

(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
2020年7月2日(02.07.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/138338 A1

(51) 国際特許分類:
H01M 8/04223 (2016.01) H01M 8/04302 (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/051244

(22) 国際出願日: 2019年12月26日(26.12.2019)

(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 2018-243307 2018年12月26日(26.12.2018) JP

(71) 出願人: 本田技研工業株式会社 (HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 柘植 穂高 (TSUGE Hodaka); 〒3213395 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6-1 ホンダ

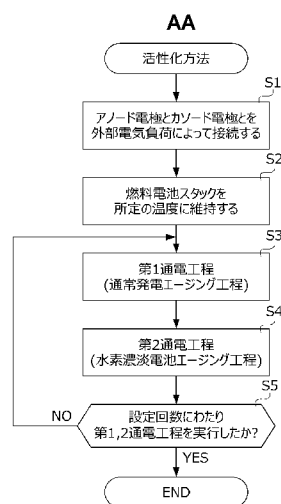
エンジニアリング株式会社内 Tochigi (JP).
魚住 亮 (UOZUMI Ryo); 〒3213395 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6-1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Tochigi (JP).

(74) 代理人: 正林 真之, 外 (SHOBAYASHI Masayuki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1-7-1 2 サピアタワー Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: FUEL CELL ACTIVATION METHOD AND APPARATUS

(54) 発明の名称: 燃料電池の活性化方法及び活性化装置



S1 Connect anode electrode and cathode electrode via external electrical load
S2 Maintain fuel cell stack at predetermined temperature
S3 First current application step (Normal power generation aging step)
S4 Second current application step (Hydrogen concentration battery aging step)
S5 Have first and second current application steps been performed over set number of times?
AA Activation method

(57) Abstract: This fuel cell stack activation method is a method for activating a fuel cell stack provided with a solid polymer-containing electrolyte membrane, an anode electrode provided on one surface of the electrolyte membrane, and a cathode electrode provided on the other surface of the electrolyte membrane, the method comprising: a first current application step for applying a current by electrically connecting the two electrodes via an external electrical load in a state in which a potential difference is generated between the two electrodes by supplying air as a cathode-side gas to the cathode electrode while supplying hydrogen gas as an anode-side gas to the anode electrode; and a second current application step for applying a current by electrically connecting the two electrodes via an external electrical load in a state in which a potential difference is generated between the two electrodes by supplying nitrogen gas as a cathode-side

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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

gas to the cathode electrode while supplying hydrogen gas as an anode-side gas to the anode electrode.

(57) 要約: 燃料電池スタックの活性化方法は、固体高分子を含む電解質膜と、この電解質膜の一方の面に設けられたアノード電極と、電解質膜の他方の面に設けられたカソード電極と、を備える燃料電池スタックを活性化する方法であって、アノード電極にアノード側ガスとして水素ガスを供給するとともにカソード電極にカソード側ガスとして空気を供給することにより、両電極の間に電位差を生じさせた状態で、両電極を、外部電気負荷を介して電氣的に接続し通電する第1通電工程と、アノード電極にアノード側ガスとして水素ガスを供給するとともにカソード電極にカソード側ガスとして窒素ガスを供給することにより、両電極の間に電位差を生じさせた状態で、両電極を、外部電気負荷を介して電氣的に接続し通電する第2通電工程と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 燃料電池の活性化方法及び活性化装置

技術分野

[0001] 本発明は、燃料電池の活性化方法及び活性化装置に関する。より詳しくは、固体高分子を含む電解質層とこの電解質層の両側の面に設けられたアノード電極及びカソード電極とを備える燃料電池の活性化方法及び活性化装置に関する。

背景技術

[0002] 燃料電池セルは、アノード電極及びカソード電極の間に固体高分子を含む電解質層を配置して形成された電解質膜・電極構造体（所謂、MEA）を、一対のセパレータで挟持して形成される。また燃料電池スタックは、このような複数の燃料電池セルを積層することによって構成され、例えば車両の電源として搭載される。

[0003] 以上のような燃料電池セルや燃料電池スタック（以下、セルとスタックとを区別する必要がない限り、これらを単に「燃料電池」ともいう）の組み立て直後の発電性能は低い。このため、燃料電池を組み立てた後には、その発電性能を高めるために各種活性化処理（エージング）が行われる。

[0004] 例えば特許文献1に記載の燃料電池の活性化方法では、燃料電池のアノード電極とカソード電極とがスイッチ素子及び抵抗素子を介して接続された活性化装置において、スイッチ素子を開いたままアノード電極に水素ガスを供給するとともにカソード電極に空気を供給する第1工程と、スイッチ素子を閉じかつカソード電極への空気の供給を停止する第2工程と、を交互に繰り返す。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2010-267455号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献 1 に記載の活性化方法では、簡易な活性化装置で燃料電池を活性化できるものの、第 2 工程において空気の供給を停止すると、アノード電極からカソード電極へ水素がクロスリークし、アノード電極とカソード電極との間の電位差が小さくなってしまうので、エージング効果が低く、活性化に時間がかかるおそれがある。また第 2 工程から第 1 工程に移行し、カソード電極への空気の供給を再開すると、カソード電極に残留する水素と新たにカソード電極に供給される空気中の酸素とが直接反応してしまい、発熱によって燃料電池が劣化するおそれがある。

[0007] 本発明は、燃料電池の劣化を抑制しながら短時間で活性化できる活性化方法及び活性化装置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

[0008] (1) 本発明に係る燃料電池（例えば、後述の燃料電池セル 2 及び燃料電池スタック 1）の活性化方法は、固体高分子を含む電解質層（例えば、後述の電解質膜 2 4）と、当該電解質層の一方の面に設けられたアノード電極（例えば、後述のアノード電極 2 5）と、前記電解質層の他方の面に設けられたカソード電極（例えば、後述のカソード電極 2 6）と、を備える燃料電池を活性化する方法であって、前記アノード電極にアノード側ガスとして水素ガスを供給するとともに前記カソード電極にカソード側ガスとして酸化剤ガスを供給することにより、前記アノード電極と前記カソード電極との間に電位差を生じさせた状態で、前記アノード電極と前記カソード電極とを外部電気負荷（例えば、後述の外部電気負荷 6）を介して電氣的に接続し通電する第 1 通電工程と、前記アノード電極にアノード側ガスとして水素ガスを供給するとともに前記カソード電極にカソード側ガスとして不活性ガスを供給することにより、前記アノード電極と前記カソード電極との間に電位差を生じさせた状態で、前記アノード電極と前記カソード電極とを前記外部電気負荷を介して電氣的に接続し通電する第 2 通電工程と、を備えることを特徴とする。

- [0009] (2) この場合、前記第1通電工程と前記第2通電工程とを交互に複数回繰り返すことが好ましい。
- [0010] (3) この場合、前記第1通電工程では、酸化剤ガスと不活性ガスとを混合したものをカソード側ガスとして前記カソード電極に供給し、前記第1通電工程から前記第2通電工程に移行する際には、不活性ガスの供給を継続しながら酸化剤ガスの供給をオフにすることが好ましい。
- [0011] (4) この場合、前記第2通電工程を行っている間に前記アノード電極と前記カソード電極との間の電位差が所定電圧以下である状態が所定時間継続した後に、前記第2通電工程から前記第1通電工程に移行することが好ましい。
- [0012] (5) 本発明に係る燃料電池（例えば、後述の燃料電池セル2及び燃料電池スタック1）の活性化装置（例えば、後述の活性化装置3）は、固体高分子を含む電解質層（例えば、後述の電解質膜24）と、当該電解質層の一方の面に設けられたアノード電極（例えば、後述のアノード電極25）と、前記電解質層の他方の面に設けられたカソード電極（例えば、後述のカソード電極26）と、を備える燃料電池を活性化するものであって、前記アノード電極と前記カソード電極とを電氣的に接続する外部電気負荷（例えば、後述の外部電気負荷6）と、水素ガスを供給する水素ガス供給源（例えば、後述の水素ガス供給源41）と、前記アノード電極と前記水素ガス供給源とを接続するアノード側ガス供給路（例えば、後述の水素ガス供給路42）と、酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給源（例えば、後述のエアポンプ51）と、不活性ガスを供給する不活性ガス供給源（例えば、後述の窒素ガス供給源52）と、前記カソード電極と前記酸化剤ガス供給源及び前記不活性ガス供給源とを接続するカソード側ガス供給路（例えば、後述のカソード側ガス供給路54）と、前記酸化剤ガス供給源から前記カソード電極への酸化剤ガスの供給を交互にオン又はオフにする制御手段（例えば、後述の制御装置53）と、を備えることを特徴とする。
- [0013] (6) この場合、前記活性化装置は、前記アノード電極と前記カソード電

