

(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



(10) 国際公開番号

WO 2010/058592 A1

PCT

(43) 国際公開日
2010年5月27日(27.05.2010)

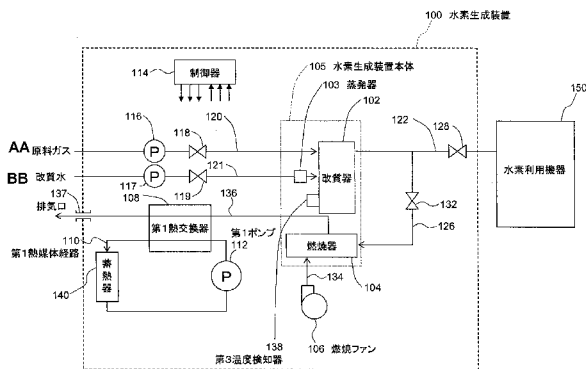
- (51) 国際特許分類:
C01B 3/38 (2006.01) H01M 8/06 (2006.01)
H01M 8/04 (2006.01) H01M 8/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/006261
- (22) 国際出願日: 2009年11月20日(20.11.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-296969 2008年11月20日(20.11.2008) JP
特願 2009-068841 2009年3月19日(19.03.2009) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 田村佳央(TAMURA, Yoshio). 田口清(TAGUCHI, Kiyoshi). 田中良和(TANAKA, Yoshikazu). 保田繁樹(YASUDA, Shigeki).
- (74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所(PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3階 Hyogo (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, JP, 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, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, 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(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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: HYDROGEN GENERATION DEVICE AND FUEL BATTERY SYSTEM HAVING SAME

(54) 発明の名称: 水素生成装置およびこれを備える燃料電池システム

[図1]



- | | |
|--|--------------------------------|
| AA RAW MATERIAL GAS | 103 EVAPORATOR |
| BB REFORMING WATER | 108 FIRST HEAT EXCHANGER |
| 100 HYDROGEN GENERATION DEVICE | 112 FIRST PUMP |
| 137 EXHAUST OPENING | 102 REFORMER |
| 110 FIRST HEAT MEDIUM PATH | 104 COMBUSTION DEVICE |
| 140 HEAT ACCUMULATOR | 138 THIRD TEMPERATURE DETECTOR |
| 114 CONTROLLER | 106 COMBUSTION FAN |
| 105 HYDROGEN GENERATION DEVICE MAIN BODY | 150 HYDROGEN-USING DEVICE |

(57) Abstract: Provided is a hydrogen generation device including: a reformer (102) which generates a hydrogen-containing gas by a reformation reaction using a raw material; a combustion device (104) for heating the reformer; an air supply device (106) which supplies air for combustion to the combustion device; a first heat exchanger (108) which collects heat from the combustion exhaust gas exhausted from the combustion device; a first heat medium path (110) through which a first heat medium flows to receive the heat collected from the combustion exhaust gas in the first heat exchanger; a first pump (112) for causing the first medium to flow in the first heat medium path; a heat accumulator (140) which accumulates the heat collected by the first heat medium; and a controller (114) which supplies air from the air supply device to the combustion device which is not executing combustion during a stop process and operates the first pump in a cooling step for cooling at least the reformer.

(57) 要約: 原料を用いて改質反応により水素含有ガスを生成する改質器(102)と、改質器を加熱する燃焼器(104)と、燃焼器に燃焼用の空気を供給する空気供給器(106)と、燃焼器から

排出される燃焼排ガスから熱を回収するための第1熱交換器(108)と、第1熱交換器において燃焼排ガスから回収した熱を受け取る第1熱媒体が流れる第1熱媒体経路(110)と、第1熱媒体経路の中の第1熱媒体を流すための第1ポンプ(112)と、第1熱媒体により回収した熱を蓄える蓄熱器(140)と、停止処理時に燃焼器が燃焼を行っていない状態において空気供給器から燃焼器に空気を供給して、少なくとも改質器を冷却する工程である冷却工程において第1ポンプを動作させる制御器(114)とを備える、水素生成装置。

WO 2010/058592 A1

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：水素生成装置およびこれを備える燃料電池システム 技術分野

[0001] 本発明は、水素生成装置およびこれを備える燃料電池システムに関する。
より詳しくは、水蒸気改質反応により炭化水素系の原料と水とから水素含有
ガスを生成する水素生成装置およびこれを備える燃料電池システムに関する
。

背景技術

[0002] 従来から、高効率な小規模発電が可能である燃料電池システムは、発電の
際に発生する熱エネルギーを利用するためのシステム構築が容易であるため
、高いエネルギー利用効率を実現可能な分散型の発電システムとして開発が
進められている。

[0003] 燃料電池システムでは、発電運転の際、その発電部の本体として配設され
る燃料電池スタック（以下、単に燃料電池という）に、水素含有ガスと酸素
含有ガスとが各々供給される。すると、燃料電池では、その供給される水素
含有ガスに含まれる水素と酸素含有ガスに含まれる酸素とが用いられて、所
定の電気化学反応が進行する。この所定の電気化学反応が進行することによ
り、燃料電池において、水素及び酸素が有する化学的なエネルギーが、電気
的なエネルギーに直接変換される。これにより、燃料電池システムは、負荷
に向けて電力を出力する。

[0004] ところで、燃料電池システムの発電運転時に必要となる水素含有ガスの供
給手段は、通常、インフラストラクチャーとして整備されていない。そのた
め、従来の燃料電池システムには、通常、発電運転時に必要となる水素含有
ガスを生成するための改質器が設けられている。この改質器では、改質触媒
において水蒸気改質反応が進行することにより、有機化合物を含む都市ガス
等の原料と水とから水素含有ガスが生成される。この際、改質器が有する改
質触媒は、加熱器により水蒸気改質反応の進行に適した温度に加熱される。

加熱器は、燃焼バーナを用いることが一般的である。都市ガスと燃焼ファンにより供給された空気との混合ガスを燃焼することにより、改質器が有する改質触媒を加熱する。また、発電中などは燃料電池で使用されなかった燃料オフガスを加熱器で燃やすのが一般的である。また、燃焼したガスにより改質器を加熱するが、改質器を加熱した後の燃焼ガスも温度が高いため、その熱を回収するために、排ガス熱交換器を用いて水で冷却するのが一般的である。なお、この水は燃料電池システム内の熱を回収して60～70℃程度のお湯としてタンクなどに貯える。このように、熱回収した後の燃焼排ガスを排気口から外部の大気に放出する。

[0005] 加熱器により加熱された、改質器では、都市ガス等の原料と水とから改質反応により水素を含む水素含有ガスが効率良く生成される。燃料電池システムは、改質器が生成する水素含有ガスと酸素含有ガスとしての例えば空気を利用して発電する。なお、改質器で改質反応に使用する水は、水素生成装置内部に水蒸発器を有して水蒸気を発生させる。特にエネルギーロスを低減し改質効率を向上させる場合は、改質器内に水蒸発器を有するのが一般的である。

[0006] なお、改質器から生成する水素含有ガスには一酸化炭素が含まれており、一酸化炭素は燃料電池に含まれる触媒を被毒するため、燃料電池での正常な発電が行えなくなる。そこで、改質器にて生成した水素含有ガス中の一酸化炭素濃度を低減するために、変成反応を行う変成器や、選択酸化反応を行う一酸化炭素除去器を設けるのが一般的である。これら改質器、変成器、一酸化炭素除去器を合わせて水素生成装置と呼ぶ。

[0007] 燃料電池システムの運転停止時は水素生成装置（改質器）の温度が高温であるため、燃焼バーナでの燃焼を停止した後、燃焼ファンを動作させ冷えた空気を供給することで、改質器を冷却する燃料電池システムが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2007-254251

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] ここで、水素生成装置および燃料電池システムが停止する場合について述べる。特許文献1の水素生成装置および燃料電池システムでは、停止時に高温の改質器を燃焼ファンより供給される空気により冷却することが記載されている。しかしながら、改質器を冷却した排空気の保有熱により排ガス熱交換器の周辺構成部材（例えば、リングやパッキンなど）が熱劣化を起こす可能性がある。また、燃焼排ガス出口である排気口から高温の空気が放出されるために、上記冷却時に排気口付近に人が存在すると火傷する可能性があるという課題を有していた。

[0010] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、従来よりも排ガス熱交換器の熱劣化や排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性を低減し、上記冷却工程が実行される水素生成装置および燃料電池システム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

[0011] 上記課題を解決すべく、本発明の水素生成装置は、原料を用いて改質反応により水素含有ガスを生成する改質器と、前記改質器を加熱する燃焼器と、前記燃焼器に燃焼用の空気を供給する空気供給器と、前記燃焼器から排出される燃焼排ガスから熱を回収するための第1熱交換器と、前記第1熱交換器において前記燃焼排ガスから回収した熱を受け取る第1熱媒体が流れる第1熱媒体経路と、前記第1熱媒体経路の中の第1熱媒体を流すための第1ポンプと、前記熱媒体により回収した熱を蓄える蓄熱器と、停止時に前記燃焼器が燃焼を行っていない状態において前記空気供給器から供給した空気により少なくとも前記改質器を冷却する冷却工程において前記第1ポンプを動作させる制御器とを備える。

[0012] かかる構成では、停止処理時の冷却工程において、従来よりも排ガス熱交換器の熱劣化や排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性が低減される。

- [0013] 上記の水素生成装置において、前記改質器に前記原料を供給する原料供給器を備え、起動時に前記原料供給器より前記改質器に原料を供給するとともに前記改質器を通過した原料を前記燃焼器で燃焼させて前記改質器を加熱するように構成され、前記制御器は、少なくとも前記改質器の温度が待機可能温度以下になるまで前記冷却工程を継続させるように構成されていてもよい。
- [0014] 上記の水素生成装置において、前記制御器は、前記空気供給器から前記燃焼器への空気の供給を停止させるのに伴って前記ポンプの動作を停止させるように構成されていてもよい。
- [0015] また本発明の燃料電池システムは、上記の水素生成装置と、前記水素生成装置で生成された水素含有ガスを用いて発電する燃料電池とを備える。
- [0016] かかる構成では、停止処理時の冷却工程において、従来よりも排ガス熱交換器の熱劣化や排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性が低減される。
- [0017] 上記の燃料電池システムにおいて、前記燃料電池のカソードに前記原料を供給し、前記燃料電池のカソードを通過したガスを用いて前記燃焼器で燃焼するカソードパージ動作を行うよう構成され、前記冷却工程は、前記カソードパージ動作完了後の冷却工程であってもよい。
- [0018] 本発明の上記目的、他の目的、特徴、及び利点は、添付図面参照の下、以下の好適な実施態様の詳細な説明から明らかにされる。

発明の効果

- [0019] 本発明は、上記のような構成を有することにより、従来よりも排ガス熱交換器の熱劣化や排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性が低減される。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1] 図1は、本発明の第1実施形態の水素生成装置の概略構成の一例を示すブロック図である。
- [図2] 図2は、本発明の第1実施形態の水素生成装置における停止処理時の動作の一例を示すフローチャートである。
- [図3] 図3は、本発明の第1実施形態の水素生成装置における運転停止時の動

作の概略を示すフローチャートである。

[図4] 図4は、本発明の第1実施形態の第1変形例にかかる水素生成装置における運転停止時の動作の一例を示すフローチャートである。

[図5] 図5は、本発明の第1実施形態の第4変形例にかかる水素生成装置の概略構成の一例を示すブロック図である。

[図6] 図6は、本発明の第1実施形態の第5変形例にかかる水素生成装置の概略構成の一例を示すブロック図である。

[図7] 図7は、本発明の第1実施形態の第6変形例にかかる水素生成装置の概略構成の一例を示すブロック図である。

[図8] 図8は、本発明の第1実施形態の第7変形例にかかる水素生成装置の運転停止時の動作の概略を示すフローチャートである。

[図9] 図9は、本発明の第1実施形態の第11変形例にかかる水素生成装置の概略構成の一例を示すブロック図である。

[図10] 図10は、本発明の第1実施形態の第12変形例にかかる水素生成装置の概略構成の一例を示すブロック図である。

[図11] 図11は、本発明の第1実施形態の第13変形例にかかる水素生成装置の概略構成の一例を示すブロック図である。

[図12] 図12は、本発明の第1実施形態の第14変形例にかかる水素生成装置の概略構成の一例を示すブロック図である。

[図13] 図13は、本発明の第2実施形態の水素生成装置および燃料電池システムの概略構成の一例を示すブロック図である。

[図14] 図14は、本発明の第2実施形態の水素生成装置および燃料電池システムにおける発電運転停止時の動作の概略を示すフローチャートである。

[図15] 図15は、本発明の第2実施形態の水素生成装置および燃料電池システムの発電運転停止時における経路の切替動作の概略を示すフローチャートである。

[図16] 図16は、本発明の第2実施形態の第1変形例にかかる燃料電池システムにおいて、図13と異なる部分の概略構成を示すブロック図である。

[図17]図17は、本発明の第2実施形態の第2変形例にかかる燃料電池システムにおいて、図13と異なる部分の概略構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

- [0021] 以下、本発明の好ましい実施の形態を、図面を参照しながら説明する。
- [0022] 以下、本発明の水素生成装置及びこれを備える燃料電池システムを、図面を参照しながら説明する。
- [0023] 第1の本発明の実施の形態における水素生成装置（例えば、水素生成装置100 [図1] あるいは水素生成装置1002 [図5]）は、原料を用いて改質反応により水素含有ガスを生成する改質器（例えば、改質器102）と、改質器を加熱する燃焼器（例えば、燃焼器104）と、燃焼器に燃焼用の空気を供給する空気供給器（例えば、燃焼ファン106）と、燃焼器から排出される燃焼排ガスから熱を回収するための第1熱交換器（例えば、第1熱交換器108）と、熱交換器において燃焼排ガスから回収した熱を受け取る第1熱媒体が流れる第1熱媒体経路（例えば、第1熱媒体経路110）と、第1熱媒体経路の中の第1熱媒体を流すための第1ポンプ（例えば、第1ポンプ112）と、第1熱媒体により回収した熱を蓄える蓄熱器（例えば、蓄熱器140あるいは蓄熱器141）と、停止時に燃焼器が燃焼を行っていない状態（例えば、図2のステップS12～：燃焼器が燃焼を停止した後の状態）において空気供給器から供給した空気により少なくとも前記改質器を冷却する工程である冷却工程（例えば、図2のステップS13：燃焼器が燃焼を行わずに空気供給器が動作する工程）において第1ポンプを動作させる制御器（例えば、制御器114）とを備えている。
- [0024] これにより、従来の水素生成装置よりも排ガス熱交換器の熱劣化や排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性が低減される。
- [0025] ここで、上記「原料」とは、少なくとも水素及び炭素を構成元素とする有機化合物を含むもので、具体的には、メタン、プロパンガス、都市ガス等の炭化水素や、メタノール、エタノール等のアルコールが挙げられる。
- [0026] また、上記実施の形態の水素生成装置において、空気供給器が供給する空

気は、燃焼器が燃焼を行っている場合には燃焼用の空気となり、燃焼器が燃焼を行っていない場合には冷却用の空気となる。

[0027] 「第1熱交換器」は、燃焼排ガスと第1熱媒体との間で熱交換が行われることを可能にする装置であればどのようなものでもよい。

[0028] ただし、熱効率やエネルギー効率を考慮すれば、燃焼排ガス中の熱が熱交換により回収され利用されることが望ましい。回収熱の用途としては、例えば給湯、床暖房などが考えられる。この場合、熱媒体経路は、蓄熱器（貯湯タンクなど）に接続される構成や、床暖房の経路に接続される構成とすることがより好ましい。

[0029] 「第1熱媒体」は、液体の熱媒体であり、例えば液体の水、不凍液などを用いることができる。

[0030] 「第1ポンプ」は、第1熱媒体経路中に第1熱媒体が通流するように、第1熱媒体を駆動するものであれば、どのような装置でもよい。

[0031] 「制御器」は、例えば、1個のCPU（集中制御）で構成される形態もよいし、複数のCPU（分散制御）で構成される形態であってもよい。

[0032] 「冷却工程」とは、停止時に燃焼器が燃焼を行っていない状態において空気供給器から供給される空気により少なくとも改質器を冷却する工程を言う。この冷却工程において、空気供給器は連続的または断続的に動作しても構わない。冷却工程において、空気供給器は改質器を冷却する冷媒（空気）の供給器として機能する。一方、燃焼器が燃焼を行っている状態においては、空気供給器は燃焼用空気の供給器として機能する。

[0033] 燃焼を行っていない状態とは、例えば、燃焼器において火炎が生じておらず、燃焼熱（燃料の酸化反応によって生じる反応熱）が生じていないような状態を言う。

[0034] 冷却工程において第1ポンプが動作される目的は、熱媒体経路中に熱媒体を流すことで、熱交換器における熱交換（排空気から熱媒体への熱回収）を促進させ、改質器より熱回収した排空気を冷却することにある。なお、上記冷却工程において、第1ポンプも連続的または断続的に動作しても構わない

- 。
- [0035] 「原料供給器」は、改質器に供給される原料の流量を調整する機器であればよく、例えば、ブースタポンプや流量調整弁等が用いられうる。
- [0036] また、第2の本発明の実施の形態における水素生成装置は、第1の本発明の実施の形態における水素生成装置において、改質器に原料を供給する原料供給器（例えば、ブースタポンプ116）を備え、起動時に原料供給器より改質器に原料を供給するとともに改質器を通過した原料を燃焼器で燃焼させて改質器を加熱するよう構成され、制御器は、少なくとも改質器の温度が待機可能温度以下になるまで冷却工程を継続させる。
- [0037] これにより、従来の水素生成装置よりも排ガス熱交換器の熱劣化や排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性が低減しながら、速やかに次の起動を待機する待機状態に移行することが可能になる。
- [0038] ここで、「待機可能温度」とは、水素生成装置の停止処理を完了し、次の起動の待機状態に移行することが可能な温度として定義される。一例としては、起動処理が開始され、原料ガスが改質器の内部に供給されても、改質器に設けられた改質触媒の表面ないしその下流の経路に炭素が析出しない温度が挙げられる。具体的には、改質器の内部温度として、500℃以下の所定温度を待機可能温度としうる。また、改質器の温度は、改質器の温度を直接検出する温度検知器（例えば、第3温度検知器138）だけでなく、改質器の温度を間接的に検出する検知器（例えば、停止処理を開始してからの時間を計測する計時器等）により検知される。
- [0039] また、第3の本発明の実施の形態における水素生成装置は、第1の本発明の実施の形態における水素生成装置において、制御器は、改質器の温度がパージ可能温度以下になるまで冷却工程を継続させる。
- [0040] これにより、排ガス熱交換器の熱劣化や排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性を低減しながら、上記冷却工程を実施しない場合に比してより速やかに改質器内をパージ処理可能な温度にまで低下することが可能になる。
- [0041] ここで、「パージ可能温度」とは、改質器の内部をパージするために、例

例えば、原料を通流しても改質器内部にある改質触媒などの表面に炭素が析出するなどの問題が生じないような温度をいう。なお、上記パーズに使用されるガスは、上記原料に限定されるものではなく、例えば、窒素等の不活性ガスであってもよい。

[0042] また、第4の本発明の実施の形態における水素生成装置は、第3の本発明の実施の形態の水素生成装置において、制御器は、異常停止時に、改質器の温度がパーズ可能温度以下になるまで冷却工程を継続させる。

[0043] これにより、異常停止時に、排ガス熱交換器の熱劣化や排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性を低減しながら、上記冷却工程を実施しない場合に比してより速やかに改質器の温度をパーズ処理可能な温度に低下させることができる。また、改質器の温度がメンテナンスマンが作業可能な温度にまでより速やかに低下するため、メンテナンス性が向上する。

[0044] ここで、「異常停止」とは、機器の故障（例えば、温度検知器の故障、COセンサの故障、及び燃焼空気供給器の故障）、ガス漏れ異常（例えば、可燃性ガス漏れ異常）、温度検知器の検出温度異常（例えば、改質温度の過昇温、過降温）などの異常により水素生成装置の運転を停止する場合を指すが、これに限定されるものではない。

