

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4374782号  
(P4374782)

(45) 発行日 平成21年12月2日 (2009. 12. 2)

(24) 登録日 平成21年9月18日 (2009. 9. 18)

(51) Int. Cl.

F I

**H O 1 M 8/04 (2006. 01)**

H O 1 M 8/04 J

**B 6 O K 1/04 (2006. 01)**

H O 1 M 8/04 A

**B 6 O K 15/03 (2006. 01)**

H O 1 M 8/04 N

H O 1 M 8/04 T

B 6 O K 1/04 Z

請求項の数 3 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-10519 (P2001-10519)  
 (22) 出願日 平成13年1月18日 (2001. 1. 18)  
 (65) 公開番号 特開2002-216812 (P2002-216812A)  
 (43) 公開日 平成14年8月2日 (2002. 8. 2)  
 審査請求日 平成19年11月13日 (2007. 11. 13)

(73) 特許権者 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 100096817  
 弁理士 五十嵐 孝雄  
 (74) 代理人 100097146  
 弁理士 下出 隆史  
 (74) 代理人 100102750  
 弁理士 市川 浩  
 (74) 代理人 100109759  
 弁理士 加藤 光宏  
 (72) 発明者 野々部 康宏  
 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】 車載用燃料電池システム及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水素ガスを吸蔵したり、放出したりすることが可能な水素ガス吸蔵合金を備える水素ガス吸蔵部と、該水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスの供給を受けて電力を発生すると共に、残った前記水素ガスを排出する燃料電池と、を備え、車両に搭載される車載用燃料電池システムであって、

前記水素ガス吸蔵部の放出口と前記燃料電池の供給口との間をつなぐと共に、前記水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスを流して、前記燃料電池に供給する第1の流路と、

前記燃料電池の排出口と前記第1の流路中における第1の箇所との間をつなぐと共に、前記燃料電池から排出される前記水素ガスを流して、前記第1の流路に戻す第2の流路と、

前記第2の流路中に配置され、前記第2の流路を流れる前記水素ガスを前記第1の箇所に向かって流すポンプと、

前記第1の流路中における前記水素ガス吸蔵部の放出口と前記第1の箇所との間に位置する第2の箇所と、前記第2の流路中における前記燃料電池の排出口と前記ポンプとの間に位置する第3の箇所と、の間をつなぐと共に、前記第1の流路から分岐された前記水素ガスを流して、前記第2の流路に送る第3の流路と、

前記第1の流路中における前記第2の箇所と前記第1の箇所との間に配置され、開閉によりガスを流したり止めたりすることが可能な第1のバルブと、

10

20

前記第 2 の流路中における前記燃料電池の排出口と前記第 3 の箇所との間に配置され、開閉によりガスを流したり止めたりすることが可能な第 2 のバルブと、

前記第 3 の流路中に配置され、開閉によりガスを流したり止めたりすることが可能な第 3 のバルブと、

前記ポンプ及び前記第 1 ないし第 3 のバルブを制御する制御部と、  
を備え、

前記制御部は、前記水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスの圧力が基準圧力を上回っている場合は、前記第 1 及び第 2 のバルブを開き、前記第 3 のバルブを閉じて、前記水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスを前記第 1 の流路を介して前記燃料電池に供給させ、前記燃料電池から排出される前記水素ガスを前記第 2 の流路を介して前記第 1 の流路に戻し、前記ポンプにより前記水素ガスを循環させると共に、

前記水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスの圧力が前記基準圧力を下回っている場合には、前記第 1 及び第 2 のバルブを閉じ、前記第 3 のバルブを開いて、前記ポンプにより前記水素ガス吸蔵部から前記水素ガスを引き出させ、引き出した該水素ガスを前記第 1 の流路から前記第 3 の流路を介して前記第 2 の流路に送り、該第 2 の流路から前記第 1 の流路を介して前記燃料電池に供給させ、

前記第 1 及び第 2 のバルブのうち、少なくとも一方は、前記燃料電池から前記水素ガス吸蔵部に向かう、前記水素ガスの逆向きの流れを阻止する逆流防止手段を有する、車載用燃料電池システム。

#### 【請求項 2】

水素ガスを吸蔵したり、放出したりすることが可能な水素ガス吸蔵合金を備える水素ガス吸蔵部と、該水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスの供給を受けて電力を発生すると共に、残った前記水素ガスを排出する燃料電池と、を備え、車両に搭載される車載用燃料電池システムの制御方法であって、

( a ) 前記水素ガス吸蔵部の放出口と前記燃料電池の供給口との間をつなぐと共に、前記水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスを流して、前記燃料電池に供給する第 1 の流路と、前記燃料電池の排出口と前記第 1 の流路中における第 1 の箇所との間をつなぐと共に、前記燃料電池から排出される前記水素ガスを流して、前記第 1 の流路に戻す第 2 の流路と、前記第 2 の流路中に配置され、前記第 2 の流路を流れる前記水素ガスを前記第 1 の箇所に向かって流すポンプと、前記第 1 の流路中における前記水素ガス吸蔵部の放出口と前記第 1 の箇所との間に位置する第 2 の箇所と、前記第 2 の流路中における前記燃料電池の排出口と前記ポンプとの間に位置する第 3 の箇所と、の間をつなぐと共に、前記第 1 の流路から分岐された前記水素ガスを流して、前記第 2 の流路に送る第 3 の流路と、前記第 1 の流路中における前記第 2 の箇所と前記第 1 の箇所との間に配置され、開閉によりガスを流したり止めたりすることが可能な第 1 のバルブと、前記第 2 の流路中における前記燃料電池の排出口と前記第 3 の箇所との間に配置され、開閉によりガスを流したり止めたりすることが可能な第 2 のバルブと、前記第 3 の流路中に配置され、開閉によりガスを流したり止めたりすることが可能な第 3 のバルブとを用意する工程であって、前記第 1 及び第 2 のバルブのうち、少なくとも一方は、前記燃料電池から前記水素ガス吸蔵部に向かう、前記水素ガスの逆向きの流れを阻止する逆流防止手段を有する、工程と、

( b ) 前記水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスの圧力が基準圧力を上回っている否かを判定する工程と、

( c ) 前記水素ガスの圧力が前記基準圧力を上回っている場合、前記第 1 及び第 2 のバルブを開き、前記第 3 のバルブを閉じて、前記水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスを前記第 1 の流路を介して前記燃料電池に供給させ、前記燃料電池から排出される前記水素ガスを前記第 2 の流路を介して前記第 1 の流路に戻し、前記ポンプにより前記水素ガスを循環させる工程と、

( d ) 前記水素ガスの圧力が前記基準圧力を上回っていない場合、前記第 1 及び第 2 のバルブを閉じ、前記第 3 のバルブを開いて、前記ポンプにより前記水素ガス吸蔵部から前記水素ガスを引き出させ、引き出した該水素ガスを前記第 1 の流路から前記第 3 の流路を

介して前記第 2 の流路に送り、該第 2 の流路から前記第 1 の流路を介して前記燃料電池に供給させる工程と、

を備える車載用燃料電池システムの制御方法。

【請求項 3】

車両に搭載される車載用燃料電池システムであって、

水素ガスを吸蔵する水素ガス吸蔵部と、

前記水素ガス吸蔵部から放出される水素ガスを用いて発電する燃料電池と、

前記水素ガス吸蔵部と前記燃料電池との間に設けられ、前記水素ガス吸蔵部から放出される水素ガスを前記燃料電池に流す第 1 の流路と、

前記燃料電池と前記第 1 の流路における第 1 の箇所との間に設けられ、前記燃料電池から排出される水素ガスを前記第 1 の流路に流す第 2 の流路と、

前記第 1 の流路における前記水素ガス吸蔵部と前記第 1 の箇所との間に位置する第 2 の箇所と、前記第 2 の流路における第 3 の箇所との間に設けられ、第 1 の流路から第 2 の流路に水素ガスを流す第 3 の流路と、

