(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7569326号
(P7569326)

(45)発行日　令和6年10月17日(2024.10.17)

(24)登録日　令和6年10月8日(2024.10.8)

(51)国際特許分類		FI		
C10M 129/74	*(2006.01)*	C10M	129/74	
C10M 137/10	*(2006.01)*	C10M	137/10	A
C10N 10/04	*(2006.01)*	C10N	10:04	
C10N 40/06	*(2006.01)*	C10N	40:06	
C10N 30/06	*(2006.01)*	C10N	30:06	

請求項の数　12　（全17頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2021-550342(P2021-550342)
(86)(22)出願日　令和2年7月3日(2020.7.3)
(86)国際出願番号　PCT/JP2020/026147
(87)国際公開番号　WO2021/070433
(87)国際公開日　令和3年4月15日(2021.4.15)
審査請求日　令和5年5月19日(2023.5.19)
(31)優先権主張番号　特願2019-187393(P2019-187393)
(32)優先日　令和1年10月11日(2019.10.11)
(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　100123984
弁理士　須藤 晃伸
(74)代理人　100102314
弁理士　須藤 阿佐子
(74)代理人　100159178
弁理士　榛葉 貴宏
(72)発明者　加藤 慎治
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
審査官　齊藤 光子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　緩衝器用潤滑油組成物、緩衝器、および緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

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エステルと、ジチオリン酸亜鉛とを含有し、

前記ペンタエリスリトールエステルは、ペンタエリスリトールテトラエステルを一番多い割合で含むもの、あるいは、５０質量％以上含むものであり、

前記ペンタエリスリトールエステルの含有量が０．５質量％以上である、緩衝器用潤滑油組成物。

【請求項２】

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エステルと、ジチオリン酸亜鉛とを含有し、

前記ペンタエリスリトールエステルは、エステル基の平均数が３よりも大きく、

前記ペンタエリスリトールエステルの含有量が０．５質量％以上である、緩衝器用潤滑油組成物。

【請求項３】

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エステルと、ジチオリン酸亜鉛とを含有し、

前記ペンタエリスリトールエステルは、水酸基の平均数が１よりも小さく、

前記ペンタエリスリトールエステルの含有量が０．５質量％以上である、緩衝器用潤滑油組成物。

【請求項４】
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エステルと、ジチオリン酸亜鉛とを含有し、
前記ペンタエリスリトールエステルは、±１．０mm以下の微振幅時の摩擦係数μ２と、±１．０mmよりも大きい通常振幅時の摩擦係数μ１との比（μ２／μ１）が、０．８以上である、緩衝器用潤滑油組成物。
【請求項５】
水酸基価が０．５ｍｇＫＯＨ／ｇ以上である、請求項１ないし４のいずれかに記載の緩衝器用潤滑油組成物。
【請求項６】
前記ペンタエリスリトールエステルの含有量が５質量％以上である、請求項１ないし５のいずれかに記載の緩衝器用潤滑油組成物。
【請求項７】
前記ジチオリン酸亜鉛は炭素数３～５のアルキル基を有する、請求項１ないし６のいずれかに記載の緩衝器用潤滑油組成物。
【請求項８】
請求項１ないし７のいずれかに記載の緩衝器用潤滑油組成物を用いた緩衝器。
【請求項９】
基油と、ペンタエリスリトールエステルと、を含有する緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法であって、
前記ペンタエリスリトールエステルのエステル基の平均数を調整することで、微振幅時の摩擦特性を調整する、緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法。
【請求項１０】
基油と、ペンタエリスリトールエステルと、を含有する緩衝器用潤滑油組成物の摩擦調整方法であって、
前記ペンタエリスリトールエステルの水酸基の平均数を調整することで、微振幅時の摩擦特性を調整する、緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法。
【請求項１１】
基油と、ペンタエリスリトールエステルと、を含有する緩衝器用潤滑油組成物の摩擦調整方法であって、
緩衝器用潤滑油の水酸基価を調整することで、前記ペンタエリスリトールエステルの減少を抑制する、緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法。
【請求項１２】
基油と、ペンタエリスリトールエステルと、を含有する緩衝器用潤滑油組成物の摩擦調整方法であって、
前記ペンタエリスリトールエステルの脂肪酸残基の炭素数を調整することで、緩衝器用潤滑油の摩擦係数を調整する、緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、緩衝器用潤滑油組成物、緩衝器、および緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、緩衝器の制振力は、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また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。そのため、近年では、乗り心地性に着目し、緩衝器用潤滑油に添加する摩擦調整剤を調整することで、緩衝器用潤滑油の摩擦力を小さくし、緩衝器の制

振力を小さくする研究が行われてきた（たとえば非特許文献１）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】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）
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
緩衝器は往復運動により制振力を発揮するが、油圧減衰力が立ち上がるまでは一定時間がかかる一方、摩擦力は応答性が高いため、静止状態から滑り状態に移行する際や、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。しかしながら、従来のように、乗り心地性に着目し、緩衝器用潤滑油の摩擦力を小さくしてしまうと、制振力も小さくなり、操作安定性が悪化してしまうという問題があった。特に、近年は、整備された道路が多く、通常振幅よりも微振幅の振動が発生することが多いため、微振幅時において、操作安定性と乗り心地性とを両立することができる緩衝器用潤滑油組成物が望まれていた。
【０００５】
本発明は、特に微振幅時において、操作安定性と乗り心地性とを両立することができる緩衝器用潤滑油組成物、緩衝器、緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明は下記（１）ないし（７）の緩衝器用潤滑油組成物を要旨とする。
（１）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エステルと、ジチオリン酸亜鉛とを含有し、前記ペンタエリスリトールエステルは、ペンタエリスリトールテトラエステルを一番多い割合で含むもの、あるいは、５０質量％以上含むものであり、前記ペンタエリスリトールエステルの含有量が０．５質量％以上である、緩衝器用潤滑油組成物。
（２）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エステルと、ジチオリン酸亜鉛とを含有し、前記ペンタエリスリトールエステルは、エステル基の平均数が３よりも大きく、前記ペンタエリスリトールの含有量が０．５質量％以上である、緩衝器用潤滑油組成物。
（３）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エステルと、ジチオリン酸亜鉛とを含有し、前記ペンタエリスリトールエステルは、水酸基の平均数が１よりも小さく、前記ペンタエリスリトールエステルの含有量が０．５質量％以上である、緩衝器用潤滑油組成物。
（４）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エステルと、ジチオリン酸亜鉛とを含有し、±１．０mm以下の微振幅時の摩擦係数μ２と、±１．０mmよりも大きい通常振幅時の摩擦係数μ１との比（μ２／μ１）が、０．８以上である、緩衝器用潤滑油組成物。
（５）水酸基価が０．５ｍｇＫＯＨ／ｇ以上である、上記（１）ないし（４）のいずれかに記載の緩衝器用潤滑油組成物。
（６）前記ペンタエリスリトールエステルの含有量が５質量％以上である、上記（１）ないし（５）のいずれかの緩衝器用潤滑油組成物。
（７）前記ジチオリン酸亜鉛は炭素数３～５のアルキル基を有する、上記（１）ないし（６）のいずれかの緩衝器用潤滑油組成物。
【０００７】
また、本発明は下記（８）の緩衝器を要旨とする。
（８）上記（１）ないし（７）のいずれかに記載の緩衝器用潤滑油組成物を用いた緩衝器。

