

(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
2013 年 9 月 12 日(12.09.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/133229 A1

- (51) 国際特許分類:
F16K 31/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/055890
- (22) 国際出願日: 2013 年 3 月 4 日(04.03.2013)
- (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 2012-051054 2012 年 3 月 7 日(07.03.2012) JP
- (71) 出願人: 本田技研工業株式会社(HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP). 国立大学法人信州大学(SHINSHU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒3908621 長野県松本市旭三丁目 1 番 1 号 Nagano (JP).
- (72) 発明者: 矢島 直樹(YAJIMA, Naoki); 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 泊 辰弘(TOMARI, Tatsuhiko); 〒1120011 東京都文京区千石 1-29-17-202 Tokyo (JP). 上野 穰(UENO, Minoru); 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 橋本 稔(HASHIMOTO, Minoru); 〒3868567 長野県上田市常田三丁目 1 番 1 号 国立大学法人

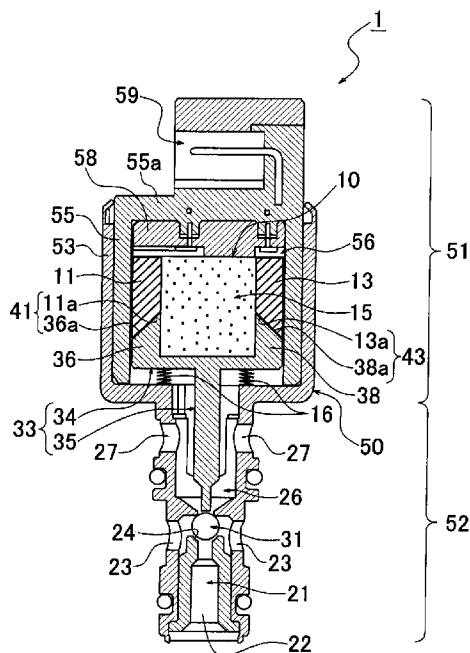
信州大学繊維学部内 Nagano (JP). 平井 利博(HIRAI, Toshihiro); 〒3868567 長野県上田市常田三丁目 1 番 1 号 国立大学法人信州大学繊維学部内 Nagano (JP).

- (74) 代理人: 貝塚 亮平, 外(KAIZUKA, Ryohei et al.); 〒1130033 東京都文京区本郷四丁目 1 番 7 号 第二近江屋ビル 3 階 Tokyo (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, BN, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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

[続葉有]

(54) Title: VALVE DEVICE

(54) 発明の名称: バルブ装置



(57) Abstract: Provided is a valve device in which the size, weight, and cost can be significantly reduced in comparison to conventional configurations. A valve device (1) for driving a valve body (31) via an actuation member (33) by flexible deformation of a contracting type polymer gel actuator (10), wherein the actuation member (33) advances and retracts in a direction orthogonal to the direction in which a negative electrode plate (11) and a positive electrode plate (13) advances and retracts, and power transmission parts (41, 43) are provided between the negative electrode plate (11) and positive electrode plate (13) and the actuation member (33), the advancing and retracting movements of the negative electrode plate (11) and the positive electrode plate (13) being converted into the advancing and retracting movement of the actuation member (33), and transmitted, by the power transmission parts (41, 43). A configuration is present so that when the negative electrode plate (11) and the positive electrode plate (13) are moved so as to approach each other by application of a voltage to the polymer gel actuator (10), the actuation member (33) is pushed toward the valve body (31) via the power transmission parts (41, 43).

(57) 要約: 従来構成と比較して大幅な小型化、軽量化、及び低コスト化を図ることが可能なバルブ装置を提供する。収縮型の高分子ゲルアクチュエータ(10)の伸縮変形により作動部材(33)を介して弁体(31)を駆動するバルブ装置(1)であって、作動部材(31)が進退移動する方向は、陰極板(11)及び陽極板(13)が進退移動する方向に対して直交する方向であり、陰極板(11)及び陽極板(13)と作動部材(33)の間には、陰極板(11)及び陽極板(13)の進退移動を作動部材(33)の進退移動に変換して伝達する動力伝達部(41, 43)が設けられている。高分子ゲルアクチュエータ(10)への電圧の印加によって陰極板(11)と陽極板(13)が接近する方へ移動すると、動力伝達部(41, 43)を介して作動部材(33)が弁体(31)側へ押し出されるように構成した。

WO 2013/133229 A1

WO 2013/133229 A1



(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))

明 細 書

発明の名称：バルブ装置

技術分野

[0001] 本発明は、車両に搭載される自動変速機などの油圧機器の油圧制御に用いて好適なバルブ装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、車両に搭載した自動変速機において変速制御用の作動油の流通路を切り替えるためのバルブ装置として、ソレノイドからなるアクチュエータを備えたバルブ装置が用いられている。この種のバルブ装置は、例えば、特許文献1に示すように、油路を開閉するための弁体と、プランジャを介して弁体を駆動するためのソレノイドとを備えており、ソレノイドの電磁力をオンオフすることにより、弁体を駆動して油路の開閉を切り替える構造である。すなわち、この種のバルブ装置では、電源オフ時には、スプリングで付勢されたプランジャによって弁体が着座面に押し付けられていることで油路が閉鎖している。一方、電源をオンすると、ソレノイドの電磁力によりスプリングの付勢力に抗してプランジャが退避する。これにより、作動油の油圧で弁体が着座面から離間して油路が開通する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2003-74729号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、上記のようなソレノイドからなるアクチュエータを備えたバルブ装置では、金属製のソレノイドや磁石などの様々な部材を内蔵していることで、構造が複雑で部品点数も多く、外形寸法や重量が大きいという問題があった。また、部品コストも嵩むという問題がある。特に、車両用の自動変速機においては、一台の自動変速機に上記構成のバルブ装置を複数個（通常

4～6個程度) 使用するため、上記のような重量や部品コストの影響が尚更大きくなってしまう。さらに、上記構成のバルブ装置では、ソレノイドの駆動音のため、油路を開閉する際の作動音が大きくなってしまうという課題もある。

[0005] 本発明は上述の点に鑑みてなされたものであり、その目的は、従来のソレノイドを備えたバルブ装置と比較して、極めて簡単な構造で、大幅な小型化、軽量化、及び低コスト化を図ることができるバルブ装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するための本発明は、流体が流通する流体通路(21)と、該流体通路(21)を開閉するための弁体(31)と、一又は複数の平板状の陰極板(11)と一又は複数のメッシュ状の陽極板(13)とを交互に積層し、各陰極板(11)と各陽極板(13)との間に高分子ゲル(15)を挟み込んでなる収縮型の高分子ゲルアクチュエータ(10)と、陰極板(11)と陽極板(13)の少なくともいずれかと弁体(31)との間に介在して直線方向へ進退移動可能に設置された作動部材(33)と、を備え、高分子ゲルアクチュエータ(10)に印加する電圧を制御することによる伸縮変形により作動部材(33)を介して弁体(31)を駆動することで、流体通路(21)の開閉を切り替えるように構成したバルブ装置(1)であって、作動部材(33)が進退移動する方向は、高分子ゲルアクチュエータ(10)の伸縮変形に伴い陰極板(11)及び陽極板(13)が進退移動する方向に対して直交する方向であり、陰極板(11)及び陽極板(13)と作動部材(33)との間には、陰極板(11)及び陽極板(13)の進退移動を作動部材の進退移動に変換して伝達する動力伝達部(41, 43)が設けられており、高分子ゲルアクチュエータ(10)への電圧の印加によって陰極板(11)と陽極板(13)が接近する方へ移動すると、動力伝達部(41, 43)を介して該作動部材(33)が弁体(31)側へ移動するように構成されており、高分子ゲルアクチュエータ(10)への電圧の非印加時に、

弁体（３１）が流体通路（２１）を開く一方、高分子ゲルアクチュエータ（１０）への電圧の印加時に、弁体（３１）が流体通路（２１）を閉じるように構成したいわゆるノーマルオープン型（電圧の非印加時に流体通路が開くタイプ）の構造であることを特徴とする。なお、上記の高分子ゲルとしては、ポリ塩化ビニル（PVC：Polyvinyl Chloride）に可塑性を添加してなるPVCゲルを用いることができる。

[0007] 本発明にかかるバルブ装置によれば、弁体を駆動するためのアクチュエータとして、陰極板と陽極板との間に挟まれた高分子ゲルを備えた高分子ゲルアクチュエータを備えている。これにより、従来のソレノイドからなるアクチュエータを備えたバルブ装置と比較して、極めて簡単な構造で、バルブ装置の大幅な小型化、軽量化、低コスト化を図ることができる。特に、車両に搭載する自動変速機には、油圧制御用のバルブ装置を複数使用するため、当該バルブ装置として本発明にかかる上記構成のバルブ装置を用いれば、自動変速機及び車両の小型化、軽量化及びコスト低減に大きく寄与することができる。また、本発明にかかるバルブ装置では、高分子ゲルアクチュエータの伸縮変形によって弁体を駆動するので、流体通路の開閉に伴う作動音が生じないか又は極めて小さくて済むため、動作時の静粛性を確保できる。

