



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113090643 A

(43) 申请公布日 2021. 07. 09

(21) 申请号 202010022411.6

(22) 申请日 2020.01.09

(71) 申请人 珠海格力电器股份有限公司
地址 519070 广东省珠海市前山金鸡西路

(72) 发明人 刘华 张治平 雷连冬 李宏波
陈玉辉

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

代理人 艾春慧

(51) Int. Cl.
F16C 17/02 (2006.01)

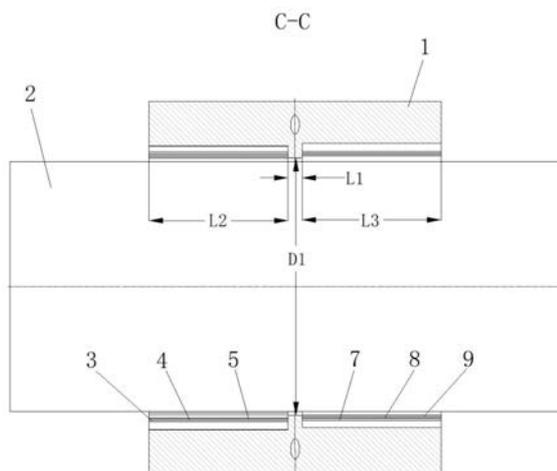
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

动压气体径向轴承和动力设备

(57) 摘要

本公开提供了一种动压气体径向轴承和动力设备。动压气体径向轴承包括：壳体，包括具有中心轴线的轴孔，轴孔包括至少一个孔段，孔段的孔壁包括沿轴孔的中心轴线的周向顺次设置的多个曲面，各曲面在轴孔的径向方向上与轴孔的中心轴线的距离沿绕轴孔的中心轴线回转的第一回转方向逐渐减小；和至少一个弹性支撑结构，与至少一个孔段对应设置，弹性支撑结构包括多个箔片组，多个箔片组设置于对应的轴孔的孔壁的多个曲面上，箔片组包括顶层箔片和设置于对应的曲面与顶层箔片之间的弹性支撑箔片，顶层箔片在轴孔的径向方向上与轴孔的中心轴线的距离沿第一回转方向逐渐减小。本公开的技术方案利于提高动压气体径向轴承的动压效应。



1. 一种动压气体径向轴承,其特征在于,包括:

壳体(1),包括具有中心轴线的轴孔(1-9),所述轴孔(1-9)包括至少一个孔段,所述孔段的孔壁包括沿所述轴孔(1-9)的中心轴线的周向顺次设置的多个曲面,各所述曲面在所述轴孔(1-9)的径向方向上与所述轴孔(1-9)的中心轴线的距离沿绕所述轴孔(1-9)的中心轴线回转的第一回转方向(RD)逐渐减小;和

至少一个弹性支撑结构,与所述至少一个所述孔段对应设置,所述弹性支撑结构包括多个箔片组,所述多个箔片组设置于对应的轴孔(1-9)的孔壁的所述多个曲面上,所述箔片组包括顶层箔片和设置于对应的所述曲面与所述顶层箔片之间的弹性支撑箔片,所述顶层箔片在所述轴孔(1-9)的径向方向上与所述轴孔(1-9)的中心轴线的距离沿所述第一回转方向(RD)逐渐减小。

2. 根据权利要求1所述的动压气体径向轴承,其特征在于,所述顶层箔片的靠近所述中心轴线的表面与对应的所述曲面之间在所述轴孔(1-9)的径向方向上与所述轴孔(1-9)的中心轴线的距离沿所述第一回转方向(RD)不变。

3. 根据权利要求1所述的动压气体径向轴承,其特征在于,所述箔片组还包括设置于所述顶层箔片和所述弹性支撑箔片之间的中间箔片。

4. 根据权利要求3所述的动压气体径向轴承,其特征在于,所述顶层箔片和所述中间箔片均为弯板状箔片。

5. 根据权利要求3所述的动压气体径向轴承,其特征在于,所述孔段的孔壁绕所述轴孔(1-9)的中心轴线的周向顺次设置多个安装槽,所述弹性支撑结构的相邻两个箔片组中一个箔片组的所述顶层箔片的一端和另一个所述箔片组的所述中间箔片的一端均安装于同一个所述安装槽中,另一端均为自由端。

6. 根据权利要求1所述的动压气体径向轴承,其特征在于,所述曲面为弧形柱面,所述弧形柱面的中心轴线与所述轴孔(1-9)的中心轴线平行偏心设置。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的动压气体径向轴承,其特征在于,所述壳体(1)具有两个以上所述孔段和与所述两个以上所述孔段对应设置的两个以上所述弹性支撑结构,至少两个相邻的所述孔段中一个孔段的孔壁上的所述曲面与另一个孔段的孔壁上的所述曲面沿所述第一回转方向(RD)错位布置。

8. 根据权利要求1至6中任一项所述的动压气体径向轴承,其特征在于,所述壳体(1)具有两个以上所述孔段和与所述两个以上所述孔段对应设置的两个以上所述弹性支撑结构,所述壳体(1)上设置连通所述壳体(1)的外部与所述轴孔(1-9)的进气孔(1-2),所述进气孔(1-2)在所述轴孔(1-9)的孔壁上的出口在所述轴孔(1-9)的轴向上位于相邻的两个孔段之间。

9. 根据权利要求8所述的动压气体径向轴承,其特征在于,所述轴孔(1-9)包括位于相邻的两个所述孔段之间的缩口段(1-9C),所述缩口段(1-9C)的孔壁相对于所述孔段的孔壁更靠近所述轴孔(1-9)的中心轴线,所述进气孔(1-2)的所述出口位于所述缩口段(1-9C)的孔壁上。

10. 根据权利要求8所述的动压气体径向轴承,其特征在于,所述进气孔(1-2)设置为从所述出口进入所述轴孔(1-9)的流体的流动方向相对于该出口在所述壳体(1)上的径向方向朝向所述第一回转方向(RD)偏斜。

11. 一种动力设备,包括转子(2)和支撑所述转子(2)的动压气体径向轴承,其特征在于,所述动压气体径向轴承为根据权利要求1-10中任一项所述的动压气体径向轴承,所述动力设备运行时,所述转子(2)沿所述第一回转方向(RD)转动。

动压气体径向轴承和动力设备

技术领域

[0001] 本公开涉及轴承技术领域,特别涉及一种动压气体径向轴承和动力设备。

背景技术

[0002] 气浮轴承凭借着摩擦损耗小、稳定性好、振动小、无油润滑等一系列优点,在高速透平、机床制造和空间技术等领域有着十分广阔的应用前景。气浮轴承根据润滑气膜生成机理的不同分为静压气体轴承和动压气体径向轴承。

[0003] 波箔型动压气体径向轴承是动压气体径向轴承的一种,它一般包括作为顶层箔片的平箔片和弹性箔片,平箔片为转子提供润滑表面,弹性箔片则为轴承提供支承刚度和阻尼。

发明内容

[0004] 本公开第一方面提供一种动压气体径向轴承,包括:

[0005] 壳体,包括具有中心轴线的轴孔,所述轴孔包括至少一个孔段,所述孔段的孔壁包括沿所述轴孔的中心轴线的周向顺次设置的多个曲面,各所述曲面在所述轴孔的径向方向上与所述轴孔的中心轴线的距离沿绕所述轴孔的中心轴线回转的第一回转方向逐渐减小;
和

