



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112096741 A

(43) 申请公布日 2020.12.18

(21) 申请号 202010966724.7

(22) 申请日 2020.09.15

(71) 申请人 哈尔滨工业大学(深圳)

地址 518000 广东省深圳市南山区桃源街  
道深圳大学城哈尔滨工业大学校区

(72) 发明人 杜建军 李长林 李洁

(74) 专利代理机构 深圳中一联合知识产权代理  
有限公司 44414

代理人 汪海琴

(51) Int. Cl.

F16C 32/06 (2006.01)

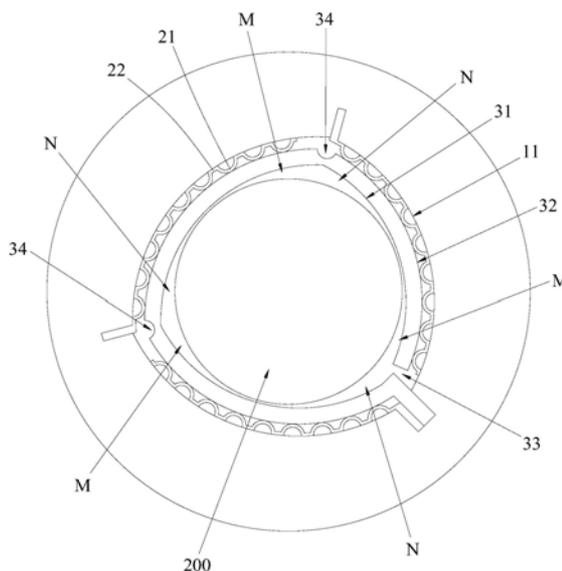
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

气体轴承

(57) 摘要

本申请涉及轴承技术领域,提供了一种气体轴承,包括轴承套,设于轴承套内的顶箔,以及多段弹性支承于顶箔与轴承套之间的支承箔;顶箔的内周壁包括多段沿周向依次连接的第一曲面,每一第一曲面上的点到轴承套的中心轴线的距离沿周向上先减小后增大,每一第一曲面能够与位于轴承套中心的转子外周壁形成收敛楔形间隙及发散楔形间隙;支承箔的数量与第一曲面的数量相同,各支承箔一一对应支承于顶箔对应各第一曲面的位置。本申请提供的气体轴承,通过多段第一曲面形成顶箔的内周壁,并形成多组收敛楔形间隙及发散楔形间隙,从而提高了该气体轴承的承载能力,提高了抗干扰和冲击的稳定性。



1. 一种气体轴承,其特征在于:包括轴承套,设于所述轴承套内的顶箔,以及多段弹性支承于所述顶箔与所述轴承套之间的支承箔;所述顶箔的内周壁包括多段沿周向依次连接的第一曲面,每一所述第一曲面上的点到所述轴承套的中心轴线的距离沿周向上先减小后增大,每一所述第一曲面能够与位于轴承套中心的转子外周壁形成收敛楔形间隙及发散楔形间隙;所述支承箔的数量与所述第一曲面的数量相同,各所述支承箔一一对应支承于所述顶箔对应各所述第一曲面的位置。

2. 如权利要求1所述的气体轴承,其特征在于:所述第一曲面为圆弧面;或者,所述第一曲面为曲率按预设规律变化的曲面。

3. 如权利要求2所述的气体轴承,其特征在于:相邻两个所述第一曲面之间的夹角小于180度。

4. 如权利要求1至3任一项所述的气体轴承,其特征在于:所述顶箔的外周壁包括多段沿周向依次连接的第二曲面,所述轴承套的内周壁包括多段沿周向依次连接的第三曲面,各所述第一曲面、各所述第二曲面、各所述支承箔及各所述第三曲面从内到外一一对应设置。

5. 如权利要求4所述的气体轴承,其特征在于:从内到外相对应的所述第一曲面、第二曲面及第三曲面设置为几何相似。

6. 如权利要求1至3任一项所述的气体轴承,其特征在于:所述顶箔沿周向上形成有开口,所述开口设于其中两个所述第一曲面的相接处;所述顶箔被所述开口打断形成两个端部,其中一个端部固定在所述轴承套上,另一个端部悬空设置。

7. 如权利要求4所述的气体轴承,其特征在于:所述第一曲面与所述第二曲面之间的厚度范围为0.5-3mm;所述顶箔的外周壁在两个所述第二曲面的连接处开设有沟槽。

8. 如权利要求7所述的气体轴承,其特征在于:所述沟槽沿所述轴承套的轴向贯穿所述顶箔,所述沟槽沿垂直于所述轴承套轴向的截面呈圆弧状或不规则曲线状;所述沟槽的深度为所述顶箔厚度的0.4-0.6倍。

9. 如权利要求4所述的气体轴承,其特征在于:各所述支承箔沿周向上的长度小于所述第三曲面沿周向上的长度;所述支承箔的一端固定于所述轴承套上,所述支承箔的另一端悬空设置。

10. 如权利要求4所述的气体轴承,其特征在于:所述支承箔包括多个拱形段以及连接于相邻两个所述拱形段底部之间的平段;所述平段用于与所述轴承套的第三曲面贴合,所述拱形段的顶部用于与所述顶箔的第二曲面接触连接。

## 气体轴承

### 技术领域

[0001] 本申请属于轴承技术领域,更具体地说,是涉及一种气体轴承。

### 背景技术

[0002] 气体轴承具有在运行过程中摩擦力极小、无需添加液体润滑剂、对环境不会造成污染及在高速运转时噪音小的特点,其相比于传统的油润滑轴承更适合于高速轻载的工况。

[0003] 气体轴承按照承载机理分为动压轴承和静压轴承两大类。相较于静压轴承,动压轴承不需要额外提供高压气体,且具有结构简单,体积小等优点,因此动压轴承在发动机辅助动力系统、空气循环机、微型燃气轮机及微型涡喷发动机等领域得到广泛运用。但是,动压轴承的承载能力和承载稳定性还是相对较弱,特别是当转子受到干扰或冲击时,很可能对动压轴承造成损坏。

