(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6114335号
(P6114335)

(45)発行日　平成29年4月12日(2017.4.12)　(24)登録日　平成29年3月24日(2017.3.24)

(51)Int.Cl.		F I		
C25B 15/08	(2006.01)	C25B	15/08	302
C25B 11/10	(2006.01)	C25B	11/10	C
C25B 9/00	(2006.01)	C25B	9/00	D
C25B 15/02	(2006.01)	C25B	15/02	302
C02F 1/46	(2006.01)	C02F	1/46	Z

請求項の数 6　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2015-102864(P2015-102864)
(22)出願日　平成27年5月20日(2015.5.20)
(62)分割の表示　特願2010-260509(P2010-260509)の分割
原出願日　平成22年11月22日(2010.11.22)
(65)公開番号　特開2015-172251(P2015-172251A)
(43)公開日　平成27年10月1日(2015.10.1)
審査請求日　平成27年5月20日(2015.5.20)

前置審査

(73)特許権者　501370370
三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社
神奈川県横浜市西区みなとみらい四丁目４番２号
(74)代理人　100134544
弁理士　森　隆一郎
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武
(74)代理人　100108578
弁理士　高橋　詔男
(74)代理人　100126893
弁理士　山崎　哲男
(74)代理人　100149548
弁理士　松沼　泰史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】海水電解システム及び海水電解方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
直列に接続された複数の電解槽本体を有し、電極として陽極及び陰極が収納された前記電解槽本体内に流通される海水を、前記陽極及び前記陰極間に通電される電流によって電気分解する海水電解装置において、
前記陽極は、酸化イリジウムを含むコーティング材をチタンに被覆してなり、
前記電極表面の電流密度が２０Ａ／ｄｍ^2～４０Ａ／ｄｍ^{2}の範囲となるように、前記陽極及び前記陰極間に電流を通電する電源装置を備える海水電解装置と、
最後段の前記電解槽本体の流出口から流出する電気分解後の前記海水を、最前段の前記電解槽本体の流入口から流入する前の前記海水に混合させる循環流路と、
前記循環流路の中途に設けられ、前記循環流路を通過する海水の流量を検出する流量計と、
前記循環流路に設けられ、前記流量計が検出する海水の流量に基づいて開閉制御される開閉制御弁と、
前記複数の電解槽本体同士における前記海水の流出口と流入口とを接続する接続管と、
前記接続管に設けられたガス抜き弁のみからなり、前記接続管内のガスを除去するガス抜き手段と、
を備え、
前記循環流路を通過する前記海水の流量を任意に制御し、かつ、前記ガス抜き弁により水素ガスを放出し、前記電解槽本体を所定の液ガス比とすることを特徴とする海水電解シ

ステム。
【請求項２】
前記電源装置は、前記電極表面の電流密度が２０Ａ／ｄｍ^2～３０Ａ／ｄｍ^{2}の範囲となるように、前記陽極及び前記陰極間に電流を通電することを特徴とする請求項１に記載の海水電解システム。
【請求項３】
前記コーティング材に、タンタルの酸化物が添加されていることを特徴とする請求項１又は２に記載の海水電解システム。
【請求項４】
前記電極は、前記海水の流通方向一方側の部分が前記陽極とされるとともに他方側の部分が前記陰極とされた複数の二極電極板を含み、
これら二極電極板を前記流通方向に間隔をあけて配列してなる電極群が、互いに平行をなすように複数配置され、
互いに平行に隣り合う前記電極群同士の前記二極電極板が、前記陽極と前記陰極とを対向させて配置されていることを特徴とする請求項１から３のいずれか一項に記載の海水電解システム。
【請求項５】
各前記電極群における前記流通方向に隣り合う前記二極電極板同士の間隔が、互いに平行に隣り合う前記電極群同士の間隔の８倍以上に設定されていることを特徴とする請求項４に記載の海水電解システム。
【請求項６】
直列に接続された複数の電解槽本体を有し、電極として陽極及び陰極が収納される前記電解槽本体内に流通された海水を、前記陽極及び前記陰極間に通電される電流によって電気分解する海水電解方法において、
前記陽極として酸化イリジウムを含むコーティング材を被覆したチタンを使用し、
前記電極表面の電流密度が２０Ａ／ｄｍ^2～４０Ａ／ｄｍ^{2}の範囲となるように、前記陽極及び前記陰極間に電流を通電し、
最後段の前記電解槽本体の流出口から流出する電気分解後の前記海水を、最前段の前記電解槽本体の流入口から流入する前の前記海水に混合させ、
前記電気分解後の前記海水の流量を検出し、
検出された前記海水の流量に基づいて最前段の前記電解槽本体の流入口から流入する前の前記海水に混合する海水の流量を制御し、かつ、前記複数の電解槽本体同士を接続する接続管に設けられたガス抜き弁のみからなるガス抜き手段により水素ガスを放出し、前記電解槽本体を所定の液ガス比とすることを特徴とする海水電解方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、海水を電解するための海水電解システム及び海水電解方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
従来より、海水を多量に使用する火力発電所、原子力発電所、海水淡水化プラント、化学プラント等においては、その取水口や配管、復水器、各種冷却器などの海水と接する部分の藻類や貝類の付着繁殖が大きな問題となっている。
この問題を解決するために、天然の海水に電気分解を施すことで次亜塩素酸ソーダを生成し、当該次亜塩素酸を取水口中に注入することにより海洋生物の付着を抑制する海水電解装置が提案されている（例えば特許文献１参照）。
【０００３】
即ち、この海水電解装置は、筐体状をなす電解槽本体内に電極としての陽極・陰極が配置された構造をなしており、当該電解槽本体内に海水が流通されるようになっている。海

水中には塩素イオン及び水酸化イオンが存在するため、陽極・陰極間に電流を通電させると、陽極では塩素が生成され、陰極では水酸化ナトリウムが生成される。そして、塩素と水酸化ナトリウムが反応することによって、海洋生物の付着抑制効果を有する次亜塩素酸が生成される。

【０００４】

ここで、上記海水電解装置の電解槽内に配置される電極、特に、陽極としては、一般にチタン基板に白金を主体とした複合金属、即ち、白金主体コーティング材をコーティングしたものが使用されている（例えば特許文献２参照）。

また、未だ海水電解装置として実用化された事例はないが、電気分解の陽極のコーティング材として、酸化イリジウムを主体とした複合金属、即ち、酸化イリジウム主体コーティング材を適用することが提案されている（例えば特許文献３参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特許第３３８９０８２号公報

【特許文献２】特開２００１－２６２３８８号公報

【特許文献３】特開平８－８５８９４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

ところで、白金主体コーティング材を使用した電極においては、電気分解の際に陽極近傍で発生する酸素や、陰極近傍で発生するスケール（カルシウム、マグネシウム等）の影響により、電極の消耗が早く進行してしまう。そのため、電極洗浄や電極交換を頻繁に行う必要があり、メンテナンスコストが多くかかってしまうという問題があった。