[0006] 至少一个弹性支撑结构,与所述至少一个所述孔段对应设置,所述弹性支撑结构包括多个箔片组,所述多个箔片组设置于对应的轴孔的孔壁的所述多个曲面上,所述箔片组包括顶层箔片和设置于对应的所述曲面与所述顶层箔片之间的弹性支撑箔片,所述顶层箔片在所述轴孔的径向方向上与所述轴孔的中心轴线的距离沿所述第一回转方向逐渐减小。

[0007] 在一些实施例中,所述顶层箔片的靠近所述中心轴线的表面与对应的所述曲面之间在所述轴孔的径向方向上与所述轴孔的中心轴线的距离沿所述第一回转方向不变。

[0008] 在一些实施例中,所述箔片组还包括设置于所述顶层箔片和所述弹性支撑箔片之间的中间箔片。

[0009] 在一些实施例中,所述顶层箔片和所述中间箔片均为弯板状箔片。

[0010] 在一些实施例中,所述孔段的孔壁绕所述轴孔的中心轴线的周向顺次设置多个安装槽,所述弹性支撑结构的相邻两个箔片组中一个箔片组的所述顶层箔片的一端和另一个所述箔片组的所述中间箔片的一端均安装于同一个所述安装槽中,另一端均为自由端。

[0011] 在一些实施例中,所述曲面为弧形柱面,所述弧形柱面的中心轴线与所述轴孔的中心轴线平行偏心设置。

[0012] 在一些实施例中,所述壳体具有两个以上所述孔段和与所述两个以上所述孔段对应设置的两个以上所述弹性支撑结构,至少两个相邻的所述孔段中一个孔段的孔壁上的所述曲面与另一个孔段的孔壁上的所述曲面沿所述第一回转方向错位布置。

[0013] 在一些实施例中,所述壳体具有两个以上所述孔段和与所述两个以上所述孔段对

应设置的两个以上所述弹性支撑结构,所述壳体上设置连通所述壳体的外部与所述轴孔的进气孔,所述进气孔在所述轴孔的孔壁上的出口在所述轴孔的轴向上位于相邻的两个孔段之间。

[0014] 在一些实施例中,所述轴孔包括位于相邻的两个所述孔段之间的缩口段,所述缩口段的孔壁相对于所述孔段的孔壁更靠近所述轴孔的中心轴线,所述进气孔的所述出口位于所述缩口段的孔壁上。

[0015] 在一些实施例中,所述进气孔设置为从所述出口进入所述轴孔的流体的流动方向相对于该出口在所述壳体上的径向方向朝向所述第一回转方向偏斜。

[0016] 本公开第二方面提供一种动力设备,包括转子和支撑所述转子的动压气体径向轴承,所述动压气体径向轴承为前述的动压气体径向轴承,所述动力设备运行时,所述转子沿所述第一回转方向转动。

[0017] 基于本公开提供的动压气体径向轴承,通过在轴孔的孔壁上设置曲面,且各曲面在轴孔的径向方向上与轴孔的中心轴线的距离沿第一回转方向逐渐减小,以及顶层箔片在轴孔的径向方向上与轴孔的中心轴线的距离沿第一回转方向逐渐减小,实现了动压气体径向轴承楔形区域强制分布,利于解决仅靠转子偏心带来的楔形收敛区域不稳定的问题,从而利于提高动压气体径向轴承的动压效应。

[0018] 本公开提供的动力设备具有本公开提供的以上动压气体径向轴承的优点。

[0019] 通过以下参照附图对本公开的示例性实施例的详细描述,本公开的其它特征及其优点将会变得清楚。

附图说明

[0020] 此处所说明的附图用来提供对本公开的进一步理解,构成本申请的一部分,本公开的示意性实施例及其说明用于解释本公开,并不构成对本公开的不当限定。在附图中:

[0021] 图1为动压气体径向轴承与转子配合时的局部结构的原理性示意图。

[0022] 图2为图1所示的动压气体径向轴承与转子配合时的产生动压气膜的原理示意图。

[0023] 图3为本公开实施例的动压气体径向轴承与转子的配合结构的结构示意图。

[0024] 图4为图3所示的配合结构的主视结构示意图。

[0025] 图5为图4所示的配合结构的A-A向剖视结构示意图。

[0026] 图6为图4所示的配合结构的B-B向剖视结构示意图。

[0027] 图7为图4所示的配合结构的C-C向剖视结构示意图。

[0028] 图8为图4所示的配合结构的D向结构示意图。

[0029] 图9为本公开实施例的动压气体径向轴承的壳体的结构示意图。

[0030] 图10为图9所示的壳体的左视结构示意图。

[0031] 图11为图9所示的壳体的右视结构示意图。

[0032] 图12为图9所示的壳体的纵向剖视结构示意图。

[0033] 图13为图12所示的壳体的E-E向剖视结构示意图。

[0034] 图14为图3所示的配合结构的受力分析示意图。

具体实施方式

[0035] 下面将结合本公开实施例中的附图,对本公开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公开一部分实施例,而不是全部的实施例。以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的,决不作为对本公开及其应用或使用的任何限制。基于本公开中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本公开保护的范围。

[0036] 除非另外具体说明,否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本公开的范围。同时,应当明白,为了便于描述,附图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,所述技术、方法和设备应当被视为授权说明书的一部分。在这里示出和讨论的所有示例中,任何具体值应被解释为仅仅是示例性的,而不是作为限制。因此,示例性实施例的其它示例可以具有不同的值。应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

[0037] 在本公开的描述中,需要理解的是,使用“第一”、“第二”等词语来限定零部件,仅仅是为了便于对相应零部件进行区别,如没有另行声明,上述词语并没有特殊含义,因此不能理解为对本公开保护范围的限制。

[0038] 在本公开的描述中,需要理解的是,方位词仅是为了便于描述本公开和简化描述,在未作相反说明的情况下,这些方位词并不指示和暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位或者以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本公开保护范围的限制;方位词“内、外”是指相对于各部件本身的轮廓的内外。

[0039] 动压气体径向轴承的工作原理如图1和图2所示。图1为动压气体径向轴承与转子配合时的局部结构的原理性示意图。图2为图1所示的动压气体径向轴承与转子配合时的产生动压气膜的原理示意图。当转子1' 高速运转时,由于转子1' 受力(如重力),使得转子1' 中心与动压气体径向轴承2' 中心发生偏心,在动压气体径向轴承2' 的顶箔和转子1' 之间形成楔形结构。由于气体粘性,转子1' 带动气体运动时,在楔形结构压缩气体,形成动压气膜3' 以支撑转子1' 运转。

[0040] 如图3至图13所示,本公开实施例提供一种动压气体径向轴承,包括壳体1和至少一个弹性支撑结构。

[0041] 壳体1包括具有中心轴线的轴孔1-9。轴孔1-9包括至少一个孔段。孔段的孔壁包括沿轴孔1-9的中心轴线的周向顺次设置的多个曲面,各曲面在轴孔1-9的径向方向上与轴孔1-9的中心轴线的距离沿绕轴孔1-9的中心轴线回转的第一回转方向RD逐渐减小。至少一个弹性支撑结构,与至少一个孔段对应设置。弹性支撑结构包括多个箔片组。多个箔片组设置于对应的轴孔1-9的孔壁的多个曲面上。箔片组包括顶层箔片和设置于对应的曲面与顶层箔片之间的弹性支撑箔片。顶层箔片在轴孔1-9的径向方向上与轴孔1-9的中心轴线的距离沿第一回转方向RD逐渐减小。

