

(43) 国際公開日
2006 年 6 月 29 日 (29.06.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/068227 A1

(51) 国際特許分類:

H01M 8/04 (2006.01) F17C 11/00 (2006.01)

H01M 8/00 (2006.01) F17C 7/00 (2006.01)

H01M 8/10 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/023607

(22) 国際出願日: 2005 年 12 月 22 日 (22.12.2005)

(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 2004-374356

2004 年 12 月 24 日 (24.12.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 豊田自動織機 (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 Aichi (JP). トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 久保 秀人 (KUBO, Hidehito) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社 豊田自動織機 内 Aichi (JP). 森大五郎 (MORI, Daigoro) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社 内 Aichi (JP).

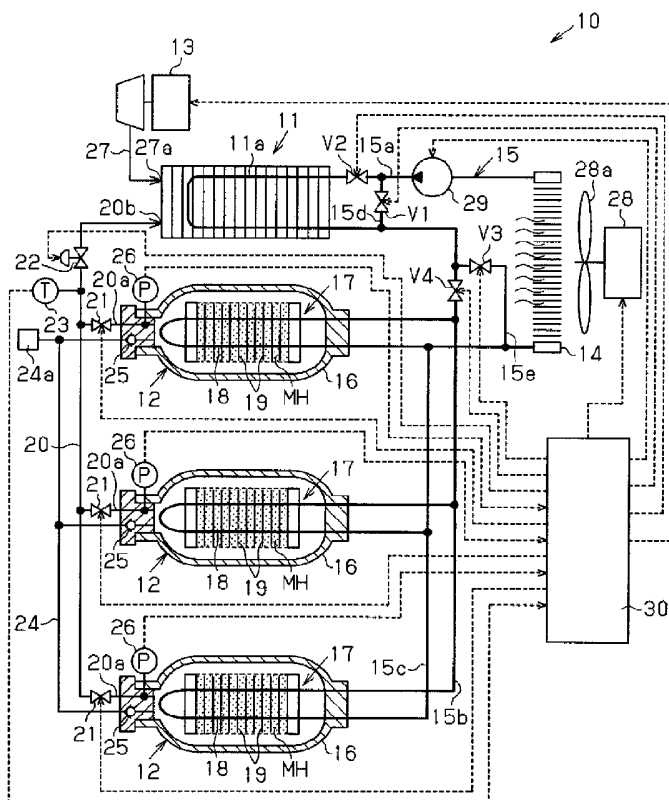
(74) 代理人: 恩田 博宣 (ONDA, Hironori); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町 2 丁目 1 2 番地の 1 Gifu (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM

(54) 発明の名称: 燃料電池システム



(57) Abstract: In a fuel cell system (10), hydrogen is supplied to a fuel cell (11) from a hydrogen storage tank (12) provided with a hydrogen-absorbing alloy (MH) and a heat exchanger (18). In this process, the pressure in the hydrogen storage tank (12) is held at a level equal to or higher than a predetermined pressure by using a heat medium that cooled the fuel cell (11). When the temperature of the hydrogen supplied to the fuel cell (11) is at the predetermined temperature or below, a control device (30) controls, based on a detection signal from a temperature sensor (23), first to fourth solenoid valves (V1-V4) so that the heat medium after having cooled the fuel cell (11) is supplied to the heat exchanger (18).

(57) 要約: 燃料電池システム 10 では、水素吸蔵合金 MH 及び熱交換器 18 を備える水素貯蔵タンク 12 から燃料電池 11 に水素が供給される。その際、燃料電池 11 を冷却した後の熱媒体を使用して、水素貯蔵タンク 12 内の圧力が所定の圧力以上に保持される。制御装置 30 は、温度センサ 23 からの検出信号に基づき、燃料電池 11 に供給される水素の温度が所定温度以下のとき、燃料電池 11 を冷却した後の熱媒体が熱交換器 18 に供給されるように、第 1 ~ 第 4 電磁バルブ V1 ~ V4 を制御する。



(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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

燃料電池システム

技術分野

- [0001] 本発明は、燃料電池システムに係り、詳しくは、水素吸蔵材を備える水素貯蔵タンクから燃料電池に水素が供給され、燃料電池を冷却した後の熱媒体を用いて水素吸蔵材を加熱し、タンク内の圧力を燃料電池への水素の供給に必要な圧力以上に保持する燃料電池システムに関する。

背景技術

- [0002] 近年、地球温暖化を抑制する意識が高まり、車両から排出される二酸化炭素の低減を目的として燃料電池システムを用いた電気自動車や家庭用電源等が開発されている。この燃料電池システムでは、水素貯蔵タンクから燃料電池に燃料ガスとしての水素が供給される。
- [0003] 水素を貯蔵、或いは輸送する手段として、ある温度、圧力の条件のもとでは水素を水素化物として吸蔵し、別の温度、圧力の条件のもとでは水素を放出する水素吸蔵合金が着目されている。この水素吸蔵合金を使用すれば、同じ容積のもとでも気体状態と比べてはるかに多くの水素を貯蔵することができる。
- [0004] 燃料電池システムでは、燃料電池（例えば、固体高分子型燃料電池）の発電時に発熱反応を伴うため、燃料電池を冷却する必要がある。また、水素貯蔵タンク内の水素吸蔵合金を使用して燃料電池に水素を供給する際、水素吸蔵合金から水素を放出させるのに吸熱反応を伴うため、タンク内の水素吸蔵合金を加熱する必要もある。
- [0005] 例えば、特許文献1には、燃料電池を冷却する熱媒体循環系が水素吸蔵合金を加熱する熱媒体循環系を兼用している構成が開示されている。同構成によれば、熱媒体の水素貯蔵タンクへの供給を制御することにより、水素貯蔵タンク内の圧力が燃料電池への水素の供給に必要な圧力以上に保持されている。
- [0006] また、特許文献2には、水素貯蔵タンク内の温度に対応する水素吸蔵合金のプラトー圧を超える圧力でタンク内の空隙部に水素ガスを充填することが開示されている。この場合、水素貯蔵タンクに充填される水素の圧力は25～50MPaが好ましいとされ