【０００７】

また、電極表面での電流密度が高いほど塩素発生効率が高くなると考えられるが、電流密度が増大すると陽極近傍で発生する酸素や陰極近傍で発生するスケールの量も増加することから、却って電極の消耗が早く進行してしまう。そのため、白金主体コーティング材を使用した電極では、電極表面での電流密度を高くすることはできず、例えば電流密度の最大値を１５Ａ／ｄｍ^{2}程度に抑えることが技術常識とされていた。

このように電気分解の電流密度を抑える必要があるため、十分な塩素を発生させるためには数多くの電極を配置する必要があり、生産コストの増大、装置の大型化を招いてしまっていた。

【０００８】

一方、酸化イリジウム主体コーティング材を使用した電極は、陽極近傍で発生する酸素に対する耐久性が高いことから、白金主体コーティング材を使用した電極と比較して長期耐久性に優れるといった利点がある。ところが、実験室レベルでの検討により、マンガンを起因としたスケールによる陽極の消耗の進行、及び、電極表面の触媒活性の低下に伴う塩素発生効率の低下が確認されている。即ち、酸化イリジウム主体コーティング材を使用した電極では、マンガンスケールの付着によって、耐久性が劣化するとともに塩素発生効率が低下してしまうという問題があった。

【０００９】

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであって、電極の耐久性の向上を図ることができるとともに、塩素発生効率の低下を抑制することが可能な海水電解システム及び海水電解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】

【００１０】

ここで、本発明の発明者らが上記海水電解装置の電極について鋭意研究を重ねたところ、酸化イリジウム主体コーティング材を被覆した陽極では、白金主体コーティング材を被覆した電極の技術常識に反する１５Ａ／ｄｍ^{2}を超える電流密度を通電することが、電極

の耐久性の向上及び塩素発生効率の低下の抑制に有効であるという知見を得るに至った。

【００１１】

本発明は上記知見に基づいて以下の手段を提案している。

即ち、本発明に係る海水電解システムは、直列に接続された複数の電解槽本体を有し、電極として陽極及び陰極が収納された前記電解槽本体内に流通される海水を、前記陽極及び前記陰極間に通電される電流によって電気分解する海水電解装置において、前記陽極は、酸化イリジウムを含むコーティング材をチタンに被覆してなり、前記電極表面の電流密度が２０Ａ／ｄｍ^2～４０Ａ／ｄｍ^{2}の範囲となるように、前記陽極及び前記陰極間に電流を通電する電源装置を備える海水電解装置と、最後段の前記電解槽本体の流出口から流出する電気分解後の前記海水を、最前段の前記電解槽本体の流入口から流入する前の前記海水に混合させる循環流路と、前記循環流路の中途に設けられ、前記循環流路を通過する海水の流量を検出する流量計と、前記循環流路に設けられ、前記流量計が検出する海水の流量に基づいて開閉制御される開閉制御弁と、前記複数の電解槽本体同士における前記海水の流出口と流入口とを接続する接続管と、前記接続管に設けられたガス抜き弁のみからなり、前記接続管内のガスを除去するガス抜き手段と、を備え、前記循環流路を通過する前記海水の流量を任意に制御し、かつ、前記ガス抜き弁により水素ガスを放出し、前記電解槽本体を所定の液ガス比とすることを特徴とする。

【００１２】

また、本発明に係る海水電解方法は、直列に接続された複数の電解槽本体を有し、電極として陽極及び陰極が収納される前記電解槽本体内に流通された海水を、前記陽極及び前記陰極間に通電される電流によって電気分解する海水電解方法において、前記陽極として酸化イリジウムを含むコーティング材を被覆したチタンを使用し、前記電極表面の電流密度が２０Ａ／ｄｍ^2～４０Ａ／ｄｍ^{2}の範囲となるように、前記陽極及び前記陰極間に電流を通電し、最後段の前記電解槽本体の流出口から流出する電気分解後の前記海水を、最前段の前記電解槽本体の流入口から流入する前の前記海水に混合させ、前記電気分解後の前記海水の流量を検出し、検出された前記海水の流量に基づいて最前段の前記電解槽本体の流入口から流入する前の前記海水に混合する海水の流量を制御し、かつ、前記複数の電解槽本体同士を接続する接続管に設けられたガス抜き弁のみからなるガス抜き手段により水素ガスを放出し、前記電解槽本体を所定の液ガス比とすることを特徴とする。

【００１３】

このような特徴の海水電解システムにおいては、電極表面での電流密度が従来の１５Ａ／ｄｍ^{2}よりも大きい２０Ａ／ｄｍ^{2}以上とされているため、電気分解に伴って陰極で発生する水素ガスの量が従来に比べて増大する。この多量の水素ガスによって、電極の洗浄効果が発現されるため、陽極へのマンガンスケールの付着、及び、陰極でのカルシウム、マグネシウム等のスケールの付着を防止することができる。また、陽極付近で発生する酸素の量も増大するが、酸化イリジウムは酸素への十分な耐久性を備えているため、当該酸素によって電極が消耗することを防止することができる。

なお、電流密度が大き過ぎる場合、例えば４０Ａ／ｄｍ^{2}を超える場合には、陽極及び陰極でのスケール発生量が水素の洗浄効果の有効な範囲を超えてしまう。これに対して、本発明では電流密度の上限を４０Ａ／ｄｍ^{2}としているため、水素により洗浄効果を有効に発現させることができ、陽極及び陰極でのスケール付着を効果的に防止することが可能となる。

電流密度を高くすればするほど、電極表面へのスケールの付着が懸念されるが、海水電解装置の電解槽を通過した海水中に含まれるスケール成分による種晶効果により、電極表面へスケール付着を防止することができる。

【００１４】

また、本発明に係る海水電解システムにおいて、前記電源装置は、前記電極表面の電流密度が２０Ａ／ｄｍ^2～３０Ａ／ｄｍ^{2}の範囲となるように、前記陽極及び前記陰極間に電流を通電することが好ましい。

これによって、水素ガスによる洗浄効果をより一層効果的に発現させることができ、陽

極及び陰極でのスケール付着を有効に防止することができる。

【００１５】

さらに、本発明に係る海水電解システムにおいては、前記コーティング材に、タンタルの酸化物が添加されていてもよい。

酸素に対する耐久性が高いタンタルをコーティング材に添加することで、陽極で発生する酸素への耐久性を向上させ、電極の異常消耗をより一層効果的に防止することができる。

【００１６】

また、本発明に係る海水電解システムにおいて、前記電極は、前記海水の流通方向一方側の部分が前記陽極とされるとともに他方側の部分が前記陰極とされた複数の二極電極板を含み、これら二極電極板を前記流通方向に間隔をあけて配列してなる電極群が、互いに平行をなすように複数配置され、互いに平行に隣り合う前記電極群同士の前記二極電極板が、前記陽極と前記陰極とを対向させて配置されていることが好ましい。

【００１７】

このように、陽極及び陰極を有する二極電極板を集約的に配置することで、装置自体のコンパクト化を図ることができる。

また、各二極電極板は海水の流通方向に沿って配置されているため、海水の流通が妨げられることはない。これにより、海水の流速を高く維持することができるため、当該海水による電極へのスケール付着の防止効果を有効に得ることができる。