### 发明内容

[0004] 本申请实施例的目的在于提供一种气体轴承,以解决现有技术中存在的动压轴承的承载能力低及承载稳定性较差的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,本申请采用的技术方案是:提供一种气体轴承,包括轴承套,设于所述轴承套内的顶箔,以及多段弹性支承于所述顶箔与所述轴承套之间的支承箔;所述顶箔的内周壁包括多段沿周向依次连接的第一曲面,每一所述第一曲面上的点到所述轴承套的中心轴线的距离沿周向上先减小后增大,每一所述第一曲面能够与位于轴承套中心的转子外周壁形成收敛楔形间隙及发散楔形间隙;所述支承箔的数量与所述第一曲面的数量相同,各所述支承箔一一对应支承于所述顶箔对应各所述第一曲面的位置。

[0006] 在一个实施例中,所述第一曲面为圆弧面;或者,所述第一曲面为曲率按预设规律变化的曲面。

[0007] 在一个实施例中,相邻两个所述第一曲面之间的夹角小于180度。

[0008] 在一个实施例中,所述顶箔的外周壁包括多段沿周向依次连接的第二曲面,所述轴承套的内周壁包括多段沿周向依次连接的第三曲面,各所述第一曲面、各所述第二曲面、各所述支承箔及各所述第三曲面从内到外一一对应设置。

[0009] 在一个实施例中,从内到外相对应的所述第一曲面、第二曲面及第三曲面设置为几何相似。

[0010] 在一个实施例中,所述顶箔沿周向上形成有开口,所述开口设于其中两个所述第一曲面的相接处;所述顶箔被所述开口打断形成两个端部,其中一个端部固定在所述轴承套上,另一个端部悬空设置。

[0011] 在一个实施例中,所述第一曲面与所述第二曲面之间的厚度范围为0.5-3mm;所述顶箔的外周壁在两个所述第二曲面的连接处开设有沟槽。

[0012] 在一个实施例中,所述沟槽沿所述轴承套的轴向贯穿所述顶箔,所述沟槽沿垂直

于所述轴承套轴向的截面呈圆弧状或不规则曲线状；所述沟槽的深度为所述顶箔厚度的0.4-0.6倍。

[0013] 在一个实施例中，各所述支承箔沿周向上的长度小于所述第三曲面沿周向上的长度；所述支承箔的一端固定于所述轴承套上，所述支承箔的另一端悬空设置。

[0014] 在一个实施例中，所述支承箔包括多个拱形段以及连接于相邻两个所述拱形段底部之间的平段；所述平段用于与所述轴承套的第三曲面贴合，所述拱形段的顶部用于与所述顶箔的第二曲面接触连接。

[0015] 本申请提供的气体轴承的有益效果在于：本申请实施例提供的气体轴承，通过将顶箔的内周壁分成多段沿周向依次连接的第一曲面，且每一个第一曲面上的点到轴承套的中心轴线的距离沿周向上先减小后增大，也即是顶箔的内周壁不是一个完整的圆柱面，这样，使得转子未产生偏心时，每一第一曲面就能够与位于轴承套中心的转子外周壁形成收敛楔形间隙及发散楔形间隙，这与一般动压轴承只有在转子偏心时才能形成一处收敛楔形间隙和一处发散楔形间隙相比，本申请能够使得转子在运转时偏移量减少，从而提高了转子的回转精度。同时，本申请的收敛楔形间隙及发散楔形间隙沿圆周方向上的变化率可以依据第一曲面的设计而改变，从而能够提高气体轴承的承载能力。另外，本申请的气体轴承与转子之间能够形成多组收敛楔形间隙及发散楔形间隙，使得气体轴承的承载区域的跨度大大增加，其一方面提高了对转子的承载能力，另一方面也提高了气体轴承对转子在受到干扰或冲击时的承载稳定性。最后，本申请通过在轴承套与顶箔之间设置多段支承箔，其一方面降低了支承箔的制造和装配难度，另一方面也减少了各承载区域之间的相互影响。

## 附图说明

[0016] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0017] 图1为本申请实施例提供的气体轴承的立体示意图；

[0018] 图2为图1中气体轴承的分解示意图；

[0019] 图3为图1中气体轴承的轴向示意图；

[0020] 图4为图1中顶箔的结构示意图；

[0021] 图5为图1中支承箔的结构示意图；

[0022] 图6为图1中轴承套的结构示意图。

[0023] 其中，图中各附图标记：

[0024] 100、气体轴承；10、轴承套；11、第三曲面；12、第一固定槽；13、第二固定槽；20、支承箔；21、拱形段；22、平段；23、第二固定块；30、顶箔；31、第一曲面；32、第二曲面；33、开口；34、沟槽；35、第一固定块；M、收敛楔形间隙；N、发散楔形间隙；200、转子。

## 具体实施方式

[0025] 为了使本申请所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅

用以解释本申请,并不用于限定本申请。

[0026] 需要说明的是,当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者间接在该另一个元件上。当一个元件被称为是“连接于”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或间接连接至该另一个元件上。

[0027] 需要理解的是,术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。

[0028] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本申请的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0029] 请参阅图1至图3,现对本申请实施例提供的气体轴承100进行说明。

[0030] 该气体轴承100包括轴承套10、顶箔30及多段支承箔20。顶箔30设于轴承套10内,各支承箔20具有弹性并弹性支承于顶箔30与轴承套10之间。顶箔30的内周壁包括多段第一曲面31,各第一曲面31沿周向依次连接,也即是顶箔30的内周壁由多段第一曲面31沿周向依次连接组合而成。每一第一曲面31上的点到轴承套10的中心轴线的距离沿周向上先减小后增大,也即是轴承套10的中心轴线并不是各第一曲面31的中心线,请参阅图3,当转子200以轴承套10的中心轴线为中心线设置于顶箔30内时,顶箔30的内周壁与转子200的外周壁形成气膜间隙,且相邻两个第一曲面31的相交处气膜间隙的厚度最大,各第一曲面31沿周向的中部位置的气膜间隙的厚度最小,这样,在转子200初始设置时,每一第一曲面31能够与位于轴承套10中心的转子200外周壁形成收敛楔形间隙M及发散楔形间隙N。

