

(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2009-2432

(P2009-2432A)

(43) 公開日 平成21年1月8日(2009.1.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 1 7 C 13/02 (2006.01)	F 1 7 C 13/02 3 0 1 A	3 E 1 7 2
F 1 7 C 13/00 (2006.01)	F 1 7 C 13/00 3 0 1 A	5 H 0 2 7
H 0 1 M 8/04 (2006.01)	H 0 1 M 8/04 J	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-163958 (P2007-163958)
 (22) 出願日 平成19年6月21日 (2007.6.21)

(71) 出願人 000010076
 ヤマハ発動機株式会社
 静岡県磐田市新貝2500番地
 (74) 代理人 110000213
 特許業務法人プロスペック特許事務所
 (72) 発明者 黒澤 敦
 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発
 動機株式会社内
 Fターム(参考) 3E172 AA02 AA05 AB01 BA01 BB05
 BB12 BB17 EB02 EB21 KA03
 KA22 KA23
 5H027 AA02 BA13 KK00 KK01 KK56

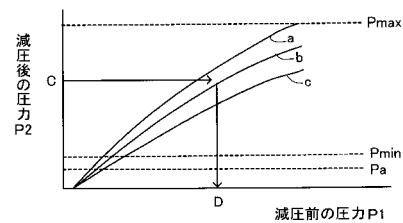
(54) 【発明の名称】 ガス残量算出装置

(57) 【要約】

【課題】 ガス容器内の圧力を直接測定するガス圧測定装置を用いることなく、ガス容器内のガス残量を算出することのできるガス残量算出装置を提供すること。

【解決手段】 水素タンク31と、水素タンク31内の水素ガスを外部に送り出すための開閉バルブ31aと、水素タンク31から送り出された水素ガスを減圧する減圧弁33と、減圧弁33によって減圧された水素ガスの圧力を測定する圧力センサ52と、圧力センサ52が測定する水素ガスの圧力に基づいて水素タンク31内のガスの圧力を算出することにより水素タンク31内のガス残量を求める電源システム制御装置50とでガス残量算出装置Aを構成した。そして、減圧弁33における一次室33aの圧力と、二次室33bの圧力との関係が、一次室33aの圧力が増加すると二次室33bの圧力も増加し、一次室33aの圧力が減少すると二次室33bの圧力も減少する単調な関係になるようにした。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定のガスが収容されるガス容器と、前記ガス容器内のガスを外部に送り出すための開閉部と、前記ガス容器から送り出されたガスを減圧する減圧装置と、前記減圧装置によって減圧されたガスの圧力を測定するガス圧測定装置と、前記ガス圧測定装置が測定するガスの圧力に基づいて前記ガス容器内のガスの圧力を算出することにより前記ガス容器内のガス残量を求めるガス残量算出手段とを備えたガス残量算出装置であって、

前記減圧装置の本体における前記ガスが送り込まれる入口側部分の圧力と、前記減圧装置における減圧されたガスが送り出される出口側部分の圧力との関係が、前記入口側部分の圧力が増加すると前記出口側部分の圧力も増加し、前記入口側部分の圧力が減少すると前記出口側部分の圧力も減少する単調な関係になるように、前記減圧装置を構成したことを特徴とするガス残量算出装置。

10

【請求項 2】

前記減圧装置の本体の内面における前記入口側部分と前記出口側部分との境界部に、前記入口側部分から前記出口側部分に向って大径になった絞り面を形成するとともに、前記入口側部分から前記出口側部分に向って大径になり前記絞り面に接触することにより前記入口側部分と前記出口側部分との間を閉塞し、前記絞り面から後退することにより前記絞り面との間に前記入口側部分と前記出口側部分とを連通させるガス流路を形成するピストンを設け、前記ピストンを前記絞り面から後退させるように付勢するばねを前記入口側部分に設けた請求項 1 に記載のガス残量算出装置。

20

【請求項 3】

前記ガスが水素ガスで、前記ガス容器が水素タンクであり、前記水素タンクから送り出された水素ガスは、水素ガスと酸素ガスとを反応させて電力を発生する燃料電池に送られる請求項 1 または 2 に記載のガス残量算出装置。

【請求項 4】

前記燃料電池の発電電流を検出する発電電流検出装置を設けて、前記発電電流検出装置が検出する発電電流に基づいて前記水素タンクから前記燃料電池に供給される水素ガスの流量を算出し、前記水素ガスの流量を加味して、前記ガス残量算出手段が、前記水素タンク内のガス残量を求めるようにした請求項 3 に記載のガス残量算出装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】**【0001】**

本発明は、所定のガスが収容されたガス容器内のガス残量を求めるガス残量算出装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来から、所定のガスが収容されたガス容器内のガスを順次取り出して使用する装置があり、このような装置の中に、例えば、燃料電池を備えた燃料電池システムが発生する電力を利用して走行する車両等がある。この燃料電池システムには、水素ガスを収容する水素タンクが備わっており、水素タンクから供給される水素ガスと空気中の酸素ガスとを反応させることにより燃料電池が発電する。また、このような燃料電池システムには、一般に、水素タンク内の残量を測定するための測定装置が備わっている（例えば、特許文献 1 参照）。

40

【0003】

この燃料電池システムは、燃料電池と、燃料電池に空気を送るコンプレッサと、減圧弁を介して燃料電池に接続され燃料電池に水素ガスを送る水素タンクと、水素タンク内の圧力を測定する圧力センサと、水素タンク内の温度を測定する温度センサと、コントローラとを備えている。そして、燃料電池は、減圧弁で所定圧力まで減圧されて送られてくる水素ガスと、コンプレッサから供給される空気中の酸素ガスを反応させて発電する。また、コントローラは、圧力センサと温度センサとの検出値に基づいて水素タンク内の残量を圧

50

力式メータ表示値と質量式メータ表示値として算出する。そして、圧力測定値が所定値以上のときには、質量式メータ表示値を燃料計に表示し、圧力測定値が所定値未満のときには、圧力式メータ表示値を燃料計に表示する。

【特許文献1】特開2005-240854号公報

【発明の開示】

【0004】

しかしながら、前述した従来の燃料電池システムでは、圧力センサが水素タンク内の圧力を直接測定するように構成されているため、圧力センサとして高圧ガスに対するシール性を備えた高価なものを用いる必要があるとともに、圧力センサの近傍部分の構成を複雑で堅牢な構造にする必要があった。

10

【0005】

本発明は、前述した問題に対処するためになされたもので、その目的は、ガス容器内の圧力を直接測定するガス圧測定装置を用いることなく、ガス容器内のガス残量を算出することのできるガス残量算出装置を提供することである。