極との間の電位差を検出する電圧センサ（例えば、後述のセル電圧センサ 7）をさらに備え、前記制御手段は、前記酸化剤ガスの供給をオフにしているときに前記電位差が所定電圧以下に低下した状態が所定時間継続した後に、前記酸化剤ガスの供給をオンにすることが好ましい。

発明の効果

- [0014] （１）本発明の活性化方法では、アノード電極に水素ガスを供給するとともにカソード電極に酸化剤ガスを供給することにより両電極の間に電位差を生じさせた状態で両電極を、外部電気負荷を介して電氣的に接続し通電する第 1 通電工程と、アノード電極に水素ガスを供給するとともにカソード電極に不活性ガスを供給することにより両電極の間に電位差を生じさせた状態で両電極を、外部電気負荷を介して電氣的に接続し通電する第 2 通電工程と、を実行することにより燃料電池を活性化する。これにより、本発明の活性化方法によれば、カソード電極へ空気を断続的に供給する特許文献 1 に記載の活性化方法（以下、「従来の活性化方法」ともいう）と比較して、燃料電池の劣化を抑制しながら短い時間で燃料電池を活性化できる。
- [0015] ここで第 2 通電工程では、水素ガスを供給したアノード電極と不活性ガスを供給したカソード電極との水素濃度差を利用して両電極間に電位差を生じさせることができ、またこのように電位差が生じた状態で両電極を、外部電気負荷を介して電氣的に接続することにより、通常の発電時よりも小さな電流及び少ないアノード側ガス及びカソード側ガスの供給量で両電極の通電を行うことが可能になる。また第 2 通電工程では、水素濃度差による電極反応によって生じた生成水を、アノード電極及びカソード電極に含まれる電極触媒や電解質層に供給することができるので、電解質層を湿潤状態として良好なプロトン伝導性を発生させることや、燃料電池の発電時に反応サイトとなる電極触媒と電解質層と水素ガス又は酸化剤ガスとの 3 相界面に水を供給することができ、ひいては燃料電池を効率的に活性化することができる。
- [0016] ここで従来の活性化方法においても、カソード電極への酸化剤ガスの供給を停止すると両電極間で水素濃度差が生じるので、燃料電池を活性化するこ

とができる。しかしながら従来の活性化方法では、カソード電極への酸化剤ガスの供給を停止すると、アノード電極からクロスリークした水素がカソード電極に溜まり、両電極の間の電位差が小さくなるので、活性化効果が徐々に減少する。また酸化剤ガスの供給を停止した後、再び酸化剤ガスを供給すると、カソード電極に残留する水素と酸化剤ガスとが直接反応するので、発熱し、燃料電池が劣化するおそれがある。これに対し本発明の活性化方法では、第2通電工程において不活性ガスを供給することにより、アノード電極からのクロスリークを抑制できるので、水素濃度差を高く維持でき、ひいては高い活性化効果を維持することができる。また本発明の活性化方法ではこのようにクロスリークを抑制できるので、酸化剤ガスと水素との直接反応を抑制でき、ひいては燃料電池の劣化も抑制できる。よって本発明の活性化方法によれば、燃料電池の劣化を抑制しながら、従来の活性化方法と比較して短い時間で燃料電池を活性化できる。

[0017] (2) 本発明の活性化方法では、第1通電工程と第2通電工程とを交互に複数回繰り返し行うことにより、両工程を1回ずつ行った場合と比較して速やかに燃料電池を活性化することができる。

[0018] (3) 本発明の活性化方法において、第1通電工程では、酸化剤ガスと不活性ガスとを混合したものをカソード側ガスとしてカソード電極に供給し、第1通電工程から第2通電工程に移行する際には、不活性ガスの供給を継続しながら酸化剤ガスの供給をオフにする。したがって本発明の活性化方法では、酸化剤ガスの供給をオンとオフとで交互に繰り返すだけで第1通電工程と第2通電工程とを交互に複数回繰り返し行うことができるので、簡易な構成で燃料電池を活性化できる。

[0019] (4) 第1通電工程から第2通電工程に移行すると、移行直後は、カソード電極に残留する酸化剤ガスが徐々に減少するため、アノード電極とカソード電極との間の電位差は徐々に低下する。その後カソード電極に残留する酸化剤ガスが無くなると、燃料電池は水素濃淡電池となり、両電極間の電位差は0より大きな所定電圧で維持される。これに対し本発明の活性化方法では

、第2通電工程を行っている間に両電極間の電位差が所定電圧以下である状態が所定時間継続した後に第2通電工程から第1通電工程に移行することにより、適切な時間にわたり燃料電池を水素濃淡電池とすることができるので、効率的に燃料電池を活性化できる。

[0020] (5) 本発明の活性化装置は、アノード電極とカソード電極とを電氣的に接続する外部電気負荷と、カソード電極と酸化剤ガス供給源及び不活性ガス供給源とを接続するカソード側ガス供給路と酸化剤ガス供給源からカソード電極への酸化剤ガスの供給を交互にオン又はオフにする制御手段と、を備える。これにより本発明の活性化装置によれば、制御手段によって酸化剤ガスの供給を交互にオン又はオフにすることにより、上述の第1通電工程と第2通電工程とを交互に複数回にわたり繰り返し行うことができるので、上述のように燃料電池の劣化を抑制しながら燃料電池を効率的に活性化できる。

[0021] (6) 本発明の活性化装置において制御手段は、酸化剤ガスの供給をオフにしているときに電位差が所定電圧以下に低下した状態が所定時間継続した後に、酸化剤ガスの供給をオンにする。これにより適切な時間にわたり燃料電池を水素濃淡電池とすることができるので、効率的に燃料電池を活性化できる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の一実施形態に係る燃料電池スタック及びその活性化装置の構成を示す図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る活性化方法の具体的な手順を示すフローチャートである。

[図3]第2通電工程を実行してから第1通電工程を実行した場合における燃料電池スタックのセル平均電圧の変化の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明の一実施形態に係る燃料電池スタック1の活性化装置3の構成と、この活性化装置3を用いて燃料電池スタック1を活性化する活性化方法の手順とを、図面を参照しながら詳細に説明する。

[0024] 図1は、燃料電池スタック1及びその活性化装置3の構成を示す図である。燃料電池スタック1は、複数の燃料電池セル2を積層することによって構成される。図1には、複数の燃料電池セル2の一部のみを図示する。なお以下では、燃料電池スタック1を活性化する場合について説明するが本発明はこれに限らない。本発明は燃料電池スタック1を構成する個々の燃料電池セル2を活性化してもよい。

[0025] 燃料電池セル2は、電解質膜・電極構造体21（以下、「MEA21」という）と、このMEA21を挟持する第1セパレータ22及び第2セパレータ23と、を備える。MEA21は、例えば、パーフルオロスルホン酸薄膜等の固体高分子を含む電解質層としての電解質膜24と、この電解質膜24の一方の面に設けられたアノード電極25と、電解質膜25の他方の面に設けられたカソード電極26と、を備える。

[0026] アノード電極25は、電解質膜24の一方の面に臨む第1電極触媒層25aと、第1電極触媒層25aに積層される第1ガス拡散層25bと、を備える多孔質体である。カソード電極26は、電解質膜24の他方の面に臨む第2電極触媒層26aと、第2電極触媒層26aに積層される第2ガス拡散層26bと、を備える多孔質体である。

[0027] 第1電極触媒層25a及び第2電極触媒層26aは、例えばカーボンブラック等のカーボン製の触媒担体に白金等の触媒金属を担持して構成される触媒粒子（電極触媒）と、イオン伝導性高分子バインダと、を含む。なお上記電極触媒は、例えば白金黒等の触媒金属のみからなり、触媒担体を含まなくてもよい。

[0028] 電極触媒が白金からなる場合、この電極触媒の表面では、例えば、 $2Pt + H_2O + 1/2O_2 + e^- \rightarrow 2Pt(OH^-)$ 、 $Pt(OH^-) + H_3O^+ \rightarrow Pt + 2H_2O$ 等の電極反応が生じる。この電極反応は、電極触媒の表面に水を供給して、3相界面に水を存在させることにより促進される。3相界面とは、燃料電池スタック1の実際の発電時に、反応サイトとなる電極触媒と電解質膜24と水素ガス又は酸化剤ガスとの界面である。なお、燃料電池スタック

ク 1 の実際の発電時とは、アノード電極 2 5 に水素ガスを含むアノード側ガスを供給するとともに、カソード電極 2 6 に酸化剤ガスを含むカソード側ガスを供給し、燃料電池スタック 1 から実際に電力を得る時を指す。

[0029] 第 1 ガス拡散層 2 5 b 及び第 2 ガス拡散層 2 6 b は、例えば、カーボンペーパーやカーボンクロス等からなる。第 1 ガス拡散層 2 5 b は第 1 セパレータ 2 2 に臨むように配置され、第 2 ガス拡散層 2 6 b は第 2 セパレータ 2 3 に臨むように配置される。第 1 セパレータ 2 2 及び第 2 セパレータ 2 3 としては、例えばカーボンセパレータが使用されるが、これに替えて金属セパレータを用いてもよい。