【０００８】
さらに、本発明は下記（９）ないし（１２）の緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法を要旨とする。
（９）基油と、ペンタエリスリトールエステルと、を含有する緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法であって、前記ペンタエリスリトールエステルのエステル基の平均数を調整することで、微振幅時の摩擦特性を調整する、緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法。
（１０）基油と、ペンタエリスリトールエステルと、を含有する緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法であって、前記ペンタエリスリトールエステルの水酸基の平均数を調整することで、微振幅時の摩擦特性を調整する、緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法。
（１１）基油と、ペンタエリスリトールエステルと、を含有する緩衝器用潤滑油組成物の摩擦調整方法であって、緩衝器用潤滑油の水酸基価を調整することで、前記ペンタエリスリトールエステルの減少を抑制する、緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法。
（１２）基油と、ペンタエリスリトールエステルと、を含有する緩衝器用潤滑油組成物の摩擦調整方法であって、前記ペンタエリスリトールエステルの脂肪酸残基の炭素数を調整することで、緩衝器用潤滑油の摩擦係数を調整する、緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法。
【発明の効果】
【０００９】
本発明によれば、特に微振幅時における、操作安定性と乗り心地性とを両立することができる緩衝器用潤滑油組成物、緩衝器、および緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】緩衝器用潤滑油の水酸基価と緩衝器用作動油の劣化度との関係を示すグラフである。
【図２】ＺｎＤＴＰを添加した緩衝器用潤滑油の摩擦係数と、ペンタエリスリトールの添加量との関係を示すグラフである。
【図３】ＺｎＤＴＰの減少率と、ペンタエリスリトールの添加量との関係を示すグラフである。
【図４】本実施例に係る摩擦試験装置の一例を示す図である。
【図５】ＺｎＤＴＰを添加していない緩衝器用潤滑油の摩擦係数と各種摩擦調整剤の添加量との関係を示すグラフである。
【図６】ＺｎＤＴＰを添加している緩衝器用潤滑油の摩擦係数と各種摩擦調整剤の添　加量との関係を示すグラフである。
【図７】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、またはペンタエリスリトールトリエステルを主に含有する緩衝器用潤滑油組成物を用いた、摩擦試験（比較例）の結果を示す図である。
【図８】ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含有する緩衝器用潤滑油組成物を用いた、摩擦試験（実施例）の結果を示す図である。
【図９】摩擦試験における緩衝器用潤滑油の摩擦係数の変動を示す従来のグラフである。
【図１０】振幅依存指標を説明するための図である。
【図１１】スパイク指標を説明するための図である。
【図１２】ＺｎＤＴＰの種類に応じた緩衝器用潤滑油の摩擦特性を示すグラフである。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
以下、本発明に係る緩衝器用潤滑油組成物、緩衝器および緩衝器用潤滑油の摩擦調整方法を、図に基づいて説明する。なお、以下においては、本発明を、緩衝器用潤滑油組成物を例示して説明する。また、以下においては、「微振幅時」や「通常振幅時」との文言を用いて説明するが、本発明において「微振幅時」とは±１．０ｍｍ以下の振幅を称し、「通常振幅時」とは±１．０ｍｍよりも大きい振幅を称すものとする。
【００１２】

本実施形態に係る緩衝器用潤滑油は、（Ａ）基油と、（Ｂ）摩擦調整剤と、を有し、（Ｂ）摩擦調整剤は、（Ｂ１）ジチオリン酸亜鉛（以下、ＺｎＤＴＰともいう）と、（Ｂ２）ペンタエリスリトールとを含有する。

【００１３】

（Ａ）基油

本実施形態に係る緩衝器用潤滑油における基油は、鉱油及び／又は合成油である。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。 本発明においては、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。更には、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。

【００１４】

（Ｂ）摩擦調整剤

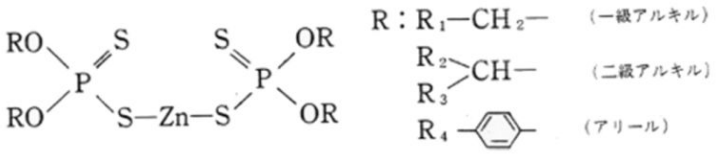
本実施形態に係る緩衝器用潤滑油は摩擦調整剤を含有する。摩擦調整剤は、特に限定されないが、リン系、アミン系、またはエステル系などの種々の減摩剤を含有することができる。減摩剤の添加量を調整することで、緩衝器用潤滑油の摩擦係数を調整することができる。また、本実施形態に係る摩擦調整剤は、下記に説明するように、少なくとも（Ｂ１）ジチオリン酸亜鉛と（Ｂ２）ペンタエリスリトールエステルとを含有する。

【００１５】

（Ｂ１）ジチオリン酸亜鉛（ＺｎＤＴＰ）

ＺｎＤＴＰは、一般に、下記化１で表される化合物であり、摩擦調整剤による摩擦係数の調整を補助する機能を有する。

【化１】



［上記化１において、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、またはアリール基が挙げられる。］

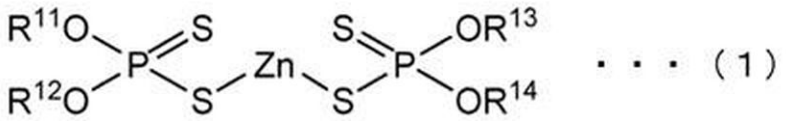
【００１６】

このように、ＺｎＤＴＰとしては、一級アルキル基、二級アルキル基、またはアリール基を有するものなど複数の種類（構造）が知られているが、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油では、以下に説明する２種類のＺｎＤＴＰを含有する。

【００１７】

すなわち、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油は、第１のＺｎＤＴＰとして、下記式１で示すＺｎＤＴＰを含有する。

【化２】



・・・（１）

［式１中、Ｒ１１～Ｒ１４はアルキル基であり、当該アルキル基は第一級アルキル基および第二級アルキル基を有する。すなわち、Ｒ１１～Ｒ１４のうち１つ以上３つ以下は第一級ア

ルキル基であり、Ｒ１１～Ｒ１４のうち残りは第二級アルキル基である。]

