

(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
2020年8月6日(06.08.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/158754 A1

(51) 国際特許分類:

H02K 41/03 (2006.01) F16F 9/02 (2006.01)
B60G 17/00 (2006.01) F16F 15/03 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/003036

(22) 国際出願日: 2020年1月28日(28.01.2020)

(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 2019-017306 2019年2月1日(01.02.2019) 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: 黒岩 功(KUROIWA Isao); 〒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). 近藤 卓弘(KONDO Takuhiro); 〒1056111 東京都

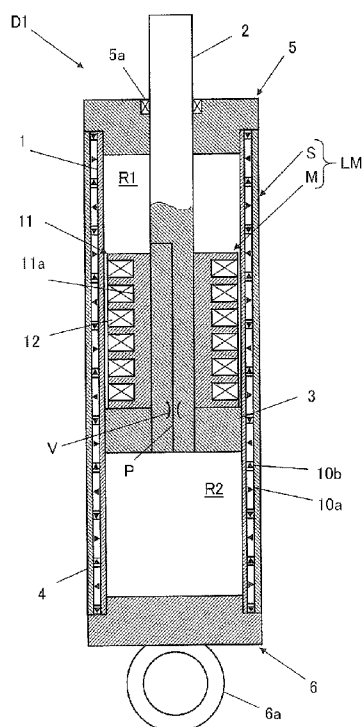
港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル K Y B株式会社内 Tokyo (JP). 野間達也(NOMA Tatsuya); 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル K Y B株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 石川 憲(ISHIKAWA Ken); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目5番12号マルヒロ京橋ビル9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, 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, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: ELECTROMAGNETIC SHOCK ABSORBER

(54) 発明の名称: 電磁緩衝器



(57) Abstract: This electromagnetic shock absorber (D) comprises: a non-magnetic cylinder (1); a piston rod (2) that is movably inserted in the inner circumference of the cylinder (1); a piston (3) that is provided to the piston rod (2) and slidably inserted within the cylinder (1), and that partitions the interior of the cylinder (1) into an extension-side chamber (R1) and a compression-side chamber (R2); a linear motor (LM) that is provided with a tubular mover (M) attached to the piston rod (2) and a tubular stator (S) provided to the outer circumference of the cylinder (1) and facing the mover (M); a working gas that is filled in the extension-side chamber (R1) and the compression-side chamber (R2); a damping passage (P) that communicates the extension-side chamber (R1) with the compression-side chamber (R2); and a damping valve (V) that applies resistance to the flow of the working gas passing through the damping passage (P).

(57) 要約: 本発明の電磁緩衝器 (D) は、非磁性体のシリンダ (1) と、シリンダ (1) の内周に移動自在に挿入されるピストンロッド (2) と、シリンダ (1) 内に摺動自在に挿入されるとともにピストンロッド (2) に設けられてシリンダ (1) 内を伸側室 (R1) と圧側室 (R2) とに区画するピストン (3) と、ピストンロッド (2) に装着される筒状の可動子 (M) とシリンダ (1) の外周に設けられて可動子 (M) に対向する筒状の固定子 (S) とを有するリニアモータ (LM) と、伸側室 (R1) と圧側室 (R2) とに充填される作動気体と、伸側室 (R1) と圧側室 (R2) とを連通する減衰通路 (P) と、減衰通路 (P) を通過する作動気体の流れに抵抗を与える減衰バルブ (V) とを備えている。

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：電磁緩衝器

技術分野

[0001] 本発明は、電磁緩衝器に関する。

背景技術

[0002] 電磁緩衝器は、たとえば、円筒状のリニアモータを備えており、リニアモータが発生する推力を自動車の車体の振動を抑制する減衰力として、或いは、車体の姿勢を制御する制御力として利用する。

[0003] しかしながら、このような電磁緩衝器では、リニアモータの推力だけでは大きな質量の車体の振動を抑制するのが難しいので、油圧利用のダンパを設けて不足する推力を補っている。

[0004] 具体的には、電磁緩衝器は、ダンパの外周にダンパに並列するようにリニアモータを設けている（たとえば、特許文献1参照）。この電磁緩衝器におけるリニアモータは、ダンパの最外殻を成すインナーケーシングの外周に積層して装着される環状の永久磁石と、ダンパのピストンロッドの先端に取り付けたアウターケーシングの内周に設けたコイルとで構成されている。

[0005] このように構成された電磁緩衝器では、リニアモータに並列されたダンパを備えており、リニアモータが発生する推力とダンパが発生する減衰力とで車体の振動を抑制するようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：JP2005-240984A

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 従来の電磁緩衝器では、リニアモータとは別個独立したダンパを備えており、筒状のリニアモータがダンパの外周に設けられているため、径方向に大型化してしまうので車両への搭載性が悪化するとともに、重量が嵩んでしま

う。

[0008] さらに、ダンパのシールの他、リニアモータ側でもリニアモータ内へのダストや水の浸入を阻止するためのシールが必要であるために、電磁緩衝器の伸縮時の摩擦が大きくなるだけでなく、コストも嵩んでしまう。

[0009] そこで、本発明は、車両への搭載性の向上と、重量およびコストを低減できるとともに、円滑な伸縮作動を実現できる電磁緩衝器の提供を目的としている。

課題を解決するための手段

[0010] 上記の目的を達成するため、本発明の電磁緩衝器は、非磁性体のシリンダと、シリンダの内周に移動自在に挿入されるピストンロッドと、シリンダ内に摺動自在に挿入されるとともにピストンロッドに設けられてシリンダ内を伸側室と圧側室とに区画するピストンと、ピストンロッドに装着される筒状の可動子とシリンダの外周に設けられて可動子に対向する筒状の固定子とを有するリニアモータと、伸側室と圧側室とに充填される作動気体と、伸側室と圧側室とを連通する減衰通路と、通路を通過する作動気体の流れに抵抗を与える減衰バルブとを備えている。このように構成された電磁緩衝器は、シリンダとピストンロッドとピストンと減衰通路と減衰バルブとで構成されるガスダンパと、可動子と固定子とで構成されるリニアモータとが一体不可分に構成されており、リニアモータの可動子がガスダンパに収容されるとともに、固定子がシリンダの外周に装着される。

[0011] また、電磁緩衝器は、通路を通過する流量を Q とし、1より大きな任意の値を α とすると、減衰バルブが通過する流量に対して発生する圧力損失は、 Q^α に比例するように設定されてもよい。このように構成された電磁緩衝器は、アクチュエータとして機能する場合には減衰バルブによる推力低下を抑制でき、ダンパとして機能する場合にはリニアモータの推力低下を減衰バルブが発揮する減衰力で補って車両に適する減衰力を発揮できる。

[0012] さらに、電磁緩衝器は、固定子がシリンダの外周に軸方向に沿って積層されて装着される複数の環状の永久磁石を有する界磁と、界磁の外周に嵌合さ

れる筒状のバックヨークとを有してもよい。このように構成された電磁緩衝器によれば、リニアモータの推力を向上できるだけでなく、永久磁石の保護が可能となるとともに、電磁緩衝器の強度を確保できる。

