



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114314828 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 29

(21) 申请号 202111670060.0

(22) 申请日 2021.12.31

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114314828 A

(43) 申请公布日 2022.04.12

(73) 专利权人 西南交通大学
地址 610000 四川省成都市二环路北一段
111号

(72) 发明人 曾卓 杨雪 张涵 李林潇 苏凯

(74) 专利代理机构 成都擎智秉业专利代理事务
所(普通合伙) 51227
专利代理师 李顺德

(51) Int. Cl.
C02F 3/28 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 110734200 A, 2020.01.31
- CN 110734200 A, 2020.01.31
- CN 102381761 A, 2012.03.21
- CN 205367874 U, 2016.07.06
- CN 112707504 A, 2021.04.27
- CN 101781016 A, 2010.07.21
- US 5582719 A, 1996.12.10
- JP 2001276863 A, 2001.10.09
- KR 20130091125 A, 2013.08.16
- JP 2019141785 A, 2019.08.29

李玥等. 温度对一体式厌氧流化床膜生物反应器运行效能及微生物群落结构的影响.《环境科学》.2019,第39卷(第4期),

审查员 王捷琪

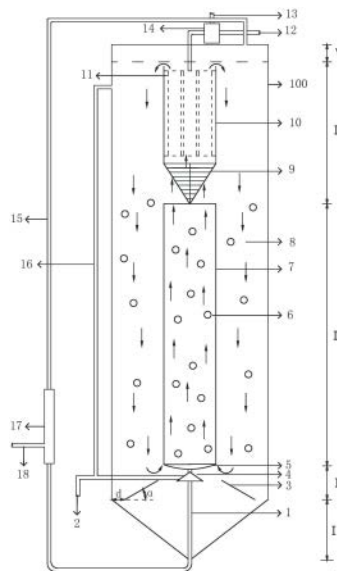
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

一种厌氧流化床膜生物反应器

(57) 摘要

本申请涉及废水处理技术领域。本申请公开了一种厌氧流化床膜生物反应器,通过分离器的分离作用,将载体分离阻止载体进入膜组件内,以解决膜污染严重的问题。本申请的厌氧流化床膜生物反应器,包括反应腔,所述反应腔内设置有厌氧流化床和膜组件,其特征在于,所述膜组件由6支圆筒形滤膜安装在分隔筒中构成,所述膜组件下端设置有分离器,所述分离器用于阻止生物载体进入膜组件,所述分离器形状为圆锥形,锥底与膜组件相对,锥尖向下。本申请将厌氧生物流化床反应器技术与膜分离技术合二为一,集生物反应、膜分离、生物载体分离于一体,各单元功能互补,结构紧凑。本申请特别适用于处理含有有机污染物的废水。



1. 一种厌氧流化床膜生物反应器,包括反应腔,所述反应腔内设置有厌氧流化床和膜组件,其特征在于,所述膜组件由6支圆筒形滤膜安装在分隔筒中构成,所述膜组件下端设置有分离器,所述分离器用于阻止载体进入膜组件,所述分离器形状为圆锥形,锥底与膜组件相对,锥尖向下;

所述分隔筒直径与所述锥底直径相等;

所述分隔筒与所述锥底连接;

所述反应腔为圆柱形,所述反应腔从下到上顺次设有集泥区(I)、布水区(II)、生物反应区(III)、膜分离区(IV)和集气区(V);集泥区(I)下部设有进气管(1);布水区(II)下部设有污泥板(3)和布水器(4),左侧设置进水管(2);生物反应区(III)从内到外设有提升管(7)、载体(6),提升管(7)外侧设有降流室(8);膜分离区(IV)从下向上顺次设有分离器(9)、膜组件(11)、分隔筒(10)和出水管(12);集气区(V)设有出水管(12)和脱碳机(14),输气管(15)连接沼气净化器(17),沼气净化器(17)连接出气管(18),脱碳机(14)连接外排管(13)。

2. 根据权利要求1所述的一种厌氧流化床膜生物反应器,其特征在于,所述圆锥形高线与母线夹角为 $22.5\sim 30^\circ$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种厌氧流化床膜生物反应器,其特征在于,所述分离器由圆锥形的母线和等间距布置在所述母线上的纬线构成,所述母线和纬线均为不锈钢条。

4. 根据权利要求3所述的一种厌氧流化床膜生物反应器,其特征在于,所述母线至少2条,所述母线在锥面均匀分布。

5. 根据权利要求1所述的一种厌氧流化床膜生物反应器,其特征在于,所述分离器由耐腐蚀薄板开孔和/或槽构成。

6. 根据权利要求1所述的一种厌氧流化床膜生物反应器,其特征在于,所述反应腔高径比为 $(2\sim 3):1$,生物反应区(III)与膜分离区(IV)体积比为 $(2.5\sim 5):1$;所述提升管(7)高径比为 $(5\sim 10):1$ 、提升管(7)直径与反应腔内径比为 $1:(4\sim 10)$ 、提升管(7)高度与反应腔高度比为 $1:(1.5\sim 2)$;所述的污泥板(3)底角为 $30\sim 45^\circ$,污泥板(3)底端离外反应腔内壁距离为 $100\sim 150\text{mm}$ 。

