

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6285773号
(P6285773)

(45) 発行日 平成30年2月28日 (2018. 2. 28)

(24) 登録日 平成30年2月9日 (2018. 2. 9)

(51) Int. Cl.	F I
B O 1 D 53/50 (2006. 01)	B O 1 D 53/50 2 7 O
B O 1 D 53/77 (2006. 01)	B O 1 D 53/77
C O 2 F 1/74 (2006. 01)	C O 2 F 1/74 Z A B C

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2014-68453 (P2014-68453)	(73) 特許権者	000005234
(22) 出願日	平成26年3月28日 (2014. 3. 28)		富士電機株式会社
(65) 公開番号	特開2015-188835 (P2015-188835A)		神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号
(43) 公開日	平成27年11月2日 (2015. 11. 2)	(73) 特許権者	593172223
審査請求日	平成29年1月27日 (2017. 1. 27)		今治造船株式会社
			愛媛県今治市小湊町 1 丁目 4 番 5 2 号
		(74) 代理人	100121083
			弁理士 青木 宏義
		(74) 代理人	100138391
			弁理士 天田 昌行
		(74) 代理人	100132067
			弁理士 岡田 喜雅
		(74) 代理人	100137903
			弁理士 菅野 亨

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排ガス処理装置の排水処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スクラバに導入された排ガス中に含まれる SO_2 を洗浄海水と接触させることで、排ガスを浄化して浄化ガスにし、 SO_2 を吸収した洗浄海水を排水として排水処理タンクに排出する浄化工程と、

前記スクラバに導入される前の排ガスの流量及び SO_2 濃度、前記浄化ガスの SO_2 濃度、並びに、前記スクラバへ導入される洗浄海水の流量を測定する測定工程と、

前記排水処理タンクにおいて、前記排水に空気を混入して曝気処理した曝気処理水にする処理工程と、

前記処理工程後、前記排水処理タンクから排出された前記曝気処理水に、前記測定工程の測定値に応じた量のアルカリ性物質を供給して混合する供給工程と、を備えることを特徴とする排ガス処理装置の排水処理方法。

【請求項 2】

前記供給工程において、前記曝気処理水が導入される希釈用タンクに前記アルカリ性物質を導入し、当該アルカリ性物質と前記曝気処理水とを混合することを特徴とする請求項 1 に記載の排ガス処理装置の排水処理方法。

【請求項 3】

前記測定工程において、前記スクラバに導入される前の排ガスの流量を第 1 測定手段にて、当該排ガスの SO_2 濃度を第 2 測定手段にて、前記浄化ガスの SO_2 濃度を第 3 測定手段にて、前記スクラバへ導入される洗浄海水の流量を第 4 測定手段にて測定することを

10

20

特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の排ガス処理装置の排水処理方法。

【請求項 4】

前記アルカリ性物質は海水であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れかに記載の排ガス処理装置の排水処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、排ガスに海水を接触させて排ガスを浄化する排ガス処理装置の排水処理方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

火力発電プラントや化学工業プラント、廃棄物焼却施設、船舶などにおいては、化石燃料を利用したエンジンやボイラが使用されている。かかるエンジンやボイラから排出される排ガスには、硫黄分（主に SO_2 ）が含まれており、環境保護の観点から、排ガス処理装置によって SO_2 を一定レベルまで除去する必要がある。ここで、排ガス処理装置では、アルカリ性の吸収剤を利用し、スクラバ（吸収塔）の中での排ガスとアルカリ性の吸収剤との接触によって SO_2 を吸収させて除去する方法（湿式脱硫）が行われることが多い（例えば、特許文献 1 及び 2 参照）。

【0003】

特許文献 1 及び 2 において、排ガス中の SO_2 を除去する場合、スクラバでは、アルカリ性の吸収剤として洗浄海水が導入され、この洗浄海水が SO_2 を吸収することで pH（水素イオン濃度）が 3～5 程度の排水が生じる。この排水は、スクラバから排水処理タンクに導入される。排水処理タンク内では、排水と海水ポンプを介して汲み上げられた希釈海水とを混合し、その後、ノズル等を介して曝気（エアレーション）処理される。この曝気処理により、排水の pH が増加し、排出規制海域（ECA）を除いた海域において、水質改善された処理水として海への放流が可能となる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2013-244465 号公報

