(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203256029 U
(45)授权公告日 2013.10.30

(21)申请号 201320287423.7

(22)申请日 2013.05.23

(73)专利权人 中国轻工业武汉设计工程有限责任公司
地址 430060 湖北省武汉市武昌区首义路176号

(72)发明人 刘泽民 郭晓伟 王晓燕 吴磊 张冬玲

(74)专利代理机构 武汉宇晨专利事务所 42001
代理人 王敏锋

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

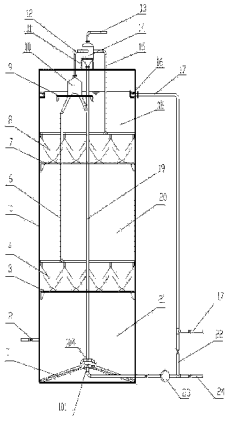
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)实用新型名称

一种双级双循环厌氧反应器

(57)摘要

本实用新型公开了一种双级双循环厌氧反应器，包括本体，本体还包括设置在本体底部的进水布水装置，一级三相分离器和二级三相分离器将本体从上至下依次分割为沉淀室、深度进化反应室和流化床反应室，一级三相分离器通过一级沼气提升管与一级气液分离器连接，一级气液分离器通过一级沼气排气管与二级气液分离器连接，二级气液分离器通过二级沼气提升管与二级三相分离器连接，二级气液分离器的出气口伸出本体外，一级气液分离器和二级气液分离器分别与内循环回环管。本实用新型用于对废水进行高效的厌氧生物处理，容积负荷高，节省投资和占地面积；内部循环量大，节省动力消耗，兼有外部循环，抗冲击负荷能力强；出水稳定性好，并可回收沼气。



CN 203256029 U

1. 一种双级双循环厌氧反应器，包括本体（5），本体（5）为圆柱形罐体，其特征在于：还包括设置在本体（5）底部的进水布水装置（1），还包括设置在本体（5）内的一级三相分离器（4）和二级三相分离器（8），二级三相分离器（8）位于一级三相分离器（4）上方，一级三相分离器（4）和二级三相分离器（8）将本体（5）从上至下依次分割为沉淀室（18）、深度净化反应室（20）和流化床反应室（21），一级三相分离器（4）通过一级沼气提升管（6）与一级气液分离器（10）的进口连接，一级气液分离器（10）的出气口通过一级沼气排气管（12）与二级气液分离器（14）连接，二级气液分离器（14）的进口通过二级沼气提升管（15）与二级三相分离器（8）连接，二级气液分离器（14）的出气口伸出本体（5）外，一级气液分离器（10）的出液口和二级气液分离器（14）的出液口分别与内循环回流管（19）一端连接，内循环回流管（19）另一端延伸至本体（5）底部并与进水布水装置（1）连接，沉淀室（18）的侧壁设置有出水管（17），流化床反应室（21）的侧壁设置有与进水布水装置（1）连接的进水管（24）。

2. 根据权利要求 1 所述的一种双级双循环厌氧反应器，其特征在于：还包括用于将水通过进水管（24）泵送到进水布水装置（1）的进水提升泵（23）。

3. 根据权利要求 1 所述的一种双级双循环厌氧反应器，其特征在于：所述的进水布水装置（1）包括进水口（101）、内循环进水口（104）、若干个布水管（102）和若干个内循环布水管（103），各个布水管（102）均与进水口（101）相连，进水口（101）与进水管（24）相连，各个内循环布水管（103）均与内循环进水口（104）连接，内循环进水口（104）与内循环回流管（19）连接，各个布水管（102）上设置有布水孔，各个内循环布水管（103）上设置有布水孔。

4. 根据权利要求 1 所述的一种双级双循环厌氧反应器，其特征在于：所述的一级三相分离器（4）通过第一固定支架与本体（5）内壁连接，二级三相分离器（8）通过第二固定支架与本体（5）内壁连接，一级气液分离器（10）通过第三固定支架与本体（5）内壁连接。

