

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4910322号
(P4910322)

(45) 発行日 平成24年4月4日(2012.4.4)

(24) 登録日 平成24年1月27日(2012.1.27)

(51) Int. Cl.	F 1		
CO2F 1/50 (2006.01)	CO2F	1/50	510A
CO2F 1/78 (2006.01)	CO2F	1/78	
BO1F 1/00 (2006.01)	CO2F	1/50	520A
BO1F 5/06 (2006.01)	CO2F	1/50	520P
CO1B 13/10 (2006.01)	CO2F	1/50	531R
請求項の数 11 (全 20 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2005-207963 (P2005-207963)
 (22) 出願日 平成17年7月19日(2005.7.19)
 (65) 公開番号 特開2007-21393 (P2007-21393A)
 (43) 公開日 平成19年2月1日(2007.2.1)
 審査請求日 平成19年11月29日(2007.11.29)

(73) 特許権者 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 100100310
 弁理士 井上 学
 (72) 発明者 日▲高▼ 政隆
 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
 所 電力・電機開発研究所内
 (72) 発明者 隅倉 みさき
 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
 所 電力・電機開発研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微細気泡を利用した水処理設備

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

オゾンガスを発生させるオゾン発生装置と、該オゾン発生装置により発生されたオゾンガスを被処理水中に注入するオゾンガス注入装置と、該オゾンガス注入装置によりオゾンガスが注入された被処理水を加圧する高圧ポンプと、該高圧ポンプと前記水処理槽の間の流路に設置され、複数の連通孔を有する多孔板を具備し前記多孔板の連通孔を前記オゾンガスが注入された被処理水が通過する孔数である有効孔数を変化させて前記高圧ポンプで加圧されたオゾンガス混入の被処理水から微細気泡を生成させる微細気泡生成装置を有し、該微細気泡生成装置で生成されたオゾン微細気泡混入の被処理水を水処理槽に注入して被処理水を消毒処理する微細気泡を利用した水処理設備。

【請求項2】

前記微細気泡生成装置が、前記多孔板の有効孔数を変化させるためのシャッター板を備えた請求項1に記載の微細気泡を利用した水処理設備。

【請求項3】

前記微細気泡生成装置が、異なる孔数を有する複数の多孔板と、該多孔板をそれぞれ設置した複数の第2の流路と、該複数の第2の流路にそれぞれ設けられた弁とを有し、該弁の開閉によって通水する第2の流路を切替えることにより有効孔数を可変調整する請求項1に記載の微細気泡を利用した水処理設備。

【請求項4】

前記高圧ポンプがインバータによって回転速度を制御されるものであって、前記高圧ボ

ンプの加圧圧力を許容範囲内となるように回転速度を制御する請求項 2 又は 3 に記載の微細気泡を利用した水処理設備。

【請求項 5】

前記水処理槽に水処理槽内の被処理水を抽水するための抽水流路が設けられ、該抽水流路が流量調整弁を介して前記オゾンガス注入装置に接続されている請求項 1 に記載の微細気泡を利用した水処理設備。

【請求項 6】

前記水処理槽における前記オゾン微細気泡混入の被処理水の注入箇所より下流に被処理水の溶存オゾン濃度計を設け、制御器により溶存オゾン濃度計の計測値をオゾン濃度目標値と比較して、前記水処理槽に注入するオゾン量の過不足を演算し、該演算結果を基にポンプ回転数と前記多孔板の有効孔数と前記オゾン発生装置のオゾン発生量を制御する請求項 4 に記載の微細気泡を利用した水処理設備。

10

【請求項 7】

前記高圧ポンプによる多孔板上流の加圧圧力を 0.1 MPa から 1.0 MPa の範囲に制御する請求項 1 から 3 のいずれかに記載の微細気泡を利用した水処理設備。

【請求項 8】

前記オゾン注入装置をエゼクタによる気相混合装置、或いは散気管による気液混合装置である請求項 1 から 7 のいずれかに記載の微細気泡を利用した水処理設備。

【請求項 9】

前記水処理槽に注入するオゾン量の過不足の演算結果が、水処理槽に注入するオゾン量が不足している場合には、前記制御器によって多孔板の有効孔数を増加し、前記加圧圧力を維持するように前記ポンプ回転数を増加し、前記オゾン発生装置によるオゾン発生量を増加するように制御し、前記水処理槽に注入するオゾン量が過大である場合は、前記制御器によって多孔板の有効孔数を減じ、前記加圧圧力を維持するように前記ポンプ回転数を減じ、前記オゾン発生装置によるオゾン発生量を減ずるように制御する請求項 6 に記載の微細気泡を利用した水処理設備。

20

【請求項 10】

前記水処理槽に導入される被処理水の水質を計測する水質計測計と流量計を設け、該水質計測器の計測値と前記流量計で計測された流量を前記制御器に入力し、被処理水水質の悪化あるいは流量増加が発生した場合には、必要なオゾン量増分値を演算し、被処理水の水質の改善あるいは流量減少が発生した場合には、必要なオゾン量減分値を演算し、該演算結果を基にポンプ回転数と多孔板の有効孔数を制御して、水処理槽内に注入するオゾン量を調整する請求項 4 に記載の微細気泡を利用した水処理設備。

30

【請求項 11】

前記多孔板を通過する流れ方向を逆転し多孔板を逆洗洗浄する逆洗洗浄装置を具備した請求項 1 から 10 のいずれかに記載の微細気泡を利用した水処理設備。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水道水、下水、河川水、湖沼水、産業排水などの浄化、殺菌、消毒に利用可能な微細気泡を利用した水処理設備に関する。

40

【背景技術】

【0002】

浄化、殺菌、消毒における微細気泡の利用と効果を記載したものに、〔非特許文献 1〕がある。また、オゾン水による殺菌効果を記載したものとして、〔非特許文献 2〕がある。

【0003】

〔非特許文献 1〕には、微細気泡は、マイクロバブルと呼ばれる直径が 50 マイクロメートル以下の気泡であり、一般に、このサイズの気泡は、周囲流体への気泡内気体の溶け込みにより、液中で縮小していき、約 2 分で完全溶解すること、微細気泡は、周囲液体への

50

溶け込みにしたがって直径が減少するため、表面張力の効果により内部が高温，高圧になること、気泡は微細になるほど体積に対する表面積比が大きくなるため溶解効率が高くなるが、気体の圧力に比例して溶解度が増加するヘンリーの法則によって溶解がさらに促進されること、微細気泡は消滅時に殺菌力を有するラジカルを発生し、このラジカルによって、細菌，有機物を分解できるため、浄化，殺菌，消毒効果が得られることが記載されている。以下、微細気泡は、このように定義することとする。

【0004】

〔非特許文献2〕には、気体オゾンの溶け込んだオゾン水は酸化還元電位が高く、強力な殺菌効果を有すること、オゾン水の製造に微細気泡を用いれば、溶解速度が高いため、溶解せずに液面から抜ける気泡が減少し、オゾンの利用効率が向上すること、水ポンプによる気相の微細化を利用したオゾン殺菌装置が記載されている。

10

【0005】

微細気泡の生成方法と利用方法の一つに、〔特許文献1〕に記載されているような加圧減圧による方法がある。この方法は、オゾン発生手段で発生したオゾンガスをエゼクタで被処理水に混合し、このオゾンガスが混合された水（混合水という）を高圧ポンプで圧送してオリフィスを通過させ、オリフィス通過時に混合水が減圧されることにより微細気泡を生成し、生成したオゾン微細気泡が混入した液体を処理槽に注入して液体処理に用いる方法である。

【0006】

〔特許文献2〕に記載の微細気泡発生方法では、〔特許文献1〕に記載した微細気泡発生部と同様にオリフィスを通過させて微細気泡を生成しているが、オリフィスを下部に半月状に開口したに流路形状に形成し、ポンプ回転数を制御するインバータを設けて、加圧圧力を微細気泡生成に最も適した圧力に制御している。

20

【0007】

〔特許文献3〕に記載の上下水処理方法及び制御方法では、〔特許文献1〕に記載した微細気泡発生部と同様にオリフィスを通過させて微細気泡を生成しているが、処理槽の注入オゾン濃度や排オゾン濃度、あるいは溶存オゾン濃度を計測して、管径を小径に絞ったオリフィスの開度を調整して加圧圧力を調整し、排オゾン濃度や溶存オゾン濃度を制御している。

