

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6324392号
(P6324392)

(45) 発行日 平成30年5月16日(2018.5.16)

(24) 登録日 平成30年4月20日(2018.4.20)

(51) Int.Cl.	F I	
C 2 5 B 9/00 (2006.01)	C 2 5 B 9/00	A
C 2 5 B 11/03 (2006.01)	C 2 5 B 11/03	
C 2 5 B 11/08 (2006.01)	C 2 5 B 11/08	Z
C 2 5 B 1/04 (2006.01)	C 2 5 B 1/04	
C 2 5 B 13/04 (2006.01)	C 2 5 B 13/04	3 0 1
請求項の数 11 (全 10 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2015-537227 (P2015-537227)
 (86) (22) 出願日 平成25年10月15日(2013.10.15)
 (65) 公表番号 特表2015-536383 (P2015-536383A)
 (43) 公表日 平成27年12月21日(2015.12.21)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2013/071534
 (87) 国際公開番号 W02014/060417
 (87) 国際公開日 平成26年4月24日(2014.4.24)
 審査請求日 平成28年10月14日(2016.10.14)
 (31) 優先権主張番号 M12012A001736
 (32) 優先日 平成24年10月16日(2012.10.16)
 (33) 優先権主張国 イタリア(IT)

(73) 特許権者 507128654
 インドウストリエ・デ・ノラ・ソチエタ・
 ペル・アツィオーニ
 イタリア国 20134 ミラノ, ヴィア
 ・ピストルフィ 35
 (74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰
 (74) 代理人 100101373
 弁理士 竹内 茂雄
 (74) 代理人 100118902
 弁理士 山本 修
 (74) 代理人 100112634
 弁理士 松山 美奈子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アルカリ溶液の電解セル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

イオン交換用の隔膜によってアノード区画とカソード区画に仕切られたアルカリ溶液の電気分解のためのセルであって、前記アノード区画は、アノード壁と前記隔膜とによって画定された液体室からなり、前記アノード区画は酸素の発生に適したアノードを含むとともに、アルカリ性電解液の供給と排出を行うための手段を有し、前記カソード区画は、カソード壁と前記隔膜とによって画定されたガス室からなり、前記カソード区画は、触媒活性化した層を介して前記隔膜と密接しているガス拡散性のカソードを含んでいて、前記ガス拡散性のカソードはアノード区画から移動してきた電解液の薄膜が浸透するのに適している、前記電気分解のためのセル。

【請求項2】

前記ガス拡散性のカソードの前記触媒活性化した層は、前記電解液の薄膜が浸透するのに適した親水性の層である、請求項1に記載のセル。

【請求項3】

前記ガス拡散性のカソードは、カソードのガス室への水素の放出を促進するのに適した外側の疎水性の層をさらに含む、請求項1および2のいずれかに記載のセル。

【請求項4】

前記イオン交換膜は非強化単分子層のスルホン膜である、請求項1から3のいずれかに記載のセル。

【請求項5】

前記ガス拡散性のカソードと前記カソード壁は、多孔質な金属構造物からなる集電体を用いて電氣的に接触している、請求項 1 から 4 のいずれかに記載のセル。

【請求項 6】

酸素の発生に適した前記アノードと前記アノード壁は、多孔質な金属構造物からなる集電体を用いて電氣的に接触している、請求項 1 から 5 のいずれかに記載のセル。

【請求項 7】

酸素の発生に適した前記アノードは、ニッケルまたは鋼のメッシュまたは拡張シートまたは打抜きシートで作られている基材からなり、前記隔膜と直接に接触している、請求項 1 から 6 のいずれかに記載のセル。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載のセルをモジュール配置させたものからなるアルカリ溶液の電解装置であって、二極式または単極式の構成に従う前記アノード壁とカソード壁を介して電氣的に接続した、前記電解装置。

【請求項 9】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載のセルにおいて電気分解を行う方法であって、以下の各同時工程または連続工程：

- アルカリ金属水酸化物の溶液からなる電解液を前記アノード区画に供給し、それに伴って、前記ガス拡散性のカソードの内部に電解液の薄膜を浸透させる工程；
- 前記カソード区画を電源装置の陰極に接続し、また前記アノード区画を電源装置の陽極に接続し、次いで、直流を供給する工程；
- 前記電解液の薄膜の中の水素をカソードで発生させ、そして前記カソード区画から前記水素を排出させる工程；
- 前記アノードの表面上で酸素を発生させる工程；
- 溶解した酸素を含む排出電解液を前記アノード区画から取り出す工程；