[0045] また、第5の本発明の実施の形態における水素生成装置（例えば、水素生成装置1004 [図6]）は、第1の本発明の実施の形態の水素生成装置において、蓄熱器は第1熱交換器を通過した第1熱媒体を貯える蓄熱器であって、第1熱交換器の上流の第1熱媒体経路と第1熱交換器の下流の第1熱媒体経路とを接続し、蓄熱器をバイパスするバイパス経路（例えば、第2バイパス経路127）と、第1熱交換器を通過した第1熱媒体の流入先を蓄熱器とバイパス経路との間で切替える第1切替器（例えば、三方弁129）と、第1熱交換器を通過した第1熱媒体の温度を検知する第1温度検知器（例えば、第1温度検知器123）とを備え、制御器は、冷却工程において、第1温度検知器で検知した温度が第1の閾値以上になるまで第1切替器をバイパス経路側に維持する。

- [0046] これにより、冷却工程において排空気より排熱回収した第1の熱媒体が低温の状態、蓄熱器に流入することが抑制され、蓄熱器内部の温度低下を抑制できる。
- [0047] ここで、「第1の閾値」とは、例えば蓄熱器に供給される熱媒体の温度が下がり過ぎないようにするための蓄熱下限温度（蓄熱器が貯湯タンクの場合は、貯湯下限温度）である。
- [0048] また、第6の本発明の実施の形態における水素生成装置（例えば、水素生成装置1002 [図5]）は、第1の本発明の実施の形態の水素生成装置において、第1熱媒体経路中の第1熱媒体から熱を回収するための第2熱交換器（例えば、第2熱交換器135）と、第2熱交換器において第1熱媒体から回収した熱を受け取る第2熱媒体が流れる第2熱媒体経路（例えば、第2熱媒体経路143）と、第2熱媒体経路の中の第2熱媒体を流すための第2ポンプ（例えば、第2ポンプ142）と、第2熱交換器の上流の第2熱媒体経路と第2熱交換器の下流の第2熱媒体経路とを接続し、蓄熱器（例えば、蓄熱器141）をバイパスするバイパス経路（例えば、第3バイパス経路145）と、第2熱交換器を通過した第2熱媒体の流入先を蓄熱器とバイパス経路との間で切替える第2切替器（例えば、三方弁144）と、第2熱交換器を通過した第2熱媒体の温度を検知する第2温度検知器（例えば、第2温度検知器148）とを備え、蓄熱器は第2熱交換器を通過した第2熱媒体を貯える蓄熱器であって、制御器は、冷却工程において、第2温度検知器で検知した温度が第1の閾値以上になるまで第2切替器をバイパス経路側に維持する。
- [0049] これにより、冷却工程において排空気より排熱回収した第2の熱媒体が低温の状態、蓄熱器に流入することが抑制され、蓄熱器内部の温度低下を抑制できる。
- [0050] ここで、「第2熱交換器」は、第1熱媒体と第2熱媒体との間で熱交換が行われることを可能にする装置であればどのようなものでもよい。ただし、熱効率やエネルギー効率を考慮すれば、第1熱媒体中の熱が熱交換により回

収され利用されることが望ましい。回収熱の用途としては、例えば給湯、床暖房などが考えられる。この場合、第2熱媒体経路は、蓄熱器（貯湯タンクなど）に接続される構成や、床暖房の経路に接続される構成とすることがより好ましい。

[0051] 「第2熱媒体」は、液体の熱媒体であり、例えば液体の水、不凍液などを用いることができる。

[0052] 「第2ポンプ」は、第2熱媒体経路中に第2熱媒体が通流するように、第2熱媒体を駆動するものであれば、どのような装置でもよい。

[0053] また、第7の本発明の実施の形態における水素生成装置（例えば、水素生成装置1004 [図6]）は、第1の本発明の実施の形態における水素生成装置において、第1熱交換器を通過した第1熱媒体の温度を検知する第1温度検知器（例えば、第1温度検知器123）を備え、制御器は、第1温度検知器の検知温度に基づいて第1ポンプの操作量を制御する第1の熱回収動作と、前記第1温度検知器の検知温度に拘わらず強制的に第1ポンプの操作量を所定量以上に制御する第2の熱回収動作とを、この順で実行する。

[0054] これにより、改質器より熱回収した排空気が高温である場合には、蓄熱器に貯える上で適切な温度に第1熱媒体の温度が制御され、改質器より熱回収した排空気の温度が低温化すると、第1熱媒体の温度に拘わらない熱回収動作が実行される。つまり、第1熱媒体による回収熱の蓄熱利用に配慮しながら、従来の水素生成装置よりも排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性を低減することができる。

[0055] また、第8の本発明の実施の形態における水素生成装置（例えば、水素生成装置1004 [図6]）は、第7の本発明の実施の形態における水素生成装置において、蓄熱器は第1熱交換器を通過した第1熱媒体を貯える蓄熱器であって、第1熱交換器の上流の第1熱媒体経路と第1熱交換器の下流の第1熱媒体経路とを接続し、蓄熱器をバイパスするバイパス経路と、第1熱交換器を通過した第1熱媒体の流入先を蓄熱器とバイパス経路との間で切替える第1切替器とを備え、制御器は、第2の熱回収動作において、第1温度検

知器の検知温度が第1の閾値以上である場合、第1切替器を蓄熱器側に切替え、第1温度検知器の検知温度が第1の閾値よりも小さい第2の閾値以下である場合、第1切替器をバイパス経路側に切替える。

[0056] これにより、第2の熱回収動作において、蓄熱器に供給される第1熱媒体の温度が適切な温度に制御され、蓄熱器への低温の第1熱媒体の流入が抑制される。

[0057] また、第9の本発明の実施の形態における水素生成装置（例えば、水素生成装置1006 [図7]）は、第1の本発明の実施の形態における水素生成装置において、第1熱媒体経路中の第1熱媒体から熱を回収するための第2熱交換器と、第2熱交換器において第1熱媒体から回収した熱を受けとる第2熱媒体が流れる第2熱媒体経路と、第2熱媒体経路の中の第2熱媒体を流すための第2ポンプと、第2熱交換器を通過した第2熱媒体の温度を検知する第2温度検知器とを備え、蓄熱器は第2熱交換器を通過した第2熱媒体を貯える蓄熱器であり、制御器は、第2温度検知器の検知温度に基づいて前記第2ポンプの操作量を制御する第1の熱回収動作と、第2温度検知器の検知温度に拘わらず強制的に第2ポンプの操作量を所定量以上に制御する第2の熱回収動作とを、この順で実行する。

[0058] これにより、改質器より熱回収した排空気が高温である場合には、蓄熱器に貯える上で適切な温度に第2熱媒体の温度が制御され、改質器より熱回収した排空気の温度が低温化すると、第2熱媒体の温度に拘わらない熱回収動作が実行される。つまり、第2熱媒体による回収熱の蓄熱利用に配慮しながら改質器の冷却を促進することが可能になる。

[0059] また、第10の本発明の実施の形態における水素生成装置（例えば、水素生成装置1006 [図7]）は、第9の本発明の実施の形態における水素生成装置において、第2熱交換器の上流の第2熱媒体経路と第2熱交換器の下流の第2熱媒体経路とを接続し、蓄熱器をバイパスするバイパス経路と、第2熱交換器を通過した第2熱媒体の流入先を蓄熱器とバイパス経路との間で切替える第2切替器とを備え、制御器は、第2の熱回収動作において、第2

温度検知器の検知温度が第1の閾値以上である場合、切替器を蓄熱器側に切替え、第2温度検知器の検知温度が第1の閾値よりも小さい第2の閾値以下である場合、切替器をバイパス経路側に切替える。

[0060] これにより、第2の熱回収動作において、蓄熱器に供給される第2熱媒体の温度が適切な温度に制御され、蓄熱器への低温の第2熱媒体の流入が抑制される。

[0061] また、第11の本発明の実施の形態における水素生成装置（例えば、水素生成装置100 [図1]）は、第1の本発明の実施の形態における水素生成装置において、冷却工程後に原料により改質器内をパージする原料パージ動作において、改質器より送出されたガスを燃焼器にて燃焼するとともに第1ポンプを動作するよう構成され、制御器は、冷却工程時よりも原料パージ動作時の方が第1ポンプの操作量を増加させる。

[0062] 原料パージ動作時においては、改質器より送出されたガスを燃焼器において、燃焼するため改質器の冷却工程時よりも燃焼排ガス経路を流れるガスの保有熱量が多くなるが、本実施の形態の水素生成装置においては、冷却工程時よりも原料パージ動作時の方が熱回収量が多くなるよう第1ポンプが制御されるため、原料パージ動作時において、排ガス熱交換器の熱劣化や排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性が低減される。

[0063] また、第12の本発明の実施の形態における水素生成装置（例えば、水素生成装置1002 [図5]）は、第1の本発明の実施の形態における水素生成装置において、第1熱媒体経路中の第1熱媒体から熱を回収するための第2熱交換器と、第2熱交換器において第1熱媒体から回収した熱を受けとる第2熱媒体が流れる第2熱媒体経路と、第2熱媒体経路の中の第2熱媒体を流すための第2ポンプとを備え、冷却工程後に原料により改質器内をパージする原料パージ動作において、改質器より送出されたガスを燃焼器にて燃焼するとともに第2ポンプを動作するよう構成され、制御器は、冷却工程時よりも原料パージ動作時の方が第2ポンプの操作量を増加させる。

[0064] 原料パージ動作時においては、改質器より送出されたガスを燃焼器におい

て、燃焼するため改質器の冷却工程時よりも燃焼排ガス経路を流れるガスの保有熱量が多くなる。本実施の形態の水素生成装置においては、冷却工程時よりも原料パージ動作時の方が熱回収量が多くなるよう第2ポンプが制御されるため、原料パージ動作時において、排ガス熱交換器の熱劣化や排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性が低減される。

[0065] また、第13の本発明の実施の形態における燃料電池システム（例えば、燃料電池システム200 [図13]）は、第1～第12の本発明の実施の形態における水素生成装置のいずれかと、この水素生成装置で生成された水素含有ガスを用いて発電する燃料電池（例えば、燃料電池250）とを備える。

[0066] これにより、従来の燃料電池システムよりも排ガス熱交換器の熱劣化や排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性が低減される。

[0067] ここで、上記「燃料電池」には、例えば高分子電解質形燃料電池（PEFC）や固体酸化物形燃料電池（SOFC）が用いられる。固体酸化物形燃料電池の場合は、通常、改質反応を実行する改質部と燃料電池部をそれぞれ個別に有する間接内部改質型と燃料電池本体内部で改質反応も行う内部改質型のいずれであってもよい。つまり、燃料電池に上記改質器が内蔵された形態が採用される場合があり、本発明の燃料電池システムは、そのような形態も含むものである。

[0068] また、第14の本発明の実施の形態における燃料電池システム（例えば燃料電池システム200 [図13]）は、第13の本発明の実施の形態における燃料電池システムにおいて、燃料電池のカソードに原料を供給し、燃料電池のカソードを通過したガスを用いて燃焼器で燃焼するカソードパージ動作を行うよう構成され、冷却工程は、カソードパージ動作完了後の冷却工程である。

[0069] これにより、カソードパージ動作時においては、カソードを通過したガスを用いて燃焼器で燃焼するよう構成されているため、カソードパージ時において与えられた熱も含め改質器より速やかに熱回収し、改質器を冷却するこ

とが可能になる。

[0070] (第1実施形態)

以下、本発明の第1実施形態の水素生成装置を、図面を参照しながら説明する。

[0071] [装置構成の詳細]

以下、水素生成装置100の装置構成の詳細について図1を参照しつつ説明する。

[0072] ブースターポンプ116の上流側は、原料ガスの供給源（例えば、都市ガスインフラ）に接続されている。ブースターポンプ116の下流側は、原料ガス供給流路120を介して改質器102に接続されている。原料ガス供給流路120には第1開閉弁118が設けられている。

[0073] 改質水ポンプ117の入口は、水供給源（例えば、第1熱交換器108で生成した燃焼排ガス中の凝縮水を貯めた水タンク、水道インフラ等）に接続している。改質水ポンプ117の出口は、蒸発器103に接続しており、蒸発器103は改質器102と接続されている。なお、改質水ポンプ117と蒸発器103との間の改質水供給路121には第2開閉弁119が設けられている。

[0074] なお、図1には、改質器102から送出されるガスがそのまま水素生成装置本体105より送出されるよう構成されているが、改質器102の下流に、改質器102で生成された水素含有ガス中に含まれる一酸化炭素を低減するために、変成触媒（例えば、Cu-Zn系触媒）を有する変成器や、酸化触媒（例えば、Pt系触媒）を有するCO除去器が設けられる形態を採用しても構わない。水素生成装置本体105の水素含有ガス出口は燃料ガス供給路122を介して水素利用機器150と接続されている。燃料ガス供給路122には第3開閉弁128が設けられている。

[0075] 燃料ガス供給路122の途中において分岐して、水素利用機器150をバイパスして燃焼器104と接続する第1バイパス経路126が設けられ、第1バイパス経路126には第5開閉弁132が設けられている。

- [0076] 燃焼ファン106は、燃焼用空気供給路134を介して燃焼器104と接続されている。燃焼器104より送出される燃焼排ガスが流れる燃焼排ガス経路136が設けられている。この燃焼排ガス経路136は、少なくとも改質器102と熱交換可能に構成され、燃焼排ガス中の燃焼排ガスにより改質器102は加熱される。なお、水素生成装置本体105内に変成器やCO除去器を更に備える形態を採用した場合は、これらの反応器に対しても上記燃焼排ガスにより加熱されるよう構成されても構わない。燃焼排ガス経路136は、蒸発器103とも熱交換可能に構成されていても構わない。
- [0077] また、燃焼排ガス経路136は、第1熱交換器108の内部を通過している。第1熱交換器108の内部には、熱交換器110において燃焼排ガスより熱を回収する第1熱媒体が流れる第1熱媒体経路110も通過している。第1熱媒体経路110には第1ポンプ112が設けられている。燃焼排ガス経路136内の燃焼排ガスと第1熱媒体経路110内の熱媒体とは、第1熱交換器108において、互いに熱交換可能になるよう構成されている。
- [0078] 第1熱交換器108を通過した第1熱媒体は、蓄熱器140に貯えられる。第1ポンプ112は蓄熱器140から取り出された第1熱媒体を第1熱交換器108に送出する。
- [0079] 第3温度検知器138は改質器102に取り付けられており、改質器102の温度を検出してその結果を制御器114に送る。
- [0080] 制御器114は、CPUやメモリ等を備え、各開閉弁118、119、128、132や、燃焼ファン106、第1ポンプ112、ブースターポンプ116などと電氣的に接続され、それらを制御する。
- [0081] 本実施形態における水素利用機器150は、例えば、水素貯蔵タンクとするが、これに限定されるものではなく、燃料電池等の水素を利用する装置であればどのようなものでもよい。各開閉弁は例えば電磁弁とすることができる。第3温度検知器138には、例えばサーミスタなどの温度センサを用いることができる。
- [0082] [動作：水素生成運転]

以下、水素生成装置 100 における水素生成運転時の動作の概略を説明する。以下の動作は制御器 114 によって、水素生成装置 100 の各機器が制御されることにより遂行される。

[0083] 第 1 開閉弁 118 および第 2 開閉弁 119 は開放されている。ブースタポンプ 116 により原料ガスが原料ガス供給路 120 を介して改質器 102 に供給される。改質水は改質水供給路 121 を介して蒸発器 103 に供給される。

[0084] 改質器 102 は燃焼器 104 からの燃焼排ガスにより加熱される。蒸発器 103 において改質水は水蒸気になる。改質器 102 において、該水蒸気と原料ガスから水蒸気改質反応により水素含有ガス（燃料ガス）が生成される。生成された水素含有ガスは、起動処理中においては、第 1 バイパス経路 126 を介して燃焼用ガスとして燃焼器 104 に供給されるよう、制御器 114 により第 3 開閉弁 128 は閉じた状態で、第 5 開閉弁 132 が開放されるよう制御される。

[0085] 上記起動処理が完了すると、第 5 開閉弁 132 の開放を維持したまま、第 3 開閉弁 128 を開放し、水素含有ガスを水素利用機器 150 に供給開始し、水素生成運転が開始される。なお、上記水素生成運転中においても、水素生成装置本体 105 から送出された水素含有ガスの一部が、第 1 バイパス経路 126 を介して燃焼器 104 へ供給、燃焼され、改質器 102 を改質反応に好適な温度に維持する。

[0086] 燃焼器 104 で生成する燃焼排ガスは、燃焼排ガス経路 136 を流れ、第 1 熱交換器 108 において燃焼排ガスが冷却され、燃焼排ガス中の水分が凝縮された後、排気口 137 を通じて水素生成装置 100 の筐体外部へと排出される。

[0087] [動作：起動処理]

以下、本実施形態の水素生成装置 100 における起動時の動作の概略を説明する。以下の動作は制御器 114 によって、水素生成装置 100 の各部が制御されることにより遂行される。

[0088] 起動を待機する待機状態において、起動要求があると、制御器 114 は起動指令を出力し、水素生成装置 100 の水素生成装置本体 105 の昇温動作を含む起動処理を開始する。

ここで、起動処理は、水素生成装置により安定して高濃度の水素（ H_2 ガス）を含む水素含有ガスを生成するのに好適な温度に水素生成装置の温度が到達するまで、水素生成装置を昇温させる処理を含み構成される。

起動処理においては、原料供給器（ブースターポンプ 116）を動作させ、改質器 102 に原料を供給しながら、第 3 開閉弁 128 が閉鎖するとともに第 5 開閉弁 132 が開放し、第 1 バイパス経路 126 を通じて、燃焼器 104 に供給される可燃性ガスを燃焼させ、改質器 102 を含む水素生成装置本体 105 の昇温動作を実行する。

[0089] 上記昇温動作により改質器 102 及び蒸発器 103 が加熱され、蒸発器 103 の温度が水蒸気を生成可能な温度（蒸発可能温度）になると、第 2 開閉弁 119 が開放するとともに、改質水供給器（改質水ポンプ 117）を動作させ、蒸発器 103 に改質水の供給を開始する。なお、上記蒸発可能温度は、 $100^{\circ}C$ 以上の温度として設定され、第 3 温度検知器 138 の検知温度で、蒸発可能温度以上になったか否かを判断するよう構成されている。なお、その際に、蒸発可能温度以上になった否かを判断する温度閾値が、上記検知温度に対して設定される。

[0090] 上記のように蒸発器 103 に改質水の供給を開始することで、蒸発器で生成した水蒸気と、原料ガス供給路 120 を介して供給された原料ガスとから、水蒸気改質反応により水素含有ガスが生成される。

[0091] そして、更に、上記昇温動作を改質器 102 の温度が水素を高濃度に含む水素含有ガスを生成可能な改質反応に好適な安定温度に達するまで継続する。上記昇温動作により第 3 温度検知器 138 の検知温度が、上記安定温度以上になると、水素生成装置 100 の起動処理を完了し、制御器 114 は、第 5 開閉弁 132 の開放を維持したまま、第 3 開閉弁 128 を開放し、水素利用機器 150 への水素含有ガスの供給を開始する。なお、上記水素生成装置

本体 105 に、改質器 102 で生成された水素含有ガス中の一酸化炭素を低減するための反応器として、シフト反応により一酸化炭素を低減する変成器や酸化反応により一酸化炭素を低減する CO 除去器を備える形態を採用した場合、変成器及び CO 除去器のそれぞれに好適な安定温度以上になったのを確認してから、起動処理が完了されるよう構成される。ここで、上記変成器や CO 除去器の温度については、各反応器に設けられた温度検知器によりその温度が検知される。

[0092] [動作：停止処理]

