

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-233622

(P2009-233622A)

(43) 公開日 平成21年10月15日(2009.10.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B O 1 D 65/08 (2006.01)	B O 1 D 65/08	4 D O O 6
B O 1 D 65/02 (2006.01)	B O 1 D 65/02 5 2 O	4 D O 2 8
C O 2 F 1/44 (2006.01)	C O 2 F 1/44 K	
C O 2 F 3/12 (2006.01)	C O 2 F 3/12 S	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2008-85588 (P2008-85588)
 (22) 出願日 平成20年3月28日 (2008.3.28)

(71) 出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100064414
 弁理士 磯野 道造
 (74) 代理人 100111545
 弁理士 多田 悦夫
 (72) 発明者 山野井 一郎
 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株
 式会社日立製作所電力・電機開発研究所内
 (72) 発明者 圓佛 伊智朗
 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株
 式会社日立製作所電力・電機開発研究所内

最終頁に続く

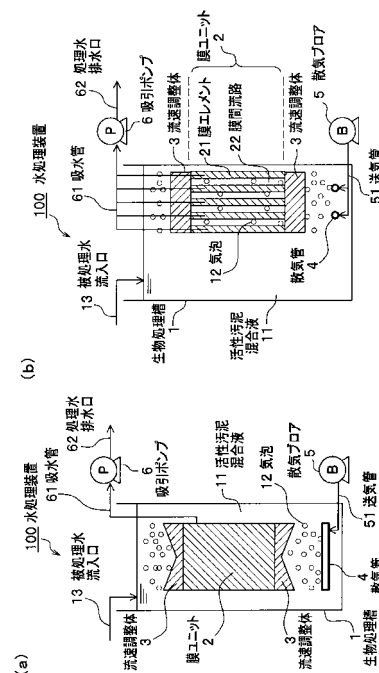
(54) 【発明の名称】 水処理装置

(57) 【要約】

【課題】微小擾乱による不安定な主流部が形成されるのを抑制し、膜エレメントの良好な洗浄効果を得る。

【解決手段】活性汚泥混合液 11 を満たした生物処理槽 1 には、濾過作用を有する複数の膜エレメント 21 からなる膜ユニット 2 が浸漬され、その下方に散気管 4 が設けられている。散気管 4 からは、散気ブロー 5 から供給される空気が気泡 12 として放出され、その放出された気泡 12 が上昇流となり、流速調整体 3 を通過して、膜ユニット 2 の膜間流路 22 に流入する。流速調整体 3 の上辺または下辺に逆 V 字または V 字の凹部が設けられ、中央部の流路抵抗が小さい。従って、膜間流路 22 の中央部での流速が大きくなり、膜間流路 22 の中央部に安定した主流部が形成される。膜エレメント 21 には、安定した主流部の気泡 12 が作用するので、活性汚泥の堆積が防止でき、不安定な主流部の形成が抑制される。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

活性汚泥水を満たした生物処理槽と、
前記生物処理槽の前記活性汚泥水中に浸漬され、前記活性汚泥水を濾過する複数の膜エレメントからなる膜ユニットと、
前記膜ユニットの下方の前記活性汚泥水中に配置され、前記活性汚泥水中に気泡を放出する散気装置と、
を含んで構成された水処理装置であって、
前記散気装置から放出される前記気泡の上昇流に対し、前記上昇流の流路位置に応じて異なる大きさの抵抗として作用する流速調整体を、前記散気装置の上方の、前記膜ユニットの直上および直下の少なくとも一方に設けたこと
を特徴とする水処理装置。

10

【請求項 2】

前記流速調整体における前記上昇流に対する抵抗値は、当該流速調整体を通過する前記上昇流の水平断面の中央部で最小となり、周縁部に行くほど大きくなること
を特徴とする請求項 1 に記載の水処理装置。

【請求項 3】

前記流速調整体の深さ方向の厚みは、前記流速調整体の水平断面の中央部で最小となり、周縁部に行くほど大きくなること
を特徴とする請求項 1 に記載の水処理装置。

20

【請求項 4】

前記流速調整体には、深さ方向の厚みが中央部で最小となるような凹部が複数箇所設けられていること
を特徴とする請求項 1 に記載の水処理装置。

【請求項 5】

前記流速調整体は、複数の板状抵抗体によって構成され、前記板状抵抗体は、その板面のうち、前記流速調整体の中央部側を向いた板面が下方に傾斜するように配置されること
を特徴とする請求項 1 に記載の水処理装置。

【請求項 6】

活性汚泥水を満たした生物処理槽と、
前記生物処理槽の前記活性汚泥水中に浸漬され、前記活性汚泥水を濾過する複数の膜エレメントからなる膜ユニットと、
前記膜ユニットの下方の前記活性汚泥水中に配置され、前記活性汚泥水中に気泡を放出する散気装置と、
を含んで構成された水処理装置であって、
前記散気装置は、前記散気装置から放出される前記気泡の上昇流の水平断面において、その中央部の気泡流量がその周縁部の気泡流量よりも多くなるように、前記気泡を放出すること
を特徴とする水処理装置。

30

【請求項 7】

前記散気装置は、その表面に前記気泡を放出する散気孔が設けられた散気管であり、
前記散気孔の大きさは、前記散気管の中央部で最大となり、前記散気管の端部に行くほど小さくなること
を特徴とする請求項 6 に記載の水処理装置。

40

【請求項 8】

活性汚泥水を満たした生物処理槽と、
前記生物処理槽の前記活性汚泥水中に浸漬され、前記活性汚泥水を濾過する複数の膜エレメントからなる膜ユニットと、
前記膜ユニットの下方の前記活性汚泥水中に配置され、前記活性汚泥水中に気泡を放出する散気装置と、

50

前記散気装置に気体を供給する散気フロアと、
前記散気フロアと前記散気装置の複数箇所とをそれぞれ独立に連通させる送気管と、
前記送気管のそれぞれに設けられ、前記送気管の送気流量を調節する開閉弁と、
前記送気管の開閉弁の開度を制御する散気流量制御装置と、
を含んで構成された水処理装置であって、
前記散気流量制御装置は、
前記送気管のそれぞれが連通する前記散気装置の複数箇所に対し、それぞれ異なる流量
の気体を供給するように、前記開閉弁の開度を制御するとともに、前記制御する開閉弁の
開度を、所定の時間周期で変更するようにしたこと
を特徴とする水処理装置。

10

【請求項 9】

活性汚泥水を満たした生物処理槽と、
前記生物処理槽の前記活性汚泥水中に浸漬され、前記活性汚泥水を濾過する複数の膜エ
レメントからなる膜ユニットと、
前記膜ユニットの下方の前記活性汚泥水中に配置され、前記活性汚泥水中に気泡を放出
する散気装置と、
前記散気装置から放出される前記気泡の流路中の複数箇所に設けられ、前記気泡の流量
を検出する気泡検出手段と、
前記散気装置に気体を供給する散気フロアと、
前記散気フロアと前記散気装置の複数箇所とをそれぞれ独立に連通させる送気管と、
前記送気管のそれぞれに設けられ、前記送気管の送気流量を調節する開閉弁と、
前記送気管の開閉弁の開度を制御する散気流量制御装置と、
を含んで構成された水処理装置であって、
前記散気流量制御装置は、
前記気泡の流路中の複数箇所に設けられた前記気泡検出手段のそれぞれから、その気泡
検出手段によって検出された気泡流量を取得し、
前記取得した気泡流量を時間的および空間的に統計処理して、所定の時間ごとに、前記
気泡の流路の所定の領域ごとの気泡流量の平均値および積算値を算出し、
前記所定の領域ごとの気泡流量の積算値が、すべての領域について、略同じになるよう
に、前記散気装置の複数箇所に連通する前記送気管に設けられた前記開閉弁の開度を制御
すること
を特徴とする水処理装置。

20

30

【請求項 10】

前記散気流量制御装置は、さらに、表示装置を備え、
前記算出した前記気泡の流路の所定の領域ごとの気泡流量の平均値および積算値を、所
定の時間ごとに、前記表示装置に表示すること
を特徴とする請求項 9 に記載の水処理装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、膜分離活性汚泥法に基づく水処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、下水などの汚水に含まれる有機物を処理する方法として、水中の微生物により汚
水を処理する活性汚泥法が広く用いられている。活性汚泥は、好気性微生物を多量に含ん
だ数 10 μm ~ 数 mm の塊（フロックという）であるが、活性汚泥法では、その活性汚泥
を含んだ汚水に、通常、散気装置から空気を曝気（放出）することにより、好気性微生物
に酸素を供給し、好気性微生物の働きにより有機物を処理する。このような活性汚泥法に

50

において固液懸濁液である活性汚泥混合液から処理水を分離するには、主に重力を利用した自然沈降が用いられてきたが、近年、より清浄な処理水を小スペースで得ることを目的に、膜分離活性汚泥法が普及してきた。

