

(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2007-48698
(P2007-48698A)

(43) 公開日 平成19年2月22日(2007.2.22)

(51) Int. Cl.	F I			テーマコード(参考)		
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M	8/04	K	5H026		
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M	8/04	J	5H027		
	HO 1 M	8/04	N			
	HO 1 M	8/10				

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2005-234296 (P2005-234296)	(71) 出願人	000155023 株式会社堀場製作所 京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地
(22) 出願日	平成17年8月12日(2005.8.12)	(74) 代理人	100121441 弁理士 西村 電平
		(72) 発明者	板谷隆宏 京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地 株式会社堀場製作所内
		(72) 発明者	高田不二雄 大阪府茨木市畑田町15番26号 株式 会社レスカ内
		Fターム(参考)	5H026 AA06 5H027 AA06 BA13 KK02 KK05 KK21 MM04 MM09

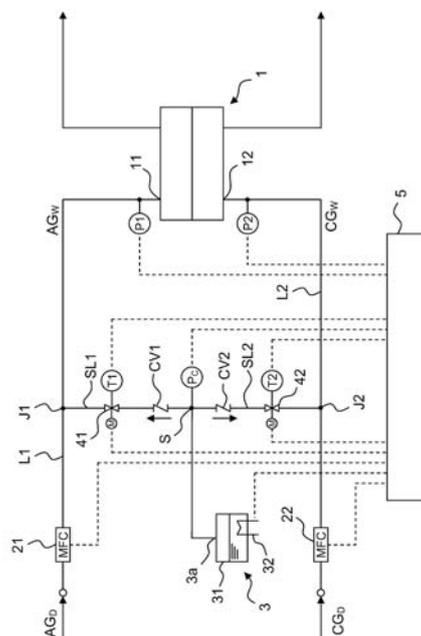
(54) 【発明の名称】 燃料電池の加湿システム

(57) 【要約】

【課題】早い応答性を得られるとともに、ガス流量の多寡、目標露点の高低に拘わらず安定した露点制御が可能で、しかもコンパクト化を図れる燃料電池の加湿システムを提供する。

【解決手段】共通の蒸気発生源3から、蒸気を燃料電池に対する各ガス供給ラインL1、L2に蒸気を供給するように構成するとともに、その各蒸気供給ラインSL1、SL2上に、蒸気量をそれぞれ調節することが可能な蒸気流量調節手段41、42を設けておき、各ガスがそれぞれ設定露点となるように、蒸気流量調節手段41、42を所定の環境パラメータに基づいてそれぞれオープンループ制御するようにした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

蒸気を発生する共通の蒸気発生源と、
その蒸気発生源から延出して、燃料電池に対するアノードガス供給ライン及びカソードガス供給ラインにそれぞれ接続されている一対の蒸気供給ラインと、
前記各蒸気供給ライン上に設けられ、当該各蒸気供給ラインを流れる蒸気量をそれぞれ調節することが可能な蒸気流量調節手段と、
蒸気混合後のアノードガス及びカソードガスそれぞれの露点を予め定めた設定露点にすべく、前記各蒸気流量調節手段を所定の環境パラメータに基づいてそれぞれオープンループ制御する蒸気流量制御部と、を備えている燃料電池の加湿システム。

10

【請求項 2】

前記蒸気流量調節手段が、弁による内部流路の拡張により蒸気流量を調節するものにおいて、前記環境パラメータとして、前記蒸気流量調節手段の上流及び下流におけるそれぞれの流体圧力と、蒸気混合前のアノードガス及びカソードガスそれぞれの流量と、前記蒸気流量調節手段における流体温度とを少なくとも用いるようにしている請求項 1 記載の燃料電池の加湿システム。

【請求項 3】

前記蒸気流量調節手段の下流における流体圧力を、前記ガス供給ラインにおける蒸気供給ラインとの合流部より下流側に設けた圧力検知手段からの出力信号により取得している請求項 2 記載の燃料電池の加湿システム。

20

【請求項 4】

前記各ガス供給ライン上に、蒸気混合前のアノードガス及びカソードガスの流量を調節するガス流量調節手段が設けられており、そのガス流量調節手段に対する流量設定値を、前記環境パラメータのうち流量として用いるようにしている請求項 2 又は 3 記載の燃料電池の加湿システム。

