



# (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 217873806 U

(45) 授权公告日 2022. 11. 22

(21) 申请号 202222380815.X

(22) 申请日 2022.09.07

(73) 专利权人 中车株洲电机有限公司

地址 412000 湖南省株洲市石峰区田心高科技园内

(72) 发明人 赵雪源 邓志凯 张云 李子君  
余睿 余潇 刘万辉 万德鑫  
熊豪利 熊振宇 张蓓 陈果  
吉鹏宇 易法兵

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227  
专利代理师 徐丽

(51) Int.Cl.  
F16C 32/06 (2006.01)

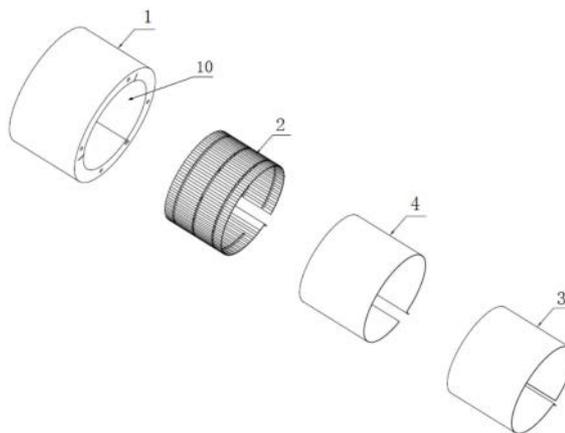
(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 实用新型名称  
一种气体动压径向轴承

### (57) 摘要

本申请公开了一种气体动压径向轴承,包括轴承套、波箔片和第一平箔片;波箔片沿轴承套的孔内壁设置,第一平箔片呈筒状且第一平箔片穿设于轴承套内;沿轴承套和第一平箔片的轴向来看,第一平箔片的轴向两端均超出波箔片。第一平箔片的任一轴端相对于波箔片悬空以形成悬臂结构,在满足常规作业特性的基础上令第一平箔片的轴端易于变形。当气体动压径向轴承和转轴相对运动时,第一平箔片既可以发挥其常规功能,还能够在气体动压径向轴承启停和变载荷工况时基于第一平箔片的轴端的变形特性降低轴端磨损程度,提高空气吸入量,达到提高对流散热效果和降低局部温升的效果,进而提高气体动压径向轴承的极限性能。



1. 一种气体动压径向轴承,其特征在于,包括:  
轴承套(1);  
沿所述轴承套(1)的孔内壁(10)设置的波箔片(2);  
呈筒状且穿设于所述轴承套(1)内的第一平箔片(3);所述第一平箔片(3)的轴向两端均超出所述波箔片(2)。
2. 根据权利要求1所述的气体动压径向轴承,其特征在于,所述轴承套(1)内设有第二平箔片(4);所述第二平箔片(4)呈筒状且穿套于所述轴承套(1)和所述第一平箔片(3)之间;所述第二平箔片(4)的轴向任意一端齐平或者超出所述波箔片(2),所述第二平箔片(4)的轴向任意一端不超过所述第一平箔片(3)。
3. 根据权利要求2所述的气体动压径向轴承,其特征在于,所述第二平箔片(4)的轴向两端均超出所述波箔片(2),所述第一平箔片(3)的轴向两端均超出所述第二平箔片(4)。
4. 根据权利要求3所述的气体动压径向轴承,其特征在于,所述第一平箔片(3)、所述第二平箔片(4)和所述波箔片(2)三者的轴向中点重合,所述第一平箔片(3)、所述第二平箔片(4)和所述波箔片(2)三者的轴向两端均以各自的轴向中点为中心对称分布。
5. 根据权利要求2所述的气体动压径向轴承,其特征在于,所述第一平箔片(3)和所述第二平箔片(4)任意一者包括侧向开口的圆筒部;所述圆筒部的侧向开口处设有向外翻折的平箔片折边(5),所述平箔片折边(5)插嵌定位于所述孔内壁(10)的安装槽(11)内。
6. 根据权利要求5所述的气体动压径向轴承,其特征在于,任一所述圆筒部的侧向开口处的缺口沿所述圆筒部的周向和壁厚方向均贯通;所述缺口包括相对分布的第一边缘和第二边缘,所述平箔片折边(5)仅设于所述第一边缘;所述第一平箔片(3)的所述第一边缘叠合于所述第二平箔片(4)的所述第二边缘,所述第一平箔片(3)的所述第二边缘叠合于所述第二平箔片(4)的所述第一边缘。
7. 根据权利要求1至6任一项所述的气体动压径向轴承,其特征在于,所述波箔片(2)设有多条槽(21),任一所述槽(21)以所述轴承套(1)的中心轴为轴环绕分布,全部所述槽(21)沿所述轴承套(1)的轴向间隔分布;所述波箔片(2)由全部所述槽(21)分为多段,所述波箔片(2)的段长自所述轴承套(1)的轴向中部向轴向两端渐缩。
8. 根据权利要求7所述的气体动压径向轴承,其特征在于,所述波箔片(2)呈筒形且侧向开口;所述波箔片(2)的侧向开口处设有朝外翻折的波箔片折边(22),所述波箔片折边(22)插嵌定位于所述孔内壁(10)的安装槽(11)内。
9. 根据权利要求7所述的气体动压径向轴承,其特征在于,所述波箔片(2)呈拱形瓦片状;任一所述波箔片(2)的边缘设有朝外翻折的波箔片折边(22),多个所述波箔片(2)沿所述孔内壁(10)环布,全部所述波箔片(2)的所述波箔片折边(22)分别插入所述孔内壁(10)的多个安装槽(11)内。

