

(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12月3日(03.12.2020)



(10) 国際公開番号

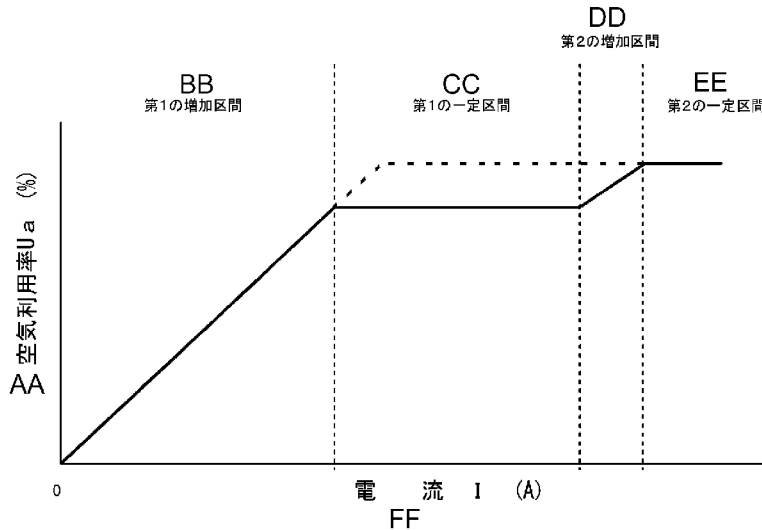
WO 2020/241593 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 8/04 (2016.01) *H01M 8/04746* (2016.01)
H01M 8/043 (2016.01) *H01M 8/04858* (2016.01)
H01M 8/04537 (2016.01) *H01M 8/12* (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/020609
- (22) 国際出願日: 2020年5月25日(25.05.2020)
- (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 2019-098644 2019年5月27日(27.05.2019) JP
 特願 2019-098645 2019年5月27日(27.05.2019) JP
- (71) 出願人: 京セラ株式会社 (**KYOCERA CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- ダイニチ工業株式会社 (**DAINICHI CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒9501295 新潟県新潟市南区北田中780番地6 Niigata (JP).
- (72) 発明者: 谷口 英二 (**TANIGUCHI, Eiji**); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 西教 圭一郎 (**SAIKYO, Keiichiro**); 〒5410052 大阪府大阪市中央区安土町1丁目8番15号 野村不動産大阪ビル9階 西教特許事務所 Osaka (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,

(54) Title: FUEL CELL APPARATUS

(54) 発明の名称: 燃料電池装置

FIG. 3



- AA Air utilization rate U_a (%)
- BB First increasing interval
- CC First constant interval
- DD Second increasing interval
- EE Second constant interval
- FF Current I (A)

(57) Abstract: This fuel cell apparatus is provided with: an oxygen-containing gas supply unit (13) that supplies air to a fuel cell module (1); a fuel supply unit (14) that supplies fuel gas to a fuel cell; a power adjustment device (20) that adjusts the supply of a generated current to a load; and a control device (30). The control device (30) has a plurality of predetermined relational expressions between a current amount [I] generated by the fuel cell and an air utilization rate [Ua] and/or a fuel utilization rate [Uf], and when the generated current amount is increased in a self-sustained operation, for example, during a power failure, selects a relational expression on the basis of a current increase speed set by the power adjustment device (20).

WO 2020/241593 A1

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, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

(57) 要約 : 本開示の燃料電池装置は、燃料電池モジュール (1) に空気を供給する酸素含有ガス供給部 (13) と、燃料電池に燃料ガスを供給する燃料供給部 (14) と、発電した電流の負荷への供給を調整する電力調整装置 (20) と、制御装置 (30) と、を備える。制御装置 (30) は、予め定められた、燃料電池が発電する電流量 [I] と、空気利用率 [U_a] および/または燃料利用率 [U_f] と、の関係式を複数有しており、停電時等の自立運転時に、発電電流量を増量しようとする際、電力調整装置 (20) で設定された電流上昇速度に基づいて関係式を選択する。

明 細 書

発明の名称：燃料電池装置

技術分野

[0001] 本開示は、燃料電池装置に関する。

背景技術

[0002] 固体酸化物形の燃料電池装置（SOFC）は、原燃料（水素含有ガス）および空気（酸素含有ガス）を用いて発電を行なう。この燃料電池装置は、家庭用途や小規模事業所用途等、使用電力（電流値）の低い、小規模な発電に利用される場合、外部負荷（以下、単に「負荷」ともいう）による要求電力は、比較的大きく変動する。そのため、燃料電池装置は、いわゆる定格運転の他に、発電電流が定格運転未満の低電流で発電運転を行なう、「負荷追従運転」または「部分負荷運転」と呼ばれる仕様（モード）を備える。

[0003] この部分負荷運転に関し、特許文献1には、部分負荷（負荷追従）運転中の、セルスタックの空気利用率〔 U_a （%）〕と発電電流量〔電流値 I （A）〕との関係が示されている。すなわち、特許文献1の図に示す、空気利用率 U_a と発電電流量 I の相関を表すグラフにおいて、負荷の要求に応じた発電電流量 I の増加に伴う空気利用率 U_a の増加割合を、筐体内の空気（酸素含有ガス）の温度に応じて変化させる提案が開示されている。

[0004] またこの部分負荷運転に関し、特許文献2には、部分負荷（負荷追従）運転中の、セルスタックの燃料利用率〔 U_f （%）〕と発電電流量〔電流値 I （A）〕との関係が示されている。すなわち、特許文献1の図に示す、燃料利用率 U_f と発電電流量 I の相関を表すグラフにおいて、負荷の要求に応じた発電電流量 I の増加に伴う燃料利用率 U_f の増加割合を、二次曲線あるいは三次曲線等の「非直線」（非一次直線）状とする提案が開示されている。

[0005] 燃料電池装置においては、停電や外部電源の喪失等、系統電源と解列した場合、燃料電池装置単体で、負荷に対して電力の供給を行なうことのできる「自立運転」モードが実行される。

[0006] この自立運転モードにおいては、外部負荷の変動（要求）に即座に応えることを目的に、外部負荷への出力追従性能（以下、「負荷追従性」という）を引き上げるべく、電流上昇速度を高くする場合がある。この場合に、一時的に、セルスタックの中で、発電に必要な空気の量および／または燃料ガスの量が不足する状態が発生し、燃料電池セルに損傷等が発生するおそれがある。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第5528451号公報

