(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102639448 A
(43)申请公布日 2012.08.15

(21)申请号 201080042670.X
(22)申请日 2010.03.08
(85)PCT申请进入国家阶段日
2012.03.23
(86)PCT申请的申请数据
PCT/KR2010/001440 2010.03.08
(87)PCT申请的公布数据
WO2011/111879 EN 2011.09.15
(71)申请人 仁何大学校产学协力团
地址 韩国仁川广域市
(72)发明人 裵在镐 金正桓 佩里·L·麦卡蒂
(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理事务所(普通合伙) 11270
代理人 武晨燕 张颖玲
(51)Int.Cl.
C02F 3/08(2006.01)
C02F 3/10(2006.01)
B01D 39/00(2006.01)

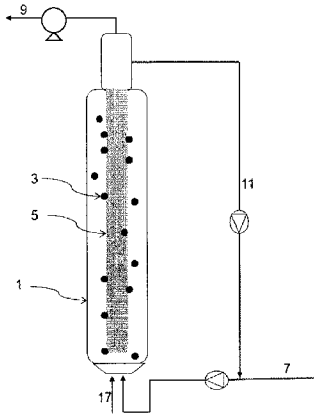
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54)发明名称

流化膜生物反应器

(57)摘要

本发明涉及一种流化膜生物反应器，所述流化膜生物反应器包括：生物反应器，该生物反应器包含生化活性有机体；流化颗粒，该流化颗粒是有机体所附着的支持介质；以及膜，该膜允许除有机体外的被处理水通过；其中，流化颗粒与膜直接接触。所述膜安装在生物反应器的内部或外部。所述颗粒可为颗粒状活性碳或者其他合适的物质。流化颗粒不仅作为微生物的支持介质，而且作为吸附或停留其它可造成膜污染的物质的介质，以及作为研磨材料清洁膜表面。



CN 102639448 A

1. 一种流化膜生物反应器，其特征在于，所述流化膜生物反应器包括：

生物反应器，该生物反应器包含生化活性有机体；

流化颗粒，该流化颗粒是有机体所附着的支持介质；

膜，该膜允许除有机体外的被处理水通过；

其中流化颗粒与膜直接接触。

2. 根据权利要求 1 所述的流化膜生物反应器，其特征在于，所述膜安装在所述生物反应器的内部。

3. 根据权利要求 1 所述的流化膜生物反应器，其特征在于，所述膜安装在所述生物反应器的外部。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的流化膜生物反应器，其特征在于，所述流化颗粒在润湿状态下比水重，具有约 1.05 ～ 3 的比重范围，并且尺寸介于 0.1 ～ 5 毫米之间。

5. 根据权利要求 4 中任一项所述的流化膜生物反应器，其特征在于，所述流化颗粒为颗粒状活性碳。

6. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的流化膜生物反应器，其特征在于，所述膜为中空纤维膜、管式膜、或平板膜。

7. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的流化膜生物反应器，其特征在于，所述生物反应器中的处理为好氧处理。

8. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的流化膜生物反应器，其特征在于，所述生物反应器中的处理为厌氧处理。

9. 根据权利要求 6 所述的流化膜生物反应器，其特征在于，回收生物反应器中产生的生物气，来辅助颗粒流化。

10. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的流化膜生物反应器，其特征在于，通过引入污水进入流和 / 或回收的反应器流体来流化颗粒。

流化膜生物反应器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种流化膜生物反应器，该反应器将流化床生物膜反应器与膜过滤相结合，由此该反应器可以高效地处理污水，同时易于维护。

背景技术

[0002] 用于污水处理的生物反应器分为扩散-繁殖反应器(dispersed-growth reactor)和生物膜反应器(biofilm reactor)。

[0003] 在扩散-繁殖反应器中，如活性污泥工艺，生物质通常以悬浮絮凝物存在。为了减小反应器的体积，反应器中必须保持高生物质浓度，为了达到这种要求，通常采用从沉降槽中回收生物质。由此导致固体停留时间相对较短，所以这种类型的反应器通常不用于低浓度污水(low-strength wastewater)的厌氧处理。

[0004] 生物膜反应器获得有效的厌氧处理所需的长固体停留时间的能力是出色的，因为生物质通过附着在介质的表面而保留在反应器中。这种反应器包括具有固定介质的填充床反应器(packed bed reactor)和具有流化介质的流化床反应器(fluidized bed reactor)。

