

明 細 書

発明の名称：潤滑油組成物

技術分野

[0001] 本発明は、高い粘度指数を有する潤滑油組成物に関する。

背景技術

[0002] 近年、自動変速機油（ＡＴＦ）、無段変速機油（ＣＶＴＦ）、ショックアブソーバー油（ＳＡＦ）等の駆動系油や、内燃機関用油、油圧作動油等として用いられる潤滑油組成物には、各用途に応じて、様々な特性が求められている。

例えば、自動車の省燃費化に関しては、自動車の軽量化、エンジンの改良等、自動車自体の改良と共に駆動系機器やエンジン等での摩擦ロスを防ぐための潤滑油の低粘度化、各種摩擦調整剤の添加等、潤滑油の省燃費性改善も重要となっている。しかし、当該潤滑油は広い温度範囲で使用されるため、単に、低粘度化を行うだけでは高温条件下では潤滑部分での油膜が薄くなり、部材同士が接触することでの摩耗の増大や焼き付きといった不具合を引き起こす原因になる。そのため、広い温度範囲において、潤滑油の粘度はできるだけ変化しないことが望ましい。すなわち、粘度指数が高い潤滑油であることが望ましい。

そこで、例えば、高温域から低温域までより広い温度範囲で使用される潤滑油には、一般に、粘度指数向上剤を添加し、粘度の温度依存性を改善する方法が用いられている。また、基油の側面から潤滑油組成物の省燃費特性を向上させる検討もなされている。

例えば、特許文献１には、特定の要件を満たす鉱油系基油を用いた潤滑油組成物が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１８－１００３２９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 前述のとおり、潤滑油組成物に係る粘度の温度依存性を改善する方法として、種々の粘度指数向上剤が、潤滑油組成物の粘度指数を向上させるために使用、検討されているが、更なる粘度指数の向上が要求されている。

また、粘度指数向上剤は、当然に、潤滑油基油に添加して使用されるものであるが、これまで、潤滑油基油と粘度指数向上剤との組み合わせが粘度指数に与える影響については、十分に検討されておらず、粘度指数を向上させるための検討の余地があった。

このような観点から、本発明は、高い粘度指数を有する潤滑油組成物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

[0005] 本発明者は、鋭意検討の結果、特定の要件を満たす基油（A）と特定の要件を満たす重合体（B）とを含有する潤滑油組成物が、前記課題を解決し得ることを見出した。本発明の各実施形態はかかる知見に基づいて完成したものである。すなわち、本発明の各実施形態によれば、以下の〔1〕～〔14〕が提供される。

〔1〕 下記要件（A-1）～（A-4）を満たす基油（A）と、下記要件（B-1）及び（B-2）を満たす重合体（B）とを含有する、潤滑油組成物。

- ・ 要件（A-1）：100℃動粘度が2.0 mm²/s以上、7.0 mm²/s未満である。
- ・ 要件（A-2）：粘度指数が100以上である。
- ・ 要件（A-3）：ASTM D 2786-91（2016）に準拠して測定されるシクロパラフィンの含有量が、基油（A）の全量100体積%基準で、35.0体積%以下である。
- ・ 要件（A-4）：%CAが1.0未満である。
- ・ 要件（B-1）：質量平均分子量（Mw）と、数平均分子量（Mn）との

比 $[M_w/M_n]$ が 1.0 以上、6.0 未満である。

・要件 (B-2) : ^{13}C -NMR 分析で得られる化学シフト 10.0 ~ 11.0 ppm のピーク積分値 (I_{10}) と、化学シフト 13.5 ~ 14.5 ppm のピーク積分値 (I_{14}) との比 $[I_{10}/I_{14}]$ が 0.05 以上である。

[2] 基油 (A) の含有量が、潤滑油組成物全量 100 質量% 基準で、50.0 質量% 以上 99.9 質量% 以下である、前記 [1] に記載の潤滑油組成物。

[3] 基油 (A) が、API カテゴリーで Group II 又は Group III に分類される基油である、前記 [1] 又は [2] に記載の潤滑油組成物。

[4] 基油 (A) が、更に、下記要件 (A-5) を満たす、前記 [1] ~ [3] のいずれかに記載の潤滑油組成物。

・要件 (A-5) : ASTM D 2786-91 (2016) に準拠して測定される 1 環シクロパラフィン分 (R1) と、2 環以上 6 環以下のシクロパラフィン分の合計 (R2-6) との含有量比 $[(R1)/(R2-6)]$ が、体積比で、1.0 以下である。

[5] 基油 (A) が、更に、下記要件 (A-6) を満たす、前記 [1] ~ [4] のいずれかに記載の潤滑油組成物。

・要件 (A-6) : ASTM D 2786-91 (2016) に準拠して測定される 3 環シクロパラフィン (R3) の含有量が、基油 (A) の全量 100 体積% 基準で、4.0 体積% 未満である。

[6] 成分 (B) の前記比 $[I_{10}/I_{14}]$ が、0.05 以上 5.00 以下である、前記 [1] ~ [5] のいずれかに記載の潤滑油組成物。

[7] 成分 (B) の含有量が、潤滑油組成物全量 100 質量% 基準で、0.1 質量% 以上 30.0 質量% 以下である、前記 [1] ~ [6] のいずれかに記載の潤滑油組成物。

[8] 基油 (A) 及び成分 (B) の合計含有量が、潤滑油組成物全量 100 質量% 基準で、70.0 質量% 以上 100 質量% 以下である、前記 [1] ~ [7] のいずれかに記載の潤滑油組成物。

[9] 100℃動粘度が1.0 mm²/s以上、15.0 mm²/s以下である、前記[1]～[8]のいずれかに記載の潤滑油組成物。

[10] 粘度指数が300以上である、前記[1]～[9]のいずれかに記載の潤滑油組成物。

[11] 下記要件(A-1)～(A-4)を満たす基油(A)に、下記要件(B-1)及び(B-2)を満たす重合体(B)を配合する、潤滑油組成物の製造方法。

- ・要件(A-1)：100℃動粘度が2.0 mm²/s以上、7.0 mm²/s未満である。

- ・要件(A-2)：粘度指数が100以上である。

- ・要件(A-3)：ASTM D 2786-91(2016)に準拠して測定されるシクロパラフィンの含有量が、基油(A)の全量100体積%基準で、35.0体積%以下である。

- ・要件(A-4)：%CAが1.0未満である。

- ・要件(B-1)：質量平均分子量(M_w)と、数平均分子量(M_n)との比[M_w/M_n]が1.0以上、6.0未満である。

- ・要件(B-2)：¹³C-NMR分析で得られる化学シフト10.0～11.0 ppmのピーク積分値(I₁₀)と、化学シフト13.5～14.5 ppmのピーク積分値(I₁₄)との比[I₁₀/I₁₄]が0.05以上である。