5. 根据权利要求 1 所述的一种双级双循环厌氧反应器，其特征在于：所述的流化床反应室（21）侧壁设置有排泥管（2）。

6. 根据权利要求 1 所述的一种双级双循环厌氧反应器，其特征在于：所述的沉淀室（18）内部设置有环形出水堰（16），环形出水堰（16）与沉淀室（18）内壁构成环形的且开口朝上的蓄水槽，出水管（17）与蓄水槽连接。

7. 根据权利要求 1 所述的一种双级双循环厌氧反应器，其特征在于：所述的一级气液分离器（10）为棱柱形罐体，棱柱形罐体的底部内壁向上凸起，一级气液分离器的进口和一级气液分离器的出液口均设置在一级气液分离器（10）的底部，一级气液分离器的出气口设置在一级气液分离器（10）的顶部。

8. 根据权利要求 1 所述的一种双级双循环厌氧反应器，其特征在于：所述的二级气液分离器（14）为圆柱形罐体，二级气液分离器（14）内部设置有螺旋导流板（1402），螺旋导流板（1402）与二级气液分离器（14）的进口延伸方向相切，螺旋导流板（1402）与伸入到二级气液分离器（14）内的一级沼气排气管（12）的延伸方向相切，二级气液分离器的出气口设置在圆柱形罐体的顶部，二级气液分离器的出液口设置在圆柱形罐体的底部。

9. 根据权利要求 1 所述的一种双级双循环厌氧反应器，其特征在于：所述的出水管（17）通过出水循环管（22）与进水管（24）连接，出水循环管（22）上设置有调节阀门。

一种双级双循环厌氧反应器

技术领域

[0001] 本实用新型涉及高效厌氧处理技术领域，更具体涉及一种双级双循环厌氧反应器，适用于高浓度有机工业废水的处理，如食品工业废水、酒精工业废水、发酵工业废水、造纸废水、制药工业废水、屠宰废水等；也有应用于城市垃圾渗滤液废水的处理；如果与好氧生物处理工艺进行串联或组合，还可以同时实现脱氮和除磷；并对含有难降解有机物的工业废水具有较好的处理效果。

背景技术

[0002] 废水的生物处理技术分为好氧生物处理和厌氧生物处理两大类，与好氧生物处理工艺相比，废水的厌氧生物处理工艺具有以下主要特点：(1) 能耗大大降低，还可以回收生物能(沼气)，厌氧生物处理工艺无需为微生物提供氧气，减少了能耗，而且厌氧生物处理工艺在大量降低废水中的有机物的同时，还会产生大量的沼气，其中主要的有效成分是甲烷，具有很高的利用价值，可以直接用于锅炉燃烧或发电。(2) 污泥产量很低；由于在厌氧生物处理过程中废水中的大部分有机污染物都被用来产生沼气和二氧化碳，用于细胞合成的有机物相对来说要少得多；同时，厌氧微生物的增殖速率比好氧微生物低得多。(3) 厌氧微生物有可能对好氧微生物不能降解的一些有机物进行降解或部分降解，对于某些含有难降解有机物的废水，利用厌氧工艺进行处理可以获得更好的处理效果，或者可以利用厌氧工艺作为预处理工艺，可以提高废水的可生化性，提高后续好氧处理工艺的处理效果。

