



## (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208269709 U

(45)授权公告日 2018.12.21

(21)申请号 201820564221.5

(22)申请日 2018.04.19

(73)专利权人 苏州阿洛斯环境发生器有限公司

地址 215600 江苏省苏州市张家港保税区  
新兴产业育成中心A栋206室

(72)发明人 柯锐

(74)专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11350

代理人 汤东风

(51)Int.Cl.

F28D 20/02(2006.01)

F22B 1/28(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

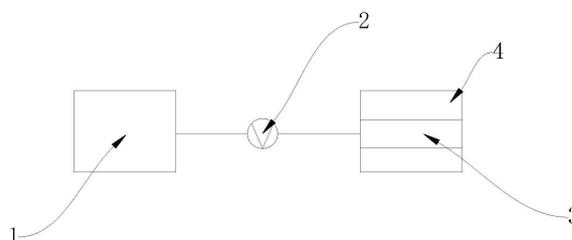
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

### (54)实用新型名称

一种调控液体蒸发的装置

### (57)摘要

本实用新型公开了一种调控液体蒸发的装置,包括储存罐、抽液装置、液体分散介质以及蓄热体,所述储存罐与所述液体分散介质连接,所述储存罐用于储存待蒸发液体,所述抽液装置用于将待蒸发液体送入液体分散介质当中,所述液体分散介质为具有多孔结构的固体介质,所述液体分散介质包括入口和出口,所述入口与所述储存罐连接,所述蓄热体紧密的包裹在液体分散介质外表面,加热结构与所述蓄热体连接或设置于所述蓄热体内部。本申请通过毛细效应将需要蒸发的液体在微米尺度进行充分展开,采用热导率极高的蓄热体来抑制蒸发时因热供应和蒸发速率不匹配引起的波动。基于该方法的液体蒸发器可以解决蒸发过程不稳定和体积过大等问题。



1. 一种调控液体蒸发的装置,其特征在于:包括储存罐(1)、抽液装置(2)、液体分散介质(3)以及蓄热体(4),所述储存罐(1)与所述液体分散介质(3)连接,所述储存罐(1)用于储存待蒸发液体,所述抽液装置(2)用于将待蒸发液体送入液体分散介质(3)当中,所述液体分散介质(3)为具有多孔结构的固体介质,所述液体分散介质(3)包括入口和出口,所述入口与所述储存罐(1)连接,所述蓄热体(4)紧密的包裹在液体分散介质(3)外表面,加热结构与所述蓄热体(4)连接或设置于所述蓄热体(4)内部。

2. 如权利要求1所述的一种调控液体蒸发的装置,其特征在于:当仅以蓄热体(4)作为蒸发热源时,所述蓄热体(4)所存储的热量可以提供液体以最大蒸发流量蒸发0.1至1.5s,所述蓄热体(4)从外部热源向多孔介质传递的功率不小于1.2倍最大蒸发流量所需的蒸发功率。

3. 如权利要求1或2所述的一种调控液体蒸发的装置,其特征在于:所述蓄热体(4)为具有蓄热能力的金属,所述加热结构为设置于所述蓄热体内部的电阻丝。

4. 如权利要求1或2所述的一种调控液体蒸发的装置,其特征在于:所述蓄热体(4)为具有中空夹层的夹套(4b)以及设置在夹套(4b)中空夹层内的热硅油,所述加热结构为循环油浴锅系统(5b),所述热硅油在循环油浴锅系统(5b)与所述夹套(4b)之间循环。

5. 如权利要求1所述的一种调控液体蒸发的装置,其特征在于:所述抽液装置(2)为具有精密计量能力的计量泵或可对储液罐进行加压的加压装置。

6. 如权利要求1所述的一种调控液体蒸发的装置,其特征在于:所述液体分散介质(3)是多孔金属泡沫或金属纤维或填充颗粒或金属表面的微细结构。

7. 如权利要求1或6所述的一种调控液体蒸发的装置,其特征在于:所述液体分散介质(3)能与所述待蒸发液体形成超润湿,所述液体分散介质(3)的导热率为1.0W/m.K以上。

