

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4701624号  
(P4701624)

(45) 発行日 平成23年6月15日(2011.6.15)

(24) 登録日 平成23年3月18日(2011.3.18)

(51) Int. Cl. F I  
**HO 1 M 8/04 (2006.01)** HO 1 M 8/04 J  
 HO 1 M 8/10 (2006.01) HO 1 M 8/04 A  
 HO 1 M 8/10

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2004-114239 (P2004-114239)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成16年4月8日(2004.4.8)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2005-302421 (P2005-302421A)	(74) 代理人	110000028 特許業務法人明成国際特許事務所
(43) 公開日	平成17年10月27日(2005.10.27)	(72) 発明者	山▲崎▼ 大輔 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成19年4月6日(2007.4.6)	(72) 発明者	梅花 豊一 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	渡辺 修夫 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池システムであって、  
酸化ガスを吸気する吸気管と、  
下流側に前記吸気管が接続された、燃料電池に酸化ガスを供給するための酸化ガス供給部と、  
前記燃料電池の運転により酸素極側で生成される水蒸気を含む排ガスを排出する排気管と、  
前記吸気管と前記排気管とを接続する循環用配管と、  
前記循環用配管に設けられ、前記排気管から前記吸気管へと流入する前記排ガスの流量を調整する循環バルブと、  
前記排気管に設けられ、前記循環用配管と前記排気管との接続箇所における前記排ガスの圧力を調整する圧力調整バルブと、  
前記接続箇所における前記排ガスの圧力が前記吸気管における前記酸化ガスの圧力よりも高い所定の圧力値となるように、前記圧力調整バルブを制御するとともに、前記酸化ガスに対する要求加湿量に基づいて前記循環バルブの開度を制御する制御部と、  
を備える、燃料電池システム。

【請求項2】

請求項1記載の燃料電池システムであって、  
前記所定の圧力値は、少なくとも大気圧より高い値である、燃料電池システム。

10

20

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の燃料電池システムであって、  
 前記圧力調整バルブは、前記排気管における前記排ガスの圧力を調整する排気調圧バルブを含み、  
 前記排ガスを循環させる前記循環用配管の一端は、前記排気調圧バルブの間において、前記排気管に接続されている、燃料電池システム。

## 【請求項 4】

請求項 1 または 2 記載の燃料電池システムであって、  
 前記圧力調整バルブは、前記排気管に設けられ、前記燃料電池内の圧力を調整する調圧バルブを含み、  
 前記排ガスを循環させる前記循環用配管の一端は、前記燃料電池と前記調圧バルブの間において、前記排気管に接続されている、燃料電池システム。

## 【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、さらに、  
 前記排気管に設けられ、前記排ガスの圧力を検出するセンサを備え、  
 前記制御部は、前記センサからの電気信号に基づいて、前記圧力調整バルブのバルブ開度を電氣的に調整する、燃料電池システム。

## 【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、さらに、  
 前記酸化ガス供給部は、前記吸気管を介して外部から空気を吸気するコンプレッサを備え、  
 前記コンプレッサは、前記空気の吸入により、前記吸気管内を負圧にする、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、酸素極側から排出される排ガスを循環して使用する燃料電池システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

酸化ガス（例えば、空気）と燃料ガス（例えば、水素）との電気化学反応を利用して発電する燃料電池システムでは、所定の発電効率を確保するため、燃料電池に供給される酸化ガスを加湿する必要がある。従来から、燃料電池システムでは、電気化学反応により酸素極側で生成された水蒸気を含んだ排ガスを、酸化ガスの供給側へ循環させるシステムが採用されている（例えば、特許文献 1 参照）。

## 【0003】

こうしたシステムでは、循環する排ガスの流量を調整することで、供給側に加湿モジュールを設けることなく、適切な加湿をすることができるとされている。なお、下記の特許文献 2 には、燃料電池の運転停止時に燃料電池内の水分を短時間で除去するため、バイパス通路を設けた技術が開示されている。

## 【0004】

【特許文献 1】特表平 8 - 500931 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 343398 号公報

## 【0005】

かかる燃料電池システムは、図 5 に示すように、酸化ガスを吸い込むコンプレッサの上流の吸気管 A と、燃料電池スタックからの排ガスを排気する排気管 B と、これらの配管を接続する接続管 C を備え、その接続管 C 上に流量を調整する循環バルブ V2 が設けられている。接続管 C の一端は、燃料電池スタックの内圧を調整する調圧バルブ V1 の下流に接続されている。燃料電池スタックからの排ガスは、調圧バルブ V1 を経て外部へ排出される途中で、排気管 B から吸気管 A へ吸入され、燃料電池スタックに供給される酸化ガスの

