



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107162183 A

(43)申请公布日 2017.09.15

(21)申请号 201710406228.4

(22)申请日 2017.06.02

(71)申请人 天津中冀源环保科技有限公司

地址 300308 天津市滨海新区天津空港经济  
区环河北路80号空港商务园E8号楼

(72)发明人 龙斐霏 赵治平 谢君 龙树勇

(74)专利代理机构 天津才智专利商标代理有限  
公司 12108

代理人 吕志英

(51)Int.Cl.

C02F 3/28(2006.01)

C02F 3/34(2006.01)

C02F 101/16(2006.01)

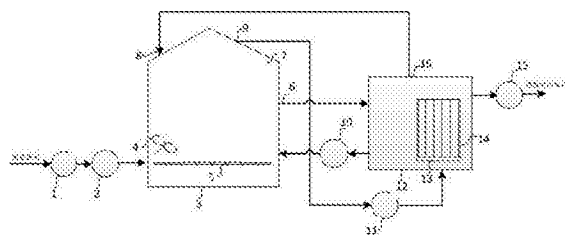
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

## (54)发明名称

厌氧氨氧化菌(Anammox)富集培养的方法

## (57)摘要

本发明提供一种厌氧氨氧化菌(Anammox)富集培养的方法,该方法包括有七个步骤,最终培养出富含厌氧氨氧化菌(Anammox)的活性污泥,使厌氧生物反应器内MLSS范围是20-35g/L;厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)内污泥龄长达180天~300天;厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)中回流到厌氧生物反应器中的富含厌氧微生物的液体与MBR膜生物反应器过滤的出水的流量比为3:1。有益效果是该方法厌氧氨氧化菌(Anammox)无流失、并为厌氧氨氧化菌(Anammox)提供优质、稳定的生存环境,富集培养厌氧氨氧化菌(Anammox),厌氧氨氧化反应启动时间可缩短至6~8个月。工艺流程简单、安全、稳定、处理成本低,占地面积小,水力停留时间短,厌氧氨氧化反应启动快。



1. 一种厌氧氨氧化菌 (Anammox) 富集培养的方法, 该方法采用厌氧生物反应器+厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 系统, 所述厌氧生物反应器为封闭的腔室, 厌氧生物反应器内包含储气室、搅拌器、配水分布器、排气口一、排气口二及温度计、PH 计、ORP 计、MLSS 计检测仪表; 所述厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 为封闭的腔室, 厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 内包含排气口, MBR 膜生物反应器, 曝气管路及温度计、液位计检测仪表; 其特征是: 该方法包括以下步骤:

步骤一: 将厌氧消化污泥和好氧活性污泥以 1:1 的比例混合调配成厌氧氨氧化菌 (Anammox) 接种污泥, 投入厌氧生物反应器内;

步骤二: 将高氮废水通过水泵输送, 送入厌氧生物反应器底部的配水分布器;

步骤三: 在厌氧环境中, 厌氧氨氧化菌 (Anammox) 进行厌氧氨氧化反应, 以  $\text{CO}_2$  为碳源, 以  $\text{NO}_2^-$  为电子受体,  $\text{NH}_4^+$  为电子供体, 将铵离子 ( $\text{NH}_4^+$ ) 通过亚硝酸根 ( $\text{NO}_2^-$ ) 氧化为氮气  $\text{N}_2$ , 经步骤二送入的高氮废水为厌氧氨氧化菌 (Anammox) 提供基质, 通过厌氧氨氧化反应产生氮气实现高氮废水的脱氮处理; 厌氧生物反应器内, 温度范围是  $18\sim 30^\circ\text{C}$ , PH 范围是  $6.8\sim 8.3$ , ORP 范围是  $-40\sim -150\text{mv}$ ;

步骤四: 步骤三厌氧生物反应器中的厌氧氨氧化反应后的液体及高氮废水的混合液, 通过距离厌氧生物反应器底部  $3/4$  处的出口, 经管路输送至厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 中, 混合液在厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 内继续进行厌氧氨氧化反应产生氮气, 厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 内温度范围控制在  $18\sim 30^\circ\text{C}$ ; 厌氧 MBR 膜反应器 (AnMBR) 内的液位计与步骤一中的水泵联动, 通过容积负荷来控制水泵的启停, 即当厌氧 MBR 膜反应器 (AnMBR) 的液位低于设定的低液位时, 水泵启动运行, 为厌氧生物反应器输送高氮废水, 当厌氧 MBR 膜反应器 (AnMBR) 的液位达到设定的高液位时, 水泵停止运行;

