(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7212978号
(P7212978)

(45)発行日　令和5年1月26日(2023.1.26)

(24)登録日　令和5年1月18日(2023.1.18)

(51)国際特許分類		FI		
C02F	*1/461(2023.01)*	C02F	1/461	A
C25B	*15/023(2021.01)*	C25B	15/023	
C25B	*9/21 (2021.01)*	C25B	9/21	
C25B	*9/23 (2021.01)*	C25B	9/23	
C25B	*9/00 (2021.01)*	C25B	9/00	A

請求項の数　1　（全15頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2022-106367(P2022-106367)
(22)出願日　令和4年6月30日(2022.6.30)
審査請求日　令和4年7月7日(2022.7.7)
早期審査対象出願

(73)特許権者　520103621
株式会社ワンテンス
東京都港区赤坂八丁目５番４０号
(74)代理人　100180079
弁理士　亀卦川 巧
(74)代理人　230101177
弁護士　木下 洋平
(72)発明者　八子 哲
神奈川県大和市下鶴間１７８６－１ ラ
イオンズマンション中央林間７－５０６
審査官　高橋 成典

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　電解装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

アノード室、カソード室、前記アノード室とカソード室の間に位置する中間室、直流電源、演算手段、及び記憶手段を具え、

前記アノード室は、アノード室給水口とアノード室排水口を具え、

前記カソード室は、カソード室給水口とカソード室排水口を具え、

前記中間室は、中間室給水口と中間室排水口を具え、前記中間室給水口から給水され、前記中間室排水口から排水される電解質水溶液が循環して前記中間室に供給されるように構成され、

前記アノード室と中間室の間には、陰イオン交換膜及び第一電極が配設され、

前記カソード室と中間室の間には、陽イオン交換膜及び第二電極が配設され、

前記中間室の内部には、第三電極が配設され、

前記直流電源からの電流が、前記第一電極及び第二電極に流されるとともに、前記第一電極側及び／又は第二電極側に配設された電流負荷装置を介して第三電極にも流されるように構成され、

前記電流負荷装置によって、前記第三電極と前記第一電極及び／又は第二電極に流される電流を調整できるように構成され、

前記演算手段は、運転初期の電解電圧を運転初期の前記第三電極の電圧で除算して得る基準電極電位と、運転中の電解電圧を運転中の前記第三電極の電圧で除算して得る運転中電極電位を演算するように構成され、

前記記憶手段は、前記基準電極電位を記憶するように構成され、
前記基準電極電位と運転中電極電位に所定の差が生じたときに前記第三電極と前記第一電極及び／又は第二電極にｐＨ補正電流が流されるように構成されていることを特徴とする、
電解装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、電解水（還元水及び酸化水を含む。）を水の電気分解によって得るための電解装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
電解水を生成するための装置としては、隔膜のない１室型、１枚の隔膜で２槽に分割した２室型、及びアノード室、中間室、カソード室の３槽に分割した３室型がある。３室型の電解装置は、アノード室と中間室、カソード室と中間室のそれぞれの間に電極及びイオン交換膜が配設されている。３室型の電解装置は、水の電気分解を効率良く行えるとされている。
【０００３】
従来の３室型の電解装置では、陽極となるアノード室側の電極によってアノード室に給水される水の水分子（H_2O）が酸化され、酸素（O_2）と水素イオン（H^+）が生成され、中間室に給水された食塩（ＮａＣｌ）などの電解質を含む水（以下、単に「電解質水溶液」という。）の塩素イオン（Cl^-）がアノード室側の電極によって酸化されて塩素（Cl_2）が発生し、水分子（H_2O）と反応して次亜塩素酸（ＨＯＣｌ）と塩酸（ＨＣｌ）が生成され、酸化水が生成される。一方、陰極となるカソード室側の電極によってカソード室に給水される水の水分子（H_2O）が還元されて水素（H_2）と水酸化物イオン（OH^-）が生成され、中間室の電解質水溶液のナトリウムイオン（Na^+）と水酸化物イオン（OH^-）が反応して水酸化ナトリウム（ＮａＯＨ）が生成され、還元水が生成される。
【０００４】
電解水は、そのｐＨによって、様々な用途に使用することができるため、任意のｐＨの電解水を得られる電解装置が開発されており、例えば、以下のものがある。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【文献】特開平８－２２９５６５号公報
特開平９－８５２４７号公報
国際公開２０１９／１６３３８８号
国際公開２０１７／０５１４５２号
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
特許文献１には、３室型の電解装置で、アノード室と中間室とカソード室のそれぞれに電極を配設し、その内の１室又は隣合う２室を電解槽として構成し、当該電解槽と隣合う室を電気透析槽として構成した電解装置が開示されている。これによれば、酸性、中性、アルカリ性のそれぞれの電解水が同時に得られるとされている。
【０００７】
特許文献２には、３室型の電解装置で、アノード室又はカソード室の一方に所定間隔を保持して配設された一対の電極と、アノード室又はカソード室の他方に電極が配設され、第一の電極には正の極性、第二の電極には負の極性、第一及び第二の電極の間に位置し、第一の電極と同じ室に配設されている第三の電極には、第一及び第二の電極に印加される

電圧の中間の電位の電圧が印加される電解装置が開示されている。これによれば、第二の電極と第三の電極に付与する電流を調整することにより、第一・第三の電極が配設されている室で生成される電解水のｐＨを酸性～中性の範囲で任意に調整することができるとされている。

【０００８】

特許文献３には、３室型の電解装置で、アノード室と中間室、カソード室と中間室のそれぞれの間に配設された一対の電極に対し、所定の時間間隔で、通電方向を繰り返し切り替える制御部を具えた電解装置が開示されている。これによれば、生成する電解水のｐＨを精度良く制御できるとされている。

