

(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2014-12996

(P2014-12996A)

(43) 公開日 平成26年1月23日(2014.1.23)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
FO1N	3/04	(2006.01)	FO1N	3/04	A	3G091	
FO1N	3/08	(2006.01)	FO1N	3/08	ZABC	4D002	
C25B	9/00	(2006.01)	C25B	9/00	C	4D061	
BO1D	53/50	(2006.01)	BO1D	53/34	125R	4K021	
BO1D	53/77	(2006.01)	BO1D	53/34	130D		
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 21 頁) 最終頁に続く							

(21) 出願番号 特願2012-149924 (P2012-149924)
(22) 出願日 平成24年7月3日 (2012.7.3)

(71) 出願人 000000099
株式会社 I H I
東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(74) 代理人 110000936
特許業務法人青海特許事務所
(72) 発明者 初谷 智美
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
社 I H I 内
(72) 発明者 成相 健太郎
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
社 I H I 内
(72) 発明者 荒巻 博
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
社 I H I 内

最終頁に続く

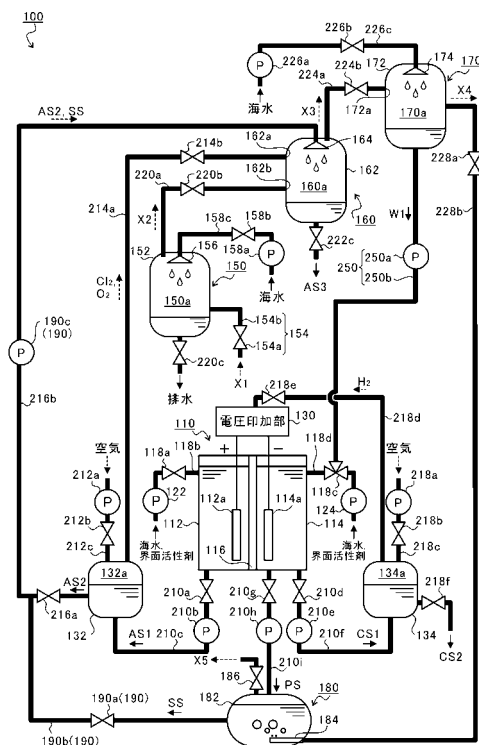
(54) 【発明の名称】 排ガス処理装置および排ガス処理方法

(57) 【要約】

【課題】 低コストで陰極から堆積物を除去する。

【解決手段】 排ガス処理装置 100 は、アノード槽 112 とカソード槽 114 を備えた電解槽 110 と、アノード槽およびカソード槽に海水が収容された状態で、陽極 112a および陰極 114a に電圧を印加する電圧印加部 130 と、排ガスを海水で洗浄する第1排ガス処理部 (第1塔 150、第3塔 170) と、第1排ガス処理部で洗浄された排ガスと、 Cl_2 ガスとを接触させて反応後ガスを生成し、アノード溶液 AS2 で反応後ガスを洗浄する第2排ガス処理部 (第2塔 160) と、第1排ガス処理部において排ガスを洗浄した後の溶液である第1溶液、第2排ガス処理部において排ガスを洗浄した後の溶液である第2溶液、および、アノード溶液の群から選択される1または複数の溶液で、陰極を洗浄する洗浄部 250 と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極が設けられたアノード槽と、陰極が設けられたカソード槽とを備え、該アノード槽と、該カソード槽とがイオン交換膜で仕切られている電解槽と、

前記アノード槽に海水を導入するアノード導入部と、

前記カソード槽に海水を導入するカソード導入部と、

前記アノード槽および前記カソード槽に海水が収容された状態で、前記陽極および前記陰極に電圧を印加することで電気分解を行う電圧印加部と、

NO_x 、 SO_x 、および CO_2 の群から選択される 1 または複数のガスが含まれる排ガスを、電気分解によって前記カソード槽で生成されたカソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する第 1 排ガス処理部と、

前記第 1 排ガス処理部で洗浄された後の排ガス、もしくは、該第 1 排ガス処理部で洗浄される前の排ガスと、電気分解によって前記アノード槽で生成された Cl_2 ガスとを接触させて反応後ガスを生成し、前記アノード槽で生成されたアノード溶液で前記反応後ガスを洗浄する第 2 排ガス処理部と、

前記第 1 排ガス処理部において排ガスを洗浄した後の溶液である第 1 溶液、前記第 2 排ガス処理部において排ガスを洗浄した後の溶液である第 2 溶液、および、前記アノード溶液の群から選択される 1 または複数の溶液で、前記陰極を洗浄する洗浄部と、を備えたことを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項 2】

陽極が設けられたアノード槽と、陰極が設けられたカソード槽とを備え、該アノード槽と、該カソード槽とがイオン交換膜で仕切られている電解槽と、

前記アノード槽に海水を導入するアノード導入部と、

前記カソード槽に海水を導入するカソード導入部と、

前記アノード槽および前記カソード槽に海水が収容された状態で、前記陽極および前記陰極に電圧を印加することで電気分解を行う電圧印加部と、

NO_x 、 SO_x 、および CO_2 の群から選択される 1 または複数のガスが含まれる排ガスを、電気分解によって前記カソード槽で生成されたカソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する第 1 排ガス処理部と、

前記第 1 排ガス処理部で洗浄された後の排ガス、もしくは、該第 1 排ガス処理部で洗浄される前の排ガスと、電気分解によって前記アノード槽で生成された Cl_2 ガスとを接触させて反応後ガスを生成し、前記アノード槽で生成されたアノード溶液で前記反応後ガスを洗浄する第 2 排ガス処理部と、

前記カソード槽で生成された沈殿物を含むカソード沈殿溶液に、前記第 2 排ガス処理部によって洗浄された前記反応後ガスを接触させる溶解部と、

前記第 1 排ガス処理部において排ガスを洗浄した後の溶液である第 1 溶液、前記第 2 排ガス処理部において排ガスを洗浄した後の溶液である第 2 溶液、前記アノード溶液、および、前記溶解部で生成された溶液である溶解溶液の群から選択される 1 または複数の溶液で、前記陰極を洗浄する洗浄部と、

を備えたことを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項 3】

前記第 1 排ガス処理部は、2 つ設けられており、

前記排ガスは、一方の前記第 1 排ガス処理部で洗浄され、前記第 2 排ガス処理部で洗浄された後、他方の前記第 1 排ガス処理部で洗浄されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の排ガス処理装置。

【請求項 4】

前記アノード導入部および前記カソード導入部のいずれか一方または双方は、海水に加えて界面活性剤を導入することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の排ガス処理装置。

【請求項 5】

前記電圧印加部は、前記陽極および前記陰極に 3 . 5 V から 2 0 V の電圧を印加することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の排ガス処理装置。

【請求項 6】

前記アノード溶液の pH は、1 から 6 であり、前記カソード溶液の pH は、7 から 1 4 であることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の排ガス処理装置。

【請求項 7】

陽極が設けられたアノード槽と、陰極が設けられたカソード槽とを備え、該アノード槽と、該カソード槽とがイオン交換膜で仕切られている電解槽と、前記アノード槽および前記カソード槽に海水が収容された状態で、前記陽極および前記陰極に電圧を印加することで電気分解を行う電圧印加部とを用いた排ガス処理方法であって、

10

NO_x 、 SO_x 、および CO_2 の群から選択される 1 または複数のガスが含まれる排ガスを、電気分解によって前記カソード槽で生成されたカソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程と、

前記カソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程で洗浄された後の排ガス、もしくは、前記カソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程で洗浄される前の排ガスと、電気分解によって前記アノード槽で生成された Cl_2 ガスとを接触させて反応後ガスを生成する工程と、

前記アノード槽で生成されたアノード溶液で前記反応後ガスを洗浄する工程と、

前記カソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程において排ガスを洗浄した後の溶液である第 1 溶液、前記アノード溶液で前記反応後ガスを洗浄する工程において排ガスを洗浄した後の溶液である第 2 溶液、および、前記アノード溶液の群から選択される 1 または複数の溶液で、前記陰極を洗浄する工程と、
を有することを特徴とする排ガス処理方法。

20

【請求項 8】

陽極が設けられたアノード槽と、陰極が設けられたカソード槽とを備え、該アノード槽と、該カソード槽とがイオン交換膜で仕切られている電解槽と、前記アノード槽および前記カソード槽に海水が収容された状態で、前記陽極および前記陰極に電圧を印加することで電気分解を行う電圧印加部とを用いた排ガス処理方法であって、

