(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2017-227237
(P2017-227237A)
(43)公開日　平成29年12月28日(2017.12.28)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
F16F	7/00	(2006.01)	F16F	7/00	F	3J066
F16F	7/01	(2006.01)	F16F	7/01		

審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 18 頁）

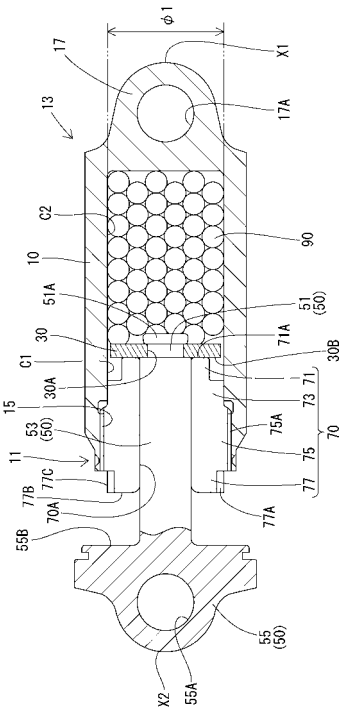
(21)出願番号　特願2016-122377 (P2016-122377)
(22)出願日　平成28年6月21日 (2016.6.21)

(71)出願人　000000929
ＫＹＢ株式会社
東京都港区浜松町２丁目４番１号　世界貿易センタービル
(71)出願人　304021277
国立大学法人　名古屋工業大学
愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市２９番
(74)代理人　110000497
特許業務法人グランダム特許事務所
(72)発明者　関根　伸一
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　ＫＹＢ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ダンパ

(57)【要約】
【課題】弾性変形する粒状体を利用して簡易な構造で減衰力を発揮するダンパを提供する。
【解決手段】ダンパは、シリンダ１０、ピストン３０、ロッド５０、ロッドガイド７０、及び複数の粒状体９０を備えている。シリンダ１０は少なくとも一方の端部が開口している。ピストン３０はシリンダ１０内に収納されてシリンダ１０の中心軸方向に往復移動する。ロッド５０はピストン３０に連結されている。また、ロッド５０はシリンダ１０の中心軸方向に伸びてシリンダ１０の開口端部１１側から外部に突出している。ロッドガイド７０はシリンダ１０の開口端部１１に固定されている。また、ロッドガイド７０は、シリンダ１０の中心軸方向に貫通しており、ロッド５０を往復移動自在に挿通した貫通孔７０Ａを有している。複数の粒状体９０は球形状の弾性体である。これら粒状体９０はシリンダ１０内に充填されている。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
少なくとも一方の端部が開口したシリンダと、
前記シリンダ内に収納されて前記シリンダの中心軸方向に往復移動するピストンと、
前記ピストンに連結され、前記シリンダの中心軸方向に伸びて前記シリンダの開口した開口端部側から外部に突出したロッドと、
前記開口端部に固定され、シリンダの中心軸方向に貫通しており、前記ロッドを往復移動自在に挿通した貫通孔を有したロッドガイドと、
球形状の弾性体であり、前記シリンダ内に充填された複数の粒状体と、
を備えていることを特徴とするダンパ。
【請求項２】
前記粒状体は微粒子を含有していることを特徴とする請求項１記載のダンパ。
【請求項３】
前記シリンダは一方の端部が開口した開口端部と他方の端部が閉鎖した閉鎖端部とを有した有底であり、
前記ピストンは前記シリンダ内を前記開口端部側の第１室と前記閉鎖端部側の第２室とに区画しており、
前記第１室の前記粒状体の充填率が前記第２室の前記粒状体の充填率よりも低いことを特徴とする請求項１又は２記載のダンパ。
【請求項４】
前記ピストンと前記シリンダの内周面との間に隙間が形成されており、
前記ピストンが前記シリンダの中心軸方向に往復移動する際に前記粒状体が前記隙間を通過して移動することを特徴とする請求項１又は２記載のダンパ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明はダンパに関するものである。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１は従来のダンパを開示している。このダンパは、シリンダ、ピストン、一対のロッド、一対のロッドガイド、一対の圧縮コイルバネ、及び複数の粒状体を備えている。シリンダは、円筒形状であり、両端が開口している。ピストンは中央部と両端部とを有している。ピストンの中央部は、円柱形状であり、外径がシリンダの内径よりも小さく、シリンダの内周面との間に隙間を有した状態でシリンダ内に収納されている。ピストンの両端部は中央部の両端面を底面にして外側へ向けて外径が徐々に小さくなる円錐台形状である。ピストンはシリンダ内に収納されてシリンダの中心軸方向に往復移動する。一対のロッドは、ピストンの両端部の夫々に連続し、ピストンから両方向にピストンの中心軸上を伸びている。これらロッドはシリンダの中心軸上に配置されている。一対のロッドガイドは、シリンダの両端部より内側に配置され、その位置より外方向へ移動自在である。各ロッドガイドはロッドを挿通しており、ロッドがシリンダの両端から外側に伸び出している。一対の圧縮コイルバネは一個ずつシリンダの両端部であって各ロッドガイドより外側に配置されている。これら圧縮コイルバネは各ロッドガイドに対してシリンダの中央方向に弾性力を付与している。複数の粒状体はシリンダ内であって一対のロッドガイドの間に充填されている。粒状体は、シリンダの内周面とピストンとの間の隙間を通過して移動することができる。
【０００３】
このダンパは、ロッドを介してピストンを一方向に移動させようとする力が働くと、ピストンが移動しようとする方向に位置するロッドガイドに粒状体を介して力がかかる。この力がロッドガイドに付与された圧縮コイルばねの弾性力を上回ると、ロッドガイドが外側（シリンダの端部方向）へ移動する。これによって、このダンパは、粒状体が充填され

ている空間の容積が増加し、シリンダ内の粒状体の流動性が促進され、ピストンが粒状体を押しのけて動き、減衰力を発揮することができる。このように、このダンパは取り付け姿勢による影響を受けない安定した減衰力を得ることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開２０１１－２１６４８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかし、特許文献１のダンパは、シリンダ内の粒状体の流動性が促進され、ピストンが粒状体を押しのけて動き、減衰力を発揮するため、ピストンの移動に応じて粒状体が充填されている空間の容積が増加する構造が必要である。

【０００６】

本発明は、上記従来の実情に鑑みてなされたものであって、弾性変形する粒状体を利用して簡易な構造で減衰力を発揮するダンパを提供することを解決すべき課題としている。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明のダンパは、シリンダ、ピストン、ロッド、ロッドガイド、及び複数の粒状体を備えている。シリンダは少なくとも一方の端部が開口している。ピストンはシリンダ内に収納されてシリンダの中心軸方向に往復移動する。ロッドはピストンに連結されている。また、ロッドはシリンダの中心軸方向に伸びてシリンダの開口端部側から外部に突出している。ロッドガイドはシリンダの開口端部に固定されている。また、ロッドガイドは、シリンダの中心軸方向に貫通しており、ロッドを往復移動自在に挿通した貫通孔を有している。複数の粒状体は球形状の弾性体である。これら粒状体はシリンダ内に充填されている。

【０００８】

このダンパは、ピストンがシリンダの中心軸方向に往復移動する際、シリンダ内に充填された複数の粒状体が弾性変形して押しつぶされる。この際に生じる粒状体同士の摩擦力と、粒状体の分子間の摩擦力によって、このダンパは減衰力を発揮することができる。

【０００９】

したがって、本発明のダンパは弾性変形する粒状体を利用して簡易な構造で減衰力を発揮することができる。

【００１０】

また、このダンパは、複数の粒状体が弾性変形して押しつぶされた状態になると、各粒状体の弾性力がピストンに働く。このため、このダンパは反力を発生させるためのスプリングを設ける必要がない。

【００１１】

また、粒状体が球形状であるため、このダンパはピストンがシリンダの中心軸方向に往復移動して複数の粒状体が押しつぶされる際、複数の粒状体に均一に力がかかる。このため、このダンパは複数の粒状体が押しつぶされて生じる減衰力や反力の特性が常に略同一にすることができる。