## 一种气体动压径向轴承

### 技术领域

[0001] 本申请涉及轴承技术领域,尤其涉及一种气体动压径向轴承。

### 背景技术

[0002] 气体动压轴承例如波箔型径向轴承是一种基于流体动压润滑基本原理的超高速轴承。超高速轴承以环境气体为润滑介质,通过动压效应在轴承表面产生高压气膜实现转轴完全悬浮。

[0003] 弹性支承结构是气体动压轴承的关键部件,应具有一定的结构刚度和结构阻尼,使轴承运行时产生足够的承载能力和缓冲冲击振动的能力。前述弹性支承结构主要包括顶层箔片、弹性支承结构和轴承底板,转轴可安装于该气体动压径向轴承的弹性支承结构内。转轴起飞前,顶层箔片与转轴表面之间具有楔形间隙并产生相对移动,随着转轴转速升高,周围环境的粘性气体被卷压进入楔形间隙,形成高压气膜,从而产生气膜动压力。当气膜的合力与转轴上的载荷在径向方向平衡时,转轴便实现动压悬浮。

[0004] 尽管气体动压轴承在其应用中已经展现了优良的稳定性能,但轴承端部的磨损与局部温升问题一直限制着它在极限工况中的应用。例如。目前气体动压轴承的顶层箔片变形困难,导致转轴与轴承端部顶层箔片的碰磨,加剧了润滑涂层的磨损和顶层箔片的局部温升,因此存在端部磨损大、局部温升高和极限性能低的缺陷,严重情况下还会造成因顶层箔片温升过高引起涂层失效和抱轴现象。

### 实用新型内容

[0005] 本申请的目的是提供一种气体动压径向轴承,其能够削弱箔片端部磨损,提高进气量以降低温升,保障长期正常作业。

[0006] 为实现上述目的,本申请提供一种气体动压径向轴承,包括:

[0007] 轴承套;

[0008] 沿轴承套的孔内壁设置的波箔片;

[0009] 呈筒状且穿设于轴承套内的第一平箔片;第一平箔片的轴向两端均超出波箔片。

[0010] 在一些实施例中,轴承套内设有第二平箔片;第二平箔片呈筒状且穿套于轴承套和第一平箔片之间;第二平箔片的轴向任意一端齐平或者超出波箔片,第二平箔片的轴向任意一端不超过第一平箔片。

[0011] 在一些实施例中,第二平箔片的轴向两端均超出波箔片,第一平箔片的轴向两端均超出第二平箔片。

[0012] 在一些实施例中,第一平箔片、第二平箔片和波箔片三者的轴向中点重合,第一平箔片、第二平箔片和波箔片三者的轴向两端均以各自的轴向中点为中心对称分布。

[0013] 在一些实施例中,第一平箔片和第二平箔片任意一者包括侧向开口的圆筒部;圆筒部的侧向开口处设有向外翻折的平箔片折边,平箔片折边插嵌定位于孔内壁的安装槽内。

[0014] 在一些实施例中,任一圆筒部的侧向开口处的缺口沿圆筒部的周向和壁厚方向贯通;缺口包括相对分布的第一边缘和第二边缘,折边仅设于第一边缘;第一平箔片的第一边缘叠合于第二平箔片的第二边缘,第一平箔片的第二边缘叠合于第二平箔片的第一边缘。

[0015] 在一些实施例中,波箔片设有多个槽,任一槽以轴承套的中心轴为轴环绕分布,全部槽沿轴承套的轴向间隔分布;波箔片由全部槽分为多段,波箔片的段长自轴承套的轴向中部向轴向两端渐缩。

[0016] 在一些实施例中,波箔片呈筒形且侧向开口;波箔片的侧向开口处设有朝外翻折的波箔片折边,波箔片折边插嵌定位于孔内壁的安装槽内。

[0017] 在一些实施例中,波箔片呈拱形瓦片状;任一波箔片的边缘设有朝外翻折的波箔片折边,多个波箔片沿孔内壁环布,全部波箔片的波箔片折边分别插入孔内壁的多个安装槽内。

[0018] 相对于上述背景技术,本申请所提供的气体动压径向轴承包括:

[0019] 轴承套;

[0020] 沿轴承套的孔内壁设置的波箔片;

[0021] 呈筒状且穿设于轴承套内的第一平箔片;其中,第一平箔片的轴向两端均超出波箔片。

[0022] 在该气体动压径向轴承中,第一平箔片的轴向两端均超出波箔片,换言之,第一平箔片的任一轴端相对于波箔片悬空,令第一平箔片的任一轴端形成悬臂结构,此时,第一平箔片的轴端更加容易变形,当然,第一平箔片除轴端以外的其他部位的结构强度和变形特性基本维持不变,因此,第一平箔片在满足常规作业特性的基础上能够令第一平箔片的轴端在特定工况下产生足够的变形量。例如,在气体动压径向轴承启停和变载荷工况时,第一平箔片的轴端能够产生足够的变形量来达到降低轴端磨损程度、提高空气吸入量、提高对流散热效果并降低局部温升的作用,实现提高气体动压径向轴承的极限性能。

