

(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2007-48507
(P2007-48507A)

(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 J	5 HO 2 6
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 8/10	5 HO 2 7

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2005-229295 (P2005-229295)	(71) 出願人	000004695 株式会社日本自動車部品総合研究所 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地
(22) 出願日	平成17年8月8日(2005.8.8)	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(74) 代理人	110000028 特許業務法人明成国際特許事務所
		(72) 発明者	庖丁 伸次 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内
		(72) 発明者	松廣 泰 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内
		最終頁に続く	

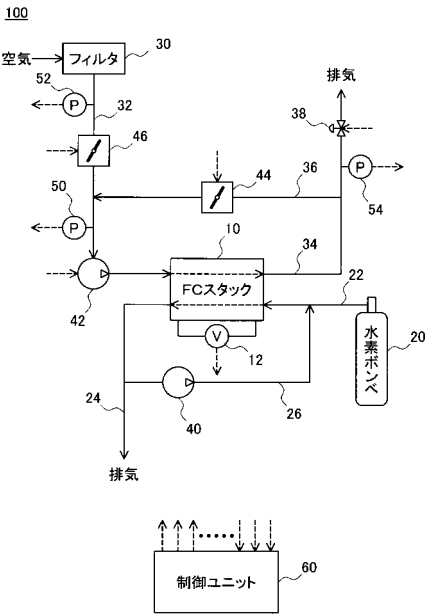
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 固体高分子型燃料電池を備える燃料電池システムにおいて、電解質膜の湿潤状態を確保しつつ、フラッシングを解消する。

【解決手段】 燃料電池システム100において、燃料電池スタック10のカソードから排出される、水分を含むカソードオフガスを循環させてカソードに供給する。さらに、燃料電池スタック10において、フラッシングが発生したときには、空気ポンプ42や、循環用スロットル44や、供給用スロットル46や、背圧制御弁38を制御し、カソードオフガスの循環量を増大させて過剰な水分を排出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池システムであって、
電解質膜として固体高分子膜を用いた燃料電池と、
前記燃料電池のカソードに酸化剤ガスを供給する供給配管と、
前記カソードから排出されたカソードオフガスを、前記供給配管に循環させる循環配管と、
前記循環配管を通して循環するカソードオフガスの流量を調整する循環ガス流量調整部と、
前記燃料電池において、フラッディングが発生したことを検出するフラッディング検出部と、
前記循環ガス流量調整部を制御する制御部と、を備え、
前記制御部は、
前記フラッディング検出部によって、フラッディングが発生したと検出されたときに、
前記循環配管を通して循環するカソードオフガスの流量が、フラッディングが発生していないときよりも増大するように、前記循環ガス流量調整部を制御する、
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、
前記循環ガス流量調整部は、
前記循環配管に設けられ、該循環配管を通して循環するカソードオフガスの流量を調整する第 1 の流量調整バルブと、
前記供給配管と前記循環配管との合流部の下流の前記供給配管に設けられたポンプと、
を備え、
前記制御部は、
前記フラッディング検出部によって、フラッディングが発生したと検出されたときに、
フラッディングが発生していないときよりも、前記ポンプの回転数を増加させるとともに、
前記第 1 の流量調整バルブの開度を大きくする、
燃料電池システム。

【請求項 3】

請求項 2 記載の燃料電池システムであって、
前記循環ガス流量調整部は、さらに、
前記供給配管と前記循環配管との合流部の上流の前記供給配管に設けられ、前記酸化剤ガスの流量を調整する第 2 の流量調整バルブを備え、
前記制御部は、
前記フラッディング検出部によって、フラッディングが発生したと検出されたときに、
さらに、フラッディングが発生していないときよりも、前記第 2 の流量調整バルブの開度を小さくする、
燃料電池システム。

【請求項 4】

燃料電池システムの制御方法であって、
前記燃料電池システムは、
電解質膜として固体高分子膜を用いた燃料電池と、
前記燃料電池のカソードに酸化剤ガスを供給する供給配管と、
前記カソードから排出されたカソードオフガスを、前記供給配管に循環させる循環配管と、を備えており、
前記燃料電池において、フラッディングが発生したことを検出する工程と、
前記フラッディングが発生したと検出されたときに、前記循環配管を通して循環するカソードオフガスの流量を、フラッディングが発生していないときよりも増大させる工程と、