【００１２】

本発明のダンパの粒状体は微粒子を含有し得る。この場合、粒状体同士の摩擦力が向上するため、このダンパは減衰力を高めることができる。

【００１３】

本発明のダンパのシリンダは一方の端部が開口した開口端部と他方の端部が閉鎖した閉鎖端部とを有した有底であり得る。また、本発明のダンパのピストンはシリンダ内を開口端部側の第１室と閉鎖端部側の第２室とに区画し得る。そして、第１室の粒状体の充填率が第２室の前記粒状体の充填率よりも低くし得る。この場合、このダンパは、ピストンが

第１室側に移動して第１室の容積が小さくなる場合（ダンパが伸長する場合）の減衰力と、ピストンが第２室側に移動して第２室の容積が小さくなる場合（ダンパが収縮する場合）の減衰力とを略同じにすることができる。

ここで、充填率は下記（１）式にて表される（以下、同じ）。なお、充填体積は粒状体を充填する空間の体積である。

【００１４】

【数１】

$$\text{充填率} = \frac{\text{粒状体の質量}}{\text{充填堆積} \times \text{粒状体の密度}} \quad \cdots (1)$$

【００１５】

本発明のダンパはピストンとシリンダの内周面との間に隙間が形成され得る。また、本発明のダンパはピストンがシリンダの中心軸方向に往復移動する際に粒状体が隙間を通過し移動し得る。この場合、このダンパは、粒状体が隙間を通過するため、ピストンを境にした一方の空間内に粒状体が閉じ込められず、反力の発生を抑えることができる。このため、このダンパは減衰力を良好に発揮することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】実施形態１のダンパを示す断面図である。

【図２】実施形態１のダンパにおいて、粒状体の充填率の違いによるストローク変位量と反力との関係（静特性）を示すグラフである。

【図３】実施形態１のダンパにおいて、粒状体の粒径及び硬度の違いによるストローク変位量と反力との関係（静特性）を示すグラフである。

【図４】実施形態１のダンパにおいて、加振速度０．０５ｍ／ｓ（８Ｈｚ）、振幅±１ｍｍで振動させた際のストローク変位量と減衰力との関係（動特性）を示すグラフである。

【図５】実施形態１のダンパにおいて、粒状体の硬度及び充填率の違いによるストローク変位量と反力との関係（静特性）を示すグラフである。

【図６】実施形態１のダンパにおいて、デュロメータタイプＡ硬度が６０°の粒状体の充填率の違いによるストローク変位量と反力との関係（静特性）を示すグラフである。

【図７】実施形態１のダンパにおいて、デュロメータタイプＡ硬度が４０°の粒状体の充填率の違いによるストローク変位量と反力との関係（静特性）を示すグラフである。

【図８】実施形態２のダンパを示す断面図である。

【図９】実施形態２のダンパに対して、加振実験を行った際のストローク変位量と減衰力との関係であって、（Ａ）はつり合い中心を中心にして加振実験をした場合を示し、（Ｂ）は幾何学中心を中心にして加振実験をした場合を示すグラフである。

【図１０】実施形態２のダンパに対して、加振実験を行った際のストローク変位量と減衰力との関係であって、（Ａ）は第１室の粒状体の充填率を６０％、第２室の粒状体の充填率を８０％にしたものを示し、（Ｂ）は第１室の粒状体の充填率を８０％、第２室の粒状体の充填率を６０％にしたものを示し、（Ｃ）は第１室の粒状体の充填率を６６．８％、第２室の粒状体の充填率を７３．６％にしたものを示し。（Ｄ）は第１室の粒状体の充填率を７０％、第２室の粒状体の充填率を７０％にしたものを示すグラフである。

【図１１】実施形態３のダンパを示す断面図である。

【図１２】実施形態３のダンパのシリンダ内に充填される粒状体の模式図である。

【図１３】実施形態３のダンパに対して、４種類の粒状体を夫々シリンダ内に充填し加振実験を行った際のストローク変位量と減衰力との関係を示すグラフである。

【図１４】実施形態３のダンパに対して、微粒子の粒状体に対する体積比を変化させて加振実験を行った際のストローク変位量と減衰力との関係を示すグラフである。

【図１５】実施形態３のダンパに対して、粒状体の充填率を変化させるとともに、設置角を０°と６０°にして加振実験を行なった際のストローク変位量と減衰力との関係を示すグラフである。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
本発明のダンパを具体化した実施形態１～３について、図面を参照しつつ説明する。
【００１８】
＜実施形態１＞
実施形態１のダンパは、図１に示すように、シリンダ１０、ピストン３０、ロッド５０、ロッドガイド７０、及び複数の粒状体９０を備えている。
シリンダ１０は、有底であり、一方の端部が開口した開口端部１１と他方の端部が閉鎖した閉鎖端部１３とを有している。開口端部１１は、内周面にねじ山が刻まれ、雌ねじ部１５を形成している。シリンダ１０は、雌ねじ部１５より奥側の内径φ１が雌ねじ部１５よりわずかに小さく、一定である。シリンダ１０は雌ねじ部１５より奥側の内径φ１が１６ｍｍである。閉鎖端部１３は、シリンダ１０の中心軸に直交する一方向に頂部Ｘ１が伸びており、この頂部Ｘ１付近の表面が略円筒形状に突出した山型のシリンダ側取付部１７を有している。このシリンダ側取付部１７は頂部Ｘ１が延びている方向に沿ってシリンダ側取付孔１７Ａが貫設されている。このシリンダ側取付孔１７Ａはダンパを対象物に取り付ける際に図示しない取付ピンを挿通する。
【００１９】
ピストン３０は、円盤状の平板であり、中心を連結孔３０Ａが貫通している。このピストン３０の外径は１５．１ｍｍであり、シリンダ１０の内径φ１（１６ｍｍ）よりも小さい。また、このピストン３０の厚さは２ｍｍである。このピストン３０は、シリンダ１０内を開口端部１１側の第１室Ｃ１と閉鎖端部１３側の第２室Ｃ２とに区画している。また、このピストン３０はシリンダ１０の中心軸方向に往復移動する。
【００２０】
ロッド５０は、先端部である連結部５１、中間部５３、及び後端部であるロッド側取付部５５を有している。連結部５１と中間部５３は円柱形状であり、連続して同軸に形成されている。連結部５１の外径はピストン３０の連結孔３０Ａの内径と略同じである。中間部５３の外径はピストン３０の連結孔３０Ａの内径よりも大きい。ロッド５０は、連結部５１をピストン３０の連結孔３０Ａに挿入し、ピストン３０から突出した連結部５１の先端５１Ａを加圧して潰すことによって、ピストン３０を抜け止め状態に連結している。ロッド側取付部５５はシリンダ１０の開口端部１１側から外部に突出している。ロッド側取付部５５は、中間部５３側が中間部５３の外径よりも大きい外径を有する略円盤形状であり、後側がロッド５０の中心軸に直交する一方向に頂部Ｘ２が伸び、この頂部Ｘ２付近の表面が略円筒形状に突出した山型である。ロッド側取付部５５は頂部Ｘ２が伸びている方向に沿って貫通したロッド側取付孔５５Ａを有している。このロッド側取付孔５５Ａはダンパを対象物に取り付ける際に図示しない取付ピンを挿通する。
【００２１】
ロッドガイド７０は中心軸上にロッド５０の中間部５３の外径より僅かに大きい内径である貫通孔７０Ａを貫設している。この貫通孔７０Ａは、ロッドガイド７０がシリンダ１０の開口端部１１に固定された状態で、シリンダの中心軸方向に貫通している。ロッドガイド７０は貫通孔７０Ａにロッド５０を往復移動自在に挿通している。ロッドガイド７０は、第１挿入部７１、第２挿入部７３、雄ねじ部７５、及び締め付け部７７を有している。
【００２２】
第１挿入部７１は円筒形状である。第１挿入部７１の外径はピストン３０の外径よりも小さい。第１挿入部７１の外径がピストン３０の外径よりも小さいため、第１挿入部７１の先端面７１Ａがピストン３０の端面（シリンダ１０の開口端部１１側の端面）３０Ｂの全体に密着しない。このため、ピストン３０はロッドガイド７０の第１挿入部７１の先端