30

【特許文献 2】特開 2013-158734 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、特許文献 1 及び 2 の方法にあっては、希釈海水の量が、洗浄海水の量の約 2～6 倍と多量になる（アメリカ合衆国環境保護庁における 2011 年発表の報告書「Exhaust Gas Scrubber Washwater Effluent」参照）。この多量の希釈海水を汲み上げて使用するため、曝気処理で駆動する装置のエネルギー消費が多量になったり、混合した排水を曝気するためのタンクが大型になったりする、という問題がある。かかる問題は、特に船舶において、航行中に船内で供給可能なエネルギーが限られ、船内における設置スペースの制約を受けるため、顕出する。

40

【0006】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、排水処理のための消費エネルギーを削減でき、排水処理タンクの容積を縮小化することができる排ガス処理装置の排水処理方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の排ガス処理装置の排水処理方法は、スクラバに導入された排ガス中に含まれる SO_2 を洗浄海水と接触させることで、排ガスを浄化して浄化ガスにし、 SO_2 を吸収した洗浄海水を排水として排水処理タンクに排出する浄化工程と、前記スクラバに導入され

50

る前の排ガスの流量及び SO_2 濃度、前記浄化ガスの SO_2 濃度、並びに、前記スクラバへ導入される洗浄海水の流量を測定する測定工程と、前記排水処理タンクにおいて、前記排水に空気を混入して曝気処理した曝気処理水にする処理工程と、前記処理工程後、前記排水処理タンクから排出された前記曝気処理水に、前記測定工程の測定値に応じた量のアルカリ性物質を供給して混合する供給工程と、を備えることを特徴とする。

【0008】

上記排水処理方法によれば、曝気処理水をアルカリ性物質と混合させるタイミングが、排水処理タンクからの排出後となる。これにより、処理水の水質を十分に改善しつつ、排水処理タンクにアルカリ性物質を導入させなくてもよいので、排水処理タンクの容積を小さくすることができる。また、排水処理タンクで曝気処理する排水量を少なくすることができ、曝気処理のために駆動する装置の消費エネルギーを削減することができ、その処理時間を短縮化することもできる。

10

【0009】

また、上記排水処理方法において、前記供給工程において、前記曝気処理水が導入される希釈用タンクに前記アルカリ性物質を導入し、当該アルカリ性物質と前記曝気処理水とを混合してもよい。この方法によれば、希釈用タンクでアルカリ性物質と曝気処理水とをより良く混合することができ、水質改善効果を高めることができる。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、曝気処理水をアルカリ性物質と混合させるタイミングが、排水処理タンクからの排出後となるので、排水処理のための消費エネルギーを削減でき、排水処理タンクの容積を縮小化することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1の実施の形態に係る排ガス処理装置の概略構成図である。

【図2】排水処理方法の流れを説明するためのフロー図である。

【図3】第2の実施の形態に係る排ガス処理装置の概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照して詳細に説明する。図1は、第1の実施の形態に係る排ガス処理装置の概略構成図である。なお、本実施の形態に係る排ガス処理装置としては、船舶に使用されるエンジンから排出される排ガスを浄化する装置を考える。ただし、これに限られず、本実施の形態に係る排ガス処理装置は、火力発電プラントや化学工業プラント、廃棄物焼却施設における排ガスの処理に適用可能である。

30

【0013】

図1に示すように、排ガス処理装置は、エンジン20からの排ガスg1が供給されるスクラバ10と、スクラバ10に洗浄海水a1を供給する第1海水ポンプ30と、スクラバ10からの排水a2が導入される排水処理タンク40と、を含んで構成される。なお、本実施の形態の排ガス処理装置を各種プラント等に適用する場合には、エンジン20に代えてボイラを用いてもよい。

40

【0014】

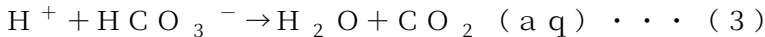
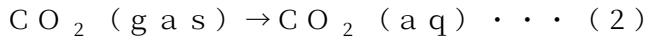
エンジン20から排出された排ガスg1は、排ガスパイプ21を通じてスクラバ10に導入される。この排ガスg1には、 SO_2 （二酸化硫黄）、 CO_2 （二酸化炭素）が含まれる。また、スクラバ10内には、第1海水ポンプ30の駆動により、洗浄海水パイプ31を通じて洗浄海水a1が導入される。スクラバ10内に導入された洗浄海水a1は、複数のノズル（不図示）によって噴霧され、スクラバ10内を上昇する排ガスg1と気液接触する。