[12] 前記[1]～[10]のいずれかに記載の潤滑油組成物又は前記[11]に記載の製造方法で得られる潤滑油組成物を用いることを特徴とする潤滑方法。

[13] 前記[1]～[10]に記載の潤滑油組成物又は前記[11]に記載の製造方法で得られる潤滑油組成物を用いた駆動系機器。

[14] 前記[1]～[10]に記載の潤滑油組成物又は前記[11]に記載の製造方法で得られる潤滑油組成物を用いた内燃機関。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、高い粘度指数を有する潤滑油組成物を提供することがで

きる。

発明を実施するための形態

[0007] 以下、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

[潤滑油組成物]

本発明の一実施形態である潤滑油組成物は、下記要件（A-1）～（A-4）を満たす基油（A）と、下記要件（B-1）及び（B-2）を満たす重合体（B）とを含有する。

- ・要件（A-1）：100℃動粘度が2.0 mm²/s以上、7.0 mm²/s未満である。
- ・要件（A-2）：粘度指数が100以上である。
- ・要件（A-3）：ASTM D 2786-91（2016）に準拠して測定されるシクロパラフィンの含有量が、基油（A）の全量100体積%基準で、35.0体積%以下である。
- ・要件（A-4）：%CAが1.0未満である。
- ・要件（B-1）：質量平均分子量（Mw）と、数平均分子量（Mn）との比[Mw/Mn]が1.0以上、6.0未満である。
- ・要件（B-2）：¹³C-NMR分析で得られる化学シフト10.0～11.0 ppmのピーク積分値（I₁₀）と、化学シフト13.5～14.5 ppmのピーク積分値（I₁₄）との比[I₁₀/I₁₄]が0.05以上である。

[0008] 潤滑油組成物が、前記基油（A）又は重合体（B）を含有しない場合、粘度指数を十分に向上させることが困難になる。

[0009] 以下、本明細書中、好ましい数値範囲（例えば、含有量等の範囲）について、段階的に記載された下限値及び上限値は、それぞれ独立して組み合わせることができる。例えば、「好ましくは10以上、より好ましくは30以上、更に好ましくは40以上」という下限値の記載と、「好ましくは90以下、より好ましくは80以下、更に好ましくは70以下である」という上限値の記載とから、好適範囲として、例えば、「10以上70以下」、「30以上70以下」、「40以上80以下」といったそれぞれ独立に選択した下限

値と上限値とを組み合わせた範囲を選択することもできる。また、同様の記載から、例えば、単に、「40以上」又は「70以下」といった下限値又は上限値の一方を規定した範囲を選択することもできる。また、例えば、「好ましくは10以上90以下、より好ましくは30以上80以下、更に好ましくは40以上70以下である」、「好ましくは10～90、より好ましくは30～80、更に好ましくは40～70である」といった記載から選択可能な好適範囲についても同様である。なお、本明細書中、数値範囲の記載において、例えば、「10～90」という記載は「10以上90以下」と同義である。

また、本明細書中、「炭化水素基」とは、炭素原子及び水素原子のみから構成されている基を意味する。「炭化水素基」には、直鎖又は分岐鎖から構成される「脂肪族基」、芳香性を有しない飽和又は不飽和の炭素環を1つ以上有する「脂環式基」、ベンゼン環等の芳香性を示す芳香環を1つ以上有する「芳香族基」が含まれる。

また、本明細書中、「環形成炭素数」とは、原子が環状に結合した構造の化合物の当該環自体を構成する原子のうちの炭素原子の数を表す。当該環が置換基によって置換される場合、置換基に含まれる炭素は環形成炭素数には含まない。

また、本発明中、例えば、「(メタ)アクリレート」とは、「アクリレート」と「メタクリレート」の双方を示し、「(メタ)アクリロイル基」とは、「アクリロイル基」と「メタクリロイル基」の双方を示し、他の類似用語も同様である。

以下、前記潤滑油組成物中に含有される各成分について説明する。

[0010] <基油(A)>

前記潤滑油組成物に用いる基油(A) (以下、単に「成分(A)」ともいう。)は、下記要件(A-1)～(A-4)を満たす基油である。

・要件(A-1) : 100℃動粘度が $2.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 以上、 $7.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 未満である。

- ・要件（A-2）：粘度指数が100以上である。
- ・要件（A-3）：ASTM D 2786-91（2016）に準拠して測定されるシクロパラフィンの含有量が、基油（A）の全量100体積%基準で、35.0体積%以下である。
- ・要件（A-4）：%CAが1.0未満である。

基油（A）が、2種以上の基油を組み合わせた混合油である場合、当該混合油が、前記要件を満たすものであればよい。

[0011]（要件（A-1））

前記要件（A-1）は、基油の蒸発損失と燃費改善効果とのバランスを規定したものである。

つまり、基油（A）の100℃動粘度が2.0 mm²/s未満であると、蒸発損失が大きくなるため好ましくない。一方、基油（A）の100℃動粘度が7.0 mm²/s以上であると、粘性抵抗による動力損失が大きくなり、燃費改善効果の点で問題を有する。

したがって、基油（A）の100℃動粘度は、基油（A）の蒸発損失を小さくする観点から、好ましくは2.1 mm²/s以上、より好ましくは2.2 mm²/s以上、更に好ましくは2.5 mm²/s以上であり、基油（A）の燃費改善効果を向上させる観点から、好ましくは6.0 mm²/s以下、より好ましくは5.5 mm²/s以下、更に好ましくは5.0 mm²/s以下、より更に好ましくは4.5 mm²/s以下である。

また、基油（A）の一態様としては、基油（A）の100℃動粘度が、好ましくは2.1～6.0 mm²/s、より好ましくは2.2～5.5 mm²/s、更に好ましくは2.5～5.0 mm²/s、より更に好ましくは2.5～4.5 mm²/sである。

[0012]（要件（A-2））

前記要件（A-2）は、粘度－温度特性や省燃費性を良好な基油とするための規定である。

つまり、基油（A）の粘度指数が100未満であると、粘度－温度特性や

省燃費性の低下が顕著になり、当該基油（A）を用いた潤滑油組成物は、燃費性能の点で問題を有する。

当該観点から、基油（A）の粘度指数は、好ましくは105以上、より好ましくは110以上、更に好ましくは115以上である。

[0013] また、前記潤滑油組成物は、基油（A）と後述する重合体（B）を含むため、比較的、基油（A）自体の粘度指数が高くなっても、粘度指数の高い潤滑油組成物を提供し得る。

そのため、基油（A）の粘度指数の上限値としては特に制限はないが、基油（A）の粘度指数は、好ましくは145以下、より好ましくは140以下、更に好ましくは135以下である。