【0008】

【特許文献1】特開平10-225696号公報

【特許文献2】特開2003-117365号公報

【特許文献3】特開平10-99877号公報

【非特許文献1】「水の特性と新しい利用技術」、株式会社エヌ・ティー・エス、142-146頁、2004年

【非特許文献2】「新版オゾン利用の新技术」、サンヨー書房、74-83頁、1988年

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

〔非特許文献1〕に記載の従来の技術は、微細気泡の特性について記述しているが、微細気泡の発生方法や具体的な水処理方法については開示されていない。又、〔非特許文献2〕に記載の従来の技術は、ポンプのインペラーのせん断による気泡生成方法であり、この気泡生成方法では、気泡が十分に微細化されないという問題がある。

40

【0010】

〔特許文献1〕に記載の従来の技術では、混合水が高圧ポンプでオリフィス上流側で加圧され、オリフィス通過時に減圧されて微細気泡を生成できるが、流路面積が固定されたオリフィスであるため、オゾン微細気泡の混入水の必要流量を変化させる必要のある場合に対応できない問題がある。又、加圧圧力が変化すると微細気泡の径や発生量が変化するため、オゾン溶解効率に変化して水処理性能が不安定になる問題がある。この方式で加圧圧力と流量を変化させるためには、高圧ポンプに流量調整弁を有するバイパス流路を設け

50

バイパス流路に混合水の一部を通水する方法を採ることも可能であるが、バイパス流路に通水した混合水はオリフィスに送水されないため無駄になり、高圧ポンプに加える電力の損失が増加する。

【 0 0 1 1 】

〔特許文献 2〕に記載の従来技術では、インバータでポンプ回転数を調整することによりオリフィスの加圧圧力を制御することができるが、オリフィス流路面積が固定されているため、〔特許文献 1〕のものと同様にオゾン微細気泡混入水の要求流量の変化に対応する場合に、加圧圧力が変化して安定して微細気泡を生成できない問題がある。

【 0 0 1 2 】

〔特許文献 3〕に記載の従来技術では、オリフィスの流路の絞りを可変調整して加圧圧力を制御しており、この方法により、オゾン微細気泡混入水の流量も制御することができるが、オリフィスの流路の絞りが変わると、オリフィスを通過する際の流速が変わり、微細気泡を生成するためのオリフィス部における減圧量が変化する。このため、加圧減圧のバランスが変わると微細気泡の径や発生量が変化するため、オゾン溶解効率に変化して水処理性能が不安定になる問題がある。

【 0 0 1 3 】

本発明の第 1 の目的は、加圧圧力と気液二相流の流量を制御して微細気泡の径や発生量を安定化することにより、オゾン溶解効率を保ち、水処理性能を高めた水処理設備を提供することにある。

【 0 0 1 4 】

本発明の第 2 の目的は、過大な加圧圧力を掛けることなくポンプ駆動電力を低減して運転経済性を向上した水処理設備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 5 】

上記目的を達成するための本発明の微細気泡を利用した水処理設備は、オゾンガスを発生させるオゾン発生装置と、発生したオゾンガスを被処理水に注入するオゾンガス注入装置と、オゾンガスが注入された被処理水を加圧する高圧ポンプと、高圧ポンプと水処理槽の間の流路に複数の連通孔を有する多孔板を具備しその有効孔数が可変の微細気泡生成装置を設け、インバータを制御して高圧ポンプの加圧圧力が許容範囲内となるように回転速度を制御するものである。多孔板の有効孔数を可変調整するとともに高圧ポンプの加圧圧力を許容範囲内に制御することにより、加圧されたオゾンガスが注入された被処理水を、孔部上流では適切な加圧状態とし、適切な孔径により多孔板に通水して孔部において減圧を生じさせて微細気泡を有効に生成することができる。

【 0 0 1 6 】

又、多孔板の有効孔数を可変調整する代わりに、異なる孔数を有する複数の多孔板と、その多孔板をそれぞれ設置した複数の流路を設け、複数の流路に弁を設けて弁の開閉によって通水する流路を切替えることにより高圧ポンプと水処理槽の間に設けた多孔板の有効孔数を可変調整しても良い。

【 0 0 1 7 】

又、水処理槽内の被処理水の一部を抽水し、抽水した被処理水にオゾン発生装置により発生させたオゾンガスを注入して、被処理水の循環ループとし、水処理槽に微細気泡を混入した被処理水を注入するものである。

【 0 0 1 8 】

又、水処理槽へのオゾン微細気泡混入の被処理水の注入流量と高圧ポンプによる多孔板上流の加圧圧力を制御するとともに、オゾン発生装置でオゾンガス発生量の制御を行うことにより、被処理水へのオゾン注入量を制御できる。

【 0 0 1 9 】

又、水処理槽へのオゾン微細気泡混入に被処理水を直接用いても良く、帯水槽を設け、滯水槽に被処理水を貯留して、オゾン微細気泡混入被処理水として使用しても良い。

【 0 0 2 0 】

10

20

30

40

50

又、制御器と、水処理槽におけるオゾン微細気泡の注入箇所より下流に被処理水の溶存オゾン濃度測定器を設け、被処理水の溶存オゾン濃度の目標値を制御器に入力し、制御器で溶存オゾン濃度測定器の計測値を溶存オゾン濃度の目標値と比較して、水処理槽に注入するオゾン量の過不足を計算し、制御器によって演算結果を基にポンプ回転数と多孔板の有効孔数とオゾン発生装置によるオゾン発生量を制御することにより、水処理槽に注入するオゾン量を調整するようにし、水処理槽に注入するオゾン量が不足した場合は、制御器によって多孔板の有効孔数を増加し、加圧圧力を維持するようにポンプ回転数を増加し、オゾン発生器によるオゾン発生量を増加し、一方、水処理槽に注入するオゾン量が過大になった場合は、制御器によって多孔板の有効孔数を減じ、加圧圧力を維持するようにポンプ回転数を減し、オゾン発生器によるオゾン発生量を減ずるように制御するものである。

10

【0021】

又、制御の応答性と省エネルギー化のため、水処理槽に導入される被処理水の水質計測器と流量計を設け、被処理水の水質パラメータと流量を制御器に入力し、被処理水の水質の悪化あるいは流量増加が発生した場合に、必要なオゾン量増分値を制御器で計算し、被処理水水質の改善あるいは流量減少が発生した場合に必要なオゾン量減分値を演算器で計算し、制御器によって演算結果を基にポンプ回転数と多孔板の有効孔数を制御し、水処理槽に注入するオゾン量を調整するものである。

【0022】

又、多孔板における孔の閉塞を防止するため、多孔板を通過する流れ方向を逆転し多孔板を逆洗洗浄するものである。又、発生したオゾンガスを被処理水中に注入する手段にエゼクタによる気相吸い込みを用いても良く、散気管の気相混合微細化機能を用いても良い。

20

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、微細気泡の径や発生量を安定化でき、オゾン溶解効率を保ち、水処理性能を高めることができるので、オゾン使用量が低減され水処理設備の経済性を向上できる。又、過大な加圧圧力を掛けることなくポンプ駆動電力を低減できるので、水処理設備における運転経済性を向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

被処理水の溶存オゾン濃度等の水処理槽の状態をフィードバックし、微細気泡生成装置で気液二相流の加圧圧力と流量を制御して安定した気泡径と発生量の微細気泡を生成して水処理槽内に注入するオゾン量を調整し、水処理性能を高めた水処理設備を提供する。

30

【実施例1】

【0025】

以下、本発明の実施例1を図1から図6を用いて説明する。図1は本実施例の微細気泡を利用した水処理設備の構成図、図2から図4は孔数可変型多孔板による微細気泡生成装置の構造図、図5は微細気泡生成装置での気泡径分布の測定結果を示す。

【0026】

本実施例の水処理設備は、図1に示すように構成されている。下水処理設備からの下水処理水が注入され、処理された水が再生水として排出される水処理槽1が設けられ、水処理槽1内は複数の仕切板13によって複数の槽に分割されている。仕切板13は、上部に固定された仕切板13a, 13c, 13eと下部が固定された仕切板13b, 13dが交互に設けられ、下水処理設備から注入された下水処理水(被処理水ともいう)が仕切板13aの下部の空間から下流側の次の槽に流れ、下部が固定された仕切板13bを乗り越えて下流側の次の槽に流れる動作を繰り返して、再生水として排出されるようになっている。仕切板13bの上部には、オゾンを排出するための管路が設けられ、配管には排オゾン処理装置12が接続されている。排オゾン処理装置12は、被処理水から離脱して水処理槽1内に溜まったオゾン进行处理して大気へ放出するための装置である。再生水の排出口の近くには、溶存オゾン濃度計18が設けられ、再生水の溶存オゾン濃度が計測されるよ

