

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 10 月 1 日(01.10.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/147142 A1

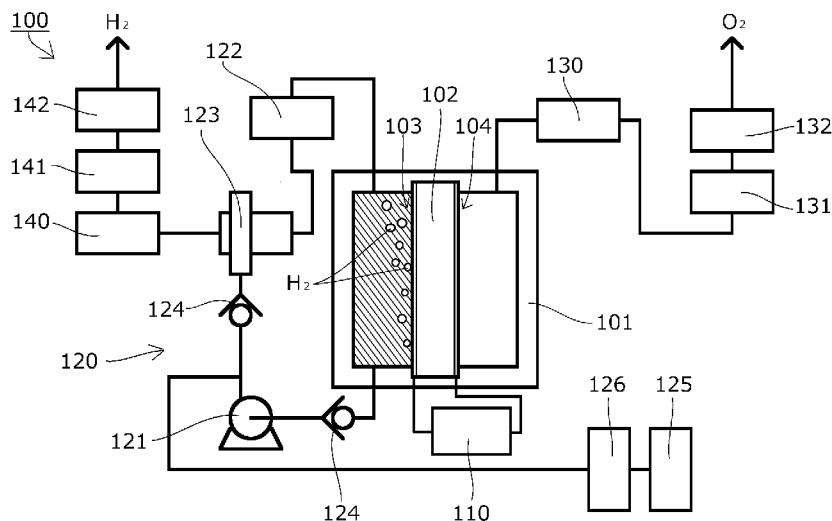
- (51) 国際特許分類:
C25B 15/08 (2006.01) C25B 9/10 (2006.01)
C25B 1/10 (2006.01) C25B 13/08 (2006.01)
C25B 9/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/059322
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 26 日(26.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-064464 2014 年 3 月 26 日(26.03.2014) JP
- (71) 出願人: 独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY) [JP/JP]; 〒1828522 東京都調布市深大寺東町七丁目 4 4 番地 1 Tokyo (JP). 日立造船株式会社(HITACHI ZOSEN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北 1 丁目 7 番 8 9 号 Osaka (JP). 日本ゴア株式会社(W. L. GORE & ASSOCIATES, CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 8 番 1 5 号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者: 曾根 理嗣(SONE Yoshitugu); 〒1828522 東京都調布市深大寺東町七丁目 4 4 番地 1 独立行政法人宇宙航空研究開発機構内 Tokyo (JP). 桜井 誠人(SAKURAI Masato); 〒1828522 東京都調布市深大寺東町七丁目 4 4 番地 1 独立行政法人宇宙航空研究開発機構内 Tokyo (JP). 佐藤 直樹(SATO Naoki); 〒1828522 東京都調布市深大寺東町七丁目 4 4 番地 1 独立行政法人宇宙航空研究開発機構 Tokyo (JP). 梅本 博久(UMEMOTO Hirohisa); 〒1828522 東京都調布市深大寺東町七丁目 4 4 番地 1 独立行政法人宇宙航空研究開発機構 Tokyo (JP). 吉田 哲也(YOSHIDA Tetsuya); 〒5540012 大阪府大阪市此花区西九条 5 丁目 3 番 2 8 号 日立造船株式会社内 Osaka (JP). 石田 渉(ISHIDA Wataru); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 8 番 1 5 号 日本ゴア株式会社内 Tokyo (JP). 藤本 浩良(FUJIMOTO Hiroyoshi); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 8 番 1 5 号 日本ゴア株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大城 重信, 外(OSHIRO Shigenobu et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋 1 - 8 - 4 虎ノ門・米山ビル 2 階 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: WATER-ELECTROLYSIS METHOD AND WATER-ELECTROLYSIS DEVICE

(54) 発明の名称: 水電解方法及び水電解装置



(57) Abstract: To provide a water-electrolysis method and a water-electrolysis device in which the frequency of contamination by generated hydrogen and oxygen is extremely low and electrolysis efficiency is high, while using a simplified structure. The water-electrolysis method and the water-electrolysis device for electrolyzing water by supplying water to the cathode side of an electrolytic film that includes a solid polymer film provided with a catalyst layer on the surface thereof, and applying a potential difference to both surfaces of the electrolytic film; wherein the pressure difference between the surfaces of the electrolytic film is controlled to 50 kPa or less, and temperature-controlled water is only supplied to the cathode side of the electrolytic film.