【0006】

前述した目的を達成するため、本発明に係るガス残量算出装置の構成上の特徴は、所定のガスが収容されるガス容器と、ガス容器内のガスを外部に送り出すための開閉部と、ガス容器から送り出されたガスを減圧する減圧装置と、減圧装置によって減圧されたガスの圧力を測定するガス圧測定装置と、ガス圧測定装置が測定するガスの圧力に基づいてガス容器内のガスの圧力を算出することによりガス容器内のガス残量を求めるガス残量算出手段とを備えたガス残量算出装置であって、減圧装置の本体における前記ガスが送り込まれる入口側部分の圧力と、前記減圧装置における減圧されたガスが送り出される出口側部分の圧力との関係が、入口側部分の圧力が増加すると出口側部分の圧力も増加し、入口側部分の圧力が減少すると出口側部分の圧力も減少する単調な関係になるように、減圧装置を構成したことにある。

20

【0007】

本発明に係るガス残量算出装置では、ガス圧測定装置が、ガス容器内の圧縮された高圧ガスの圧力を直接測定するのではなく、ガス容器から送り出されたのちに減圧装置によって減圧されたガスの圧力を測定するように構成されている。したがって、ガス圧測定装置に大きな圧力が加わることがなくなり、ガス圧測定装置として高圧ガスに対するシール性を備えた高価なものを用いる必要がなくなるとともに、ガス圧測定装置の近傍部分の構成を単純なものにすることができる。また、減圧装置を、ガスが送り込まれる入口側部分の圧力が増加すると減圧されたガスが送り出される出口側部分の圧力も増加し、入口側部分の圧力が減少すると出口側部分の圧力も減少する単調な関係になるように構成している。すなわち、減圧装置によって減圧されたガスの圧力がガス容器内の圧力にしたがって変化するようにしている。

30

【0008】

これによると、減圧装置における出口側部分の圧力に対応する入口側部分の圧力の値は、一つだけになる。このため、減圧装置における入口側部分の圧力と出口側部分の圧力との関係を予めデータにして準備しておけば、ガス圧測定装置が測定する減圧装置の出口側部分の圧力から、減圧装置の入口側部分の圧力、すなわち、ガス容器内の圧力を容易に求めることができる。この場合の単調な関係とは、減圧装置の出口側部分の圧力と入口側部分の圧力を一方を横軸で示し他方を縦軸で示したグラフとして表わした場合に、そのグラフに示される線が一旦増加したのちに減少したり、減少したのちに増加したりすることなく、単純に増加または減少する関係にあればよく、必ずしも完全に比例して直線状に増加したり減少したりする関係でなくともよい。

40

【0009】

また、本発明に係るガス残量算出装置の他の構成上の特徴は、減圧装置の本体の内面における入口側部分と出口側部分との境界部に、入口側部分から出口側部分に向って大径になった絞り面を形成するとともに、入口側部分から出口側部分に向って大径になり絞り面

50

に接触することにより入口側部分と出口側部分との間を閉塞し、絞り面から後退することにより絞り面との間に入口側部分と出口側部分とを連通させるガス流路を形成するピストンを設け、ピストンを絞り面から後退させるように付勢するばねを入口側部分に設けたことにある。

【0010】

この場合、ガス容器内の圧力と等しい減圧装置の入口側部分の圧力を $P1$ 、減圧後の圧力である出口側部分の圧力を $P2$ 、ばねの荷重を B 、入口側部分に対向するピストンの面の面積を $S1$ 、出口側部分に対向するピストンの面の面積を $S2$ 、ピストンを減圧装置の出口側に押す力を $F1$ 、ピストンを減圧装置の入口側に押す力を $F2$ とすると、 $F1$ 、 $F2$ は、それぞれ下記の(式1)、(式2)で表される。

$$F1 = P1 \times S1 + B \quad \dots \text{(式1)}$$

$$F2 = P2 \times S2 \quad \dots \text{(式2)}$$

【0011】

そして、 $F1$ が $F2$ よりも大きいとき、ピストンは絞り面から後退して絞り面との間にガス流路を形成するとともに、そのガス流路の断面積が大きくなるように出口側に移動し、 $F1$ が $F2$ よりも小さくなると、ピストンは入口側に移動してガス流路を閉塞させる。また、 $F1$ と $F2$ とが等しくなると、出口側部分の圧力が略一定に保持されると、下記の(式3)の関係が成り立つ。

$$P2 = S1 / S2 \times P1 + B / S2 \quad \dots \text{(式3)}$$

(式3)の関係によると、 $P1$ が大きくなると $P2$ も大きくなり、 $P1$ が小さくなると $P2$ も小さくなる。このように、減圧装置を前述したように構成することにより、ガスが送り込まれる入口側部分の圧力が増加すると減圧されたガスが送り出される出口側部分の圧力も増加し、入口側部分の圧力が減少すると出口側部分の圧力も減少する単調な関係が成立する。

【0012】

また、本発明に係るガス残量算出装置のさらに他の構成上の特徴は、ガスが水素ガスで、ガス容器が水素タンクであり、水素タンクから送り出された水素ガスは、水素ガスと酸素ガスとを反応させて電力を発生する燃料電池に送られることにある。これによると、燃料電池に水素ガスを供給する水素タンク内の水素ガスの残量を高価なガス圧測定装置を用いることなく算出することができる。

【0013】

また、本発明に係るガス残量算出装置のさらに他の構成上の特徴は、燃料電池の発電電流を検出する発電電流検出装置を設けて、発電電流検出装置が検出する発電電流に基づいて水素タンクから燃料電池に供給される水素ガスの流量を算出し、水素ガスの流量を加味して、ガス残量算出手段が、水素タンク内のガス残量を求めるようにしたことにある。

【0014】

減圧装置の入口側部分の圧力や出口側部分の圧力は、水素タンクから燃料電池に供給される水素ガスの流量によっても増減する。このため、水素ガスの流量に応じた入口側の圧力と出口側の圧力との関係をそれぞれ求めておいて、その水素ガスの流量も加味して水素タンク内の水素ガスの残量を算出することにより、より精度の良い水素ガスの残量の算出が可能になる。この場合の水素ガスの流量は、水素分子が反応したときに発生する電荷と発電電流との関係から求めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の一実施形態に係るガス残量算出装置を図面を用いて詳しく説明する。図1は、同実施形態に係るガス残量算出装置A(図2参照)を備えた自動二輪車10を示している。この自動二輪車10は、前輪11と後輪12とからなる一对の車輪と、この一对の車輪が取り付けられた車体10aとを備えている。また、車体10aは、車体10aの主要部分を構成する車体フレーム13と、車体フレーム13に着脱自在に取り付けられるサブフレーム14とを備えている。そして、車体フレーム13は、車体10aの前部側部

