

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7655874号
(P7655874)

(45)発行日 令和7年4月2日(2025.4.2)

(24)登録日 令和7年3月25日(2025.3.25)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 M	8/04 (2016.01)	H 0 1 M	8/04	N
H 0 1 M	8/04858(2016.01)	H 0 1 M	8/04858	
H 0 1 M	8/0438(2016.01)	H 0 1 M	8/0438	
H 0 1 M	8/04313(2016.01)	H 0 1 M	8/04313	
H 0 1 M	8/04955(2016.01)	H 0 1 M	8/04955	

請求項の数 7 (全16頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2022-15903(P2022-15903)
 (22)出願日 令和4年2月3日(2022.2.3)
 (65)公開番号 特開2023-113490(P2023-113490 A)
 (43)公開日 令和5年8月16日(2023.8.16)
 審査請求日 令和6年3月11日(2024.3.11)
 (出願人による申告) 2020年度~2022年度、
 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
 燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産
 学官連携研究開発事業 / 共通課題解決型基盤技術開発 /
 大型モビリティに適應する多用途型燃料電池モジュール
 の研究開発委託業務 産業技術力強化法第17条の適用を
 受ける特許出願

(73)特許権者 317015294
 東芝エネルギーシステムズ株式会社
 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34
 (74)代理人 100091487
 弁理士 中村 行孝
 (74)代理人 100120031
 弁理士 宮嶋 学
 (74)代理人 100107582
 弁理士 関根 毅
 (74)代理人 100150717
 弁理士 山下 和也
 (74)代理人 100208188
 弁理士 榎並 薫
 (72)発明者 秋山 紗耶加
 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34
 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】

燃料電池システムであって、

水素と酸素とを用いて電気を発生させる燃料電池スタックと、
 前記燃料電池スタックに接続された空気流路と、
 を備え、

前記空気流路は、所内空気又は制御用空気が導入される圧縮空気導入口を有し、
 前記所内空気及び前記制御用空気は、前記燃料電池システムが配置される施設に既設の装
 置から供給される空気であり、

前記空気流路上には、前記圧縮空気導入口と前記燃料電池スタックとの間に、減圧弁が
 設けられ、

前記空気流路上には、前記減圧弁と前記燃料電池スタックとの間に、前記減圧弁で減圧さ
 れた空気を収容するバッファタンクと、前記バッファタンクから前記燃料電池スタックへ
 の空気の流量を調節する流量調節弁と、が設けられている、燃料電池システム。

【請求項2】

前記バッファタンクに圧縮空気を導入する補助用コンプレッサを更に備えた、請求項1
 に記載の燃料電池システム。

【請求項3】

燃料電池システムであって、

水素と酸素とを用いて電気を発生させる複数の燃料電池スタックと、

前記複数の燃料電池スタックに空気を分配する空気分配流路と、
を備え、

前記空気分配流路は、所内空気又は制御用空気が導入される圧縮空気導入口を有し、
前記所内空気及び前記制御用空気は、前記燃料電池システムが配置される施設に既設の装置から供給される空気であり、

前記空気分配流路上には、前記圧縮空気導入口と前記複数の燃料電池スタックとの間に、減圧弁が設けられ、

前記空気分配流路上には、前記減圧弁と前記複数の燃料電池スタックとの間に、前記減圧弁で減圧された空気を収容可能なバッファタンクと、前記バッファタンクから各燃料電池スタックへの空気の流量を調節する流量調節弁と、が設けられている、燃料電池システム。

10

【請求項 4】

前記バッファタンクに圧縮空気を導入する補助用コンプレッサを更に備えた、請求項 3 に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記燃料電池スタックに要求される要求発電量及び所定の上限値に基づいて当該所定の上限値以下の出力指令値を算出し、前記燃料電池スタックに当該出力指令値に応じた発電出力で発電させる制御装置と、

前記バッファタンク内の圧力を計測する圧力計と、
を更に備え、

前記制御装置は、前記圧力計によって計測された前記バッファタンク内の圧力が所定の圧力より低い場合、前記上限値を下げて新たな出力指令値を算出し、前記燃料電池スタックに当該新たな出力指令値に応じた発電出力で発電させる、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の燃料電池システム。

20

【請求項 6】

前記バッファタンク内の圧力を計測する圧力計と、
補助用コンプレッサと、

前記補助用コンプレッサで圧縮された空気を前記バッファタンクに導入する補助用空気流路と、
を更に備え、

前記補助用コンプレッサは、前記圧力計によって計測された前記バッファタンク内の圧力が所定の圧力より低い場合に起動される、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の燃料電池システム。

30

【請求項 7】

前記燃料電池スタックに要求される要求発電量に基づいて出力指令値を算出して、前記燃料電池スタックに当該出力指令値に応じた発電出力で発電させる制御装置と、

前記バッファタンク内の圧力を計測する圧力計と、
を更に備え、

前記制御装置は、前記圧力計によって計測される前記バッファタンク内の圧力が所定の圧力より低い状態が所定時間継続された場合、前記燃料電池システムを停止させる、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の燃料電池システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施の形態は、燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

燃料ガスの有している化学エネルギーを直接電気に変換するシステムとして、燃料電池システムが知られている。この燃料電池システム内の燃料電池は、燃料である水素と酸化剤である酸素とを電気化学的に反応させて、高い発電効率で電気エネルギーを取り出すことが可能である。燃料電池は、要求される発電出力に応じた流量の空気を必要とする。燃

50

料電池に空気を導入するため、燃料電池システムは例えばブロワを備えている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2013-242964号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ここで、要求される発電出力に対する燃料電池システムの発電出力の応答性向上が求められている。また、燃料電池システムの小型化が求められている。

10

【0005】

本発明は、このような点を考慮してなされたものであり、燃料電池システムの発電出力の応答性向上及び小型化を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明による燃料電池システムは、

水素と酸素とを用いて電気を発生させる燃料電池スタックと、

前記燃料電池スタックに接続された空気流路と、

を備え、

前記空気流路は、所内空気又は制御用空気が導入される圧縮空気導入口を有し、

前記空気流路上には、前記圧縮空気導入口と前記燃料電池スタックとの間に、減圧弁が設けられている。

20

【0007】

あるいは、本発明による燃料電池システムは、

水素と酸素とを用いて電気を発生させる複数の燃料電池スタックと、

前記複数の燃料電池スタックに空気を分配する空気分配流路と、

を備え、

前記空気分配流路は、所内空気又は制御用空気が導入される圧縮空気導入口を有し、

前記空気分配流路上には、前記圧縮空気導入口と前記複数の燃料電池スタックとの間に、減圧弁が設けられている。

30

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、燃料電池システムの発電出力の応答性を向上させ且つ小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、本発明の一実施の形態による燃料電池システムの構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、図1に示す燃料電池システムの変形例の構成を示すブロック図である。