【 0 0 0 3 】

膜分離活性汚泥法では、活性汚泥混合液で満たされた生物処理槽中に、孔径 $0.1 \mu\text{m}$ ~ $0.4 \mu\text{m}$ 程度の MF (Micro Filtration: 精密濾過) 膜エレメントを浸漬し、MF 膜を内側からポンプで吸引することにより、固液を分離する。MF 膜には平膜や中空糸膜があるが、いずれの MF 膜であっても、吸引に伴い、MF 膜の膜面には有機物や活性汚泥が付着する。その結果、濾過の抵抗が増大するため、同じ処理水流量を得ようとする、吸引圧 (膜差圧) が上昇する。膜差圧の上昇は、ランニングコストを増加させるため、MF 膜の膜面を洗浄し、膜差圧の上昇を抑制することが必要になる。

10

【 0 0 0 4 】

従来、膜分離活性汚泥法による水処理装置では、複数の MF 膜エレメントからなる膜ユニットの下方に設置された酸素供給用の散気装置から曝気される気泡およびその気泡による流れを、MF 膜エレメントの膜面に作用させることによって、膜面に付着する活性汚泥を剥離し、膜面を洗浄している。しかしながら、その気泡および気泡による流れが複数の MF 膜エレメントの一部に偏って作用した場合には、気泡および気泡による流れが作用しない MF 膜エレメントの膜面には活性汚泥が付着するとともに、膜差圧が増加する。その場合、活性汚泥の付着は、しばしば、急速に進行し、数分程度で膜差圧が急激に増加することがある。

20

【 0 0 0 5 】

膜差圧が不可逆的に増加した場合には、MF 膜エレメントの膜面を他の手段で洗浄しなければならない。MF 膜エレメントの膜面を洗浄するには、MF 膜の内圧を高めて逆洗したり、膜ユニットを生物処理槽から取り出し、槽外で物理的に洗浄したりする。いずれの場合にも、水処理装置の運転は停止しなければならないので、ランニングコストが増加することになる。また、膜差圧が増加すると、吸引に必要な動力が増加するが、吸引に必要な動力の増加もランニングコストの増加となる。従って、これらのランニングコストを低減するためには、必要最低限の曝気流量による気泡を、複数の MF 膜エレメントの各膜面にできるだけ均一に作用させ、膜差圧が増加するのを防止しなければならない。

30

【 0 0 0 6 】

従来は、気泡分布および気泡による活性汚泥混合液の流速分布の均一化は、曝気用の散気装置から膜ユニットまでの距離を長くすることにより行われてきた。しかしながら、その距離を長くすることは、生物処理槽の小型化を図る上での障害となっていた。そこで、例えば、特許文献 1 には、散気装置と膜ユニットとの間に整流板を設けることにより、気泡分布および気泡による活性汚泥混合液の流速分布の均一化を図るとともに、生物処理槽の小型化を実現した例が開示されている。

【特許文献 1】特開平 8 - 2 8 1 0 8 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

40

一般に、散気装置から曝気される気泡の流れは、時間的にも空間的にも不均一な乱流であり、微小擾乱に対して極めて不安定である。従って、微小擾乱により、いったん気泡が集合し、合一すると、周囲より気泡分布や活性汚泥混合液の流速が異常に大きくなる主流部が形成され、その流速の均一性が大きく崩れる。

【 0 0 0 8 】

例えば、特許文献 1 が開示された方法などにより、気泡分布および気泡による活性汚泥混合液の流速分布が均一化された場合であっても、その均一化は、長い時間で見た場合の均一化であって、数分程度の短い時間では、流速の均一性の乱れは、常に生じている。従って、このような流速の均一性の乱れにより、数分でも流速の分布に偏りが生じた場合には、不特定の膜エレメントに、または、膜エレメント上の不特定の箇所に活性汚泥が急速

50

に付着し、予期しない膜差圧の上昇を引き起こし、一時的にであれ、水処理装置としての機能が失われる。

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、活性汚泥混合液に浸漬された膜ユニット内の気泡の流路に不安定な主流部が形成されるのを抑制し、膜エレメントの良好な洗浄効果を得ることが可能な膜分離活性汚泥法による水処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

前記目的を達成するために、本発明の水処理装置は、活性汚泥水を満たした生物処理槽と、前記生物処理槽の前記活性汚泥水中に浸漬され、前記活性汚泥水を濾過する複数の膜エレメントならなる膜ユニットと、前記膜ユニットの下方の前記活性汚泥水中に配置され、前記活性汚泥水中に気泡を放出する散気装置と、を含んで構成された水処理装置であって、前記散気装置から放出される前記気泡の上昇流に対し、前記上昇流の流路位置に応じて異なる大きさの抵抗として作用する流速調整体を、前記散気装置の上方の、前記膜ユニットの直上および直下の少なくとも一方に設けたことを特徴とする。

10

【 0 0 1 1 】

例えば、前記流速調整体における前記上昇流に対する抵抗値は、前記流速調整体を通過する前記上昇流の水平断面の中央部で最小となり、周縁部に行くほど大きくなるようにする。その場合には、前記流速調整体から流出する上昇流は、その中央部で速く、周縁部で遅くなる。そのため、例えば、前記流速調整体が前記膜ユニットの直下に設置された場合には、前記膜ユニット内の前記上昇流の流路においては、その中央部の流速が周縁部の流速よりも大きくなる。すなわち、前記膜ユニット内の前記上昇流の流路中に主流部が形成される。

20

【 0 0 1 2 】

このようにして形成された主流部は、微小擾乱によって形成された主流部ではないので、安定した主流部である。また、安定した主流部が存在する場合には、微小擾乱による不安定な主流部が形成されるのが抑制される。さらに、このようにして形成された主流部は、前記上昇流の中央部に形成されるので、主流部が周縁部に形成される場合と比較し、主流部における流速と、主流部でない部分における流速との差が小さくなる。従って、前記膜ユニット内の膜エレメントに対し、安定した気泡流を作用させることができるので、膜エレメントの安定した洗浄効果を確保することができる。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、膜ユニット内の気泡の流路における不安定な主流部の形成が抑制され、膜エレメントの良好な洗浄効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 5 】

< 第 1 の実施形態 >

40

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る水処理装置の構成の例を示した図で、(a) は、正面視の断面構造図、(b) は、側面視の断面構造図である。

【 0 0 1 6 】

図 1 に示すように、本実施形態に係る水処理装置 1 0 0 は、活性汚泥混合液 1 1 を満たした生物処理槽 1 と、活性汚泥混合液 1 1 中に浸漬され、複数の膜エレメント 2 1 からなる膜ユニット 2 と、膜ユニット 2 の直上および直下に設置された流速調整体 3 と、流速調整体 3 を介在させて、膜ユニット 2 の下方に設置された散気管 4 と、送気管 5 1 を介して散気管 4 に空気を供給する散気ブローア 5 と、吸水管 6 1 を介して膜エレメント 2 1 の内部に連通し、その内部から濾過水を吸引する吸引ポンプ 6 と、を含んで構成される。

【 0 0 1 7 】

50

ここで、膜エレメント 2 1 は、平膜形状の M F 膜からなり、活性汚泥混合液 1 1 中にあって、その平膜面が深さ方向（鉛直面）に並行になるように配置される。図 1（b）には、その膜エレメント 2 1 が左右方向に複数個配置されて、膜ユニット 2 を構成する様子が示されている。このとき、複数の膜エレメント 2 1 は、互いに所定の間隔で離間するように配置され、膜間流路 2 2 が形成される。なお、膜エレメント 2 1 は、平膜ではなく、中空系膜であってもよい。

【0018】

散気管 4 は、膜ユニット 2 の下方に、例えば、2 本、平行に配置され、送気管 5 1 を介して散気プロア 5 から供給される空気を、その上部に形成された散気孔（図示せず）から気泡 1 2 として活性汚泥混合液 1 1 中に放出する。なお、気泡 1 2 を活性汚泥混合液 1 1 中に放出する散気装置は、必ずしも管状（散気管 4）である必要はなく、例えば、中空の平盤状のもので、その上部に、適宜、散気孔が形成され、その中空部に散気プロア 5 から送気管 5 1 を介して空気を供給可能なものでもよい。また、散気プロア 5 から供給される気体は、空気に限定されることはない。

10

【0019】

散気管 4 から放出される気泡 1 2 は、その浮力により活性汚泥混合液 1 1 中を上昇するとともに、活性汚泥混合液 1 1 も気泡 1 2 の上昇に引きずられて上昇する。すなわち、散気管 4 の上方には、気泡 1 2 および活性汚泥混合液 1 1 の上昇流が発生する。

【0020】

気泡 1 2 および活性汚泥混合液 1 1 の上昇流は、膜ユニット 2 の直下の流速調整体 3 を通過し、膜ユニット 2 の膜間流路 2 2 に流入し、膜間流路 2 2 を通過して、さらに、膜ユニット 2 の直上の流速調整体 3 を通過して、その上部に流出する。ここで、流速調整体 3 は、気泡 1 2 および活性汚泥混合液 1 1 の上昇流の流速を調整する抵抗体であり、その詳細な構成や作用については、別途図面を参照して説明する。

