

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6877255号
(P6877255)

(45) 発行日 令和3年5月26日(2021.5.26)

(24) 登録日 令和3年4月30日(2021.4.30)

(51) Int.Cl.	F 1
CO2F 3/12 (2006.01)	CO2F 3/12 D
CO2F 1/78 (2006.01)	CO2F 3/12 Z A B S
CO2F 11/06 (2006.01)	CO2F 1/78
BO1F 1/00 (2006.01)	CO2F 11/06 B
BO1F 3/04 (2006.01)	BO1F 1/00 A

請求項の数 16 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-116488 (P2017-116488)
 (22) 出願日 平成29年6月14日 (2017.6.14)
 (65) 公開番号 特開2019-781 (P2019-781A)
 (43) 公開日 平成31年1月10日 (2019.1.10)
 審査請求日 令和1年12月13日 (2019.12.13)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 110002941
 特許業務法人ばるも特許事務所
 (74) 代理人 100073759
 弁理士 大岩 増雄
 (74) 代理人 100088199
 弁理士 竹中 岳生
 (74) 代理人 100094916
 弁理士 村上 啓吾
 (74) 代理人 100127672
 弁理士 吉澤 憲治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】廃水処理システム及び廃水処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

有機性廃水を好気性条件の下で生物処理し、活性汚泥を含んだ汚泥含有処理水を生成する生物処理槽と、

前記生物処理槽で生成された前記汚泥含有処理水を濃縮汚泥と処理水に分離する固液分離部と、

前記生物処理槽で生成された前記汚泥含有処理水、または前記固液分離部で分離された前記濃縮汚泥を所定の汚泥引抜流量で引き抜いてオゾン処理を行い、処理後の前記汚泥含有処理水または前記濃縮汚泥を前記生物処理槽に返送するオゾン反応部と、

オゾンを生成し前記オゾン反応部に供給するオゾン発生器と、

前記生物処理槽内の前記汚泥含有処理水を含む混合液の汚泥濃度を測定する汚泥濃度測定手段と、

前記混合液、前記処理水、及び前記処理水を消毒した放流水それぞれの、汚泥濃度を除く水質データを測定する水質測定手段と、

前記混合液の汚泥濃度に基づいて汚泥引抜流量を決定し、前記混合液の汚泥濃度と汚泥引抜流量の積に基づいて前記オゾン処理におけるオゾン使用量を決定すると共に、前記水質測定手段によりそれぞれ測定された前記混合液、前記処理水、及び前記放流水のいずれか1つ以上の水質データに基づいて汚泥引抜流量及びオゾン使用量を調整する演算及び制御装置を備えたことを特徴とする廃水処理システム。

【請求項 2】

10

20

前記汚泥濃度測定手段は、前記生物処理槽から前記汚泥含有処理水を引き抜く直前のタイミングで前記生物処理槽内の前記混合液を攪拌した後に、前記混合液の汚泥濃度の測定を行うことを特徴とする請求項1記載の廃水処理システム。

【請求項3】

前記演算及び制御装置は、前記混合液の汚泥濃度と汚泥引抜流量の積に基づいて決定したオゾン使用量に対し、前記混合液の水質データに基づいて追加するオゾン量を決定することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の廃水処理システム。

【請求項4】

前記オゾン発生器で生成したオゾンを濃縮するオゾン濃縮器を備え、前記オゾン濃縮器は、濃縮したオゾンを前記オゾン反応部に供給することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の廃水処理システム。 10

【請求項5】

前記演算及び制御装置は、決定したオゾン使用量に基づいて、前記オゾン濃縮器のオゾン吸着塔の圧力と、前記オゾン反応部に注入されるオゾンの流量を決定することを特徴とする請求項4記載の廃水処理システム。

【請求項6】

前記オゾン反応部は、前記生物処理槽から引き抜かれた前記汚泥含有処理水または前記固液分離部から引き抜かれた前記濃縮汚泥を循環させる配管と、前記配管に設置され前記汚泥含有処理水または前記濃縮汚泥にオゾンを注入するエジェクタを有することを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の廃水処理システム。 20

【請求項7】

前記オゾン反応部は、ノズル径が異なる複数のエジェクタを有し、前記演算及び制御装置は、決定した汚泥引抜流量及びオゾン使用量に基づいて、前記複数のエジェクタの中から使用するエジェクタを決定することを特徴とする請求項6記載の廃水処理システム。

【請求項8】

前記演算及び制御装置は、決定した汚泥引抜流量及びオゾン使用量に基づいて、前記エジェクタにおける気液流量比が最小値となるように、前記配管を循環する前記汚泥含有処理水または前記濃縮汚泥の流量と前記エジェクタに注入されるオゾンの濃度及び流量を制御することを特徴とする請求項6または請求項7に記載の廃水処理システム。

【請求項9】

前記演算及び制御装置による演算に用いられるデータを格納するデータ蓄積装置を備え、前記データ蓄積装置は、少なくとも前記汚泥濃度測定手段、前記水質測定手段、汚泥引抜流量を測定する汚泥流量計、及び前記オゾン反応部に注入されるオゾンの流量を測定するオゾンガス流量計の測定値を含むデータを格納していることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれか一項に記載の廃水処理システム。 30

【請求項10】

前記データ蓄積装置に格納されるデータは、オンラインで収集されることを特徴とする請求項9記載の廃水処理システム。

【請求項11】

前記データ蓄積装置に格納されるデータの一部または全部は、操作員により入力されることを特徴とする請求項9記載の廃水処理システム。 40

【請求項12】

前記演算及び制御装置は、前記データ蓄積装置から取得したデータに基づいて汚泥処理比とオゾン注入量の収束値を求め、求めた汚泥処理比とオゾン注入量の収束値を満たすパラメータを自動的に計算することを特徴とする請求項9から請求項11のいずれか一項に記載の廃水処理システム。

【請求項13】

汚泥濃度とオゾン使用量または汚泥減容効果との相関データ、及び水質とオゾン使用量または汚泥減容効果との相関データを含む実験データを格納する実験データ入力装置を備え、前記演算及び制御装置は、前記データ蓄積装置から取得した汚泥濃度及び水質データ 50

に対し、前記実験データ入力装置に格納された実験データを参照して汚泥引抜流量及びオゾン使用量を調整することを特徴とする請求項9から請求項12のいずれか一項に記載の廃水処理システム。

【請求項14】

前記演算及び制御装置は、前記放流水の水質データが予め設定された前記放流水の水質基準を満たすように、汚泥引抜流量及びオゾン使用量を調整することを特徴とする請求項1から請求項13のいずれか一項に記載の廃水処理システム。

【請求項15】

前記演算及び制御装置は、決定したオゾン使用量に基づいて、前記オゾン反応部にオゾンを注入する時間と間隔を決定することを特徴とする請求項1から請求項14のいずれか一項に記載の廃水処理システム。