[0008] また、上記のバルブ装置では、収縮型の高分子ゲルアクチュエータを用いて弁体に押圧力を付与するための構成として、高分子ゲルアクチュエータの陰極板及び陽極板の進退移動を作動部材の進退移動に変換して伝達する動力伝達部を設けている。そして、高分子ゲルアクチュエータへの電圧の印加によって陰極板と陽極板が接近する方へ移動すると、当該動力伝達部を介して該作動部材が弁体側へ移動するように構成している。これにより、簡単かつ安価な構成であって、かつ動作時の静寂性に優れた構成でありながら、高分子ゲルアクチュエータへの電圧の印加時に弁体が流体通路を閉じるノーマルオープン型のバルブ装置を実現することが可能となる。また、陰極板及び陽極板の移動を作動部材の移動に変換して弁体を駆動するように構成したことで、流体の流れの力を利用すること無く、弁体に適切な荷重を付与して流体

通路を閉じることができるので、流路開閉動作の制御性にも優れたバルブ装置を構成できる。

[0009] 上記の動力伝達部の一態様として、陰極板（１１）及び陽極板（１３）に設けたそれらの進退移動方向に対して傾斜する第１の傾斜面（１１ａ，１３ａ）と、作動部材（３３）に設けたその進退移動方向に対して傾斜する第２の傾斜面（３６ａ，３８ａ）とを備え、第１の傾斜面（１１ａ，１３ａ）と第２の傾斜面（３６ａ，３８ａ）とが面接触で当接するように構成できる。この場合、高分子ゲルアクチュエータ（１０）への電圧の印加によって陰極板（１１）と陽極板（１３）が接近する方へ移動すると、第１の傾斜面（１１ａ，１３ａ）で第２の傾斜面（３６ａ，３８ａ）が押圧されることで、作動部材（３３）が弁体（３１）側へ移動する。

[0010] この構成によれば、動力伝達部のための新規の部品などを必要とせず、部品点数を少なく抑えた簡単な構成で、陰極板及び陽極板の移動を作動部材の移動に変換して弁体を駆動することが可能となる。また、傾斜面同士が接触するだけの簡単な構成なので、バルブ装置に動作不良などの不具合が生じるおそれが少なくなる。したがって、信頼性及び耐久性に優れたバルブ装置となる。

[0011] また、上記のバルブ装置では、作動部材（３３）を弁体（３１）から離間する方へ付勢する付勢部材（１６）を備えるとよい。このような付勢部材を備えることで、高分子ゲルアクチュエータへの電圧の印加を解除したとき、初期位置へ戻る陰極板及び陽極板に作動部材を追従させることができる。したがって、作動部材及び弁体を確実に元の位置に戻すことができる。

[0012] あるいは、上記の付勢部材（１６）に代えて、陰極板（１１）及び陽極板（１３）と作動部材（３３）との間には、第１の傾斜面（１１ａ，１３ａ）と第２の傾斜面（３６ａ，３８ａ）との接触状態を保ちながら作動部材（３３）を進退移動させるためのガイド機構（１７，１８）を設けてもよい。このガイド機構（１７，１８）は、陰極板（１１）又は陽極板（１３）側に設けた突起（１１ｂ，１３ｂ）と作動部材（３３）側に設けた他の突起（３６

b, 38 b) とを第 1 の傾斜面 (11 a, 13 a) と第 2 の傾斜面 (36 a, 38 a) の摺動方向にのみ相対移動可能に係合させた構成とすることが望ましい。

[0013] このようなガイド機構を設けることによっても、高分子ゲルアクチュエータへの電圧の印加を解除したとき、初期位置へ戻る陰極板及び陽極板に作動部材を追従させることができるので、作動部材を確実に元の位置に戻すことができる。また、ガイド機構によって、陰極板及び陽極板と作動部材とを互いに接触状態を保ったまま相対移動させることができるので、作動部材の進退移動を安定的に行わせることが可能となる。また、上記のガイド機構を設けることで付勢部材を省略することができるので、バルブ機構の部品点数を少なく抑えて構成の簡素化を図ることも可能となる。

[0014] また、本発明にかかるバルブ装置は、高分子ゲルアクチュエータ (10-3, 10-4) を収容する収容部 (56) を備え、収容部 (56) は、高分子ゲルアクチュエータ (10-3, 10-4) をその伸縮変形方向が弁体 (31) の駆動方向に対して直交する方向となるように収容する第 1 の収容状態と、その伸縮変形方向が弁体 (31) の駆動方向と同一方向となるように収容する第 2 の収容状態との両方の状態で選択的に収容可能な構成であってよい。

そして、高分子ゲルアクチュエータ (10-3) を第 1 の収容状態で収容した場合は、電圧の印加時に高分子ゲルアクチュエータ (10-3) で押圧された弁体 (31) が流体通路 (21) を閉じるノーマルオープン型のバルブ装置となり、高分子ゲルアクチュエータ (10-4) を第 2 の収容状態で収容した場合は、電圧の印加時に収縮型高分子ゲルアクチュエータ (10-4) が収縮して弁体 (31) が流体通路 (21) を開くノーマルクローズ型のバルブ装置となることで、ノーマルオープン型とノーマルクローズ型との両方の構成の選択的な採用が可能となる。

[0015] この構成によれば、高分子ゲルアクチュエータをその伸縮変形方向が弁体の駆動方向に対して直交する方向となるように収容する第 1 の収容状態と、

その伸縮変形方向が弁体の駆動方向と同一方向となるように収容する第2の収容状態との両方の状態で選択的に収容可能としたことで、電圧印加時に弁体を押し出すように構成したノーマルオープン型のバルブ装置と、電圧印加時に弁体が押し戻されることを許容するように構成したノーマルクローズ型のバルブ装置とのいずれにも適用が可能なバルブ装置を実現できる。このバルブ装置は、ノーマルオープン型とノーマルクローズ型とで多数の構成部品を共用することができるので、二種類のバルブ装置に必要な部品の種類を少なく抑えることができる。また、組立工程の一部も共通化することができるので、組立作業の効率化を図ることができる。これらによって、バルブ装置を安価に構成することが可能となる。

なお、上記の括弧内の符号は、後述する実施形態における構成要素の符号を本発明の一例として示したものである。

発明の効果

[0016] 本発明にかかるバルブ装置によれば、従来のバルブ装置と比較して、極めて簡単な構造で、大幅な小型化、軽量化及び低コスト化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の第1実施形態にかかるバルブ装置を示す側断面図である。

[図2]PVCゲルアクチュエータ及びバルブ装置の動作を説明するための図で、図2Aは、電圧非印加時に油路が開かれた状態を示す図、図2Bは、電圧印加時に油路が閉じられた状態を示す図である。

[図3]本発明の第2実施形態にかかるバルブ装置を示す図で、図3Aは、電圧非印加時に油路が開かれた状態を示す図、図3Bは、電圧印加時に油路が閉じられた状態を示す図である。

[図4]ガイド機構の詳細構成を示す図で、図4Aは、図3AのA-A矢視断面を示す部分拡大断面図、図4Bは、図3AのB-B矢視断面を示す部分拡大断面図である。

[図5]本発明の第3実施形態にかかるバルブ装置を示す図で、図5Aは、電圧

非印加時に油路が開かれた状態を示す図、図 5 B は、電圧印加時に油路が閉じられた状態を示す図である。

[図6]第 3 実施形態の P V C ゲルアクチュエータが備える陰極部材及び陽極部材を示す図で、図 6 A は、陰極部材の斜視図、図 6 B は、陰極部材の展開図、図 6 C は、陽極部材の斜視図、図 6 D は、陽極部材の展開図、図 6 E は、陰極板と陽極板を積層状態で交互に配置した状態を示す斜視図である。

[図7]図 7 A は、接続片及び端子片の配置構成を示す図で、図 5 A の Z 矢視を示す概略図、図 7 B は、絶縁部材の構成例を示す斜視図である。

[図8]本発明の第 4 実施形態にかかるバルブ装置を示す側断面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、添付図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。

[第 1 実施形態]

図 1 は、本発明の第 1 実施形態にかかるバルブ装置 1 を示す側断面図である。同図に示すバルブ装置 1 は、車両に搭載される自動変速機において変速制御用の作動油の流通を制御するために用いて好適なバルブ装置である。このバルブ装置 1 は、作動油が流通する油路（流体通路）2 1 と、該油路 2 1 を開閉するためのボール弁（弁体）3 1 と、ボール弁 3 1 を駆動するための P V C ゲルアクチュエータ（高分子ゲルアクチュエータ）1 0 と、ボール弁 3 1 及び P V C ゲルアクチュエータ 1 0 を收容したケース（バルブボディ）5 0 とを備えて構成されている。

[0019] ケース 5 0 は、略四角柱型の筒状に形成された本体部 5 1 と、該本体部 5 1 の一端から突出する該本体部 5 1 よりも断面積が小さい略円柱状の軸部 5 2 とを備えている。本体部 5 1 及び軸部 5 2 は一体に形成された外ケース 5 3 で構成されており、本体部 5 1 における外ケース 5 3 の内周側には、P V C ゲルアクチュエータ 1 0 を收容するための内ケース 5 5 が嵌合している。一方、軸部 5 2 の内部には、油路 2 1 が形成されている。油路 2 1 は、軸部 5 2 の先端から本体部 5 1 側に向かって軸方向に延びる流入ポート 2 2 と、流入ポート 2 2 の下流端から径方向の外側へ延びる流出ポート 2 3、2 3 と

