

(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2018-76579

(P2018-76579A)

(43) 公開日 平成30年5月17日(2018.5.17)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
C 2 5 B	15/08	(2006.01)	C 2 5 B	15/08	3 0 2	4 D 0 6 1
C 2 5 B	11/03	(2006.01)	C 2 5 B	11/03		4 K 0 1 1
C 2 5 B	1/10	(2006.01)	C 2 5 B	1/10		4 K 0 2 1
C 2 5 B	1/13	(2006.01)	C 2 5 B	1/13		
C 2 5 B	9/00	(2006.01)	C 2 5 B	9/00	A	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-220971 (P2016-220971)
 (22) 出願日 平成28年11月11日 (2016.11.11)

(71) 出願人 501241645
 学校法人 工学院大学
 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 4 番 2 号
 (74) 代理人 110001519
 特許業務法人太陽国際特許事務所
 (72) 発明者 岡田 文雄
 東京都八王子市中野町 2 6 6 5 - 1 学校
 法人工学院大学内
 F ターム (参考) 4D061 DA02 DA03 DB07 DB08 DB09
 EB02 EB04 EB13 EB16 EB17
 EB20 EB28 EB29 EB30 EB31
 EB35 EB37 EB39 GA30 GC12
 4K011 AA10 DA01

最終頁に続く

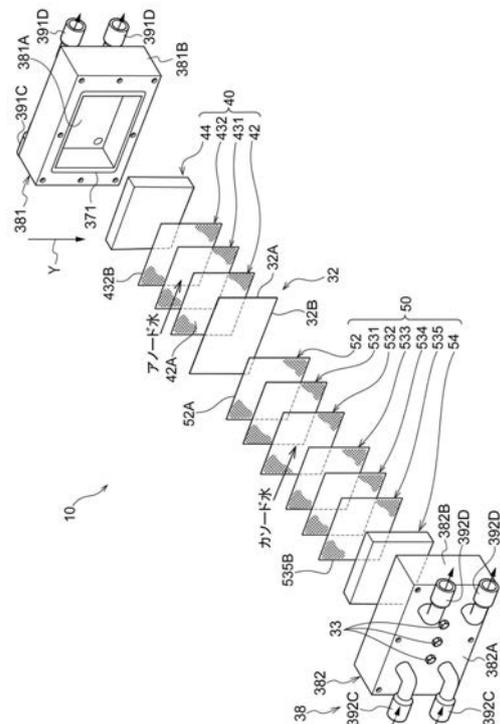
(54) 【発明の名称】 水電解装置、機能水の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 水電解セル内の流路を流通する水と気体の偏流を抑制する水電解装置の提供。

【解決手段】 第一ターミナルプレート 4 4 及び第一メッシュ電極 4 2 ~ 4 3 2 を有する第一電極部 4 0 と、第二ターミナルプレート 5 4 及び第二メッシュ電極 5 2 ~ 5 3 5 を有する第二電極部 5 0 とを有し、固体電解質膜 3 2 の一方の面 3 2 A と第一ターミナルプレートとの間に第一メッシュ電極が挟まれ、第一水が流通し、固体電解質膜の他方の面 3 2 B と第二ターミナルプレートとの間に第二メッシュ電極が挟まれ、第二水が流通する水電解セルと、第一電極部と第二電極部との間に電流を流して第二電極部に気体を生成する電源と、第二水の流通方向上流側に流通方向に対する直交方向に複数配置され流路に第二水を流入させる流入口 3 9 1 C , 3 9 2 C と、第二水の流通方向下流側に直交方向に複数配置され流路から第二水を流出させる流出口 3 9 1 D , 3 9 2 D とを備える水電解装置 1 0 。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固体電解質膜と、第一ターミナルプレート及び板状の第一メッシュ電極を有する第一電極部と、第二ターミナルプレート及び板状の第二メッシュ電極を有する第二電極部と、を有する水電解セルであって、前記固体電解質膜の一方の面と前記第一ターミナルプレートとの間に前記第一メッシュ電極が挟まれ且つその間を第一流路として前記一方の面に沿って第一水が流通し、前記固体電解質膜の他方の面と前記第二ターミナルプレートとの間に前記第二メッシュ電極が挟まれ且つその間を第二流路として前記他方の面に沿って第二水が流通する前記水電解セルと、

前記第一電極部と前記第二電極部との間に電流を流すことで前記水電解セルにおいて水電解して、前記第二電極部に気体を生成する電源と、

前記水電解セルにおける前記第二水の流通方向上流側に設けられ、該流通方向と直交する方向に沿って複数配置され、前記第二流路に前記第二水を流入させる流入口と、

前記水電解セルにおける前記第二水の流通方向下流側に設けられ、該流通方向と直交する方向に沿って複数配置され、前記第二流路から前記第二水を流出させる流出口と、
を備える水電解装置。

【請求項 2】

前記水電解セルにおける前記第一水の流通方向上流側に設けられ、該流通方向と直交する方向に沿って複数配置され、前記第一流路に前記第一水を流入させる第一水用の流入口と、

前記水電解セルにおける前記第一水の流通方向下流側に設けられ、該流通方向と直交する方向に沿って複数配置され、前記第一流路から前記第一水を流出させる第一水用の流出口と、

を備える請求項 1 に記載の水電解装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の水電解装置を準備する準備工程と、

前記水電解装置の水電解セルに第一水及び第二水を流通させつつ、前記水電解セルに電流を流して前記水電解セルで水電解し、該水電解より発生した気体を含む機能水を製造する水電解工程と、

を有する機能水の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水電解装置、機能水の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、Pt (プラチナ) などの金属メッシュを電極として用いた水電解セルに対して、金属メッシュ面に沿って水を供給して水電解を行う構成が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 175384 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ここで、水電解セル内においてメッシュ電極の面に沿って水を流通させ、水電解により生成された気体 (オゾン、酸素又は水素) を水に溶解して、オゾン水、酸素水又は水素水 (以下、これらを総称して機能水という) を製造する方法が知られている。この構成において、面積の大きいメッシュ電極を用いた場合は、水が流通する流路の幅が広くなり、当該流路を流通する水及び気体に偏流が生じやすい。水及び気体に偏流が生じると、気液

