(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7492578号
(P7492578)

(45)発行日　令和6年5月29日(2024.5.29)

(24)登録日　令和6年5月21日(2024.5.21)

(51)国際特許分類		FI		
C10M 129/76	*(2006.01)*	C10M	129/76	
F16F 7/09	*(2006.01)*	F16F	7/09	
F16F 15/02	*(2006.01)*	F16F	15/02	E
F16C 33/24	*(2006.01)*	F16C	33/24	Z
C10M 169/04	*(2006.01)*	C10M	169/04	

請求項の数　7　（全13頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2022-517090(P2022-517090)
(86)(22)出願日　令和3年4月22日(2021.4.22)
(86)国際出願番号　PCT/JP2021/016296
(87)国際公開番号　WO2021/215499
(87)国際公開日　令和3年10月28日(2021.10.28)
審査請求日　令和4年10月19日(2022.10.19)
(31)優先権主張番号　特願2020-77577(P2020-77577)
(32)優先日　令和2年4月24日(2020.4.24)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　000000929
カヤバ株式会社
東京都港区浜松町二丁目４番１号
(74)代理人　110002468
弁理士法人後藤特許事務所
(72)発明者　加藤　慎治
東京都港区浜松町二丁目４番１号　ＫＹＢ株式会社内
審査官　齊藤　光子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　潤滑油組成物、緩衝器及び摺動機構

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

水素含有ダイヤモンドライクカーボンにより被覆された摺動部材に用いられる潤滑油組成物であって、

基油と、摩擦調整剤と、を含有し、

前記摩擦調整剤は、ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルを、潤滑油組成物全量に対して、０．２質量％以上含有し、

前記ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルの総水酸基価が２．２０ｍｇＫＯＨ／ｇ以上である、

潤滑油組成物。

【請求項２】

請求項１に記載の潤滑油組成物であって、

前記ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルは、ペンタエリスリトールモノエステル、ペンタエリスリトールジエステル、ペンタエリスリトールトリエステル、及びペンタエリスリトールテトラエステルから選択される複数のエステルである、

潤滑油組成物。

【請求項３】

請求項１に記載の潤滑油組成物であって、

前記ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルの含有量は、潤滑油組成物の全量に対して、０．２質量％以上１０．０質量％以下である、

潤滑油組成物。
【請求項４】
請求項１に記載の潤滑油組成物であって、
前記ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルとして、ペンタエリスリトールモノエステル又はペンタエリスリトールジエステルを、前記潤滑油組成物の全量に対して、２．０質量％以上６．０質量％以下含む、
潤滑油組成物。
【請求項５】
水素含有ダイヤモンドライクカーボンにより被覆された緩衝器であって、
摺動部に適用される潤滑油組成物は、
基油と、摩擦調整剤と、を含有し、
前記摩擦調整剤は、ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルを、潤滑油組成物全量に対して、０．２質量％以上含有し、
前記ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルの総水酸基価が２．２０ｍｇＫＯＨ／ｇ以上である、
緩衝器。
【請求項６】
請求項１に記載の潤滑油組成物を用いた摺動機構であって、
少なくとも摺動部分が水素含有ダイヤモンドライクカーボンにより被覆された摺動機構。
【請求項７】
請求項６に記載の摺動機構であって、
通常動摩擦係数と微低速摩擦係数との比である（通常動摩擦係数）／（微低速摩擦係数）が１．２０未満である、
摺動機構。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、潤滑油組成物及び摺動機構に関する。
【背景技術】
【０００２】
摺動機構の一例である緩衝器は、往復運動により制振力を発揮するものである。制振力は、バルブで発生する油圧減衰力と、ピストンロッドとオイルシール又はピストンとシリンダの摺動部で発生する摩擦力とを合わせた力となることが知られている。また、緩衝器の制振力が大きい場合には、操作安定性は増すが乗り心地が悪化し、反対に、緩衝器の制振力が小さい場合には、操作安定性は悪化するが乗り心地が良好となることが知られている。
【０００３】
そのため、緩衝器においては、摺動部に適用する潤滑油に添加する摩擦調整剤を選択することにより摺動部の摩擦力を調整し、これにより、乗り心地性と操作安定性とを高める研究が行われてきた。例えば、従来の摩擦調整剤としては、「ショックアブソーバの技術動向とトライボロジー（中西　博、トライボロジスト　２００９年（Ｖｏｌ．５４）９号５９８頁）」に参照される摩擦調整剤が挙げられる。
【発明の概要】
【０００４】
近年、摩擦・摩耗環境が過酷な部位の表面処理技術として、硬質薄膜材料でコーティングする技術の適用が進んでいる。このようなコーティング材の一例であるダイヤモンドライクカーボン（以下、「ＤＬＣ」と記す）は、優れた低摩擦特性を有しており、低摩擦摺動部材として広く適用されている。
【０００５】
しかしながら、従来の摩擦調整剤が含まれた潤滑油組成物は、ＤＬＣコーティング材に