ている。

特許文献1:特開平5-251105号公報

特許文献2:特開2004-108570号公報

発明の開示

- [0007] ところで、水素吸蔵合金に吸蔵された状態と、水素貯蔵タンク内の空間にプラトー圧を超える圧力で充填された状態とで水素を貯蔵するハイブリットタンクの場合、水素の満充填時に水素貯蔵タンク内の圧力がプラトー圧以上に設定されていれば、水素吸蔵合金から水素が放出されることはない。また、水素供給時には、水素貯蔵タンク内の圧力が所定の圧力に調整されており、水素貯蔵タンク内の空間に充填された水素が燃料電池に供給される。その際、燃料電池に供給される水素は断熱膨張して水素の温度が低下する。
- [0008] 一方、燃料電池の酸素電極では水素と酸素とが反応して水が生成され、その一部が水蒸気となり、酸素電極から電解質膜を透過して水素電極に侵入することがある。また、固体高分子型燃料電池の場合、電解質膜は水素イオンを通過させるため湿潤状態に保たれている。このような理由から、例えば外気温が氷点下の場合、水素電極に供給される水素の温度が低くなることで、燃料電池の水素反応面に存在する水分が凍結して、水素流路の閉塞を招く虞がある。
- [0009] また、燃料電池の通常運転時には冷却媒体の流量や温度を調整して燃料電池の温度が発電効率の良い温度(60～80℃)に保たれているが、例えば燃料電池が暖気されていない場合、燃料電池に供給される水素の温度が低くなることで、水素反応面の温度が低下して、燃料電池の発電効率を低下させてしまう虞もある。
- [0010] 本発明は、以上のような事情に鑑み、燃料電池の運転温度の低下による発電効率の低下を抑制するとともに、水素反応面に存在する水分の凍結及び水素流路の閉塞を防止することの可能な燃料電池システムを提供することを目的としている。
- [0011] 上記の課題を解決するため、本発明の第一の態様によれば、タンク本体内に水素吸蔵材を備える水素貯蔵タンクから燃料電池に水素が供給され、燃料電池を冷却した後の熱媒体を用いて水素吸蔵材を加熱し、タンク本体内の圧力を燃料電池への水素の供給に必要な圧力以上に保持する燃料電池システムにおいて、水素貯蔵タ

ンク内に設けられる熱交換器と、熱交換器に熱媒体を供給する熱媒流路と、燃料電池に供給される水素の温度を検出する温度検出手段と、熱媒流路に設けられ、燃料電池を冷却した後の熱媒体が熱交換器に供給される状態と、同熱媒体が熱交換器を迂回する状態とに熱媒流路を切換可能な切換手段と、温度検出手段からの信号に基づいて切換手段を制御する制御手段とを備え、制御手段は、燃料電池に供給される水素の温度が所定温度以下のとき、燃料電池を冷却した後の熱媒体が熱交換器に供給されるように切換手段を制御している。

- [0012] 上記のように構成したことにより、燃料電池に供給される水素の温度に基づいて、燃料電池を冷却した後の熱媒体が熱交換器に供給されて水素貯蔵タンクが加熱される。これにより、燃料電池に供給される水素の温度が低くなりすぎることが防止される。よって、燃料電池の運転温度の低下が抑制されるため、燃料電池の発電効率の低下を抑制することができる。また、燃料電池の水素反応面に存在する水分の凍結も回避されるため、水素流路が閉塞することも防止される。
- [0013] 上記の燃料電池システムにおいて、所定温度は、燃料電池の水素反応面に存在する水分を凍結させる温度に設定されていることが望ましい。同構成によれば、水素反応面に存在する水分の凍結が回避されるため、水素流路が閉塞することが更に防止される。
- [0014] 上記の燃料電池システムにおいて、複数本の水素貯蔵タンクを備え、各水素貯蔵タンクから共通の配管を介して燃料電池に水素が供給され、温度検出手段は、配管の各水素貯蔵タンクとの接続部と、燃料電池との間を流れる水素の温度を検出することが望ましい。同構成によれば、各水素貯蔵タンクから燃料電池に供給される水素の温度を1つの温度検出手段を用いて精度良く検出することができる。
- [0015] 上記の燃料電池システムにおいて、燃料電池を冷却した後の熱媒体は水素貯蔵タンクの水素出口付近を通過した後に水素吸蔵材に供給されることが望ましい。同構成によれば、水素貯蔵タンクの水素出口付近が水素吸蔵材よりも先に加熱されるため、水素貯蔵タンクから燃料電池に供給される水素を一層効果的に加熱することができる。
- [0016] 上記の燃料電池システムにおいて、切換手段は、燃料電池を冷却した後の熱媒体

が各熱交換器へ順に供給される状態と、同熱媒体が特定の熱交換器に供給される状態とに熱媒流路を切換可能であることが望ましい。同構成によれば、燃料電池システムが複数本の水素貯蔵タンクを備える場合、全ての水素貯蔵タンクを同時に加熱することができ、また、特定の水素貯蔵タンクのみを選択的に加熱することもできる。

[0017] 上記の燃料電池システムにおいて、各水素貯蔵タンクにはバルブが設けられ、制御装置は、燃料電池への水素供給時に各水素貯蔵タンク内の水素の残量を均一化するように各バルブを開閉制御することが望ましい。同構成によれば、各水素貯蔵タンク内の水素の残量がほぼ均一となるため、各水素貯蔵タンク内の水素吸蔵材の加熱、つまり、熱媒体の各熱交換器への供給に関する制御が容易に行える。

[0018] 上記の燃料電池システムにおいて、制御装置は、燃料電池に供給されている水素貯蔵タンクから所定時間水素が供給されたとき、その水素貯蔵タンクとは別の水素貯蔵タンクから燃料電池に水素が供給されるように、各バルブを開閉制御することが望ましい。同構成によれば、熱媒体の各水素貯蔵タンクへの供給に関する制御がより一層容易に行える。

[0019] 上記の燃料電池システムにおいて、燃料電池システムは燃料電池自動車に搭載されることが望ましい。同構成によれば、例えば外気温等によらず、燃料電池自動車の運転状態を安定化させることができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]第1実施形態における燃料電池システムの概略構成図。

[図2]第2実施形態における燃料電池システムの概略構成図。

[図3]第3実施形態における燃料電池システムの概略構成図。

[図4]別の実施形態における水素貯蔵タンクの概略断面図。

[図5]別の実施形態における水素貯蔵タンクの概略断面図。

発明を実施するための最良の形態

[0021] (第1実施形態)

以下、本発明の第1実施形態の燃料電池システム10について図1を参照して説明する。

[0022] 燃料電池システム10は、燃料電池11、3本の水素貯蔵タンク12、コンプレッサ13

及びラジエータ14を備えている。燃料電池11、各水素貯蔵タンク12及びラジエータ14は、熱媒流路15を介して相互に接続されている。本実施形態では、熱媒流路15を流れる熱媒体として、ロングライフクーラント(LLC)が使用されている。

[0023] 燃料電池11は、固体高分子型の燃料電池である。燃料電池11は、各水素貯蔵タンク12から供給される水素と、コンプレッサ13から供給される空気中の酸素とを反応させて直流の電気エネルギー(直流電力)を発生する。燃料電池11には、その運転時に燃料電池11を冷却するための熱交換部11aが設けられている。本実施形態では、この熱交換部11aが熱媒流路15の一部を構成している。

