



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119333473 A

(43) 申请公布日 2025. 01. 21

(21) 申请号 202411407067.7

(22) 申请日 2024.10.10

(71) 申请人 成都凯磁科技有限公司

地址 610000 四川省成都市成华区龙潭工
业园航天路5号1栋8层CD单元

(72) 发明人 蒋启权 刘放 兰元鹏 王浩宇
杜金尧

(74) 专利代理机构 四川中代知识产权代理有限
公司 51358

专利代理师 米磊

(51) Int. Cl.

F16C 32/06 (2006.01)

F16C 37/00 (2006.01)

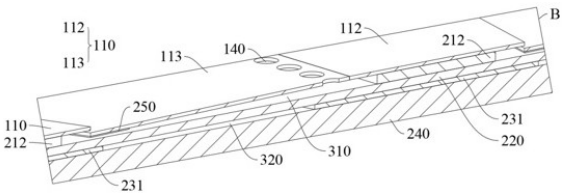
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

推力气体轴承及旋转机械

(57) 摘要

本申请属于气体轴承技术领域,具体涉及一种推力气体轴承及旋转机械。推力气体轴承,包括顶层箔片和支撑组件,顶层箔片叠置连接于支撑组件,顶层箔片包括沿顶层箔片的周向依次分布的多个止推单元;止推单元的至少部分相对支撑组件倾斜设置,以在转子的推力盘与止推单元之间形成楔形的收敛空间,止推单元相对支撑组件倾斜的部分与支撑组件隔开设置,以在两者之间形成第一气体空间,第一气体空间能够让止推单元,以允许止推单元朝靠近支撑组件的方向发生弹性形变;在顶层箔片的周向上,止推单元相对支撑组件倾斜的部分具有较高端,较高端设有通风孔,通风孔与第一气体空间相连通。本申请能够解决目前推力气体轴承的散热效果不理想的问题。



1. 一种推力气体轴承,其特征在于,包括顶层箔片(100)和支撑组件(200),所述顶层箔片(100)叠置连接于所述支撑组件(200),所述顶层箔片(100)包括沿所述顶层箔片(100)的周向依次分布的多个止推单元(110);

所述止推单元(110)的至少部分相对所述支撑组件(200)倾斜设置,以在转子(400)的推力盘(410)与所述止推单元(110)之间形成楔形的收敛空间,所述止推单元(110)相对所述支撑组件(200)倾斜的部分与所述支撑组件(200)隔开设置,以在两者之间形成第一气体空间(310),所述第一气体空间(310)能够避让所述止推单元(110),以允许所述止推单元(110)朝靠近所述支撑组件(200)的方向发生弹性形变;

在所述顶层箔片(100)的周向上,所述止推单元(110)相对所述支撑组件(200)倾斜的部分具有较高端,所述较高端设有通风孔(140),所述通风孔(140)与所述第一气体空间(310)相连通。

2. 根据权利要求1所述的推力气体轴承,其特征在于,所述止推单元(110)包括相对弯折的第一段(113)和第二段(112),所述第一段(113)相对所述支撑组件(200)倾斜设置以与所述推力盘(410)配合形成所述收敛空间,所述第一段(113)还具有沿所述顶层箔片(100)的周向分布的较低端,所述通风孔(140)设于所述较高端,所述较高端相对所述第二段(112)弯折设置;和/或,

任意相邻两个所述止推单元(110)分离设置,所述止推单元(110)还具有沿所述顶层箔片(100)的周向分布的较低端,所述较低端可相对所述支撑组件(200)活动。

3. 根据权利要求1所述的推力气体轴承,其特征在于,所述止推单元(110)和所述支撑组件(200)中的一者连接有第一支撑结构,所述第一支撑结构位于所述止推单元(110)与所述支撑组件(200)之间,所述第一支撑结构与所述止推单元(110)和所述支撑组件(200)中的另一者之间具有间隙;

在所述止推单元(110)设有所述通风孔(140)的一端通过所述第一支撑结构与所述支撑组件(200)限位配合的情况下,所述通风孔(140)与所述第一气体空间(310)之间形成有流体通道。

4. 根据权利要求3所述的推力气体轴承,其特征在于,所述通风孔(140)包括第一通风孔(141),所述止推单元(110)包括第一区域,所述第一区域朝靠近所述第一气体空间(310)的方向凹陷形成凹陷部(150),所述凹陷部(150)内形成有所述第一通风孔(141),所述第一支撑结构包括所述凹陷部(150)。

5. 根据权利要求4所述的推力气体轴承,其特征在于,所述通风孔(140)还包括第二通风孔(142),所述第二通风孔(142)贯通所述止推单元(110)相对的两个板面,且所述第二通风孔(142)的两个孔缘分别与所述止推单元(110)相对的两个板面平齐。

6. 根据权利要求5所述的推力气体轴承,其特征在于,所述第一通风孔(141)和所述第二通风孔(142)的数量均为多个,所述第一通风孔(141)和所述第二通风孔(142)交替排布。

7. 根据权利要求4所述的推力气体轴承,其特征在于,所述凹陷部(150)背离所述止推单元(110)的一端为敞口端,所述凹陷部(150)上设有多个贯通所述凹陷部(150)的侧壁的形变豁口,多个所述形变豁口沿所述凹陷部(150)的周向间隔分布,所述形变豁口延伸至所述凹陷部(150)的敞口端的端面。

8. 根据权利要求4所述的推力气体轴承,其特征在于,所述凹陷部(150)的侧壁设有第

一出气口,所述第一出气口朝向所述止推单元(110)相对所述支撑组件(200)倾斜的部分的两端中较低的一端;和/或,

所述凹陷部(150)的侧壁设有第二出气口,所述第二出气口背离所述止推单元(110)相对所述支撑组件(200)倾斜的部分的两端中较低的一端。

9.根据权利要求4所述的推力气体轴承,其特征在于,所述凹陷部(150)背离所述止推单元(110)的一端为敞口端,所述凹陷部(150)的敞口端朝外翻折形成导风缘(151)。

10.一种旋转机械,其特征在于,包括如权利要求1至9中任一项所述的推力气体轴承。

推力气体轴承及旋转机械

技术领域

[0001] 本申请属于气体轴承技术领域,具体涉及一种推力气体轴承及旋转机械。

背景技术

[0002] 推力气体轴承是一种通过气体压缩产生的反作用力来支撑和平衡轴向负载的机械元件,它利用气体的可压缩性和流动性,在轴承表面形成一层压力气膜,通过压力气膜来支撑载荷,从而避免了传统轴承中固体与固体之间的直接接触,大大降低了摩擦和磨损。

[0003] 相关技术中,推力气体轴承包括顶层箔片,顶层箔片能够在自身与转子的推力盘之间形成楔形的收敛空间,从而实现转子的轴向悬浮;为了提升推力气体轴承的散热性能,相关技术在顶层箔片上设有通风孔,通过通风孔在顶层箔片的上方和下方之间形成冷却通道,以更好地对推力气体轴承进行散热。但在实践中,即便是设置了通风孔,推力气体轴承的散热效果仍然不理想。