10

20

30

40

50

分を構成するヘッドパイプ 15 と、ヘッドパイプ 15 から後方に延びるメインフレーム 16 とで構成されている。

【0016】

また、前輪 11 は、下方が二股に分岐したフロントフォーク 17 の下端部に回転可能に支持され、フロントフォーク 17 の上端部には、ヘッドパイプ 15 内に配置されたステアリング軸 18 の下端部が連結されている。このステアリング軸 18 は、ヘッドパイプ 15 の軸周り方向に回転可能な状態で、ヘッドパイプ 15 内に取り付けられており、上端部がヘッドパイプ 15 から突出して上方に延びている。そして、ステアリング軸 18 の上端部に略水平方向に配置されたハンドル 19 の中央部が連結されている。

【0017】

このため、ハンドル 19 を回転操作して、ステアリング軸 18 を軸周り方向に回転させると、ステアリング軸 18 の回転量に応じて前輪 11 はフロントフォーク 17 の軸を中心として左右に方向を変える。また、ハンドル 19 の左右両端には、グリップ（図示せず）が設けられている。このグリップのうち一方のグリップは、軸回り方向に回転可能な状態で設けられており、手で持つための把持部として使用される外、後述する駆動モータ 44 a の駆動力を調節するためのアクセル操作子を構成する。そして、他方のグリップは、ハンドル 19 に固定され手で持つための把持部として使用される。また、グリップの近傍には、それぞれ、グリップから離れるように付勢され、グリップ側に引っ張られることにより前輪 11 または後輪 12 の回転を抑制するブレーキレバー（図示せず）が設置されている。

【0018】

メインフレーム 16 は、湾曲した一対のフレーム（一方しか図示せず）で構成されており、その前端部（上端部）はヘッドパイプ 15 の下部側部分の両側部に連結されている。そして、各メインフレーム 16 は、ヘッドパイプ 15 との連結部からそれぞれ互いの間隔を広げるようにして、後方に向かって斜め下方に延びたのちに湾曲して後方水平方向に延びている。さらに、各メインフレーム 16 の後部側部分は、互いの間隔を保って後方斜め上方に向かって延びている。そして、両メインフレーム 16 の後端部は、水平方向に配置された板状の取付部材 21 に連結されている。

【0019】

また、両メインフレーム 16 における後部側部分の上面には、クロスメンバ 22 が掛け渡されている。このクロスメンバ 22 は両端側部分が略直角に屈曲した略コ字状の棒状に形成されており、屈曲した両端部をそれぞれメインフレーム 16 に連結して本体部分が両メインフレーム 16 の上側に突出している。また、両メインフレーム 16 の下端部には、両メインフレーム 16 間の下方に突出する設置台 23 が掛け渡されている。この設置台 23 の上面は、凹部に形成され、その凹部に収容部 24 が設けられている。そして、この収容部 24 の内部に燃料電池 25（図 2 参照）が収容されている。

【0020】

また、両メインフレーム 16 の前部側部分と、両メインフレーム 16 の後部に設けられたクロスメンバ 22 との間に板状のサブフレーム 14 が取り付けられている。そして、サブフレーム 14 の上面における中央よりもやや前部側部分にリチウムイオン電池からなる二次電池 26 が固定され、サブフレーム 14 の上面における後部側部分にガス残量算出装置 A が備える各装置を制御する電源システム制御装置 50 が固定されている。

【0021】

また、ヘッドパイプ 15 の前部には、固定部材 27 a を介してラジエータ 27 が取り付けられ、ラジエータ 27 の裏面（ラジエータ 27 とヘッドパイプ 15 との間）には、ラジエータ 27 を空冷するためのファン 27 b が取り付けられている。そして、メインフレーム 16 の前部側部分における収容部 24 の前側でかつサブフレーム 14（二次電池 26）の下方部分にウォーターポンプ 28 が取り付けられている。ラジエータ 27 と燃料電池 25 との間は、冷却水配管 29 a で接続されており、ウォーターポンプ 28 は、冷却水配管 29 a に設けられている。

10

20

30

40

50

【0022】

すなわち、冷却水配管29aは、ラジエータ27からウォーターポンプ28に延び、さらにウォーターポンプ28から収容部24に向って延びて収容部24の前面部から内部に入って燃料電池25に接続されている。また、燃料電池25とラジエータ27との間は、燃料電池25を冷却した冷却水が燃料電池25からラジエータ27側に向って流れる冷却水配管29bで接続されている。このため、ウォーターポンプ28が作動すると、ラジエータ27内の冷却水が冷却水配管29aを通過して燃料電池25に送られ燃料電池25を冷却する。そして、燃料電池25を冷却することによって熱を吸収した冷却水は、冷却水配管29bを通過してラジエータ27に戻され、ラジエータ27を通過する間にファン27bによって冷却される。

10

【0023】

また、両メインフレーム16の後端部に連結された取付部材21の上面には、燃料電池25に供給するための水素が充填された水素タンク31が取り付けられている。この水素タンク31は、図2に示したように、ガス配管32aによって燃料電池25の水素ガス供給口に接続されている。また、燃料電池25の水素ガス排出口は、水素循環用のガス配管32bによって、ガス配管32aにおける水素タンク31と燃料電池25との間の部分に接続されている。そして、ガス配管32aにおける水素タンク31側部分に、本発明の開閉部としての開閉バルブ31aと、本発明の減圧装置としての減圧弁33と、圧力調整用の調整バルブ31bとが設けられている。

20

【0024】

減圧弁33は、図3に示したように、入口34aから出口34bに向って貫通した弁本体34と、弁本体34内に設置されたピストン35とばね36とで構成されている。そして、弁本体34は、入口34a側部分(水素タンク31側部分)が、出口34b側部分(燃料電池25側部分)よりも細くなり、入口34a側部分と出口34b側部分との間の部分が傾斜部に形成された段違いの略円筒状に形成されている。また、入口34aと出口34bとはともに細径の孔で構成され、弁本体34の内部における入口34a側の部分は入口34aおよび出口34bよりも大径の一次室33aで構成され、弁本体34の内部における出口34b側の部分は一次室33aよりもさらに大径の二次室33bで構成されている。

