



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101515118 B

(45) 授权公告日 2010.08.25

(21) 申请号 200910096971.X

(22) 申请日 2009.03.26

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38号

(72) 发明人 傅新 陈晖 邹俊 杨华勇

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200

代理人 林怀禹

(51) Int. Cl.

G03F 7/20(2006.01)

审查员 陈凯

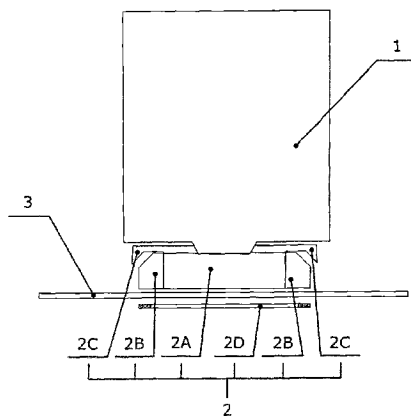
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 7 页

(54) 发明名称

一种用于光刻机的浸没自适应旋转密封装置

(57) 摘要

本发明公开了一种用于光刻机的浸没自适应旋转密封装置。浸没自适应旋转密封装置是在投影透镜组和衬底之间设置的装置，由内腔体、旋转构件、旋转激励结构和永磁板组成。旋转构件上开设多组螺旋进气槽，通过旋转构件的旋转运动从进气槽吸入外界气体，并流场边界形成柱状气幕，阻止液体向外泄漏。衬底高速运动工况下，旋转的气幕有助于将后退接触角处多余的液体，快速的导引到前进接触角位置，通过补偿获得相对稳定的边界流场。当液体由于衬底牵拉较大而进入进气槽时，旋转构件的运动将迫使进入进气槽的液体形成对边界流场的向内回流冲击，从而抵消液体的向外泄漏的动力，且伴随着液体向外冲击力的增大，抵消力也随之增大。



1. 一种用于光刻机的浸没自适应旋转密封装置,在投影透镜组(1)和衬底(3)之间设置的浸没自适应旋转密封装置(2);其特征在于,所述的浸没自适应旋转密封装置(2):包括内腔体(2A)、旋转构件(2B)、旋转激励结构(2C)和永磁板(2D),其中:

1) 内腔体(2A):内腔体(2A)垂直于衬底(3),由中心向外依次开有柱状曝光腔(4A)、环形柱状的注液腔(4B)和回收槽(4D);回收槽(4D)下表面开有柱状回收孔阵列(4E),注液腔(4B)和回收孔阵列(4E)之间下表面开有中心对称的12~72组螺旋柱状导流槽(4C),导流槽(4C)深度为0.1~1.5mm;

2) 旋转构件(2B):从上到下依次设有中心对称的:2~6组电磁铁(5A),环状且具有隔磁性能的旋转主件(5B)和带有磁性的永磁导气板(5C);旋转主件(5B)底部开有中心对称的24~120组螺旋状的进气槽(6A),在垂直衬底(3)的截面一侧上,永磁导气板(5C)的截面为三角形;截面三角形靠近旋转构件(2B)的一边,该边远离中心的顶点高于靠近中心的顶点0.1~5mm;电磁铁(5A)内斜嵌于旋转主件(5B)的上表面,永磁导气板(5C)紧固在旋转主件(5B)的下表面;

3) 旋转激励结构(2C):为环状结构,中心对称的分布3~8组的线圈(7),线圈(7)设置在电磁铁(5A)外围;

4) 永磁板(2D):中空环形柱状结构,放置于永磁导气板(5C)及衬底(3)的正下方;

所述的旋转构件(2B)通过滚动部件(5D)与内腔体(2A)的外壁面接触,旋转激励结构(2C)通过紧固件连接在内腔体(2A)的上表面。

2. 根据权利要求1所述的一种用于光刻机的浸没自适应旋转密封装置,其特征在于:所述的注液腔(4B)为1~4组均布的、弧度为25~80°的环形柱状腔体。

一种用于光刻机的浸没自适应旋转密封装置

技术领域

[0001] 本发明是涉及浸没式光刻 (Immersion Lithography) 系统中的液体供给及回收的密封装置,特别是涉及一种用于光刻机的浸没自适应旋转密封装置。

背景技术

[0002] 现代光刻设备以光学光刻为基础,它利用光学系统把掩膜版上的图形精确地投影并曝光到涂过光刻胶的衬底(如:硅片)上。它包括一个激光光源、一个光学系统、一块由芯片图形组成的投影掩膜版、一个对准系统和一个覆盖光敏光刻胶的衬底。

[0003] 浸没式光刻系统在投影透镜和衬底之间的缝隙中填充某种液体,通过提高该缝隙中介质的折射率来提高投影透镜的数值孔径 (NA),从而提高光刻的分辨率和焦深。