【請求項 5】

前記各蒸気供給ラインに、流体の戻りを防止する逆止弁を設けている請求項 1、2、3 又は 4 記載の燃料電池の加湿システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体高分子電解質型燃料電池に特に好適に適用され、電解質として用いられる固体高分子膜の加湿状態を良好に保持することができる燃料電池の加湿システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

燃料電池は水素などの燃料と空気などの酸化剤を電気化学的に反応させることにより、燃料のもつ化学的エネルギーを直接電気エネルギーに変換する装置である。その中でも、イオン導電性を有する固体高分子膜を用いた固体高分子電解質型燃料電池は、出力密度が高いこと、構造が単純であること、動作温度が比較的低いことなどの特徴があり、より一層の技術開発への期待が高まっている。

40

【0003】

ところで、前記固体高分子膜は、反応過程で乾燥しやすいこと、その含水率に応じて膜抵抗が変化しやすいこと、などの理由から、含水率を適切な範囲に保つ必要があるため、燃料電池に供給するガス（アノードガス及びカソードガス）を加湿器により適度に加湿するようにしている。

【0004】

そしてそのための加湿器としては、従来、液相中に細かな気泡としたガスを通し、加湿

50

するいわゆるバブリング方式と称されるもの（特許文献1）や、水を加熱蒸発させて蒸気とし、前記ガスに混合させるインジェクション方式のもの（特許文献2）などが知られている。

【特許文献1】特開2002-252011号公報

【特許文献2】特開2004-220868号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、バブリング方式のものは、ガスの露点を変えようとする、タンク内の水の温度を変化させる必要がある、そもそも応答速度が非常に遅く、例えば燃料電池の負荷が急に変動してガス露点を迅速に変動させる必要が生じたときなどに対応が難しいという問題がある。さらに低露点で、特にガス流量が少ない場合、所望露点のガスを安定して供給することが困難であるという問題もある。

10

【0006】

一方、インジェクション方式は、露点の変更が迅速に行えるという長所が一般的には言われているが、実際にはフィードバック制御（以下FB制御ともいう）をしているので、所望の露点に落ち着くまでに、バブリング方式のものとそれほど大差のない時間がかかってしまう。

【0007】

加えて、いずれの方式においても、露点をFB制御する場合、露点の連続測定が可能な露点計を必要とするところ、現在そのような露点計は静電容量式しかなく、この静電容量式露点計は、高精度に測定できる条件に保つのが難しいために、例えば、燃料電池の評価システムに適用した場合、露点を大幅に変えるような試験を行えず、高精度でダイナミックレンジを広くとることができないという不具合が生じ得る。

20

【0008】

さらに、従来は、アノードガス及びカソードガスのそれぞれに、別個に加湿器を設けているが、このためにコンパクト化が図れないという不具合もある。これら加湿器を単純に共通化したのでは、前述したように制御応答性が悪いことや、ダイナミックレンジが小さいといった不具合から、一方のガス供給系への制御の影響が、他方のガス供給系に及びやすく、干渉が生じて不安定化を招く恐れがあるのである。

30

【0009】

本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであって、早い応答性を得られるとともに、ガス流量の多寡、目標露点の高低に拘わらず安定した露点制御が可能で、しかもコンパクト化を図れる新規有用な燃料電池の加湿システムを提供することをその主たる目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、かかる目的を達成するために、次のような手段を講じたものである。

【0011】

すなわち、本発明に係る燃料電池の加湿システムは、蒸気を発生する共通の蒸気発生源と、その蒸気発生源から延出して、燃料電池に対するアノードガス供給ライン及びカソードガス供給ラインにそれぞれ接続されている一対の蒸気供給ラインと、前記各蒸気供給ライン上に設けられ、当該各蒸気供給ラインを流れる蒸気量をそれぞれ調節することが可能な蒸気流量調節手段と、蒸気混合後のアノードガス及びカソードガスそれぞれの露点を予め定めた設定露点にすべく、前記各蒸気流量調節手段を所定の環境パラメータに基づいてそれぞれオープンループ制御する蒸気流量制御部と、を備えていることを特徴とする。

