

(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2月14日(14.02.2019)



(10) 国際公開番号

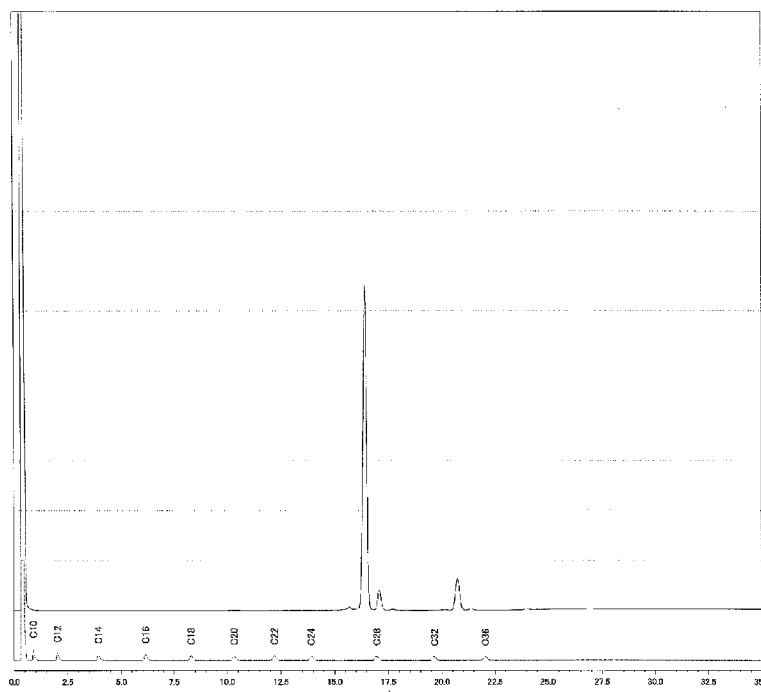
WO 2019/031404 A1

- (51) 国際特許分類:
C10M 169/04 (2006.01) C10N 20/02 (2006.01)
C10M 107/10 (2006.01) C10N 20/04 (2006.01)
C10M 145/14 (2006.01) C10N 30/06 (2006.01)
C10N 10/12 (2006.01) C10N 40/25 (2006.01)
C10N 20/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/029205
- (22) 国際出願日: 2018年8月3日(03.08.2018)
- (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 2017-155733 2017年8月10日(10.08.2017) JP
- (71) 出願人: 出光興産株式会社(IDEMITSU KOSAN CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒1008321 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大木 啓司(OKI, Hiroshi); 〒2990107 千葉県市原市姉崎海岸2-4番地4 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 平澤 賢一, 外(HIRASAWA, Kenichi et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門三丁目2-5番2号 虎ノ門ESビル7階 特許業務法人大谷特許事務所 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,

(54) Title: LUBRICATING OIL COMPOSITION, INTERNAL COMBUSTION ENGINE, AND LUBRICATION METHOD FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 潤滑油組成物、内燃機関、及び内燃機関の潤滑方法

[図2]



(57) Abstract: A lubricating oil composition that includes: a base oil (A) that includes an olefin polymer (A1) that has a prescribed kinematic viscosity, flash point, and pour point, the area of the peak from a decene trimer hydride (A11) being at least 80% of the total area of the peaks detected for the olefin polymer (A1) in a chromatogram; a viscosity index improver (B) that includes a comb polymer (B1); and an organic molybdenum compound (C). The lubricating oil composition is prepared such that the comb polymer (B1) content is within a specific range. The HTHS viscosity and the



WO 2019/031404 A1

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).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

NOACK value of the lubricating oil composition at 50°C and 150°C are within a prescribed range.

(57) 要約 : クロマトグラム中に検出されたオレフィン系重合体 (A 1) に由来のピークの総面積 100% に対する、デセントリマーの水素化物 (A 1 1) に由来のピークの面積割合が 80% 以上であり、所定の動粘度、引火点、及び流動点を有するオレフィン系重合体 (A 1) を含む基油 (A) と、櫛形ポリマー (B 1) を含む粘度指数向上剤 (B) と、有機モリブデン系化合物 (C) と、を含む潤滑油組成物であって、櫛形ポリマー (B 1) の含有量が、特定の範囲に調製され、前記潤滑油組成物の 150°C 及び 50°C における HTHS 粘度、並びに NOACK 値が所定の範囲である潤滑油組成物。

明 細 書

発明の名称：潤滑油組成物、内燃機関、及び内燃機関の潤滑方法
技術分野

[0001] 本発明は、潤滑油組成物、並びに、当該潤滑油組成物を用いた内燃機関及び内燃機関の潤滑方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、自動車等の車両には、エネルギー損失の低減や二酸化炭素の発生量の低減の観点から、省燃費性が求められており、車両に使用されるエンジン油に対しても、省燃費性能の向上が要求されている。

エンジン油の省燃費化の一般的な手段として、エンジン油の動粘度を低減させると共に粘度指数を向上させる調製を行う手法と、エンジン油に有機モリブデン化合物等の摩擦調整剤を添加し、混合潤滑条件下での摩擦低減を図る手法とが挙げられる。

この2つの手法を考慮し、省燃費性を向上させたエンジン油の開発が行われている。

[0003] 例えば、特許文献1には、100℃における動粘度が2～8 mm²/sであり、かつ芳香族含有量が10質量%以下の基油に、金属比が1.01～3.3であり、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と、所定量の有機モリブデン化合物とを含有し、100℃における高温高せん断粘度（HTHS粘度）が5.5 mPa・s以下である内燃機関用潤滑油組成物が記載されている。

特許文献1の記載によれば、前記内燃機関用潤滑油組成物は、混合潤滑条件下での摩擦を低減しつつ、低粘度化されており、省燃費性に優れるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2013-159734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、近年、内燃機関（エンジン）と電動機（モーター）とを動力源として備えたHEV（Hybrid Electric vehicle）に代表されるハイブリッドカーの開発が進められている。

ハイブリッドカーに使用されるエンジン油は、エンジン始動時には加熱され高温となるが、モーター作動時には、エンジンが停止又は低速となり、50℃程度と低温になる。一般的な車両に搭載されるエンジンに用いられるエンジン油の実用温度領域が80℃程度である点に鑑みると、ハイブリッドカーのモーター作動時のエンジン油の温度領域はかなり低温となる。

ここで、一般的な車両に搭載されるエンジンに用いられるエンジン油をハイブリッドカーに用いた場合、エンジン油は、モーターの作動時に、50℃程度の低温となる。そのため、エンジン油が高粘度化し、省燃費性の低下が生じ得る。

[0006] 上記の問題を回避するために、ハイブリッドカーのエンジン油として、低粘度の基油を用いることも考えられる。

しかしながら、一般に、低粘度の基油を用いたエンジン油は、高蒸発性である。そのため、エンジンの高速運転時には、エンジンの熱負荷の増大によって蒸発量が大きくなり、潤滑に必要な油量を十分に保つことができず、エンジン部品の破損を引き起こす可能性がある。

また、エンジンの高速運転時には、当該エンジン油は、高温になる。当該エンジン油が高温になると、粘度の低下が引き起こされ、油膜の保持が難しくなり、摩擦係数の増加を引き起こす傾向にある。

[0007] 加えて、一般に、低粘度の基油を用いたエンジン油は、摩擦調整剤である有機モリブデン系化合物を配合しても、摩擦低減効果が十分に発現され難い傾向にある。

そのため、エンジン油の実用温度領域である80℃程度まで加熱した際に、油膜が保持されず、摩擦係数が増加するといった弊害も生じ得る。

[0008] 本発明は、低蒸発性化しつつも、150℃付近の高温環境下及び50℃付近の低温環境下での双方の使用に際して優れた省燃費性を発現し、摩擦低減効果も高い潤滑油組成物、並びに当該潤滑油組成物を用いた内燃機関及び内燃機関の潤滑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

[0009] 本発明者は、特定の要件を満たすオレフィン系重合体と共に、所定量の楕形ポリマーと有機モリブデン系化合物とを含む潤滑油組成物が、上記課題を解決し得ることを見出した。

[0010] すなわち本発明は、下記[1]～[3]を提供する。

[1] オレフィン系重合体(A1)を含む基油(A)と、
楕形ポリマー(B1)を含む粘度指数向上剤(B)と、

有機モリブデン系化合物(C)と、を含む潤滑油組成物であって、

オレフィン系重合体(A1)が、下記要件(a1)～(a5)

・要件(a1)：クロマトグラフィー分析を行った際、クロマトグラム中に検出されたオレフィン系重合体(A1)に由来のピークの総面積100%に対する、デセントリマーの水素化物(A11)に由来のピークの面積割合が80%以上である。

・要件(a2)：40℃における動粘度が16.0mm²/s以下である。

・要件(a3)：100℃における動粘度が3.0～4.0mm²/sである。

。

・要件(a4)：引火点が220℃以上である。

・要件(a5)：流動点が-30℃以下である。

を満たし、

楕形ポリマー(B1)の含有量が、前記潤滑油組成物の全量基準で、0.30質量%以上であり、

前記潤滑油組成物が、下記要件(I)～(III)

・要件(I)：150℃におけるHTHS粘度(H₁₅₀)が1.5mPa·s以上である。

・要件 (II) : 50℃におけるHTHS粘度 (H_{50}) が12.3 mPa·s未満である。

・要件 (III) : NOACK値が15.0質量%以下である。

を満たす、潤滑油組成物。

[2] ピストンリング及びライナーを備えた摺動機構を有し、且つ、上記[1]に記載の潤滑油組成物を含む、内燃機関。

[3] ピストンリング及びライナーを備えた摺動機構を有する内燃機関の潤滑方法であって、当該ピストンリング及びライナーを、上記[1]に記載の潤滑油組成物を用いて潤滑する、内燃機関の潤滑方法。

発明の効果

[0011] 本発明の潤滑油組成物は、低蒸発性化しつつも、150℃付近の高温環境下及び50℃付近の低温環境下での双方の使用に際して優れた省燃費性を発現し得ると共に、優れた摩擦低減効果も有する。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]ピストンリング及びライナーを備えた摺動機構の構成の概略を示す模式図である。

[図2]製造例1で合成したオレフィン系重合体である基油(a-1)をガスクロマトグラフで分析した際に、得られたクロマトグラムである。

[図3]基油(a-3)をガスクロマトグラフで分析した際に、得られたクロマトグラムである。

[図4]基油(a-4)をガスクロマトグラフで分析した際に、得られたクロマトグラムである。

発明を実施するための形態

[0013] 本明細書において、40℃、50℃、及び100℃における動粘度、並びに、粘度指数は、JIS K2283:2000に準拠して測定又は算出した値である。

本明細書において、各成分の質量平均分子量(Mw)及び数平均分子量(Mn)は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー(GPC)法で測定さ

れる標準ポリスチレン換算の値であり、具体的には実施例に記載の方法により測定された値を意味する。

本明細書において、例えば、「アルキル（メタ）アクリレート」とは、「アルキルアクリレート」及び「アルキルメタクリレート」の双方を示す語として用いており、他の類似用語や同様の標記についても、同じである。

[0014] 〔潤滑油組成物〕

本発明の潤滑油組成物は、オレフィン系重合体（A1）を含む基油（A）と、楕形ポリマー（B1）を含む粘度指数向上剤（B）と、有機モリブデン系化合物（C）とを含み、下記要件（I）～（III）を満たすものである。

・要件（I）：150℃におけるHTHS粘度（ H_{150} ）が1.5 mPa・s以上である。

・要件（II）：50℃におけるHTHS粘度（ H_{50} ）が12.3 mPa・s未満である。

・要件（III）：NOACK値が15.0質量%以下である。

[0015] 本発明の潤滑油組成物は、基油（A）として、特定の要件を満たすオレフィン系重合体（A1）と共に、粘度指数向上剤（B）として、楕形ポリマー（B1）を含むことで、上記要件（I）～（III）を満たすように調製されている。

[0016] 要件（I）で規定するHTHS粘度（ H_{150} ）は、エンジンの高速運転時の高温領域下での潤滑油組成物の粘性を示しており、高温領域下での油膜の保持性能の指標といえる。

本発明の潤滑油組成物は、オレフィン系重合体（A1）と楕形ポリマーとを組み合わせることで、高温環境下では要件（I）を満たす程度まで適度な粘度を保ち、油膜を保持することができる。したがって、高温領域下での省燃費性の向上に寄与することができる。

[0017] 本発明の潤滑油組成物において、150℃におけるHTHS粘度（ H_{150} ）は、要件（I）で規定するとおり、1.5 mPa・s以上であるが、好ましくは1.55 mPa・s以上、より好ましくは1.6 mPa・s以上、更に

好ましくは $1.65 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上、より更に好ましくは $1.7 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上である。

また、本発明の一態様の潤滑油組成物において、 150°C におけるHTHS粘度 (H_{150}) は、好ましくは $3.2 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下、より好ましくは $3.0 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下、更に好ましくは $2.8 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下、より更に好ましくは $2.6 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下である。

[0018] 要件 (II) で規定するHTHS粘度 (H_{50}) は、例えば、ハイブリットカーに搭載されたエンジンが停止又は低速となり、 50°C 程度の低温となった潤滑油組成物の粘性を規定したものである。

本発明の潤滑油組成物は、基油 (A) として、特定の要件を満たすオレフィン系重合体 (A1) を含有し、且つ、粘度指数向上剤 (B) として、橢形ポリマー (B1) を含有している。そのため、ハイブリットカーのエンジン油として用いた際に、 50°C 付近の低温領域下でも、要件 (II) で規定する程まで低粘度化することができる。その結果、本発明の潤滑油組成物は、低温領域下での優れた省燃費性を有する。

[0019] 本発明の潤滑油組成物において、 50°C におけるHTHS粘度 (H_{50}) は、要件 (II) で規定するとおり、 $12.3 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 未満であるが、好ましくは $12.1 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下、より好ましくは $11.7 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下、更に好ましくは $11.4 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下、より更に好ましくは $10.8 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下である。

また、本発明の一態様の潤滑油組成物において、 50°C におけるHTHS粘度 (H_{50}) は、好ましくは $7.0 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上、より好ましくは $7.5 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上、更に好ましくは $8.0 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上、より更に好ましくは $8.5 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上である。

[0020] なお、本明細書において、HTHS粘度は、ASTM D4741に準拠して測定した値を意味する。

[0021] さらに、本発明の潤滑油組成物は、上記要件 (II) を満たすように低粘度化されつつも、上記要件 (III) を満たすように、NOACK値が 15.0 質

量%以下に調製され、低蒸発性化されたものである。

潤滑油組成物のNOACK値が15.0質量%超であると、エンジンの高速運転時には、エンジンの熱負荷の増大によって蒸発量が大きくなり、潤滑に必要な油量を十分に保つことができず、エンジン部品の破損を引き起こす可能性がある。

[0022] 本発明の一態様の潤滑油組成物のNOACK値は、上記の弊害を抑制する観点から、好ましくは14.8質量%以下、より好ましくは14.6質量%以下、更に好ましくは14.5質量%以下であり、また、好ましくは1質量%以上、より好ましくは3質量%以上、更に好ましくは5質量%以上である。

なお、本明細書において、NOACK値は、JPI-5S-41-2004に準拠して測定された値を意味する。

[0023] 本発明の潤滑油組成物は、オレフィン系重合体(A1)を含む基油(A)と、楕形ポリマー(B1)を含む粘度指数向上剤(B)と、有機モリブデン系化合物(C)とを含むものであるが、上記要件(I)～(III)を満たし、且つ、本発明の効果を損なわない範囲で、更に上記以外の潤滑油用添加剤を含有してもよい。

[0024] 本発明の一態様の潤滑油組成物において、成分(A)、(B)、及び(C)の合計含有量としては、当該潤滑油組成物の全量(100質量%)基準で、好ましくは60～100質量%、より好ましくは70～100質量%、更に好ましくは80～100質量%、より更に好ましくは85～100質量%である。

[0025] ここで、本発明の潤滑油組成物は、成分(A)～(C)の種類や含有量等を適宜選択及び設定することで、上記要件(I)～(III)を満たすように調製したものである。