対して、摩擦調整効果を十分に発揮しないことがわかっている。とりわけ、水素含有ＤＬＣコーティング材に対しては、有効な摩擦調整剤及び潤滑油組成物を設定することが一層難しく、摩擦特性の改善が困難であった。

【０００６】

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、水素含有ダイヤモンドライクカーボンにより被覆された摺動部材を有する摺動機構に対して、摩擦特性を改善することを目的とする。

【０００７】

本発明のある態様は、以下の潤滑油組成物を要旨とする。

水素含有ダイヤモンドライクカーボンにより被覆された摺動部材に用いられる潤滑油組成物であって、基油と、摩擦調整剤と、を含有し、前記摩擦調整剤は、ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルを含有し、前記ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルを、潤滑油組成物全量に対して、０．２質量％以上含有し、前記ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルの総水酸基価が２．２０ｍｇＫＯＨ／ｇ以上である、潤滑油組成物。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】図１は、通常動摩擦係数及び微低速摩擦係数を測定するための装置を説明する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【０００９】

［潤滑油組成物］

以下、本発明の実施形態に係る潤滑油組成物について説明する。

【００１０】

本実施形態に係る潤滑油組成物は、水素含有ダイヤモンドライクカーボン（以下、「水素含有ＤＬＣ」と記す）により被覆された摺動部材に用いられる潤滑油組成物であって、（Ａ）基油と、（Ｂ）摩擦調整剤とを含有し、（Ｂ）摩擦調整剤としてペンタエリスリトールの脂肪酸エステルを含有する。

【００１１】

（Ａ）基油

本実施形態に係る潤滑油組成物において、基油は、鉱油及び／又は合成油である。この鉱油や合成油の種類に特に制限はなく、鉱油としては、例えば、溶剤精製、水添精製などの通常の精製法により得られたパラフィン基系鉱油、中間基系鉱油又はナフテン基系鉱油などが挙げられる。また、合成油としては、例えば、ポリブテン、ポリオレフィン［α－オレフィン（共）重合体］、各種のエステル（例えば、ポリオールエステル、二塩基酸エステル、リン酸エステルなど）、各種のエーテル（例えば、ポリフェニルエーテルなど）、アルキルベンゼン、アルキルナフタレンなどが挙げられる。

【００１２】

本実施形態においては、基油として、上記鉱油を一種用いてもよく、二種以上組み合わせて用いてもよい。また、上記合成油を一種用いてもよく、二種以上組み合わせて用いてもよい。さらには、鉱油一種以上と合成油一種以上とを組み合わせて用いてもよい。

【００１３】

（Ｂ）摩擦調整剤

本実施形態に係る潤滑油組成物は、摩擦調整剤としてペンタエリスリトールの脂肪酸エステルを含有する。ここで、ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルは、炭素数１０以上２０以下の脂肪酸残基を有するものを用いることができる。脂肪酸残基とは、脂肪酸の脱カルボキシル基残基であり、分岐又は直鎖脂肪酸であってもよい。また、脂肪酸残基は、不飽和又は飽和脂肪族炭化水素基であってもよい。

【００１４】

ペンタエリスリトールは、４価の糖アルコールである。ペンタエリスリトールには、４つ全ての末端置換基が脂肪酸残基とエステル結合したペンタエリスリトールテトラエステ

ルと、いずれかの末端置換基が脂肪酸残基とエステル結合したペンタエリスリトールモノエステル、ペンタエリスリトールジエステル及びペンタエリスリトールトリエステルとがある。