(57) 要約: 構造を単純化しつつ、生成された水素及び酸素の混入が極めて少なく、かつ、電解効率の高い水電解方法及び水電解装置を提供すること。表面に触媒層を設けた固体高分子膜を含む電解膜のカソード側に水を供給し、電解膜の両面に電位差を付与して水を電気分解する水電解方法及び水電解装置において、電解膜の両面の圧力差を 50 kPa 以下に制御しつつ、電解膜のカソード側のみに温度制御された水を供給すること。



WO 2015/147142 A1



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：水電解方法及び水電解装置

技術分野

[0001] 本発明は、表面に触媒層を設けた固体高分子膜を含む電解膜のカソード側に水を供給し、前記電解膜の両面間に電流を流して水を電気分解する水電解方法及び水電解装置に関する。

背景技術

[0002] 宇宙船や宇宙ステーションにおいて人の呼吸等に必要な酸素は、水の電気分解により作り出すことが可能である。

一般に、水の電気分解を固体高分子膜を使用した電解装置により行う例として、酸素が発生する電極（アノード）側単独、もしくは水素が発生する電極（カソード）と酸素が発生する電極（アノード）側の両側に水を供給するものが知られている。

これは、固体高分子膜として一般的に使用される膜が水素イオン伝導性の膜であり電気分解に伴い、アノードからカソードに向けた電気化学的な浸透圧が発生し、アノード側からカソード側に水が移動する現象がおこるため、少なくともアノード側に水を供給しないと、電気分解の進行に伴い膜が乾燥してしまうためである。

[0003] これに対して、宇宙ステーション等において人の呼気として酸素を使用する場合には、乾燥した酸素を必要とする。湿潤した酸素は呼気として適さない上、閉鎖環境に湿潤したガスを提供することは結露を招き、電子機器に不具合を招く恐れがあるためである。

このため、乾燥した酸素を入手する方法が必要であり、かつ安全面に配慮するためには、対極で発生する水素が膜を通り抜けて酸素に混入することを最小限に抑える工夫が必要となる。

水を電気分解することにより、水素及び酸素を得る方法及び装置は、広く工業技術として応用が進められており、生成される水素あるいは酸素の使用

目的に応じて、様々な形態のものが知られている。

例えば、特許文献 1 等のように、液体の水や電解質溶液を陰極及び陽極に接触させて電解することにより、酸素及び水素を得るものが公知である。

[0004] この公知の水電解方法及び水電解装置によれば、水素及び酸素の両方ともに液体中に泡となって生成されるため、気体の状態で利用するためにはそれぞれに気水分離器が必要で装置が複雑となるとともに、特に宇宙空間等の無重力状態では液体中の泡を分離するため特殊な装置を必要とするため、装置がさらに複雑となりコストが増大するという問題があった。

また、発生した酸素中への水素の混入、及び、水素中への酸素の混入が多く、それぞれに発火や爆発を防止する対策が必要であり、装置全体のコストが増大するという問題があった。

[0005] また、特許文献 2 等のように、表面に触媒層を設けた電解膜（二分子膜 20）のカソード側にのみ水を供給し、電解膜の両面に電位差を付与して水を電気分解することで、アノード側に発生した酸素については気水分離を不要とするものが公知である。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献 1：特開平 9－67689 号公報

特許文献 2：特開 2011－162880 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、前記の特許文献 2 で公知の技術においては、電解膜（二分子膜 20）のアノード側で生成される酸素の純度を高めることは可能なものの、そのために電解膜（二分子膜 20）のカソード側に対してアノード側の圧力が極めて高く設定されている。

このため、当該圧力差に起因する電解膜（二分子膜 20）の損傷や、アノード側で生成された酸素のカソード側への混入を減少させるためには、電解膜

(二分子膜 20) を厚くする必要があった。

[0008] 電解膜 (二分子膜 20) が厚くなると電気分解に必要な電力も大きくなり、消費する電力に対する電解効率が悪化するとともに、電源設備も高価となるという問題があった。

さらに、電解膜 (二分子膜 20) のカソード側に対してアノード側の圧力が極めて高いため、依然としてカソード側に生成した水素中への酸素の混入は多く、発火や爆発を防止する対策が必要であり、装置全体のコストが増大するという問題があった。

[0009] そこで、本発明は上記のような公知の水電解方法及び水電解装置の課題を解決する、すなわち、構造を単純化しつつ、生成された水素及び酸素の混入が極めて少なく、かつ、電解効率の高い水電解方法及び水電解装置を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明に係る水電解方法は、表面に触媒層を設けた固体高分子膜を含む電解膜の両面間に電流を流して水を電気分解する水電解方法において、前記電解膜の両面の圧力差を 50 kPa 以下に制御しつつ、前記電解膜のカソード側のみに温度制御された水を供給することにより、前記課題を解決するものである。

