(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
2021年10月28日(28.10.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/215499 A1

(51) 国際特許分類:
C10M 169/04 (2006.01) *C10N 40/25* (2006.01)
C10N 30/06 (2006.01) ***F16C 33/24*** (2006.01)
C10N 40/02 (2006.01) ***C10M 129/76*** (2006.01)
C10N 40/04 (2006.01) ***F16F 7/09*** (2006.01)
C10N 40/06 (2006.01) ***F16F 15/02*** (2006.01)
C10N 40/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/016296

(22) 国際出願日： 2021年4月22日(22.04.2021)

(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 2020-077577 2020年4月24日(24.04.2020) JP

(71) 出願人: ＫＹＢ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: 加藤 慎治(**KATO, Shinji**); 〒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 ＫＹＢ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).

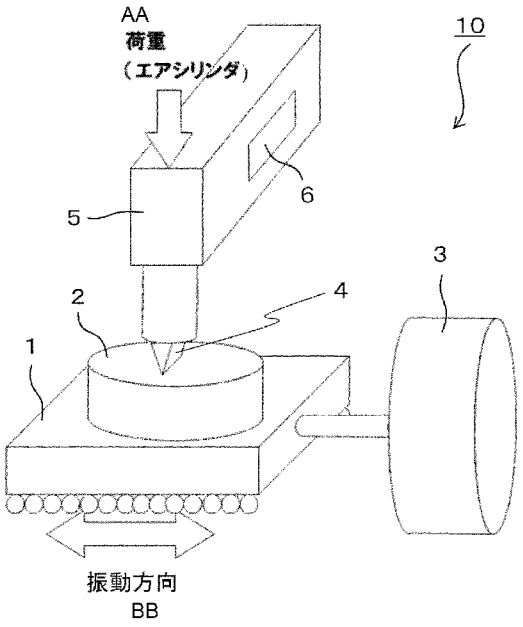
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

WO 2021/215499 A1

(54) **Title:** LUBRICATING OIL COMPOSITION AND SLIDING MECHANISM

(54) 発明の名称： 潤滑油組成物及び摺動機構

[図1]



AA Load (air cylinder)
BB Vibration direction

(57) **Abstract:** A lubricating oil composition according to this embodiment is used for sliding members coated with hydrogen-containing diamond-like carbon, the lubricating oil composition containing a base oil and a friction modifier, and the friction modifier containing a fatty acid ester of pentaerythritol.

(57) 要約：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、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する。

[続葉有]

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, 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 ： 潤滑油組成物及び摺動機構

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する、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。

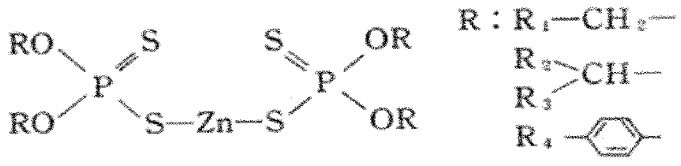
[0019] このため、本実施形態に係る摩擦調整剤は、エステル価数４であるペンタエリスリトールのテトラエステルを含有してもよく、この場合には、水酸基価の高いペンタエリスリトールのモノエステル等と併用し、ペンタエリスリトール脂肪酸エステルの総水酸基価を上記特定値にする。

[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。

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含有する、

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を０．２質量％以上含有する、

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総水酸基価が２．２０ｍｇＫＯＨ／ｇ以上である、

潤滑油組成物。

[請求項4] 請求項１から３のいずれか１項に記載の潤滑油組成物を用いた摺動機構であって、

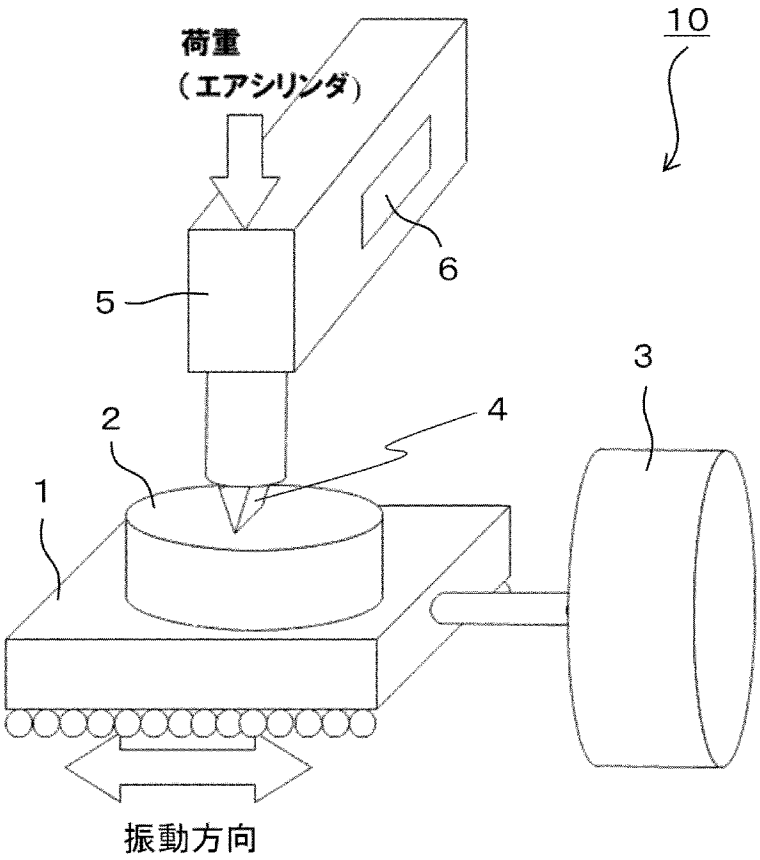
少なくとも摺動部分が水素含有ダイヤモンドライクカーボンにより被覆された摺動機構。

