

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3645814号
(P3645814)

(45) 発行日 平成17年5月11日(2005.5.11)

(24) 登録日 平成17年2月10日(2005.2.10)

(51) Int. Cl.⁷

B 0 1 D 65/02

B 0 1 D 63/02

C 0 2 F 1/44

F I

B 0 1 D 65/02 5 2 0

B 0 1 D 63/02

C 0 2 F 1/44 H

C 0 2 F 1/44 Z A B K

請求項の数 22 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2000-575802 (P2000-575802)
 (86) (22) 出願日 平成11年10月7日(1999.10.7)
 (65) 公表番号 特表2002-527229 (P2002-527229A)
 (43) 公表日 平成14年8月27日(2002.8.27)
 (86) 国際出願番号 PCT/CA1999/000940
 (87) 国際公開番号 W02000/021890
 (87) 国際公開日 平成12年4月20日(2000.4.20)
 審査請求日 平成13年6月4日(2001.6.4)
 (31) 優先権主張番号 60/103,665
 (32) 優先日 平成10年10月9日(1998.10.9)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 2,258,715
 (32) 優先日 平成11年1月14日(1999.1.14)
 (33) 優先権主張国 カナダ(CA)

(73) 特許権者 501214030
 ゼノン、エンバイロンメンタル、インコー
 ポレーテッド
 ZENON ENVIRONMENTAL
 , INC.
 カナダ国オンタリオ州、オークビル、ダン
 ダス、ストリート、ウェスト、3239
 (74) 代理人 100075085
 弁理士 武田 正彦
 (74) 代理人 100089303
 弁理士 滝口 昌司
 (74) 代理人 100074734
 弁理士 中里 浩一
 (74) 代理人 100086265
 弁理士 川崎 仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 浸漬型薄膜モジュール用循環曝気システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

タンクのタンク水に浸漬された1つまたはそれ以上の濾過薄膜を有する薄膜モジュールの汚れを清浄にし、あるいは防止する方法であって、ガス流が、前記薄膜モジュールの汚れを清浄にし、あるいは防止するため前記濾過膜を上向きに通過するように流れる泡を生成する曝気操作を前記薄膜モジュールに施すものであって、前記ガス流を、継続時間120秒以下の繰り返し周期であって、高流量と、この高流量の2分の1以下の流量の低流量の間で切り換えることを特徴とする方法。

【請求項2】

前記繰り返し周期の継続時間が少なくとも10秒である請求項1の曝気方法。

10

【請求項3】

前記繰り返し周期の継続時間が少なくとも約20秒である請求項1または2の曝気方法。

【請求項4】

前記繰り返し周期の継続時間が約20秒から60秒の間である請求項1～3のいずれかの曝気方法。

【請求項5】

前記繰り返し周期の継続時間が約20秒から40秒の間である請求項1～4のいずれかの曝気方法。

【請求項6】

20

前記低流量がガス・オフ状態である請求項 1 ~ 5 のいずれかの曝気方法。

【請求項 7】

m^3 / s で表される標準条件における前記高流量を、 m^2 で表される、前記高流量を受けたエアレータにより有効に曝気される前記薄膜モジュールの面積で除した値が、 $0.013 m / s$ から $0.15 m / s$ の間である請求項 1 または 2 の方法。

【請求項 8】

水平方向に間隔を置いて交互に配置された第 1 および第 2 エアレータが接続された第 1 および第 2 ヘッドを通るガス流により泡が生成され、前記第 1 エアレータが高流量でガスを受ける時は、前記第 2 エアレータは低流量でガスを受け、前記第 1 エアレータが低流量でガスを受ける時は、前記第 2 エアレータは高流量でガスを受ける請求項 1 または 2 の方法。

10

【請求項 9】

中空繊維薄膜を備える請求項 1 ~ 8 のいずれかの曝気方法。

【請求項 10】

前記繰り返し周期の継続時間の約半分が前記高流量の流量である請求項 1 ~ 9 のいずれかの曝気方法。

【請求項 11】

前記ガス流が、高流量と低流量の間で急激に切り換えられる請求項 1 ~ 10 のいずれかの曝気方法。

【請求項 12】

20

1 つ又はそれ以上の浸漬型薄膜モジュールを収容するタンク内のタンク水を曝気するための曝気装置であって、

(a) 複数の個別のブランチを有するガス吐出しネットワークと、

(b) 前記ガス吐出しネットワークの前記個別のブランチに流体連結され、前記薄膜モジュールの下方に装着可能な 1 つ又はそれ以上のエアレータと、

(c) 概ね一定のガス流の流量を供給するガス供給装置と、

(d) 前記ガス供給装置と流体連結され、前記ガス吐出しネットワークの前記個別のブランチと流体連結された個別の排出口を有するバルブセットの 1 つ又はそれ以上のバルブを備えた

曝気装置において、

30

(e) 前記バルブセットの 1 つ又はそれ以上のバルブが、バルブセット制御装置に機械的にか、電気的にリンクされており、該バルブセット制御装置が、前記バルブを自動的に制御して、(i) 前記ガス吐出しネットワークの少なくとも 1 つの個別のブランチが比較的高流量のガスを受け、前記ガス吐出しネットワークの少なくとも 1 つの他の個別のブランチが、前記比較的高流量の 2 分の 1 以下の比較的低流量のガスを受けるように、前記ガス流を分割し、かつ (ii) 継続時間 120 秒以下の繰り返し周期で、前記ガス吐出しネットワークの前記少なくとも 1 つの個別のブランチと前記少なくとも 1 つの他の個別のブランチが受けるガスを前記比較的高流量と比較的低流量の間で切り換えるようにしたことを特徴とする曝気装置。

【請求項 13】

40

前記バルブセットの 1 つ又はそれ以上のバルブが、バルブセット制御装置に機械的にか、電気的にリンクされており、該バルブセット制御装置が、継続時間 10 秒以上 120 秒以下の繰り返し周期で、前記ガス吐出しネットワークの前記少なくとも 1 つの個別のブランチと前記少なくとも 1 つの他の個別のブランチが受けるガスを前記比較的高流量と比較的低流量の間で自動的に切り換えるようにした請求項 12 の曝気装置。

【請求項 14】

前記バルブセットの 1 つ又はそれ以上のバルブが、バルブセット制御装置に機械的にか、電気的にリンクされており、該バルブセット制御装置が、継続時間 20 秒以上 120 秒以下の繰り返し周期で、前記ガス吐出しネットワークの前記少なくとも 1 つの個別のブランチと前記少なくとも 1 つの他の個別のブランチが受けるガスを前記比較的高流量と比較

50

的低流量の間で自動的に切り換えるようにした請求項 1 2 又は 1 3 の曝気装置。

【請求項 1 5】

前記バルブセットの 1 つ又はそれ以上のバルブが、バルブセット制御装置に機械的に、電氣的にリンクされており、該バルブセット制御装置が、継続時間 2 0 秒以上 6 0 秒以下の繰り返し周期で、前記ガス吐出しネットワークの前記少なくとも 1 つの個別のブランチと前記少なくとも 1 つの他の個別のブランチが受けるガスを前記比較的高流量と比較的低流量の間で自動的に切り換えるようにした請求項 1 2 ~ 1 4 のいずれかの曝気装置。

【請求項 1 6】

前記バルブセットの 1 つ又はそれ以上のバルブが、バルブセット制御装置に機械的に、電氣的にリンクされており、該バルブセット制御装置が、継続時間 2 0 秒以上 4 0 秒以下の繰り返し周期で、前記ガス吐出しネットワークの前記少なくとも 1 つの個別のブランチと前記少なくとも 1 つの他の個別のブランチが受けるガスを前記比較的高流量と比較的低流量の間で自動的に切り換えるようにした請求項 1 2 ~ 1 5 のいずれかの曝気装置。

10

【請求項 1 7】

前記ガス吐出しネットワークの第 1 の個別のブランチに接続された複数のエアレータが、前記ガス吐出しネットワークの第 2 の個別のブランチに接続された複数のエアレータと同一平面に散在され、隣り合ったエアレータが、前記ガス吐出しネットワークの異なる個別のブランチと流体接続されている請求項 1 2 ~ 1 6 のいずれかの曝気装置。

【請求項 1 8】

前記薄膜モジュールが中空繊維薄膜の枠を備えている請求項 1 2 ~ 1 6 のいずれかの曝気装置。

20

【請求項 1 9】

前記薄膜モジュールが、上方ヘッダと下方ヘッダの間に垂直方向に向くように配置された中空繊維薄膜の矩形枠を有し、前記エアレータが、前記矩形枠の前記ヘッダと平行に配置されている請求項 1 2 ~ 1 8 のいずれかの曝気装置。

【請求項 2 0】

前記ガス供給装置は、 m^3 / s で表される標準条件における、前記高流量を、 m^2 で表される、前記高流量のガス流を受けたエアレータにより有効に曝気される前記 1 つまたはそれ以上の薄膜モジュールの面積で除した値が、 $0.013 m / s$ から $0.15 m / s$ の間であるような高流量を生成することのできるサイズのものである請求項 1 2 ~ 1 9 のいずれかの曝気装置。

