

(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6日(06.09.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/129560 A1

- (51) 国際特許分類:
F16K 5/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/055367
- (22) 国際出願日: 2013年2月28日(28.02.2013)
- (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 2012-041912 2012年2月28日(28.02.2012) JP
特願 2012-192124 2012年8月31日(31.08.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社キッツ(KITZ CORPORATION)
[JP/JP]; 〒2618577 千葉県千葉市美浜区中瀬一丁目10番1 Chiba (JP).
- (72) 発明者: 渡辺 統(WATANABE, Osamu); 〒4088515 山梨県北杜市長坂町長坂上条2040番地 株式会社キッツ長坂工場内 Yamanashi (JP). 渡辺 哲弥(WATANABE, Tetsuya); 〒4088515 山梨県北杜市長坂町長坂上条2040番地 株式会社キッツ長坂工場内 Yamanashi (JP).
- (74) 代理人: 小林 哲男(KOBAYASHI, Tetsuo); 〒1050001 東京都港区虎ノ門1丁目3番6号 彩翠ビル7階 Tokyo (JP).

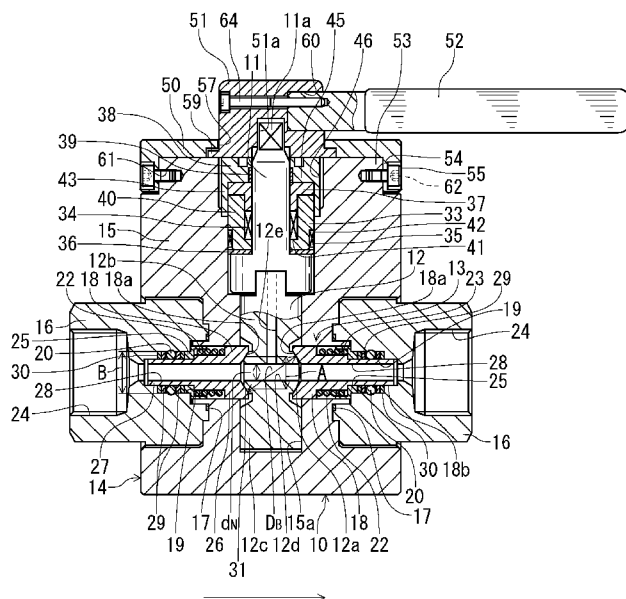
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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 (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: TRUNNION BALL VALVE FOR HIGH PRESSURE, AND HYDROGEN STATION

(54) 発明の名称: 高圧用トラニオン型ボール弁並びに水素ステーション



(57) Abstract: Provided are a trunnion ball valve for high pressure, and a hydrogen station which are configured so that low-torque characteristics during operation are obtained and which have improved durability which maintains sealing characteristics for a long period of time. A trunnion ball valve is configured in such a manner that seal mechanisms are disposed on both sides of a ball so as to be in seal contact therewith, the ball being provided in a rotatable manner within the body, and in such a manner that the seal mechanisms comprise: seat retainers which have seal surfaces in seal contact with the ball surface; spring members which are mounted in order to apply spring force to the seal surface side; and seal members which are mounted on the outer peripheral surface of the seat retainers. Coating layers consisting of diamond-like carbon are applied to at least both the ball surface and the seal surfaces so that sliding characteristics and sealing characteristics between the ball surface and the seal surface are ensured.

(57) 要約: 操作時における低トルク性を実現しつつ、シール性を長期にわたって維持し得る耐久性を向上した高圧用トラニオン型ボール弁並びに水素ステーションを提供する。ボデー本体内に回転自在に設けたボールとシール接触するシール機構をボールの両側位置に配置し、シール機構は、ボール面とシール面とを有するシートリテーナと、シール面側に弾発力を付与するために装着したバネ部材と、シートリテーナの外周面に装着したシール部材からなるトラニオン型ボール弁において、少なくともシール面とボール面の双方にダイヤモンドライクカーボンによるコーティング層を施して摺動性と密封性を発揮するようにした。

ル接触するシール面を有するシートリテーナと、シール面側に弾発力を付与するために装着したバネ部材と、シートリテーナの外周面に装着したシール部材からなるトラニオン型ボール弁において、少なくともシール面とボール面の双方にダイヤモンドライクカーボンによるコーティング層を施して摺動性と密封性を発揮するようにした。

WO 2013/129560 A1

明 細 書

発明の名称：

高圧用トラニオン型ボール弁並びに水素ステーション

技術分野

[0001] 本発明は、ボール弁に関し、特に、水素等の高圧流体が流れる水素ステーションなどの設備に好適な高圧用トラニオン型ボール弁並びに水素ステーションに関する。

背景技術

[0002] 近年、エネルギー政策の見直しに伴って、燃料電池自動車用水素ステーションの供給インフラの普及が強く推進されている。水素ステーションなどの高圧流体が流れる配管設備では、例えば、水素の圧力の場合、80MPa以上の高圧になるため、高圧流体用のバルブが用いられる。このような高圧流体を流すためのバルブとして、例えば、特許文献1のニードルバルブが知られている。ニードルバルブは、ニードルの往復動により流路を開閉する構造になっている。

[0003] 一方、流量を確保しながら流路をオンオフする場合に適したバルブとして、トラニオン型ボール弁を使用することがある。この種のボール弁として、例えば、特許文献2のトラニオン型ボール弁が知られている。このトラニオン型ボール弁は、ボデー内にステムとトラニオン（ロウステム）とを介して金属製のボール弁体が回転自在に装着され、このボール弁体の両側にシール用のボールシートが取付けられたシートリテーナが装着された構造になっている。このような高圧用のバルブでは、漏れを確実に防ぐために高い密封性を維持することが要求されている。さらに、高圧下においてバルブの操作性を確保するために、ステムとシート側との摺動性も満足させる必要もある。

[0004] ボールとシートとの密封性を向上させるようにした高圧ガス用のトラニオン型ボール弁としては、例えば、特許文献3のボール弁が開示されている。このボール弁では、高圧下においてボールとシートとの密封性を向上するた

めに、ボールにおけるシートとの接触表面に、ダイヤモンドライクカーボンが蒸着されている。

また、ダイヤモンドライクカーボンで皮膜を形成したバルブとして、特許文献4の電磁弁が開示されている。この電磁弁では、弁箱の内周面と弁体の外周面の少なくとも一方の摺動面にコーティング膜が形成され、このコーティング膜としてダイヤモンドライクカーボンが用いられ、これにより摺動性を高めようとしている。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特表2007-535648号公報
特許文献2：特開2012-13141号公報
特許文献3：特開2004-76884号公報
特許文献4：特開2011-174569号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、水素ステーションで特許文献1のようなニードルバルブを用いて水素を流そうとした場合、この水素が高圧であることで圧力損失が大きくなるため、水素の充填に時間がかかるという問題が生じる。
- [0007] 一方、高圧流体用のトラニオン型ボール弁では、特にボールとシート側との摺動性及び密封性の双方を向上させることが重要になる。この場合、特許文献2のボール弁において、摺動性を確保するために一般的に使用されているPEEK（ポリエーテルエーテルケトン）やPTFE（ポリテトラフルオロエチレン）などの樹脂材料をシート側の材料に使用すると、この軟質の樹脂材料が高圧下では傷付きやすくなることから、密封性を確保できなくなるおそれがある。このように、高圧下では密封性を確保するためには耐久性の点からもシール部もしくはシール面の硬度を高める必要がある。
- [0008] 特許文献3では、ボールのシートとの接触表面のみにダイヤモンドライク

カーボンを蒸着することで耐久性を向上させ、高圧ガスを流す際のシール性（密封性）を維持しようとしているが、このボール弁ではシール性を向上させる代わりに、ボールとシートとの密着性の上昇によってこれらの間の摺動性が悪化するおそれがある。

[0009] 特許文献4の電磁弁では、弁箱の内周面、弁体の外周面の摺動面にダイヤモンドライクカーボンによるコーティング膜を形成して摺動性を高めているが、この電磁弁では弁座の密封性の向上については開示ないし示唆されていない。

[0010] 更に、高圧流体用のバルブでは、高圧流体によってボールが二次側に強く押される状態となる。例えば、90 MPaの流体圧を加えた場合、呼び径9／16（ポート径6.4 mm）のボールバルブでは約1 tの荷重がボールに加わる。この場合、ボールにはステムが接続されており、このステムはパッキンでシールされている。従って、ボールが二次側に強く押された際、ボールとステムとが略一体に接続されている構造ではステムまで二次側に傾くおそれがあり、パッキンによるシール性が損なわれるおそれがある。

[0011] また、特許文献2のようにボールの上下に円柱状の軸を設けた構造においては、軸の外周を積層した軸受（ボールベアリング）で回転自在に支持している。ところが、90 MPaのように高圧の流体を加えた場合、ボールの球状部付近が最も強く二次側に押され、その結果、球状部近傍に配置されたボールベアリングが破損するおそれがあった。

[0012] 本発明は、上記の課題点を解決するために開発したものであり、その目的とするところは、特に、高圧流体用に適しており、弁体側と弁座側との摺動性を高めて操作時における低トルク性を実現しつつ、密封性を向上させることで極めて高いシール性能を発揮してそのシール性を長期にわたって維持し得る耐久性を向上した高圧用トラニオン型ボール弁並びに水素ステーションを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0013] 上記目的を達成するため、請求項1に係る発明は、ボデー本体内に回転自

在に設けたボールとシール接触するためのシール機構をボールの両側位置に配置し、シール機構は、ボールのボール面とシール接触するシール面を有するシートリテーナと、シール面側に弾発力を付与するために装着したバネ部材と、シートリテーナの外周面に装着したシール部材からなるトラニオン型ボール弁であって、少なくともシートリテーナのシール面とこのシール面と接触するボール面の双方にダイヤモンドライクカーボンによるコーティング層を施して摺動性と密封性とを発揮するようにした高圧用トラニオン型ボール弁である。

[0014] 請求項2に係る発明は、シートリテーナのシール面を、ボール面の球径中心から偏位させた位置で、かつボール面の半径よりもやや長い半径に設定し、シール面のボール面とのシール位置を当該シール面の略中央位置とした高圧用トラニオン型ボール弁である。

[0015] 請求項3に係る発明は、シートリテーナのシール面は、ボール面の球径中心点からボールの流路方向であるX軸と交差するY軸方向に所定距離偏位した点から、偏位した側と反対方向に180°の角度でボール面よりやや長い半径でそれぞれ描いた半球面の一部を軌跡面とした高圧用トラニオン型ボール弁である。

[0016] 請求項4に係る発明は、シートリテーナの母材硬度をボールの母材硬度よりも高く設定した高圧用トラニオン型ボール弁である。

[0017] 請求項5に係る発明は、シートリテーナの母材をBeCu合金とし、ボールの母材をステンレス鋼とした高圧用トラニオン型ボール弁である。

[0018] 請求項6に係る発明は、シール面とボール面の何れか一方又は双方のコーティング層表面になじみ層を施した高圧用トラニオン型ボール弁である。

[0019] 請求項7に係る発明は、ボールには、上軸部と下軸部を一体に設け、この上下軸部の外周にラジアルベアリングを介して回転自在に設け、かつボールを軸部に接合したステムの回転力を介して回転自在に設けると共に、ステムの下端部に形成した平行二面溝に軸部の上端に設けた平行二面部を連動可能に接合し、弁閉時における高圧流体でボールを押圧したとき、上下軸部を有