[0003] 目前在厌氧生物处理领域应用较多的是以 UASB（升流式厌氧污泥床）为代表的第二代厌氧反应器，以及以 EGSB（膨胀颗粒污泥床）和 IC（内循环厌氧反应器）为代表的第三代厌氧反应器。EGSB 有处理水回流，它所处理污水的进水 COD 可以比 UASB 高，因为处理水回流对进水 COD 有一定的稀释作用，COD- 容积负荷可以取到 10-20kgCOD/m^3，上升流速可达 5-10m/h，以实现污泥的膨胀，池体一般是圆形，高径比约为 3-5，生产性装置反应器的高度可达 15-20m，三相分离器有的布一层，有的布两层。IC 反应器是 20 世纪 80 年代中期荷兰帕克公司在 UASB 反应器的基础上成功开发的第三代高效厌氧生物反应器，它与 UASB 和 EGSB 的区别是内回流，依靠沼气在升流管和降流管间产生的密度差在反应器内部形成流体循环，可以看成由两个 USAB 反应器上下串联组成，COD- 容积负荷可达 UASB 的 3-6 倍，液体上升流速增大 8-20 倍，高径比可达 4-8，反应器的高度可达 16-25m。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的是在于针对现有技术存在的上述问题，提供一种双级双循环厌氧反应器，用于对废水进行高效的厌氧生物处理，容积负荷高，节省投资和占地面积；内部循环量大，节省动力消耗，兼有外部循环，抗冲击负荷能力强；出水稳定性好，并可回收沼气。

[0005] 本实用新型的上述目的通过以下技术方案实现：

[0006] 一种双级双循环厌氧反应器，包括本体，本体为圆柱形罐体，还包括设置在本体底

部的进水布水装置，还包括设置在本体内的一级三相分离器和二级三相分离器，二级三相分离器位于一级三相分离器上方，一级三相分离器和二级三相分离器将本体从上至下依次分割为沉淀室、深度净化反应室和流化床反应室，一级三相分离器通过一级沼气提升管与一级气液分离器的进口连接，一级气液分离器的出气口通过一级沼气排气管与二级气液分离器连接，二级气液分离器的进口通过二级沼气提升管与二级三相分离器连接，二级气液分离器的出气口伸出本体外，一级气液分离器的出液口和二级气液分离器的出液口分别与内循环回流管一端连接，内循环回流管另一端延伸至本体底部并与进水布水装置连接，沉淀室的侧壁设置有出水管，流化床反应室的侧壁设置有与进水布水装置连接的进水管。

[0007] 一种双级双循环厌氧反应器，还包括用于将水通过进水管泵送到进水布水装置的进水提升泵。

[0008] 如上所述的进水布水装置包括进水口、内循环进水口、若干个布水管和若干个内循环布水管，各个布水管均与进水口相连，进水口与进水管相连，各个内循环布水管均与内循环进水口连接，内循环进水口与内循环回流管连接，各个布水管上设置有布水孔，各个内循环布水管上设置有布水孔。

[0009] 如上所述的一级三相分离器通过第一固定支架与本体内壁连接，二级三相分离器通过第二固定支架与本体内壁连接，一级气液分离器通过第三固定支架与本体内壁连接。

[0010] 如上所述的流化床反应室侧壁设置有排泥管。

[0011] 如上所述的沉淀室内部设置有环形出水堰，环形出水堰与沉淀室内壁构成环形的且开口朝上的蓄水槽，出水管与蓄水槽连接。

[0012] 如上所述的一级气液分离器为棱柱形罐体，棱柱形罐体的底部内壁向上凸起，一级气液分离器的进口和一级气液分离器的出液口均设置在一级气液分离器的底部，一级气液分离器的出气口设置在一级气液分离器的顶部。

[0013] 如上所述的二级气液分离器为圆柱形罐体，二级气液分离器内部设置有螺旋导流板，螺旋导流板与二级气液分离器的进口延伸方向相切，螺旋导流板与伸入到二级气液分离器内的一级沼气排气管的延伸方向相切，二级气液分离器的出气口设置在圆柱形罐体的顶部，二级气液分离器的出液口设置在圆柱形罐体的底部。

[0014] 如上所述的出水管通过出水循环管与进水管连接，出水循环管上设置有调节阀门。

[0015] 本实用新型与现有技术相比，具有以下优点：

[0016] 1、本双级双循环厌氧反应器采用两级厌氧反应室组合而成，下级流化床反应室采用较高的负荷，污泥浓度较高，可去除废水中大多数的污染物，上级深度净化反应室采用较低的负荷，污泥浓度较流化床反应室低，对污水中的污染物进行进一步处理，具有较高的污染物去除效率，其 COD 去除效率可达 85-90%，出水水质较好。

