(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 2 月 9 日(09.02.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/017668 A1

(51) 国際特許分類:
F16K 31/06 (2006.01) *H01M 8/04* (2006.01)
F02M 21/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/004439

(22) 国際出願日: 2011 年 8 月 4 日(04.08.2011)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2010-177869 2010 年 8 月 6 日(06.08.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 Hyogo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 野道 薫 (NOMICHI, Kaoru). 鈴木 豊(SUZUKI, Yutaka). 二宮 誠(NINOMIYA, Makoto).

(74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町１２３番地の１ 貿易ビル３階 Hyogo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

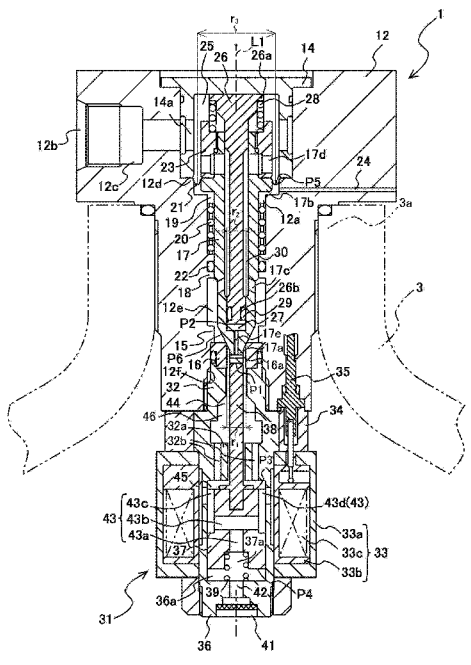
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: GAS PRESSURE REGULATING VALVE

(54) 発明の名称 : ガス用調圧弁

[図2]



(57) **Abstract**: Provided is a gas pressure regulating valve capable of, even under the environment of high-pressure fuel gas, more accurately regulating the secondary pressure thereof to a target pressure and preventing fuel gas leakage into the atmosphere. An electromagnetic pressure regulating valve (1) is an in-tank type and regulates the secondary pressure (p_2) to a target pressure by regulating the degree of opening of a valve passage (46) by moving a valve element (17) by an electromagnetic proportional solenoid (31). Both sides of a bearing member (20) which slidably supports the valve element (17) are sealed by a diaphragm seal (21) and a low-pressure seal member (22). The diaphragm seal (21) receives the secondary pressure (p_2) from a pressure return chamber (25) to thereby move the valve element (17) to a closed position. In the valve element (17), a back-pressure chamber (27) leading to a primary port (41) is formed by a seal rod (26) inserted therein. A connecting passage (30) leading to a secondary port (12b) is formed at the side of the seal rod (26), and a space between the connecting passage (30) and the back-pressure chamber (27) is sealed by a high-pressure seal member (29).

(57) 要約: 高圧の燃料ガス環境下でも、その二次圧をより正確に目標圧力に調圧可能で、且つ大気中への燃料ガス漏れを防止できるガス用調圧弁を提供する。 電磁式調圧弁１は、インタンク型であり、電磁比例ソレノイド３１により弁体１７を移動させて弁通路４６の開度を調整することで二次圧p_2を目標圧力に調圧する。弁体１７を摺動支持している軸受部材２０の両側は、ダイアフラムシール２１と低圧シール部材２２とによって封止されている。ダイアフラムシール２１は、圧力帰還室２５から二次圧p_2を受圧して弁体１７を閉位置へと移動させる。また、弁体１７内には、そこに挿入されたシールロッド２６により一次ポート４１に繋がる背圧力室２７が形成されている。また、シールロッド２６の側方には、二次ポート１２ｂに繋がる連絡通路３０が形成され、連絡通路３０と背圧力室２７との間が高圧シール部材２９によって封止されている。

WO 2012/017668 A1

明　細　書

発明の名称 ： ガス用調圧弁

技術分野

[0001] 本発明は、高圧燃料ガスの圧力を印加される印加電圧又は印加電流に応じた圧力に調圧するガス用調圧弁に関する。

背景技術

[0002] 燃料電池自動車、水素エンジン自動車、及び天然ガス自動車等、水素ガスや天然ガス等の燃料ガスを使用するクリーンエネルギー自動車が知られている。これらクリーンエネルギー自動車は、高圧タンク及びインジェクタ又は電磁式調圧弁を備えており、高圧タンクに貯蔵される燃料ガスをインジェクタ又は電磁式調圧弁により燃料電池やガスエンジンに供給することで動くようになっている。インジェクタ及び電磁式調圧弁は、燃料電池やガスエンジンに供給される燃料ガスの流量（又は圧力）を調整できるようになっており、インジェクタ又は電磁式調圧弁により燃料ガスの流量（又は圧力）を調整することで燃料電池やガスエンジンの出力が制御される。

[0003] インジェクタは、その噴射孔を閉じたり開いたりすることで燃料ガスの流量を調整できるようになっており、噴射孔を開閉する時間の比、つまりデューティ比によって燃料ガスの流量を変えている。インジェクタの上流側圧力と出力側圧力の差圧が大きいと、インジェクタの噴射孔を開いた時に流れる燃料ガスの流量が極めて大きくなり、インジェクタのデューティ比の変化に対する燃料ガスの流量変化が大きくなる。特に、小流量領域（燃料電池又はガスエンジンが低負荷状態）では、流量ゲイン（燃料ガス流量をデューティ比で割った値）が大きくなり、制御が困難になる。また、インジェクタの上流側圧力が高くなると、小流量から大流量のデューティ制御スパンが極めて狭くなるという問題がある。

[0004] また、電磁式調圧弁は、弁通路の開度（開口面積）を調整することで燃料ガスの流量を調整できるようになっている。それ故、電磁式調圧弁の上流側

圧力が高くなると、当該電磁式調圧弁の前後の差圧が大きくなり、開度を僅かに広げるだけで流れる燃料ガスの流量が大きく変化し、弁通路の開度変化に対する燃料ガスの流量変化が大きくなる。従って、電磁式調圧弁もインジェクタと同様、小流量領域（低負荷状態）における燃料ガスの圧力制御が極めて困難になる。

[0005] このような困難な課題を解決すべく特許文献１に開示される燃料電池システムでは、インジェクタの上流側に２つのレギュレータが設けられている。２つのレギュレータは、直列的に配置されており、高圧タンクから供給される水素ガスを２段階で減圧するようになっている。燃料電池システムでは、２つのレギュレータによりインジェクタの上流圧を低圧の一定圧力以下に維持してインジェクタ前後の差圧を小さくし、圧力制御性を確保している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００７－１８８８５７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献１に記載の燃料電池システムでは、燃料ガスの圧力を多段階で減圧すべく複数のレギュレータを備えている。しかし、複数のレギュレータを設けると、構成要素が多くなり、またそれらのレギュレータを設けるためのスペースが必要である。そうすると、システム全体が大型化してコストが高くなり、またシステム全体の重量が大きくなる。特に、構成要素のスペースが限られ、軽量化が望まれている自動車では、前述するシステムを搭載することは好ましくない。

[0008] また、複数のレギュレータを設けることで、システム系の圧力損失が大きくなるので、燃料電池又はガスエンジンの最低作動圧力に対して高圧タンクの使用限界圧力を高めに設定しなければならない。そうすると、レギュレータが単一である場合に比べて高圧タンク内において使用できる燃料ガスの量

が少なくなり、自動車の走行航続距離が縮まる。

[0009] このように、複数のレギュレータを追加すると、様々な不都合が生じる。また、前述のように、従来のインジェクタ及び電磁式調圧弁単体では、それらの上流側圧力が高い時において、低負荷状態で燃料ガスの圧力制御することは困難である。

[0010] 更に、電磁式調圧弁等のシール方式としてダイアフラム方式を用いることがあるが、ダイアフラムシールは一般的に耐圧強度が低いため、高圧の燃料ガスを取り扱う際、ダイアフラムの破損により燃料ガスが大気中に漏れるおそれがある。これに対して、Oリング方式の場合、高圧時における予期しない外的要因により燃料ガスが大気中に漏れるおそれがある。

[0011] そこで本発明は、高圧の燃料ガス環境下であっても、その二次圧をより正確に目標圧力に調圧可能で、且つ大気中への燃料ガス漏れを防止できるガス用調圧弁を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明のガス用調圧弁は、タンクの開口部に設けられ、前記タンク内に充填された燃料ガスを調圧して出力し、一次ポートと二次ポートとに繋がる弁通路を有するハウジングと、前記ハウジング内に設けられ、前記弁通路を閉じる閉位置と前記弁通路を開く開位置との間で移動して前記弁通路の開度を調整する弁体と、前記弁体を閉位置の方に付勢する復帰用ばねと、前記タンクの開口部内に配置され、印加される印加電圧又は印加電流に応じた駆動力を前記復帰用ばねの付勢力に抗するように前記弁体に与えて該弁体を前記開位置の方に移動させる弁体駆動手段と、前記ハウジング内に形成され、前記二次ポートに繋がる圧力帰還室と、前記弁体と前記ハウジングとの間隙に介在し、前記弁体を摺動支持する軸受部材と、前記軸受部材の両側に夫々設けられ、前記間隙の両側を夫々封止する第１及び第２シール部材と、前記弁体の基端から該弁体内に相対移動可能に挿入されて、前記弁体との間に前記一次ポートに繋がる背圧力室を形成するシールロッドと、を備え、前記第１シール部材は、前記圧力帰還室の圧力を前記駆動力に抗する方向に受圧し、受

圧する前記圧力に応じて前記弁体を前記閉位置の方に移動させるようになっており、前記シールロッドと前記弁体との間には、前記背圧力室より前記弁体の基端側に前記二次ポートに繋がる連絡通路が形成され、前記連絡通路と前記背圧力室との間には、その間を封止するように前記第３シール部材が設けられているものである。

[0013] 本発明に従えば、弁体駆動手段の駆動力を変えることで弁通路の開度を変えて二次圧を調圧することができる。この二次圧は、圧力帰還室に導かれており、第１シール部材は、圧力帰還室の二次圧を受圧して弁体を閉位置の方に移動させるようになっている。二次圧、駆動力、及び復帰用ばねによる付勢力等、弁体に作用する力が釣り合った状態から二次圧が低下すると、第１シール部材は、弁体を開位置の方に移動させて弁通路の開度を広げて二次圧を昇圧させる。これにより、弁体に作用する力が釣り合う状態に戻る。そうすることで、二次圧は、弁体駆動手段の駆動力に応じた一定圧力に戻され、一次圧の変動に関わらず前記一定圧力で保持される。従って、ガス用調圧弁は、圧力制御性が高く、高圧の燃料ガスをより正確に目標圧力に可変調圧することができる。