30

【0025】

そして、弁本体34の内面における一次室33aと二次室33bとの間には、一次室33a側から二次室33b側に向って大径になった傾斜面状の絞り面33cが形成されている。また、二次室33b内の出口34b側の端面における外周部には、円周方向に間隔を保って複数のストッパ34cが形成されている。ピストン35は、軸方向の長さが短い円柱状のピストン本体35aの一方側(一次室33a側)に円錐台状の絞り凸部35bを突出させた形状に形成されている。ピストン35は、二次室33bと絞り面33cとの内部で入口34a側または出口34b側に向って移動可能な状態で設置されており、移動することにより、二次室33bの内面と絞り面33cとの間にガス流路を形成したり、そのガス流路を閉塞したりすることができる。

40

【0026】

すなわち、ピストン35が入口34a側に移動すると絞り凸部35bが絞り面33cに接合して、弁本体34内における一次室33aと二次室33bとの間が遮断される。なお、ピストン本体35aの外径は二次室33bの内径よりもやや小さく設定されて、ピストン本体35aの外周面と二次室33bの内周面との間には、ガス流路が常時形成されている。また、ピストン35が出口34b側に移動すると、絞り凸部35bが絞り面33cから離れて絞り凸部35bと絞り面33cとの間にガス流路が形成される。

【0027】

これによって、入口34aと出口34bとの間が、一次室33a、絞り凸部35bと絞り面33cとの間のガス流路、ピストン本体35aの外周面と二次室33bの内周面との間のガス流路および二次室33bを介して連通する。なお、絞り凸部35bと絞り面33

50

c との間のガス流路やピストン本体 3 5 a の外周面と二次室 3 3 b の内周面との間のガス流路は、本来は微小であるが、図 3 では作図の都合上、大きく描いている。

【 0 0 2 8 】

さらに、ピストン 3 5 が出口 3 4 b 側に移動して、ピストン本体 3 5 a の出口 3 4 b 側端面の外周部がストッパ 3 4 c に当接すると、ピストン 3 5 はそれ以上出口 3 4 b 側に移動できなくなる。この場合、図 3 に示したように、ストッパ 3 4 c によって出口 3 4 b の内部側開口がピストン 3 5 によって閉塞されることが防止され、減圧弁 3 3 は、入口 3 4 a から出口 3 4 b に連通するガス流路を形成した状態に維持される。また、ばね 3 6 は、弁本体 3 4 の一次室 3 3 a 内に設置されて、ピストン 3 5 を出口 3 4 b 側に付勢している。このばね 3 6 はコイルばねで構成されており、一方の端部を入口 3 4 a と一次室 3 3 a との境界部に形成された段部に位置決めし、他方の端部を絞り凸部 3 5 b の端面に当接させた状態で取り付けられている。

10

【 0 0 2 9 】

また、ガス配管 3 2 b には、燃料電池 2 5 の水素ガス排出口から排出される未反応の水素ガスをガス配管 3 2 a に送り返すための循環ポンプ 3 7 が設けられている。このため、開閉バルブ 3 1 a を開けることにより、水素タンク 3 1 内の水素ガスを、減圧弁 3 3 で減圧してガス配管 3 2 a を介して燃料電池 2 5 に供給することができる。また、その状態で、循環ポンプ 3 7 を作動させることにより、燃料電池 2 5 内で反応しないまま残った水素ガスを、ガス配管 3 2 b を通過させてガス配管 3 2 a に送り返し、水素タンク 3 1 から減圧弁 3 3 を介して新たにガス配管 3 2 a に送り出される水素ガスと合流させることができる。

20

【 0 0 3 0 】

そして、水素ガスは、燃料電池 2 5 内で酸素ガスと反応するまでガス配管 3 2 a , 3 2 b 内を循環する。また、水素タンク 3 1 の前部側部分の上部にシート 3 8 が配置されている。このシート 3 8 は、支持部材 3 8 a を介してメインフレーム 1 6 の後部側に連結されている。また、メインフレーム 1 6 の後部側部分におけるクロスメンバ 2 2 の後方にエアフィルタ 4 1 が取り付けられ、メインフレーム 1 6 の後部側部分におけるクロスメンバ 2 2 の前方にエアプロア 4 2 が取り付けられている。

【 0 0 3 1 】

また、エアフィルタ 4 1 とエアプロア 4 2 との間およびエアプロア 4 2 と燃料電池 2 5 との間はそれぞれ図 2 に示したガス配管 4 1 a , 4 2 a によって接続されている。このため、エアプロア 4 2 の作動により、シート 3 8 の下部側の空気がエアフィルタ 4 1 を介して吸引され、燃料電池 2 5 に供給される。このときエアフィルタ 4 1 に吸引された空気はエアフィルタ 4 1 内を通過する際に、異物を除去される。また、燃料電池 2 5 を通過する際に水素ガスと反応して燃料電池 2 5 の発電に使用された酸素ガス以外の空気は外部に排出される。なお、ガス配管 3 2 a やガス配管 4 2 a の一部およびガス配管 3 2 b は、燃料電池 2 5 とともに収容部 2 4 内に収容されている。

30

【 0 0 3 2 】

また、両メインフレーム 1 6 の後部側部分の下部には、後方に向かって延びる一対のアーム部材からなるリヤアーム（図示せず）が連結部材 4 3 を介して連結されている。そして、リヤアームの両アーム部材の後端部に、後輪 1 2 の中心軸の両側部分が回転可能に支持されており、これによって、後輪 1 2 は、中心軸を中心として回転可能になっている。また、リヤアームの一方のアーム部材の外面側には、アーム部材を覆うようにして、モータユニット 4 4 が取り付けられている。

40

【 0 0 3 3 】

このモータユニット 4 4 内には、燃料電池 2 5 が発生する電力によって作動する駆動モータ 4 4 a や減速機が収容されている。この駆動モータ 4 4 a の作動により後輪 1 2 が回転して自動二輪車 1 0 が走行する。また、メインフレーム 1 6 の後端部と、リヤアームの後端上部との間には、リヤクッション 4 5 がそれぞれ掛け渡されている。このリヤクッション 4 5 の伸縮によって、リヤアームの後端側が揺動自在になっている。また、モータユ