【0015】

排ガスg1内の SO_2 は、下記式（1）に示すように、洗浄海水a1に吸収されて、水素イオン（ H^+ ）と亜硫酸イオン（ HSO_3^- ）とに解離する。また、排ガスg1内の CO_2 は、下記式（2）に示すように、洗浄海水a1に吸収される。水素イオンの一部は、

50

下記式（３）に示すように、洗浄海水 a 1 中の炭酸水素イオン（ HCO_3^- ）と反応する。

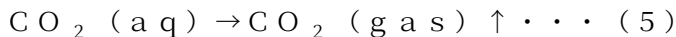
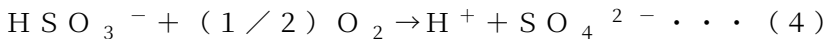


【0016】

スクラバ 10 において、排ガス g 1 中の SO_2 は、洗浄海水 a 1 によって吸収されて除去される。従って、排ガス g 1 は、スクラバ 10 内で浄化された浄化ガス g 2 となり、スクラバ 10 の上部から大気中へ排気される。また、スクラバ 10 内において、 SO_2 、 CO_2 を吸収した洗浄海水 a 1 は排水 a 2 となり、排水 a 2 中には亜硫酸イオン（ HSO_3^- ）と炭酸（ CO_2 ）とが溶解した状態となる。従って、排水 a 2 の pH（水素イオン指数）は 3～5 程度となる。スクラバ 10 内の排水 a 2 は、スクラバ 10 の内壁面に沿って自重で落下し、スクラバ 10 下方の貯留部に貯留してから排水管 11 を通じて排水処理タンク 40 に排出される。

【0017】

排水処理タンク 40 に導入された排水 a 2 は、海へ放流するために酸を中和する必要がある。そのため、排水処理タンク 40 では、排水 a 2 に対し、エア供給装置としてのブローア 41 を介して空気を混入する曝気（エアレーション）処理が行われる。曝気処理としては、ブローア 41 から供給される空気を、排水処理タンク 40 内のノズル 42 から細かいバブルエアとして噴出し、排水処理タンク 40 内の排水 a 2 に接触させることが例示できる。排水処理タンク 40 における曝気処理での反応式は、下記式（４）、（５）に示すようになる。

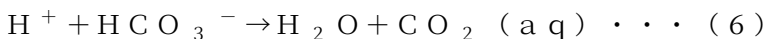


【0018】

式（４）に示すように、排水処理タンク 40 中の排水 a 2 では、曝気処理によって、亜硫酸イオン（ HSO_3^- ）が酸化することで、水素イオン（ H^+ ）と硫酸イオン（ SO_4^{2-} ）とに解離する。また、式（５）に示すように、曝気処理によって、排水 a 2 中の溶存している CO_2 が脱気され、排水処理タンク 40 から大気中へ排気される。式（４）、（５）に示す反応によって、排水処理タンク 40 中の排水 a 2 は、曝気処理水 a 3 となって排水処理タンク 40 から排出される。なお、排水処理タンク 40 から直接大気中へ排気される代わりに、スクラバ 10 の出口側に導入されてから大気中へ排気される構成とすることもできる。

【0019】

本実施の形態の排ガス処理装置は、排水処理タンク 40 から放出される曝気処理水 a 3 の排出経路 43 に、希釈海水 a 4（アルカリ性物質）を供給する第 2 海水ポンプ（供給手段）50 を更に備えている。この希釈海水 a 4 が排水処理タンク 40 からの曝気処理水 a 3 と混合されて曝気処理水 a 3 が希釈される。この混合による反応式は、下記式（６）に示すようになる。



【0020】

上記反応によって、曝気処理水 a 3 が中和され、水質改善した処理水 a 5 となって海への放流が可能となる。なお、処理水 a 5 が流れる排出経路 43 には、処理水 a 5 中の pH を計測する計測器 44 が設けられている。

【0021】

続いて、本実施の形態の排ガス処理装置において、第 2 海水ポンプ 50 による希釈海水 a 4 の供給流量を制御する構成について説明する。かかる制御を行うために、排ガス処理装置は、第 1～第 4 測定手段 61～64 と、制御手段 65 と、を備えている。

