

(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
2018年2月15日(15.02.2018)



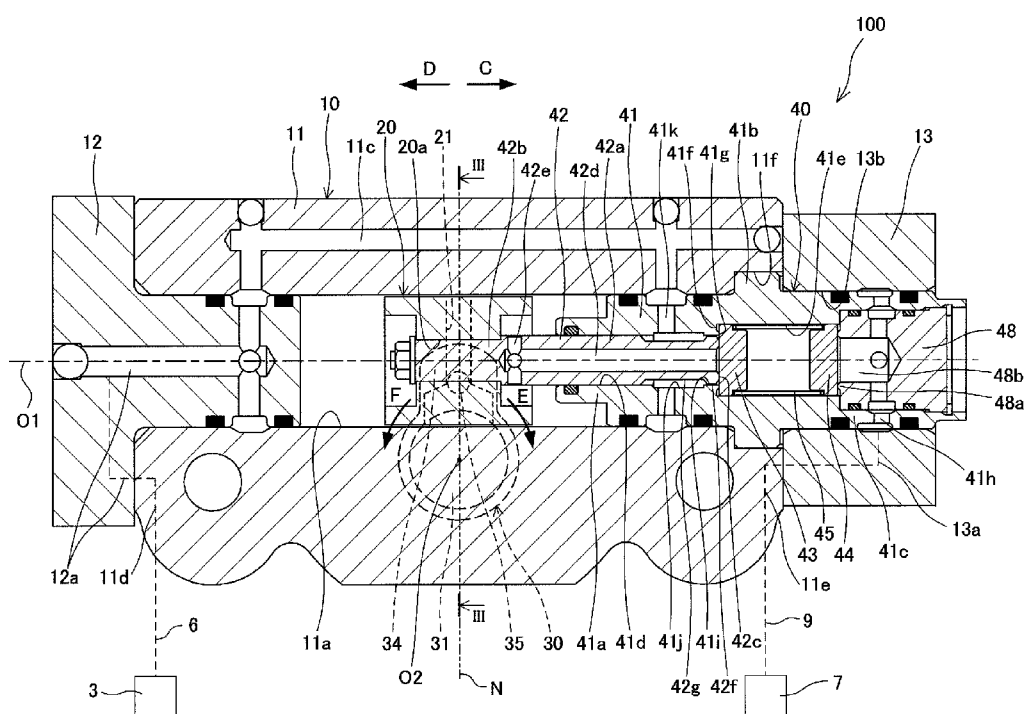
(10) 国際公開番号

WO 2018/030299 A1

- (51) 国際特許分類:
F16F 9/56 (2006.01) *F16F 9/34* (2006.01)
F16F 9/04 (2006.01) *B61F 5/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/028431
- (22) 国際出願日: 2017年8月4日(04.08.2017)
- (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 2016-158781 2016年8月12日(12.08.2016) JP
- (71) 出願人: K Y B 株式会社(KYB CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 遠藤 祐介(ENDO, Yusuke); 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル K Y B 株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人後藤特許事務所(GOTOH & PARTNERS); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目3番1号尚友会館 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: LEVELING VALVE

(54) 発明の名称: レベリングバルブ



(57) **Abstract:** A leveling valve (100) is provided with: a piston (20) housed within a housing hole (11a) formed in a housing (10); a rotor (30) rotatably supported by the housing (10); and a supply and exhaust valve (40) for causing an air spring (3) to interconnect with a compressor (7) or the atmosphere. The piston (20) has a guide groove (21), the rotor (30) has a pin (35) which is inserted into the guide groove (21), and the guide groove (21) has a first groove section (22) with which the pin (35) makes contact when the rotation angle (α) of the rotor (30) is equal to or less than a prescribed

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

value, and a second groove section (23) with which the pin (35) makes contact when the rotation angle (α) of the rotor (30) exceeds the prescribed value.

(57) 要約: レベリングバルブ (100) は、ハウジング (10) に形成された収容孔 (11a) 内に収容されるピストン (20) と、ハウジング (10) により回転自在に支持されるロータ (30) と、空気ばね (3) をコンプレッサ (7) または大気と連通させる給排弁 (40) と、を備え、ピストン (20) は、ガイド溝 (21) を有し、ロータ (30) は、ガイド溝 (21) に挿入されるピン (35) を有し、ガイド溝 (21) は、ロータ (30) の回転角 (α) が所定値以下のときにピン (35) が接する第1溝部 (22) と、ロータ (30) の回転角 (α) が所定値を超えるとピン (35) が接する第2溝部 (23) と、を有する。

明 細 書

発明の名称：レベリングバルブ

技術分野

[0001] 本発明は、レベリングバルブに関するものである。

背景技術

[0002] JP2004-52889Aには、鉄道車両等の車体と台車との間に設けられる空気ばねに対して圧縮空気を給排することで、車体の高さを一定に保つレベリングバルブが記載されている。

[0003] JP2004-52889Aに記載のレベリングバルブでは、車体の荷重変化により空気ばねによる車体の支持高さが変化すると、変化に応じてレバーが揺動し、レバーの先端に連結されたピストンが軸方向に移動する。このようなピストンの移動に伴って、空気ばねに接続された空気ばね通路に、空気圧供給源に接続された供給通路と大気開放される排気通路とのいずれかが選択的に接続される。

発明の概要

[0004] JP2004-52889Aに記載のレベリングバルブでは、ピストンの移動量はレバーの揺動角度に比例して増加し、ピストンの移動量が増加するとともに空気ばねに対して流出入する圧縮空気の流量も増加する。ここで、空気ばねに対して流出入する圧縮空気の流量は、ピストンの移動量が所定量に至ると最大となり、ピストンがさらに移動してもほとんど変化しなくなる。一方で、ピストンの移動量は、レバーの揺動角度に比例して変化するため、空気ばねに対して流出入する圧縮空気の流量が最大となった後もさらに増加する。

[0005] したがって、ピストンの移動方向におけるレベリングバルブの長さは、空気ばねに対して流出入する圧縮空気の流量ではなく、ピストンの最大移動量に合わせて設定される。この結果、レベリングバルブの全長が長くなり、車体に対するレベリングバルブの搭載性が低下するとともに、レベリングバルブ

の重量が増加するおそれがある。

[0006] 本発明は、レベリングバルブの全長を短縮することを目的とする。

[0007] 本発明のある態様によれば、車両の車体と台車との間に設けられる空気ばねの高さを調整するレベリングバルブは、前記空気ばねと連通する空気ばね通路が形成されたハウジングと、前記ハウジングに形成された収容孔内に摺動自在に収容されるピストンと、前記ハウジングにより回動自在に支持され、前記台車に対する前記車体の相対変位量に応じて回動し前記ピストンを移動させるロータと、前記ロータの回動に伴って前記ピストンが中立位置から一方向へ移動すると前記空気ばねと空気圧源とを連通させ、前記ロータの回動に伴って前記ピストンが中立位置から他方向へ移動すると前記空気ばねと大気とを連通させる給排弁と、を備え、前記ピストンは、外周に形成され摺動方向に対して直交する方向に延びるガイド溝を有し、前記ロータは、回動中心からオフセットした位置において前記ピストンに向かって突出し先端が前記ガイド溝に挿入される突起部を有し、前記ガイド溝は、前記ロータの回動角が所定値以下のときに前記突起部が接する第1溝部と、前記第1溝部よりも前記ピストンの摺動方向における幅が大きく、前記ロータの回動角が前記所定値を超えるとときに前記突起部が接する第2溝部と、を有する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本発明の実施形態に係るレベリングバルブの取付図である。

[図2]図2は、本発明の実施形態に係るレベリングバルブの軸方向の断面図である。

[図3]図3は、図2のIII-III線に沿うレベリングバルブの断面図である。

[図4A]図4Aは、本発明の実施形態に係るレベリングバルブのピストンの移動を説明するための図である。

[図4B]図4Bは、本発明の実施形態に係るレベリングバルブのピストンの移動を説明するための図である。

[図4C]図4Cは、本発明の実施形態に係るレベリングバルブのピストンの移動を説明するための図である。

[図4D]図4 Dは、本発明の実施形態に係るレベリングバルブのピストンの移動を説明するための図である。

[図4E]図4 Eは、本発明の実施形態に係るレベリングバルブのピストンの移動を説明するための図である。

[図4F]図4 Fは、本発明の実施形態に係るレベリングバルブのピストンの移動を説明するための図である。

[図5]図5は、ロータの回転角に応じて変化するピストンの移動量を示すグラフである。

[図6]図6は、ピストンの移動量に応じて変化する給排弁を流れる空気量を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。

[0010] まず、図1を参照して、本発明の実施形態に係るレベリングバルブ100の概要について説明する。

[0011] レベリングバルブ100は、鉄道車両の車体と台車との間に設けられる空気ばねの伸縮を調整して、台車に対する車体の高さを一定に維持するものである。

[0012] レベリングバルブ100は、図1に示すように、車体1側に取り付けられ、レバー4と連結棒5とを介して台車2に連結される。車体1の荷重変化により空気ばね3が伸縮して車体1の高さが変化すると、この変化が連結棒5及びレバー4を介してレベリングバルブ100に伝達される。

[0013] 車体荷重が増加して空気ばね3が収縮した場合、すなわち、台車2に対する車体1の高さが規定の高さよりも低くなった場合には、レバー4が図1に示される中立位置から上方（図1の矢印A方向）に押し上げられる。このようにレバー4が上方に変位すると、空気ばね3に連通する空気ばね通路6と圧縮空気を供給する空気圧源としてのコンプレッサ7に連通する供給通路9とがレベリングバルブ100内において連通される。これにより、コンプレッサ7から空気ばね3へ圧縮空気が供給され、空気ばね3は伸長する。空気

