

(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  
2019年11月21日(21.11.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/221295 A1

- (51) 国際特許分類:  
*C10M 169/04* (2006.01) *C10N 20/00* (2006.01)  
*C10M 101/02* (2006.01) *C10N 20/02* (2006.01)  
*C10M 137/10* (2006.01) *C10N 20/04* (2006.01)  
*C10M 145/14* (2006.01) *C10N 30/00* (2006.01)  
*C10N 10/04* (2006.01) *C10N 30/04* (2006.01)  
*C10N 10/12* (2006.01) *C10N 40/25* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/019798
- (22) 国際出願日: 2019年5月17日(17.05.2019)
- (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 2018-096481 2018年5月18日(18.05.2018) JP
- (71) 出願人: J X T G エ ネ ル ギ 一 株 式 会 社 (JXTG NIPPON OIL & ENERGY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 松田 裕充 (MATSUDA, Hiromitsu); 〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 J X T G エ ネ ル ギ 一 株 式 会 社 内 Tokyo (JP). 星野 耕治 (HOSHINO, Koji); 〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 J X T G エ ネ ル ギ 一 株 式 会 社 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 山本 典輝, 外(YAMAMOTO, Noriaki et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目16番10号 オークビル京橋3階 東京セントラル特許事務所内 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, JO, JP, KE, KG, KH, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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).

(54) Title: LUBRICATING OIL COMPOSITION FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(54) 発明の名称: 内燃機関用潤滑油組成物

(57) Abstract: A lubricating oil composition for internal combustion engines, which contains: a lubricant base oil which is composed of one or more mineral oil type base oils, one or more synthetic base oils, or a combination of these base oils, and which has a kinematic viscosity at 100 ° C of 3.0 mm<sup>2</sup>/s or more but less than 4.0 mm<sup>2</sup>/s and an NOACK evaporation loss at 250 ° C of 15% by mass or less; (A) a metal-based detergent containing calcium borate in an amount of 1,000 ppm by mass or more but less than 2,000 ppm by mass in terms of calcium based on the total amount of the composition; and (G) zinc dialkyl dithiophosphate in an amount of 600 ppm by mass or more in terms of phosphorus based on the total amount of the composition. This lubricating oil composition for internal combustion engines does not contain (C) a viscosity index improver, or contains (C) a viscosity index improver in an amount of 5% by mass or less based on the total amount of the composition.

(57) 要約: 1種以上の鉱油系基油もしくは1種以上の合成系基油またはそれらの組み合わせからなり、100℃における動粘度が3.0 mm<sup>2</sup>/s以上4.0 mm<sup>2</sup>/s未満であり、250℃におけるNOACK蒸発量が15質量%以下である潤滑油基油と、(A) ホウ酸カルシウムを含有する金属系清浄剤を、組成物全量基準でカルシウム量として1000質量ppm以上2000質量ppm未満と、(G) ジアルキルジチオリン酸亜鉛を、組成物全量基準でリン量として600質量ppm以上とを含有し、(C) 粘度指数向上剤を、組成物全量基準で5質量%以下含有するか、又は含有しない、内燃機関用潤滑油組成物。

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：内燃機関用潤滑油組成物

### 技術分野

[0001] 本発明は内燃機関用潤滑油組成物に関する。

### 背景技術

[0002] 内燃機関や変速機、その他機械装置には、その作用を円滑にするために潤滑油が用いられる。特に内燃機関用潤滑油（エンジン油）には、内燃機関の高性能化、高出力化、運転条件の苛酷化などに伴い、高度な性能が要求されている。こうした要求性能を満たすため、従来のエンジン油には、摩耗防止剤、金属系清浄剤、無灰分散剤、酸化防止剤などの種々の添加剤が配合されている。また近時、潤滑油に求められる省燃費性能は益々高くなっており、高粘度指数基油の適用や各種摩擦調整剤の適用などが検討されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2003-155492号公報

特許文献2：国際公開2016/159006号パンフレット

#### 非特許文献

[0004] 非特許文献1：Fujimoto, K.; Yamashita, M.; Hirano, S.; Kato, K. et al., "Engine Oil Development for Preventing Pre-Ignition in Turbocharged Gasoline Engine", SAE Int. J. Fuels Lubr. 7(3):2014, doi:10.4271/2014-01-2785.

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来の潤滑油は省燃費性の点で必ずしも十分とは言えない。

[0006] 例えば、一般的な省燃費化の手法として、潤滑油の動粘度の低減および粘度指数の向上（低粘度基油と粘度指数向上剤とを組合せたマルチグレード油

）や摩擦低減剤の配合が知られている。潤滑油を低粘度化した場合、潤滑油またはそれを構成する基油の粘度の低減に起因して、厳しい潤滑条件下（高温高せん断条件下）での潤滑性能が低下し、摩耗、焼付き、及び疲労破壊等の不具合の発生、並びに蒸発性の悪化をもたらされることが懸念される。また、摩擦低減剤の配合については、無灰系やモリブデン系の摩擦調整剤が知られているが、一般的なこれらの摩擦低減剤を配合した潤滑油をさらに上回る省燃費油が求められている。

[0007] 低粘度化に起因する不具合を防止して耐久性を維持するためには、150℃におけるHTHS粘度（「HTHS粘度」は「高温高せん断粘度」とも呼ばれる。）を高め、また、せん断による粘度低下を防ぐためにせん断安定性を高くする必要がある。また、他の実用性能を維持しながら、さらに省燃費性を高めるためには、150℃のHTHS粘度を一定レベルに維持しながら、40℃における動粘度、100℃における動粘度および100℃におけるHTHS粘度を低減することが有効であるが、従来の潤滑油ではこれら全てを同時に実現することが非常に困難であった。

[0008] さらに近年、自動車用内燃機関、特に自動車用ガソリンエンジンの燃費低減を目的として、従来の自然吸気エンジンを、過給機を備えたより排気量の低いエンジン（過給ダウンサイジングエンジン）で置き換えることが提案されている。過給ダウンサイジングエンジンによれば、過給機を備えることにより、出力を維持しながら排気量を低減し、省燃費化を図ることが可能である。その一方で、過給ダウンサイジングエンジンにおいては、低回転域でトルクを高めていくと、予定されたタイミングよりも早くシリンダ内で着火が起きる現象（LSP I : Low Speed Pre-Ignition）が起きる場合がある。LSP I が起きるとエネルギー損失が増え、燃費改善および低速トルク向上の制約となる。LSP I の発生にはエンジン油の影響が疑われている。

[0009] LSP I を抑制するためには、例えばカルシウム系清浄剤の含有量を削減することが考えられる。また省燃費性を高めるための手段としては、モリブデン系摩擦調整剤の含有量を増やすことが一般的である。しかしながら、そ

のような処方潤滑油組成物においては、清浄化性能が悪化する傾向にある。

また省燃費性を高めるためには、上記したように基油の粘度を下げる事が有効である。しかし低粘度の基油は蒸発しやすいため、低粘度の基油を用いた省燃費型の潤滑油組成物においては、潤滑油の消費量が増える傾向にある。

[0010] 本発明は、省燃費性、L S P I 抑制能、潤滑油消費抑制能、及び清浄化性能をバランスよく向上させることが可能な、内燃機関用潤滑油組成物を提供することを課題とする。

### 課題を解決するための手段

[0011] 本発明は、下記 [1] ~ [11] の態様を包含する。

[1] 1種以上の鉱油系基油もしくは1種以上の合成系基油またはそれらの組み合わせからなり、100℃における動粘度が $3.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $4.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 未満であり、250℃におけるNOACK蒸発量が15質量%以下である潤滑油基油と、(A)ホウ酸カルシウムを含有する金属系清浄剤を、組成物全量基準でカルシウム量として1000質量ppm以上2000質量ppm未満と、(G)ジアルキルジチオリン酸亜鉛を、組成物全量基準でリン量として600質量ppm以上とを含有し、(C)粘度指数向上剤を、組成物全量基準で5質量%以下含有するか、又は含有しないことを特徴とする、内燃機関用潤滑油組成物。

[2] 前記(A)成分は、ホウ酸カルシウムで過塩基化された1種以上のカルシウム系清浄剤であるか、又は、ホウ酸カルシウムで過塩基化された1種以上のカルシウム系清浄剤と、ホウ酸カルシウムで過塩基化されていない1種以上のカルシウム系清浄剤との組み合わせであり、潤滑油組成物中の金属系清浄剤に由来する総ホウ素分B (単位: mol) と、潤滑油組成物中の金属系清浄剤に由来する総カルシウム分Ca (単位: mol) とのモル比 $B/Ca$ が0.52以上である、[1]に記載の内燃機関用潤滑油組成物。

[3] (B)マグネシウムを含有する金属系清浄剤を更に含有する、[1]

] 又は [2] に記載の内燃機関用潤滑油組成物。

[4] 上記 (C) 粘度指数向上剤として、(C1) 重量平均分子量が 100,000 以上であるポリ (メタ) アクリレート系粘度指数向上剤を含有し、該 (C1) 成分の含有量が、上記 (C) 成分の全含有量の 95 質量%以上である、[1] ~ [3] のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。

[5] 上記 (C) 成分を、組成物全量基準で 3 質量%以下含有するか、又は含有しない、[1] ~ [4] のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。

[6] 上記 (C) 成分を、組成物全量基準で 1 質量%以下含有するか、又は含有しない、[1] ~ [5] のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。

[7] 上記 (C) 成分を含有しない、[1] ~ [6] のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。

[8] (D) 摩擦調整剤を更に含み、該 (D) 成分として、モリブデン系摩擦調整剤を含有する、[1] ~ [7] のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。

[9] 上記潤滑油基油は 1 種以上の合成系基油である、[1] ~ [8] のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。

[10] 150℃におけるHTHS粘度が1.7~2.0 mPa・sである、[1] ~ [9] のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。

[11] 100℃におけるHTHS粘度が3.5~4.0 mPa・sである、[1] ~ [10] のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。

[12] 250℃におけるNOACK蒸発量が15質量%以下である、[1] ~ [11] のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。

[0012] 本明細書において、「100℃における動粘度」とは、ASTM D-445に規定される100℃での動粘度を意味する。「150℃におけるHTHS粘度」とは、ASTM D4683に規定される150℃での高温高せん断粘度を意味する。「100℃におけるHTHS粘度」とは、ASTM

D4683に規定される100℃での高温高せん断粘度を意味する。「250℃におけるNOACK蒸発量」とは、ASTM D 5800に準拠して測定される250℃における潤滑油基油又は組成物の蒸発量である。

### 発明の効果

[0013] 本発明の内燃機関用潤滑油組成物によれば、省燃費性、LSP I抑制能、潤滑油消費抑制能、及び清浄化性能をバランスよく向上させることが可能である。

### 発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明について詳述する。なお、特に断らない限り、数値A及びBについて「A～B」という表記は「A以上B以下」を意味するものとする。かかる表記において数値Bのみに単位を付した場合には、当該単位が数値Aにも適用されるものとする。また「又は」及び「若しくは」の語は、特に断りのない限り論理和を意味するものとする。本明細書において、要素E<sub>1</sub>及びE<sub>2</sub>について「E<sub>1</sub>及び／又はE<sub>2</sub>」という表記は「E<sub>1</sub>若しくはE<sub>2</sub>、又はそれらの組み合わせ」を意味するものとし、要素E<sub>1</sub>、…、E<sub>N</sub>（Nは3以上の整数）について「E<sub>1</sub>、…、E<sub>N-1</sub>、及び／又はE<sub>N</sub>」という表記は「E<sub>1</sub>、…、E<sub>N-1</sub>、若しくはE<sub>N</sub>、又はそれらの組み合わせ」を意味するものとする。また本明細書において、「アルカリ土類金属」にはマグネシウムも包含されるものとする。

[0015] <潤滑油基油>

潤滑油基油としては、1種以上の鉱油系基油もしくは1種以上の合成系基油またはそれらの組み合わせからなり、100℃における動粘度が3.0 mm<sup>2</sup>/s以上4.0 mm<sup>2</sup>/s未満であり、250℃におけるNOACK蒸発量が15質量%以下である潤滑油基油（以下において「本実施形態に係る潤滑油基油」ということがある。）が用いられる。鉱油系基油としては、1種以上のAPI基油分類グループII基油（以下において単に「APIグループII基油」ということがある。）もしくは1種以上のAPI基油分類グループIII基油（以下において単に「APIグループIII基油」というこ

とがある。) またはそれらの組み合わせを好ましく用いることができ、合成系基油としては、1種以上のAPI基油分類グループIV基油(以下において単に「APIグループIV基油」ということがある。) もしくは1種以上のAPIグループV基油(以下において単に「APIグループV基油」ということがある。) またはそれらの組み合わせを好ましく用いることができる。APIグループII基油は、硫黄分が0.03質量%以下、飽和分が90質量%以上、且つ粘度指数が80以上120未満の鉱油系基油である。APIグループIII基油は、硫黄分が0.03質量%以下、飽和分が90質量%以上、且つ粘度指数が120以上の鉱油系基油である。APIグループIV基油はポリ $\alpha$ -オレフィン基油である。APIグループV基油は好ましくはエステル系基油である。