## 附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,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的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0024] 图1为本申请实施例所提供的气体动压径向轴承的爆炸示图;

[0025] 图2为本申请实施例所提供的波箔片、第一平箔片和第二波箔片的装配示意图;

[0026] 图3为本申请实施例所提供的气体动压径向轴承的结构示意图;

[0027] 图4为图3在A处局部放大图;

[0028] 图5为本申请实施例所提供的第一平箔片的结构示意图;

[0029] 图6为本申请实施例所提供的第二平箔片的结构示意图;

[0030] 图7为本申请实施例所提供的第一种波箔片的结构示意图;

[0031] 图8为本申请实施例所提供的第二种波箔片的结构示意图。

[0032] 其中,1-轴承套、10-孔内壁、11-安装槽、2-波箔片、21-槽、22-波箔片折边、3-第一平箔片、4-第二平箔片、5-平箔片折边。

## 具体实施方式

[0033] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0034] 为了使本技术领域的技术人员更好地理解本申请方案,下面结合附图和具体实施方式对本申请作进一步的详细说明。

[0035] 请参考图1至图8,图1为本申请实施例所提供的气体动压径向轴承的爆炸示图;图2为本申请实施例所提供的波箔片、第一平箔片和第二波箔片的装配示意图;图3为本申请实施例所提供的气体动压径向轴承的结构示意图;图4为图3在A处局部放大图;图5为本申请实施例所提供的第一平箔片的结构示意图;图6为本申请实施例所提供的第二平箔片的结构示意图;图7为本申请实施例所提供的第一种波箔片的结构示意图;图8为本申请实施例所提供的第二种波箔片的结构示意图。

[0036] 请参考图1和图2,本申请提供一种气体动压径向轴承,包括轴承套1、设于轴承套1内的波箔片2和设于轴承套1内的第一平箔片3;在该实施例中,波箔片2沿轴承套1的孔内壁10设置,通常,波箔片2沿轴承套1的全部孔内壁10设置,此时,波箔片2呈筒状;在该实施例中,第一平箔片3呈筒状,第一平箔片3穿设于轴承套1内,波箔片2处于第一平箔片3和轴承套1的孔内壁10之间,可见,向此气体动压径向轴承安装转轴时,沿气体动压径向轴承和转轴的径向来,第一平箔片3与转轴的间距最小,波箔片2与转轴的间距次之,轴承套1与转轴的间距最大。此外,在该实施例中,沿气体动压径向轴承的轴向来看,第一平箔片3的轴向两端均超出波箔片2,此时,第一平箔片3的轴向任意一端相对于波箔片2悬空,换言之,第一平箔片3的轴向任意一端形成悬臂结构。

[0037] 其中,轴承套1的轴端还可设置用于定位安装轴承端部压环的螺纹孔,避免波箔片2、第一平箔片3等箔片轴向窜动。

[0038] 从气体动压径向轴承这类气体动压轴承的气膜润滑机理来看,气体动压径向轴承的端部流场受外界环境影响,单位时间内质量流量交换较小,压力较低,从而造成气膜压力在轴承轴向分布不均匀,导致气体动压径向轴承呈现轴向中部的气体动压径向轴承大、轴向端部的气体动压径向轴承小这一特点。根据这一气膜压力的分布特点,本申请所提供的气体动压径向轴承的第一平箔片3的轴端采用悬臂式结构,更易于变形,显著减小气体动压径向轴承启停时顶层箔片的端部磨损和温升,避免气体动压径向轴承的局部润滑涂层过早失效,提高气体动压径向轴承的极限性能。

[0039] 综上,对于本申请所提供的气体动压径向轴承而言,当气体动压径向轴承和转轴相对运动时,第一平箔片3既可以发挥其常规功能,还能够在气体动压径向轴承和转轴处于启停状态和变载荷工况时有利于降低气体动压径向轴承和转轴在轴端处的磨损程度,也有利于将外界空气吸入气体动压径向轴承内以提高对流散热效果,降低局部温升,提高气体动压径向轴承的极限性能。

[0040] 下面结合附图和实施方式,对本申请所提供的气体动压径向轴承做更进一步的说明。

[0041] 可参考图1和图2,在一些实施例中,本申请所提供的气体动压径向轴承还包括设

于轴承套1内的第二平箔片4;第二平箔片4的形状结构与第一平箔片3形状结构形似,即第二平箔片4呈筒状;此第二平箔片4穿套于轴承套1和第一平箔片3之间,由于波箔片2沿轴承套1的孔内壁10设置,可见,第二平箔片4处于波箔片2和第一平箔片3之间。

