



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102083756 B

(45) 授权公告日 2015.06.03

(21) 申请号 200980129693.1

(22) 申请日 2009.07.14

(30) 优先权数据

12/173,751 2008.07.15 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011.02.10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/050567 2009.07.14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/009148 EN 2010.01.21

(73) 专利权人 克利斯朵夫·奥特

地址 美国加州迪克森市特里蒙特路 6940 号

(72) 发明人 克利斯朵夫·奥特

(74) 专利代理机构 无锡互维知识产权代理有限

公司 32236

代理人 王爱伟

(51) Int. Cl.

C02F 3/12(2006.01)

C02F 9/00(2006.01)

(56) 对比文件

US 7329351 B2, 2008.02.12, 说明书第 4 栏第 55-63 行、第 13 栏第 2-7 行、图 1.

US 6692642 B2, 2004.02.17, 说明书第 2 栏第 16-18 行至第 13 栏第 45-51 行、图 1.

审查员 宋欢

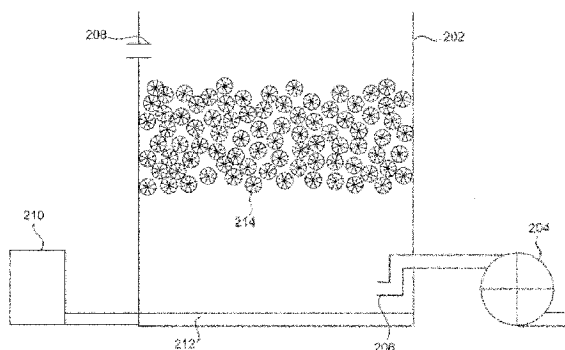
权利要求书4页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

污水处理的新系统和方法

(57) 摘要

本发明介绍一种污水处理方法。该方法包括：
(1) 接受污水；(2) 对污水进行第一种处理产生具有能够改变的第一特性的污水；(3) 阻止所述第一特性变化；(4) 对污水进行第二种处理；其中所述第一特性包括选自生物需氧量(BOD)水平、溶氧水平、固体含量和营养水平中的至少一种特性。



1. 一种污水处理方法,其包括:

接受污水;

对污水进行第一种处理产生具有能够改变的第一特性的污水,其中所述第一特性包括选自生物需氧量(BOD)水平、溶氧水平、固体含量和营养水平中的至少一种特性;

阻止所述第一特性变化,所述阻止包括:在厌氧条件下处理污水以产生具有低生物需氧量的污水,其中所述厌氧条件是通过在一个密封的保持污水中溶解氧在一个大体上恒定水平的池子里从污水中去除死亡微生物产生的;在有氧条件下处理具有低生物需氧量的污水,有氧条件包括:从污水中去除死亡微生物;以及同时增加污水中的溶解氧的水平;

对污水进行第二种处理,

所述第一种处理包括从污水中去除有机物,所述第二种处理包括从污水中去除营养物,

去除有机物包括将污水中的微生物暴露于生物芯片里的氧气,在体积比为32平方英尺每立方英尺到130平方英尺每立方英尺的表面积微生物被暴露至氧气,

所述去除营养物包括在一个具有波长为102nm到106nm的光谱辐射的海藻池内处理污水,所述海藻池是一个能够提供1000平方英尺到50000平方英尺表面积用于处理污水的高比率海藻池,所述高比率海藻池的温度保持在70°F到95°F,所述高比率海藻池具有一个长度为200英尺到3000英尺的通道。

2. 如权利要求1所述的方法,其中所述接受污水的步骤包括从一个使用扩散气流在去除污水中固体时能够保持污水中的溶解氧在一个大体上恒定水平的供给池中接受污水。

3. 如权利要求1所述的方法,所述第一种处理包括去除固体以及所述第二种处理包括去除有机物质。

4. 如权利要求3所述的方法,其中所述去除固体包括:

从污水中机械分离固体以从污水中去除第一数量的固体;以及
使用一个溶解空气浮子设备从污水中去除第二数量的固体。

5. 如权利要求4所述的方法,其中所述接受污水包括接受一个供给池内的污水,并且前述机械分离包括从直接从所述供给池中获取的污水中分离固体。

6. 如权利要求4所述的方法,其中所述第一数量的固体为从含有15%到30%的固体的污水中去除75%到98%的固体。

7. 如权利要求4所述的方法,其中前述第二数量的固体为从含有3%到6%固体的污水中去除85%到95%的固体。

8. 如权利要求3所述的方法,其中所述阻止包括在一个使用扩散气流来保持污水中的溶解氧在一个大体上恒定水平的池子中去除固体。

9. 如权利要求8所述的方法,其中去除固体包括从包含1%固体的污水中去除85%到90%尺寸大于20微米的固体。

10. 如权利要求1所述的方法,其中在海藻池中处理污水包括对污水充气。

11. 如权利要求1所述的方法,其中所述第一种处理包括从污水中去除营养物,所述第二种处理包括将污水暴露至自然元素。

12. 如权利要求11所述的方法,其中所述阻止进一步包括:

从污水中去除海藻;以及

同时增加污水中的溶解氧含量。

13. 如权利要求 12 所述的方法,其中所述阻止进一步包括在一个使用扩散气流保持污水中的溶解氧在一个大体上恒定水平的池子中去除海藻。

14. 一种污水处理系统,其包括:

接受污水的装置;

对所述污水执行第一种处理以产生具有可以改变的第一特性的污水的装置;

阻止所述第一特性变化的装置,所述阻止包括:

在厌氧条件下处理污水以产生具有低生物需氧量的污水,其中所述厌氧条件是通过在一个密封的保持污水中溶解氧在一个大体上恒定水平的池子里从污水中去除死亡微生物产生的;

在有氧条件下处理具有低生物需氧量的污水,有氧条件包括:从污水中去除死亡微生物;以及同时增加污水中的溶解氧的水平;

对所述污水执行第二种处理的装置;

其中所述第一特性包括选自生物需氧量 (BOD) 水平、溶氧水平、固体含量和营养水平中的至少一种特性,

所述第一种处理包括从污水中去除有机物,所述第二种处理包括从污水中去除营养物,

去除有机物包括将污水中的微生物暴露于生物芯片里的氧气,在体积比为 32 平方英尺每立方英尺到 130 平方英尺每立方英尺的表面积微生物被暴露至氧气,所述去除营养物包括在一个具有波长为 102nm 到 106nm 的光谱辐射的海藻池内处理污水,

所述海藻池是一个能够提供 1000 平方英尺到 50000 平方英尺表面积用于处理污水的高比率海藻池,所述高比率海藻池的温度保持在 70° F 到 95° F,所述高比率海藻池具有一个长度为 200 英尺到 3000 英尺的通道。

15. 一种采用如权利要求 1-13 项任意一项所述方法的污水处理系统,其包括:

一个用于从污水中去除固体的池子;

一个第一沉淀去除池,用于使用扩散气流保持污水中溶解氧在一个大体上恒定水平来去除污水中的固体;

一个反应器,其包含生物芯片和去除污水中有机物的微生物。

16. 如权利要求 15 所述的系统,其中所述池子是一个双网挤浆机或供给池。

17. 如权利要求 15 所述的系统,其进一步包括一个溶解空气浮子 (DAF) 设备,其包括:

一个有孔扩散器;和

一个配置有一个吸入空气的文丘里管的高压水泵,其形成气泡并且压迫气泡通过所述有孔扩散器以形成微气泡。

18. 如权利要求 15 所述的系统,其中所述反应器包括一个便于向污水中输入氧气的吹风机。

19. 如权利要求 15 所述的系统,其中所述反应器具有 70 平方英尺到 210 平方英尺的表面积。

20. 如权利要求 15 所述的系统,其中所述反应器是一个旋转生物反应器或一个填充床反应器。

21. 如权利要求 15 所述的系统,其进一步包括:

一个第二沉淀去除池,用于从污水中去除死亡微生物并且所述第二沉淀去除池在从污水中去除死亡微生物时被封闭来保持污水中的溶解氧在一个大体上恒定的水平;以及
一个存在海藻能够去除污水中营养物的海藻池。