【００１８】

第１のＺｎＤＴＰにおいて、第一級アルキル基は、特に限定されず、たとえばメチル基、エチル基、ｎ－プロピル基、ｎ－ブチル基、ｎ－ペンチル基、ｎ－ヘキシル基、ｎ－ヘプチル基、ｎ－オクチル基、ｎ－ノニル基、ｎ－デシル基、イソアミル基、イソブチル基、２－メチルブチル基、２－エチルヘキシル基、２，３－ジメチルブチル基、２－メチルペンチル基などが挙げられるが、炭素数４～１２のアルキル基（たとえばイソブチル基（炭素数４）や２－エチルヘキシル基（炭素数８）であることが好ましい。

【００１９】

また、第１のＺｎＤＴＰにおいて、第二級アルキル基は、特に限定されず、たとえばイソプロピル基、ｓｅｃ－ブチル基、１－エチルプロピル基、４－メチル－２－ペンチル基などが挙げられるが、炭素数３～６のアルキル基（たとえばイソプロピル基（炭素数３））であることが好ましい。

【００２０】

また、第１のＺｎＤＴＰにおいて、第一級アルキル基と第二級アルキル基の割合は、特に限定されないが、第二級アルキル基に対して、第一級アルキル基の割合が高い方が好ましい。

【００２１】

第１のＺｎＤＴＰの含有量は、特に限定されないが、緩衝器用潤滑油において０．１質量％以上含有することが好ましく、０．４質量％以上含有することがより好ましい。また、第１のＺｎＤＴＰの含有量は、緩衝器用潤滑油において４．０質量％以下とすることが好ましく、２．０質量％以下とすることがより好ましい。

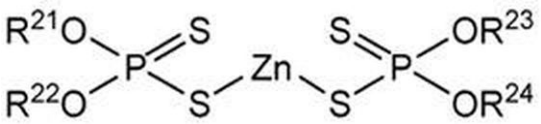
【００２２】

このように、本発明に係る緩衝器用潤滑油では、第一級アルキル基および第二級アルキル基の両方を有する第１のＺｎＤＴＰを含むことにより、摩擦調整剤を添加した場合に乗り心地性およ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ことに加えて、後述するように（後述の摩擦試験３および図１２参照）、第一級アルキル基のみを有するＺｎＤＴＰ、および／または、第二級アルキル基のみを有するＺｎＤＴＰを含有する緩衝器用潤滑油と比べて、摩擦係数のバラツキを抑えることができ、乗り心地性をより向上することができる。

【００２３】

さらに、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油は、摩擦調整剤として、第１のＺｎＤＴＰとは異なる構造の、第２のＺｎＤＴＰを有する。第２のＺｎＤＴＰは、下記式２で表される。

【化３】



・・・（２）

[式２中、Ｒ２１～Ｒ２４は第二級アルキル基である。すなわち、第２のＺｎＤＴＰは第一級アルキル基を有さず、第二級アルキル基のみを有する。]

【００２４】

第２のＺｎＤＴＰが有する第二級アルキル基の炭素数は、特に限定されず、たとえばイソプロピル基、ｓｅｃ－ブチル基、１－エチルプロピル基、２－エチルヘキシル基、４－メチル－２－ペンチル基などが挙げられるが、第二級アルキル基として、炭素数３～８のアルキル基（たとえばイソプロピル基（炭素数３）、２－エチルヘキシル基（炭素数８）、または、イソブチル基（炭素数４）など）が好ましい。

【００２５】

また、第２のＺｎＤＴＰの含有量は、特に限定されないが、第１のＺｎＤＴＰよりも少ない方が好ましく、ＺｎＤＴＰの添加量（第１のＺｎＤＴＰおよび第２のＺｎＤＴＰの合計量）に対して２０重量％以下となることが好ましい。

【００２６】
なお、ＺｎＤＴＰがどのようなアルキル基を含有しているかは、公知の測定方法により測定することができる。たとえば、Ｃ^{13}－ＮＭＲを用いてＺｎＤＴＰの構造を決定することもできるし、ＦＴ－ＩＲの指紋領域を用いてＰ－Ｏ－Ｃの吸収帯、Ｐ＝Ｓ　Ｐ－Ｓの吸収帯の特徴から、アルキル基が第一級アルキル基または第二級アルキル基であるかを分析することでＺｎＤＴＰの構造を決定することもできる。
【００２７】
また、ジチオリン酸として、第二級アルキル基のみを有する第２のＺｎＤＴＰを含有することで、第１のＺｎＤＴＰのみを含有する場合と比べて、乗り心地をより向上させることができる。具体的には、走行時における微振動を、第１のＺｎＤＴＰのみを含有する場合と比べて、より低減することができる。また、第２のＺｎＤＴＰを炭素数３～８の第二級アルキル基を有するＺｎＤＴＰとすることで、微振幅（低速度）と通常振幅（高速度）における摩擦係数の差を小さくすることができ、乗り心地性を向上させることができる。
【００２８】
（Ｂ２）ペンタエリスリトールエステル
ペンタエリスリトールエステルは、４価の糖アルコールであり、ペンタエリスリトールが有する末端置換基である水酸基が脂肪酸残基とエステル結合している化合物である。ペンタエリスリトールエステルは、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部分エステルである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およびペンタエリスリトールトリエステルとがある。
【００２９】
本発明に係るペンタエリスリトールエステルにおいて、脂肪酸残基は、特に限定されず、たとえば、ステアリン酸残基やオレイン酸残基などのＣ６～Ｃ２２の脂肪酸残基とすることができる。また、脂肪酸残基として、カプリル酸、カプリン酸、オレイン酸、ステアリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、リノール酸、アジピン酸、ペラルゴン酸、トール脂肪酸、ヤシ脂肪酸、ココナツ脂肪酸、牛脂脂肪酸を例示することもできる。
【００３０】
ペンタエリスリトールエステルの脂肪酸残基の炭素数を調整することで、緩衝器用潤滑油の摩擦係数を調整することができる。具体的には、ペンタエリスリトールエステルの脂肪酸残基の炭素数が大きいほど、緩衝器潤滑油の摩擦係数が小さくなる傾向にあり、脂肪酸残基の炭素数が小さいほど、緩衝器用潤滑油の摩擦係数が大きくなる傾向がある。そのため、緩衝器用潤滑油の摩擦係数を所望の摩擦係数となるように、ペンタエリスリトールエステルが有する脂肪酸残基の炭素数に着目して、ペンタエリスリトールエステルを選択することができる。また、異なる炭素数の脂肪酸残基を有する複数のペンタエリスリトールエステルを組み合わせて、緩衝器用潤滑油の摩擦係数を調整することもできる。たとえば、炭素数の小さい脂肪酸残基を有するペンタエリスリトールエステルと、炭素数の大きい脂肪酸残基を有するペンタエリスリトールテトラエステルとの配合量を調整することで、緩衝器用潤滑油の摩擦係数を調整することもできる。
【００３１】
本発明に係る緩衝器用潤滑油において、ペンタエリスリトールエステルは、「主にペンタエリスリトールテトラエステル」であることを特徴とする。ここで、「主にペンタエリスリトールテトラエステルである」ペンタエリスリトールエステルとは、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およびペンタエリスリトールテトラエステルの中で、ペンタエリスリトールテトラエステルの割合が最も多いもの、あるいは、ペンタエリスリトールテトラエステルを５０％以上含むものを意味する。
【００３２】
また、ペンタエリスリトールテトラエステルを製造する場合、ペンタエリスリトールテトラエステルだけを製造することは技術的に困難であり、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などが混在してしまう。そのため、実際に、「ペンタエリスリトールテトラエステル」として市販されているものであっても、ペンタエリスリトールテトラエステルのみで構成されているのではなく、ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含むが、ペンタエリスリトールテトラエステルの他に、ペンタエリスリトールトリエステル、ペンタエリスリトールジエステル、あるいはペンタエリスリトールモノエステルなども含まれる。そのため、「ペンタエリスリトールテトラエステル」として市販されているペンタエリスリトールエステルを、本発明における「主にペンタエリスリトールテトラエステルである」ペンタエリスリトールエステルとして定義することもできる。