前記第 2 の流路における前記第 3 の箇所と前記第 1 の箇所との間に設けられ、前記第 3 の箇所から前記第 1 の箇所へと水素ガスを送出するポンプと、

前記第 1 の流路における前記第 2 の箇所と前記第 1 の箇所との間を開閉する第 1 のバルブと、

前記第 2 の流路における前記燃料電池と前記第 3 の箇所との間を開閉する第 2 のバルブと、

前記第 3 の流路を開閉する第 3 のバルブと

前記ポンプ、および前記第 1 ないし第 3 のバルブを制御する制御部と

を備え、

前記第 1 および第 2 のバルブの少なくとも一方は、前記燃料電池から前記水素ガス吸蔵部に向かう水素ガスの流れを阻止する逆流防止手段を含み、

前記制御部は、

前記水素ガス吸蔵部から放出される水素ガスの圧力が基準圧力を上回る場合、前記第 1 および第 2 のバルブを開き、前記第 3 のバルブを閉じた状態で、前記ポンプを稼働させることによって、前記燃料電池から排出される水素ガスを循環させて前記燃料電池に供給する手段と、

前記水素ガス吸蔵部から放出される水素ガスの圧力が基準圧力を下回る場合、前記第 1 および第 2 のバルブを閉じ、前記第 3 のバルブを開いた状態で、前記ポンプを稼働させることによって、前記水素ガス吸蔵部から前記水素ガスを吸引する手段と

を含む、車載用燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車等の車両に搭載するのに好適な車載用燃料電池システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

高圧水素ガスタンクや水素吸蔵合金タンクなどからの水素ガスの供給を受けて電力を発生する燃料電池は、エネルギー効率が高いので、電気自動車などの動力源として有望である。

【0003】

しかしながら、このような燃料電池を車両の動力源として用いる場合、燃料電池は勿論のこと、上記した高圧水素ガスタンクもしくは水素吸蔵合金タンクなどの水素ガス供給源や、これら水素ガス供給源から燃料電池に水素ガスを送りこむための水素ガス流路などを含む燃料電池システムを、車両に搭載する必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

燃料電池システムを車両に搭載する場合、できる限り省スペースで、できる限り軽重量で搭載できることが好ましい。また、可燃性の高い水素ガスを扱うため、高い安全性を確保する必要もある。

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明の目的は、上記した課題を解決し、車両に省スペース、軽重量で搭載することができ、しかも、高い安全性を確保することができる車載用燃料電池システムを提供することにある。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上記した目的の少なくとも一部を達成するために、本発明の第1の車載用燃料電池システムは、水素ガスを吸蔵したり、放出したりすることが可能な水素ガス吸蔵合金を備える水素ガス吸蔵部と、該水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスの供給を受けて電力を発生すると共に、残った前記水素ガスを排出する燃料電池と、を備え、車両に搭載される車載用燃料電池システムであって、

前記水素ガス吸蔵部の放出口と前記燃料電池の供給口との間をつなぐと共に、前記水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスを流して、前記燃料電池に供給する第1の流路と、

前記燃料電池の排出口と前記第1の流路中における第1の箇所との間をつなぐと共に、前記燃料電池から排出される前記水素ガスを流して、前記第1の流路に戻す第2の流路と、

前記第2の流路中に配置され、前記第2の流路を流れる前記水素ガスを前記第1の箇所に向かって流すポンプと、

前記第1の流路中における前記水素ガス吸蔵部の放出口と前記第1の箇所との間に位置する第2の箇所と、前記第2の流路中における前記燃料電池の排出口と前記ポンプとの間に位置する第3の箇所と、の間をつなぐと共に、前記第1の流路から分岐された前記水素ガスを流して、前記第2の流路に送る第3の流路と、

前記第1の流路中における前記第2の箇所と前記第1の箇所との間に配置され、開閉によりガスを流したり止めたりすることが可能な第1のバルブと、

前記第2の流路中における前記燃料電池の排出口と前記第3の箇所との間に配置され、開閉によりガスを流したり止めたりすることが可能な第2のバルブと、

前記第3の流路中に配置され、開閉によりガスを流したり止めたりすることが可能な第3のバルブと、

前記ポンプ及び前記第1ないし第3のバルブを制御する制御部と、  
を備え、

前記制御部は、前記水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスの圧力が基準圧力を上回っている場合は、前記第1及び第2のバルブを開き、前記第3のバルブを閉じて、前記水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスを前記第1の流路を介して前記燃料電池に供給させ、前記燃料電池から排出される前記水素ガスを前記第2の流路を介して前記第1の流路に戻し、前記ポンプにより前記水素ガスを循環させると共に、

前記水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスの圧力が前記基準圧力を下回っている場合には、前記第1及び第2のバルブを閉じ、前記第3のバルブを開いて、前記ポンプにより前記水素ガス吸蔵部から前記水素ガスを引き出させ、引き出した該水素ガスを前記第1の流路から前記第3の流路を介して前記第2の流路に送り、該第2の流路から前記第1の流路を介して前記燃料電池に供給させ、

前記第1及び第2のバルブのうち、少なくとも一方は、前記燃料電池から前記水素ガス吸蔵部に向かう、前記水素ガスの逆向きの流れを阻止する逆流防止手段を有することを要旨とする。

【 0 0 0 7 】

また、本発明の第1の制御方法は、水素ガスを吸蔵したり、放出したりすることが可能な水素ガス吸蔵合金を備える水素ガス吸蔵部と、該水素ガス吸蔵部から放出される前記水

10

20

30

40

50

素ガスの供給を受けて電力を発生すると共に、残った前記水素ガスを排出する燃料電池と、を備え、車両に搭載される車載用燃料電池システムの制御方法であって、

(a) 前記水素ガス吸蔵部の放出口と前記燃料電池の供給口との間をつなぐと共に、前記水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスを流して、前記燃料電池に供給する第1の流路と、前記燃料電池の排出口と前記第1の流路中における第1の箇所との間をつなぐと共に、前記燃料電池から排出される前記水素ガスを流して、前記第1の流路に戻す第2の流路と、前記第2の流路中に配置され、前記第2の流路を流れる前記水素ガスを前記第1の箇所に向かって流すポンプと、前記第1の流路中における前記水素ガス吸蔵部の放出口と前記第1の箇所との間に位置する第2の箇所と、前記第2の流路中における前記燃料電池の排出口と前記ポンプとの間に位置する第3の箇所と、の間をつなぐと共に、前記第1の流路から分岐された前記水素ガスを流して、前記第2の流路に送る第3の流路と、前記第1の流路中における前記第2の箇所と前記第1の箇所との間に配置され、開閉によりガスを流したり止めたりすることが可能な第1のバルブと、前記第2の流路中における前記燃料電池の排出口と前記第3の箇所との間に配置され、開閉によりガスを流したり止めたりすることが可能な第2のバルブと、前記第3の流路中に配置され、開閉によりガスを流したり止めたりすることが可能な第3のバルブとを用意する工程であって、前記第1及び第2のバルブのうち、少なくとも一方は、前記燃料電池から前記水素ガス吸蔵部に向かう、前記水素ガスの逆向きの流れを阻止する逆流防止手段を有する、工程と、

10

(b) 前記水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスの圧力が基準圧力を上回っている否かを判定する工程と、

20

(c) 前記水素ガスの圧力が前記基準圧力を上回っている場合、前記第1及び第2のバルブを開き、前記第3のバルブを閉じて、前記水素ガス吸蔵部から放出される前記水素ガスを前記第1の流路を介して前記燃料電池に供給させ、前記燃料電池から排出される前記水素ガスを前記第2の流路を介して前記第1の流路に戻し、前記ポンプにより前記水素ガスを循環させる工程と、

(d) 前記水素ガスの圧力が前記基準圧力を上回っていない場合、前記第1及び第2のバルブを閉じ、前記第3のバルブを開いて、前記ポンプにより前記水素ガス吸蔵部から前記水素ガスを引き出させ、引き出した該水素ガスを前記第1の流路から前記第3の流路を介して前記第2の流路に送り、該第2の流路から前記第1の流路を介して前記燃料電池に供給させる工程と、

30

を備えることを要旨とする。

#### 【0008】

このように、第1の車載用燃料電池システムまたはその制御方法では、水素ガス吸蔵部から放出される水素ガスの圧力が基準圧力を上回っていれば、第1及び第2のバルブを開き、第3のバルブを閉じて、水素ガス吸蔵部から放出される水素ガスを第1の流路を介して燃料電池に供給させ、燃料電池から排出される水素ガスを第2の流路を介して第1の流路に戻し、ポンプにより、その水素ガスを循環させるようにしている。