30

【請求項 2 1】

前記比較的低流量が、ガス・オフ状態である請求項 1 2 ~ 2 0 のいずれかの曝気装置。

【請求項 2 2】

前記バルブセットおよびバルブセット制御装置は、前記ガス吐出しネットワークの各個別のブランチにおける流量に、実質的に矩形形状の変動が生ずるように、急激に切り換えができるように構成されている請求項 1 2 ~ 2 1 のいずれかの曝気装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(技術分野)

40

本発明は、液体の濾過に関し、より詳細には、曝気槽が生成する洗浄気泡を使用して浸漬型薄膜フィルタの薄膜の汚れを洗浄又は防ぐことに関する。

【0002】

(背景技術)

浸漬型薄膜は、固形物を包含する液体の処理に使用され、固形物の希薄な濾過液体と、固形物の多い濾過されない濃縮水とを生成する。例えば、浸漬型薄膜は、廃水から実質的に清潔な水を抽出したり、湖水や貯水池の水から飲料水を抽出するのに使用される。

薄膜は、通常、薄膜とその薄膜に取り付けられるヘッダを含むモジュール内に配置される。モジュールは、固形物を包含する水の入ったタンク内に浸漬される。膜間圧力は、薄膜壁間に亘って加えられ、濾過された水を薄膜壁を通して貫通させる。固形物は薄膜によ

50

て排除され、タンク水の中に残って微生物学的又は化学的に処理されるか、又は、タンクから排出される。

【 0 0 0 3 】

気泡は、薄膜モジュールの下方に配置され、導管により送風機に接続された曝気槽を通してタンクに送り込まれる。気泡は、タンク水の表面まで上昇し、タンク水を薄膜モジュール周辺に再循環させるエアリフトを作り出す。空気流量が有効範囲内の場合、上昇する気泡とタンク水とが薄膜を洗い流し攪拌して、タンク内の固形物が薄膜の細孔に付着するのを抑制する。更に、気泡からタンク水に酸素が移行され、廃水処理の場合には微生物が成長するための酸素が供給される。送風機は、送風機モータに加わる応力を最小にし、必要ならば微生物が成長するために必要な酸素を常時供給するために、一般に連続的に運転される。

10

【 0 0 0 4 】

一般的な曝気システムにおいて更に洗浄が必要な場合、オペレータは、曝気槽への空気流量を増やす。しかし、この手法は、薄膜と送風機モータとに応力を加え、消費エネルギーが増えるため処理の運転コストが大幅に増加する。反対に、洗浄が比較的少なくてもよい場合、オペレータは、通常、曝気槽への空気流量を減らす。しかし、この方法においては、空気流量が常に有効範囲を下回り、効率的な洗浄をもたらさない。別の方法として、オペレータによっては、空気を間欠的に供給することによって平均空気流量を減らす場合がある。この方法により、空気流量は有効範囲に入るが、その代わり、送風機の入り切りが頻繁になることにより摩耗が速くなる。多くの場合、そのような間欠運転により、送風機の保証は取り消される。

20

【 0 0 0 5 】

通常の曝気システムの別の問題は、タンク水をタンク内でほぼ定常状態の再循環パターンで移動させることである。再循環パターンは、一般に、再循環タンク水と気泡とがタンク水に到達しない「デッドゾーン」を含む。これらデッドゾーンにある薄膜又はその一部は、効果的に洗浄されず、通常のタンク水よりも高濃度の固形物を持つ水中で運転される可能性がある。従って、これらの薄膜又はこれらの薄膜の影響する部分は、固形物ですぐに汚れる。

薄膜が動いて固形物を振り落とす又は固形物の捕捉を避けるために、中空繊維薄膜が若干のたるみを持って設置される場合、同様な問題がモジュールに発生する。タンク内のタンク水の動きは、たるんだ薄膜が、特に薄膜の端部近くでほぼ定常状態の位置をとるように助長し、それが繊維の有益な動きを妨害する。

30

【 0 0 0 6 】

更に、現行曝気システムの別の問題は、曝気槽自体がある時間が経つとしばしば汚れることである。空気が供給されている間でさえも、曝気槽の孔の周縁付近の局所的な空気圧が低く、タンク水を曝気槽の中に浸透させる。例えば、逆洗や洗浄や保守手順のために曝気が時々停止される時、より多いタンク水が曝気システムに入り得る。曝気システムに入るタンク水の一部はそこで蒸発し、曝気システムに固形沈殿物を残す。特に廃水用途においては、沈殿した固形物が曝気システムの効率を著しく低下させるか、又は、オペレータに定期的に濾過作用を中断させ、曝気槽の洗浄又は交換をさせることになる。

40

【 0 0 0 7 】

(発明の開示)

本発明の目的は、タンクのタンク水に浸漬される限外濾過及び微細濾過薄膜モジュールを曝気するのに使用し得る循環曝気システムを提供することである。循環曝気システムは、バルブセット及びバルブセット制御装置を使用して、空気供給装置を空気吐出しネットワークの複数の個別分岐に接続する。空気吐出しネットワークの個別分岐は、次に、薄膜モジュールの下方に置かれた曝気槽に接続される。空気供給装置は、初期の定常的な空気流を供給するように運転されるが、バルブセット及びバルブ制御装置は、初期空気流を分割して空気分配システムの個別の分岐に分配し、それにより、各々の個別分岐への空気流が高流量と低流量との間で繰り返し周期で交替する。

50

【0008】

1つに実施形態において、循環曝気システムは、各々が空気吐出しネットワークの個別分岐に付随する複数の濾過帯域に配置された薄膜モジュールに間欠曝気を準備するために使用される。循環曝気システムは、所定の時間、各々の濾過帯域に順に曝気を供給するように形成され、運転される。別の実施形態において、循環曝気システムは、薄膜モジュールのグループに強力な曝気を供給するために使用される。そのような実施形態の1つにおいて、循環曝気システムは、空気吐出しネットワークの分岐に高流量と低流量との間を120秒又はそれ以下の周期で交替して空気を供給するように形成され、運転される。別のような実施形態において、空気吐出しネットワークの第1分岐に付随する曝気槽は、空気吐出しネットワークの第2分岐に付随する曝気槽の間に点在する。高流量の空気流は、空気吐出しネットワークの第1及び第2分岐の間で120秒又はそれ以下の周期で交替する。

10

ここで、本発明の最良の実施形態は、添付図面を参照して以下に説明される。

【0009】

(発明を実施するための最良の形態)

一般的記述

図1を参照すると、リアクタ10の一般的配置が示されている。本節での「リアクタ10」の記述は、いかなる特定実施形態の記述とも矛盾しない点まで、以下に述べる様々な実施形態にも一般に適用される。

リアクタ10は、タンク12を有しており、最初に、注入口16より供給される供給水14が満たされている。供給水14は、微生物、浮遊物質、又は、固形物と総称されることになる他の物質を包含し得る。一度タンクの中に入ると、供給水14は、特にリアクタが廃水処理に使用される場合、種々の固形物の増加した濃度を持ち得るタンク水18となる。

20

【0010】

1つ又はそれ以上の薄膜モジュール20は、タンクに装着され、1つ又はそれ以上の薄膜6の浸透側と流体連結する1つ又はそれ以上のヘッダ22を持つ。薄膜モジュール20の薄膜6の細孔サイズは、微細濾過又は限外濾過の範囲で、0.003と10ミクロンとの間のあることが好ましい。

ヘッダの形態を変えることにより、薄膜モジュール20は、種々のサイズ及び形態で利用可能である。例えば、薄膜6を中空の繊維とし、その内腔が少なくとも1つのヘッダ22と流体連結されるように1つ又はそれ以上のヘッダ22に埋め込まれてもよい。ヘッダ22は、どのような都合のよい形状でもよいが、通常は薄膜6に取り付けられる矩形又は円形面を持つ。別の方法としては、薄膜6は、一般に垂直方向に向けられ、間隔を置かれた1対の平らなシートであってもよく、ヘッダ22が全ての4つの側面上で、得られる内面と流体連結される。薄膜モジュール20は、1つ又はそれ以上の微細濾過又は限外濾過薄膜6を持つことができ、多くの薄膜モジュール20は互いに結合されてより大きな薄膜モジュール又はカセットを形成し得るが、そのような形態は、全て薄膜モジュール20と呼ばれることになる。

30

【0011】

図1B、図1C、及び、図1Dは、矩形かせ8を有する好適な薄膜モジュール20を示す。各々の矩形かせ8において、中空繊維薄膜23が2つの対向するヘッダ22の間に保持される。各々の薄膜23の端部は、埋込樹脂によって囲まれ、薄膜23の外側とヘッダ22との間に水密な接続を生成し、同時に中空繊維薄膜23の内腔と少なくとも1つのヘッダ22との流体連結を保持している。矩形かせ8は、水平面に(図1B)、垂直面に(図1C)、又は、垂直面に水平に(図1D)向けることができる。複数の矩形かせ8は、通常、薄膜モジュール20で互いに結合される。

40

各々の矩形かせ8において単一列の中空繊維薄膜23が示されているが、標準的な矩形かせ8は、2センチメートルから10センチメートルの幅に大量の中空繊維薄膜23を有する。通常、中空繊維薄膜23の外径は0.4ミリメートルと4.0ミリメートルの間であ