7. 根据权利要求1所述的一种厌氧流化床膜生物反应器,其特征在于,所述分隔筒(10)与提升管(7)内径相同。

一种厌氧流化床膜生物反应器

技术领域

[0001] 本申请涉及废水处理技术领域,尤其涉及厌氧生物处理技术,具体而言,涉及一种厌氧流化床膜生物反应器。

背景技术

[0002] 厌氧流化床反应器是一种利用高效生物膜法处理废水的反应器。它是利用载体为介质,厌氧微生物以膜形式结在载体的表面,在污水中成流动状态,称之为厌氧流化床,微生物与污水中的有机物进行接触吸附分解有机物,从而达到净化处理的目的。

[0003] 厌氧流化床反应器,包括一个反应腔,其基本结构由内外两个圆筒构成,外圆筒为容器,内圆筒也称为提升管,利用水流动力(采用轴流泵或反应器产生的气体带动),使污水和有机生物膜的载体在外筒中进行循环,达到流化的目的。由于砂等载体的比表面积大,每立方米可达 $5500\sim 6500\text{m}^2/\text{m}^3$,因而生物接触面积特别大,处理效率很高,每立方米有效反应器容积可每天处理COD达 $35\sim 45$ 公斤COD/ m^3 。

[0004] 膜分离技术是指在分子水平上不同粒径分子的混合物在通过半透膜时,实现选择性分离的技术,半透膜又称分离膜或滤膜,膜壁布满小孔,根据孔径大小可以分为:微滤膜(MF)、超滤膜(UF)、纳滤膜(NF)、反渗透膜(RO)等,膜分离采用错流过滤或死端过滤方式。

[0005] 在污水处理,水资源再利用领域,膜生物反应器(Membrane Bio-Reactor MBR),是一种由膜分离单元与生物处理单元相结合的新型水处理技术。

[0006] 厌氧流化床膜生物反应器,主要利用膜分离设备截留水中的活性污泥与大分子有机物,以膜组件取代传统生物处理技术末端二沉池。

[0007] 在生物反应器中保持高活性污泥浓度,提高生物处理有机负荷,从而减少污水处理设施占地面积,并通过保持低污泥负荷减少剩余污泥量。膜生物反应器系统内活性污泥(MLSS)浓度可提升至 $8000\sim 10,000\text{mg/L}$,甚至更高;污泥龄(SRT)可延长至30天以上。膜生物反应器因其有效的截留作用,可保留世代周期较长的微生物,可实现对污水深度净化,同时硝化菌在系统内能充分繁殖,其硝化效果明显,对深度除磷脱氮提供可能。

[0008] 一体式厌氧流化床膜生物反应器,由于载体上附着生长着大量微生物,能够保证系统具有较高的处理效果并具有较强的抵抗冲击负荷的能力,同时又不会使反应器内悬浮固体浓度过高而影响膜通量,已被广泛用于畜禽养殖废水、屠宰废水、造纸废水等行业废水处理。厌氧膜生物反应器的出水水质好,接近排放标准,且实现污泥全截留,可维持反应器内高污泥浓度。

[0009] 厌氧膜生物反应器功能依赖膜的分离作用,膜阻力变大则会导致通量减小,甚至完全堵塞。生物膜附着导致的膜污染是膜阻力变大的主要原因。生物膜的附着和生长速度与污泥浓度呈正相关,因此污泥浓度高、且水力负荷低的厌氧生物反应器中膜污染严重。为消除和控制膜污染,频繁反冲洗或换膜,这会导致运行费用激增。

发明内容

[0010] 本申请的主要目的在于提供一种厌氧流化床膜生物反应器,通过分离器的分离作用,将载体分离阻止载体进入膜组件内,以解决膜污染严重的问题。

[0011] 为了实现上述目的,根据本申请具体实施方式的一个方面,提供了一种厌氧流化床膜生物反应器,包括反应腔,所述反应腔内设置有厌氧流化床和膜组件,其特征在于,所述膜组件下端设置有分离器,所述分离器用于阻止载体进入膜组件,所述分离器形状为圆锥形,锥底与膜组件相对,锥尖向下。