10

20

30

40

50

加湿に利用されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、こうした燃料電池システムでは、循環する排ガスの量を適切に制御できず、加湿量の調整が困難であるという問題があった。循環バルブV2の一端は排気出口付近に接続されているため、循環バルブV2の入口圧力は大気圧程度となっていた。そのため、循環バルブV2は、その入口側と出口側との圧力差が小さくなり、十分な流量制御が困難なものとなっていたからである。加えて、調圧バルブV1通過後の排ガスは、燃料電池スタックの出力要求に伴う流量変化の影響を受け、その圧力が変動する。この変動する圧力を加味して循環流量を調整するには、循環バルブV2のより複雑な制御が必要とされていた。

10

【0007】

本発明は、こうした問題を踏まえて、吸気側に排ガスを循環させるバルブの制御性を向上する燃料電池システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の燃料電池システムは、上記課題を鑑み、以下の手法を採った。すなわち、燃料電池に酸化ガスを供給する供給部の上流で、該酸化ガスを吸気する吸気管と、該燃料電池の運転により酸素極側で生成される水蒸気を含む排ガスを排出する排気管とを有する燃料電池システムであって、前記吸気管と前記排気管とを循環用配管で接続し、前記循環用配管上に、前記排気管から前記吸気管へ前記排ガスを循環させる循環バルブを設置し、前記循環用配管と前記排気管との接続箇所になくとも大気圧よりも高い所定の圧力を発生させる圧力発生部材を、該排気管上に設けたことを要旨としている。

20

【0009】

本発明の燃料電池システムによれば、圧力発生部材により大気圧よりも高い圧力の排ガスが循環バルブの上流側に到達する。つまり、循環バルブの入口側と出口側との圧力差を所定値以上確保する。したがって、循環バルブの制御性を向上することができる。その結果、適切な量の排ガスの循環により、吸気側の酸化ガスに適切な量の水蒸気を供給することができ、吸気側の適切な加湿量の調整に効果を奏する。

30

【0010】

上記の構成の燃料電池システムの圧力発生部材は、前記排気管上を流れる前記排ガスの圧力を所定の圧力に調整する圧力調整バルブであるものとしてすることができる。

【0011】

かかる燃料電池システムによれば、圧力調整バルブの制御範囲に応じて、循環バルブに流入する排ガスの圧力を大気圧よりも高い所定の範囲に調整する。したがって、出力に応じて燃料電池から排出される水蒸気を含んだ排ガスの圧力が変動しても、圧力変動を抑えて循環バルブに流入する排ガス圧力を安定させることができる。その結果、循環バルブの制御性を向上することができる。また、既存の圧力調整バルブを用いることで、比較的容易に循環バルブに流入する排ガスの圧力制御を行なうことができる。

40

【0012】

上記の構成を有する燃料電池システムにおいて、排気管上で、前記燃料電池の近傍に、前記排気ガスの圧力を検出するセンサを設け、前記圧力調整バルブは、前記センサからの電気信号に基づいて、前記圧力調整バルブのバルブ開度を電氣的に調整するバルブであるものとしても良い。

【0013】

かかる燃料電池システムによれば、検出した排ガスの圧力に基づいて、圧力調整バルブのバルブ開度を電氣的に制御する。したがって、循環バルブに流入する排ガスの圧力を精度良く調整することができる。

【0014】

50

上記の構成を有する燃料電池システムの圧力調整バルブは、前記燃料電池システムの前記排気管上に設けられた前記燃料電池の内部の圧力を調整する調圧バルブであり、前記排気ガスを循環する前記循環用配管の一端を、前記燃料電池と前記調圧バルブとの間の前記排気管と接続するものとしても良い。

【0015】

かかる燃料電池システムによれば、燃料電池と調圧バルブとの間の排気管から取り出した排気ガスは、循環用配管を通り循環バルブに流入する。この排気ガスは、調圧バルブによる圧力制御により、所定の圧力値に制御される。この燃料電池システムでは、排気ガスの循環用の配管の構成を工夫することで、新たに機器を追加する必要はない。したがって、少ない部品構成で、循環バルブの制御性を向上するシステムを構築することができる。

10

【0016】

また、圧力発生部材は、前記循環用配管と前記排気管との接続箇所よりも下流の該排気管上に設けられた絞りとしても良い。かかる燃料電池システムによれば、絞りを通過する前の配管内の排気ガス圧力は、大気圧よりも高い圧力に設定される。したがって、上昇した圧力の排気ガスが循環バルブに流入するため、循環バルブの制御性を向上することができる。