特許文献2：特許第5591249号公報

発明の概要

[0008] 本開示の燃料電池装置は、燃料ガスと酸素含有ガスとを用いて発電を行なう燃料電池と、燃料電池に酸素含有ガスを供給する酸素含有ガス供給部と、燃料電池に燃料ガスを供給する燃料供給部と、燃料電池で発電した電流の負荷への供給を調整する電力調整装置と、前記酸素含有ガス供給部および／または前記燃料供給部と、前記電力調整装置の動作と、を制御する制御装置と、を備える。

前記制御装置は、予め定められた、前記燃料電池の発電量と、空気利用率および／または燃料利用率と、の関係式を複数有しており、前記電力調整装置で設定された電流上昇速度に基づいて、前記関係式を選択する選択制御を実行する。

図面の簡単な説明

[0009] 本開示の目的、特色、および利点は、下記の詳細な説明と図面とからより明確になるであろう。

[図1]実施形態の燃料電池装置の概略構成図である。

[図2]外装ケース内の燃料電池装置の構成を示す斜視図である。

[図3]第1実施形態の燃料電池装置のセルスタックにおける、発電により発生

する電流量〔I〕と空気利用率〔U_a〕との関係を示すグラフである。

[図4]第2実施形態の燃料電池装置のセルスタックにおける、発電により発生する電流量〔I〕と空気利用率〔U_a〕との関係を示すグラフである。

[図5]第3実施形態の燃料電池装置のセルスタックにおける、発電により発生する電流量〔I〕と燃料利用率〔U_f〕との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参考にして本実施形態の燃料電池装置について説明する。

図1に示す実施形態の燃料電池装置100は、燃料ガスと酸素含有ガスとを用いて発電を行なう燃料電池モジュール1と、空気ブロアB1および空気流路Fを有する酸素含有ガス供給部13、燃料ポンプB2および原燃料流路Gを有する燃料供給部14、改質水タンク6および改質水ポンプP1等を含む改質水供給部15等、燃料電池の自立した発電運転を補助するための補機類を備える。

[0011] また、燃料電池装置100は、外部への電力供給と系統電源への連係を担う補機として、電力調整装置（パワーコンディショナ20）を備え、このパワーコンディショナ20と連係して、前述の燃料電池の発電運転を補助する各補機の動作を制御する制御装置30を備える。なお、パワーコンディショナ20は、電流計（Aアンペア）、電圧計（Vボルト）等を有している。

[0012] さらに、本実施形態の燃料電池装置100は、熱交換器2、蓄熱タンク3（貯湯タンクともいう）、放熱器（ラジエータ4）およびこれらを繋ぐ流路配管、熱媒ポンプP2等を含む、排熱回収システム（ヒートサイクルHC1）を備える。

[0013] 図1に記載の燃料電池装置100は、さらに、外部に供給するための水道水（上水）を加温するための第2熱交換器5（上水熱交換器ともいう）と、前述の蓄熱タンク3から高温の熱媒を取り出して循環させるための与熱ポンプP3および循環配管等を含む、温水供給システム（ヒートサイクルHC2）を備えている。なお、燃料電池装置は、外部への温水供給を行わない、いわゆるモノジェネレーションシステムとしてもよい。

- [0014] そして、燃料電池装置100は、図2に示すような、各フレーム41と各外装パネル42とからなるケース40の中に配設されている。このケース40の中の、燃料電池モジュール1および各補機の周りや流路、配管等には、以下のような複数の計測機器やセンサ等が設けられている。
- [0015] たとえば、燃料電池モジュール1に空気（酸素含有ガス）を供給する酸素含有ガス供給部13の空気流路Fには、フローメータ等の空気流量計FM1が配設される。空気流量計FM1は、セルスタック11に供給する、空気の時間あたり流量を計測する。
- [0016] たとえば、燃料電池モジュール1に原燃料（ガス）を供給する燃料供給部14の原燃料流路Gには、フローメータ等の燃料流量計FM2が配設される。燃料流量計FM2は、改質器12に供給する、都市ガス等の原燃料（燃料ガス）の時間あたり流量を計測する。
- [0017] また、燃料電池装置100は、燃料電池各部の温度を計測する温度センサ、サーミスタ等の温度計測器または温度計（図示省略）等を複数備えることもできる。
- [0018] そして、燃料電池装置100全体を統括して、その運転を制御する制御装置30は、記憶装置および表示装置（ともに図示省略）と、燃料電池装置100を構成する各種構成部品および各種センサと接続され、これらの各機能部をはじめとして、燃料電池装置100の全体を制御および管理する。また、制御装置30は、それに付属する記憶装置に記憶されているプログラムを取得して、このプログラムを実行することにより、燃料電池装置100の各部にかかる、種々の機能を実現する。
- [0019] 制御装置30から、他の機能部または装置に制御信号または各種の情報などを送信する場合、制御装置30と他の機能部とは、有線または無線により接続されていればよい。制御装置30が行う本実施形態に特徴的な制御については、後記で説明する。
- [0020] なお、本実施形態において、制御装置30は特に、外部負荷から要求される電力の大小、燃料電池装置に繋がる外部装置（給湯器200等）の指示、

指令や、外部への電力供給量を表す電流計、電圧計等の計測値（VA皮相電力等）、あるいは先に述べた各種センサの指示や計測値にもとづいて、セルスタック11に空気を供給する酸素含有ガス供給部13の空気ブローB1の動作と、燃料供給部14の燃料ポンプB2等の動作を制御する。

[0021] 具体的には、前述したような構成の燃料電池装置100では、制御装置30は、酸素含有ガス供給部13および燃料供給部14の動作を制御して、運転に必要な量の酸素含有ガスと燃料ガスを、燃料電池セルに供給する。それにより、燃料電池セルで発電した電力は、電力調整装置（パワーコンディショナ20）を介して、外部負荷に供給される。

[0022] 以下、発電電流量 I （A）に対応して、空気の流量を代替する「空気利用率（ U_a ）」を操作・増減させる「空気流量制御」について説明する。

[0023] 第1および第2実施形態の燃料電池装置100の制御装置30は、電力調整装置（以下、パワーコンディショナ20）により制御される燃料電池の発電電流量 I （A）に対応して、空気ブローB1を制御する。ここで、制御装置30は、発電電流量 I （A）に対応して予め設定された「空気利用率」（すなわち U_a ）に応じて、空気ブローB1を制御する。なお、「空気利用率」（ U_a ）とは、燃料電池に供給される空気の量に対する、発電に利用される空気量の割合を意味するものである。

