

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4724552号
(P4724552)

(45) 発行日 平成23年7月13日(2011.7.13)

(24) 登録日 平成23年4月15日(2011.4.15)

(51) Int.Cl.

CO2F 1/78 (2006.01)

F 1

CO2F 1/78

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2005-365120 (P2005-365120)
 (22) 出願日 平成17年12月19日 (2005.12.19)
 (65) 公開番号 特開2007-167712 (P2007-167712A)
 (43) 公開日 平成19年7月5日 (2007.7.5)
 審査請求日 平成20年8月13日 (2008.8.13)

(73) 特許権者 000192590
 株式会社神鋼環境ソリューション
 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目4番78
 号
 (74) 代理人 100074332
 弁理士 藤本 昇
 (74) 代理人 100114421
 弁理士 薬丸 誠一
 (74) 代理人 100114432
 弁理士 中谷 寛昭
 (72) 発明者 中村 摩理子
 神戸市西区室谷1丁目1番4号 株式会社
 神鋼環境ソリューション 技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】排水処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

排水をオゾンガスと接触させて処理する排水の処理方法であって、排水を供給して、下向流を形成させることにより、該排水の液面よりも下方から供給されるオゾンガスの微細気泡の到達上限面を、排水の液面よりも下方に位置せしめる排水の処理方法に用いるための排水処理装置であって、

該排水を供給する排水供給口を有してなる、排水をオゾンガスと接触させて処理する処理槽と、

オゾンガスの微細気泡を、該処理槽内に供給する微細気泡供給部を有してなる微細気泡生成供給装置と、

を備えてなり、

該処理槽内において、該排水供給口よりも下方に該微細気泡供給部が配され、該排水供給口からの排水の供給により、該微細気泡供給部から供給されたオゾンガスの微細気泡の到達上限面を、処理槽本体内の液面よりも下方に位置せしめるように構成されてなり、

該処理槽本体の内部に、循環流を生じさせるための手段がさらに設けられてなり、

該循環流を生じさせるための手段が、該処理槽内に内接し、かつ該処理槽の断面積よりも小さい断面積の開口を有する手段及び/又は双曲面形攪拌翼であることを特徴とする排水処理装置。

【請求項 2】

排水をオゾンガスと接触させて処理する排水の処理方法であって、排水を供給して、下

向流を形成させることにより、該排水の液面よりも下方から供給されるオゾンガスの微細気泡の到達上限面を、排水の液面よりも下方に位置せしめる排水の処理方法に用いるための排水処理装置であって、

該排水を供給する排水供給口を有してなる、排水をオゾンガスと接触させて処理する処理槽と、

オゾンガスの微細気泡を、該処理槽内に供給する微細気泡供給部を有してなる微細気泡生成供給装置と、

を備えてなり、

該処理槽内において、該排水供給口よりも下方に該微細気泡供給部が配され、該排水供給口からの排水の供給により、該微細気泡供給部から供給されたオゾンガスの微細気泡の到達上限面を、処理槽本体内の液面よりも下方に位置せしめるように構成されてなり、

該処理槽本体の底部に処理水排出口が設けられ、該処理水排出口より上方に循環水取水口が設けられ、該微細気泡供給発生装置に該循環水取水口からの循環水を流入させる循環水路が設けられてなることを特徴とする排水処理装置。

【請求項 3】

該循環水取水口が、該微細気泡供給部よりも下方に設けられてなる、請求項2記載の排水処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、排水処理装置に関する。より詳しくは、本発明は、難分解性の有機物を含む排水を処理することができる排水処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、工場、一般家庭等から排出される有機物等を含有した排水は、曝気処理、活性汚泥との接触、薬剤の添加、オゾンとの接触、紫外線照射等で有機物等を分解させることにより処理されている。

【0003】

例えば、オゾンとの接触により排水を処理する手法としては、散気管方式、エジェクタ方式等によりオゾンガスを排水中に溶解させ、有機物等の分解対象物質を酸化分解させる処理方法等が知られている（例えば、特許文献1等）。

【0004】

しかしながら、かかる処理方法では、ほとんどの場合、オゾンガスは、直径1～3mm程度の気泡として反応槽内の液中を上昇し、液面から、気体状態のまま外環境に排出される場合がある。そのため、かかる処理方法では、液中に溶解せず、液面から気体状態で排出されるオゾンガス量を考慮して、過剰量のオゾンガスを発生させると共に、過剰量のオゾンガスを供給するため、装置にかかるコストや運転コストがかさみ、排出されたオゾンガスを処理するために、活性炭等を用いる排オゾン処理の設置が必要となるという欠点がある。

【特許文献1】特許第2511106号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、上記従来の欠点に鑑みてなされたものであり、オゾンガスが外環境に排出されることを実質的に抑制することができる、排水処理装置を提供することを1つの課題とする。本発明の他の課題は、本明細書の記載から明らかである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、前記課題に鑑みてなされたものであり、

排水をオゾンガスと接触させて処理する排水の処理方法であって、排水を供給して、下

10

20

30

40

50

向流を形成させることにより、該排水の液面よりも下方から供給されるオゾンガスの微細気泡の到達上限面を、排水の液面よりも下方に位置せしめる排水の処理方法に用いるための排水処理装置であって、

該排水を供給する排水供給口を有してなる、排水をオゾンガスと接触させて処理する処理槽と、

オゾンガスの微細気泡を、該処理槽内に供給する微細気泡供給部を有してなる微細気泡生成供給装置と、

を備えてなり、

該処理槽内において、該排水供給口よりも下方に該微細気泡供給部が配され、該排水供給口からの排水の供給により、該微細気泡供給部から供給されたオゾンガスの微細気泡の到達上限面を、処理槽本体内の液面よりも下方に位置せしめるように構成されてなり、

10

該処理槽本体の内部に、循環流を生じさせるための手段がさらに設けられてなり、

該循環流を生じさせるための手段が、該処理槽内に内接し、かつ該処理槽の断面積よりも小さい断面積の開口を有する手段及び／又は双曲面形攪拌翼であることを特徴とする排水処理装置に関する。

