



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117643927 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 05

(21) 申请号 202311627102.1

(22) 申请日 2023.11.30

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

(72) 发明人 张勤 金岫 胡艳

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限
公司 44102

专利代理师 黄月莹

(51) Int. Cl.

B01L 3/00 (2006.01)

B01L 3/02 (2006.01)

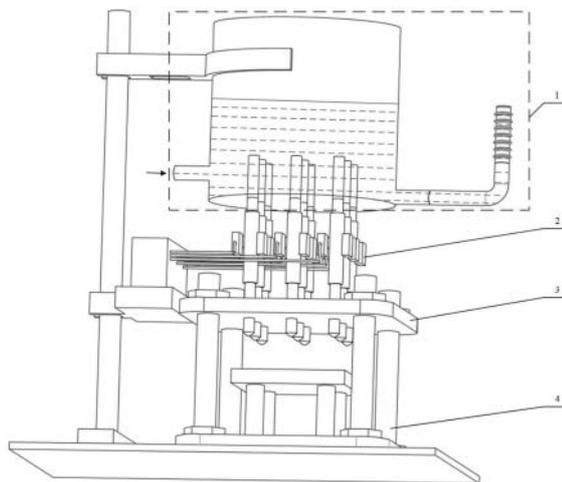
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种形状可变的微液滴阵列生成装置与方法

(57) 摘要

本发明提供一种形状可变的微液滴阵列生成装置与方法,该装置包括恒压水箱模块、开关阵列模块、基板微管阵列模块、连接附件模块,恒压水箱模块基于U型连通器的原理保证储液桶内液面高度的恒定,为基板微管阵列提供恒定的液体压力,保证基板微管阵列的工作面形成稳定、均匀的液滴;开关阵列模块中的各个开关分别单独控制基板微管阵列各通道的通断,从而控制基板微管阵列中各通道液滴的生成,构建不同形状和尺寸的液滴阵列。该液滴阵列生成装置结构简单,通过控制阵列中各开关的通断,从而控制对应各流道的通断,并在微管阵列工作面形成所需要的形状、尺寸的稳定、均匀的液滴阵列,实现灵活稳定均匀可控的微液滴阵列生成。



1. 一种形状可变的微液滴阵列生成装置,包括恒压水箱模块、开关阵列模块、基板微管阵列模块,其特征在于,恒压水箱模块通过开关阵列模块与基板微管阵列模块相连,构成生成液滴阵列的微通道。

2. 根据权利要求1所述的一种形状可变的微液滴阵列生成装置,其特征在于,所述恒压水箱模块包括储液桶及L型卸荷管;储液桶底部镶嵌有微管阵列,其侧面镶嵌有补液通道和卸荷通道;L型卸荷管和储液桶相连构成U型连通器。

3. 根据权利要求2所述的一种形状可变的微液滴阵列生成装置,其特征在于,储液桶底部镶嵌的微管阵列的各微管之间的高度、内径完全相同,各微管的高度低于L型卸荷管的高度2mm-5mm,各微管的内径为0.1mm-0.5mm。

4. 根据权利要求2所述的一种形状可变的微液滴阵列生成装置,其特征在于,镶嵌在储液桶侧面的补液通道位于储液桶下部,其高度低于镶嵌在储液桶底部的微管阵列上端面3mm-5mm。

5. 根据权利要求2所述的一种形状可变的微液滴阵列生成装置,其特征在于,所述L型卸荷管包括L型玻璃微管和L型玻璃微管上端连接的可伸缩直管,L型玻璃微管的内径为0.1mm-0.5mm,L型卸荷管高度低于储液桶高度40mm-50mm,其中可伸缩直管高度调整范围为1mm-6mm。

6. 根据权利要求2所述的一种形状可变的微液滴阵列生成装置,其特征在于,镶嵌在储液桶底部的微管阵列中的每个微管与基板微管阵列模块中对应微管组成的各个微通道由开关单独控制。

7. 根据权利要求1所述的一种形状可变的微液滴阵列生成装置,其特征在于,所述基板微管阵列模块包括基板,以及镶嵌在基板中的基板微管阵列;