【０００９】

特許文献４には、３室型の電解装置で、アノード室の内部に配置された陽極と、カソード室の内部に配置された陰極と、中間室の内部に配置された中間電極と、陽極と中間電極の間及び中間電極と陰極の間に、それぞれの電流を独立して制御しながら直流電流を流す電流制御手段を具えた電解装置が開示されている。これによれば、中間室に電解質水溶液を入れ、アノード室及びカソード室に水を入れ、この状態で陽極、陰極、中間電極に電流を流し、この電流を調整することで、任意のｐＨの電解水を生成できるとされている。

【００１０】

しかし、特許文献１の電解装置では、酸性、中性、アルカリ性のそれぞれの電解水が同時に得られるため、仮に酸性の電解水のみを必要としている場合、他の電解水が不要となり、排水せざるを得ない。特許文献２の電解装置では、第一・第三の電極が配設されている室で生成される電解水のｐＨを調整することができるとされているが、第二の電極が配設されている室で生成される電解水を使用しない場合、これを排水として処分することになるため、無駄である。

【００１１】

この点、特許文献３と特許文献４の電解装置を用いて、アノード室及びカソード室から取得した電解水を混合させて混合電解水とすることにより、無駄な排水を生じさせ難くすることはできる。また、中間室の電解質水溶液を新たに供給しない貯留型の構成や、電解質水溶液が中間室を循環する構成とした場合、その排水を防止することができるが、電解質水溶液の濃度が経時的に変化し、生成される混合電解水のｐＨが安定しない可能性がある。これを防ぐために、中間室に常に新しい電解質水溶液を供給する方法をとると、その排水が生じることとなる。

【００１２】

ところで、混合電解水のｐＨが３．５～６．５の範囲であるとき、９０％以上の割合で次亜塩素酸が存在することが知られている。混合電解水のｐＨが７．５になると、次亜塩素酸と次亜塩素酸イオンの存在比が１：１になり、それ以上のｐＨでは、次亜塩素酸イオンの割合が多くなる。次亜塩素酸イオンは次亜塩素酸に比べて殺菌力が大幅に低く、漂白性や皮膚に対する刺激性を持つ。一方、混合電解水のｐＨが３．５～５の酸性領域にある場合、使用対象の素材によっては、錆を発生させ易く、或いは、酸により素材を変質させる可能性がある。このため、殺菌力と安全性の観点から、ｐＨ６～６．５の次亜塩素酸水が望ましい。

【００１３】

そこで、本発明は、無駄な排水を発生させずに、所望のｐＨ、特にｐＨ６～６．５の電解次亜塩素酸を含む混合電解水を簡便に安定して生成し続けられる電解装置を提供することをその目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１４】

本発明は、アノード室、カソード室、前記アノード室とカソード室の間に位置する中間室、直流電源、演算手段、及び記憶手段を具え、

前記アノード室は、アノード室給水口とアノード室排水口を具え、

前記カソード室は、カソード室給水口とカソード室排水口を具え、

前記中間室は、中間室給水口と中間室排水口を具え、前記中間室給水口から給水され、前記中間室排水口から排水される電解質水溶液が循環して前記中間室に供給されるように構成され、
前記アノード室と中間室の間には、陰イオン交換膜及び第一電極が配設され、
前記カソード室と中間室の間には、陽イオン交換膜及び第二電極が配設され、
前記中間室の内部には、第三電極が配設され、
前記直流電源からの電流が、前記第一電極及び第二電極に流されるとともに、前記第一電極側及び／又は第二電極側に配設された電流負荷装置を介して第三電極にも流されるように構成され、
前記電流負荷装置によって、前記第三電極と前記第一電極及び／又は第二電極に流される電流を調整できるように構成され、
前記演算手段は、運転初期の電解電圧を運転初期の前記第三電極の電圧で除算して得る基準電極電位と、運転中の電解電圧を運転中の前記第三電極の電圧で除算して得る運転中電極電位を演算するように構成され、
前記記憶手段は、前記基準電極電位を記憶するように構成され、
前記基準電極電位と運転中電極電位に所定の差が生じたときに前記第三電極と前記第一電極及び／又は第二電極にｐＨ補正電流が流されるように構成されていることを特徴とする電解装置によって前記課題を解決した。

【発明の効果】

【００１５】

本発明の電解装置では、中間室給水口から食塩水などの電解質水溶液が供給され、中間室排水口から排出され、循環して中間室に供給されるように構成されている。このため、電解質水溶液の無駄な排水が生じない。一方、アノード室給水口及びカソード室給水口からは、中性の水が供給され、電解水がアノード室排水口及びカソード室排水口から排出される。本発明は、上記の構成を具えるので、電流負荷装置により、第三電極と第一電極及び／又は第二電極に流される電流を調整することができる。具体的には、第一電極側に配設された電流負荷装置を介して第三電極に通電されると、第一電極に流される電流は、第二電極に流される電流よりも低くなるので、第一電極の電気分解量を抑制してアノード室で生成される酸化水のｐＨを高めることができる。逆に、第二電極側に配設された電流負荷装置を介して第三電極に通電されると、第二電極に流される電流は、第一電極に流される電流よりも低くなるので、第二電極の電気分解量を抑制してカソード室で生成される還元水のｐＨを低めることができるので、所望のｐＨの混合電解水を得ることができる。さらに、運転継続中に混合電解水のｐＨが変化し、基準電極電位と運転中電極電位に所定の差が生じたときに第三電極と第一電極及び／又は第二電極にｐＨ補正電流が流されるように構成されているので、運転中に電解質水溶液の濃度やｐＨの変化が生じても、酸化水と還元水、延いては混合電解水のｐＨを所定の値に維持させ易くすることができる。よって、本発明では、無駄な排水を発生させずに任意のｐＨの電解水をより簡便に安定して生成し続けることができる。

