

明 細 書

発明の名称：潤滑油組成物及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、潤滑油組成物及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 湿式クラッチを備える二輪自動車等のエンジン用潤滑油と動力伝達用潤滑油とを同一の油剤で潤滑するシステムに対しては、エンジン用潤滑油として要求される性能に加え、動力伝達用潤滑油としての性能も具備する必要がある。

具体的には、エンジン用潤滑油には、耐摩耗性、清浄性、耐熱性、酸化安定性、オイル消費が少ないこと、低摩擦損失等の各特性が要求されている。一方、トランスミッション等の動力伝達装置の省燃費性能向上のためには、動力伝達率の向上及び小型軽量化が求められており、特にクラッチ容量の確保及びクラッチの軽量化の観点から、クラッチディスク及びクラッチプレート間の摩擦係数を高めることが求められている。

[0003] 特許文献 1 には、エンジンシステムに対する要求性能とともに、湿式クラッチに対する高摩擦係数化に優れた内燃機関用潤滑油として、(a) ジアルキルジチオリン酸亜鉛及び (b) 硼素含有無灰分散剤を含有する内燃機関用潤滑油組成物であって、リン量を特定の範囲に限定した内燃機関用潤滑油組成物が開示されている。

特許文献 2 には、高いクラッチ容量と長いシャダー防止寿命とを両立し得る潤滑油組成物として、アルケニル基又はアルキル基を有するコハク酸イミド、炭素数が 12 以上 24 以下の炭化水素基を有する 1 級アミン、脂肪酸アミド化合物、及び特定のアミド化合物を含有する、潤滑油組成物が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2004-269707号公報

特許文献2：特開2018-065924号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、潤滑油の耐摩耗性を改善する方法としては、ジチオリン酸亜鉛等のリン原子を含む耐摩耗剤を添加する方法が広く適用されている。しかしながら、リン原子は自動車等の排気ガス中の有害物質を除去するために装着されている白金等の排ガス触媒を被毒させることが判明している。近年、地球環境保護の観点から排ガス規制は益々厳しくなりつつあり、エンジン用潤滑油中のリン原子含有量を低減することで、排ガス触媒の被毒を抑制する対応が求められる。

特許文献1及び2に記載の潤滑油組成物は、耐摩耗剤に由来するリン原子の含有量を低減した場合（具体的には耐摩耗剤に由来するリン原子含有量を、潤滑油組成物の全量基準で、800質量ppm未満とした場合）においても、内燃機関における優れた耐摩耗性と高いクラッチ摩擦係数とを発現させるという観点からは十分な検討がなされておらず、これらの性能において改善が望まれている。

[0006] 本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、耐摩耗剤に由来するリン原子含有量を低減した場合においても、内燃機関における優れた耐摩耗性と、湿式クラッチにおける高い摩擦係数とを発現し得る、潤滑油組成物及びその製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明者らは、基油、特定構造を有するイミド化合物、特定構造を有する金属系清浄剤及びジチオリン酸亜鉛を含有する潤滑油組成物及びその製造方法が、上記課題を解決し得ることを見出し、本発明を完成させた。

すなわち本発明は、下記[1]～[10]を提供する。

[1] 基油(A)と、

下記一般式(b-1)で表されるコハク酸モノイミド(B1)及び下記一

般式（b-2）で表されるコハク酸ビスイミド（B2）から選ばれる1種以上であるイミド化合物（B）と、

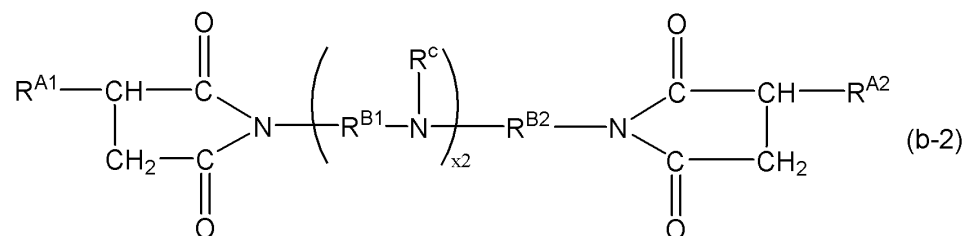
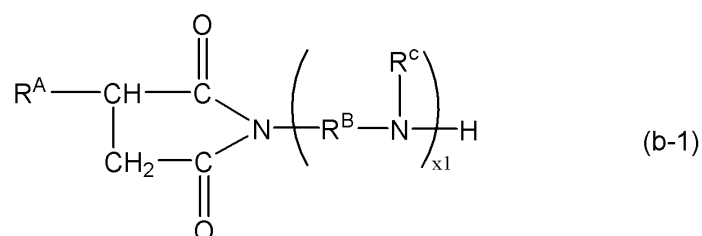
分岐鎖アルキル基を有する金属スルホネート（C1）及び分岐鎖アルキル基を有する金属フェネート（C2）から選ばれる1種以上である金属系清浄剤（C）と、

ジチオリン酸亜鉛（D）と、

を含有する潤滑油組成物であって、

成分（D）に由来するリン原子の含有量が、前記潤滑油組成物の全量基準で、800質量ppm未満である、内燃機関に用いられる、潤滑油組成物。

[化1]



〔上記一般式（b-1）及び（b-2）中、 R^{A} 、 $\text{R}^{\text{A}1}$ 及び $\text{R}^{\text{A}2}$ は、それぞれ独立に、質量平均分子量（Mw）が500～4000のアルケニル基である

。

R^{B} 、 $\text{R}^{\text{B}1}$ 及び $\text{R}^{\text{B}2}$ は、それぞれ独立に、炭素数2～5のアルキレン基である。

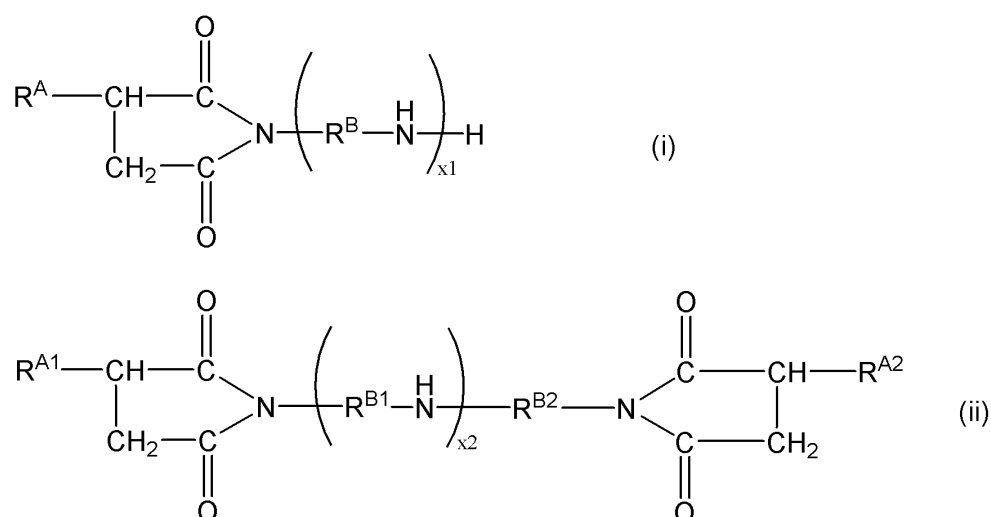
R^{C} は、炭素数1～10のアルキル基、又は $-(\text{AO})_n-\text{H}$ で表される基（但し、Aは炭素数2～4のアルキレン基、nは1～10の整数を示す。）である。