【0017】

上記の構成を有する燃料電池システムにおいて、燃料電池に酸化ガスを供給する供給部は、前記吸気管を介して外部から空気を吸気するコンプレッサを備え、前記吸気管内を流れる酸化ガスの圧力は、負圧であるものとしてすることができる。

20

【0018】

かかる燃料電池システムによれば、コンプレッサの吸い込みにより酸化ガスは燃料電池に供給され、吸気管内は負圧となる。したがって、循環バルブの上流側と下流側との圧力差を増加させることができ、循環バルブの制御性を向上することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明の実施の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

A. 第1実施例：

B. 第2実施例：

C. 変形例：

30

【0020】

A. 第1実施例：

図1は、本発明の第1実施例としての燃料電池システムの概略構成図である。このシステムは、水素と酸素の電気化学反応により発電する燃料電池システム10であり、燃料電池による発電力を動力とする車両に搭載されている。

【0021】

図1に示すように、この燃料電池システム10は、主に、燃料電池スタック20、水素系統30、エア系統40、冷却系統70、排気系統80、出力系統90、制御ユニット120などから構成されている。

【0022】

40

燃料電池スタック20は、水素極（以下、アノードと呼ぶ）と酸素極（以下、カソードと呼ぶ）とを備えた単セル21を複数枚有し、該複数枚の単セル21を積層し、両端からエンドプレート28、29で挟み込んで形成されている。

【0023】

図2は、単セル21の概略構成図である。図示するように、単セル21は、セパレータ22、アノード23、電解質膜24、カソード25、セパレータ26を順に重ね合わせた構造である。セパレータ22、26には、水素ガス、酸化ガス、冷媒の流路となる溝27が設けてある。この溝27を介して水素ガス、酸化ガスが、それぞれアノード23、カソード25に供給される。

【0024】

50

アノード 23 に供給された水素ガスは、アノード 23 を構成する触媒層の触媒と反応し、水素イオンを発生する。この水素イオンは、電解質膜 24 を透過し、カソード 25 で酸素ガス中の酸素と反応する。この電気化学反応により、単セル 21 は発電する。燃料電池スタック 20 は、こうした単セル 21 を複数直列に接続することで、高い電力を出力している。なお、本実施例では、電解質膜 24 に固体高分子膜であるナフィオン（登録商標）を使用している。こうした電解質膜 24 は、湿潤状態で良好に作用する。

【0025】

エンドプレート 28 は、燃料電池スタック 20 内部に水素ガス、酸化ガス、冷媒の各種流体を供給する入口ポートと、各種流体を外部へ排出する出口ポートとを備えており、各ポートは、各配管と接続されている。入口ポートから供給される各種流体は、各単セル 21 の溝 27 に適切に供給され、電気化学反応が滞りなく進行する。なお、本実施例では、酸化ガスとして空気を、冷媒として冷却水を、それぞれ使用している。

10

【0026】

水素系統 30 は、図 1 に示すように、水素タンク 31、水素循環ポンプ 32 や配管等から構成され、配管を介して燃料電池スタック 20 のエンドプレート 28 と接続されている。水素タンク 31 内に貯蔵された高圧の水素ガスは、図示しないバルブにより、その圧力、流量が調整され、燃料電池スタック 20 に供給される。なお、水素タンク 31 からの水素ガスの供給に代えて、例えば、メタン、メタノール等を改質して水素を生成し、これを供給するものとしても良い。

【0027】

燃料電池スタック 20 から排出された水素ガスは、水素循環ポンプ 32 により、再度、燃料電池スタック 20 へ供給される。こうすることで、電気化学反応に使用されずに排出された水素ガスを有効に利用している。

20

【0028】

エア系統 40 は、大きく、燃料電池スタック 20 に空気を供給する吸気ラインと、燃料電池スタック 20 から空気を排出する排気ラインと、排気ラインから吸気ラインへ空気を循環する循環ラインとからなる。

【0029】

吸気ラインは、燃料電池スタック 20 に供給される空気の流れの上流から順に、エアクリーナ 41、エアフロメータ 42、エアコンプレッサ 43、インタークーラ 44 とこうした機器を接続する吸気配管 45、46 等から構成され、吸気配管 46 を介して燃料電池スタック 20 のエンドプレート 28 と接続されている。