#### 【0009】

逆に、水素ガスの圧力が基準圧力を下回っていれば、第1及び第2のバルブを閉じ、第3のバルブを開いて、ポンプにより水素ガス吸蔵部から水素ガスを引き出させ、引き出した水素ガスを第1の流路から前記第3の流路を介して第2の流路に送り、第2の流路から第1の流路を介して燃料電池に供給させるようにしている。

40

#### 【0010】

従って、第1の車載用燃料電池システムまたはその制御方法によれば、1つのポンプによって、水素ガスの圧力が基準圧力を上回る通常運転時の場合には、水素ガスの循環を行わせ、水素ガスの圧力が基準圧力を下回る、例えば、低温始動時のような場合には、水素ガスの引き出しを行わせ、1つのポンプで循環と引き出しを共用しているので、車両に搭載する際に、その分、スペースを節約できるとともに、軽量化を図ることができる。

#### 【0011】

また、通常運転時にポンプによって水素ガスを循環させることにより、燃料電池に供給さ

50

れる水素ガスの見かけの流量が多くなり、流速も速くなるため、燃料電池に対する水素の供給という観点から有利となつて、燃料電池の出力電圧を上げることができる。また、燃料電池内で水素ガス中に窒素などの不純物が漏れ出して来ても、水素ガスを循環するようにしていれば、その不純物が、水素ガス流路全体で均一化するため、燃料電池内で滞留して発電動作に支障を来すこともない。

#### 【 0 0 1 2 】

また、低温始動時など、水素ガス吸蔵部から放出されにくい水素ガスをポンプによって引き出させることにより、短時間で、燃料電池を定常状態で運転させることができるようになる。

#### 【 0 0 1 3 】

なお、第 1 及び第 2 のバルブには、両者が一体となった流路切り替えバルブなども含まれる。

#### 【 0 0 1 5 】

また、燃料電池システムが停止状態となり、水素ガス吸蔵部内が負圧になって、前記第 1 または第 2 の流路内に逆向きの流れが生じようとしたとしても、このような手段を有することにより、その流れを阻止することができるため、流路内に残存していた不純物を含んだ水素ガスが水素ガス吸蔵部に流れ込むのを防ぐことができる。

#### 【 0 0 3 4 】

##### 【 発明の実施の形態 】

以下、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 の実施例 :

A - 1 . 第 1 の実施例の構成 :

A - 2 . 第 1 の実施例の動作 :

B . 第 2 の実施例 :

B - 1 . 第 2 の実施例の構成 :

B - 2 . 第 2 の実施例の動作 :

C . 変形例 :

#### 【 0 0 3 5 】

A . 第 1 の実施例 :

A - 1 . 第 1 の実施例の構成 :

図 1 は本発明の第 1 の実施例としての車載用燃料電池システムを示す構成図である。本実施例の燃料電池システムは、自動車などの車両に搭載されるものであって、主として、水素ガスの供給を受けて電力を発生する燃料電池 100 と、その燃料電池 100 に水素ガスを供給する水素吸蔵合金タンク 200 と、を備えている。

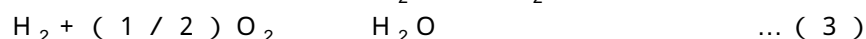
#### 【 0 0 3 6 】

このうち、燃料電池 100 は、水素を含んだ水素ガスの他、酸素を含んだ酸化ガス（例えば、空気）の供給を受けて、水素極と酸素極において、下記に示すような反応式に従って、電気化学反応を起こし、電力を発生させている。

#### 【 0 0 3 7 】

即ち、水素極に水素ガスが、酸素極に酸化ガスがそれぞれ供給されると、水素極側では式（1）の反応が、酸素極側では式（2）の反応がそれぞれ起こり、燃料電池全体としては、式（3）の反応が行なわれる。

#### 【 0 0 3 8 】



このような燃料電池 100 を車両の動力源として用いる場合、燃料電池 100 から発生された電力によって電動機（図示せず）を駆動し、その発生トルクを車軸（図示せず）に伝達して、車両の推進力を得る。

#### 【 0 0 3 9 】

また、燃料電池１００は、複数の単セルが積層されたスタック構造となっており、１つの単セルは、電解質膜（図示せず）と、それを両側から挟み込む拡散電極（図示せず）である水素極及び酸素極と、さらにそれらを両側から挟み込む２枚のセパレータ（図示せず）と、で構成されている。セパレータの両面には、凹凸が形成されており、挟み込んだ水素極と酸素極との間で、単セル内ガス流路を形成している。このうち、水素極との間で形成される単セル内ガス流路には、前述したごとく供給された水素ガスが、酸素極との間で形成される単セル内ガス流路には、酸化ガスが、それぞれ流れている。

【００４０】

一方、水素吸蔵合金タンク２００は、内部に水素吸蔵合金（図示せず）を備えている。一般に、水素吸蔵合金は、加熱すると、吸熱反応を生じて水素を放出し、冷やすと、放熱反

10

【００４１】

なお、水素吸蔵合金は、不純物が存在すると、劣化するため、水素吸蔵合金タンク２００内には高純度の水素が蓄えられている。

【００４２】

その他、本実施例の燃料電池システムは、図１に示すように、システム内で水素ガスを流通させるための水素ガス流路と、酸化ガスを流通させるための酸化ガス流路と、制御部５

20

【００４３】

このうち、水素ガス流路は、水素吸蔵合金タンク２００の放出口から燃料電池１００の供給口に至る本流流路４０１と、燃料電池１００の排出口から後述するポンプ４１０を介して本流流路４０１に戻る循環流路４０３と、本流流路４０１から分岐して循環流路４０３に至るバイパス流路４０５と、循環している水素ガス中の不純物を排出するための排出流路４０７と、圧力異常時に水素ガスを排出するためのリリーフ流路４０９と、を備えている。

【００４４】

本流流路４０１には、水素吸蔵合金タンク２００の放出口にシャットバルブ２０２が配置されており、流路途中に圧力センサ４００とシャットバルブ４０２と減圧バルブ４０４が配置されており、燃料電池１００の供給口にシャットバルブ１０２が配置されている。また、循環流路４０３には、燃料電池１００の排出口にシャットバルブ１０４が配置されており、流路途中に、気液分離器４０６，シャットバルブ４０８及びポンプ４１０がそれぞれ配置されている。さらに、バイパス流路４０５にはシャットバルブ４１２が、排出流路４０７にはシャットバルブ４１４が、リリーフ流路４０９にはリリーフバルブ４１６が、それぞれ配置されている。

30

【００４５】

一方、酸化ガス流路は、燃料電池１００に酸化ガスを供給するための酸化ガス供給流路５０１と、燃料電池１００から排出された酸素オフガスを排出するための酸素オフガス排出流路５０３と、を備えている。

40

【００４６】

酸化ガス供給流路５０１には、エアクリーナ５０２と、コンプレッサ５０４と、加湿器５０６と、が配置されている。また、酸素オフガス排出流路５０３には、気液分離器５０８と、コンバスタ５１０と、が配されている。

【００４７】

また、制御部５０は、圧力センサ４００からの検出結果を入力すると共に、各バルブ１０２，１０４，２０２，４０２，４０８，４１２，４１４と、ポンプ４１０と、コンプレッサ５０４と、をそれぞれ制御する。なお、図面を見やすくするために、制御線等は省略されている。

【００４８】

50

## A - 2 . 第 1 の実施例の動作 :

それではまず、酸化ガスの流れについて簡単に説明する。制御部 5 0 によってコンプレッサ 5 0 4 を駆動することにより、大気中の空気が酸化ガスとして取り込まれ、エアクリーナ 5 0 2 によって浄化された後、酸化ガス供給流路 5 0 1 を通り、加湿器 5 0 6 を介して燃料電池 1 0 0 に供給される。供給された酸化ガスは、燃料電池 1 0 0 内において、上述した電気化学反応に使用された後、酸素オフガスとして排出される。排出された酸素オフガスは、酸素オフガス排出流路 5 0 3 を通り、後述する気液分離器 5 0 8 やコンバスタ 5 1 0 を介して、車両外部の大気中に排出される。