を備えている。流入ポート 22 の下流端には、球状のボール弁 31 が収容されており、ボール弁 31 を着座させるための弁座部 24 が設けられている。ボール弁 31 は、油路 21 内を移動することで弁座部 24 に対して当接・離間するようになっている。これにより、油路 21 の開閉が切り替えられる。

[0020] ケース 50 の本体部 51 は、外ケース 53 と内ケース 55 の二重構造になっており、内ケース 55 の内部には、PVC ゲルアクチュエータ 10 を収容するための収容部 56 が形成されている。なお、内ケース 55 の底部 55a には、PVC ゲルアクチュエータ 10 に給電するための外部端子（図示せず）が接続される端子部 59 が設けられている。

[0021] PVC ゲルアクチュエータ 10 とボール弁 31 との間には、プランジャ（作動部材）33 が介在している。プランジャ 33 は、PVC ゲルアクチュエータ 10 の陰極板 11 と陽極板 13 とに当接する基部 34 と、該基部 34 からボール弁 31 側に向かって突出形成された棒状のニードル部 35 とを備えている。基部 34 は、プランジャ 33 の根元部分から該プランジャ 33 の軸方向に対して直交する方向へ広がる平板状であって、その両端辺それぞれには、PVC ゲルアクチュエータ側（上側）へ突出する一対の突出部 36, 38 が設けられている。突出部 36, 38 の内側には、PVC ゲル 15 の一部が充填されている突出部 36, 38 の先端（上端）は、プランジャ 33 の進退移動方向（上下方向）に対して傾斜する傾斜面（第 2 の傾斜面）36a, 38a になっている。両側の傾斜面 36a, 38a は、互いが対称であり、プランジャ 33 の外径側から中心側に向かって次第に上昇する向きで傾斜している。本実施形態では、傾斜面 36a, 38a は、プランジャ 33 の進退移動方向と陰極板 11 及び陽極板 13 の進退移動方向との両方に対して 45 度の角度で傾斜している。

[0022] また、プランジャ 33 の基部 34 の外面（下面）とそれに対向する外ケース 53 の内面との間には、コイルスプリング（付勢手段）16, 16 が介在している。コイルスプリング 16, 16 は、ニードル部 35 の両側それぞれに設置されており、軸方向が上下方向を向いて配置されていることで、プラ

ンジャ 33 を P V C ゲルアクチュエータ 10 側（上側）に向けて付勢している。

[0023] また、プランジャ 33 のニードル部 35 は、その先端がボール弁 31 に当接してこれを押圧するようになっている。また、軸部 52 内のニードル部 35 が収容された箇所には、油路 21 からの余剰の作動油を流入させるためのドレン室 26 が設けられている。また、ドレン室 26 から軸部 52 の径方向の両外側に向かってドレンポート 27、27 が開口している。

[0024] P V C ゲルアクチュエータ 10 は、ポリ塩化ビニル（P V C : Polyvinyl Chloride）に可塑性を添加してなる P V C ゲル（高分子ゲル）15 を備えた高分子ゲルアクチュエータで、陰極板 11 と陽極板 13 とを所定間隔で互に対向させて配置し、それら陰極板 11 と陽極板 13 との間に P V C ゲル 15 を挟み込んだ構成である。陰極板 11 及び陽極板 13 は、収容部 56 内のプランジャ 33 の進退移動方向（バルブ装置 1 の軸方向、及びボール弁 31 の駆動方向）に対して直交する横方向の両側に設置されている。これら陰極板 11 及び陽極板 13 は、いずれも内ケース 55 の内形に沿う略四角形状の外形を有している。陰極板 11 は、平板状に形成されている一方で、陽極板 13 は、詳細な図示は省略するが、その面の全体が縦横に交差する微細なメッシュ（網目）状に形成されている。これにより、P V C ゲルアクチュエータ 10 は、電圧の印加時に P V C ゲル 15 が陽極板 13 のメッシュ状の隙間に入り込むことで、積層方向が収縮する構成である。なお、上記の収縮型 P V C ゲルアクチュエータ 10 の基本的な構成及びその動作については、「山野美咲，小川尚希，橋本稔，高崎緑，平井利博：収縮型 P V C ゲルアクチュエータの構造と駆動特性，日本ロボット学会誌 vol.27 No.7, pp.718~724, 2009」などに開示されている。

[0025] そして、陰極板 11 及び陽極板 13 の下側（プランジャ 33 側）の端部には、陰極板 11 及び陽極板 13 の進退移動方向（横方向）に対して傾斜する傾斜面（第 1 の傾斜面）11a、13a が設けられている。陰極板 11 の傾斜面 11a と陽極板 13 の傾斜面 13a は、互いがプランジャ 33 の外径側

から中心側に向かって次第に上昇する向きで傾斜している。両側の傾斜面 11a, 13a は互いに対称であり、陰極板 11 及び陽極板 13 の進退移動方向とプランジャ 33 の進退移動方向との両方に対して 45 度の角度で傾斜している。

[0026] そして、プランジャ 33 がコイルスプリング 16 の付勢力で PVC ゲルアクチュエータ 10 側へ付勢されていることで、プランジャ 33 の一方の突出部 36 の傾斜面 36a が陰極板 11 の傾斜面 11a に対して面接触状態で当接しており、かつ、プランジャ 33 の他方の突出部 38 の傾斜面 38a が陽極板 13 の傾斜面 13a に対して面接触で当接している。したがって、PVC ゲルアクチュエータ 10 への電圧の印加によって陰極板 11 と陽極板 13 が接近する方へ移動すると、陰極板 11 及び陽極板 13 の傾斜面 11a, 13a からプランジャ 33 の傾斜面 36a, 38a へ押圧力が作用することで、当該押圧力によってプランジャ 33 がボール弁 31 側（下側）へ移動するようになっている。

[0027] また、収容部 56 内の PVC ゲルアクチュエータ 10 の上端面（プランジャ 33 と反対側の端面）に対向する位置には、係止板 58 が設置されている。係止板 58 は、PVC ゲルアクチュエータ 10 の上端面と内ケース 55 の底部 55a との間に介在している。係止板 58 によって PVC ゲル 15 の上端面が係止されている。したがって、PVC ゲル 15 は、図 1 に示す左右方向の両端面に設置した陰極板 11 及び陽極板 13 と、前後方向（紙面の手前側及び奥側方向）の両側面を囲む内ケース 55 の内面と、上端面側に設けた係止板 58 と、下端面側に設けたプランジャ 33 とで、下面側を除く四方の側面及び上面が囲まれた状態になっている。なお、図示は省略するが、陰極板 11 及び陽極板 13 と端子部 59 との間には、それらを導通するための配線が設けられている。

[0028] 図 2 は、PVC ゲルアクチュエータ 10 及びバルブ装置 1 の動作を説明するための図で、図 2A は、PVC ゲルアクチュエータ 10 への電圧非印加時に油路 21 が開かれた状態を示す図、図 2B は、PVC ゲルアクチュエータ

10への電圧印加時に油路21が閉じられた状態を示す図である。

[0029] PVCゲルアクチュエータ10に電圧を印加していない状態では、図2Aに示すように、陰極板11と陽極板13が収容部56内の両側に離間していることで、陰極板11の傾斜面11a及び陽極板13の傾斜面13aがプランジャ33の傾斜面36a、38aを押し下げておらず、プランジャ33が上方に退避した位置にある。この状態では、流入ポート22内の作動油の油圧でボール弁31が弁座部24から離間する方向に付勢されている。これにより油路21が開かれている。

[0030] 図2Aに示す状態から、PVCゲルアクチュエータ10の陰極板11と陽極板13との間に所定の電圧を印加すると、陰極板11と陽極板13との間に挟み込まれたPVCゲル15が陽極板13の方に移動する。その際、陽極板13がメッシュ状になっていることで、PVCゲル15が変形して陽極板13のメッシュ状の隙間に入り込む。これにより、PVCゲルアクチュエータ10の積層方向の高さ寸法が、電圧を印加していない状態と比較して小さく（薄く）なり、陰極板11と陽極板13の間隔が狭まる。すると、陰極板11及び陽極板13の傾斜面11a、13aからプランジャ33の傾斜面36a、38aへ押圧力が作用することで、当該押圧力によってプランジャ33がコイルスプリング16の付勢力に抗してボール弁31側（下側）へ移動する。このようにPVCゲルアクチュエータ10の陰極板11及び陽極板13からプランジャ33に掛かる荷重によって、プランジャ33及びボール弁31が下方に移動して（移動量 ΔL ）、ボール弁31が油路21の弁座部24に着座する。これにより、油路21が閉止される。なお、PVCゲルアクチュエータ10に印加する電圧の具体的な設定値は、ボール弁31を駆動するために必要な発生力（荷重）を考慮して決定するとよい。

[0031] その一方で、PVCゲルアクチュエータ10への電圧の印加を停止すると、それまで陰極板11側へ引き付けられていたPVCゲル15が元の状態に復帰するので、陰極板11と陽極板13の間隔が元の位置まで広がる。これにより、陰極板11及び陽極板13で押し下げられていたプランジャ33が