发明内容

[0004] 本申请的目的是提供一种推力气体轴承及旋转机械,能够解决目前推力气体轴承的散热效果不理想的问题。

[0005] 为了解决上述技术问题,本申请是这样实现的:

第一方面,本申请提供了一种推力气体轴承,包括顶层箔片和支撑组件,顶层箔片叠置连接于支撑组件,顶层箔片包括沿顶层箔片的周向依次分布的多个止推单元;

止推单元的至少部分相对支撑组件倾斜设置,以在转子的推力盘与止推单元之间形成楔形的收敛空间,止推单元相对支撑组件倾斜的部分与支撑组件隔开设置,以在两者之间形成第一气体空间,第一气体空间能够避让止推单元,以允许止推单元朝靠近支撑组件的方向发生弹性形变;

在顶层箔片的周向上,止推单元相对支撑组件倾斜的部分具有较高端,较高端设有通风孔,通风孔与第一气体空间相连通。

[0006] 第二方面,本申请提供了一种旋转机械,包括上述的推力气体轴承。

[0007] 本申请的有益技术效果如下:

本申请中,止推单元上的通风孔设于止推单元相对支撑组件倾斜的部分的较高端,而止推单元的倾斜部分的较高端与支撑组件之间的距离大于止推单元的倾斜部分的较低端与支撑组件之间的距离,因此止推单元的倾斜部分的较高端需要更大的形变才会与支撑组件相接触,因此本申请将通风孔设于止推单元的倾斜部分的较高端可以减小通风孔与支撑组件相接触而封堵通风孔的风险,从而防止顶层箔片的上方和下方之间的冷却通道被截断,以保证推力气体轴承具有较优的散热效果。

附图说明

[0008] 图1为本申请实施例公开的推力气体轴承的结构示意图一;

图2为本申请实施例公开的推力气体轴承的爆炸示意图；
图3为本申请实施例公开的推力气体轴承的结构示意图二；
图4为本申请图3中A处的放大示意图；
图5为本申请实施例公开的顶层箔片与垫高件之间的配合示意图；
图6为本申请实施例公开的推力气体轴承的剖视图；
图7为本申请图6中B处的放大示意图；
图8为本申请另一实施例公开的顶层箔片的结构示意图；
图9为本申请又一实施例公开的顶层箔片的结构示意图；
图10为本申请图9中C处的放大示意图；
图11为本申请又一实施例公开的顶层箔片的结构示意图；
图12为本申请图11中D处的放大示意图；
图13为本申请实施例公开的二层箔片的结构示意图；
图14为本申请实施例公开的底层箔片的结构示意图；
图15为本申请实施例公开的转子与推力气体轴承之间的装配图。

[0009] 附图标记说明：

100、顶层箔片；110、止推单元；111、形变口；112、第二段；113、第一段；120、外环体；130、连接肋；140、通风孔；141、第一通风孔；142、第二通风孔；150、凹陷部；151、导风缘；200、支撑组件；210、二层箔片；211、第二支撑结构；212、第一支撑部；213、环形支撑部；220、三层箔片；230、底层箔片；231、第三支撑结构；240、基座；250、垫高件；310、第一气体空间；320、第二气体空间；400、转子；410、推力盘。

具体实施方式

[0010] 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、完整的描述，显然，所描述的实施例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，都属于本申请保护的范围。

[0011] 本申请的说明书和权利要求书中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不适用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便本申请的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施，且“第一”、“第二”等所区分的对象通常为一类，并不限定对象的个数，例如第一对象可以是一个，也可以是多个。此外，说明书以及权利要求中“和/或”表示所连接对象的至少其中之一，字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0012] 下面结合图1至图15，通过具体的实施例及其应用场景对本申请实施例提供的推力气体轴承及旋转机械进行详细地说明。

[0013] 相关技术中，推力气体轴承包括顶层箔片和支撑组件，顶层箔片包括沿顶层箔片的周向依次分布的多个止推单元，止推单元相对支撑组件倾斜设置，以在转子的推力盘与止推单元之间形成楔形的收敛空间，止推单元相对支撑组件倾斜的部分与支撑组件隔开设置，以在两者之间形成第一气体空间，且止推单元上设有通风孔，如此止推单元上方的气体能够通过通风孔进入止推单元的下方，从而提升气体的流通性能，以对推力气体轴承进行

散热。

[0014] 发明人研究发现,相关技术中的通风孔开设于止推单元的两端中较低的一端,由于止推单元的下方并未设置其他的支撑结构对止推单元进行支撑,且止推单元上方的气体具有较大的冲击力,因此气体在与止推单元相接触时可能会将止推单元朝靠近第一气体空间的方向挤压变形,从而使止推单元的较低的一端与支撑组件相贴合,此时支撑组件则会封堵通风孔,从而截断顶层箔片的上方和下方之间形成冷却通道,显然这会导致推力气体轴承的散热效果不理想。

[0015] 请参阅图1、图2、图6和图7,本申请实施例公开了一种推力气体轴承,包括顶层箔片100和支撑组件200,顶层箔片100叠置连接于支撑组件200,顶层箔片100包括沿顶层箔片100的周向依次分布的多个止推单元110。示例性的,这里止推单元110可以沿顶层箔片100的周向延伸,其可呈扇环形,多个止推单元110围绕形成位于顶层箔片100内部的第一配合孔,第一配合孔用于供转子400穿过;支撑组件200的内部形成有第二配合孔,第二配合孔同样用于供转子400穿过,第一配合孔与第二配合孔可以同轴设置。

[0016] 止推单元110的至少部分相对支撑组件200倾斜设置,以在转子400的推力盘410与止推单元110之间形成楔形的收敛空间,具体来讲,在推力气体轴承配合转子400使用时,收敛空间的宽度沿转子400的转动方向逐渐减小,也就是说,止推单元110相对支撑组件200倾斜的部分的高度沿转子400的转动方向逐渐增大,止推单元110相对支撑组件200倾斜的部分与支撑组件200隔开设置,以在两者之间形成第一气体空间310,第一气体空间310能够避让止推单元110,以允许止推单元110朝靠近支撑组件200的方向发生弹性形变,也就是说,止推单元110具有弹性,止推单元110能够朝靠近支撑组件200的方向发生弹性形变,也可朝远离支撑组件200的方向恢复弹性形变。

[0017] 在顶层箔片100的周向上,止推单元110相对支撑组件200倾斜的部分具有较高端,较高端设有通风孔140,通风孔140与第一气体空间310相连通。需要说明的是,止推单元110相对支撑组件200倾斜的部分沿顶层箔片100的周向上的两端中的高度较高的一端为较高端,高度较低的一端为较低端,这里的较高和较低是对止推单元110的倾斜部分的两端的相对高低做的比较,且这里的相对高低是在图1所展示的视角上的高低。