[0031] 其中,收敛楔形间隙M即为形成于第一曲面31与转子200外周壁之间且逐渐减小的楔形间隙,发散楔形间隙N即为形成于第一曲面31与转子200外周壁之间且逐渐增大的楔形间隙。收敛楔形间隙M和发散楔形间隙N均为气体轴承100与转子200之间的气膜间隙,当转子200高速旋转时,这些气膜间隙产生动压力,从而为高速旋转的转子200提供承载。

[0032] 此外需要说明的是,转子200的外周壁是指转子200沿周向上的外侧壁,顶箔30的内周壁是指顶箔30沿周向上的内侧壁,顶箔30的外周壁是指顶箔30沿周向上的外侧壁。

[0033] 请参阅图1及图3,支承箔20的数量与第一曲面31的数量相同,各支承箔20一一对应支承于顶箔30对应各第一曲面31的位置,也即是每一段支承箔20用于支承一段对应的顶箔30,且各支承箔20之间相互不影响。

[0034] 本实施例中的气体轴承100,通过将顶箔30的内周壁分成多段沿周向依次连接的第一曲面31,且每一个第一曲面31上的点到轴承套10的中心轴线的距离沿周向上先减小后增大,也即是顶箔30的内周壁不是一个完整的圆柱面,这样,使得转子200未产生偏心时,每一第一曲面31就能够与位于轴承套10中心的转子200外周壁形成收敛楔形间隙M及发散楔形间隙N,这与一般动压轴承只有在转子200偏心时才能形成一处收敛楔形间隙M和一处发散楔形间隙N相比,本申请能够使得转子200在运转时偏移量减少,从而提高了转子200的回转精度。同时,本申请的收敛楔形间隙M及发散楔形间隙N沿圆周方向上的变化率可以依据第一曲面31的设计而改变,从而能够提高该气体轴承100的承载能力。另外,本申请的气体

轴承100与转子200之间能够形成多组收敛楔形间隙M及发散楔形间隙N,使得气体轴承100的承载区域跨度大大增加,其一方面提高了对转子200的承载能力,另一方面也提高了气体轴承100对转子200在受到干扰或冲击时的承载稳定性。最后,本申请通过在轴承套10与顶箔30之间设置多段支承箔20,其一方面降低了支承箔20的制造和装配难度,另一方面也减少了各承载区域之间的相互影响。

[0035] 请参阅图3及图4,顶箔30的内周壁包括三段第一曲面31,三段第一曲面31沿周向依次连接,且三段第一曲面31均沿轴承套10的轴向延伸,三段第一曲面31与转子200之间形成三组收敛楔形间隙M和发散楔形间隙N。对应的,气体轴承100包括三段支承箔20,三段支承箔20分别支承在顶箔30对应三段第一曲面31的位置。可以理解地,在本申请的其他实施例中,根据实际设计情况及具体要求,上述顶箔30上也可以具有两段、四段或四段以上的第一曲面31,对应的,支承箔20的段数也可以为两段、四段或四段以上,此处不做唯一限定。

[0036] 在具体的实施例中,请参阅图3及图4,第一曲面31为圆弧面,各第一曲面31的曲率相同,各第一曲面31的轴线方向与轴承套10的轴线方向平行,通过将各第一曲面31设置为圆弧面,从而使得收敛楔形间隙M与发散楔形间隙N变化均匀,且使得顶箔30的内周壁加工工艺简单,加工成本低;同时,设计者可以根据需要将第一曲面31设置呈不同曲率的圆弧面,以提高气体轴承100的承载能力。可以理解地,在本申请的其他实施例中,根据实际设计情况及具体要求,上述第一曲面31也可以设置成不是圆弧面,而是设置成曲率按预设规律变化的曲面,例如根据多次试验获得,当第一曲面31的曲率按照某一规律变化时,能够使得该气体轴承100获得更高的承载能力,则在设计第一曲面31时就可以将第一曲面31的曲率按照该规律进行设计。

[0037] 在具体的实施例中,请参阅图3,相邻两个第一曲面31之间的夹角小于180度,则使得各第一曲面31的内切圆的半径小于各第一曲面31的半径,则转子200的半径也小于各第一曲面31的半径,各收敛楔形间隙M和各发散楔形间隙N依次交替设置,使得气体轴承100的承载区域的跨度大大增加,其一方面提高了对转子200的承载能力,另一方面也提高了气体轴承100对转子200在受到干扰或冲击时的承载稳定性。

[0038] 在具体的实施例中,请参阅图3至图6,顶箔30的外周壁包括多段第二曲面32,各第二曲面32沿周向依次连接。轴承套10的内周壁包括多段第三曲面11,各第三曲面11沿周向依次连接,各第一曲面31、各第二曲面32、各支承箔20及各第三曲面11从内到外一一对应设置。具体的,顶箔30的外周壁是指顶箔30沿周向上的外侧壁,轴承套10的内周壁是指轴承套10沿周向上的内侧壁。本申请为了适应各第一曲面31而对应形成第二曲面32及第三曲面11,这样,使得各第一曲面31的承载位置能够得到对应的顶箔30、支承箔20及轴承套10的支承,承载更具有针对性,提高了整个气体轴承100的承载能力及承载有效性。

[0039] 请参阅图3及图5,轴承套10整体呈圆筒状,且其内周壁有多段第三曲面11首尾相接而成。轴承套10、各支承箔20及顶箔30沿轴承套10的轴向延伸,且轴承套10、各支承箔20及顶箔30沿轴承套10的轴向长度相等。顶箔30的内周壁的中心线、顶箔30的外周壁的中心线、各支承箔20的中心线以及轴承套10的内周壁的中心线均与整个轴承套10的中心轴线重合。此外,第二曲面32的数量及第三曲面11的数量均为3,当然,第二曲面32的数量及第三曲面11的数量在其他实施例中也可以根据第一曲面31数量的改变而对应改变。