さらに、互いに平行に隣り合う電極群同士の陽極及び陰極が対向していることから、これら陽極及び陰極の間に通電することで、電極間を流通する海水に対して効率的に電気分解を施すことが可能となる。

【００１８】

また、本発明に係る海水電解システムにおいては、各前記電極群における前記流通方向に隣り合う前記二極電極板同士の間隔が、互いに平行に隣り合う前記電極群同士の間隔の８倍以上に設定されていることが好ましい。

流通方向に隣り合う二極電極板同士の間隔が小さい場合には、これら二極電極板同士の間を流通する電流、即ち、電気分解への寄与の小さい迷走電流が発生する。この迷走電流は電極表面での電流密度が高くなるほど顕著なものとなる。これに対して、上記のように流通方向に隣り合う二極電極板同士の間隔の適正化を図ることにより、当該迷走電流の発生を抑制し、海水電解効率の低下を防止することができる。

【００１９】

さらに、本発明に係る海水電解システムは、前記海水電解装置が複数の前記電解槽本体を備え、これら電解槽本体同士の前記流出口と前記流入口とを接続する接続管と、該接続管内のガスを除去するガス抜き手段とを備えるものであってもよい。

電流密度を高くするほど、陰極での水素発生によって液ガス比が低下するため、塩素発生効率が低下してしまう。これに対して、接続管に設けられたガス抜き手段によって特に水素ガスを除去することで、電解槽内を所定の液ガス比以下に抑え、効率低下を防止することができる。

【発明の効果】

【００２０】

本発明の海水電解システム及び海水電解方法によれば、陽極のコーティング材に酸化イリジウムが含まれ、さらに、電極表面での電流密度が２０Ａ／ｄｍ^2～４０Ａ／ｄｍ^{2}の範囲に設定されているため、水素ガスによる洗浄効果を有効に得ることができる。これにより、電極へのスケールの付着を防止することができるため、電極の耐久性の向上及び塩素発生効率の低下の抑制を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１】第一実施形態に係る海水電解システムの概要を示す模式図である。

【図２】図１の海水電解装置の概要を示す縦断面図である。

【図３】図２の部分拡大図である。
【図４】電源装置における定電流制御回路の定電流制御カーブを説明するグラフである。
【図５】第二実施形態に係る海水電解システムの概要を示す模式図である。
【図６】変形例に係る海水電解システムの概要を示す模式図である。
【図７】塩素発生効率測定試験の結果を示すグラフである。
【図８】電極消耗量測定試験の結果を示すグラフである。
【発明を実施するための形態】
【００２２】
以下、本発明の第一実施形態について図面を参照して詳細に説明する。
図１は第一実施形態に係る海水電解システム１００の概要を示す模式図である。海水電解システム１００は、海水が流通する取水用水路１から海水を取水し、海水電解装置１０にて海水に電気分解を施した後、当該海水を取水用水路１に注入するシステムである。
この海水電解システム１００は、上記海水電解装置１０と、海水電解装置１０にて電気分解された海水Ｗが貯留される貯留タンク５０と、海水電解装置１０に取水用水路１から海水Ｗを導入する取水部６０と、貯留タンク５０の海水Ｗを取水用水路１に注入する注水部７０とを備えている。
【００２３】
海水電解装置１０は、図２に示すように、電解槽本体２０、電極支持箱２６、端子板２８，２９及び複数の電極３０から構成されている。
電解槽本体２０は、両端が開口する略筒状をなす外筒２１を備えており、該外筒２１の一端側には該一端側の開口を閉塞する上流側蓋部２２が設けられ、さらに、外筒２１の他端側には該他端側の開口を閉塞する下流側蓋部２４が設けられている。電解槽本体２０は、これら外筒２１、上流側蓋部２２及び下流側蓋部２４によって所定の耐圧強度が確保されている。
【００２４】
また、上流側蓋部２２には、電解槽本体２０内外を連通する流入口２３が開口しており、下流側蓋部２４には電解槽本体２０内外を連通する流出口２５が開口している。即ち、電解槽本体２０においては、上流側蓋部２２の流入口２３から海水Ｗが導入され、該海水Ｗが外筒２１内を流入口２３側から流出口２５側に向かって一方向に流通した後、該流出口２５から電解槽本体２０外に流出するようになっている。以下では、電解槽本体２０内の流入口２３側を上流側、流出口２５側を下流側と称する。
【００２５】
電極支持箱２６は、例えばプラスチック等の電気絶縁材で構成された筒状をなす部材であって、海水Ｗの流通方向に延在するように電解槽本体２０内に収納されている。この電極支持箱２６は、複数の固定部材２７を介して上流側蓋部２２及び下流側蓋部２４に固定されている。また、電極支持箱２６の内部には、電極３０を支持するための支持バー２６ａが複数設けられている。
端子板２８，２９は、電極支持箱２６内に支持される電極３０に対して、電解槽本体２０外部からの電流を供給する役割を有しており、上記電極支持箱２６の両端に一対が配置されている。
【００２６】
電極３０は、板状をなしており、上記電極支持箱２６の支持バー２６ａに複数が配列状態で固定支持されている。本実施形態においては、この電極３０として、二極電極板３１、陽極板３２及び陰極板３３の三種類が用いられている。
【００２７】
二極電極板３１は、電極基板としてのチタン基板を二分し、その一方を陽極Ａ、他方を陰極Ｋとした構造を有している。即ち、二極電極板３１は、その一端側半分の領域が、酸化イリジウムを含有するコーティング材（酸化イリジウム主体コーティング材）が表面に被覆された陽極Ａとされており、他端側半分の領域は、上記酸化イリジウム主体コーティング材が表面に被覆されてない陰極Ｋとされている。