【図3】図3は、図1に示す燃料電池システムの他の変形例の構成を示すブロック図である。

40

【図4】図4は、図1に示す燃料電池システムのさらに他の変形例の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の一実施の形態を、図面を参照して説明する。図1は、本発明の一実施の形態による燃料電池システム1の構成を示すブロック図である。

【0011】

図1に示す燃料電池システム1は、燃料電池スタック10と、水素供給系20と、酸素供給系30と、を備えている。燃料電池スタック10には、燃料電池スタック10から電

50

流を取り出すための電源装置 2 と出力指令値を計算して電源装置 2 に送る制御装置 7 0 とが接続されている。制御装置 7 0 には、入力部 3 が接続されている。入力部 3 を介して、燃料電池システム 1 に要求される要求発電量が制御装置 7 0 に入力される。制御装置 7 0 は、入力部 3 から入力された要求発電量に基づいて、出力指令値を計算する。また、制御装置 7 0 は、出力指令値や他の情報に基づいて、燃料電池システム 1 の各部を制御する。

【 0 0 1 2 】

燃料電池スタック 1 0 は、水素と酸素とを用いて電気を発生させる。燃料電池スタック 1 0 は、アノード電極（燃料極）1 1 と、カソード電極 1 2 と、を有している。アノード電極 1 1 には、燃料ガスとして水素が供給される。カソード電極 1 2 には、空気が供給される。燃料電池スタック 1 0 は、水素を空気中の酸素と反応させて水を生成し、この反応により電気を発生させる。この電気は、直流電流として燃料電池スタック 1 0 から出力される。

10

【 0 0 1 3 】

アノード電極 1 1 への水素の供給は、水素供給系 2 0 によって行われる。また、カソード電極 1 2 への空気の供給は、酸素供給系 3 0 によって行われる。アノード電極 1 1 に供給された水素の残りは、アノード排気として、燃料電池スタック 1 0 から排出される。また、カソード電極 1 2 に供給された空気の残りは、カソード排気として、燃料電池スタック 1 0 から排出される。図示された例では、アノード排気はアノード電極 1 1 に再び供給され、カソード排気は燃料電池システム 1 の外部に排出される。

【 0 0 1 4 】

水素供給系 2 0 は、水素貯蔵タンク等の水素供給源 2 1 と、水素流路 2 2 とを含む。水素流路 2 2 は、水素供給源 2 1 と燃料電池スタック 1 0 とを接続する。これにより、水素供給源 2 1 からの水素が、水素流路 2 2 を介して燃料電池スタック 1 0 に供給される。なお、水素流路 2 2 上にはプロワが設けられていてもよく、プロワを用いて水素供給源 2 1 の水素がアノード電極 1 1 に送り込まれてもよい。水素供給源 2 1 は、燃料電池システム 1 の内部にあってもよく、外部にあってもよい。

20

【 0 0 1 5 】

酸素供給系 3 0 は、空気流路 3 1 と、空気流路 3 1 上に設けられた減圧弁 3 3 及びフィルタ装置 6 0 とを含む。空気流路 3 1 は、燃料電池システム 1 の外部にある所内空気供給装置 4 0 と、燃料電池スタック 1 0 とを接続する。これにより、所内空気供給装置 4 0 からの空気が、空気流路 3 1 を介して燃料電池スタック 1 0 に供給される。より具体的には、空気流路 3 1 は、圧縮空気導入口 3 2 を有する。圧縮空気導入口 3 2 は、所内空気供給装置 4 0 に接続される。圧縮空気導入口 3 2 には、所内空気供給装置 4 0 からの所内空気が導入される。なお、圧縮空気導入口 3 2 は、所内空気供給装置 4 0 の代わりに、制御用空気供給装置に接続されてもよい。この場合、圧縮空気導入口 3 2 には、制御用空気供給装置からの制御用空気が導入される。

30

【 0 0 1 6 】

なお、所内空気供給装置 4 0 や制御用空気供給装置は、所内空気や制御用空気（工場空気や計装用空気とも呼ばれる）を供給する既知の装置であってよい。また、所内空気供給装置 4 0 や制御用空気供給装置は、燃料電池システム 1 が配置されるプラント等に既設の装置であってよく、燃料電池システム 1 に圧縮空気を供給する目的以外の目的で用いられてよい。例えば、所内空気供給装置 4 0 や制御用空気供給装置からの圧縮空気（所内空気や制御用空気、工場空気、計装用空気）は、各種機械の駆動用空気として用いられてもよいし、上記プラント内の設備を清掃するための清掃用空気として用いられてもよい。所内空気供給装置 4 0 や制御用空気供給装置からの圧縮空気の用途は、上述したものに限られない。

40

【 0 0 1 7 】

図示された例では、所内空気供給装置 4 0 には、所内空気供給圧力計 5 1 が接続されている。所内空気供給圧力計 5 1 は、所内空気供給装置 4 0 から空気流路 3 1 に提供される圧縮空気の圧力を計測する。所内空気供給圧力計 5 1 は、燃料電池システム 1 内の制御装

50

置 70 に接続可能であり、計測した圧縮空気の圧力に関する情報を、制御装置 70 に送ることができる。

【 0 0 1 8 】

減圧弁 33 は、空気流路 31 上において、圧縮空気導入口 32 と燃料電池スタック 10 との間に配置されている。減圧弁 33 は、所内空気供給装置 40 や制御用空気供給装置から提供される圧縮空気を減圧する。ここで、所内空気供給装置 40 や制御用空気供給装置から提供される圧縮空気の圧力は、一般に、800 kPa ~ 4.5 MPa 程度である。これに対し、燃料電池スタック 10 に供給される空気の圧力として好ましい圧力は、例えば 2 kPa ~ 20 kPa 程度である。このように、所内空気供給装置 40 や制御用空気供給装置から提供される圧縮空気の圧力は、燃料電池スタック 10 に供給される空気の圧力として好ましい圧力と比較して非常に高い。そこで、燃料電池システム 1 では、所内空気供給装置 40 や制御用空気供給装置から提供される圧縮空気を、減圧弁 33 を用いて減圧した後、燃料電池スタック 10 に供給する。減圧弁 33 は、所内空気供給装置 40 や制御用空気供給装置から提供される圧縮空気を、例えば 20 kPa ~ 30 kPa 程度まで減圧する。

10

【 0 0 1 9 】

フィルタ装置 60 は、所内空気供給装置 40 や制御用空気供給装置から燃料電池システム 1 に導入される空気中の水分や不純物を除去する。図示された例では、フィルタ装置 60 は、空気流路 31 上において、圧縮空気導入口 32 と減圧弁 33 との間に配置されている。