[0040] 在具体的实施例中,请参阅图3,各第一曲面31、第二曲面32及第三曲面11设置为

几何相似,即第二曲面32为第一曲面31向外偏移适当距离而形成,第三曲面11也为第一曲面31向外偏移适当距离而形成,这样使得顶箔30的厚度沿周向分布均匀,顶箔30上受力分布均匀且顶箔30制作工艺简单,同时也使得顶箔30外周壁与轴承套10内周壁之间的间隙沿周向分布均匀,则顶箔30上任意位置受到力时均能够通过支承箔20进行变形以承载,支承箔20承载效率高。

[0041] 具体的,各第一曲面31、第二曲面32及第三曲面11均为圆弧面,且从内到外相对应的第一曲面31、第二曲面32及第三曲面11同轴线设置。可以理解地,在本申请的其他实施例中,各第一曲面31、第二曲面32及第三曲面11也可以均设置为曲率按预设规律变化的曲面,此处不做唯一限定。

[0042] 在具体的实施例中,请参阅图3及图4,顶箔30沿周向上形成有开口33,开口33设于其中两个第一曲面31的相接处;顶箔30被开口33打断形成两个端部,其中一个端部固定在轴承套10上,另一个端部悬空设置。通过开口33的设置使得顶箔30的弹性形变能力更好,在受到加载力时能够快速通过形变来承载,同时能够通过变形将加载力传导至支承箔20上,通过支承箔20的弹性形变来承载并消耗加载力。通过将顶箔30的一个端部固定在轴承套10上,从而防止顶箔30因受力而在轴承套10内周向窜动,而将顶箔30的另一个端部悬空设置,则是能够提高顶箔30的弹性形变能力。

[0043] 请参阅图3、图4及图6,顶箔30的一个端部上设有向轴承套10方向弯折设置的第一固定块35,轴承套10的内周壁凹设有第一固定槽12,第一固定块35及第一固定槽12均沿轴承套10的轴向延伸,安装时,将第一固定块35沿轴向插入第一固定槽12中固定即可。可以理解地,在本申请的其他实施例中,顶箔30的一个端部也可以直接通过焊接、铆接及螺钉锁紧的方式固定于轴承套10上,此处不做唯一限定。

[0044] 在具体的实施例中,第一曲面31与第二曲面32之间的厚度为0.5-3mm;请参阅图3及图4,顶箔30的外周壁开设有沟槽34,沟槽34具体开设在两个第二曲面32的连接处。从图3可以看出,顶箔30的承载区主要在第一曲面31的中部位置,而在两个第一曲面31的相接处需要承载的较少,因此将顶箔30的整体厚度设置的较厚,则顶箔30的承载区的刚度较大,可以减轻其在支承箔20顶点之间的塌陷现象,而在第二曲面32相交处刚度较小,则当支承箔20变形时,顶箔30能够具有更好的适应性,适应性变形。

[0045] 请参阅图3及图4,由于开口33的设置,本申请中沟槽34设有两个,即沟槽34的数量比第二曲面32的数量少一个,如此,当第二曲面32的数量增加时,沟槽34的数量也会随之增加。

[0046] 在具体的实施例中,请参阅图4,沟槽34沿轴承套10的轴向贯穿顶箔30,沟槽34沿垂直于轴承套10轴向的截面呈圆弧状,沟槽34圆弧状的设计,能够减少顶箔30受力时沟槽34处的集中应力。可以理解地,在本申请的其他实施例中,沟槽34沿垂直于轴承套10轴向的截面也可以呈其他不规则曲线状,具体是由多条曲面相接而成,同样的,曲面也能减少沟槽34的集中应力,此处不做唯一限定。

[0047] 沟槽34沿顶箔30厚度方向上的深度为顶箔30厚度的0.5倍,这样,不仅能够提高顶箔30在相邻两个第二曲面32之间的适应性变形能力,同时也能够保证顶箔30在沟槽34处的基本刚度。可以理解地,在本申请的其他实施例中,沟槽34的深度也可以是顶箔30厚度的0.4倍、0.45倍、0.55倍或0.6倍,此处不做唯一限定。

[0048] 在具体的实施例中,请参阅图3,各支承箔20沿周向的长度小于第三曲面11沿周向上的长度,其一方面便于将各支承箔20弯曲装入轴承套10中,另一方面也使得相邻两个支承箔20在顶箔30的沟槽34位置预留空间,便于支承箔20的滑行变形,也便于顶箔30的适应性变形。

[0049] 支承箔20的一端固定于轴承套10上,支承箔20的另一端悬空设置。具体的,支承箔20的一端向轴承套10方向弯折延伸有第二固定块23,轴承套10的内周壁上开设有第二固定槽13,第二固定块23及第二固定槽13均沿轴承套10的轴向延伸,安装时,第二固定块23轴向插入第二固定槽13中固定即可。可以理解地,在本申请的其他实施例中,支承箔20的一端也可以直接通过焊接、铆接及螺钉锁紧的方式固定于轴承套10上,此处不做唯一限定。

[0050] 请参阅图6,其中一个第二固定槽13与第一固定槽12连通设置,即第一固定块35与其中一个对应的第二固定块23固定于同一个槽中,这样,可以减少在轴承套10内周壁上开槽的数量。