【００１６】

また、記憶手段が、前記運転中電極電位と前記基準電極電位の比及び生成する酸化水、還元水、又は混合電解水の所望のｐＨを得る前記ｐＨ補正電流によって決定される所定の補正係数をさらに記憶するように構成され、演算手段が、ｐＨ補正電流の値Ｘを、Ｘ＝（１－（運転中電極電位／基準電極電位））×補正係数、によって決定するように構成すれば、ｐＨ補正電流の値を求め易い。

【００１７】

また、電流負荷装置がｐＨ補正電流の値に基づいて調整した電流を第三電極と第一電極及び／又は第二電極に流す構成とすれば、ｐＨ補正電流を流すための別の電源などの装置が不要となり、シンプルな構成で製造コストを下げることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１】本発明の第一実施形態の電解装置の模式図。
【図２】第一電極側に配設された電流負荷装置を介して第三電極に通電したときの酸化水のｐＨの変化を表すグラフ。
【図３】第二電極側に配設された電流負荷装置を介して第三電極に通電したときの還元水のｐＨの変化を表すグラフ。
【図４】第一電極側に配設された電流負荷装置を介して第三電極に通電したときの酸化水と還元水を混合させた電解水のｐＨの変化を表すグラフ。
【図５】第二電極側に配設された電流負荷装置を介して第三電極に通電したときの酸化水と還元水を混合させた電解水のｐＨの変化を表すグラフ。
【図６】第三電極を第一電極寄りに配設した状態で、第一電極側に配設された電流負荷装置を介して第三電極に通電したときの酸化水と還元水を混合させた電解水のｐＨの変化を表すグラフ。
【図７】第三電極を第一電極寄りに配設した状態で、第二電極側に配設された電流負荷装置を介して第三電極に通電したときの酸化水と還元水を混合させた電解水のｐＨの変化を表すグラフ。
【発明を実施するための形態】
【００１９】
以下、本発明の実施形態を図１～７を参照して説明する。但し、本発明はこの実施形態に限定されるものではない。
【００２０】
図１に示されているように、本発明の第一実施形態の電解装置１００は、電解槽１２を具えている。電解槽１２は、アノード室１４、カソード室１６、アノード室１４とカソード室１６の間に位置する中間室１８に分割されている。アノード室１４と中間室１８の間には、陰イオン交換膜５２及び第一電極４２が配設され、カソード室１６と中間室１８の間には、陽イオン交換膜５４及び第二電極４４が配設されている。
【００２１】
アノード室１４は、アノード室給水口２２とアノード室排水口３２を具え、カソード室１６は、カソード室給水口２４とカソード室排水口３４を具え、中間室１８は、中間室給水口２６と中間室排水口３６を具えている。
【００２２】
また、中間室１８の内部、すなわち、陰イオン交換膜５２及び第一電極４２と陽イオン交換膜５４及び第二電極４４の間には、第三電極４６が配設されている。電解装置１００では、第三電極４６は、第一電極４２と第二電極４４の中間に位置している。
【００２３】
第一電極４２は、直流電源Ｖに対し陽極側に、第二電極４４は、直流電源Ｖに対し陰極側に接続されている。第三電極４６は、第一電極４２側に配設された第一電流負荷装置６２と第二電極４４側に配設された第二電流負荷装置６４を介して直流電源Ｖに接続されている。なお、第一・第二電流負荷装置６２のいずれかを設けずに、第三電極４６を第一電極４２側又は第二電極４４側と接続しない構成もあり得る。
【００２４】
直流電源Ｖが稼働すると、直流電源Ｖからの電流は、第一電極４２及び第二電極４４に流されるとともに、第一電極４２側及び／又は第二電極４４側に配設された第一・第二電流負荷装置６２，６４を介して第三電極４６にも流れる。第三電極４６に流れる電流は、第一・第二電流負荷装置６２，６４の負荷をコントロールすることにより調整できるように構成する。これにより、第三電極４６と第一電極４２及び／又は第二電極４４に流される電流を第一・第二電流負荷装置６２，６４によって調整できる。
【００２５】
電解装置１００は、コントローラ７０を具えている。コントローラ７０は、直流電源Ｖ、第一・第二電流負荷装置６２，６４と電気的に接続されており、制御手段７６によってこれらを制御することができるように構成されている。コントローラ７０は、さらに、記

憶手段７２と演算手段７４を有する。これらの機能は後述する。

【００２６】

アノード室１４とカソード室１６には、それぞれ、アノード室給水口２２とカソード室給水口２４から純水や水道水などの中性の水が給水され、アノード室排水口３２とカソード室排水口３４から排水される。ここで、アノード室排水口３２とカソード室排水口３４に連結された混合槽（図示省略）などの混合手段をさらに有する構成とすれば、アノード室１４で生成された酸化水とカソード室１６で生成された還元水を混合して所望のｐＨの混合電解水、特に、ｐＨ６～６．５の電解次亜塩素酸を含む混合電解水を無駄な排水を発生させずに簡便に生成することができる。

【００２７】

また、図示しての説明は省略するが、カソード室排水口３４とアノード室給水口２２を連結し、カソード室排水口３４から排水された還元水がアノード室１４に給水されるように構成してもよい。本構成とすれば、カソード室１６で生成された還元水をアノード室１４へ流入させ、アノード室１４で生成される酸化水と混合させて所望のｐＨの電解水を得られるため、無駄な排水を生じさせない、コンパクトな電解装置１００とすることができる。