20

【 0 0 2 0 】

このように、図 1 に示す燃料電池システム 1 では、酸素供給系 30 がブロワ等の空気供給装置を含まず、燃料電池システム 1 が使用される場所に既設の装置 40 から空気の供給を受ける。これにより、燃料電池システム 1 を小型化することができる。また、一般に、所内空気供給装置 40 や制御用空気供給装置は、所内空気や制御用空気を常時生成するものである。このため、燃料電池システム 1 の圧縮空気導入口 32 を所内空気供給装置 40 や制御用空気供給装置に接続すれば、直ちに燃料電池スタック 10 に空気を供給することができる。このことは、燃料電池システム 1 の発電出力の応答性の向上に寄与する。なお、燃料電池システム 1 の酸素供給系 30 がブロワを含み、ブロワを用いて燃料電池スタック 10 への空気の供給を行う場合、ブロワを起動させてからブロワの風量が所望の風量に達するまでの間は、燃料電池スタック 10 に対し十分な空気の供給を行うことができない。このことは、燃料電池システム 1 の発電出力の応答性の向上を阻害する要因となる。

30

【 0 0 2 1 】

図示された例では、酸素供給系 30 は、更に、バッファタンク 34 と、流量調節弁 35 と、バッファタンク内圧力計 50 と、を有する。バッファタンク 34 は、空気流路 31 上において、減圧弁 33 と燃料電池スタック 10 との間に設けられ、減圧弁 33 で減圧された空気を収容する。バッファタンク 34 にはバッファタンク内圧力計 50 が接続されている。バッファタンク内圧力計 50 は、バッファタンク 34 内の圧力を計測する。流量調節弁 35 は、空気流路 31 上において、バッファタンク 34 と燃料電池スタック 10 との間に設けられている。流量調節弁 35 は、バッファタンク 34 から燃料電池スタック 10 への空気の流量を調節する。流量調節弁 35 は、当該空気の流量を、電源装置 2 に入力される出力指令値や、電源装置 2 で計測される電池電流に応じて調節する。流量調節弁 35 は、例えば、制御装置 70 からの制御信号を受けて当該空気の流量を制御する。

40

【 0 0 2 2 】

減圧弁 33 で減圧された空気がバッファタンク 34 に収容され、流量調節弁 35 によってバッファタンク 34 から燃料電池スタック 10 への空気の流量が調節されることにより、燃料電池スタック 10 に、所望の圧力の空気を所望の流量で安定して供給することができる。

【 0 0 2 3 】

また、図示された例では、酸素供給系 30 は、更に、補助用コンプレッサ 36 と、補助

50

用空気流路 37 と、流量調節弁 38 と、を有する。補助用コンプレッサ 36 は、既知のコンプレッサであってよく、例えば外気を圧縮して 20 kPa ~ 30 kPa 程度の圧縮空気を生成可能である。補助用空気流路 37 は、補助用コンプレッサ 36 とバッファタンク 34 とを接続し、補助用コンプレッサ 36 からの圧縮空気をバッファタンク 34 に導入する。補助用コンプレッサ 36 は、例えば、制御装置 70 からの制御信号を受けて起動される。流量調節弁 38 は、補助用コンプレッサ 36 からバッファタンク 34 への空気の流量を調節する。流量調節弁 38 は、当該空気の流量を、電源装置 2 で計測される電池電流に応じて調節する。流量調節弁 38 は、例えば、制御装置 70 からの制御信号を受けて当該空気の流量を制御する。

【0024】

補助用コンプレッサ 36 からバッファタンク 34 に圧縮空気を導入可能であることにより、何らかの理由で所内空気供給装置 40 や制御用空気供給装置から十分に圧縮空気が得られない場合であっても、バッファタンク 34 を十分な量の圧縮空気で満たすことができる。したがって、燃料電池スタック 10 に、所望の圧力の空気を所望の流量で、より安定して供給することができる。

【0025】

次に、図 1 に示す燃料電池システム 1 の作用について説明する。まず、燃料電池システム 1 の圧縮空気導入口 32 が所内空気供給装置 40 に接続され、所内空気供給装置 40 からバッファタンク 34 へ空気の供給が開始される。このとき、フィルタ装置 60 で水分と不純物が除去された空気が、バッファタンク 34 に供給される。また、入力部 3 から制御装置 70 に燃料電池スタック 10 に要求される要求発電量が入力されると、制御装置 70 は、当該要求発電量に基づいて出力指令値を計算して電源装置 2 に渡す。これにより、燃料電池スタック 10 に水素供給系 20 からの水素の供給と酸素供給系 30 からの空気の供給とが開始され、燃料電池システム 1 は発電を開始する。

【0026】

燃料電池システム 1 が発電中、制御装置 70 は、バッファタンク内圧力計 50 から、バッファタンク 34 内の圧力に関する情報を取得する。当該圧力が所定の圧力未満である場合、制御装置 70 は、補助用コンプレッサ 36 に制御信号を入力して補助用コンプレッサ 36 を起動させる。

【0027】

また、燃料電池システム 1 が発電中、制御装置 70 は、電源装置 2 に入力した出力指令値に基づいて、流量調節弁 35 の開度を調節する。

【0028】

以上により、制御装置 70 で決定された出力指令値に応じた発電出力が、燃料電池スタック 10 から得られる。

【0029】

なお、出力指令値は、次のようにして計算される。まず、制御装置 70 は、入力部 3 から入力された要求発電量に対して所定の演算を行う。演算結果が所定の上限値以下であり且つ所定の下限値以上である場合には、制御装置 70 は、演算結果を出力指令値として電源装置 2 に渡す。一方、演算結果が所定の上限値より大きい場合には、制御装置 70 は、当該所定の上限値を出力指令値として電源装置 2 に渡す。また、演算結果が所定の下限値より小さい場合には、制御装置 70 は、当該所定の下限値を出力指令値として電源装置 2 に渡す。なお、所内空気供給装置 40 及び補助用コンプレッサ 36 が正常に動作していない場合は、後述するように、制御装置 70 は出力指令値を 0 に決定する。

【0030】

なお、出力指令値の計算に用いられる上限値は、次のようにして決定される。通常は、上記上限値は、燃料電池スタック 10 の定格発電出力と同じ値に設定されている。しかしながら、燃料電池システム 1 が発電中にバッファタンク内圧力計 50 から得られるバッファタンク 34 内の圧力が所定の圧力よりも低い場合には、バッファタンク 31 から燃料電池スタック 10 に通常よりも少ない流量の空気しか供給することができないため、燃料電

10

20

30

40

50

池スタック 10 はその定格発電出力で発電することができない。このため、制御装置 70 は、バッファタンク内圧力計 50 によって測定された圧力に対応する新たな上限値を求め、この新たな上限値を用いて出力指令値を決定する。ここで、新たな上限値は、上記定格発電出力よりも低い値である。例えば、新たな上限値は、バッファタンク 31 内の圧力が上記測定された圧力であっても燃料電池スタック 10 が出力可能な発電出力の最大値である。新たな上限値は、バッファタンク内圧力計 50 によって測定された圧力に対して所定の演算を行うことによって求められる。この所定の演算は、制御装置 70 の上限値演算部 71 で行われる。