以下、上記要件(I)～(III)を満たすように調製する観点から、本発明の潤滑油組成物の各成分の好適な態様について説明する。

[0026] <基油(A)>

本発明の潤滑油組成物に含まれる基油（A）は、オレフィン系重合体（A1）を含むが、オレフィン系重合体（A1）には該当しない他の基油を含有してもよい。

そのような他の基油の中でも、本発明の一態様の潤滑油組成物において、基油（A）が、さらに下記一般式（1）で表されるエーテル化合物（A2）を含むことが好ましい。



（上記一般式（1）中、 R^1 及び R^2 は、それぞれ独立に、炭素数6～22、好ましくは炭素数8～20のアルキル基を示す。）

[0027] 本発明の一態様の潤滑油組成物に含まれる基油（A）の全量（100質量%）中の成分（A1）の含有量は、好ましくは10～100質量%、より好ましくは15～100質量%、更に好ましくは20～98質量%、より更に好ましくは25～97質量%である。

[0028] また、本発明の一態様の潤滑油組成物に含まれる基油（A）の全量（100質量%）中の成分（A1）及び（A2）の合計含有量は、好ましくは60～100質量%、より好ましくは70～100質量%、更に好ましくは80～100質量%、より更に好ましくは90～100質量%である。

[0029] また、本発明の一態様の潤滑油組成物において、基油（A）の含有量としては、当該潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは55質量%以上、より好ましくは60質量%以上、更に好ましくは65質量%以上、より更に好ましくは70質量%以上、特に好ましくは75質量%以上であり、また、好ましくは99.5質量%以下、より好ましくは99.0質量%以下、更に好ましくは95.0質量%以下である。

[0030] <オレフィン系重合体（A1）>

本発明の潤滑油組成物に、で用いるオレフィン系重合体（A1）は、下記要件（a1）～（a5）を満たす。

・要件（a1）：クロマトグラフィー分析を行った際、クロマトグラム中に検出されたオレフィン系重合体（A1）に由来のピークの総面積100%に

対する、デセントリマーの水素化物（A 1 1）に由来のピークの面積割合が 80%以上である。

- ・要件（a 2）：40℃における動粘度が16.0 mm²/s以下である。
- ・要件（a 3）：100℃における動粘度が3.0～4.0 mm²/sである。
- ・要件（a 4）：引火点が220℃以上である。
- ・要件（a 5）：流動点が-30℃以下である。

[0031] オレフィン系重合体（A 1）は、 α -オレフィンに由来する構成単位を有する重合体である。

オレフィン系重合体（A 1）は、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

ここで、オレフィン系重合体（A 1）が2種以上のオレフィン系重合体からなる混合物である場合、当該混合物が、上記要件（a 1）～（a 5）を満たすものであればよい。

[0032] 要件（a 1）では、クロマトグラフィー分析を行った際、クロマトグラム中に検出されたオレフィン系重合体（A 1）に由来のピークの総面積100%に対する、デセントリマーの水素化物（A 1 1）に由来のピークの面積割合が80%以上である旨を規定している。

つまり、要件（a 1）では、オレフィン系重合体（A 1）中のデセントリマーの水素化物（A 1 1）の含有割合（純度）を規定したものである。

[0033] なお、要件（a 1）で規定する面積割合を算出するにあたり、オレフィン系重合体（A 1）に対してクロマトグラフィー分析を行ってもよく、オレフィン系重合体（A 1）を含む潤滑油組成物に対してクロマトグラフィー分析を行ってもよい。後者の場合、取得したクロマトグラムから、オレフィン系重合体（A 1）に由来のピークを特定した上で、上記の面積割合を算出することができる。

[0034] デセントリマーの水素化物（A 1 1）とは、3分子の1-デセンが重合してなる重合体の水素化物を指す。

なお、オレフィン系重合体（A1）は、デセントリマー以外のデセンオリゴマーの水素化物を含有してもよく、1-デセン以外の α -オレフィンに由来の構成単位を有していてもよい。

また、オレフィン系重合体（A1）は、水素化されていないデセントリマーが含まれていてもよい。

ただし、本発明においては、オレフィン系重合体（A1）は、デセントリマーの水素化物（A11）の含有割合（純度）が、上記要件（a1）を満たす必要がある。

[0035] デセントリマーの水素化物（A11）の存在は、50℃におけるHTHS粘度（ H_{50} ）の低減に寄与する。そのため、上記要件（a1）を満たすオレフィン系重合体（A1）を用いることで、要件（II）を満たす潤滑油組成物の調製が容易となる。

その結果、低温領域下での優れた省燃費性を有する潤滑油組成物とすることが可能となる。

[0036] 上記要件（a1）で規定する、デセントリマーの水素化物（A11）に由来のピークの面積割合は、80%以上であるが、好ましくは83%以上、より好ましくは85%以上である。

なお、本明細書において、上記要件（a1）で規定する成分（A11）に由来のピークの面積割合は、実施例に記載の方法に基づいて測定及び算出された値を意味する。

[0037] オレフィン系重合体（A1）の40℃における動粘度は、要件（II）を満たす潤滑油組成物とする観点から、上記要件（a2）で規定するとおり、 $16.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であり、好ましくは $15.5 \text{ mm}^2/\text{s}$ 以下、より好ましくは $15.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 以下、更に好ましくは $14.5 \text{ mm}^2/\text{s}$ 以下、より更に好ましくは $14.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 以下である。

また、要件（III）を満たす潤滑油組成物に調製する観点から、オレフィン系重合体（A1）の40℃における動粘度は、好ましくは $2.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 以上、より好ましくは $5.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 以上、更に好ましくは $7.0 \text{ mm}^2/\text{s}$

以上である。

[0038] オレフィン系重合体 (A1) の100℃における動粘度は、要件 (I) 及び (III) を満たす潤滑油組成物に調製する観点から、上記要件 (a3) で規定するとおり、 $3.0 \sim 4.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ であり、好ましくは $3.1 \sim 3.9 \text{ mm}^2/\text{s}$ 、より好ましくは $3.2 \sim 3.8 \text{ mm}^2/\text{s}$ 、更に好ましくは $3.3 \sim 3.7 \text{ mm}^2/\text{s}$ である。

[0039] なお、本発明の一態様において、オレフィン系重合体 (A1) の粘度指数としては、好ましくは100以上、より好ましくは105以上、更に好ましくは110以上、より更に好ましくは120以上である。

[0040] オレフィン系重合体 (A1) の引火点は、要件 (III) を満たし低蒸発性であると共に、熱安定性に優れた潤滑油組成物に調製する観点から、上記要件 (a4) で規定するとおり、 220°C 以上であり、好ましくは 222°C 以上、より好ましくは 224°C 以上、更に好ましくは 226°C 以上、より更に好ましくは 230°C 以上である。

また、オレフィン系重合体 (A1) の引火点は、通常 250°C 以下である。

なお、本明細書において、引火点は、JIS K2265-4 (クリーブランド開放法 (COC法)) に準拠して測定した値を意味する。

[0041] オレフィン系重合体 (A1) の流動点は、広範な温度範囲で優れた粘度特性を有する潤滑油組成物とする観点から、上記要件 (a5) で規定するとおり、 -30°C 以下であり、好ましくは -35°C 以下、より好ましくは -40°C 以下、更に好ましくは -45°C 以下、より更に好ましくは -50°C 未満である。

なお、本明細書において、流動点は、JIS K2269に準拠して測定した値を意味する。

[0042] オレフィン系重合体 (A1) を構成する原料モノマーとしては、少なくとも1-デセンを含むが、上記要件 (a1) を満たす範囲で、1-デセン以外の α -オレフィンを含有してもよい。

1-デセン以外の α -オレフィンとしては、炭素数6~20の α -オレフィンが好ましく、具体的には、1-ヘキセン、1-ヘプテン、1-オクテン、1-ノン、1-ウンデセン、1-ドデセン、1-トリデセン、1-テトラデセン、1-ペンタデセン、1-ヘキサデセン、1-ヘプタデセン、1-オクタデセン、1-ノナデセン、及び1-エイコセン等が挙げられる。

これらの α -オレフィンは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0043] 上記要件(a1)を満たすオレフィン系重合体(A1)を得る観点から、オレフィン系重合体(A1)を構成する原料モノマー中の1-デセンの含有割合としては、当該原料モノマーの全量(100質量%)基準で、好ましくは80~100質量%、より好ましくは90~100質量%、更に好ましくは95~100質量%、より更に好ましくは100質量%である。

[0044] ところで、一般的なオレフィン系重合体の合成方法としては、 BF_3 触媒等の酸触媒を用いた、 α -オレフィンの重合反応により得る方法が採用される場合が多い。

しかしながら、上記の合成方法で得られるオレフィン系重合体は、原料モノマーとして1-デセンのみを用いたとしても、得られる生成物中のデセントリマーの含有割合(純度)が低い。上記要件(a1)を満たすオレフィン系重合体(A)とするためには、生成物から、デセントリマー以外の副生成物を除去するための精製処理を行う必要がある場合が多い。

一方で、 α -オレフィンの重合を、メタロセン触媒を用いて行くと、得られるオレフィン系重合体中のデセントリマーの含有割合(純度)が高く、上記要件(a1)を満たすオレフィン系重合体(A)に調製し易い。

なお、当該重合反応時に、メタロセン錯体と共に、助触媒を用いてもよい。助触媒としては、酸素含有有機アルミニウム化合物を用いることが好ましい。

[0045] 本発明の一態様で用いるメタロセン触媒としては、第4族元素を含有し、共役炭素5員環を有する錯体であればよい。

当該第4族元素としては、チタン、ジルコニウム、及びハフニウムが挙げられるが、ジルコニウムが好ましい。

また、共役炭素5員環を有する錯体としては、置換又は無置換のシクロペンタジエニル配位子を有する錯体が好ましい。

[0046] 本発明の一態様で用いるメタロセン触媒としては、例えば、ビス(n-オクタデシルシクロペンタジエニル)ジルコニウムジクロリド、ビス(トリメチルシリルシクロペンタジエニル)ジルコニウムジクロリド、ビス(テトラヒドロインデニル)ジルコニウムジクロリド、ビス[(t-ブチルジメチルシリル)シクロペンタジエニル]ジルコニウムジクロリド、ビス(ジ-t-ブチルシクロペンタジエニル)ジルコニウムジクロリド、(エチリデン-ビスインデニル)ジルコニウムジクロリド、ビスシクロペンタジエニルジルコニウムジクロリド、エチリデンビス(テトラヒドロインデニル)ジルコニウムジクロリド、及び、ビス[3, 3(2-メチルーベンズインデニル)]ジメチルシランジイルジルコニウムジクロリド等が挙げられる。

これらのメタロセン触媒は、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0047] また、助触媒として用いられる酸素含有有機アルミニウム化合物としては、例えば、メチルアルモキサン、エチルアルモキサン、及びイソブチルアルモキサン等が挙げられる。

これらの化合物は、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0048] メタロセン触媒に対する、助触媒の配合比〔助触媒/メタロセン錯体〕は、モル比で、上記要件(a1)を満たすオレフィン系重合体(A1)を得る観点から、好ましくは5~1000、より好ましくは7~500、更に好ましくは10~200である。

[0049] 本発明の一態様で用いるオレフィン系重合体(A1)は、以下の工程(i)~(iii)を経て得られたものであることが好ましい。

・工程(i)：上述の α -オレフィンを含む原料モノマーを、上述のメタロセン触媒を用いて、重合化し、重合体を得る工程。

- ・ 工程 (ii) : 前記重合体をアルカリで処理する工程。
- ・ 工程 (iii) : 工程 (ii) の後の重合体を、水素化処理する工程。

[0050] (工程 (i))

工程 (i) の重合化は、バッチ式でもよく、連続式でもよい。また、メタロセン触媒と共に、助触媒である上述の酸素含有有機アルミニウム化合物を用いてもよい。

工程 (i) では、ベンゼン、エチルベンゼン、トルエン等の有機溶媒の存在下で、原料モノマーの重合化を進行させてもよい。

工程 (i) における重合反応は、反応温度が 15 ~ 100℃で、反応圧力が、大気圧 ~ 0.2 MPa の条件下で行われることが好ましい。

十分に重合化が進行した後、水やアルコールを加えることで、反応を停止させることができる。

[0051] (工程 (ii))

工程 (ii) は、工程 (i) で得られた重合体をアルカリで処理し、メタロセン触媒や酸素含有有機アルミニウム化合物等の触媒成分を除去する工程である。

工程 (ii) で用いるアルカリとしては、例えば、水酸化ナトリウム、炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウム等が挙げられる。

これらのアルカリを、水、又は、メタノール、エタノール、プロパノール等のアルコールに溶解させた溶液を、重合体を含む反応液に加えた後、十分に攪拌し、分液操作を行い、有機層を取り出すことで、触媒成分を除去することができる。

当該溶液の pH は 9 以上であることが好ましい。また当該溶液の温度は、20 ~ 100℃であることが好ましい。

[0052] (工程 (iii))

メタロセン触媒によって製造される重合体は、二重結合を有し、特に、末端ビニリデン二重結合の含有量が多い。当該重合体が有する二重結合は、エンジン油としての使用を妨げる要因となる。そのため、工程 (iii) では、当

該重合体の水素化処理を行ない、重合体を水素化物に変換する。当該水素化物は、完全水素化物であることが好ましい。

工程 (iii) における水素化処理は、重合体を含む系内に、水素ガスを充填し、金属触媒の存在下で加熱することで行われる。

[0053] 水素化処理で用いる金属触媒としては、例えば、ニッケル系触媒、コバルト系触媒、パラジウム系触媒、白金系触媒等を用いることができ、具体的には、珪藻土担持ニッケル触媒、コバルトトリスアセチルアセトナート／有機アルミニウム触媒、活性炭担持パラジウム触媒、アルミナ担持白金触媒等が挙げられる。

[0054] 水素化処理の温度条件としては、通常 200℃以下であり、使用する金属触媒の種類によって適宜設定される。

例えば、ニッケル系触媒を用いる場合には、150～200℃であることが好ましい。

パラジウム系触媒や白金系触媒を用いる場合には、50～150℃であることが好ましい。

コバルトトリスアセチルアセトナート／有機アルミニウム等の均一系還元剤を用いる場合には、20～100℃であることが好ましい。

また、水素化処理を行う際の水素圧としては、常圧～20MPaとすることが好ましい。

[0055] 水素化処理の後、蒸留処理を行ない、副生成物を除去することが好ましい。

蒸留処理は、温度180～450℃、圧力は0.01～100kPaの条件下で行われることが好ましい。

[0056] <エーテル化合物 (A2)>

本発明の一態様の潤滑油組成物において、基油 (A) が、オレフィン系重合体 (A1) と共に、さらに下記一般式 (1) で表されるエーテル化合物 (A2) を含むことが好ましい。



[0057] 上記一般式(1)中、 R^1 及び R^2 は、それぞれ独立に、炭素数6～22のアルキル基を示す。

当該アルキル基としては、例えば、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、2-エチルヘキシル基、ノニル基、デシル基、ウンデシル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ヘキサデシル基、オクタデシル基、エイコシル基、及びイソエイコシル基等が挙げられる。

これらのアルキル基は、直鎖アルキル基であってもよく、分岐鎖アルキル基であってもよい。

[0058] また、 R^1 及び R^2 は、同一であってもよく、互いに異なるものであってもよいが、互いに異なるアルキル基であることが好ましい。

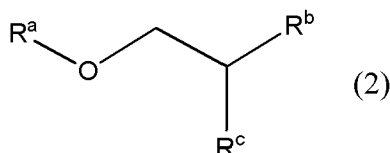
本発明の一態様で用いるエーテル化合物(A2)としては、前記一般式(1)中の R^1 及び R^2 の一方が炭素数6～14(より好ましくは6～12、更に好ましくは6～10)のアルキル基であり、他方が炭素数15～22(より好ましくは16～22、更に好ましくは18～22)のアルキル基であることがより好ましい。

[0059] また、前記一般式(1)中の R^1 及び R^2 の合計炭素数としては、流動点が適度に高いエーテル化合物(A2)とする観点から、好ましくは24以上、より好ましくは26以上、更に好ましくは28以上であり、また、粘度特性が良好なエーテル化合物(A2)とする観点から、好ましくは36以下、より好ましくは34以下、更に好ましくは30以下である。

