接,以允许内套件161相对于轴杆18沿轴向方向滑动。在这种情况下,连接头16不在轴向方向上承载轴杆18。这能避免轴杆18沿轴向方向拉扯内套件161,并进而有益于避免因内套件161相对于外套件163的轴向位移而导致中间弹性层162具有在轴向上的剪切变形。这有益于延长连接头16的使用寿命。

[0075] 在另一个实施例中,如图27所示,连接头16通过外安装套17而与固定板14相连。外安装套17通过螺纹而固定连接在固定板14的台阶孔内。在外安装套17上开设有卡槽,以用

于安装接头16的外套件163,而内套件161与插入其中的连接轴杆18相连。在这种情况下,在外安装套17上构造有与接头16的外套件163的下端相配合的台阶面。通过这种设置,可先将安装套17、接头16和连接轴杆18安装在一起,形成一个整体。由此,中间弹性层162(接头16)的预压缩是通过装配在安装套17与连接轴杆18之间来实现的。此后,可将安装套17、接头16和连接轴杆18一起装配到固定板14和第一活动板15处。通过预先使接头16预压缩可使得用于安装整个装置100的施工现场处的操作更加方便、简单。在图27所示的实施例中,内套件161与连接轴杆18之间留有一定间隙。由此,可有效确保连接轴杆18能相对于内套件161而在轴向上自由滑动。

[0076] 在图28所示的实施例中,接头16通过外安装套17而与固定板14相连。另外,在接头16的内套件161与连接轴杆18之间还设置有直线轴承或耐磨材料体82,在该直线轴承或耐磨材料体82与内套件161之间还设置有内安装套81。通过先将内安装套81和外安装套17分别施加在接头16的内外两侧,可使接头16预压缩。然后,可再将它们一起安装到固定板14和直线轴承或耐磨材料体82之间。外安装套17、接头16、内安装套81、直线轴承或耐磨材料体82和连接轴杆18彼此挤压地接合在一起,有利于安装紧凑和稳定,同时还有利于进一步压缩接头16中的中间弹性层162。同时,通过直线轴承或耐磨材料体82可有效实现连接轴杆18相对于接头16在轴向方向上的滑移。

[0077] 这里的耐磨材料体82例如可由改性高分子聚乙烯、尼龙等材料制成。

[0078] 应当理解的是,需要确保固定板14与连接轴杆18之间存在一定间隙(参见图3),以确保连接轴杆18能够自由地摆动。

[0079] 优选地,如图12所示,外套件163的内侧面163A和内套件161的外侧面161A构造为拱形表面,该拱形表面在纵向方向上的中心部分径向向外凸出。通过这种设置,更有利于降低接头16的偏转刚度。这是因为在外套件163和内套件161分别受到纵向方向上相反的力时,中间弹性层能相对更多地产生剪切变形,而相对更少地产生压缩变形。

[0080] 另外,还优选地,如图12所示,中间弹性层的上边缘和下边缘处均构造有第一凹陷部分162A。通过设置这种第一凹陷部分162A,在外套件163和内套件161分别受到纵向方向上相反的作用力时,中间弹性层的边缘处的变形基本上均为剪切变形,而基本上没有压缩变形。由此,进一步有利于降低接头16的剪切刚度。

[0081] 通过上述设置,在加重组件3和连杆2相对于塔筒9横向摆动时,加重组件3、连杆2、第一活动板15、连接轴杆18和内套件161可一起相对于外套件163、外安装套17(如果有的话)、固定板14、支撑管11和塔架横梁91进行摆动。由此,在塔筒9本身产生横向晃动时,上述结构可产生相反方向上的摆动,以此来削弱塔筒9的横向晃动。

[0082] 另外,如图2和图3所示,顶部连接组件1包括一对上述连接轴杆18,并相应地设置有一对接头16。这一对连接轴杆18和相应的接头16在横向方向上彼此间隔开。由于接头16具有很大的径向刚度,因此,在加重组件3和连杆2连带着第一活动板15、连接轴杆18和内套件161一起有横向转动的趋势时,接头16的中间弹性层162不会发生明显的压缩变形。在这种情况下,上述趋势不会转化为实际的运动过程,或者所产生的转动非常小,可忽略不计。

[0083] 根据需要,可调节两个连接轴杆18之间的距离。距离越大,就越容易阻止上述自转的发生。

[0084] 在图2和3所示的实施例中,顶部连接组件1中的上述固定板14、第一活动板15、一对连接轴杆18和一对连接头16形成了本发明中的防自转机构,其中固定板14形成了第一连接部,第一活动板15形成了第二连接部。应当理解的是,根据需要,也可相应地增加、减少或替换防自转机构中的各个结构。

[0085] 在一个优选的实施例中,如图4所示,弹性连接件132的旋转中心R2与连接头16的中间弹性层162的旋转中心R2在横向方向上对齐,即,处在同一高度上。通过这种设置,使得弹性连接件132和中间弹性层162所承载的应力和应变较为均匀,由此可有效延长顶部连接组件的使用寿命。

[0086] 另外,在固定板14上还可设置有吊装孔154。如果需要对顶部连接组件1中的各个结构进行更换和维护,可通过将吊装杆(未显示)连接在吊装孔154和塔架横梁91之间而暂时地将第二活动板15与塔筒9的顶部固定在一起。此时,可方便地更换和维护图2中的各个部件。

[0087] 图21和图22显示了顶部连接组件1的另一个实施方案。在该方案中,第二活动板12和辅助连接件19替换为了一体式的U形的活动件71。也就是说,在该实施方案中,对于纵向承载机构来说,其活动连接件为上球座131和活动件71。应当理解的是,该活动件71也可用于图2所示的实施例中。然而,相较于一体式的活动件71,彼此独立的第二活动板12和辅助连接件19更容易拆卸;相反,一体式的活动件71更易于安装。

[0088] 另外,在图21和图22所示的实施方案中,防自转机构包括通过螺栓而与塔架横梁91固定连接的顶部固定件72。在该顶部固定件72内设置一对彼此间隔开的连接头16。一对彼此间隔开的连接轴杆18的上端分别插入到该一对连接头16内,下端纵向向下延伸至与活动件71固定连接。这种设置便于将连接轴杆18设置得较长,与图2所示的实施例相比,这有利于使加重组件3的摆动更加灵活。然而,图2所示的结构有利于将两个连接轴杆18之间的距离设置得更大,从而更有利于避免加重组件3的自转的发生。

[0089] 在图21和图22所示的实施例中,纵向承载机构与防自转结构也在结构上存在一定的对应关系。例如,活动件71既涉及纵向承载机构中的活动连接件,也涉及防自转机构中的第二连接部。也就是说,图21和图22所示的实施例中包含纵向轴承机构与防自转机构的有机结合。

[0090] 图13和图14详细地显示了连杆2的结构。连杆2包括细长式的连接芯轴。连接芯轴可以为一个或多个螺杆23。例如在连杆2非常长的情况下,多个螺杆23可通过接头22而在纵向方向上续接在一起。螺杆23的上端与顶部连接组件1的第一活动板15螺纹连接,下端与加重组件3固定连接。可如图13所示,彼此平行地设置多个连接芯轴,以确保顶部连接组件1与加重组件3中间的连接的稳定性。作为替代,该连接芯轴也可以是钢丝绳或吊索等。另外,连杆2还包括套设在连接芯轴之外的外壳体21。外壳体21抵在顶部连接组件1与加重组件3之间,能够有效防止细长的连接芯轴弯曲。上述这种连杆2一方面可有效降低其本身的重量,另一方面能够进行稳固的连接。

[0091] 图15和图16详细地显示了加重组件3的结构。加重组件3包括两个加重单元3A、3B,它们在纵向方向上彼此间隔开地排列。加重单元3A与连杆2的下端固定相连。加重单元3B通过连接杆34而与加重单元3A相连。连接杆34的结构与连杆2的结构类似,包括螺杆341和外壳体342。其具体的结构配合在此不加赘述。

[0092] 加重单元3A包括沿横向方向延伸的托盘33,以及叠置在该托盘33上的一个或多个加重板31。连杆2可延伸至托盘33处,并与托盘33固定相连。加重板31可由两部分组成,它们包围式设置在连杆2的周围。这有利于在使用过程中增减加重板,从而便于调整加重单元的重量,以调节装置100的重心。加重板31可通过螺栓32而固定到托盘33上。

[0093] 优选地,可在托盘33的下表面处与连接杆34相对应的位置设置相应的凹槽,从而在装配时可将连接杆34的上端插入该凹槽内,以便于定位。

[0094] 类似地,加重单元3B包括托盘36和一个或多个加重板35。加重板35包围式设置在连接杆34的周围。如图16所示,连接杆34向下延伸至托盘36处,其中的螺杆341延伸穿过托盘36,并通过垫板343和螺母344而与托盘36固定连接。

[0095] 应当理解的是,根据需要,也可仅设置一个加重单元,或者设置三个、四个或更多个加重单元。另外,根据需要,加重板可构造为矩形、圆形、三角形、或任意其他适当形状。在设置一个加重单元的情况下,碰撞机构4设置在该一个加重单元之下。在设置有三个或更多加重单元的情况下,可在其中两个加重单元之间设置碰撞机构4。

[0096] 如图15所示,还可在两个加重单元3A、3B之间设置碰撞机构4。图17和图18显示了该碰撞机构4的具体结构。

[0097] 如图17所示,碰撞机构4包括由橡胶制成的缓冲弹性件44。该缓冲弹性件44构造为沿纵向方向延伸的柱状结构。缓冲弹性件44的上端与安装板42固定连接,下端与碰撞体45固定连接。安装板42通过螺栓43而连接到加重单元3A的托盘33上。在安装板42与托盘33之间可根据需要而加装一个或多个垫片41,以此来调节安装板42的高度,最终来实现调节碰撞体45所在的高度。

[0098] 与碰撞体45相对应地,在塔筒9内设置相对于塔筒9固定的配合碰撞件46。配合碰撞件46例如可构造为环形的,碰撞体45被该配合碰撞件46所包围。碰撞体45的高度调节为与配合碰撞件46的高度相对应。在加重组件3进行摆动时,碰撞体45会随之一同摆动。当加重组件3和碰撞体45的摆动超过一定幅度时,碰撞体45可与配合碰撞件46碰撞在一起。此时,碰撞体45的摆动会受到阻止,然而在惯性作用下,加重组件3的摆动仍会继续,从而使缓冲弹性件44产生剪切变形。该剪切变形能耗散掉加重组件3继续摆动的能量,并使其向相反的方向产生力,以约束加重组件3的继续摆动。通过这种方式,有利于阻止加重组件3的摆动幅度进一步加大。

[0099] 如图18所示,碰撞体45可构造为环状的,以使连接杆34能穿过其中以将两个加重单元3A、3B连接在一起。在连接杆34与碰撞体45之间留有一定间隔,以在碰撞体45停止摆动而连接杆34在惯性作用下继续摆动的情况下,为连接杆34的摆动预留空间。在连接杆34上可套设弹性垫48,以缓冲连接杆34与碰撞体45之间的可能的碰撞。作为替代或附加,也可在碰撞体45的内侧设置相应的弹性垫。

[0100] 优选地,如图18所示,在配合碰撞件46的内侧设置弹性垫47,以缓冲配合碰撞件46与碰撞体45之间的碰撞。作为替代或附加,也可在碰撞体45的外侧设置相应的弹性垫。上述弹性垫47和48均可由较软的金属或者高分子材料(例如,纯铝或聚氨酯等)制成。

[0101] 在一个优选的实施例中,可通过重量组件3而将装置100的重心调节至碰撞机构4处,尤其是碰撞体45处。由此,在碰撞体45与配合碰撞件46发生碰撞时,加重组件3的摆动能方便而有效地停下。