50

り、10%及び40%の間の充填密度で埋め込まれる。中空繊維薄膜23の長さは、一般に400ミリメートルと1、800ミリメートルの間であり、0.1%から5%の間のたるみで取り付けられる。

【0012】

再度図1Aを参照すると、浸透の間、タンク12には、薄膜モジュール20の薄膜6の高さを超えるタンク水18が満たされている。浸透液24と呼ばれる濾過水は、膜間圧力の効果により薄膜モジュール20の薄膜6の壁面を通して流れ、ヘッダ22に集まって浸透液管路28を通り、浸透液排出口26に搬送される。膜間圧力は、浸透液管路28に部分的真空を生成する浸透液ポンプによって作り出されることが好ましい。膜間圧力は、異なる薄膜の種類や適用例によって変動し得るが、通常、1キロパスカルと150キロパスカルとの間である。浸透液24はまた、周期的に薄膜モジュール20を通して逆方向に流れ、薄膜モジュールを洗浄するのを補助してもよい。

10

【0013】

浸透の間、薄膜6は、タンク水18に残留している固形物を除去する。これらの固形物は、リアクタ10がバイオリアクタの場合には微生物による消化、又は、定期的にタンク12の排水、又は、タンク水18の一部を連続的に除去するなどを含むいくつかの方法で除去することができるが、後者の2つの方法は、タンク底部の排水管34にある排水バルブ32を開いて達成される。

曝気システム37は、空気吐出しシステム40により接続された1つ又はそれ以上の曝気槽38と、一般に1つ又はそれ以上の送風機でありタンク水で気泡36を発生する空気供給装置42への配分マニホールド51とを有する。曝気槽38は、キャップ曝気槽などの個別の曝気槽、又は、配分マニホールド51に取り付けられた管又は配分マニホールド51の一部にドリルで孔をあけただけのものなどを含む、様々なタイプがあり得る。気泡は、空気で作ることが好ましいが、必要であれば酸素又は酸素濃縮空気などの別の気体で作ってもよい。

20

【0014】

曝気槽38は、通常、薄膜モジュール20の下に置かれる。薄膜モジュール20が垂直な中空繊維薄膜23を有する矩形かせ8で作られている場合には、曝気槽38は、下部ヘッダの縁部近くに気泡を発生させるように置かれることが好ましい。垂直面に中空繊維薄膜23を有する矩形かせ8においては、曝気槽38は、垂直面のすぐ下の管路に気泡を発生させるように置かれることが好ましい。水平面に中空繊維薄膜23を有する矩形かせ8においては、曝気槽38は、平面下に均一に分散する気泡を発生させるように置かれることが好ましい。

30

【0015】

気泡36は、薄膜6を攪拌し、その付着物を抑制又は洗浄する。更に、気泡36はまた、薄膜モジュール20内又は近辺のタンク水18の局所密度を小さくしてエアリフト効果をもたらす、タンク水18を薄膜モジュール20を通り越して上方に流す。エアリフト効果によって再循環パターン46が起こり、タンク水18が薄膜モジュール20を通して上方に流れ、次に、タンクの側面又は他の部分に沿って下方に流れる。通常気泡36は、表面で破裂し、再循環パターンの下方に向かって流れる部分を通るタンク水18には従わない。タンク水18はまた、例えば注入口16から排水管34に向かう動きに従って流れ得るが、そのような流れが気泡36が生成する流れに優先することはない。

40

【0016】

気泡36の平均直径は、0.1と50ミリメートルとの間である。独立した大きな気泡36は、薄膜6の洗浄又は付着物の抑止にとってより効果的であると考えられているが、より小さい気泡36は、タンク水18に酸素を搬送するのにより効果的であり、また、各気泡36当たりの生成エネルギーがより少なく済む。直径が3ミリメートルと20ミリメートルとの間、より好適には5ミリメートルと15ミリメートルとの間の気泡36は、多くの廃水適用例に使用するのに適している。上記範囲の気泡36により、タンク12の表面においてタンク水18から過度の気泡を生じさせることなく、薄膜6の洗浄が効果的に

50

行われ、タンク水 18 に良好な酸素搬送をもたらす。飲料水を生成するため、又は、酸素搬送が不要な他の適用例のためにリアクタ 10 が使用される場合、5 ミリメートルと 25 ミリメートルとの間の気泡が好適である。

【0017】

気泡 36 は、気泡 36 が空気圧、流量、及び、タンク水 18 の表面下の曝気槽 38 の深さなどの既知の要素に従って作られる曝気槽 38 の孔よりも大きい可能性がある。曝気槽 38 が地方自治体の処理作業に使用されるような大きなタンク 12 の底部近くに設置される場合、2 ミリメートルと 15 ミリメートルとの間、好適には 5 ミリメートルと 10 ミリメートルとの間の孔を持つ曝気槽 38 を使用し得るであろう。供給される空気圧力（大気圧に対して）は、一般に、曝気槽 38 の水没深さでの水頭（約 10 キロパスカル毎メートル）と、曝気槽 38 を通る目標とする空気流量を得るのに必要な追加圧力とから決められる。曝気槽 38 の孔を横切って一般に 5 ミリメートルと 100 ミリメートルとの間、典型的には 10 ミリメートルと 50 ミリメートルとの間の圧力降下がある。曝気槽 38 の孔の底部下方に圧力降下と等しい距離に置かれる曝気システム 37 の部品は、少量のタンク水 18 が曝気システム 37 内にそれでもしみ込む可能性はあるが、空気供給装置 42 が作動している時には、通常、タンク水から防水されている。

10

【0018】

循環曝気槽

ここで図 2 を参照すると、バルブセット 254 に流体連結された空気供給装置 242 を有する循環曝気槽 237 が示され、バルブセット 254 は、バルブ制御装置 256 によって制御されている。バルブセット 254 は、複数の個別分岐を持つ空気吐出しネットワーク 240 と流体連結され、個別分岐の各々は、導管曝気槽 238 と流体連結された個別ヘッダ 251 に流体連結されている。ヘッダ 251 又は空気吐出しネットワークに対する適切な変更と共に、他のタイプの曝気槽も使用し得るが、導管曝気槽 238 が好適である。空気吐出しネットワーク 240 の第 3 分岐と第 3 ヘッダ 251 とが波線で表され、空気吐出しネットワーク 240 の個別分岐及びヘッダ 251 の数が 2 又はそれ以上であってもよいことを示すが、15 を越えないことが好ましい。

20

【0019】

空気供給装置 242 は、一般に 1 つ又はそれ以上の送風機である加圧空気の供給源であり、循環曝気システムに初期流量の気体流を供給する。気体は、多くの場合空気であるが、酸素、酸素又はオゾン濃縮空気、又は、空気供給装置 242 が送風機に加えて酸素化又はオゾン化装置などを備えることになる場合は窒素でもよい。しかし、本明細書において「空気」という用語は、適切な気体のいずれをも指すものとする。空気供給装置 242 によって供給される空気量は、空気供給装置 242 が全ての導管曝気槽 238 に供給する量（以下に述べる）を合計することにより最適に決められる。空気供給装置 242 は、常時一定量の空気を供給することが好ましい。

30

バルブセット 254 及びバルブ制御装置 256 について、以下に更に詳細に説明される。しかし、一般的な観点において、バルブセット 254 及びバルブ制御装置 256 は、（a）空気供給装置 242 からの空気流量を空気吐出しネットワーク 240 の間で分岐し、ある時点において、いくつかの分岐がより多い流量の空気を受け取り、いくつかの分岐がより少ない流量の空気を受け取る、また、（b）多い及び少ない流量の空気を受け取る空気吐出しネットワーク 240 の分岐を繰り返し周期により切り替える。

40

【0020】

図 3 に例が示されている。図 3 の各部分 a）、b）、及び、c）において、 R_h は多い流量を、 R_l は少ない流量を示し、0 から t_3 までの時間は、繰り返されるであろう周期を示す。周期は、3 つの実質的に等しい時間間隔、0 から t_1 、 t_1 から t_2 、及び、 t_2 から t_3 に分割される。これらの時間間隔の各々において、空気吐出しシステム 240 の 1 つの分岐とその付随する配分マニホールド 251 とは、 R_h で空気を受け取り、一方、他は、 R_l で空気を受け取る。同様に、空気吐出しシステム 240 の各分岐及びその付随する配分マニホールド 251 は、周期の $1/3$ に対して R_h で、また、周期の $2/3$ に対して

50

R 1 で空気を受け取る。

【 0 0 2 1 】

以下に説明するバルブセット 2 5 4 の多くは、マニホールド 2 5 1 に対する空気流量の滑らかな変動を生み出すために使用できるが、変化が図 3 に示すように相当急激なことが好ましい。本発明者は、そのように急激な変化が異常に大きな気泡 3 6 の短時間の破裂を生み出し、洗浄又は付着物抑制にかなりの効果を持つようにみえることを注目した。多くの場合、この急激な変化は、R h から R 1 に移行した直後に空気流量のスパイクを生み出し、それに対応する圧力サージを発生させる。この圧力サージは、循環曝気槽 2 3 7 の設計限内に保たれるか、又は、適切な吹出バルブなどを設ける必要がある。