$\text{x}1$ は1～10の整数であり、 $\text{x}2$ は1～10の整数である。〕

〔２〕成分（Ｂ）の窒素原子換算での含有量が、前記潤滑油組成物の全量基準で、１００～１０００質量ｐｐｍである、上記〔１〕に記載の潤滑油組成物。

〔３〕下記一般式（ｉ）で表されるコハク酸モノイミド及び下記一般式（ｉｉ）で表されるコハク酸ビスイミドの合計含有量が、成分（Ｂ）の全量１００質量部に対して、１０質量部未満である、上記〔１〕又は〔２〕に記載の潤滑油組成物。

〔化２〕



〔上記一般式（ｉ）及び（ｉｉ）中、 R^{A} 、 $\text{R}^{\text{A}1}$ 、 $\text{R}^{\text{A}2}$ 、 R^{B} 、 $\text{R}^{\text{B}1}$ 、 $\text{R}^{\text{B}2}$ 、 $\text{x}1$ 、 $\text{x}2$ は、前記一般式（ｂ－１）及び（ｂ－２）と同じである。〕

〔４〕成分（Ｃ）の金属原子換算での含有量が、前記潤滑油組成物の全量基準で、１００～５０００質量ｐｐｍである、上記〔１〕～〔３〕のいずれか一項に記載の潤滑油組成物。

〔５〕成分（Ｂ）に由来する窒素原子（Ｎ）と、成分（Ｃ）に由来する金属原子（Ｍ）との含有量比〔 N/M 〕が、質量比で、０．０５～２．００である、上記〔１〕～〔４〕のいずれか一項に記載の潤滑油組成物。

〔６〕成分（Ｃ）が、分岐鎖アルキル基を有するカルシウムスルホネート及び分岐鎖アルキル基を有するカルシウムフェネートから選ばれる１種以上で

ある、上記〔１〕～〔５〕のいずれか一項に記載の潤滑油組成物。

〔７〕直鎖アルキル基を有する金属系清浄剤の含有量が、成分（Ｃ）の全量１００質量部に対して、１０質量部未満である、上記〔１〕～〔６〕のいずれか一項に記載の潤滑油組成物。

〔８〕モリブデン原子の含有量が、前記潤滑油組成物の全量基準で、５０質量ｐｐｍ未満である、上記〔１〕～〔７〕のいずれか一項に記載の潤滑油組成物。

〔９〕二輪自動車用の内燃機関に用いられる、上記〔１〕～〔８〕のいずれか一項に記載の潤滑油組成物。

〔１０〕基油（Ａ）と、

下記一般式（ｂ－１）で表されるコハク酸モノイミド（Ｂ１）及び下記一般式（ｂ－２）で表されるコハク酸ビスイミド（Ｂ２）から選ばれる１種以上であるイミド化合物（Ｂ）と、

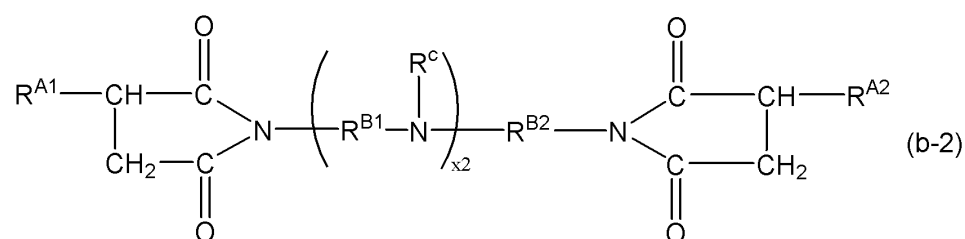
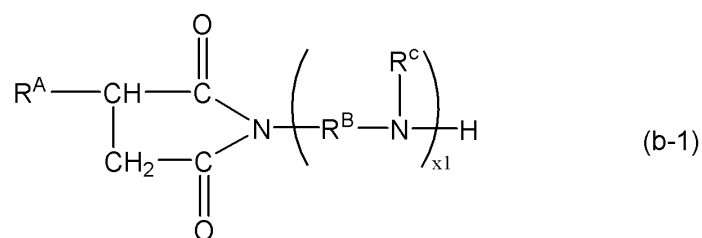
分岐鎖アルキル基を有する金属スルホネート（Ｃ１）及び分岐鎖アルキル基を有する金属フェネート（Ｃ２）から選ばれる１種以上である金属系清浄剤（Ｃ）と、

ジチオリン酸亜鉛（Ｄ）と、

を混合する潤滑油組成物の製造方法であって、

成分（Ｄ）に由来するリン原子の含有量が、前記潤滑油組成物の全量基準で、８００質量ｐｐｍ未満である、内燃機関に用いられる、潤滑油組成物の製造方法。

[化3]



〔上記一般式（b-1）及び（b-2）中、 R^{A} 、 $\text{R}^{\text{A}1}$ 及び $\text{R}^{\text{A}2}$ は、それぞれ独立に、質量平均分子量（Mw）が500～4000のアルケニル基である。

R^{B} 、 $\text{R}^{\text{B}1}$ 及び $\text{R}^{\text{B}2}$ は、それぞれ独立に、炭素数2～5のアルキレン基である。

R^{C} は、炭素数1～10のアルキル基、又は $-(\text{AO})_n-\text{H}$ で表される基（但し、Aは炭素数2～4のアルキレン基、nは1～10の整数を示す。）である。

$\text{x}1$ は1～10の整数であり、 $\text{x}2$ は1～10の整数である。〕

発明の効果

[0008] 本発明によると、耐摩耗剤に由来するリン原子含有量を低減した場合においても、内燃機関における優れた耐摩耗性と、湿式クラッチにおける高い摩擦係数とを発現し得る、潤滑油組成物及びその製造方法を提供することができる。

発明を実施するための形態

[0009] 本明細書において、好ましい数値範囲（例えば、含有量等の範囲）について、段階的に記載された下限値及び上限値は、それぞれ独立して組み合わせ

ることができる。例えば、「好ましくは10～90、より好ましくは30～60」という記載から、「好ましい下限値(10)」と「より好ましい上限値(60)」とを組み合わせ、「10～60」とすることもできる。同様に、本明細書中において、数値範囲の記載に関する「以上」、「以下」、「未満」、「超」の数値は任意に組み合わせできる数値である。

また、以下の説明において、「耐摩耗性」とは内燃機関における耐摩耗性を意味し、「クラッチ摩擦特性」とは、湿式クラッチに対して高い摩擦係数を発現させる性質を意味する。

[0010] 本明細書において、リン原子、カルシウム原子及びモリブデン原子の含有量は、JPI-5S-38-03に準拠して測定された値を意味する。

また、窒素原子の含有量は、JISK 2609に準拠して測定された値を意味する。

[0011] [潤滑油組成物]

本実施形態の潤滑油組成物は、基油(A)と、

上記一般式(b-1)で表されるコハク酸モノイミド(B1)及び上記一般式(b-2)で表されるコハク酸ビスイミド(B2)から選ばれる1種以上であるイミド化合物(B)と、

分岐鎖アルキル基を有する金属スルホネート(C1)及び分岐鎖アルキル基を有する金属フェネート(C2)から選ばれる1種以上である金属系清浄剤(C)と、

ジチオリン酸亜鉛(D)と、

を含有する潤滑油組成物であって、

成分(D)に由来するリン原子の含有量が、上記潤滑油組成物の全量基準で、800質量ppm未満である、内燃機関に用いられる、潤滑油組成物である。

以下、本実施形態の潤滑油組成物に含まれる各成分について説明する。

[0012] <基油(A)>

本実施形態の潤滑油組成物に含まれる基油(A)としては、鉱油及び合成

油から選ばれる１種以上を含有するものであればよい。

[0013] 鉱油としては、例えば、パラフィン系原油、中間基系原油、ナフテン系原油等の原油を常圧蒸留して得られる常圧残油；これらの常圧残油を減圧蒸留して得られる留出油；当該留出油を、溶剤脱れき、溶剤抽出、水素化分解、溶剤脱ろう、接触脱ろう、水素化精製等の精製処理を１つ以上施して得られる鉱油等が挙げられる。