[0011] 本発明に係る水電解装置は、表面に触媒層を設けた固体高分子膜を含む電解膜と、該電解膜により区切られた空間を持つハウジングと、前記電解膜の両面間に電流を流す電源手段と、前記電解膜のカソード側に水を供給する水供給手段と、前記ハウジングの電解膜で区切られた両空間の圧力を制御する圧力制御手段を有する水電解装置において、前記水供給手段が前記電解膜のカソード側に供給される水の温度を制御する水温制御機構を有し、前記圧力制御手段により、ハウジングの電解膜で区切られた両空間の圧力差を 50 kPa 以下とすることにより、前記課題を解決するものである。

発明の効果

[0012] 本請求項 1 に係る水電解方法及び請求項 8 に係る水電解装置によれば、カ

ソード側に供給される水の温度を制御することにより、電解膜の表面への水の拡散を最適化することができ、該水が十分に拡散した膜により水素発生極近傍にウエットシールド効果を得ることができる。

このことで、さらに、アノード側で発生した酸素及びカソード側で発生した水素が電解膜内を通過することを防止できるため、電解膜を薄くしつつ、発生した酸素中への水素の混入、及び、水素中への酸素の混入を抑制することができる。

また、電解膜の両面の圧力差を50kPa以下とすることにより、電解膜を薄くしつつ、圧力差に起因する損傷を防止することが可能となるとともに、圧力差による膜中の酸素及び水素の移動も抑制される。

[0013] 本請求項2及び本請求項9に記載の構成によれば、電解膜が内部にガス透過性の低い有機高分子あるいは無機物による膜強度の補強を施されていることにより、アノード側で発生した酸素及びカソード側で発生した水素の通過を補強のための有機高分子あるいは無機物により防止でき、かつ、補強のための有機高分子あるいは無機物を薄くすることでイオンの移動にはほとんど影響を与えることがないため、電解膜を薄くしつつ、発生した酸素中への水素の混入、及び、水素中への酸素の混入を抑制することができる。

さらに、電解膜を薄くすることによって、電気分解に必要な電力を小さくすることが可能となり、消費する電力に対する電解効率が向上する。

また、補強のための有機高分子あるいは無機物が強度を有することにより、電解膜を薄くしても、圧力差に起因する損傷を防止することが可能となる。

そして、酸素中への水素の混入、及び、水素中への酸素の混入を抑制し、圧力差に起因する損傷を防止し、消費する電力に対する電解効率を向上することが可能となるため、これらの対策に必要な装置や構造を簡素化することが可能であり、構造を単純化することができる。

[0014] さらに、補強のための有機高分子あるいは無機物は、絶縁性とすることで加えられる電界から何らの力も及ぼされることがないため、電解膜の損傷や

劣化を防止することが可能となる。

また、補強のための有機高分子あるいは無機物を使用することにより、強度を保ったまま薄い膜を使用し、電解における抵抗を低減することが可能になる。これにより、低温での水電解が実施可能になる。通常の水電解は80℃程度の高温で実施されるが、温度の高い領域で水電解を行うと水蒸気が発生し、酸素ガスに混入する水蒸気量が多くなってしまう。これに対して、運転温度を低く保つことが可能になったことにより、生成される酸素中の水の混入量を低く抑えることが可能となった。

望ましくは室温から60℃程度の範囲での運転を行うと、排出されるガスが結露することを防ぐことが可能になる。

[0015] 本請求項3、本請求項4、本請求項5、本請求項10、本請求項11及び本請求項12に記載の構成によれば、さらに、薄く、強度や絶縁性を確保し、かつ、イオンの移動に影響を与えることなく、効率よく電気分解を行うことができる。

本請求項6及び本請求項13に記載の構成によれば、電解膜のカソード側に供給される水の温度を、室温～60℃の範囲で制御することにより、水蒸気の発生量を抑制し容易に実用的な範囲での水温の制御が可能である。

本請求項7及び本請求項14に記載の構成によれば、従来より極めて薄い電解膜で、酸素中への水素の混入、及び、水素中への酸素の混入を十分に抑制できるとともに、圧力差に起因する損傷を防止でき、消費する電力に対する電解効率がさらに向上し、装置や構造を簡素化することが可能となる。

本請求項15に記載の構成によれば、カソード側に供給される水の温度を、複雑な機構を設けることなく効率よく制御することが可能となる。

本請求項16に記載の構成によれば、カソード側に供給される水を最適な条件かつ、最適な量で供給することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の1実施形態に係る水電解装置の説明図。