20

【0021】

水処理装置 1 0 0 において、下水の被処理水は、被処理水投入口 1 3 から生物処理槽 1 に流入し、生物処理槽 1 内の活性汚泥と混合し、活性汚泥混合液 1 1 となる。その活性汚泥混合液 1 1 は、微生物などにより有機物が分解された上で膜エレメント 2 1 により濾過される。膜エレメント 2 1 により濾過された濾過水は、吸水管 6 1 を介して吸引ポンプ 6 に吸引されて、水処理装置 1 0 0 の処理水として、処理水排水口 6 2 から排水される。

30

【0022】

図 2 は、本発明の第 1 の実施形態に係る流速調整体 3 の構造の例を示した図である。図 2 に示すように、流速調整体 3 は、複数の平板形状の抵抗体 3 1 が所定の間隔でフレーム 3 2 に固定されて構成される。このとき、平板形状の抵抗体 3 1 は、その平板面が深さ方向（Z 軸方向）に平行になるように配置される。

【0023】

図 1 に示したように、膜ユニット 2 の直下の流速調整体 3 の下方には、散気管 4 が設置されるので、流速調整体 3 には、散気管 4 から放出される気泡 1 2 の浮力によって生じるある流速を持った気泡 1 2 および活性汚泥混合液 1 1 の上昇流が流入する。このとき、平板形状の抵抗体 3 1 は、その上昇流の抵抗として作用する。

40

【0024】

すなわち、流速調整体 3 が設けられた部分においては、気泡 1 2 および活性汚泥混合液 1 1 の上昇流の流路は、平板形状の抵抗体 3 1 の板厚の分だけ狭くなっている。従って、その上昇流の流速は、流路が狭くなった効果や、抵抗体 3 1 の板面と気泡 1 2 または活性汚泥混合液 1 1 との間の付着力や粘性力などの効果により低下する。

【0025】

また、図 2 に示すように、流速調整体 3 の正面視（Y 軸方向を向いて見たとき）の形状は、その下辺の中央部が上に凹んだ逆 V 字状をしている。すなわち、気泡 1 2 および活性汚泥混合液 1 1 の上昇流にとっての抵抗部分は、中央部で短く、両端部で長い。従って、抵抗体 3 1 の流路抵抗としての作用は、中央部で小さく、両端部で大きい。そのため、そ

50

の上昇流の流速は、流速調整体 3 がない場合に比べ低下するが、その低下の程度は、上昇流の流路の水平断面の中央部で小さく両端部（周縁部）で大きい。

【 0 0 2 6 】

次に、図 3 を参照して、流速調整体 3 の作用について詳しく説明する。図 3 は、流速調整体 3 へ流入する上昇流の流入流速分布と、流速調整体 3 から流出する上昇流の流出流速分布との関係の例を示した図である。

【 0 0 2 7 】

一般に、気泡 1 2 が多い部分は、その浮力のために活性汚泥混合液 1 1 の流速が大きくなる。すなわち、気泡 1 2 または活性汚泥混合液 1 1 の流速は、気泡 1 2 の量にほぼ比例するといえることができる。また、気泡 1 2 が多く、活性汚泥混合液 1 1 の流速が大きい部分には、その流速に誘われて、周辺の気泡 1 2 が引き寄せられる。従って、流速が大きい部分には、気泡 1 2 が多く集まり、その流速は、ますます大きくなる。

10

【 0 0 2 8 】

従って、散気管 4 から気泡 1 2 が一様に分布するように放出された場合であっても、生物処理槽 1 内の何らかの擾乱により、気泡 1 2 が流速調整体 3 に到達するときには、図 3 の流入流速分布 u_1 として示されるように、最大流速の分布位置が、例えば、左側に大きく偏るような場合が生じ得る。

【 0 0 2 9 】

このように最大流速の分布位置が左側に偏った流入流速分布 u_1 を有する気泡 1 2 または活性汚泥混合液 1 1 の上昇流であっても、その上昇流が流速調整体 3 を通過すると、その流速分布は、図 3 の流出流速分布 v_1 として示されるように、中央部の流速が最大になるように調整される。これは、図 3 の流入流速分布 u_1 で左側の流速が大きい部分の上昇流は、流速調整体 3 の抵抗が大きい部分を通過するため、その上昇のエネルギーを消費して、その速度が低下するのに対し、中央部分の上昇流は、流速調整体 3 の抵抗が小さいため、その速度があまり低下しないからである。

20

【 0 0 3 0 】

また、流速調整体 3 の流出側の流出流速分布 v_1 において、中央部の流速が最大になると、それに伴い、流速調整体 3 の流入側の流入流速分布 u_1 においても、中央部の流速が次第に最大になってくる。これは、気泡 1 2 が流速の大きい部分に集まり、それによってその部分の流速がさらに大きくなるため、時間の経過とともに、流出流速分布 v_1 が流入流速分布 u_1 に影響を与えるからである。

30

【 0 0 3 1 】

このように、流速調整体 3 は、その中央部の流路抵抗が両端部よりも小さいがために、流速調整体 3 に流入する気泡 1 2 または活性汚泥混合液 1 1 の上昇流の流速分布が一様であるか、または、偏りがあるかに関わらず、流速調整体 3 から流出する上昇流の中央部の流速を最大にするような流速調整機能を有している。

【 0 0 3 2 】

従って、膜ユニット 2 の膜間流路 2 2 には、中央部が最大流速となるような流速分布を有する上昇流が流入する。すなわち、膜ユニット 2 の膜間流路 2 2 には、一端に偏った流速分布を有する上昇流が流入することがないので、膜エレメント 2 1 の一端側だけが洗浄され、他端側が洗浄されず、他端側に活性汚泥の付着し、膜差圧が増大するような事態に到ることを防止することができる。

40

【 0 0 3 3 】

次に、図 4 を参照して、流速調整体 3 によって形成される主流部の作用について説明する。図 4 は、主流部形成の原理を説明するための図である。図 4 (a) に示すように、膜ユニット 2 の直下に設置された流速調整体 3 の作用により、膜ユニット 2 の膜間流路 2 2 には、中央部が最大流速となるような流入流速分布 u_2 を有する気泡 1 2 および活性汚泥混合液 1 1 の上昇流が流入する。

【 0 0 3 4 】

流入流速分布 u_2 を有して流入した上昇流は、膜間流路 2 2 を通過する過程で、気泡 1

50

2の拡散や微小擾乱などによってやや乱れるが、図4(a)の例では、膜ユニット2の直上にも流速調整体3が設けられている。従って、直上の流速調整体3により上昇流の流速分布が整えられ、直上の流速調整体3からは、中央部が最大流速となるような流出流速分布 v_2 を有する上昇流が流出する。このような場合、膜ユニット2の膜間流路22には、その中央部に安定した主流部23が形成される。ここで、主流部23とは、流路全体の平均流速より大きな流速が一定時間以上継続して維持されている流路部分をいう。

【0035】

ところで、散気管4から放出される気泡12の分布は一樣ではない。従って、気泡12の浮力によって生じる気泡12および活性汚泥混合液11の上昇流は、それ自体に微小擾乱を含んだ流れであり、また、生物処理槽1内には、微小擾乱の様々な要因が存在する。なお、微小擾乱とは、微小な渦や乱流など局所的に流れの方向や大きさが周囲と異なる部分をいう。

10

【0036】

ここで、膜ユニット2の直下および直上に流速調整体3が設けられておらず、膜間流路22にはほぼ一樣な流速の気泡12および活性汚泥混合液11の上昇流が流入する場合(図示せず)を考える。すなわち、膜間流路22には、主流部23は形成されていない。その場合には、微小擾乱により、ある部分の上昇流の流速が周囲より大きくなったときには、周囲からその部分に気泡12が集まる。そうすると、その部分の流速がさらに大きくなるので、それをきっかけとして、膜間流路22に主流部が形成されることがある。

20

【0037】

このようにして形成された主流部は、膜間流路22の中央部に形成されるとは限らず、また、さらなる微小擾乱の影響を受け易いので、その流速が予期せずに異常に大きくなることがある。すなわち、このようにして形成された主流部は、必ずしも安定したものではない。

【0038】

これに対し、主流部23がすでに形成されている場合(図4(a)参照)には、微小擾乱により、ある部分の上昇流の流速が周囲より大きくなっても、その周囲の気泡12は、すでに存在する主流部23に引き寄せられ、必ずしも、その微小擾乱が生じた部分に引き寄せられるとは限らない。従って、その微小擾乱が生じた部分に新たな主流部が成長する可能性は少なくなる。すなわち、主流部23が存在する上昇流は、流速が一樣な上昇流に比べ、微小擾乱に対する安定性が高いといえる。つまり、主流部23は、上昇流の微小擾乱に対する安定性を高めるという効果を有している。