30

【0030】

外部から取り込んだ空気は、エアクリーナ 41 で浄化され、エアフロメータ 42 を経て、エアコンプレッサ 43 で圧縮後、インタークーラ 44 により冷却されて燃料電池スタック 20 へと流入する。エアコンプレッサ 43 は、モータを駆動源としており、モータの回転数に応じた空気を吸入する。この吸入により、吸気配管 45 の管内圧力は負圧となる。

【0031】

エアフロメータ 42 は、外部から吸入される空気の流量を検出している。この空気の流量は、燃料電池スタック 20 の運転を制御する制御ユニット 120 に出力され、エアコンプレッサ 43 のモータの制御に利用されている。

40

【0032】

他方、排気ラインは、燃料電池スタック 20 から排出される空気（以下、これをカソード排ガスと呼ぶ）の流れの上流から順に、調圧バルブ 50、排気調圧バルブ 59 およびこれらを接続する排気配管 51、52 等から構成され、排気配管 51 を介して燃料電池スタック 20 のエンドプレート 28 と接続されている。

【0033】

燃料電池スタック 20 から排出されたカソード排ガスは、調圧バルブ 50、排気調圧バルブ 59 およびこれらを接続する排気配管 51、52 を経て、排気系統 80 のマフラ 81 から外部へ排出される。

50

## 【 0 0 3 4 】

調圧バルブ 5 0 は、バルブの開度を調整することで、燃料電池スタック 2 0 に供給する空気の圧力を調整している。排気調圧バルブ 5 9 は、運転要求に応じて変動する排気配管 5 2 の圧力を所定の範囲内に調整している。なお、調圧バルブ 5 0 , 排気調圧バルブ 5 9 には、ポペット弁を使用し、ポペットの進退動作によりバルブ開度を調整している。こうしたバルブ開度の制御は、ポペット弁の駆動用モータの回転角を制御することで行なっている。

## 【 0 0 3 5 】

なお、排気配管 5 1 上には温度センサ 5 5 , 圧力センサ 5 6 を、排気配管 5 2 上には圧力センサ 5 7 を、それぞれ設けている。こうした各種センサからの電気信号は、制御ユニット 1 2 0 に出力され、各種バルブなどの制御に利用されている。

10

## 【 0 0 3 6 】

循環ラインは、循環バルブ 6 0 , 循環配管 6 1 , 6 2 等から構成されている。循環配管 6 1 は排気配管 5 2 と循環バルブ 6 0 とを、循環配管 6 2 は循環バルブ 6 0 と吸気配管 4 5 とを、それぞれ接続している。燃料電池スタック 2 0 から排出されたカソード排ガスは、調圧バルブ 5 0 を経て、排気配管 5 2 を流れ、排気調圧バルブ 5 9 へ流入すると共に、その一部または全部は、排気配管 5 2 、循環配管 6 1 を経て、循環バルブ 6 0 に流入する。

## 【 0 0 3 7 】

循環バルブ 6 0 は、バルブの開度により流量を調整し、所定の流量のカソード排ガスを循環配管 6 2 を介して吸気配管 4 5 に供給する。燃料電池スタック 2 0 内部のカソード 2 5 では、電気化学反応により水（水蒸気）が生成される。したがって、排出されるカソード排ガスは、水蒸気を含み湿潤状態である。循環バルブ 6 0 は、こうした湿潤状態の空気を、吸気配管 4 5 に供給している。なお、循環バルブ 6 0 にも、ポペット弁を使用している。

20

## 【 0 0 3 8 】

循環バルブ 6 0 を経て供給された湿潤状態の空気と、外部から新たに供給された空気とは、エアコンプレッサ 4 3 により吸入され、加湿された空気として、燃料電池スタック 2 0 に供給される。つまり、循環バルブ 6 0 は、カソード排ガスの循環流量を直接制御することで、燃料電池スタック 2 0 に供給される空気の加湿量の制御を行なっている。この燃料電池システム 1 0 では、空気の吸気ラインに、空気を加湿する加湿モジュールを設けていない。

30

## 【 0 0 3 9 】

冷却系統 7 0 は、ラジエータ 7 1 , ポンプ 7 2 とこれらを接続する配管とから構成され、配管を介して燃料電池スタック 2 0 のエンドプレート 2 8 と接続されている。燃料電池スタック 2 0 内部での電気化学反応は、発熱反応であるため、内部の温度は上昇する。この温度上昇を抑えるために燃料電池スタック 2 0 に流入する冷却水は、ラジエータ 4 0 にて冷却され、ポンプ 4 5 により循環される。