【００１５】

本実施形態においては、摩擦調整剤として、上述のペンタエリスリトールモノエステル、ペンタエリスリトールジエステル、ペンタエリスリトールトリエステル、及びペンタエリスリトールテトラエステルから選択される複数のエステルを混合して使用することも可能である。

【００１６】

本実施形態においては、水素含有ＤＬＣにより被覆された摺動部材の摩擦調整を可能とする要因には、ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルを構成する脂肪酸残基よりも、末端水酸基が支配的であると推測される。このため、水酸基価がより高いとされるペンタエリスリトールの部分エステルを用いることが好ましい。本実施形態においては、ペンタエリスリトールモノオレートを用いることができるが、脂肪酸残基の炭素数は、Ｃ１８に限定されるものではない。

【００１７】

本実施形態において、（Ｂ）摩擦調整剤としてのペンタエリスリトールの脂肪酸エステルの含有量は、潤滑油組成物の全量に対して、０．２質量％以上１０．０質量％以下とすることができる。（Ｂ）摩擦調整剤の含有量が０．２質量％未満であると、水素含有ＤＬＣコーティング材に対する摩擦調整効果が得られず、１０．０質量％を超えると摩擦調整効果が頭打ちになるため、材料コストのロスにつながる。

【００１８】

本実施形態においては、具体的には、摩擦調整剤におけるペンタエリスリトール脂肪酸エステルの総水酸基価が２．２０ｍｇＫＯＨ／ｇ以上であれば、水素含有ＤＬＣによって被覆された摺動部材に対する摩擦調整効果を得ることができる。

【００１９】

このため、本実施形態に係る摩擦調整剤は、エステル価数４であるペンタエリスリトールのテトラエステルを含有してもよく、この場合には、水酸基価の高いペンタエリスリトールのモノエステル等と併用し、ペンタエリスリトール脂肪酸エステルの総水酸基価を上記特定値にする。

【００２０】

本実施形態において適用可能な摩擦調整剤は、上述したもののほか、リン系、アミン系、又はエステル系などの種々の減摩剤を含有することができる。これらの減摩剤の添加量を調整することで、潤滑油組成物が適用された摺動機構における摺動部材の摩擦係数を調整することができる。

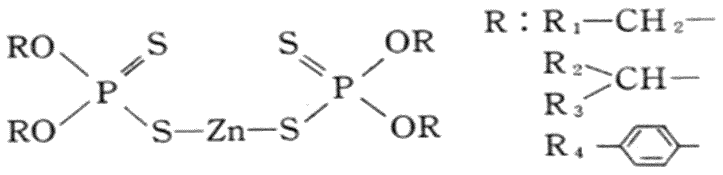
【００２１】

（Ｃ）ジチオリン酸亜鉛（ＺｎＤＴＰ）

本実施形態においては、上述した（Ｂ）摩擦調整剤による摩擦係数の調整を補助するために、下記一般式（１）で表される、リン系化合物を含有してもよい。式（１）中のＲは、それぞれ個別の炭化水素基を示し、直鎖状の一級アルキル基、分枝状の二級アルキル基、又はアリール基が挙げられる。本実施形態において、Ｒは、特に限定されないが、少なくとも短鎖（炭素数３～５）の二級アルキル基を１つ以上有することが好ましい。