【００３３】

また、「主にペンタエリスリトールテトラエステル」であるペンタエリスリトールエステルは、以下のように定義することもできる。すなわち、ペンタエリスリトールテトラエステルに加えて、ペンタエリスリトールトリエステル、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モノエステルなども混在するペンタエリスリトールエステルについて、エステル基を測定し、エステル基の平均数が３よりも大きいペンタエリスリトールエステルを、「主にペンタエリスリトールテトラエステル」であるペンタエリスリトールエステルとして特定することもできる。また、ペンタエリスリトールエステルについて、水酸基を測定し、水酸基の平均数が１よりも小さいペンタエリスリトールエステルを、「主にペンタエリスリトールテトラエステル」であるペンタエリスリトールエステルとして特定することもできる。ペンタエリスリトールエステルのエステル基または水酸基の平均数は、たとえばガスクロマトグラフィー質量分析法や液体クロマトグラフィー質量分析法を用いて測定することができる。

【００３４】

また、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油は、ペンタエリスリトールエステルとして、水酸基を有しないペンタエリスリトールテトラエステルを主に含むが、水酸基を含むペンタエリスリトールトリエステル、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モノエステルも一部含まれており、これら水酸基を含むペンタエリスリトールによる水酸基価が、０．５ｍｇＫＯＨ／ｇ以上であることが好ましく、１．０ｍｇＫＯＨ／ｇ以上であることがより好ましく、１．５ｍｇＫＯＨ／ｇ以上であることがさらに好ましい。

【００３５】

緩衝器用潤滑油の水酸基価を０．５ｍｇＫＯＨ／ｇ以上とすることで、ペンタエリスリトールの分解（ペンタエリスリトールの分解による緩衝器用潤滑油の劣化）を抑制し、緩衝器用潤滑油の耐摩耗性を向上することができる。ここで、図１は、緩衝器用潤滑油の水酸基価と緩衝器用潤滑油の劣化度との関係を示すグラフである。なお、図１に示す例においては、ペンタエリスリトールエステルの添加量を調整することで、下記表１に示すように、水酸基価が０ｍｇＫＯＨ／ｇである緩衝器用潤滑油（サンプル１）と、水酸基価が０．５８ｍｇＫＯＨ／ｇである緩衝器用潤滑油（サンプル２）と、水酸基価が１．１６ｍｇＫＯＨ／ｇである緩衝器用潤滑油（サンプル３）と、水酸基価が１．７４ｍｇＫＯＨ／ｇである緩衝器用潤滑油（サンプル４）とについて、緩衝器用潤滑油の劣化度を測定した。緩衝器用潤滑油の劣化度は、ブロックオンリング型の摩擦摩耗試験機であるＦＡＬＥＸ－ＬＦＷ１試験機を用い、摺動部に２５０ｍｌの上記の各緩衝器用潤滑油を供給し、速度０．６ｍ／ｓ、荷重６５８１Ｎで摺動させて、２００万回相当の緩衝器の動作を行った後、遠心分離機でスラッジを除去した後に、各緩衝器用潤滑油を測定することで行った。

【表１】

	水酸基価（mgKOH／g）	劣化度（%）
サンプル1	0	100
サンプル2	0．58	55
サンプル3	1．16	25．2
サンプル4	1．74	9．1

【００３６】
図１および上記表１に示すように、ペンタエリスリトールエステルの添加量を増やし緩衝器用潤滑油の水酸基価を０．５８ｍｇＫＯＨ／ｇとすることで、２００万回相当の緩衝器の動作においても、緩衝器用潤滑油の劣化度を５５％まで抑制することができた。また、ペンタエリスリトールエステルの添加量をさらに増やし緩衝器用潤滑油の水酸基価を１．７４ｍｇＫＯＨ／ｇとすることで、２００万回相当の緩衝器の動作においても、緩衝器用潤滑油の劣化度を１０％未満の９．１％とすることができた。このように、緩衝器用潤滑油の水酸基価が高いほど、緩衝器用潤滑油の劣化度が小さくなる傾向にあることが分かった。特に、緩衝器用潤滑油の劣化を抑制する観点から、緩衝器用潤滑油の水酸基価は０．５ｍｇＫＯＨ／ｇ以上であることが好ましく、１．０ｍｇＫＯＨ／ｇ以上であることがより好ましく、１．５ｍｇＫＯＨ／ｇ以上であることがさらに好ましい。
【００３７】
次に、ペンタエリスリトールエステルの含有量について説明する。本実施形態に係る緩衝器用潤滑油は、ペンタエリスリトールエステルを、０．５質量％以上含有し、より好ましくは１．０質量％以上含有する。ここで、図２は、ＺｎＤＴＰを添加した緩衝器用潤滑油の摩擦係数と、ペンタエリスリトールエステルの含有量との関係を示すグラフである。図２に示すように、ペンタエリスリトールエステルの含有量を０．２質量％以上とした場合、ＺｎＤＴＰを添加した緩衝器用潤滑油の摩擦係数は変動せずに、０．０２～０．０５の範囲内に収めることができる。このように、ペンタエリスリトールエステルの含有量を０．２質量％以上とすることで、ＺｎＤＴＰを含有する緩衝器用潤滑油の摩擦係数の変動を抑制することができる。そのため、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油では、ペンタエリスリトールエステルの分解も考慮し、ペンタエリスリトールエステルを０．５質量％以上含有するものとし、好ましくは１．０質量％以上含有するものとする。
【００３８】
また、緩衝器用潤滑油は、ペンタエリスリトールエステルを２．０質量％以上含有することがより好ましい。ペンタエリスリトールエステルが存在しない場合、ＺｎＤＴＰが分解などにより減少してしまい、これにより緩衝器用潤滑油の摩擦係数が上昇し摩耗が発生してしまうためである。ここで、図３は、ＺｎＤＴＰの減少率と、ペンタエリスリトールの添加量との関係を示すグラフである。なお、図３に示す例では、図１と同様に、ブロックオンリング型の摩擦摩耗試験機であるＦＡＬＥＸ－ＬＦＷ１試験機を用い、摺動部に２５０ｍｌの潤滑油添加剤を供給し、速度０．６ｍ／ｓ、荷重６５８１Ｎで摺動させて２００万回相当の緩衝器の動作を行った後、遠心分離機でスラッジを除去した後に、ＦＴ－ＩＲを用いて、ＺｎＤＴＰの含有量を測定した。図３に示すように、ペンタエリスリトールを添加していない場合、２００万回相当の緩衝器の動作においてＺｎＤＴＰは８０％程度減少することが分かった。これに対して、ペンタエリスリトールを０．５質量％添加させた場合には２００万回相当の緩衝器の動作においてＺｎＤＴＰの減少は５５％程度まで抑制され、ペンタエリスリトールを１．０質量％添加させた場合には２００万回相当の緩衝