面７１Ａに当接した状態から閉鎖端部１３方向にスムーズに移動することができる。

【００２３】

第２挿入部７３も円筒形状である。第２挿入部７３は第１挿入部７１の後端に連続している。第２挿入部７３の外径は、第１挿入部７１の外径よりも大きく、シリンダ１０の雌ねじ部１５より奥側の内径φ１に略等しい。

【００２４】

雄ねじ部７５も円筒形状である。雄ねじ部７５は第２挿入部７３の後端に連続している。雄ねじ部７５の外径は第２挿入部７３の外径よりも僅かに大きい。雄ねじ部７５は外周面にねじ山が刻まれている。雄ねじ部７５はシリンダ１０の雌ねじ部１５にねじ込み具合を調整しつつねじ込まれている。つまり、ロッドガイド７０はシリンダ１０の開口端部１１に固定されている。

【００２５】

締め付け部７７も円筒形状である。締め付け部７７は雄ねじ部７５の後端に連続している。締め付け部７７の外径は雄ねじ部７５の外径よりも小さい。締め付け部７７は中心軸対象に位置する２か所に凹部７７Ａが形成されている。この凹部７７Ａは締め付け部７７の後端面７７Ｂ及び外周面７７Ｃに開口している。この凹部７７Ａは、ロッドガイド７０の第１挿入部７１及び第２挿入部７３をシリンダ１０内に挿入して雄ねじ部７５をシリンダ１０の雌ねじ部１５にねじ込む際に回転工具の先端部を係止する。

【００２６】

複数の粒状体９０は、弾性体であり、第２室Ｃ２のみに充填されている。粒状体９０は球形状である。このダンパの最大ストローク長は７ｍｍに設定されている。つまり、このダンパは、最大伸長状態から７ｍｍ縮小すると、ロッド５０のロッド側取付部５５の中間部５３側の端面５５Ｂがロッドガイド７０の締め付け部７７の後端面７７Ｂに衝突する。

【００２７】

ここで、粒径が３ｍｍ、デュロメータタイプＡ硬度が８０°であるニトリルゴム製の粒状体９０を第２室Ｃ２のみに充填した際の充填率の違いによるストローク変位量と反力との関係（静特性）を示すグラフを図２に示す。

【００２８】

粒状体９０の充填率は６０％～８８％の間の７段階（６０％、６５％、７０％、７５％、８２％、８５％、８８％）に変化させた。また、比較例として、同じ形態及び大きさのシリンダ１０、ピストン３０、ロッド５０、及びロッドガイド７０を備え、シリンダ１０内にシリコーンオイルを封入したオイルダンパのストローク変位と反力との関係（静特性）も図２に示す。

【００２９】

図２において、夫々のグラフに囲まれた面積が減衰力の大きさに相当する。このため、粒径が３ｍｍ、デュロメータタイプＡ硬度が８０°であるニトリルゴム製の粒状体９０を第２室Ｃ２のみに６０％～８８％の充填率で充填したダンパは、比較例として示したオイルダンパの減衰力と同等以上の減衰力を発生することがわかる。

【００３０】

また、このダンパは粒状体９０の充填率が高いほど反力が高くなっている。このため、このダンパは粒状体９０の充填率を変更するだけで容易に反力や減衰力等の特性を調整することができる。また、このダンパは収縮動作時の反力の方が伸長動作時の反力よりも各ストローク変位量において高い値を示している。

【００３１】

さらに、粒状体９０の充填率が７５％～８８％のダンパにおいて、反力が急激に立ち上がっている。これは、反力が最も高くなった際のストロークの変位量において、第２室Ｃ２に空隙がほとんどなくなり（充填率が略１００％）、それ以上ストロークできない状態を示している。このため、このダンパは、最大ストロークが７ｍｍに設定されているが、粒状体９０を７５％以上充填することによって、ストローク可能範囲が７ｍｍ以下になる。このため、このダンパは、粒状体９０を７５％以上充填することによって、収縮動作時

にロッド５０のロッド側取付部５５の中間部５３側の端面５５Ｂがロッドガイド７０の締め付け部７７の後端面７７Ｂに衝突しないようにすることができる。このようにすると、衝突による破損が防止されるため、このダンパはロッド５０のロッド側取付部５５の中間部５３側の端面５５Ｂとロッドガイド７０の締め付け部７７の後端面７７Ｂとの間にゴム等の緩衝材を設ける必要がなくなる。

【００３２】

また、このダンパは、各グラフに示されているように、収縮動作時の反力の変化、及び伸長動作時の反力の変化が毎回、略同じである。これは、このダンパの粒状体９０が球形状であるため、収縮動作時に第２室Ｃ２に充填された複数の粒状体９０に均一に力がかかるためである。つまり、このダンパは、常に収縮動作時、粒状体９０が充填された第２室Ｃ２内の空隙が均一に変化するため、収縮動作時及び伸長動作時の反力や減衰力等の特性が毎回、略同じになる。

【００３３】

次に、ニトリルゴム製の粒状体９０を第２室Ｃ２のみに８５％充填する際の粒状体９０の硬度及び粒径の違いによるストローク変位量と反力との関係（静特性）を図３に示す。

【００３４】

粒状体９０の硬度は、デュロメータタイプＡ硬度が７０°と８０°の２段階に変化させ、粒状体９０の粒径は、２ｍｍと３ｍｍの２段階に変化させた。また、比較例として、同じ形態及び大きさのシリンダ１０、ピストン３０、ロッド５０、及びロッドガイド７０を備え、シリンダ１０内にシリコーンオイルを封入したオイルダンパのストローク変位量と反力との関係（静特性）も図３に示す。

【００３５】

このダンパは、粒状体９０の粒径が小さいほど反力が高くなり、反力の急激な立ち上りが短いストロークで現れることがわかる。これは、ダンパが収縮動作すると第２室Ｃ２に充填された粒状体９０が弾性変形しつつ第２室Ｃ２の空隙が減少するが、粒径が小さいほど短いストロークで第２室Ｃ２の空隙がほとんどなくなる（充填率が略１００％）ためである。また、このダンパは粒状体９０の硬度の違いによる特性の変化は小さい。

【００３６】

また、図３において、夫々のグラフに囲まれた面積が減衰力の大きさに相当する。このため、デュロメータタイプＡ硬度が７０°であり、粒径が２ｍｍと３ｍｍのニトリルゴム製の粒状体９０、及びデュロメータタイプＡ硬度が８０°であり、粒径が２ｍｍと３ｍｍのニトリルゴム製の粒状体９０の夫々を別々に第２室Ｃ２のみに８５％充填したダンパは、比較例として示したオイルダンパの減衰力と同等以上の減衰力を発生することがわかる。

【００３７】

次に、粒径が３ｍｍ、デュロメータタイプＡ硬度が８０°であるニトリルゴム製の粒状体９０を第２室Ｃ２のみに充填率８５％で充填したダンパを加振速度０．０５ｍ／ｓ（８Ｈｚ）、振幅±１ｍｍで振動させた際のストローク変位量と減衰力との関係（動特性）を図４に示す。また、比較例として、同じ形態及び大きさのシリンダ１０、ピストン３０、ロッド５０、及びロッドガイド７０を備え、シリンダ１０内にシリコーンオイルを封入したオイルダンパを同条件で振動させた際のストローク変位量と減衰力との関係（動特性）も図４に示す。

【００３８】

図４において、夫々のグラフに囲まれた面積が減衰エネルギーを示す。粒径が３ｍｍ、デュロメータタイプＡ硬度が８０°であるニトリルゴム製の粒状体９０を第２室Ｃ２のみに充填率８５％で充填したダンパのグラフの面積が比較例として示したオイルダンパのグラフの面積よりも大きい。実際のところ、この粒状体９０を充填したダンパの減衰エネルギー２８６．１ｍＪであり、比較例のオイルダンパの減衰エネルギーは９３．８ｍＪよりも大きい。