10

20

30

40

50

の接触が悪くなり、機能水の高濃度化が難しくなる。

【0005】

本発明は、上記事実を考慮し、水電解セル内の流路を流通する水及び気体に生じる偏流を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

請求項1の発明は、固体電解質膜と、第一ターミナルプレート及び板状の第一メッシュ電極を有する第一電極部と、第二ターミナルプレート及び板状の第二メッシュ電極を有する第二電極部と、を有する水電解セルであって、前記固体電解質膜の一方の面と前記第一ターミナルプレートとの間に前記第一メッシュ電極が挟まれ且つその間を第一流路として前記一方の面に沿って第一水が流通し、前記固体電解質膜の他方の面と前記第二ターミナルプレートとの間に前記第二メッシュ電極が挟まれ且つその間を第二流路として前記他方の面に沿って第二水が流通する前記水電解セルと、前記第一電極部と前記第二電極部との間に電流を流すことで前記水電解セルにおいて水電解して、前記第二電極部に気体を生成する電源と、前記水電解セルにおける前記第二水の流通方向上流側に設けられ、該流通方向と直交する方向に沿って複数配置され、前記第二流路に前記第二水を流入させる流入口と、前記水電解セルにおける前記第二水の流通方向下流側に設けられ、該流通方向と直交する方向に沿って複数配置され、前記第二流路から前記第二水を流出させる流出口と、を備える。

10

【0007】

この構成によれば、水電解セルの第二流路に第二水を流入させる流入口が、第二水の流通方向と直交する直交方向に沿って複数配置されている。さらに、水電解セルの第二流路から第二水を流出させる流出口が、第二水の流通方向と直交する直交方向に沿って複数配置されている。

20

【0008】

このため、流入口及び流出口が1つのみである構成に比べ、第二水が直交方向において偏って第二流路を流通することが抑制される。これにより、水電解により生成された気体も、直交方向において偏って第二流路を流通することが抑制される。このように、請求項1の構成によれば、水電解セル内の流路を流通する水及び気体に生じる偏流を抑制できる。

30

【0009】

請求項2の発明では、前記水電解セルにおける前記第一水の流通方向上流側に設けられ、該流通方向と直交する方向に沿って複数配置され、前記第一流路に前記第一水を流入させる第一水用の流入口と、前記水電解セルにおける前記第一水の流通方向下流側に設けられ、該流通方向と直交する方向に沿って複数配置され、前記第一流路から前記第一水を流出させる第一水用の流出口と、を備える。

【0010】

この構成によれば、水電解セルの第一流路に第一水を流入させる流入口が、第一水の流通方向と直交する直交方向に沿って複数配置されている。さらに、水電解セルの第一流路から第一水を流出させる流出口が、第一水の流通方向と直交する直交方向に沿って複数配置されている。

40

【0011】

このため、流入口及び流出口が1つのみである構成に比べ、第一水が直交方向において偏って第一流路を流通することが抑制される。これにより、水電解により生成された気体も、直交方向において偏って第一流路を流通することが抑制される。このように、請求項2の構成によれば、水電解セル内の流路を流通する水及び気体に生じる偏流を抑制できる。

【0012】

請求項3の発明は、請求項1又は2に記載の水電解装置を準備する準備工程と、前記水電解装置の水電解セルに第一水及び第二水を流通させつつ、前記水電解セルに電流を流し

50

て前記水電解セルで水電解し、該水電解より発生した気体を含む機能水を製造する水電解工程と、を有する。

【0013】

この製造方法によれば、流入口及び流出口が1つのみである水電解装置を用いる場合に比べ、水電解セル内の流路を流通する水及び気体に生じる偏流を抑制できる。このため、水と気体との接触が良くなり、製造される機能水の高濃度化につながる。

【発明の効果】

【0014】

本発明は、上記構成としたので、水電解セル内の流路を流通する水及び気体に生じる偏流を抑制できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本実施形態に係る水電解装置の構成を示す概略図である。

【図2】本実施形態に係る水電解セルの構成を示す分解斜視図である。

【図3】本実施形態に係る水電解セルの構成を示す断面図である。

【図4】本実施形態に係る水電解装置において酸素水を利用する変形例を示す概略図である。

【図5】本実施形態に係る水電解装置においてオゾン水を生成する変形例を示す概略図である。

【図6】本実施形態に係る水電解装置においてオゾン水を生成する際に、流入口と流出口を一つずつとした場合（比較例）のオゾン生成電流効率である。

20

【図7】本実施形態に係る水電解装置においてオゾン水を生成する際に、流入口と流出口を二つずつとした場合のオゾン生成電流効率である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下に、本発明に係る実施形態の一例を図面に基づき説明する。

【0017】

水電解装置10

まず、本実施形態に係る水電解装置10の構成を説明する。図1は、本実施形態に係る水電解装置10の構成を示す概略図である。

30

【0018】

水電解装置10は、純水（水の一例）を水電解して、水素水を生成する装置である。具体的には、水電解装置10は、図1に示されるように、第一供給路20と、第二供給路60と、水電解セル30と、第一排出路70と、第二排出路90と、気液混合器96と、溶存水素濃度計94と、電源80と、を有している。

【0019】

[水電解セル30]

水電解セル30は、図2に示されるように、固体電解質膜32と、陽極部40（第一電極部の一例）と、陰極部50（第二電極部の一例）と、筐体38と、を有している。

40

【0020】

固体電解質膜32としては、例えば、ナフィオン膜（ナフィオンは登録商標）などの固体高分子電解質膜が用いられる。なお、固体電解質膜32としては、ナフィオン膜に限られず、種々の固体電解質膜を用いることが可能である。

【0021】

陽極部40は、板状（扁平状）とされた第一メッシュ電極42、431、432（以下、42～432と示す）と、板状とされた第一ターミナルプレート44（端子）と、を有している。

【0022】

第一メッシュ電極42～432は、厚み方向に重ねられており、互いが厚み方向に接触するように配置されている。固体電解質膜32の一方の面32Aは、第一メッシュ電極4

50

2の一方の面42Aに接触している。第一ターミナルプレート44は、第一メッシュ電極432の一方の面432Bに接触している。第一ターミナルプレート44は、具体的には、平板状とされており、第一メッシュ電極432に接触する接触面には、水路を形成するための溝がなく、当該接触面は、全面が平面で形成されている。