図 3 は、本発明の第 1 実施形態の水素生成装置の運転停止時の動作の概略を示すフローチャートである。以下、図 3 を参照しつつ、本実施形態の水素生成装置 100 における停止処理時の動作の概略を説明する。

[0093] 水素生成装置 100 の水素生成運転中において、水素生成停止指令が発生しているか否かが判定され（ステップ S 101）、発生していればブースターポンプ 116 及び改質水ポンプ 117 の動作が停止されるとともに、第 1 開閉弁 118 および第 2 開閉弁 119 が閉止され、原料ガスおよび改質水の供給が停止される（ステップ S 102）。

[0094] 次に、第 5 開閉弁 132 が閉止され、燃焼器 104（バーナ）での燃焼が停止される（ステップ S 103）。なお、上記ステップ S 103 の燃焼器の燃焼停止に際しては、通常、消火した後に燃焼ファン 106 より供給される空気により燃焼器 104 内に残留する可燃ガスを筐体外部に排出する動作が実行され、燃焼器 104 の燃焼停止処理が完了する。次に、燃焼器 104 での燃焼が停止した状態において、燃焼ファン 106 および第 1 ポンプ 112 が動作され、燃焼ファン 106 より供給された空気による改質器 102 の冷却と、改質器 102 を冷却した排空気の保有熱の第 1 熱媒体による熱回収が行われる。（ステップ S 104：冷却工程）。なお、この冷却工程における燃焼ファン 106 および第 1 ポンプ 112 の動作は、連続的または断続的であっても構わない。

[0095] 次に、改質器 102 の温度 t_1 が第 3 温度検知器 138 を用いて検知され

(ステップS105)、 t_1 が待機可能温度以下(例えば、500℃以下)であるか否かが判定される(ステップS106)。

[0096] ステップS106の判定結果がYESであった場合、燃烧ファン106の動作を停止するとともに第1ポンプ112の動作を停止し(ステップS107)、停止処理を完了し、水素生成装置100は待機状態へと移行する(ステップS108)。

[0097] ステップS106の判定結果がNOであった場合には、ステップS105に戻る。

[0098] なお、「待機可能温度」は、水素生成装置の停止処理を完了し、次の起動の待機状態(起動要求があれば直ちに起動処理を開始するスタンバイ状態)に移行することが可能な温度として定義される。一例としては、起動処理が開始され、原料ガスが改質器102の内部に供給されても、改質器に設けられた改質触媒の表面ないしその下流の経路に炭素が析出しない温度が挙げられる。具体的には、改質器102の内部温度として、500℃以下の所定温度を待機可能温度としうる。

[0099] また、上記においては、上記冷却工程及び熱回収動作を第3温度検知器138の検知温度が、待機可能温度になるまで継続する形態を採用したが、これに限定されるものではない。例えば、水素生成装置100の停止処理として、少なくとも改質器102内部を置換ガスでパージするパージ動作を実行する形態において、上記パージ動作を実行可能な温度(パージ可能温度)にまで上記冷却工程を実行する形態を採用しても構わない。なお、ここで、上記「パージ可能温度」とは、例えば、置換ガスが原料である場合、上記パージ動作において水素生成装置105より排出され燃烧器104で燃烧することで、改質器102の温度が、原料ガスが炭素析出しない上限温度を超えない温度として設定される。具体的には、原料ガスより炭素析出することのない改質器102の上限温度からパージ動作における改質器102の昇温温度を減じた値以下の温度(例えば、300℃)として設定される。

[0100] 上述のように構成される本実施の形態の水素生成装置100は、燃烧用空

気による改質器の冷却工程において第1熱媒体を流すためのポンプが動作される。よって、改質器102等を冷却することで昇温された燃焼排ガス経路136を流れる排空気は、水素生成装置100の筐体外部に直接排出されずに、第1熱交換器108において冷却された後、燃焼排ガスの排気口137より水素生成装置100の筐体外部に排出される。従って、燃焼排ガスの排気口付近に人が存在しても従来の水素生成装置に比べ、上記冷却工程において排気口より排出されるガスにより火傷する可能性が低減される。また、上記冷却工程において第1熱交換器108にて排空気が熱媒体により冷却されるため、第1熱交換器108の周辺構成部材（リングやパッキンなど）が熱劣化を起しにくくなる。

[0101] [第1変形例]

第1変形例の水素生成装置は、運転停止時に改質器の内部が原料ガスによりパージされると共に、改質器の温度がパージ可能温度になるまで改質器の冷却工程及び第1熱媒体による熱回収動作が実行される点を特徴とする。

[0102] 第1変形例の水素生成装置のハードウェア構成は、図1に示した水素生成装置100と同様とすることができるので、説明を省略する。本変形例における水素生成運転および起動処理の動作は、水素生成装置100について上述したものと同様とすることができるので、説明を省略する。

[0103] 図4は、本発明の第1実施形態の第1変形例にかかる水素生成装置の運転停止時の動作の概略を示すフローチャートである。以下、図4を参照しつつ、本変形例の水素生成装置における停止処理時の動作の概略を説明する。以下の動作は制御器によって、水素生成装置の各機器が制御されることにより遂行される。

[0104] 水素生成装置の水素生成運転中において、水素生成停止指令が発生しているか否かが判定され（ステップS201）、発生していれば発生していれば第1開閉弁118および第2開閉弁119が閉止され、原料ガスおよび改質水の供給が停止されると共に、第5開閉弁132が閉止され、燃焼器104（バーナ）の燃焼が停止される（ステップS202）。

- [0105] バーナの燃焼が停止された後、改質器 102 を冷却するため燃焼ファン 106 の動作が実行されるとともに第 1 ポンプ 112 の動作が実行される（ステップ S203：冷却工程）。これにより、燃焼ファン 106 により供給された空気による改質器 102 の冷却と、改質器 102 を冷却した排空気の第 1 熱媒体による熱回収が行われる。
- [0106] 次に、改質器 102 の温度が第 3 温度検知器 138 を用いて検知され、検知された温度がパージ可能温度以下（例えば、300℃以下）であるか否かが判定される（ステップ S204）。
- [0107] ステップ S204 の判定結果が YES であった場合、パージ動作が開始される（ステップ S205）。すなわち、第 1 開閉弁 118 および第 5 開閉弁 132 が開放されるとともに、ブースターポンプ 116 を動作させて原料ガスが改質器 102 に供給される。改質器から排出される原料ガスは、第 1 バイパス経路 126 を経由して燃焼器 104 に供給され、燃焼器 104 で燃焼される。
- [0108] パージ動作が開始されると経過時間が計測され、経過時間が予め設定されたパージ動作時間以上であるかが判定される。判定結果が YES であれば、ブースターポンプ 116 の動作が停止されるとともに、第 1 開閉弁 118 および第 5 開閉弁 132 が閉止されて、パージ動作が停止される（ステップ S206）。
- [0109] パージ動作が停止されると、燃焼ファン 106 および第 1 ポンプ 112 の動作が停止され（ステップ S207）、停止処理が完了する（エンド）。
- [0110] [第 2 変形例]
- 第 2 変形例の水素生成装置は、異常停止時に上記第 1 変形例の水素生成装置と同様の冷却工程及び熱回収動作、及びその後のパージ動作が実行される点を特徴とする。
- [0111] 本変形例における異常としては、機器の故障（例えば、温度検知器の故障、CO センサの故障、及び燃焼空気供給器の故障）、ガス漏れ異常（例えば、可燃性ガス漏れ異常）、温度検知器の検出温度異常（例えば、改質温度の

過昇温、過降温)が規定されている。なお、これらの異常は例示であり、これらの異常の一部を異常として規定してもよく、また、これらの異常以外の異常を異常と規定してもよい。

- [0112] 温度検知器の故障が想定される異常とは、例えば、第3温度検知器138がサーミスタである場合、これらの検出値が、ショートや断線を示す値となる異常が挙げられる。本変形例においては、当該異常に対応した異常停止処理として変形例1と同様の冷却工程及び熱回収動作及びその後のパーズ動作が実行される。
- [0113] COセンサの故障が想定される異常とは、燃焼器104に設けられた、図示されないCOセンサが、接触燃焼式のセンサである場合、本センサの検出値が電気抵抗の断線を示す値となる異常が挙げられる。本変形例においては、当該異常に対応した異常停止処理として変形例1と同様の冷却工程及び熱回収動作及びその後のパーズ動作が実行される。
- [0114] 燃焼空気供給器の故障が想定される異常とは、例えば、燃焼ファン106の回転数が、制御器114からの操作量に対して、許容範囲外(例えば、目標回転数に対応する設定操作量に対して操作量を増加させても所定時間以上、目標回転数に至らない場合)となる異常が挙げられる。このような異常は、モータ劣化により操作量の指令値に対して所望の回転数が得られない場合に起こる可能性があることから、燃焼ファン106の故障が想定される異常とみなされる。本変形例においては、当該異常に対応した異常停止処理として変形例1と同様の冷却工程及び熱回収動作及びその後のパーズ動作が実行される。
- [0115] 可燃性ガス漏れ異常とは、水素生成装置の内部に設けられた可燃性ガスセンサが可燃性ガスを検知した異常をいう。例えば、パッケージ内に可燃性ガス(原料ガスや燃料ガス等)が漏れて、可燃性ガスセンサが可燃性ガスを検知した場合が挙げられる。本実施の形態においては、当該異常に対応した異常停止処理として変形例1と同様の冷却工程及び熱回収動作及びその後のパーズ動作が実行される。

- [0116] なお、上記で例示したような異常のうち各異常検知器の故障については、制御器 114 に内蔵される図示されない異常判定器が、異常検知器として機能し、上記検知器の故障と異なる異常については、異常判定器と当該異常を判定する際の判定対象となる検出値を出力する検知器とが異常検知器として機能する。
- [0117] ここで、本変形例の水素生成装置では、上記異常が検出された場合に、水素生成停止指令が出力される。その後は図 4 のステップ S 201 ~ ステップ S 207 に示したものと同様の停止処理が行われ、停止処理完了後、起動不許可状態に移行する（エンド）。
- [0118] 起動不許可状態とは、起動要求が発生しても、燃料電池システムの起動が許可され、制御器により起動指令が出力されることのない状態を言う。例えば、使用者が水素生成装置の起動を開始するように、リモコンのキー操作部を操作して、運転開始要求を行っても、制御器が、上述した水素生成装置の起動処理を行うことがない状態にすることをいう。
- [0119] [第 3 変形例]
- 第 3 変形例は、冷却工程後に原料により改質器 102 内をパージする原料パージ動作（パージ動作）において、改質器 102 より送出されたガスを燃焼器 104 にて燃焼するとともに第 1 ポンプ 112 を動作するよう構成され、制御器 114 は、冷却工程時よりも原料パージ動作時の方が第 1 ポンプ 112 の操作量を増加させるものである。
- [0120] 第 3 変形例の水素生成装置の構成や動作は、上記の点を除いては第 1 変形例や第 2 変形例の構成や動作と同様のものとするので、詳細な説明は省略する。
- [0121] [第 4 変形例]
- 第 4 変形例は、実施の形態 1 の水素生成装置の冷却工程において、改質器を冷却した排空気の保有熱を 2 次冷却系において熱回収するよう構成されていることを特徴とする。
- [0122] 本変形例における水素生成運転および起動処理の動作は、実施の形態 1 の

水素生成装置 100 について上述したものと同様とすることができるので、説明を省略する。

[0123] 図 5 は、本変形例における水素生成装置 100 2 の概略構成の一例を示すブロック図である。図 5 において図 1 と共通する要素には同一の符号および名称を付して詳細な説明を省略する。

[0124] 第 2 熱交換器 135 は、第 1 熱媒体経路 110 中の第 1 熱媒体から熱を回収するための熱交換器である。第 2 熱媒体経路 143 は、第 2 熱交換器 135 において第 1 熱媒体から回収した熱を受け取る第 2 熱媒体が流れる経路である。第 2 ポンプ 142 は、第 2 熱媒体経路 143 中の第 2 熱媒体を流すためのポンプである。

[0125] 本変形例の水素生成装置 100 2 は、冷却工程において第 1 ポンプだけでなく、第 2 ポンプを動作させ、改質器 102 を冷却した排空気の保有熱は最終的に第 2 熱媒体に回収され、蓄熱器 141 に貯えられる。

[0126] なお、本変形例の水素生成装置の構成及び冷却工程における熱回収動作は、上記変形例 1～3 の水素生成装置に適用しても構わない。又、第 1～第 3 変形例の水素生成装置のように原料パーズ動作を実行する場合においても、第 1 ポンプ 112 及び第 2 ポンプ 142 を動作させることが好ましい。また、第 3 変形例の水素生成装置と同様に原料パーズ動作時における第 1 ポンプ 112 及び第 2 ポンプ 142 の操作量を、冷却工程時における操作量よりも大きくするよう制御器 114 により制御することが好ましい。

[0127] [第 5 変形例]

第 5 変形例の水素生成装置は、蓄熱器をバイパスするバイパス経路と、第 1 熱媒体の流入先を蓄熱器とバイパス経路との間で切替える第 1 切替器と、第 1 熱媒体の温度を検知する第 1 温度検知器とを備え、冷却工程において、第 1 温度検知器で検知した温度が第 1 の閾値以上になるまで第 1 切替器をバイパス経路側に維持する点を特徴とする。本変形例における水素生成運転および起動処理の動作は、水素生成装置 100 について上述したものと同様とすることができるので、説明を省略する。

- [0128] 図6は、本変形例にかかる水素生成装置1004の概略構成の一例を示すブロック図である。図6において図1と共通する要素には同一の符号および名称を付して詳細な説明を省略する。
- [0129] 蓄熱器140は、第1熱交換器108を通過した第1熱媒体を貯える蓄熱器である。
- [0130] 第2バイパス経路127は、第1熱交換器108の上流の第1熱媒体経路110と第1熱交換器108の下流の第1熱媒体経路108とを接続し、蓄熱器140をバイパスする経路である。三方弁129（第1切替器）は、第1熱交換器108を通過した第1熱媒体の流入先を蓄熱器140と第2バイパス経路127との間で切替える。第1温度検知器123は、第1熱交換器108を通過した第1熱媒体の温度を検知して、検知結果を制御器114に送る。
- [0131] 本変形例において制御器114は、冷却工程において、第1ポンプ112を動作させながら第1温度検知器で検知した温度が第1の閾値（例えば、65℃）以上になるまで三方弁129を第2バイパス経路側127に維持する。ここで、上記「第1の閾値」とは、例えば蓄熱器に供給される熱媒体の温度が下がり過ぎないようにするための蓄熱下限温度（蓄熱器が貯湯タンクの場合は、貯湯下限温度）である。これにより、冷却工程において排空気より排熱回収した第1の熱媒体が低温の状態で、蓄熱器に流入することが抑制され、蓄熱器内部の温度低下を抑制できる。
- [0132] なお、本変形例の水素生成装置の構成及び冷却工程における第2バイパス経路127の切替制御を実施の形態1～変形例4の水素生成装置に適用しても構わない。
- [0133] [第6変形例]
- 第6変形例の水素生成装置は、第5変形例の水素生成装置と異なり、水素生成装置の上記冷却工程において改質器を冷却した排空気の保有熱を2次冷却系において熱回収するよう構成されていることを特徴とする。具体的には、蓄熱器をバイパスするバイパス経路と、第2熱媒体の流入先を蓄熱器とバ

バイパス経路との間で切替える第2切替器と、第2熱媒体の温度を検知する第2温度検知器とを備え、冷却工程において、第2温度検知器で検知した温度が第1の閾値以上になるまで第2切替器をバイパス経路側に維持することを特徴とする。本変形例における水素生成運転および起動処理の動作は、水素生成装置100について上述したものと同様とすることができるので、説明を省略する。

[0134] 図7は、本変形例にかかる水素生成装置1006の概略構成の一例を示すブロック図である。図7において図5と共通する要素には同一の符号および名称を付して詳細な説明を省略する。

[0135] 蓄熱器141は第2熱交換器135を通過した第2熱媒体を貯える蓄熱器である。第3バイパス経路145は、第2熱交換器135の上流の第2熱媒体経路143と第2熱交換器135の下流の第2熱媒体経路143とを接続し、蓄熱器141をバイパスする経路である。三方弁144（第2切替器）は、第2熱交換器135を通過した第2熱媒体の流入先を蓄熱器141と第3バイパス経路145との間で切替える。第2温度検知器148は、第2熱交換器135を通過した第2熱媒体の温度を検知して、検知結果を制御器114に送る。

[0136] 本変形例において制御器114は、冷却工程において、第2温度検知器148で検知した温度が第1の閾値（例えば、65℃）以上になるまで三方弁144を第3バイパス経路145側に維持する。これにより、冷却工程において排空気より排熱回収した第1の熱媒体が低温の状態では蓄熱器に流入することが抑制され、蓄熱器内部の温度低下を抑制できる。

[0137] なお、本変形例の水素生成装置の構成及び冷却工程における第3バイパス経路145の切替制御を実施の形態1～変形例5の水素生成装置に適用しても構わない。

[0138] [第7変形例]

第7変形例の水素生成装置は、改質器の冷却工程において、第1温度検知器の検知温度に基づいて第1ポンプの操作量を制御する第1の熱回収動作と

、第1温度検知器の検知温度に拘わらず強制的に第1ポンプの操作量を所定量以上に制御する第2の熱回収動作とを、この順で実行する点を特徴とする。本変形例の水素生成装置の装置構成や動作は、上記の点を除けば第5変形例と同様とすることができるので、共通する部分については説明を省略する。

[0139] 図8は、本変形例にかかる水素生成装置の運転停止時の動作の概略を示すフローチャートである。以下、図8を参照しつつ、本変形例の水素生成装置における停止処理時の動作の概略を説明する。以下の動作は制御器によって、水素生成装置の各機器が制御されることにより遂行される。

[0140] 水素生成装置の水素生成運転中において、水素生成停止指令が発生しているか否かが判定され（ステップS301）、発生していればブースターポンプ116及び改質水ポンプ117の動作が停止されるとともに、第1開閉弁118および第2開閉弁119が閉止され、原料ガスおよび改質水の供給が停止されると共に、第5開閉弁132が閉止され、燃焼器104（バーナ）の燃焼が停止される（ステップS302）。

[0141] バーナの燃焼が停止された後、燃焼ファン106および第1ポンプ112の動作が実行される（ステップS303：冷却工程）。これにより、燃焼ファン106により供給された空気による改質器102の冷却と、改質器104を冷却した排空気の保有熱を第1熱媒体により熱回収する熱回収動作が行われる。

[0142] ステップS303の冷却工程においては、まず、第1の熱回収動作が実行される（ステップS304）。第1の熱回収動作では、第1温度検知器123の検知温度に基づいて第1ポンプ112の操作量（制御器114が第1ポンプ112に送る操作量）が制御される。より詳細には、制御器114は、第1温度検知器123が検知する温度が第1の閾値（例えば、65℃）以上になるように、第1温度検知器123の検知温度を用いて、第1ポンプ112の操作量をフィードバック制御する。上記検知温度が第1の閾値よりも低ければ、操作量を小さくして流量を低下させることで熱交換量を増大させ、

第1熱媒体の温度を上昇させる。

[0143] 第1の熱回収動作により改質器の温度低下が進行すると、第2の熱回収動作が実行される（ステップS305）。第2の熱回収動作では、第1温度検知器123の検知温度に拘わらず強制的に第1ポンプ112の操作量が所定量以上に制御される。上記のような制御により、第1熱媒体による回収熱の蓄熱利用に配慮しながら、従来の水素生成装置よりも排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性を低減することができる。

[0144] なお、第1の熱回収動作から第2の熱回収動作への切替は、例えば、第3温度検知器138が検知する改質器の温度に基づいて、改質器温度が所定温度（例えば、550℃）にまで低下した時に行うこととする。

[0145] なお、本変形例において、において三方弁129および第2バイパス経路側127は省略する。

[0146] 本変形例では、蓄熱器に供給する上で適切な温度に制御できる場合には第1熱媒体を蓄熱器に溜める一方、そのような制御ができなくなった場合には冷却が優先的に実行される。