[図2]本発明の諸条件下での発生酸素への混入水素量を表すグラフ。

符号の説明

- [0017] 1 0 0 . . . 水電解装置
1 0 1 . . . ハウジング
1 0 2 . . . 電解膜
1 0 3 . . . カソード側
1 0 4 . . . アノード側
1 1 0 . . . 電源手段
1 2 0 . . . 水供給手段
1 2 1 . . . ポンプ
1 2 2 . . . 熱交換器（水温制御機構）
1 2 3 . . . 気水分離器
1 2 4 . . . 逆止弁
1 2 5 . . . 水タンク
1 2 6 . . . イオン交換膜
1 3 0 . . . 圧力制御手段（酸素側）
1 3 1 . . . 流量計（酸素側）
1 3 2 . . . 湿度計（酸素側）
1 4 0 . . . 圧力制御手段（水素側）
1 4 1 . . . 流量計（水素側）
1 4 2 . . . 湿度計（水素側）

発明を実施するための形態

- [0018] 本発明の水電解方法は、表面に触媒層を設けた固体高分子膜を含む電解膜の両面間に電流を流して水を電気分解する水電解方法において、電解膜の両面の圧力差を50kPa以下に制御しつつ、電解膜のカソード側のみに温度制御された水を供給するものであって、また、本発明の水電解装置は、表面に触媒層を設けた固体高分子膜を含む電解膜と、該電解膜により区切られた空間を持つハウジングと、電解膜の両面間に電流を流す電源手段と、電解膜のカソード側に水を供給する水供給手段と、ハウジングの電解膜で区切られ

た両空間の圧力を制御する圧力制御手段を有する水電解装置において、水供給手段が電解膜のカソード側に供給される水の温度を制御する水温制御機構を有し、圧力制御手段により、ハウジングの電解膜で区切られた両空間の圧力差を50kPa以下とするものであって、いずれも、構造を単純化しつつ、生成された水素及び酸素の混入が極めて少なく、かつ、電解効率の高いものであれば、その具体的な実施態様はいかなるものであっても良い。

[0019] 電解膜の表面の触媒としては、Pt/Ir、Pd/Ir等が一般的に用いられるが、これに限定されるものではない。

また、電解膜の内部に設けられる補強のためのガス透過性の低い有機高分子あるいは無機物は膜状の補強膜とするのが好ましく、単体の固体高分子膜でもよく、セラミック等の薄膜であってもよく、単層あるいは積層したものであってもよい。

実施例

[0020] 本発明に係る水電解方法及び水電解装置の一実施形態について、図面を基に説明する。

水電解装置100は、図1に示すように、表面に触媒層を設けた固体高分子膜を含む電解膜102と、該電解膜102により区切られた空間を持つハウジング101と、電解膜102の両面間に電流を流す電源手段110と、電解膜のカソード側103に水を供給する水供給手段120とを有している。

[0021] 水供給手段120は、電解されるべき水をポンプ121によって循環させるとともに、電解により減少した水を水タンク125から補充するように構成されている。

具体的には、電解されるべき水は、ポンプ121から逆止弁124を介してハウジング101のカソード側に供給され、カソード側で発生した水素とともに水温制御機構を構成する熱交換器122を通過し、気水分離器123で水素を分離した後、逆止弁124を介してポンプ121に戻って再び供給される。

また、ポンプ 121 の上流に水タンク 125 からイオン交換膜 126 を通過した水が補充される。

[0022] 水温制御機構を構成する熱交換器 122 は、例えば、室内の空気との熱交換を行うように構成され、送風ファンの回転数等を制御する等の任意の公知の手段により、カソード側に供給される水の水温を室温～100℃の範囲で制御可能に構成されている。

カソード側で発生した水素は、上記気水分離器 123 で循環する水と分離され、圧力制御手段 140、流量計 141、湿度計 142 を通して、使用目的に応じて図示しない水素タンクや水素を利用する装置類等に送られる。

ハウジング 101 の電解膜 102 のカソード側に加えられる圧力は、上記水素側の圧力制御手段 140 によって調節される。

[0023] 一方、ハウジング 101 のアノード 104 側で発生した酸素は、圧力制御手段 130、流量計 131、湿度計 132 を通して、使用目的に応じて図示しない酸素タンクや酸素を利用する装置類等に送られる。

ハウジング 101 の電解膜 102 のアノード側に加えられる圧力は、上記酸素側の圧力制御手段 130 によって調節され、前述した水素側の圧力制御手段 140 と協調して、ハウジング 101 の電解膜 102 で区切られた両空間の圧力差を 50 kPa 以下に制御するように構成されている。

