

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5037214号
(P5037214)

(45) 発行日 平成24年9月26日 (2012.9.26)

(24) 登録日 平成24年7月13日 (2012.7.13)

(51) Int.Cl.

F I

CO 1 B 3/38 (2006.01)
HO 1 M 8/12 (2006.01)
HO 1 M 8/04 (2006.01)
HO 1 M 8/06 (2006.01)

CO 1 B 3/38
 HO 1 M 8/12
 HO 1 M 8/04 Y
 HO 1 M 8/06 G

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2007-121060 (P2007-121060)
 (22) 出願日 平成19年5月1日 (2007.5.1)
 (65) 公開番号 特開2008-273797 (P2008-273797A)
 (43) 公開日 平成20年11月13日 (2008.11.13)
 審査請求日 平成21年8月14日 (2009.8.14)

(73) 特許権者 000004444
 J X 日鉱日石エネルギー株式会社
 東京都千代田区大手町二丁目6番3号
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100092657
 弁理士 寺崎 史朗
 (72) 発明者 石田 友孝
 神奈川県横浜市中区千鳥町8番地 新日本
 石油株式会社内
 審査官 廣野 知子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改質器システム、燃料電池システム、及びその運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原燃料を改質触媒で改質することにより、固体酸化物形燃料電池の燃料として用いられる改質ガスを生成する改質器を備える改質器システムであって、

前記改質触媒に前記原燃料を導入する原燃料導入手段と、

前記改質触媒に水を導入する水導入手段と、

前記改質触媒の温度を検出する温度検出手段と、

前記燃料電池での発電を停止する際に、前記原燃料導入手段に対して前記原燃料の導入量を減少させ、前記温度検出手段によって検出される温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、前記水導入手段に対して前記改質触媒への送水量を制御することにより前記改質触媒の温度を上昇させる制御手段と、を備えることを特徴とする改質器システム。

【請求項 2】

前記制御手段は、前記原燃料導入手段によって導入される前記原燃料の導入量の減少に応じて、前記水導入手段に対して前記改質触媒への送水量を変化させることを特徴とする請求項 1 記載の改質器システム。

【請求項 3】

原燃料を改質触媒で改質することにより改質ガスを生成する改質器と、前記改質ガスを燃料として用いる固体酸化物形燃料電池と、を備える燃料電池システムであって、

前記改質触媒に前記原燃料を導入する原燃料導入手段と、

前記改質触媒に水を導入する水導入手段と、

10

20

前記改質触媒の温度を検出する温度検出手段と、

前記燃料電池での発電を停止する際に、前記原燃料導入手段に対して前記原燃料の導入量を減少させ、前記温度検出手段によって検出される温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、前記水導入手段に対して前記改質触媒への送水量を制御することにより前記改質触媒の温度を上昇させる制御手段と、を備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 4】

原燃料を改質触媒で改質することにより改質ガスを生成する改質器と、前記改質ガスを燃料として用いる固体酸化物形燃料電池と、を備える燃料電池システムの運転方法であって、

前記燃料電池での発電を停止する際に、前記改質触媒への前記原燃料の導入量を減少させ、前記改質触媒の温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、前記水導入手段に対して前記改質触媒への送水量を制御することにより前記改質触媒の温度を上昇させる制御ステップと、を備えることを特徴とする燃料電池システムの運転方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、原燃料を改質触媒で改質することにより改質ガスを生成する改質器を備える改質器システム、改質ガスを燃料として用いる固体酸化物形燃料電池を更に備える燃料電池システム、及びその運転方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の燃料電池システムとして、固体酸化物形燃料電池での発電を停止する際に、液体窒素貯蔵タンクに貯蔵された窒素を燃料電池の燃料極に供給する燃料極窒素供給設備を備えるものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。このような燃料電池システムによれば、固体酸化物形燃料電池での発電を停止する際に、燃料電池において、燃料極に用いられるニッケル等が酸化して膨張するのを防止することができ、その結果、イットリア安定化ジルコニア等からなる電解質が破損するのを回避することが可能となる。