8. 如权利要求1或6所述的一种调控液体蒸发的装置,其特征在于:所述液体分散介质(3)的孔径为30至400微米,孔隙率为30%至85%。

9. 如权利要求1或2或6所述的一种调控液体蒸发的装置,其特征在于:所述液体分散介质(3)具有良好的蓄热能力,所述蓄热体(4)为所述液体分散介质(3)的外壁。

## 一种调控液体蒸发的装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及液体蒸发领域,特别涉及一种调控液体蒸发的装置。

### 背景技术

[0002] 调控液体蒸发的需求广泛存在于民生、工业和国防等方面。例如,在家电领域,水蒸气可以用于油污清洗、食物蒸制、食品干燥等;在半导体领域,需要对液体原材料进行蒸发,产生用来沉积各类半导体膜所需的工艺气体;在环保和计量仪器领域,需要蒸发VOCs或水,行程标准的气体源,用于净化材料性能的评估,传感器的校准等用途;在医疗领域,最先进的呼吸麻醉系统,需要对液体麻醉药进行精准定量的蒸发,以方便医生控制麻醉剂量和深度;在医药中间体和新材料合成领域,往往会通过气相反应来合成目标产物,或者在石墨烯等材料表面生成功能性材料,这些气体的来源在室温下往往是液态。

[0003] 最简单的方法是将液体置于一个容器内,通过加热容器,间接将液体加热到沸腾来实现相变。或者给容器抽真空,或者使气流强制通过液体表面,来实现液体的蒸发。这些方法的缺点包括:当需要蒸发的液体量较大时,设备的体积庞大;难以精确的调节所需的蒸汽量;由于要把整个容器内的液体加热,因此启动时间长。例如专利CN104235812A等。

[0004] 一种常用的改进方法是将液体储存和蒸发分开,通过泵将液体打入蒸发模块中进行蒸发。近年来所公开的新专利相当大部分采用了该思路,例如专利CN105627284A、CN104976604B和CN107228349A等。其中CN105627284A采用螺旋管道进行液体蒸发,同时电阻式的加热体也是螺旋的,与蒸发管形成紧密配合。CN104976604B采用凹槽蒸发腔来替代直管蒸发,而CN107228349A采用电磁加热的直管管束进行蒸发。类似采用直管管束蒸发的还有CN100557305C,不过它采用导热油作为热源。这类改进的好处是:蒸发流量可以通过泵精确调节;启动时不需要加热所有液体,因此时间短;可以从饱和蒸发直接过渡到过热加热,产生高温蒸汽。但是,根据我们的实践,这种方法不太好控制:1即使在蒸发通道很长、换热面积是远超过理论计算所需时,因为受热不均,管内的气泡推动前面的液体飞溅出去,原理类似于热阻型喷墨打印机;2加热体容易加热过冲而触发超温保护停止加热,导致蒸汽断断续续,特别在蒸发流量和温度调节范围要求较大的应用场景中尤为突出。上述问题是本领域亟需解决的问题。

### 实用新型内容

[0005] 本实用新型解决的技术问题是提供一种可在有限的体积内实现大量、连续、快速而稳定的相变的一种调控液体蒸发的装置。

[0006] 本实用新型解决其技术问题所采用的技术方案是:一种调控液体蒸发的装置,包括储存罐、抽液装置、液体分散介质以及蓄热体,所述储存罐与所述液体分散介质连接,所述储存罐用于储存待蒸发液体,所述抽液装置用于将待蒸发液体送入液体分散介质当中,所述液体分散介质为具有多孔结构的固体介质,所述液体分散介质包括入口和出口,所述入口与所述储存罐连接,所述蓄热体紧密的包裹在液体分散介质外表面,加热结构与所述

蓄热体连接或设置于所述蓄热体内部。

[0007] 本申请先将待蒸发液体切割成微米的液粒,再进行加热蒸发,通过蓄热体作为补充热源,使得液体可以连续稳定的发生相变,在相变过程中液体不会发生波动。

[0008] 进一步的是:当仅以蓄热体作为蒸发热源时,所述蓄热体所存储的热量可以提供液体以最大蒸发流量蒸发0.1至1.5s,所述蓄热体从外部热源向多孔介质传递的功率不小于1.2倍最大蒸发流量所需的蒸发功率。

[0009] 进一步的是:所述蓄热体为具有中空夹层的夹套以及设置在夹套中空夹层内的热硅油,所述加热装置为循环油浴锅系统,所述热硅油在循环油浴锅系统与所述夹套之间循环。