30

【0039】

従って、図4(a)に示すように膜間流路22の中央部に主流部23が形成された場合には、その後、膜間流路22の左または右に偏った主流部が形成されたり、その主流部の流速が異常に大きくなったりすることがなくなるので、膜エレメント21の一端側だけが洗浄され、他端側が洗浄されないような事態が生じることを防止することができる。すなわち、中央部に主流部23をあらかじめ形成しておくことにより、気泡12および活性汚泥混合液11の上昇流における最大流速と最小流速の差を小さくすることができるので、その上昇流によって膜エレメント21の良好な洗浄効果を期待することができる。

40

【0040】

なお、主流部23の中央付近での微小擾乱により上昇流の流速が加速される場合には、主流部23の流速が異常に大きくなることも考えられるが、本実施形態では(図1および図4(a)参照)、直上の流速調整体3が流速の抵抗として作用する。従って、主流部23の流速が異常に大きくなることを防止することができる。また、主流部23自体の流速が異常にならないようにするためには、流速調整体3の深さ方向(Z軸方向)の厚みを、中央部と両端部とで適切な比になるよう定めておくことが必要である。

【0041】

また、膜ユニット2の大きさにもよるが、流速調整体3の正面視の断面構造が複数の逆V字状の凹部を有する構造であってもよい。例えば、図4(b)の例では、膜ユニット2

50

の直下の流速調整体 3 は、2 つの凹部を有し、直上の流速調整体 3 は 1 つの凹部を有している。このような場合には、膜ユニット 2 の直下の流速調整体 3 から膜間流路 2 2 に流入する上昇流の流速分布は、流入流速分布 u_3 として示すように、2 つの凹部の位置に対応するように 2 つの最大流速部が形成される。また、直上の流速調整体 3 から流出する上昇流の流速分布は、流出流速分布 v_3 として示すように、中央付近に 1 つの最大流速部が形成される。従って、このような場合には、図 3 (b) に示すように、2 本の主流部 2 3 が形成される。このように、膜間流路 2 2 に中に複数の主流部 2 3 が形成されても、その作用は、主流部 2 3 が 1 つ形成された場合と同じである。

【 0 0 4 2 】

なお、図 1 および図 4 (a) において、膜ユニット 2 の直下の流速調整体 3 の正面視の断面構造では、その下辺側に逆 V 字状の凹部が設けられ、直上の流速調整体 3 の正面視の断面構造では、その上辺側に V 字状の凹部が設けられているが、その凹部は、上辺側または下辺側のいずれに設けられていても、また、両辺ともに凹部が設けられていてもよい。

【 0 0 4 3 】

次に、図 5 および図 6 を参照して、第 1 の実施形態のさらなる変形例について説明する。ここで、図 5 は、流速調整体 3 を構成する抵抗体 3 1 の形状の変形例を示した図、図 6 は、流速調整体 3 の外形形状の変形例を示した図である。

【 0 0 4 4 】

第 1 の実施形態では、抵抗体 3 1 は、平板形状であるものとし、流速調整体 3 は、平板形状の抵抗体 3 1 を複数個、その平板面が深さ方向 (Z 軸方向) に平行になるように配置して構成される (図 2 参照) としているが、抵抗体 3 1 は、平板形状に限定されることない。

【 0 0 4 5 】

例えば、図 5 (a) に示すように、抵抗体 3 1 a を円柱状の棒で構成し、その円柱状の抵抗体 3 1 a を多数深さ方向 (Z 軸方向) に平行に配置することにより、流速調整体 3 a を構成してもよい。また、図 5 (b) に示すように、円柱状の抵抗体 3 1 b を多数水平方向に配置することにより、流速調整体 3 b を構成してもよい。なお、この場合、円柱状の棒の形状は、円柱状に限定されることはなく、楕円柱状、四角柱状、六角柱状などであってもよい。

【 0 0 4 6 】

また、抵抗体 3 1 を図示しない格子状または多孔状の平板で構成してもよい。その場合には、格子状または多孔状の平板を水平に、かつ、深さ方向に複数枚、互いに離間させて重ねて配置し、流速調整体 3 を構成する。

【 0 0 4 7 】

さらには、以上に示したような平板状の抵抗体 3 1、棒状の抵抗体 3 1 a、3 1 b、格子状または多孔状の平板の抵抗体などを、適宜、組み合わせて配置して、流速調整体 3 を構成してもよい。

【 0 0 4 8 】

以上のように、抵抗体 3 1、3 1 a、3 1 b を配置して流速調整体 3 を構成する場合、その抵抗体 3 1、3 1 a、3 1 b は、図 6 (a) に示すような形状の領域に配置される。すなわち、流速調整体 3 の正面視の断面構造の下辺 (または上辺) には、逆 V 字状 (または V 字状) の凹部が設けられ、流速調整体 3 の深さ方向 (Z 軸方向) の厚みは中央部で小さく、両端部で大きい。従って、流速調整体 3 は、気泡 1 2 および活性汚泥混合液 1 1 の上昇流に対し、中央部で小さな抵抗として作用し、両端部で大きな抵抗として作用する。なお、流速調整体 3 の正面視の断面構造の下辺 (または上辺) に設けられる逆 V 字状 (または V 字状) の凹部は、V 字状でなく、円弧状や放物線状などであってもよい。

【 0 0 4 9 】

次に、図 6 (b) に示すように、流速調整体 3 c の断面構造の下辺 (または上辺) に設けられる逆 V 字状 (または V 字状) の凹部は、正面視側だけではなく側面視側にも設けられてもよい。また、その凹部の形状は、V 字状でなく、円弧状や放物線状などであっても

10

20

30

40

50

よい。その場合には、流速調整体 3 c の下面（または上面）に形成される凹部は、球面や放物面などの一部となる。以上、図 6（b）は、流速調整体 3 の上面および下面の少なくとも一方の面が凹面であればよいことを表している。

【0050】

さらに、流速調整体 3 は、例えば、図 4（b）の直下の流速調整体 3 として示したように、その下面（または上面）に V 字状、円弧状、放物線状などの凹部が複数個設けられた構成であってもよい。

【0051】

以上に示した流速調整体 3，3 a，3 b，3 c は、いずれの形状であっても、膜間流路 2 2 内に安定な主流部 2 3 を形成することができるので、第 1 の実施形態の場合と同様の作用および効果を期待することができる。

10

【0052】

さらに、第 1 の実施形態では、流速調整体 3 を膜ユニット 2 の直上および直下の両方に設けるとしているが、流速調整体 3 を膜ユニット 2 の直上または直下の一方にのみ設けたものであってもよい。この場合にも、流速調整体 3 の中央部と両端部の抵抗を適当に選択することにより、膜間流路 2 2 内に安定した主流部 2 3 を形成することができるので、第 1 の実施形態の場合と同様の作用および効果を期待することができる。

【0053】

< 第 2 の実施形態 >

続いて、図 7 を参照して、本発明の第 2 の実施形態について説明する。図 7 は、本発明の第 2 の実施形態に係る流速調整部の正面視の断面構造の例を示した図である。なお、第 2 の実施形態に係る水処理装置の構成は、図 7 に示した流速調整体 3 d 以外は、第 1 の実施形態における水処理装置 1 0 0 と同じである。

20

【0054】

図 7 に示すように、流速調整体 3 d は、複数の板状抵抗体 3 3 が所定の間隔で配置されて構成されるが、その板状抵抗体 3 3 は、その上部が流速調整体 3 d の中央部に寄るように傾斜させられている。すなわち、板状抵抗体 3 3 は、その板面のうち、流速調整体 3 d の中央部側を向いた板面が下方に傾斜するように配置されている。また、このとき、流速調整体 3 d の中央部には、板状抵抗体 3 3 が設けられておらず、その中央部の気泡 1 2 および活性汚泥混合液 1 1 の上昇流に対する抵抗が小さくなるようにされている。

30

【0055】

以上のように構成された流速調整体 3 d を膜ユニットの直下に設けたとき、流速調整体 3 d は、膜ユニット 2 の膜間流路 2 2 に対して次のように作用する。すなわち、流速調整体 3 d に下方から流入する気泡 1 2 および活性汚泥混合液 1 1 の上昇流は、中央部側に傾斜した板状抵抗体 3 3 によって中央部側に集められる。また、中央部付近の抵抗は小さくなるように構成されている。従って、流速調整体 3 d から流出する上昇流の流速は、中央部付近で大きくなるので、膜間流路 2 2 には、その中央部付近に安定した主流部 2 3 が形成される。

【0056】

さらに、図 7 に示すように、最大流速の分布位置が左側に偏った流入流速分布 u 4 を有する上昇流が流速調整体 3 d に流入した場合であっても、流速調整体 3 d から流出する上昇流の流速分布は、流出流速分布 v 4 のようになり、中央部の流速が最大になるように調整される。