[0013] また、電磁緩衝器は、通路がピストンロッド内を通して伸側室と圧側室とを連通し、減衰バルブがピストンロッド内であって可動子の内周側に設けられていてもよい。このように構成された電磁緩衝器では、径方向にスペースが必要な減衰バルブを採用する場合であっても、可動子の内周側に減衰バルブが配置されるので、ストローク長を確保しやすくなる。

[0014] さらに、ピストンが可動子と隙間を空けてピストンロッドに設けられるとともにピストンを軸方向に貫通する伸側孔と圧側孔とを有し、減衰バルブがピストンの圧側室側に積層されて伸側孔を開閉する伸側リーフバルブとピストンの伸側室側に積層されて圧側孔を開閉する圧側リーフバルブとを有し、減衰通路がピストンロッドに設けられて伸側室或いは圧側室と隙間とを連通する孔、伸側孔および圧側孔とで形成されてもよい。このように構成された電磁緩衝器によれば、電磁緩衝器の伸長時と収縮時とで別個独立に減衰力をチューニングできる。

[0015] また、電磁緩衝器は、シリンダの内周に摺接するとともにピストンロッドに設けられるスライダを備え、可動子をピストンとスライダとの間に配置してもよい。このように構成された電磁緩衝器によれば、電磁緩衝器に横力が作用しても可動子の固定子に対する偏心を阻止でき、安定した減衰力を発揮できる。

発明の効果

[0016] 本発明の電磁緩衝器によれば、車両への搭載性の向上と、重量およびコストを低減できるとともに、円滑な伸縮作動を実現できる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図1は、一実施の形態の電磁緩衝器の縦断面図である。

[図2]図2は、減衰バルブの圧力損失特性を示した図である。

[図3]図3は、一実施の形態の第一変形例における電磁緩衝器の縦断面図であ

る。

[図4]図4は、一実施の形態の電磁緩衝器のピストン速度に対して発生する力の特性を示した図である。

[図5]図5は、一実施の形態の第二変形例における電磁緩衝器の縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図に示した実施の形態に基づき、本発明を説明する。一実施の形態における電磁緩衝器D 1は、図1に示すように、非磁性体のシリンダ1と、シリンダ1の内周に移動自在に挿入されるピストンロッド2と、シリンダ1内に摺動自在に挿入されるとともにピストンロッド2に設けられてシリンダ1内を伸側室R 1と圧側室R 2とに区画するピストン3と、ピストンロッド2に装着される筒状の可動子Mとシリンダ1の外周に設けられて可動子Mに対向する筒状の固定子Sとを有するリニアモータLMと、伸側室R 1と圧側室R 2とに充填される作動気体と、伸側室R 1と圧側室R 2とを連通する減衰通路Pと、減衰通路Pを通過する作動気体の流れに抵抗を与える減衰バルブVとを備えて構成されている。

[0019] 以下、電磁緩衝器D 1の各部について詳細に説明する。シリンダ1は、筒状であって非磁性体で形成されており、シリンダ1の外周にはシリンダ1との間に環状隙間を形成する軟磁性体で形成された筒状のバックヨーク4が設けられている。バックヨーク4の図1中上端には、シリンダ1の図1中上端に嵌合する環状のロッドガイド5が装着されており、バックヨーク4の図1中下端にはシリンダ1の図1中下端に嵌合するキャップ6が装着されている。なお、キャップ6には、車両への装着を可能とするブラケット6 aが設けられている。

[0020] ピストンロッド2は、ロッドガイド5の内周に挿通されてシリンダ1内に移動自在に挿入されており、先端の外周にピストン3が設けられている。なお、図示はしないが、ピストンロッド2の基端である図1中上端には、車両への装着を可能とするブラケットが設けられる。また、ロッドガイド5の内

周には、シール部材 5 a が設けられており、シリンダ 1 内が気密に密封されている。

[0021] ピストン 3 は、シリンダ 1 内に摺動自在に挿入されており、シリンダ 1 内を伸側室 R 1 と圧側室 R 2 とに区画している。伸側室 R 1 と圧側室 R 2 には、作動気体が充填されている。作動気体は、窒素などの不活性ガスを用いるとよいが、窒素以外の気体を利用してもよい。なお、作動気体の圧力は、体積に反比例する性質があるため、ピストン 3 の変位によって伸側室 R 1 或いは圧側室 R 2 が縮小されても内部の気圧が上昇しないと減衰力が十分に得られない。そのため、作動気体は、電磁緩衝器 D 1 の伸縮時に所望する減衰力が得られるように伸側室 R 1 と圧側室 R 2 へ高い圧力で封入される。作動気体の伸側室 R 1 と圧側室 R 2 への封入圧力は、所望する減衰力に応じて任意に設定される。

[0022] また、ピストンロッド 2 の外周には、可動子 M としての筒状の電機子が装着されている。さらに、ピストンロッド 2 の可動子 M よりも図 1 中上方の側部から開口して先端に通じる減衰通路 P が設けられている。減衰通路 P は、伸側室 R 1 と圧側室 R 2 とを連通している。また、減衰通路 P の途中には、減衰バルブ V としてオリフィスが設けられている。本実施の形態では、減衰バルブ V は、通過する作動気体の流量を Q とし、減衰バルブ V が通過する流量に対して発生する圧力損失を P_L とし、1 より大きな任意の値を α とし、任意の係数を β とすると、減衰バルブ V の圧力流量特性は、図 2 に示すように、 $P_L = \beta \times Q^\alpha$ となるように設定されている。つまり、減衰バルブ V が通過する流量に対して発生する圧力損失 P_L は、 Q^α に比例するように設定されている。

[0023] なお、減衰バルブ V は、オリフィスの他にもチョークやリーフバルブとされてもよいし、減衰力調整可能な減衰力調整バルブとされてもよい。減衰バルブ V を減衰力調整バルブとする場合、減衰バルブ V は、たとえば、ピストンロッド 2 内に設けた減衰通路 P の途中に設けた弁座と、弁座に離着座可能な弁体と、弁体を弁座に対して遠近させる方向に駆動する駆動源或いは弁体

を弁座に対して押圧する付勢力を調節可能な付勢力発生源とを備えて流路面積或いは開弁圧を可変にするバルブ等とされればよい。

[0024] 減衰バルブVを減衰力調整バルブとする場合、ピストンロッド2内であって可動子Mの内周側に設けられるとよい。減衰バルブVは、減衰力調整バルブであるとピストンロッド2内に径方向に大きな収容スペースを確保することが必要な場合が多く、可動子Mと軸方向にずれた位置に設けられると、ピストンロッド2に可動子Mとはずれた位置に大径部が必要な場合がある。可動子Mの外径は、ピストンロッド2よりも大径であって、ピストンロッド2に可動子Mの装着部位以外に大径部が設けられると、この大径部から可動子Mまでの軸方向長さはピストンロッド2のストローク長を減殺してしまう。よって、減衰バルブVを減衰力調整バルブとする場合、ピストンロッド2内であって可動子Mの内周側に配置されると、電磁緩衝器D1のストローク長を確保しやすくなるという利点がある。