【００３９】

次に、粒径が３ｍｍのシリコーンゴム製の粒状体９０を第２室Ｃ２のみに充填する際の粒状体９０の硬度及び充填率の違いによるストローク変位量と反力との関係（静特性）を図５に示す。また、図６は、図５に示したグラフの内、デュロメータタイプＡ硬度が６０°であるもののみを選択し、充填率の違いによるストローク変位と反力との関係（静特性）を示す。また、図７は、図５に示したグラフの内、デュロメータタイプＡ硬度が４０°であるもののみを選択し、充填率の違いによるストローク変位と反力との関係（静特性）を示す。

【００４０】

粒状体９０の硬度は、デュロメータタイプＡ硬度が４０°と６０°の２段階に変化させ、粒状体９０の充填率は８２％、８５％、８８％に変化させた。また、比較例として、図５～図７に、同じ形態及び大きさのシリンダ１０、ピストン３０、ロッド５０、及びロッドガイド７０を備え、シリンダ１０内にシリコーンオイルを封入したオイルダンパのストローク変位と反力との関係（静特性）を示す。

【００４１】

図５～図７において、夫々のグラフに囲まれた面積が減衰力の大きさに相当する。このため、粒径が３ｍｍで、デュロメータタイプＡ硬度が４０°又は６０°のシリコーンゴム製の粒状体９０を第２室Ｃ２のみに８２％、８５％、８８％の夫々の充填率で充填したダンパは、比較例として示したオイルダンパの減衰力と略同等の減衰力を発生することがわかる。また、このダンパは粒状体９０の硬度の違いによる特性の変化は小さい。

【００４２】

また、このダンパは粒状体９０の充填率が高いほど反力が高くなっている。このため、このダンパは粒状体９０の充填率を変更するだけで容易に反力や減衰力等の特性を調整することができる。また、このダンパは収縮動作時の反力の方が伸長動作時の反力よりも各ストローク変位量において高い値を示している。

【００４３】

さらに、粒状体９０の充填率が８２％、８５％、８８％のダンパにおいて、反力が急激に立ち上がっている。これは、反力が最も高くなった際のストローク変位量において、第２室Ｃ２に空隙がほとんどなくなり（充填率が略１００％）、それ以上ストロークできない状態を示している。このため、このダンパは、最大ストロークが７ｍｍに設定されているが、粒状体９０を８２％以上充填することによって、ストローク可能範囲が６ｍｍ以下になる。このため、このダンパは、粒状体９０を８２％以上充填することによって、収縮動作時にロッド５０のロッド側取付部５５の中間部５３側の端面５５Ｂがロッドガイド７０の締め付け部７７の後端面７７Ｂに衝突しないようにすることができる。このようにすると、ダンパは、破損を防止するためにロッド５０のロッド側取付部５５の中間部５３側の端面５５Ｂとロッドガイド７０の締め付け部７７の後端面７７Ｂとの間にゴム等の緩衝材を設ける必要がなくなる。

【００４４】

以上説明したように、実施形態１のダンパは、シリンダ１０、ピストン３０、ロッド５０、ロッドガイド７０、及び複数の粒状体９０を備えている。シリンダ１０は一方の端部が開口した開口端部１１と他方の端部が閉鎖した閉鎖端部１３とを有した有底である。ピストン３０は、シリンダ１０内を開口端部１１側の第１室Ｃ１と閉鎖端部１３側の第２室Ｃ２とに区画し、シリンダ１０の中心軸方向に往復移動する。ロッド５０は連結部５１及びロッド側取付部５５を有している。ロッド５０は連結部５１がピストン３０に連結している。ロッド５０はロッド側取付部５５が開口端部１１側から外部に突出している。ロッドガイド７０は開口端部１１に固定されている。ロッドガイド７０は、シリンダ１０の中心軸方向に貫通しており、ロッド５０を往復移動自在に挿通した貫通孔７０Ａを有している。複数の粒状体９０は弾性体である。これら粒状体９０は第２室Ｃ２のみに所定の充填率（６０％～８８％）で充填されている。

【００４５】

このダンパは、収縮動作する際、第２室Ｃ２に充填された複数の粒状体９０が弾性変形

して押しつぶされる。この際に生じる粒状体９０同士の摩擦力と、粒状体９０の分子間の摩擦力によって、このダンパは減衰力を発揮することができる。

【００４６】

したがって、実施形態１のダンパは弾性変形する粒状体９０を利用して簡易な構造で減衰力を発揮することができる。

【００４７】

また、このダンパは、収縮動作して複数の粒状体９０が弾性変形して押しつぶされた状態になると、各粒状体９０の弾性力がダンパを伸長動作させる方向に働く。このため、このダンパは反力を発生させるためのスプリングを設ける必要がない。

【００４８】

また、このダンパは粒状体９０が球形状である。このダンパは収縮動作時に第２室Ｃ２に充填された複数の粒状体９０が押しつぶされる際、複数の粒状体９０に均一に力がかかる。このため、このダンパは、伸縮動作時、粒状体９０が充填された第２室Ｃ２内の空隙が均一に変化するため、複数の粒状体９０が押しつぶされて生じる減衰力や反力の特性が常に略同一にすることができる。

【００４９】

また、このダンパは、シリコーンオイル等の液体をシリンダ１０内に封入する代わりに粒状体９０をシリンダ１０内に充填している。このため、このダンパは液漏れの心配がない。

【００５０】

＜実施形態２＞

実施形態２のダンパは、図８に示すように、実施形態１のダンパと同じように、シリンダ１１０、ピストン１３０、ロッド１５０、ロッドガイド１７０、及び複数の粒状体１９０を備えているが、第１室Ｃ１及び第２室Ｃ２の両空間に複数の粒状体１９０が充填されている点が実施形態１と相違する。

【００５１】

シリンダ１１０は、有底の円筒状であり、一方の端部が開口した開口端部１１１と他方の端部が閉鎖した閉鎖端部１１３とを有している。シリンダ１１０は内径φ２が３５ｍｍである。ピストン１３０は、円柱状であり、外径が３４ｍｍであり、厚さＬ２が１６ｍｍである。このピストン１３０は、シリンダ１１０内を開口端部１１１側の第１室Ｃ１と閉鎖端部１１３側の第２室Ｃ２とに区画している。また、このピストン１３０はシリンダ１１０の中心軸方向に往復移動する。

【００５２】

ロッド１５０は、円柱状であり、外径が１４ｍｍである。このロッド１５０は、ピストン１３０に連結され、シリンダ１１０の中心軸方向に伸びてシリンダ１１０の開口した開口端部１１１側から外部に突出している。ロッドガイド１７０はシリンダ１１０の開口端部１１１に固定されている。ロッドガイド１７０は、中心軸上にロッド１５０の外径より僅かに大きい内径である貫通孔１７０Ａを貫設している。貫通孔１７０Ａは、ロッドガイド１７０がシリンダ１１０の開口端部１１１に固定された状態で、シリンダ１１０の中心軸方向に貫通している。ロッドガイド１７０は貫通孔１７０Ａにロッド１５０を往復移動自在に挿通している。このダンパは、シリンダ１１０の底面と、シリンダ１１０内に挿入されて固定されたロッドガイド１７０の内側面との間隔Ｌ１が７８ｍｍである。

【００５３】

複数の粒状体１９０は、シリコーンゴム製の弾性体であり、粒径３ｍｍ、デュロメータタイプＡ硬度が６０°である。このダンパは、ピストン１３０をシリンダ１１０の中心軸方向の中央（以下、「幾何学中心」という。）に位置させた状態で、第１室Ｃ１及び第２室Ｃ２の夫々に粒状体１９０を充填率７０％で充填する。すると、第１室Ｃ１と第２室Ｃ２とに充填された粒状体１９０の弾性力がピストン１３０の両側からかかり、その荷重が静的につり合う位置になるまでダンパを放置する。ピストン１３０に対する荷重が静的につり合う位置（以下、「つり合い中心」という。）は、ピストン１３０が幾何学中心から

第２室Ｃ２側に１．５ｍｍ移動した位置である。ピストン１３０がつり合い中心に位置した状態で、第１室Ｃ１の粒状体１９０の充填率は６６．８％であり、第２室Ｃ２の粒状体１９０の充填率は７３．６％である。