【特許文献 1】特開 2004 - 220942 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、上述したような従来の燃料電池システムにあっては、液体窒素貯蔵タンクや燃料極窒素供給設備を設ける必要があるため、構造が複雑化してしまう。

【0004】

そこで、本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、固体酸化物形燃料電池での発電を停止する際に、簡単な構成で、燃料電池にダメージが与えられるのを回避することができる改質器システム、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する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するために、本発明に係る改質器システムは、原燃料を改質触媒で改質することにより、固体酸化物形燃料電池の燃料として用いられる改質ガスを生成する改質器を備える改質器システムであって、改質触媒に原燃料を導入する原燃料導入手段と、改質触媒に水を導入する水導入手段と、改質触媒の温度を検出する温度検出手段と、燃料電池での発電を停止する際に、原燃料導入手段に対して原燃料の導入量を減少させ、温度検出手段によって検出される温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、水導入手段に対して改質触媒への送水量を制御することにより改質触媒の温度を上昇させる制御手段と、を備えることを特徴とする。

【0006】

また、本発明に係る燃料電池システムは、原燃料を改質触媒で改質することにより改質

10

20

30

40

50

ガスを生成する改質器と、改質ガスを燃料として用いる固体酸化物形燃料電池と、を備える燃料電池システムであって、改質触媒に原燃料を導入する原燃料導入手段と、改質触媒に水を導入する水導入手段と、改質触媒の温度を検出する温度検出手段と、燃料電池での発電を停止する際に、原燃料導入手段に対して原燃料の導入量を減少させ、温度検出手段によって検出される温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、水導入手段に対して改質触媒への送水量を制御することにより改質触媒の温度を上昇させる制御手段と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

更に、本発明に係る燃料電池システムの運転方法は、原燃料を改質触媒で改質することにより改質ガスを生成する改質器と、改質ガスを燃料として用いる固体酸化物形燃料電池と、を備える燃料電池システムの運転方法であって、燃料電池での発電を停止する際に、改質触媒への原燃料の導入量を減少させ、改質触媒の温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、水導入手段に対して改質触媒への送水量を制御することにより改質触媒の温度を上昇させる制御手段と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

これらの改質器システム、燃料電池システム、及びその運転方法では、固体酸化物形燃料電池での発電を停止する際に、改質器の改質触媒への原燃料の導入量が減少させられるが、このとき、改質触媒の温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、改質触媒への送水量を制御することにより改質触媒の温度が上昇させられる。これにより、固体酸化物形燃料電池での発電の停止時に、未改質ガスの発生が防止されて、改質ガスが燃料電池に供給されることになる。したがって、固体酸化物形燃料電池での発電を停止する際に、従来のように液体窒素貯蔵タンクや燃料極窒素供給設備を設けなくとも、簡単な構成で、燃料電池にダメージが与えられるのを回避することができる。

【 0 0 0 9 】

本発明に係る改質器システムにおいては、制御手段は、原燃料導入手段によって導入される原燃料の導入量の減少に応じて、水導入手段に対して改質触媒への送水量を変化させることが好ましい。これにより、改質触媒の温度を上昇させて、未改質ガスの発生を確実に防止することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、固体酸化物形燃料電池での発電を停止する際に、簡単な構成で、燃料電池にダメージが与えられるのを回避することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 2 】

図 1 に示されるように、燃料電池システム 1 は、原燃料を改質触媒 2 a で改質することにより改質ガスを生成する改質器 2 と、改質ガスを燃料として用いる固体酸化物形燃料電池 3 と、を備えている。

【 0 0 1 3 】

改質器 2 は、原燃料と水蒸気（水）とを改質触媒 2 a で水蒸気改質反応させて、水素を含有する改質ガスを生成する。水蒸気改質反応は吸熱反応であるため、改質器 2 は、水蒸気改質反応に燃料電池 3 の排熱を利用する。改質触媒 2 a としては、水蒸気改質触媒として公知の触媒を用いることができる。水蒸気改質触媒の例としてはルテニウム系触媒及びニッケル系触媒を挙げることができる。