[0042] 本公开实施例动压气体径向轴承中,通过在轴孔的孔壁上设置曲面,且各曲面在轴孔的径向方向上与轴孔的中心轴线的距离沿第一回转方向逐渐减小,以及顶层箔片在轴孔1-9的径向方向上与轴孔的中心轴线的距离沿第一回转方向逐渐减小,实现了动压气体

径向轴承楔形区域强制分布,利于解决仅靠转子偏心带来的楔形收敛区域不稳定的问题,从而利于提高动压气体径向轴承的动压效应。

[0043] 在图3至图13所示的实施例中,壳体1的轴孔1-9包括两个孔段和与两个孔段对应设置的两个弹性支撑结构。在未图示的实施例中,可以包括一个孔段和一个对应的弹性支撑结构,也可以包括三个以上孔段和三个以上对应的弹性支撑结构。

[0044] 如图3至图13所示,壳体1的轴孔1-9包括第一孔段1-9A。第一孔段1-9A的孔壁包括绕轴孔1-9的中心轴线的周向顺次设置的多个第一曲面1-6。在轴孔1-9的径向方向上,各第一曲面1-6与轴孔1-9的中心轴线的距离沿绕轴孔1-9的中心轴线回转的第一回转方向RD逐渐减小。其中,第一回转方向RD与该动压气体径向轴承所支撑的转轴2的旋转方向相同。

[0045] 如图3至图13所示,与第一孔段1-9A对应的弹性支撑结构包括多个第一箔片组,多个第一箔片组对应设置于多个第一曲面1-6上。第一箔片组包括第一顶层箔片5和设置于对应第一曲面1-6与第一顶层箔片5之间的第一弹性支撑箔片3。在轴孔1-9的径向方向上,第一顶层箔片5与轴孔1-9的中心轴线的距离沿第一回转方向RD逐渐减小。

[0046] 如图3至图13所示,壳体1的轴孔1-9还包括与第一孔段1-9A同轴的第二孔段1-9B。第二孔段1-9B的孔壁包括绕轴孔1-9的中心轴线的周向顺次设置的多个第二曲面1-8。在轴孔1-9的径向方向上,各第二曲面1-8与轴孔1-9的中心轴线的距离沿第一回转方向RD逐渐减小。

[0047] 如图3至图13所示,与第一孔段1-9A对应的弹性支撑结构包括多个第二箔片组。多个第二箔片组对应设置于多个第二曲面1-8上。第二箔片组包括第二顶层箔片9和设置于第二曲面1-8与第二顶层箔片9之间的第二弹性支撑箔片7。在轴孔1-9的径向方向上,第二顶层箔片9与轴孔1-9的中心轴线的距离沿第一回转方向RD逐渐减小。

[0048] 在图3至图13所示的实施例中,各箔片组包括一个弹性支撑箔片,在未图示的实施例中,箔片组可以包括双层弹性支撑箔片。

[0049] 在一些实施例的动压气体径向轴承中,顶层箔片的靠近中心轴线的表面与对应的曲面之间在轴孔1-9的径向方向上与轴孔1-9的中心轴线的距离沿第一回转方向RD不变。

[0050] 如图3至图13所示,第一顶层箔片5的靠近轴孔1-9的中心轴线的表面与对应的第一曲面1-6之间在轴孔1-9的径向方向上与轴孔1-9的中心轴线的距离沿第一回转方向RD不变。

[0051] 如图3至图13所示,,第二顶层箔片9的靠近轴孔1-9的中心轴线的表面与对应的第二曲面1-8之间在轴孔1-9的径向方向上与轴孔1-9的中心轴线的距离沿第一回转方向RD不变。

[0052] 在一些实施例的动压气体径向轴承中,箔片组还包括设置于顶层箔片和弹性支撑箔片之间的中间箔片。

[0053] 如图3至图13所示,第一箔片组还包括设置于第一顶层箔片5和第一弹性支撑箔片3之间的第一中间箔片4。

[0054] 如图3至图13所示,第二箔片组还包括设置于第二顶层箔片9和第二弹性支撑箔片7之间的第二中间箔片8。

[0055] 在一些实施例的动压气体径向轴承中,顶层箔片和中间箔片均为弯板状箔片。

[0056] 在一些实施例的动压气体径向轴承中,孔段的孔壁绕轴孔1-9的中心轴线的周向

顺次设置多个安装槽,弹性支撑结构的相邻两个箔片组中一个箔片组的顶层箔片的一端和另一个箔片组的中间箔片的一端均安装于同一个安装槽中,另一端均为自由端。

[0057] 如图3至图13所示,第一孔段1-9A的孔壁绕轴孔1-9的中心轴线的周向顺次设置多个第一安装槽1-3,相邻两个第一箔片组中一个第一箔片组的第一顶层箔片5的一端和另一个第一箔片组的第一中间箔片4的一端均安装于同一个第一安装槽1-3中,另一端均为自由端。

[0058] 如图3至图13所示,第二孔段1-9B的孔壁绕轴孔1-9的中心轴线的周向顺次设置多个第二安装槽1-4,相邻两个第二箔片组中一个第二箔片组的第二顶层箔片9的一端和另一个第二箔片组的第二中间箔片8的一端均安装于同一个第二安装槽1-4中,另一端均为自由端。

[0059] 在一些实施例的动压气体径向轴承中,曲面为弧形柱面,弧形柱面的中心轴线与轴孔1-9的中心轴线平行偏心设置。

[0060] 如图3至图13所示,第一曲面1-6为第一弧形柱面,第一弧形柱面的中心轴线与轴孔1-9的中心轴线平行偏心设置。

[0061] 如图3至图13所示,第二曲面1-8为第二弧形柱面,第二弧形柱面的中心轴线与轴孔1-9的中心轴线平行偏心设置。

[0062] 在一些实施例的动压气体径向轴承中,壳体1具有两个以上孔段和与两个以上孔段对应设置的两个以上弹性支撑结构,至少两个相邻的孔段中一个孔段的孔壁上的曲面与另一个孔段的孔壁上的曲面沿第一回转方向RD错位布置。

[0063] 如图3至图13所示,第一孔段1-9A的孔壁上的第一曲面1-6与第二孔段1-9B的孔壁上的第二曲面1-8沿第一回转方向RD错位布置。

[0064] 在一些实施例的动压气体径向轴承中,壳体1具有两个以上孔段和与两个以上孔段对应设置的两个以上弹性支撑结构。壳体1上设置连通壳体1的外部与轴孔1-9的进气孔1-2。进气孔1-2在轴孔1-9的孔壁上的出口在轴孔1-9的轴向上位于相邻的两个孔段之间。