を含む、前記電気分解の方法。

【請求項 10】

前記電解液は 10 ~ 45 重量%の濃度の苛性ソーダの水溶液からなる、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記触媒活性化した層は白金を含む、請求項 1 に記載のセル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電気化学セルに関し、特に水素のカソード生成と酸素のアノード生成を伴う苛性ソーダまたは苛性カリの電解セル（電解槽）に関する。

【背景技術】

【0002】

水溶液の電気分解による水素と酸素の製造は、当分野において広く知られている。酸性溶液とアルカリ性溶液のいずれかの電気分解に基づく技術は過去において用いられていたが、電解液の侵襲性が弱く、そのことにより金属材料を製造するのにより広い選択肢が可能となるために、主として後者が好まれていた。苛性ソーダまたは苛性カリのようなアルカリ溶液の電気分解は、大気圧において半透性の隔膜によって仕切られたセルにおいて、70年代以来、工業規模で行われている。よく知られているように、通常用いられる隔膜は処理条件に関して厳しい制限を伴い、安全な条件下での加圧した操作については、また例えば 3 k A / m^2 を超えるような高い電流密度の操作については、不適切である。加えて、操作を単純にするために、カソード区画の出口における電解液（この pH はカソード反応の影響下で増大する傾向がある）は、セルに再循環させる前に、アノード区画の出口における電解液（この pH は逆に低下する傾向がある）と混合させなければならない。これら二つの出口の流れの中に溶解した水素と酸素は（わずかな量ではあるが）混合することになり、それにより最終製品の純度が低下し、商業上の観点から、このことは製品

10

20

30

40

50

の水素について特に重大なことと考えられる。

【0003】

そのような限界を克服する試みにおいて、純水を電気分解することができる「PEM」または「SPE」（それぞれ「プロトン交換膜」および「固体高分子電解質」と呼ばれる世代の電解セルが後年になって開発されたが、これらは、ガスチャンバ（ガス室）からなる二つの区画を分離するための、二つの面上で適切に触媒化されたイオン交換膜の使用に基づくものである。イオン交換膜は実際に、数バールの圧力差に耐えることができ、そしてはるかに高い電流密度（極端な場合には、約25kA/m²の値に達する電流密度）で操作することができる。それにもかかわらず、PEMセルまたはSPEセルもまた、幾つかの重大な欠点を有し、特に、構造上の許容度を補うことができ、また局所的な電気的連続性を維持することができる高度に導電性の電解質が無いときは、大きなサイズのセルを設計する困難さと関連する欠点を有する。この理由から、この種の技術について備えることができる最大の出力は数kWのオーダーのものであると、一般に考えられる。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従って、先行技術の限界を克服する水素と酸素の製造のための電解技術であって、高純度の製品をもたらすとともに、高い電流密度で大規模に運転することができる技術を提供することに対する必要性が確認されている。