NO_x 、 SO_x 、および CO_2 の群から選択される 1 または複数のガスが含まれる排ガスを、電気分解によって前記カソード槽で生成されたカソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程と、

30

前記カソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程で洗浄された後の排ガス、もしくは、前記カソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程で洗浄される前の排ガスと、電気分解によって前記アノード槽で生成された Cl_2 ガスとを接触させて反応後ガスを生成する工程と、

前記アノード槽で生成されたアノード溶液で前記反応後ガスを洗浄する工程と、前記カソード槽で生成された沈殿物を含むカソード沈殿溶液に、洗浄された前記反応後ガスを接触させる工程と、

前記カソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程において排ガスを洗浄した後の溶液である第 1 溶液、前記アノード溶液で前記反応後ガスを洗浄する工程において排ガスを洗浄した後の溶液である第 2 溶液、前記アノード溶液、および、前記洗浄された反応後ガスを接触させる工程で生成された溶液である溶解溶液の群から選択される 1 または複数の溶液で、前記陰極を洗浄する工程と、
を有することを特徴とする排ガス処理方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、排ガスを洗浄する排ガス処理装置および排ガス処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

50

船舶や、車両等のエンジンにおいて、化石燃料を燃焼させると、燃焼排ガス（排ガス）が生じる。このような化石燃料を燃焼させた結果生じる排ガスには、窒素酸化物（以下、単に NO_x と称する）が含まれている。 NO_x は、大気汚染物質であるため、国際的な機関、国、地方自治体により排出濃度や排出量の規制が行われている。したがって、エンジンから排出される排ガスに含まれる NO_x 濃度が所定の規制値以上である場合には、 NO_x を除去するための排ガス処理装置を用いて排ガスから NO_x を除去する必要がある。

【0003】

NO_x を除去する排ガス処理装置として、 NO_x の還元を促進する脱硝触媒と、 NO_x を還元するための還元剤とを含んで構成される選択式触媒還元（Selective Catalytic Reduction）脱硝装置がある。しかし、脱硝触媒は、ある程度高温（例えば、270 程度）でなければ NO_x の還元効率が低下してしまう。また一般的に還元剤として尿素水を利用するため、尿素水のためのコストがかかってしまったり、余剰の尿素水の廃棄処理にコストがかかってしまったりしていた。

10

【0004】

そこで、海水に排ガスを吸収させ、その海水を、透過膜で隔離されたアノード槽とカソード槽とにそれぞれ収容して電気分解を行うことにより、アノード槽で生成される溶液を用いて NO_x を分解する技術が開示されている（例えば、特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

20

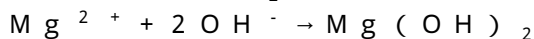
【特許文献1】特許第3829184号

【発明の概要】

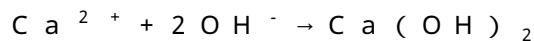
【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献1の技術では、電気分解によって海水に含まれるマグネシウムイオン（ Mg^{2+} ）やカルシウムイオン（ Ca^{2+} ）がスケール（堆積物）として陰極（カソード槽）に析出してしまう。具体的に説明すると、下記反応式（A）や（B）に示すように、 Mg^{2+} は水酸化マグネシウム（ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ）になり、 Ca^{2+} は水酸化カルシウム（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）になり、陰極に堆積する。



... 反応式（A）



... 反応式（B）

30

【0007】

したがって、堆積した水酸化物（堆積物）によって、電気分解に有効な電極面積が減少する。そうすると、所望する濃度のアノード溶液を得るためには、堆積物がない陰極を利用する場合と比較して、長時間電気分解を行うか、電極（陰極および陽極）に印加する電圧を上げなければならず、消費電力が増大してしまう。このため、陰極から堆積物を除去（剥離）するための装置を別途採用しなければならずコスト高となっていた。

【0008】

40

そこで本発明は、このような課題に鑑み、排ガスから効率よく NO_x を除去するとともに、低コストで陰極から堆積物を除去することが可能な排ガス処理装置および排ガス処理方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明の排ガス処理装置は、陽極が設けられたアノード槽と、陰極が設けられたカソード槽とを備え、該アノード槽と、該カソード槽とがイオン交換膜で仕切られている電解槽と、前記アノード槽に海水を導入するアノード導入部と、前記カソード槽に海水を導入するカソード導入部と、前記アノード槽および前記カソード槽に海水が収容された状態で、前記陽極および前記陰極に電圧を印加することで電気分解を

50

行う電圧印加部と、 NO_x 、 SO_x 、および CO_2 の群から選択される１または複数のガスが含まれる排ガスを、電気分解によって前記カソード槽で生成されたカソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する第１排ガス処理部と、前記第１排ガス処理部で洗浄された後の排ガス、もしくは、該第１排ガス処理部で洗浄される前の排ガスと、電気分解によって前記アノード槽で生成された Cl_2 ガスとを接触させて反応後ガスを生成し、前記アノード槽で生成されたアノード溶液で前記反応後ガスを洗浄する第２排ガス処理部と、前記第１排ガス処理部において排ガスを洗浄した後の溶液である第１溶液、前記第２排ガス処理部において排ガスを洗浄した後の溶液である第２溶液、および、前記アノード溶液の群から選択される１または複数の溶液で、前記陰極を洗浄する洗浄部と、を備えたことを特徴とする。

10

【００１０】

上記課題を解決するために、本発明の他の排ガス処理装置は、陽極が設けられたアノード槽と、陰極が設けられたカソード槽とを備え、該アノード槽と、該カソード槽とがイオン交換膜で仕切られている電解槽と、前記アノード槽に海水を導入するアノード導入部と、前記カソード槽に海水を導入するカソード導入部と、前記アノード槽および前記カソード槽に海水が収容された状態で、前記陽極および前記陰極に電圧を印加することで電気分解を行う電圧印加部と、 NO_x 、 SO_x 、および CO_2 の群から選択される１または複数のガスが含まれる排ガスを、電気分解によって前記カソード槽で生成されたカソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する第１排ガス処理部と、前記第１排ガス処理部で洗浄された後の排ガス、もしくは、該第１排ガス処理部で洗浄される前の排ガスと、電気分解によって前記アノード槽で生成された Cl_2 ガスとを接触させて反応後ガスを生成し、前記アノード槽で生成されたアノード溶液で前記反応後ガスを洗浄する第２排ガス処理部と、前記カソード槽で生成された沈殿物を含むカソード沈殿溶液に、前記第２排ガス処理部によって洗浄された前記反応後ガスを接触させる溶解部と、前記第１排ガス処理部において排ガスを洗浄した後の溶液である第１溶液、前記第２排ガス処理部において排ガスを洗浄した後の溶液である第２溶液、前記アノード溶液、および、前記溶解部で生成された溶液である溶解溶液の群から選択される１または複数の溶液で、前記陰極を洗浄する洗浄部と、を備えたことを特徴とする。

20

【００１１】

また、前記第１排ガス処理部は、２つ設けられており、前記排ガスは、一方の前記第１排ガス処理部で洗浄され、前記第２排ガス処理部で洗浄された後、他方の前記第１排ガス処理部で洗浄されるとしてもよい。

30

【００１２】

また、前記アノード導入部および前記カソード導入部のいずれか一方または双方は、海水に加えて界面活性剤を導入するとしてもよい。

【００１３】

また、前記電圧印加部は、前記陽極および前記陰極に３．５Ｖから２０Ｖの電圧を印加するとしてもよい。

【００１４】

また、前記アノード溶液のｐＨは、１から６であり、前記カソード溶液のｐＨは、７から１４であるとしてもよい。

40

【００１５】

上記課題を解決するために、本発明の排ガス処理方法は、陽極が設けられたアノード槽と、陰極が設けられたカソード槽とを備え、該アノード槽と、該カソード槽とがイオン交換膜で仕切られている電解槽と、前記アノード槽および前記カソード槽に海水が収容された状態で、前記陽極および前記陰極に電圧を印加することで電気分解を行う電圧印加部とを用いた排ガス処理方法であって、 NO_x 、 SO_x 、および CO_2 の群から選択される１または複数のガスが含まれる排ガスを、電気分解によって前記カソード槽で生成されたカソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程と、前記カソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程で洗浄された後の排ガス、もしくは、

50

前記カソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程で洗浄される前の排ガスと、電気分解によって前記アノード槽で生成された Cl_2 ガスとを接触させて反応後ガスを生成する工程と、前記アノード槽で生成されたアノード溶液で前記反応後ガスを洗浄する工程と、前記カソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程において排ガスを洗浄した後の溶液である第1溶液、前記アノード溶液で前記反応後ガスを洗浄する工程において排ガスを洗浄した後の溶液である第2溶液、および、前記アノード溶液の群から選択される1または複数の溶液で、前記陰極を洗浄する工程と、を有することを特徴とする。