步骤五: 经步骤三厌氧氨氧化反应产生的氮气, 由厌氧生物反应器的排气口一经管路输送至厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 中 MBR 膜生物反应器底部的曝气管路, 输送管路上设置鼓风机, 氮气经鼓风机加压后从曝气管路冲出冲刷 MBR 膜生物反应器;

步骤六: 经步骤五送入厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 内的氮气与经步骤三厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 内厌氧氨氧化反应产生的氮气上升到厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 上部; 厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 上部的排气口与厌氧生物反应器上部的排气口二通过管路连接, 氮气在厌氧生物反应器与厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 之间流通, 循环使用; 所述排气口二的高度略低于排气口一;

步骤七: 经步骤四送入的混合液, 通过厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 中 MBR 膜生物反应器进行分离过滤, 经过滤的出水排放至污水管路, 被截留的厌氧微生物留在厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 内, 形成富含厌氧微生物的液体, 厌氧微生物中包含厌氧氨氧化菌 (Anammox), 富含厌氧微生物的液体从厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 底部排出, 经水泵输送回流到厌氧生物反应器的配水分布器; 厌氧氨氧化菌 (Anammox) 回流到厌氧生物反应器中, 增加厌氧生物反应器内厌氧氨氧化菌 (Anammox) 的浓度, 实现厌氧氨氧化菌 (Anammox) 全回流, 无流失; 厌氧生物反应器内 MLSS 范围是  $20\sim 35\text{g/L}$ ; 厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 内污泥龄长达  $180\text{天}\sim 300\text{天}$ ; 厌氧 MBR 膜生物反应器 (AnMBR) 中回流到厌氧生物反应器中的富含厌氧微生物的液体与 MBR 膜生物反应器过滤的出水的流量比为  $3:1$ 。

## 厌氧氨氧化菌 (Anammox) 富集培养的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种厌氧氨氧化菌 (Anammox) 富集培养的方法。

### 背景技术

[0002] 传统生物脱氮通常采用的是硝化-反硝化工艺,工艺流程较长,占地面积大,基建投资高。硝化阶段,好氧硝化细菌将铵离子( $\text{NH}_4^+$ )转化为硝酸盐( $\text{NO}_3^-$ ),主要由氨氧化菌及亚硝酸盐氧化菌两类微生物来完成,氨氧化菌将氨氧化为亚硝酸盐,亚硝酸盐氧化菌将亚硝酸盐氧化为硝酸盐;反硝化段,异养反硝化菌将硝化产物硝酸盐转化为氮气,实现了废水的脱氮处理。然而,传统的生物脱氮工艺的问题日益凸显,为了将氨氮转化为硝氮,需要提供氧气,耗费大量的电能;城市污水中的碳源(有机物)往往不足,为提供反硝化过程所需足够的碳源,往往需要外投碳源(如甲醇或乙酸等),增加了运行成本,又可能造成二次污染。

[0003] 厌氧氨氧化菌 (Anammox) 是一类细菌属于浮霉菌门,为自养型细菌,具有细菌、真菌和古菌三大菌属的功能,广泛存在于海洋、湖泊、湿地、厌氧水体等自然环境中。在厌氧环境中,厌氧氨氧化菌 (Anammox) 以  $\text{CO}_2$  为碳源,以  $\text{NO}_2^-$  为电子受体, $\text{NH}_4^+$  为电子供体,将铵离子 ( $\text{NH}_4^+$ ) 用亚硝酸根 ( $\text{NO}_2^-$ ) 氧化为氮气  $\text{N}_2$ ,厌氧氨氧化反应是将  $\text{NO}_2^-$ -N 和  $\text{NH}_4^+$ -N 永久性脱离生态系统的有效途径。厌氧氨氧化菌 (Anammox) 的厌氧氨氧化过程大大缩短了氨氮氧化还原到氮气的过程,从而减少了生物脱氮的物质、能量耗费,占地面积小,为生物脱氮技术的进步提供了新的发展平台。