40

50

うになっている。

【0027】

水処理槽1の下水処理水の注入口側でその下方側には、下水処理水を取り出すための抽水流路6が接続されている。抽水流路6は、流量調整弁62を介してオゾンガス注入装置3に接続されている。オゾンガス注入装置3には、オゾン発生装置2が流量調整弁61を介して接続され、オゾンガスを注入できるようになっている。オゾン発生装置2には、図示しないオゾン発生装置2から吐出される流量を計測するオゾン用の流量計が設けられている。水処理水槽1内の被処理水は、抽水流路6から抽水されオゾンガス注入装置3に流入する。オゾン発生装置2で発生したオゾンガスは、オゾンガス注入装置3で被処理水と混合し、気液二相流になる。オゾンガス注入装置3には、エゼクタ形式、散気管方式、直接混合などの気液混合方式のものが適用される。

10

【0028】

オゾンガス注入装置3の後流側には高圧ポンプ4が接続され、高圧ポンプ4は微細気泡生成装置5を介して水処理水槽1に接続されている。高圧ポンプ4には、駆動するためのインバータ9が接続されている。気液二相流は、高圧ポンプ4に吸い込まれ、高圧ポンプ4で昇圧された後、微細気泡生成装置5に流入する。ここで、高圧ポンプ4は、渦流ポンプが二相流吐き出し性能に優れるが、一般のポンプも使用可能である。

【0029】

微細気泡生成装置5は、図2に示すように、流入流路7に設けられたシール部24と、シール部24に取り付けられた駆動軸23と、駆動軸23に取り付けられたシャッター板22と、流入流路7に固定された多孔板21で構成されている。微細気泡生成装置5の上流側には圧力計10が設けられ、下流側には流量計11が設けられている。

20

【0030】

多孔板21は、図3に示すように、同じ径の孔が複数個設けられ、扇形状の領域毎に局部的に孔数の分布が異なるように加工されている。シャッター板22は、図4に示すように、扇形状の流通部分22aと邪魔板部位22bが設けられ、図示しないモータにより駆動軸23が回転されると、それに伴って流通部分22aが回転するようになっている。このため、駆動軸23の回転角を制御してシャッター板22の回転角を変更することにより、気液二相流が通過する孔数を変更することができる。ここで、孔数の変更は、シャッター板22を固定して、多孔板21を回転させても良い。この気液二相流が通過する孔数のことを、便宜上有効孔数という。

30

【0031】

オゾン発生装置2、高圧ポンプ4、微細気泡生成装置5を制御するための制御器8が設けられており、制御器8には溶存オゾン濃度計18の信号、圧力計10の信号、流量計11の信号、オゾン用の流量計の信号がフィードバックされている。

【0032】

ここで、微細気泡生成装置5での微細気泡の生成過程について詳細に説明する。高圧ポンプ4から吐き出されたオゾンガスが混入した気液二相流は、圧力によって一部が液中に溶解しながら微細気泡生成装置5に達する。図2に示す多孔板21の上流側は高圧であり、下流側は低圧である。高圧の上流側から多孔板21に流入した被処理水は、孔部を通過する時に圧力損失が生じるとともに、流速が増加するためベルヌーイの定理で表されるように圧力が低下して減圧される。このため、加圧溶解していた気泡が微細気泡となって析出する。又、多孔板21の下流側では流路面積が増加するため、圧力回復が図られるが、急激な流路面積の変化によって圧力が不安定になり、気泡はさらに崩壊する。この減圧と圧力不安定によって、微細気泡が生成される。

40

【0033】

実験を行った結果、孔径は直径で0.1mm～5mmの範囲が微細気泡を生成するのに好適であり、孔径が0.5mm～2mmの範囲とすると微細気泡の生成はより安定化し生成効率はよりよくなることが分かった。加圧圧力は0.1MPa～1.0MPaが許容範囲であった。加圧圧力については、微細気泡生成がより安定でコスト上有利な範囲は、0.3MPa～

50

0.7 MPaの範囲である。

【0034】

本実施例の微細気泡生成装置5を用いて、発生した気泡の気泡径分布を測定した結果を図5に示す。この測定では、多孔板21を通過したときに発生した気泡を粒子カウンタで測定して気泡径と気泡個数分布の関係を求めた。この測定により、気泡径は、マイクロバブル領域に集中しており、本実施例の微細気泡生成装置で気泡径の揃った微細気泡を生成できることが確認された。

【0035】

このように構成された水処理設備では、オゾン用の流量計、圧力計10、流量計11、溶存オゾン濃度計18の信号を入力して、高圧ポンプ4のインバータ9と微細気泡生成装置5のシャッター板22の回転角度、オゾンガス発生装置2の発生流量を制御するが、その制御シーケンスを図6により説明する。

10

【0036】

ステップ100で、入力データの読み込みを行う。主な入力データとしては、溶存オゾン濃度の設定値 C_s 、溶存オゾン濃度の許容範囲 C 、高圧ポンプ加圧圧力の設定値 P_s 、高圧ポンプ加圧圧力の許容範囲 P 、オゾン微細気泡混入液体の注入量許容範囲 F 、パラメータ増減率 X である。ステップ101で、計測運転がONか否かを判断し、計測運転ONでなければ終了する。計測運転ONであれば、ステップ102で、オゾン用の流量計、圧力計10、流量計11、溶存オゾン濃度計18の信号を制御器8に入力して、溶存オゾン濃度値 C_m 、高圧ポンプ加圧圧力 P_m 、注入量 F_m 、オゾン発生器流量 f_{om} が読

20

【0037】

ステップ103で、入力データのうち、溶存オゾン濃度の設定値 C_s 、溶存オゾン濃度の許容範囲 C と溶存オゾン濃度値 C_m の比較演算が行われる。すなわち、溶存オゾン濃度の設定値 C_s に溶存オゾン濃度の許容範囲 C を加味した数値範囲である $C_s - C$ 、 $C_s + C$ と溶存オゾン濃度値 C_m を比較する。溶存オゾン濃度 C_m が $C_s - C$ と $C_s + C$ の間であれば、タイマーで時間計測を行い、設定された時間が経過後にステップ101に戻り、ステップ101からステップ103の動作を繰り返す。

【0038】

溶存オゾン濃度値 C_m が $C_s - C$ より低い場合、溶存オゾン濃度値 C_m が $C_s + C$ より高い場合は、ステップ104で、溶存オゾン濃度の変化率 a を数1により算出する。

30

【0039】

【数1】

$$a = \frac{C_s - C_m}{C_s} \quad \dots(1)$$

【0040】

ステップ105で、算出された溶存オゾン濃度の変化率 a が0より大きいか否かを判定し、0より大きい場合は、例えば数2により、注入量 F の目標値 F_p 、オゾン発生流量 f_o の目標値 f_{op} を算出する。

40

【0041】

【数2】

$$\begin{aligned} F_p &= F(1.0 - \Delta X) \\ f_{op} &= f_o(1.0 - \Delta X) \end{aligned} \quad \dots(2)$$

【0042】

50

溶存オゾン濃度の変化率 a が 0 か 0 より小さい場合は、例えば数 3 により、注入量 F の目標値 F_p , オゾン発生流量 f_o の目標値 f_{op} を算出する。

【 0 0 4 3 】

【 数 3 】

$$\begin{aligned} F_p &= F(1.0 + \Delta X) \\ f_{op} &= f_o(1.0 + \Delta X) \end{aligned} \quad \dots(3)$$

【 0 0 4 4 】

注入量 F の目標値 F_p , オゾン発生流量 f_o の目標値 f_{op} が算出されると、ステップ 1 0 8 で、注入量値 F_m が数 4 に示す範囲となるように、多孔板 2 1 の孔数の制御を行う。

【 0 0 4 5 】

【 数 4 】

$$\begin{aligned} F_p - \Delta F &< F_m < F_p + \Delta F \\ f_{op} &\propto F_m \end{aligned} \quad \dots(4)$$