所述基板微管阵列中各微管参数完全相同,基板微管阵列中的各微管内径与储液桶底部镶嵌的微管内径相同,均为0.1mm-0.5mm,基板微管阵列中微管阵列的工作面高出基板下端面1mm-2mm。

8. 根据权利要求1所述的一种形状可变的微液滴阵列生成装置,其特征在于,所述开关阵列模块包括软管阵列与电磁开关控制系统,通过编程控制电磁开关的开合从而对软管进行挤压和松弛,进而控制储液桶中微管阵列与基板微管阵列之间的微通道的通断。

9. 根据权利要求8所述的一种形状可变的微液滴阵列生成装置,其特征在于,储液桶底部的微管阵列连接的软管与连接基板微管阵列的软管长度及材质相同,保证各微管内流量损失一致。

10. 实现权利要求1~9任一项所述的一种形状可变的微液滴阵列生成装置的微液滴阵列生成方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、打开微通道阵列的所有开关,在进液管注入流体,观察基板上的微管阵列工作端面,直到基板工作面上各微管末端形成稳定的液滴阵列,记录此时储液桶中液面高度 h_1 ,选择高度为 h_1 的L型卸荷管;

S2、工作过程中,向储液桶的进液管缓慢注入液体,根据U型管效应,当储液桶内液面高度超过预定高度部分时,液体由L型卸荷管流出,始终保证储液桶内液面高度 h_1 恒定,从而不会因为基板微管阵列工作面液滴的形成,储液桶中液面下降,造成基板微管阵列的压力变化,影响液滴的均匀性

S3、根据微部件形状确定基板微管阵列大小和形状,在选定的微管阵列中,接通开关阵列中对应的微通道开关,在基板微管阵列工作面形成液滴;由于储液桶中液面恒定,基板液滴阵列中生成液滴的压力始终恒定,与接通基板上微管阵列的个数无关。

一种形状可变的微液滴阵列生成装置与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及微量液滴排布装置,特别涉及一种形状可变的微液滴阵列生成装置与方法。

背景技术

[0002] 目前,微液滴广泛应用于微组装,生物医学,材料科学等多个领域,例如:液滴阵列自校准技术等,这对液滴阵列生成的稳定性提出了很高的要求。

[0003] 传统的基于多个注射泵同时向微管阵列注入等量液体,形成液滴阵列,需要使用大量注射泵,形成的液滴阵列会随着蒸发的进行而变小,此时需要持续发送命令向微管阵列装置补液,使用不方便且注射泵的成本高。

[0004] 卡尔斯鲁厄理工学院的Erica Ueda等人提出了一个一步的方法创建数千个孤立的微升大小的具有明确几何形状和体积的液滴,当液体沿着超亲水-超疏水图案表面移动时,液滴阵列即可立即形成。

[0005] 卡尔斯鲁厄理工学院的Popova,AA等人提出了倾斜已涂有溶液的图案化基底的方法,使液滴自发的滚出表面,形成分离的液滴阵列。

[0006] 陕西科技大学的常博等人提供了一种重力驱动的大规模微量液滴排布装置及方法(CN201910648886.3),用于在样品上的特定位置高精度的排布微量液滴。该装置包括:一个具有特殊亲水/超疏水阵列结构的样品、液体供给系统、运动控制系统和机器视觉系统。该装置利用滴液重力和样品表面亲水/超疏水阵列结构双重作用,实现微量液滴的精确排布。其排布液滴的体积通过样品表面单个亲水区域的形状和大小确定。排布过程是线性的,并且可以同时排布多种不同的液体。其利用滴液重力和样品表面亲水/超疏水阵列结构双重作用,实现微量液滴的精确排布。

[0007] 深圳市中科先见医疗科技有限公司的彭智婷等人提供了一种液滴阵列生成装置(CN201811539967.1),包括基底、设置在所述基底上的滚筒以及设置在所述滚筒外周面的微槽芯片,所述基底靠近所述滚筒的一侧表面设置有密封胶;所述微槽芯片包括与所述滚筒贴合设置的芯片基体以及设置在所述芯片基体上的微槽阵列结构,所述微槽阵列结构由间隔排布在所述芯片基体上的多个微槽形成,当液体置于所述基底与所述滚筒之间并滚动所述滚筒,所述液体进入多个所述微槽以形成多个液滴,同时所述微槽芯片与所述密封胶结合并与所述滚筒脱离,所述密封胶密封多个所述微槽,形成液滴阵列。利用基底及其上的滚筒、滚筒外的微槽芯片,将液体挤压进入多个微槽以形成多个液滴进而形成液滴阵列。