するボールを二次側方向に垂直状態で支受けするようにした高圧用トラニオン型ボール弁である。

[0020] 請求項 8 に係る発明は、ラジアルベアリングは、剛性筒体の内周面にポリテトラフルオロエチレンをコーティングした高圧用トラニオン型ボール弁である。

[0021] 請求項 9 に係る発明は、ステムの上端部に手動操作ハンドルを取付けて手動操作ボール弁とし、又は、ステムの上端部を、ボデー本体に搭載した自動操作アクチュエータに連結して自動操作のボール弁とした高圧用トラニオン型ボール弁である。

[0022] 請求項 10 に係る発明は、高圧水素の供給ラインに高圧用トラニオン型ボール弁を設けた水素ステーションである。

発明の効果

[0023] 請求項 1 に係る発明によると、特に、高圧流体用に適したトラニオン型構造のボール弁を提供でき、少なくともシートリテーナのシール面とボール面の双方にダイヤモンドライクカーボンによるコーティング層を施すことで、弁体側と弁座側との摺動性を高めて操作時の低トルク性を実現しつつ、密封性を向上させることで極めて高いシール性能を発揮してそのシール性を長期にわたって維持し得る耐久性を向上でき、高圧下において、これらの両方の特性を兼ね備えながら弁体を操作できる。これにより、バネ部材のバネ定数を小さくした場合でも、高圧流体用のトラニオン構造のボール弁により自緊力を発揮して確実に高圧流体の漏れを防止しつつ、優れた操作性によって手で簡単に弁体操作することもできる。

[0024] 請求項 2 又は 3 に係る発明によると、ボール面とシール面とを振れ幅を許容した線接触又は面接触で当接させてシールすることが可能になり、必要最小限の接触面積によってボール面とシール面との密封性を確実に保持しつつ、低トルク性を高めることができる。しかも、シール面のボール面とのシール位置を当該シール面の中央位置としていることで、シール面に均圧状態でボール面を圧接してシール性を向上し、漏れを確実に防止できる。

- [0025] 請求項4に係る発明によると、ダイヤモンドライクカーボンの層を維持し、特にシートリテーナの硬度が高くなることで耐久性が向上し、このシートリテーナが薄肉の筒状である場合にも傷付きを防止して高いシール性を維持できる。しかも、万が一ダイヤモンドライクカーボンが減耗した場合でも、母材の硬度差により最低限の摺動性が確保され、シール性を長期にわたって維持でき、耐久性を向上できる。このように、ダイヤモンドライクカーボンのコーティング層の下に硬度の高いシートリテーナを設けていることで、フェールセーフ機能が発揮されて高圧の水素の漏れが確実に防がれる。
- [0026] 請求項5に係る発明によると、シートリテーナの母材を銅基合金からなるBeCu合金とすることで水素に対する耐久性を向上しつつ、このシートリテーナの強度が高まることでダイヤモンドライクカーボンの健全性に寄与し、摺動性と密封性との双方を高めることができる。更に、シートリテーナと母材との硬度差を最適な状態に設定することで、仮に、ダイヤモンドライクカーボンのコーティング層が減耗した場合にも、シートリテーナのベリリウム層により漏れを防ぐことができると共に、このシートリテーナが銅合金であることから、ボールによるシートリテーナのかじりを防いで作動不良を回避できる。
- [0027] 請求項6に係る発明によると、シール面とボール面の何れか一方又は双方のコーティング層表面になじみ層を設けることで、シール面とボール面とのなじみ性を高めて摩擦による消耗を防止しつつ摺動性を向上できる。なじみ層により密着度も高めるためシール性も向上する。
- [0028] 請求項7に係る発明によると、ステムシール用のパッキンである内径シール部材の定位置を確実に保持し、有効にシール機能が発揮される。すなわち、上下軸部を有するボールを二次側方向に垂直状態で支受けするようにしたので、ボールが平行二面溝に沿って流路方向に沿ってやや平行移動可能になり、弁閉時に高圧力が加わってボールが流路方向に荷重を受けたときにやや平行移動、もしくは高荷重を受けボールが歪んだ場合も傾き現象が確実に防止される。そのため、ボールの回転操作を繰り返しおこなった場合にも耐久

性やトルク性を維持でき、内径シール部材によるステムの高いシール性を維持できる。

[0029] 請求項 8 に係る発明によると、高圧流体によってラジアル方向の過大な力がボールに加わった場合にも、ラジアルベアリングによりトルク性を確保し、繰り返し回転動作した場合にも軟性のポリテトラフルオロエチレンにより摺動抵抗が小さく、より摺動性が高まることで、ボールの耐久性を向上して劣化を抑えることができる。

[0030] 請求項 9 に係る発明によると、手動操作又は自動操作によってボールを回転操作でき、高圧流体の圧力や種類、設置場所などの使用条件に応じて適宜の操作を選択しながら設置できる。

[0031] 請求項 10 に係る発明によると、操作時の低トルク性を実現しつつ、密封性を向上させることで極めて高いシール性能を発揮してそのシール性を長期にわたって維持し得る耐久性を向上できる高圧用トラニオン型ボール弁を備え、高圧下において、これらの両方の特性を兼ね備えながら操作できる。これにより、ボール弁により自緊力を発揮して確実に高圧流体の漏れを防止しつつ、優れた操作性によって自動や手動で簡単に弁体操作して流路を切り換えて所定量の水素を供給又は停止することができる。特に、水素ステーションのメンテナンス頻度を著しく低減することができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]本発明における高圧用トラニオン型ボール弁の一実施形態を示した縦断面図である。

[図2]図 1 の高圧用トラニオン型ボール弁の分離断面図である。

[図3]シートリテーナを示す縦断面図である。

[図4]ボールとシートリテーナとのシール状態を示した要部拡大図である。

[図5]図 1 の一部拡大断面図である。

[図6]本発明における高圧用トラニオン型ボール弁の他の実施形態を示した縦断面図である。

[図7]図 6 の高圧用トラニオン型ボール弁の弁閉状態を示す要部拡大断面図で

ある。

[図8]図7のA-A拡大断面図である。

[図9]図6のボール弁とアクチュエータとを示す分離斜視図である。

[図10]本発明における高圧用トラニオン型ボール弁の他の実施形態を示した縦断面図である。

[図11]水素ステーションを示したブロック図である。

発明を実施するための形態

[0033] 以下に、本発明における高圧用トラニオン型ボール弁の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。図1においては、本発明における高圧用トラニオン型ボール弁の一実施形態を示しており、図2においては、図1の分離断面図を示している。

[0034] 図1、図2に示すように、本発明におけるボール弁本体（以下、弁本体という）10は、内部にステム11を介して弁体であるボール12が回転自在に設けられ、このボール12をシール接触するためのシール機構13がボール12の両側位置に配置されており、特に高圧流体を流す場合に好適なトラニオン型ボール弁の構造である。

[0035] 弁本体10はボデー本体14により構成され、このボデー本体14は、ボデー15と、このボデー15の一次側と二次側とにそれぞれ設けられたキャップ部材16、16とからなっている。ボデー本体14内には、ボール12、シール機構13が内装されている。ここで、本実施形態における高圧とは、例えば、35MPa以上であり、水素ステーション用の配管設備では70～105MPa、具体的には90MPaを想定している。

[0036] ボデー15は、略四角形状に形成され、このボデー15の両側にガスケット17を挟着した状態でキャップ部材16、16が螺着部16aを介して螺着されてボデー本体14が構成される。キャップ部材16の内周面にはシートリテーナ18装着用の装着穴19が設けられ、この装着穴19にシートリテーナ18が嵌挿可能に設けられている。さらに、装着穴19にはシール部材20を装着可能になっている。

[0037] また、装着穴１９には、この装着穴１９よりも拡張した拡張溝部２３が形成され、この拡張溝部２３と後述のバネ部材２２との間に略筒状に形成したスペーサ２５が装着されている。スペーサ２５とシートリテーナ１８の間には、バネ部材２２が弾発状態で装着される。装着穴１９の他方側には、めねじ部２４が連通して形成され、このめねじ部２４には図示しない外部継手を螺着可能になっている。なお、キャップ部材１６は、接着や溶着等の接合手段によりボデー１５と一体化することも可能である。

[0038] ボール１２は、例えば、ＳＵＳ３１６などのステンレス鋼を母材として形成され、ボール面１２ａを有し、このボール面１２ａにシートリテーナ１８がシール可能になっている。このボール１２は、上部側の軸部（上軸部）１２ｂと、下部側のトラニオン（下軸部）１２ｃとを有し、この上軸部１２ｂと下軸部１２ｃとがボデー１５の取付穴１５ａに取付けられることで回転自在になっている。ボール１２をステム１１により回転操作した場合、ボール１２内部に形成された連通孔１２ｄとシートリテーナ１８内に形成された内部流路２８とが連通したときに流体を流すことが可能になっている。ボール１２の母材をＳＵＳ３１６としたときには、ビッカース硬さがＨｖ２００以下となる。ボール１２をステンレス鋼で形成する場合、このボール１２が接液部位であることから、水素脆化のない素材を材料とすることが望ましい。

ボール１２の上軸部１２ｂの内部には、連通孔１２ｄからボールの上面側に連通する均圧孔１２ｅが設けられ、この均圧孔１２ｅにより弁開時のキャビティ内の圧力を抜くことができるようになっている。

[0039] シール機構１３は、シートリテーナ１８、バネ部材２２、シール部材２０からなっている。

シートリテーナ１８は、例えば、ＢｅＣｕ合金（ベリリウム銅合金）などの銅基合金を母材として形成される。シートリテーナ１８の母材として、特に、ＢｅＡ－２５（ベリリウム銅）に溶体化処理＋冷間加工＋硬化処理（熱処理）をおこなったものを用いた場合、ステンレス鋼ＳＵＳ６３０以上の強度を持ちながら、比較的軟質である銅成分の含有によるシール性を発揮でき

る。シートリテーナ 18 の母材をベリリウム銅とした場合、熱処理後のビッカース硬さは $H_v 360 \sim 450$ となり、その機械的性質としては、例えば、引張強さが $1200 \sim 1500 \text{ MPa}$ 、 0.2% 耐力が $1000 \sim 1400 \text{ MPa}$ となる。シートリテーナを銅基合金で形成した場合、水素による脆化も防がれる。

シートリテーナ 18 の形成時には、ボール面 12 a の当接側であるシール面 18 a において、研磨加工を施すことが望ましい。

[0040] 本実施形態において、シートリテーナ 18 の母材硬度は、ボール 12 の母材硬度よりも高く設定され、「ダイヤモンドライクカーボンの硬度」 $>$ 「シートリテーナの母材硬度」 $>$ 「ボールの母材硬度」の関係性を有している。これによって、万が一、後述するダイヤモンドライクカーボン (Diamond-like carbon: DLC) が消耗した場合でも、ボール面 12 a の DLC とシートリテーナ 18 の母材との硬度差、あるいは、ボール面 12 a の DLC が消耗した場合でも、ボールとシートリテーナの各母材の硬度差によって、いわゆる”かじり”を生ずることなく、最低限の摺動性が確保され、シール性を長期にわたり維持できる耐久性のあるボール弁となる。本実施形態では、上述したようにシートリテーナ 18 に BeCu を用いていることで、よりシール性を維持できる。すなわち、DLC を設けていること、シートリテーナ 18 の母材とボール 12 の母材との間に硬度差を設けていること、シートリテーナ 18 の母材を BeCu 合金としていること、という二重、三重の設定により、高圧の水素が漏れることのないようにフェールセーフをおこなっている。