[0004] 但是,厌氧氨氧化菌 (Anammox) 是一类生长缓慢的微生物,世代周期约为11天,对光和氧气等敏感,对生存环境要求严格,造成厌氧氨氧化反应启动时间长。通常的厌氧氨氧化菌 (Anammox) 富集培养方法,采用活性颗粒污泥为接种污泥,采取SBR、UASB、UAFB形式的反应器,厌氧氨氧化反应启动时间长,通常需要1-2年左右的时间。如何能够有效的富集培养厌氧氨氧化菌 (Anammox) 成为该技术推广发展的难点和重点。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术中结构上的不足,本发明的目的是提供一种厌氧氨氧化菌 (Anammox) 富集培养的方法,用来解决现有技术中厌氧氨氧化菌 (Anammox) 富集培养时间长,厌氧氨氧化反应启动时间长的的问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供一种厌氧氨氧化菌 (Anammox) 富集培养的方法,该方法采用厌氧生物反应器+厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 系统,所述厌氧生物反应器为封闭的腔室,厌氧生物反应器内包含储气室、搅拌器、配水分布器、排气口一、排气口二及温度计、PH计、ORP计、MLSS计检测仪表;所述厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 为封闭的腔室,厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 内包含排气口,MBR膜生物反应器,曝气管路及温度计、液位计检测仪表;其中:该方法包括以下步骤:

[0007] 步骤一:将厌氧消化污泥和好氧活性污泥以1:1的比例混合调配成厌氧氨氧化菌 (Anammox) 接种污泥,投入厌氧生物反应器内;

[0008] 步骤二:将高氮废水通过水泵输送,送入厌氧生物反应器底部的配水分布器。

[0009] 步骤三:在厌氧环境中,厌氧氨氧化菌(Anammox)进行厌氧氨氧化反应,以 $\text{CO}_2$ 为碳源,以 $\text{NO}_2^-$ 为电子受体, $\text{NH}_4^+$ 为电子供体,将铵离子( $\text{NH}_4^+$ )通过亚硝酸根( $\text{NO}_2^-$ )氧化为氮气 $\text{N}_2$ ,经步骤二送入的高氮废水为厌氧氨氧化菌(Anammox)提供基质,通过厌氧氨氧化反应产生氮气实现高氮废水的脱氮处理;厌氧生物反应器内,温度范围是 $18\sim 30^\circ\text{C}$ ,PH范围是 $6.8\sim 8.3$ ,ORP范围是 $-40\sim -150\text{mv}$ 。

[0010] 步骤四:步骤三厌氧生物反应器中的厌氧氨氧化反应后的液体及高氮废水的混合液,通过距离厌氧生物反应器底部 $3/4$ 处的出口,经管路输送至厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)中,混合液在厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)内继续进行厌氧氨氧化反应产生氮气,厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)内温度范围控制在 $18\sim 30^\circ\text{C}$ ;厌氧MBR膜反应器(AnMBR)内的液位计与步骤一中的水泵联动,通过容积负荷来控制水泵的启停,即当厌氧MBR膜反应器(AnMBR)的液位低于设定的低液位时,水泵启动运行为厌氧生物反应器输送高氮废水,当厌氧MBR膜反应器(AnMBR)的液位达到设定的高液位时,水泵停止运行。

[0011] 步骤五:经步骤三厌氧氨氧化反应产生的氮气,由厌氧生物反应器的排气口一经管路输送至厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)中MBR膜生物反应器底部的曝气管路,输送管路上设置鼓风机,氮气经鼓风机加压后从曝气管路冲出冲刷MBR膜生物反应器;

[0012] 步骤六:经步骤五送入厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)内的氮气与经步骤三厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)内厌氧氨氧化反应产生的氮气上升到厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)上部;厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)上部的排气口与厌氧生物反应器上部的排气口二通过管路连接,氮气在厌氧生物反应器与厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)之间流通,循环使用;所述排气口二的高度略低于排气口一。