40

【0057】

以上、第 2 の実施形態によれば、流速調整体 3 d の作用によって、膜間流路 2 2 の中央部には安定した主流部 2 3 が形成されるので、第 1 実施形態の場合と同様に、膜間流路 2 2 の左または右に偏った主流部が形成されたり、その主流部の流速が異常に大きくなったりすることが防止される。従って、気泡 1 2 および活性汚泥混合液 1 1 の上昇流は、その最大流速と最小流速の差が小さくなるので、その上昇流により膜エレメント 2 1 を良好に洗浄することができる。

50

【 0 0 5 8 】

なお、流速調整体 3 d は、膜ユニット 2 の直下および直上の両方に配置されてもよく、直下または直上の一方だけに配置されてもよい。また、流速調整体 3 d は、膜ユニット 2 の直下または直上に配置されるとき、複数段に積層されて配置されてもよい。

【 0 0 5 9 】

また、流速調整体 3 d を構成する板状抵抗体 3 3 は、格子状または多孔状の板であってもよく、あるいは、板状抵抗体 3 3 は、平板状でなく、例えば、湾曲板状のものであってもよい。また、板状抵抗体 3 3 の配置間隔や鉛直面となす角度は、中央部に近いほうから遠くなるにつれ、適宜、変化するものであってもよい。

【 0 0 6 0 】

< 第 3 の実施形態 >

続いて、図 8 および図 9 を参照して、本発明の第 3 の実施形態について説明する。図 8 は、本発明の第 3 の実施形態に係る散気管における散気孔の配置の例を示した図、図 9 は、本発明の第 3 の実施形態に係る散気管の散気孔から放出される気泡量分布の例を示した図である。なお、第 3 の実施形態に係る水処理装置 1 0 0 の構成は、第 1 の実施形態における水処理装置 1 0 0 から膜ユニット 2 の直上および直下に配置された流速調整体 3 を省き、散気管 4 を図 8 に示した散気管 4 a に取り替えたものである。

【 0 0 6 1 】

第 1 の実施形態および第 2 の実施形態で説明したように、膜ユニット 2 の膜間流路 2 2 の少なくとも中央部に安定した主流部 2 3 を形成することができた場合には、膜エレメント 2 1 の洗浄効果を向上させることができる。そこで、この第 3 の実施形態では、流速調整体 3 を用いずに、膜ユニット 2 の膜間流路 2 2 の中央部に安定した主流部 2 3 を形成する手段について説明する。

【 0 0 6 2 】

図 8 に示すように、散気管 4 a にはほぼ一様な間隔で散気孔 4 1 が設けられているが、本実施形態の場合、その中央部の散気孔 4 1 a の径は大きく、両端部の散気孔 4 1 b の径は小さく形成されている。その場合、散気孔 4 1 の径は、中央部で最大で、両端部に行くほど徐々に小さくなるようにし、最大の散気孔 4 1 a の孔面積は、最小の散気孔 4 1 b の孔面積の少なくとも 1 . 2 倍程度に設定するのが好ましい。

【 0 0 6 3 】

このような散気管 4 a からは、散気孔 4 1 の面積が大きいほど散気孔 4 1 から放出される気泡 1 2 の量が大きくなる。従って、散気管 4 a からは、図 9 に示すような気泡量分布 b b 1 の気泡 1 2 が放出される。この場合、散気管 4 a の中央部で放出される気泡 1 2 の量が最大となるので、散気管 4 a の中央部の上部における気泡 1 2 および活性汚泥混合液 1 1 の流速が最大となる。従って、散気管 4 a の中央部の上方の膜ユニット 2 の膜間流路 2 2 の中央部には、安定した主流部 2 3 a が形成される。

【 0 0 6 4 】

なお、本実施形態では、散気管 4 a から放出される気泡 1 2 の量の分布によって主流部 2 3 a が形成されるので、散気管 4 a は、膜ユニット 2 の下方の接近した位置に配置するのが好ましい。

【 0 0 6 5 】

また、本実施形態では、散気管 4 a の中央部の散気孔 4 1 の径を両端部より大きくすることによって、膜間流路 2 2 の中央部に主流部 2 3 を形成しているが、散気孔 4 1 の径が同じでも、散気管 4 a の両端部よりも中央部に散気孔 4 1 を多数設けることによって、膜間流路 2 2 の中央部に主流部 2 3 を形成してもよい。

【 0 0 6 6 】

以上、第 3 の実施形態によれば、散気管 4 a から放出される気泡 1 2 の量の分布によって、膜間流路 2 2 の中央部に主流部 2 3 a が形成されるので、第 1 実施形態の場合と同様に、膜間流路 2 2 の左または右に偏った主流部が形成されたり、その主流部の流速が異常に大きくなったりすることが防止される。従って、気泡 1 2 および活性汚泥混合液 1 1 の

10

20

30

40

50

上昇流は、その最大流速と最小流速の差が小さくなるので、その上昇流により膜エレメント 21 を良好に洗浄することができなる。

【0067】

< 第 4 の実施形態 >

続いて、図 10 および図 11 を参照して、本発明の第 4 の実施形態について説明する。ここで、図 10 は、本発明の第 4 の実施形態に係る水処理装置の構成の例を示した図、図 11 は、本発明の第 4 の実施形態に係る散気管から放出される気泡量分布の例を示した図である。

【0068】

図 10 に示すように、第 4 実施形態に係る水処理装置 100b は、活性汚泥混合液 11 を満たした生物処理槽 1 と、活性汚泥混合液 11 中に浸漬され、複数の膜エレメント 21 からなる膜ユニット 2 と、膜ユニット 2 の下方に設置された散気管 4b と、2 つの送気管 51 を介して散気管 4b に空気を供給する散気プロア 5 と、2 つの送気管 51 のそれぞれの途中に設けられ、散気管 4b に供給する空気の量を調節する開閉弁 53 と、開閉弁 53 の開度を制御する散気流量制御装置 7 と、吸水管 61 を介して膜エレメント 21 の内部に連通し、その内部から濾過水を吸引する吸引ポンプ 6 と、を含んで構成される。なお、水処理装置 100b の構成において、第 1 実施形態に係る水処理装置 100 の構成と同じ構成要素には同じ符号を付し、以下、その説明を省略する。

【0069】

本実施形態では、散気管 4b の上面には、同じ径の散気孔（図示せず）が一様な間隔または一様な密度で設けられ、さらに、その両端部には、それぞれ散気流入口 52 が設けられている。散気管 4b の内部は、それぞれの散気流入口 52 に接続された送気管 51 を介して、散気プロア 5 に連通している。

【0070】

散気プロア 5 は、2 つの送気管 51 および散気流入口 52 を介して、それぞれ独立に散気管 4b へ空気を供給する。その場合、その空気の供給量は、それぞれの送気管 51 に設けられた開閉弁 53 の開度により調節され、また、その開閉弁 53 の開度は、散気流量制御装置 7 からの制御信号により制御される。

【0071】

このとき、散気流量制御装置 7 は、散気管 4b から放出される気泡 12 の気泡量分布を、最大値が左に偏った気泡量分布 bb2（図 11（a）参照）、または、最大値が右に偏った気泡量分布 bb3（図 11（b）参照）のいずれかにするように、開閉弁 53 の開度を制御する。

【0072】

例えば、散気流量制御装置 7 が、左散気流入口 52a に通じた送気管 51 上の開閉弁 53 の開度を、右散気流入口 52b に通じた送気管 51 上の開閉弁 53 の開度よりも大きくするように制御した場合には、図 11（a）に示すように、散気管 4b から放出される気泡 12 の気泡量分布は、その最大値が左に偏った気泡量分布 bb2 となる。一方、散気流量制御装置 7 が、右散気流入口 52b に通じた送気管 51 上の開閉弁 53 の開度を、左散気流入口 52a に通じた送気管 51 上の開閉弁 53 の開度よりも大きくするように制御した場合には、図 11（b）に示すように、散気管 4b から放出される気泡 12 の気泡量分布は、その最大値が左に偏った気泡量分布 bb3 となる。

【0073】

このとき、散気管 4b から放出される気泡 12 の気泡量分布の最大値が左に偏った場合（気泡量分布 bb2 の場合）には、その上部の膜ユニット 2 の膜間流路 22 には、左に偏った主流部（図示せず）が形成される。また、散気管 4b から放出される気泡 12 の気泡量分布の最大値が右に偏った場合（気泡量分布 bb3 の場合）には、その上部の膜ユニット 2 の膜間流路 22 には、右に偏った主流部（図示せず）が形成される。

【0074】

ここで、膜ユニット 2 の膜間流路 22 に形成される主流部が右または左に偏った場合に

10

20

30

40

50

は、例えば、6分もすれば、主流部が形成されない側の端部の膜エレメント21の表面には、活性汚泥が堆積し、膜差圧が不可逆的に急上昇することがある。そこで、本実施形態では、散気流量制御装置7は、膜差圧が不可逆的に急上昇する前に、散気管4bから放出される気泡12の気泡量分布を変更する。すなわち、散気流量制御装置7は、散気管4bから放出される気泡12の気泡量分布を、例えば3分ごとに、気泡量分布bb2から気泡量分布bb3へ、または、気泡量分布bb3から気泡量分布bb2へと変化するように制御する。