[0102] 在图17所示的实施例中,设置有多个圆柱状的缓冲弹性件44。这些缓冲弹性件44彼此相邻地依次排列在环形的碰撞件46上,以形成环的形式。

[0103] 图23和图24显示了作为另一个实施例的缓冲弹性件44'。该缓冲弹性件构造为一整体式的环形件。沿着该缓冲弹性件44'的环形延伸路径而设置有多个螺柱49。这些螺柱49可用于与安装板42和碰撞体45固定连接。与图17中的缓冲弹性件44的设置相比,这种缓冲弹性件44'的制造成本较高,但具有更高的刚度。

[0104] 图25显示了作为另一个实施例的缓冲弹性件44"。缓冲弹性件44"构造为扇形体的一部分。多个缓冲弹性件44"可围成一整个圆环而固定设置在安装板42与碰撞体45之间。

[0105] 图19显示了装置100的底部弹簧组件6的具体结构。底部弹簧组件6包括与托盘36固定连接并从托盘36处向下延伸的第一连接杆61,连接在第一连接杆61之下的第二连接杆62,以及连接在第二连接杆62与塔筒9的底壁92之间的底部弹性件(弹簧)63。第二连接杆62与弹簧63固定连接,而与第一连接杆61铰接。通过这种设置,在加重组件3摆动时,可调整加重组件3摆动的频率,从而使其与塔筒9的摆动频率完全匹配。

[0106] 图20显示了底部弹簧组件6的另一种实施例。图20中的实施例与图19中的实施例的区别在于,在弹簧63与塔筒9的底壁92之间连接有第三连接杆64。第三连接杆64的一端与弹簧63固定连接,另一端与底壁92铰接。由此,弹簧63能够基本上仅产生沿其轴线方向上的变形。这有利于提高弹簧63的工作效率,并延长弹簧63的使用寿命。

[0107] 此外,可在第二连接杆62的下端处设置第一安装盘65,在第三连接杆64的上端处设置第二安装盘66。弹簧63连接在该第一安装盘65和第二安装盘66之间。这允许在第一安装盘65与第二安装盘66之间设置多个彼此平行的弹簧63来形成弹簧组。该弹簧组可具有较高的轴向变形刚度。

[0108] 另外,还可在第一连接杆61与塔筒9的侧壁之间设置沿横向方向延伸的阻尼器5,阻尼器5的两端分别与第一连接杆61和塔筒9铰接。在图19所示的实施例中,阻尼器5基本上沿水平方向延伸,由此而连接在塔筒9的侧壁上。在图20所示的实施例中,阻尼器5具有纵向方向的倾斜分量,由此而连接在塔筒9的底壁92上。

[0109] 另外,在图19所示的实施例中,阻尼器5直接连接在第一连接杆61上。在图20所示的实施例中,在第一连接杆61上安装有横向延伸板,阻尼器5通过铰接在该横向延伸板上而连接在第一连接杆61上。

[0110] 优选地,可设置多个阻尼器5。例如,在图19中设置有2个阻尼器5。这两个阻尼器5在横向方向上的延伸方向彼此垂直。通过这种设置,更有利于调整装置100与塔筒9之间的相对摆动关系。另外,如图20所示,可设置3个阻尼器5。这三个阻尼器5彼此相差120°设置。图20中这种3个阻尼器倾斜设置的方式进一步有利于调整加重组件3摆动的频率。

[0111] 虽然已经参考优选实施例对本发明进行了描述,但在不脱离本发明的范围的情况下,可以对其进行各种改进并且可以用等效物替换其中的部件。尤其是,只要不存在结构冲突,各个实施例中所提到的各项技术特征均可以任意方式组合起来。本发明并不局限于文中公开的特定实施例,而是包括落入权利要求的范围内的所有技术方案。