[0024] 以上のように構成された本発明の水電解方法及び水電解装置による効果について、以下に説明する。

図 2 に、ハウジング 101 の電解膜 102 で区切られた両空間の圧力差を 50 kPa 以下に抑えつつ、カソード側に供給される水の水温及び電解膜 102 に加えられる電流密度を変えた場合の、酸素内に混入する水素量を示す。

当該水電解装置は 3 セルスタックであり、毎分 680 ml の水を水素発生極であるカソードに供給し、酸素発生極には水を供給せずに電解を実施した。ここでは、運転温度は 30℃ の場合を例として図 2 に示している。

また、図 2 には通常このような水電解で使用する陽イオン交換膜 (NA

F I O N 1 1 7（商品名）膜）を使用した場合の結果を比較のために載せている。図 2 に示した試験では電流密度は最大で 0.5 A/cm^2 まであげつつ電解を行っている。

この図から解るように、N A F I O N 1 1 7（商品名）膜を使用した場合には 3500 ppm 以上の酸素中水素濃度が検知され続ける一方で、厚さ $30 \mu\text{m}$ のポリテトラフルオロエチレン多孔質膜により補強された水素イオン伝導性を有する固体高分子膜を使用した場合には、同様の実験の中で常に 1000 ppm 以下の酸素中水素濃度しか検知されておらず、補強膜を使用したことによる効果が確認できる。

ここで使用した膜は、引張強度試験として、幅 10 mm × 長さ 10 cm のサンプルを用意し、ゲージの長さ（クランプ間の距離）を 50 mm として、 25°C 及び相対湿度 50% で 200 mm/分 のクロスヘッド速度でサンプルの引張を行い、破断時の最大荷重を記録した時に、縦方向に 61 MPa 、横方向に 56 MPa の強度を示す膜である。同様の試験を厚さとして $50 \mu\text{m}$ を有する N A F I O N 1 1 2（商品名）に対して行った場合には縦方向に 30 MPa 、横方向に 30 MPa の引張強度が計測されており、約 2 倍程度の強度を持つことが解っている。

さらに、 25°C 及び 50% の相対湿度で最低 1 日中保存した $5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ のサンプルを 100°C の脱イオン水中に 10 分間入れ、次いでサンプルを取り出しラバーマットの上に載置して平らに広げ、膨潤後の横断方向及び縦方向の長さを J I S 1 級金尺により測定して水和膨潤率を求めたところ、この変化は縦方向に 3% 、横方向に 0% の結果を得た。同様の試験を厚さとして $50 \mu\text{m}$ を有する N A F I O N 1 1 2（商品名）に対して行った場合には縦方向に 19% 、横方向に 16% の水和膨潤率を示しており、水和による寸法変異性は $1/5$ 以下の値を示すことが解っている。

産業上の利用可能性

[0025] 本発明の水電解方法及び水電解装置は、生成される水素と酸素の純度を確保しつつ電解効率を向上させることで、重量、空間、設備的の制約が多い人

工衛星や宇宙ステーション内での水素及び酸素の生成に好適である。

さらに、水素及び酸素の生成のみならず、水電解を必要とする再生型燃料電池やユニタイズド再生型燃料電池（リバーシブル燃料電池）においては、水電解時に電解効率の向上とガス分離を容易にする本技術は応用が可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 表面に触媒層を設けた固体高分子膜を含む電解膜の両面間に電流を流して水を電気分解する水電解方法において、
前記電解膜の両面の圧力差を50kPa以下に制御しつつ、
前記電解膜のカソード側のみに温度制御された水を供給することを特徴とする水電解方法。
- [請求項2] 前記固体高分子膜が内部にガス透過性の低い有機高分子あるいは無機物による膜強度の補強を施されていることを特徴とする請求項1の水電解方法。
- [請求項3] 前記固体高分子膜がフッ素樹脂により補強を施されていること特徴とする請求項1の水電解方法。
- [請求項4] 前記固体高分子膜がフッ素樹脂多孔質膜により補強を施されていること特徴とする請求項1の水電解方法。
- [請求項5] 前記固体高分子膜がポリテトラフルオロエチレン多孔質膜により補強を施されていること特徴とする請求項1の水電解方法。
- [請求項6] 前記電解膜のカソード側に供給される水の温度を室温～60℃の範囲で制御し、水蒸気発生量を抑制しつつ、
乾燥した酸素製造を可能にすることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の水電解方法。
- [請求項7] 前記電解膜の膜厚を5μm～200μmとすることを特徴とする請求項1乃至請求項2のいずれかに記載の水電解方法。
- [請求項8] 表面に触媒層を設けた固体高分子膜を含む電解膜と、該電解膜により区切られた空間を持つハウジングと、前記電解膜の両面間に電流を流す電源手段と、前記電解膜のカソード側に水を供給する水供給手段と、前記ハウジングの電解膜で区切られた両空間の圧力を制御する圧力制御手段を有する水電解装置において、
前記水供給手段が前記電解膜のカソード側に供給される水の温度を制御する水温制御機構を有し、

