



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104728451 A

(43) 申请公布日 2015. 06. 24

(21) 申请号 201510165134. 3

(22) 申请日 2015. 04. 09

(71) 申请人 江西省科学院应用物理研究所

地址 330021 江西省南昌市昌东大道 7777 号

(72) 发明人 程香平 陆德平 张友亮 康林萍 彭旭东 孟祥铠

(74) 专利代理机构 南昌市平凡知识产权代理事务所 36122

代理人 姚伯川

(51) Int. Cl.

F16J 15/40(2006. 01)

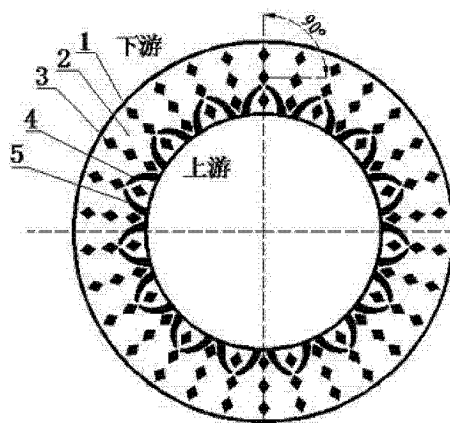
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

方向性大孔与三维型槽相结合的非接触式机械密封结构

(57) 摘要

一种方向性大孔与三维槽形相结合的非接触式机械密封结构,它包括机械密封的动环、静环。动环和静环的端面上设有沿径向呈收敛斜面状的密封坝,且动环或静环中至少一个端面上设有呈收敛状均匀分布的方向性大孔(3)和各种三维槽形(4、5);方向性大孔具有方向性,是毫米尺度的浅槽;三维槽形是微米尺度的浅槽或毫米尺度的深槽,并分别沿圆周方向均匀分布于密封端面的上游、下游或上下游。本发明在小间隙和小压差情形下密封系统依靠显著的动压效应,具有足够的开启力、液膜刚度和液膜厚度,保护密封面;在低速和高压差等情形下依靠较好的静压效应,能满足机械密封装置在多变工况下,具有较强的自适应能力;大孔径能容纳较多的固体颗粒杂质。



1. 一种方向性大孔与三维槽形相结合的非接触式机械密封结构,它包括机械密封的动环、静环,动环和静环的端面一侧为高压侧即上游,另一侧为低压侧即下游,

其特征在于:所述动环和静环的端面上设有沿径向呈收敛斜面状的密封坝,且动环或静环中至少一个端面上设有呈收敛状均匀分布的方向性大孔和各种三维槽形;所述方向性大孔具有方向性,是毫米尺度的浅槽;所述三维槽形是微米尺度的浅槽或毫米尺度的深槽,并分别沿圆周方向均匀分布于密封端面的上游、下游或上下游。

2. 根据权利要求1所述的方向性大孔与三维槽形相结合的非接触式机械密封结构,其特征在于:所述方向性大孔和三维槽形依照旋转中心呈辐射状间距对称分布。

3. 根据权利要求1所述的方向性大孔与三维槽形相结合的非接触式机械密封结构,其特征在于:所述的方向性大孔沿密封端面径向呈连续或断续分布,方向性大孔和三维槽形沿密封端面周向呈连续或断续的周期性分布。

4. 根据权利要求1所述的方向性大孔与三维槽形相结合的非接触式机械密封结构,其特征在于:所述方向性大孔是毫米尺度的浅槽,其深度为 $1.5\sim 100\mu\text{m}$;方向性大孔的边长或直径的范围为 $801\mu\text{m}\sim 20000\mu\text{m}$;长短轴比的范围取 $1\sim 25$,面积密度范围为 $0.1\sim 0.55$ 。

5. 根据权利要求1所述的方向性大孔与三维槽形相结合的非接触式机械密封结构,其特征在于:所述三维槽形是微米尺度的浅槽或毫米尺度的深槽,浅槽的深度范围为 $2\sim 50\mu\text{m}$,深槽的深度范围为 $0.05\sim 8\text{mm}$;浅槽蚀刻于密封端面的下游侧,深槽蚀刻于密封端面的上游侧;介质为液体时,浅槽深度的优选值为 $10\sim 30\mu\text{m}$,深槽深度的优选值为 $0.05\sim 6\text{mm}$;介质为气体时,浅槽深度优选值为 $2\sim 10\mu\text{m}$,深槽深度的优选值为 $0.05\sim 2\text{mm}$;槽的螺旋角度数为 $8^\circ\sim 20^\circ$;所述三维槽形在径向方向上延伸且由上游至下游槽形宽度逐渐变窄,或者由上游至下游方向上宽度逐渐变宽,直至外径侧。