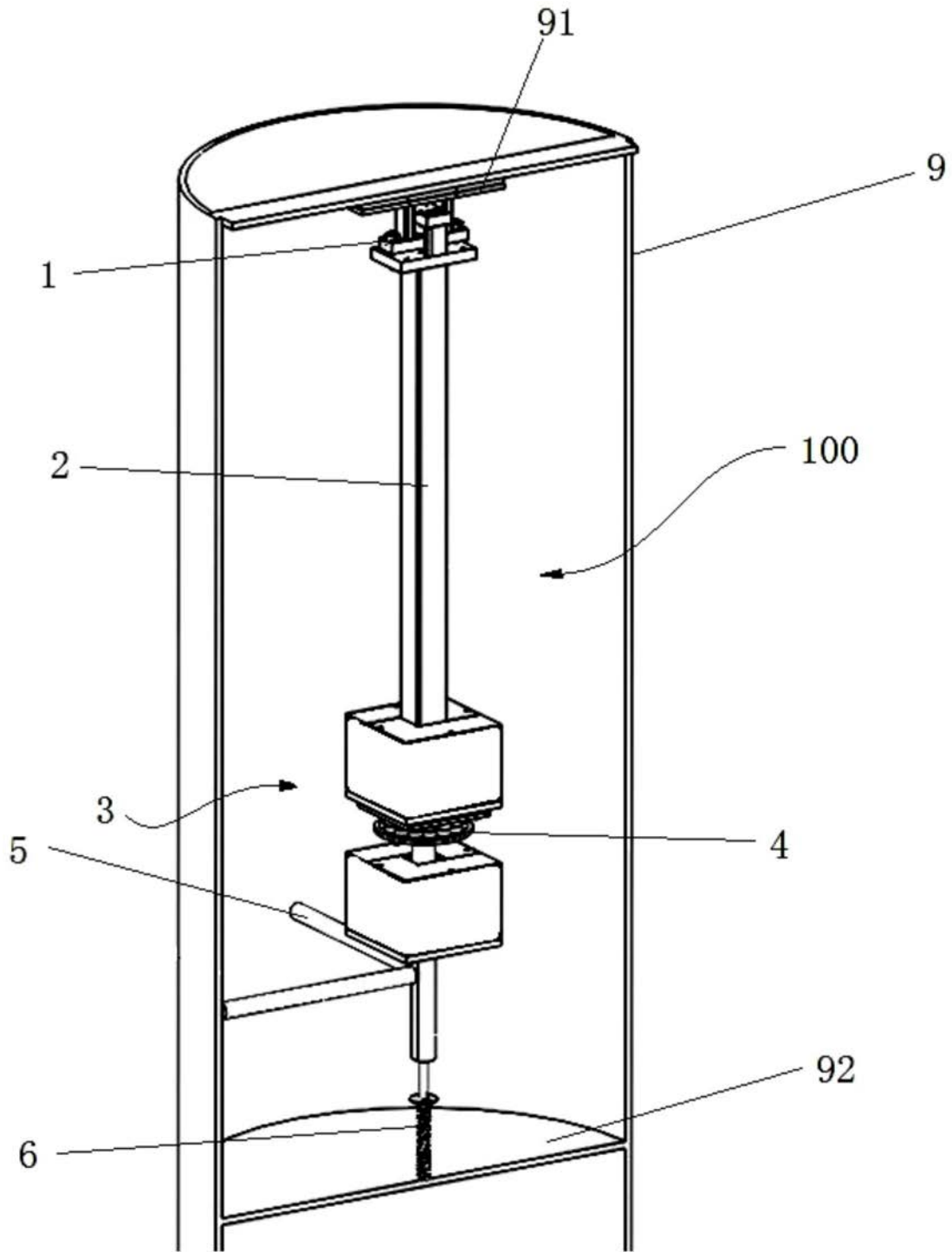


图1

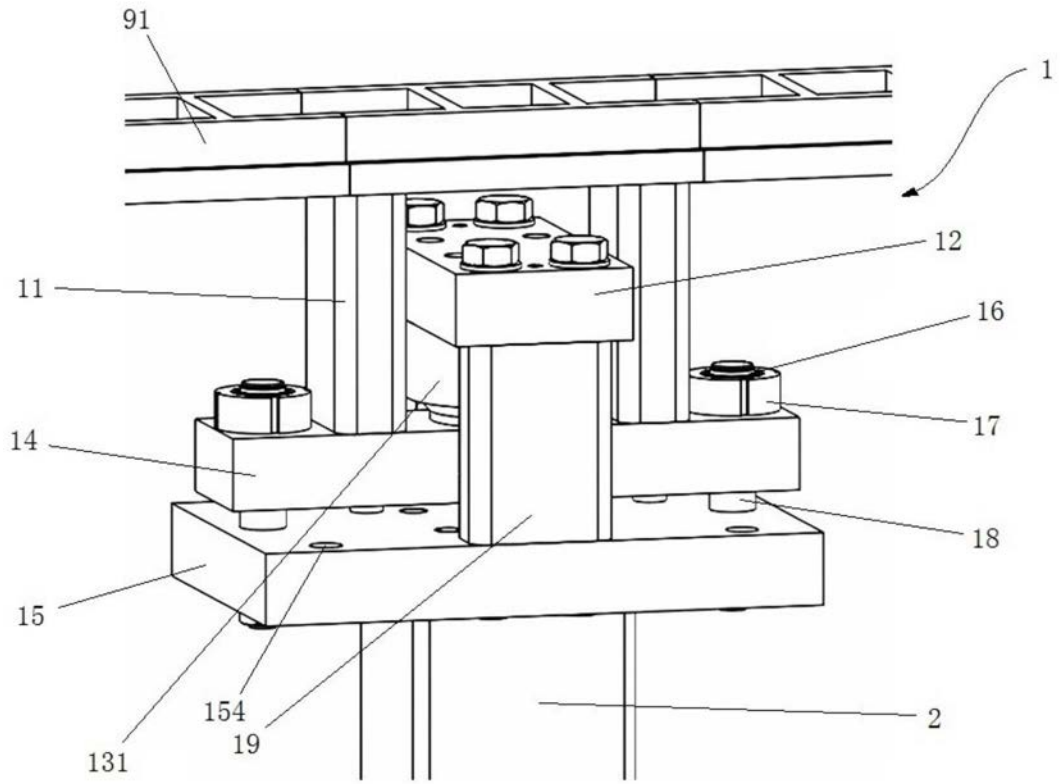


图2

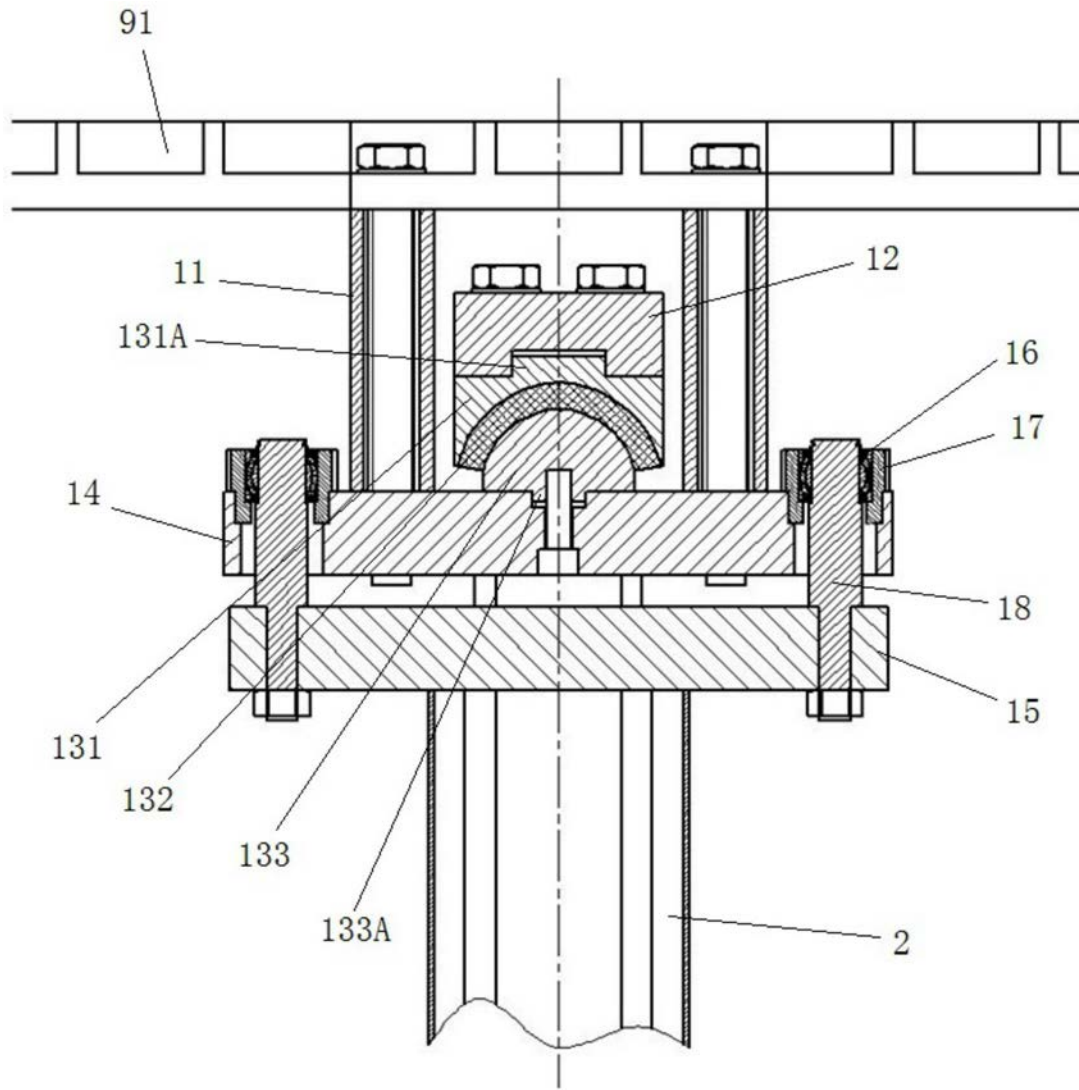


图3

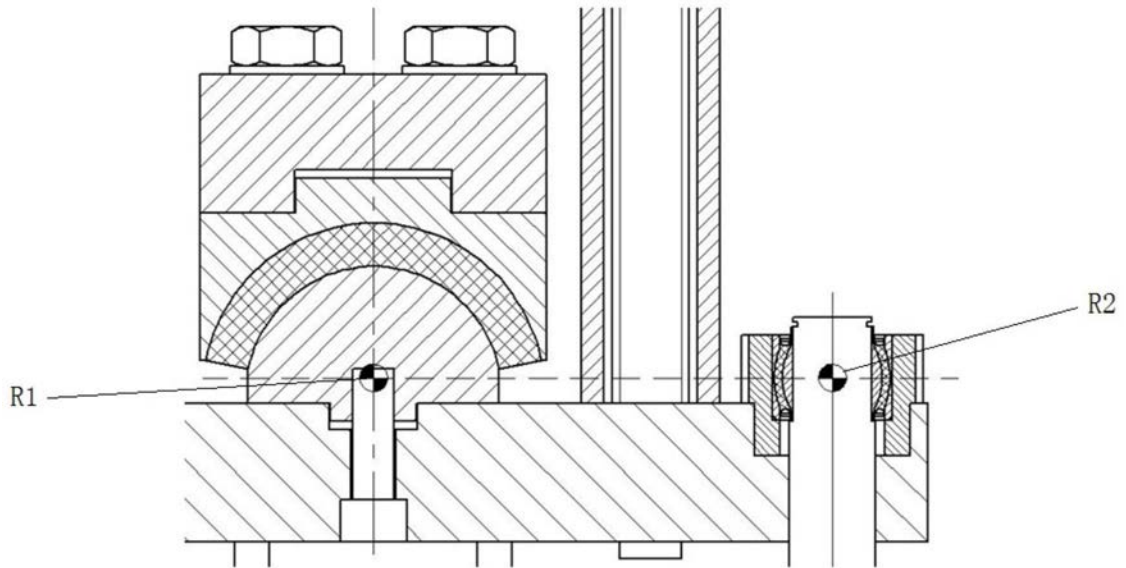


图4

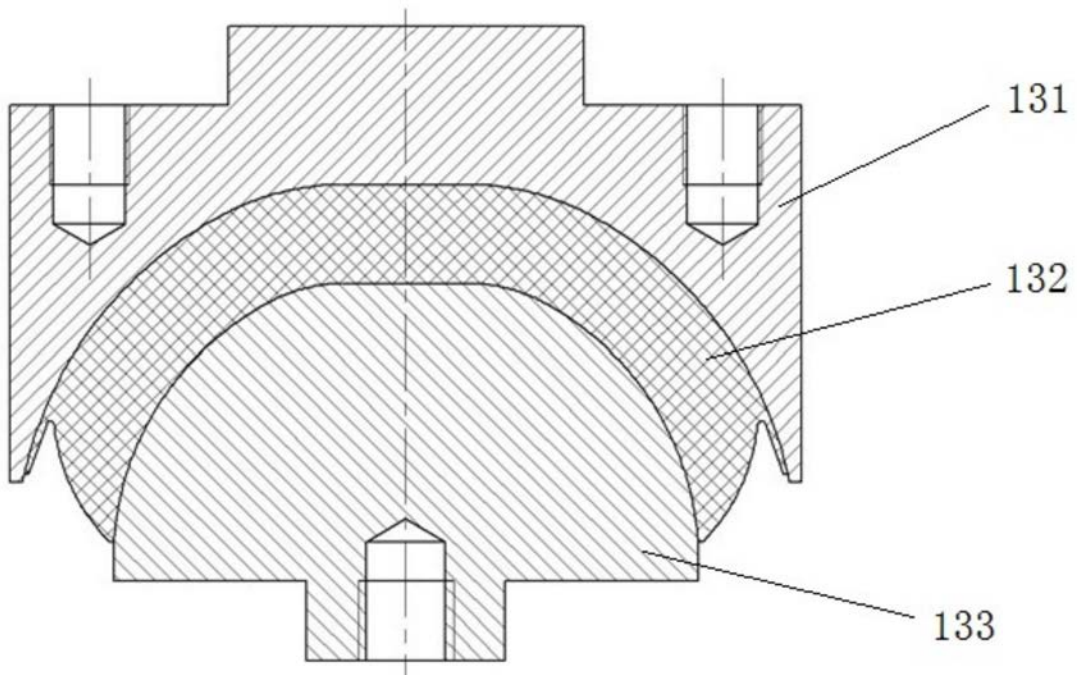