【0031】

新たな上限値が設定されると、制御装置 70 から電源装置 2 に新たな出力指令値が入力され、この新たな出力指令値に基づいて燃料電池スタック 10 で発電が行われる。新たな出力指令値は通常の上限值よりも低い新たな上限値を用いて決定されているため、燃料電池スタック 10 が発電に必要とする空気の最大流量が低減される。このように、バッファタンク 34 内の圧力が低下した場合に電源装置 2 に入力される出力設定値の上限值が下げられることにより、バッファタンク 34 から燃料電池スタック 10 に（言い換えると、所内空気供給装置 40 や補助用コンプレッサ 36 からバッファタンク 34 に）供給される空気流量が低下しても、燃料電池システム 1 は発電動作を継続することができる。なお、燃料電池スタック 10 に供給される空気の量が低下して、当該空気の量よりも燃料電池スタック 10 で消費される空気の量が多くなると、燃料電池システム 1 は、発電を継続できなくなるため保護停止される。

【0032】

また、燃料電池システム 1 が発電中、制御装置 70 は、所内空気供給圧力計 51 から、所内空気供給装置 40 が燃料電池システム 1 に提供する圧縮空気の圧力に関する情報を取得する。これにより、制御装置 70 は、所内空気供給装置 40 が正常に動作しているか否かを判定する。具体的には、所内空気供給圧力計 51 で測定される上記圧力が極めて低い場合には、制御装置 70 は、所内空気供給装置 40 が正常に動作していないと判断する。また、燃料電池システム 1 が発電中、制御装置 70 は、補助用コンプレッサ 36 が正常に動作しているか否かを判定する。例えば、制御装置 70 は、補助用コンプレッサ 36 から動作信号を受信しない場合には、補助用コンプレッサ 36 が故障して停止していると判断する。所内空気供給装置 40 が正常に動作していず、且つ、補助用コンプレッサ 36 が停止している場合、燃料電池スタック 10 に空気を供給することができない。この場合、制御装置 70 は、出力指令値を 0 と決定して、電源装置 2 に渡す。これにより、燃料電池システム 1 の運転を安全に停止させることができる。

【0033】

なお、所内空気供給装置 40 及び補助用コンプレッサ 36 が正常に動作しているか否かの判定は、バッファタンク内圧力計 50 から得られるバッファタンク 34 内の圧力に基づいて行ってもよい。具体的には、バッファタンク内圧力計 50 が計測する圧力が極めて低い状態が所定時間継続した場合には、制御装置 70 は、所内空気供給装置 40 及び補助用コンプレッサ 36 のいずれも正常に動作していないと判断してもよい。

【0034】

以上のように、本実施の形態による燃料電池システム 1 は、水素と酸素とを用いて電気を発生させる燃料電池スタック 10 と、燃料電池スタック 10 に接続された空気流路 31 と、を備えている。空気流路 31 は、所内空気又は制御用空気が導入される圧縮空気導入口 32 を有している。空気流路 31 上には、圧縮空気導入口 32 と燃料電池スタック 10 との間に、減圧弁 33 が設けられている。このような燃料電池システム 1 によれば、燃料電池システム 1 がブロワ等の空気供給装置を含む場合と比較して、燃料電池システム 1 を小型化することができる。また、燃料電池システム 1 の発電出力の応答性を向上させることができる。

【0035】

また、本実施の形態による燃料電池システム 1 において、空気流路 31 上には、減圧弁

33と燃料電池スタック10との間に、減圧弁33で減圧された空気を收容するバッファタンク34と、バッファタンク34から燃料電池スタック10への空気の流量を調節する流量調節弁35と、が設けられている。このような燃料電池システム1によれば、燃料電池スタック10に、所望の圧力の空気を所望の流量で安定して供給することができる。

【0036】

また、本実施の形態による燃料電池システム1は、バッファタンク34に圧縮空気を導入する補助用コンプレッサ36を更に備えている。このような燃料電池システム1によれば、何らかの理由で所内空気供給装置40や制御用空気供給装置から十分な圧縮空気が得られない場合であっても、バッファタンク34を十分な量の圧縮空気で満たすことができる。したがって、燃料電池スタック10に、所望の圧力の空気を所望の流量で、より安定して供給することができる。

10

【0037】

また、本実施の形態による燃料電池システム1は、燃料電池スタック10に要求される要求発電量及び所定の上限值に基づいて当該所定の上限值以下の出力指令値を算出して燃料電池スタック10に当該出力指令値に応じた発電出力で発電させる制御装置70と、バッファタンク34内の圧力を計測する圧力計50と、を更に備えている。制御装置70は、圧力計50によって計測されたバッファタンク34内の圧力が所定の圧力より低い場合、上記所定の上限值を下げて新たな出力指令値を算出し、燃料電池スタック10に当該新たな出力指令値に応じた発電出力で発電させる。この場合、バッファタンク34から燃料電池スタック10に(言い換えると、所内空気供給装置40や補助用コンプレッサ36からバッファタンク34に)供給される空気流量が低下しても、燃料電池システム1は発電動作を継続することができる。

20

【0038】

また、本実施の形態による燃料電池システム1は、バッファタンク34内の圧力を計測する圧力計50と、補助用コンプレッサ36と、補助用コンプレッサ36で圧縮された空気をバッファタンク34に導入する補助用空気流路37と、を更に備えている。補助用コンプレッサ36は、圧力計50によって計測されたバッファタンク34内の圧力が所定の圧力より低い場合に起動される。補助用コンプレッサ36からバッファタンク34に圧縮空気を導入可能であることにより、何らかの理由で所内空気供給装置40や制御用空気供給装置から十分に圧縮空気が得られない場合であっても、バッファタンク34を十分な量の圧縮空気で満たすことができる。したがって、燃料電池スタック10に、所望の圧力の空気を所望の流量で、より安定して供給することができる。

30

【0039】

また、本実施の形態による燃料電池システム1は、燃料電池スタック10に要求される要求発電量に基づいて出力指令値を算出して、燃料電池スタック10に当該出力指令値に応じた発電出力で発電させる制御装置70と、バッファタンク34内の圧力を計測する圧力計50と、を更に備えている。制御装置70は、圧力計50によって計測されるバッファタンク34内の圧力が所定の圧力より低い状態が所定時間継続された場合、燃料電池システム1を停止させる。圧力計50によって計測されるバッファタンク34内の圧力が所定の圧力より低い状態が所定時間継続された場合、所内空気供給装置40が正常に動作していず、且つ、補助用コンプレッサ36が故障しているため、燃料電池スタック10に空気を供給することができない。この場合に制御装置70によって燃料電池システム1を停止させることにより、燃料電池システム1の運転を安全に停止させることができる。