[0014] また、本発明では、一次ポートに繋がる背圧力室が形成されているので、弁体に作用する一次圧を背圧力室の圧力によって打ち消すことができ、一次圧の変動に起因する二次圧の変動を抑えることができる。これにより、燃料ガスの圧力制御性を向上させることができ、二次圧を従来のガス用調圧弁より正確に制御することができる。

[0015] また、本発明では、シールロッドと弁体との間に二次ポートに繋がる連絡通路が形成され、この連絡通路と背圧力室との間が第３シール部材によって封止されている。それ故、背圧力室の燃料ガスが背圧力室から連絡通路に漏れても、漏れた燃料ガスが圧力帰還室等の二次側に導かれる。つまり、ガス用調圧弁は、背圧力室から漏れた燃料ガスを二次側に導く安全構造となっており、燃料ガスが外部に放出されることを防ぐことができる。

[0016] また、本発明は、インタンク型のガス用調圧弁であり、単一の弁で高圧の

燃料ガスを低圧の目標圧力に調圧することができる。これにより、本発明を備える燃料ガス供給システムの構成を大幅に簡素化することができ、燃料ガス供給システムの設置スペースの縮小、構成装置の減少に伴うコストダウン、及び燃料ガス供給システムにおける圧力損失の低減を大幅に図ることができる。

[0017] 更に、本発明は、軸受部材を設けることで弁体を円滑に移動させることができるようになり、目標圧力に対する追従性を向上させることができる。また、軸受部材の両側に第１及び第２シール部材が設けられ、これら２つのシール部材より軸受部材が介在する間隙の両側が封止されている。これにより、間隙内への燃料ガスの流入を防ぐことができ、軸受部材が燃料ガスに曝されることがない。これにより、燃料ガスに対する腐食耐性がない材料を軸受部材に使用することが可能になり、選択できる材料が増える。また、間隙を封止することで、例えば軸受部材をグリス潤滑してもグリスが間隙から流出することがない。これにより、弁体の円滑な移動を実現するとともに、燃料ガスへのグリスの混入を防ぐことができる。

[0018] 上記発明において、前記弁体は、前記一次ポートにおける一次圧を前記開位置の方に受圧する第１受圧面と前記背圧力室の圧力を前記閉位置の方に受圧する第２受圧面とを有し、前記第１受圧面の受圧面積は、前記第２受圧面の受圧面積と同一であることが好ましい。

[0019] 上記構成に従えば、弁体が受ける一次圧を背圧力室の圧力により相殺することができる。これにより、一次圧の変動に起因する二次圧の変動を無くすことができ、二次圧の圧力制御性を更に向上させることができる。また、弁体駆動手段の駆動力を小さくすることができる。それ故、ガス用調圧弁を小形化することができる。

[0020] 本発明の別の実施形態として、前記弁体は、前記一次ポートにおける一次圧を前記開位置の方に受圧する第１受圧面と前記背圧力室の圧力を前記閉位置の方に受圧する第２受圧面とを有し、前記第１受圧面の受圧面積は、前記第２受圧面の受圧面積より小さいことが好ましい。

[0021] 上記構成に従えば、一次圧から弁体が受ける作用力よりも背圧力室の圧力から弁体が受ける作用力の方が大きくなる。それ故、一次圧に応じた力が閉方向の方に弁体に作用するので、一次圧が急激に変動して高くなっても、弁体が開位置の方へと移動して弁通路が開くようなことがない。従って、弁体駆動手段が作動しないときにおいて、一次側から二次側に燃料ガスが漏れでないようにしっかりと弁通路を閉じることができる。

[0022] 上記発明において、前記第１シール部材は、ダイアフラムシールであり、前記第２シール部材は、摩擦抵抗が小さい低圧シールであることが好ましい。

[0023] 上記構成に従えば、第１シール部材にダイアフラムシールを採用することで、第１シール部材による摺動摩擦を無くすことができる。また、第２シール部材に摩擦抵抗の小さい低圧シールを採用することで、摺動摩擦を抑えることができる。このように弁体に作用する摺動摩擦を抑えることで弁体を滑らかに動かすことができる。これにより、一次圧が変動したときや駆動力を変更した時等、駆動力に応じた一定圧に二次圧を素早く調圧することができるようになり、二次圧の応答性が向上する。

[0024] 上記発明において、前記第３シール部材は、摩擦抵抗が小さく、さらに始動抵抗と摺動抵抗との差が小さい高圧シールであることが好ましい。

[0025] 上記構成に従えば、弁体を滑らかに動かすことができると共に、弁体の応答性を向上させることができる。また、第３シール部材に高圧シールが採用されているので、一次圧に対する耐圧性能が向上し、一次ポートから供給される一次圧の限界圧力を向上させることができる。

[0026] 上記発明において、前記弁体駆動手段に印加される印加電圧又は印加電流がゼロのときは、前記復帰用ばねにより前記弁体を前記閉位置にするノーマルクローズ形になっていることが好ましい。

[0027] 上記構成に従えば、弁体駆動手段に印加される印加電圧又は印加電流を遮断することで、弁通路を緊急遮断することができる。

発明の効果

[0028] 本発明によれば、高圧の燃料ガス環境下であっても、その二次圧をより正確に目標圧力に調圧可能で、且つ大気中への燃料ガス漏れを防止できるガス用調圧弁を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]第１実施形態に係る電磁式調圧弁を備える燃料ガス供給システムの構成を示す回路図である。

[図2]第１実施形態の電磁式調圧弁の構成を示す断面図である。

[図3]第２実施形態の電磁式調圧弁の構成を示す断面図である。

[図4]第３実施形態の電磁式調圧弁の構成を示す断面図である。

[図5]第４実施形態の電磁式調圧弁の構成を示す断面図である。

[図6]第５実施形態の調圧弁の構成を部分的に示す断面図である。

[図7]第６実施形態の電磁式調圧弁の構成を部分的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0030] 以下では、前述する図面を参照しながら、本発明の第１～第６実施形態に係る調圧弁１，１Ａ～１Ｅ、及びそれを備える燃料ガス供給システム２を説明する。なお、実施形態における上下、左右、及び前後等の方向の概念は、説明の便宜上使用するものであって、調圧弁１，１Ａ～１Ｅ及び燃料ガス供給システム２に関して、それらの構成の配置及び向き等をその方向に限定することを示唆するものではない。また、以下に説明する調圧弁１，１Ａ～１Ｅ及び燃料ガス供給システム２は、本発明の一実施形態に過ぎず、本発明は実施の形態に限定されず、発明の趣旨を逸脱しない範囲で追加、削除、変更が可能である。

[0031] ［燃料ガス供給システム］

燃料ガス供給システム２は、水素ガスや圧縮天然ガス等の燃料ガスが高圧で貯蔵される高圧タンク３に繋がっている。燃料ガス供給システム２は、燃料電池やガスエンジン等の燃料ガス消費器に繋がっており、高圧の燃料ガスを所望の低圧に調圧して燃料ガス消費器に供給するようになっている。このように構成される燃料ガス供給システム２は、電磁式調圧弁１、圧力センサ

４、及び演算制御器５を備えている。

[0032] 電磁式調圧弁１は、インタンク型の容器元弁であり、高圧タンク３の開口部に設けられている。電磁式調圧弁１は、高圧の燃料ガスを調圧する機能を有している。電磁式調圧弁１は、供給路２ａを介して燃料ガス消費器に繋がっており、供給路２ａの電磁式調圧弁１より下流側には、圧力センサ４が設けられている。圧力センサ４は、供給路２ａに流れる燃料ガスの圧力を検出するようになっている。圧力センサ４は、信号線７を介して演算制御器５に繋がっており、検出された圧力に応じた検出圧力信号が演算制御器５に入力されるようになっている。演算制御器５には、目標圧力に応じた目標圧力指令信号が図示しない入力手段や制御装置等から入力されるようになっている。演算制御器５は、目標圧力指令信号と検出圧力信号との差分を演算し、この差分に応じた大きさの電流を電磁式調圧弁１に流すようになっている。電磁式調圧弁１は、流された電流に応じた一定圧力に高圧の燃料ガスを調圧するようになっている。

[0033] なお、電磁式調圧弁１によって構成される容器元弁に図示しない電磁式遮断弁が追加されてもよい。電磁式遮断弁は、いわゆる電磁式開閉弁であり、供給路２ａにおいて電磁式調圧弁１より上流側に設けられる。電磁式遮断弁は、そこに送信される信号に応じて供給路２ａを開閉する機能を有しており、高圧タンク３と燃料ガス消費器との間を緊急遮断する際に用いられる。

[0034] このように構成される燃料ガス供給システム２の電磁式調圧弁１は、様々な実施形態があり、以下では、電磁式調圧弁１の構成について詳述する。なお、第１実施形態の電磁式調圧弁１は、燃料ガス供給システム２に設けられる電磁式調圧弁の一例に過ぎず、第１実施形態の電磁式調圧弁１の説明の後に幾つかの代表的な実施形態についても詳述する。

[0035] ［第１実施形態］

＜電磁式調圧弁の構成＞

図２に示す第１実施形態の電磁式調圧弁１は、ハウジング１２を備えている。ハウジング１２は、大略円筒状になっている。ハウジング１２の下端側

は、高圧タンク３の開口部３ａに挿入され、該開口部３ａにシールされて取付けられている。また、ハウジング１２は、弁体孔１２ａ及び二次ポート１２ｂを有している。弁体孔１２ａは、上下方向に延びる軸線Ｌ１に沿って延在し、その断面が円形状になっている。弁体孔１２ａは、ハウジング１２を上下方向に貫通し、その上下両側に開口を有している。二次ポート１２ｂは、ハウジング１２の側面の上端側に形成され、高圧タンク３外に表出している。また、ハウジング１２は、軸線Ｌ１に直交する二次側通路１２ｃを有しており、二次ポート１２ｂは、二次側通路１２ｃを介して弁体孔１２ａに繋がっている。また、二次ポート１２ｂは、供給路２ａ（図１参照）を介して、燃料ガス消費器（図１参照）に繋がっている。

[0036] ハウジング１２は、弁体孔１２ａの上開口部に弁側キャップ部材１４を有している。弁側キャップ部材１４は、大略有底円筒状に形成され、その開口を下に向けて弁体孔１２ａの上開口部にシールされた状態で嵌挿されている。他方、弁体孔１２ａの下開口部には、後述する電磁比例ソレノイド３１が螺合されており、ハウジング１２は、電磁比例ソレノイド３１の上側にシート取付部１５及びシート部材１６を有している。シート取付部１５は、ハウジング１２の内面に周方向全周にわたって延在し、半径方向内方に向かって突出している。シート部材１６は、弁体孔１２ａにおいて、シート取付部１５の下側に配置され、それに当接している。

