

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6233520号
(P6233520)

(45) 発行日 平成29年11月29日 (2017.11.29)

(24) 登録日 平成29年11月2日 (2017.11.2)

(51) Int. Cl. F I
HO 1 M 8/04 (2016.01) HO 1 M 8/04 J
 HO 1 M 8/04 N

請求項の数 12 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2016-535594 (P2016-535594)
 (86) (22) 出願日 平成26年7月24日 (2014.7.24)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2014/069625
 (87) 国際公開番号 W02016/013092
 (87) 国際公開日 平成28年1月28日 (2016.1.28)
 審査請求日 平成29年1月13日 (2017.1.13)

(73) 特許権者 000003997
 日産自動車株式会社
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
 (74) 代理人 110002468
 特許業務法人後藤特許事務所
 (72) 発明者 金子 庸平
 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自
 動車株式会社 知的財産部内
 審査官 久保田 創

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

アノード及びカソードに作動流体が供給されて発電する燃料電池を備える燃料電池システムであって、

燃料電池にカソードガスを供給するコンプレッサと、

該コンプレッサを駆動する駆動装置と、

前記燃料電池の運転状態に基づいて前記駆動装置を制御する制御部と、を備え、

前記駆動装置は駆動モータと作動流体により駆動されるタービンの少なくとも2つの駆動源を有し、

前記制御部は、

前記燃料電池の運転状態に基づいてコンプレッサの目標出力トルクを算出し、

作動流体の圧力又は流量に基づいて前記タービンの出力可能トルクを算出し、

コンプレッサの目標出力トルクとタービンの出力可能トルクとに基づいて、前記駆動モータ、前記タービン、又は前記駆動モータ及び前記タービンの双方のいずれかを使用する駆動源として選択する、

燃料電池システム。

【請求項2】

請求項1に記載の燃料電池システムであって、

前記駆動装置は、前記タービンの駆動力を前記コンプレッサに伝達する動力伝達経路にクラッチを備え、

前記制御部は、前記作動流体の状態に基づいて、前記クラッチを制御する共に前記駆動モータを制御する、

燃料電池システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の燃料電池システムであって、

前記駆動装置は、前記タービンの駆動力を前記コンプレッサに伝達する動力伝達経路にクラッチを備え、

前記制御部は、前記燃料電池の運転状態に基づいて前記駆動モータを制御するとともに、前記駆動モータの駆動力を前記タービンの駆動力で補うように、前記作動流体の状態に基づいて前記クラッチを制御する、

10

燃料電池システム。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 までのいずれか一つに記載の燃料電池システムであって、

前記作動流体として、前記燃料電池に供給されるアノードガスを用いた、

燃料電池システム。

【請求項 5】

請求項 2 又は 3 に記載の燃料電池システムであって、

前記作動流体として、前記燃料電池に供給されるアノードガスを用い、

前記制御部は、前記燃料電池の要求により前記燃料電池にアノードガスを供給しない運転状態になったときは、前記クラッチを解放し、前記駆動モータのみで前記コンプレッサ

20

を駆動させる、

燃料電池システム。

【請求項 6】

請求項 2 又は 3 に記載の燃料電池システムであって、

前記作動流体として、前記燃料電池に供給されるアノードガスを用い、

前記制御部は、前記燃料電池の起動中初期又は停止中後期には、前記クラッチを解放し、前記駆動モータのみで前記コンプレッサを駆動させる、

燃料電池システム。

【請求項 7】

請求項 2 又は 3 に記載の燃料電池システムであって、

前記作動流体として、前記燃料電池に供給されるアノードガスを用い、

前記制御部は、前記燃料電池にアノードガスを供給しつつ間欠的にカソードガスを供給する運転状態になったときは、前記クラッチを締結及び解放させることで前記燃料電池に間欠的にカソードガスを供給する、

30

燃料電池システム。

【請求項 8】

請求項 1 から 3 までのいずれか一つに記載の燃料電池システムであって、

前記作動流体として、空調用配管を循環する冷媒を用いた、

燃料電池システム。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の燃料電池システムであって、

前記制御部は、前記燃料電池の要求と空調要求とに基づいて、前記冷媒の圧力又は流量を協調制御する、

40

燃料電池システム。

【請求項 10】

請求項 1 から 3 までのいずれか一つに記載の燃料電池システムであって、

前記作動流体として、前記コンプレッサから吐出された余剰のカソードガスを蓄える蓄圧タンクから供給される圧縮空気を用いた、

燃料電池システム。

【請求項 11】

50

請求項 10 に記載の燃料電池システムであって、
前記コンプレッサから吐出された余剰のカソードガスを前記蓄圧タンクに導入するための導入通路に開閉弁を備え、
前記制御部は、前記コンプレッサが前記燃料電池の発電に不要な余剰のカソードガスを吐出しているときに、前記開閉弁を開弁する、
燃料電池システム。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の燃料電池システムであって、
前記コンプレッサから吐出されたカソードガスの一部を、前記燃料電池を迂回させて排出するためのバイパス通路と、
前記バイパス通路に設けられて、前記バイパス通路を流れるカソードガスの流量を調整するためのバイパス弁と、
を備え、

前記制御部は、前記コンプレッサが燃料電池システムから排出される排ガス中の水素濃度を希釈するために発電に不要な余剰のカソードガスを吐出しているときは、前記開閉弁の開弁を禁止する、

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、燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

J P 2 0 0 5 - 2 5 9 4 3 9 A には、高圧タンクから燃料電池に供給されるアノードガス（水素ガス）又は電動モータのいずれか一方によりコンプレッサを駆動し、当該コンプレッサによりカソードガス（空気）を燃料電池に供給するカソードガス供給装置を備えた燃料電池システムが開示されている。

【0003】

また、カソードガス供給装置とは直接的に関連しないが、J P 2 0 0 3 - 3 1 2 4 4 A には、燃料電池システムにおけるアノードオフガス循環装置が開示されている。アノードオフガス循環装置は、燃料電池から排出されたアノードオフガスをアノード供給通路に還流するコンプレッサと、燃料電池から排出されるカソードオフガスにより駆動されて当該コンプレッサを回転させるタービンと、を備えている。

【発明の概要】

【0004】

J P 2 0 0 5 - 2 5 9 4 3 9 A が開示された燃料電池システムのように、高圧タンクから燃料電池に供給されるアノードガスだけでコンプレッサを駆動するように構成すると、アノードガスが燃料電池に供給されない場合には、コンプレッサを駆動できず、燃料電池にカソードガスを供給することができない。一方、電動モータだけでコンプレッサを駆動するように構成すると、コンプレッサを駆動するために電動モータに要求される動力性能が高くなって電動モータの大型化を招く。

【0005】

本発明の目的は、コンプレッサ駆動用の駆動モータの小型化を図ることである。

【0006】

本発明のある態様によれば、燃料電池にカソードガスを供給するコンプレッサと、駆動モータと駆動モータ以外を動力源とする駆動体との少なくとも2つのコンプレッサ駆動源を含んでコンプレッサ駆動源によりコンプレッサを駆動させる駆動装置と、制御部と、を備える燃料電池の制御装置が提供される。制御部は、燃料電池システムの運転状態に基づいて動力源の状態を制御し、動力源の状態に基づいてコンプレッサ駆動源の中から使用する駆動源を選択する。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、本発明の第1実施形態による燃料電池システムの概略構成図である。

【図2A】図2Aは、クラッチ締結状態のカソードガス供給装置を示す断面図である。

【図2B】図2Bは、クラッチ解放状態のカソードガス供給装置を示す断面図である。

【図3】図3は、本発明の第1実施形態による燃料電池システムのカソードガス供給制御について説明するフローチャートである。

【図4】図4は、目標コンプレッサ吸入流量の算出方法について説明するフローチャートである。

【図5】図5は、作動流体としてのアノードガスの圧力に基づいて、タービンの出力可能トルクを算出するテーブルである。 10

【図6】図6は、作動流体としてのアノードガスの圧力及び温度に基づいて、タービンの出力可能トルクを算出するマップである。

【図7】図7は、本発明の第2実施形態による燃料電池システムの概略構成図である。

【図8】図8は、本発明の第2実施形態による流体供給装置の概略構成図である。

【図9】図9は、本発明の第2実施形態による燃料電池システムのカソードガス供給制御について説明するフローチャートである。

【図10】図10は、作動流体としての冷媒の圧力に基づいて、タービンの出力可能トルクを算出するテーブルである。

【図11】図11は、本発明の第2実施形態の流体供給装置の一変形例である。 20

【図12】図12は、本発明の第3実施形態による燃料電池システムの概略構成図である。

【図13】図13は、本発明の第3実施形態による燃料電池システムのカソードガス供給制御について説明するフローチャートである。

【図14】図14は、作動流体としての圧縮空気に基づいて、タービンの出力可能トルクを算出するテーブルである。

【図15】図15は、本発明の第3実施形態による開閉弁の制御について説明するフローチャートである。

【図16】図16は、本発明の第4実施形態による燃料電池システムの概略構成図である。 30

【図17】図17は、本発明の第4実施形態による開閉弁の制御について説明するフローチャートである。

【図18】図18は、本発明の第1実施形態によるカソードガス供給装置の一変形例である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図面等を参照して、本発明の実施形態について説明する。

【0009】

<第1実施形態>

図1を参照して、本発明の第1実施形態による車両用の燃料電池システム100について説明する。 40

【0010】

燃料電池システム100は、燃料電池スタック110と、カソードガス給排装置120と、アノードガス給排装置130と、コントローラ140と、を備える。

【0011】

燃料電池スタック110は、複数の燃料電池を積層した積層電池である。燃料電池スタック110は、アノードガス及びカソードガスの供給を受けて、車両の走行に必要な電力を発電する。この発電電力は、燃料電池システムを運転するとき使用される各種の補機や、車輪駆動用モータで使用される。

【0012】 50

カソードガス給排装置 120 は、燃料電池スタック 110 にカソードガスを供給するとともに、燃料電池スタック 110 から排出されるカソードオフガスを外部に排出する。カソードガス給排装置 120 は、カソードガス供給通路 121 と、カソードガス排出通路 122 と、ガスフィルタ 123 と、カソードガス供給装置 1 と、カソードガスクーラ 124 と、水分回収装置 (Water Recovery Device ; 以下「WRD」という。) 125 と、カソード調圧弁 126 と、バイパス通路 127 と、バイパス弁 128 と、カソード圧力センサ 141 と、第 1 エアフローセンサ 142 と、第 2 エアフローセンサ 143 と、を備える。

【0013】

カソードガス供給通路 121 は、燃料電池スタック 110 に供給されるカソードガスが流れる通路である。カソードガス供給通路 121 の一端はガスフィルタ 123 に接続され、他端は燃料電池スタック 110 のカソードガス入口部に接続される。

10

【0014】

カソードガス排出通路 122 は、燃料電池スタック 110 から排出されるカソードオフガスが流れる通路である。カソードガス排出通路 122 の一端は燃料電池スタック 110 のカソードガス出口部に接続され、他端は開口端として形成される。カソードオフガスは、カソードガスや電極反応によって生じた水蒸気等を含む混合ガスである。

【0015】

ガスフィルタ 123 は、カソードガス供給通路 121 の先端に設けられる。ガスフィルタ 123 は、カソードガス供給通路 121 に取り込まれる空気 (カソードガス) に含まれる塵や埃等を除去する。

20

【0016】

カソードガス供給装置 1 は、ガスフィルタ 123 より下流側のカソードガス供給通路 121 に設けられる。カソードガス供給装置 1 は、ガスフィルタ 123 で異物が取り除かれたカソードガスを燃料電池スタック 110 に供給する。カソードガス供給装置 1 の詳細については、図 2 A 及び図 2 B を参照して説明する。