22. 如权利要求 21 所述的系统,其进一步包括一个一端连接于所述第二沉淀去除池,另一端连接与所述海藻池的溶解空气浮子设备,所述溶解空气浮子设备能够在从污水中去除死亡微生物时增加污水中的溶解氧水平。

23. 如权利要求 21 所述的系统,其中所述海藻池的运行温度为 65° F 到 95° F 之间。

24. 如权利要求 21 所述的系统,其中所述海藻池配置有一个提供波长范围 102nm 到 106nm 光线的光谱辐射源。

25. 如权利要求 21 所述的系统,其中所述辐射源位于所述池子深度的 1/2 到 1/3。

26. 如权利要求 21 所述的系统,其中所述海藻池包括用于混合污水的一个液压泵和一个桨轮。

27. 如权利要求 21 所述的系统,其中所述海藻池是一个高比率海藻池。

28. 如权利要求 21 所述的系统,其进一步包括一个用于去除从所述海藻池中引入的海藻的第三沉淀去除池。

29. 如权利要求 28 所述的系统,其进一步包括一个用于将污水在排放至环境之前暴露于环境的自然元素中的熟化池,所述熟化池与所述第三沉淀去除池相连。

30. 如权利要求 21 所述的系统,其进一步包括一个直接向所述池子提供污水的供给池。

31. 如权利要求 30 所述的系统,其进一步包括一个位于所述溶解空气浮子和所述供给池之间用于从所述溶解空气浮子向所述供给池提供残留固体的连接件。

32. 如权利要求 30 所述的系统,其进一步包括一个一端连接于所述第三沉淀去除池,另一端连接所述海藻池的溶解空气浮子设备。

33. 如权利要求 21 所述的系统,其进一步包括一个有氧污泥消化器和一个连接于所述有氧污泥消化器和所述溶解空气浮子之间从所述溶解空气浮子向所述有氧污泥消化器提供残留固体的连接件。

34. 一种采用如权利要求 1-13 项任意一项所述方法的污水处理系统,其包括:

一个包含生物芯片和微生物用于从污水中去除有机物的反应器;

一个沉淀去除池 (SRT),用于从污水中去除固体并且当从污水中去除固体时,所述沉淀去除池能够被封闭来保持污水中的溶解氧在大体上恒定的水平;以及

一个容纳海藻用于从污水中去除营养物的海藻池。

35. 如权利要求 34 所述的系统,其进一步包括一个一端连接于所述沉淀去除池,另一端连接于所述海藻池的溶解空气浮子 (DAF) 设备。

36. 一种采用如权利要求 1-13 项任意一项所述方法的污水处理系统,其包括:

一个容纳海藻用于从污水中去除营养物的海藻池;

一个沉淀去除池 (SRT),其使用扩散气流保持污水中的溶解氧在大体恒定的水平用于从污水中去除固体;以及

一个熟化池,用于在将污水排放至环境之前将污水暴露于环境的自然元素中。

37. 如权利要求 36 所述的系统,进一步包括一个一端连接于所述海藻池另一端连接于所述沉淀去除池的溶解空气浮子设备,并且所述沉淀去除池与所述熟化池连接。

38. 一种应用于如权利要求 36 项所述的污水处理系统中的海藻池,其包括:
一个池子,其内设置有一个能够容纳污水和海藻的蜿蜒弯曲路径;
海藻,用于从污水中去除营养物;
一个辐射源,沿所述蜿蜒弯曲路径设置,为所述池子里的海藻生长提供光线;
一个液压泵;以及
一个浆轮,所述液压泵和所述浆轮用于向所述池子内的污水充气。

39. 如权利要求 38 所述的海藻池,其中所述海藻池是一个具有内部表面积在 1000 平方英尺到 50000 平方英尺的高比率海藻池。

40. 如权利要求 38 所述的海藻池,其中所述通道在 200 英尺到 3000 英尺之间。

污水处理的新系统和方法

[0001] 【背景技术】

[0002] 本发明是关于污水处理。特别地,本发明是关于能够有效快速地去去除污水中污染物的主动处理系统和方法。

[0003] 传统的污水处理开始于对污水进行预处理,其不同阶段实施。在最初阶段,污水经过水解将微粒物质转变为可溶解化合物。这些可溶解化合物在下一阶段被分解。举例来说,发酵降解糖和脂肪酸存在于污水中产生醋酸盐、氢和氧。最终通过使用产烷菌生物体将被分解的化合物转化为甲烷。

[0004] 在预处理结束之后,某些传统方法可能依靠被动技术,其只依靠重力来去除污水中的悬浮固体。通常使用一个能够容纳 3 千万加仑水的初级沉淀地窖来进行沉淀。沉淀是一个缓慢的过程,其中允许污水中相对较重的固体沉淀,这样,它们沉淀至地窖的底部,形成包含重固体的离散固态和离散的液体或水态。结果这些类固体很容易从液态污水中分离出来。

[0005] 在重固体去除之后,污水被输送至另一个大池子里来去除有机物。在这个大池子里,微生物附着在池子的厚壁和底部并且在合适的光线、温度和表面积下在池子里繁殖。这些微生物繁殖数量巨大并且消耗污水中的大部分氧和食物(例如,有机物)。在缺少必需的维持条件的情况下,这些微生物最终死亡,剩下具有丰富的氮和磷的污水。传统的方法根据剩余的污染物的数量将这些污水排放至土壤、池塘或池子。

[0006] 不幸的是,传统的污水处理方法存在几个缺陷。例如,依靠沉淀去除固体的过程不仅很漫长而且很昂贵。特别的,基础设施,例如大池子、管道以及泵都需要巨大的资金成本。

[0007] 另外一个例子,去除有机物的过程,与去除固体的过程相似,因为要在大池子中运行很长时间,也是被动和昂贵的。再一个例子,传统的处理方法并没有一个有效的从污水中去除死亡的微生物和残留的氮和磷的方法。虽然反渗透或离子交换可以用于去除氮和磷,但其被认为不具商业可行性,因此并未整合到传统污水处理方法中。

[0008] 因此,需要的是更有效和快速处理污水的污水处理系统和方法。

[0009] 【发明内容】

[0010] 根据前面所述,本发明提供一种更有效和快速处理污水的污水处理系统和方法。

[0011] 在其他成分之中,污水一般包括固体,其包括总悬浮固体(total suspended solids, TSS)、无机和有机物、氮、磷和活的有机物。以一种商业上可行的方法去除这些物质具有独特的挑战,其不是使用传统的主要依靠重力和时间的处理方法来解决。在这样的背景下,本发明的方法采用主动的方法来进行污水处理,例如,以一种商业上可行的方法高效快速地处理污水。特别地,本发明提供主要通过独创的子系统 and 步骤而不仅仅是重力和时间,来从污水中高效快速地去去除不同种类污染物的系统和方法。

[0012] 本发明采用的方法意识到,在其他事情之中,生物需氧量(biochemical oxygen demand, BOD)的概念驱动污水处理的各个步骤。生物需氧量是一个目前人所共知的显示生物学上稳定有机物所需要的氧气数量的参数。根据本发明的实施例,不仅仅依靠重力和时间,而且努力有效地控制在污水处理各个阶段的生物需氧量。与现有技术的仅仅依靠重力

和时间的被动处理相反,这使得本发明能够主动处理污水。

[0013] 有机物通常在污水中因为各种原因使用氧气,并最终消耗可溶性氧。然而,在污水处理中,期望必须的高水平的溶解氧来供微生物生长以消耗有机物。传统的方法只在单一的离散的步骤中通过输入氧气补充污水中消耗的氧气水平来生长微生物。该步骤通过提供氧气首先促进自然产生的微生物生长到很大数量,这样它们消耗污水中的几乎所有有机物和氧。传统的方法通过采用被动的方式来提供氧气,例如,要求占用巨大空间的池子来形成长时间暴露至空气的更大的表面积。