[0060] また、流動点が適度に高く、粘度特性が良好であるエーテル化合物(A2)とする観点から、前記一般式(1)中の R^1 及び R^2 の一方が直鎖アルキル基であり、他方が分岐鎖アルキル基であることが好ましい。

上記態様のエーテル化合物(A2)としては、下記一般式(2)で表されるエーテル化合物(A2-1)がより好ましい。

[0061] [化1]



- [0062] 前記一般式(2)中、R^aは、炭素数6~22の直鎖アルキル基である。
R^b及びR^cは、直鎖アルキル基であり、R^b及びR^cの合計炭素数は4~20である。
- [0063] R^aとして選択し得る直鎖アルキル基の炭素数としては、粘度指数を向上の観点から、より好ましくは7以上、更に好ましくは8以上であり、また、100℃における動粘度が適切な範囲に調整する観点から、より好ましくは14以下、更に好ましくは10以下である。
- [0064] R^b及びR^cの合計炭素数としては、粘度指数を向上の観点から、より好ましくは13以上、更に好ましくは14以上、より更に好ましくは16以上であり、また、100℃における動粘度が適切な範囲に調整する観点から、より好ましくは21以下、更に好ましくは20以下である。
- [0065] 本発明の一態様で用いるエーテル化合物(A2)の100℃における動粘度としては、好ましくは2.5~3.3mm²/s、より好ましくは2.8~3.2mm²/s、更に好ましくは2.8~3.1mm²/sである。
- [0066] 本発明の一態様で用いるエーテル化合物(A2)の粘度指数としては、好ましくは130以上、より好ましくは135以上、更に好ましくは140以上である。
- [0067] 本発明の一態様の潤滑油組成物において、エーテル化合物(A2)の含有量は、オレフィン系重合体(A1)100質量部に対して、好ましくは30~300質量部、より好ましくは80~280質量部、更に好ましくは90~260質量部、より更に好ましくは100~250質量部である。
エーテル化合物(A2)の含有量が30質量部以上であれば、上記要件(I)を満たす潤滑油組成物に調製することが容易となる。一方、エーテル化合物(A2)の含有量が300質量部以下であれば、有機モリブデン系化合物の摩擦低減効果を発現させ易くすることができる。
- [0068] <成分(A1)及び(A2)以外の他の基油>
なお、本発明の一態様の潤滑油組成物において、本発明の効果を損なわない範囲で、基油(A)として、成分(A1)及び(A2)以外の他の基油を

含有してもよい。

他の基油としては、オレフィン系重合体及びエーテル化合物以外の基油であれば、鉱油であってもよく、合成油であってもよく、鉱油と合成油の混合油であってもよい。

当該鉱油は、1種を単独で、又は2種以上を併用してもよい。

当該合成油は、1種を単独で、又は2種以上を併用してもよい。

また、当該混合油は、当該鉱油から選択される1種以上と、当該合成油から選択される1種以上とを組み合わせたものであってもよい。

[0069] 当該鉱油としては、例えば、パラフィン系原油、中間基系原油、ナフテン系原油等を常圧蒸留して得られる常圧残油；当該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、水素化仕上げ、溶剤脱ろう、接触脱ろう、異性化脱ろう、減圧蒸留等の精製処理の一つ以上の処理を施した鉱油又はワックス（スラックワックス、GTLワックス等）；等が挙げられる。

[0070] 当該合成油としては、例えば、成分（A2）には該当しないエーテル系化合物、ポリグリコール、アルキルベンゼン、及びアルキルナフタレン等が挙げられる。

[0071] また、本発明の一態様において、上記要件（I）～（III）を満たし、ハイブリッドカーに適した潤滑油組成物とする観点、並びに、ゴム材の膨潤や低温での固化を抑制する観点から、モノエステル化合物及びジエステル化合物の含有量は極力少ないほど好ましい。

本発明の一態様の潤滑油組成物において、モノエステル化合物及びジエステル化合物の合計含有量は、前記潤滑油組成物中の基油（A）の全量（100質量%）基準で、好ましくは0～10質量%、より好ましくは0～5質量%、更に好ましくは0～1質量%、より更に好ましくは0～0.1質量%である。

[0072] <粘度指数向上剤（B）>

本発明の潤滑油組成物は、楕形ポリマー（B1）を含む粘度指数向上剤（

B) を含有する。

本発明の潤滑油組成物は、上述のオレフィン系重合体 (A 1) と共に、粘度指数向上剤 (B) として、楕形ポリマー (B 1) を含有しているため、ハイブリットカーのエンジン油として用いた際に、50℃付近の低温領域下でも、要件 (II) で規定する程まで低粘度化することができる。

[0073] また、一般的な粘度指数向上剤であるポリメタクリレートやオレフィン系共重合体を配合した場合に比べて、楕形ポリマー (B 1) を配合することで、有機モリブデン系化合物 (C) の基油 (A) に対する溶解性をより向上させ、摩擦低減効果をより発現させ得る。

さらに、一般的な粘度指数向上剤であるポリメタクリレート等を用いた場合、得られる潤滑油組成物のHTHS粘度は上昇し易く、省燃費性の低下が懸念される。

これに対して、本発明の潤滑油組成物では、粘度指数向上剤として楕形ポリマー (B 1) を用いることで、HTHS粘度の上昇を抑え、優れた省燃費性を発現させることができる。

[0074] なお、本発明の一態様で用いる粘度指数向上剤 (B) は、本発明の効果を損なわない範囲において、楕形ポリマー (B 1) には該当しない他の樹脂分からなる粘度指数向上剤や、楕形ポリマー (B 1) の合成時に使用した未反応の原料化合物、触媒、及び合成時に生じた楕形ポリマーには該当しない樹脂分等の副生成物を含有してもよい。

なお、本明細書において、上記の「樹脂分」とは、質量平均分子量 (M_w) が1000以上で、一定の繰り返し単位を有する重合体を意味する。

[0075] 楕形ポリマー (B 1) には該当しない他の樹脂分からなる粘度指数向上剤としては、例えば、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-プロピレン共重合体等)、分散型オレフィン系共重合体、及びスチレン系共重合体 (例えば、スチレン-ジエン共重合体及びスチレン-イソプレン共重合体等) が挙げられる。

[0076] また、上述の副生成物の含有量は、粘度指数向上剤 (B) 中の固形分の全

量（100質量%）基準で、好ましくは10質量%以下、より好ましくは5質量%以下、更に好ましくは1質量%以下、より更に好ましくは0.1質量%以下である。

なお、上記の「粘度指数向上剤（B）中の固形分」とは、粘度指数向上剤（B）から希釈油を除いた成分を意味し、楕形ポリマー（B1）だけでなく、上述の楕形ポリマー（B1）には該当しない他の樹脂分や副生成物も含まれる。

[0077] 本発明の一態様で用いる粘度指数向上剤（B）は、楕形ポリマー（B1）を含むものであるが、通常はハンドリング性や基油（A）との溶解性を考慮し、この楕形ポリマー（B1）等の樹脂分を含む固形分が、鉱油や合成油等の希釈油により溶解された溶液の形態で市販されていることが多い。

粘度指数向上剤（B）が溶液の形態である場合、当該溶液の固形分濃度としては、当該溶液の全量（100質量%）基準で、通常5～30質量%である。

[0078] 本発明の一態様の潤滑油組成物において、粘度指数向上剤（B）の含有量は、当該潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは0.30～3.20質量%、より好ましくは0.35～3.00質量%、更に好ましくは0.40～2.70質量%、より更に好ましくは0.45～2.40質量%、更になお好ましくは0.50～1.90質量%である。

なお、本明細書において、上記「粘度指数向上剤（B）の含有量」及び後述の「楕形ポリマー（B1）の含有量」は、楕形ポリマー（B1）や上述の他の樹脂分を含む固形分量であって、希釈油の質量は除外したものである。

[0079] 本発明の一態様の潤滑油組成物に含まれる粘度指数向上剤（B）の全量（固形分量、100質量%）中の楕形ポリマー（B1）の含有量としては、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85～100質量%、より更に好ましくは90～100質量%である。

[0080] <楕形ポリマー（B1）>

本発明において「楕形ポリマー」とは、高分子量の側鎖が出ている三叉分岐点を主鎖に数多くもつ構造を有するポリマーを指す。

楕形ポリマー（B1）の存在は、ハイブリットカーのエンジン油として用いた際に、50℃付近の低温領域下での省燃費性に寄与するため、上記要件（II）を満たす潤滑油組成物に調整することを容易にする。

[0081] 楕形ポリマー（B1）の質量平均分子量（Mw）としては、省燃費性能の向上の観点から、好ましくは10万～100万、より好ましくは20万～80万、更に好ましくは25万～75万、より更に好ましくは30万～70万、特に好ましくは35万～65万である。

[0082] 楕形ポリマー（B1）の分子量分布（Mw/Mn）（但し、Mwは楕形ポリマー（B1）の質量平均分子量、Mnは楕形ポリマー（B1）の数平均分子量を示す）としては、潤滑油組成物の省燃費性能の向上の観点から、好ましくは8.00以下、より好ましくは7.00以下、より好ましくは6.50以下、更に好ましくは6.00以下、更に好ましくは5.00以下、より更に好ましくは3.00以下である。なお、楕形ポリマー（B1）の分子量分布が小さくなる程、楕形ポリマー（B1）を基油（A）と共に含有した潤滑油組成物の省燃費性能がより向上する傾向にある。

また、楕形ポリマー（B1）の分子量分布は、下限値としては特に制限はないが、通常1.01以上、好ましくは1.05以上、より好ましくは1.10以上である。

[0083] 本発明の潤滑油組成物において、楕形ポリマー（B1）の含有量は、当該潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、0.30質量%以上であり、好ましくは0.35質量%以上、より好ましくは0.40質量%以上、更に好ましくは0.45質量%以上、より更に好ましくは0.50質量%以上、特に好ましくは0.75質量%以上である。

楕形ポリマー（B1）の含有量が0.30質量%未満であると、要件（I）～（III）をすべて満たす潤滑油組成物の調製が困難となる。特に、高温環境下及び低温環境下での双方の使用に際して省燃費性を向上させることが難

しい。また、有機モリブデン系化合物（C）の添加による摩擦低減効果が十分に発現されない弊害が生じ得る。

[0084] また、本発明の一態様の潤滑油組成物において、楕形ポリマー（B1）の含有量は、当該潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは3.20質量%以下、より好ましくは3.00質量%以下、更に好ましくは2.70質量%以下、より更に好ましくは2.40質量%以下、更になお好ましくは1.90質量%以下である。

[0085] 楕形ポリマー（B1）のSSI（せん断安定性指数）としては、好ましくは12.0以下、より好ましくは10.0以下、更に好ましくは5.0以下、より更に好ましくは3.0以下、特に好ましくは1.0未満である。

また、楕形ポリマー（B1）のSSIは、下限値の制限は特に無いが、通常0.1以上、好ましくは0.2以上である。

[0086] 本明細書において、楕形ポリマー（B1）のSSI（せん断安定性指数）とは、楕形ポリマー（B1）中の樹脂分に由来するせん断による粘度低下をパーセンテージで示すものであり、ASTM D6278に準拠して測定された値である。より具体的には、下記計算式（1）より算出された値である。

[数1]

$$SSI = \frac{Kv_0 - Kv_1}{Kv_0 - Kv_{oil}} \times 100 \quad (1)$$

[0087] 上記式（1）中、 Kv_0 は、樹脂分を含む粘度指数向上剤を鉱油に希釈した試料油の100℃における動粘度の値であり、 Kv_1 は、当該の樹脂分を含む粘度指数向上剤を鉱油に希釈した試料油を、ASTM D6278の手順にしたがって、30サイクル高剪断ディーゼルインジェクターに通過させた後の100℃における動粘度の値である。また、 Kv_{oil} は、当該粘度指数向上剤を希釈する際に用いた鉱油の100℃における動粘度の値である。

[0088] なお、楕形ポリマー（B1）のSSIの値は、楕形ポリマー（B1）の構造によって変化するものである。具体的には、以下に示す傾向があり、これ

らの事項を考慮することで、楕形ポリマー（B1）のSSIの値を容易に調整できる。なお、以下の事項は、あくまで一例であって、これら以外の事項を考慮することによっても調整可能である。

・楕形ポリマーの側鎖がマクロモノマー（x1）で構成され、当該マクロモノマー（x1）に由来する構成単位（X1）の含有量が、構成単位の全量（100モル%）基準で、0.5モル%以上である楕形ポリマーは、SSIの値が低くなる傾向にある。

・楕形ポリマーの側鎖を構成するマクロモノマー（x1）の分子量が大きくなるほど、SSIの値が低くなる傾向にある。

[0089] <楕形ポリマー（B1）の構成単位>

以下、本発明の一態様で用いる楕形ポリマー（B1）の構成単位について説明する。

なお、本発明の一態様において、「楕形ポリマー（B1）を使用すれば、必然的に、上記要件（II）を満たす潤滑油組成物が得られる」というわけではない。

一般的に、楕形ポリマーとしては、非常に多くの構成を有するものが知られている。

本発明においては、このような非常に多く存在している楕形ポリマーの中から、上述の好適な態様を適宜考慮し、特定の楕形ポリマー（B1）を選択して、要件（II）を満たす潤滑油組成物としている。

以下の記載において、それぞれの構成単位の好適な態様に関する事項は、特に断りが無い限り、要件（II）を満たす潤滑油組成物に調整するための手段として示したものである。

[0090] 楕形ポリマー（B1）としては、マクロモノマー（x1）に由来する構成単位（X1）を少なくとも有する重合体が好ましい。この構成単位（X1）が、上述の「高分子量の側鎖」に該当する。

なお、本発明において、上記の「マクロモノマー」とは、重合性官能基を有する高分子量モノマーのことを意味し、末端に重合性官能基を有する高分

子量モノマーであることが好ましい。

[0091] 側鎖に対して、主鎖が相対的に長い楕形ポリマーほど、せん断安定性が低い。その性質が、50℃付近の低温領域下でも、省燃費性の向上に寄与すると考えられる。

[0092] 本発明の一態様で用いる楕形ポリマー（B1）において、上記観点から、構成単位（X1）の含有量としては、楕形ポリマー（B1）の構成単位の全量（100モル%）基準で、好ましくは0.1モル%以上10モル%未満、より好ましくは0.2～7モル%、更に好ましくは0.3～5モル%、より更に好ましくは0.5～3モル%である。

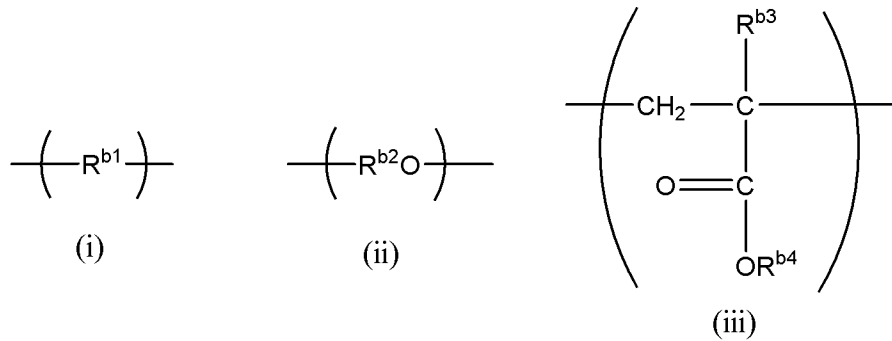
なお、本明細書において、楕形ポリマー（B1）における各構成単位の含有量は、¹³C-NMR定量スペクトルを解析して算出した値を意味する。

[0093] マクロモノマー（x1）の数平均分子量（Mn）としては、上記観点から、好ましくは300以上、より好ましくは500以上、更に好ましくは1,000以上、より更に好ましくは2,000以上、特に好ましくは4,000以上であり、また、好ましくは100,000以下、より好ましくは50,000以下、更に好ましくは20,000以下、より更に好ましくは10,000以下である。

[0094] マクロモノマー（x1）が有する重合性官能基としては、例えば、アクリロイル基（ $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COO}-$ ）、メタクリロイル基（ $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COO}-$ ）、エテニル基（ $\text{CH}_2=\text{CH}-$ ）、ビニルエーテル基（ $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{O}-$ ）、アリル基（ $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$ ）、アリルエーテル基（ $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{O}-$ ）、 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CONH}-$ で表される基、及び $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CONH}-$ で表される基等が挙げられる。