【 0 0 4 6 】

又、ステップ 1 0 9 で、高圧ポンプ加圧圧力 P_m が数 5 に示す範囲内となるように、高圧ポンプ 4 の回転数制御を行う。

【 0 0 4 7 】

【 数 5 】

$$P_s - \Delta P < P_m < P_s + \Delta P \quad \dots(5)$$

【 0 0 4 8 】

ステップ 1 1 0 で、注入量値 F_m 及び高圧ポンプ加圧圧力 P_m が数 4 と数 5 の範囲に入っているか否かを判断し、範囲に入っていればステップ 1 0 1 の戻り、ステップ 1 1 0 までの動作を繰り返す。範囲に入っていなければ、ステップ 1 0 8 に戻り、ステップ 1 1 0 までの動作を繰り返す。

【 0 0 4 9 】

溶存オゾン濃度計 1 8 で計測された溶存オゾン濃度が、設定値 C_s - 溶存オゾン濃度許容範囲 C より低い場合は、制御器 8 から微細気泡生成装置 5 に制御信号が送信され、シャッター板 2 2 の駆動機構を制御してシャッター板 2 2 を回転させて孔数を増加させる。孔数を増加させることにより、多孔板 2 1 での圧力損失が低減し、流量が増加するとともに高圧ポンプ 4 の加圧圧力が低下する。圧力計 1 0 により計測される高圧ポンプ加圧圧力 P_m が制御器 8 にフィードバックされ、数 5 に示す範囲内となるように、高圧ポンプ 4 のインバータ 9 に制御信号が送信され、ポンプ 4 の回転数を増加するように制御される。又、オゾン発生装置 2 に制御信号が送信され、オゾンガス発生量を増加するように制御する。微細気泡生成装置 5 では、オゾンガス発生装置 2 の発生流量と、抽水流路 6 及び注入流路 7 の循環流量を増加することにより、水処理槽 1 へのオゾン注入量を増加することができる。

【 0 0 5 0 】

このように制御することにより、オゾン微細気泡を生成するための加圧圧力の変化を許容範囲内に制御し、オゾン注入量を増加させて循環流量を増加させることができるので、

10

20

30

40

50

水処理槽 1 の溶存オゾン濃度を許容範囲内に制御することができる。

【 0 0 5 1 】

溶存オゾン濃度計 1 8 で計測された溶存オゾン濃度が、設定値 C_s + 溶存オゾン濃度許容範囲 C より高い場合は、多孔板 2 1 を回転させて孔数を減少させる。孔数を減少させることにより、多孔板 2 1 での圧力損失が増大し、流量が減少するとともに高圧ポンプ 4 の加圧圧力が上昇する。圧力計 1 0 により計測される高圧ポンプ加圧圧力 P_m が制御器 8 にフィードバックされ、数 5 に示す範囲内となるように、高圧ポンプ 4 のインバータ 9 に制御信号が送信され、ポンプ 4 の回転数を減少するように制御される。又、オゾン発生装置 2 に制御信号が送信され、オゾンガス発生量を減少するように制御する。

【 0 0 5 2 】

このように制御することにより、オゾン微細気泡を生成するための加圧圧力の変化を許容範囲内に制御し、オゾン注入量を減少させて循環流量を減少させることができるので、水処理槽 1 の溶存オゾン濃度を許容範囲内に制御することができる。

【 0 0 5 3 】

又、高圧ポンプ 4 の加圧圧力を微細気泡生成に適した圧力に保ちながらオゾン注入の循環流量を増減できるので、ポンプ動力の無駄を省くことができる。

【 0 0 5 4 】

微細気泡生成装置 5 において微細気泡が混入された気液二相流は、注入流路 7 を通り、水処理槽 1 に吐出される。微細気泡の作用によって、オゾンの溶解効率が高くなり溶存オゾン濃度が増加して強い消毒作用が生じる。又、気泡溶解時のラジカル生成によってさらに消毒作用が促進される。

【 0 0 5 5 】

オゾンが注入され水処理槽 1 内に吐出された被処理水の一部は、再び抽水流路 6 から微細気泡生成装置 5 に流入し、残りの被処理水は、オゾン酸化作用を継続しながら水処理槽 1 内を流れ、処理槽出口から再生水として排出される。

【 0 0 5 6 】

ここで、水処理槽 1 の流路を被処理水が消毒されながら流れるにしたがって、オゾンが消費されるため溶存オゾン濃度は減少する。このため、オゾン微細気泡混合液体の注入流路 7 を複数系統設ける、或いは微細気泡生成装置 5 を複数系統設け、水処理槽 1 の流路中の複数の箇所にオゾン微細気泡混合液体を注入するようにしても良い。

【 0 0 5 7 】

本実施例の微細気泡を利用した水処理設備によれば、微細気泡の径や発生量を安定化することができるので、オゾン溶解効率を保ち、水処理性能を高めることができるので、オゾン使用量が低減され水処理設備の経済性を向上できる。又、加圧圧力を許容範囲内に制御してポンプ駆動電力を低減しているため、水処理設備における運転経済性を向上できる。又、被処理水の水質パラメータと流量を演算し、インバータによるポンプ回転数と多孔板の孔数を制御することにより制御の応答性が向上して省エネルギー運転が可能になり、水処理設備における運転経済性を向上できる。

【 0 0 5 8 】

本実施例の超微細気泡を利用した水処理設備によれば、殺菌消毒するための塩素を多用することなく下水処理水の殺菌消毒が可能になるため、下水処理水再生設備の経済性を向上する効果と殺菌消毒性能を向上する効果がある。

【 0 0 5 9 】

なお、本実施例の水処理槽は、オゾン微細気泡混入水を注入された被処理水がオゾンと接触しながら複数の槽を移動する形式のものを説明したが、貯留型あるいは加圧式処理装置にも適用可能である。

【実施例 2】

【 0 0 6 0 】

本発明の実施例 2 を図 7 により説明する。本実施例は実施例 1 の変形例で、図 7 は複数の多孔板流路型の微細気泡生成装置の構造図である。実施例 1 では、図 2 から図 4 で示す

10

20

30

40

50

孔数可変型の多孔板 21 を用いた微細気泡生成装置 5 で構成しているが、本実施例では、孔数が固定された複数の多孔板 14, 15 を設けている。この例では、多孔板 14 の孔数を多く、多孔板 15 の孔数を少なくしている。

【0061】

図 7 に示す例では、多孔板 14, 多孔板 15 を有する 2 系統の流路 19, 流路 20 を設けている。流路 19 と流路 20 の合流部には切替弁 17 が設けられ、制御器 8 からの信号により切替弁 17 を切替えて流路 19 と流路 20 を切替えるようになっている。高圧ポンプ 4 には、バイパス弁 16 が設けられている。

【0062】

このように構成された水処理設備において、溶存オゾン濃度計 18 で計測された溶存オゾン濃度が、設定値 C_s - 溶存オゾン濃度許容範囲 C より低い場合は、制御器 8 から切替弁 17 に制御信号が送信され、切替弁 17 を流路 19 側に切替える。流路 19 に切替えると、孔数が多い多孔板 14 を気液二相流が流れるので、多孔板 14 での圧力損失が低減し、流量が増加するとともに高圧ポンプ 4 の加圧圧力が低下する。圧力計 10 により計測される高圧ポンプ加圧圧力 P_m が制御器 8 にフィードバックされ、数 5 に示す範囲内となるように、高圧ポンプ 4 のインバータ 9 に制御信号が送信され、ポンプ 4 の回転数を増加するように制御される。又、オゾン発生装置 2 に制御信号が送信され、オゾンガス発生量を増加するように制御する。

【0063】

このように制御することにより、オゾン微細気泡を生成するための加圧圧力の変化を許容範囲内に制御し、オゾン注入量を増加させて循環流量を増加させることができるので、水処理槽 1 の溶存オゾン濃度を許容範囲内に制御することができる。

【0064】

溶存オゾン濃度計 18 で計測された溶存オゾン濃度が、設定値 C_s + 溶存オゾン濃度許容範囲 C より高い場合は、切替弁 17 を流路 20 側に切替える。多孔板 15 の孔数が少ないため、圧力損失が増大し、流量が減少するとともに高圧ポンプ 4 の加圧圧力が上昇する。圧力計 10 により計測される高圧ポンプ加圧圧力 P_m が制御器 8 にフィードバックされ、数 5 に示す範囲内となるように、高圧ポンプ 4 のインバータ 9 に制御信号が送信され、ポンプ 4 の回転数を減少するように制御される。又、オゾン発生装置 2 に制御信号が送信され、オゾンガス発生量を減少するように制御する。