【００２８】

中間室１８には、中間室給水口２６から電解質水溶液が給水され、中間室排水口３６から排水される。電解質は、塩素イオンを含むものであり、電解質水溶液としては、塩化ナトリウム等の塩素イオンを含む素材を添加した水を使用することができる。図示は省略するが、電解装置１００では、中間室給水口２６と中間室排水口３６は、図示しないタンクを介して連結され、電解質水溶液が循環するように構成されている。このため、電解質水溶液の無駄な排水が生じない。

【００２９】

第一乃至第三電極４２，４４，４６は、網目状とすることができる。このとき、第三電極４６の網目が第一・第二電極４２，４４の網目よりも荒い構成とすれば、電解電圧が上昇して電解ができなくなるという現象を防ぐことができる。

【００３０】

直流電源Ｖの電流を１１．５Ａとし、アノード室１４とカソード室１６への純水を１分間あたり２Ｌの流量で給排水させ、第一電極４２側に配設された第一電流負荷装置６２の負荷をコントロールして、第三電極４６に流れる電流を変化させたときの酸化水と還元水のｐＨの変化を表１に示す。

【００３１】

【表１】

第三電極電流(A)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
水温(℃)	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3
電解電圧(V)	13.17	13.08	12.9	12.71	12.56	12.4	12.24
第三電極電圧(V)	6.38	5.62	5.19	4.83	4.5	4.2	3.94
酸化水(pH)	2.77	2.78	2.8	2.81	2.83	2.85	2.87
還元水(pH)	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47

【００３２】

図２にも示すとおり、第三電極４６に電流が流れていない場合、酸化水のｐＨは２．７７であるが、第三電極４６に流される電流が増加するにつれて、酸化水のｐＨが上がるという結果を得られた。なお、還元水のｐＨは変化していない。

【００３３】

第一電極４２側に配設された第一電流負荷装置６２の負荷をコントロールして、第三電極４６に電流を流した場合、第一電流負荷装置６２の負荷に応じて第一電極４２に流れる電流が増減するので、第一電極４２による電気分解量を増減させることができ、アノード室１４で生成される酸化水のｐＨをコントロールすることができる。このとき、第二負荷

装置６４を通じて電流は流れず、第三電極４６は陽極として機能するので、中間室１８でも陰イオンが生成されるが、多くは中間室排水口３６から排出される。

【００３４】

このように、第一電極４２側に配設された第一電流負荷装置６２を介して第三電極４６に通電されると、第一電極４２に流される電流は、第二電極４４に流される電流よりも低くなるので、第一電極４２の電気分解量を抑制してアノード室１４で生成される酸化水のｐＨを高めることができる。

【００３５】

同条件で、第二電極４４側に配設された第二電流負荷装置６４の負荷をコントロールして、第三電極４６に流れる電流を変化させたときの酸化水と還元水のｐＨの変化を表２に示す。

【００３６】

【表２】

第三電極電流(A)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
水温(℃)	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
電解電圧(V)	12.7	12.43	12.1	11.86	11.42	11.3	11.18
第三電極電圧(V)	5.87	4.74	3.99	3.45	3.0	2.67	2.38
酸化水(pH)	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
還元水(pH)	10.3	10.21	10.1	10.01	9.88	9.81	9.72

【００３７】

図３にも示すとおり、第三電極４６に電流が流れていない場合、還元水のｐＨは１０．３であるが、第三電極４６に流される電流が増加するにつれて、還元水のｐＨが下がるという結果を得られた。なお、酸化水のｐＨは変化していない。

【００３８】

第二電極４４側に配設された第二電流負荷装置６４の負荷をコントロールして、第三電極４６に電流を流した場合、第二電流負荷装置６４の負荷に応じて第二電極４４に流れる電流が増減するので、第二電極４４による電気分解量を増減させることができ、カソード室１６で生成される還元水のｐＨをコントロールすることができる。このとき、第一負荷装置６２を通じて電流は流れず、第三電極４６は陰極として機能するので、中間室１８でも陽イオンが生成されるが、多くは中間室排水口３６から排出される。

【００３９】

このように、第二電極４４側に配設された第二電流負荷装置６４を介して第三電極４６に通電されると、第二電極４４に流される電流は、第一電極４２に流される電流よりも低くなるので、第二電極４４の電気分解量を抑制してカソード室１６で生成される還元水のｐＨを低めることができる。

【００４０】

以上に説明したとおり、電解装置１００では、第一・第二電流負荷装置６２，６４を操作することにより、酸化水と還元水のｐＨを変化させることができるので、任意のｐＨの電解水をより簡便に生成することができる。

【００４１】

次に、同条件で、アノード室１４で生成された酸化水とカソード室１６で生成された還元水を混合して混合電解水とした場合のｐＨの変化を表３及び表４に示す。第一電極４２側に配設された第一電流負荷装置６２の負荷をコントロールして、第三電極４６に流れる電流を変化させたときの結果が表３である。図４にも示すとおり、第一電流負荷装置６２の負荷をコントロールすることにより、混合電解水のｐＨを６．６～７．８６の範囲で変化させることができた。

【００４２】

【表３】

第三電極電流(A)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
水温(℃)	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3
電解電圧(V)	14.5	13.83	13.75	13.54	13.49	13.36	13.21
第三電極電圧(V)	6.37	5.68	5.24	4.88	4.6	4.28	4
混合電解水(pH)	6.6	6.75	6.95	7.2	7.38	7.62	7.86