【0017】

図 2 A に示すように、カソードガス供給装置 1 は、カソードガスを圧送するコンプレッサ 10 と、コンプレッサ 10 を駆動する駆動装置 11 と、を備える。駆動装置 11 は、コンプレッサ 10 を駆動する第 1 の駆動源としての電動モータ 20 と、コンプレッサ 10 を駆動する第 2 の駆動源としてのタービン 30 と、電動モータ 20 とタービン 30 との間に設けられるクラッチ 40 と、を備える。そして、本実施形態では、タービン 30 に対してタービン 30 を駆動するための作動流体を供給する作動流体供給装置 50 として、燃料電池スタック 110 にアノードガスを供給するための高圧タンク 131 を用い、高圧タンク 131 から供給されるアノードガスを作動流体として利用している。このように、カソードガス供給装置 1 は、電動モータ 20 と、動力源となるアノードガスのエネルギーを駆動力に変換するタービン 30 と、の少なくとも 2 つのコンプレッサ駆動源を含み、これらのコンプレッサ駆動源によりコンプレッサ 10 を駆動させる。

30

【0018】

コンプレッサ 10 は、カソードガス供給通路 121 内に設けられる。コンプレッサ 10 は、ガスフィルタ 123 とカソードガスクーラ 124 との間に配置される。コンプレッサ 10 は、回転駆動されることで、燃料電池スタック 110 にカソードガスを供給するように構成されている。コンプレッサ 10 は、電動モータ 20 及びタービン 30 の一方又は双方の動力のいずれかにより駆動される。

40

【0019】

電動モータ 20 は、カソードガス供給通路 121 とアノードガス供給通路 132 の間に配置される。電動モータ 20 は、モータケース 21 と、モータケース 21 の内周面に固定されるステータ 22 と、ステータ 22 の内側に回転可能に配置されるロータ 23 と、ロータ 23 に設けられた出力回転軸 24 と、を備える。

【0020】

電動モータ 20 は、外部電源等から電力の供給を受けて回転駆動する電動機としての機

50

能と、外力によって回転駆動されることで発電する発電機としての機能とを有する。

【0021】

電動モータ20の出力回転軸24の一端はコンプレッサ10に接続され、出力回転軸24の他端はクラッチ40を介してタービン30に接続される。

【0022】

タービン30は、アノードガス供給通路132内に設けられる。タービン30は、高圧タンク131とアノード調圧弁133との間に配置される。タービン30は、高圧タンク131から燃料電池スタック110に供給されるアノードガス(作動流体)により回転駆動されるように構成されている。すなわちタービン30は、アノードガスの有するエネルギーを駆動力に変換するものである。本実施形態では、燃料電池スタック110にアノードガスを供給するための高圧タンク131を、タービン30に作動流体を供給する作動流体供給装置50として利用している。タービン30の回転駆動力は、クラッチ40及び電動モータ20の出力回転軸24を介してコンプレッサ10に伝達される。

10

【0023】

コンプレッサ10、電動モータ20、及びタービン30は、コンプレッサ10の回転中心軸と、電動モータ20の出力回転軸24と、タービン30の回転中心軸とが同軸となるように配置される。このように配置することで、カソードガス供給装置1をコンパクトな構成とすることができる。

【0024】

クラッチ40は、電動モータ20の出力回転軸24とタービン30との接続状態を切り換える動力伝達装置である。図2Aに示すように、クラッチ40が接続された状態(半クラッチの状態も含む)では、電動モータ20の出力回転軸24とタービン30とが接続される。図2Bに示すように、クラッチ40が解放された状態では、電動モータ20の出力回転軸24とタービン30との接続が遮断される。

20

【0025】

カソードガス供給装置1では、コンプレッサ10の駆動に関し、電動モータ20とタービン30とがそれぞれ独立した駆動源として機能する。

【0026】

すなわち、図2Aに示すクラッチ接続状態では、コンプレッサ10を、アノードガスの供給を受けて回転駆動するタービン30の回転駆動力だけで駆動して、カソードガスを燃料電池スタック110に供給することができる。また図2Aに示すクラッチ接続状態では、コンプレッサ10を、電力により回転駆動する電動モータ20の回転駆動力と、アノードガスの供給を受けて回転駆動するタービン30の回転駆動力とにより駆動して、カソードガスを燃料電池スタック110に供給することもできる。

30

【0027】

一方で、図2Bに示すクラッチ解放状態では、コンプレッサ10を、電力により回転駆動する電動モータ20の回転駆動力だけで駆動して、カソードガスを燃料電池スタック110に供給することができる。このように、コンプレッサ10を電動モータ20の回転駆動力だけで駆動するときは、タービン30を切り離すことでタービン30が電動モータ20の負荷となるのを防止する。これにより、タービン30が負荷となって電動モータ20の応答性が低下するのを防止できる。

40

【0028】

図1に戻り、カソードガスクーラ124は、カソードガス供給装置1よりも下流のカソードガス供給通路121に設けられる。カソードガスクーラ124は、カソードガス供給装置1から吐出されたカソードガスを冷却する。

【0029】

WRD125は、カソードガスクーラ124よりも下流のカソードガス供給通路121に設けられる。WRD125は、カソードガス供給通路121の下流部とカソードガス排出通路122の上流部とに跨るように設けられる。WRD125は、カソードガス排出通路122を流れるカソードオフガス中の水分を回収し、その回収した水分でカソードガス

50

供給通路 1 2 1 を流れるカソードガスを加湿する。

【 0 0 3 0 】

カソード調圧弁 1 2 6 は、WRD 1 2 5 よりも下流のカソードガス排出通路 1 2 2 に設けられる。カソード調圧弁 1 2 6 は、コントローラ 1 4 0 によって開閉制御され、燃料電池スタック 1 1 0 に供給されるカソードガスの圧力を調整する。

【 0 0 3 1 】

バイパス通路 1 2 7 は、カソードガス供給装置 1 から供給されたカソードガスの一部を、燃料電池スタック 1 1 0 を経由させずにカソードガス排出通路 1 2 2 に直接排出するように構成された通路である。バイパス通路 1 2 7 の一端はカソードガス供給装置 1 とカソードガスクーラ 1 2 4 との間のカソードガス供給通路 1 2 1 に接続され、他端はカソード調圧弁 1 2 6 よりも下流のカソードガス排出通路 1 2 2 に接続される。

10

【 0 0 3 2 】

バイパス弁 1 2 8 は、バイパス通路 1 2 7 に設けられる。バイパス弁 1 2 8 は、コントローラ 1 4 0 によって開閉制御され、バイパス通路 1 2 7 を通過するカソードガスの流量（バイパス流量）を調整する。

【 0 0 3 3 】

カソード圧力センサ 1 4 1 は、カソードガスクーラ 1 2 4 と WRD 1 2 5 との間のカソードガス供給通路 1 2 1 に設けられる。カソード圧力センサ 1 4 1 は、燃料電池スタック 1 1 0 に供給されるカソードガスの圧力を検出する。

【 0 0 3 4 】

第 1 エアフローセンサ 1 4 2 は、コンプレッサ 1 0 よりも上流のカソードガス供給通路 1 2 1 に設けられる。第 1 エアフローセンサ 1 4 2 は、コンプレッサ 1 0 に吸入されるカソードガスの流量（以下「コンプレッサ吸入流量」という。）を検出する。以下では、この第 1 エアフローセンサ 1 4 2 の検出値を「検出コンプレッサ吸入流量」という。

20

【 0 0 3 5 】

第 2 エアフローセンサ 1 4 3 は、カソードガスクーラ 1 2 4 と WRD 1 2 5 との間のカソードガス供給通路 1 2 1 に設けられる。第 2 エアフローセンサ 4 2 は、コンプレッサ 1 0 から吐出されたカソードガスのうち、燃料電池スタック 1 1 0 に供給されるカソードガスの流量（以下「スタック供給流量」という。）を検出する。スタック供給流量は、コンプレッサ供給流量からバイパス流量を引いた流量である。以下では、この第 2 エアフローセンサ 4 2 の検出値を「検出スタック供給流量」という。

30

【 0 0 3 6 】

次に、アノードガス給排装置 1 3 0 について説明する。アノードガス給排装置 1 3 0 は、燃料電池スタック 1 1 0 にアノードガスを供給するとともに、燃料電池スタック 1 1 0 から排出されるアノードオフガスをカソードガス排出通路 1 2 2 に排出する。アノードガス給排装置 1 3 0 は、高圧タンク 1 3 1 と、アノードガス供給通路 1 3 2 と、アノード調圧弁 1 3 3 と、アノードガス排出通路 1 3 5 と、バッファタンク 1 3 6 と、パージ弁 1 3 7 と、アノード圧力センサ 1 4 4 と、を備える。

【 0 0 3 7 】

高圧タンク 1 3 1 は、燃料電池スタック 1 1 0 に供給するアノードガス（水素ガス）を高圧状態に保って貯蔵するガス貯蔵容器である。本実施形態では、この高圧タンク 1 3 1 が、タービン 3 0 に作動流体を供給するための作動流体供給装置 5 0 としての役割も果たしている。

40

【 0 0 3 8 】

アノードガス供給通路 1 3 2 は、高圧タンク 1 3 1 から排出されるアノードガスを燃料電池スタック 1 1 0 に供給する通路である。アノードガス供給通路 1 3 2 の一端は高圧タンク 1 3 1 に接続され、他端は燃料電池スタック 1 1 0 のアノードガス入口部に接続される。高圧タンク 1 3 1 とカソードガス供給装置 1 のタービン 3 0 との間のアノードガス供給通路 1 3 2 には、タービン 3 0 に供給される作動流体としてのアノードガスの圧力を検出する作動流体用圧力センサ 1 3 2 A が設けられる。

50

【 0 0 3 9 】

アノード調圧弁 1 3 3 は、カソードガス供給装置 1 のタービン 3 0 よりも下流のアノードガス供給通路 1 3 2 に設けられる。アノード調圧弁 1 3 3 は、コントローラ 1 4 0 によって開閉制御され、燃料電池スタック 1 1 0 に供給されるアノードガスの圧力及び流量を調整する。

【 0 0 4 0 】

アノードガス排出通路 1 3 5 は、燃料電池スタック 1 1 0 から排出されたアノードオフガスを流す通路である。アノードガス排出通路 1 3 5 の一端は燃料電池スタック 1 1 0 のアノードガス出口部に接続され、他端はカソード調圧弁 1 2 6 よりも下流のカソードガス排出通路 1 2 2 に接続される。

10

【 0 0 4 1 】

バッファタンク 1 3 6 は、アノードガス排出通路 1 3 5 に設けられる。バッファタンク 1 3 6 は、アノードガス排出通路 1 3 5 を流れてきたアノードオフガスを一時的に蓄える容器である。バッファタンク 1 3 6 に溜められたアノードオフガスは、パージ弁 1 3 7 が開かれる時にカソードガス排出通路 1 2 2 に排出される。

【 0 0 4 2 】

パージ弁 1 3 7 は、バッファタンク 1 3 6 よりも下流のアノードガス排出通路 1 3 5 に設けられる。パージ弁 1 3 7 は、コントローラ 1 4 0 によって開閉制御され、アノードガス排出通路 1 3 5 からカソードガス排出通路 1 2 2 に排出するアノードオフガスの流量（パージ流量）を制御する。

20

【 0 0 4 3 】

パージ弁 1 3 7 が開弁されてパージ制御が実行されると、アノードオフガスは、アノードガス排出通路 1 3 5 及びカソードガス排出通路 1 2 2 を通じて外部に排出される。この時、アノードオフガスは、カソードガス排出通路 1 2 2 内でカソードオフガスと混合される。このようにアノードオフガスとカソードオフガスを混合させて外部に排出することで、排出ガス中の水素濃度が排出許容濃度以下の値に設定される。

【 0 0 4 4 】

アノードガス給排装置 1 3 0 は、アノードオフガスをアノードガス供給通路 1 3 2 に還流するため、エゼクタ 1 3 8、還流通路 1 3 9、及び還流ポンプ 1 3 9 A をさらに備えている。

30

【 0 0 4 5 】

エゼクタ 1 3 8 は、アノード調圧弁 1 3 3 とアノード圧力センサ 1 4 4 との間のアノードガス供給通路 1 3 2 に設けられる。

【 0 0 4 6 】

還流通路 1 3 9 は、アノードガス排出通路 1 3 5 のアノードオフガスをアノードガス供給通路 1 3 2 に導く通路である。還流通路 1 3 9 の一端はアノードガス排出通路 1 3 5 のバッファタンク 1 3 6 に接続され、他端はアノードガス供給通路 1 3 2 のエゼクタ 1 3 8 に接続される。