[0012] 在某些实施例中,所述膜组件安装在分隔筒中,所述分隔筒直径与所述锥底直径相等。

[0013] 在某些实施例中,所述分隔筒与所述锥底连接。

[0014] 在某些实施例中,所述圆锥形高线与母线夹角为 $22.5\sim 30^\circ$ 。

[0015] 在某些实施例中,所述分离器由圆锥形的母线和等间距布置在所述母线上的纬线构成,所述母线和纬线均为不锈钢条。

[0016] 在某些实施例中,所述母线至少2条,所述母线在锥面均匀分布。

[0017] 在某些实施例中,所述分离器由耐腐蚀薄板开孔和/或槽构成。

[0018] 在某些实施例中,所述反应腔为圆柱形,所述反应腔从下到上顺次设有集泥区(I)、布水区(II)、生物反应区(III)、膜分离区(IV)和集气区(V);集泥区(I)下部设有进气管(1);布水区(II)下部设有污泥板(3)和布水器(4),左侧设置进水管(2);生物反应区(III)从内到外设有提升管(7)、载体(6),提升管(7)外侧设有降流室(8);膜分离区(IV)从下向上顺次设有分离器(9)、膜组件(11)、分隔筒(10)和出水管(12);集气区(V)设有出水管(12)和脱碳机(14),输气管(15)连接沼气净化器(17),沼气净化器(17)连接出气管(18),脱碳机(14)连接外排管(13)。

[0019] 在某些实施例中,所述反应腔高径比为 $(2\sim 3):1$,生物反应区(III)与膜分离区(IV)体积比为 $(2.5\sim 5):1$;所述提升管(7)高径比为 $(5\sim 10):1$ 、提升管(7)直径与反应腔内径比为 $1:(4\sim 10)$ 、提升管(7)高度与反应腔高度比为 $1:(1.5\sim 2)$;所述的污泥板(3)底角为 $30\sim 45^\circ$,污泥板(3)底端离外反应腔内壁距离为 $100\sim 150\text{mm}$ 。

[0020] 在某些实施例中,所述分隔筒(10)与提升管(7)内径相同。

[0021] 根据本申请技术方案及其在某些示例性实施例中进一步改进的技术方案,本申请具有如下有益效果:

[0022] 本申请将厌氧生物流化床反应器技术与膜分离技术合二为一,集生物反应、膜分离、载体分离于一体,各单元功能互补,结构紧凑。本申请采用特殊的倒锥形的分离器来达到膜组件与生物反应区隔离,通过分离器的分离作用将载体分离。由于分离器的倒圆锥结构,使得载体向圆锥顶点两侧分散开,减少了反应死区,既加强载体的分离效果,又可在不影响高效性前提下降低膜组件环境中污泥浓度,减少微生物附着机会。分离器采用倒圆锥形式,与提升管协同作用,来自反应区的载体被分离的同时,载体流速受到控制,加强了固液分离效果。

[0023] 下面结合附图和具体实施方式对本申请做进一步的说明。本申请附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本申请的实践了解到。

附图说明

[0024] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的具体实施方式、示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。在附图中:

[0025] 图1为示例性实施例的反应腔结构示意图;

[0026] 图2图1中分隔筒、膜组件和分离器配置关系示意图;

[0027] 图3是图1中分隔筒和膜组件的左视图;

[0028] 图4是图1中分隔筒和膜组件的俯视图;

[0029] 图5是图1中分离器的主视图;

[0030] 图6是图1中分离器的左视图;

[0031] 图7是图1中分离器的俯视图;

[0032] 图8是另一种示例性实施例分离器结构示意图。

[0033] 其中附图标记如下:

[0034] 进气管1、进水管2、污泥板3、布水器4、分散板5、载体6、提升管7、降流室8、分离器9、分隔筒10、膜组件11、出水管12、外排管13、脱碳机14、输气管15、外循环管16、沼气净化器17、出气管18、纬线91、母线92、槽93、反应腔100;集泥区I、布水区II、生物反应区III、膜分离区IV、集气区V。

具体实施方式

[0035] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的具体实施方式、示意性实施例以及其中的特征可以相互组合。现将参考附图并结合以下内容详细说明本申请。

[0036] 为了使本领域技术人员更好的理解本申请方案,下面将结合本申请具体实施方式、示意性实施例中的附图,对本申请具体实施方式、示意性实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的示意性实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的具体实施方式、示意性实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施方式、实施例,都应当属于本申请保护的范围。

[0037] 本申请的厌氧流化床膜生物反应器,包括一个反应腔,所述反应腔内设置有厌氧流化床和膜组件,所述膜组件下端设置有分离器,所述分离器用于阻止载体进入膜组件,所述分离器形状为圆锥形,锥底与膜组件相对,锥尖向下,形成倒圆锥结构的分离器。

[0038] 厌氧流化床反应器中,固体颗粒物料载体在气流(或液流)作用下,在反应腔内呈悬浮运动状态(即流化状态)。流化状态下的固体颗粒层具有液体的特性,悬浮的固体颗粒层像水一样能保持一定水平界面并具有静压力和浮力,像水一样具有流动性。在这样的流化床反应器中,厌氧微生物以膜形式结在载体的表面,当这样的载体和膜组件直接结合会使得悬浮的固体颗粒更容易粘附在膜组件上,增加膜组件污染和膜组件阻塞的风险。