[0014] 本发明意识到需要在多个步骤中通过增加特定反应器的表面积的体积比,最大限度地使用高压空气扩散来主动增加污水中的溶解氧,也为自然生长和外部输入的细菌创造一个生长的积极环境。在本发明的较佳实施例中,主动输入氧气和增加表面积体积比在去除固体阶段的早期开始,并且在传统方法的激励微生物生长之前。

[0015] 当足够数量的微生物在缺少氧气和营养物的环境下死亡时。死亡的生物体腐朽,经过俗称的“硝化作用”产生大量的氨、硝酸盐和亚硝酸盐。传统的处理方法向环境排放带有高浓度氨和磷的污水。反渗透和离子交换可以用于去除氮、磷,但不具有商业可行性,因此,没有整合到传统废水处理方法中。

[0016] 排放富含氨的污水对生活是有害的。亚硝酸盐是致癌性的,直接排放带有亚硝酸盐的污水会污染饮用水的蓄水层。本发明意识到这一点并在污水排放前通过有效地去除氨和磷来避免这种污染。

[0017] 本发明的较佳实施例通过在各个阶段降低生物需氧量、保持溶解氧的水平、降低固体内容和控制污水中氨的水平来有效处理污水。举例来讲,在一个步骤中,本发明通过主动关注产生固体的生物需氧量的去除来降低污水中的生物需氧量和固体内容。

[0018] 在另一个实施例中,去除固体的过程中,本发明也关注改善自然生长和经基因改造的细菌的生长状态。本发明的较佳实施例使用高压空气扩散来大体上保持或增加污水中的溶解氧。结果,根据本发明的较佳实施例,微生物在用于去除有机物之前能够很好地生长。

[0019] 在另一个实施例中,通过微生物消耗去除有机物之后,本发明较佳实施例直接产生厌氧条件使微生物完全死亡并且降低污水中的固体内容或减少污水中的生物需氧量。接下来,污水在补充溶解氧水平的有氧条件下去除固体和进一步降低生物需氧量。

[0020] 在另一个实施例中,本发明的较佳实施例主动去除产生固体的生物需氧量、死亡的微生物、营养物、藻类和其他固体,通过反向反应保持污水中的溶解氧的含量来阻止生物需氧量和固体的增加。需要重要的是,现有技术并未意识到反向反应会增加生物需氧量的缺陷,更不用说提供阻止生物需氧量增加的措施。

[0021] 在另一个实施例中,本发明的较佳实施例,通过有效培养利用可用的营养物用于自生生长的特定生物过程,来主动关注各种营养物和磷的去除。本发明进一步通过主动去除剩余在污水的任何生物物质来降低营养物负荷。

[0022] 在一方面,本发明提供一种污水处理程序。该方法包括:(1)接受污水;(2)对污水进行第一种处理产生具有能够改变的第一特性的污水;(3)阻止所述第一特性变化;(4)对污水进行第二种处理;其中所述第一特性包括选自生物需氧量(BOD)水平、溶氧水平、固体含量和营养水平中的至少一种特性。

[0023] 接受污水的步骤较佳地包括接受一个能够增加或保持溶解氧在大体上恒定水平的供给池里的污水。在该实施例中,氧气通过使用扩散气流溶解。

[0024] 在本发明的一个实施例中,所述第一种处理包括去除固体,所述第二种处理包括去除有机物。在该实施例中,去除固体包括:(i)从污水中机械分离固体以从污水中去除第一数量的固体;(ii)吹送溶解空气从污水中去除第二数量的固体。所述第一数量的固体大约占到从污水中去除的固体的 75% 到 98%,其中所述污水中固体的含量大约占 15% 到 30%。所述第二数量的固体大约占从污水中去除的固体的 85% 到 95%,其中所述污水中固体的含量大约为 3% 到 6%。

[0025] 根据本发明的一个实施例,所述机械分离包括从一个供给池直接获取的污水中分离固体。

[0026] 根据本发明的一个实施例,所述阻止的步骤包括从使用高压气流保持污水中的溶解氧在一个大体上恒定的水平的池子里的污水中去除固体。保持溶解氧在一个大体上恒定的水平意味着流入的溶解氧和流出的溶解氧的差别不超过 5%。去除的步骤进一步包括使用不同特定尺寸的筛网来从污水中去除固体。去除固体的步骤包括从污水中去除 85% 到 90% 的具有大于 20 微米的特定尺寸的固体,其中所述污水中固体含量大约为 1%。

[0027] 在本发明的一个可选择的实施例中,所述第一种处理包括从污水中去除有机物,所述第二种处理包括从污水中去除营养物。在一个实施例中,所述去除有机物包括将污水中的微生物暴露于生物芯片的氧气中。微生物暴露至氧气中的体积比为大约为每立方英尺 32 平方英尺和每立方英尺 130 平方英尺之间。去除营养物的步骤,在该实施例中,包括在一个存在波长范围从 102nm 到 106nm 的光线的海藻池中处理污水。在海藻池中处理污水的步骤包括对污水充气。所述海藻池最好是能够提供表面积在 1000 平方英尺和 50000 平方英尺之间的高比率海藻池。所述高比率海藻池的温度可以维持在 70 °F 和 95 °F 之间。所述高比率海藻池可以具有一个长度在 200 英尺到 3000 英尺的通道。

[0028] 阻止的步骤包括:(i)在厌氧条件下处理污水,产生具有较低生物需氧量的污水;(ii)在需氧条件下处理具有较低生物需氧量的污水。在本发明的较佳实施例中,厌氧条件是通过在密封的用来维持溶解氧含量在一个大体上恒定水平的池子中去除污水中死亡的微生物来产生的。所述需氧条件包括:(i)从污水中去除死亡的微生物;以及(ii)同时增加污水中的溶解氧的含量。在本发明的其他可选择实施例中,所述第一种处理包括从污水中去除营养物并且所述第二中处理包括将污水暴露于自然元素中。在该实施例中,所述阻止的步骤进一步包括:从污水中去除藻类;以及同时增加污水中的溶解氧。所述阻止的步骤进一步包括在一个具有从污水中分离固体的筛网的池子中从污水中去除藻类,以及向污水中输入气泡来保持溶解氧在一个大体上恒定的水平。

[0029] 在另一方面,本发明提供一种污水处理系统。所述系统包括:(i)接受污水的装置;(ii)对污水执行第一种处理产生具有能够改变的第一特性的污水的装置;(iii)阻止第一特性变化的装置;(iv)对污水执行第二种处理的装置,其中所述第一特性包括选自生物需氧量(BOD)水平、溶氧水平、固体含量和营养水平中的至少一种特性。

[0030] 在另一方面,本发明提供一种污水处理系统。所述系统包括:(i)从污水中去除固体的池子;(ii)一个用于从污水中去除固体的第一沉淀去除池(SRT),所述第一沉淀去除池能够使用筛网去除固体,并且能够在固体从污水中去除时向污水中输入气泡来维持污水

中的溶解氧在一个大体上恒定的水平；以及(iii)一个用来去除水中的有机物的包含生物芯片和微生物的反应器。所述池子可以是一个双网挤浆机或供给池。所述系统可以进一步包括一个溶解空气浮子(DAF)设备。溶解空气浮子包括：(i)一个有孔的扩散器；以及(ii)一个固定有一个文丘里管的高压水泵，用于吸入空气形成气泡并且压迫所述气泡通过所述有孔扩散器。所述反应器可以包括一个吹风机便于向污水中输入氧气。该反应器较佳地具有一个70平方英尺到210平方英尺之间的表面积。所述反应器可以是一个旋转生物收缩物或填充床反应器。

[0031] 所述系统进一步包括：(i)一个用于从污水中去除死亡的微生物的第二沉淀去除池(SRT)。在死亡微生物从污水中去除时，所述第二沉淀去除池能够被密封用于保持污水中的溶解氧在一个大体上恒定的水平；以及(ii)一个海藻池，在有海藻的情况下能够去除污水中的营养物。所述系统可以进一步包括一个一端连接至所述第二沉淀去除池，另一端连接至所述海藻池的溶解空气浮子(DAF)设备，所述溶解空气浮子设备能够在去除污水中的死亡微生物时增加污水中溶解氧的水平。所述海藻池的较佳运行温度在65°F和95°F之间。所述海藻池可以装备一个提供102nm到106nm波长光线的光谱辐射源。所述辐射源可以位于所述池塘深度的1/2到1/3之间的位置。所述海藻池可以包括用于混合污水的一个液压泵和一个浆轮。所述海藻池可以是一个高比率海藻池。