を備える制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体高分子型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、水素と酸素との電気化学反応によって発電する燃料電池がエネルギー源として注目されている。この燃料電池には、電解質膜として固体高分子膜を用いた固体高分子型燃料電池がある。そして、この固体高分子型燃料電池では、所望の発電性能を得るために、電解質膜を適正な湿潤状態に維持し、電解質膜のプロトン伝導性を適正に保つ必要がある。このため、固体高分子型燃料電池を備える燃料電池システムでは、運転中に、電解質膜の加湿が必要となる。

【0003】

近年では、燃料電池における発電、すなわち、水素と酸素との電気化学反応によって生成された生成水を、電解質膜の加湿に再利用することによって、燃料電池システムのエネルギー効率を向上させる技術が提案されている。例えば、下記特許文献1、2には、燃料電池のカソードから排出された生成水を含むカソードオフガスを再度カソードに循環させて供給し、電解質膜を加湿する技術が記載されている。

【0004】

一方、電解質膜近傍で水分が過剰になると、フラッディングが発生する。すなわち、過剰な水分によって電解質膜への反応ガスの拡散が妨げられ、燃料電池の発電性能が低下する。このフラッディングを解消するための技術として、例えば、下記特許文献3には、フラッディングが発生したときに、外部から燃料電池に供給するガスの流量を増加させて、過剰な水分を排出する技術が記載されている。

【0005】

【特許文献1】特表平8-500931号公報

【特許文献2】特開平9-312164号公報

【特許文献3】特開2004-152532号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献1、2に記載されたような、燃料電池のカソードから排出された生成水を含むカソードオフガスを再度カソードに循環させて供給し、電解質膜を加湿する燃料電池システムにおいて、上述したフラッディングを解消するために、この燃料電池システムに特許文献3に記載された技術を適用することは可能である。しかし、この場合、単に外部から燃料電池に供給するガスの流量を増加させるだけでは、電解質膜を乾燥させ過ぎてしまい、燃料電池の発電性能を低下させるおそれがあった。そこで、電解質膜の乾燥を抑制して湿潤状態を確保しつつ、フラッディングを解消することが要求されていた。

【0007】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、固体高分子型燃料電池を備える燃料電池システムにおいて、電解質膜の湿潤状態を確保しつつ、フラッディングを解消することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述の課題の少なくとも一部を解決するため、本発明では、以下の構成を採用した。

本発明の燃料電池システムは、

電解質膜として固体高分子膜を用いた燃料電池と、

前記燃料電池のカソードに酸化剤ガスを供給する供給配管と、

前記カソードから排出されたカソードオフガスを、前記供給配管に循環させる循環配管

10

20

30

40

50

と、

前記循環配管を通して循環するカソードオフガスの流量を調整する循環ガス流量調整部

と、

前記燃料電池において、フラッディングが発生したことを検出するフラッディング検出部と、

前記循環ガス流量調整部を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、

前記フラッディング検出部によって、フラッディングが発生したと検出されたときに、前記循環配管を通して循環するカソードオフガスの流量が、フラッディングが発生していないときよりも増大するように、前記循環ガス流量調整部を制御することを要旨とする。

10

【0009】

こうすることによって、水分を含むカソードオフガスを利用するとともに、その循環量を適切に制御して電解質膜の加湿を行いつつ、燃料電池においてフラッディングが生じたときに、燃料電池から過剰な水分を排出することができる。したがって、固体高分子型燃料電池を備える燃料電池システムにおいて、電解質膜の湿潤状態を確保しつつ、過剰な水分を排出し、フラッディングを解消することができる。

【0010】

上記燃料電池システムにおいて、

前記循環ガス流量調整部は、

前記循環配管に設けられ、該循環配管を通して循環するカソードオフガスの流量を調整する第1の流量調整バルブと、

20

前記供給配管と前記循環配管との合流部の下流の前記供給配管に設けられたポンプと、を備え、

前記制御部は、

前記フラッディング検出部によって、フラッディングが発生したと検出されたときに、フラッディングが発生していないときよりも、前記ポンプの回転数を増加させるとともに、前記第1の流量調整バルブの開度を大きくするようにしてもよい。