6. 根据权利要求5所述的方向性大孔与三维槽形相结合的非接触式机械密封结构,其特征在于:所述三维槽形的深槽可为等深或不同规律的变深槽,变深槽深度呈余弦波状变化,或由下游至上游呈倾斜波浪状变深,或由上游至下游呈线性规律变浅、或呈阶梯状逐级变浅。

7. 根据权利要求1所述的方向性大孔与三维槽形相结合的非接触式机械密封结构,其特征在于:所述方向性大孔在密封端面上的形状为三角形、菱形、矩形、六边形、正方形或椭圆形,且方向性倾角为 $0^\circ\sim 360^\circ$;三维槽形在密封端面上的形状为V形槽、螺旋槽、Y形螺旋槽、L形螺旋槽、半圆弧槽、波浪槽、双向U形槽、T形槽、双向树形槽或单向人字槽。

8. 根据权利要求1所述的方向性大孔与三维槽形相结合的非接触式机械密封结构,其特征在于:所述方向性大孔或三维槽形环带的上游、下游或孔型间有环形密封坝。

9. 根据权利要求8所述的方向性大孔与三维槽形相结合的非接触式机械密封结构,其特征在于:所述密封坝径向宽度为 $0.2\sim 8\text{mm}$ 。

方向性大孔与三维型槽相结合的非接触式机械密封结构

技术领域

[0001] 本发明涉及一种方向性大孔与三维型槽相结合的非接触式机械密封结构,属机械密封技术领域。

背景技术

[0002] 随着石化、船舶和航天等行业的快速发展,对机械密封装置的要求也越来越高,更高的液膜稳定性和密封可靠性,适应多变的工况条件以及更长的寿命周期,极少的泄漏率等诸多标准被提出。目前,能够实现非接触式机械密封的端面织构主要有单向人字螺旋槽、单向L形螺旋槽、单向螺旋槽、双向树型槽、双向T型槽等,广泛应用于旋转设备的轴封装置上。但上述机械密封对适用于多变的工况条件,例如像启动、停车或受到振动、冲击、端面变形、压差变化等,均存在着密封性能较差,且防固体颗粒能力有限的问题。为此,国内外学者发明了多种微孔端面织构的机械密封专利应用于液体轴封装置上,但专利中所设计的微孔端面机械密封和其它槽形织构的端面密封,例如像公开号 CN101793324A 公开了一种三维似鱼鳞织构底面型槽流体动压型液体机械密封结构,公开号 CN201087764 公开了一种变分布多孔端面机械密封结构,虽然这些密封结构具有较好的耐压和耐磨等性能,但在超高压和多变工况条件下,液膜的稳定性差或保持端面非接触态的能力有限,极易发生端面的摩擦磨损,极大削弱了微孔的减磨优势,导致机械密封的使用寿命缩短、密封性能变差。

发明内容

[0003] 本发明的目的是,在低速、高压、多变工况或大膜厚条件下,为了克服现有技术中密封的防固体颗粒能力有限和动压效应差的问题,防止非接触式机械密封在运行的过程中工况发生变化导致端面磨损而使其密封失效,本发明提供一种方向性大孔与三维槽形相结合非接触式机械密封结构。

[0004] 实现本发明的技术方案是,

一种方向性大孔与三维槽形相结合的非接触式机械密封结构,它包括机械密封的动环、静环;动环和静环的端面一侧为高压,侧即上游;另一侧为低压侧,即下游。

[0005] 本发明结构的动环和静环的端面上设有沿径向呈收敛斜面状的非开槽区是密封堰和上游、下游及孔型间的环形未开槽区,称之为密封坝,且动环或静环中至少一个端面上设有呈收敛状均匀分布的方向性大孔和各种三维槽形;所述方向性大孔具有明显的方向性,且大孔长轴与通过该大孔中心的密封端面直径的夹角为其倾斜角,并用该角度来表征大孔的方向性;所述三维槽形是微米尺度的浅槽或毫米尺度的深槽,并分别呈圆周状均匀分布于密封端面的上游、下游或上下游。

