

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-157386

(P2017-157386A)

(43) 公開日 平成29年9月7日(2017.9.7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H 0 1 M 8/04225 (2016.01)	H 0 1 M 8/04	X 3 H 0 6 2
H 0 1 M 8/04302 (2016.01)	H 0 1 M 8/04	J 5 H 1 2 7
H 0 1 M 8/04 (2016.01)	H 0 1 M 8/04	N
F 1 6 K 31/04 (2006.01)	F 1 6 K 31/04	Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2016-39130 (P2016-39130)
 (22) 出願日 平成28年3月1日 (2016.3.1)

(71) 出願人 000116574
 愛三工業株式会社
 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1
 (74) 代理人 110000291
 特許業務法人コスモス特許事務所
 (72) 発明者 吉岡 衛
 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛
 三工業株式会社内
 (72) 発明者 伊東 成人
 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛
 三工業株式会社内
 (72) 発明者 福井 誠
 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛
 三工業株式会社内

最終頁に続く

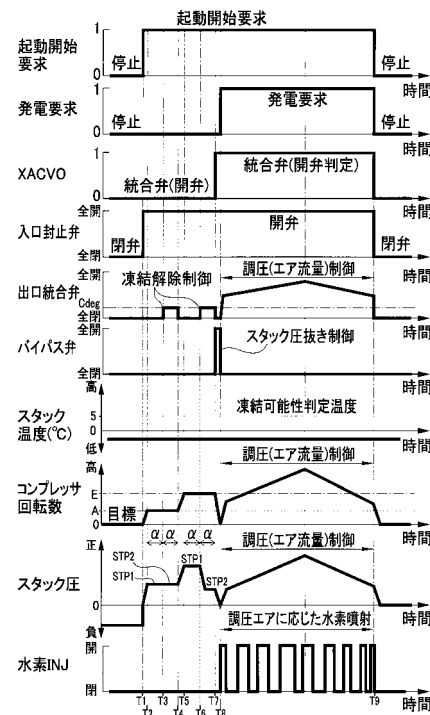
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 下流側弁が凍結により閉固着した場合でも下流側弁を強制的に開弁することができる燃料電池システムを提供すること。

【解決手段】 燃料電池システム101において、出口統合弁181は、弁上流側の圧力が正圧である場合にその圧力が開弁方向に作用するものであり、コントローラ201は、システム起動時に、入口封止弁174を開弁させてバイパス弁191と出口統合弁181を閉弁させ、コンプレッサ172を作動させてスタック圧を上昇させた状態で、出口統合弁181を小開度Cで開弁させたときに、スタック圧が低下していない場合は出口統合弁181が閉固着していると判定し、スタック圧が低下している場合は出口統合弁181が閉固着していないと判定する閉固着判定を行い、閉固着判定にて閉固着していると判定した場合には、コンプレッサ172からのエア供給量を増加させてスタック圧をさらに上昇させ、再度、閉固着判定を行う。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池と、前記燃料電池に酸化剤ガスを供給するための酸化剤ガス供給通路と、前記酸化剤ガス供給通路に設けられて酸化剤ガスを前記燃料電池に供給するコンプレッサと、前記酸化剤ガス供給通路にて前記コンプレッサと前記燃料電池との間に設けられた上流側弁と、前記燃料電池に供給された酸化剤ガスを排出するための酸化剤ガス排出通路と、前記酸化剤ガス排出通路に設けられた下流側弁と、前記酸化剤ガス供給通路と前記酸化剤ガス排出通路とに接続されたバイパス通路と、前記バイパス通路に設けられ前記バイパス通路を流れる酸化剤ガスの流量を制御するバイパス弁と、燃料ガスを前記燃料電池へ供給する燃料ガス供給部と、前記燃料電池内におけるスタック圧を検出するスタック圧検出部と、各種制御を行う制御部と、を有する燃料電池システムにおいて、

前記下流側弁は、弁上流側の圧力が正圧である場合にその圧力が開弁方向に作用するものであり、

前記制御部は、

システム起動時に、前記上流側弁を開弁させるとともに前記バイパス弁及び前記下流側弁を閉弁させ、前記コンプレッサを作動させて酸化剤ガスを前記燃料電池へ供給することによりスタック圧を上昇させた状態で、

前記下流側弁を所定の小開度で開弁させたときに、前記スタック圧検出部の検出結果に基づいて、スタック圧が低下していない場合は前記下流側弁が閉固着していると判定し、スタック圧が低下している場合は前記下流側弁が閉固着していないと判定する閉固着判定を行い、

前記閉固着判定にて前記下流側弁が閉固着していると判定した場合には、前記コンプレッサからの酸化剤ガスの供給量を増加させてスタック圧をさらに上昇させ、再度、前記閉固着判定を行う

ことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載する燃料電池システムにおいて、

前記制御部は、前記閉固着判定にて前記下流側弁が閉固着していないと判定した場合には、前記バイパス弁を開弁させる

ことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載する燃料電池システムにおいて、

前記制御部は、前記コンプレッサを作動させて酸化剤ガスを前記燃料電池へ供給してスタック圧を上昇させる際に、燃料ガスを前記燃料電池へ供給するように前記燃料ガス供給部を制御する

ことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 4】

請求項 1 に記載する燃料電池システムにおいて、

前記下流側弁は、前記燃料電池からの酸化剤ガスの排出を制御する封止弁と、スタック圧を制御する圧力調整弁とを備えている

ことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載する燃料電池システムにおいて、

前記圧力調整弁は、前記燃料電池と前記封止弁との間に配置されている

ことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載する燃料電池システムにおいて、

前記圧力調整弁は、DC モータにより開閉駆動されるものである

ことを特徴とする燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料ガスと酸化剤ガスとを供給することにより発電する燃料電池を備える燃料電池システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来技術として、特許文献1に開示されるような燃料電池システムが存在する。この燃料電池システムは、燃料電池スタック（燃料電池）と、燃料電池スタックに酸化剤ガスを供給するためのガス供給通路と、燃料電池への酸化剤ガスの供給を制御する上流側弁と、ガス供給通路に設けられるコンプレッサと、燃料電池スタックに供給された酸化剤ガスを排出するためのガス排出通路と、燃料電池からの酸化剤ガスの排出を制御する下流側弁と、燃料電池スタックを迂回させて酸化剤ガスをガス排出通路に排出するバイパス通路と、バイパス通路に設けられたバイパス通路を流れる酸化剤ガスの流量を調節するバイパス弁とを備えている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-192251号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

しかしながら、上記した燃料電池システムでは、燃料電池スタックで生成された水（生成水）が下流側弁に付着するため、寒冷地では下流側弁が凍結するおそれがあり、下流側弁が凍結すると開弁することが困難になるという問題があった。そのため、上記した燃料電池システムでは、寒冷地において燃料電池システムを起動する際に、下流側弁が凍結して下流側弁を開弁することができず、燃料電池システムを起動できないおそれがある。

