



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105116688 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201510552449. 3

(22) 申请日 2015. 09. 01

(71) 申请人 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 刘同焰 徐宁 陈文昱

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200

代理人 林超

(51) Int. Cl.

G03F 7/20(2006. 01)

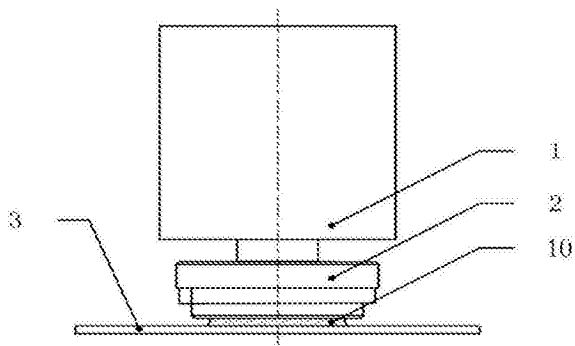
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

一种用于浸没式光刻机的浸没液体控制装置

(57) 摘要

本发明公开了一种用于浸没式光刻机的浸没液体控制装置。包括浸没单元基体和回收网孔板，基体中间为圆形薄衬板，周围为环形方体结构，圆形薄衬板中心开有矩形通孔，环形方体部设有对称的水平注液腔和水平注液口，环形方体部设有对称的水平回液腔和水平回液口，水平注液口和水平回液口水平两侧的浸没单元基体侧壁均分别开有注气口和垂直回收口，浸没单元基体环形方体部的下表面向外依次开有均浸没液体缓冲槽、垂直回收槽和注气槽。本发明能够有效地提高浸没液体的利用率和增强核心流场区域的稳定性，能够有效地提高硅片的扫描速度，提高浸没单元的垂直回收效率以及减小流场振动，实现了对浸没液体的稳定更新与动态密封的控制功能。



1. 一种用于浸没式光刻机的浸没液体控制装置,在浸没式光刻机中的投影物镜组(1)和硅片(3)之间设置有浸没液体控制装置(2);其特征在于:所述浸没液体控制装置(2)包括浸没单元基体(2A)和回收网孔板(2B),其中:

1) 浸没单元基体(2A):

浸没单元基体(2A)中间为圆形薄衬板(9),周围为环形方体结构,圆形薄衬板(9)中心开有矩形通孔,矩形通孔长边两外侧的浸没单元基体(2A)环形方体部设有对称的水平注液腔(4B),水平注液腔(4B)外端的浸没单元基体(2A)侧壁开有相通的水平注液口(4A),水平注液腔(4B)内端经流道与浸没单元基体(2A)中心的核心流场区域相通,由水平注液口(4A)注液并流经水平注液腔(4B)注入核心流场区域;

矩形通孔短边两外侧的浸没单元基体(2A)环形方体部设有对称的水平回液腔(5B),水平回液腔(5B)外端的浸没单元基体(2A)侧壁开有相通的水平回液口(5A),水平回液腔(5B)内端经流道与浸没单元基体(2A)中心的核心流场区域相通,核心流场区域中的一部分液体通过水平回收负压的作用经过水平回液腔(5B)从水平回液口(5A)流出;

每个水平注液口(4A)和水平回液口(5A)水平两侧的浸没单元基体(2A)侧壁均分别开有注气口(6A)和垂直回收口(7A),浸没单元基体(2A)环形方体部的下表面向外依次开有均呈圆形的浸没液体缓冲槽(8A)以及呈方环形的垂直回收槽(7E)和注气槽,回收网孔板(2B)覆盖在垂直回收槽(7E)底面,由注气口(6A)注气经浸没单元基体(2A)内部流道流入注气槽后流出,回收液体由核心流场区域流入到垂直回收槽(7E)经浸没单元基体(2A)内部流道从垂直回收口(7A)流出,浸没液体缓冲槽(8A)用于回收液体在核心流场区域流入到垂直回收槽(7E)过程中进行缓冲。

2. 根据权利要求1所述的一种用于浸没式光刻机的浸没液体控制装置,其特征在于:所述的注气槽包括依次阶梯缩小连接相通的矩形内注气槽(6C)、气密封孔槽(6D)以及矩形外注气槽(6E),矩形内注气槽(6C)依次经气密封孔槽(6D)、矩形外注气槽(6E)后与外部相通,注气口(6A)经浸没单元基体(2A)内各自的注气腔(6B)后与矩形内注气槽(6C)相通。

3. 根据权利要求1所述的一种用于浸没式光刻机的浸没液体控制装置,其特征在于:所述的垂直回收槽(7E)的四边各开有一腰形的一级缓冲回收槽(7D),一级缓冲回收槽(7D)一侧开有腰形的二级缓冲回收槽(7C),垂直回收槽(7E)、一级缓冲回收槽(7D)和二级缓冲回收槽(7C)依次形成三级阶梯结构,垂直回收口(7A)经浸没单元基体(2A)内各自的垂直回收腔(7B)后与二级缓冲回收槽(7C)相通,回收液体由垂直回收槽(7E)经一级缓冲回收槽(7D)进入二级缓冲回收槽(7C)后流入垂直回收腔(7B)最终从垂直回收口(7A)流出。

4. 根据权利要求1所述的一种用于浸没式光刻机的浸没液体控制装置,其特征在于:所述的浸没单元基体(2A)方环形体部靠近内边沿开有四个沿圆周间隔均布的弧形槽(8B),浸没液体缓冲槽(8A)通过四个弧形槽(8B)与浸没单元基体(2A)上表面相通。