【００２８】
また、陽極板３２は、上記チタン基板の表面全体に酸化イリジウム主体コーティング材が被覆された構造をなしており、該陽極板３２全体が電気分解の際の陽極Ａとして機能する。一方、陰極板３３としては、コーティングが施されていないチタン基板が採用されており、該陰極板３３全体が電気分解の際の陰極Ｋとして機能する。
【００２９】
なお、上記酸化イリジウム主体コーティング材は、酸化イリジウムの含有量が質量比で５０％以上に設定されており、好ましくは６０％～７０％の範囲に設定されている。これにより、酸化イリジウムによる被覆効果を良好に得ることができる。
また、酸化イリジウム主体コーティング材には、タンタルが添加されていることが好ましい。さらに、この酸化イリジウム主体コーティング材は、白金が含有されていないものであることが好ましい。
【００３０】
ここで、電極支持箱２６内における三種類の電極３０の配列構造について説明する。二極電極板３１、陽極板３２及び陰極板３３はそれぞれ電極支持箱２６内の支持バー２６ａに固定支持されている。
上記電極３０のうち二極電極板３１は、図２及び図３に示すように、陽極Ａを液入口側に向けるとともに陰極Ｋを液出口側に向けて、その延在方向が海水Ｗの流通方向に沿うように複数配列されている。また、これら二極電極板３１は、上記流通方向に間隔をあけて直列的に配列されることで電極群Ｍを構成している。そして、このような電極群Ｍは、互いに平行をなすように間隔をあけて複数が設けられており、即ち、互いに並列的に複数が設けられている。
【００３１】
ここで、互いに平行に隣り合う電極群Ｍ同士は、相対的に上記流通方向に二極電極板３１の２分の１ピッチ分だけずれた状態で配置されている。これにより、互いに平行に隣り合う電極群Ｍ同士の二極電極板３１は、陽極Ａと陰極Ｋとが対向状態となる。また、本実施形態においては、図３に示すように、各電極群Ｍにおける上記流通方向に隣り合う二極電極板３１同士の間隔は、互いに平行に隣り合う電極群Ｍ同士の間隔、即ち、互いに平行に隣り合う二極電極板３１同士の間隔の８倍以上に設定されていることが好ましい。
【００３２】
一方、陽極板３２及び陰極板３３は、上記二極電極板３１の上流側又は下流側において、海水Ｗの流通方向に沿って複数が平行に配列されている。
陽極板３２は、その下流側の端部が一対の端子板２８，２９のうちの下流側にある端子板２９に接続されており、これら陽極板３２の上流側の端部はそれぞれ上記二極電極板３１の陰極Ｋと流通方向に直交する方向に対抗状態とされている。さらに、陰極板３３は、その上流側の端部が一対の端子板２８，２９のうちの上流側にある端子板２８に接続されており、これら陰極板３３の下流側の端部はそれぞれ上記二極電極板３１の陽極Ａと流通方向に直交する方向に対向状態とされている。
【００３３】
電源装置４０は、海水Ｗの電気分解に供される電流を供給する装置であって、直流電源４１と、定電流制御回路４２とを備えている。
直流電源４１は、直流電力を出力する電源であって、例えば交流電源から出力される交流電力を直流に整流して出力する構成であってもよい。
【００３４】
定電流制御回路４２は、直流電源４１から供給される直流電力を定電流として出力する回路であって、電流通電区間の電気抵抗の変化にかかわらず当該電流通電区に所定の定電流を出力可能とされている。即ち、この定電流制御回路４２は、直流電源４１から直流電力が入力された際に、図４に示すように、当該直流電力の電圧値を振れ幅ΔＶの範囲で制御することにより、定電流制御カーブ上の所望の電流値を定電流として出力するようになっている。

このような定電流制御回路４２は、一対のリード線４３，４４を介して陽極Ａが下流側の端子板２９に接続されるとともに陰極Ｋが上流側の端子板２８に接続されており、これにより、定電流制御回路４２にて生成される定電流が端子板２８，２９を介して電極３０に通電されるようになっている。

【００３５】

ここで、本実施形態の電源装置４０においては、電極３０表面での電流密度が２０Ａ／ｄｍ^2～４０Ａ／ｄｍ^2、好ましくは２０Ａ／ｄｍ^2～３０Ａ／ｄｍ^{2}の範囲になるように、定電流制御回路４２が定電流を生成する。即ち、電解槽本体２０内での電極３０の表面積に応じた定電流を生成して当該定電流を電極３０に供給することにより、電極３０表面での電流密度を２０Ａ／ｄｍ^2～４０Ａ／ｄｍ^2、好ましくは２０Ａ／ｄｍ^2～３０Ａ／ｄｍ^{2}の範囲としている。

【００３６】

なお、従来から使用されている白金を主体とした複合金属（白金主体コーティング材）をコーティングした電極においては、電流密度の増加に伴って電極の消耗を進行させる酸素やスケールの量も増加するため、該電流密度の最大値を１５Ａ／ｄｍ^{2}程度に設定している。これに対して、本実施形態においては、従来よりも電流密度が高い２０Ａ／ｄｍ^2～４０Ａ／ｄｍ^2、好ましくは２０Ａ／ｄｍ^2～３０Ａ／ｄｍ^{2}の範囲で電気分解を行うこととしている。

【００３７】

貯留タンク５０は、上記海水電解装置１０における電解槽本体２０の流出口２５から流出する海水Ｗが一時的に貯留されるタンクであって、電解槽本体２０の流出口２５に接続される中間流路５１を介して、内部に海水Ｗが導入される。

【００３８】

取水部６０は、取水流路６１、第一ポンプ６２、第一流量計６４及び第一開閉制御弁６３とから構成されている。

取水流路６１は一端が取水用水路１に接続されるとともに他端が海水電解装置１０における電解槽本体２０の流入口２３に接続された流路である。

第一ポンプ６２は、この取水流路６１の中途に設けられており、当該第一ポンプ６２が取水用水路１の海水Ｗを一定の出力で汲み上げることで、この海水Ｗが上記流入口２３へと導入される。

【００３９】

第一流量計６４は、取水流路６１における取水流路６１の下流側に設けられており、当該取水流路６１を通過する海水Ｗの流量Q_1を検出する。

また、第一開閉制御弁６３は、取水流路６１における第一流量計６４の上流側に設けられた弁であって、第一流量計６４が検出する海水Ｗの流量Q_1に基づいて開閉制御されるようになっている。これによって、取水流路６１及び電解槽本体２０の海水流通領域の面積比に応じて取水路を流通する海水Ｗの流量を調整することで、電解槽本体２０内を流通する海水Ｗの流速を任意に調整することができるようになっている。

【００４０】

本実施形態の海水電解装置１０においては、電解槽本体２０内を流通する海水Ｗの流速が、少なくとも０．７ｍ／ｓ以上となるように第一開閉制御弁６３が制御されることが好ましい。

なお、第一開閉制御弁６３の開閉制御によって電解槽本体２０内での海水Ｗの流速を調整する構成のみならず、例えば第一ポンプ６２の出力を制御することによって電解槽本体２０内での海水Ｗの流速を調整する構成であってもよい。

【００４１】

注水部７０は、流路の注水部７１、第二ポンプ７２、第二流量計７４及び第二開閉制御弁７３とから構成されている。

流路の注水部７１は一端が貯留タンク５０に接続されるとともに他端が取水用水路１に接続された流路である。

第二ポンプ７２は、この流路の注水部７１の中途に設けられており、当該第二ポンプ７２が貯留タンク５０内の海水Ｗを一定の出力で送り込むことによって、この海水Ｗが取水用水路１へと導入される。

【００４２】

第二流量計７４は、流路の注水部７１における流路の下流側に設けられており、当該流路の注水部７１を通過する海水Ｗの流量$Ｑ_{2}$を検出する。

また、第二開閉制御弁７３は、流路の注水部７１における第二流量計７４の上流側に設けられた弁であって、第二流量計７４が検出する海水Ｗの流量$Ｑ_{2}$に基づいて開閉制御されるようになっている。これによって、取水用水路１に注入される海水Ｗの流量が調整される。なお、第二開閉制御弁７３の開閉制御によって取水用水路１への海水Ｗの注入量を調整する構成のみならず、例えば第二ポンプ７２の出力を制御することによって取水用水路１への海水Ｗの注入量を調整する構成であってもよい。