10

【請求項16】

有機性廃水を好気性条件の下で生物処理し、活性汚泥を含んだ汚泥含有処理水を生成する生物処理工程と、

前記生物処理工程で生成された前記汚泥含有処理水を濃縮汚泥と処理水に分離する固液分離工程と、

前記生物処理工程で生成された前記汚泥含有処理水を含む混合液、前記処理水、及び前記処理水を消毒した放流水それぞれの、汚泥濃度を除く水質データを取得する水質データ取得工程と、

前記生物処理工程で生成された前記汚泥含有処理水、または前記固液分離工程で分離された前記濃縮汚泥を所定の汚泥引抜流量で引き抜いてオゾン処理を行う改質工程とを含み、前記改質工程において、前記混合液の汚泥濃度に基づいて汚泥引抜流量を決定し、前記混合液の汚泥濃度と汚泥引抜流量の積に基づいて前記オゾン処理におけるオゾン使用量を決定すると共に、前記混合液、前記処理水、及び前記放流水のいずれか1つ以上の水質データに基づいて汚泥引抜流量及びオゾン使用量を調整することを特徴とする廃水処理方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機性廃水の生物処理によって発生する余剰汚泥を、オゾンを利用して減容化する廃水処理システム及び廃水処理方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

有機性廃水を処理する方法として、標準活性汚泥法等の微生物を利用した処理が広く用いられている。微生物を利用した処理では、処理に伴い微生物が増殖して活性汚泥と他の浮遊物を含む余剰汚泥が発生する。余剰汚泥は、水処理に不必要的汚泥であるため、産業廃棄物として焼却され、埋め立て処分される。このような余剰汚泥の処分には、新たな用地の確保等も含め多大なエネルギーとコストを要することから、余剰汚泥の発生量の低減が求められている。

【0003】

余剰汚泥の発生量を低減する方法の一つとして、オゾンを利用した汚泥減容化処理が知られている。これは、微生物等を含む余剰汚泥をオゾンで分解することにより可溶化し、余剰汚泥を減容化する処理である。余剰汚泥が減容する効果、すなわち汚泥減容効果は、余剰汚泥の処理量と使用するオゾン量によって変化する。余剰汚泥の処理量またはオゾン使用量が不十分な場合、期待される汚泥減容効果が得られない。逆にそれらの量が多すぎると微生物が必要以上に分解され、廃水処理に寄与する微生物活性が低下するため、処理水の水質が悪化することがある。

40

【0004】

このため、廃水処理システムにおいては、余剰汚泥の処理量またはオゾン使用量が適切な値となるように制御する方法が検討されている。例えば特許文献1では、生物処理槽の混合液の汚泥濃度及び混合液量、並びに固液分離槽の分離汚泥の汚泥濃度及び分離汚泥量

50

から系内の保持汚泥量を演算し、求めた保持汚泥量と目標保持汚泥量との差に基づいて改質汚泥の増減量を求め、混合液または分離汚泥から引き抜く汚泥の設定量を増減している。

【0005】

また、特許文献2では、生物処理槽内に常に所定濃度のMLSS (Mixed Liquor or Suspended Solids) が維持されているように返送汚泥の量を制御することにより、生物処理の効率を良くし、オゾン処理の負荷を少なくしている。さらに、特許文献3では、廃水または放流水の水質データに基づいて高度処理が必要かどうかを判定し、必要な場合には、それらの水質及び水量に基づいてオゾン発生機の操作条件を決定している。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2007-253011号公報

【特許文献2】特開平9-99292号公報

【特許文献3】特開平7-251186号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記のように、従来、余剰汚泥の処理量及びオゾン使用量が適切な値となるように様々な制御方法が検討されているが、余剰汚泥の発生量は生物処理槽に流入する有機性廃水の水量、水質、及び温度等の変化に伴い変動するため、予め設定された放流水の水質基準（例えば各国で定められた放流水質基準）を満たしつつ、最適な汚泥減容効果を得られるようオゾン使用量を制御することは困難であった。

20

【0008】

特許文献1では、系内の保持汚泥量をモニターして適切な引抜汚泥量を設定しているが、引抜汚泥に対して注入するオゾン量については制御していない。また、特許文献2では、生物処理槽内のMLSSを所定濃度に維持するように処理量を決定しているが、オゾン使用量については制御しておらず、汚泥SS重量あたり10%～20%が好適であると記載されているのみである。

30

【0009】

このため、特許文献1、2に記載された方法では、生物処理槽中のCOD (Chemical oxygen demand) 等の水質が変化した場合に、活性汚泥の分解に必要なオゾン量の変動に対応できず、放流水質基準を満たすことは難しい。また、放流水質基準を満たすことができたとしても、オゾンを過剰供給している場合が考えられ、コスト高となる問題がある。

【0010】

また、特許文献3では、廃水または放流水の水質データに基づいてオゾン発生機の操作条件を決定しているが、この方法では変動する余剰汚泥の量に応じたオゾン使用量を決定することは難しく、最適な汚泥減容効果を得ることは難しい。さらに、これらの特許文献1～3では、オゾン処理効率の向上について対策がとられておらず、オゾン使用量が多くなりランニングコストが大きくなるという課題がある。

40

【0011】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、余剰汚泥の発生量の変動があっても予め設定された放流水の水質基準を安定して満たし、且つ最適な汚泥減容効果が得られるようにオゾン使用量を制御することが可能な廃水処理システム及び廃水処理方法を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明に係る廃水処理システムは、有機性廃水を好気性条件の下で生物処理し、活性汚

50

泥を含んだ汚泥含有処理水を生成する生物処理槽と、生物処理槽で生成された汚泥含有処理水を濃縮汚泥と処理水に分離する固液分離部と、生物処理槽で生成された汚泥含有処理水、または固液分離部で分離された濃縮汚泥を所定の汚泥引抜流量で引き抜いてオゾン処理を行い、処理後の汚泥含有処理水または濃縮汚泥を生物処理槽に返送するオゾン反応部と、オゾンを生成しオゾン反応部に供給するオゾン発生器と、生物処理槽内の汚泥含有処理水を含む混合液の汚泥濃度を測定する汚泥濃度測定手段と、混合液、処理水、及び処理水を消毒した放流水それぞれの、汚泥濃度を除く水質データを測定する水質測定手段と、混合液の汚泥濃度に基づいて汚泥引抜流量を決定し、混合液の汚泥濃度と汚泥引抜流量の積に基づいてオゾン処理におけるオゾン使用量を決定すると共に、水質測定手段によりそれぞれ測定された混合液、処理水、及び放流水のいずれか1つ以上の水質データに基づいて汚泥引抜流量及びオゾン使用量を調整する演算及び制御装置を備えたものである。10