5. 根据权利要求1所述的一种用于浸没式光刻机的浸没液体控制装置,其特征在于:所述的回收网孔板(2B)上开有由微孔结构组成的负压回收孔槽(7F),回收网孔板(2B)与垂直回收槽(7E)相通,作为对缝隙流场中液体的垂直回收通道。

一种用于浸没式光刻机的浸没液体控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种流场动态密封装置,特别是涉及一种用于浸没式光刻机的浸没液体控制装置。

背景技术

[0002] 光刻机是制造超大规模集成电路的核心装备之一,现代光刻机以光学光刻为主,它利用光学系统把掩模版上的图形精确地投影并曝光在涂过光刻胶的硅片上。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模版、一个对准系统和一个涂有光敏光刻胶的硅片。

[0003] 浸没式光刻(Immersion Lithography)设备通过在最后一块投影物镜与硅片之间填充某种高折射率的液体,相对于中间介质为气体的干式光刻机,提高了投影物镜的数值孔径(NA),从而提高了光刻设备的分辨率和焦深。在已提出的下一代光刻机中,浸没式光刻对现有设备改动最小,对现在的干式光刻机具有良好的继承性。目前常采用的方案是局部浸没法,即将液体限制在硅片上方和最后一块投影物镜的下表面之间的局部区域内,并保持稳定连续的液体流动。在步进-扫描式光刻设备中,硅片在曝光过程中进行高速的扫描运动,这种运动会将曝光区域内的液体带离流场,从而引起泄漏,泄漏的液体会在光刻胶上形成水迹,影响曝光质量。因此,浸没式光刻技术中需要重点解决工作过程中液体的泄漏和稳定更新问题。

发明内容

[0004] 为了解决局部浸没式光刻技术中的缝隙流场密封问题,本发明的目的在于提供一种用于浸没式光刻机的浸没液体控制装置,在流场边缘使用气密封结构防止缝隙流场中的液体泄漏,同时采用垂直负压回收的方式对浸没液体进行约束。

[0005] 本发明采用的技术方案如下:

[0006] 在浸没式光刻机中的投影物镜组和硅片之间设置有本发明的浸没液体控制装置;所述浸没液体控制装置包括浸没单元基体和回收网孔板,其中:

[0007] 1) 浸没单元基体:

[0008] 浸没单元基体中间为圆形薄衬板,周围为环形方体结构,圆形薄衬板中心开有矩形通孔,矩形通孔长边两外侧的浸没单元基体环形方体部设有对称的水平注液腔,水平注液腔外端的浸没单元基体侧壁开有相通的水平注液口,水平注液腔内端经流道与浸没单元基体中心的核心流场区域相通,由水平注液口注液并流经水平注液腔注入核心流场区域;矩形通孔短边两外侧的浸没单元基体环形方体部设有对称的水平回液腔,水平回液腔外端的浸没单元基体侧壁开有相通的水平回液口,水平回液腔内端经流道与浸没单元基体中心的核心流场区域相通,核心流场区域中的一部分液体通过水平回收负压的作用经过水平回液腔从水平回液口流出;每个水平注液口和水平回液口水平两侧的浸没单元基体侧壁均分别开有注气口和垂直回收口,浸没单元基体环形方体部的下表面向外依次开有均呈圆形

的浸没液体缓冲槽以及呈方环形的垂直回收槽和注气槽,回收网孔板覆盖在垂直回收槽底面,由注气口注气经浸没单元基体内部流道流入注气槽后流出,回收液体由核心流场区域流入到垂直回收槽经浸没单元基体内部流道从垂直回收口流出,浸没液体缓冲槽用于回收液体在核心流场区域流入到垂直回收槽过程中进行缓冲。

[0009] 所述的注气槽包括依次阶梯缩小连接相通的矩形内注气槽、气密封孔槽以及矩形外注气槽,矩形内注气槽依次经气密封孔槽、矩形外注气槽后与外部相通,注气口经浸没单元基体内各自的注气腔后与矩形内注气槽相通。

[0010] 所述的垂直回收槽的四边各开有一腰形的一级缓冲回收槽,一级缓冲回收槽一侧开有腰形的二级缓冲回收槽,垂直回收槽、一级缓冲回收槽和二级缓冲回收槽依次形成三级阶梯结构,垂直回收口经浸没单元基体内各自的垂直回收腔后与二级缓冲回收槽相通,回收液体由垂直回收槽经一级缓冲回收槽进入二级缓冲回收槽后流入垂直回收腔最终从垂直回收口流出。

[0011] 所述的浸没单元基体方环形体部靠近内边沿开有四个沿圆周间隔均布的弧形槽,浸没液体缓冲槽通过四个弧形槽与浸没单元基体上表面相通。

[0012] 所述的回收网孔板上开有由微孔结构组成的负压回收孔槽,回收网孔板与垂直回收槽相通,作为对缝隙流场中液体的垂直回收通道。

[0013] 本发明回收网孔板上的负压回收小孔采用的是多排密集孔矩形排布的方式,对于提高浸没单元的垂直回收效率以及减小流场振动有很大作用。

[0014] 本发明位于浸没单元基体上的圆形薄衬板具有对浸没液体进行导向及分流的作用,有效地提高了浸没液体的利用率和增强核心流场区域的稳定性。其上的矩形通孔稍大于核心曝光流场的区域面积,由于大小及形状与核心曝光流场相仿,通过观察矩形通孔区域的流场可以得出相应的核心流场流动情况。

[0015] 本发明的内注气槽、气密封孔槽、外注气槽、垂直回收槽和负压回收孔槽的五个槽都是按照矩形排列的方式分布在浸没单元基体上,这种排布方式能够有效地提高硅片的扫描速度。

[0016] 本发明具有的有益效果是:

[0017] 1. 通过在浸没单元中心区域设置有圆形薄衬板,能够为水平注液及回液口起到导向的作用,浸没液体一部分经水平回液口流出,另外通过矩形通孔流向缝隙流场中,完成分流的工作,有效的提高了浸没液体的利用率同时增强了核心流场区域的稳定性。

[0018] 2. 该浸没单元采用的是矩形通孔,其大小与实际的核心曝光流场区域大小相仿,在实际的实验过程中能够很好的模拟出曝光流场的流动状态。

[0019] 3. 与圆周排列的方式不同,该浸没单元的槽和孔多采用的是矩形排布的方式,对于浸没液体的限制约束作用明显,有效地提高了硅片的扫描速度。

[0020] 4. 本装置的回收网孔板采用的是多排密集小孔,且以矩形排列的方式密布在回收网孔板上,相比较单排或少排小孔来说,根据实验情况看,密封性能得到了一定的提高,垂直回收的效果较好且在一定程度上可以减小振动。与按圆周排列的方式不同,矩形排列能够将流场有效的限制在特定的矩形区域内,对于缝隙流场中液体的约束作用明显。

[0021] 5. 在持续注液的过程中会出现缝隙流场中的液体来不及通过垂直回收口排出的情形,将导致液体从浸没单元上方溢出,而在该装置中加入了用于缓冲的槽口,可以对缝隙

流场中的液体进行有效的缓冲,适当缓解浸没液溢出的风险。

附图说明

[0022] 图 1 是本发明与投影透镜组相装配的简化示意图。

[0023] 图 2 是本发明的装配体剖面视图。

[0024] 图 3 是浸没单元基体俯视方向剖视图。

[0025] 图 4 是浸没单元基体垂直回收结构剖面视图。

[0026] 图 5 是浸没单元基体垂直回收槽及一二级缓冲回收槽其中一侧边的剖视图。

[0027] 图 6 是浸没单元基体注气结构剖面视图。

[0028] 图 7 是浸没单元基体仰视图。

[0029] 图 8 是回收网孔板示意图。

[0030] 图 9 是浸没单元注液回收方向示意图。

[0031] 图 10 是浸没单元原理示意图。

[0032] 图中:1、投影透镜组,2、浸没液体控制装置,2A、浸没单元基体,2B、回收网孔板,3、硅片,4A、水平注液口,4B、水平注液腔,5A、水平回液口,5B、水平回液腔,6A、注气口,6B、注气腔,6C、内注气槽,6D、气密封孔槽,6E、外注气槽,7A、垂直回收口,7B、垂直回收腔,7C、二级缓冲回收槽,7D、一级缓冲回收槽,7E、垂直回收槽,7F、负压回收孔槽,8A、浸没液体缓冲槽,8B、弧形槽,9 圆形薄衬板、10、浸没液体。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图和实例详细说明本发明的具体实施过程。

[0034] 如图 1 所示,浸没液体控制装置 2 安装在投影物镜组 1 和硅片 3 之间,浸没液体控制装置 2 在圆形薄衬板 9 上开有中心矩形通孔,浸没液体控制装置 2 的主要功能是将浸没液体 10 限制在投影物镜组 1 的正下方,从投影物镜组 1 发出的光线穿过浸没液体控制装置 2 的中心通孔后进入缝隙流场,即要经过浸没液体 10 照射在硅片 3 上,完成曝光过程,浸没液体的折射率要比空气高,从而能够提高光刻系统的数值孔径和分辨率。

[0035] 如图 2 所示,浸没液体控制装置 2 由浸没单元基体 2A、回收网孔板 2B 组成,两个零件的表面紧贴在一起,环形面的贴合处具有密封功能。其中:

[0036] 浸没单元基体 2A:

[0037] 如附图 7 所示,为浸没单元基体 2A 仰视图以及附图 3 所示的浸没单元基体俯视方向剖视图,浸没单元基体 2A 中间为圆形薄衬板 9,周围为环形方体结构,圆形薄衬板 9 中心开有矩形通孔,矩形通孔长边两外侧的浸没单元基体 2A 环形方体部设有对称的水平注液腔 4B,水平注液腔 4B 外端的浸没单元基体 2A 侧壁开有相通的水平注液口 4A,与液体供给系统连接,水平注液腔 4B 内端经流道与浸没单元基体 2A 中心的核心流场区域相通,由水平注液口 4A 注液并流经水平注液腔 4B 注入核心流场区域。

[0038] 矩形通孔短边两外侧的浸没单元基体 2A 环形方体部设有对称的水平回液腔 5B,水平回液腔 5B 外端的浸没单元基体 2A 侧壁开有相通的水平回液口 5A,水平回液腔 5B 内端经流道与浸没单元基体 2A 中心的核心流场区域相通,核心流场区域中的一部分液体通过水平回收负压的作用经过水平回液腔 5B 从水平回液口 5A 流出,其余的通过矩形通孔流进

缝隙流场中。

[0039] 如附图 4 所示为浸没单元基体垂直回收结构剖面视图,从附图 3 看,每个水平注液口 4A 和水平回液口 5A 水平两侧的浸没单元基体 2A 侧壁均分别开有注气口 6A 和垂直回收口 7A,其对外与负压系统连接,浸没单元基体 2A 环形方体部的下表面向外依次开有均呈圆形的浸没液体缓冲槽 8A 以及呈方环形的垂直回收槽 7E 和注气槽,回收网孔板 2B 覆盖在垂直回收槽 7E 底面,由注气口 6A 注气经浸没单元基体 2A 内部流道流入注气槽后流出,回收液体由核心流场区域流入到垂直回收槽 7E 经浸没单元基体 2A 内部流道从垂直回收口 7A 流出。缝隙流场中的液体流经负压回收孔槽 7F 时,通过垂直回收负压的作用,使液体吸入垂直回收槽 7E 中,浸没液体缓冲槽 8A 用于回收液体在核心流场区域流入到垂直回收槽 7E 过程中进行缓冲。