【００４３】

次に、本実施形態の海水電解装置１０の作用、及び、海水電解装置１０を用いた海水Ｗの電解方法について説明する。

取水用水路１を流通する海水Ｗのうちの一部は、取水部６０によって海水電解装置１０の電解槽本体２０の流入口２３から電解槽本体２０内に導入される。即ち、取水用水路１の海水Ｗが第一ポンプ６２によって取水流路６１内に汲み上げられることで、当該取水流路６１を介して電解槽本体２０内に海水Ｗが導入される。これにより、電解槽本体２０内の電極３０が海水Ｗに浸漬される。この際、第一開閉制御弁６３が第一流量計６４の検出する流量に応じて開閉することで、電解槽本体２０内において流通方向に流通する海水Ｗの流速が所望の値に調整される。

【００４４】

このように電解槽本体２０内を流通する海水Ｗには、電極３０によって電気分解が施される。即ち、電源装置４０における直流電源４１の直流電力に基づいて定電流制御回路４２にて所望の定電流が生成され、当該定電流がリード線４３，４４を介して端子板２８，２９に供給される。これら端子板２８，２９を介して供給される電流は、電解槽本体２０内を陽極板３２、二極電極板３１、陰極板３３と順次直列に流通していく。

【００４５】

具体的には、定電流制御回路４２から陽極板３２に流通された電流が、海水Ｗを介して二極電極板３１の陰極Ｋに到達すると、この二極電極板３１内を流通することで当該二極電極板３１の陽極Ａに到達し、その後、この陽極Ａに対向する他の二極電極板３１の陰極Ｋに海水Ｗ内を流通して到達する。このように、電流が陽極板３２から複数の二極電極板３１を順次流通し、最終的には陰極板３３まで流通する。なお、この際の電流の各電極３０表面における電流密度は、定電流制御回路４２によって、２０Ａ／$ｄｍ^{2}$～４０Ａ／$ｄｍ^{2}$、好ましくは２０Ａ／$ｄｍ^{2}$～３０Ａ／$ｄｍ^{2}$の範囲に制御される。

【００４６】

このように海水Ｗに通電される電流は、上記定電流制御回路４２の作用により、海水Ｗの電気抵抗の変化にかかわらず、電極３０表面での電流密度が一定とされる。即ち、電解槽本体２０内を流通する海水Ｗはその電気抵抗の値が刻々と変化するが、図４に示すように、定電流制御回路４２が電圧を所定の振れ幅ΔＶで制御することで、電極３０表面での電流密度を一定に保持する。

【００４７】

上記のように、電極３０間の海水Ｗ内を電流が流通することで海水Ｗに対して電気分解が施される。

即ち、陽極Ａにおいては、下記（１）式に示すように、海水Ｗ中の塩素イオンから電子ｅが奪われ酸化が起こり、塩素が生成される。

【００４８】

【数１】

$$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e \quad \cdots(1)$$

【００４９】
一方、陰極Ｋにおいては、下記（２）式に示すように、海水Ｗ中の水に電子が与えられて還元が起こり、水酸化イオンと水素ガスが生成される。
【００５０】
【数２】

$$2H_2O + 2e \rightarrow 2OH^- + H_2 \uparrow \quad \cdots(2)$$

【００５１】
また、下記（３）式に示すように、陰極Ｋで生成された水酸化イオンは海水Ｗ中のナトリウムイオンと反応して水酸化ナトリウムが生成される。
【００５２】
【数３】

$$2Na^+ + 2OH^- \rightarrow 2NaOH \quad \cdots(3)$$

【００５３】
さらに、（４）式に示すように、水酸化ナトリウムと塩素とが反応することにより、次亜塩素酸、塩化ナトリウム及び水が生成される。
【００５４】
【数４】

$$Cl_2 + 2NaOH \rightarrow NaClO + NaCl + H_2O \quad \cdots(4)$$

【００５５】
このように、海水Ｗの電気分解に基づいて、海洋生成物の付着に対して抑制効果を有する次亜塩素酸が生成される。
【００５６】
そして、電気分解が施された海水Ｗは、電解槽本体２０の流出口２５から流出し、中間流路５１を通過して貯留タンク５０に一時的に貯留される。その後、貯留タンク５０内の海水Ｗは、注水部７０を介して取水用水路１に注入される。即ち、貯留タンク５０内の次亜塩素酸を含んだ海水Ｗが、第二ポンプ７２が稼動することによって流路の注水部７１を介して取水用水路１に注入される。この際、第二開閉制御弁７３が第二流量計７４の検出する流量に応じて開閉することで、取水用水路１への次亜塩素酸を含む海水Ｗの流量が調整される。
【００５７】
ここで、一般に、酸化イリジウム主体コーティング材を被覆した陽極Ａには、電気分解の際に海水Ｗ中に含まれるマンガンイオンに起因したマンガンスケールが付着する。このマンガンスケールの付着によって陽極Ａの消耗が進行してしまい、さらに、電極３０表面の触媒活性が低下するため、塩素発生効率が低下してしまうという不都合が生じる。また、陰極Ｋは、海水Ｗ中に含まれるマグネシウムやカルシウムに起因したスケールが付着し、このスケールによってやはり電極３０の消耗が進行してしまう。
【００５８】
これに対して、本実施形態の海水電解装置１０においては、電極３０表面での電流密度が従来の１５Ａ／ｄｍ^{2}よりも大きい２０Ａ／ｄｍ^{2}以上に設定されているため、電気分解に伴って陰極Ｋで発生する水素ガスの量が従来に比べて増大する。この多量の水素ガス

によって、電極３０の洗浄効果が発現されるため、陽極Ａへのマンガンスケールの付着、及び、陰極Ｋでのカルシウム、マグネシウム等のスケールの付着を防止することができる。

さらに、電極３０表面での電流密度の増加によって、陽極Ａ付近で発生する酸素の量も増大するが、酸化イリジウムは酸素への十分な耐久性を備えているため、当該酸化イリジウムを含むコーティング材で被覆された陽極Ａが酸素によって消耗してしまうことを防止することができる。

【００５９】

なお、電極３０表面での電流密度が大き過ぎる場合、例えば４０Ａ／ｄｍ^{2}を超える場合には、陽極Ａ及び陰極Ｋでのスケール発生量が水素の洗浄効果の有効な範囲を超えてしまう。これに対して、本実施形態では電流密度の上限を４０Ａ／ｄｍ^{2}としているため、水素により洗浄効果を有効に発現させ、陽極Ａ及び陰極Ｋでのスケールの付着を効果的に防止することができる。また、電流密度の上限を３０Ａ／ｄｍ^{2}とした際には、水素による洗浄効果をより有効に発現させることができ、スケールの付着を効果的に防止することができる。