【0075】

このとき、散気流量制御装置7は、2つの開閉弁53に対し、例えば、3分周期など、周期的に互いに反転するような2つの信号を出力するだけでよいので、タイマなどを含んだ簡単な論理回路やマイクロプロセッサなどを用いることにより容易に構成することができる。

10

【0076】

以上、本実施形態によれば、散気流量制御装置7が開閉弁53の開度を適宜制御することにより、散気管4bから放出される気泡12の気泡量分布は、気泡量分布bb2と気泡量分布bb3との間を周期的に変化ようになる。従って、膜ユニット2の膜間流路22には、左側に偏った主流部または右側に偏った主流部が周期的に現れる。そのため、膜ユニット2の膜間流路22内の膜エレメント21の表面は、その周期的に現れる主流部による気泡12および活性汚泥混合液11の流れを受けることになるので、膜エレメント21は、周期的に良好に洗浄されることになる。

20

【0077】

<第5の実施形態>

続いて、図12を参照して、本発明の第5の実施形態について説明する。図12は、本発明の第5の実施形態に係る水処理装置の構成の例を示した図で、(a)は、正面視の断面構造図、(b)は、散気管付近の側面視の断面構造図である。

【0078】

図12に示すように、第5実施形態に係る水処理装置100cは、活性汚泥混合液11を満たした生物処理槽1と、活性汚泥混合液11中に浸漬され、複数の膜エレメント21からなる膜ユニット2と、膜ユニット2の下方に設置された散気管4と、送気管51を介して散気管4に空気を供給する散気ブロア5と、送気管51の途中に設けられ、散気管4に供給する空気の量を調節する開閉弁53と、散気管4から放出される気泡12の量を検出するための気泡センシングユニット8と、開閉弁53の開度を制御する散気流量制御装置9と、吸水管61を介して膜エレメント21の内部に連通し、その内部から濾過水を吸引する吸引ポンプ6と、を含んで構成される。

30

【0079】

ここで、膜ユニット2は、膜ユニットフレーム24を備えるが、その膜ユニットフレーム24は、生物処理槽1内において膜エレメント21を支える架台として機能する(なお、第1の実施形態などでは、膜ユニットフレーム24の存在およびその説明を割愛している)。また、散気管4なども膜ユニットフレーム24に固定されることが多い。なお、以上の水処理装置100cの構成において、第1実施形態に係る水処理装置100の構成と同じ構成要素には同じ符号を付し、以下、その説明を省略する。

40

【0080】

図12(b)に示すように、散気管4は、通常、膜エレメント21の下方に複数本(図では3本)設けられる。ここで、それぞれの散気管4は、それぞれ独立した送気管51を介して散気ブロア5に連通しており、散気管4から放出される気泡12の量は、送気管51の途中に設けられた開閉弁53の開度により調整される。また、開閉弁53の開度は、それぞれ独立に散気流量制御装置9から出力される信号により制御される。

【0081】

また、膜エレメント21の下端部には、気泡センシングユニット8が取り付けられ、気泡センシングユニット8は、その気泡センシングユニット8が取り付けられた部分を通過

50

する気泡 1 2 の量を検出し、その検出した信号を散気流量制御装置 9 へ入力する。

【 0 0 8 2 】

また、散気流量制御装置 9 は、マイクロプロセッサなどからなる演算処理部 9 1、外部信号の入力ポートや出力ポート、さらにはキーボードなどからなる入出力部 9 2、LCD (Liquid Crystal Display) などからなる表示部 9 3 などを含んで構成される。なお、これらの構成は、いわゆるパソコンの構成とも同じなので、散気流量制御装置 9 は、パソコンにより構成することもできる。

【 0 0 8 3 】

次に、図 1 3 を参照して、気泡センシングユニット 8 の構成について説明する。図 1 3 は、気泡センシングユニット 8 が膜エレメント 2 1 の下端部に取り付けられた様子を示した図で、(a) は正面視の断面図、(b) は側面視の断面図である。

10

【 0 0 8 4 】

図 1 3 に示すように、膜エレメント 2 1 の下端部に取り付けられた気泡センシングユニット 8 は、気泡センサ部 8 1 を備える。ここで、気泡センサ部 8 1 は、気泡検出用の複数の対電極 8 2 が配列されて構成されたものであり、対電極 8 2 は、正極 8 2 a および負極 8 2 b からなり、正極 8 2 a および負極 8 2 b は、わずかな間隙 8 2 c により離間されている。

【 0 0 8 5 】

一般に、活性汚泥混合液 1 1 の電気伝導度と空気の電気伝導度とは大きく異なる。そこで、気泡センサ部 8 1 は、気泡検出用の対電極 8 2 (正極 8 2 a および負極 8 2 b) 間の電気伝導度 (電気抵抗) を検出することにより、その対電極 8 2 部分が活性汚泥混合液 1 1 中にあるか、気泡 1 2 中にあるかを識別する。すなわち、気泡センサ部 8 1 は、対電極間の電気伝導度の変化を、例えば、電圧変化のタイミング信号として検出し、その検出した電圧変化のタイミング信号を散気流量制御装置 9 へ入力する。

20

【 0 0 8 6 】

なお、気泡センサ部 8 1 は、複数の対電極 8 2 を有するが、対電極 8 2 によって得られる電気伝導度の変化を表す電圧変化のタイミング信号は、対電極 8 2 ごとに独立して散気流量制御装置 9 へ入力する。

【 0 0 8 7 】

散気流量制御装置 9 の演算処理部 9 1 は、入出力部 9 2 を介して入力される対電極 8 2 からの電圧変化のタイミング信号の時間的な統計をとることによって、その対電極 8 2 部分を通過する気泡 1 2 の通過頻度や、通過する気泡 1 2 の複数の対電極 8 2 間での相対的な容積比などを算出する。

30

【 0 0 8 8 】

また、気泡センサ部 8 1 の対電極 8 2 は、図 1 3 に示すように、膜間流路 2 2 の入口部分に、複数個、所定の間隔で並べて設けられている。従って、演算処理部 9 1 は、対電極 8 2 から入力される電圧変化のタイミング信号を時間的に統計処理したデータに基づき、膜間流路 2 2 ごとに、その膜間流路 2 2 に流入する気泡 1 2 の空間的な気泡量分布を算出することができる。

【 0 0 8 9 】

40

図 1 4 は、膜間流路 2 2 に流入する気泡 1 2 の気泡量分布を表示部 9 3 に表示した表示画面の例を示した図である。この図の場合、膜エレメント 2 1 の間に形成される膜間流路 2 2 は 3 つあり、それぞれの膜間流路 2 2 の下方には、それぞれの膜間流路 2 2 に対応するように、3 本の散気管 4 が設けられているものとしている。

【 0 0 9 0 】

図 1 4 において、「開閉弁開度」は、3 本のそれぞれの散気管 4 に連通する送気管 5 1 の途中に設けられた開閉弁 5 3 の開度を表したものである。また、図 1 4 の画面中央部に描かれた 3 つのグラフは、3 つの膜間流路 2 2 それぞれにおける「気泡量分布」を表したものである。ここで、その気泡量分布は、オペレータによって設定される時間、例えば、2 0 秒ごとに平均して算出されたものである。

50

【 0 0 9 1 】

ここで、図 1 4 の画面において、3つの「気泡量分布」グラフの下方の「気体流量比」および「積算気体流量」は、それぞれの膜間流路 2 2（丸囲み 1～3）ごとの統計により求められた値である。さらに、3つの「気泡量分布」グラフの右方の「気体流量比」および「積算気体流量」は、それぞれの膜間流路 2 2 を「膜間左部」、「膜間中央部」および「膜間右部」に分割し、その分割した各部ごとの統計により求められた値である。また、これらの統計処理における「積算開始時刻」および「積算時間」が画面右下部に表示される。

【 0 0 9 2 】

なお、図 1 4 の画面における「気体流量比」は、散気管 4 から放出される気泡 1 2 の総量を 1 0 0 としたとき、膜間流路 2 2（丸囲み 1～3）のそれぞれに流入する気泡量の流量比であり、また、「膜間左部」、「膜間中央部」および「膜間右部」のそれぞれに流入する気泡量の流量比である。

10

【 0 0 9 3 】

以上のような構成の水処理装置 1 0 0 c においては、散気流量制御装置 9 は、膜間流路 2 2 に流入する気泡 1 2 の気泡流量分布およびその統計量を取得することができるので、散気管 4 から放出する気泡 1 2 の気泡流量に対し、フィードバック制御することが可能になる。