[0030] 第 1 セパレータ 2 2 の第 1 ガス拡散層 2 5 b に臨む面には、アノード側ガスを供給するためのアノード側ガス入口連通孔（図示せず）と、このアノード側ガスを排出するためのアノード側ガス出口連通孔（図示せず）と、に連通するアノード側ガス流路 2 7 が形成される。

[0031] 第 2 セパレータ 2 3 の第 2 ガス拡散層 2 6 b に臨む面には、カソード側ガスを供給するためのカソード側ガス入口連通孔（図示せず）と、このカソード側ガスを排出するためのカソード側ガス出口連通孔（図示せず）と、に連通するカソード側ガス流路 2 8 が形成される。

[0032] また燃料電池スタック 1 において、各燃料電池セル 2 の第 1 セパレータ 2 2 と第 2 セパレータ 2 3 との互いに対向する面の間には、冷却媒体を供給するための冷却媒体入口連通孔（図示せず）と、この冷却媒体を排出するための冷却媒体出口連通孔（図示せず）と、に連通する冷媒流路 2 9 が一体的に形成されている。

[0033] 活性化装置 3 は、燃料電池スタック 1 のアノード側ガス流路 2 7 にアノード側ガスを供給するアノード側ガス供給装置 4 と、燃料電池スタック 1 のカソード側ガス流路 2 8 にカソード側ガスを供給するカソード側ガス供給装置 5 と、燃料電池スタック 1 のアノード電極 2 5 とカソード電極 2 6 とを電氣的に接続する外部電気負荷 6 と、セル電圧センサ 7 と、燃料電池スタック 1 の温度を調整する温度調整装置 8 と、を備える。

- [0034] 外部電気負荷 6 は、燃料電池スタック 1 のアノード電極 2 5 とカソード電極 2 6 とを電氣的に接続し、両電極 2 5, 2 6 間で通電する。外部電気負荷 6 は、アノード側ガス供給装置 4 からアノード電極 2 5 にアノード側ガスを供給するとともにカソード側ガス供給装置 5 からカソード電極 2 6 にカソード側ガスを供給することによってこれらアノード電極 2 5 とカソード電極 2 6 との間で電位差が生じると、カソード電極 2 6 からアノード電極 2 5 へ電流を流す。この外部電気負荷 6 では、両電極 2 5, 2 6 間で通電する電流を所定の大きさに維持することが可能となっている。
- [0035] セル電圧センサ 7 は、アノード電極 2 5 とカソード電極 2 6 との間で発生するセル電圧を燃料電池セル 2 ごとに検出し、このセル電圧の大きさに応じた検出信号を、カソード側ガス供給装置 5 の後述の制御装置 5 3 へ送信する。各燃料電池セル 2 のセル電圧の平均であるセル平均電圧は、このセル電圧センサ 7 からの検出信号に基づいて制御装置 5 3 によって算出される。
- [0036] 温度調整装置 8 は、燃料電池スタック 1 の冷媒流路 2 9 に、所定の温度に調整した伝熱媒体を供給することにより、燃料電池スタック 1 の温度を調整する。
- [0037] アノード側ガス供給装置 4 は、水素ガスを含むアノード側ガスをアノード側ガス流路 2 7 に供給する。アノード側ガス供給装置 4 は、水素ガスを供給する水素ガス供給源 4 1 と、水素ガス供給源 4 1 とアノード側ガス流路 2 7 とを接続する水素ガス供給路 4 2 と、この水素ガス供給路 4 2 に設けられたアノード側加湿器 4 3 と、を備える。水素ガス供給源 4 1 は、水素ガスを高圧で貯留する水素ガスタンク（図示せず）や、この水素ガスタンクから水素ガス供給路 4 2 に供給される水素ガスの流量を調整する流量調整弁（図示せず）等によって構成される。水素ガス供給路 4 2 は、水素ガス供給源 4 1 とアノード側ガス流路 2 7 とを接続する配管であり、水素ガス供給源 4 1 から供給される水素ガスをアノード側ガス流路 2 7 へ導く。アノード側加湿器 4 3 は、水素ガス供給源 4 1 から供給される水素ガスと水蒸気とを混合し、アノード側ガスの露点を調整する。アノード側ガス供給装置 4 は、これら水素

ガス供給源 4 1、水素ガス供給路 4 2、及びアノード側加湿器 4 3を用いることにより、所定の露点に調整されたアノード側ガスを、所定の流量でアノード側ガス流路 2 7 に供給する。

[0038] カソード側ガス供給装置 5 は、酸化剤ガスとしての空気や不活性ガスとしての窒素ガスを含むカソード側ガスをカソード側ガス流路 2 8 に供給する。カソード側ガス供給装置 5 は、空気を供給するエアポンプ 5 1 と、窒素ガスを供給する窒素ガス供給源 5 2 と、このエアポンプ 5 1 を制御する制御装置 5 3 と、これらエアポンプ 5 1 及び窒素ガス供給源 5 2 とカソード側ガス流路 2 8 とを接続するカソード側ガス供給路 5 4 と、このカソード側ガス供給路 5 4 に設けられたカソード側加湿器 5 5 及び混合器 5 6 と、を備える。

[0039] カソード側ガス供給路 5 4 は、エアポンプ 5 1 とカソード側ガス流路 2 8 とを接続する第 1 流路 5 4 a と、窒素ガス供給源 5 2 と第 1 流路 5 4 a とを接続する第 2 流路 5 4 b と、を備える。

[0040] エアポンプ 5 1 は、制御装置 5 3 からの指令に応じて空気を圧縮し、圧縮した空気を、第 1 流路 5 4 a を介してカソード側ガス流路 2 8 に供給する。制御装置 5 3 は、エアポンプ 5 1 の回転数を制御することにより、第 1 流路 5 4 a に供給される空気の流量を調整する。制御装置 5 3 は、エアポンプ 5 1 からカソード側ガス流路 2 8 への空気の供給を交互にオン又はオフにすることが可能となっている。なお本実施形態では、制御装置 5 3 によってエアポンプ 5 1 の回転数を制御することにより、空気の供給源からカソード側ガス流路 2 8 への空気の供給を交互にオン又はオフにする場合について説明するが、本発明はこれに限らない。空気の供給源とカソード側ガス流路 2 8 とを接続する空気の流路に流量制御弁が設けられている場合、この流量制御弁の開度を制御することにより、空気の供給源からカソード側ガス流路 2 8 への空気の供給を交互にオン又はオフにしてもよい。

[0041] 窒素ガス供給源 5 2 は、窒素ガスを高圧で貯留する窒素ガスタンク（図示せず）や、この窒素ガスタンクから第 2 流路 5 4 b に供給される窒素ガスの流量を調整する流量調整弁（図示せず）等によって構成される。

[0042] カソード側加湿器 5 5 は、第 1 流路 5 4 a に設けられ、エアポンプ 5 1 から供給される空気と水蒸気とを混合し、第 1 流路 5 4 a を流れる空気の露点を調整する。混合器 5 6 は、第 1 流路 5 4 a のうちカソード側加湿器 5 5 よりカソード側ガス流路 2 8 側に設けられる。混合器 5 6 は、第 1 流路 5 4 a を介してエアポンプ 5 1 から供給される空気と、第 2 流路 5 4 b を介して窒素ガス供給源 5 2 から供給される窒素ガスとを混合し、カソード側ガス流路 2 8 へ供給する。カソード側ガス供給装置 5 は、これらエアポンプ 5 1、窒素ガス供給源 5 2、制御装置 5 3、カソード側ガス供給路 5 4、カソード側加湿器 5 5、及び混合器 5 6 を用いることにより、所定の露点に調整されたカソード側ガスを、所定の流量でカソード側ガス流路 2 8 に供給する。

[0043] 次に、以上のような活性化装置 3 を用いて燃料電池スタック 1 を活性化する活性化方法の具体的な手順について説明する。

[0044] 図 2 は、本実施形態に係る活性化方法の具体的な手順を示すフローチャートである。

始めに S 1 では、燃料電池スタック 1 のアノード電極 2 5 とカソード電極 2 6 とを外部電気負荷 6 によって電氣的に接続する。次に S 2 では、温度調整装置 8 によって燃料電池スタック 1 の冷媒流路 2 9 へ所定の温度に調整した伝熱媒体を供給することにより、燃料電池スタック 1 を所定の温度に維持する。