[0065] 如图3至图13所示,进气孔1-2在轴孔1-9的孔壁上的出口在轴孔1-9的轴向上位于第一孔段1-9A和第二孔段1-9B之间。

[0066] 在一些实施例的动压气体径向轴承中,轴孔1-9包括位于相邻的两个孔段之间的缩口段1-9C。缩口段1-9C的孔壁相对于孔段的孔壁更靠近轴孔1-9的中心轴线。进气孔1-2的出口位于缩口段1-9C的孔壁上。如图7、图9和图12所示,缩口段1-9C位于第一孔段1-9A和第二孔段1-9B之间。

[0067] 如图13所示,在一些实施例的动压气体径向轴承中,进气孔1-2设置为从出口进入轴孔1-9的流体的流动方向相对于该出口在壳体1上的径向方向朝向第一回转方向RD偏斜。

[0068] 以下结合图3至图13对本公开实施例的动压气体径向轴承作进一步说明。

[0069] 本公开实施例的动压气体径向轴承用于支撑转子2。转子2安装于动压气体径向轴承的轴承孔内。转子2为轴类、实心零件,工作时,转子2在电磁场作用下做高速旋转运动。

[0070] 该动压气体径向轴承包括壳体1、第一弹性支撑箔片3、第一中间箔片4、第一顶层箔片5、第二弹性支撑箔片7、第二中间箔片8和第二顶层箔片9。

[0071] 第一弹性支撑箔片3和第二弹性支撑箔片7为起弹性支撑功能的箔片,为动压气体径向轴承提供刚度和阻尼。第一弹性支撑箔片3连接对应的第一曲面1-6和第一中间箔片4。

第二弹性支撑箔片7连接对应的第二曲面1-8和第二中间箔片1-8。本实施例中第一弹性支撑箔片3和第二弹性支撑箔片7均为波形箔片。

[0072] 本实施例中,为利于动压气体径向轴承受力均匀,第一弹性支撑箔片3和第二弹性支撑箔片7的波形结构相同。在未图示的实施例中,如有特殊需求,可根据实际情况将第一弹性支撑箔片和第二弹性支撑箔片的波形结构设计为不同。

[0073] 另外,每个箔片组中弹性支撑箔片也可以设计为两层。

[0074] 如图3至图13所示,第一顶层箔片5、第一中间箔片4、第二顶层箔片9和第二中间箔片8均为弯板状箔片。其中,中间箔片连接弹性支撑箔片和顶层箔片,提供额外的阻尼,顶层箔片则与转子2配合,形成动压气膜。

[0075] 如图5、图6和图8所示,在转轴2的中心轴线与动压气体径向轴承的中心轴线重合时,在第一顶层箔片5和转轴2之间形成与第一箔片组数量对应的多个第一楔形区域6,在第二顶层箔片9和转轴2之间形成与第二箔片组数量对应的多个第二楔形区域10。多个第一楔形区域6和多个第二楔形区域10是动压气体径向轴承与转子2之间形成的收敛区域,是形成动压气膜的关键。

[0076] 如图9至图13所示,壳体1为环形的空心零件,包括基体1-1和设置于基体1-1上的进气孔1-2、第一安装槽1-3、第二安装槽1-4、第一曲面1-6、第二曲面1-8和轴孔1-9等。

[0077] 如前所述,通过设置于基体1-1上的第一安装槽1-3支撑和固定第一弹性支撑箔片3和第一中间箔片4和第一顶层箔片5。类似地,通过设置于基体1-1上的其上的第二安装槽1-4支撑和固定第二弹性支撑箔片7、第二中间箔片8和第二顶层箔片9。

[0078] 如5和图10所示,在壳体1的轴孔1-9的第一孔段1-9A的孔壁上设置三个第一曲面1-6,三个第一曲面6分别与三个第一箔片组配合。每个第一曲面1-6与对应的第一箔片组的第一弹性支撑箔片3、第一中间箔片4、第一顶层箔片5和转子2配合后强制形成一个第一楔形区域6。所形成的第一楔形区域6在圆周方向上沿第一回转方向从楔形角度 θ_1 逐渐过渡至小于楔形角度 θ_1 的楔形角度 θ_2 ,以满足转子2旋转时,第一楔形区域6呈现收敛趋势。

[0079] 图5中R代表第一曲面1-6的半径,R的数值可以根据第一楔形区域6的需求设置,例如为图10中的半径R1。

[0080] 第一曲面1-6的尺寸和精度可以通过机加工保证。如图10所示,本实施例中,各第一曲面1-6为半径为R1的弧形柱面(对应于第一弧形柱面)。本实施例中基体1-1的外表面为以轴孔1-9的中心轴线为中心轴线、半径为R2的圆柱面。三个作为第一曲面1-6的弧形柱面绕轴孔1-9的中心轴线均匀分布。

[0081] 第一曲面1-6及对应的箔片组的数量由动压气体径向轴承所处的实际受力环境决定,在动压气体径向轴承的承载范围内,第一曲面1-6及对应的箔片组的数量越多,可形成的第一楔形区域6越多,轴系振幅越小。

[0082] 为提高动压效应,多段第一曲面1-6的中心轴线1-7与轴孔1-9的中心轴线平行偏心设置。如图10所示的实施例中,两者在尺寸上在上下方向偏离L4、在水平方向偏离L5。该设置利于有效避免动压气体径向轴承的中心轴线(即轴孔的中心轴线)与转子2的中心轴线重合的情况,利于时刻形成楔形区域以便形成动压气膜。

[0083] 如图7和图12所示,通过内径D1、宽度L1的缩口段1-9C的孔壁把第一孔段1-9A和第二孔段1-9B沿轴向分开。第二孔段1-9B的孔壁包括沿周向顺次设置的三段第二曲面1-8。第

二曲面1-8的设置方式与第一曲面1-6的设置方式类似,为半径为R3且中心轴线与轴孔1-9的中心轴线平行偏心设置的弧形柱面(对应于第二弧形柱面)。图7中,L2为第一孔段1-9A的轴向长度,L3为第二孔段1-9B的轴向长度。

[0084] 如图11所示,位于底部的一个第二曲面1-8的弧形柱面的起点与水平线的夹角为从水平线向下 θ_4 ;如图10所示,三段第一曲面1-6中最靠近底部的第一曲面1-6的弧形柱面的起点与水平线的夹角从水平线向上 θ_3 。因此,第一孔段1-9A的孔壁上的第一曲面1-6与第二孔段1-9B的孔壁上的第二曲面1-8沿第一回转方向RD形成错位布置。

[0085] 为实现上述第二曲面1-8和第一曲面1-6拟合后呈现圆周均布状态, $\theta_3+\theta_4=360/(n_1+n_2)$,其中, n_1 为第二曲面1-8的数量, n_2 为第一曲面1-6的数量。

[0086] 为保证轴承受力均匀,一般地, $n_1=n_2$, $R_1=R_2$ 。

[0087] 三段第一曲面1-6与第一弹性支撑箔片3、第一中间箔片4、第一顶层箔片5、转子2配合后强制形成三个第一楔形区域6、三段第二曲面1-8与第二弹性支撑箔片7、第二中间箔片8、第二顶层箔片9、转子2配合后强制形成三段第二楔形区域10。与第一楔形区域6类似的,第二楔形区域10在圆周上的方向需满足转子2旋转时,第二楔形区域10呈现收敛趋势。