[0024] ここで、実施形態の燃料電池装置100の制御装置30は、燃料電池（燃料電池モジュール1）の発電量と空気利用率との関係式を複数有しており、パワーコンディショナ20で設定された電流上昇速度に基づいて、関係式を選択する選択制御を実行する。それにより、電流上昇速度に応じて適切な関係式を選択して実行することで、燃料電池セルの破損を抑制することができる。

[0025] なお、「電流上昇速度」とは、単位時間あたりに、燃料電池で発電した電流の量（発電電流量または電流値）が増加方向に変化する際の変位量（差分）のことを言う。単位は、A（アンペア）／秒である。

[0026] 図3は、実施形態の燃料電池装置のセルスタックにおける、発電により発

生する電流量〔I〕と空気利用率〔U_a〕との関係を示す第1実施形態のグラフである。この図3においては、実線で示す関係式と、一部破線で示す関係式の2種類のグラフを示している。なお、燃料電池装置のサイズ（定格発電量）等により、空気利用率U_aや発電量である電流量Iの値は適宜設定できる。したがって、図3は、あくまで空気利用率U_aと発電量（I）との関係式（グラフ）の一例を示すものである。また、関係式は3つ以上の関係式を有していてもよい。以下の説明においては、図3に示すグラフを用いて説明する。

[0027] 図3においては、通常運転時に選択される本開示の「第1関係式」（一部破線で表示）と、停電等の際の自立運転時に選択される本開示の「第2関係式」（実線で表示）の一例を示している。なお、第1関係式の破線部分以外は、共通の関係式となっている。なお、第1関係式の破線で示しているカーブは、停電等の際の「自立運転」時以外の、すなわち通常運転時（本開示の「電流上昇速度」が遅いまたは低い場合）の、空気利用率U_aと発電電流量Iとの関係を示すグラフのカーブの一例である。

[0028] まず共通部分について説明する。燃料電池の発電電流量Iと空気利用率U_aとの関係（式）を表す図3のグラフにおいて、燃料電池の電流量Iの増加に対応して空気利用率U_aが漸次増加する〔第1の増加区間〕を有している。

[0029] この〔第1の増加区間〕は、言い換えれば、起動時は空気利用率U_aが低く設定され、その後、燃料電池の電流量Iの増加に対応して、空気利用率U_aが漸次増加する区間である。それにより、起動時は余剰の酸素含有ガス（空気）量が増えることで、燃焼熱を大きくすることができ、燃料電池の温度を早く上昇させることができる。よって起動時間を早めることができる。一方で、電流量Iの増加とともに、空気利用率U_aを漸次増加させることで、燃料電池の温度を上昇させつつも、効率のよい運転が可能となる。

[0030] 続いて、図3のグラフにおいて、空気利用率U_aが一定となる〔第2の一定区間〕を有している。この〔第2の一定区間〕は、燃料電池の出力が定格

最大となった「定格」と呼ばれる区間を示している。電流量 I が高い区間においては、空気利用率 U_a を高く設定することで、効率のよい運転を行なうことができる。

[0031] 続いて第1関係式と第2関係式とで異なる区間について説明する。具体的には、前述の図3のグラフにおける、通常運転時とは異なるグラフカーブの区間である、〔第1の一定区間〕と〔第2の増加区間〕とについて説明する。なお、前述の〔第1の一定区間〕および〔第2の増加区間〕は連続しており、本開示における「少なくとも一部の電流区間」の一例である。以下の説明においては、第2関係式を基準として説明する。

[0032] 図3における〔第1の一定区間〕は、〔第1の増加区間〕で、電流量 I の増加にともない漸次増加してきた空気利用率 U_a の上昇を、抑えるために設けられている区間（電流区間）である。〔第1の一定区間〕では、電流量 I の増加分に対して、同比率の空気流量を増量しており、結果として、グラフカーブの傾きがない、すなわち、電流量 I と空気利用率 U_a の関係を表す「一次式」の係数が「0（ゼロ）」の区間になっている。なお、一次式の係数は完全に0である必要はなく、ほぼ0となっていればよい。

[0033] すなわち、制御装置30は、電力調整装置20で設定された電流上昇速度が所定速度以上の自立運転モードの場合に、少なくとも前述の〔第1の一定区間〕において、電流上昇速度が所定速度より低い場合の第1関係式を表す〔第1の増加区間〕よりも空気利用率 U_a が低くなるように設定された第2関係式を表す〔第1の一定区間〕を選択する。

[0034] 関係式を選択としては、上述までの説明の通り、全体の関係式を選択するようにしてもよいが、たとえば、この異なる区間のみを関係式を選択するようにしてもよい。なお、〔第1の一定区間〕は、前述の〔第1の増加区間〕とは、電流の増加に伴う空気利用率 U_a の増加率が異なっている区間である。

[0035] また、続く〔第2の増加区間〕では、第1の一定区間と第2の一定区間とを繋ぐ区間となっており、電流量 I と空気利用率 U_a の関係を表す「一次式

」の係数が「正（プラス）」の区間になっている。なお、この区間におけるグラフの傾き等は適宜設定でき、第1の増加区間よりも傾きが急になっていてもよく、また緩くなってもよい。

[0036] このように、〔第1の増加区間〕と、〔第2の一定区間〕との間に、通常運転状態より空気利用率 U_a を下げた区間、すなわち、多くの空気をセルスタックに供給する〔第1の一定区間〕および〔第2の増加区間〕を設定することにより、これらの区間における、自立運転時の、高空気利用率（高 U_a ）の状態の発生を抑制することができる。

[0037] したがって、本実施形態の燃料電池装置100は、自立運転モードに移行して、先に述べたような電流上昇速度が高く設定されている状態で、外部負荷の要求により、負荷（出力電流）が急激に上昇した場合でも、空気の供給量が、予め、通常運転時より多めに設定されているため、一時的にセルスタックの中で、発電に必要な空気の量が不足して高 U_a 状態が発生することが、抑制されている。

[0038] その結果、停電時等に自立運転を行っても、燃料電池セルに損傷等が発生するおそれを回避することができ、耐久性が向上した燃料電池装置とすることができる。

[0039] なお、図3における〔第1の一定区間〕における電流量 I と空気利用率 U_a の関係を表す一次式の係数は、「負（マイナス）」、すなわち、グラフカーブの傾きが負（マイナス）をとるようにしてもよい。

[0040] また、〔第2の増加区間〕における、電流量 I に対する空気利用率 U_a の増分は、必ずしも一次（関数）的である必要はなく、二次曲線（二次関数）あるいは三次曲線（三次関数）等の、非直線的なグラフカーブとなるようにしてもよい。〔第1の増加区間〕も同様である。