器の動作においてＺｎＤＴＰの減少は２５％程度にまで抑制され、ペンタエリスリトールを２．０質量％添加させた場合には２００万回相当の緩衝器の動作においてＺｎＤＴＰの減少は９％程度にまで抑制された。このように、緩衝器用潤滑油は、ペンタエリスリトールエステルを２．０質量％以上含有することで、ＺｎＤＴＰの減少を有効に抑制することができ、その結果、緩衝器用潤滑油の劣化を抑制することができる。

【００３９】

さらに、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油は、ペンタエリスリトールエステルを５．０質量％以上含有することが好ましい。これは、図１で例示したように、緩衝器用潤滑油の劣化を抑制するためには、緩衝器用潤滑油の水酸基価を０．５ｍｇＫＯＨ／ｇ以上とすることが好ましいが、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油に含まれるペンタエリスリトールエステルは、主に、水酸基を有しないペンタエリスリトールテトラエステルであり、緩衝器用潤滑油の水酸基価を０．５ｍｇＫＯＨ／ｇ以上とするためには、ペンタエリスリトールエステルの含有量を５質量％以上とすることが好ましいためである。

【実施例】

【００４０】

次いで、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油の実施例について説明する。

【００４１】

[摩擦試験装置１０]

図４は、本実施例における摩擦試験で用いた摩擦試験装置１０の構成図である。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り、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。また、緩衝器の摩擦特性に影響する要素として緩衝器用潤滑油とオイルシールとの組み合わせがあるため、図４に示す摩擦試験装置１０では、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）をピン試験片４に用い、オイルリップ形状を模してピン試験片４の先端を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には、ピストンロッド表面に使用する硬質クロムめっき膜を用いた。なお、本実施例では、ＮＢＲのピン試験片４とクロムめっきされたディスク試験片２との間の摩擦力（摩擦係数）を測定しているが、銅ボールとクロムめっきされたディスク試験片２との間の摩擦力（摩擦係数）を測定してもよい。

【００４２】

[摩擦試験１]

まず、摩擦試験１では、上記摩擦試験装置１０を用いて、振幅±０．２ｍｍ、周波数１．５Ｈｚ、荷重２０Ｎおよび温度３０℃で、ピン試験片４とディスク試験片２とを往復させて、平均摩擦係数を測定した。また、摩擦試験１では、リン系、アミン系、またはエステル系などの種々の摩擦調整剤を添加した緩衝器用潤滑油について、ＺｎＤＴＰを１％添加した場合と、ＺｎＤＴＰを添加していない場合とで、摩擦係数を測定した。図５はＺｎＤＴＰを添加していない緩衝器用潤滑油の摩擦係数を、図６はＺｎＤＴＰを添加している緩衝器用潤滑油の摩擦係数をそれぞれ示している。緩衝器用潤滑油の摩擦係数は小さすぎると操作安定性が悪化し、大きすぎると乗り心地性が悪化するため、０．０２～０．０５の範囲内に調整することが好ましい。従来から、摩擦調整剤の添加量を調整することで摩擦係数を調整していたが、図５に示すように、ＺｎＤＴＰを添加しない場合、摩擦調整剤だけで摩擦係数を調整することは困難であった。これに対して、図６に示すように、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り、摩擦係数を目標とする０．０２～０．０５の範囲内に調整することができた。

【００４３】

このように、本発明に係る緩衝器用潤滑油では、摩擦調整剤にＺｎＤＴＰを含有することで、緩衝器用潤滑油の摩擦係数を、操作安定性と乗り心地性とを両立することができる０．０２～０．０５の範囲内に調整することができ、これにより、操作安定性と乗り心地性とを両立することが可能となった。

【００４４】
[摩擦試験２]
摩擦試験２では、上記摩擦試験装置１０を用いて、後述する各試験区の緩衝器用潤滑油について、微振幅（振幅±０．２ｍｍ）および通常振幅（振幅±２．０ｍｍ）の２つの振幅、かつ、周波数１．５Ｈｚ、荷重２０Ｎおよび温度３０℃で摺動させて、摩擦係数を測定した。また、摩擦試験２では、緩衝器潤滑油に添加したペンタエリスリトールエステルの種類のみを変えて試験を行った。図７および図８に試験結果を示す。なお、図７（Ａ）～（Ｃ）で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、またはペンタエリスリトールトリエステルを主に含むペンタエリスリトールを添加した、緩衝器用潤滑油の試験結果（比較例）である。また、図８（Ｄ）～（Ｆ）は、ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含むペンタエリスリトールエステルを添加した、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油の結果（実施例）である。なお、図７および図８では、緩衝器の往復摺動のうち、往方向の摺動における緩衝器用潤滑油の摩擦力および緩衝器の振幅を正の値で表し、復方向の摺動における緩衝器用潤滑油の摩擦力および緩衝器の振幅を負の値で表すことで、従来、図９に示すように表示していた緩衝器用潤滑油の摩擦特性を、循環図形として表記している。
【００４５】
図７（Ａ）～（Ｃ）に示すように、ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含まない、緩衝器用潤滑油（比較例）では、微振幅時における摩擦係数は比較的小さく、通常振幅時における摩擦係数は比較的大きくなっている。すなわち、ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含まない、緩衝器用潤滑油（比較例）では、振幅の大きさに応じて、摩擦係数が大きくなる傾向があることが分かった。このことは、微振幅時には摩擦力が小さいため操作安定性が十分に得られない一方、通常振幅時には摩擦力が大きくなりすぎてしまい乗り心地性が低下してしまうおそれがあることを示唆する。
【００４６】
これに対して、図８（Ｄ）～（Ｆ）に示すように、ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含む、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油では、微振幅時における摩擦係数と、通常振幅時における摩擦係数とが同程度となることが分かった。このように、ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含む、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油（実施例）では、微振幅時においても通常振幅時と同様の摩擦力が得られるため、微振幅時における操作安定性を向上することができる。また、微振幅時は、緩衝器に入力される振動自体が小さいため、摩擦力が比較例と比べて大きくなっても、乗り心地性を確保することができる。すなわち、ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含む、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油（実施例）では、微振幅時において、操作安定性と、乗り心地性とを両立することができる。
【００４７】
また、ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含む、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油（実施例）では、図７に示す緩衝器用潤滑油（比較例）と比べて、通常振幅時における摩擦係数は小さくなった。これは、ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含む緩衝器用潤滑油（実施例）では、悪路などを走行しており振幅が大きい振動が発生する場合には、比較例と比べて摩擦力が小さくなるため、制振力を小さくすることができ、乗り心地性を向上させることができることを示唆する。
【００４８】
さらに、ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含む、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油では、図１０に示すように、微振幅時における摩擦係数をμ２とし、通常振幅時における摩擦係数μ１とした場合に、通常振幅時の摩擦係数μ１と微振幅時の摩擦係数μ２の比（μ２／μ１）が１に近い数値となる。本発明では、この比（μ２／μ１）を振幅依存指標と称する。ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含む複数の緩衝器用潤滑油について、振幅依存指標（μ２／μ１）を算出した結果、ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含む緩衝器用潤滑油では、振幅依存指標が０．８以上、より好ましくは０．