[0013] 步骤七:经步骤四送入的混合液,通过厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)中MBR膜生物反应器进行分离过滤,经过滤的出水排放至污水管路,被截留的厌氧微生物留在厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)内,形成富含厌氧微生物的液体,厌氧微生物中包含厌氧氨氧化菌(Anammox),富含厌氧微生物的液体从厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)底部排出,经水泵输送回流到厌氧生物反应器的配水分布器;厌氧氨氧化菌(Anammox)回流到厌氧生物反应器中,增加厌氧生物反应器内厌氧氨氧化菌(Anammox)的浓度,实现厌氧氨氧化菌(Anammox)全回流,无流失;厌氧生物反应器内MLSS范围是 $20\sim 35\text{g/L}$ ;厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)内污泥龄长达 $180\text{天}\sim 300\text{天}$ ;厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)中回流到厌氧生物反应器中的富含厌氧微生物的液体与MBR膜生物反应器过滤的出水的流量比为 $3:1$ 。

[0014] 本发明的效果是该厌氧氨氧化菌(Anammox)富集培养的方法通过厌氧生物反应器+厌氧MBR膜生物反应器(AnMBR)系统,MBR膜分离技术具备微生物浓度高、较长的污泥龄和较短的水力停留时间的特性,将传统生物处理技术与MBR膜分离技术相结合。通过MBR膜生物反应器的截留,厌氧氨氧化菌(Anammox)完全被截留回流,无流失,并为厌氧氨氧化菌(Anammox)提供优质、稳定的生存环境,来实现厌氧氨氧化菌(Anammox)的快速富集培养,大大缩短了厌氧氨氧反应的启动时间,该方法的启动时间约为 $6\sim 8$ 个月,使之具有去除总氮 $75\%\sim 80\%$ 的效果;常规培养方法的启动时间需要 $1\sim 2$ 年左右,为突破厌氧氨氧化技术推广发展的难点和重点提供了可靠的方法。

## 附图说明

[0015] 图1是本发明的厌氧氨氧化菌 (Anammox) 富集培养方法流程示意图。

## 具体实施方式

[0016] 结合实施例对本发明的厌氧氨氧化菌 (Anammox) 富集培养方法加以说明。

[0017] 本发明厌氧氨氧化菌 (Anammox) 富集培养方法设计思想是通过厌氧生物反应器+厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 系统,所述厌氧生物反应器为封闭的腔室,厌氧生物反应器内包含储气室、搅拌器、配水分布器、排气口一、排气口二及温度计、PH计、ORP计、MLSS计检测仪表;所述厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 为封闭的腔室,厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 内包含排气口,MBR膜生物反应器,曝气管路及温度计、液位计检测仪表。MBR膜分离技术具备微生物浓度高、较长的污泥龄和较短的水力停留时间的特性,将传统生物处理技术与MBR膜分离技术相结合。通过MBR膜生物反应器的截留,厌氧微生物完全被截留无流失,并为厌氧氨氧化菌 (Anammox) 提供优质、稳定的生存环境,来实现厌氧氨氧化菌 (Anammox) 的快速富集培养,大大缩短了厌氧氨氧反应的启动时间,该方法的启动时间约为6-8个月,使之具有去除总氮75%-80%的效果。

[0018] 如图1所示,本发明提供一种厌氧氨氧化菌 (Anammox) 富集培养的方法,该方法采用厌氧生物反应器+厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 系统,所述厌氧生物反应器为封闭的腔室,厌氧生物反应器内包含储气室、搅拌器、配水分布器、排气口一、排气口二及温度计、PH计、ORP计、MLSS计检测仪表;所述厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 为封闭的腔室,厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 内包含排气口,MBR膜生物反应器,曝气管路及温度计、液位计检测仪表。

[0019] 该方法包括以下步骤:

[0020] 步骤一:将厌氧消化污泥和好氧活性污泥以1:1的比例混合调配成厌氧氨氧化菌 (Anammox) 接种污泥,投入厌氧生物反应器3内。

[0021] 步骤二:将高氮废水通过水泵1输送,送入厌氧生物反应器3底部的配水分布器5;进水管路上安装电磁流量计2,用来计量进水水量。

[0022] 步骤三:在厌氧环境中,厌氧氨氧化菌 (Anammox) 进行厌氧氨氧化反应,以 $\text{CO}_2$ 为碳源,以 $\text{NO}_2^-$ 为电子受体, $\text{NH}_4^+$ 为电子供体,将铵离子( $\text{NH}_4^+$ )用亚硝酸根( $\text{NO}_2^-$ )氧化为氮气 $\text{N}_2$ ,经步骤二送入的高氮废水为厌氧氨氧化菌 (Anammox) 提供基质,通过厌氧氨氧化反应产生氮气实现高氮废水的脱氮处理;厌氧生物反应器3内,温度范围是 $18\sim 30^\circ\text{C}$ ,PH范围是 $6.8\sim 8.3$ ,ORP范围是 $-40\sim -150\text{mv}$ ;通过上述温度、PH、ORP、各项指标的控制,为厌氧氨氧化菌提供优质、稳定的生存环境,来加速厌氧氨氧化菌的繁殖、代谢。

[0023] 厌氧生物反应器3顶部的储气室7储存厌氧氨氧化反应产生的氮气,厌氧生物反应器3底部的搅拌器4搅拌厌氧生物反应器3内的高氮废水,使高氮废水与厌氧微生物均匀分布,充分接触,提高高氮废水的利用率,提高高氮废水的脱氮效率。

[0024] 步骤四:步骤三厌氧生物反应器3中的厌氧氨氧化反应后的液体及高氮废水的混合液,通过距离厌氧生物反应器3底部3/4处的出口6,经管路输送至厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12中,混合液在厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12内继续进行厌氧氨氧化反应产生

氮气,厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12内温度范围控制在18~30℃;厌氧MBR膜反应器 (AnMBR) 12内的液位计与步骤一中的水泵1联动,通过容积负荷来控制水泵1的启停,即当厌氧MBR膜反应器 (AnMBR) 12的液位低于设定的低液位时,水泵1启动运行为厌氧生物反应器3输送高氮废水,当厌氧MBR膜反应器 (AnMBR) 12的液位达到设定的高液位时,水泵1停止运行。

[0025] 步骤五:经步骤三厌氧氨氧化反应产生的氮气,由厌氧生物反应器3的排气口一9经管路输送至厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12中MBR膜生物反应器14底部的曝气管路13,输送管路上设置鼓风机11,氮气经鼓风机11加压后从曝气管路13冲出冲刷MBR膜生物反应器14。

[0026] 上述MBR膜生物反应器采用气体与水结合冲刷的方式,需要鼓风机的增压,能耗高。可选方案,采用超声波清洗装置。超声波清洗是由超声波发生器发出高频振荡信号,高频振荡信号通过换能器转换成高频机械振荡而传播到介质中,利用超声波在液体中的空化作用、加速度作用及直进流作用对液体和污物直接、间接的作用,使污物层被分散、乳化、剥离而达到清洗目的。

[0027] 步骤六:经步骤五送入厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12内的氮气与经步骤三厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12内厌氧氨氧化反应产生的氮气上升到厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12上部;厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 上部的排气口16与厌氧生物反应器3上部的排气口二8通过管路连接,气体在厌氧生物反应器3与厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12之间流通,循环使用;所述排气口二8的高度略低于排气口一9。

[0028] 步骤七:经步骤四送入的混合液,通过厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12中MBR膜生物反应器14进行分离过滤,经过滤的出水排放至污水管路,出水管路上安装电磁流量计15,用来计量出水水量。被截留的厌氧微生物富集在厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12内,形成富含厌氧微生物的液体,厌氧微生物中包含厌氧氨氧化菌 (Anammox),富含厌氧微生物的液体从厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12底部排出,经水泵10输送回流到厌氧生物反应器3的配水分布器5;厌氧氨氧化菌 (Anammox) 回流到厌氧生物反应器3中,增加厌氧生物反应器3内厌氧氨氧化菌 (Anammox) 的浓度,实现厌氧氨氧化菌 (Anammox) 全回流,无流失;MBR膜生物反应器14具有高效的截留作用,使厌氧微生物完全截留在厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12内,能够实现厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12水力停留时间 (HRT) 和污泥龄 (SRT) 的完全分离,厌氧生物反应器3内MLSS范围是20-35g/L;厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12内污泥龄长达180天~300天;厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12中回流到厌氧生物反应器3中的富含厌氧微生物的液体与MBR膜生物反应器12过滤的出水的流量比为3:1。