[0025] なお、減衰バルブVを減衰力調整バルブとする場合、可動子Mへの通電によって発生する磁界や後述する界磁による磁界の影響を受けないように、駆動源或いは付勢力発生源をピストンロッド2の図1中上端に設けて、ピストンロッド2を筒状として駆動源或いは付勢力発生源の動力をピストンロッド2内に挿通されるコントロールロッドを介して弁体に伝達するような構成を採用してもよい。

[0026] また、本実施の形態では、減衰通路Pの全ては、ピストンロッド2に設けられているが、図3に示した第一の実施の形態の第一変形例の電磁緩衝器D1₁のように、減衰通路Pを形成してもよい。具体的には、可動子Mとピストン3との間に隙間を設け、ピストン3に軸方向に貫通する圧側孔3aと伸側孔3bを設けるとともに、ピストンロッド2にピストン3と可動子Mとの間から開口して伸側室R1へ通じる孔2aを設ける。そして、これら孔2a、圧側孔3aおよび伸側孔3bを減衰通路Pとして利用すればよい。この場合、ピストン3の伸側室側である図3中上側に積層されて圧側孔3aを開閉する圧側リーフバルブ8と、ピストン3の圧側室側である図3中下側に積層さ

れて伸側孔 3 b を開閉する伸側リーフバルブ 9 とを設けて、これらリーフバルブ 8, 9 を減衰バルブ V としてもよい。このようにすると、電磁緩衝器 D 1₁ の伸長時には、圧側リーフバルブ 8 が圧側孔 3 a を閉じて伸側リーフバルブ 9 が伸側孔 3 b を開いて作動気体の流れに抵抗を与え、電磁緩衝器 D 1₁ の収縮時には、伸側リーフバルブ 9 が伸側孔 3 b を閉じて圧側リーフバルブ 8 が圧側孔 3 a を開いて作動気体の流れに抵抗を与える。よって、このようにすれば、電磁緩衝器 D 1₁ の伸長時と収縮時とで別個独立に減衰力をチューニングできる。なお、ピストン 3 は、ピストンロッド 2 に対して可動子 M の図 3 中下方に取り付けられているが、可動子 M の図 3 中上方に取り付けられてもよい。

[0027] 戻って、可動子 M は、ピストンロッド 2 の外周に装着されるコア 1 1 と、コア 1 1 の外周に軸方向に所定ピッチで並べて設けられた環状溝となるスロット 1 1 a 内に装着される巻線 1 2 とを備えて構成されており、本実施の形態では、電機子とされている。なお、スロット 1 1 a に装着される巻線 1 2 は、U 相、V 相および W 相の三相巻線とされている。コア 1 1 の外周とシリンダ 1 の内周との間には、環状の空隙が設けられており、コア 1 1 とシリンダ 1 とが直接干渉しないように配慮されている。

[0028] シリンダ 1 の外周には、複数の環状の永久磁石 1 0 a, 1 0 b が積層されて装着されており、これら永久磁石 1 0 a, 1 0 b は、シリンダ 1 とバックヨーク 4 との間の環状隙間内に收容されている。そして、本実施の形態では、永久磁石 1 0 a, 1 0 b とバックヨーク 4 とでシリンダ 1 の内周側に交互に S 極と N 極の磁界を作用させる界磁を構成しており、この界磁で固定子 S が形成されている。シリンダ 1 は非磁性体で構成されているので、界磁が発生する磁界は、シリンダ 1 を透過してシリンダ 1 内へ作用できる。

[0029] また、本実施の形態では、主磁極の永久磁石 1 0 a と副磁極の永久磁石 1 0 b は、ハルバッハ配列にてシリンダ 1 の内周側に軸方向で S 極と N 極が交互に現れるように積層されている。図 1 中で主磁極の永久磁石 1 0 a と副磁極の永久磁石 1 0 b に記載されている三角の印は、着磁方向を示しており、

主磁極の永久磁石 10a の着磁方向は径方向となっており、副磁極の永久磁石 10b の着磁方向は軸方向となっている。なお、主磁極の永久磁石 10a の軸方向長さは、副磁極の永久磁石 10b の軸方向長さよりも長くなっており、可動子 M におけるコア 11 と主磁極の永久磁石 10a との間の磁気抵抗を小さくできコア 11 へ作用させる磁界を大きくできるのでリニアモータ LM の推力を向上できる。なお、永久磁石 10a, 10b は、シリンダ 1 の内周側に軸方向で S 極と N 極が交互に現れるように磁界を作用させればよいので、ハルバッハ配列で配列されていなくともよい。その場合には、永久磁石 10a, 10b は、ともに軸方向長さが等しく、互いに内周に異なる磁極を備えていればよく、交互に積層されればよい。

[0030] バックヨーク 4 は、副磁極の永久磁石 10b の軸方向長さを短くしても磁気抵抗の低い磁路を確保できるため、主磁極の永久磁石 10a の軸方向長さを長くする際のリニアモータ LM の推力を効果的に向上できる。より詳しくは、永久磁石 10a, 10b の外周にバックヨーク 4 を設けると、磁気抵抗の低い磁路を確保できるので副磁極の永久磁石 10b の軸方向長さの短縮に起因する磁気抵抗の増大が抑制される。よって、主磁極の永久磁石 10a の軸方向長さを副磁極の永久磁石 10b の軸方向長さよりも長くするとともに永久磁石 10a, 10b の外周に筒状のバックヨーク 4 を設けるとリニアモータ LM の推力を大きく向上させ得る。バックヨーク 4 の肉厚は、主磁極の永久磁石 10a の外部磁気抵抗の増大を抑制に適する肉厚に設定されればよい。バックヨーク 4 は、永久磁石 10a, 10b がハルバッハ配列とされていない場合でも磁気抵抗の低い磁路を確保できるのでリニアモータ LM の推力を向上させ得る。

[0031] 本実施の形態では、バックヨーク 4 は、電磁緩衝器 D1 のアウターシェルとしても機能しており、永久磁石 10a, 10b の保護と軸力や横力を受ける強度部材としての役割も果たしている。バックヨーク 4 を設けると磁気抵抗の増大を抑制できるが、バックヨーク 4 の省略も可能であり、バックヨーク 4 を省略する場合、永久磁石 10a, 10b の外周にバックヨークとして