前記圧力制御手段により、ハウジングの電解膜で区切られた両空間の圧力差を50kPa以下とすることを特徴とする水電解装置。

[請求項9] 前記固体高分子膜が内部にガス透過性の低い有機高分子あるいは無機物による膜強度の補強を施されていることを特徴とする請求項8の水電解装置。

[請求項10] 前記固体高分子膜がフッ素樹脂により補強を施されていること特徴とする請求項8の水電解方法。

[請求項11] 前記固体高分子膜がフッ素樹脂多孔質膜により補強を施されていること特徴とする請求項8の水電解装置。

[請求項12] 前記固体高分子膜がポリテトラフルオロエチレン多孔質膜により補強を施されていること特徴とする請求項8の水電解装置。

[請求項13] 前記電解膜のカソード側に供給される水の温度を室温～60℃の範囲で制御し、水蒸気発生量を抑制しつつ、乾燥した酸素製造を可能にすることを特徴とする請求項8から請求項12のいずれかに記載の水電解装置。

[請求項14] 前記電解膜が、5μm～200μmの膜厚であることを特徴とする請求項8から請求項13のいずれかに記載の水電解装置。

[請求項15] 前記水供給手段が、前記ハウジングの電解膜で区切られたカソード側に供給された水を、循環経路を介して循環利用するものであり、該循環経路中に、発生した水素を分離する気水分離器と前記水温制御機構とを有し、

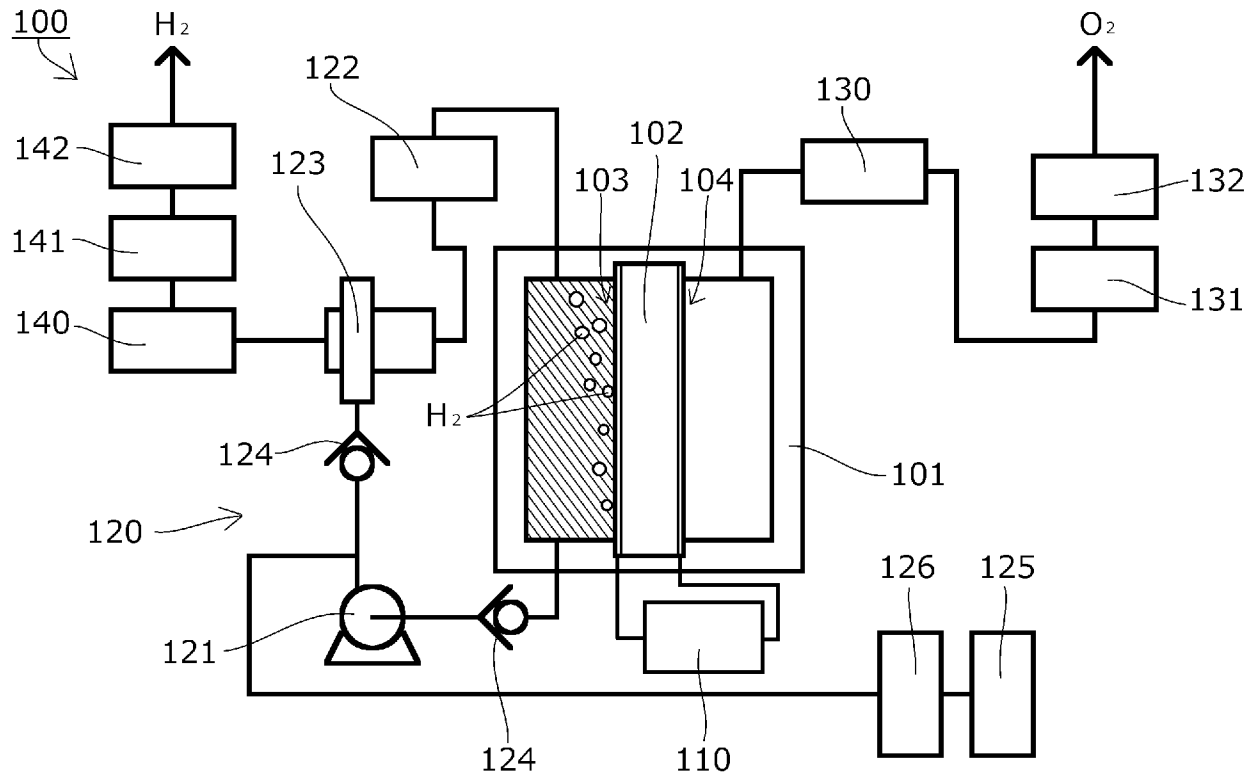
該水温制御機構が、熱交換器であることを特徴とする請求項8から請求項14のいずれかに記載の水電解装置。