40

【0012】

このようなものであれば、蒸気発生源を共通化しているのでコンパクト化を図ることができる。また、同質の蒸気が供給されるため、露点の設定や温度調節を同一条件で行うことができる。また、各ガス供給ラインへの蒸気供給量を司る蒸気流量調節手段を、蒸気流量

50

制御部が所定の環境パラメータからオープンループ制御することにより、所望の露点を得るようにしているため、応答性が非常に早い。しかも、このようにオープンループ制御して応答性を早めている点等から、蒸気発生源が共通化であっても、各ガス供給ライン間での干渉が非常に生じにくく、安定な露点制御が可能になる。さらに、オープンループ制御であるため、露点計測は不要であり、露点計の能力に起因する不具合（例えば前述したダイナミックレンジが小さいという点など）を防止できる。加えて言えば、制御安定性が高いことから、低露点でガス流量が少ない場合でも、所望露点のガスを安定して供給することが可能になる。

【0013】

前記蒸気流量調節手段が、弁による内部流路の拡張により蒸気流量を調節するものにおいては、前記環境パラメータとして、前記蒸気流量調節手段の上流及び下流におけるそれぞれの流体圧力と、蒸気混合前のアノードガス及びカソードガスそれぞれの流量と、前記蒸気流量調節手段における流体温度とが取得できれば、露点制御が可能になる。

10

【0014】

前記蒸気流量調節手段の下流における流体圧力は、蒸気供給ライン上に圧力検知手段を設けて取得してもよいが、ガス供給ラインにおける蒸気供給ラインとの合流部より下流側（燃料電池のガス導入ポート近傍が特に好ましい）に設けた圧力検知手段からの出力信号により取得してもよい。蒸気流量調節手段の下流における流体圧力は、蒸気供給ライン上であってガス供給ライン上であっても、極端に配管が長いとか流路に狭い部分があるとかいった特殊な事情がない限り、ほとんど同じ値を示すからである。そして、このようにガス供給ラインから圧力を取得するようにすれば、燃料電池のガス導入ポートに設置される圧力モニタを、前記圧力検知手段として用いることができ、省部品化やそれに伴うコストダウン、コンパクト化、メンテナンス容易化等を促進できる。

20

【0015】

蒸気混合前のアノードガス及びカソードガスの流量を、マスフローコントローラのように、目標となる流量設定値に近づけるように制御するガス流量調節手段が設けられている場合は、ガス流量を実測する必要はなく、例えば前記流量設定値を、前記環境パラメータのうちの流量として用いるようにすればよい。このことにより、ガス流量検知手段を省くことができる。

【0016】

上述したように蒸気発生源を共通化すると、一方の蒸気供給ラインから他方の蒸気供給ラインへの不測の流れが生じ、アノードガスとカソードガスとが混合する恐れがあるが、これを好適に防止するには、各蒸気供給ラインに、流体の戻りを防止する逆止弁をそれぞれ設けているものが好ましい。

30

【発明の効果】

【0017】

このように本発明によれば、蒸気発生源を共通化しているのでコンパクト化を図ることができるうえ、同質の蒸気が供給されるため、露点の設定や温度調節を同一条件で行うことができる。また、所望の露点を得るために、蒸気流量調節手段を環境パラメータからオープンループ制御しているため、応答性が非常に良いうえ、蒸気発生源を共通化しても、各ガス供給ライン間での干渉が生じにくく、安定した制御が可能になる。さらに、その制御には露点計は不要であるため、露点計の能力に起因するダイナミックレンジが小さいという不具合を防止して、大きなダイナミックレンジを得ることができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の一実施形態を、図面を参照して説明する。

【0019】

図1に示す燃料電池1は、内部構造の図示は省略するが、例えば固体高分子型のもので、イオン導電性を有する固体高分子膜と、その固体高分子膜を両側から挟み込む2枚の平行平板電極であるアノード（燃料極〔負極〕）及びカソード（空気極〔正極〕）と、それ

50

ら電極に水素を含むアノードガス（燃料ガス）A G及び酸素を含むカソードガス（酸化ガス）C Gを接触させるための燃料極流路及び空気極流路とを備えたセルによって構成される。