[0147] [第8変形例]

第8変形例の水素生成装置は、制御器が、第2の熱回収動作において、第1温度検知器123の検知温度が第1の閾値以上である場合、三方弁129を蓄熱器140側に切替え、第1温度検知器123の検知温度が第1の閾値よりも小さい第2の閾値以下である場合、三方弁129をバイパス経路側に切替えることを特徴とする。その他の装置構成および動作は第7変形例と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。これにより、第2の熱回収動作において、蓄熱器に供給される第1熱媒体の温度が適切な温度に制御され、蓄熱器への低温の第1熱媒体の流入が抑制される。

[0148] なお、上記「第2の閾値」は、上記の通り第1の閾値よりも小さい値として設定されるため、第1温度検知器の温度の変動に伴い頻繁に三方弁が切替わることが抑制される。

[0149] [第9変形例]

第9変形例の水素生成装置は、第7変形例と異なり、水素生成装置の冷却工程における第1及び第2の熱回収動作を2次冷却系を用いて実行するよう構成されていることを特徴とする。具体的には、第2温度検知器148の検知温度に基づいて第2ポンプ142の操作量を制御する第1の熱回収動作と、第2温度検知器148の検知温度に拘わらず強制的に第2ポンプ142の操作量を所定量以上に制御する第2の熱回収動作とを、この順で実行することを特徴とする。本変形例の水素生成装置の装置構成や動作は、上記の点を除けば第6変形例と同様とすることができるので、共通する部分については説明を省略する。

[0150] 本変形例の水素生成装置における運転停止時の動作は、第7変形例の説明において、第1温度検知器123を第2温度検知器148に置き換え、第1ポンプ112を第2ポンプ142に置き換え、さらに第1ポンプ112も第2ポンプ142の動作とともに動作させるよう制御されるものであり、その他の詳細な説明を省略する。なお、第1ポンプ112は、少なくとも第2の熱回収動作においては、第2ポンプ142と同様に強制的に所定値以上の操作量になるよう制御されることが好ましい。なお、上記「所定値」は、第2の熱回収動作において第1のポンプの操作量を所定値以上に制御する際のこの所定値と同一であってもよいし、異なる値であってもよい。

[0151] 本変形例の水素生成装置により、第2熱媒体による回収熱の蓄熱利用に配慮しながら、従来の水素生成装置よりも排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性を低減することができる。

[0152] [第10変形例]

第10変形例の水素生成装置は、制御器が、第2の熱回収動作において、第2温度検知器148の検知温度が第1の閾値以上である場合、三方弁144を蓄熱器141側に切替え、第2温度検知器148の検知温度が第1の閾値よりも小さい第2の閾値以下である場合、三方弁144を第3バイパス経路145側に切替えることを特徴とする。その他の装置構成および動作は第9変形例と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。

- [0153] 本変形例の水素生成装置により、第2の熱回収動作において、蓄熱器に供給される第2熱媒体の温度が適切な温度に制御され、蓄熱器への低温の第2熱媒体の流入が抑制される。
- [0154] [第11変形例]
- 第11変形例の水素生成装置1008の装置構成は、第2バイパス経路127に放熱器131が設けられている点で第5変形例と異なっているが、その他の構成要素は第5変形例の水素生成装置1004と同様である。
- [0155] 図9は、本変形例の水素生成装置1008の概略構成の一例を示すブロック図である。図9において図6と共通する要素には同一の符号および名称を付して詳細な説明を省略する。
- [0156] 放熱器131は、第2バイパス経路127上に設けられ、能動的な冷却動作を実行するよう構成されている。
- [0157] ここで、「能動的な冷却動作」とは、大気への自然放熱等に例示される受動的な冷却ではなく、ファン動作による冷却や循環水による冷却に例示されるように、冷媒（例えば、空気など）を第1熱媒体を冷却可能な位置（例えば、第1熱媒体経路110の周囲等）に供給する動作を指す。
- [0158] 次に、本変形例の水素生成装置の運転停止時における改質器の冷却工程について説明する。上記冷却工程においては、燃焼ファン106を動作させるとともに第1ポンプ112を動作させ、改質器102を冷却した排空気から第1熱媒体により熱回収する。そして、上記冷却工程において三方弁129は第2バイパス経路127側に維持されるとともに、放熱器131による冷却動作がONされており、第1熱交換器を介して加熱された第1熱媒体はバイパス経路127に通流させ、放熱器131を介して冷却される。
- [0159] なお、本変形例の水素生成装置は、冷却工程における熱回収動作を変形例7と同様に実行するよう構成されていても構わない。具体的には、第1の排熱回収動作として、三方弁129が、蓄熱器140側に切り替えられ、第1温度検知器123の検知温度に基づき第1ポンプ123の操作量が制御され、その後の第2の排熱回収動作として、三方弁129が第2バイパス経路1

27側に維持され、放熱器131による冷却動作が実行される。

[0160] [第12変形例]

第12変形例の水素生成装置1008の装置構成は、放熱器131が第2バイパス経路127ではなく、蓄熱器140をバイパスすることなく第1熱媒体経路110から分岐して第1熱媒体経路110へと合流する第1分岐路133に設けられている点で第11変形例と異なっているが、その他の構成要素は第11変形例の水素生成装置1006と同様である。

[0161] 図10は、本発明の第1実施形態の第12変形例にかかる水素生成装置1010の概略構成の一例を示すブロック図である。図10において図6と共通する要素には同一の符号および名称を付して詳細な説明を省略する。

[0162] 放熱器131は、第1分岐路133上に設けられ、変形例11と同様に能動的な冷却動作を実行するよう構成されている。第1分岐路133は、第1熱媒体経路110より分岐する経路である。本変形例において第1分岐路133は、蓄熱器140をバイパスすることなく第1熱媒体経路110から分岐して第1熱媒体経路110へと合流する。

[0163] 本変形例の水素生成装置の冷却工程における熱回収動作は、変形例11と同様であるのでその説明を省略する。なお、第1熱媒体経路に設けられる放熱器の配設位置は、第11変形例及び本例に限定されるものではない、第1熱媒体経路より分岐する第1分岐路上に設けられればいずれの形態でも構わない。

[0164] [第13変形例]

第13変形例の水素生成装置1012の装置構成は、変形例11の水素生成装置の冷却工程における熱回収動作を2次冷却系において実行した場合に相当するもので、具体的には、第3バイパス経路145に放熱器146が設けられている点で第6変形例と異なっているが、その他の構成要素は第6変形例の水素生成装置1006と同様である。

[0165] 図11は、本変形例の水素生成装置1012の概略構成の一例を示すブロック図である。図11において図7と共通する要素には同一の符号および名

称を付して詳細な説明を省略する。

[0166] 放熱器 146 は、第 3 バイパス経路 145 上に設けられ、能動的な冷却動作を実行するよう構成されている。

[0167] 本変形例の水素生成装置の運転停止時の動作、つまり冷却工程における熱回収動作は、第 1 変形例の説明において、第 1 温度検知器 123 を第 2 温度検知器 148 に置き換え、第 1 ポンプ 112 を第 2 ポンプ 142 に置き換え、三方弁 129 を三方弁 144 に置き換え、第 2 バイパス経路 127 を第 3 バイパス経路 145 に置き換え、さらに第 1 ポンプ 112 も第 2 ポンプ 142 の動作とともに動作させるよう制御されるものであり、その他の詳細な説明を省略する。なお、第 1 ポンプ 112 は、少なくとも第 2 の熱回収動作においては、第 2 ポンプ 142 と同様に強制的に所定値以上の操作量になるよう制御されることが好ましい。なお、上記「所定値」は、第 2 の熱回収動作において第 1 のポンプの操作量を所定値以上に制御する際のこの所定値と同一であってもよいし、異なる値であってもよい。

[0168] [第 14 変形例]

第 14 変形例の水素生成装置 1014 の装置構成は、放熱器 146 が第 3 バイパス経路 145 ではなく、蓄熱器 140 をバイパスすることなく第 2 熱媒体経路 143 から分岐して第 2 熱媒体経路 143 へと合流する第 2 分岐路 147 に設けられている点で第 13 変形例と異なっているが、その他の構成要素は第 13 変形例の水素生成装置 1012 と同様である。

[0169] 図 12 は、本発明の第 1 実施形態の第 14 変形例にかかる水素生成装置 1014 の概略構成の一例を示すブロック図である。図 12 において図 7 と共通する要素には同一の符号および名称を付して詳細な説明を省略する。

[0170] 放熱器 146 は、第 2 分岐路 147 上に設けられ、能動的な冷却動作を実行する。

[0171] 第 2 分岐路 147 は、第 2 熱媒体経路 143 より分岐する経路である。本変形例において第 2 分岐路 147 は、蓄熱器 140 をバイパスすることなく第 2 熱媒体経路 143 から分岐して第 2 熱媒体経路 143 へと合流する。

- [0172] 本変形例において制御器 114 は、冷却工程において切替器を放熱器 146 側に切替えて、第 2 ポンプ 142 を動作させる。これにより、第 2 熱媒体が放熱器 146 により効率的に冷却され、排空気もまた効率的に冷却されることになる。
- [0173] なお、本変形例において第 2 ポンプ 142 を動作させる際は、第 1 ポンプ 112 も動作させることが好ましい。なお、第 2 熱媒体経路に設けられる放熱器の配設位置は、第 13 変形例及び本例に限定されるものではない、第 2 熱媒体経路より分岐する第 2 分岐路上に設けられればいずれの形態でも構わない。
- [0174] (第 2 実施形態)
- 図 13 は、本発明の第 2 実施形態の水素生成装置および燃料電池システムの概略構成の一例を示すブロック図である。
- [0175] 本実施形態の燃料電池システム 200 内は、第 1 熱交換器 108 において燃焼排ガスから回収した熱を受け取る熱媒体が流れる熱媒体経路が第 1 熱媒体経路 232 であり、熱媒体経路の中の熱媒体を駆動するためのポンプが第 1 ポンプ 230 である点を除けば、第 1 実施形態の水素生成装置 100 と同様の構成を有する。
- [0176] かかる構成に対応して制御器 114 は、燃料電池システムの発電運転停止時に燃焼器 104 が燃焼を停止した状態において空気供給器から供給した空気により改質器 102 を冷却する工程である冷却工程において第 1 ポンプ 230 を動作させる。これにより、従来の燃料電池システムよりも排ガス熱交換器の熱劣化や排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性が低減される。
- [0177] あるいは、本実施形態の燃料電池システム 200 は、第 1 熱交換器 108 を通過した熱媒体を貯蔵する蓄熱器 224 と、第 1 熱交換器 108 における熱媒体の排出口と第 1 熱交換器 108 における熱媒体の流入口とを蓄熱器 224 を経由せずに連通させるためのバイパス経路 226 と、第 1 熱交換器 108 を通過した熱媒体の供給先を蓄熱器 224 と第 5 バイパス経路 226 との間で切替える切替器（例えば、三方弁 228）と、第 1 熱交換器 108 か

ら排出された後かつ蓄熱器 224 へ流入する前の熱媒体の温度を検知する熱媒体温度検知器（例えば、第 1 温度検知器 223）と、を備え、制御器 114 は、熱媒体温度検知器で検知した温度が第 1 の閾値以上のときは第 1 熱交換器 108 から排出された熱媒体の供給先を蓄熱器 224 とするように切替器を制御すると共に、熱媒体温度検知器で検知した温度が第 1 の閾値未満のときは第 1 熱交換器 108 から排出された熱媒体の供給先を第 5 バイパス経路 226 とするように切替器を制御するように構成される形態を採用しても構わない。これにより、冷却工程において排空気より排熱回収した第 1 の熱媒体が低温の状態、蓄熱器に流入することが抑制され、蓄熱器内部の温度低下を抑制できる。

[0178] あるいは、本実施形態の燃料電池システム 200 において、燃料電池 250 はカソード（図示せず）を備え、カソードに原料（例えば、原料ガス）を供給しカソードを通過した原料を燃焼器 104 で燃焼させるカソードパージ動作を行うように構成され、制御器 114 は、上記冷却工程及び熱回収動作をカソードパージ動作完了後に行うように構成される形態を採用しても構わない。カソードパージ動作時においては、カソードを通過したガスを用いて燃焼器で燃焼するよう構成されているため、カソードパージ時において与えられた熱も含め改質器より速やかに熱回収し、改質器を冷却することが可能になる。

[0179] [装置構成の詳細]

本実施形態の燃料電池システム 200 内の水素生成装置 100' は、第 1 実施形態の水素生成装置 100 において、水素利用機器 150 が燃料電池 250 とされ、改質器 102 を経由せずに原料ガス供給路 120 と燃料電池 250 とを接続する第 4 バイパス経路 204 と、燃料電池 250 と燃焼器 104 とを接続する酸化剤ガス排出路 214 およびカソードパージガス排出路 218 が設けられ、第 1 ポンプ 112 が第 1 ポンプ 230 とされている。その他の部分、すなわち水素生成装置 100' と水素生成装置 100 とで共通する部分については、同一の符号および名称を付して説明を省略する。

- [0180] 燃料電池 250 は、水素生成装置 100' から供給される水素含有ガス（燃料ガス）を燃料電池 250 内部のアノードガス流路に通流させ、酸化剤ガス供給器 206（例えば、ブロワ）から酸化剤ガス供給路 210 を介して供給される酸化剤ガス（例えば、空気）を燃料電池 250 内部のカソードガス流路に通流させることにより、発電する。燃料電池 250 内部のアノードガス流路は、その入口が燃料ガス供給路 122 と接続され、その出口がオフ燃料ガス経路 124 と接続されている。オフ燃料ガス経路 124 は第 1 バイパス経路 126 と接続されている。オフ燃料ガス経路 124 には、第 4 開閉弁 130 が設けられている。燃料電池 250 内部のカソードガス流路は、その入口が酸化剤ガス供給路 210 と接続され、その出口が酸化剤ガス排出路 214 と接続されている。
- [0181] 第 4 バイパス経路 204 は、原料ガス供給路 120 より分岐して、水素生成装置本体 105 をバイパスして燃料電池 250 のカソード流路に原料を供給するための経路であり、具体的には、原料ガス供給路 120 より分岐して、ブースターポンプ 116 と第 1 開閉弁 118 との間の原料ガス供給路 120 と、酸化剤ガス供給路 210 との間を接続する経路である。第 4 バイパス経路 204 には第 6 開閉弁 202 が設けられている。
- [0182] 酸化剤ガス供給路 210 には、酸化剤ガス供給器 206 の出口と、第 4 バイパス経路 204 と酸化剤ガス供給路 210 との合流部との間の酸化剤ガス供給路 210 に、第 7 開閉弁 208 が設けられている。
- [0183] 酸化剤ガス排出路 214 には第 8 開閉弁 212 が設けられている。カソードパージガス排出路 218 は、カソードパージ動作時に、燃料電池 250 のカソードガス流路から排出されたガスを燃焼器 104 に導くための経路であり、具体的には、第 8 開閉弁 212 の上流の酸化剤ガス排出路 214 より分岐して、燃焼器 104 に接続されている。カソードパージガス排出路 218 には、第 9 開閉弁 216 が設けられている。
- [0184] 冷却水経路 222 は、燃料電池 250 の内部と第 3 熱交換器 220 の内部とを通過し、その内部に冷却水を通流させる。冷却水経路 222 には、冷却

水ポンプ 221 が設けられている。冷却水ポンプ 221 は冷却水経路 222 内部で冷却水を循環させる。

- [0185] 第 1 熱媒体経路 232 は、蓄熱器 224 と第 1 熱交換器 108 とを接続し、第 1 熱交換器 108 の内部を通過し、第 1 熱交換器 108 と第 3 熱交換器 220 とを接続し、第 3 熱交換器 220 の内部を通過し、第 3 熱交換器 220 と蓄熱器 224 とを接続する。第 1 熱媒体経路 232 はその内部に熱媒体としての水を通流させる。
- [0186] 第 1 熱媒体経路 232 には第 1 ポンプ 230 が設けられている。第 1 ポンプ 230 は第 1 熱媒体経路 232 内部の熱媒体を循環させる。
- [0187] 第 1 熱交換器 108 の下流側、すなわち第 1 熱交換器 108 の出口と蓄熱器 224 の入口とを結ぶ第 1 熱媒体経路 232（第 3 熱交換器 220 の下流側、すなわち第 3 熱交換器 220 の出口と蓄熱器 224 の入口とを結ぶ第 1 熱媒体経路 232）には、第 1 温度検知器 223 と三方弁 228 とが設けられている。第 5 バイパス経路 226 は、蓄熱器 224 をバイパスして、第 1 熱交換器 108 と第 3 熱交換器 220 とを含む第 1 熱媒体経路 232 に熱媒体を循環させるための経路であり、具体的には、第 1 熱交換器 108 よりも上流側の第 1 熱媒体経路 232 と第 3 熱交換器 220 よりも下流側の第 1 熱媒体経路 232 とを接続する経路として設けられる。なお、上記三方弁 228 は、「切替器」の一例であり、三方弁 228 に代えて、第 1 熱媒体経路 232 及び第 5 バイパス経路 226 にそれぞれ開閉弁を設け、これらの開閉動作を切替ることで切替器として機能させる形態を採用しても構わない。
- [0188] 第 1 温度検知器 223 は、第 1 熱媒体経路 232 中の熱媒体の温度を検出してその結果を制御器 114 に送る。
- [0189] 制御器 114 は、CPU やメモリ等を備え、各開閉弁 118、119、128、130、132、202、208、212、216 や、燃焼ファン 106、ブースターポンプ 116、酸化剤ガス供給器 206、冷却水ポンプ 221、第 1 ポンプ 230、三方弁 228 などに電氣的に接続され、それらを制御する。すなわち本実施形態においては、制御器 114 は水素生成装置 1

00'の制御器であると共に、燃料電池システム200の制御器でもある。ただし、水素生成装置100'と燃料電池システム200とに別個の制御器が設けられてもよく、制御器の個数が限定されないことは言うまでもない。

[0190] [動作：発電運転]

以下、燃料電池システム200における発電運転時の動作の概略を説明する。以下の動作は制御器114によって、水素生成装置100'および燃料電池システム200の各部が制御されることにより遂行される。

[0191] 上記発電運転において、水素生成装置100'は水素生成運転を行う。詳細は第1実施形態と同様であるので、説明を省略する。

[0192] 発電運転中において、第6開閉弁202および第9開閉弁216は閉止されることでカソードパージ経路は遮断され、第7開閉弁208および第8開閉弁212は開放され、酸化剤ガス経路を連通される。燃料電池250のアノードには水素生成装置本体105から水素含有ガス（燃料ガス）が供給され、燃料電池250のカソードには酸化剤ガス供給器206から酸化剤ガス（例えば、空気）が供給され、発電が行われる。

[0193] 燃料電池250のアノードから排出された水素含有ガス（オフ燃料ガス）は、オフ燃料ガス経路124を介して燃焼器104に供給され、燃焼される。

[0194] また、発電運転中においては、冷却水ポンプ221が動作され、燃料電池250の内部の熱が、第3熱交換器220を介して第1熱媒体経路232内の熱媒体に移動する。第1温度検知器223により熱媒体の温度が検知され、これが第1の閾値以上のときは第1熱交換器108（および第3熱交換器220）から排出された熱媒体の供給先を蓄熱器224とするように三方弁228が蓄熱器224側に維持される。かかる制御により、燃料電池250内部の温度が発電反応のために好適に維持されると共に、発電反応によって生じた熱を蓄熱器224へ有効に蓄積できる。

[0195] 一方、第1温度検知器223により検出される温度が第1の閾値未満である間は、第1熱交換器108（および第3熱交換器220）から排出された

熱媒体の供給先を第5バイパス経路226とするように三方弁228が第5バイパス経路226側に維持される。なお、ここで、上記「第1の閾値」は、例えば、蓄熱器に供給される熱媒体の温度が下がり過ぎないようにするための蓄熱下限温度（蓄熱器が貯湯タンクの場合は、貯湯下限温度）として制御される。かかる制御により、低温の熱媒体が蓄熱器224に流入することが防止され、蓄熱器224の内部温度が低下することを防止できる。