【0065】

このように制御することにより、オゾン微細気泡を生成するための加圧圧力の変化を許容範囲内に制御し、オゾン注入量を減少させて循環流量を減少させることができるので、水処理槽 1 の溶存オゾン濃度を許容範囲内に制御することができる。

【0066】

本実施例の水処理設備によれば、実施例 1 による効果に加えて、微細気泡生成装置に回転部がないため故障が少なくなり、下水処理水再生設備の信頼性が向上する。

【0067】

なお、本実施例の微細気泡生成装置 5 を用いた場合、オゾン微細気泡混合液体の流量調整はステップ状になるが、3 系統以上に流路数を増加することにより、オゾン微細気泡混合液体のより細かい流量調整が可能である。

【実施例 3】

【0068】

本発明の実施例 3 を図 8 により説明する。図 8 は本実施例の微細気泡を利用した水処理設備の構成図である。本実施例では、実施例 1 の構成に加えて、水処理槽 1 に流入する被処理水の流路に流量計 25 と有機物濃度計 26 を設け、流量計 25, 有機物濃度計 26 と制御器 8 とを信号線で接続している。図 8 では有機物濃度計 26 を設けて水質の計測を行っているが、水質の計測は、有機物濃度計の他に大腸菌センサー, 浮遊物濃度計, 臭気センサー, 色度センサーなどを設けても良い。

【0069】

10

20

30

40

50

本実施例では、流量計 2 5 或いは有機物濃度計 2 6 の計測値が設定値より高い場合は、制御器 8 から微細気泡生成装置 5 に制御信号が送信され、シャッター板 2 2 の駆動機構を制御してシャッター板 2 2 を回転させて孔数を増加させる。孔数を増加させることにより、多孔板 2 1 での圧力損失が低減し、流量が増加するとともに高圧ポンプ 4 の加圧圧力が低下する。圧力計 1 0 により計測される高圧ポンプ加圧圧力 P_m が制御器 8 にフィードバックされ、高圧ポンプ 4 のインバータ 9 に制御信号が送信され、高圧ポンプ 4 の回転数を増加するように制御される。又、オゾン発生装置 2 に制御信号が送信され、オゾンガス発生量を増加するように制御する。

【 0 0 7 0 】

これによって、オゾン微細気泡生成のための加圧圧力の変化幅を小さくして、オゾンの循環流量を増加させ、水処理槽 1 の水処理能力を向上できる。その結果、再生水の水質を維持できる。

10

【 0 0 7 1 】

流量計 2 5 或いは有機物濃度計 2 6 の計測値が設定値より低い場合は、逆の操作、すなわちシャッター板 2 2 を回転させて孔数を減少させ、高圧ポンプ 4 の回転数を減少させ、オゾン発生装置 2 のオゾンガス発生量を減少するように制御する。この操作によって、オゾンの循環流量が減少し、水処理槽 1 の水処理能力を許容範囲内に維持することができる。

【 0 0 7 2 】

このように制御することにより、水処理槽 1 へ流入する下水処理水の流量、水質条件を基にオゾン注入量を調整できるので、処理後のオゾン濃度をフィードバックして制御する実施例 1 と比較して短時間で再生水の水質を制御できる。このため、水処理性能の負荷追従性が向上し、運転条件の変動量を低減できるのでポンプ動力の無駄を省くことができる。

20

【 0 0 7 3 】

本実施例の水処理設備によれば、実施例 1 による効果に加えて、下水処理水再生設備の運転に関わる経済性が向上する。

【実施例 4】

【 0 0 7 4 】

本発明の実施例 4 を図 9 により説明する。図 9 は本実施例の微細気泡を利用した水処理設備の構成図である。

30

【 0 0 7 5 】

実施例 1 では、水処理槽 1 に抽水流路 6 と注入流路 7 を敷設しているが、本実施例では、抽水流路 6 に第 2 の抽水流路 2 8 を、注入流路 7 に第 2 の注入流路 2 7 を接続し、第 2 の抽水流路 2 8 と第 2 の注入流路 2 7 を水処理槽 1 の上方から水処理槽 1 内に設置するようになっている。

【 0 0 7 6 】

本実施例によれば、水処理槽 1 の上方から第 2 の抽水流路及び第 2 の注入流路を挿入しているので、万一、注水流路あるいは注入流路が破断した時でも水処理槽 1 内の被処理水が水処理槽 1 外に流出することがないため、水処理設備の安全性を高めることができる。また、水線下に流路挿入部や接合部がないため、水密性を保つためのメンテナンス作業が不要となり、点検に関わる経済性を向上できる。

40

【実施例 5】

【 0 0 7 7 】

本発明の実施例 5 を図 1 0 により説明する。図 1 0 は微細気泡を利用した水処理設備を適用した下水処理施設の構成図である。

【 0 0 7 8 】

本実施例の下水処理施設は、図 1 0 に示すように、それぞれ直列に接続された沈殿池 3 1 , 生物反応槽 3 2 , 最終沈殿池 3 3 と、沈殿池 3 1 と生物反応槽 3 2 と最終沈殿池 3 3 の底部に接続された濃縮槽 3 4 と、濃縮槽 3 4 に接続された汚泥処理装置 3 5 と、最

50

最終沈殿池 3 3 に接続された実施例 1 から実施例 4 のいずれかの水処理設備 3 0 で構成されている。最終沈殿池 3 3 で処理された一部の下水は、生物反応槽 3 2 に戻されるように流路が接続されている。

【 0 0 7 9 】

下水は最初に沈殿池 3 1 に流入し、有機物を主体とする比重の大きい浮遊物質が除去される。有機物を主体とする比重の大きい浮遊物質が除去された下水は生物反応槽 3 2 に流入する。生物反応槽 3 2 では、有機物窒素、りんなどが生物学的に処理される。生物処理後の下水は最終沈殿池 3 3 に流入し、微生物フロックを主体とする比重の小さい浮遊物質が除去される。沈殿池 3 1、生物反応槽 3 2 及び最終沈殿池 3 3 で除去された汚泥は、濃縮槽 3 4 に送られ濃縮後に汚泥処理装置 3 5 に送られる。

10

【 0 0 8 0 】

最終沈殿池 3 3 で微生物フロックを主体とする比重の小さい浮遊物質が除去された被処理水は、水処理設備 3 0 に流入し、下水処理水の全量を処理する。上述したように、微細気泡を利用した水処理設備 3 0 を最終沈殿池 3 3 の後段に設け、再生水は放流水の他、水洗用水、散水用水、修景用水、親水用水等に利用される。微細気泡を利用した水処理設備 3 0 は、オゾンを用いているため消毒効果が高く、従来 of 下水処理施設と比較して、塩素注入、滅菌工程を簡素化できる効果がある。この結果、本実施例によれば、下水処理施設の簡素化が可能であり、施設建設と運転に関わる経済性を向上できる。

【 実施例 6 】

【 0 0 8 1 】

本発明の実施例 6 を図 1 1 により説明する。図 1 1 は、微細気泡を利用した水処理設備を適用した下水処理施設の他の構成図である。

20

【 0 0 8 2 】

本実施例の下水処理施設は、実施例 5 と同様に構成されているが、図 1 1 に示すように、最終沈殿池 3 3 の後段には、水処理設備 3 0 と滅菌槽 3 6 が並列的に設けられ、滅菌槽 3 6 の上流側には塩素の注入部が設けられている。

【 0 0 8 3 】

沈殿池 3 1 に流入した下水は、最終沈殿池 3 3 まで実施例 5 で説明したように処理される。最終沈殿池 3 3 で処理された下水処理水の一部は、滅菌槽 3 6 に流入し、塩素が混和され、滅菌槽 3 6 で接触時間が確保された後、処理水は放流される。最終沈殿池 3 3 で処理した下水処理水の残りは、実施例 1 から実施例 4 のいずれかの水処理設備 3 0 に導かれて処理される。処理後の再生水は放流水の他、水洗用水、散水用水、修景用水、親水用水等に利用される。