【0013】

また、本発明に係る廃水処理方法は、有機性廃水を好気性条件の下で生物処理し、活性汚泥を含んだ汚泥含有処理水を生成する生物処理工程と、生物処理工程で生成された汚泥含有処理水を濃縮汚泥と処理水に分離する固液分離工程と、生物処理工程で生成された汚泥含有処理水を含む混合液、処理水、及び処理水を消毒した放流水それぞれの、汚泥濃度を除く水質データを取得する水質データ取得工程と、生物処理工程で生成された汚泥含有処理水、または固液分離工程で分離された濃縮汚泥を所定の汚泥引抜流量で引き抜いてオゾン処理を行う改質工程とを含み、改質工程において、混合液の汚泥濃度に基づいて汚泥引抜流量を決定し、混合液の汚泥濃度と汚泥引抜流量の積に基づいてオゾン処理におけるオゾン使用量を決定すると共に、混合液、処理水、及び放流水のいずれか1つ以上の水質データに基づいて汚泥引抜流量及びオゾン使用量を調整するものである。20

【発明の効果】

【0014】

本発明に係る廃水処理システムによれば、生物処理槽内の混合液の汚泥濃度と汚泥引抜流量の積に基づいてオゾン処理におけるオゾン使用量を決定し、さらに混合液、処理水、及び放流水のいずれか1つ以上の水質データに基づいて汚泥引抜流量及びオゾン使用量を調整することにより、生物処理槽に流入する有機性廃水の水量、水質、及び温度の変動に伴う余剰汚泥の発生量の変動があっても、予め設定された放流水の水質基準を安定して満たし、且つ最適な汚泥減容効果が得られるようにオゾン使用量を制御することが可能である。30

【0015】

また、本発明に係る廃水処理方法によれば、生物処理工程における混合液の汚泥濃度と汚泥引抜流量の積に基づいてオゾン処理におけるオゾン使用量を決定し、さらに混合液、処理水、及び放流水のいずれか1つ以上の水質データに基づいて汚泥引抜流量及びオゾン使用量を調整するようにしたので、生物処理工程に流入される有機性廃水の水量、水質、及び温度の変動に伴う余剰汚泥の発生量の変動があっても、予め設定された放流水の水質基準を安定して満たし、且つ最適な汚泥減容効果が得られるようにオゾン使用量を制御することが可能である。40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施の形態1に係る廃水処理システムの構成を示す模式図である。
【図2】本発明の実施の形態1に係る廃水処理システムにおける汚泥引抜流量とオゾン使用量の決定方法を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態2に係る廃水処理システムの構成を示す模式図である。

【図4】オゾン濃度とオゾン注入量の収束値の関係を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態3に係る廃水処理システムの構成を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

実施の形態1.

10

20

30

40

50

以下に、本発明の実施の形態1に係る廃水処理システム及び廃水処理方法について、図面に基づいて説明する。図1は、本実施の形態1に係る廃水処理システムの構成を示す模式図である。本実施の形態1に係る廃水処理システムは、生物処理槽1、散気装置2、固液分離槽7、消毒池8、オゾン反応槽9、及びオゾン発生器12等を含んで構成される。なお、図1において、W1は被処理水である廃水、W2は汚泥含有処理水、W3は処理水、W4は放流水を示している。

【0018】

また、本実施の形態1に係る廃水処理方法は、主に、生物処理工程、固液分離工程、及び改質工程を含んでいる。生物処理工程では、有機性の廃水W1を好気性条件の下で生物処理し、活性汚泥を含んだ汚泥含有処理水W2を生成する。固液分離工程では、生物処理工程で生成された汚泥含有処理水W2を濃縮汚泥と処理水W3に分離する。また、改質工程では、生物処理工程で生成された汚泥含有処理水W2（または固液分離工程で分離された濃縮汚泥）を所定の汚泥引抜流量で引き抜いてオゾン処理を行う。

10

【0019】

これらの工程を行うにあたり、生物処理工程における汚泥含有処理水W2を含む混合液の汚泥濃度に基づいて汚泥引抜流量を決定し、混合液の汚泥濃度と汚泥引抜流量の積に基づいてオゾン処理におけるオゾン使用量を決定する。さらに、混合液、処理水W3、及び放流水W4のいずれか1つ以上の水質データに基づいて、汚泥引抜流量及びオゾン使用量を調整するものである。

【0020】

20

本実施の形態1に係る廃水処理システムを構成する各部における処理、作用について説明する。生物処理槽（曝気槽）1は、廃水W1を好気性条件の下で生物処理し、主に好気性微生物の集合体からなる活性汚泥を含んだ汚泥含有処理水W2を生成する。すなわち、生物処理槽1内には、廃水W1と汚泥含有処理水W2の混合液が存在し、生物処理が進むほど混合液における汚泥含有処理水W2の割合が高くなる。

【0021】

散気装置2は、空気供給装置3から送出された空気を生物処理槽1内に供給し、生物処理槽1を好気性条件とする。空気供給装置3としては、必要な空気供給量によってプロアーマまたはコンプレッサ等が用いられる。また、生物処理槽1内には、汚泥濃度測定手段である汚泥濃度測定器4が設置され、生物処理槽1内の混合液の汚泥濃度を測定する。さらに、生物処理槽1内には、水質測定手段である水質測定器5aが設置され、生物処理槽1内の混合液の水質を測定する。

30

【0022】

生物処理槽1で生成された汚泥含有処理水W2は、配管6aを介して固液分離部である固液分離槽7へ移送される。固液分離槽7としては、終末沈澱槽または膜分離槽等が用いられ、生物処理槽1で生成された汚泥含有処理水W2を濃縮汚泥と処理水W3に分離する。分離された濃縮汚泥の一部は、濃縮汚泥返送用の配管6bを介して生物処理槽1に返送される。配管6bには、濃縮汚泥を返送するためのポンプ（図示省略）が接続されている。

【0023】

40

固液分離槽7において濃縮汚泥と分離された処理水W3は、配管6cを介して消毒池8に移送される。配管6cには、処理水W3の水質を測定する水質測定器5bが設置されている。処理水W3は、消毒池8で消毒された後、配管6dを介して河川等へ放流水W4として放流される。放流水W4は、各国で定められた放流水の水質基準（日本の場合、下水道法で定められた放流水質基準等）を満たす必要があり、配管6dには、放流水W4の水質を測定する水質測定器5cが設置されている。

【0024】

また、生物処理槽1内の余剰汚泥を減容化するため、生物処理槽1の汚泥含有処理水W2は、汚泥引抜用の配管6eを介して引き抜かれる。配管6eには、汚泥引抜流量を測定する汚泥流量計10a及び汚泥引抜ポンプ11aが設置されている。引き抜かれた汚泥含

50

有処理水W2は、オゾン反応部においてオゾン処理が行われ、微生物等を含む余剰汚泥が分解される。オゾン反応部は、オゾン反応槽9と、生物処理槽1から引き抜かれた汚泥含有処理水を循環させる配管6gと、汚泥含有処理水にオゾンを注入するエジェクタ17を有している。