[0014] 合成油としては、例えば、 α -オレフィン単独重合体、 α -オレフィン共重合体（例えば、エチレン- α -オレフィン共重合体等の炭素数８～１４の α -オレフィン共重合体）等のポリ α -オレフィン；イソパラフィン；ポリオールエステル、二塩基酸エステル等の各種エステル；ポリフェニルエーテル等の各種エーテル；ポリアルキレングリコール；アルキルベンゼン；アルキルナフタレン；天然ガスからフィッシャー・トロプシュ法等により製造されるワックス（GTLワックス（GasToLiquidsWAX））を異性化することで得られるGTL基油等が挙げられる。

[0015] 本実施形態で用いる基油としては、API（米国石油協会）の基油カテゴリーのグループ２及び３に分類される基油が好ましく、グループ２に分類される基油がより好ましい。

[0016] 基油（Ａ）は、鉱油を単独で又は複数種を組み合わせて用いてもよく、合成油を単独で又は複数種組み合わせて用いてもよい。さらには、１種以上の鉱油と１種以上の合成油とを組み合わせて用いてもよい。

[0017] 基油（Ａ）の動粘度及び粘度指数については特に制限はないが、潤滑油組成物の耐摩耗性をより良好なものとする観点から、動粘度及び粘度指数は、以下の範囲とすることが好ましい。

基油（Ａ）の１００℃における動粘度としては、好ましくは４．０～２０．０mm²/s、より好ましくは４．５～１５．０mm²/s、更に好ましくは５．０～１１．０mm²/sである。

基油（Ａ）の粘度指数としては、好ましくは８０以上、より好ましくは９０以上、更に好ましくは１００以上、より更に好ましくは１０５以上である。

。

なお、本明細書において、動粘度及び粘度指数は、J I S K 2 2 8 3 : 2 0 0 0 に準拠して測定又は算出された値を意味する。

また、基油（A）が、2種以上の基油を含有する混合基油である場合、当該混合基油の動粘度及び粘度指数が上記範囲内であればよい。

[0018] 本実施形態の潤滑油組成物において、基油（A）の含有量は特に限定されないが、耐摩耗性をより良好なものとする観点から、潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは60～99質量%、より好ましくは70～98質量%、更に好ましくは80～97質量%である。

[0019] <イミド化合物（B）>

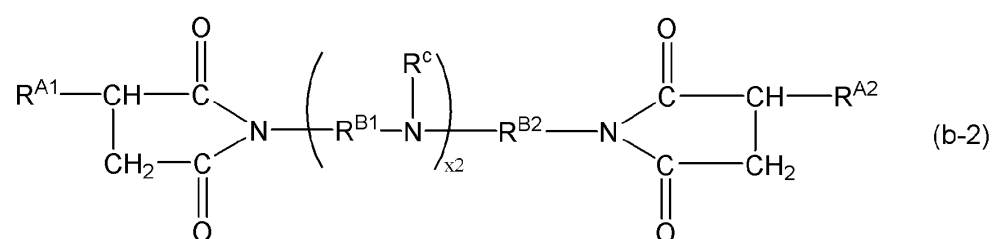
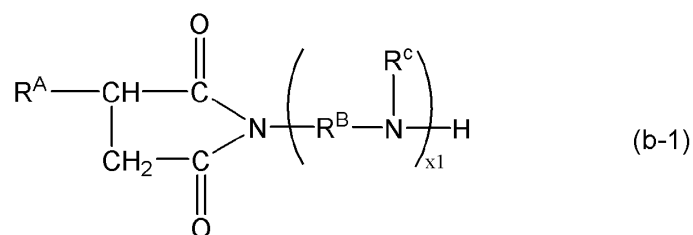
イミド化合物（B）は、下記一般式（b-1）で表されるコハク酸モノイミド（B1）及び下記一般式（b-2）で表されるコハク酸ビスイミド（B2）から選ばれる1種以上である。

成分（B）は、本実施形態の潤滑油組成物中において無灰系分散剤に分類されるものである。成分（B）は、ポリアミン化合物を原料として製造されるコハク酸モノイミド又はコハク酸ビスイミド化合物に含まれる活性アミン水素の少なくとも一部が、アルキル基等の置換基（下記一般式（b-1）及び（b-2）中におけるR^o）に置換された構造を有する。

本実施形態の潤滑油組成物は、成分（B）を使用することで優れた耐摩耗性とクラッチ摩擦特性とを発現することができる。その一因としては、活性アミン水素を有するコハク酸イミドは、当該活性アミン水素がジチオリン酸亜鉛（D）に配位して、成分（D）の耐摩耗性向上効果を抑制していたところ、当該活性アミン水素が低反応性の置換基に置換されることで、上記配位を抑制し、成分（D）本来の耐摩耗性向上効果が奏されたことによると考えられる。

それと同時に、詳細な機構は不明であるが、成分（B）は、後述する金属系清浄剤（C）と併用する場合において、良好なクラッチ摩擦特性を維持しながら、顕著に耐摩耗性を向上させるという相乗効果を奏するものである。

[0020] [化4]



[0021] 上記一般式 (b-1) 及び (b-2) 中、 R^A 、 R^{A1} 及び R^{A2} は、それぞれ独立に、質量平均分子量 (Mw) が 500~4000 のアルケニル基である。

上記アルケニル基としては、例えば、ポリブテニル基、ポリイソブテニル基、エチレン-プロピレン共重合体等が挙げられ、これらの中でも、ポリブテニル基又はポリイソブテニル基が好ましい。

上記アルケニル基の質量平均分子量（Mw）は、５００～４０００であり、好ましくは９００～３０００、より好ましくは１３００～２５００、更に好ましくは１８００～２４００である。

なお、本発明において、上記アルケニル基の質量平均分子量（Mw）は、例えば、上記アルケニル基の生成源であるポリオレフィンについて、東ソー株式会社製GPC装置（HLC-8220型）に、東ソー株式会社製カラム（TSK gel GMH-XL 2本及びG2000H-XL 1本）を取り付け、検出器：屈折率検出器、測定温度：40℃、移動相：テトラヒドロフラン、流速：1.0ml／分、濃度0.5mg／mlの条件で測定し、標準ポリスチレン換算の質量平均分子量（Mw）として評価することができる。

また、別の方法としては、上記と同様の測定方法によって測定した成分（B）の質量平均分子量から、アルケニル基以外に該当する構造の理論分子量

を減じた後、1分子中に含まれるアルケニル基数で除した値を、アルケニル基の質量平均分子量 (Mw) として求めることもできる。

[0022] R^B 、 R^{B1} 及び R^{B2} は、それぞれ独立に、炭素数2～5のアルキレン基である。

上記アルキレン基としては、メチレン基、エチレン基、トリメチレン基、各種ブチレン基、各種ペンチレン基等が挙げられる。なお、本明細書中、各種ブチレン基等における「各種」とは、直鎖状、分岐状、及びこれらの異性体を含むものを示す。

[0023] R^C は、炭素数1～10のアルキル基、又は $-(AO)_n-H$ で表される基（但し、Aは炭素数2～4のアルキレン基、nは1～10の整数を示す。）である。

上記アルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、1, 1-ジメチルヘキシル基、2-エチルヘキシル基、ノニル基、1, 1-ジメチルヘプチル基、デシル基等の直鎖又は分岐鎖アルキル基が挙げられる。