50

ニット 44 の内側面側にはドラムブレーキ（図示せず）が取り付けられている。

【0034】

駆動モータ 44 a は、電源システム制御装置 50 の制御によってハンドル 19 のグリップの操作量に応じて作動し、後輪 12 に駆動力を自動的に発生させる。また、この自動二輪車 10 は、静止状態のときに、自動二輪車 10 を起立状態に維持させるための回転式のスタンド 46 を備えており、自動二輪車 10 を走行させるときには、図 1 に実線で示したように、スタンド 46 を上方に上げておき、自動二輪車 10 を静止させておくときには、図 1 に二点鎖線で示したようにスタンド 46 を下方に下ろして、スタンド 46 に自動二輪車 10 を支持させる。

【0035】

さらに、このガス残量算出装置 A は、燃料電池 25 が発生する電力の電圧を昇圧する昇圧装置 47 および逆流防止用のダイオード 48 も備えており、燃料電池 25、二次電池 26、駆動モータ 44 a、昇圧装置 47、ダイオード 48 およびこれらを接続する配線で電気回路 49 が形成されている。また、このガス残量算出装置 A を構成する各装置には、各装置の種々の状態を検出するための各種のセンサが設けられており、これらのセンサと電源システム制御装置 50 との間が各電気配線を介して接続されている。

【0036】

すなわち、水素タンク 31 には、水素タンク 31 の表面温度を検出する温度センサ 51 が設けられ、ガス配管 32 a における減圧弁 33 と調整バルブ 31 b との間には、水素タンク 31 から送り出され減圧弁 33 で減圧された水素ガスの圧力を検出する本発明のガス圧測定装置としての圧力センサ 52 が設けられている。この圧力センサ 52 が検出する水素ガスの圧力に基づいて、後述する水素タンク 31 内の水素ガスの残量が算出される。また、冷却水配管 29 b には、ラジエータ 27 から燃料電池 25 に送られ燃料電池 25 を冷却したのちに燃料電池 25 からラジエータ 27 に送られる冷却水の温度を検出する温度センサ 53 が設けられ、ガス配管 42 a には、エアプロア 42 から燃料電池 25 に供給される空気の圧力を検出する圧力センサ 54 が設けられている。

【0037】

そして、燃料電池 25 には、燃料電池 25 の温度を検出する温度センサ 55 および電圧値を検出する電圧センサ 56 が設けられ、二次電池 26 には二次電池 26 の温度を検出する温度センサ 57 が設けられている。また、電気回路 49 には、電気回路 49 を流れる電流の値を検出する本発明の発電電流検出装置としての電流センサ 58、駆動モータ 44 a に流れる電流の値を検出する電流センサ 59 および電圧値を検出する電圧センサ 61 が設けられている。また、電気回路 49 における二次電池 26 に接続された配線 49 a には、二次電池 26 に流れる電流の値を検出する電流センサ 62 が設けられている。これらの各センサはそれぞれ配線 51 a, 52 a, 53 a, 54 a, 55 a, 56 a, 57 a, 58 a, 59 a, 61 a, 62 a を介して電源システム制御装置 50 に接続されており、検出した値を電気信号として電源システム制御装置 50 に送信する。

【0038】

また、電源システム制御装置 50 から、エアプロア 42、開閉バルブ 31 a、調整バルブ 31 b、循環ポンプ 37、ファン 27 b を駆動させるモータ 27 c、ウォーターポンプ 28、昇圧装置 47 および駆動モータ 44 a にそれぞれ指示信号を送信するための配線 63, 64 a, 64, 65, 66, 67, 68, 69 がそれぞれ電源システム制御装置 50 と対応する装置との間を接続している。エアプロア 42 は、電源システム制御装置 50 からの流量指示信号に応じて作動して空気を燃料電池 25 に供給する。また、配線 63 には、電流センサ 71 および電圧センサ 72 が設けられており、これらのセンサはエアプロア 42 に供給される電流や電圧を検出する。

【0039】

電源システム制御装置 50 からの開閉指示信号に応じて、開閉バルブ 31 a は開閉されるとともに、流量指示信号に応じて調整バルブ 31 b はその開度を調節しながら開閉されて、水素タンク 31 から水素ガスを燃料電池 25 に供給させる。そして、燃料電池 25 は

10

20

30

40

50

、エアプロア 4 2 から供給される空気中の酸素ガスと、水素タンク 3 1 から供給される水素ガスとを反応させて水を発生させるとともに電気を発生させる。また、その際、循環ポンプ 3 7 は、電源システム制御装置 5 0 からの動作指示信号に応じて作動して、燃料電池 2 5 で酸素ガスと反応しなかった水素ガスを、ガス配管 3 2 b を介してガス配管 3 2 a に戻し、水素タンク 3 1 から新たにガス配管 3 2 a に送り出される水素ガスと合流させる。

【 0 0 4 0 】

また、ウォーターポンプ 2 8 は、電源システム制御装置 5 0 からの動作指示信号に応じて作動して、ラジエータ 2 7 と燃料電池 2 5 との間で冷却水を循環させて燃料電池 2 5 の温度を所定の温度に維持する。そして、モータ 2 7 c は、電源システム制御装置 5 0 からの動作指示信号に応じて作動してファン 2 7 b を回転させ、ラジエータ 2 7 を空冷する。昇圧装置 4 7 は、電源システム制御装置 5 0 からの電圧指示信号に応じて燃料電池 2 5 が発生した電気を昇圧して駆動モータ 4 4 a に送ったり、二次電池 2 6 に送って二次電池 2 6 を充電したりする。また、駆動モータ 4 4 a は、アクセル操作子を構成するグリップの操作量に応じた動作信号を電源システム制御装置 5 0 から受信し、その動作信号に応じて作動する。

10

【 0 0 4 1 】

電源システム制御装置 5 0 は、CPU, RAM, ROM, 不揮発性メモリ等を備えており、ROMには、予め用意された各種のプログラムや図 4 に示したマップ等の各種のデータが記憶されている。また、RAMや不揮発性メモリには、各センサが検出した検出値等のデータが書き換え可能に記憶される。そして、CPUは、運転者によるグリップ等の操作や、予め用意されたプログラム等に基づいて、駆動モータ 4 4 a、開閉バルブ 3 1 a、調整バルブ 3 1 b、エアプロア 4 2、ウォーターポンプ 2 8 等を制御する。さらに、この自動二輪車 1 0 は、メインスイッチ 7 3 等のスイッチや、水素タンク 3 1 の内圧を表示する内圧表示部 7 4 a と水素ガスの残量を表示する残量表示部 7 4 b とを備えた表示計 7 4 も備えている。また、電源システム制御装置 5 0 は、本発明のガス残量算出手段を構成するもので、表示計 7 4 に表示する水素タンク 3 1 の内圧や水素ガスの残量を算出する。