[0016] 鉱油系基油としては、例えば、原油を常圧蒸留および/または減圧蒸留して得られた潤滑油留分を、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、硫酸洗浄、白土処理等の精製処理から選ばれる1種または2種以上の組み合わせにより精製したパラフィン系鉱油、およびノルマルパラフィン系基油、イソパラフィン系基油、ならびにこれらの混合物などのうち、100℃における動粘度が3.0mm<sup>2</sup>/s以上4.0mm<sup>2</sup>/s未満であり、250℃におけるNOACK蒸発量が15質量%以下である鉱油系基油が挙げられる。

[0017] 鉱油系基油の好ましい例としては、以下に示す基油(1)~(8)を原料とし、この原料油および/またはこの原料油から回収された潤滑油留分を、所定の精製方法によって精製し、潤滑油留分を回収することによって得られる基油を挙げることができる。

(1) パラフィン系原油および/または混合系原油の常圧蒸留による留出油

(2) パラフィン系原油および/または混合系原油の常圧蒸留残渣油の減圧蒸留による留出油(WVGO)

(3) 潤滑油脱ろう工程により得られるワックス(スラックワックス等)お

よび／またはガストウリキッド（GTL）プロセス等により得られる合成ワックス（フィッシャートロプシュワックス、GTLワックス等）

（４）基油（１）～（３）から選ばれる１種または２種以上の混合油および／または当該混合油のマイルドハイドロクラッキング処理油

（５）基油（１）～（４）から選ばれる２種以上の混合油

（６）基油（１）、（２）、（３）、（４）または（５）の脱れき油（DAO）

（７）基油（６）のマイルドハイドロクラッキング処理油（MHC）

（８）基油（１）～（７）から選ばれる２種以上の混合油。

[0018] なお、上記所定の精製方法としては、水素化分解、水素化仕上げなどの水素化精製；フルフラール溶剤抽出などの溶剤精製；溶剤脱ろうや接触脱ろうなどの脱ろう；酸性白土や活性白土などによる白土精製；硫酸洗浄、苛性ソーダ洗浄などの薬品（酸またはアルカリ）洗浄などが好ましい。これらの精製方法のうちの１種を単独で行ってもよく、２種以上を組み合わせで行ってもよい。また、２種以上の精製方法を組み合わせる場合、その順序は特に制限されず、適宜選定することができる。

[0019] 鉱油系基油としては、上記基油（１）～（８）から選ばれる基油または当該基油から回収された潤滑油留分について所定の処理を行うことにより得られる下記基油（９）または（１０）が特に好ましい。

（９）上記基油（１）～（８）から選ばれる基油または当該基油から回収された潤滑油留分を水素化分解し、その生成物またはその生成物から蒸留等により回収される潤滑油留分について溶剤脱ろうや接触脱ろうなどの脱ろう処理を行い、または当該脱ろう処理をした後に蒸留することによって得られる水素化分解基油

（１０）上記基油（１）～（８）から選ばれる基油または当該基油から回収された潤滑油留分を水素化異性化し、その生成物またはその生成物から蒸留等により回収される潤滑油留分について溶剤脱ろうや接触脱ろうなどの脱ろう処理を行い、または、当該脱ろう処理をしたあとに蒸留することによって

得られる水素化異性化基油。脱ろう工程としては接触脱ろう工程を経て製造された基油が好ましい。

[0020] また、上記（９）または（１０）の潤滑油基油を得るに際して、必要に応じて溶剤精製処理および／または水素化仕上げ処理工程を、適当な段階で更に行ってもよい。

[0021] また、上記水素化分解・水素化異性化に使用される触媒は特に制限されないが、分解活性を有する複合酸化物（例えば、シリカアルミナ、アルミナボリア、シリカジルコニアなど）または当該複合酸化物の１種類以上を組み合わせさせてバインダーで結着させたものを担体とし、水素化能を有する金属（例えば周期律表第ⅤⅠa族の金属や第ⅤⅠⅠ族の金属などの１種類以上）を担持させた水素化分解触媒、あるいはゼオライト（例えばZSM-5、ゼオライトベータ、SAPO-11など）を含む担体に第ⅤⅠⅠ族の金属のうち少なくとも１種類以上を含む水素化能を有する金属を担持させた水素化異性化触媒が好ましく使用される。水素化分解触媒および水素化異性化触媒は、積層または混合などにより組み合わせて用いてもよい。

[0022] 水素化分解・水素化異性化の際の反応条件は特に制限されないが、水素分圧0.1~20MPa、平均反応温度150~450℃、LHSV0.1~3.0hr<sup>-1</sup>、水素／油比50~20000scf／bとすることが好ましい。

[0023] 潤滑油基油の100℃における動粘度は3.0mm<sup>2</sup>／s以上4.0mm<sup>2</sup>／s未満である。潤滑油基油の100℃における動粘度が3.0mm<sup>2</sup>／s以上であることにより、潤滑箇所です十分に油膜を形成することが可能になるとともに、潤滑油組成物の蒸発損失を低減して潤滑油の消費量を低減することが可能になる。また、潤滑油基油の100℃における動粘度が4.0mm<sup>2</sup>／s未満であることにより、省燃費性を高めることが可能になる。

[0024] 潤滑油基油の40℃における動粘度は、好ましくは10~40mm<sup>2</sup>／s、より好ましくは12~30mm<sup>2</sup>／s、さらに好ましくは14~25mm<sup>2</sup>／s、特に好ましくは14~22mm<sup>2</sup>／s、最も好ましくは14~20mm<sup>2</sup>

／sである。潤滑油基油の40℃における動粘度が上記上限値以下であることにより、潤滑油組成物の低温粘度特性を向上させるとともに、省燃費性をさらに高めることが可能になる。また潤滑油基油の40℃における動粘度が上記下限値以上であることにより、潤滑箇所での油膜形成を十分に潤滑性を高めることが可能になるとともに、潤滑油組成物の蒸発損失をさらに低減して潤滑油の消費量をさらに低減することが可能になる。

[0025] なお本明細書において「40℃における動粘度」とは、ASTM D-445に規定される40℃での動粘度を意味する。

[0026] 潤滑油基油の粘度指数は、好ましくは100以上、より好ましくは105以上、さらに好ましくは110以上、特に好ましくは115以上、最も好ましくは120以上である。粘度指数が上記下限値以上であることにより、潤滑油組成物の粘度-温度特性、及び摩耗防止性を高めることが可能になるほか、省燃費性をさらに高めることが可能になるとともに、潤滑油の蒸発損失をさらに低減して潤滑油の消費量をさらに低減することが可能になる。なお、本明細書において粘度指数とは、JIS K 2283-1993に準拠して測定された粘度指数を意味する。

[0027] 潤滑油基油の250℃におけるNOACK蒸発量は、15質量%以下である。潤滑油基油の250℃におけるNOACK蒸発量の下限は特に制限されるものではないが、通常5質量%以上である。

[0028] 潤滑油基油の流動点は、好ましくは-10℃以下、より好ましくは-12.5℃以下、更に好ましくは-15℃以下である。流動点が上記上限値以下であることにより、潤滑油組成物全体の低温流動性を高めることが可能になる。なお、本明細書において流動点とは、JIS K 2269-1987に準拠して測定された流動点を意味する。

[0029] 潤滑油基油における硫黄分の含有量は、その原料の硫黄分の含有量に依存する。例えば、フィッシャートロプシュ反応等により得られる合成ワックス成分のように実質的に硫黄を含まない原料を用いる場合には、実質的に硫黄を含まない潤滑油基油を得ることができる。また、潤滑油基油の精製過程で

得られるスラックワックスや精ろう過程で得られるマイクロワックス等の硫黄を含む原料を用いる場合には、得られる潤滑油基油中の硫黄分は通常100質量ppm以上となる。潤滑油組成物の低硫黄化の観点から、潤滑油基油の硫黄分の含有量が100質量ppm以下であることが好ましく、50質量ppm以下であることがより好ましく、10質量ppm以下であることが更に好ましく、5質量ppm以下であることが特に好ましい。

- [0030] 潤滑油基油における窒素分の含有量は、好ましくは10質量ppm以下、より好ましくは5質量ppm以下、更に好ましくは3質量ppm以下である。本明細書において窒素分とは、JIS K 2609-1990に準拠して測定される窒素分を意味する。
- [0031] 鉱油系基油の $\%C_P$ は、好ましくは70~99、より好ましくは70~95、さらに好ましくは75~95、特に好ましくは75~94である。基油の $\%C_P$ が上記下限値以上であることにより、粘度-温度特性を高めることが可能になるとともに、省燃費性をさらに高めることが可能になる。また、基油に添加剤が配合された場合に当該添加剤の効き目を十分に発揮させることが可能になる。また、基油の $\%C_P$ が上記上限値以下であることにより、添加剤の溶解性を高めることが可能になる。
- [0032] 鉱油系基油の $\%C_A$ は、2以下であることが好ましく、より好ましくは1以下、更に好ましくは0.8以下、特に好ましくは0.5以下である。基油の $\%C_A$ が上記上限値以下であることにより、粘度-温度特性を高めることが可能になるほか、省燃費性をさらに高めることが可能になる。
- [0033] 鉱油系基油の $\%C_N$ は、好ましくは1~30、より好ましくは4~25である。基油の $\%C_N$ が上記上限値以下であることにより、粘度-温度特性を高めることが可能になるとともに、省燃費性をさらに高めることが可能になる。また、 $\%C_N$ が上記下限値以上であることにより、添加剤の溶解性を高めることが可能になる。
- [0034] 本明細書において $\%C_P$ 、 $\%C_N$ および $\%C_A$ とは、それぞれASTM D 3238-85に準拠した方法（n-d-M環分析）により求められる、パ

ラフィン炭素数の全炭素数に対する百分率、ナフテン炭素数の全炭素数に対する百分率、および芳香族炭素数の全炭素数に対する百分率を意味する。つまり、上述した $\%C_P$ 、 $\%C_N$ および $\%C_A$ の好ましい範囲は上記方法により求められる値に基づくものであり、例えばナフテン分を含まない潤滑油基油であっても、上記方法により求められる $\%C_N$ は0を超える値を示し得る。

[0035] 鉱油系基油における飽和分の含有量は、基油全量を基準として、好ましくは90質量%以上であり、好ましくは95質量%以上、より好ましくは99質量%以上である。飽和分の含有量が上記下限値以上であることにより、粘度-温度特性を向上させることができる。なお本明細書において飽和分とは、ASTM D 2007-93に準拠して測定された値を意味する。

[0036] また、飽和分の分離方法には、同様の結果が得られる類似の方法を使用することができる。例えば、上記ASTM D 2007-93に記載された方法の他、ASTM D 2425-93に記載の方法、ASTM D 2549-91に記載の方法、高速液体クロマトグラフィ（HPLC）による方法、あるいはこれらの方法を改良した方法等を挙げることができる。

[0037] 鉱油系基油における芳香族分は、基油全量を基準として、好ましくは0~10質量%、より好ましくは0~5質量%、特に好ましくは0~1質量%であり、一の実施形態において0.1質量%以上であり得る。芳香族分の含有量が上記上限値以下であることにより、粘度-温度特性および低温粘度特性を高めることが可能になるほか、省燃費性をさらに高めることが可能になるとともに、潤滑油の蒸発損失をさらに低減して潤滑油の消費量をさらに低減することが可能になる。また、潤滑油に配合される添加剤の効き目を効果的に発揮させることが可能になる。また、潤滑油基油は芳香族分を含有しないものであってもよいが、芳香族分の含有量が上記下限値以上であることにより、添加剤の溶解性を更に高めることができる。

[0038] なお、本明細書において芳香族分とは、ASTM D 2007-93に準拠して測定された値を意味する。芳香族分には、通常、アルキルベンゼン、アルキルナフタレンの他、アントラセン、フェナントレンおよびこれらの

アルキル化物、更にはベンゼン環が四環以上縮環した化合物、ピリジン類、キノリン類、フェノール類、ナフトール類等のヘテロ原子を有する芳香族化合物などが含まれる。

[0039] 合成系基油としては、 $100^{\circ}\text{C}$ における動粘度が $3.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $4.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 未満であり、 $250^{\circ}\text{C}$ におけるNOACK蒸発量が15質量%以下である、例えば、ポリ $\alpha$ -オレフィン及びその水素化物、イソブテンオリゴマー及びその水素化物、イソパラフィン、アルキルベンゼン、アルキルナフタレン、ジエステル（ジトリデシルグルタレート、ビス-2-エチルヘキシルアジペート、ジイソデシルアジペート、ジトリデシルアジペート、ビス-2-エチルヘキシルセバケート等）、ポリオールエステル（トリメチロールプロパンカプリレート、トリメチロールプロパンペラルゴネート、ペンタエリスリトール2-エチルヘキサノエート、ペンタエリスリトールペラルゴネート等）、ポリオキシアルキレングリコール、ジアルキルジフェニルエーテル、ポリフェニルエーテル、並びにこれらの混合物等の合成系基油を用いることができ、これらの中でも、ポリ $\alpha$ -オレフィン系基油が好ましい。ポリ $\alpha$ -オレフィン系基油の典型的な例としては、炭素数2~32、好ましくは炭素数6~16の $\alpha$ -オレフィンのオリゴマーまたはコオリゴマー（1-オクテンオリゴマー、デセンオリゴマー、エチレン-プロピレンコオリゴマー等）およびそれらの水素化生成物が挙げられる。