Aが示す炭素数2～4のアルキレン基としては、例えば、メチレン基、エチレン基、トリメチレン基、各種ブチレン基等が挙げられる。これらの中でも、エチレン基が好ましい。

nは、好ましくは1～5の整数、より好ましくは2～4の整数である。

[0024] x1は1～10の整数であり、好ましくは2～5の整数、より好ましくは3又は4である。

x2は1～10の整数であり、好ましくは3～7の整数、より好ましくは5又は6である。

[0025] 成分(B)は、成分(B1)を単独で又は複数種を組み合わせて用いてもよく、成分(B2)を単独で又は複数種組み合わせて用いてもよい。さらには、1種以上の成分(B1)と1種以上の成分(B2)とを組み合わせ用いてもよい。

[0026] 成分(B)は、例えば、ポリオレフィンと無水マレイン酸との反応で得ら

れるアルケニルコハク酸無水物をポリアミンと反応させて活性アミン水素を有するアルケニルコハク酸イミド（上記一般式（b-1）又は上記一般式（b-2）におけるR^oが水素原子である化合物）を調製し、該活性アミン水素の少なくとも一部を、上記R^oで表される基に置換することで製造することができる。

上記ポリオレフィンは、例えば、炭素数2～8の α -オレフィンから選ばれる1種又は2種以上を重合して得られる重合体が挙げられるが、イソブテンと1-ブテンとの共重合体が好ましい。

また、上記ポリアミンとしては、例えば、エチレンジアミン、プロピレンジアミン、ブチレンジアミン、ペンチレンジアミン等の単ージアミン；ジエチレントリアミン、トリエチレントトラミン、テトラエチレンペンタミン、ペンタエチレンヘキサミン、ジ（メチルエチレン）トリアミン、ジブチレントリアミン、トリブチレントトラミン、ペンタペンチレンヘキサミン等のポリアルキレンポリアミン；アミノエチルピペラジン等のピペラジン誘導体；等が挙げられる。

上記活性アミン水素の置換反応は、公知の方法により行えばよく、例えば、上記活性アミン水素を有するアルケニルコハク酸イミド化合物と、上記一般式（b-1）及び上記一般式（b-2）におけるR^oを与えるハロゲン化アルキルとを反応させる方法が挙げられる。

[0027] 本実施形態の潤滑油組成物において、成分（B）の窒素原子換算での含有量は特に限定されないが、耐摩耗性及びクラッチ摩擦特性をより良好なものとする観点から、潤滑油組成物の全量基準で、好ましくは100～1000質量ppm、より好ましくは120～800質量ppm、更に好ましくは130～600質量ppm、より更に好ましくは140～400質量ppmである。

[0028] 本実施形態の潤滑油組成物において、成分（B）の含有量は、窒素原子換算での含有量が上記範囲となるように調整されることが好ましく、具体的には、耐摩耗性及びクラッチ摩擦特性をより良好なものとする観点から、潤滑

油組成物の全量（１００質量％）基準で、好ましくは１．０～１０．０質量％、より好ましくは１．２～８．０質量％、更に好ましくは１．３～６．０質量％、より更に好ましく１．４～４．０質量％である。

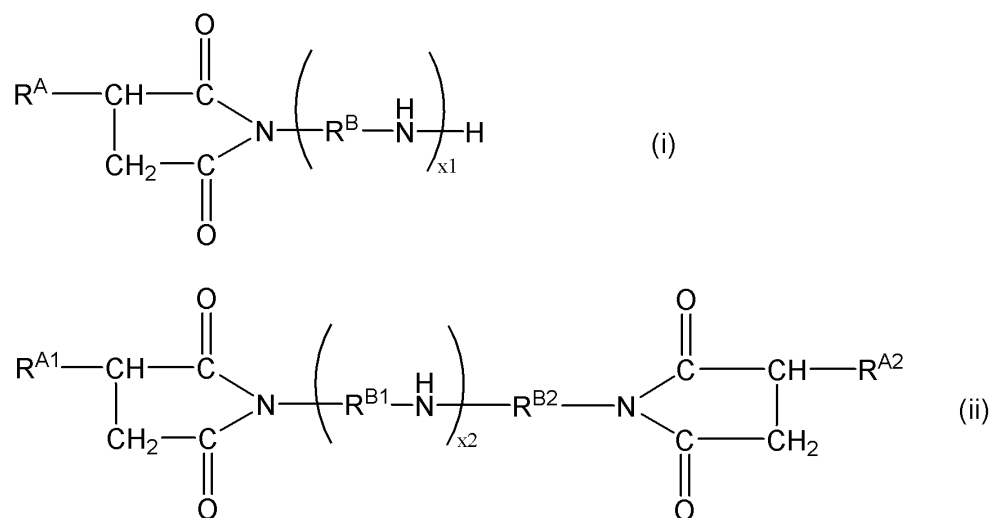
[0029] 本実施形態の潤滑油組成物は、本発明の効果を損なわない範囲で、成分（Ｂ）以外の他の無灰系分散剤を含有してもよく、成分（Ｂ）以外の他の無灰系分散剤を含有していなくてもよい。

他の無灰系分散剤としては、例えば、下記成分（Ｂ'）及びそのホウ素化合物、ベンジルアミン類、ホウ素含有ベンジルアミン類、コハク酸エステル類、脂肪酸あるいはコハク酸で代表される一価又は二価カルボン酸アミド類等が挙げられる。

本実施形態の潤滑油組成物において、無灰系分散剤中の成分（Ｂ）の含有量としては、耐摩耗性及びクラッチ摩擦特性をより良好なものとする観点から、潤滑油組成物に含まれる無灰系分散剤の全量（１００質量％）に対して、好ましくは７０～１００質量％、より好ましくは８０～１００質量％、更に好ましくは９０～１００質量％、より更に好ましくは９５～１００質量％である。

また、本実施形態の潤滑油組成物において、下記一般式（i）で表されるコハク酸モノイミド及び下記一般式（ii）で表されるコハク酸ビスイミド（以下、これらを「成分（Ｂ'）」ともいう）の合計含有量は、耐摩耗性をより良好なものとする観点から、成分（Ｂ）の全量１００質量部に対して、好ましくは１０質量部未満、より好ましくは５質量部未満、更に好ましくは１質量部未満である。また、本実施形態の潤滑油組成物は、成分（Ｂ'）を含有しないものであってもよい。

[化5]



〔上記一般式 (i)、(ii) 中、 R^A 、 R^{A1} 、 R^{A2} 、 R^B 、 R^{B1} 、 R^{B2} 、 x_1 、 x_2 は、上記一般式 (b-1) 又は (b-2) と同じである。〕

[0030] <金属系清浄剂 (C)>

金属系清浄剤（Ｃ）は、分岐鎖アルキル基を有する金属スルホネート（Ｃ１）及び分岐鎖アルキル基を有する金属フェネート（Ｃ２）から選ばれる１種以上である。

本実施形態の潤滑油組成物は、成分（C）を含有することで、クラッチ摩擦係数を高くすることができる。これは、成分（C）は分岐鎖アルキル基を有するものであり、これによって、直鎖アルキル基を有するものよりも、せん断力に対する抵抗が大きくなることによると推測される。

それと同時に、詳細な機構は不明であるが、成分（C）は、上記した成分（B）と併用する場合において、優れたクラッチ摩擦特性を付与しながら、顕著に耐磨耗性を向上させるという相乗効果を奏するものである。

[0031] 金属系清浄剤（C）に含まれる金属原子としては、清浄性向上の観点から、アルカリ金属原子及びアルカリ土類金属原子から選ばれる金属原子が好ましく、ナトリウム原子、カルシウム原子、マグネシウム原子、バリウム原子がより好ましく、カルシウム原子、マグネシウム原子が更に好ましく、カル