## 【 0 0 4 9 】

次に、水素ガスの流れについて詳細に説明する。制御部 5 0 によって、水素吸蔵合金タンク 2 0 0 のシャットバルブ 2 0 2 と、燃料電池 1 0 0 のシャットバルブ 1 0 2 , 1 0 4 とは、それぞれ、燃料電池システムの運転時には基本的に開いているが、停止時には閉じている。

## 【 0 0 5 0 】

また、通常運転時には、制御部 5 0 によって、これらの他、本流流路 4 0 1 のシャットバルブ 4 0 2 と、循環流路 4 0 3 のシャットバルブ 4 0 8 はそれぞれ開いているが、バイパス流路 4 0 5 のシャットバルブ 4 1 2 と、排出流路 4 0 7 のシャットバルブ 4 1 4 は閉じている。なお、リリーフバルブ 4 1 6 は、後述するように、圧力異常時などの場合以外は閉じている。また、圧力センサ 4 0 0 は、水素吸蔵合金タンク 2 0 0 から放出される水素ガスの圧力を検出している。

## 【 0 0 5 1 】

通常運転時、前述したとおり、熱交換システムにより水素吸蔵合金タンク 2 0 0 内の水素ガス吸蔵合金を加熱して、水素ガスを放出させ、放出された水素ガスは、本流流路 4 0 1 を通って燃料電池 1 0 0 に供給される。供給された水素ガスは、燃料電池 1 0 0 内において上述した電気化学反応に使用された後、水素オフガスとして排出される。排出された水素オフガスは、循環流路 4 0 3 を通って本流流路 4 0 1 に戻され、再び、燃料電池 1 0 0 に供給される。このとき、循環流路 4 0 3 の途中に設けられているポンプ 4 1 0 が駆動することによって、循環流路 4 0 3 を通る水素オフガスは勢いをつけて本流流路 4 0 1 に送り出される。こうして、通常運転時、水素ガスは、本流流路 4 0 1 及び循環流路 4 0 3 を通って循環している。

## 【 0 0 5 2 】

このように、水素オフガスを本流流路 4 0 1 に戻して水素ガスを循環させることにより、燃料電池 1 0 0 で使用される水素量は同じであっても、燃料電池 1 0 0 に供給される水素ガスの見かけの流量が多くなり、流速も速くなるため、燃料電池 1 0 0 に対する水素の供給という観点からは有利となって、燃料電池 1 0 0 の出力電圧も上がる。

## 【 0 0 5 3 】

また、燃料電池 1 0 0 内では、酸化ガスに含まれる窒素などの不純物が酸素極側から電解質膜を透過して水素極側に漏れ出してくる。従って、仮に、水素ガスを循環させないとすると、燃料電池 1 0 0 内の後段部において、水素極にその不純物が溜まり、その範囲が時間と共に拡大していく。これにより、燃料電池 1 0 0 は発電動作に支障を来し、出力電圧が落ちてしまう恐れがある。しかし、上述したように、水素ガスを循環するようにしていれば、その不純物が、水素ガス流路全体で均一化するため、上記のような不具合を解消することができる。

## 【 0 0 5 4 】

なお、ポンプ 4 1 0 は、制御部 5 0 によって、その駆動が制御されており、燃料電池 1 0 0 の発生した電力の消費量に応じて、循環流路 4 0 3 を流れる水素オフガスの流速を変化させている。

## 【 0 0 5 5 】

また、水素吸蔵合金タンク 2 0 0 から放出された水素ガスの圧力は、最大 1 M P a を超えない高圧であるため、このまま水素ガスを燃料電池 1 0 0 に供給すると、圧力が高すぎて

10

20

30

40

50



、燃料電池 100 に不具合が生じてしまう。そのため、本流流路 401 の途中に設けた減圧バルブ 404 によって、水素ガスの圧力を 1 MPa から、燃料電池 100 に適正なおよそ 0.2 ~ 0.3 MPa 程度まで減圧してから、燃料電池 100 に供給するようにしている。

#### 【0056】

また、前述したように、燃料電池 100 内の酸素極側では、式 (2) に従って水 ( $H_2O$ ) が生成され、その水は水蒸気として酸素極側から電解質膜を通して水素極側に入ってくる。従って、燃料電池 100 から排出される水素オフガスは、ウェットで、かなり多くの水分を含んでいる。従って、この水素オフガスをそのままポンプ 410 を介して本流流路 401 に送り出してやると、含まれている水分は、十分に蒸気化されずに気液混合体になって、水素と共に燃料電池 100 に供給され、燃料電池 100 の単セル内において張り付いて、水素ガス流路を塞いでしまう恐れがある。水分が単セル内の水素ガス流路を塞いで、水素ガスの流れを止めると、その単セルの出力電圧は落ちるため、燃料電池 100 全体の発電量も落ちてしまう。

10

#### 【0057】

そのため、循環流路 403 の途中に気液分離器 406 を設け、この気液分離器 406 によって、水素オフガスに含まれる水分を気液分離し、液体分を除去して、気体 (水蒸気) 分のみを他の気体と共にポンプ 410 に送るようにしている。これにより、水素ガスに含まれる水分は気体分のみとなり、燃料電池 100 には、水分が気液混合体として供給されることがなく、発電動作に支障をきたす恐れがなくなる。

20

#### 【0058】

図 2 は図 1 で用いられる気液分離器の一具体例を示す断面図である。多くの水分を含んだ水素オフガスは、流入口 602 よりシリンダ 604 内に流入する。流入した水素オフガスはシリンダ 604 内の内壁に沿って螺旋状に回りながら下降する。このとき、含まれていた水分は凝縮し、液体分は液滴としてシリンダ 604 の内壁に付着し、それを伝って下に落ち、液だまり 608 に集められる。一方、気体 (水蒸気) 分は他の気体と共に、ガス流路 610 を通って流出口 606 より流出する。こうして、水分を液体分と気体分とに気液分離することが可能となる。

#### 【0059】

また、液だまり 908 に集められた水は、レベルセンサ (図示せず) などによって、所定の量になったことが検出されたら、オートドレイン機構 (図示せず) によって、自動的にコック 612 を開いて外部に放出される。

30

#### 【0060】

また、前述したように、水素ガス中に含まれる不純物を均一化させるために、水素ガスを循環させている。しかし、このように水素ガスを均一化させたとしても、燃料電池 100 内において、酸素極側から水素極側には不純物が常時漏れ出してくるため、長時間経てば、均一化された水素ガス中の不純物の濃度は次第に上がり、それに連れて水素の濃度が下がるため、燃料電池 100 の発電動作に悪影響を及ぼす恐れがある。

#### 【0061】

そのため、循環流路 403 から分岐した排出流路 407 に、シャットバルブ 414 を設け、制御部 50 によって、このシャットバルブ 414 を定期的に関いて、循環している不純物を含む水素ガスを排出することにより、不純物を含んだ水素ガスを、水素吸蔵合金タンク 200 からの純粋な水素ガスに置き換えるようにしている。これにより、水素ガス中の不純物の濃度は下がり、逆に水素の濃度は上がるため、燃料電池 100 の発電を適切に行うことができる。

40

#### 【0062】

また、前述したように、燃料電池 100 内では、酸素極側から水素極側へ水蒸気も漏れ出してくるため、温度によっては、その水蒸気が凝縮して単セル内で張り付き、水素ガスの流れを止めてしまう恐れもある。しかし、上記したように、シャットバルブ 414 を開いて、水素ガスを排出すると、その圧力差で水素ガスに急激な流れが生じるため、その勢い

50

で凝縮していた水分を吹き飛ばすこともできる。

【 0 0 6 3 】

なお、燃料電池 1 0 0 の発電動作中にシャットバルブ 4 1 4 を開けたとしても、燃料電池 1 0 0 の出力電圧は一瞬下がるだけで、大きな電圧低下にはならないため問題はない。シャットバルブ 4 1 4 の開放時間としては、1 s e c 以下が好ましく、例えば、5 0 0 m s e c 程度がより好ましい。