また、基油（A）の一態様としては、基油（A）の粘度指数は、好ましくは105～145、より好ましくは110～140、更に好ましくは115～135である。

[0014] （要件（A-3））

本発明で用いられる基油（A）は、要件（A-3）で規定するとおり、ASTM D 2786-91（2016）に準拠して測定されるシクロパラフィンの含有量が、基油（A）の全量100体積%基準で、35.0体積%以下であることを要する。当該要件（A-3）は、得られる潤滑油組成物の粘度指数を向上させるための規定である。

前記潤滑油組成物は、前記要件（A-3）を満たす基油（A）と、後述する重合体（B）とを含むことで、どちらかの成分を含まない潤滑油組成物と比較して、粘度指数が高くなる。すなわち、後述する重合体（B）を含む潤滑油組成物であっても、当該要件（A-3）を満たす基油（A）を含まない場合、粘度指数を十分に高くすることができない。

当該観点から、基油（A）の前記シクロパラフィンの含有量は、基油（A）の全量100体積%基準で、好ましくは34.0体積%以下、より好ましくは33.0体積%以下、更に好ましくは32.0体積%以下である。

基油（A）の前記シクロパラフィンの含有量の下限値としては特に制限は

ないが、前記シクロパラフィンの含有量は、例えば、好ましくは0.1体積%以上、より好ましくは1.0体積%以上、更に好ましくは2.0体積%以上である。

また、基油(A)の一態様としては、基油(A)の前記シクロパラフィンの含有量は、好ましくは0.1~34.0体積%、より好ましくは1.0~33.0体積%、更に好ましくは2.0~32.0体積%である。

[0015] 前記「シクロパラフィンの含有量」(以下、「シクロパラフィン分」ともいう。)は、シクロパラフィン骨格を有する分子の割合を表し、シクロペンタン、シクロヘキサン等の1環シクロパラフィン分や、これら1環シクロパラフィン分が2環以上結合又は縮合したものが該当する。

なお、シクロパラフィン分は、環状構造を形成する環形成炭素原子と結合する水素原子が各種置換基によって置換されたものも含まれる。

また、シクロパラフィン分には、環状構造中に二重結合を含むシクロペンテン、シクロヘキセン等の不飽和脂環式化合物は含まれるが、芳香族化合物は含まれない。

具体的には、後述する実施例に記載の方法を用いて測定されるシクロパラフィンの含有量である。

[0016] (要件(A-4))

本発明で用いられる基油(A)は、要件(A-4)で規定するとおり、芳香族分(%C_A)が1.0未満であることを要する。芳香族分(%C_A)を1.0以上に調整した基油(A)を含む潤滑油組成物は、例えば、高温清浄性の点で好ましくない。

前記観点から、基油(A)の芳香族分(%C_A)としては、好ましくは0.3以下、より好ましくは0.1以下、更に好ましくは0.01以下である。

したがって、基油(A)の芳香族分(%C_A)は、好ましくは0以上1.0未満であり、好ましくは0~0.3、より好ましくは0~0.1、更に好ましくは0~0.01である。

ここで、前記芳香族分(%C_A)とは、環分析n-d-M法にて算出した芳

香族分の割合（百分率）を示し、具体的には、後述する実施例に記載の方法を用いて測定される方法により測定される値である。

[0017] （要件（A－5））

また、前記潤滑油組成物に用いられる基油（A）としては、更に、下記の要件（A－5）を満たすことが好ましい。

・要件（A－5）：ASTM D 2786－91（2016）に準拠して測定される1環シクロパラフィン分（R1）と、2環以上6環以下のシクロパラフィン分の合計（R2－6）との含有量比 $[(R1)/(R2-6)]$ が、体積比で、1.0以下である。

[0018] 基油（A）が、前記要件（A－5）を満たすことで、粘度指数向上の観点から好ましい。

前記観点から、基油（A）中の前記含有量比 $[(R1)/(R2-6)]$ は、体積比で、より好ましくは0.8以下、更に好ましくは0.7以下である。

また、当該含有量比 $[(R1)/(R2-6)]$ は、好ましくは0.01以上、より好ましくは0.1以上、更に好ましくは0.3以上である。

また、基油（A）の一態様としては、基油（A）中の前記含有量比 $[(R1)/(R2-6)]$ は、体積比で、好ましくは0.01～1.0、より好ましくは0.1～0.8、更に好ましくは0.3～0.7である。

[0019] また、基油（A）の一態様としては、例えば、粘度指数向上の観点から、ASTM D 2786－91（2016）に準拠して測定した、前記基油（A）中の1環シクロパラフィン分（R1）の含有量は、基油（A）の全量100体積%基準で、好ましくは30.0体積%以下、より好ましくは0.1～20.0体積%、更に好ましくは1.0～13.0体積%である。

[0020] また、基油（A）の一態様としては、例えば、粘度指数向上の観点から、ASTM D 2786－91（2016）に準拠して測定した、前記基油（A）中の2環以上6環以下のシクロパラフィン分の合計（R2－6）の含有量としては、基油（A）の全量100体積%基準で、好ましくは0.1～

25. 0体積%、より好ましくは0.1～24. 0体積%、更に好ましくは1. 0～23. 0体積%である。

[0021] また、基油（A）の一態様としては、例えば、粘度指数向上の観点から、ASTM D 2786-91（2016）に準拠して測定した、前記基油（A）中の非環状シクロパラフィン分（R0）の含有量としては、基油（A）の全量100体積%基準で、好ましくは60. 0～100. 0体積%、より好ましくは60. 0～98. 0体積%、更に好ましくは65. 0～90. 0体積%である。

[0022] （要件（A-6））

また、前記潤滑油組成物に用いられる基油（A）としては、更に、下記の要件（A-6）を満たすことが好ましい。

・要件（A-6）：ASTM D 2786-91（2016）に準拠して測定される3環シクロパラフィン（R3）の含有量が、基油（A）の全量100体積%基準で、4. 0体積%未満である。

[0023] 基油（A）が、前記要件（A-6）を満たすことで、粘度指数向上の観点から好ましい。

前記観点から、基油（A）中の前記3環シクロパラフィン（R3）の含有量は、より好ましくは3. 8体積%以下、更に好ましくは3. 5体積%以下である。

また、基油（A）の一態様としては、基油（A）中の前記3環シクロパラフィン（R3）の含有量は、基油（A）の全量100体積%基準で、好ましくは0体積%以上4. 0体積%未満であり、より好ましくは0～3. 8体積%、更に好ましくは0～3. 5体積%である。

[0024] また、基油（A）の含有量は、粘度指数向上の観点から潤滑油組成物の全量100質量%基準で、好ましくは50. 0質量%以上、より好ましくは60. 0質量%以上、更に好ましくは70. 0質量%以上、より更に好ましくは80. 0質量%以上であり、そして、好ましくは99. 9質量%以下、より好ましくは99. 5質量%以下、更に好ましくは99. 0質量%以下、よ