シウム原子がより更に好ましい。つまり、金属系清浄剤（C）は、分岐鎖アルキル基を有するカルシウムスルホネート及び分岐鎖アルキル基を有するカルシウムフェネートから選ばれる１種以上（以下、これらを「カルシウム系清浄剤」ともいう）であることが好ましい。

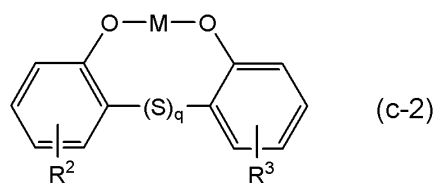
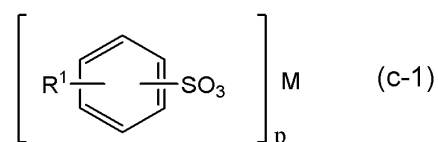
金属系清浄剤（C）中のカルシウム系清浄剤の含有量は、潤滑油組成物中に含まれる金属系清浄剤（C）の全量（１００質量％）に対して、好ましくは７０～１００質量％、より好ましくは８０～１００質量％、更に好ましくは９０～１００質量％、より更に好ましくは９５～１００質量％である。

[0032] 成分（C１）及び成分（C２）が有する分岐鎖アルキル基の炭素数は、好ましくは３～２６、より好ましくは７～２４、更に好ましくは１０～２０である。

また、分岐鎖アルキル基が有する分岐鎖の炭素数は、好ましくは１～８、より好ましくは２～６、更に好ましくは２～５である。

[0033] 分岐鎖アルキル基を有する金属スルホネート（C１）としては、下記一般式（c－１）で表される化合物が好ましく、分岐鎖アルキル基を有する金属フェネート（C２）としては、下記一般式（c－２）で表される化合物が好ましい。

[0034] [化6]



[0035] 上記一般式（c－１）及び（c－２）中、Mは、アルカリ金属原子及びアルカリ土類金属原子から選ばれる金属原子であり、ナトリウム原子、カルシウム原子、マグネシウム原子、バリウム原子が好ましく、カルシウム原子、

マグネシウム原子がより好ましく、カルシウム原子が更に好ましい。

pはMの価数であり、1又は2である。

qは、0以上の整数であり、好ましくは0～3の整数である。

R¹～R³は、それぞれ独立に、分岐鎖アルキル基を示す。

上記分岐鎖アルキル基の炭素数は、好ましくは3～26、より好ましくは7～24、更に好ましくは10～20である。当該分岐鎖アルキル基が有する分岐鎖の炭素数は、好ましくは1～8、より好ましくは2～6、更に好ましくは2～5である。

[0036] 成分(C)は、成分(C1)を単独で又は複数種を組み合わせて用いてもよく、成分(C2)を単独で又は複数種組み合わせて用いてもよい。さらには、1種以上の成分(C1)と1種以上の成分(C2)とを組み合わせ用いてもよい。

[0037] 金属系清浄剤(C)は、中性塩、塩基性塩、過塩基性塩又はこれらの混合物のいずれであってもよい。

金属系清浄剤(C)が中性塩である場合、当該中性塩の塩基価としては、好ましくは0～30mg KOH/g、より好ましくは0～25mg KOH/g、更に好ましくは0～20mg KOH/gである。

金属系清浄剤(C)が塩基性塩又は過塩基性塩である場合、当該塩基性塩又は過塩基性塩の塩基価としては、好ましくは100～600mg KOH/g、より好ましくは120～550mg KOH/g、更に好ましくは160～500mg KOH/g、より更に好ましくは200～450mg KOH/gである。

なお、本明細書において、「塩基価」とは、JIS K2501「石油製品および潤滑油—中和価試験方法」の7.に準拠して測定される過塩素酸法による塩基価を意味する。

[0038] 本実施形態の潤滑油組成物において、成分(C)の金属原子換算での含有量は特に限定されないが、耐摩耗性及びクラッチ摩擦特性をより良好なものとする観点から、潤滑油組成物の全量基準で、好ましくは100～5000

質量 ppm、より好ましくは 200～4000 質量 ppm、更に好ましくは 300～3000 質量 ppm、より更に好ましくは 500～2500 質量 ppm である。

[0039] 本実施形態の潤滑油組成物において、成分 (C) の含有量は、金属原子換算での含有量が上記範囲に属するように調整されることが好ましく、具体的には、耐摩耗性及びクラッチ摩擦特性をより良好なものとする観点から、潤滑油組成物の全量 (100 質量%) 基準で、好ましくは 0.1～6.0 質量%、より好ましくは 0.3～4.0 質量%、更に好ましくは 0.4～3.5 質量%、より更に好ましくは 0.5～2.5 質量% である。

[0040] 本実施形態の潤滑油組成物において、成分 (B) に由来する窒素原子 (N) と、成分 (C) に由来する金属原子 (M) との含有量比 $[N/M]$ は、耐摩耗性及びクラッチ摩擦特性をより良好なものとする観点から、質量比で、好ましくは 0.05～2.00、より好ましくは 0.06～0.50、更に好ましくは 0.07～0.40 である。

[0041] 本実施形態の潤滑油組成物は、本発明の効果を損なわない範囲で、成分 (C) 以外の他の金属系清浄剤を含有してもよく、成分 (C) 以外の他の金属系清浄剤を含有していなくてもよい。

他の金属系清浄剤としては、例えば、金属サリチレート、直鎖アルキル基を有する金属系清浄剤等が挙げられる。

本実施形態の潤滑油組成物において、金属サリチレートの含有量は、クラッチ摩擦特性をより良好なものとする観点から、成分 (C) の全量 100 質量部に対して、好ましくは 10 質量部未満、より好ましくは 5 質量部未満、更に好ましくは 1 質量部未満である。また、本実施形態の潤滑油組成物は、金属サリチレートを含有していなくてもよい。

本実施形態の潤滑油組成物において、直鎖アルキル基を有する金属系清浄剤の含有量は、耐摩耗性及びクラッチ摩擦特性をより良好なものとする観点から、成分 (C) の全量 100 質量部に対して、好ましくは 10 質量部未満、より好ましくは 5 質量部未満、更に好ましくは 1 質量部未満である。また

、本実施形態の潤滑油組成物は、直鎖アルキル基を有する金属系清浄剤を含有していなくてもよい。

[0042] <ジチオリン酸亜鉛（D）>

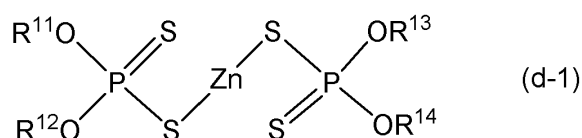
本実施形態の潤滑油組成物は、更に、ジチオリン酸亜鉛（D）を含有するものである。

ジチオリン酸亜鉛（D）は、耐摩耗性を向上させる効果を有するものであるが、本実施形態の潤滑油組成物は、成分（B）及び成分（C）を併用することによって、成分（D）の含有量を低減し、成分（D）に由来するリン含有量を、潤滑油組成物の全量基準で800質量ppm未満とした場合においても、優れた耐摩耗性及びクラッチ摩擦特性を得ることができる。

ジチオリン酸亜鉛（D）は1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0043] ジチオリン酸亜鉛（D）としては、下記一般式（d-1）で表される化合物が挙げられる。

[0044] [化7]



（式中、 $\text{R}^{11} \sim \text{R}^{14}$ は、それぞれ独立に、炭素数1～24の炭化水素基を示す。）

[0045] $\text{R}^{11} \sim \text{R}^{14}$ が示す炭化水素基としては、炭素数1～24の直鎖又は分岐鎖アルキル基、炭素数3～24の直鎖又は分岐鎖アルケニル基、炭素数5～13のシクロアルキル基又は直鎖若しくは分岐鎖アルキルシクロアルキル基、炭素数6～18のアリール基又は直鎖若しくは分岐鎖アルキルアリール基、及び炭素数7～19のアリールアルキル基等が挙げられ、これらの中でも、炭素数1～24の直鎖又は分岐鎖アルキル基が好ましく、炭素数1～24の分岐鎖アルキル基がより好ましい。該分岐鎖アルキル基の炭素数は、好ましくは2～12、より好ましくは3～6である。炭素数1～24の分岐鎖アル