[0088] 为减少沿程气流损失和杂质累积的风险,如图12和图13所示,在壳体1中间部位缩口段1-9C处开设了多个进气孔1-2,使得形成动压气膜所需的气体从进气孔1-2进入壳体1的轴孔1-9内,最终分别从壳体1两端流出,与端面进出的供气方式相比,气体流程减少一半。

[0089] 为提高轴承进气流场的均匀性,如图13所示,8个直径为D2的进气孔1-2在圆周上均匀分布,以实现均匀进气。

[0090] 为减少进气冲击损失,本公开实施例中还对进气流做预置旋转处理。如图13所示,进气孔1-2的中心线与水平线呈 θ_5 角度布置,以实现进气孔1-2设置为从出口进入轴孔1-9的流体的流动方向相对于该出口在壳体1上的径向方向朝向第一回转方向RD偏斜,使得进气流方向ID顺着转子2的旋转方向进气。

[0091] 如图8所示,由于三个第一曲面1-6与三个第二曲面1-8在第一回转方向RD上错位布置,三个第一楔形区域6和三个第二楔形区域10使得动压气体径向轴承在周向上呈现六楔形区域,在轴向上呈现每3个楔形区域沿轴向两段分布的特性。其六楔形区域沿圆周均布,六楔形区域拟合后,形成的动压气膜效果如图14所示。与相关技术的单楔收敛轴承相比,本公开实施例的多楔形区域动压气体径向轴承在 360° 上呈现受力均匀的特性,有利于降低转子振幅,提高轴系稳定性。

[0092] 图14中,X和Y分别代表图示受力状态下的水平方向和竖直方向、W代表转子承受的重力方向。

[0093] 本公开实施例还提供一种动力设备,包括转子2和支撑转子2的动压气体径向轴承,动压气体径向轴承为前述的动压气体径向轴承,动力设备运行时,转子2沿第一回转方向RD转动。

[0094] 本公开实施例的动力设备与前述的动压气体径向轴承具有相同的优点。

[0095] 根据以上描述可知,本公开实施例的动压气体径向轴承具有以下优点至少之一:

[0096] 通过在轴孔的孔壁上设置曲面,且各曲面在轴孔的径向方向上与轴孔的中心轴线的距离沿第一回转方向逐渐减小,以及顶层箔片在轴孔的径向方向上与轴孔的中心轴线的

距离沿第一回转方向逐渐减小,实现了动压气体径向轴承楔形区域强制分布,利于解决仅靠转子偏心带来的楔形收敛区域不稳定的问题,从而利于提高动压气体径向轴承的动压效应。

[0097] 提出一种在径向上多楔变向设计、在轴向上楔形区域分段设计的方案,利于解决小轴承空间不足以设计多楔结构的问题,从而利于减少轴系振动,提高轴系稳定性。

[0098] 提出一种中间进气、两端出气的动压气体径向轴承的供气方式,利于减少沿程气流损失和杂质累积。

[0099] 提出一种环形且预置旋转的轴承供气技术,利于提高动压气体径向轴承进气流场均匀性。

[0100] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本公开的技术方案而非对其限制;尽管参照较佳实施例对本公开进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本公开的具体实施方式进行修改或者对部分技术特征进行等同替换,其均应涵盖在本公开请求保护的技术方案范围当中。