【 0 0 1 4 】

原燃料としては、改質ガスの原料として固体酸化物形燃料電池の分野で公知の炭化水素系燃料、すなわち、分子中に炭素と水素とを含む化合物（酸素等、他の元素を含んでもよい）若しくはその混合物から適宜選んで用いることができる。例えば、炭化水素類、アルコール類、エーテル類等、分子中に炭素と水素とを含む化合物である。より具体的に

10

20

30

40

50

は、メタン、エタン、プロパン、ブタン、天然ガス、LPG（液化石油ガス）、都市ガス、ガソリン、ナフサ、灯油、軽油等の炭化水素類、メタノール、エタノール等のアルコール類、ジメチルエーテル等のエーテル類等である。なかでも、灯油やLPGは、入手が容易であるため好ましい。また、灯油やLPGは、独立して貯蔵可能であるため、都市ガスのラインが普及していない地域において有用である。更に、灯油やLPGを利用した固体酸化物方燃料電池は、非常用電源として有用である。

【0015】

燃料電池3は、SOFC（Solid Oxide Fuel Cells）と称される複数のセルによって発電を行う。セルは、固体酸化物である電解質が燃料極と空気極との間に配置されることで構成されている。電解質は、例えばイットリア安定化ジルコニア（YSZ）からなり、800～1000の温度で酸化物イオンを伝導する。燃料極は、例えばニッケルとYSZとの混合物からなり、酸化物イオンと改質ガス中の水素とを反応させて、電子及び水を発生させる。空気極は、例えばランタンストロンチウムマンガナイトからなり、空気中の酸素と電子とを反応させて、酸化物イオンを発生させる。

【0016】

また、燃料電池システム1は、改質触媒2aに原燃料を導入する原燃料導入装置（原燃料導入手段）4と、改質触媒2aに水蒸気（水）を導入する水導入装置（水導入手段）5と、カソード（空気極）に空気を導入するカソード用空気導入装置（カソード用空気導入手段）（不図示）と、を備えている。原燃料導入装置4は、原燃料を導入するための原燃料導入管や、原燃料の導入量を調節するための導入量調節弁等を有している。同様に、カソード用空気導入装置は、空気を導入するための空気導入管や、空気の導入量を調節するための導入量調節弁等を有している。また、水導入装置5は、水を導入するための水導入管や、水の導入量を調節するための導入量調節弁等を有している。本実施形態では、水導入装置5は、改質器2に水を導入する。この水は、改質器2ないし改質器2とは別体に設けられた気化器によって気化され、水蒸気として改質触媒2aに導入される。

【0017】

更に、燃料電池システム1は、改質触媒2aの温度を検出する複数の温度検出器（温度検出手段）6と、燃料電池3のセルの温度を検出する温度検出器7と、システム全体を制御する制御装置（制御手段）8と、を備えている。温度検出器6、7は、例えば熱電対である。各温度検出器6の測温接点は、原燃料導入装置4によって導入される原燃料の流路の中心軸線上に配置されている。

【0018】

なお、改質器2、原燃料導入装置4、水導入装置5、温度検出器6及び制御装置8によって改質器システム9が構成されている。

【0019】

次に、燃料電池システム1の運転方法について説明する。

〔コールドスタンバイに入るとき〕

【0020】

コールドスタンバイに入るときの燃料電池システム1の運転方法について、図2を参照して説明する。なお、コールドスタンバイとは、燃料電池システム1の運転が完全に停止させられ、燃料電池3のセルの温度が室温の状態燃料電池システム1が待機することという。コールドスタンバイは、燃料電池システム1の起動に長時間を要するため、燃料電池3での発電の停止時間が比較的長い場合に採用される。