【0023】

陰極部50は、板状(扁平状)とされた第二メッシュ電極52、531、532、533、534、535(以下、52~535と示す)と、板状とされた第二ターミナルプレート54(端子)と、を有している。第二メッシュ電極52~535は、厚み方向に重ねられており、互いが厚み方向に接触するように配置されている。固体電解質膜32の他方の面32Bは、第二メッシュ電極52の一方の面52Aに接触している。第二ターミナルプレート54は、第二メッシュ電極535の一方の面535Bに接触している。第二ターミナルプレート54は、具体的には、平板状とされており、第二メッシュ電極535に接触する接触面には、水路を形成するための溝がなく、当該接触面は、全面が平面で形成されている。

10

【0024】

水電解セル30では、第一メッシュ電極42~432と第二メッシュ電極52~535とで固体電解質膜32を挟み込み、この挟み込んだものが、第一、第二ターミナルプレート44、54の間に配置されている。すなわち、水電解セル30では、第一ターミナルプレート44、第一メッシュ電極432、431、42、固体電解質膜32、第二メッシュ電極52、531、532、533、534、535及び第二ターミナルプレート54がこの順で積層されている。そして、この積層体が、筐体38に収容されている。

20

【0025】

第一、第二ターミナルプレート44、54としては、例えば、Ti又はステンレスが用いられる。固体電解質膜32に接触する第一、第二メッシュ電極42、52としては、例えば、水の電気分解活性に優れた触媒電極が用いられる。この触媒電極としては、例えば、Pt・Ni・ステンレス等の金属、 PbO_2 ・NiやSbをドーブした SnO_2 ・ IrO_2 ・ Nb_2O_5 ・ TaO_x 等の酸化物、活性炭素・ポロンドープダイヤモンド等の炭素電極などが用いられる。また、第一、第二メッシュ電極42、52としては、 IrO_2 等の触媒粒子を担持したTiなどであってもよい。

30

【0026】

固体電解質膜32に接触しない第二メッシュ電極431、432、531、532、533、534、535としては、Tiやステンレス等の耐酸化性に優れた材料が用いられる。これにより、水電解セル30の劣化を抑制できる。

【0027】

また、第一、第二メッシュ電極42~431、52~535としては、例えば、板状(扁平状)且つメッシュ状(網状)の電極が用いられる。具体的には、第一、第二メッシュ電極42~431、52~535は、例えば、平織りや綾織りなどによって、メッシュ状に形成されている。

【0028】

また、第一、第二メッシュ電極42~432、52~535は、表裏の両面(一方の面及び他方の面)において、複数の凹凸を有している。これにより、第一ターミナルプレート44、第一メッシュ電極42~432、固体電解質膜32、第二メッシュ電極52~535及び第二ターミナルプレート54は、互いに、隣接する部材に対して接触する部分と隙間を有する部分とが形成される。

40

【0029】

陽極部40では、図3に示されるように、固体電解質膜32の一方の面32Aと第一ターミナルプレート44との間に、純水(第一水としてのアノード水)が流通する流路40A(第一流路の一例)が形成されている。当該流路40Aは、具体的には、固体電解質膜32、第一メッシュ電極42~432及び第一ターミナルプレート44の各々の間の隙間部分と、第一メッシュ電極42~432の網目部分と、によって形成されている。そして

50

、陽極部 40 では、固体電解質膜 32 の一方の面 32 A と第一ターミナルプレート 44 との間において、固体電解質膜 32 の一方の面 32 A (第一メッシュ電極 42 ~ 432 の面) に沿って純水 (アノード水) が当該流路 40 A を流通する。

【0030】

また、陰極部 50 では、固体電解質膜 32 の他方の面 32 B と第二ターミナルプレート 54 との間に、純水 (第二水としてのカソード水) が流通する流路 50 A (第二流路の一例) が形成されている。当該流路 50 A は、具体的には、固体電解質膜 32、第二メッシュ電極 52 ~ 535 及び第二ターミナルプレート 54 の各々の間の隙間部分と、第二メッシュ電極 52 ~ 535 の網目部分と、によって形成されている。そして、陰極部 50 では、固体電解質膜 32 の他方の面 32 B と第二ターミナルプレート 54 との間において、固体電解質膜 32 の他方の面 32 B (第二メッシュ電極 52 ~ 535 の面) に沿って純水 (カソード水) が当該流路 50 A を流通する。なお、図 2 には、水電解セル 30 においてアノード水及びカソード水が流通する方向が矢印にて示されている。

10

【0031】

第一、第二メッシュ電極 42 ~ 432、52 ~ 535 は、水電解セル 30 における水の流通方向の長さが、当該流通方向に直交する直交方向の幅より長くされている。第一、第二メッシュ電極 42 ~ 432、52 ~ 535 の大きさ (面積) は、例えば、幅 30 mm × 長さ 60 mm (1 : 2) の大きさとされる。なお、第一、第二メッシュ電極 42 ~ 432、52 ~ 535 は、直交方向の幅が、流通方向の長さより広くされる構成であってもよい。この場合は、第一、第二メッシュ電極 42 ~ 432、52 ~ 535 の大きさ (面積) は、例えば、幅 120 mm × 長さ 20 mm (6 : 1) の大きさとしてもよい。

20

【0032】

また、水電解セル 30 では、固体電解質膜 32 と第一ターミナルプレート 44 との間に三枚の第一メッシュ電極 42 ~ 432 が配置され、固体電解質膜 32 と第二ターミナルプレート 54 との間に六枚の第二メッシュ電極 52 ~ 535 が配置されていたが、これに限られない。すなわち、固体電解質膜 32 と第一、第二ターミナルプレート 44、54 の各々の間に配置されるメッシュ電極の枚数は、例えば、水電解セル 30 で流す純水の流量と、水電解セル 30 内での圧力損失とによって規定される。

【0033】

メッシュ電極の枚数を増やすことで、固体電解質膜 32 と第一、第二ターミナルプレート 44、54 の各々の間の隙間が大きくなり、流路断面積が大きくなるため、圧力損失を抑制できる。したがって、水電解セル 30 で流す純水の流量を多くしつつ、圧力損失を抑制したい場合には、固体電解質膜 32 と第一、第二ターミナルプレート 44、54 の各々の間に配置されるメッシュ電極の枚数が増加される。