キル基としては、例えば、i s o -プロピル基、i s o -ブチル基、s e c -ブチル基、t e r t -ブチル基、i s o -ペンチル基、t e r t -ペンチル基、i s o -ヘキシル基、2-エチルヘキシル基、i s o -ノニル基、i s o -デシル基、i s o -トリデシル基、i s o -ステアシル基、i s o -イコシル基等が挙げられ、これらの中でも、s e c -ブチル基が好ましい。

ジチオリン酸亜鉛（D）として、具体的にはジアルキルジチオリン酸亜鉛が好ましく、中でも第2級ジアルキルジチオリン酸亜鉛がより好ましい。

[0046] 本実施形態の潤滑油組成物において、成分（D）に由来するリン原子の含有量は、潤滑油組成物の全量基準で800質量ppm未満であれば特に限定されないが、排ガス触媒の被毒を抑制する観点から、好ましくは700質量ppm未満、より好ましくは650質量ppm未満、更に好ましくは620質量ppm未満であり、また、耐摩耗性向上の観点からは、好ましくは100質量ppm以上、より好ましくは400質量ppm以上である。

[0047] 本実施形態の潤滑油組成物において、ジチオリン酸亜鉛（D）の含有量は、リン原子換算での含有量が上記範囲に属するように調整されることが好ましく、具体的には、排ガス触媒の被毒を抑制する観点から、潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは1.0質量%未満、より好ましくは0.9質量%未満、更に好ましくは0.8質量%未満であり、また、耐摩耗性向上の観点から、好ましくは0.1質量%以上、より好ましくは0.5質量%以上である。

[0048] <他の潤滑油用添加剤>

本実施形態の潤滑油組成物は、本発明の効果を損なわない範囲で、上記成分以外の他の潤滑油用添加剤を含有してもよい。

他の潤滑油用添加剤としては、例えば、酸化防止剤、粘度指数向上剤、流動点降下剤、耐摩耗剤、極圧剤、金属系摩擦調整剤、防錆剤、金属不活性化剤、抗乳化剤、消泡剤等が挙げられる。

これらの各潤滑油用添加剤は、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

- [0049] 酸化防止剤としては、例えば、アミン系酸化防止剤、フェノール系酸化防止剤、モリブデン系酸化防止剤、硫黄系酸化防止剤、リン系酸化防止剤等が挙げられる。これらの中でも、アミン系酸化防止剤及びフェノール系酸化防止剤から選ばれる１種以上が好ましい。
- [0050] 粘度指数向上剤としては、例えば、非分散型ポリメタクリレート、分散型ポリメタクリレート、オレフィン系共重合体（例えば、エチレンープロピレン共重合体等）、分散型オレフィン系共重合体、スチレン系共重合体（例えば、スチレンージエン共重合体、スチレンーイソプレン共重合体等）等の重合体が挙げられる。
- [0051] 流動点降下剤としては、例えば、エチレンー酢酸ビニル共重合体、塩素化パラフィンとナフタレンとの縮合物、塩素化パラフィンとフェノールとの縮合物、ポリメタクリレート、ポリアルキルスチレン等が挙げられる。
- [0052] 耐摩耗剤又は極圧剤としては、例えば、ジチオカルバミン酸モリブデン、ジチオリン酸モリブデン、ジスルフィド類、硫化オレフィン類、硫化油脂類、硫化エステル類、チオカーボネート類、チオカーバメート類、ポリサルファイド類等の硫黄含有化合物；亜リン酸エステル類、リン酸エステル類、ホスホン酸エステル類、及びこれらのアミン塩又は金属塩等のリン含有化合物；チオ亜リン酸エステル類、チオリン酸エステル類、チオホスホン酸エステル類、及びこれらのアミン塩又は金属塩等の硫黄及びリン含有化合物が挙げられる。
- [0053] 金属系摩擦調整剤としては、例えば、ジチオカルバミン酸モリブデン（M o D T C）、ジチオリン酸モリブデン（M o D T P）、モリブテン酸のアミン塩等のモリブデン系摩擦調整剤等が挙げられる。

但し、本実施形態の潤滑油組成物は、優れたクラッチ摩擦特性を得る観点から、モリブデン系摩擦調整剤の含有量は極力少ないほど好ましい。本実施形態の潤滑油組成物において、モリブデン原子の含有量は、潤滑油組成物の全量基準で、好ましくは50質量ppm未満、より好ましくは30質量ppm未満、更に好ましくは10質量ppm未満である。また、本実施形態の潤滑油組成物は、優れたクラッチ摩擦特性を得る観点から、銅原子の含有量は、潤滑油組成物の全量基準で、好ましくは50質量ppm未満、より好ましくは30質量ppm未満、更に好ましくは10質量ppm未満である。

滑油組成物は、モリブデン原子を含有しないものであってもよい。

[0054] 防錆剤としては、例えば、脂肪酸、アルケニルコハク酸ハーフエステル、脂肪酸セッケン、アルキルスルホン酸塩、多価アルコール脂肪酸エステル、脂肪酸アミン、酸化パラフィン、アルキルポリオキシエチレンエーテル等が挙げられる。

[0055] 金属不活性化剤としては、例えば、ベンゾトリアゾール系化合物、トリルトリアゾール系化合物、チアジアゾール系化合物、イミダゾール系化合物、ピリミジン系化合物等が挙げられる。

[0056] 抗乳化剤としては、例えば、ひまし油の硫酸エステル塩、石油スルホン酸塩等のアニオン性界面活性剤；第四級アンモニウム塩、イミダゾリン類等のカチオン性界面活性剤；ポリオキシアルキレンポリグリコール及びそのジカルボン酸のエステル；アルキルフェノールホルムアルデヒド重縮合物のアルキレンオキシド付加物；等が挙げられる。

[0057] 消泡剤としては、例えば、シリコーン油、フルオロシリコーン油、フルオロアルキルエーテル等が挙げられる。

[0058] 上記した他の潤滑油用添加剤の含有量は、本発明の効果を損なわない範囲内で、適宜調整することができるが、その各々について、潤滑油組成物の全量（100質量％）基準で、通常0.001～15質量％、好ましくは0.005～10質量％、より好ましくは0.01～7質量％、更に好ましくは0.03～5質量％である。

なお、本明細書において、粘度指数向上剤、消泡剤等の添加剤は、ハンドリング性、基油（A）への溶解性等を考慮し、上述の基油（A）の一部に希釈し溶解させた溶液の形態で、他の成分と配合してもよい。このような場合、本明細書においては、消泡剤、粘度指数向上剤等の添加剤の上述の含有量は、希釈油を除いた有効成分換算（樹脂分換算）での含有量を意味する。

[0059] 本実施形態の潤滑油組成物において、成分（A）、成分（B）、成分（C）及び成分（D）の合計含有量は、潤滑油組成物の全量（100質量％）基準で、好ましくは60質量％以上、より好ましくは70質量％以上、更に好

ましくは80質量%以上、より更に好ましくは90質量%以上であり、また、通常100質量%以下である。

[0060] [潤滑油組成物の各種性状]

本実施形態の潤滑油組成物の100℃における動粘度は、好ましくは8.0~20.0 mm²/s、より好ましくは9.0~18.0 mm²/s、更に好ましくは10.0~15.0 mm²/sである。