ばね 3 が伸長したことで台車 2 に対する車体 1 の高さが規定の高さになると、レバー 4 が中立位置に戻り、空気ばね 3 への圧縮空気の供給が停止される。

[0014] 一方、車体荷重が減少して空気ばね 3 が伸長した場合、すなわち、台車 2 に対する車体 1 の高さが規定の高さよりも高くなった場合には、レバー 4 が中立位置から下方（図 1 の矢印 B 方向）に引き下げられる。このようにレバー 4 が下方に変位すると、空気ばね通路 6 と排気通路 8 とがレベリングバルブ 100 内において連通される。排気通路 8 は一端が大気開放されているため、空気ばね 3 内の圧縮空気は大気へと排出され、空気ばね 3 は収縮する。空気ばね 3 が収縮したことで台車 2 に対する車体 1 の高さが規定の高さになると、レバー 4 が中立位置に戻り、空気ばね 3 からの圧縮空気の排出が停止される。

[0015] このように、レベリングバルブ 100 は、台車 2 に対する車体 1 の相対変位に伴って回転するレバー 4 の回転方向に応じて空気ばね通路 6 を供給通路 9 又は排気通路 8 に選択的に連通させている。これにより、車体 1 と台車 2 との間に生じた相対変位が減少し、台車 2 に対する車体 1 の高さは規定の高さに維持される。

[0016] 次に、図 2 及び図 3 を参照して、レベリングバルブ 100 の構成について説明する。図 2 は、レベリングバルブ 100 の軸方向の断面図であり、図 3 は、図 2 の III-III 線に沿うレベリングバルブ 100 の径方向の断面図である。

[0017] レベリングバルブ 100 は、空気ばね通路 6、供給通路 9 及び排気通路 8 が内部に形成されるハウジング 10 と、ハウジング 10 内に摺動自在に収容されるピストン 20 と、台車 2 に対する車体 1 の相対変位量をピストン 20 に伝達するロータ 30 と、ピストン 20 の移動方向に応じて空気ばね通路 6 を供給通路 9 又は排気通路 8 に選択的に連通させる給排弁 40 と、を備える。

[0018] ハウジング 10 は、ピストン 20 が収容される収容孔 11a が第 1 中心軸

Ｏ１に沿って貫通して形成されるメインケース１１と、メインケース１１の一方の側面に取り付けられ収容孔１１ａの一方の開口を閉塞する第１キャップ部材１２と、メインケース１１の他方の側面に取り付けられ、収容孔１１ａと同心の貫通孔１３ｂが貫通して形成される第２キャップ部材１３と、を有する。第１キャップ部材１２と第２キャップ部材１３とは、図示しないボルトを介してメインケース１１に取り付けられる。また、図示しないボルトを介してメインケース１１が車体１に取り付けられることでハウジング１０は車体１に対して固定される。

[0019] メインケース１１及び第１キャップ部材１２には、空気ばね通路６を構成する通路１１ｃ，１１ｄ，１２ａがそれぞれ形成される。これらの通路１１ｃ，１１ｄ，１２ａによって、空気ばね３は給排弁４０と連通する。また、メインケース１１及び第２キャップ部材１３には、供給通路９を構成する通路１１ｅ，１３ａがそれぞれ形成される。これらの通路１１ｅ，１３ａによって、コンプレッサ７は給排弁４０と連通する。なお、空気ばね通路６は、第１キャップ部材１２を通ることなく、メインケース１１のみに形成されていてもよい。同様に、供給通路９は、メインケース１１を通ることなく、第２キャップ部材１３のみに設けられていてもよい。

[0020] また、メインケース１１には、図３に示されるように、収容孔１１ａに対して径方向外側に開口する凹部１１ｂが形成される。ハウジング１０は、この凹部１１ｂを覆ってメインケース１１に取り付けられるカバー部材１４をさらに備える。カバー部材１４がメインケース１１に取り付けられることにより、ロータ３０が収容される収容空間１５が画定される。

[0021] カバー部材１４には、収容空間１５と外部とを連通する連通孔１４ａが形成される。連通孔１４ａは、給排弁４０と外部とを連通させる排気通路８として機能する。連通孔１４ａには、外部からの異物の侵入を防止するためにフィルタ１６が設けられる。

[0022] 給排弁４０は、一端側がメインケース１１の収容孔１１ａに挿入され他端側が第２キャップ部材１３の貫通孔１３ｂに挿入される筒状の弁ケース４１

と、一端側がピストン 20 に固定され他端側が弁ケース 41 内に挿入されるバルブロッド 42 と、弁ケース 41 内に配置される弁体等と、により構成される。給排弁 40 の具体的な構成について、以下に説明する。

[0023] 弁ケース 41 は、收容孔 11a 内に挿入される第 1 円筒部 41a と、第 2 キャップ部材 13 内に挿入される第 2 円筒部 41c と、第 1 円筒部 41a と第 2 円筒部 41c との間に設けられ、第 1 円筒部 41a 及び第 2 円筒部 41c よりも外径が大きく外周面に雄ねじが形成されたフランジ部 41b と、を有する。弁ケース 41 は、收容孔 11a の開口部に形成された雌ねじ部 11f にフランジ部 41b が螺合されることで、メインケース 11 に固定される。メインケース 11 から突出した第 2 円筒部 41c を覆うようにして第 2 キャップ部材 13 がメインケース 11 に固定されることで、第 2 キャップ部材 13 によってフランジ部 41b がメインケース 11 から抜け出ることが規制される。この結果、弁ケース 41 がメインケース 11 から外れることが防止される。

[0024] また、弁ケース 41 の内部には、第 1 円筒部 41a 側に開口しバルブロッド 42 が挿入される第 1 挿入孔 41d と、第 1 挿入孔 41d に連続して形成され、第 1 挿入孔 41d よりも内径が大きい第 2 挿入孔 41e と、第 1 挿入孔 41d と第 2 挿入孔 41e との接続部に形成される段差部 41f と、が設けられる。第 2 挿入孔 41e は、第 2 円筒部 41c 側で開口しており、第 2 挿入孔 41e の開口端には、円柱状のプラグ 48 が挿入固定される。このように、第 2 挿入孔 41e の開口端は、プラグ 48 によって閉塞される。

[0025] 段差部 41f の内周寄りの部分には、第 1 中心軸 O1 を中心とする環状の第 1 弁座部 41g がプラグ 48 側に向かって突出して形成される。また、段差部 41f に対向するプラグ 48 の端面には、第 1 中心軸 O1 を中心とする環状の第 2 弁座部 48a が段差部 41f 側に向かって突出して形成される。プラグ 48 には、一端が第 2 弁座部 48a の内周側において開口し、他端がプラグ 48 の外周面において開口する通路 48b が設けられる。

[0026] 第 2 挿入孔 41e 内には、第 1 弁座部 41g に離着座する円盤状の弁体 4

3と、第2弁座部48aに離着座する円盤状のチェック弁体44と、弁体43を第1弁座部41gに向けて付勢するとともにチェック弁体44を第2弁座部48aに向けて付勢するスプリング45と、が設けられる。つまり、スプリング45の付勢力によって、第1弁座部41gに弁体43が着座し、第2弁座部48aにチェック弁体44が着座すると、第2挿入孔41e内の空間は閉塞された状態となる。弁体43は、外周面において第2挿入孔41eに摺動支持されるとともに、外周面に設けられた図示しない切欠部を通じて弁体43で仕切られる空間同士を連通している。チェック弁体44も弁体43と同様に図示しない切欠部を通じてチェック弁体44で仕切られる空間同士を連通している。

[0027] 弁ケース41には、第2キャップ部材13に形成される通路13aとプラグ48に形成される通路48bとを連通する通路41hが形成される。コンプレッサ7から吐出された圧縮空気は、これらの通路11e, 13a, 41h, 48bを通じて、チェック弁体44の上流に導かれる。

[0028] チェック弁体44は、チェック弁体44の上流側の圧力、すなわち、コンプレッサ7側の圧力が、チェック弁体44の下流側の圧力よりも高いときには、スプリング45の付勢力に抗して第2弁座部48aから離間し、供給通路9と第2挿入孔41e内の空間とを連通させる。反対に、コンプレッサ7側の圧力がチェック弁体44の下流側の圧力よりも低いときには、チェック弁体44は、第2弁座部48aに着座し、供給通路9と第2挿入孔41e内の空間との連通を遮断する。このようにチェック弁体44は、弁体43に向かう流れのみを許容する逆止弁として機能する。

[0029] バルブロッド42は、棒状部材であり、弁ケース41により摺動自在に支持される摺動部42aと、摺動部42aよりも外径が小さく形成され、ピストン20に挿入固定される固定部42bと、を有する。

[0030] 摺動部42aには、弁ケース41内に挿入される側の端面42cにおいて開口する非貫通孔42dと、非貫通孔42d内の空間と収容孔11a内の空間とを連通する複数の貫通孔42eと、が形成される。つまり、非貫通孔4

2 d 内の空間は、貫通孔 4 2 e, 収容孔 1 1 a, 収容空間 1 5 及び連通孔 1 4 a を通じて、外部と連通する。

[0031] バルブロッド 4 2 の端面 4 2 c は、弁体 4 3 に対して離接可能であり、端面 4 2 c が弁体 4 3 に接しているとき、非貫通孔 4 2 d の開口端は弁体 4 3 によって閉塞される。

[0032] また、バルブロッド 4 2 には、弁ケース 4 1 に挿入される先端の外周に大径部 4 2 f が形成されるとともに、大径部 4 2 f に連続して大径部 4 2 f より小径の小径部 4 2 g が形成される。これに対して、弁ケース 4 1 の第 1 挿入孔 4 1 d には、大径部 4 2 f に対向する位置に縮径部 4 1 i が設けられ、小径部 4 2 g に対向する位置に拡径部 4 1 j が設けられる。大径部 4 2 f と縮径部 4 1 i との間には、環状隙間が形成される。