30

【 0 0 8 4 】

本実施例によれば、微細気泡を利用した水処理設備 3 0 は、オゾンを用いているため消毒効果が高く、用途と利用先の基準によって、塩素注入、滅菌工程を省略可能である。また、従来 of 下水処理施設と比較して、塩素注入、滅菌工程を簡素化できる効果がある。又、下水処理施設の簡素化が可能であり、施設建設と運転に関わる経済性を向上できる。

【 0 0 8 5 】

なお、微細気泡を利用した水処理設備 3 0 の後段に塩素の注入部を儲け、再生水に塩素を注入して塩素を混和するための滅菌槽 3 6 を設けてもよく、滅菌槽 3 6 で接触時間が確保された後、処理水は放流される。

40

【 実施例 7 】

【 0 0 8 6 】

本発明の実施例 7 を図 1 2 により説明する。図 1 2 は、微細気泡を利用した水処理設備を適用した下水処理施設の他の構成図である。

【 0 0 8 7 】

本実施例の下水処理施設は、実施例 6 と同様に構成されているが、図 1 2 に示すように、最終沈殿池 3 3 と水処理設備 3 0 の間に砂ろ過池 3 7 を設置し、砂ろ過池 3 7 でろ過された洗浄液の一部を濃縮槽 3 4 に戻すように接続されている。砂ろ過池 3 7 では、下水処

50

理水の浮遊物、及び浮遊物に付着した窒素、りん等が除去され、砂ろ過池で処理された被処理水は、実施例 1 から実施例 4 のいずれかの水処理設備 30 に導かれて処理される。これによって、微細気泡を利用した水処理設備 30 における被処理水の水質が向上するとともに、水質が安定する。

【0088】

本実施例によれば、被処理水の水質向上によって、微細気泡を利用した水処理設備のオゾン消費量が減少するため、下水処理施設の運転に関わる経済性を向上できる。

【実施例 8】

【0089】

本発明の実施例 8 を図 13 により説明する。図 13 は微細気泡を利用した水処理設備を適用した下水処理施設の他の構成図である。

10

【0090】

本実施例の下水処理施設は、実施例 6 と同様に構成されているが、図 13 に示すように、最終沈殿池 33 と水処理設備 30 の間に凝集沈殿池 38 を設置し、凝集沈殿池 38 の汚泥を濃縮槽 34 に戻すように接続されている。凝集沈殿池 38 の上流側には凝集剤の注入部が設けられており、注入された凝集剤によって下水処理水の浮遊物、及び有機物が除去される。これによって、微細気泡を利用した水処理設備 30 における被処理水の水質が向上するとともに、水質が安定する。

【0091】

本実施例によれば、被処理水の水質向上によって、微細気泡を利用した水処理設備のオゾン消費量が減少するため、下水処理施設の運転に関わる経済性を向上できる。

20

【実施例 9】

【0092】

本発明の実施例 9 を図 14 及び図 15 により説明する。図 14 は微細気泡を利用した水処理設備の構成図、図 15 は水処理槽内の流れを説明する図である。

【0093】

本実施例の下水処理施設は、実施例 1 と同様に構成されているが、図 14、図 15 に示すように、水処理槽 1 内の流路のうち、下降流となる液面下の流路 43 に邪魔板 41 を設けている。図 14 に示す例では、下降流となる流路は、流路 43、43a、43b の 3 箇所であり、それぞれに邪魔板 41、41a、41b が設けられている。

30

【0094】

微細気泡生成装置 5 で発生した微細気泡が、注入流路 7 の内部或いは水処理槽 1 内の流路 43 において合体して気泡径が増加すると、径の増加にともなって上昇速度が増加するため流路 43 内を上昇することがある。このような合体気泡が液面に達して水処理槽 1 の上部空間に抜けると、排オゾン処理の負荷が増加するだけでなく、水処理に使用するオゾン量が減少する可能性がある。

【0095】

本実施例では、図 15 に示すように、邪魔板 41 を設けているので、流路 43 の流路面積が縮小し、縮小箇所での流速が局所的に合体気泡の上昇速度より大きくなるため、合体気泡は縮小箇所より上方に抜けることがなくなり、オゾンの利用効率が向上する。又、邪魔板 41 の下方の流路面積が拡大している箇所で渦が生じるため、気泡の攪拌と崩壊が促進される。これによって、気泡が再び微細化し、液体への溶解が促進される。これによって、合体気泡が発生した際にも高いオゾンの利用効率と溶解効率を維持できる。邪魔板 41 によって形成される縮流部での流速は、定格被処理水流量と流路面積から求められるが、好ましくは気泡の上昇速度の上限値である約 0.4 m/s 以上が必要である。

40

【0096】

本実施例によれば、オゾンの利用効率と溶解効率を維持できるため、下水処理水再生設備の運転に関わる経済性を維持できる。

【実施例 10】

【0097】

50

本発明の実施例 10 を図 16 及び図 17 により説明する。図 16 は本実施例の微細気泡を利用した水処理設備の構成図、図 17 は水処理槽内の流れを説明する図である。

【0098】

本実施例の下水処理施設は、実施例 1 と同様に構成されているが、図 14 , 図 15 に示すように、流路 43 内の注入流路 7 の注入口の上下に、邪魔板 44 , 邪魔板 45 を設けている。

【0099】

邪魔板 44 は、実施例 9 で説明したように、流れの縮流によって流速の増加と気泡の攪拌、崩壊が発生し、合体気泡の上昇が防止される。又、邪魔板 45 では流れの縮流によって流速が増加するとともに気泡の攪拌、崩壊が発生し、微細気泡の混合が促進される。これによって、高いオゾンの利用効率と溶解効率を維持できる。

10

【0100】

本実施例によれば、オゾンの利用効率と溶解効率を維持できるため、下水処理水再生設備の運転に関わる経済性を維持できる。

【実施例 11】

【0101】

本発明の実施例 11 を図 18 により説明する。図 18 は、本実施例の微細気泡生成装置の構成図である。

【0102】

本実施例は、実施例 1 の微細気泡生成装置と同様に構成されているが、図 18 に示すように、オゾン発生装置 2 とオゾンガス注入装置 3 とを接続する流路 49 に混合器 50 を設け、混合器 50 から分岐した流路 47 を流量調整弁 48 及び気液分離器 46 を介して微細気泡生成装置 5 に接続しており、気液分離器 46 は注入流路 7 と接続されている。気液分離器 46 は、流速を低下させて気液分離を促進するため、注入流路 7 の一部に拡大流路を形成し、上部の体積が下部の体積より大となる形状にしている。

20

【0103】

気液分離器 46 では、注入流路 7 内で微細気泡の合体が発生し、生成した粗大気泡を気液分離する。気液分離器 46 で分離された気相は、流路 47 を通って混合器 50 に達し、オゾン発生装置 2 から送気され混合器 50 に流入したオゾンガスと混合する。混合器 50 で混合されたオゾンガスは、オゾンガス注入装置 3 で再び液相に注入される。これによって、微細気泡が合体して発生した粗大気泡が再び微細化されるので、水処理槽 1 にオゾンの利用効率と溶解効率の良い気泡を注入することができる。

30

【0104】

本実施例によれば、オゾンの利用効率と溶解効率を維持できるため、下水処理水再生設備の運転に関わる経済性を維持できる。

【実施例 12】

【0105】

本発明の実施例 12 を図 19 及び図 20 により説明する。図 19 , 図 20 は、本実施例の微細気泡生成装置の系統図である。本実施例の微細気泡生成装置には逆洗装置が設けられており、多孔板 21 に汚れや汚泥が付着した場合に洗浄できるようになっている。

40

【0106】

本実施例の微細気泡生成装置 5 は、実施例 1 と同様に構成されているが、図 19 に示すように、高圧ポンプ 4 と微細気泡生成装置 5 の間の流路に三方弁 54 が設けられ、三方弁 54 の一方側は、微細気泡生成装置 5 に接続され、その接続部が分岐されて開閉弁 51 を介して汚泥処理設備に接続されている。また、三方弁の他方側は、逆洗流路 52 に接続され微細気泡生成装置 5 の下流側に接続されている。逆洗流路 52 の接続点より水処理槽 1 側の注入流路 7 には開閉弁 53 が設けられている。

【0107】

通常運転時には、図 19 に示すように、三方弁 54 の逆洗流路 52 側を閉め、開閉弁 51 を閉め、開閉弁 53 を開く。これにより、高圧ポンプ 4 から吐出されるオゾンガス注