[0037] シート部材１６は、大略円筒状になっており、その軸線（軸線Ｌ１に略一致）に沿って形成される弁孔１６ａを有している。シート部材１６は、シールされた状態で弁体孔１２ａに嵌挿されており、シート取付部１５と電磁比例ソレノイド３１とによって挟持されている。このように弁体孔１２ａに配置されたシート部材１６には、弁体１７の先端部１７ａが着座している。

[0038] 弁体１７は、大略的に有底円筒状に形成され、下側にある先端部１７ａの外周がテーパ状になっている。弁体１７は、軸線Ｌ１に沿うように弁体孔１２ａに挿入されており、図２に示すような閉位置に位置しているとき、先端部１７ａの一部を弁孔１６ａに突っ込んでシート部材１６に着座し、弁孔１

６ａを塞いでいる。また、弁体１７は、その基端側（上側）の外周にフランジ１７ｂを有している。

[0039] フランジ１７ｂは、弁体１７の外周に周方向全周にわたって形成され、半径方向外方に突出している。フランジ１７ｂは、弁体孔１２ａの上開口部側に位置している。また、ハウジング１２は、その内面のフランジ１７ｂより下側であってフランジ１７ｂに対向する位置にシール取付部１８を有している。シール取付部１８は、ハウジング１２の内面に周方向全周にわたって形成されており、半径方向内方に突出している。シール取付部１８とフランジ１７ｂとは、互いに上下方向に離れており、それらの間には、大略円環状の軸受部材収容空間１９が形成されている。この軸受部材収容空間１９には、軸受部材２０が収容されている。

[0040] 軸受部材２０は、大略的に円筒状に形成されており、弁体１７に外装されて弁体１７とハウジング１２との間に介在している。軸受部材２０は、例えばボールガイド、ボール軸受、又はすべり軸受によって構成されており、弁体１７がハウジング１２に対して軸線Ｌ１に沿って上下方向に移動できるように弁体１７を支持している。なお、軸受部材２０は、弁体１７の動きを滑らかにし、且つ耐久性を向上させるべくグリス潤滑されている。また、軸受部材２０の上下両側には、ダイアフラムシール２１と低圧シール部材２２とが設けられている。

[0041] 第１シール部材であるダイアフラムシール２１は、いわゆるダイアフラムであり、大略的に円環状になっている。ダイアフラムシール２１の外縁部は、ハウジング１２に取付けられ、内縁部が弁体１７のフランジ１７ｂに取付けられている。詳述すると、ハウジング１２は、その内面の弁体孔１２ａの上開口部側に段部１２ｄを有している。段部１２ｄは、前記内面に周方向全周にわたって形成され、半径方向外方に向かって拡がるように段状に構成されている。弁側キャップ部材１４の開口端部は、この段部１２ｄに当接するようになっており、弁側キャップ部材１４と段部１２ｄとによってダイアフラムシール２１の外縁部を挟むことでダイアフラムシール２１がハウジング

１２に取付けられている。また、弁体１７には、その基端部の外周であってフランジ１７ｂより上側に大略円筒状の取付部材２３が螺合されている。取付部材２３の下端は、フランジ１７ｂの上面に当接するようになっており、フランジ１７ｂと取付部材２３とによってダイアフラムシール２１の内縁部を挟むことでダイアフラムシール２１が弁体１７に取付けられている。

[0042] このように取付けられたダイアフラムシール２１は、ハウジング１２と弁体１７とに渡され、弁側キャップ部材１４内と軸受部材収容空間１９との間を塞いで弁側キャップ部材１４内に圧力帰還室２５を形成している。なお、弁側キャップ部材１４には、その内外を繋ぐように半径方向に貫通する貫通路１４ａが形成されており、圧力帰還室２５と二次側通路１２ｃとは、この貫通路１４ａによって繋がっている。

[0043] 第２シール部材である低圧シール部材２２は、大略円環状のＯリングであり、摩擦抵抗を小さくすべく樹脂等により表面処理がされている。低圧シール部材２２は、シール取付部１８に取付けられ、ハウジング１２と弁体１７との間を封止している。弁体孔１２ａには、シール取付部１８より下側にシール取付部１８とシート部材１６によって挟まれた弁空間１２ｅが形成されており、低圧シール部材２２によって弁空間１２ｅと軸受部材収容空間１９との間が封止されている。

[0044] このようにダイアフラムシール２１及び低圧シール部材２２は、軸受部材収容空間１９の上側及び下側を塞ぎ、軸受部材収容空間１９をハウジング１２内に形成されている他の空間と隔てられている。ハウジング１２には、この軸受部材収容空間１９に繋がる大気連通路２４が形成されており、軸受部材収容空間１９は、大気連通路２４を介して大気に開放されている。

[0045] これにより、軸受部材収容空間１９内に燃料ガスが流入することがなく、軸受部材２０が燃料ガスに曝されることがない。これにより、燃料ガスに対する腐食耐性がない材料を軸受部材２０に使用することが可能になり、選択できる材料が増える。また、軸受部材２０のグリスが燃料ガスに曝されることがなく、グリスがハウジング１２内の他の空間、例えば二次側通路１２ｃ

や弁空間１２ｅに漏れることがない。それ故、軸受部材収容空間１９内のグリスが枯渇するようなことを防ぐことができ、軸受部材２０が潤滑されている状態を維持することができる。これにより、軸受部材２０の耐久性を向上させ得ると共に、弁体１７を円滑に移動させることができる。また、グリスが漏れ出て燃料ガスに混入することも防ぐことができる。

[0046] このようにハウジング１２内に設けられる弁体１７には、その基端部（つまり、上端部）からシールロッド２６が挿入されている。シールロッド２６は、大略的に円柱状に形成されており、弁体１７内に弁体１７の底面とシールロッド２６の先端とによって挟まれた背圧力室２７を形成している。また、弁体１７の先端部１７ａには、弁側連通路１７ｅが形成されており、背圧力室２７は、この弁側連通路１７ｅを介して弁孔１６ａに繋がっている。

[0047] また、シールロッド２６は、基端部を弁側キャップ部材１４の天井面に当接させて支持させており、その基端部にばね受け部２６ａを有している。ばね受け部２６ａは、基端部の外周において周方向全周にわたって延在し、半径方向外方に突出している。ばね受け部２６ａは、弁体１７の取付部材２３に対向しており、それらの間に復帰用ばね２８が圧縮された状態で取付けられている。復帰用ばね２８は、圧縮コイルばねであり、シールロッド２６の基端側に外装されている。この復帰用ばね２８は、弁体１７を閉位置の方（つまり、閉位置方向）へと付勢している。

[0048] シールロッド２６の中間部分は、その先端側及び基端側に比べて小径になっており、シールロッド２６の外周面と弁体１７の内面との間には、円環状の連絡通路３０が形成されている。他方、シールロッド２６の先端側及び基端側は、弁体１７の内径と略同径になっている。連絡通路３０は、背圧力室２７の上側に位置し、その上下両側がシールロッド２６の先端側及び基端側によって塞がっている。また、弁体１７は、その先端側に先端側通路１７ｃ、基端側に基端側通路１７ｄを夫々有しており、連絡通路３０は、先端側通路１７ｃによって弁空間１２ｅに繋がり、基端側通路１７ｄによって圧力帰還室２５に繋がっている。

[0049] 更に、シールロッド２６の先端側の外周には、その周方向全周にわたって延びるシール用溝２６ｂが形成されており、このシール用溝２６ｂには、円環状の高圧シール部材２９が嵌め込まれている。第３シール部材である高圧シール部材２９は、摩擦抵抗が少なく、始動抵抗と摺動抵抗との差が小さい高圧シールであり、例えば、フッ素樹脂等により表面処理されたＯリングである。高圧シール部材２９は、弁体１７とシールロッド２６との間を封止している。

[0050] 弁体１７は、復帰用ばね２８の付勢力に抗する方向、即ち開位置の方（開位置方向）に押圧されると、シート部材１６から離れて弁孔１６ａを開くようになっている。弁体１７を開位置方向に押圧すべく、ハウジング１２には、電磁比例ソレノイド３１が設けられている。

[0051] 弁体駆動手段である電磁比例ソレノイド３１は、ハウジング１２の下端側の開口端部１２ｆに螺合され、高圧タンク３内に配置されている。電磁比例ソレノイド３１は、連結部材３２を備えており、この連結部材３２は、大略筒状になっている。連結部材３２の上端部は、ハウジング１２の下端側の開口端部１２ｆに螺合され、シート取付部１５と共にシート部材１６を挟持している。また、連結部材３２は、軸線Ｌ１に沿って下方に延在しており、その中がシート部材１６の弁孔１６ａと繋がるように配置されている。また、連結部材３２の下端部には、ソレノイドコイル３３が外装されている。

[0052] ソレノイドコイル３３は、大略的に円筒状に形成され、軸線Ｌ１に沿って下方に延在している。ソレノイドコイル３３は、大略円筒状のケース３３ａを有し、その中にボビン３３ｂとコイル線３３ｃとが設けられている。ボビン３３ｂもまた大略円筒状に形成され、このボビン３３ｂの外周にコイル線３３ｃに巻きつけられている。このように構成されるソレノイドコイル３３は、ハウジング１２の下端側の開口端部１２ｆから下方に離れて位置しており、ソレノイドコイル３３とハウジング１２の下端側の開口端部１２ｆとの間には、スペーサ３４が介在している。

[0053] スペーサ３４は、大略円筒状に形成されており、連結部材３２に外装され

ている。スペーサ３４及びハウジング１２内部には、それらを挿通するように導電線体３５が設けられている。導電線体３５は、演算制御器５（図１参照）及びコイル線３３ｃに繋がっており、演算制御器５からコイル線３３ｃに電流を流せるようになっている。そして、コイル線３３ｃに電流を流すことでソレノイドコイル３３が励磁するようになっている。このように構成されるソレノイドコイル３３の下側の開口端部は、そこに嵌挿されているソレノイド側キャップ部材３６によって塞がれている。

[0054] ソレノイド側キャップ部材３６は、大略的に有底筒状になっている。ソレノイド側キャップ部材３６は、開口を上側（つまり、連結部材３２側）に向けてソレノイドコイル３３内に配置されている。ソレノイド側キャップ部材３６の中には、可動鉄心３７が摺動可能に挿入されている。可動鉄心３７は、大略的に円柱状に形成され、その上端が連結部材３２の下端に対抗するように配置されている。これにより、コイル線３３ｃに電流を流す、つまりソレノイドコイル３３に電流を流すと、可動鉄心３７に励磁力（駆動力）が作用し、連結部材３２の方に吸着される。