[0008] 上海大学的伍罕等人提出了沟道法、排液法和滑片法来制备油盖水型液滴阵列,液滴在生成的同时将会被油液覆盖,从而解决了液滴阵列由于蒸发而无法长期储存的问题。

[0009] 军事科学院系统工程研究院卫勤保障技术研究所的张宁等人提供了一种形成平面单层微小液滴阵列的方法,将生成的微小液滴从液滴生成器出口转移至容器的混合油相中,微小液滴在液-液界面自发形成平面单层微小液滴阵列。

[0010] 复旦大学的周嘉等人提供了一种微液滴阵列芯片及其制造和使用方法,基底上设置有由若干微孔构成的微孔阵列,该微孔具有三维形状,且微孔开口渐大,微孔侧壁至少一面以一定角度倾斜,该基底与液体的接触角大于 80° 。其利用微孔开口渐大技术,利于微孔内气体排出和微液滴的留下,保证液滴的生成效率。

[0011] 除了上述的方法之外,液滴阵列在微装配、生物医学等的应用越来越多,但由于多数液滴阵列生成装置无法实现自动补液功能,液滴蒸发或使用过后需重新补液,且无法任意改变液滴阵列的形状,对于微装配自校准领域目前还没有得到广泛的应用。

发明内容

[0012] 本发明的发明目的是针对多液滴生成的稳定性问题,提出一种形状可变的微液滴阵列生成装置与方法。通过编程方式控制阵列中各开关的通断,在微管阵列工作面形成形状可变的稳定均匀的微液滴阵列,满足不同形状尺寸微部件自校准的装配需求。

[0013] 本发明至少通过如下技术方案之一实现。

[0014] 一种形状可变的微液滴阵列生成装置,包括恒压水箱模块、开关阵列模块、基板微管阵列模块,恒压水箱模块通过开关阵列模块与基板微管阵列模块相连,构成生成液滴阵列的微通道。

[0015] 进一步地,所述恒压水箱模块包括储液桶及L型卸荷管;储液桶底部镶嵌有微管阵列,其侧面镶嵌有补液通道和卸荷通道;L型卸荷管和储液桶相连构成U型连通器。

[0016] 进一步地,储液桶底部镶嵌的微管阵列的各微管之间的高度、内径完全相同,各微管的高度低于L型卸荷管的高度 $2\text{mm}-5\text{mm}$,各微管的内径为 $0.1\text{mm}-0.5\text{mm}$ 。

[0017] 进一步地,镶嵌在储液桶侧面的补液通道位于储液桶下部,其高度低于镶嵌在储液桶底部的微管阵列上端面 $3\text{mm}-5\text{mm}$ 。

[0018] 进一步地,所述L型卸荷管包括L型玻璃微管和L型玻璃微管上端连接的可伸缩直管,L型玻璃微管的内径为 $0.1\text{mm}-0.5\text{mm}$,L型卸荷管高度低于储液桶高度 $40\text{mm}-50\text{mm}$,其中可伸缩直管高度调整范围为 $1\text{mm}-6\text{mm}$,

[0019] 进一步地,镶嵌在储液桶底部的微管阵列中的每个微管与基板微管阵列模块中对应微管组成的各个微通道由开关单独控制。

[0020] 进一步地,所述基板微管阵列模块包括基板,以及镶嵌在基板中的基板微管阵列;

[0021] 所述基板微管阵列中各微管参数完全相同,基板微管阵列中的各微管内径与储液桶底部镶嵌的微管内径相同,均为 $0.1\text{mm}-0.5\text{mm}$,基板微管阵列中微管阵列的工作面高出基板下端面 $1\text{mm}-2\text{mm}$ 。

[0022] 进一步地,所述开关阵列模块包括软管阵列与电磁开关控制系统,通过编程控制电磁开关的开合从而对软管进行挤压和松弛,进而控制储液桶中微管阵列与基板微管阵列之间的微通道的通断。