また、排水をオゾンガスと接触させて処理する排水の処理方法であって、排水を供給して、下向流を形成させることにより、該排水の液面よりも下方から供給されるオゾンガスの微細気泡の到達上限面を、排水の液面よりも下方に位置せしめる排水の処理方法に用いるための排水処理装置であって、

該排水を供給する排水供給口を有してなる、排水をオゾンガスと接触させて処理する処理槽と、

20

オゾンガスの微細気泡を、該処理槽内に供給する微細気泡供給部を有してなる微細気泡生成供給装置と、

を備えてなり、

該処理槽内において、該排水供給口よりも下方に該微細気泡供給部が配され、該排水供給口からの排水の供給により、該微細気泡供給部から供給されたオゾンガスの微細気泡の到達上限面を、処理槽本体内の液面よりも下方に位置せしめるように構成されてなり、

該処理槽本体の底部に処理水排出口が設けられ、該処理水排出口より上方に循環水取水口が設けられ、該微細気泡供給発生装置に該循環水取水口からの循環水を流入させる循環水路が設けられてなることを特徴とする排水処理装置に関する。

30

【発明の効果】

【0007】

<削除>

【0008】

本発明の排水処理装置によれば、処理槽本体内において、排水供給口よりも下方に微細気泡供給部が配され、排水供給口からの排水の供給により、微細気泡供給部から供給されたオゾンガスの微細気泡の到達上限面を、処理槽本体内の液面よりも下方に位置せしめる構成により、オゾンガスが、そのまま外環境に排出されることが実質的に抑制され、導入されたオゾンガスを実質的に損失することなく排水の処理に利用することができるという優れた効果を奏する。また、かかる構成により、本発明の排水処理装置によれば、オゾンガスの生成に要するエネルギー量等を、より一層削減して運転することができるという優れた効果を奏する。さらに、かかる構成により、前記液面から気体として排出されるオゾンガスを処理するための処理装置が実質的に要求されないため、設置場所、面積等に応じて、コンパクトな大きさに設計されうるという優れた効果を奏する。

40

【0009】

さらに、本発明の排水処理装置によれば、処理槽本体内において、排水供給口よりも下方に微細気泡供給部が配され、排水供給口からの排水の供給により、微細気泡供給部から供給されたオゾンガスの微細気泡の到達上限面を、処理槽本体内の液面よりも下方に位置せしめる構成により、導入されたオゾンガスを処理槽本体内の排水の液相中の所望の領域に高密度で存在させることができるので、導入されたオゾンガスを効率よく分解対象物質

50

と接触させることができ、高い処理能力を発揮させることができるという優れた効果を奏する。

【0010】

また、本発明の排水処理装置が、処理槽本体の内部に、循環流を生じさせるための手段がさらに設けられたものであり、該循環流を生じさせない場合に比べ、同体積あたりの滞留時間を増加させることができるという優れた効果を奏する。また、そのため、本発明の排水処理装置によれば、滞留時間を維持するに適したオゾンガスの存在領域をよりコンパクトに形成させることができるという優れた効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明は、1つの側面では、排水をオゾンガスと接触させて処理する排水の処理方法に用いる排水処理装置であって、排水を供給して、下向流を形成させることにより、該排水よりも下方から供給されるオゾンガスの微細気泡の到達上限面を、排水の液面よりも下方に位置せしめることを特徴とする、排水の処理方法に用いるための排水処理装置に関する。

10

【0012】

前記排水の処理方法は、前記下向流を形成させることにより、オゾンガスの微細気泡の到達上限面を、排水の液面よりも下方に位置せしめていることに1つの大きな特徴がある。したがって、前記排水の処理方法によれば、オゾンガスと排水との接触に際して、排水の液面から、オゾンガスが、そのまま外環境に排出されることが実質的に抑制されるという優れた効果を発揮する。また、前記排水の処理方法によれば、オゾンガスの微細気泡と排水とを接触させるため、オゾンガスと排水に含まれる分解対象物質とが接触する表面積をより大きくすることができ、より効率的にオゾンガスの能力を発揮させ、処理を行なうことができるという優れた効果を発揮する。

20

【0013】

なお、排水の液面からのオゾンガスの排出が実質的に抑制されていることは、例えば、オゾン濃度計により供給オゾンガス濃度と液面から排出される排オゾンガス濃度とを測定し、オゾンガス風量にオゾンガス濃度をかけて算出される供給オゾンガス質量に対する排オゾンガス質量の割合として算出されたオゾンガス吸収率が99%以上であることにより確認されうる。

30

【0014】

前記排水の処理方法は、前記下向流が、オゾンガスの微細気泡の到達上限面の位置の制御に用いられていることに1つの大きな特徴がある。したがって、前記排水の処理方法によれば、前記下向流の速度、すなわち、下向流速を制御することにより、オゾンガスと排水との接触に際して、微細気泡の到達上限面が、排水の液面よりも下方にあり、かつ該排水の液相中に処理に適した滞留時間を維持するに適したオゾンガスの存在領域を形成させることができる。さらに、これにより、前記排水の処理方法によれば、オゾンガスが高密度に存在した領域を形成させることもできる。オゾンガスが高密度に存在した領域を形成させた場合には、オゾンガスの微細気泡と、排水中に含まれる分解対象物質との接触をより効率よく行なうことができ、それにより、処理に要する時間をより短縮することもできる。

40

【0015】

前記排水としては、特に限定されないが、例えば、酸化により分解される物質、例えば、有機物質、環境ホルモン（内分泌攪乱物質）〔ノニルフェノール等〕、色素等を含有した工業排水又は家庭排水、し尿、メタン発酵分離液等が挙げられる。かかる排水は、前記オゾンガスによる処理に先立って、生物処理、膜処理等の処理が施された溶液であってよい。

