

(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
2012 年 10 月 11 日(11.10.2012)



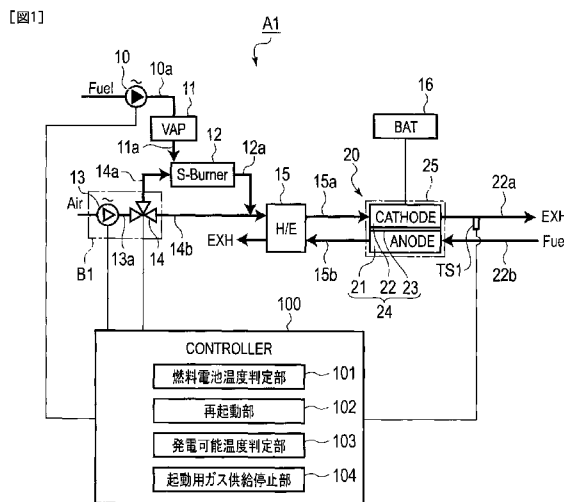
(10) 国際公開番号
WO 2012/137564 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 8/04 (2006.01) H01M 8/06 (2006.01)
H01M 8/00 (2006.01) H01M 8/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/055134
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 29 日(29.02.2012)
- (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 2011-082600 2011 年 4 月 4 日(04.04.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日産自動車株式会社(NISSAN MOTOR CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒2210023 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 星野 真樹(HOSHINO, Maki). 和泉 隆夫(IZUMI, Takao).
- (74) 代理人: 三好 秀和, 外(MIYOSHI, Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 2 番 8 号 虎ノ門琴平タワー 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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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),

[続葉有]

(54) Title: SOLID OXIDE FUEL CELL SYSTEM AND OPERATING METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 固体酸化物型燃料電池システム及びその運転方法



- 21 Anode
22 Cathode
100 Controller
101 Fuel cell temperature determination unit
102 Restart unit
103 Unit for determining temperature at which power generation is possible
104 Startup gas supply and stopping unit

(57) Abstract: A solid oxide fuel cell system (A1, A2, A3) is provided with solid oxide fuel cell (20) that generates electric power by separating from each other and circulating an anode gas and a cathode gas at an anode (21) and cathode (22) that are stacked on the two sides of an electrolyte membrane (23) and with a startup combustor (12) that generates high temperature combustion gas for raising the temperature of the solid oxide fuel cell (20). When the temperature of the solid oxide fuel cell (20) is determined to be a prescribed temperature (T_f) or less, restarting is carried out by the cathode gas that is supplied to the cathode (21) being supplied to the startup combustor (12).

(57) 要約: 電解質膜(23)の両側に積層したアノード極(21)及びカソード極(22)にアノードガスおよびカソードガスを互いに分離して流通させることにより発電を行う固体酸化物型燃料電池(20)と、固体酸化物型燃料電池(20)を昇温するための高温の燃焼ガスを生成する起動燃焼器(12)を備え、固体酸化物型燃料電池(20)の温度が所定の温度(T_f)以下になったと判定された場合に、カソード極(21)に供給されるカソードガスを起動燃焼器(12)に供給することで、再起動を行う固体酸化物型燃料電池システム(A1, A2, A3)。

WO 2012/137564 A1

WO 2012/137564 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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： 固体酸化物型燃料電池システム及びその運転方法 技術分野

[0001] 本発明は、水素含有ガス及び酸素含有ガスを発電部に供給して発電する固体酸化物型燃料電池システム及びその運転方法に関する。

背景技術

[0002] 固体酸化物型燃料電池等の高温型燃料電池は、その動作温度が約600～1000℃の温度帯域であり、これを起動する際には、一日以上の時間をかけて徐々に昇温させていた。また、高温型燃料電池は、メンテナンス等以外に停止させる必要がなく、停止にも長い時間をかけることができた。

[0003] 近年、家庭用システムの普及にあたり、DSS (Daily Start and Stop) 運転をするための方法が提案されている。DSS運転では、一日一回起動停止を行う。この起動停止にかかる時間及びエネルギーを減少させるための提案がなされている（特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-86016号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 高温型燃料電池では、発電部内の温度分布が大きくなると、発電部内の材料が破損する虞がある。高温型燃料電池を起動する際、昇温に時間を要するのは、高温型燃料電池の発電部内の温度分布を大きくさせないためである。

[0006] このように高温型燃料電池は、起動に長時間を要するため、高温型燃料電池システムを車載するための検討は、ほとんど行われていないのが現状である。高温型燃料電池システムを車載する場合には、起動時間を短くする必要があるが、起動のために大型のブロワ等を搭載することは、車室内の容積に限りがあるため困難である。

[0007] 一方、固体高分子膜型燃料電池システムにおいては、高温の燃焼ガスを得る起動燃焼器を備えたシステムが提案されているが、当該システムでは、起動燃焼器で得られた高温の燃焼ガスで改質器を昇温しているにすぎない。

[0008] これに対して、固体酸化物型燃料電池システムを車載する場合には、特に高温で作動する固体酸化物型燃料電池本体を短時間で起動する必要があるために、起動燃焼器に空気を供給するための大型ブロワを搭載しなければならない。

[0009] 本発明は、起動燃焼器に燃焼用ガスを供給するための大型ブロワを設けることなく小型化を図り、かつ、起動に要する時間を短くすることができる固体酸化物型燃料電池システム及びその運転方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一態様は、電解質膜と、該電解質膜の両側に積層したアノード極およびカソード極とを備え、アノード極およびカソード極にそれぞれアノードガスおよびカソードガスを流通させることにより発電を行う固体酸化物型燃料電池と、固体酸化物型燃料電池を昇温するための高温の燃焼ガスを生成する起動燃焼器と、カソード極に供給されるカソードガスを起動燃焼器に供給する起動用ガス供給部と、を備えた固体酸化物型燃料電池システムである。このシステムは、固体酸化物型燃料電池の温度が所定の温度以下になったか否かを判定する燃料電池温度判定部と、燃料電池温度判定部により固体酸化物型燃料電池の温度が所定の温度以下になったと判定された場合に、起動用ガス供給部によりカソード極に供給されるカソードガスを起動燃焼器に供給することで、再起動を行う再起動部と、を備える。

[0011] 本発明の他の態様は、上記固体酸化物型燃料電池の温度が所定の温度以下になったとき、カソード極に供給されるカソードガスを起動燃焼器に供給することで、再起動を行う固体酸化物型燃料電池システムの運転方法である。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、本発明の第1実施形態に係る固体酸化物型燃料電池システムの

構成を示す概略ブロック図である。

[図2]図2は、本発明の第1実施形態に係る固体酸化物型燃料電池システムの動作を示すフローチャートである。

[図3]図3は、本発明の第2実施形態に係る固体酸化物型燃料電池システムの構成を示す概略ブロック図である。

[図4]図4は、本発明の第2実施形態に係る固体酸化物型燃料電池システムの動作を示すフローチャートである。

[図5]図5は、本発明の第3実施形態に係る固体酸化物型燃料電池システムの構成を示す概略ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0013] <第1実施形態>

以下に、本発明を実施するための形態について、図面を参照して説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係る固体酸化物型燃料電池システムの構成を示す概略ブロック図である。