【0020】

前記燃料極流路及び空気極流路の導入ポート11、12は、アノードガス供給ラインL1及びカソードガス供給ラインL2に接続してあって、これら各ガス供給ラインL1、L2を介してアノードガスA G及びカソードガスC Gが前記各電極に送り込まれることにより燃料電池1による発電が営まれる。

【0021】

ところで、アノードガスA G及びカソードガスC Gは、図示しないポンペ等からドライ状態で各ガス供給ラインL1、L2に送り込まれてくるところ、そのドライガスの流量は、ガス流量調節手段であるマスフローコントローラ21、22によってそれぞれ所定流量に制御される。また、前記固体高分子膜には、水分を補給する必要があるため、この実施形態では、各ガス供給ラインL1、L2に途中から水蒸気（以下、蒸気とも言う）を添加する加湿システムW Sを設けている。なお以下の説明中、ドライ状態のガスと水蒸気が添加されてウェット状態となったガスとの区別が必要なときは、添え字にD及びWをそれぞれ付す。

10

【0022】

次に、この加湿システムW Sについて説明する。

本加湿システムW Sは、図1に示すように、蒸気を発生する共通の蒸気発生源3と、その蒸気発生源3から延出して、前記アノードガス供給ラインL1及びカソードガス供給ラインL2にそれぞれ接続された一对の蒸気供給ラインS L1、S L2と、前記各蒸気供給ラインS L1、S L2を流れる蒸気量をそれぞれ調節する蒸気流量調節手段41、42と、アノードガスA G_w及びカソードガスC G_wがそれぞれ予め定めた露点となるようにオープンループ制御する制御装置5とを備えている。

20

【0023】

各部を説明する。

蒸気発生源3は、水を貯蔵した密閉タンク31と、その水を加熱するヒータ32とを備えてなるものであり、この水をヒータ32で加熱することにより、密閉タンク31の空間部分が、大気圧以上の蒸気（気相の水）で充満されるように構成している。また、この密閉タンク31の空間部分には蒸気導出ポート3aを設けており、このポート3aに前記蒸気供給ラインS L1、S L2の基端を接続することで、蒸気が当該蒸気供給ラインS L1、S L2に供給されるように構成している。

30

【0024】

各蒸気供給ラインS L1、S L2は、その基端部が共通の一本の配管になっており、途中から分岐して、末端がそれぞれカソードガス供給ラインL1、L2及びアノードガス供給ラインL1、L2の途中に設けた合流部J1、J2に接続されている。一方、この蒸気供給ラインS L1、S L2において、分岐部Sよりも下流側には、順に蒸気の上流側への戻りを防止する逆止弁C V1、C V2、蒸気の流量を調節する前記蒸気流量調節手段41、42が設けられている。なお、各蒸気供給ラインS L1、S L2及びガス供給ラインL1、L2は、ホットホース等の温度調節機構（図示しない）を有しており、内部で結露しない所定温度以上となるように配管温度が制御されている。

40

【0025】

蒸気流量調節手段41、42は、外部から信号によってその弁開度を制御し、内部流路を調節可能なりモート操作式のものである。この蒸気流量調節手段41、42には、温度調節機構T1、T2が取り付けられており、温度を検知してその温度が予め定めた一定値となるようにローカルにF B制御を行っている。また、この蒸気流量調節手段41、42の上流及び下流にはそれぞれ圧力センサP_c、P1、P2が設けてあり、蒸気流量調節手段41、42の一次圧（上流側流体圧力）及び二次圧（下流側流体圧力）を検知できるように構成している。一次圧を検知する一次圧センサP_cは、前記蒸気供給ラインS L1、S L

50

2の分岐部Sに設けてあり、各蒸気流量調節手段41、42の一次圧をこの単一の一次圧センサ P_c で共通に検知する。二次圧を検知する二次圧センサ P_1 、 P_2 は、各ガス供給ラインL1、L2における合流部J1、J2より下流側(燃料電池の各ガス導入ポート11、12近傍)に設けてある。なお、二次圧センサ P_1 、 P_2 は表示部を有しており、燃料電池の各ガス導入ポートにおける圧力モニタとしての役割も果たす。

【0026】

制御装置5は、汎用乃至専用のコンピュータを利用したものであり、図2に示すように、内部バス501、CPU502、メモリ503、I/Oチャンネル504、A/Dコンバータ505等を備えている。そしてメモリ503に予め記憶させた所定プログラムにしたがって前記CPU502が動作することにより、この制御装置5が、図3に示すように、