[0005] 在流化床反应器中，流体通常以向上流的方式，以足够的流速流经诸如沙子或者颗粒状活性碳等颗粒物质的床，从而使这些颗粒被提起，并且在流体中保持悬浮状态。在这里，颗粒向下的重力恰恰与流经颗粒周围的流体的向上的流速相平衡。流化床反应器已经可见于许多环境应用中，尤其用于去除污水中的硝酸盐和高氯酸盐。这里，微生物生长成附着在流化颗粒上的致密生物膜，允许反应器中保持高的生物质浓度，而高的生物质浓度是在分钟量级而不是小时量级的短停留时间内高效处理所需要的，其他类型的反应器可能需要小时量级的停留时间。

[0006] 另一方面，扩散-繁殖反应器中配备膜来保持反应器中微生物的高浓度，从而使得在短停留时间内达到高的处理效率。为了达到这个目的，一般采用微滤膜或者超滤膜，它们允许被处理水通过膜，同时将微生物大小的颗粒物质-尺寸约为1米-保留在反应器中。由于从反应器的污水中除去了这样的小颗粒状物质，污水趋于相当干净，并且可被容易地消毒，从而达到市政污水处理的质量，这种水用于灌溉粮食作物是足够安全的。这代表了相对于传统的污水处理系统的优点，传统的污水处理系统要达到类似的污水处理质量标准，除了需要生物反应器外，通常还需要最终沉降槽除去较大的颗粒物质，并且还需要多介质过滤步骤除去细菌大小的较小颗粒物质。在这种情况下的膜生物反应器的优点是，处理系统使用的综合处理系统体积小很多，只需要很小的空间，也就是说，它占用空间较小。

[0007] 然而，膜污染是影响膜生物反应器系统性能的一个严重问题。膜污染是由于污垢物质沉积在膜表面和/或吸附在膜的孔隙基质中所引起的。因为膜污染增加了穿过膜的水力阻力(hydraulic resistance)，所以膜污染降低了膜性能，随之增加了资本和运行成本。已经有许多不同的方法来降低膜生物反应器中的膜污染。目前在膜生物反应器中常用的方法是，通过在膜下方引入空气或回收的生物气，在膜附近引入高湍流和横流。此方法相当有

效，但是需要高的能量消耗。另外，穿过膜的液体或气体的反脉冲 (back pulsing) 以及定期清洁是常见的做法，这也需要高的成本。

[0008] 好氧处理是最常见的生物污水处理系统，但是需要大量的能量用于空气的注入。然而，厌氧处理操作不需要引入空气或氧气，相反，生成生物气形式的有用的能量。厌氧处理的一个特殊的要求是长的固体停留时间 (Solids Retention Time，SRT)，以防止缓慢繁殖的形成膜的厌氧细菌从反应器中被冲走。膜生物反应器对于诸如生活污水等低浓度污水的厌氧处理是有利的，因为膜防止了厌氧细菌被冲走，从而可提供所需的长的 SRT，同时操作所需要的水力停留时间 (hydraulic detention time) 短，降低了反应器的尺寸和成本。但是，目前膜处理较高的能量需求趋于抵消其优势。

[0009] 尽管已经进行了许多研究致力于减少这种能量需求，但是仍然需要进一步减少对能量的需求。

发明内容

[0010] 技术问题

[0011] 因此，本发明的目的是提供一种污水处理系统，该系统允许更有效地生物处理生活污水以及工业污水，同时降低相关能量使用以及维护需求。

[0012] 解决问题的手段

[0013] 本发明的污水处理系统的特征是，结合了流化床反应器和膜过滤。本发明的流化膜生物反应器 (Fluidized Membrane Bioreactor，FMB) 包括：生物反应器，该生物反应器包含生化活性有机体；流化颗粒，该流化颗粒是有机体所附着的支持介质；以及膜，该膜允许除有机体外的被处理水通过。流化颗粒与膜直接接触。