[0040] ポリ $\alpha$ -オレフィンの製法は特に制限されないが、例えば、三塩化アルミニウムまたは三フッ化ホウ素と、水、アルコール（エタノール、プロパノール、ブタノール等）、カルボン酸またはエステルとの錯体を含む触媒のような重合触媒の存在下で、 $\alpha$ -オレフィンを重合させる方法が挙げられる。

[0041] 潤滑油基油は、基油全体（全基油）として $100^{\circ}\text{C}$ における動粘度が $3.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $4.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 未満であり、 $250^{\circ}\text{C}$ におけるNOACK蒸発量が15質量%以下である限りにおいて、単一の基油成分からなってもよく、複数の基油成分を含んでもよい。

[0042] 潤滑油組成物中の潤滑油基油（全基油）の含有量は、組成物全量基準で、

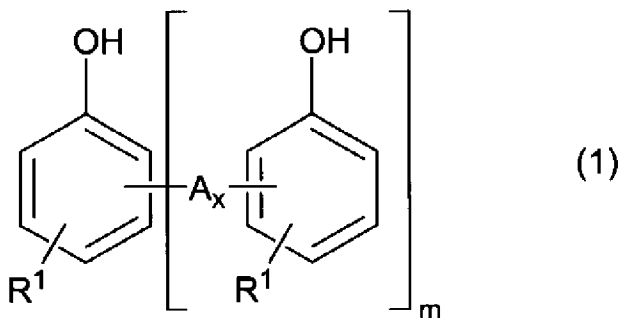
通常75～95質量%であり、好ましくは85～95質量%である。

[0043] < (A)、(B) : 金属系清浄剤 >

本発明の潤滑油組成物は、金属系清浄剤として、(A) ホウ酸カルシウムを含有する金属系清浄剤（以下において「(A) 成分」ということがある。）を、組成物全量基準でカルシウム量として1000質量ppm以上2000質量ppm未満含有する。一の好ましい実施形態において、潤滑油組成物は、金属系清浄剤として、(A) 成分に加えて、(B) マグネシウムを含有する金属系清浄剤（以下において「(B) 成分」ということがある。）を含有し得る。金属系清浄剤としては例えば、フェネート系清浄剤、スルホネート系清浄剤、サリシレート系清浄剤を挙げることができる。また、これら金属系清浄剤は単独で又は2種以上を組み合わせ用いることができる。

[0044] フェネート系清浄剤の好ましい例としては、以下の式(1)で示される構造を有する化合物のアルカリ土類金属塩の過塩基性塩を挙げることができる。アルカリ土類金属としては、マグネシウムまたはカルシウムが好ましい。

[0045] [化1]



[0046] 式(1)中、R<sup>1</sup>は炭素数6～21の直鎖もしくは分岐鎖、飽和もしくは不飽和のアルキル又はアルケニル基を表し、mは重合度であって1～10の整数を表し、Aはスルフィド(—S—)基またはメチレン(—CH<sub>2</sub>—)基を表し、xは1～3の整数を表す。なおR<sup>1</sup>は2種以上の異なる基の組み合わせであってもよい。

[0047] 式(1)におけるR<sup>1</sup>の炭素数は、好ましくは9～18、より好ましくは9～15である。R<sup>1</sup>の炭素数が上記下限値以上であることにより、基油に対す

る溶解性を高めることができる。またR<sup>1</sup>の炭素数が上記上限値以下であることにより製造が容易になる。

[0048] 式(1)における重合度mは、好ましくは1~4である。

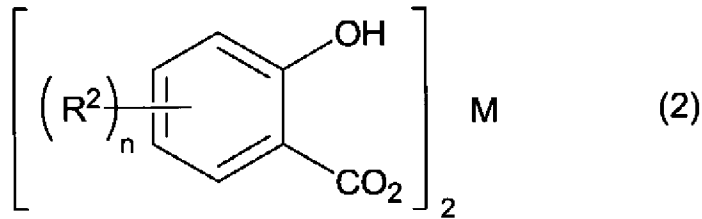
[0049] スルホネート系清浄剤の好ましい例としては、アルキル芳香族化合物をスルホン化することによって得られるアルキル芳香族スルホン酸のアルカリ土類金属塩またはその塩基性塩もしくは過塩基性塩を挙げることができる。アルキル芳香族化合物の重量平均分子量は好ましくは400~1500であり、より好ましくは700~1300である。

アルカリ土類金属としては、マグネシウム又はカルシウムが好ましい。アルキル芳香族スルホン酸としては、例えば、いわゆる石油スルホン酸や合成スルホン酸が挙げられる。ここでいう石油スルホン酸としては、鉱油の潤滑油留分のアルキル芳香族化合物をスルホン化したものや、ホワイトオイル製造時に副生する、いわゆるマホガニー酸等が挙げられる。また、合成スルホン酸の一例としては、洗剤の原料となるアルキルベンゼン製造プラントにおける副生成物を回収すること、もしくは、ベンゼンをポリオレフィンでアルキル化することにより得られる、直鎖状または分枝状のアルキル基を有するアルキルベンゼンをスルホン化したものを挙げることができる。合成スルホン酸の他の一例としては、ジニルナフタレン等のアルキルナフタレンをスルホン化したものを挙げることができる。また、これらアルキル芳香族化合物をスルホン化する際のスルホン化剤としては、特に制限はなく、例えば発煙硫酸や無水硫酸を用いることができる。

[0050] サリシレート系清浄剤の好ましい例としては、金属サリシレートまたはその塩基性塩もしくは過塩基性塩を挙げることができる。金属サリシレートの好ましい例としては、以下の式(2)で表される化合物を挙げることができる。

[0051]

[化2]



[0052] 上記式（２）中、 $R^2$ はそれぞれ独立に炭素数１４～３０のアルキルまたはアルケニル基を表し、 $M$ はアルカリ土類金属を表し、 $n$ は１又は２を表す。 $M$ としてはカルシウムまたはマグネシウムが好ましい。 $n$ としては１が好ましい。なお $n=2$ であるとき、 $R^2$ は異なる基の組み合わせであってもよい。

[0053] サリシレート系清浄剤の好ましい形態としては、上記式（２）において $n=1$ であるアルカリ土類金属サリシレートまたはその塩基性塩もしくは過塩基性塩を挙げることができる。

[0054] アルカリ土類金属サリシレートの製造方法は特に制限されるものではなく、公知のモノアルキルサリシレートの製造方法等を用いることができる。例えば、フェノールを出発原料として、オレフィンを用いてアルキレーションし、次いで炭酸ガス等でカルボキシレーションして得たモノアルキルサリチル酸、あるいは、サリチル酸を出発原料として、当量の上記オレフィンを用いてアルキレーションして得られたモノアルキルサリチル酸等に、アルカリ土類金属の酸化物や水酸化物等の金属塩基を反応させること、又は、これらのモノアルキルサリチル酸等を一旦ナトリウム塩やカリウム塩等のアルカリ金属塩としてからアルカリ土類金属塩と金属交換させること等により、アルカリ土類金属サリシレートを得ることができる。

[0055] （Ａ）成分は、潤滑油組成物中のカルシウム含有量に寄与する１種以上の金属系清浄剤（カルシウム系清浄剤）であり、且つホウ酸カルシウムを含有する。カルシウム系清浄剤としては例えば、カルシウムフェネート清浄剤、カルシウムスルホネート清浄剤、若しくはカルシウムサリシレート清浄剤、又はこれらの組み合わせを用いることができる。（Ａ）成分は少なくとも過

塩基性カルシウムサリシレート清浄剤を含むことが好ましく、ホウ酸カルシウムで過塩基化されたカルシウム系清浄剤を含むことが好ましく、ホウ酸カルシウムで過塩基化されたカルシウムサリシレート清浄剤を含むことが特に好ましい。

[0056] (B) 成分としては、1種以上のマグネシウム系清浄剤を用いることができ、例えば、マグネシウムフェネート清浄剤、マグネシウムスルホネート清浄剤、若しくはマグネシウムサリシレート清浄剤、又はこれらの組み合わせを用いることができる。(B) 成分は過塩基性マグネシウムスルホネート清浄剤を含むことが好ましい。(B) 成分は炭酸マグネシウムで過塩基化されていてもよく、ホウ酸マグネシウムで過塩基化されていてもよい。

[0057] アルカリ土類金属炭酸塩で過塩基化された金属系清浄剤を得る方法は特に限定されるものではないが、例えば、炭酸ガスの存在下で、金属系清浄剤（例えばアルカリ土類金属フェネート、アルカリ土類金属スルホネート、アルカリ土類金属サリシレート等。）の中性塩をアルカリ土類金属の塩基（例えばアルカリ土類金属の水酸化物、酸化物等。）と反応させることにより得ることができる。

アルカリ土類金属ホウ酸塩で過塩基化された金属系清浄剤を得る方法は特に限定されるものではないが、ホウ酸または無水ホウ酸および任意的にホウ酸塩の存在下で、金属系清浄剤（例えばアルカリ土類金属フェネート、アルカリ土類金属スルホネート、アルカリ土類金属サリシレート等。）の中性塩をアルカリ土類金属の塩基（例えばアルカリ土類金属の水酸化物、酸化物等。）と反応させることにより得ることができる。ホウ酸はオルトホウ酸であってもよく、縮合ホウ酸（例えば二ホウ酸、三ホウ酸、四ホウ酸、メタホウ酸等。）であってもよい。ホウ酸塩としては、これらのホウ酸のカルシウム塩（(A) 成分を得る場合）またはマグネシウム塩（(B) 成分を得る場合）を好ましく用いることができる。ホウ酸塩は中性塩であってもよく、酸性塩であってもよい。ホウ酸および／またはホウ酸塩は1種を単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

- [0058] 金属系清浄剤中の金属含有量は、通常1.0～20質量%、好ましくは2.0～16質量%である。
- [0059] (A)成分の塩基価は、好ましくは150～350mg KOH/g、より好ましくは150～300mg KOH/g、特に好ましくは150～250mg KOH/gである。本明細書において塩基価とは、JIS K2501に準拠して過塩素酸法により測定される塩基価を意味する。また金属系清浄剤は一般に、溶剤や潤滑油基油等の希釈剤中での反応により得られる。そのため金属系清浄剤は、潤滑油基油等の希釈剤によって希釈された状態で商業的に流通している。本明細書において、金属系清浄剤の塩基価は、希釈剤を含む状態での塩基価を意味するものとする。また本明細書において、金属系清浄剤の金属含有量は、希釈剤を含む状態での金属含有量を意味するものとする。
- [0060] 潤滑油組成物中の(A)成分の含有量は、潤滑油組成物全量基準で、カルシウム量として1000質量ppm以上2000質量ppm未満であり、より好ましくは1000～1500質量ppmである。(A)成分のカルシウム量としての含有量が上記下限値以上であることにより、LSP I抑制能、清浄化性能、及び塩基価維持性を高めることが可能になる。(A)成分のカルシウム量としての含有量が2000質量ppm未満であることにより、LSP I抑制能を高めながらも、組成物中の灰分の増加を抑制することが可能になる。
- [0061] (B)成分(マグネシウム系清浄剤)の塩基価は、好ましくは200～600mg KOH/g、より好ましくは250～550mg KOH/g、特に好ましくは300～500mg KOH/gである。
- [0062] 潤滑油組成物中の(B)成分の含有量は、潤滑油組成物全量基準で、マグネシウム量として好ましくは100～1000質量ppm、より好ましくは150～800質量ppm、さらに好ましくは200～500質量ppmである。(B)成分のマグネシウム量としての含有量が上記下限値以上であることにより、LSP Iを抑制しながらも清浄化性能を高めることができる。

また（B）成分のマグネシウム量としての含有量が上記上限値以下であることにより、省燃費性をさらに高めることが可能になる。

[0063] カルシウム系清浄剤の石けん分は灰化によってCaOを生成する。潤滑油組成物がシリンダ内で灰化される際にCaOが発生すると、シリンダ内で飛散した灰分の粒子がシリンダ内雰囲気中の二酸化炭素と反応して発熱し、LSP現象をもたらす着火源として作用すると考えられる。しかし潤滑油組成物が金属系清浄剤として（A）成分を含むことにより、（A）成分のホウ酸カルシウムがCaOを捕獲してCaB<sub>2</sub>O<sub>4</sub>、Ca<sub>2</sub>B<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Ca<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>等の化学量論関係の異なるホウ酸カルシウムを生成するので、灰分中のCaO生成が低減ないし抑制される。したがってシリンダ内で飛散した灰分の粒子がシリンダ内雰囲気中の二酸化炭素と反応して発熱することを抑制することが可能になるので、シリンダ内で飛散した灰分粒子が着火源として作用するLSP現象を抑制することが可能になる。

[0064] （A）成分は、ホウ酸カルシウムで過塩基化された1種以上のカルシウム系清浄剤であってもよく、ホウ酸カルシウムで過塩基化された1種以上のカルシウム系清浄剤と、ホウ酸カルシウムで過塩基化されていない1種以上のカルシウム系清浄剤（例えばホウ酸カルシウム以外のカルシウム塩基（例えば炭酸カルシウム、水酸化カルシウム等。）で過塩基化された1種以上のカルシウム系清浄剤、又は1種以上の中性カルシウム系清浄剤。）との組み合わせであってもよい。本明細書においては、（A）成分がホウ酸カルシウムを含有する限りにおいて、いかなるカルシウム系清浄剤も（A）成分のカルシウム量としての含有量に寄与するものとする。ただし、潤滑油組成物中の金属系清浄剤に由来する総ホウ素分B（単位：mol）と、潤滑油組成物中の金属系清浄剤に由来する総カルシウム分Ca（単位：mol）とのモル比B/Caは、好ましくは0.52以上、例えば0.52～2.0であり、一の実施形態において0.55～1.7であり得る。B/Caモル比が上記下限値以上であることにより、シリンダ内で潤滑油の灰化により生成する灰分中のCaOを十分に低減できるので、LSPをより効果的に抑制すること