コイルスプリング１６の付勢力とボール弁３１にかかる流入ポート２２内の作動油の油圧とにより上昇し、ボール弁３１が弁座部２４から離間して油路２１が開かれる。

[0032] このように、本実施形態のバルブ装置１では、ＰＶＣゲルアクチュエータ１０が電圧の印加の有無に応じて変形することで、油路２１の開閉が切り替えられるようになっている。そして、バルブ装置１は、ＰＶＣゲルアクチュエータ１０に電圧を印加していない状態で油路２１が開かれており、電圧を印加することで油路２１が閉じられるように構成したいわゆるノーマルオープンタイプのバルブ装置である。

[0033] 本実施形態のバルブ装置１では、陰極板１１及び陽極板１３の傾斜面１１ａ、１３ａとプランジャ３３の傾斜面３６ａ、３８ａとによって、陰極板１１及び陽極板１３の進退移動をプランジャ３３の進退移動に変換して伝達する動力伝達部４１、４３が構成されている。これにより、収縮型のＰＶＣゲルアクチュエータ１０への電圧の印加時に外部に対して押圧力を付与できるアクチュエータ機構を構成している。

[0034] また、本実施形態のバルブ装置１では、プランジャ３３をＰＶＣゲルアクチュエータ１０側へ付勢するコイルスプリング１６を設けている。このコイルスプリング１６の付勢力によって、ＰＶＣゲルアクチュエータ１０への電圧の印加を解除したとき、両外側の初期位置へ戻る陰極板１１の傾斜面１１ａと陽極板１３の傾斜面１３ａとにプランジャ３３の傾斜面３６ａ、３８ａを追従させることで、上方に退避した元の位置にプランジャ３３を戻すことができる。

[0035] また、上記のＰＶＣゲルアクチュエータ１０は、ソレノイドと比較して簡単な構成であり、小型かつ軽量である。したがって、本実施形態のバルブ装置１では、ボール弁３１を駆動するためのアクチュエータとして、ＰＶＣゲルアクチュエータ１０を備えたことで、従来のソレノイドからなるアクチュエータを備えたバルブ装置と比較して、極めて簡単な構造で、バルブ装置１の大幅な小型化、軽量化、及び低コスト化を図ることができる。特に、車両

に搭載する自動変速機では、油圧制御用のバルブ装置を複数使用するため、当該バルブ装置として本実施形態にかかる上記構成のバルブ装置 1 を用いれば、自動変速機及び車両の小型化、軽量化及びコスト低減に大きく寄与することができる。また、本実施形態のバルブ装置 1 では、PVC ゲルアクチュエータ 10 の伸縮変形によってボール弁 31 を駆動するので、油路 21 の開閉に伴う作動音が生じないか又は極めて小さくて済む。したがって、動作時の静粛性に優れたバルブ装置 1 となる。

[0036] 〔第 2 実施形態〕

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。なお、第 2 実施形態の説明及び対応する図面においては、第 1 実施形態と同一又は相当する構成部分には同一の符号を付し、以下ではその部分の詳細な説明は省略する。また、以下で説明する事項以外の事項については、第 1 実施形態と同じである。この点は、他の実施形態においても同様である。

[0037] 図 3 は、第 2 実施形態のバルブ装置 1-2 を示す図で、図 3 A は、PVC ゲルアクチュエータ 10-2 への電圧非印加時に油路 21 が開かれた状態を示す図、図 3 B は、PVC ゲルアクチュエータ 10-2 への電圧印加時に油路 21 が閉じられた状態を示す図である。本実施形態のバルブ装置 1-2 は、第 1 実施形態のバルブ装置 1 と比較して、プランジャ 33 を上方へ付勢するコイルスプリング 16 を省略し、その代替として、陰極板 11 とプランジャ 33 との間にそれらの相対移動をガイドするガイド機構 17 を設けると共に、陽極板 13 とプランジャ 33 との間にもそれらの相対移動をガイドするガイド機構 18 を設けている。

[0038] 図 4 は、ガイド機構 17, 18 の詳細構成を示す図で、図 4 A は、図 3 A の A-A 矢視断面を示す部分拡大断面図、図 4 B は、図 3 A の B-B 矢視断面を示す部分拡大断面図である。両方のガイド機構 17, 18 は、互いが左右対称で同形状である。図 3 及び図 4 に示すように、陰極板 11 とプランジャ 33 との間に設けたガイド機構 17 は、陰極板 11 の傾斜面 11a に沿って形成した突起 11b と、プランジャ 33 の突出部 36 の傾斜面 36a に沿

って形成した突起 3 6 b とを互いに係合させた構成である。各突起 1 1 b, 3 6 b は、陰極板 1 1 とプランジャ 3 3 との相対移動によって傾斜面 1 1 a, 3 6 a 同士が摺接する方向に沿って延伸しており、それらの長手方向の両側面には、断面が略クサビ型の突出部が形成されている。ガイド機構 1 7 は、突起 1 1 b のクサビ型の突出部とそれに隣接する突起 3 6 b のクサビ型の突出部とを互いに噛み合った状態で係合させていることで、陰極板 1 1 とプランジャ 3 3 とを互いに接触した状態で外れないように設置していると共に、傾斜面 1 1 a と傾斜面 3 6 a がそれらの摺接方向に相対移動することをガイドするように構成されている。

[0039] また、陽極板 1 3 とプランジャ 3 3 との間に設けたガイド機構 1 8 は、陽極板 1 3 の傾斜面 1 3 a に沿って形成した突起 1 3 b と、プランジャ 3 3 の突出部 3 8 の傾斜面 3 8 a に沿って形成した突起 3 8 b とを互いに係合させた構成である。各突起 1 3 b, 3 8 b は、陽極板 1 3 とプランジャ 3 3 との相対移動によって傾斜面 1 3 a, 3 8 a 同士が摺接する方向に沿って延伸しており、それらの長手方向の両側面には、断面が略クサビ型の突出部が形成されている。ガイド機構 1 8 は、突起 1 3 b のクサビ型の突出部とそれに隣接する突起 3 8 b のクサビ型の突出部とを互いに噛み合った状態で係合させていることで、陽極板 1 3 とプランジャ 3 3 とを互いに接触した状態で外れないように設置していると共に、傾斜面 1 3 a と傾斜面 3 8 a がそれらの摺接方向に相対移動することをガイドするように構成されている。

[0040] 本実施形態のバルブ装置 1-2 では、第 1 実施形態のバルブ装置 1 と同様、PVC ゲルアクチュエータ 1 0-2 に電圧を印加することで、陰極板 1 1 と陽極板 1 3 の間隔が狭まる。これにより、図 3 B に示すように、陰極板 1 1 及び陽極板 1 3 がプランジャ 3 3 の基部 3 4 を押し下げることで、ニードル部 3 5 の先端がボール弁 3 1 に当接してこれを押圧する。このとき、プランジャ 3 3 の一方の傾斜面 3 6 a は、ガイド機構 1 7 によって陰極板 1 1 の傾斜面 1 1 a に面接触した状態を保ちつつ相対移動（スライド移動）する。また、プランジャ 3 3 の他方の傾斜面 3 8 a は、ガイド機構 1 7 によって陽

極板 13 の傾斜面 13 a に面接触した状態を保ちつつ相対移動（スライド移動）する。これらによって、プランジャ 33 は、その傾斜面 36 a, 38 a が陰極板 11 の傾斜面 11 a と陽極板 13 の傾斜面 13 a とに面接触した状態を保ちながら下側へ移動する。

[0041] その一方で、PVCゲルアクチュエータ 10 への電圧の印加を停止すると、陰極板 11 と陽極板 13 の間隔が元の位置まで広がる。このとき、ガイド機構 17, 18 によって陰極板 11 の傾斜面 11 a 及び陽極板 13 の傾斜面 13 a とプランジャ 33 の傾斜面 36 a, 38 a とが面接触した状態を保ちながら摺動することで、陰極板 11 と陽極板 13 が離間するにつれてプランジャ 33 が上方へ引き上げられてゆく。これにより、プランジャ 33 の下端がボール弁 31 から離間して、ボール弁 31 が流入ポート 22 内の作動油の油圧で上昇し、該ボール弁 31 が弁座部 24 から離間して油路 21 が開かれる。

[0042] 本実施形態のバルブ装置 1-2 及びPVCゲルアクチュエータ 10-2 では、上記のガイド機構 17, 18 を設けたことで、コイルスプリング 16 を設けていなくても、PVCゲルアクチュエータ 10-2 への電圧の印加を解除したときに、両外側の初期位置へ戻る陰極板 11 と陽極板 13 に追従させてプランジャ 33 を元の位置に戻すことができる。したがって、コイルスプリング 16 を省略することで、バルブ装置 1-2 の部品点数を少なく抑えることができ、バルブ装置 1-2 の軽量化、低コスト化を図ることができる。

[0043] [第3実施形態]