[0014] 本发明的流化膜生物反应器可以两种不同的模式之一使用：一种是膜置于生物反应器的内部，另一种是膜过滤在生物处理系统之后作为单独的步骤实施。

[0015] 膜可以是不同类型的膜，如中空纤维膜、管式膜、或平板膜。流化颗粒可以是沙子、或者颗粒状活性碳、或者其他常被用于传统流化床反应器中的物质。比如，颗粒状活性碳 (Granular Activated Carbon，GAC) 的尺寸通常为 0.3 毫米或者更大，其比粉末状活性碳 (Powder Activated Carbon，PAC) 大。具体地，尺寸为 0.3 ～ 0.7 毫米的 GAC 是优选的。这种尺寸的 GAC 不仅在吸附或固定颗粒物质方面是有效的，而且通过对膜的冲刷，在防止膜堵塞方面也是有效的。

[0016] 流化膜生物反应器可以有效的用于厌氧以及好氧处理系统。

[0017] 发明的效果

[0018] 流化床反应器和膜过滤的结合的优势不仅在于提高了生物质停留时间，而且，通过反应器中与膜直接接触的流化颗粒的吸附和冲刷的综合作用，明显降低了处理污水所通过的膜的堵塞。因此，流化床系统的正常作用以节能的方式帮助解决了常规膜生物反应器的一个主要问题。因此，就不再需要耗费很多能量注入额外的气体用于剧烈搅拌。

[0019] 本发明的流化膜生物反应器在帮助获得高的污水处理效率方面特别适用于厌氧处理，因为其有助于保持长的 SRT。

附图说明

[0020] 图 1 为本发明的 FMB 的一个实施例的示意图，其中，膜安装在生物反应器的内部；

[0021] 图 2 为本发明的 FMB 的另一个实施例的示意图，其中，膜安装在生物反应器的外部；

[0022] 图 3 为图 1 所示实施例的变体的示意图，其用于厌氧处理系统；

[0023] 图 4 为图 2 所示实施例的变体的示意图，其用于厌氧处理系统；

[0024] 图 5 为图 2 所示实施例的进一步变体的示意图；

[0025] 图 6 和图 7 示出了吸入压随过滤时间的变化的结果，该结果从图 4 所示的 FMB 中所获得。

具体实施方式

[0026] 图 1 是本发明的流化膜生物反应器的优选实施例，其中，包含流化颗粒 3 的生物发生器 1 安装在膜 5 旁边。

[0027] 膜 5 优选地可以是中空纤维膜、管式膜、或平板模。例如，中空纤维膜在生物反应器 1 内保持垂直方向。流化床颗粒 3 被向上方向的进入流 7 流化，与此同时，与膜 5 进行物理接触，以便于膜表面的物理运动和生物降解以及吸附作用帮助降低膜污染。

[0028] 流体所需要的向上的流速是使支持介质颗粒 5 流化，且引起床体扩张，超出静止状态床体的 5％到 300％，但是通常在 25％到 150％范围内。

[0029] 支持介质可以是任何在润湿状态下比水重，比重范围约在 1.05 ～ 3 之间的颗粒，也就是从密度大的塑胶珠到砂粒，并且尺寸在 0.1 ～ 5 毫米之间的颗粒。特别有效的支持介质为尺寸在 0.3 ～ 0.7 毫米之间的 GAC。已经证明，类似的材料在全尺寸流化床生物反应器中处理受污染的水，进行微生物的繁殖和有害的有机和无机痕量污染物的降解是有效的。用这种材料获得 50 ～ 100％的床扩张的典型的向上流速在 1 米 / 分钟量级。

[0030] 流化床颗粒 5 为微生物提供支持介质的多种功能，吸附或停留精细颗粒物质和溶解的容易堵塞膜的有机物质，并且作为研磨材料，通过它运动的物理作用和吸附附着在膜上的颗粒，来帮助清洁膜表面。

[0031] 过滤后，从膜上产生了渗透液 9。通过回收生物反应器 1 中适量的流体，流经管道 11，来保持所需的颗粒流化程度。这股流和进入流 7 一起在生物反应器 1 中产生必要的用于流化的向上的流速。

[0032] 虽然，在图 1 的实例中，膜放置在生物反应器自身的内部，但是，膜过滤也可以在生物处理系统之后，作为单独的步骤实施，这种结构的实施例示于图 2 中。

[0033] 在这个实施例中，进入流 13，在生物反应器 1 中经生物处理之后，被引入到独立的腔 15 内，腔 15 内安装有膜 5，进入流 13 流经腔 15 内的膜 5，被进入流 13 流化的颗粒 3 的主要功能是吸附或者停留堵塞物质的介质，并且作为研磨材料来降低膜污染。