[0042] 在上述实施例中,第二平箔片4的轴向任意一端齐平或者超出波箔片2,与此同时,第二平箔片4的轴向任意一端不超过第一平箔片3。可见,在气体动压径向轴承中,波箔片2、第一平箔片3和第二平箔片4三者沿气体动压径向轴承的轴向具有三种长度关系:其一,第一平箔片3和第二平箔片4二者等长且轴向两端均超出波箔片2;其二,第二平箔片4和波箔片2等长,第一平箔片3的轴向两端超出第二平箔片4和波箔片2;其三,第一平箔片3、第二平箔片4和波箔片2此三者的轴向长度递减,第一平箔片3的轴向两端超出第二平箔片4,第二平箔片4的轴向两端则超出波箔片2。

[0043] 当第一平箔片3和第二平箔片4二者等长且轴向两端均超出波箔片2时,第一平箔片3和第二平箔片4二者的轴向两端均相对于波箔片2悬空分布。相比于具有瓦楞结构的波箔片2而言,第一平箔片3和第二平箔片4二者的轴端易于变形,因此,即使第二平箔片4的两个轴端分别穿设并支撑于第一平箔片3两个轴端内,第一平箔片3的两个轴端仍然能够产生一定程度的变形,从而发挥降低磨损、提高气体吸入量和提升极限性能的作用。

[0044] 当第二平箔片4和波箔片2等长而第一平箔片3的轴向两端超出第二平箔片4和波箔片2时,或者,当第一平箔片3的轴向两端超出第二平箔片4而第二平箔片4的轴向两端超出波箔片2时,无论是对于第二平箔片4而言,还是对于波箔片2而言,第一平箔片3的轴向两端均悬空分布,显然第一平箔片3的两个轴端具有较好的变形特性,可发挥降低磨损、提高气体吸入量和提升极限性能的作用。当然,此处的后一示例相较前一示例而言,若采用波箔片2和第二平箔片4对第一平箔片3的轴向两端实现递进式支撑,则既可以令第一平箔片3的轴向端部在特定工况下产生变形以满足降低磨损、提高进气量等要求,还可以保障第一平箔片3的轴端附近的结构强度,确保转轴和气体动压径向轴承的相对运动状态,可靠有效地发挥第一平箔片3的常规作用。

[0045] 通常,沿气体动压径向轴承的轴向来看,第一平箔片3、第二平箔片4和波箔片2此三者的轴向中点重合,第一平箔片3、第二平箔片4和波箔片2任意一个的轴向两端以其轴向中点为中心对称分离,举例来说,若第一平箔片3的轴向第一端与波箔片2的轴向一端处于同侧,第一平箔片3的轴向第二端与波箔片2的轴向第二端处于同侧,则第一平箔片3的轴向第一端较之于波箔片2的轴向第一端的超出量等于第一平箔片3的轴向第二端较之于波箔片2的轴向第二端的超出量。

[0046] 第一平箔片3的轴向两端的超出量相同也可以看作是第二平箔片4的轴向两端的悬空程度一致,因此,当第一平箔片3在特定工况下产生变形而吸入外界气体时,气体动压径向轴承的轴向两端的进气量近乎相同,有利于提高气体动压径向轴承沿其轴向的温均性。此外,气体动压径向轴承的轴向两端的磨损程度也会更加相近,有利于提高气体动压径向轴承和转轴的运动平衡性。

[0047] 请参考图3至图8,在一些实施例中,该气体动压径向轴承的第一平箔片3和第二平箔片4均包括侧向开口的圆筒部。以第一平箔片3为例,第一平箔片3的圆筒部的周侧设有缺口以实现侧向开口,与此同时,前述圆筒部在其侧向开口处设有向外翻折的平箔片折边5,该平箔片折边5用于插嵌定位于孔内壁10的安装槽11内。设于前述圆筒部的缺口仅处于圆

筒部的局部表面,通常,缺口呈条状且沿圆筒部的母线方向延伸;此缺口的长度可以等于圆筒部的轴向长度,也可以小于圆筒部的轴向长度。

[0048] 在一些实施例中,第一平箔片3和第二平箔片4任意一者的缺口沿圆筒部的周向贯通且沿圆筒部的壁厚方向贯通;其中,第一平箔片3的缺口处包括第一边缘和第二边缘,第一平箔片3的平箔片折边5仅设于第一边缘;沿第一平箔片3的周向来看,自第一边缘沿第一平箔片3环绕至第二边缘此旋转方向可以看作是第一平箔片3的正方向;同理,第二平箔片4的缺口处包括设有平箔片折边5的第一边缘和未设平箔片折边5的第二边缘,自第一边缘沿第一平箔片3环绕至第二边缘此旋转方向可以看作是第二平箔片4的正反向。

[0049] 在上述实施例中,第一平箔片3和第二平箔片4相互套设且转向相反,此处的转向相反指的是第一平箔片3的正方向和第二平箔片4的正方向互为反向,实现第一平箔片3的第一边缘叠合于第二平箔片4的第二边缘,相应地,实现第一平箔片3的第二边缘叠合于第二平箔片4的第一边缘。

[0050] 采用上述装配关系安装第一平箔片3和第二平箔片4时,第一平箔片3和第二平箔片4相互压紧,既可以提高第一平箔片3和第二平箔片4在轴承套1内的安装稳定性,又可以提高第一平箔片3和第二平箔片4的对称性,有利于该气体动压径向轴承平稳运行。