[0004] 目前常采用的方案是将液体限定在衬底上方和投影装置的末端元件之间的局部区域内。如果缺乏有效密封,该方案将导致填充流场边界液体泄漏,泄漏的液体将在光刻胶或 Topcoat 表面形成水迹,严重影响曝光质量。目前该方案的密封结构,一般采用气密封或液密封构件环绕投影透镜组末端元件和衬底之间的缝隙流场。在所述密封构件和衬底的表面之间,气密封技术(例如参见中国专利 200310120944.4,美国专利 US10/705816)通过施加高压气体在环绕填充流场周边形成气幕,将液体限定在一定流场区域内。液密封技术(例如参见中国专利 200410055065.2,美国专利 US60/742885)则利用与填充流体不相溶的第三方液体(通常是磁流体或水银等),环绕填充流场进行密封。

[0005] 这些密封元件存在一些问题:

[0006] (1) 通常气密封方式通过在流场边界施加均压气体抑制液体泄漏,然而,当衬底高速牵拉运动时,该方法难以有效保证流场边界的稳定性和密封的可靠性。在衬底高速运动状态下,由于分子粘附力的作用,靠近衬底的液体将随衬底发生牵拉运动,并由此导致流场边界形态迅速发生变化。这种变化在不同边界位置均不一样,并主要表现为动态接触角大小的变化,即:与衬底运动方向相同的前进接触角将变大,而与衬底运动方向相反的后退接触角将变小。前进接触角变大,使得外界气体更易被卷吸到流场中形成气泡,从而影响流场的均一性和曝光成像质量;后退接触角变小,使得边界液体更容易牵拉到流场外围导致液体泄漏,并由此形成一系列缺陷(如:水迹)。采用均压气体密封存在不足主要体现在:较小的气密封压力将使得在前进接触角处位置变得更加容易泄漏,较大的气密封压力将增加在后退接触角处的液体气泡卷吸的可能性;由于无法实时调整不同位置气密封压力,从而增加了产生缺陷的可能性。

[0007] (2) 衬底的高速牵拉,迫使前进接触角液体向内流场内部运动,导致供液不足,引发气泡卷吸;而后退接触角的液体则在衬底牵拉下冲击密封件,加剧了泄漏的可能性。边界流场不稳定的重要原因是由于供液不足和过量导致的,采用均压气液密封技术无法有效对边界液体进行实时补偿。

[0008] (3) 液密封方式对密封液体有十分苛刻的要求,在确保密封性能要求的同时,还必须保证密封液体与填充液体不相互溶解、与光刻胶(或 Topcoat)及填充液体不相互扩散。

在衬底高速运动过程中,外界空气或密封液体一旦被卷入或溶解或扩散到填充液体中,都会对曝光质量产生负面的影响。

发明内容

[0009] 本发明目的是提供一种用于光刻机的浸没自适应旋转密封装置,在衬底和投影装置的末端元件之间填充液体的同时,形成旋转气幕以抑制液体泄漏,并根据流场边界的形态变化特点,将多余液体导引到供液不足位置,并进行密封压力自适应补偿。

[0010] 为了达到上述目的,本发明采用的技术方案如下:

[0011] 本发明在投影透镜组和衬底之间设置的浸没自适应旋转密封装置。所述的浸没自适应旋转密封装置:包括内腔体、旋转构件、旋转激励结构和永磁板,其中:

[0012] 1) 内腔体:内腔体垂直于衬底,由中心向外依次开有柱状曝光腔、环形柱状的注液腔和回收槽;回收槽下表面开有柱状回收孔阵列,注液腔和回收孔阵列之间下表面开有中心对称的 12 ~ 72 组螺旋柱状导流槽,导流槽深度为 0.1 ~ 1.5mm;

[0013] 2) 旋转构件:从上到下依次设有中心对称的:2 ~ 6 组电磁铁,环状且具有隔磁性能的旋转主件和带有磁性的永磁导气板;旋转主件底部开有中心对称的 24 ~ 120 组螺旋状的进气槽,在垂直衬底的截面一侧上,永磁导气板的截面为三角形,外部高于内部 0.1 ~ 5mm;电磁铁内斜嵌于旋转主件的上表面,永磁导气板紧固在旋转主件的下表面;

[0014] 3) 旋转激励结构:为环状结构,中心对称的分布 3 ~ 8 组的线圈,线圈设置在电磁铁外围;

[0015] 4) 永磁板:中空环形柱状结构,放置于永磁导气板及衬底的正下方;

[0016] 所述的旋转构件通过滚动部件与内腔体的外壁面接触,旋转激励结构通过紧固件连接在内腔体的上表面。

[0017] 所述的注液腔为 1 ~ 4 组均布的、弧度为 25 ~ 80° 的环形柱状腔体。

[0018] 所述的进气槽在垂直衬底的截面上,距离衬底的高度,外部高于内部 0.1 ~ 30mm。

[0019] 本发明具有的有益效果是:

[0020] (1) 形成边界旋转气幕,抑制液体泄漏。伴随着旋转构件的旋转运动,气体从进气槽吸入,在回收孔阵列外部且接近旋转构件位置处,形成柱状气体隔离带,阻止液体向外泄漏。