【００５４】

このダンパにおいて、ピストン１３０のつり合い中心を中心にして、振幅±５ｍｍ、加振周波数を０．０５Ｈｚ、１．０Ｈｚ、５．０Ｈｚに変化させて振動させた際のストローク変位量と減衰力との関係を図９（Ａ）に示す。一方、ピストン１３０の幾何学中心を中心にして同条件で振動させた際のストローク変位量と減衰力との関係を図９（Ｂ）に示す。ストローク変位量のマイナス方向はピストン１３０が第２室Ｃ２側に移動する（ダンパが収縮する）方向を示し、ストローク変位量のプラス方向はピストン１３０が第１室Ｃ１側に移動する（ダンパが伸長する）方向を示している（以下、同じ。）。

【００５５】

図９（Ａ）に示すように、つり合い中心を中心にしてダンパを振動させると、伸長時の減衰力と収縮時の減衰力とが略同じである。つまり、このダンパは、第１室Ｃ１の粒状体１９０の充填率を第２室Ｃ２の粒状体１９０の充填率よりも低くする（第１室Ｃ１の粒状体１９０の充填率：６６．８％、第２室Ｃ２の粒状体１９０の充填率７３．６％）と、伸長時の減衰力と収縮時の減衰力とを略同じにすることができる。

【００５６】

また、第１室Ｃ１の粒状体１９０の充填率と第２室Ｃ２の粒状体１９０の充填率を変化させて、同条件で振動させた際のストローク変位量と減衰力との関係を図１０（Ａ），（Ｂ），（Ｃ），（Ｄ）に示す。図１０（Ａ）は、第１室Ｃ１の粒状体１９０の充填率を６０％、第２室Ｃ２の粒状体１９０の充填率を８０％にしたものである。図１０（Ｂ）は、第１室Ｃ１の粒状体１９０の充填率を８０％、第２室Ｃ２の粒状体１９０の充填率を６０％にしたものである。図１０（Ｃ）は、第１室Ｃ１の粒状体１９０の充填率を６６．８％、第２室Ｃ２の粒状体１９０の充填率を７３．６％にしたものである。図１０（Ｄ）は、第１室Ｃ１の粒状体１９０の充填率を７０％、第２室Ｃ２の粒状体１９０の充填率を７０％にしたものである。このように、このダンパは、第１室Ｃ１の粒状体１９０の充填率と第２位室の粒状体１９０の充填率とを変化させることによって、減衰力を調整することができる。

【００５７】

以上説明したように、実施形態２のダンパは、シリンダ１１０、ピストン１３０、ロッド１５０、ロッドガイド１７０、及び複数の粒状体１９０を備えている。シリンダ１１０は一方の端部が開口した開口端部１１１と他方の端部が閉鎖した閉鎖端部１１３とを有した有底である。ピストン１３０は、シリンダ１１０内を開口端部１１１側の第１室Ｃ１と閉鎖端部１１３側の第２室Ｃ２とに区画し、シリンダ１１０の中心軸方向に往復移動する。ロッド１５０はピストン１３０に連結している。ロッド１５０はシリンダ１１０の中心軸方向に伸びてシリンダ１１０の開口した開口端部１１１側から外部に突出している。ロッドガイド１７０は開口端部１１１に固定されている。ロッドガイド１７０は、シリンダ１１０の中心軸方向に貫通しており、ロッド１５０を往復移動自在に挿通した貫通孔１７０Ａを有している。複数の粒状体１９０は弾性体である。これら粒状体１９０は第１室Ｃ１及び第２室Ｃ２に所定の充填率で充填されている。

【００５８】

このダンパは、伸縮動作する際、第１室Ｃ１及び第２室Ｃ２に充填された複数の粒状体１９０が弾性変形して押しつぶされる。この際に生じる粒状体１９０同士の摩擦力と、粒状体１９０の分子間の摩擦力によって、このダンパは減衰力を発揮することができる。

【００５９】

したがって、実施形態２のダンパは弾性変形する粒状体１９０を利用して簡易な構造で減衰力を発揮することができる。

【００６０】

また、このダンパは、第１室Ｃ１又は第２室Ｃ２に充填された複数の粒状体１９０が弾

性変形して押しつぶされた状態になると、各粒状体１９０の弾性力がピストン１３０に働く。このため、このダンパは反力を発生させるためのスプリングを設ける必要がない。

【００６１】

また、このダンパは粒状体１９０が球形状である。このダンパは伸縮動作して複数の粒状体１９０が押しつぶされる際、複数の粒状体１９０に均一に力がかかる。このため、このダンパは、伸縮動作時、粒状体１９０が充填された第１室Ｃ１内の空隙又は第２室Ｃ２内の空隙が均一に変化するため、複数の粒状体１９０が押しつぶされて生じる減衰力や反力の特性が常に略同一にすることができる。

【００６２】

また、このダンパは、シリコーンオイル等の液体をシリンダ１１０内に封入する代わりに粒状体１９０をシリンダ１１０内に充填している。このため、このダンパは液漏れの心配がない。

【００６３】

また、このダンパは、第１室Ｃ１の粒状体１９０の充填率が第２室Ｃ２の粒状体１９０の充填率よりも低くすることができる。このようにすると、このダンパは、ピストン１３０が第１室Ｃ１側に移動して第１室Ｃ１の容積が小さくなる場合（ダンパが伸長する場合）の減衰力と、ピストン１３０が第２室Ｃ２側に移動して第２室Ｃ２の容積が小さくなる場合（ダンパが収縮する場合）の減衰力とを略同じにすることができる。

【００６４】

＜実施形態３＞

実施形態３のダンパは、図１１に示すように、シリンダ２１０、ピストン２３０、ロッド２５０、ロッドガイド２７０、及び複数の粒状体２９０を備えている。

シリンダ２１０は両端部が開口した筒状である。シリンダ２１０の内径は３１ｍｍである。ピストン２３０は中央部２３０Ａと両端部２３０Ｂとを有している。中央部２３０Ａは、円柱形状であり、外径が２０ｍｍである。つまり、中央部２３０Ａはシリンダ２１０の内径よりも小さい。両端部２３０Ｂは中央部２３０Ａの両端面を底面にして外側へ向けて外径が徐々に小さくなる円錐台形状である。ピストン２３０はシリンダ２１０の内周面との間に隙間が形成されている。ピストン２３０は、中心軸方向の長さＬ２が３０ｍｍである。ピストン２３０はシリンダ２１０の中心軸方向に往復移動する。

【００６５】

ロッド２５０は、円柱状であり、外径が４ｍｍである。ロッド２５０は、ピストン２３０の両端部２３０Ｂの先端に連続し、ピストン２３０の両方向に伸びている。ロッド２５０は、シリンダ２１０の中心軸方向に伸びてシリンダ２１０の両端部の開口端部２１１側から外部に突出している。ロッドガイド２７０はシリンダ２１０の両端部の開口端部２１１に固定されている。各ロッドガイド２７０は、中心軸上にロッド２５０の外径より僅かに大きい内径である貫通孔２７０Ａを貫設している。貫通孔２７０Ａは、ロッドガイド２７０がシリンダ２１０の両端部の開口端部２１１に固定された状態で、シリンダ２１０の中心軸方向に貫通している。各ロッドガイド２７０は貫通孔２７０Ａにロッド２５０を往復移動自在に挿通している。このダンパは、シリンダ２１０の両端部の開口端部２１１に挿入されて固定された各ロッドガイド２７０の内側面同士の間隔Ｌ１が６０ｍｍである。

【００６６】

複数の粒状体２９０は、図１２に示すように、デュロメータタイプＡ硬度が６０°であるシリコーンゴム製の弾性体であり、粒径３ｍｍの球体内に微粒子２９１を含有している。このダンパはピストン２３０がシリンダ２１０の中心軸方向に往復移動する際に粒状体２９０が隙間を通過して移動する。

【００６７】

以下に示す４種類の粒状体２９０（シリコーンゴム製であり、粒径が３ｍｍの球体）を別々にダンパのシリンダ２１０内に充填率７０％で充填した４種類のダンパを振幅±４ｍｍ、加振周波数３Ｈｚで振動させた際のストローク変位量と減衰力との関係を図１３に示す。