【００２２】

【化１】



【００２３】
なお、本実施形態においては、ＺｎＤＴＰとして、アルキル基の数の異なるＺｎＤＴＰを混合して用いることができる。この場合、ＺｎＤＴＰのアルキル基の平均数は１～３が好ましく、１～２がより好ましい。なお、ＺｎＤＴＰのアルキル基の平均数の測定方法は、特に限定されないが、例えばＦＴ－ＩＲにより水酸基価を測定することで求めることができる。
【００２４】
また、本実施形態に係るＺｎＤＴＰは、少なくとも第２級アルキル基を有することが好ましく、第１級アルキル基よりも第２級アルキル基を多く有することが好ましい。なお、本実施形態においては、異なる種類のＺｎＤＴＰを混合することができるが、この場合、少なくとも第２級アルキル基を有するＺｎＤＴＰを含むことが好ましく、またＺｎＤＴＰ全体として第１級アルキル基よりも第２級アルキル基を多く有することが好ましい。また、アルキル基は長鎖よりも短鎖の方が好ましい。そのため、本実施形態に係るＺｎＤＴＰは、少なくとも短鎖（炭素数３～５）の第２級アルキル基を有している。ＺｎＤＴＰのアルキル基の測定方法は、特に限定されないが、例えば、ＦＴ－ＩＲの指紋領域を用いてＰ－Ｏ－Ｃの吸収帯、Ｐ＝ＳＰ－Ｓの吸収帯の特徴から、アルキル基が第１級アルキル基又は第２級アルキル基であるか、短鎖か長鎖であるか測定することができる。
【００２５】
ＺｎＤＴＰを添加した場合には、摩擦調整剤の添加量に応じて摩擦係数を調整することが容易となる。
【００２６】
［作用効果］
本実施形態に係る潤滑油組成物は、水素含有ダイヤモンドライクカーボンにより被覆された摺動部材に用いられる潤滑油組成物であって、基油と、摩擦調整剤と、を含有し、摩擦調整剤として、ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルを含有する。このような潤滑油組成物は、従来、摩擦調整が困難であった水素含有ＤＬＣコーティング材により被覆された摺動部材を有する摺動機構に対して摩擦調整を可能とする。
【００２７】
緩衝器では、制振力を与えるための油圧による減衰力が立ち上がって制振作用を開始するまでには一定の時間を要する。これに対して、摩擦力は応答性が高い。このため、油圧減衰力が立ち上がるまでの期間、すなわち摺動部材が静止状態から滑り状態に移行する期間や、油圧減衰力がほとんど作用しない微振幅時には、摩擦力が緩衝器の制振力の重要なファクターとなる。
【００２８】
本発明者は、摺動部材において、油圧減衰力が立ち上がるまでの期間や、油圧減衰力がほとんど作用しない微振振動時における摩擦係数（「微低速摩擦係数」という）と、油圧減衰力が作用している通常の振動時における摩擦係数（「通常動摩擦係数」という）とが異なることに着目し、この摩擦特性の相異が緩衝器の性能に影響を与えることを見出した。そして、微低速摩擦係数に対する通常動摩擦係数の比を特定の数値範囲に設定することにより、操作安定性と乗り心地性とを両立させることができるとの知見を得た。
【００２９】
本実施形態においては、一例として、通常動摩擦係数とは、摺動部材として、緩衝器を所定の振幅で、摺動速度４．０ｍｍ／ｓ超で振動させた際における摩擦係数のことである。また、微低速摩擦係数とは、緩衝器を所定の振幅で、摺動速度０．２０ｍｍ／ｓ以下で振動させた際における摩擦係数のことである。
【００３０】
本実施形態に係る潤滑油組成物は、水素含有ＤＬＣコーティング材により被覆された摺動部材に適用されることにより、微低速摩擦係数に対する通常動摩擦係数の比を特定の数値範囲に設定することができる。
【００３１】

より具体的には、本実施形態に係る潤滑油組成物は、水素含有ＤＬＣコーティング材により被覆された摺動部材を備えた緩衝器に適用した場合、（通常動摩擦係数）／（微低速摩擦係数）の値を１に近づけることができる。

【００３２】

（通常動摩擦係数）／（微低速摩擦係数）の値が１であることは、摺動部材の摺動速度によらず、摩擦係数が一定であることを意味し、１．２０未満であることは、摺動部材の摺動速度の変化に対して、摩擦係数の変動を小さくできることを意味する。通常動摩擦係数）／（微低速摩擦係数）の値が１未満になることは、微低速時の摩擦力が大きく、通常時の摩擦力が小さくなることを意味する。

【００３３】

このことから、本実施形態に係る潤滑油組成物を、例えば、緩衝器としてのショックアブソーバに適用した場合には、振動を抑制するための油圧力が発生する前段階としての、ピストンの動き出しである初動段階においては、摩擦力によって振動を抑制することができる。したがって、本実施形態に係る潤滑油組成物によれば、水素含有ＤＬＣによって被覆された緩衝部材を用いた緩衝器の油圧減衰力の設定を容易にすることができる。

【００３４】

なお、本実施形態では、（通常動摩擦係数）／（微低速摩擦係数）の値が０．４近傍であれば、振動を抑制するための油圧力が発生する前段階における振動低減効果を得ることができる。