[0024] 各水素貯蔵タンク12はタンク本体16を備え、そのタンク本体16内には水素吸蔵用ユニット17が設けられている。水素吸蔵用ユニット17は、水素吸蔵材として公知の水素吸蔵合金MHを備えている。各水素貯蔵タンク12内には、水素吸蔵合金MHとの間で熱交換を行う熱交換器18が設けられている。熱交換器18は、水素吸蔵合金MHとの間で熱交換を効率よく行うために多数のフィン19を備えている。本実施形態では、この熱交換器18が水素吸蔵用ユニット17の一部を構成すると共に、熱媒流路15の一部も構成している。

[0025] 各水素貯蔵タンク12は、共通の配管20を介して燃料電池11の水素供給ポート20bに接続されている。配管20と各水素貯蔵タンク12とを接続する接続部20aには、バルブ21がそれぞれ設けられている。配管20において接続部20aより下流側には調圧弁22が設けられている。各水素貯蔵タンク12の満充填時、各水素貯蔵タンク12内には、水素吸蔵合金MHのプラトー領域の圧力(プラトー圧)より高い圧力(例えば、約35MPa)で水素が充填される。水素供給時には、調圧弁22によって、燃料電池11に供給される水素の圧力が所定の圧力(例えば、0.3MPa程度)に調整される。また、配管20において接続部20aより下流側には、温度検出手段としての温度センサ23が設けられている。温度センサ23により、各水素貯蔵タンク12から燃料電池11に供給される水素の温度が検出される。

[0026] 各水素貯蔵タンク12は、水素充填口24aを備えた管路24に接続され、この管路24を通じて、例えば水素ステーションから各水素貯蔵タンク12に水素ガスが充填される。各水素貯蔵タンク12には、逆止弁25及び圧力センサ26がそれぞれ設けられてい

る。逆止弁25により、配管20を流れる水素が管路24を通じて各水素貯蔵タンク12内に逆流することが防止される。圧力センサ26により、各水素貯蔵タンク12内の圧力が検出される。

[0027] コンプレッサ13は、管路27を介して燃料電池11の酸素供給ポート27aに接続されている。燃料電池11には、この管路27を通じてコンプレッサ13から圧縮空気(酸素)が供給される。コンプレッサ13は図示しないエアクリーナを備え、清浄化された空気が圧縮された状態で管路27に吐出される。

[0028] ラジエータ14付近には、モータ28の駆動により回転するファン28aが配置されている。このファン28aの回転により、ラジエータ14を通過する熱媒体が冷却される。熱媒流路15は、燃料電池11の熱交換部11aの入口とラジエータ14の出口とを接続する第1部分15aと、熱交換部11aの出口と各水素貯蔵タンク12の熱交換器18の入口とを接続する第2部分15bと、各熱交換器18の出口とラジエータ14の入口とを接続する第3部分15cとを備えている。

[0029] 第1部分15aには、ポンプ29が設けられている。第1部分15aのポンプ29より下流側には、第1部分15aから分岐して第2部分15bに接続されるバイパス部15dが設けられている。バイパス部15dと、第1部分15aの分岐部より下流側とは第1及び第2電磁バルブV1, V2がそれぞれ設けられている。第1及び第2電磁バルブV1, V2によって、ポンプ29から吐出された熱媒体が熱交換部11aに供給される状態と、熱交換部11aを迂回する状態とに切り換えられる。

[0030] 第2部分15bにおいて最も上流側の熱交換器18に対応する分岐部より上流側には、第2部分15bから分岐して第3部分15cに接続されるバイパス部15eが設けられている。また、バイパス部15eと、第2部分15bにおいて同熱交換器18への分岐部とバイパス部15eへの分岐部との間には、切換手段としての第3及び第4電磁バルブV3, V4がそれぞれ設けられている。第3及び第4電磁バルブV3, V4によって、熱交換部11a又はバイパス部15dを通過した熱媒体が各熱交換器18に供給される状態と、各熱交換器18を迂回する状態とに切換えられる。

[0031] 制御装置30は、マイクロコンピュータ(図示せず)を備えている。制御装置30の入力側には、温度センサ23、各圧力センサ26がそれぞれ電氣的に接続されている。

制御装置30の出力側には、コンプレッサ13、調圧弁22、モータ28、ポンプ29、バルブ21、及び第1～第4電磁バルブV1、V2、V3、V4がそれぞれ電氣的に接続されている。コンプレッサ13、調圧弁22、モータ28、ポンプ29、バルブ21、第1～第4電磁バルブV1、V2、V3、V4は、制御装置30からの指令信号に基づいて制御される。

[0032] 制御装置30は、燃料電池11の運転時に、熱媒体が燃料電池11の熱交換部11aに供給されるように、第1及び第2電磁バルブV1、V2を制御する。制御装置30は、温度センサ23からの検出信号により燃料電池11に供給される水素の温度を検出し、その温度が所定温度以下であるとき、燃料電池11を冷却した後の熱媒体が各水素貯蔵タンク12の熱交換器18に供給されるように、第3及び第4電磁バルブV3、V4を制御する。本実施形態において、前記所定温度は、燃料電池11の水素反応面に存在する水分が凍結する温度に設定されている。

[0033] 制御装置30は、各圧力センサ26からの検出信号により各水素貯蔵タンク12内の圧力を検出する。制御装置30は、タンク本体16内の圧力が第1の設定圧力以上であるとき、その水素貯蔵タンク12に対応するバルブ21を開くように制御する。また、制御装置30は、少なくとも一つの水素貯蔵タンク12内の圧力が第1の設定圧力未満であるとき、燃料電池11を冷却した後の熱媒体が各熱交換器18に供給されるように、第3及び第4電磁バルブV3、V4を制御する。

[0034] また、制御装置30は、温度センサ23からの検出信号に関係なく、少なくとも一つの水素貯蔵タンク12内の圧力が水素吸蔵合金MHのプラトー圧と同じであるとき、燃料電池11を冷却した後の熱媒体が各熱交換器18に供給されるように、第3及び第4電磁バルブV3、V4を制御する。

[0035] 次に、第1実施形態の燃料電池システム10の作用について説明する。

[0036] 燃料電池11では、その周囲の温度が発電に必要な特定の温度以上である場合に始動時から通常運転が行われる一方、設定温度未満の場合には暖機運転後に通常運転が行われる。通常運転時には、各水素貯蔵タンク12から水素が燃料電池11のアノード極に供給されると共に、コンプレッサ13から空気が所定の圧力に加圧された状態で燃料電池11のカソード極に供給される。