【0016】

前記排水処理方法において、オゾンガスの供給量は、特に限定されないが、例えば、排水の組成、分解対象物質の種類、気泡径、オゾンの溶解速度等に対応する滞留時間に応じ

50

て、適宜設定されうる。

【0017】

オゾンガスの微細気泡は、例えば、微細気泡生成供給装置等により発生させうる。前記微細気泡生成供給装置としては、微細気泡を発生させることができるものであればよく、特に限定されないが、例えば、旋回流発生部内に液体を加圧ポンプ等で圧送し、旋回流を発生させて、高遠心力場を発生させるとともに、かかる高遠心力場に気体を導入して、液体と気体とを混合することにより微細気泡を発生させる機構を有する装置等が挙げられる。前記微細気泡生成供給装置としては、具体的には、例えば、流通方向に向かって縮径する円錐台形状の内面を有する管体からなる、排水の旋回流を発生させる旋回流発生部と、排水を吸引して加圧状態で旋回流発生部に排水を送り出す加圧ポンプと、

10

旋回流発生部にオゾンガスを導入するオゾンガス発生装置と

旋回流発生部で生成した微細気泡を、処理槽本体内に供給する微細気泡供給部と、を備え、

処理槽と加圧ポンプ入口とが配管により接続され、

加圧ポンプ出口と旋回流発生部入口とが、旋回流発生部の円錐台形状の径大側において円周方向に排水が導入されるように配管により接続され、

微細気泡供給部が、オゾンガスによる処理に際して、処理槽本体内の排水中に浸漬された状態で配され、

オゾンガス発生装置で発生したオゾンが旋回流発生部に導入され、旋回流によりオゾンガスが剪断され、生成した微細気泡が、旋回流発生部の円錐台形状の径小側から微細気泡供給部に移送され、それにより、微細気泡供給部からオゾンガスの微細気泡が排出されるよう構成されている微細気泡生成供給装置等が挙げられる。

20

【0018】

前記オゾンガスの微細気泡としては、気泡発生時直径 $80 \mu m$ 以下の微細気泡が挙げられる。

【0019】

なお、本明細書において、前記「気泡発生時直径 $80 \mu m$ 以下の微細気泡」とは、微細気泡供給部から排出される全気泡の内の 80 % 以上（個数）の気泡が直径 $80 \mu m$ 以下の大きさであるものを意図する。

【0020】

30

かかる気泡の大きさは、前記微細気泡供給部から排出される気泡を、微細気泡供給部出口近傍でマイクロスコープ等を用いて撮影し、撮影された写真を画像解析等に供することにより求められうる。具体的には、気泡の大きさは、例えば、微細気泡供給部出口近傍（すなわち、出口から $50 mm$ の位置）において、微細気泡供給部から排出される気泡を、20 倍程度の倍率のマイクロスコープ等を用いて撮影し、撮影された写真を、例えば、旭化成エンジニアリング株式会社、商品名：A 像くん等の画像解析ソフトにより解析し、それにより、円相当径を算出することにより求められうる。

【0021】

また、「80 % 以上の気泡が $80 \mu m$ 以下の大きさ」であることは、上記のように画像解析された全気泡のうち、80 % 以上の気泡が直径 $80 \mu m$ 以下の円相当径として観察されることにより確認されうる。

40

【0022】

排水の供給による下向流速は、気泡発生時における微細気泡の気泡径、排水の密度等に応じて設定されうる。かかる下向流速は、例えば、下記式 1：

【0023】

【数 1】

$$Ub = 0.54 \times 10^{-3} \times db^2 \quad \text{式 1}$$

【0024】

〔式中、 U_b は、下向流速 (mm/s)、 db は、気泡径 (μm) である〕

50

を満たす範囲であればよい。具体的には、例えば、20、1気圧下で、発生時直径50μmの微細気泡で、排水の供給の際の垂直方向での初速度が、少なくとも1.35mm/秒、好ましくは、1.35mm/秒~5.5mm/秒、より好ましくは、1.35mm/秒~1.4mm/秒である場合、オゾンガスの微細気泡の到達上限面を、排水の液面よりも下方に位置するように良好に制御されうる。

【0025】

前記排水の処理方法においては、オゾンガスの微細気泡の気泡径に基づき、排水の液相中の予め定められた点における排水の下向流速を調整することにより、微細気泡の到達上限面を前記液相の液面よりも下方に位置せしめ、かつ該液相中に処理に適した滞留時間を維持するに適したオゾンガスの存在領域を形成させることができることが好ましい。これにより、前記排水の処理方法によれば、より効率よく排水とオゾンガスとを接触させることができるという優れた効果を發揮する。10

【0026】

前記液相中の予め定められた点は、微細気泡の到達上限面内の定点であればよい。前記排水の処理方法においては、例えば、前記微細気泡の到達上限面内の定点において、垂直方向での下向流速の絶対値を、前記オゾンガスの微細気泡の垂直方向での上昇速度の絶対値と同一に又は大きくなるように維持させうる。これにより、オゾンガスの微細気泡の到達上限面を前記液相の液面よりも下方に位置させることができ、かつ、前記液相中の任意の位置にオゾンガスの存在領域を形成させることができる。

【0027】

前記下向流速は、例えば、80%以上の気泡が直径80μm以下の円相当径である場合には、80μmの微細気泡が上昇しない下向流速、例えば、3.4565mm/秒に設定されうる。20

【0028】

前記オゾンガスの存在領域の大きさや位置は、特に限定されるものではなく、排水の組成、分解対象物質の種類等に対応する滞留時間等に応じて、適宜設定されうる。

【0029】

さらに、前記排水の処理方法では、より効率よく処理を行なう観点から、好ましくは、排水の液相内に循環流を生じさせることができが望ましい。前記排水の処理方法において、前記液相内に循環流を生じさせることは、循環流を生じさせない場合に比べ、同体積あたりの滞留時間を増加させることができる点で有利である。30