なお、目的に応じて、ボールの母材硬度をシートリテーナの母材硬度と同等、もしくは、高く設定してもよい。

[0041] シートリテーナ 18 の具体的形状としては、ボール 12 側に対向配置される拡径部 26 と、この拡径部 26 よりも縮径した筒部 27 とが設けられる。前記のように拡径部 26 におけるボール 12 との対向面側にシール面 18 a が設けられ、このシール面 18 a とボール面 12 a とがシール接触可能にな

っている。シートリテーナ 18 の母材は、摺動部品としての機能を発揮可能であればアルミブロンズなどの銅合金や、銅基合金以外の材料であってもよい。本実施形態では、耐圧摺動部品であるシートリテーナ 18 の筒部が小径かつ薄肉であることから、変形を防止すべく機械的性質の高い $B e C u$ 合金を用いている。

[0042] 図 3 において、シートリテーナ 18 のシール面 18 a を設ける場合を述べる。図において、ボール面 12 a の球径中心点 P からボール 12 の流路方向に X 軸、この X 軸と交差する Y 軸を設ける。球径中心点 P から Y 軸方向に所定距離 H の間をあけて 2 箇所の偏位点（オフセット点）Q、Q を設ける。各オフセット点 Q、Q から偏位（オフセット）側と反対方向に 180° の角度でボール面 12 a の半径 R_B よりもやや長い半径 R で半球面 S、S をそれぞれ描くことにより、この半球面 S の一部を軌跡面としたシール面 18 a が構成される。すなわち、図 4 において、シール面 18 a は、所定距離 H のオフセット点 Q、Q から描かれたボール面 12 a のやや長い半径 R の軌跡の一部であり、このシール面 18 a は半径 R で描かれることになる。

[0043] このとき、シール面 18 a のボール面 12 a とのシール位置 T が当該シール面 18 a の略中央位置になるようにオフセット点 Q の所定距離 H を設定する。一例として、図 1 におけるボール 12 の内部流路径 d_N が 10 mm であって、ボール面 12 a の球径 D_B が $\phi 20\text{ mm}$ （半径 R_B が 10 mm ）のときには、やや長い半径 R（半径 $R_B + \Delta r$ ）として、距離 H を Δh としたオフセット点 Q を設定し、このオフセット点 Q より軌跡面を描くようにすればよい。オフセット点 Q の球径中心点 P からの所定距離 H は、ボール面 12 a の球径に応じて適宜変更することができる。本実施形態においては、 $\Delta r > \Delta h$ の関係になるよう設定している。

[0044] 仮に、オフセット点 Q を設けることなく、シートリテーナ 18 のシール面 18 a をボール面 12 a よりやや長い半径で設定してしまうと、ボール 12 がシートリテーナ 18 のシール面 18 a の内周縁部位に当接してしまう。すると、内周縁部位がボール面 12 a に極所的に当接することとなり、DLC

が破損するおそれが高くなる。これを回避するために内周縁部位に丸みをつけ、極所的な当接を避ける技術も考えられるが、ボール 12 の位置が X 軸方向にずれることになり、ボール 12 上部の軸部などを細くせざるを得ないなどの新たな問題を生じてしまう。

本実施形態では、オフセット点 Q を設けることにより、シートリテーナ 18 のシール面 18 a と前記ボール面 12 a とのシール位置を当該シール面の略中央位置になるようにした。その上で、DLC を施す前の仕上加工をボール 12 に施すことにより、シートリテーナ 18 とボール 12 とを面接触シールにてシールさせるようにしている。

[0045] 本発明は、線接触又は面接触で当接させたシール面を有し、線接触といえども、実際には所定の中を有した接触シール面を形成している。例えば、面接触シールの幅は、Y 軸と略平行に形成される環状の密着部位であり、例えば、0.5 mm 程度の幅になるようにする。本実施形態のトラニオン型ボール弁は高圧用であるため、ボール 12 は流体圧により微量変位するが、面接触シール幅を前記のように設定することで、環状の密着部位が維持される。しかも、図 4 に示すように、シール位置 T は、当該シール面 12 a の略中央位置に設定されていることから、ボール弁の使用中にこのシール位置 T の位置が若干ずれた場合にも環状の密着状態が維持される。

[0046] シートリテーナ 18 の筒部 27 には、シール部材 20 と後述するバックアップリング 29、30 とが配設されている。この筒部 27 がキャップ部材 16 の装着穴 19 に嵌挿されることで、シートリテーナ 18 が流路方向に移動可能になっている。筒部 27 の外周面にはシール部材 20 が密着状態で装着され、シートリテーナ 18 の流路方向への移動時には、このシール部材 20 によって筒部 27 と装着穴 19 とがシールされる。また、シートリテーナ 18 の内側には高圧流体が流れる内部流路 28 が形成されている。

[0047] シートリテーナ 18 とボール 12 とによるシール部位を構成する際には、少なくともシートリテーナ 18 のシール面 18 a と、このシール面 18 a と接触するボール面 12 a の双方に、ダイヤモンドライクカーボンによるコー

ティング層 31 を施して、シートリテーナ 18 とボール 12 とにおける、摺動性と密封性とを発揮できるようにした。

この場合、シール面 18a とボール面 12a の何れか一方又は双方のコーティング層 31 表面には、なじみ層 32 が施されている。

[0048] DLC は、主に炭化水素、或は炭素の同素体からなるアモルファスの硬質膜であり、高硬度であって、潤滑性、耐摩耗性、表面平滑性、化学的安定性などの特性に優れている。DLC を施す場合の製法としては、プラズマ CVD 法や PVD 法により成膜することができる。

[0049] プラズマ CVD 法で DLC を設ける場合、アセチレン等の炭化水素ガスを用いてチャンバー内で原料ガスをプラズマ化し、気相合成した炭化水素を部品表面に蒸着する。この場合、原料に水素が含まれるため、DLC にも水素が含有されることになる。

一方、PVD 法により DLC を設ける場合、例えば、スパッタリング法やイオンプレーティング法がある。この場合、原料となる黒鉛を真空中でイオンビーム、アーク放電、グロー放電等にさらし、飛び散った炭素原子を部品表面に付着させる。この方法の場合には、炭素のみで DLC を設けることができ、水素フリーの DLC を施すことも可能になる。

ボール弁の流路に高圧流体である水素が流れたときには、コーティング層 31 の DLC 内部に水素流体が浸入することがあるが、本実施形態の DLC には水素が含有されており、この DLC が母材からより剥離するおそれはない。

[0050] DLC を施す場合、ボール 12 にボール面 12a 全面、シートリテーナ 18 には図 3 に示した太線部分に DLC 処理する。この場合、ビッカース硬さをシートリテーナやボールの母材に比して十分に高い硬度、例えば、HV 1500～3000 までの範囲とすることが望ましく、膜厚 2～3 μm 程度で処理面に均等な厚さに設けるようにする。なじみ層 32 は、必要に応じ、適宜の厚みによって設けられる。

DLC のコーティング層 31 を施した部品は、高面圧摺動部品として使用

可能となり、さらになじみ層 32 を設けていることで初期なじみ性能が向上する。

[0051] シール機構におけるバネ部材 22 は、例えば、コイルスプリングからなり、装着穴 19 に嵌挿されたシートリテーナ 18 の拡張部 26 とスペーサ 25 との間に装着され、バネ部材 22 によりシートリテーナ 18 のシール面 18a 方向に弾発力が付与される。バネ部材 22 は、皿バネであってもよい。

[0052] シール部材 20 は、例えば、ゴム製の O リングからなり、バックアップリング 29、30 とともに装着穴 19 に装着され、これにより、ボデー本体 14 側の装着穴 19 とシートリテーナ 18 の外周面 18a との間に配設される。シール部材 20 側に配設されるバックアップリング 29 は、例えば、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）により形成され、このバックアップリング 29 の外側に配設されるバックアップリング 30 は、例えば、PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）により形成される。

[0053] シール部材 20 とバックアップリング 29、30 は、それぞれ上記以外の別の材質の材料によって形成されていてもよいが、この場合にも、ゴムや PTFE と同程度の軟質材料をそれぞれ用いることが好ましく、軟質材料を用いることにより装着穴 19 に変形させて装着しやすくなる。シール部材 20 は、両側にバックアップリング 29、30 が配置された状態で装着穴 19 に装着され、このバックアップリング 29、30 により両側が保護されている。

[0054] 上記のボール 12 とシール機構 13 とによるシール機能により、弁本体 10 はバネ部材 22 がシートリテーナ 18 に付与する弾発力と、シール部材 20 の内径側で設定された流体圧とによりシール機構 13 による押圧力を発揮させることにより自緊力とによる、いわゆる 2 重シール方式により高圧流体を封止できる構成になっている。

[0055] ステム 11 の外周側には、下側パッキン座金 33、内径シール部材 34、外径シール部材 35、スラストベアリング 36、下側パッキン座金 33 の上方側から嵌め込み可能な上側パッキン座金 37、グランド 38、ブッシュ 3

９が設けられており、ステム１１は、これらを介してボデー１５内に回転自在に装着される。

[0056] 下側パッキン座金３３は、ステム１１との間をシールする内径シール部材３４が収納される円筒部４０と、内径シール部材３４を載置するための底部４１とを有している。円筒部４０の外周側には環状溝４２が形成され、この環状溝４２に外径シール部材３５が装着される。このように、内径シール部材３４、外径シール部材３５が、ステム１１と下側パッキン座金３３、下側パッキン座金３３とボデー１５との間にそれぞれ装着されていることで、ステム１１の軸装部分からの高圧流体の漏れが防がれている。

[0057] 下側パッキン座金３３は、スラストベアリング３６を介してステム１１の上部側に配設され、これにより、ステム１１がスラストベアリング３６を介して内径シール部材３４、上側パッキン座金３７に対して回転自在となる。

[0058] グランド３８は、略筒状に形成され、内側に上側パッキン座金３７、下側パッキン座金３３を嵌入可能な環状鍔部４３と、上側パッキン座金３７を上方から被蓋する蓋部４５とを有している。グランド３８は、上側パッキン座金３７の上方側より、ボデー１５に形成した装着凹部４６に螺着により取付けられ、内径シール部材３４を収納し、外径シール部材３５が取付けられた上下側パッキン座金３７、３３をスラストベアリング３６方向に押圧している。グランド３８の内周側にはブッシュ３９が装着され、このブッシュ３９により上側パッキン部材３７が下側パッキン座金３３側に押さえつけられる。ブッシュ３９は、例えば、ＰＥＥＫを材料として設けられる。