【課題を解決するための手段】

20

【0005】

本発明の様々な側面が、添付する特許請求の範囲に示されている。

【0006】

一つの側面において、本発明はイオン交換膜によってアノード区画とカソード区画に細分されたアルカリ溶液の電気分解のためのセルに関し、アノード区画は、アノード壁と隔膜によって画定されていてアルカリ性電解液（典型的には、苛性ソーダまたは苛性カリ）が供給される液体室からなるとともに酸素の発生に適したアノードを有して、カソード区画は、カソード壁と隔膜によって画定されているガス室からなるとともにガス拡散性のカソードを有して、そのカソードは、水素の発生のための触媒で活性化された好ましくは親水性の層を介して隔膜と密接している。ガス拡散性のカソードの内部において、アノード区画から移動してきた電解液の薄膜が浸透する。本発明の趣旨において、液体室という用語は、液相の電解質で実質的に満たされた区画を示すものとして用いられ、またガス室とは、ガス（すなわち、反応によって生成した水素）で実質的に満たされた区画を示し、ガス室において、液相は液体室から隔膜を横切って浸透してカソード構造体に沿ってしみ通る薄い電解質の膜としてのみ存在するか、あるいはせいぜい、ガス相（気相）の内部の遊離した小滴の形で存在するに過ぎない。本明細書において、ガス拡散性のカソードとは、ガスの輸送に適した多孔質の層を設けた電極を意図して、それは通常、炭素または金属の布、焼結した金属、カーボン紙および類似のものから出発して得られ、通常は金属または炭素の粉末とポリマー結合剤の混合物からなる一つ以上の拡散層が設けられ、場合により焼結され、そのような層またはそれらの一部は適当に触媒化されてもよい。この種の電極には通常はガス状の反応物質が供給され、それは例えば、燃料電池または減極型電解セルにおいて酸素の還元または水素の酸化を達成するためである。しかし本発明の趣旨においては、カソードでの水素の発生を達成するために、アルカリ性電解液を供給するガス拡散性電極の優れた機能をいかにして得ることができるか、ということが観察された。ガス拡散性のカソードの内部での電解液の薄膜の有効な浸透は、十分な親水性を有する少なくとも一つの拡散層の存在によって保証される。当分野で知られているように、拡散性の層の親水性または疎水性の度合いは、疎水性の成分（例えば、ポリマー結合剤）に対する親水性の成分（例えば、炭素質または金属の粉末）の比率を操作することによって調整することができ、また電極層の親水性を調整するためには様々な炭素粉末の適切な選択を行ってもよい。本発明に係るセルにおいて、電解液はアノード区画だけの適当な

30

40

50

供給と排出の手段によって循環され、そのアノード区画の内部には酸素の電解発生のためのアノードが存在し、それは通常、金属酸化物（例えば、スピネルまたはペロブスカイトの群に属するもの）を主成分とする触媒を含む薄膜で被覆したニッケル基材からなる。カソード区画は液相の電解質の循環には関係しない。一つの区画だけで液体電解質を循環させることは、セルとシステム設計が明らかに単純化されることの他に、pHを調整するためにセルの出口においてカソード液とアノード液を再混合する必要がないという利点と、ガス状生成物の純度に関する重要な結果を伴う。さらなる利点は、全体的な電解プロセスとして、腐食についての何らの特別な問題も伴うことなく、アルカリ性電解液をカチオン交換膜と結びつけることによって水の電気分解が達成される可能性があることである（両方の区画において電解液を循環させる先行技術のセルを用いる場合は、カチオン交換膜はシステム設計の観点からは複雑すぎるものになっていた）。セパレーターとしてのカチオン交換膜（これはアルカリ性溶液の電気分解においては全く非典型的なものである）の使用は加圧条件においてさえもガスの分離をさらに向上させ、そのことは一つの区画と他方の区画との間でかなりの差圧を伴う運転を可能にし、全体的な効率の最適化に寄与する。単一の区画内での液体の電解質の循環のシステム設計に及ぼす良い影響としては特に、カソード側での迷走電流の実質的な解消（カソード側では、水素が液相から実質的に分離して出て、不連続な態様で排出される）、および温度の調節の単純化（これはアノード液の温度だけに作用させることによって行うことができる）が指摘され、これは当業者には明らかなことであろう。一方、本発明に係るセルはPEMまたはSPEのタイプのセルについても確かな利点をもたらすのであり、というのは、高度に導電性の液体電解質の存在により、さほど嚴重ではない構造上の許容誤差を伴って運転することができ、それにより、局所的な電氣的接触がより重大となる領域の存在が補償されるからである。

【0007】

一つの態様において、ガス拡散性のカソードには、隔膜と直接に接触する触媒化された親水性の層と外側の疎水性の層が設けられ、後者はガス状の生成物の放出を促進するのに適している。このことは物質移行の現象を改善する利点を有するかもしれない、液体の電解質を触媒の位置に容易に接近させるとともにガスに対して優先的な出口通路を与え、同時に、ガス室の内部へ電解液の滴が漏れるのを最小限にする。疎水性の層は触媒化されていなくてもよい。一つの態様において、ガス拡散性のカソードは白金含有触媒を用いて（少なくとも親水性の層において）活性化されている。白金はアルカリ溶液からのカソードでの水素の発生のために、活性と安定性に関して特に適しているが、代替物として、パラジウム、ロジウムまたはイリジウムのような他の元素に基づく触媒を用いることができる。