[0037] 燃料電池11による発電は、適正温度(約80℃)で最も効率良く行われるが、その発

電時には発熱反応を伴うため、ラジエータ14で冷却された熱媒体が燃料電池11の熱交換部11aに供給される。一方、各水素貯蔵タンク12内では、水素吸蔵合金MHから水素を放出させるのに吸熱反応を伴うため、燃料電池11を冷却した後の温められた熱媒体が、各水素貯蔵タンク12の熱交換器18に供給される。

[0038] 上記の理由により、制御装置30は、燃料電池11の通常運転時、熱媒体が熱交換部11aに供給される状態に、第1及び第2電磁バルブV1, V2を保持するとともに、温度センサ23からの検出信号と圧力センサ26からの検出信号とに基づいて第3及び第4電磁バルブV3, V4を切換制御する。制御装置30は、各水素貯蔵タンク12内の圧力が第1の設定圧力未満の場合、水素吸蔵合金MHの加熱が必要であると判断し、燃料電池11を冷却した後の熱媒体が各熱交換器18に供給される状態に、第3及び第4電磁バルブV3, V4を切り換える。また、制御装置30は、全ての水素貯蔵タンク12内の圧力が第2の設定圧力以上の場合、水素吸蔵合金MHの加熱が不要であると判断し、熱媒体が各水素貯蔵タンク12の熱交換器18を迂回する状態に第3及び第4電磁バルブV3, V4を切り換える。

[0039] 制御装置30は、各圧力センサ26からの検出信号に基づき、各水素貯蔵タンク12内の圧力を検出する。制御装置30は、その圧力が第1の設定圧力以上である水素貯蔵タンク12については水素が充填されていると判断し、その水素貯蔵タンク21に対応するバルブ21を開く。一方、制御装置30は、熱媒体による加熱を所定時間継続しても全ての水素貯蔵タンク12内の圧力が第1の設定圧力未満である場合、各水素貯蔵タンク12に水素の充填が必要であると判断し、報知手段(例えばランプ等の表示部)を駆動させる。

[0040] 各水素貯蔵タンク12に水素を充填する際、水素ステーションのディスペンサのカップラが水素充填口24aに接続される。そして、水素ステーションの水素カードルと各水素貯蔵タンク12との圧力差によって、各水素貯蔵タンク12内に水素が充填される。この場合、各水素貯蔵タンク12内の水素吸蔵合金MHに水素を吸蔵させるのに発熱反応を伴うため、水素吸蔵合金MHを熱媒体により冷却しながら水素の充填を行う必要がある。

[0041] 上記の理由により、制御装置30は、各水素貯蔵タンク12への水素の充填時に、熱

媒体が燃料電池11の熱交換部11aを迂回して第2部分15bに供給される状態に、第1及び第2電磁バルブV1, V2を切り換えると共に、第2部分15bを流れる熱媒体が各水素貯蔵タンク12の熱交換器18に供給される状態に、第3及び第4電磁バルブV3, V4を切り換える。これにより、ラジエータ14で冷却された熱媒体が各水素貯蔵タンク12の熱交換器18に直接供給されるため、各水素貯蔵タンク12内の水素吸蔵合金MHを効果的に冷却することができ、水素吸蔵合金MHへの水素の吸蔵反応を円滑に進行させることができる。

[0042] 水素吸蔵合金MHのプラトー圧より高く、かつ各水素貯蔵タンク12内の温度に対応する水素吸蔵合金MHの平衡圧より高い状態で各水素貯蔵タンク12内に水素が満充填されている状態では、各水素貯蔵タンク12内の空間に充填されている水素が燃料電池11に供給される。この場合、各水素貯蔵タンク12内の圧力は、燃料電池11への水素供給に必要な圧力(第1の設定圧力)以上であるが、従来構成の燃料電池システムでは、熱媒体による各水素貯蔵タンク12の加熱は行われなかった。しかし、本発明によれば、制御装置30は、各水素貯蔵タンク12内の圧力が第1の設定圧力以上であっても、燃料電池11に供給される水素の温度が所定温度以下の場合、燃料電池11を冷却した後の熱媒体が各熱交換器18に供給される状態に、第3及び第4電磁バルブV3, V4を切り換える。これにより、熱媒体により各水素貯蔵タンク12が加熱されるため、燃料電池11に供給される水素の温度が低くなりすぎることが防止される。

[0043] また、各水素貯蔵タンク12内の圧力が水素吸蔵合金MHのプラトー圧とほぼ同じである場合、制御装置30は、燃料電池11に供給される水素の温度によらず、燃料電池11を冷却した後の熱媒体が各熱交換器18に供給される状態に、第3及び第4電磁バルブV3, V4を切り換える。この場合、熱媒体を各熱交換器18に流し続けたとしても、各水素貯蔵タンク12内の圧力が急激に高くなることはない。

[0044] 第1実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

[0045] (1)燃料電池11に供給される水素の温度が所定温度以下であるとき、制御装置30は、燃料電池11を冷却した後の熱媒体が各水素貯蔵タンク12内の各熱交換器18に供給される状態に、第3及び第4電磁バルブV3, V4を制御する。これにより、燃料

電池11を冷却した後の熱媒体が各熱交換器18に供給されて各水素貯蔵タンク12を加熱することができる。そのため、各水素貯蔵タンク12から燃料電池11に供給される水素の温度が低くなりすぎるのが防止される。よって、燃料電池11の運転温度の低下による発電効率の低下を抑制できると共に、水素反応面に存在する水分の凍結及び水素流路の閉塞を防止できる。

[0046] (2)前記所定温度は、燃料電池11の水素反応面に存在する水分が凍結する温度に設定されている。これにより、各水素貯蔵タンク12から供給される水素の温度が、燃料電池11の水素反応面に存在する水分を凍結させる温度にまでは低下しない。そのため、水素反応面での水分の凍結が回避されるため、燃料電池11の水素流路が閉塞されずに、燃料電池11が発電不能な状態になることを防止できる。

[0047] (3)各水素貯蔵タンク12内の圧力が水素吸蔵合金MHのプラトー圧である場合、制御装置30は、燃料電池11に供給される水素の温度によらず、燃料電池11を冷却した後の熱媒体が各熱交換器18に供給されるように、第3及び第4電磁バルブV3、V4を制御する。即ち、充填時に高圧で各水素貯蔵タンク12の空間に充填された水素が燃料電池11に供給された後、燃料電池11を冷却した後の熱媒体が熱交換器18に供給されるように制御される。そのため、温度センサ23の検出温度に基づいて第3及び第4電磁バルブV3、V4を制御するのに比較して制御が容易になる。