[0023] 进一步地,储液桶底部的微管阵列连接的软管与连接基板微管阵列的软管长度及材质相同,保证各微管内流量损失一致。

[0024] 实现所述的一种形状可变的微液滴阵列生成装置的微液滴阵列生成方法,包括以下步骤:

[0025] S1、打开微通道阵列的所有开关,在进液管注入流体,观察基板上的微管阵列工作

端面,直到基板工作面上各微管末端形成稳定的液滴阵列,记录此时储液桶中液面高度 h_1 ,选择高度为 h_1 的L型卸荷管;

[0026] S2、工作过程中,向储液桶的进液管缓慢注入液体,根据U型管效应,当储液桶内液面高度超过预定高度部分时,液体由L型卸荷管流出,始终保证储液桶内液面高度 h_1 恒定,从而不会因为基板微管阵列工作面液滴的形成,储液桶中液面下降,造成基板微管阵列的压力变化,影响液滴的均匀性

[0027] S3、根据微部件形状确定基板微管阵列大小和形状,在选定的微管阵列中,接通开关阵列中对应的微通道开关,在基板微管阵列工作面形成液滴;由于储液桶中液面恒定,基板液滴阵列中生成液滴的压力始终恒定,与接通基板上微管阵列的个数无关。

[0028] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0029] 本发明针对多液滴生成的稳定性问题,提供了一种形状可变的微液滴阵列生成装置与方法,基于U型连通器的原理保证储液桶内液面高度的恒定,为基板微管阵列提供恒定的液体压力,保证基板微管阵列的工作面形成稳定、均匀的液滴,通过编程方式控制阵列中各开关的通断,在微管阵列工作面形成形状可变的稳定均匀的微液滴阵列,满足不同形状尺寸微部件自校准的装配需求。

附图说明

[0030] 图1为实施例一种形状可变的微液滴阵列生成装置结构示意图;

[0031] 图2为实施例恒压水箱模块结构示意图;

[0032] 图3为实施例开关阵列模块结构示意图;

[0033] 图4为实施例基板微管阵列结构示意图;

[0034] 图中:1-恒压水箱模块;2-开关阵列模块;3-基板微管阵列模块;4-连接附件模块;101-储液桶;102-L型卸荷管;111-进液管;112-储液桶的微管阵列;121-可伸缩直管;122-L型玻璃微管;201-软管阵列;202-开关阵列;203-控制器;301-基板;302-基板的微管阵列;303-微管阵列工作面。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图和具体实施例对本发明的目的作进一步详细地描述,实施例不能在此一一赘述,但本下面结合附图和具体实施发明的实施方式并不因此限定于以下实施例。除非特别说明,本发明采用的材料和加工方法为本技术领域常规材料和加工方法。

[0036] 一种形状可变的微液滴阵列生成装置,如图1、图2、图3、图4所示,包括恒压水箱模块1、开关阵列模块2、基板微管阵列模块3、连接附件模块4。

[0037] 恒压水箱模块包括储液桶101和L型卸荷管102;储液桶101底部镶嵌有储液桶的微管阵列112,其侧面镶嵌有进液管111和卸荷通道;L型卸荷管102通过螺纹连接到储液桶101上,和储液桶101构成U型连通器。

[0038] 储液桶的微管阵列112中各微管的高度、内径完全相同,内径为0.1mm-0.5mm,其高度低于L型卸荷管102的高度2mm-5mm。

[0039] 进液管111位于储液桶101的下部,其高度低于储液桶的微管阵列112上端面3mm-5mm,以缓解补液时对储液桶内微管液面的冲击。

[0040] L型卸荷管102包括L型玻璃微管122和其上端连接的可伸缩直管121,L型玻璃微管122的内径与可伸缩直管121的内径相同,为0.1mm-0.5mm;L型卸荷管102的高度低于储液桶101的高度40mm-50mm,补液过程中储液桶101内液面增加到一定程度只能从L型卸荷管102上方流出而不能从储液桶101上方流出。

[0041] 作为其中一种实施例,可伸缩直管121的高度调整范围为1mm-6mm,即L型卸荷管102的高度调整范围为1mm-6mm,用于满足不同液体种类、不同微管内径所需要的液体高度。