30

【0034】

さらに、筐体 38 は、陽極部 40 側の第一筐体 381 と、陰極部 50 側の第二筐体 382 と、で構成されている。第一筐体 381 及び第二筐体 382 の各々は、具体的には、第一、第二ターミナルプレート 44、54 の各々にその厚み方向に対向する対向壁 381 A、382 A と、対向壁 381 A、382 A の四辺に沿って配置され陰極部 50 及び陽極部 40 の各々を囲む周壁 381 B、382 B と、を有している。第一筐体 381 及び第二筐体 382 は、例えば、テフロン製 (テフロンは登録商標) とされている。

40

【0035】

第一筐体 381 及び第二筐体 382 の各々の内部には、第一メッシュ電極 42 ~ 432、第一ターミナルプレート 44 と、第二メッシュ電極 52 ~ 535、第二ターミナルプレート 54 との各々が収容されている。この収容状態で、固体電解質膜 32 の周縁部が、リング 371、372 を介して、第一筐体 381 の周壁 381 B 及び第二筐体 382 の周壁 382 B で挟まれて、第一筐体 381 及び第二筐体 382 がネジ止め等により固定されている。第一筐体 381 及び第二筐体 382 の各々の内部は、固体電解質膜 32 によって仕切られている。

【0036】

50

第一筐体 3 8 1 及び第二筐体 3 8 2 の各々に収容された第一、第二ターミナルプレート 4 4、5 4 に電流を流すための電極ロッド 3 3 (図 2 参照) が、対向壁 3 8 1 A、3 8 2 A の各々を貫通し、第一、第二ターミナルプレート 4 4、5 4 の各々にネジ止めされている。この電極ロッド 3 3 を、陽極部 4 0 (第一ターミナルプレート 4 4) 及び陰極部 5 0 (第二ターミナルプレート 5 4) の各々に、複数本 (例えば、3 本) ずつ配置して、各メッシュ電極の電位と電流密度が等しくなるようにするとともに、電流を小分けにして電極ロッド 3 3 の過熱が防止されている。なお、図 2 では、陰極部 5 0 (第二ターミナルプレート 5 4) 側に配置された電極ロッド 3 3 が示されている。電極ロッド 3 3 としては、例えば、直径 6 mm の S U S 製ロッドが用いられる。

【 0 0 3 7 】

10

第一筐体 3 8 1 の内部空間は、収容される第一メッシュ電極 4 2 ~ 4 3 2 の枚数が第二筐体 3 8 2 に収容される第二メッシュ電極 5 2 ~ 5 3 5 の枚数も少ないため、第二筐体 3 8 2 の内部空間よりも小さくされていてもよい。また、第一筐体 3 8 1 の内部空間を、第二筐体 3 8 2 の内部空間と同じとし、第一筐体 3 8 1 の内部空間にスペーサを収容して、空いた空間を埋めるように構成してもよい。当該スペーサは、例えば、平板で形成され、対向壁 3 8 1 A と、第一ターミナルプレート 4 4 との間に収容される。また、当該スペーサは、例えば、第一筐体 3 8 1 及び第二筐体 3 8 2 と同じ材料で形成される。

【 0 0 3 8 】

第一筐体 3 8 1 の内部空間には、図 3 に示されるように、整流用の空間 3 8 1 H、3 8 1 G が、第一ターミナルプレート 4 4 及び第一メッシュ電極 4 2 ~ 4 3 2 に対する流入側 (図 3 における左側) 及び流出側 (図 3 における右側) に形成されている。アノード水は、第一筐体 3 8 1 の内部空間内では、流路 4 0 A を通じて空間 3 8 1 H から空間 3 8 1 G へ流れる。また、第二筐体 3 8 2 の内部空間には、整流用の空間 3 8 2 H、3 8 2 G が、第二ターミナルプレート 5 4 及び第二メッシュ電極 5 2 ~ 5 3 5 に対する流入側 (図 3 における左側) 及び流出側 (図 3 における右側) に形成されている。カソード水は、第二筐体 3 8 2 の内部空間では、流路 5 0 A を通じて空間 3 8 2 H から空間 3 8 2 G へ流れる。

20

【 0 0 3 9 】

また、第一メッシュ電極 4 2 ~ 4 3 2 の大きさは、第一ターミナルプレート 4 4 の大きさと略同一とされている。第二メッシュ電極 5 2 ~ 5 3 5 の大きさは、第二ターミナルプレート 5 4 の大きさと略同一とされている。このため、空間 3 8 1 H、3 8 1 G と、空間 3 8 2 H、3 8 2 G とは、固体電解質膜 3 2 のみで仕切られる構造となっている。

30

【 0 0 4 0 】

なお、第一メッシュ電極 4 2 ~ 4 3 2 の大きさを第一ターミナルプレート 4 4 の大きさと略同一にし、第二メッシュ電極 5 2 ~ 5 3 5 の大きさを第二ターミナルプレート 5 4 の大きさと略同一にする理由として、以下の理由が挙げられる。すなわち、当該理由として、Pt 等の高価なメッシュ電極を無駄に大きくしないこと、メッシュ電極の電極面全体をターミナルプレートに接触させることにより均一な電界を形成することなどが挙げられる。

【 0 0 4 1 】

また、陽極部 4 0 側の空間 3 8 1 H、3 8 1 G と、陰極部 5 0 側の空間 3 8 2 H、3 8 2 G との差圧が大きくなるような運転条件 (例えば、片側だけ大流量) にする場合には、差圧による固体電解質膜 3 2 の変形・破損を防ぐため、固体電解質膜 3 2 を支持する Ti 等のメッシュを、固体電解質膜 3 2 の両面側に入れてもよい。この支持用のメッシュは、例えば、リング 3 7 1、3 7 2 付近までの大きさがあり、固体電解質膜 3 2 と共に第一筐体 3 8 1 の周壁 3 8 1 B 及び第二筐体 3 8 2 の周壁 3 8 2 B で挟まれて固定される。