[0045] S 3 では、所定時間にわたり第 1 通電工程を実行する。この第 1 通電工程では、アノード側ガス供給装置 4 からアノード側ガス流路 2 7 にアノード側ガスを供給するとともに、カソード側ガス供給装置 5 からカソード側ガス流路 2 8 にカソード側ガスを供給することにより、アノード電極 2 5 とカソード電極 2 6 との間に電位差を生じさせ、これら電極 2 5、2 6 の間で外部電気負荷 6 を介して通電する。この第 1 通電工程では、アノード側ガス供給装置 4 は、水素ガスと水蒸気とを混合することによって所定の露点に調整されたアノード側ガスを、所定の流量でアノード側ガス流路 2 7 へ供給する。またこの第 1 通電工程では、カソード側ガス供給装置 5 は、所定の露点及び所

定の流量に調整された空気と所定の流量に調整された窒素ガスとを混合したものをカソード側ガスとしてカソード側ガス流路 28 へ供給する。なおこの第 1 通電工程では、アノード側ガス供給装置 4 及びカソード側供給装置 5 は、アノード側ガス流路 27 とカソード側ガス流路 28 との間の圧力差が所定値で維持されるようにアノード側ガス及びカソード側ガスを供給する。

[0046] 以上のように第 1 通電工程は、アノード電極 25 に水素ガスを含むアノード側ガスを供給するとともにカソード電極 26 に酸化剤ガスを含むカソード側ガスを供給し、燃料電池スタック 1 で通常の発電を行わせることによって燃料電池スタック 1 の活性化を促す所謂通常発電エージング工程である。

[0047] 次に S4 では、所定時間にわたり第 2 通電工程を実行する。この第 2 通電工程では、アノード側ガス供給装置 4 からアノード側ガス流路 27 にアノード側ガスを供給するとともに、カソード側ガス供給装置 5 からカソード側ガス流路 28 に上述の第 1 通電工程とは異なる成分のカソード側ガスを供給することにより、アノード電極 25 とカソード電極 26 との間に電位差を生じさせ、これら電極 25, 26 の間で外部電気負荷 6 を介して通電する。

[0048] ここでカソード側ガス流路 28 に供給するカソード側ガスにおける空気と窒素ガスの流量比（空気の流量／窒素ガスの流量）は、第 1 通電工程よりも第 2 通電工程の方が小さくなるように設定される。後に実施例 4 を参照して説明するように、第 2 通電工程におけるカソード側ガスの空気と窒素ガスの流量比を小さくするほど効率的な活性化を実現できる。このため以下では、第 2 通電工程においてカソード側ガス流路 28 に供給するカソード側ガスの空気と窒素ガスの流量比は、0 とした場合（すなわち、第 2 通電工程における空気の供給をオフにする場合）について説明するが、本発明はこれに限らない。

[0049] この第 2 通電工程では、アノード側ガス供給装置 4 は、水素ガスと水蒸気とを混合することによって所定の露点に調整されたアノード側ガスを、所定の流量でアノード側ガス流路 27 へ供給する。なお第 2 通電工程におけるアノード側ガスの流量や露点は、第 1 通電工程と等しくすることが好ましい。

このため交互に第1通電工程と第2通電工程とを繰り返し実行するにあたり、アノード側ガス流路27には、所定の露点に調整されたアノード側ガスを一定の流量で供給し続けることが好ましい。

[0050] また第2通電工程では、カソード側ガス供給装置5は、所定の流量に調整された窒素ガスをカソード側ガスとしてカソード側ガス流路28へ供給する。なお第2通電工程における窒素ガスの流量は、第1通電工程における窒素ガスの流量と等しくすることが好ましい。このため交互に第1通電工程と第2通電工程とを繰り返し実行するにあたり、窒素ガス供給源52からカソード側ガス流路28には、窒素ガスを一定の流量で供給し続けることが好ましい。また第1通電工程から第2通電工程へ移行する際には、上述のように窒素ガスを一定の流量で供給し続けながら、制御装置53によってエアポンプ51からの空気の供給をオフにすることが好ましい。また第2通電工程から第1通電工程へ移行する際には、制御装置53によってエアポンプ51からの空気の供給をオンにすることが好ましい。なおこの第2通電工程では、アノード側ガス供給装置4及びカソード側供給装置5は、第1通電工程と同様に、アノード側ガス流路27とカソード側ガス流路28との間の圧力差が所定値で維持されるようにアノード側ガス及びカソード側ガスを供給する。

[0051] 以上のように第2通電工程は、アノード電極25に水素ガスを含むアノード側ガスを供給するとともにカソード電極26に不活性ガスを含み酸化剤ガスを含まないカソード側ガスを供給し、両電極25、26の間に水素濃度差を発生させ、燃料電池スタック1を水素濃淡電池として利用することによって燃料電池スタック1の活性化を促す所謂水素濃淡電池エージング工程である。

[0052] 次にS5では、所定の設定回数にわたり第1通電工程と第2通電工程とを繰り返し実行したか否かを判定する。S5の判定結果がNOである場合には、S3に戻り再び第1通電工程及び第2通電工程を実行する。S6の判定結果がYESである場合には、図2の活性化方法を終了する。なお燃料電池スタック1を効率的に活性化するため、設定回数は2以上の整数とし、第1通

電工程と第2通電工程とを交互に複数回繰り返すことが好ましい。

[0053] 図3は、第2通電工程を実行してから第1通電工程を実行した場合における燃料電池スタック1のセル平均電圧の変化の一例を示す図である。より具体的には、図3は、後述の実施例1によって燃料電池スタック1を活性化した場合におけるセル平均電圧の変化の一例を示す図である。図3には、時刻 t_0 まで第1通電工程を実行した後、時刻 t_0 において第1通電工程から第2通電工程に移行した後、時刻 t_2 において第2通電工程から第1通電工程に移行し、時刻 t_3 において第1通電工程を終了した場合を示す。このとき、制御装置53は、第2通電工程を行っている間にセル電圧センサ7によって検出されるセル平均電圧が所定の判定電圧以下になったときに、第1通電工程の外部電気負荷による電流消費よりも小さい値（より具体的には、0よりもやや大きな値）に減少するように変更してもよい。

[0054] 図3に示すように、時刻 t_0 において第1通電工程から第2通電工程に移行するに伴って燃料電池スタック1への空気の供給をオフにすると、カソード電極26における酸素濃度が低下し、セル平均電圧が徐々に低下する。その後時刻 t_1 ごろにおいてカソード側ガス流路28に残留する酸素が発電によって使い切れ、カソード側ガス流路28内のガスが窒素ガスで置換されると、燃料電池スタック1は水素濃淡電池となる。このため時刻 t_1 以降においてもセル平均電圧は0[V]よりも高い状態が維持される。その後時刻 t_2 において第2通電工程から第1通電工程に移行するに伴って燃料電池スタック1への空気の供給をオンにすると、燃料電池スタック1では通常が発電が行われるため、セル平均電圧は回復する。このとき、制御装置53は、第2通電工程を行っている間にセル電圧センサ7によって検出されるセル平均電圧が所定の判定電圧以下になったときに、第1通電工程の外部電気負荷による電流消費よりも小さい値（より具体的には、0よりもやや大きな値）に減少するように変更した場合は、電流消費を増大するように変更してもよい。

[0055] 本実施形態に係る活性化方法では、以上のような第1通電工程と第2通電

工程とを交互に複数回繰り返し実行することによって燃料電池スタック 1 を活性化する。この際、燃料電池スタック 1 を短時間で効率的に活性化するためには、第 2 通電工程の実行中に燃料電池スタック 1 が水素濃淡電池となっている状態を所定時間以上確保することが好ましい。このため制御装置 5 3 は、第 2 通電工程を行っている間にセル電圧センサ 7 によって検出されるセル平均電圧が所定の判定電圧以下である状態が所定時間継続した後に、カソード側ガス流路 2 8 への空気の供給をオフからオンに切り替え、第 2 通電工程から第 1 通電工程に移行することが好ましい。ここで判定電圧は、燃料電池スタック 1 が水素濃淡電池となったことを判定するためにセル平均電圧に対して設定される閾値であり、0 よりもやや大きな値に設定される。

[0056] 本実施形態に係る活性化方法及び活性化装置 3 によれば、以下の効果を奏する。

(1) 本実施形態に係る活性化方法では、アノード電極 2 5 に水素ガスを供給するとともにカソード電極 2 6 に空気を供給することにより両電極 2 5, 2 6 の間に電位差を生じさせた状態で両電極 2 5, 2 6 を、外部電気負荷 6 を介して電氣的に接続し通電する第 1 通電工程と、アノード電極 2 5 に水素ガスを供給するとともにカソード電極 2 6 に窒素ガスを供給することにより両電極 2 5, 2 6 の間に電位差を生じさせた状態で両電極を、外部電気負荷 6 を介して電氣的に接続し通電する第 2 通電工程と、を実行することにより燃料電池スタック 1 を活性化する。これにより、本実施形態に係る活性化方法によれば、カソード電極 2 6 へ空気を断続的に供給する従来の活性化方法と比較して、燃料電池スタック 1 の劣化を抑制しながら短い時間で燃料電池スタック 1 を活性化できる。