[0095] マクロモノマー（x1）は、上記重合性官能基以外に、例えば、以下の一般式（i）～（iii）で表される繰り返し単位を1種以上有していてもよい。

[化2]



[0096] 上記一般式 (i) 中、 $\text{R}^{\text{b}1}$ は、炭素数1～10の直鎖又は分岐鎖のアルキレン基を示し、具体的には、メチレン基、エチレン基、1, 2-プロピレン基、1, 3-プロピレン基、1, 2-ブチレン基、1, 3-ブチレン基、1, 4-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、及び2-エチルヘキシレン基等が挙げられる。

上記一般式 (ii) 中、 $\text{R}^{\text{b}2}$ は、炭素数2～4の直鎖又は分岐鎖のアルキレン基を示し、具体的には、エチレン基、1, 2-プロピレン基、1, 3-プロピレン基、1, 2-ブチレン基、1, 3-ブチレン基、及び1, 4-ブチレン基等が挙げられる。

上記一般式 (iii) 中、 $\text{R}^{\text{b}3}$ は、水素原子又はメチル基を示す。

また、 $\text{R}^{\text{b}4}$ は炭素数1～10の直鎖又は分岐鎖のアルキル基を示し、具体的には、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、*n*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、*n*-ノニル基、*n*-デシル基、イソプロピル基、イソブチル基、*sec*-ブチル基、*t*-ブチル基、イソペンチル基、*t*-ペンチル基、イソヘキシル基、*t*-ヘキシル基、イソヘプチル基、*t*-ヘプチル基、2-エチルヘキシル基、イソオクチル基、イソノニル基、及びイソデシル基等が挙げられる。

なお、上記一般式 (i) ～ (iii) で表される繰り返し単位をそれぞれ複数有する場合には、 $\text{R}^{\text{b}1}$ 、 $\text{R}^{\text{b}2}$ 、 $\text{R}^{\text{b}3}$ 、及び $\text{R}^{\text{b}4}$ は、それぞれ同一であってもよく、互いに異なるものであってもよい。

[0097] 本発明の一態様において、マクロモノマー (x 1) としては、前記一般式 (i) で表される繰り返し単位を有する重合体であることが好ましく、前記一般式 (i) 中の R¹が 1, 2-ブチレン基及び/又は 1, 4-ブチレン基である繰り返し単位 (X 1-1) を有する重合体であることがより好ましい。

[0098] 繰り返し単位 (X 1-1) の含有量としては、マクロモノマー (x 1) の構成単位の全量 (100モル%) 基準で、好ましくは 1~100モル%、より好ましくは 20~95モル%、更に好ましくは 40~90モル%、より更に好ましくは 50~80モル%である。

[0099] なお、マクロモノマー (x 1) が、前記一般式 (i) ~ (iii) から選ばれる 2種以上の繰り返し単位を有する共重合体である場合、共重合の形態としては、ブロック共重合体であってもよく、ランダム共重合体であってもよい。

[0100] 本発明の一態様で用いる楕形ポリマー (B 1) は、1種類のマクロモノマー (x 1) に由来する構成単位 (X 1) のみからなる単独重合体でもよく、2種類以上のマクロモノマー (x 1) に由来する構成単位 (X 1) を含む共重合体であってもよい。

また、本発明の一態様で用いる楕形ポリマー (B 1) は、マクロモノマー (x 1) に由来する構成単位と共に、マクロモノマー (x 1) 以外の他のモノマー (x 2) に由来する構成単位 (X 2) を含む共重合体であってもよい。

このような楕形ポリマーの具体的な構造としては、モノマー (x 2) に由来する構成単位 (X 2) を含む主鎖に対して、マクロモノマー (x 1) に由来する構成単位 (X 1) を含む、側鎖を有する共重合体为好ましい。より好ましくは、モノマー (x 2) に由来する構成単位 (X 2) を含む主鎖に対して、マクロモノマー (x 1) に由来する構成単位 (X 1) も主鎖として含む共重合体とすることである。

[0101] モノマー (x 2) としては、例えば、下記一般式 (a 1) で表される単量

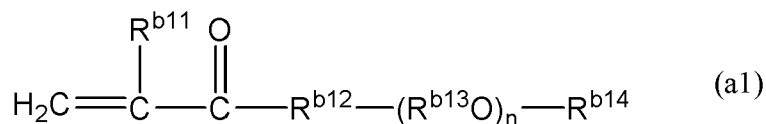
体 (x 2 - a)、アルキル (メタ) アクリレート (x 2 - b)、窒素原子含有ビニル単量体 (x 2 - c)、水酸基含有ビニル単量体 (x 2 - d)、リン原子含有単量体 (x 2 - e)、脂肪族炭化水素系ビニル単量体 (x 2 - f)、脂環式炭化水素系ビニル単量体 (x 2 - g)、ビニルエステル類 (x 2 - h)、ビニルエーテル類 (x 2 - i)、ビニルケトン類 (x 2 - j)、エポキシ基含有ビニル単量体 (x 2 - k)、ハロゲン元素含有ビニル単量体 (x 2 - l)、不飽和ポリカルボン酸のエステル (x 2 - m)、(ジ) アルキルフマレート (x 2 - n)、(ジ) アルキルマレエート (x 2 - o)、及び芳香族炭化水素系ビニル単量体 (x 2 - p) 等が挙げられる。

[0102] なお、モノマー (x 2) としては、窒素原子含有ビニル単量体 (x 2 - c)、リン原子含有単量体 (x 2 - e)、及び芳香族炭化水素系ビニル単量体 (x 2 - p) 以外の単量体が好ましい。

また、モノマー (x 2) としては、下記一般式 (a 1) で表される単量体 (x 2 - a)、アルキル (メタ) アクリレート (x 2 - b)、及び水酸基含有ビニル単量体 (x 2 - d) から選ばれる 1 種以上を含むことが好ましく、水酸基含有ビニル単量体 (x 2 - d) を少なくとも含むことがより好ましい。

[0103] (下記一般式 (a 1) で表される単量体 (x 2 - a))

[化3]



[0104] 上記一般式 (a 1) 中、R^{b11}は、水素原子又はメチル基を示す。

R^{b12}は、単結合、炭素数 1 ~ 10 の直鎖又は分岐鎖のアルキレン基、-O-、もしくは -NH- を示す。

R^{b13}は、炭素数 2 ~ 4 の直鎖又は分岐鎖のアルキレン基を示す。また、n は 1 以上の整数 (好ましくは 1 ~ 20 の整数、より好ましくは 1 ~ 5 の整数) を示す。なお、n が 2 以上の整数の場合、複数の R^{b13}は、同一であってもよく、異なってもよく、さらに、(R^{b13}O)_n部分は、ランダム結合でも

ブロック結合でもよい。

R^{b14} は、炭素数1～60（好ましくは10～50、より好ましくは20～40）の直鎖又は分岐鎖のアルキル基を示す。

上記の「炭素数1～10の直鎖又は分岐鎖のアルキレン基」、「炭素数2～4の直鎖又は分岐鎖のアルキレン基」、及び「炭素数1～60の直鎖又は分岐鎖のアルキル基」の具体的な基としては、上述の一般式(i)～(iii)に関する記載で例示した基と同じものが挙げられる。

[0105] (アルキル(メタ)アクリレート($x2-b$))

アルキル(メタ)アクリレート($x2-b$)としては、例えば、メチル(メタ)アクリレート、エチル(メタ)アクリレート、 n -プロピル(メタ)アクリレート、イソプロピル(メタ)アクリレート、 n -ブチル(メタ)アクリレート、 t -ブチル(メタ)アクリレート、ペンチル(メタ)アクリレート、ヘキシル(メタ)アクリレート、2-エチルヘキシル(メタ)アクリレート、ヘプチル(メタ)アクリレート、2- t -ブチルヘプチル(メタ)アクリレート、オクチル(メタ)アクリレート、及び3-イソプロピルヘプチル(メタ)アクリレート等が挙げられる。

[0106] アルキル(メタ)アクリレート($x2-b$)が有するアルキル基の炭素数としては、好ましくは4～30、より好ましくは4～24、更に好ましくは4～18である。

なお、当該アルキル基は、直鎖アルキル基でもよく、分岐鎖アルキル基でもよい。

[0107] 本発明の一態様において、モノマー($x2$)が、アルキル(メタ)アクリレート($x2-b$)として、ブチル(メタ)アクリレートと、炭素数12～20のアルキル基を有するアルキル(メタ)アクリレートとを共に含むことで、上記要件(II)を満たす潤滑油組成物に調整し易い。

[0108] ブチル(メタ)アクリレートに由来の構成単位(α)と、炭素数12～20のアルキル基を有するアルキル(メタ)アクリレートに由来の構成単位(β)との含有量比〔(α)/(β)〕としては、モル比で、好ましくは7.

00以上、より好ましくは8.50以上、更に好ましくは10.00以上であり、また、好ましくは20以下である。

[0109] ブチル（メタ）アクリレートに由来の構成単位（ α ）の含有量としては、楕形ポリマー（B1）の構成単位の全量（100モル%）基準で、好ましくは40～95モル%、より好ましくは50～90モル%、更に好ましくは60～85モル%である。

[0110] 炭素数12～20のアルキル基を有するアルキル（メタ）アクリレートに由来の構成単位（ β ）の含有量としては、楕形ポリマー（B1）の構成単位の全量（100モル%）基準で、好ましくは1～30モル%、より好ましくは3～25モル%、更に好ましくは5～20モル%である。

[0111] （窒素原子含有ビニル単量体（ $x2-c$ ））

窒素原子含有ビニル単量体（ $x2-c$ ）としては、例えば、アミド基含有ビニル単量体（ $x2-c1$ ）、ニトロ基含有単量体（ $x2-c2$ ）、1級アミノ基含有ビニル単量体（ $x2-c3$ ）、2級アミノ基含有ビニル単量体（ $x2-c4$ ）、3級アミノ基含有ビニル単量体（ $x2-c5$ ）、及びニトリル基含有ビニル単量体（ $x2-c6$ ）等が挙げられる。

[0112] アミド基含有ビニル単量体（ $x2-c1$ ）としては、例えば、（メタ）アクリルアミド；N-メチル（メタ）アクリルアミド、N-エチル（メタ）アクリルアミド、N-イソプロピル（メタ）アクリルアミド、N-n-ブチル（メタ）アクリルアミド、及びN-イソブチル（メタ）アクリルアミド等のモノアルキルアミノ（メタ）アクリルアミド；N-メチルアミノエチル（メタ）アクリルアミド、N-エチルアミノエチル（メタ）アクリルアミド、N-イソプロピルアミノ-n-ブチル（メタ）アクリルアミド、N-n-ブチルアミノ-n-ブチル（メタ）アクリルアミド、及びN-イソブチルアミノ-n-ブチル（メタ）アクリルアミド等のモノアルキルアミノアルキル（メタ）アクリルアミド；N, N-ジメチル（メタ）アクリルアミド、N, N-ジエチル（メタ）アクリルアミド、N, N-ジイソプロピル（メタ）アクリルアミド、及びN, N-ジー-n-ブチル（メタ）アクリルアミド等のジアル

キルアミノ（メタ）アクリルアミド；N，N-ジメチルアミノエチル（メタ）アクリルアミド、N，N-ジエチルアミノエチル（メタ）アクリルアミド、N，N-ジメチルアミノプロピル（メタ）アクリルアミド、及びN，N-ジ-n-ブチルアミノブチル（メタ）アクリルアミド等のジアルキルアミノアルキル（メタ）アクリルアミド；N-ビニルホルムアミド、N-ビニルアセトアミド、N-ビニル-n-プロピオニルアミド、N-ビニルイソプロピオニルアミド、及びN-ビニルヒドロキシアセトアミド等のN-ビニルカルボン酸アミド；等が挙げられる。

[0113] ニトロ基含有単量体（ $x2 - c2$ ）としては、例えば、ニトロエチレン及び3-ニトロ-1-プロペン等が挙げられる。

[0114] 1級アミノ基含有ビニル単量体（ $x2 - c3$ ）としては、例えば、（メタ）アリルアミン及びクロチルアミン等の炭素数3～6のアルケニル基を有するアルケニルアミン；アミノエチル（メタ）アクリレート等の炭素数2～6のアルキル基を有するアミノアルキル（メタ）アクリレート；等が挙げられる。

[0115] 2級アミノ基含有ビニル単量体（ $x2 - c4$ ）としては、例えば、t-ブチルアミノエチル（メタ）アクリレート及びメチルアミノエチル（メタ）アクリレート等のモノアルキルアミノアルキル（メタ）アクリレート；ジ（メタ）アリルアミン等の炭素数6～12のジアルケニルアミン；等が挙げられる。

[0116] 3級アミノ基含有ビニル単量体（ $x2 - c5$ ）としては、例えば、ジメチルアミノエチル（メタ）アクリレート及びジエチルアミノエチル（メタ）アクリレート等のジアルキルアミノアルキル（メタ）アクリレート；モルホリノエチル（メタ）アクリレート等の窒素原子を有する脂環式（メタ）アクリレート；及びこれらの塩酸塩、硫酸塩、リン酸塩又は低級アルキル（炭素数1～8）モノカルボン酸（酢酸及びプロピオン酸等）塩；等が挙げられる。

[0117] ニトリル基含有ビニル単量体（ $x2 - c6$ ）としては、例えば、（メタ）アクリロニトリル等が挙げられる。

[0118] なお、本発明の一態様で用いる楕形ポリマー（B 1）において、窒素原子含有ビニル単量体（ $x 2 - c$ ）に由来する構成単位の含有量は、極力少ないほど好ましい。

具体的な窒素原子含有ビニル単量体（ $x 2 - c$ ）に由来する構成単位の含有量としては、楕形ポリマー（B 1）の構成単位の全量（100モル%）基準で、好ましくは1.0モル%未満、より好ましくは0.5モル%未満、更に好ましくは0.1モル%未満、より更に好ましくは0.01モル%未満、特に好ましくは0モル%である。

[0119] （水酸基含有ビニル単量体（ $x 2 - d$ ））

水酸基含有ビニル単量体（ $x 2 - d$ ）としては、例えば、ヒドロキシル基含有ビニル単量体（ $x 2 - d 1$ ）、及びポリオキシアルキレン鎖含有ビニル単量体（ $x 2 - d 2$ ）等が挙げられる。

[0120] ヒドロキシル基含有ビニル単量体（ $x 2 - d 1$ ）としては、例えば、2-ヒドロキシエチル（メタ）アクリレート、及び2-又は3-ヒドロキシプロピル（メタ）アクリレート等の炭素数2~6のアルキル基を有するヒドロキシアルキル（メタ）アクリレート；N，N-ジヒドロキシメチル（メタ）アクリルアミド、N，N-ジヒドロキシプロピル（メタ）アクリルアミド、N，N-ジ-2-ヒドロキシブチル（メタ）アクリルアミド等の炭素数1~4のアルキル基を有するモノ-又はジ-ヒドロキシアルキル置換（メタ）アクリルアミド；ビニルアルコール；（メタ）アリルアルコール、クロチルアルコール、イソクロチルアルコール、1-オクテノール及び1-ウンデセノール等の炭素数3~12のアルケノール；1-ブテン-3-オール、2-ブテン-1-オール及び2-ブテン-1，4-ジオール等の炭素数4~12のアルケンモノオール又はアルケンジオール；2-ヒドロキシエチルプロペニルエーテル等の炭素数1~6のアルキル基及び炭素数3~10のアルケニル基を有するヒドロキシアルキルアルケニルエーテル；グリセリン、ペンタエリスリトール、ソルビトール、ソルビタン、ジグリセリン、糖類、及び蔗糖等の多価アルコールに、アルケニル基やマクロモノマー（ $x 1$ ）が有する上述

の重合性官能基等の不飽和基を導入した化合物；グリセリン酸やグリセリン脂肪酸エステルに、アルケニル基やマクロモノマー（ $\times 1$ ）が有する上述の重合性官能基等の不飽和基を導入した化合物等が挙げられる。