【 0 0 4 7 】

還流通路 1 3 9 には、還流ポンプ 1 3 9 A が設けられる。還流ポンプ 1 3 9 A は、必要に応じて駆動され、燃料電池スタック 1 1 0 から排出されたアノードオフガスをアノードガス排出通路 1 3 5 側からアノードガス供給通路 1 3 2 側に圧送する。

40

【 0 0 4 8 】

アノード圧力センサ 1 4 4 は、アノード調圧弁 1 3 3 よりも下流のアノードガス供給通路 1 3 2 に設けられる。アノード圧力センサ 1 4 4 は、燃料電池スタック 1 1 0 のアノードガス入口部の近傍に配置される。アノード圧力センサ 1 4 4 は、燃料電池スタック 1 1 0 に供給されるアノードガスの圧力（＝後述するタービン 3 0 に供給される作動流体としてのアノードガスの圧力）を検出する。

【 0 0 4 9 】

上記のように構成される燃料電池システム 1 0 0 は、当該システムを統括的に制御する

50

制御装置としてのコントローラ 140 を有している。

【0050】

コントローラ 140 は、中央演算装置 (CPU)、読み出し専用メモリ (ROM)、ランダムアクセスメモリ (RAM) 及び入出力インタフェース (I/Oインタフェース) を備えたマイクロコンピュータで構成される。

【0051】

コントローラ 140 には、前述したカソード圧力センサ 141 等の各種センサからの信号の他、燃料電池スタック 110 の出力電圧を検出する電圧センサ 145 や、燃料電池スタック 110 の出力電流を検出する電流センサ 146、車両のアクセルペダルの踏み込み量を検出するアクセルストロークセンサ 147 などの燃料電池システム 100 の運転状態を検出する各種センサからの信号が入力される。

10

【0052】

コントローラ 140 は、これらセンサの検出信号等に基づいて、カソードガス供給装置 1 や、還流ポンプ 139A、各種弁 126, 128, 133, 137 等を制御する。

【0053】

以下、図 3 のフローチャートを参照して、コントローラ 140 が実施する第 1 実施形態による燃料電池システム 100 のカソードガスの供給制御について説明する。コントローラ 140 は、このルーチンを所定の演算周期で繰り返し実行する。

【0054】

ステップ S1 において、コントローラ 140 は、車両駆動用の走行モータ (図示せず) の要求電力や補機の要求電力、バッテリー (図示せず) の充放電要求に基づいて、燃料電池スタック 110 の目標発電電力を算出する。

20

【0055】

ステップ S2 において、コントローラ 140 は、燃料電池システム 100 の運転状態に基づいて、コンプレッサ吸入流量の目標値 (以下「目標コンプレッサ吸入流量」という。) を算出する。目標コンプレッサ吸入流量の具体的な算出方法については、図 4 を参照して説明する。

【0056】

図 4 は、目標コンプレッサ吸入流量の算出方法について説明するフローチャートである。

30

【0057】

ステップ S21 において、コントローラ 140 は、目標発電電力に基づいて、スタック供給流量の目標値 (以下「目標スタック供給流量」という。) を算出する。目標スタック供給流量は、目標発電電力を発電したときに、燃料電池スタック 110 のカソード電極内で電極反応に必要な酸素分圧を確保するために必要なスタック供給流量に相当する。換言すれば、目標スタック供給流量は、目標発電電力を発電するために必要なスタック供給流量に相当する。目標スタック供給流量は、目標発電電力が大きいときほど大きくなる。

【0058】

ステップ S22 において、コントローラ 140 は、検出スタック供給流量と目標スタック供給流量との偏差に基づいて、検出スタック供給流量を目標スタック供給流量にするために必要なコンプレッサ吸入流量を、発電要求コンプレッサ吸入流量として算出する。

40

【0059】

ステップ S23 において、コントローラ 140 は、目標発電電力に基づいて、希釈要求コンプレッサ吸入流量を算出する。希釈要求コンプレッサ吸入流量は、燃料電池システム 100 の外部に排出される排出ガスの水素濃度を、排出許容濃度以下にするために必要なコンプレッサ吸入流量である。本実施形態では、目標発電電力が大きいときほど希釈要求コンプレッサ吸入流量が大きくなるようにしているが、目標発電電力にかかわらず一定値としても構わない。

【0060】

ステップ S24 において、コントローラ 140 は、発電要求コンプレッサ吸入流量と希

50

積要求コンプレッサ吸入流量とに基づいて、目標コンプレッサ吸入流量を算出する。具体的には、発電要求と希釈要求の両者を満足させるために、発電要求コンプレッサ吸入流量及び希釈要求コンプレッサ吸入流量のうちの大きい方を、目標コンプレッサ吸入流量として算出する。なお、本実施形態では、発電要求コンプレッサ吸入流量及び希釈要求コンプレッサ吸入流量のうちの大きい方を、目標コンプレッサ吸入流量として算出しているが、例えばコンプレッサ10でサージを回避するために必要なカソードガス流量（サージ要求コンプレッサ吸入流量）と、上記2つの要求コンプレッサ吸入流量の最も大きいものを目標コンプレッサ吸入流量として算出しても良い。

【0061】

図3に戻り、ステップS3において、コントローラ140は、燃料電池システム100の運転状態に応じて変化する目標コンプレッサ吸入流量に基づいて、コンプレッサ10の目標出力トルクを算出する。コンプレッサ10の目標出力トルクは、検出コンプレッサ吸入流量を目標コンプレッサ吸入流量にするために必要なコンプレッサ10の出力トルクに相当する。

【0062】

ステップS4において、コントローラ140は、高圧タンク131からタービン30に供給される作動流体としてのアノードガスが有するエネルギー量に基づいて、タービン30の出力可能トルクを算出する。具体的には、図5のテーブルに示すように、タービン30に供給される作動流体としてのアノードガスの圧力に基づいて、タービン30の出力可能トルクを算出する。アノードガスが有するエネルギー量と相関関係にあるパラメータとしては、圧力以外にも流量が挙げられるので、アノードガスの流量に基づいてタービン30の出力可能トルクを算出することもできる。

【0063】

なお、タービン30に供給される作動流体としてのアノードガスの圧力、すなわち燃料電池スタック110に供給されるアノードガスの圧力は、燃料電池システム100（若しくは燃料電池スタック110）の運転状態に基づいて制御されている。具体的には、燃料電池スタック110に供給されるアノードガスの圧力が、燃料電池スタック110に供給されるカソードガスの圧力以上となるように、コントローラ140が燃料電池システム100の運転状態に基づいてアノード調圧弁133の開度を制御している。

【0064】

ステップS5において、コントローラ140は、クラッチ40の接続が許可されている運転状態か否かを判定する。本実施形態では、燃料電池システム100（若しくは燃料電池スタック110）の要求によりアノードガスが燃料電池スタック110に供給されない運転状態の場合、例えばアイドルストップ制御時にカソードガスのみを燃料電池スタック110に供給する運転状態の場合、コントローラ140はクラッチ40の接続が許可されていない運転状態であるとしてステップS11の処理に進む。また、燃料電池システム100（若しくは燃料電池スタック110）の起動中初期は、水素希釈を確実なものとするためにカソードガスのみを供給し、起動中後期からアノードガスを供給するようにしているため、この場合もクラッチ40の接続を許可せずにステップS11の処理に進む。さらに燃料電池システム100（若しくは燃料電池スタック110）の停止中後期もカソードガスのみを供給するようにしているため、この場合もクラッチ40の接続を許可せずにステップS11の処理に進む。このようにシステム起動中初期や停止中後期、アイドルストップ制御時等にカソードガスのみを燃料電池スタック110に供給する運転状態の場合、コントローラ140はクラッチ40の接続が許可されていない運転状態であるとしてステップS11の処理に進む。一方でコントローラ140は、アノードガスが燃料電池スタック110に供給される通常の運転状態の場合は、クラッチ40の接続が許可されている運転状態であるとしてステップS6の処理に進む。このように、コントローラ140は、タービン30の動力源となるアノードガスの状態に基づいてクラッチ40を制御している。

【0065】

なお、アノードガスが燃料電池スタック110に供給されない運転状態というのは、換

10

20

30

40

50

言すれば、タービン30の出力可能トルクがゼロとなる運転状態のときであり、タービン30が回転していない運転状態のときである。したがって、ステップS5においてクラッチ40の接続が許可されていない運転状態と判定したときは、クラッチ40を解放状態とせず、直接ステップS12に進んでもよい。ただし、この場合はタービン30が電動モータ20の負荷として作用してしまうので、本実施形態のようにクラッチ40を解放状態とした方が望ましい。

【0066】

ステップS6において、コントローラ140は、コンプレッサ10の目標出力トルクからタービン30の出力可能トルクを減じた差分トルクを算出する。

【0067】

ステップS7において、コントローラ140は、クラッチ40を接続するか否かを判定する。具体的には、差分トルクが所定のクラッチ接続閾値（所定閾値）未満か否かを判定する。

【0068】

コントローラ140は、差分トルクがクラッチ接続閾値未満であれば、クラッチ40を接続状態として、電動モータ20とタービン30とでコンプレッサ10を駆動するか、又はタービン30のみでコンプレッサ10を駆動すべく、ステップS7の処理に進む。一方でコントローラ140は、差分トルクがクラッチ接続閾値以上であれば、クラッチ40を解放状態として電動モータ20のみでコンプレッサ10を駆動すべく、ステップS11の処理に進む。

【0069】

差分トルクがクラッチ接続閾値以上のときに電動モータ20のみでコンプレッサ10を駆動するのは以下の理由による。すなわち、差分トルクがクラッチ接続閾値以上となるのは、例えば、燃料電池スタック110にアノードガスの供給を開始した直後など、アノードガスの圧力が十分に立ち上がる前でタービン30の出力可能トルクが小さいときが挙げられる。このような場合は、タービン30によって得られる動力が小さいので、電動モータ20のみでコンプレッサ10を駆動した方が安定したカソードガスの供給を行うことができるためである。

【0070】

また、差分トルクがクラッチ接続閾値以上となるのは、例えば急加速時等に過渡的にコンプレッサ10の目標出力トルクが急増し、タービン30の出力可能トルクがコンプレッサ10の目標出力トルクに対して小さくなったときが挙げられる。このような場合は、応答性や制御性に優れる電動モータ20のみでコンプレッサ10を駆動した方が、素早く、また精度良くコンプレッサ10の出力トルクを目標出力トルクに制御でき、過渡時の制御性能を向上させることができるためである。

【0071】

このように本実施形態では、差分トルクに応じて、コンプレッサ10を電動モータ20のみで駆動するか、タービン30のみで駆動するか、又は電動モータ20とタービン30とで駆動するかを切り替えるようにしている。ここで、差分トルクは、動力源となるアノードガスの状態（圧力や流量）に応じて変化する。

【0072】

つまり本実施形態では、動力源となるアノードガスの状態に応じて、電動モータ20及びタービン30の一方又は双方によってコンプレッサ10を駆動するかを選択し、燃料電池システム100（若しくは燃料電池スタック110）の運転状態に応じた適切な駆動源でコンプレッサ10を駆動できるようにしている。前述のクラッチ接続閾値は、燃料電池システム100の運転状態に応じた適切な駆動源でコンプレッサ10を駆動できるように適宜設定すれば良いものである。

【0073】

ステップS8において、コントローラ140は、クラッチ40を接続状態とする。

【0074】

10

20

30

40

50

ステップS 9において、コントローラ140は、電動モータ20の出力トルクを、アノードガスの圧力又は流量に基づいて定まるタービン30の出力可能トルクに応じて制御することで、電動モータ20とタービン30とでコンプレッサ10を駆動するか、又はタービン30のみでコンプレッサ10を駆動する。