[0039] 本申请结合厌氧膜生物反应,采用分离器达到固液分离效果,厌氧流化床和膜分离反应的优势既不互相排斥又双双促进,减少膜污染产生,又加强混合液体水力负荷。本申请的厌氧膜生物反应器具有处理效率高、工艺稳定性好,运行费用低的特点,适用于各类有机废水处理。

[0040] 实施例

[0041] 本申请示意性实施例的厌氧流化床膜生物反应器,结构如图1所示,包括一个耐腐

蚀圆柱形反应腔100,反应腔100下端为锥形结构,便于收集反应器中的污泥。反应腔100从下到上顺次设有集泥区I、布水区II、生物反应区III、膜分离区IV和集气区V。

[0042] 集泥区I下部设有进气管1;布水区II下部设有污泥板3和布水器4,左侧设置进水管2;生物反应区III从内到外设有提升管7、载体6,提升管7外侧为降流室8;膜分离区IV从下向上顺次设有分离器9、膜组件11、分隔筒10和出水管12;集气区V设有出水管12和脱碳机14,输气管15连接沼气净化器17,沼气净化器17连接出气管18,脱碳机14连接外排管13。如图1所示。

[0043] 本例厌氧流化床膜生物反应器是一种沼气的提式厌氧流化床膜生物反应器,反应器产生的沼气经过沼气净化器17后,一部分反馈回反应腔100中,在流化的基础上增大载体在混合液体中的流速以达到流化程度最大化,并增强混合液体水力负荷,减缓膜组件污染进程。沼气经过净化循环,还能够吹脱反应液中溶解的二氧化碳,提升混合液碱度,降低反应器酸化风险。

[0044] 本例反应腔100及其各部分具体结构参见附图1~图7。本例反应腔100整体高径比为(2~3):1,生物反应区III与膜分离区IV体积比为(2.5~5):1;所述的提升管7高径比为(5~10):1、提升管7直径与反应腔内径比为1:(4~10)、提升管7高度与反应腔高度比为1:(1.5~2);所述的污泥板3底角 α 为30~45°,污泥板3底端离反应腔内壁距离d为100~150mm。

[0045] 本例分离器9由圆锥形的四条母线和多条等间距布置的纬线(图5示出了9条)组成的分离网,呈倒圆锥形。构成分离器9的母线和等间距布置在所述母线上的纬线均为圆形不锈钢条,母线和纬线通过焊接固定。

[0046] 本例分离器9圆锥形的底面与分隔筒10连接,分离器9与分隔筒10连通,使得膜组件11与载体6完全隔离。分离器9与膜组件11距离t为100~150mm,如图2所示。

[0047] 分离器9相邻纬线之间的距离q与载体6直径的比例设定为:(0.5~1):1,既能够有效阻止载体进入膜组件11,又能够减缓分离器9阻塞进程,如图5所示倒圆锥形分离器9的高线OP与母线OQ夹角 β 为22.5~30°,分离器9上端直径与分隔筒直径和提升管7直径相同。本例载体6采用轻质塑料,有利于降低载体重量和提升载体升流速度。

[0048] 本例倒圆锥形分离器9,不但过滤面积大于普通平板过滤器,而且能够有效地对载体进行径向分离,大大降低载体附着机会,减缓分离器阻塞进程,延长反冲时间间隔,有利于降低设备运行成本,提高废水处理效率。

[0049] 由图2~图4可见,本例膜组件结构是由6支圆筒形滤膜安装在分隔筒10中构成,能够对污水中的有害物质及微生物等进行过滤。

[0050] 本例沼气的提式厌氧流化床膜生物反应器的工作过程如下:

[0051] 废水经进水管2和布水器4向上流入提升管7,净化后的沼气经由输气管15和分散板5上升至提升管7;水流和气流组成的混合流体具有较高上升流速,携带底部的载体6快速向上流动,当混合流体和载体接触分离器9后,由于截留作用,载体6无法通过分离器9,撞击到分离器9后迅速减小流速,通过相互作用沉降到提升管7和降流室8,通过分离器9的混合流体升流至分隔筒10,固液分离效果好;混合流体在膜组件11中实现膜过滤,膜过滤后的出水先经过脱碳机14脱气,然后经由出水管12排放;载体6在降流室8中随下降水流回到反应器底部,载体6上附着的厌氧微生物将废水中有机物转化为甲烷和二氧化碳;沼气被收集于

反应器顶部的集气区 V, 经由沼气净化器 17 脱除二氧化碳和硫化氢等酸性气体后, 一部分经由输气管 15 输入反应器中实现沼气循环, 另一部分用于燃烧发电。

[0052] 本申请的技术方案, 膜分离区 IV 中减缓膜组件 11 的膜污染过程的另一个关键在于降低膜组件 11 附近的污泥浓度和增大膜组件 11 的水力负荷。

[0053] 通过分离器 9 实现附膜载体 6 与膜组件 11 的分离, 降低膜组件 11 附近的污泥浓度; 通过沼气的提、上流式进水和出水外循环, 同时达到提高水力负荷、吹脱二氧化碳和增大碱度的作用。而膜分离区 IV 处废水经过外循环管 16 流入布水区 II, 从而实现水流进一步循环。