[0032] 所述系统可以进一步包括一个去除从海藻池引入的海藻的第三沉淀去除池。在该实施例中，所述独创系统进一步包括一个用于在将污水排放至环境之前，将污水暴露至环境的自然元素中的熟化池。所述熟化池较佳地连接至所述第三沉淀去除池。该系统较佳地包括一个直接输送污水至池子的供给池。所述系统可以进一步包括一个连接溶解空气浮子和供给池从溶解空气浮子向供给池提供残留固体的连接件。所述系统进一步包括一个一端连接于所述第三沉淀去除池另一端连接于所述海藻池的溶解空气浮子设备。

[0033] 在本发明的可选择的实施例中，所述系统进一步包括一个有氧沉淀物消化器和一个连接于所述有氧沉淀物消化器与前述溶解空气浮子之间用于从所述溶解空气浮子向所述有氧沉淀物消化器提供残留固体的连接件。

[0034] 在另一方面，本发明提供一种污水处理系统。所述系统包括：(i)一个具有生物芯片和微生物用于从污水中去除有机物的反应器；(ii)一个用于从污水中去除固体的沉淀去除池，并且在固体从污水中去除时，所述沉淀去除池能够被密封来保持污水中的溶解氧；以及(iii)一个用于从污水中去除营养物的容纳海藻的海藻池。所述系统可以进一步包括一个一端连接于所述沉淀去除池另一端连接于所述海藻池的溶解空气浮子设备。

[0035] 在另一方面，本发明提供一种污水处理系统。所述系统包括：(i)一个用于从污水中去除营养物的容纳海藻的海藻池；(ii)一个用于从污水中去除固体的沉淀去除池，并且当从污水中去除固体时，所述沉淀去除池能够增加污水中的溶解氧的水平；以及(iii)用于在将污水排放至环境之前，将污水暴露至环境的自然元素中的熟化池。所述系统可以进一步包括一个一端连接于所述海藻池另一端连接至所述沉淀去除池的溶解空气浮子设备，并且所述沉淀去除池与所述熟化池连接。

[0036] 在另一个方面，本发明提供一个海藻池。所述海藻池包括：(i)一个池子，所述池子里设置有能够容纳污水和海藻的蜿蜒弯曲路径；(ii)用于从污水中去除营养物的海藻；(iii)沿所述蜿蜒弯曲路径设置的用于提供在池子里生长海藻的光线的放射源；(iv)一个

液压泵；以及(v)一个桨轮,所述液压泵和桨轮用于向池子中的污水通气。所述海藻池较佳地是一个高比率海藻池,其具有一个面积在 1000 平方英尺到 50000 平方英尺之间的内表面积。所述通道的长度较佳地在 200 英尺到 3000 英尺之间。

[0037] 本发明的结构和方法,以及其其他目的和好处将在接下来的与图示相结合进行说明的具体实施例中最好理解。

[0038] 【图示说明】

[0039] 图 1 显示根据本发明一个实施例的污水处理系统。

[0040] 图 2 具体显示根据本发明一个实施例,用于图 1 中的生物芯片反应器设计。

[0041] 图 3 显示一个用于图 1 的独创的海藻池。

[0042] 图 4 显示图 3 所示的海藻池的透视图。

[0043] 【具体实施方式】

[0044] 在接下来的说明中,为提供对本发明的彻底理解,对各种特定的细节进行了说明。很显然,对于熟悉该领域的技术人员,本发明也可以在没有某些或所有这些细节的情况下实现本发明。在其他实施例中,为避免混淆本发明,一些熟知的程序步骤并未详细说明。

[0045] 图 1 显示根据本发明的一个实施例的,用于主动处理污水的系统设计 100。系统 100 包括一个供给池 102,该供给池向一系列用于去除固体废物的主动设备提供污水。这些主动设备包括一个双网挤浆机(twin wire press, TWP) 104,一个溶解空气浮子(dissolved air flotation, DAF)池 106 和一个第一沉淀去除池(sediment removal tank, SRT) 108,每一个设备都是便于去除各种类型和尺寸的固体污染物。所述相对-固体-自由的污水被传输至一系列生物芯片反应器(biological chip reactors, BCR) 110 和 112 以去除有机物。如果需要去除固体污泥,可以设置一个有氧污泥消化池 114。如果使用了生物芯片反应器 112 或有氧污泥消化器中的一个,从生物芯片反应器 112 或从有氧污泥消化器 114 出来的带有死亡微生物的污水被送至第二沉淀去除池 116 去除包括大部分死亡微生物的固体。为进一步去除死去的生物,在溶解空气浮子池 106 中处理污水并从那送至一个高比率海藻池(high rate algal pond, HRAP) 118。高比率海藻池 118 用于从污水中去除营养物,例如硝酸盐、亚硝酸盐和磷。接下来污水再次经过溶解空气浮子 106 和一个第三沉淀去除池 120 来专门去除从高比率海藻池 118 带入污水中的海藻。溶解空气浮子 106 也用于增加污水中的溶解氧的水平。该去除营养物和藻类的污水在排放至环境之前可选择地供至一个熟化池 122。在熟化池 122 中,在溶解空气浮子 106 和沉淀去除池 120 中没有去除的残留海藻被去除,并且经过处理的污水被暴露至自然环境的元素中。

[0046] 系统 100 还包括不同池子之间的各种线或连接件来输送从污水中去除的残留固体。根据图 1 所示,在溶解空气浮子 106 和供给池 102 之间提供一条线 124 用来传输在经过溶解空气浮子 106 处理后未被去除的回到供给池 102 的固体。另一条线 126 用于传输从有氧污泥消化器 114 回到供给池 102 的主要包括死亡微生物的固体。根据图 1 所示的实施例,残留固体不仅从有氧污泥消化器 114 输出,而且也输入消化器 114。特别地,在溶解空气浮子 106 至有氧污泥消化器 114 之间设置有一条传输残留固体的线 128。

[0047] 双网挤浆机 104 配置有一个用于去除固体的筛网,所述筛网不沉淀于池子 102,或者通过进水管(为简化图 1 未图示)进入系统 100。通过该筛网的污水中的固体被至少两条带子挤压,每一条带子都通过设置于贯穿整条压力带的旋转辊轴支撑。该带子是渗透性的

并且允许污水通过而阻止重的固体。由于污水弥漫整个带子,带子的移动和污水的飞溅也可以向污水中输入氧气,该结果会增加溶解氧的水平鼓励在接下来的步骤中用于去除有机物的微生物的生长。

[0048] 取决于筛网的大小,双网挤浆机 104 从污水中去除大约 75% 到 98% 的固体,其中在该处理阶段污水中通常是含有大约 15% 到 30% 的固体物质。消除这些固体表示去除了很大数量的生物需氧量。通过挤压去除的固体可以被堆积或者在处理之前被去除。双网挤浆机 104 可以是由任何刚性材料制成,但最好是用不锈钢制成。类似地,一定范围合适的尺寸工作效果比较好。在本发明的一个较佳实施例中,系统 100 使用商业上可行的双网挤浆机,其使用来科罗拉多州小麦山脊(Wheat Ridge)公司的挤压技术。

[0049] 溶解空气浮子 106 获取双网挤浆机 104 中未去除的小颗粒物质。为有效从污水中分离固体,根据本发明的一个实施例,溶解空气浮子使用一个带孔扩散器和一个最好配置有文丘里管用来向污水中输入气泡的高压泵。该高压泵吸入空气,压迫气泡经过带孔扩散器形成微气泡。该带孔扩散器可以用石头做的。空气被压迫通过该带孔扩散器形成一个扩散气流,较佳地是大约 40 立方每分钟。气泡在向上运动中累积在微颗粒上并且携带这些微颗粒到达顶部,在顶部这些颗粒由回收机去除。