[0051] 在具体的实施例中,请参阅图3及图5,支承箔20包括多个拱形段21以及多个平段22,拱形段21呈拱形,平段22呈平板形,平段22连接于相邻两个拱形段21的底部之间。其中,拱形段21的底部即为拱形段21开口33最大的位置,顶部则为拱形段21的顶点位置。安装时,平段22用于与轴承套10的第三曲面11贴合,拱形段21的顶部用于与顶箔30的第二曲面32接触连接。工作时,当顶箔30受到加载力时会挤压拱形段21的顶部,拱形段21被挤压而变形,拱形段21的底部开口33变大,从而带动平段22在第三曲面11上滑动,因此,拱形段21顶部的设置可以减少拱形段21与顶箔30之间因为挤压而相互磨损,平段22的设置可以增加支承箔20与轴承套10之间的接触面积,提高承载能力。

[0052] 支承箔20在具体安装时,首先需要将支承箔20弯曲以适应轴承套10内周壁上第三曲面11的形状,这个工序可以在热处理的过程中实现,然后将支承箔20装入顶箔30与轴承套10之间,并使得支承箔20的平段22与第三曲面11贴合但不固连,且使得支承箔20的拱形段21的顶部与顶箔30的第二曲面32接触但不固连。

[0053] 以上所述仅为本申请的较佳实施例而已,并不用以限制本申请,凡在本申请的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