[0048] (4)燃料電池11には、共通の配管20を介して各水素貯蔵タンク12から水素が供給される。また、配管20において各水素貯蔵タンク12への接続部20aより下流側には、燃料電池11に供給される水素の温度を検出する温度センサ23が設けられている。同構成によれば、各水素貯蔵タンク12に温度センサを設ける場合と比較して、燃料電池11に近い位置で温度が検出されることから、燃料電池11に供給される水素の温度をより一層精度良く検出することができる。

[0049] (5)配管20において各水素貯蔵タンク12との接続部20aより下流側には、燃料電池11に供給される水素の圧力を調整する調圧弁22が設けられている。同構成によれば、各水素貯蔵タンク12に調圧弁22を設ける場合と比較して制御を容易に行うことができる。

[0050] (6)各水素貯蔵タンク12には、バルブ21と、各水素貯蔵タンク12内の圧力を検出

する圧力センサ26とがそれぞれ設けられている。同構成によれば、内部圧力が第1の設定圧力未満である水素貯蔵タンク12のバルブ21のみを閉じることによって、先に特定の水素貯蔵タンク12が空に近くなった場合でも、支障なく他の水素貯蔵タンク12から水素を燃料電池11に供給することができる。

[0051] (7)各水素貯蔵タンク12の熱交換器18への熱媒体の供給は、第3及び第4電磁バルブV3, V4により全ての水素貯蔵タンク12に対して熱媒体の供給を行うか、供給を停止するかで制御されるため、各水素貯蔵タンク12に第3及び第4電磁バルブV3, V4を設ける場合に比較して制御を容易に行うことができる。

[0052] (8)各水素貯蔵タンク12に水素が満充填されている状態で、タンク本体16内において水素吸蔵合金MHが占有していない空間には、水素吸蔵合金MHのプラトー圧より高く、かつ水素吸蔵合金MHの平衡圧より高い圧力で水素が充填されている。これにより、水素吸蔵合金MHのプラトー圧で水素が充填されている水素貯蔵タンク12と比較して、水素貯蔵タンク12の水素貯蔵量を増加させることができる。

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態の燃料電池システム10について図2を参照して説明する。第2実施形態における第1実施形態と同様の部分についてはその詳細な説明を省略する。

[0053] 図2に示すように、各水素貯蔵タンク12では、水素充填口と水素出口とがタンク本体16の対向する端部12a, 12bにそれぞれ設けられている。各水素貯蔵タンク12では、熱媒体の入口及び出口と水素出口とが、タンク本体16の同じ端部12aにそれぞれ設けられている。配管20は、接続部20aを介して各水素貯蔵タンク12の水素出口側の端部12aに接続されている。各接続部20aには、各水素貯蔵タンク12内の圧力を検出する圧力センサ26が設けられている。

[0054] 第1実施形態の各水素貯蔵タンク12では、熱交換器18に供給された熱媒体が水素吸蔵合金MHを加熱した後に、端部12aの水素出口付近を加熱するため、水素吸蔵合金MHの加熱により熱媒体から熱が奪われてしまい、端部12aの水素出口付近の水素ガスの加熱が十分に行われない場合がある。しかし、本実施形態によれば、各水素貯蔵タンク12の水素出口付近が水素吸蔵合金MHよりも先に加熱されるため

、水素出口付近の水素ガスの加熱を十分に行うことができる。

[0055] 第2実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

[0056] (9) 熱交換器18に供給される熱媒体は、各水素貯蔵タンク12の端部12aの水素出口付近を加熱した後に水素吸蔵合金MHを加熱する。これにより、各水素貯蔵タンク12の水素出口付近では十分な加熱が行われるため、各水素貯蔵タンク12から燃料電池11に供給される水素が加熱され易くなる。

[0057] (10) 各水素貯蔵タンク12では、水素充填口と水素出口とがタンク本体16の対向する端部12a, 12bにそれぞれ設けられているため、各水素貯蔵タンク12の口金の径を小さくすることができる。

(第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態の燃料電池システム10について図3を参照して説明する。第3実施形態における第1及び第2実施形態と同様の部分についてはその詳細な説明を省略する。

[0058] 熱媒流路15には、第1実施形態で示す第2部分15bに代えて、熱交換部11aの出口とラジエータ14の入口とを接続する第6部分15fが設けられている。各水素貯蔵タンク12の熱交換器18の入口は、第6部分15fから分岐した第7部分15gにそれぞれ接続されている。第6部分15fにおいて、各第7部分15gとの各分岐部には、切換手段としての電磁三方弁31がそれぞれ設けられている。また、各水素貯蔵タンク12の熱交換器18の出口は、第6部分15fから分岐した第8部分15hにそれぞれ接続されている。各電磁三方弁31は制御装置30に接続されており、制御装置30から出力される指令信号に基づいて、第6部分15fを流れる熱媒体が熱交換器18の入口に供給される状態(第1の状態)と、分岐部よりも下流側の第6部分15fに熱媒体が供給される状態(第2の状態)とに切換えられる。本実施形態では、各電磁三方弁31によって、燃料電池11を冷却した後の熱媒体が各熱交換器18に順に供給される状態、及び、選択された一つ又は二つの熱交換器18に熱媒体が供給される状態のいずれか一方に切換えられる。また、各水素貯蔵タンク12には、タンク本体16内に充填されている水素の温度を検出する温度センサ23がそれぞれ設けられている。