[0057] ここで第 2 通電工程では、水素ガスを供給したアノード電極 2 5 と窒素ガスを供給したカソード電極 2 6 との水素濃度差を利用して両電極 2 5, 2 6 間に電位差を生じさせることができ、またこのように電位差が生じた状態で両電極 2 5, 2 6 を、外部電気負荷 6 を介して電氣的に接続することにより、通常の発電時よりも小さな電流及び少ないアノード側ガス及びカソード側

ガスの供給量で両電極 25, 26 の通電を行うことが可能になる。また第 2 通電工程では、水素濃度差による電極反応によって生じた生成水を、アノード電極 25 及びカソード電極 26 に含まれる電極触媒や電解質層に供給することができるので、電解質膜 24 を湿潤状態として良好なプロトン伝導性を発生させることや、燃料電池スタック 1 の発電時に反応サイトとなる電極触媒と電解質膜 24 と水素ガス又は空気との 3 相界面に水を供給することができ、ひいては燃料電池スタック 1 を効率的に活性化することができる。

[0058] また本実施形態に係る活性化方法では、第 2 通電工程において窒素ガスを供給することにより、アノード電極 25 からのクロスリークを抑制できるので、水素濃度差を高く維持でき、ひいては高い活性化効果を維持することができる。また本実施形態に係る活性化方法ではこのようにクロスリークを抑制できるので、空気と水素との直接反応を抑制でき、ひいては燃料電池スタック 1 の劣化も抑制できる。よって本実施形態に係る活性化方法によれば、燃料電池スタック 1 の劣化を抑制しながら、従来の活性化方法と比較して短い時間で燃料電池スタック 1 を活性化できる。

[0059] (2) 本実施形態に係る活性化方法では、第 1 通電工程と第 2 通電工程とを交互に複数回繰り返し行うことにより、両工程を 1 回ずつ行った場合と比較して速やかに燃料電池を活性化することができる。

[0060] (3) 本実施形態に係る活性化方法において、第 1 通電工程では、空気と窒素ガスとを混合したものをカソード側ガスとしてカソード電極 26 に供給し、第 1 通電工程から第 2 通電工程に移行する際には、窒素ガスの供給を継続しながら空気の供給をオフにする。したがって本実施形態に係る活性化方法では、空気の供給をオンとオフとで交互に繰り返すだけで第 1 通電工程と第 2 通電工程とを交互に複数回繰り返し行うことができるので、簡易な構成で燃料電池スタック 1 を活性化できる。

[0061] (4) 本実施形態に係る活性化方法では、第 2 通電工程を行っている間に両電極 25, 26 間の電位差が所定の判定電圧以下である状態が所定時間継続した後に第 2 通電工程から第 1 通電工程に移行することにより、適切な時

間にわたり燃料電池スタック 1 を水素濃淡電池とすることができるので、効率的に燃料電池スタック 1 を活性化できる。

[0062] (5) 本実施形態に係る活性化装置 3 は、アノード電極 2 5 とカソード電極 2 6 とを電氣的に接続する外部電気負荷 6 と、カソード電極 2 6 とエアポンプ 5 1 及び窒素ガス供給源 5 2 とを接続するカソード側ガス供給路 5 4 とエアポンプ 5 1 からカソード電極 2 6 への空気の供給を交互にオン又はオフにする制御装置 5 3 と、を備える。これにより本実施形態に係る活性化装置 3 によれば、制御装置 5 3 によって空気の供給を交互にオン又はオフにすることにより、第 1 通電工程と第 2 通電工程とを交互に複数回にわたり繰り返し行うことができるので、上述のように燃料電池スタック 1 の劣化を抑制しながら燃料電池スタック 1 を効率的に活性化できる。

[0063] (6) 本実施形態に係る活性化装置 3 において制御装置 5 3 は、空気の供給をオフにしているときにセル電圧センサ 7 を用いて検出されるセル平均電圧が所定の判定電圧以下に低下した状態が所定時間継続した後に、空気の供給をオンにする。これにより適切な時間にわたり燃料電池スタック 1 を水素濃淡電池とすることができるので、効率的に燃料電池スタック 1 を活性化できる。

[0064] 以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明はこれに限らない。本発明の趣旨の範囲内で、細部の構成を適宜変更してもよい。

実施例

[0065] 次に活性化方法の実施例及び比較例について説明する。以下の実施例及び比較例では、燃料電池セル 2 を 10 個積層することによって組み立てられた燃料電池スタック 1 を対象として活性化を行った。また燃料電池セル 2 には、発電有効面積が $100 [\text{cm}^2]$ である MEA 2 1 を備えるものを用いた。

[0066] [実施例 1]

実施例 1 では、上記 10 セルの燃料電池スタック 1 に活性化装置 3 を接続し、図 2 の活性化方法に基づいて第 1 通電工程と第 2 通電工程とを交互に繰り返し実行した。この際、燃料電池スタック 1 の温度は、温度調整装置 8 を

用いて70℃に保った。また実施例1では、アノード側ガス供給装置4を用いることにより、露点が70℃となるように加湿した水素ガスをアノード側ガスとしてアノード側ガス流路27に供給した。ここで水素ガスの流量は0.3[NL/min]とした。また実施例1では、カソード側ガス供給装置5を用いることにより、露点が70℃となるように加湿した空気と窒素ガスを混合したものをカソード側ガスとしてカソード側ガス流路28に供給した。ここで空気の流量は0.7[NL/min]とし、窒素ガスの流量は1.4[NL/min]とした。また実施例1では、上記のような流量で窒素ガスを供給し続けながら、1分毎に空気の供給をオンからオフ又はオフからオンに切り替えることにより、第1通電工程及び第2通電工程を1分間ずつ交互に、それぞれ30回ずつ実行した。すなわち実施例1の活性化にかかった時間は計1時間である。また第1及び第2通電工程では、上記のようにガスを供給しながら、両電極25, 26間で2[A]の電流を引き続けた。このとき、アノード側ガス供給装置4及びカソード側ガス供給装置5は、第1通電工程及び第2通電工程を行っている間、アノード側ガス流路27とカソード側ガス流路28との間の圧力差が所定値で維持されるようにアノード側ガス及びカソード側ガスを供給した。

[0067] [比較例1]

比較例1では、上記10セルの燃料電池スタック1に活性化装置3を接続し、図2の活性化方法のうち第1通電工程のみを実行した。この際、燃料電池スタック1の温度は、温度調整装置8を用いて70℃に保った。比較例1では、アノード側ガス供給装置4を用いることにより、露点が70℃となるように加湿した水素ガスをアノード側ガスとしてアノード側ガス流路27に供給した。また比較例1では、カソード側ガス供給装置5を用いることにより、露点が70℃となるように加湿した空気をカソード側ガスとしてカソード側ガス流路28に供給した。ここで水素ガスの流量は20[NL/min]とし、空気の流量は50[NL/min]とし、計1時間にわたり、両電極25, 26間で150[A]の電流を引き続けた。以上のように、活性化

を行った時間は、比較例 1 と実施例 1 とで同じであるが、水素ガスの使用量や電流は、実施例 1 よりも比較例 1 の方が大きい。また比較例 1 は、第 2 通電工程を含まない点において実施例 1 と異なる。

[0068] [比較例 2]

比較例 2 では、上記 10 セルの燃料電池スタック 1 に活性化装置 3 を接続し、図 2 の活性化方法のうち第 1 通電工程のみを実行した。この際、燃料電池スタック 1 の温度は、温度調整装置 8 を用いて 70℃に保った。比較例 2 では、アノード側ガス供給装置 4 を用いることにより、露点が 70℃となるように加湿した水素ガスをアノード側ガスとしてアノード側ガス流路 27 に供給した。また比較例 2 では、カソード側ガス供給装置 5 を用いることにより、露点が 70℃となるように加湿した空気をカソード側ガスとしてカソード側ガス流路 28 に供給した。ここで水素ガスの流量は 0.3 [NL/min] とし、空気の流量は 0.7 [NL/min] とし、計 1 時間にわたり、両電極 25, 26 間で 2 [A] の電流を引き続けた。以上のように活性化を行った時間、水素ガスの使用量、及び電流は、比較例 2 と実施例 1 とで同じである。また比較例 2 は、第 2 通電工程を含まない点において実施例 1 と異なる。

[0069] [比較例 3]