20

【 0 0 4 2 】

この構成において、自動二輪車 1 0 を運転する場合には、まず、メインスイッチ 7 3 等のスイッチをオン状態にする。これによって、燃料電池 2 5 には、エアプロア 4 2 からエアフィルタ 4 1 によって異物を除去された空気が供給されるとともに、水素タンク 3 1 から減圧弁 3 3 によって減圧された水素ガスが供給され、燃料電池 2 5 は、供給される空気中の酸素ガスと水素ガスとを反応させて電気を発生する。その状態で、自動二輪車 1 0 を加速させる速度に応じてグリップを操作する。これによって、電源システム制御装置 5 0 は、駆動モータ 4 4 a を作動させ、後輪 1 2 に駆動力を発生させる。

30

【 0 0 4 3 】

また、自動二輪車 1 0 の走行速度を下げる場合には、グリップを減速方向に操作したり、必要に応じてブレーキレバーを操作する。これによって、自動二輪車 1 0 は、ブレーキレバーの操作量等に応じて減速する。そして、燃料電池 2 5 が作動する間、燃料電池 2 5 は、ウォーターポンプ 2 8 から送られる冷却水によって冷却され所定温度を維持する。また、表示計 7 4 の内圧表示部 7 4 a には水素タンク 3 1 の内圧が表示され、残量表示部 7 4 b には水素タンク 3 1 内の水素ガスの残量が表示される。内圧表示部 7 4 a および残量表示部 7 4 b の表示は、数値や複数のランプのうちの所定のランプが点灯すること等によって行われる。

40

【 0 0 4 4 】

また、この表示計 7 4 の表示は、圧力センサ 5 2 が検出する減圧弁 3 3 によって減圧された水素ガスの圧力に対応する水素タンク 3 1 内の高圧水素ガスの圧力を、図 4 に示したマップや後述する算出式等から求めることによって行われる。図 4 において、縦軸は、圧力センサ 5 2 が検出する減圧後の圧力を示しており、横軸は減圧前の圧力を示している。なお、この水素タンク 3 1、減圧弁 3 3、圧力センサ 5 2 および燃料電池 2 5 の位置関係の概略を図 5 に示しており、圧力センサ 5 2 は、水素タンク 3 1 の下流側に設置された減

50

圧弁 33 と燃料電池 25 との間に設置されて減圧後の水素ガスの圧力を検出する。

【0045】

また、図 4 における曲線 a は、水素ガスの流量が所定の小さい値のときの減圧後の圧力に対する減圧前の圧力の関係を示しており、曲線 b は、水素ガスの流量が中程度の値のときの減圧後の圧力に対する減圧前の圧力の関係を示している。そして、曲線 c は、水素ガスの流量が所定の大きい値のときの減圧後の圧力に対する減圧前の圧力の関係を示している。開閉バルブ 31a が開いているときは、図 4 における減圧前の圧力は水素タンク 31 内の圧力と等しくなる。したがって、図 4 に示したように、水素ガスの流量が中程度のときに、減圧後の圧力が C であれば減圧前の圧力、すなわち、水素タンク 31 内の圧力は D であると算出することができる。そして、求められた水素タンク 31 内の圧力から水素ガスの残量を算出することができる。

10

【0046】

また、図 4 における破線 Pmax は、燃料電池 25 の作動中における減圧後の最大圧力値を示し、破線 Pmin は、燃料電池 25 の作動中における減圧後の最小圧力値を示しており、ガス配管 32a に設けられた減圧弁 33 は、減圧後の圧力がこの最大圧力値 Pmax の圧力以下になるように作動する。そして、水素タンク 31 内の水素ガスの残量が減少して減圧後の圧力が最小圧力値 Pmin まで低下すると開閉バルブ 31a が閉じられるようになっている。一方、減圧弁 33 を通過した水素ガスは、調整バルブ 31b によって、減圧弁 33 による減圧後の圧力が前記 Pmin よりも小さい圧力 Pa になるように調整され、この圧力 Pa で水素ガスが燃料電池 25 に供給される。

20

【0047】

この図 4 のマップは、減圧弁 33 が備える特性や、電流センサ 58 の検出値等に基づいて予め求められたものである。まず、減圧弁 33 の特性である作動原理を説明すると、開閉バルブ 31a が閉じられている状態では、減圧弁 33 のピストン 35 はばね 36 によって出口 34b 側に付勢されて、図 3 に示したように、ストッパ 34c に当接した状態になる。この場合、一次室 33a と二次室 33b とは、絞り凸部 35b と絞り面 33c との間のガス流路を介して連通しており、一次室 33a 内の圧力と、二次室 33b の圧力とは同じ圧力になる。

【0048】

そして、開閉バルブ 31a を開くと、水素タンク 31 内の水素ガスは、減圧弁 33 の入口 34a から一次室 33a 内に入る。これによって、ピストン 35 には、一次室 33a 側から下記の(式 1)で示される力 F1 が出口 34b 側に向かって働く。なお、(式 1)における S1 は、絞り凸部 35b の端面の面積であり、B はばね 36 の荷重である。

30

$$F1 = P1 \times S1 + B \quad \dots (式 1)$$

また、この状態では、一次室 33a と二次室 33b とは連通しているため、一次室 33a に送られた水素ガスは二次室 33b にも入る。これによって、ピストン 35 には、二次室 33b 側から下記の(式 2)で示される力 F2 が入口 34a 側に向かって働く(図 6 参照)。なお、(式 2)における S2 は、ピストン本体 35a の端面の面積である。

$$F2 = P2 \times S2 \quad \dots (式 2)$$

【0049】

そして、二次室 33b に水素ガスが供給され続けると、二次室 33b 内の圧力は徐々に高くなり、力 F2 が力 F1 よりも大きくなるとピストン 35 は入口 34a 側に向かって移動を始める。この移動に伴って絞り面 33c と絞り凸部 35b との間隔が狭まり、一次室 33a から二次室 33b に流れる水素ガスの流量が制限されるようになる。そして、図 7 に示したように、絞り面 33c と絞り凸部 35b とが接面して一次室 33a と二次室 33b との間が遮断されると、二次室 33b 内の圧力はそれ以上大きくなることはなくなる。この状態は、二次室 33b 内の水素ガスが消費され力 F1 と力 F2 とが等しい値になるまで維持される。