【0021】

図2に示されるように、まず、制御装置8によってコールドスタンバイ命令が出され（ステップS11）、燃料電池3からの電流掃引が停止させられる（ステップS12）。つまり、制御装置8によって燃料電池3が制御され、燃料電池3での発電が停止させられる。続いて、制御装置8によって原燃料導入装置4が制御され、改質触媒2aへの原燃料の導入量が減少させられると共に、制御装置8によって水導入装置5が制御され、改質触媒2aへの水蒸気の導入量が調整される（ステップS13）。多くの場合、水蒸気の導入量

は原燃料の導入量に応じて減少されるが、場合によっては、例えば水蒸気過多の状態で開催されていた場合には、ステップS 13において、水蒸気の導入量は原燃料の導入量に応じて増加される。なお、本実施形態では、原燃料の導入量に対する水蒸気の導入量の微調整を行うステップS 15を有しているので、ステップS 13においては、水蒸気の導入量は水蒸気過多の状態となるように祖調整される。このようにして、原燃料及び水蒸気の導入量の漸減（又は漸増）が開始される。これにより、燃料電池3のセルの温度及び改質触媒2aの温度が低下し始める。

【0022】

原燃料及び水蒸気の導入量の漸減が開始されると、各温度検出器6によって検出される改質触媒2aの温度が T_R 以下であるか否かが制御装置8によって判断される（ステップS 14）。 T_R は、未改質ガス発生温度と定格運転時の改質触媒2aの温度との間の温度であり、例えば原燃料が灯油の場合、400 ~ 700 の温度である。 T_R は、温度検出器6毎に適宜設定される。なお、未改質ガス発生温度は、原燃料が改質触媒2aで完全に改質されず、燃料電池3のセルにダメージを与え得る炭素数2以上の炭化水素ガス（未改質ガス）が発生して改質ガスに混入し始める温度を意味し、燃料の導入量に応じて予め設定される。ちなみに、改質ガス中の一酸化炭素は、燃料極で酸化物イオンと反応して、電子及び二酸化炭素となる。

【0023】

そして、各温度検出器6によって検出される改質触媒2aの温度が T_R 以下であれば、制御装置8によって以下の水蒸気量調整処理が実行される（ステップS 15）。すなわち、水導入装置5が制御装置8によって制御され、水導入装置5によって改質触媒2aへの水蒸気の導入量が減少される。これにより、改質触媒2aの温度を容易に上昇させることができ、未改質ガスの発生を確実に防止することができる。このように、原燃料導入装置4によって改質触媒2aに原燃料が導入されると共に水導入装置5によって改質触媒2aへの水蒸気の導入量が調整されて、効率の良い水蒸気改質反応が実現される。

【0024】

以上の水蒸気量調整処理が実行されている間、温度検出器7によって検出される燃料電池3のセルの温度が T_C1 以下であるか否かが制御装置8によって判断される（ステップS 16）。 T_C1 は、燃料電池3が燃料極の還元ガスとしての改質ガスを不要とする温度であり、その温度は、100 ~ 500、好ましくは100 ~ 300、より好ましくは100 ~ 200 である。そして、温度検出器7によって検出されるセルの温度が T_C1 以下であれば、制御装置8によって原燃料導入装置4及び水導入装置5が制御され、原燃料導入装置4による原燃料の導入が停止されると共に、水導入装置5による水蒸気の導入が停止される（ステップS 17）。

【0025】

続いて、温度検出器7によって検出される燃料電池3のセルの温度が T_C2 以下であるか否かが制御装置8によって判断される（ステップS 18）。 T_C2 は、燃料電池3がカソードへの空気の導入を不要とする温度であり、その温度は、好ましくは50 ~ 200、より好ましくは50 ~ 100 である。そして、温度検出器7によって検出されるセルの温度が T_C2 以下であれば、制御装置8によってシステム全体の運転が停止させられ（ステップS 19）、燃料電池システム1がコールドスタンバイに入る。