【0022】

第 1 測定手段 61 は、排ガス管 21 に設置され、スクラバ 10 に導入される前の排ガス

10

20

30

40

50

g 1の流量を測定するマスフローメータにより構成される。第2測定手段62は、排ガスマン21に設置され、スクラバ10に導入される前の排ガスg1のSO₂濃度を測定するレーザ式ガス分析計により構成される。第3測定手段63は、スクラバ10における浄化ガスg2の出口側に設置され、スクラバ10を通過した浄化ガスg2のSO₂濃度を測定するレーザ式ガス分析計により構成される。第4測定手段64は、洗浄海水管31に設置され、スクラバ10に導入される洗浄海水a1の流量を測定するマスフローメータにより構成される。各測定手段61～64は、測定対象の変動を連続して測定可能に構成される。なお、上記各測定手段61～64の構成は一例を示すものであり、測定対象の変動を測定可能であることを前提として、任意の構成を採用することができる。

【0023】

制御手段65は、例えば、希釈海水a4の供給の制御に必要な各種処理を実行するプロセッサや、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) などの記憶媒体を含むプログラマブルコントローラ (PLC) により構成される。制御手段65は、各測定手段61～64と、第2海水ポンプ50とに所定の信号線を介して接続されている。各測定手段61～64の測定結果は、電気信号として制御手段65に出力される。制御手段65は、各測定手段61～64から出力された計測結果に基づいて第2海水ポンプ50による希釈海水a4の最適な供給流量を演算する。そして、制御手段65は、上記演算の結果に応じた電気信号を第2海水ポンプ50に出力し、第2海水ポンプ50の駆動を制御する。なお、制御手段65によって、第2海水ポンプ50は好ましくはインバータ制御される。

【0024】

次に、制御手段65の構成について説明する。図1では、制御手段65を機能ブロック図として示す。なお、図1に示す制御手段65の機能ブロックは、本発明に関連する構成のみを示しており、それ以外の構成については省略している。

【0025】

図1に示すように、制御手段65は、入力部65a、演算部65b及び出力部65cを含んで構成されている。入力部65aは、第1～第4測定手段61～64の流量や濃度の測定値を電気信号として入力する。演算部65bは、入力部65aに入力された各測定値から、適切な希釈海水a4の流量を演算する。出力部65cは、演算部65bによる流量の演算結果に応じ、第2海水ポンプ50の駆動を制御するための電気信号を出力する。

【0026】

次いで、図1及び図2を参照し、上記排ガス処理装置における排水処理方法について説明する。図2は、排水処理方法の流れを説明するためのフロー図である。図2に示すように、本実施の形態の排水処理方法では、浄化工程 (ST1)、測定工程 (ST2)、処理工程 (ST3) 及び供給工程 (ST4) が行われる。

【0027】

まず、浄化工程 (ST1) では、エンジン20からの排ガスg1が排ガスマン21を通過してスクラバ10内に導入される。一方、第1海水ポンプ30の駆動によってスクラバ10内では、洗浄海水管31を通過して洗浄海水a1が霧状に噴射される。これにより、排ガスg1中に含まれるSO₂、CO₂と霧状の洗浄海水a1とが接触して洗浄海水a1にSO₂、CO₂が吸収され、排ガスg1が浄化されて浄化ガスg2としてスクラバ10から排出される。SO₂、CO₂を吸収した洗浄海水a1は、排水a2としてスクラバ10から排水処理タンク40内に導入される。

【0028】

上記浄化工程を行いながら、測定工程 (ST2) が行われる。測定工程では、第1測定手段61によって、排ガスマン21を流れてスクラバ10に導入される前の排ガスg1の流量が測定され、第2測定手段62によって、当該排ガスg1のSO₂濃度が測定される。また、第3測定手段63によって、スクラバ10の浄化ガスg2の出口側を通過した浄化ガスg2のSO₂濃度が測定され、第4測定手段64によって、洗浄海水管31を流れてスクラバ10に導入される洗浄海水a1の流量が測定される。

【0029】

浄化工程が行われると、処理工程（ST3）が行われる。処理工程では、排水処理タンク40において、排水a2を曝気処理し、曝気処理水a3として排出経路43から排出される。

【0030】

処理工程が行われると、供給工程（ST4）が行われる。供給工程では、制御手段65による第2海水ポンプ50の制御によって、上記測定工程における測定値に応じた量の希釈海水a4が排出経路43に供給される。これにより、排水処理タンク40から排出された曝気処理水a3と、希釈海水a4とが混合され、曝気処理水a3が水質改善した処理水a5となって海水中に放流される。