図5は、本発明の第3実施形態にかかるバルブ装置 1-3 を示す図で、図5Aは、PVCゲルアクチュエータ 10-3 への電圧非印加時に油路 21 が開かれた状態を示す図、図5Bは、PVCゲルアクチュエータ 10-3 への電圧印加時に油路 21 が閉じられた状態を示す図である。本実施形態のバルブ装置 1-3 が備えるPVCゲルアクチュエータ 10-3 は、第1実施形態のPVCゲルアクチュエータ 10 が備える陰極板 11 及び陽極板 13 に代えて、複数の陰極板 11-3 a を有する陰極部材 11-3 と、複数の陽極板 1

3-3aを有する陽極部材13-3とを備えている。そして、収容部56内の横方向（ボール弁31の駆動方向に対して直交する方向）に沿って複数の陰極板11-3aと複数の陽極板13-3aとを交互に積層し、各陰極板11-3aと各陽極板13-3aとの間にPVCゲル15を挟み込んだ構成である。各陰極板11-3aは、いずれも平板状に形成されており、各陽極板13-3aは、いずれもメッシュ状に形成されている。

[0044] PVCゲルアクチュエータ10-3の両外側の陰極板11-3a、11-3aとそれらに当接するプランジャ33とからなる部分の構成は、第1実施形態のPVCゲルアクチュエータ10と同様の構成であって、両側の陰極板11-3a、11-3aの下端に設けた傾斜面11a、11aとそれらに当接するプランジャ33の傾斜面36a、38aとで動力伝達部41、43が構成されていると共に、プランジャ33を上方へ付勢するコイルスプリング16を備えている。なお、図示は省略するが、上記のコイルスプリング16に代えて、第2実施形態のPCVゲルアクチュエータ10-2と同様のガイド機構17、18を設けることも可能である。すなわち、本実施形態のバルブ装置1-3が備えるPVCゲルアクチュエータ10-3は、第1又は第2実施形態のPVCゲルアクチュエータ10又は10-2の構成に加えて、PVCゲルアクチュエータ10-3の積層方向に沿って両外側の陰極板11-3a、11-3aの間に他の陰極板11-3a及び陽極板13-3aを複数積層した構造である。なお、PVCゲルアクチュエータ10-3における陰極板11-3a及び陽極板13-3aの積層数は、油路21を開閉するために必要なボール弁31の変位量（移動量）などを考慮して決定するとよい。

[0045] 第1、第2実施形態のPVCゲルアクチュエータ10-1、10-2では、収容部56内に一对の陰極板11及び陽極板13のみを設置していたため、陰極板11と陽極板13との離間距離が大きく、電圧印加時の良好な動作を確保し難いおそれがあった。これに対して、本実施形態のPVCゲルアクチュエータ10-3では、複数組の陰極板11-3a及び陽極板13-3aを横方向に積層状態で配列したことで、各組の陰極板11-3aと陽極板1

3-3aの離間寸法を小さく抑えている。これにより、電圧印加時の良好な動作を確保できるので、PVCゲルアクチュエータ10-3の動作性を向上させることができる。

[0046] 図6は、本実施形態のPVCゲルアクチュエータ10-3が備える陰極部材11-3及び陽極部材13-3を示す図で、図6Aは、陰極部材11-3の斜視図、図6Bは、陰極部材11-3の展開図、図6Cは、陽極部材13-3の斜視図、図6Dは、陽極部材13-3の展開図、同図6Eは、陰極部材11-1の陰極板11-1aと陽極部材13-3の陽極板13-3aとを交互に積層配置した状態を示す斜視図である。これらの図に示すように、陰極部材11-3は、複数の陰極板（電極板）11-3aと、各陰極板11-3aを接続する接続片（配線部）11-3bと、一の陰極板11-3aをバルブ装置1-3の端子部59に接続（導通）させるための端子片11-3cとを一体に備えて構成されている。陽極部材13-3も、複数の陽極板（電極板）13-3aと、各陽極板13-3a同士を接続する接続片（配線部）13-3bと、一の陽極板13-3aをバルブ装置1-3に設けた接続用の端子部59に接続（導通）させるための端子片13-3cとを一体に備えて構成されている。図6B、図6Dに示すように、陰極部材11-3及び陽極部材13-3は、いずれも金属製の薄板状の部材であり、それぞれプレス加工によって一体に形成することが可能である。なお、先の図5では、接続片11-3b、13-3b及び端子片11-3a、13-3aの図示は省略している。

[0047] 図7Aは、接続片11-3b、13-3b及び端子片11-3c、13-3cの配置構成を示す図で、図5AのZ矢視を示す概略図である。図7A及び先の図6に示すように、陽極部材13-3の接続片13-3cと陰極部材11-3の接続片11-3cは、互いが干渉しないように、陰極板11-3aと陽極板13-3aの互いに異なる端辺上に設けられている。また、接続片11-3c及び接続片13-3cは、両端間が若干の撓みを有した状態で陰極板11-3a及び陽極板13-3aに連結されていることが望ましい。

また、図 6 E に示すように、陽極部材 1 3 - 3 の端子片 1 1 - 3 c と陰極部材 1 1 - 3 の端子片 1 1 - 3 c も互いが干渉しないように、それらの位置を積層方向にずらして配置している。

[0048] また、電圧の印加によって陽極板 1 3 - 3 a と陰極板 1 1 - 3 a とが接近したときに、それらが互いに接触することを防止するための構造として、図 5 に示すように、各陽極板 1 3 - 3 a と陰極板 1 1 - 3 a との間に設置した絶縁部材 1 9 を備えている。図 7 B は、絶縁部材 1 9 の構成例を示す斜視図である。同図に示すように、絶縁部材 1 9 は、下向きに開いた略コ字型（U 字型）の細片状に形成されている。各絶縁部材 1 9 はいずれも同形状であって、軟質の合成樹脂など柔軟性を有する絶縁材で構成されている。上記の絶縁部材 1 9 を各陽極板 1 3 - 3 a と各陰極板 1 1 - 3 a との間に介在する P V C ゲル 1 5 の上面及び前後面の三面に被せるように取り付けることで、P V C ゲル 1 5 の外側で陽極板 1 3 - 3 a と陰極板 1 1 - 3 a とが接触することを防止できる。

[0049] また、図 7 A に示すように、絶縁部材 1 9 の外面が各陽極板 1 3 - 3 a 及び各陰極板 1 1 - 3 a の端辺よりも外側の位置となるように設定しておけば、隣接する陰極板 1 1 - 3 a 同士を接続する接続片 1 1 - 3 b が陽極板 1 3 - 3 a に接触すること、及び隣接する陽極板 1 3 - 3 a 同士を接続する接続片 1 3 - 3 b が陰極板 1 1 - 3 a に接触することを確実に防止できる。なお、絶縁部材 1 9 は必ずしも設ける必要はなく、陽極部材 1 3 - 3 と陰極部材 1 1 - 3 とが接触するおそれが無い場合などは、設置を省略することも可能である。

[0050] [第 4 実施形態]

図 8 は、本発明の第 4 実施形態にかかるバルブ装置 1 - 4 を示す側断面図である。第 4 実施形態のバルブ装置 1 - 4 は、第 1 乃至第 3 実施形態のバルブ装置 1 ~ 1 - 3 と比較して、収容部 5 6 内に設置した P V C ゲルアクチュエータ 1 0 の向きを変更している。すなわち、第 1 乃至第 3 実施形態のバルブ装置 1 ~ 1 - 3 の P V C ゲルアクチュエータ 1 0 ~ 1 0 - 3 は、それらの

伸縮変形方向がボール弁 31 の駆動方向に対して直交する方向となるように設置しているのに対して、本実施形態のバルブ装置 1-4 の P V C ゲルアクチュエータ 10-4 は、その伸縮変形方向がボール弁 31 の駆動方向と同一方向となるように設置している。

[0051] 本実施形態の P V C ゲルアクチュエータ 10-4 は、第 3 実施形態の P V C ゲルアクチュエータ 10-3 と同様、陰極部材 11-4 が有する複数の陰極板 11-4 a と、陽極部材 13-4 が有する複数の陽極板 13-4 a とを交互に積層し、各陰極板 11-4 a と各陽極板 13-4 a との間に P V C ゲル 15 を挟み込んだ構成である。なお、図 8 の符号 57 は、各陰極板 11-4 a 同士を接続している接続片 11-4 b を配置するための溝部である。

[0052] そして、本実施形態のバルブ装置 1-4 では、収縮型の P V C ゲルアクチュエータ 10-4 の積層方向が、プランジャ 33 の進退移動方向（ボール弁 31 の駆動方向）と同一の方向に設定されている。また、収容部 56 内の P V C ゲルアクチュエータ 10-4 は、係止板 58 によって積層方向の一端（図の上端）が係止されている。これにより、P V C ゲルアクチュエータ 10-4 は、積層方向が予め若干圧縮された状態で収容部 56 内に設置されており、プランジャ 33 及びボール弁 31 に対して所定のプリセット荷重を付加した状態で組み付けられている。