本発明の第1実施形態に係る固体酸化物型燃料電池システムA1は、燃料ポンプ10、蒸発器11、起動燃焼器12、ブロワ13、切替弁14、熱交換器15、固体酸化物型燃料電池（以下、単に「燃料電池」という）20、温度センサTS1、バッテリー16、及びコントローラ100を有して構成されている。

[0014] 燃料電池20は、互いに積層された複数のセル24をケース25内に収容して構成されている。各セル24は、電解質膜23と、その両側に各々設けられたアノード極21とカソード極22とから構成されている。電解質膜23と、その両側に設けられたアノード極21とカソード極22燃料電池20は、各セル24のアノード極21とカソード極22とに、アノードガス（水素含有ガス）とカソードガス（酸素含有ガス）とを互いに分離して流通させることにより発電を行う。本実施形態では、「水素含有ガス」を燃料ガス、また、「酸素含有ガス」を空気として説明する。

[0015] 「燃料ガス」は、特に限定されないが、エタン、ブタン、天然ガス等を用

いることができる。特に、自動車等に搭載される車載用の固体酸化物型燃料電池システムにおいては、エタノール、ブタノール等のアルコール、ガソリン、軽油若しくは軽質油等の液体燃料を用いることができる。

[0016] 燃料ポンプ１０は、燃料電池２０の発電に必要な燃料を燃料蒸発器１１に供給する。燃料ポンプ１０と蒸発器１１とは、それらの間に設けられた供給パイプ１０aによって接続されている。燃料ポンプ１０は、コントローラ１００の出力ポート側に接続されて、コントローラ１００からの指令によって適宜駆動されるようになっている。

[0017] 蒸発器１１は、燃料ポンプ１０によって供給された燃料を蒸気化して燃料ガスを得る。蒸発器１１は、供給パイプ１１aを介して起動燃焼器１２に接続されている。

[0018] 空気ブロワ１３は、燃料電池２０の発電に必要な空気を切替弁１４に供給する。空気ブロワ１３は、供給パイプ１３aを介して切替弁１４に接続されている。空気ブロワ１３は、コントローラ１００の出力ポート側に接続されて、コントローラ１００からの指令によって適宜駆動されるようになっている。

[0019] 切替弁１４は、空気ブロワ１３からの空気の供給先を熱交換器１５又は起動燃焼器１２に切り替える。切替弁１４は、供給パイプ１４aを介して起動燃焼器１２の入口に接続され、また、供給パイプ１４bを介して熱交換器１５の一方の入口に接続されている。切替弁１４は、コントローラ１００の出力ポート側に接続されて、コントローラ１００からの指令によって適宜切替え駆動されるようになっている。

[0020] 本実施形態においては、空気ブロワ１３と切替弁１４とが、カソード極２２に供給されるカソードガスを起動燃焼器１２に供給するための起動用ガス供給部Ｂ１を構成している。

[0021] 起動燃焼器１２は、高温の燃焼ガスを生成する。起動燃焼器１２の出口は、供給パイプ１２aを介して供給パイプ１４bに接続されている。起動燃焼器１２で生成された高温の燃焼ガスは、熱交換器１５を介して燃料電池２０

に供給される。

[0022] 熱交換器 15 は、燃料電池 20 のアノード極 21 から排出された排ガスと、カソード極 22 に供給されるカソードガスとの間で熱交換を行う。熱交換器 15 の一方の出口は、供給パイプ 15 a を介して燃料電池 20 のカソード極 22 の入口に接続されている。熱交換器 15 の他方の入口は、供給パイプ 15 b を介して燃料電池 20 のアノード極 21 の出口に接続されている。

[0023] カソード極 22 の出口には、排出パイプ 22 a が接続されている。カソード極 22 から排出された排気ガスは、排出パイプ 22 a を通じて外部に排出される。また、アノード極 21 の入口には、燃料ガスを供給するための供給パイプ 22 b が接続されている。アノード極 21 には、供給パイプ 22 b を通じて燃料ガスが供給される。

[0024] 温度センサ TS 1 は、排出パイプ 22 a に配設され、カソード極 22 から排出される排ガスの温度を測定する。温度センサ TS 1 は、コントローラ 100 の入力ポート側に接続されて、排気ガスの温度、従ってまた、燃料電池 20 の温度を測定できるようになっている。なお、温度センサ TS 1 の設置位置は、排出パイプ 22 a に限らず、燃料電池 20 の温度を測定できる場所であれば、どこに配設してもよい。

[0025] バッテリ 16 は、後述する再起動を行ったときに発電される電力を充電する。バッテリ 16 は、燃料電池 20 に接続されている。

[0026] コントローラ 100 は、図示しない CPU (Central Processing Unit) や、ハードディスク、半導体メモリ等からなる記憶部を有している。コントローラ 100 は、記憶部に記憶されている本システムに用いる所要のプログラムの実行により、下記の各機能を発揮する。

[0027] (1) 燃料電池温度判定部 101 として、温度センサ TS 1 により測定した燃料電池 20 の温度が所定の温度 T_f 以下になったか否かを判定する機能。

(2) 燃料電池温度判定部 101 によって燃料電池 20 の温度が所定の温度 T_f 以下になったと判定された場合に、再起動部 102 として、燃料電池 20 の再起動を行う機能。

(3) 発電可能温度判定部 103 として、燃料電池 20 の発電部の温度が発電可能温度 T_s 以上になったか否かを判定する機能。

(4) 発電可能温度判定部 103 によって燃料電池 20 の発電部の温度が発電可能温度 T_s 以上になったと判定されたときに、起動用ガス供給停止部 104 として、起動燃焼器 12 への燃料ガスおよび空気の供給を停止する機能。

[0028] 上記「再起動」は、起動燃焼器 12 に空気と燃料ガスを同時に供給することにより行う。本実施形態では、起動燃焼器 12 への空気の供給は、空気ブロワ 13 からの空気の供給先を切替弁 14 で起動燃焼器 12 に切り替えることで行っている。従って、本実施形態によれば、起動燃焼器 12 に空気を供給するための別の大型ブロワを設ける必要がない。

[0029] また、所定の温度（再起動温度） T_f とは、カソード極 22 に供給される空気によって、燃料電池 20 を所定時間 T_d 内に再起動できる温度（つまり、再起動の開始から終了までの時間を所定時間 T_d 内に収めることができる温度）をいう。具体的には、所定の温度 T_f は、例えば $400^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$ であり、空気ブロワ 13 の能力、暖める必要がある部位の熱容量等によって変動する。

[0030] 空気ブロワ 13 は、定格発電時を想定して選定されているため、空気ブロワ 13 によって供給される空気の温度を、常温から 600°C 以上の高温まで昇温するには長時間を有する。本実施形態では、所定の温度 T_f を 400°C に設定し、燃料電池 20 の温度が 400°C 以下になったら再起動を開始している。これにより、常温からの再起動と比較して、起動時間を $1/5$ に減らすことができる。

[0031] なお、再起動温度 T_f を発電時の発電部の温度の 60% 以上に設定した場合は、より速やかに再起動を行うことが可能となる。また、再起動温度 T_f を発電時の発電部の温度の 75% 以上に設定した場合には、さらに短時間で再起動することが可能になる。具体的には、再起動温度 T_f を発電時の発電部の温度の 60% 以上に設定した場合の $1/2$ 以下の時間で再起動することが可