40

【0050】

そして、図 8 に示したように、二次室 33b 内の水素ガスが消費され力 F1 が力 F2 より

50

も大きくなると、ピストン 35 は、出口 34 b 側に向って移動し始める。この移動に伴って絞り面 33 c と絞り凸部 35 b との間隔が徐々に広がって、一次室 33 a から二次室 33 b に水素ガスが流れ込み、再び二次室 33 b 内の圧力が上昇する。この図 6 から図 8 に示した一連の動作が繰り返されることで、二次室 33 b 内の圧力は略一定に維持される。この場合、二次室 33 b 内の圧力は、力 F1 と力 F2 とが等しい値になる状態で維持されるため、下記の (式 3) の関係が成り立つ。

$$P2 = S1 / S2 \times P1 + B / S2 \quad \dots \text{(式 3)}$$

【0051】

この場合、絞り凸部 35 b の端面の面積 S1 と、ピストン本体 35 a の端面の面積 S2 とは一定で、ばね 36 の荷重 B は変位量が小さく略一定と考えることができるため、減圧前の圧力 P1 と、減圧後の圧力 P2 との間には、図 4 の曲線 a, b, c のような比例関係が成立する。また、減圧弁 33 の一次室 33 a 内の圧力と二次室 33 b 内の圧力とは、水素タンク 31 から燃料電池 25 に供給される水素ガスの流量によっても増減し、この場合の水素ガスの流量は、水素分子が反応したときに発生する電荷と発電電流との関係から求めることができる。

10

【0052】

すなわち、ファラデーの法則によると、1モルの水素分子が反応すると 96485 クーロン × 2モルの電荷が発生する。そして、1アンペアとは 1クーロンの電荷が 1秒間に導体を移動する場合の電流であることから、電流センサ 58 が検出する燃料電池 25 の発電電流の値を 96485 クーロン × 2モルの電荷の値で除することにより、1秒当りの水素ガスの消費モル数を求めることができ、このようにして求めた 1秒当りの水素ガスの消費モル数から水素ガスの流量を算出することができる。これ以外の方法として、発電電流の値と水素ガスの流量との関係を予め求めてマップ化しておき、そのマップを参照することによって簡易的に発電電流から水素ガスの流量を求めるようにしてもよい。

20

【0053】

このようにして求められた 1秒当りの水素ガスの流量と、減圧後の圧力 P2 とを、図 4 のマップに当てはめて減圧前の圧力 P1 を求める。そして、得られた圧力 P1 の値は、メインスイッチ 73 等のスイッチがオン状態になっている間、水素タンク 31 の内圧として表示計 74 の内圧表示部 74 a に表示される。また、水素タンク 31 内の容積を V、気体定数を R、温度センサ 51 が検出する水素タンク 31 (水素ガス) の温度を T、水素ガスの 1モル当りの質量または容積を a とすると、水素タンク 31 内の水素ガスの残量は、下記の (式 4) で表される。前記温度 T は、温度センサ 51 によって検出された値を用いる。

30

$$\text{水素ガスの残量} = \{ (P1 \times V) / (R \times T) \} \times a \quad \dots \text{(式 4)}$$

【0054】

この場合、a を「2」とすれば水素ガスの残量は質量として求められ、a を「22.4」とすれば水素ガスの残量は標準状態 (0、1気圧) における容積として求められる。このようにして求められた値が残量表示部 74 b に表示される。また、自動二輪車 10 の走行を終了させるときには、メインスイッチ 73 をオフ状態にするとともに、スタンド 46 を下方に回転させて地面に接地させることにより、自動二輪車 10 を起立状態にしておく。

40

【0055】

このように、本実施形態に係るガス残量算出装置 A では、圧力センサ 52 が、水素タンク 31 内の高い圧力を直接測定するのではなく、水素タンク 31 から送り出され減圧弁 33 によって減圧されたのちの水素ガスの圧力を測定する。したがって、圧力センサ 52 に大きな圧力が加わることがなくなり、圧力センサ 52 として高圧ガスに対するシール性を備えた高価なものを用いる必要がなくなるとともに、ガス配管 32 a における圧力センサ 52 の近傍部分の構成を単純なものにすることができる。また、減圧弁 33 における一次室 33 a 内の圧力と二次室 33 b 内の圧力との関係が、図 4 に示したように、一次室 33 a 内の圧力が増加すると二次室 33 b 内の圧力も増加し、一次室 33 a 内の圧力が減少する

50

と二次室 3 3 b 内の圧力も減少する単調な関係になっている。

【 0 0 5 6 】

このため、減圧弁 3 3 における二次室 3 3 b 内の圧力に対応する一次室 3 3 a 内の圧力の値は、一つだけになり、圧力センサ 5 2 が測定する二次室 3 3 b 側部分の圧力から、一次室 3 3 a 側部分の圧力を容易に求めることができる。また、減圧弁 3 3 における一次室 3 3 a 内の圧力と二次室 3 3 b 内の圧力とは、水素タンク 3 1 から燃料電池 2 5 に供給される水素ガスの流量によっても増減するが、本実施形態に係るガス残量算出装置 A では、電流センサ 5 8 が検出する発電電流に基づいて水素ガスの流量を算出し、水素ガスの流量を加味して、水素タンク 3 1 内の圧力およびガス残量を求めるようにしている。このため、より精度のよい水素タンク 3 1 内の圧力および水素ガスの残量の算出が可能になる。

10

【 0 0 5 7 】

また、本発明に係るガス残量算出装置 A は、前述した実施形態に限定するものでなく、適宜変更して実施することが可能である。例えば、前述した実施形態では、開閉バルブ 3 1 a を水素タンク 3 1 を開閉するための開閉部として用いるとともに、調整バルブ 3 1 b をガス配管 3 2 a 内を通過する水素ガスの流量を調整するための圧力調整弁として用いているが、これに代えて、開閉バルブ 3 1 a を省略し、調整バルブ 3 1 b を圧力調整弁として用いることに加え、ガス配管 3 2 a の流路を開閉するための開閉弁としても用いるようにしてもよい。

【 0 0 5 8 】

また、前述した実施形態では、ガス残量算出装置 A を自動二輪車 1 0 に設けているが、このガス残量算出装置 A を設ける装置は、自動二輪車 1 0 に限らず、自動三輪車や自動四輪車等の車両であってもよいし、車両以外の装置であってもよい。さらに、ガスを水素ガス以外のガスにするとともにガス容器を水素タンク以外のガス容器で構成することもできる。すなわち、本発明は、ガス容器から順次所定のガスを取り出して使用する装置であれば利用することができる。また、本発明に係るガス残量算出装置 A を構成する各部分についても、本発明の技術的範囲内で適宜変更することができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 9 】