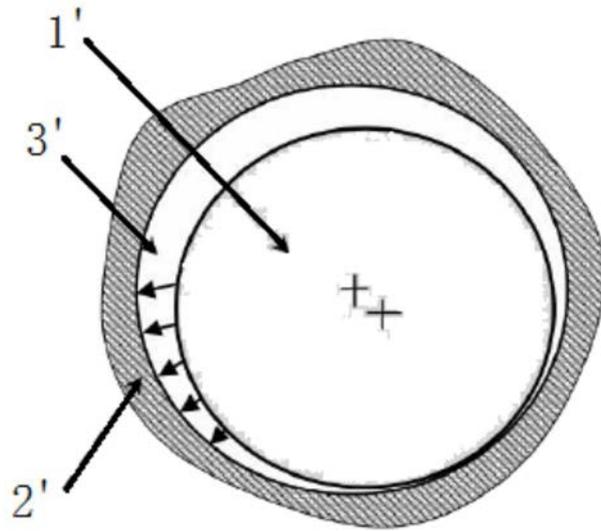


图1

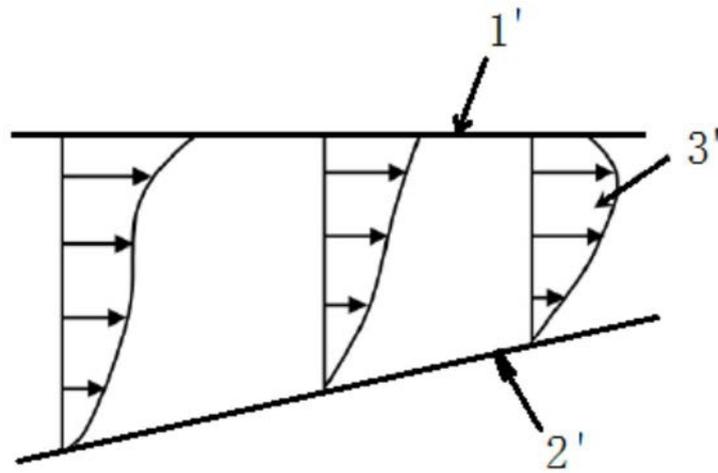


图2

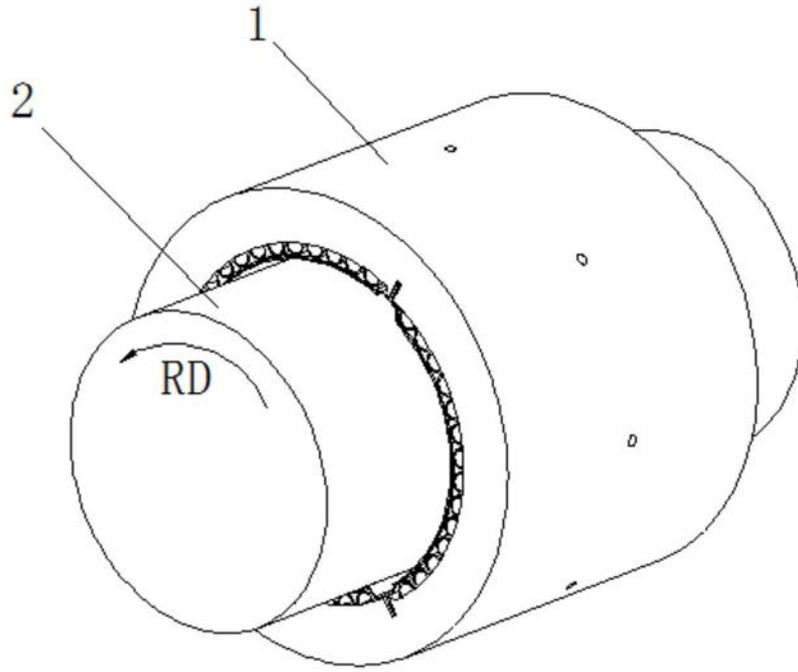


图3

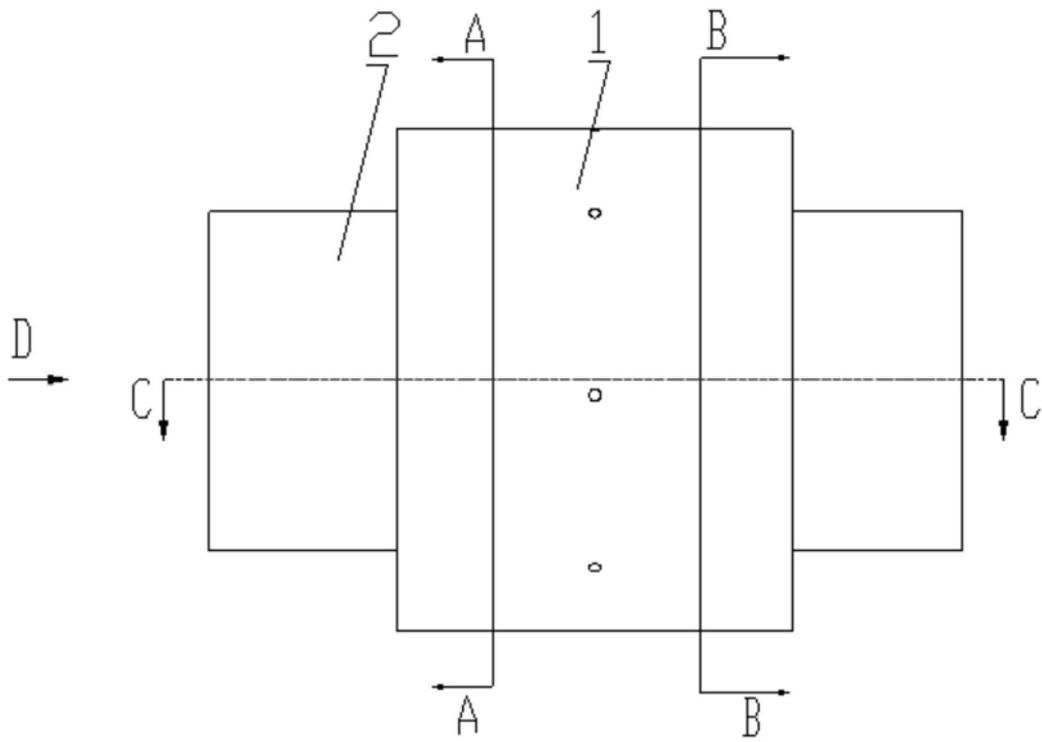


图4

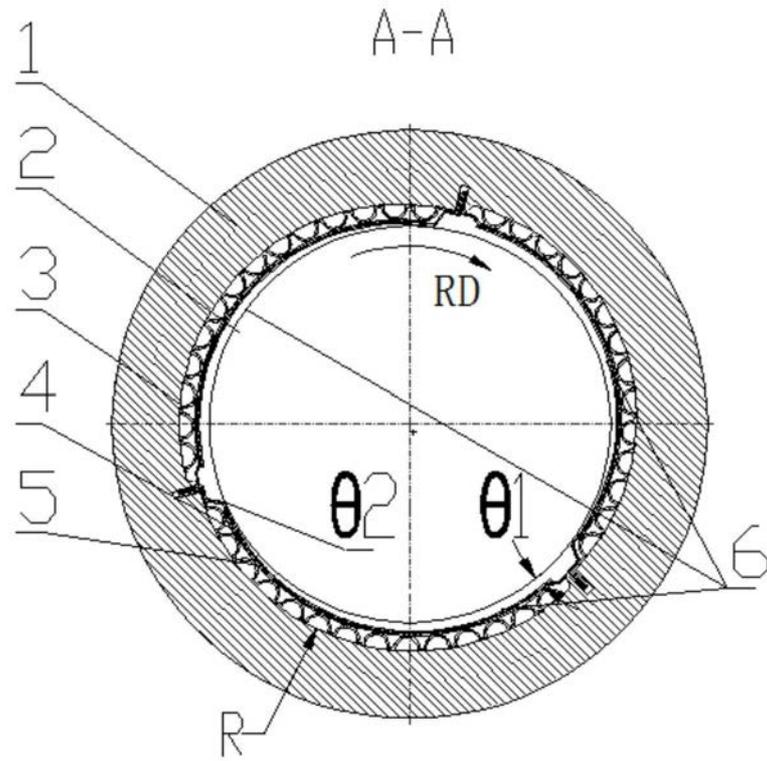