[0196] [動作：停止処理]

図14は、本実施の形態の燃料電池システムにおける発電運転停止時の動作の概略を示すフローチャートである。以下、図14を参照しつつ、本実施形態の水素生成装置100'および燃料電池システム200における停止処理時の動作の概略を説明する。

[0197] 燃料電池システム200の発電運転中において、発電運転停止指令が発生しているか否かが判定され（ステップS401）、発生していれば、制御器114は、酸化剤ガス供給器206を停止するとともに、第7開閉弁208を閉止し、酸化剤ガスの供給を停止し（ステップS402）、ブースターポンプ116及び改質水ポンプ117の動作が停止されるとともに、第1開閉弁118および第2開閉弁119を閉止し、原料ガスおよび改質水の供給を停止する（ステップS403）。

[0198] 次に、第4開閉弁130および第5開閉弁132が閉止し、燃焼器104（バーナ）での燃焼を停止する（ステップS404）。なお、上記ステップS103の燃焼器の燃焼停止に際しては、通常、消火した後に燃焼ファン106より供給される空気により燃焼器104内に残留する可燃ガスを筐体外部に排出する動作が実行され、燃焼器104の燃焼停止処理が完了する。次に、燃焼器104での燃焼が停止した状態において、燃焼ファン106および第1ポンプ230を動作させ、燃焼ファン106より供給された空気による改質器102の冷却と、改質器102を冷却した排空気の保有熱の第1熱媒体による熱回収が行われる。（ステップS405）。

[0199] 次に、改質器102の温度t1が第3温度検知器138を用いて検知され

(ステップS406)、 t_1 がカソードパーズ温度以下であるか否かが判定される(ステップS407)。カソードパーズ温度は、例えば600°C程度である。

[0200] ステップS407の判定結果がNOであった場合には、ステップS406に戻る。ステップS407の判定結果がYESであった場合、カソードパーズ処理が開始される(ステップS408)。ここで、第7開閉弁208および第8開閉弁212を閉止した状態で、第6開閉弁202および第9開閉弁216が開放される。そして、原料供給器(ブースターポンプ116)を動作させ、ブースターポンプ116から供給される原料ガスが、改質器102を経由せずに、燃料電池250のカソードへ供給される。燃料電池250のカソード側の経路(ガス流路)は、原料ガスによりパーズされる。カソード側の経路の出口から排出された原料ガスは、燃焼器104に供給されて燃焼される。以上の動作が、カソードパーズ処理である。本実施形態では、カソードパーズ処理においても、燃料ファン106および第1ポンプ230の動作が実行される。

[0201] また本実施形態では、カソードパーズ処理時に、第1開閉弁118および第2開閉弁119も開放され、改質器102にも原料ガスおよび改質水が供給される。この時、第3開閉弁128および第4開閉弁130は閉鎖した状態で第5開閉弁132が開放され、改質器102において生成した水素含有ガスと、未反応の原料ガスとが、第1バイパス経路126を通じて、燃焼器104に供給され、カソードから排出された原料ガスと共に、燃焼器104で燃焼される。

[0202] 運転停止中にカソード側の経路に酸化剤が残留していると、アノードから水素がカソード側の経路に流入し、酸化剤と反応して高分子電解質膜が劣化するなどの問題が生じる。本実施形態では、カソードパーズ処理によりカソード側の経路から酸化剤が追い出され、かかる問題が軽減される。

[0203] カソードパーズ処理が開始されると経過時間 T_1 が計測され(ステップS409)、 T_1 が予め設定されたカソードパーズ時間 J_1 以上であるかが判

定される（ステップS 4 1 0）。判定結果がNOであった場合には、ステップS 4 0 9に戻る。判定結果がYESであれば、カソードパージ処理が停止される（ステップS 4 1 1）。カソードパージ処理が停止される時点の改質器102の温度は例えば630℃程度である。カソードパージ処理が停止されると燃焼器104における燃焼が停止される。そして、燃焼器104での燃焼が停止した状態において、燃料ファン106および第1ポンプ230の動作が実行される（冷却工程）。これにより、改質器102を冷却した排気は、第1熱交換器108において冷却された後、燃焼排ガスの排気口137より燃料電池システム200の筐体外部に排出される。

[0204] 次に、再び改質器の温度 t_1 が第3温度検知器138を用いて検知され（ステップS 4 1 2）、 t_1 が待機可能温度（例えば、500℃）以下であるか否かが判定される（ステップS 4 1 3）。

[0205] ステップS 4 1 3の判定結果がYESであった場合、燃焼ファン106および第1ポンプ230の動作が停止され（ステップS 4 1 4）、水素生成装置100' および燃料電池システム200は待機状態へと移行し（ステップS 4 1 5）、停止処理が完了する（エンド）。すなわち燃焼ファン106からの空気の供給を停止させるのに伴い、第1ポンプ230の動作が停止される。

[0206] ステップS 4 1 3の判定結果がNOであった場合には、ステップS 4 1 2に戻る。

[0207] ここで、「待機可能温度」は、燃料電池システム200の停止処理を完了し、次の起動の待機状態（起動要求があれば直ちに起動処理を開始するスタンバイ状態）に移行することが可能な温度として定義される。具体的な値としては、第1実施形態の水素生成装置の停止処理における「待機可能温度」の例示と同様である。

[0208] また、「カソードパージ時間」は、例えば、燃料電池250のカソード側の経路内部の酸化剤ガスが原料ガスにより完全に置換されるように設定された時間として定義される。

- [0209] 図15は、本実施形態の燃料電池システムの発電運転停止時における経路の切替動作の概略を示すフローチャートである。以下、図15を参照しつつ、本実施形態の燃料電池システム200の発電運転停止時の改質器の冷却工程での熱回収動作における経路の切替動作の概略を説明する。以下の動作（判定および判定結果に応じた経路の切替）は、停止処理時において定期的（例えば3秒おき）に行われる。
- [0210] 停止処理が開始されると（スタート）、水素生成装置の冷却処理が開始され（ステップS501）、ここにおいて、燃焼器104での燃焼が停止した状態において、燃焼ファン106および第1ポンプ230が動作され、燃焼ファン106から供給された空気による改質器102の冷却と、燃焼器104から排出されるガスの冷却が行われる。（ステップS502）。
- [0211] 次に、第1熱交換器108を通過した後の貯湯水（第1熱媒体経路232中の水）の温度 t_2 が第1温度検知器223により検知され（ステップS503）、 t_2 が貯湯下限温度以上であるか否かの判定が行われる（ステップS504）。
- [0212] ステップS504の判定結果がYESの場合には、そのまま第1熱媒体経路232中の水を蓄熱器224に供給しても蓄熱器224内部の温度が下がりにすぎることがない。よって、三方弁228（流路切替器）が蓄熱器側に制御され（ステップS505）、経路の切替動作は終了する（エンド）。これにより、三方弁228を通過した水は蓄熱器224へと供給される。
- [0213] ステップS504の判定結果がNOの場合には、そのまま第1熱媒体経路232中の水を蓄熱器224に供給すると蓄熱器224内部の温度が基準以下に低下してしまうおそれがある。そこで、三方弁228（流路切替器）が第5バイパス経路226側に制御され（ステップS505）、経路の切替動作は終了する（エンド）。これにより、三方弁228を通過した水は蓄熱器224へ供給されずに、第5バイパス経路226を經由して第1ポンプ230へと供給される。
- [0214] なお、上述の改質器の冷却工程においては、燃焼ファン106および第1

ポンプ 1 1 2 の動作は、連続的または断続的であっても構わない。

[0215] また、上記においては、図 1 4 に示されるカソードパージ処理及び図 1 5 に示される熱回収動作時の経路の切替えについて説明したが、燃料電池システムの停止処理としてカソードパージ処理及び熱回収動作時の経路に切替えの少なくともいずれか一方を設けなくても構わない。また、第 1 実施形態で説明した一次冷却システムに関連する変形例（第 1 変形例、第 2 変形例、第 3 変形例、第 5 変形例、第 7 変形例、第 8 変形例、第 1 1 変形例、第 1 2 変形例など）を同様に適用することができ、各変形例と同様の効果を奏しうる。

[0216] [第 1 変形例]

第 1 変形例の燃料電池システムは、二次冷却システムを備え、二次冷却側に蓄熱器が設けられている点で、上述した燃料電池システム 2 0 0 と異なる。

[0217] 図 1 6 は、本変形例の燃料電池システムにおいて、図 1 3 と異なる部分の概略構成を示すブロック図である。図 1 3 において第 1 熱媒体が流れる一次冷却系が二次冷却系として機能し、その間に新たに、一次冷却系を設ける以外の部分は、第 2 実施形態の燃料電池システムにおいても共通である。よって、図 1 3 と共通する部分については図 1 6 において省略すると共に、同一の符号および名称を付して詳細な説明を省略する。

[0218] 第 2 熱交換器 2 3 5 は、第 1 熱媒体経路 2 3 2 中の第 1 熱媒体から熱を回収するための熱交換器である。第 2 熱媒体経路 2 4 3 は、第 2 熱交換器 2 3 5 において第 1 熱媒体から回収した熱を受け取る第 2 熱媒体が流れる経路である。第 2 ポンプ 2 4 2 は、第 2 熱媒体経路 2 4 3 中の第 2 熱媒体を流すためのポンプである。

[0219] 図に示すように、本変形例において第 2 熱媒体は、第 2 熱交換器 2 3 5 において第 1 熱媒体と熱交換するのみならず、第 3 熱交換器 2 2 0 において燃料電池 2 5 0 の内部を通流する冷却水とも熱交換する。

[0220] 本変形例の燃料電池システムの動作は、第 2 実施形態の燃料電池システム 2 0 0 についての上記説明において、第 1 温度検知器 2 2 8 を第 2 温度検知器 2 4 8 に置き換え、第 1 ポンプ 2 3 0 を第 2 ポンプ 2 4 2 に置き換え、三

方弁 228 を三方弁 244 に置き換え、第 5 バイパス経路 226 を第 6 バイパス経路 245 に置き換え、さらに、第 2 ポンプ 242 の動作に伴い第 1 ポンプ 230 も動作するものとすることができる。よって、詳細な説明は省略する。なお、本変形例において蓄熱器 224 が蓄えるのは第 1 熱媒体ではなく、第 2 熱媒体である。

[0221] 本変形例においてはさらに、第 1 実施形態で説明した二次冷却システムに関連する変形例（第 4 変形例、第 6 変形例、第 9 変形例、第 10 変形例、第 13 変形例、第 14 変形例など）を同様に適用することができ、各変形例と同様の効果を奏しうる。

[0222] [第 2 変形例]

第 2 変形例の燃料電池システムは、冷却システムに放熱器を備える点で、上述した燃料電池システム 200 と異なる。

[0223] 図 17 は、本変形例の燃料電池システムにおいて、図 13 と異なる部分の概略構成を示すブロック図である。図 13 において蓄熱器 224 をバイパスする第 1 熱媒体が流れる第 5 バイパス経路 226 に放熱器 246 が設けられた以外の部分は、本変形例の燃料電池システムにおいても共通に設けられる。よって、図 13 と共通する部分については図 17 において省略すると共に、同一の符号および名称を付して詳細な説明を省略する。なお、放熱器 246 は、第 5 バイパス経路 226 上に設けられ、能動的な冷却動作を実行するよう構成されている。

[0224] 図 17 に例示する第 2 変形例の燃料電池システムの発電停止時の動作は第 2 実施形態の燃料電池システム 200 と同様とすることができるので詳細な説明を省略する。

[0225] 本変形例は第 1 実施形態で説明した第 11 変形例を第 2 実施形態の燃料電池システムに適用したものである。

[0226] なお、上述した実施形態もしくは変形例では、改質器と燃料電池とが分離した燃料電池システムについて説明したが、改質器と燃料電池とが一体化した燃料電池システムであってもよい。そのような燃料電池システムとしては

、例えば、改質反応を実行する改質部と燃料電池部をそれぞれ個別に有する間接内部改質型の固体酸化物形燃料電池や、燃料電池本体内部で改質反応も行う内部改質型の固体酸化物形燃料電池が挙げられる。間接内部改質型の固体酸化物形燃料電池の場合は、改質部及び燃料電池部が燃焼排ガスにより加熱されるとともに、加熱後の燃焼排ガスと上記第1熱媒体とが第1熱交換器を介して熱交換可能に構成され、内部改質型の固体酸化物形燃料電池の場合は、改質反応及び電池反応を兼用する燃料電池部が燃焼排ガスにより加熱されるとともに、加熱後の燃焼排ガスと第1熱媒体が第1熱交換器を介して熱交換可能に構成される。そして、本発明の燃料電池システムは、このような形態も含むものである。

[0227] また、上述した実施形態もしくは変形例における熱回収動作では、改質器を冷却した排空気より熱回収する熱媒体（第1熱媒体、第2熱媒体）を循環させることで、従来の水素生成装置もしくは燃料電池システムよりも、排ガス熱交換器の熱劣化や排気口付近にいる人の火傷が起こる可能性は低減される。

[0228] しかしながら、上記可能性をより低減するために、改質器の冷却工程において、第1熱交換器から排出される排空気の温度が人が火傷する可能性の低い上限温度以下に維持されるように第1ポンプの操作量を制御する形態を採用しても構わない。なお、本形態を採用する場合、一例として、改質器の冷却工程において排気口から排出される排空気の温度が上記上限温度以下になるために必要な第1ポンプの下限操作量が設定され、第1熱媒体による熱回収動作において、第1ポンプの操作量が上記下限操作量を下回らないよう制御されることが挙げられる。より具体的には、第1の熱回収動作において、第1温度検知器の検知温度に基づき制御される第1ポンプの操作量が上記下限流量を下回る場合は、この下限操作量が優先され、この下限操作量以上になるよう制御される。また、第2の熱回収動作においては、第1ポンプの操作量が上記下限操作量を上回る所定値になるよう制御される。なお、上記下限操作量は、冷却工程において第1熱交換器に流入する排空気の温度（また

は、排空気の温度に相関する改質器の温度や冷却工程の継続時間等）に応じ
て変動してもよいし、排空気の温度が最も高い場合に排気口から排出される
排空気の温度が上記上限温度以下になるために必要な下限操作量を固定値と
して使用する形態であってもよい。また、2次冷却系において熱回収動作を
実行する場合は、上記第1ポンプ及び第2ポンプに対してそれぞれ上記下限
流量が設定される形態を採用しても構わない。

[0229] また、排ガス熱交換器の熱劣化が起こる可能性をより低減するために、改
質器の冷却工程において、第1熱交換器の周辺構造部材の温度が該周辺構造
部材の耐熱温度以下に維持されるように第1ポンプの操作量を制御する形態
を採用しても構わない。なお、本形態を採用する場合、一例として、改質器
の冷却工程において第1熱交換器の周辺部材の温度が上記耐熱温度以下にな
るために必要な第1ポンプの下限操作量が設定され、第1熱媒体による熱回
収動作において、第1ポンプの操作量が上記下限操作量を下回らないよう制
御されることが挙げられる。具体的な制御例としては、上記排気口から排出
される排空気の温度と同様であるので、その説明を省略する。また、排気口
から排出される排空気の温度を考慮した上記下限操作量及び第1熱交換器の
周辺部材の熱劣化を考慮した上記下限操作量の両方を考慮して第1ポンプ（
第2ポンプ）の操作量を制御する形態を採用しても構わない。

[0230] 上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が
明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり
、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたもので
ある。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を
実質的に変更できる。

産業上の利用可能性

[0231] 本発明に係る水素生成装置および燃料電池システムは、停止処理時の冷却
工程において、従来よりも排ガス熱交換器の熱劣化や排気口付近にいる人の
火傷が起こる可能性が低減される水素生成装置およびこれを備える燃料電池
システムとして有用である。

符号の説明

- [0232] 100、100' 水素生成装置
- 102 改質器
- 104 燃焼器
- 106 燃焼ファン
- 108 第1熱交換器
- 110 第1熱媒体経路
- 112 第1ポンプ
- 114 制御器
- 116 ブースターポンプ
- 118 第1開閉弁
- 119 第2開閉弁
- 120 原料ガス供給路
- 121 改質水供給路
- 122 燃料ガス供給路
- 123 第1温度検知器
- 124 オフ燃料ガス経路
- 126 第1バイパス経路
- 127 第2バイパス経路
- 128 第3開閉弁
- 129 三方弁
- 130 第4開閉弁
- 131 放熱器
- 132 第5開閉弁
- 133 第1分岐路
- 134 燃焼用空気供給路
- 135 第2熱交換器
- 136 燃焼排ガス経路

- 1 3 8 第 3 温度検知器
- 1 4 0 蓄熱器
- 1 4 1 蓄熱器
- 1 4 2 第 2 ポンプ
- 1 4 3 第 2 熱媒体経路
- 1 4 4 三方弁
- 1 4 5 第 3 バイパス経路
- 1 4 6 放熱器
- 1 4 7 第 2 分岐路
- 1 4 8 第 2 温度検知器
- 1 5 0 水素利用機器
- 2 0 0 燃料電池システム
- 2 0 2 第 6 開閉弁
- 2 0 4 第 4 バイパス経路
- 2 0 6 酸化剤ガス供給器
- 2 0 8 第 7 開閉弁
- 2 1 0 酸化剤ガス供給路
- 2 1 2 第 8 開閉弁
- 2 1 4 酸化剤ガス排出路
- 2 1 6 第 9 開閉弁
- 2 1 8 カソードパージガス排出路
- 2 2 0 第 3 熱交換器
- 2 2 1 冷却水ポンプ
- 2 2 2 冷却水経路
- 2 2 3 第 1 温度検知器
- 2 2 4 蓄熱器
- 2 2 6 第 5 バイパス経路
- 2 2 8 三方弁

- 2 3 0 第 1 ポンプ
- 2 3 2 第 1 熱媒体経路
- 2 3 5 第 2 熱交換器
- 2 4 2 第 2 ポンプ
- 2 4 3 第 2 熱媒体経路
- 2 4 4 三方弁
- 2 4 5 第 6 バイパス経路
- 2 4 6 放熱器
- 2 4 8 第 2 温度検知器
- 2 4 9 蓄熱器
- 2 5 0 燃料電池

請求の範囲

- [請求項1] 原料を用いて改質反応により水素含有ガスを生成する改質器と、
前記改質器を加熱する燃焼器と、
前記燃焼器に燃焼用の空気を供給する空気供給器と、
前記燃焼器から排出される燃焼排ガスから熱を回収するための第1熱交換器と、
前記第1熱交換器において前記燃焼排ガスから回収した熱を受け取る第1熱媒体が流れる第1熱媒体経路と、
前記第1熱媒体経路の中の第1熱媒体を流すための第1ポンプと、
前記熱媒体により回収した熱を蓄える蓄熱器と、
停止時に前記燃焼器が燃焼を行っていない状態において前記空気供給器から供給した空気により少なくとも前記改質器を冷却する冷却工程において前記第1ポンプを動作させる制御器とを備える、水素生成装置。
- [請求項2] 前記改質器に前記原料を供給する原料供給器を備え、
起動時に前記原料供給器より前記改質器に原料を供給するとともに前記改質器を通過した原料を前記燃焼器で燃焼させて前記改質器を加熱するように構成され、
前記制御器は、少なくとも前記改質器の温度が待機可能温度以下になるまで前記冷却工程を継続させるように構成されている、請求項1記載の水素生成装置。
- [請求項3] 前記制御器は、前記改質器の温度がパージ可能温度以下になるまで前記冷却工程を継続させるように構成されている、請求項1記載の水素生成装置。
- [請求項4] 前記制御器は、異常停止時に、前記改質器の温度がパージ可能温度以下になるまで前記冷却工程を継続させるように構成されている、請求項3記載の水素生成装置。
- [請求項5] 前記蓄熱器は前記第1熱交換器を通過した前記第1熱媒体を貯える