[0021] (2) 衬底动态工况下边界流场的自适应补偿功能。当衬底高速运动牵拉时,液体容易突破回收孔阵列而流向旋转构件。此时,经过导流槽初步改变流动方向的液体,在旋转气体隔离带的牵引下,形成回收孔阵列外围的液体回流,从而将后退接触角处多余液体快速的导引到前进接触角位置,实时对边界流场进行补偿,避免了液体的泄漏以及边界气泡的卷吸。

[0022] (3) 衬底动态工况下的自适应密封功能。当衬底牵拉速度较大时,液体将进入进气槽;此时,进气槽吸入的气体不再从衬底上方的缝隙外溢,全部作用在液体上,进一步增大了抑制液体的能力。同时,旋转构件的运动将迫使进入进气槽的液体形成对边界流场的向内回流冲击,抵消液体的进一步向外泄漏的动力。这种自适应的密封能力,伴随着液体向外冲击力的增大而增大。

[0023] (4) 适应性好,可控性强。通过控制旋转构件的运动速度,以及外围的气体压力,可

获得不同性能的密封隔离带,从而适用于不同工况需求。

附图说明

- [0024] 图 1 是本发明与投影透镜组相装配的简化示意图。
[0025] 图 2 是本发明的仰视图。
[0026] 图 3 是本发明图 2 的 P-P 剖面视图。
[0027] 图 4 是本发明的结构原理俯视图。
[0028] 图 5 是本发明第一实施例的流场密封结构原理图。
[0029] 图 6 是本发明边界流场的自适应补偿。
[0030] 图 7 是本发明第二实施例的流场密封结构原理图。
[0031] 图 8 是表征衬底静止状态下的密封原理图。
[0032] 图 9 是表征衬底由中心向外部运动状态下的密封原理图。
[0033] 图中 :1、投影透镜组,2、浸没自适应旋转密封装置,2A、内腔体,2B、旋转构件,2C、旋转激励结构,2D、永磁板,3、衬底,4A、曝光腔、4B、注液腔,4C、导流槽,4D、回收槽,4E、回收孔阵列,5A、电磁铁,5B、旋转主件,5C、永磁导气板,5D、滚动部件,6A、进气槽,6B、气体隔离带,7、线圈,8、缝隙流场,9、曝光区,10、后退接触角位置,11、前进接触角位置。

具体实施方式

- [0034] 下面结合附图和实施例,说明本发明的具体实施方式。
[0035] 图 1 示意性地表示了本发明实施方案的浸没自适应旋转密封装置与投影透镜组的装配,在投影透镜组 1 和衬底 3 之间设置的浸没自适应旋转密封装置 2,本装置可以在分步重复或者步进扫描式等光刻设备中应用。在曝光过程中,从光源发出的光(如:ArF 或 F2 准分子激光)通过对准的掩模版(图中未给出)、投影透镜组 1 和充满浸没液体的透镜-衬底间缝隙场,对衬底 3 表面的光刻胶进行曝光。
[0036] 图 2~图 4 示意性地表示了本发明实施方案的浸没自适应旋转密封装置,由内腔体 2A、旋转构件 2B、旋转激励结构 2C 和永磁板 2D 组成。其中:
[0037] 1) 内腔体 2A:内腔体 2A 垂直于衬底 3,由中心向外依次开有柱状曝光腔 4A、环形柱状的注液腔 4B 和回收槽 4D;回收槽 4D 下表面开有柱状回收孔阵列 4E,注液腔 4B 和回收孔阵列 4E 之间下表面开有中心对称的 12~72 组螺旋柱状导流槽 4C,导流槽 4C 深度为 0.1~1.5mm;
[0038] 2) 旋转构件 2B:从上到下依次设有中心对称的:2~6 组电磁铁 5A,环状且具有隔磁性能的旋转主件 5B 和带有磁性的永磁导气板 5C;旋转主件 5B 底部开有中心对称的 24~120 组螺旋状的进气槽 6A,在垂直衬底 3 的截面一侧上,永磁导气板 5C 的截面为三角形,外部高于内部 0.1~5mm;电磁铁 5A 内斜嵌于旋转主件 5B 的上表面,永磁导气板 5C 紧固在旋转主件 5B 的下表面;
[0039] 3) 旋转激励结构 2C:为环状结构,中心对称的分布 3~8 组的线圈 7,线圈 7 设置在电磁铁 5A 外围;
[0040] 4) 永磁板 2D:中空环形柱状结构,放置于永磁导气板 5C 及衬底 3 的正下方;
[0041] 旋转构件 2B 通过滚动部件 5D 与内腔体 2A 的外壁面接触,滚动部件 5D 可以是滚