[0059] このような構成により、弁本体１０内に高圧流体が流れて、図１において外気との差圧によりステム１１が上昇する方向の力が加わった場合にも、上下側パッキン座金３７、３３により内径シール部材３４が保護されているため、この内径シール部材３４が軸方向に潰れることが防止され、シール性の低下を防いで確実に高圧流体の漏れが防止される。このため、内径シール部材３４の消耗を防いでステム１１の操作性の低下を抑えることも可能になっている。

[0060] また、弁本体 10 のボデー 15 にはカバー 50 が取付けられ、このカバー 50 を介してハンドルキャップ 51、手動用ハンドル 52 が取付けられている。

カバー 50 は、略円板状に形成され、その底面側にはボデー 15 上面側に形成された環状突部 53 に嵌合可能な鍔状の側面部 54 が設けられ、この側面部 54 には、座ぐり部 55 と、切欠部 56 とが 90° の間隔で互い違いに 2 つずつ形成されている。カバー 50 の中央部には、ハンドルキャップ 51 を挿入するための穴部 57 が形成され、この穴部 57 には、図示しない規制片が突設形成され、この規制片によってステム 11 の回転が 90° の範囲に規制される。

[0061] ハンドルキャップ 51 は、グランド 38 と略同径の略円柱状に形成され、その外周側にはカバー 50 の規制片に係止可能な係止片 59 が突設形成されている。ハンドルキャップ 51 の底面側には、ステム 11 の上端部に形成された平行部 11a が嵌合可能な嵌合穴部 51a が形成され、ハンドルキャップ 51 は、この嵌合穴部 51a と平行部 11a との嵌合によりステム 11 に一体化される。また、ハンドルキャップ 51 には取付穴部 60 が形成され、一方、ハンドル 52 の取付部位は、この取付穴部 60 に嵌入可能な外径に設けられている。

なお、ボデー 15 の環状突部 53 における側面の座ぐり部 55 と切欠部 56 とが対応する位置には雌ネジ 61 が設けられ、この雌ネジ 61 に固着ボルト 62、図示しない止めネジが螺着可能になっている。

[0062] ハンドルキャップ 51 は、嵌合穴部 51a と平行部 11a との嵌合によりステム 11 に対して所定の向きに取付けられ、この状態でカバー 50 がハンドルキャップ 51 の上から環状突部 53 に嵌合装着される。更に、固着ボルト 62、止めネジが、それぞれカバー 50 の座ぐり部 55、切欠部 56 を介して雌ネジ 61 に螺着されることによりハンドルキャップ 51 が固定され、このハンドルキャップ 51 の取付穴部 60 にハンドル 52 を嵌入して固定用ボルト 64 で固定することで、ステム上端側にハンドル 52 が操作可能に取

付けられる。ハンドル 52 の回転操作時には、係止片 59 が規制片に当接して規制され、ステム 11 を 90° の回転角度に回転規制しながら開閉操作可能になる。

このように、ステム上端側に手動用ハンドル 52 を取付けることで、弁本体 10 は手動式のバルブとして設けられている。

なお、本発明の高圧用トラニオン型ボール弁は、前記のように手動用のハンドルを取付ける以外にも、後述するように空気圧式アクチュエータ等の自動操作用アクチュエータにより自動化することも可能である。

[0063] 続いて、本発明の高圧用トラニオン型ボール弁の上記実施形態における作用を説明する。

本発明の高圧用トラニオン型ボール弁は、少なくともシートリテーナ 18 のシール面 18a とこのシール面 18a と接触するボール面 12a の双方にダイヤモンドライクカーボンによるコーティング層 31 を施して摺動性と密封性とを発揮するようにしているので、高圧水素ガスなどの高圧流体が流れるときに高面圧による摺動性を確保して、シートリテーナ 18 とボール 12 との何れの側にも傷が発生することを防ぎつつ、低トルク性とシール性を確保して漏れを確実に防止しながら操作性を向上できる。DLC を $2 \sim 3 \mu\text{m}$ の膜厚のコーティング層 31 で設けていることで、真球度や仕上げ粗さなどの母材の超精密加工をコーティング後も保つことができる。

[0064] ボール面 12a の球径中心点 P からボール 12 の流路方向である X 軸と交差する Y 軸方向に所定距離 H でオフセットしたオフセット点 Q から、オフセット側と反対方向に 180° の角度でボール面 12a の半径 R_B よりもやや長い半径 R でそれぞれ描いた半球面 S の一部を軌跡面としたシール面 18a を構成しているので、シール面 18a のボール面 12a とのシール位置 T を当該シール面 12a の略中央位置とし、ボール面 12a とシール面 18a とが傾いた状態で当接することを防いで、シール面 18a にボール面 12a を均圧状態で圧接してシール性を向上し、確実に漏れを防止している。

[0065] 仮に DLC が減耗した場合であっても、シートリテーナ 18 の母材硬度を

ボール 12 の母材硬度よりも高く設定していることで、シートリテーナ 18 の耐久性を向上してボール 12 の回転によるかじりなどによる傷付きを防ぐことができる。これにより高いシール性を発揮する。

しかも、シートリテーナ 18 の母材を B e C u 合金とし、ボール 12 の母材をステンレス鋼としていることで、このメタルシートの採用により水素温度変化の影響を受けにくくなって耐久性が向上する。D L C のコーティング層 31 が減耗した場合にも、シートリテーナ 18 の母材の B e C u 合金によるベリリウム層によって漏れを回避できる。

[0066] シール面 18 a とボール面 12 a の何れか一方又は双方のコーティング層 31 表面になじみ層 32 を施しているので、シール面 18 a とボール面 12 a とのなじみ性を高めて摩擦による消耗を防止しつつ摺動性を向上できる。しかも、なじみ層 32 により密着度も高めるため、シール性も向上する。

[0067] 本発明の弁本体 10 は、シール機構 13 のシートリテーナ 18 の内径側で流体圧を設定しているので、以下のような自緊力を得ることができる。

図 1、図 5 において、仮にシートリテーナ 18 の左側を一次側、右側を二次側とした場合、図 1 の矢印に示すように一次側から二次側に流体が流れるときに、シール面 18 a の内径 ϕA 、シール部材 20 の内径 ϕD 、シール面 18 a の外径 ϕC 、シール部材 20 の外径 ϕB とすると、内径 $\phi D < \text{内径 } \phi A < \text{外径 } \phi C < \text{外径 } \phi B$ の関係に設定している。従って、一次側の自緊力に関しては、弁閉時に内径 $\phi D - \text{内径 } \phi A$ の面積に加わる流路中の流体圧により、シートリテーナ 18 がボール 12 に押圧される。

一方、二次側の自緊力に関しては、外径 $\phi C - \text{内径 } \phi D$ の面積に加わるキャビティ内の流体圧により、シートリテーナ 18 がボール 12 に押圧される。

このことから、本発明の高圧用トラニオン型ボール弁は、前述したバネ部材 22 の弾発力と自緊力との 2 重シール方式の相乗効果により、優れた自封力を発揮して確実に高圧流体を封止できる。

[0068] 図 6 においては、本発明におけるトラニオン型ボール弁の第 2 実施形態を

示しており、図 7 においては図 6 の要部、図 8 においては、図 7 における A-A 断面であり、ステムとボールとの嵌合状態を示している。なお、この実施形態において、前記実施形態と同一部分は同一符号によって表し、その説明を省略する。

[0069] この実施形態の高圧用トラニオン型ボール弁においては、図 7 に示すように、ボール 12 に前記実施形態と同様に上軸部 12b と下軸部 12c とが一体に設けられ、この上下軸部 12b、12c の外周にラジアルベアリング 110、110 を介してボール 12 が回転自在に設けられている。

[0070] 図 7 に示すように、ラジアルベアリング 110 は、例えばステンレス鋼などの剛性筒体 110a の内周面にポリテトラフルオロエチレン (PTFE) などの軟性部材 110b がコーティングされている。このようにラジアルベアリング 110 でボール 12 を支えることにより、高圧流体によってボール 12 にラジアル方向の大きな力が加わった場合にも、トルク性を維持して耐久性も高めることが可能になっている。この場合、ボール 12 の上軸部 12b、下軸部 12c を、一对の前記円柱状ラジアルベアリング 110、110 で支持する。このラジアルベアリング 110 は、ボール 12 の球状部近傍からステム接続部近傍までを支持する、長尺形状に設定している。これにより、ボール 12 の球状部付近に加わる荷重を、長尺状のラジアルベアリング 110 によりステム接続部近傍まで分散することにより、ベアリングの破損を防いでいる。そのため、耐久性のある高圧用ボールバルブが得られる。本実施形態は、ボール 12 をボデー 15 の上部から挿入するトップエントリー型の構造であるが、ボール 12 をボデー 15 の下部から挿入するボトムエントリータイプであっても、本発明は適用可能である。

[0071] ボール 12 の上軸部 12b にはステム 11 が接合され、このステムの回転力を介してボール 12 が回転自在に設けられている。ステム 11 は、スラスト方向の摺動面 103 を有し、この摺動面 103 と下側パッキン座金 33 との間にスラストベアリング 105 が装着されている。スラストベアリング 105 は、図示しない薄板状のステンレス板などの剛性板に PTFE が被覆さ

れ、ステム 11 の摺動面 103 や下側パッキン座金 33 にはこの PTFE が当接する。ステム 11 は、このスラストベアリング 105 を介してスラスト方向にも軸受けされている。

[0072] 図 7、図 8 に示すように、ステム 11 の下端部には平行二面溝 102 が形成され、この平行二面溝 102 は、ボール 12 の弁閉時の荷重を受ける方向、すなわち、図 7 において左右の方向に切欠くように設けられている。一方、ボール 12 の上軸部 12b の上端には平行二面溝 102 に接合可能な平行二面部 101 が形成されている。ステム 11 とボール 12 とは、接合状態の平行二面溝 102 と平行二面部 101 とによって連動可能に設けられ、弁閉時における高圧流体でボール 12 を押圧したとき、上下軸部 12b、12c を有するボール 12 をラジアルベアリング 110 を介して二次側方向に垂直状態で支受けするようになっている。

[0073] 弁閉時において、ボール 12 に高圧流体の圧力が加わったときには、前記のようにボール 12 が上軸部 12b、下軸部 12c がラジアルベアリング 110 で支えられているが、平行二面部 101 と平行二面溝 102 とを介してステム 11 に対してやや平行移動する。このことによって、ステム 11 をシールするパッキンである内径シール部材 34 の位置ずれを防いで定位置を保持し、ステム 11 の傾きを防ぐことができる。このため、内径シール部材 34 によるステム 11 外周側のシール機能が有効に発揮される。よって、高圧流体によるステム 11 側からの漏れを確実に防ぎ、ボール 12 の回転動作を繰り返しおこなったとしても、バルブとしての耐久性やトルク性、内径シール部材 34、外径シール部材 35 によるシール性を維持できる。

[0074] スラストベアリング 105、ラジアルベアリング 110 は、ボデー 15 に螺着されるグラント 38 により、上方側から押圧されて位置決め固定される。このとき、ステム 11 の上部側がグラント 38 の内周側に装着された押圧用のブッシュ 39 によって支えられ、内径シール部材 34、外径シール部材 35 が定位置に装着される。