【0025】

一日当たりのオゾン処理汚泥量を一日当たりの余剰汚泥発生量で除した商である「汚泥処理比」は、汚泥流量計10aで測定される汚泥引抜流量で決まる。汚泥引抜ポンプ11aは、設定された汚泥処理比となるように決定された汚泥引抜流量で汚泥含有処理水W2を引き抜き、オゾン反応槽9に移送する。汚泥引抜ポンプ11aのサイズは、余剰汚泥発生量、汚泥処理比、及び一日当たりの汚泥処理回数等から計算される汚泥引抜流量、汚泥引抜ポンプ11aの設置位置、及び配管6eの圧損に起因する揚程等から決定される。10

【0026】

オゾン反応槽9の下部には汚泥返送用の配管6fが接続されており、オゾン処理後の汚泥含有処理水は生物処理槽1に返送される。汚泥含有処理水の返送にはポンプ等を用いても良いが、オゾン反応槽9が生物処理槽1の上部に配置されている場合には自然落下により返送することができる。なお、汚泥処理比と汚泥引抜流量の設定方法については、後に図2のフローチャートを用いて詳細に説明する。

【0027】

オゾン発生器12は、相対する電極間に誘電体を介して交流の高電圧を印加して放電を持続的に発生させ、この放電空間中に酸素を通過させることによりオゾンガスを生成する。オゾン発生器12で発生させたオゾンの濃度の計測には、一般的なオゾン濃度計（図示省略）が使用される。オゾン濃度計は、オゾン注入用の配管14aに設置してもよいし、オゾン発生器12に組み込んでもよい。また、オゾンの流量は、配管14aに設置されたオゾンガス流量計16により測定される。20

【0028】

オゾン発生器12には、電源装置、原料供給装置、及び冷却装置（いずれも図示省略）が接続されている。オゾン発生器12に供給されるオゾンの原料は、特に限定されるものではないが、液体酸素の他、PSA（Pressure Swing Adsorption）またはPVS（Pressure Vacuum Swing Adsorption）で生成した酸素を用いることができる。また、オゾン発生効率を保つために、供給される酸素流量に応じて0.05%～0.5%の窒素または空気等を添加する添加ガス供給部を設けてもよい。30

【0029】

オゾン発生器12を冷却する冷却装置は、冷却媒体を循環させる冷媒循環ポンプと、オゾン発生器12にて発生した熱を吸収した冷却媒体を冷却する冷却器を備えている。冷却器としては、熱交換器、チラー、または冷凍機等を用いることができる。冷却媒体としては、水道水の他、イオン交換水、不凍液、スケール除去剤、または腐食防止剤が混入された水等を用いることができる。

【0030】

オゾン発生器12で生成されたオゾンは、オゾン注入用の配管14aを介してエジェクタ17のガス吸引口に導入される。エジェクタ17は、オゾン反応槽9の側面に取り付けられた汚泥循環用の配管6gに設置され、オゾン反応槽9から引き抜かれて配管6gを循環している汚泥含有処理水に対しオゾンを注入し接触させる。配管6gには、エジェクタ17の他、汚泥流量計10b及び汚泥循環ポンプ11bが設置されている。40

【0031】

エジェクタ17でオゾンが注入された汚泥含有処理水は、配管6gが接続されたオゾン反応槽9の下部からオゾン反応槽9の内部に流入し、生物処理槽1からの汚泥含有処理水の引き抜きに伴い上方に移動して配管6gに戻る。このように、汚泥含有処理水を循環させることにより攪拌効果が得られ、エジェクタ17における汚泥とオゾンの反応効果を高めることができる。オゾン反応槽9内に蓄積された排オゾンは、オゾン排出用の配管1450

bを介して排オゾン分解装置18に移送される。排オゾン分解装置18は、排オゾンを酸素に分解処理した後、大気へ放出する。

【0032】

データ蓄積装置19は、演算及び制御装置21による演算に用いられるデータを格納するものであり、本実施の形態1では、少なくとも汚泥濃度測定器4、水質測定器5a、5b、5c、汚泥流量計10a、10b、及びオゾンガス流量計16の測定値を含むデータを格納している。データ蓄積装置19は、汚泥濃度測定器4、水質測定器5a、5b、5c、汚泥流量計10a、10b、及びオゾンガス流量計16にそれぞれ信号接続され、これらの測定値を含むデータをオンラインで収集している。

【0033】

実験データ入力装置20は、混合液の汚泥濃度、水質、及び温度とオゾン使用量または汚泥減容効果との相関データを含む様々な実験データを格納している。実験データ入力装置20に入力される実験データは、廃水W1、混合液、処理水W3、及び放流水W4について、様々な状況、すなわち汚泥濃度、水質、温度等を想定し、実際のあるいは同等の発生汚泥にてオゾン処理の実験あるいは実証試験を実施して得られたものである。

【0034】

具体的には、汚泥含有処理水の汚泥濃度（M L S S または有機分濃度）とオゾン使用量あるいは汚泥減容効果との相関データ、汚泥含有処理水のCOD、BOD（Biological oxygen demand）、TOC（Total Organic Carbon）等の水質データとオゾン使用量あるいは汚泥減容効果との相関データ、放流水の水質データあるいは放流水と放流水質基準との差分データに対するオゾン使用量のデータ、汚泥含有処理水または濃縮汚泥の汚泥濃度、COD等の初期データに対して注入したオゾンの濃度と量のデータ、エジェクタ17の気液流量比（オゾン流量 / 汚泥循環流量、以下G / Lと記す）の値に対する有機物の生分解性を示す指標データ（COD、吸光度等）の変動量のデータ等が実験データ入力装置20に入力される。

【0035】

演算及び制御装置21は、データ蓄積装置19、実験データ入力装置20、汚泥引抜ポンプ11a、汚泥循環ポンプ11b、及びオゾン発生器12にそれぞれ信号接続されている。演算及び制御装置21は、データ蓄積装置19及び実験データ入力装置20から演算に必要なデータを取得して演算を実行し、放流水質基準を満たすと共に最適な汚泥減容効果が得られる汚泥引抜流量とオゾン使用量を決定する。さらに、演算及び制御装置21は、決定した汚泥引抜流量とオゾン使用量になるように、汚泥引抜ポンプ11a、汚泥循環ポンプ11b、及びオゾン発生器12を制御する。

【0036】

次に、演算及び制御装置21による汚泥引抜流量とオゾン使用量の決定方法について、図2のフローチャートを用いて説明する。まず、ステップS1において、汚泥濃度測定器4により測定された生物処理槽1内の混合液の汚泥濃度を、データ蓄積装置19から取得する。なお、生物処理槽1内の汚泥は沈降性が高いため、汚泥濃度測定器4による汚泥濃度の測定は、汚泥含有処理水W2を引き抜く直前のタイミングで、生物処理槽1内の混合液を十分に攪拌した後に行われる。すなわち、汚泥濃度測定器4により測定される混合液の汚泥濃度は、汚泥含有処理水W2の汚泥濃度とほぼ等しい。