[0042] 所述储液桶的微管阵列112中的每根微管通过软管阵列201与基板的微管阵列302一一对应相连构成微通道阵列,各个微通道的通断由相应软管外侧的电磁开关单独进行控制。

[0043] 所述储液桶101内的液面高度与L型卸荷管102的高度始终保持一致,用于对微管阵列工作面303形成稳定的液滴,生成液滴的大小与生成液滴的数量无关。液面高度高于储液桶的微管阵列112高度,用于实现储液桶的微管阵列112内的液体的自动补充。

[0044] 所述开关阵列模块2包括软管阵列201、电磁开关阵列202和控制器203,通过控制器203对各个电磁开关进行开合操作从而对软管进行挤压与松弛,进而控制储液桶的微管阵列112与基板的微管阵列302之间的微通道的通断,用于实现液滴阵列参数的改变,控制方便灵活。

[0045] 作为其中一种实施例,控制器203可以为STM32单片机,也可以为Arduino Mega 2560,用于同时对多个开关进行控制。

[0046] 作为其中一种实施例,基板的微管阵列302参数完全相同,其内径与储液桶的微管阵列112内径相同为0.1mm-0.5mm,基板的微管阵列302工作面303高出基板301下端面1mm-2mm。

[0047] 所述储液桶101可以为方形结构,也可以为圆形结构,微管阵列的数量可以根据需要进行扩展、微管阵列的间距可以根据需要进行改变。

[0048] 所述储液桶的微管阵列112下端面与基板的微管阵列302上端面有一定的锥度,为 0.5° - 3° ,方便与软管相连。

[0049] 所述储液桶的微管阵列112与基板301的微管阵列302一一对应,由软管阵列201相接,软管长度尽可能短以减少液体的沿程损失。软管阵列中各软管的材质及长短都相同,避免液体在软管中流动的损失不一致带来的液滴阵列大小不均匀问题。

[0050] 可以通过改变基板301的微管阵列302的参数,例如内径和外径以及阵列间距来改变生成的液滴阵列的尺寸。

[0051] 所述连接附件模块4包括支架、储液桶夹、控制器放置台、螺栓、螺母、底板等用于固定整个液滴阵列生成装置。所述储液桶、控制器放置台、基板通过储液桶夹、支架等安装在底板上,如图1所示。

[0052] 所述基板301的微管阵列工作面303的下方设有工作台,用于放置待校准的微部件。

[0053] 所述装置放置在减震台上,以避免桌面不平稳或摇晃而带来的液滴阵列抖动问题。本发明的液滴阵列生成装置结构简单,通过控制阵列中各开关的通断,从而控制对应各流道的通断,并在微管阵列工作面形成所需要的形状、尺寸的稳定、均匀的液滴阵列,满足实际应用中液滴阵列形状、尺寸的需要,实现灵活稳定均匀可控的微液滴阵列生成。

[0054] 本发明同时提供了一种形状可变的微液滴阵列生成方法,包括以下步骤:

[0055] S1、打开软管阵列201的所有开关,在进液管111注入流体,观察基板301上的微管阵列工作面303,直到基板301工作面上各微管末端形成稳定的液滴阵列,记录此时储液桶101内的液面高度,调节L型卸荷管102的高度与储液桶101液面高度平齐,储液桶101和L型卸荷管102组合成U型连通器。

[0056] S2、工作过程中,向进液管111缓慢注入液体,根据U型管的原理,当储液桶101内液面高度超过预定高度部分时,液体由L型卸荷管102流出,保证储液桶101内液面高度始终恒定,从而不会因为微管阵列工作面303液滴的形成,储液桶101中液面下降,造成微管阵列工作面303的压力变化,影响液滴的均匀性。

[0057] S3、根据微部件形状确定基板微管阵列大小和形状,在选定的微管阵列中,接通对应的软管开关,在基板301的微管阵列302末端形成液滴阵列。由于储液桶101中液面恒定,基板301的微管阵列302中生成液滴的压力始终恒定,与接通基板301上微管阵列的个数无关。