[0006] 进一步,所述方向性大孔和三维槽形依照旋转中心呈辐射状等间距对称分布。

[0007] 进一步,所述方向性大孔沿密封端面径向方向呈连续或断续均匀分布,方向性大孔和三维槽形沿密封端面周向方向呈连续或断续的周期性分布。

[0008] 进一步,所述方向性大孔是毫米尺度的浅槽,其深度为 1.5~100 μm ,大孔的边长或

直径的范围为 $801\ \mu\text{m}$ ~ $20000\ \mu\text{m}$, 长短轴比的范围取 $1\sim 25$, 面积密度范围为 $0.1\sim 0.55$ 。

[0009] 进一步, 所述三维槽形是微米尺度的浅槽或毫米尺度的深槽, 其浅槽深度范围为 $2\sim 50\ \mu\text{m}$, 深槽深度范围为 $0.05\sim 8\text{mm}$; 浅槽蚀刻于密封端面的下游侧, 深槽位于密封端面的上游侧; 介质为液体时, 浅槽深度的优选范围为 $10\sim 30\ \mu\text{m}$, 深槽深度的优选范围: $0.05\sim 6\text{mm}$; 介质为气体时, 浅槽深度优选范围为 $2\sim 10\ \mu\text{m}$, 深槽深度的优选值为 $0.05\sim 2\text{mm}$; 槽的螺旋角度数为 $8^\circ\sim 20^\circ$ 。所述三维槽形在径向方向上延伸且由上游至下游槽形宽度逐渐变窄(泵送槽), 或者由上游至下游方向上宽度逐渐变宽(反向泵送槽), 直至外径侧。

[0010] 进一步, 所述三维槽形的深槽可为等深或不同规律的变深槽, 变深槽深度呈余弦波状变化, 或由下游至上游呈倾斜波浪状变深, 或由上游至下游呈线性规律变浅、或呈阶梯状逐级变浅等。

[0011] 进一步, 所述方向性大孔或三维槽形环带的上游、下游或孔型间有环形密封坝, 且其径向宽度取值: $0.2\sim 8\text{mm}$ 。

[0012] 本发明中的方向性大孔在密封端面上的形状为三角形、菱形、矩形、六边形、正方形或椭圆形等, 且方向性倾角为 $0^\circ\sim 360^\circ$; 所述三维槽形在密封端面上的形状为 V 形槽、螺旋槽、Y 形螺旋槽、L 形螺旋槽、半圆弧槽、波浪槽、双向 U 形槽、T 形槽、双向树形槽、单向人字槽等。

[0013] 本发明的工作原理是, 本发明中的方向性大孔使得由高压区产生的压力流进入孔区后, 受到剪切作用的影响, 流体沿大孔长轴方向流动, 因其较长的孔径及方向性, 致使液体在孔区的流程增长, 流体受到不断的积累和挤压, 压强逐渐提高, 可显著提高密封面间液膜的动压开启特性、空化效应和液膜稳定性, 能够很好地改变密封端面液膜的润滑特性; 且大孔径能够较多地容纳端面间的颗粒状杂质和存储润滑介质, 减少密封端面的摩擦磨损。本发明中的三维槽处于上游高压区, 可引导流体进入密封端面产生导流增压作用, 使其静压效应增强, 并产生强润滑冷却效果。在旋转时, 会产生泵汲效应, 吸纳流体, 确保密封在启动、低速和较高压差时, 具有强的开启力和充足的润滑液体, 防止密封端面间的干摩擦; 同时, 三维槽可以较容易的吸纳固体颗粒并将其研磨, 使端面的磨损伤害降低到最小。而处于下游低压区的较浅的三维槽, 当密封端面旋转时, 会将泄漏出的液体通过三维槽反向作用输送回密封端面, 从而大大减小了泄漏量, 提高了密封性能。本发明形成的密封坝在停车、低速时起到了较好的密封效果和进一步阻止流体泄漏的作用, 而位于高压侧的环形坝区还可阻止固体颗粒进入密封端面间或者低压区域。

[0014] 本发明大孔径和三维槽形相结合的机械密封结构的优点和有益效果是:

由于本发明在密封端面上开具方向性大孔, 能够很好地改变端面液膜的润滑特性, 对流体产生汇集与导流功能, 并显著提高密封面间液膜的空化效应、动压开启特性和液膜稳定性; 且大孔径能够较多地容纳端面间的颗粒状杂质和存储润滑介质, 减少密封端面的摩擦磨损。本发明在密封端面的上游区、下游区或者上游下游区, 加工出三维槽, 使其静压效应增强, 还具有部分回流或上游泵送的能力。且所述的上游深槽可为端面提供强润滑和冷却效果, 在高参数条件下因开槽区和无槽区明显的热变形或力变形差异在端面上形成适应于操作条件的可控性周向波度, 从而产生流体动压效应和静压效应; 下游区的浅槽可以将泄漏出的介质重新泵汲回密封端面, 在槽的顶端介质压力不断积累增大, 增强端面的动压效应的同时, 大大减少泄漏量, 实现零泄漏的目的。

[0015] 综上所述,本发明在小间隙和小压差等情形下密封系统依靠显著的动压效应,使其具有足够的开启力、液膜刚度和液膜厚度,保护密封面,提高使用的可靠性和寿命;在低速和高压差等情形下依靠较好的静压效应,使其具有更好的端面开启性,进而满足机械密封装置在多变工况下,具有较强的自适应能力;大孔径能容纳较多的固体颗粒杂质的能力。

附图说明

[0016] 图1为本发明的一种机械密封实施例1的端面示意图;

图2为本发明的一种机械密封实施例2的端面示意图;

图3为本发明的一种机械密封实施例3的端面示意图;

图4为本发明的一种机械密封实施例4的端面示意图;

图中,1是环带密封坝;2是坝区;3是方向性菱形大孔(方向倾角 90°);4是引流槽;5是汇流槽;6是双向旋转Y形槽;61Y形槽左枝杈部分;62是Y形槽右枝杈部分;63是Y形槽根部;7是方向性椭圆大孔(方向倾角 180°);8是半圆弧形深槽;9是方向性双叠加菱形大孔(方向倾角 180°);10是螺旋形线槽;11是微型孔;12是波浪形深孔;13是方向性菱形大孔(方向倾角 45°)。

[0017] 具体实施方式

实施例1

参照图1,一种方向性大孔和三维槽形相结合非接触性机械密封结构,包括机械密封的动环、静环,所述动环和静环的端面一侧为高压侧即上游,另一侧为低压侧即下游。所述动环或静环中至少一个密封环的端面上设有方向性菱形大孔3、方向相反的螺旋槽(引流槽4和汇流槽5)、坝区2、环带密封坝1。所述的方向性菱形大孔3是毫米尺度的浅孔,其深度为 $1.5\sim 100\mu\text{m}$,大孔的边长或直径的范围为 $801\mu\text{m}\sim 20000\mu\text{m}$,长短轴比的范围取 $1\sim 25$,面积密度范围为 $0.1\sim 0.55$,本实施例端面方向性大孔的倾斜角度为 90° ;所述方向性菱形大孔3还可以是三角形、矩形、正方形、正六边形或椭圆形等具有明显方向性的孔,且各大孔间的最小间隙为 0.5mm 。所述的引流槽4和汇流槽5是微米尺度的浅槽或毫米尺度的深槽,其深度范围为 $2\sim 50\mu\text{m}$ 或 $0.05\sim 8\text{mm}$ 。浅槽深度范围为 $2\sim 50\mu\text{m}$,介质为液体时,浅槽深度的优选值: $10\sim 30\mu\text{m}$,深槽深度的优选值: $0.05\sim 6\text{mm}$;介质为气体时,浅槽深度优选值: $2\sim 10\mu\text{m}$,深槽深度的优选值: $0.05\sim 2\text{mm}$ 。深槽的深度为相同或不同规律的变深槽,变深槽深度呈余弦波状变化,或由下游至上游呈倾斜波浪状变深,或由上游至下游呈线性规律变浅、或呈阶梯状逐级变浅等;所述方向相反的引流槽4和汇流槽5旋转角度数范围为: $8^{\circ}\sim 20^{\circ}$;所述引流槽4和汇流槽5沿圆周方向和径向方向双向延展,且其宽度沿径向方向由上游至下游逐渐变窄。

[0018] 所述的引流槽4和汇流槽5在密封端面上的织构形状可为V形槽、螺旋槽、Y形螺旋槽、L形螺旋槽、半圆弧槽、波浪槽、双向U形槽、T形槽、双向树形槽、单向人字槽等。