[0041] つぎに、第2実施形態について図4を用いて説明する。なお、第1実施形態の空気利用率 U_a の設定を表す図3と、第2実施形態の空気利用率 U_a の設定を表す図4との違いは、第1関係式において、第2の増加区間が減少区間となっていることと、燃料電池の出力が定格最大となった「定格」と呼ば

れる区間における空気利用率 U_a の値が、一定（図3）であるか、電流値の上昇に伴って低下（図4）しているかである。なお、以下の説明において、第1実施形態と同じ部分については説明を簡略化する。

[0042] 第2実施形態である「図4」のグラフにおいても、〔第1の増加区間〕で電流量 I の増加にともない漸次増加してきた空気利用率 U_a の上昇を抑えるために、〔一定区間〕が設けられている。この〔一定区間〕では、第1実施形態の〔第1の一定区間〕と同様、電流量 I の増加分に対して、同比率の空気が増量されている。なお、〔一定区間〕は、グラフカーブの傾きがない、電流量 I と空気利用率 U_a の関係を表す「一次式」の係数が「0（ゼロ）」の区間である。なお、一次式の係数は完全に0である必要はなく、ほぼ0となっていればよい。

[0043] 言い換えれば、燃料電池装置100の制御装置30は、電力調整装置20で設定された電流上昇速度が所定速度以上の自立運転モードの場合に、少なくとも前述の〔一定区間〕において、電流上昇速度が所定速度より低い場合の「第1関係式」（〔第1の増加区間〕に相当）よりも空気利用率 U_a が低くなるように設定された「第2関係式」（〔第1の一定区間〕に相当）を、選択する。

[0044] 関係式を選択としては、上述までの説明の通り、全体の関係式を選択するようにしてもよいが、たとえば、異なる区間のみを関係式を選択するようにしてもよい。なお、〔一定区間〕は、前述の〔第1の増加区間〕とは、電流の増加に伴う空気利用率 U_a の増加率が異なっている区間である。

[0045] 続いて、〔第2の増加区間〕および空気利用率 U_a が低下する〔低下区間〕を有している。なお、第1関係式を基準とすると、第2の増加区間および低下区間は、連続する低下区間であるとも言える。〔低下区間〕は、燃料電池の出力が定格最大となった「定格」と呼ばれる区間を示している。

[0046] また、燃料電池（燃料電池モジュール1）における最大の電流量 I に対して最低限必要な空気量を算出することができる。この空気量が最低限となるように空気利用率 U_a を算出する。

- [0047] すなわち、〔第2の増加区間〕および〔低下区間〕における空気利用率 U_a は、最大の電流量 I に対して最低限必要な空気量に基づいて算出され、第1関係式を基準とすると、連続する低下区間となる。それにより、外部負荷の要求により、負荷（出力電流）が急激に上昇した場合でも、一時的にセルスタックの中で、発電に必要な空気の量が不足して高 U_a 状態が発生することが、抑制されている。
- [0048] 一方で、第2関係式においては、〔第2の増加区間〕は、一定区間と低下区間とを繋ぐ区間となっており、第1実施形態と同様、電流量 I の増加分に対して、それより小さな比率の空気流量が増量される区間である。この区間において、グラフカーブの傾き、すなわち、電流量 I と空気利用率 U_a の関係を表す「一次式」の係数は「正（プラス）」になっている。なお、この区間におけるグラフの傾き等は適宜設定でき、第1の増加区間よりも傾きが急になっていてもよく、また緩くなってもよい。
- [0049] このように、第2実施形態においても、〔第1の増加区間〕と、〔低下区間〕との間に、通常運転状態より空気利用率 U_a を下げた区間、すなわち、多くの空気をセルスタックに供給する〔一定区間〕および〔第2の増加区間〕を設定することにより、これらの区間における、自立運転時の、高空気利用率（高 U_a ）の状態の発生を抑制することができる。
- [0050] その結果、停電時等に自立運転を行なっても、燃料電池セルに損傷等が発生するおそれを回避することができ、耐久性が向上した燃料電池装置とすることができる。
- [0051] また関係式として、例えば空気利用率 U_a の上限値に関する関係式や、酸素含有ガス流量における上限下限値に関する関係式を有していてもよい。この場合に、例えば上述した〔第1の増加区間〕、〔一定区間〕、〔第2の増加区間〕、〔低下区間〕において、適宜優先する関係式を設定して、関係式を選択するようにしてもよい。
- [0052] 続いて、以下、発電電流量 $[I (A)]$ に対応して、燃料ガスの流量を代替する「燃料利用率（ U_f ）」を操作・増減させる「燃料ガス流量制御」に

ついて説明する。

- [0053] 第3実施形態の燃料電池装置100の制御装置30は、電力調整装置（以下、パワーコンディショナ20）により制御される燃料電池の発電電流量 I （A）に対応して、燃料ポンプB2を制御する。ここで、制御装置30は、発電電流量 I （A）に対応して予め設定された「燃料利用率」（すなわち U_f ）に応じて、燃料ポンプB2を制御する。なお、燃料利用率（ U_f ）とは、燃料電池に供給される燃料ガスの量に対する、発電に利用される燃料ガス量の割合を意味するものである。
- [0054] ここで、第3実施形態の燃料電池装置100の制御装置30は、燃料電池（燃料電池モジュール1）の発電量と燃料利用率の関係式を複数記憶しており、パワーコンディショナ20で設定された電流上昇速度に基づいて、関係式を選択する選択制御を実行する。それにより、電流上昇速度に応じて適切な関係式を選択して実行することで、燃料電池セルの破損を抑制することができる。
- [0055] なお、「電流上昇速度」とは、単位時間あたりに、燃料電池で発電した電流量（発電電流量または電流値）が増加方向に変化する際の変位量（差分）のことを言う。単位は、A（アンペア）／秒である。
- [0056] 図5は、第3実施形態の燃料電池装置のセルスタックにおける、発電により発生する電流量 I と燃料利用率 U_f との関係を示すグラフである。この図5においては、実線で示す関係式と、一部破線で示す関係式の2種類のグラフを示している。なお、燃料電池装置のサイズ（定格発電量）等により、燃料利用率 U_f や発電量である電流量 I の値は適宜設定できる。したがって、図5は、あくまで燃料利用率 U_f と発電量（ I ）との関係式（グラフ）の一例を示すものである。また、関係式は3つ以上の関係式を有していてもよい。以下の説明においては、図5に示すグラフを用いて説明する。
- [0057] 図5においては、通常運転時に選択される本開示の「第3関係式」（一部破線で表示）と、停電等の際の自立運転時に選択される本開示の「第4関係式」（実線で表示）の一例を示している。なお、第3関係式の破線部分以外