能になる。さらに、再起動温度 T_f を高く設定するほど、発電部の温度分布が生じにくいので、より急速な加熱が可能となり、さらに起動時間を短くすることができる。

[0032] ここで、再起動温度 T_f を決める際の基準となる所定時間 T_d は、バッテリー 16 の容量と車両システム側からの要求値とから決定される。従って、例えば、バッテリー 16 の容量が十分にあり、起動に 20 分程度かけられるのであれば、再起動開始に必要な温度は比較的低温となる。一方、バッテリー 16 の容量が十分になく、起動に例えば 1 分しかかけられない場合には、再起動開始に必要な温度は、比較的発電時の温度に近い温度となる。車載システムに適用することを考えた場合、再起動に要する時間は短い方が望ましいが、バッテリー 16 の容量に余裕がある場合には、適宜、再起動温度 T_f を変更してもよい。

[0033] また、再起動を行う間、燃料電池 20 の発電部では発電が行われる。ここで発電した電力は、バッテリー 16 に充電しておくことにより、次の再起動の際に使用することが可能となる。

[0034] バッテリー 16 が満充電されており、それ以上充電できない場合には、充電された電力を、例えば、本システムの保温、エアコンの清掃、車内空気清浄化、排気浄化触媒の再生（DPF 再生、S 被毒解除）、改質触媒の再生等車両内の電力として使用することができる。また、電気受容体が近くにある場合には、その受容体に電力を供給してもよい。例えば、自宅の車庫に駐車している場合には、家庭内の電力消費に使用できる。

[0035] 燃料電池システム A1 の動作について、図 2 を参照して説明する。図 2 は、燃料電池システム A1 の動作を示すフローチャートである。

[0036] まず、ステップ S1 において、コントローラ 100 は、温度センサ TS1 によって燃料電池 20 のカソード極 22 から排出された空気の温度、すなわち、燃料電池 A1 の温度を測定する。

[0037] 続くステップ S2 では、コントローラ 100 は、温度センサ TS1 により測定した温度が所定の温度 T_f 以下になったか否かを判定する。ステップ S

2で、所定の温度 T_f 以下になったと判定されれば、コントローラ100は、ステップS3に処理を進め、所定の温度 T_f より高いと判定されれば、ステップS2の処理を繰り返す。

[0038] 続くステップS3では、コントローラ100は、カソード極22に向けて供給される空気が起動燃焼器12に供給されるように切替弁14を切り替えるとともに、起動燃焼器12に燃料ガスを供給する。これにより、コントローラ100は、ステップS4において、起動燃焼器12で生成した高温の燃焼ガスを燃料電池20のカソード極22に供給する。

[0039] このように起動燃焼器12に燃料ガスおよび空気を供給することによって高温の燃焼ガスを生成し、生成した高温の燃焼ガスを燃料電池20のカソード極22に供給することにより、燃料電池20本体を昇温できる。

[0040] ステップS5では、コントローラ100は、燃料ガスをアノード極21に供給する。

続くステップS6では、コントローラ100は、燃料電池20、従ってまた、発電部の温度が発電可能温度 T_s 以上になったか否かを判定する。ステップS6で、発電可能温度 T_s 以上になったと判定されれば、コントローラ100は、ステップS7に処理を進め、発電可能温度 T_s より低いと判定されれば、ステップS6の処理を繰り返す。

[0041] ステップS7では、コントローラ100は、起動燃焼器12への燃料ガスおよび空気の供給を停止する。続くステップS8では、コントローラ100は、燃料ガスがアノード極21に供給されているか否かを判定する。供給されていると判定されれば、処理をステップS9に進めて発電を開始し、供給されていないと判定されれば、ステップS8を繰り返す。

[0042] <第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態に係る固体酸化物型燃料電池システムについて説明する。図3は、本発明の第2実施形態に係る固体酸化物型燃料電池システムの構成を示す概略ブロック図である。なお、上述した実施形態において説明したものと同等のものについては、それらと同一の符号を付して説明

を省略する。

[0043] 本発明の第2実施形態に係る固体酸化物型燃料電池システムA2は、上記燃料電池システムA1の構成に加え、改質器30、加熱器31、温度センサTS2、蒸発器32、燃料ポンプ33及び水ポンプ34を備えている。

[0044] 改質器30は、水素製造用原料を改質して水素を含む改質燃料ガスを製造するための改質触媒を備えている。改質器30は、供給パイプ22bを介してアノード極21の入口に接続されている。

[0045] 温度センサTS2は、供給パイプ22bに配設され、改質器30から供給される改質燃料ガスの温度を測定する。温度センサTS2は、コントローラ100の入力ポート側に接続されて、改質器30から供給される改質燃料ガスの温度、従ってまた、改質器30の温度を測定できるようになっている。

[0046] 加熱器31は、改質器30に併設されて改質器30を加熱する。加熱器31の入口は、排出パイプ22aを介して、カソード極22の出口に接続されている。

[0047] 蒸発器32は、供給パイプ33aを介して燃料ポンプ33に接続されるとともに、供給パイプ34aを介して水ポンプ34に接続されている。また、蒸発器32は、供給パイプ32aを介して混合器43に接続されている。燃料ポンプ33および水ポンプ34は、それぞれコントローラ100の出力ポート側に接続されて、コントローラ100からの指令によって適宜駆動されるようになっている。これにより、蒸発器32は、燃料ポンプ33から供給された燃料を蒸気化して燃料ガスを得るとともに、水ポンプ34から供給された水を蒸気化する。

[0048] 本実施形態においては、蒸発器32、燃料ポンプ33及び水ポンプ34により、改質器30に水素含有ガスおよび酸素含有ガスを供給する改質器ガス供給部B2を構成している。

[0049] 本実施形態におけるコントローラ100は、上記(1)～(4)の機能とともに下記の各機能を有している。

(5) 改質器温度測定部105として、温度センサTS2によって改質器3

0の温度を測定する機能。

(6) 改質器温度判定部106として、改質器30の温度が所定の温度 T_r になったか否かを判定する機能。

[0050] 一般的に、改質触媒上に燃料ガスおよび空気を供給して酸化反応により水素含有ガスを得るためには、300℃以上の温度が必要であるといわれている。そのため、改質触媒の温度が300℃以上であることを確認した後に、改質器30に燃料ガス及び空気を供給するのが望ましい。本実施形態では、所定の温度 T_r を約300℃に設定している。改質器30の温度が所定の温度 T_r 以上になっていないと、未反応の燃料や酸素がアノード極21に供給され、アノード極21に影響を与える可能性がある。

[0051] 燃料電池システムA2の動作について、図4を参照して説明する。図4は、燃料電池システムA2の動作を示すフローチャートである。

[0052] まず、ステップS11において、コントローラ100は、温度センサTS1によって燃料電池20のカソード極22から排出された空気の温度、すなわち、燃料電池A2の温度を測定する。

[0053] 続くステップS12では、コントローラ100は、温度センサTS1により測定した温度が所定の温度 T_f 以下になったか否かを判定する。ステップS12で、所定の温度 T_f 以下になったと判定されれば、コントローラ100は、処理をステップS13に進め、所定の温度 T_f より高いと判定されれば、ステップS12の処理を繰り返す。