[0019] 实施例2

参见图2,本实施例与实施例1的不同之处是所述动环或静环的端面上游为沿径向收敛的泵送双向旋转Y形槽6和方向性椭圆大孔7。位于上游双向旋转Y形槽的排布形式是沿圆周方向呈中心对称均匀分布;所述双向旋转Y形槽的根部63在径向方向上宽度相等,其值范围在 $0.5\sim 2\text{mm}$ 之间;所述的双向旋转Y形槽6的根部63的深度在 $2\sim 50\mu\text{m}$ 或

0.05~8mm,可为等深槽或变深槽,变深槽沿径向由上游至下游呈线性逐渐变浅,或呈倾斜余弦波状、倾斜波浪状和阶梯状逐级变浅,其中密封粘度大的介质取较大深度值;所述的双向旋转Y形槽的左枝杈部分61和右枝杈部分62相互连接呈对称分布状,沿径向由上游至下游侧的宽度逐渐变窄,图2中左枝杈部分61和右枝杈部分62螺旋角度 10° ,其值范围可取 $8^{\circ}\sim 20^{\circ}$;所述的双向旋转Y形槽的左枝杈部分61和右枝杈部分62深度在 $2\sim 500\mu\text{m}$ 之间,可为等深槽或变深槽,变深槽沿径向由上游至下游逐渐变浅,或呈倾斜余弦波状和阶梯状逐级变浅。所述的方向性椭圆大孔7在图2中的长轴长度为20mm,短轴长度10mm,倾斜角度为 180° ,且方向性椭圆大孔3的孔型尺寸、倾斜角度和织构形式并不局限于本实施例中所示,可以是权利书中所要求的尺寸范围和织构孔型。其余结构与实施方式与实施例1相同。

[0020] 实施例3

参见图3,本实施例与实施例1、2的不同之处是所述的动环或静环的端面下游为沿径向收敛的反向泵送螺旋形浅槽10和位于上游侧的半圆弧形深槽8以及方向性双叠加菱形大孔9。所述的下游螺旋形浅槽10排布形式是沿圆周方向呈中心对称均匀分布,在径向方向上由下游至上游宽度逐渐变窄,其螺旋角度 12° ;所述下游螺旋形浅槽10的深度范围为 $2\sim 50\mu\text{m}$;所述下游侧的螺旋形浅槽与端面上游侧的最大径向距离是8mm。所述的上游侧半圆弧形深槽8为等深槽,深度范围0.05~8mm,其直径取值范围为 $100\sim 5000\mu\text{m}$ 。所述的方向性双叠加菱形大孔9的两菱形孔短轴对角线顶点间的距离范围可取为0.05~10mm。其余结构与实施方式与实施例1、实施例2相同。

[0021] 实施例4

参见图4,本实施例与实施例3的不同之处是所述的动环或静环的端面上游侧设有呈周期性分布的方向性菱形大孔13、波浪形深槽12和微型孔11,可增强液体的动压效果和节流效果。所述微孔织构的排布形式是沿圆周方向与大孔交叉间隔排列且呈中心对称分布,其深度为 $1.5\sim 150\mu\text{m}$,微孔的边长或直径的范围为 $10\sim 500\mu\text{m}$,面积密度范围为0.05~0.8;方向性菱形大孔13的倾斜角度为 45° ;所述的微孔可以是圆形、三角形、菱形、矩形、正方形或椭圆形等,且各微孔间的最小间隙为0.2mm;所述具有明显方向性微孔的倾斜角度可取 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 。其余结构和实施方式与实施例1、实施例2、实施例3相同。

[0022] 本说明书实施例所述的内容仅仅是对发明构思实现形式的列举,本发明的保护范围不应当被视为仅限于实施图例所陈述的具体形式,本发明的保护范围也及于本领域技术人员根据本发明构思所能够想到的等同技术手段。