り更に好ましくは98.0質量%以下、より更に好ましくは97.5質量%以下である。

また、前記潤滑油組成物の一態様としては、基油(A)の含有量は、潤滑油組成物の全量100質量%基準で、好ましくは50.0~99.9質量%、より好ましくは60.0~99.5質量%、更に好ましくは70.0~99.0質量%、より更に好ましくは80.0~98.0質量%、より更に好ましくは80.0~97.5質量%である。

[0025] また、基油(A)の原料としては、例えば、パラフィン系原油、中間基系原油、ナフテン系原油等の原油を常圧蒸留して得られる常圧残油；当該常圧残油を減圧蒸留して得られる潤滑油留分及び鉱油系ワックス；GTLプロセスにおける残渣WAX（ガストゥリキッド ワックス、以下、「GTLワックス」ともいう。）；等が挙げられる。

そして、基油(A)は、例えば、前記潤滑油留分を、溶剤脱れき処理；溶剤抽出又は水素化分解の少なくとも1種の処理；溶剤脱ろう又は接触脱ろうの少なくとも1種の脱ろう処理；水素化精製処理；等のうちの1種以上の処理、好ましくは全ての処理を行って精製した油；前記鉱油系ワックスを異性化することによって製造される油；又は前記GTLワックスを水素化異性化脱ろうすることによって製造されるGTL基油；等の油が挙げられる。

また、基油(A)としては、米国石油協会（API：American Petroleum Institute）基油カテゴリーのGroup IIに分類される基油、及びGroup IIIに分類される基油から選ばれる少なくとも1種がより好ましく、Group IIIに分類される基油が更に好ましい。

本発明の一実施形態においては、前記基油(A)として、前記基油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。

[0026] <要件(A-1)~(A-4)を満たす基油(A)の調製例>

基油(A)及びその原料の一態様としては、前述したものが挙げられるが、前記要件(A-1)~(A-4)を満たす基油(A)は、例えば、以下の事項を適宜考慮することで、調製することができる。なお、以下の事項は基

油（Ａ）の調製法の一例であって、これら以外の事項を考慮することによっても調製可能である。

[0027] 基油（Ａ）の一態様としては、原料油を精製して得られたものであることが好ましい。当該原料油としては、前記要件を満たす基油とする観点から、石油由来のワックスを含む原料油、並びに、石油由来のワックス及びボトム油を含む原料油であることが好ましい。また、溶剤脱ろう油を含む原料油を用いてもよい。

石油由来のワックス及びボトム油を含む原料油を用いる場合、当該原料油中のワックスとボトム油との含有量比〔ワックス／ボトム油〕としては、前記要件を満たす基油とする観点から、質量比で、好ましくは５５／４５～９５／５、より好ましくは７０／３０～９５／５、更に好ましくは８０／２０～９５／５である。

[0028] 前記ボトム油としては、原油を原料とした通常の燃料油の製造工程において、減圧蒸留装置から得られた重質燃料油を含む油を、水素化分解し、ナフサ及び灯軽油を分離除去した後に残るボトム留分が挙げられる。

また、ワックスとしては、前記のボトム留分を溶剤脱ろうして分離されるワックスのほか、パラフィン系原油、中間系原油、ナフテン系原油等の原油を常圧蒸留して、ナフサ及び軽油を分離除去した後に残る常圧残油を溶剤脱ろうして得られるワックス；当該常圧残油を減圧蒸留して得られる留出油を溶剤脱ろうして得られるワックス；当該留出油を、溶剤脱れき、溶剤抽出、水素化仕上げしたものを溶剤脱ろうして得られるワックス；フィッシャー・トロプッシュ合成により得られるＧＴＬワックス等が挙げられる。

[0029] 一方、溶剤脱ろう油としては、前述のボトム留分等を溶剤脱ろうし、前記のワックスを分離除去した後の残油が挙げられる。また、溶剤脱ろう油は、溶剤脱ろうの精製処理が施されており、前述のボトム油とは異なるものである。

溶剤脱ろうによりワックスを得る方法としては、例えば、ボトム留分をメチルエチルケントンとトルエンとの混合溶媒を混合し、低温環境下で攪拌し

ながら、析出物を取り除いて得る方法が好ましい。

なお、前記要件を満たす基油とする観点から、溶剤脱ろうにおける低温環境下の具体的な温度としては、一般的な溶剤脱ろうでの温度よりも低いことが好ましく、具体的には、 -25°C 以下であることが好ましく、 -30°C 以下であることがより好ましい。

[0030] 原料油の油分としては、前記要件を満たす基油とする観点から、好ましくは $5\sim55$ 質量%、より好ましくは $7\sim45$ 質量%、更に好ましくは $10\sim35$ 質量%、より更に好ましくは $15\sim32$ 質量%、より更に好ましくは $21\sim30$ 質量%である。

原料油の 100°C における動粘度としては、前記要件(A-1)を満たす基油とする観点から、好ましくは $2.0\sim7.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 、より好ましくは $2.3\sim6.5\text{ mm}^2/\text{s}$ 、更に好ましくは $2.5\sim6.0\text{ mm}^2/\text{s}$ である。

原料油の粘度指数としては、前記要件を満たす基油とする観点から、好ましくは 100 以上、より好ましくは 110 以上、更に好ましくは 120 以上である。

[0031] (原料油の精製条件の設定)

前記の原料油に対して、精製処理を施して、前記要件を満たす基油に調製することが好ましい。

精製処理としては、水素化異性化脱ろう処理及び水素化処理の少なくとも一方を含むことが好ましい。なお、使用する原料油の種類に応じて、精製処理の種類や精製条件は適宜設定されることが好ましい。より具体的には、前記要件を満たす基油とする観点から、使用する原料油の種類に応じて、以下のように精製処理を選択することが好ましい。

- ・石油由来のワックスとボトム油とを前述の含有量比で含む原料油(a1)を用いる場合、当該原料油(a1)に対して、水素化異性化脱ろう処理及び水素化処理の双方を含む精製処理を行うことが好ましい。

- ・溶剤脱ろう油を含む原料油(a2)を用いる場合、当該原料油(a2)に

対して、水素化異性化脱ろう処理を行わず、水素化処理を含む精製処理を行うことが好ましい。

[0032] 前記原料油（a 1）は、ボトム油を含むため、芳香族分、硫黄分、及び窒素分の含有量が多くなる傾向にあるが、水素化異性化脱ろう処理によって、芳香族分、硫黄分、及び窒素分を除去し、これらの含有量の低減を図ることができる。

水素化異性化脱ろう処理は、ワックス中の直鎖パラフィンを分岐鎖のイソパラフィンへと異性化することで、特に、前記要件を満たす基油が調製し易くなる。

また、水素化異性化脱ろう処理に伴い、芳香族分が開環してパラフィン分に変換されるため、芳香族分（%C A）を減少させることができ、前記要件を満たす基油が調製し易くなる。