は機能しないが永久磁石 10a, 10b の保護と強度部材としての機能を発揮する筒を設けると良い。

[0032] このように構成された電磁緩衝器 D1 では、シリンダ 1 と、ピストンロッド 2 と、ピストン 3 と、減衰通路 P と、減衰バルブ V とでガスダンパを構成しており、リニアモータ LM の可動子 M がガスダンパ内に收容されるとともに、固定子 S がシリンダ 1 の外周に装着されていて、リニアモータ LM とガスダンパとが一体不可分に構成されている。

[0033] 電磁緩衝器 D1 は、以上のように構成され、以下、その作動について説明する。電磁緩衝器 D1 が外力によって伸長作動する場合、ピストン 3 がシリンダ 1 に対して図 1 中上方へ移動して、伸側室 R1 を縮小して圧側室 R2 を拡大する。すると、作動気体は、縮小される伸側室 R1 から減衰通路 P および減衰バルブ V を介して拡大する圧側室 R2 へ移動する。減衰バルブ V を作動気体が通過するために、通過する流量に応じて圧力損失が発生して、伸側室 R1 の圧力が上昇して伸側室 R1 と圧側室 R2 の圧力に差が生じるので、電磁緩衝器 D1 は、ダンパとして機能して伸長作動を妨げる減衰力を発生する。また、電磁緩衝器 D1 は、リニアモータ LM を備えているので、リニアモータ LM が発生する推力を伸長作動を抑制する減衰力として利用できる。これに対して、リニアモータ LM の推力で電磁緩衝器 D1 を積極的に伸長させて電磁緩衝器 D1 をアクチュエータとして機能させ得る。

[0034] 電磁緩衝器 D1 が外力によって収縮作動する場合、ピストン 3 がシリンダ 1 に対して図 1 中下方へ移動して、圧側室 R2 を縮小して伸側室 R1 を拡大する。すると、作動気体は、縮小される圧側室 R2 から減衰通路 P および減衰バルブ V を介して拡大する伸側室 R1 へ移動する。減衰バルブ V を作動気体が通過するために、通過する流量に応じて圧力損失が発生して、圧側室 R2 の圧力が上昇して圧側室 R2 と伸側室 R1 の圧力に差が生じるので、電磁緩衝器 D1 は、ダンパとして機能して収縮作動を妨げる減衰力を発生する。また、電磁緩衝器 D1 は、リニアモータ LM を備えているので、リニアモータ LM が発生する推力を収縮作動を抑制する減衰力として利用できる。これ

に対して、リニアモータLMの推力で電磁緩衝器D1を積極的に収縮させて電磁緩衝器D1をアクチュエータとして機能させ得る。

[0035] リニアモータLMが短絡された状態で外力によって駆動させられた場合に発電しつつ発生可能な推力の発生限界は、図4中の波線に示したようになっており、この場合のリニアモータLMの推力は、固定子Sに対する可動子Mの移動速度、つまり、電磁緩衝器D1のシリンダ1に対するピストン3の軸方向の相対速度であるピストン速度が高速に到達するまではピストン速度の上昇に応じて大きくなるが高速を超えるとピストン速度の上昇に応じて小さくなっていく。なお、図4は、電磁緩衝器D1が全体として発生可能な力（リニアモータLMの推力とガスダンパの減衰力の総和の力）の特性を図示したものであり、図中の第一象限は電磁緩衝器D1が伸長作動を呈して伸長を妨げる減衰力を発揮する場合の特性を示し、図中の第二象限は電磁緩衝器D1が収縮作動を呈して収縮を助長する推力を発揮する状態における特性を示し、第三象限は電磁緩衝器D1が収縮作動を呈して収縮を妨げる減衰力を発揮する状態における特性を示し、第四象限は、電磁緩衝器D1が伸長作動を呈して伸長を助長する推力を発揮する状態における特性を示している。

[0036] そして、本実施の形態の減衰バルブVの圧力損失の特性は、流量が少ない場合には小さく、流量が多くなると大きくなる特性を示すように設定されている。減衰バルブVを通過する流量は、ピストン速度に比例して多くなり、電磁緩衝器D1が発生する減衰力は、減衰バルブVが発生する圧力損失に比例する。よって、本実施の形態における電磁緩衝器D1では、減衰バルブVの圧力損失をチューニングして、リニアモータLMが発生可能な推力の上限が低下する分を補うようにして、電磁緩衝器D1が減衰バルブVのみで減衰力を発生する場合の減衰力特性を図4中の一点鎖線で示すように設定している。このようにすると、リニアモータLMが発生可能な最大推力と減衰バルブVによって発生される減衰力の総和は、図4中実線で示すようになる。よって、電磁緩衝器D1は、ピストン速度が高速となっても必要十分な減衰力を発生できる。また、電磁緩衝器D1をリニアモータLMの推力で積極的に

伸縮させてアクチュエータとして利用する場合には、減衰バルブVが発揮する減衰力が電磁緩衝器D1の伸縮を妨げる抵抗として働いてしまう。しかしながら、減衰バルブVが通過する流量に対して発生する圧力損失 PL を Q^α に比例するように設定しているので、電磁緩衝器D1を積極的に伸縮させる場合のピストン速度では、減衰バルブVによって発生する減衰力を非常に小さくすることができる。よって、減衰バルブVが通過する流量に対して発生する圧力損失 PL を Q^α に比例するように設定すると、積極的に電磁緩衝器D1を伸縮させて電磁緩衝器D1をアクチュエータとして機能させる場合には、減衰バルブVによる推力低下を抑制できるとともに、電磁緩衝器D1がダンパとして機能する場合にはリニアモータLMの推力低下を減衰バルブVが発揮する減衰力で補って車両に適する減衰力を発揮できる。

[0037] なお、減衰バルブVの圧力損失特性は、前述した特性に限定されるものではなく、他の特性であっても、ピストン速度が高速となった際にリニアモータLMの推力低下を補えればよい。また、減衰バルブVが減衰力調整可能な減衰力調整バルブである場合には、電磁緩衝器D1が発生する減衰力の調整が可能であり、電磁緩衝器D1がアクチュエータとして機能する場合には減衰バルブVが作動気体の流れに与える抵抗を最小にして減衰バルブVによる推力低下を抑制できる。

[0038] また、本実施の形態の電磁緩衝器D1は、ピストン3がシリンダ1に摺動自在に挿入されており、可動子Mがピストンロッド2に装着されるとともにシリンダ1の外周に固定子Sが装着されているので、可動子Mが固定子Sに対して同心に保たれるために、リニアモータLMの推力低下を招かない。また、本実施の形態では、界磁を固定子Sとしてシリンダ1の外周に装着する構造を採用しているが、シリンダ1が非磁性体であるため、可動子Mとしての電機子を装着したピストンロッド2を界磁が装着されたシリンダ1内に挿入する組立工程にあっても、可動子Mと固定子Sとの接触が回避されるので、組立工程時に永久磁石10a, 10bを保護できる。なお、ピストン3は、本実施の形態では、可動子Mよりもピストンロッド2の先端に設けられて