100

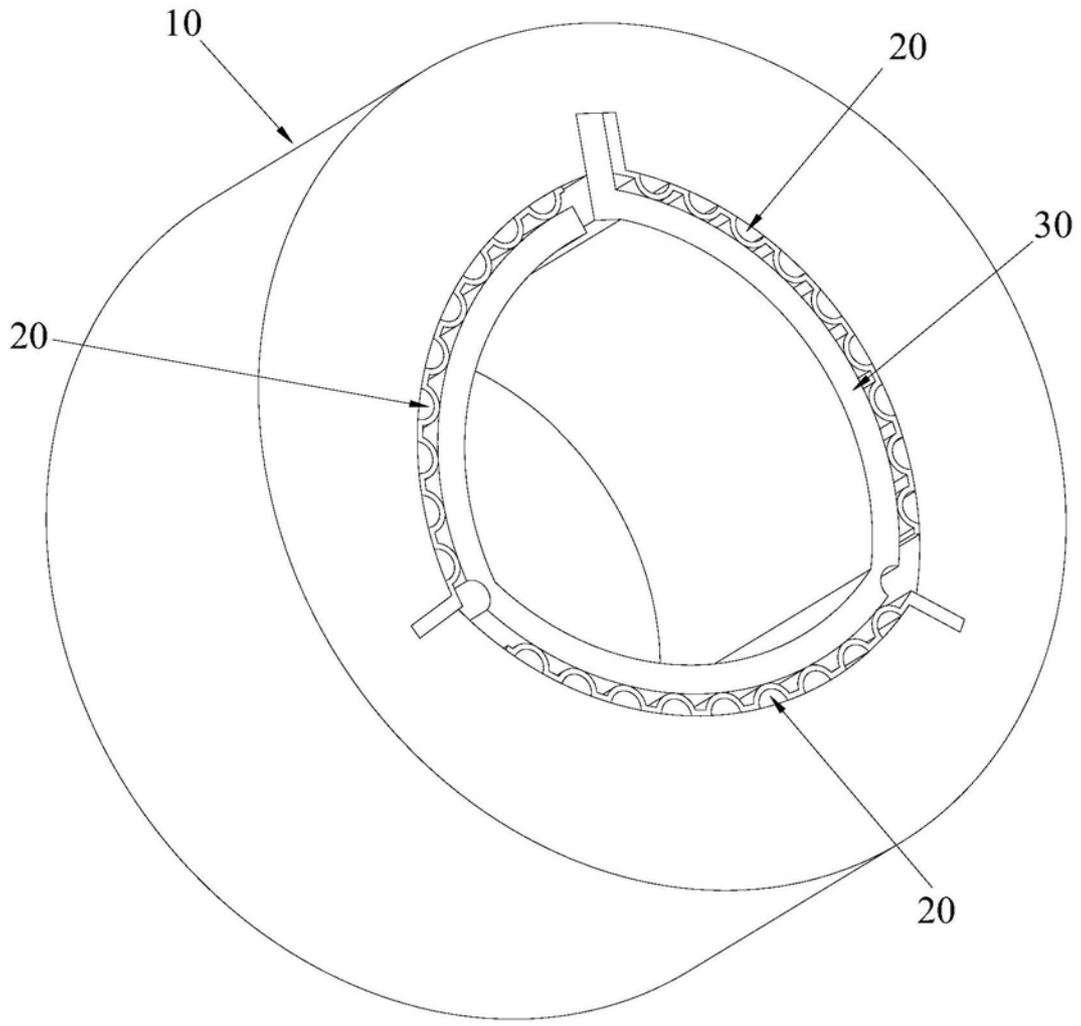


图1

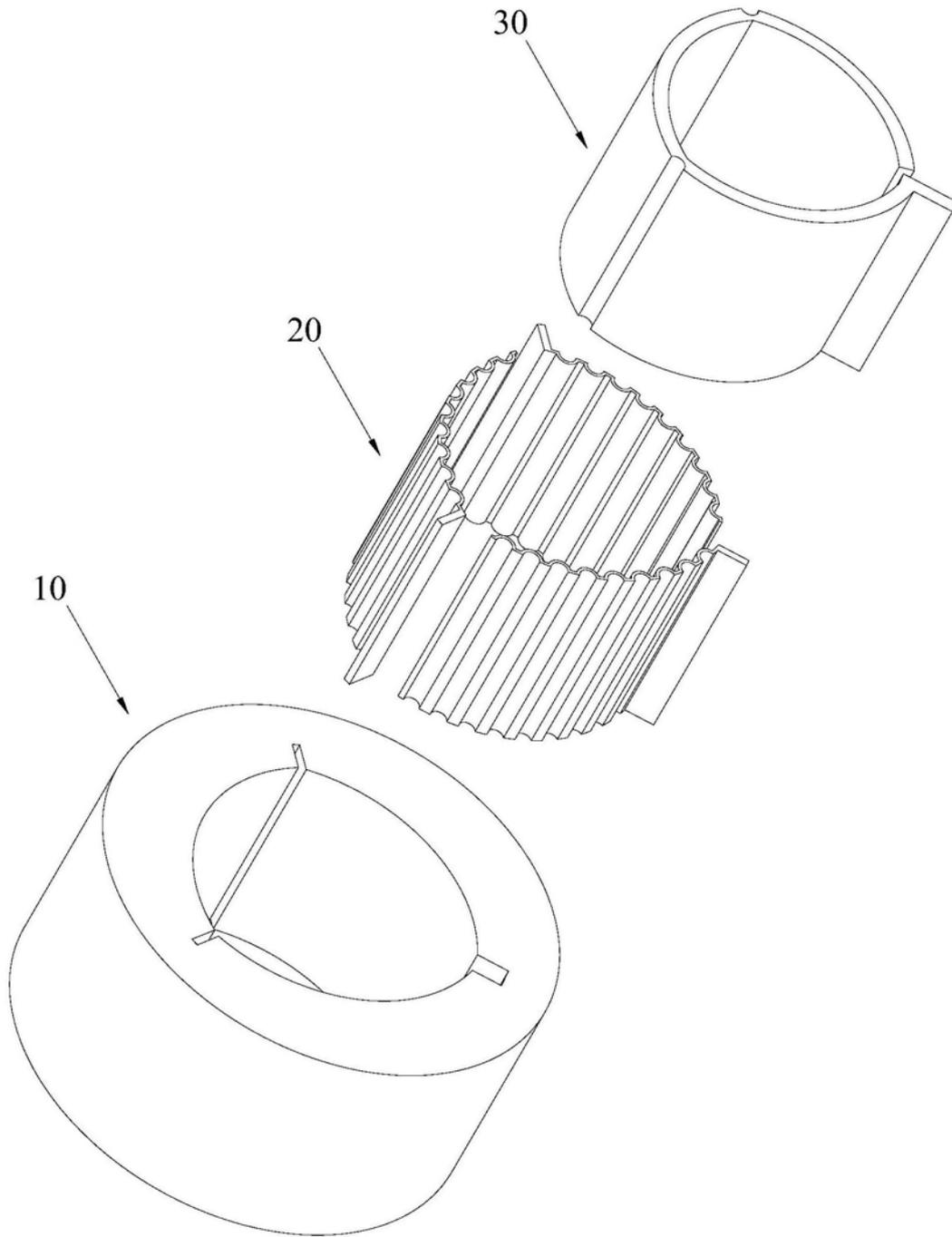