【００６０】

このように、本実施形態においては、陽極Ａのコーティング材に酸化イリジウムが含まれ、さらに、電極３０表面での電流密度が２０Ａ／ｄｍ^2～４０Ａ／ｄｍ^{2}の範囲、好ましくは３０Ａ／ｄｍ^2～４０Ａ／ｄｍ^{2}に設定されているため、水素ガスによる洗浄効果を有効に得ることができる。これによって、電極３０へのスケールの付着を防止することができるため、電極３０の耐久性の向上及び塩素発生効率の低下の抑制を図ることが可能となる。

したがって、海水電解装置１０のメンテナンス性を向上させることができる他、高い塩素発生効率によって電極３０の数を減らすことができ、装置のコンパクト化を図ることができる。

【００６１】

また、陽極Ａを被覆する酸化イリジウム主体コーティング材にタンタルの酸化物を添加した場合には、当該タンタルが酸素に対して高い耐久性を発揮するため、陽極Ａ近傍で発生する酸素による電極３０の異常消耗をより一層効果的に防止することができる。

なお、この酸化イリジウム主体コーティング材に白金を含有させないことにより、コストの低減を図ることができる。

【００６２】

さらに、本実施形態においては、二極電極板３１を直列的に配置して電極群Ｍを構成するとともにこの電極群Ｍを互いに平行に配列することで、多数の二極電極３０を集約的に配置しているため、塩素の総発生量を大きく担保しながら装置自体のコンパクト化を図ることができる。

また、各二極電極板３１は海水Ｗの流通方向に沿って配置されているため、海水Ｗの流通が妨げられることない。これにより、海水Ｗの流速を高く維持することができ、電極３０へのスケール付着の防止効果を有効に得ることができる。

そして、互いに平行に隣り合う電極群Ｍ同士の陽極Ａ及び陰極Ｋが対向していることから、これら陽極Ａ及び陰極Ｋの間に通電することで、電極３０間を流通する海水Ｗに対して効率的に電気分解を施すことができる。

【００６３】

ここで、海水Ｗの流通方向に隣り合う二極電極板３１同士の間隔が小さい場合には、これら二極電極板３１同士の間を流通する電流、即ち、電気分解への寄与の小さい迷走電流が発生する。この迷走電流は電極３０表面での電流密度が高くなるほど顕著なものとなり、海水電解効率の低下を招いてしまう。

これに対して、本実施形態においては、各電極群Ｍにおける流通方向に隣り合う二極電極板３１同士の間隔が、互いに平行に隣り合う電極群Ｍ同士の間隔の８倍以上に設定されており、即ち、流通方向に隣り合う二極電極板３１同士の間隔の適正化が図られているた

め、上記迷走電流の発生を抑制し、海水電解効率の低下を防止することができる。

【００６４】

次に、第二実施形態の海水電解システム１００について、図５を参照して説明する。なお、第二実施形態においては、第一実施形態と同様の構成要素については同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

【００６５】

図５に示すように、第二実施形態の海水電解システム１００は、取水部６０の取水流路６１と注水部７０の流路の注水部７１との間に、流路の注水部７１の海水Ｗを取水流路６１に混合させる循環部８０を備えている。この循環部８０は、循環流路８１と、第三流量計８４と、第三開閉制御弁８３とから構成されている。

循環流路８１は一端が流路の注水部７１に接続されるとともに他端が取水流路６１に接続された流路である。本実施形態においては、循環流路８１の一端は、流路の注水部７１における第二ポンプ７２と第二開閉制御弁７３との間に接続されており、該循環流路８１の他端は、取水流路６１における第一ポンプ６２と第一開閉制御弁６３との間に接続されている。

【００６６】

第三流量計８４は、循環流路８１の中途に設けられており、当該循環流路８１を通過する海水Ｗの流量Q_3を検出する。

また、第三開閉制御弁８３は、循環流路８１における第三流量計８４の下流側に設けられた弁であって、第三流量計８４が検出する海水Ｗの流量Q_3に基づいて開閉制御されるようになっている。これによって、流路の注水部７１から循環流路８１を介して取水流路６１に循環される海水Ｗの流量を任意に制御することができる。

【００６７】

このような海水電解システム１００においては、貯留タンク５０に貯留された電気分解後の海水Ｗが第二ポンプ７２によって流路の注水部７１内に導入されると、当該海水Ｗは循環流路８１の一端が接続された流路の注水部７１の分岐部において、流路の注水部７１を流通する海水Ｗと循環流路８１を流通する海水Ｗとに分流する。

【００６８】

循環流路８１を通過した海水Ｗは、当該循環流路８１の他端にて取水流路６１内に導入される。即ち、循環流路８１を通過した電気分解後の海水Ｗが取水流路６１を通過する電気分解前の海水Ｗに合流し、再度電解槽本体２０内に導入される。この際、第三開閉制御弁８３が第三流量計８４の検出する流量に応じて開閉することで、取水流路６１を流通する海水Ｗに合流する電気分解後の海水Ｗの流量を調整することができる。

このように、電解槽本体２０の流出口２５から流出した電気分解後の海水Ｗが、循環流路８１を流通することで、電解槽本体２０の流入口２３から再流入する。

【００６９】

ここで、電気分解後の海水Ｗ内には、電気分解の際に発生したマンガン、マグネシウム、カルシウム等のスケール成分が存在している。このような海水Ｗが再び電解槽本体２０内に導入されることにより、上記スケール成分による種晶効果により、電極３０表面へのスケール付着を防止することができる。即ち、スケール成分が種晶となり、新たに生成されるスケールは当該種晶に付着していくため、電極３０表面へのスケールの析出を回避することができる。これにより、電極３０の耐久性の向上及び塩素発生効率の低下の抑制を図ることが可能となる。

【００７０】

以上、本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明の技術的思想を逸脱しない限り、これらに限定されることはなく、多少の設計変更等も可能である。

例えば、海水電解システム１００においては、注水部７０から取水用水路１に注入される海水Ｗの次亜塩素酸濃度が概ね２５００ｐｐｍ程度とされていることが好ましい。

【００７１】

ここで、生成される次亜塩素酸の総量は、電源装置４０から電極３０に供給される電流

の総量に概ね比例する。したがって、電極３０に供給した電流量を記録することによって、発生した次亜塩素酸の総量を把握することができる。また、取水用水路１に注入される海水Wの次亜塩素酸濃度は、発生した次亜塩素酸の総量を取水用水路１に注入される海水Wの流量Q_2で割ることによって算出することができる。したがって、次亜塩素酸の総量に応じて、第二開閉制御弁７３を制御して取水用水路１に注入される海水Wの流量Q_2を決定することにより、当該海水W内の次亜塩素酸濃度を上記２５００ｐｐｍに容易に調整することができる。

【００７２】

また、例えば変形例として、図６に示すように、海水電解装置１０が複数の電解槽本体２０を有しており、これら電解槽本体２０同士の流出口２５と前記流入口２３とを接続する接続管９１と、接続管９１内のガスを除去するガス抜き手段としてのガス抜き弁９２とが設けられていてもよい。なお、ガス抜き弁９２は開閉制御可能とされた弁であって、電解槽本体２０内の圧力が所定の高圧に上昇した場合に当該ガス抜き弁９２が開放されて海水W中のガスが放出されるように構成されている。