[0017] 2、本双级双循环厌氧反应器本身容积负荷高，且采用上下两层设置，高径比很大，其体积相当于普通反应器的 1/4-1/3 左右，可有效节省投资和占地面积。

[0018] 3、处理高浓度有机废水时，循环流量可达进水量的 10 倍以上，大量的循环水和进水充分混合，使原水中的有害物质得到充分稀释，大大降低了毒物对厌氧消化过程的影响，因而抗冲击负荷能力强。

[0019] 4、反应器以自身产生的沼气作为提升的动力来实现混合液内循环，在一定工况下

可不用泵强制外循环，节省动力消耗。

[0020] 5、反应器相当于上、下两个UASB反应器串联运行，下面一个UASB反应器具有很高的有机负荷率，起“粗”处理作用，上面一个UASB反应器的负荷较低，起“精”处理作用，多级处理工艺比单级处理的稳定性好，出水水质稳定。

[0021] 6、采用内循环和外循环相结合的方式，可以有效的控制工艺运行状况，适应有机废水浓度高低的变化，当废水的有机浓度相对较低而导致内循环效率低下时，可以通过外循环来保证其运行效果，因而适用范围广。

[0022] 7、采用DCS自动控制系统，运行可靠，操作简便。

[0023] 8、在结构方面，反应器底部呈锥形坡面，采用变径等距布水，根据原废水、外循环混合进水量和内循环回流水量按比例均布布水管，保证了配水的均匀性；反应器设置了两级气液分离器，对流化床反应室和深度净化反应室分别进行气液分离，使反应室内的沼气与混合液的分离更加有效，同时一级气液分离器设置在反应器内部，可使内循环回流量达到最大值。

附图说明

[0024] 图1为本实用新型的结构示意图；

[0025] 图2为本实用新型的进水布水装置结构示意图；

[0026] 图3为一级气液分离器结构示意图；

[0027] 图4为一级气液分离器仰视示意图；

[0028] 图5为二级气液分离器结构示意图；

[0029] 图6为二级气液分离器仰视示意图。

[0030] 其中：1-进水布水装置；2-排泥管；3-第一固定支架；4-一级三相分离器；5-本体；6-一级沼气提升管；7-第二固定支架； 8-二级三相分离器；9-第三固定支架；10-一级气液分离器；11-第四固定支架；12-一级沼气排气管；13-沼气排放管；14-二级气液分离器；15-二级沼气提升管；16-环形出水堰；17-出水管；18-沉淀室；19-内循环回流管；20-深度净化反应室；21-流化床反应室；22-出水循环管；23-进水提升泵；24-进水管；101-进水口；102-布水管；103-内循环布水管；104-内循环进水口；1001-一级气液分离器的进口；1002-一级气液分离器的出液口；1003-罐体；1004-一级气液分离器的出气口；1401-二级气液分离器的出气口；1402-螺旋导流板；1403-二级气液分离器的进口；1404-二级气液分离器的出液口。

具体实施方式

[0031] 以下结合附图对本实用新型的技术方案作进一步详细描述。

[0032] 实施例1：

[0033] 如图1~图6所示，一种双级双循环厌氧反应器，包括本体5，本体5为圆柱形罐体，还包括设置在本体5底部的进水布水装置1，还包括设置在本体5内的一级三相分离器4和二级三相分离器8，二级三相分离器8位于一级三相分离器4上方，一级三相分离器4和二级三相分离器8将本体5从上至下依次分割为沉淀室18、深度净化反应室20和流化床反应室21，一级三相分离器4通过一级沼气提升管6与一级气液分离器10的进口连接，一级气