【0008】

一つの態様において、イオン交換膜は、燃料電池の用途のために一般的に用いられるタイプの非強化単分子層のスルホン膜である。厚さの薄い非強化膜であっても、それらが適当な機械的構造によって適切に支持されているならば、アルカリ性の電解質を用いて運転される場合であっても、指定された処理条件において高い性能を示す、ということを開明者らは認めた。これは、アルカリ性電解液を用いる工業用途に典型的である内部補強手段を備えた単分子層のスルホン膜についての低い抵抗降下と比較的安い費用、およびかなり高いセル電圧を生じさせることによって特徴づけられるタイプの隔膜を使用することを可能にする、という利点を有する。同様の利点は工業用途においてしばしば用いられるアニオン交換膜に対しても認められ、アノード液とカソード液の分離に関して、はるかに高い電氣的効率と良好な特性という追加の利益を伴い、製品としての水素の純度において明白な結果をもたらす。

【0009】

一つの態様において、カソードとカソード壁は多孔質な金属構造物（例えば、ニッケルまたは鋼の気泡体（foam））からなる集電体を用いて電氣的に接触している。これは、カソードの表面の全体に沿って密に分布した点による電氣的接触が確立されるという利点をもたらすだろう。カソードは、炭素質の基材から得た場合には、かなり低い表面導電性を

10

20

30

40

50

有するかもしれない、そのような導電性の欠落はサポートの電解質の存在によっては適切には補われない。同時に、この種の集電要素は機械的な負荷が低くなる均等に良好に分布した機械的支持を補償するかもしれない、そのことは、二つのセル区画の間で加圧差がある条件の下であってもイオン交換膜が保護されることに寄与する。

【0010】

一つの態様において、酸素を発生させるためのアノードはニッケルまたは鋼のメッシュまたは拡張シートまたは打抜きシートで作った基材からなり、場合により、触媒被覆によって活性化されている。ニッケルと鋼は工業用隔膜電解装置のカソード区画のために典型的に用いられる材料であり、本発明に係るセル構造によって可能になった電解液の組成についての特定の条件は、それらをアノード区画についても用いることを可能にし、セルの構造を単純にする。一つの態様において、アノードと隔膜の間隙の中の電解液に関連する抵抗降下を解消するために、酸素を発生させるためのアノードは隔膜と直接に接触して配置される。

10

【0011】

一つの態様において、酸素を発生させるためのアノードはまた、カソード側について示した集電体と同様に、多孔質の金属構造体（例えば、ニッケルまたは鋼の気泡体）からなる集電体を介して関連するアノード壁と電氣的に接触して、隔膜とカソードのパッケージの機械的支持を最適にすることにさらに寄与する。アノードの集電体の寸法取りはカソードの集電体の寸法取りとは（特に、多孔度と接触点の密度の点で）異なってもよく、というのは、一方では、液体電解質の循環についてはより開放して、透過性の構造であることが有利であるかもしれないが、他方では、そのような電解質の存在と電極の金属性は、電氣的接触を極めて密なように分布させる必要性を低下させるからである。上述の集電体を最適に寸法取りすることによって、アノードを隔膜と直接接触させて配置することができて、それによって隔膜が適切なやり方で支持され、同時に、隔膜に穴があく危険性が実質的に制限されるのであり、さもなければ、隔膜は（例えば、摩滅によって）損傷するだろう。

20

【0012】

別の側面において、本発明は上述した通りのセルをモジュール配置（組み立て配置）させたものからなるアルカリ溶液の電解装置に関し、二極式または単極式の構成に従うアノード壁とカソード壁を介して直列式または並列式に電氣的に接続したものである。

30

【0013】

別の側面において、本発明は電気分解の方法に関するもので、この方法は、苛性ソーダまたは苛性カリのようなアルカリ金属水酸化物の溶液からなる電解液を上述したセルのアノード区画に供給し、それに伴って、対応するカソードの親水性の層の内部に電解液の薄膜を浸透させること、カソード区画を整流器またはその他の直流電源の陰極に接続し、またアノード区画を陽極に接続すると同時に、直流を供給すること、溶解した酸素を含む排出電解液をアノード区画から取り出し、また予め分離したガスの形で電解液の浸透膜の上で生成した水素を取り出すこと、を含む。