粒状体Ａ：粒径が３μｍの球形状の微粒子２９１Ａを含有したもの
粒状体Ｂ：粒径が６μｍの球形状の微粒子２９１Ｂを含有したもの
粒状体Ｃ：粒径が略３μｍであって表面に凹凸状の突起を持った金平糖形状の微粒子２９１Ｃを含有したもの
粒状体Ｄ：微粒子２９１を含有していないもの（比較例）

【００６８】

微粒子２９１を含有していない粒状体Ｄを充填したダンパの減衰力に比べて、微粒子２９１を含有した粒状体Ａ～Ｃを充填したダンパの減衰力が高い。また、粒状体２９０に含有する微粒子２９１は、粒径が小さいほど、ダンパの減衰力が高くなる。また、粒状体２９０に含有する微粒子２９１の形状は、球形状に比べて金平糖形状の方が、ダンパの減衰力が高くなる。

【００６９】

次に、ダンパのシリンダ２１０内に、以下に示す３種類の粒状体２９０（シリコーンゴム製であり、粒径が３μｍの球体）を別々に充填率７０％で充填した３種類のダンパを振幅±４ｍｍ、加振周波数３Ｈｚで振動させた際のストローク変位量と減衰力との関係を図１４に示す。

粒状体Ｄ：微粒子を含有していないもの（比較例）
粒状体Ｅ：粒状体２９０に対する微粒子２９１の体積比が１５vol％であるもの
粒状体Ｆ：粒状体２９０に対する微粒子２９１の体積比が３０vol％であるもの

【００７０】

粒状体２９０に含有する微粒子２９１の体積比が高いほど、ダンパの減衰力が高くなる。つまり、粒状体２９０の硬度が高くなるほど、ダンパの減衰力が高くなる。

【００７１】

また、ダンパのシリンダ２１０内に微粒子２９１を含有していないシリコーンゴム製の粒状体２９０（粒径３ｍｍ）を充填率６０％、６５％、７０％で充填した３種類のダンパを設置角（シリンダ２１０及びロッド２５０の中心軸の水平線に対する傾斜角）が０°と６０°にして、±４ｍｍ、加振周波数１Ｈｚ、３Ｈｚ、５Ｈｚの夫々で振動させた際のストローク変位量と減衰力との関係を図１５に示す。粒状体２９０の充填率を６５％～７０％にしたダンパは設置角の依存性がほとんどなくなる。

【００７２】

以上説明したように、実施形態３のダンパは、シリンダ２１０、ピストン２３０、ロッド２５０、ロッドガイド２７０、及び複数の粒状体２９０を備えている。シリンダ２１０は両端部が開口している。ピストン２３０はシリンダ２１０内に収納されてシリンダ２１０の中心軸方向に往復移動する。ロッド２５０はピストン２３０に連結されている。また、ロッド２５０はシリンダ２１０の中心軸方向に伸びてシリンダ２１０の両端部の開口端部２１１側から外部に突出している。ロッドガイド２７０はシリンダ２１０の両端部に固定されている。また、各ロッドガイド２７０は、シリンダ２１０の中心軸方向に貫通しており、ロッド２５０を往復移動自在に挿通した貫通孔２７０Ａを有している。複数の粒状体２９０は弾性体である。これら粒状体２９０はシリンダ２１０内に充填されている。

【００７３】

このダンパは、ピストン２３０がシリンダ２１０の中心軸方向に往復移動する際、シリンダ２１０内に充填された複数の粒状体２９０が弾性変形して押しつぶされる。この際に生じる粒状体２９０同士の摩擦力と、粒状体２９０の分子間の摩擦力によって、このダンパは減衰力を発揮することができる。

【００７４】

したがって、実施形態３のダンパは弾性変形する粒状体２９０を利用して簡易な構造で減衰力を発揮することができる。

【００７５】

また、このダンパの粒状体２９０は球形状である。このダンパはピストン２３０がシリンダ２１０の中心軸方向に往復移動して複数の粒状体２９０が押しつぶされる際、複数の

粒状体２９０に均一に力がかかる。このため、このダンパは複数の粒状体２９０が押しつぶされて生じる減衰力や反力の特性が常に略同一にすることができる。

【００７６】

また、このダンパは、シリコーンオイル等の液体をシリンダ２１０内に封入する代わりに粒状体２９０をシリンダ２１０内に充填している。このため、このダンパは液漏れの心配がない。

【００７７】

また、このダンパの粒状体２９０は微粒子２９１を含有している。これによって、粒状体２９０同士の摩擦力が向上するため、このダンパは減衰力を高めることができる。

【００７８】

また、このダンパはピストン２３０とシリンダ２１０の内周面との間に隙間が形成されている。また、このダンパはピストン２３０がシリンダ２１０の中心軸方向に往復移動する際に粒状体２９０が隙間を通過し移動する。このダンパは、粒状体２９０が隙間を通過するため、ピストン２３０を境にした一方の空間内に粒状体２９０が閉じ込められず、反力の発生を抑えることができる。このため、このダンパは減衰力を良好に発揮することができる。

【００７９】

本発明は上記記述及び図面によって説明した実施形態１～３に限定されるものではなく、例えば次のような実施形態も本発明の技術的範囲に含まれる。

（１）実施形態１～３では、粒状体がニトリルゴム、又はシリコーンゴムであったが、弾性変形するものであれば他の材料であってもよい。

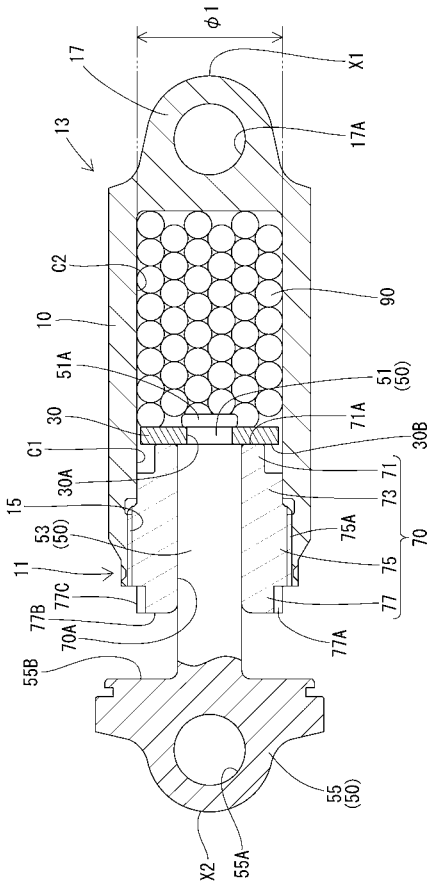
（２）実施形態１～３では、シリンダ内に充填する粒状体の粒径が一種類であったが、複数種類の粒径の粒状体をシリンダ内に充填してもよい。

【符号の説明】

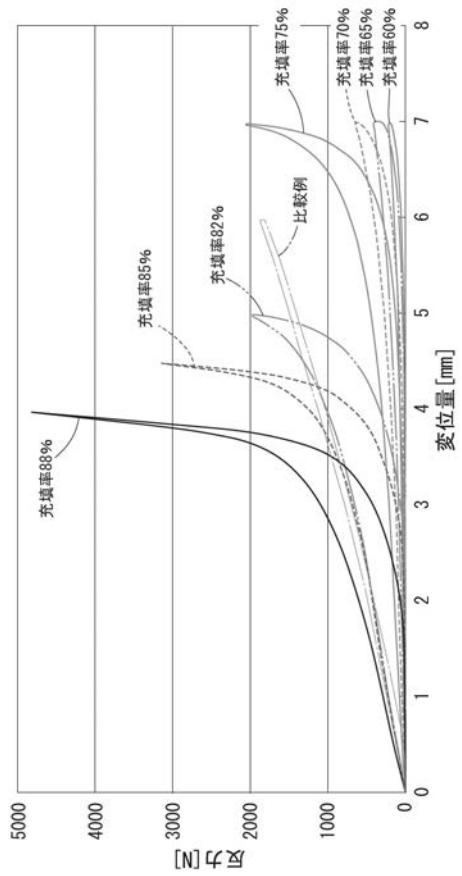
【００８０】

１０，１１０，２１０…シリンダ、１１，１１１，２１１…開口端部、１３…閉鎖端部、３０，１３０，２３０…ピストン、５０，１５０，２５０…ロッド、７０，１７０，２７０…ロッドガイド、７０Ａ…貫通孔、９０，１９０，２９０…粒状体、２９１（２９１Ａ，２９１Ｂ，２９１Ｃ）…微粒子、Ｃ１…第１室、Ｃ２…第２室