【0030】

前記循環流は、例えば、双曲面形攪拌翼等により生じさせうる。なお、本明細書において、前記双曲面形攪拌翼とは、上面視円形で、該円形の中心部に向けた仰角が中心部に近いほど大きな値となるように中央部が隆起し、側面視の稜線が二次関数曲線($y = a \times x^2$)の一部と略同一となるよう形成された板状基体を有し、該板状基体の上面には中心部から放射状に複数のリブが形成され、かつ板状基体がその中心部を軸に水平方向に回転したときに前記リブが回転方向に対して後退するよう板状基体の上面に形成され、板状基体がその中心部を軸に略水平方向に回転するように用いられる攪拌翼をいう。

【0031】

また、前記循環流は、例えば、図2に例示されるように、液相の下部から、ポンプ等により液を引き抜き、液相の上部に戻すような循環流であってもよい。この場合、循環流の水量 q (m³/秒)は、気泡上昇を抑制する下向流速を発生させるために必要な流量を循環流量によって確保する観点から、好ましくは、下記式2:

【0032】

【数2】

$$q > 1.35 \times 10^{-7} \times \pi d^2 D^2 - Q \quad \text{式2}$$

【0033】

[式中、Dは、排水処理に用いられる処理槽の内径(m)であり、Qは、該処理槽に供給

10

20

30

40

50

される排水の流量 (m³ / 秒) であり、d は、気泡発生時の微細気泡の外径 (μm) である] を満たすことが望ましい。なお、処理槽が矩形の場合は、循環流の水量 q (m³ / 秒) は、下記式 3 :

【0034】

【数3】

$$q > 5.4 \times 10^{-7} \times abd^2 - Q \quad \text{式3}$$

【0035】

[式中、a 及び b は、排水処理に用いられる処理槽の辺の長さ (m) であり、Q は、該処理槽に供給される排水の流量 (m³ / 秒) であり、d は、気泡発生時の微細気泡の外径 (μm) である] を満たすことが望ましい。

10

【0036】

本発明は、前記排水の処理方法に用いるための排水処理装置であって、該排水を供給する排水供給口を有してなる、排水をオゾンガスと接触させて処理する処理槽と、

オゾンガスの微細気泡を、該処理槽本体内に供給する微細気泡供給部を有した微細気泡生成供給装置と、

を備え、

該処理槽本体内において、該排水供給口よりも下方に該微細気泡供給部が配され、該排水供給口からの排水の供給により、該微細気泡供給部から供給されたオゾンガスの微細気泡の到達上限面を、処理槽本体内の液面よりも下方に位置せしめるように構成されていることを特徴とする排水処理装置に関する。

20

【0037】

本発明の排水処理装置は、処理槽本体内において、排水供給口よりも下方に微細気泡供給部が配され、排水供給口からの排水の供給により、微細気泡供給部から供給されたオゾンガスの微細気泡の到達上限面を、処理槽本体内の液面よりも下方に位置せしめるように構成されていることに 1 つの大きな特徴がある。本発明の排水処理装置は、かかる構成を有していることにより、オゾンガスが、そのまま外環境に排出されることなく利用することができるという優れた効果を発揮する。また、かかる構成により、本発明の排水処理装置によれば、オゾンガスの生成に要するエネルギー量等を、より削減して運転することができるという優れた効果を発揮する。さらに、かかる構成は、液面から排出されるオゾンガスを処理するための処理装置が実質的に要求されないため、設置場所、面積等に応じて、コンパクトな大きさに設計できる点でも有利である。また、本発明の排水処理装置によれば、前記構成を有しているため、排水の供給の際の下向流速を制御することにより、処理槽本体内において、導入されたオゾンガスを所望の領域に高密度で存在させることができる。そのため、本発明の排水処理装置によれば、導入されたオゾンガスを効率よく分解対象物質と接触させることができ、高い処理能力を発揮させることができるという優れた効果を発揮する。

30

【0038】

また、本発明の排水処理装置は、好ましくは、処理槽本体の底部に処理水排出口が設けられ、該処理水排出口より上方に循環水取水口が設けられ、該微細気泡供給発生装置に該循環水取水口からの循環水を流入させる循環水路が設けられうる。

40

【0039】

前記循環水取水口は、好ましくは、微細気泡供給部よりも下方に設けられる。

【0040】

以下、図 1 ~ 図 5 それぞれに示される実施態様 1 ~ 5 を一例として挙げ、本発明の排水処理装置を具体的に説明するが、本発明は、かかる実施態様に限定されるものではない。

【0041】

図 1 に示される実施態様 1 の排水処理装置は、排水を供給する排水供給口 2 を有し、排水をオゾンガスと接触させて処理する処理槽 1 と、

50

オゾンガスを発生させるオゾンガス発生部4と、
処理槽1から排水を導入して、旋回流を発生させ、排水と、オゾンガス発生部4から導入
されたオゾンガスとを混合してオゾンガスの微細気泡を発生させる旋回流発生部5aと、
旋回流発生部5aで生成した微細気泡を、該処理槽本体内の排水に供給する微細気泡供給
部5bとを有した微細気泡生成供給装置5と、
処理後に得られた処理水を排出する処理水排出口10と、
を備え、

処理槽1内において、排水供給口2よりも下方に微細気泡供給部5bが配され、排水供給
口2からの排水の供給により、微細気泡供給部5bから供給されたオゾンガスの微細気泡
の到達上限面6を、処理槽1本体内の液面よりも下方に位置せしめるように構成されてい
ることを特徴とする装置である。 10

【0042】

前記実施態様1の排水処理装置において、微細気泡生成供給装置5は、旋回流発生部5
aと、微細気泡供給部5bとを備えた装置である。

【0043】

前記実施態様1の排水処理装置において、オゾンガス発生部4としては、特に限定され
ないが、例えば、無声放電により酸素を電気分解してオゾンを生成させる装置等が挙げら
れる。