## 【 0 0 4 0 】

排気系統 8 0 は、主に、エア系統 4 0 と接続するマフラ 8 1 を備え、燃料電池スタック 2 0 から排出される排ガスをシステム 1 0 の外部へ排出している。なお、水素ガス中には窒素成分が含まれており、水素循環ポンプ 3 2 による水素ガスの循環過程で、高濃度の窒素が生成される。図示は省略したが、排気系統 8 0 は、水素系統 3 0 とともに接続し、こうした窒素を希釈して、所定のタイミングで外部へ排出している。

40

## 【 0 0 4 1 】

出力系統 9 0 は、インバータ 9 1 , 車両の走行モータ 9 2 , D C / D C コンバータ 9 3 , 二次電池 9 4 等から構成されている。燃料電池スタック 2 0 に供給された水素ガスと空気との電気化学反応による電力は、インバータ 9 1 を介して車両の走行モータ 9 2 の駆動に使用され、例えば、定常走行時や減速時などに発生する余剰分は D C / D C コンバータ 9 3 を介して二次電池 9 4 に蓄電される。

50

## 【 0 0 4 2 】

制御ユニット120は、こうした機器から構成される燃料電池システム10の各種バルブやモータ、ポンプなどのアクチュエータを制御している。図3は、この制御ユニット120を中心とした入出力信号を示す模式図である。

## 【 0 0 4 3 】

図示するように、制御ユニット120は、各種センサからの信号を受け、車両の運転状態を判断し、アクチュエータを制御する信号を出力する。

## 【 0 0 4 4 】

具体的には、圧力センサ56, 57, 温度センサ55, エアフロメータ42, アクセルポジションセンサ121, 車速センサ122等の各種センサからの圧力P1, P2、温度T、空気流量q、アクセル開度、車速V等を入力し、要求される出力(電力)を算出し、エアコンプレッサ43, 調圧バルブ50, 循環バルブ60, 排気調圧バルブ59, 水素循環ポンプ32, ポンプ72等を制御して燃料電池システム10を運転する。

## 【 0 0 4 5 】

特に、加湿モジュールを設けていない本燃料電池システム10においては、制御ユニット120は、必要な加湿量の制御を行なっている。具体的には、空気の供給ラインに必要な加湿量を算定し、循環バルブ60のバルブ開度を制御している。例えば、要求量に対して加湿量が少ないと判断した時には、循環バルブ60のバルブ開度を増加し、加湿量が多いと判断した時には、循環バルブ60のバルブ開度を減少する制御を行なう。

## 【 0 0 4 6 】

こうした加湿量は、燃料電池スタック20の電流、電圧値などの出力(図示なし)、温度センサ55からの温度T, エアフロメータ42からの流量q, エアコンプレッサ43のモータ回転数からの吸入量などの検出値と、予め設定された水分量のマップとから算定することができる。算定された水分量に基づいて必要な加湿量に相当するカソード排ガスの循環流量を決定し、循環バルブ60のバルブ開度を決定している。

## 【 0 0 4 7 】

以上の構成の第1実施例の燃料電池システム10の運転中に、例えば、制御ユニット120が、運転状態から燃料電池スタック20の発電量増加を判断すると、反応速度を速めるため、エア系統40側では、空気の供給量を増加する。具体的には、制御ユニット120は、エアコンプレッサ43のモータの回転数を増加する制御を行なう。

## 【 0 0 4 8 】

エアコンプレッサ43の回転数が増加すると、供給空気の流量増加により、燃料電池スタック20の内部、排気配管51等の圧力が上昇する。排気配管51上に設けた圧力センサ56は、この上昇した圧力値P1を検出する。圧力センサ56からの電気信号を受けた制御ユニット120は、燃料電池スタック20内の圧力を略一定に保つため、調圧バルブ50のバルブ開度を増加し、上昇した圧力値P1を低下する制御を行なう。

## 【 0 0 4 9 】

調圧バルブ50のバルブ開度が増加すると、排気配管52内のカソード排ガスの流量増加により、排気配管52の圧力は上昇する。排気配管52上に設けた圧力センサ57は、この上昇した圧力値P2を検出する。圧力センサ57からの電気信号を受けた制御ユニット120は、排気配管52の圧力を所定範囲内の値に保つため、排気調圧バルブ59のバルブ開度を増加し、上昇した圧力値P2を低下する制御を行なう。

## 【 0 0 5 0 】

他方、燃料電池システム10の運転中に、制御ユニット120が、燃料電池スタック20の発電量減少を判断すると、エアコンプレッサ43のモータの回転数を減少する制御を行なう。