40

【 0 0 4 2 】

第一筐体 3 8 1 の対向壁 3 8 1 A 及び第二筐体 3 8 2 の対向壁 3 8 2 A の各々には、流入口としての一対の流入管 3 9 1 C、3 9 2 C と、流出口としての一対の流出管 3 9 1 D、3 9 2 D と、が設けられている。対向壁 3 8 1 A 及び対向壁 3 8 2 A には、メネジ 3 5 が形成されており、一対の流入管 3 9 1 C、3 9 2 C 及び一対の流出管 3 9 1 D、3 9 2

50

Dの外周に形成されたオネジ36がねじ込まれることで、各流入管391C、392C及び各流出管391D、392Dが取り付けられている。

【0043】

一对の流入管391Cは、具体的には、流路40Aにアノード水を流入させる流入口として機能し、水電解セル30におけるアノード水の流通方向上流側に設けられている。この一对の流入管391Cは、アノード水の流通方向と直交する方向(Y方向)に沿って並んで配置されている。一对の流出管391Dは、具体的には、流路40Aからアノード水を流出させる流出口として機能し、水電解セル30におけるアノード水の流通方向下流側に設けられている。この一对の流出管391Dは、アノード水の流通方向と直交する方向に沿って並んで配置されている。また、各流入管391Cと各流出管391Dとは、アノード水の流通方向において対向して配置されている。

10

【0044】

一对の流入管392Cは、具体的には、流路50Aにカソード水を流入させる流入口として機能し、水電解セル30におけるカソード水の流通方向上流側に設けられている。この一对の流入管392Cは、カソード水の流通方向と直交する方向(Y方向)に沿って並んで配置されている。一对の流出管392Dは、具体的には、流路50Aからカソード水を流出させる流出口として機能し、水電解セル30におけるカソード水の流通方向下流側に設けられている。この一对の流出管392Dは、カソード水の流通方向と直交する方向に沿って並んで配置されている。また、各流入管392Cと各流出管392Dとは、カソード水の流通方向において対向して配置されている。

20

【0045】

[第一供給路20]

第一供給路20は、水電解セル30の陽極部40へアノード水(純水)を供給するための流路である。この第一供給路20は、図1に示されるように、下流端部が例えば、分岐して水電解セル30の一对の流入管391Cに接続され、上流端部が例えば、アノード水を貯留する貯留部(図示省略)に接続されている。

【0046】

第一供給路20には、送水部としてのポンプ22が配置されている。このポンプ22によって、純水が水電解セル30の陽極部40へ圧送される。また、第一供給路20におけるポンプ22の下流側には、アノード水の流量を調整するための流量調整弁24が配置されている。

30

【0047】

[第二供給路60]

第二供給路60は、水電解セル30の陰極部50へカソード水(純水)を供給するための流路である。この第二供給路60は、下流端部が例えば、分岐して水電解セル30の一对の流入管392Cに接続され、上流端部が例えば、カソード水を貯留する貯留部(図示省略)に接続されている。

【0048】

第二供給路60には、送水部としてのポンプ62が配置されている。このポンプ62によって、純水が水電解セル30の陰極部50へ圧送される。また、第二供給路60におけるポンプ62の下流側には、カソード水の流量を調整するための流量調整弁64が配置されている。また、第二供給路60における流量調整弁64の下流側には、第二供給路60内のカソード水の圧力を計測する圧力計66が配置されている。

40

【0049】

[第一排出路70]

第一排出路70は、水電解セル30の陽極部40を流通したアノード水(酸素水)が排出される流路である。この第一排出路70の上流端部は、例えば、分岐して水電解セル30の一对の流出管391Dに接続されている。第一排出路70の下流端部は、例えば、第一供給路20が接続された貯留部(図示省略)に接続されている。第一排出路70を流通したアノード水は、例えば、貯留部(図示省略)に貯留され、当該貯留部にて酸素が除去

50

されて、当該貯留部から第一供給路20を通じて、再び水電解セル30の陽極部40に供給される。このように、アノード水が循環される(リサイクルされる)。

【0050】

[第二排出路90]

第二排出路90は、水電解セル30の陰極部50を流通したカソード水(水素水)が排出される流路である。この第二排出路90の上流端部は、例えば、分岐して水電解セル30の一对の流出管392Dに接続されている。第二排出路90を流通した水素水は、例えば、そのまま、洗浄水として用いてもよいし、タンクなど貯留部に貯留してから用いてもよい。なお、第二排出路90には、カソード水の流量を調整するための流量調整弁92が配置されている。この流量調整弁92と流量調整弁64とによって、陰極部50の流路50A及び気液混合器96でのカソード水の流量が調整される。

10

【0051】

[気液混合器96]

気液混合器96は、水素を水に混合する機能を有している。この気液混合器96は、第二排出路90における流量調整弁92の上流側に配置されている。

【0052】

気液混合器96としては、例えば、幅40mm×長さ100mmの#100のTiメッシュを13枚重ねてテフロン製(テフロンは登録商標)の缶体の内部に配置したものが用いられる。この気液混合器96では、メッシュ面に沿って、水と水素が流れて、気液の接触面積の増大により混合が促進される。なお、気液混合器96としては、例えば、ステイックミキサー(例えば、ノリタケ社製CSM-12-5)などを用いてもよい。なお、「#100」とは、1インチあたり、横線及び縦線が共に100本存在することを意味する。

20

【0053】

なお、気液混合器96は、水電解セル30と同様に、カソード水の流通方向上流側に設けられ且つ該流通方向と直交する方向に沿って複数配置され、カソード水を流入させる流入口と、カソード水の流通方向下流側に設けられ且つ該流通方向と直交する方向に沿って複数配置され、カソード水を流出させる流出口と、を有する構成であってもよい。

【0054】

[溶存水素濃度計94]

溶存水素濃度計94は、カソード水に溶存する水素濃度を測定する機能を有している。この溶存水素濃度計94は、第二排出路90における流量調整弁92の下流側に配置されている。

30

【0055】

溶存水素濃度計94としては、例えば、(有)共栄電子研究所製の溶存水素濃度計が用いられる。

【0056】

[電源80]

電源80は、陽極部40の第一ターミナルプレート44と陰極部50の第二ターミナルプレート54とに電極ロッド33を介して接続されている。この電源80には、直流電源が用いられている。そして、電源80は、例えば、パソコン82(PC)の操作により、定電流モードにて運転している。