これらの中でも、2つ以上の水酸基を有するヒドロキシル基含有ビニル単量体が好ましく、多価アルコール又はグリセリン酸に前記不飽和基を導入した化合物がより好ましい。

[0121] ポリオキシアルキレン鎖含有ビニル単量体（ $\times 2 - d 2$ ）としては、例えば、ポリオキシアルキレングリコール（アルキレン基の炭素数2～4、重合度2～50）、ポリオキシアルキレンポリオール（上述の多価アルコールのポリオキシアルキレンエーテル（アルキレン基の炭素数2～4、重合度2～100））、及び、ポリオキシアルキレングリコール又はポリオキシアルキレンポリオールのアルキル（炭素数1～4）エーテルから選ばれる化合物に、前記不飽和基を導入した化合物が挙げられる。

具体的には、ポリエチレングリコール（ $M_n : 100 \sim 300$ ）モノ（メタ）アクリレート、ポリプロピレングリコール（ $M_n : 130 \sim 500$ ）モノ（メタ）アクリレート、メトキシポリエチレングリコール（ $M_n : 110 \sim 310$ ）（メタ）アクリレート、ラウリルアルコールエチレンオキサイド付加物（2～30モル）（メタ）アクリレート、及びモノ（メタ）アクリル酸ポリオキシエチレン（ $M_n : 150 \sim 230$ ）ソルビタン等が挙げられる。

[0122] 水酸基含有ビニル単量体（ $\times 2 - d$ ）に由来する構成単位の含有量としては、楕形ポリマー（B1）の構成単位の全量（100モル%）基準で、好ましくは0.1～30モル%、より好ましくは0.5～20モル%、更に好ましくは1～15モル%、より更に好ましくは3～10モル%である。

[0123] （リン原子含有単量体（ $\times 2 - e$ ））

リン原子含有単量体（ $\times 2 - e$ ）としては、例えば、リン酸エステル基含有単量体（ $\times 2 - e 1$ ）及びホスホノ基含有単量体（ $\times 2 - e 2$ ）等が挙げられる。

[0124] リン酸エステル基含有単量体 ($\times 2 - e 1$) としては、例えば、(メタ) アクリロイルオキシエチルホスフェート及び(メタ) アクリロイルオキシイソプロピルホスフェート等の炭素数2~4のアルキル基を有する(メタ) アクリロイルオキシアルキルリン酸エステル；リン酸ビニル、リン酸アリル、リン酸プロペニル、リン酸イソプロペニル、リン酸ブテニル、リン酸ペンテニル、リン酸オクテニル、リン酸デセニル、及びリン酸ドデセニル等の炭素数2~12のアルケニル基を有するリン酸アルケニルエステル；等が挙げられる。

[0125] ホスホノ基含有単量体 ($\times 2 - e 2$) としては、例えば、(メタ) アクリロイルオキシエチルホスホン酸等の炭素数2~4のアルキル基を有する(メタ) アクリロイルオキシアルキルホスホン酸；ビニルホスホン酸、アリルホスホン酸、及びオクテニルホスホン酸等の炭素数2~12のアルケニル基を有するアルケニルホスホン酸；等が挙げられる。

[0126] なお、本発明の一態様で用いる楕形ポリマー (B 1) において、リン原子含有単量体 ($\times 2 - e$) に由来する構成単位の含有量は、極力少ないほど好ましい。

具体的なリン原子含有単量体 ($\times 2 - e$) に由来する構成単位の含有量としては、楕形ポリマー (B 1) の構成単位の全量 (100モル%) 基準で、好ましくは1.0モル%未満、より好ましくは0.5モル%未満、更に好ましくは0.1モル%未満、より更に好ましくは0.01モル%未満、特に好ましくは0モル%である。

[0127] (脂肪族炭化水素系ビニル単量体 ($\times 2 - f$))

脂肪族炭化水素系ビニル単量体 ($\times 2 - f$) としては、例えば、エチレン、プロピレン、ブテン、イソブチレン、ペンテン、ヘプテン、ジイソブチレン、オクテン、ドデセン、及びオクタデセン等の炭素数2~20のアルケン；ブタジエン、イソプレン、1,4-ペンタジエン、1,6-ヘプタジエン及び1,7-オクタジエン等の炭素数4~12のアルカジエン；等が挙げられる。

脂肪族炭化水素系ビニル単量体 ($\times 2 - f$) の炭素数としては、好ましくは 2 ~ 30、より好ましくは 2 ~ 20、更に好ましくは 2 ~ 12 である。

[0128] (脂環式炭化水素系ビニル単量体 ($\times 2 - g$))

脂環式炭化水素系ビニル単量体 ($\times 2 - g$) としては、例えば、シクロヘキセン、(ジ)シクロペンタジエン、ピネン、リモネン、ビニルシクロヘキセン、及びエチリデンビスシクロヘプテン等が挙げられる。

脂環式炭化水素系ビニル単量体 ($\times 2 - g$) の炭素数としては、好ましくは 3 ~ 30、より好ましくは 3 ~ 20、更に好ましくは 3 ~ 12 である。

[0129] (ビニルエステル類 ($\times 2 - h$))

ビニルエステル類 ($\times 2 - h$) としては、例えば、酢酸ビニル、プロピオン酸ビニル、酪酸ビニル、及びオクタン酸ビニル等の炭素数 2 ~ 12 の飽和脂肪酸のビニルエステル等が挙げられる。

[0130] (ビニルエーテル類 ($\times 2 - i$))

ビニルエーテル類 ($\times 2 - i$) としては、例えば、メチルビニルエーテル、エチルビニルエーテル、プロピルビニルエーテル、ブチルビニルエーテル、及び 2-エチルヘキシルビニルエーテル等の炭素数 1 ~ 12 のアルキルビニルエーテル；ビニル-2-メトキシエチルエーテル、及びビニル-2-ブトキシエチルエーテル等の炭素数 1 ~ 12 のアルコキシアルキルビニルエーテル；等が挙げられる。

[0131] (ビニルケトン類 ($\times 2 - j$))

ビニルケトン類 ($\times 2 - j$) としては、例えば、メチルビニルケトン、及びエチルビニルケトン等の炭素数 1 ~ 8 のアルキルビニルケトン；等が挙げられる。

[0132] (エポキシ基含有ビニル単量体 ($\times 2 - k$))

エポキシ基含有ビニル単量体 ($\times 2 - k$) としては、例えば、グリシジル(メタ)アクリレート及びグリシジル(メタ)アリルエーテル等が挙げられる。

[0133] (ハロゲン元素含有ビニル単量体 ($\times 2 - l$))

ハロゲン元素含有ビニル単量体 ($\times 2 - 1$) としては、例えば、塩化ビニル、臭化ビニル、塩化ビニリデン、塩化(メタ)アリル等が挙げられる。

[0134] (不飽和ポリカルボン酸のエステル ($\times 2 - m$))

不飽和ポリカルボン酸のエステル ($\times 2 - m$) としては、例えば、不飽和ポリカルボン酸のアルキルエステル、不飽和ポリカルボン酸のシクロアルキルエステル、不飽和ポリカルボン酸のアラルキルエステル等が挙げられ、不飽和カルボン酸としては、例えば、マレイン酸、フマル酸、及びイタコン酸等が挙げられる。

[0135] ((ジ)アルキルフマレート ($\times 2 - n$))

(ジ)アルキルフマレート ($\times 2 - n$) としては、例えば、モノメチルフマレート、ジメチルフマレート、モノエチルフマレート、ジエチルフマレート、メチルエチルフマレート、モノブチルフマレート、ジブチルフマレート、ジペンチルフマレート、及びジヘキシルフマレート等が挙げられる。

[0136] ((ジ)アルキルマレエート ($\times 2 - o$))

(ジ)アルキルマレエート ($\times 2 - o$) としては、例えば、モノメチルマレエート、ジメチルマレエート、モノエチルマレエート、ジエチルマレエート、メチルエチルマレエート、モノブチルマレエート、及びジブチルマレエート等が挙げられる。

[0137] (芳香族炭化水素系ビニル単量体 ($\times 2 - p$))

芳香族炭化水素系ビニル単量体 ($\times 2 - p$) としては、例えば、スチレン、 α -メチルスチレン、 α -エチルスチレン、ビニルトルエン、2,4-ジメチルスチレン、4-エチルスチレン、4-イソプロピルスチレン、4-ブチルスチレン、4-フェニルスチレン、4-シクロヘキシルスチレン、4-ベンジルスチレン、 p -メチルスチレン、モノクロロスチレン、ジクロロスチレン、トリブロモスチレン、テトラブロモスチレン、4-クロチルベンゼン、インデン、及び2-ビニルナフタレン等が挙げられる。

芳香族炭化水素系ビニル単量体 ($\times 2 - p$) の炭素数としては、好ましくは8~30、より好ましくは8~20、更に好ましくは8~18である。

[0138] なお、本発明の一態様で用いる楕形ポリマー（B1）において、芳香族炭化水素系ビニル単量体（ $x2-p$ ）に由来する構成単位の含有量は、極力少ないほど好ましい。

具体的な芳香族炭化水素系ビニル単量体（ $x2-p$ ）に由来する構成単位の含有量としては、楕形ポリマー（B1）の構成単位の全量（100モル%）基準で、好ましくは1.0モル%未満、より好ましくは0.5モル%未満、更に好ましくは0.1モル%未満、より更に好ましくは0.01モル%未満、特に好ましくは0モル%である。

[0139] <有機モリブデン系化合物（C）>

本発明の潤滑油組成物は、摩擦調整剤として、有機モリブデン系化合物（C）を含有する。

本発明の潤滑油組成物は、基油（A）として、上述のオレフィン系重合体（A1）を含有し、粘度指数向上剤（B）として、楕形ポリマー（B1）を含有するため、成分（C）の配合による摩擦低減効果が発現され易い。

[0140] 本発明の一態様の潤滑油組成物において、有機モリブデン系化合物（C）のモリブデン原子換算での含有量は、当該潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは400～1000質量ppm、より好ましくは500～950質量ppm、更に好ましくは600～900質量ppm、より更に好ましくは650～850質量ppmである。

なお、本明細書において、モリブデン原子の含有量は、JPI-5S-38-92に準拠して測定した値を意味する。

[0141] 本発明の一態様の潤滑油組成物において、楕形ポリマー（B1）100質量部に対する、有機モリブデン系化合物（C）のモリブデン原子換算での含有量が、好ましくは1.0～10.0質量部、より好ましくは1.5～7.5質量部、更に好ましくは2.0～6.0質量部、より更に好ましくは2.5～5.0質量部である。

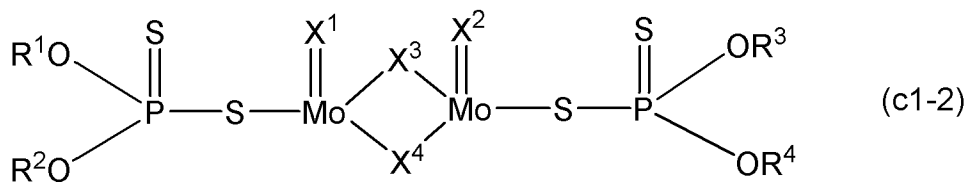
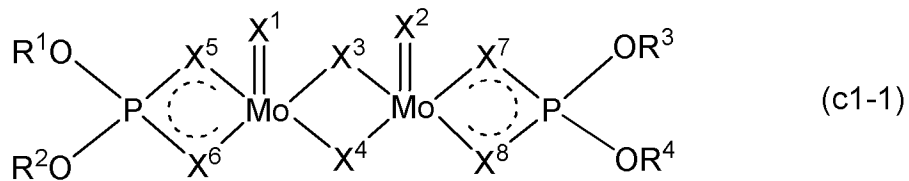
[0142] 本発明の一態様で用いる有機モリブデン系化合物（C）としては、モリブデン原子を有する有機化合物であれば用いることができるが、摩擦低減効果

の向上の観点から、ジチオリン酸モリブデン（MoDTP）、ジチオカルバミン酸モリブデン（MoDTC）が好ましい。

なお、有機モリブデン系化合物（C）は、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0143] ジチオリン酸モリブデン（MoDTP）としては、下記一般式（c1-1）で表される化合物、又は、下記一般式（c1-2）で表される化合物が好ましい。

[化4]



[0144] 上記一般式（c1-1）及び（c1-2）中、 $R^1 \sim R^4$ は、それぞれ独立に、炭化水素基を示し、互いに同一であってもよく、異なってもよい。

$X^1 \sim X^8$ は、それぞれ独立に、酸素原子又は硫黄原子を示し、互いに同一であってもよく、異なってもよい。ただし、式（c1-1）中の $X^1 \sim X^8$ の少なくとも二つは硫黄原子である。

[0145] なお、本発明の一態様においては、前記一般式（c1-1）中、 X^1 及び X^2 が酸素原子であり、 $X^3 \sim X^8$ が硫黄原子であることが好ましい。

上記一般式（c1-1）において、溶解性を向上させる観点から、 $X^1 \sim X^8$ 中の硫黄原子と酸素原子とのモル比〔硫黄原子／酸素原子〕が、好ましくは $1/4 \sim 4/1$ 、より好ましくは $1/3 \sim 3/1$ である。

[0146] また、前記一般式（c1-2）中、 X^1 及び X^2 が酸素原子であり、 X^3 及び X^4 が硫黄原子であることが好ましい。

上記一般式（c1-2）において、上記と同様の観点から、 $X^1 \sim X^4$ 中の

硫黄原子と酸素原子とのモル比〔硫黄原子／酸素原子〕が、好ましくは1／3～3／1、より好ましくは1.5／2.5～2.5／1.5である。

[0147] R¹～R⁴として選択し得る炭化水素基の炭素数は、好ましくは1～20、より好ましくは5～18、更に好ましくは5～16、より更に好ましくは5～12である。

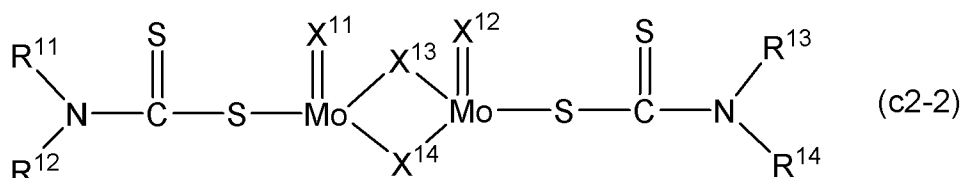
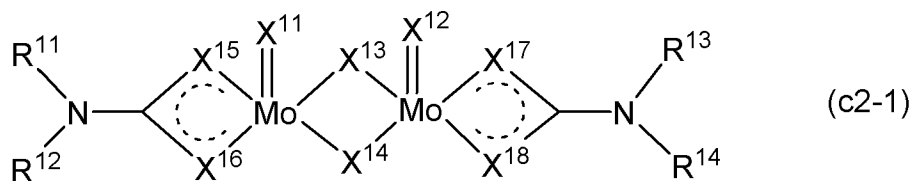
R¹～R⁴として選択し得る具体的な当該炭化水素基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ウンデシル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基、ヘキサデシル基、ヘプタデシル基、オクタデシル基等のアルキル基；オクテニル基、ノネニル基、デセニル基、ウンデセニル基、ドデセニル基、トリデセニル基、テトラデセニル基、ペンタデセニル基等のアルケニル基；シクロヘキシル基、ジメチルシクロヘキシル基、エチルシクロヘキシル基、メチルシクロヘキシルメチル基、シクロヘキシルエチル基、プロピルシクロヘキシル基、ブチルシクロヘキシル基、及びヘプチルシクロヘキシル基等のシクロアルキル基；フェニル基、ナフチル基、アントラセニル基、ビフェニル基、及びターフェニル基等のアリール基；トリル基、ジメチルフェニル基、ブチルフェニル基、ノニルフェニル基、メチルベンジル基、及びジメチルナフチル基等のアルキルアリール基；フェニルメチル基、フェニルエチル基、及びジフェニルメチル基等のアリールアルキル基等が挙げられる。

[0148] ジチオカルバミン酸モリブデン（MoDTC）としては、一分子中に2つのモリブデン原子を含む二核のジチオカルバミン酸モリブデン、及び一分子中に3つのモリブデン原子を含む三核のジチオカルバミン酸モリブデンが挙げられ、二核のジチオカルバミン酸モリブデンが好ましい。