针、滚珠或是其它滚动摩擦元件,旋转激励结构 2C 通过紧固件连接在内腔体 2A 的上表面。

[0042] 注液腔 4B 为 1~4 组均布的、弧度为 25~80° 的环形柱状腔体。进气槽 6A 在垂直衬底 3 的截面上,距离衬底 3 的高度,外部高于内部 0.1~30mm。

[0043] 流场初始化中,从外界管路接入的液体经由注液腔 4B 填充曝光区 9,而后在导流槽 4C 的作用下形成具有一定旋转运动的流场,并最终从回收孔阵列 4E 实现回收。在永磁板 2D 对永磁导气板 5C 向上作用力,以及通电的线圈 7 对电磁铁 5A 形成指向右下角方向力的共同作用下,旋转构件 2B 悬浮于衬底 3 之上,并通过滚动部件 5D 贴附在内腔体 2A 的外壁面上。通过控制不同位置线圈 7 的通电时序与频率,即可激励电磁铁 5A 带动旋转构件 2B 实现类似步进电机转子的旋转运动。具体实施中,可在内腔体 2A 外围边缘加设环状凸台,凸台上开有和进气槽 6A 相连接的通孔。初始化前,旋转构件 2B 放置上面,可避免磁力悬浮导致的不稳定性。伴随着永磁板 2D 磁性的增强,旋转构件 2B 慢慢脱离凸台,随后在旋转构件 2B 旋转运动作用,气体将被吸入进气槽,并在旋转构件 2B 和凸台间由此形成气膜,进一步避免了与凸台的直接摩擦。

[0044] 图 5~图 6 示意性的表征了本发明第一实施例的流场密封原理。进气槽 6A 的螺旋方向与导流槽 4C 的方向相同。伴随着旋转构件 2B 的逆时针转动,气体从周向吸入进气槽 6A,并从外径流向中心,由于气体在进气槽 6A 根处受到阻碍压缩,从而导致压力升高,最终形成呈现顺时针运动的气体隔离带 6B。同时,从注液腔 4B 进入的液体,在流向回收孔阵列 4E 的过程中,由于导流槽 4C 的导向作用,也呈现一定的顺时针运动。内外旋转牵引的共同作用,使得在回收孔阵列 4E 外围形成了具有旋转运动的边界流场补偿带。如图 6 所示,在衬底 3 高速运动状态下,由于分子粘附力的作用,靠近衬底 3 的液体将随衬底 3 发生牵拉运动,并由此导致流场边界形态迅速发生变化。这种变化主要表现为动态接触角的变化,即在后退接触角位置 10 处,边界液体容易被牵拉到流场外围导致液体泄漏,而在前进接触角位置 11 处,容易由于供液不足发生气泡卷吸,从而增加了产生缺陷的可能性。边界流场的旋转运动,将在回收孔阵列 4E 外围形成回流,从而将后退接触角位置 10 处多余的液体,快速的导引到前进接触角位置 11,避免了液体的泄漏以及边界气泡的卷吸。

[0045] 图 7 示意性的表征了本发明第二实施例的流场密封原理。进气槽 6A 的螺旋方向与导流槽 4C 的方向相反。从注液腔 4B 注入的液体,在流向回收孔阵列 4E 的过程中,由于导流槽 4C 的导向作用,呈现一定的逆时针运动。而此时,气体隔离带 6B 牵拉边界液体形成顺时针运动,内外旋转力的共同作用,不仅消耗了液体向外泄漏的动力,同时也使得在回收孔阵列 4E 外围形成了相对稳定的边界流场,有利于液体的稳定回收。

[0046] 图 8~图 9 示意性的表征了密封的原理图。当衬底 3 静止状态下,进气槽 6A 吸入气体的一部分在流场边界形成密封气幕,另一部分从衬底 3 上方的缝隙排走,8 为缝隙流场。当衬底 3 牵拉速度较大时,液体将进入进气槽 6A。此时,进气槽 6A 吸入的气体全部作用于液体上,进一步增大了抑制液体外溢的作用力;同时,旋转构件 2B 的回转运动将迫使进入的液体发生回流,形成对边界流场的向内冲击,从而抵消液体泄漏的动力。上述因素的综合,使得当液体向外牵拉运动作用力增大的同时,抑制液体泄漏的力也随之增大,由此在不同位置的边界特性,获得了自适应的密封能力。