【００４３】

第二電極４４側に配設された第二電流負荷装置６４の負荷をコントロールして、第三電極４６に流れる電流を変化させたときの結果が表４である。図５にも示すとおり、第二電流負荷装置６４の負荷をコントロールすることにより、混合電解水のｐＨを４．５～６．６の範囲で変化させることができた。

【００４４】

【表４】

第三電極電流(A)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
水温(℃)	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
電解電圧(V)	14	13.7	13.3	12.7	12.4	12.2	12.1
第三電極電圧(V)	7.1	5.95	5.14	4.37	3.8	3.26	3.18
混合電解水(pH)	6.6	6.35	6.17	5.95	5.7	5.38	4.5

【００４５】

図４，５に示すとおり、第二電流負荷装置６４を介して第三電極４６に２．５Ａ以上の電流を流した場合を除き、混合電解水のｐＨを略一次線形で変化させることができた。このように、電解装置１００では、第一・第二電流負荷装置６２，６４を操作することにより、任意のｐＨの電解水をより簡便に生成することができる。特に、次亜塩素酸を含む電解水を生成する場合、電解水のｐＨを４．０～６．５程度、特にｐＨ５～６．５にすることが好ましく、還元水に対し、より多くの酸化水をアノード室排水口３２とカソード室排水口３４に連結された混合槽（図示省略）などの混合手段で混合させることで次亜塩素酸を含む電解水を生成することができる。よって、このような電解水を無駄な排水を生じさせずに、簡便に生成することができる。

【００４６】

ここで、カソード室排水口３４とアノード室給水口２２が連結された構成とすれば、カソード室１６で生成された還元水をアノード室１４へ流入させ、アノード室１４で生成される酸化水と混合させて所望のｐＨの電解水を得られるため、無駄な排水を生じさせない、コンパクトな電解装置１００とすることができる。

【００４７】

次に、第三電極４６を第一電極４２寄りに配設し、他はこれまでと同条件で、アノード室１４で生成された酸化水とカソード室１６で生成された還元水を混合して混合電解水とした場合のｐＨの変化を表５及び表６に示す。第一電極４２側に配設された第一電流負荷装置６２の負荷をコントロールして、第三電極４６に流れる電流を変化させたときの結果が表５である。図６にも示すとおり、第一電流負荷装置６２の負荷をコントロールすることにより、混合電解水のｐＨを５．６～６．６８の範囲で変化させることができた。

【００４８】

【表５】

第三電極電流(A)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
水温(℃)	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4
電解電圧(V)	13	13	13	13	13	13	13
第三電極電圧(V)	8.06	7.57	7.08	6.64	6.24	5.88	5.5
混合電解水(pH)	5.6	5.84	6.04	6.21	6.36	6.48	6.68

【００４９】
第二電極４４側に配設された第二電流負荷装置６４の負荷をコントロールして、第三電極４６に流れる電流を変化させたときの結果が表６である。図７にも示すとおり、第二電流負荷装置６４の負荷をコントロールすることにより、混合電解水のｐＨを３．５～５．６の範囲で変化させることができた。
【００５０】
【表６】

第三電極電流(A)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
水温(℃)	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4
電解電圧(V)	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
第三電極電圧(V)	4.68	4.24	3.7	3.19	2.8	2.48	2.14
混合電解水(pH)	5.6	5.2	4.5	4	3.77	3.6	3.5

【００５１】
図６，７に示すとおり、第二電流負荷装置６４を介して第三電極４６に電流を流した場合の、混合電解水のｐＨの変化が一次線形ではなくなった。すなわち、第三電極４６を第一電極４２と第二電極４４の中間に位置させた方が混合電解水のｐＨの変動を安定させ易くすることができる。
【００５２】
以上の例では、第一電極４２側に配設された第一電流負荷装置６２の負荷をコントロールして、第三電極４６に電流を流した場合、第二電流負荷装置６４を介して第三電極４６に電流は流れないようにし、逆に、第二電極４４側に配設された第二電流負荷装置６４の負荷をコントロールして、第三電極４６に電流を流した場合、第一電流負荷装置６２を介して第三電極４６に電流は流れないようにした。しかし、酸化水及び還元水のｐＨは、第一電極４２と第二電極４４に流れる電流の差によって変化すると考えられるため、第一電極４２と第二電極４４に流れる電流の差を生じさせることができれば、第一電流負荷装置６２と第二電流負荷装置６４の負荷は適宜変更することも可能である。
【００５３】
以上では、直流電源Ｖの電流を１１．５Ａとし、アノード室１４とカソード室１６への純水を１分間あたり２Ｌの流量で給排水させ、第三電極４６に流れる電流を０Ａ～３Ａの範囲で変化させたが、これ以外の条件としてもよい。
【００５４】
上述したように、電解装置１００では、中間室給水口２６と中間室排水口３６は、図示しないタンクを介して連結され、電解質水溶液が循環するように構成されている。電解装置１００の運転を長期間継続させると、電解質水溶液のｐＨが徐々に変化し、それによって酸化水と還元水のｐＨが変化し、延いては混合電解水のｐＨも変化してしまうという現象が起こる。これは、運転中に電解質水溶液で消費されるＮａ$^{+}$イオンとＣＬ$^{-}$イオンの量が異なるため、Ｎａ$^{+}$イオンとＣＬ$^{-}$イオンの比率が徐々に変化することが原因として考えられる。
【００５５】
酸化水、還元水、及び混合電解水のｐＨを安定化させるために、生成された直後の酸化水と還元水のｐＨを計測し、対応することが考えられるが、流水状態の酸化水や還元水のｐＨを正確に計測することは困難である。そこで、電解装置１００では、電解質水溶液のｐＨが変化したことによって酸化水、還元水、及び混合電解水のｐＨが変化したとき、第三電極４６の電圧も相関して変化するという現象に着目し、ｐＨと相関関係にあると考えられる電解電圧及び第三電極４６の電圧（以下、単に、「第三電極電圧」という。）を測定し、酸化水、還元水、及び混合電解水のｐＨを安定化させている。以下に詳述する。
【００５６】
まず、コントローラ７０の演算手段７４が、運転初期、すなわち、新規の電解質水溶液で運転を開始したときの電解電圧を運転初期の第三電極電圧で除算して得る基準電極電位