また、本実施形態の潤滑油組成物の40℃における動粘度は、好ましくは40.0~140.0 mm²/s、より好ましくは60.0~130.0 mm²/s、更に好ましくは80.0~120.0 mm²/sである。

本実施形態の潤滑油組成物の粘度指数は、好ましくは80以上、より好ましくは85以上、更に好ましくは90以上、より更に好ましくは95以上である。

[0061] 本実施形態の潤滑油組成物において、後述の実施例の方法及び条件に基づき測定した摩耗幅は、好ましくは150 μm以下、より好ましくは140 μm以下、更に好ましくは135 μm以下、より更に好ましくは130 μm以下である。摩耗幅の下限値に特に制限はないが、他の特性とのバランスを考慮して、100 μm以上であってもよい。

[0062] 本実施形態の潤滑油組成物において、後述の実施例の方法及び条件に基づき測定した摩擦係数は、好ましくは0.147以上、より好ましくは0.148以上、更に好ましくは0.149以上、より更に好ましくは0.150以上である。摩擦係数の上限値に特に制限はないが、他の特性とのバランスを考慮して、0.200以下であってもよい。

[0063] 本実施形態の潤滑油組成物において、リン原子の含有量は、潤滑油組成物の全量基準で、排気ガス後処理装置への負荷低減の観点から、好ましくは700質量ppm未満、より好ましくは650質量ppm未満、更に好ましくは620質量ppm未満である。

[0064] [潤滑油組成物の用途]

本実施形態の潤滑油組成物は、耐摩耗剤に由来するリン原子含有量を低減

した場合においても、内燃機関における優れた耐摩耗性と、湿式クラッチにおける高い摩擦係数とを発現し得る。

本実施形態の潤滑油組成物は、内燃機関に用いられるものであるが、特に、二輪自動車の内燃機関に用いるエンジン用潤滑油に供されることが好ましい。なお、本実施形態の潤滑油組成物は、リン原子含有量を低減しているため、排気ガス触媒を含む後処理装置を備える内燃機関に用いられることも好ましい。

[0065] また、本実施形態は、下記〔１〕に示す内燃機関、及び、下記〔２〕に示す使用方法も提供し得る。

〔１〕基油（Ａ）と、

上記一般式（ｂ－１）で表されるコハク酸モノイミド（Ｂ１）及び上記一般式（ｂ－２）で表されるコハク酸ビスイミド（Ｂ２）から選ばれる１種以上であるイミド化合物（Ｂ）と、

分岐鎖アルキル基を有する金属スルホネート（Ｃ１）及び分岐鎖アルキル基を有する金属フェネート（Ｃ２）から選ばれる１種以上である金属系清浄剤（Ｃ）と、

ジチオリン酸亜鉛（Ｄ）と、

を含有する潤滑油組成物であって、

成分（Ｄ）に由来するリン原子の含有量が、前記潤滑油組成物の全量基準で、８００質量ｐｐｍ未満である潤滑油組成物を用いた、内燃機関。

〔２〕基油（Ａ）と、

上記一般式（ｂ－１）で表されるコハク酸モノイミド（Ｂ１）及び上記一般式（ｂ－２）で表されるコハク酸ビスイミド（Ｂ２）から選ばれる１種以上であるイミド化合物（Ｂ）と、

分岐鎖アルキル基を有する金属スルホネート（Ｃ１）及び分岐鎖アルキル基を有する金属フェネート（Ｃ２）から選ばれる１種以上である金属系清浄剤（Ｃ）と、

ジチオリン酸亜鉛（Ｄ）と、

を含有する潤滑油組成物であって、

成分（D）に由来するリン原子の含有量が、前記潤滑油組成物の全量基準で、800質量ppm未満である潤滑油組成物を内燃機関に用いる、潤滑油組成物の使用方法。

[0066] なお、上記〔1〕及び〔2〕で用いる潤滑油組成物について、各成分の好適な態様、潤滑油組成物の好適な性状等は、上述のとおりである。

また、上記〔1〕及び〔2〕に記載の内燃機関は、二輪自動車の内燃機関であることがより好ましい。

[0067] [潤滑油組成物の製造方法]

本実施形態は、基油（A）と、

上記一般式（b-1）で表されるコハク酸モノイミド（B1）及び上記一般式（b-2）で表されるコハク酸ビスイミド（B2）から選ばれる1種以上であるイミド化合物（B）と、

分岐鎖アルキル基を有する金属スルホネート（C1）及び分岐鎖アルキル基を有する金属フェネート（C2）から選ばれる1種以上である金属系清浄剤（C）と、

ジチオリン酸亜鉛（D）と、

を混合する潤滑油組成物の製造方法であって、

成分（D）に由来するリン原子の含有量が、前記潤滑油組成物の全量基準で、800質量ppm未満である、内燃機関に用いられる、潤滑油組成物の製造方法も提供する。

上記各成分を混合する方法としては、特に制限はないが、例えば、基油（A）に、成分（B）、成分（C）及び成分（D）を配合する工程を有する方法が挙げられる。また、成分（A）～（D）と共に、上記他の潤滑油用添加剤も同時に配合してもよい。また、各成分は、希釈油等を加えて溶液（分散体）の形態とした上で配合してもよい。各成分を配合した後、公知の方法により、攪拌して均一に分散させることが好ましい。

実施例

[0068] 次に、本発明を実施例により更に詳細に説明するが、本発明はこれらの例によって何ら限定されるものではない。なお、実施例及び比較例で用いた各成分及び得られた潤滑油組成物の各種性状は、下記方法によって測定した。

[0069] <動粘度、粘度指数>

J I S K 2 2 8 3 : 2 0 0 0 に準拠して測定又は算出した。

<塩基価（過塩素酸法）>

J I S K 2 5 0 1 に準拠して測定した。

<リン原子、カルシウム原子及びモリブデン原子の含有量>

J P I - 5 S - 3 8 - 0 3 に準拠して測定した。

<窒素原子の含有量>

J I S K 2 6 0 9 に準拠して測定した。

[0070] 実施例 1 ～ 7、比較例 1 ～ 4

以下に示す基油及び各種添加剤を、表 1 に示す配合量にて添加して、十分に混合して潤滑油組成物をそれぞれ調製した。

実施例及び比較例で用いた基油及び各種添加剤の詳細は、以下に示すとおりである。

[0071] (成分 (A))

・「基油 (a)」: A P I 基油カテゴリーでグループ 2 に分類される、水素化精製処理が施された 5 0 0 N 鉱油、4 0 ° C 動粘度 = 9 1 . 4 m m ² / s、1 0 0 ° C 動粘度 = 1 0 . 5 m m ² / s、粘度指数 = 9 7。

[0072] (成分 (B))

・成分 (B 2) 「変性アルケニルコハク酸ビスイミド」: 上記一般式 (b - 2) で表されるコハク酸ビスイミド (式中の R ^{A1} 及び R ^{A2} は、質量平均分子量 (Mw) 2 3 0 0 のポリブテニル基であり、R ^{B1} 及び R ^{B2} が、エチレン基であり、x 2 が 5 であり、R ^C が - C H ₂ C H ₂ O C H ₂ C H ₂ O H で表される基である。) 、窒素原子の含有量 = 1 . 0 質量%。

[0073] (成分 (B'))

・比較用成分「未変性アルケニルコハク酸ビスイミド」: 上記一般式 (ii)

で表されるコハク酸ビスイミド（式中の R^{A1} 及び R^{A2} は、質量平均分子量（ M_w ）950のポリブテニル基であり、 R^{B1} 及び R^{B2} が、エチレン基であり、 $\times 2$ は3である。）、窒素原子の含有量＝1.9質量%。