图5

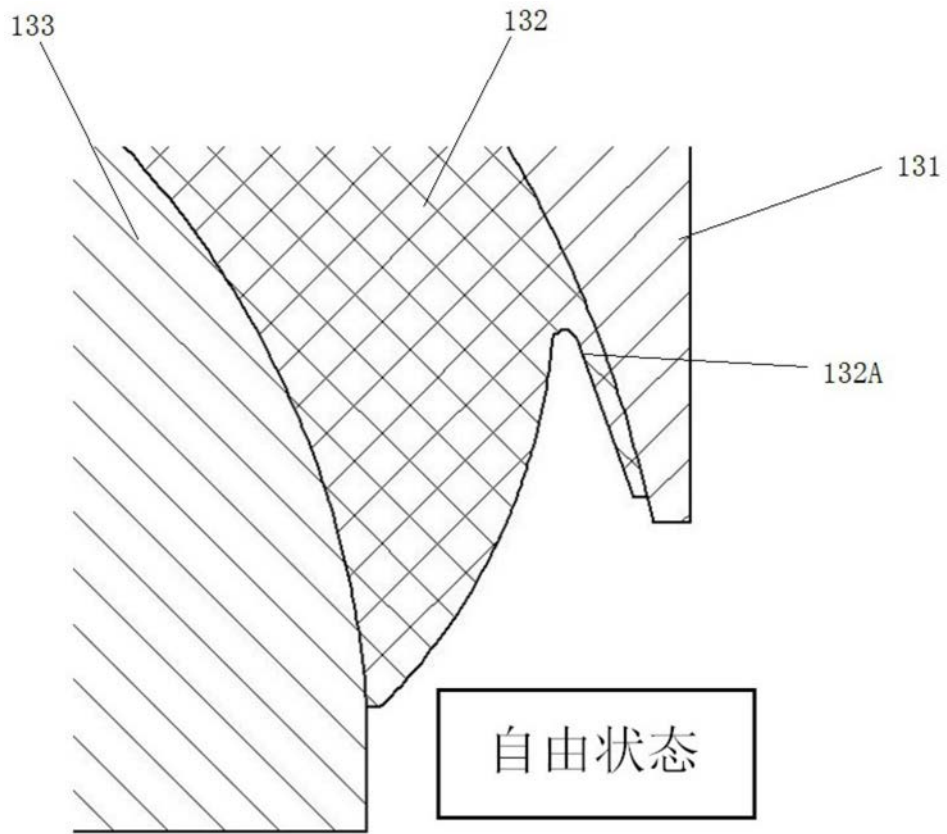


图6

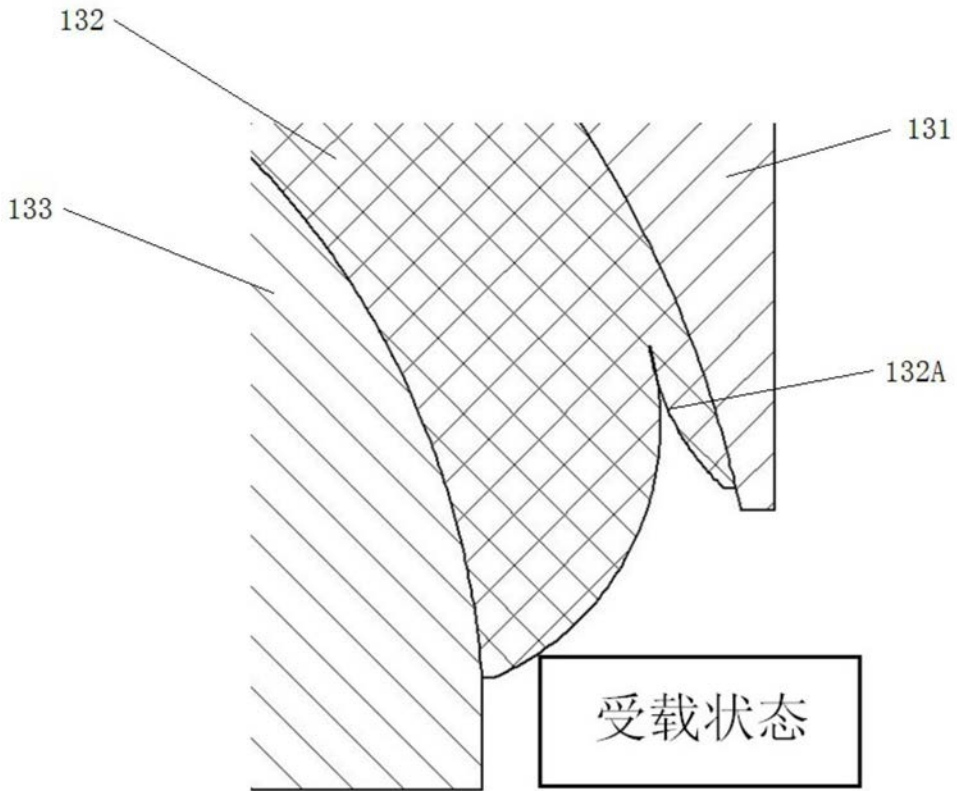


图7

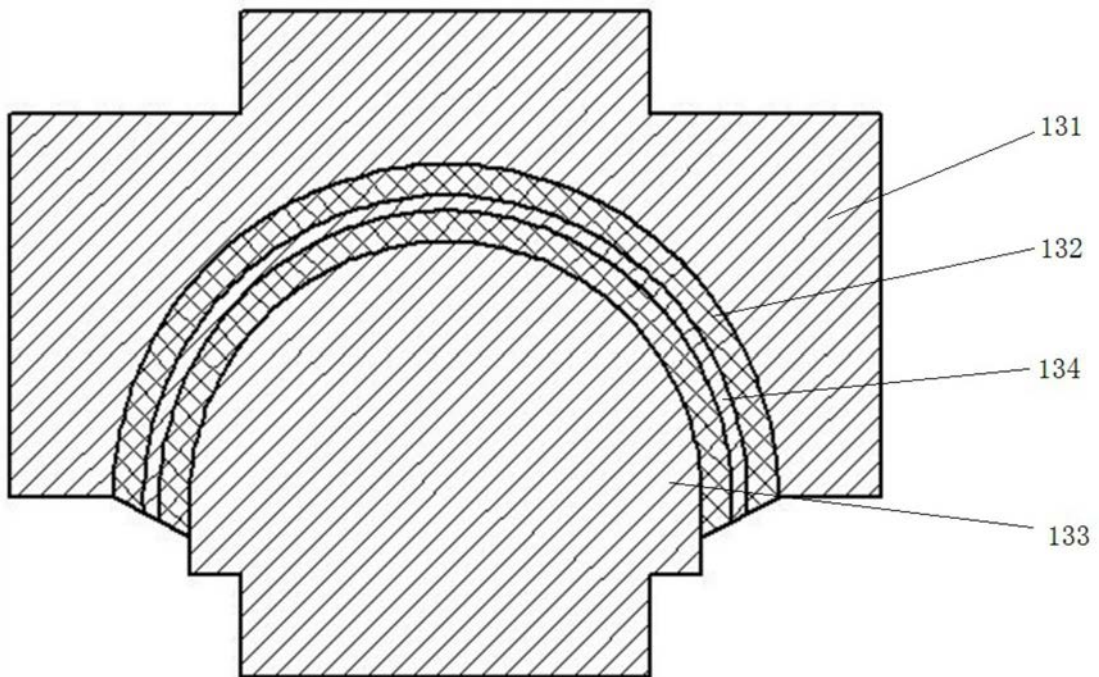


图8

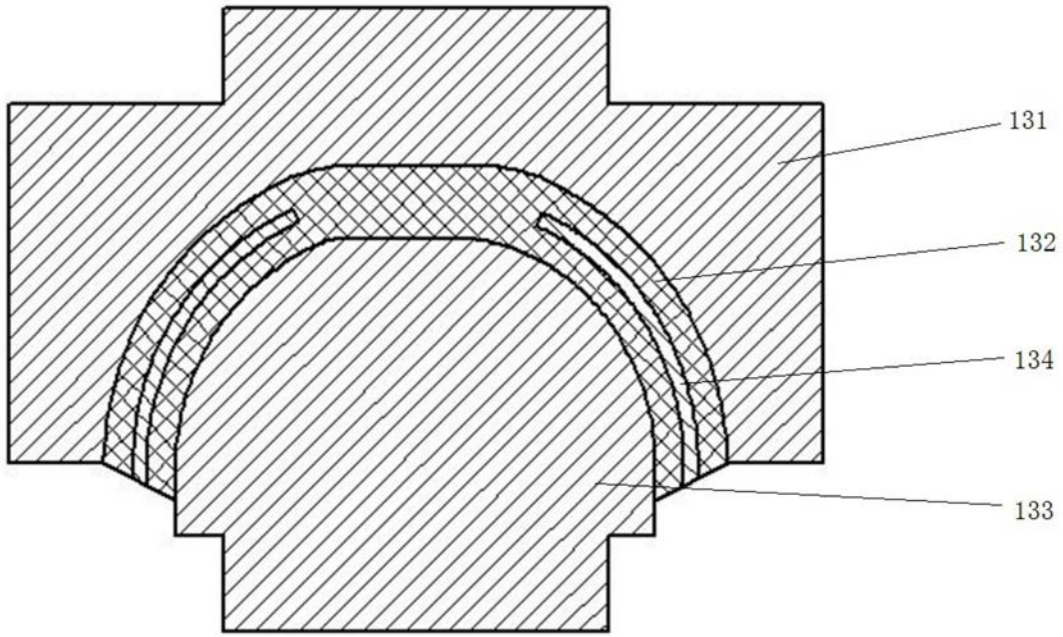


图9