[0018] 由于本申请的止推单元110与支撑组件200隔开且两者之间形成第一气体空间310,在工作时,高速转动的转子400会从推力气体轴承的外部不断地卷入空气,从外部被卷入推力气体轴承的空气会进入第一气体空间310,进入第一气体空间310的气体会使第一气体空间310具有一定的压力从而对止推单元110进行支撑;且第一气体空间310内的气体还会冲击止推单元110,以对止推单元110施加向上的作用力,从而对止推单元110进行支撑。

[0019] 并且,由于第一气体空间310能够避让止推单元110,因此在推力盘410与止推单元110之间的气膜被压缩使推力盘410与止推单元110之间的气压增大时,止推单元110能够朝靠近支撑组件200的方向发生形变,以使止推单元110进入第一气体空间310从而压缩第一气体空间310的体积,这不仅可以增大第一气体空间310内的气体压力,从而提升对止推单元110的支撑性能,且止推单元110变形进入第一气体空间310后会增大止推单元110的迎风角度,如此气体对止推单元110的冲击会更加强烈,其对止推单元110施加的向上的作用力会更大,以提升对止推单元110的支撑性能,从而满足对止推单元110的支撑性能要求。如此无需再在止推单元110的下方额外设置波箔等支撑部件,这可简化推力气体轴承的结构、节

省推力气体轴承的生产成本。

[0020] 此外,止推单元110上的通风孔140设于止推单元110相对支撑组件200倾斜的部分的较高端,而止推单元110的倾斜部分的较高端与支撑组件200之间的距离大于止推单元110的倾斜部分的较低端与支撑组件200之间的距离,因此止推单元110的倾斜部分的较高端需要更大的形变才会与支撑组件200相接触,因此本申请将通风孔140设于止推单元110的倾斜部分的较高端可以减小通风孔140与支撑组件200相接触而封堵通风孔140的风险,从而防止顶层箔片100的上方和下方之间的冷却通道被截断,以保证推力气体轴承具有较优的散热效果。并且,顶层箔片100上方的气体能够通过通风孔140进入第一气体空间310并为第一气体空间310提供气体供给,如此可保证第一气体空间310内具有较大的气体压力,从而保证对止推单元110的支撑性能。

[0021] 请参阅图7,在一种可选的实施例中,止推单元110包括相对弯折的第一段113和第二段112,第一段113相对支撑组件200倾斜设置以与推力盘410配合形成收敛空间,第一段113还具有沿顶层箔片100的周向分布的较低端,通风孔140设于较高端,较高端相对第二段112弯折设置,从而使第一段113相对支撑组件200倾斜设置。可选地,这里的第二段112不相对支撑组件200倾斜,其可与支撑组件200所在的平面平行。

[0022] 本实施例中,止推单元110的第一段113相对第二段112弯折,且第一段113和第二段112之间的弯折处位于第一段113的较高端和第二段112的接合处,而板件在弯折后其弯折处的结构强度会增大,也就是说,第一段113和第二段112之间的弯折处的强度、刚度均较大,而通风孔140又是设于第一段113的较高端,即通风孔140邻近第一段113和第二段112之间的弯折处设置,如此止推单元110设有通风孔140的部分更不容易向下塌陷,这可进一步地防止通风孔140被支撑组件200堵塞。

[0023] 和/或,请参阅图3和图4,在一种可选的实施例中,任意相邻两个止推单元110分离设置,也就是说,相邻两个止推单元110的端部不存在连接关系,止推单元110还具有沿顶层箔片100的周向分布的较低端,较低端可相对支撑组件200活动。本实施例中,相邻两个止推单元110是分离的,这可使止推单元110更容易发生形变,从而提升对止推单元110的支撑性能,并且在止推单元110朝靠近支撑组件200的方向发生形变的过程中,较低端会相对支撑组件200活动,从而使较低端更加靠近较高端。此外,由于相邻两个止推单元110是分离的,这可防止较低端在活动的过程中带动与其相邻的止推单元110活动,即在任意一个止推单元110的第一端移动时均不会拉扯与其相邻的止推单元110,从而不会带动相邻的止推单元110活动,以防止楔形的收敛空间的位置发生改变,从而降低推力气体轴承的承载能力。当然,相邻两个止推单元110也可相连接,即各止推单元110可以连成一体,本申请不对此进行限制。

[0024] 在一些实施例中,第二段112包括远离第一段113的第一端,第一段113还包括较低端,在任意相邻两个止推单元110中,其中一个止推单元110的第一端与另一个止推单元110的较低端在顶层箔片100的轴向上隔开设置,且两者之间的轴向距离从外向内逐渐减小,这里的轴向距离在图4中示出,具体可参阅图4中的D尺寸,从外向内的方向也在图4中示出,具体可参阅图4中的x箭头线所述出的方向。

[0025] 本实施例中,在多个止推单元110中,任意一个止推单元110的第一端均会高于相邻的止推单元110的较低端,且该止推单元110的第一端与相邻的止推单元110的较低端之

间的轴向距离从外向内逐渐减小,也就是说,止推单元110的外侧相对止推单元110的内侧向下倾斜,如此可增大收敛空间的深度和体积,显然这会增大在收敛空间形成的气膜的厚度,从而提升对止推单元110的支撑效果。

[0026] 此外,由于外界环境中的气体是从外向内进入,即气体会从第一气体空间310的外侧开口进入并从第一气体空间310的内侧开口流出,而本申请的止推单元110的外侧又是相对止推单元110的内侧向下倾斜,因此位于止推单元110下方的第一气体空间310的外侧的开口尺寸小于第一气体空间310的内侧的开口尺寸,这可使气体以高流速状态通过第一气体空间310,这可提升气体在第一气体空间310内的流通性,从而进一步地提升对止推单元110的支撑效果。

[0027] 转子400在转动的过程中会扰动气流,从而会使气体沿顶层箔片100的周向流动,为了防止沿周向流动的气体进入止推单元110的第一端与支撑组件200之间的间隙内,从而防止止推单元110的第一端在周向气体的作用下发生翘曲而降低止推单元110的支撑稳定性。在一些实施例中,在多个止推单元110中,任意一个止推单元110的第一端位于相邻的止推单元110的较低端的上方。

[0028] 本实施例中,止推单元110的第一端位于相邻的止推单元110的较低端的上方,如此可将该止推单元110的第一端隐藏在相邻的止推单元110的较低端与支撑组件200之间的空间内,也就是说,该止推单元110的第一端与支撑组件200之间的间隙被相邻的止推单元110的较低端覆盖,这样设置后,周向流动的气体从相邻的止推单元110的较低端流出后会直接到达该止推单元110的第一端的表面,并在该止推单元110的表面流动,从而减小周向流动的气体进入该止推单元110的第一端与支撑组件200之间的间隙的风险,以减小止推单元110的第一端发生翘曲而降低止推单元110的支撑稳定性的风险。