[0051] 此外,本申请所提供的另外一些实施例中,波箔片2设有多条槽21,任意一条槽21以轴承套1的中心轴为轴环绕分布,显然,轴承套1的轴向为前述槽21的槽宽方向,轴承套1的径向为前述槽21的槽深方向,轴承套1的周向为前述槽21的槽长方向。当然,沿轴承套1的周向来看,前述槽21的长度小于波箔片2在此方向上的长度,保障波箔片2的结构连续性。波箔片2设有多条槽21,全部槽21沿轴承套1的轴向间隔分布,波箔片2由全部槽21分为多段,例如,一个波箔片2设有两条槽21,则这两条槽21将一个波箔片2分为三段;此外,全部波箔片2的段长自轴承套1的轴向中部向轴向两端渐缩,也就是说,一个波箔片2分为三段时,位于中间的一段波箔片2的长度大于位于两端的两段波箔片2的长度,此处的长度指的是波箔片2沿轴承套1的轴向的尺寸。

[0052] 根据上文可知,气体动压径向轴承的轴向端部气膜压力小,因此包括波箔片2和平箔片在内的各种箔片变形困难,为此,处于令第一平箔片3的轴向端部悬空设置以外,还可以令波箔片2轴向分段,这样的分段处理使波箔片2在轴承周向方向的滑移更具协调性,调整了箔片组件整体的支承刚度,能够达到顶层箔片的压力均化效果,使得位于轴向端部的波箔片2的刚度大幅降低,即使在较小的气膜压力作用下也容易产生弹性变形,从而保障第一平箔片3具有足够大的可变形空间。此外,波箔片2的前述结构可以很好的应对气体动压径向轴承的轴向存在较大不对中力的工况,提高该气体动压径向轴承的作业性能。

[0053] 对于波箔片2而言,其可以采用与第一平箔片3、第二平箔片4类似的安装方式连接于轴承套1,也就是说,波箔片2可呈筒形且侧向开口,波箔片2的侧向开口处设有朝外翻折的波箔片折边22,此波箔片折边22插嵌定位于孔内壁10的安装槽11内。其中,轴承套1的孔内壁10设置一个或多个安装槽11,波箔片2的波箔片折边22、第一平箔片3的平箔片折边5和第二平箔片4平箔片折边5可以插装于同一安装槽11,也可以分别插装在不同安装槽11。

[0054] 波箔片2具有瓦楞结构,此外,具有瓦楞结构的波箔片2可以根据轴承套1的内壁弯折呈筒状或者拱面状。例如,轴承套1内仅设置一个波箔片2时,此波箔片2既具有瓦楞结构且呈现筒状,可穿套于轴承套1内。其中,前述波箔片2可视为周向整圆结构,如图7所示。轴

承套1内也可以设有多个波箔片2,则单个波箔片2可以呈现拱形瓦片状,多个波箔片2沿轴承套1的孔内壁10环布,例如,全部波箔片2沿同一圆周方环绕分布。显然,若轴承套1内设有多个波箔片2,则任意一个波箔片2具有波箔片折边22,相应地,轴承套1的孔内壁10设有多个安装槽11,全部波箔片2的波箔片折边22分别插入这些安装槽11内实现定位。前述波箔片2可视为周向多瓦结构,如图8所示。

[0055] 波箔片2采用周向多瓦结构时,有利于在波箔片2的整个承载面上保证支承波箔结构刚度的一致性,增加轴承的结构阻尼。

[0056] 以上对本申请所提供的气体动压径向轴承进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请原理的前提下,还可以对本申请进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本申请权利要求的保护范围内。