[0033] この環状隙間を流れる空気流には、第 1 中心軸 O 1 方向における環状隙間の流路長、すなわち、第 1 中心軸 O 1 方向において大径部 4 2 f と縮径部 4 1 i とが重なり合う長さに応じた流路抵抗が付与される。ここで、大径部 4 2 f と縮径部 4 1 i とが重なり合う長さは、弁ケース 4 1 に対するバルブロッド 4 2 の変位量に応じて変化する。つまり、弁ケース 4 1 に対するバルブロッド 4 2 の変位が比較的小さく環状隙間の流路長が長い場合は空気が流れにくくなり、弁ケース 4 1 に対するバルブロッド 4 2 の変位が比較的大きく環状隙間の流路長が短い場合は空気が流れやすくなる。

[0034] また、弁ケース 4 1 には、拡径部 4 1 j において第 1 挿入孔 4 1 d に開口するとともに弁ケース 4 1 の外周面において開口し、第 1 挿入孔 4 1 d 内の空間を、空気ばね通路 6 を構成する通路 1 1 c と連通させる貫通孔 4 1 k が複数形成される。つまり、第 1 挿入孔 4 1 d とバルブロッド 4 2 の外周面により囲まれる空間は、貫通孔 4 1 k 及び通路 1 1 c, 1 2 a, 1 1 d を通じて、常時、空気ばね 3 と連通する。

[0035] 上記構成の給排弁 4 0 によれば、バルブロッド 4 2 の端面 4 2 c が弁体 4 3 に接するとともに、弁体 4 3 が第 1 弁座部 4 1 g に着座しているときには、空気ばね通路 6 と供給通路 9 との連通、及び空気ばね通路 6 と排气通路 8

との連通が遮断された状態となる。

[0036] 一方、バルブロッド42が弁ケース41に進入する方向（図2の矢印C方向）に移動し、バルブロッド42の端面42cが弁体43に接した状態で弁体43が第1弁座部41gから離座すると、空気ばね通路6と供給通路9とが連通し、空気ばね通路6と排気通路8との連通が遮断された状態となる。

[0037] 反対に、バルブロッド42が弁ケース41から退出する方向（図2の矢印D方向）に移動し、バルブロッド42の端面42cが弁体43から離れ、弁体43が第1弁座部41gに着座しているときには、空気ばね通路6と供給通路9との連通が遮断され、空気ばね通路6と排気通路8とが連通された状態となる。

[0038] このように、給排弁40は、弁ケース41に対するバルブロッド42の移動に応じて、空気ばね通路6に対して供給通路9又は排気通路8を選択的に連通させるとともに、空気ばね通路6に対する供給通路9及び排気通路8の連通を遮断することが可能である。

[0039] 続いて、バルブロッド42を移動させるピストン20と、台車2に対する車体1の相対変位量をピストン20に伝達するロータ30について説明する。

[0040] ピストン20は、バルブロッド42の固定部42bが挿通する貫通孔20aが中央に形成された円筒状部材であり、収容孔11aによって第1中心軸O1方向に摺動自在に支持される。ピストン20の外周面の一部には、図3に示すように、断面形状が半月状のガイド溝21がピストン20の摺動方向（第1中心軸O1方向）に対して直交する方向に所定の幅を持って形成される。また、ピストン20にはその両側を連通する図示しない流路が形成される。これにより、ピストン20が第1中心軸O1方向に移動する際に、収容孔11a内の空気はこの流路を通じて移動することが可能である。

[0041] ロータ30は、円筒状の本体部31と、本体部31の一方の端部から突出して形成され、本体部31の外径よりも小さな二面幅を有する四角柱状のボス部32と、本体部31の他方の端部に設けられたフランジ部33と、フラ

ンジ部 33 の外周面から径方向外側に向かって突出して形成されたアーム部 34 と、を有する。

[0042] ロータ 30 は、図 3 に示すように、カバー部材 14 に設けられた軸受 17 , 18 を介して、支持孔 14 b により本体部 31 が支持される。このように、ロータ 30 は、第 1 中心軸 O1 と直交する方向に延びる第 2 中心軸 O2 を中心として回動自在にハウジング 10 により支持される。

[0043] また、ロータ 30 の回動中心である第 2 中心軸 O2 からオフセットしたロータ 30 のアーム部 34 には、突起部としてのピン 35 が設けられる。ピン 35 は、一端側がアーム部 34 に圧入され、他端側がアーム部 34 から突出した状態で取り付けられる。アーム部 34 から突出したピン 35 の他端側は、ロータ 30 がハウジング 10 に組み付けられた状態で、図 3 に示すように、ピストン 20 のガイド溝 21 内に挿入される。

[0044] ボス部 32 は、図 1 に示すように、レバー 4 に形成された嵌合穴 4 a に嵌合される。したがって、レバー 4 の回動に伴ってボス部 32 が回動すると、アーム部 34 に圧入されたピン 35 は、第 2 中心軸 O2 を中心として、図 2 に示す矢印 E または矢印 F の方向に移動する。ピン 35 はピストン 20 のガイド溝 21 に接しているため、ロータ 30 の回動は、ピン 35 を介してピストン 20 に伝達され、ピストン 20 はピン 35 の移動に伴って収容孔 11 a 内を第 1 中心軸 O1 方向（図 2 の矢印 C, D の方向）に移動する。

[0045] 次に、ピン 35 が接するピストン 20 のガイド溝 21 について説明する。

[0046] ガイド溝 21 は、図 4 A に示すように、ピン 35 の径とほぼ同じ幅に形成される第 1 溝部 22 と、第 1 溝部 22 に連続して形成され、第 1 溝部 22 よりもピストン 20 の摺動方向（第 1 中心軸 O1 方向）における幅が大きい第 2 溝部 23 と、を有する。第 1 溝部 22 は、台車 2 に対する車体 1 の相対変位が比較的小さいとき、すなわち、ロータ 30 の回動量が小さいときにピン 35 が接する位置に形成され、第 2 溝部 23 は、台車 2 に対する車体 1 の相対変位が比較的大きいとき、すなわち、ロータ 30 の回動量が大きいときにピン 35 が接する位置に形成される。

- [0047] 第1溝部22は、ピストン20の摺動方向（第1中心軸O1方向）に対して直交して延びる第1供給側壁22aと、ピストン20の摺動方向において第1供給側壁22aに対向して設けられる第1排出側壁22bと、の二つの壁面を有する。ロータ30の回転に応じて第1供給側壁22aにピン35が押し付けられると、ピストン20及びバルブロッド42は、空気ばね通路6と供給通路9とを連通させる方向に移動する。一方、ロータ30の回転に応じて第1排出側壁22bにピン35が押し付けられると、ピストン20及びバルブロッド42は、空気ばね通路6と排気通路8とを連通させる方向に移動する。第1供給側壁22aと第1排出側壁22bとの間の間隔は、ピン35の径とほぼ同じに設定される。このため、ピン35が第1溝部22にあるとき、ピン35は、第1供給側壁22aと第1排出側壁22bとの両方に接触した状態となる。
- [0048] 第2溝部23は、第1溝部22の幅よりも大きい所定の大きさの幅で形成された拡幅部24と、第1溝部22から拡幅部24に向かって徐々に幅が大きくなる幅変化部25と、を有する。
- [0049] 拡幅部24は、ピストン20の摺動方向（第1中心軸O1方向）に対して直交して延びる第2供給側壁24aと、ピストン20の摺動方向において第2供給側壁24aに対向して設けられる第2排出側壁24bと、の二つの壁面を有する。第2供給側壁24aと第2排出側壁24bとの間の間隔は、第1供給側壁22aと第1排出側壁22bとの間の間隔よりも大きく設定される。
- [0050] 幅変化部25は、第1供給側壁22aと第2供給側壁24aとを接続する供給側接続壁25aと、第1排出側壁22bと第2排出側壁24bとを接続する排出側接続壁25bと、を有する。供給側接続壁25aと排出側接続壁25bとの間の間隔は、第1溝部22から拡幅部24に向かって徐々に大きくなるように設定される。
- [0051] このように、第2供給側壁24aと第2排出側壁24bとの間の間隔、及び、供給側接続壁25aと排出側接続壁25bとの間の間隔は、第1供給側

壁 2 2 a と第 1 排出側壁 2 2 b との間の間隔よりも大きく、すなわち、ピン 3 5 の径よりも大きく設定される。このため、ピン 3 5 が第 2 溝部 2 3 にあるとき、ピン 3 5 は、ピストン 2 0 の摺動方向において対向する何れか一方の壁面のみに接触した状態となる。

[0052] 以上のように構成されたレベリングバルブ 1 0 0 の基本的な動作について説明する。

[0053] 車体荷重が増加して空気ばね 3 が収縮した場合、すなわち、台車 2 に対する車体 1 の高さが規定の高さよりも低くなった場合には、レバー 4 が中立位置から上方（図 1 の矢印 A 方向）に押し上げられる。レバー 4 が上方に変位するのに伴ってレバー 4 に連結されたロータ 3 0 は、第 2 中心軸 O 2 を中心として、図 2 における矢印 E 方向に回転し、ロータ 3 0 のアーム部 3 4 に設けられたピン 3 5 も矢印 E 方向に移動する。ピン 3 5 の移動は、ガイド溝 2 1 を介してピストン 2 0 に伝達されるため、ピストン 2 0 は、ピン 3 5 の移動に伴って、図 2 における中立位置 N から矢印 C 方向へと移動する。

[0054] ピストン 2 0 が矢印 C 方向に移動することで、ピストン 2 0 に連結されたバルブロッド 4 2 は、スプリング 4 5 の付勢力に抗して弁体 4 3 を第 1 弁座部 4 1 g から離間させる。この結果、供給通路 9 と空気ばね通路 6 とが連通する。具体的には、通路 1 1 e, 1 3 a, 4 1 h, 4 8 b を通り、チェック弁体 4 4 と第 2 弁座部 4 8 a との間を通過して第 2 挿入孔 4 1 e 内の空間に流入したコンプレッサ 7 から吐出された圧縮空気は、弁体 4 3 と第 1 弁座部 4 1 g との間及び大径部 4 2 f と縮径部 4 1 i との間を通過し、貫通孔 4 1 k 及び通路 1 1 c, 1 2 a, 1 1 d を通って空気ばね 3 に供給される。