[0054] 反应器内沼气循环回流, 利用沼气的提效应增大上升流速, 不仅增大进气流速, 增大膜组件表面水力负荷, 对膜组件形成有力冲刷, 可将附着生物膜剥离, 减缓膜污染进程, 还有利于沼气资源回收利用。

[0055] 本申请示例性实施例的另一种分离器结构, 如图 8 所示, 本例分离器 9 由耐腐蚀薄板构成的锥形, 通过开槽 93 构成。这种分离器结构具有整体性强, 加工方便的特点。

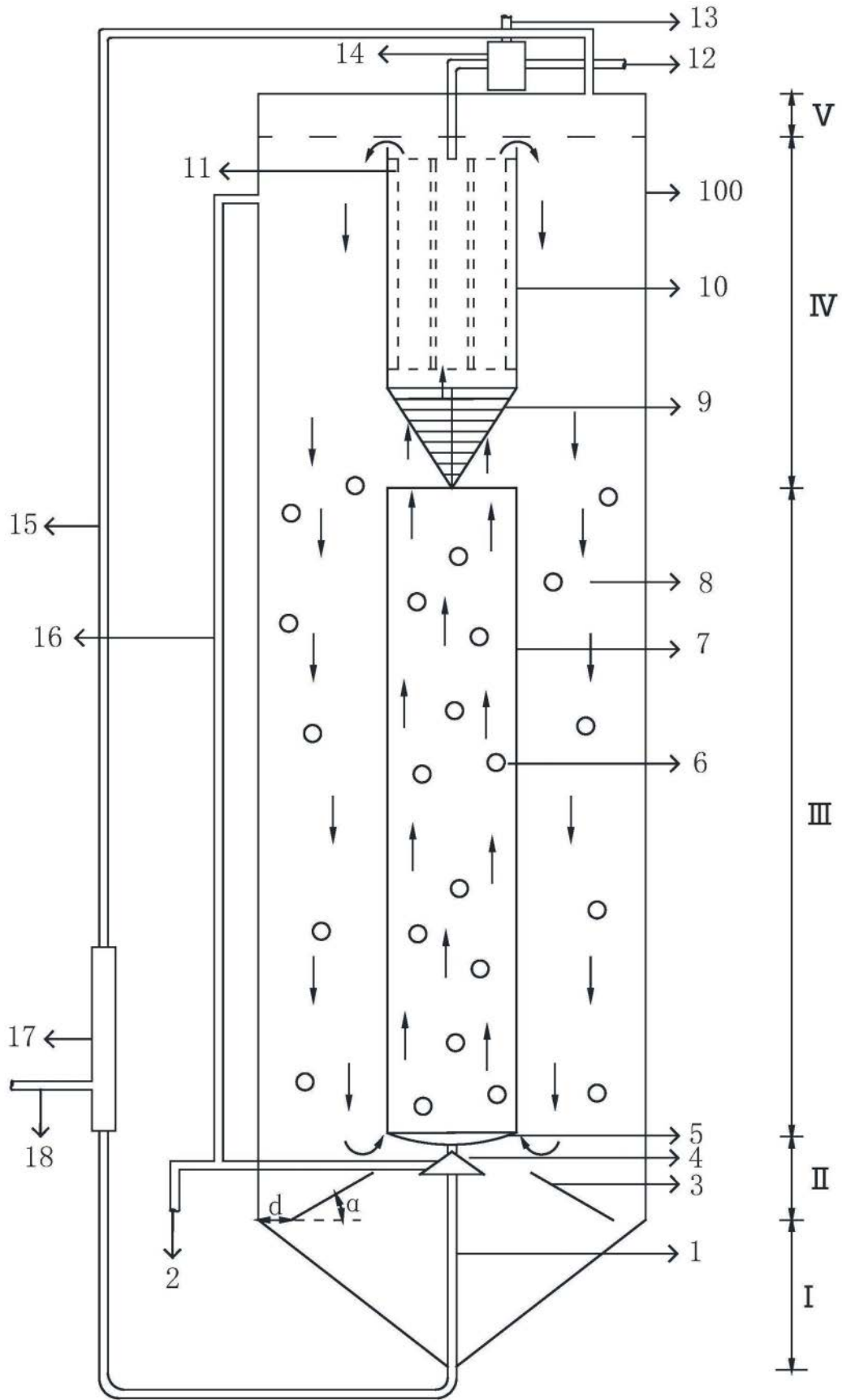


图1

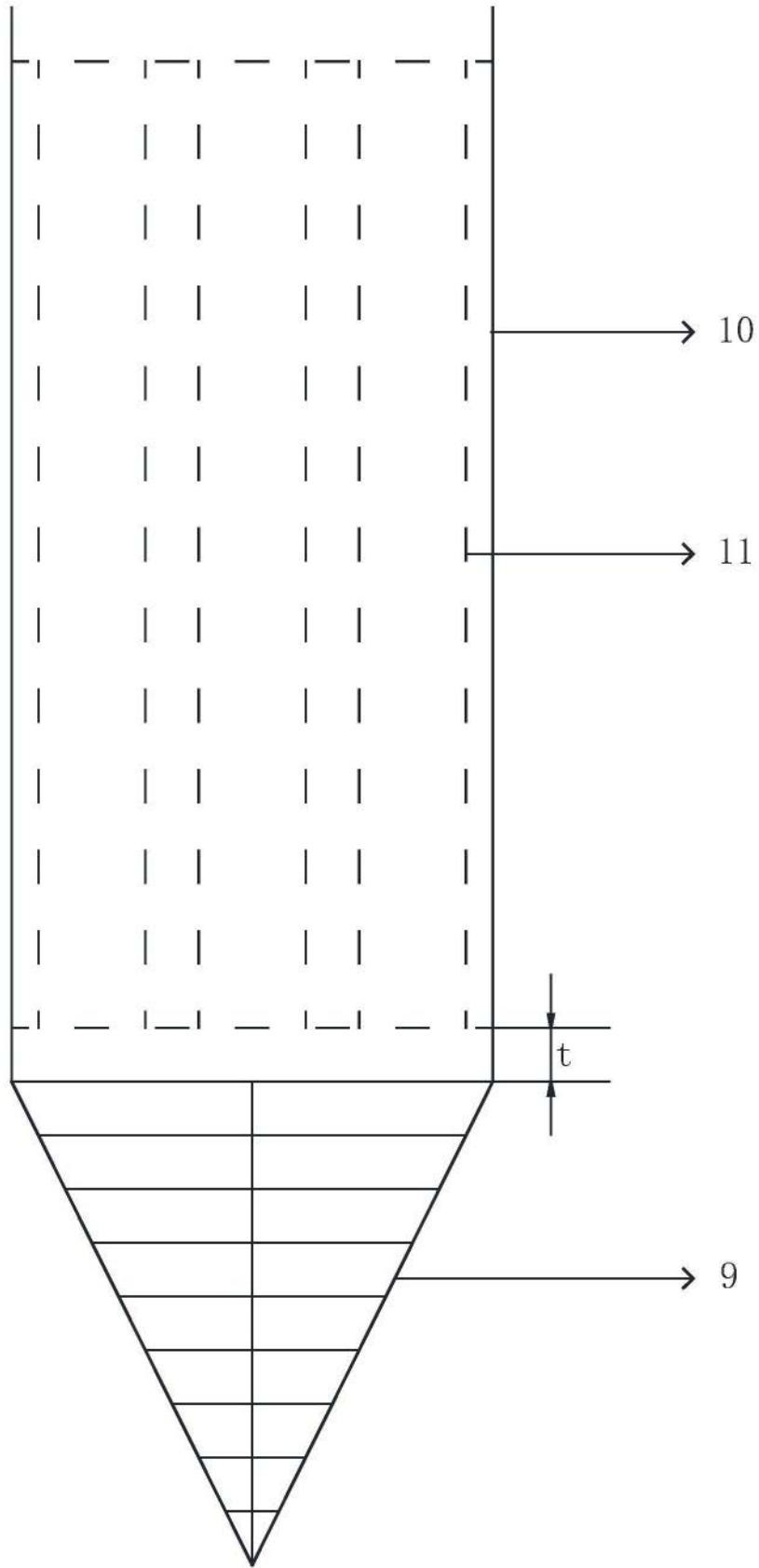