は、共通の関係式となっている。なお、第3関係式の破線で示しているカーブは、停電等の際の「自立運転」時以外の、すなわち通常運転時（本開示の「電流上昇速度」が遅いまたは低い場合）の、燃料利用率 U_f と発電電流量 I との関係を示すグラフのカーブの一例である。

[0058] まず共通部分について説明する。燃料電池の発電電流量 I と燃料利用率 U_f との関係（式）を表す図5のグラフにおいて、燃料電池の電流量 I の増加に対応して燃料利用率 U_f が漸次増加する〔第1の増加区間〕を有している。

[0059] この〔第1の増加区間〕は、言い換えれば、起動時は燃料利用率 U_f が低く設定され、その後、燃料電池の電流量 I の増加に対応して、燃料利用率 U_f が漸次増加する区間である。

[0060] それにより、起動時は余剰の燃料ガス量が増えることで、燃焼熱を大きくすることができ、燃料電池の温度を早く上昇させることができる。よって起動時間を早めることができる。一方で、電流量 I の増加とともに、燃料利用率 U_f を漸次増加させることで、燃料電池の温度を上昇させつつも、効率のよい運転が可能となる。

[0061] 続いて、図5のグラフは、燃料利用率 U_f が一定となる〔第2の一定区間〕を有している。この〔第2の一定区間〕は、燃料電池の出力が定格最大となった「定格」と呼ばれる区間を示している。このように、電流量 I が高い区間においては、燃料利用率 U_f を高く設定することで、効率のよい運転を行なうことができる。

[0062] 続いて第3関係式と第4関係式とで異なる区間について説明する。具体的には、前述の図5のグラフにおける、通常運転時とは異なるグラフカーブの区間である、〔第1の一定区間〕と〔第2の増加区間〕とについて説明する。なお、前述の〔第1の一定区間〕および〔第2の増加区間〕は連続しており、本開示における「少なくとも一部の電流区間」の一例である。以下の説明においては、第4関係式を基準として説明する。

[0063] 図5における〔第1の一定区間〕は、〔第1の増加区間〕で、電流量 I の

増加にともない漸次増加してきた燃料利用率 U_f の上昇を、抑えるために設けられている区間（電流区間）である。〔第1の一定区間〕では、電流量 I の増加分に対して、同比率の原燃料流量を増量しており、結果として、グラフカーブの傾きがない、すなわち、電流量 I と燃料利用率 U_f の関係を表す「一次式」の係数が「0（ゼロ）」の区間になっている。なお、一次式の係数は、完全に0である必要はなく、ほぼ0となっていればよい。

[0064] すなわち、制御装置30は、パワーコンディショナ20で設定された電流上昇速度が所定速度以上の自立運転モードの場合に、少なくとも前述の〔第1の一定区間〕において、電流上昇速度が所定速度より低い場合の第3関係式を表す〔第1の増加区間〕よりも燃料利用率 U_f が低くなるように設定された第4関係式を表す〔第1の一定区間〕を選択する。

[0065] 関係式を選択としては、上述までの説明の通り、全体の関係式を選択するようにしてもよいが、たとえば、この異なる区間のみを関係式を選択するようにしてもよい。なお、〔第1の一定区間〕は、前述の〔第1の増加区間〕とは、電流の増加に伴う燃料利用率 U_f の増加率が異なっている区間である。

[0066] また、続く〔第2の増加区間〕では、第1の一定区間と第2の一定区間とを繋ぐ区間となっており、電流量 I と燃料利用率 U_f の関係を表す「一次式」の係数が「正（プラス）」の区間になっている。なお、この区間におけるグラフの傾き等は適宜設定でき、第1の増加区間よりも傾きが急になってもよく、また緩くなってもよい。

[0067] このように、〔第1の増加区間〕と、〔第2の一定区間〕との間に、通常運転状態より燃料利用率 U_f を下げた区間、すなわち、多くの原燃料ガスを改質器に供給する〔第1の一定区間〕および〔第2の増加区間〕を設定することにより、これらの区間における、自立運転時の、高燃料利用率（高 U_f ）の状態の発生を抑制することができる。

[0068] したがって、本実施形態の燃料電池装置100は、自立運転モードに移行して、先に述べたような電流上昇速度が高く設定されている状態で、外部負

荷の要求により、負荷（出力電流）が急激に上昇した場合でも、原燃料の供給量が、予め、通常運転時より多めに設定されているため、一時的にセルスタックの中で、発電に必要な燃料ガスの量が不足して高 U_f 状態が発生することが、抑制されている。

[0069] その結果、停電時等に自立運転を行なっても、燃料電池セルに損傷等が発生するおそれを回避することができ、耐久性が向上した燃料電池装置とすることができる。

[0070] なお、図5における〔第2の増加区間〕における、電流量 I に対する燃料利用率 U_f の増分は、必ずしも一次（関数）的である必要はなく、二次曲線（二次関数）あるいは三次曲線（三次関数）等の、非直線的なグラフカーブとなるようにしてもよい。〔第1の増加区間〕も同様である。

[0071] また関係式として、例えば燃料利用率 U_f の上限値に関する関係式や、燃料ガス流量における上限値または下限値に関する関係式を有していてもよい。この場合に、たとえば上述した〔第1の増加区間〕、〔第1の一定区間〕、〔第2の増加区間〕、〔第2の一定区間〕において、適宜優先する関係式を設定して、関係式を選択するようにしてもよい。

[0072] なお、以上の説明において、発電電流量 $[I(A)]$ に対応して、空気の流量を代替する「空気利用率(U_a)」を操作・増減させる「空気流量制御」と、発電電流量 $[I(A)]$ に対応して、燃料ガスの流量を代替する「燃料利用率(U_f)」を操作・増減させる「燃料ガス流量制御」とを、個別に説明したが、それぞれの制御を同時に行うこともできる。

[0073] 本開示の燃料電池装置によれば、自立運転を行ないつつも、燃料電池セルに損傷等が発生することが抑制された、耐久性が向上した燃料電池装置を提供できる。

[0074] 本開示は、その精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいろいろな形態で実施できる。したがって、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、本開示の範囲は特許請求の範囲に示すものであって、明細書本文には何ら拘束されない。さらに、特許請求の範囲に属する変形や変更は