【0075】

具体的には、コントローラ140は、ステップS 6で算出した差分トルクがゼロよりも大きければ（出力可能トルクが目標出力トルクよりも小さければ）、電動モータ20の目標出力トルクを差分トルクに設定し、電動モータ20とタービン30とでコンプレッサ10を駆動する。すなわち、電動モータ20で差分トルクを発生させると共に、タービン30で出力可能トルクを発生させることでコンプレッサ10の出力トルクをステップS 3で算出した目標出力トルクに制御する。このように、コンプレッサ10が電動モータ20とタービン30とで駆動される運転状態としては、例えば燃料電池スタック110が高負荷で定常運転されているときに挙げられる。

10

【0076】

一方でコントローラ140は、ステップS 6で算出した差分トルクがゼロ以下であれば（出力可能トルクが目標出力トルク以上であれば）、電動モータ20の目標出力トルクをゼロに設定し、タービン30のみでコンプレッサ10を駆動する。このように、コンプレッサ10がタービン30のみで駆動される運転状態としては、例えば燃料電池スタック110が低負荷で定常運転されているときに挙げられる。

【0077】

なお、タービン30のみでコンプレッサ10が駆動される場合は、ステップS 3で算出したコンプレッサ10の目標出力トルク以上のトルク（＝出力可能トルク）でコンプレッサ10が駆動されることになる。したがって、コンプレッサ吸入流量が目標コンプレッサ吸入流量以上となってしまいが、燃料電池スタック110にとって不要な余剰なカソードガスは、以下のステップS 10のバイパス弁制御によってバイパス通路127に流され、問題が生じないようにしている。

20

【0078】

ステップS 10において、コントローラ140は、検出スタック供給流量と目標スタック供給流量との偏差に基づいて、検出スタック供給流量が目標スタック供給流量となるようにバイパス弁128をフィードバック制御する。

30

【0079】

タービン30のみでコンプレッサ10が駆動される場合や、希釈要求コンプレッサ吸入流量が目標コンプレッサ吸入流量として設定されている場合などは、スタック要求コンプレッサ供給流量以上のカソードガスがコンプレッサ10から吐出されることになる。そのため、発電に不要な余剰なカソードガスが燃料電池スタック110に供給されることになる。したがって、このように検出スタック供給流量が目標スタック供給流量となるようにバイパス弁128をフィードバック制御して、発電に不要な余剰なカソードガスがバイパス通路28へ流れるようにしている。

【0080】

ステップS 11において、コントローラ140は、クラッチ40を解放状態とする。

40

【0081】

ステップS 12において、コントローラ140は、電動モータ20の目標出力トルクを、ステップS 3で算出したコンプレッサ10の目標出力トルクに設定して、電動モータ20のみでコンプレッサ10を駆動する。このように、差分トルクがクラッチ接続閾値以上となる運転状態としては、例えば燃料電池スタック110にアノードガスの供給を開始した直後など、アノードガスの圧力が十分に立ち上がる前でタービン30の出力可能トルクがコンプレッサ10の目標出力トルクに対して小さいときに挙げられる。また、例えば急加速時等に過渡的にコンプレッサ10の目標出力トルクが急増し、タービン30の出力可能トルクがコンプレッサ10の目標出力トルクに対して小さくなったときに挙げられる。

【0082】

50

このようにコントローラ 140 は、燃料電池システム 100 の運転状態に応じて、タービン 30 の動力源となるアノードガスの圧力又は流量を制御し、アノードガスの圧力又は流量に基づいて、コンプレッサ 10 を駆動する駆動源を選択する。すなわち、タービン 30 の動力源となるアノードガスの圧力又は流量に基づいて、クラッチ 40 を制御するとともに電動モータ 20 の出力を制御することで、コンプレッサ 10 を駆動する駆動源が選択される。

【0083】

具体的には、コントローラ 140 は、燃料電池システム 100 の運転状態に基づいてコンプレッサ 10 の目標出力トルクを算出し、作動流体としてのアノードガスの圧力又は流量に基づいてタービン 30 の出力可能トルクを算出し、コンプレッサ 10 の目標出力トルクとタービン 30 の出力可能トルクとに基づいて、クラッチ 40 を制御するとともに電動モータ 20 の出力を制御する。

10

【0084】

すなわちコントローラ 140 は、タービン 30 の出力可能トルクがコンプレッサ 10 の目標出力トルク以上のときは（差分トルク > 0 ）、クラッチ 40 を接続状態にすると共に、電動モータ 20 の出力トルクをゼロに制御し、タービン 30 の出力のみでコンプレッサ 10 を駆動する。

【0085】

また、コントローラ 140 は、タービンの出力可能トルクがゼロのときは、電動モータ 20 の出力トルクを目標出力トルクに制御し、電動モータ 20 の出力のみでコンプレッサ 10 を駆動する。この場合は、クラッチ 40 を解放状態としても良いし、接続状態としても良い。また、コントローラ 140 は、コンプレッサ 10 の目標出力トルクからタービン 30 の出力可能トルクを減じた差分トルクがクラッチ接続閾値以上のときは、クラッチ 40 を解放状態にして電動モータ 20 の出力トルクを目標出力トルクに制御し、電動モータ 20 の出力のみでコンプレッサ 10 を駆動する。

20

【0086】

さらに、コントローラ 140 は、タービン 30 の出力可能トルクがコンプレッサ 10 の目標出力トルクよりも小さいときは（差分トルク < 0 ）、クラッチ 40 を接続状態にすると共に、電動モータ 20 の出力とタービン 30 の出力とでコンプレッサ 10 を駆動する。

【0087】

上記した本実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

30

【0088】

本実施形態による燃料電池の制御装置は、燃料電池スタック 110 にカソードガスを供給するコンプレッサ 10 と、駆動モータとしての電動モータ 20 と、駆動モータ以外を動力源とする駆動体としてのタービン 30 との少なくとも 2 つのコンプレッサ駆動源を含み、これらコンプレッサ駆動源によりコンプレッサ 10 を駆動させる駆動装置 11 と、制御部としてのコントローラ 140 と、を備え、コントローラ 140 は、燃料電池システム 100 の運転状態に基づいて、動力源となるアノードガスの状態（圧力又は流量）を制御し、アノードガスの状態に基づいて、コンプレッサ駆動源の中から使用する駆動源を選択する。

40

【0089】

そのため、本実施形態によれば、動力源の状態に応じた適切な動力割合で電動モータ 20 及びタービン 30 を駆動して、コンプレッサ 10 を駆動することができる。したがって、コンプレッサ 10 を駆動する際の電動モータ 20 の負担を下げることができ、電動モータ 20 の小型化、ひいてはカソードガス供給装置 1 の小型化を図ることができる。

【0090】

また、本実施形態によれば、駆動装置 11 は、駆動体としてのタービン 30 の駆動力をコンプレッサ 10 に伝達する動力伝達経路としての出力回転軸 24 にクラッチ 40 を備える。そしてコントローラ 140 は、動力源となるアノードガスの状態に基づいて、クラッチ 40 を制御する共に電動モータ 20 を制御する。したがって、アノードガスが有するエ

50

エネルギーを有効に活用してタービン30を駆動しつつ、電動モータ20の駆動力を利用してコンプレッサ10を駆動することができる。

【0091】

そのため、例えば電動モータだけでコンプレッサを駆動するようなカソードガス供給装置と比べて、コンプレッサ10を駆動するために電動モータ20に要求される動力性能を抑えることができる。よって、電動モータ20の小型化、ひいてはカソードガス供給装置1の小型化を図ることができる。また、電動モータ20を小型化することで、カソードガス供給装置1の製造コストを低減することが可能となる。

【0092】

また、燃料電池システム100若しくは燃料電池スタック110の運転状態に応じて応答性や制御性に優れる電動モータ20によりコンプレッサ10を駆動することができる。そのため、例えば高圧タンクから燃料電池スタックに供給されるアノードガスだけでコンプレッサを駆動するようなカソードガス供給装置と比べて、緻密なカソードガス流量の制御が可能となる。さらに、高圧タンク131から燃料電池スタック110にアノードガスを供給しない運転状態のときであっても、電動モータ20によりコンプレッサ10を駆動することができる。

10

【0093】

また、本実施形態によれば、コントローラ140は、例えばアイドルストップ制御時など、燃料電池システム100若しくは燃料電池スタック110の要求により燃料電池スタック110にアノードガスを供給しない運転状態になったときは、クラッチ40を解放し、電動モータ20のみでコンプレッサ10を駆動させる。そのため、アイドルストップ制御時にタービン30が電動モータ20の負荷となるのを防止できる。

20

【0094】

また、本実施形態によれば、コントローラ140は、燃料電池システム100若しくは燃料電池スタック110の起動中初期又は停止中後期には、クラッチ40を解放し、電動モータ20のみでコンプレッサ10を駆動させる。そのため、燃料電池システム100の起動中初期には、アノードガスを供給せずに電動モータ20のみでコンプレッサ10を駆動してカソードガスを供給できるので、起動中初期に水素希釈が不十分になるのを防止できる。さらにタービン30が電動モータ20の負荷となるのを防止できる。また、起動中後期においてもタービン30が電動モータ20の負荷となるのを防止できる。

30

【0095】

また、本実施形態によれば、タービン30の動力源として燃料電池スタック110に供給されるアノードガスを用いているので、高圧のアノードガスを有効活用でき、燃料電池システム100におけるエネルギー効率を高めることが可能となる。高圧タンク131から排出される際にアノードガスの温度は低下するため、比較的低温のアノードガスがタービン30に供給されることとなり、カソードガス供給装置1のタービン30周りの部品の温度上昇を抑制することが可能となる。

【0096】

また、本実施形態では、コントローラ140は、タービン30の出力可能トルクがコンプレッサ10の目標出力トルク以上のときは(差分トルク 0)、電動モータ20の出力トルクをゼロに制御し、タービン30の出力のみでコンプレッサ10を駆動する。このように、タービン30の出力可能トルクがコンプレッサ10の目標出力トルク以上のときは、タービン30のみでコンプレッサ10を駆動するようにすることで、アノードガスのエネルギーを有効活用して電動モータ20の消費電力を抑えることができる。

40

【0097】

また、本実施形態では、コントローラ140は、タービン30の出力可能トルクがゼロのときは、電動モータ20の出力トルクを目標出力トルクに制御し、電動モータ20の出力のみでコンプレッサ10を駆動する。したがって、たとえ作動流体供給装置50からアノードガスが供給されない運転状態であっても、電動モータ20でコンプレッサ10を駆動して、コンプレッサ10の出力を目標出力トルクに制御することができる。

50

【0098】

また、本実施形態では、コントローラ140は、コンプレッサ10の目標出力トルクからタービン30の出力可能トルクを減じた差分トルクがクラッチ接続閾値（所定閾値）以上のときは、クラッチ40を解放状態にして電動モータ20の出力トルクを目標出力トルクに制御し、電動モータ20の出力のみでコンプレッサ10を駆動する。これにより、タービン30の出力が不足しているときや、急加速時等に過渡的にコンプレッサ10の目標出力トルクが急増したときであっても、応答性や制御性に優れる電動モータ20によって素早く、また精度良くコンプレッサ10の出力トルクを目標出力トルクに制御することができる。また、クラッチ40が解放状態にされるので、タービン30が電動モータ20の負荷になることもないので、より応答良く電動モータ20によってコンプレッサ10を制

10

【0099】

また、本実施形態では、コントローラ140は、タービン30の出力可能トルクがコンプレッサ10の目標出力トルクよりも小さいときは（差分トルク >0 ）、電動モータ20の出力とタービン30の出力とでコンプレッサ10を駆動する。これにより、電動モータ20のみで駆動する場合よりも、コンプレッサ10を駆動する際に電動モータ20に要求される出力トルクを抑えることができるので、電動モータ20の消費電力を抑えることができる。

【0100】

なお、本実施形態では、図5のテーブルを参照し、アノードガスの圧力に基づいてタービン30の出力可能トルクを算出していたが、図6に示すマップを参照し、アノードガスの圧力及び温度に基づいてタービン30の出力可能トルクを算出することもできる。アノードガスの温度は、例えば高圧タンク131とタービン30との間のアノードガス供給通路132に温度センサを設けて検出すれば良い。アノードガスの温度が高くなるほど、アノードガスの密度が上がって作動流体としてのアノードガスの有するエネルギー量も多くなる。したがって、図6のマップに示すように、温度が高くなるほどタービン30の出力可能トルクが高くなるように補正することで、タービン30の出力可能トルクを精度良く算出することができる。