[0040] 如附图 6 所示为浸没单元基体注气结构剖面视图,注气槽包括依次阶梯缩小连接相通的矩形内注气槽 6C、气密封孔槽 6D 以及矩形外注气槽 6E,矩形内注气槽 6C 依次经气密封孔槽 6D、矩形外注气槽 6E 后与外部相通,注气口 6A 经浸没单元基体 2A 内各自的注气腔 6B 后与矩形内注气槽 6C 相通。由气体供给系统向注气口 6A 注入气体,依次流经注气腔 6B、内注气槽 6C、气密封孔槽 6D、外注气槽 6E 最终到达硅片表面,在浸没单元基体与硅片之间形成一道环形气幕墙,达到将浸没液体限制在缝隙流场中的作用,避免发生泄漏。

[0041] 如附图 7 及附图 5 所示,垂直回收槽 7E 的四边各开有一腰形的一级缓冲回收槽 7D,一级缓冲回收槽 7D 一侧开有腰形的二级缓冲回收槽 7C,垂直回收槽 7E、一级缓冲回收槽 7D 和二级缓冲回收槽 7C 依次形成三级阶梯结构,垂直回收口 7A 经浸没单元基体 2A 内各自的垂直回收腔 7B 后与二级缓冲回收槽 7C 相通,回收液体由垂直回收槽 7E 经一级缓冲回收槽 7D 进入二级缓冲回收槽 7C 后流入垂直回收腔 7B 最终从垂直回收口 7A 流出。

[0042] 回收网孔板 2B :

[0043] 如附图 8 所示为回收网孔板示意图,回收网孔板 2B 上开有由微孔结构组成的负压回收孔槽 7F,回收网孔板 2B 是与浸没单元基体 2A 下表面紧密贴合的,回收网孔板 2B 与垂直回收槽 7E 相通,作为对缝隙流场中液体的垂直回收通道。附图 8 上开有六圈负压回收孔槽 7F,负压回收孔均为微孔,其大小和间距均相等且呈矩形排列。回收网孔板 2B 的下表面与缝隙流场中的浸没液体直接接触,上表面与浸没单元基体 2A 进行贴合且与垂直回收槽 7E 是相通的,采用这种多排密集孔的布置方式可以使浸没流场中的液体得到更为充分的回收且有利于减小振动。

[0044] 浸没单元基体 2A 方环形体部靠近内边沿开有四个沿圆周间隔均布的弧形槽 8B,弧形槽 8B 以关于浸没单元基体 2A 圆心中心对称,浸没液体缓冲槽 8A 通过四个弧形槽 8B 与浸没单元基体 2A 上表面相通。

[0045] 当浸没液体流经负压回收区时通过垂直回收作用完成一级密封,再通过气密封作用完成二级密封;而水平回液口 5A 与浸没液体缓冲槽 8A 共同作用可以有效的防止液体向上溢出。通过这些设置的共同作用最终保证了浸没流场的稳定流动以及动态密封效果。

[0046] 本发明的具体工作过程及其原理如下:

[0047] 附图 1 给出浸没液体控制装置 2 在光刻系统中的位置。曝光过程中,光线通过掩模板、投影物镜组 1 和由浸没液体 10 填充形成的缝隙流场,照射在硅片 3 的光刻胶上,对硅片 3 进行曝光,将掩模版上的图形准确的转移到硅片的光刻胶上。浸没单元基体 2A 连接在

位姿调整机构上,用于调整浸没液体控制装置 2 的空间位置和姿态。

[0048] 在光刻系统开始工作之前,硅片静止,此时需要对浸没液体控制装置的流场进行初始化。浸液控制装置 2 初始化完成后,浸没液体 10 完全填充流场。浸没液体控制装置 2 在动态工作状况下,如附图 9 浸没单元注液回收方向示意图所示,硅片扫描运动的方向与水平注液方向平行、与水平回液方向垂直。如附图 10 浸没单元原理示意图所示,通过浸没单元基体 2A 的两个水平注液口 4A 向浸没单元内流场注入液体,浸没液体 10 沿着浸没单元基体 2A 上的中心矩形通孔和投影物镜组 1 圆锥面组成的狭缝向下流入缝隙流场,浸没液体 10 会填充在最后一块投影物镜和硅片 3 组成的间隙中,形成缝隙流场。当浸没液体 10 完全填充整个浸没液体控制装置 2 的过程中,打开水平回液口 5A 以及垂直回收口 7A 进行回收。在此过程中,气密封结构一直处在工作状态,防止液体泄漏。

[0049] 随着液体的继续填充,缝隙流场中的液体会在水平方向上向四周扩散,向外会依次经过浸没液体缓冲槽 8A 对其进行一定的缓冲,再流经负压回收槽 7F,通过负压作用对其进行垂直回收,最后形成缝隙流场的流场边界。

[0050] 通过向四个注气口 6A 注气经四个注气腔 6B、内注气槽 6C、气密封孔槽 6D 以及外注气槽 6E 到达缝隙流场,在浸没单元基体下表面与硅片之间形成气幕,分布在缝隙流场的四周,对缝隙流场中的浸没流体进行约束。

[0051] 硅片在运动过程中,由于硅片对液体的牵拉作用,便会牵拉一部分液体向硅片方向运动,从而造成在硅片运动方向上的液体增加,而在与硅片运动方向相反的一侧的液体则会减少,液体增加一侧的液体如果不及时回收便可能造成泄漏,在本装置中采用的是多排密集孔的负压回收方式,回收区域面积足够大,能够有效确保浸没流体尽可能被吸收,若液体增加量较大时可采取加大垂直回收负压大小的方式促进浸没液体的回收作用。