图2

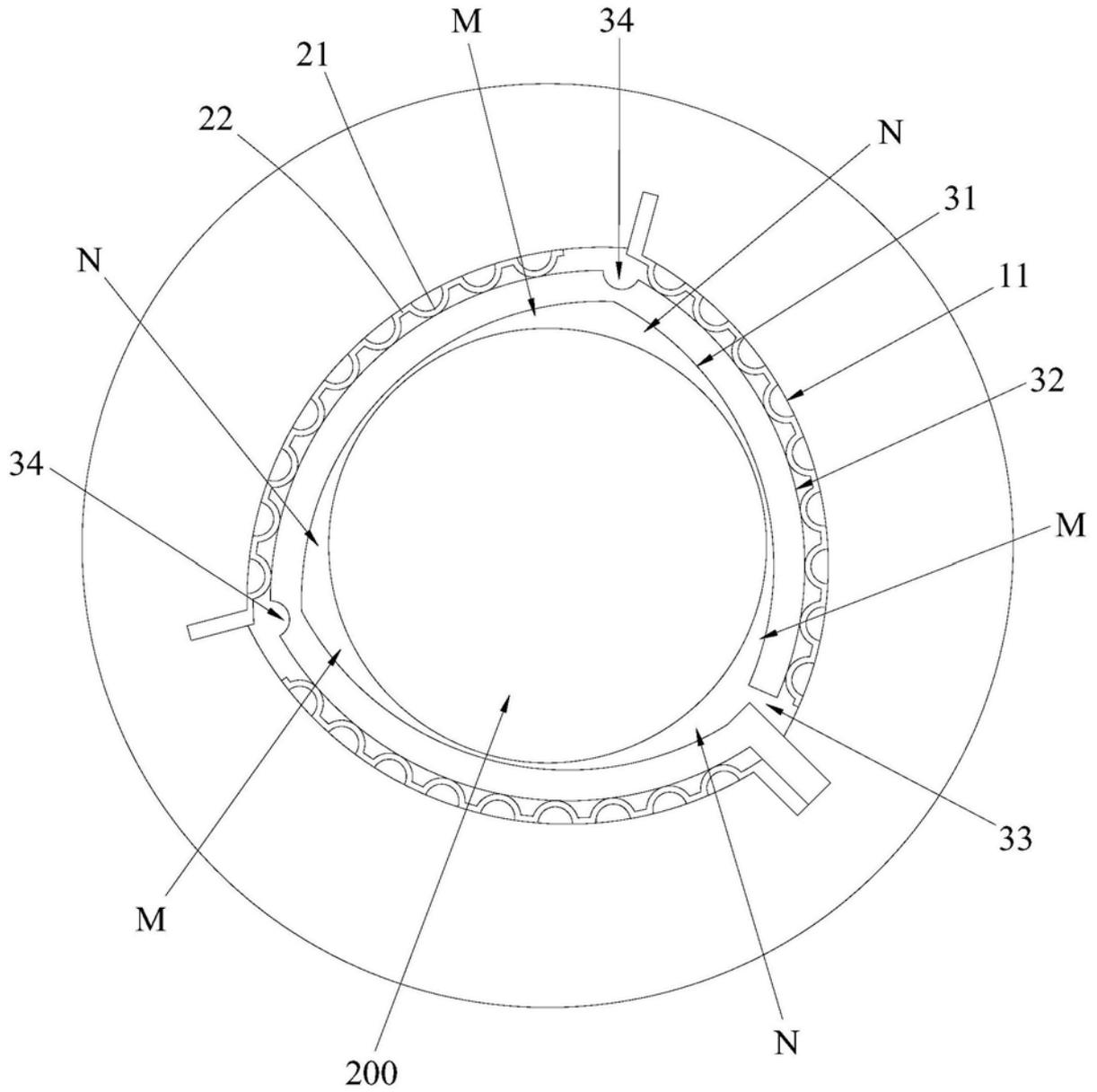


图3

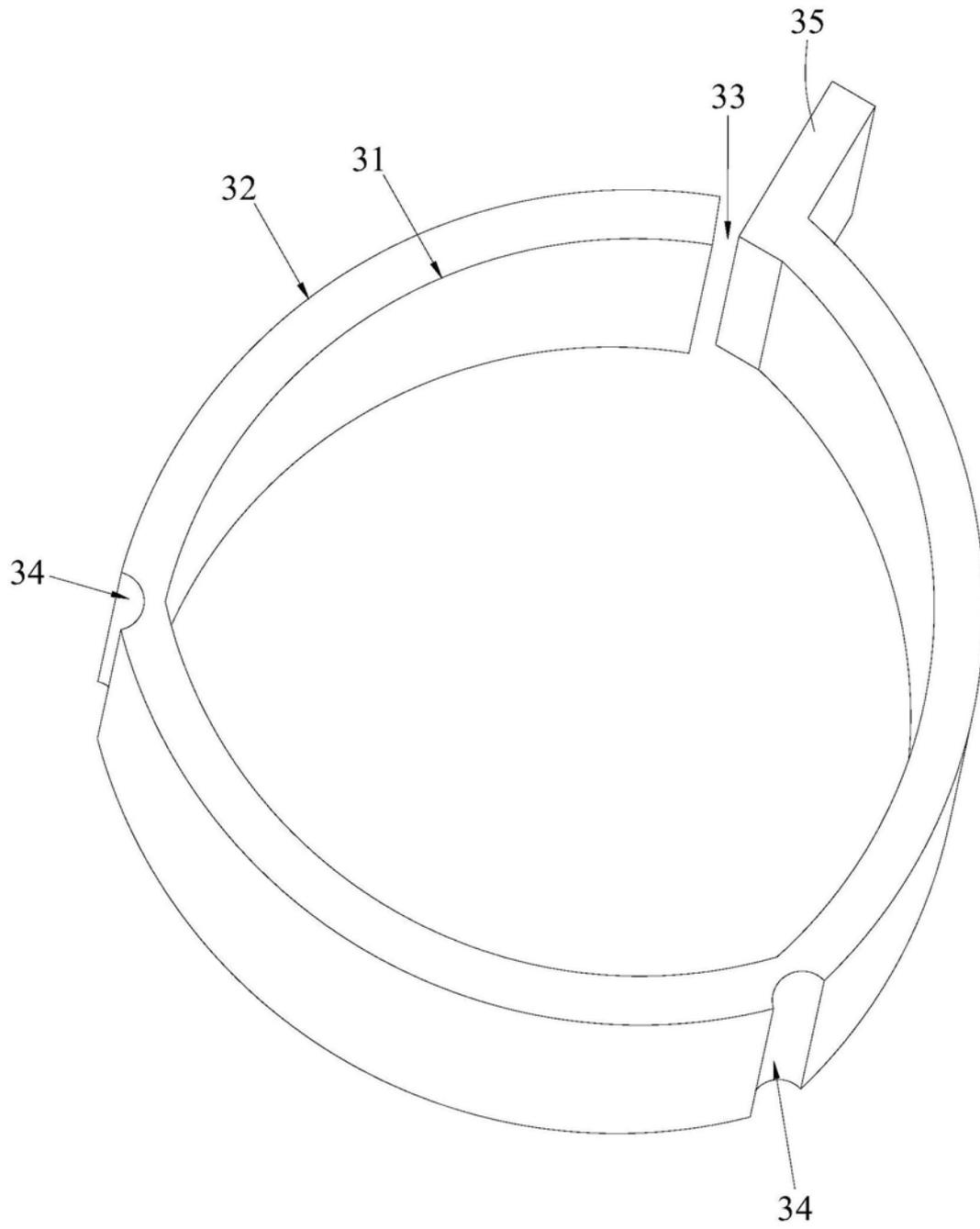