蓄熱器であって、

前記第 1 熱交換器の上流の前記第 1 熱媒体経路と前記第 1 熱交換器の下流の前記第 1 熱媒体経路とを接続し、前記蓄熱器をバイパスするバイパス経路と、

前記第 1 熱交換器を通過した前記第 1 熱媒体の流入先を前記蓄熱器と前記バイパス経路との間で切替える第 1 切替器と、

前記第 1 熱交換器を通過した前記第 1 熱媒体の温度を検知する第 1 温度検知器とを備え、

前記制御器は、前記冷却工程において、前記第 1 温度検知器で検知した温度が第 1 の閾値以上になるまで前記第 1 切替器を前記バイパス経路側に維持するように構成されている、請求項 1 記載の水素生成装置。

[請求項6]

前記第 1 熱媒体経路中の第 1 熱媒体から熱を回収するための第 2 熱交換器と、

前記第 2 熱交換器において前記第 1 熱媒体から回収した熱を受け取る第 2 熱媒体が流れる第 2 熱媒体経路と、

前記第 2 熱媒体経路の中の第 2 熱媒体を流すための第 2 ポンプと、

前記第 2 熱交換器の上流の前記第 2 熱媒体経路と前記第 2 熱交換器の下流の前記第 2 熱媒体経路とを接続し、前記蓄熱器をバイパスするバイパス経路と、

前記第 2 熱交換器を通過した前記第 2 熱媒体の流入先を前記蓄熱器と前記バイパス経路との間で切替える第 2 切替器と、

前記第 2 熱交換器を通過した前記第 2 熱媒体の温度を検知する第 2 温度検知器とを備え、

前記蓄熱器は前記第 2 熱交換器を通過した前記第 2 熱媒体を貯える蓄熱器であって、

前記制御器は、前記冷却工程において、前記第 2 温度検知器で検知した温度が第 1 の閾値以上になるまで前記第 2 切替器を前記バイパス

経路側に維持するように構成されている、請求項 1 記載の水素生成装置。

[請求項7] 前記第 1 熱交換器を通過した前記第 1 熱媒体の温度を検知する第 1 温度検知器を備え、

前記制御器は、前記第 1 温度検知器の検知温度に基づいて前記第 1 ポンプの操作量を制御する第 1 の熱回収動作と、前記第 1 温度検知器の検知温度に拘わらず強制的に第 1 ポンプの操作量を所定量以上に制御する第 2 の熱回収動作とを、この順で実行するように構成されている、請求項 1 記載の水素生成装置。

[請求項8] 前記蓄熱器は前記第 1 熱交換器を通過した前記第 1 熱媒体を貯える蓄熱器であって、

前記第 1 熱交換器の上流の前記第 1 熱媒体経路と前記第 1 熱交換器の下流の前記第 1 熱媒体経路とを接続し、前記蓄熱器をバイパスするバイパス経路と、

前記第 1 熱交換器を通過した前記第 1 熱媒体の流入先を前記蓄熱器と前記バイパス経路との間で切替える第 1 切替器とを備え、

前記制御器は、前記第 2 の熱回収動作において、前記第 1 温度検知器の検知温度が第 1 の閾値以上である場合、前記第 1 切替器を前記蓄熱器側に切替え、前記第 1 温度検知器の検知温度が前記第 1 の閾値よりも小さい第 2 の閾値以下である場合、前記第 1 切替器を前記バイパス経路側に切替えるように構成されている、請求項 7 記載の水素生成装置。

[請求項9] 前記第 1 熱媒体経路中の第 1 熱媒体から熱を回収するための第 2 熱交換器と、

前記第 2 熱交換器において前記第 1 熱媒体から回収した熱を受けとる第 2 熱媒体が流れる第 2 熱媒体経路と、

前記第 2 熱媒体経路の中の第 2 熱媒体を流すための第 2 ポンプと、前記第 2 熱交換器を通過した第 2 熱媒体の温度を検知する第 2 温度

検知器とを備え、

前記蓄熱器は前記第2熱交換器を通過した前記第2熱媒体を貯える蓄熱器であって、

前記制御器は、前記第2温度検知器の検知温度に基づいて前記第2ポンプの操作量を制御する第1の熱回収動作と、前記第2温度検知器の検知温度に拘わらず強制的に前記第2ポンプの操作量を所定量以上に制御する第2の熱回収動作とを、この順で実行するように構成されている、請求項1記載の水素生成装置。

[請求項10]

前記第2熱交換器の上流の前記第2熱媒体経路と前記第2熱交換器の下流の前記第2熱媒体経路とを接続し、前記蓄熱器をバイパスするバイパス経路と、

前記第2熱交換器を通過した前記第2熱媒体の流入先を前記蓄熱器と前記バイパス経路との間で切替える第2切替器とを備え、

前記制御器は、前記第2の熱回収動作において、前記第2温度検知器の検知温度が第1の閾値以上である場合、前記切替器を前記蓄熱器側に切替え、前記第2温度検知器の検知温度が前記第1の閾値よりも小さい第2の閾値以下である場合、前記切替器を前記バイパス経路側に切替えるように構成されている、請求項9記載の水素生成装置。

[請求項11]

前記冷却工程後に前記原料により前記改質器内をパージする原料パージ動作において、前記改質器より送出されたガスを前記燃焼器にて燃焼するとともに前記第1ポンプを動作するよう構成され、

前記制御器は、前記冷却工程時よりも前記原料パージ動作時の方が前記第1ポンプの操作量を増加させるように構成されている、請求項1記載の水素生成装置。

[請求項12]

前記第1熱媒体経路中の第1熱媒体から熱を回収するための第2熱交換器と、

前記第2熱交換器において前記第1熱媒体から回収した熱を受けとる第2熱媒体が流れる第2熱媒体経路と、

前記第 2 熱媒体経路の中の第 2 熱媒体を流すための第 2 ポンプとを備え、

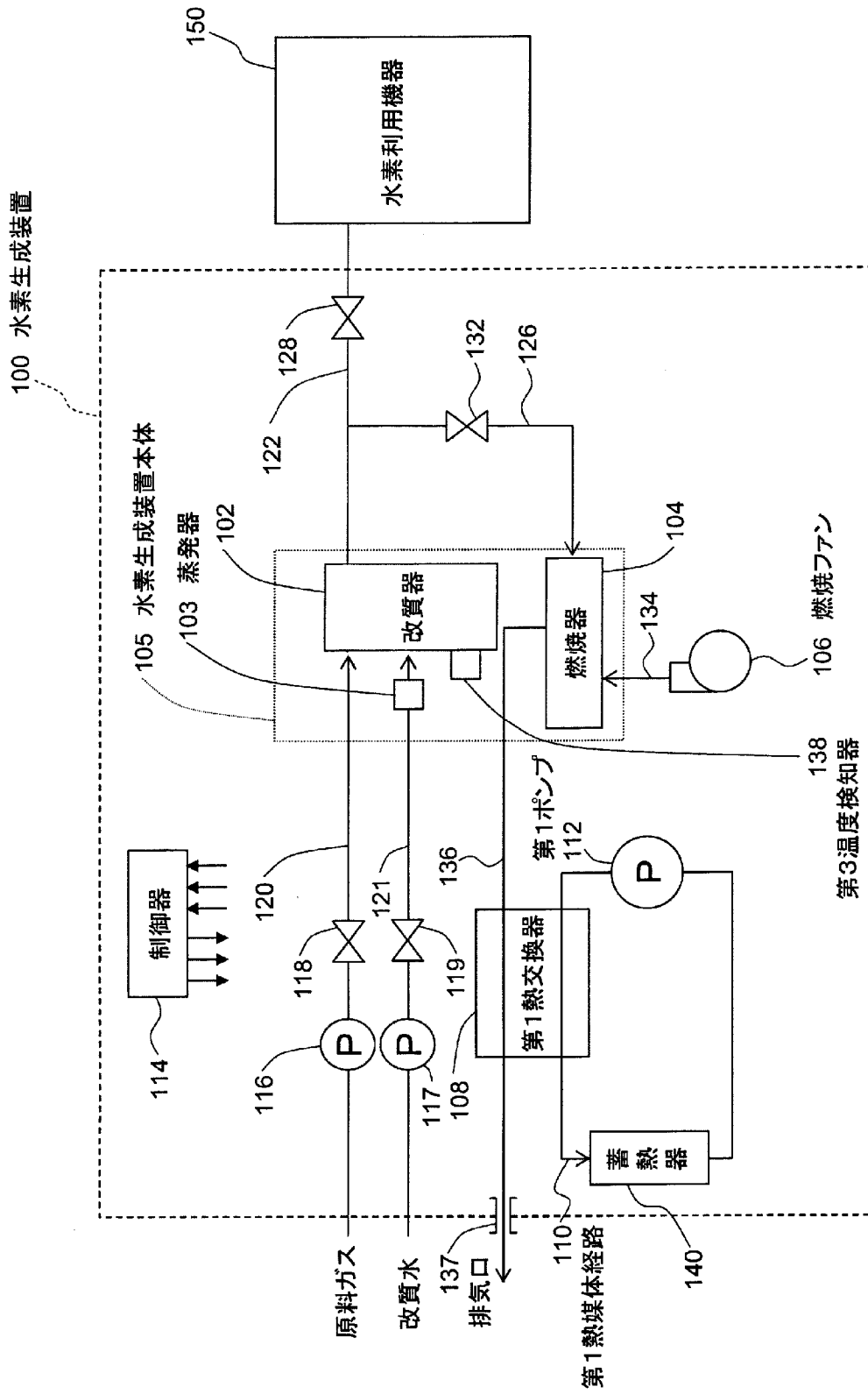
前記冷却工程後に前記原料により前記改質器内をパージする原料パージ動作において、前記改質器より送出されたガスを前記燃焼器にて燃焼するとともに前記第 2 ポンプを動作するよう構成され、

前記制御器は、前記冷却工程時よりも前記原料パージ動作時の方が前記第 2 ポンプの操作量を増加させるように構成されている、請求項 1 記載の水素生成装置。

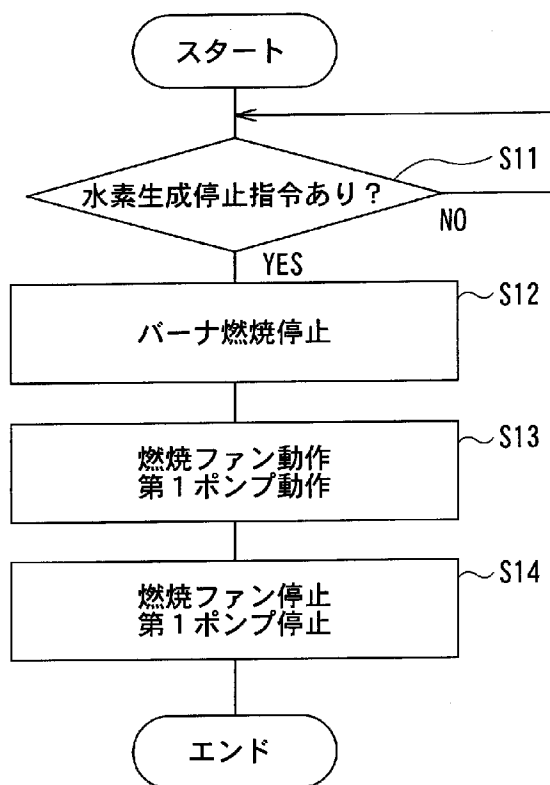
[請求項 13] 請求項 1 乃至 1 2 記載の水素生成装置と、前記水素生成装置で生成された水素含有ガスを用いて発電する燃料電池とを備える、燃料電池システム。

[請求項 14] 前記燃料電池のカソードに前記原料を供給し、前記燃料電池のカソードを通過したガスを用いて前記燃焼器で燃焼するカソードパージ動作を行うよう構成され、前記冷却工程は、前記カソードパージ動作完了後の冷却工程であることを特徴とする、請求項 1 3 記載の燃料電池システム。

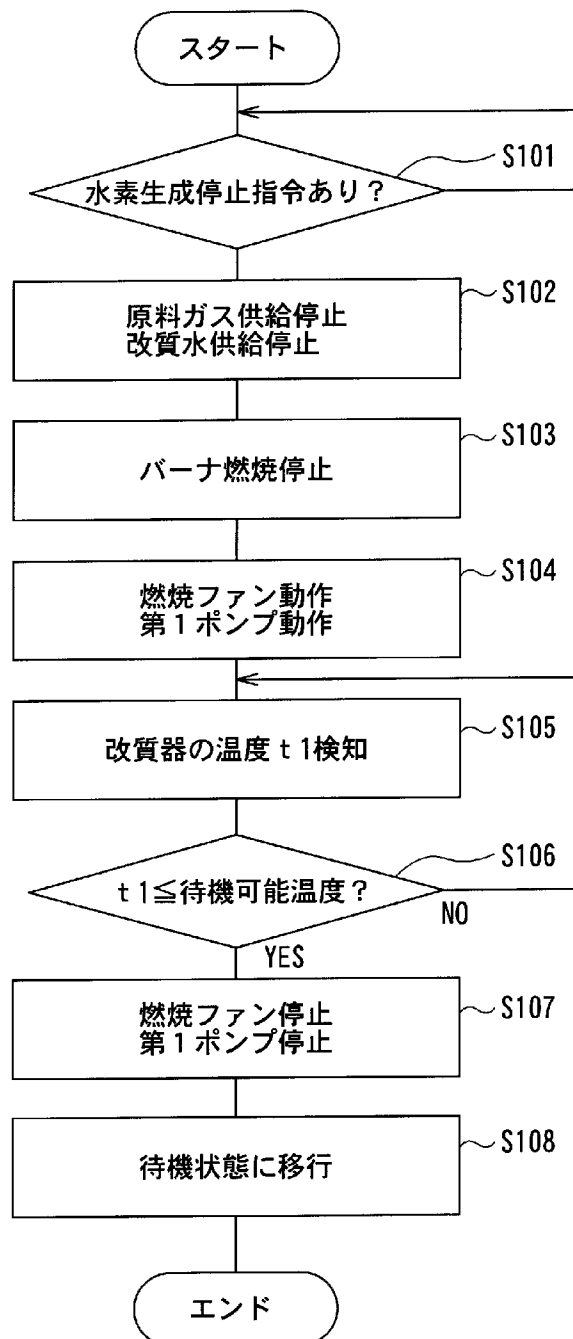
[図1]



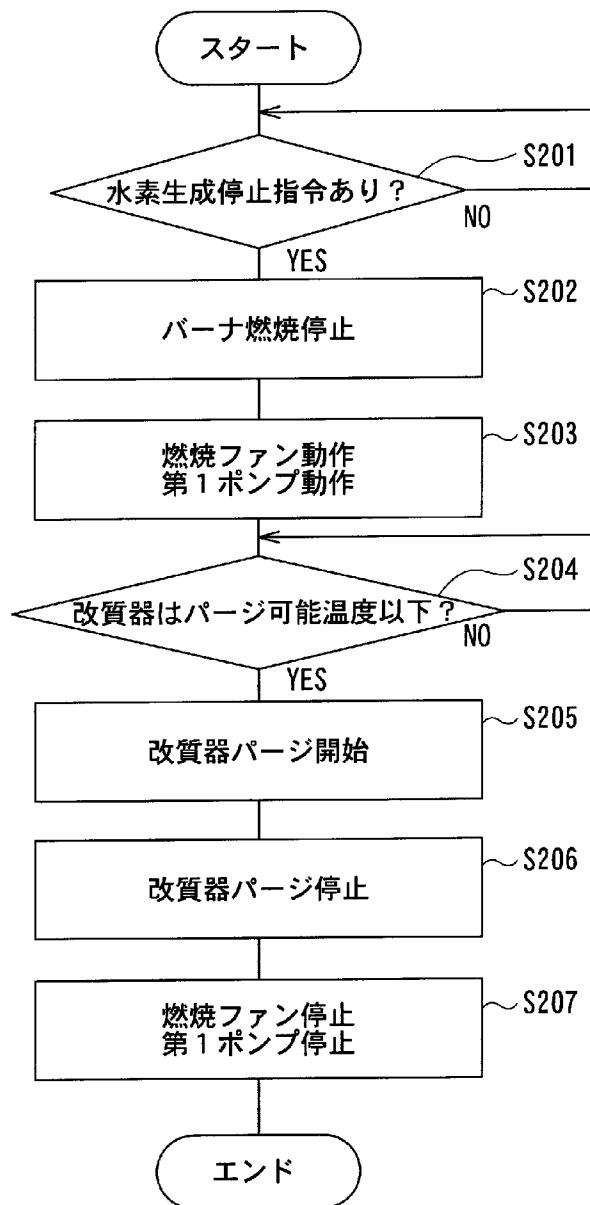
[図2]



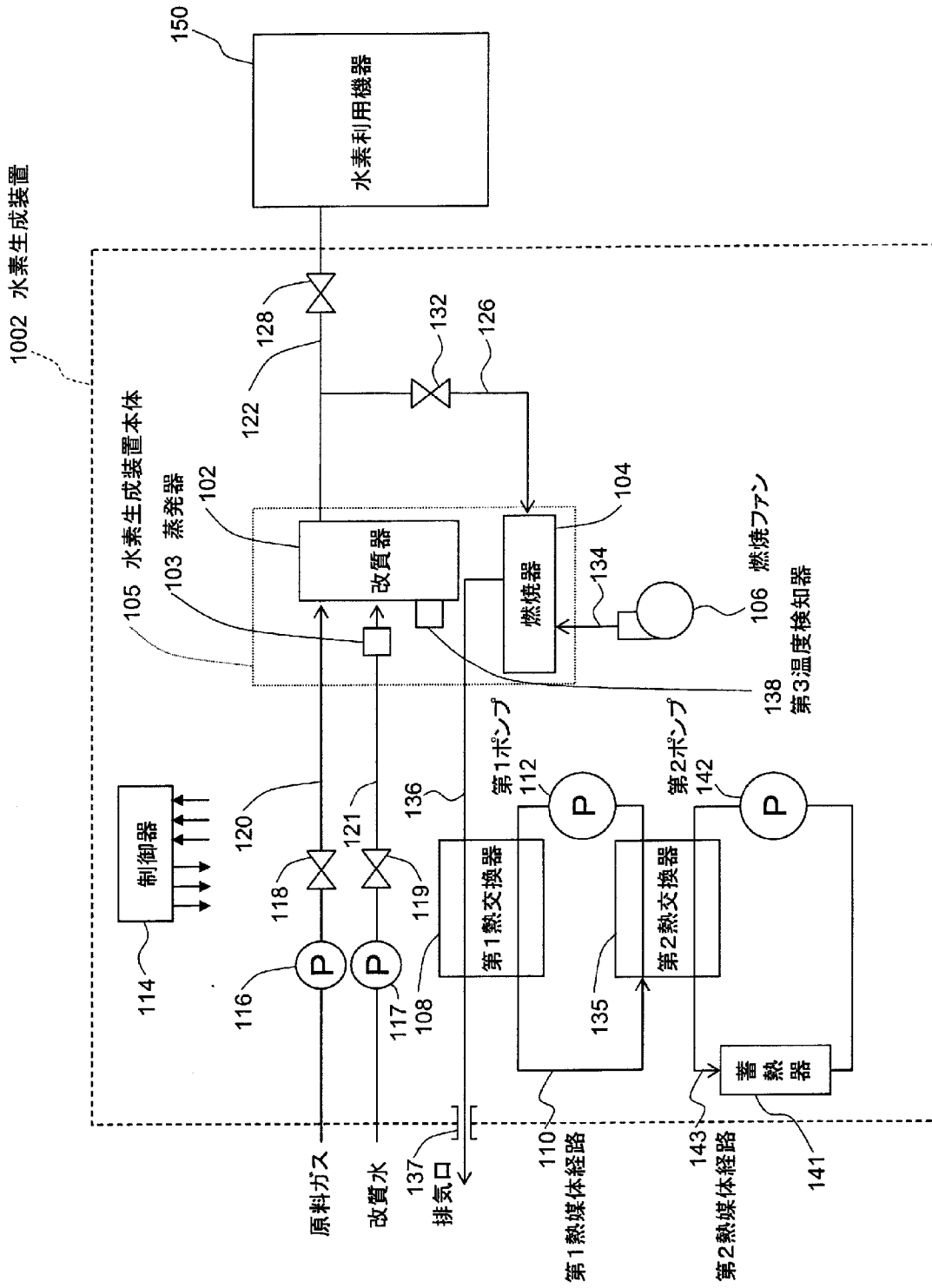
[図3]