【0005】

そこで、本発明は上記した問題点を解決するためになされたものであり、下流側弁が凍結により閉固着した場合でも下流側弁を強制的に開弁することができる燃料電池システムを提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するためになされた本発明の一形態は、燃料電池と、前記燃料電池に酸化剤ガスを供給するための酸化剤ガス供給通路と、前記酸化剤ガス供給通路に設けられて酸化剤ガスを前記燃料電池に供給するコンプレッサと、前記酸化剤ガス供給通路にて前記コンプレッサと前記燃料電池との間に設けられた上流側弁と、前記燃料電池に供給された酸化剤ガスを排出するための酸化剤ガス排出通路と、前記酸化剤ガス排出通路に設けられた下流側弁と、前記酸化剤ガス供給通路と前記酸化剤ガス排出通路とに接続されたバイパス通路と、前記バイパス通路に設けられ前記バイパス通路を流れる酸化剤ガスの流量を制御するバイパス弁と、燃料ガスを前記燃料電池へ供給する燃料ガス供給部と、前記燃料電池内におけるスタック圧を検出するスタック圧検出部と、各種制御を行う制御部と、を有する燃料電池システムにおいて、前記下流側弁は、弁上流側の圧力が正圧である場合にその圧力が開弁方向に作用するものであり、前記制御部は、システム起動時に、前記上流側弁を開弁させるとともに前記バイパス弁及び前記下流側弁を閉弁させ、前記コンプレッサを作動させて酸化剤ガスを前記燃料電池へ供給することによりスタック圧を上昇させた状態で、前記下流側弁を所定の小開度で開弁させたときに、前記スタック圧検出部の検出結果に基づいて、スタック圧が低下していない場合は前記下流側弁が閉固着していると判定し、スタック圧が低下している場合は前記下流側弁が閉固着していないと判定する閉固着判定を行い、前記閉固着判定にて前記下流側弁が閉固着していると判定した場合には、前記コンプレッサからの酸化剤ガスの供給量を増加させてスタック圧をさらに上昇させ、再

40

50

度、前記閉固着判定を行うことを特徴とする。

【0007】

この燃料電池システムでは、制御部により、システム起動時に、上流側弁を開弁させるとともにバイパス弁及び下流側弁を閉弁させ、コンプレッサを作動させて酸化剤ガスを燃料電池へ供給することによりスタック圧を上昇させる。そして、制御部により、下流側弁の閉固着判定が実施される。すなわち、下流側弁を所定の小開度で開弁させ、そのときにスタック圧検出部の検出結果に基づいて、スタック圧が低下していない場合は下流側弁が閉固着していると判定され、スタック圧が低下している場合は下流側弁が閉固着していないと判定される。

【0008】

そして、閉固着判定にて下流側弁が閉固着していると判定された場合には、制御部により、コンプレッサからの酸化剤ガスの供給量が増加させられてスタック圧がさらに上昇させられ、再度、閉固着判定が実施される。これにより、下流側弁の上流側により高い正圧が作用するため開弁力が増加するので、凍結により閉固着した下流側弁を確実に開弁することができる。

【0009】

ここで、閉固着判定を行う際に下流側弁を小開度で開弁させるので、下流側弁が開弁したときに酸化剤ガスが燃料電池内を大量に流れることを防止することができる。そのため、コンプレッサを作動させて酸化剤ガスを燃料電池へ供給することによりスタック圧を上昇させても、燃料電池内が燃料ガスリーク状態になることを抑制することができ、燃料電池の劣化を抑制することができる。

【0010】

なお、閉固着判定にて下流側弁が閉固着していると判定された場合に、上昇させるスタック圧としては、下流側弁の凍結による閉固着を物理的に解消することができる圧力に設定しておけばよい。この圧力は、下流側弁の弁径や駆動トルクの大きさ等によって異なるため、予め実験により求めておけばよい。このように設定することにより、凍結により閉固着した下流側弁を確実に開弁することができる。また、再度（２度目）の閉固着判定において、下流側弁が閉固着していると判定された場合には、下流側弁に異常が発生していることを検知することができる。

【0011】

上記した燃料電池システムにおいて、前記制御部は、前記閉固着判定にて前記下流側弁が閉固着していないと判定した場合には、前記バイパス弁を開弁させることが望ましい。

【0012】

このようにすることにより、上昇させたスタック圧を迅速に低下させる（抜く）ことができるため、その後の発電要求に応じた酸化剤ガスの供給制御を精度良く実施することができる。また、下流側弁が開弁したときに大量の酸化剤ガスが燃料電池内を流れることを確実に防止することができる。そのため、コンプレッサを作動させて酸化剤ガスを燃料電池へ供給することによりスタック圧を上昇させても、燃料電池内が燃料ガスリーク状態になることをより抑制することができ、燃料電池の劣化を一層抑制することができる。

【0013】

上記した燃料電池システムにおいて、前記制御部は、前記コンプレッサを作動させて酸化剤ガスを前記燃料電池へ供給してスタック圧を上昇させる際に、燃料ガスを前記燃料電池へ供給するように前記燃料ガス供給部を制御することが望ましい。

【0014】

このようにすることにより、コンプレッサを作動させて酸化剤ガスを燃料電池へ供給することによりスタック圧を上昇させても、燃料電池内が燃料ガスリーク状態になることを確実に防止することができる。そのため、燃料電池の劣化を確実に抑制することができる。

【0015】

上記した燃料電池システムにおいて、前記下流側弁は、前記燃料電池からの酸化剤ガス

10

20

30

40

50

の排出を制御する封止弁と、スタック圧を制御する圧力調整弁とを備えていてもよい。

【0016】

ここで、DCモータ式のポペット弁により、封止機能と調圧機能を満たすことも可能ではあるが、調圧時に弁全体に大きな差圧が作用するため消費電力が大きくなってしまいうという問題がある。そのため、下流側弁を、封止弁と圧力調整弁で構成することにより、下流側弁に要求される封止機能と調圧機能を、消費電力を抑えつつ確実に満たすことができる。封止弁としては、例えば、ポペット弁やスイング弁などを使用することができ、圧力調整弁としては、例えば、バラフライ弁などを使用することができる。そして、上記した制御部による閉固着判定等の制御は、酸化剤ガス排出通路の上流側（燃料電池側）に配置される弁に対して実施すればよい。

10

【0017】

この場合、上記した燃料電池システムにおいて、前記圧力調整弁は、前記燃料電池と前記封止弁との間に配置されていることが望ましい。

【0018】

このように、酸化剤ガス排出通路の上流側に圧力調整弁を配置することにより、生成水が圧力調整弁に溜まる。そして、燃料電池は発電停止後に温度が低下するため、スタック圧が負圧になるので、圧力調整弁から下流に生成水が漏れることはない。そのため、凍結による閉固着が問題となる駆動トルクが小さい封止弁への生成水の付着を抑制することができる。

【0019】

そして、上記した燃料電池システムにおいて、前記圧力調整弁は、DCモータにより開閉駆動されるものであることが望ましい。

20

【0020】

このような構成にすることにより、圧力調整弁の駆動トルクを大きくすることができるため、凍結により閉固着した場合でも確実に開弁することができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明に係る燃料電池システムによれば、下流側弁が凍結により閉固着した場合でも下流側弁を強制的に開弁することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0022】