【0016】

上記課題を解決するために、本発明の他の排ガス処理方法は、陽極が設けられたアノード槽と、陰極が設けられたカソード槽とを備え、該アノード槽と、該カソード槽とがイオン交換膜で仕切られている電解槽と、前記アノード槽および前記カソード槽に海水が収容された状態で、前記陽極および前記陰極に電圧を印加することで電気分解を行う電圧印加部とを用いた排ガス処理方法であって、 NO_x 、 SO_x 、および CO_2 の群から選択される1または複数のガスが含まれる排ガスを、電気分解によって前記カソード槽で生成されたカソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程と、前記カソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程で洗浄された後の排ガス、もしくは、前記カソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程で洗浄される前の排ガスと、電気分解によって前記アノード槽で生成された Cl_2 ガスとを接触させて反応後ガスを生成する工程と、前記アノード槽で生成されたアノード溶液で前記反応後ガスを洗浄する工程と、前記カソード槽で生成された沈殿物を含むカソード沈殿溶液に、洗浄された前記反応後ガスを接触させる工程と、前記カソード溶液および海水のいずれか一方または双方で洗浄する工程において排ガスを洗浄した後の溶液である第1溶液、前記アノード溶液で前記反応後ガスを洗浄する工程において排ガスを洗浄した後の溶液である第2溶液、前記アノード溶液、および、前記洗浄された反応後ガスを接触させる工程で生成された溶液である溶解溶液の群から選択される1または複数の溶液で、前記陰極を洗浄する工程と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、排ガスから効率よく NO_x を除去するとともに、低コストで陰極から堆積物を除去することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】第1の実施形態にかかる排ガス処理装置の具体的な構成を説明するための説明図である。

【図2】排ガス処理装置を用いた排ガス処理方法の処理の流れを説明するためのフローチャートである。

【図3】第2の実施形態にかかる排ガス処理装置の具体的な構成を説明するための説明図である。

【図4】第3の実施形態にかかる排ガス処理装置の具体的な構成を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。かかる実施形態に示す寸法、材料、その他具体的な数値等は、発明の理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、本発明を限定するものではない。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能、構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略し、また本発明に直接関係のない要素は図示を省略する。

【0020】

船舶や、車両等のエンジンにおいて、化石燃料を燃焼させると、排ガスが生じる。この

10

20

30

40

50

ような化石燃料を燃焼させた結果生じる排ガスには、 NO_x が含まれている。 NO_x は、大気汚染物質であるため、エンジンから排出される排ガスに含まれる NO_x 濃度が所定の規制値以上である場合には、 NO_x を除去する必要がある。以下、排ガスから効率よく NO_x を除去することができる排ガス処理装置について説明する。

【0021】

(第1の実施形態：排ガス処理装置100)

図1は、第1の実施形態にかかる排ガス処理装置100の具体的な構成を説明するための説明図である。図1中、ガス(気体)の流れを破線の矢印で示し、液体の流れを実線の矢印で示す。

【0022】

図1に示すように、排ガス処理装置100は、電解槽110と、アノード導入部122と、カソード導入部124と、電圧印加部130と、アノード分離部132と、カソード分離部134と、第1塔150と、第2塔160と、第3塔170と、溶解部180と、返送部190と、洗浄部250とを含んで構成される。

【0023】

電解槽110は、アノード槽112と、カソード槽114とを含んで構成され、アノード槽112とカソード槽114とはイオン交換膜116で仕切られている。

【0024】

アノード槽112には、陽極112aが設けられており、陽極112aは、白金(Pt)で被膜されたチタン(Ti)等の一般的に電極として利用可能な導電性材料で構成される。

【0025】

カソード槽114には、陰極114aが設けられており、陰極114aは、銅(Cu)、ニッケル(Ni)、鉄(Fe)、チタン(Ti)、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、クロム(Cr)、白金(Pt)、アルミニウム(Al)、亜鉛(Zn)、カドミウム(Cd)等の金属のうち1または複数を用いた材料や、真鍮や高力黄銅等の合金で構成される。

【0026】

アノード導入部122は、ポンプを含んで構成され、バルブ118a、導入管118bを通じて、海水および界面活性剤をアノード槽112に導入する。カソード導入部124は、ポンプを含んで構成され、三方弁118c、導入管118dを通じて、海水および界面活性剤をカソード槽114に導入する。

【0027】

ここで、アノード導入部122、カソード導入部124が導入する界面活性剤は、陰イオン界面活性剤、陽イオン界面活性剤、非イオン界面活性剤のいずれであってもよく、例えば、アルキルポリオキシエチレン硫酸塩、ジアルキルジメチルアンモニウム塩、ポリオキシエチレンアルキルエーテルである。アノード導入部122がアノード槽112に、カソード導入部124がカソード槽114に界面活性剤を導入する効果については、後で説明する。

【0028】

電圧印加部130は、水素ガス燃料電池や、水素ディーゼル発電機等の水素(H_2)を動力源として電力を生成する装置で構成され、アノード槽112に設けられた陽極112a、および、カソード槽114に設けられた陰極114aに、電圧を印加することで海水の電気分解を行う。

【0029】

ここで、電圧印加部130に供給される H_2 は、カソード槽114で生成された H_2 を含む。このように、電圧印加部130を、 H_2 を動力源として電力を生成する装置で構成することにより、カソード槽114で生成された H_2 を有効利用することができる。

【0030】

また、電圧印加部130が陽極112aおよび陰極114aに印加する電圧は、3.5

10

20

30

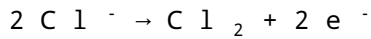
40

50

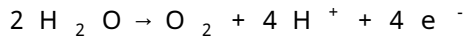
V から 20 V であり、好ましくは 3.5 V から 15 V、より好ましくは 3.5 V から 10 V である。電圧印加部 130 が陽極 112 a および陰極 114 a に印加する電圧を、上記のように設定することで、後述するアノード溶液 AS2、カソード溶液 CS2 の pH を所望する値に容易に調整することができる。

【0031】

電圧印加部 130 が陽極 112 a および陰極 114 a に電圧を印加して電気分解を行うと、アノード槽 112 では以下の反応式 (1)、(2)、(3)、(4) に示す反応が起こる。

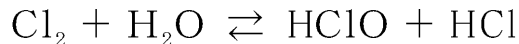


... 反応式 (1)



... 反応式 (2)

【化1】



... 反応式 (3)

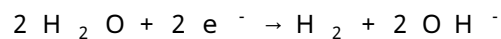
【化2】



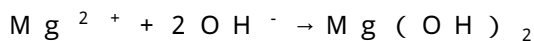
... 反応式 (4)

【0032】

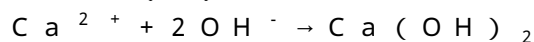
一方、カソード槽 114 では以下の反応式 (5) ~ (9) に示す反応が起こる。



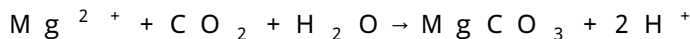
... 反応式 (5)



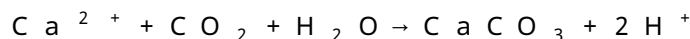
... 反応式 (6)



... 反応式 (7)



... 反応式 (8)



... 反応式 (9)

【0033】

そうすると、アノード槽 112 では、塩素 (Cl_2)、酸素 (O_2)、および次亜塩素酸 (HClO)、次亜塩素酸イオン (ClO^-) が生成され (反応式 (1)、(2)、(3)、(4) 参照)、カソード槽 114 では、 H_2 、水酸化マグネシウム ($\text{Mg}(\text{OH})_2$)、水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)、炭酸マグネシウム (MgCO_3)、および炭酸カルシウム (CaCO_3) が生成される (反応式 (5) ~ (9) 参照) こととなる。

【0034】

このように、電気分解の進行に伴って、アノード槽 112 で生成されるアノード溶液の pH は酸性 (反応式 (2)、(3)、(4) 参照) に傾き、カソード槽 114 で生成されるカソード溶液の pH はアルカリ性 (反応式 (5) 参照) に傾く。