[0053] 上記構成のバルブ装置 1-4 では、電圧の非印加時には、P V C ゲルアクチュエータ 10-4 からプランジャ 33 及びボール弁 31 にかかっているプリセット荷重によって、ボール弁 31 が弁座部 24 に着座している。これにより、油路 21 が閉止された状態になっている。その状態から、陰極部材 11-4 と陽極部材 13-4 との間に所定の電圧を印加すると、各陰極板 11-4 a と各陽極板 13-4 a との間に挟み込まれた P V C ゲル 15 が各陽極板 13-4 a の方に移動する。その際、陽極板 13-4 a がメッシュ状になっていることで、P V C ゲル 15 が変形して陽極板 13-4 a のメッシュ状の隙間に入り込む。これにより、P V C ゲルアクチュエータ 10-4 の積層方向の高さ寸法が、電圧を印加していない状態と比較して小さく（薄く）な

る。したがって、PVCゲルアクチュエータ10-4からプランジャ33及びボール弁31に掛かっているプリセット荷重が解除されるので、流入ポート22内の作動油の油圧で、ボール弁31が弁座部24から離間する方向に移動する。これにより、弁座部24からボール弁31が離間して油路21が開かれる。電圧の印加を停止すると、PVCゲル15が元の状態に復帰するので、PVCゲルアクチュエータ10-4の積層方向の高さが元の寸法に戻る。すると、プリセット荷重によってボール弁31が弁座部24に着座して油路21が閉止される。

[0054] 本実施形態のバルブ装置1-4は、収縮型のPVCゲルアクチュエータ10-4の伸縮変形方向を、ボール弁31の駆動方向と同一方向としている。これにより、電圧の非印加時に油路21が閉じられている一方で、電圧の印加時にボール弁31が退避して油路21が開かれるノーマルクローズ型のバルブ装置を構成している。

[0055] そして、本発明にかかるバルブ装置は、構成部品の一部を置き換えることで、上記第3実施形態のバルブ装置1-3と上記第4実施形態のバルブ装置1-4との両方の構成を採用可能な構造とすることができる。すなわち、そのようなバルブ装置を実現するには、バルブ装置1-3（1-4）において、収容部56の構成として、PVCゲルアクチュエータ10-3（10-4）をその伸縮変形方向がボール弁31の駆動方向に対して直交する方向となるように収容する第1の収容状態（第3実施形態）と、その伸縮変形方向がボール弁31の駆動方向と同一方向となるように収容する第2の収容状態（第4実施形態）との両方の状態で選択的に収容可能な構成を採用すればよい。

[0056] そして、第3実施形態のバルブ装置1-3のように、収容部56内に第1の収容状態で収容したPVCゲルアクチュエータ10-3を備える場合は、電圧の印加時にPVCゲルアクチュエータ10-3で押圧されたボール弁31で油路21が閉じるノーマルクローズ型のバルブ装置となる。その一方で、第4実施形態のバルブ装置1-4のように、収容部56内に第2の収容状態

で収容したPVCゲルアクチュエータ10-4を備える場合は、電圧の印加時にPVCゲルアクチュエータ10-4が収縮して油路21が開かれるノーマルクローズ型のバルブ装置となる。

[0057] これによれば、電圧印加時にボール弁31が押し出されるノーマルオープン型のバルブ装置と、電圧印加時に油路21の作動油でボール弁31が押し戻されるノーマルクローズ型のバルブ装置との両タイプのバルブ装置を一部共通の構成で実現できる。このバルブ装置は、上記二種類のタイプ間で、収縮型のPVCゲルアクチュエータ10-3（10-4）を含む構成部品の大部分を共用できるので、二種類のバルブ装置に必要な部品の品種を少なく抑えることができる。また、二種類のバルブ装置で組立工程の一部を共通化することもできるので、組立作業の効率化を図ることができる。これらによって、動作タイプの異なる二種類のバルブ装置を安価に製造することが可能となる。

[0058] 以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲、及び明細書と図面に記載された技術的思想の範囲内において種々の変形が可能である。

請求の範囲

[請求項1]

流体が流通する流体通路と、

該流体通路を開閉するための弁体と、

一又は複数の平板状の陰極板と一又は複数のメッシュ状の陽極板とを交互に積層し、各陰極板と各陽極板との間に高分子ゲルを挟み込んでなる収縮型の高分子ゲルアクチュエータと、

前記陰極板と前記陽極板の少なくともいずれかと前記弁体との間に介在して直線方向へ進退移動可能に設置された作動部材と、

を備え、

前記高分子ゲルアクチュエータに印加する電圧を制御することによる伸縮変形により前記作動部材を介して前記弁体を駆動することで、前記流体通路の開閉を切り替えるように構成したバルブ装置であって、

前記作動部材が進退移動する方向は、前記高分子ゲルアクチュエータの伸縮変形に伴い前記陰極板及び前記陽極板が進退移動する方向に対して直交する方向であり、

前記陰極板及び前記陽極板と前記作動部材との間には、前記陰極板及び前記陽極板の進退移動を前記作動部材の進退移動に変換して伝達する動力伝達部が設けられており、

前記高分子ゲルアクチュエータへの電圧の印加によって前記陰極板と前記陽極板が接近する方へ移動すると、前記動力伝達部を介して該作動部材が前記弁体側へ移動するように構成されており、

前記高分子ゲルアクチュエータへの電圧の非印加時に、前記弁体が前記流体通路を開く一方、前記高分子ゲルアクチュエータへの電圧の印加時に、前記弁体が前記流体通路を閉じるように構成したことを特徴とするバルブ装置。

[請求項2]

前記動力伝達部は、

前記陰極板又は前記陽極板に設けたそれらの進退移動方向に対して

傾斜する第 1 の傾斜面と、前記作動部材に設けたその進退移動方向に対して傾斜する第 2 の傾斜面とを備え、前記第 1 の傾斜面と前記第 2 の傾斜面とが面接触で当接しており、

前記高分子ゲルアクチュエータへの電圧の印加によって前記陰極板と前記陽極板が接近する方へ移動すると、前記第 1 の傾斜面で前記第 2 の傾斜面が押圧されることで、前記作動部材が前記弁体側へ移動するように構成した

ことを特徴とする請求項 1 に記載のバルブ装置。

[請求項3] 前記作動部材を前記弁体から離間する方へ付勢する付勢部材を備える

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のバルブ装置。

[請求項4] 前記陰極板又は前記陽極板と前記作動部材との間には、前記第 1 の傾斜面と前記第 2 の傾斜面との接触状態を保ちながら前記作動部材を進退移動させるためのガイド機構が設けられており、

前記ガイド機構は、前記陰極板又は前記陽極板側に設けた突起と前記作動部材側に設けた他の突起とを前記第 1 の傾斜面と前記第 2 の傾斜面の摺動方向にのみ相対移動可能に係合させた構成である

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のバルブ装置。

[請求項5] 前記高分子ゲルアクチュエータを収容する収容部を備え、

前記収容部は、前記高分子ゲルアクチュエータをその伸縮変形方向が前記弁体の駆動方向に対して直交する方向となるように収容する第 1 の収容状態と、その伸縮変形方向が前記弁体の駆動方向と同一方向となるように収容する第 2 の収容状態との両方の状態で選択的に収容可能な構成であり、

前記高分子ゲルアクチュエータを前記第 1 の収容状態で収容した場合は、電圧の印加時に前記高分子ゲルアクチュエータの収縮により前記弁体が前記流体通路を閉じるノーマルオープン型のバルブ装置となり、