いるが、可動子Mよりもピストンロッド2の基端側に設けられてもよい。また、図5に示した第一の実施の形態の第二変形例の電磁緩衝器D₁₂のように、ピストン3の他に、ピストンロッド2にシリンダ1の内周に摺接するスライダ13を設けて、可動子Mをピストン3とスライダ13との間に配置するようにすれば、電磁緩衝器D₁に横力が作用しても可動子Mの固定子Sに対する偏心を阻止できるので、電磁緩衝器D₁は、安定した減衰力を発揮できる。

[0039] このように、本発明の電磁緩衝器D₁は、非磁性体のシリンダ1と、シリンダ1の内周に移動自在に挿入されるピストンロッド2と、シリンダ1内に摺動自在に挿入されるとともにピストンロッド2に設けられてシリンダ1内を伸側室R₁と圧側室R₂とに区画するピストン3と、ピストンロッド2に装着される筒状の可動子Mとシリンダ1の外周に設けられて可動子Mに対向する筒状の固定子Sとを有するリニアモータLMと、伸側室R₁と圧側室R₂とに充填される作動気体と、伸側室R₁と圧側室R₂とを連通する減衰通路Pと、減衰通路Pを通過する作動気体の流れに抵抗を与える減衰バルブVとを備えている。

[0040] このように構成された電磁緩衝器D₁は、シリンダ1と、ピストンロッド2と、ピストン3と、減衰通路Pと、減衰バルブVとで構成されるガスダンパと、可動子Mと固定子Sとで構成されるリニアモータLMとが一体不可分に構成されており、リニアモータLMの可動子Mがガスダンパ内に收容されるとともに、固定子Sがシリンダ1の外周に装着されている。よって、本発明の電磁緩衝器D₁によれば、従来の電磁緩衝器に比較して、径方向の寸法を小型化できるので車両への搭載性が向上し、重量も軽減できる。さらに、電磁緩衝器D₁では、摺動部においてシールが必要なのはピストンロッド2の周囲だけとなるので、シール部材5aのみの設置で足りるから、電磁緩衝器D₁の伸縮時の摩擦を低減できるとともにコストも軽減できる。したがって、本発明の電磁緩衝器D₁によれば、車両への搭載性が向上し、重量およびコストを低減できるとともに、円滑な伸縮作動を実現できるのである。

- [0041] なお、前述したところでは、固定子Sを界磁として、可動子Mを電機子としているが、シリンダ1の外周にコアと巻線とでなる電機子を装着してこれを固定子Sとし、ピストンロッド2に永久磁石を装着して界磁を形成してこれを可動子Mとすることもできる。
- [0042] また、本実施の形態の電磁緩衝器D1では、減衰通路Pを通過する流量をQとし、1より大きな任意の値を α とすると、減衰バルブVが通過する流量に対して発生する圧力損失は、 Q^α に比例するように設定されているので、電磁緩衝器D1をアクチュエータとして機能させる場合には減衰バルブVによる推力低下を抑制でき、電磁緩衝器をダンパとして機能させる場合にはリニアモータLMの推力低下を減衰バルブVが発揮する減衰力で補って車両に適する減衰力を発揮できる。
- [0043] さらに、本実施の形態の電磁緩衝器D1では、固定子Sがシリンダ1の外周に軸方向に沿って積層されて装着される複数の環状の永久磁石10a, 10bを有する界磁と、界磁の外周に嵌合される筒状のバックヨーク4とを備えている。このように構成された電磁緩衝器D1では、バックヨーク4によって磁気抵抗の低い磁路を確保でき、バックヨーク4を電磁緩衝器D1のアウトシェルとして利用できる。よって、このように構成された電磁緩衝器D1によれば、リニアモータLMの推力を向上できるだけでなく、永久磁石10a, 10bの保護が可能となるとともに、電磁緩衝器D1の強度を確保できる。
- [0044] さらに、本実施の形態の電磁緩衝器D1では、減衰通路Pがピストンロッド2内を通して伸側室R1と圧側室R2とを連通し、減衰バルブVがピストンロッド2内であって可動子Mの内周側に設けられている。このように構成された電磁緩衝器D1では、径方向にスペースが必要な減衰バルブVを採用する場合であっても、可動子Mの内周側に減衰バルブVが配置されるので、ストローク長を確保しやすくなる。
- [0045] 以上、本発明の好ましい実施の形態を詳細に説明したが、特許請求の範囲から逸脱しない限り、改造、変形、および変更が可能である。

符号の説明

[0046] 1・・・シリンダ、2・・・ピストンロッド、2a・・・孔、3・・・ピストン、4・・・バックヨーク、10a, 10b・・・永久磁石、D1, D1₁, D1₂・・・電磁緩衝器、LM・・・リニアモータ、M・・・可動子、P・・・減衰通路、R1・・・伸側室、R2・・・圧側室、S・・・固定子、V・・・減衰バルブ

請求の範囲

- [請求項1] 電磁緩衝器であって、
非磁性体のシリンダと、
前記シリンダの内周に移動自在に挿入されるピストンロッドと、
前記シリンダ内に摺動自在に挿入されるとともに前記ピストンロッドに設けられて前記シリンダ内を伸側室と圧側室とに区画するピストンと、
前記ピストンロッドに装着される筒状の可動子と前記シリンダの外周に設けられて前記可動子に対向する筒状の固定子とを有するリニアモータと、
前記伸側室と前記圧側室とに充填される作動気体と、
前記伸側室と前記圧側室とを連通する減衰通路と、
前記減衰通路を通過する作動気体の流れに抵抗を与える減衰バルブとを備えた
電磁緩衝器。
- [請求項2] 請求項1に記載の電磁緩衝器であって、
前記減衰通路を通過する流量を Q とし、1より大きな任意の値を α とすると、前記減衰バルブが通過する流量に対して発生する圧力損失は、 Q^α に比例するように設定されている
電磁緩衝器。
- [請求項3] 請求項1に記載の電磁緩衝器であって、
前記固定子は、
前記シリンダの外周に軸方向に沿って積層されて装着される複数の環状の永久磁石を有する界磁と、
前記界磁の外周に嵌合される筒状のバックヨークとを有する
電磁緩衝器。
- [請求項4] 請求項1に記載の電磁緩衝器であって、
前記減衰通路は、前記ピストンロッド内を通して前記伸側室と前記

圧側室とを連通し、

前記減衰バルブは、前記ピストンロッド内であって前記可動子の内周側に設けられている

電磁緩衝器。

[請求項5]

請求項 1 に記載の電磁緩衝器であって、

前記ピストンは、前記可動子と隙間を空けて前記ピストンロッドに設けられるとともに前記ピストンを軸方向に貫通する伸側孔と圧側孔とを有し、

前記減衰バルブは、前記ピストンの圧側室側に積層されて前記伸側孔を開閉する伸側リーフバルブと、前記ピストンの伸側室側に積層されて前記圧側孔を開閉する圧側リーフバルブとを有し、