【0014】

一つの態様において、プロセス電解液は10～45重量%の濃度（より好ましくは、15～35重量%の濃度）の苛性ソーダの水溶液からなる。これは、最適な処理効率を達成すると同時に、イオン交換膜の安全性を適切に維持する、という利点を有するだろう。

40

【0015】

本発明を例証する幾つかの具体例を添付図面を参照して以下で説明するが、それらの説明は本発明の特定の具体例についての様々な構成要素の相互の配置を相対的に例示することだけを目的にしていて、特に、各構成要素は必ずしも一定の縮尺で描かれてはいない。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1は本発明に係る電解セルの側面の断面図を示す。

【発明を実施するための形態】

50

【0017】

図1はイオン交換膜100によってアノード区画とカソード区画に細分した電解セルの側面の断面図を示し、アノード区画はアノード壁200によって側面の対向する膜100において画定された液体室からなり、アノード区画の内部で、メッシュまたはその他の多孔質金属構造物で作られた基材からなるアノード300が膜100と直接接触して存在しているか、あるいは数ミリメートルのオーダーの大きさの極めて小さな所定の隙間をもって膜100から離れている。アノード300と対応するアノード壁200との間の電氣的接触は、多孔質金属構造物（例えば、ニッケルまたは鋼の気泡体またはマット（織物））からなるアノード集電体600を介して行われる。アノード区画はプロセス電解液（例えば、苛性ソーダまたは苛性カリ）の供給手段400と排出手段401を備えている。図面では上からの電解液の供給と下からの排出を示しているが、しかし電解液を逆さまに供給することによってセルを運転してもよい。アノード区画において、酸素500が生成し、そして電解液の相の中の泡の形で排出される。カソード区画はカソード壁210によって側面の対向する膜100において画定されたガス室からなり、ガス拡散性のカソード310が、例えば熱間圧縮またはその他の公知の技術によって、膜100と密接して配置されている。ガス拡散性のカソード310とカソード壁210との間の電氣的接触は、多孔質金属構造物（好ましくは、ニッケルまたは鋼の気泡体）からなるカソード集電体610を介して行われる。カソード区画には電解液を循環させるための手段が無く、カソードの生成物はガス拡散性のカソード310の中で発生する水素510からなり、従って、その生成物は液相から予め分離されて放出される。その液相はカソード区画の底部から小さな不連続の流れ（図示せず）として排出される。例示しているセルは、ガスカート系（図示せず）と締結手段（例えば、アノード壁とカソード壁の外周に沿って配置された連結棒（図示せず））も有する。これまでに説明したセルが電解セルの組み立て要素として用いるのにいかに適しているかは、当業者には明快であろう。例として、電氣的に連続して接続したセルの積層からなる二極構成の電解セルは、当分野で広く知られているフィルタープレス（圧濾器）の構成に従って、中間のセル壁のそれぞれが一つのセルのアノード壁および隣接するセルのカソード壁として同時に作用するように、セルを組み立てることによって得ることができる。

【実施例】

【0018】

以下の実施例は本発明の特定の態様を証明するために提示されるものであり、本発明の実行可能性は特許請求の範囲に記載された数値の範囲内で十分に実証されている。当業者であれば、実施例において開示された組成と技術は本発明を実施するために十分に機能するものであることが発明者によって見いだされた組成と技術を示していることを理解すべきであるが、しかるに、当業者であれば、本明細書の開示に照らして、開示された特定の態様において多くの変更を行うことができ、それでもなお、本発明の範囲から逸脱することなく、同様の結果または類似する結果が得られることを理解すべきである。