10

【0027】

しかして、データ受信部51は、種々のデータを受信するものである。ここでは、環境パラメータに係るデータの一部、すなわち、前記一次圧センサ P_c 及び二次圧センサ P_1 、 P_2 から出力されてくる各蒸気流量調節手段41、42の一次圧データ及び二次圧データ、蒸気流量調節手段41、42に取り付けた温度調節機構の設定温度データを少なくとも受信する。なお、この他の環境パラメータとしては、後述する各ガスの流量設定値があり、これら環境パラメータに係るデータは、メモリ503の所定領域に設定した環境パラメータデータ格納部D1に格納される。

20

【0028】

蒸気圧制御部52は、前記蒸気発生源3での蒸気圧でもある前記一次圧と、予め定めた目標蒸気圧とを比較し、前記一次圧を目標蒸気圧に近づけるべく蒸気発生源3のヒータ32をFB制御するものである。より具体的には、環境パラメータデータ格納部D1から一次圧データを取得し、その値が目標蒸気圧より低ければ、ヒータ32の出力を上げ、高ければヒータ32の出力を下げる。目標蒸気圧はある一つの値である必要はなく、範囲を有していてもよい。

【0029】

ガス流量設定部53は、オペレータからの入力や他のコンピュータからの信号等に基づいて、蒸気混合前の各ガスの目標流量をそれぞれ設定し、その値を示す設定流量データを

30

【0030】

露点設定部54は、オペレータからの入力や他のコンピュータからの信号等に基づいて、各ガスの目標露点をそれぞれ設定し、その値を示す設定露点データを、前記設定データ格納部D2に格納するものである。

【0031】

ガス流量制御部55は、前記マスフローコントローラ21、22を流れる各ガス AG_D 、 CG_D の流量が、設定値となるような指令信号を出力するものである。具体的には、設定データ格納部D2から各ガス AG_D 、 WG_D の流量設定データをそれぞれ取得し、それらの値(ガス流量設定値)に所定演算を施して、前記各指令信号の値を演算する。この実施形態でのガス流量制御部55は、実際のガス流量がガス流量設定値となるように、マスフローコントローラ21、22の差圧等からその弁開度を算出し、当該弁開度となるような指令信号を出力するようにしている。なお、マスフローコントローラによっては、流量設定データさえ与えれば、内部でローカルにFB制御を行い、その流量設定値となるように自身で弁開度を調整するものもあり、その場合は、ガス流量設定データをそのまま指令信号として出力するにすればよい。

40

【0032】

蒸気流量制御部56は、蒸気混合後のアノードガス AG_w 及びカソードガス、 CG_w それぞれの露点を、設定露点(前記設定露点データの値)にすべく、前記各蒸気流量調節手段41、42を環境パラメータに基づいてそれぞれオープンループ制御するものである。

50

以下に、具体的に図4を参照しつつ、その動作を詳述する。

【0033】

まず、設定露点（設定露点データの値）、ドライ状態のガス圧力（二次圧データの値）及びドライ状態のガス流量（設定流量データの値）から、前記設定露点となるべき水分重量流量（kg/h）を算出する。

【0034】

より詳細には、水分含有量（%）を設定露点及びドライガス圧力から算出した後（ステップS1）、水分流量（L/min）をドライガス流量（NL/min）及び前記水分含有量（%）から算出し（ステップS2）、最終的にその水分流量（L/min）から水分重量流量（kg/h）を算出する（ステップS3）。

10

【0035】

次に、その水分重量流量（kg/h）となる弁開度を算出し、その弁開度が維持される弁開度指令信号を蒸気流量調節手段41、42に出力する。

【0036】

より詳細には、前記水分重量流量（kg/h）、一次圧、二次圧、その差圧、蒸気温度（過熱度）から、弁の性質を示す所定係数を求め（ステップS4）、その係数に対応する弁開度を、予め記憶させた係数-弁開度関係特性表から抽出する（ステップS5）。この特性表は、弁毎に特有のもので、予め試験するなどして得ておく。そしてその弁開度となるような弁開度指令信号を蒸気流量調節手段41、42に出力する（ステップS6）。