[ホットスタンバイに入るとき]

【0026】

ホットスタンバイに入るときの燃料電池システム1の運転方法について、図3を参照して説明する。なお、ホットスタンバイとは、燃料電池3での発電が停止させられ、燃料電池3のセルの温度が作動温度の状態燃料電池システム1が待機することという。ホットスタンバイは、燃料電池システム1の起動に長時間を要しないため、燃料電池3での発電の停止時間が比較的短い場合に採用される。

【0027】

図3に示されるように、まず、制御装置8によってホットスタンバイ命令が出され（ス

10

20

30

40

50

ステップ S 2 1)、燃料電池 3 からの電流掃引が停止させられる(ステップ S 2 2)。つまり、制御装置 8 によって燃料電池 3 が制御され、燃料電池 3 での発電が停止させられる。続いて、制御装置 8 によって原燃料導入装置 4 及び水導入装置 5 が制御され、改質触媒 2 a への原燃料の導入量が減少させられると共に、改質触媒 2 a への水蒸気の導入量が調整させられる(ステップ S 2 3)。多くの場合、水蒸気の導入量は原燃料の導入量に応じて減少されるが、場合によっては、例えば水蒸気過多の状態では、ステップ S 2 3 において、水蒸気の導入量は原燃料の導入量に応じて増加される。なお、本実施形態では、原燃料の導入量に対する水蒸気の導入量の微調整を行うステップ S 2 5, 2 7 を有しているため、ステップ S 2 3 においては、水蒸気の導入量は水蒸気過多の状態となるように粗調整される。このようにして、原燃料及び水蒸気の導入量が所定の量だけ減少(又は増加)させられる。

10

【0028】

そして、各温度検出器 6 によって検出される改質触媒 2 a の温度が T_R 以下であり、且つ温度検出器 7 によって検出される燃料電池 3 のセルの温度が T_C3 以上であるという条件を満たすか否かが制御装置 8 によって判断される(ステップ S 2 4)。 T_C3 は、セルの作動温度であり、例えば電解質が YSZ からなる場合、YSZ が酸化物イオンを伝導する 800 ~ 1000 の温度である。

【0029】

ステップ S 2 4 の判断処理の結果、その条件を満たす場合には、改質器 2 での未改質ガスの発生を防止するために、上述した水蒸気量調整処理が制御装置 8 によって実行され、改質触媒 2 a への水蒸気の導入量が減少されて(ステップ S 2 5)、ステップ S 2 4 の判断処理に戻る。一方、ステップ S 2 4 の判断処理の結果、その条件を満たさない場合には、温度検出器 7 によって検出される燃料電池 3 のセルの温度が T_C3 未満であるか否かが制御装置 8 によって判断される(ステップ S 2 6)。

20

【0030】

ステップ S 2 6 の判断処理の結果、燃料電池 3 のセルの温度が T_C3 未満である場合には、セルの温度を作動温度に維持するために、制御装置 8 によって原燃料導入装置 4 及び水導入装置 5 が制御され、改質触媒 2 a への原燃料の導入量が増加させられると共に、改質触媒 2 a への水蒸気の導入量が調整させられて(ステップ S 2 7)、ステップ S 2 4 の判断処理に戻る。多くの場合、水蒸気の導入量は原燃料の導入量に応じて増加されるが、場合によっては、例えば水蒸気過多の状態の場合には、ステップ S 2 3 において、水蒸気の導入量は原燃料の導入量に応じて減少される。ここでは、ステップ S 2 3 の処理で減少させられた所定の量より少ない所定の量だけ、原燃料の導入量が増加させられる。また、ステップ S 2 3 の処理で調整された所定の量より少ない所定の量(又は多い所定の量)だけ、水蒸気の導入量が増加(又は減少)させられる。一方、ステップ S 2 6 の判断処理の結果、燃料電池 3 のセルの温度が T_C3 以上である場合には、ステップ S 2 4 の判断処理に戻る。