が可能になる。B/C a モル比が上記上限値以下であることにより、金属系清浄剤の安定性を高めることが可能になる。

[0065] < (C) 粘度指数向上剤 >

本発明の潤滑油組成物は、(C) 粘度指数向上剤（以下において「(C) 成分」ということがある。）を、潤滑油組成物全量基準で5質量%以下含有するか、又は含有しないことが好ましい。すなわち、潤滑油組成物中の粘度指数向上剤の含有量は、組成物全量基準で0～5質量%であることが好ましく、0～3質量%であることがより好ましく、0～1質量%であることがさらに好ましい。(C) 成分の例としては、非分散型もしくは分散型ポリ(メタ)アクリレート系粘度指数向上剤、(メタ)アクリレート-オレフィン共重合体、非分散型もしくは分散型エチレン- $\alpha$ -オレフィン共重合体又はその水素化物、ポリイソブチレン又はその水素化物、スチレン-ジエン水素化共重合体、スチレン-無水マレイン酸エステル共重合体、及びポリアルキルスチレン等を挙げることができる。潤滑油組成物中の(C)成分の含有量が上記上限値以下であることにより、潤滑油組成物の清浄化性能および省燃費性を高めることが可能になる。

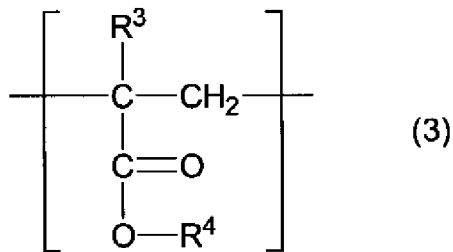
[0066] 潤滑油組成物が(C)成分を含有する場合、(C)成分としては、(C1)重量平均分子量が100,000以上であるポリ(メタ)アクリレート系粘度指数向上剤（以下において「(C1)成分」ということがある。）を好ましく用いることができる。(C)成分中の(C1)成分の含有量は、(C)成分の全含有量の95質量%以上であることが好ましく、100質量%であってもよい。

[0067] (C1)成分の重量平均分子量(Mw)は、100,000以上であり、好ましくは200,000～1,000,000、より好ましくは200,000～700,000、さらに好ましくは200,000～500,000である。重量平均分子量が上記下限値以上であることにより、粘度指数向上効果を高めて、低温粘度特性を向上させるとともに省燃費性をさらに高めることが可能になるほか、コストを低減することが可能になる。また、重量

平均分子量が上記上限値以下であることにより、粘度増加効果を適切な範囲内に保ち、低温粘度特性を向上させるとともに省燃費性をさらに高めることが可能になるほか、潤滑油基油への溶解性および貯蔵安定性を高めるとともに、せん断安定性をさらに高めることが可能になる。

[0068] (C1) 成分は、ポリマー中の全単量体単位に占める下記一般式(3)で表される構造単位の割合が10～90モル%であるポリ(メタ)アクリレート系粘度指数向上剤(以下において「本実施形態に係る粘度指数向上剤」ということがある。)を含有することが好ましい。本明細書において、「(メタ)アクリレート」とは、「アクリレート及び/又はメタクリレート」を意味する。

[0069] [化3]



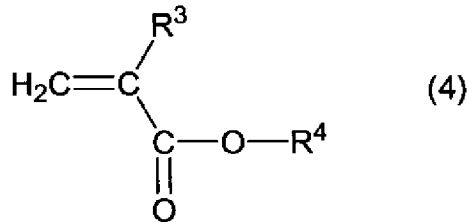
(式(3)中、R<sup>3</sup>は水素又はメチル基を表し、R<sup>4</sup>は炭素数1～5の直鎖状又は分枝状の炭化水素基を表す。)

[0070] 本実施形態に係る粘度指数向上剤において、ポリマー中の一般式(3)で表される(メタ)アクリレート構造単位の割合は、好ましくは10～90モル%、より好ましくは20～90モル%、さらに好ましくは30～80モル%、特に好ましくは40～70モル%である。ポリマー中の全単量体単位に占める一般式(3)で表される(メタ)アクリレート構造単位の割合が上記上限値以下であることにより、基油への溶解性、粘度温度特性の向上効果、及び低温粘度特性を高めることが可能になる。当該割合が上記下限値以上であることにより、粘度温度特性の向上効果を高めることが可能になる。

[0071] 本実施形態に係る粘度指数向上剤は、一般式(3)で表される(メタ)アクリレート構造単位に加えて、他の(メタ)アクリレート構造単位を有する

共重合体であってもよい。このような共重合体は、下記一般式（４）で表される１種以上のモノマー（以下、「モノマー（M-1）」という。）と、モノマー（M-1）以外の１種以上のモノマーとを共重合させることによって得ることができる。

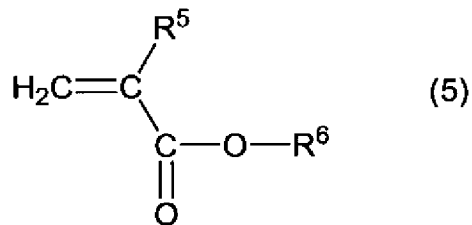
[0072] [化4]



（式（４）中、R<sup>3</sup>は水素又はメチル基を表し、R<sup>4</sup>は炭素数１～５の直鎖状又は分枝状の炭化水素基、好ましくはアルキル基を表す。）

[0073] モノマー（M-1）と組み合わせるモノマーは特に制限されるものではないが、例えば下記一般式（５）で表される１種以上のモノマー（以下、「モノマー（M-2）」という。）若しくは下記一般式（６）で表される１種以上のモノマー（以下、「モノマー（M-3）」という。）又はそれらの組み合わせが好適である。モノマー（M-1）とモノマー（M-2）及び／又はモノマー（M-3）との共重合体は、いわゆる非分散型ポリ（メタ）アクリレート系粘度指数向上剤である。

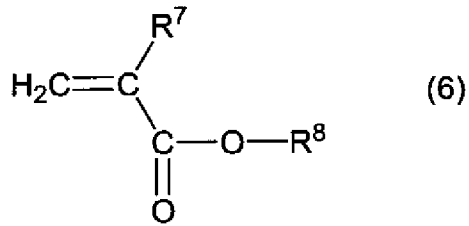
[0074] [化5]



（式（５）中、R<sup>5</sup>は水素原子又はメチル基を表し、R<sup>6</sup>は炭素数６～１８の直鎖状又は分枝状の炭化水素基、好ましくはアルキル基を表す。）

[0075]

[化6]



(式(6)中、 $\text{R}^7$ は水素原子又はメチル基を表し、 $\text{R}^8$ は炭素数19以上の直鎖状又は分枝状の炭化水素基、好ましくはアルキル基を表す。)

[0076] 式(6)で示すモノマー(M-3)中の $\text{R}^8$ は、上述の通り炭素数19以上の直鎖又は分岐鎖の炭化水素基であり、好ましくは炭素数20~50, 000の直鎖もしくは分岐鎖の炭化水素基、又は炭素数22~500の直鎖もしくは分岐鎖の炭化水素基、又は炭素数24~1000の直鎖もしくは分岐鎖の炭化水素基、又は炭素数24~500の分岐鎖炭化水素基、又は炭素数24~400の分岐鎖炭化水素基である。

[0077] 本実施形態に係る粘度指数向上剤において、ポリマー中の全単量体単位に占める一般式(5)で表されるモノマー(M-2)に対応する構造単位の割合は、好ましくは3~75モル%、より好ましくは5~65モル%、さらに好ましくは10~55モル%、特に好ましくは15~45モル%であり、例えば15~35モル%であってもよい。ポリマー中の全単量体単位に占める一般式(5)で表されるモノマー(M-2)に対応する構造単位の割合が上記上限値以下であることにより、基油への溶解性、粘度温度特性の向上効果、及び低温粘度特性を高めることが可能になる。当該割合が上記下限値以上であることにより、粘度温度特性の向上効果を高めることが可能になる。

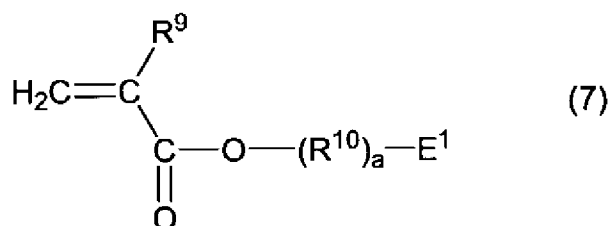
[0078] 本実施形態に係る粘度指数向上剤において、ポリマー中の全単量体単位に占める一般式(6)で表されるモノマー(M-3)に対応する構造単位の割合は、好ましくは0.5~70モル%、又は1~70モル%、より好ましくは3~60モル%、さらに好ましくは5~50モル%、特に好ましくは10~40モル%であり、例えば10~30モル%であってもよい。ポリマー中

の全単量体単位に占める一般式（６）で表されるモノマー（M-3）に対応する構造単位の割合が上記上限値以下であることにより、粘度温度特性の向上効果および低温粘度特性を高めることが可能になる。当該割合が上記下限値以上であることにより、粘度温度特性の向上効果を高めることが可能になる。

[0079] 一の実施形態において、ポリマー中の全単量体単位に占めるモノマー（M-1）、（M-2）、及び（M-3）に対応する構造単位の割合は、モノマー（M-1）：モノマー（M-2）：モノマー（M-3）＝10～90モル％：3～75モル％：1～70モル％、又は20～90モル％：5～65モル％：3～60モル％、又は30～80モル％：10～55モル％：5～50モル％、又は40～70モル％：15～45モル％：10～40モル％であり得る。

[0080] モノマー（M-1）と共重合させる他のモノマーとしては、下記一般式（7）で表される1種以上のモノマー（以下、「モノマー（M-4）」という。）、若しくは下記一般式（8）で表される1種以上のモノマー（以下、「モノマー（M-5）」という）、又はそれらの組み合わせが好適である。モノマー（M-1）とモノマー（M-4）及び／又は（M-5）との共重合体は、いわゆる分散型ポリ（メタ）アクリレート系粘度指数向上剤である。なお、当該分散型ポリ（メタ）アクリレート系粘度指数向上剤は、構成モノマーとしてモノマー（M-2）及び／又は（M-3）をさらに含んでもよい。

[0081] [化7]



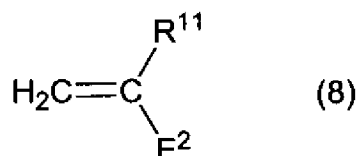
（式（7）中、R<sup>9</sup>は水素原子又はメチル基を表し、R<sup>10</sup>は炭素数1～18の

アルキレン基を表し、E<sup>1</sup>は窒素原子を1～2個、酸素原子を0～2個含有する、アミン残基又は複素環残基を表し、aは0又は1を表す。）

[0082] R<sup>10</sup>で表される炭素数1～18のアルキレン基の例としては、エチレン基、プロピレン基、ブチレン基、ペンチレン基、ヘキシレン基、ヘプチレン基、オクチレン基、ノニレン基、デシレン基、ウンデシレン基、ドデシレン基、トリデシレン基、テトラデシレン基、ペンタデシレン基、ヘキサデシレン基、ヘプタデシレン基、及びオクタデシレン基（これらアルキレン基は直鎖状でも分枝状でもよい。）等を挙げるができる。

[0083] E<sup>1</sup>で表される基の例としては、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジプロピルアミノ基、ジブチルアミノ基、アニリノ基、トルイジノ基、キシリジノ基、アセチルアミノ基、ベンゾイルアミノ基、モルホリノ基、ピロリル基、ピロリノ基、ピリジル基、メチルピリジル基、ピロリジニル基、ピロリジノ基、ピペリジニル基、ピペリジノ基、キノリル基、ピロリドニル基、ピロリドノ基、イミダゾリノ基、及びピラジニル基等を挙げるができる。

[0084] [化8]



（式（8）中、R<sup>11</sup>は水素原子又はメチル基を表し、E<sup>2</sup>は窒素原子を1～2個、酸素原子を0～2個含有する、アミン残基または複素環残基を表す。）

[0085] E<sup>2</sup>で表される基の例としては、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジプロピルアミノ基、ジブチルアミノ基、アニリノ基、トルイジノ基、キシリジノ基、アセチルアミノ基、ベンゾイルアミノ基、モルホリノ基、ピロリル基、ピロリノ基、ピリジル基、メチルピリジル基、ピロリジニル基、ピロリジノ基、ピペリジニル基、ピペリジノ基、キノリル基、ピロリドニル基、ピロリドノ基、イミダゾリノ基、及びピラジニル基等を挙げるができる。

[0086] モノマー（M-4）および（M-5）の好ましい例としては、ジメチルアミノメチルメタクリレート、ジエチルアミノメチルメタクリレート、ジメチ

ルアミノエチルメタクリレート、ジエチルアミノエチルメタクリレート、2-メチル-5-ビニルピリジン、モルホリノメチルメタクリレート、モルホリノエチルメタクリレート、N-ビニルピロリドン及びこれらの混合物等を挙げることができる。