[0029] 厌氧氨氧化菌 (Anammox) 完全被截留在厌氧MBR膜生物反应器 (AnMBR) 12中,并通过水泵10输送回流到厌氧生物反应器3中;厌氧生物反应器3中为厌氧氨氧化菌 (Anammox) 提供优质、稳定的生存环境,利于厌氧氨氧化菌 (Anammox) 的生存和代谢;由此实现厌氧氨氧化菌 (Anammox) 的富集培养,缩短厌氧氨氧化反应的启动时间,大约在6-8个可以正常启动运行,使之具有去除总氮75%-80%的效果。为突破厌氧氨氧化技术推广发展的难点和重点提供了可靠的方法。

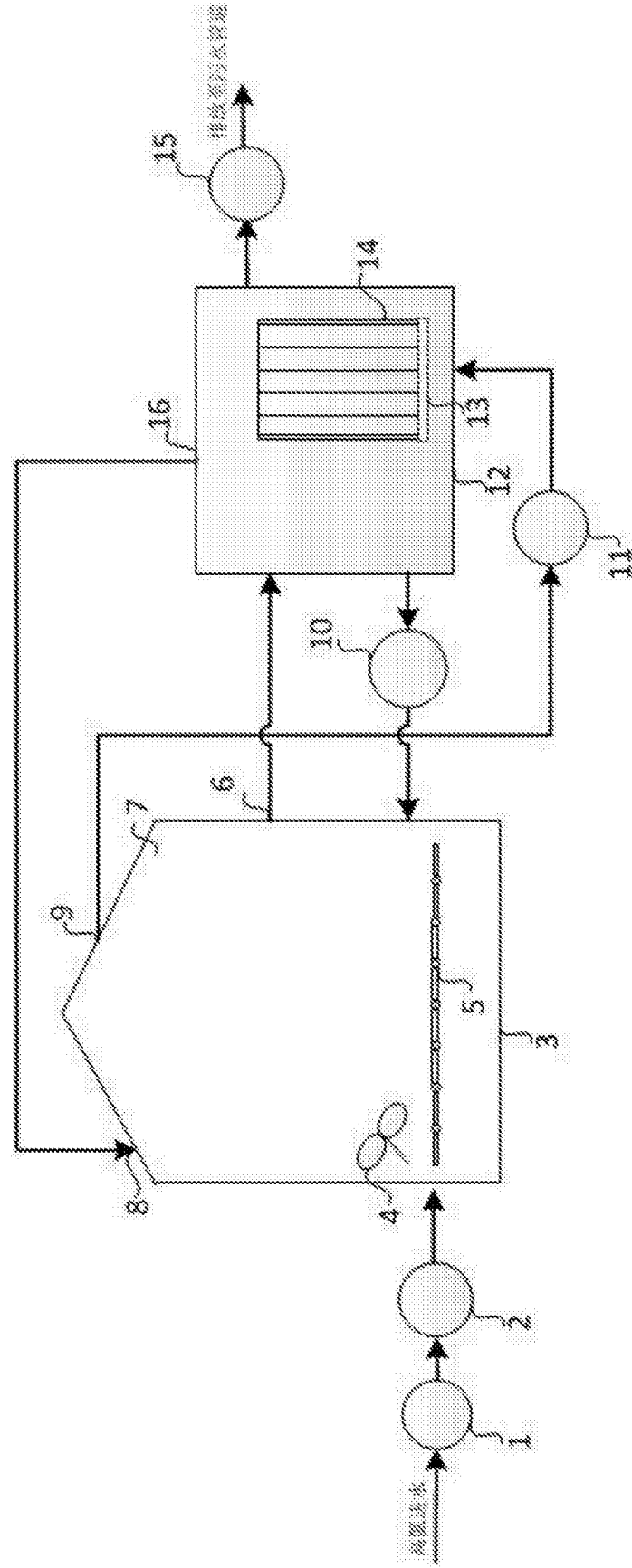


图1