[0052] 由此可见,本发明能够有效提高稳定性,有效提高扫描速度,提高浸没单元垂直回收效率并减小振动,具有突出显著的技术效果。

[0053] 上述具体实施方式用来解释说明本发明,而不是对本发明进行限制,在本发明的精神和权利要求的保护范围内,对本发明作出的任何修改和改变,都落入本发明的保护范围。

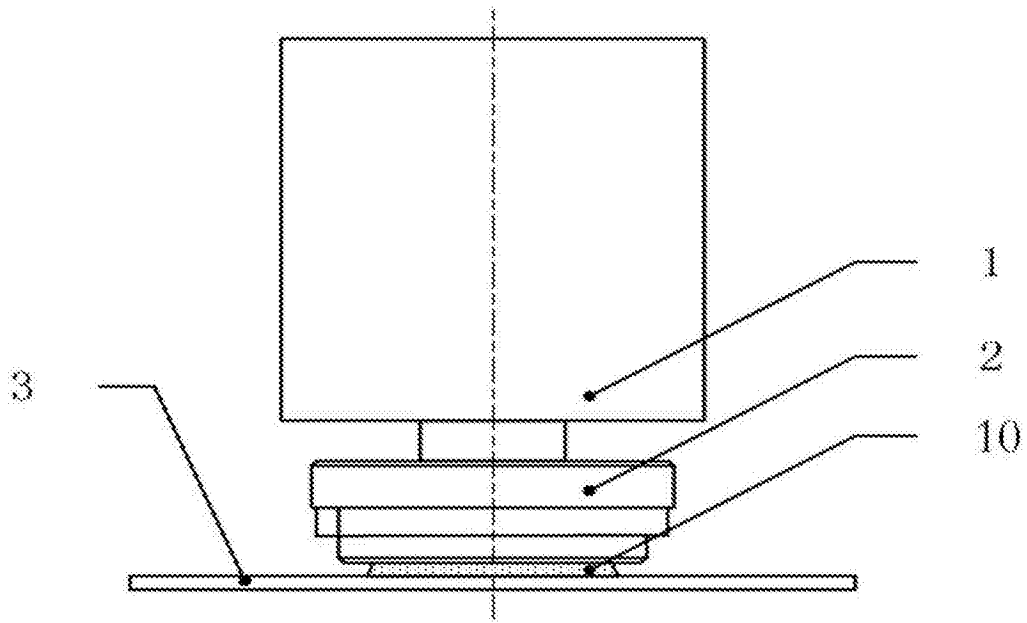


图 1

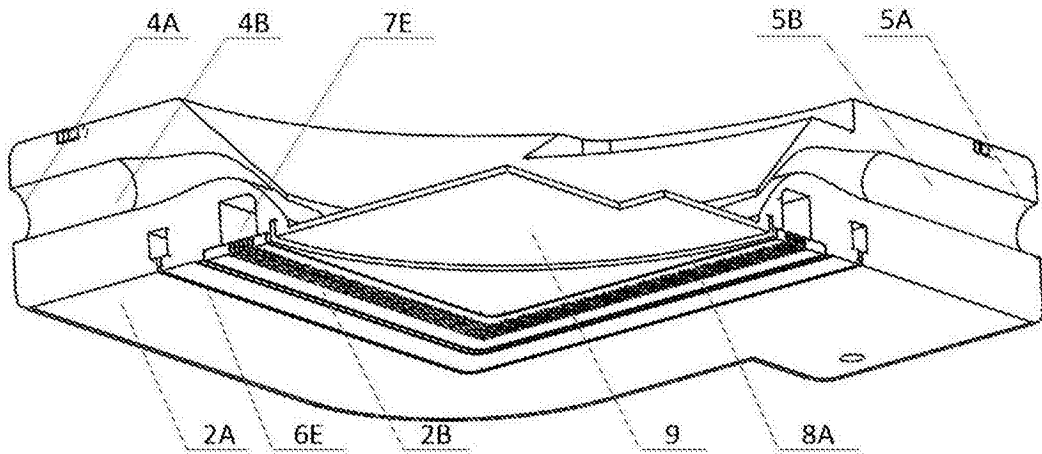


图 2

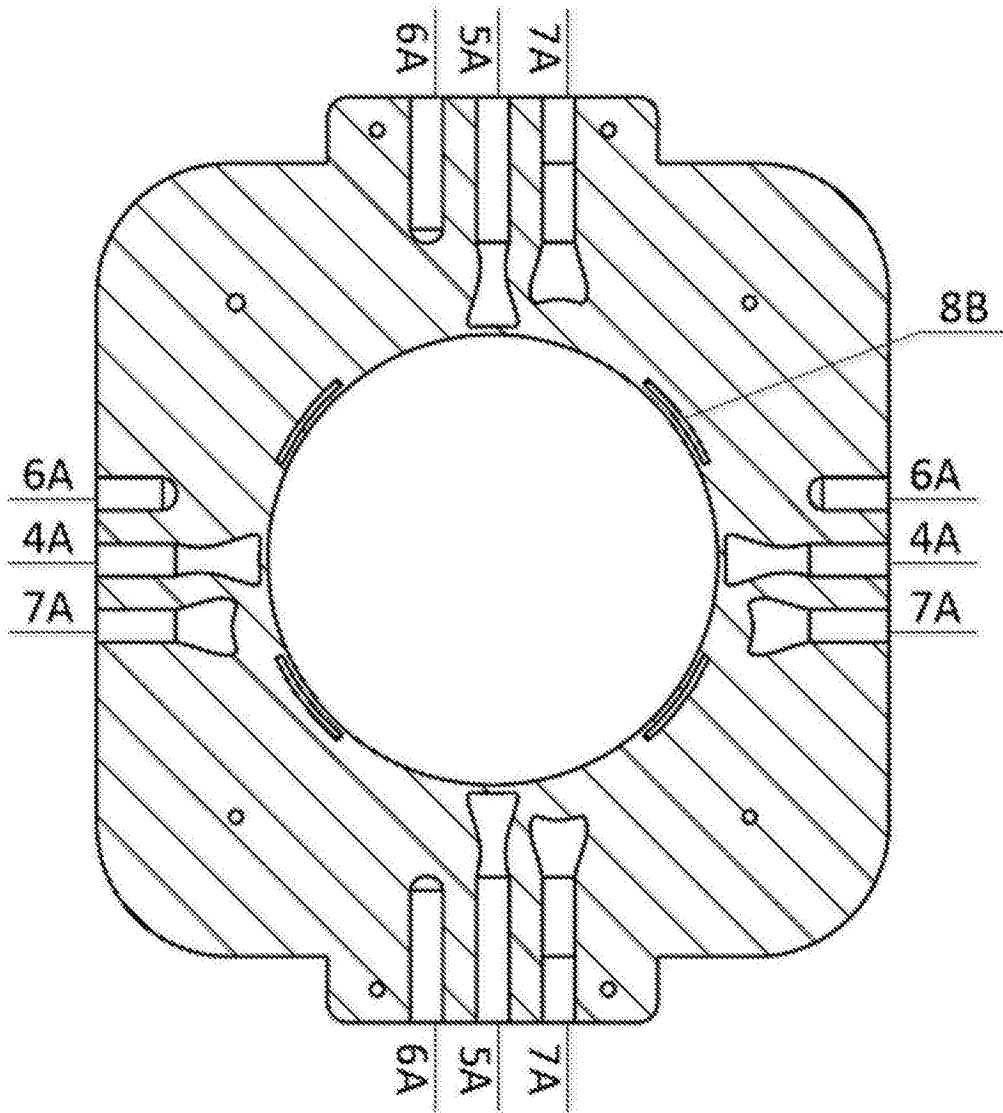


图 3