[0075] なお、この実施形態では、ステム 11 に凹状の平行二面溝 102、ボール

12に凸状の平行二面部101を形成した場合を説明したが、この凹凸関係は逆であってもよく、すなわち、ステム11に凸状の平行二面部、ボール12に凹状の平行二面溝を設けるようにしてもよい。

[0076] 更に、この高圧用トラニオン型ボール弁では、図6、図9に示すように、ステム上端部11bに自動操作作用の空圧アクチュエータ82が取付けられている。

本発明の高圧用トラニオン型ボール弁は、前述したようにステム11の上端部11bに手動操作作用ハンドル52を取付けて手動操作作用ボール弁とするか、又は、ステム11の上端部11bを、ボデー本体15に搭載した自動操作作用アクチュエータ82に連結して自動操作作用のボール弁とすることが可能になっている。

アクチュエータ82は、カバー50を介してボデー本体15に取り付けられる。このアクチュエータ82により、二次側方向に垂直状態で支受けされたボール12を所定のトルクで正確に回転制御できる。

[0077] カバー50は、取付開口部83を有する基板84と垂下側板85より成り、基板84にはボルト通し穴86が形成され、垂下側板85には位置決め用溝87、座ぐり穴88がそれぞれ90度の間隔で互い違いに形成されている。これにより、位置決め用溝87、座ぐり穴88が垂下側板85に対してそれぞれ2ヶ所ずつ設けられている。

[0078] ボール弁本体10のボデー15の軸装部80上部の外周側は環状に切欠き形成され、これにより環状突部90が形成されている。環状突部90の外周面には、バルブ固定ボルト91、取付ピン92が螺合可能なめねじ部93が略90度の間隔で4ヶ所に均等配置されている。環状突部90の上面には収納溝94が形成され、この収納溝94には、アクチュエータ82にカバー50を固定するためのアクチュエータ固定ボルト95の頭部96を収納可能になっている。

[0079] アクチュエータ82の下部側には、カバー50に形成された取付開口部83に嵌入可能な環状凸部97が形成され、アクチュエータ82の底面側には

、アクチュエータ固定ボルト 9 5 を螺着可能な図示しない雌ネジが設けられている。

[0080] アクチュエータ 8 2 をボール弁本体 1 0 に取付ける場合には、先ず、軸装部 8 0 のめねじ部 9 3 に取付ピン 9 2 を螺着する。この場合、9 0 度間隔で形成された 4 ヶ所のめねじ部 9 3 のうち、対向する 2 ヶ所のめねじ部 9 3 に対して取付ピン 9 2、9 2 をそれぞれ図に示すように固定する。

一方、取付開口部 8 3 にアクチュエータ 8 2 の環状凸部 9 7 を嵌入して位置決めさせ、かつ、ボルト通し穴 8 6 よりアクチュエータ固定ボルト 9 5 を通してこのアクチュエータ固定ボルト 9 5 を雌ネジに螺合させることにより、アクチュエータ 8 2 の所定の取付位置にカバー 5 0 を螺着する。

[0081] 次に、アクチュエータ 8 2 と一体化させたカバー 5 0 をボール弁本体 1 0 に取付ける。この場合、位置決め用溝 8 7 に軸装部 8 0 上部の外側面に設けた取付ピン 9 2 を係止させて位置決め固定させながら、垂下側板 8 5 の内周側に環状突部 9 0 を嵌合させ、カバー 5 0 を軸装部 8 0 の上面に載置させることで、アクチュエータ 8 2 が軸装部 8 0 の所定位置に搭載される。このとき、アクチュエータ 8 2 に設けられた出力軸 1 2 0 の下端側に形成された凹状部 1 2 1 に、ステム 1 1 の上端側に形成された凸状部 1 2 2 を嵌合して出力軸 1 2 0 とステム 1 1 とを接続する。また、アクチュエータ固定ボルト 9 5 の頭部 9 6 は、軸装部上面の収納溝 9 4 に収納される。

[0082] この状態で、垂下側板 8 5 よりめねじ部 9 3 にバルブ固定用ボルト 9 1 を螺着することで、カバー 5 0 をボール弁本体 1 0 に位置決め固定することができ、このカバー 5 0 を介してアクチュエータ 8 2 をボール弁本体 1 0 の所定位置に正確に位置決め固定できる。アクチュエータ 8 2 の作動時には正確にボール 1 2 を開閉操作できる。なお、位置決めピンに代えてバルブ固定用ボルト 9 1 を 4 ヶ所とすることも可能である。

[0083] アクチュエータ 8 2 は、いわゆるスプリングリターン型であり、内部にはスプリング部材 1 1 5 が装着され、このスプリング部材 1 1 5 の飛び出し防止用のリテーナ部材 1 1 6 が設けられている。リテーナ部材 1 1 6 には、突

状の突当て部 117 が形成され、内部に設けられたピストン 118 がシリンダ 119 内を往復動するときこの突当て部 117 がシリンダ 119 の内部両側に当接する。このことにより、ピストン 118 の図示しないストロークを規制し、出力軸 120 の回転角度を所定角度、すなわち 90° に規制している。

[0084] 図 11 においては、本発明の高圧用トラニオン型ボール弁を設けた水素ステーションを示している。水素ステーションは、蓄圧器 70、圧縮機 71、ディスペンサ 72、プレクール熱交換器 73、迅速継手 74、充填ホース 75、充填ノズル 76、車載タンク 77 を有し、これらは高圧水素の供給ライン 78 としてシステムを構成している。

[0085] 本発明のボール弁は、圧力損失が小さいので、蓄圧器 70 の二次側に設けたり、その他の供給ラインに設けることによって、システム全体の圧力損失が小さくなり、図 10 に示すシステムに好適である。図 10 に示すように、水素ステーションの各ユニットの接続部位に手動弁 81 を設け、各ユニットの一次側又は二次側に適宜に自動弁 80 を設けて開閉制御している。

[0086] 蓄圧器 70 の内部は、複数のタンクに分かれており、それぞれのタンクと圧縮機 71 とを接続するバルブ 80、及びそれぞれのタンクとディスペンサ 72 とを接続するバルブ 80 を適宜切り替えることにより、所定圧に至ったタンクから水素をディスペンサに供給する一方、所定の下限值圧を下回ったタンクには、圧縮機 71 から水素を前記所定圧に至るまで充填する。

[0087] 図 6 の水素ステーションのブロック図の供給ライン 78 に示したように、所定のプログラムによってシステムにおける水素供給を制御したり、車両供給量に応じて適宜に水素を供給制御するようにしている。

[0088] 図 10 は、高圧用トラニオン型ボール弁の他の実施形態を示した縦断面図である。

図 1 はトップエントリータイプのボール弁を示したものであり、図 10 はボトムエントリータイプのボール弁を示したものである。図 10 に示すボール弁構造は、図 1 ～図 9 に示したボール弁の構造と同一構造を含んでいるの

で、その同一部分は同一符号で示して、その説明を省略する。

[0089] 同図において、ボデー 150 の一次側と二次側にそれぞれキャップ部材 16、16 を螺着部 16a を介して螺着固定されている。また、ボデー 150 の取付穴 150a にステム 11 と上軸部 12b と下軸部 12c を有するボールをボデー 150 のボトム側から挿入し、ボデー 150 の突出部 203 に螺着部 200 を介して締付部 201 を有する固定ねじ 202 で固定してボトムエントリータイプのボール弁を構成する。この場合、ステム 11 とボール 12 を挿入した取付穴 150a との間隙には、例えば、断面略 U 字状等のパッキン 206、金属製ブッシュ 205、ベアリング 204、ラジアルベアリング 110 (110a、110b) を取付けており、図中 207 は空間を示している。

[0090] 本例におけるボトムエントリータイプの高圧用トラニオン型ボール弁は、トップエントリータイプに比してステム 11 のシール構造を簡素化することが可能となり、よりコンパクトで堅固なボール弁を提供することができる。

実施例

[0091] 本発明の高圧用トラニオン型ボール弁のボール 12、シートリテーナ 18 に対して水素耐久試験を実施し、その耐久性を比較した。このとき、常温、低温 (−40℃)、高温 (85℃) の温度下において、熱サイクルが −40℃~85℃ までの温度の高圧流体を流しながらボール 12 を開閉操作するものとした。高圧流体としては、水素ガスを使用した。

[0092] この条件下において、ボール 12 を 4 万回開閉操作したところ、摺動性、密封性の双方ともに異常はみられなかった。高圧流体を流したときに圧力差 90MPa が生じたが、このときの操作トルクをアクチュエータの定格圧力である、例えば、9.4N・m に抑えることができ、高い操作性を維持できたといえる。

産業上の利用可能性

[0093] 本発明は、特に、燃料電池で使用される高圧流体の水素等が流れる水素ステーションなどの配管設備に好適であるが、高圧流体が流れる管路であれば

優れたシール性とトルク性を発揮でき、例えば、CNG（Compressed Natural Gas：圧縮天然ガス）ステーションにおけるバルブや、或は、パイプライン用バルブなどの各種の高圧流体の流れる場所で使用される高圧用ボール弁として適している。

符号の説明

- [0094] 1 0 ボール弁本体
- 1 1 ステム
- 1 2 ボール
- 1 2 a ボール面
- 1 2 b 軸部（上軸部）
- 1 2 c トラニオン（下軸部）
- 1 3 シール機構
- 1 4 ボデー本体
- 1 8 シートリテーナ
- 1 8 a シール面
- 1 8 b 外周面
- 2 0 シール部材
- 2 2 バネ部材
- 3 1 コーティング層（ダイヤモンドライクカーボン）
- 3 2 なじみ層
- 5 2 ハンドル
- 8 2 アクチュエータ
- 1 0 1 平行二面部
- 1 0 2 平行二面溝
- 1 0 3 摺動面
- 1 1 0 ラジアルベアリング
- 1 1 0 a 剛性筒体
- H 距離