[請求項5] 請求項４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。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/016296

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C10M 169/04(2006.01)i; C10N 30/06(2006.01)n; C10N 40/02(2006.01)n; C10N 40/04(2006.01)n; C10N 40/06(2006.01)n; C10N 40/20(2006.01)n; C10N 40/25(2006.01)n; F16C 33/24(2006.01)i; C10M 129/76(2006.01)i; F16F 7/09(2006.01)i; F16F 15/02(2006.01)i
FI: C10M129/76; C10M169/04; F16F7/09; F16F15/02 E; F16C33/24 Z; C10N40/02; C10N40/25; C10N30/06; C10N40/06; C10N40/20; C10N40/04
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)
C10M169/04; C10N30/06; C10N40/02; C10N40/04; C10N40/06; C10N40/20; C10N40/25; F16C33/24; C10M129/76; F16F7/09; F16F15/02

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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.
X	JP 2005-90738 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 07 April 2005 (2005-04-07) claims 1, 3, 12, paragraphs [0018], [0021]-[0022], [0050], [0071], table 1	1-5
A	WO 2008/130039 A1 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) 30 October 2008 (2008-10-30) claims, paragraph [0023]	1-5
A	JP 2008-266423 A (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) 06 November 2008 (2008-11-06) claims	1-5
A	WO 2015/025972 A1 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) 26 February 2015 (2015-02-26) claims	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	Date of mailing of the international search report
08 July 2021 (08.07.2021)	20 July 2021 (20.07.2021)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/016296

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2005-90738 A	07 Apr. 2005	US 2004/0241448 A1 claims 1, 6, 14, paragraphs [0028], [0030]-[0031], [0055], [0114], table 1 EP 1482190 A2 CN 1573143 A	
WO 2008/130039 A1	30 Oct. 2008	US 2010/0147016 A1 claims, paragraph [0055] EP 2138558 A1 CA 2684943 A KR 10-2010-0017092 A MX 2009010853 A BR PI0810112 A CN 101668836 A CN 106281575 A	
JP 2008-266423 A	06 Nov. 2008	US 2010/0133463 A1 claims WO 2008/130026 A1 EP 2138559 A1 KR 10-2009-0130053 A CN 101663381 A BR PI0810526 A	
WO 2015/025972 A1	26 Feb. 2015	US 2016/0194576 A1 claims EP 3037509 A1 CN 105473694 A KR 10-2016-0045706 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/016296

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C10M 169/04(2006.01)i; C10N 30/06(2006.01)n; C10N 40/02(2006.01)n; C10N 40/04(2006.01)n; C10N 40/06(2006.01)n; C10N 40/20(2006.01)n; C10N 40/25(2006.01)n; F16C 33/24(2006.01)i; C10M 129/76(2006.01)i; F16F 7/09(2006.01)i; F16F 15/02(2006.01)i
FI: C10M129/76; C10M169/04; F16F7/09; F16F15/02 E; F16C33/24 Z; C10N40:02; C10N40:25; C10N30:06; C10N40:06; C10N40:20; C10N40:04

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））

C10M169/04; C10N30/06; C10N40/02; C10N40/04; C10N40/06; C10N40/20; C10N40/25; F16C33/24; C10M129/76; F16F7/09; F16F15/02

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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
X	JP 2005-90738 A (日産自動車株式会社) 07.04.2005 (2005-04-07) 請求項1,請求項3,請求項12,段落0018,段落0021-段落0022,段落0050,段落0071,表1	1-5
A	WO 2008/130039 A1 (出光興産株式会社) 30.10.2008 (2008-10-30) 特許請求の範囲,段落0023	1-5
A	JP 2008-266423 A (出光興産株式会社) 06.11.2008 (2008-11-06) 特許請求の範囲	1-5
A	WO 2015/025972 A1 (出光興産株式会社) 26.02.2015 (2015-02-26) 特許請求の範囲	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	国際調査報告の発送日
08.07.2021	20.07.2021

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）
齊藤　光子 4V 3030
電話番号 03-3581-1101 内線 3483

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/JP2021/016296

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2005-90738 A	07.04.2005	US 2004/0241448 A1 請求項1,請求項6,請求項14,段落0028,段落0030-段落0031,段落0055,段落0114,表1 EP 1482190 A2 CN 1573143 A	
WO 2008/130039 A1	30.10.2008	US 2010/0147016 A1 特許請求の範囲,段落0055 EP 2138558 A1 CA 2684943 A KR 10-2010-0017092 A MX 2009010853 A BR PI0810112 A CN 101668836 A CN 106281575 A	
JP 2008-266423 A	06.11.2008	US 2010/0133463 A1 特許請求の範囲 WO 2008/130026 A1 EP 2138559 A1 KR 10-2009-0130053 A CN 101663381 A BR PI0810526 A	
WO 2015/025972 A1	26.02.2015	US 2016/0194576 A1 特許請求の範囲 EP 3037509 A1 CN 105473694 A KR 10-2016-0045706 A	