全て本開示の範囲内のものである。

符号の説明

- [0075] 1 燃料電池モジュール
- 1 1 セルスタック
 - 1 2 改質器
 - 2 0 パワーコンディショナ
 - 3 0 制御装置
 - 1 3 酸素含有ガス供給部
 - 1 4 燃料供給部
 - 1 0 0 燃料電池装置
- F 空気流路
- G 原燃料流路
- B 1 空気ブロア
 - B 2 燃料ポンプ
- F M 1 空気流量計
- F M 2 燃料流量計

請求の範囲

- [請求項1] 燃料ガスと酸素含有ガスとを用いて発電を行なう燃料電池と、
燃料電池に酸素含有ガスを供給する酸素含有ガス供給部と、
燃料電池に燃料ガスを供給する燃料供給部と、
燃料電池で発電した電流の負荷への供給を調整する電力調整装置と、
、
前記酸素含有ガス供給部および／または前記燃料供給部と、前記電力調整装置の動作と、を制御する制御装置と、を備え
前記制御装置は、
予め定められた、前記燃料電池の発電量と、空気利用率および／または燃料利用率と、の関係式を複数有しており、
前記電力調整装置で設定された電流上昇速度に基づいて、前記関係式を選択する選択制御を実行する燃料電池装置。
- [請求項2] 前記燃料電池の発電量と、前記空気利用率との関係式を複数有しており、
前記制御装置は、前記電力調整装置で設定された前記電流上昇速度が所定速度以上の場合、
少なくとも一部の電流区間において、前記電流上昇速度が前記所定速度より低い場合の第1関係式よりも空気利用率が低くなるように設定された第2関係式を選択する、請求項1に記載の燃料電池装置。
- [請求項3] 前記第2関係式は、前記少なくとも一部の電流区間内において、電流の増加に伴う空気利用率の増加率が異なっている、請求項2に記載の燃料電池装置。
- [請求項4] 前記制御装置は、前記燃料電池が自立運転を行なう場合に、前記第2関係式を選択する、請求項2または3に記載の燃料電池装置。
- [請求項5] 前記燃料電池の発電量と、前記燃料利用率との関係式を複数有しており、
前記制御装置は、前記電力調整装置で設定された前記電流上昇速度

が所定速度以上の場合に、

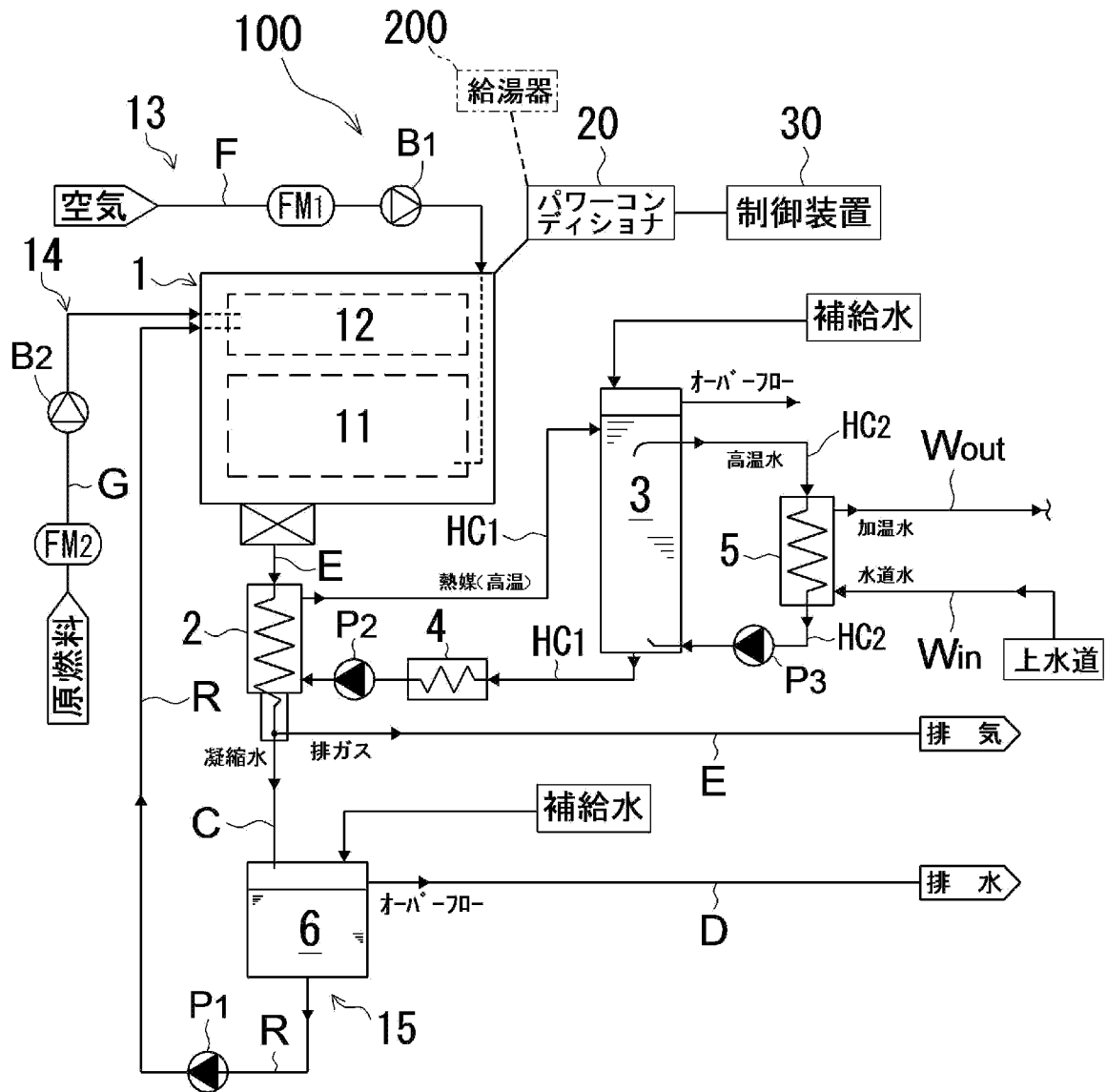
少なくとも一部の電流区間において、前記電流上昇速度が前記所定速度より低い場合の第3関係式よりも燃料利用率が低くなるように設定された第4関係式を選択する、請求項1～4のいずれかに記載の燃料電池装置。