[0055] また、可動鉄心３７には、押圧ロッド３８が設けられている。押圧ロッド３８は、大略円柱状に形成されており、基端部（下端部）が可動鉄心３７の上端部に螺合されている。押圧ロッド３８は、軸線Ｌ１に沿って上方に延在し、連結部材３２内を挿通している。押圧ロッド３８の先端部は、部分球面状に形成されている。この押圧ロッド３８の先端部は、シート部材１６の弁孔１６ａまで達しており、弁体１７の先端部１７ａに当接している。それ故、可動鉄心３７が連結部材３２の方に吸着されると、弁体１７は、押圧ロッド３８によって復帰用ばね２８の付勢力に抗して弁体１７を開位置方向に押され、弁孔１６ａを開くようになっている。なお、開位置とは、可動鉄心３７が連結部材３２の方へ引き付けられた状態のときの弁体１７の位置である。

[0056] 更に、可動鉄心３７は、その下端側にばね受け座３７ａを有している。ばね受け座３７ａは、可動鉄心３７の軸線（軸線Ｌ１に略一致）に沿って形成

される凹所であり、そこには圧縮コイルばね３９が挿入されている。圧縮コイルばね３９は、可動鉄心３７とソレノイド側キャップ部材３６との間に圧縮された状態で取付けられている。圧縮コイルばね３９は、可動鉄心３７を弁体１７の方へと付勢し、押圧ロッド３８の先端部を弁体１７の先端部１７ａに押付けている。

[0057] このように構成される電磁比例ソレノイド３１において、ソレノイド側キャップ部材３６の下面には、一次ポート４１が形成されている。一次ポート４１は、軸線Ｌ１に周りに形成されており、高圧タンク３内に開口している。また、ソレノイド側キャップ部材３６には、軸線Ｌ１に沿って延在する一次側通路４２が形成されており、一次ポート４１は、この一次側通路４２を介してソレノイド側キャップ部材３６内と繋がっている。

[0058] ソレノイド側キャップ部材３６内には、ソレノイド側キャップ部材３６の底面と可動鉄心３７の下面とによって挟まれている一次側空間３６ａが形成されており、一次側空間３６ａは、一次側通路４２を介して一次ポート４１に繋がっている。可動鉄心３７には、ソレノイド側連通路４３が形成されている。ソレノイド側連通路４３は、連通部４３ａ、貫通部４３ｂ、及び外周通路４３ｃ，４３ｄを有している。連通部４３ａは、可動鉄心３７のばね受け座３７ａに臨む開口を有し、そこから軸線Ｌ１に沿って上方に延在している。貫通部４３ｂは、連通部４３ａの上側に繋がっており、そこから半径方向両側に延在している。この貫通部４３ｂは、可動鉄心３７を一直線上に貫通しており、その両方の開口が外周通路４３ｃ，４３ｄに繋がっている。外周通路４３ｃ，４３ｄは、可動鉄心３７の外周に形成され、貫通部４３ｂの開口から上方に延在する溝である。外周通路４３ｃ，４３ｄは、可動鉄心３７の上端まで達している。

[0059] また、連結部材３２の下端側の内面には、内向きフランジ３２ａが形成されている。内向きフランジ３２ａは、その内面に周方向全周にわたって形成されており、半径方向内方に突出している。内向きフランジ３２ａの内径は、押圧ロッド３８の外径より若干大きくなっており、内向きフランジ３２ａ

の中を押圧ロッド３８が挿通している。これにより、連結部材３２内が内向きフランジ３２ａにより上側と下側に分けられ、内向きフランジ３２ａより上側に連通室４４が形成され、内向きフランジ３２ａより下側に内向きフランジ３２ａと可動鉄心３７の上端とで挟まれた連絡室４５が形成されている。これら連通室４４及び連絡室４５は、弁孔１６ａ及び外周通路４３ｃ，４３ｄに夫々繋がっており、連通室４４及び連絡室４５同士は、内向きフランジ３２ａに形成される複数の貫通路３２ｂによって繋がっている。貫通路３２ｂは、前記内向きフランジ３２ａを貫通するように軸線Ｌ１に平行に延在しており、軸線Ｌ１を中心に等間隔をあけて配置されている。

[0060] このように構成される一次側通路４２、ソレノイド側連通路４３、連絡室４５、貫通路３２ｂ及び連通室４４によって、一次ポート４１は弁孔１６ａに繋がっている。また、弁孔１６ａは、弁空間１２ｅ、先端側通路１７ｃ、連絡通路３０、基端側通路１７ｄ、圧力帰還室２５、貫通路１４ａ及び二次側通路１２ｃによって二次ポート１２ｂに繋がっている。これら一次側通路４２、ソレノイド側連通路４３、連通室４４、貫通路３２ｂ、連絡室４５、弁孔１６ａ、弁空間１２ｅ、先端側通路１７ｃ、連絡通路３０、基端側通路１７ｄ、圧力帰還室２５、貫通路１４ａ及び二次側通路１２ｃによって弁通路４６が構成され、この弁通路４６によって一次ポート４１と二次ポート１２ｂとが繋がっている。このように繋がる一次ポート４１及び二次ポート１２ｂは、一次ポート４１に対して二次ポート１２ｂが直角になるように配置されており、電磁式調圧弁１は、アングル型の調圧弁となっている。なお、電磁式調圧弁１は、直線型（即ち、インライン型）の調圧弁であってもよく、その場合二次ポート１２ｂを軸線Ｌ１に沿って形成される。

[0061] このように構成される電磁式調圧弁１では、高圧タンク３内の燃料ガスが一次ポート４１に供給され、その燃料ガスが一次側通路４２、ソレノイド側連通路４３、連絡室４５、貫通路３２ｂ及び連通室４４を通って弁孔１６ａに導かれる。そして、弁体１７をシート部材１６から離して弁孔１６ａを開く、つまり弁通路４６を開くことで燃料ガスが弁孔１６ａから弁空間１２ｅ

に流れ、先端側通路１７ｃ、連絡通路３０、基端側通路１７ｄ、圧力帰還室２５、貫通路１４ａ及び二次側通路１２ｃを通って二次ポート１２ｂから排出される。

[0062] 弁通路４６を開く際、弁体１７とシート部材１６との間には、円環状のオリフィスが形成されている。オリフィスより一次ポート４１側である一次側の燃料ガスは、オリフィスによって減圧され、弁孔１６ａより二次ポート１２ｂ側である二次側に流される。つまり、一次圧p_1の燃料ガスがオリフィスによって二次圧p_2に減圧される。二次圧p_2に減圧された燃料ガスは、前述の通り連絡通路３０等を通って圧力帰還室２５に導かれ、ダイアフラムシール２１は、この圧力帰還室２５に導かれた二次圧p_2を受圧し、受圧した二次圧p_2に応じた力で弁体１７を閉方向に移動させるようになっている。

[0063] また、一次圧p_1は、弁側連通路１７ｅを介して背圧力室２７に導かれる。背圧力室２７に導かれた一次圧p_1の燃料ガスは、高圧シール部材２９によって背圧力室２７から連絡通路３０に漏れないようになっている。しかし、一次圧p_1と二次圧p_2との差圧が大きいと、背圧力室２７から連絡通路３０に漏れることがある。しかし、連絡通路３０が圧力帰還室２５及び二次ポート１２ｂ等の二次側に繋がっているので、背圧力室２７から連絡通路３０に燃料ガスが漏れても、その漏れた燃料ガスはそのまま二次ポート１２ｂに流れされるようになっている。従って、電磁式調圧弁１は、一次側から漏れた燃料ガスを外側へ漏れさせることなく二次側へと戻すことができる安全構造の弁となっている。それ故、燃料ガスが電磁式調圧弁１の外部に放出されることがない。つまり、大気中に燃料ガスが漏れ出ることがない。

[0064] このように構成される電磁式調圧弁１において、弁体１７は、その先端部１７ａの受圧面Ｐ１で弁孔１６ａの一次圧p_1を上方（つまり、開位置方向）に受圧し、弁体１７内部の受圧面Ｐ２で背圧力室２７に導かれた一次圧p_1を下方（つまり、閉位置方向）に受圧するようになっている。それ故、受圧面Ｐ１で受ける作用力及び受圧面Ｐ２で受ける作用力は、互いに打ち消し合うようになっている。受圧面Ｐ１の受圧面積Ａ１は、シート部材１６の内径r_1

、つまりシート径r_1に応じて決まり、また受圧面Ｐ２の受圧面積Ａ２は、弁体１７の内径r_2、つまり背圧力室２７の孔径r_2に応じて決まる。本実施形態では、シート径r_1と孔径r_2とが等しくなるようにシート部材１６及び弁体１７が形成されている。それ故、本実施形態の電磁式調圧弁１では、受圧面Ｐ１で受ける作用力及び受圧面Ｐ２で受ける作用力が略同じになり相殺されるようになっている。

[0065] また、可動鉄心３７の上側及び下側には、連絡室４５及び一次側空間３６ａが夫々形成されており、各部屋４５，３６ａには、一次圧p_1が導かれ、可動鉄心３７は、上端（受圧面Ｐ３）及び下端（受圧面Ｐ４）でそれら一次圧p_1を上下方向に夫々受圧している。可動鉄心３７は、略円柱状に形成され、受圧面Ｐ３，Ｐ４の受圧面積が略同一になっており、受圧面Ｐ３，Ｐ４で夫々受ける作用力が相殺されるようになっている。

[0066] 更に、弁体１７は、先端側に比べて基端側の方が大径になっている。更に、ダイアフラムシール２１の受圧面積Ａ５は、受圧面積Ａ１，Ａ２より大きくなっている。つまり、弁体１７の基端側にあって二次圧p_2を閉位置方向に受圧する受圧面Ｐ５の受圧面積の方が、弁体１７の先端側にあって二次圧p_2を開位置方向に受圧する受圧面Ｐ６の受圧面積よりも大きくなっている。それ故、弁体１７は、二次圧p_2及び復帰用ばね２８により閉位置方向に押付けられ、ソレノイドコイル３３に電流が流れていない状態では、弁体１７が閉位置に位置するようになっている。つまり、電磁式調圧弁１は、ノーマルクローズ形の弁として構成されている。それ故、ソレノイドコイル３３流す電流を遮断することで弁通路４６を緊急遮断することができる。

[0067] ＜電磁式調圧弁の動作＞

以下では、図２を参照しながら電磁式調圧弁１の動作について説明する。電磁比例ソレノイド３１のソレノイドコイル３３に電流を流すと、可動鉄心３７に励磁力が作用し、可動鉄心３７が連結部材３２の方へ引き付けられる。これにより、弁体１７がシート部材１６から離れて開位置方向に移動し、弁通路４６が開く。弁通路４６が開くことで、弁体１７とシート部材１６と