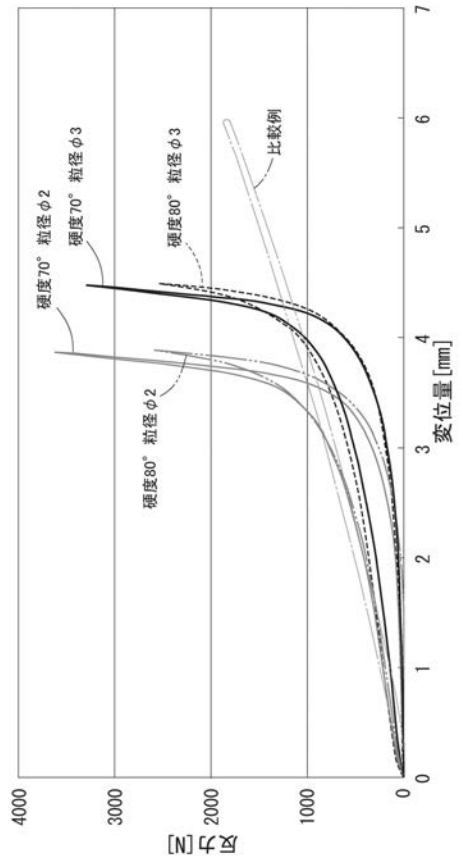
【図１】


φ1
X1
17
13
17A
C2
90
10
51A
51
(50)
30
71A
C1
30B
30A
71
15
73
53
(50)
75A
70
11
75
77C
77
77B
70A
77A
55B
55
(50)
X2
55A

【図２】


充填率75%
充填率70%
充填率65%
充填率60%
比較例
充填率82%
充填率85%
充填率88%
荷重[N]
変位量[mm]

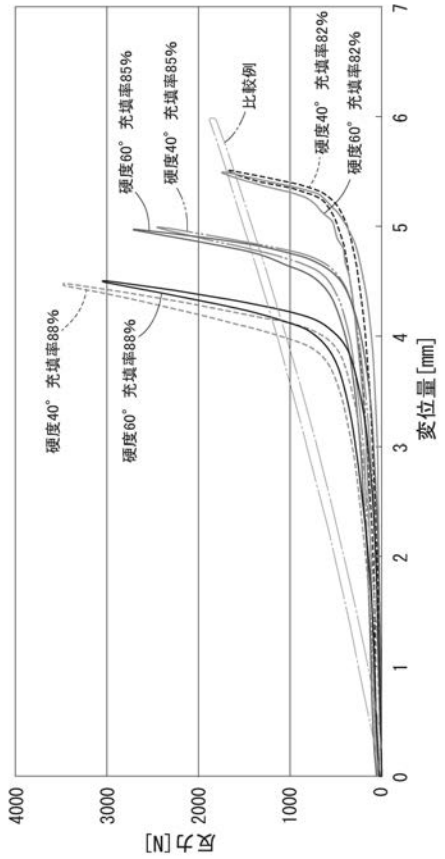
【図３】


硬度70° 粒径φ2
硬度70° 粒径φ3
硬度80° 粒径φ3
比較例
硬度80° 粒径φ2
荷重[N]
変位量[mm]

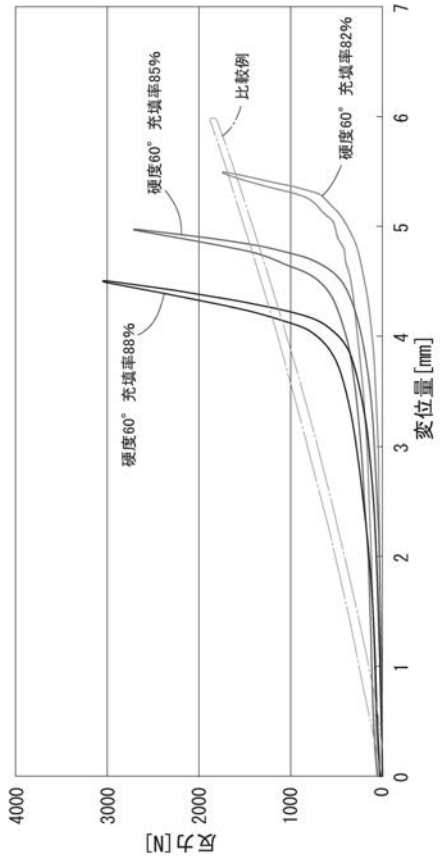
【図４】


所定の粒状体を充填したダンパ
比較例
減衰力[N]
変位量[mm]

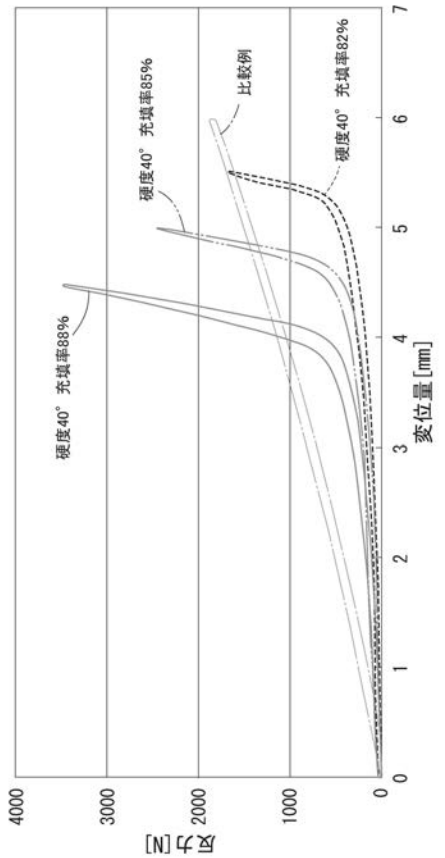
【図５】


硬度40° 充填率88%
硬度60° 充填率88%
硬度60° 充填率85%
硬度40° 充填率85%
比較例
硬度40° 充填率82%
硬度60° 充填率82%
荷重[N]
変位量[mm]

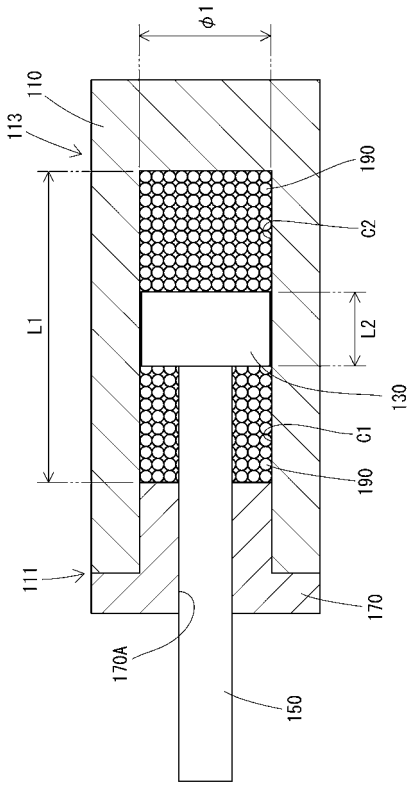
【図６】


硬度60° 充填率88%
硬度60° 充填率85%
比較例
硬度60° 充填率82%
荷重[N]
変位量[mm]