[0054] ステップS13では、コントローラ100は、カソード極22に向けて供給される空気が起動燃焼器12に流通するように切替弁14を切り替えるとともに、その起動燃焼器12に燃料ガスを供給する。これにより、コントローラ100は、ステップS14において、起動燃焼器12で生成した高温の燃焼ガスを燃料電池20のカソード極22に供給する。

[0055] このように起動燃焼器12に燃料ガスおよび空気を供給することによって高温の燃焼ガスを生成し、生成した高温の燃焼ガスを燃料電池20のカソード極22に供給することにより、燃料電池20本体を昇温できる。

- [0056] ステップS 1 5 では、コントローラ 1 0 0 は、カソード極 2 2 から排出された排ガスを加熱器 3 1 に供給することにより、改質器 3 0 を昇温させる。
- [0057] 続くステップS 1 6 では、コントローラ 1 0 0 は、温度センサ T S 2 によって改質器 3 0 の温度を測定し、測定した温度が 3 0 0 °C 以上になったか否かを判定する。ステップS 1 6 で、3 0 0 °C 以上になったと判定されれば、コントローラ 1 0 0 は、ステップS 1 7 に処理を進め、3 0 0 °C より低いと判定されれば、ステップS 1 5 に処理を戻す。
- [0058] 続くステップS 1 7 では、コントローラ 1 0 0 は、改質器 3 0 に燃料ガスおよび空気を供給し、続くステップS 1 8 では、コントローラ 1 0 0 は、改質燃料ガスをアノード極 2 1 に供給する。このように、改質器 3 0 で得られた改質燃料ガスをアノード極 2 1 に供給することにより、燃料電池 2 0 をカソード極 2 2 とアノード極 2 1 の両側から加熱することができる。これにより、温度分布を小さくできるとともに起動時間を短くすることができる。
- [0059] 続くステップS 1 9 では、コントローラ 1 0 0 は、燃料電池 2 0 、従ってまた、発電部の温度が発電可能温度 T s 以上になったか否かを判定する。ステップS 1 9 で、発電部の温度が発電可能温度 T s 以上になったと判定されれば、コントローラ 1 0 0 は、ステップS 2 0 に処理を進め、発電可能温度 T s より低いと判定されれば、ステップS 1 8 に処理を戻す。
- [0060] ステップS 2 0 では、コントローラ 1 0 0 は、起動燃焼器 1 2 への高温の燃焼ガスおよび空気の供給を停止し、続くステップS 2 1 で、改質器 3 0 に水蒸気を供給する。
- すなわち、燃料電池 2 0 が発電可能な温度になったら、起動燃焼器 1 2 への燃料ガスおよび空気の供給を停止し、通常運転に移行する。その際、改質器 3 0 には、水蒸気も供給して空気供給量を減らし、主に水蒸気改質反応による水素含有ガスの生成が行われるようにする。水素含有ガスの生成が確認されたら、これをアノード極 2 1 に供給、発電することにより再起動が完了する。
- [0061] ステップS 2 2 では、コントローラ 1 0 0 は、燃料ガスがアノード極 2 1

に供給されているか否かを判定する。供給されていると判定されれば、処理をステップS 2 3に進めて発電を開始し、供給されていないと判定されれば、ステップS 2 2を繰り返す。

[0062] 本実施形態に係る燃料電池システムA 2によれば、上記第1実施形態で述べた効果と同様の効果に加え、次の効果を得ることができる。

- ・改質器30で得られた改質燃料ガスを燃料ガスとして発電に用いることができる。

- ・起動燃焼器12に供給する空気が、起動用ガス供給部B 1の一部をなすブロワ13から供給されるので、別の大型ブロワを搭載することなく、短時間に再起動可能なシステムを提供することができる。

- ・改質器30を備えているので、液体燃料を供給することによって発電可能となるため、航続運転距離を長くとることができ、これまでの水素燃料電池車や電気自動車よりも優位に立つことができる。

- ・再起動の際、起動燃焼器12による燃料電池のカソード極22側の加熱に加え、改質器30に燃料ガスおよび空気を供給し、酸化反応を利用して得た水素含有ガスで燃料電池のアノード極21側からも加熱が可能になるため、より短時間での起動が可能となる。

[0063] 本実施形態では、所定の温度T fを500℃に設定し、燃料電池20の温度が500℃以下になったら再起動を開始している。これにより、常温からの再起動と比較して、起動時間を1/10に減らすことができる。

[0064] <第3実施形態>

次に、本発明の第3実施形態に係る固体酸化物型燃料電池システムについて説明する。図5は、本発明の第3実施形態に係る固体酸化物型燃料電池システムの構成を示す概略ブロック図である。なお、上述した実施形態において説明したものと同等のものについては、それらと同一の符号を付して説明を省略する。

[0065] 本発明の第3実施形態に係る固体酸化物型燃料電池システムA 3は、上記燃料電池システムA 2の構成に加え、アノード排ガス循環部Dを備えている

。

アノード排ガス循環部Dは、アノード極21の出口と混合器43との間を接続する循環パイプ41bと、混合器43と熱交換器44との間を接続した循環パイプ43aと、循環パイプ41bの排ガス流通方向の上流側に配設したブロワ40と、循環パイプ41bのブロワ40の下流側に配設した三方弁41とを備えている。なお、ブロワ40および三方弁41は、コントローラ100の出力ポート側に接続されて、コントローラ100からの指令によって適宜駆動されるようになっている。

[0066] 三方弁41は、供給パイプ41aを介してカソード極22からの排出パイプ22aに接続されている。排出パイプ22aには、三方弁42が配設されている。三方弁42は、供給パイプ42aを介して蒸発器32に接続されている。これにより、カソード極22から排出された排気ガスを、供給パイプ42aを介して蒸発器32に供給し、供給パイプ33aを介して蒸発器32に供給された燃料を加熱昇温できるようにしている。なお、三方弁42は、コントローラ100の出力ポート側に接続されて、コントローラ100からの指令によって適宜駆動されるようになっている。

[0067] 熱交換器44は、改質器30と加熱器31に併設されており、循環パイプ43aを通じて混合器43から供給される水素含有ガスを加熱昇温できるようにしている。

[0068] 混合器43には、供給パイプ43bが接続されている。供給パイプ43bには、ブロワ45が配設されている。供給パイプ43bは、供給パイプ43cを介して加熱器31に接続されている。供給パイプ43cには、ブロワ46が配設されている。なお、ブロワ45、46は、コントローラ100の出力ポート側に接続されて、コントローラ100からの指令によって適宜駆動されるようになっている。

[0069] また、混合器43には、供給パイプ33aが接続されている。供給パイプ33aには、蒸発器32および燃料ポンプ33が配設されている。これにより、燃料ポンプ33から供給された燃料は、蒸発器32によって蒸気化され

、混合器 4 3 に供給される。

[0070] 本実施形態においては、蒸発器 3 2、燃料ポンプ 3 3 及びブロワ 4 5 により、改質器 3 0 に水素含有ガスおよび酸素含有ガスを供給する改質器ガス供給部 B 3 を構成している。

[0071] 本実施形態に係る燃料電池システム A 3 によれば、上記第 1 および第 2 実施形態で述べた効果と同様の効果に加え、次の効果を得ることができる。

- ・ アノード極 2 1 から排出された排ガスを、アノード排ガス循環部 D を通じて循環させることにより、発電によりアノード極 2 1 で生成した水蒸気を、改質器 3 0 での反応に利用することができる。