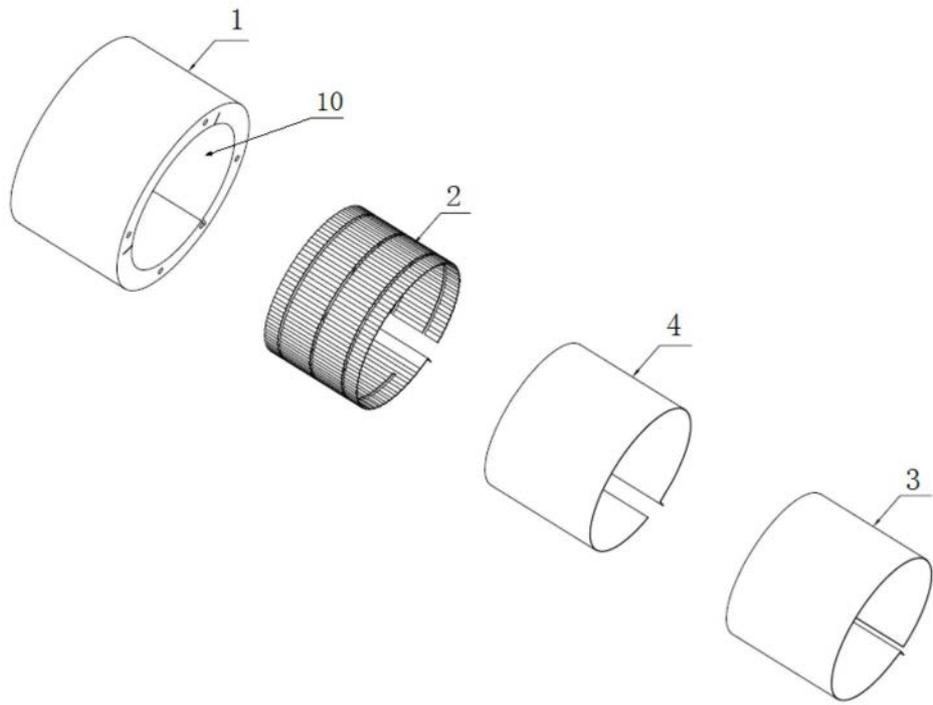


图1

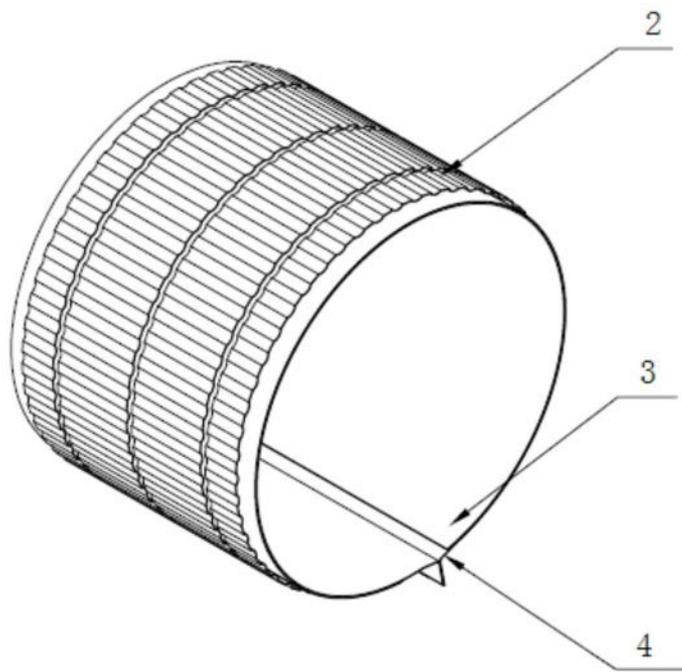


图2

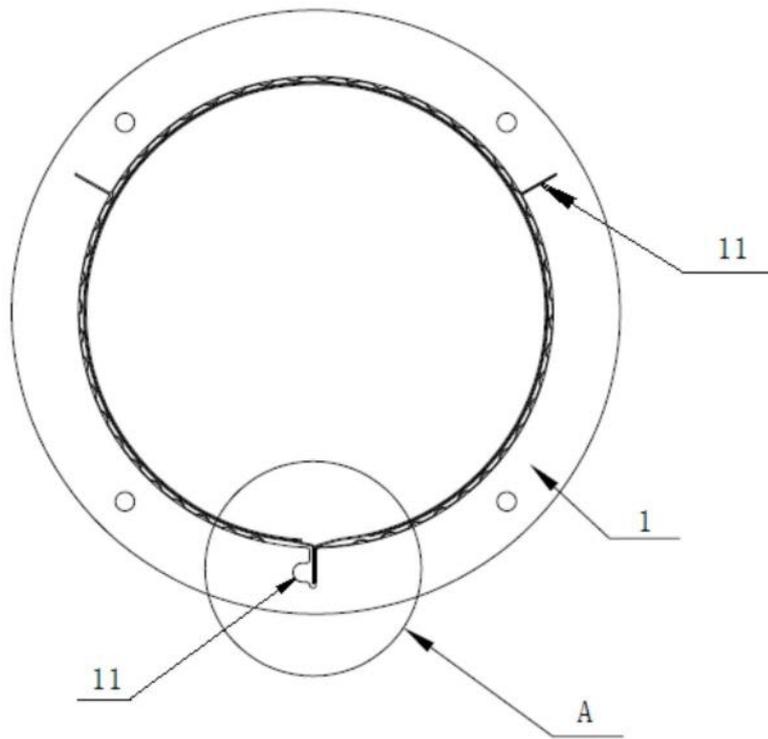