[0010] 进一步的是:所述抽液装置为具有精密计量能力的计量泵或可对储液罐进行加压的加压装置。

[0011] 进一步的是:所述液体分散介质是多孔金属泡沫或金属纤维或填充颗粒或金属表面的微细结构。

[0012] 进一步的是:所述液体分散介质能与所述待蒸发液体形成超润湿。

[0013] 进一步的是:所述液体分散介质的导热率为1.0W/m.K以上。

[0014] 进一步的是:所述液体分散介质的孔径为30至400微米,孔隙率为30%至85%。

[0015] 进一步的是:所述液体分散介质具有良好的蓄热能力。

[0016] 本实用新型进一步提供了一种调控液体蒸发的方法,所采用的技术方案是:一种调控液体蒸发的方法,包括权利要求1至9中任一种调控液体蒸发的装置,并包括以下步骤,

[0017] A、将待蒸发液体从储存罐中送至液体分散介质当中,

[0018] B、所述待蒸发液体在所述液体分散介质中被分割展开,

[0019] C、加热蓄热体对被分割的待蒸发液体进行加热蒸发。

[0020] 本实用新型的有益效果是:本申请先通过液体分散介质将待蒸发液体分割展开,采用热导率极高的蓄热体来抑制蒸发时因热供应和蒸发速率不匹配引起的波动,本申请一方面通过毛细结构调控相变界面,另一方面通过蓄热体进行热补偿抑制因热供给不匹配引起的相变过程波动,从而使得待蒸发液体可以在有限的体积内实现大量、连续、快速而稳定的相变。

## 附图说明

[0021] 图1为本申请示意图。

[0022] 图2为本申请实施例一液体分散介质及蓄热体示意图。

[0023] 图3为本申请实施例二液体分散介质及蓄热体示意图。

[0024] 图中标记为:储存罐1、抽液装置2、液体分散介质3、蓄热体4、铝合金蓄热体4a、夹套4b、电阻丝5a、循环油浴锅系统5b。

## 具体实施方式

[0025] 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型进一步说明。

[0026] 如图1所示,一种调控液体蒸发的装置,包括储存罐1、抽液装置2、液体分散介质3以及蓄热体4,所述储存罐1与所述液体分散介质3连接,所述储存罐1用于储存待蒸发液体,

所述抽液装置2用于将待蒸发液体送入液体分散介质3当中,具体的,抽液装置2为具有精密计量能力的计量泵或可对储液罐进行加压的加压装置,以计量泵为例,通过计量泵将存储于储存罐1中的液体按量泵入至液体分散介质3当中,所述液体分散介质3为具有多孔结构的固体介质,具体的是,多孔金属泡沫或金属纤维或填充颗粒金属表面的微细结构,所述液体分散介质3包括入口和出口,所述入口与储存罐1连接,所述蓄热体4紧密的包裹在液体分散介质3外表面,例如所述蓄热体4可以紧密的套接在液体分散介质3的外壁,并保留入口和出口,此外,本申请还包括加热结构,所述加热结构与所述蓄热体4连接或设置于所述蓄热体4内部。

[0027] 本申请先通过液体分散介质3将待蒸发液体分割展开,采用热导率极高的蓄热体4来抑制蒸发时因热供应和蒸发速率不匹配引起的波动,本申请一方面通过毛细结构调控相变界面,另一方面通过蓄热体4进行热补偿抑制因热供给不匹配引起的相变过程波动,从而使得待蒸发液体可以在有限的体积内实现大量、连续、快速而稳定的相变。

[0028] 具体的,当仅以蓄热体4作为蒸发热源时,所述蓄热体4所存储的热量可以提供液体以最大蒸发流量蒸发0.1至1.5s,所述蓄热体4从外部热源向多孔介质传递的功率不小于1.2倍最大蒸发流量所需的蒸发功率,优选的,所述液体分散介质3本身即具有良好的蓄热能力。

[0029] 当蓄热体4满足上述条件时,蓄热体4可更好的进行热补偿,抑制蒸发波动。此外,所述液体分散介质3是多孔金属泡沫或金属纤维或填充颗粒金属表面的微细结构,优选的,所述液体分散介质3能与所述待蒸发液体形成超润湿,所述液体分散介质3的导热率为1.0W/m.K以上,所述液体分散介质3的孔径为30至400微米,孔隙率为30%至85%。