- ・ これにより燃料電池システム A 3 は、水タンクを搭載することなく発電可能となり、車載用システムをより小型化することができる。

- ・ これらに加え、燃料電池システム A 3 でも、起動燃焼器 1 2 に供給する空気を起動用ガス供給部 B 1 から供給することにより大型のブロワを搭載せずに再起動にかかる時間を短くすることができる。従って、燃料電池システム A 3 では、システム効率を更に高めることができる。

[0072] 本実施形態に係る燃料電池システム A 3 では、起動燃焼器 1 2 による加熱に加え、改質器 3 0 への燃料ガスおよび空気の供給、及びアノード極 2 1 から排出した排ガスの循環を行いながら起動することにより、常温から再起動した場合と比較して、起動時間を 1 / 2 0 にすることができる。

[0073] なお、上述した各実施形態においては、高温になる部分の断熱を十分に行うことが必要である。放熱を防ぐことで、高温部の温度低下を少なくすることが可能となり、再起動開始までの時間を長く保つことができる。最も断熱に優れるのは、真空断熱であるが、真空断熱が困難な場合には、熱伝導度 0 . 1 W / m · K 以下の断熱材を用い、放熱を防ぐ構造とすることが望ましい。

[0074] 上記各実施形態によれば、少なくとも次の各効果を得ることができる。

- ・ 起動燃焼器 1 2 に供給する空気を、起動用ガス供給部 B 1 から供給することにより、起動用に大型ブロワを搭載せずに済む。

- ・これによりシステム構造の高さを小さくすることが可能であり、車両の床下への搭載性に優れたシステムを得ることができると共に、燃料ガスの循環速度が小さいシステムでも良好な排水機能を得ることができる。
- ・燃料電池20の温度が所定の温度 T_f 以下になったときに再起動を行っているので、再起動にかかる時間を短くすることができる。
- ・起動用ガス供給部B1により所定時間 T_d 内に起動可能な温度で再起動することにより、そのシステムに適した再起動時間で再起動を行うことができる。
- ・再起動を行った際に発電される電力をバッテリーに充電することにより、電力を無駄にすることなく、有効に使用することができる。
- ・再起動温度 T_f を発電時における発電部の温度の60%以上にすることにより、再起動にかかる時間を短くすることができる。
- ・再起動温度 T_f を発電時における発電部の温度の75%以上にすることにより、より短時間で再起動することができる。
- ・カソード極22から排出された排加熱用ガスの一部をカソード極22に戻戻供給するためのカソード排加熱用ガス戻戻路を設けることなく再起動を行なえる。これにより、燃料電池内の温度分布が大きくすることなく、再起動を行なうことができる。

[0075] 以上、本発明の実施形態について説明したが、これらの実施形態は本発明の理解を容易にするために記載された単なる例示に過ぎず、本発明は当該実施形態に限定されるものではない。本発明の技術的範囲は、上記実施形態で開示した具体的な技術事項に限らず、そこから容易に導きうる様々な変形、変更、代替技術なども含むものである。例えば、上記実施形態において、再起動を許容するための再起動許容スイッチ（ディリユーザボタン）を設けるとともに、コントローラ100に再起動許容スイッチがオン操作されているか否かを判定するためのスイッチ判定部を設け、再起動許容スイッチがオン操作されていると判定されたときのみに、起動用ガス供給部からカソードに供給されるカソードガスを起動燃焼器に供給するように構成することが

できる。再起動許容スイッチがオン操作されているときにのみ再起動運転を行うことにより、使用頻度が低い場合の再起動の消費エネルギーを減少させることができる。

[0076] 本出願は、2011年4月4日に提出された日本国特許願第2011-082600号に基づく優先権を主張しており、これらの出願の全内容が参照により本明細書に組み込まれる。

産業上の利用可能性

[0077] 本発明の固体酸化物型燃料電池システム及びその運転方法によれば、起動燃焼器に燃焼用ガスを供給するための大型ブロワを設けることなく、固体酸化物型燃料電池システムの小型化を図り、かつ、その起動に要する時間を短くすることができる。

符号の説明

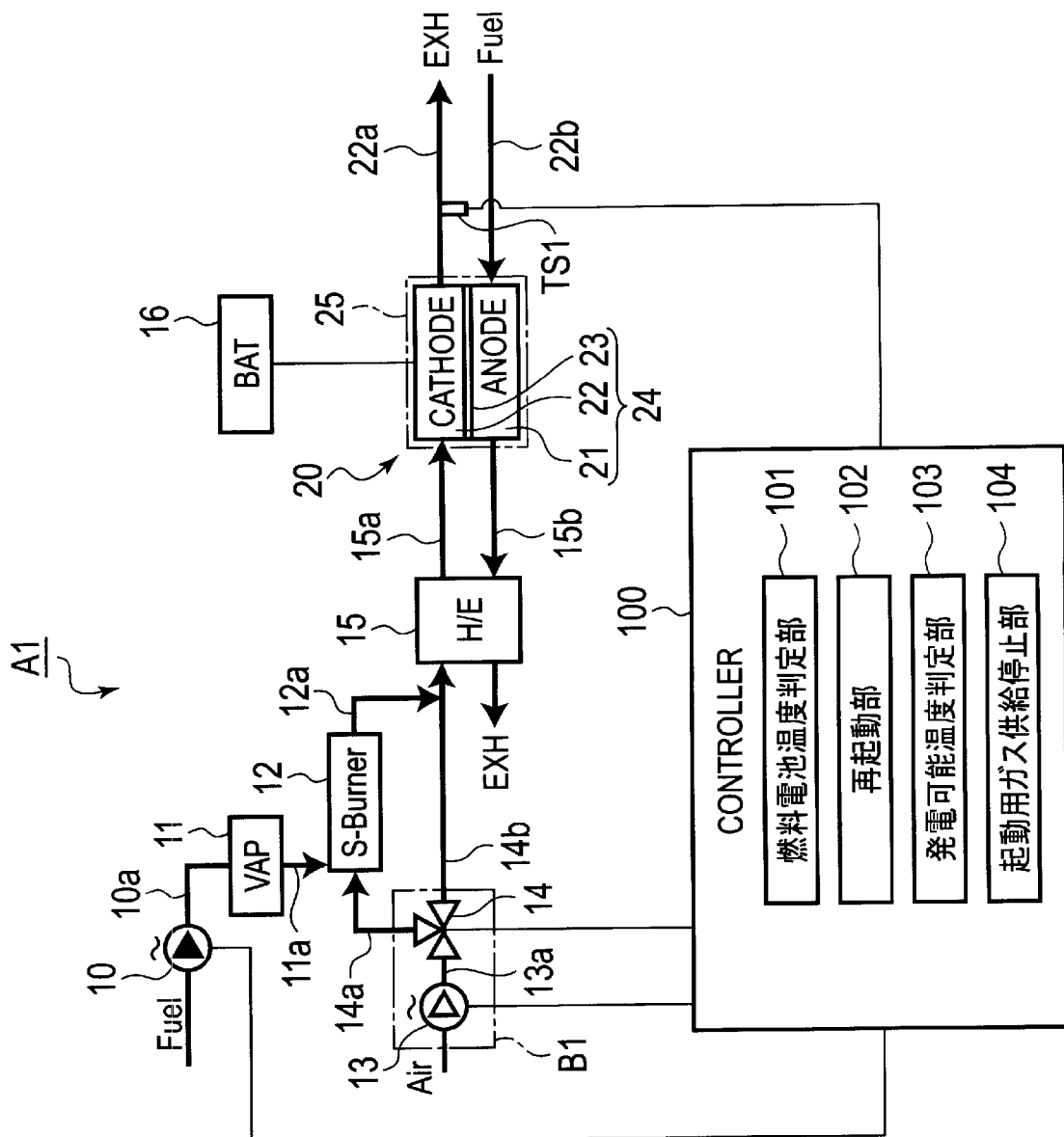
[0078] 12 起動燃焼器
16 バッテリ
20 固体酸化物型燃料電池（燃料電池）
21 アノード極
22 カソード極
30 改質器
A1, A2, A3 固体酸化物型燃料電池システム
B1 起動用ガス供給部
B2, B3 改質器ガス供給部
101 燃料電池温度判定部
102 再起動部
103 発電可能温度判定部
104 起動用ガス供給停止部
105 改質器温度測定部
106 改質器温度判定部