30

【0031】

このようにして、改質器 2 から燃料電池 3 に供給された改質ガスが燃料電池 3 の燃焼室で燃焼させられ、燃料電池システム 1 がホットスタンバイに入る。

40

【0032】

以上説明したように、改質器システム 9、燃料電池システム 1、及びその運転方法では、燃料電池 3 での発電を停止する際に、改質器 2 の改質触媒 2 a への原燃料の導入量が減少させられるが、このとき、改質触媒 2 a の温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、改質触媒 2 a への水蒸気(水)の導入量が調整されることにより改質触媒 2 a の温度が上昇させられる。これにより、燃料電池 3 での発電の停止時に、未改質ガスの発生が防止されて、改質ガスが燃料電池 3 に供給されることになる。したがって、燃料電池 3 での発電を停止する際に、簡単な構成で、燃料電池 3 にダメージが与えられるのを回避することができる。

【0033】

50

また、温度検出器 7 は、原燃料の流路の中心軸線上において改質触媒 2 a の温度を検出する。これにより、改質触媒 2 a において改質反応が主に起こる部分の温度を正確に検出することができる。

【 0 0 3 4 】

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。例えば、燃料電池システム 1 は、ステップ S 1 3 , S 2 3 において、水蒸気過多の状態となるように水蒸気の導入量を水蒸気過多の状態となるように粗調整したが、水蒸気改質の条件における原燃料の導入量に対する最適な水蒸気の導入量に微調整してもよい。

【 0 0 3 5 】

また、燃料電池システム 1 は、コールドスタンバイに入るときに、電流掃引の停止処理（ステップ S 1 2 ）の前に任意の部分負荷まで出力を下げた後に、電流掃引の停止処理（ステップ S 1 2 ）を実行し、図 2 を用いて説明したコールドスタンバイ停止工程を実行してもよい。その場合、電流掃引の停止処理（ステップ S 1 2 ）が実行されるまでに発電される電力は、例えば、蓄電器に蓄えたり、負荷器で消費したりすればよい。

【 0 0 3 6 】

また、燃料電池 3 の定格運転時に、改質器 2 で自己熱改質反応（A T R）や部分酸化改質反応を実現させてもよい。それらの場合にも、改質器 2 の改質触媒 2 a への原燃料の導入量を減少させ、改質触媒 2 a の温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、改質触媒 2 a の温度を上昇させれば、燃料電池 3 での発電を停止する際に、簡単な構成で、未改質ガスの発生を防止することができ、燃料電池 3 にダメージが与えられるのを回避することが可能となる。なお、それらの場合、改質触媒 2 a としては、オートサーマル改質（自己熱改質）触媒若しくは部分酸化改質触媒として公知の触媒を用いることができる。つまり、オートサーマル改質触媒の例としてはロジウム系触媒、部分酸化改質触媒の例としては白金系触媒を挙げることができる。

【 0 0 3 7 】

更に、燃料電池システム 1 は、間接内部型 S O F C の公知の構成要素を必要に応じて適宜設けることができる。具体例を挙げれば、液体を気化させる気化器、各種流体を加圧するためのポンプ、圧縮機、ブロワ等の昇圧手段、流体の流量を調節するため、或いは流体の流れを遮断 / 切り替えるためのバルブ等の流量調節手段や流路遮断 / 切り替え手段、熱交換・熱回収を行うための熱交換器、気体を凝縮する凝縮器、スチーム等で各種機器を外熱する加熱 / 保温手段、炭化水素系燃料や可燃物の貯蔵手段、計装用の空気や電気系統、制御用の信号系統、制御装置、出力用や動力用の電気系統等である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 8 】

【図 1】本発明に係る燃料電池システムの一実施形態の正面図である。

【図 2】図 1 に示される燃料電池システムがコールドスタンバイに入るときの運転方法を示すフローチャートである。

【図 3】図 1 に示される燃料電池システムがホットスタンバイに入るときの運転方法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【 0 0 3 9 】