【００３５】

また、本実施形態に係る潤滑油組成物は、ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルとして、炭素数１０以上２０以下の脂肪酸残基を有するものを用いることができる。また、本実施形態に係る潤滑油組成物は、ペンタエリスリトール脂肪酸エステルの総水酸基価を適正値にする観点から、１個から３個の水酸基を有するペンタエリスリトールの部分エステルを用いることが好ましい。さらに、本実施形態に係る潤滑油組成物では、ペンタエリスリトールの部分エステルの一例として、ペンタエリスリトールモノオレートを用いることができる。

【００３６】

これらの特徴により、（通常動摩擦係数）／（微低速摩擦係数）の値を１に近づけることができる。

【００３７】

また、本実施形態に係る潤滑油組成物は、ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルを０．２質量％以上含有することにより、水素含有ＤＬＣコーティング材に対する摩擦調整効果を得ることができる。

【００３８】

さらにまた、本実施形態においては、摩擦調整剤におけるペンタエリスリトール脂肪酸エステルの総水酸基価が２．２０ｍｇＫＯＨ／ｇ以上であれば、水素含有ＤＬＣによって被覆された摺動部材に対する摩擦調整効果を得ることができる。

【００３９】

また、本実施形態に係る潤滑油組成物は、さらに、リン含有化合物を含有してもよい。本実施形態に係る潤滑油組成物は、リン化合物を含有することによって、微低速摩擦係数と、通常動摩擦係数との差を小さくすることができる。これにより、乗り心地性及び操縦安定性に適した摩擦係数に容易に調整することができる。

【００４０】

また、リン含有化合物のなかでも、とりわけ、ＺｎＤＴＰは、ペンタエリスリトールによって劣化（分解）が抑制されるため、調整された摩擦力を長期間に亘って維持することができる。

【００４１】

したがって、本実施形態に係る潤滑油組成物は、水素含有ＤＬＣコーティング材によって被覆された摺動部を有する摺動機構における摩擦調整を可能とする。

【００４２】
本実施形態に係る潤滑油組成物は、緩衝器以外にも、硬質薄膜材料として水素含有ＤＬＣコーティング材が被覆された低摩擦摺動部材が適用された内燃機関、駆動系伝達機関、工業設備、金属加工などに用いられる潤滑油として好適である。
【００４３】
［摺動機構］
本実施形態に係る摺動機構は、上述した本実施形態に係る潤滑油組成物を用いた摺動機構であって、少なくとも摺動部分が水素含有ＤＬＣにより被覆された摺動機構である。本実施形態に係る摺動機構の一例としては、硬質薄膜材料として水素含有ＤＬＣコーティング材が被覆された低摩擦摺動部材が適用されたピストンロッド、シリンダ、ギヤ、軸受、変速機、緩衝器などが挙げられる。
【００４４】
本実施形態に係る摺動機構は、上述の潤滑油組成物が適用されることにより、水素含有ＤＬＣコーティング材によって被覆された摺動機構では困難であった摩擦調整が可能となる。また、本実施形態に係る摺動機構が緩衝器である場合には、摺動部を水素含有ＤＬＣコーティング材によって被覆することで摩擦及び摩耗への耐久性を向上することができるとともに、乗り心地性や操縦安定性を高いレベルで両立することができる。
【００４５】
このことから、本実施形態に係る潤滑油組成物を緩衝器に適用した場合には、緩衝器の油圧減衰力を構成する成分のうち、（通常動摩擦係数）／（微低速摩擦係数）の値を、速度によらず、１に近づけることができる。これにより、緩衝器の油圧減衰力の設定を容易にすることができる。したがって、操作安定性と乗り心地性とを両立させることのできる緩衝器の設計が可能となる。
【実施例】
【００４６】
以下、実施例及び比較例により本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。
【００４７】
［通常動摩擦係数及び微低速摩擦係数の測定方法］
図１は、通常動摩擦係数及び微低速摩擦係数を測定するための装置を説明する模式図である。本実施例においては、図１に示す摩擦試験装置１０を用いて、供試体の通常動摩擦係数及び微低速摩擦係数を測定した。
【００４８】
＜摩擦試験装置＞
図１に示す摩擦試験装置１０は、ピン・オン・ディスク型の摩擦試験装置である。摩擦試験装置１０は、スライドベアリング１上に固定したディスク試験片２を電磁加振機３により往復運動させ、これにピン試験片４を押し当てて摺動させて生じた摩擦力を、ピン試験片４の固定軸５に取り付けたひずみゲージ６を用いて計測する。
【００４９】
図１に示す摩擦試験装置１０において、ピン試験片４として、緩衝器においてオイルシールとして使用されるアクリロニトリル・ブタジエンゴム（ＮＢＲ）を使用した。
【００５０】
また、ピン試験片４の先端は、オイルリップ形状を模して１４０°の角度となるようにカットした。また、ディスク試験片２は、ピストンロッド表面に使用する水素含有ダイヤモンドライクカーボンにより被覆し、研磨仕上げを施して表面粗さをＲａ０．０１μｍ以下とした。
【００５１】
この装置を用いて、ＮＢＲのピン試験片４と水素含有ダイヤモンドライクカーボンによりコーティングされたディスク試験片２との間の摩擦力（摩擦係数）を測定した。
【００５２】