液分离器 10 的出气口通过一级沼气排气管 12 与二级气液分离器 14 连接，二级气液分离器 14 的进口通过二级沼气提升管 15 与二级三相分离器 8 连接，二级气液分离器 14 的出气口伸出本体 5 外，一级气液分离器 10 的出液口和二级气液分离器 14 的出液口分别与内循环回流管 19 一端连接，内循环回流管 19 另一端延伸至本体 5 底部并与进水布水装置 1 连接，沉淀室 18 的侧壁设置有出水管 17，流化床反应室 21 的侧壁设置有与进水布水装置 1 连接的进水管 24。

[0034] 一种双级双循环厌氧反应器，还包括用于将水通过进水管 24 泵送到进水布水装置 1 的进水提升泵 23。

[0035] 进水布水装置 1 包括进水口 101、内循环进水口 104、若干个布水管 102 和若干个内循环布水管 103，各个布水管 102 均与进水口 101 相连，进水口 101 与进水管 24 相连，各个内循环布水管 103 均与内循环进水口 104 连接，内循环进水口 104 与内循环回流管 19 连接，各个布水管 102 上设置有布水孔，各个内循环布水管 103 上设置有布水孔。

[0036] 一级三相分离器 4 通过第一固定支架与本体 5 内壁连接，二级三相分离器 8 通过第二固定支架与本体 5 内壁连接，一级气液分离器 10 通过第三固定支架与本体 5 内壁连接。

[0037] 流化床反应室 21 侧壁设置有排泥管 2。

[0038] 沉淀室 18 内部设置有环形出水堰 16，环形出水堰 16 与沉淀室 18 内壁构成环形的且开口朝上的蓄水槽，出水管 17 与蓄水槽连接。

[0039] 一级气液分离器 10 为棱柱形罐体，棱柱形罐体的底部内壁向上凸起，一级气液分离器的进口和一级气液分离器的出液口均设置在一级气液分离器 10 的底部，一级气液分离器的出气口设置在一级气液分离器 10 的顶部。

[0040] 二级气液分离器 14 为圆柱形罐体，二级气液分离器 14 内部设置有螺旋导流板 1402，螺旋导流板 1402 与二级气液分离器 14 的进口延伸方向相切，螺旋导流板 1402 与伸入到二级气液分离器 14 内的一级沼气排气管 12 的延伸方向相切，二级气液分离器的出气口设置在圆柱形罐体的顶部，二级气液分离器的出液口设置在圆柱形罐体的底部。

[0041] 出水管 17 通过出水循环管 22 与进水管 24 连接，出水循环管 22 上设置有调节阀门。

[0042] 实施例 2 ：

[0043] 本体 5 为一钢、不锈钢或钢砼制的圆柱形罐体结构，流化床反应室 21 与深度净化反应室 20 内为经过驯化的生物活性高的厌氧颗粒污泥与废水的混合物，废水依次在这两个反应室内通过厌氧颗粒污泥的作用得到降解。一级三相分离器 4 和二级三相分离器 8 均采用聚丙烯、聚氯乙烯或工程塑料等材料或不锈钢材质制作 ；一级三相分离器 4 上部有沼气收集管和一级沼气提升管 6，二级三相分离器 8 上部有二级沼气提升管 15，其作用为气体和固液进行分离，对厌氧生物处理过程中产生的沼气进行收集。

[0044] 一级气液分离器 10 通过第三固定支架 9 与本体 5 连接固定，其上连接有一级沼气提升管 6、内循环回流管 19 和一级沼气排气管 12 ；二级气液分离器 14 通过第四固定支架 11 与本体 5 连接固定，其上连接有二级沼气提升管 15、一级沼气排气管 10、内循环回流管 16 和沼气排放管 13 ；固定支架（3、7、11）与本体用焊接固定，与钢砼罐体连接端预埋固定 ；由钢、不锈钢或钢砼制的环形出水堰 16 固定在本体上，环形出水堰 16 与出水管 17 连接，其