[0033] 一方、前記原料油（a 2）は、ワックスを含むものであるが、溶剤脱ろう処理によって、低温環境下で直鎖パラフィンを析出させ分離除去しているため、前記要件の値に影響を与える直鎖パラフィンの含有量が少ない。そのため、「水素化異性化脱ろう処理」を行う必要性は低い。

[0034] （水素化異性化脱ろう処理）

水素化異性化脱ろう処理は、前述のとおり、原料油中に含まれる直鎖パラフィンを分岐鎖のイソパラフィンへとする異性化、芳香族分を開環させパラフィン分とする変換、並びに硫黄分や窒素分等の不純物の除去等を目的に行われる精製処理である。水素化異性化脱ろう処理は、水素化異性化脱ろう触媒の存在下で行われることが好ましい。

水素化異性化脱ろう触媒としては、例えば、シリカアルミノフォスフェート（S A P O）やゼオライト等の担体に、ニッケル（N i）／タングステン（W）、ニッケル（N i）／モリブデン（M o）、コバルト（C o）／モリブデン（M o）等の金属酸化物や、白金（P t）や鉛（P d）等の貴金属を担持した触媒が挙げられる。

[0035] 水素化異性化脱ろう処理における水素分圧としては、前記要件を満たす基

油とする観点から、好ましくは $2.0 \sim 220 \text{ MPa}$ 、より好ましくは $2.5 \sim 100 \text{ MPa}$ 、更に好ましくは $3.0 \sim 50 \text{ MPa}$ 、より更に好ましくは $3.5 \sim 25 \text{ MPa}$ である。

水素化異性化脱ろう処理における反応温度としては、前記要件を満たす基油とする観点から、一般的な水素化異性化脱ろう処理での反応温度よりも高めに設定されることが好ましく、具体的には、好ましくは $320 \sim 480^\circ\text{C}$ 、より好ましくは $325 \sim 420^\circ\text{C}$ 、更に好ましくは $330 \sim 400^\circ\text{C}$ 、より更に好ましくは $340 \sim 370^\circ\text{C}$ である。当該反応温度が高温であることで、原料油中に存在する直鎖パラフィンを分岐鎖のイソパラフィンとする異性化を促進させることができ、前記要件を満たす基油の調製が容易となる。

また、水素化異性化脱ろう処理における液時空間速度（ LHSV ）としては、前記要件を満たす基油とする観点から、好ましくは 5.0 hr^{-1} 以下、より好ましくは 2.0 hr^{-1} 以下、更に好ましくは 1.0 hr^{-1} 以下、より更に好ましくは 0.6 hr^{-1} 以下である。

また、生産性の向上の観点から、水素化異性化脱ろう処理における LHSV は、好ましくは 0.1 hr^{-1} 以上、より好ましくは 0.2 hr^{-1} 以上である。

水素化異性化脱ろう処理における水素ガスの供給割合としては、供給する原料油1キロリットルに対して、好ましくは $100 \sim 1,000 \text{ Nm}^3$ 、より好ましくは $200 \sim 800 \text{ Nm}^3$ 、更に好ましくは $250 \sim 650 \text{ Nm}^3$ である。

なお、水素化異性化脱ろう処理を行った油に対して、軽質留分を除去するために、減圧蒸留を施してもよい。

[0036]（水素化処理）

水素化処理は、原料油中に含まれる芳香族分の完全飽和化、及び、硫黄分や窒素分等の不純物の除去等を目的に行われる精製処理である。

水素化処理は、水素化触媒の存在下で行われることが好ましい。

水素化触媒としては、例えば、シリカ／アルミナ、アルミナ等の非晶質や

ゼオライト等の結晶質担体に、ニッケル（Ni）／タングステン（W）、ニッケル（Ni）／モリブデン（Mo）、コバルト（Co）／モリブデン（Mo）等の金属酸化物や、白金（Pt）や鉛（Pb）等の貴金属を担持した触媒が挙げられる。

[0037] 水素化処理における水素分圧としては、前記要件を満たす基油とする観点から、一般的な水素化処理での圧力よりも高めに設定されることが好ましく、具体的には、好ましくは16MPa以上、より好ましくは17MPa以上、更に好ましくは20MPa以上であり、また、好ましくは30MPa以下、より好ましくは22MPa以下である。

水素化処理における反応温度としては、前記要件を満たす基油とする観点から、好ましくは200～400℃、より好ましくは250～350℃、更に好ましくは280～330℃である。

水素化処理における液時空間速度（LHSV）としては、前記要件を満たす基油とする観点から、好ましくは5.0hr⁻¹以下、より好ましくは2.0hr⁻¹以下、更に好ましくは1.0hr⁻¹以下であり、また、生産性の観点から、好ましくは0.1hr⁻¹以上、より好ましくは0.2hr⁻¹以上、更に好ましくは0.3hr⁻¹以上である。

水素化処理における水素ガスの供給割合としては、処理対象とする供給油1キロリットルに対して、好ましくは100～1,000Nm³、より好ましくは200～800Nm³、更に好ましくは250～650Nm³である。

なお、水素化処理を行った油に対して、軽質留分を除去するために、減圧蒸留を施してもよい。減圧蒸留の諸条件（圧力、温度、時間等）としては、基油の100℃における動粘度が所望の範囲内となるように、適宜調整される。

[0038] <重合体（B）>

前記潤滑油組成物に用いる重合体（B）（以下、単に「成分（B）」ともいう。）は、下記要件（B-1）及び（B-2）を満たす重合体である。

・要件（B-1）：質量平均分子量（Mw）と、数平均分子量（Mn）との

比 $[M_w/M_n]$ が 1.0 以上、6.0 未満である。

・要件 (B-2) : ^{13}C -NMR 分析で得られる化学シフト 10.0 ~ 11.0 ppm のピーク積分値 (I_{10}) と、化学シフト 13.5 ~ 14.5 ppm のピーク積分値 (I_{14}) との比 $[I_{10}/I_{14}]$ が 0.05 以上である。

[0039] (要件 (B-1))

前記要件 (B-1) に係る比 $[M_w/M_n]$ が 1.0 以上であれば、粘度指数向上の観点で有利である。一方、当該比 $[M_w/M_n]$ は、通常 6.0 未満である。

前記の観点から、成分 (B) の前記比 $[M_w/M_n]$ は、好ましくは 1.2 以上、より好ましくは 1.5 以上、更に好ましくは 1.8 以上であり、そして、好ましくは 5.5 以下、より好ましくは 5.0 以下、更に好ましくは 3.0 以下である。

また、成分 (B) の一態様としては、成分 (B) の前記比 $[M_w/M_n]$ は、好ましくは 1.2 ~ 5.5、より好ましくは 1.5 ~ 5.5、更に好ましくは 1.5 ~ 5.0、より更に好ましくは 1.8 ~ 3.0 である。