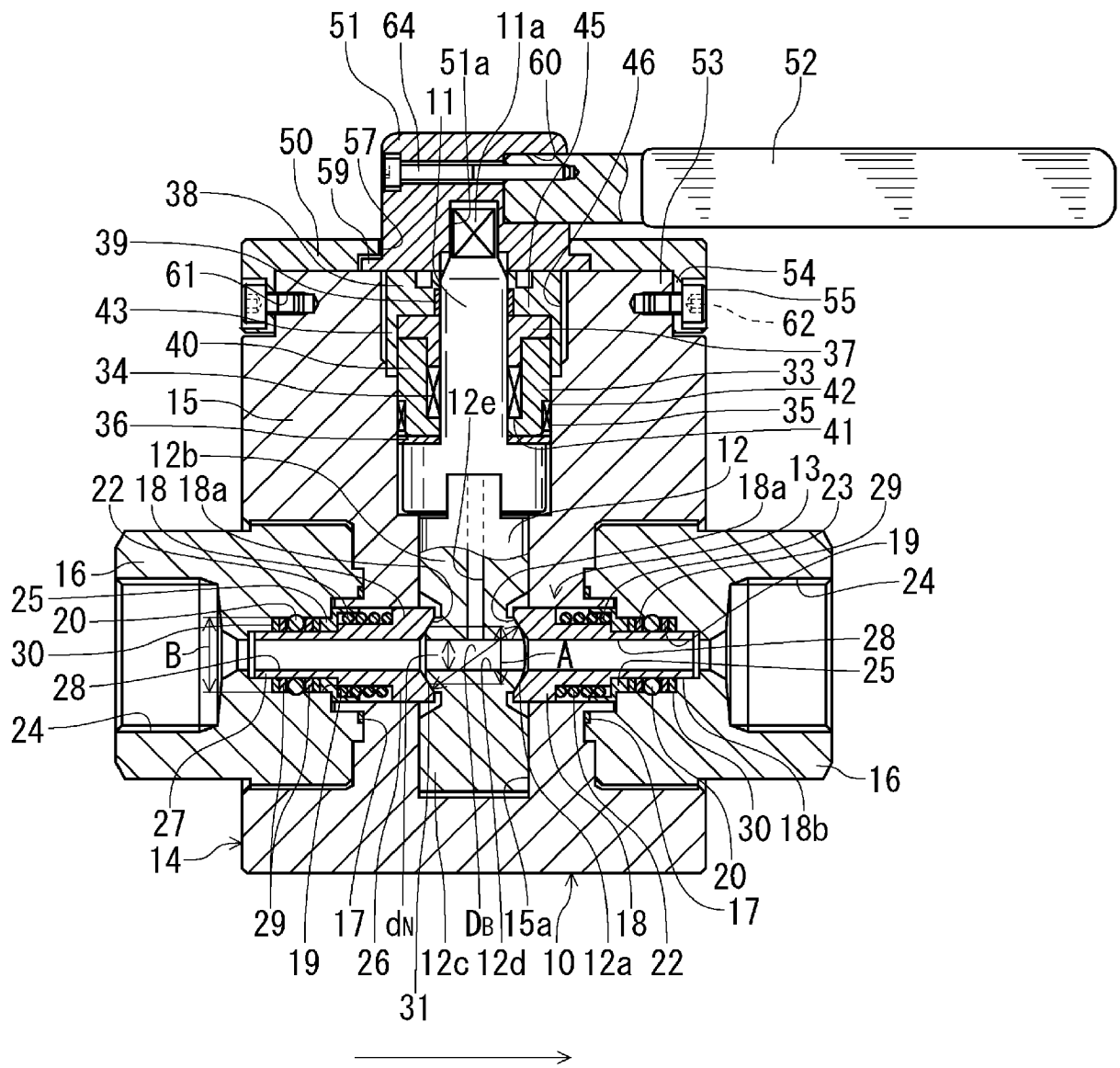
- P 球径中心点
- Q オフセット点
- R シート
- R_B ボール面の半径
- S 半球面
- T シール位置

請求の範囲

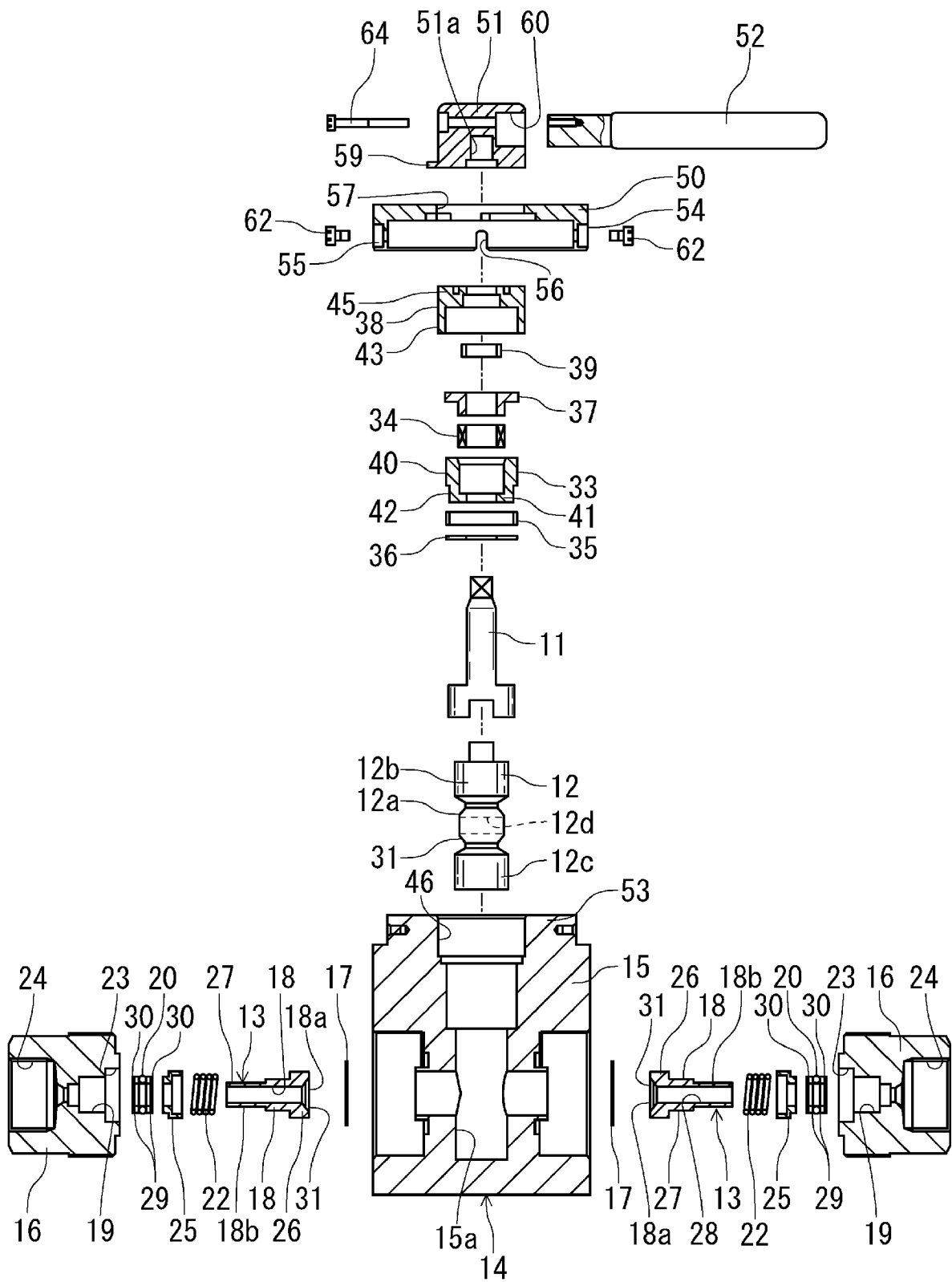
- [請求項1] ボデー本体内に回転自在に設けたボールとシール接触するためのシール機構を前記ボールの両側位置に配置し、前記シール機構は、前記ボールのボール面とシール接触するシール面を有する筒形状のシートリテーナと、前記シール面側に弾発力を付与するために装着したバネ部材と、前記シートリテーナの外周面に装着したシール部材からなるトラニオン型ボール弁であって、少なくとも前記シートリテーナのシール面とこのシール面と接触する前記ボール面の双方にダイヤモンドライクカーボンによるコーティング層を施して摺動性と密封性を発揮するようにしたことを特徴とする高圧用トラニオン型ボール弁。
- [請求項2] 前記シートリテーナのシール面を、ボール面の球径中心から偏位させた位置で、かつボール面の半径よりもやや長い半径に設定し、前記シール面の前記ボール面とのシール位置を当該シール面の略中央位置とした請求項1に記載の高圧用トラニオン型ボール弁。
- [請求項3] 前記シートリテーナのシール面は、前記ボール面の球径中心点から前記ボールの流路方向であるX軸と交差するY軸方向に所定距離偏位した点から、偏位した側と反対方向に180°の角度で前記ボール面よりやや長い半径でそれぞれ描いた半球面の一部を軌跡面とした請求項1又は2に記載の高圧用トラニオン型ボール弁。
- [請求項4] 前記シートリテーナの母材硬度を前記ボールの母材硬度よりも高く設定した請求項1乃至3の何れか1項に記載の高圧用トラニオン型ボール弁。
- [請求項5] 前記シートリテーナの母材をBeCu合金とし、前記ボールの母材をステンレス鋼とした請求項4に記載の高圧用トラニオン型ボール弁。
- [請求項6] 前記シール面と前記ボール面の何れか一方又は双方の前記コーティング層表面になじみ層を施した請求項1乃至5の何れか1項に記載の高圧用トラニオン型ボール弁。

- [請求項7] 前記ボールには、上軸部と下軸部を一体に設け、この上下軸部の外周にラジアルベアリングを介して回転自在に設け、かつ前記ボールを前記軸部に接合したステムの回転力を介して回転自在に設けると共に、前記ステムの下端部に形成した平行二面溝に前記軸部の上端に設けた平行二面部を連動可能に接合し、弁閉時における高圧流体で前記ボールを押圧したとき、前記上下軸部を有するボールを二次側方向に垂直状態で支受けするようにした請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の高圧用トラニオン型ボール弁。
- [請求項8] 前記ラジアルベアリングは、剛性筒体の内周面にポリテトラフルオロエチレンをコーティングした請求項 7 に記載の高圧用トラニオン型ボール弁。
- [請求項9] 前記ステムの上端部に手動操作用ハンドルを取付けて手動操作用ボール弁とし、又は、前記ステムの上端部を、前記ボデー本体に搭載した自動操作用アクチュエータに連結して自動操作用のボール弁とした請求項 7 又は 8 に記載の高圧用トラニオン型ボール弁。
- [請求項10] 高圧水素の供給ラインに請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載した高圧用トラニオン型ボール弁を設けたことを特徴とする水素ステーション。