[請求項6] 前記第4関係式は、前記少なくとも一部の電流区間内において、電流の増加に伴う燃料利用率の増加率が異なっている、請求項5に記載の燃料電池装置。

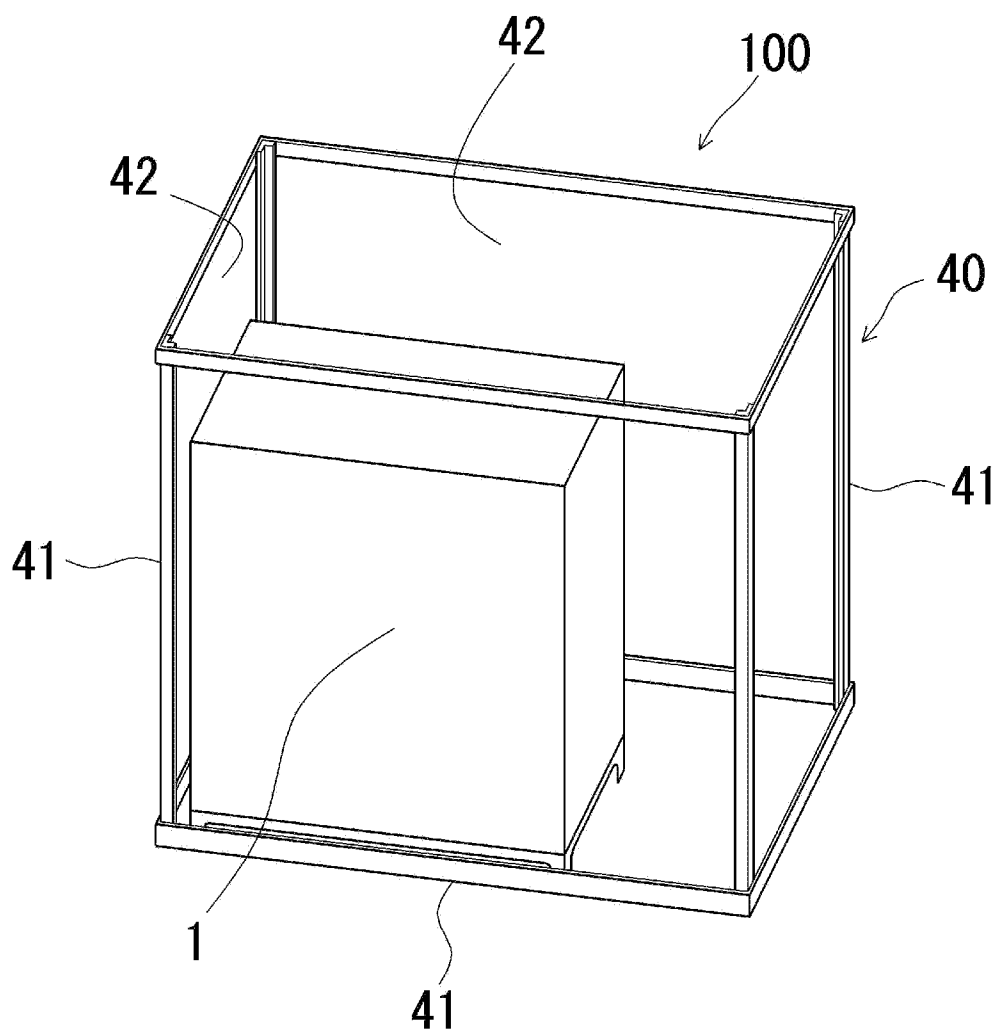
[請求項7] 前記制御装置は、前記燃料電池が自立運転を行なう場合に、前記第4関係式を選択する、請求項5または6に記載の燃料電池装置。

[図1]