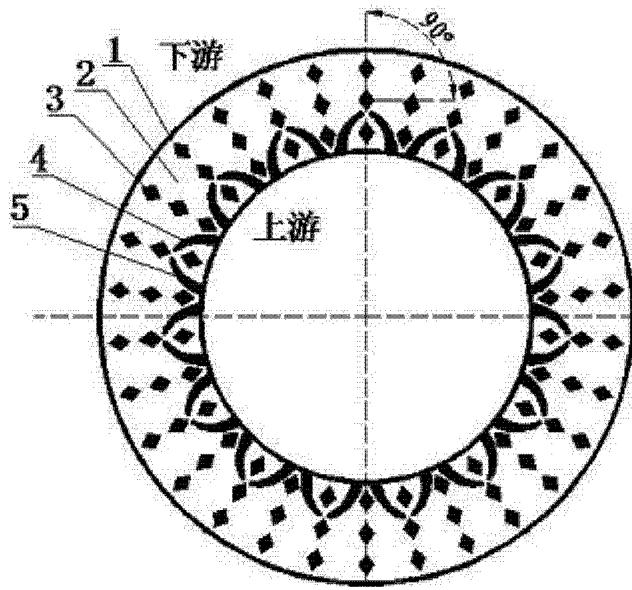


图 1

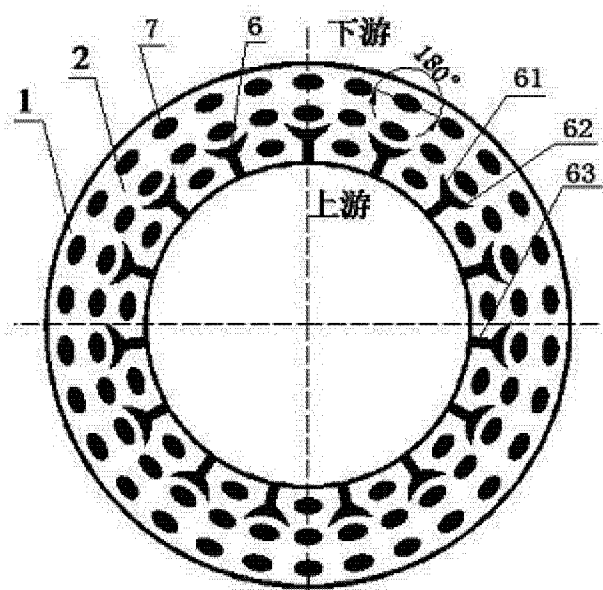


图 2

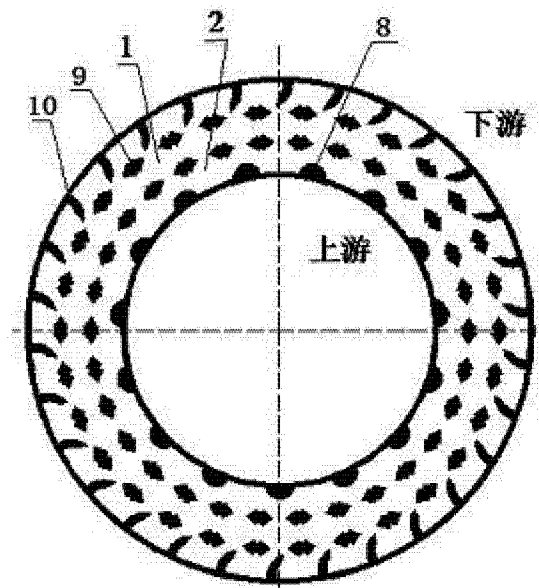


图 3

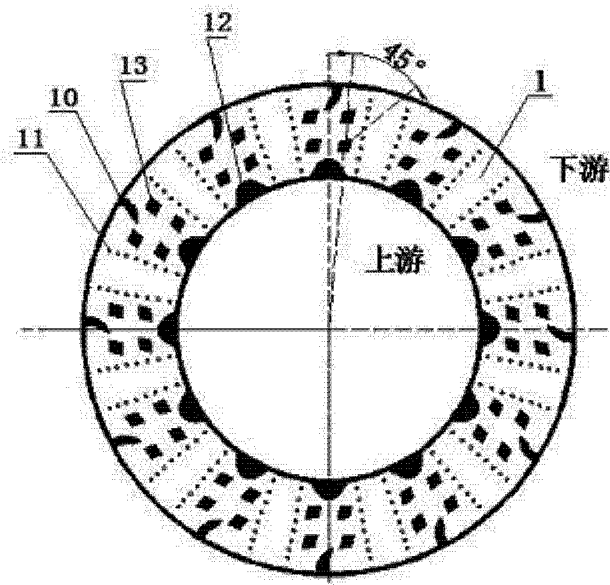


图 4