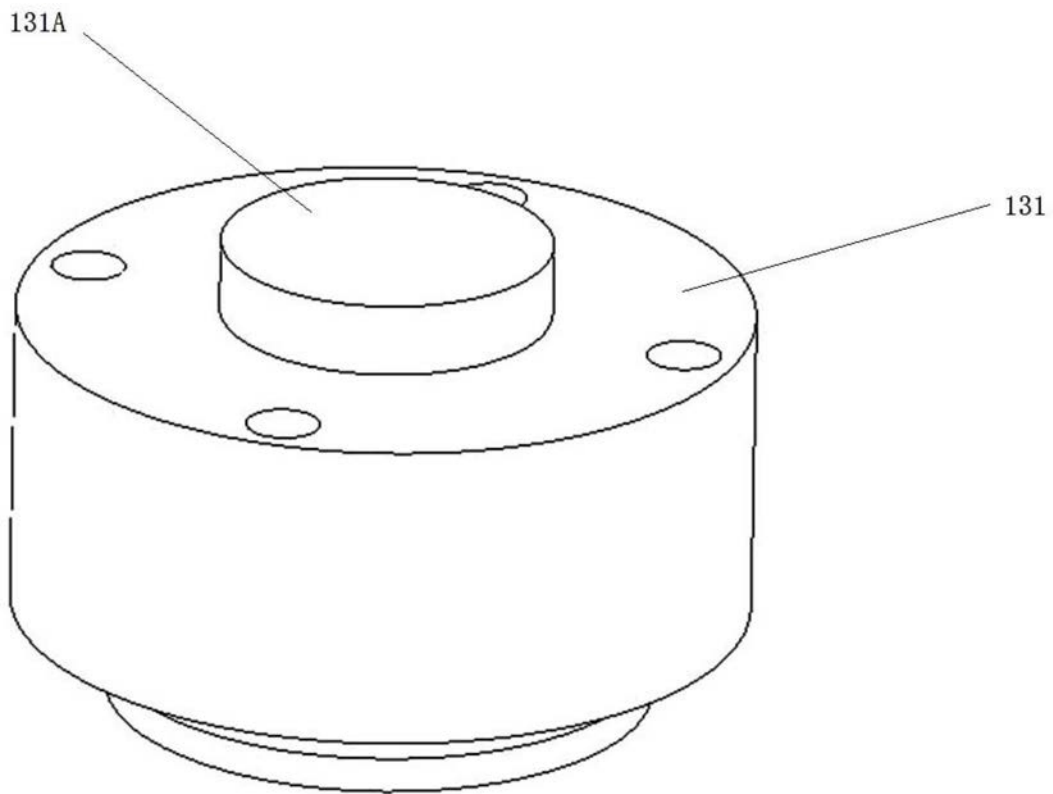


图10

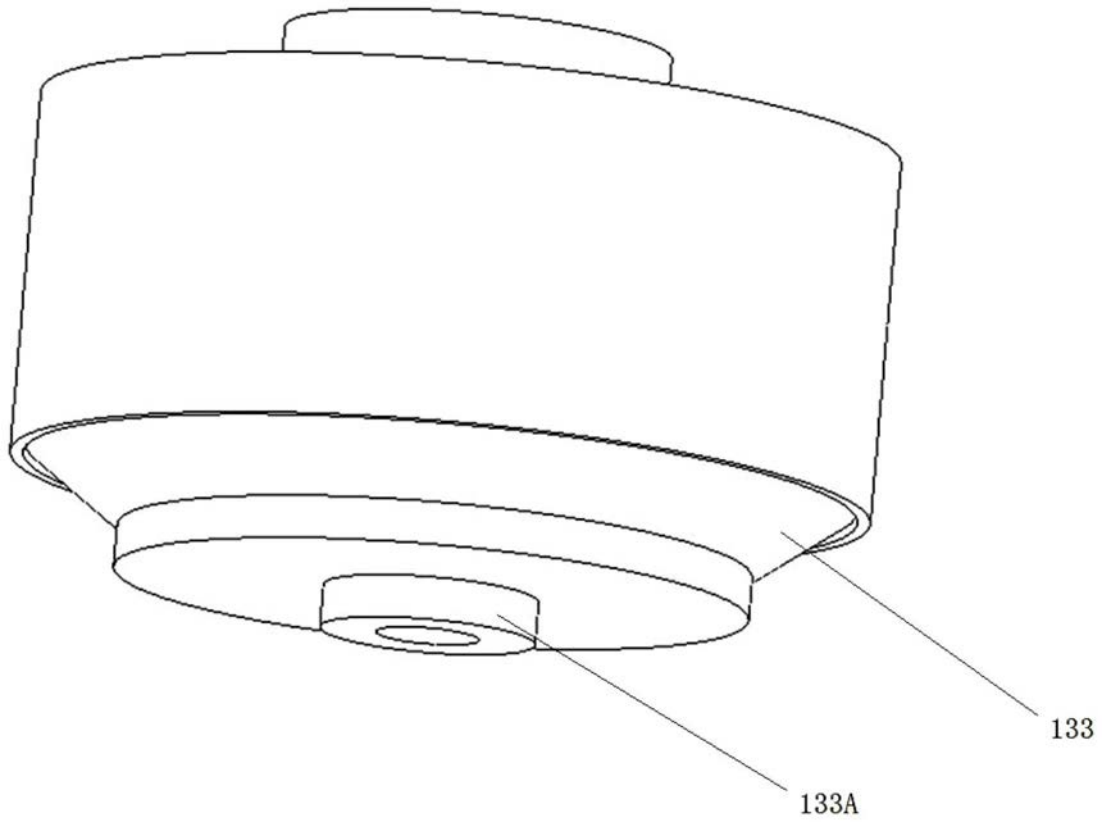


图11

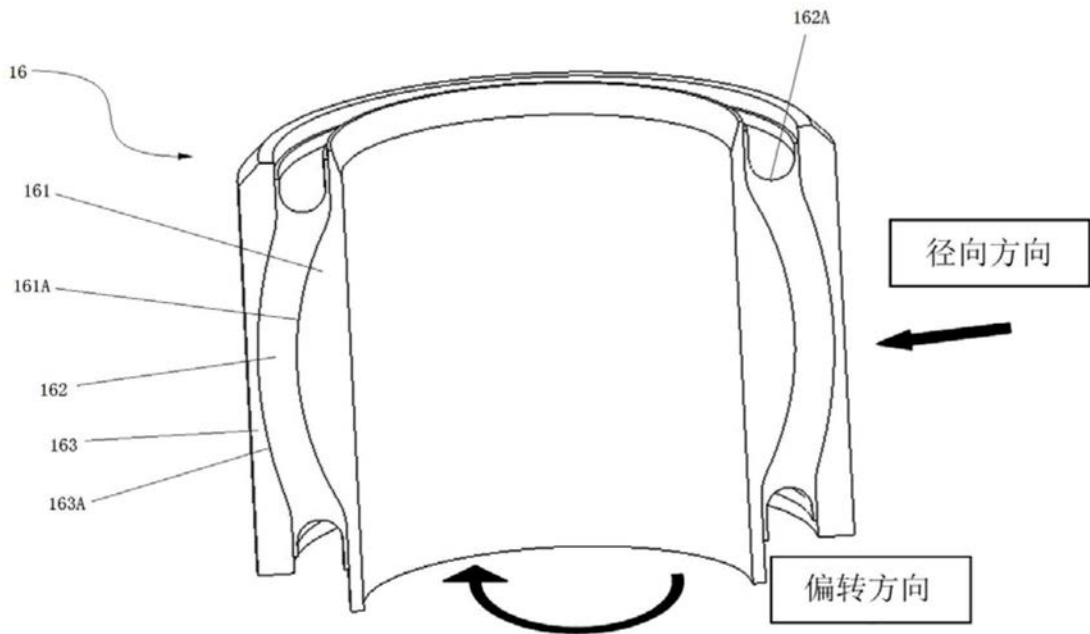


图12

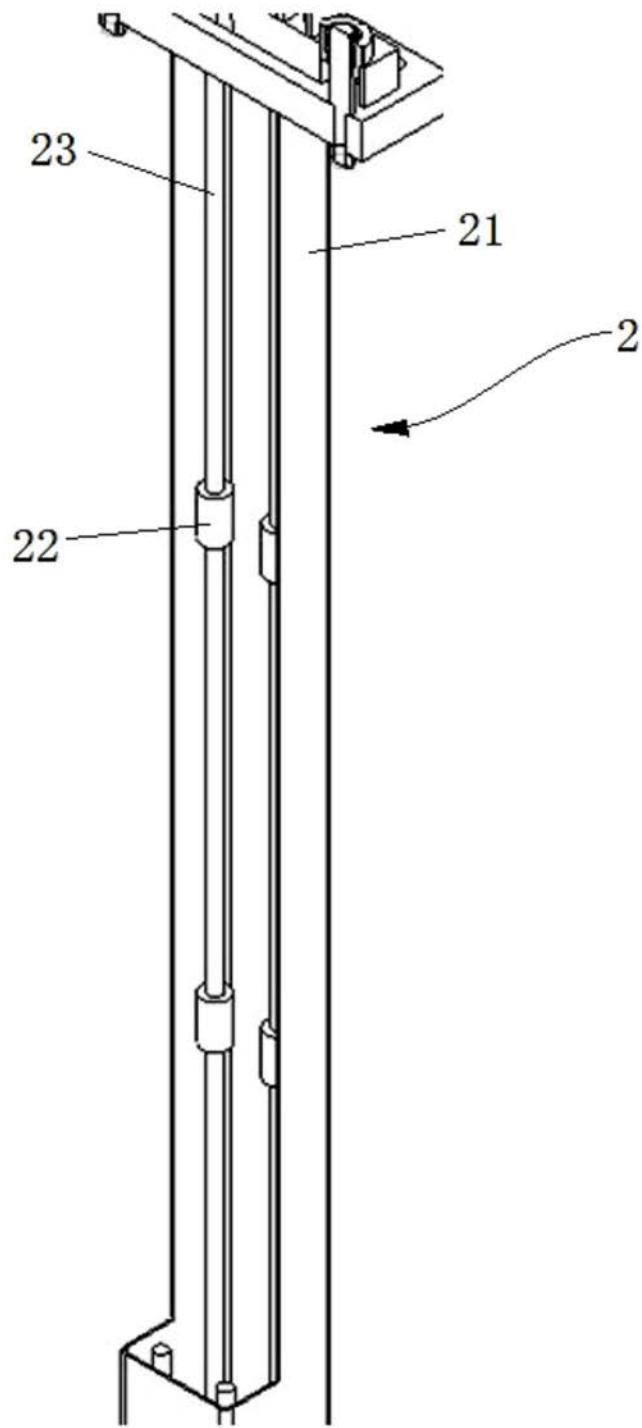


图13

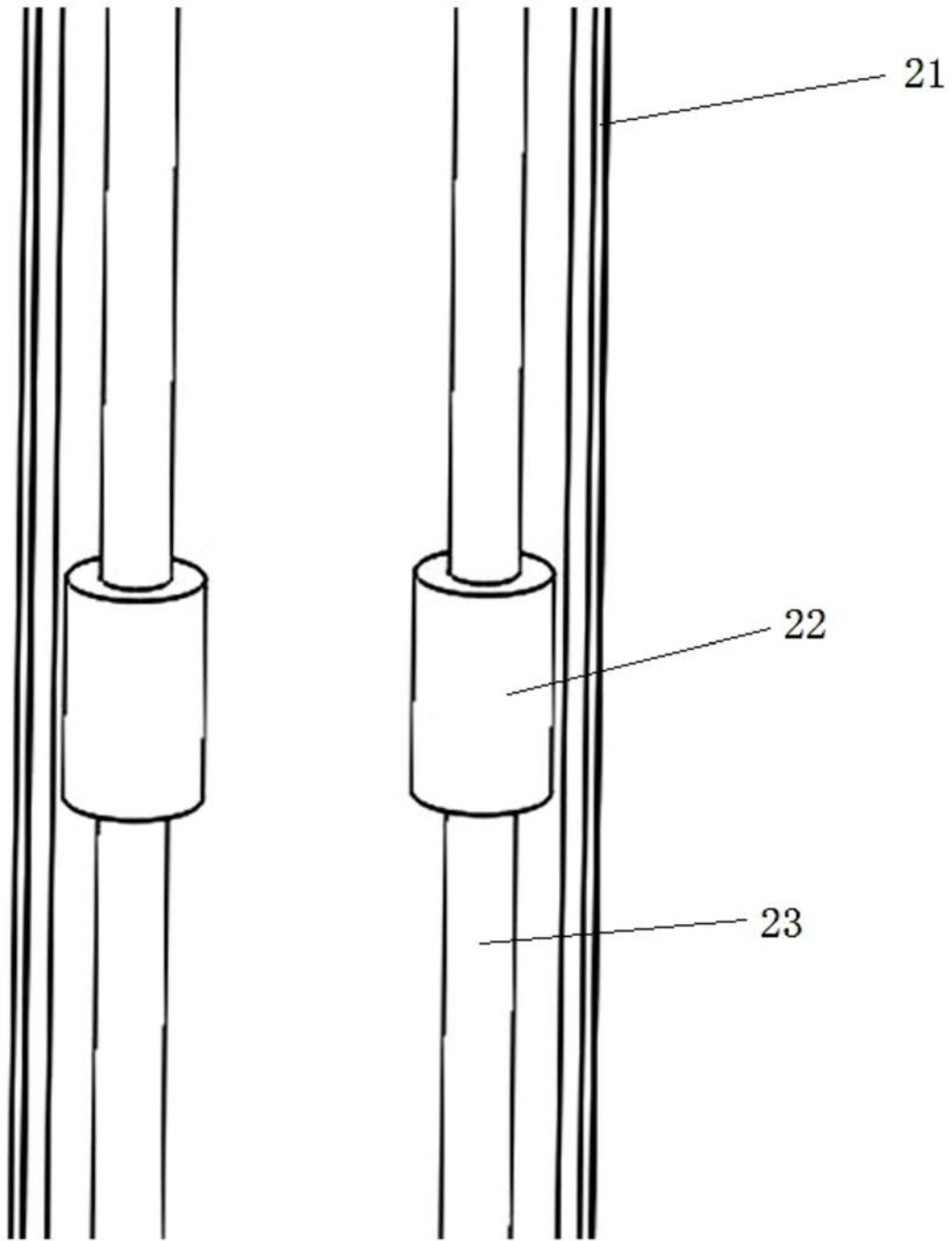


图14