[0050] 溶解空气浮子里的气泡提供一个比较大的表面积来有效溶解氧并由此提高污水中的溶解氧的水平。结果气泡不仅便于去除固体,也能够提高污水中溶解氧的水平来促进用于后续步骤去除有机物的微生物的生长。在接下来主要关注去除有机物的步骤之前,本发明在较早的步骤就改善了有效去除有机物的条件。

[0051] 在较佳实施例中,南卡罗来纳州列克星敦的 martint 环境公司的溶解空气浮子设备是商业上可行的。举例说明,本发明中使用的溶解空气浮子设备大约长 7 英尺,宽 3.5 英尺,高为 5 英尺。在溶解空气浮子设备中的液压停留时间可以是在 1 小时到 3 小时之间。液压停留时间指一个单一水分子从它进入池子到离开池子通过该单元所花费的时间。溶解空气浮子设备从污水中去除大约 85% 到 90% 的固体,在该点上,所述污水的固体含量约为 3% 到 6%。

[0052] 不像现有技术中的固体沉淀,本发明不要求固体完全沉淀到沉淀去除池的底部来进行收集。沉淀去除池 108 通过主动增加液压流动路径和向颗粒提供物理阻碍以长久地截获他们的方法,来有效分离残留固体。液压流动路径指污水穿过的路径。液压流经路径的增加可以从污水中分离更多数量的固体。

[0053] 沉淀去除池 108 较佳地要足够大,以每分钟 40 加仑的速度泵入污水时,要花费 100 分钟来填满它。在此引用美国专利 6,899,808 作为参考,其描述了用于本发明的沉淀去除池的具体实施例。沉淀去除池 108 内的表面面积较佳地是在 160 平方英尺到 320 平方英尺之间。沉淀去除池能够从污水中去除大约 85% 到 90% 的尺寸大于 20 微米的特定尺寸的固体,在该点上,其中所述污水中含有大约 1% 的固体。在去除固体的过程中,沉淀去除池 108 影响扩散气流来增加污水中的溶解氧水平以及清洁用于去除固体的筛网。通过降低生物需氧量水平和固体内容以及提高污水中的溶解氧的水平,在接下来主要关注去除有机物的步骤之前,本发明在较早的步骤就改善了有效去除有机物的条件。

[0054] 图 2 显示了一个根据本发明的一个实施例的生物芯片反应器 200(例如,生物芯片反应器 110 和 112)的横截面视图。生物芯片反应器 200 包括一个池子 202,其包括生物芯

片 214 并且具有一个用于提供污水(为简化图示未显示)进行处理的进口 208。池子 202 配置有一个向污水中输入空气的吹风机 204。污水中的废弃固体形成一个堆积层 212 并通过一个泵 210 去除。生物芯片 214 和吹风机 204 用于向污水中提供高溶解氧浓度和高体积比表面积来帮助微生物(为简化图示未显示)的代谢生长率。

[0055] 生物芯片反应器是一个有氧处理系统,其利用附着在生物芯片上的微生物形成一个生物膜或粘液层(通常厚度为 0.1 毫米到 0.2 毫米)在粘液层外侧部分的微生物降低污水中的有机物质。然而,随着粘液层变厚,氧气无法渗透入生物芯片并且厌氧生物开始生长。最终靠近表面的微生物失去继续附着在生物芯片上的能力,该粘液层的一部分脱落。

[0056] 根据本发明的一个实施例,生物芯片反应器里的微生物包括有氧、厌氧和兼性细菌、真菌以及原生生物。生物芯片反应器 110 较佳地是包括多种不同的微生物,每一种微生物理想上适用于从污水中去除至少一种有机物。举例来说,生物芯片反应器 110 使用异养细菌(例如,无色菌、产碱杆菌、节杆菌、Cirtomonas、黄杆菌、假单胞菌、胶团杆菌)来去除生物需氧量(BOD)。生物需氧量(BOD)指包含碳元素的存在于污水中的来自于人类废弃物、食物垃圾、动物垃圾和植物垃圾的任何物质。

[0057] 吹风机 204 在向污水中的微生物供氧方面很有效。泵入空气在污水中形成的气泡的尺寸和泵入的空气的数量显示污水中溶解氧的数量。熟悉该领域的技术人员应当知道,小气泡在输送氧气方面效率会翻倍,因为小气泡能提供单位质量的气体更大的表面积。在生物芯片反应器里气泡与污水混和来确保污水中的营养物经常与消耗他们的细菌接触。

[0058] 生物芯片的存在为反应器内微生物的附着提供了高表面积。举例来说,生物芯片反应器内的表面积占生物芯片反应器的体积比是在 32 平方英尺每立方英尺到 130 平方英尺每立方英尺之间。较佳地,生物芯片反应器内的表面积占生物芯片反应器的体积比是在 73.5 平方英尺每立方英尺。高表面积结合高氧气浓度有助于提高微生物的代谢率。该附着的微生物从反应器里快速地去除以有机微粒物质形式存在的所有可食用食物,并且剩下高代谢率和较低数量的食物(例如,对于微生物来讲食物的比率较低)。经过一段时间,反应器内的大部分固体持续活跃并且从液体水中去除更多生物需氧量。最终,随着越来越多的食物在反应器内被消耗,微生物因为缺少食物而死亡。

[0059] 生物芯片反应器 112 较佳地包括能够去除至少一种有机物的至少一种微生物,其中在生物芯片反应器 110 中该有机物中特别难从污水中去除或者需要额外的处理时间。例如,高于和超过生物芯片反应器 110 中的处理时间。根据本发明,除了生物芯片反应器 110 和 112 之外,也可能包括额外的生物芯片反应器来便于有效去除有机物。举例来说,尽管在生物芯片反应器 110 中存在一些硝化细菌,是在生物芯片反应器 112 内通过自养硝化细菌执行最初的硝化步骤,该步骤将氨转换为亚硝酸盐,而在接下来的利用自养硝化细菌的硝化步骤中可能用到一个第三生物芯片反应器(为简化图示未在图 1 中显示)。

[0060] 在本发明的较佳实施例中,所述生物芯片反应器 110 和 112 长度大约为 7 英尺长,宽度大约为 10.5 英尺,高度约为 8 英寸。生物芯片反应器里的温度较佳地为约 60 °F 到 90 °F 之间,液压持续时间较佳地为大约 8 小时。根据本发明的一个实施例,生物芯片反应器大约 40% 充满了小生物环(biorings),在操作过程中每分钟大约有 133 立方英尺的扩散气流穿过这些小生物环,并且每天要用 6 盎司的消泡剂。在寒冷气候下,热量消耗相对较高,最好保持高基准水平来有效执行硝化反应。其中高基准水平意为保持生物芯片反应器里的生物

物质(污泥)在一定水平,来维持它的蓄热体并且避免在生物芯片反应器内大范围的温度摆动,和/或也意味着保持高的细菌数量来调节因为温度降低造成的较大死亡率。

[0061] 本发明的生物芯片反应器的使用,单独使用或者与其他生物芯片反应器结合使用,表示一种主动处理,因为其提供空气并且通过污水的循环不断地将细菌与营养物接触来有效促进营养物的吸收。此外,为去除有机废物,所述生物芯片反应器内的表面积也经过优化。

[0062] 有氧污泥消化器 114 是一种类型的生物芯片反应器,只是其用于去除污泥。换句话说讲,消化器 114 包括熟知的用于消耗从而去除污泥的微生物。

[0063] 虽然这些生物芯片反应器和有氧污泥消化器去除有机物并且降低生物需氧量,但留下的污水仍富含因为用尽食物资源的微生物的内源性腐烂产生的硝酸盐。为此,前面所述的溶解空气浮子 106 和第二沉淀去除池,如图 1 中所示的沉淀去除池 116,被用来去除死亡的微生物。为去除死亡微生物,溶解空气浮子 106 设有另外一个腔室,该腔室与用于从没有死亡微生物的污水中去除固体的腔室分开。高比率海藻池 118 在系统 100 中用于从污水中去除营养物。