40

【0057】

水電解セル30に流す電流の電流密度は、 0.1 A/cm^2 以上 3.5 A/cm^2 以下が好ましい。電流密度が 0.1 A/cm^2 未満であると、水の電解反応が促進されず、水素水の濃度が上がらないためである。電流密度が 3.5 A/cm^2 を超えると、陽極部40及び陰極部50の各電極が劣化・消耗し、水電解装置10の寿命が短くなる。

【0058】

そして、水電解セル30に直流電流を流すことで、水電解セル30を流通する純水が電気分解される。純水が電気分解されると、陰極部50で水素が生成され、陽極部40で酸

50

素が生成される。陰極部 50 で生成された水素は、陰極部 50 を流通する純水に溶解されて水素水が製造される。陽極部 40 で生成された酸素は、陽極部 40 を流通する純水に溶解されて酸素水が生じる。

【0059】

[水電解装置 10 を用いた水素水の製造方法]

本製造方法は、準備工程と、水電解工程と、を有している。準備工程では、前述した水電解装置 10 を準備する。

【0060】

水電解工程では、水電解装置 10 の水電解セル 30 に純水を流通させつつ、電源 80 によって水電解セル 30 に電流を流して水電解セル 30 で水電解する。

10

【0061】

そして、水電解より発生した水素が、水電解セル 30 においてカソード水に溶解され、さらに、気液混合器 96 において、水電解セル 30 で溶解しきれなかった水素がカソード水に溶解される。これにより、水素水が製造される。

【0062】

製造された水素水は、例えば、部品の洗浄に用いられる。具体的には、例えば、超音波の照射を併用しながら、半導体基板に付着したシリカやアルミナの微粒子の除去に水素水を用いる洗浄方法が考えられる。特に、この洗浄方法では、溶存水素濃度が 0.9 mg/L 以上の水素水に 1 mg/L のアンモニアを添加したものと、超音波の照射を併用して洗浄を行うと、半導体基板に付着したアルミナ微粒子を 100% 近く除去できることが知ら

20

【0063】

本実施形態に係る作用効果

次に、本実施形態に係る作用効果を説明する。

【0064】

本実施形態の構成によれば、水電解セル 30 の流路 40A にアノード水を流入させる流入管 391C が、アノード水の流通方向と直交する直交方向に沿って一対配置されている。さらに、水電解セル 30 の流路 40A からアノード水を流出させる流出管 391D が、アノード水の流通方向と直交する直交方向に沿って一対配置されている。

30

【0065】

このため、流入管 391C 及び流出管 391D が 1 つのみである構成に比べ、アノード水が直交方向において偏って流路 40A を流通することが抑制される。これにより、水電解により生成された酸素も、直交方向において偏って流路 40A を流通することが抑制される。

【0066】

さらに、本実施形態の構成によれば、水電解セル 30 の流路 50A にカソード水を流入させる流入管 392C が、カソード水の流通方向と直交する直交方向に沿って一対配置されている。さらに、水電解セルの流路 50A からカソード水を流出させる流出管 392D が、カソード水の流通方向と直交する直交方向に沿って一対配置されている。

40

【0067】

このため、流入管 392C 及び流出管 392D が 1 つのみである構成に比べ、カソード水が直交方向において偏って流路 50A を流通することが抑制される。これにより、水電解により生成された水素も、直交方向において偏って流路 50A を流通することが抑制される。このように、本実施形態の構成によれば、水電解セル 30 内の流路を流通するカソード水及び水素に生じる偏流を抑制できる。

【0068】

カソード水及び水素に生じる偏流を抑制できるので、カソード水と水素との接触が良くなる。さらに、カソード水及び水素に生じる偏流を抑制することで、第二メッシュ電極 52 ~ 535 の網目部分で絡まっている水素を当該網目部分から効率よく排出でき、電極の

50

有効面積を確保できる。これらにより、水素水の高濃度化につながる。カソード水及び水素において偏流が生じる場合では、流路50Aの一部でガス溜まりができて、その部分に、水が供給できなくなり、水電解が生じにくくなって、水素の生成効率が低下する。

【0069】

水電解装置10において酸素水を使用する変形例

生成された酸素水を使用する場合には、図4に示されるように、例えば、気液混合器96を第一排出路70に配置する。第一排出路70における気液混合器96の下流側に、アノード水の流量を調整するための流量調整弁92を第一排出路70に配置する。さらに、第一排出路70における流量調整弁92の下流側に、酸素水に溶存する酸素濃度を測定する溶存酸素濃度計74を配置する。第一排出路70を流通した酸素水は、例えば、飲料用などに用いられる。

10

【0070】

また、第二排出路90には、流量調整弁92及び溶存水素濃度計94を配置せず、第二排出路90を流通したカソード水(水素水)を、第二供給路60を戻すことで、カソード水を循環させる(リサイクル使用する)。なお、図4の構成においては、カソード水が第一水の一例として、アノード水が第二水の一例として機能する。

【0071】

水電解装置10においてオゾン水を生成する変形例

水を電気分解してオゾン水を製造する場合には、水電解装置10は、例えば、以下のよう構成される。

20

【0072】

すなわち、本変形例では、第一メッシュ電極42として、メッシュ状のPt電極が用いられる。また、触媒粒子を担持したメッシュ電極を用いても良い。触媒粒子としては、例えば、 PbO_2 、 TaO_x 、 NbO_x などの粒子が用いられる。メッシュ電極としては、例えば、Tiメッシュなどが用いられる。

【0073】

また、図5に示されるように、例えば、気液混合器96を第一排出路70に配置する。第一排出路70における気液混合器96の下流側に、アノード水の流量を調整するための流量調整弁92を第一排出路70に配置する。さらに、第一排出路70における流量調整弁92の下流側に、オゾン水に溶存するオゾン濃度を測定する溶存オゾン濃度計74を配置する。第一排出路70を流通したオゾン水は、例えば、殺菌、消毒、洗浄などに用いられる。