＜通常動摩擦係数及び微低速摩擦係数の測定＞

通常動摩擦係数の測定と、微低速摩擦係数の測定とを行った。通常動摩擦係数測定では、図１に示す摩擦試験装置１０を用いた摩擦試験において、振幅５．０ｍｍ、周波数５．０Ｈｚ、摺動速度４．０ｍｍ／ｓの条件にて測定を行った。また、微低速摩擦係数では、振幅５．０ｍｍ、周波数５．０Ｈｚ、摺動速度０．２０ｍｍ／ｓの条件にて測定を行った。

【００５３】

＜振幅依存指標の算出＞

本実施例において、振幅依存指標とは、本実施形態に係る潤滑油組成物を評価するために採用した指標であり、緩衝器の乗り心地の評価指標の一つとして扱うことができるものである。振幅依存指標は、（通常動摩擦係数）／（微低速摩擦係数）で表される。振幅依存指標は、１に近い値ほど、微振幅時の摩擦係数と通常振幅時との摩擦係数の差が小さく、乗り心地が良いと評価することができる。

【００５４】

＜スティックスリップ評価＞

上記通常動摩擦係数或いは上記微低速摩擦係数の測定において、スティックスリップが発生し、油滲みや、リップの耐久性低下が発生したものについては、スティックスリップ「有」と評価した。また、振幅依存指標及びスティックスリップ評価を統合して、潤滑油組成物としての合否判定を行い、合格のものを「Ｇ」、不合格のものを「Ｆ」で表した。

【００５５】

［実施例、比較例及び参考例］

第１表に示す配合にて、実施例、比較例及び参考例の潤滑油組成物の供試体を調製した。

【００５６】

＜実施例＞

実施例のグループは、潤滑油組成物における摩擦調整剤の組成として、エステル価数の異なるペンタエリスリトールの脂肪酸エステルの混合比率を変えて、又は単独で用いることによって、総水酸基価を異ならせた潤滑油組成物である。ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルとしては、脂肪酸残基の炭素数がＣ１８であるオレエートを使用した。また、基油として、鉱油を使用した。また、必要に応じて、摩擦調整剤としてジチオリン酸亜鉛（ＺｎＤＴＰ）を使用した。

【００５７】

これらの潤滑油組成物を用いて、図１に示す摩擦試験装置１０において、ピン試験片４として、アクリロニトリル・ブタジエンゴム（ＮＢＲ）を使用し、ディスク試験片２として、水素含有ダイヤモンドライクカーボン（ＤＬＣ）によりコーティングされた材料を使用した摩擦試験を行った。

【００５８】

＜比較例＞

比較例のグループのうち比較例１は、ペンタエリスリトールテトラエステルを用いて、摩擦試験装置１０における試験片２として、水素フリーＤＬＣによりコーティングされた材料を用いたものである。また、比較例２は、ペンタエリスリトールテトラエステルを用いて、摩擦試験装置１０における試験片２として、水素含有ＤＬＣによりコーティングされた材料を用いたものである。

【００５９】

また、比較例３は、ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルを含まない鉱油のみからなる潤滑油組成物を、試験片２として水素フリーＤＬＣによりコーティングされた材料を用いた摩擦試験装置１０に適用したものであり、比較例４は、ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルを含まない鉱油のみからな潤滑油組成物を、試験片２として水素含有ＤＬＣによりコーティングされた材料を用いた摩擦試験装置１０に適用したものである。