图5

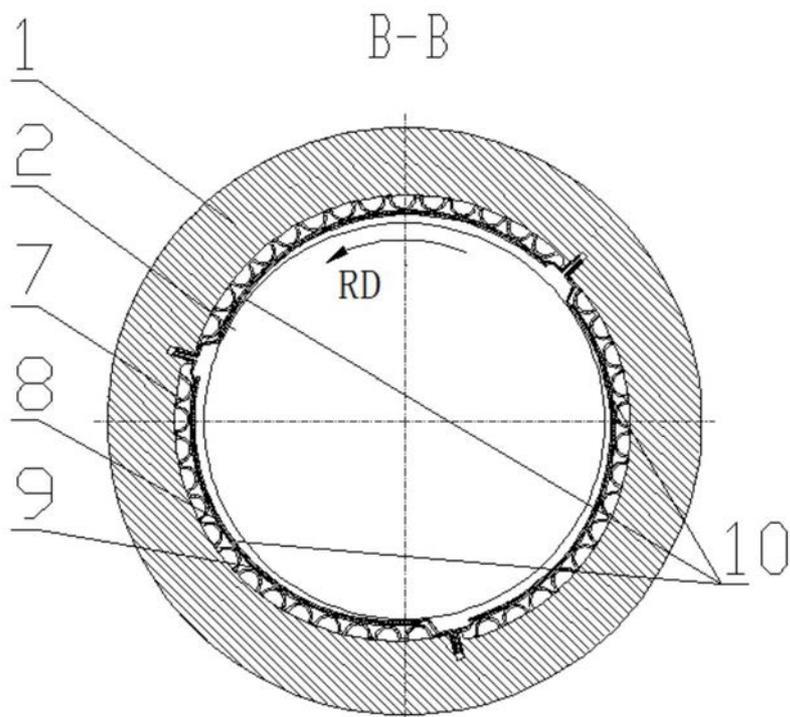


图6

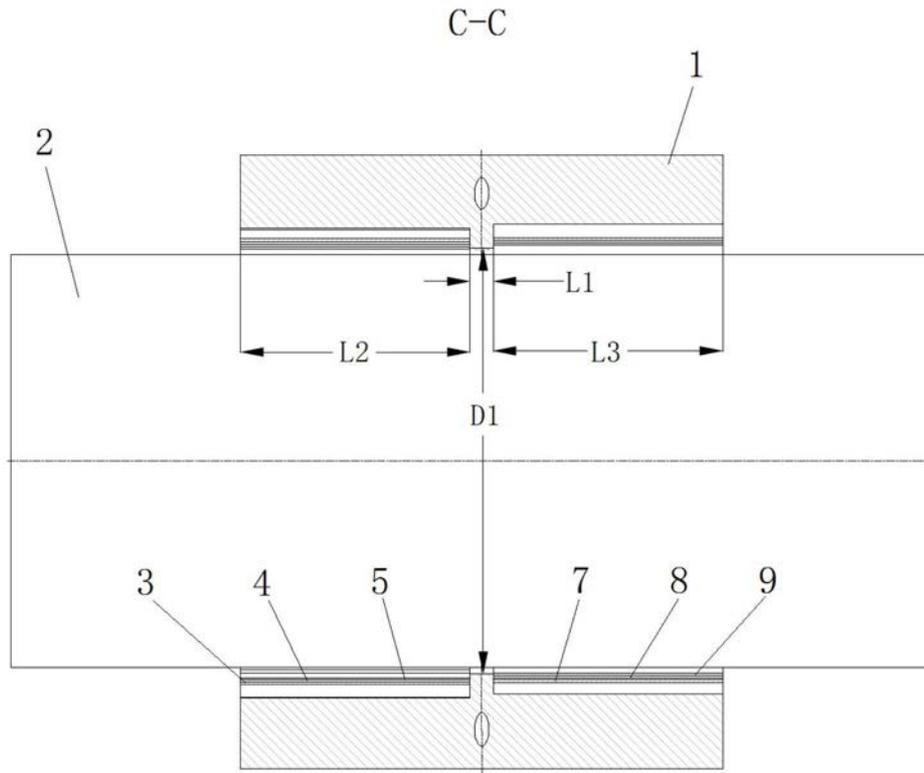


图7

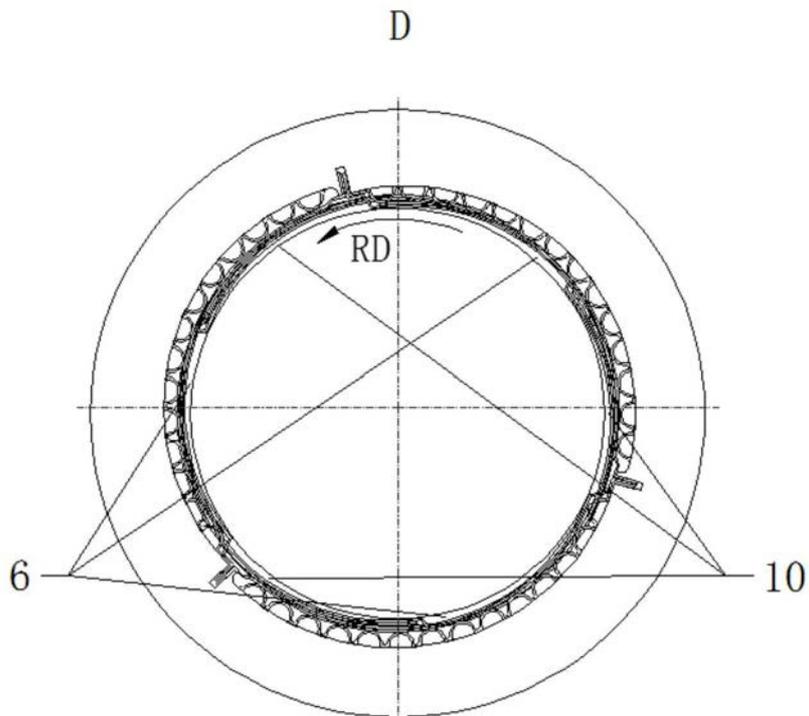


图8

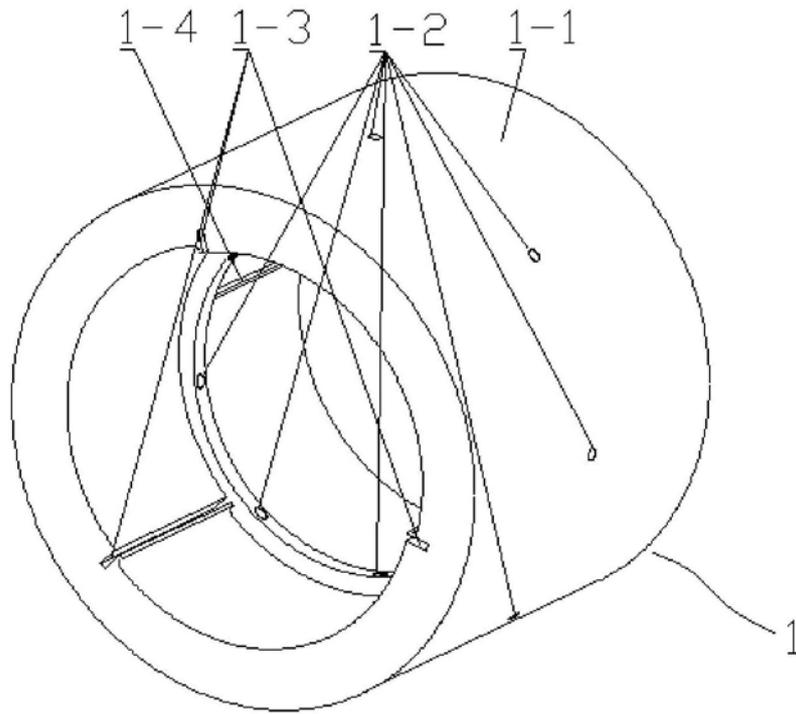


图9