【0037】

つまり、このように構成した加湿システムWSによれば、燃料電池1へ供給するアノードガスAG及びカソードガスCGに、それぞれ独立して所望の露点となるような蒸気が供給できる。例えば、アノードガスAG_D及びカソードガスCG_Dの流量が異なっている場合、設定露点等の他の条件が同じであれば、その各ガスAG_D、CG_Dの流量比に応じた比率で蒸気が供給されることになる。

20

【0038】

しかも、蒸気発生源3は共通化されているのでコンパクト化が可能であり、その他に蒸気温度の管理が容易になるなどの効果も奏し得る。

【0039】

また、各露点をオープンループ制御しているため、応答性が非常によい。

30

【0040】

さらに、このようにオープンループ制御して応答性を高めていることから、蒸気発生源3が共通化されているにも拘わらず、各ガス供給ラインL1、L2間での干渉が生じにくく、安定な露点制御が可能になる。特にこの実施形態では、蒸気発生源3の圧力（一次圧）をローカルに制御してできるだけ一定圧に保つように構成しているため、安定性がより向上する。

【0041】

加えて、オープンループ制御であることから、露点計測が不要であり、露点計の能力に起因する不具合（例えばダイナミックレンジが小さいという点など）を防止できる。

【0042】

また、制御安定性が高いことから、低露点でガス流量が少ない場合でも、所望露点のガスAG、CGを安定して供給することができる。

40

【0043】

なお、本発明は前記実施形態に限られるものではない。例えば、蒸気流量調節手段を複数並列に設け、流量調節レンジを大きくとれるようにするなどしてもよい。

その他の構成も、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の一実施形態を示す模式的な回路図。

【図2】同実施形態における制御装置の機器構成図。

50

【図3】同実施形態における制御装置の機能ブロック図。