【 0 0 2 2 】

マニホールド 2 5 1 又は空気吐出しネットワーク 2 4 0 の分岐に供給される空気の量は、多くの要因に左右されるが、導管曝気槽 2 3 8 に供給する空気流の見かけ速度に関連することが好ましい。空気流の見かけ速度は、標準条件 (1 気圧、2 5) における導管曝気槽 2 3 8 に対する空気流量を曝気の断面積で割ったものとして定義される。曝気の断面積は、導管曝気槽 2 3 8 によって効果的に曝気される面積を測定して決められる。高い流量 (R h) において、空気流の見かけ速度は、0 . 0 1 3 メートル / 秒と 0 . 1 5 メートル / 秒との間が好ましい。飲料用途に使用される空気送風機の寸法は、この範囲の下限値に近く、一方、廃水用途の空気送風機の寸法は上限値に近いであろう。

R 1 は、通常、R h の半分未満であり、多くの場合、流れのないエア・オフ状態である。この範囲内において、少ない空気流量は、供給水 1 4 の質に影響される。エア・オフ状態が通常好ましいが、いくらかの量の供給水 1 4 の供給によって、低い流量における曝気の短時間の間においてさえ、中空繊維薄膜 2 3 は顕著に汚れる。これらの場合、少ない空気流量が大きい流量の半分に近づくと良好な結果が得られる。

【 0 0 2 3 】

図 4 A、図 4 B、及び、図 4 C を参照すると、バルブセット 2 5 4 とバルブ制御装置 2 5 6 の代わりの実施形態が示されている。図 4 A において、空気供給装置 2 4 2 は、好適にはボールバルブである三方バルブに空気を送風し、その 2 つの残っているオリフィスが 2 つのマニホールド 2 5 1 に接続されている。三方バルブ制御装置 2 9 4 は、マニホールド 2 5 1 の 1 つへの空気経路を開き、次に別の 1 つへの流路を開くという具合に交互に開く。好適には 1 8 0 度の位相のずれがあり、そのために 1 つのマニホールド 2 5 1 への空気経路が開く間、別のマニホールド 2 5 1 への経路は閉じる。三方バルブ 2 9 2 は、三方バルブ制御装置 2 9 4 上のレバー 2 9 9 にコネクタ 2 9 8 によって接続されたハンドル 2 9 6 によって機械的に作動することが可能であり、その場合、三方バルブ制御装置は、レバー 2 9 9 の回転に必要な速度で回転する駆動ユニットである。しかし、三方バルブ制御装置 2 9 4 は、三方バルブ 2 9 2 を急激に動かすために、より簡単に形成できるマイクロプロセッサとサーボ又はソレノイドとの組み合わせが好適である。

【 0 0 2 4 】

図 4 B において、空気供給装置 2 4 2 は、空気流を低流量管路 2 6 2 と高流量管路 2 6 4 に分割するコネクタ 2 6 2 内に空気を送る。低流量管路 2 6 2 中のバルブ 2 6 6 は、低流量管路 2 6 2 中の流量が好適には高流量管路 2 6 4 中の流量の半分未満であるように調整される。好適にはタイマ、マイクロプロセッサ、又は、次に述べるバルブに対して電氣的又は機械的に結合する 1 つ又はそれ以上のモータである制御装置 2 6 8 は、電磁バルブ又は三方ボールバルブであり得る低圧バルブ 2 7 0 と、電磁バルブ又は三方ボールバルブであり得る高圧バルブ 2 7 2 とを制御し、そのため、第 1 の時間間隔 (周期の第 1 の部分) の間、低流量管路中の空気がマニホールド 2 5 1 の 1 つに流れ、高流量管路中の空気が他のマニホールド 2 5 1 に流れる。第 2 の時間間隔 (周期の第 2 の部分) の間、低圧バルブ 2 7 0 及び高圧バルブ 2 7 2 は、低流量管路 2 6 2 中の空気が交差導管 2 7 4 を通ってマニホールド 2 5 1 へ流れ、高流量管路 2 6 4 中の空気が逆交差導管 2 7 6 を通って別のマニホールドに流れるように制御される。

図 4 C において、空気供給装置 2 4 2 は、バルブ 2 6 2 によってマニホールド 2 5 1 に接続

10

20

30

40

50

された送風機ヘッダ 2 6 0 内へ空気を送風する。各々のバルブ 2 6 2 は、通常電磁又はサーボモータである従属制御装置 2 8 0 によって制御される。従属制御装置は、本節及び以下に示す実施形態にて説明されるシステム作動に従ってバルブ 2 6 2 を開閉するようにプログラムされたマイクロプロセッサ 2 8 2 によって作動される。

【 0 0 2 5 】

効率的な間欠曝気をもたらす循環曝気の使用

効率的な間欠曝気をもたらす循環曝気システム 2 3 7 の使用について、ここで以下の実施形態を参照して説明されるが、本発明はその実施形態に限定されないことを理解されたい。図 5 を参照すると、濾過タンク 4 1 2 中の 6 つの薄膜モジュール 2 0 (波線で示されている) に対する間欠曝気をもたらす用途の曝気システム 2 3 7 が示されている。濾過タンク 4 1 2 は、6 つの薄膜モジュール 2 0 に対応して 6 つの濾過帯域 (波線で示されている) を有する。別の方法として、濾過帯域は、1 つ又はそれ以上の薄膜モジュールを各々有する分離されたタンクによって準備することができる。薄膜モジュール 2 0 は、比較的付着物のない、間欠曝気に適するような表面水の濾過に使用されるであろう。

10

【 0 0 2 6 】

空気吐出しネットワーク 2 4 0 は、各々が濾過帯域中のヘッダ 2 5 1 に接続された 6 つの分岐を有する。各々のヘッダ 2 5 1 は、次に、通常薄膜モジュール 2 0 の下部に取り付けられたマニホールド曝気槽 2 3 8 に接続される。バルブセット 2 5 4 とバルブ制御装置 2 5 6 とは、空気供給装置 2 4 2 から空気吐出しネットワーク 2 4 0 へ 7 . 5 分周期で空気を供給するように形成及び作動され、高流量の空気が空気吐出しネットワーク 2 4 0 の各分岐に順に約 7 5 秒間供給される。空気吐出しネットワーク 2 4 0 の分岐が高流量で空気を受け入れていない間は、低流量で空気を受け入れる。従って、各々のヘッダ 2 5 1 は、7 . 5 分毎に 7 5 秒間高流量で空気を受け入れる。しかし、空気供給装置 2 4 2 の作動は一定であり、1 つのマニホールド 2 5 1 用の大きさの空気供給装置が、6 つのそのようなマニホールドに供するために使用される。

20

【 0 0 2 7 】

薄膜モジュール 2 0 が空気に曝されている間に薄膜モジュール 2 0 の逆洗が起こるように、薄膜モジュール 2 0 の逆洗も薄膜モジュール上で順々に行われることが好ましい。薄膜モジュール 2 0 は、各々の薄膜モジュール 2 0 がそれ自体の浸透ポンプ 3 0 とそれに付随する逆洗装置とによって処理される場合に最も簡単に逆洗できる。例えば大型の地方自治体のシステムにおいて、浸透及び逆洗装置は、一般に約 8 から 1 1 M L / 日の能力に限定される。従って、中間の大きさの (すなわち、4 0 M L / 日の範囲) プラントは、個別に制御できる浸透及び逆洗装置セットにより供されるいくつかの薄膜モジュール 2 0 を持つであろう。あるプラントにおいては、逆洗が薄膜モジュール 2 0 上で順に行われ、曝気に関係なく浸透 2 4 の均一な供給が生み出される。

30

【 0 0 2 8 】

例えば濁度 0 . 3 n t u、色度 3 . 9 t c u の供給水で実施された予備研究において、本発明者は、見かけ速度 0 . 0 3 5 メートル / 秒の高流量での 1 5 分 1 5 秒毎の 7 5 秒間の曝気を用い、薄膜モジュールの良好な持続浸透性を達成できた。周期の残りの時間は、曝気を行わなかった。各々の周期において、薄膜モジュール 2 0 を通る浸透が 1 5 分、逆洗が 1 5 秒であった。曝気が 7 5 秒設定されたので、バックパルス前の曝気が 3 0 秒、バックパルス中の曝気、及び、バックパルス後の曝気が 3 0 秒あった。この試験が示唆するのは、循環曝気を各々のマニホールド 2 5 1 が付随する薄膜モジュール 2 0 の逆洗と一致するように設定する場合、約 1 2 個の薄膜モジュール 2 0 が、循環曝気システム 2 3 7 の一部としての単一空気供給装置 2 4 2 によって供給され得るということである。

40

【 0 0 2 9 】

強力な曝気をもたらす循環曝気の使用

ここで、以下の実施形態に関連して強力な曝気をもたらす循環曝気槽 2 3 7 の使用について説明されるが、本発明はその実施形態に限定されないことを理解されたい。図 6 を参照すると、濾過容器 5 1 2 の 2 組の薄膜モジュール 2 0 (波線で示されている) の間で交替