【 0 0 6 4 】

シャットバルブ 4 1 4 から排出された水素ガスは、排出流路 4 0 7 を通って、酸素オフガス排出流路 5 0 3 に送り込まれ、酸素オフガス排出流路 5 0 3 を流れる酸素オフガスと混合される。混合されたガスは、気液分離器 5 0 8 を介してコンバスタ 5 1 0 に流入する。コンバスタ 5 1 0 は、白金触媒 5 1 2 を備えており、燃焼によって、混合ガスに含まれる水素を酸素と反応させて、水素をさらに低減させる。その後、コンバスタ 5 1 0 を流出した混合ガスは大気中に排出される。

10

【 0 0 6 5 】

以上が、通常運転時における水素ガスの流れである。次に、低温始動時における水素ガスの流れについて説明する。

【 0 0 6 6 】

一般に、水素吸蔵合金は、温度が高いほど、放出する水素の圧力は高くなり、温度が低いほど、放出する水素の圧力は低くなる。そのため、水素吸蔵合金タンクは低温になればなるほど、水素が放出されにくくなる。従って、低温始動時には、水素吸蔵合金タンクをヒータなどで急速に暖めて、水素が放出されやすくする必要がある。しかし、このように、ヒータを使って暖める方法では、多大な電気エネルギーが必要となるため、車載用の燃料電池システムとしては不適切である。

20

【 0 0 6 7 】

そこで、本実施例では、低温始動時には、ヒータなどで暖める代わりに、ポンプ 4 1 0 によって、水素吸蔵合金タンク 2 0 0 から水素ガスを引き出すようにしている。

【 0 0 6 8 】

図 3 は図 1 の燃料電池システムの始動時における制御部 5 0 の制御内容の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 6 9 】

燃料電池システムの始動時、制御部 5 0 は、まず、図 3 に示すように、水素吸蔵合金タンク 2 0 0 のシャットバルブ 2 0 2 と、燃料電池 1 0 0 のシャットバルブ 1 0 2 及び 1 0 4 を、閉じた状態から開く（ステップ S 1 0 2 ）。次に、制御部 5 0 は、圧力センサ 4 0 0 によって検出された水素ガスの圧力を入力し（ステップ S 1 0 4 ）、その圧力が予め設定された基準圧力を上回っているか否かを判定する（ステップ S 1 0 6 ）。

30

【 0 0 7 0 】

そして、周囲温度が適温で、水素吸蔵合金タンク 2 0 0 から十分な圧力の水素ガスが放出されており、その圧力が基準圧力を上回っていれば、前述した通常運転時の運転に移るために、制御部 5 0 は、本流流路 4 0 1 のシャットバルブ 4 0 2 と、循環流路 4 0 3 のシャットバルブ 4 0 8 をそれぞれ開き、バイパス流路 4 0 5 のシャットバルブ 4 1 2 と、排出流路 4 0 7 のシャットバルブ 4 1 4 をそれぞれ閉じると共に（ステップ S 1 1 4 ）、ポンプ 4 1 0 を標準回転で駆動して（ステップ S 1 1 6 ）、前述したとりの水素ガスの循環を行わせる。

40

【 0 0 7 1 】

しかし、周囲温度が低温で、水素吸蔵合金タンク 2 0 0 から水素ガスが放出されにくく、その圧力が基準圧力を下回っていれば、低温始動時の運転に移り、制御部 5 0 は、本流流路 4 0 1 のシャットバルブ 4 0 2 と、循環流路 4 0 3 のシャットバルブ 4 0 8 と、排出流路 4 0 7 のシャットバルブ 4 1 4 をそれぞれ閉じ、バイパス流路 4 0 5 のシャットバルブ 4 1 2 を開く（ステップ S 1 0 8 ）。そして、さらに、制御部 5 0 は、ポンプ 4 1 0 を高回転数で駆動する（ステップ S 1 1 0 ）。それによって、例え、水素吸蔵合金タンク 2 0

50

0の温度が低くて、放出される水素ガスの圧力が低くても、水素吸蔵合金タンク200からは、吸蔵されていた水素ガスが十分に引き出される。引き出された水素ガスは、本流流路401からバイパス流路405に入り、そのあと、循環流路403を通過して本流流路401に戻り、燃料電池100に供給される。供給された水素ガスは、燃料電池100内で電気化学反応に供された後、水素オフガスとなって、循環流路403に排出される。なお、水素オフガス中に含まれる不純物の濃度は、時間が経つに連れて上がるので、その不純物を除去するために、時々、シャットバルブ414を開いて、排出流路407から水素オフガスを放出する。

#### 【0072】

制御部50は、水素吸蔵合金タンク200から放出される水素ガスの圧力が基準圧力を上回るまで、その状態で待機する(ステップS112)。しかし、燃料電池システムが始動して、しばらくすると、図示せざる熱交換システムも十分働くようになって、水素吸蔵合金タンク200内の水素吸蔵合金も加熱されるため、温度が上がり、水素吸蔵合金タンク200から十分な圧力を有する水素ガスが放出されるようになる。すると、その圧力は基準圧力を上回り、制御部50は、本流流路401のシャットバルブ402と、循環流路403のシャットバルブ408をそれぞれ開き、バイパス流路405のシャットバルブ412と、排出流路407のシャットバルブ414をそれぞれ閉じ(ステップS114)、ポンプ410を標準回転で駆動して(ステップS116)、前述した通常運転時の運転に移る。

#### 【0073】

このように、低温始動時には、ポンプ410を用いることによって、多大な電気エネルギーを必要とすることなく、水素吸蔵合金タンク200に吸蔵されている水素を取り出すことができる。

#### 【0074】

また、本実施例では、通常運転時に水素ガスを循環させるために用いるポンプ410を、低温始動時に水素吸蔵合金タンク200から水素ガスを引き出すために、共用しているため、ポンプを搭載するスペースを節約できると共に、重量の軽減を図ることができる。

#### 【0075】

また、ポンプ410としては、水素ガスを循環させる場合と、水素ガスを引き出す場合とで、その回転の速さを変えることにより、流速を変えることができるポンプを用いる必要がある。即ち、水素ガスを循環させる場合は、圧縮比(ポンプの吐出圧/ポンプの吸込圧)が低いために、動力は低くて済むが、水素ガスを引き出す場合には、圧縮比が高くなり、必要となる動力は高くなる。

#### 【0076】

以上が、低温始動時における水素ガスの流れである。次に、停止時における作用について説明する。

#### 【0077】

前述したとおり、燃料電池100内では、酸素極側から電解質膜を介して水素極側に窒素や水蒸気などの不純物が漏れ出しており、通常運転時に循環している水素ガス中にはそのような不純物がある程度含まれている。その後、燃料電池システムの運転を停止すると、水素吸蔵合金タンク200の運転も停止して、水素吸蔵合金タンク200内の温度は低下する。すると、温度によっては、水素吸蔵合金タンク200内の圧力も低下して負圧となる場合があり、本流流路401やバイパス流路405から水素吸蔵合金タンク200の放出口に向かって逆向きの水素ガスの流れが生じる。従って、本流流路401に設けられたシャットバルブ402やバイパス流路405に設けられたシャットバルブ412として、通常のシャットバルブを用いたのでは、上記した逆向きの流れに対して完全にはシャットできないので、これらシャットバルブ402、412よりも燃料電池100側の水素ガス流路中に残っている水素ガスが、シャットバルブ402、412を介して、水素吸蔵合金タンク200側の水素ガス流路に漏れ出し、それら水素ガスは水素吸蔵合金タンク200内に流れ込む。そして、その水素ガスには、窒素や水蒸気などの不純物も含まれているた

10

20

30

40

50

め、それら不純物も一緒に水素吸蔵合金タンク 200 内に流れ込むことになり、それら不純物によって水素吸蔵合金タンク 200 内の水素吸蔵合金が冒される恐れがある。

【0078】

そこで、本実施例では、シャットバルブ 402, 412 として、逆流防止機能付きのシャットバルブを用いるようにしている。従って、燃料電池システムの運転停止時に、水素吸蔵合金タンク 200 に向かって逆向きの水素ガスの流れが生じたとしても、このような逆流防止機能付きシャットバルブを用いることにより、シャットバルブ 402, 412 を介して水素吸蔵合金タンク 200 側の水素ガス流路に、不純物を含んだ水素ガスが漏れ出すことがなくなるため、水素吸蔵合金タンク 200 内の水素ガス吸蔵合金を保護することが可能となる。