[0029] 当然,止推单元110的第一端也可与相邻的止推单元110的较低端在轴向上错开设置,本申请不对此进行限制。

[0030] 为了将止推单元110与支撑组件200隔开以形成第一气体空间310,在一种可选的实施例中,支撑组件200和顶层箔片100中的至少一者形成有第三支撑结构231,顶层箔片100通过第三支撑结构231支撑于支撑组件200上,以使止推单元110与支撑组件200隔开。本实施例通过额外设置第三支撑结构231将顶层箔片100支撑于支撑组件200上,并将止推单元110与支撑组件200隔开,由于第三支撑结构231的强度较高,因此可以进一步地提升对顶层箔片100的支撑稳定性。

[0031] 在一种可选的实施例中,第三支撑结构231包括沿顶层箔片100的周向间隔分布的多个第一支撑部212,各止推单元110的较低端分别支撑于各第一支撑部212上。具体来讲,这里的第一支撑部212位于止推单元110下方的第一气体空间310的周向上的一侧。

[0032] 本实施例的各止推单元110的较低端分别通过第一支撑部212进行支撑,如此可使止推单元110的较低端具有较好的刚度性能,止推单元110的较低端不易在气体压力的作用下发生变形,这更加容易使止推单元110的其他部分沿特定的方向变形,从而可进一步地提升对止推单元110的支撑性能。

[0033] 进一步的实施例中,第二支撑结构211还包括环形支撑部213,各第一支撑部212均设于环形支撑部213内并与环形支撑部213相连接,上述的顶层箔片100的外环体120可支撑于环形支撑部213上,从而进一步地提升支撑组件200对顶层箔片100的支撑性能。

[0034] 或者,在一种可选的实施例中,顶层箔片100还包括与支撑组件200相连接的外环体120,各止推单元110均通过连接肋130与外环体120相连接,连接肋130相对外环体120朝上弯折以使止推单元110与支撑组件200隔开。

[0035] 本实施例中,各止推单元110通过连接肋130与外环体120相连接,而外环体120又是与支撑组件200相连接的,如此可使止推单元110间接地连接至支撑组件200上;并且本实施例的连接肋130相对外环体120朝上弯折,如此可将与连接肋130相连接的止推单元110向上抬升,从而将止推单元110与支撑组件200隔开,从而便于使止推单元110相对支撑组件200倾斜,以及便于形成第一气体空间310。可见,本实施例利用顶层箔片100自身的结构将止推单元110与支撑组件200隔开,如此可选择不再设置上述的第二支撑结构211,如此可简化推力气体轴承的结构。

[0036] 请参阅图2、图13和图14,在一种可选的实施例中,支撑组件200包括自上而下依次叠置的二层箔片210、三层箔片220和底层箔片230,二层箔片210上形成有第二支撑结构211,底层箔片230上形成有沿自身周向间隔分布的多个第三支撑结构231,三层箔片220支撑于第三支撑结构231上,止推单元110的第一端穿过相邻两个第一支撑部212之间的间隙并与三层箔片220相接触。具体来讲,这里的三层箔片220的部分区域通过二层箔片210的相邻两个第一支撑部212之间的间隙暴露出来,这可使得止推单元110的第一端穿过相邻两个第一支撑部212之间的间隙并与三层箔片220相接触,也就是说,本申请的第一气体空间310形成于止推单元110与三层箔片220之间。

[0037] 相邻两个第三支撑结构231之间形成有第二气体空间320,止推单元110的第一端与三层箔片220之间的相接处为第一相接处,第一相接处与第二气体空间320的中部在顶层箔片100的轴向上相对设置。

[0038] 本实施例中,底层箔片230上的多个第三支撑结构231将三层箔片220支撑起来,且相邻两个第三支撑结构231之间形成有第二气体空间320,外部的空气进入第二气体空间320后会使第二气体空间320具有一定的压力;而本实施例的止推单元110的第一端与第二气体空间320沿推力气体轴承的周向上的中部相对设置,如此在止推单元110变形时,止推单元110的第一端会对三层箔片220施加一个向下的作用力,从而使三层箔片220的位于两个第三支撑结构231之间的部分向下发生弹性形变,以使三层箔片220的该部分侵入第二气体空间320内,从而增大第二气体空间320内的气体压力,进而提升对三层箔片220的该部分的支撑性能,而止推单元110的第一端又是与三层箔片220的该部分相接触的,因此这可进一步地提升对止推单元110的支撑性能。当然,第一相接处也可与第三支撑结构231在顶层箔片100的轴向上相对设置。

[0039] 可选地,支撑组件200还包括基座240,底层箔片230叠置在基座240上,上述的第二气体空间320位于基座240与三层箔片220之间。

[0040] 由于推力盘410与止推单元110之间的气膜会对止推单元110施加向下的作用力,因此会将止推单元110的第一端紧紧地压在支撑组件200上,而由于止推单元110的至少部分相对支撑组件200倾斜,止推单元110与支撑组件200相接触的部分极可能是止推单元110第一端的边缘,如此在止推单元110相对支撑组件200移动时,止推单元110第一端的边缘可能会刮擦支撑组件200,从而造成支撑组件200受损。

[0041] 为了防止支撑组件200受损,请参阅图8,在一种可选的实施例中,止推单元110的

第一端设有形变口111,形变口111自止推单元110的一个板面贯通至另一个板面,且形变口111延伸至顶层箔片100的第一端的端面。本实施例中,止推单元110的第一端设有形变口111,这可降低止推单元110的第一端的刚度,如此在推力盘410与止推单元110之间的气膜的作用下,止推单元110的第一端会发生弹性变形,从而使止推单元110的第一端的板面与支撑组件200相贴合,进而将止推单元110与支撑组件200之间的接触从线接触转化为面接触,如此止推单元110与支撑组件200之间的接触面积将会增大,以减小支撑组件200受损的风险。当然,止推单元110的第一端也可不设置形变口111,本申请不对此进行限制。

[0042] 和/或,请参阅图5,在一种可选的实施例中,止推单元110的第一端的下方连接有垫高件250,垫高件250叠置于支撑组件200上,也就是说,止推单元110的第一端与支撑组件200间接接触。本实施例中,止推单元110的第一端通过垫高件250被垫高,如此使得止推单元110更容易发生弹性形变;并且止推单元110的第一端在被垫高后,止推单元110下方的第一气体空间310的体积将会被增大,如此第一气体空间310能够允许止推单元110变形的程度更大,从而进一步地提升对止推单元110的支撑效果。当然,止推单元110的下方也可不设有该垫高件250,此时止推单元110的第一端可直接与支撑组件200相接触。

[0043] 在一种可选的实施例中,垫高件250为片状结构件,止推单元110的外边缘和止推单元110的内边缘中的至少一者径向超出于垫高件250,如此在止推单元110相对垫高件250滑动的过程中可减小止推单元110超出垫高件250的内边缘和/或外边缘的风险,从而减小垫高件250的内边缘和/或外边缘刮伤止推单元110,而降低止推单元110的结构强度。