50

する曝気をもたらすのに使用される曝気システム 237 が示されている。濾過容器 512 はまた、2組の薄膜モジュール 20 に対応して2組の濾過帯域（同様に波線で示されている）を有する。別の方法として、濾過帯域は、各々のタンクに1つ又はそれ以上の薄膜モジュール 20 を有する別々のタンクで準備できるであろう。薄膜モジュール 20 は、強力な曝気が適する比較的付着物の多い表面水又は廃水を濾過するのに使用されるであろう。

【0030】

空気吐出しネットワーク 240 は、2つの個別の分岐を有し、各々が濾過帯域のヘッダ 251 に接続される。各々のヘッダ 251 は、次に、一般に薄膜モジュール 20 の下部に取り付けられる導管曝気槽 238 に接続される。パルプセット 254 とパルプ制御装置 256 とは、空気供給装置 242 から空気吐出しネットワーク 240 へ短い周期で空気を供給するように形成及び作動され、高流量の空気が空気吐出しネットワーク 240 の各分岐に半分の周期の間供給される。空気吐出しネットワーク 240 の分岐が高流量で空気を受け入れていない間は、低流量の空気を受け入れる。

10

【0031】

好適な総周期は、濾過容器 512 の深さ、薄膜モジュール 20 のデザイン、処理パラメータ、及び、処理される供給水 14 の条件によって変わり得るが、濾過容器 512 の深さが1メートルと10メートルとの間の一般的な地方自治体用タンクの場合、少なくとも10秒（最高流量で5秒間及び低減流量で5秒間）が好適である。最大120秒（最高流量で60秒間、低減流量で60秒間）の周期が有効であり得るが、濾過容器 412 が一般的な地方自治体用タンクの場合、60秒（最高流量で30秒間、低減流量で30秒間）を超えない周期が好ましい。

20

【0032】

そのように速い周期においては、タンク水 18 内で過渡的流れが発生すると本発明者は考えている。特に、空気流量が R_l から R_h に変化してタンク水 18 が加速される場合、エアリフト効果が生成又は強化される。しかし、そのすぐ後には、曝気とエアリフト効果とは急激に小さくなり、タンク水 18 が減速される。周期が非常に短いと、タンク水 18 は周期の大部分の間加速又は減速され、定常状態はほとんどなくなる。タンク水 18 に静止帯域が形成されるのが抑制され、中空繊維薄膜 23 の有益な動きが高められると考えられる。例えば、水平な中空繊維薄膜 23 は、図 1B 及び図 1D の矩形かせ 8 に示すように、定常状態曝気の下において、一般に下方に凹面の形状をしており、それらの端部において制限された動きをする。しかし、上記の循環曝気においては、中空繊維薄膜 23 の応力は周期的に解放され、ある場合には下方に流れる局所流が短時間の間発生し得る。水平な中空繊維薄膜 23 の端部は、より有益な動きをし、汚れが比較的遅い。この有益な効果は、過渡的流れの生成と関連している可能性があるので、タンクの深さ又は囲い板など、1組の導管曝気槽 238 上方の水柱の加速をもたらす要素は、前述の好適な周期を修正し得ると考えられる。

30

【0033】

水平流を促進する循環曝気の使用

タンク水 18 の水平流を促進する循環曝気の使用について、以下の実施形態に関連して説明されるが、本発明はその実施形態に限定されないことを理解されたい。図 7 を参照すると、処理タンク 612 の薄膜モジュール 20 を空気に曝すために使用される曝気槽 237 が示されている。薄膜モジュール 20 は、強力な曝気が適切である比較的付着物の多い表面水又は廃水を濾過するのに使用されるであろう。

40

空気吐出しネットワーク 240 は、2つの個別の分岐を有し、各々が単一濾過帯域にある2つの個別のヘッダ 251 に接続される。ヘッダ 251 は、区別する都合からヘッダ 251a 及び 251b と称する。ヘッダ 251 は、ヘッダ 251a に取り付けられた導管曝気槽 238 の間にヘッダ 251b に取り付けられた導管曝気槽 238 が点在するように導管曝気槽 238 に接続される。そのような配置の1つが図 7A に示されるが、ヘッダ 251a は、薄膜モジュール 20 の真下の導管曝気槽 238 に接続され、一方、ヘッダ 251b は、薄膜モジュール 20 の下方及びその間に配置された水平にずらされた導管曝気槽 23

50

8に接続される。ここで、図7B、図7C、及び、図7Dを参照すると、図7Aの実施形態の1組の変形が示されている。図7Bにおいて、ヘッダ251aと251bとは、薄膜モジュール20の下に配置された、水平にずらされた交替する導管曝気槽238に接続される。図7Cにおいて、ヘッダ251aと251bとは、交替する薄膜モジュール20の真下に配置された、水平にずらされた交替する導管曝気槽238に接続される。図7Dにおいて、ヘッダ251aと251bとは、交替する薄膜モジュール20の真下でその間に配置された、水平にずらされた交替する導管曝気槽238に接続される。これらの事例のいずれにおいても、より多くの薄膜モジュール20が使用される場合は、そのパターンが繰り返される。

【0034】

ヘッダ251aと251bとは、各々、バルブセット254に次に接続される空気吐出しネットワーク240の個別の分岐に接続される。バルブセット254とバルブ制御装置256とは、空気供給装置242から空気吐出しネットワーク240へ短い周期で空気を供給するように配置及び作動され、高流量の空気が空気吐出しネットワーク240の各分岐に半分の周期の間供給される。空気吐出しネットワーク240の分岐が高流量で空気を受け入れていない間は、低流量の空気を受け入れる。低流量とは、好適には高流量の半分か又はそれ以下の流量であり、条件が許せば、低流量は、エア・オフ状態であることが好ましい。

【0035】

総周期は、濾過容器512の深さ、薄膜モジュール20のデザイン、処理パラメータ、及び、処理される供給水14の条件によって変動し得るが、濾過容器412が深さ1メートルと10メートルとの間の一般的な地方自治体用タンクの場合、少なくとも2秒（最高流量で1秒、低減流量で1秒）で、120秒（最高流量で60秒、低減流量で60秒）未満であることが好ましい。しかし、周期の長さは、20秒と40秒との間が好適である。10秒以下の短い周期は、タンク12の深さに比較してかなり長い距離を通して気泡36を上昇させるのにその周期が不十分である場合、深いタンク12のタンク水18の種々の密度領域を確立するのに十分でないかもしれない。120秒又はそれ以上の長い周期は、薄膜モジュール20が部分的に長時間気泡36を受けなくなる可能性があり、急激な付着を引き起こすことになる。前述したように、この有益な効果は、過渡的流れの生成と関連している可能性があるので、タンクの深さ又は囲い板など、1組の導管曝気槽238上方の水柱の加速をもたらす要素は、前述の好適な周期を修正し得ると考えられる。

【0036】

ヘッダ251bに取り付けられた導管曝気槽238が点在するヘッダ251aに接続された導管曝気槽238を有するこの実施形態において、濾過帯域内のタンク水18に高及び低密度に変動する区域が生成される。前述のように、本発明者は、これらの変化がタンク18に過渡的流れを生成すると考えている。空気吐出しネットワーク240の個々の分岐に取り付けられた導管曝気槽238上方の曝気の有効区域が十分に小さい場合でも、本発明者は、空気吐出しネットワーク240の別の分岐に取り付けられた個別の曝気槽238上方の区域間の水平方向に認知できる過渡的流れが生成されると考えている。図7A、図7B、図7C、及び、図7Dを参照すると、示されている薄膜モジュール20は、1つ又は2つ分の矩形かせ8の大きさが好適である。

【0037】

例示的に図8A及び図8Bにおいて、垂直に向けられた中空繊維薄膜23を有する矩形かせ8で作った薄膜モジュール220は、図7Dに示すように薄膜モジュール220に対して配置された導管曝気槽238を有する循環曝気システム237によって空気に曝される。図8A及び図8Bにおいて、図面をわかりやすくするため、中空繊維薄膜23のたるみの程度が非常に誇張されている。更に、各々の垂直矩形かせ8に2つの中空繊維薄膜23しか図示されていないが、前述したように矩形かせ8は、実際には多くの中空繊維薄膜23で構築されるであろう。

【0038】

10

20

30

40

50

定常状態の曝気においては、気泡 3 6 が垂直矩形かせ 8 を貫通するのを促進するのが困難である。気泡 2 3 6 は、自然に薄膜モジュール 2 2 0 の周りや薄膜モジュール 2 2 0 の間のスロットを通るなど抵抗の最も少ない部分を通過する傾向があり、垂直矩形かせ 8 の外縁部上の中空繊維薄膜 2 3 は、気泡 3 6 と相当に多く接触する可能性がある。更に、中空繊維薄膜 2 3 の上部 1 0 から 2 0 % は、エアリフト効果によりきつく曲った形状に変形されることが多く、ほんの僅かしか動かない。中空繊維薄膜 2 3 の底部のより小さな部分はまた、下部ヘッダ 2 2 周りの水流により、きつい曲面となり得る。これらのきつい曲面部分において、中空繊維薄膜 2 3 は、比較的速く汚れる。