【図1】実施形態に係る燃料電池システムの概略構成図である。

【図2】第1実施形態における制御フローチャートを示す図である。

【図3】第1実施形態における制御フローチャートを示す図である。

【図4】第1実施形態における制御タイムチャートを示す図である。

【図5】第2実施形態における制御フローチャートを示す図である。

【図6】第2実施形態における制御フローチャートを示す図である。

【図7】第2実施形態における制御タイムチャートを示す図である。

【図8】第3実施形態におけるエア系の概略構成図である。

【図9】第4実施形態におけるエア系の概略構成図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0023】

[第1実施形態]

本発明に係る実施形態である燃料電池システムについて、図1を参照しながら詳細に説明する。本実施形態では、燃料電池車に搭載され、その駆動用モータ（図示略）に電力を供給する燃料電池システムに、本発明を適用した場合について説明する。

【0024】

本実施形態の燃料電池システム101は、図1に示すように、燃料電池スタック（燃料電池スタック）111と、水素系112と、エア系113を有する。

【0025】

50

燃料電池スタック１１１は、燃料ガスの供給と酸化剤ガスの供給を受けて発電を行う。本実施形態では、燃料ガスは水素ガスであり、酸化剤ガスはエアである。すなわち、燃料電池スタック１１１は、水素系１１２からの水素ガスの供給と、エア系１１３からのエアの供給を受けて発電を行う。そして、燃料電池スタック１１１で発電された電力は、インバータ（図示略）を介して駆動用モータ（図示略）に供給される。なお、燃料電池スタック１１１には、燃料電池スタック１１１内の圧力（スタック圧）を検出するスタック圧センサ１１１Ｐが備わっている。

【００２６】

水素系１１２は、燃料電池スタック１１１のアノード側に設けられている。この水素系１１２は、水素供給通路１２１、水素排出通路１２２、充填通路１２３を備えている。水素供給通路１２１は、水素タンク１３１から燃料電池スタック１１１へ水素ガスを供給するための通路である。水素排出通路１２２は、燃料電池スタック１１１から排出される水素ガス（以下、適宜、「水素オフガス」という。）を排出するための通路である。充填通路１２３は、充填口１５１から水素タンク１３１に水素ガスを充填するための通路である。

10

【００２７】

水素系１１２は、水素供給通路１２１において、水素タンク１３１側から順に、主止弁１３２、高圧レギュレータ１３３、中圧リリーフ弁１３４、圧力センサ１３５、インジェクタ部（燃料ガス供給部）１３６、低圧リリーフ弁１３７、圧力センサ１３８を備えている。主止弁１３２は、水素タンク１３１から水素供給通路１２１への水素ガスの供給と遮断を切り換える弁である。高圧レギュレータ１３３は、水素ガスを減圧するための圧力調整弁である。中圧リリーフ弁１３４は、水素供給通路１２１における高圧レギュレータ１３３とインジェクタ部１３６の間の圧力が所定圧力以上になると開弁して圧力を所定圧力未満に調整する弁である。圧力センサ１３５は、水素供給通路１２１における高圧レギュレータ１３３とインジェクタ部１３６の間の圧力を検出するセンサである。インジェクタ部１３６は、水素ガスの流量を調節する機構である。低圧リリーフ弁１３７は、水素供給通路１２１におけるインジェクタ部１３６と燃料電池スタック１１１の間の圧力が所定圧力以上になると開弁して圧力を所定圧力未満に調整する弁である。圧力センサ１３８は、水素供給通路１２１におけるインジェクタ部１３６と燃料電池スタック１１１の間の圧力を検出するセンサである。

20

30

【００２８】

また、水素系１１２は、水素排出通路１２２において、燃料電池スタック１１１側から順に、気液分離器１４１、排気排水弁１４２が配置されている。気液分離器１４１は、水素オフガス内の水分を分離する機器である。排気排水弁１４２は、気液分離器１４１からエア系１１３の希釈器１８２への水素オフガスや水分の排出と遮断を切り換える弁である。

【００２９】

エア系１１３は、燃料電池スタック１１１のカソード側に設けられている。このエア系１１３は、エア供給通路１６１、エア排出通路１６２、バイパス通路１６３を備えている。エア供給通路１６１は、燃料電池システム１０１の外部から燃料電池スタック１１１へ、エアを供給するための通路である。エア排出通路１６２は、燃料電池スタック１１１から排出されるエア（以下、適宜、「エアオフガス」という。）を排出するための通路である。バイパス通路１６３は、エア供給通路１６１から燃料電池スタック１１１を介さずにエア排出通路１６２へ、エアを流すための通路である。

40

【００３０】

エア系１１３は、エア供給通路１６１において、エアクリーナ１７１側から順に、コンプレッサ１７２、インタークーラ１７３、入口封止弁（上流側弁）１７４を備えている。エアクリーナ１７１は、燃料電池システム１０１の外部から取り込んだエアを清浄化する機器である。コンプレッサ１７２は、エアを燃料電池スタック１１１に供給する機器である。インタークーラ１７３は、エアを冷却する機器である。入口封止弁１７４は、燃料電

50

池スタック１１１へのエアの供給と遮断を切り換える弁である。

【００３１】

また、エア系１１３は、エア排出通路１６２において、燃料電池スタック１１１側から順に、出口統合弁（下流側弁）１８１、希釈器１８２が配置されている。

【００３２】

出口統合弁１８１は、燃料電池スタック１１１からのエアオフガスの排出と遮断を切り換える弁（封止機能を有する弁）であるとともに、燃料電池スタック１１１の背圧を調整して燃料電池スタック１１１からのエアオフガスの排出量を制御する弁（調圧（流量制御）機能を有する弁）である。そして、本実施形態では、出口統合弁１８１として、本出願人が特願２０１５－２５３２５９号で提案した偏心弁が適用されており、出口統合弁１８１では、弁上流側の圧力（つまりスタック圧）が正圧である場合にその圧力が開弁方向に作用する、つまりその圧力が開弁をアシストするようになっている。

【００３３】

希釈器１８２は、エアオフガス及びバイパス通路１６３を流れるエアにより、水素排出通路１２２から排出される水素オフガスを希釈する機器である。

【００３４】

また、エア系１１３は、バイパス通路１６３において、バイパス弁１９１を備えている。バイパス弁１９１は、バイパス通路１６３におけるエアの流量を制御する弁である。

【００３５】

また、燃料電池システム１０１は、システムの制御を司るコントローラ（制御部）２０１を備えている。コントローラ２０１は、燃料電池システム１０１に備わる各機器を制御するとともに各種判定を行う。なお、燃料電池システム１０１は、その他、燃料電池スタック１１１の冷却を行う冷却系（不図示）も有する。なお、本実施形態では、コントローラ２０１は、例えばＥＣＵである。