[0034] 当使用外部模式时，生物反应器 1 自身可以是几种不同设计中的任何一种，比如完全搅拌反应釜 (completely stirred tank reactor)、过滤器 (filter)、上流式污泥床反应器 (upflow sludge blanket reactor)、折流板反应器 (baffled reactor)、序批式反应器 (sequencing batch reactor)、流化床反应器 (fluidized bed reactor)、或者任何其他目前使用的或预期使用的生物反应器中的一种。目的就是使用流化系统以小能量消耗方式来降低膜污染。

[0035] 图 1 和图 2 的实施例示出了配备有通风装置 17 的用于好氧生物处理系统的 FMB。然而，根据本发明的 FMB 也可有效地用于厌氧生物处理系统，这种实施例示于图 3 和图 4 中。

[0036] 在这些实施例中，取消了通风装置，所产生的生物气经气体分离器 18 分离出来。分离出的气体可通过管道 19 用于辅助流化颗粒，或者通过管道 20、21 排出。

[0037] 流化颗粒 3 通过在其表面形成生物膜来允许保持长的 SRT。另外，膜 5 防止厌氧细菌被冲走，这样可以进一步提供长的 SRT。流化床和膜反应器的结合有助于保持厌氧处理所需要的长的 SRT，提高有机废弃物到微生物的质量传递，并以节能的、产生生物燃料的方式降低潜在的膜污染。因此，本发明的过程将有益于好氧膜生物反应器，另外，也使得厌氧处理成为一个比过去更受欢迎的处理低浓度污水的系统。

[0038] 图 5 示出了图 2 中实施例的进一步的变体。在这个实施例中，膜 5 是管式膜，磨料颗粒 3 在膜 5 内被流化，为了更有效的清洁膜。为了防止颗粒 5 的流失，比如 GAC 的流失，在这个实施例中，可以附加连接 GAC 分离器 23。分离的 GAC24 与进入流 13 一起被引入腔内。

[0039] 图 6 是研究根据本发明的 FMB 中 GAC 对膜污染的影响的实验结果。图 6 比较了吸入压在恒流操作下，有或者没有 GAC 作为流化介质时的瞬态行为，该吸入压的瞬态行为是膜污染的一个指标。在本实验中使用的 FMB 为图 4 中所示的类型，也就是，膜模块安装在厌氧生物反应器外，因此膜处理来自生物反应器中的污水。在该测试中使用的是中空纤维膜。对于具有 GAC 的 FMB，GAC 在反应器中连续地被流化。图 6 显示，当反应器中无 GAC 时，吸入压（或膜污染）显著增加。然而，观察到使 GAC 连续流化时的吸入压瞬态行为与使用干净水时的吸入压的瞬态行为几乎一致。

[0040] 图 7 示出了另一个研究根据本发明的 FMB 中 GAC 对膜污染的影响的实验结果。FMB 的反应器类型与图 6 中实验所用的相同。然而，在本测试中，GAC 在 FMB 中的流化在时间 A 时停止，并在时间 B 时开始，而不是在反应器中连续地流化。图 7 显示，当 GAC 的流化停止时，吸入压增加。但是，当 GAC 的流化开始时，吸入压迅速减小至几乎接近反应器中使用干净水的水平。