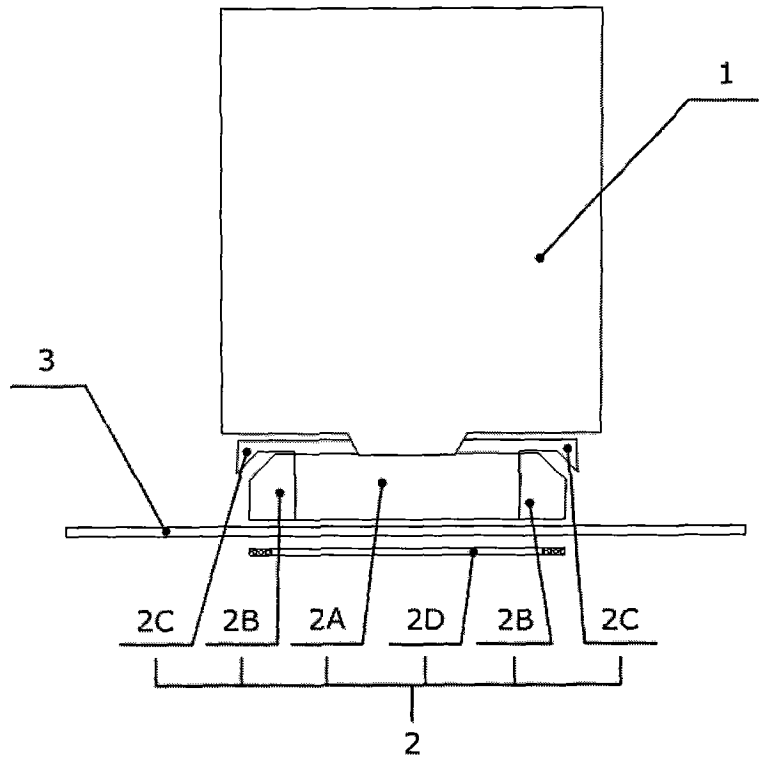


图 1

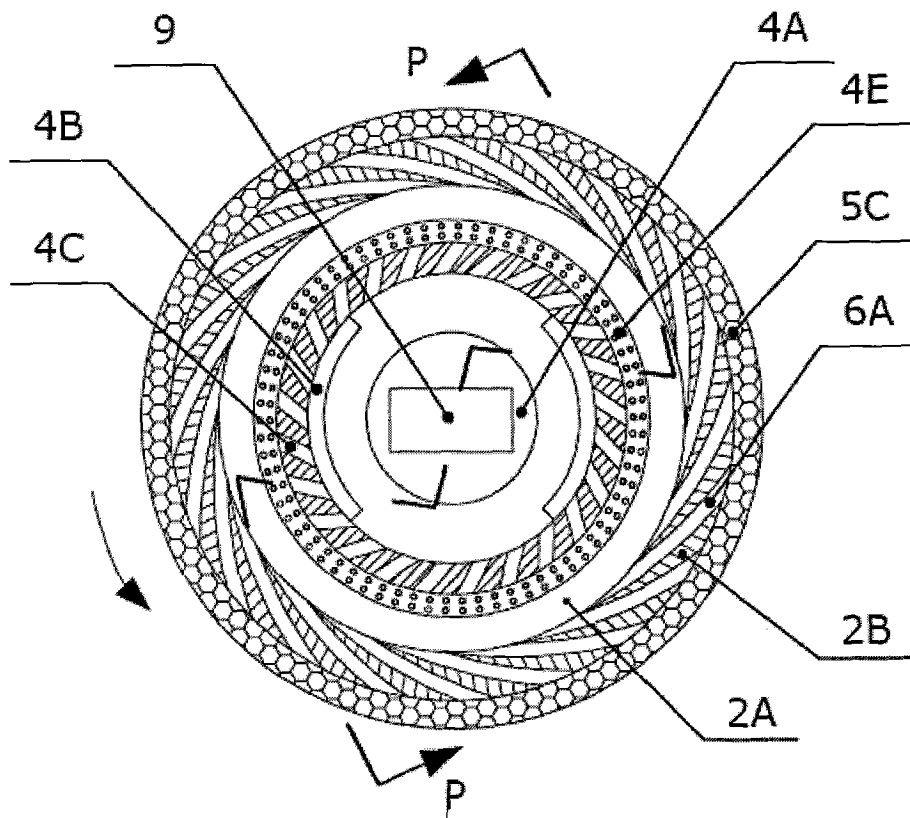


图 2