８～１．２となることが分かった。このことから、ペンタエリスリトールを含む緩衝器用潤滑油であって、振幅依存指標が０．８以上、より好ましくは０．８～１．２となる緩衝器用潤滑油であれば、微振幅時の操作安定性を向上することができるとともに、通常振幅時の乗り心地性も向上することができることが分かった。

【００４９】

また、摩擦試験２から、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油では、タイヤの接地性を高くすることができ、操作安定性を高くすることができることが分かった。すなわち、図７に示す緩衝器用潤滑油（比較例）と比べて、図８に示すテトラペンタエリスリトールを主に含む、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油（実施例）では、図１１のＰ１～Ｐ４に示すように、通常振幅時において、滑り状態から静止状態に移行する直前のＰ１，Ｐ３および静止状態から滑り状態に移行した直後のＰ２，Ｐ４において、滑り状態よりも摩擦力が高くなることが分かる。このように、振幅依存指標を０．８以上、より好ましくは１以上とすることで、滑り状態から静止状態に移行する直前のＰ１，Ｐ３および静止状態から滑り状態に移行する直後のＰ２，Ｐ４において摩擦力を大きくすることができ、その結果、状態移行時の制振力を高くすることができる。そして、静止直前または摺動開始直後の緩衝器用潤滑油の摩擦力が大きくなり、摺動方向が切り換わっても直ぐに制振力が強く働くことで、タイヤを接地する力が働き、タイヤの接地性を向上させることができる。

【００５０】

[摩擦試験３]

また、摩擦試験３では、振幅±０．１ｍｍ、周波数５Ｈｚ、２０Ｎおよび３０℃でピン試験片４とディスク試験片２とを往復させて、緩衝器用潤滑油の摩擦係数を測定した。また、摩擦試験３では、図１２に示すように、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油（第一級アルキル基および第二級アルキル基を有する第１のＺｎＤＴＰを含有する緩衝器用潤滑油）である実施例１に加えて、比較例１～４についても摩擦係数を測定した。ここで、比較例１は炭素数３，５の第一級アルキル基のみを有するＺｎＤＴＰを加えた緩衝器用潤滑油の例であり、比較例２は炭素数３，５の第二級アルキル基のみを有するＺｎＤＴＰを加えた緩衝器用潤滑油の例であり、比較例３は炭素数６，８の第二級アルキル基のみを有するＺｎＤＴＰを加えた緩衝器用潤滑油の例であり、比較例４は炭素数８の第一級アルキル基のみを有するＺｎＤＴＰを加えた緩衝器用潤滑油の例である。また、比較例５は、炭素数３，６の第二級アルキル基のみを有するＺｎＤＴＰと、炭素数８の第一級アルキル基のみを有するＺｎＤＴＰとを１：１で混合したものを加えた緩衝器用潤滑油の例である。

【００５１】

また、摩擦試験３においては、実施例１および比較例１～５について、最大摩擦係数と平均摩擦係数とを、それぞれ複数のＺｎＤＴＰの添加量（重量％）で測定した。さらに、最大摩擦係数／平均摩擦係数を算出し、算出した最大摩擦係数／平均摩擦係数の値を、ＺｎＤＴＰの添加量（重量％）ごとにプロットした。

【００５２】

図１２に、摩擦試験３の結果を例示する。最大摩擦係数／平均摩擦係数の値が１に近いほど、摩擦係数のバラツキが少なく、乗り心地が良いと評価することができる。図１２に示す結果から、比較例１～５では、ＺｎＤＴＰの添加量が１．０重量％以下である場合に、実施例１と比べて、最大摩擦係数／平均摩擦係数の値が大幅に高くなり、またＺｎＤＴＰの添加量が１．０重量％以上である場合も、実施例１と比べて、最大摩擦係数／平均摩擦係数の値が高くなった。これに対して、実施例１では、比較例１～５と比べて、全体的に最大摩擦係数／平均摩擦係数の値が低くなる傾向にあり、特に、ＺｎＤＴＰの添加量が０．５～１．０重量％である場合には、比較例１～５と比べて、最大摩擦係数／平均摩擦係数の値が大幅に低くなった。

【００５３】

さらに、実施例１では、ＺｎＤＴＰの添加量が０．１～４．０重量％である場合に、最大摩擦係数／平均摩擦係数の値が１．３以下となり、０．２５～２．０重量％である場合には、最大摩擦係数／平均摩擦係数の値が１．２２以下とより低くなった。このことから

、本実施形態に係る、第一級アルキル基および第二級アルキル基を有する第１のＺｎＤＴＰを含有する緩衝器用潤滑油では、当該ＺｎＤＴＰの添加量を０．２５～２．０重量％とすることで、乗り心地がより向上することが分かった。

【００５４】

加えて、摩擦試験３から、比較例１～５では、実施例１と比べて、ＺｎＤＴＰの添加量が変化すると、最大摩擦係数／平均摩擦係数の値も変動しやすいのに対して、実施例１では、ＺｎＤＴＰの添加量が変化しても、最大摩擦係数／平均摩擦係数の値が変動しにくいことがわかった。たとえば、実施例１では、ＺｎＤＴＰの添加量が０．２～４．０重量％の範囲において、最大摩擦係数／平均摩擦係数の値は１．２４以下のままとなった。このことから、本実施形態に係る第一級アルキル基および第二級アルキル基を有する第１のＺｎＤＴＰを含有する緩衝器用潤滑油では、長期間の使用によりＺｎＤＴＰの劣化（分解）が進みＺｎＤＴＰの含有量が減少した場合も、比較例１～５と比べて、乗り心地性が変化しにくいという効果が大きいことが分かった。