【００３６】

以上のような構成の燃料電池システム１０１において、水素供給通路１２１から燃料電池スタック１１１に供給された水素ガスは、燃料電池スタック１１１にて発電に使用された後、燃料電池スタック１１１から水素オフガスとして水素排出通路１２２と希釈器１８２を介して、燃料電池システム１０１の外部に排出される。また、エア供給通路１６１から燃料電池スタック１１１に供給されたエアは、燃料電池スタック１１１にて発電に使用された後、燃料電池スタック１１１からエアオフガスとしてエア排出通路１６２と希釈器１８２を介して、燃料電池システム１０１の外部に排出される。

【００３７】

ここで、燃料電池スタック１１１で生成された水（生成水）が出口統合弁１８１に付着するため、寒冷地では出口統合弁１８１が凍結するおそれがある。そして、出口統合弁１８１が凍結により閉固着してしまうと、燃料電池システム１０１を起動する際に、出口統合弁１８１を開弁することができず、燃料電池システム１０１を起動できないおそれがある。そのため、燃料電池システム１０１では、システム起動時に、出口統合弁１８１が凍結している場合、出口統合弁１８１を強制的に開弁させる制御を実施している。

【００３８】

そこで、燃料電池システム１０１のシステム起動時における制御について説明する。具体的には、コントローラ２０１が、図２及び図３に示す制御フローチャートに基づく制御を実行する。

【００３９】

まず、図２に示すように、システムの起動開始要求の有無を判断する（ステップＳ１）。そして、システムの起動開始要求が有る場合（ステップＳ１：ＹＥＳ）には、スタック温度ＳＴＴを取り込み（ステップＳ２）、入口封止弁１７４を全開にする（ステップＳ３）。すなわち、入口封止弁１７４の通電をＯＮにし、入口封止弁１７４を開弁する。なお、このとき、バイパス弁１９１及び出口統合弁１８１は閉弁状態になっている。

【００４０】

次に、スタック温度 $S T T$ が所定温度（凍結の可能性がある温度であり、例えば、本実施形態では 5°C ）未満であるか否かを判断する（ステップ $S 4$ ）。そして、スタック温度 $S T T$ が 5°C 未満である場合（ステップ $S 4$: $Y E S$ ）には、出口統合弁 181 が凍結している可能性があるため、以下の凍結判定（閉固着判定）を実施する。

【0041】

凍結判定では、まず、 $X A C V O$ フラグが「0」であるか否かを判断する（ステップ $S 5$ ）。なお、 $X A C V O$ フラグは、凍結判定フラグであり、「0」の場合には凍結判定が未実施であることを示し、「1」の場合には凍結判定を実施済みであることを示す。

【0042】

そして、 $X A C V O$ フラグが「0」である場合（ステップ $S 5$: $Y E S$ ）には、コンプレッサ 172 を所定回転数 $A [r p m]$ で駆動させる（ステップ $S 6$ ）。これにより、出口統合弁 181 が閉弁状態で燃料電池スタック 111 にエアが供給されるため、スタック圧が上昇する。

【0043】

コンプレッサ 172 を所定回転数 $A [r p m]$ で駆動させた後、時間 $\alpha [s]$ が経過しているか否かを判断する（ステップ $S 8$ ）。時間 $\alpha [s]$ が経過している場合（ステップ $S 8$: $Y E S$ ）には、スタック圧センサ $111 P$ からスタック圧 $S T P$ を取り込み（ステップ $S 9$ ）、取り込んだスタック圧 $S T P$ を $S T P 1$ として記憶する（ステップ $S 10$ ）。

【0044】

このようにしてスタック圧を上昇させた状態で、出口統合弁 181 を小開度 $C [d e g]$ で開弁する（ステップ $S 11$ ）。すなわち、出口統合弁 181 の通電を $O N$ にし、出口統合弁 181 の開度が $C d e g$ となるように開弁指示を出す。なお、小開度 $C [d e g]$ とは、出口統合弁 181 の弁体がシート面から数ミリ離れる弁開度である。

【0045】

出口統合弁 181 を小開度 $C [d e g]$ で開弁させる指示を出した後、時間 $\alpha [s]$ が経過しているか否かを判断する（ステップ $S 12$ ）。時間 $\alpha [s]$ が経過している場合（ステップ $S 12$: $Y E S$ ）には、スタック圧センサ $111 P$ からスタック圧 $S T P$ を取り込み（ステップ $S 13$ ）、取り込んだスタック圧 $S T P$ を $S T P 2$ として記憶する（ステップ $S 14$ ）。

【0046】

そして、コントローラ 201 は、出口統合弁 181 に小開度 $C [d e g]$ での開弁指示を出してから時間 $\alpha [s]$ が経過した後、凍結判定を実施する。すなわち、スタック圧の変化（ $S T P 1 - S T P 2 > D$ ）、つまりスタック圧が低下しているか否かを判定する（ステップ $S 15$ ）。なお、スタック圧の変化の有無を判定する判定値 D は、数 $K p a$ に設定されている。理論的に判定値は「0」でも良いが、誤判定を回避するために数 $K p a$ に設定している。

【0047】

このとき、出口統合弁 181 が凍結していないと、開弁指示通りに小開度 $C [d e g]$ で開弁するので、燃料電池スタック 111 に供給されたエアが燃料電池スタック 111 から排出されるため、スタック圧が低下する。このとき、燃料電池スタック 111 内にエアが流れるが、出口統合弁 181 の開度が小さいため、大量のエアが燃料電池スタック 111 内に流れることはない。そのため、コンプレッサ 172 からエアを燃料電池スタック 111 に供給（圧送）してスタック圧を上昇させても、燃料電池スタック 111 の劣化は抑制される。一方、出口統合弁 181 が凍結していると、ステップ $S 11$ で出口統合弁 181 に小開度 $C [d e g]$ での開弁指示を出しても実際には凍結固着して閉弁状態が維持されている。そのため、燃料電池スタック 111 に供給されたエアが燃料電池スタック 111 から排出されないため、スタック圧が低下しない。

【0048】

そこで、ステップ $S 15$ において、スタック圧が低下している場合（ $Y E S$ ）には、出

10

20

30

40

50

口統合弁181が凍結しておらず正常に作動していると判定する（ステップS16）。つまり、燃料電池システム101を起動することができると判定する。そして、バイパス弁191を開弁する（ステップS17）。これにより、スタック圧が低下するため、その後の発電要求に応じたエア供給制御（ステップS41）を精度良く実施することができる。また、出口統合弁181が開弁したときに燃料電池スタック111内に流れるエアを少なくすることができる。そのため、燃料電池スタック111内が水素リーク状態になることをより抑制することができ、燃料電池スタック111の劣化を一層抑制することができる。

【0049】

一方、ステップS15において、スタック圧が低下していない場合（NO）には、出口統合弁181が凍結していると判定して、以下の凍結解除制御を実施する。具体的には、図3に示すように、まず、出口統合弁181の通電をOFFして閉弁する（ステップS20）。実際には、凍結により閉固着しているため、出口統合弁181は閉弁したままであるが、通電がONからOFFになる。