[0059] 次に、第3実施形態の燃料電池システム10の作用について説明する。

- [0060] 先ず、制御装置30は、温度センサ23の検出信号及び圧力センサ26の検出信号に基づいて、加熱を必要とする水素貯蔵タンク12が存在しているのであればこれを選択する。次に、制御装置30は、燃料電池11を冷却した後の熱媒体が選択された水素貯蔵タンク12内の熱交換器18に供給されるように各電磁三方弁31を切り換える。このように各電磁三方弁31が切換えられた場合、加熱が必要な水素貯蔵タンク12と対応する電磁三方弁31が第1の状態に保持されると共に、加熱が不要な水素貯蔵タンク12と対応する電磁三方弁31が第2の状態に保持される。
- [0061] 第3実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。
- [0062] (11)制御装置30は、加熱が必要な水素貯蔵タンク12を選択し、その選択された水素貯蔵タンク12内の熱交換器18にのみ、燃料電池11を冷却した後の熱媒体が供給されるように各電磁三方弁31を制御する。これにより、加熱を必要とする水素貯蔵タンク12内の水素吸蔵合金MH及び水素の加熱が効率良く行われるため、燃料電池11に供給される水素の温度を前記各実施形態と比較して短時間で上昇させることができる。
- [0063] (12)熱媒体はラジエータ14で冷却された後、各電磁三方弁31によって、各水素貯蔵タンク12を順に通過するか、或いは、選択された水素貯蔵タンク12のみを通過するかが切り換えられる。この場合、各水素貯蔵タンク12の温度センサ23及び圧力センサ26の検出信号に基づいて、各水素貯蔵タンク12内の状態を適正な状態とするように熱媒体の移動経路を変更することができる。よって、各水素貯蔵タンク12内の水素吸蔵合金MHの加熱及び冷却を適正に、かつ容易に行うことができる。
- [0064] なお、前記各実施形態は以下のように変更してもよい。
- [0065] ・第2実施形態において、熱交換器18の構成を図4に示す構成に変更してもよい。図4に示すように、熱交換器18を構成する熱媒管18aは、水素吸蔵用ユニット17の外側に沿って延びた後、水素出口近傍から水素吸蔵用ユニット17内に挿通され、水素出口の反対側で折り返して水素吸蔵用ユニット17を貫通し、再び水素吸蔵用ユニット17の外側に沿って延びるように形成されている。この場合、水素吸蔵合金MHを加熱する前にタンク本体16内の水素が加熱されるため、各水素貯蔵タンク12から燃料電池11に供給される水素が加熱され易くなる。

- [0066] ・また、第2実施形態において、熱交換器18の構成を図5に示す構成に変更してもよい。図5に示すように、水素貯蔵タンク12内には、水素吸蔵用ユニット17を加熱する熱交換器18とは別に、タンク本体16内の空間を満たす水素を加熱する熱交換器32が設けられている。この場合、熱交換器32を流れる熱媒体が水素の加熱にのみ使用されるため、図4の構成に比較して、水素貯蔵タンク12内の水素を効率良く加熱することができる。
- [0067] ・前記各実施形態において、水素の温度を検出する温度センサ23を燃料電池11に設けてもよい。また、温度検出手段としての温度センサ23に代えて、燃料電池11のカソード極(空気極)とアノード極(水素極)との温度差を検知する構成を採用してもよい。
- [0068] ・前記各実施形態において、燃料電池11を冷却した後の熱媒体が熱交換器18に供給されるか否かを判断するための前記所定温度は、燃料電池11の水素反応面に存在する水分を凍結させる温度より高い温度(例えば、5～10℃)であってもよい。
- [0069] ・前記各実施形態において、タンク本体16内の圧力が第1の設定圧力以上である全ての水素貯蔵タンク12から水素を燃料電池11に対して同時に供給する構成に代えて、各水素貯蔵タンク12から順次水素を供給する構成としてもよい。例えば、各水素貯蔵タンク12から水素が供給された時間を制御装置30のメモリに記憶し、その供給時間が所定時間を経過する毎に、燃料電池11に供給される水素貯蔵タンク12を順次切り換えるようにしてもよい。
- [0070] ・前記各実施形態において、各水素貯蔵タンク12に対応する分岐配管毎にバルブを設け、各水素貯蔵タンク12に対して1本ずつ順に水素ガスが充填されるようにしてもよい。
- [0071] ・前記各実施形態において、水素貯蔵タンク12内に水素ガスが満充填されているときの圧力は35MPaより大きくても、小さくてもよい。但し、水素貯蔵タンク12がハイブリッドタンクの場合、水素貯蔵タンク12内の満充填時の圧力は5MPa以上が好ましい。
- [0072] ・前記各実施形態において、燃料電池11は、例えばリン酸型燃料電池やアルカリ型燃料電池等であってもよく、また、熱媒体は、例えば水等の流体であってもよい。

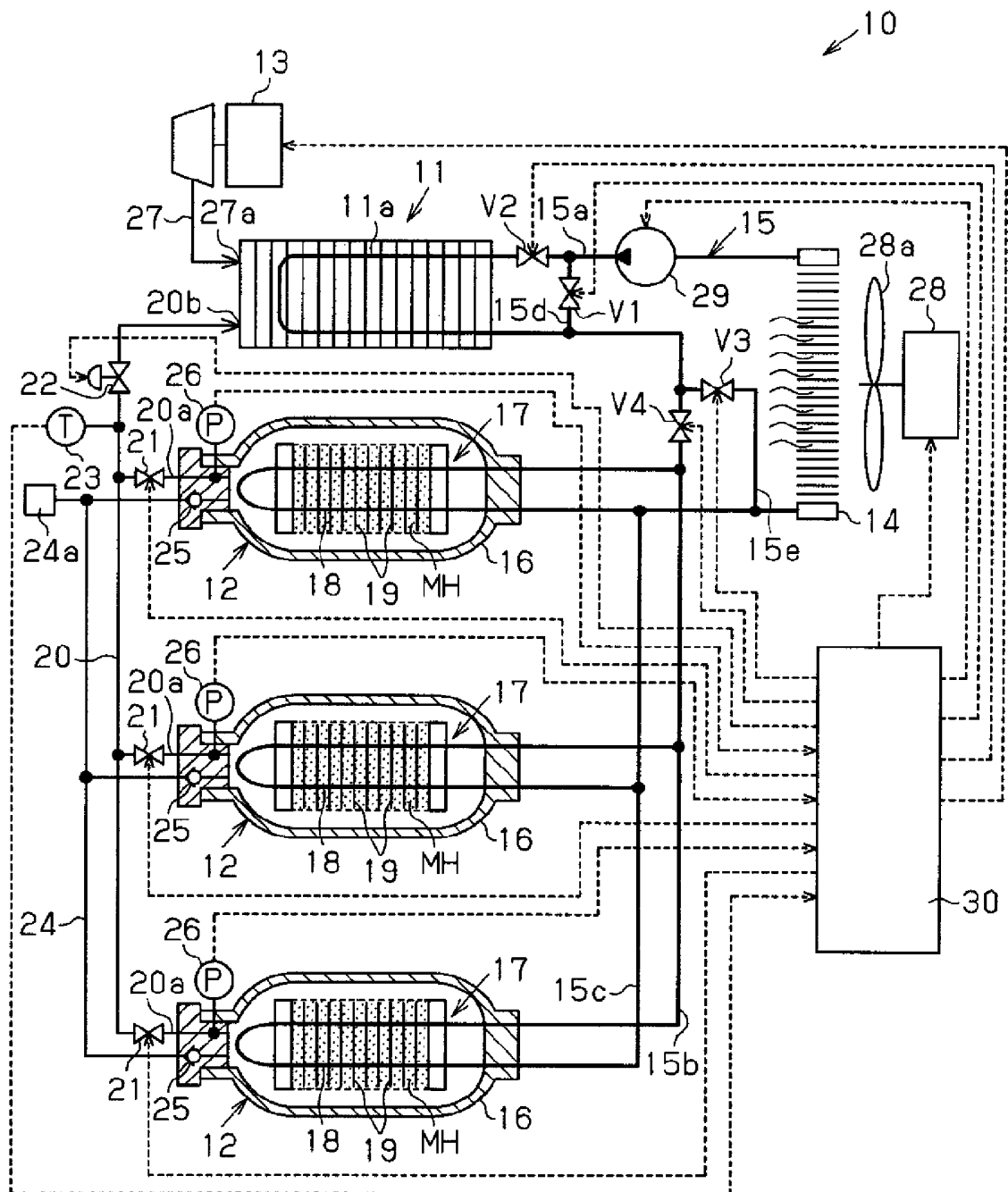
- [0073] ・前記各実施形態において、第1～第4電磁バルブV1, V2, V3, V4をそれぞれ電磁三方弁に変更してもよい。水素貯蔵タンク12の本数は3本に限らず、2本以下又は4本以上であってもよい。
- [0074] ・前記各実施形態において、水素吸蔵合金MHを、例えば、活性炭素繊維や単層カーボンナノチューブ等の水素吸蔵材に変更してもよい。また、燃料電池システム10は、燃料電池自動車用に代えて、例えば、車両以外の移動体用の燃料電池システムや、家庭用のコジェネレーションシステムに搭載されてもよい。