图2

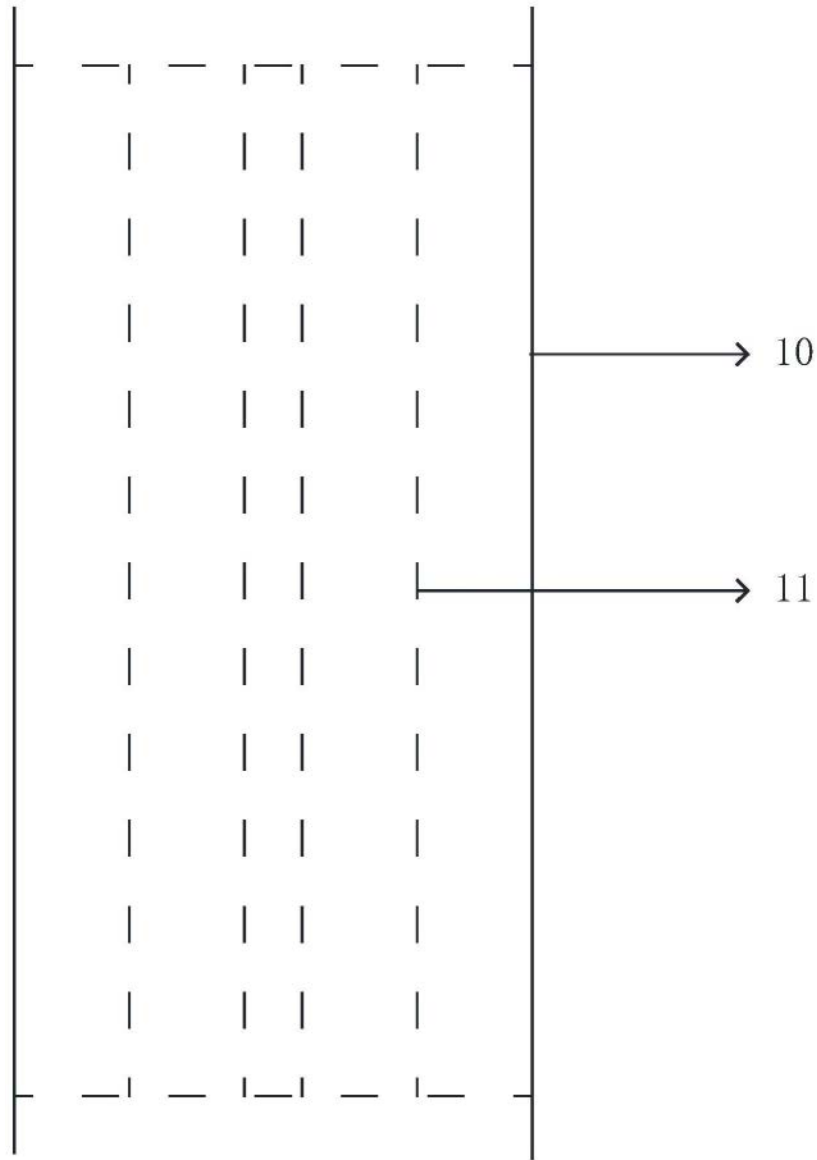


图3

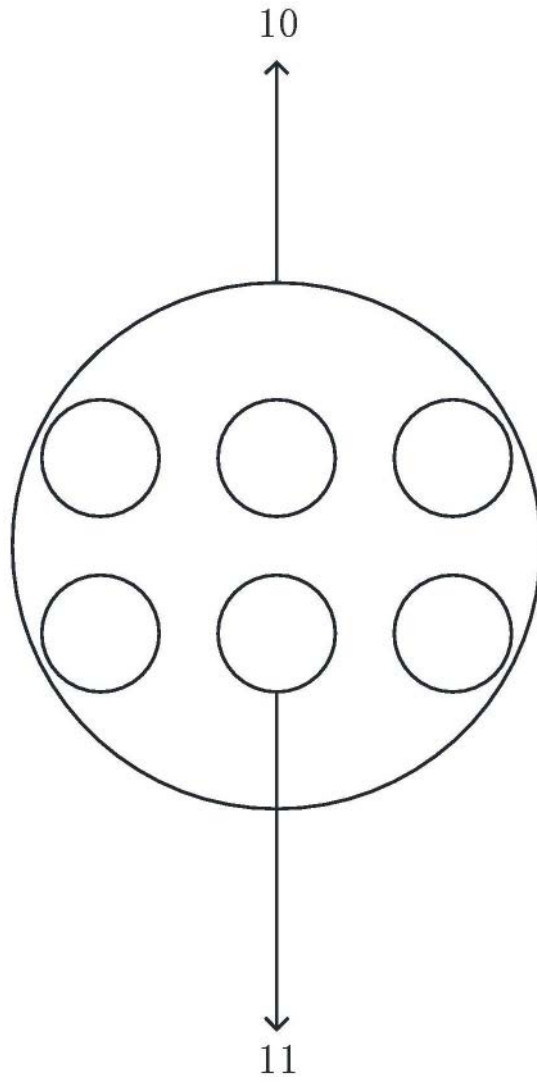


图4

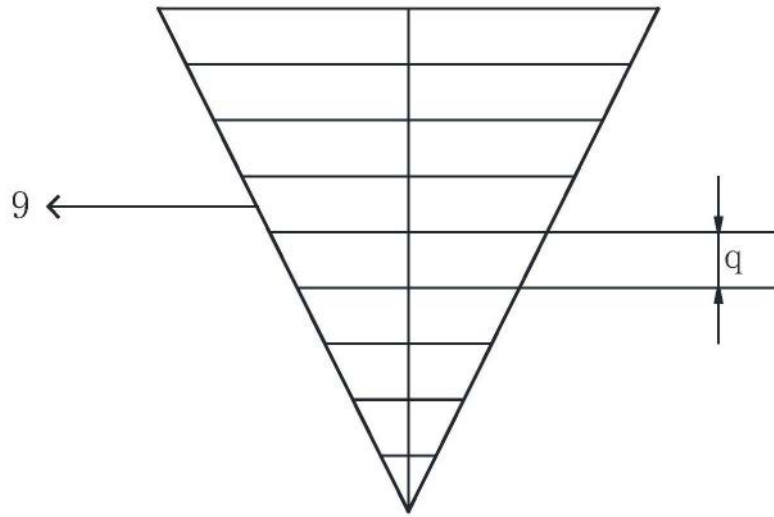