【００６０】

＜参考例＞

参考例のグループは、図１に示す摩擦試験装置１０において、実施例１及び実施例７の

潤滑油組成物を、水素フリーのダイヤモンドライクカーボン（ＤＬＣ）によりコーティングされた材料に適用したものである。

【００６１】

［評価結果］

評価結果を第１表に示す。

【００６２】

【表１】

第1表

		実施例							比較例				参考例	
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2
組成(質量%)	ペンタエリスリトール(モノ-)	1.0	0	0	2.0	6.0	0	10.0	0	0	0	0	1.0	10.0
	ペンタエリスリトール(ジ-)	0	2.0	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ペンタエリスリトール(トリ-)	0	0	0	0	0	6.0	0	0	0	0	0	0	0
	ペンタエリスリトール(テトラ-)	9.0	0	0	4.0	0	0	0	10.0	10.0	0	0	9.0	0
	Zn-DTP	0	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	基油	90	97	94	94	94	94	90	90	90	100	100	90	90
	総水酸基価 (mgKOH/g)	2.22	2.32	5.10	2.20	4.68	3.78	18.8	1.6	1.6	0	0	2.22	18.8
被覆膜種	水素含有DLC	○	○	○	○	○	○	○	–	○	–	○	–	–
	水素フリーDLC	–	–	–	–	–	–	–	○	–	○	–	○	○
評価結果	微低速摩擦係数 (A)	0.114	0.065	0.062	0.061	0.054	0.062	0.093	0.274	0.250	0.320	0.315	0.099	0.094
	通常動摩擦係数 (B)	0.050	0.060	0.060	0.060	0.060	0.07	0.05	0.120	0.070	0.390	0.380	0.050	0.050
	B／A	0.455	0.997	1.030	1.003	1.076	1.073	0.519	0.434	0.280	1.223	1.218	0.495	0.535
	スティックスリップ	無	無	無	無	無	無	無	有	有	有	有	無	無
	総合判定	G	G	G	G	G	G	G	F	F	F	F	G	G

【００６３】

実施例１，１０と参考例１，２によれば、ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルを含有する潤滑油組成物によれば、これまで摩擦係数の調整が困難であった水素含有ＤＬＣに

よりコーティングされた材料に対しても、水素フリーＤＬＣによりコーティングされた材料と同様に、摩擦係数を低減させる効果が得られることが明らかとなった。

【００６４】

また、実施例１－７と比較例１，２との比較から、潤滑油組成物の総水酸基価が１．６ｍｇＫＯＨ／ｇ程度である場合には、水素含有ＤＬＣによりコーティングされた材料に対しても、また、水素フリーＤＬＣによりコーティングされた材料に対しても、（通常動摩擦係数）／（微低速摩擦係数）の値を、振動を抑制するための油圧力が発生する前段階における振動低減効果が得られる程度に近づけることができるものの、スティックスリップが発生しやすくなり、所定のショックアブソーバに実装する場合には、実用上、不適合であることがわかった。

【００６５】

また、実施例１－７によれば、潤滑油組成物の総水酸基価が２．２０ｍｇＫＯＨ／ｇ以上であれば、（通常動摩擦係数）／（微低速摩擦係数）の値を、０．４～１に近づけることができ、緩衝器に適用した場合に、スティックスリップを発生することなく、振動を抑制するための油圧力が発生する前段階における振動低減効果が得られることがわかった。

【００６６】

［まとめ］

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。

【００６７】

本実施形態に係る潤滑油組成物は、水素含有ダイヤモンドライクカーボン（ＤＬＣ）により被覆された摺動部材に用いられる潤滑油組成物であって、基油と、摩擦調整剤と、を含有し、摩擦調整剤として、ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルを含有する。

【００６８】

この潤滑油組成物は、従来、摩擦調整が困難であった水素含有ＤＬＣコーティング材により被覆された摺動部材を有する摺動機構に対しても摩擦調整を可能とする。したがって、この潤滑油組成物は、水素含有ＤＬＣコーティング材により被覆された摺動部材の摩擦特性を改善することができる。