請求の範囲

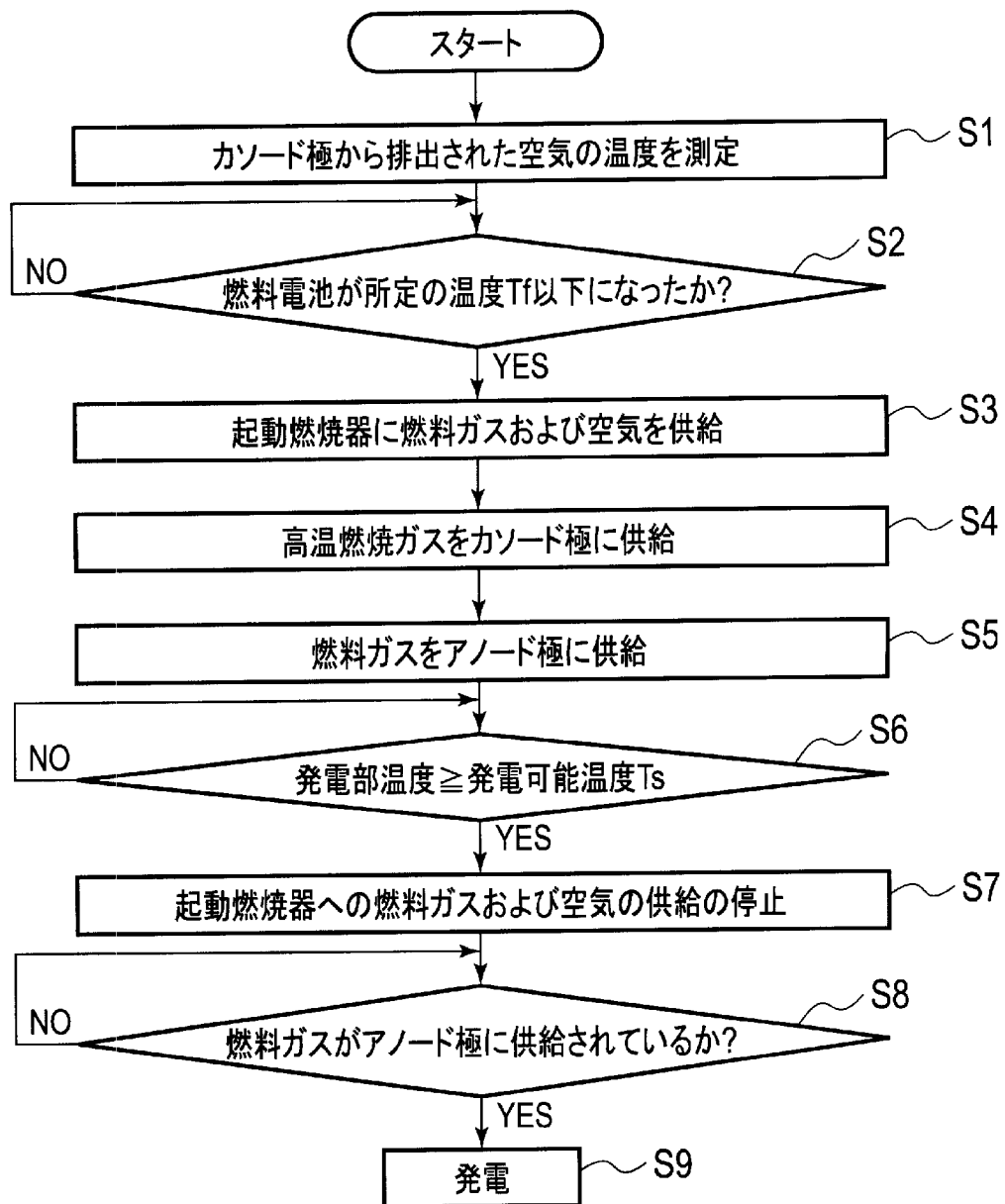
- [請求項1] 電解質膜と、該電解質膜の両側に積層したアノード極およびカソード極とを備え、前記アノード極およびカソード極にそれぞれアノードガスおよびカソードガスを流通させることにより発電を行う固体酸化物型燃料電池と、
- 前記固体酸化物型燃料電池を昇温するための高温の燃焼ガスを生成する起動燃焼器と、
- 前記カソード極に供給されるカソードガスを前記起動燃焼器に供給する起動用ガス供給部と、
- 前記固体酸化物型燃料電池の温度が所定の温度以下になったか否かを判定する燃料電池温度判定部と、
- 前記燃料電池温度判定部により前記固体酸化物型燃料電池の温度が所定の温度以下になったと判定された場合に、前記起動用ガス供給部により前記カソード極に供給されるカソードガスを前記起動燃焼器に供給することで、再起動を行う再起動部と、
- を備えたことを特徴とする固体酸化物型燃料電池システム。
- [請求項2] 前記所定の温度が、前記再起動を所定時間内に終了することを可能とする温度であることを特徴とする請求項1に記載の固体酸化物型燃料電池システム。
- [請求項3] 前記所定の温度が、前記固体酸化物型燃料電池の発電時における温度の60%以上であることを特徴とする請求項1又は2に記載の固体酸化物型燃料電池システム。
- [請求項4] 前記所定の温度が、前記固体酸化物型燃料電池の発電時における温度の75%以上であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の固体酸化物型燃料電池システム。
- [請求項5] 前記再起動を行った際に発電される電力を充電するバッテリーを更に備えたことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の固体酸化物型燃料電池システム。