【0044】

処理槽1と微細気泡生成供給装置5とは、処理槽1本体に設けられた排水を循環水として取り込む循環水取水口9と、排水を吸引して加圧状態で、微細気泡装置5の旋回流発生部5aに排水を送り出す加圧ポンプ3と配管とにより接続されている。ここで、循環水取水口9と加圧ポンプ3の入口とは、配管により接続され、加圧ポンプ3の出口と旋回流発生部5aの入口とが、旋回流発生部5aの円錐台形状の径大側において円周方向に排水が導入されるように配管により接続されている。 20

【0045】

また、微細気泡装置5の微細気泡供給部5bは、処理槽1内において、オゾンガスによる処理に際して、処理槽本体内の排水中に浸漬された状態で配されている。処理槽1において、微細気泡供給部5bは、循環水取水口9よりも下方に位置するように配されている。尚、オゾンガスの微細気泡の到達上限面6は、循環水取水口9よりも上方に位置する。 30

【0046】

オゾンガス発生部4と微細気泡生成供給装置5の旋回流発生部5aとは、配管により接続され、旋回流発生部5aと微細気泡供給部5bとが配管により接続されている。かかる構成により、オゾンガス発生部4でオゾンガスが生成され、生成されたオゾンガスが旋回流発生部5aに導入され、かかる旋回流発生部5aにおいて、排水の導入により発生した旋回流によりオゾンガスが剪断されて、微細気泡が生成され、生成された微細気泡が、旋回流発生部5aの円錐台形状の径小側から微細気泡供給部5bに移送され、それにより、微細気泡供給部5bから発生時直径80μm以下のオゾンガスの微細気泡が排出され、処理槽1内に供給される。

【0047】

前記実施態様1の排水処理装置において、処理槽1としては、例えば、円筒、四角柱等の形状の処理槽等が挙げられる。なかでも、オゾンガスと、排水中に含まれる分解対象物質との接触をより効率よく行なう観点から、好ましくは、円筒形状の処理槽が望ましい。 40

【0048】

処理槽1の大きさは、前記液面から排出されるオゾンガスの抑制効率を向上させる観点
から、円筒形状の処理槽である場合、好ましくは、処理槽1の内径を、下記式4：

【0049】

【数4】

$$D < \sqrt{\frac{Q}{1.35 \times 10^{-7} \pi d^2}}$$

【0050】

(式中、Dは、処理槽の内径(m)であり、Qは、処理槽に供給される排水の流量(m³/秒)であり、dは、気泡発生時の微細気泡の外径(μm)である)を満たすように設定することが望ましい。

【0051】

処理水排出口10は、好ましくは、処理槽1本体の底部に設けられていることが望ましい。また、処理水排出口10は、微細気泡供給部5bよりも下方に配されるように構成されうる。10

【0052】

図2に示される実施態様2の排水処理装置は、前記実施態様1の排水処理装置において、微細気泡供給部5bが、循環水取水口9よりも上方に位置するように配され、処理水排出口10が、循環水取水口9よりも下方に位置するように配されていることを特徴とする装置である。この構成により気泡と排水とが接する時間が長くなり、十分な反応時間が確保できるという点に優れる。尚、オゾンガスの微細気泡の到達上限面6は、微細気泡供給部5bよりも上方に位置する。

【0053】

図3に示される実施態様3の排水処理装置は、前記実施態様1の排水処理装置において、処理槽1の内径(断面積)を部分的に小さくする断面積調節手段7が、処理槽1に内設されていることを特徴とする装置である。かかる構成により、より簡単に、オゾンガスの微細気泡の到達上限面6を処理槽1本体内の液面よりも下方に位置せしめるように構成することが可能になる。20

【0054】

前記断面積調節手段7は、処理槽内に内接し、かつ処理槽の断面積よりも小さい断面積の開口を有する手段である。尚、断面積調節手段7により断面積が小さくなつた開口の面が、オゾンガスの微細気泡の到達上限面6となる。

【0055】

かかる断面積調節手段7は、循環水取水口9よりも上方に位置するように配されていることを特徴とする装置である。かかる構成により、液面からのオゾンの排出が抑制され、また、排水の循環によって滞留時間が長くなるという点に優れる。30

【0056】

図4に示される実施態様4の排水処理装置は、前記実施態様1の排水処理装置において、処理槽1本体内に、循環流を生じさせる循環流発生手段8がさらに設けられていることを特徴とする装置である。かかる構成により、循環流を生じさせない場合に比べ、同体積あたりの滞留時間を増加させることができるという優れた効果を発揮する。また、そのため、実施態様4の排水処理装置によれば、滞留時間を維持するに適したオゾンガスの存在領域をよりコンパクトに形成させることができる。40

【0057】

循環流発生手段8としては、特に限定されないが、例えば、前記双曲面形攪拌翼等が挙げられる。前記双曲面形攪拌翼は、運転に際し、エネルギーの消費が少なく、循環流を制御しやすく、該循環流を効率よく発生させることができることで有利である。

【0058】

図5に示される実施態様5の排水処理装置は、前記実施態様1の排水処理装置において、処理槽1の内径(断面積)を部分的に小さくする断面積調節手段7が、処理槽1に内設され、かつ処理槽1本体内に、循環流を生じさせる循環流発生手段8がさらに設けられていることを特徴とする装置である。かかる構成により、微細気泡の到達上限面6を、処理槽本体内の排水の液面よりも下方に配し、かつ該液相中に処理に適した滞留時間を維持す50

るに適したオゾンガスの存在領域を、よりコンパクトになるように形成させうる。また、かかる構成は、より簡便に、オゾンガスの微細気泡を高密度に存在させることができる点で有利である。かかる実施態様5の排水処理装置においては、循環水取水口9は、断面積調整手段7の下方に配されている。

【0059】

以下、本発明を実施例等により詳細に説明するが、本発明は、かかる実施例に限定されるものではない。

【実施例】

【0060】

(実施例1)

10

図1に示される排水処理装置を用い、種々の気泡発生時直径(外径)の微細気泡のオゾンガスを発生させた場合に、液面からのオゾンガスの流出を抑制するために必要な排水の供給速度〔下向流速(m m /秒)〕を求めた。結果を図6に示す。