1 ... 燃料電池システム、 2 ... 改質器、 2 a ... 改質触媒、 3 ... 燃料電池、 4 ... 原燃料導入装置（原燃料導入手段）、 5 ... 水導入装置（水導入手段）、 6 ... 温度検出器（温度検出手段）、 7 ... 温度検出器、 8 ... 制御装置（制御手段）、 9 ... 改質器システム。

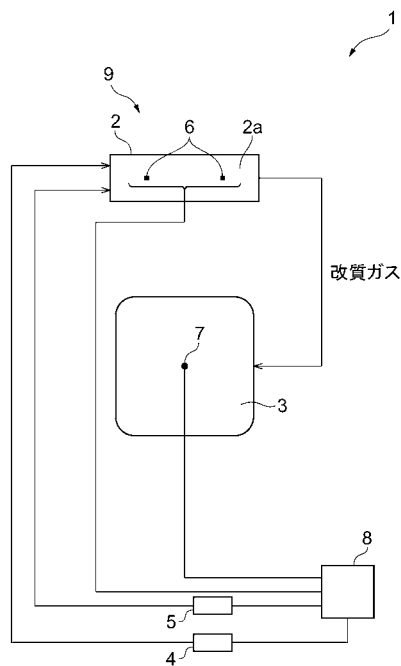
10

20

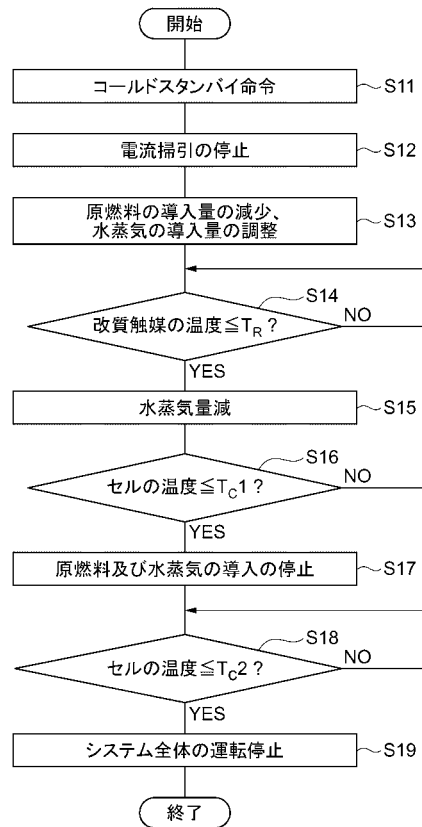
30

40

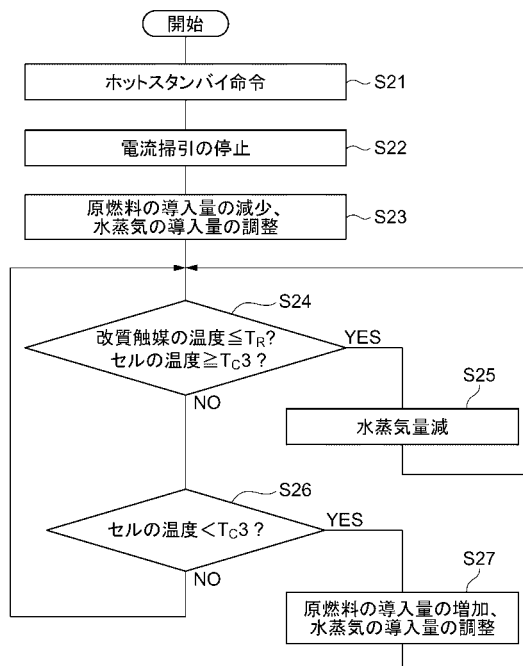
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-269332(JP,A)

特開2006-351293(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C01B 3/00-6/34

H01M 8/00-8/24

JSTPlus/JST7580(JDreamII)