图5

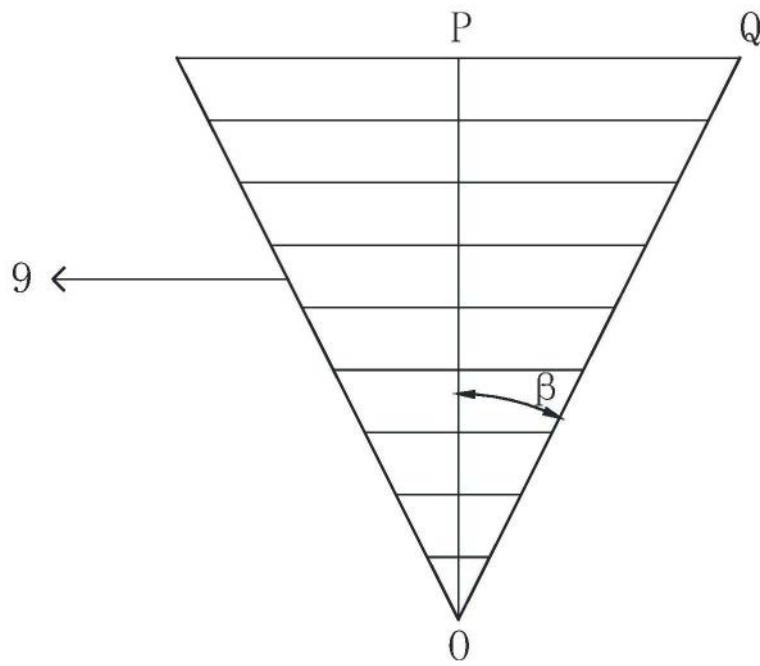


图6

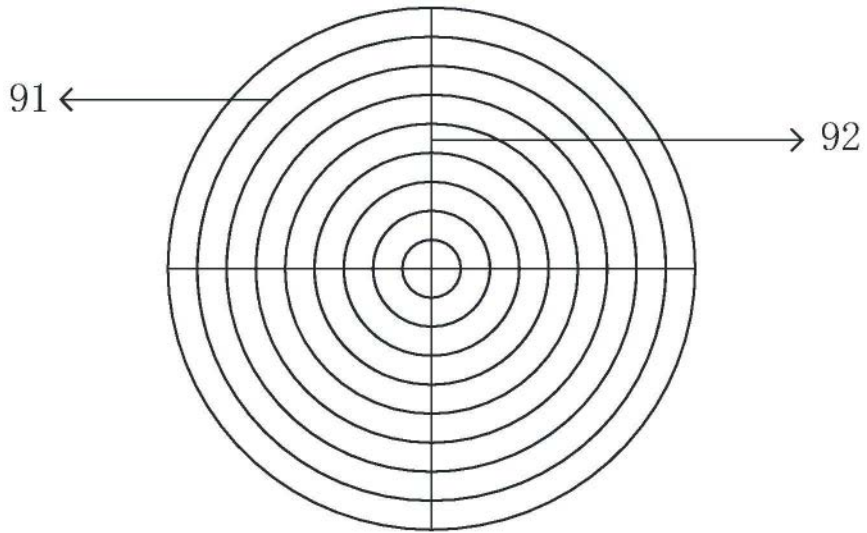


图7

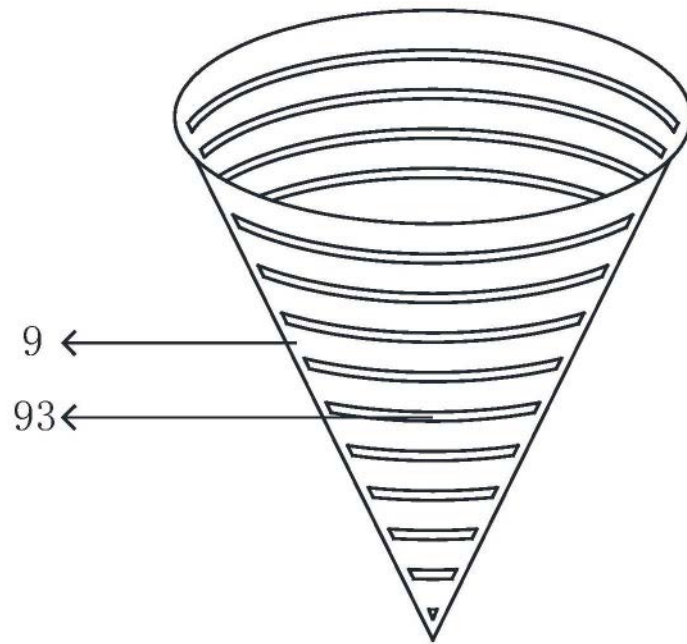


图8