の間にオリフィス（図示せず）が形成され、燃料ガスがこのオリフィスにより二次圧p_2に減圧されて弁空間１２ｅに流れる。

[0068] 弁空間１２ｅの燃料ガスは、先端側通路１７ｃ、連絡通路３０、及び基端側通路１７ｄを通って圧力帰還室２５に導かれ、更に貫通路１４ａ及び二次側通路１２ｃを通って二次ポート１２ｂから排出される。弁体１７及びダイアフラムシール２１は、圧力帰還室２５に導かれた燃料ガスの二次圧p_2を受圧し、弁体１７は、可動鉄心３７が受ける励磁力と受圧面Ｐ５で受ける二次圧p_2による作用力、及び復帰用ばね２８のばね力とが釣り合う位置まで閉位置方向又は開位置方向に移動する。つまり、弁体１７は、前記力が釣り合うように弁通路４６の開度（つまり、オリフィスの開度）を調整して、弁空間１２ｅに流れる燃料ガスの二次圧p_2を調整する。これにより、二次圧p_2がソレノイドコイル３３に流す電流に応じた圧力（つまり、目標圧力）になる。

[0069] 例えば、二次圧p_2が目標圧力より低い場合、励磁力が二次圧p_2による作用力より大きくなり、弁体１７がシート部材１６から離れる方向（つまり、開位置方向）に移動する。そうすると、弁通路４６の開度が広がって二次圧p_2が上昇する。これにより、弁体１７は、励磁力と二次圧p_2による作用力、及び復帰用ばね２８のばね力が釣り合う位置(開度)まで移動して二次圧p_2を目標圧力に調圧する。それ故、電磁式調圧弁１は、一次圧p_1が変動してもそれに合わせて弁通路４６の開度を制御し、二次圧p_2を目標圧力に調圧することができる。そのため、一次圧p_1を予め一定圧に減圧しなくても電磁式調圧弁１単体で、高圧の燃料ガスを所定の低圧、つまり目標圧力まで減圧して調圧することができる。従って、電磁式調圧弁１は、圧力制御性が高い。

[0070] また、電磁式調圧弁１では、背圧力室２７に一次圧p_1を導くことで受圧面Ｐ１及び受圧面Ｐ２で一次圧p_1から受ける作用力を相殺させている。これにより、一次圧p_1の変動に起因する二次圧p_2の変動を抑えることができる。それ故、高圧の燃料ガスに対する圧力制御性を向上させることができ、二次圧p_2を従来の電磁式調圧弁より正確に制御することができる。また、一次圧

p_1から受ける作用力を相殺することで、電磁比例ソレノイド３１の励磁力を小さくすることができ、電磁式調圧弁１を小形化することができる。

[0071] また、ダイアフラムシール２１を採用することで、弁体１７移動時の摺動摩擦を無くすことができる。また、摩擦抵抗の少ない低圧シール部材２２を採用することで、極力、摺動摩擦を抑えることができる。このように弁体１７に作用する摺動摩擦を抑えることで弁体１７を滑らかに動かすことができる。これにより、目標圧力に二次圧p_2を素早く調圧することができるようになり、二次圧p_2の応答性が向上する。更に、高圧シール部材２９を採用することで、電磁式調圧弁１の一次圧p_1に対する耐圧性能が向上し、一次ポート４１から供給される一次圧p_1の限界圧力を向上させることができる。

[0072] また、電磁式調圧弁１は、電磁比例ソレノイド３１が高圧タンク３内に配置されているインタンク型の調圧弁であり、単一の弁で高圧の燃料ガスを低圧の目標圧力に調圧することができる。これにより、燃料ガス供給システム２の構成を大幅に簡素化することができ、燃料ガス供給システム２の設置スペースの縮小、構成装置の減少に伴うコストダウン、及び高圧タンク３と燃料ガス消費器との間の圧力損失の低減を大幅に図ることができる。

[0073] 更に、電磁式調圧弁１は、インタンク型の容器元弁であり、電磁式遮断と電磁式調圧の２つの機能を有している。それ故、電磁式調圧弁１の上流側に電磁式遮断弁が不要であり、容器元弁としての構成が簡素化されることにより、大幅な圧力損失低減及びコストダウンに繋がる。また、電磁比例ソレノイド３１等の通電部分が高圧タンク３の開口部３ａ内に配置されている、つまり燃料ガス中に設けられるので、電磁式調圧弁１は、防爆構造を有する容器元弁となる。

[0074] ［第２実施形態］

本発明の第２実施形態に係る電磁式調圧弁１Ａは、第１実施形態に係る電磁式調圧弁１と構成が類似している。そこで、第２実施形態に係る電磁式調圧弁１Ａの構成に関して第１実施形態の電磁式調圧弁１と異なる構成についてだけ説明し、同一の構成については、同一の符合を付して説明を省略する

。

[0075] 本発明の第２実施形態に係る電磁式調圧弁１Ａでは、図３に示すようにスペーサ３４Ａに一次ポート４１Ａ及び一次側通路４２Ａが形成されている。また、連結部材３２Ａは、そのスペーサ３４Ａが外装される外周部分に外周溝３２ｃが形成されている。外周溝３２ｃは、連結部材３２Ａの外周部分に周方向全周にわたって形成されている。一次側通路４２Ａは、この外周溝３２ｃと一次ポート４１Ａを繋ぐように形成されている。また、連結部材３２Ａには、半径方向に延在する複数のスペーサ連通路３２ｄが形成されており、外周溝３２ｃは、この複数のスペーサ連通路３２ｄにより連通室４４と連通している。

[0076] このように構成される電磁式調圧弁１Ａでは、弁通路４６Ａの一次側が一次ポート４１Ａ、一次側通路４２Ａ、外周溝３２ｃ、スペーサ連通路３２ｄ、連絡室４５によって構成されている。なお、弁通路４６Ａの二次側は、第１実施形態の弁通路４６の二次側と同じ構成である。

[0077] 第２実施形態の電磁式調圧弁１Ａは、第１実施形態に係る電磁式調圧弁１と同様の作用効果を奏する。

[0078] ［第３及び第４実施形態］

本発明の第３及び第４実施形態に係る電磁式調圧弁１Ｂ，１Ｃは、図４及び図５に示すように、受圧面積Ａ１及び受圧面積Ａ２が異なる点を除いて、第１及び第２実施形態に係る電磁式調圧弁１，１Ａと同様である。以下では、その点についてだけ説明する。

[0079] 電磁式調圧弁１Ｂ，１Ｃでは、シート径r_1が背圧力室２７の孔径r_2より小径になるよう弁体１７及びハウジング１２が形成されており、受圧面積Ａ１は、受圧面積Ａ２より小さくなっている。それ故、弁体１７には、受圧面積Ａ１と受圧面積Ａ２との面積差に応じた一次圧p_1による作用力が閉位置に向かって作用する。それ故、ソレノイドコイル３３に流す電流を遮断した時の弁体１７の閉位置に向かう速度が速くなり、遮断性能が向上する。

[0080] また、一次圧p_1による作用力が閉位置に向かって作用しているので、弁体

１７とシート部材１６の着座部分のシール面圧が高くなる。それ故、電磁式調圧弁１Ｃ，１Ｄは、一次側から二次側へと燃料ガスが漏れ出ないようにしっかりと弁通路４６，４６Ａを閉じることができる。

[0081] その他、第３及び第４実施形態の電磁式調圧弁１Ｂ，１Ｃは、第１及び第２実施形態に係る電磁式調圧弁１，１Ａと同様の作用効果を夫々奏する。

[0082] ［第５実施形態］

第５実施形態に係る調圧弁１Ｄは、第２実施形態の電磁式調圧弁１Ａに類似しており、図６に示すように電磁比例ソレノイド３１に代えて圧電アクチュエータ３１Ｄを備えている。弁体駆動手段である圧電アクチュエータ３１Ｄは、圧電素子（例えば、ピエゾ素子）から成り、印加される印加電圧に応じた駆動力を発生し、押圧ロッド３８を介して弁体１７を開位置方向に動かして弁通路４６Ａを開くようになっている。この際、弁通路４６Ａは、発生する駆動力に応じた開度で開き、調圧弁１Ｄもまた、圧電アクチュエータ３１Ｄに印加される印加電圧に応じた圧力に二次圧p_2を調圧できるようになっている。

[0083] その他、第実施形態に係る調圧弁１Ｄは、第２実施形態に係る電磁式調圧弁１Ａと同様の構成を有しており、同様の作用効果を奏する。

[0084] ［第６実施形態］

第６実施形態に係る調圧弁１Ｅは、第２実施形態の電磁式調圧弁１Ａと類似しており、図７に示すように電磁比例ソレノイド３１に代えてフォースモータ３１Ｅを備えている。弁体駆動手段であるフォースモータ３１Ｅは、円筒状の永久磁石６１の中に可動コイル６２が挿入されており、可動コイル６２に電流を流すと電流に応じた励磁力が発生し、この励磁力により可動コイル６２がヨーク６３内を動くようになっている。可動コイル６２が動くことでそれに一体的に設けられている押圧ロッド３８によって弁体１７が開位置方向に押されて弁通路４６Ａが開く。この際、弁通路４６Ａは、発生する励磁力に応じた開度で開き、調圧弁１Ｅもまたフォースモータ３１Ｅに流される電流に応じた圧力に二次圧p_2を調圧できるようになっている。

[0085] その他、第６実施形態に係る調圧弁１Ｅは、第２実施形態に係る電磁式調圧弁１Ａと同様の構成を有しており、同様の作用効果を奏する。

[0086] ［その他の実施形態］

本実施形態では、圧力帰還室２５の二次圧p_2をダイアフラムシール２１で受圧しているが、必ずしもダイアフラムシールでなくてもよく、Ｏリングなどの低圧シール部材であってもよい。

産業上の利用可能性

[0087] 本発明は、高圧の燃料ガスの圧力を流される電流に応じた圧力に調圧するガス用調圧弁に適用することができる。

符号の説明

[0088] １，１Ａ～１Ｃ　電磁式調圧弁

１Ｄ，１Ｅ　調圧弁

３　タンク

１２　ハウジング

１２ｂ　二次ポート

１７　弁体

１９　軸受部材収容空間

２０　軸受部材

２１　ダイアフラムシール

２２　低圧シール部材

２５　圧力帰還室

２６　シールロッド

２７　背圧力室

２８　復帰用ばね

２９　高圧シール部材

３０　連絡通路

３１　電磁比例ソレノイド

３１Ｄ　圧電アクチュエータ

３１Ｅ　フォースモータ

４１，４１Ａ　一次ポート

４６，４６Ａ　弁通路

請求の範囲

［請求項1］ タンクの開口部に設けられ、前記タンク内に充填された燃料ガスを調圧して出力するガス用調圧弁において、

一次ポートと二次ポートとに繋がる弁通路を有するハウジングと、

前記ハウジング内に設けられ、前記弁通路を閉じる閉位置と前記弁通路を開く開位置との間で移動して前記弁通路の開度を調整する弁体と、

前記弁体を閉位置の方に付勢する復帰用ばねと、

前記タンクの開口部内に配置され、印加される印加電圧又は印加電流に応じた駆動力を前記復帰用ばねの付勢に抗するように前記弁体に与えて前記弁体を前記開位置の方に移動させる弁体駆動手段と、