【0035】

また、上述したように、電気分解に伴ってアノード槽 112 では、 Cl_2 (ガス) および O_2 (ガス) が生成されるため、陽極 112 a の表面に、これらのガス (Cl_2 ガスおよび O_2 ガス) の気泡が付着することとなる。一方、電気分解に伴ってカソード槽 114 では、 H_2 (ガス) が生成されるため、陰極 114 a の表面に H_2 ガスの気泡が付着することとなる。そうすると、電極 (陽極 112 a、陰極 114 a) と、海水との接触面積が減少してしまい、海水の電気分解効率が低下する。

【0036】

そこで、上述したように、アノード導入部 122 がアノード槽 112 へ、カソード導入部 124 がカソード槽 114 へ、界面活性剤を導入することで、ガスを海水に溶解しやす

10

20

30

40

50

くすることができる。これにより、電極への気泡の付着を抑制することができ、電気分解効率の低下を低減することが可能となる。

【0037】

そして、アノード槽112で生成された、 Cl_2 、 O_2 、および HClO 、 ClO^- を含んだアノード溶液AS1は、バルブ210a、ポンプ210b、AS1流通管210cを通じて、アノード槽112からアノード分離部132に導入される。

【0038】

一方、カソード槽114で生成された、 H_2 を含むカソード溶液CS1は、バルブ210d、ポンプ210e、CS1流通管210fを通じてカソード槽114からカソード分離部134に導入される。また、カソード槽114で生成された、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 MgCO_3 、および CaCO_3 は、固体（またはゲル）として沈殿しており、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 MgCO_3 、および CaCO_3 を含むスラリー状のカソード溶液（以下、単にカソード沈殿溶液PSと称する）は、バルブ210g、ポンプ210h、PS流通管210iを通じて、後述する溶解部180を構成する溶解槽182に導入される。

【0039】

アノード分離部132は、気液分離によって、アノード溶液AS1を、 Cl_2 ガスおよび O_2 ガスと、アノード溶液AS2とに分離する。アノード分離部132において分離された Cl_2 ガス、および O_2 ガスは、ガス滞留空間132aに滞留した後、不図示の空気源から、ポンプ212a、バルブ212b、空気導入管212cを通じて導入される空気によって押し出され、ガス管214a、バルブ214bを通じて、後述する第2塔160のガス供給口162aに導かれる。また、アノード分離部132において分離されたアノード溶液AS2は、バルブ216a、ポンプ190c、流通管216bを通じて、後述する第2塔160の噴霧部164に導入される。

【0040】

カソード分離部134は、気液分離によって、カソード溶液CS1を、 H_2 ガスと、カソード溶液CS2とに分離する。カソード分離部134において分離された H_2 は、ガス滞留空間134aに滞留した後、不図示の空気源から、ポンプ218a、バルブ218b、空気導入管218cを通じて導入される空気によって押し出され、ガス管218d、バルブ218eを通じて電圧印加部130に導入される。また、カソード分離部134において分離されたカソード溶液CS2は、バルブ218fを介して外部に排出される。

【0041】

第1塔（第1排ガス処理部）150は、例えば、スプレー塔であり、 NO_x （窒素酸化物）、 SO_x （硫黄酸化物）、および、 CO_2 の群から選択される1または複数のガスが含まれる排ガスX1が導入されるとともに、当該排ガスX1を海水で洗浄する。

【0042】

具体的に説明すると、第1塔150は、本体152と、排ガス導入部154と、噴霧部156を含んで構成される。排ガス導入部154は、バルブ154aと、排ガス導入管154bとを含んで構成され、 NO_x 、 SO_x 、 CO_2 が含まれる排ガスX1を本体152内に導入する。

【0043】

噴霧部156は、ポンプ158a、バルブ158b、海水導入管158cを通じて、不図示の海水源と連通しており、排ガス導入部154が導入した排ガスX1に、海水を噴霧する。

【0044】

このように、第1塔150において、排ガスX1に海水を噴霧して洗浄することで、排ガスX1中に含まれるオイルミスト、ダスト、 SO_x 、および、 CO_2 が海水に吸収される。こうして、第1塔150は、排ガスX1中からオイルミスト、ダスト、 SO_x 、および、 CO_2 を除去する。

【0045】

10

20

30

40

50

なお、ここでは、 SO_x と CO_2 とが競合して海水に吸収（溶解）されることとなるが、海水に SO_x が吸収されることにより、吸収後の海水のpHが急激に低下する。そうすると、 CO_2 の溶解度が著しく低下するため、第1塔150において、 CO_2 は殆ど吸収されないこととなる。

【0046】

そして、第1塔150において、排ガスX1中からオイルミスト、ダスト、および、 SO_x 、および、少量の CO_2 が除去された排ガス（以下、単に排ガスX2とする）は、ガス管220a、バルブ220bを通じて、後述する第2塔160の排ガス導入口162bに導かれる。また、 SO_x および少量の CO_2 を吸収した海水は、バルブ220cを介して外部に排出される。

10

【0047】

第1塔150をスプレー塔で構成することにより、気泡塔や充填塔と比較して、空塔速度（塔内部に充填物が無いと仮定したときのガスの流速）を大きくすることができ、 NO_x 、 SO_x 、および CO_2 のいずれか1または複数のガスの同一の除去率を達成するための水平方向の内径を小さくすることが可能となる。したがって、第1塔150の占有体積を小さくすることが可能となり、船舶等の占有体積に制限がある場所であっても排ガス処理装置100を搭載することができる。

【0048】

第2塔（第2排ガス処理部）160は、例えば、スプレー塔であり、排ガスX2と、アノード分離部132から供給された Cl_2 ガスとを接触させて反応後ガスを生成する。そして、第2塔160は、反応後ガスを、アノード分離部132から供給されたアノード溶液AS2で洗浄する。

20

【0049】

具体的に説明すると、第2塔160は、本体162と、噴霧部164とを含んで構成される。

【0050】

本体162には、ガス供給口162aと、排ガス導入口162bが設けられている。ガス供給口162aは、ガス管214a、バルブ214bを通じて、アノード分離部132のガス滞留空間132aと連通しており、アノード分離部132で分離された Cl_2 ガスおよび O_2 ガスは、ガス供給口162aを通じて本体162内に供給される。

30

【0051】

排ガス導入口162bは、ガス管220a、バルブ220bを通じて、第1塔150のガス滞留空間150aと連通しており、第1塔150で生成された排ガスX2は、排ガス導入口162bを通じて本体162内に供給される。

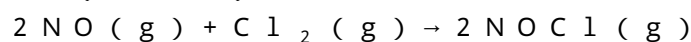
【0052】

噴霧部164は、バルブ216a、ポンプ190c、流通管216bを通じて、アノード分離部132と連通しており、ガス供給口162aから供給された Cl_2 ガス、 O_2 ガス、および、排ガス導入口162bから導入された排ガスX2に、アノード溶液AS2を噴霧する。

40

【0053】

そうすると、本体162内で、以下の反応式（10）に示すように、まず、排ガスX2中の NO_x （ここでは、一例としてNOを挙げる）と Cl_2 ガスとが反応して塩化ニトロシル（ NOCl ）が生成される。



... 反応式（10）

なお、反応式において（g）は気体を示す。

【0054】

したがって、本体162内に NOCl 、余剰の Cl_2 、 O_2 を含んで構成される反応後ガスが滞留することになる。

【0055】

50

そして、噴霧部 164 によって、反応後ガスにアノード溶液 AS2 が噴霧されることにより、反応後ガス中の NOCl はアノード溶液 AS2 に吸収（溶解）される。

【0056】

ここで、アノード溶液 AS2 の pH は、1 から 6 であり、好ましくは 2 から 5、より好ましくは 2 から 4 である。このように、アノード溶液 AS2 の pH が低いと、すなわち、アノード溶液 AS2 が酸性であると、NOCl を効率よく吸収することができる。

【0057】

また、アノード溶液 AS2 の pH を 1 から 6 にするためには、上述した電圧印加部 130 が陽極 112a および陰極 114a に印加する電圧を、3.5V から 20V にするとよい。

10

【0058】

このように、第 2 塔 160 において、排ガス X2 から NOx が除去されるとともに、第 1 塔 150 において除去しきれなかった CO₂ と、余剰の（未反応の）Cl₂ ガスおよび O₂ ガス（第 2 塔 160 で洗浄された反応後ガス）とは、ガス管 224a、バルブ 224b を通じて、後述する第 3 塔 170 に導かれる。また、NOx を吸収したアノード溶液 AS3 は、バルブ 222c を介して外部に排出される。以下、第 1 塔 150 において除去しきれなかった CO₂、余剰の Cl₂ ガスおよび O₂ ガスの混合ガスを、単に排ガス X3 と称する。