10

【0031】

以上説明したように、本実施の形態に係る排水処理方法によれば、排水処理タンク40から排出された曝気処理水a3に希釈海水a4を混合しているので、排水処理タンク40に希釈海水a4が導入しなくてよくなる。この希釈海水a4を導入しない分、排水処理タンク40を小型化することができる。また、曝気処理する海水量を削減してブロー41を駆動するための消費電力を抑制でき、曝気処理の短時間化も図ることができる。

【0032】

次に、以下、本発明の第2の実施の形態について図3を参照して詳細に説明する。なお、第2の実施の形態において、第1の実施の形態と共通する構成要素については、同一の符号を付し、その図示、説明を省略する。

20

【0033】

図3は、第2の実施の形態に係る排ガス処理装置の概略構成図である。図3に示すように、本実施の形態に係る排ガス処理装置では、排出経路43に希釈用タンク100が設けられている。希釈用タンク100には、排水処理タンク40から排出された曝気処理水a3が導入されるとともに、第2海水ポンプ50を介して希釈海水a4が供給される。従って、第2の実施の形態では、希釈用タンク100の内部において、曝気処理水a3と希釈海水a4とが混合されて処理水a5とされる。これにより、希釈海水a4と曝気処理水a3とをより良く混合して、処理水a5の水質改善効果を高めることができる。なお、希釈用タンク100の内部には、曝気処理水a3と希釈海水a4とを攪拌する攪拌装置（不図示）が好ましくは設けられる。

30

【実施例】

【0034】

次に、第1の実施の形態に係る排水処理方法での省エネルギー効果、排水処理タンクの小型化を確認するために行った実験について説明する。本実験の実施例1、2及び比較例では、エンジン20の出力を10MWとし、実施例1、2は、第1の実施の形態と同様の構成とし、比較例は、実施例1に対し、希釈海水a4の供給するポイントを排水処理タンク40に変更した。実施例1及び比較例では、下記の表1における（1）～（7）の条件にて運転を行った。

【0035】

【表 1】

	実施例 1	比較例
(1) 排ガスg1の流量 (Nm ³ /h)	60,000	60,000
(2) 洗浄海水a1の流量 (m ³ /h)	500	500
(3) 排ガスg1のSO ₂ 濃度 (ppm)	500	500
(4) 浄化ガスg2のSO ₂ 濃度 (ppm)	20	20
(5) 希釈海水a4の流量 (m ³ /h)	786	786
(6) 排水処理タンク容積 (m ³)	5	5
(7) エアレーション流量 (Nm ³ /h)	5	10
(8) 処理水a5のpH	6.50	6.52

10

【0036】

表1の(7)の条件及び(8)の結果から、実施例1は、比較例に対してエアレーション流量が半分であるにも関わらず、排ガスg1のSO₂濃度や処理水a5のpHは同等であった。従って、曝気処理に必要なブロー41の消費電力を削減することができる。

【0037】

実施例2は、実施例1に対し、排水処理タンク容積を半分の2.5m³に変更し、且つ、エアレーション流量を変更して比較例と同じ条件にする等、下記の表2における(1)～(7)の条件にて運転を行った。

20

【0038】

【表 2】

	実施例 2	比較例
(1) 排ガスg1の流量 (Nm ³ /h)	60,000	60,000
(2) 洗浄海水a1の流量 (m ³ /h)	500	500
(3) 排ガスg1のSO ₂ 濃度 (ppm)	500	500
(4) 浄化ガスg2のSO ₂ 濃度 (ppm)	20	20
(5) 希釈海水a4の流量 (m ³ /h)	786	786
(6) 排水処理タンク容積 (m ³)	2.5	5
(7) エアレーション流量 (Nm ³ /h)	10	10
(8) 処理水a5のpH	6.50	6.52

30

【0039】

実施例2及び比較例における排水処理タンク40の海水の流入量は、以下のようになる。

実施例2の流入量＝表2の(2)＝500m³/h

比較例の流入量＝表2の(2)＋(5)＝500＋786＝1286m³/h

従って、排水処理タンク40の海水の流入量にあっては、比較例に比べて実施例2が半分以下となり、排水処理タンク40の容量を半分として小型化を図ることができる。更に、排水処理タンク40で曝気処理する海水量を削減して処理の効率化を図ることができる。