前記ハウジング内に形成され、前記二次ポートに繋がる圧力帰還室と、

前記弁体と前記ハウジングとの間隙に介在し、前記弁体を摺動支持する軸受部材と、

前記軸受部材の両側に夫々設けられ、前記間隙の両側を夫々封止する第１及び第２シール部材と、

前記弁体の基端から該弁体内に相対移動可能に挿入されて、前記弁体との間に前記一次ポートに繋がる背圧力室を形成するシールロッドと、を備え、

前記第１シール部材は、前記圧力帰還室の圧力を前記駆動力に抗する方向に受圧し、受圧する前記圧力に応じて前記弁体を前記閉位置の方に移動させるようになっており、

前記シールロッドと前記弁体との間には、前記背圧力室より前記弁体の基端側に前記二次ポートに繋がる連絡通路が形成され、

前記連絡通路と前記背圧力室との間には、その間を封止するように第３シール部材が設けられている、ガス用調圧弁。

［請求項2］ 前記弁体は、前記一次ポートにおける一次圧を前記開位置の方に受

圧する第１受圧面と前記背圧力室の圧力を前記閉位置の方に受圧する第２受圧面とを有し、

前記第１受圧面の受圧面積は、前記第２受圧面の受圧面積と同一である、請求項１に記載のガス用調圧弁。

［請求項3］ 前記弁体は、前記一次ポートにおける一次圧を前記開位置の方に受圧する第１受圧面と前記背圧力室の圧力を前記閉位置の方に受圧する第２受圧面とを有し、

前記第１受圧面の受圧面積は、前記第２受圧面の受圧面積より小さい、請求項１に記載のガス用調圧弁。

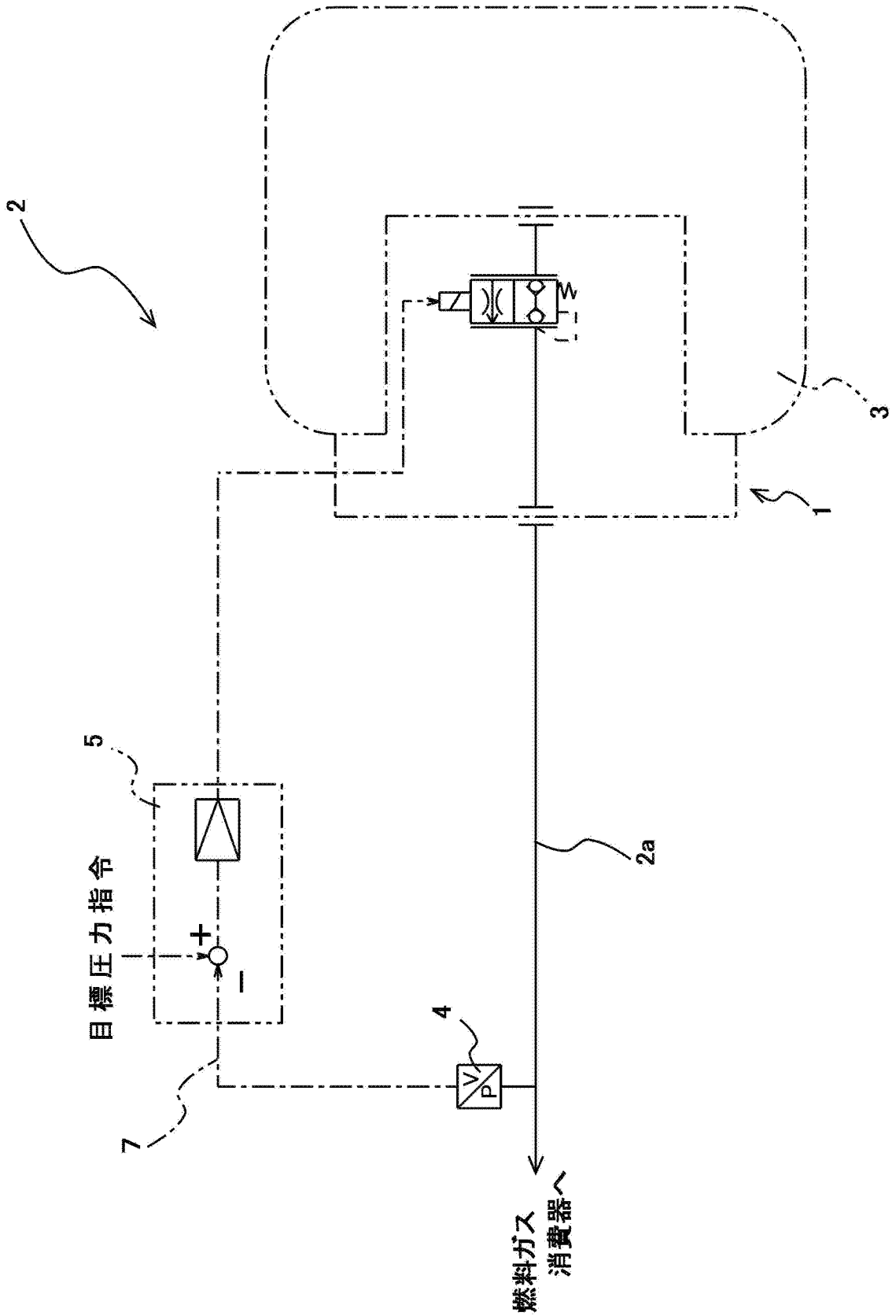
［請求項4］ 前記第１シール部材は、ダイアフラムシールであり、

前記第２シール部材は、摩擦抵抗が小さい低圧シールである、請求項１乃至３の何れか１つに記載のガス用調圧弁。

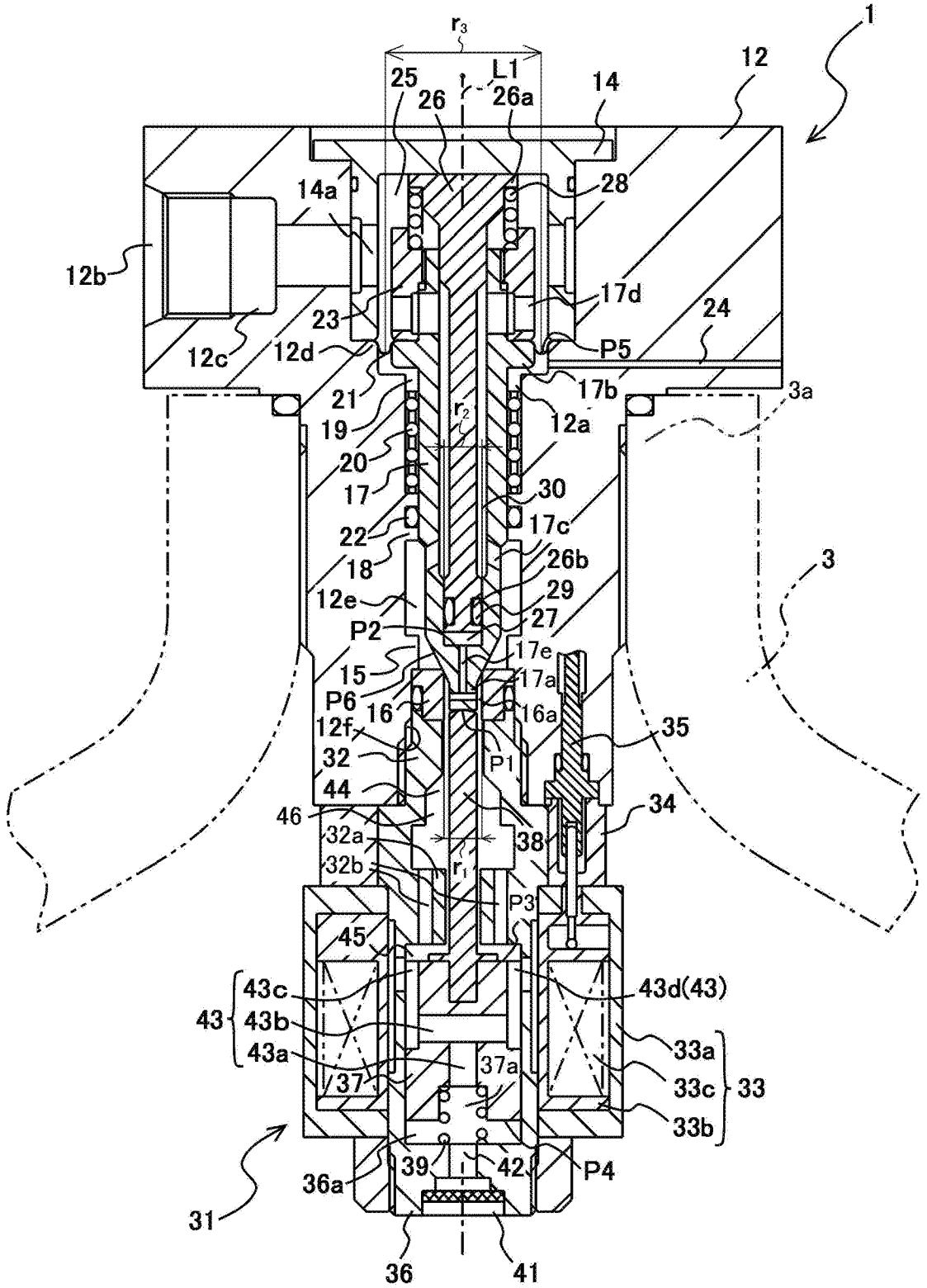
［請求項5］ 前記第３シール部材は、摩擦抵抗が小さく、さらに始動抵抗と摺動抵抗との差が小さい高圧シールである、請求項１乃至４の何れか１つに記載のガス用調圧弁。

［請求項6］ 前記弁体駆動手段に印加される印加電圧又は印加電流がゼロのときは、前記復帰用ばねにより前記弁体を前記閉位置にするノーマルクローズ形になっている、請求項１乃至５の何れか１つに記載のガス用調圧弁。