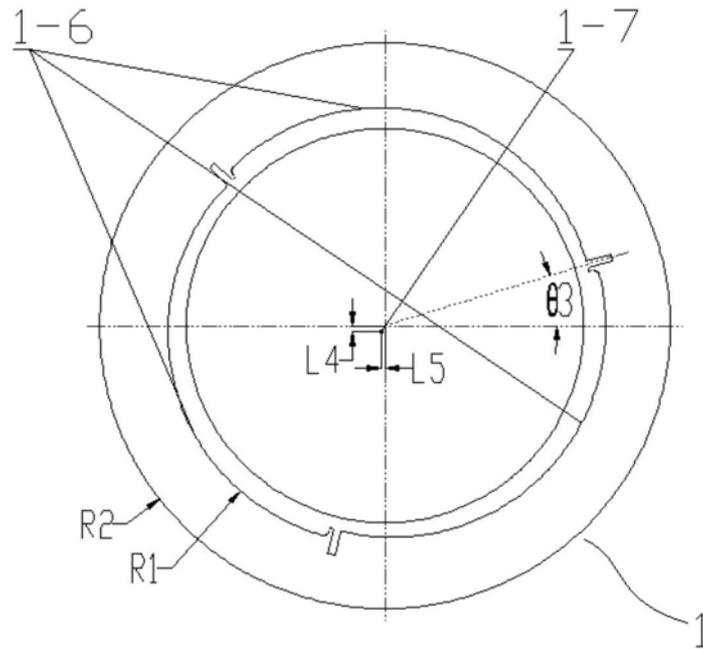


图10

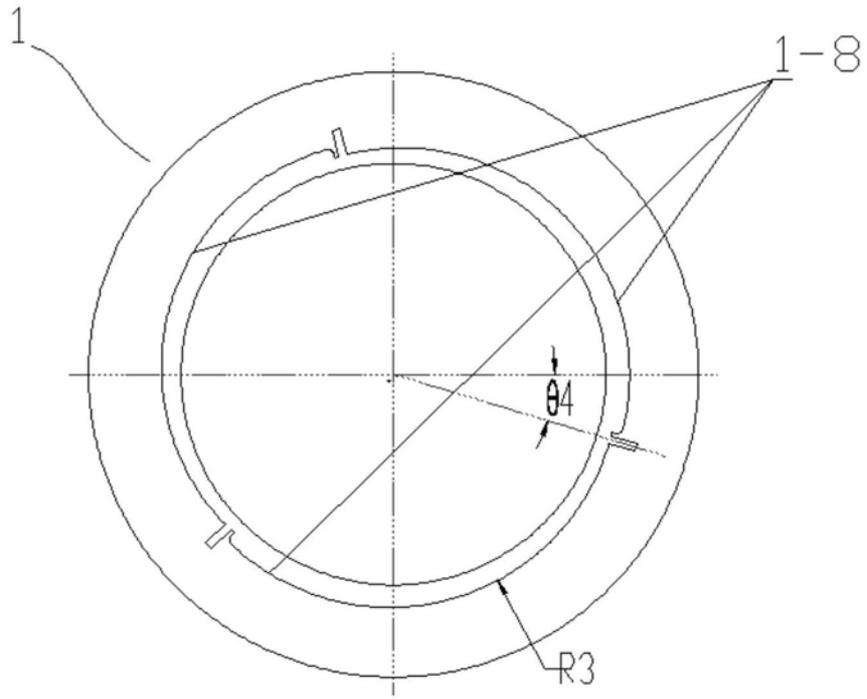


图11

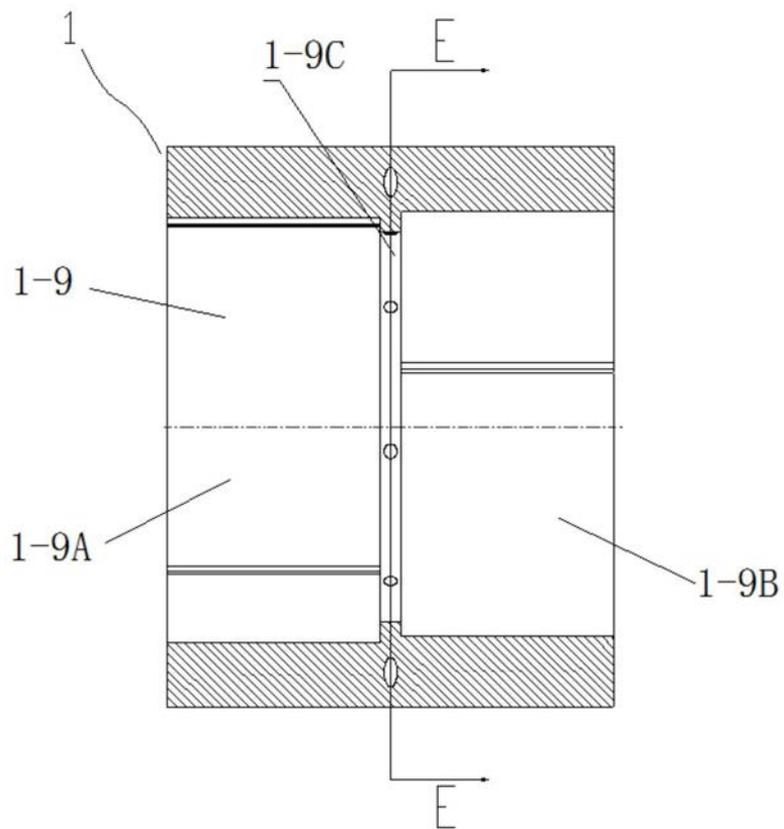


图12

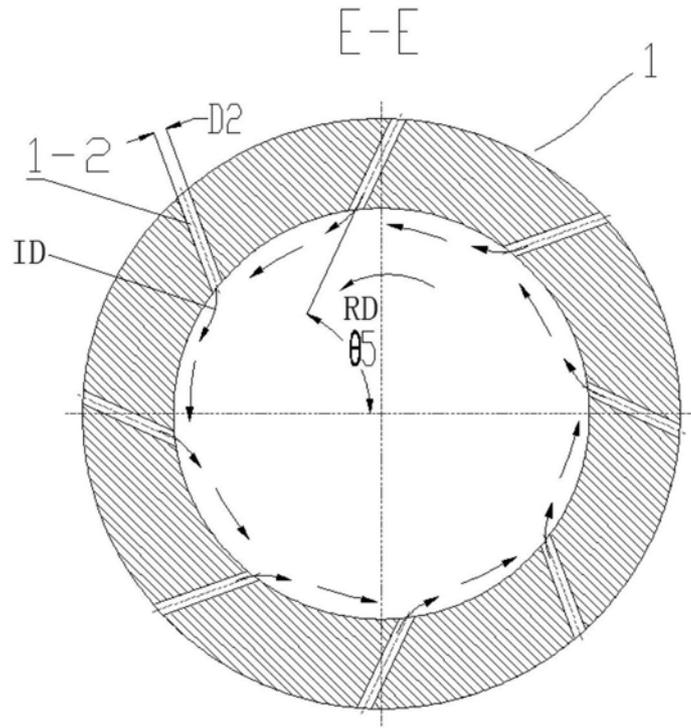


图13

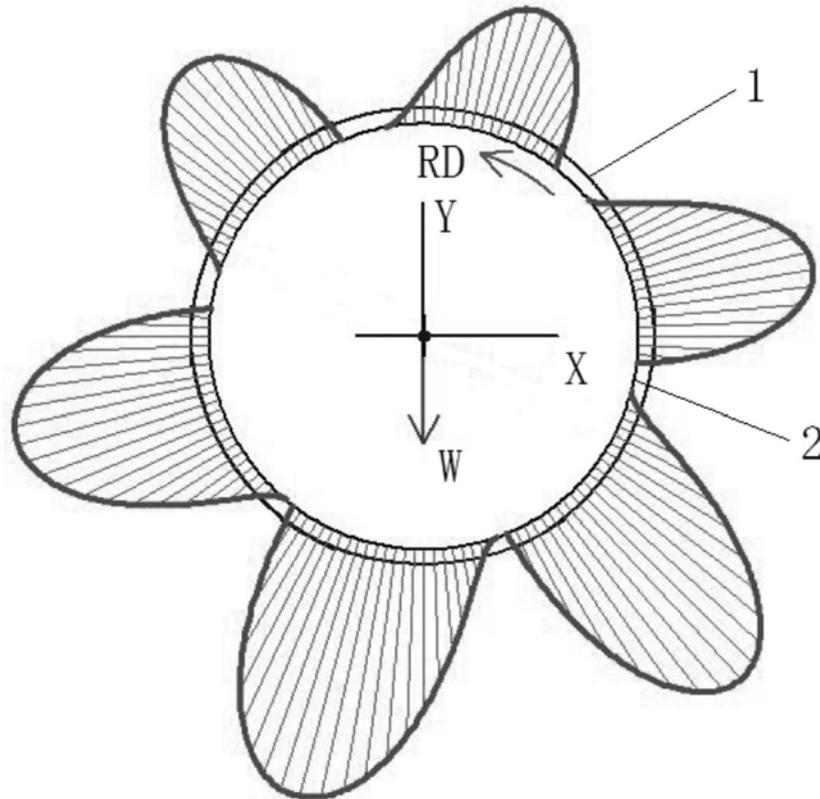


图14