10

【0079】

以上が、停止時における作用である。次に、異常時における作用について説明する。

【0080】

まず、減圧バルブ 404 が故障するなどの異常が生じた場合には、燃料電池 100 に供給される水素ガスの圧力が異常に高くなり、燃料電池 100 に不具合が生じる恐れがある。そのため、本実施例では、本流流路 401 から分岐したリリーフ流路 409 の途中に、リリーフバルブ 416 を設け、減圧バルブ 404 から燃料電池 100 に至る本流流路 401 中の水素ガスの圧力が所定値以上に上がった場合に、リリーフバルブ 416 が開き、車両外の大気中に水素ガスを排出する。このとき、水素ガスの排出口は、排出した水素ガスが一定の場所に溜まらないようにするために、路面に向かって水素ガスが排出されるような位置に設けられていることが好ましい。このような位置に設けることにより、排出した水素は拡散しやすくなるからである。

20

【0081】

次に、車両衝突が起きたり、制御系の故障が生じたりした場合には、最悪の場合、水素漏れなどを起こす恐れがある。そのため、本実施例では、衝突の振動や、制御系の故障などを感知した場合には、制御部 50 によって、水素吸蔵合金タンク 200 のシャットバルブ 202 と、燃料電池 100 のシャットバルブ 102, 104 が自動的に閉じ、水素ガスの供給を断ち、水素ガスが漏れるのを防ぐようにしている。

【0082】

B. 第 2 の実施例：

30

B - 1. 第 2 の実施例の構成：

図 4 は本発明の第 2 の実施例としての車載用燃料電池システムを示す構成図である。第 1 の実施例の燃料電池システムでは、水素ガスの供給源として、水素吸蔵合金タンク 200 を用いるようにしたが、本実施例の燃料電池システムでは、水素吸蔵合金タンク 200 に代えて、高圧水素ガスタンク 300 を用いるようにしている。

【0083】

この高圧水素ガスタンク 300 は、内部に高圧の水素ガスを充填しており、根本に取り付けられたシャットバルブ 302 を開くと、およそ 20 ~ 35 MPa の圧力を有する水素ガスが放出される。

【0084】

40

なお、燃料電池 100 は、第 1 の実施例と同一の構成であるので、説明は省略する。

【0085】

この他、本実施例の燃料電池システムは、図 4 に示すように、水素ガス流路と、酸化ガス流路と、制御部 50 を備えているが、酸化ガス流路は、第 1 の実施例と同一の構成であるので、説明は省略する。

【0086】

水素ガス流路は、高圧水素ガスタンク 300 の放出口から燃料電池 100 の供給口に至る本流流路 401 と、燃料電池 100 の排出口からポンプ 410 を介して本流流路 401 に戻る循環流路 403 と、循環している水素ガス中の不純物を排出するための排出流路 407 と、圧力異常時に水素ガスを排出するためのリリーフ流路 409 と、を備えている。本

50

実施例では、水素ガスの供給源として高圧水素ガスタンク 300 を用いているため、温度に関係なく、高圧の水素ガスを放出することができる。従って、水素吸蔵合金タンク 200 の場合のように、低温始動時に水素ガスを引き出す必要がないため、バイパス流路 405 は設けられていない。

#### 【0087】

本流流路 401 には、高圧水素ガスタンク 300 の放出口にシャットバルブ 202 が配置されており、流路途中に減圧バルブ 418、熱交換器 420、減圧バルブ 422 及び気液分離器 424 がそれぞれ配置されており、燃料電池 100 の供給口にシャットバルブ 102 が配置されている。また、循環流路 403 には、燃料電池 100 の排出口にシャットバルブ 104 が配置されており、流路途中に、気液分離器 406、ポンプ 410 及び逆止弁 426 がそれぞれ配置されている。なお、排出流路 407 にシャットバルブ 414 が、リリーフ流路 409 にリリーフバルブ 416 が配置されている点は、第 1 の実施例の場合と同様である。

10

#### 【0088】

制御部 50 は、圧力センサ 400 からの検出結果を入力すると共に、各バルブ 102、104、302、414 と、ポンプ 410 と、コンプレッサ 504 と、をそれぞれ制御する。なお、図面を見やすくするために、制御線等は省略されている。

#### 【0089】

B-2. 第 2 の実施例の動作：

それでは、水素ガスの流れについて詳細に説明する。なお、酸化ガスの流れについては、第 1 の実施例の場合と同様であるので、説明は省略する。

20

#### 【0090】

制御部 50 によって、高圧水素ガスタンク 300 のシャットバルブ 302 と、燃料電池 100 のシャットバルブ 102、104 とは、それぞれ、燃料電池システムの運転時には基本的に開いているが、停止時には閉じている。

#### 【0091】

また、通常運転時は、制御部 50 によって、その他、排出流路 407 のシャットバルブ 414 は閉じている。なお、リリーフバルブ 416 は、第 1 の実施例の場合と同様に、圧力異常時などの場合以外は閉じている。

#### 【0092】

通常運転時、前述したとおり、制御部 50 がシャットバルブ 302 を開くと、高圧水素ガスタンク 300 からは水素ガスが放出され、その放出された水素ガスは、本流流路 401 を通って燃料電池 100 に供給される。供給された水素ガスは、燃料電池 100 内において前述の電気化学反応に使用された後、水素オフガスとして排出される。排出された水素オフガスは、循環流路 403 を通って本流流路 401 に戻され、再び、燃料電池 100 に供給される。このとき、第 1 の実施例の場合と同様に、循環流路 403 の途中に設けられているポンプ 410 が駆動することによって、循環流路 403 を通る水素オフガスは勢いをつけて本流流路 401 に送り出される。こうして、通常運転時、水素ガスは、本流流路 401 及び循環流路 403 を通って循環している。なお、循環流路 403 中において、本流流路 401 との接続点と、ポンプ 410 と、の間には、循環している水素オフガスが逆流しないようにするために、逆止弁 426 が設けられている。

30

40

#### 【0093】

また、高圧水素ガスタンク 300 から放出された水素ガスの圧力は、前述したとおりおよそ 20 ~ 35 MPa であり、第 1 の実施例における水素吸蔵合金タンク 200 の場合と比較しても、遙かに高いため、この高圧の水素ガスを直接、燃料電池 100 に供給すると、圧力が高すぎて、燃料電池 100 が壊れてしまう。そのため、本実施例では、第 1 の実施例の場合より減圧の段数を増やし、1 次減圧用の減圧バルブ 418 と 2 次減圧用の減圧バルブ 422 の 2 つ減圧バルブを、本流流路 401 の途中に設けて、高圧の水素ガスを 2 段階で減圧するようにしている。即ち、具体的には、1 次減圧用の減圧バルブ 418 によって、およそ 20 ~ 35 MPa からおよそ 0.8 ~ 1 MPa に減圧し、さらに 2 次減圧用の

50

減圧バルブ 422 によって、およそ 0.8 ~ 1 MPa からおよそ 0.2 ~ 0.3 MPa に減圧する。

【 0 0 9 4 】

また、このように、１次減圧用の減圧バルブ４１８によって、高圧の水素ガスをおよそ２０～３５ＭＰａからおよそ０．８～１ＭＰａに減圧するため、水素ガスはおよそ５０倍に急膨張して、温度が急激に下がることになる。このような温度低下した水素ガスをそのまま燃料電池１００に供給すると、燃料電池１００内の温度も低下し、十分な触媒活性が得られないため、電気化学反応が進まず、発電に支障をきたす。そこで、本実施例では、膨張によって温度低下した水素ガスのある程度暖めて、適正な温度で燃料電池１００に供給するために、１次減圧用の減圧バルブ４１８と２次減圧用の減圧バルブ４２２との間に熱交換器４２０を配置している。この熱交換器４２０には、図示していないが、燃料電池１００によって暖められた冷却水が供給されており、その暖められた冷却水と温度低下した水素ガスとの間で熱交換が行われるようになっている。こうして、温度低下した水素ガスはこの熱交換器４２０を通過することによって、ほぼ適正な程度の温度となり、燃料電池１００に供給することができる。従って、燃料電池１００内では、十分な反応温度が得られるため、電気化学反応が進み、適正な発電動作を行うことができる。