請求の範囲

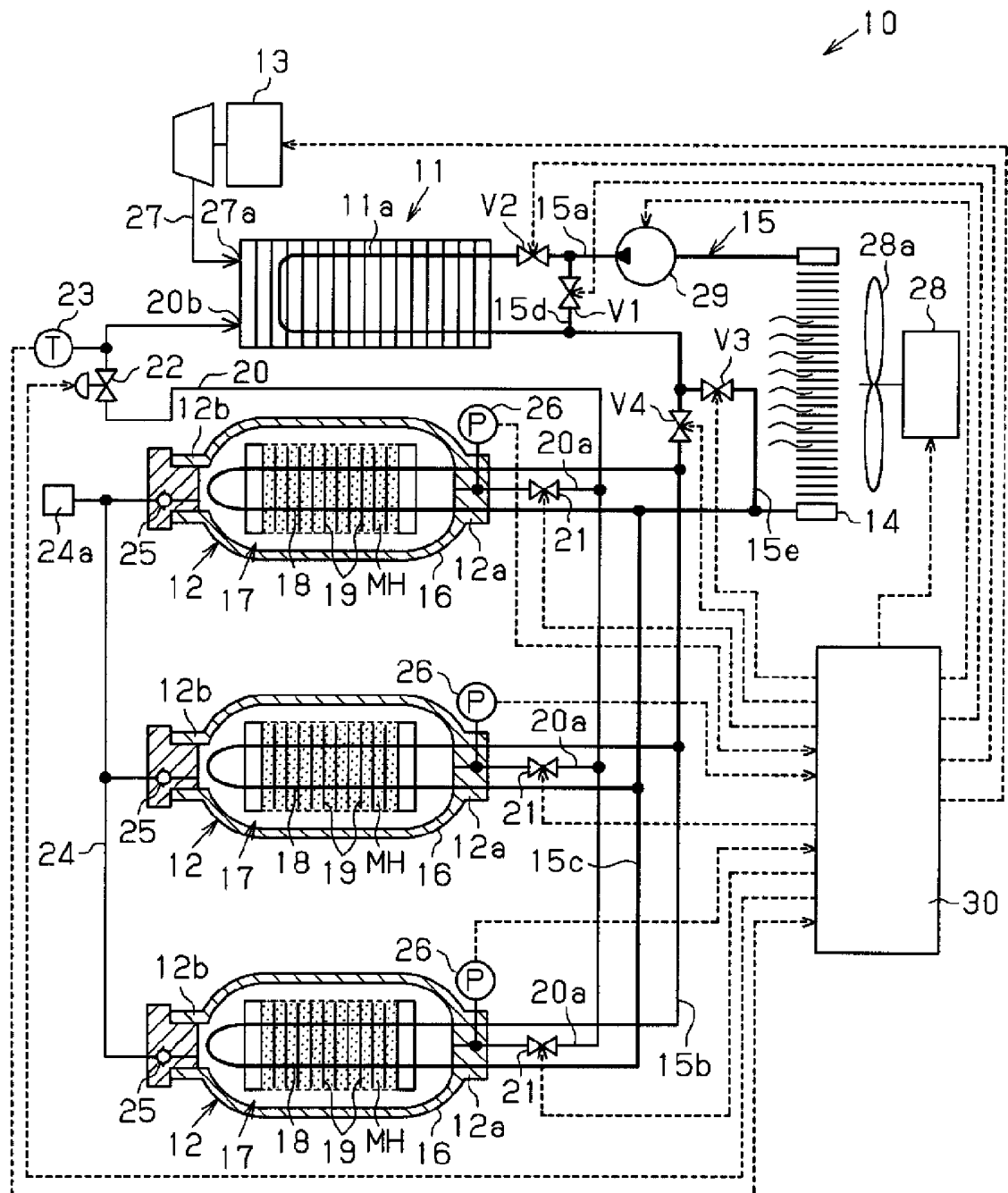
- [1] タンク本体内に水素吸蔵材を備える水素貯蔵タンクから燃料電池に水素が供給され、前記燃料電池を冷却した後の熱媒体を用いて前記水素吸蔵材を加熱し、前記タンク本体内の圧力を前記燃料電池への水素の供給に必要な圧力以上に保持する燃料電池システムにおいて、
- 前記水素貯蔵タンク内に設けられる熱交換器と、
- 前記熱交換器に前記熱媒体を供給する熱媒流路と、
- 前記燃料電池に供給される水素の温度を検出する温度検出手段と、
- 前記熱媒流路に設けられ、前記燃料電池を冷却した後の熱媒体が前記熱交換器に供給される状態と、同熱媒体が前記熱交換器を迂回する状態とに前記熱媒流路を切換可能な切換手段と、
- 前記温度検出手段からの信号に基づいて前記切換手段を制御する制御手段とを備え、
- 前記制御手段は、前記燃料電池に供給される水素の温度が所定温度以下のとき、前記燃料電池を冷却した後の熱媒体が前記熱交換器に供給されるように、前記切換手段を制御することを特徴とする燃料電池システム。
- [2] 前記所定温度は、前記燃料電池の水素反応面に存在する水分を凍結させる温度に設定されていることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。
- [3] 複数本の水素貯蔵タンクを備え、前記各水素貯蔵タンクから共通の配管を介して前記燃料電池に水素が供給され、前記温度検出手段は、前記配管の前記各水素貯蔵タンクとの接続部と、前記燃料電池との間を流れる水素の温度を検出することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の燃料電池システム。
- [4] 前記燃料電池を冷却した後の熱媒体は、前記水素貯蔵タンクの水素出口付近を通過した後に前記水素吸蔵材に供給されることを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の燃料電池システム。
- [5] 前記切換手段は、前記燃料電池を冷却した後の熱媒体が前記各熱交換器へ順に供給される状態と、同熱媒体が特定の熱交換器に供給される状態とに前記熱媒流路を切換可能であることを特徴とする請求項3に記載の燃料電池システム。