【0059】

第 2 塔 160 をスプレー塔で構成することにより、気泡塔や充填塔と比較して、空塔速度を大きくすることができ、NOx と同一の除去率を達成するための水平方向の内径を小さくすることが可能となる。したがって、第 2 塔 160 の占有体積を小さくすることが可能となり、船舶等の占有体積に制限がある場所であっても排ガス処理装置 100 を搭載することができる。

20

【0060】

第 3 塔（第 1 排ガス処理部）170 は、例えば、スプレー塔であり、排ガス X3 が導入されるとともに、当該排ガス X3 を海水で洗浄する。

【0061】

具体的に説明すると、第 3 塔 170 は、本体 172 と、噴霧部 174 とを含んで構成される。

30

【0062】

本体 172 には、ガス供給口 172a が設けられている。ガス供給口 172a は、ガス管 224a、バルブ 224b を通じて、第 2 塔 160 のガス滞留空間 160a と連通しており、第 2 塔 160 で生成された排ガス X3 は、ガス供給口 172a を通じて本体 172 内に供給される。

【0063】

噴霧部 174 は、ポンプ 226a、バルブ 226b、海水導入管 226c を通じて、不図示の海水源と連通しており、排ガス X3 に海水を噴霧する。

【0064】

第 3 塔 170 において、排ガス X3 に海水を噴霧して洗浄することで、排ガス X3 中に含まれる CO₂ が海水に吸収される。こうして、第 3 塔 170 は、排ガス X3 中から CO₂ を除去する。

40

【0065】

このように、第 3 塔 170 において、排ガス X3 から CO₂ が除去される。そして、第 3 塔 170 で処理しきれなかった余剰の Cl₂ ガスおよび O₂ ガス（すなわち、第 2 塔 160 で洗浄された反応後ガス）は、バルブ 228a、余剰ガス流通管 228b を通じて、後述する溶解部 180 のバブリング部 184 に導かれる。以下、余剰の Cl₂ ガスおよび O₂ ガス（第 2 塔 160 で洗浄された反応後ガス）を、単に余剰ガス X4 と称する。

【0066】

また、第 3 塔 170 において、CO₂ を吸収した海水（第 1 溶液）は、酸性の溶液とな

50

っている。そこで、後述する洗浄部 250 は、かかる第 1 溶液 W1 を利用して、陰極 114a を洗浄する。洗浄部 250 による陰極 114a の洗浄については、後で詳述する。

【0067】

第 3 塔 170 をスプレー塔で構成することにより、気泡塔や充填塔と比較して、空塔速度を大きくすることができ、CO₂ の同一の除去率を達成するための水平方向の内径を小さくすることが可能となる。したがって、第 3 塔 170 の占有体積を小さくすることが可能となり、船舶等の占有体積に制限がある場所であっても排ガス処理装置 100 を搭載することができる。

【0068】

溶解部 180 は、第 2 塔 160 に供給される Cl₂ ガスの量が、排ガス X2 中の NO_x を分解するのに必要な量よりも多い場合に生じる余剰の Cl₂ を含む余剰ガス X4 を、アルカリ性のカソード沈殿溶液 PS と接触させる。具体的に説明すると、溶解部 180 は、溶解槽 182 と、バブリング部 184 とを含んで構成される。

10

【0069】

溶解槽 182 は、バルブ 210g、ポンプ 210h、PS 流通管 210i を通じてカソード槽 114 と連通しており、カソード槽 114 から供給されたカソード沈殿溶液 PS を貯留する。

【0070】

バブリング部 184 は、バルブ 228a、余剰ガス流通管 228b を通じて、第 3 塔 170 のガス滞留空間 170a と連通しており、第 3 塔 170 から供給された余剰ガス X4 をカソード沈殿溶液 PS にバブリングする。

20

【0071】

そうすると、溶解槽 182 内で、余剰ガス X4 に含まれる Cl₂ ガスがカソード沈殿溶液 PS に溶解する。すなわち、余剰ガス X4 から Cl₂ ガスを除去することができる。そして、余剰ガス X4 から Cl₂ が除去された精製ガス X5 は、バルブ 186 を介して、外部に排出される。

【0072】

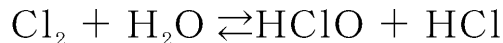
また、上述したように、電圧印加部 130 は、アノード溶液 AS2 の pH を 1 から 6 にするために、陽極 112a および陰極 114a に 3.5V から 20V の電圧を印加する。そうすると、カソード溶液 CS1 の pH は、8 から 14 となってしまう、上述した反応式 (6) ~ (9) に示す反応が起こり、Mg(OH)₂、Ca(OH)₂、MgCO₃、および CaCO₃ の沈殿物を含むカソード沈殿溶液 PS が生成される。

30

【0073】

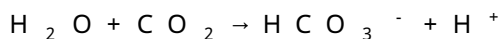
そこで、バブリング部 184 が、カソード沈殿溶液 PS に余剰ガス X4 をバブリングすると、溶解槽 182 内で、以下の反応式 (11)、(12) に示す反応が進行し、カソード沈殿溶液 PS の pH が 8 ~ 14 であったのが pH 8 未満に低下する、すなわち、カソード沈殿溶液 PS が酸性になる。

【化 3】



... 反応式 (11)

40



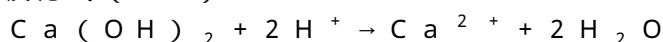
... 反応式 (12)

【0074】

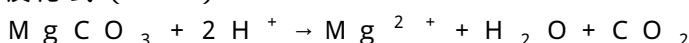
カソード沈殿溶液 PS が酸性になると、以下の反応式 (13) ~ (16) に示す反応が起こる。



... 反応式 (13)

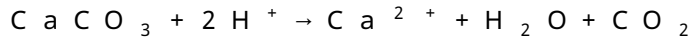


... 反応式 (14)



50

... 反応式 (1 5)



... 反応式 (1 6)

【 0 0 7 5 】

なお、上記反応式 (1 3) に示す反応は pH 9 . 2 未満で、反応式 (1 4) に示す反応は pH 1 2 未満で、反応式 (1 5) に示す反応は pH 1 0 未満で、反応式 (1 6) に示す反応は pH 8 未満で進行する。

【 0 0 7 6 】

こうして、溶解部 1 8 0 においてカソード沈殿溶液 P S 中の $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 MgCO_3 、および CaCO_3 が溶解し、溶解溶液 S S が生成される。

10

【 0 0 7 7 】

返送部 1 9 0 は、バルブ 1 9 0 a と返送配管 1 9 0 b と、ポンプ 1 9 0 c を含んで構成され、溶解溶液 S S を第 2 塔 1 6 0 へ返送する。具体的に説明すると、返送配管 1 9 0 b は、流通管 2 1 6 b に接続されており、バルブ 1 9 0 a を開にしてポンプ 1 9 0 c を駆動させることで、溶解溶液 S S を第 2 塔 1 6 0 の噴霧部 1 6 4 に供給する。

【 0 0 7 8 】

上述したように、溶解溶液 S S は酸性であるため、 NOCl を効率良く吸収することができる。そこで、返送部 1 9 0 が溶解溶液 S S を第 2 塔 1 6 0 に返送することで、アノード溶液 A S 2 のみならず、溶解溶液 S S にも NOCl を吸収させることができる。

【 0 0 7 9 】

20

また、従来、固形分離して廃棄していた $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 MgCO_3 、および CaCO_3 を溶解溶液 S S として再利用することができ、廃棄にかかるコストを低減することが可能となる。

【 0 0 8 0 】

洗浄部 2 5 0 は、電気分解の終了後に、第 3 塔 1 7 0 において排ガス X 3 を洗浄した後の溶液である第 1 溶液 W 1 で陰極 1 1 4 a を洗浄する。具体的に説明すると、洗浄部 2 5 0 は、ポンプ 2 5 0 a と、導入管 2 5 0 b とを含んで構成される。導入管 2 5 0 b は、第 3 塔 1 7 0 と、三方弁 1 1 8 c とを連通しており、ポンプ 2 5 0 a は、導入管 2 5 0 b 上に設けられる。そして、ポンプ 2 5 0 a は、導入管 2 5 0 b、三方弁 1 1 8 c を通じて、第 1 溶液 W 1 をカソード槽 1 1 4 に導入する。