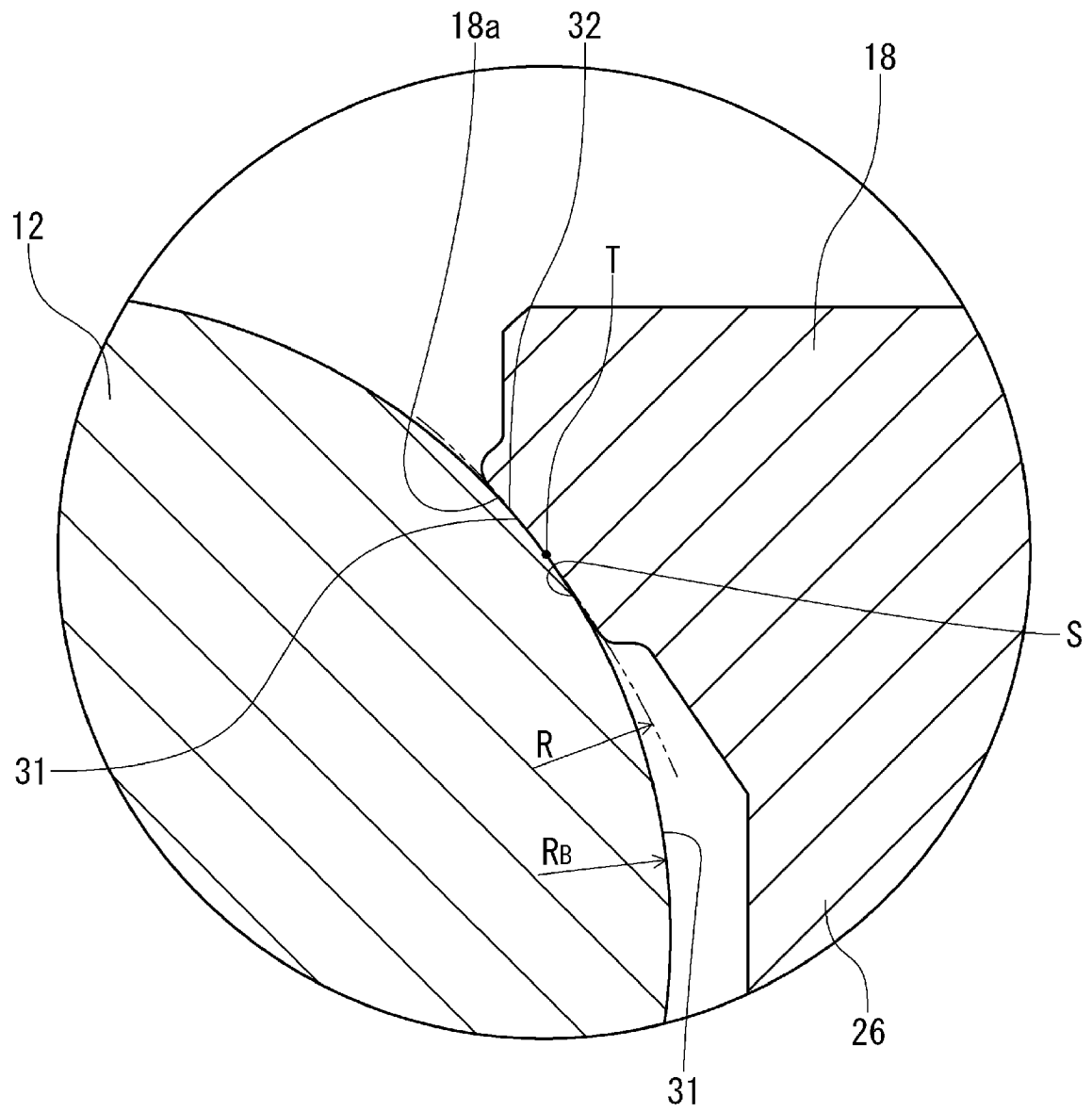
[図1]



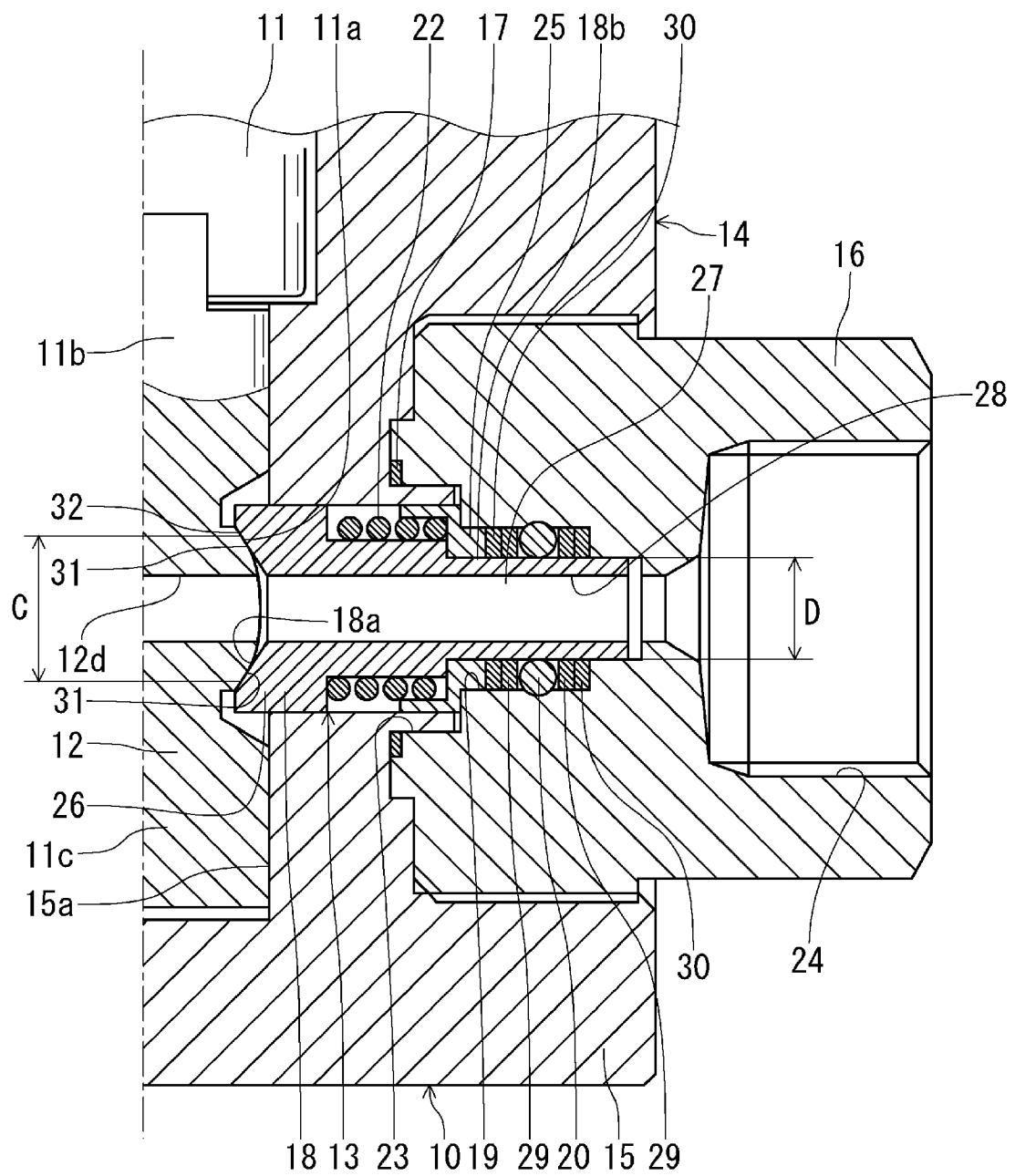
[図2]



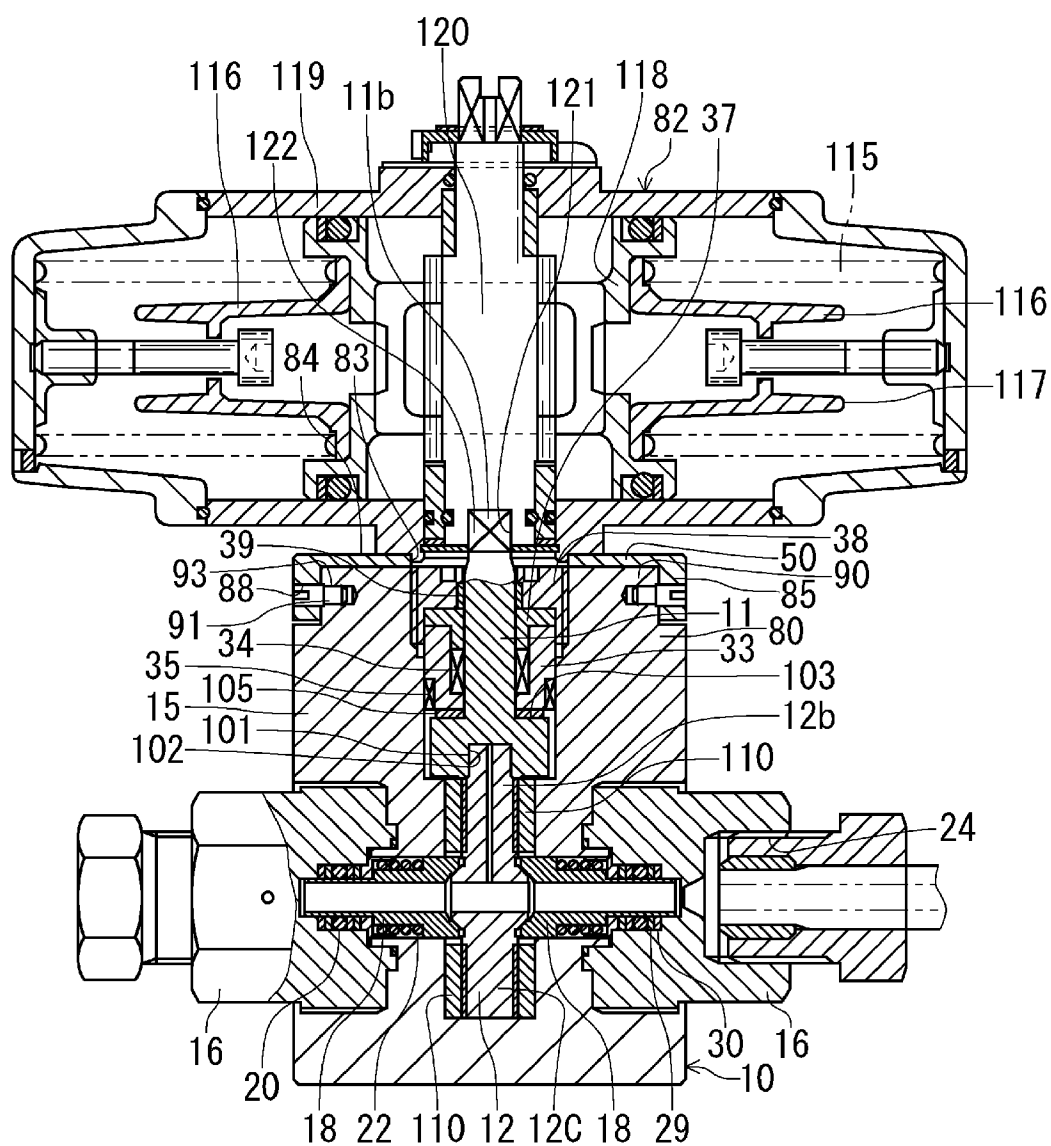
[図4]