【 0 0 3 9 】

しかし、循環曝気を用いると、より高い流量の空気がヘッダ 2 5 1 a とヘッダ 2 5 1 b との間で交替される。より多くの空気がヘッダ 2 5 1 a に供給されると、中空繊維薄膜 2 3 は、図示のように第 1 の局所的再循環パターン 2 8 0 を伴って、図 8 A に示す平均的な形状となる。ヘッダ 2 5 1 b に更に多くの空気が供給されると、中空繊維薄膜 2 3 は、図示のような第 2 の局所的再循環パターン 2 8 2 を伴う、図 8 B に示す平均的な形状となる。循環曝気システム 2 3 7 の影響の下で、中空繊維薄膜 2 3 は、図 8 A 及び図 8 B に示す位置の間で交替する。従って、ほんの僅かしか動かない中空繊維薄膜 2 3 の部分はサイズが小さくなる。その周期はまた、垂直矩形かせ 8 の中へ及び垂直矩形かせ 8 からの逆流を生成し、本発明者は、それが気泡 3 6 の垂直矩形かせ 8 内への深い浸透を促進すると考えている。

【 0 0 4 0 】

導管曝気槽

ここで、図 9 A を参照すると、導管曝気槽 2 3 8 が示されている。導管曝気槽 2 3 8 は、内径が 1 5 ミリメートルと 1 0 0 ミリメートルとの間の円形パイプである細長い中空体 3 0 2 を有する。一連の孔 3 0 4 が中空体 3 0 2 を貫通し、空気を導管曝気槽 2 3 8 から外に流して気泡を生成する。孔の大きさ、数、及び、位置は、変動し得るが、例えば、矩形かせ 8 用には、直径が 5 ミリメートルと 1 0 ミリメートルとの間の 2 つの（各側面に 1 つ）孔を中空体 3 0 2 に沿って 5 0 ミリメートルから 1 0 0 ミリメートル毎に配置し、曝気槽 3 0 0 の深さにおいて孔を通る水柱で 1 0 ミリメートルと 1 0 0 ミリメートルとの間の圧力損失をもたらす空気流を供給されるものが適している。

【 0 0 4 1 】

空気は、注入口 3 0 6 から導管曝気槽 2 3 8 に入る。導管曝気槽 2 3 8 の反対の端部に排出口 3 0 8 がある。曝気槽 3 0 0 の深さにおける孔 3 0 4 に亘る最低及び最高予想水柱圧力降下の間の垂直距離だけ、排出口 3 0 8 の最も高い点が注入口 3 0 8 上の最も低い点の下に位置する。孔 3 0 4 に亘る曝気槽 3 0 0 の深さにおける最低予想水柱圧力降下は、少なくとも孔 3 0 4 の頂部と中空体 3 0 2 の内側底部との間の距離と同じぐらいが好適である。曝気槽 3 0 0 の空気と曝気槽 3 0 0 周辺の水との間の空気 / 水インタフェース 3 0 9 は、中空体 3 0 2 の内側底部の下に位置するであろうが、排出口 3 0 8 の最高点の上方であろう。このように、導管曝気槽 2 3 8 に入るタンク水 1 8 は、排出口 3 0 8 へ流れることになり、孔 3 0 4 近くには溜まらないであろう。

【 0 0 4 2 】

ここで、図 9 B を参照すると、比較的清潔なタンク水 1 8 用に好適な別の導管曝気槽 2 3 8 が示されている。本体 3 0 2 の断面は矩形であるが、底部が開放されている。導管曝気槽 2 3 8 は、別個の構成要素か、又は、薄膜モジュール 2 0 のヘッダ 2 2 と一体になっていてもよく、その場合、下部ヘッダ 2 2 の底部が本体 3 0 2 の頂部の役目をし得る。本体 3 0 2 の端部は、これもヘッダ 2 2 の部分であり得るキャップ 3 1 0 によって蓋をされる。タンク水 1 8 に対して開放している本体 3 0 2 の底部により、導管曝気槽 2 3 8 内に浸透するタンク水 1 8 がタンク水 1 8 に流れて戻る。気泡 3 6 が導管曝気槽 2 3 8 の底部に発生するのを防ぐために、本体 3 0 2 の側面は、孔 3 0 4 を通る予想圧力降下を超える距離だけ孔 3 0 4 の底部の下に延びる。

【 0 0 4 3 】

ここで、図 9 C を参照すると、示されている別の導管曝気槽 238 は、本節で説明する以外は図 9 A の導管曝気槽 238 とほぼ同じである。部分切取内部図で示されるゴムスリーブ 400 は、本体 302 を被覆し、孔 304 に対応するスリット 402 を有する。スリット 402 は、導管曝気槽 238 内に空気が流されると開き、高い流量の空気流が使用されるとより大きなサイズに開く。従って、スリット 402 により空気の流れが最大流量でより大きな気泡が発生し、空気の流量が小さくなるとより小さな気泡が発生する。廃水用途において、気泡 36 のサイズが小さくなると、小さな空気流量において酸素搬送効率の改善をもたらす。

【0044】

ここで、図 9 D を参照すると、比較的固形物の多いタンク水 18 用に適した別の導管曝気槽が示されている。本体 302 は、直径 32 ミリメートルのチューブである。孔 304 は、直径が 8 ミリメートルであり、水平面から 30 度上向きに装着される。本体 302 の底部にある排水孔 410 は、一般に直径が 16 ミリメートルで、タンク水 18 を浸透させて本体 302 から排水する。キャップ 412 は、本体 302 の端部を覆う。

前述したような導管曝気槽 238 は、空気がそれを通して流れていてもいくらかのタンク水 18 を受け入れる可能性があり、それが乾燥して固形物の蓄積を残す。しかし、空気の供給が、前述したようにマニホールドの間で切り替えられる時、導管曝気槽 238 は、交替してあふれたり空になったりする。得られる導管曝気槽 238 の周期的な湿潤は、再湿潤するのを助け、導管曝気槽 238 に堆積している固形物を除去するのに役立ち、又は、タンク水 18 が乾いて導管曝気槽 238 に固形物が堆積するのを防ぐ。必要であれば、大気に通じるバルブを開放することにより適切なマニホールドから空気を放出し、この水の氾濫を促進できる。本発明が開示する範囲内で、上記と類似の実施形態は、多くの代替形態として作ることができ、多くの代替方法に従って作動させることができる。

【0045】

実施例

次に示す実施例は、ゼノン・エンバイロンメンタル・インコーポレーテッドが製造する薄膜モジュール ZW 500 に関する。各々の ZW 500 は、2 つの垂直中空繊維薄膜の矩形かせを有する。見かけ速度を計算する目的のため、各 ZW 500 薄膜モジュールの曝気の断面積は、約 0.175 平方メートルである。以下に与えられる空気流量は、全て標準条件での値である。

【0046】

実施例 1

8 つの ZW 500 薄膜モジュールをほぼ一定の処理パラメータで、フラックスと曝気とを変え、ベントナイトサスペンションにおいて運転した。薄膜の付着率を監視し、曝気の効果の評価した。曝気は、カセットに、204 立方メートル/時間（すなわち、各モジュール当たり 25.5 立方メートル/時間）と 136 立方メートル/時間との一定流量で、様々な循環形態に従って供給された。循環試験において、総量 136 立方メートル/時間の空気供給が、モジュールの下方に置かれた曝気槽と、モジュールの間及び側面に置かれた曝気槽との間で、図 10 A に示す時間間隔の周期で循環された。136 立方メートル/時間で約 30 秒周期の循環曝気（曝気槽の各組に 15 秒の空気）は、204 立方メートル/時間の非循環曝気とほぼ同じ効果があった。

【0047】

実施例 2

ほぼ一定のパラメータで、図 10 B に示すように空気流を変化させ、実施例 1 に述べたのと同じ装置を試験した。特に各々の組の曝気槽が総空気量の 70% を 10 秒間、及び、総空気量の 30% を 10 秒間受け取るように、総空気流量 136 立方メートル/時間の 70% が 20 秒間周期で循環された。図 10 B に示すように、空気流量の 70% の循環により、同一の全空気流量における一定の曝気に比べ、高浸透フラックスにおいて、付着率が減少した。

【0048】

実施例 3

2つのZW 500 薄膜モジュールを運転し、天然供給水から飲料水を製造した。運転パラメータは一定に保ったが、曝気を変化させた。モジュールは、最初の約10日間、モジュール当たり25.5立方メートル/時間（全システム空気流量51立方メートル/時間）の非循環曝気で運転した。次の3日間、空気が1組のモジュール近くの曝気槽から別のモジュール近くの曝気槽に切り替えられ、各々のモジュールが12.8立方メートル/時間で10秒間曝気され、次に、10秒間曝気されないようにした（総システム空気流量12.8立方メートル/時間）。次の10日間、モジュールが曝気され、各々のモジュールが25.5立方メートル/時間で10秒間曝気され、次に、10秒間曝気されないようにした（総システム空気流量25.5立方メートル/時間）。次の10日間、最初の一定空気流量に戻された。図10Cに示すように、各々のモジュールが25.5立方メートル/時間で10秒間曝気され、次に10秒間されなかったことで（すなわち、最初の総システム空気流量の1/2）、薄膜の浸透率が250L/平方メートル/時間/パールを超えたところで安定したのに対し、最初の総システム空気流量の非周期空気流量において薄膜の浸透率は、僅か、約125L/平方メートル/時間/パールのところで安定した。