【0011】

上記燃料電池システムにおいて、

前記循環ガス流量調整部は、さらに、

前記供給配管と前記循環配管との合流部の上流の前記供給配管に設けられ、前記酸化剤ガスの流量を調整する第2の流量調整バルブを備え、

30

前記制御部は、

前記フラッディング検出部によって、フラッディングが発生したと検出されたときに、さらに、フラッディングが発生していないときよりも、前記第2の流量調整バルブの開度を小さくするようにしてもよい。

【0012】

こうすることによって、燃料電池においてフラッディングが発生したときに、水分を含むカソードオフガスの循環量を増大させることができる。

【0013】

本発明は、上述の燃料電池システムとしての構成の他、燃料電池システムの制御方法の発明として構成することもできる。また、これらを実現するコンピュータプログラム、およびそのプログラムを記録した記録媒体、そのプログラムを含み搬送波内に具現化されたデータ信号など種々の態様で実現することが可能である。なお、それぞれの態様において、先に示した種々の付加的要素を適用することが可能である。

40

【0014】

本発明をコンピュータプログラムまたはそのプログラムを記録した記録媒体等として構成する場合には、燃料電池システムの動作を制御するプログラム全体として構成するものとしてもよいし、本発明の機能を果たす部分のみを構成するものとしてもよい。また、記録媒体としては、フレキシブルディスクやCD-ROM、DVD-ROM、光磁気ディス

50

ク、ＩＣカード、ＲＯＭカートリッジ、パンチカード、バーコードなどの符号が印刷された印刷物、コンピュータの内部記憶装置（ＲＡＭやＲＯＭなどのメモリ）および外部記憶装置などコンピュータが読み取り可能な種々の媒体を利用できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１５】

以下、本発明の実施の形態について、実施例に基づき以下の順序で説明する。

A．燃料電池システムの構成：

B．運転制御：

C．変形例：

【００１６】

A．燃料電池システムの構成：

図１は、本発明の一実施例としての燃料電池システム１００の概略構成を示す説明図である。燃料電池（ＦＣ）スタック１０は、水素と酸素との電気化学反応によって発電するセルを複数積層させた積層体である。各セルは、プロトン伝導性を有する電解質膜を挟んで、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）とを配置した構成となっている。本実施例では、ナフィオン（登録商標）などの固体高分子膜を電解質膜として利用する固体高分子型のセルを用いるものとした。燃料電池スタック１０には、セル電圧を測定するための電圧センサ１２が設置されている。

【００１７】

燃料電池スタック１０のアノードには、配管２２を介して、水素ポンプ２０から、燃料ガスとしての水素が供給される。水素ポンプ２０の代わりに、アルコールや、炭化水素や、アルデヒドなどを原料とする改質反応によって水素を生成し、アノードに供給するものとしてもよい。

【００１８】

アノードから排出される排気ガス（以下、アノードオフガスと呼ぶ）は、配管２４を通じて外部に排出される。また、配管２２、および、配管２４には、アノードオフガスを循環させるための配管２６が接続されている。この配管２６には、循環用ポンプ４０が設置されており、これを駆動することによって、アノードオフガスを循環させ、アノードオフガスに含まれる燃料電池スタック１０で未消費の水素を再利用することができる。なお、図示、および、説明は省略しているが、各配管には、必要に応じて、各種バルブや、圧力センサ等が設置されている。

【００１９】

燃料電池スタック１０のカソードには、フィルタ３０、および、配管３２を介して、酸素を含有した酸化剤ガスとしての空気が供給される。配管３２には、空気ポンプ４２が設置されており、これを駆動することによって、空気は、カソードに供給される。配管３２は、本発明における供給配管に相当する。

【００２０】

カソードから排出された排気ガス（以下、カソードオフガスと呼ぶ）は、配管３４、背圧制御弁３８を介して、外部に排出される。また、配管３２、および、配管３４には、カソードオフガスを循環させるための配管３６が接続されている。先に説明したように、本実施例の燃料電池スタック１０は、固体高分子膜を電解質膜として利用しているため、電解質膜のプロトン伝導性を適正に保ち、所望の発電性能を得るために、電解質膜の加湿が必要である。カソードオフガスには、燃料電池スタック１０で発電によって生成された生成水が含まれているので、このカソードオフガスを循環させてカソードに供給することによって、電解質膜の加湿を行うことができる。配管３６は、本発明における循環配管に相当する。