と、運転中の電解電圧を運転中の第三電極電圧で除算して得る運転中電極電位を演算するように構成されている。電解電圧は、直流電源Ｖの電圧を計測するように設けられた電解電圧測定手段８２により、第三電極電圧は、第二電極４４と第三電極４６の間に設けられた第三電極電圧測定手段８４により計測される。なお、第三電極電圧測定手段８４は、第一電極４２と第三電極４６の間に設けた構成としてもよい。電解電圧測定手段８２及び第三電極電圧測定手段８４は、公知の電圧計やその機能を有する装置とすればよい。基準電極電位は、記憶手段７２によって記憶される。運転中電極電位は、運転中に常時演算される。

【００５７】

そして、基準電極電位と運転中電極電位に所定の差が生じたときに、指令手段７６によって第三電極４６と第一電極４２及び／又は第二電極４４にｐＨ補正電流が流されるように構成されている。基準電極電位と運転中電極電位にどの程度の差が生じたときに、第三電極４６と第一電極４２及び／又は第二電極４４にどの程度のｐＨ補正電流を流すかは、生成する酸化水、還元水、又は混合電解水の所望のｐＨによって変動する。ｐＨ補正電流は、図示しない別の電源を用いて生じさせることも可能ではあるが、別の電源を接続すると、第三電極４６の電圧などの状態検出がし難くなり、これを防止すべく切換回路などを追加すると、複雑になるので、好適ではない。

【００５８】

そこで、ｐＨ補正電流は、第一電流負荷装置６２又は第二電流負荷装置６４がコントロールされることにより、ｐＨ補正電流の値に基づいて調整した電流が第三電極４６と第一電極４２及び／又は第二電極４４に流されるように構成するのがよい。具体的には、まず、記憶手段７２が運転初期の第一電流負荷装置６２及び／又は第二電流負荷装置６４によって第三電極４６と第一電極４２及び／又は第二電極４４に流される電流であるｐＨ基準電流を記憶するように構成する。そして、演算手段７４により、ｐＨ補正電流とｐＨ基準電流に基づいて調整した電流を算出し、指令手段７６によって、第一電流負荷装置６２及び／又は第二電流負荷装置６４が演算手段７４によって算出された電流を第三電極４６と第一電極４２及び／又は第二電極４４に流すように構成することができる。本構成とすれば、シンプルな構成で製造コストを下げることができる。

【００５９】

コントローラ７０の記憶手段７２が、補正係数をさらに記憶するように構成され、演算手段７４により、ｐＨ補正電流の値Ｘが、Ｘ＝（１－（運転中電極電位／基準電極電位））×補正係数、によって決定されるように構成すれば、ｐＨ補正電流の値を求め易くすることができる。補正係数は、生成する酸化水、還元水、又は混合電解水の所望のｐＨによって決定すればよい。ここで、補正係数を２．５とし、電解装置１００と塩分濃度１６％の電解質水溶液を用いて、純水流量を２Ｌ／ｍｉｎとし、第三電極電流を一定にして運転させた状態で、電解質水溶液のｐＨを変化させたときの、電解電圧、第三電極電圧、基準電極電位、運転中電極電位、混合電解水のｐＨ（補正前）、ｐＨ補正電流、及び補正後の混同電解水のｐＨを表７に示す。

【００６０】

【表７】

電解質水溶液pH	電解電圧	第三電極電圧	電極電位	混合電解水pH	pH補正電流	補正後混合電解水pH
0.66	7.73	3.20	0.41397	5.64	0.3	6.22
0.87	7.76	3.41	0.43943	5.89	0.2	6.28
1	7.73	3.50	0.45278	5.96	0.1	6.15
1.25	7.76	3.58	0.46134	6.10	0	6.10
1.5	7.76	3.62	0.46649	6.16	0	6.16
2	7.75	3.64	0.46968	6.20	0	6.20
3	7.75	3.64	0.46968	6.23	0	6.23
6	7.75	3.63	0.46839	6.26	0	6.26
10	7.75	3.59	0.46323	6.28	0	6.28
11	7.75	3.33	0.42968	6.02	0.2	6.40
11.5	7.76	3.28	0.42268	5.99	0.2	6.37