[0044] 和/或,在一种可选的实施例中,垫高件250为片状结构件,止推单元110的外侧支撑于垫高件250,止推单元110的内侧与垫高件250之间具有避让缝隙,也就是说,垫高件250并未对止推单元110第一端的所有部分进行支撑,如此止推单元110更容易朝下变形,从而进一步地提升对止推单元110的支撑性能。

[0045] 请参阅图9至图12,为了防止止推单元110的倾斜部分的较高端在较大的气压下与支撑组件200相贴合从而封堵通风孔140,在一种可选的实施例中,止推单元110和支撑组件200中的一者连接有第一支撑结构,第一支撑结构位于止推单元110与支撑组件200之间,第一支撑结构与止推单元110和支撑组件200中的另一者之间具有间隙,在止推单元110设有通风孔140的一端通过第一支撑结构与支撑组件200限位配合的情况下,通风孔140与第一气体空间310之间形成有流体通道。

[0046] 本实施例中,第一支撑结构与止推单元110和支撑组件200中的另一者之间具有间隙,这可允许止推单元110朝第一气体空间310发生弹性形变,并且即便是较大的气压作用至止推单元110的较高端使较高端朝下发生弹性形变,较高端与支撑组件200之间的第一支撑结构也会对较高端进行限位,防止其进一步地朝下发生形变,以避免支撑组件200将通风孔140的所有部分均封闭,此时位于止推单元110上方的气体能够通过第一气体空间310和通风孔140之间的流体通道进入第一气体空间310,从而保证推力气体轴承具有较优的散热效果和较优的支撑性能。当然,止推单元110与支撑组件200之间也可不设有上述的第一支撑结构,本申请不对此进行限制。

[0047] 请参阅图10和图12,在一种可选的实施例中,通风孔140包括第一通风孔141,止推单元110包括第一区域,第一区域朝靠近第一气体空间310的方向凹陷形成凹陷部150,凹陷部150内形成有第一通风孔141,第一支撑结构包括凹陷部150。

[0048] 本实施例中,对止推单元110的第一区域施加向下冲压的作用力即可使第一区域向下凹陷形成凹陷部150,凹陷部150内形成有第一通风孔141,这可增加第一通风孔141的孔深,从而使气体的从止推单元110的上方进入第一气体空间310的流经路径更长,以提供更加均匀的气体分布。并且本实施例利用用于形成第一通风孔141的凹陷部150来对止推单元110的较高端进行支撑,这不仅可达到一物多用的目的,还无需额外设置其他的支撑结构,从而简化气体推力轴承的结构。

[0049] 在一些实施例中,通风孔140可仅包括第一通风孔141,此时为了在止推单元110设有通风孔140的一端通过第一支撑结构与支撑组件200限位配合的情况下形成上述的流体通道,可在凹陷部150的侧壁设有第一出气口(图中未示出),第一出气口朝向止推单元110相对支撑组件200倾斜的部分的两端中较低的一端,气体进入第一通风孔141后可以从第一出气口流出,以进入第一气体空间310。

[0050] 请继续参阅图10和图12,在一种可选的实施例中,通风孔140还包括第二通风孔142,第二通风孔142贯通止推单元110相对的两个板面,且第二通风孔142的两个孔缘分别与止推单元110相对的两个板面平齐。

[0051] 本实施例除了第一通风孔141外还额外开设有第二通风孔142,这可增大从止推单元110上方进入第一气体空间310内的气体的流量,从而进一步地提升推力气体轴承的散热效果和支撑性能。且本实施例的第二通风孔142的下孔缘高于第一通风孔141的下孔缘,因此在凹陷部150与支撑组件200相接触时,即便是第一通风孔141被支撑组件200封堵,第二通风孔142也不会被支撑组件200封堵,从而稳定地向第一气体空间310内通入气体,即采用本实施例的结构后,即便是不在凹陷部150上开设第一出气口,也能够建立上述的流体通道。

[0052] 在一些实施例中,第一通风孔141和第二通风孔142的数量也可仅为一个,此时第一通风孔141和第二通风孔142均可条形孔。

[0053] 请继续参阅图10和图12,在一种可选的实施例中,第一通风孔141和第二通风孔142的数量均为多个,第一通风孔141和第二通风孔142交替排布,也就是说,相邻两个第一通风孔141之间具有一个第二通风孔142,相邻两个第二通风孔142之间也具有一个第一通风孔141。

[0054] 本实施例中,第一通风孔141和第二通风孔142交替排布,如此可使第二通风孔142对应第一气体空间310沿径向上的各个部分设置,即在气体推力轴承的径向上,第二通风孔142分布得更加均匀,因此即便是第一通风孔141被支撑组件200封堵,仅通过第二通风孔142也能保证为第一气体空间310供气的均匀性,以提升对止推单元110的支撑效果。当然,第一通风孔141和第二通风孔142也可不交替排布,本申请不对第一通风孔141和第二通风孔142之间的排布方式作限定。

[0055] 为了防止凹陷部150在与支撑组件200相接触时,第一通风孔141被支撑组件200封堵,在一种可选的实施例中,凹陷部150背离止推单元110的一端为敞口端,凹陷部150上设有多个贯通凹陷部150的侧壁的形变豁口(图中未示出),多个形变豁口沿凹陷部150的周向间隔分布,形变豁口延伸至凹陷部150的敞口端的端面。

[0056] 止推单元110的较高端在较大气压的作用下,朝下变形的程度会变大,这可能会使凹陷部150的敞口端被支撑组件200封堵从而无法使止推单元110上方的气体进入第一气体

空间310内;因此本实施例在凹陷部150上设有多个形变豁口,形变豁口延伸至凹陷部150的敞口端的端面,如此可将凹陷部150的敞口端分成多瓣子支撑部,在凹陷部150与支撑组件200相接触后,止推单元110若进一步地向第一气体空间310形变,子支撑部会发生弹性弯曲,并使相邻两个子支撑部之间的缝隙增大,即形变豁口的宽度增大,如此允许第一通风孔141中的气体从形变豁口流出以进入第一气体空间310,从而建立上述的流体通道。

[0057] 在一种可选的实施例中,凹陷部150的侧壁设有第二出气口(图中未示出),第二出气口背离止推单元110相对支撑组件200倾斜的部分的两端中较低的一端,如此气体将会被导向至止推单元110的较高端,以保持止推单元110的较高端下方的气体压力,减小止推单元110的较高端朝下变形的风险,以进一步地防止设于较高端的通风孔140被支撑组件200封堵。

[0058] 请继续参阅图12,在一种可选的实施例中,凹陷部150背离止推单元110的一端为敞口端,凹陷部150的敞口端朝外翻折形成导风缘151。本实施例中,导风缘151能够将气体向四周导向,从而可提升气体分布的均匀性;并且气体将会被导风缘151导向至止推单元110的较高端,以保持止推单元110的较高端下方的气体压力,减小止推单元110的较高端朝下变形的风险,以进一步地防止设于较高端的通风孔140被支撑组件200封堵。