## 【 0 0 5 1 】

エアコンプレッサ43の回転数の減少に伴い、排気配管51の圧力が低下する。制御ユニット120は、圧力センサ56の圧力値P1に基づいて、調圧バルブ50のバルブ開度を減少し、低下した圧力値P1を上昇する制御を行なう。

## 【 0 0 5 2 】

調圧バルブ 5 0 のバルブ開度の減少に伴って、排気配管 5 2 の圧力が低下する。制御ユニット 1 2 0 は、圧力センサ 5 7 の圧力値 P 2 に基づいて、排気調圧バルブ 5 9 のバルブ開度を減少し、低下した圧力値 P 2 を上昇する制御を行なう。

## 【 0 0 5 3 】

制御ユニット 1 2 0 は、こうした一連のバルブ制御を実行することで、排気配管 5 1 , 5 2 の圧力を略一定に保持している。つまり、排気調圧バルブ 5 9 を制御することで、燃料電池の出力要求の変化に伴うカソード排ガスの圧力変動を抑制し、排気配管 5 2 内の圧力を所定範囲内に制御する。

## 【 0 0 5 4 】

所定範囲内の圧力に制御された排気配管 5 2 内のカソード排ガスは、循環ラインの循環配管 6 1 を経て循環バルブ 6 0 に流入する。つまり、循環バルブ 6 0 の上流側のカソード排ガスは、常に、所定範囲内の圧力に保持される。こうして、圧力の安定したカソード排ガスを上流側に備えた循環バルブ 6 0 は、所定量のカソード排ガスを吸気配管 4 5 に供給する。

## 【 0 0 5 5 】

第 1 実施例の燃料電池システムでは、調圧バルブ 5 0 の制御により排気配管 5 2 内のカソード排ガスの圧力が変動しても、排気調圧バルブ 5 9 のバルブ開度を調整することで、排気配管 5 2 内の圧力変動を抑制する。加えて、排気バルブ 5 9 により、排気配管 5 2 内（つまり循環配管 6 1 内）の圧力を大気圧よりも高い所定の値に制御し、循環バルブ 6 0 の上流と下流との圧力差を増大する。したがって、循環バルブ 6 0 の上流側に安定した圧力のカソード排ガスが供給され、循環バルブ 6 0 の制御性を向上することができる。その結果、吸気側の空気に適切な量の水蒸気を供給することができる。

## 【 0 0 5 6 】

なお、調圧バルブ 5 0 , 排気調圧バルブ 5 9 , 循環バルブ 6 0 には、弁体としてポペットタイプを使用しているが、例えば、バタフライタイプのバルブを使用するものとしても良いし、ポペットの駆動にソレノイドを利用するものとしても良い。この場合、弁体の駆動（ON - OFF）を一定周期で繰り返すデューティ制御を実行するものとするれば良い。

## 【 0 0 5 7 】

また、第 1 実施例では、圧力センサ 5 7 の圧力値 P 2 を用いて、排気調圧バルブ 5 9 の制御を行なうものとしたが、圧力センサ 5 6 の圧力値 P 1 に基づいて制御するものとしても良いし、制御ユニット 1 2 0 からの調圧バルブ 5 0 への制御指令と同等の制御指令を排気調圧バルブ 5 9 に出力するものとしても良い。いずれの場合も、既存の燃料電池システムの制御を用いて、排気配管 5 2 を所定範囲の圧力に制御することができる。

## 【 0 0 5 8 】

さらに、第 1 実施例では、循環バルブ 6 0 に流入するカソード排ガスの圧力制御に排気調圧バルブ 5 9 を用いたが、排気調圧バルブ 5 9 に替えて配管上に絞りを設けるものとしても良い。この場合、循環配管 6 1 を流れるカソード排ガスの圧力を、排気系統 8 0 よりも高い圧力に制御することができる。つまり、所定のサイズの絞りを設けることで、循環配管 6 1 と循環配管 6 2 との圧力差を増加させ、循環バルブ 6 0 の制御性を向上することができる。

## 【 0 0 5 9 】

B . 第 2 実施例 :

図 4 は、本発明の第 2 実施例としての燃料電池システムの概略構成図である。図示するように、この燃料電池システム 2 0 0 は、主に、燃料電池スタック 2 0 , 水素系統 3 0 , エア系統 2 1 0 , 冷却系統 7 0 , 排気系統 8 0 , 出力系統 9 0 などから構成されている。

## 【 0 0 6 0 】

第 2 実施例の燃料電池システム 2 0 0 は、エア系統 2 1 0 の一部分以外については、第 1 実施例の燃料電池システム 1 0 と同一である。したがって、エア系統 2 1 0 の一部分以