[0055] このとき、バルブロッド 4 2 の端面 4 2 c は、弁体 4 3 に押圧されているため、非貫通孔 4 2 d の開口端は弁体 4 3 によって閉塞される。つまり、ピストン 2 0 が中立位置 N から矢印 C 方向に移動すると、第 1 弁座部 4 1 g と弁体 4 3 とで構成される供給弁が開放状態になって供給通路 9 と空気ばね通路 6 とが連通し、弁体 4 3 とバルブロッド 4 2 の端面 4 2 c とで構成される排出弁が閉鎖状態になって排気通路 8 と空気ばね通路 6 とが遮断された状態

になる。

[0056] このように、供給通路 9 と空気ばね通路 6 とが連通すると、コンプレッサ 7 からの圧縮空気が供給通路 9 及び空気ばね通路 6 を通じて空気ばね 3 に供給され、空気ばね 3 は伸長する。空気ばね 3 が伸長することで、台車 2 に対する車体 1 の高さが高くなり、それに伴ってレバー 4 も中立位置に近づく。レバー 4 が中立位置に近づくにつれて、ピストン 20 も図 2 における中立位置 N に向かって矢印 D 方向に移動し、やがて、車体 1 の高さが規定の高さになると、ピストン 20 は中立位置 N に至る。このとき、弁体 43 は第 1 弁座部 41g に着座するため供給弁は、閉鎖状態となる。この結果、供給通路 9 と空気ばね通路 6 との連通が遮断され、空気ばね 3 への圧縮空気の供給が停止される。

[0057] これに対して、車体荷重が減少して空気ばね 3 が伸長した場合、すなわち、台車 2 に対する車体 1 の高さが規定の高さよりも高くなった場合には、レバー 4 が中立位置から下方（図 1 の矢印 B 方向）に引き下げられる。レバー 4 が下方に変位するのに伴ってレバー 4 に連結されたロータ 30 は、第 2 中心軸 O2 を中心として、図 2 における矢印 F 方向に回転し、ロータ 30 のアーム部 34 に設けられたピン 35 も矢印 F 方向に移動する。ピン 35 の移動は、ガイド溝 21 を介してピストン 20 に伝達されるため、ピストン 20 は、ピン 35 の移動に伴って、図 2 における中立位置 N から矢印 D 方向へと移動する。

[0058] ピストン 20 が矢印 D 方向に移動することで、ピストン 20 に連結されたバルブロッド 42 の端面 42c は、弁体 43 から離間する。この結果、空気ばね通路 6 と排気通路 8 とが連通する。具体的には、空気ばね 3 内の圧縮空気は、通路 11d, 12a, 11c 及び貫通孔 41k を通り、大径部 42f と縮径部 41i との間及び弁体 43 と端面 42c との間を通過し、非貫通孔 42d 内に流れ込み、さらに、貫通孔 42e, 収容孔 11a, 収容空間 15 及び連通孔 14a を通じて、大気へ放出される。

[0059] このとき、弁体 43 はスプリング 45 の付勢力によって第 1 弁座部 41g

に押圧されているので、第2挿入孔41e内の空間と、大径部42fと縮径部41iとの間の環状隙間と、は遮断された状態になる。つまり、ピストン20が中立位置Nから矢印D方向に移動すると、弁体43とバルブロッド42の端面42cとで構成される排出弁が開放状態になって空気ばね通路6と排気通路8とが連通し、第1弁座部41gと弁体43とで構成される供給弁が閉鎖状態になって供給通路9と空気ばね通路6との連通が遮断された状態になる。

[0060] このように、空気ばね通路6と排気通路8とが連通すると、空気ばね3内の圧縮空気が空気ばね通路6及び排気通路8を通じて大気に放出され、空気ばね3は収縮する。空気ばね3が収縮することで、台車2に対する車体1の高さが低くなり、それに伴ってレバー4も中立位置に近づく。レバー4が中立位置に近づくにつれて、ピストン20も図2における中立位置Nに向かって矢印C方向に移動し、やがて、車体1の高さが規定の高さになると、ピストン20は中立位置Nに至る。このとき、バルブロッド42の端面42cは弁体43に当接するため排出弁は、閉鎖状態となる。この結果、空気ばね通路6と排気通路8との連通が遮断され、空気ばね3からの圧縮空気の排出が停止される。

[0061] このようにして、レベリングバルブ100は、台車2に対する車体1の相対変位に伴って回転するレバー4の回転方向に応じて、空気ばね3をコンプレッサ7又は大気を選択的に連通させて、台車2に対する車体1の高さが規定の高さとなるように調整する。

[0062] 続いて、ロータ30の回転角 α に対するピストン20の移動量Sの変化について、図4～6を参照して説明する。図4Aから図4Fは、ピストン20のガイド溝21の部分を中心に示した図であり、ロータ30の回転に伴ってピストン20の移動量Sがどのように変化するかを示している。また、図5は、ロータ30の回転角 α に対するピストン20の移動量Sの変化を示したグラフであり、図6は、ピストン20の移動量Sに対して給排弁40を流れる空気量Qの変化を示したグラフである。

- [0063] まず、台車 2 に対する車体 1 の高さが規定の高さから徐々に低下することでピストン 20 の移動量 S がどのように変化するかについて説明する。
- [0064] 台車 2 に対する車体 1 の高さが規定の高さにあるとき、図 4 A に示されるように、レバー 4 の変位に応じて回転するロータ 30 の回転角 α はゼロとなり、ピストン 20 は、中立位置 N に位置した状態となる。このとき、ガイド溝 21 内に挿入されたピン 35 は、第 1 溝部 22 の第 1 供給側壁 22 a と第 1 排出側壁 22 b とに接触した状態となり、ピストン 20 の位置を中立位置 N に保持するように機能する。このように、台車 2 に対する車体 1 の高さが規定の高さにあり、台車 2 に対する車体 1 の相対変位量がゼロ、すなわち、ロータ 30 の回転角 α がゼロのときのピストン 20 の移動量 S は、図 5 にも示されるように、ゼロとなる。
- [0065] また、この状態では、弁体 43 にはバルブロッド 42 の端面 42 c が当接しており、弁体 43 はスプリング 45 の付勢力によって第 1 弁座部 41 g に押圧されている。つまり、空気ばね通路 6 は、排気通路 8 及び供給通路 9 との連通が遮断されている。このため、給排弁 40 を流れる空気量 Q は、図 6 に示されるようにゼロとなる。
- [0066] 台車 2 に対する車体 1 の高さが規定の高さから僅かに低下すると、図 4 B に示されるように、ロータ 30 は第 2 中心軸 O_2 を中心として矢印 E 方向に回転し、ロータ 30 の回転角 α は第 1 回転角 α_1 となる。このとき、ロータ 30 の回転に伴って移動するピン 35 は、第 1 溝部 22 の第 1 供給側壁 22 a に押し付けられた状態となる。このように第 1 供給側壁 22 a にピン 35 が押し付けられることでロータ 30 の回転がピン 35 を介してピストン 20 に伝達され、結果として、ピストン 20 は中立位置 N から第 1 距離 S_1 だけ矢印 C の方向へと移動する。
- [0067] なお、この状態においてピン 35 は、第 1 溝部 22 の第 1 供給側壁 22 a と第 1 排出側壁 22 b との両壁面に接した状態にある。このため、台車 2 に対する車体 1 の相対変位量がわずかに変化する場合であっても、この相対変位量の変化はピン 35 を介してピストン 20 に伝達される。つまり、ピン 3

5が第1溝部22内にある限り、ピストン20の移動量Sは、図5に示されるように、ロータ30の回動角 α に対して正弦波状に比例して応答性よく変化することとなる。

[0068] また、ピストン20が矢印Cの方向へと移動すると、ピストン20とともに移動するバルブロッド42によって、弁体43は、第1弁座部41gから離間する方向へと押圧される。この結果、供給通路9と空気ばね通路6とが連通し、空気ばね3に圧縮空気が供給される状態となる。

[0069] ここで、弁ケース41に対するバルブロッド42の移動量が小さいと、上述のように、大径部42fと縮径部41iとが第1中心軸O1方向において重なり合う長さが長い状態となる。このため、ピストン20の移動量Sが比較的小さい間、例えば、第1距離S1に至るまでは、図6に示されるように、圧縮空気が流れにくくなり、給排弁40を流れる空気量Qの変化度合も抑制される。このように、台車2に対する車体1の相対変位量が比較的小さいときは、空気ばね3に対して給排される圧縮空気の流量が微量となるため、規定の高さへの微調整が可能となる。

[0070] 台車2に対する車体1の高さがさらに低下し、図4Cに示されるように、ロータ30の回動角 α が第1回動角 α_1 よりも大きい第2回動角 α_2 になると、ピン35は、第1溝部22の第1供給側壁22aと第2溝部23の幅変化部25の供給側接続壁25aとの境界付近に至る。ロータ30の回動角 α が第1回動角 α_1 から第2回動角 α_2 に変化する間も、ピン35は、第1供給側壁22aに押し付けられるため、ピン35の移動に伴ってピストン20は、中立位置Nから第1距離S1よりも離れた第2距離S2だけ矢印C方向へと移動する。

[0071] このように、ピストン20が第2距離S2まで移動すると、弁ケース41に対するバルブロッド42の移動量が大きくなるため、ピストン20が第1距離S1にあるときと比較して、大径部42fと縮径部41iとが重なり合う長さは短くなる。このため、ピストン20の移動量Sが第2距離S2に達するまでの間、給排弁40を流れる圧縮空気に付与される抵抗は徐々に小さ

くなり、図6に示されるように、給排弁40を流れる空気量Qは、ピストン20の移動量Sの増加とともに増加する。つまり、台車2に対する車体1の相対変位量が比較的大きいときは、空気ばね3に対して給排される圧縮空気の流量が台車2に対する車体1の相対変位量に応じて大きく変化するため、規定の高さへの収束性を高めることができる。