[0087] モノマー (M-1) とモノマー (M-2) ~ (M-5) との共重合体の共重合モル比については特に制限はないが、モノマー (M-1) : モノマー (M-2) ~ (M-5) = 20 : 80 ~ 90 : 10 程度が好ましく、より好ましくは 30 : 70 ~ 80 : 20、さらに好ましくは 40 : 60 ~ 70 : 30 である。

[0088] 本実施形態に係る粘度指数向上剤の製造法は任意であるが、例えば、重合開始剤 (例えばベンゾイルパーオキシド等。) の存在下で、モノマー (M-1) と (M-2) 及び/又は (M-3) とをラジカル溶液重合させることにより、非分散型ポリ (メタ) アクリレート化合物を容易に得ることができる。また例えば、重合開始剤の存在下で、モノマー (M-1) と、モノマー (M-4) 及び (M-5) から選ばれる 1 種以上の含窒素モノマーと、任意的にモノマー (M-2) 及び/又は (M-3) とをラジカル溶液重合させることにより、分散型ポリ (メタ) アクリレート化合物を容易に得ることができる。

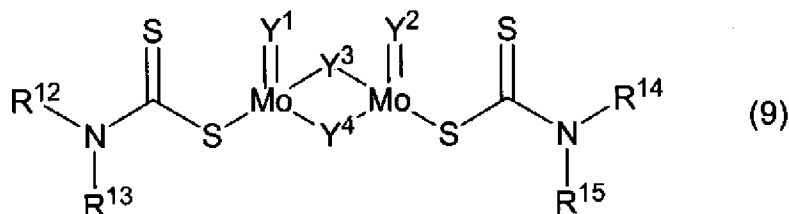
[0089] < (D) モリブデン系摩擦調整剤 >

本発明の潤滑油組成物は、(D) モリブデン系摩擦調整剤 (油溶性有機モリブデン化合物; 以下において「(D) 成分」ということがある。) を含有することが好ましい。

[0090] (D) モリブデン系摩擦調整剤としては、モリブデンジチオカーバメート (硫化モリブデンジチオカーバメート又は硫化オキシモリブデンジチオカーバメート。以下において「(D1) 成分」ということがある。) を好ましく用いることができる。

[0091] (D1) 成分としては、例えば次の一般式 (9) で表される化合物を用いることができる。

[0092] [化9]



[0093] 上記一般式(9)中、 $R^{12} \sim R^{15}$ は、それぞれ同一でも異なってもよく、炭素数2～24のアルキル基又は炭素数6～24の(アルキル)アリアル基、好ましくは炭素数4～13のアルキル基又は炭素数10～15の(アルキル)アリアル基である。アルキル基は第1級アルキル基、第2級アルキル基、第3級アルキル基のいずれでもよく、また直鎖でも分岐鎖でもよい。なお「(アルキル)アリアル基」は「アリアル基若しくはアルキルアリアル基」を意味する。アルキルアリアル基において、芳香環におけるアルキル基の置換位置は任意である。 $Y^1 \sim Y^4$ はそれぞれ独立に硫黄原子又は酸素原子であり、 $Y^1 \sim Y^4$ のうち少なくとも1つは硫黄原子である。

[0094] (D1) 成分以外の油性有機モリブデン化合物としては、例えば、モリブデンジチオホスフェート；モリブデン化合物(例えば、二酸化モリブデン、三酸化モリブデン等の酸化モリブデン、オルトモリブデン酸、パラモリブデン酸、(ポリ)硫化モリブデン酸等のモリブデン酸、これらモリブデン酸の金属塩、アンモニウム塩等のモリブデン酸塩、二硫化モリブデン、三硫化モリブデン、五硫化モリブデン、ポリ硫化モリブデン等の硫化モリブデン、硫化モリブデン酸、硫化モリブデン酸の金属塩またはアミン塩、塩化モリブデン等のハロゲン化モリブデン等。)と、硫黄含有有機化合物(例えば、アルキル(チオ)キサンテート、チアジアゾール、メルカプトチアジアゾール、チオカーボネート、テトラヒドロカルビルチウラムジスルフィド、ビス(ジ(チオ)ヒドロカルビルジチオホスホネート)ジスルフィド、有機(ポリ)サルファイド、硫化エステル等。)又はその他の有機化合物との錯体等；および、上記硫化モリブデン、硫化モリブデン酸等の硫黄含有モリブデン化合物とアルケニルコハク酸イミドとの錯体等の、硫黄を含有する有機モ

リブデン化合物を挙げることができる。なお有機モリブデン化合物は、単核モリブデン化合物であってもよく、二核モリブデン化合物や三核モリブデン化合物等の多核モリブデン化合物であってもよい。

[0095] また、(D1)成分以外の油溶性有機モリブデン化合物として、硫黄を含まない有機モリブデン化合物を用いることも可能である。硫黄を含まない有機モリブデン化合物の例としては、モリブデン-アミン錯体、モリブデン-コハク酸イミド錯体、有機酸のモリブデン塩、アルコールのモリブデン塩などが挙げられ、中でも、モリブデン-アミン錯体、有機酸のモリブデン塩およびアルコールのモリブデン塩が好ましい。

[0096] 潤滑油組成物中の(D)成分の含有量は、潤滑油組成物全量基準でモリブデン量として通常100~2000質量ppmであり、好ましくは300~1500質量ppm、より好ましくは500~1200質量ppm、さらに好ましくは700~1000質量ppmである。(D)成分の含有量が上記下限値以上であることにより、省燃費性、およびLSP1抑制能をさらに高めることが可能になる。また(D)成分の含有量が上記上限値以下であることにより、潤滑油組成物の貯蔵安定性を高めることができる。

[0097] <(E)窒素含有無灰分散剤>

本発明の潤滑油組成物は、(E)窒素含有無灰分散剤(以下において「(E)成分」ということがある。)を含有してもよい。

(E)成分としては、例えば、以下の(E-1)~(E-3)から選ばれる1種以上の化合物を用いることができる。

(E-1)アルキル基もしくはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するコハク酸イミドまたはその誘導体(以下において「成分(E-1)」ということがある。)、

(E-2)アルキル基もしくはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するベンジルアミンまたはその誘導体(以下において「成分(E-2)」ということがある。)、

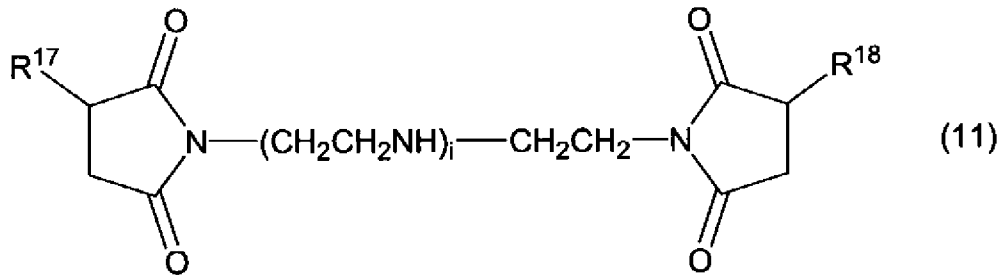
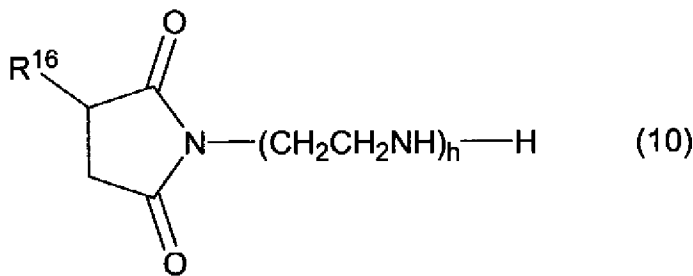
(E-3)アルキル基もしくはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有

するポリアミンまたはその誘導体（以下において「成分（E-3）」ということがある。）。

[0098] (E) 成分としては、成分（E-1）を特に好ましく用いることができる。

成分（E-1）のうち、アルキル基もしくはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するコハク酸イミドの例としては、下記一般式（10）または（11）で表される化合物を挙げることができる。

[0099] [化10]



[0100] 式（10）中、 $\text{R}^{16}$ は炭素数40～400のアルキル基またはアルケニル基を示し、 $h$ は1～5、好ましくは2～4の整数を示す。 $\text{R}^{16}$ の炭素数は好ましくは60～350である。

[0101] 式（11）中、 $\text{R}^{17}$ 及び $\text{R}^{18}$ は、それぞれ独立に炭素数40～400のアルキル基又はアルケニル基を示し、異なる基の組み合わせであってもよい。また、 $i$ は0～4、好ましくは1～4、より好ましくは1～3の整数を示す。 $\text{R}^{17}$ 及び $\text{R}^{18}$ の炭素数は好ましくは60～350である。

[0102] 式（10）、式（11）における $\text{R}^{16}$ ～ $\text{R}^{18}$ の炭素数が上記下限値以上であることにより、潤滑油基油に対する良好な溶解性を得ることができる。一方、 $\text{R}^{16}$ ～ $\text{R}^{18}$ の炭素数が上記上限値以下であることにより、潤滑油組成物

の低温流動性を高めることができる。

[0103] 式(10)及び式(11)におけるアルキル基またはアルケニル基( $R^{16}$ ～ $R^{18}$ )は直鎖状でも分枝状でもよく、好ましくは、例えば、プロピレン、1-ブテン、イソブテン等のオレフィンのオリゴマーや、エチレンとプロピレンとのコオリゴマーから誘導される分枝状アルキル基や分枝状アルケニル基を挙げることができる。なかでも慣用的にポリイソブチレンと呼ばれるイソブテンのオリゴマーから誘導される分枝状アルキル基またはアルケニル基や、ポリブテニル基が最も好ましい。

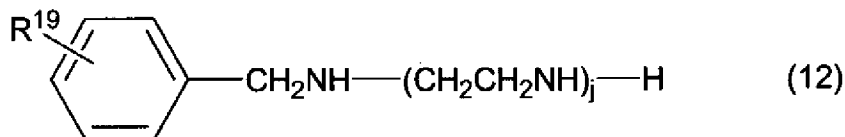
式(10)及び式(11)におけるアルキル基またはアルケニル基( $R^{16}$ ～ $R^{18}$ )の好適な数平均分子量は800～3500である。

[0104] アルキル基またはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するコハク酸イミドには、ポリアミン鎖の一方の末端のみに無水コハク酸が付加した、式(10)で表される、いわゆるモノタイプのコハク酸イミドと、ポリアミン鎖の両末端に無水コハク酸が付加した、式(11)で表される、いわゆるビスタイプのコハク酸イミドとが包含される。本発明の潤滑油組成物には、モノタイプのコハク酸イミド及びビスタイプのコハク酸イミドのいずれが含まれていてもよく、それらの両方が混合物として含まれていてもよい。

[0105] アルキル基またはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するコハク酸イミドの製法は、特に制限されるものではない。例えば、炭素数40～400のアルキル基又はアルケニル基を有する化合物を無水マレイン酸と100～200℃で反応させて得たアルキルコハク酸又はアルケニルコハク酸を、ポリアミンと反応させることにより、該コハク酸イミドを得ることができる。ここで、ポリアミンの例としては、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、及びペンタエチレンヘキサミンを挙げることができる。

[0106] 成分(E-2)のうち、アルキル基またはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するベンジルアミンの例としては、下記式(12)で表される化合物を挙げることができる。

[0107] [化11]

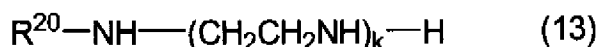


[0108] 式(12)中、 $\text{R}^{19}$ は炭素数40～400のアルキル基またはアルケニル基を表し、 $j$ は1～5、好ましくは2～4の整数を表す。 $\text{R}^{19}$ の炭素数は好ましくは60～350である。

[0109] 成分(E-2)の製法は特に制限されるものではない。例えば、プロピレンオリゴマー、ポリブテン、又はエチレン- $\alpha$ -オレフィン共重合体等のポリオレフィンを、フェノールと反応させてアルキルフェノールとした後、これにホルムアルデヒドと、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、ペンタエチレンヘキサミン等のポリアミンとをマンニッヒ反応により反応させる方法が挙げられる。

[0110] 成分(E-3)のうちアルキル基またはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するポリアミンの例としては、下記式(13)で表される化合物を挙げることができる。

[0111] [化12]



[0112] 式(13)中、 $\text{R}^{20}$ は炭素数40～400以下のアルキル基またはアルケニル基を表し、 $k$ は1～5、好ましくは2～4の整数を表す。 $\text{R}^{20}$ の炭素数は好ましくは60～350である。

[0113] 成分(E-3)の製法は特に制限されるものではない。例えば、プロピレンオリゴマー、ポリブテンまたはエチレン- $\alpha$ -オレフィン共重合体等のポリオレフィンを塩素化した後、これにアンモニアやエチレンジアミン、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、ペンタエチレンヘキサミン等のポリアミンを反応させる方法が挙げられる。