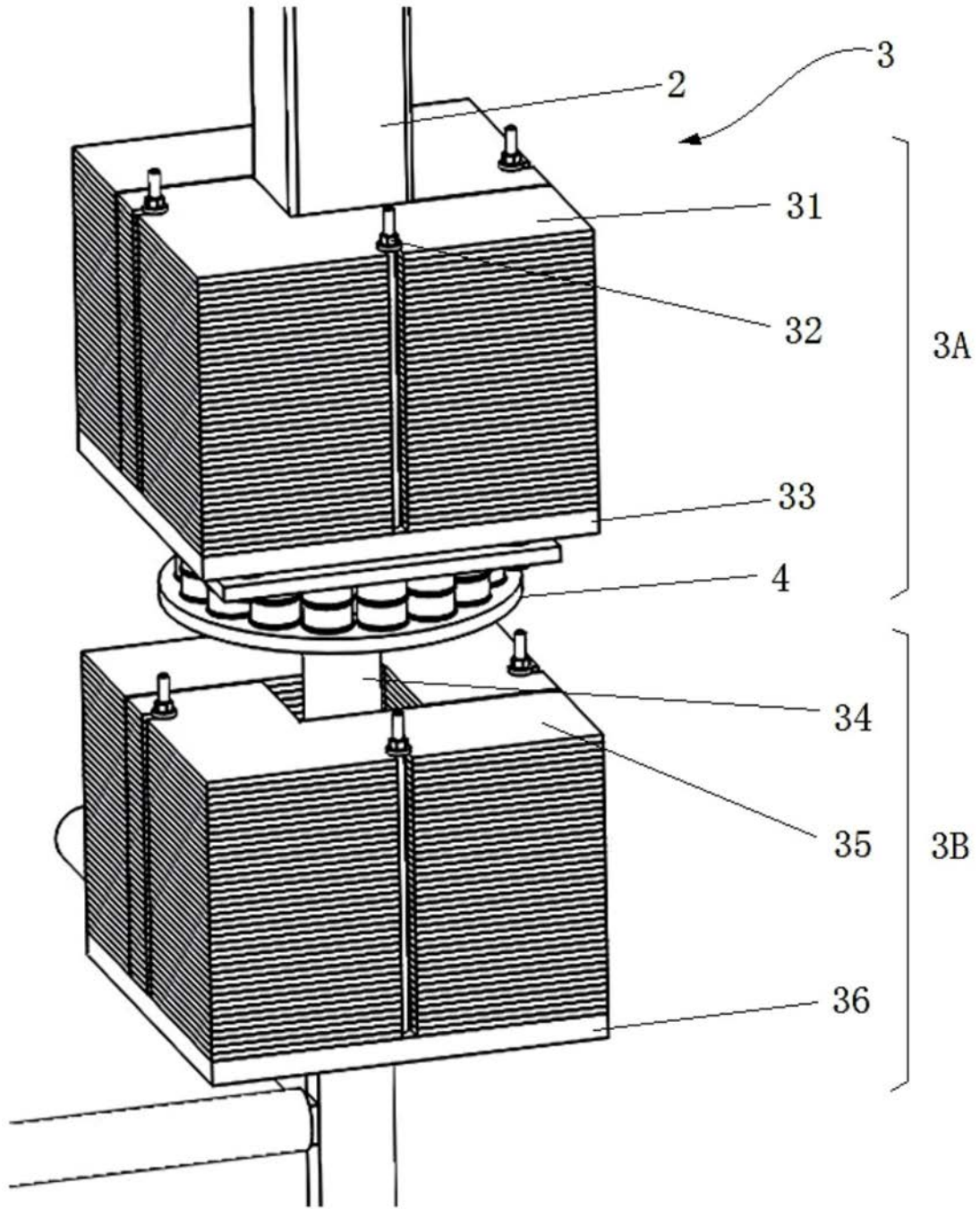


图15

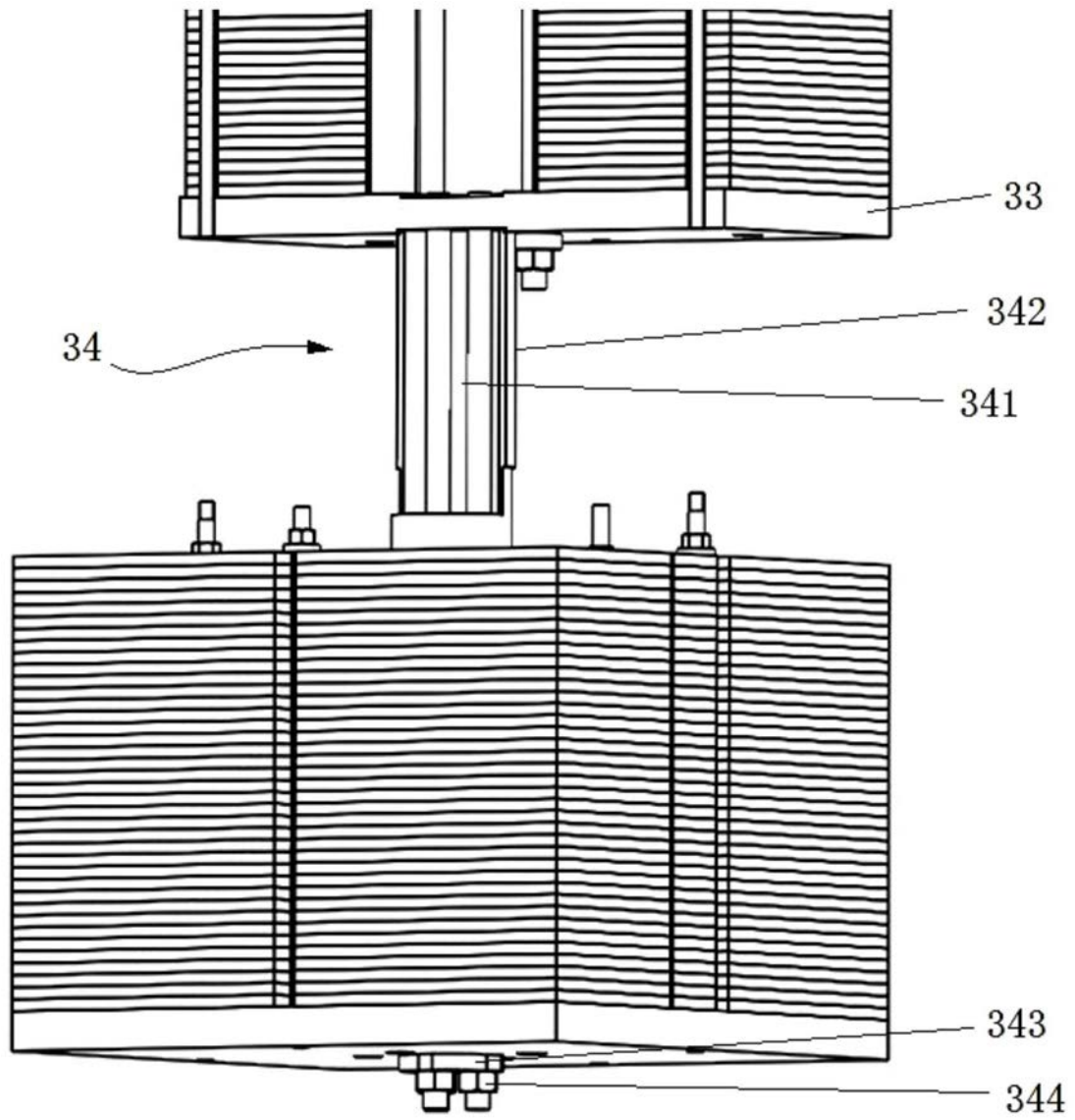


图16

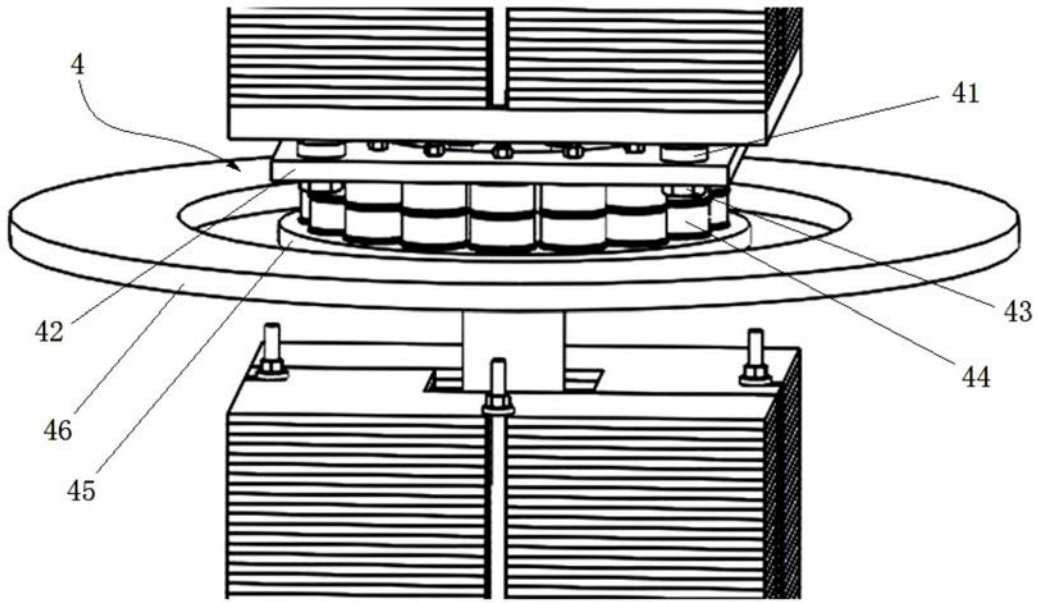


图17

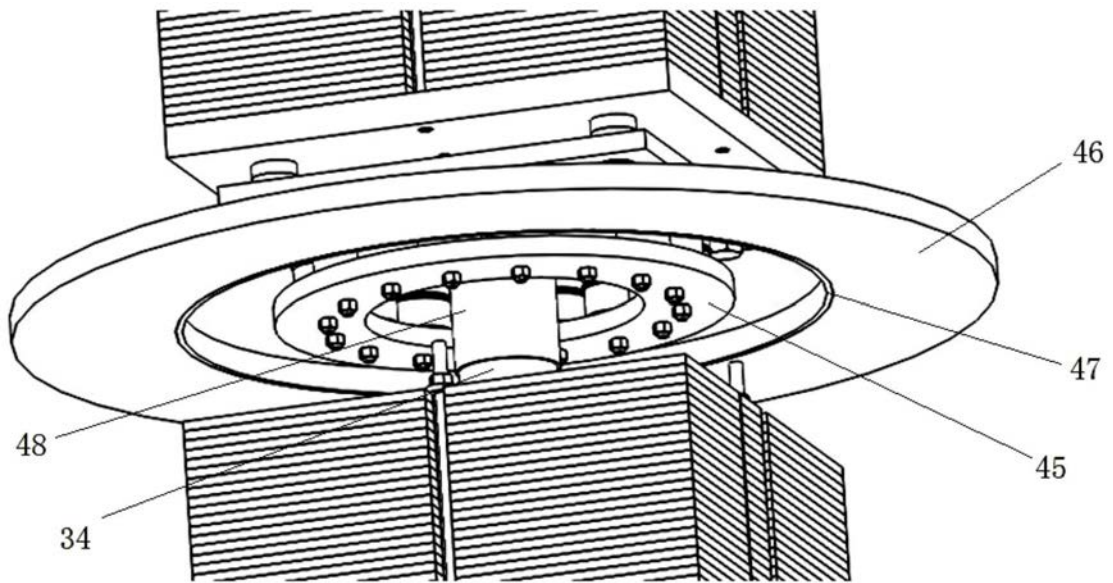


图18

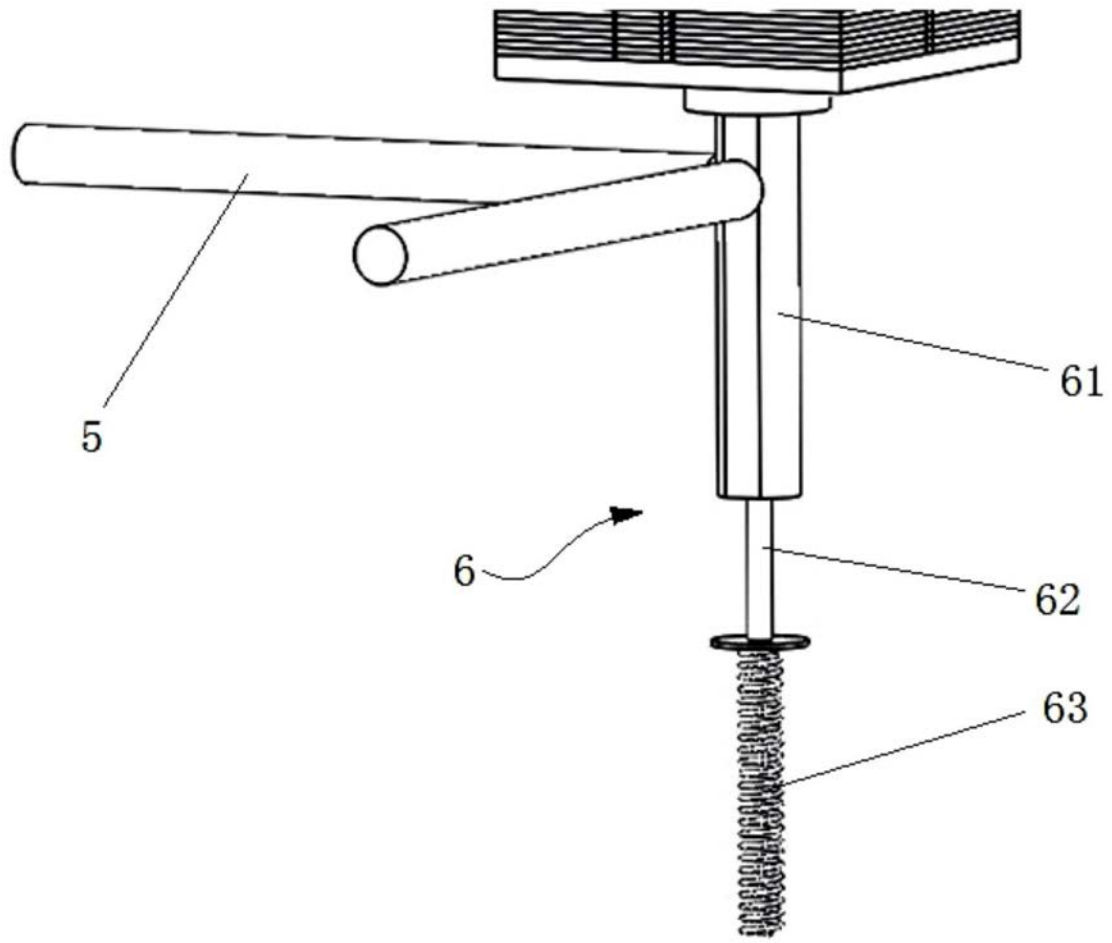