[0040] また、成分 (B) は、粘度指数向上の観点から、質量平均分子量 (M_w) が、好ましくは 1,000 以上、より好ましくは 5,000 以上、更に好ましくは 20,000 以上、より更に好ましくは 100,000 以上であり、そして、好ましくは 1,000,000 以下、より好ましくは 900,000 以下、更に好ましくは 800,000 以下、より更に好ましくは 700,000 以下である。

また、成分 (B) の一態様としては、成分 (B) の質量平均分子量 (M_w) は、好ましくは 1,000 ~ 1,000,000、より好ましくは 5,000 ~ 900,000、更に好ましくは 20,000 ~ 800,000、より更に好ましくは 100,000 ~ 700,000 である。

なお、本明細書において、各成分の前記質量平均分子量 (M_w)、数平均分子量 (M_n) の値は、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。

[0041] (要件 (B-2))

本発明で用いられる成分 (B) は、要件 (B-2) で規定するとおり、¹³C-NMR 分析で得られる化学シフト 10.0~11.0 ppm のピーク積分値 (I_{10}) と、化学シフト 13.5~14.5 ppm のピーク積分値 (I_{14}) との比 [I_{10}/I_{14}] が 0.05 以上であることを要する。当該要件 (B-2) は、得られる潤滑油組成物の粘度指数を向上させるために必要となる要件である。

したがって、本発明の一実施形態である潤滑油組成物と比較して、例えば、成分 (B) を含まず、当該要件 (B-2) を満たさない重合体を含む潤滑油組成物は、粘度指数を所望の値まで向上させることができない。

また、本発明の一実施形態である潤滑油組成物は、前述した基油 (A) と、当該要件 (B-2) を満たす重合体 (B) とを含むことで、どちらかの成分を含まない潤滑油組成物と比較して、粘度指数が高くなる。すなわち、前記基油 (A) を含む潤滑油組成物であっても、当該要件 (B-2) を満たす成分 (B) を含まない場合、粘度指数を所望の値まで向上させることができない。

当該観点から、成分 (B) の前記比 [I_{10}/I_{14}] は、好ましくは 0.06 以上、より好ましくは 0.08 以上、更に好ましくは 0.10 以上である。

また、成分 (B) の前記比 [I_{10}/I_{14}] は、粘度指数向上の観点から、好ましくは 5.00 以下、より好ましくは 2.50 以下、更に好ましくは 2.00 以下、より更に好ましくは 1.00 以下、より更に好ましくは 0.60 以下である。

また、成分 (B) の一態様としては、成分 (B) の前記比 [I_{10}/I_{14}] は、好ましくは 0.05~5.00、より好ましくは 0.06~5.00、更に好ましくは 0.08~2.50、より更に好ましくは 0.08~2.00、より更に好ましくは 0.10~1.00、より更に好ましくは 0.10~0.60 である。

[0042] ここで、 ^{13}C -NMR分析で得られる化学シフト10.0～11.0 ppmのピークは、重合体が、その分子構造中に、側鎖として、後述するマクロモノマーに由来する高分子量の側鎖を有し、当該高分子量の側鎖から更に分岐しているアルキル鎖の末端メチル基に係る炭素原子を有することを表し、そのピーク積分値 (I_{10}) は、重合体分子内の全炭素原子中に含まれる、前記末端メチル基の炭素原子の割合を表す。

なお、本明細書において、前記「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する。前記重合性官能基としては、例えば、メタクリロイル基、アクリロイル基、エテニル基、ビニルエーテル基、アリル基等が挙げられ、これらの中では、メタクリロイル基又はアクリロイル基が好ましく、メタクリロイル基がより好ましい。

また、本明細書において、重合体中のマクロモノマー中の高分子量鎖に由来する部分構造は、当該部分構造が高分子量であっても、当該重合体における側鎖とする。すなわち、当該部分構造を前述のとおり、「高分子量の側鎖」と称することがある。

[0043] また、 ^{13}C -NMR分析で得られる化学シフト13.5～14.5 ppmのピークは、重合体が、その分子構造中に、側鎖として、炭素数4以上の直鎖アルキル基を有する分岐構造ではない側鎖を有し、当該側鎖が有する前記炭素数4以上の直鎖アルキル基の末端メチル基に係る炭素原子を有することを表し、そのピーク積分値 (I_{14}) は、重合体分子内の全炭素原子中に含まれる、前記炭素数4以上の直鎖アルキル基の末端メチル基の炭素原子の割合を表す。

したがって、前記比 [I_{10}/I_{14}] は、例えば、(I_{14}) に関連する前記炭素原子の量を一定とした場合、(I_{10}) に関連する前記炭素原子の量を増加させることで増加し、(I_{10}) に関連する前記炭素原子の量を低減させることで低減させることができる。また、(I_{10}) に関連する前記炭素原子の量を一定とした場合、(I_{14}) に関連する前記炭素原子の量を増加させることで低減し、(I_{14}) に関連する前記炭素原子の量を低減させることで増加さ

せることができる。

すなわち、成分（B）を構成する単量体について、それぞれの炭素原子を形成する単量体の量を増減させることでも、前記比 $[I_{10}/I_{14}]$ を調整することができる。

[0044] また、粘度指数向上の観点から、成分（B）中、前記化学シフト10.0～11.0 ppmのピークに係る炭素を含む構成単位（ p_{10} ）の含有量は、成分（B）を構成する構成単位の全量100mol%基準で、好ましくは0.1mol%以上、より好ましくは0.5mol%以上、更に好ましくは0.7mol%以上であり、そして、好ましくは10.0mol%以下、より好ましくは5.0mol%以下、更に好ましくは2.5mol%以下である。

また、粘度指数向上の観点から、成分（B）中、前記化学シフト13.5～14.5 ppmのピークに係る炭素を含む構成単位の含有量（ p_{14} ）は、成分（B）を構成する構成単位の全量100mol%基準で、好ましくは50.0mol%以上、より好ましくは80.0mol%以上、更に好ましくは90.0mol%以上であり、そして、好ましくは99.9mol%以下、より好ましくは99.5mol%以下、更に好ましくは99.0mol%以下である。

また、前記成分（B）中、前記構成単位（ p_{10} ）及び（ p_{14} ）の合計含有量は、成分（B）を構成する構成単位の全量100mol%基準で、好ましくは50.0mol%以上、より好ましくは80.0mol%以上、更に好ましくは90.0mol%以上であり、そして、好ましくは100mol%以下である。

なお、前記各構成単位の含有量について、「成分（B）を構成する構成単位の全量100mol%」とは、重合開始剤や連鎖移動剤に由来する構成単位は含めず、モノマー（単量体）由来の構成単位の全量を指す。また、例えば、各構成単位の原料となる単量体の配合量からも算出することができる。また、潤滑油組成物中に存在する重合体が、前記構成を満たすか否かを判断