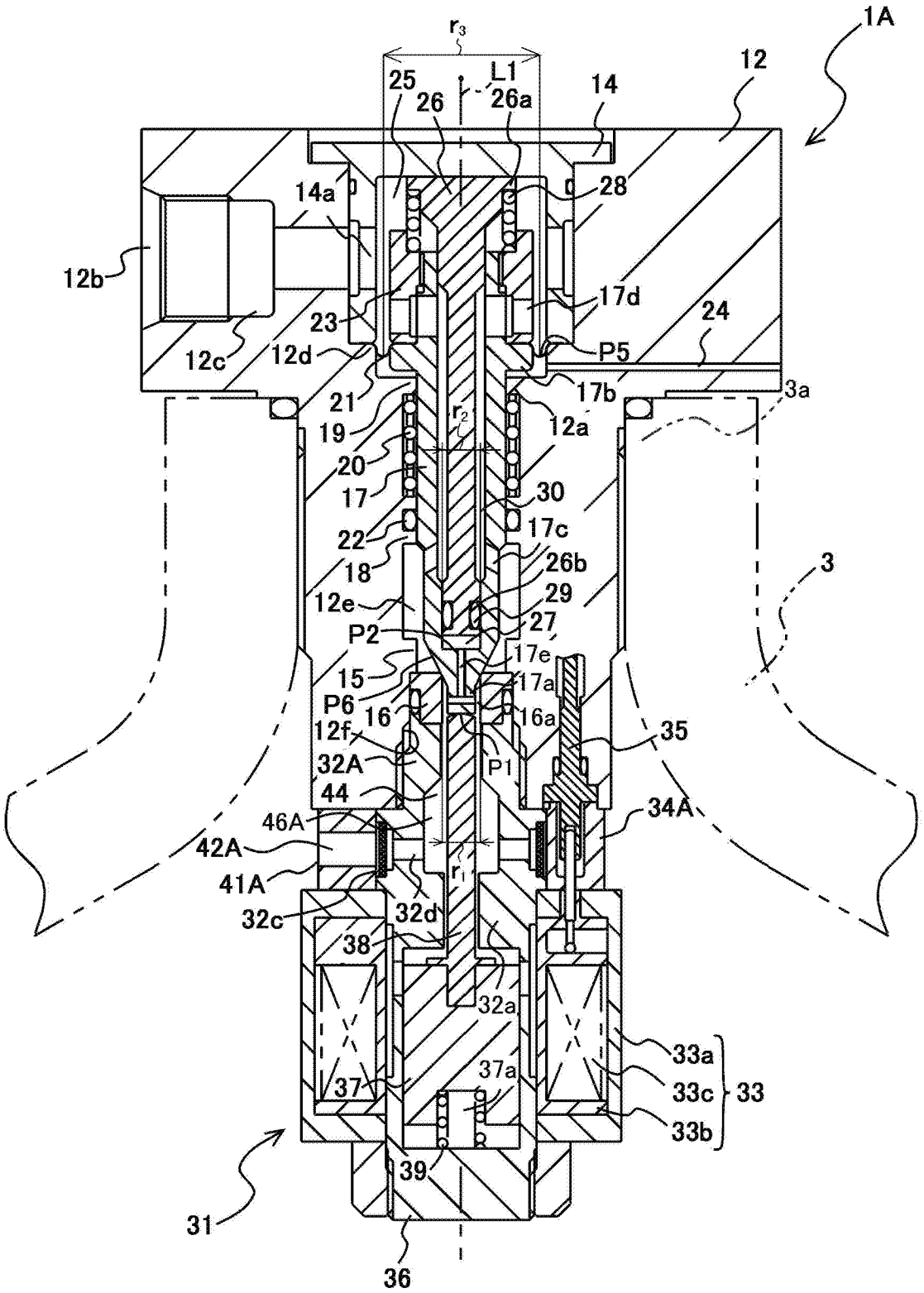
[図1]



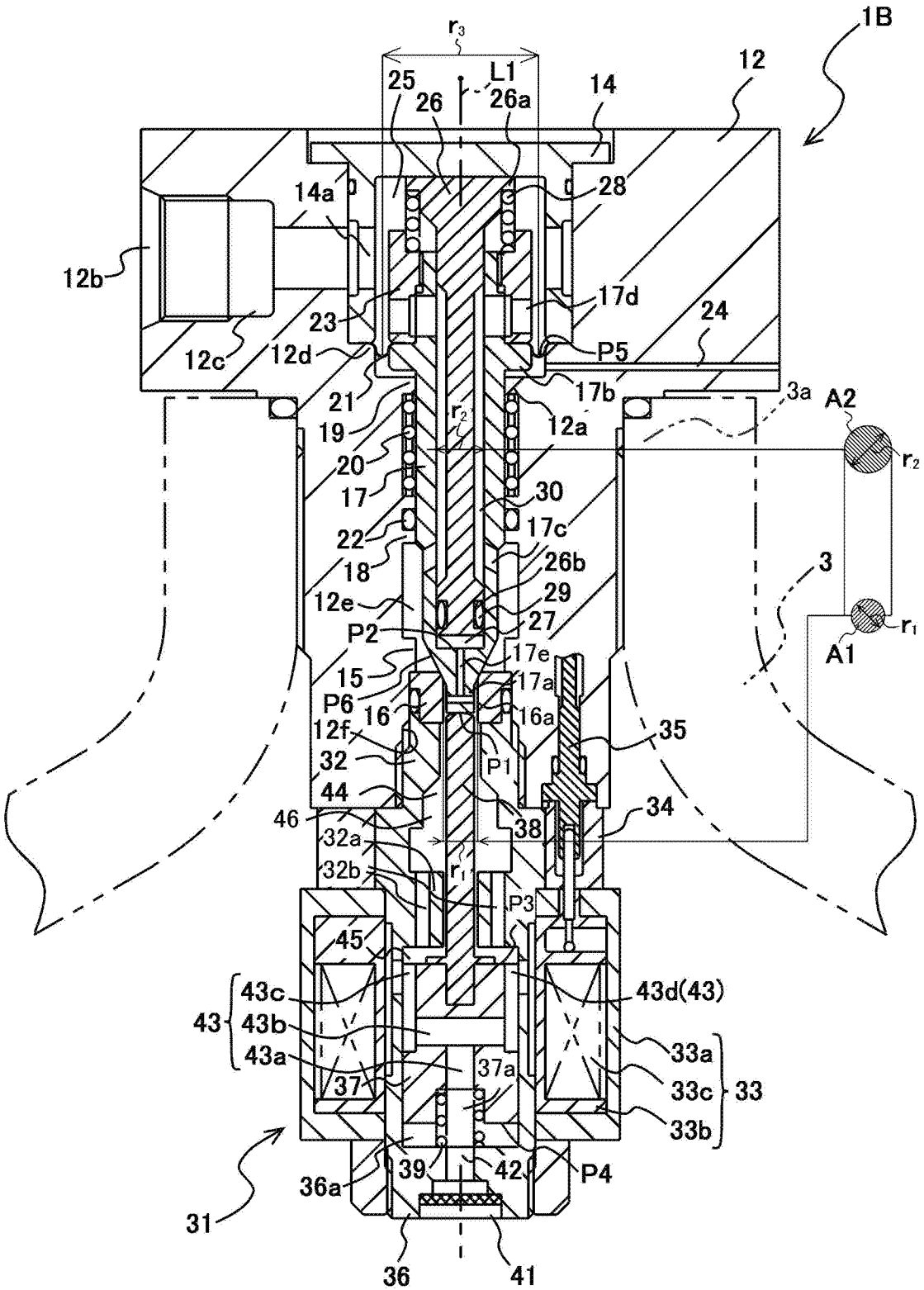
[図2]


1
12
14
25
26
26a
L1
r3
28
14a
12b
17d
24
23
12c
12d
P5
17b
3a
21
19
r2
12a
20
17
30
17c
22
18
26b
29
12e
27
P2
17e
15
17a
P6
16
16a
12f
35
32
P1
44
34
46
32a
38
32b
r1
P3
45
43c
43d(43)
43
43b
33a
43a
37a
33c
33
37
33b
39
42
P4
36a
31
36
41
3

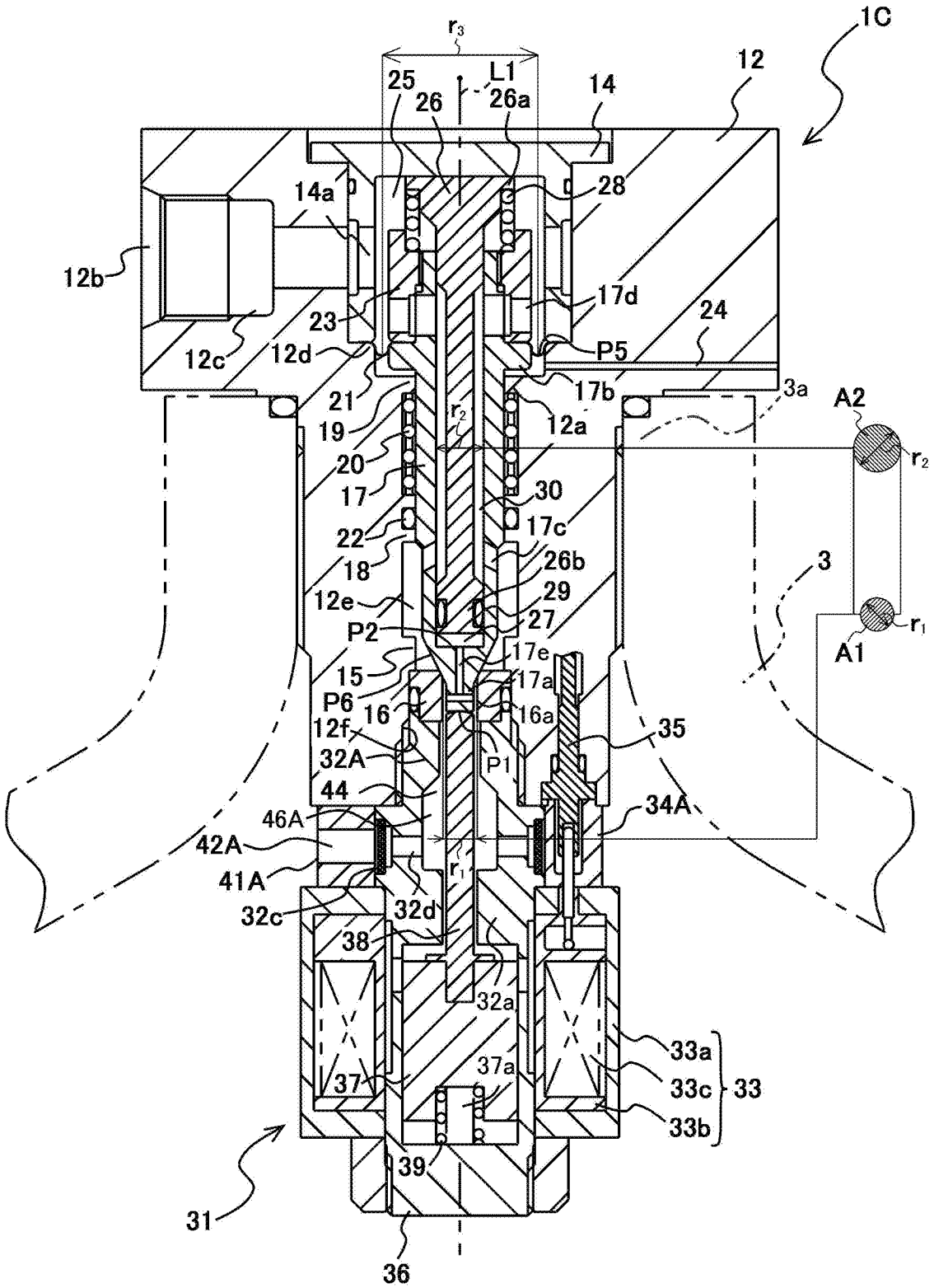
[図3]