【0049】

実施例 4

各々が2つのZW 500 薄膜モジュールを有する3台のユニットを薄膜バイオリアクタにおいてフラックスを種々変えて運転した。ユニット1は、26L/平方メートル/時間と51L/平方メートル/時間とで運転するモジュールを備えていた。ユニット2は、31L/平方メートル/時間と46L/平方メートル/時間とで運転するモジュールを備えていた。ユニット3は、34L/平方メートル/時間と51L/平方メートル/時間とで運転するモジュールを備えていた。それらのユニットは、最初約10日間、モジュール当たり42.5立方メートル/時間の非循環曝気（総システム空気流量85立方メートル/時間）で運転した。浸透率は、ユニット1において、250と275L/平方メートル/時間/パールとの間で、ユニット2において、200と225L/平方メートル/時間/パールとの間で、ユニット3において、150と175L/平方メートル/時間/パールとの間で減少して安定した。次の14日間、61.2立方メートル/時間の総システム空気流量がモジュール下部の曝気槽に10秒間加えられ、モジュール側面の曝気槽に10秒間加えられた。これらの条件下で、浸透率は、ユニット1において、350と375L/平方メートル/時間/パールとの間で、ユニット2及び3において、325と350L/平方メートル/時間/パールとの間で増加して安定した。

【0050】

実施例 5

6つのZW 500 モジュールのカセットを下水処理に使用した。他の処理パラメータを一定に保ち、曝気を変化させてモジュールの浸透率を図11に示すように周期的に計測した。期間Aで、255立方メートル/時間の空気を連続して均一に供給した。期間Bで、184立方メートル/時間の空気をモジュール下部の曝気槽に10秒間、次に、モジュール側面の曝気槽に10秒間加えた。期間Cで、同じ形態の曝気を適用したが、モジュールの周囲の囲いを変えた。期間Dで、184立方メートル/時間の空気をモジュールの第1の組に近い曝気槽に10秒間、次にモジュールの第2の組に近い曝気槽に10秒間加えた。期間Eで、204立方メートル/時間の空気を全てのモジュールに均一に10秒間加え、次にモジュールに10秒間空気を加えなかった。期間Fで、306立方メートル/時間の空気を全てのモジュールに均一に10秒間加え、次にモジュールに10秒間空気を加えなかった。期間Gで、153立方メートル/時間の空気をモジュールの第1の組に近い曝気槽に10秒間、次にモジュールの第2の組に近い曝気槽に10秒間加えた。

【0051】

実施例 6

単一のZW 500 薄膜モジュールを使って表面供給水を濾過した。他の処理パラメータを一定に保ち、曝気形態を種々変化させてモジュールを運転して浸透率を周期的に記録し

10

20

30

40

50

た。最初にモジュールを（a）20．4立方メートル／時間と、（b）25．5立方メートル／時間との一定の曝気で運転した。初期の透過率の減少後、透過率は、（a）約200L／平方メートル／時間／パールと、（b）275及び300L／平方メートル／時間／パールの間とで各々安定した。最初の実験において、モジュールに25．5立方メートル／時間で2分間曝気を加え、次に2分間止めた。この実験において、浸透率は急激に減少し、許容できるレベルに持続できなかった。しかし、別の実験において、モジュールに25．5立方メートル／時間で30秒間曝気を供給し、次に8．5立方メートル／時間で30秒間を供給した。この実験において、当初やはり浸透率が減少したが、後に275と300L／平方メートル／時間／パールとの間で安定した。