【００２１】

なお、図示するように、配管３２の配管３６との合流部の上流には、燃料電池スタック１０への空気の供給量を制御するための供給用スロットル４６が設置されている。また、配管３２のフィルタ３０と供給用スロットル４６との間には、フィルタ３０と供給用スロ

10

20

30

40

50

ットル４６との間の配管３２内の圧力を測定するための圧力センサ５２が設置されている。また、配管３２の配管３６との合流部と空気ポンプ４２との間にも、圧力センサ５０が設置されている。また、配管３４には、背圧を測定するための圧力センサ５４が設置されている。また、配管３６には、カソードオフガスの循環量を制御するための循環用スロットル４４が設置されている。空気ポンプ４２の回転数や、循環用スロットル４４の開度や、供給用スロットル４６の開度を制御することによって、カソードオフガスの循環量を制御することができる、空気ポンプ４２と、循環用スロットル４４と、供給用スロットル４６とは、本発明における循環ガス流量調整部に相当する。

【００２２】

燃料電池システム１００の運転は、制御ユニット６０によって制御される。制御ユニット６０は、内部にＣＰＵ、ＲＡＭ、ＲＯＭを備えるマイクロコンピュータとして構成されており、ＲＯＭに記憶されたプログラムに従って、システムの運転を制御する。図中に、この制御を実現するために制御ユニット６０に入出力される信号の一例を破線で示した。入力信号としては、例えば、圧力センサ５０，５２，５４や、電圧センサ１２の検出信号などが挙げられる。出力信号としては、例えば、背圧制御弁３８や、空気ポンプ４２や、循環用スロットル４４や、供給用スロットル４６などの制御信号が挙げられる。制御ユニット６０は、本発明における制御部に相当する。

【００２３】

B．運転制御：

以下、燃料電池スタック１０において、フラッディングが発生したときに、これを解消するために実行するフラッディング解消制御について説明する。フラッディングとは、電解質膜近傍で生成水が凝縮し、過剰な水分によって電解質膜への反応ガスの拡散が妨げられ、燃料電池の発電性能が低下する現象である。

【００２４】

図２は、フラッディング解消制御の流れを示すフローチャートである。この制御は、燃料電池システム１００の運転中に、制御ユニット６０のＣＰＵが、随時行う制御である。

【００２５】

まず、ＣＰＵは、電圧センサ１２によって、燃料電池スタック１０のセル電圧を測定する（ステップＳ１００）。そして、その電圧値に基づいて、燃料電池スタック１０において、フラッディングが発生したか否かを判断する（ステップＳ１１０）。例えば、セル電圧が所定値以下の場合に、フラッディングが発生したと判断する。

【００２６】

ステップＳ１１０において、フラッディングが発生したと判断した場合には、ＣＰＵは、循環用スロットル４４の開度を増加させ、空気ポンプ４２の回転数を増加させる（ステップＳ１２０）。こうすることによって、カソードオフガスの循環量を増大させて、流速を増大させ、燃料電池スタック１０の電解質膜近傍の過剰な水分の排出を促進することができる。このとき、ＣＰＵは、圧力センサ５２の出力が一定になるように、循環用スロットル４４の開度、および、空気ポンプ４２の回転数を制御する。また、ＣＰＵは、圧力センサ５４の出力をモニタし、背圧が一定になるように、背圧制御弁３８の開度を制御する。背圧制御弁３８の開度を大きくして、背圧を低く制御すれば、燃料電池スタック１０からの水分の排出をさらに促進することができる。

【００２７】

次に、ＣＰＵは、電圧センサ１２によって、燃料電池スタック１０のセル電圧を測定し、ステップＳ１１０と同様にして、フラッディングが解消したか否かを判断する（ステップＳ１３０）。フラッディングが解消した場合には（ステップＳ１３０：ＹＥＳ）、フラッディング解消制御を終了する。

【００２８】

ステップＳ１３０において、フラッディングが解消していない場合には（ステップＳ１３０：ＮＯ）、ＣＰＵは、供給用スロットル４６の開度を減少させ、空気ポンプ４２の回転数をさらに増加させる（ステップＳ１４０）。こうすることによって、カソードオフガ