30

【0074】

さらに、第二排出路90には、流量調整弁92及び溶存水素濃度計94を配置せず、第二排出路90を流通したカソード水(水素水)を、第二供給路60を戻すことで、カソード水を循環させる(リサイクル使用する)。なお、図5の構成においては、カソード水が第一水の一例として、アノード水が第二水の一例として機能する。

【0075】

(評価)

オゾン水を生成する前述の変形例と、該変形例における各流入管391C、392C及び各流出管391D、392Dを1つ設けた比較例と、においてオゾン生成電流効率を評価した。本評価では、水電解セル30に流す電流の電流密度を $1A/cm^2$ とし、流路40Aに流すアノード水の流量(L/min)を上げていった場合のオゾン生成電流効率を評価した。電流効率は、オゾン生成に利用された電流(電気量)の割合を示し、この値が高いほどオゾン濃度の高度化を図れることを意味する。

40

【0076】

この結果、比較例では、図6に示されるように、少なくとも、 $0.6L/min \sim 1L/min$ の流量範囲において、アノード水の流量を上げると、オゾン生成の電流効率が低下する。これに対して、変形例の構成では、図7に示されるように、 $0.6L/min \sim 1L/min$ の範囲を含む $2.4L/min$ までの流量範囲において、アノード水の流量

50

(L/min)を上げると、オゾン生成の電流効率が上昇する。これは、アノード水及びオゾンと酸素ガスに生じる偏流が抑制されることで、流量の増加に伴って、気泡がメッシュ電極の網目部分から効率よく排出され、電極の有効面積が増えたためと推測される。

【0077】

他の変形例

本実施形態では、流入管391C、392C及び流出管391D、392Dは、それぞれ、一対設けられていたが、これに限られず、3つ以上設けられる構成であってもよい。流入管391C、392C及び流出管391D、392Dの各々は、流路40A及び流路50Aの流路幅(第一、第二メッシュ電極42~432、52~535の幅)に応じて個数を決定すればよい。例えば、流路40A及び流路50Aの流路幅が120mmとされる場合には、流入管391C、392C及び流出管391D、392Dの各々を4つずつ設ける構成としてもよい。

10

【0078】

本実施形態では、気液混合器96を有していたが、気液混合器96を有さない構成であってもよい。

【0079】

本実施形態では、電気分解される水として、純水を用いたが、これに限られない。電気分解される水としては、イオン交換水、あるいは水道水などであってもよい。

【0080】

本発明は、上記の実施形態に限るものではなく、その主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形、変更、改良が可能である。例えば、上記に示した変形例は、適宜、複数を組み合わせて構成してもよい。

20

【符号の説明】

【0081】

10 水電解装置

30 水電解セル

32 固体電解質膜

40 陽極部(図1の構成において第一電極部の一例、図4及び図5の構成において第二電極部の一例)

40A 流路(図1の構成において第一流路の一例、図4及び図5の構成において第二流路の一例)

30

42、431、432 第一メッシュ電極(図1の構成において第一メッシュ電極の一例、図4及び図5の構成において第二メッシュ電極の一例)

44 第一ターミナルプレート(図1の構成において第一ターミナルプレートの一例、図4及び図5の構成において第二ターミナルプレートの一例)

50 陰極部(図1の構成において第二電極部の一例、図4及び図5の構成において第一電極部の一例)

50A 流路(図1の構成において第二流路の一例、図4及び図5の構成において第一流路の一例)

52、531、532、533、534、535 第二メッシュ電極(図1の構成において第二メッシュ電極の一例、図4及び図5の構成において第一メッシュ電極の一例)

40

54 第二ターミナルプレート(図1の構成において第二ターミナルプレートの一例、図4及び図5の構成において第一ターミナルプレートの一例)

80 電源

391C 流入管(図1の構成において第一水用の流入口の一例、図4及び図5の構成において流入口の一例)

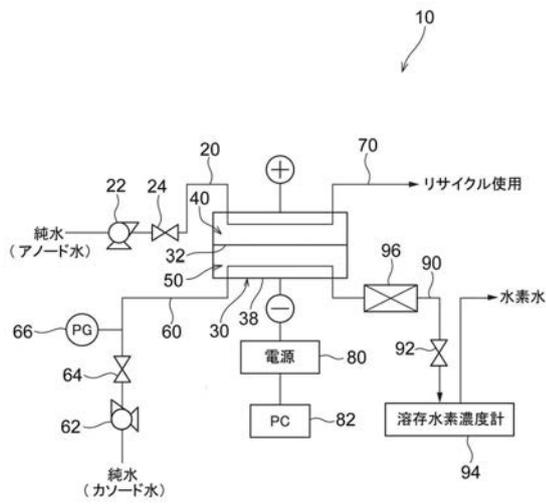
391D 流出管(図1の構成において第一水用の流出口の一例、図4及び図5の構成において流出口の一例)

392C 流入管(図1の構成において流入口の一例、図4及び図5の構成において第一水用の流入口の一例)

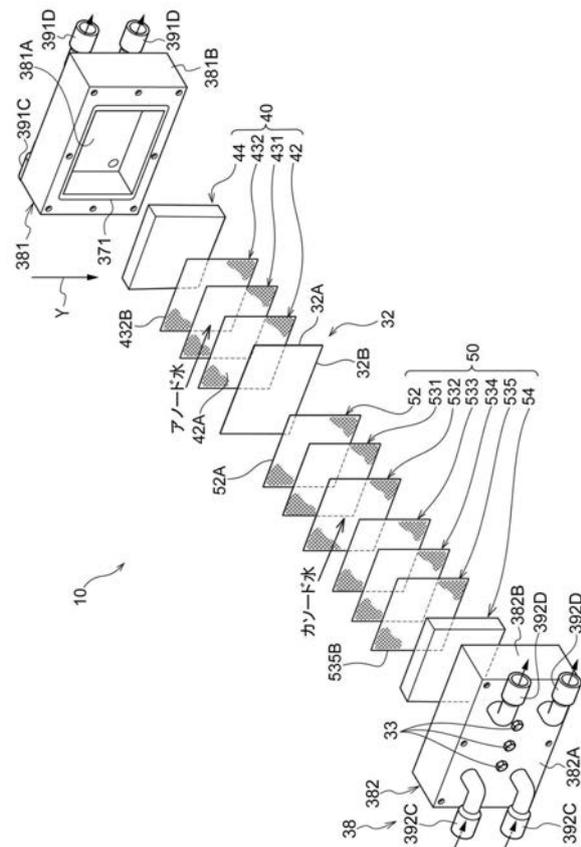
50

392D 流出管 (図 1 の構成において流出口の一例、図 4 及び図 5 の構成において第一水用の流出口の一例)