【図面の簡単な説明】

10

【図1A】 浸漬型薄膜リアクタの概略図である。

【図1B】 本発明の実施形態による薄膜モジュールを示す図である。

【図1C】 本発明の実施形態による薄膜モジュールを示す図である。

【図1D】 本発明の実施形態による薄膜モジュールを示す図である。

【図2】 本発明の実施形態による曝気システムの概略平面図である。

【図3】 本発明の実施形態の作動効果を示す一連のグラフである。

【図4A】 本発明の実施形態によるバルブセット及びバルブ制御装置の概略図である。

【図4B】 本発明の実施形態によるバルブセット及びバルブ制御装置の概略図である。

【図4C】 本発明の実施形態によるバルブセット及びバルブ制御装置の概略図である。

【図5】 本発明の実施形態による薄膜モジュール及び曝気システムの概略平面図である

20

。【図6】 本発明の別の実施形態による薄膜モジュール及び曝気システムの概略平面図である。

【図7A】 本発明の別の実施形態による薄膜モジュール及び曝気システムの概略平面図である。

【図7B】 図7Aに示す実施形態の代替形態による薄膜モジュール及び一部の曝気システムの立面図である。

【図7C】 図7Aに示す実施形態の代替形態による薄膜モジュール及び一部の曝気システムの立面図である。

【図7D】 図7Aに示す実施形態の代替形態による薄膜モジュール及び一部の曝気システムの立面図である。

30

【図8A】 循環曝気システムの影響の下にある本発明の実施形態による薄膜モジュール及び一部の曝気システムの立面図である。

【図8B】 循環曝気システムの影響の下にある本発明の実施形態による薄膜モジュール及び一部の曝気システムの立面図である。

【図9A】 本発明の実施形態による曝気槽を示す図である。

【図9B】 本発明の実施形態による曝気槽を示す図である。

【図9C】 本発明の実施形態による曝気槽を示す図である。

【図9D】 本発明の実施形態による曝気槽を示す図である。

【図10A】 2つのグループの曝気槽を有する本発明の実施形態で行われた試験結果を示すチャートである。

40

【図10B】 2つのグループの曝気槽を有する本発明の実施形態で行われた試験結果を示すチャートである。

【図10C】 2つのグループの曝気槽を有する本発明の実施形態で行われた試験結果を示すチャートである。

【図11】 1つのグループの曝気槽を有する本発明の実施形態で行われた試験結果を示すチャートである。

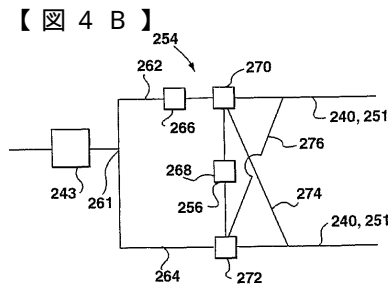


FIG. 4B

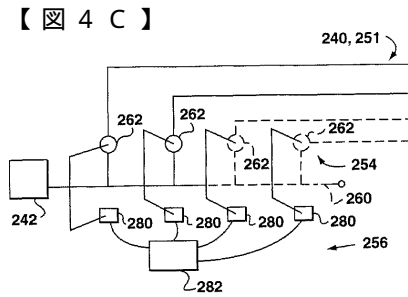


FIG. 4C

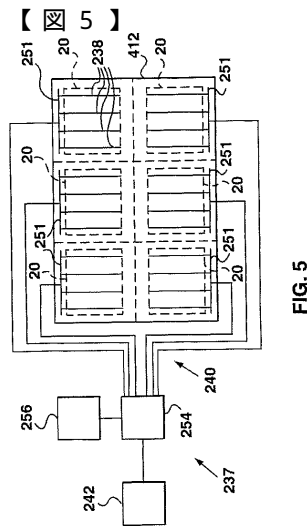


FIG. 5

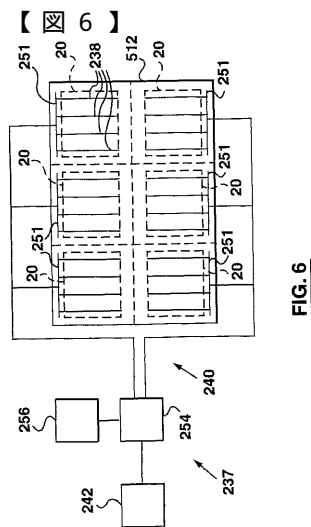


FIG. 6

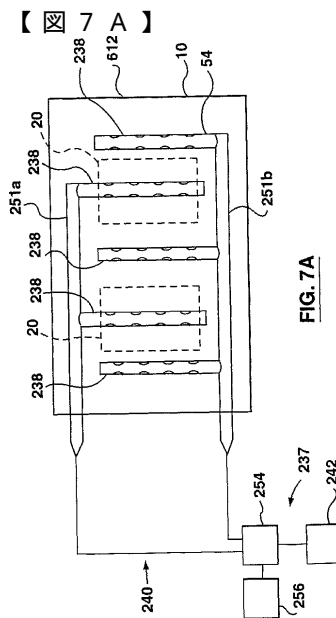


FIG. 7A

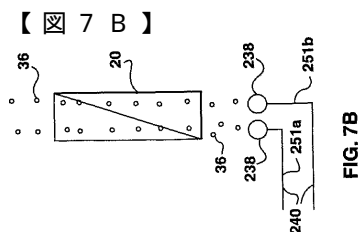
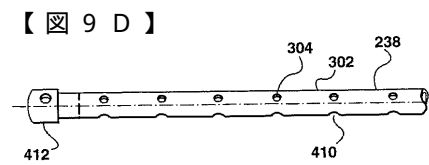
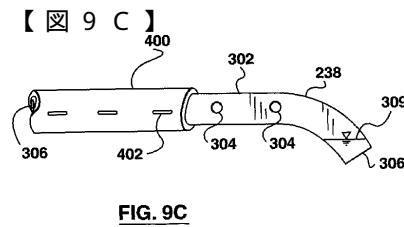
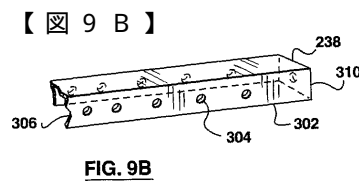
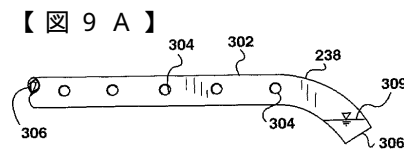
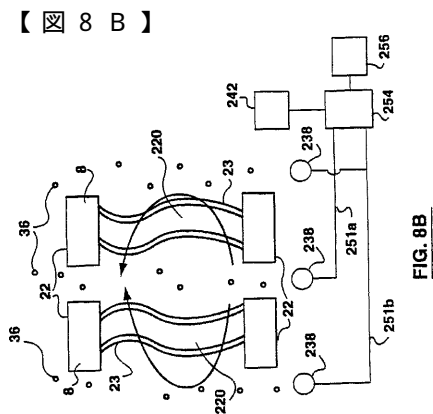
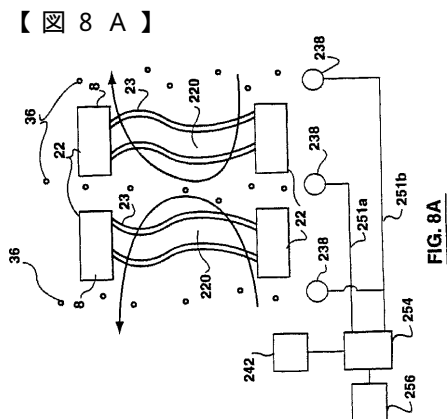
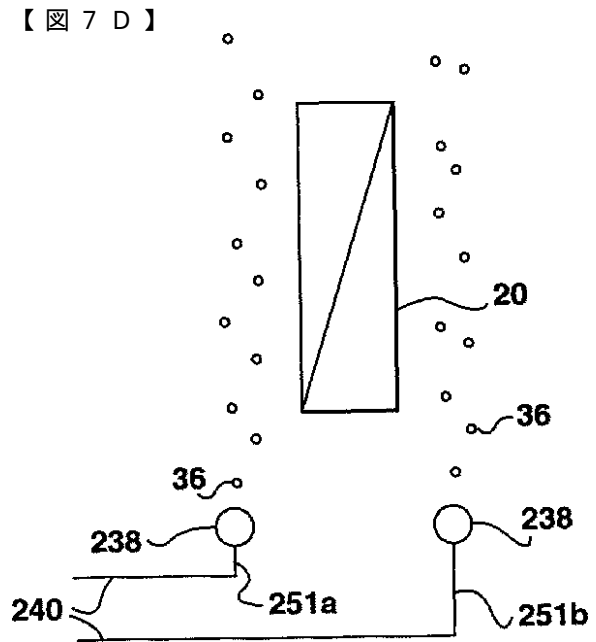
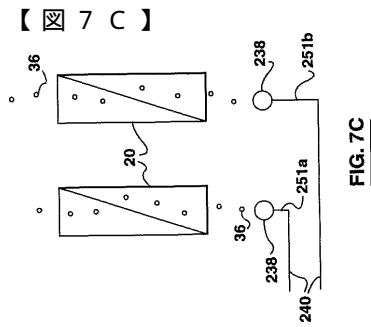
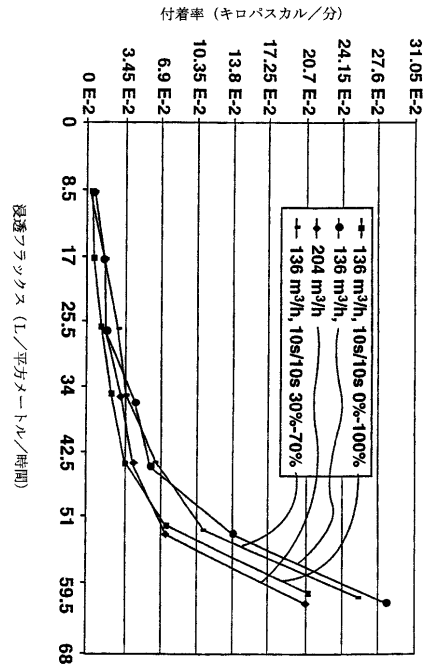


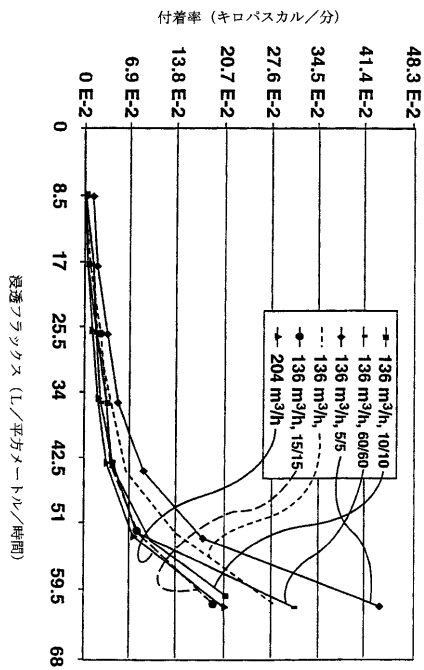
FIG. 7B



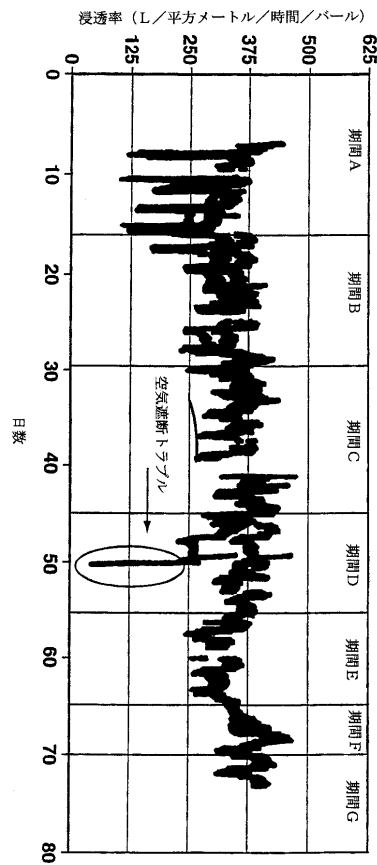
【図 10 B】



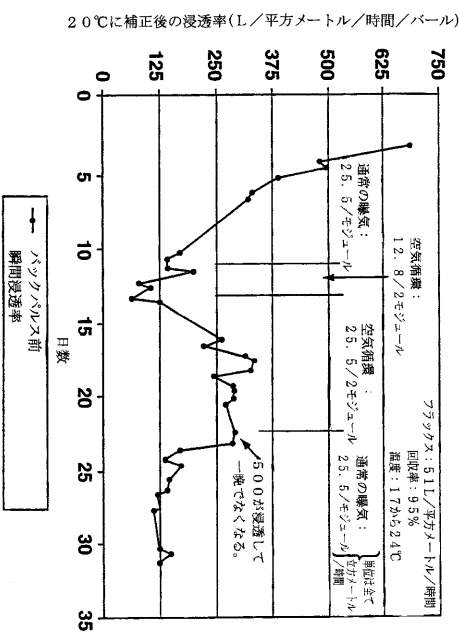
【図 10 A】



【図 11】



【図 10 C】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 60/116,591

(32)優先日 平成11年1月20日(1999.1.20)

(33)優先権主張国 米国(US)

(31)優先権主張番号 2,278,085

(32)優先日 平成11年7月20日(1999.7.20)

(33)優先権主張国 カナダ(CA)

(31)優先権主張番号 2,279,766

(32)優先日 平成11年7月30日(1999.7.30)

(33)優先権主張国 カナダ(CA)

(72)発明者 コット ピエール

カナダ国 エル9エイチ 3エム6 オンタリオ ダンダス タリ - ホウ ドライブ 2 6

(72)発明者 ジャンソン アーノルド

カナダ国 エル7エヌ 2ピー2 オンタリオ パーリントン ランキン ドライブ 3 4 3

(72)発明者 レイビー ハミード

カナダ国 エル5エム 6ジー4 オンタリオ ミッシサウガ トーマス ストリート 2 6 6 5
ユニット 3 3

(72)発明者 スイング マンワインダー

カナダ国 エル7エス 1エックス7 オンタリオ パーリントン ジェント アヴェニュー 1
4 6 0

審査官 目代 博茂

(56)参考文献 特開平08 - 323161 (JP, A)

特開平04 - 265128 (JP, A)

特開平01 - 168304 (JP, A)

特開平07 - 185271 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

B01D61/00-71/82

C02F1/44