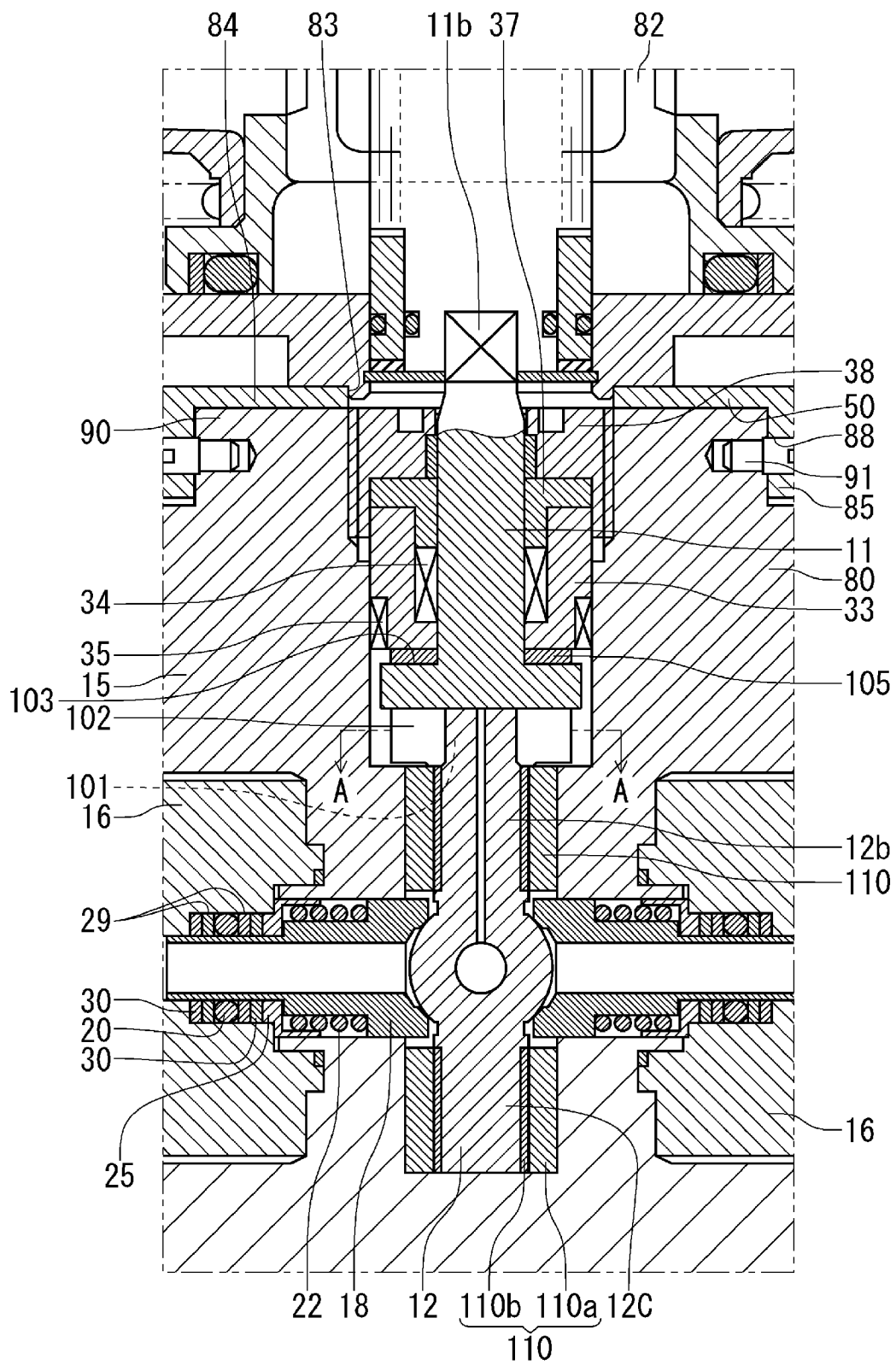
[図5]



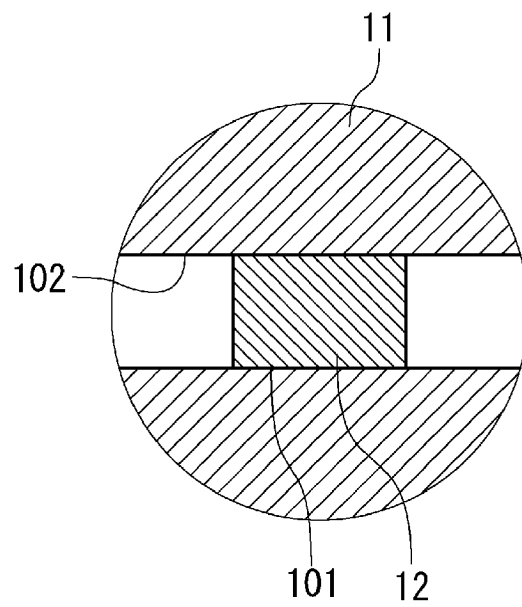
[図6]



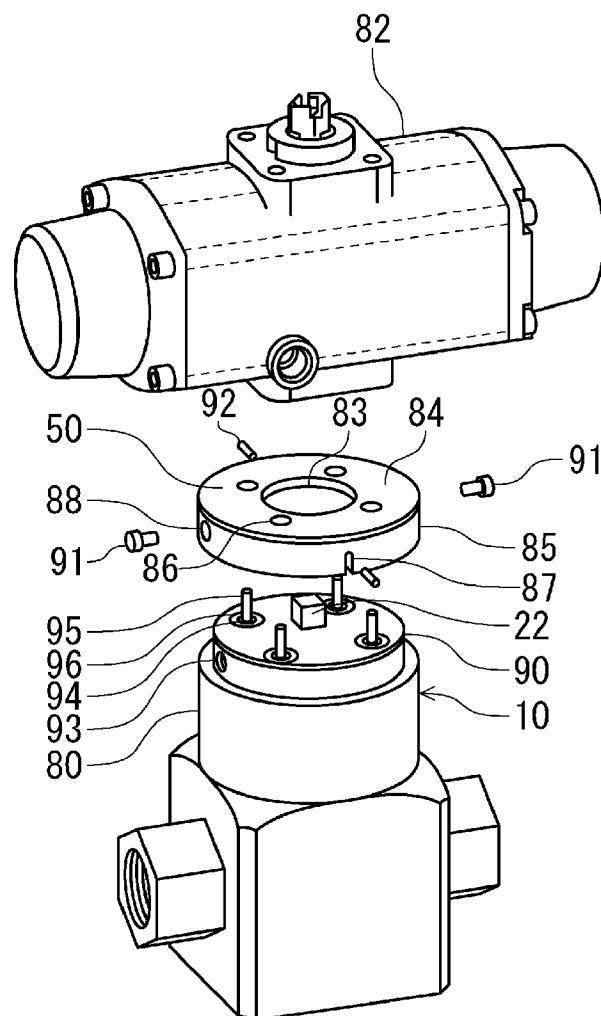
[図7]



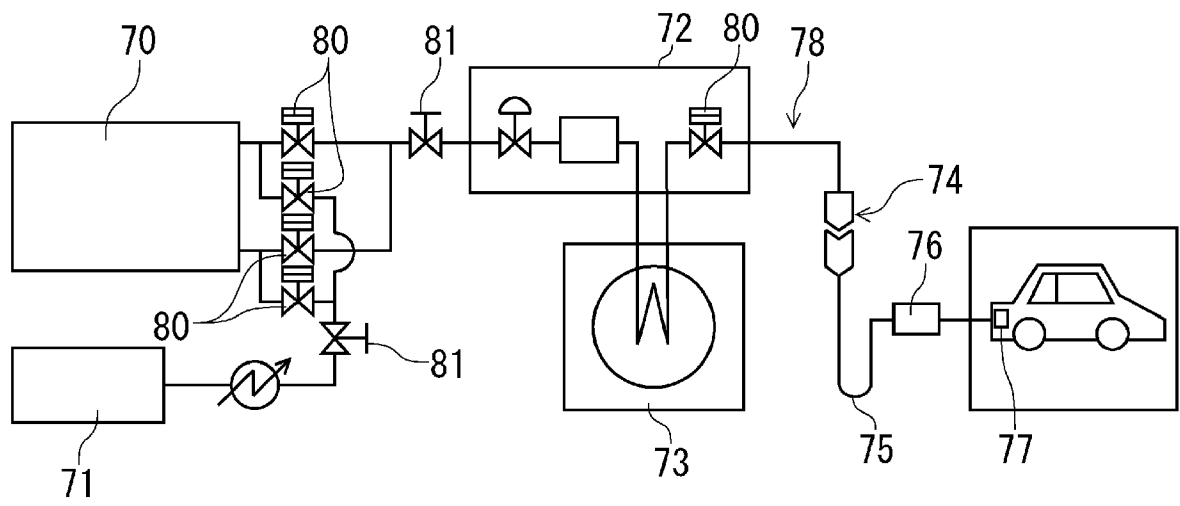
[図8]



[図9]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/055367

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16K5/06(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)

F16K5/06

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.
Y A	JP 2012-13141 A (Kitz Corp.), 19 January 2012 (19.01.2012), claims 1, 5; paragraphs [0001], [0014], [0026] to [0043], [0059]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1, 4-10 2-3
Y A	JP 2004-76884 A (Konan Electric Co., Ltd.), 11 March 2004 (11.03.2004), paragraph [0012]; fig. 1 (Family: none)	1, 4-10 2-3
Y A	JP 8-178091 A (Kyocera Corp.), 12 July 1996 (12.07.1996), paragraphs [0001] to [0005], [0008], [0010] to [0011], [0029] to [0031], [0035]; fig. 3, 7 (Family: none)	1, 4-10 2-3



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

23 May, 2013 (23.05.13)

Date of mailing of the international search report

04 June, 2013 (04.06.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/055367

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2-286973 A (Kabushiki Kaisha Keihin Seiki Seisakusho), 27 November 1990 (27.11.1990), page 2, lower left column, line 11 to lower right column, line 1; fig. 3 (Family: none)	4-5
Y	US 2010/0200791 A1 (VICTAULIC CO.), 12 August 2010 (12.08.2010), paragraph [0027]; fig. 2 & JP 2012-517568 A & WO 2010/091255 A1 & CA 2749374 A1 & CN 102257303 A	5
Y	JP 2011-1598 A (JTEKT Corp.), 06 January 2011 (06.01.2011), abstract; fig. 3 (Family: none)	6
Y	JP 7-501127 A (Fike Corp.), 02 February 1995 (02.02.1995), page 4, upper left column, lines 2 to 22; fig. 2 to 4 & US 5127628 A & WO 1993/009367 A1	7-9
Y	JP 8-261338 A (Kitz Corp.), 11 October 1996 (11.10.1996), paragraph [0015]; fig. 1 (Family: none)	8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F16K5/06(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. F16K5/06

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
Y A	JP 2012-13141 A (株式会社キッツ) 2012.01.19, 請求項 1, 5, 段落【0001】, 【0014】, 【0026】 - 【0043】, 【0059】, 図 1-2 (ファミリーなし)	1, 4-10 2-3
Y A	JP 2004-76884 A (甲南電機株式会社) 2004.03.11, 段落【0012】, 図 1 (ファミリーなし)	1, 4-10 2-3

☒ 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 3 . 0 5 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 4 . 0 6 . 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)

平瀬 知明

3 0

9 2 3 7

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
Y A	JP 8-178091 A (京セラ株式会社) 1996. 07. 12, 段落【0001】-【0005】, 【0008】, 【0010】-【0011】, 【0029】-【0031】, 【0035】, 図 3, 7 (フ ァミリーなし)	1, 4-10 2-3
Y	JP 2-286973 A (株式会社京浜精機製作所) 1990. 11. 27, 第 2 ページ 左下欄第 11 行-右下欄第 1 行, 第 3 図 (ファミリーなし)	4-5
Y	US 2010/0200791 A1 (VICTAULIC COMPANY) 2010. 08. 12, [0027], 第 2 図 & JP 2012-517568 A & WO 2010/091255 A1 & CA 2749374 A1 & CN 102257303 A	5
Y	JP 2011-1598 A (株式会社ジェイテクト) 2011. 01. 06, 要約, 図 3 (フ ァミリーなし)	6
Y	JP 7-501127 A (ファイク、コーポレーション) 1995. 02. 02, 第 4 ペ ージ左上欄第 2-22 行, 第 2-4 図 & US 5127628 A & WO 1993/009367 A1	7-9
Y	JP 8-261338 A (株式会社キッツ) 1996. 10. 11, 段落【0015】, 図 1 (フ ァミリーなし)	8