【 図 1 】本発明の一実施形態に係るガス残量算出装置を備えた自動二輪車を示した側面図である。

30

【 図 2 】ガス残量算出装置を示した構成図である。

【 図 3 】減圧弁を示した断面図である。

【 図 4 】減圧後の水素ガスの圧力に対する水素タンク内の圧力の関係を示したグラフである。

【 図 5 】水素タンク、減圧弁、圧力センサおよび燃料電池の位置関係を示した概略図である。

【 図 6 】減圧弁のピストンが入口側に移動しようとしている状態を示した断面図である。

【 図 7 】減圧弁のガス流路が閉塞された状態を示した断面図である。

【 図 8 】減圧弁のピストンが出口側に移動しようとしている状態を示した断面図である。

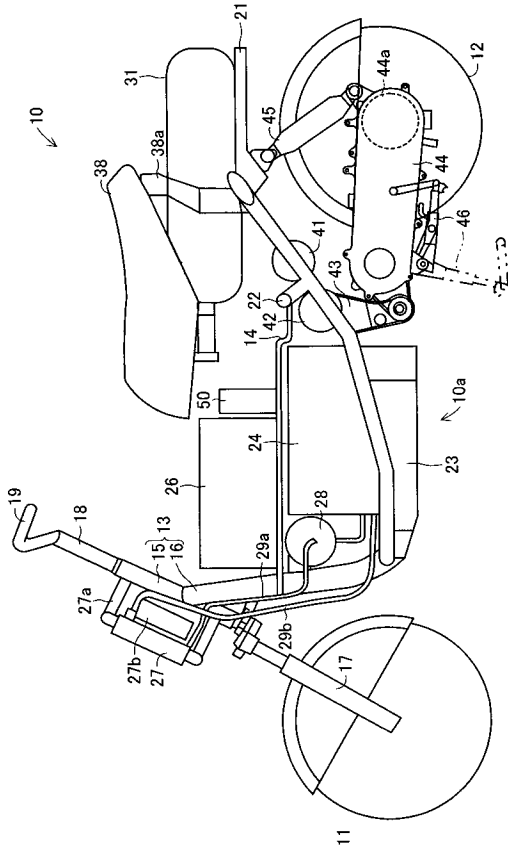
【 符号の説明 】

40

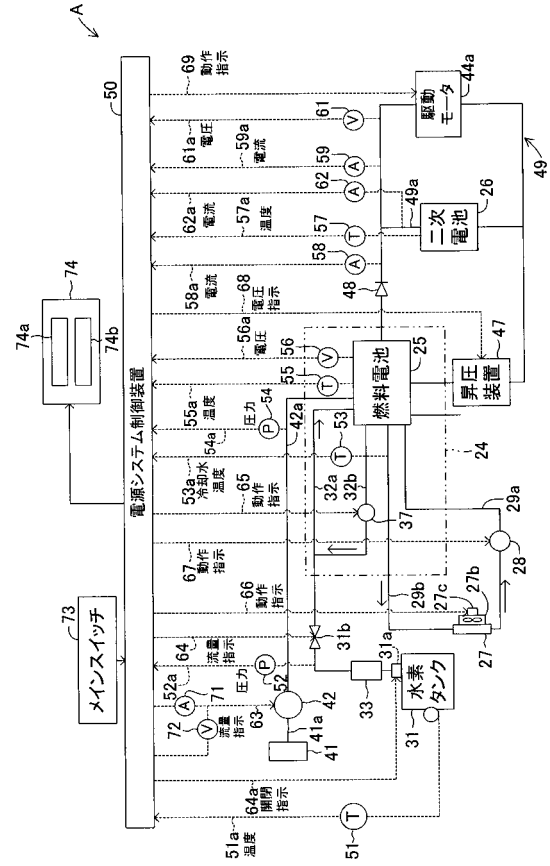
【 0 0 6 0 】

2 5 ... 燃料電池、3 1 ... 水素タンク、3 1 a ... 開閉バルブ、3 3 ... 減圧弁、3 3 a ... 一次室、3 3 b ... 二次室、3 3 c ... 絞り面、3 4 a ... 入口、3 4 b ... 出口、3 5 ... ピストン、3 5 b ... 絞り凸部、3 6 ... ばね、5 0 ... 電源システム制御装置、5 2 ... 圧力センサ、5 8 ... 電流センサ、A ... ガス残量算出装置。

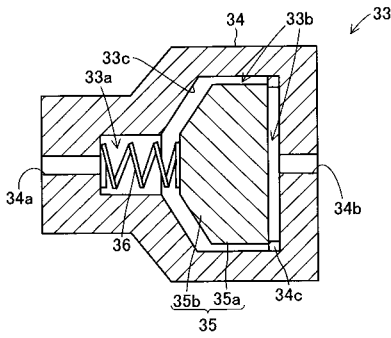
【 図 1 】



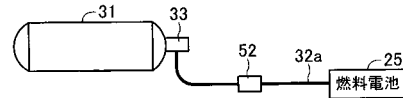
【 図 2 】



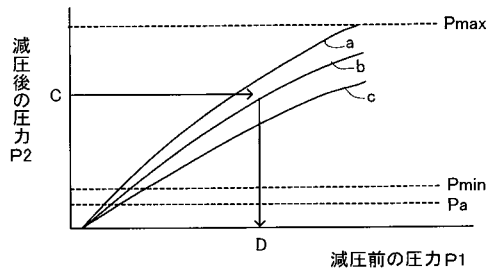
【 図 3 】



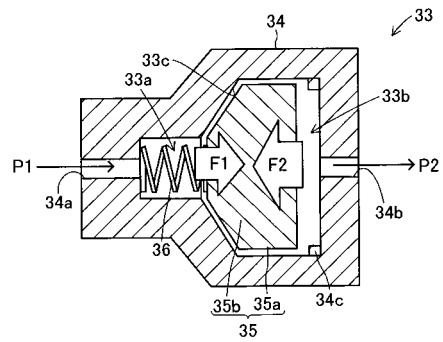
【 図 5 】



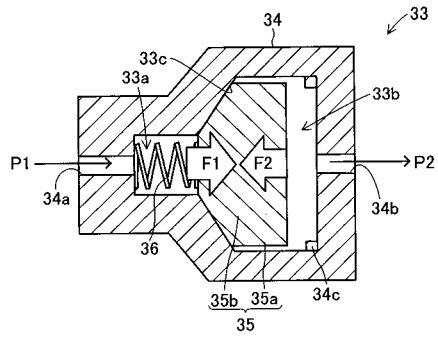
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