二核のジチオカルバミン酸モリブデンとしては、下記一般式（c2-1）で表される化合物、及び、下記一般式（c2-2）で表される化合物がより好ましい。

[0149]

[化5]



[0150] 上記一般式 (c2-1) 及び (c2-2) 中、 $R^{11} \sim R^{14}$ は、それぞれ独立に、炭化水素基を示し、互いに同一であってもよく、異なってもよい。

$X^{11} \sim X^{18}$ は、それぞれ独立に、酸素原子又は硫黄原子を示し、互いに同一であってもよく、異なってもよい。

ただし、式 (c2-1) 中の $X^{11} \sim X^{18}$ の少なくとも一つは硫黄原子である。

[0151] なお、本発明の一態様においては、式 (c2-1) 中の X^{11} 及び X^{12} が酸素原子であり、 $X^{13} \sim X^{18}$ が硫黄原子であることが好ましい。

上記一般式 (c2-1) において、基油 (A) との溶解性を向上させる観点から、 $X^{11} \sim X^{18}$ 中の硫黄原子と酸素原子とのモル比〔硫黄原子/酸素原子〕が、好ましくは $1/4 \sim 4/1$ 、より好ましくは $1/3 \sim 3/1$ である。

[0152] また、式 (b2-2) 中の $X^{11} \sim X^{14}$ が酸素原子であることが好ましい。

[0153] 上記一般式 (c2-1) 及び (c2-2) 中、 $R^{11} \sim R^{14}$ として選択し得る炭化水素基の炭素数は、好ましくは $1 \sim 20$ 、より好ましくは $5 \sim 18$ 、更に好ましくは $5 \sim 16$ 、より更に好ましくは $5 \sim 13$ である。

$R^{11} \sim R^{14}$ として選択し得る具体的な当該炭化水素基としては、前記一般式 (c1-1) 及び (c1-2) 中の $R^1 \sim R^4$ として選択し得る炭化水素基と同じものが挙げられる。

[0154] <潤滑油用添加剤>

本発明の一態様の潤滑油組成物は、本発明の効果を損なわない範囲で、必要に応じて、更に成分（B）及び（C）以外の潤滑油用添加剤を含有してもよい。以下、成分（B）及び（C）以外の潤滑油用添加剤のことを単に「潤滑油用添加剤」ともいう。

このような潤滑油用添加剤としては、例えば、流動点降下剤、金属系清浄剤、分散剤、耐摩耗剤、極圧剤、酸化防止剤、消泡剤、防錆剤、及び金属不活性化剤等が挙げられる。

なお、当該潤滑油用添加剤として、API / ILSAC SN / GF-5規格等に適合した、複数の添加剤を含有する市販品の添加剤パッケージを用いてもよい。

また、上記の添加剤としての機能を複数有する化合物（例えば、耐摩耗剤及び極圧剤としての機能を有する化合物）を用いてもよい。

さらに、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。

[0155] これらの潤滑油用添加剤の各含有量は、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、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0.01～8質量%である。

[0156] 本発明の一態様の潤滑油組成物において、これらの潤滑油用添加剤の合計含有量は、当該潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは0～40質量%、より好ましくは0～30質量%、更に好ましくは0～20質量%、より更に好ましくは0～15質量%である。

[0157] なお、本発明の一態様の潤滑油組成物は、成分（C）には該当しない摩擦調整剤を含有してもよい。

当該摩擦調整剤としては、例えば、炭素数6～30のアルキル基又はアルケニル基を分子中に少なくとも1個有する、脂肪族アミン、脂肪酸エステル、脂肪酸アミド、脂肪酸、脂肪族アルコール、及び脂肪族エーテル等の無灰

摩擦調整剤；油脂類、アミン、アミド、硫化エステル、リン酸エステル、亜リン酸エステル、及びリン酸エステルアミン塩等が挙げられる。

成分（C）には該当しない摩擦調整剤の含有量は、成分（C）の全量100質量部に対して、好ましくは0～30質量部、より好ましくは0～20質量部、更に好ましくは0～10質量部である。

[0158] <潤滑油組成物の各種物性>

本発明の一態様の潤滑油組成物の100℃における動粘度としては、好ましくは2.0～10.0 mm²/s、より好ましくは2.5～8.5 mm²/s、更に好ましくは3.0～7.0 mm²/s、より更に好ましくは3.5～6.0 mm²/sである。

[0159] 本発明の一態様の潤滑油組成物の50℃における動粘度としては、好ましくは5.0～14.7 mm²/s、より好ましくは6.5～14.5 mm²/s、更に好ましくは8.0～14.0 mm²/s、より更に好ましくは9.5～13.0 mm²/sである。

[0160] 本発明の一態様の潤滑油組成物の40℃における動粘度としては、好ましくは6.0～22.0 mm²/s、より好ましくは7.0～20.0 mm²/s、更に好ましくは8.0～19.0 mm²/s、より更に好ましくは10.0～17.0 mm²/s、更になお好ましくは11.0～16.0 mm²/sである。

[0161] 本発明の一態様の潤滑油組成物の粘度指数としては、好ましくは120以上、より好ましくは140以上、更に好ましくは170以上、より更に好ましくは190以上であり、更になお好ましくは210以上であり、一層好ましくは230以上である。

[0162] 本発明の一態様の潤滑油組成物について、後述の実施例に記載の条件にて、高周波往復動リグ（HFRR）試験機を用いて測定した、摩擦係数としては、好ましくは0.115以下、より好ましくは0.100以下、更に好ましくは0.090以下、より更に好ましくは0.085以下、更になお好ましくは0.080以下、一層好ましくは0.078以下である。

[0163] 〔潤滑油組成物の製造方法〕

本発明の潤滑油組成物の製造方法としては、特に制限は無いが、下記工程（１）を有する製造方法であることが好ましい。

工程（１）：オレフィン系重合体（Ａ１）を含む基油（Ａ）に、楕形ポリマー（Ｂ１）を含む粘度指数向上剤（Ｂ）と、有機モリブデン系化合物（Ｃ）とを配合し、楕形ポリマー（Ｂ１）の含有量が潤滑油組成物の全量基準で０．３０質量％以上となるように調製する工程。

[0164] 上記工程（１）において、オレフィン系重合体（Ａ１）及び基油（Ａ）、楕形ポリマー（Ｂ１）及び粘度指数向上剤（Ｂ）、並びに、有機モリブデン系化合物（Ｃ）は、上述のとおりであり、好適な成分、各成分の含有量も上述のとおりである。

なお、本工程において、成分（Ｂ）及び（Ｃ）以外の上述の潤滑油用添加剤を配合してもよい。

[0165] 楕形ポリマー（Ｂ１）を含む粘度指数向上剤（Ｂ）は、希釈油に溶解した溶液の形態で配合してもよい。当該溶液の固形分濃度としては、通常１０～５０質量％である。

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。

[0166] 〔潤滑油組成物の用途〕

本発明の潤滑油組成物は、低蒸発性化しつつも、１５０℃付近の高温環境下及び５０℃付近の低温環境下での双方の使用に際して優れた省燃費性を発現し得ると共に、優れた摩擦低減効果も有する。

そのため、本発明の一態様の潤滑油組成物は、自動車、電車、及び航空機等の車両等の内燃機関に用いられることが好ましく、特に、ハイブリッドカーの内燃機関に用いられることがより好ましい。

[0167] また、本発明の一態様の潤滑油組成物は、ピストンリング及びライナーを備えた摺動機構を有する装置におけるピストンリング及びライナーを備えた摺動機構、特に、内燃機関（好ましくはハイブリッドカーの内燃機関）にお

けるピストンリング及びライナーを備えた摺動機構の潤滑に適するものである。

本発明の潤滑油組成物を適用するピストンリング及びライナーの形成材料については特に制限はない。

ピストンリングの形成材料としては、例えば、Si-Cr鋼や11~17質量%のクロム含有のマルテンサイト系ステンレス鋼等が挙げられる。なお、ピストンリングは、このような形成材料に、さらにクロムめっき処理、窒化クロム処理又は窒化処理及びこれらの組合せに係る下地処理をすることが好ましい。

ライナーの形成材料としては、例えば、アルミニウム合金や鋳鉄合金等が挙げられる。

[0168] 〔内燃機関〕

本発明は、ピストンリング及びライナーを備えた摺動機構を有し、且つ、上述の本発明の潤滑油組成物を含む内燃機関も提供する。

本発明の一態様において、前記摺動機構の摺動部に、本発明の潤滑油組成物が適用された内燃機関が好ましい。

なお、本実施形態の潤滑油組成物及びピストンリング及びライナーを備えた摺動機構については、前述の通りであり、具体的な摺動機構の構成としては、図1に示すものが挙げられる。

[0169] 図1に示す摺動機構1は、ピストン運動路2a及びクランクシャフト収容部2bを有するブロック2、ピストン運動路2aの内壁に沿って配置されたライナー12、ライナー12内に收容されたピストン4、ピストン4に外嵌されたピストンリング6、クランクシャフト収容部2b内に收容されたクランクシャフト10、クランクシャフト10とピストン4とを連結するコンロッド9、並びに、ライナー12とピストン運動路2aとによって挟まれた構造を有する。

このクランクシャフト10は、図示しないモータによって回転駆動され、コンロッド9を介してピストン4を往復運動させることができる。

このように構成の摺動機構 1 において、本発明の潤滑油組成物 20 は、クランクシャフト収容部 2 b 内に、クランクシャフト 10 の中心軸の中心よりも上位かつ中心軸の最上端よりも下位の液位になるまで充填される。このクランクシャフト収容部 2 b 内の潤滑油組成物 20 は、回転するクランクシャフト 10 によるはねかけ式で、ライナー 12 とピストンリング 6 との間に供給される。

[0170] 〔内燃機関の潤滑方法〕

本発明は、ピストンリング及びライナーを備えた摺動機構を有する装置を潤滑する内燃機関の潤滑方法であって、当該ピストンリング及びライナーを、上述の本発明の潤滑油組成物を用いて潤滑する、内燃機関の潤滑方法も提供する。

本実施形態の潤滑油組成物及びピストンリング及びライナーを備えた摺動機構については、前述の通りである。

本発明の内燃機関の潤滑方法においては、本実施形態の潤滑油組成物を、ピストンリングとライナーとの間の摺動部分に潤滑油として使用することにより、流体潤滑、混合潤滑のいずれにおいても、その摩擦を大きく低減させ、省燃費性の向上に資することができる。

実施例

[0171] 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、各種物性の測定法又は評価法は、下記のとおりである。

[0172] (1) 40℃、50℃、及び100℃における動粘度

JIS K 2283 : 2000 に準拠して40℃又は100℃における動粘度を測定した。

また、40℃及び100℃における動粘度をもとに、50℃における動粘度を算出した。

(2) 粘度指数

JIS K 2283 : 2000 に準拠して算出した。

(3) 引火点

JIS K 2265-4 (COC法) に準拠して測定した。

(4) 流動点

JIS K 2269 に準拠して測定した。

(5) 質量平均分子量 (Mw)、数平均分子量 (Mn)

ゲル浸透クロマトグラフ装置 (アジレント社製、「1260型HPLC」) を用いて、下記の条件下で測定し、標準ポリスチレン換算にて測定した値を用いた。

(測定条件)

- ・カラム: 「Shodex LF404」を2本、順次連結したもの。
- ・カラム温度: 35℃
- ・展開溶媒: クロロホルム
- ・流速: 0.3 mL/min

(6) モリブデン原子の含有量

JPI-5S-38-92 に準拠して測定した。

(7) SSI (せん断安定性指数)

測定対象となる粘度指数向上剤に希釈油である鉱油を加えて試料油を調製し、当該試料油及び当該鉱油を用いて、ASTM D6278 に準拠して測定した。

具体的には、対象となる粘度指数向上剤について、前記計算式(1)中の K_{v_0} 、 K_{v_1} 、 $K_{v_{oil}}$ の各値を測定して、当該計算式(1)より算出した。

なお、30サイクル高剪断ディーゼルインジェクターとして、ボッシュ製の30サイクル高剪断ディーゼルインジェクターを用いた。

[0173] (8) 50℃又は150℃におけるHTHS粘度

ASTM D4741 に準拠して、測定対象の潤滑油組成物を、40℃、100℃又は150℃の温度条件下、せん断速度 10^6 /s にて、せん断した後の粘度を測定した。

そして、40℃及び100℃におけるHTHS粘度をもとに、50℃にお

けるHTHS粘度を算出した。

(9) NOACK値

250℃、1時間の条件にて、JPI-5S-41-2004に準拠して測定した。

(10) 摩擦係数

HFRR試験機(PCS Instruments社製)を用い、下記の条件にて、80℃における各潤滑油組成物の摩擦係数を測定した。

- ・テストピース：ディスク(材質SUJ-2、直径10mm、厚さ3.0mm)、ボール(材質SUJ-2、直径6.0mm)
- ・振幅：1.0mm
- ・周波数：50Hz(速度：0.16m/s)
- ・荷重：200g
- ・温度：80℃
- ・試験時間：15分間

[0174] 製造例1(デセントリマーの水素化物の生成)

(1) 1-デセンの重合

内容積5リットルの三つ口フラスコに、窒素気流下、1-デセン(出光興産株式会社製、製品名「リニアレン10」)を4リットル(21.4mol)加えた後、更に、メタロセン触媒であるビスシクロペンタジエニルジルコニウムジクロリド(錯体質量：1168mg(4mmol))をトルエンで溶解した溶液と、メチルアルモキサン(AI換算：40mmol)をトルエンで溶解した溶液とを添加した。

添加後、40℃で20時間攪拌してデセンモノマーのオリゴマー化を進めた後、メタノールを20ml添加して、オリゴマー化反応を停止させた。

次いで、反応混合物を三つ口フラスコから取り出し、5mol/lの水酸化ナトリウム水溶液を4リットル添加し、室温(25℃)で4時間攪拌して分液操作を行った。そして、上層の有機層を取り出し、デセントリマーの溶液を得た。

[0175] (2) 水素化処理

内容積5リットルのオートクレーブに、窒素気流下、上記(1)で得たデセンオリゴマーの溶液を3リットル加えた後、更に、コバルトトリスアセチルアセトナート(触媒質量:3.0g)をトルエンで溶解した溶液と、トリイソブチルアルミニウム(30mmol)をトルエンで溶解した溶液とを添加した。

添加後、水素で系内を2回置換してから、昇温し、反応温度80℃、水素圧0.9MPaにて保持し、水素化反応を進行させた。そして、反応開始後4時間で室温(25℃)まで降温し、水素化反応を停止させた。

次いで、脱圧し、オートクレーブ内の反応生成物を取り出し、単蒸留にて、留出温度240~270℃、圧力530Paの留分を分離し、デセントリマーの水素化物からなるオレフィン系重合体を得た。

[0176] 得られたオレフィン系重合体について、下記に示すガスクロマトグラフで分析したところ、図2に示すクロマトグラムを得た。

[ガスクロマトグラフの測定条件]

・カラム: Dexsil 300GC 3% (Chromosorb W DMCS)、1.5m×3m

・キャリアガス: N₂ガス、45mL/min

・カラムヘッド圧: 120kPa (360℃)

・注入口: スプリットレス、温度: 360℃

・カラム温度: 100~350℃ (100℃より、昇温速度10℃/分で、350℃まで昇温させる。)

・検出器: FID (温度: 360℃)

[0177] 図2に示す、クロマトグラム中に検出されたピークの総面積100%に対する、デセントリマーの水素化物に由来のピーク(図2中の保持時間: 16~17min)の面積割合は、86%であった。

また、得られたオレフィン系重合体の各種物性は、以下のとおりであった。

・ 40℃動粘度 = 13.61 mm²/s、100℃動粘度 = 3.42 mm²/s、粘度指数 = 129、引火点 = 232℃、流動点 = -50℃未満。

[0178] 実施例 1～4、比較例 1～5

表 1 に示す種類及び配合量の基油、粘度指数向上剤、摩擦調整剤、及びパッケージ添加剤を配合して、潤滑油組成物をそれぞれ調製した。なお、表 1 に示す、粘度指数向上剤、摩擦調整剤、及びパッケージ添加剤の配合量は、希釈油を除いた有効成分（固形分）の配合量である。