比較例 3 では、上記 10 セルの燃料電池スタック 1 に活性化装置 3 を接続し、特開 2010-267455 号公報に記載の活性化方法を再現した。この際、燃料電池スタック 1 の温度は、温度調整装置 8 を用いて 70℃に保った。比較例 3 では、アノード側ガス供給装置 4 を用いることにより、露点が 70℃となるように加湿した水素ガスをアノード側ガスとしてアノード側ガス流路 27 に供給した。ここで水素ガスの流量は 0.3 [NL/min] とした。また比較例 3 では、カソード側ガス供給装置 5 を用いることにより、露点が 70℃となるように加湿した空気をカソード側ガスとしてカソード側ガス流路 28 に供給した。また比較例 3 では、1 分毎に空気の供給をオンからオフ又はオフからオンに切り替えた。ここで空気の供給をオンにしている

間における空気の流量は、 0.7 [NL/min] とした。また比較例3では、このように空気の供給をオンとする工程と空気の供給をオフとする工程とを、1分間ずつ交互に、それぞれ30回ずつ実行した。すなわち比較例3の活性化にかかった時間は計1時間である。また比較例3では、上記のようにガスを供給しながら、両電極25、26間で 2 [A] の電流を引き続けた。以上のように、活性化を行った時間、水素ガスの使用量、及び電流は、比較例3と実施例1とで同じである。また比較例3は、空気の供給をオフとしている間に窒素ガスを供給していない点において、実施例1と異なる。

[0070] 次に、以上のような実施例1及び比較例1～3の活性化方法によって活性化された燃料電池スタックの性能について、下記表1を参照しながら説明する。表1は、実施例1及び比較例1～3の活性化方法によって活性化された燃料電池スタックから 150 [A] の電流を引き出した時における電圧の大きさを比較した図である。また下記表1には、比較例2の活性化方法によって活性化した後の燃料電池スタックの電圧を“1”とした場合を示す。

[0071] [表1]

	電圧@ 150 [A]
実施例1	1.64
比較例1	1.49
比較例2	1.00
比較例3	1.10

[0072] 上記表1に記載の通り、活性化後の燃料電池スタックの電圧は、比較例2、比較例3、比較例1、実施例1の順で高い。上述のように活性化を行った時間は、実施例1及び比較例1～3で同じである。したがって実施例1の活性化方法は、比較例1～3の活性化方法よりも短時間で効率的に燃料電池スタックを活性化できるといえる。また上述のように比較例1と実施例1とを比較した場合、水素ガスの使用量及び電流は比較例1の方が大きい。したがって実施例1の活性化方法によれば、比較例1～3よりも少ないコストで効率的に燃料電池スタックを活性化できるといえる。

[0073] また上述のように比較例3と実施例1とを比較した場合、比較例3の活性

化方法は空気の供給をオフにしている間に窒素ガスを供給していない点において実施例 1 の活性化方法と異なる。このため比較例 3 の活性化方法では、空気の供給をオフにしている間に、アノード電極からカソード電極へ水素がクロスリークし、両電極間の電位差が小さくなってしまう。このため実施例 1 の活性化方法によれば、比較例 3 の活性化方法よりも短時間で効率的に燃料電池スタックを活性化できる。また比較例 3 の活性化方法では、空気の供給をオフからオンに切り替えたときに、カソード電極に残留する水素と新たに供給される空気中の酸素とが直接反応してしまい、発熱によって燃料電池スタックが劣化するおそれがある。これに対し実施例 1 の活性化方法では、空気の供給をオフにしている間も窒素ガスを供給し続けるため、水素のクロスリークが少なく、よって燃料電池スタックの劣化も抑制できる。

[0074] [実施例 2]

実施例 2 では、活性化を行う時間を実施例 1 と同じ 1 時間とし、第 1 通電工程及び第 2 通電工程を交互に繰り返し行う回数（繰り返し回数）並びに第 1 通電工程又は第 2 通電工程を実行する時間（インターバル時間）を下記表 2 に記載のように変化させた。実施例 2-1 では、繰り返し回数を 2 [回] とし、インターバル時間を 15 [分] とし、実施例 2-2 では、繰り返し回数を 5 [回] とし、インターバル時間を 5 [分] とし、実施例 2-3 では、繰り返し回数を 10 [回] とし、インターバル時間を 3 [分] とし、実施例 2-4 では、繰り返し回数を 60 [回] とし、インターバル時間を 0.5 [分] とした。

[0075] [表 2]

	繰り返し回数 [回]	インターバル [分]	活性化時間 [時間]	電圧 @ 150 [A]
比較例 3	1	30	1	1.38
実施例 2-1	2	15	1	1.42
実施例 2-2	5	6	1	1.48
実施例 2-3	10	3	1	1.55
実施例 1	30	1	1	1.64
実施例 2-4	60	0.5	1	1.54

[0076] 上記表 2 に記載の通り、活性化後の燃料電池スタックの電圧は、比較例 3、実施例 2-1、実施例 2-2、実施例 2-4、実施例 2-3、実施例 1 の順で高い。すなわち、今回採用した 10 セルの燃料電池スタック 1 に関していえば、繰り返し回数を 30 とすることによって最も効率的に燃料電池スタックを活性化できるといえる。以上より本発明の活性化方法は、活性化しようとする燃料電池スタックの仕様に応じて繰り返し回数を調整することにより、短時間で効率的に燃料電池スタックを活性化できる。

[0077] [実施例 3]

実施例 3 では、第 1 通電工程又は第 2 通電工程を実行する時間（インターバル時間）を実施例 1 と同じ 1 [分] とし、活性化を行う時間並びに第 1 通電工程及び第 2 通電工程を交互に繰り返し行う回数（繰り返し回数）を下記表 3 のように変化させた。実施例 3-1 では、繰り返し回数を 10 [回] とし、活性化時間を 1/3 [時間] とし、実施例 3-2 では、繰り返し回数を 20 [回] とし、活性化時間を 2/3 [時間] とし、実施例 3-3 では、繰り返し回数を 60 [回] とし、活性化時間を 2 [時間] とし、実施例 3-4 では、繰り返し回数を 90 [回] とし、活性化時間を 3 [時間] とした。

[0078] [表 3]

	繰り返し回数 [回]	インターバル [分]	活性化時間 [時間]	電圧 @ 150 [A]
実施例 3-1	10	1	1/3	1.10
実施例 3-2	20	1	2/3	1.53
実施例 1	30	1	1	1.64
実施例 3-3	60	1	2	1.70
実施例 3-4	90	1	3	1.75

[0079] 上記表 3 に記載の通り、活性化後の燃料電池スタックの電圧は、実施例 3-1、実施例 3-2、実施例 1、実施例 3-3、実施例 3-4 の順で高い。すなわち本発明に係る活性化方法は、繰り返し回数を多くしかつ活性化時間を長くするほど燃料電池スタックを活性化できるが、その効率は、繰り返し回数を多くしかつ活性化時間を長くするほど低下するといえる。

[0080] [実施例 4]

実施例 4 では、活性化時間、繰り返し回数、及びインターバル時間を実施例 1 と同じとし、第 2 通電工程における空気の流量を下記表 4 のように変化させた。実施例 4-1 では、第 2 通電工程における空気の流量を 0.20 [NL/min] とし、実施例 4-2 では、第 2 通電工程における空気の流量を 0.37 [NL/min] とし、実施例 4-3 では、第 2 通電工程における空気の流量を 0.40 [NL/min] とし、実施例 4-4 では、第 2 通電工程における空気の流量を 0.50 [NL/min] とした。なお第 2 通電工程における空気の流量以外の水素ガスや窒素ガス等のガスの流量は、何れも実施例 1 と同じである。また第 2 通電工程における空気のストイキ比は、実施例 4-1 では 0.6 となり、実施例 4-2 では 1.12 となり、実施例 4-3 では 1.21 となり、実施例 4-4 では 1.51 となった。ここで第 2 通電工程における空気のストイキ比とは、アノード側ガス流路 27 に水素ガスを供給しながら燃料電池スタック 1 において通常の発電を行うために必要となる理論上の空気の流量に対する第 2 通電工程における空気の流量の比（第 2 通電工程における空気の流量／理論上の空気の流量）をいう。

[0081] [表4]

	第 2 通電工程における 空気のストイキ比	第 2 通電工程における 空気の流量[NL/min]	電圧@ 150 [A]
実施例 1	0	0	1.64
実施例 4-1	0.6	0.20	1.53
実施例 4-2	1.12	0.37	1.48
実施例 4-3	1.21	0.40	1.1
実施例 4-4	1.51	0.50	1

[0082] 上記表 4 に記載の通り、活性化後の燃料電池スタックの電圧は、実施例 4-4、実施例 4-3、実施例 4-2、実施例 4-1、実施例 1 の順で高い。すなわち本発明に係る活性化方法は、第 2 通電工程における空気の流量を少なくするほど、換言すれば第 2 通電工程においてカソード側ガス流路 28 に供給するカソード側ガスにおける空気と窒素ガスの流量比（空気の流量／窒素ガスの流量）を小さくするほど短時間で効率的に活性化できるといえる。特に上記表 4 の結果によれば、実施例 4-2 と実施例 4-3 との間において