【0061】

その結果、図6に示されるように、例えば、気泡発生時直径 $50\text{ }\mu\text{m}$ の微細気泡のオゾンガスの場合、少なくとも 1.35 mm/s の下向流速により、液面からのオゾンガスの排出を抑制することができることがわかる。なお、対照として、下向流速 1.38 mm/s として、図1に示される排水処理装置の微細気泡生成供給装置5に代えて、従来の散気管(焼結フィルタータイプ)を備えた装置を用いて、気泡発生時直径 2 mm の気泡を処理槽1内に供給した場合、かかる気泡のオゾンガスは、 0.216 m/s の速度で上昇し、液面から排出された。

20

【0062】

(実施例2)

COD Mnが $7.2 \sim 12.5\text{ mg/L}$ の排水を、図1に示される排水処理装置に供し、気泡発生時直径 $50\text{ }\mu\text{m}$ の微細気泡(即ち、全微細気泡数の80%が $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下の微細気泡)のオゾンガスにより排水のオゾン処理を行なった。ここで、処理槽1の寸法は、内径 200 mm 、高さ 2900 mm 、有効水深 2500 mm 、有効容量 78.5 L 、排水供給口2の設置位置は、処理槽1上部であり、排水供給口2の大きさは、直径 5 mm であり、処理水排出口10の設置位置は、処理槽1下部である。また、排水の供給水量 2.6 L/min (滞留時間30分間)、 7.9 L/min (滞留時間10分間)又は 13.1 L/min (滞留時間6分間)とした。また、図1に示される排水処理装置の上部にオゾン濃度計を設置した。オゾン処理後の排水について、オゾン吸収率及びCOD減少率を評価した。なお、COD Mnは、JIS K 0102(1998)17滴定法に準じて測定した。

30

【0063】

オゾン吸収率は、処理槽1に供給されるオゾン量(オゾンガス発生部から微細気泡生成供給装置へ供給されるオゾン含有ガスの圧力×供給ガス容積×オゾン濃度)と、処理槽1から排出される排ガス中のオゾン量(処理槽1の排ガス出口から排出される排ガスの圧力×排ガス容積×オゾン濃度)との差を、処理槽1に供給されるオゾン量の値で割ることにより算出した。

40

【0064】

COD減少率は、オゾン処理前の排水におけるCOD Mnの濃度とオゾン処理後の処理水におけるCOD Mnの濃度との差を、オゾン処理前の排水におけるCOD Mnの濃度の値で割ることにより算出した。

【0065】

なお、対照として、図1に示される排水処理装置の微細気泡生成供給装置5に代えて、従来の散気管(焼結フィルタータイプ)を備えた装置を用い、気泡発生時直径 2 mm の気泡のオゾンガスにより排水のオゾン処理を行なった。

【0066】

その結果、図7に示されるように、気泡発生時直径 $50\text{ }\mu\text{m}$ の微細気泡のオゾンガスに

50

によるオゾン処理の場合(図7中、黒色の菱形)、気泡の上昇が抑制され、オゾンガス吸収率を向上させることができ、かつCOD減少率も良好な結果を示した。一方、対照の気泡発生時直径2mmの気泡のオゾンガスによるオゾン処理の場合(図7中、白色の菱形)、オゾン吸収率を増加させることが困難であった。

【0067】

このように、気泡径と排水供給流量との設定により、オゾンガスの排水への溶解とCOD成分(有機物)の分解に必要な滞留時間を得ることができる。

【0068】

(試験例1)

実施例2で用いた排水処理装置に、排水を供し、気泡発生時直径30~100μmの微細気泡のオゾンガスにより排水のオゾン処理を行なった場合における液面到達オゾン量と、循環水取水口9におけるオゾン量とを調べた。その結果を、表1に示す。

【0069】

【表1】

| 気泡径 (μm) | 液面における オゾンガス量 (%) | 循環水取水口に おけるオゾン量 (%) |
|-------------|-------------------------|---------------------------|
| 30 | 0 | 8 |
| 40 | 0 | 8 |
| 50 | 0 | 12 |
| 60 | 0 | 24 |
| 70 | 0 | 32 |
| 80 | 0 | 40 |
| 90 | 0 | 40 |
| 100 | 4 | 32 |

【0070】

その結果、表1に示されるように気泡径90μm以下の場合、液面からオゾンガスが流出しないことがわかる。

【0071】

(試験例2)

図1に示される排水処理装置又は図2に示される排水処理装置を用い、排水の供給量を7.9L/分とし、気泡発生時直径50μmの微細気泡のオゾンガスにより排水のオゾン処理を行なった。その後、液面到達オゾン量と、循環水取水口9におけるオゾン量とを調べた。

【0072】

ここで、処理槽1の寸法は、内径200mm、高さ2900mm、有効水深2500mm、有効容量78.5Lである。また、排水供給口2の設置位置は、処理槽1上部、排水供給口2の大きさは、直径5mm、処理水排出口10の設置位置は、処理槽1下部である。

【0073】

図1に示される排水処理装置において、循環水取水口9の設置位置は、処理槽1の上部(最上部から650mmの位置)とし、微細気泡供給部5bの設置位置は、処理槽1の下部(最上部から2650mmの位置)とした。一方、図2に示される排水処理装置において、微細気泡供給部5bの設置位置は、処理槽1の上部(最上部から650mmの位置)とし、循環水取水口9の設置位置は、処理槽1の下部(最上部から2650mmの位置)とした。