30

【 0 0 8 1 】

上述したように、電圧印加部 1 3 0 は、アノード溶液 A S 2 の pH を 1 から 6 にするために、陽極 1 1 2 a および陰極 1 1 4 a に 3 . 5 V から 2 0 V の電圧を印加する。すると、カソード溶液 C S 1 の pH は、8 から 1 4 となってしまう、上述した反応式 (6) ~ (9) に示す反応が起こり、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 MgCO_3 、および CaCO_3 が陰極 1 1 4 a に堆積 (付着) する。そうすると、陰極 1 1 4 a において、堆積した水酸化物 (堆積物) によって、電気分解に有効な電極面積が減少してしまう。

【 0 0 8 2 】

そこで、洗浄部 2 5 0 が、第 3 塔 1 7 0 において CO_2 を吸収させることにより酸性になった海水である第 1 溶液 W 1 をカソード槽 1 1 4 に導入して、陰極 1 1 4 a に第 1 溶液 W 1 を接触させる。そうすると、上記反応式 (1 3) ~ (1 6) に示す反応が起こり、陰極 1 1 4 a に堆積した、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 MgCO_3 、および CaCO_3 を溶解する (除去する) ことができる。

40

【 0 0 8 3 】

以上説明したように、本実施形態にかかる排ガス処理装置 1 0 0 によれば、洗浄部 2 5 0 が、排ガス中に含まれる CO_2 を吸収させた酸性の第 1 溶液 W 1 を用いて、陰極 1 1 4 a を洗浄することで、従来廃棄されていた第 1 溶液 W 1 を有効利用しつつ、陰極 1 1 4 a から堆積した水酸化物を除去することができる。つまり、別途のコストを要せずに、陰極 1 1 4 a を洗浄することが可能となる。

【 0 0 8 4 】

50

また、第3塔170に導入される排ガスX3は、第1塔150においてオイルミストおよびダストが除去されているため、第1溶液W1にはオイルミストおよびダストが混入することは殆どない。したがって、洗浄部250が第1溶液W1を用いて陰極114aを洗浄することにより陰極114a（カソード槽114）がオイルミストやダストで汚染されてしまう事態を回避することが可能となる。

【0085】

（排ガス処理方法）

図2は、本実施形態にかかる排ガス処理装置100を用いた排ガス処理方法の処理の流れを説明するためのフローチャートである。

【0086】

10

まず、アノード導入部122はアノード槽112に海水および界面活性剤を導入する。また、三方弁118cの接続先を、カソード導入部124と、導入管118dとに切り換えた後、カソード導入部124は、カソード槽114に海水および界面活性剤を導入する。そして、アノード槽112およびカソード槽114に海水および界面活性剤が収容された状態で、電圧印加部130が陽極112aおよび陰極114aに電圧を印加することで、電気分解を開始する（S300）。

【0087】

そして、アノード槽112において生成されたアノード溶液AS1をアノード分離部132に導入し、カソード槽114において生成されたカソード溶液CS1をカソード分離部134に導入し、カソード槽114において生成されたカソード沈殿溶液PSを溶解槽182に導入する（S302）。

20

【0088】

アノード分離部132は、気液分離によって、アノード溶液AS1を Cl_2 ガスとアノード溶液AS2とに分離する（S304）。また、カソード分離部134は、気液分離によって、カソード溶液CS1を H_2 ガスとカソード溶液CS2とに分離する（S306）。

【0089】

第1塔150は、排ガスX1に海水を噴霧して、排ガスX1からオイルミスト、ダスト、 SO_x 、および、少量の CO_2 を除去するとともに、排ガスX1からオイルミスト、ダスト、 SO_x 、および、少量の CO_2 が除去された排ガスX2を第2塔160に送出する（S308）。

30

【0090】

第2塔160は、海水洗浄工程S308で洗浄された排ガスX2と、アノード分離工程S304で分離された Cl_2 ガスとを接触させて反応後ガス（ $NOCl$ 、余剰の Cl_2 ガスを含む）を生成する（S310）。

【0091】

続いて、第2塔160は、反応後ガスに、アノード分離工程S304で分離されたアノード溶液AS2を噴霧して、反応後ガスから $NOCl$ を除去するとともに、 $NOCl$ が除去された反応後ガス（排ガスX3）を第3塔170に送出する（S312）。

【0092】

40

第3塔170は、排ガスX3に海水を噴霧して、排ガスX3から CO_2 を除去するとともに、排ガスX3から CO_2 が除去された余剰ガスX4を溶解部180に送出する（S314）。

【0093】

溶解部180は、溶液移動工程S302で導入されたカソード沈殿溶液PSに余剰ガスX4を接触させて、余剰ガスX4から Cl_2 ガスを除去して精製ガスX5を生成するとともに溶解溶液SSを生成する（S316）。

【0094】

そして、返送部190は、溶解溶液SSを、アノード溶液AS2に代えて、またはアノード溶液AS2とともに、第2塔160の噴霧部164に供給する。そうすると、第2塔

50

160は、反応後ガスに溶解溶液SSを噴霧して、反応後ガスからNClOを除去する(S318)。

【0095】

不図示の制御部は、陰極114aの洗浄指示があるまで(S320におけるNO)、溶液移動工程S302からの処理を繰り返し、陰極114aの洗浄指示があると(S320におけるYES)、電圧印加部130は陽極112aおよび陰極114aへの電圧の印加を停止して電気分解を終了する(S322)。

【0096】

続いて、三方弁118cの接続先を、導入管250bと、導入管118dとに切り換えた後、ポンプ250aを駆動して、第3洗浄工程S314において第3塔170で生成された第1溶液W1をカソード槽114に導入し、陰極114aを洗浄する(S324)。そして、カソード槽114から洗浄後の第1溶液W1を溶解槽182へ送出する。

【0097】

以上説明したように、本実施形態にかかる排ガス処理方法によれば、排ガス中に含まれるCO₂を吸収させた酸性の第1溶液W1を用いて、陰極114aを洗浄することで、従来廃棄されていた第1溶液W1を有効利用しつつ、陰極114aから堆積した水酸化物を除去することができる。

【0098】

(第2の実施形態：排ガス処理装置400)

上述した第1の実施形態の排ガス処理装置100では、洗浄部250が、第3塔170で生成された第1溶液W1を用いて陰極114aを洗浄する構成について説明した。しかし、洗浄部は、他の酸性の溶液を用いて陰極114aを洗浄することもできる。

【0099】

図3は、第2の実施形態にかかる排ガス処理装置400の具体的な構成を説明するための説明図である。図3中、ガス(気体)の流れを破線の矢印で示し、液体の流れを実線の矢印で示す。

【0100】

図3に示すように、排ガス処理装置400は、電解槽110と、アノード導入部122と、カソード導入部124と、電圧印加部130と、アノード分離部132と、カソード分離部134と、第1塔150と、第2塔160と、第3塔170と、溶解部180と、返送部190と、洗浄部450とを含んで構成される。なお、上述した第1の実施形態における構成要素として既に述べた電解槽110、アノード導入部122、カソード導入部124、電圧印加部130、アノード分離部132、カソード分離部134、第1塔150、第2塔160、第3塔170、溶解部180、返送部190は、実質的に機能が等しいので重複説明を省略し、ここでは、構成が相違する洗浄部450を主に説明する。

【0101】

本実施形態において洗浄部450は、電気分解の終了後に、アノード溶液AS2で陰極114aを洗浄する。具体的に説明すると、洗浄部450は、ポンプ450aと、導入管450bとを含んで構成される。導入管450bは、流通管216bと、三方弁118cとを連通しており、ポンプ450aは、導入管450b上に設けられる。そして、ポンプ450aは、導入管450b、三方弁118cを通じて、アノード溶液AS2および溶解溶液SSのいずれか一方または双方をカソード槽114に導入する。

【0102】

上述したように、アノード溶液AS2のpHは、1から6と酸性である。また、上述したように、溶解溶液SSは、上記反応式(11)、(12)に示す反応が進行して酸性となっている。

【0103】

したがって、洗浄部450が、アノード溶液AS2および溶解溶液SSのいずれか一方または双方をカソード槽114に導入して、陰極114aに接触させる。そうすると、上記反応式(13)～(16)に示す反応が起こり、陰極114aに堆積した、Mg(OH

10

20

30

40

50

)₂、Ca(OH)₂、MgCO₃、およびCaCO₃を溶解する(除去する)ことができる。

【0104】

なお、本実施形態において、第3塔170で生成された第1溶液W1は、バルブ428aを介して外部に排出される。

【0105】

(排ガス処理方法)