[0059] 本申请实施例还公开了一种旋转机械,包括上述任一实施例所述的推力气体轴承,如此使该旋转机械具备了上述推力气体轴承的有益效果,在此不再赘述。可选地,请参阅图15,旋转机械还包括转子400,转子400套设于推力气体轴承之内,转子400包括径向凸出的推力盘410,推力气体轴承的数量包括两个,两个推力气体轴承沿转子400的轴向间隔分布且反向设置,推力盘410位于两个推力气体轴承之间,以利用两个推力气体轴承实现推力盘410的双向悬浮。

[0060] 本申请上文实施例中重点描述的是各个实施例之间的不同,各个实施例之间不同的优化特征只要不矛盾,均可以组合形成更优的实施例,考虑到行文简洁,在此则不再赘述。上面结合附图对本申请的实施例进行了描述,但是本申请并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本申请的启示下,在不脱离本申请宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可做出很多形式,均属于本申请的保护之内。

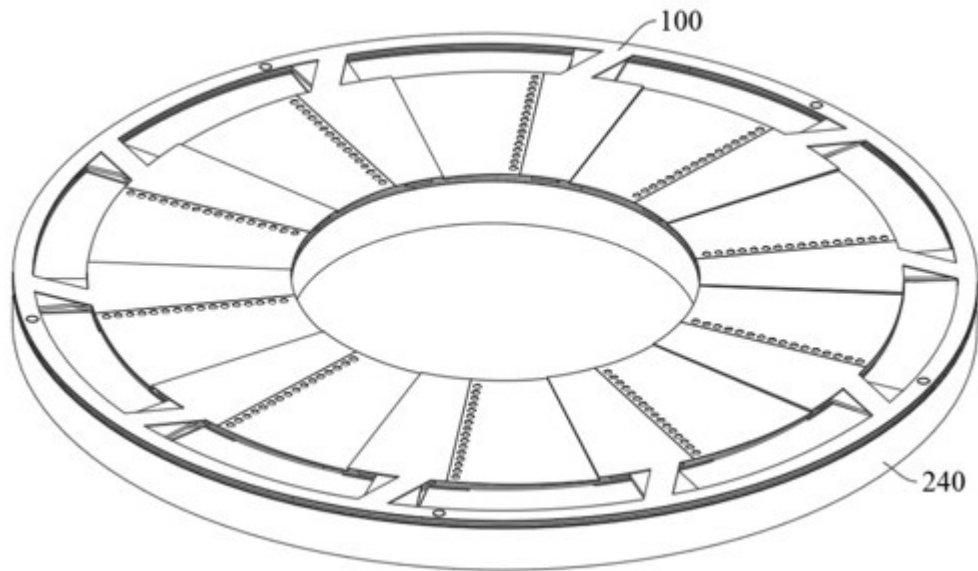


图1

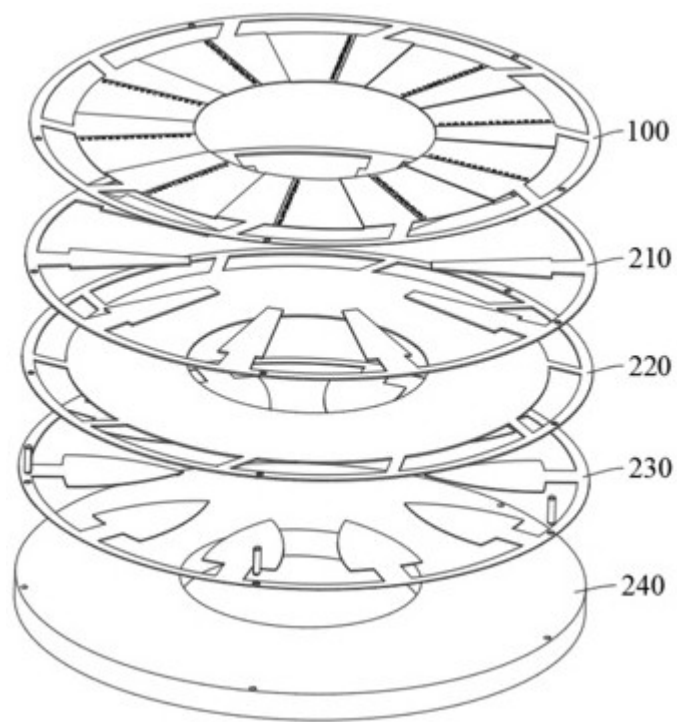


图2

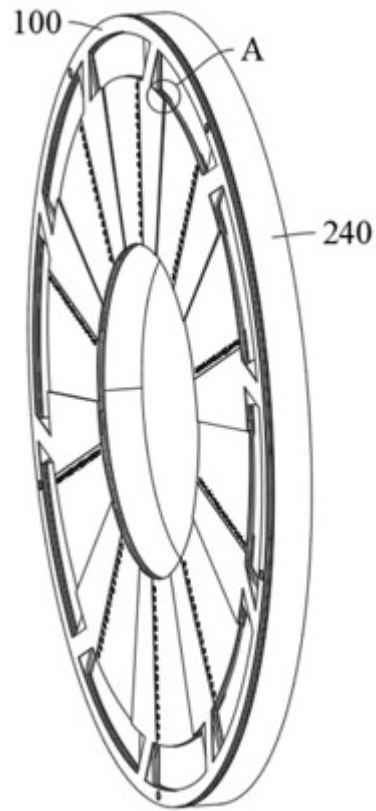


图3

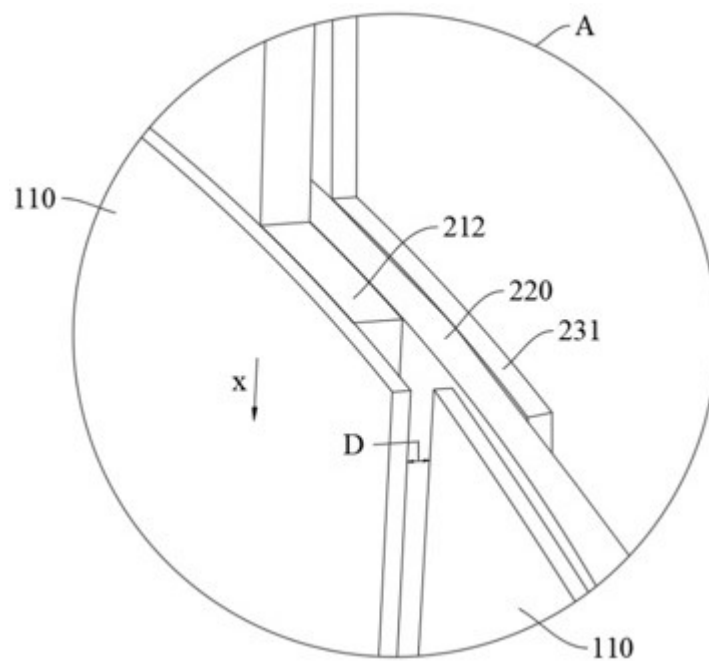


图4

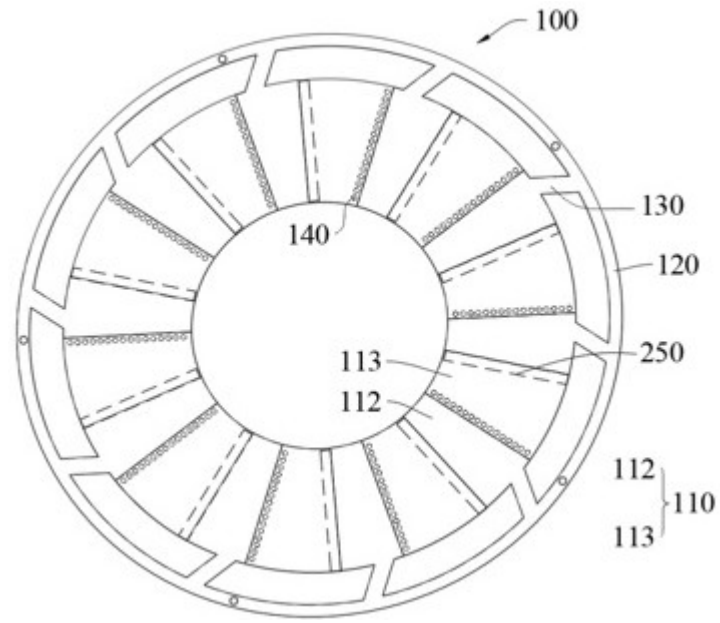


图5

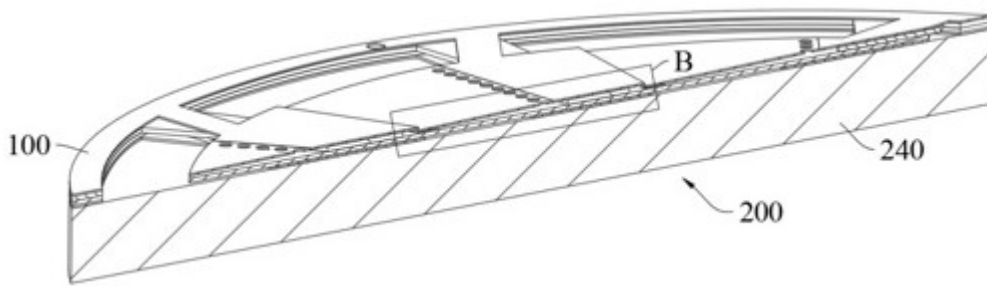


图6

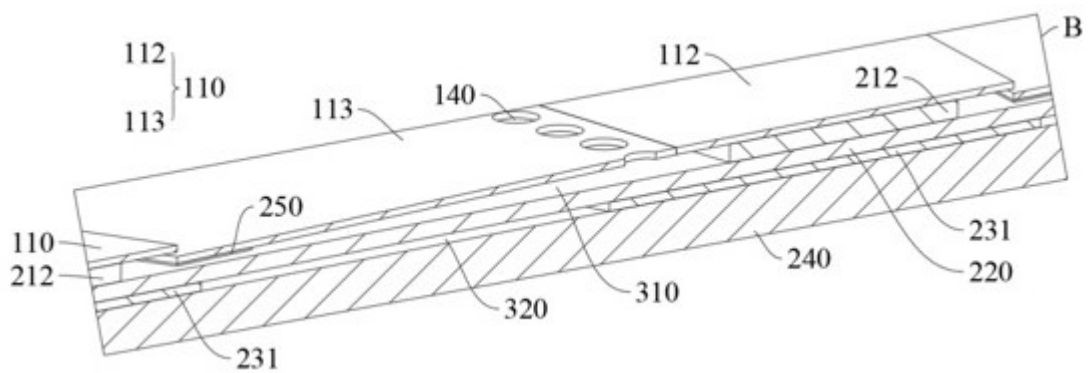