[0041] 从这些实验结果可以明显看出 FMB 膜清洁的有效性。

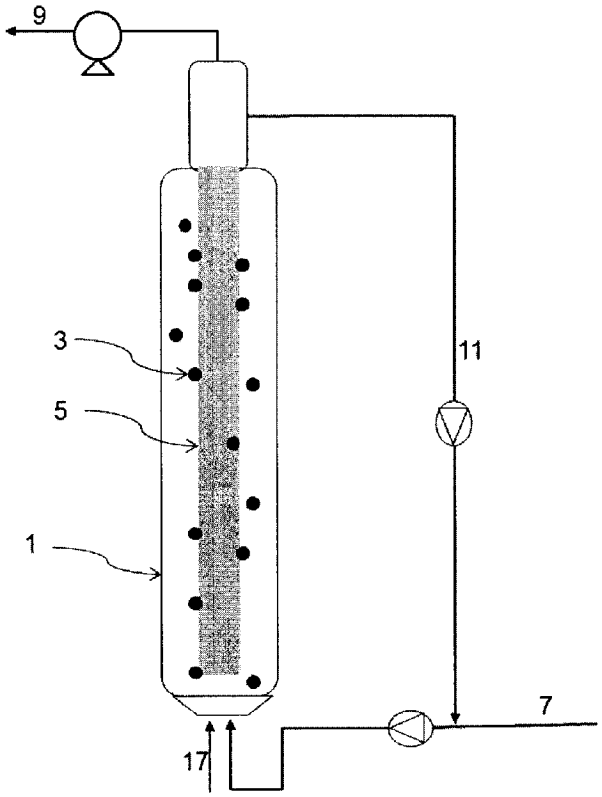


图 1

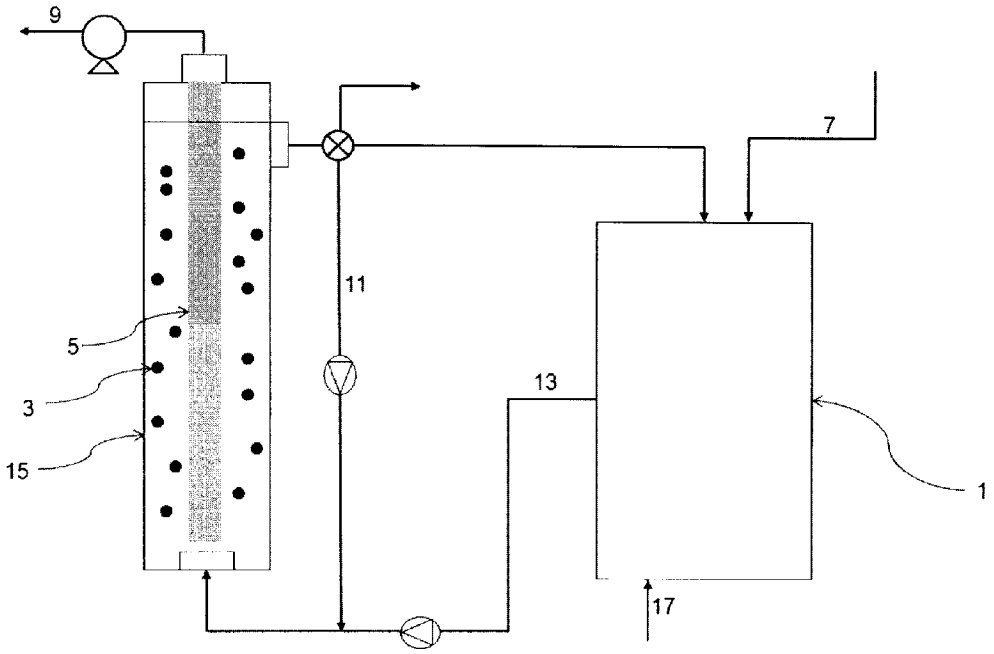


图 2

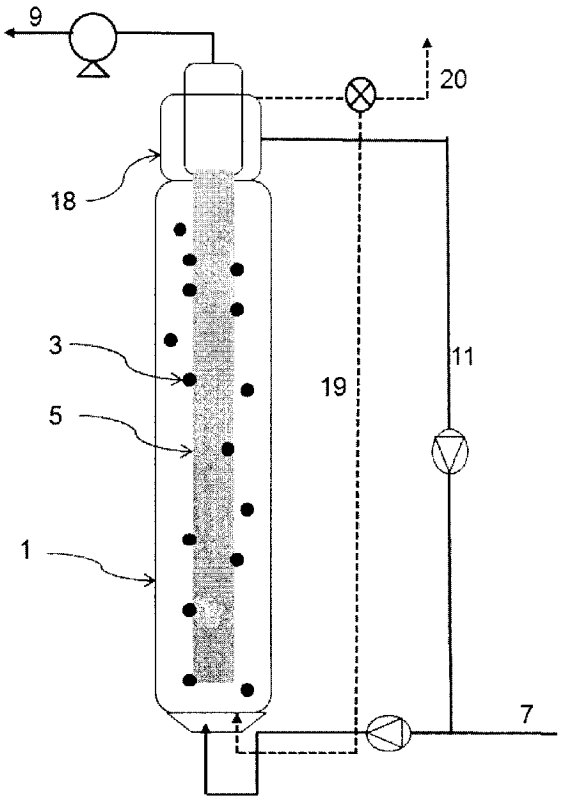


图 3

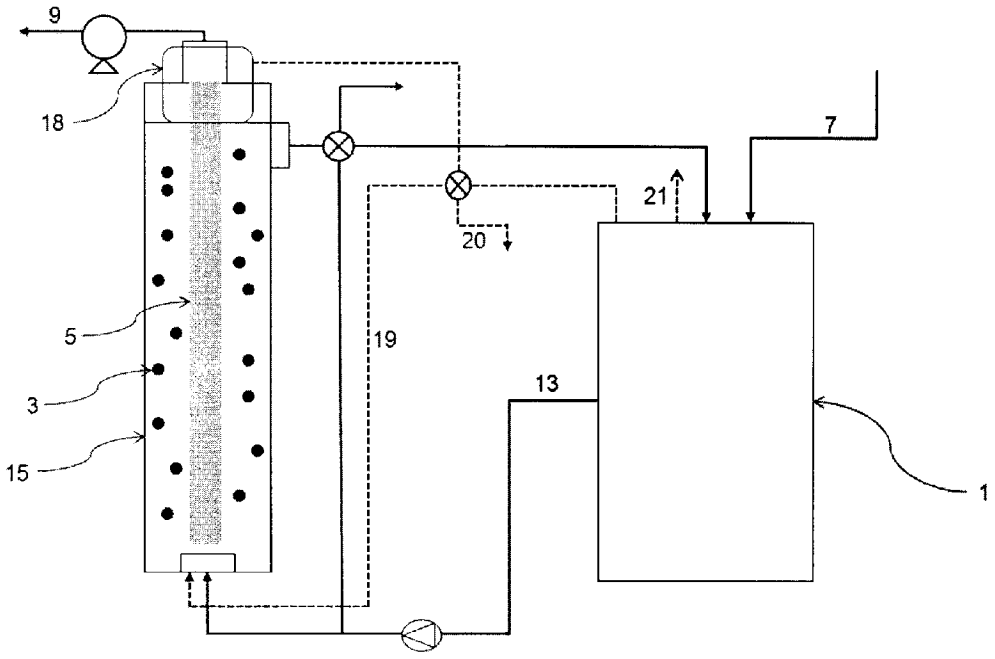