前記減衰通路は、前記ピストンロッドに設けられて前記伸側室或いは前記圧側室と前記隙間とを連通する孔、前記伸側孔および前記圧側孔とで形成される

電磁緩衝器。

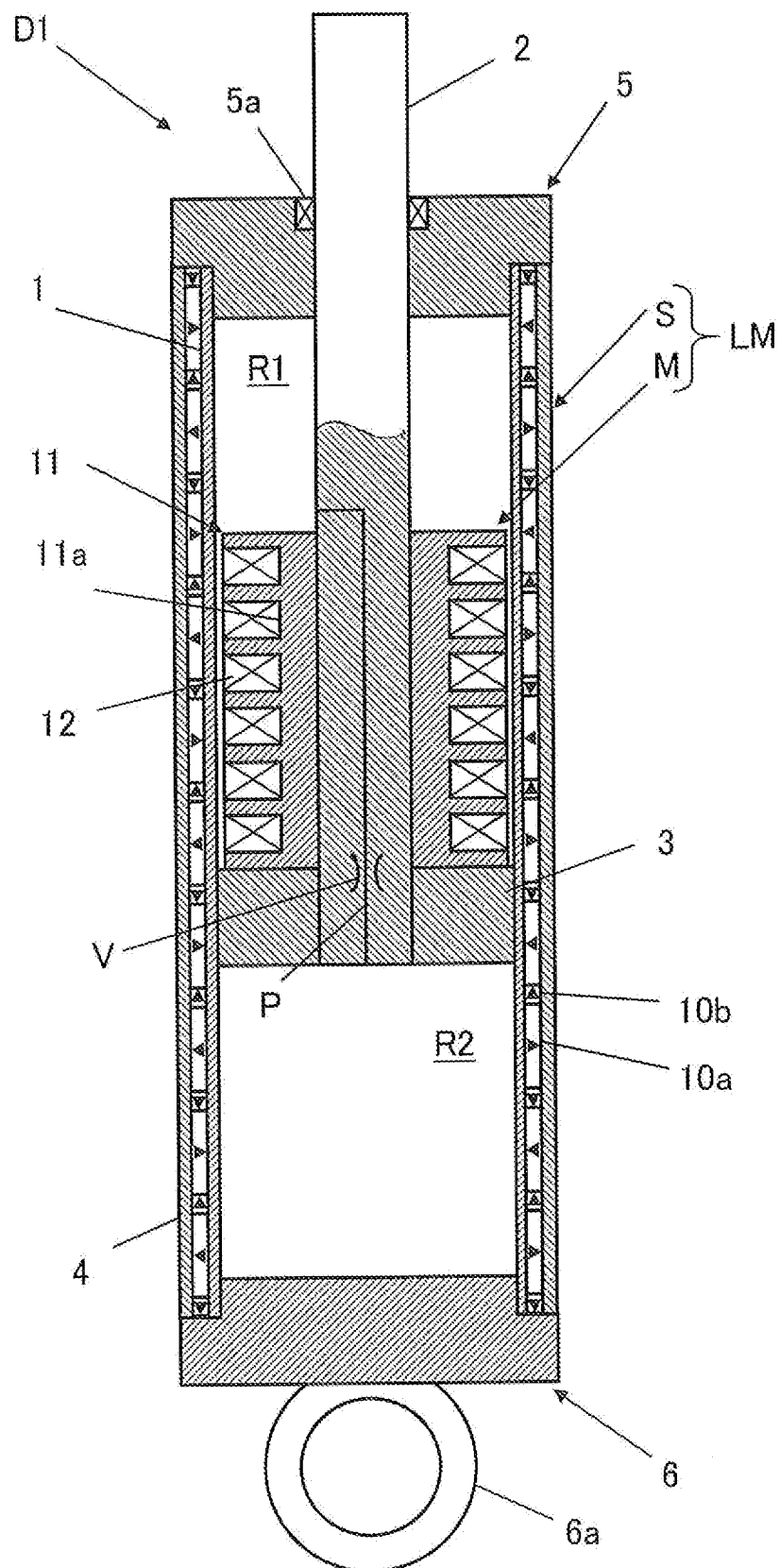
[請求項6]

請求項 1 に記載の電磁緩衝器であって、

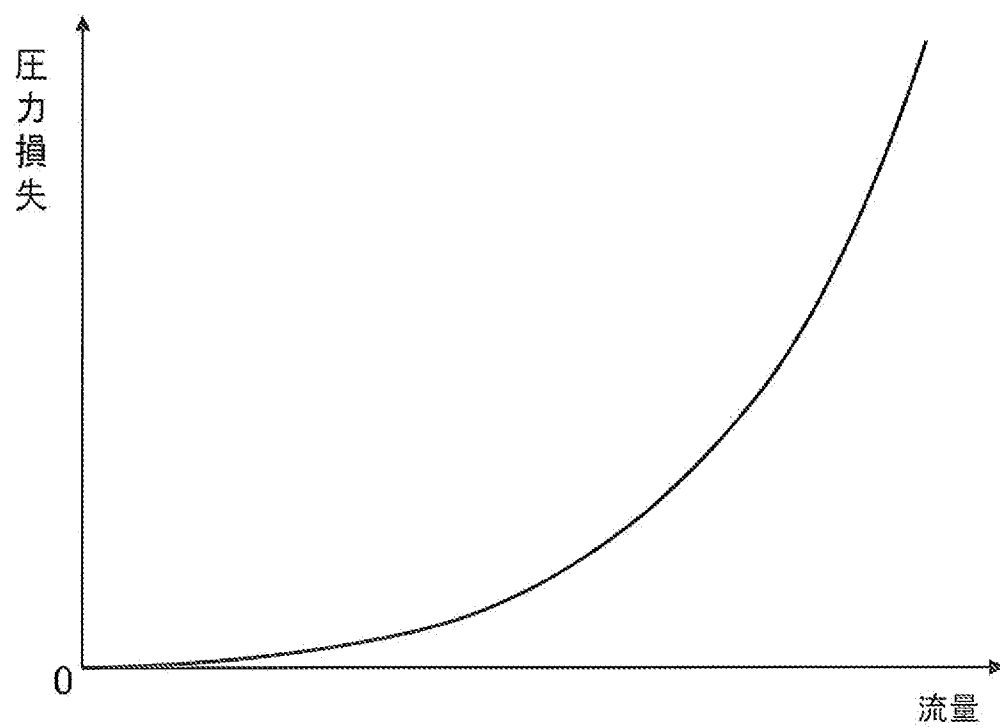
前記シリンダの内周に摺接するとともに前記ピストンロッドに設けられるスライダを備え、