【００５５】

また、乗り心地性を向上するために、本発明に係る緩衝器用潤滑油（実施例１）のように、第一級アルキル基および第二級アルキル基の両方を有するＺｎＤＴＰ（第１のＺｎＤＴＰ）を含有する緩衝器用潤滑油でなくてはいけないのか、あるいは、第一級アルキル基を有するＺｎＤＴＰと第二級アルキル基を有するＺｎＤＴＰとを混在して含有する緩衝器用潤滑油でもよいのかを把握するため、比較例５として、第一級アルキル基を有するＺｎＤＴＰと第二級アルキル基を有するＺｎＤＴＰとを混在して含有する緩衝器用潤滑油で摩擦試験も行った。その結果、比較例５では、実施例１のように最大摩擦係数／平均摩擦係数の値が低くならず、乗り心地性を向上することはできなかった。このことから、単に、第一級アルキル基を有するＺｎＤＴＰと第二級アルキル基を有するＺｎＤＴＰとを混在して含有する緩衝器用潤滑油では、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油（実施例１）のように、第一級アルキル基および第二級アルキル基の両方を有するＺｎＤＴＰ（第１のＺｎＤＴＰ）を含有する緩衝器潤滑油の効果を得られないことが分かった。

【００５６】

このように、本実施形態に係る緩衝器用潤滑油では、（Ａ）基油と、（Ｂ）摩擦調整剤とを有し、（Ｂ）摩擦調整剤は、（Ｃ）第一級アルキル基および第二級アルキル基を有する第１のＺｎＤＴＰを含むことにより、摩擦調整剤を添加した場合に乗り心地性およ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ことに加えて、第一級アルキル基のみを有するＺｎＤＴＰ、および／または、第二級アルキル基のみを有するＺｎＤＴＰを含有する緩衝器用潤滑油と比べて、摩擦係数のバラツキを抑えることができ、乗り心地性をより向上することができる。

【００５７】

［走行試験１］

また、専門のドライバー（プロのドライバー）および一般ドライバーに、ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含んでいない緩衝器用潤滑油（比較例）を用いた緩衝器を搭載した車両と、ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含む緩衝器用潤滑油（実施例）を用いた緩衝器を搭載した車両とで、緩衝器以外は全て同条件として、同一の走行コースを走行してもらい、評価をしてもらった。

【００５８】

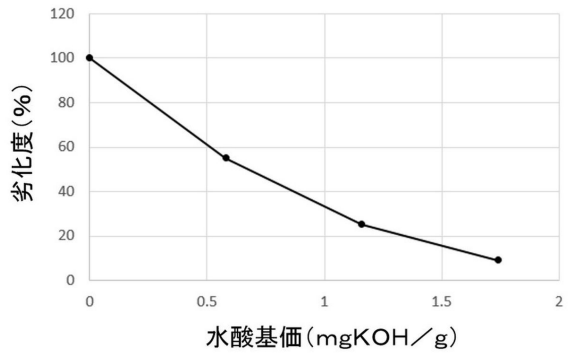
その結果、凹凸の少ない道路では、比較例と比べて、ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含む緩衝器用潤滑油（実施例）を用いた場合、タイヤの足回り、タイヤの接地性が良好となり、操作性が向上したとの評価を得た。またこのような評価は、専門のドライバーだけではなく、一般ドライバーでも体感できるものであった。また、ペンタエリスリトールテトラエステルを主に含む緩衝器用潤滑油（実施例）を用いた場合には、制振力が大きくなるため、道路の小さい凹凸もドライバーに伝わり易く、ドライバーに多くの情報を伝えることができることが分かった。

【００５９】

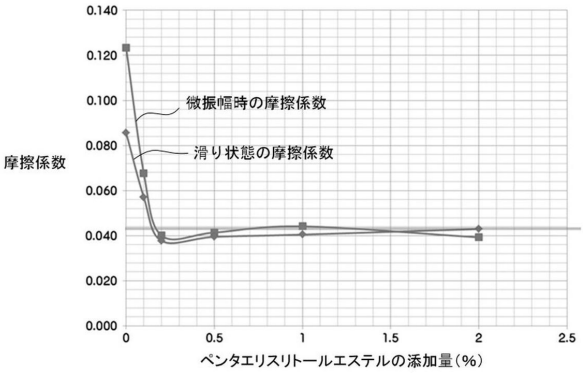
以上、本発明の好ましい実施形態例について説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態の記載に限定されるものではない。上記実施形態例には様々な変更・改良を加えることが可能であり、そのような変更または改良を加えた形態のものも本発明の技術的範囲に含まれる。