[0114] 成分(E-1)～成分(E-3)における誘導体としては、例えば、(i

) 上述のアルキル基またはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するコハク酸イミド、ベンジルアミンまたはポリアミン（以下「上述の含窒素化合物」という。）に、脂肪酸等の炭素数1～30のモノカルボン酸、炭素数2～30のポリカルボン酸（例えばシュウ酸、フタル酸、トリメリット酸、ピロメリット酸等。）、これらの無水物もしくはエステル化合物、炭素数2～6のアルキレンオキサイド、又はヒドロキシ（ポリ）オキシアルキレンカーボネートを作用させたことにより、残存するアミノ基および／またはイミノ基の一部又は全部が中和またはアミド化されている、含酸素有機化合物による変性化合物；(i) 上述の含窒素化合物にホウ酸を作用させることにより、残存するアミノ基および／またはイミノ基の一部又は全部が中和またはアミド化されている、ホウ素変性化合物；(ii) 上述の含窒素化合物にリン酸を作用させることにより、残存するアミノ基および／またはイミノ基の一部又は全部が中和またはアミド化されている、リン酸変性化合物；(iv) 上述の含窒素化合物に硫黄化合物を作用させることにより得られる、硫黄変性化合物；及び、(v) 上述の含窒素化合物に含酸素有機化合物による変性、ホウ素変性、リン酸変性、硫黄変性から選ばれた2種以上の変性を組み合わせて施すことにより得られる変性化合物が挙げられる。これら(i)～(v)の誘導体の中でも、アルケニルコハク酸イミドのホウ酸変性化合物、特にビスタイプのアルケニルコハク酸イミドのホウ酸変性化合物を好ましく用いることができる。

[0115] (E)成分の分子量には特に制限は無いが、好適な重量平均分子量は1000～20000である。

[0116] 潤滑油組成物が(E)成分を含有する場合、その含有量は、潤滑油組成物全量基準で、窒素分として好ましくは100～1500質量ppm、より好ましくは300～1000質量ppm、さらに好ましくは500～1000質量ppmである。(E)成分の含有量が上記下限値以上であることにより、潤滑油組成物の耐コーキング性を十分に向上させ、添加剤の溶解性を高めることができる。また(E)成分の含有量が上記上限値以下であることによ

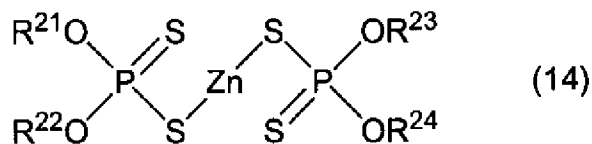
り、省燃費性をより高く維持することが可能になる。

[0117] (E)成分がホウ素を含む場合、(E)成分に由来する潤滑油組成物中のホウ素含有量は、潤滑油組成物全量基準で、好ましくは400質量ppm以下、より好ましくは350質量ppm以下、特に好ましくは300質量ppm以下である。(E)成分に由来するホウ素含有量が上記上限値以下であることにより、省燃費性をより高く維持することが可能になるとともに、潤滑油組成物中の灰分量を低減することができる。

[0118] <(G)ジアルキルジチオリン酸亜鉛>

本発明の潤滑油組成物は、(G)ジアルキルジチオリン酸亜鉛(ZnDTP; 以下において「(G)成分」ということがある。)を、潤滑油組成物全量基準でリン量として600質量ppm以上含有する。(G)成分としては、例えば次の一般式(14)で表される化合物を用いることができる。

[0119] [化13]



[0120] 式(14)中、 $\text{R}^{21} \sim \text{R}^{24}$ は、それぞれ独立に炭素数1~24の直鎖状又は分枝状のアルキル基を表し、異なる基の組み合わせであってもよい。また、 $\text{R}^{21} \sim \text{R}^{24}$ の炭素数は好ましくは3~12、より好ましくは3~8である。また、 $\text{R}^{21} \sim \text{R}^{24}$ は、第1級アルキル基、第2級アルキル基、及び第3級アルキル基のいずれであってもよいが、第1級アルキル基もしくは第2級アルキル基またはそれらの組み合わせであることが好ましく、さらに第1級アルキル基と第2級アルキル基とのモル比(第1級アルキル基:第2級アルキル基)が、0:100~30:70であることが好ましい。この比は分子内のアルキル鎖の組み合わせ比であっても良く、第1級アルキル基のみを有するZnDTPと第2級アルキル基のみを有するZnDTPとの混合比であっても良い。第2級アルキル基が主であることにより、省燃費性をさらに高めることが可能になる。

[0121] 上記ジアルキルジチオリン酸亜鉛の製造方法は、特に限定されるものではない。例えば、 $R^{21} \sim R^{24}$ に対応するアルキル基を有するアルコールを五硫化ニリンと反応させてジチオリン酸を合成し、これを酸化亜鉛で中和することにより、上記ジアルキルジチオリン酸亜鉛を合成することができる。

[0122] (G)成分の含有量は、組成物全量基準でリン量として600質量ppm以上であり、また好ましくは800質量ppm以下である。ZnDTPの含有量が上記下限値以上であることにより、LSP抑制能を高めることが可能になる。また、ZnDTPの含有量が上記上限値以下であることにより、排気ガス処理触媒の触媒被毒を低減することが可能になる。

[0123] <その他の添加剤>

本発明の潤滑油組成物には、さらにその性能を向上させるために、その目的に応じて潤滑油に一般的に使用されている他の添加剤を含有させることができる。そのような添加剤としては、例えば、酸化防止剤、摩耗防止剤または極圧剤、無灰摩擦調整剤、腐食防止剤、防錆剤、金属不活性化剤、抗乳化剤、消泡剤等の添加剤等を挙げることができる。

[0124] 酸化防止剤としては、フェノール系酸化防止剤やアミン系酸化防止剤等の公知の酸化防止剤を使用可能である。例としては、アルキル化ジフェニルアミン、フェニル- $\alpha$ -ナフチルアミン、アルキル化- $\alpha$ -ナフチルアミンなどのアミン系酸化防止剤、2,6-ジ-*t*-ブチル-4-メチルフェノール、4,4'-メチレンビス(2,6-ジ-*t*-ブチルフェノール)などのフェノール系酸化防止剤などを挙げることができる。

潤滑油組成物が酸化防止剤を含有する場合、その含有量は、潤滑油組成物全量基準で、通常5.0質量%以下であり、好ましくは3.0質量%以下であり、また好ましくは0.1質量%以上であり、より好ましくは0.5質量%以上である。

[0125] 摩耗防止剤または極圧剤としては、潤滑油に用いられる摩耗防止剤または極圧剤を特に制限なく使用できる。例えば、硫黄系、リン系、硫黄-リン系の極圧剤等が使用でき、具体的には、亜リン酸エステル類、チオ亜リン酸エ

ステル類、ジチオ亜リン酸エステル類、トリチオ亜リン酸エステル類、リン酸エステル類、チオリン酸エステル類、ジチオリン酸エステル類、トリチオリン酸エステル類、これらのアミン塩、これらの金属塩、これらの誘導体、ジチオカーバメート、亜鉛ジチオカーバメート、ジサルファイド類、ポリサルファイド類、硫化オレフィン類、硫化油脂類等が挙げられる。これらの中では硫黄系極圧剤が好ましく、特に硫化油脂が好ましい。

潤滑油組成物が摩耗防止剤または極圧剤を含有する場合、その含有量は、潤滑油組成物全量基準で、0.01～10質量%であることが好ましい。

[0126] 無灰摩擦調整剤としては、潤滑油用の摩擦調整剤として通常用いられている化合物を特に制限なく用いることができる。無灰摩擦調整剤としては、例えば、分子中に酸素原子、窒素原子、硫黄原子から選ばれる1種以上のヘテロ元素を含有する、炭素数6～50の化合物が挙げられる。さらに具体的には、炭素数6～30のアルキル基またはアルケニル基、特に炭素数6～30の直鎖アルキル基、直鎖アルケニル基、分岐鎖アルキル基、または分岐鎖アルケニル基を分子中に少なくとも1個有する、アミン化合物、脂肪酸エステル、脂肪酸アミド、脂肪酸、脂肪族アルコール、脂肪族エーテル、脂肪族ウレア、脂肪酸ヒドラジド等の無灰摩擦調整剤が挙げられる。

潤滑油組成物が無灰摩擦調整剤を含有する場合、その含有量は、潤滑油組成物全量を基準として、通常0.1～1.0質量%であり、好ましくは0.3～0.8質量%である。無灰摩擦調整剤の含有量が上記下限値以上であることにより、省燃費性をさらに高めることが可能になる。無灰摩擦調整剤の含有量が上記上限値以下であることにより、摩耗防止剤等の効果が阻害されることを避けることが容易になるほか、添加剤の溶解性を高めることが容易になる。

[0127] 腐食防止剤としては、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、及びイミダゾール系化合物等の公知の腐食防止剤を使用可能である。潤滑油組成物が腐食防止剤を含有する場合、その含有量は、潤滑油組成物全量基準で、通常0.005～5質量%

である。

[0128] 防錆剤としては、例えば石油スルホネート、アルキルベンゼンスルホネート、ジニルナフタレンスルホネート、アルキルスルホン酸塩、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、多価アルコール脂肪酸エステル、脂肪族アミン、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の公知の防錆剤を使用可能である。潤滑油組成物が防錆剤を含有する場合、その含有量は、潤滑油組成物全量基準で、通常0.005～5質量%である。

[0129] 金属不活性化剤としては、例えば、イミダゾリン、ピリミジン誘導体、アルキルチアジアゾール、メルカプトベンゾチアゾール、ベンゾトリアゾール及びその誘導体、1,3,4-チアジアゾールポリスルフィド、1,3,4-チアジアゾリル-2,5-ビスジアルキルジチオカーバメート、2-(アルキルジチオ)ベンゾイミダゾール、並びに $\beta$ -( $\alpha$ -カルボキシベンジルチオ)プロピオンニトリル等の公知の金属不活性化剤を使用可能である。潤滑油組成物が金属不活性化剤を含有する場合、その含有量は、潤滑油組成物全量基準で、通常0.005～1質量%である。

[0130] 抗乳化剤としては、例えばポリアルキレングリコール系非イオン系界面活性剤等の公知の抗乳化剤を使用可能である。潤滑油組成物が抗乳化剤を含有する場合、その含有量は、潤滑油組成物全量基準で、通常0.005～5質量%である。

[0131] 消泡剤としては、例えば、シリコーン、フルオロシリコーン、及びフルオロアルキルエーテル等の公知の消泡剤を使用可能である。潤滑油組成物が消泡剤を含有する場合、その含有量は、潤滑油組成物全量基準で、通常0.001～0.1質量%である。

[0132] 着色剤としては、例えばアゾ化合物等の公知の着色剤を使用可能である。

[0133] <潤滑油組成物>

潤滑油組成物の100℃における動粘度は、4.0～6.1 mm<sup>2</sup>/sであることが好ましく、より好ましくは4.5～5.6 mm<sup>2</sup>/sである。潤滑油

組成物の100℃における動粘度が上記下限値以上であることにより、潤滑性を維持することが容易になる。潤滑油組成物の100℃における動粘度が上記上限値以下であることにより、省燃費性をさらに高めることが可能になる。

[0134] 潤滑油組成物の40℃における動粘度は、4.0～50 mm<sup>2</sup>/sであることが好ましく、より好ましくは15～40 mm<sup>2</sup>/s、さらに好ましくは18～40 mm<sup>2</sup>/s、特に好ましくは20～35 mm<sup>2</sup>/sである。潤滑油組成物の40℃における動粘度が上記下限値以上であることにより、潤滑性を維持することが容易になる。また潤滑油組成物の40℃における動粘度が上記上限値以下であることにより、低温粘度特性および省燃費性能をさらに高めることが可能になる。

[0135] 潤滑油組成物の粘度指数は、100以上であることが好ましく、より好ましくは120以上、特に好ましくは130以上である。潤滑油組成物の粘度指数が上記下限値以上であることにより、150℃におけるHTHS粘度を維持しながら省燃費性をさらに向上させることが可能となり、さらには低温（例えば省燃費油の粘度グレードとして知られるSAE粘度グレード0W-Xに規定されるCCS粘度の測定温度である-35℃。）における粘度を低減させることが可能になる。

[0136] 潤滑油組成物の150℃におけるHTHS粘度は、好ましくは1.7～2.0 mPa·sである。本明細書において、150℃におけるHTHS粘度とは、ASTM D4683に規定される150℃での高温高せん断粘度を意味する。150℃におけるHTHS粘度が1.7 mPa·s以上であることにより、潤滑性を維持することが容易になる。また150℃におけるHTHS粘度が2.0 mPa·s以下であることにより、省燃費性能をさらに高めることが可能になる。

[0137] 潤滑油組成物の100℃におけるHTHS粘度は、好ましくは3.5～4.0 mPa·sであり、より好ましくは3.6～4.0 mPa·sである。本明細書において、100℃におけるHTHS粘度とは、ASTM D46

83に規定される100℃での高温高せん断粘度を意味する。100℃におけるHTHS粘度が3.5 mPa・s以上であることにより、潤滑性を維持することが容易になる。また100℃におけるHTHS粘度が4.0 mPa・s以下であることにより、低温粘度特性および省燃費性能をさらに高めることが可能になる。