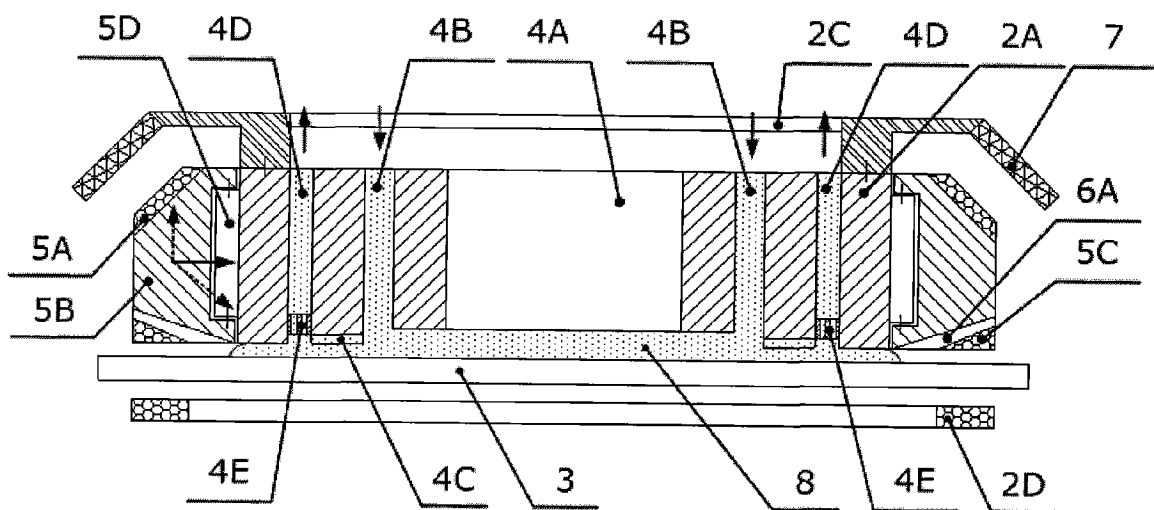


图 3

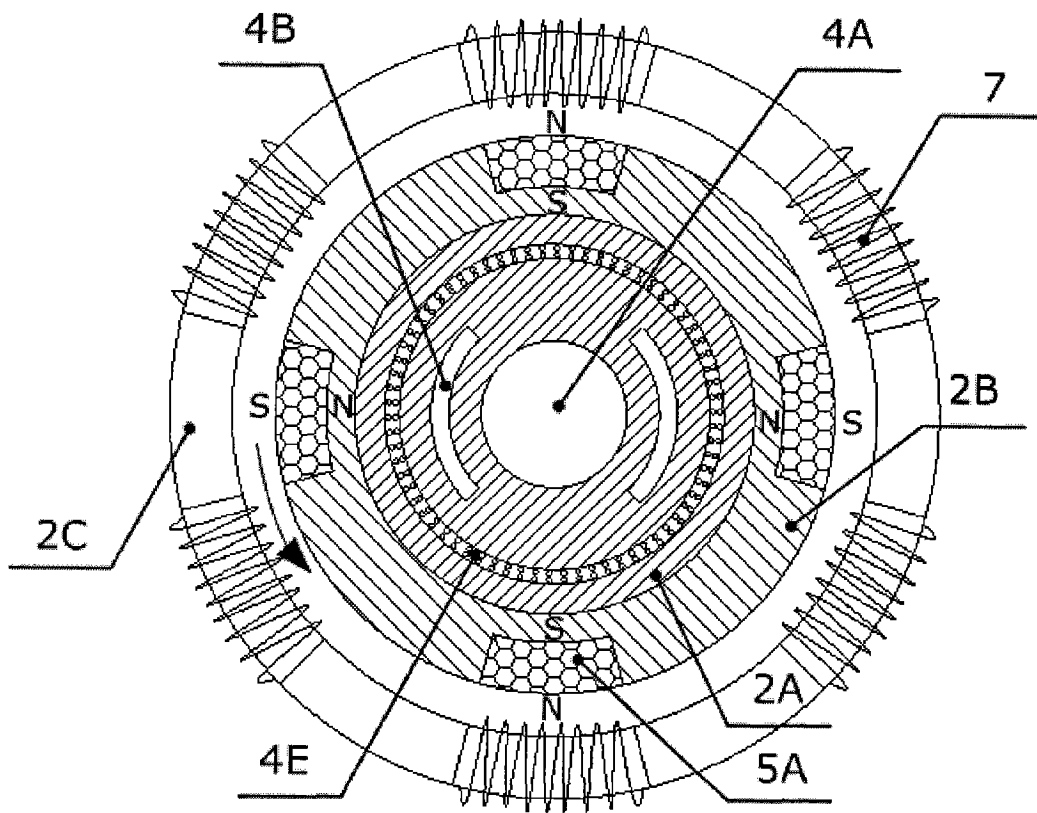


图 4

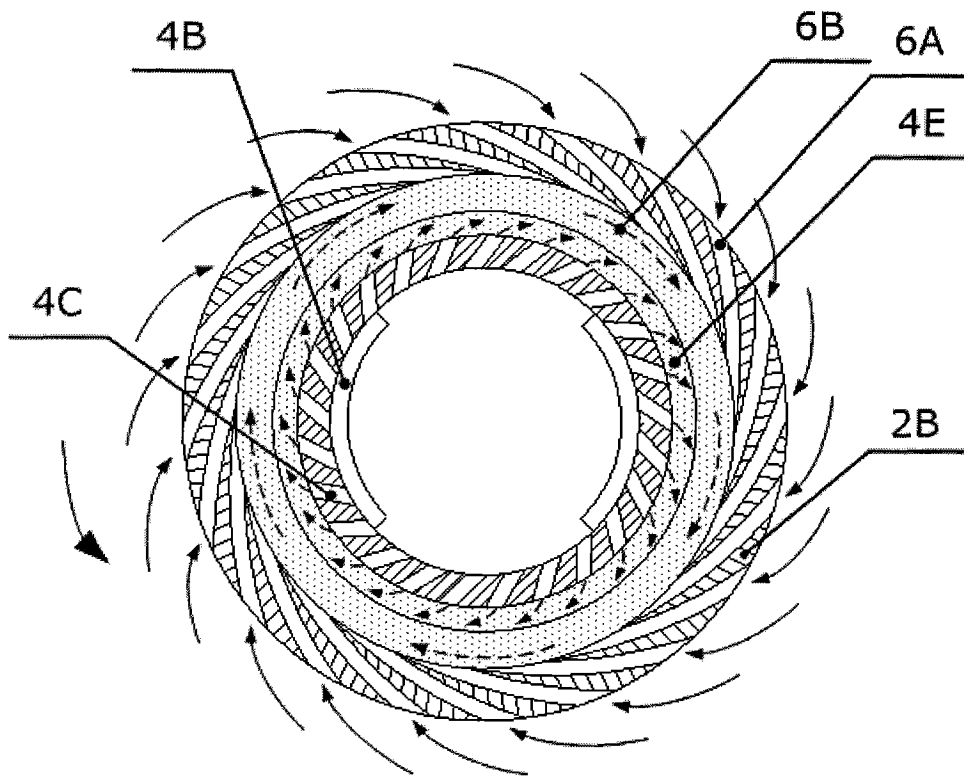