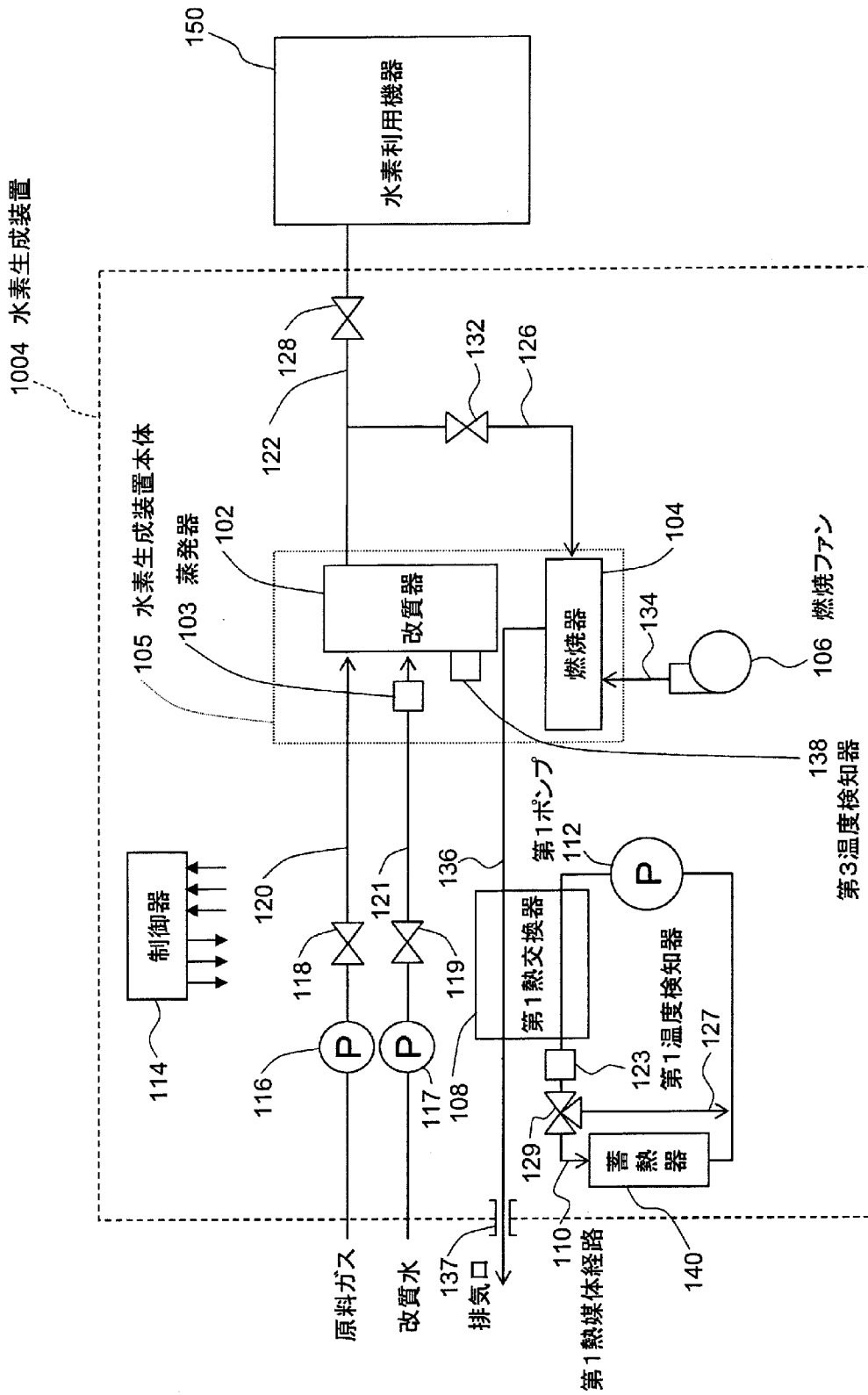
[図4]



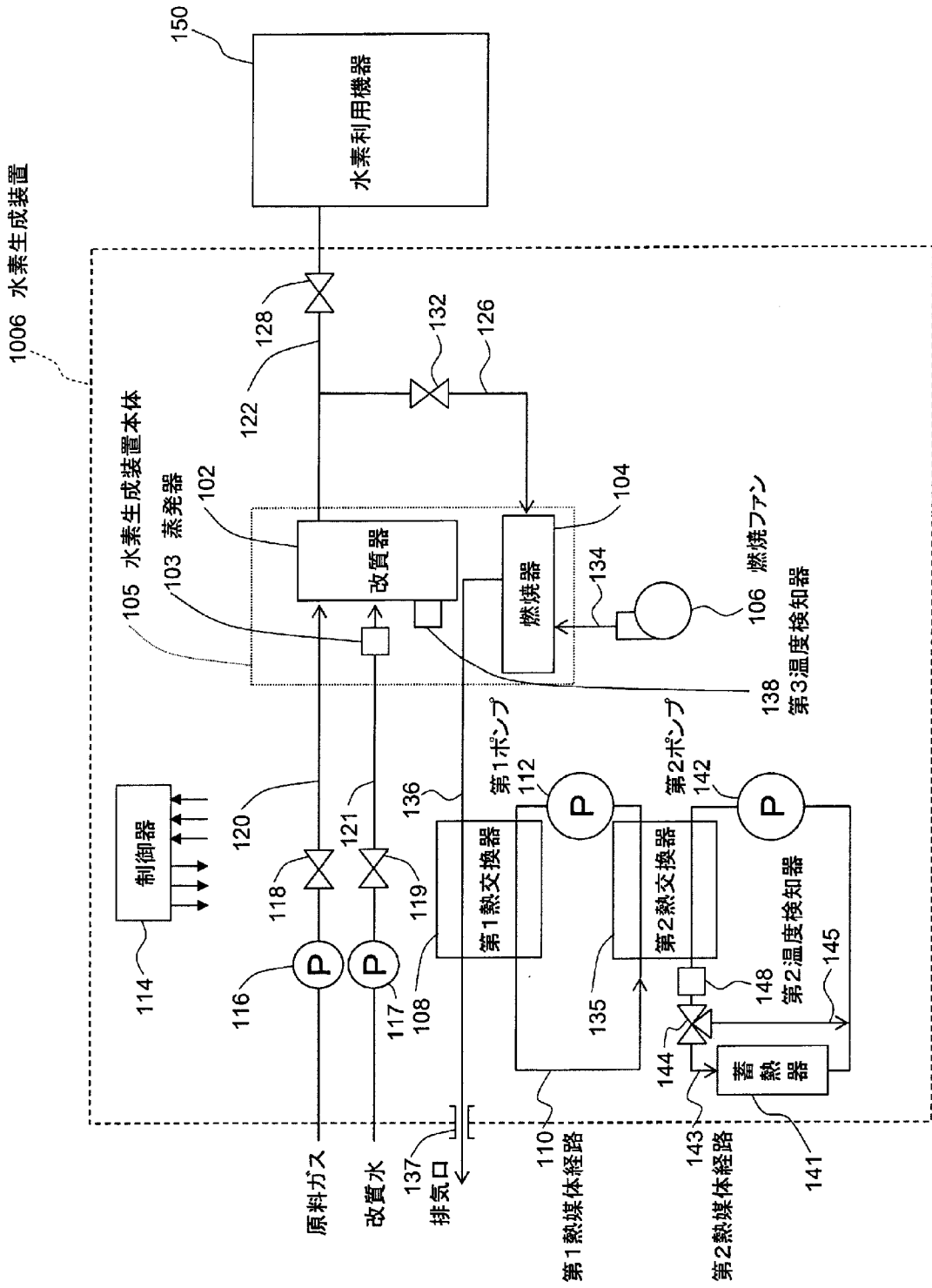
[図5]



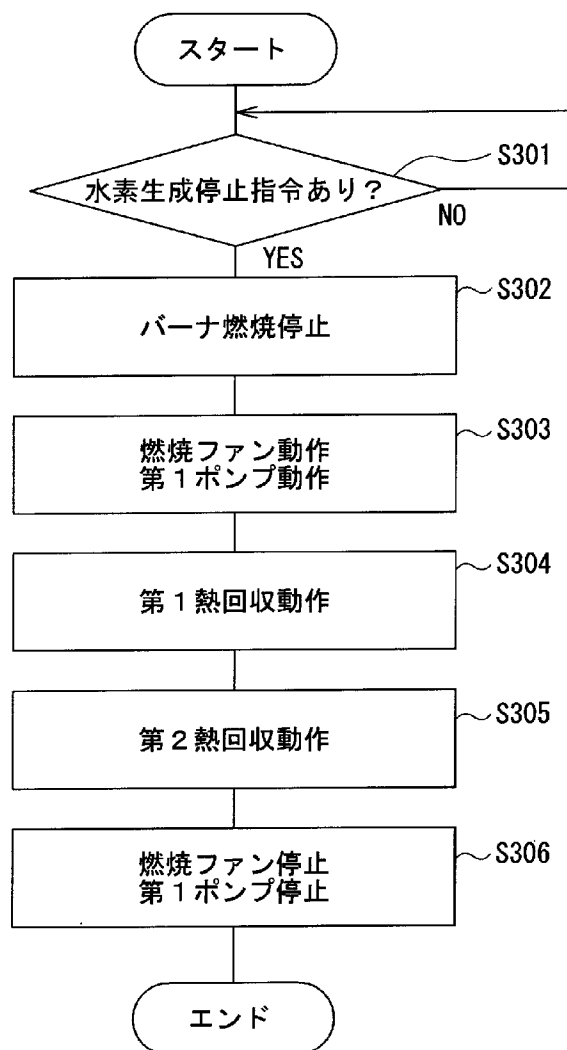
[図6]



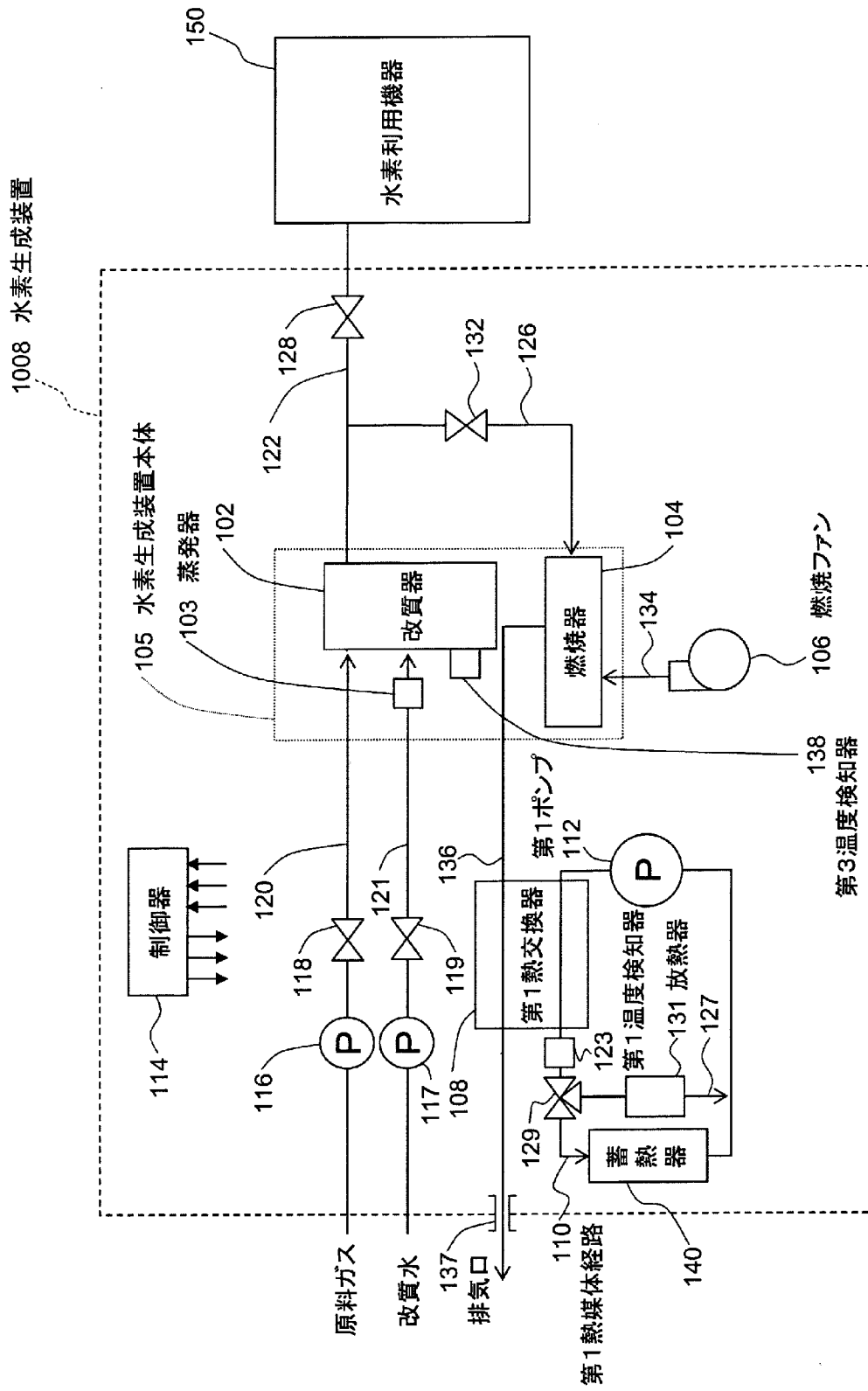
[図7]



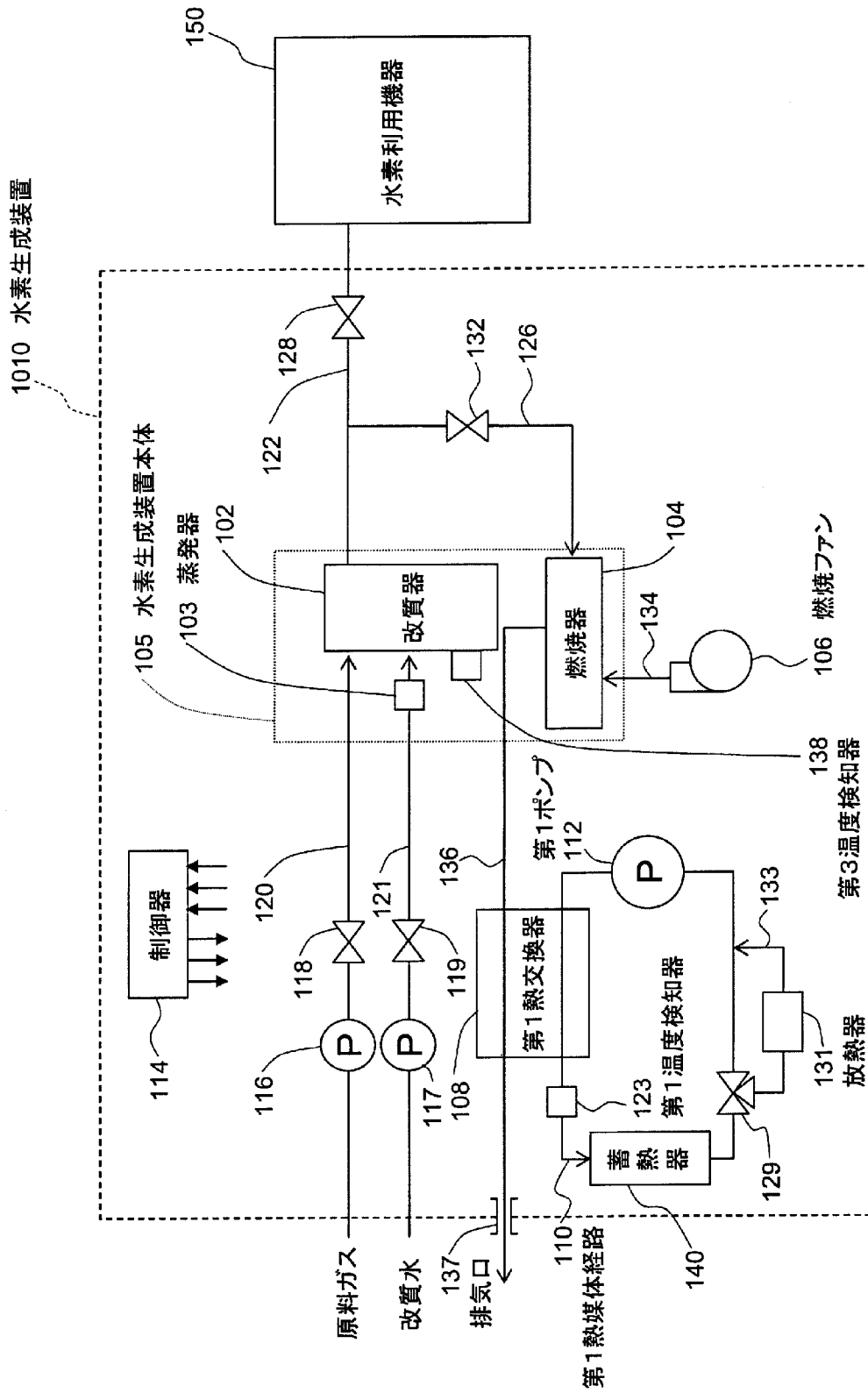
[図8]



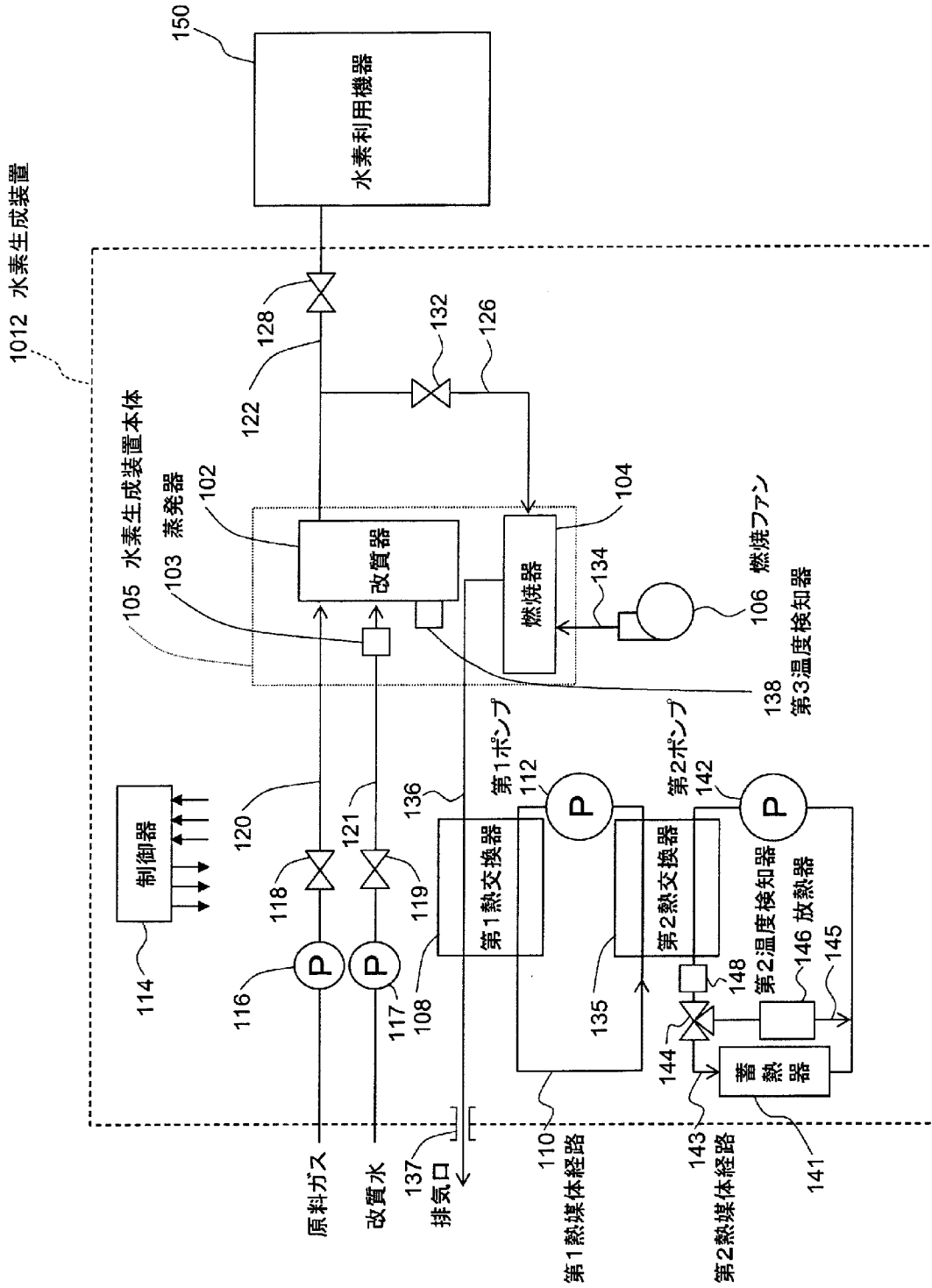
[図9]