【００６９】

また、この潤滑油組成物は、微低速摩擦係数に対する通常動摩擦係数の比を特定の数値範囲に設定することができる。より具体的には、本実施形態に係る潤滑油組成物は、水素含有ＤＬＣコーティング材により被覆された摺動部材を備えた緩衝器に適用した場合、（通常動摩擦係数）／（微低速摩擦係数）の値を１に近づけることができる。

【００７０】

また、本実施形態に係る潤滑油組成物には、水素含有ＤＬＣにより被覆された摺動部材に対して、ペンタエリスリトールの末端水酸基が寄与していると推測される。このため、本実施形態においては、摩擦調整剤としてのペンタエリスリトール脂肪酸エステルの総水酸基価が２．２０ｍｇＫＯＨ／ｇ以上であれば、水素含有ＤＬＣによって被覆された摺動部材に対する摩擦調整効果を得ることができる。

【００７１】

また、本実施形態に係る潤滑油組成物は、さらに、リン含有化合物を含有する。

【００７２】

本実施形態に係る潤滑油組成物は、リン化合物を含有することによって、微低速摩擦係数と、通常動摩擦係数との差を小さくすることができる。これにより、乗り心地性及び操縦安定性に適した摩擦係数に容易に調整することができる。

【００７３】

また、本実施形態に係る潤滑油組成物において、リン含有化合物は、ジチオリン酸亜鉛（Ｚｎ－ＤＴＰ）であり、少なくとも炭素数３～５の２級アルキル基を含む。

【００７４】

リン含有化合物のなかでも、とりわけ、Ｚｎ－ＤＴＰは、ペンタエリスリトールによって劣化（分解）が抑制されるため、調整された摩擦力を長期間に亘って維持することがで

きる。

【００７５】

本実施形態に係る摺動機構は、上述の潤滑油組成物が用いられた摺動機構であって、少なくとも摺動部分が水素含有ＤＬＣによって被覆されたものである。

【００７６】

このような摺動機構は、ペンタエリスリトールの脂肪酸エステルを含有する潤滑油組成物によって、摩擦調整が可能となり、（通常動摩擦係数）／（微低速摩擦係数）を１に近づけることができる。

【００７７】

このような摺動機構は、例えば、緩衝器の場合であれば、振動を抑制するための油圧力が発生する前段階における振動低減効果が得られるような緩衝器の設計が可能となる。これにより、緩衝器の油圧減衰力の設計の幅を拡げることができ、操作安定性と乗り心地性とを両立させることのできる緩衝器の設計が可能となる。

【００７８】

［その他の実施形態］

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。

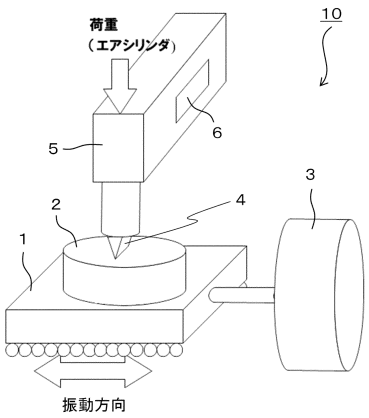
【００７９】

本実施形態に係る潤滑油組成物は、上述した成分のほか、任意成分として、無灰清浄分散剤、金属系清浄剤、潤滑性向上剤、酸化防止剤、防錆剤、金属不活性化材、粘度指数向上剤、流動点硬化剤及び消泡剤から選ばれる少なくとも一種の成分を、本発明の目的が損なわれない範囲において、適宜配合することができる。また、上記の任意成分以外にも、緩衝器用潤滑油組成物の添加剤として適用可能な成分は、適宜配合可能である。

【００８０】

本願は、２０２０年４月２４日に日本国特許庁に出願された特願２０２０－７７５７７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。

【図面】
【図１】



フロントページの続き

(51)国際特許分類

Ｃ１０Ｎ	*40/06*	*(2006.01)*	Ｃ１０Ｎ	40:06
Ｃ１０Ｎ	*30/06*	*(2006.01)*	Ｃ１０Ｎ	30:06

(56)参考文献 国際公開第２００８／１３００３９（WO，Ａ１）
国際公開第２０１５／０２５９７２（WO，Ａ１）
特開２００８－２６６４２３（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０９０７３８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ１０Ｍ １０１／００－１７７／００