【0037】

続いてステップS2において、予め設定された汚泥処理比を基準とし、この汚泥処理比とステップS1で取得した汚泥濃度に基づいて汚泥引抜流量を決定する。汚泥処理比は、生物処理槽1における微生物負荷及び余剰汚泥発生量に応じて適切な値が設定され、実験データ入力装置20に入力されている。

【0038】

汚泥処理比は、2.0未満の場合はオゾン処理による活性汚泥中の微生物の分解量が十分ではなく、余剰汚泥量を十分減少させることができない可能性がある。また4.0を超えるとオゾン処理により活性汚泥の微生物を過剰に分解してしまい、微生物活性度が低下

10

20

30

40

50

して処理水W3の水質が悪化する可能性がある。このため、適切な汚泥処理比の値は、2.0以上4.0以下、好ましくは3.0以下に設定される。

【0039】

続いてステップS3において、ステップS1で取得した混合液の汚泥濃度とステップS2で決定した汚泥引抜流量の積から、オゾン処理におけるオゾン使用量を決定する。ここでは、予め設定された汚泥処理比に対して、一定の汚泥量当たりに必要なオゾン注入量のデータを参照し、汚泥濃度と汚泥引抜流量の積からオゾン使用量を決定する。なお、一定の汚泥量当たりに必要なオゾン注入量のデータは、実験データ入力装置20に格納されている。

【0040】

次に、ステップS4において、水質測定器5a、5b、5cによりそれぞれ測定された混合液、処理水W3、及び放流水W4の水質データを、データ蓄積装置19から取得する。続いてステップS5において、実験データ入力装置20に格納された汚泥濃度とオゾン使用量または汚泥減容効果との相関データ、及び水質データとオゾン使用量または汚泥減容効果との相関データの中から、ステップS1で取得した汚泥濃度、及びステップS4で取得した水質データに関連のある相関データを参照する。

【0041】

具体的には、ステップS4において取得した混合液、処理水W3、及び放流水W4のいずれか1つ以上の水質データについて関連する相関データを参照し、当該水質データに基づいて汚泥引抜流量及びオゾン使用量を調整する。例えばステップS4で取得した混合液の水質データのCODの値が通常よりも高い場合、実験データ入力装置20に格納されたCODとオゾン使用量あるいは汚泥減容効果との相関データを抽出して参照する。

【0042】

続いて、ステップS6において、参照した相関データに基づいて、ステップS1で取得した汚泥濃度とステップS4で取得した水質データに対し、適切な汚泥処理比とオゾン注入量の収束値（定常時の値）を計算で求める。オゾン注入量の収束値とは、オゾン濃度とオゾン流量との積を、汚泥含有処理水の汚泥濃度と汚泥引抜流量との積で除した値であり、以下の式（1）で表される。

【0043】

$$X = (C(O_3) \cdot F(O_3)) / (C(SS) \cdot F(SS)) \quad (1)$$

ここで、Xはオゾン注入量の収束値（mg O₃ / g SS）、C(O₃)はオゾン濃度（mg O₃ / L）、F(O₃)はオゾン流量（L / min）、C(SS)は汚泥含有処理水の汚泥濃度（g SS / L）、F(SS)は汚泥引抜流量（L / min）である。

【0044】

なお、オゾン注入量の収束値は、汚泥含有処理水中の汚泥を十分に分解し、生物処理槽1内の余剰汚泥を十分に分解しつつ、過剰なオゾン注入による未反応のオゾンの増加を抑制する観点から、20mg O₃ / g SS以上50mg O₃ / g SS以下が好ましい。また、オゾン濃度は、現状のオゾン発生器12で生成可能なオゾン濃度を考慮し、汚泥含有処理水中の汚泥の生分解性を向上させて生物処理槽1内の余剰汚泥の減容化を促進させる観点から、100mg / L以上400mg / L以下が好ましい。

【0045】

汚泥処理比を決定するための一日あたりの余剰汚泥の発生量は、生物処理槽1に流入する廃水W1の水量、水質、有機物負荷、及び温度等の変化に伴い変動する。このため、最適な汚泥減容効果を得るためにには、生物処理槽1内の混合液の汚泥濃度（MLSS、有機分濃度）、COD、BOD、TOC、DO（Dissolved Oxygen）、pH、りん濃度、窒素濃度等の水質データ、水量、及び温度に基づいて、適切な汚泥処理比とオゾン注入量の収束値を決定する必要がある。

【0046】

例えば、適切な汚泥処理比及びオゾン注入量の収束値は、下水処理の場合と民間の工場廃水の排水処理の場合とでは異なる。共存CODの値が公共の下水処理場よりも大きい民

10

20

30

40

50

間の工場廃水の場合、あるいはオゾンが消費されやすい物質を含む廃水の場合、オゾンは、汚泥よりもオゾンが消費されやすい物質と先に反応した後に汚泥と反応することを実験により見出しており、適切なオゾン注入量の収束値が公共下水処理場の場合よりも大きくなる。よって、混合液の汚泥濃度と汚泥引抜流量の積に基づいて決定したオゾン使用量に対し、混合液の水質データ（COD等）に基づいて追加するオゾン量を決定する必要がある。

【0047】

また、処理水W3が消毒池8を介して放流水W4として河川等に放流される際には、放流水質基準を満たしていかなければならない。生物処理槽1内の混合液の水質と最終的な放流水W4の水質とでは、水質の変動が伝わるのに数日程度のタイムラグがあるため、放流水W4の水質データが放流水質基準を満たすように、適切な汚泥処理比及びオゾン注入量の収束値を決定する必要がある。

10

【0048】

続いてステップS7において、ステップS6で求めた適切な汚泥処理比とオゾン注入量の収束値を満たすように、汚泥引抜流量とオゾン使用量を調整する。適切なオゾン注入量の収束値、汚泥濃度、及び汚泥引抜流量が決まれば、上記式（1）により、適切なオゾン使用量（オゾン濃度とオゾン流量）が計算で求められる。

【0049】

具体的には、ステップS6で求めた汚泥処理比とオゾン注入量の収束値を満たす最適なパラメータ（汚泥引抜流量、オゾン使用量、一日にオゾン処理を実施する時間及び回数等）を自動的に計算し、それらのパラメータに基づいて汚泥引抜ポンプ11a、汚泥循環ポンプ11b、及びオゾン発生器12を制御する。

20

【0050】

ステップS7において、放流水W4の水質データに基づいて汚泥引抜流量及びオゾン量を調整する例について説明する。演算及び制御装置21は、放流水W4の水質データの任意の項目（例えばCOD値）の放流水質基準との差分データを、放流水のCOD値と汚泥減容効果との相関データに参照して、放流水質基準を超えない汚泥引抜流量の設定値を決定する。この設定値を超えないように汚泥引抜ポンプ11aの出力を制御し、汚泥流量計10aにより測定される流量を設定値より小さい値に維持する。汚泥引抜ポンプ11aの出力は、例えばインバーターを用いることで制御が可能である。