40

【0040】

次に、図2を参照して、本実施の形態による燃料電池システムの変形例について説明する。図2に示す変形例の燃料電池システム1は、バッファタンク34と補助用コンプレッサ36と流量調節弁38の位置が減圧弁33の上流となっている点、補助用コンプレッサの位置変更による所内空気供給設備40への空気の逆流防止を目的として酸素供給系30が逆止弁61を含む点で異なっている。他の構成は、図1に示す燃料電池システム1と略同一である。図2に示す変形例において、図1に示す実施形態と同一の部分には同一符号

50

を付して詳細な説明は省略する。

【0041】

図2に示す燃料電池システム1によっても、図1に示す燃料電池システム1と同様の効果を得ることができる。

【0042】

次に、図3を参照して、本実施の形態による燃料電池システムの他の変形例について説明する。図3に示す変形例の燃料電池システム100は、複数の燃料電池スタック10A、10Bを含む点で異なっている。また、図3に示す変形例の燃料電池システム100は、その酸素供給系300が、複数の燃料電池スタック10A、10Bに空気を分配する空気分配流路310を含む点で異なっている。また、図3に示す変形例の燃料電池システム100は、その水素供給系200が、水素供給源21と複数の水素流路22A、22Bを含む点で異なっている。他の構成は、図1に示す燃料電池システム1と略同一である。図3に示す変形例において、図1に示す実施形態と同一の部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

10

【0043】

図3に示すように、変形例の燃料電池システム100は、第1燃料電池スタック10Aと、第2燃料電池スタック10Bと、水素供給系200と、酸素供給系300と、を備えている。各燃料電池スタック10A、10Bには、当該燃料電池スタック10A、10Bから電流を取り出すための電源装置2A、2Bが接続されている。各電源装置2A、2Bは、制御装置70に接続されている。

20

【0044】

制御装置70には、入力部3を介して、燃料電池システム100に要求される要求発電量が制御装置70に入力される。制御装置70は、入力部3から入力された要求発電量に基づいて、各燃料電池スタック10A、10Bの出力指令値を計算する。また、制御装置70は、図1に示す燃料電池システム1の制御装置70と同様に、燃料電池システム100の各部を制御する。

【0045】

第1燃料電池スタック10A及び第2燃料電池スタック10Bは、図1に示す燃料電池スタック10と同様に構成されている。水素供給系200は、それぞれ、第1燃料電池スタック10Aのアノード電極11及び第2燃料電池スタック10Bのアノード電極11へ水素を供給するものである。水素供給系200は、水素供給源21と水素流路22A、22Bとを含む。第1水素流路22Aは、水素供給源21と第1燃料電池スタック10Aとを接続する。これにより、水素供給源21からの水素が、第1水素流路22Aを介して第1燃料電池スタック10Aに供給される。第2水素流路22Bは、水素供給源21と第2燃料電池スタック10Bとを接続する。これにより、水素供給源21からの水素が、第2水素流路22Bを介して第2燃料電池スタック10Bに供給される。

30

【0046】

酸素供給系300は、第1燃料電池スタック10Aのカソード電極12及び第2燃料電池スタック10Bのカソード電極12に空気を供給するものである。図3に示す例では、酸素供給系300は、第1燃料電池スタック10A及び第2燃料電池スタック10Bに空気を分配する空気分配流路310と、空気分配流路310上に設けられた減圧弁33と、を含む。空気分配流路310は、燃料電池システム100の外部にある所内空気供給装置40または制御用空気供給装置と、複数の燃料電池スタック10A、10Bとを接続する。これにより、所内空気供給装置40または制御用空気供給装置からの空気が、空気分配流路310を介して、複数の燃料電池スタック10A、10Bに供給される。より具体的には、空気分配流路310は、主流路311と、主流路311の下流側端部に接続する第1分流路312及び第2分流路313と、を有する。主流路311の上流側端部には、所内空気供給装置40または制御用空気供給装置に接続される圧縮空気導入口32が設けられている。第1分流路312及び第2分流路313の下流側端部は、それぞれ、第1燃料電池スタック10A及び第2燃料電池スタック10Bに接続する。

40

50

【 0 0 4 7 】

減圧弁 3 3 は、空気分配流路 3 1 0 上において、圧縮空気導入口 3 2 と燃料電池スタック 1 0 A , 1 0 B との間に配置されている。図示された例では、減圧弁 3 3 は、本流路 3 1 1 上に配置されている。減圧弁 3 3 は、所内空気供給装置 4 0 や制御用空気供給装置から提供される圧縮空気を減圧する。

【 0 0 4 8 】

図 3 に示す燃料電池システム 1 0 0 も、酸素供給系 3 0 0 がブロワ等の空気供給装置を含まない。このため、燃料電池システム 1 0 0 が小型化され得る。また、所内空気供給装置 4 0 や制御用空気供給装置から空気の供給を受けるため、燃料電池システム 1 0 0 の発電出力の応答性を向上させることができる。

10

【 0 0 4 9 】

図示された例では、酸素供給系 3 0 0 は、更に、バッファタンク 3 4 と、流量調節弁 3 5 A , 3 5 B と、を有する。バッファタンク 3 4 は、空気分配流路 3 1 0 上において、減圧弁 3 3 と燃料電池スタック 1 0 A , 1 0 B との間に設けられ、減圧弁 3 3 で減圧された空気を収容する。図示された例では、バッファタンク 3 4 は、本流路 3 1 1 上に配置されている。流量調節弁 3 5 A , 3 5 B は、空気分配流路 3 1 0 上において、バッファタンク 3 4 と燃料電池スタック 1 0 A , 1 0 B との間に設けられている。図示された例では、酸素供給系 3 0 0 は、第 1 流量調節弁 3 5 A および第 2 流量調節弁 3 5 B を含む。第 1 流量調節弁 3 5 A および第 2 流量調節弁 3 5 B は、それぞれ、第 1 分流路 3 1 2 上及び第 2 分流路 3 1 3 上に設けられている。第 1 流量調節弁 3 5 A および第 2 流量調節弁 3 5 B は、それぞれ、バッファタンク 3 4 から第 1 燃料電池スタック 1 0 A 及び第 2 燃料電池スタック 1 0 B への空気の流量を調節する。流量調節弁 3 5 A , 3 5 B は、当該空気の流量を、対応する燃料電池スタック 1 0 A , 1 0 B の電源装置 2 A , 2 B に入力される出力指令値や、対応する燃料電池スタック 1 0 A , 1 0 B の電源装置 2 A , 2 B で計測される電池電流に応じて調節する。流量調節弁 3 5 A , 3 5 B は、例えば、制御装置 7 0 からの制御信号を受けて当該空気の流量を制御する。