20

【0101】

また、本実施形態では、タービン30のみでコンプレッサ10を駆動する場合に、コンプレッサ10の出力トルクが目標出力トルクよりも大きいタービン30の出力可能トルクとなっていた。そのため、コンプレッサ吸入流量が目標コンプレッサ吸入流量よりも多くなっていた。そこで、タービン30のみでコンプレッサ10を駆動するときは、コンプレッサ10の出力トルクが目標出力トルクとなるように、例えばクラッチ40を半クラッチ状態としてクラッチ40の伝達トルク容量を制御することもできる。具体的には、コンプレッサ吸入流量が目標コンプレッサ吸入流量となるように、クラッチ40の伝達トルク容量をフィードバック制御する。

30

【0102】

ここで、燃料電池スタック110を低負荷で定常運転しているときは、アノードガスを一定圧で供給しながら、燃料電池スタック110内のカソード側に溜まった水を除去するために、目標コンプレッサ吸入流量（カソードガスの圧力）を周期的に増減させて間欠的にカソードガスを供給する運転状態に切り替わることがある。

40

【0103】

したがって、燃料電池スタック110が低負荷で定常運転されていて、例えばタービン30のみでコンプレッサ10を駆動できる運転状態となったときに、コンプレッサ10の出力トルクが目標出力トルクとなるようにクラッチ40の伝達トルク容量を制御するようになれば、タービン30のみでコンプレッサ10を駆動する場合であっても、コンプレッサ吸入流量を目標コンプレッサ吸入流量に制御することができる。

【0104】

このように、燃料電池スタック110にアノードガスを供給しつつ間欠的にカソードガ

50

スを供給する運転状態になったときは、クラッチ 40 を締結及び解放させることで燃料電池スタック 110 に間欠的にカソードガスを供給すれば、目標コンプレッサ吸入流量が周期的に増減したとしても、電動モータ 20 を駆動せずにタービン 30 のみでコンプレッサ吸入流量を目標コンプレッサ吸入流量に制御することができる。よって、目標コンプレッサ吸入流量を実現しながら、電動モータ 20 の消費電力を抑えることができる。

【0105】

また、本実施形態では電動モータ 20 とタービン 30 とをクラッチ 40 を介して接続しているが、クラッチ 40 は必ずしも設ける必要はない。クラッチ 40 を設けなかった場合は、差分トルクがゼロ以下のときはタービン 30 のみでコンプレッサ 10 を駆動し、差分トルクがゼロよりも大きければ電動モータ 20 とタービン 30 とでコンプレッサ 10 を駆動すれば良い。このようにしても、上記と同様の効果を得ることができる。

10

【0106】

また本実施形態では、動力源となるアノードガスの状態に基づいて、クラッチ 40 を制御する共に電動モータ 20 を制御していたが、以下のように電動モータ 20 及びクラッチ 40 を制御するようにしてもよい。すなわち、燃料電池システム 100 の運転状態に基づいて、電動モータ 20 を制御するとともに、電動モータ 20 の駆動力をタービン 30 の駆動力で補うように、動力源となるアノードガスの状態に基づいてクラッチ 40 を制御しても良い。

【0107】

電動モータ 20 を小型化すると、燃料電池システム 100 の運転状態に応じたコンプレッサ 10 の目標出力トルクを電動モータ 20 の駆動力だけでは賄いきれなくなる場合がある。このような場合は、電動モータ 20 の駆動力をタービン 30 の駆動力で補うように、動力源となるアノードガスの状態に基づいてクラッチ 40 を制御してやればよい。クラッチ 40 は、単に接続状態とするだけでもよいし、コンプレッサ 10 の出力トルクが目標出力トルクとなるように、例えばクラッチ 40 を半クラッチ状態としてクラッチ 40 の伝達トルク容量を制御しても良い。具体的には、コンプレッサ吸入流量が目標コンプレッサ吸入流量となるように、クラッチ 40 の伝達トルク容量をフィードバック制御すれば良い。

20

【0108】

< 第 2 実施形態 >

次に図 7 及び図 8 を参照して、本発明の第 2 実施形態について説明する。なお、以下の実施形態では、第 1 実施形態と同じ機能を果たす構成等には同一の符号を用い、重複する説明を適宜省略する。

30

【0109】

図 7 は、本発明の第 2 実施形態による車両用の燃料電池システム 100 の概略構成図である。

【0110】

図 7 に示すように、本実施形態による燃料電池システム 100 の作動流体供給装置 50 は、アノードガスとは異なる作動流体をタービン 30 に供給してタービン 30 を駆動するように構成される。本実施形態では、燃料電池システム 100 を搭載した車両等の室内の温度を調整する空調装置 50 A を、作動流体供給装置 50 として利用する。

40

【0111】

図 8 は、空調装置 50 A の概略構成図である。

【0112】

図 8 に示すように、空調装置 50 A は、室内に調温された空気を導入するための通路となる空調ダクト 51 と、インタードア 52 と、フロア 53 と、エアミックスドア 54 と、を備える。また、空調装置 50 A は、空調ダクト 51 内の空気を加熱・冷却するための装置として、冷媒用コンプレッサ 61 と、室内コンデンサ 62 と、室外熱交換器 63 と、エバポレータ 64 と、アキュムレータ 65 と、これらを冷媒が循環可能なように接続する配管 66 A - 66 D と、を備える。

【0113】

50

インテークドア52は、空調ダクト51に導入する空気を、室内の空気（内気）又は室外の空気（外気）のいずれか一方に切り替えるものである。インテークドア52は、コントローラ140によってその位置が制御され、室内の空気を導入するときは外気導入口52Aを閉鎖し、室外の空気を導入するときは内気導入口52Bを閉鎖する。

【0114】

ブロー53は、外気導入口52A又は内気導入口52Bを介して吸入した空気を室内に向けて送風する。

【0115】

エアミックスドア54は、冷房時と暖房時とで空調ダクト51内の空気の流れを切り替えるものである。エアミックスドア54は、コントローラ140によってその位置が制御される。エアミックスドア54は、冷房時には、後述する室内コンデンサ62に空気が流入しないように、室内コンデンサ62の前面と対向する位置（図8の実線の位置）に制御される。一方、暖房時には、室内コンデンサに空気が流入するように、室内コンデンサ62の前面と対向しない位置（図8の破線の位置）に制御される。

10

【0116】

冷媒用コンプレッサ61は、配管66Dの冷媒を吸入して圧縮し、高温高圧となった冷媒を配管66Aに吐出する。配管66Aには、冷媒用コンプレッサ61から吐出された冷媒の圧力を検出する冷媒用圧力センサ69が設けられる。

【0117】

室内コンデンサ62は、空調ダクト51内に配置される。室内コンデンサ62は、暖房時に熱交換器として機能し、配管66Aを流れてきた高温高圧の冷媒と、空調ダクト51内の空気と、の間で熱交換を行い、空調ダクト51内の空気を加熱する。一方、室内コンデンサ62は、冷房時にはエアミックスドア54が室内コンデンサ62に空気が流入しないようにしているので熱交換器として機能せず、配管66Aを流れてきた高温高圧の冷媒をそのまま通過させる。

20

【0118】

室内コンデンサ62を通過した冷媒が流れる配管66Bには、第1膨張弁67Aと、第1膨張弁67Aに対して並列に配置された電磁弁67Bと、が設けられる。

【0119】

第1膨張弁67Aは、冷媒を膨張させて減圧させることで、冷媒の温度を低下させる。

30

【0120】

電磁弁67Bは、コントローラ140によって開閉制御される。電磁弁57Bは、暖房時に閉弁されて、冷媒が第1膨張弁57A側の配管66Bを流れるように冷媒の流路を切り替える。一方、冷房時に開弁されて、冷媒が電磁弁57B側の配管66Bを流れるように冷媒の流路を切り替える。

【0121】

室外熱交換器63は、配管66Bを流れてきた高温高圧の冷媒と、コンデンサファン63Aによって吸い込まれた室外の空気と、の間で熱交換を行う。室外熱交換器63に導入された高温高圧の冷媒は、室外熱交換器63で冷却されて、中温高圧の冷媒となって配管66Cに排出される。

40

【0122】

配管66Cには、三方弁68Aと、第2膨張弁68Bと、が設けられる。

【0123】

三方弁68Aは、冷媒の流路を切り替えるものであって、コントローラ140によって制御される。三方弁68は、暖房時には冷媒が配管66Dに流れるように冷媒の流路を切り替える。一方、冷房時には冷媒が第2膨張弁68Bを介してエバポレータ64に流れるように冷媒の流路を切り替える。

【0124】

第2膨張弁68Bは、冷媒を膨張させて減圧させることで、冷媒の温度を低下させる。冷房時には、配管66Cを流れる中温高圧の冷媒は、第2膨張弁68Bによって冷却され

50

、低温低圧の冷媒となってエバポレータ 6 4 に導入される。

【 0 1 2 5 】

エバポレータ 6 4 は、室内コンデンサ 6 2 よりも上流の空調ダクト 5 1 内に配置される。エバポレータ 6 4 は、冷房時に第 2 膨張弁 6 8 B を通過して配管 6 6 C を流れてきた低温低圧の冷媒と、空調ダクト 5 1 内の空気と、の間で熱交換を行い、空調ダクト 5 1 内の空気を冷却すると共に加湿する。

【 0 1 2 6 】

アキュムレータ 6 5 は、冷媒用コンプレッサ 6 1 に吸入される冷媒が流れる配管 6 6 D に設けられる。アキュムレータ 6 5 は、配管 6 6 A - 6 6 D を循環する余剰の冷媒を一時的に蓄えると共に、冷媒の気液を分離してガス冷媒を冷媒用コンプレッサ 6 1 に吸入させる。

10

【 0 1 2 7 】

このように空調装置 5 0 A は、冷房時にはブロア 5 3 から送風された空気をエバポレータ 6 4 で冷却して室内に導入する。一方、暖房時にはブロア 5 3 から送風された空気を室内コンデンサ 6 2 で加熱し、さらに必要に応じて室内コンデンサ 6 2 の下流に配置された P T C ヒータ 5 5 によって加熱して室内に導入する。

【 0 1 2 8 】

そして本実施形態では、空調装置 5 0 A の配管 6 6 A - 6 6 D を循環する冷媒を、タービン 3 0 を回転駆動させるための作動流体として使用する。つまり、タービン 3 0 の動力源として空調用の配管 6 6 A - 6 6 D を循環する冷媒を用い、具体的には配管 6 6 A を流れる高圧の冷媒を作動流体として使用する。

20

【 0 1 2 9 】

そのために本実施形態では、相対的に高圧の冷媒が流れる配管 6 6 A から分岐して配管 6 6 B に接続される配管 7 0 を空調装置 5 0 A に設け、配管 7 0 にタービン 3 0 を配置するようにした。配管 7 0 は、配管 6 6 A とタービン 3 0 の吸入口とを接続する配管 7 0 A と、タービン 3 0 の排出口と配管 6 6 B とを接続する配管 7 0 B と、で構成される。配管 7 0 A には、タービン 3 0 に吸入される冷媒の流量を調整する流量調整弁 7 1 が設けられる。

【 0 1 3 0 】

以下、図 9 のフローチャートを参照して、コントローラ 1 4 0 が実施する第 2 実施形態による燃料電池システム 1 0 0 のカソードガスの供給制御について説明する。第 1 実施形態と同様の処理を行うステップについては第 1 実施形態と同様のステップ番号を付して説明を省略する。

30

【 0 1 3 1 】

ステップ S 2 0 1 において、コントローラ 1 4 0 は、タービン 3 0 に供給される作動流体としての冷媒が有するエネルギー量に基づいて、タービン 3 0 の出力可能トルクを算出する。具体的には、図 1 0 のテーブルに示すように、冷媒用圧力センサ 6 9 で検出された冷媒の圧力に基づいて、タービン 3 0 の出力可能トルクを算出する。なお、第 1 実施形態と同様に冷媒の流量に基づいて、タービン 3 0 の出力可能トルクを算出することもできる。