前記可動子を前記ピストンと前記スライダとの間に配置した電磁緩衝器。

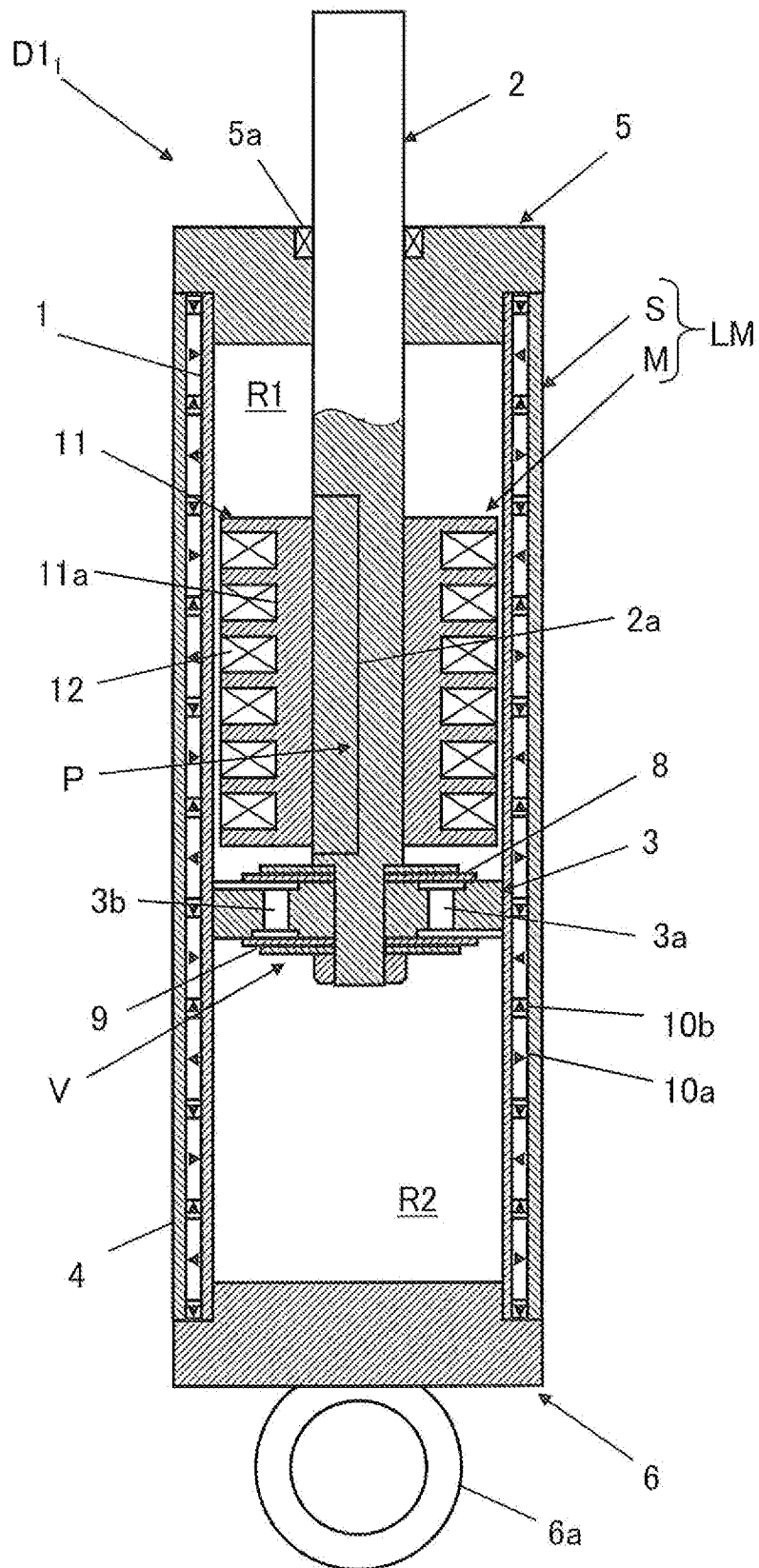
[図1]



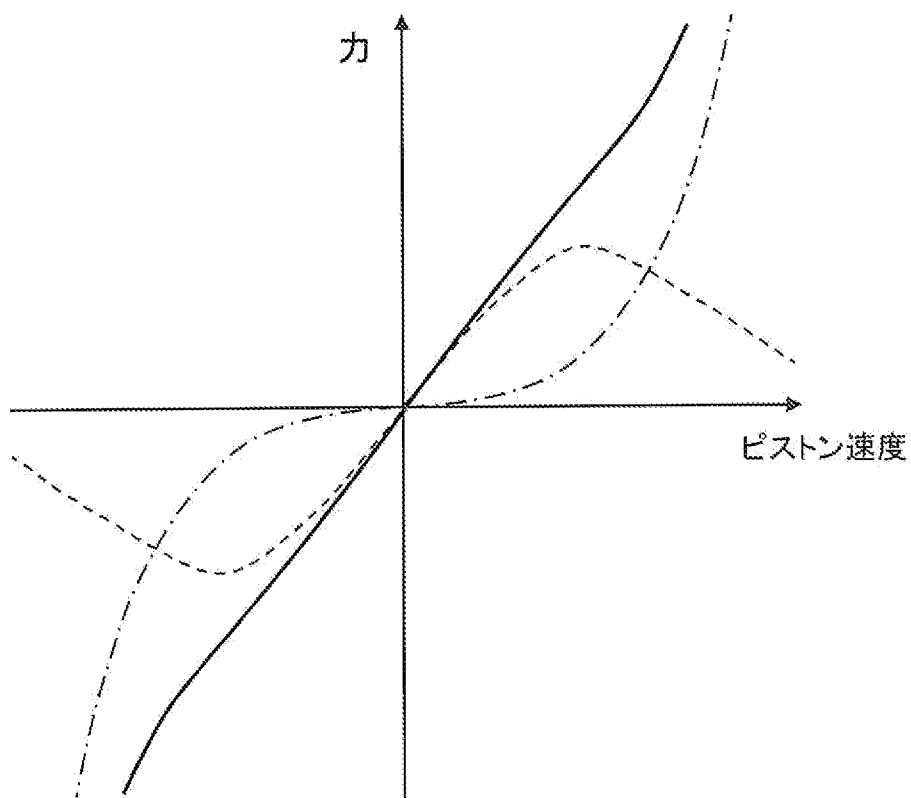
[図2]