続いて、排ガス処理装置400を用いた排ガス処理方法について説明する。なお、上述した第1の実施形態で図2を用いて説明した、電気分解開始工程S300、溶液移動工程S302、ガス分離工程S304、S306、第1排ガス洗浄工程S308、反応後ガス生成工程S310、第2排ガス洗浄工程S312、第3排ガス洗浄工程S314、溶解溶液生成工程S316、NCLO除去工程S318、洗浄指示判定工程S320、電気分解終了工程S322は、実質的に処理が等しいので重複説明を省略し、ここでは、処理が相違する電極洗浄工程を主に説明する。

10

【0106】

本実施形態にかかる電極洗浄工程は、三方弁118cの接続先を、導入管450bと、導入管118dとに切り換えた後、ポンプ450aを駆動して、電解開始工程S300を経ることで生成されたアノード溶液AS2、および、溶解溶液生成工程S316で生成された溶解溶液SSのいずれか一方または双方をカソード槽114に導入し、陰極114aを洗浄する。

20

【0107】

以上説明したように、本実施形態にかかる排ガス処理方法によれば、電気分解によって生成された酸性のアノード溶液AS2および溶解溶液SSのいずれか一方または双方を用いて、陰極114aを洗浄することで、陰極114aから堆積した水酸化物を除去することができる。

【0108】

(第3の実施形態：排ガス処理装置500)

上述した第2の実施形態の排ガス処理装置400では、洗浄部450が、アノード溶液AS2、溶解溶液SSを用いて陰極114aを洗浄する構成について説明した。しかし、洗浄部は、他の酸性の溶液を用いて陰極114aを洗浄することもできる。

30

【0109】

図4は、第3の実施形態にかかる排ガス処理装置500の具体的な構成を説明するための説明図である。図4中、ガス(気体)の流れを破線の矢印で示し、液体の流れを実線の矢印で示す。

【0110】

図4に示すように、排ガス処理装置500は、電解槽110と、アノード導入部122と、カソード導入部124と、電圧印加部130と、アノード分離部132と、カソード分離部134と、第1塔150と、第2塔160と、第3塔170と、溶解部180と、返送部190と、洗浄部550とを含んで構成される。なお、上述した第1の実施形態における構成要素として既に述べた電解槽110、アノード導入部122、カソード導入部124、電圧印加部130、アノード分離部132、カソード分離部134、第1塔150、第2塔160、第3塔170、溶解部180、返送部190は、実質的に機能が等しいので重複説明を省略し、ここでは、構成が相違する洗浄部550を主に説明する。

40

【0111】

本実施形態において洗浄部550は、電気分解の終了後に、第2塔160において排ガスX2を洗浄した後の溶液であるアノード溶液AS3(第2溶液)で陰極114aを洗浄する。具体的に説明すると、洗浄部550は、ポンプ550aと、導入管550bとを含んで構成される。導入管550bは、第2塔160と、三方弁118cとを連通しており、ポンプ550aは、導入管550b上に設けられる。そして、ポンプ550aは、導入管550b、三方弁118cを通じて、アノード溶液AS3をカソード槽114に導入す

50

る。

【0112】

NO_xを吸収したアノード溶液AS3は酸性である。したがって、洗浄部550が、アノード溶液AS3をカソード槽114に導入して、陰極114aにアノード溶液AS3を接触させる。そうすると、上記反応式(13)～(16)に示す反応が起こり、陰極114aに堆積した、Mg(OH)₂、Ca(OH)₂、MgCO₃、およびCaCO₃を溶解する(除去する)ことができる。

【0113】

(排ガス処理方法)

続いて、排ガス処理装置500を用いた排ガス処理方法について説明する。なお、上述した第1の実施形態で図2を用いて説明した、電気分解開始工程S300、溶液移動工程S302、ガス分離工程S304、S306、第1排ガス洗浄工程S308、反応後ガス生成工程S310、第2排ガス洗浄工程S312、第3排ガス洗浄工程S314、溶解溶液生成工程S316、NCLO除去工程S318、洗浄指示判定工程S320、電気分解終了工程S322は、実質的に処理が等しいので重複説明を省略し、ここでは、処理が相違する電極洗浄工程を主に説明する。

10

【0114】

本実施形態にかかる電極洗浄工程は、三方弁118cの接続先を、導入管550bと、導入管118dとに切り換えた後、ポンプ550aを駆動して、反応後ガス生成工程S310、第2排ガス洗浄工程S312を経ることで生成されたアノード溶液AS3をカソード槽114に導入し、陰極114aを洗浄する。

20

【0115】

以上説明したように、本実施形態にかかる排ガス処理方法によれば、アノード溶液AS3を用いて、従来廃棄されていたアノード溶液AS3を有効利用しつつ、陰極114aから堆積した水酸化物を除去することができる。つまり、別途のコストを要せずに、陰極114aを洗浄することが可能となる。

【0116】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

30

【0117】

上述した実施形態において、洗浄部250、450、550は、酸性の溶液(第1溶液W1、アノード溶液AS2、アノード溶液AS3、溶解溶液SS)をカソード槽114に導入して、陰極114aを洗浄している。しかし、カソード槽114から陰極114aを取り出して、カソード槽114の外部で陰極114aを洗浄してもよい。

【0118】

また、上述した実施形態では、排ガスX1の通過順は、第1塔150、第2塔160、第3塔170であるが、排ガスX1の通過順に限定はない。例えば、第2塔160、第1塔150、第3塔170の順に排ガスX1を通過させてもよい。

40

【0119】

また、上述した実施形態では、第3塔170を備える構成について説明したが、必ずしも第3塔170を設けずともよい。この場合、洗浄部250は、第1塔150において排ガスX1を洗浄した後の溶液(第1溶液)を用いて陰極114aを洗浄する。

【0120】

また、上述した実施形態において、第2塔160で洗浄された反応後ガス(余剰のCl₂ガスを含む)は、第3塔170を経由して、溶解部180に導入される構成について説明した。しかし、第3塔170においては、排気ガスX3中のCO₂が主に除去されるため、第2塔160で洗浄された反応後ガスのうちの余剰のCl₂ガスは、第3塔170においてほとんど除去されない。つまり、第2塔160で洗浄された反応後ガスのうちの余

50

剰の Cl_2 ガスは、第 3 塔 170 を経由しているものの、実質的にそのまま溶解部 180 に導入されている。したがって、第 2 塔 160 で洗浄された反応後ガスは、第 3 塔 170 を経由せずに、溶解部 180 に直接導入されてもよい。

【0121】

また、上述した実施形態において、第 1 塔 150 および第 3 塔 170 は、排ガスに海水を噴霧する構成について説明したが、海水に代えて、または、海水に加えてカソード溶液 CS_2 を噴霧してもよい。こうすることで、排ガスから効率よく SO_x 、 CO_2 を除去することが可能となる。

【0122】

また、上述した実施形態では、溶解部 180、返送部 190 を備える構成について説明したが、溶解部 180、返送部 190 を備えずともよい。

10

【0123】

また、上述した実施形態において、アノード分離部 132 で分離された Cl_2 ガスを押し出すために空気を導入しているが、排ガス導入部 154 を分岐して、空気に代えて排ガス X1 を導入してもよい。

【0124】

上述した実施形態において、カソード槽 114 から定期的にカソード沈殿溶液 PS を排出するのではなく、カソード分離部 134 で分離された沈殿物を含む液体を外部へ排出せずに、全て溶解部 180 に送出して、排ガス X3 をバブリングして溶解溶液 SS を生成し、第 2 塔 160 に導入してもよい。

20

【0125】

また、上述した実施形態では、カソード槽 114 で生成された H_2 は、ガス管 218d、バルブ 218e を通じて電圧印加部 130 に導入される例について説明した。しかし、これに限らず、カソード槽 114 で生成された H_2 を一旦ガスホルダに回収し、精製した後に、電圧印加部 130 に導入することもできる。

【0126】

さらに、上述した実施形態では、水素 (H_2) を動力源として電力を生成する装置で構成される電圧印加部 130 を例に挙げて説明した。しかし、電圧印加部 130 は、陽極 112a および陰極 114a に電圧を印加できればよく、例えば、商用電源を利用して電圧を印加する装置等であってもよい。

30

【0127】

また、上述した実施形態において、第 1 塔 150、第 2 塔 160、第 3 塔 170 を、スプレー塔で構成した例について説明したが、これに限定されず、気泡塔や充填塔であってもよい。