10

20

30

40

50

外については、同一符号を使用し、説明を省略する。なお、図示は省略したが、各種アクチュエータを制御する制御ユニット120を備えているのは、第1実施例と同様である。

【0061】

図4に示すように、エア系統210は、第1実施例と同様である吸気ライン、排気ライン、循環ラインから構成されている。排気ラインは、温度センサ55、圧力センサ56を管路上に備えた排気配管221、燃料電池スタック20内の圧力を調整する調圧バルブ50、調圧バルブ50を経たカソード排ガスを排気系等80へ導く排気配管222等から構成されている。排気配管221、222は、図1に示した第1実施例の排気配管51、52と、それぞれ対応し、同等の機能を有している。なお、この排気ラインは、第1実施例と異なり、排気調圧バルブ59を設けていない。

10

【0062】

循環ラインは、循環バルブ60および循環配管62、220等から構成されている。この循環ラインは、排気ラインのカソード排ガスを吸気ラインに循環させる意味では、第1実施例と同様であるが、循環バルブ60と接続する循環配管220の排気ラインとの接続位置が異なる。

【0063】

循環配管220は、その一端を排気配管221と接続して、燃料電池スタック20後、調圧バルブ50前のカソード排ガスを循環バルブ60に供給する。排気配管221内のカソード排ガスの圧力は、調圧バルブ50の圧力制御により略一定値となる。

【0064】

第2実施例の燃料電池システム200によれば、燃料電池スタック20と調圧バルブ50との間から取り出したカソード排ガスは、調圧バルブ50による圧力制御により、所定の圧力値に制御される。したがって、少ない部品構成で、循環バルブ60の制御性を向上するシステムを構築することができる。

20

【0065】

C. 変形例：

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において様々な形態で実施し得ることは勿論である。

【0066】

第1実施例では、排気調圧バルブ59を用いて循環バルブ60の上流圧力を調整する構成としたが、例えば、排気調圧バルブ59に替えて、リリーフ弁を設けるものとしても良い。こうした流路抵抗となる機器を設けることで、循環バルブ60の上流圧力を、排気系統80の配管抵抗による圧力損失（例えば、大気圧）以上の値に設定する。燃料電池スタック20の出力変動に伴う圧力上昇は、リリーフ弁により所定範囲に抑えることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】本発明の第1実施例としての燃料電池システムの概略構成図である。