- [6] 前記各水素貯蔵タンクにはバルブが設けられ、前記制御装置は、前記燃料電池への水素供給時に前記各水素貯蔵タンク内の水素の残量を均一化するように前記各バルブを開閉制御することを特徴とする請求項3又は請求項5に記載の燃料電池システム。
- [7] 前記制御装置は、前記燃料電池に供給されている前記水素貯蔵タンクから所定時間水素が供給されたとき、その水素貯蔵タンクとは別の水素貯蔵タンクから前記燃料電池に水素が供給されるように、前記各バルブを開閉制御することを特徴とする請求項6に記載の燃料電池システム。
- [8] 前記燃料電池システムは燃料電池自動車に搭載されることを特徴とする請求項1～請求項7のいずれか一項に記載の燃料電池システム。

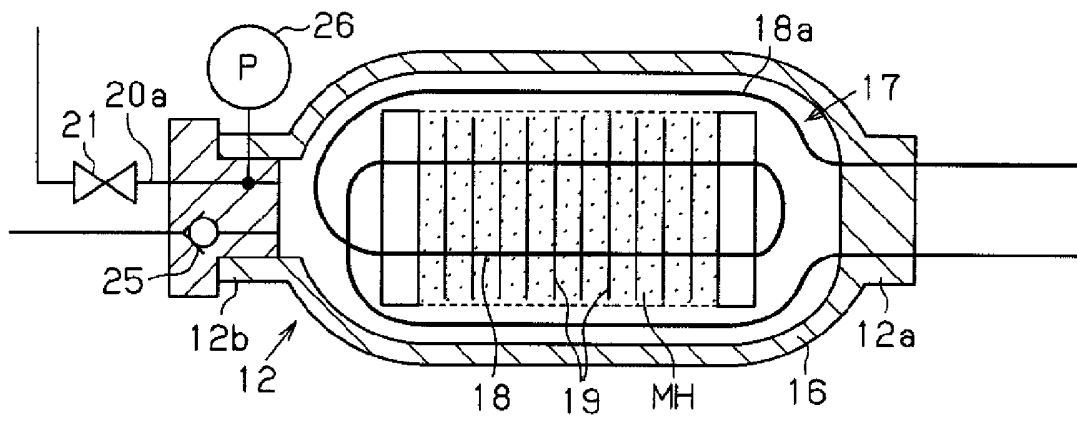
[図1]



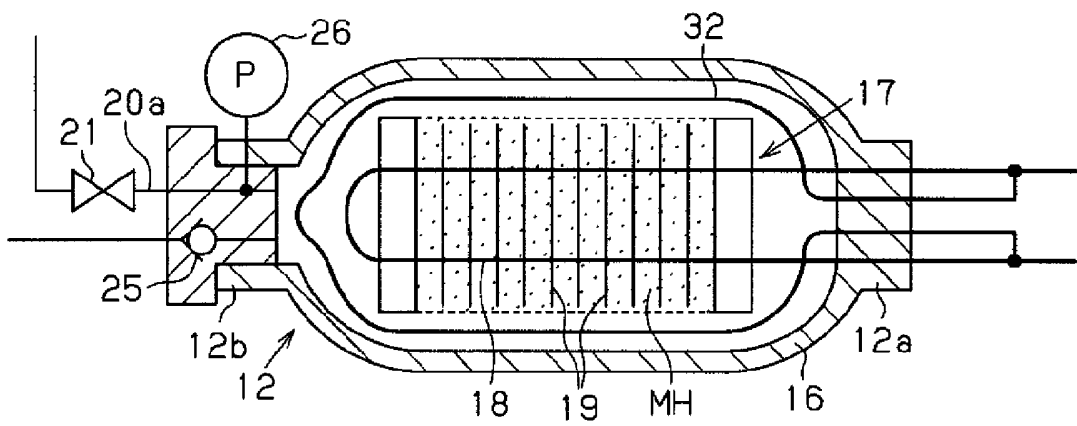
[図2]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/023607

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/04 (2006.01), **H01M8/00** (2006.01), **H01M8/10** (2006.01), **F17C11/00** (2006.01), **F17C7/00** (2006.01)

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)

F17C7/00, F17C11/00, H01M8/00, H01M8/04, H01M8/10

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI/L

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-142803 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 03 June, 1997 (03.06.97), Par. Nos. [0004] to [0005] (Family: none)	1-8
A	JP 5-47400 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 26 February, 1993 (26.02.93), Par. Nos. [0018] to [0022] & US 5366820 A Column 7, line 14 to column 8, line 4	1-8
A	JP 2003-86213 A (Toyota Motor Corp.), 20 March, 2003 (20.03.03), Claims; Fig. 1 & EP 1291949 A2 Claims; Fig. 1	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
27 February, 2006 (27.02.06)

Date of mailing of the international search report
07 March, 2006 (07.03.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/023607

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 11-283650 A (Mazda Motor Corp.) , 15 October, 1999 (15.10.99) , Claims (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M8/04 (2006.01), H01M8/00 (2006.01), H01M8/10 (2006.01), F17C11/00 (2006.01), F17C7/00 (2006.01)

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. F17C 7/00, F17C 11/00, H01M 8/00, H01M 8/04, H01M 8/10

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	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006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)

WPI/L

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 請求の範囲の番号
A	J P 9-142803 A (三洋電機株式会社) 1997.06.03【0004】-【0005】(ファミリーなし)	1-8
A	J P 5-47400 A (三洋電気株式会社) 1993.02.26【0018】-【0022】 & US 5366820 A 第7欄第14行-第8欄第4行	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.02.2006

国際調査報告の発送日

07.03.2006

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)

前田 寛之

電話番号 03-3581-1101 内線 3477

4 X

2930

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 請求の範囲の番号
A	J P 2003-86213 A (トヨタ自動車株式会社) 2003. 03. 20 【特許請求の範囲】、【図1】 & E P 1291949 A2 claims, Fig.1	1-8
A	J P 11-283650 A (マツダ株式会社) 1999. 10. 15 【特 許請求の範囲】 (ファミリーなし)	1-8