- [請求項6] 前記アノード極に供給する蒸気化した水素含有ガスを改質する改質器を更に備えたことを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の固体酸化物型燃料電池システム。
- [請求項7] 前記改質器に水素含有ガスおよび酸素含有ガスを供給する改質器ガス供給部を更に備えたことを特徴とする請求項6に記載の固体酸化物型燃料電池システム。
- [請求項8] 前記再起動を許容するための再起動許容スイッチと、
前記再起動許容スイッチがオン操作されているか否かを判定するスイッチ判定部と、
前記スイッチ判定部により前記再起動許容スイッチがオン操作されていると判定されたときに、前記起動用ガス供給部により前記カソード極に供給されるカソードガスを前記起動燃焼器に供給することを特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載の固体酸化物型燃料電池システム。
- [請求項9] 電解質膜と、該電解質膜の両側に積層したアノード極およびカソード極とを備え、前記アノード極およびカソード極にそれぞれアノードガスおよびカソードガスを流通させることにより発電を行う固体酸化物型燃料電池と、
前記固体酸化物型燃料電池を昇温するための高温の燃焼ガスを生成する起動燃焼器と、
を設け、
前記固体酸化物型燃料電池の温度が所定の温度以下になったとき、前記カソード極に供給されるカソードガスを前記起動燃焼器に供給することで、再起動を行うことを特徴とする固体酸化物型燃料電池システムの運転方法。

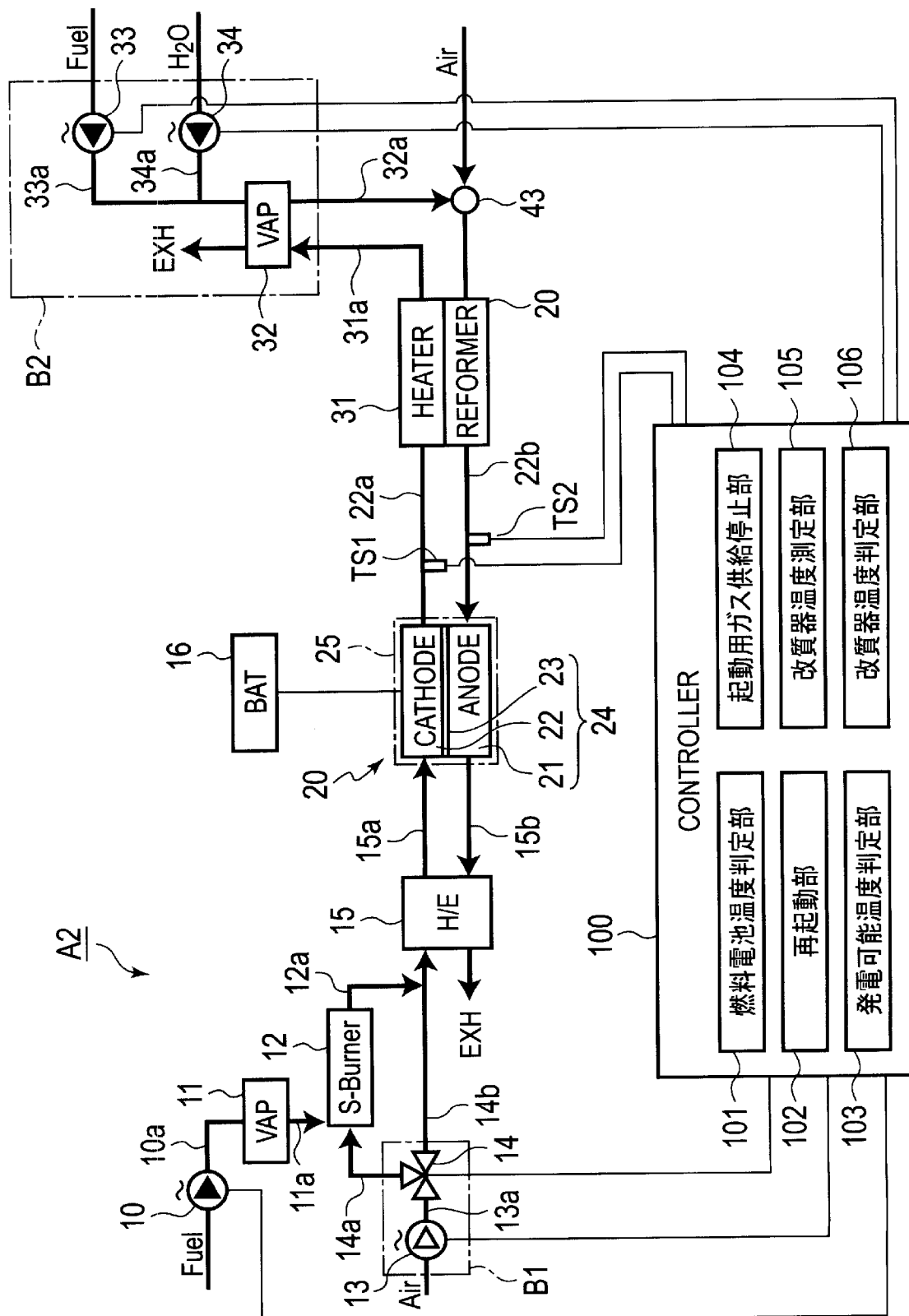
[図1]



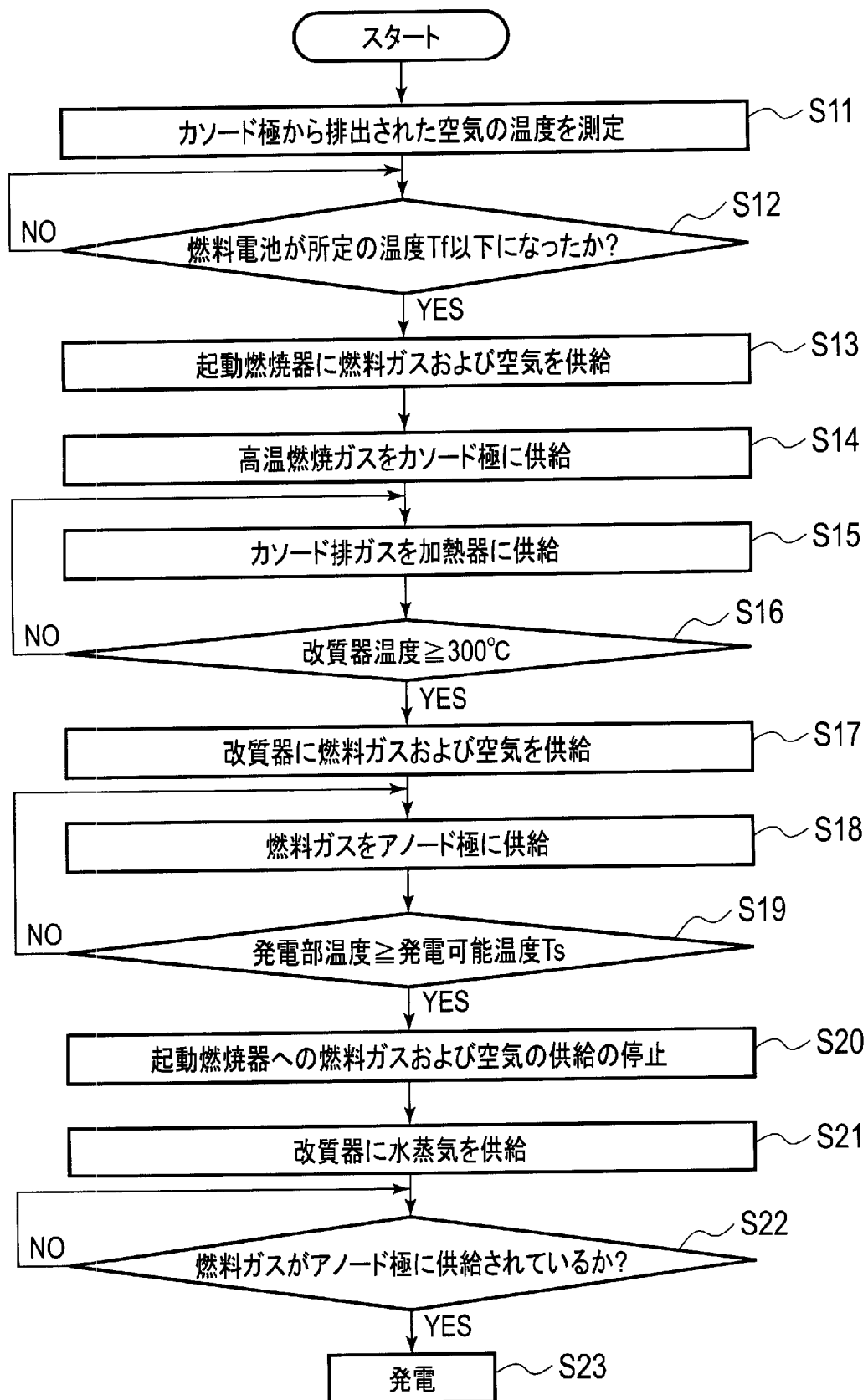
[図2]