- [0138] 潤滑油組成物の蒸発損失量は、250℃におけるNOACK蒸発量として、15質量%以下であることが好ましく、14.5質量%以下であることがより好ましい。潤滑油基油成分のNOACK蒸発量が上記上限値以下であることにより、潤滑油の蒸発損失をさらに低減できるので、粘度増加等の高温における潤滑油の劣化をさらに抑制することが可能になるとともに、潤滑油の消費量をさらに低減することが可能になる。なお本明細書においてNOACK蒸発量とは、ASTM D 5800に準拠して測定される潤滑油の蒸発量である。潤滑油組成物の250℃におけるNOACK蒸発量の下限は特に制限されるものではないが、通常5質量%以上である。

### 実施例

- [0139] 以下、実施例及び比較例に基づき、本発明についてさらに具体的に説明する。ただし、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

- [0140] <実施例1～12、比較例1～6>

以下に示す基油および添加剤を用いて、本発明の潤滑油組成物（実施例1～12）及び比較用の潤滑油組成物（比較例1～6）をそれぞれ調製した。各組成物の組成を表1～3に示す。表1～3中、「基油組成」の項目において「mass%」は基油全量を基準とする質量%を表し、他の項目において「mass%」は組成物全量を基準とする質量%を表し、「mass ppm」は組成物全量を基準とする質量ppmを表す。

- [0141] (基油)

O-1: APIグループIII基油（n-パラフィン含有油を水素化分解／水素化異性化したワックス異性化鉱油系基油）、動粘度（100℃）2.62 mm<sup>2</sup>/s、動粘度（40℃）9.06 mm<sup>2</sup>/s、粘度指数127、N

NOACK蒸発量 (250°C、1 h) 45質量%、%C<sub>P</sub> 90.2、%C<sub>N</sub> 9.8、%C<sub>A</sub> 0、飽和分99.6質量%、芳香族分0.2質量%、樹脂分0.2質量%

O-2: APIグループIII基油 (n-パラフィン含有油を水素化分解/水素化異性化したワックス異性化鉱油系基油)、動粘度 (100°C) 3.83 mm<sup>2</sup>/s、動粘度 (40°C) 15.6 mm<sup>2</sup>/s、粘度指数142、NOACK蒸発量 (250°C、1 h) 14質量%、%C<sub>P</sub> 93.3、%C<sub>N</sub> 6.7、%C<sub>A</sub> 0、飽和分99.6質量%、芳香族分0.2質量%、樹脂分0.1質量%

O-3: APIグループIII基油 (水素化分解鉱油系基油、SKルブリカンツ社製Yubase (登録商標) 3)、動粘度 (100°C) 3.05 mm<sup>2</sup>/s、動粘度 (40°C) 12.3 mm<sup>2</sup>/s、粘度指数105、NOACK蒸発量 (250°C、1 h) 40質量%、%C<sub>P</sub> 72.6、%C<sub>N</sub> 27.4、%C<sub>A</sub> 0、飽和分99.6質量%、芳香族分0.3質量%、樹脂分0.1質量%

O-4: APIグループIII基油 (水素化分解鉱油系基油、SKルブリカンツ社製Yubase (登録商標) 4)、動粘度 (100°C) 4.24 mm<sup>2</sup>/s、動粘度 (40°C) 19.3 mm<sup>2</sup>/s、粘度指数127、NOACK蒸発量 (250°C、1 h) 14.7質量%、%C<sub>P</sub> 80.7、%C<sub>N</sub> 19.3、%C<sub>A</sub> 0、飽和分99.7質量%、芳香族分0.2質量%、樹脂分0.1質量%

O-5: APIグループIV基油 (ポリ $\alpha$ -オレフィン、ExxonMobil Chemical社製SpectraSyn (登録商標) 2)、動粘度 (100°C) 1.69 mm<sup>2</sup>/s、動粘度 (40°C) 5.06 mm<sup>2</sup>/s、NOACK蒸発量 (250°C、1 h) 100質量%

O-6: APIグループIV基油 (ポリ $\alpha$ -オレフィン、ExxonMobil Chemical社製SpectraSyn (登録商標) 4)、動粘度 (100°C) 4.07 mm<sup>2</sup>/s、動粘度 (40°C) 18.2 mm<sup>2</sup>/s、粘度指数125、NOACK蒸

発量（250℃、1h）12.7質量%

[0142]（金属系清浄剤）

A-1：ホウ酸カルシウム過塩基化カルシウムサリシレート、Ca含有量6.8質量%、B含有量2.7質量%、塩基価（過塩素酸法）190mg KOH/g

B-1：炭酸マグネシウム過塩基化マグネシウムスルホネート、Mg含有量9.1質量%、塩基価（過塩素酸法）405mg KOH/g

A\*-2：炭酸カルシウム過塩基化カルシウムサリシレート、Ca含有量8.0質量%、塩基価（過塩素酸法）225mg KOH/g（（A）成分に該当しないカルシウム系清浄剤である。）

[0143]（粘度指数向上剤）

C-1：非分散型ポリメタクリレート系粘度指数向上剤、重量平均分子量400,000、モノマー組成（モル比）M-1：M-2：M-3=6：2：2

[0144]（摩擦調整剤）

D-1：硫化（オキシ）モリブデンジチオカーバメート（モリブデン系摩擦調整剤）、Mo含有量10質量%

[0145]（無灰分散剤）

E-1：ポリブテニルコハク酸イミド、N含有量1.6質量%、B含有量0質量%

[0146]（酸化防止剤）

F-1：アミン系酸化防止剤（ジフェニルアミン）

F-2：ヒンダードフェノール系酸化防止剤

[0147]（ZnDTP）

G-1：ジアルキルジチオリン酸亜鉛、P含有量7.2質量%、S含有量14.4質量%、Zn含有量7.85質量%

[0148]

[表1]

		実施例					
		1	2	3	4	5	6
<b>基油組成</b>							
O-1	mass%	0	3	3	3	3	3
O-2	mass%	100	97	97	97	97	97
O-3	mass%	-	-	-	-	-	-
O-4	mass%	-	-	-	-	-	-
O-5	mass%	-	-	-	-	-	-
O-6	mass%	-	-	-	-	-	-
合計	mass%	100	100	100	100	100	100
<b>基油性状</b>							
動粘度(40°C)	mm <sup>2</sup> /s	15.6	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
動粘度(100°C)	mm <sup>2</sup> /s	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
粘度指数		142	142	142	142	142	142
NOACK蒸発量(250°C, 1h)	mass%	14.0	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9
全基油	mass%	90.9	90.9	90.1	89.9	87.9	85.9
<b>金属系清浄剤</b>							
A-1	mass%	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06
B-1	mass%	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
A*-2	mass%	-	-	-	-	-	-
<b>粘度指数向上剤</b>							
C-1	mass%	0.00	0.00	0.80	1.00	3.00	5.00
<b>摩擦調整剤</b>							
D-1	mass%	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
<b>無灰分散剤</b>							
E-1	mass%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
<b>酸化防止剤</b>							
F-1	mass%	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
F-2	mass%	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
<b>ZnDTP</b>							
G-1	mass%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
合計	mass%	100	100	100	100	100	100
<b>組成物</b>							
動粘度(40°C)	mm <sup>2</sup> /s	21.1	20.8	21.2	21.3	22.3	23.4
動粘度(100°C)	mm <sup>2</sup> /s	4.8	4.7	4.8	4.9	5.2	5.6
粘度指数		153	152	159	161	178	192
HTHS粘度(100°C)	mPa·s	3.71	3.68	3.71	3.73	3.87	4.00
HTHS粘度(150°C)	mPa·s	1.72	1.70	1.74	1.76	1.87	1.97
NOACK蒸発量(250°C, 1h)	mass%	14.0	14.5	14.1	14.5	14.4	14.3
<b>元素分析</b>							
B	mass ppm	550	550	550	550	550	550
Ca	mass ppm	1400	1400	1400	1400	1400	1400
Mg	mass ppm	420	420	420	420	420	420
Mo	mass ppm	800	800	800	800	800	800
P	mass ppm	720	720	720	720	720	720
S	mass%	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Zn	mass ppm	790	790	790	790	790	790
N	mass ppm	900	900	900	900	900	900
<b>パネルコーキング試験</b>							
パネル付着物重量	mg	52.9	53.5	86.4	131.5	165.0	198.9
<b>ホットチューブ試験</b>							
評点		-	7.5	-	-	-	-
<b>LSPI頻度指標</b>							
		0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29

[0149]

[表2]

		実施例					
		7	8	9	10	11	12
<b>基油組成</b>							
O-1	mass%	-	-	3	3	3	3
O-2	mass%	96.5	-	97	97	97	97
O-3	mass%	3.5	-	-	-	-	-
O-4	mass%	-	-	-	-	-	-
O-5	mass%	-	2.5	-	-	-	-
O-6	mass%	-	97.5	-	-	-	-
合計	mass%	100	100	100	100	100	100
<b>基油性状</b>							
動粘度(40°C)	mm <sup>2</sup> /s	15.5	17.5	15.3	15.3	15.3	15.3
動粘度(100°C)	mm <sup>2</sup> /s	3.8	4.0	3.8	3.8	3.8	3.8
粘度指数		140	124	142	142	142	142
NOACK蒸発量(250°C, 1h)	mass%	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9
全基油	mass%	90.9	90.9	91.3	91.5	91.0	93.5
<b>金属系清浄剤</b>							
A-1	mass%	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	1.47
B-1	mass%	0.45	0.45	0.00	0.45	0.45	0.00
A*-2	mass%	-	-	-	-	-	-
<b>粘度指数向上剤</b>							
C-1	mass%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>摩擦調整剤</b>							
D-1	mass%	0.80	0.80	0.80	0.00	0.60	0.00
<b>無灰分散剤</b>							
E-1	mass%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
<b>酸化防止剤</b>							
F-1	mass%	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.00
F-2	mass%	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.00
<b>ZnDTP</b>							
G-1	mass%	1.00	1.00	1.00	1.22	1.06	1.00
合計	mass%	100	100	100	100	100	100
<b>組成物</b>							
動粘度(40°C)	mm <sup>2</sup> /s	20.7	23.6	20.8	20.8	20.9	20.0
動粘度(100°C)	mm <sup>2</sup> /s	4.7	4.9	4.7	4.7	4.7	4.6
粘度指数		152	138	153	155	152	152
HTHS粘度(100°C)	mPa·s	3.66	3.87	3.66	3.63	3.64	3.55
HTHS粘度(150°C)	mPa·s	1.71	1.76	1.73	1.71	1.71	1.68
NOACK蒸発量(250°C, 1h)	mass%	14.0	11.8	15.0	14.7	14.2	13.8
<b>元素分析</b>							
B	mass ppm	550	550	550	550	550	380
Ca	mass ppm	1400	1400	1400	1400	1400	1000
Mg	mass ppm	420	420	0	420	420	0
Mo	mass ppm	800	800	800	0	600	0
P	mass ppm	720	720	720	880	760	720
S	mass%	0.24	0.24	0.23	0.19	0.23	0.13
Zn	mass ppm	790	790	790	960	830	790
N	mass ppm	900	900	900	810	900	660
<b>パネルコーキング試験</b>							
パネル付着物重量	mg	27.2	7.7	65.6	55.0	43.3	82.1
<b>ホットチューブ試験</b>							
ホットチューブ試験	評点	-	-	-	-	-	-
<b>LSPi頻度指標</b>							
LSPi頻度指標		0.29	0.29	0.29	0.27	0.28	0.43

[0150]

[表3]

		比較例					
		1	2	3	4	5	6
<b>基油組成</b>							
O-1	mass%	3	11.5	3	-	3	3
O-2	mass%	97	-	97	-	97	97
O-3	mass%	-	-	-	-	-	-
O-4	mass%	-	88.5	-	100	-	-
O-5	mass%	-	-	-	-	-	-
O-6	mass%	-	-	-	-	-	-
合計	mass%	100	100	100	100	100	100
<b>基油性状</b>							
動粘度(40°C)	mm <sup>2</sup> /s	15.3	17.5	15.3	19.3	15.3	15.3
動粘度(100°C)	mm <sup>2</sup> /s	3.8	4.0	3.8	4.2	3.8	3.8
粘度指数		142	127	142	127	142	142
NOACK蒸発量(250°C, 1h)	mass%	14.9	18.2	14.9	14.7	14.9	14.9
全基油	mass%	80.9	90.9	90.9	90.9	91.6	91.2
<b>金属系清浄剤</b>							
A-1	mass%	2.06	2.06	-	2.06	1.32	-
B-1	mass%	0.45	0.45	-	0.45	0.45	0.45
A*-2	mass%	-	-	2.50	-	-	1.75
<b>粘度指数向上剤</b>							
C-1	mass%	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>摩擦調整剤</b>							
D-1	mass%	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
<b>無灰分散剤</b>							
E-1	mass%	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
<b>酸化防止剤</b>							
F-1	mass%	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
F-2	mass%	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
<b>ZnDTP</b>							
G-1	mass%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
合計	mass%	100	100	100	100	100	100
<b>組成物</b>							
動粘度(40°C)	mm <sup>2</sup> /s	26.3	23.8	21.0	26.0	20.6	20.6
動粘度(100°C)	mm <sup>2</sup> /s	6.7	5.0	4.8	5.3	4.7	4.7
粘度指数		227	137	153	140	153	152
HTHS粘度(100°C)	mPa·s	4.33	3.96	3.71	4.15	3.60	3.61
HTHS粘度(150°C)	mPa·s	2.23	1.80	1.75	1.88	1.70	1.70
NOACK蒸発量(250°C, 1h)	mass%	14.3	16.1	14.1	13.2	14.8	14.1
<b>元素分析</b>							
B	mass ppm	550	550	<1	550	350	<1
Ca	mass ppm	1400	1400	2000	1400	900	1400
Mg	mass ppm	420	420	<10	420	420	420
Mo	mass ppm	800	800	800	800	800	800
P	mass ppm	720	720	720	720	720	720
S	mass%	0.24	0.24	0.23	0.24	0.24	0.23
Zn	mass ppm	790	790	790	790	790	790
N	mass ppm	900	900	900	900	900	900
<b>パネルコーキング試験</b>							
パネル付着物重量	mg	263.1	53.4	20.6	37.0	15.8	20.8
ホットチューブ試験	評点	-	-	-	-	6.5	6.5
LSP1頻度指標		0.29	0.29	0.68	0.29	0	0.29