图19

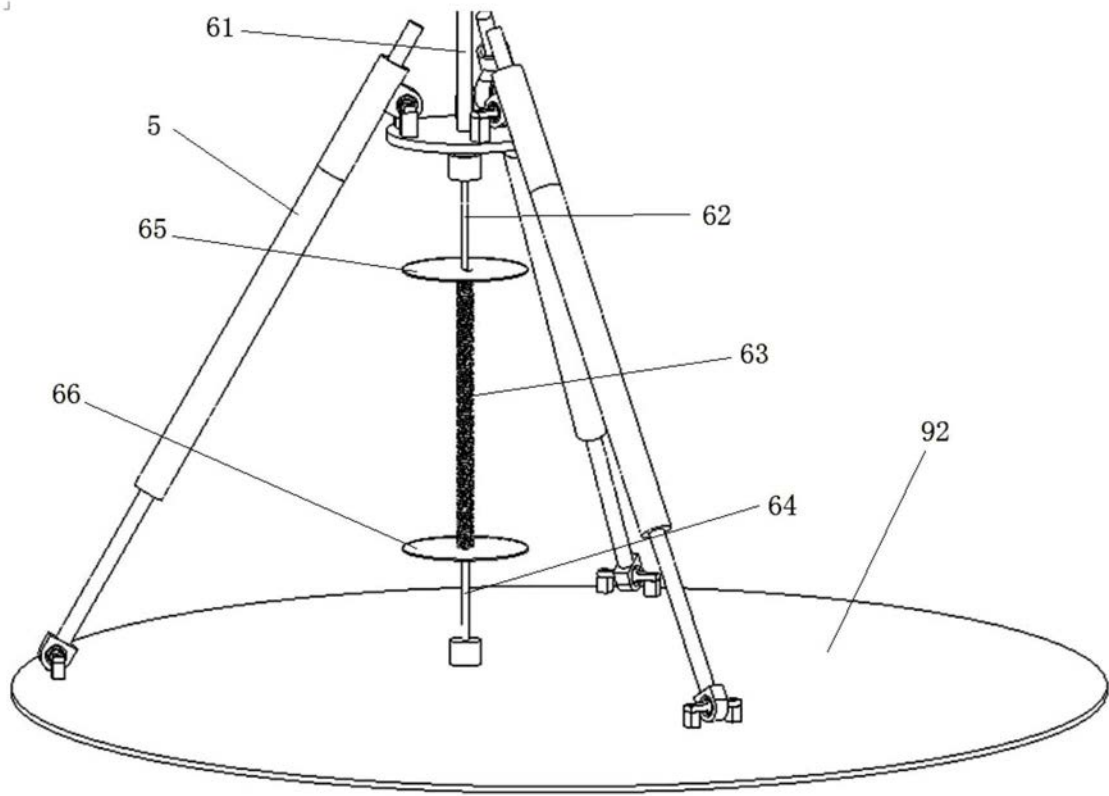


图20

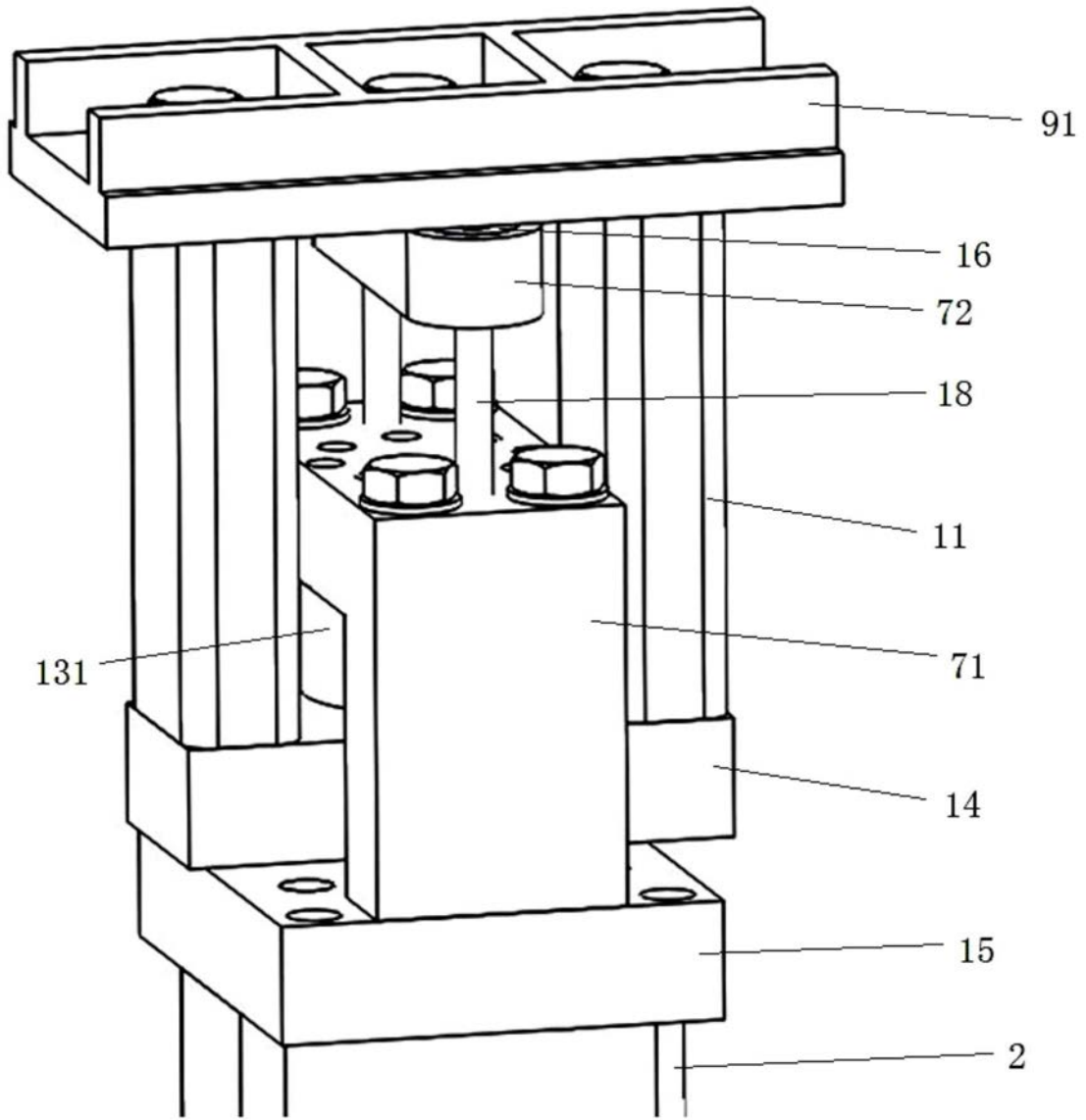


图21

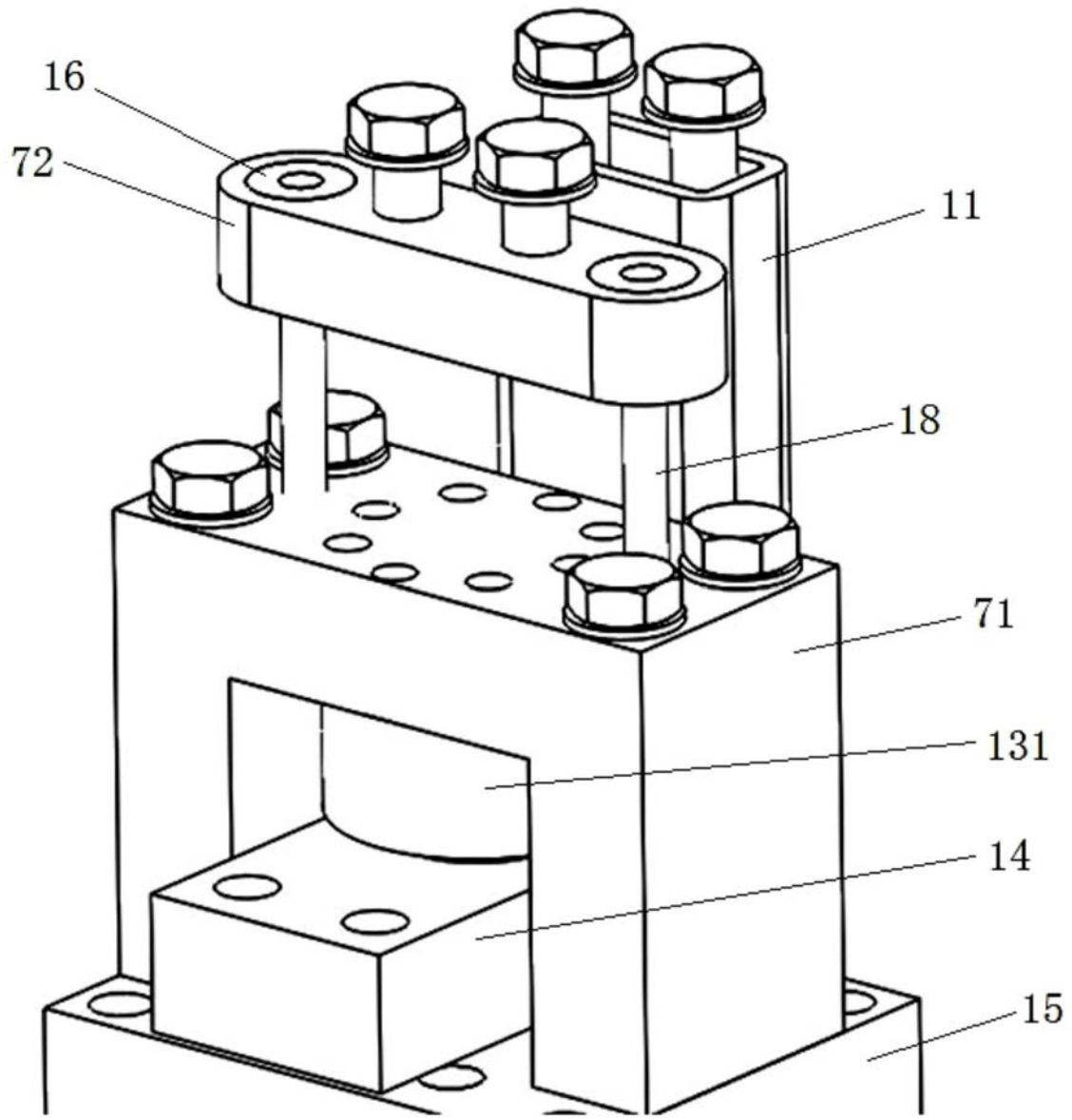


图22

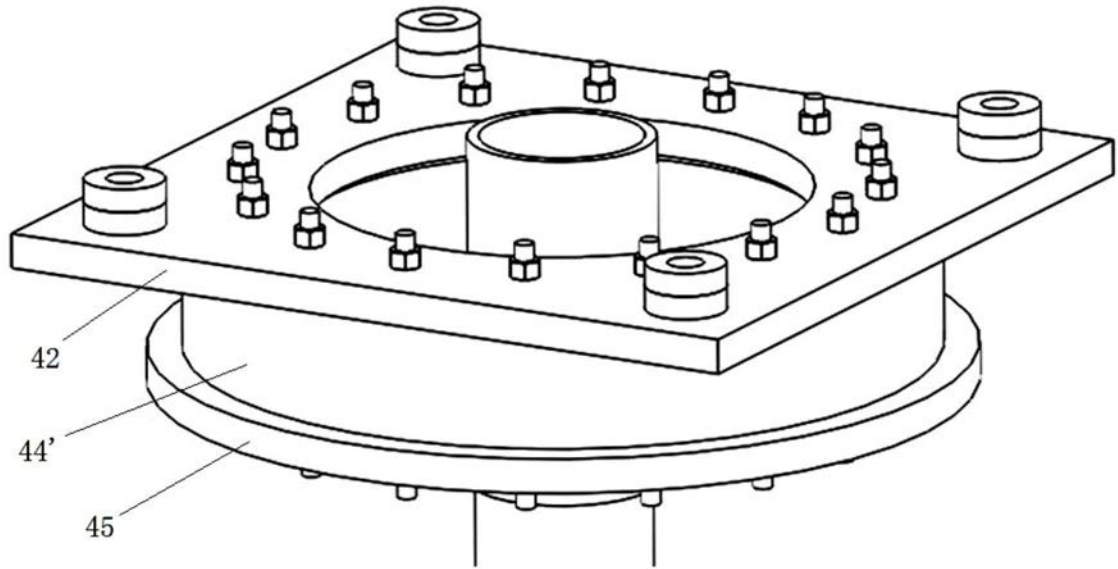


图23