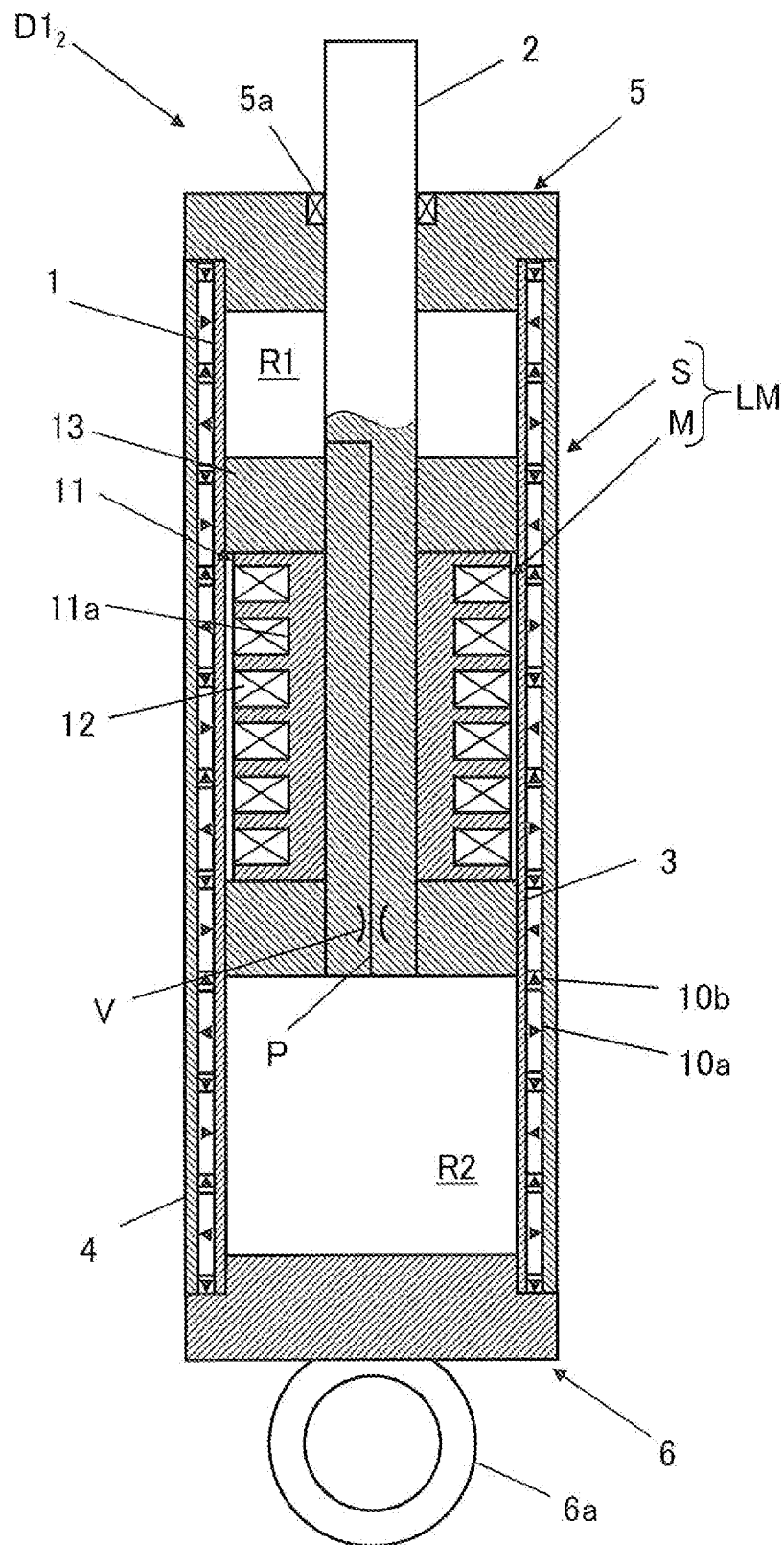
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/003036

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K 41/03 (2006.01) i; B60G 17/00 (2006.01) i; F16F 9/02 (2006.01) i; F16F 15/03 (2006.01) i

FI: F16F15/03 H; F16F9/02; H02K41/03 A; B60G17/00

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)

H02K41/03; B60G17/00; F16F9/02; F16F15/03

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 63-20206 A (THE FIRESTONE TIRE & RUBBER COMPANY) 27.01.1988 (1988-01-27) page 4, lower right column, line 14 to page 5, lower right column, line 20, fig. 1-2	1-4 5-6
Y A	JP 2002-257189 A (TOKICO, LTD.) 11.09.2002 (2002-09-11) paragraphs [0010]-[0028], fig. 1-4	1-4 5-6
Y A	JP 6-235436 A (KAYABA INDUSTRY CO., LTD.) 23.08.1994 (1994-08-23) paragraphs [0029]-[0033], fig. 1	4 5-6
A	JP 63-287629 A (DAIHATSU MOTOR CO., LTD.) 24.11.1988 (1988-11-24) page 3, upper left column, line 16 to page 4, upper left column, line 10, fig. 1	1-6
A	JP 2008-286362 A (AISIN SEIKI CO., LTD.) 27.11.2008 (2008-11-27) paragraphs [0019]-[0025], fig. 2	1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

03 March 2020 (03.03.2020)

Date of mailing of the international search report

17 March 2020 (17.03.2020)

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/003036

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 63-20206 A	27 Jan. 1988	US 4712776 A column 3, line 49 to column 4, line 61, fig. 1-2	
JP 2002-257189 A	11 Sep. 2002	(Family: none)	
JP 6-235436 A	23 Aug. 1994	(Family: none)	
JP 63-287629 A	24 Nov. 1988	(Family: none)	
JP 2008-286362 A	27 Nov. 2008	US 2008/0290624 A1 paragraphs [0013]- [0016], fig. 2 EP 1995090 A2	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 41/03(2006.01)i; B60G 17/00(2006.01)i; F16F 9/02(2006.01)i; F16F 15/03(2006.01)i FI: F16F15/03 H; F16F9/02; H02K41/03 A; B60G17/00		
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）） H02K41/03; B60G17/00; F16F9/02; F16F15/03 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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	JP 63-20206 A（ザ・ファイヤーストーン・タイヤ・アンド・ラバー・カンパニー） 27.01.1988（1988-01-27） 第4ページ右下欄第14行-第5ページ右下欄第20行, 図1-2	1-4
A		5-6
Y	JP 2002-257189 A（トキコ株式会社）11.09.2002（2002-09-11） 段落[0010]-[0028], 図1-4	1-4
A		5-6
Y	JP 6-235436 A（カヤバ工業株式会社）23.08.1994（1994-08-23） 段落[0029]-[0033], 図1	4
A		5-6
A	JP 63-287629 A（ダイハツ工業株式会社）24.11.1988（1988-11-24） 第3ページ左上欄第16行-第4ページ左上欄第10行, 第1図	1-6
A	JP 2008-286362 A（アイシン精機株式会社）27.11.2008（2008-11-27） 段落[0019]-[0025], 図2	1-6
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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抵触するものではなく、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 03.03.2020		国際調査報告の発送日 17.03.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 鵜飼 博人 3W 6107 電話番号 03-3581-1101 内線 3367

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/003036

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	63-20206	A	27.01.1988	US 4712776 A 第3欄第49行-第4欄第61行, 図1-2	
JP	2002-257189	A	11.09.2002	(ファミリーなし)	
JP	6-235436	A	23.08.1994	(ファミリーなし)	
JP	63-287629	A	24.11.1988	(ファミリーなし)	
JP	2008-286362	A	27.11.2008	US 2008/0290624 A1 段落[0013]-[0016], 図2 EP 1995090 A2	