【図2】単セルの概略構成図である。

40

【図3】制御ユニットを中心とした入出力信号を示す模式図である。

【図4】本発明の第2実施例としての燃料電池システムの概略構成図である。

【図5】従来の燃料電池システムの概略構成図である。

【符号の説明】

【0068】

10, 200...燃料電池システム

20...燃料電池スタック

21...単セル

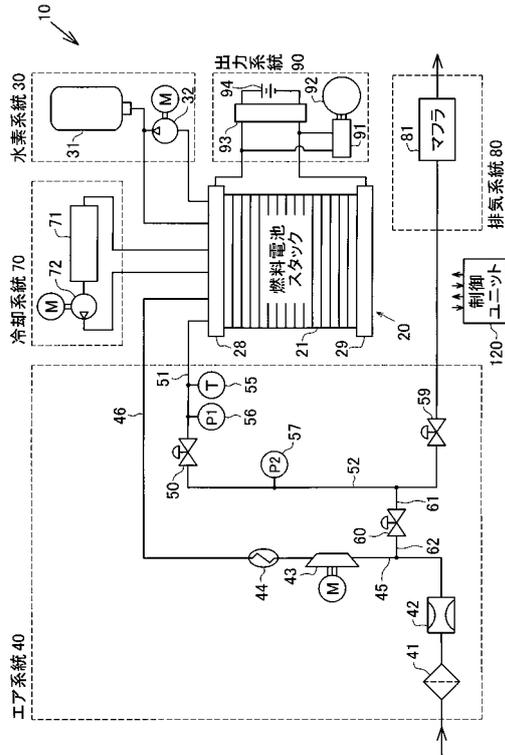
22, 26...セパレータ

23...アノード

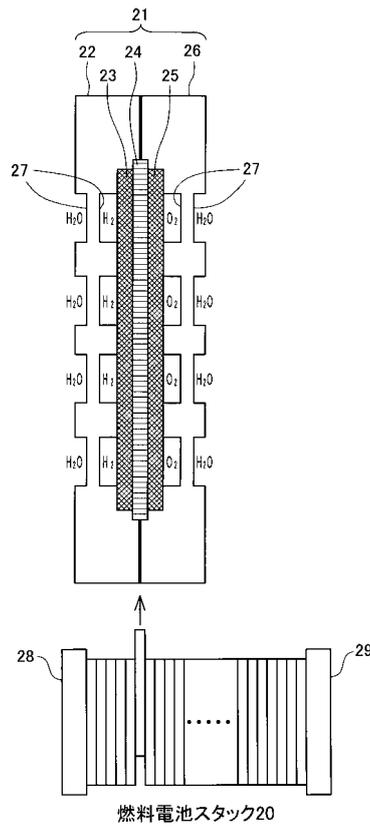
50

2 4 ... 電解質膜	
2 5 ... カソード	
2 7 ... 溝	
2 8 , 2 9 ... エンドプレート	
3 0 ... 水素系統	
3 1 ... 水素タンク	
3 2 ... 水素循環ポンプ	
4 0 , 2 1 0 ... エア系統	
4 1 ... エアクリーナ	
4 2 ... エアフロメータ	10
4 3 ... エアコンプレッサ	
4 4 ... インタークーラ	
4 5 , 4 6 ... 吸気配管	
5 0 ... 調圧バルブ	
5 1 , 5 2 , 2 2 1 , 2 2 2 ... 排気配管	
5 5 ... 温度センサ	
5 6 , 5 7 ... 圧力センサ	
5 9 ... 排気調圧バルブ	
6 0 ... 循環バルブ	
6 1 , 6 2 , 2 2 0 ... 循環配管	20
7 0 ... 冷却系統	
7 1 ... ラジエータ	
7 2 ... ポンプ	
8 0 ... 排気系統	
8 1 ... マフラ	
9 0 ... 出力系統	
9 1 ... インバータ	
9 2 ... 走行モータ	
9 3 ... D C / D C コンバータ	
9 4 ... 二次電池	30
1 2 0 ... 制御ユニット	
1 2 1 ... アクセルポジションセンサ	
1 2 2 ... 車速センサ	

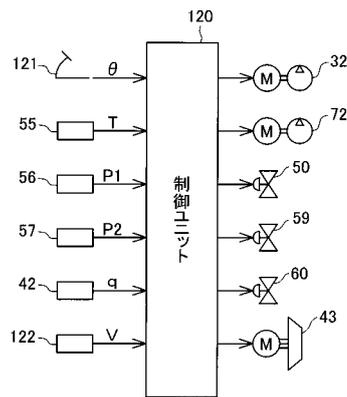
【図1】



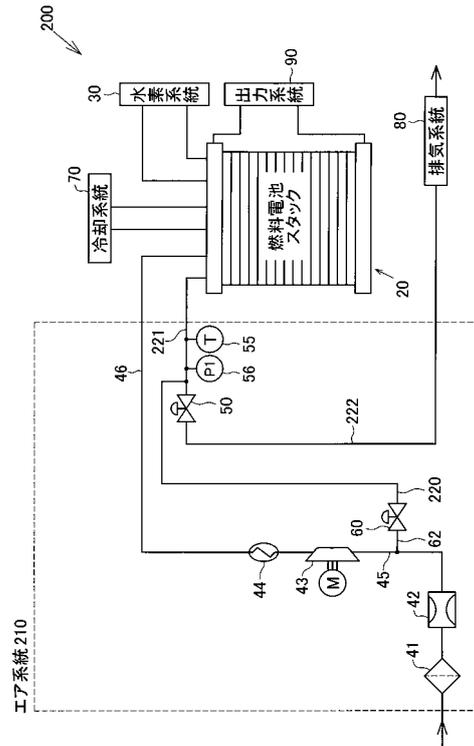
【図2】



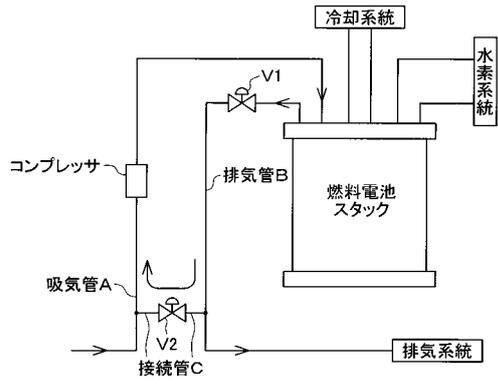
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 北村 伸之  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 池田 貴俊

(56)参考文献 特開2004-071349(JP,A)  
特開2003-115317(JP,A)  
特開2004-022487(JP,A)  
特開2000-195533(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01M 8/04  
H01M 8/10