【００７３】

電流密度を高くするほど、陰極Ｋでの水素発生によって液ガス比が低下するため、塩素発生効率が低下してしまうが、上記接続管９１に設けられたガス抜き弁９２によって特に水素ガスを除去することで、電解槽本体２０内を所定の液ガス比以下に抑え、効率低下を防止することができる。

【００７４】

なお、上記実施形態においては、電極３０として二極電極板３１を用いた例について説明したが、例えば、二極電極板３１を用いず陽極板３２と陰極板３３とを対向配置し、これら陽極板３２と陰極板３３間の海水Wに電流を通電する構成であってもよい。また、これら陽極板３２と陰極板３３とを交互に配置して、互いに隣り合って対向する陽極板３２と陰極板３３との間の海水Wに電流を通電する構成であってもよい。

また、実施形態において二極電極板３１は、陽極Ａを液入口側に向けるとともに陰極Ｋを液出口側に向けて配置されていたが、陽極Ａを液出口側に向けるとともに陰極Ｋを液入口側に向けて配置してもよい。

【実施例】

【００７５】

以下、実施例について説明する。

＜塩素発生効率測定試験＞

海水を電気分解する際における電極表面の電流密度と塩素発生効率との関係を調査する試験を行なった。

電極面積が５０×５０ｍｍの板状をなす陽極板及び陰極板を用意し、５ｍｍの間隔をあけて対向配置させた。陽極板としては、酸化イリジウム（IrO_2）を質量比で５０％以上含むコーティング材をチタン基板に被覆したものを使用した。また、陰極板としては、コーティング材を被覆しないチタン基板を使用した。

【００７６】

これら陽極板及び陰極板を海水中に浸漬し、当該海水を２５０ｍｌ／ｍｉｎの流量で流通させ、陽極板及び陰極板間に通電することにより海水の電気分解を行った。そして、各電流密度における塩素発生効率を測定した。

なお、塩素発生効率とは、流通させる電流の電流密度に基づいて理論上発生し得る塩素量に対しての実際に発生する塩素量の比率を意味している。

この塩素発生効率の測定結果を図７に示す。

【００７７】

図７に示すように、電流密度が２０Ａ／ｄｍ^{2}未満の場合には、電流密度が大きくなるに連れて塩素発生効率が上昇する一方、電流密度が２０Ａ／ｄｍ^2～３０Ａ／ｄｍ^{2}の際には塩素発生効率は一定となり、電流密度が３０Ａ／ｄｍ^{2}を超えると塩素発生効率が徐々に低下していく。

なお、白金を含むコーティング材を使用した電極において技術常識とされていた電流密度が１５Ａ／ｄｍ^{2}の場合には、塩素発生効率は９３％であった。

また、電流密度が２０Ａ／ｄｍ^2、３０Ａ／ｄｍ^{2}の際の塩素効率は９６％と最も高い値が得られた。

このことから、酸化イリジウムを含むコーティング材を使用した電極においては、電流密度を２０Ａ／ｄｍ^2～３０Ａ／ｄｍ^{2}の範囲に設定することにより、高い塩素発生効率を得られることがわかった。これは、発生する水素ガスの量が増大したため、当該水素ガスによる陽極板及び陰極板のスケール洗浄効果が得られたことに起因すると考えられる。

【００７８】

ここで、電流密度が大きいほど理論上発生し得る塩素の量は増大していく。したがって、塩素発生効率が同じ値を示す場合であっても電流密度が大きい方がより多くの塩素が発生することになる。

よって、電流密度を４０Ａ／ｄｍ^{2}とした際には、塩素発生効率は９３％と電流密度１５Ａ／ｄｍ^{2}の際と同等の効率を示すが、塩素発生量は電流密度４０Ａ／ｄｍ^{2}の場合の方が電流密度１５Ａ／ｄｍ^{2}の場合に比べて大きなものとなる。したがって、電流密度を４０Ａ／ｄｍ^{2}とすることは、塩素の発生量の観点から有効であると言える。一方、電流密度が４０Ａ／ｄｍ^{2}を超えると、水素ガスの洗浄効果が有効に作用する範囲を超えてしまい、塩素発生効率が１５Ａ／ｄｍ^{2}の場合よりも低下してしまう。したがって、電流密度の上限は４０Ａ／ｄｍ^{2}とすることが好ましく、これにより、塩素発生効率を高く維持しながら、発生する塩素の量を多く確保できることがわかった。

【００７９】

以上のように、塩素発生効率測定試験によって、海水の電気分解の際の電極表面での電流密度を２０Ａ／ｄｍ^2～４０Ａ／ｄｍ^2、好ましくは２０Ａ／ｄｍ^2～３０Ａ／ｄｍ^{2}の範囲に設定することで高い塩素発生効率を得ることができることがわかった。

なお、電気分解を長時間続けると電極が徐々に消耗していくため、測定結果を示す図７のカーブはより急峻なものになっていくと考えられる。したがって、特に電極が消耗した後には、電流密度を上記範囲に設定することがより一層有効であることが推認できる。

【００８０】

＜電解寿命試験結果＞

海水の電気分解の際の電流密度と触媒保持量との関係を調査する試験を行なった。

塩素発生効率測定試験と同様、電極面積が５０×５０ｍｍの板状をなす陽極板及び陰極板を用意し、５ｍｍの間隔をあけて対向配置させた。陽極板としては、酸化イリジウム（IrO_2）を質量比で５０％以上含むコーティング材をチタン基板に被覆したものと、白金（Ｐｔ）を含むコーティング材をチタン基板に被覆したものとの二種類を用いた。また、陰極板としては、コーティング材を被覆しないチタン基板を使用した。

これら陽極板及び陰極板をそれぞれ海水中に浸漬し、当該海水を２５０ｍｌ／ｍｉｎの流量で流通させ、陽極板及び陰極板間に通電することにより海水の電気分解を行った。そして、各電流密度における触媒保持量を時間とともに測定した。

なお、触媒保持量とは、電気分解後に保持される電極の触媒量を意味しており、時間とともに触媒保持量が小さくなればそれだけ電極が消耗したことになる。この触媒保持量の測定結果を図８に示す。

【００８１】

図８に示すように、陽極板として白金を含むコーティング材を使用した場合（Ｐｔ／Ｔｉ）には、触媒保持量は時間とともに徐々に低下していき、特に、電流密度が大きいほど、触媒保持量の低下が顕著なものとなることがわかった。

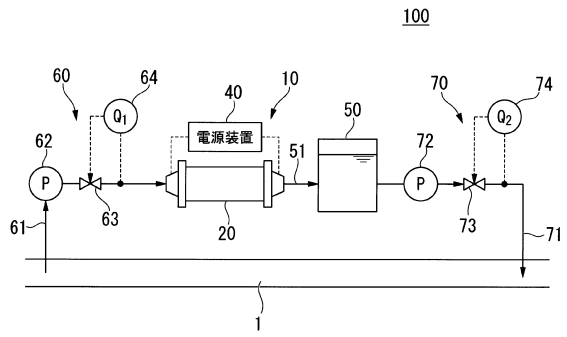
一方、陽極板として酸化イリジウムを含むコーティング材を使用した場合（IrO_2）には、時間が経過しても触媒保持量が低下することはなかった。