【 0 1 3 2 】

40

ステップ S 2 0 2 において、コントローラ 1 4 0 は、クラッチ 4 0 の接続が許可されているか否かを判定する。本実施形態では、例えば空調装置 5 0 A が故障して冷媒を循環させることができない場合等は、コントローラ 1 4 0 はクラッチ 4 0 の接続を許可せずにステップ S 1 1 の処理に進む。一方でコントローラ 1 4 0 は、冷媒を循環させることが可能な場合は、クラッチ 4 0 の接続を許可してステップ S 6 の処理に進む。

【 0 1 3 3 】

ステップ S 2 0 3 において、コントローラ 1 4 0 は、冷媒圧力を昇圧させるか否かを判定する。具体的には、コントローラ 1 4 0 は、差分トルクが所定の冷媒圧力昇圧閾値以上か否かを判定する。冷媒圧力昇圧閾値は、クラッチ接続閾値よりも小さい値である。コントローラ 1 4 0 は、差分トルクが冷媒圧力昇圧閾値以上であれば、冷媒圧力を昇圧させる

50

ためにステップS 2 0 4の処理に進む。一方でコントローラ1 4 0は、差分トルクが冷媒圧力昇圧閾値未満であれば、冷媒圧力を現状のままとしてステップS 7の処理に進む。

【0 1 3 4】

ステップS 2 0 4において、コントローラ1 4 0は、冷媒用コンプレッサ6 1の出力トルクを、空調要求により設定されている通常の出力トルクから増大させることで冷媒圧力を昇圧させ、タービン3 0の出力可能トルクを増大させる。これにより、差分トルクを減少させる。つまり本実施形態では、燃料電池システム1 0 0（若しくは燃料電池スタック1 1 0）の要求と空調要求とに基づいて、冷媒の圧力又は流量を協調制御している。なお、冷媒用コンプレッサ6 1の通常の出力トルクは、車内の室温を自動的に設定するオートモードのときは、その自動的に設定された室温に応じて設定される。また車内の室温をドライバ等が任意に設定するマニュアルモードのときは、任意に設定された室温に応じて設定される。

10

【0 1 3 5】

このように本実施形態では、差分トルクに応じて、コンプレッサ1 0を電動モータ2 0のみで駆動するか、タービン3 0のみで駆動するか、又は電動モータ2 0とタービン3 0とで駆動するかを切り替えるようにしている。ここで、差分トルクは、動力源となる冷媒の状態（圧力や流量）に応じて変化する。

【0 1 3 6】

つまり本実施形態では、動力源となる冷媒の状態に応じて、電動モータ2 0及びタービン3 0の一方又は双方によってコンプレッサ1 0を駆動するかを選択し、燃料電池システム1 0 0の運転状態に応じた適切な駆動源でコンプレッサ1 0を駆動できるようにしている。前述の冷媒圧力昇圧閾値は、電動モータ2 0及びタービン3 0の出力トルクの割合を、燃料電池システム1 0 0の運転状態に応じた適切な割合としてコンプレッサ1 0を駆動できるように適宜設定すれば良いものである。

20

【0 1 3 7】

ステップS 2 0 5において、コントローラ1 4 0は、電動モータ2 0の出力トルクを、冷媒の圧力又は流量に基づいて定まるタービン3 0の出力可能トルクに応じて可変制御することで、電動モータ2 0とタービン3 0とでコンプレッサ1 0を駆動するか、又はタービン3 0のみでコンプレッサ1 0を駆動する。

【0 1 3 8】

具体的には、コントローラ1 4 0は、タービン3 0の出力可能トルクがコンプレッサ1 0の目標出力トルクよりも小さいときは（差分トルク > 0 ）、流量調整弁7 1を全開にすると共に電動モータ2 0の目標出力トルクを差分トルクに設定し、電動モータ2 0とタービン3 0とでコンプレッサ1 0を駆動する。

30

【0 1 3 9】

一方でコントローラ1 4 0は、タービン3 0の出力可能トルクがコンプレッサ1 0の目標出力トルク以上のときは（差分トルク ≤ 0 ）、電動モータ2 0の出力トルクをゼロに制御し、タービン3 0の出力のみでコンプレッサ1 0を駆動する。

【0 1 4 0】

タービン3 0のみでコンプレッサ1 0を駆動する場合は、流量調整弁7 1を全開にしてしまうと、ステップS 3で算出したコンプレッサ1 0の目標出力トルク以上のトルク（＝出力可能トルク）でコンプレッサ1 0が駆動されることになる。そこで本実施形態では、タービン3 0のみでコンプレッサ1 0を駆動する場合は、タービン3 0の出力トルクが目標出力トルクとなるように流量調整弁7 1の開度を制御する。具体的には、コンプレッサ吸入流量が目標コンプレッサ吸入流量となるように、流量調整弁7 1をフィードバック制御する。

40

【0 1 4 1】

なお、流量調整弁7 1を全開として、第1実施形態のようにバイパス弁制御によって燃料電池スタック1 1 0にとって不要な余剰なカソードガスをバイパス通路1 2 7に流すようにしても良い。

50

【 0 1 4 2 】

ステップ S 2 0 6 において、コントローラ 1 4 0 は、流量調整弁 7 1 を全閉にすると共に、電動モータ 2 0 の目標出力トルクをステップ S 3 で算出したコンプレッサ 1 0 の目標出力トルクに設定して、電動モータ 2 0 のみでコンプレッサ 1 0 を駆動する。このように、流量調整弁 7 1 を全閉にすることで、無駄にタービン 3 0 を駆動しなくて済む。

【 0 1 4 3 】

なお、本実施形態では、流量調整弁 7 1 を全閉にすることでタービン 3 0 を駆動しなくて済むので、タービン 3 0 が負荷になるものの、ステップ S 1 1 でクラッチ 4 0 を解放状態とせず、接続状態のままにすることもできる。

【 0 1 4 4 】

上記した第 2 実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

【 0 1 4 5 】

本実施形態によれば、タービン 3 0 の動力源として、空調用の配管 6 6 A - 6 6 D を循環する冷媒を用いる。そして、コントローラ 1 4 0 は、燃料電池システム 1 0 0 (若しくは燃料電池スタック 1 1 0) の運転状態に基づいて、動力源となる冷媒の状態 (圧力又は流量) を制御し、冷媒の状態に基づいて、コンプレッサ駆動源の中から使用する駆動源を選択するので、第 1 実施形態と同様の効果が得られる。また、空調用の冷媒に含まれるオイル分によってタービン 3 0 の軸受等を潤滑することができる。さらに、冷媒によってタービン 3 0 を駆動するので、アノードガスが供給されない運転状態であっても、タービン 3 0 を駆動することができる。

【 0 1 4 6 】

また、本実施形態では、コントローラ 1 4 0 が、燃料電池システム 1 0 0 (若しくは燃料電池スタック 1 1 0) の要求と空調要求とに基づいて、冷媒の圧力又は流量を協調制御するようにしている。

【 0 1 4 7 】

したがって、例えばタービン 3 0 の出力が低ければ、電動モータ 2 0 よりも消費電力の少ない冷媒用コンプレッサ 6 1 によって冷媒の圧力又は流量を昇圧させて、タービン 3 0 の出力を増加させることができるので、電動モータ 2 0 の出力を抑えることができる。したがって、電動モータ 2 0 の小型化が可能になると共に、燃料電池システム 1 0 0 のエネルギー効率も高めることが可能となる。

【 0 1 4 8 】

なお、本実施形態では、タービン 3 0 を駆動するための作動流体として、配管 6 6 A - 6 6 D を循環している冷媒のうち、冷媒用コンプレッサ 6 1 から吐出された相対的に高圧な冷媒を利用していたが、図 1 1 に示すように、冷媒用コンプレッサ 6 1 に吸入される相対的に温度の低い冷媒を利用することもできる。

【 0 1 4 9 】

具体的には、配管 6 6 A - 6 6 D を循環している冷媒のうち、冷媒用コンプレッサ 6 1 に吸入される相対的に温度の低い冷媒が流れる配管 6 6 D から分岐して、再び配管 6 6 D に接続される配管 8 0 を空調装置 5 0 A に設け、配管 8 0 にタービン 3 0 を配置する。そして配管 8 0 を、配管 6 6 D とタービン 3 0 の吸入口とを接続する配管 8 0 A と、タービン 3 0 の排出口と配管 6 6 D とを接続する配管 8 0 B とで構成し、配管 8 0 B に流量調整弁 7 1 を設ける。

【 0 1 5 0 】

このように構成しても、上記と同様の効果が得られる他、冷媒用コンプレッサ 6 1 に吸入される相対的に温度の低い冷媒によってタービン 3 0 を駆動することができるので、タービン 3 0 を冷却することが可能となる。

【 0 1 5 1 】

< 第 3 実施形態 >

次に図 1 2 を参照して、本発明の第 3 実施形態について説明する。

【 0 1 5 2 】

本実施形態は、作動流体供給装置 50 の構成が第 2 実施形態のものとは異なる。以下、その相違点を中心に説明する。

【0153】

図 12 に示すように、本実施形態による作動流体供給装置 50 は、圧縮空気を蓄える蓄圧タンク 90 を備え、カソードガス供給装置 1 のタービン 30 に対して、蓄圧タンク 90 に蓄えた圧縮空気を、タービン 30 を駆動するための作動流体として供給する。

【0154】

そのために本実施形態による作動流体供給装置 50 は、蓄圧タンク 90 に蓄えた圧縮空気をタービン 30 に供給するための通路として、蓄圧タンク 90 とタービン 30 の吸入口とを接続する配管 91 を備える。また、蓄圧タンク 90 に圧縮空気としてのカソードガスを導入するための通路として、カソードガス供給通路 121 とバイパス通路 127 との接続部 121A よりも上流のカソードガス供給通路 121 から分岐して、蓄圧タンク 90 に接続される配管 92 を備える。さらに、タービン 30 を駆動した圧縮空気を排出するための通路として、タービン 30 の排出口と、カソード調圧弁 126 よりも下流のカソードガス排出通路 122 と、を接続する配管 95 を備える。

【0155】

蓄圧タンク 90 には、蓄圧タンク 90 内の圧力を検出する圧縮空気用圧力センサ 93 が設けられる。蓄圧タンク 90 と配管 91 との接続部には、コントローラ 140 によって開閉制御され、タービン 30 に供給する圧縮空気の流量を調整する第 1 実施形態と同様の流量調整弁 71 が設けられる。タービン 30 の回転駆動力は、蓄圧タンク 90 内の圧力に応じて流量調整弁 71 を制御し、タービン 30 に供給される圧縮空気の圧力又は流量を調整することで制御される。

【0156】

配管 92 には、コントローラ 140 によって開閉制御され、蓄圧タンク 90 に圧縮空気を導入するときにかかれる開閉弁 94 が設けられる。

【0157】

以下、図 13 のフローチャートを参照して、コントローラ 140 が実施する第 3 実施形態による燃料電池システム 100 のカソードガスの供給制御について説明する。

【0158】

ステップ S301 において、コントローラ 140 は、タービン 30 に供給される作動流体としての圧縮空気が有するエネルギー量に基づいて、タービン 30 の出力可能トルクを算出する。具体的には、図 14 のテーブルに示すように、圧縮空気用圧力センサ 93 で検出された圧縮空気の圧力に基づいて、タービン 30 の出力可能トルクを算出する。なお、第 1 実施形態と同様に、タービン 30 に供給される圧縮空気の流量に基づいて、タービン 30 の出力可能トルクを算出することもできる。

【0159】

ステップ S302 において、コントローラ 140 は、クラッチ 40 の接続が許可されている運転状態かを判定する。コントローラ 140 は、例えば圧縮空気用圧力センサ 93 で検出された圧縮空気の圧力が所定圧力以下となっており、蓄圧タンク内の圧力が極端に低くなっている運転状態のときは、クラッチ 40 の接続を許可せずにステップ S11 の処理に進み、そうでなければステップ S6 に進む。