图 4

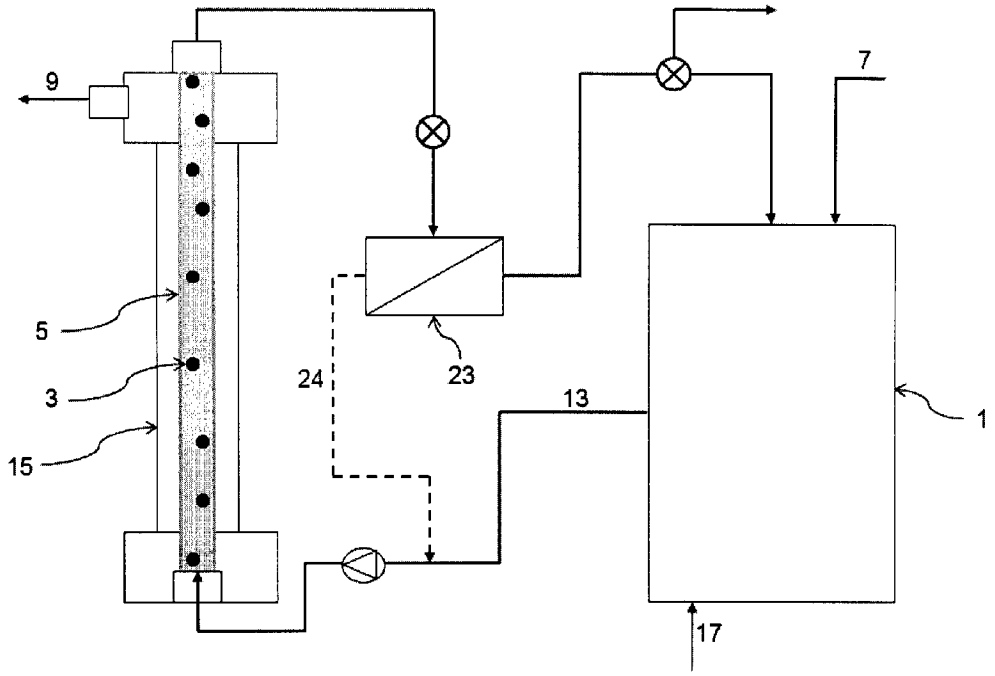

9
7
5
3
15
24
23
13
1
17

图 5

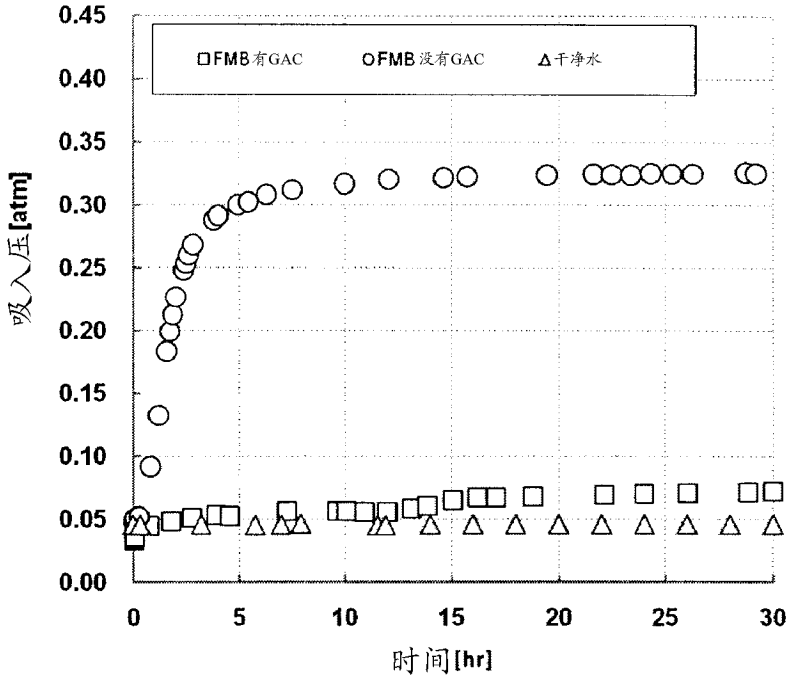

FMB有GAC
FMB没有GAC
干净水
吸入压[atm]
0.45
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