その上で、潤滑油組成物の各種物性について、上述の方法に基づき測定した。これらの結果を表 1 に示す。

[0179] 使用した基油、粘度指数向上剤、摩擦調整剤、及びパッケージ添加剤の詳細は以下のとおりである。

なお、基油（a-3）及び基油（a-4）についても、上記と同様に、ガスクロマトグラフで分析したところ、それぞれ図 3 及び 4 に示すクロマトグラムを得た。

基油（a-3）及び基油（a-4）の「デセントリマーの水素化物に由来のピークの面積割合」は、この図 3 又は 4 に示す、クロマトグラム中に検出されたピークの総面積 100% に対する、デセントリマーの水素化物に由来のピーク（図 3 及び 4 中の保持時間：16～17 min）の面積割合を示している。

[0180] <基油>

・ 基油（a-1）：製造例 1 で得たオレフィン系重合体、成分（A1）に相当。

・ 基油（a-2）：前記一般式（2）中の R^a が n-オクチル基、R^b が n-オクチル基及び R^c が n-デシル基であるエーテル化合物。100℃動粘度 = 3.0 mm²/s、粘度指数 = 142、流動点 = -30℃。成分（A2）に相当。

・ 基油（a-3）：原料モノマーである 1-デセンを、BF₃触媒を用いて合成した、ポリα-オレフィンオリゴマー、40℃動粘度 = 5 mm²/s、10

0℃動粘度=1.7 mm²/s、引火点=150℃、デセントリマーの水素化物に由来のピーク（図3中の保持時間：16～17 min）の面積割合=0%。

・基油（a-4）：原料モノマーである1-デセンを、BF₃触媒を用いて合成した、ポリ α -オレフィンオリゴマー、40℃動粘度=1.7 mm²/s、粘度指数=123、引火点=222℃、デセントリマーの水素化物に由来のピーク（図4中の保持時間：16～17 min）の面積割合=20%。

[0181] <粘度指数向上剤>

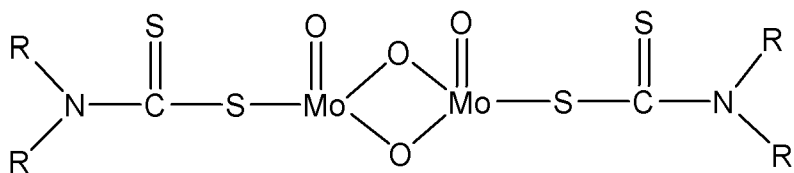
・楕形ポリマー：ブチル（メタ）アクリレート／炭素数12～18の直鎖アルキルを有するアルキル（メタ）アクリレート／グリセリン酸に前記不飽和基を導入した化合物／マクロモノマー=79/12/8/1（モル比）に由来する構成単位を有する楕形ポリマー。上記マクロモノマーは、Mn5000～6000であって、当該マクロモノマーの全構成単位（100モル%）中のイソブチレン及び／又は1,2-ブチレンに由来する構成単位の含有量は65モル%である。当該楕形ポリマーのMw=60万、SSI=0.9。成分（B）に相当。

・PMA：ポリメタクリレート（Evonik社製、製品名「VISCOPL EX 8-810」）、SSI=31。

[0182] <摩擦調整剤>

・有機Mo系化合物：アデカサクラループ515（株式会社ADEKA製）、モリブデン原子の含有量=10.0質量%、硫黄原子の含有量=11.5質量%。下記式で表される二核ジアルキルジチオカルバミン酸モリブデン、成分（C）に相当。

[化6]



（上記式中、Rは、それぞれ独立に、炭素数が8又は13の炭化水素基であ

る。)

[0183] <他の添加剤>

・エンジン油用添加剤PKG：API／ILSAC規格、及びSN／GF-5規格に適合した添加剤パッケージであり、以下の各種添加剤を含む。

金属系清浄剤：カルシウムサリチレート

分散剤：高分子ビスイミド、ホウ素変性モノイミド

耐摩耗剤：第1級のZnDTP、及び第2級のZnDTP

酸化防止剤：ジフェニルアミン系酸化防止剤、ヒンダードフェノール系酸化防止剤

金属不活性化剤：ベンゾトリアゾール

消泡剤：シリコン系消泡剤

[0184] [表1]

表1

				実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5
組成	基油	基油(a-1)	質量%	84.13	64.42	44.67	24.89	-	-	-	84.13	84.83
		基油(a-2)	質量%	-	20.52	41.08	61.67	87.37	-	-	-	-
		基油(a-3)	質量%	5.50	4.58	3.65	2.73	1.80	3.70	3.70	5.50	5.50
		基油(a-4)	質量%	-	-	-	-	-	86.48	85.93	-	-
	粘度指数向上剤	楕形ポリマー	質量%	0.57	0.68	0.80	0.91	1.03	0.02	0.57	-	0.57
		PMA	質量%	-	-	-	-	-	-	-	0.57	-
	摩擦調整剤	有機Mo系化合物	質量%	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
	他の添加剤	エンジン油用添加剤PKG	質量%	9.10	9.10	9.10	9.10	9.10	9.10	9.10	9.10	9.10
	-	合計	質量%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		基油の全量(100質量%)基準での基油(a-1)の含有量	質量%	93.9	72.0	50.0	27.9	0	0	0	93.9	93.9
	基油(a-1)100質量部に対する、基油(a-2)の含有量	質量部	0	31.9	92.0	247.8	-	-	-	-	-	
	Mo原子の含有量	質量ppm	700	700	700	700	700	700	700	700	700	
各種物性	40℃における動粘度	mm ² /s	18.76	17.72	16.69	15.65	14.62	22.04	22.69	20.49	18.54	
	50℃における動粘度	mm ² /s	13.79	13.22	12.65	12.06	11.46	15.73	16.39	15.06	13.63	
	100℃における動粘度	mm ² /s	4.53	4.55	4.57	4.59	4.60	4.73	5.09	4.93	4.49	
	粘度指数	-	165	192	219	246	273	138	163	174	164	
	150℃におけるHTHS粘度	mPa·s	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.9	1.8	1.7	
	50℃におけるHTHS粘度	mPa·s	12.1	11.4	10.6	9.9	9.2	14.2	14.6	12.8	12.1	
	NOACK値(250℃, 1h)	質量%	14.5	14.5	14.5	14.4	14.4	14.1	14.5	14.3	14.7	
	摩擦係数(HFRR試験機)	-	0.084	0.081	0.080	0.078	0.124	0.078	0.079	0.080	0.118	

[0185] 実施例1～4で調製した潤滑油組成物は、低蒸発性化されていると共に、50℃におけるHTHS粘度(H₅₀)が小さく、低温環境下での省燃費性に優れる結果となった。また、摩擦係数の値も低く、有機モリブデン系化合物の配合による摩擦低減効果も十分に発現されている。

一方、比較例1及び5の潤滑油組成物は、80℃での摩擦係数が高く、エ

ンジン油の実用温度領域での省燃費性が劣ると考えられる。

また、比較例 2～4 の潤滑油組成物は、50℃におけるHTHS粘度（H₅₀）が実施例 1～4 に比べて高いため、低温環境下での省燃費性が劣るものといえる。

符号の説明

- [0186] 1 : 摺動機構
2 : ブロック
2 a : ピストン運動路
2 b : クランクシャフト収容部
4 : ピストン
6、8 : ピストンリング
10 : クランクシャフト
12 : ライナー

請求の範囲

[請求項1]

オレフィン系重合体（A1）を含む基油（A）と、
 楕形ポリマー（B1）を含む粘度指数向上剤（B）と、
 有機モリブデン系化合物（C）と、を含む潤滑油組成物であって、
 オレフィン系重合体（A1）が、下記要件（a1）～（a5）

- ・要件（a1）：クロマトグラフィー分析を行った際、クロマトグラム中に検出されたオレフィン系重合体（A1）に由来のピークの総面積100%に対する、デセントリマーの水素化物（A11）に由来のピークの面積割合が80%以上である。
- ・要件（a2）：40℃における動粘度が16.0mm²/s以下である。
- ・要件（a3）：100℃における動粘度が3.0～4.0mm²/sである。
- ・要件（a4）：引火点が220℃以上である。
- ・要件（a5）：流動点が-30℃以下である。

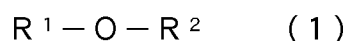
を満たし、
 楕形ポリマー（B1）の含有量が、前記潤滑油組成物の全量基準で、0.30質量%以上であり、
 前記潤滑油組成物が、下記要件（I）～（III）

- ・要件（I）：150℃におけるHTHS粘度（H₁₅₀）が1.5mPa・s以上である。
- ・要件（II）：50℃におけるHTHS粘度（H₅₀）が12.3mPa・s未満である。
- ・要件（III）：NOACK値が15.0質量%以下である。

を満たす、潤滑油組成物。

[請求項2]

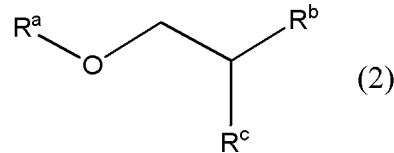
基油（A）が、さらに下記一般式（1）で表されるエーテル化合物（A2）を含む、請求項1に記載の潤滑油組成物。



(前記一般式(1)中、 R^1 及び R^2 は、それぞれ独立に、炭素数6～22のアルキル基を示す。)

[請求項3] エーテル化合物(A2)が、下記一般式(2)で表される化合物である、請求項2に記載の潤滑油組成物。

[化1]



(前記一般式(2)中、 R^a は、炭素数6～22の直鎖アルキル基である。 R^b 及び R^c は、直鎖アルキル基であり、 R^b 及び R^c の合計炭素数は4～20である。)

[請求項4] エーテル化合物(A2)の含有量が、オレフィン系重合体(A1)100質量部に対して、30～300質量部である、請求項2又は3に記載の潤滑油組成物。

[請求項5] 楕形ポリマー(B1)が、数平均分子量300以上のマクロモノマー(x1)に由来する構成単位(X1)を少なくとも有する重合体であって、

構成単位(X1)の含有量が、楕形ポリマー(B1)の構成単位の全量基準で、0.1モル%以上10モル%未満である、請求項1～4のいずれか一項に記載の潤滑油組成物。

[請求項6] 前記潤滑油組成物の50℃における動粘度が、5.0～14.7 mm²/sである、請求項1～5のいずれか一項に記載の潤滑油組成物。

[請求項7] 内燃機関に用いられる、請求項1～6のいずれか一項に記載の潤滑油組成物。

[請求項8] ハイブリッドカーの内燃機関に用いられる、請求項1～7のいずれか一項に記載の潤滑油組成物。

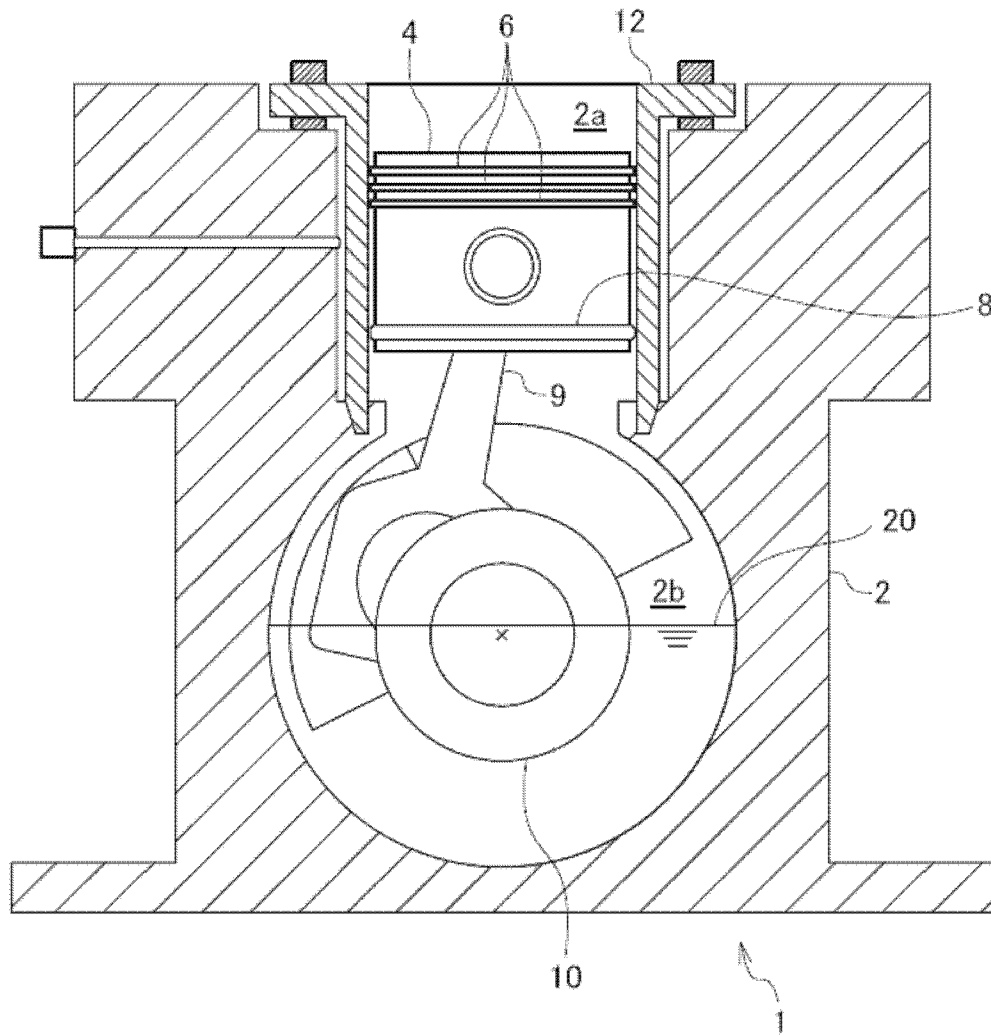
[請求項9] ピストンリング及びライナーを備えた摺動機構を有し、且つ、請求

項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の潤滑油組成物を含む、内燃機関。

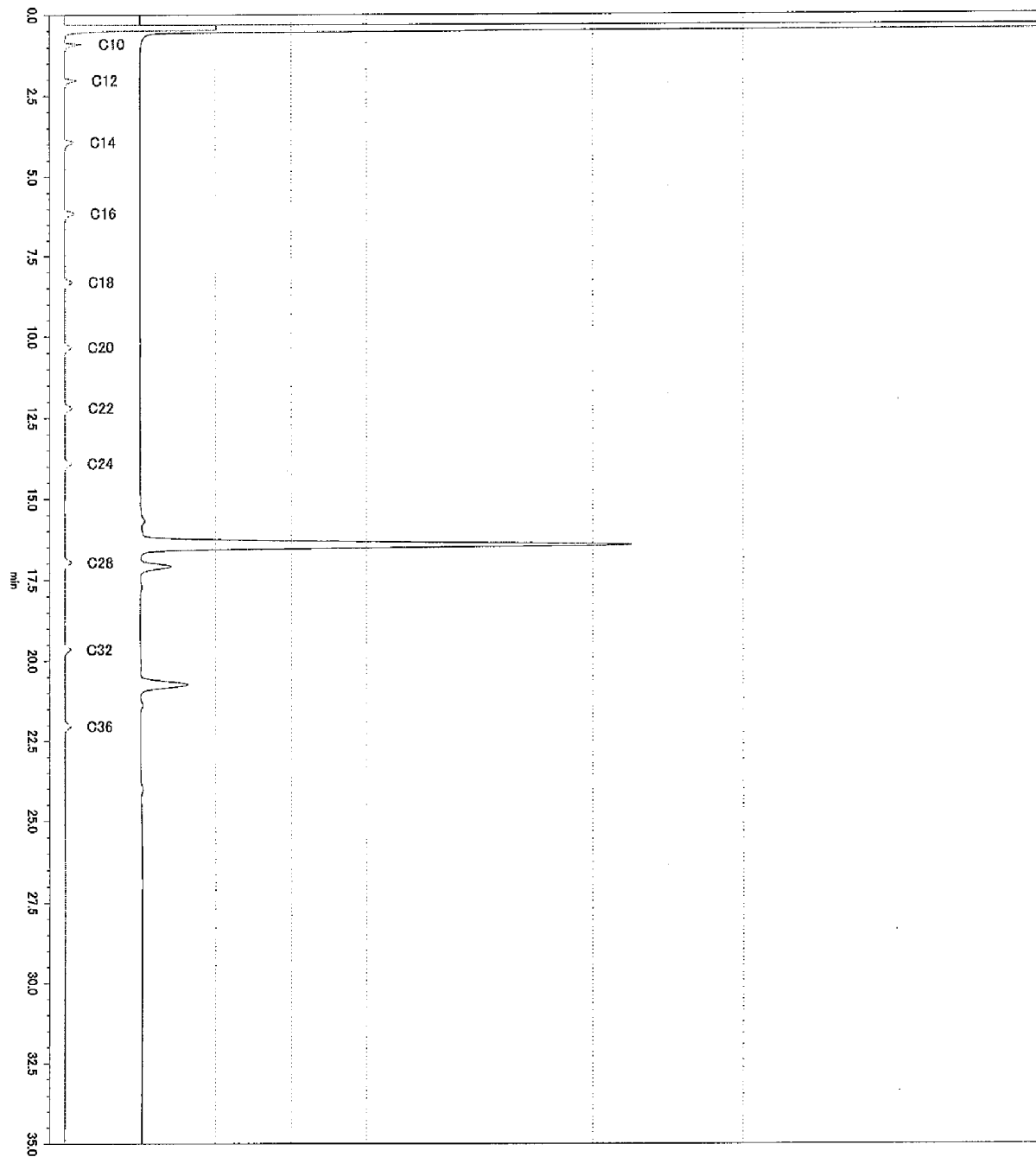
[請求項10]