作用为收集反应器厌氧生物处理后的出水，并通过出水管 17 排出反应器外。本体 5 下部安装有排泥管 22，其作用是将反应室厌氧生物处理过程产生的剩余污泥排出反应器外；本体 5 底部安装有进水管 1，出水管 17 上有出水循环管 24 与进水管 26 相连，出水循环管 24 与进水管 26 上均安装有调节阀门；部分出水作为外循环水与进水混合后经进水提升泵 25 进入本体 5 的进水布水装置 1 内；本体 5 底为锥形底面，沿锥面布置有布水管 102 和内循环布水管 103，布水管 102 和内循环布水管 103 采用变径等距布水，根据进水量和内循环回流水量按比例均布在反应室底部锥面上，其上均匀地开有小孔，安装布水出水管，布水出水管方向可调整，废水从布水管口流出，保证反应室底部配水均匀，使进水和循环水在反应室底部形成均匀的上升流。

[0045] 如图 3、图 4 所示，一级气液分离器 10 为一钢或不锈钢制棱柱形罐体，底部连接有一级沼气提升管 6 和内循环回流管 19，顶部连接有一级沼气排气管 12，其作用是对一级沼气提升管 6 提升上来的流化床反应室 21 产生的沼气及部分混合液进行分离；一级气液分离器 10 底部呈圆弧形，一级沼气提升管 6 和内循环回流管 19 以一定的倾斜度与其连接，其作用为使沼气及混合液能在分离器内快速的进行分离，分离后的沼气由一级沼气排气管 12 提升至二级气液分离器 14，混合液由内循环回流管 19 回到流化床反应室 21 底部；一级气液分离器 10 置于本体 5 上部，根据本体 5 液位调整安装位置，使一级沼气提升管 6 提升的沼气及混合液量达到最大值，沿内循环回流管 19 下降的混合液回流量最大。

[0046] 如图 5、图 6 所示，二级气液分离器 14 为一钢或不锈钢制圆柱形罐体，底部呈锥形，内部安装有螺旋导流板 1402，侧部有二级沼气提升管 15 和一级沼气排气管 12 与其沿切线连接，底部连接有内循环回流管 19，顶部连接有沼气排放管 13；由二级沼气提升管 15 提升上来的深度净化反应室 20 产生的沼气及部分混合液和一级沼气排气管 12 排入的沼气沿切线进入二级气液分离器 14 内进行分离，螺旋导流板 1402 使沼气和混合液沿分离器内壁呈螺旋状下降，以避免产生紊流，气液混合物下降至分离器的椎形底部时，沼气反射上升由沼气排放管 13 排出，混合液由内循环回流管 19 回到流化床反应室 21 底部。

[0047] 本实用新型的工作过程如下所述：所需处理的废水经进水提升泵 23 送入反应室底部的进水布水装置 1，均匀分配后进入流化床反应室 21，废水自下而上流动，废水中的有机物与反应室内的高浓度颗粒污泥充分接触，通过厌氧菌的作用降解有机物反应产生沼气，沼气和上升的污水一起搅动污泥层，部分颗粒污泥随气流和水流向上运动形成悬浮污泥区，剩余的有机物在此获得进一步降解，气、固、液混合物经该室顶部的一级三相分离器 4 分离后，沼气被集气罩收集后沿着一级沼气提升管 6 上升，同时把该室的部分混合液提升至反应室上部的一级气液分离器 10，分离出的沼气经一级沼气排气管 12 排出，进入二级气液分离器 14 进行二次分离，泥水混合液沿内循环回流管 19 下降至该室的底部，经内循环布水管 19 均匀分配后与底部的颗粒污泥和进水充分混合，实现混合液的内部循环。

[0048] 流化床反应室 21 出水进入深度净化反应室 20，进一步降解剩余有机物，废水在深度净化反应室 20 中的反应过程与在流化床反应室 21 中的反应过程类似，但是深度净化反应室 20 的废水进水为经过流化床反应室 21 处理的废水，废水中的污泥浓度较低，因而容积负荷也较低，其主要作用为进一步去除废水中的有机污染物，气、固、液混合物通过该室顶部的二级三相分离器 8 进行分离，沼气被集气罩收集进入二级气液分离器 14 进行分离，泥水混合液进入沉淀室 18 进行固液分离，上清液由沉淀区上部的环形出水堰 16 收集后由出