40

【0040】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、さまざまに変更して実施可能である。上記実施の形態において、添付図面に図示されている大きさや形状などについては、これに限定されず、本発明の効果を発揮する範囲内で適宜変更が可能である。その他、本発明の目的の範囲を逸脱しない限りにおいて適宜変更して実施可能である。

【0041】

例えば、上記の供給工程において、希釈海水a4に代えて、他のアルカリ性物質を供給してもよい。アルカリ性物質の例を挙げると、海水、またはNaOH、Mg(OH)₂、

50

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 CaCO_3 を含んだ水溶液、または NaOH 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 CaCO_3 を含んだ固体或いは粉末、または電気分解によって生成したアルカリ水のうち少なくとも1つ以上である。上記アルカリ性物質を利用することで、希釈海水a4を供給する場合に比べ、供給流量を大幅に削減することができる。

【符号の説明】

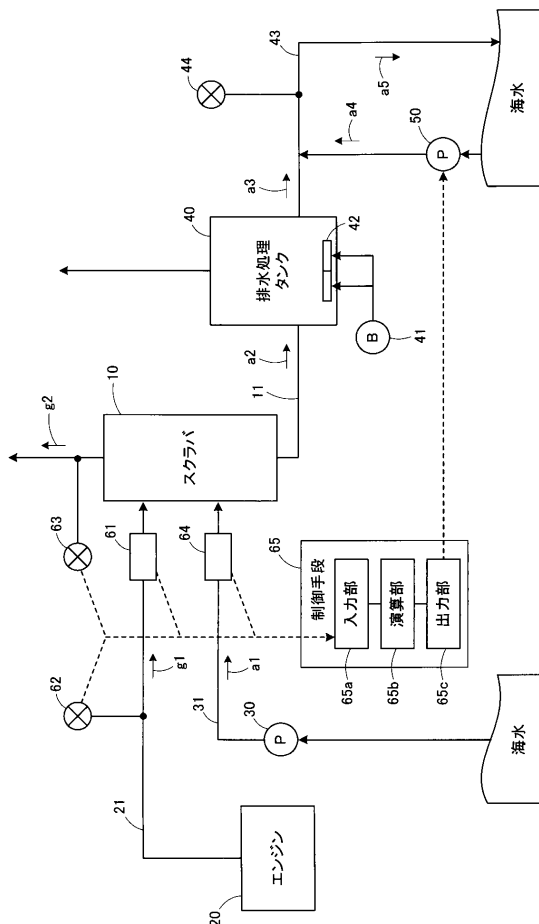
【0042】

- 10 スクラバ
- 40 排水処理タンク
- 50 第2海水ポンプ（供給手段）
- 61 第1測定手段
- 62 第2測定手段
- 63 第3測定手段
- 64 第4測定手段
- a1 洗浄海水
- a2 排水
- a3 曝気処理水
- a4 希釈海水（アルカリ性物質）
- a5 処理水
- g1 排ガス
- g2 浄化ガス

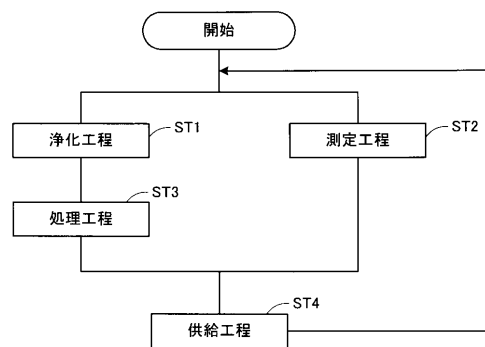
10

20

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (74)代理人 100150304
弁理士 溝口 勉
- (72)発明者 當山 広幸
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
- (72)発明者 乾 貴誌
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
- (72)発明者 檜垣 和幸
愛媛県今治市小浦町1丁目4番52号 今治造船株式会社内
- (72)発明者 鈴木 博樹
愛媛県今治市小浦町1丁目4番52号 今治造船株式会社内
- (72)発明者 中本 祐介
愛媛県今治市小浦町1丁目4番52号 今治造船株式会社内

審査官 佐々木 典子

- (56)参考文献 特開平09-239233 (JP, A)
国際公開第99/051328 (WO, A1)
米国特許出願公開第2006/0251559 (US, A1)
特開平09-173769 (JP, A)
米国特許第05690899 (US, A)
特開2010-234334 (JP, A)
欧州特許出願公開第02415718 (EP, A1)