50

入水は、微細気泡生成装置 5 を通り、水処理槽 1 に注入される。

【 0 1 0 8 】

一方、逆洗時には、図 20 に示すように、三方弁 54 の逆洗流路 52 側を開き、開閉弁 53 を閉め、開閉弁 51 を開く。これにより、高圧ポンプ 4 から吐出されるオゾンガス注入水は、微細気泡生成装置 5 を逆流し、開閉弁 51 を通って汚泥処理装置に流れる。オゾンガス注入水が多孔板 21 を逆流する際に、孔に付着した汚れや汚泥が取り除かれ、孔が洗浄される。また、逆洗時に、好ましくは水道水、再生水等の清浄な水を用いる。

【 0 1 0 9 】

逆洗による多孔板 21 の洗浄によって安定した微細気泡の生成が可能になるとともに、オゾンの利用効率と溶解効率を維持できる。

10

【 0 1 1 0 】

本実施例によれば、微細気泡生成装置 5 の閉塞が防止されるので、下水処理水再生設備の信頼性を維持できる。また、オゾンの利用効率と溶解効率を維持できるため、下水処理水再生設備の運転に関わる経済性を維持できる。

【 0 1 1 1 】

以上説明したように、各実施例によれば、微細気泡の径や発生量が安定化でき、オゾン溶解効率を保ち、水処理性能を高めることができるので、オゾン使用量が低減され水処理設備の経済性を向上できる。又、過大な加圧圧力を掛けることなくポンプ駆動電力を低減できるので、水処理設備における運転経済性を向上できる。また、被処理水の水質パラメータと流量を演算し、インバータによるポンプ回転数と多孔板の孔数を制御することにより制御の応答性が向上して省エネルギー運転が可能になり、水処理設備における運転経済性を向上できる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 1 2 】

【 図 1 】 本発明の実施例 1 である微細気泡を利用した水処理設備の構成図。

【 図 2 】 実施例 1 の微細気泡生成装置の縦断面図。

【 図 3 】 実施例 1 の微細気泡生成装置の多孔板を示す平面図。

【 図 4 】 実施例 1 の微細気泡生成装置のシャッター板を示す平面図。

【 図 5 】 気泡径と気泡個数分布の関係を示す図。

【 図 6 】 実施例 1 の水処理設備の制御フロー図。

30

【 図 7 】 本発明の実施例 2 である微細気泡生成装置の構造図。

【 図 8 】 本発明の実施例 3 である微細気泡を利用した水処理設備の構成図。

【 図 9 】 本発明の実施例 4 である微細気泡を利用した水処理設備の構成図。

【 図 10 】 本発明の実施例 5 である下水処理施設の構成図。

【 図 11 】 本発明の実施例 6 である下水処理施設の構成図。

【 図 12 】 本発明の実施例 7 である下水処理施設の構成図。

【 図 13 】 本発明の実施例 8 である下水処理施設の構成図。

【 図 14 】 本発明の実施例 9 である水処理設備の構成図。

【 図 15 】 実施例 9 の処理槽内の流れを説明する図。

【 図 16 】 本発明の実施例 10 である水処理設備の構成図。

40

【 図 17 】 実施例 10 の処理槽内の流れを説明する図。

【 図 18 】 本発明の実施例 11 である微細気泡生成装置の構成図。

【 図 19 】 本発明の実施例 12 である多孔板洗浄装置の系統図。

【 図 20 】 本発明の実施例 12 である多孔板洗浄装置の系統図。

【 符号の説明 】

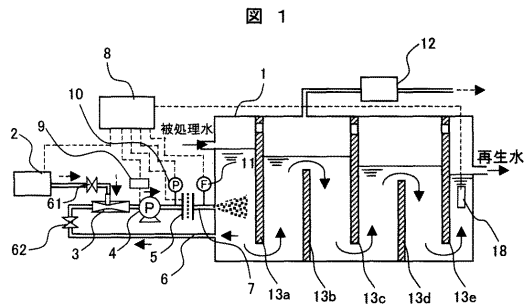
【 0 1 1 3 】

1 ... 水処理槽、 2 ... オゾン発生装置、 3 ... オゾンガス注入装置、 4 ... 高圧ポンプ、 5 ... 微細気泡生成装置、 6 ... 抽水流路、 7 ... 注入流路、 8 ... 制御器、 9 ... インバータ、 10 ... 圧力計、 11, 19, 25 ... 流量計、 12 ... 排オゾン処理装置、 13 ... 仕切板、 14, 15, 21 ... 多孔板、 16 ... バイパス弁、 17 ... 切替弁、 18 ... 溶存オゾン濃度計、 20