[請求項16] 前記水供給手段が、電気分解により減少した水を水タンクからイオン交換膜を介して供給する水補充経路を有することを特徴とする請求項8から請求項15のいずれかに記載の水電解装置。

[請求項17] 請求項1から16の水電解方法または水電解装置に用いる電解質膜であって、

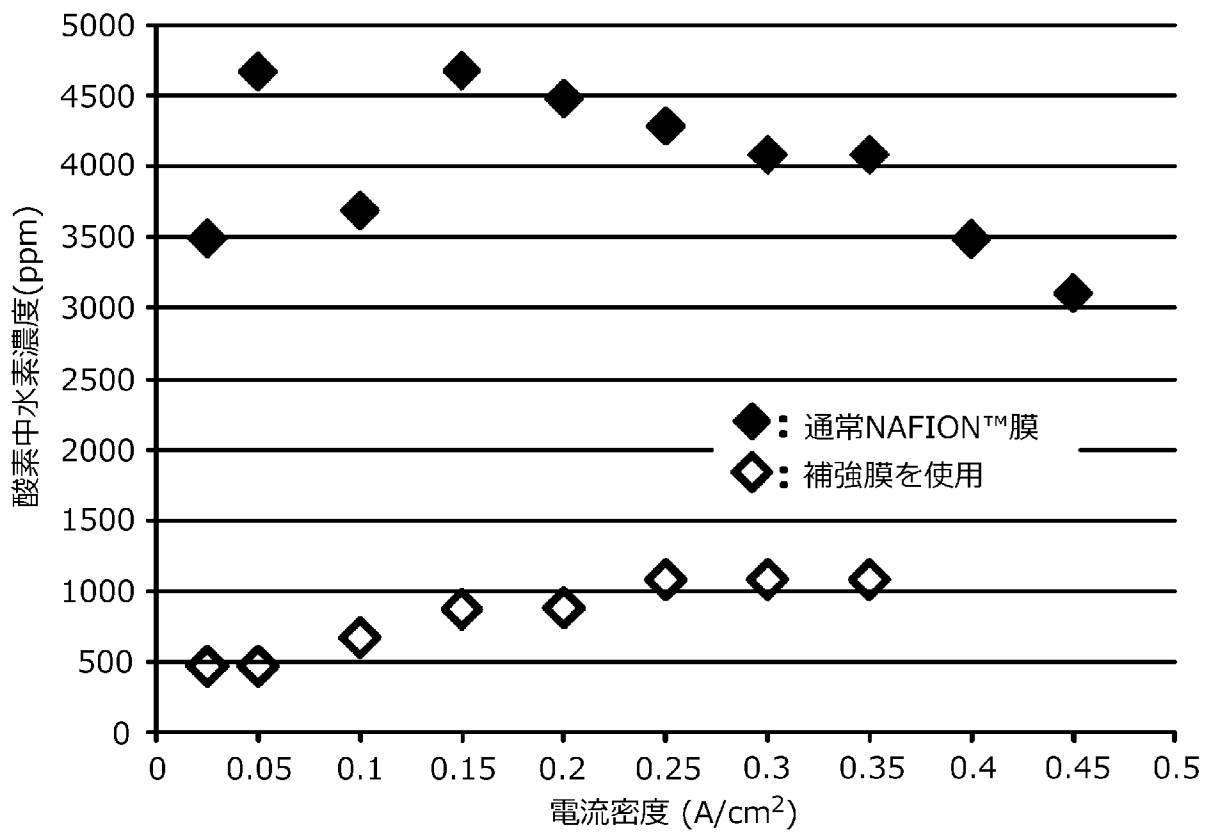
補強を施されていることを特徴とする電解質膜。

[図1]



[図2]

2種類のセルの各圧力での酸素中水素濃度比較(30°)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/059322