【 0 0 9 5 】

また、このように、本流流路４０１を流れる水素ガスは比較的溫度が低いため、循環流路４０３を循環し本流流路４０１に戻された水素オフガスと混合されると、水素オフガスに含まれていた水分が凝縮してしまい、気液混合体になって燃料電池１００に供給される恐れがある。そこで、本実施例では、本流流路４０１と循環流路４０３との接続点と、燃料電池１００の供給口と、の間に、気液分離器４２４を設けて、この気液分離器４２４によって、混合された水素ガスに含まれる水分を気液分離し、液体分を除去して、気体（水蒸気）分のみを他の気体と共に燃料電池１００に供給するようにしている。これにより、燃料電池１００は発電動作に支障をきたす恐れがなくなる。

【 0 0 9 6 】

以上が、通常運転時における水素ガスの流れである。次に、始動時における制御について説明する。

【 0 0 9 7 】

燃料電池システムが運転を停止すると、燃料電池１００内では、酸素極側から電解質膜を介して水素極側に窒素等の不純物が透過して拡散するため、最終的には、酸化ガス流路は勿論のこと、水素ガス流路も窒素等の不純物を含むことになる。従って、燃料電池システムの始動時には、水素ガス流路内に存在する不純物を抜いて、水素ガスで満たし、短時間で、燃料電池１００が適正な発電をできる状態にする必要がある。

【 0 0 9 8 】

始動時に水素ガス流路内に存在する不純物を抜く方法としては、例えば、水素ガスを流入する前に、水素ガス流路内に不活性ガスなどのパージガスを流して不純物を押し出す方法が考えられるが、このような方法では、パージガスを流すために、車両内に不活性ガスボンベを積まなければならないので、その分、余分なスペースが必要となると共に、重量も重くなってしまう。

【 0 0 9 9 】

そこで、パージガスを流さずに、直接、水素ガス流路内に水素ガスを流して不純物を押し出す方法が考えられる。しかし、このような方法では、水素ガスが不純物を押し出して、燃料電池の出力電圧が所望の電圧になるまでにかかなりの時間がかかり、その間、押し出された不純物を抜くために、燃料電池から排出されるガスを外部に捨てると、そのガスには、高濃度の水素が含まれている場合があり、問題があった。

【 0 1 0 0 】

そこで、本実施例では、始動時には、水素ガス流路内に水素ガスを流入するだけでなく、水素ガスを循環させるためのポンプ410を駆動して、水素ガス流路内に強制的な流れを起こし、水素ガス流路内に存在する不純物と流入した水素ガスとを攪拌して均一化するよ

うにしている。

【0101】

図5は図4の燃料電池システムの始動時における制御部50の制御内容の一例を示すフローチャートである。

【0102】

燃料電池システムの始動時、制御部50は、まず、図5に示すように、水素吸蔵合金タンク200のシャットバルブ202と、燃料電池100のシャットバルブ102及び104を、閉じた状態から開く(ステップS202)。すると、高圧水素ガスタンク300から水素ガスが放出され、その放出された水素ガスは、本流流路401内を流れる。次に、制御部50は、ポンプ410を標準回転で駆動して、循環流路403内に強制的に流れを起こして、水素ガス流路内に存在する不純物を移動させ、それら不純物と流入した水素ガスとを循環させて攪拌すると、両者は早期に均一化する。

10

【0103】

例えば、水素ガス流路内に存在する不純物が大気圧(0.1MPa)であるとする、水素ガスを2気圧(0.2MPa)に減圧して流すことにより、大気圧と2気圧なので、不純物と水素ガスがほぼ50%ずつの状態になり、この状態で循環させて攪拌し、不純物と水素ガスを均一化させる。

【0104】

このように、不純物と水素ガスを均一化させると、燃料電池100内の各水素電極には等しく水素が供給されるため、燃料電池100は、直ちに、開放端電圧が立ち上がる。この立ち上がり、制御部50が、電圧センサ(図示せず)からの検出結果に基づいて感知すると(ステップS206)、「発電OK」として、制御部50は、燃料電池100に負荷(図示せず)を接続させる(ステップS208)。その後、制御部50は、シャットバルブ414の開け(ステップS210)、循環しているガス(均一化している不純物と水素ガス)を徐々に排出する。高圧水素ガスタンク300から引き続き水素ガスが流入しているので、循環しているガスは徐々に水素濃度を上げていく。

20

【0105】

その後、制御部50は、所定時間経過したら(ステップS212)、水素ガス流路内に存在していた不純物はある程度抜け、循環している水素ガスの水素濃度が十分になったとして、シャットバルブ414を閉じる(ステップS214)。そして、通常運転状態となる。

30

【0106】

このように、燃料電池システムの始動時には、水素ガス流路内に水素ガスを流入すると共に、ポンプ410を駆動して、短時間で、燃料電池100の出力電圧を所望の電圧に上げることができる。また、パージガスを必要としないため、パージガス用のポンプなどが不要であり、省スペース化、軽量化を図ることができる。さらに、高濃度の水素ガスを排出することもないので、高い安全性を確保することもできる。

【0107】

なお、本実施例において、排出流路407に設けられたシャットバルブ414やリリーフ流路409に設けられたリリーフバルブ416の作用は、第1の実施例の場合と同様であるので、説明は省略する。

40

【0108】

C. 変形例:

なお、本発明は上記した実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様にて実施することが可能である。

【0109】

上記した第1及び第2の実施例では、循環流路403に気液分離器406を設けていたが、このような構成は、水素ガスの供給源として、水素吸蔵合金タンク200や高圧水素ガスタンク300の代わりに、原燃料を改質して水素ガスを生成する改質器などを用いた燃料電池システムにおいても、適用することができる。

50

## 【 0 1 1 0 】

また、上記した第 2 の実施例では、本流流路 4 0 1 に気液分離器 4 2 4 を設けていたが、このような構成は、第 1 の実施例の燃料電池システムにおいても、適用することができ、また、水素ガス供給源として改質器などを用いた燃料電池システムにおいても、適用することができる。

## 【 0 1 1 1 】

また、上記した第 2 の実施例では、減圧バルブ 4 1 8 と 4 2 2 の間に、熱交換器 4 2 0 を設けていたが、減圧バルブ 4 2 2 の下流側に設けるようにしても良い。また、第 1 の実施例の燃料電池システムにおいても、減圧バルブ 4 0 4 を使用しているので、必要があれば、この減圧バルブ 4 0 4 の下流側にこのような熱交換器を設けるようにしても良い。

10

## 【 0 1 1 2 】

また、上記した第 2 の実施例では、燃料電池システムの始動時に、図 5 に示しような制御を行っていたが、このような制御は、第 1 の実施例の燃料電池システムにおいても、適用することができ、また、水素ガス供給源として改質器などを用いた燃料電池システムにおいても、適用することができる。但し、第 1 の実施例の燃料電池システムに適用する場合、低温始動時であれば、まず、ポンプ 4 1 0 によって水素吸蔵合金タンク 2 0 0 から水素ガスを引き出した後、シャットバルブ 4 0 2 , 4 0 8 , 4 1 2 の開閉状態を切り替えて、ポンプ 4 1 0 によって残存している不純物と引き出した水素ガスを循環させ、均一化するようにする。