、活性化の効果に大きな差が認められる。このため第2通電工程においてカソード側ガス流路28に供給する空気の流量は、第1通電工程においてカソード側ガス流路28に供給する空気の流量よりも少なくするとともに、ストイキ比を1.12以下とすることが好ましいといえる。

[0083] [実施例5]

実施例5では、活性化時間、繰り返し回数、インターバル時間、及び各種ガスの流量を実施例1と同じとし、燃料電池スタックの温度（スタック温度）、アノード側ガスの露点（アノード露点）、及びカソード側ガスの露点（カソード露点）の組み合わせを下記表5に記載のように変化させた。実施例5-1では、スタック温度を50 [°C]、アノード露点を50 [°C]、及びカソード露点を50 [°C]とし、実施例5-2では、スタック温度を50 [°C]、アノード露点を70 [°C]、及びカソード露点を70 [°C]とし、実施例5-3では、スタック温度を70 [°C]、アノード露点を60 [°C]、及びカソード露点を70 [°C]とし、実施例5-4では、スタック温度を70 [°C]、アノード露点を70 [°C]、及びカソード露点を60 [°C]とし、実施例5-5では、スタック温度を70 [°C]、アノード露点を80 [°C]、及びカソード露点を80 [°C]とし、実施例5-6では、スタック温度を80 [°C]、アノード露点を80 [°C]、及びカソード露点を80 [°C]とし、実施例5-7では、スタック温度を80 [°C]、アノード露点を70 [°C]、及びカソード露点を70 [°C]とした。

[0084] [表5]

	スタック温度 [°C]	アノード露点 [°C]	カソード露点 [°C]	電圧@150 [A]
実施例5-1	50	50	50	1.10
実施例5-2	50	70	70	1.53
実施例1	70	70	70	1.64
実施例5-3	70	60	70	1.63
実施例5-4	70	70	60	1.64
実施例5-5	70	80	80	1.69
実施例5-6	80	80	80	1.67
実施例5-7	80	70	70	1.60

[0085] 上記表 5 に記載の通り、活性化後の燃料電池スタックの電圧は、実施例 5-1、実施例 5-2、実施例 5-7、実施例 5-3、実施例 1、実施例 5-4、実施例 5-6、及び実施例 5-5 の順で高い。特に上記表 5 の結果によれば、実施例 5-1 と実施例 5-2 との間において、活性化の効果に大きな差が認められる。このためアノード側ガスの露点は 50 [°C] より高くし、かつカソード側ガスの露点は 50 [°C] より高くすることが好ましいといえる。以上より本発明の活性化方法は、活性化しようとする燃料電池スタックの仕様に応じてスタック温度、アノード露点、及びカソード露点を調整することにより、短時間で効率的に燃料電池スタックを活性化できる。

符号の説明

- [0086] 1…燃料電池スタック（燃料電池）
2…燃料電池セル（燃料電池）
24…電解質膜（電解質層）
25…アノード電極
26…カソード電極
3…活性化装置
4…アノード側ガス供給装置
41…水素ガス供給源
42…水素ガス供給路（アノード側ガス供給路）
5…カソード側ガス供給装置
51…エアポンプ（酸化剤ガス供給源）
52…窒素ガス供給源（不活性ガス供給源）
53…制御装置（切替手段）
54…カソード側ガス供給路（カソード側ガス供給路）
6…外部電気負荷（外部電気負荷）
7…セル電圧センサ（電圧センサ）

請求の範囲

- [請求項1] 固体高分子を含む電解質層と、当該電解質層の一方の面に設けられたアノード電極と、前記電解質層の他方の面に設けられたカソード電極と、を備える燃料電池の活性化方法であって、
- 前記アノード電極にアノード側ガスとして水素ガスを供給するとともに前記カソード電極にカソード側ガスとして酸化剤ガスを供給することにより、前記アノード電極と前記カソード電極との間に電位差を生じさせた状態で、前記アノード電極と前記カソード電極とを外部電気負荷を介して電氣的に接続し通電する第1通電工程と、
- 前記アノード電極にアノード側ガスとして水素ガスを供給するとともに前記カソード電極にカソード側ガスとして不活性ガスを供給することにより、前記アノード電極と前記カソード電極との間に電位差を生じさせた状態で、前記アノード電極と前記カソード電極とを前記外部電気負荷を介して電氣的に接続し通電する第2通電工程と、を備えることを特徴とする燃料電池の活性化方法。
- [請求項2] 前記第1通電工程と前記第2通電工程とを交互に複数回繰り返すことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池の活性化方法。
- [請求項3] 前記第1通電工程では、酸化剤ガスと不活性ガスを混合したものをカソード側ガスとして前記カソード電極に供給し、
- 前記第1通電工程から前記第2通電工程に移行する際には、不活性ガスの供給を継続しながら酸化剤ガスの供給をオフにすることを特徴とする請求項1又は2に記載の燃料電池の活性化方法。
- [請求項4] 前記第2通電工程を行っている間に前記アノード電極と前記カソード電極との間の電位差が所定電圧以下である状態が所定時間継続した後に、前記第2通電工程から前記第1通電工程に移行することを特徴とする請求項1から3に記載の燃料電池の活性化方法。
- [請求項5] 固体高分子を含む電解質層と、当該電解質層の一方の面に設けられたアノード電極と、前記電解質層の他方の面に設けられたカソード電

極と、を備える燃料電池の活性化装置であって、

前記アノード電極と前記カソード電極とを電氣的に接続する外部電気負荷と、

水素ガスを供給する水素ガス供給源と、

前記アノード電極と前記水素ガス供給源とを接続するアノード側ガス供給路と、

酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給源と、

不活性ガスを供給する不活性ガス供給源と、

前記カソード電極と前記酸化剤ガス供給源及び前記不活性ガス供給源とを接続するカソード側ガス供給路と、

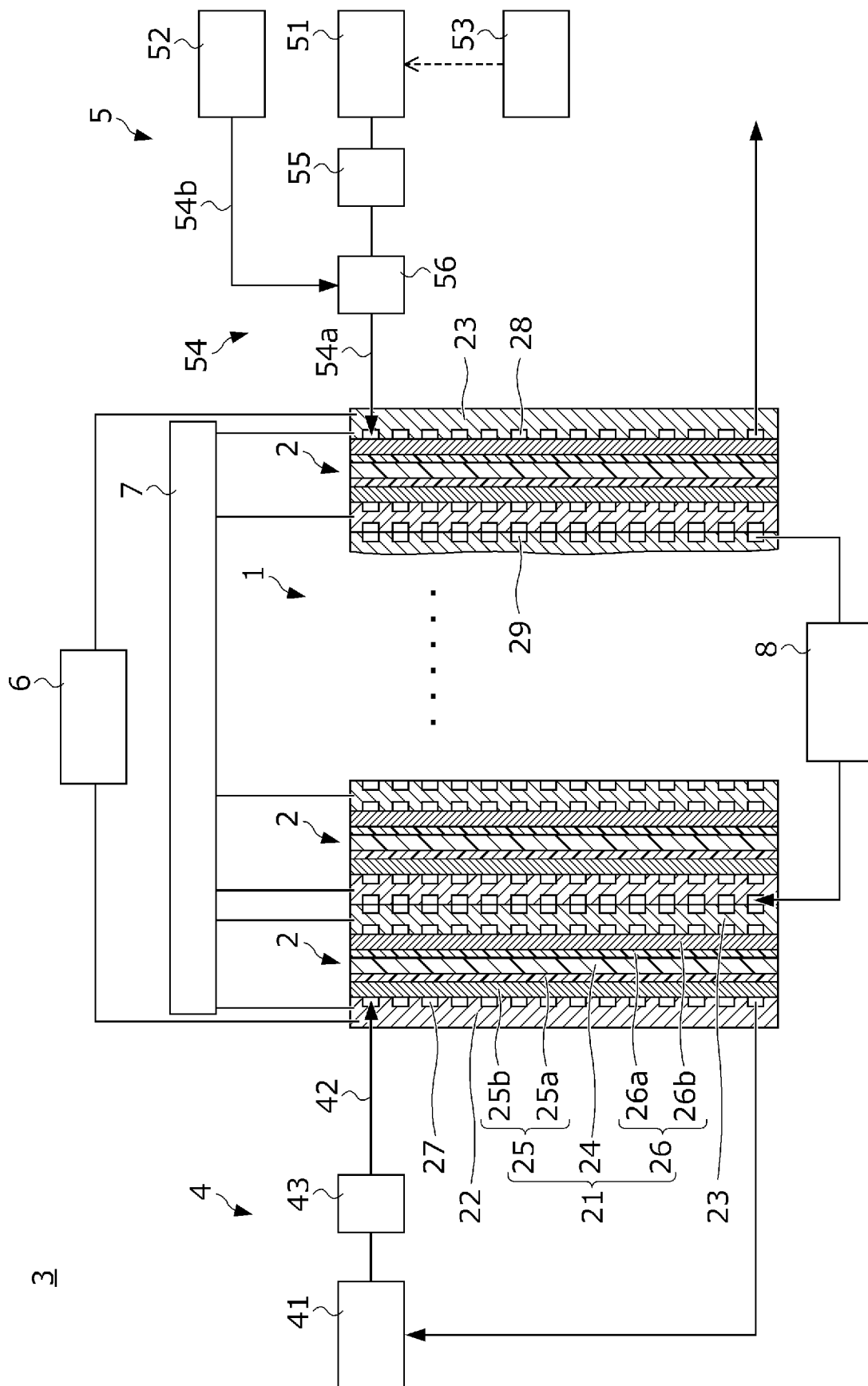
前記酸化剤ガス供給源から前記カソード電極への酸化剤ガスの供給を交互にオン又はオフにする制御手段と、を備えることを特徴とする燃料電池の活性化装置。