する場合、例えば、潤滑油組成物から、ゴム膜分離によって、重合体成分を取り出し、当該重合体成分を、 ^{13}C -NMRにより各原料由来の構成単位を特定し、更に、熱分解GC-FIDを用いて、構成単位毎の含有量を確認する方法によっても、確認することができる。

[0045] 成分(B)としては、前記要件(B-1)及び(B-2)を満たす重合体であればよく、

例えば、アルキル(メタ)アクリレート由来の構成単位を含むポリアルキル(メタ)アクリレート系重合体(以下、「PMA系重合体」ともいう。)であることが好ましい。

また、成分(B)が共重合体である場合、当該共重合体の態様としては、例えば、ランダム付加重合体、交互共重合体、グラフト共重合体、ブロック共重合体のいずれであってもよい。

また、成分(B)の構造としては、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(以下、「櫛形ポリマー」ともいう。)や、分岐高分子の一種であり1点で3本以上の鎖状高分子が結合している構造を有する星形ポリマー等といった特定の構造を有するポリマーであってもよい。

[0046] また、成分(B)としては、前述のとおり、櫛形ポリマーを含有してもよい。このような櫛形ポリマーとしては、例えば、前述した重合性官能基を有するマクロモノマーに由来する構成単位を少なくとも有する重合体が好ましく挙げられる。ここで、該構成単位が前述の「高分子量の側鎖」に該当するものである。

成分(B)としては、より具体的には、アルキル(メタ)アクリレートや、窒素原子含有系、ハロゲン元素含有系、水酸基含有系、脂肪族炭化水素系、脂環式炭化水素系、芳香族炭化水素系等の各種ビニル単量体に由来する構成単位を含む主鎖に対して、前記重合性官能基を有するマクロモノマーに由来する構成単位を含む側鎖を有する共重合体が好ましく挙げられる。

[0047] 前記マクロモノマーの数平均分子量(M_n)は、好ましくは200以上、

より好ましくは300以上、更に好ましくは400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10,000以下である。

[0048] 成分(B)は、前述のとおり、前記化学シフト10.0～11.0ppmのピークに係る部分構造及び前記化学シフト13.5～14.5ppmのピークに係る部分構造を有する重合体である。

成分(B)中、前記化学シフト10.0～11.0ppmのピークに係る部分構造を構成する単量体としては、例えば、マクロモノマー(α)が挙げられる。マクロモノマー(α)は、(メタ)アクリロイル基を片末端に有すると共に、ブタジエン及び水素化ブタジエンから選ばれる単量体($\alpha 1$)に由来する構成単位を有することが好ましい。

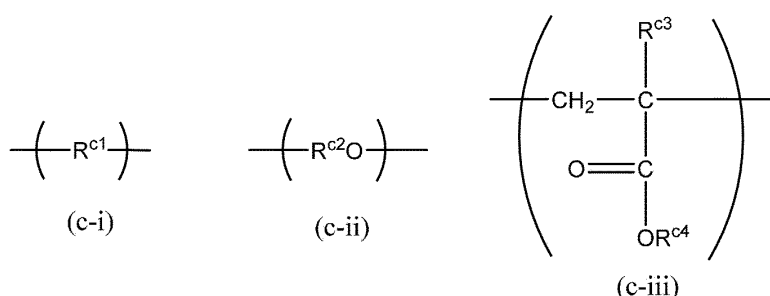
つまり、マクロモノマー(α)中における、単量体($\alpha 1$)に由来する構成単位を有する重合体が、前述の「高分子量の側鎖」に該当することが好ましい。そして、前述のとおり、成分(B)の主鎖は、マクロモノマー(α)が有する重合性官能基に由来する構成単位を有し、(メタ)アクリロイル基に由来する構成単位を有することが好ましく、メタクリロイル基に由来する構成を有することがより好ましい。

[0049] マクロモノマー(α)の数平均分子量(M_n)は、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、更になお好ましくは4,000以上である。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。

[0050] マクロモノマー(α)は、単量体($\alpha 1$)に由来する構成単位以外に、例えば、以下の一般式(c-i)～(c-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。

[0051]

[化1]



[0052] 前記一般式 (c-i) 中、 $\text{R}^{\text{c}1}$ は、炭素数1～10の直鎖アルキレン基又は分岐鎖アルキレン基を示す。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、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、2-エチルヘキシレン基等が挙げられる。

前記一般式 (c-ii) 中、 $\text{R}^{\text{c}2}$ は、炭素数2～4の直鎖アルキレン基又は分岐鎖アルキレン基を示す。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、1, 4-ブチレン基等が挙げられる。

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

また、 $\text{R}^{\text{c}4}$ は炭素数1～10の直鎖又は分岐鎖アルキル基を示す。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、*tert*-ブチル基、イソペンチル基、*tert*-ペンチル基、イソヘキシル基、*tert*-ヘキシル基、イソヘプチル基、*tert*-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、イソデシル基等が挙げられる。

なお、前記一般式 (c-i) ～ (c-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、 $\text{R}^{\text{c}1}$ 、 $\text{R}^{\text{c}2}$ 、 $\text{R}^{\text{c}3}$ 、 $\text{R}^{\text{c}4}$ は、それぞれ同一であってもよく、互いに異なっていてもよい。

なお、マクロモノマー (α) が共重合体である場合、共重合の形態として

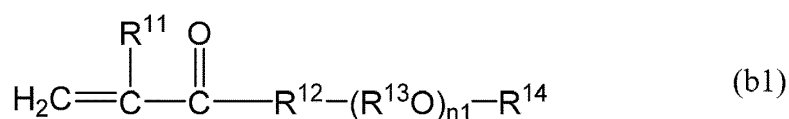
は、ブロック共重合体であってもよく、ランダム共重合体であってもよい。

[0053] また、成分（B）におけるマクロモノマー（ α ）由来の構成単位の含有量は、成分（B）を構成する構成単位の全量 100 mol % 基準で、好ましくは 0.1 mol % 以上、より好ましくは 0.5 mol % 以上、更に好ましくは 0.7 mol % 以上であり、そして、粘度指数向上の観点から、好ましくは 10.0 mol % 以下、より好ましくは 5.0 mol % 以下、更に好ましくは 2.5 mol % 以下である。

また、成分（B）に含まれるマクロモノマー（ α ）由来の構成単位は、1 種単独であってもよいし、2 種以上であってもよい。

[0054] また、成分（B）は、マクロモノマー（ α ）由来の構成単位と、下記一般式（b1）で表される単量体（m1）由来の構成単位とを含有することが好ましい。

[0055] [化2]



[0056] 前記一般式（b1）中、 R^{11} は、水素原子又はメチル基である。

R^{12} は、単結合、 $-\text{O}-$ 、又は $-\text{NH}-$ を示す。

R^{13} は、炭素数 2～4 の直鎖アルキレン基若しくは分岐鎖アルキレン基を示す。 $n1$ は、0～20 の整数を示す。 $n1$ が 2 以上の整数の場合の複数の R^{13} は、同一であっても異なってもよく、 $(\text{R}^{13}\text{O})_{n1}$ 部分はランダム共重合でもブロック共重合でもよい。