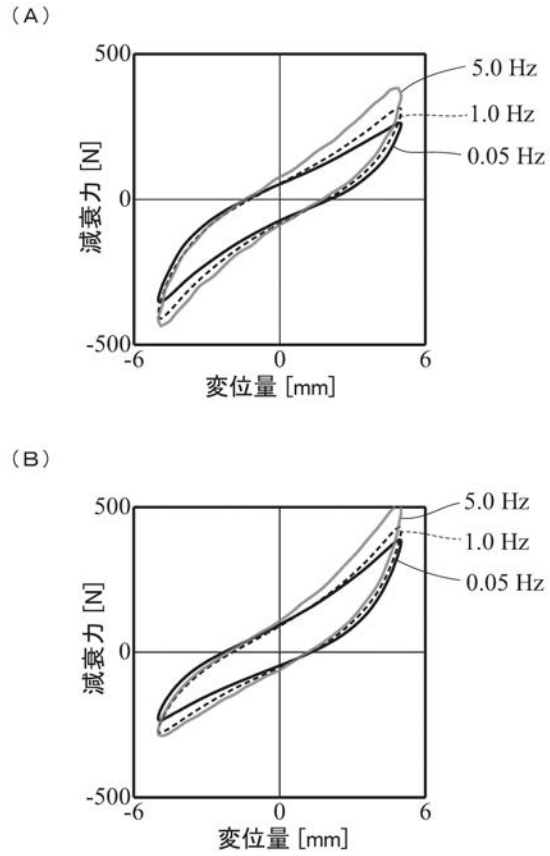
【図７】


硬度40° 充填率88%
硬度40° 充填率85%
比較例
硬度40° 充填率82%
荷重[N]
変位量[mm]

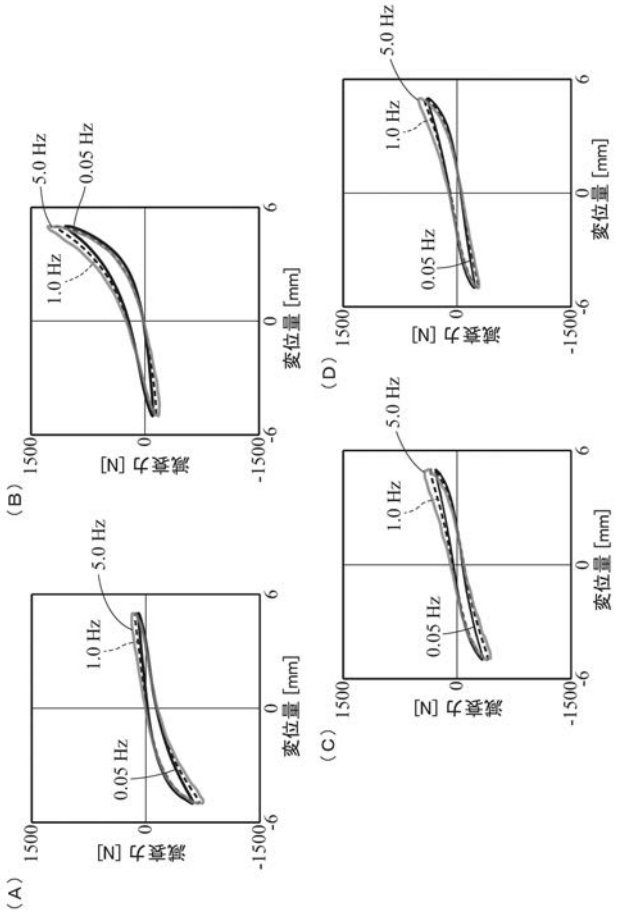
【図８】


φ1
110
113
190
C2
L1
L2
130
C1
190
111
170
170A
150

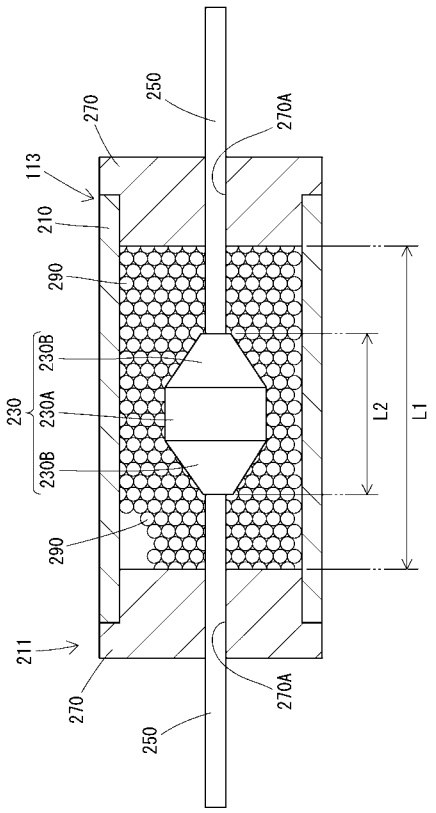
【図９】



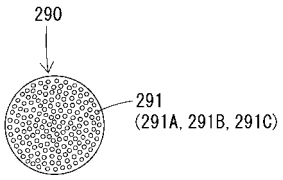
【図１０】



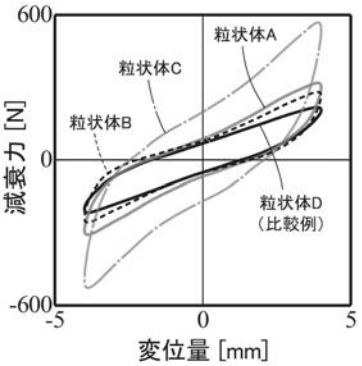
【図１１】



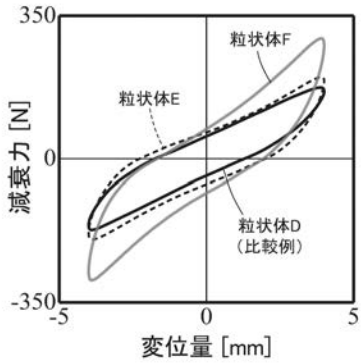
【図１２】



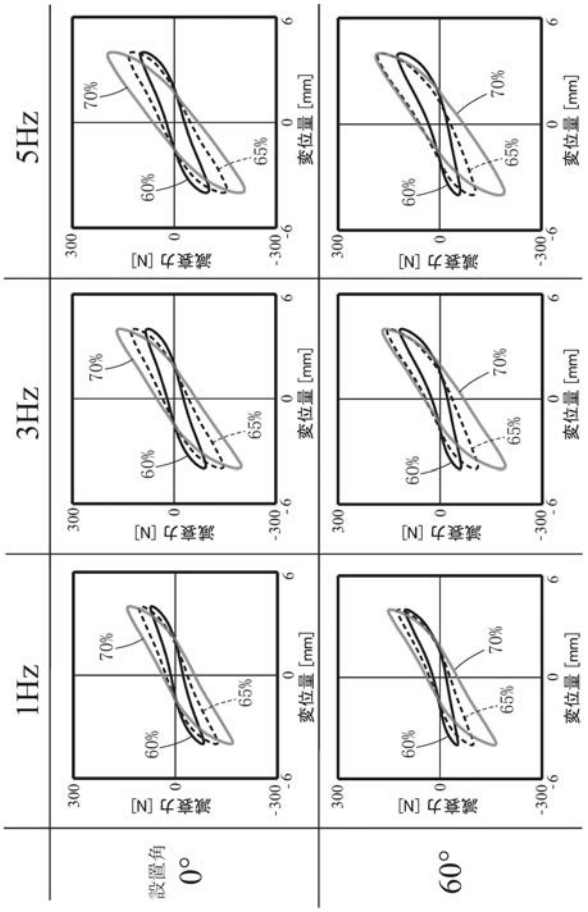
【図１３】



【図１４】


350
-350
減衰力 [N]
0
-5
0
5
変位量 [mm]
粒状体F
粒状体E
粒状体D
（比較例）

【図１５】


5Hz
3Hz
1Hz
設置角
0°
60°
減衰力 [N]
変位量 [mm]
70%
65%
60%

フロントページの続き

(72)発明者　中里　雅一
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　ＫＹＢ株式会社内
(72)発明者　豊内　敦士
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　ＫＹＢ株式会社内
(72)発明者　福沢　祐二
長野県埴科郡坂城町坂城９１６５　ＫＹＢ－ＹＳ株式会社内
(72)発明者　井門　康司
愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市２９番　国立大学法人名古屋工業大学内

Ｆターム(参考) 3J066 AA22 BB01 BD03 BE10 CA07 CB03 CB05