[0072] 台車2に対する車体1の高さがさらに低下し、図4Dに示されるように、ロータ30の回動角 α が第2回動角 α_2 よりも大きい第3回動角 α_3 になると、ピン35は、第2溝部23の幅変化部25の供給側接続壁25aに押し付けられた状態になる。また、図4E及び図4Fに示されるように、台車2に対する車体1の高さがさらに低下してロータ30の回動角 α が第3回動角 α_3 よりも大きい第4回動角 α_4 や第4回動角 α_4 よりも大きい第5回動角 α_5 になると、ピン35は、第2溝部23の拡幅部24の第2供給側壁24aに押し付けられた状態になる。

[0073] ここで、第2溝部23の幅が第1溝部22と同じ幅で形成されていた場合、すなわち、ガイド溝21が互いに平行な一对の壁面で形成されていた場合、ピストン20の移動量Sは、図5において破線で示されるように、ロータ30の回動角 α に比例して正弦波状に単調増加する。

[0074] これに対して、本実施形態では、第2溝部23の幅が第1溝部22よりも大きく形成されているため、図4D～図4Fに示されるように、ピン35が第2溝部23内に至り、供給側接続壁25aや第2供給側壁24aに押し付けられてもピストン20の移動量Sは単調に増加し続けることなく、図5において実線で示されるようにある程度の大きさに制限される。

[0075] このように、本実施形態に係るレベリングバルブ100では、ロータ30の回動角 α が所定値（移行回動角 α_L ）を超えたときに、第1溝部22よりも幅が大きい第2溝部23にピン35が接する構成としたことで、ピストン20が移動する範囲が大幅に制限される。ピストン20の移動範囲が小さくなると、ピストン20と当接するおそれがある弁ケース41や第1キャップ部材12をピストン20に対してより近い位置に配置させることが可能とな

り、ピストン20の移動方向におけるレベリングバルブ100の全長を短縮させることができる。つまり、ピストン20の移動量がロータ30の回転角 α に比例して単調増加する場合と比較して、ピストン20の移動範囲が小さい本実施形態では、ピストン20の移動方向におけるレベリングバルブ100の全長を大幅に短縮させることが可能となる。さらに、レベリングバルブ100の全長が短くなることで、レベリングバルブ100の重量を軽減させることができるとともに、車体1に対するレベリングバルブ100の搭載性を向上させることができる。

[0076] また、給排弁40を流れる空気量 Q は、図6に示されるように、ピストン20の移動量 S が所定量を超えるとほぼ一定となる。これは、大径部42fと縮径部41iとが第1中心軸O1方向において重なり合わなくなると、弁体43と第2挿入孔41eとの間の流路やハウジング10内に形成された他の通路の断面積等によって給排弁40を流れる空気量 Q が制限されるためである。

[0077] このように、給排弁40を流れる空気量 Q がほぼ一定となる領域では、ピストン20の移動量 S を変化させても空気ばね3に対して給排される圧縮空気の流量はほとんど変化しない。したがって、給排弁40を流れる空気量 Q がピストン20の移動量 S に関わらずほぼ一定となる領域、すなわち、ピストン20が移動しても給排弁40を流れる空気量 Q が変化しない領域に至った段階でピストン20の移動量 S が制限されれば、レベリングバルブ100としての機能を損なうことなく、レベリングバルブ100の全長を短縮することが可能となる。

[0078] このため、本実施形態に係るレベリングバルブ100では、給排弁40を流れる空気量 Q がピストン20の移動量 S に関わらずほぼ一定となるときに、ピン35が第2溝部23に接するように、第1溝部22に対する第2溝部23の位置が設定される。より具体的には、図6に示すように、給排弁40を流れる空気量 Q が所定の基準空気量 Q_L になるときのピストン20の移動量 S を制限移動量 S_L とし、図5に示すように、ピストン20の移動量 S が

制限移動量 S_L に達するときのロータ 30 の回転角 α を移行回転角 α_L とすると、ロータ 30 の回転角 α が移行回転角 α_L を超えたときにピン 35 が第 2 溝部 23 に接するように、第 1 溝部 22 に対する第 2 溝部 23 の位置が設定される。

[0079] また、給排弁 40 を流れる空気量 Q の変化度合の大きさからみると、ピストン 20 の移動量 S がゼロから第 2 移動量 S_2 の間にあるときのように、ピストン 20 の移動量 S に対する空気量 Q の変化度合が比較的大きい領域は、レベリングバルブ 100 の機能を発揮するために重要な領域である。一方、ピストン 20 の移動量 S が第 2 移動量 S_2 を超え、ピストン 20 の移動量 S に対する空気量 Q の変化度合が非常に小さい領域はレベリングバルブ 100 の機能の発揮にあまり影響を及ぼす領域ではない。

[0080] したがって、第 1 溝部 22 にピン 35 が接するときよりも第 2 溝部 23 にピン 35 が接するときの方が、ピストン 20 の移動量 S に対する給排弁 40 を流れる空気量 Q の変化度合が小さくなるように、第 1 溝部 22 に対する第 2 溝部 23 の位置を設定することで、レベリングバルブ 100 としての機能を十分に発揮させつつ、レベリングバルブ 100 の全長を短縮することが可能となる。

[0081] なお、第 2 溝部 23 の幅は第 1 溝部 22 の幅よりも大きく形成されているため、例えば、図 4D～図 4F に示されるように、ピン 35 が第 2 溝部 23 内にあるとき、ピストン 20 は、図中の矢印 C の方向にさらに移動可能である。しかしながら、上述のように、ピン 35 が第 2 溝部 23 内にあるときは、給排弁 40 を流れる空気量 Q がほぼ最大となっているため、ピストン 20 が矢印 C の方向にさらに移動したとしてもレベリングバルブ 100 の機能に影響を及ぼすことはない。

[0082] しかし、ピストン 20 が矢印 C と反対の方向に移動してしまうと、給排弁 40 を流れる空気量 Q が低下し、台車 2 に対する車体 1 の高さの調整が緩慢になるおそれがある。これに対して、本実施形態では、第 2 溝部 23 の拡幅部 24 の第 2 供給側壁 24a と幅変化部 25 の供給側接続壁 25a がピン 3

5に当接することでピストン20が矢印Cと反対の方向へ移動することが規制される。このように、第2供給側壁24aと供給側接続壁25aとが第1規制面として機能するため、上述のように給排弁40を流れる空気量Qが低下することが防止される。

[0083] なお、台車2に対する車体1の高さが規定の高さから徐々に上昇した場合のピストン20の移動量Sの変化については、台車2に対する車体1の高さが規定の高さから低下する場合に対して、ピストン20の移動方向が反対方向（図2の矢印Dの方向）であり、給排弁40によって連通されるのが空気ばね通路6と排気通路8とである点で異なるだけであり、ピストン20の移動量Sは、図5に示すように変化し、また、給排弁40を流れる空気量Qは、図6に示すように変化する。このため、その説明を省略する。また、この場合、第2溝部23の拡幅部24の第2排出側壁24bと幅変化部25の排出側接続壁25bとは、ピン35と当接することでピストン20が矢印Dと反対の方向に移動することを規制する第2規制面として機能する。

[0084] 以上の実施形態によれば、以下の効果を奏する。

[0085] レベリングバルブ100では、台車2に対する車体1の相対変位量に応じて回転するロータ30の回転角 α が所定値を超えると、ロータ30に結合されたピン35が、第1溝部22よりもピストン20の摺動方向における幅が大きい第2溝部23に接する。このため、ピストン20の移動量Sは、ロータ30の回転角 α 、すなわち、台車2に対する車体1の相対変位量に比例して単調増加することなく、ある程度の大きさに制限される。この結果、ピストン20の移動方向におけるレベリングバルブ100の全長が短縮され、レベリングバルブ100の重量を軽減させることができるとともに、車体1に対するレベリングバルブ100の搭載性を向上させることができる。

[0086] なお、レベリングバルブ100では、第2溝部23の拡幅部24の第2供給側壁24aが第1溝部22の第1供給側壁22aと平行に形成され、第2溝部23の拡幅部24の第2排出側壁24bが第1溝部22の第1排出側壁22bと平行に形成されているため、ピストン20の移動量Sは、図5にお

いて実線で示されるように、一旦、制限移動量 S_L に達してから緩やかに減少した後、また比例的に増加する。

[0087] これに代えて、第2供給側壁24a及び第2排出側壁24bを湾曲させて形成することで、ピストン20の移動量 S が制限移動量 S_L に達してから一定の移動量 S となるようにしてもよい。この場合、ピストン20の移動量 S が抑制される範囲において、給排弁40を流れる空気量 Q を一定量とすることができる。但し、第2溝部23を湾曲させて形成すると、加工時間が長くなり製造コストが上昇するため、製造コストを抑制させるためには、図4Aに示すように、第2供給側壁24aと第2排出側壁24bとを平行に形成することが好ましい。

[0088] また、レベリングバルブ100では、第1溝部22の第1供給側壁22aに対して第1中心軸O1方向に所定距離だけ離れた位置に第2溝部23の拡幅部24の第2供給側壁24aが設けられるとともに、第1溝部22の第1排出側壁22bに対して第1中心軸O1方向に所定距離だけ離れた位置に第2溝部23の拡幅部24の第2排出側壁24bが設けられることで、第2溝部23の幅が第1溝部22の幅よりも大きくなっている。これに代えて、第2供給側壁24aを第1供給側壁22aと面一に形成するか、あるいは、第2排出側壁24bを第1排出側壁22bと面一に形成することで、第1中心軸O1方向の何れか一方側へ第2溝部23の幅を第1溝部22の幅より大きくしてもよい。この場合も、第1中心軸O1方向の何れか一方側へのピストン20の移動量 S が抑制されるため、結果として、レベリングバルブ100の全長を短縮させることができる。

[0089] また、レベリングバルブ100では、第2溝部23にピン35が接するときのロータ30の回転角 α である移行回転角 α_L は、基準空気量 Q_L に基づいて設定されている。これに限定されず、移行回転角 α_L は、ピストン20の移動量 S が制限されれば、どのような大きさの角度でもよく、例えば、第2回転角 α_2 よりも小さい角度であってもよい。