水管 17 排出，沉淀的污泥自动返回深度净化反应室 20。经二级气液分离器 14 分离后的沼气由沼气排放管 13 送至外部沼气储罐以进行回收利用。

[0049] 外循环将部分出水由出水循环管 22 与原废水混合后，经进水提升泵 23 进入流化床反应室 21 进行深度处理。

[0050] 本文中所描述的具体实施实例仅仅是对本实用新型作举例说明。本实用新型所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施实例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代，但并不会偏离本实用新型的精神或者超越所附权利要求书所定义的范围。

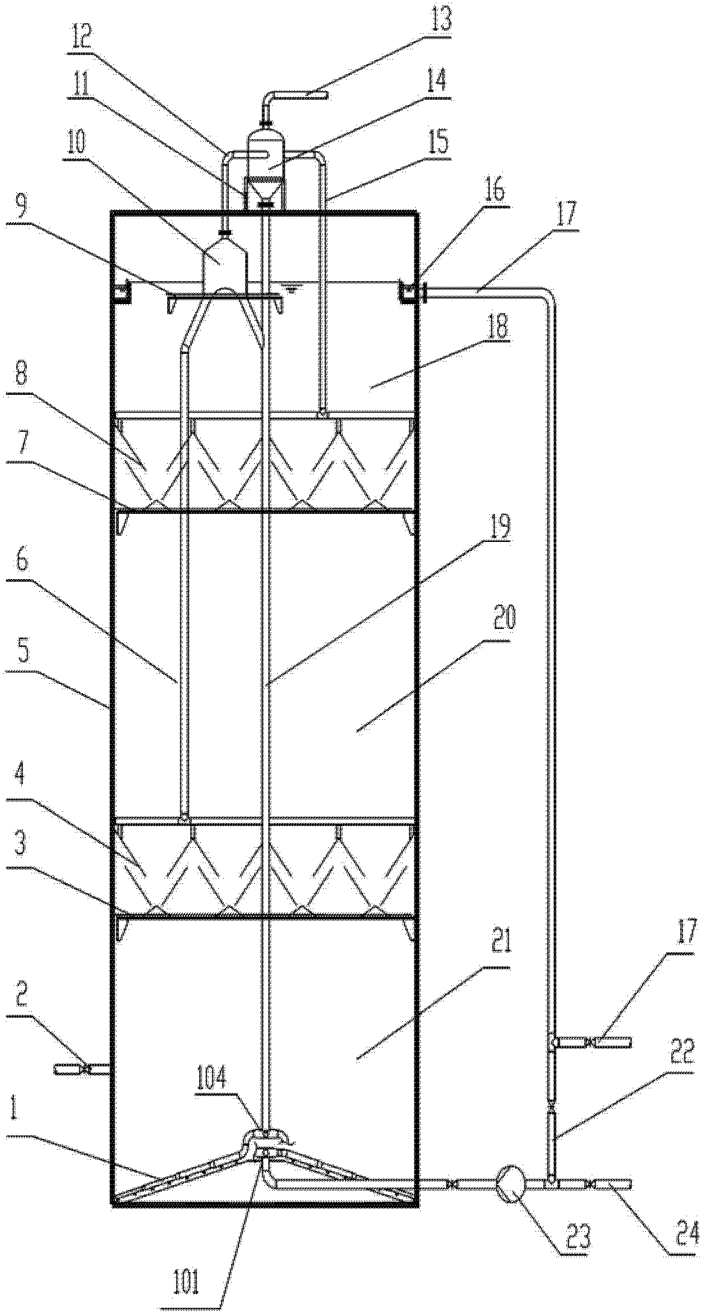