20

【 0 0 5 0 】

減圧弁 3 3 で減圧された空気がバッファタンク 3 4 に収容され、流量調節弁 3 5 A , 3 5 B によってバッファタンク 3 4 から各燃料電池スタック 1 0 A , 1 0 B への空気の流量が調節されることにより、各燃料電池スタック 1 0 A , 1 0 B に、所望の圧力の空気を所望の流量で安定して供給することができる。なお、図 3 に示す例では、酸素供給系 3 0 0 は分流路 3 1 2 , 3 1 3 と同じ数の流量調節弁 3 5 A , 3 5 B を有するが、これに限られない。例えば、酸素供給系 3 0 0 は、ただ 1 つの流量調節弁 3 5 を有していてもよい。この場合、流量調節弁 3 5 は、本流路 3 1 1 上において、バッファタンク 3 4 の下流側 (バッファタンク 3 4 と分流路 3 1 2 , 3 1 3 との間) に設けられてよい。この場合も、流量調節弁 3 5 によって、バッファタンク 3 4 から各燃料電池スタック 1 0 A , 1 0 B への空気の流量を調節することができる。

30

【 0 0 5 1 】

また、図示された例では、酸素供給系 3 0 0 は、更に、補助用コンプレッサ 3 6 と、補助用空気流路 3 7 と、流量調節弁 3 8 と、を有する。

40

【 0 0 5 2 】

なお、図 3 に示す例では、燃料電池システム 1 0 0 は 2 つの燃料電池スタック 1 0 A , 1 0 B を含むが、これに限られない。燃料電池システム 1 0 0 は、3 つ以上の燃料電池スタック 1 0 を含んでもよい。この場合、燃料電池システム 1 0 0 の空気分配流路 3 1 0 は燃料電池スタック 1 0 と同じ数の分流路を有してよく、各分流路に流量調節弁 3 5 が設けられてよい。また、図 3 に示す例において、燃料電池システム 1 0 0 は、複数の水素供給系 2 0 を有していてもよい。この場合、各燃料電池スタック 1 0 に対して 1 つの水素供給系 2 0 が設けられていてよい。

【 0 0 5 3 】

また、図 4 に示すように、バッファタンク 3 4 、補助用コンプレッサ 3 6 及び流量調節

50

弁 3 8 を、減圧弁 3 3 の上流側に設けてもよい。この場合、図 4 に示すように、所内空気供給設備 4 0 への空気の逆流防止を目的として、酸素供給系 3 0 0 が逆止弁 6 1 を含んでもよい。

【 0 0 5 4 】

次に、図 3 に示す燃料電池システム 1 0 0 の作用について説明する。まず、燃料電池システム 1 0 0 の圧縮空気導入口 3 2 が所内空気供給装置 4 0 に接続され、所内空気供給装置 4 0 からバッファタンク 3 4 へ空気の供給が開始される。このとき、フィルタ装置 6 0 で水分と不純物が除去された空気が、バッファタンク 3 4 に供給される。また、入力部 3 から制御装置 7 0 に燃料電池システム 1 0 0 に要求される要求発電量が入力されると、制御装置 7 0 は、当該要求発電量に基づいて出力指令値を計算して電源装置 2 に渡す。これにより、燃料電池スタック 1 0 A , 1 0 B に水素供給系 2 0 0 からの水素の供給と酸素供給系 3 0 0 からの空気の供給とが開始され、燃料電池システム 1 0 0 は発電を開始する。

10

【 0 0 5 5 】

燃料電池システム 1 0 0 が発電中、制御装置 7 0 は、バッファタンク内圧力計 5 0 から、バッファタンク 3 4 内の圧力に関する情報を取得する。当該圧力が所定値未満である場合、制御装置 7 0 は、補助用コンプレッサ 3 6 に制御信号を入力して補助用コンプレッサ 3 6 を起動させる。

【 0 0 5 6 】

また、燃料電池システム 1 0 0 が発電中、制御装置 7 0 は、電源装置 2 A に入力した出力指令値に基づいて流量調節弁 3 5 A の開度を調節し、電源装置 2 B に入力した出力指令値に基づいて流量調節弁 3 5 B の開度を調節する。

20

【 0 0 5 7 】

以上により、制御装置 7 0 で決定された出力指令値に応じた発電出力が、各燃料電池スタック 1 0 A , 1 0 B から得られる。

【 0 0 5 8 】

なお、出力指令値は、次のようにして計算される。まず、制御装置 7 0 は、入力部 3 から要求発電量が入力されると、各燃料電池スタック 1 0 A , 1 0 B の定格発電出力を考慮して、各燃料電池スタック 1 0 A , 1 0 B に要求される要求発電量を求める。次に、制御装置 7 0 は、第 1 燃料電池スタック 1 0 A に要求される要求発電量に対して所定の演算を行う。演算結果が所定の上限値以下であり且つ所定の下限値以上である場合には、制御装置 7 0 は、演算結果を出力指令値として電源装置 2 A に渡す。一方、演算結果が所定の上限値より大きい場合には、制御装置 7 0 は、当該所定の上限値を出力指令値として電源装置 2 A に渡す。また、演算結果が所定の下限値より小さい場合には、制御装置 7 0 は、当該所定の下限値を出力指令値として電源装置 2 A に渡す。同様に、制御装置 7 0 は、第 2 燃料電池スタック 1 0 B に要求される要求発電量に対して所定の演算を行う。演算結果が所定の上限値以下であり且つ所定の下限値以上である場合には、制御装置 7 0 は、演算結果を出力指令値として電源装置 2 B に渡す。一方、演算結果が所定の上限値より大きい場合には、制御装置 7 0 は、当該所定の上限値を出力指令値として電源装置 2 B に渡す。また、演算結果が所定の下限値より小さい場合には、制御装置 7 0 は、当該所定の下限値を出力指令値として電源装置 2 B に渡す。なお、所内空気供給装置 4 0 及び補助用コンプレッサ 3 6 が正常に動作していない場合は、後述するように、制御装置 7 0 は出力指令値を 0 に決定する。

30

40

【 0 0 5 9 】

なお、出力指令値の計算に用いられる上限値は、次のようにして決定される。通常は、電源装置 2 A に入力される出力指令値の計算に用いられる上限値は、第 1 燃料電池スタック 1 0 A の定格発電出力と同じ値に設定されている。また、電源装置 2 B に入力される出力指令値の計算に用いられる上限値は、第 2 燃料電池スタック 1 0 B の定格発電出力と同じ値に設定されている。しかしながら、燃料電池システム 1 0 0 が発電中にバッファタンク内圧力計 5 0 から得られるバッファタンク 3 4 内の圧力が所定の圧力よりも低い場合には、バッファタンク 3 1 から燃料電池スタック 1 0 A , 1 0 B に通常よりも少ない流量の