0
5
10
15
20
25
30
时间[hr]

图 6

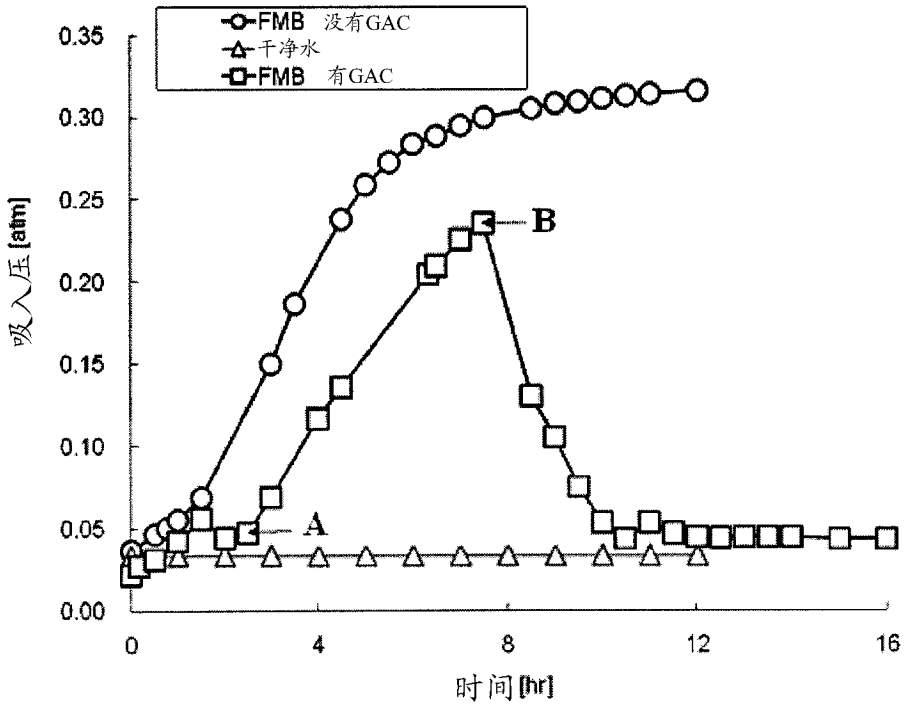

FMB 没有GAC
干净水
FMB 有GAC
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
吸入压 [atm]
A
B
0
4
8
12
16
时间 [hr]

图 7