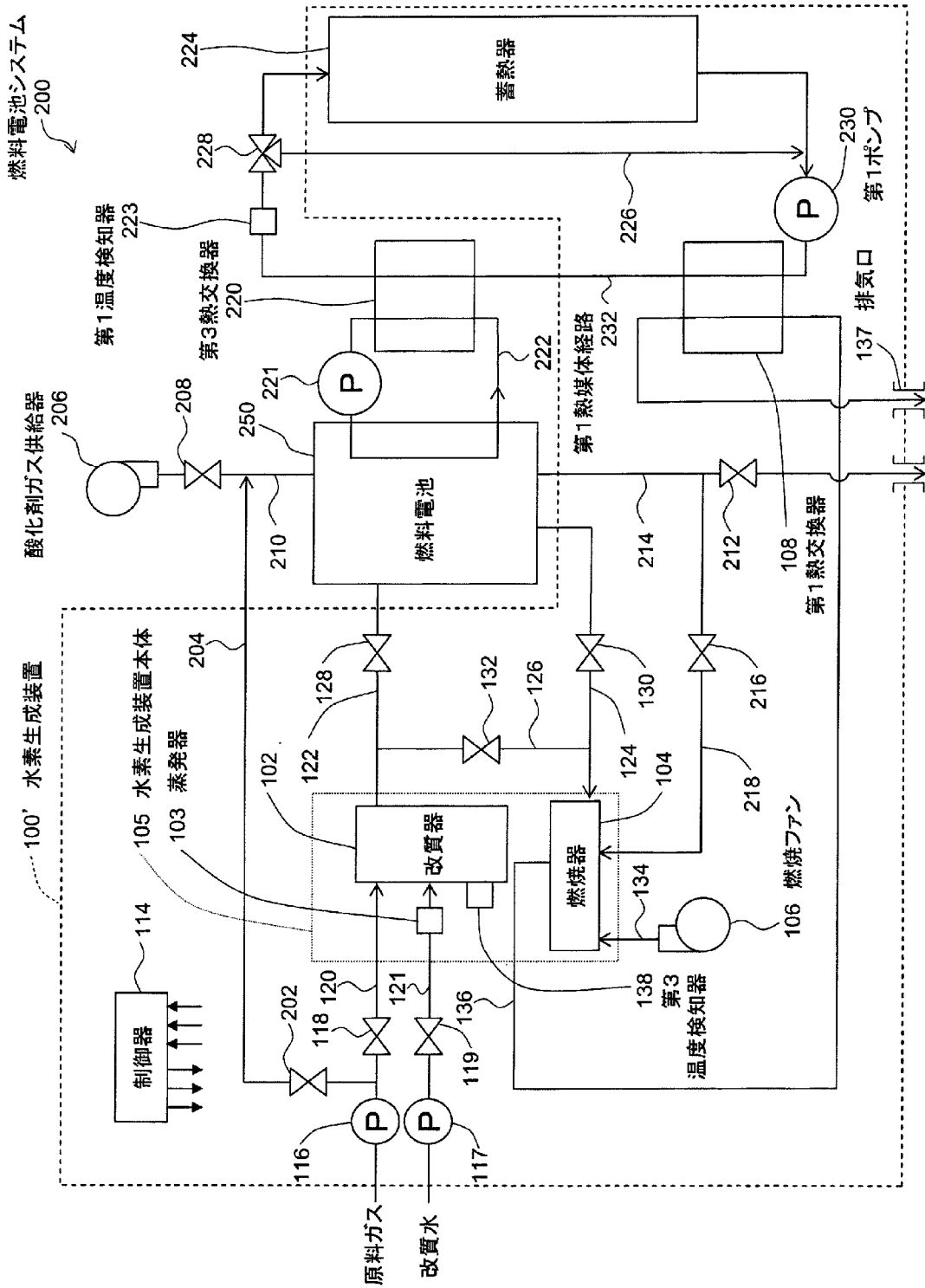
[図10]



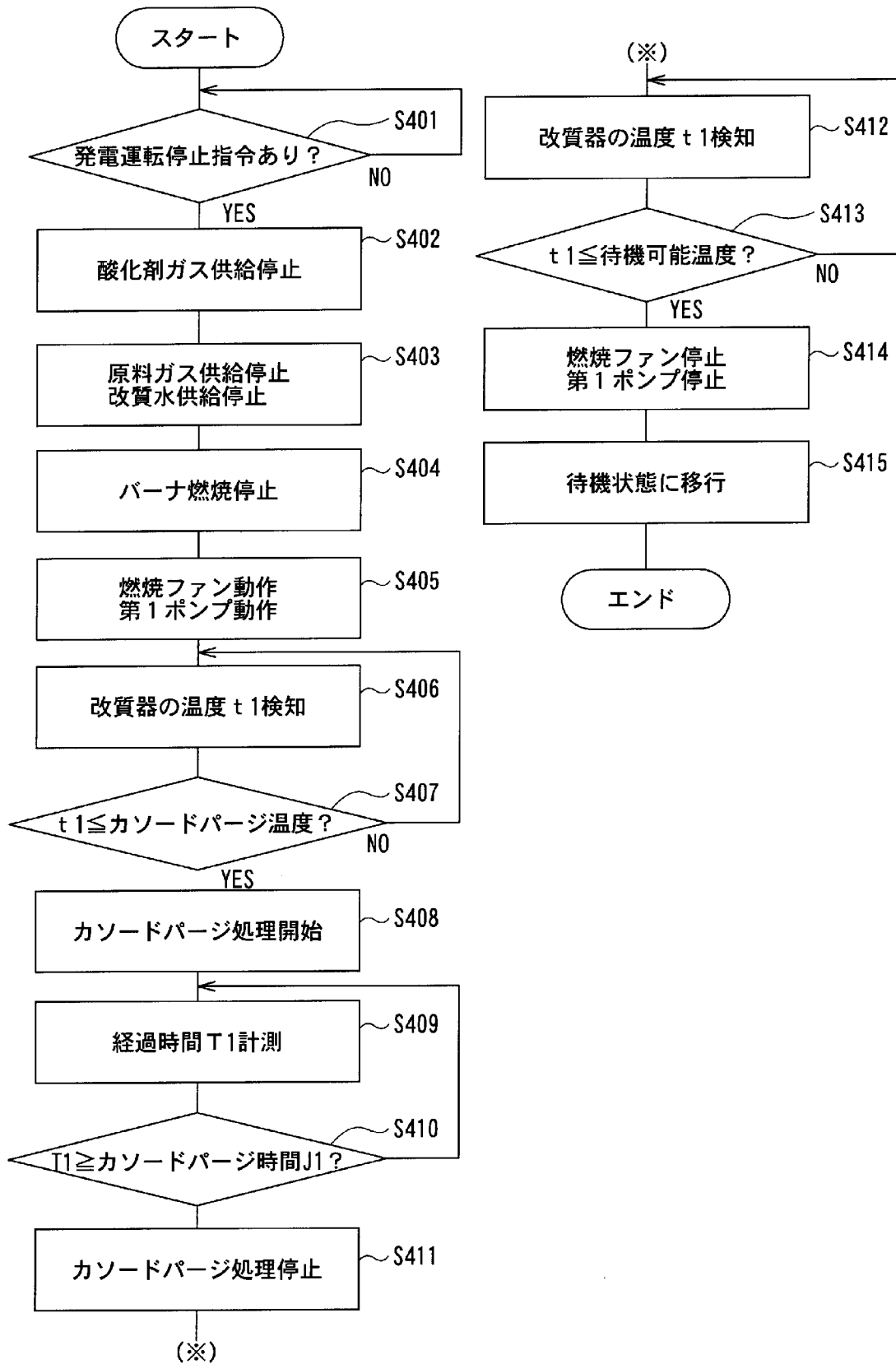
[図11]



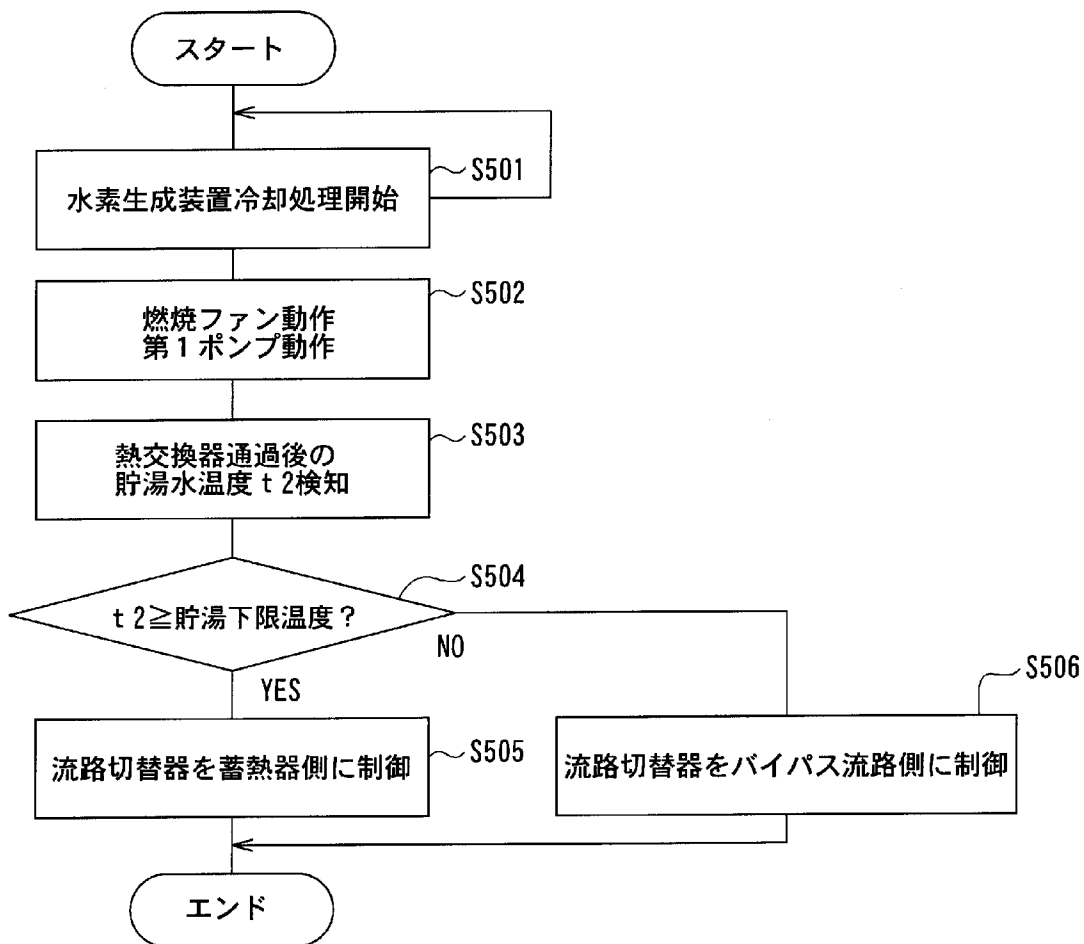
[図13]



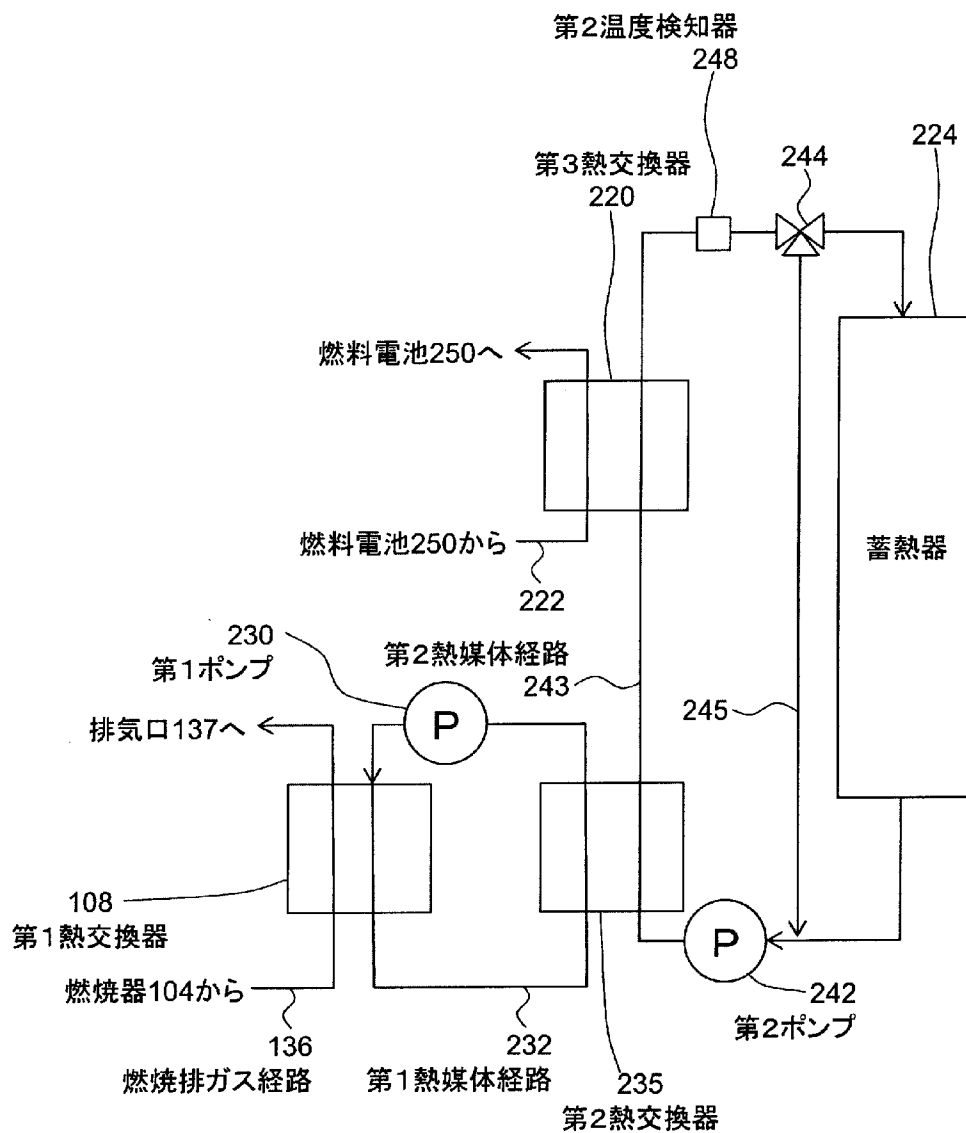
[図14]



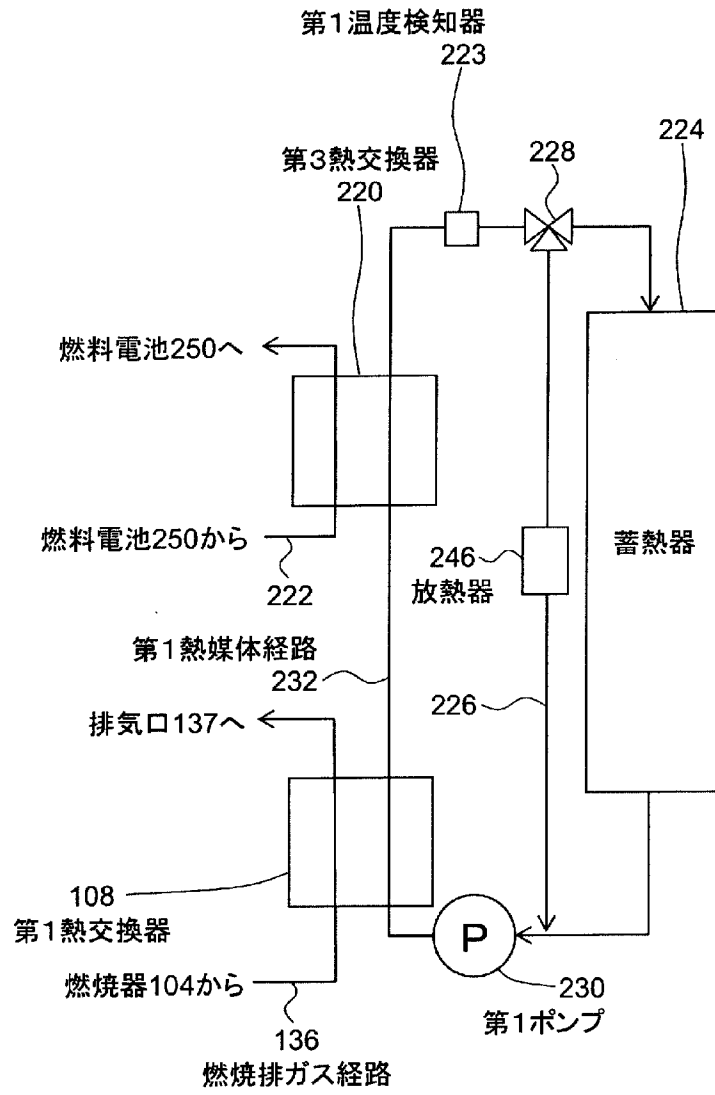
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006261

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C01B3/38(2006.01) i, H01M8/04(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)

C01B3/38, H01M8/04, 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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 2004-296102 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 21 October 2004 (21.10.2004), claims; fig. 1 (Family: none)	1-14
A	JP 2005-41709 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 17 February 2005 (17.02.2005), claims; fig. 1 (Family: none)	1-14
A	JP 2004-6217 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 08 January 2004 (08.01.2004), claims; fig. 1 (Family: none)	1-14

 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
11 December, 2009 (11.12.09)Date of mailing of the international search report
22 December, 2009 (22.12.09)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006261

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-169116 A (Toyota Motor Corp.), 05 July 2007 (05.07.2007), claims (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C01B3/38(2006.01) i, H01M8/04(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 (IPC))

Int.Cl. C01B3/38, H01M8/04, 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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009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
A	JP 2004-296102 A (三洋電機株式会社) 2004. 10. 21, 特許請求の範囲、図1 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2005-41709 A (日産自動車株式会社) 2005. 02. 17, 特許請求の範囲、図1 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2004-6217 A (積水化学工業株式会社) 2004. 01. 08, 特許請求の範囲、図1 (ファミリーなし)	1-14

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、一般的な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

11. 12. 2009

国際調査報告の発送日

22. 12. 2009

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

岡本 恵介

4G

3945

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

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
A	JP 2007-169116 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.07.05, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-14