[請求項6]

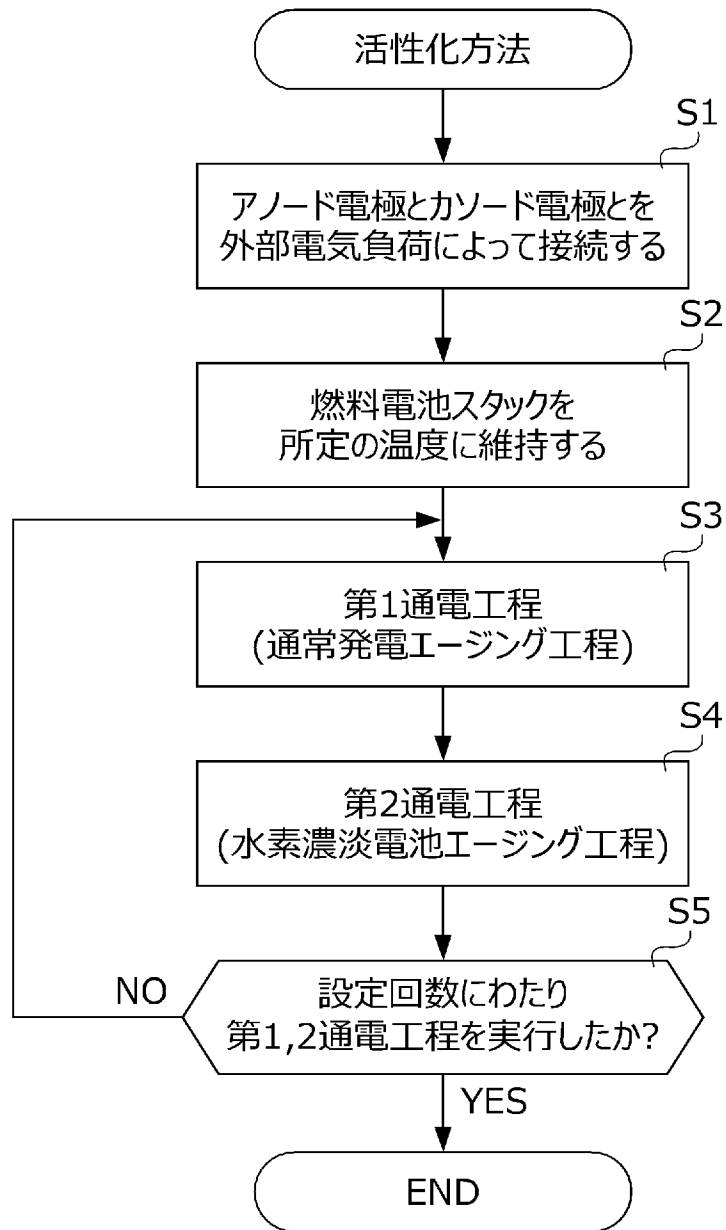
前記アノード電極と前記カソード電極との間の電位差を検出する電圧センサをさらに備え、

前記制御手段は、前記酸化剤ガスの供給をオフにしているときに前記電位差が所定電圧以下に低下した状態が所定時間継続した後に、前記酸化剤ガスの供給をオンにすることを特徴とする請求項5に記載の燃料電池の活性化装置。

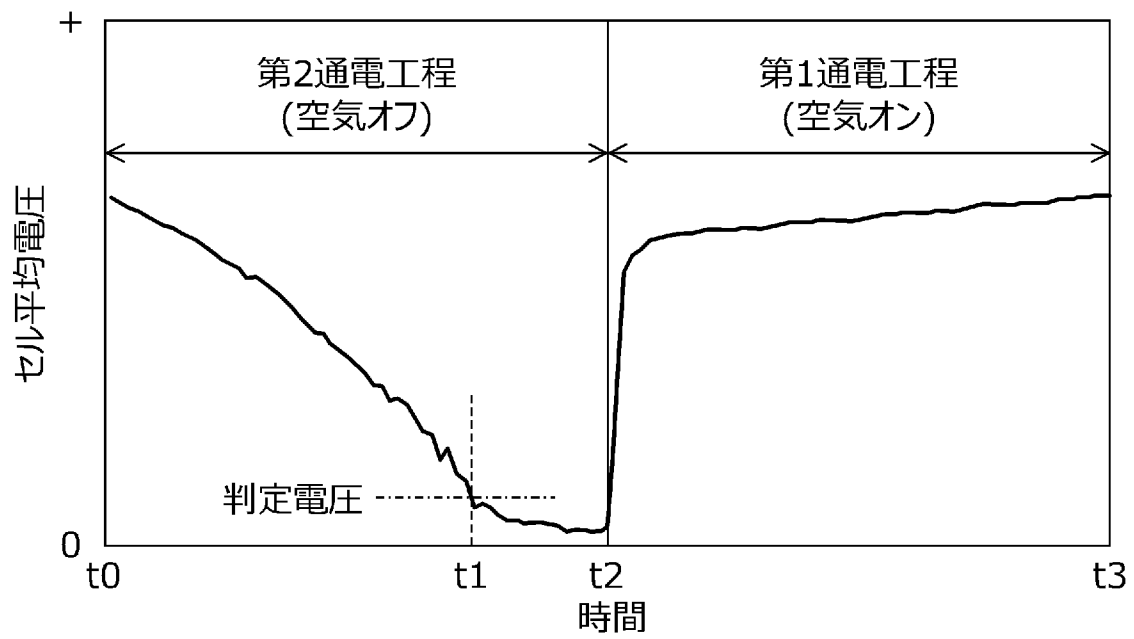
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/051244

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01M8/04223(2016.01) i, H01M8/04302(2016.01) i
FI: H01M8/04223, H01M8/04302

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)

Int. Cl. H01M8/04223, H01M8/04302

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
X	JP 2017-79194 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 27 April	1-2, 4-6
Y	2017, paragraphs [0007], [0011], [0012], [0027]-[0030], fig. 3	3
Y	JP 2004-349050 A (AISIN SEIKI CO., LTD.) 09 December 2004, paragraphs [0028]-[0031], [0037]-[0040], [0055]-[0057]	3
A	JP 2005-135857 A (ESPEC CORP.) 26 May 2005, entire text, all drawings	1-6

☐ 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
05.03.2020

Date of mailing of the international search report
17.03.2020

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/051244

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-79194 A	27.04.2017	(Family: none)	
JP 2004-349050 A	09.12.2004	US 2007/0009773 A1 paragraphs [0029]- [0032], [0051]-[0054], [0076]-[0080]	
JP 2005-135857 A	26.05.2005	US 2005/0096858 A1 entire text, all drawings US 2008/0150540 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01M 8/04223(2016.01)i; H01M 8/04302(2016.01)i FI: H01M8/04223; H01M8/04302														
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（IPC）） H01M8/04223; H01M8/04302														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020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												
X	JP 2017-79194 A（トヨタ自動車株式会社）27.04.2017（2017-04-27） 段落0007, 0011-0012, 0027-0030, 図3	1-2, 4-6												
Y		3												
Y	JP 2004-349050 A（アイシン精機株式会社）09.12.2004（2004-12-09） 段落0028-0031, 0037-0040, 0055-0057	3												
A	JP 2005-135857 A（エスベック株式会社）26.05.2005（2005-05-26） 全文、全図	1-6												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 05.03.2020	国際調査報告の発送日 17.03.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 橋本 敏行 3H 3927 電話番号 03-3581-1101 内線 3316													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/051244

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-79194	A	27.04.2017	(ファミリーなし)	
JP	2004-349050	A	09.12.2004	US 2007/0009773 A1	
				段落 0029-0032, 0051-0054, 0076-0080	
JP	2005-135857	A	26.05.2005	US 2005/0096858 A1	
				全文、全図	
				US 2008/0150540 A1	