【0019】

実施例

二つの電解装置を組み立てたが、一方は8個のセルからなり、他方は4個のセルからなり、それらのセルは63cm²の電極面積を有する図面に示したタイプのもので、電氣的に連続するように相互に連結し、フィルタープレス二極構成になるように組み立てた。異なるセル区画を画定する壁はニッケルのシートで形成した。アノード集電体として、ワイヤーを組み合わせて重ねた四つの層からなるニッケル製のマット（織物）で、圧縮しない状態で2mmの厚さを有するものを用い、カソード集電体として、1mmの厚さのニッケルの気泡体を用いた。アノードをニッケルのメッシュで製造し、ランタン、コバルトおよびニッケルの酸化物の混合物を含む触媒の薄い層で活性化させ、隔膜と密接させて組み立てた。ガス拡散性のカソードを、高表面積のカーボンブラックの上に担持した20重量%の白金を主成分とする触媒からなる親水性の層で活性化させた炭素布で製造したが、この際、デュポン（DuPont）から得たナフイオン（Nafion（登録商標））スルホン化過フッ素

10

20

30

40

50

化イオノマー分散液を炭素布の上に噴霧して堆積させることによって炭素布に浸み込ませて、Ptの総添加量を 0.5 mg/cm^2 とした。隔膜とは反対側の親水性の層の上に、低表面積のカーボンブラックとPTFEを1:1の重量比で混合したものから得た疎水性の層を、やはり噴霧することによって堆積させた。デュポンが製造した単分子層スルホンナフィオン膜にガス拡散性のカソードを重ね、そしてセル締結 (cell tightening) の作用の下で冷圧 (コールドプレス) した。平衡状態に早く達するように、発明者らは、セルを組み立てる前にカソードと隔膜を熱圧 (ホットプレス) する可能性についても確かめた。

【0020】

電解装置を3000時間の二つの試験の展開において運転したが、一方は苛性カリについて、そして他方は苛性ソーダについて行い、電解液の濃度 (アルカリについて45重量%以下)、電流密度 (9.5 kA/m^2 以下) およびカソード圧力 (1~2バール (絶対圧)) を変化させた。全ての試験において、PEMまたはSPEの純水の電解装置を用いて得られる純度と同等の純度の水素が生成した。同様に大気圧および中程度の電解液濃度において、セル電圧についての性能は予想したのと完全に適合した。例えば、大気条件において20%の苛性ソーダを用いて運転することによって、 9.5 kA/m^2 において1.95Vの安定した電圧が得られた。

【0021】

比較例

上の実施例のうちの一つと同様に、4個のセルを有する電解装置を組み立てたが、ただし、ガス拡散性のカソードの代わりに、 5 g/m^2 の白金の電気被覆で活性化したニッケルのメッシュを用い、これを隔膜と密接させて組み付けた。前の実施例の試験の展開、大気圧だけにおいて繰返し行った。その理由は、隔膜の二つの面に接触している二つの金属メッシュを有するセルに加圧することは、隔膜の保全性に対してあまりに有害であると考えられたためである。20%の苛性ソーダについて運転することによって、 9.5 kA/m^2 において2.34Vの安定した電圧が得られた。

【0022】

以上の説明は本発明を限定することを意図しておらず、本発明はその範囲から逸脱することなく様々な態様に従って用いることができ、本発明の範囲は添付する特許請求の範囲だけによって確定される。

【0023】

本出願の明細書と特許請求の範囲の全体を通して、「含む」という用語は、他の元素、構成要素または追加の加工工程の存在を排除することを意図していない。

【0024】

文献中の検討事項、法令、資料、デバイス、記事、その他同種類のものは、単に本発明についての背景を提供するという目的のために本明細書に含まれる。これらの事項の何らかのもの、あるいはそれらの全てが先行技術の基礎の部分形成していたか、あるいは、それらが、本出願の各々の請求項の優先日の前に、本発明に関連する分野において一般的な共通認識になっていた、ということは示唆されないし、表明されてもいない。

本発明の具体的態様は以下のとおりである。

[1]

イオン交換用の隔膜によってアノード区画とカソード区画に仕切られたアルカリ溶液の電気分解のためのセルであって、前記アノード区画は、アノード壁と前記隔膜とによって画定された液体室からなり、前記アノード区画は酸素の発生に適したアノードを含むとともに、アルカリ性電解液の供給と排出を行うための手段を有し、前記カソード区画は、カソード壁と前記隔膜とによって画定されたガス室からなり、前記カソード区画は、任意に白金を含む触媒活性化した層を介して前記隔膜と密接しているガス拡散性のカソードを含んでいて、前記ガス拡散性のカソードはアノード区画から移動してきた電解液の薄膜が浸透するのに適している、前記電気分解のためのセル。