【0128】

さらに、排ガス処理装置 100、400、500 において示した位置以外にポンプやバルブを設けてもよい。

【0129】

また、溶解溶液 SS は、 NOCl の吸収用、陰極 114a の洗浄用のみならず、船舶の糞尿処理設備やバラスト水の殺菌剤として用いてもよい。

40

【0130】

なお、本明細書の排ガス処理方法の各工程は、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はない。

【産業上の利用可能性】

【0131】

本発明は、排ガスを洗浄する排ガス処理装置および排ガス処理方法に利用することができる。

【符号の説明】

【0132】

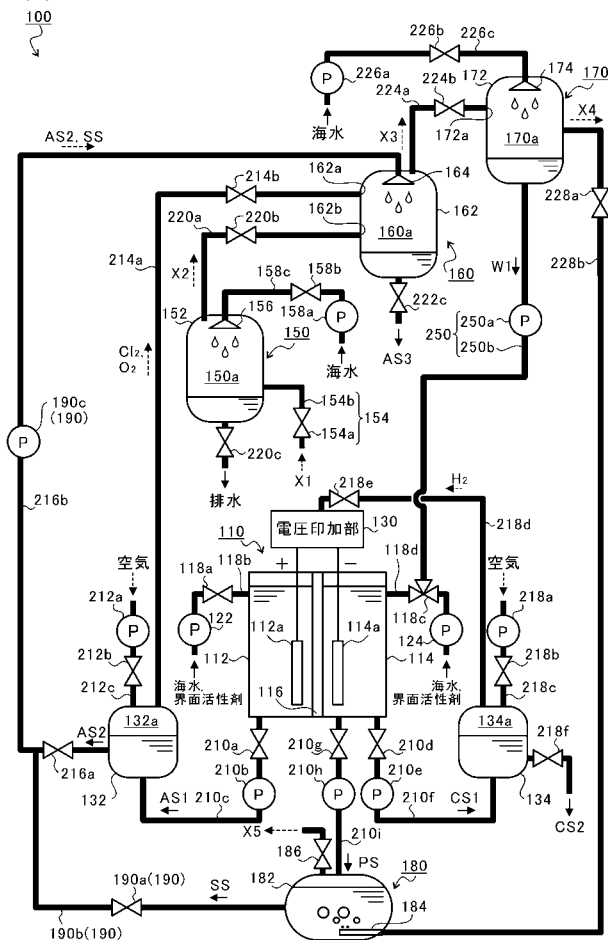
AS3 ... アノード溶液 (第 2 溶液)

50

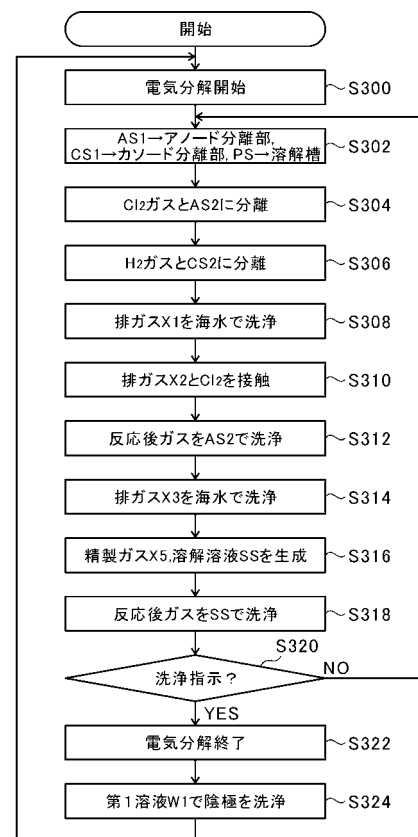
S S ... 溶解溶液
 W 1 ... 第 1 溶液
 1 0 0、4 0 0、5 0 0 ... 排ガス処理装置
 1 1 0 ... 電解槽
 1 1 2 ... アノード槽
 1 1 2 a ... 陽極
 1 1 4 ... カソード槽
 1 1 4 a ... 陰極
 1 1 6 ... イオン交換膜
 1 2 2 ... アノード導入部
 1 2 4 ... カソード導入部
 1 3 0 ... 電圧印加部
 1 5 0 ... 第 1 塔 (第 1 排ガス処理部)
 1 6 0 ... 第 2 塔 (第 2 排ガス処理部)
 1 7 0 ... 第 3 塔 (第 1 排ガス処理部)
 1 8 0 ... 溶解部
 2 5 0、4 5 0、5 5 0 ... 洗浄部

10

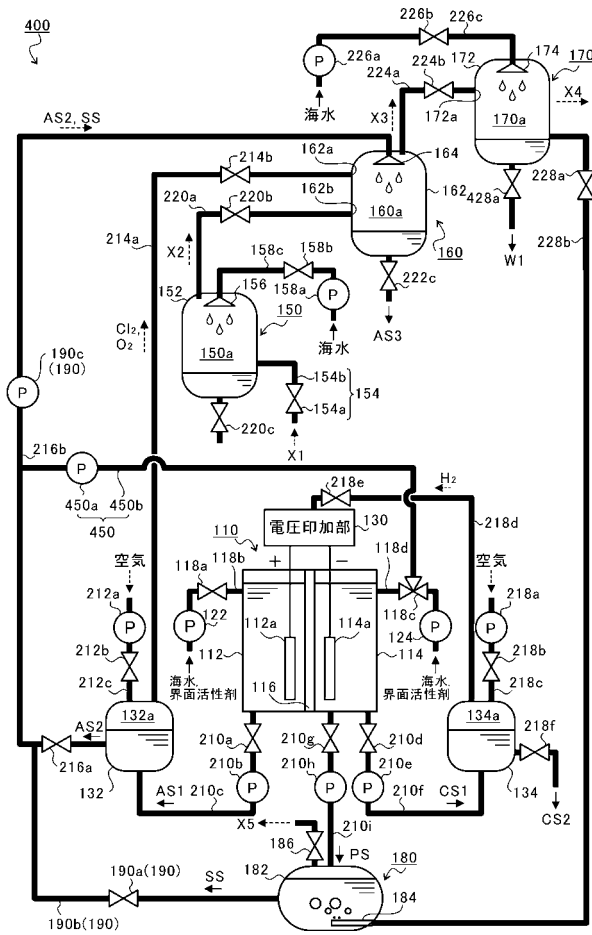
【図 1】



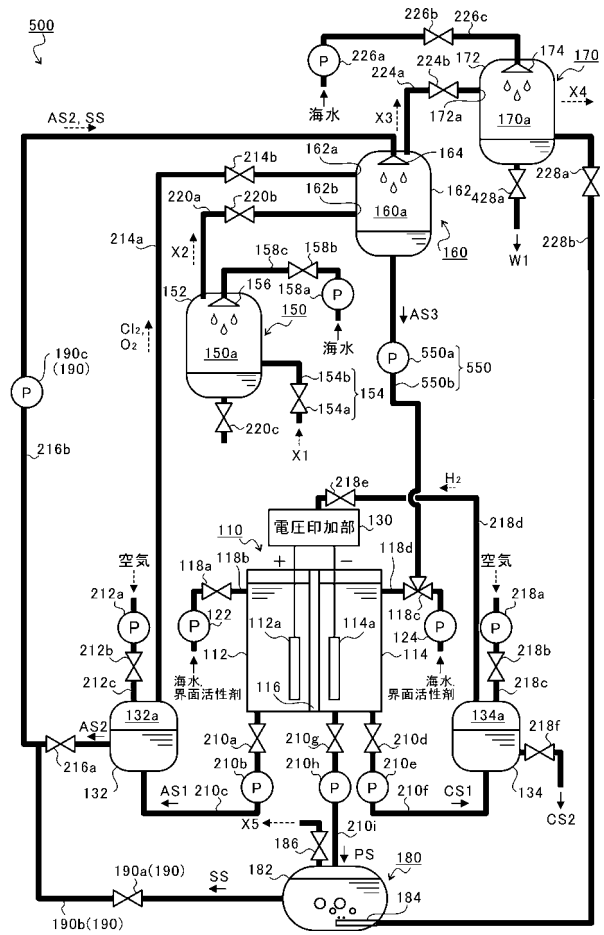
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
B 0 1 D 53/56 (2006.01)	B 0 1 D 53/34 1 3 5 Z	
B 0 1 D 53/62 (2006.01)	C 0 2 F 1/46 Z	
C 0 2 F 1/46 (2006.01)		

(72)発明者 北野 誠

東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社I H I 内

Fターム(参考) 3G091 AB14 BA14

4D002	AA02	AA09	AA12	AB01	AC01	AC10	BA02	BA14	BA16	CA01
	CA13	DA36	DA37	DA53	EA02	EA07	GA01	GB09	HA01	HA06
4D061	DA04	DB09	DB10	EA02	EB01	EB04	EB13	EB19	EB27	EB28
	EB30	ED20								
4K021	AA03	BA03	CA05	CA11	DB05	DB31				