【0050】

次に、コンプレッサ172を所定回転数E[rpm]で駆動させる（ステップS21）。なお、所定回転数E[rpm]は、ステップS8における所定回転数A[rpm]よりも高回転数である（ $E > A$ ）。これにより、燃料電池スタック111にさらにエアが供給されるため、スタック圧がさらに上昇する。このときのスタック圧は、出口統合弁181の凍結による閉固着を物理的に解消することができる圧力に設定されている。この圧力は、出口統合弁181の弁径や駆動トルクの大きさ等によって異なるため、予め実験により求めておけばよい。

【0051】

そして、コンプレッサ172を所定回転数E[rpm]で駆動させた後、時間 α [s]が経過しているか否かを判断する（ステップS23）。時間 α [s]が経過している場合（ステップS23：YES）には、スタック圧センサ111Pからスタック圧STPを取り込み（ステップS24）、取り込んだスタック圧STPをSTP1として記憶する（ステップS25）。

【0052】

このようにしてスタック圧をさらに上昇させた状態で、出口統合弁181を小開度C[deg]で開弁する（ステップS26）。すなわち、出口統合弁181の通電をONにし、出口統合弁181の開度がCdegとなるように開弁指示を出す。このとき、出口統合弁181の上流側により高い正圧（スタック圧）が作用するため開弁力が増加しているため、凍結により閉固着した出口統合弁181を確実に開弁することができる。

【0053】

出口統合弁181に小開度C[deg]での開弁指示を出した後、時間 α [s]が経過しているか否かを判断する（ステップS27）。時間 α [s]が経過している場合（ステップS27：YES）には、スタック圧センサ111Pからスタック圧STPを取り込み（ステップS28）、取り込んだスタック圧STPをSTP2として記憶する（ステップS29）。

【0054】

そして、コントローラ201は、出口統合弁181に小開度C[deg]での開弁指示を出してから時間 α [s]が経過した後、閉固着判定、つまりスタック圧が低下しているか否か（ $STP1 - STP2 > D$ ）を判定する（ステップS30）。このとき、スタック圧が低下している場合（ステップS30：YES）には、出口統合弁181の凍結が解除されて正常に作動（開弁）していると判定する（ステップS16）。そして、バイパス弁191を開弁する（ステップS17）。一方、スタック圧が低下していない場合（ステップS30：NO）には、出口統合弁181が凍結以外の閉固着あるいは故障している、つまり燃料電池システム101を起動できないと判定する（ステップS31）。つまり、ステップS30、S31の処理により、出口統合弁181に異常が発生していることを検知

10

20

30

40

50

することができる。

【0055】

また、コントローラ201は、図2に示すように、燃料電池システム101の起動開始要求がない場合（ステップS1：NO）、スタック温度STTが5℃以上である場合（ステップS4：NO）、又はXACVOフラグが「1」である場合（ステップS5：NO）には、発電要求の有無を判断する（ステップS40）。発電要求がある場合（ステップS40：YES）には、コンプレッサ172、入口封止弁174、出口統合弁181、及びバイパス弁191について、発電要求に応じたエア供給（要求エア量に応じた）制御を行う（ステップS41）。また、インジェクタ部136について、エア供給量に応じた水素ガスを供給する制御を行う（ステップS42）。一方、発電要求がない場合（ステップS

10

【0056】

上記の制御フローチャートに基づく制御が実行されることにより、例えば、図4に示すような制御タイムチャートで表される制御が実行される。図4に示すように、時刻T1で燃料電池システム101の起動開始要求がなされた後、時刻T2でスタック圧が上昇させられて、時刻T4までで凍結判定が実施される。なお、時刻T2から時刻T3までの時間が、コンプレッサ172を駆動してからスタック圧STP1を取り込むまでの時間 α [s]となり、時刻T3から時刻T4までの時間が、出口統合弁181に小開度C [deg]での開弁指示を出してからスタック圧STP2を取り込むまでの時間 α [s]となる。そして、時刻T4で出口統合弁181の凍結判定が実施される。

20

【0057】

このとき、時刻T4にて、スタック圧が低下せずに出口統合弁181が凍結していると判定されると、時刻T5にて、さらにスタック圧が上昇させられて時刻T7までで凍結解除制御が実施される。なお、時刻T5から時刻T6までの時間が、コンプレッサ172の駆動回転数をさらに上昇させてからスタック圧STP1を取り込むまでの時間 α [s]となり、時刻T6から時刻T7までの時間が、出口統合弁181に小開度C [deg]での開弁指示を出してからスタック圧STP2を取り込むまでの時間 α [s]となる。そして、時刻T7にて、スタック圧が低下しており出口統合弁181が正常作動（開弁）していると判定されると、バイパス弁191が開弁されてスタック圧が抜かれる。その後、時刻T8で燃料電池スタック111の発電要求がなされた後は、時刻T9に停止要求があるまで、要求発電量に応じたエア供給制御及び水素供給制御が実施される。

30

【0058】

以上、詳細に説明したように本実施形態に係る燃料電池システム101によれば、コントローラ201により、システム起動時に、コンプレッサ172を作動させてエアを燃料電池スタック111へ供給することによりスタック圧を上昇させた後、出口統合弁181を小開度C [deg]で開弁させ、スタック圧が低下していない場合は出口統合弁181が凍結により閉固着していると判定され、スタック圧が低下している場合は出口統合弁181が凍結により閉固着していないと判定される。そして、出口統合弁181が凍結により閉固着していると判定された場合には、コンプレッサ172からのエアの供給量が増加させられてスタック圧がさらに上昇させられ、再度、閉固着判定が実施される。これにより、出口統合弁181の上流側により高い正圧が作用するため開弁力が増加するので、凍結により閉固着した出口統合弁181を確実に開弁することができる。

40

【0059】

[第2実施形態]

次に、第2実施形態について説明する。第2実施形態では、第1実施形態と基本的な構成は同じであるが、システム起動時の制御が異なる。つまり、システム起動時の制御において、コンプレッサ172を駆動してスタック圧を上昇させる際に、燃料電池スタック1

50

11に水素ガスを供給するようにしている。

【0060】

具体的に、コントローラ201は、図5及び図6に示す制御フローチャートに基づく制御を実行する。すなわち、第1実施形態にて説明した制御において、ステップS6及びステップS21の処理後に、水素ガスの供給制御を行う（ステップS7、S22）。

【0061】

ステップS7において、コントローラ201は、インジェクタ部136を所定時間aだけ駆動して水素ガスを燃料電池スタック111に供給する。インジェクタ部136の駆動時間aは、コンプレッサ172を所定回転数A[rpm]で駆動させたときに燃料電池スタック111に供給（圧送）されるエア量に応じた水素ガス量を燃料電池スタック111に供給することができるように設定されている。

10

【0062】

このステップS7の処理により、コンプレッサ172を作動させてエアを燃料電池スタック111へ供給することによりスタック圧を上昇させても、燃料電池スタック111に供給されたエア量に応じた水素ガスが供給される。これにより、燃料電池スタック111内が水素リッチ状態になることを確実に防止することができる。従って、燃料電池スタック111の劣化を確実に抑制することができる。