30

【0051】

さらに、演算及び制御装置21は、放流水W4のCOD値の放流水質基準との差分データを、放流水のCOD値とオゾン使用量の相関データに参照して、放流水質基準を超えないオゾン使用量の設定値を決定する。この設定値を超えないようにオゾン発生器12のオゾン濃度及びオゾン流量を制御し、オゾン処理におけるオゾン使用量を設定値より小さい値に維持する。

【0052】

また、ステップS7において、生物処理槽1内の混合液の水質データに基づいて汚泥引抜流量とオゾン量を調整する例について説明する。実験データ入力装置20には、生物処理槽1内の混合液の水質データとオゾン追加量の相関データが格納されている。演算及び制御装置21は、この相関データを参照して混合液の水質データに適したオゾン追加量を決定し、オゾン濃度及びオゾン流量を調整する。

40

【0053】

また、ステップS7において、一日にオゾン処理を実施する時間と回数で汚泥引抜流量とオゾン使用量を調整してもよい。汚泥処理比に基づいて決まる一日当たりの処理汚泥量に対し、一日の処理回数と時間を適切に決定する。オゾン処理を実施する時間間隔は、汚泥の水質に影響を与えることがわかっており、処理回数が多く間隔が短すぎると水質が悪化する傾向がある。このため、放流水質基準と放流水W4の水質データとの差分に基づいてオゾン処理を実施する時間と間隔を決定してもよい。

【0054】

50

生物処理槽 1 から汚泥含有処理水 W 2 を引き抜く時間と間隔を決定する方法として、データ蓄積装置 19 に格納された混合液の溶解性有機物濃度の値を、実験データ入力装置 20 に入力された溶解性有機物濃度と一日にオゾン処理を実施する時間及び回数との相関データに参照して決定することができる。また、汚泥循環ポンプ 11 b が汚泥含有処理水 W 2 を引き抜く時間と間隔を変化させることで、オゾン注入量を調整することができる。

【 0 0 5 5 】

さらに、ステップ S 7 におけるオゾン使用量の調整方法として、エジェクタ 17 におけるオゾン流量と G / L を調整する方法がある。エジェクタ 17 における G / L は、汚泥含有処理水中の汚泥を十分に分解することができればよく、特に限定されるものではないが、オゾンと汚泥を効率的に反応させ、過剰なオゾン注入による未反応のオゾンの増加を抑制するように設定される。

【 0 0 5 6 】

エジェクタ 17 における G / L の値とオゾン注入量の収束値の関係について実験 (260 nm 吸光度測定) を行った結果、エジェクタ 17 における G / L の値が小さいほどオゾン処理効率が向上し、オゾン注入量の収束値が小さくなることを確認した。この実験結果から、演算及び制御装置 21 は、決定した汚泥引抜流量及びオゾン使用量に基づいて、エジェクタ 17 における G / L の値が最小値となるように、配管 6 g を循環する汚泥含有処理水の流量と、エジェクタ 17 に注入されるオゾンの濃度及び流量を制御することが望ましい。具体的には、G / L は、0.01 以上 0.3 以下、さらに望ましくは 0.2 以下に設定される。

【 0 0 5 7 】

本実施の形態 1 に係る廃水処理システムは、図 1 に示す構成に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、図 1 では固液分離槽 7 は生物処理槽 1 とは別に配置されているが、生物処理槽 1 内に配置された固液分離膜により濃縮汚泥と処理水 W 3 に分離することもできる。

【 0 0 5 8 】

また、図 1 では生物処理槽 1 で生成された汚泥含有処理水 W 2 を引き抜いてオゾン反応槽 9 に移送しているが、固液分離槽 7 で分離された濃縮汚泥を引き抜いてオゾン反応槽 9 に移送してもよい。その場合、固液分離槽 7 からの汚泥引抜流量は、固液分離槽 7 の濃縮汚泥の汚泥濃度と予め設定された汚泥処理比に基づいて決定される。なお、固液分離槽 7 の濃縮汚泥の汚泥濃度は、生物処理槽 1 から固液分離槽 7 へ移送された汚泥含有処理水 W 2 の汚泥濃度と固液分離槽 7 の濃縮比から求めることができる。

【 0 0 5 9 】

また、図 1 ではオゾン反応部はオゾン反応槽 9 を備えているが、オゾン反応槽 9 を備えていなくてもよい。また、オゾンの注入方法としてエジェクタ 17 を用いているが、散気式、機械攪拌式等の方式を採用してもよい。また、データ蓄積装置 19 は、汚泥濃度測定器 4 及び各水質測定器 5 a、5 b、5 c 等の測定値を含むデータをオンラインで収集しているが、それらのデータの一部または全部を操作員によって入力してもよい。

【 0 0 6 0 】

以上のように、本実施の形態 1 に係る廃水処理システム及び廃水処理方法によれば、生物処理槽 1 内の混合液の汚泥濃度と汚泥引抜流量の積に基づいてオゾン処理におけるオゾン使用量を決定し、さらに混合液、処理水 W 3 、及び放流水 W 4 のいずれか 1 つ以上の水質データに基づいて汚泥引抜流量及びオゾン使用量を調整することにより、生物処理槽 1 に流入する廃水 W 1 の水量、水質、及び温度の変動に伴う余剰汚泥の発生量の変動があつても、安定して放流水質基準を満たし、且つ最適な汚泥減容効果が得られるようにオゾン使用量を制御することが可能である。

【 0 0 6 1 】

また、混合液の汚泥濃度と水質データに対して適切なオゾン使用量を決定しているので、オゾンの過剰供給を防止することができる。さらに、決定した汚泥引抜流量及びオゾン使用量に基づいて、エジェクタ 17 における G / L の値が最小値となるように制御すること

10

20

30

40

50

により、オゾン処理効率が向上する。これにより、少ないオゾン使用量で放流水質基準を満たすと共に最適な汚泥減容効果が得られ、ランニングコストを抑制することができる。

【0062】

実施の形態2.