50

空気しか供給することができないため、燃料電池スタック 10 A, 10 B はその定格発電出力で発電することができない。このため、制御装置 70 は、バッファタンク内圧力計 50 によって測定された圧力に対応する新たな上限値を、各燃料電池スタック 10 A, 10 B について求め、この新たな上限値を用いて各電源装置 2 A, 2 B に入力される出力指令値を決定する。ここで、電源装置 2 A に入力される新たな上限値は、第 1 燃料電池スタック 10 A の定格発電出力よりも低い値である。また、電源装置 2 B に入力される新たな上限値は、第 2 燃料電池スタック 10 B の定格発電出力よりも低い値である。例えば、新たな上限値は、バッファタンク 31 内の圧力が上記測定された圧力であっても各燃料電池スタック 10 A, 10 B が出力可能な発電出力の最大値である。新たな上限値は、バッファタンク内圧力計 50 によって測定された圧力に対して所定の演算を行うことによって求められる。この所定の演算は、制御装置 70 の上限値演算部 71 で行われる。

10

【0060】

新たな上限値が設定されると、制御装置 70 から電源装置 2 A, 2 B に新たな出力指令値が入力され、この新たな出力指令値に基づいて燃料電池スタック 10 A, 10 B で発電が行われる。新たな出力指令値は通常の上限值よりも低い新たな上限値を用いて決定されているため、燃料電池スタック 10 A, 10 B が発電に必要な空気の最大流量が低減される。このように、バッファタンク 34 内の圧力が低下した場合に電源装置 2 に入力される出力設定値の上限值が下げられることにより、バッファタンク 34 から燃料電池スタック 10 A, 10 B に（言い換えると、所内空気供給装置 40 や補助用コンプレッサ 36 からバッファタンク 34 に）供給される空気流量が低下しても、燃料電池システム 100 は発電動作を継続することができる。

20

【0061】

また、燃料電池システム 100 が発電中、制御装置 70 は、所内空気供給圧力計 51 から、所内空気供給装置 40 が燃料電池システム 100 に提供する圧縮空気の圧力に関する情報を取得する。これにより、制御装置 70 は、所内空気供給装置 40 が正常に動作しているか否かを判定する。具体的には、所内空気供給圧力計 51 で測定される上記圧力が極めて低い場合には、制御装置 70 は、所内空気供給装置 40 が正常に動作していないと判断する。また、燃料電池システム 100 が発電中、制御装置 70 は、補助用コンプレッサ 36 が正常に動作しているか否かを判定する。例えば、制御装置 70 は、補助用コンプレッサ 36 から動作信号を受信しない場合には、補助用コンプレッサ 36 が故障して停止していると判断する。所内空気供給装置 40 が正常に動作していず、且つ、補助用コンプレッサ 36 が停止している場合、燃料電池スタック 10 A, 10 B に空気を供給することができない。この場合、制御装置 70 は、各電源装置 2 A, 2 B に入力する出力指令値を 0 と決定して、電源装置 2 A, 2 B に渡す。これにより、燃料電池システム 100 の運転を安全に停止させることができる。

30

【0062】

なお、所内空気供給装置 40 及び補助用コンプレッサ 36 が正常に動作しているか否かの判定は、バッファタンク内圧力計 50 から得られるバッファタンク 34 内の圧力に基づいて行ってもよい。具体的には、バッファタンク内圧力計 50 が計測する圧力が極めて低いままである場合には、制御装置 70 は、所内空気供給装置 40 及び補助用コンプレッサ 36 のいずれも正常に動作していないと判断してもよい。

40

【0063】

以上のように、変形例による燃料電池システム 100 は、水素と酸素とを用いて電気を発生させる複数の燃料電池スタック 10 A、10 B と、複数の燃料電池スタック 10 A、10 B に空気を分配する空気分配流路 310 と、を備えている。空気分配流路 310 は、所内空気又は制御用空気が導入される圧縮空気導入口 32 を有している。空気分配流路 310 上には、圧縮空気導入口 32 と複数の燃料電池スタック 10 A、10 B との間に、減圧弁 33 が設けられている。このような燃料電池システム 100 によっても、燃料電池システム 100 がブロワ等の空気供給装置を含む場合と比較して、燃料電池システム 100 を小型化することができる。また、燃料電池システム 100 の発電出力の応答性を向上さ

50

せることができる。

【 0 0 6 4 】

また、変形例による燃料電池システム 1 0 0 において、空気分配流路 3 1 0 上には、減圧弁 3 3 と複数の燃料電池スタック 1 0 A、1 0 B との間に、減圧弁 3 3 で減圧された空気を収容可能なバッファタンク 3 4 と、バッファタンク 3 4 から各燃料電池スタック 1 0 A、1 0 B への空気の流量を調節する流量調節弁 3 5 A、3 5 B と、が設けられている。このような燃料電池システム 1 0 0 によれば、各燃料電池スタック 1 0 A、1 0 B に、所望の圧力の空気を所望の流量で安定して供給することができる。

【 0 0 6 5 】

また、変形例による燃料電池システム 1 0 0 は、バッファタンク 3 4 に圧縮空気を導入する補助用コンプレッサ 3 6 を更に備えている。このような燃料電池システム 1 0 0 によれば、何らかの理由で所内空気供給装置 4 0 や制御用空気供給装置から十分な圧縮空気が得られない場合であっても、バッファタンク 3 4 を十分な量の圧縮空気で満たすことができる。したがって、各燃料電池スタック 1 0 A、1 0 B に、所望の圧力の空気を所望の流量で、より安定して供給することができる。

10

【 0 0 6 6 】

上述した実施の形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。また、当然のことながら、本発明の要旨の範囲内で、上述した実施の形態やその変形を、部分的に適宜組み合わせることも可能である。