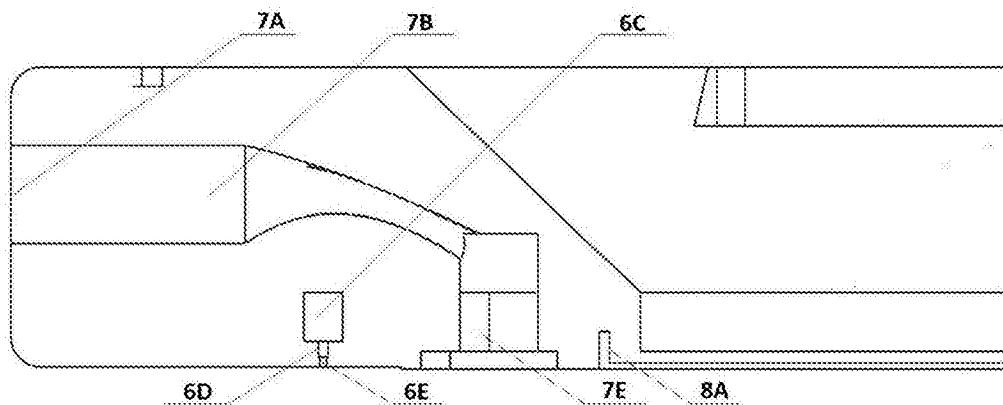


图 4

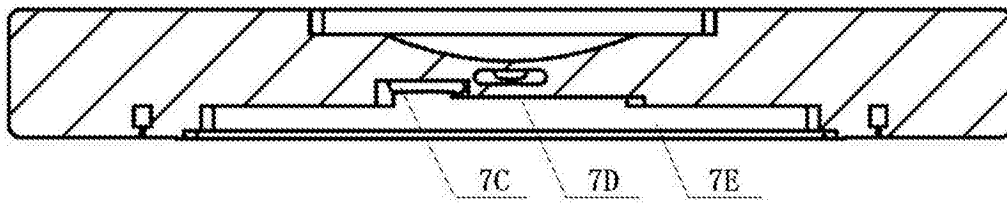


图 5

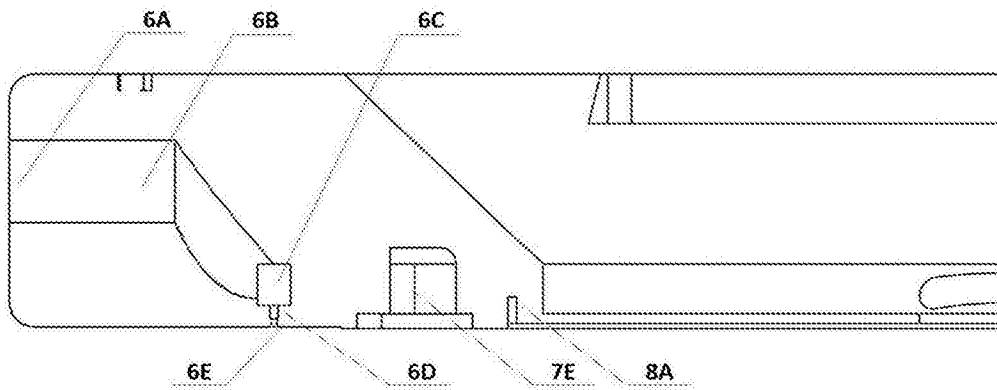


图 6

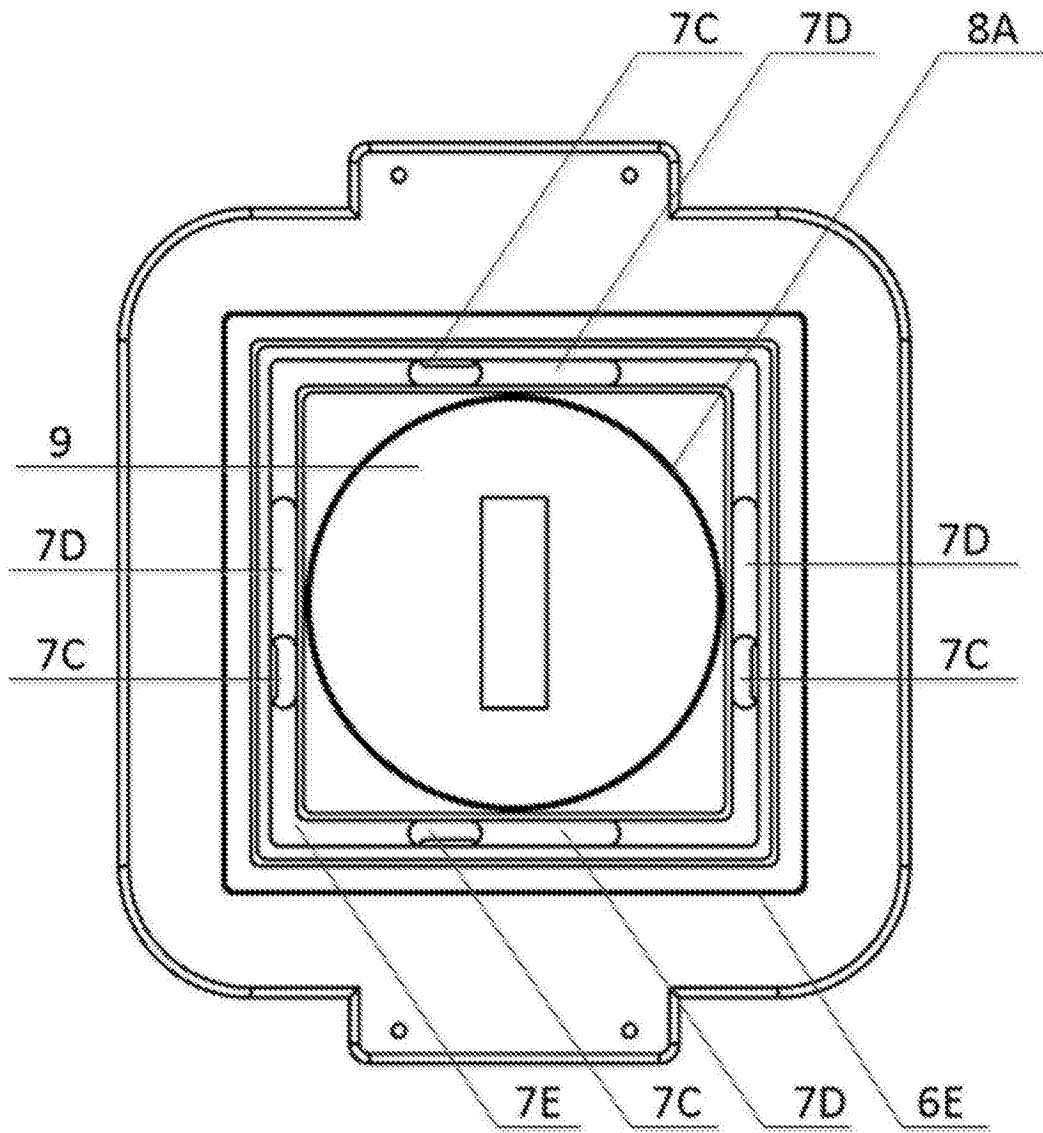