【0063】

また、ステップS22において、コントローラ201は、インジェクタ部136を所定時間eだけ駆動して水素ガスを燃料電池スタック111に供給する。インジェクタ部136の駆動時間eは、コンプレッサ172を所定回転数E[rpm]で駆動させたときに燃料電池スタック111に供給（圧送）されるエア量に応じた水素ガス量を燃料電池スタック111に供給することができるように設定されている。また、所定時間eは、ステップS7における所定時間aよりも長い（ $e > a$ ）。

20

【0064】

このステップS22の処理により、コンプレッサ172からのエア供給量を増加させてスタック圧をさらに上昇させても、そのエア増加量に応じた水素ガスが供給されるため、燃料電池スタック111内が水素リッチ状態になることを防止することができる。そのため、燃料電池スタック111の劣化を抑制することができる。

【0065】

ここで、ステップS22の処理は、省略することもできる。その場合には、ステップS7にて、インジェクタ部136を所定時間（ $a + e$ ）以上駆動して多めに水素ガスを燃料電池スタック111に供給しておけばよい。これにより、ステップS21の処理が実施されてスタック圧がさらに上昇した（供給エア量が増加した）場合でも、燃料電池スタック111内が水素リッチ状態になることを防止することができ、燃料電池スタック111の劣化を確実に抑制することができる。

30

【0066】

上記の制御フローチャートに基づく制御が実行されることにより、例えば、図7に示すような制御タイムチャートで表される制御が実行される。図7に示すように、時刻T2においてインジェクタ部136が時間aだけ駆動されて水素ガスが燃料電池スタック111に供給される。また、時刻T5においてインジェクタ部136が時間eだけ駆動されて、時刻T2での供給量よりも多い水素ガスが燃料電池スタック111に供給される。

40

【0067】

以上、詳細に説明したように本実施形態に係る燃料電池システム101によれば、第1実施形態の効果に加えて、スタック圧を上昇させる際に水素ガスを燃料電池スタック111に供給するため、燃料電池スタック111内が水素リッチ状態になることを確実に防止することができる。従って、燃料電池スタック111の劣化を確実に抑制することができる。

【0068】

[第3実施形態]

50

次に、第3実施形態について説明する。第3実施形態では、第1実施形態と基本的な構成は同じであるが、出口統合弁181を2つの弁で構成している点が異なる。そこで、この相違点について、図8を参照しながら説明する。なお、図8では、エア系における弁の配置構成のみを示している。

【0069】

本実施形態における出口統合弁181は、図8に示すように、出口封止弁181aと圧力調整弁181bとにより構成されている。そして、エア排出通路162の上流側（燃料電池スタック111側）から、出口封止弁181a、圧力調整弁181bの順で配置されている。出口封止弁181aとして、例えば、ポペット弁やスイング弁などを使用することができ、本実施形態では、ステップモータ式のポペット弁を使用している。また、圧力調整弁181bとしては、例えば、第1実施形態で出口統合弁181に適用した偏心弁やバラフライ弁などを使用することができる。本実施形態では、第1実施形態で出口統合弁181に適用した偏心弁を使用している。

10

【0070】

ここで、DCモータ式のポペット弁により、封止機能と調圧機能を満たすことも可能であるため、出口統合弁181にDCモータ式のポペット弁を適用することもできる。しかしながら、出口統合弁181にDCモータ式のポペット弁を適用すると、調圧（流量調整）時に弁全体に大きな差圧が作用するため消費電力が大きくなってしまいう問題がある。

【0071】

これに対して、本実施形態では、出口封止弁181aとしてステップモータ式のポペット弁を使用している。出口封止弁181aは、全閉・全開制御となるので、弁の前後差圧が小さく全開時における消費電力が非常に小さい。また、圧力調整弁181bとして偏心弁を使用している。そのため、調圧時における開弁保持に必要な電力は、弁の前後差圧がポペット弁よりも小さいので、DCモータ式のポペット弁に比べて小さい。従って、出口統合弁181を出口封止弁181a（ステップモータ式のポペット弁）と圧力調整弁181b（DCモータ式の偏心弁）とで構成することにより、消費電力を抑えつつ出口統合弁181に要求される封止機能と調圧機能を確実に満たすことができる。

20

【0072】

そして、上記したコントローラ201による凍結判定（閉固着判定）等の制御は、エア排出通路162の上流側（燃料電池スタック111側）に配置されている出口封止弁181aに対して実施すればよい。これにより、出口封止弁181aが凍結により閉固着した場合でも、強制的には開弁することができる。

30

【0073】

以上、詳細に説明したように本実施形態に係る燃料電池システム101によれば、出口統合弁181に要求される封止機能と調圧機能を満たすため、出口統合弁181を2つの弁で構成した場合に、出口統合弁181における消費電力を抑えることができる。また、出口封止弁181aが凍結により閉固着した場合でも、強制的に開弁することができる。

【0074】

〔第4実施形態〕

最後に、第4実施形態について説明する。第3実施形態では、第3実施形態と基本的な構成は同じであるが、出口統合弁181を構成する出口封止弁181aと圧力調整弁181bの配置が異なる。そこで、この相違点について、図9を参照しながら説明する。なお、図9でも、エア系における弁の配置構成のみを示している。

40

【0075】

本実施形態における出口統合弁181は、図9に示すように、出口封止弁181aと圧力調整弁181bとにより構成されているが、その配置位置が第3実施形態とは逆になっている。つまり、エア排出通路162の上流側（燃料電池スタック111側）から、圧力調整弁181b、出口封止弁181aの順で配置されている。

【0076】

50

これにより、燃料電池スタック１１１での生成水が圧力調整弁１８１ｂに溜まる。ここで、圧力調整弁１８１ｂは漏れ量がゼロになるように全閉にすることができないおそれがある。しかしながら、燃料電池スタック１１１は発電停止後に温度が低下するため、スタック圧が負圧になるので、圧力調整弁１８１ｂから下流に生成水が漏れることはない。そのため、圧力調整弁１８１ｂよりも駆動トルクが小さい出口封止弁１８１ａへの生成水の付着を抑制することができる。また、圧力調整弁１８１ｂはＤＣモータ式のため、駆動トルクを大きくすることができる。従って、圧力調整弁１８１ｂが凍結により閉固着した場合の方が、出口封止弁１８１ａが凍結より閉固着した場合に比べてより確実に開弁することができる。

【００７７】

10

以上、詳細に説明したように本実施形態に係る燃料電池システム１０１によれば、出口統合弁１８１に要求される封止機能と調圧機能を満たすために、出口統合弁１８１を２つの弁で構成した場合に、出口統合弁１８１における消費電力を抑えることができる。また、凍結により閉固着するのが圧力調整弁１８１ｂとなるので、駆動トルクを大きくすることができるため、凍結による閉固着を確実に開弁することができる。