【 0 0 9 4 】

例えば、ある膜間流路 2 2 の積算気体流量が他に比べて小さくなった場合には、散気流量制御装置 9 は、その膜間流路 2 2 の直下の散気管 4 に連通する送気管 5 1 に設けられている開閉弁 5 3 の開度を大きくすることにより、その散気管 4 から放出される気泡 1 2 の量を増加させるようにする。このように、散気流量制御装置 9 は、散気管 4 から放出される気泡 1 2 の気泡流量をフィードバック制御することにより、膜間流路 2 2 ごとの気体流量比や積算気体流量が、いずれも同じになるように制御することができるようになる。

20

【 0 0 9 5 】

以上、本実施形態によれば、膜間流路 2 2 ごとの気体流量比や積算気体流量が、常に、同じになるように制御することができ、膜間流路 2 2 ごとの膜エレメント 2 1 表面の洗浄の偏りを防止することができ、より良好な洗浄効果を得ることができる。

【 0 0 9 6 】

続いて、第 5 の実施形態の変形例について説明する。第 5 の実施形態における水処理装置 1 0 0 c（図 1 2 参照）においては、膜間流路 2 2 の膜間左部、膜間中央部および膜間右部のそれぞれの部分の気体流量比を制御することはできない。そこで、ここでは、すでに設けられている散気管 4 の上方または下方に、その散気管 4 に直交し、例えば、膜間左部、膜間中央部および膜間左部のそれぞれに対応するように新たな 3 本の散気管（図示せず）を設ける。このとき、新たな散気管は、すでに設けられている散気管 4 と同様にそれぞれ独立した送気管 5 1 を介して散気プロア 5 に連通し、その途中には、散気流量制御装置 9 からの信号によりその開度が制御される開閉弁 5 3 が設けられているものとする。

30

【 0 0 9 7 】

この場合には、散気流量制御装置 9 は、新たに設けた散気管から放出される気泡 1 2 の量を制御することが可能になるので、膜間左部、膜間中央部および膜間左部のそれぞれの部分の気体流量比や積算気体流量を制御することが可能になる。従って、散気流量制御装置 9 は、膜間流路 2 2 ごとだけではなく、膜間左部、膜間中央部および膜間左部ごとにも、その気体流量比や積算気体流量がいずれも同じになるように制御することができるようになる。

40

【 0 0 9 8 】

すなわち、この実施形態の変形例によれば、膜間流路 2 2 のあらゆる部分の気体流量比や積算気体流量を同じにすることが可能になる。従って、膜エレメント 2 1 表面の洗浄の偏りを防止することができ、より良好な洗浄効果を得ることができる。

【 0 0 9 9 】

50

なお、さらに補足すると、この実施形態の変形例においては、膜間流路 22 内に必ずしも主流部 23 が形成される必要はない。従って、散気管 4 の上面に形成される散気孔 41 は、必ずしも、中央部の散気孔 41 の径を両端部の散気孔 41 の径より大きくする必要はない。散気孔 41 の径をすべて同じにしてもよい。

【0100】

例えば、何らかの微小擾乱によって、ある部分に流速の大きい主流部が形成されても、それによって膜差圧が不可逆的に急上昇する前、例えば、3分経過する前に、散気流量制御装置 9 が開閉弁 53 を適宜制御して、散気管 4（新たな散気管を含む）から、その主流部を打ち消すような量の気泡 12 を放出させればよい。

【0101】

10

第 5 の実施形態については、さらに、次のような変形が可能である。

【0102】

第 5 の実施形態では、気泡センサ部 81 としては、電極間の電気伝導度の変化を利用したが、電極間のキャパシタンスの変化を利用してもよく、また、歪ゲージや導電性ゴムなどを用いた圧力センサを利用してもよく、さらに、散気気体が高温気体である場合には、散気気泡の温度を検知する温度センサなどを利用してもよい。

【0103】

また、第 5 の実施形態では、演算処理部 91 が、気泡センシングユニット 8 から出力される信号を処理し、その処理の結果得られたデータに基づき、開閉弁 53 の開度を制御するとしているが、例えば、図 14 のような表示部 93 に表示された結果に基づき、オペレータが開閉弁 53 の開度を制御するようにしてもよい。

20

【0104】

また、第 5 の実施形態では、気泡センシングユニット 8 を膜エレメント 21 の下端部に取り付けたが、上端部に取り付けてもよい。また、気泡センシングユニット 8 は、膜エレメント 21 に対して着脱可能に取り付けられてもよい。

【0105】

また、第 5 の実施形態では、散気ブローア 5 による散気流量を一定としているが、演算処理部 91 が、気泡センシングユニット 8 から出力される信号を処理し、その処理の結果に基づき、散気ブローア 5 による散気流量を適宜制御するものとしてもよい。

【0106】

30

また、第 5 の実施形態において、活性汚泥混合液 11 の流速を向上させる目的で、気泡センシングユニット 8 の形状を流路抵抗の小さい流線型や楔型としてもよい。

【0107】

また、第 5 の実施形態では、気泡センシングユニット 8 を膜エレメント 21 に取り付けしたが、膜ユニットフレーム 24 に取り付けてもよく、膜ユニットフレーム 24 に着脱可能に取り付けてもよい。

【0108】

また、第 5 の実施形態において、膜ユニット 2 の直上または直下の少なくとも一方に、第 1 および第 2 の実施形態で説明した流速調整体 3, 3a ~ 3d を、設けるようにしてもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0109】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る水処理装置の構成の例を示した図。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態に係る流速調整体の構造の例を示した図。

【図 3】流速調整体へ流入する上昇流の流入流速分布と、流速調整体から流出する上昇流の流出流速分布との関係の例を示した図。

【図 4】主流部形成の原理を説明するための図。

【図 5】流速調整体を構成する抵抗体の形状の変形例を示した図。

【図 6】流速調整体の外形形状の変形例を示した図。

【図 7】本発明の第 2 の実施形態に係る流速調整部の正面視の断面構造の例を示した図。

50

【図 8】本発明の第 3 の実施形態に係る散気管における散気孔の配置の例を示した図。

【図 9】本発明の第 3 の実施形態に係る散気管の散気孔から放出される気泡量分布の例を示した図。

【図 10】本発明の第 4 の実施形態に係る水処理装置の構成の例を示した図。

【図 11】本発明の第 4 の実施形態に係る散気管から放出される気泡量分布の例を示した図。

【図 12】本発明の第 5 の実施形態に係る水処理装置の構成の例を示した図。

【図 13】気泡センシングユニットが膜エレメントの下端部に取り付けられた様子を示した図。

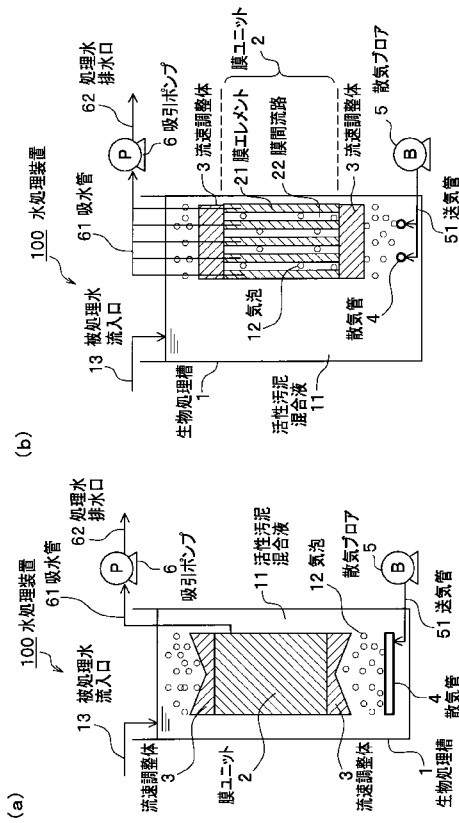
【図 14】膜間流路に流入する気泡の気泡量分布を表示部に表示した表示画面の例を示した図。 10

【符号の説明】

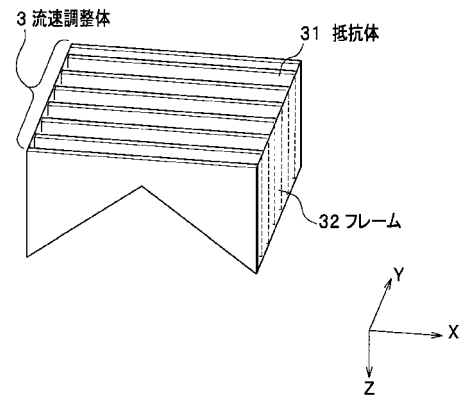
【0 1 1 0】

1	生物処理槽	
2	膜ユニット	
3, 3 a, 3 b, 3 c, 3 d	流速調整体	
4, 4 a, 4 b	散気管	
5	散気プロア	
6	吸引ポンプ	
7	散気流量制御装置	20
8	気泡センシングユニット	
9	散気流量制御装置	
1 1	活性汚泥混合液	
1 2	気泡	
1 3	被処理水流入口	
2 1	膜エレメント	
2 2	膜間流路	
2 3	主流部	
2 4	膜ユニットフレーム	
3 1, 3 1 a, 3 1 b	抵抗体	30
3 2	フレーム	
3 3	板状抵抗体	
4 1, 4 1 a, 4 1 b	散気孔	
5 1	送気管	
5 2	散気流入口	
5 2 a	左散気流入口	
5 2 b	右散気流入口	
5 3	開閉弁	
6 1	吸水管	
6 2	処理水排水口	40
8 1	気泡センサ部	
8 2	対電極	
8 2 a	正極	
8 2 b	負極	
8 2 c	間隙	
9 1	演算処理部	
9 2	入出力部	
9 3	表示部	
1 0 0, 1 0 0 b, 1 0 0 c	水処理装置	