【0074】

図1に示される排水処理装置を用い、気泡径50μmの気泡のオゾンガスを、処理槽1

10

20

30

40

50

の下方より水平方向に供給した場合（実施例3）の結果を図8の（b）に示す。また、図1に示される排水処理装置を用い、気泡径 $50\mu m$ の気泡のオゾンガスを、処理槽1の下方より垂直方向上向きに供給した場合（実施例4）の結果を図8の（c）に示す。さらに、図2に示される排水処理装置を用い、気泡径 $50\mu m$ の気泡のオゾンガスを、処理槽1の上方より下向方向に供給した場合（実施例5）の結果を図8の（d）に示す。なお、対照として、図1に示される排水処理装置を用い、気泡径 $2mm$ の気泡のオゾンガスを、処理槽1の下方より水平方向に供給した場合（比較例）の結果を図8の（a）に示す。

【0075】

その結果、図8の（a）に示されるように、気泡径 $2mm$ の気泡のオゾンガスを供給した場合には、オゾンガスが液面から流出するが、図8の（b）～（d）に示されるように、供給するオゾンガスの気泡径を $50\mu m$ とすることにより、液面からのオゾンガスの流出が抑制できることがわかる。10

【0076】

また、図8の（c）に示されるように、オゾンガスの供給方向を垂直方向上向きにした場合、循環流が発生し、気泡は、循環流に追従するため、液面からのオゾンガスの流出が抑制できるとともに、処理水排出口からのオゾンガスの流出を、より効率よく抑制することができることがわかる。

【0077】

さらに、図8の（d）に示されるように、オゾンガスの供給方向を処理槽1の上方から下向方向にした場合、液面からのオゾンガスの流出が抑制でき、かつ処理水排出口からのオゾンガスの流出を抑制することができるとともに、排水とオゾンガスとの接触時間を十分に確保することができる。このように、微細気泡のオゾンガスを用い、その供給方向を変えることにより、液面からのオゾンガスの流出を効果的に抑制することができる。20

【産業上の利用可能性】

【0078】

本発明によれば、難分解性物質の分解、下水の高度処理、下水返流水の処理、メタン発酵消化液の生物処理水の処理、し尿の脱水処理、着色排水の脱色処理等が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】図1は、実施態様1の排水処理装置の概略説明図を示す。30

【図2】図2は、実施態様2の排水処理装置の概略説明図を示す。

【図3】図3は、実施態様3の排水処理装置の概略説明図を示す。

【図4】図4は、実施態様4の排水処理装置の概略説明図を示す。

【図5】図5は、実施態様5の排水処理装置の概略説明図を示す。

【図6】図6は、下向流速と微細気泡の気泡発生時直径との関係を示す図である。

【図7】図7は、オゾン吸収率とCOD減少率との関係を示す図である。図中、白色の菱形は、気泡発生時直径 $2mm$ 、黒色の菱形は、気泡発生時直径 $50\mu m$ を示す。

【図8】図8は、オゾンガスの供給方法によるオゾンガス流出割合の変化を示す図である。図中、（a）は、気泡径 $2mm$ のオゾンガスの気泡を、処理槽の下方から水平方向に供給した場合の結果である。（b）は、気泡径 $50\mu m$ のオゾンガスの気泡を、処理槽の下方から下向方向に供給した場合の結果である。（c）は、気泡径 $50\mu m$ のオゾンガス気泡を、処理槽の下方から垂直方向上向きに供給した場合の結果である。（d）は、気泡径 $50\mu m$ のオゾンガスの気泡を、処理槽の上方から水平方向に供給した場合の結果である。40

。

【符号の説明】

【0080】

1 処理槽

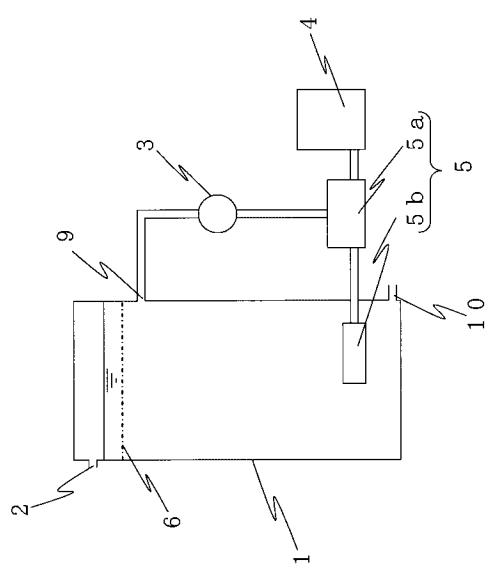
2 排水供給口

3 加圧ポンプ

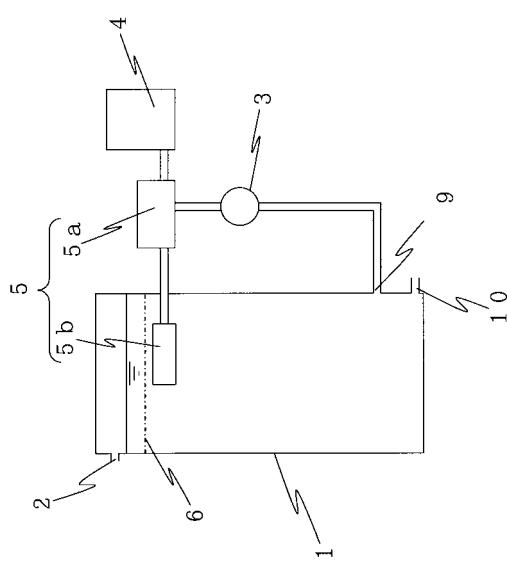
4 オゾン発生部

- 5 微細気泡生成供給装置
 5 a 旋回流発生部
 5 b 微細気泡供給部
 6 微細気泡の到達上限面
 7 断面積調節手段
 8 循環流発生手段
 9 循環水取水口
 10 処理水排出口