20

【符号の説明】

【 0 0 6 7 】

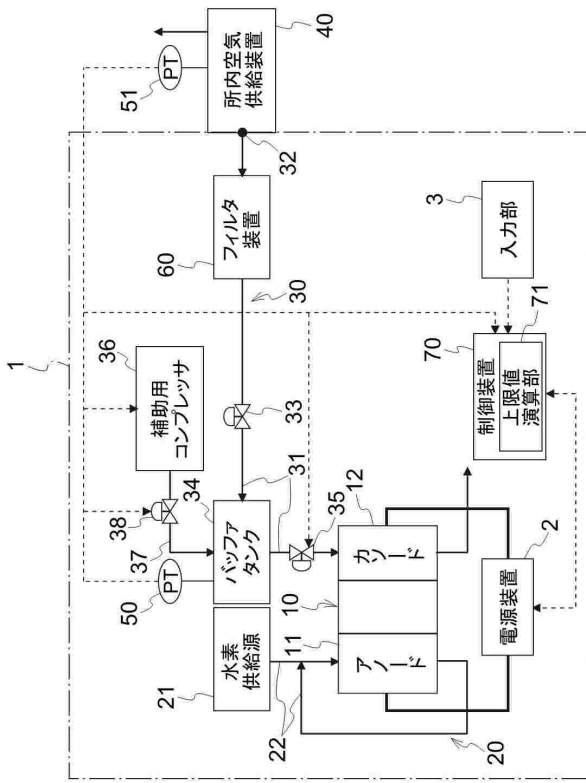
1, 1 0 0 : 燃料電池システム、2 : 電源装置、3 : 入力部、1 0, 1 0 A, 1 0 B : 燃料電池スタック、1 1 : アノード電極、1 2 : カソード電極、2 0, 2 0 A, 2 0 B : 水素供給系、2 1 : 水素供給源、2 2 : 水素流路、3 0, 3 0 0 : 酸素供給系、3 1 : 空気流路、3 2 : 圧縮空気導入口、3 3 : 減圧弁、3 4 : バッファタンク、3 5, 3 5 A, 3 5 B : 流量調節弁、3 6 : 補助用コンプレッサ、3 7 : 補助用空気流路、3 8 : 流量調節弁、4 0 : 所内空気供給装置、5 0 : バッファタンク内圧力計、5 1 : 所内空気供給圧力計、6 0 : フィルタ装置、6 1 : 逆止弁、7 0 : 制御装置、7 1 : 上限値演算部、3 1 0 : 空気分配流路、3 1 1 : 本流路、3 1 2 : 第 1 分流路、3 1 3 : 第 2 分流路

30

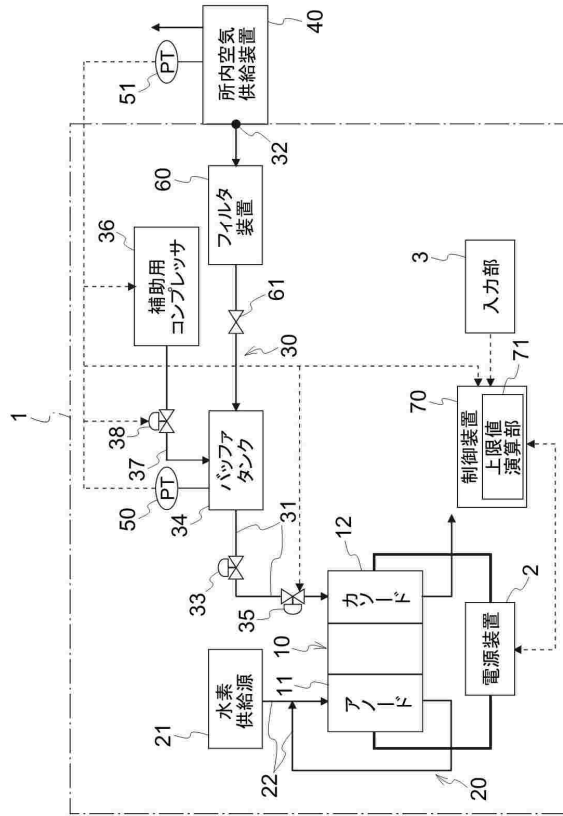
40

50

【図面】
【図 1】



【図 2】



10

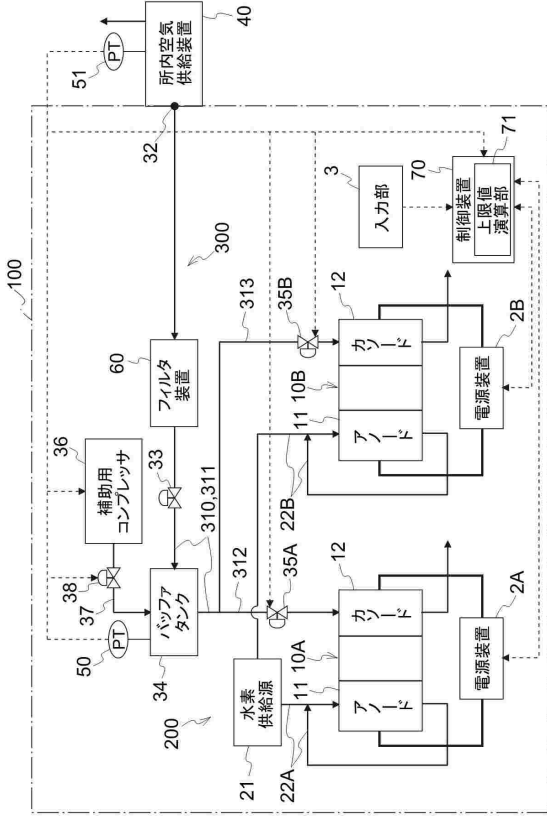
20

30

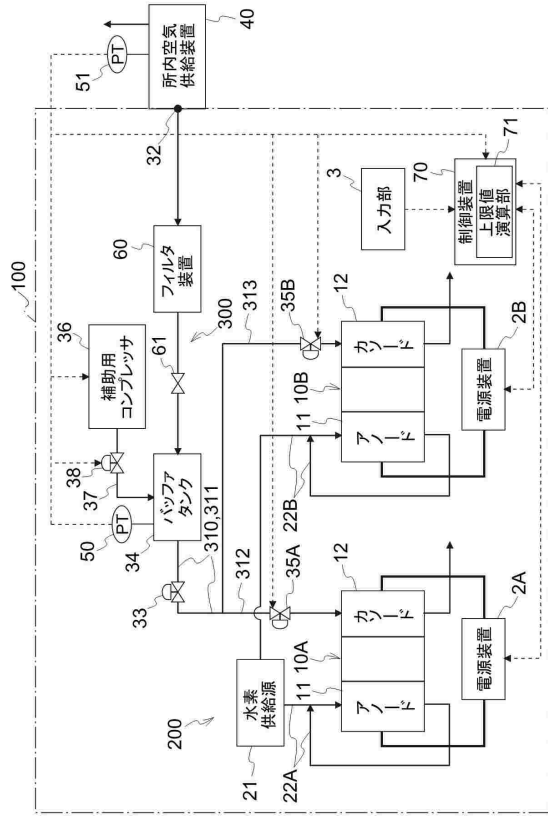
40

50

【図 3】



【図 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I	
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/04089(2016.01)</i>	H 0 1 M	8/04089
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/04746(2016.01)</i>	H 0 1 M	8/04746
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/249(2016.01)</i>	H 0 1 M	8/249

東芝エネルギーシステムズ株式会社内

審査官 加藤 昌人

(56)参考文献	特開2019-129110(JP,A)
	特開2007-157479(JP,A)
	特開2020-035609(JP,A)
	特開2009-087862(JP,A)
	特開2006-073444(JP,A)
	特開2005-348499(JP,A)
	特開2004-265828(JP,A)
	特開平08-167418(JP,A)
(58)調査した分野	(Int.Cl., DB名)
	H 0 1 M 8 / 0 4 - 8 / 0 6 6 8