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C25B15/08(2006.01)i, C25B1/10(2006.01)i, C25B9/00(2006.01)i, C25B9/10(2006.01)i, C25B13/08(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C25B15/08, C25B1/10, C25B9/00, C25B9/10, C25B13/08 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 4-191387 A (Permelec Electrode Ltd.), 09 July 1992 (09.07.1992), claims; page 2, lower right column; page 3, upper left column to upper right column; drawings & US 5203972 A & EP 493331 A1 & DE 69107992 C & DE 69107992 D	1-17
Y X	JP 2003-138391 A (Hitachi Zosen Corp.), 14 May 2003 (14.05.2003), claims; paragraphs [0012], [0019], [0021] (Family: none)	1-17 <u>8, 13-16</u>
Y	JP 55-139842 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 01 November 1980 (01.11.1980), claims (Family: none)	2-7, 9-17
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 19 June 2015 (19.06.15)		Date of mailing of the international search report 30 June 2015 (30.06.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/059322

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 55-141580 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 05 November 1980 (05.11.1980), claims (Family: none)	2-7, 9-17
Y	JP 63-61337 B2 (Asahi Glass Co., Ltd.), 29 November 1988 (29.11.1988), claims & EP 94679 A2 & DE 3367863 D	2-7, 9-17
Y	JP 53-149881 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 27 December 1978 (27.12.1978), claims & US 4218542 A & US 4255523 A & GB 1590357 A & DE 2822493 A & FR 2393015 A & NL 7811606 A & IT 1098304 B	2-7, 9-17
Y	JP 58-37186 A (Tokuyama Soda Co., Ltd.), 04 March 1983 (04.03.1983), claims (Family: none)	2-7, 9-17
A	US 5350496 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP.), 27 September 1994 (27.09.1994), entire text & EP 583215 A1 & DE 69312402 D & DE 69312402 T & AU 4465093 A	1-17
A	JP 2014-503689 A (Commissariat a l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives), 13 February 2014 (13.02.2014), entire text & US 2013/0284591 A1 & WO 2012/084738 A2 & EP 2655691 A & FR 2969179 A & FR 2969179 A1 & CA 2820398 A & CN 103261483 A & KR 10-2013-0138281 A	1-17
A	JP 10-251884 A (Shinko Pantec Co., Ltd.), 22 September 1998 (22.09.1998), entire text (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C25B15/08(2006.01)i, C25B1/10(2006.01)i, C25B9/00(2006.01)i, C25B9/10(2006.01)i, C25B13/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C25B15/08, C25B1/10, C25B9/00, C25B9/10, C25B13/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 4-191387 A（ペルメレック電極株式会社）1992.07.09, 特許請求の範囲、第2頁右下欄、第3頁左上欄—右上欄、図面 & US 5203972 A & EP 493331 A1 & DE 69107992 C & DE 69107992 D	1-17
Y X	JP 2003-138391 A（日立造船株式会社）2003.05.14, 特許請求の範囲、【0012】、【0019】、【0021】 （ファミリーなし）	1-17 8, 13-16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 9 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

3 0 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

向井 佑

4 E

5 0 7 8

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 55-139842 A (旭硝子株式会社) 1980. 11. 01, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	2-7, 9-17
Y	JP 55-141580 A (旭硝子株式会社) 1980. 11. 05, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	2-7, 9-17
Y	JP 63-61337 B2 (旭硝子株式会社) 1988. 11. 29, 特許請求の範囲 & EP 94679 A2 & DE 3367863 D	2-7, 9-17
Y	JP 53-149881 A (旭硝子株式会社) 1978. 12. 27, 特許請求の範囲 & US 4218542 A & US 4255523 A & GB 1590357 A & DE 2822493 A & FR 2393015 A & NL 7811606 A & IT 1098304 B	2-7, 9-17
Y	JP 58-37186 A (徳山曹達株式会社) 1983. 03. 04, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	2-7, 9-17
A	US 5350496 A (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 1994. 09. 27, 全文 & EP 583215 A1 & DE 69312402 D & DE 69312402 T & AU 4465093 A	1-17
A	JP 2014-503689 A (コミッサリア ア レネルジー アトミック エ オ ゼネルジ ザルタナテイヴ) 2014. 02. 13, 全文 & US 2013/0284591 A1 & WO 2012/084738 A2 & EP 2655691 A & FR 2969179 A & FR 2969179 A1 & CA 2820398 A & CN 103261483 A & KR 10-2013-0138281 A	1-17
A	JP 10-251884 A (神鋼パンテック株式会社) 1998. 09. 22, 全文 (ファミリーなし)	1-17