[0064] 图 3 显示根据本发明一个较佳实施例的高比率海藻池 300。高比率海藻池 300 包括一个容纳海藻 308 的池子 302。辐射光谱 306 工作的波长范围在 102nm 到 106nm 之间。这个辐射光谱较佳地位于高比率海藻池 300 深度的 1/3 到 1/2 之间。在池子 302 的底部,聚集有一层固体废物层 304,其最终可以被去除。在高比率海藻池 300 中最好提供一个液压泵和一个桨轮(为简化图示未显示)来搅动污水和向污水中充气。充气和搅动便于提高污水中的溶解氧来促进海藻的生长。池子 302 的温度最好保持在 70 °F 到 95 °F 之间。

[0065] 图 4 显示根据本发明一个实施例的高比率海藻池 300 的透视图。在高比率海藻池 300 内污水较佳地通过一个通道导引,其允许污水沿着池子 302 的长度向前和向后来回流动。该通道为污水开创一条液压路径并且较佳的是蜿蜒弯曲的形状。

[0066] 为有效去除污水中营养物,高比率海藻池可以是任何尺寸。本发明认识到,营养的负荷和污水的流速决定高比率海藻池的尺寸。举例来说,高比率海藻池的长度大约为 24 英尺、宽度为 77 英尺以及高度为 4 英尺。为处理污水,高比率海藻池较佳地具有 1000 平方英尺到 50000 平方英尺的表面积,更佳地,是具有 1848 平方英尺。所述通道的长度较佳地是介于 200 英尺到 3000 英尺之间。在高比率海藻池的通道内部,污水以每秒 10 英寸的速率流动并且停留时间约为 72 小时。

[0067] 高比率海藻池主要使用海藻来从污水中去除营养物和磷酸盐。海藻的增长速度取决于可用氧、温度、光线以及营养物。传统的高比率海藻池都比较浅,因为这样便于输入氧气和透光以促进海藻的生长。不幸的是,为处理相对大量的污水,传统的高比率海藻池占用非常大的地方,例如通常是以公顷来计算。

[0068] 本发明较佳地使用较深但不铺张的高比率海藻池。在本发明的较佳实施例中,其同时搅动污水和向污水中充气来有效输入氧气。此外,在高比率海藻池内的一个辐射源有效地促进光线渗透至更深处污水。这样,根据本发明的高比率海藻池,对于每天 120 立方米流量的系统只占用 160 平方米的空间。

[0069] 传统污水处理程序最少没有意识到以下几点:(i)在各种处理步骤中有机物质的分解不断地消耗污水中的溶解氧;(ii)对于有效处理污水来讲,大体上保持各个阶段污水

中的溶解氧是很重要的；以及(iii)在污水处理的各个阶段,如果不能大体上保持污水中的溶解氧和较低的固体内容将会引起可逆反应,将逆转前述已经完成的处理步骤。

[0070] 因此,在本发明的较佳实施例的各种步骤中意识到需要降低生物需氧量、固体内容和营养水平并且保持或增加污水中的溶解氧的水平。在本发明的较佳实施例中,污水经过不同种类的处理。举例来说,首先去除增加固体的生物需氧量。然后通过细菌消耗有机物质。接下来去除污水中的营养物。然而本发明意识到,在进行完第一种处理之后在进行第二种处理之前需要稳定污水的状态。稳定污水的状态包括阻止污水的某些重要特性发生有意义的变化,例如,生物需氧量水平、溶解氧水平、固体内容水平以及营养水平,这些特性很容易受可逆反应的影响而变为不希望的值。特别地,在整个各个阶段,通过降低生物需氧量水平和固体内容水平以及增加或者大体上保持污水中的溶解氧水平,本发明有效地从一种处理方式过渡到另一种处理方式,而不存在可逆反应的缺陷。

[0071] 根据一个实施例,当处理系统 100 直接从一个供给池(例如,图 1 所示的供给池 102)接受处理的污水时,使用图 1 所示的系统 100 的独创程序开始。在该供给池中,所述污水经过扩散气流处理来保持污水中的溶解氧的水平。然后污水立刻进行去除固体的第一种处理。在本发明的一个较佳实施例中,去除固体的步骤在不同步骤中有条不紊地进行。值得注意的是,在该实施例中,不仅在不同步骤中去除固体,该独创的程序还在这些步骤中大体上保持污水中的溶解氧的水平来避免可逆反应。

[0072] 固体的去除开始于通过机械技术从污水中去除相对较大的固体。举例来说,使用图 1 所述的双网挤浆机来挤压含有固体的污水,因为它在挤压污水的过程中也向污水中输入空气。这样,挤压不仅从污水中去除较大颗粒的固体还保持了污水中溶解氧的水平。在这个去除固体的早期阶段,有氧处理确保自然生物退化和净化处理,在该净化处理中,在富氧环境中快速繁殖的细菌分解和吸收有机物。在去除固体的过程中保持氧气的水平能够确保这些细菌不会死亡以及产生固体的生物需氧量和固体物质不会增加。在该阶段不希望的产生固体的生物需氧量的增加可能超过原本期望的在该步骤中去除产生固体的生物需氧量。换句话说,在单一处理步骤中,降低固体内容、降低生物需氧量水平以及大体上保持或增加污水中的溶解氧能够阻止增加生物需氧量、固体物质和 / 或降低污水中溶解氧水平的可逆反应。

[0073] 在去除大的固体之后,本发明的较佳实施例利用小气泡来集中去除中等尺寸的粒子。在该处理步骤中,中等尺寸的固体由气泡的向上运动携带并且如前面所述的方法去除。结果气泡去除产生固体的生物需氧量,降低固体内容并且同时输入氧气来大体上保持或增加污水中的溶解氧水平。之前步骤中降低生物需氧量和固体内容同时大体上保持或增加污水中的溶解氧的好处在该步骤中同样实现。

[0074] 为从污水中去除更细小的固体,在一个较佳实施例中的独创方法移动至一个池子,例如图 1 所示的沉淀去除池 108。该池子也在去除有机物开始之前稳定污水。特别地,当扩散气流用于池子里时,该池子用一个筛网去除细小固体。该气流提供清洁行为来去除形成于筛网上的固体并且向污水输入氧气。之前步骤中降低生物需氧量和固体内容同时大体上保持或增加污水中的溶解氧的好处在该步骤中同样实现。

[0075] 接下来,该独创方法较佳地移至去除有机物的另一种处理。在该处理阶段,较佳地,在例如图 1 所示的生物芯片反应器里,生物芯片里的微生物消耗有机物。通过设置一个

向污水中输入氧气增加污水中溶解氧水平的吹风机来加强该消耗。随着有机物的去除,污水具有较低的生物需氧量水平和固体内容以及增加的溶解氧水平。在消耗一定数量的有机物之后微生物死亡并且增加生物需氧量水平和固体内容。如果死亡的微生物不及时去除,污水中的溶解氧将降低并且可逆反应将增加污水中的生物需氧量水平和固体物质。

[0076] 结果,在接下来的处理步骤中,本发明提供从污水中去除死亡微生物的方法。为此,较佳地,采用首先厌氧处理然后有氧处理的方法。在厌氧处理中,较佳地一个沉淀去除池被密封起来以确保所有有氧微生物死亡。同时,通过使用该沉淀去除池内的筛网去除死亡微生物。这样同时降低了污水中的生物需氧量水平和固体物质。但是,在污水能够晋级到下一阶段之前,本发明意识到需要增加污水中的溶解氧水平。

[0077] 在接下来的步骤中,通过使用如图 1 所示的溶解空气浮子池来进行有氧处理。溶解空气浮子内的扩散气流增加溶解氧的水平并且去除残留固体。现在具有较低生物需氧量水平和固体内容和较高溶解氧水平的污水就可以进入下一处理阶段了。