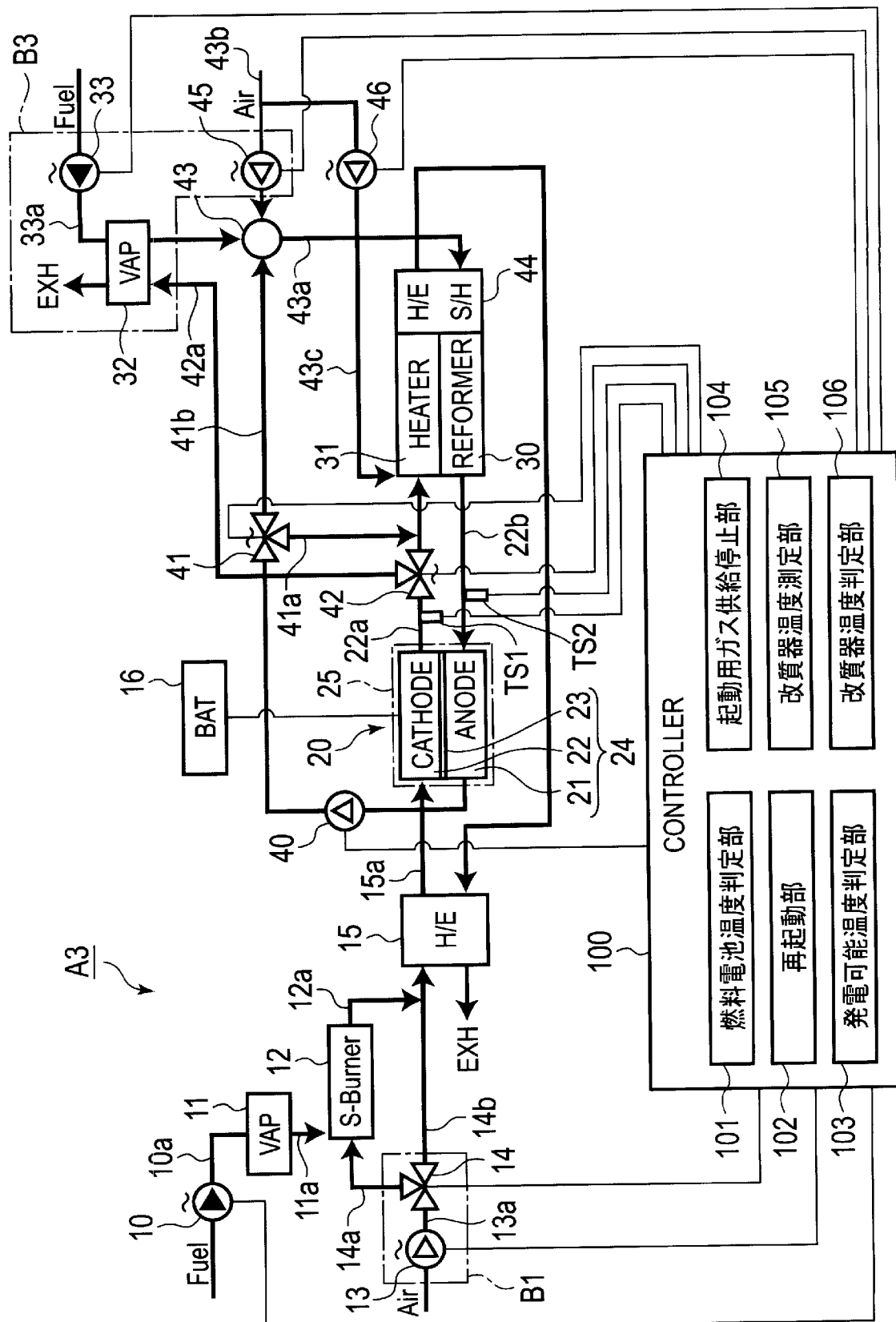
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055134

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/04(2006.01) i, H01M8/00(2006.01) i, H01M8/06(2006.01) i, H01M8/12(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)

H01M8/04, H01M8/00, H01M8/06, H01M8/12

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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 Y	JP 2004-103287 A (Daikin Industries, Ltd.), 02 April 2004 (02.04.2004), entire text (Family: none)	1-4, 8-9 5-7
Y	JP 2004-152598 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 27 May 2004 (27.05.2004), entire text (Family: none)	1-9
Y	JP 2011-9196 A (TOTO Ltd.), 13 January 2011 (13.01.2011), entire text & US 2010/304245 A1 & EP 2312679 A1	6-7



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

29 May, 2012 (29.05.12)

Date of mailing of the international search report

12 June, 2012 (12.06.12)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055134

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 2011-34715 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 17 February 2011 (17.02.2011), entire text & WO 2011/12942 A1	1-9
A	JP 2010-153063 A (Kyocera Corp.), 08 July 2010 (08.07.2010), entire text (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H01M8/04(2006.01)i, H01M8/00(2006.01)i, H01M8/06(2006.01)i, H01M8/12(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. H01M8/04, H01M8/00, H01M8/06, H01M8/12		
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 2 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6－2 0 1 2 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4－2 0 1 2 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 Y	JP 2004-103287 A（ダイキン工業株式会社）2004.04.02, 全文 （ファミリーなし）	1-4, 8-9 5-7
Y	JP 2004-152598 A（日産自動車株式会社）2004.05.27, 全文 （ファミリーなし）	1-9
Y	JP 2011-9196 A（T O T O株式会社）2011.01.13, 全文 &US 2010/304245 A1&EP 2312679 A1	6-7
☒ 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 2 9 . 0 5 . 2 0 1 2	国際調査報告の発送日 1 2 . 0 6 . 2 0 1 2	
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 1 0 0－8 9 1 5 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） 原 賢一 電話番号 0 3－3 5 8 1－1 1 0 1 内線 3 3 1 6	3 H 9 0 6 2

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 2011-34715 A (日産自動車株式会社) 2011.02.17, 全文 & WO 2011/12942 A1	1-9
A	JP 2010-153063 A (京セラ株式会社) 2010.07.08, 全文 (ファミリーなし)	1-9