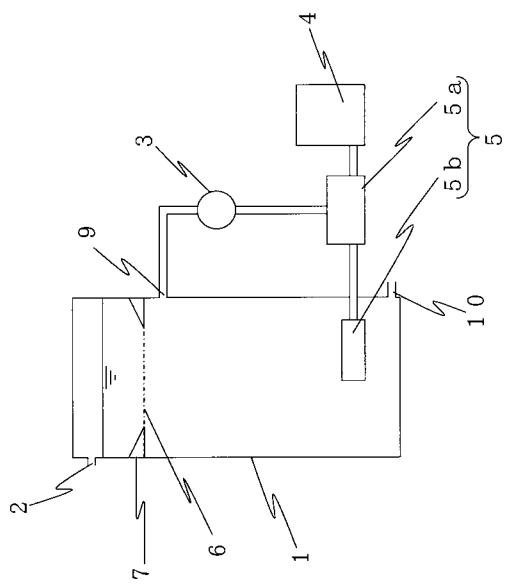
【図1】



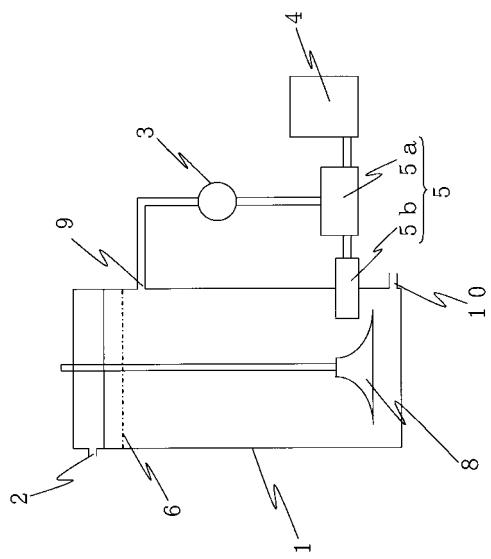
【図2】



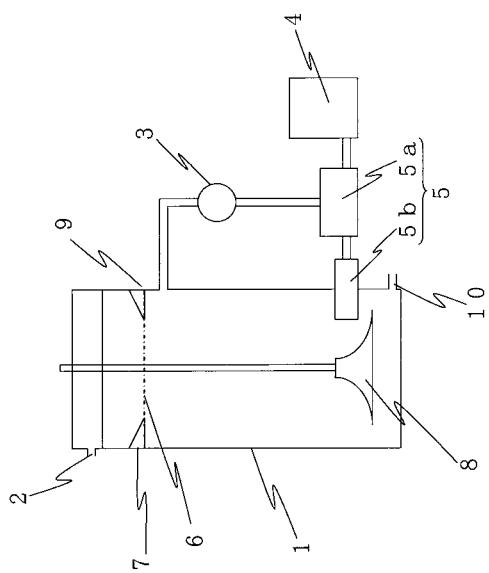
【図3】



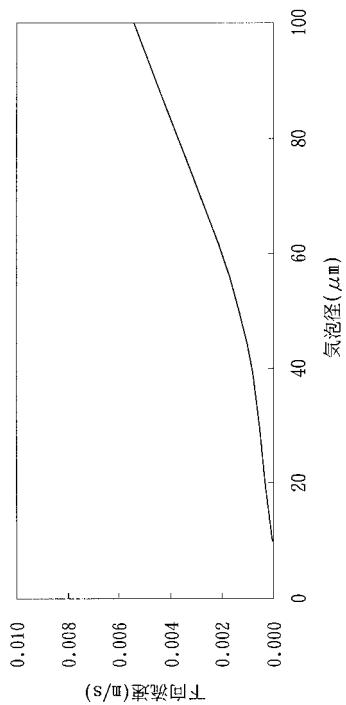
【図4】



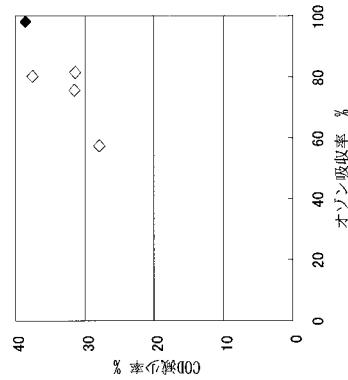
【図5】



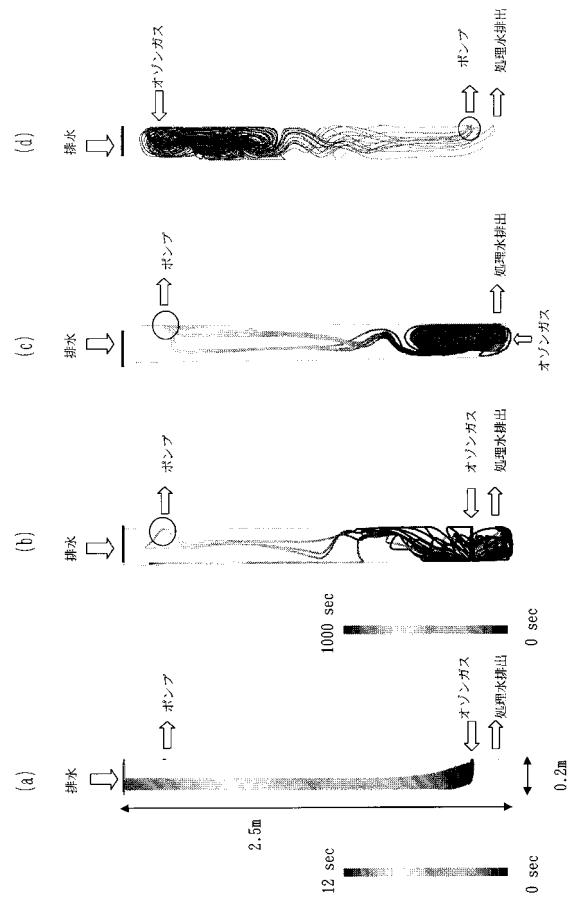
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 横山 英樹

神戸市西区室谷1丁目1番4号 株式会社神鋼環境ソリューション 技術研究所内

(72)発明者 三浦 雅彦

神戸市西区室谷1丁目1番4号 株式会社神鋼環境ソリューション 技術研究所内

審査官 片山 真紀

(56)参考文献 特開2006-272232(JP,A)

特開2004-321959(JP,A)

特開平06-142681(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F 1/50、1/72 - 1/78