【図面】

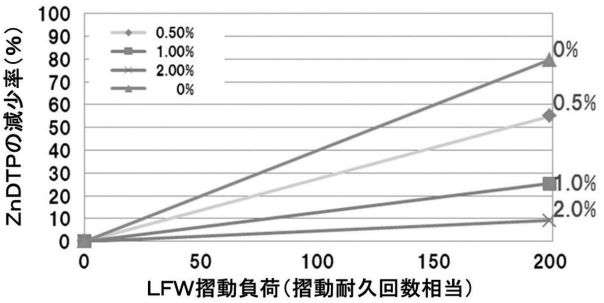
【図１】



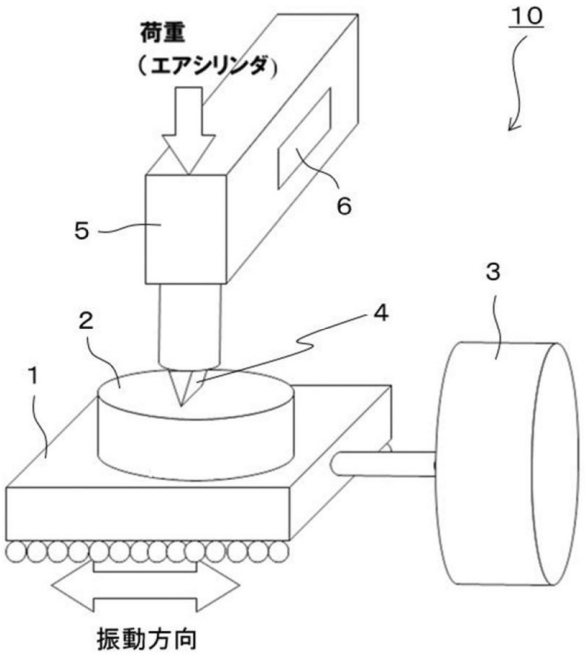
【図２】



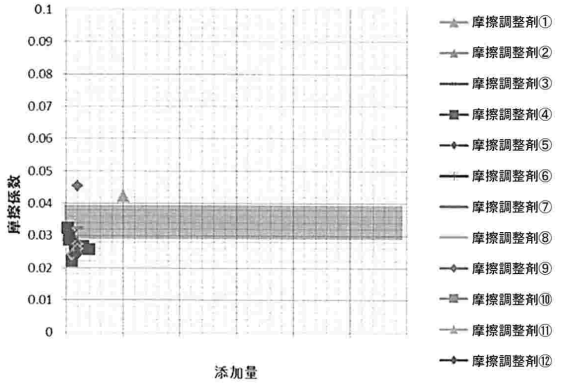
【図３】



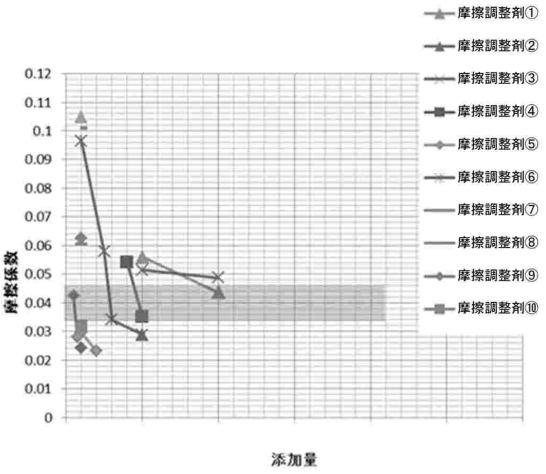
【図４】



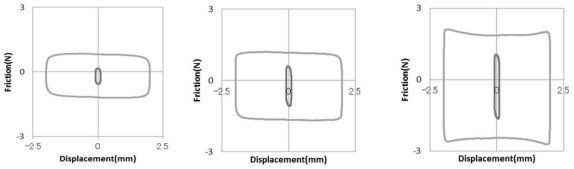
【図５】


0.1
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
摩擦係数
添加量
摩擦調整剤①
摩擦調整剤②
摩擦調整剤③
摩擦調整剤④
摩擦調整剤⑤
摩擦調整剤⑥
摩擦調整剤⑦
摩擦調整剤⑧
摩擦調整剤⑨
摩擦調整剤⑩
摩擦調整剤⑪
摩擦調整剤⑫

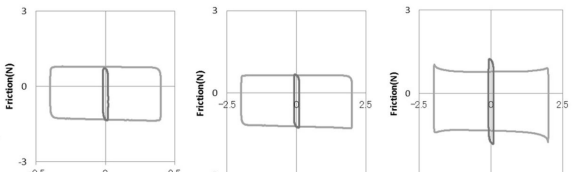
【図６】


0.12
0.11
0.1
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
摩擦係数
添加量
摩擦調整剤①
摩擦調整剤②
摩擦調整剤③
摩擦調整剤④
摩擦調整剤⑤
摩擦調整剤⑥
摩擦調整剤⑦
摩擦調整剤⑧
摩擦調整剤⑨
摩擦調整剤⑩

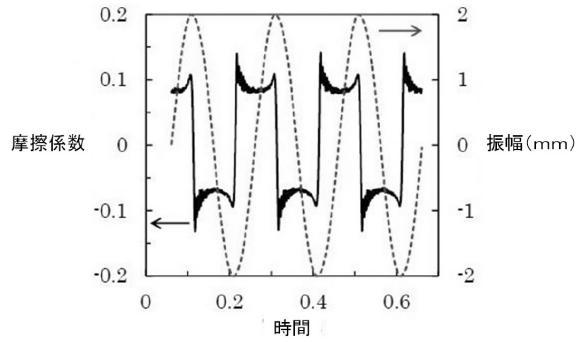
【図７】


Friction(N)
Displacement(mm)
(A)
(B)
(C)

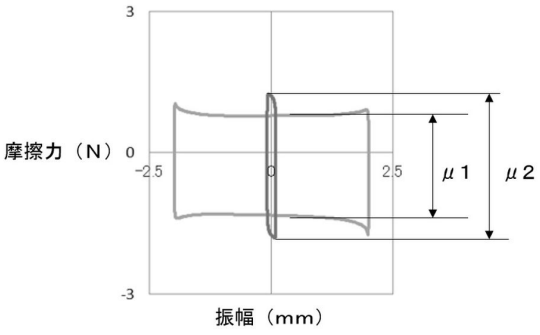
【図８】


Friction(N)
Displacement(mm)
(D)
(E)
(F)

【図９】

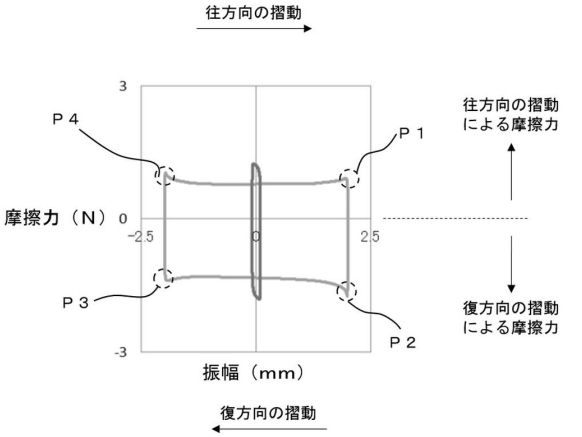


【図１０】

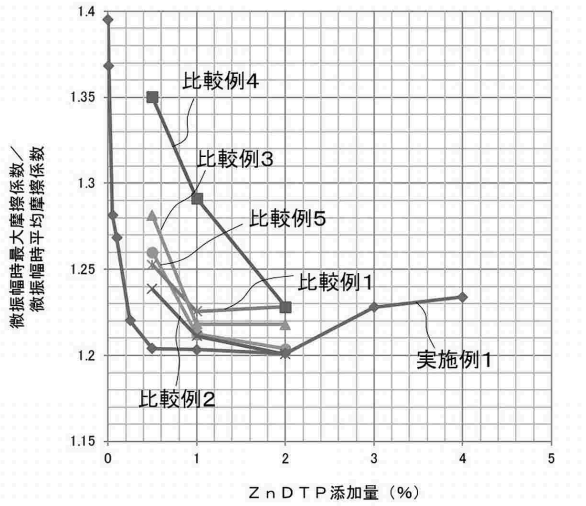


振幅依存指標＝μ２／μ１

【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(51)国際特許分類
Ｃ１０Ｎ　30/00　(2006.01)

ＦＩ
Ｃ１０Ｎ　30:00　Ｚ

(56)参考文献　特開２０１３－１９９５３５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－２２４６５３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－０１９７１３（ＪＰ，Ａ）
特表２０１２－５１１０７７（ＪＰ，Ａ）

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