【００７８】

なお、上記した実施の形態は単なる例示にすぎず、本発明を何ら限定するものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内で種々の改良、変形が可能であることはもちろんである。上記した実施形態では、凍結による閉固着判定及び凍結解除制御について例示しているが、ステップＳ４のスタック温度判定の処理を削除することにより、凍結のみならず出口統合弁１８１の閉固着判定及び強制開弁制御を行うことができる。

20

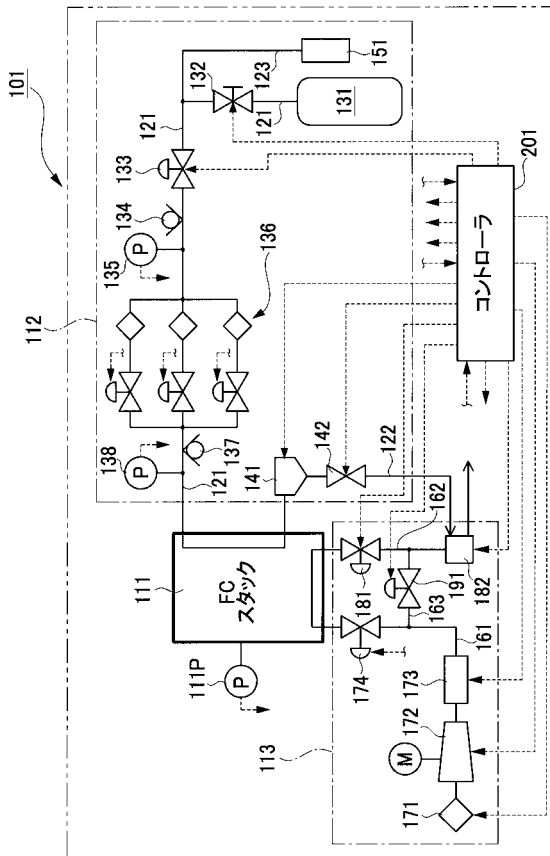
【符号の説明】

【００７９】

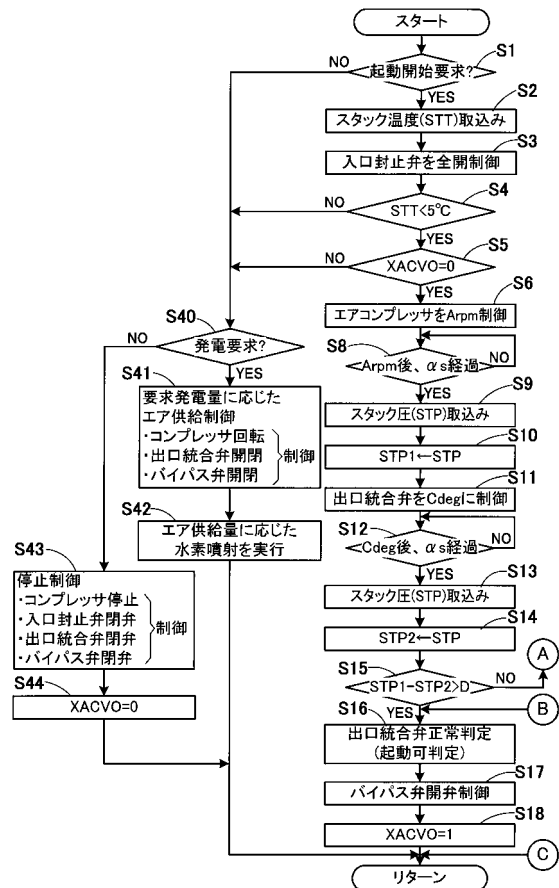
- １０１ 燃料電池システム
- １１１ 燃料電池スタック（燃料電池）
- １１１Ｐ スタック圧センサ
- １１２ 水素系
- １１３ エア系
- １３６ インジェクタ部
- １６１ エア供給通路
- １６２ エア排出通路
- １６３ バイパス通路
- １７２ コンプレッサ
- １７４ 入口封止弁
- １８１ 出口統合弁
- １８１ａ 出口封止弁
- １８１ｂ 圧力調整弁
- １９１ バイパス弁
- ２０１ コントローラ