[0151] (パネルコーキング試験)

各潤滑油組成物について、パネルコーキング試験により清浄化性能を評価

した。Federal 791試験法のTentative Standard Method 3462-Tに準拠し、パネル温度300℃、油温100℃で、はねかけ棒を15秒間作動させた後45秒間停止させることを試験時間3時間にわたって繰り返した後、試験後のパネルへの付着物重量を測定した。結果を表1～3に示している。本試験においてパネル付着物重量が200mg以下であれば、清浄化性能が良好であるといえる。

[0152] (ホットチューブ試験)

各潤滑油組成物について、JPI-5S-55-99 A法に準拠したホットチューブ試験により清浄化性能を評価した。試験は280℃で行った。結果を表1～3中に示している。評点は0～10であり、評点が高いほど清浄化性能に優れていることを意味する。

[0153] (LSP I 頻度)

非特許文献1には、潤滑油組成物を内燃機関の潤滑に用いたときのLSP Iの発生頻度は、該潤滑油組成物のCa含有量と正の相関を有し、該潤滑油組成物のP含有量およびMo含有量と負の相関を有することが報告されている。より具体的には、潤滑油組成物中の各元素の含有量に基づいて、LSP I頻度を次の回帰式で推定できることが報告されている。

$$\text{LSP I 頻度指標} = 6.59 \times [\text{Ca}] - 26.6 \times [\text{P}] - 5.12 \times [\text{Mo}] + 1.69 \quad (15)$$

(式(15)中、[Ca]は組成物中のカルシウム含有量(質量%)を表し、[P]は組成物中のリン含有量(質量%)を表し、[Mo]は組成物中のモリブデン含有量(質量%)を表す。)

[0154] 実施例および比較例の各組成物について式(15)のLSP I頻度指標を表1～3中に示している。上記式(15)によって算出されるLSP I頻度指標は、従来公知のエンジン油(API SM OW-20)を用いた場合におけるLSP I頻度を基準とする相対値である。すなわち、式(15)のLSP I頻度指標は、API SM OW-20エンジン油の組成から算出される値が1となるように規格化されている。例えば、ある潤滑油組成物の

組成から式(15)によって算出されるLSP I頻度指標が0.5であった場合、該潤滑油組成物を用いて内燃機関を潤滑したときのLSP I頻度は、従来公知のエンジン油API SM OW-20を用いた場合のLSP I頻度の50%であると推定される。なお上記式(15)は専ら炭酸カルシウムで過塩基化されたカルシウム系清浄剤を含む組成物の測定結果に基づく回帰式である一方で、実施例の組成物はホウ酸カルシウムで過塩基化されたカルシウム系清浄剤(A-1成分)を含有する。上記したように、ホウ酸カルシウムで過塩基化されたカルシウム系清浄剤を含有する潤滑油組成物によれば、シリンダ内で生じた灰分中のCaOをホウ酸カルシウムが捕獲・吸収するプロセスによって、LSP Iの発生が抑制される。したがって、実施例の組成物によれば、上記式(15)によって算出されたLSP I頻度指標により推定されるLSP I発生頻度よりもさらにLSP I発生頻度を抑制することが可能である。

[0155] 実施例1~12の組成物は、いずれも低粘度であり優れた省燃費性を有し、またLSP I抑制能、潤滑油消費抑制能、及び清浄化性能に優れている。

粘度指数向上剤の含有量が過大である比較例1の組成物は、清浄化性能において劣っていた。

基油のNOACK蒸発量が過大である比較例2の組成物は、潤滑油消費抑制能において劣っていた。

ホウ酸カルシウムを含有する金属系清浄剤を含まず、且つカルシウム含有量が過大である比較例3の組成物は、LSP I抑制能において劣っていた。

基油の100℃における動粘度が過大である比較例4の組成物は、省燃費性において劣っていた。

カルシウム含有量が過少である比較例5の組成物は、公平な比較対象である実施例2の組成物に対して、ホットチューブ試験の成績(清浄化性能)において劣っていた。

ホウ酸カルシウムを含有する金属系清浄剤を含んでいない比較例6の組成物は、公平な比較対象である実施例2の組成物に対して、ホットチューブ試

験の成績（清浄化性能）において劣っていた。

上記の結果から、本発明の内燃機関用潤滑油組成物によれば、省燃費性、L S P I 抑制能、潤滑油消費抑制能、及び清浄化性能をバランスよく向上させることが可能であることがわかる。

### 産業上の利用可能性

[0156] 本発明の内燃機関用潤滑油組成物によれば、省燃費性、L S P I 抑制能、潤滑油消費抑制能、及び清浄化性能をバランスよく向上させることが可能である。したがって本発明の潤滑油組成物は、L S P I が問題になりやすい過給ガソリンエンジン、特に過給直噴エンジンの潤滑に好ましく用いることができる。

## 請求の範囲

[請求項1] 1種以上の鉱油系基油もしくは1種以上の合成系基油またはそれらの組み合わせからなり、100℃における動粘度が $3.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $4.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 未満であり、250℃におけるNOACK蒸発量が15質量%以下である潤滑油基油と、

(A) ホウ酸カルシウムを含有する金属系清浄剤を、組成物全量基準でカルシウム量として1000質量ppm以上2000質量ppm未満と、

(G) ジアルキルジチオリン酸亜鉛を、組成物全量基準でリン量として600質量ppm以上と

を含有し、

(C) 粘度指数向上剤を、組成物全量基準で5質量%以下含有するか、又は含有しないことを特徴とする、内燃機関用潤滑油組成物。

[請求項2] 前記(A)成分は、ホウ酸カルシウムで過塩基化された1種以上のカルシウム系清浄剤であるか、又は、ホウ酸カルシウムで過塩基化された1種以上のカルシウム系清浄剤と、ホウ酸カルシウムで過塩基化されていない1種以上のカルシウム系清浄剤との組み合わせであり、

潤滑油組成物中の金属系清浄剤に由来する総ホウ素分B(単位: mol)と、潤滑油組成物中の金属系清浄剤に由来する総カルシウム分Ca(単位: mol)とのモル比 $B/Ca$ が0.52以上である、請求項1に記載の内燃機関用潤滑油組成物。

[請求項3] (B) マグネシウムを含有する金属系清浄剤を更に含有する、請求項1又は2に記載の内燃機関用潤滑油組成物。

[請求項4] 前記(C)成分として、(C1)重量平均分子量が100,000以上であるポリ(メタ)アクリレート系粘度指数向上剤を含有し、

前記(C1)成分の含有量が、前記(C)成分の全含有量の95質量%以上である、請求項1～3のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。

- [請求項5] 前記(C)成分を、組成物全量基準で3質量%以下含有するか、又は含有しない、請求項1～4のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。
- [請求項6] 前記(C)成分を、組成物全量基準で1質量%以下含有するか、又は含有しない、請求項1～5のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。
- [請求項7] 前記(C)成分を含有しない、請求項1～6のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。
- [請求項8] (D)摩擦調整剤を更に含み、  
前記(D)成分として、モリブデン系摩擦調整剤を含有する、請求項1～7のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。
- [請求項9] 前記潤滑油基油は1種以上の合成系基油である、請求項1～8のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。
- [請求項10] 150℃におけるHTHS粘度が1.7～2.0 mPa・sである、請求項1～9のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。
- [請求項11] 100℃におけるHTHS粘度が3.5～4.0 mPa・sである、請求項1～10のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。
- [請求項12] 250℃におけるNOACK蒸発量が15質量%以下である、請求項1～11のいずれかに記載の内燃機関用潤滑油組成物。

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/019798

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
Int.Cl. C10M169/04 (2006.01) i, C10M101/02 (2006.01) i, C10M137/10 (2006.01) i, C10M145/14 (2006.01) i, C10N10/04 (2006.01) n, C10N10/12 (2006.01) n, C10N20/00 (2006.01) n, C10N20/02 (2006.01) n, C10N20/04 (2006.01) n, C10N30/00 (2006.01) n, C10N30/04 (2006.01) n, C10N40/25 (2006.01) n		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
Int.Cl. C10M169/04, C10M101/02, C10M137 /10, C10M145/14, C10N10/04, C10N10/12, C10N20/00, C10N20/02, C10N20/04, C10N30/00, C10N30/04, C10N40/25		
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	1971-2019	
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019	
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
<b>Category*</b>	<b>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</b>	<b>Relevant to claim No.</b>
X Y	JP 2017-226793 A (JXTG NIPPON OIL & ENERGY CORPORATION) 28 December 2017, claims, paragraphs [0005], [0018], [0034], [0049], [0053], [0090]-[0095], [0099]-[0102], [0113]-[0115], example 8 & US 2017/0369808 A1 claims, paragraphs [0011], [0040], [0056], [0071], [0079], [0126]-[0130], [0136]-[0140], example 8 & CN 107541317 A	1-12 1-12
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 "I" 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 28 June 2019 (28.06.2019)		Date of mailing of the international search report 09 July 2019 (09.07.2019)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/019798

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-186461 A (JXTG NIPPON OIL & ENERGY CORPORATION) 12 October 2017, paragraphs [0007], [0045]-[0047], examples 1-11 (Family: none)	1-12
Y	JP 2018-065906 A (JXTG NIPPON OIL & ENERGY CORPORATION) 26 April 2018, claims, paragraphs [0036]-[0037] & WO 2018/074522 A1	1-12
Y	JP 2017-043734 A (COSMO OIL LUBRICANTS CO., LTD.) 02 March 2017, claims, paragraphs [0003], [0006], examples (Family: none)	1-12
Y	JP 2006-299279 A (NIPPON OIL CORPORATION) 02 November 2006, paragraph [0092] & US 2002/0142922 A1 paragraph [0121] & EP 1227145 A1	1-12
Y	WO 2016/159258 A1 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) 06 October 2016, paragraph [0046], examples & US 2017/0198235 A1 paragraph [0071], examples & EP 3279294 A1 & CN 106459816 A & KR 10-2017-0134970 A	1-12
Y	WO 2013/046484 A1 (JX NIPPON OIL & ENERGY CORPORATION) 04 April 2013, paragraph [0043], examples & US 2014/0373434 A1 paragraph [0046], examples & EP 2762551 A1 & CN 103987821 A & KR 10-2014-0093220 A	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C10M169/04(2006.01)i, C10M101/02(2006.01)i, C10M137/10(2006.01)i, C10M145/14(2006.01)i, C10N10/04(2006.01)n, C10N10/12(2006.01)n, C10N20/00(2006.01)n, C10N20/02(2006.01)n, C10N20/04(2006.01)n, C10N30/00(2006.01)n, C10N30/04(2006.01)n, C10N40/25(2006.01)n

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))

Int.Cl. C10M169/04, C10M101/02, C10M137/10, C10M145/14, C10N10/04, C10N10/12, C10N20/00, C10N20/02, C10N20/04, C10N30/00, C10N30/04, C10N40/25

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 2017-226793 A (JXTGエネルギー株式会社)	1-12
Y	2017.12.28, 特許請求の範囲、段落0005、0018、0034、0049、0053、0090-0095、0099-0102、0113-0115、実施例8 & US 2017/0369808 A1 CLAIMS、段落 0011、0040、0056、0071、0079、0126-0130、0136-0140、Example 8 & CN 107541317 A	1-12

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 28.06.2019	国際調査報告の発送日 09.07.2019
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 厚田 一拓 電話番号 03-3581-1101 内線 3480

C (続き) . 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
Y	JP 2017-186461 A (J X T G エネルギー株式会社) 2017.10.12, 段落0007、0045-0047、実施例1-11 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP 2018-065906 A (J X T G エネルギー株式会社) 2018.04.26, 特許請求の範囲、段落0036-0037 & WO 2018/074522 A1	1-12
Y	JP 2017-043734 A (コスモ石油ルブリカンツ株式会社) 2017.03.02, 特許請求の範囲、段落0003、0006、実施例 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP 2006-299279 A (新日本石油株式会社) 2006.11.02, 段落0092 & US 2002/0142922 A1 段落0121 & EP 1227145 A1	1-12
Y	WO 2016/159258 A1 (出光興産株式会社) 2016.10.06, 段落0046、実施例 & US 2017/0198235 A1 段落0071、EXAMPLES & EP 3279294 A1 & CN 106459816 A & KR 10-2017-0134970 A	1-12
Y	WO 2013/046484 A1 (J X 日鉱日石エネルギー株式会社) 2013.04.04, 段落0043、実施例 & US 2014/0373434 A1 段落0046、EXAMPLES & EP 2762551 A1 & CN 103987821 A & KR 10-2014-0093220 A	1-12