[2]

10

20

30

40

50

前記ガス拡散性のカソードの前記触媒活性化した層は、前記電解液の薄膜が浸透するのに適した親水性の層である、[1]に記載のセル。

[3]

前記ガス拡散性のカソードは、カソードのガス室への水素の放出を促進するのに適した外側の疎水性の層をさらに含む、[1]および[2]のいずれかに記載のセル。

[4]

前記イオン交換膜は非強化単分子層のスルホン膜である、[1]から[3]のいずれかに記載のセル。

[5]

前記ガス拡散性のカソードと前記カソード壁は、多孔質な金属構造物（場合により、ニッケルまたは鋼の気泡体）からなる集電体を用いて電氣的に接触している、[1]から[4]のいずれかに記載のセル。

10

[6]

酸素の発生に適した前記アノードと前記アノード壁は、多孔質な金属構造物（場合により、ニッケルまたは鋼の気泡体またはマット）からなる集電体を用いて電氣的に接触している、[1]から[5]のいずれかに記載のセル。

[7]

酸素の発生に適した前記アノードは、ニッケルまたは鋼のメッシュまたは拡張シートまたは打抜きシートで作られていて場合により触媒被覆によって活性化されている基材からなり、前記隔膜と直接に接触している、[1]から[6]のいずれかに記載のセル。

20

[8]

[1]から[7]のいずれかに記載のセルをモジュール配置させたものからなるアルカリ溶液の電解装置であって、二極式または単極式の構成に従う前記アノード壁とカソード壁を介して電氣的に接続した、前記電解装置。

[9]

[1]から[7]のいずれかに記載のセルにおいて電気分解を行う方法であって、以下の各同時工程または連続工程：

- アルカリ金属水酸化物の溶液からなる電解液を前記アノード区画に供給し、それに伴って、前記ガス拡散性のカソードの内部に電解液の薄膜を浸透させる工程；
 - 前記カソード区画を電源装置の陰極に接続し、また前記アノード区画を電源装置の陽極に接続し、次いで、直流を供給する工程；
 - 前記電解液の薄膜の中の水素をカソードで発生させ、そして前記カソード区画から前記水素を排出させる工程；
 - 前記アノードの表面上で酸素を発生させる工程；
 - 溶解した酸素を含む排出電解液を前記アノード区画から取り出す工程；
- を含む、前記電気分解の方法。

30

[10]

前記電解液は10～45重量%の濃度の苛性ソーダの水溶液からなる、[9]に記載の方法。

40

【符号の説明】

【0025】

100 イオン交換膜、 200 アノード壁、 210 カソード壁、 300 アノード、 310 カソード、 400 電解液の供給手段、 401 電解液の排出手段、 500 酸素、 510 水素、 600 アノード集電体、 610 カソード集電体。

【 図 1 】

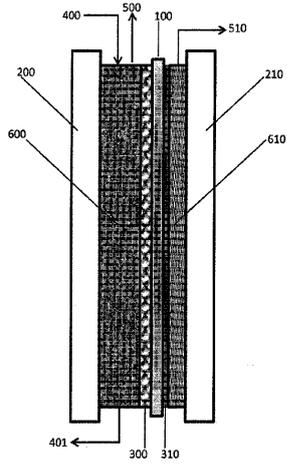


Fig. 1

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 C 2 5 B 15/08 (2006.01) C 2 5 B 15/08 3 0 2

(74)代理人 100196597

弁理士 横田 晃一

(72)発明者 イアコペティ, ルチアーノ

イタリア国 2 0 1 3 1 ミラノ, ヴィア・インジェニョリ 1 5

(72)発明者 アントッジ, アントニオ・ロレンツォ

イタリア国 レッコ 2 3 8 0 7 メラーテ, ヴィア・サン・アムプロージオ 2 0

審査官 宮本 靖史

(56)参考文献 特開2010-229431(JP, A)

特開2009-007647(JP, A)

特開2001-342587(JP, A)

特開昭57-098681(JP, A)

特表平06-507450(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 2 5 B 1 / 0 0 - 9 / 2 0

C 2 5 B 1 3 / 0 0 - 1 5 / 0 8

C 2 5 B 1 1 / 0 0 - 1 1 / 1 8