これにより、酸化イリジウムを含むコーティング材を使用した陽極板は、白金を含むコーティング材を使用した陽極板に比べて、電極の耐久性が高いことがわかった。

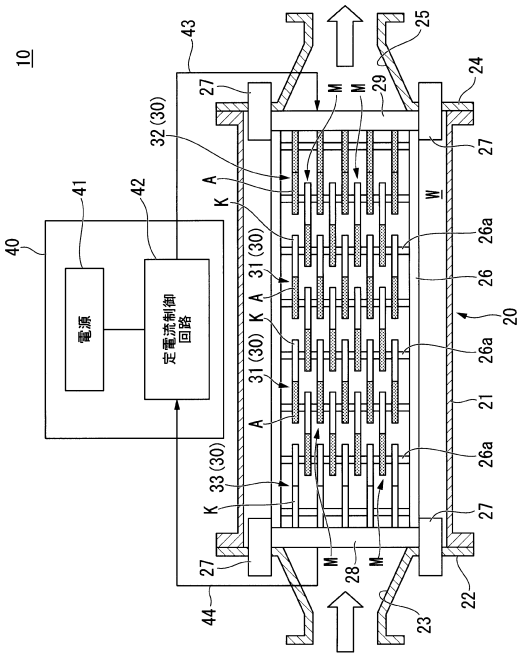
【符号の説明】

【００８２】
１０…海水電解装置、２０…電解槽本体、３０…電極、３１…二極電極板、３２…陽極板、３３…陰極板、４０…電源装置、４１…直流電源、４２…定電流制御回路、６０…取水部、６１…取水流路、７０…注水部、８０…循環部、８１…循環流路、９１…接続管、９２…ガス抜き弁（ガス抜き手段）、１００…海水電解システム、Ａ…陽極、Ｋ…陰極、Ｍ…電極群、Ｗ…海水

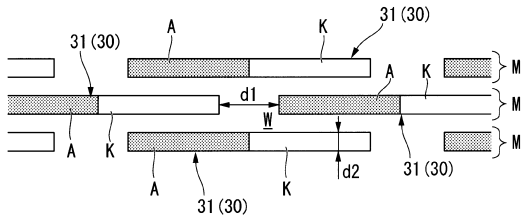
【図１】



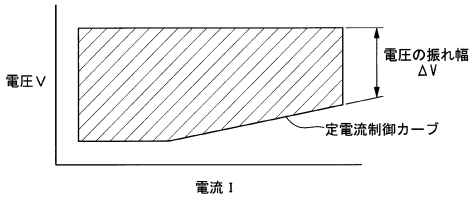
【図２】



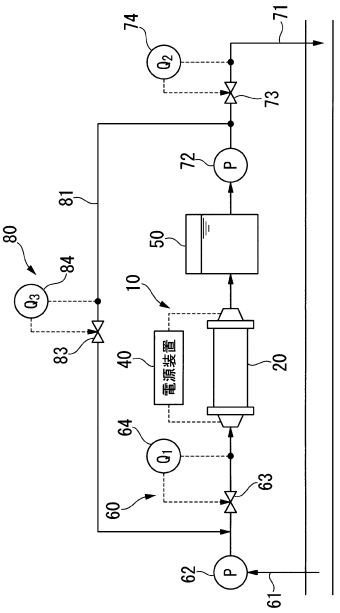
【図３】



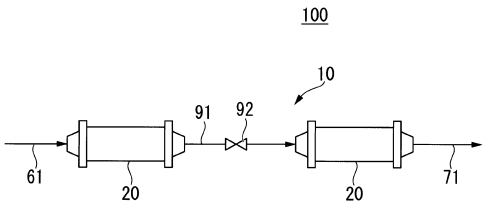
【図４】



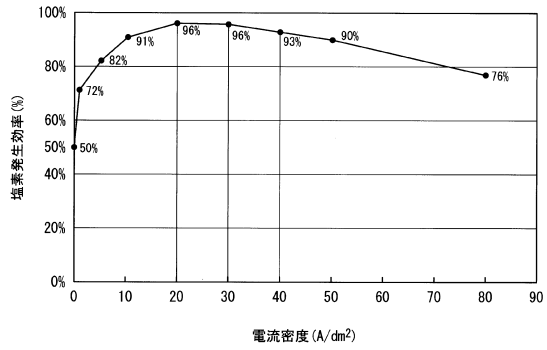
【図５】



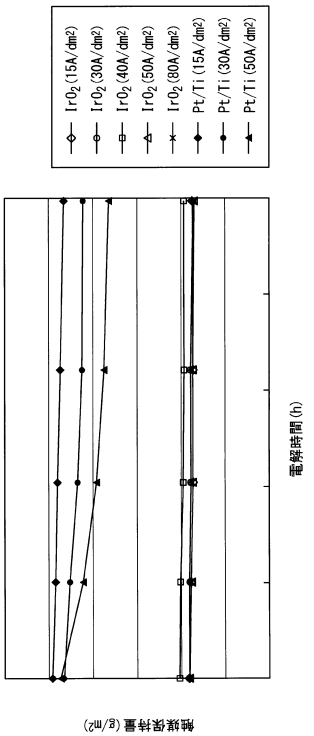
【図６】



【図７】



【図８】



フロントページの続き

(72)発明者　水谷　洋
神奈川県横浜市西区みなとみらい４丁目４番２号　三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社内
(72)発明者　松村　達也
神奈川県横浜市西区みなとみらい４丁目４番２号　三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社内
(72)発明者　高波　宏幸
神奈川県横浜市西区みなとみらい４丁目４番２号　三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社内

審査官　川崎　良平

(56)参考文献　特公平０６－０３３４８９（ＪＰ，Ｂ２）
特開昭６２－１８２２９３（ＪＰ，Ａ）
特開昭５４－０１９４９５（ＪＰ，Ａ）
特開昭５６－０２０１７３（ＪＰ，Ａ）
特許第２８３６８４０（ＪＰ，Ｂ２）
実開平０７－０４０７６９（ＪＰ，Ｕ）
特開昭６０－０７０１９２（ＪＰ，Ａ）
実開昭５３－０８３５３６（ＪＰ，Ｕ）
特開昭６１－０５２３８４（ＪＰ，Ａ）
特公昭６４－０１１７１８（ＪＰ，Ｂ２）
特開平０７－１８００７８（ＪＰ，Ａ）
実開平０２－０６６６７５（ＪＰ，Ｕ）
特表２００９－５０７６３８（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１０４６４８（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２９１８０８（ＪＰ，Ａ）
特開昭５５－０７６０８５（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１０／０３７７０６（ＷＯ，Ａ１）
米国特許第０４５０２９３６（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０２Ｆ　　１／４６
Ｃ２５Ｂ　　１／００，　９／００，１５／０８