30

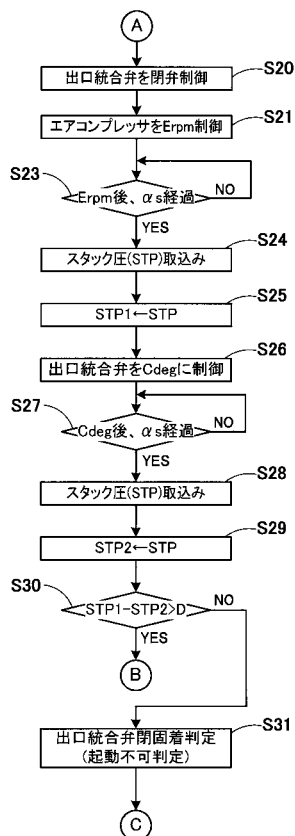
【図 1】



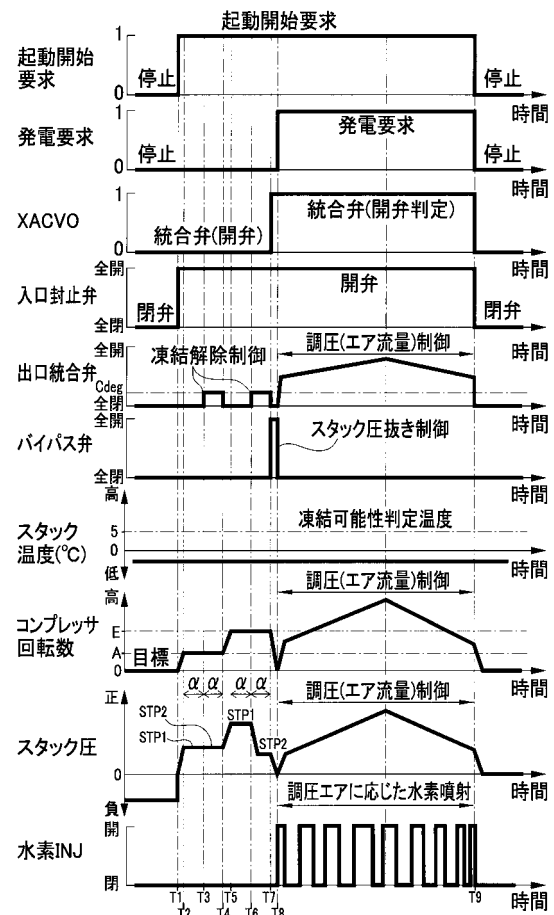
【図 2】



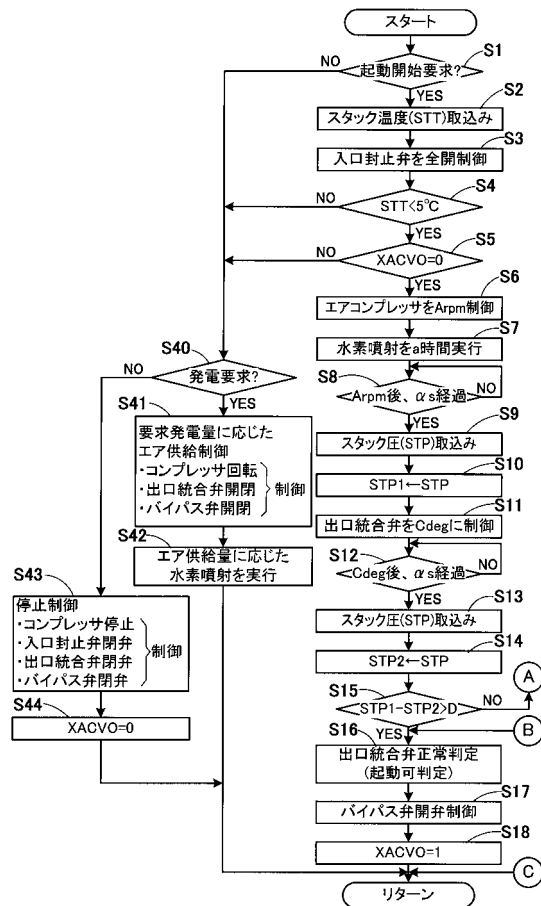
【図 3】



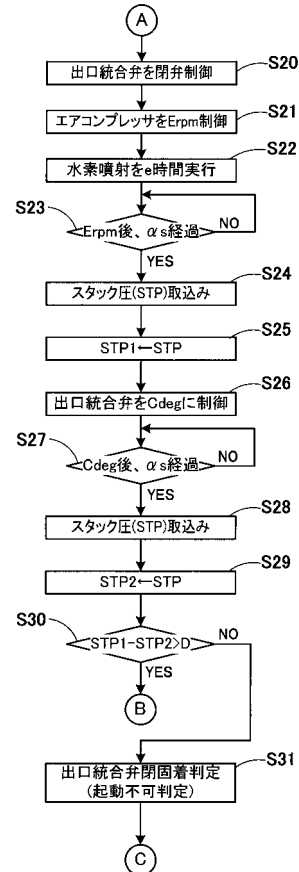
【図 4】



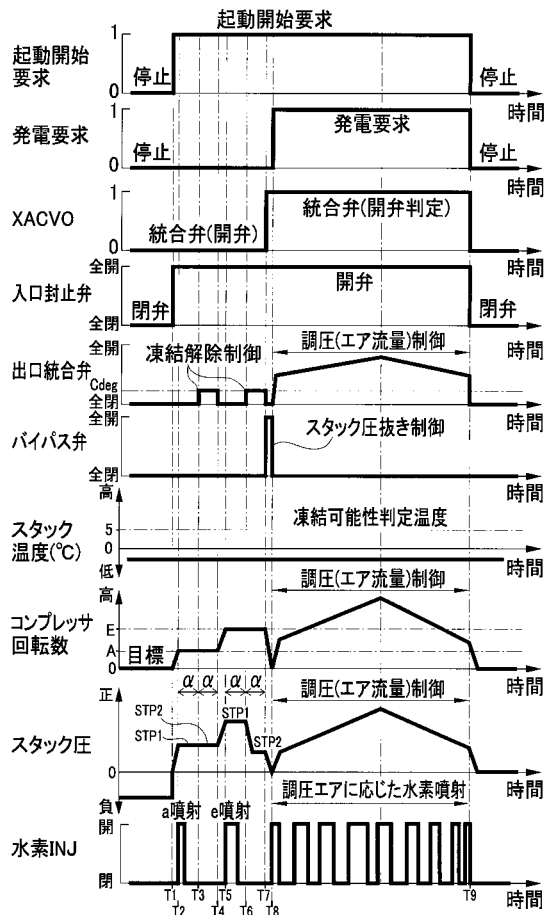
【図 5】



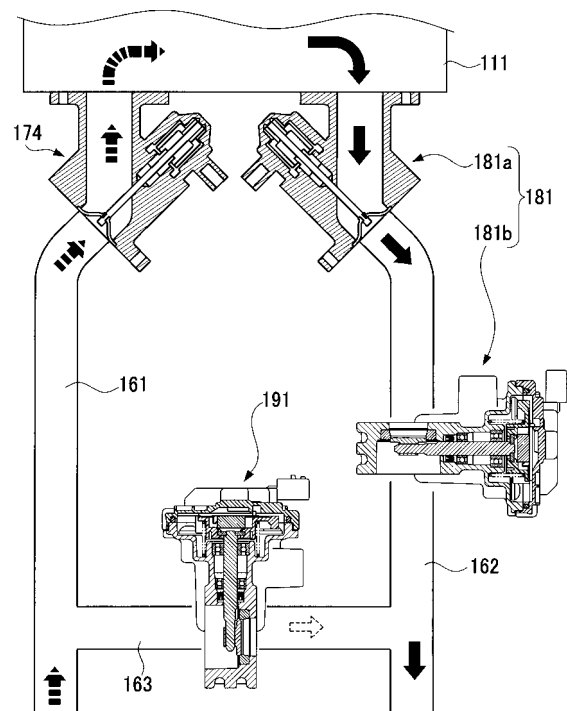
【図 6】



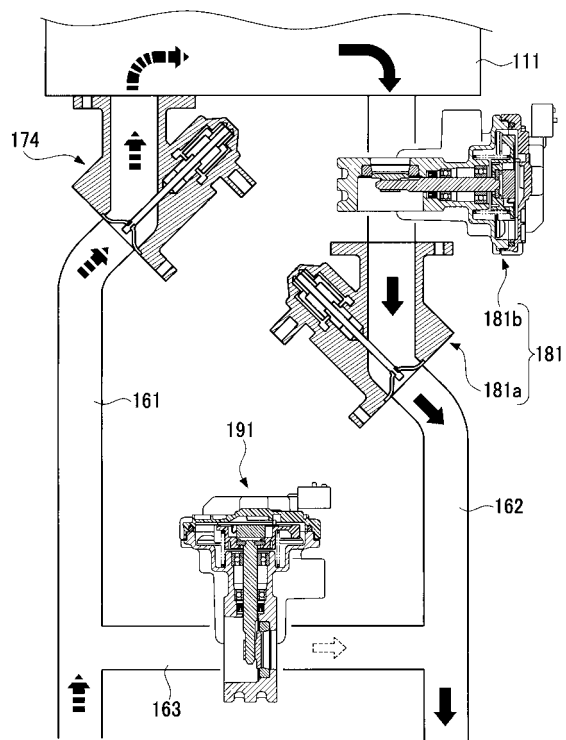
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 稲垣 貴樹

愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛三工業株式会社内

(72)発明者 三島 佳純

愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛三工業株式会社内

Fターム(参考) 3H062 AA02 AA03 AA16 BB33 CC02 HH02 HH10

5H127 AB04 AC09 BA02 BA22 BA33 BA39 BA58 BA59 BA60 BB02

BB07 BB12 BB23 BB37 BB39 BB40 DA02 DB45 DB71 DB90

DC22 DC69 DC81 EE19 EE25