【0160】

図 15 は、カソードガス供給装置 1 の制御と並行してコントローラ 140 が実施する第 3 実施形態による開閉弁 94 の制御について説明するフローチャートである。

【0161】

ステップ S310 において、コントローラ 140 は、カソードガスを導入できるだけの空き容量が蓄圧タンク 90 にあるか否かの蓄圧許可判定を行う。具体的には、コントローラ 140 は、圧縮空気用圧力センサ 93 で検出された蓄圧タンク 90 内の圧縮空気の圧力が、蓄圧許可閾値未満か否かを判定する。コントローラ 140 は、蓄圧タンク 90 内の圧縮空気の圧力が蓄圧許可閾値未満であれば、空き容量があると判定してステップ S311

10

20

30

40

50

の処理に進む。一方でコントローラ140は、畜圧タンク90内の圧縮空気の圧力が畜圧許可閾値以上であれば、空き容量がないと判定してステップS314の処理に進む。

【0162】

ステップS311において、コントローラ140は、コンプレッサ10が目標コンプレッサ吸入流量以上のカソードガスを吸入しているか否かを判定する。具体的には、コントローラ140は、検出コンプレッサ吸入流量が目標コンプレッサ吸入流量よりも大きいか否かを判定する。コントローラ140は、検出コンプレッサ吸入流量が目標コンプレッサ吸入流量よりも大きければ、コンプレッサ10が必要以上のカソードガスを吸入して余剰のカソードガスを畜圧タンク90に導入する余裕があると判定し、ステップS312の処理に進む。一方でコントローラ140は、検出コンプレッサ吸入流量が目標コンプレ

10

【0163】

ステップS312において、コントローラ140は、圧縮空気用圧力センサ93で検出された畜圧タンク90内の圧縮空気の圧力と、カソード圧力センサ141で検出された燃料電池スタック110に供給されるカソードガスの圧力と、の差圧が所定値以上か否かを判定する。コントローラ140は、差圧が所定値以上であれば、コンプレッサ10から吐出されたカソードガスを畜圧タンク90に導入するべくステップS313の処理に進む。一方でコントローラ140は、差圧が所定値未満であれば、ステップS314の処理に進む。このような判定を行うのは、畜圧タンク90内の圧縮空気の圧力が、燃料電池スタック110に供給されるカソードガスの圧力よりもある程度高い状態で開閉弁94を開くよ

20

【0164】

ステップS313において、コントローラ140は、開閉弁94を開き、コンプレッサ10から吐出されたカソードガスの余剰分を畜圧タンク90に導入する。

【0165】

ステップS314において、コントローラ140は、開閉弁94を閉じる。

【0166】

上記した第3実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

30

【0167】

本実施形態によれば、タービン30の動力源として、コンプレッサから吐出された余剰のカソードガスを蓄える畜圧タンク90から供給される圧縮空気を用いる。そして、コントローラ140は、燃料電池システム100（若しくは燃料電池スタック110）の運転状態に基づいて、動力源となる圧縮空気の状態（圧力又は流量）を制御し、圧縮空気の状態に基づいて、コンプレッサ駆動源の中から使用する駆動源を選択するので、第1実施形態と同様の効果が得られる。また、圧縮空気によってタービン30を駆動するので、アノードガスが供給されない運転状態であっても、タービン30を駆動することができる。

【0168】

また本実施形態によれば、コンプレッサから吐出された余剰のカソードガスを畜圧タンク90に導入するための導入通路としての配管92に開閉弁94を備え、コントローラ140は、コンプレッサ10が燃料電池スタック110の発電に不要な余剰のカソードガスを吐出しているときに、開閉弁94を開弁する。

40

【0169】

そのため、コンプレッサ10が目標コンプレッサ吸入流量以上のカソードガスを吸入しているときに、余剰のカソードガスをまず畜圧タンク90側に導入することが可能となり、バイパス通路127に流す必要のあるカソードガスの流量を少なくすることができる。したがって、バイパス弁128の弁体を小さくすることができるのでバイパス弁128の小型化及び低コスト化を図ることができる。また余剰のカソードガスを畜圧タンク90に導入し、有効に再利用することができるので、燃料電池システム100のエネルギー効率を

50

上げることができる。

【0170】

<第4実施形態>

次に図16を参照して、本発明の第4実施形態について説明する。

【0171】

本実施形態は、作動流体供給装置50の構成が第3実施形態のものと相違する。以下、その相違点を中心に説明する。

【0172】

図16に示すように、本実施形態による作動流体供給装置50は、バイパス弁128よりも下流のバイパス通路127から分岐させた配管96を介して蓄圧タンク90にカソードガスを導入するようにしている。バイパス弁128の下流のバイパス通路127には、バイパス弁128の下流のカソードガスの圧力を検出するバイパス弁下流圧検出センサ148が設けられる。

10

【0173】

図17は、カソードガス供給装置1の制御と並行してコントローラ140が実施する第4実施形態による開閉弁94の制御について説明するフローチャートである。

【0174】

ステップS411において、コントローラ140は、コンプレッサ10から余剰のカソードガスが吐出されている運転状態か否かを判定する。具体的には、コントローラ140は、バイパス弁128が開かれているか否かを判定する。コントローラ140は、バイパス弁128が開かれていればステップS412の処理に進み、閉じられていればステップS413の処理に進む。

20

【0175】

ステップS412において、コントローラ140は、水素希釈のためにバイパス弁128を開いているか否かを判定する。具体的には、コントローラ140は、希釈要求コンプレッサ吸入流量が目標コンプレッサ吸入流量として設定されているか否かを判定する。このような判定を行うは、水素希釈のためにバイパス弁128を開いているときに、開閉弁94を開いてカソードガスを蓄圧タンク90に導入してしまうと、十分な水素希釈を行うことができないおそれがあるためである。コントローラ140は、水素希釈のためにバイパス弁128を開いていればステップS314の処理に進み、そうでなければステップS413の処理に進む。

30

【0176】

ステップS413において、コントローラ140は、バイパス弁下流圧検出センサ148で検出されたバイパス弁128の下流圧が、圧縮空気用圧力センサ93で検出された蓄圧タンク90内の圧縮空気の圧力よりも大きいか否かを判定する。コントローラ140は、バイパス弁128の下流圧が蓄圧タンク90内の圧縮空気の圧力よりも大きければステップS313の処理に進む、そうでなければステップS314の処理に進む。

【0177】

上記した第4実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

【0178】

本実施形態では、コンプレッサ10から吐出されたカソードガスの一部を、燃料電池スタック110を迂回させて排出するためのバイパス通路127と、バイパス通路127に設けられて、バイパス通路127を流れるカソードガスの流量を調整するためのバイパス弁128と、を備える。そして、コントローラ140は、コンプレッサ10が燃料電池システム100から排出される排ガス中の水素濃度を希釈するために発電に不要な余剰のカソードガスを吐出しているときは、開閉弁94の開弁を禁止する。

40

【0179】

そのため、バイパス通路127を通過するカソードガスを蓄圧タンク90に導入することができるので、これまではシステム外部に排出されていたカソードガスを有効に再利用することができ、燃料電池システム100のエネルギー効率を上げることができる。また、

50

排ガス中の水素濃度を希釈するためにバイパス通路 1 2 7 にカソードガスを流しているときは開閉弁 9 4 の開弁が禁止されるので、排出ガス中の水素濃度を確実に排出許容濃度以下にすることができる。

【 0 1 8 0 】

以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。

【 0 1 8 1 】

上記の各実施形態によるカソードガス供給装置 1 は、車両用の燃料電池システム 1 0 0 に搭載されるが、車両以外の移動体や据え置き型の燃料電池システムに搭載されてもよい。

10

【 0 1 8 2 】

また、上記の各実施形態によるカソードガス供給装置 1 は、タービン 3 0 をコンプレッサ駆動用の駆動源として備えているが、作動流体等の供給を受けて駆動されるピストンモータやダイフラムモータを駆動源として備えてもよい。

【 0 1 8 3 】

また、カソードガス供給装置 1 の構成は、上記の各実施形態のものに限らず、例えば図 1 8 に示すように、タービン 3 0 がフライホイール 3 1 を備えるように構成することもできる。

【 0 1 8 4 】

20

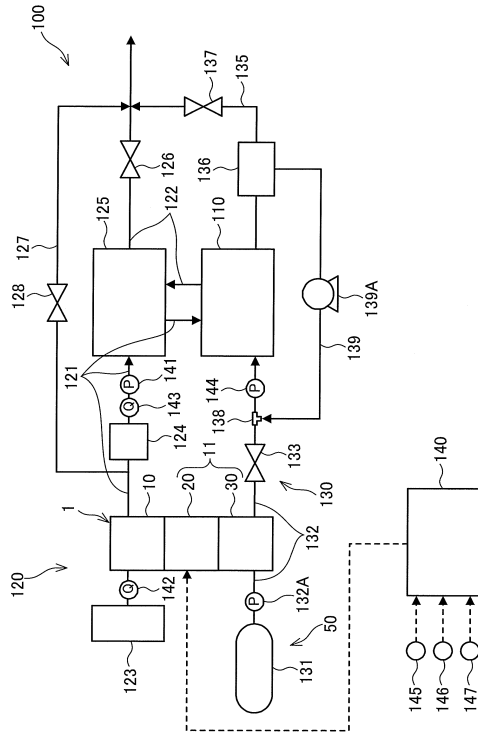
フライホイール 3 1 は、円板状の錘部材であって、タービン 3 0 の回転中心軸に固定される。タービン 3 0 のフライホイール 3 1、電動モータ 2 0、及びコンプレッサ 1 0 は同軸上に配置される。フライホイール 3 1 は、クラッチ 4 0 よりもタービン 3 0 寄りの位置であって、アノードガス供給通路 1 3 2 の外側に設けられる。なお、フライホイール 3 1 は、アノードガス供給通路 1 3 2 内に設けられてもよい。

【 0 1 8 5 】

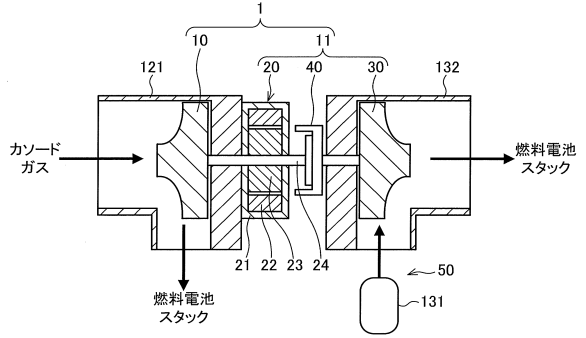
このようにタービン 3 0 がフライホイール 3 1 を備えるように構成することで、タービン 3 0 の回転エネルギーをフライホイール 3 1 に蓄えることができる。このようにフライホイール 3 1 に回転エネルギーを蓄えることで、クラッチ 4 0 の締結時におけるコンプレッサ 1 0 の回転数の低下を抑制することが可能となる。これにより、クラッチ 4 0 の締結直後にカソードガス供給量が一時的に低下してしまうことを防止でき、燃料電池システム 1 0 0 の運転状態に応じた適切なカソードガス供給を実現することが可能となる。