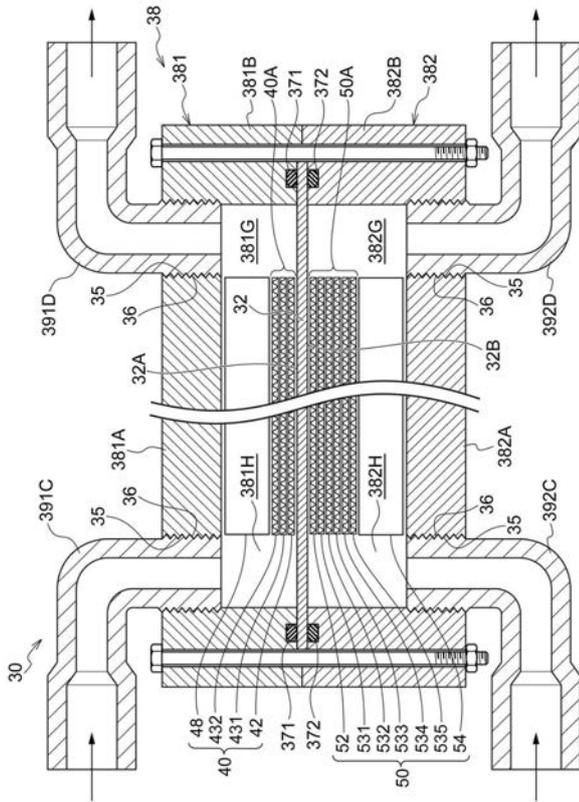
【 図 1 】



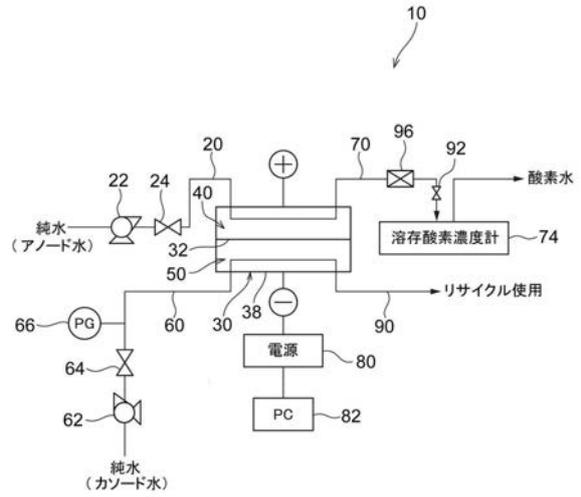
【 図 2 】



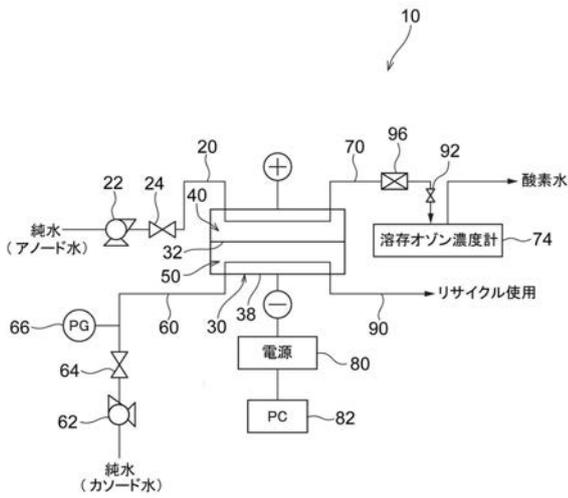
【 図 3 】



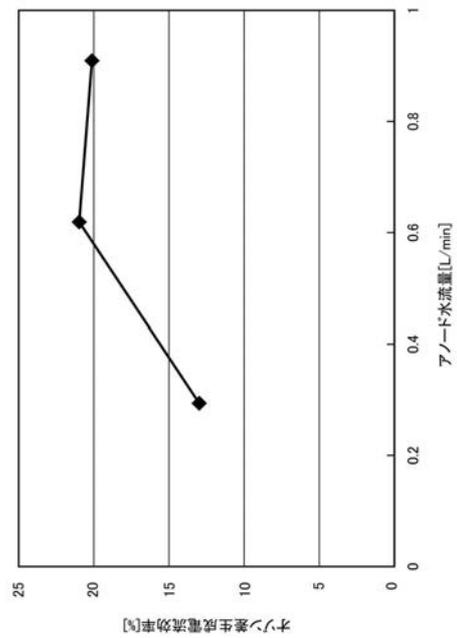
【 図 4 】



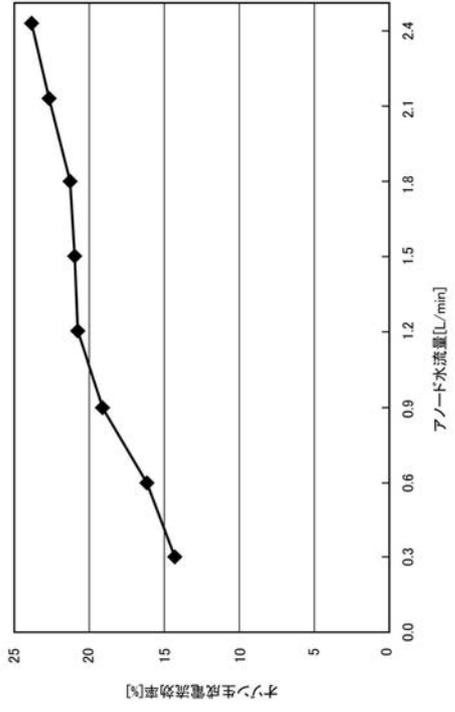
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
C 0 2 F 1/46 (2006.01) C 0 2 F 1/46 A

Fターム(参考) 4K021 AA01 AA09 BA02 BC01 CA08 CA09 DB12 DB19 DB20 DB21
DB22 DB43 DB53 DC01 DC03 DC07