图3

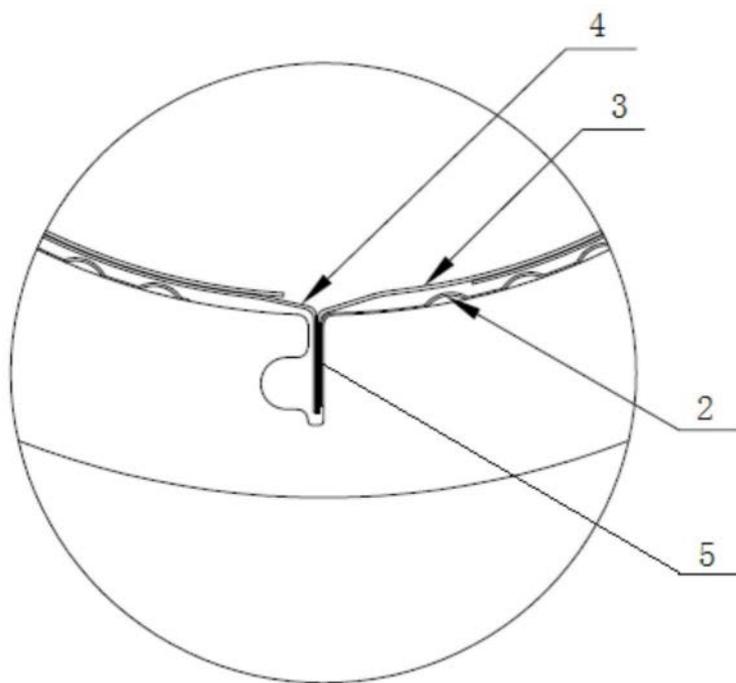


图4

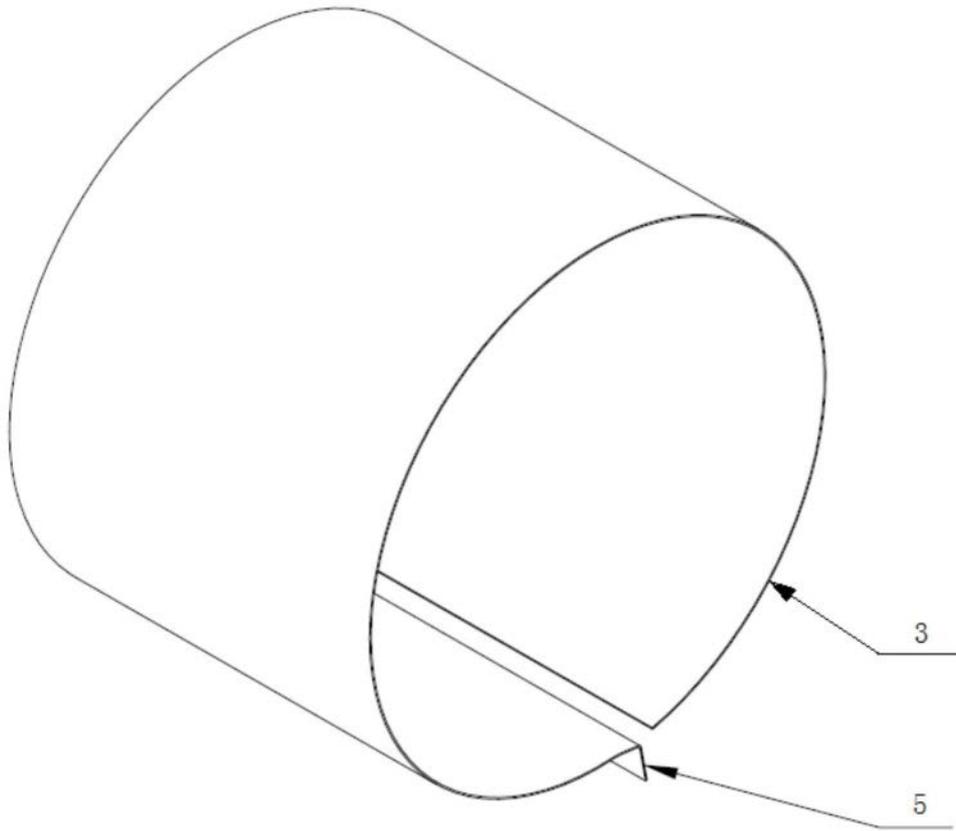


图5