[0030] 当液体分散介质3满足上述条件时,液体可以被更好的展开,使得蒸发过程更加平稳连续,快速。

[0031] 当蓄热体4和液体分散介质3均满足上述条件时,本申请可在任何蒸发速率下均保持连续稳定的进行蒸发,且蒸发过程中不会出现波动,使得蒸发可以持续进行不会断断续续的进行。

[0032] 在上述装置的基础上,本申请还提供一种一种调控液体蒸发的方法,并包括以下步骤,

[0033] D、将待蒸发液体从储存罐1中送至液体分散介质3当中,通过抽液装置2将待蒸发液体送至液体分散介质3当中,例如通过加压装置对储存罐1进行加压,从而将存储管内待蒸发液体压入至液体分散介质3当中,

[0034] E、所述待蒸发液体在所述液体分散介质3中被分割展开,

[0035] F、加热蓄热体4将被分割的待蒸发液体进行加热蒸发,蓄热体作为补充热源,用于抑制蒸发波动。

[0036] 本申请通过毛细效应将需要蒸发的液体在微米尺度进行充分展开,采用热导率极高的蓄热体4来抑制蒸发时因热供应和蒸发速率不匹配引起的波动。基于该方法的液体蒸发器可以解决蒸发过程不稳定和体积过大等问题。

[0037] 为了便于理解,本申请还提供了两种具体的实施例,对本申请的结构和效果进一步的进行说明。

[0038] 实施例一

[0039] 如图1和图2所示,以蒸发水为例,一种调控液体蒸发的装置,包括储存罐1、计量泵、液体分散介质3以及蓄热体4,所述储存罐1与所述液体分散介质3通过管道连接,所述储存罐1内储存有水,所述计量泵设置于储存罐1和液体分散介质3之间,所述计量泵将存储于储存罐1中的水按量泵入至液体分散介质3当中,所述液体分散介质3为具有多孔结构的固体介质,所述液体分散介质3包括入口和出口,所述蓄热体4紧密的包裹在液体分散介质3外表面,例如,所述蓄热体4可以紧密的套接在液体分散介质3的外壁,并保留入口和出口,此外,本申请还包括加热机构,加热机构固定的安装于蓄热体4内部,在本实施例中,所述加热机构为电阻丝5a,水在液体分散介质3中被分割展开,并由电阻丝5a和蓄热体4进行加热蒸发,而后水蒸气从出口排出。

[0040] 以蒸发量20g/min为目标,在其他因素不变的情况下分别采用镍泡沫,304不锈钢泡沫、填充空隙约100 $\mu$ m的玻璃球以及不填充任何介质的毛细管道作为液体分散介质3,结果相应的最大蒸发量为31g/min,23g/min,17g/min和5g/min。其中不填充介质的蒸发器,间断性出现液体飞溅。由此可见,当采用多孔结构可有效的减少液体飞溅。

[0041] 在采用不锈钢泡沫介质作为液体分散介质3的情况下,其他因素不变,将多孔介质的孔径改为1 $\mu$ m、10 $\mu$ m、30 $\mu$ m、100 $\mu$ m、200 $\mu$ m和300 $\mu$ m。首先观测到孔径小于10 $\mu$ m时,液体和蒸汽通过多孔介质的阻力过大。当孔径为30 $\mu$ m、100 $\mu$ m、200 $\mu$ m和400 $\mu$ m孔径对应的最大蒸发量为25g/min、23g/min、20g/min和14g/min。由此可见孔径在30 $\mu$ m至400 $\mu$ m时较为合适。

[0042] 在其他因素不变的情况下,蓄热体4的蓄热容量为最大蒸发功率乘以缓冲时间。所述缓冲时间即可以供液体以最大蒸发流量蒸发的时间。当缓冲时间小于0.1s时,表现为蒸汽断断续续,通过改变温度控制参数也难以消除该过程。在缓冲时间>0.1s后,该现象明显改观。当缓冲时间>1.5s后,再增加缓冲时间的边际效应已经很小。