[0090] 以上のように構成された本発明の実施形態の構成、作用、及び効果をまと

めて説明する。

[0091] レベリングバルブ100は、空気ばね3と連通する空気ばね通路6が形成されたハウジング10と、ハウジング10に形成された収容孔11a内に摺動自在に収容されるピストン20と、ハウジング10により回転自在に支持され、台車2に対する車体1の相対変位量に応じて回転しピストン20を移動させるロータ30と、ロータ30の回転に伴ってピストン20が中立位置Nから一方向（矢印C方向）へ移動すると空気ばね3とコンプレッサ7とを連通させ、ロータ30の回転に伴ってピストン20が中立位置Nから他方向（矢印D方向）へ移動すると空気ばね3と大気とを連通させる給排弁40と、を備え、ピストン20は、外周に形成され摺動方向に対して直交する方向に延びるガイド溝21を有し、ロータ30は、第2中心軸O2からオフセットした位置においてピストン20に向かって突出し先端がガイド溝21に挿入されるピン35を有し、ガイド溝21は、ロータ30の回転角 α が所定値（移行回転角 α_L ）以下のときにピン35が接する第1溝部22と、第1溝部22に連続して形成され、第1溝部22よりもピストン20の摺動方向における幅が大きく、ロータ30の回転角 α が所定値（移行回転角 α_L ）を超えるとときにピン35が接する第2溝部23と、を有する。

[0092] この構成によれば、台車2に対する車体1の相対変位量に応じて回転するロータ30の回転角 α が所定値（移行回転角 α_L ）を超えると、ロータ30に結合されたピン35が、第1溝部22よりもピストン20の摺動方向における幅が大きい第2溝部23に接する。このため、ピストン20の移動量Sは、ロータ30の回転角 α 、すなわち、台車2に対する車体1の相対変位量に比例して単調増加することなく、ある程度の大きさに制限される。この結果、ピストン20の移動方向におけるレベリングバルブ100の全長が短縮され、レベリングバルブ100の重量を軽減させることができるとともに、車体1に対するレベリングバルブ100の搭載性を向上させることができる。

[0093] また、第2溝部23は、給排弁40を流れる空気量Qがピストン20の移

動に関わらず一定となるときにピン 35 が接するようにピストン 20 に形成される。

[0094] この構成によれば、給排弁 40 を流れる空気量 Q がピストン 20 の移動に関わらず一定となるとき、ピン 35 は第 2 溝部 23 に接する。つまり、ピストン 20 が移動しても給排弁 40 を流れる空気量 Q が変化しない領域に至った段階でピストン 20 の移動量 S が制限される。給排弁 40 を流れる空気量 Q がほぼ一定となる領域では、ピストン 20 の移動量 S を変化させても空気ばね 3 に対して給排される圧縮空気の流量はほとんど変化しない。したがって、レベリングバルブ 100 としての機能を損なうことなく、レベリングバルブ 100 の全長を短縮することが可能となる。

[0095] また、第 2 溝部 23 は、ピストン 20 の移動量 S に対する給排弁 40 を流れる空気量 Q の変化度合が、第 1 溝部 22 にピン 35 が接するときよりも第 2 溝部 23 にピン 35 が接するときの方が小さくなるようにピストン 20 に形成される。

[0096] この構成によれば、第 1 溝部 22 にピン 35 が接するときよりも第 2 溝部 23 にピン 35 が接するときの方が、ピストン 20 の移動量 S に対する給排弁 40 を流れる空気量 Q の変化度合が小さくなる。つまり、この構成では、ピストン 20 の移動量 S に対する給排弁 40 を流れる空気量 Q の変化度合が比較的小さい領域においてピストン 20 の移動量 S が制限される。ピストン 20 の移動量 S に対する給排弁 40 を流れる空気量 Q の変化度合が小さい領域では、ピストン 20 の移動量 S を変化させても空気ばね 3 に対して給排される圧縮空気の流量はほとんど変化しない。したがって、レベリングバルブ 100 としての機能を損なうことなく、レベリングバルブ 100 の全長を短縮することが可能となる。

[0097] また、第 2 溝部 23 は、ピストン 20 が一方向（矢印 C 方向）へ移動したときにピン 35 が当接し、ピストン 20 が他方向（矢印 D 方向）へ移動することを規制する第 2 供給側壁 24 a 及び供給側接続壁 25 a と、ピストン 20 が他方向（矢印 D 方向）へ移動したときにピン 35 が当接し、ピストン 2

0が一方向（矢印C方向）へ移動することを規制する第2排出側壁24b及び排出側接続壁25bと、を有する。

[0098] この構成によれば、第2供給側壁24a及び供給側接続壁25aがピン35に当接することでピストン20が矢印C方向と反対の方向へ移動することが規制され、第2排出側壁24b及び排出側接続壁25bがピン35に当接することでピストン20が矢印D方向と反対の方向へ移動することが規制される。このように、給排弁40を流れる空気量Qが低下する方向にピストン20が変位することが規制されるため、台車2に対する車体1の高さの調整が緩慢になることを防止することができる。

[0099] また、第2供給側壁24aと第2排出側壁24bとは、互いに平行に形成される。

[0100] この構成によれば、第2供給側壁24aと第2排出側壁24bとは、互いに平行に形成される。このように、ガイド溝21の形状が簡素化されることでガイド溝21の加工が容易になるため、第2溝部23が設けられる場合であっても、レベリングバルブ100の製造コストの上昇を抑制することができる。

[0101] 以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。

[0102] 本願は2016年8月12日に日本国特許庁に出願された特願2016-158781に基づく優先権を主張し、この出願の全ての内容は参照により本明細書に組み込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 車両の車体と台車との間に設けられる空気ばねの高さを調整するレベリングバルブであって、
- 前記空気ばねと連通する空気ばね通路が形成されたハウジングと、
- 前記ハウジングに形成された収容孔内に摺動自在に収容されるピストンと、
- 前記ハウジングにより回転自在に支持され、前記台車に対する前記車体の相対変位量に応じて回転し前記ピストンを移動させるロータと、
- 、
- 前記ロータの回転に伴って前記ピストンが中立位置から一方向へ移動すると前記空気ばねと空気圧源とを連通させ、前記ロータの回転に伴って前記ピストンが中立位置から他方向へ移動すると前記空気ばねと大気とを連通させる給排弁と、を備え、
- 前記ピストンは、外周に形成され摺動方向に対して直交する方向に延びるガイド溝を有し、
- 前記ロータは、回転中心からオフセットした位置において前記ピストンに向かって突出し先端が前記ガイド溝に挿入される突起部を有し、
- 、
- 前記ガイド溝は、前記ロータの回転角が所定値以下のときに前記突起部が接する第1溝部と、前記第1溝部よりも前記ピストンの摺動方向における幅が大きく、前記ロータの回転角が前記所定値を超えるとときに前記突起部が接する第2溝部と、を有するレベリングバルブ。
- [請求項2] 請求項1に記載のレベリングバルブであって、
- 前記第2溝部は、前記給排弁を流れる空気量が前記ピストンの移動に関わらず一定となるときに前記突起部が接するように前記ピストンに形成されるレベリングバルブ。
- [請求項3] 請求項1に記載のレベリングバルブであって、
- 前記第2溝部は、前記ピストンの移動量に対する前記給排弁を流れ

る空気量の変化度合が、前記第 1 溝部に前記突起部が接するときよりも前記第 2 溝部に前記突起部が接するときの方が小さくなるように前記ピストンに形成されるレベリングバルブ。

[請求項4]

請求項 1 に記載のレベリングバルブであって、

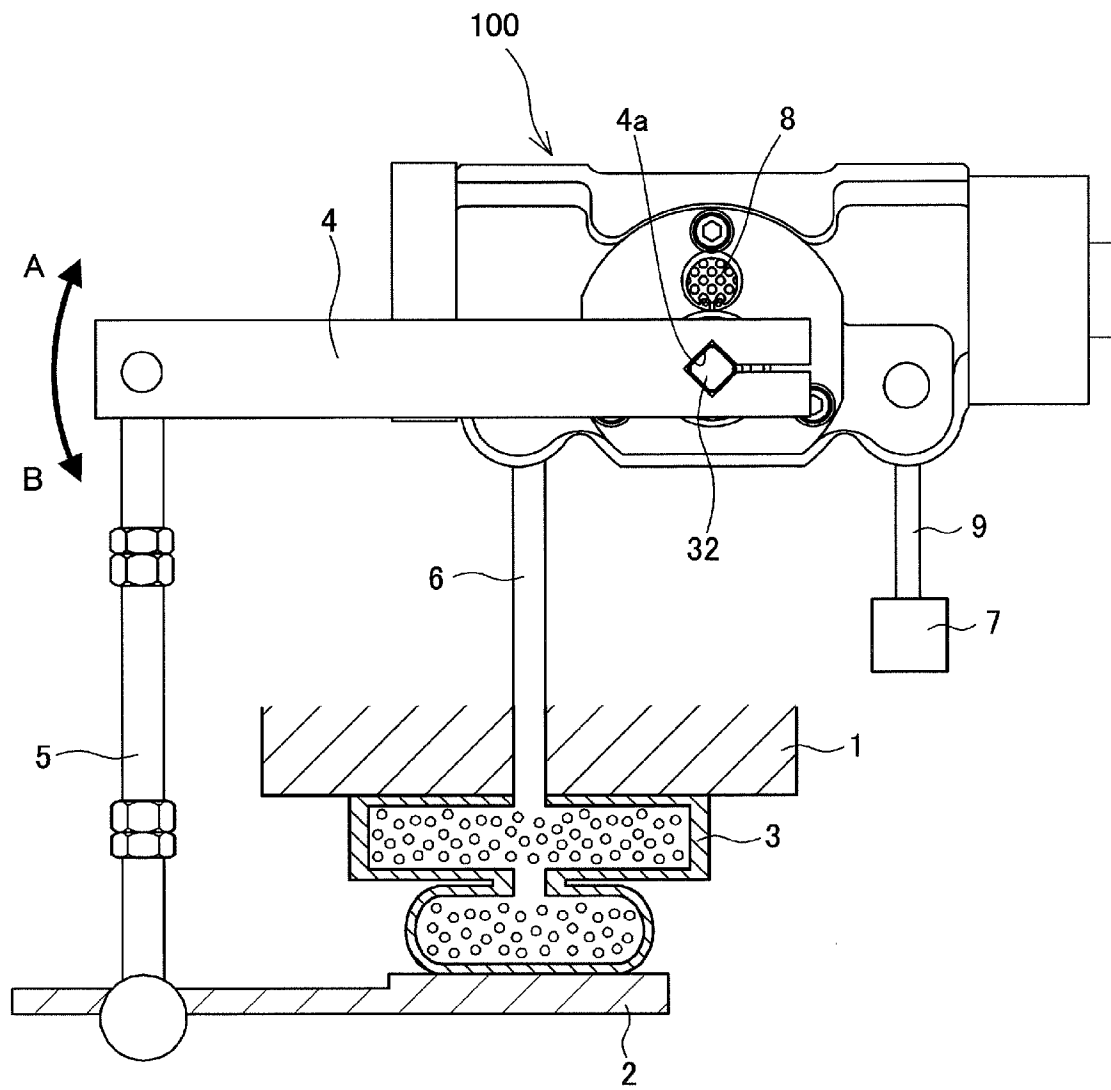
前記第 2 溝部は、前記ピストンが前記一方向へ移動したときに前記突起部が当接し、前記ピストンが前記他方向へ移動することを規制する第 1 規制面と、前記ピストンが前記他方向へ移動したときに前記突起部が当接し、前記ピストンが前記一方向へ移動することを規制する第 2 規制面と、を有するレベリングバルブ。