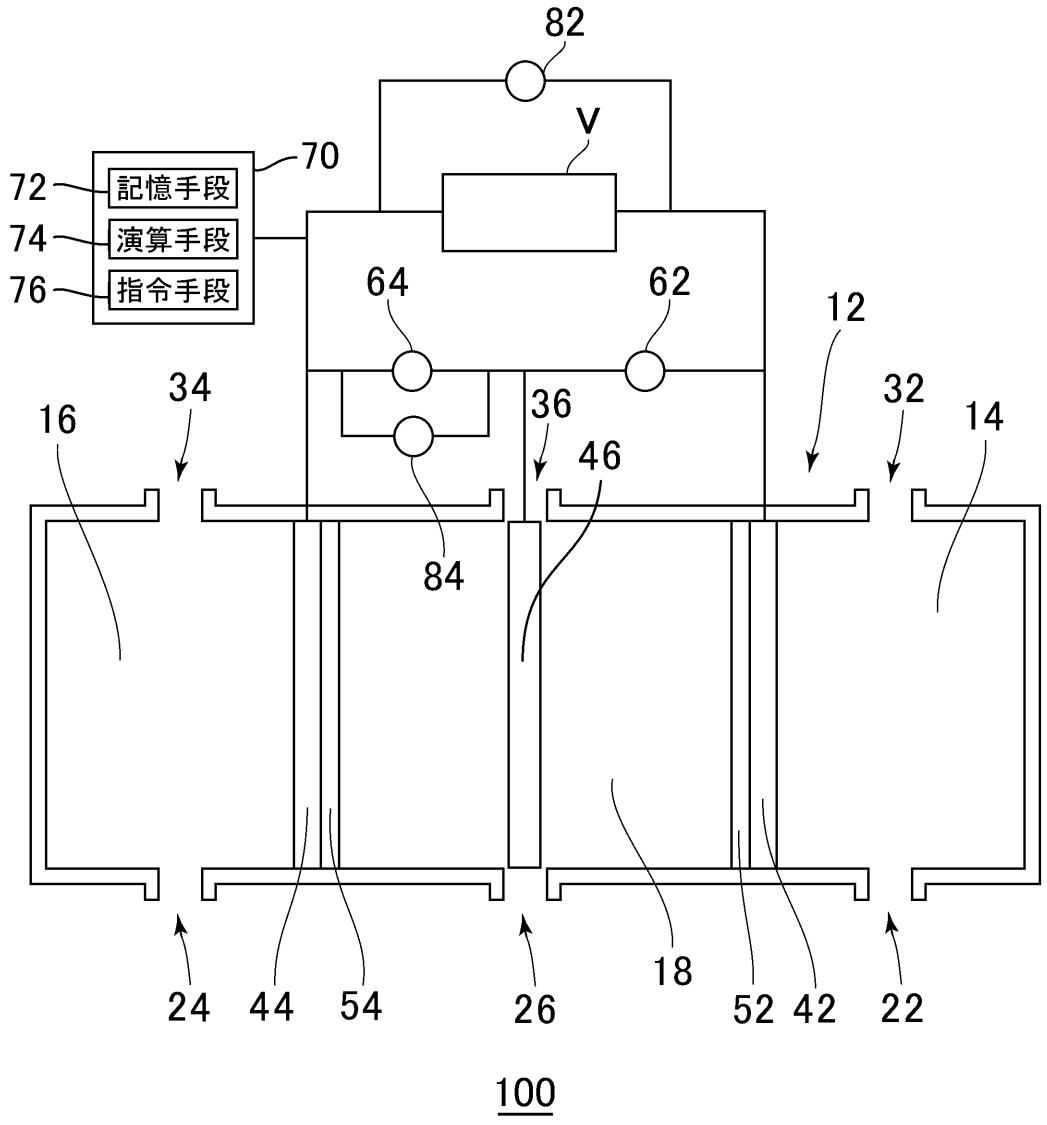
【００６１】
表７に示す実測値では、新規の塩分濃度１６％の電解質水溶液を用いて測定したものが、電解質水溶液ｐＨ６の行である。このため、基準電極電位は、その行の０．４６８３９となり、他の行の電極電位は運転中電極電位となる。この基準電極電位と運転中電極電位、及び補正係数２．５を用いてｐＨ補正電流を算出している。なお、ｐＨ補正電流の値は、小数点第二位で四捨五入している。表７からも明らかなように、ｐＨ補正電流は、基準電極電位と運転中電極電位の差によっては第三電極４６に対して流されない場合もある。このように、補正係数を２．５とすれば、ｐＨ６～６．５の混合電解水を安定的に生成することができる。

【００６２】
以上に説明したように、本発明によれば、任意のｐＨ、特にｐＨ６～６．５の混合電解水を無駄な排水を発生させずにより簡便に生成でき、且つ、連続運転させても安定的に所望のｐＨの混合電解水を生成可能な電解装置を提供することができる。

【符号の説明】

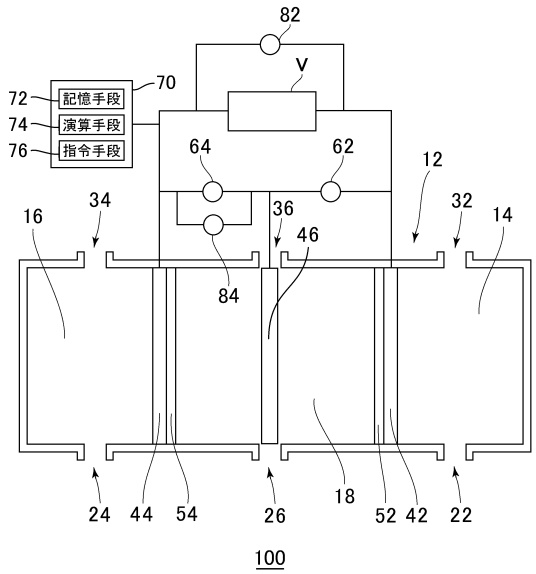
【００６３】
１００　電解装置
１４　アノード室
１６　カソード室
１８　中間室
２２　アノード室給水口
２４　カソード室給水口
２６　中間室給水口
３２　アノード室排水口
３４　カソード室排水口
３６　中間室排水口
４２　第一電極
４４　第二電極
４６　第三電極
５２　陰イオン交換膜
５４　陽イオン交換膜
６２　第一電流負荷装置
６４　第二電流負荷装置
７２　記憶手段
７４　演算手段
Ｖ　直流電源