30

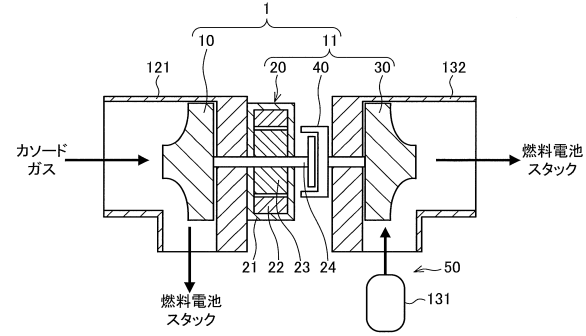
【図1】



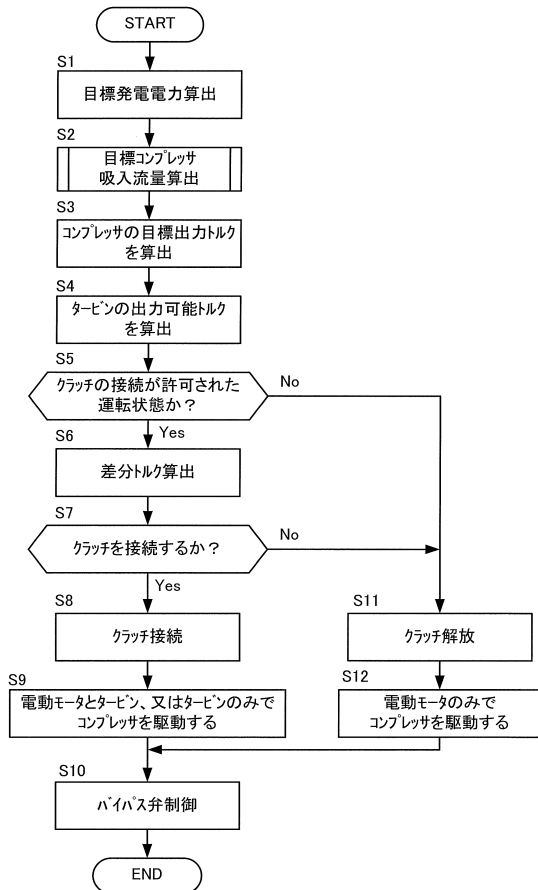
【図2A】



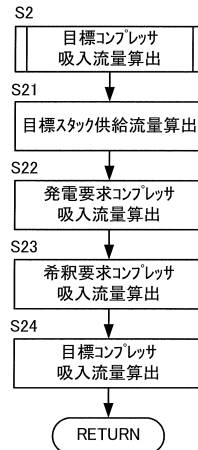
【図2B】



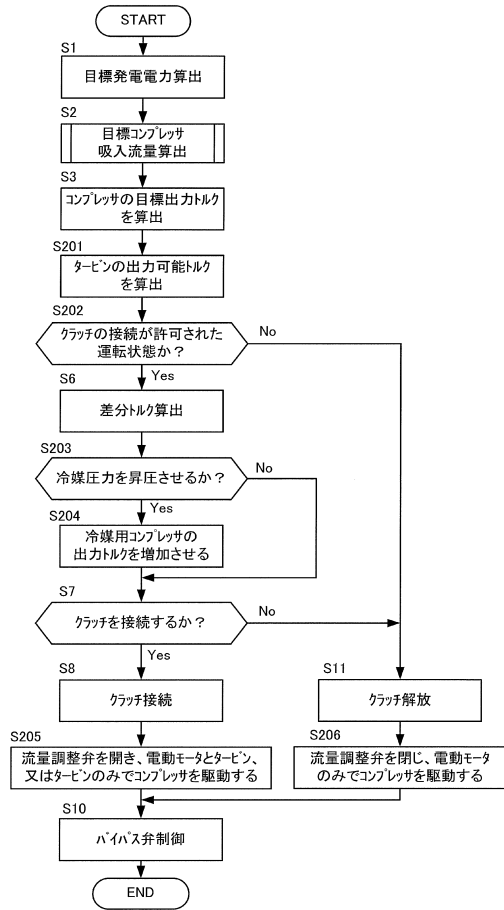
【図3】



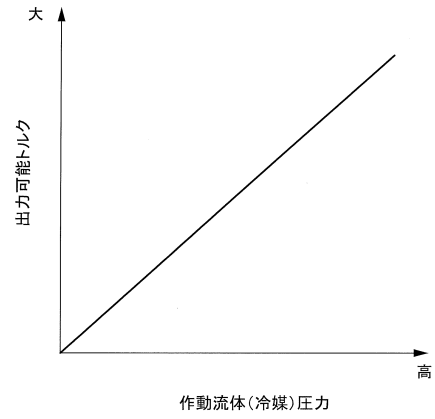
【図4】



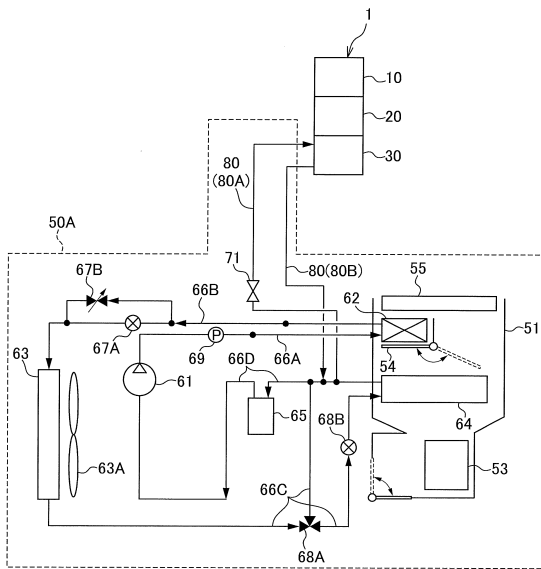
【図9】



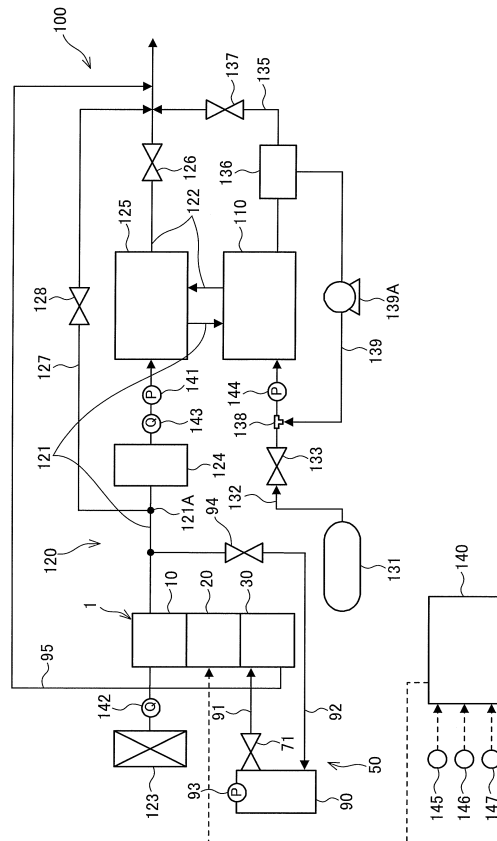
【図10】



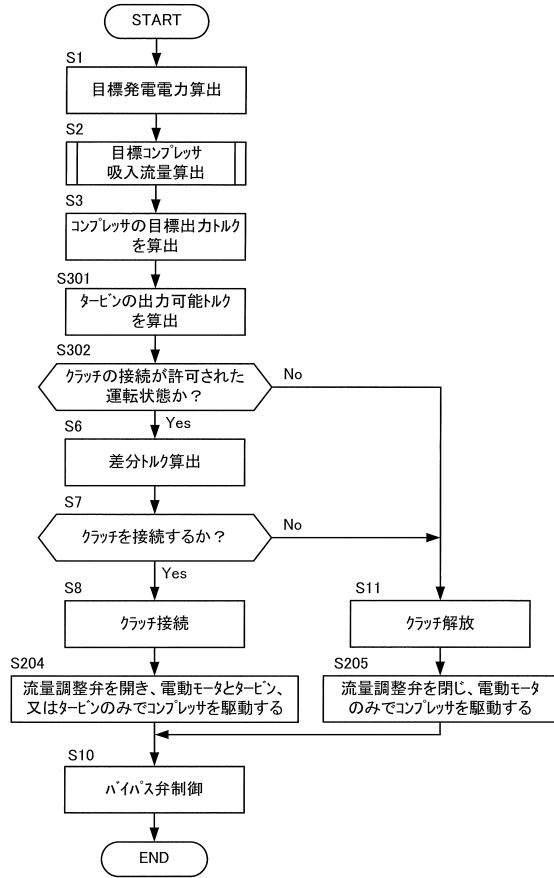
【図11】



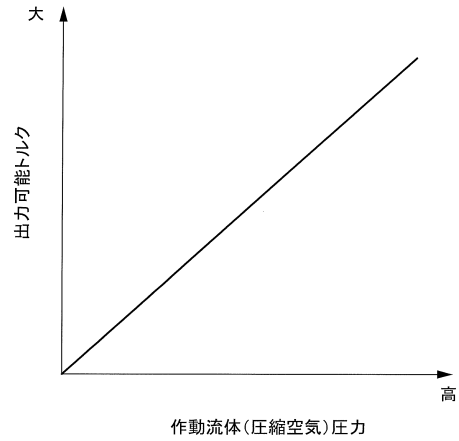
【図12】



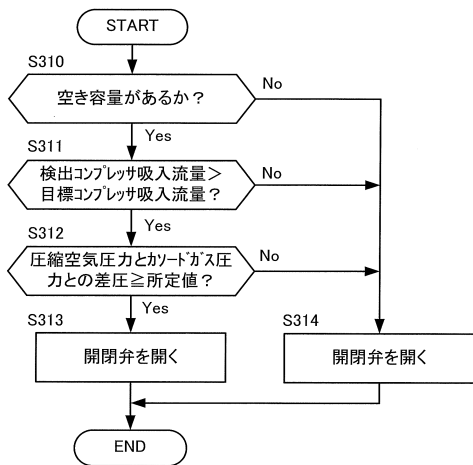
【図13】



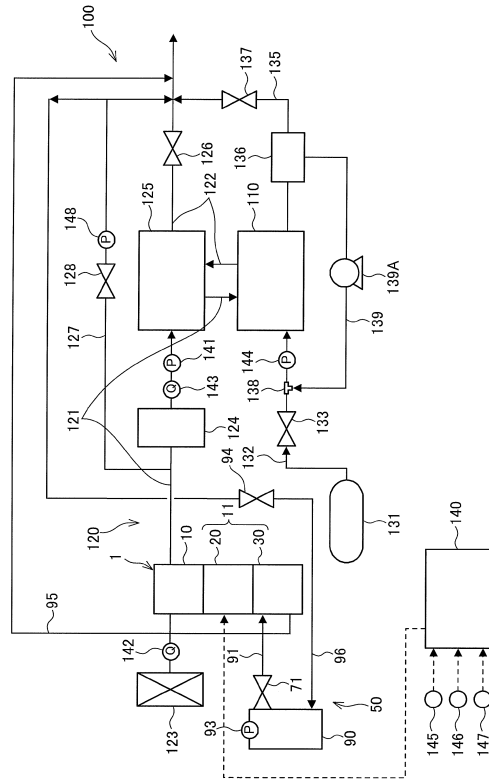
【図14】



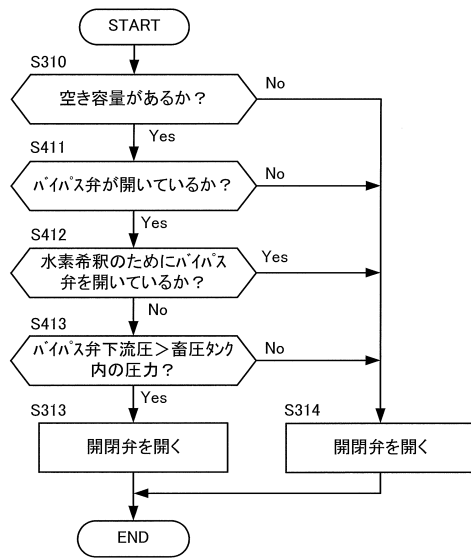
【図15】



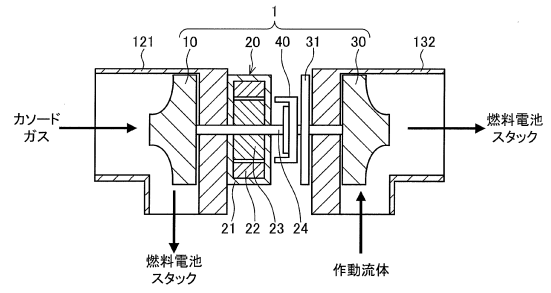
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-164457(JP,A)
特開2005-259439(JP,A)
特開2010-238417(JP,A)
特開2010-218876(JP,A)
特開2009-146832(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/00 - 8/2485