スの循環量を増大させて、流速を増大させ、燃料電池スタック 10 の電解質膜近傍の過剰な水分の排出を、さらに促進することができる。このとき、CPU は、圧力センサ 52 の出力が一定になるように、供給用スロットル 46 の開度、および、空気ポンプ 42 の回転数を制御する。また、CPU は、圧力センサ 54 の出力をモニタし、背圧が一定になるように、背圧制御弁 38 の開度を制御する。

【0029】

そして、CPU は、再度、電圧センサ 12 によって、燃料電池スタック 10 のセル電圧を測定し、ステップ S 110 と同様にして、フラッディングが解消したか否かを判断する（ステップ S 150）。フラッディングが解消していない場合には、解消するまでカソードオフガスの循環量を増大させた運転を継続する（ステップ S 150：NO）。フラッディングが解消した場合には（ステップ S 150：YES）、フラッディング解消制御を終了する。

10

【0030】

以上説明した本実施例の燃料電池システム 100 によれば、水分を含むカソードオフガスを循環させてカソードに供給することによって、燃料電池スタック 10 電解質膜の加湿を行いつつ、燃料電池スタック 10 においてフラッディングが生じたときに、カソードオフガスの循環量を増大させて過剰な水分を排出し、フラッディングを解消することができる。

【0031】

C. 変形例：

20

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこのような実施の形態になんら限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内において種々なる態様での実施が可能である。例えば、以下のような変形例が可能である。

【0032】

C1. 変形例 1：

図 3 は、変形例としての燃料電池システム 100A の概略構成を示す説明図である。この燃料電池システム 100A は、上記実施例の燃料電池システム 100 における供給用スロットル 46、および、圧力センサ 52 を備えていないこと以外は、燃料電池システム 100 と同じである。そして、本変形例におけるフラッディング解消制御では、図 2 に示したフローチャートにおいて、ステップ S 130、および、ステップ S 140 を省略すればよい。

30

【0033】

本変形例の燃料電池システム 100A によっても、上記実施例の燃料電池システム 100 と同様に、水分を含むカソードオフガスを循環させてカソードに供給することによって、燃料電池スタック 10 電解質膜の加湿を行いつつ、燃料電池スタック 10 においてフラッディングが生じたときに、カソードオフガスの循環量を増大させて過剰な水分を排出し、フラッディングを解消することができる。

【0034】

C2. 変形例 2：

上記変形例の燃料電池システム 100A において、循環用スロットル 44 の代わりに、循環用ポンプを設置し、これを制御するようにしてもよい。

40

【0035】

C3. 変形例 3：

上記実施例では、図 2 に示したフラッディング解消制御のステップ S 150 において、フラッディングが解消してない場合には、そのままカソードオフガスの循環量を増大させた運転を継続するものとしたが、これに限られない。例えば、ステップ S 120 に戻り、循環用スロットル 44 の開度をさらに増加させ、空気ポンプ 42 の回転数をさらに増加させるようにしてもよい。また、ステップ S 140 に戻り、供給用スロットル 46 の開度をさらに減少させ、空気ポンプ 42 の回転数をさらに増加させるようにしてもよい。

【0036】

50

C 4 . 変形例 4 :

上記実施例では、電圧センサ 1 2 によって検出されたセル電圧に基づいて、燃料電池スタック 1 0 においてフラッシングが発生したか否かを判断するものとしたが、これに限られない。例えば、インピーダンスメータを用いて、燃料電池スタック 1 0 の交流インピーダンスを測定し、その測定値に基づいて、判断するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 7 】

【図 1】本発明の一実施例としての燃料電池システム 1 0 0 の概略構成を示す説明図である。

【図 2】フラッシング解消制御の流れを示すフローチャートである。

10

【図 3】変形例としての燃料電池システム 1 0 0 A の概略構成を示す説明図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 8 】