图 5

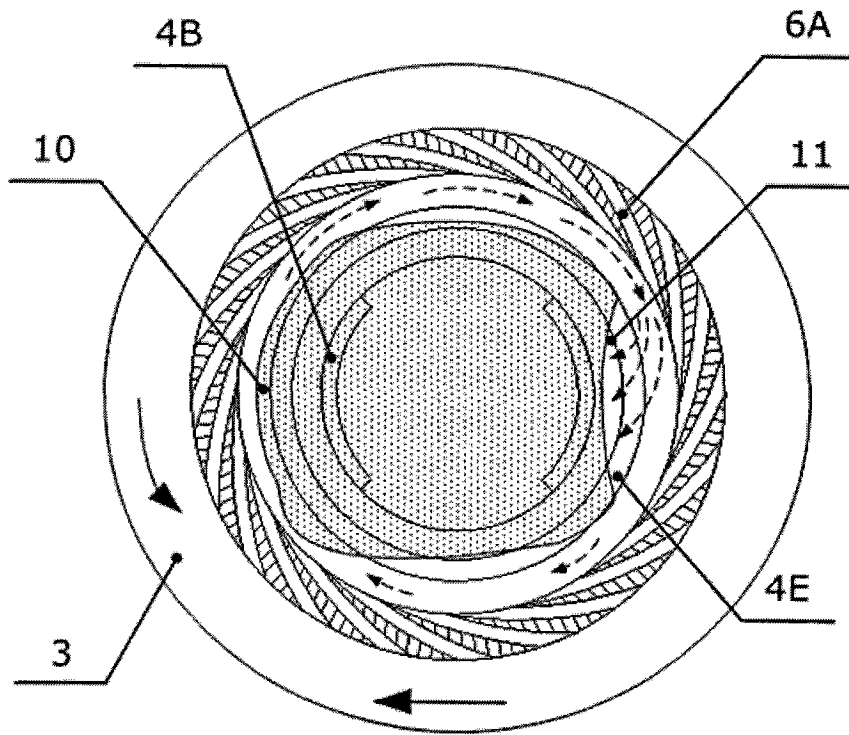


图 6

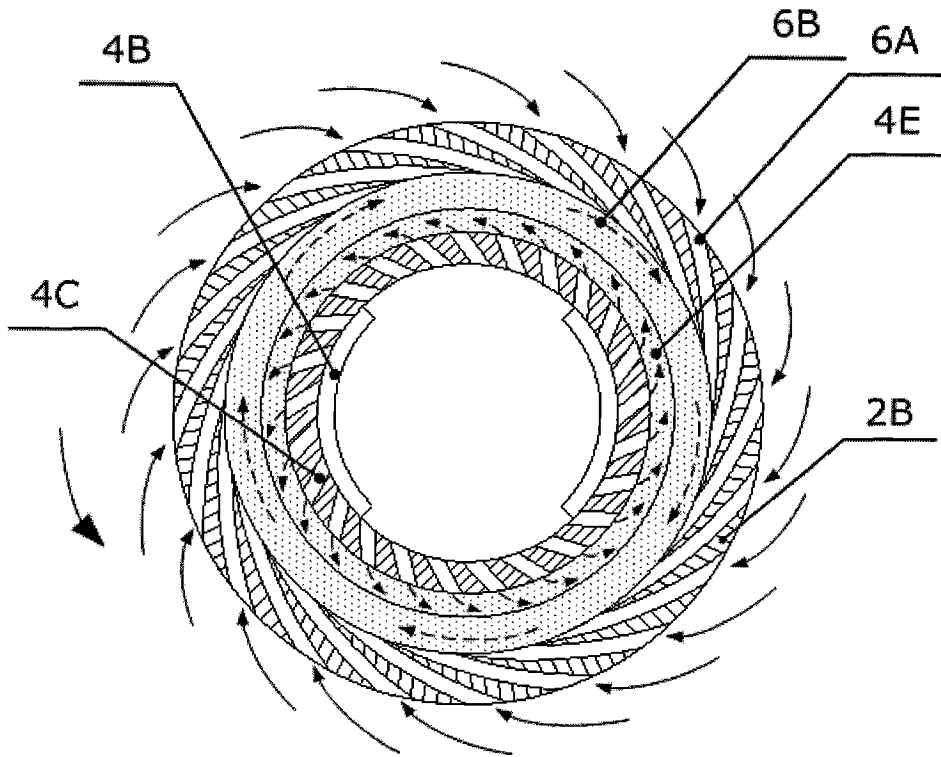