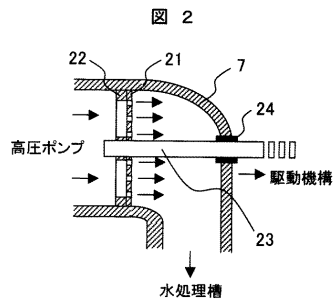
50

, 26 ... 有機物濃度計、22 ... シャッター板、23 ... 駆動軸、24 ... シール部。

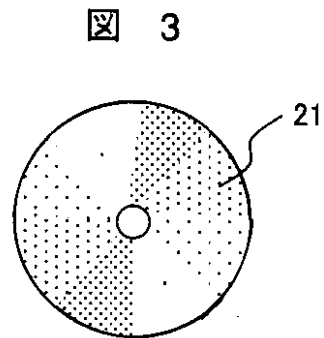
【図1】



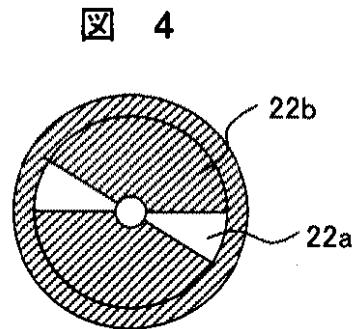
【図2】



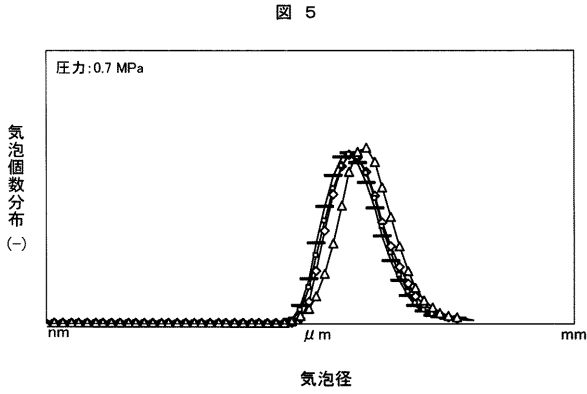
【図3】



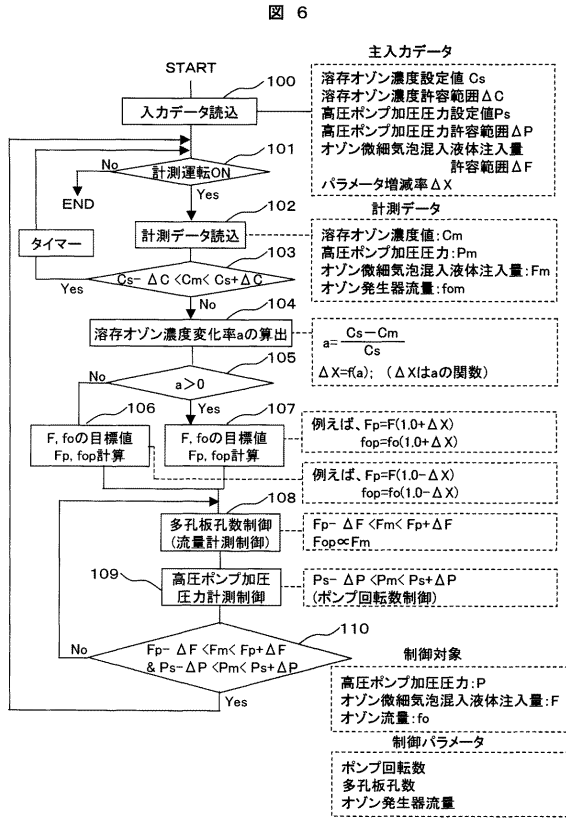
【図4】



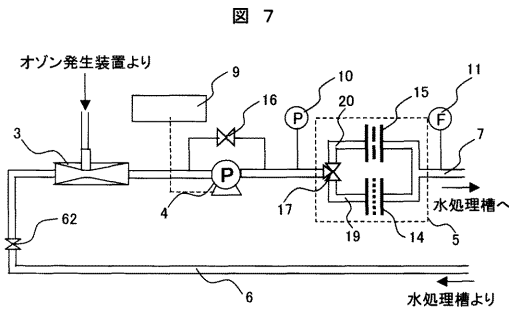
【図5】



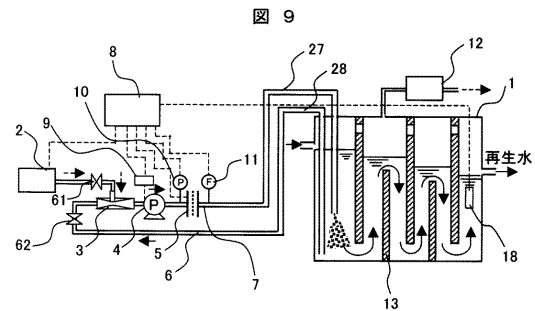
【図6】



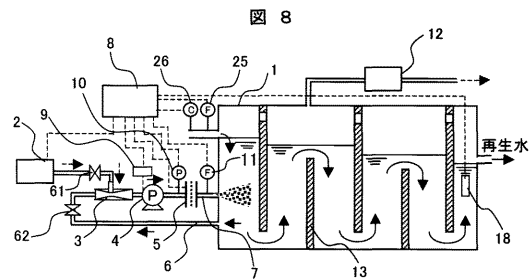
【図7】



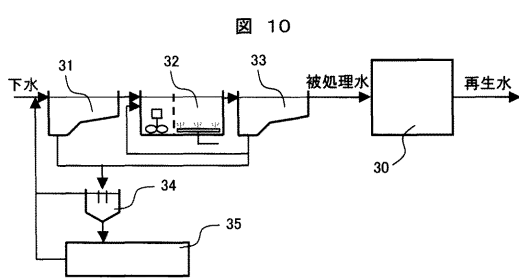
【図9】



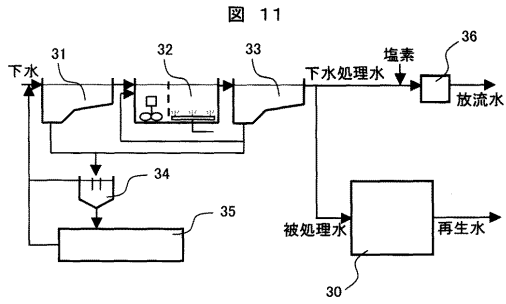
【図8】



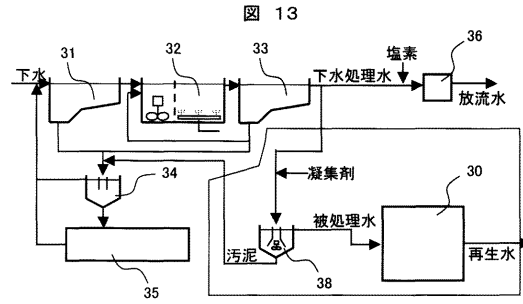
【図10】



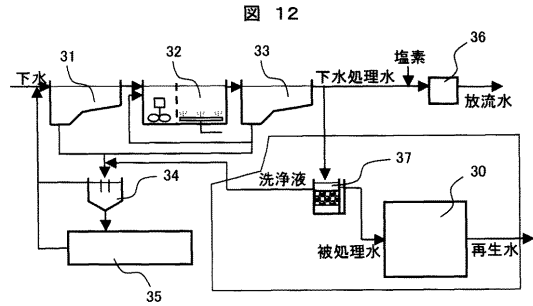
【図11】



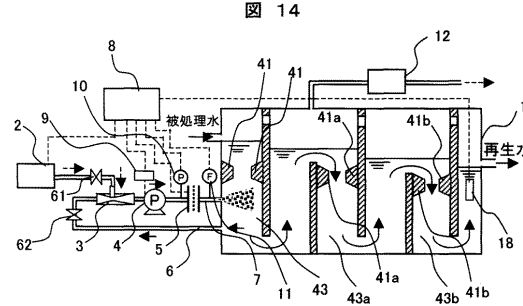
【図13】



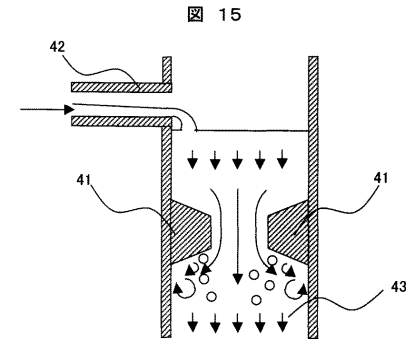
【図12】



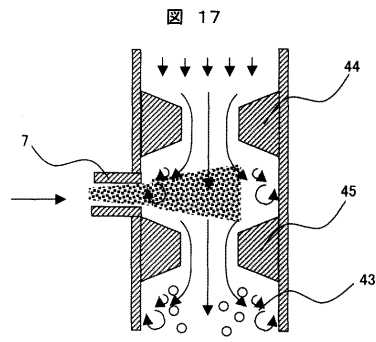
【図14】



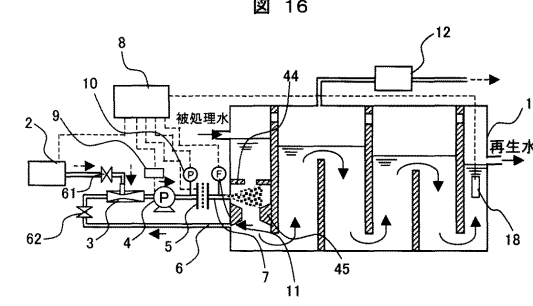
【図15】



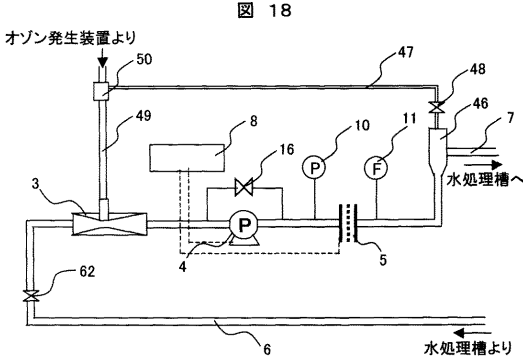
【図17】



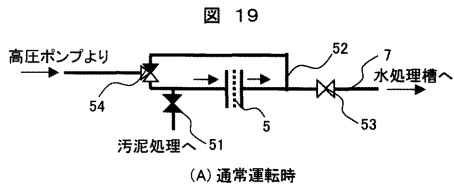
【図16】



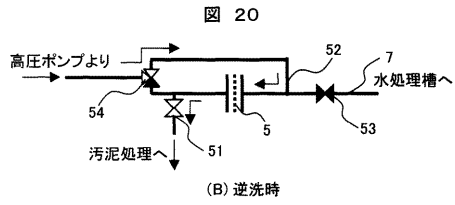
【図18】



【 図 19 】



【 図 20 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 C 0 2 F 1/50 5 4 0 A
 C 0 2 F 1/50 5 5 0 C
 C 0 2 F 1/50 5 5 0 D
 C 0 2 F 1/50 5 5 0 L
 B 0 1 F 1/00 A
 B 0 1 F 5/06
 C 0 1 B 13/10 Z

- (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
 機開発研究所内 株式会社 日立製作所 電力・電
- (72)発明者 芳賀 鉄郎
 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号
 機開発研究所内 株式会社 日立製作所 電力・電
- (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
 機開発研究所内 株式会社 日立製作所 電力・電
- (72)発明者 原 直樹
 茨城県日立市大みか町五丁目2番1号
 システム事業部内 株式会社 日立製作所 情報制御

審査官 片山 真紀

- (56)参考文献 特開2005-095877(JP,A)
 特開平3-129184(JP,A)
 特開平03-096776(JP,A)
 特開平06-026585(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 0 2 F 1 / 5 0、7 8、
 F 1 6 K 3 / 0 0 - 3 6、3 1 / 0 0 - 7 2、
 B 0 1 F 1 / 0 0、5 / 0 6