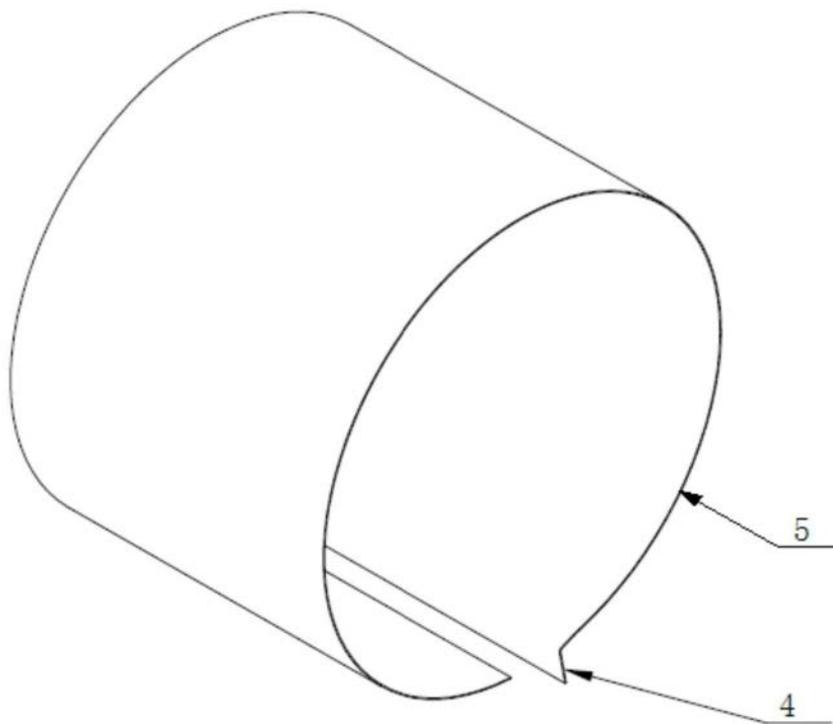


图6

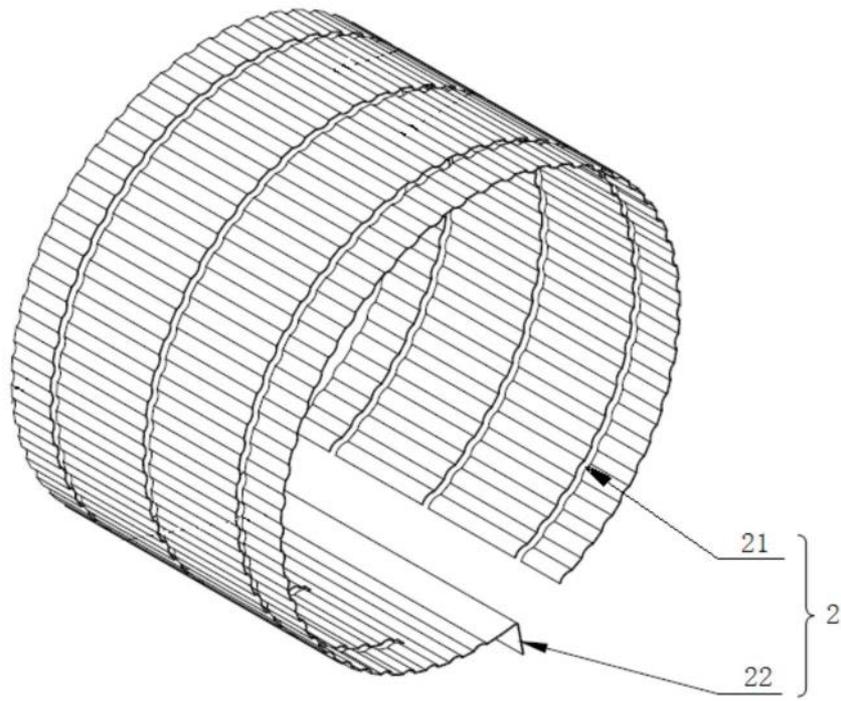


图7

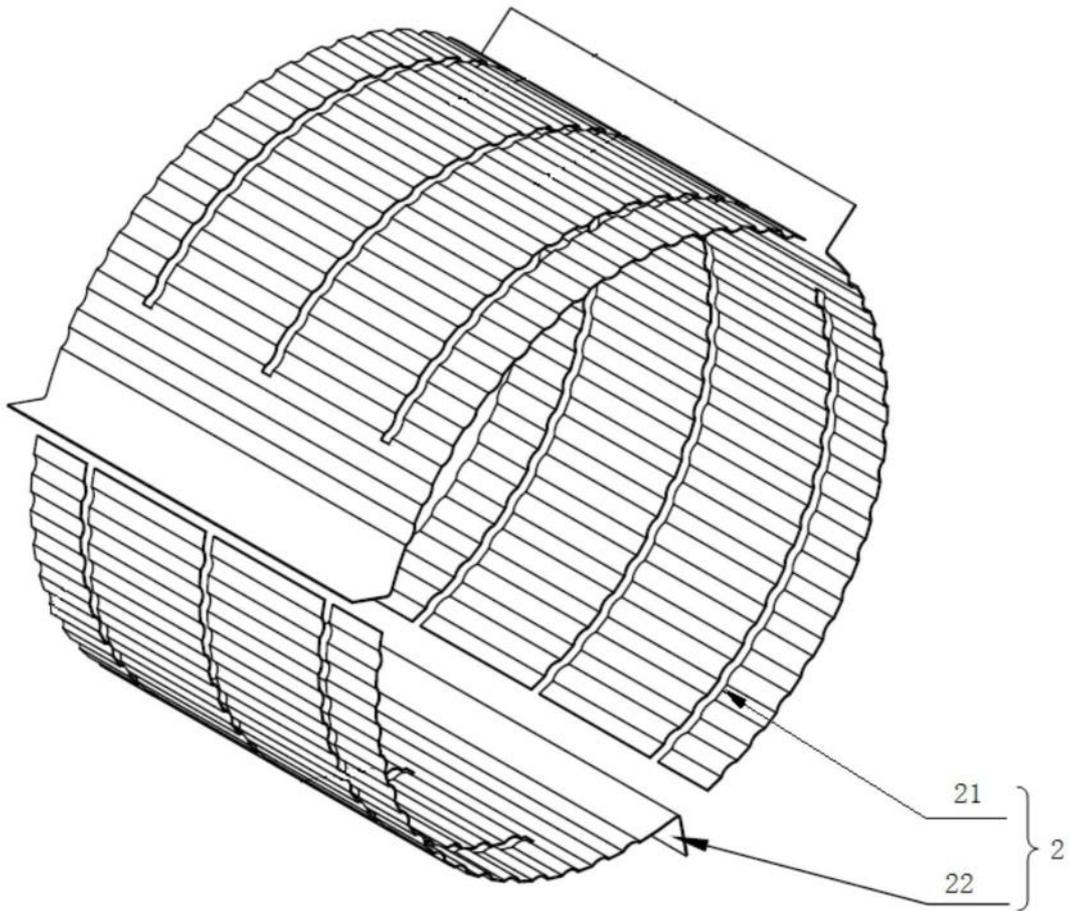


图8