图 7

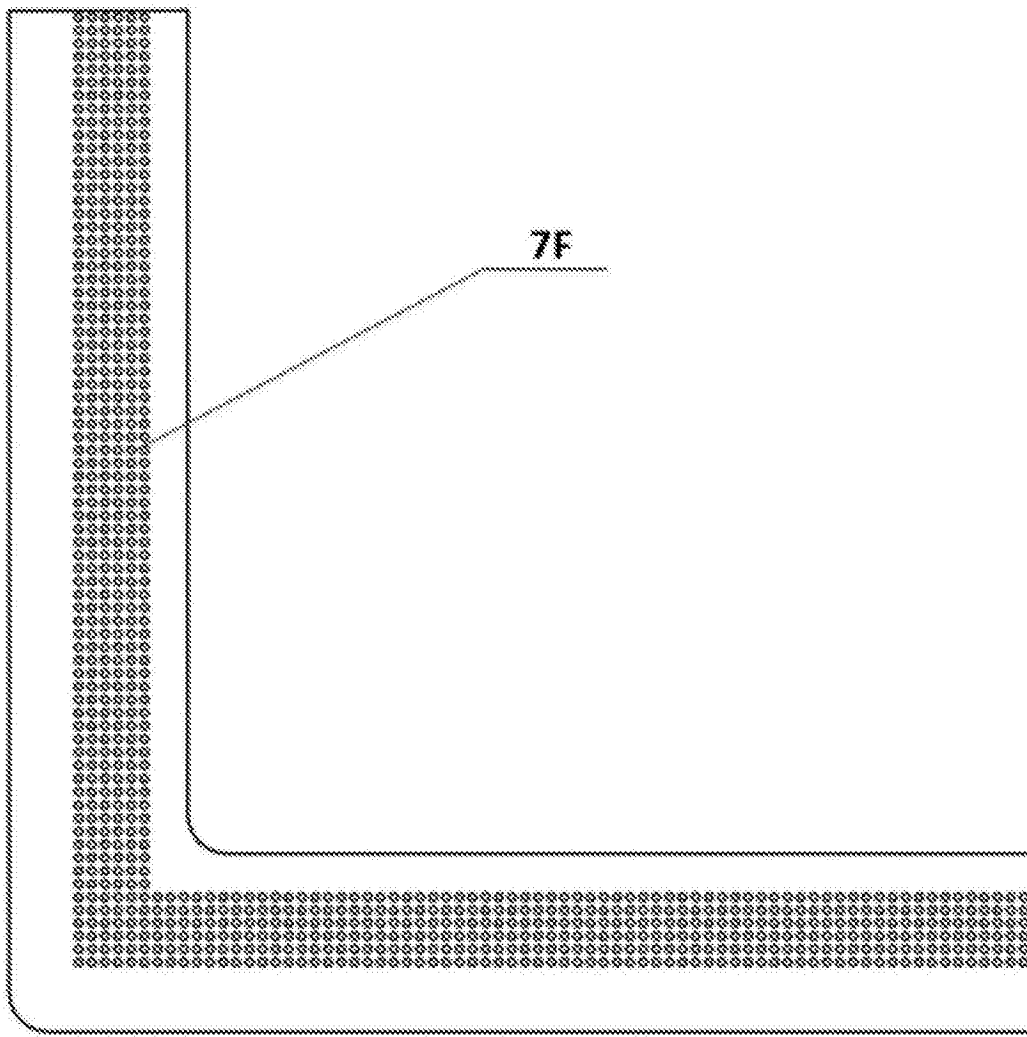


图 8

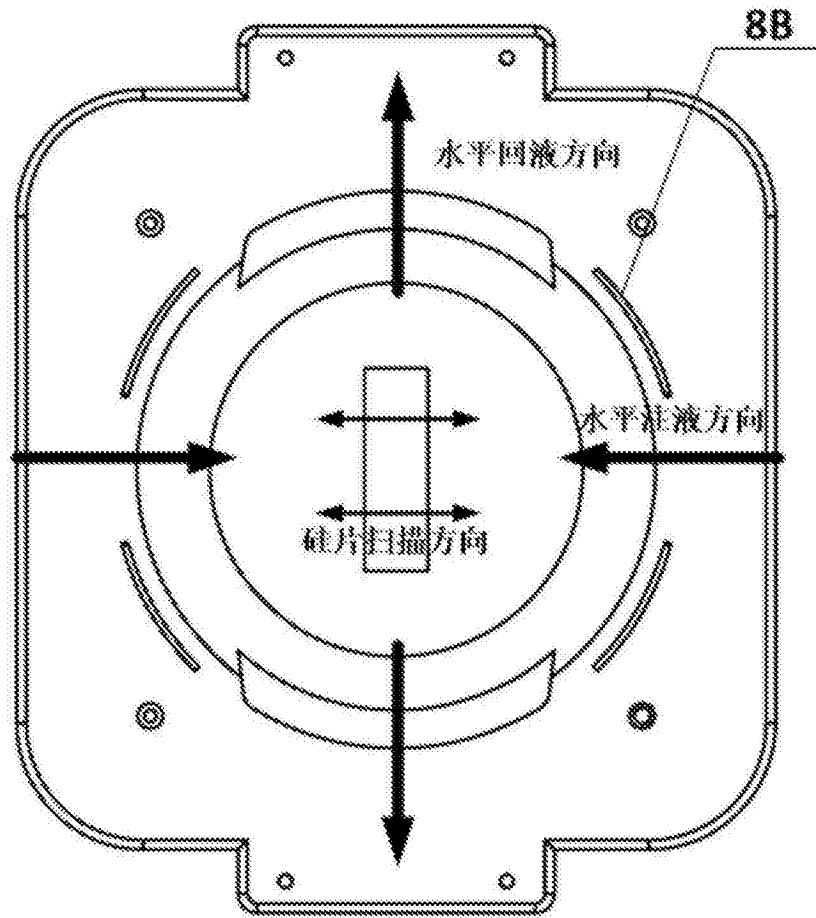


图 9

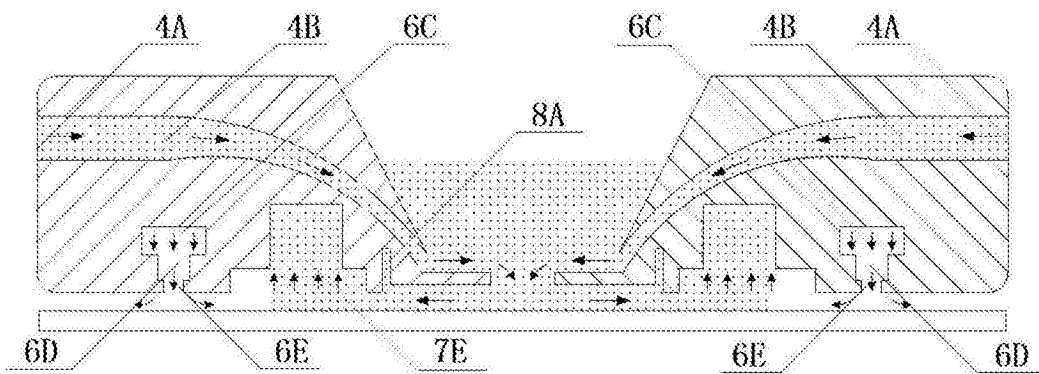


图 10