图 7

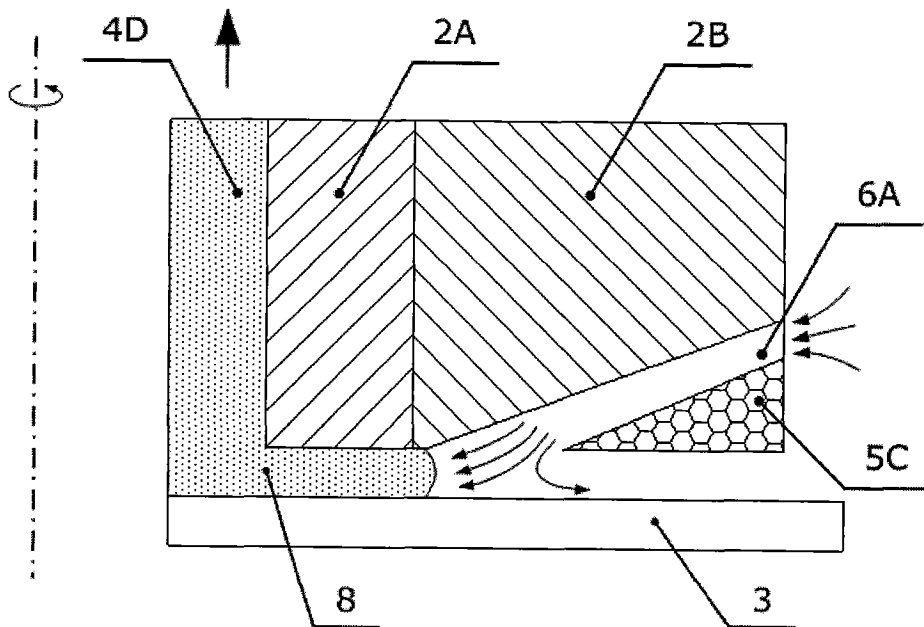


图 8

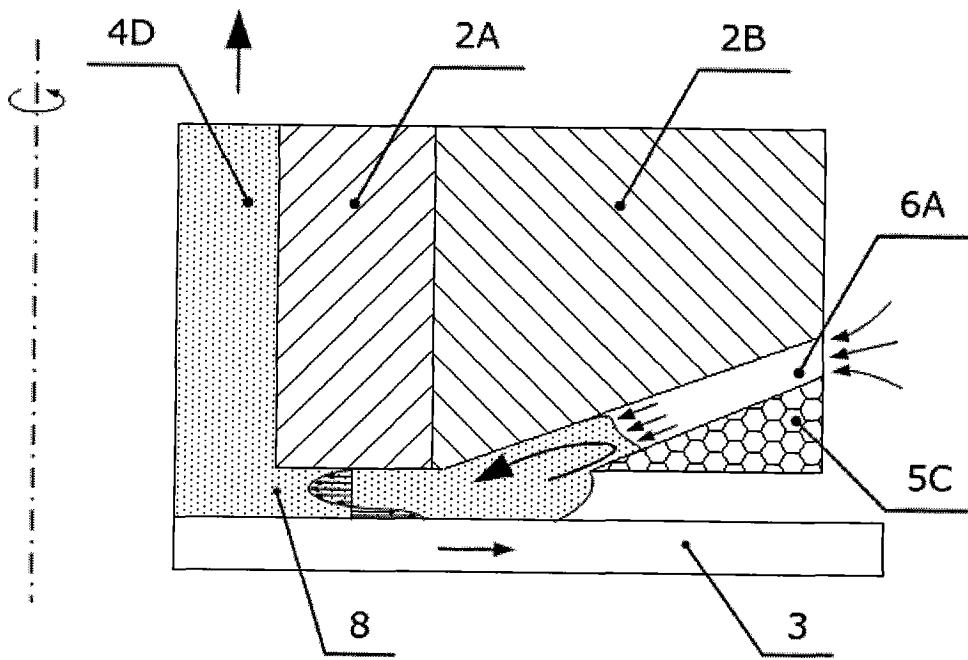


图 9