【図4】同実施形態における制御装置の動作を示すフローチャート。

【符号の説明】

【0045】

WS・・・加湿システム

1・・・燃料電池

21、22・・・ガス流量調節手段（マスフローコントローラ）

3・・・蒸気発生源

41、42・・・蒸気流量調節手段

56・・・蒸気流量制御部

L1・・・アノードガス供給ライン

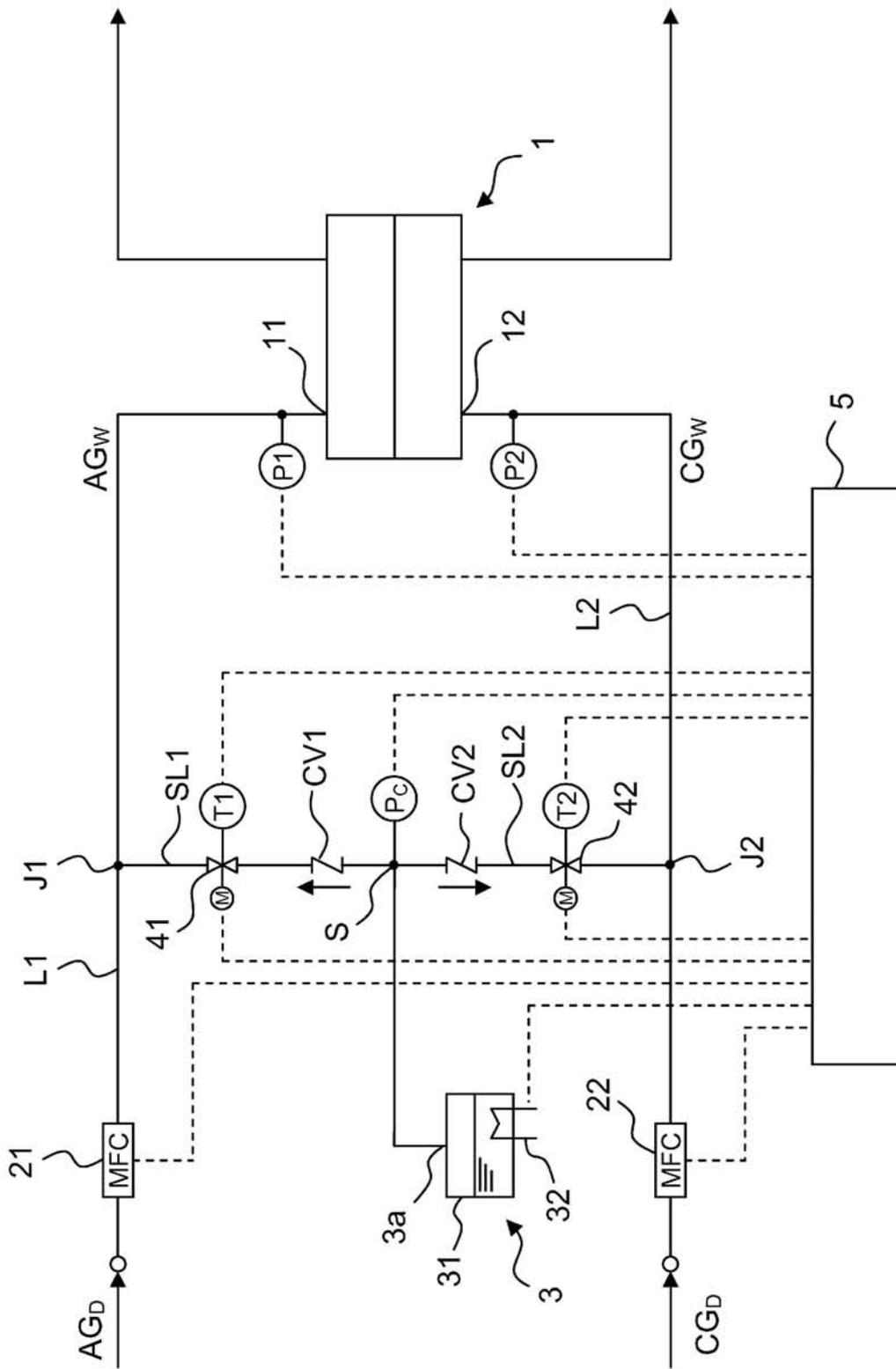
L2・・・カソードガス供給ライン

SL1、SL2・・・蒸気供給ライン

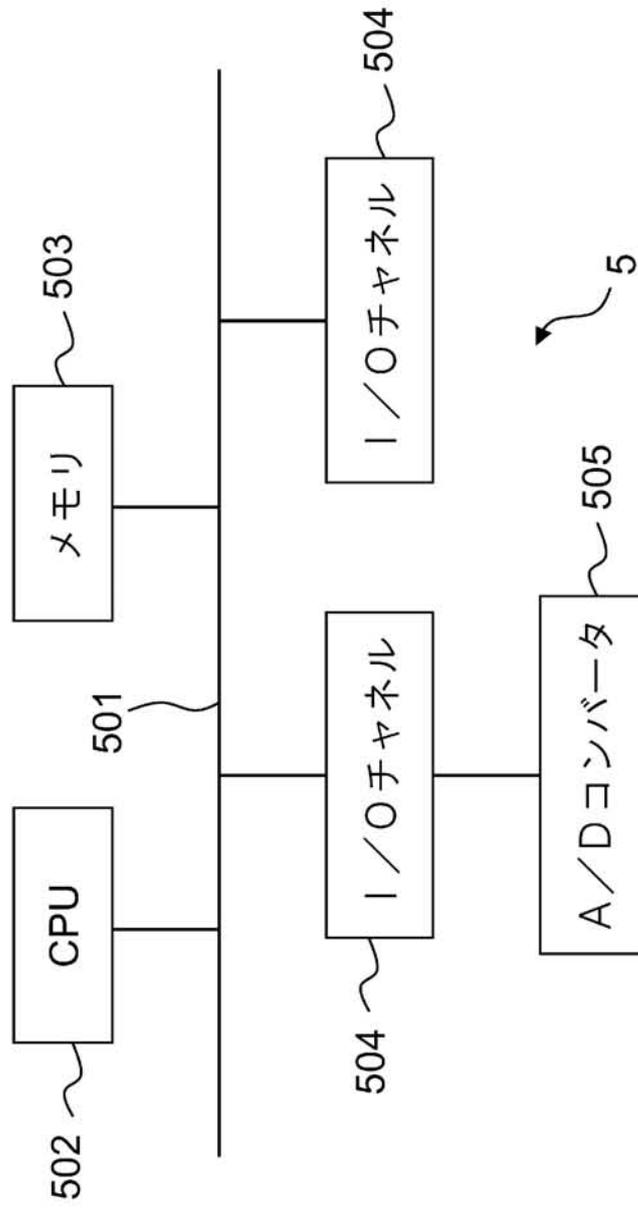
P1、P2・・・圧力検知手段（二次圧センサ）

CV1、CV2・・・逆止弁

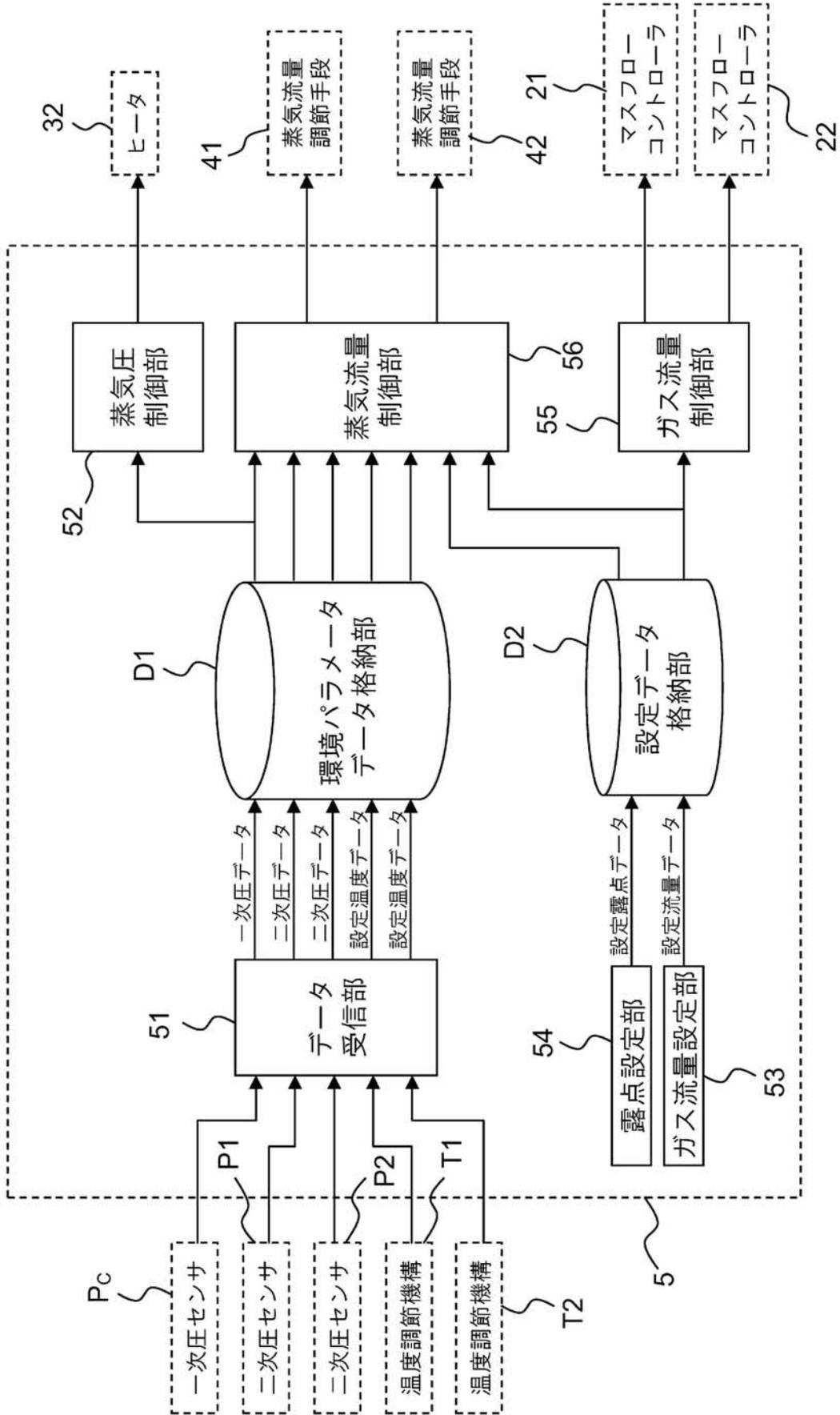
【図 1】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