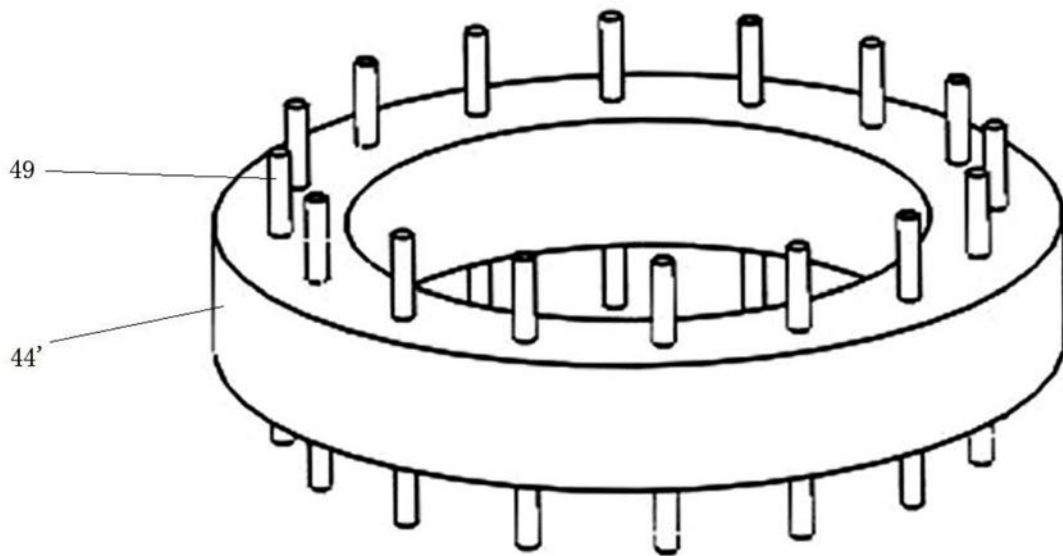


图24

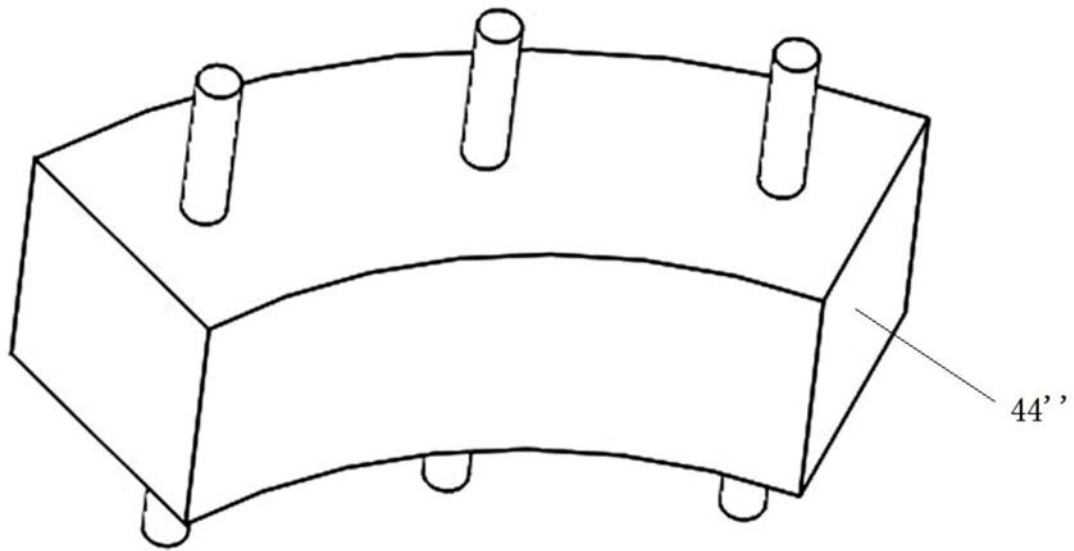


图25

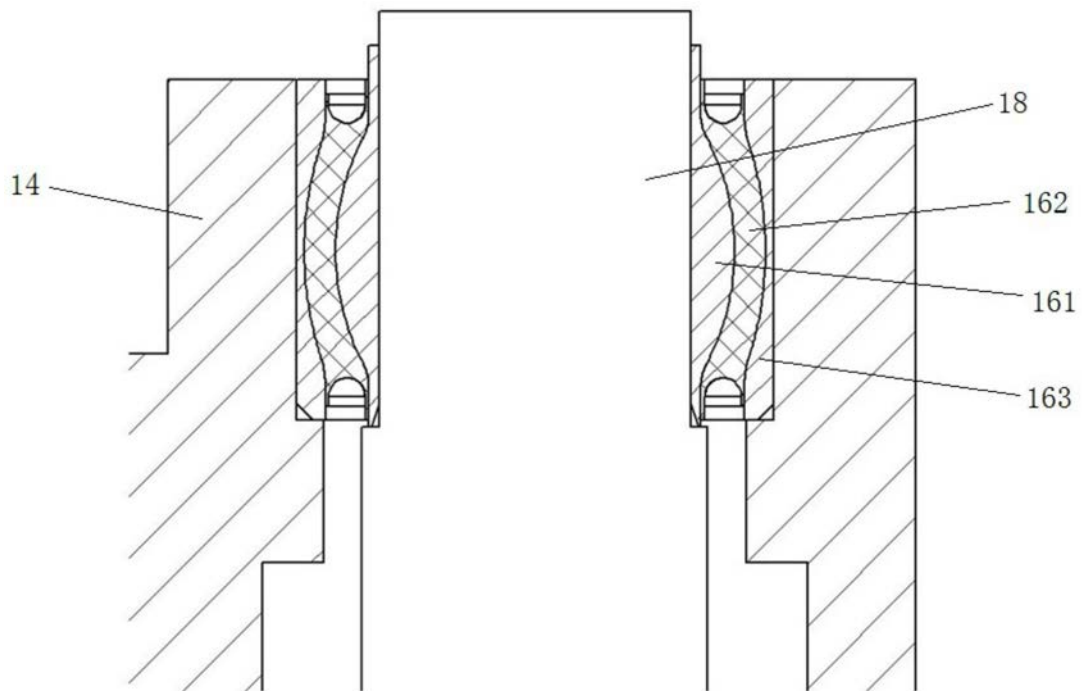


图26

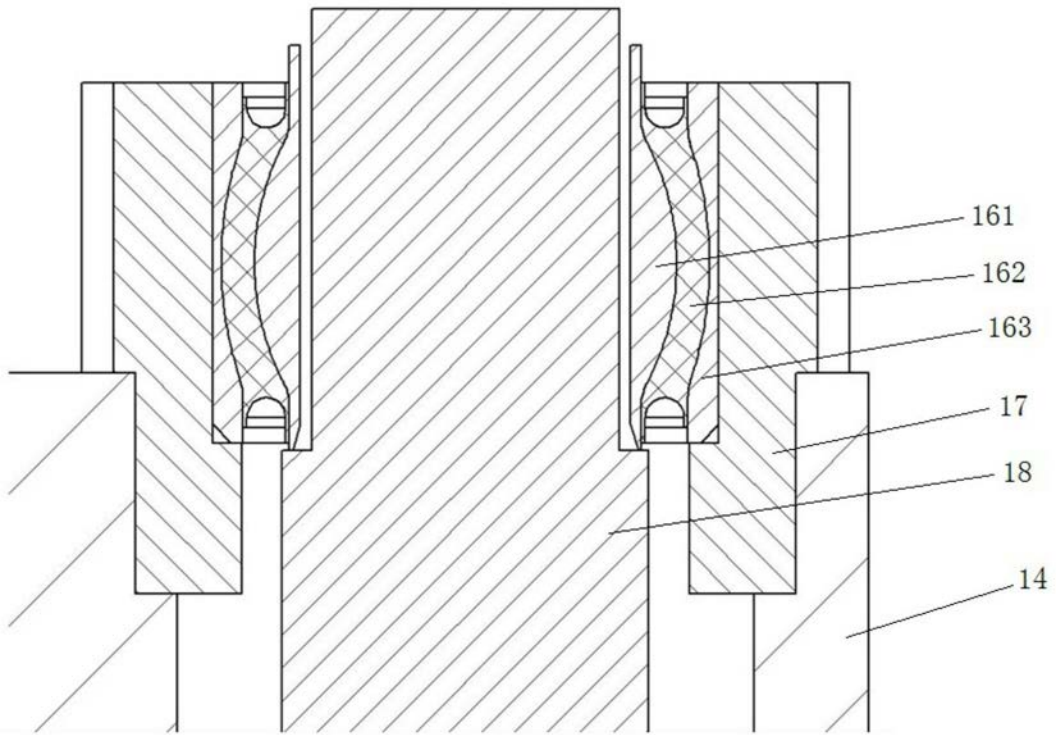


图27

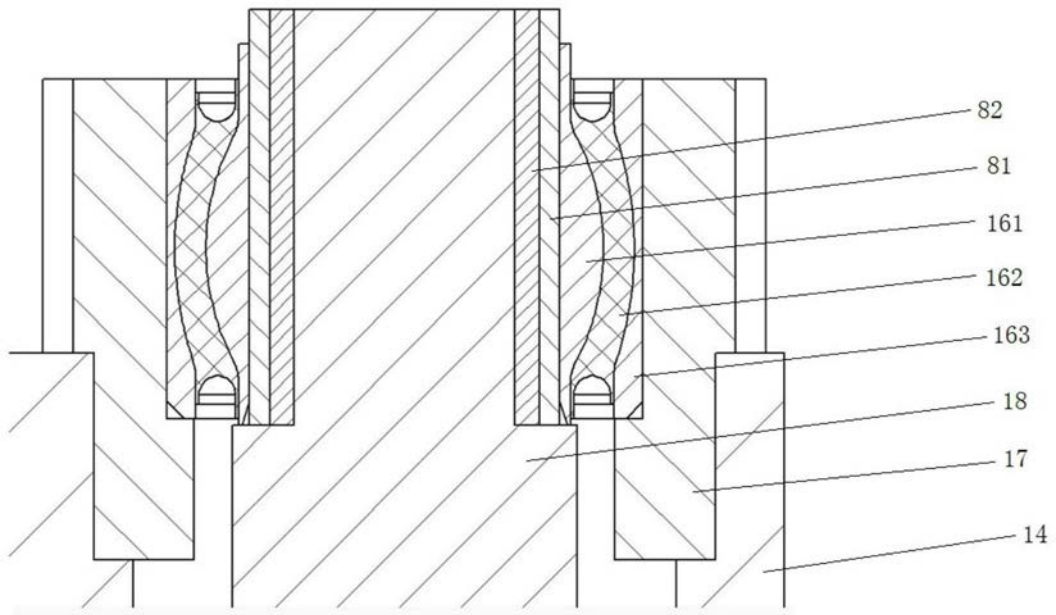


图28