[請求項5]

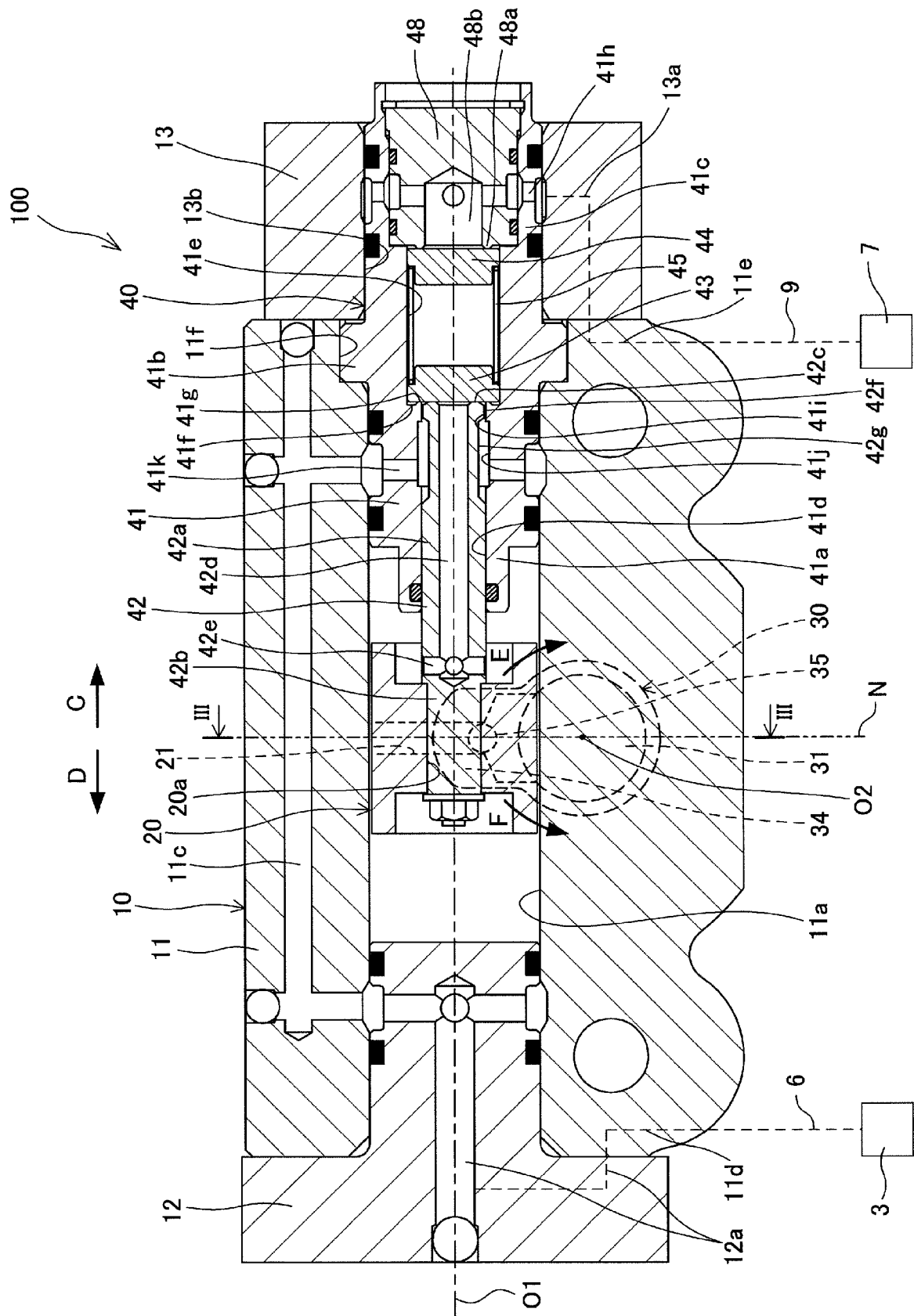
請求項 4 に記載のレベリングバルブであって、

前記第 1 規制面と前記第 2 規制面とは、互いに平行に形成されるレベリングバルブ。

[図1]



[図2]



[図3]

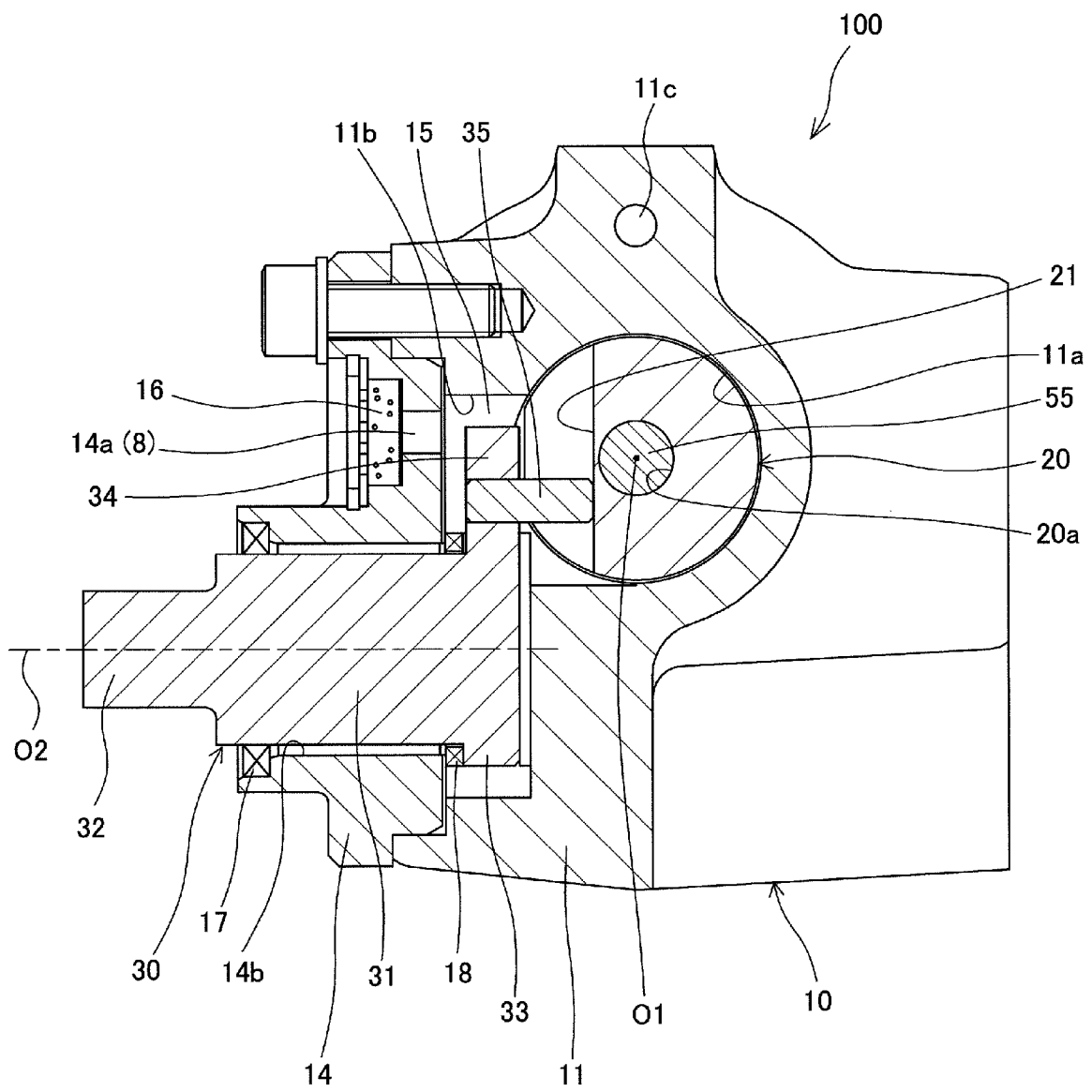
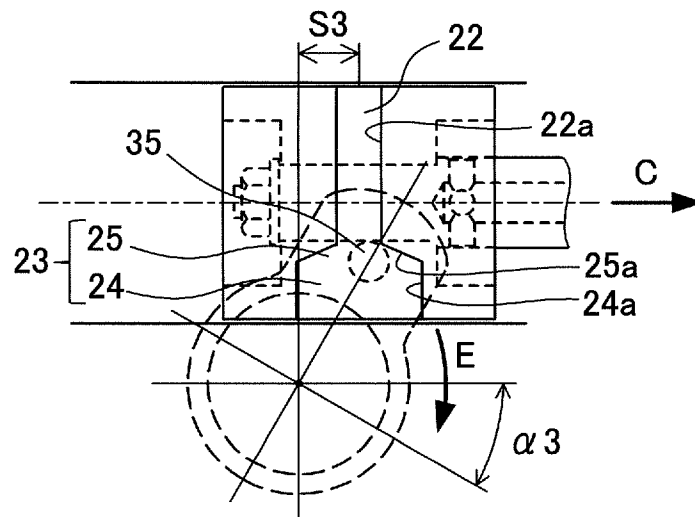
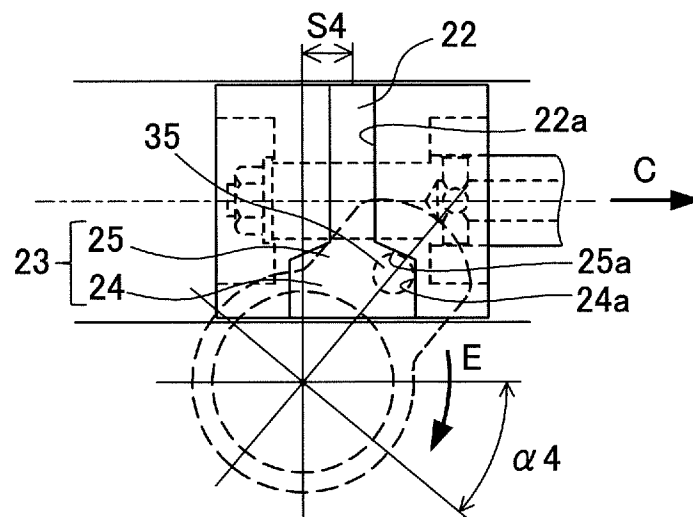