1 0 0 , 1 0 0 A ... 燃料電池システム

1 0 ... 燃料電池スタック

1 2 ... 電圧センサ

2 0 ... 水素ポンプ

2 2 , 2 4 , 2 6 ... 配管

3 0 ... フィルタ

3 2 , 3 4 , 3 6 ... 配管

20

3 8 ... 背圧制御弁

4 0 ... 循環用ポンプ

4 2 ... 空気ポンプ

4 4 ... 循環用スロットル

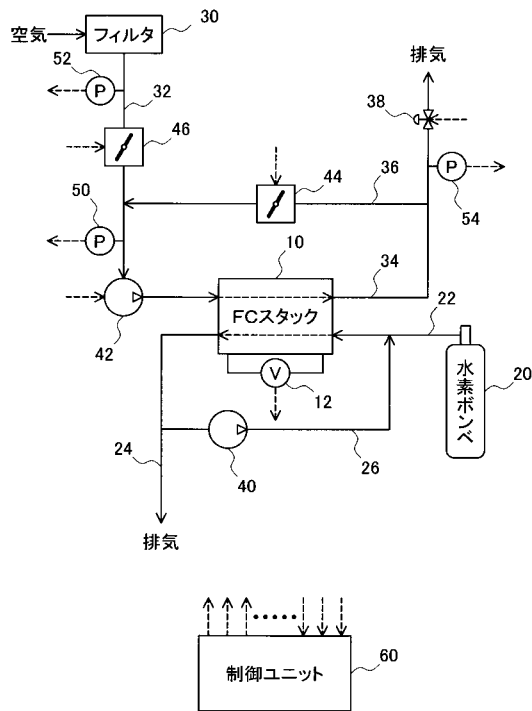
4 6 ... 供給用スロットル

5 0 , 5 2 , 5 4 ... 圧力センサ

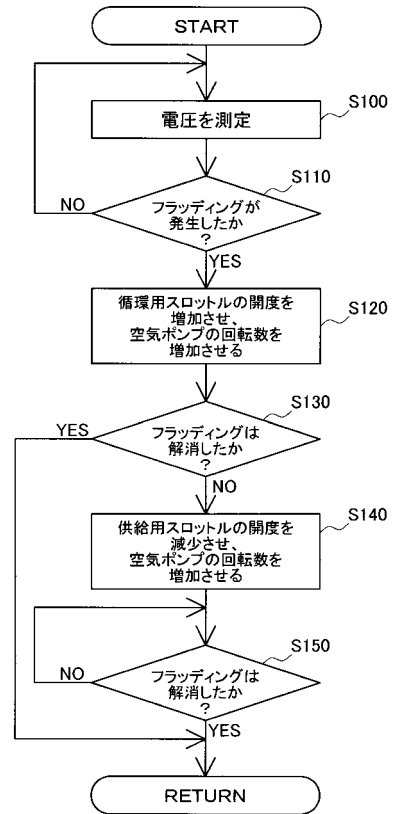
6 0 ... 制御ユニット

【図 1】

100

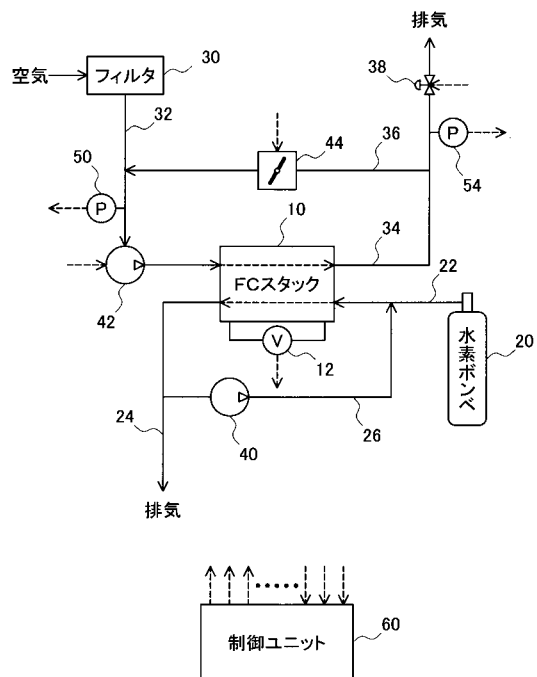


【図 2】



【図 3】

100A



フロントページの続き

(72)発明者 中田 圭一

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H026 AA06

5H027 AA06 BA01 BA13 BC19 KK23 MM03 MM04