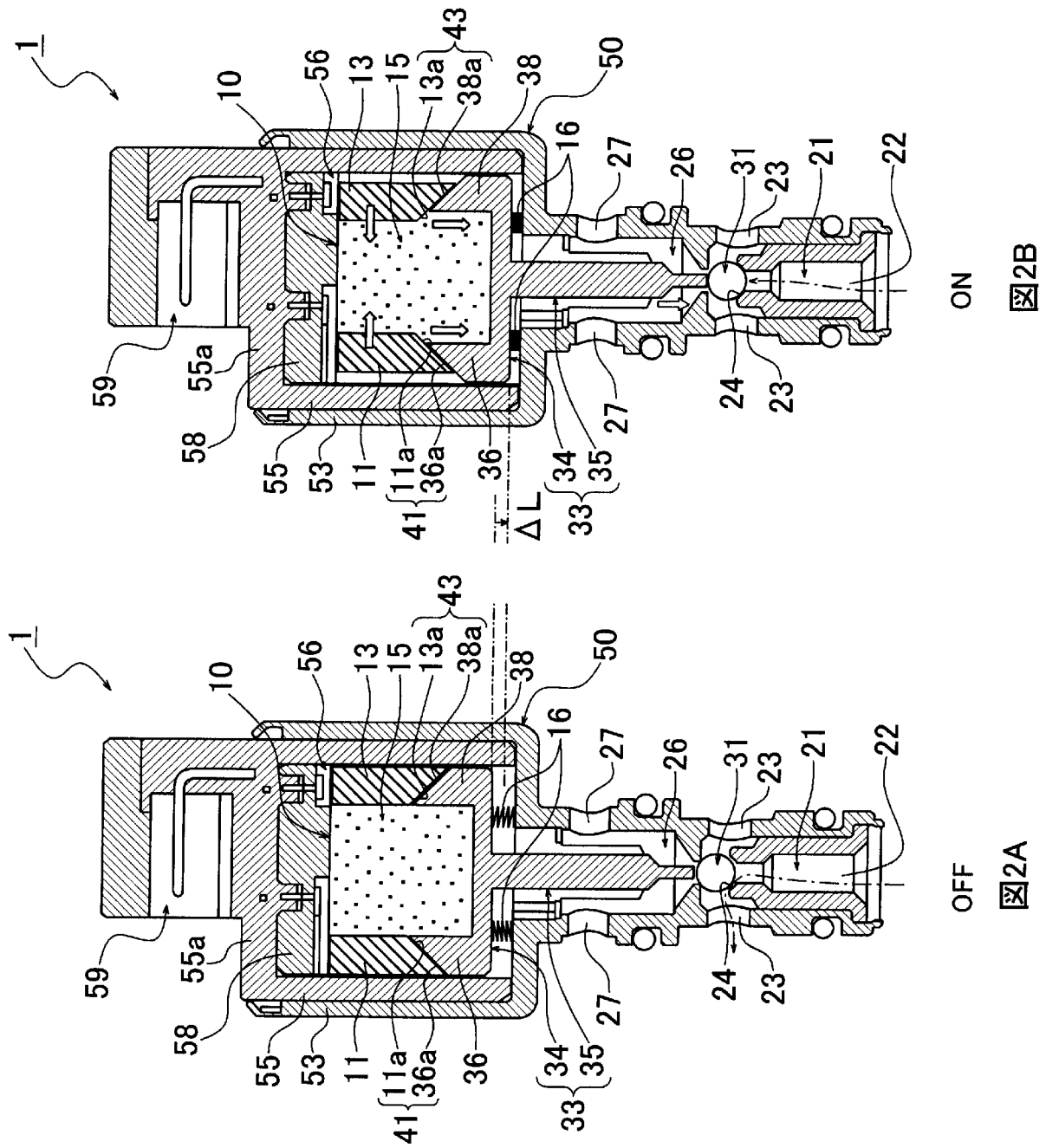
前記高分子ゲルアクチュエータを前記第2の収容状態で収容した場合は、電圧の印加時に前記収縮型高分子ゲルアクチュエータの収縮により前記弁体が前記流体通路を開くノーマルクローズ型のバルブ装置となることで、

前記ノーマルオープン型と前記ノーマルクローズ型との両方の構成の選択的な採用が可能である

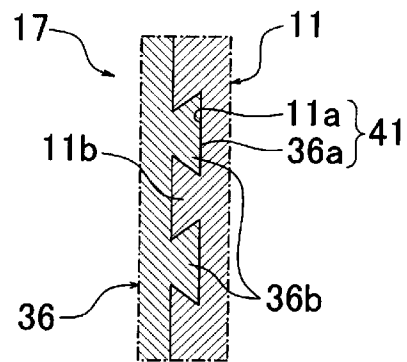
ことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のバルブ装置

。

[図2]

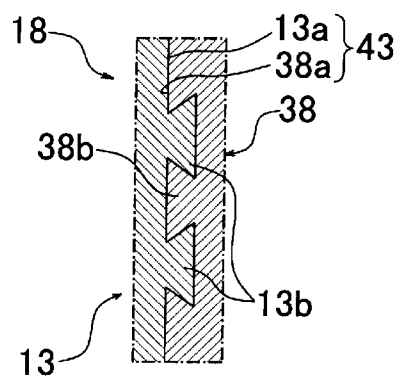


[図4]



A-A

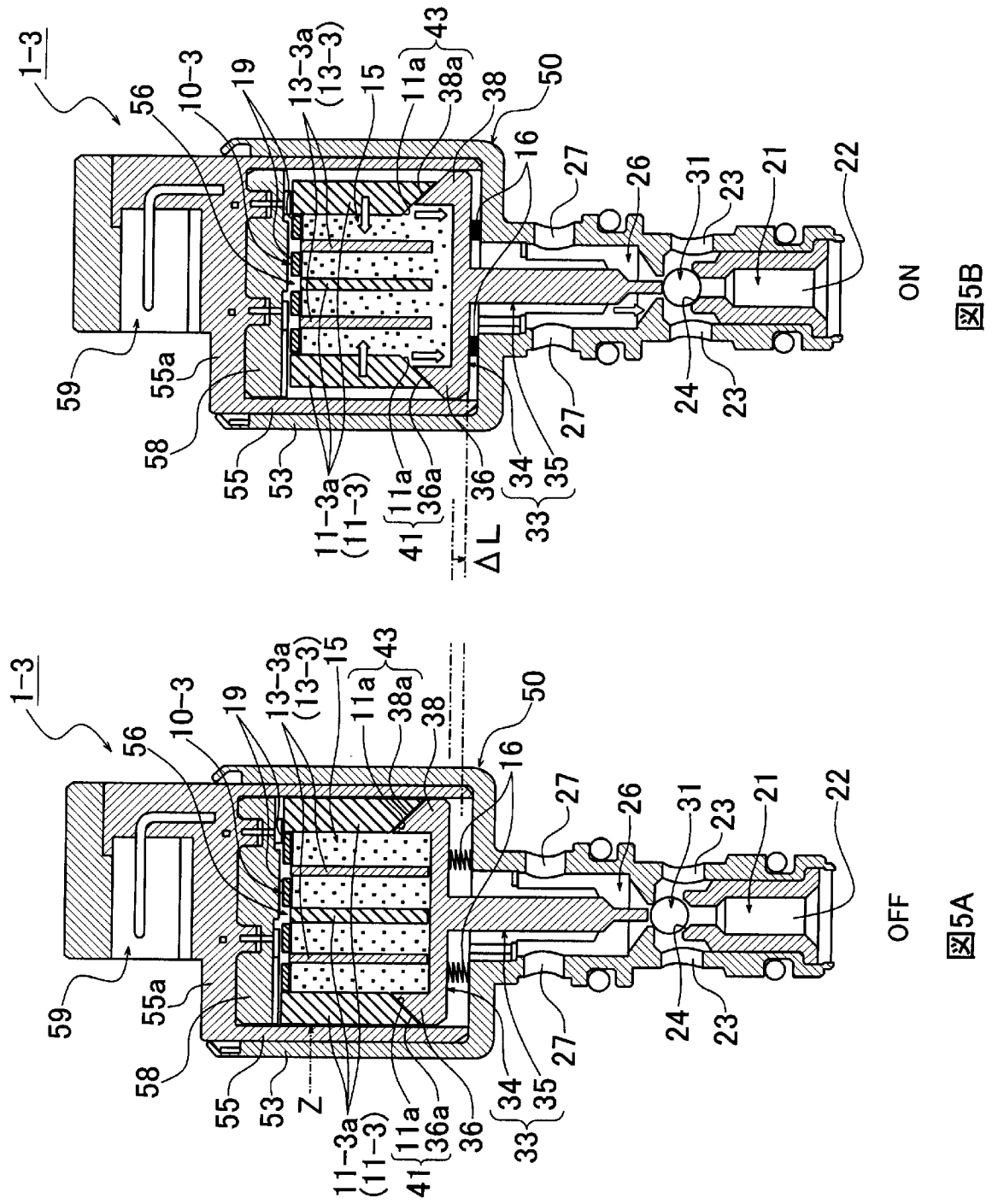
図4A



B-B

図4B

[図5]



[図6]