ピストンリング及びライナーを備えた摺動機構を有する内燃機関の潤滑方法であって、当該ピストンリング及びライナーを、請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の潤滑油組成物を用いて潤滑する、内燃機関の潤滑方法。

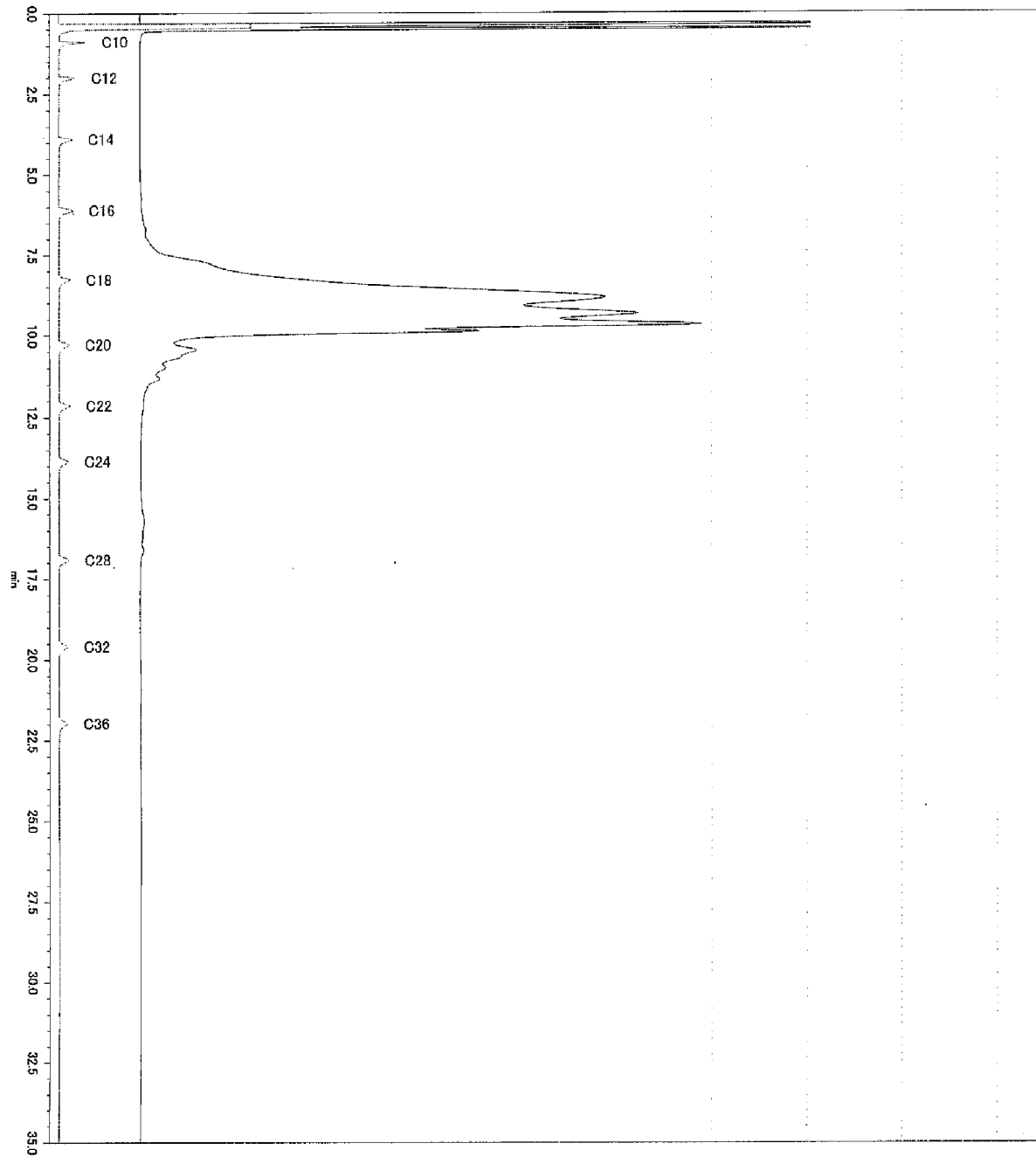
[図1]



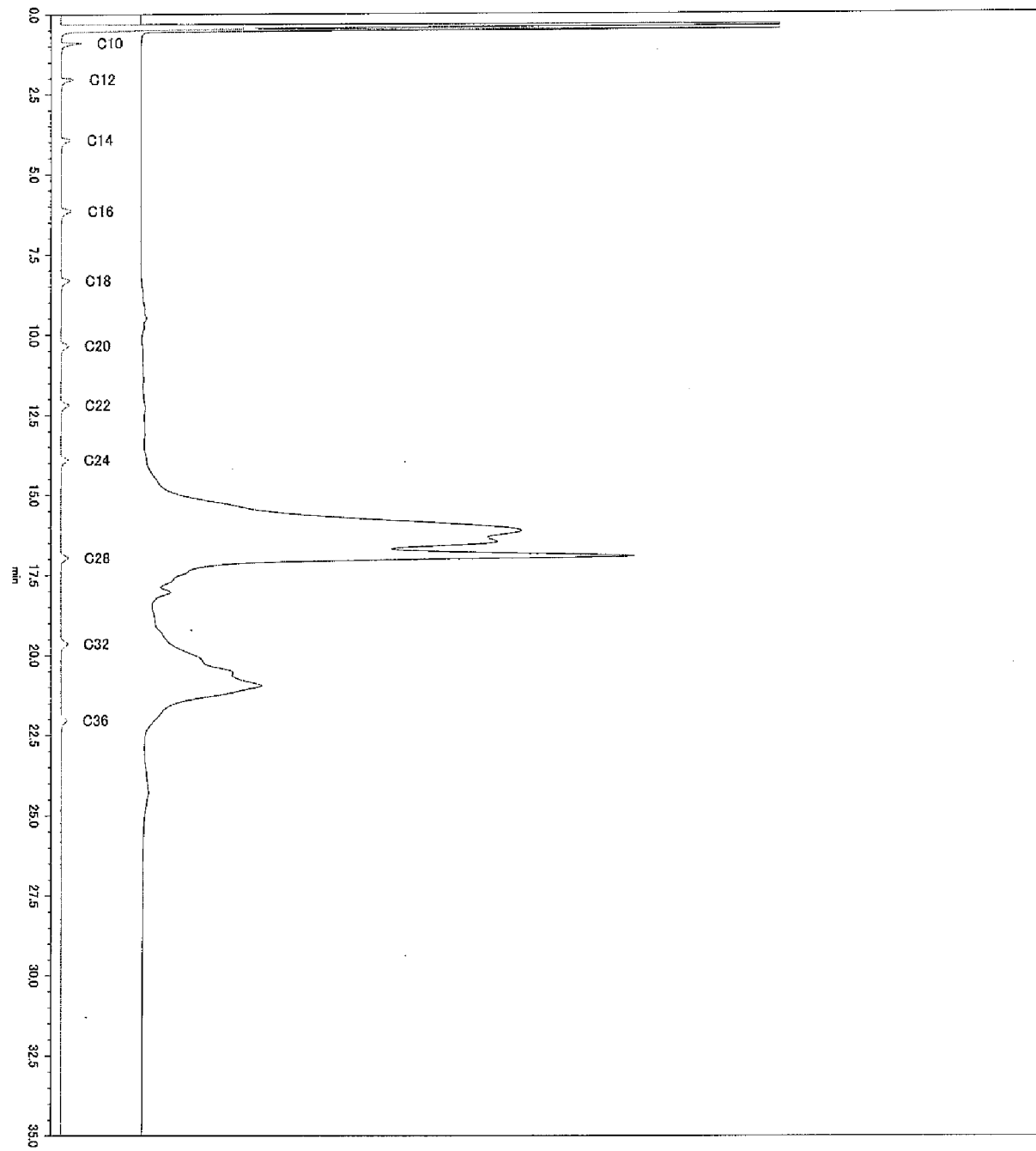
[2]



[3]



[4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/029205

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</p> <p>Int.Cl. C10M169/04 (2006.01) i, C10M107/10 (2006.01) n, C10M145/14 (2006.01) n, C10N10/12 (2006.01) n, C10N20/00 (2006.01) n, C10N20/02 (2006.01) n, C10N20/04 (2006.01) n, C10N30/06 (2006.01) n, C10N40/25 (2006.01) n</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>												
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. C10M101/00-177/00, C10N10/00-80/00</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table border="0"> <tr> <td>Published examined utility model applications of Japan</td> <td>1922-1996</td> </tr> <tr> <td>Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td>1971-2018</td> </tr> <tr> <td>Registered utility model specifications of Japan</td> <td>1996-2018</td> </tr> <tr> <td>Published registered utility model applications of Japan</td> <td>1994-2018</td> </tr> </table> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018	Registered utility model specifications of Japan	1996-2018	Published registered utility model applications of Japan	1994-2018		
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996											
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018											
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018											
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018											
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2016/043334 A1 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) 24 March 2016, claims, paragraphs [0002]-[0110], examples & US 2017/0137732 A1 claims, paragraphs [0002]-[0199], examples & EP 3196279 A1 & CN 106459821 A & KR 10-2017-0063575 A</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	WO 2016/043334 A1 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) 24 March 2016, claims, paragraphs [0002]-[0110], examples & US 2017/0137732 A1 claims, paragraphs [0002]-[0199], examples & EP 3196279 A1 & CN 106459821 A & KR 10-2017-0063575 A	1-10				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.										
Y	WO 2016/043334 A1 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) 24 March 2016, claims, paragraphs [0002]-[0110], examples & US 2017/0137732 A1 claims, paragraphs [0002]-[0199], examples & EP 3196279 A1 & CN 106459821 A & KR 10-2017-0063575 A	1-10										
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>												
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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)</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>“&” document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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	“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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	“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)	“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	“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family	“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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											
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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											
“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)	“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											
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family											
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed												
<p>Date of the actual completion of the international search 24 October 2018 (24.10.2018)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 06 November 2018 (06.11.2018)</p>										
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>										

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/029205

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2016/159006 A1 (JX ENERGY CORPORATION) 06 October 2016, claims, paragraphs [0002]-[0125], example 2 & US 2018/0072962 A1 claims, paragraphs [0002]-[0152], example 2 & CN 107207991 A	1-10
Y	JP 2013-536293 A (TOTAL RAFFINAGE MARKETING) 19 September 2013, claims, paragraphs [0002]-[0116], examples & US 2013/0196888 A1 claims, paragraphs [0002]-[0074], examples & EP 2609180 A1 & CN 103097503 A & KR 10-2013-0123371 A	1-10
Y	JP 2012-57175 A (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) 22 March 2012, claims, paragraphs [0005]-[0021], examples (Family: none)	1-10
Y	JP 2007-137952 A (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) 07 June 2007, claims, paragraphs [0002]-[0059], examples & US 2009/0181872 A1 claims, paragraphs [0002]-[0115], examples & EP 1950278 A1 & CN 101310002 A	1-10
Y	JP 2005-344017 A (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) 15 December 2005, claims, paragraphs [0002]-[0013], examples & US 2007/0225180 A1 claims, paragraphs [0002]-[0023], examples & EP 1752515 A1	2-10
Y	US 2013/0109604 A1 (EXONMOBIL RESEARCH AND ENGINEERING COMPANY) 02 March 2013, claims, paragraphs [0002]-[0078], examples 1-3 (Family: none)	2-10
Y	WO 2016/203310 A1 (CASTROL LIMITED) 22 December 2016, claims, page 1, line 2 to page 27, line 2, examples & JP 2018-517749 A & US 2018/0163150 A1 & EP 3310884 A1 & CN 107980037 A	2-10
Y	JP 2017-115100 A (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) 29 June 2017, claims, paragraphs [0001]-[0005], [0100]-[0104] & CN 108368445 A	8-10

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, C10M107/10(2006.01)n, C10M145/14(2006.01)n, C10N10/12(2006.01)n, C10N20/00(2006.01)n, C10N20/02(2006.01)n, C10N20/04(2006.01)n, C10N30/06(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. C10M101/00-177/00, C10N10/00-80/00			
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 1971-2018年 日本国実用新案登録公報 1996-2018年 日本国登録実用新案公報 1994-2018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） CAplus/REGISTRY (STN)			
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	
Y	WO 2016/043334 A1（出光興産株式会社）2016.03.24, 【特許請求の範囲】、【0002】～【0110】、実施例 & US 2017/0137732 A1 Claims, [0002]-[0199], Examples & EP 3196279 A1 & CN 106459821 A & KR 10-2017-0063575 A	1-10	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。			
<input type="checkbox"/> 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 「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 24.10.2018		国際調査報告の発送日 06.11.2018	
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） 中野 孝一	4V 1152
		電話番号 03-3581-1101 内線 3483	

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	WO 2016/159006 A1 (J Xエネルギー株式会社) 2016. 10. 06, 【特許請求の範囲】、【0002】～【0125】、実施例2 & US 2018/0072962 A1 Claims, [0002]-[0152], Example2 & CN 107207991 A	1-10
Y	JP 2013-536293 A (トータル・ラフィナージュ・マーケティング) 2013. 09. 19, 【特許請求の範囲】、【0002】～【0116】、実施例 & US 2013/0196888 A1 Claims, [0002]-[0074], Examples & EP 2609180 A1 & CN 103097503 A & KR 10-2013-0123371 A	1-10
Y	JP 2012-57175 A (出光興産株式会社) 2012. 03. 22, 【特許請求の範囲】、【0005】～【0021】、実施例 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2007-137952 A (出光興産株式会社) 2007. 06. 07, 【特許請求の範囲】、【0002】～【0059】、実施例 & US 2009/0181872 A1 Claims, [0002]-[0115], Examples & EP 1950278 A1 & CN 101310002 A	1-10
Y	JP 2005-344017 A (出光興産株式会社) 2005. 12. 15, 【特許請求の範囲】、【0002】～【0013】、実施例 & US 2007/0225180 A1 Claims, [0002]-[0023], Examples & EP 1752515 A1	2-10
Y	US 2013/0109604 A1 (EXONMOBIL RESEARCH AND ENGINEERING COMPANY) 2013. 03. 02, Claims, [0002]-[0078], Examples1-3 (ファミリーなし)	2-10
Y	WO 2016/203310 A1 (CASTROL LIMITED) 2016. 12. 22, Claims, Page1 Line2-Page27 Line2, Examples & JP 2018-517749 A & US 2018/0163150 A1 & EP 3310884 A1 & CN 107980037 A	2-10

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 2017-115100 A (出光興産株式会社) 2017.06.29, 【特許請求の範囲】、【0001】～【0005】、 【0100】～【0104】 & CN 108368445 A	8-10