図3は、本発明の実施の形態2に係る廃水処理システムの構成を示す模式図である。なお、図3において、図1と同一部分には同一符号を付している。本実施の形態2に係る廃水処理システムは、オゾン注入用の配管14aに、オゾン濃縮器13とオゾンガス圧力計15を備えている。オゾン発生器12とオゾン濃縮器13は、酸素ガス返送用の配管14cで接続されている。それ以外の構成及び各部における処理、作用については、上記実施の形態1と同様であるので、ここでは説明を省略する。

10

【0063】

オゾン濃縮器13は、オゾン発生器12で発生したオゾンを濃縮し、400mg/L以上、最大2000mg/Lの高濃度オゾンを生成することができる。オゾン濃縮器13は、冷媒で冷却されたシリカゲル等の吸着剤を内包した吸着塔と、冷媒を冷却するための冷凍機を備える。オゾン濃縮器13は、オゾンを吸着した吸着剤からエジェクタ17の吸引力によって主に酸素を排気し吸着塔内のオゾン濃度を高める。エジェクタ17は真空ポンプで代用しても良い。オゾン濃縮器13で生成された高濃度オゾンは、オゾン注入用の配管14aを介してエジェクタ17のガス吸引口に導入される。また、オゾン濃縮器13で吸着されなかった酸素ガスは、配管14cを介してオゾン発生器12に返送され、再利用される。

20

【0064】

本実施の形態2において、データ蓄積装置19は、汚泥濃度測定器4、水質測定器5a、5b、5c、汚泥流量計10a、10b、オゾンガス圧力計15、オゾンガス流量計16、及びオゾン濃縮器13の吸着塔に設けられた温度計(図示省略)にそれぞれ信号接続され、それらの測定値を含むデータを蓄積する。

【0065】

また、演算及び制御装置21は、データ蓄積装置19、実験データ入力装置20、汚泥引抜ポンプ11a、汚泥循環ポンプ11b、オゾン発生器12、及びオゾン濃縮器13にそれぞれ信号接続されている。演算及び制御装置21は、データ蓄積装置19及び実験データ入力装置20から演算に必要なデータを取得し、放流水質基準を満たすと共に最適な汚泥減容効果が得られる汚泥引抜流量とオゾン使用量を決定する。

30

【0066】

さらに、演算及び制御装置21は、決定した引抜汚泥流量とオゾン使用量になるように、汚泥引抜ポンプ11a、汚泥循環ポンプ11b、オゾン発生器12、及びオゾン濃縮器13を制御する。例えば、演算及び制御装置21は、オゾン濃縮器13の吸着塔の温度とオゾンガス圧力計15の測定値をデータ蓄積装置19から取得し、エジェクタ17へのオゾン注入量の収束値が決定された値となるようにフィードバック制御を行う。これにより、オゾン濃縮器13の最適な吸着及び脱着条件を得ることができ、所望の濃度のオゾンを発生させることができる。

【0067】

40

図4は、汚泥含有処理水に注入するオゾンの濃度とオゾン注入量の収束値の関係について、実験を行った結果を示している。図4において、横軸はオゾンガス濃度(mgO₃/L)、縦軸はオゾン注入量の収束値(mgO₃/gSS)である。なお、縦軸のオゾン注入量の収束値は、オゾンガス濃度50mgO₃/Lの時のオゾン注入量の収束値を1とした時の相対値である。実験の結果、注入するオゾンの濃度が高いほどオゾン注入量の収束値が小さく、必要なオゾン使用量が少ないことを確認した。

【0068】

この実験結果から、演算及び制御装置21は、決定した汚泥引抜流量及びオゾン使用量に基づいて、エジェクタ17における気液流量比が最小値となり且つオゾン濃度が最高値となるように、配管6gを循環する汚泥含有処理水の流量とエジェクタ17に注入される

50

オゾンの濃度及び流量を制御することが望ましい。

【0069】

本実施の形態2によれば、上記実施の形態1と同様の効果に加え、オゾン処理において高濃度オゾンを用いることにより、上記実施の形態1よりもさらにオゾン処理効率の向上が図られ、オゾン使用量を低減することが可能である。これにより、オゾン発生器12を含めた初期費用とオゾン発生、注入のランニングコストを抑制することができる。また、オゾン濃縮器13で吸着されなかった酸素ガスをオゾン発生器12に返送し、再利用するようにしたので、ランニングコストをさらに低減することができる。

【0070】

実施の形態3。

10

図5は、本発明の実施の形態3に係る廃水処理システムの構成を示す模式図である。なお、図5において、図1と同一部分には同一符号を付している。本実施の形態3に係る廃水処理システムは、ノズル径が異なる複数のエジェクタ17a、17b、17c（総称してエジェクタ17と記す）と、各エジェクタ17に接続されたエジェクタ液ライン切換弁22及びエジェクタガスライン切換弁23を備えている。それ以外の構成及び各部における処理、作用については、上記実施の形態1及び実施の形態2と同様であるので、ここでは説明を省略する

【0071】

本実施の形態3では、演算及び制御装置21は、エジェクタ液ライン切換弁22及びエジェクタガスライン切換弁23にそれぞれ信号接続されている。演算及び制御装置21は、上記実施の形態1と同様に、データ蓄積装置19から生物処理槽1内の混合液の汚泥濃度及び水質データ等を取得し、実験データ入力装置20に格納された相関データを参照して、適切な汚泥処理比とオゾン注入量の収束値を計算し、それらを満たすように、汚泥引抜流量とオゾン使用量を決定する。

20

【0072】

さらに、演算及び制御装置21は、複数のエジェクタ17a、17b、17cの中から決定された汚泥引抜流量とオゾン使用量に最適なエジェクタ17を決定し、そのエジェクタ17に循環汚泥及びオゾンが供給されるようにエジェクタ液ライン切換弁22とエジェクタガスライン切換弁23を切り換える。

【0073】

30

本実施の形態3によれば、上記実施の形態1及び実施の形態2と同様の効果に加え、ノズル径が異なる複数のエジェクタ17a、17b、17cを備えることにより、対応可能な循環汚泥の流量の範囲が広くなる。これにより、生物処理槽1に流入する廃水W1の水量、水質、及び温度等の変動が大きく余剰汚泥の発生量の変動が大きい場合にも、安定して放流水質基準を満たし、且つ最適な汚泥減容効果が得られる。なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。

【産業上の利用可能性】

【0074】

40

本発明は、有機性廃水を生物処理する際に発生する余剰汚泥を、オゾンを利用して減容化する廃水処理システムとして利用することができる。

【符号の説明】

【0075】

1 生物処理槽、2 散気装置、3 空気供給装置、4 汚泥濃度測定器、5a、5b、5c 水質測定器、6a、6b、6c、6d、6e、6f、6g 配管、7 固液分離槽、8 消毒池、9 オゾン反応槽、10a、10b 汚泥流量計、11a 汚泥引抜ポンプ、11b 汚泥循環ポンプ、12 オゾン発生器、13 オゾン濃縮器、14a、14b、14c 配管、15 オゾンガス圧力計、16 オゾンガス流量計、17、17a、17b、17c エジェクタ、18 排オゾン分解装置、19 データ蓄積装置、20 実験データ入力装置、21 演算及び制御装置、22 エジェクタ液ライン切換弁、23 エジェクタガスライン切換弁