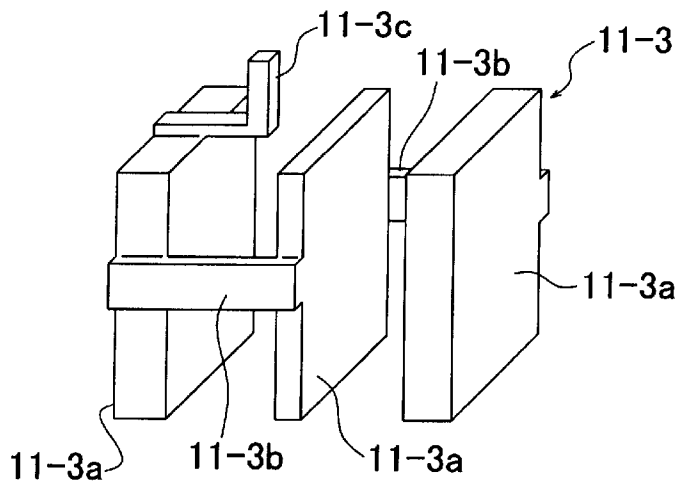


図6A

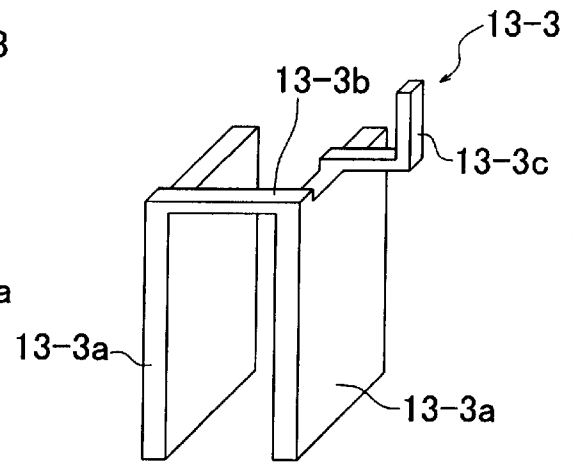


図6C

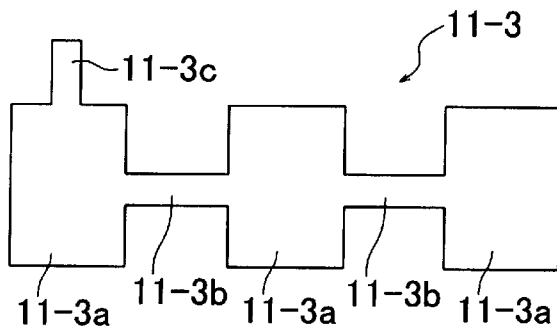


図6B

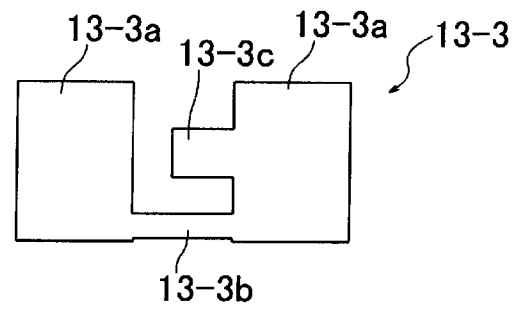


図6D

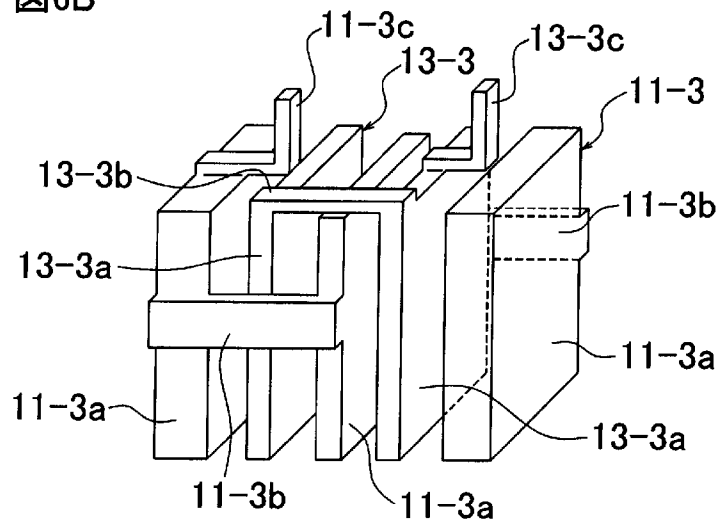


図6E

[図7]

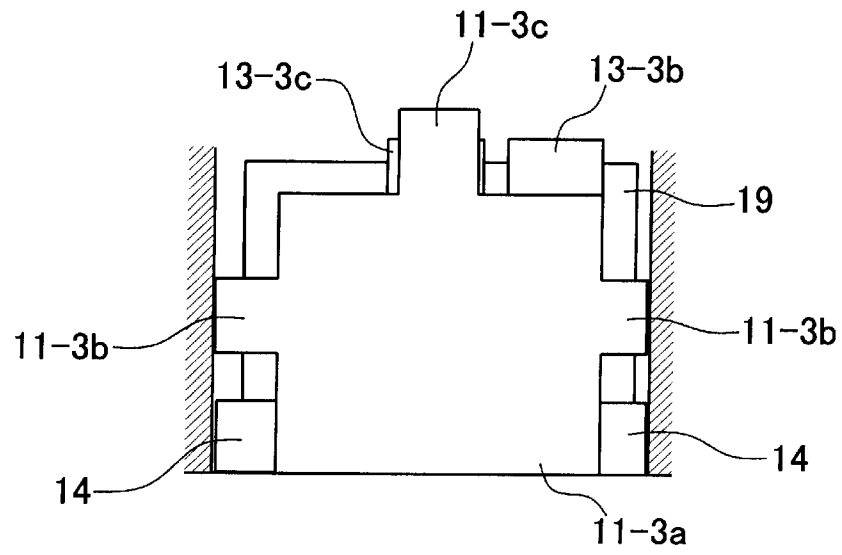


図7A

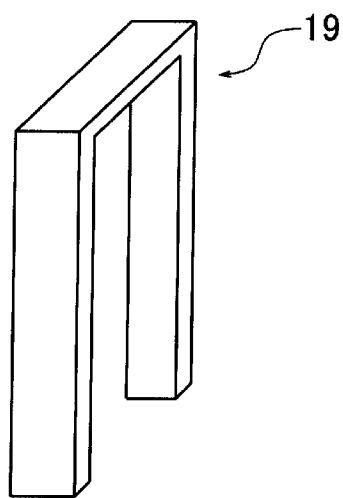
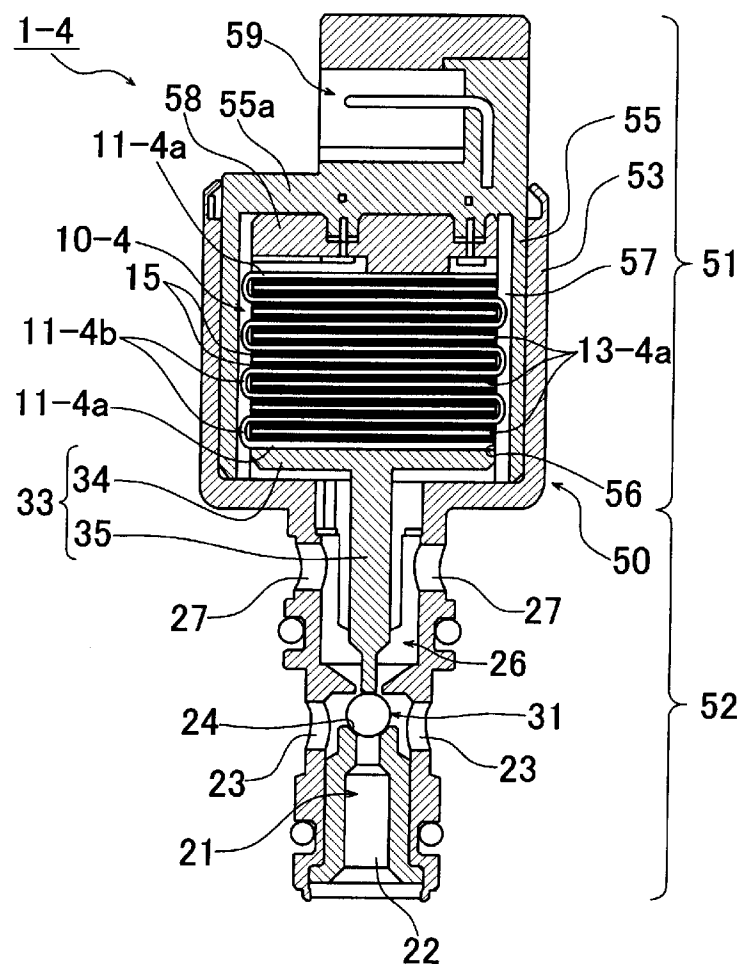


図7B

[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/055890

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16K31/02 (2006.01) i

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)

F16K31/02

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 406/1992 (Laid-open No. 57551/1993) (Toto Ltd.), 30 July 1993 (30.07.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2006-187517 A (Omron Healthcare Co., Ltd.), 20 July 2006 (20.07.2006), paragraphs [0038] to [0049]; fig. 1 to 3 & US 2006/0155197 A1 & EP 1679032 A1 & CA 2531954 A1 & KR 10-2006-81344 A & CN 1799494 A	1-5

☒ 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
28 March, 2013 (28.03.13)

Date of mailing of the international search report
09 April, 2013 (09.04.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/055890

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 2005-155691 A (Daikin Industries, Ltd.), 16 June 2005 (16.06.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	WO 2010/070907 A1 (Kitz Corp.), 24 June 2010 (24.06.2010), paragraphs [0045] to [0061]; fig. 3 to 10 & JP 4951708 B2 & US 2010/0313983 A1	1-5
A	JP 6-296380 A (Nippondenso Co., Ltd.), 21 October 1994 (21.10.1994), entire text; all drawings (Family: none)	5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F16K31/02 (2006.01) i

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 (I P C))

Int.Cl. F16K31/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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	日本国実用新案登録出願 4-406 号 (日本国実用新案登録出願公開 5-57551 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (東陶機器株式会社) 1993. 07. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 5
A	JP 2006-187517 A (オムロンヘルスケア株式会社) 2006. 07. 20, 【0 0 3 8】 - 【0 0 4 9】, 【図 1】 - 【図 3】 & US 2006/0155197 A1 & EP 1679032 A1 & CA 2531954 A1 & KR 10-2006-81344 A & CN 1799494 A	1 - 5
A	JP 2005-155691 A (ダイキン工業株式会社) 2005. 06. 16, 全文, 全	1 - 5

☒ 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

2 8 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 4 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

関 義彦

3 0

9 1 4 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

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	図 (ファミリーなし) WO 2010/070907 A1 (株式会社キッツ) 2010.06.24, [0045] – [0061], [図3] – [図10] & JP 4951708 B2 & US 2010/0313983 A1	1 – 5
A	JP 6-296380 A (日本電装株式会社) 1994.10.21, 全文, 全図 (ファ ミリーなし)	5