图4

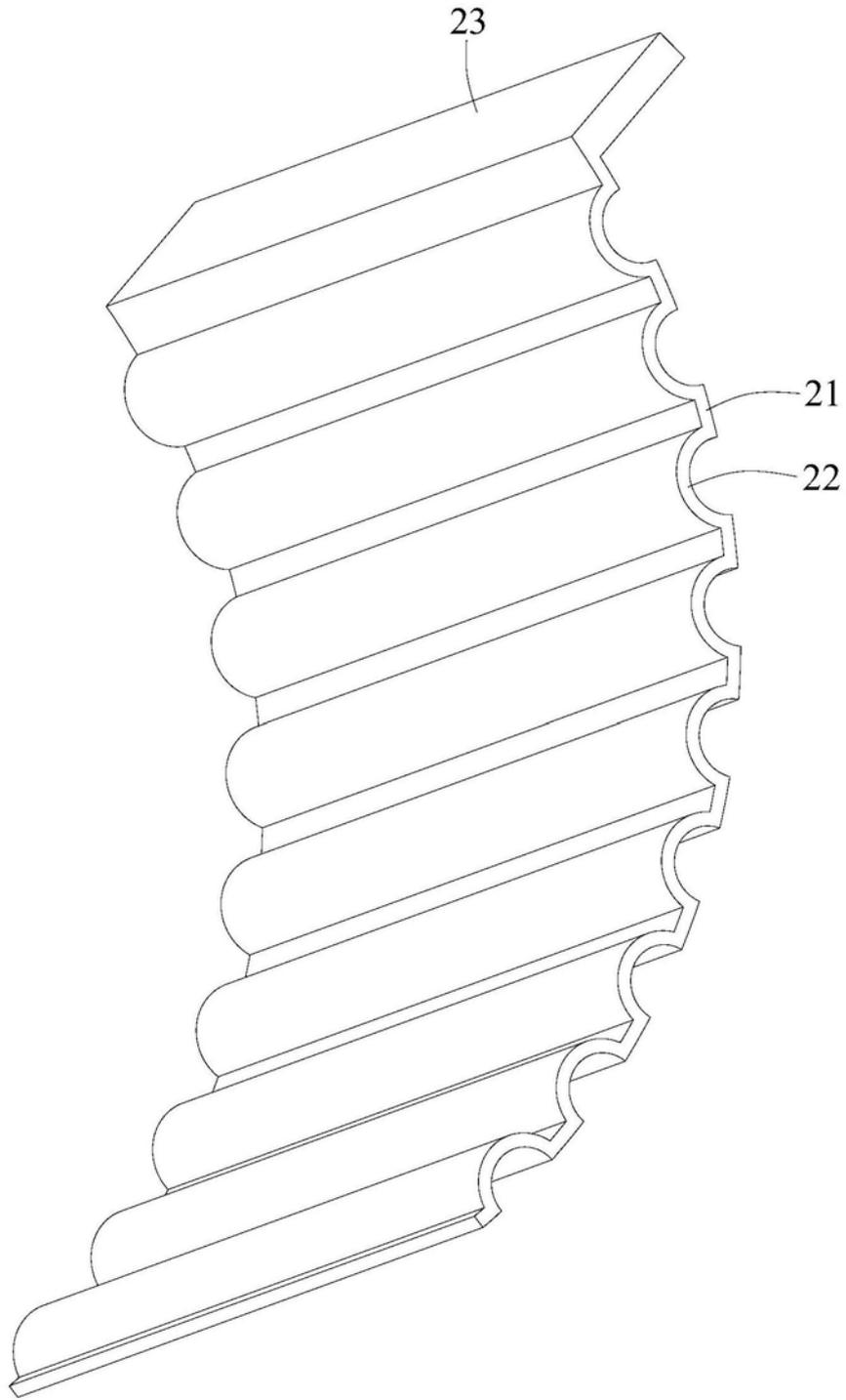


图5

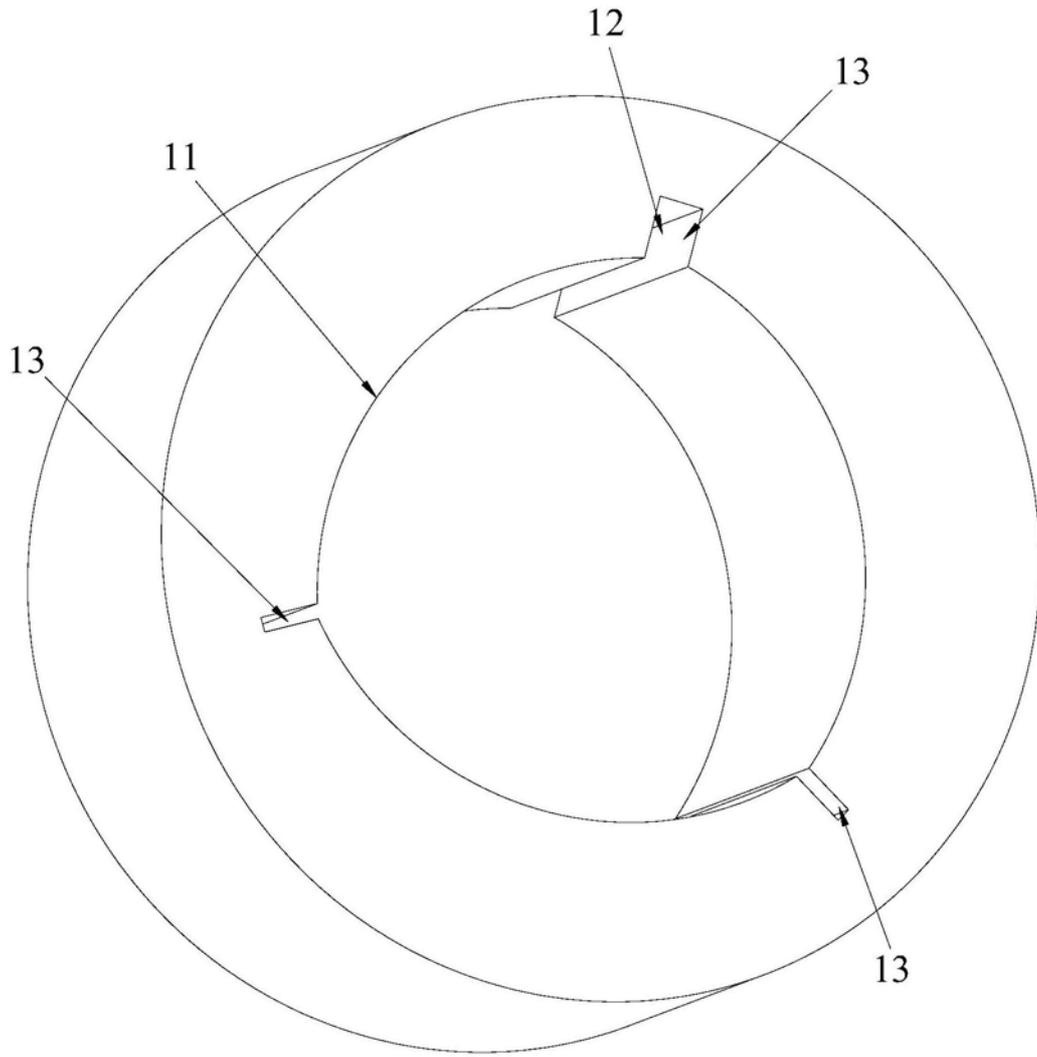


图6