・比較用成分「未変性アルケニルコハク酸モノイミド」：上記一般式（i）で表されるコハク酸モノイミド（式（i）中の R^A は、質量平均分子量（ M_w ）950のポリブテニル基であり、 R^B がエチレン基であり、 $\times 1$ は3である。）、窒素原子の含有量＝1.8質量%。

[0074]（成分（C））

・成分（C1）「分岐型Caスルホネート」：分岐鎖アルキル基（分子構造中にブチル基の分岐を有する炭素数16を主とするアルキル基）を有するカルシウムスルホネート、塩基価300mg KOH/g、カルシウム原子の含有量11.6質量%。

・成分（C2）「分岐型Caフェネート」：分岐鎖アルキル基（分子構造中にエチル基及び／又はプロピル基の分岐を有する炭素数12を主とするアルキル基）を有するカルシウムフェネート、塩基価250mg KOH/g、カルシウム原子の含有量＝9.3質量%。

[0075]（成分（C'））

・比較用成分「直鎖型Caスルホネート」：直鎖アルキル基（炭素数16を主とする直鎖アルキル基）を有するカルシウムスルホネート、塩基価300mg KOH/g、カルシウム原子の含有量＝11.9質量%。

[0076]（成分（D））

・ZnDTP：アルキル基としてsec-ブチル基を有するジアルキルジチオリン酸亜鉛（一般式（d-1）における $R^{11} \sim R^{14}$ がsec-ブチル基を有するアルキル化合物）、リン原子の含有量＝7.1質量%。

[0077]（他の潤滑用添加剤）

・アミン系酸化防止剤：ジノニルジフェニルアミン

[0078] また、調製した潤滑油組成物について、以下の試験を行った。これらの結果を表1に示す。

[0079] [耐摩耗性の評価]

S R V試験機 (O p t i m o l社製) を用い、調製した潤滑油組成物を使用して、下記条件にて摩擦試験を行い、試験時間経過後のシリンダー中央部の摩耗幅 (mm) を測定した。摩耗幅の値が小さいほど耐摩耗性に優れ、摩耗幅が $150\mu\text{m}$ 以下であると、耐摩耗性が良好であると判断した。

- ・ シリンダーの材質 : S U J - 2
- ・ ディスクの材質 : S U J - 2
- ・ 周波数 : 5 0 H z
- ・ 振幅 : 1 . 5 m m
- ・ 荷重 : 4 0 0 N
- ・ 油温 : 8 0 ° C
- ・ 試験時間 : 6 0 分

[0080] [摩擦係数の評価]

M T M (Mini Traction Machine) 試験機を用い、下記の条件にて摩擦係数を測定した。摩擦係数の値は、J A F R E A 1 6 (標準油) の同条件における摩擦係数 0 . 1 4 7 以上であると、良好であると判断した。

- ・ 試験片 : 標準テストピース A I S I 5 2 1 0 0 (3 / 4 i n c h ボール)
- ・ ディスク : スチール製ディスクの表面にクラッチ材 (R 4 材) を貼り付けたもの
- ・ 慣らし運転時間 : 1 0 分間
- ・ 荷重 : 3 N
- ・ 油温 : 1 0 0 ° C
- ・ 速度 : 1 0 0 m m / s
- ・ すべり率 (S R R) : 2 0 0 %

[0081]

[表1]

表1													
組成	成分(A)	質量%	93.95	93.50	95.45	90.95	94.81	93.10	94.68	95.41	95.28	95.44	
	成分(B)	質量%	3.00	3.00	1.50	6.00	3.00	3.00	1.50	-	-	3.00	-
	成分(B')	比較用成分：未変性アルケニルコハク酸ビスイミド	質量%	-	-	-	-	-	-	0.77	1.54	-	1.54
		比較用成分：未変性アルケニルコハク酸モノイミド	質量%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	成分(C)	成分(G1)：分岐型Caスルホネート	質量%	1.71	-	1.71	1.71	0.85	2.56	1.71	1.71	-	-
		成分(G2)：分岐型Caフェネート	質量%	-	2.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	成分(C')	比較用成分：直鎖型Caスルホネート	質量%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.68
		ZnDTP	質量%	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
	その他の成分	アミン系酸化防止剤	質量%	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
		-	質量%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	試験項目	成分(D)由来のリン原子の含有量（潤滑油組成物全量基準）	質量ppm	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
		成分(B)の窒素原子換算での含有量（潤滑油組成物全量基準）	質量ppm	300	300	150	600	300	300	150	0	0	300
		成分(B')の窒素原子換算での含有量（潤滑油組成物全量基準）	質量ppm	0	0	0	0	0	0	150	300	300	0
		無灰系分散剤の全量（100質量%）中における成分(B)の含有量	質量%	100	100	100	100	100	100	66	0	0	100
成分(C)の金属原子(Ca)換算での含有量（潤滑油組成物全量基準）		質量ppm	2000	2000	2000	2000	1000	3000	2000	2000	2000	0	
成分(C')の金属原子(Ca)換算での含有量（潤滑油組成物全量基準）		質量ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	
金属系清浄剤(C)の全量（100質量%）中におけるカルシウム系清浄剤の含有量		質量%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	
成分(B)由来の窒素原子と、成分(C)由来の金属原子との含有量比[N/M]（質量基準）		-	0.15	0.15	0.08	0.30	0.30	0.10	0.08	0	0	-	
成分(B)及び成分(B')由来の窒素原子と、成分(C)及び成分(C')由来の金属原子との含有量比[N/M]（質量基準）		-	0.15	0.15	0.08	0.30	0.30	0.10	0.15	0.15	0.15	0.15	
成分(B)100質量部に対する成分(B')の含有量		質量部	0	0	0	0	0	0	0	51	-	-	
成分(C)100質量部に対する成分(C')の含有量		質量部	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
潤滑油組成物の各種性状	動粘度(40℃)	mm ² /s	105.4	106.1	98.6	118.6	103.5	106.0	102.2	98.85	100.5	98.8	
	動粘度(100℃)	mm ² /s	11.78	11.83	11.15	12.99	11.60	11.84	11.45	11.13	11.25	11.07	
	粘度指数	-	100	100	98	103	99	100	98	97	100	97	
	摩擦特性	μm	122	124	119	134	124	132	135	152	186	182	
試験項目	クラッチ摩擦特性	-	0.153	0.163	0.156	0.149	0.152	0.153	0.156	0.163	0.153	0.144	

[0082] 実施例 1 ～ 7 で調製した潤滑油組成物は、耐摩耗剤（（D）成分）由来のリン原子の含有量を 600 質量 ppm まで低減した場合であっても、摩耗幅が小さく耐摩耗性に優れると共に、高い摩擦係数を有していた。

一方、成分（B）を使用しなかった比較例 1 及び 2 の潤滑油組成物は、摩耗幅が大きく耐摩耗性に劣っていた。また、成分（C）を使用しなかった比較例 3 及び 4 の潤滑油組成物は、摩耗幅が大きく耐摩耗性に劣っており、摩擦係数も低かった。

また、成分（C'）を使用した比較例 3 及び 4 を対比すると、成分（B'）を使用した比較例 4 よりも、成分（B）を使用した比較例 3 は、摩耗幅が $12\ \mu\text{m}$ 低減されていた。一方、成分（C）を使用した比較例 1 及び実施例 1 を対比すると、成分（B'）を使用した比較例 1 よりも、成分（B）を使用した実施例 1 は、摩耗幅が $30\ \mu\text{m}$ 低減されていた。これにより、本実施形態の潤滑油組成物が、成分（B）と成分（C）を併用する際に、耐摩耗剤に由来するリン原子含有量を低減した場合においても、高い摩擦係数を発現しつつ、顕著に耐摩耗性が向上するという相乗効果を奏することが分かる。