图 1

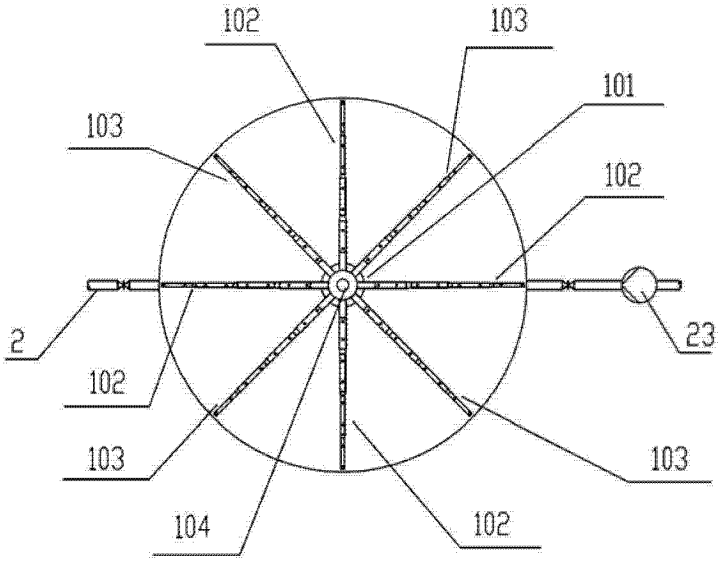

102
103
101
103
102
2
23
102
103
103
104
102

图 2

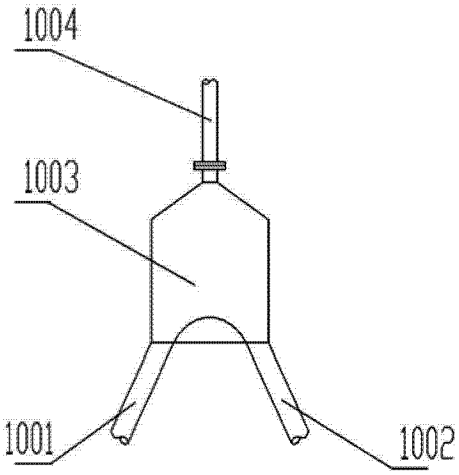

1004
1003
1001
1002

图 3

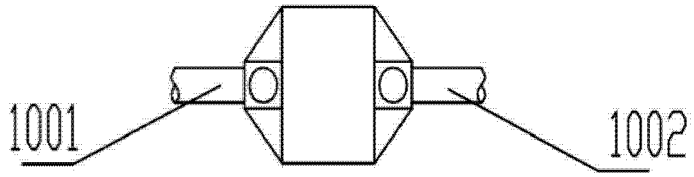

1001
1002

图 4

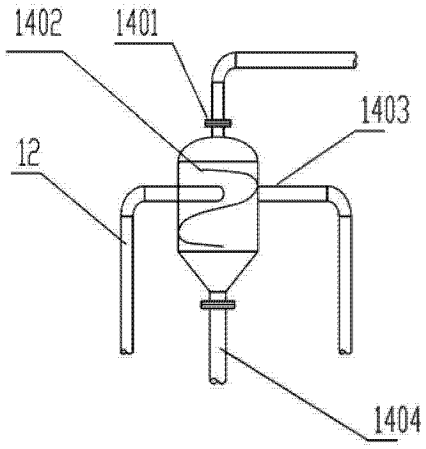

1402
1401
1403
12
1404

图 5

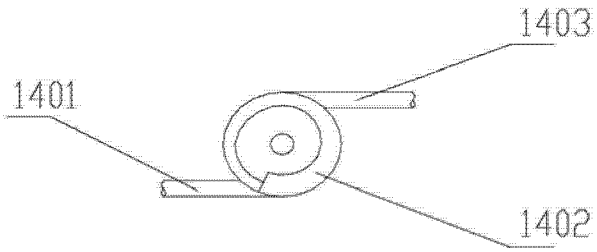

1403
1401
1402

图 6