[0078] 在下一个阶段,在海藻池中处理污水,较佳地,是在例如如图 1 所示的高比率海藻池中处理污水,以从污水中有效去除营养物。污水中营养物的去除是通过在存在操作放射源的情况下的海藻消耗营养物来执行。海藻也提升污水中的溶解氧。然而,污水中的溶解氧的水平可能不够高,达不到向环境排放的要求。

[0079] 值得注意的是,如果厌氧处理之后有氧处理没有跟上,具有较低溶解氧的污水进入高比率海藻池存在因为氧气耗尽环境下杀死海藻的风险。因此在厌氧处理之后跟随有氧处理能够确保在接下来的步骤中污水准好去除营养物了。

[0080] 在接下来的处理步骤中,污水中的溶解氧的水平上升到允许排放到环境中的水平。较佳地,用一个溶解空气浮子来提供扩散气流来提高污水中的溶解氧水平和从污水中去除海藻和其他固体。固体去除降低了污水中的生物需氧量水平和固体物质。然后,为去除更细微粒子,污水晋级至一个沉淀去除池,其使用扩散空气来从污水中去除固体和向污水中输入氧气。结果,污水具有了排放入环境必需的高水平溶解氧、较低生物需氧量水平和固体内容。

[0081] 虽然污水此时已经可以排放入环境,但较佳的实施例在一个熟化池中处理污水,在熟化池中污水暴露于环境元素中。在熟化池中污水熟化并适用于自然环境,从熟化池中被排放至环境。

[0082] 虽然已经显示和描述了本发明的示例性的实施例,但其他修改、改变和替换是可以预期的。因此,在接下来的权利要求中,附属的权利要求可以在与本发明的说明范围一致的基础上进行广泛的解释。