[0043] 当其它因素不变,将蓄热体4的材质分别设计为铝合金、不锈钢和堇青石陶瓷。上述三种材料对应的热导率分别为140W/m<sup>2</sup>.K、16W/m<sup>2</sup>.K和0.8W/m<sup>2</sup>.K。观察发现采用堇青石陶瓷的蓄热体4明显不能稳定蒸发过程,而铝合金蓄热体4a效果最好,因此在本实施例中采用铝合金蓄热体4a。

[0044] 实施例二

[0045] 如图1和图3所示,以蒸发水为例,一种调控液体蒸发的装置,包括储存罐1、加压装置、液体分散介质3以及夹套4b,所述储存罐1与所述液体分散介质3通过管道连接,所述储存罐1内储存有水,所述加压装置对储存罐1加压,从而将储存罐1中的水通过管道压入至液体分散介质3当中,所述夹套4b为套装结构,夹套4b中部填充有镍泡沫多孔介质作为液体分散介质3,所述夹套4b两端开口分别为入口和出口,所述入口与储存罐1连接,本申请还包括加热机构,在本实施例中,加热机构为带泵的循环油浴锅系统5b,所述夹套4b内套壁内为中空的夹层,热硅油在夹套4b的夹层内和循环油浴锅系统5b中进行循环,水在液体分散介质3中被分割展开,并由热硅油对水进行加热蒸发,而后水蒸气从出口排出。在本实施例中,在夹套4b内循环的热油浴充当蓄热体4,当蓄热量和供应的热功率达到要求时,也可以稳定调节和控制水的蒸发过程。

[0046] 采用循环油浴锅系统5b作为加热机构,夹套4b和热硅油作为蓄热体4的好处在于温度便于调节,使得蒸发过程更加的可控。

[0047] 以上所述的具体实施例,对本实用新型的目的、技术方案和有益效果进行了进一

步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本实用新型的具体实施例而已,并不用于限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