【要約】　　（修正有）
【課題】無駄な排水を発生させずに、所望のｐＨ、特にｐＨ６～６．５の電解次亜塩素酸を含む混合電解水を簡便に安定して生成し続けられる電解装置を提供すること。
【解決手段】電解装置１００は、電流負荷装置により、第三電極と第一電極及び／又は第二電極に流される電流を調整することができるので、生成される酸化水及び還元水のｐＨをコントロールすることができ、中間室１８に電解質水溶液が循環供給され、運転初期の電解電圧を第三電極４６の電圧で除算して得る基準電極電位と、運転中の電解電圧を第三電極４６の電圧で除算して得る運転中電極電位に所定の差が生じたときに第三電極４６にｐＨ補正電流が流されるように構成されているので、電解質水溶液のｐＨが変化しても混合電解水のｐＨを安定させ易く、無駄な排水が生じない。
【選択図】図１

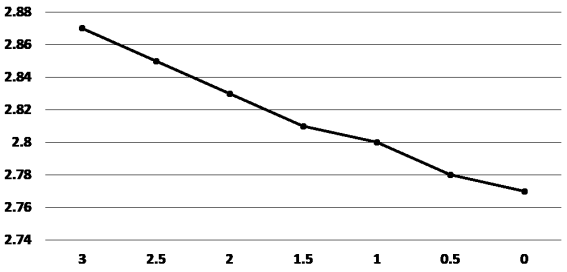


【図面】

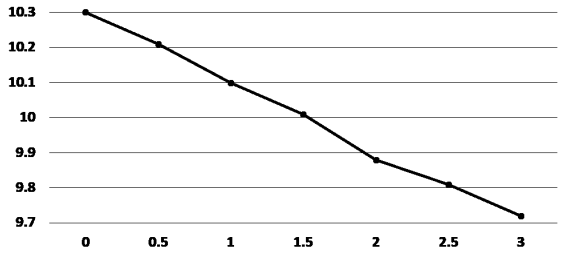
【図１】


82
V
70
72
記憶手段
74
演算手段
76
指令手段
64
62
12
16
34
36
32
14
46
84
24
44
54
26
18
52
42
22
100

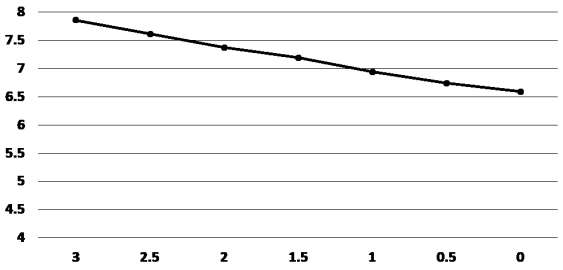
【図２】


2.88
2.86
2.84
2.82
2.8
2.78
2.76
2.74
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0

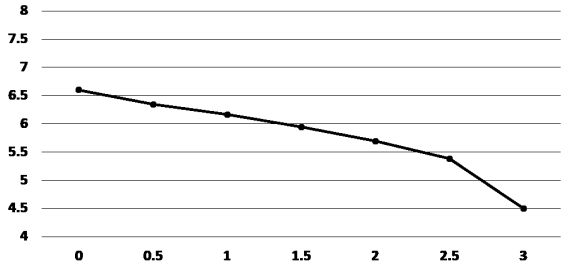
【図３】


10.3
10.2
10.1
10
9.9
9.8
9.7
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3

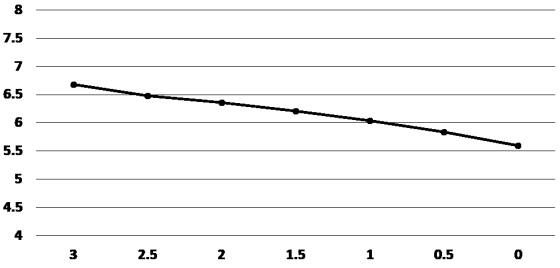
【図４】


8
7.5
7
6.5
6
5.5
5
4.5
4
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0

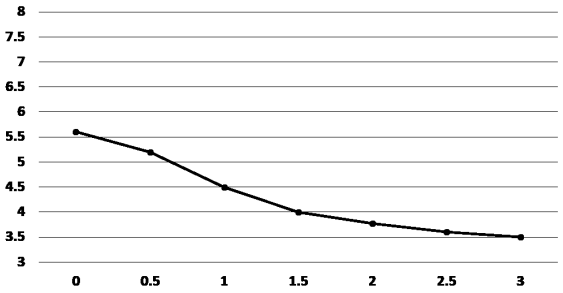
【図５】


8
7.5
7
6.5
6
5.5
5
4.5
4
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3

【図６】


8
7.5
7
6.5
6
5.5
5
4.5
4
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0

【図７】


8
7.5
7
6.5
6
5.5
5
4.5
4
3.5
3
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3

フロントページの続き

(51)国際特許分類		FI	
C25B	*1/04 (2021.01)*	C25B	1/04
C25B	*9/70 (2021.01)*	C25B	9/70

(56)参考文献 特開２０１９－１６２６０７（ＪＰ，Ａ）
韓国登録実用新案第２０－０３３８１４５（ＫＲ，Ｙ１）
韓国公開特許第２００５－００２０２９８（ＫＲ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１０／０２７０１７２（ＵＳ，Ａ１）
特開２０１２－１１０８０９（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１９０５４８（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－００７７７８（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１８／０１６６７６０（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０２Ｆ　１／４６ －　１／４８
Ｃ２５Ｂ　１／００ －　９／７７
１３／００ －　１５／０８