1A
12
14
25
26
26a
L1
r3
14a
28
12b
17d
23
24
12c
12d
P5
21
17b
3a
19
r2
12a
20
17
30
22
17c
18
26b
3
12e
29
P2
27
17e
15
17a
P6
16
16a
35
12f
32A
P1
44
34A
46A
42A
r1
41A
32c
32d
38
32a
33a
37a
37
33c
33
33b
39
31
36

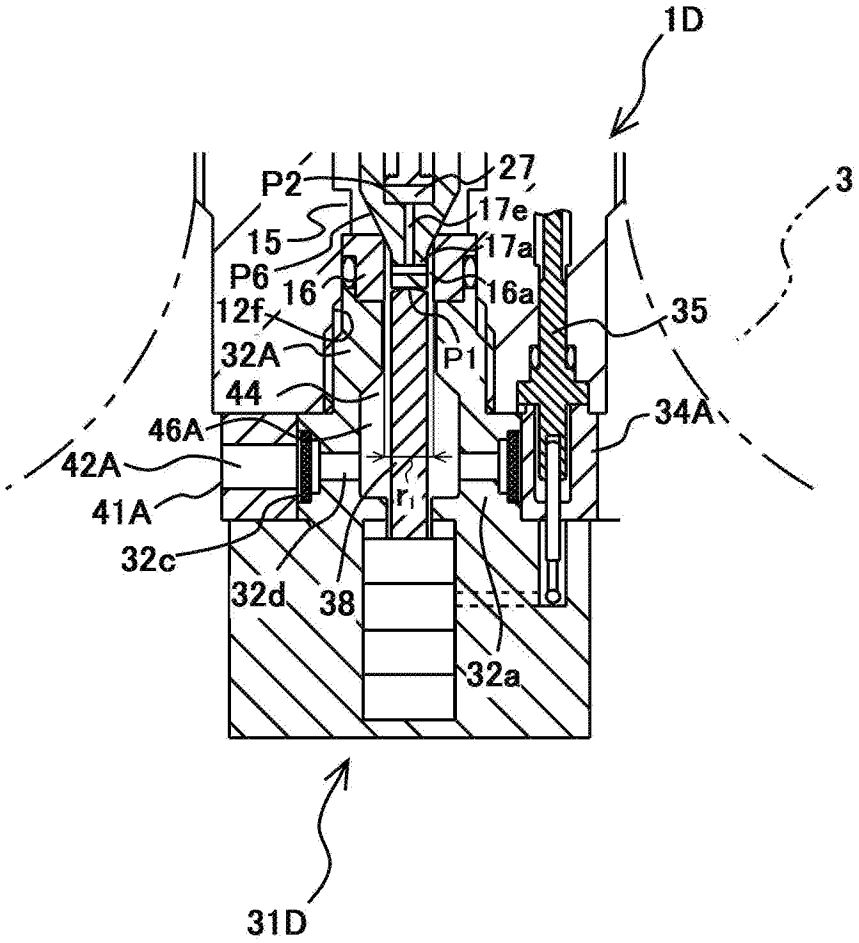
[図4]


1B
12
14
25
26
26a
L1
r3
28
14a
12b
17d
23
24
12c
12d
P5
17b
3a
A2
21
19
r2
12a
r2
20
17
30
17c
22
26b
18
29
3
12e
27
P2
17e
A1
r1
15
17a
P6
16
16a
35
12f
32
P1
44
34
46
38
32a
32b
r1
P3
45
43c
43d(43)
43
43b
33a
43a
37a
33c
33
37
33b
39
42
P4
36a
31
36
41

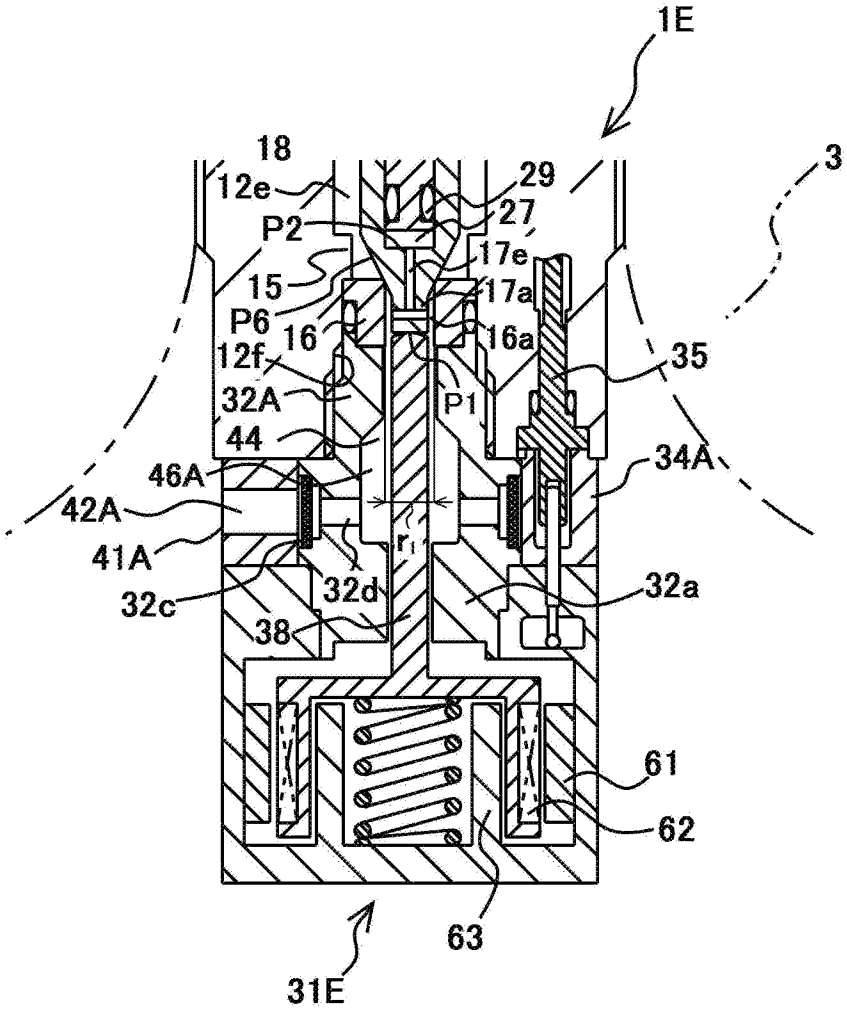
[図5]


1C
12
14
25
26
26a
L1
r3
14a
28
12b
17d
24
23
12c
12d
P5
17b
3a
A2
21
19
r2
12a
r2
20
17
30
17c
22
18
26b
29
12e
27
3
P2
17e
r1
A1
15
17a
P6
16
16a
35
12f
32A
P1
44
34A
46A
42A
r1
41A
32c
32d
38
32a
33a
37a
37
33c
33
33b
39
31
36

[図6]


1D
P2
27
17e
15
17a
P6
16
16a
12f
35
3
32A
P1
44
34A
46A
42A
41A
32c
32d
38
32a
31D

[図7]


1E
18
12e
P2
15
P6
16
12f
32A
44
46A
42A
41A
32c
38
29
27
17e
17a
16a
P1
35
34A
3
32a
32d
61
62
63
31E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/004439

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F16K31/06(2006.01)i, *F02M21/02*(2006.01)i, *H01M8/04*(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F16K31/06, F02M21/02, H01M8/00, H01M8/04, G05D16/20, F17C13/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-232458 A (Kawasaki Precision Machinery Ltd.), 22 August 2003 (22.08.2003), paragraphs [0013] to [0046]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-6
A	JP 06-117566 A (Tosok Corp.), 26 April 1994 (26.04.1994), fig. 1 to 3 (Family: none)	1-6
A	JP 2002-295709 A (Isuzu Motors Ltd.), 09 October 2002 (09.10.2002), fig. 1 (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 August, 2011 (18.08.11)	30 August, 2011 (30.08.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/004439

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-245243 A (Saginomiya Seisakusho, Inc.), 02 September 2004 (02.09.2004), fig. 1 (Family: none)	1-6
A	JP 2008-232440 A (Kawasaki Precision Machinery Ltd.), 02 October 2008 (02.10.2008), fig. 1 (Family: none)	1-6
P,A	JP 2011-052750 A (Kawasaki Precision Machinery Ltd.), 17 March 2011 (17.03.2011), fig. 1 (Family: none)	1-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／００４４３９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16K31/06(2006.01)i, F02M21/02(2006.01)i, H01M8/04(2006.01)n

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16K31/06, F02M21/02, H01M8/00, H01M8/04, G05D16/20, F17C13/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2003-232458 A (株式会社カワサキプレシジョンマシナリ) 2003.08.22, 段落【0013】-【0046】, 図1-3 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 06-117566 A (トーソク株式会社) 1994.04.26, 図1-3 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2002-295709 A (いすゞ自動車株式会社) 2002.10.09, 図1 (ファミリーなし)	1-6

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 １８．０８．２０１１	国際調査報告の発送日 ３０．０８．２０１１
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｏ　３８１９ 熊谷　健治 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2004-245243 A (株式会社鷺宮製作所) 2004.09.02, 図1 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2008-232440 A (株式会社カワサキプレシジョンマシナリ) 2008.10.02, 図1 (ファミリーなし)	1-6
P,A	JP 2011-052750 A (株式会社カワサキプレシジョンマシナリ) 2011.03.17, 図1 (ファミリーなし)	1-6