Fig. 1 is a schematic diagram of a cross-section of a device. It shows a central vertical structure with a width $S2$. A horizontal arrow C points to the right. A curved arrow E indicates a downward force or movement. A dashed circle is shown below the main structure, with an angle $\alpha 2$ indicated between a vertical line and a line passing through the center of the circle. Various components are labeled with numbers: 22, 22a, 23, 24, 24a, 25, 25a, 35.

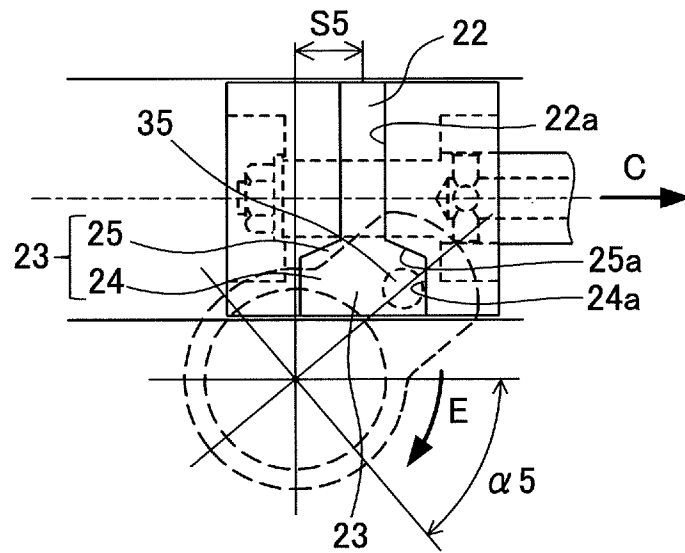
[図4D]



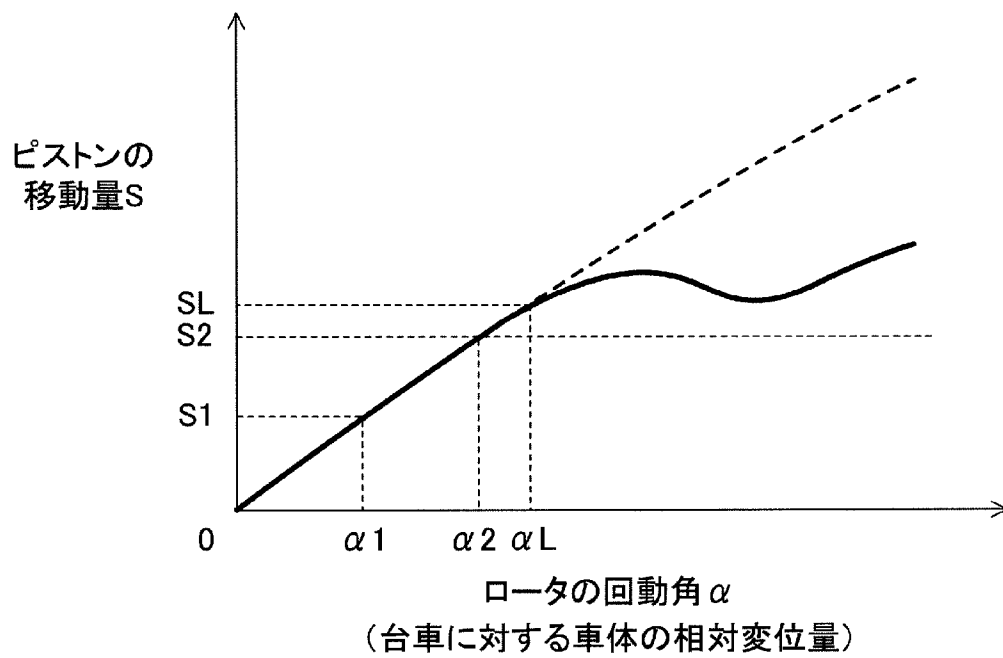
[図4E]



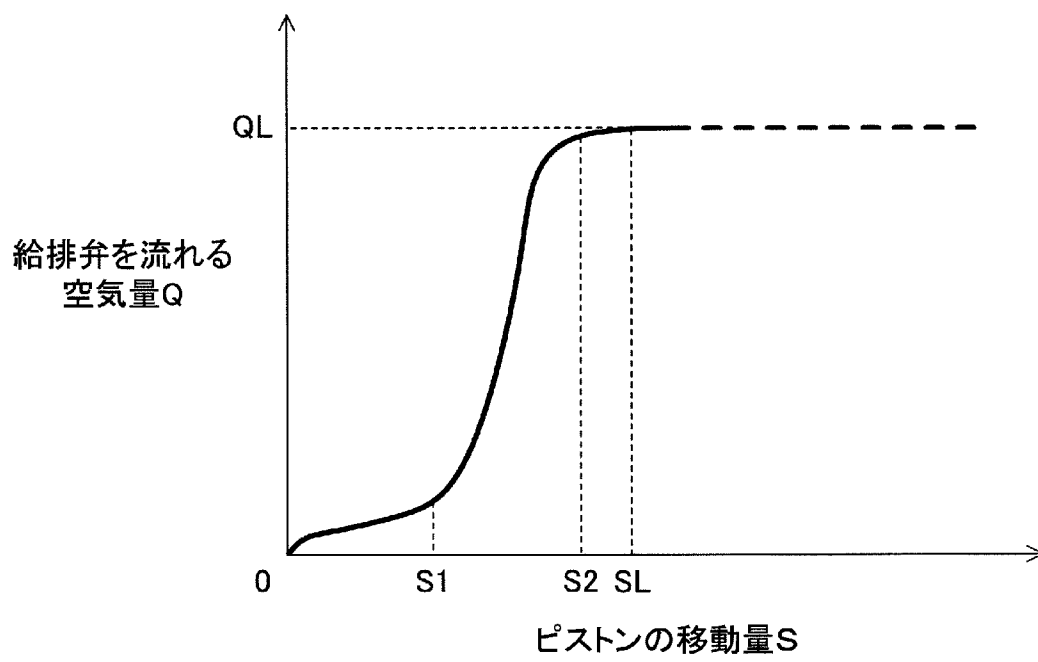
[図4F]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/028431

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16F9/56(2006.01)i, F16F9/04(2006.01)i, F16F9/34(2006.01)i, B61F5/10(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)

F16F9/56, F16F9/04, F16F9/34, B61F5/10

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2004-52889 A (Kayaba Industry Co., Ltd.), 19 February 2004 (19.02.2004), paragraphs [0030] to [0031]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-5
A	JP 51-111920 A (Robert Bosch GmbH), 02 October 1976 (02.10.1976), column 6, line 10 to column 9, line 16; fig. 1 to 4 & DE 2509523 A1 & FR 2303224 A1	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
10 October 2017 (10.10.17)

Date of mailing of the international search report
17 October 2017 (17.10.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/028431

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 30504/1982 (Laid-open No. 133675/1983) (Kubota Tekko Kabushiki Kaisha), 08 September 1983 (08.09.1983), page 5, line 3 to page 6, line 3; fig. 3 to 5 (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F16F9/56(2006.01)i, F16F9/04(2006.01)i, F16F9/34(2006.01)i, B61F5/10(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. F16F9/56, F16F9/04, F16F9/34, B61F5/10

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2004-52889 A（カヤバ工業株式会社）2004.02.19, 段落0030-0031, 第1-2図（ファミリーなし）	1-5
A	JP 51-111920 A（ローベルト・ボツシュ・ゲゼルシャフト・ミット・ベシユレンクテル・ハフツング）1976.10.02, 第6欄第10行-第9欄第16行, 第1-4図 & DE 2509523 A1 & FR 2303224 A1	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

10.10.2017

国際調査報告の発送日

17.10.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

熊谷 健治

3W

3819

電話番号 03-3581-1101 内線 3367

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	日本国実用新案登録出願 57-30504 号(日本国実用新案登録出願公開 58-133675 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (久保田鉄工株式会社) 1983.09.08, 第 5 頁第 3 行-第 6 頁第 3 行, 第 3-5 図 (ファミリーなし)	1-5