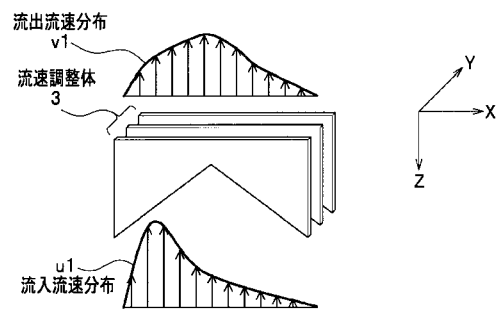
【図 1】



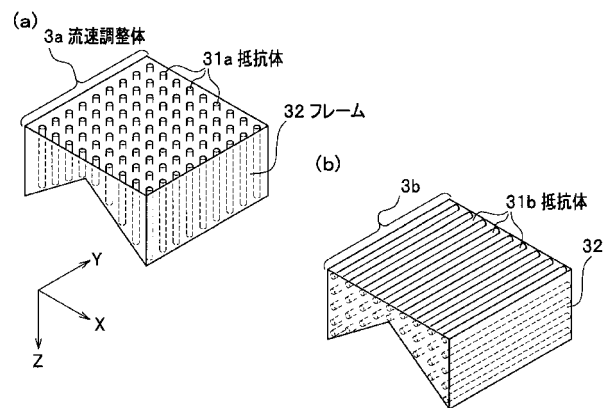
【図 2】



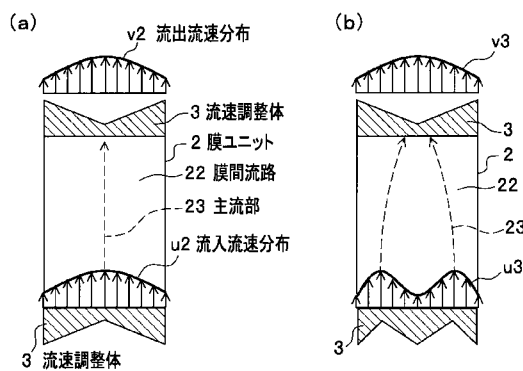
【図 3】



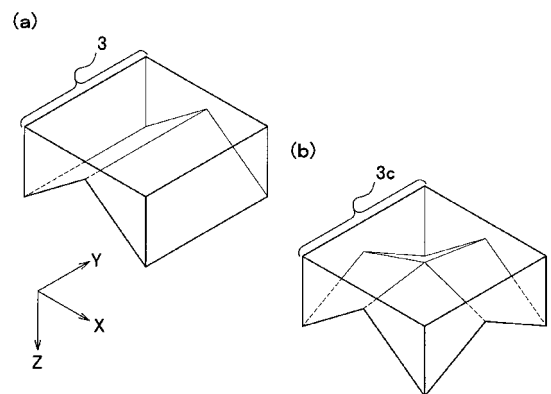
【図 5】



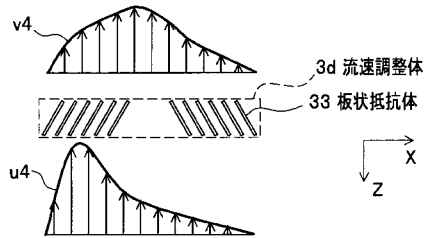
【図 4】



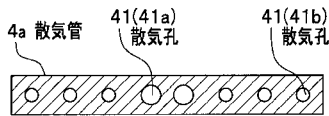
【図 6】



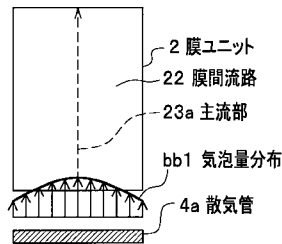
【図 7】



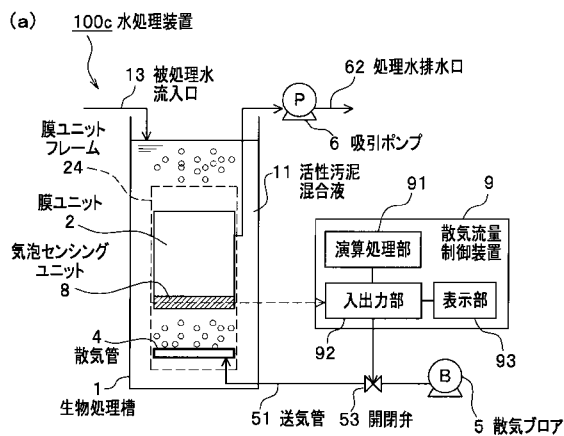
【図 8】



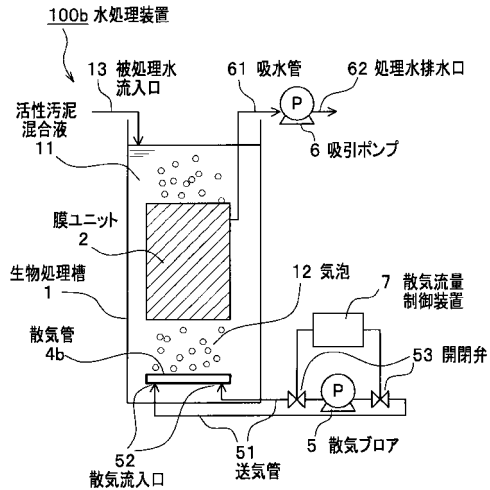
【図 9】



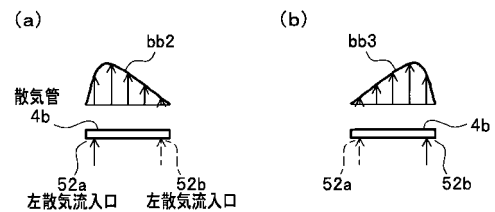
【図 12】



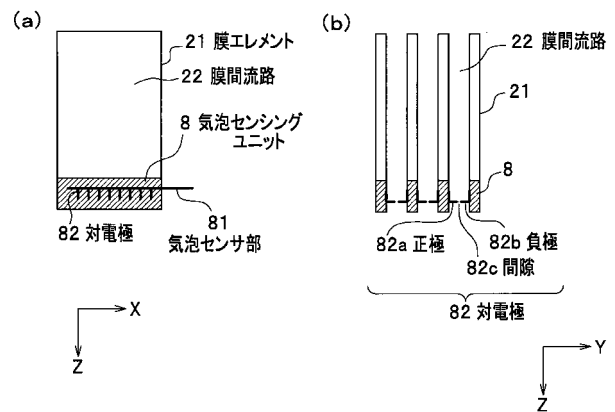
【図 10】



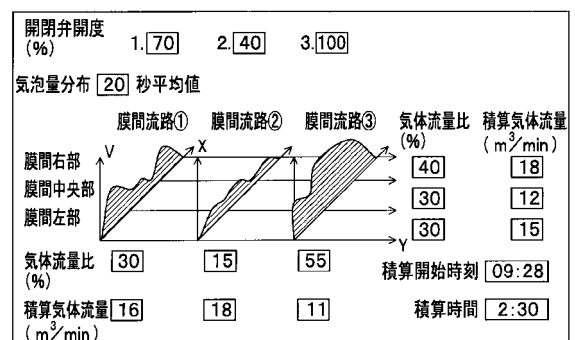
【図 11】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 陰山 晃治

茨城県日立市大みか町七丁目 2 番 1 号 株式会社日立製作所電力・電機開発研究所内

(72)発明者 原 直樹

茨城県日立市大みか町五丁目 2 番 1 号 株式会社日立製作所情報制御システム事業部内

(72)発明者 渡辺 昭二

茨城県日立市大みか町七丁目 2 番 1 号 株式会社日立製作所電力・電機開発研究所内

(72)発明者 武本 剛

茨城県日立市大みか町七丁目 2 番 1 号 株式会社日立製作所電力・電機開発研究所内

F ターム(参考) 4D006 GA07 HA01 HA48 HA93 JA29A JA31A JA63A KA31 KA44 KB22

KC02 KC14 KE01P KE01Q KE22Q MA01 MA03 PA01 PB08 PC63

4D028 BC17 BC24 BD06 BD17 CA09 CC09 CD08