## 【 図面の簡単な説明 】

20

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施例としての車載用燃料電池システムを示す構成図である。

【 図 2 】 図 1 で用いられる気液分離器の一具体例を示す断面図である。

【 図 3 】 図 1 の燃料電池システムの始動時における制御部 5 0 の制御内容の一例を示すフローチャートである。

【 図 4 】 本発明の第 2 の実施例としての車載用燃料電池システムを示す構成図である。

【 図 5 】 図 4 の燃料電池システムの始動時における制御部 5 0 の制御内容の一例を示すフローチャートである。

## 【 符号の説明 】

5 0 ... 制御部

1 0 0 ... 燃料電池

1 0 2 ... シャットバルブ

1 0 4 ... シャットバルブ

2 0 0 ... 水素吸蔵合金タンク

2 0 2 ... シャットバルブ

3 0 0 ... 高圧水素ガスタンク

3 0 2 ... シャットバルブ

4 0 0 ... 圧力センサ

4 0 1 ... 本流流路

4 0 2 ... シャットバルブ

4 0 3 ... 循環流路

4 0 4 ... 減圧バルブ

4 0 4 ... 減圧バルブ

4 0 5 ... バイパス流路

4 0 6 ... 気液分離器

4 0 7 ... 排出流路

4 0 8 ... シャットバルブ

4 0 9 ... リリーフ流路

4 1 0 ... ポンプ

4 1 2 ... シャットバルブ

4 1 4 ... シャットバルブ

30

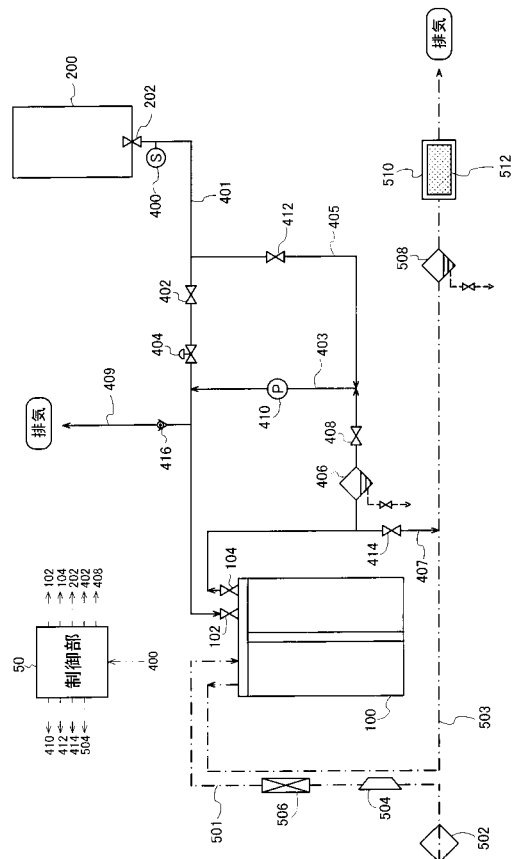
40

50

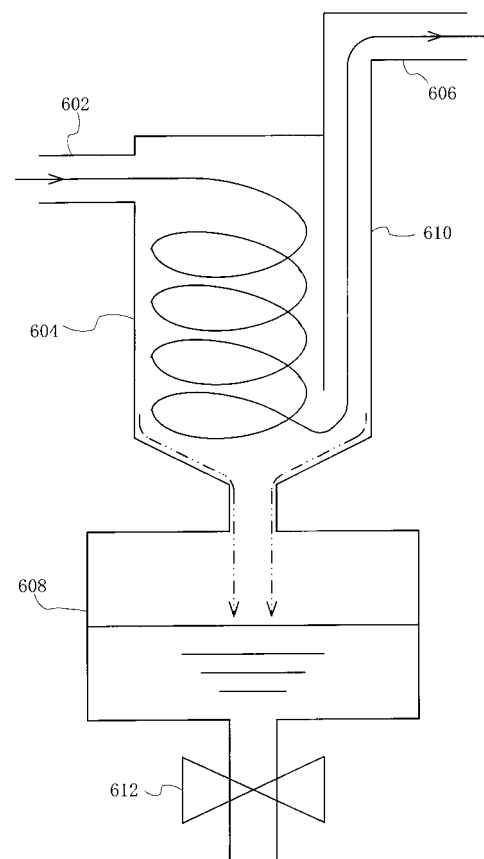


- 4 1 6 ... リリーフバルブ
- 4 1 8 ... 減圧バルブ
- 4 2 0 ... 熱交換器
- 4 2 2 ... 減圧バルブ
- 4 2 4 ... 気液分離器
- 4 2 6 ... 逆止弁
- 5 0 1 ... 酸化ガス供給流路
- 5 0 2 ... エアクリーナ
- 5 0 3 ... 酸素オフガス排出流路
- 5 0 4 ... コンプレッサ
- 5 0 6 ... 加湿器
- 5 0 8 ... 気液分離器
- 5 1 0 ... コンバスタ
- 5 1 2 ... 白金触媒
- 6 0 2 ... 流入口
- 6 0 4 ... シリンダ
- 6 0 6 ... 流出口
- 6 1 0 ... ガス流路
- 6 1 2 ... コック

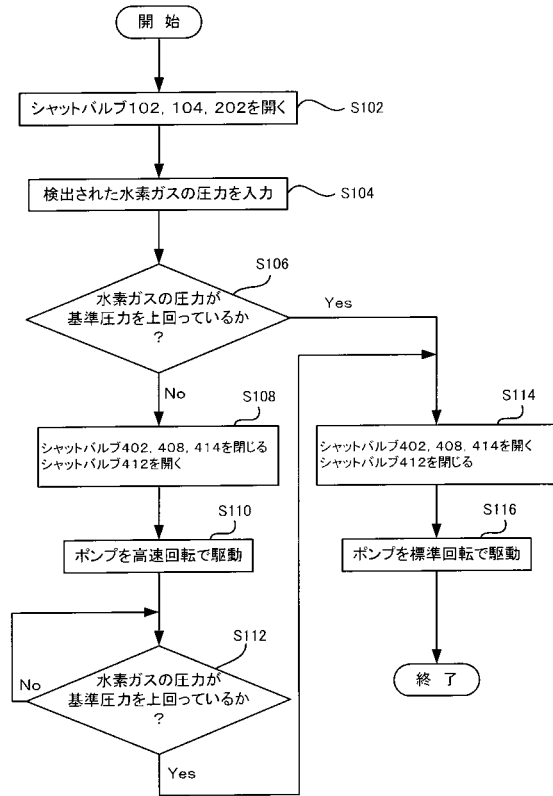
【図 1】



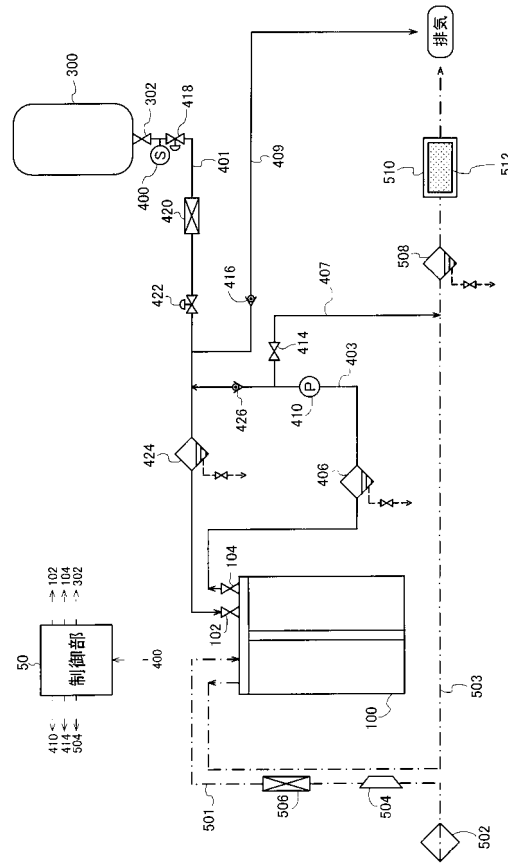
【図 2】



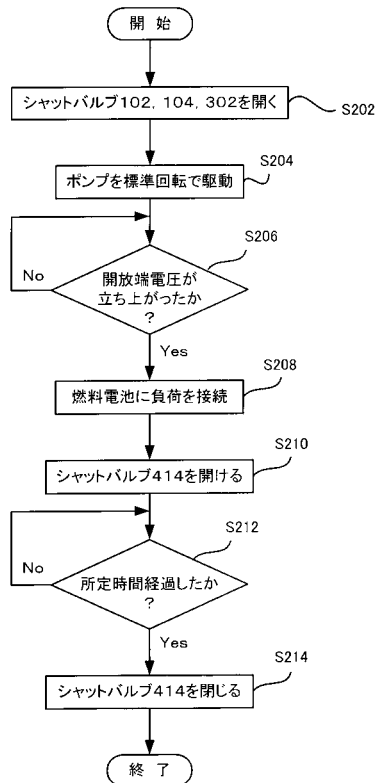
【図 3】



【図 4】



【図 5】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 6 0 K 15/08

(72)発明者 栗田 健志  
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 平城 俊雅

(56)参考文献 特開平07-192743(JP,A)  
特開2002-008705(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/04

B60K 1/04

B60K 15/03