图7

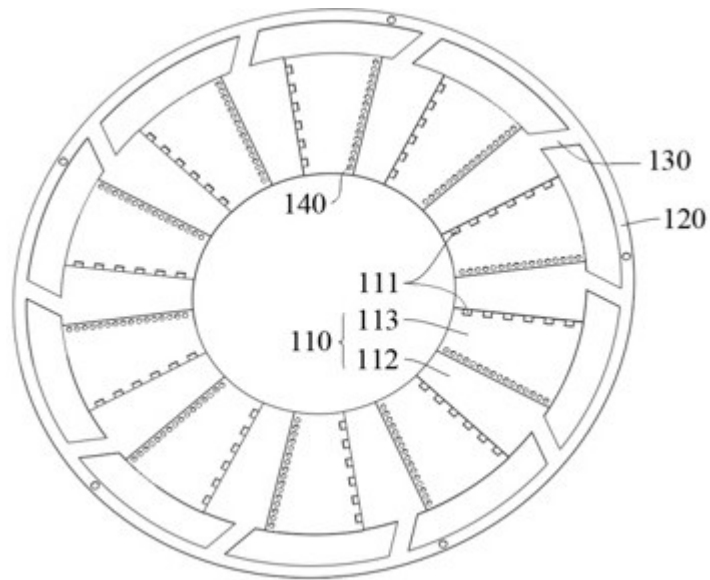


图8

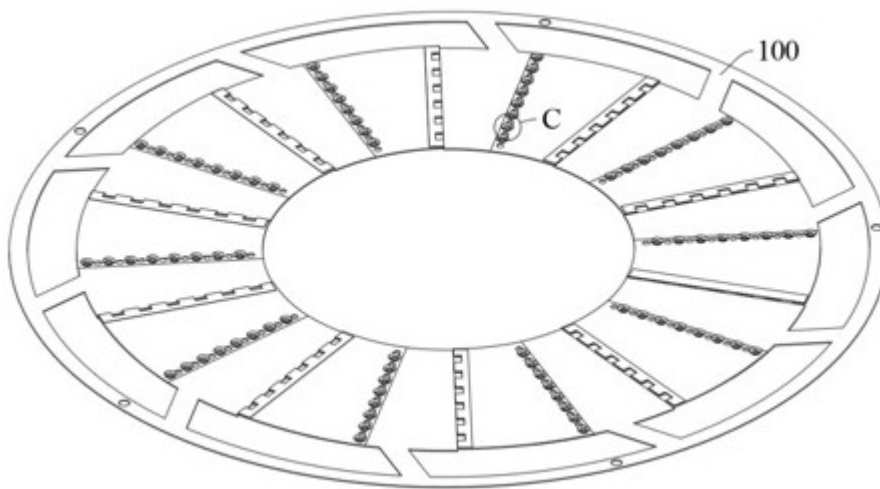


图9

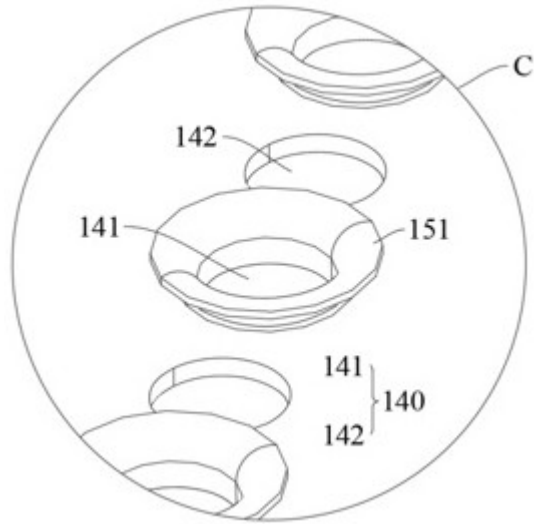


图10

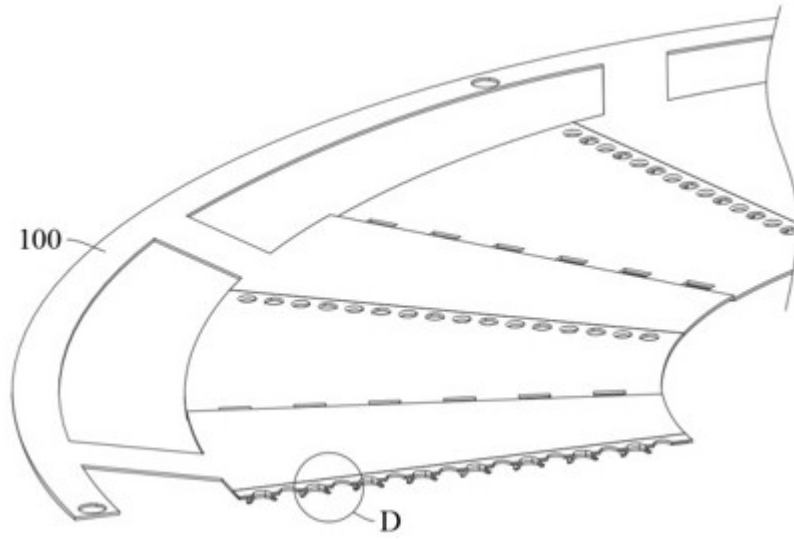


图11

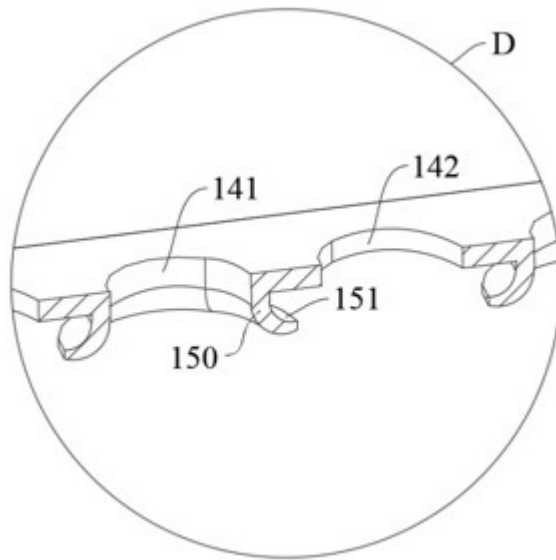


图12

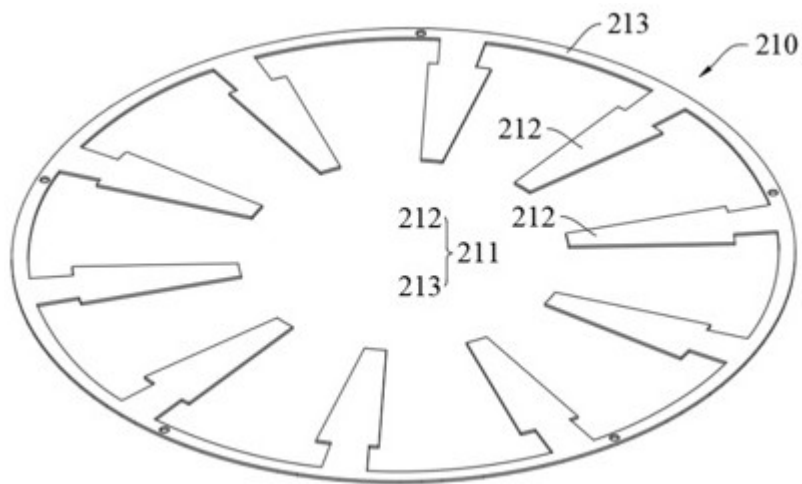


图13

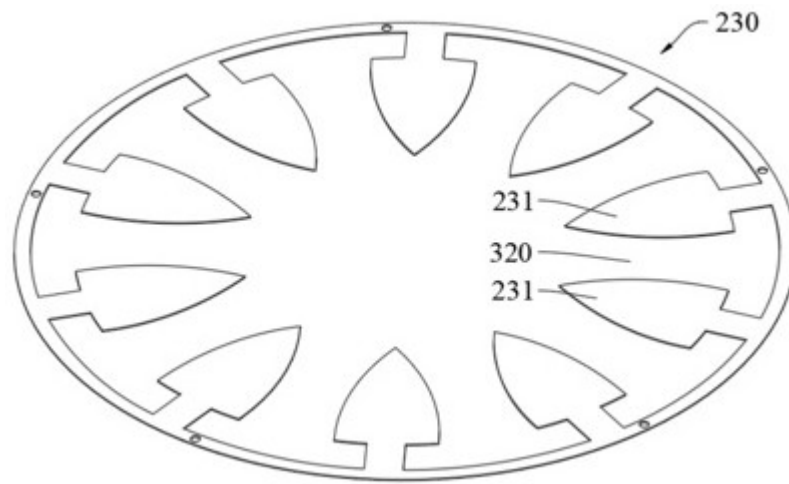


图14

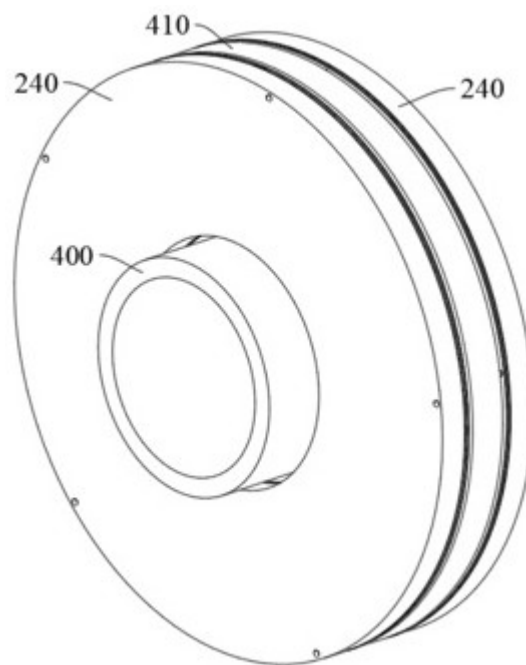


图15