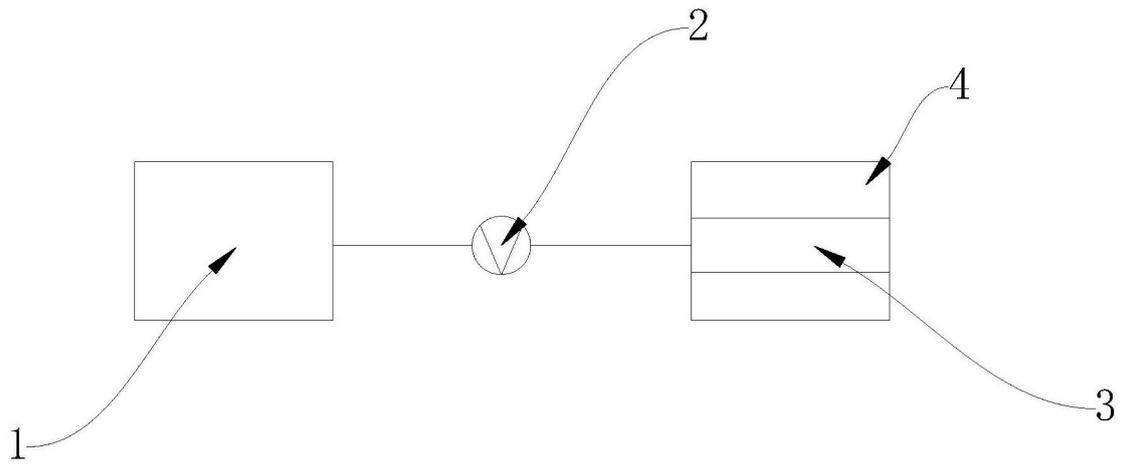


图1

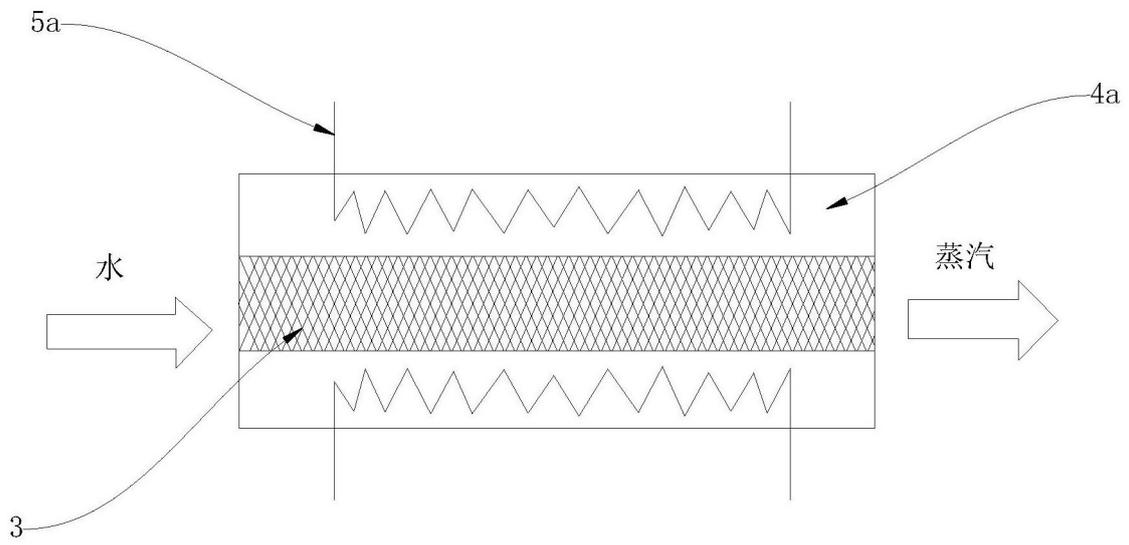


图2

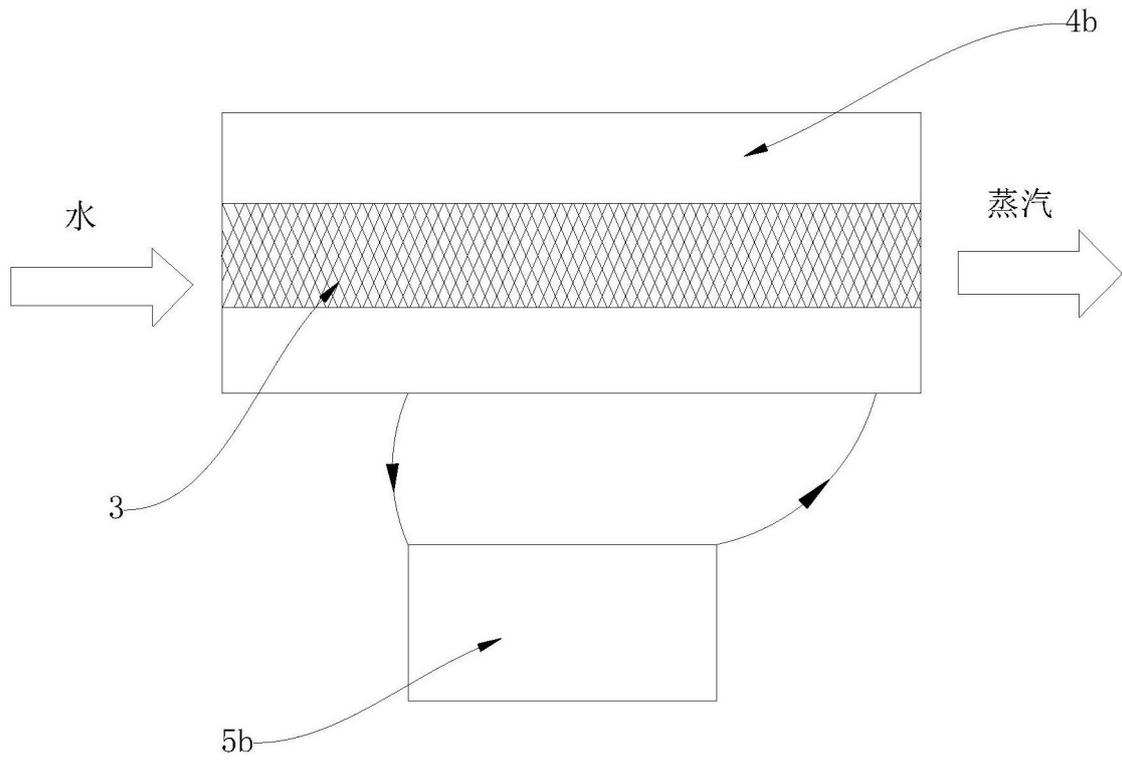


图3