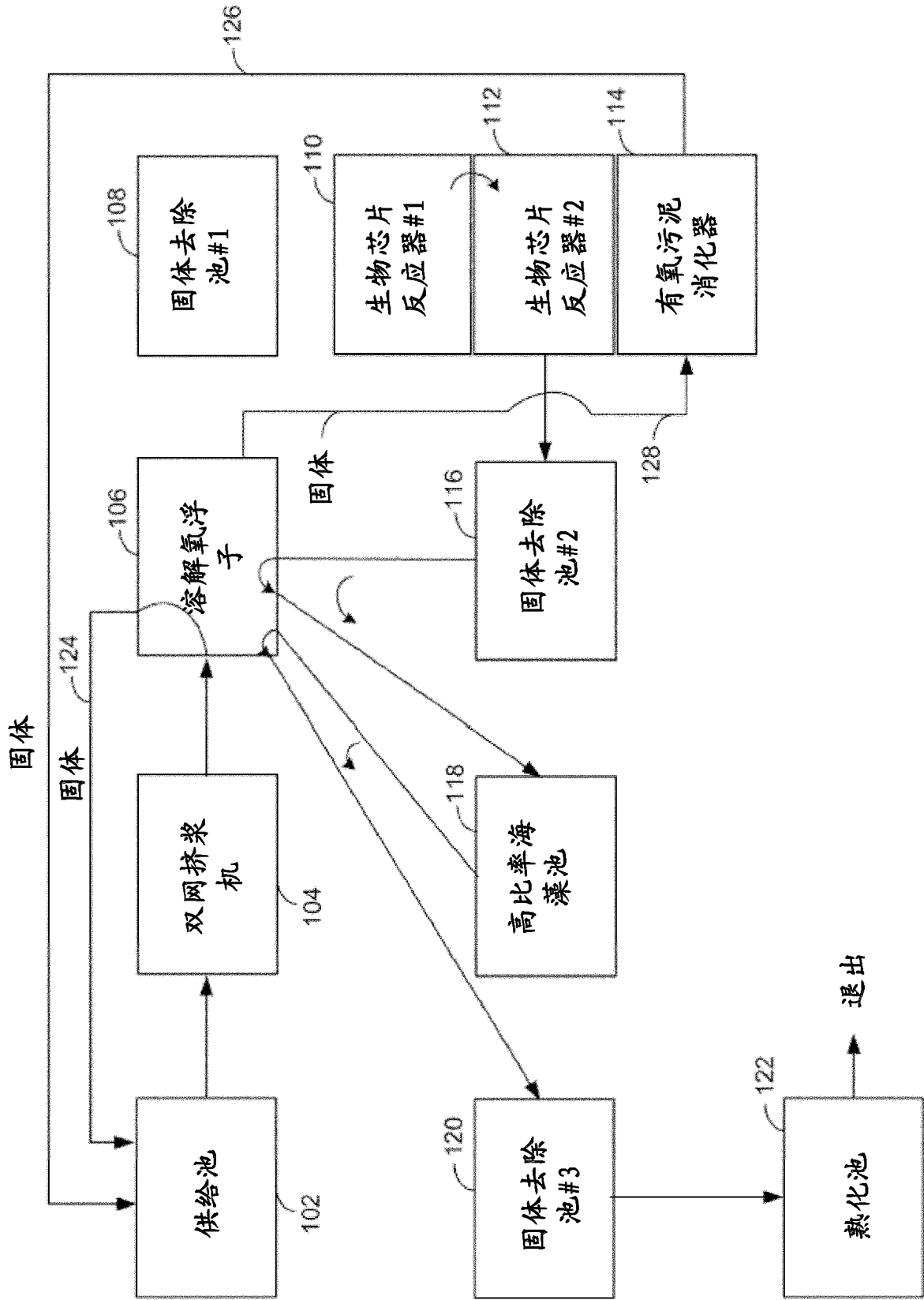


图 1

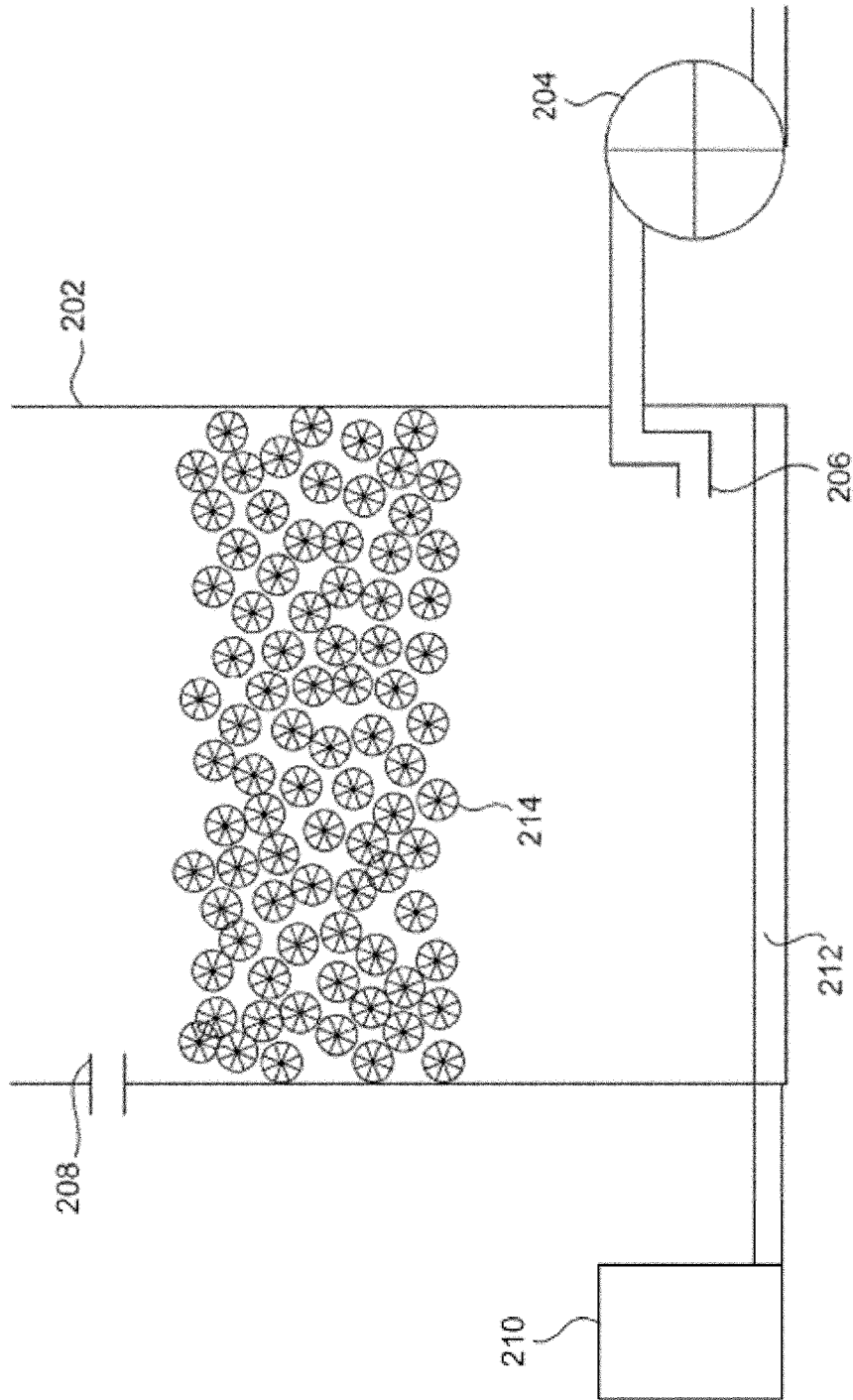


图 2

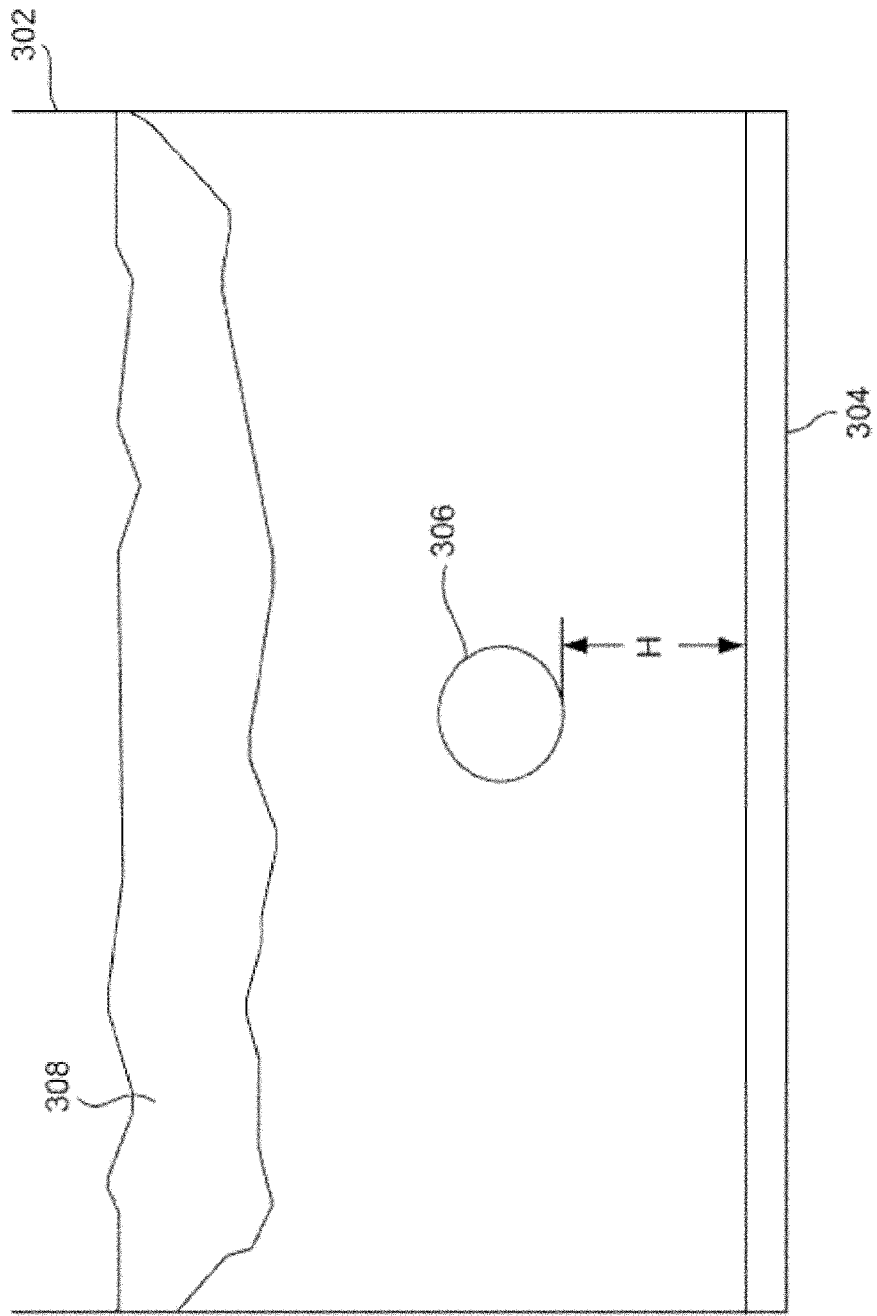


图 3

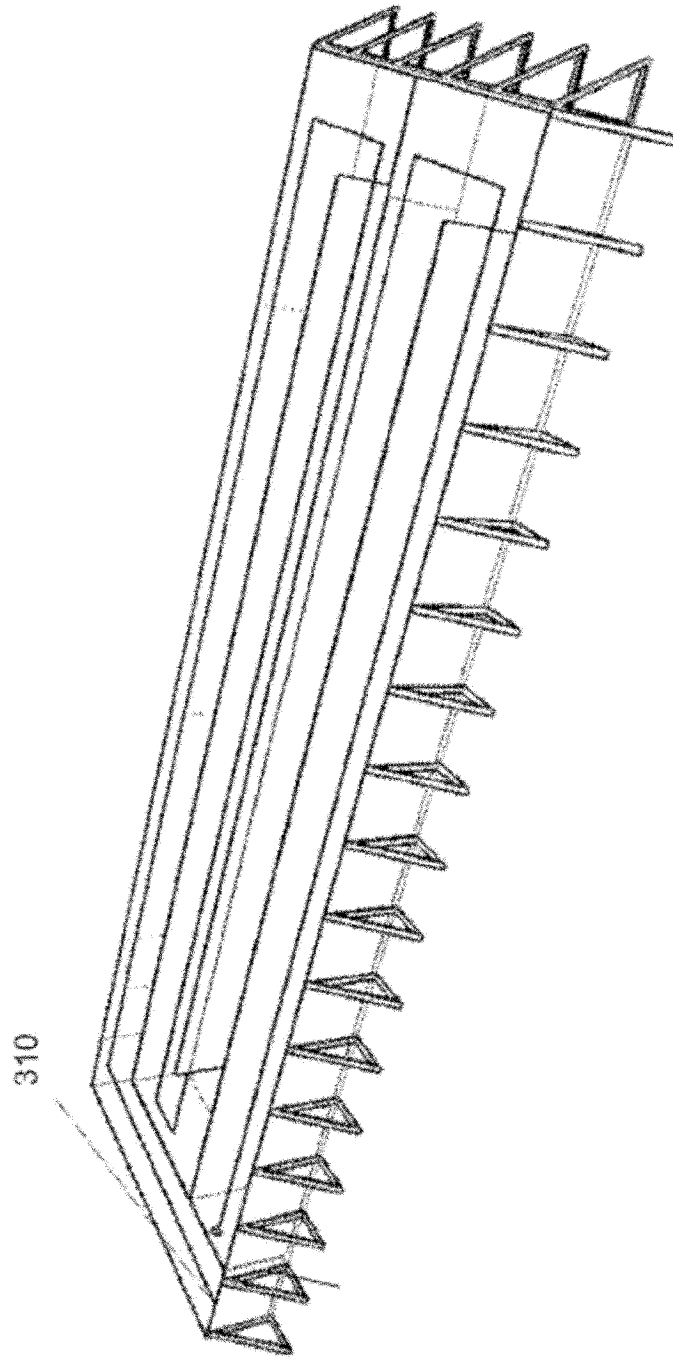


图 4