50

3 エジェクタガスライン切換弁

【図1】

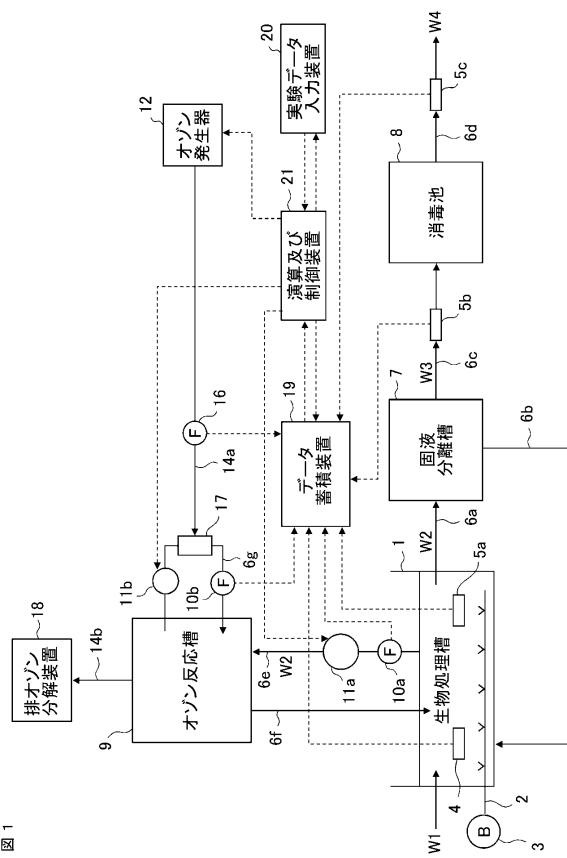
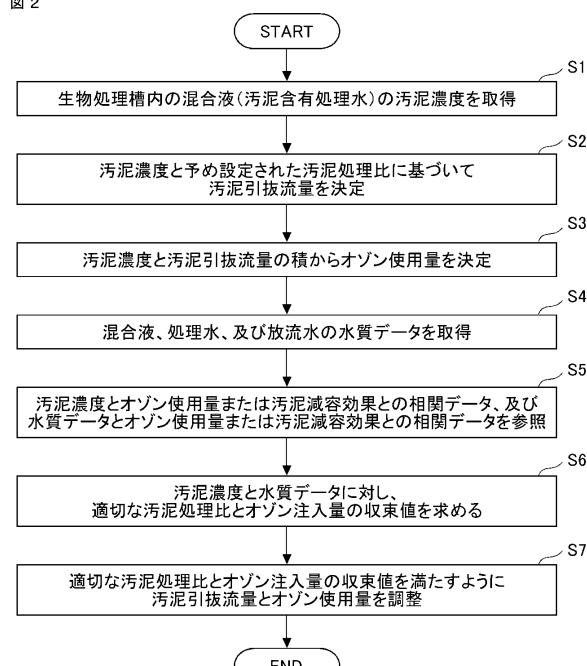


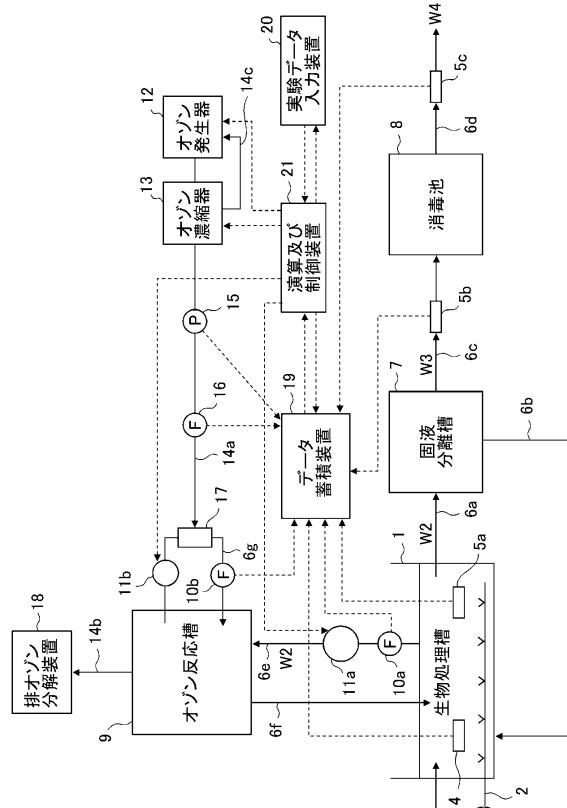
図1

【図2】

図2

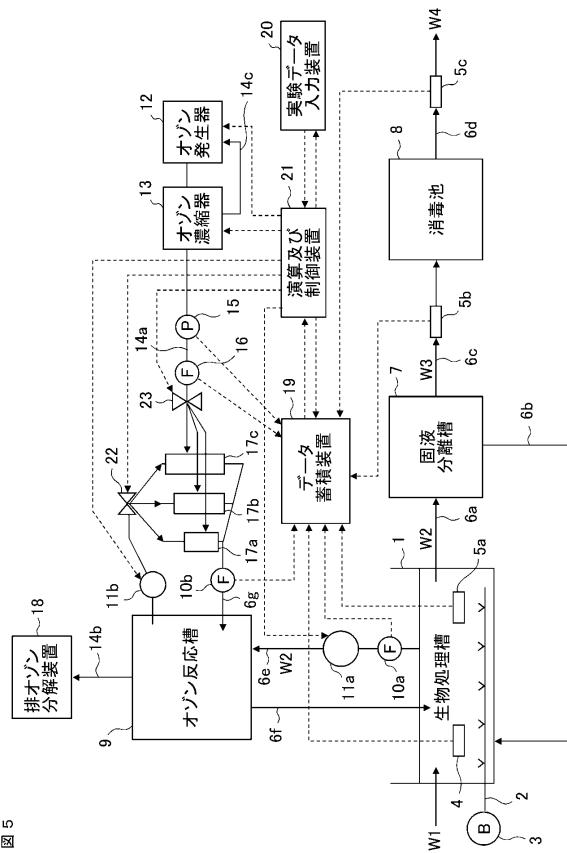


【図3】



3

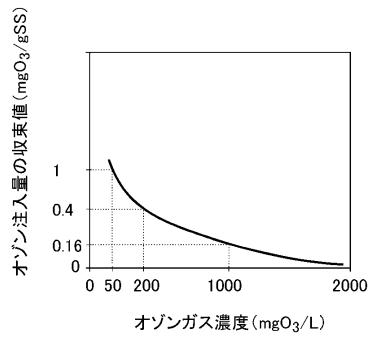
【図5】



5

【 図 4 】

☒ 4



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

B 0 1 F 3/04

F

C 0 2 F 3/12

K

(72)発明者 有馬 芳明

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 明田川 恭平

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 松井 一泰

(56)参考文献 特開2007-253011(JP, A)

特開平09-099292(JP, A)

特開2016-221499(JP, A)

特開平09-150185(JP, A)

米国特許出願公開第2006/0163155(US, A1)

特開2005-324111(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 0 2 F 3 / 1 2

C 0 2 F 1 / 7 0 - 1 / 7 8

C 0 2 F 1 1 / 0 0 - 1 1 / 2 0