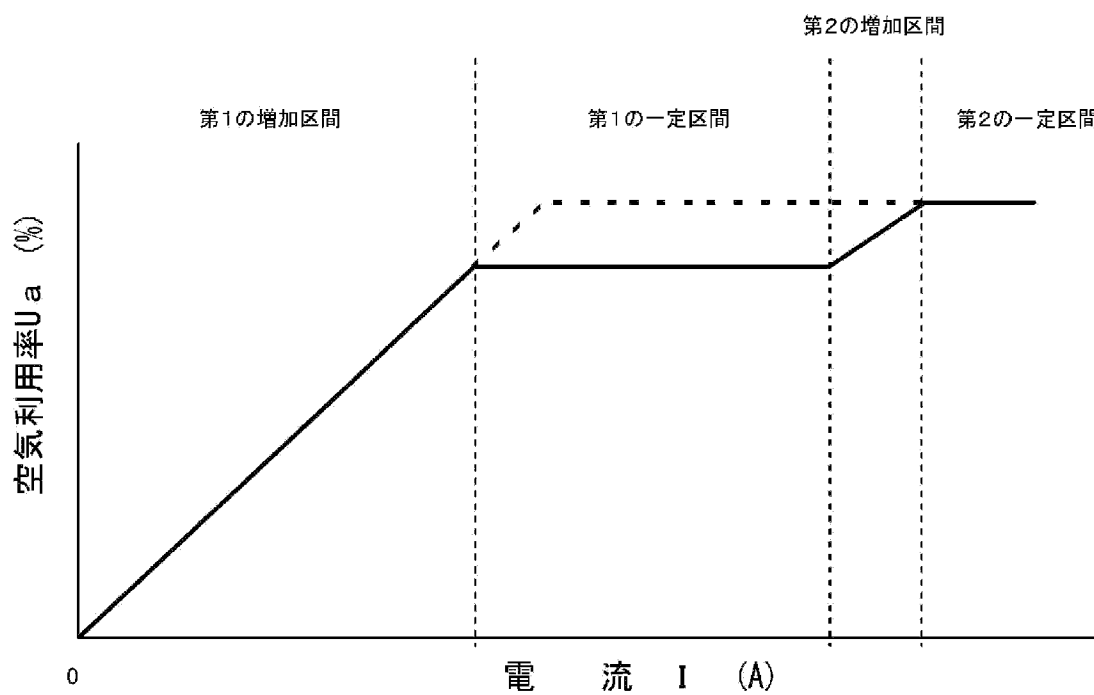
FIG. 1



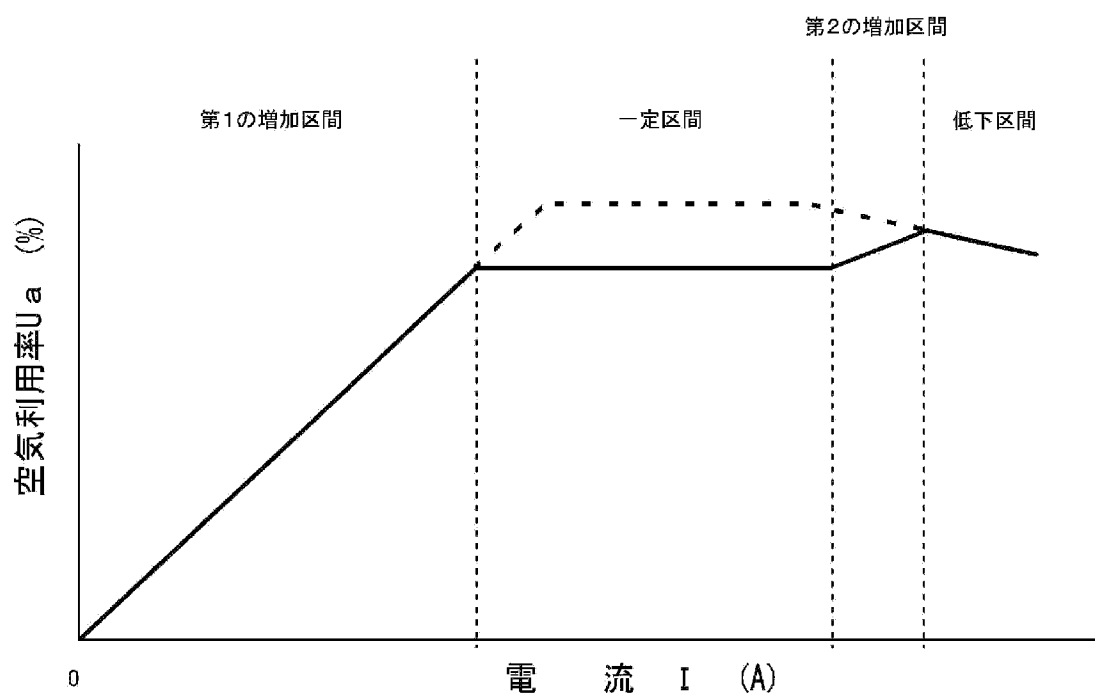
[図2]

FIG. 2

[図3]

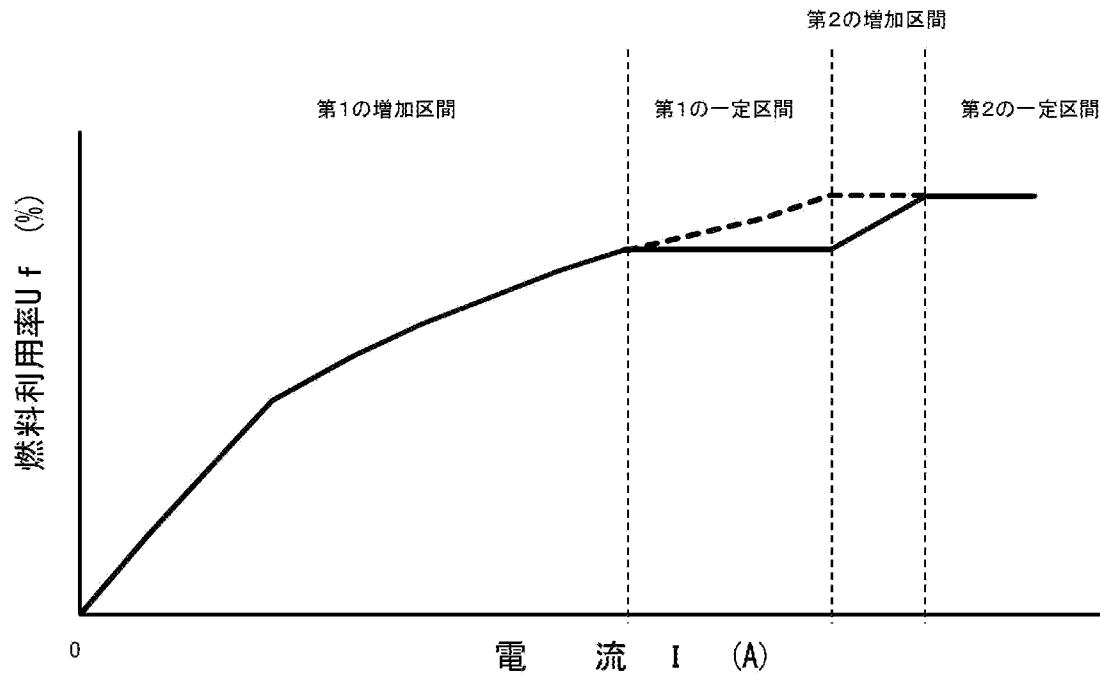
FIG. 3

[図4]

FIG. 4

[図5]

FIG. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/020609

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01M8/04(2016.01)i, H01M8/043(2016.01)i, H01M8/04537(2016.01)i, H01M8/04746(2016.01)i, H01M8/04858(2016.01)i, H01M8/12(2016.01)i
 FI: H01M8/04746, H01M8/04858, H01M8/043, H01M8/12101, H01M8/04537, H01M8/04J

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. H01M8/04, H01M8/043, H01M8/04537, H01M8/04746, H01M8/04858, H01M8/12

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.
A	JP 2013-229228 A (OSAKA GAS CO., LTD.) 07.11.2013 (2013-11-07), paragraphs [0007], [0030]-[0037], fig. 2	1-7



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
06.07.2020

Date of mailing of the international search report
21.07.2020

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/JP2020/020609

JP 2013-229228 A 07.11.2013 (Family: none)

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01M 8/04(2016.01)i; H01M 8/043(2016.01)i; H01M 8/04537(2016.01)i; H01M 8/04746(2016.01)i; H01M 8/04858(2016.01)i; H01M 8/12(2016.01)i FI: H01M8/04746; H01M8/04858; H01M8/043; H01M8/12 101; H01M8/04537; H01M8/04 J</p>														
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01M8/04; H01M8/043; H01M8/04537; H01M8/04746; H01M8/04858; H01M8/12</p> <p>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</p> <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> <p>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）</p>			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													
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2013-229228 A（大阪瓦斯株式会社）07.11.2013（2013 - 11 - 07） 段落[0007], [0030]-[0037], 図2</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table>			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	A	JP 2013-229228 A（大阪瓦斯株式会社）07.11.2013（2013 - 11 - 07） 段落[0007], [0030]-[0037], 図2	1-7						
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												
A	JP 2013-229228 A（大阪瓦斯株式会社）07.11.2013（2013 - 11 - 07） 段落[0007], [0030]-[0037], 図2	1-7												
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>														
<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														
<p>国際調査を完了した日</p> <p>06.07.2020</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>21.07.2020</p>													
<p>名称及びあて先</p> <p>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</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>加藤 昌人 3H 9257</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3316</p>													

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/JP2020/020609

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2013-229228 A	07.11.2013	(ファミリーなし)	