[0058] 在步骤S1中,L型卸荷管102的高度由注入的液体种类、微管阵列内径以及储液桶101底部与微管阵列工作面303之间的高度确定。

[0059] 可以根据需要扩大储液桶101底部嵌入的微管阵列个数以及基板的微管阵列302个数,扩大液滴阵列的生成量。

[0060] 本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

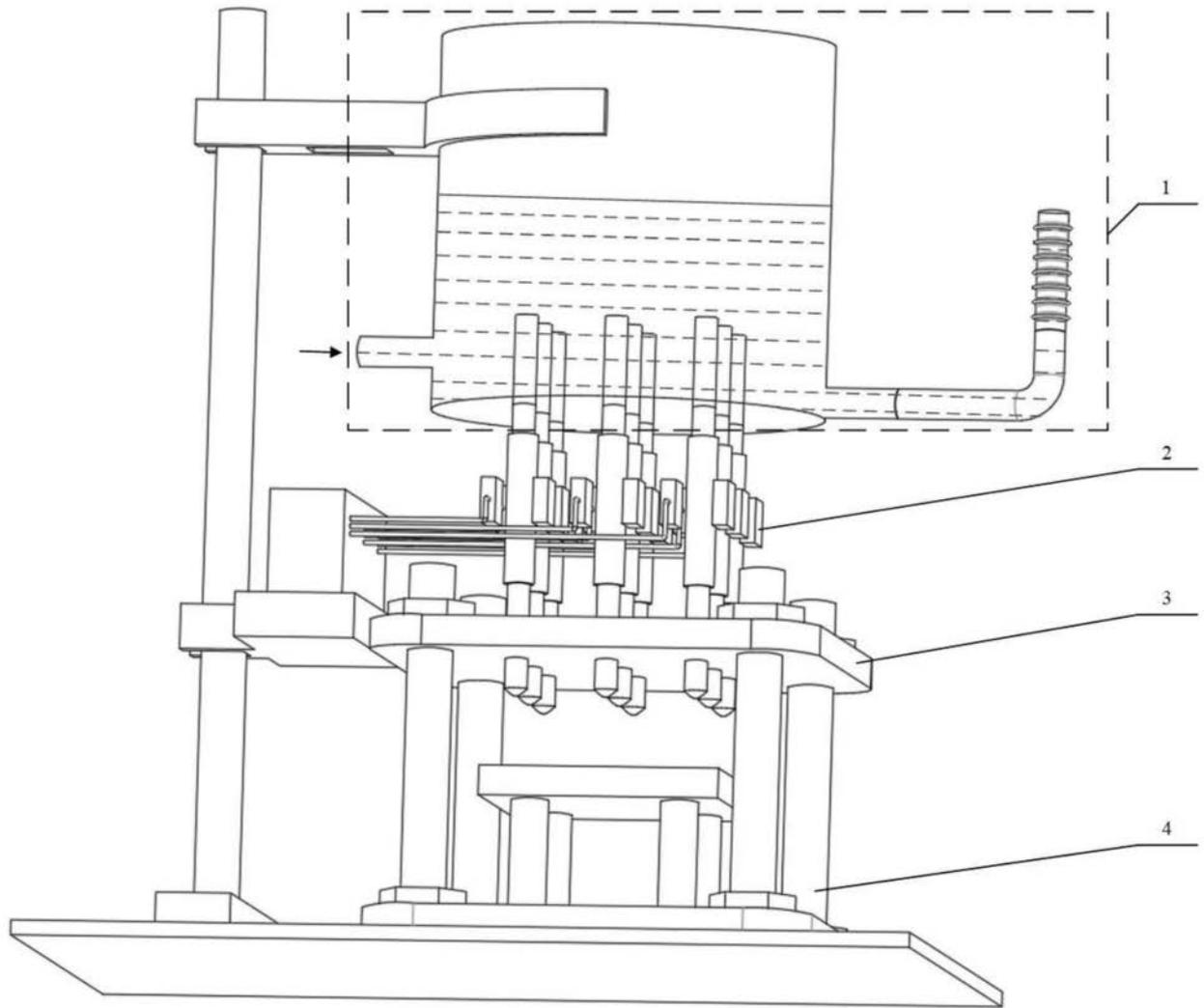


图1

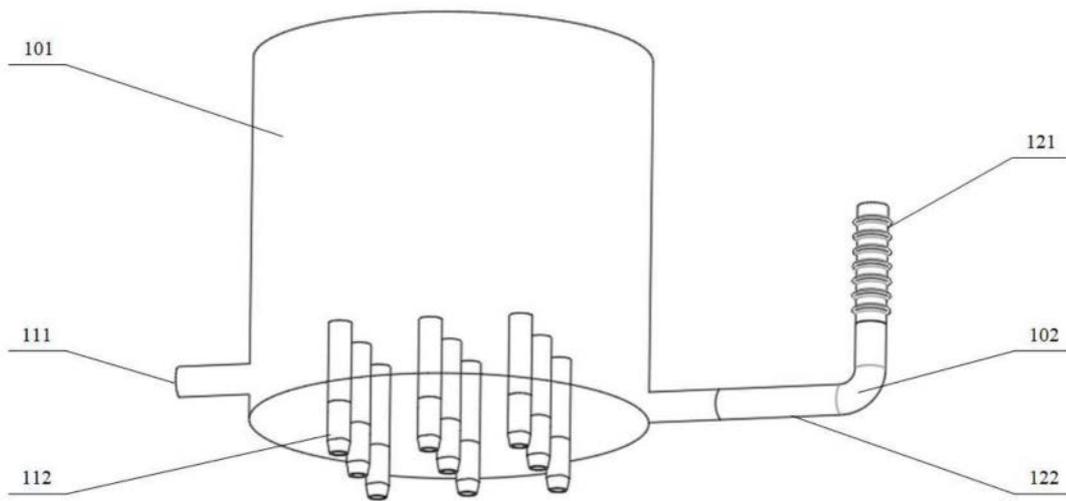


图2

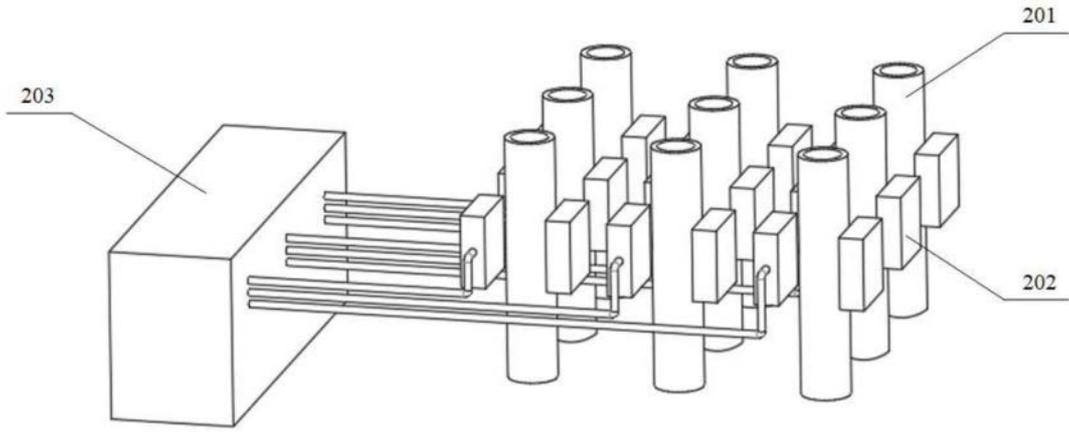


图3

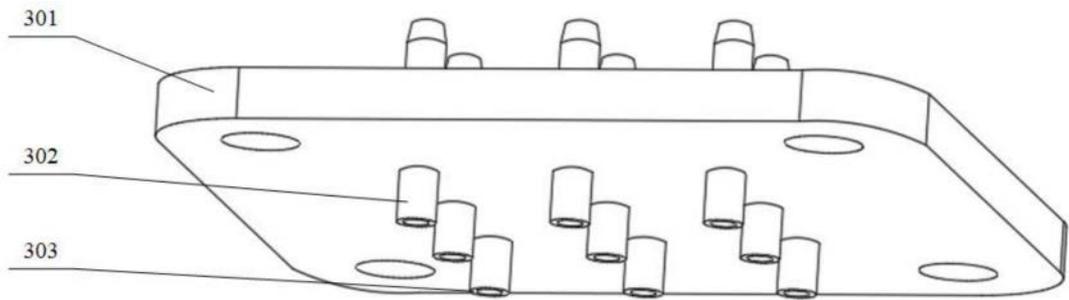


图4