R^{14} は、炭素数 4～9 の非環状アルキル基、又は環状アルキル基を有する炭素数 6～8 の基である。

ただし、 $n1$ が 1～20 の整数であり、かつ、 R^{14} が、炭素数 4 若しくは 5 の非環状アルキル基である場合を除く。

[0057] 前述のとおり、一般式（b1）で表される単量体（m1）のうち、 R^{14} が炭素数 4～9 の直鎖アルキル基である単量体は、成分（B）中の前記化学シフト 13.5～14.5 ppm のピークに係る部分構造を構成する単量体に

該当する。

[0058] 前記一般式 (b 1) 中、 R^{14} は、炭素数4若しくは5の非環状アルキル基又は環状アルキル基を有する炭素数6～8の基であることが好ましい。なお、環状アルキル基を有する基の炭素数は、環状アルキル基を有する基に含まれる炭素原子の総数を意味する。

前記炭素数4若しくは5の非環状アルキル基の具体例としては、*n*-ブチル基、イソブチル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、ネオペンチル基、イソペンチル基、*sec*-ペンチル基、*tert*-ペンチル基、3-ペンチル基等が挙げられる。これらの中でも、*n*-ブチル基若しくは*n*-ペンチル基が好ましく、*n*-ブチル基がより好ましい。

[0059] 前記環状アルキル基を有する炭素数6～8の基は、具体例を挙げると、シクロヘキシル基、メチルシクロヘキシル基、エチルシクロヘキシル基、ジメチルシクロヘキシル基、シクロヘキシルメチル基、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等が挙げられる。

[0060] 前記一般式 (b 1) 中、 R^{11} は、メチル基であることが好ましい。

また、 R^{12} は、 $-O-$ であることが好ましい。

また、同様の観点から、 R^{13} は、炭素数2～3の直鎖アルキレン基であることが好ましく、エチレン基であることがより好ましい。

すなわち、単量体 (m 1) は、重合性官能基として、アクリロイル基又はメタクリロイル基を有することが好ましく、メタクリロイル基を有することがより好ましい。

また、 n_1 は0～5であることが好ましく、0～2であることがより好ましく、0であることが更に好ましい。

すなわち、単量体 (m 1) としては、*n*-ブチルメタクリレートが好ましい。

[0061] 成分 (B) 中、単量体 (m 1) 由来の構成単位の含有量は、粘度指数向上の観点から、成分 (B) を構成する構成単位の全量100mol%基準で、好ましくは50.0mol%以上、より好ましくは60.0mol%以上、

更に好ましくは65.0mol%以上、より更に好ましくは70.0mol%以上、より更に好ましくは72.0mol%以上、より更に好ましくは73.0mol%以上であり、そして、好ましくは99.9mol%以下、より好ましくは98.0mol%以下、更に好ましくは95.0mol%以下、より更に好ましくは94.0mol%以下、より更に好ましくは93.0mol%以下、より更に好ましくは92.0mol%以下である。

また、成分(B)における単量体(m1)由来の構成単位は、1種単独であってもよいし、2種以上であってもよい。

[0062] また、成分(B)は、炭素数10～30の直鎖アルキル基又は炭素数10～30の分岐鎖アルキル基を有するアルキル(メタ)アクリレートである単量体(m2)由来の構成単位を含むことが好ましい。成分(B)が、単量体(m2)由来の構成単位をさらに含むことによって、基油への溶解性を向上させやすくすることができ、本発明の効果がより発揮されやすくなる。

単量体(m2)としては、アルキルメタクリレートであることが好ましい。

また、単量体(m2)が有するアルキル基の炭素数は、好ましくは10～24、より好ましくは11～22、更に好ましくは12～20である。また、当該アルキル基は、直鎖アルキル基であることが好ましい。

[0063] また、前述のとおり、単量体(m2)のうち、炭素数10～30の直鎖アルキル基を有するアルキル(メタ)アクリレートである単量体は、成分(B)中の前記化学シフト13.5～14.5ppmのピークに係る部分構造を構成する単量体に該当する。

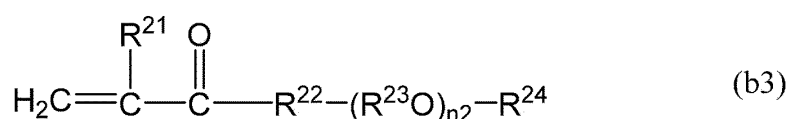
[0064] 成分(B)中、単量体(m2)由来の構成単位の含有量としては、粘度指数向上の観点から、成分(B)を構成する構成単位の全量100mol%基準で、好ましくは0.1mol%以上、より好ましくは1.0mol%以上、更に好ましくは2.5mol%以上、より更に好ましくは5.0mol%以上、より更に好ましくは6.0mol%以上、より更に好ましくは7.0mol%以上であり、そして、好ましくは50.0mol%以下、より好ま

しくは40.0mol%以下、更に好ましくは30.0mol%以下、より更に好ましくは20.0mol%以下、より更に好ましくは15.0mol%以下である。

また、成分(B)における単量体(m2)由来の構成単位は、1種単独であってもよいし、2種以上であってもよい。

[0065] また、成分(B)は、更に、下記一般式(b3)で表される単量体(m3)由来の構成単位を含んでもよい。

[0066] [化3]



[0067] 前記一般式(b3)中、R²¹は水素原子又はメチル基である。

R²²は、単結合、-O-、又は-NH-を示す。

R²³は、炭素数2～4の直鎖アルキレン基若しくは分岐鎖アルキレン基を示す。n2は、1～20の整数を示す。n2が2以上の整数の場合の複数のR²³は、同一であっても異なってもよく、(R²³O)_{n2}部分はランダム共重合でもブロック共重合でもよい。

R²⁴は、炭素数1～12の直鎖アルキル基又は炭素数1～12の分岐鎖アルキル基である。

[0068] 前述のとおり、一般式(b3)で表される単量体(m3)のうち、R²⁴が炭素数4～12の直鎖アルキル基である単量体は、成分(B)中の前記化学シフト13.5～14.5ppmのピークに係る部分構造を構成する単量体に該当する。

[0069] 成分(B)が、前記一般式(b3)で表される単量体(m3)由来の構成単位を更に含むことによって、得られる潤滑油組成物の粘度指数をより向上させやすくなるため好ましい。

なお、前記一般式(b3)中、R²¹は、メチル基であることが好ましい。

また、同様の観点から、R²²は、-O-であることが好ましい。

すなわち、単量体(m3)は、重合性官能基として、アクリロイル基又は

メタクリロイル基を有することが好ましく、メタクリロイル基を有することがより好ましい。

また、同様の観点から、 n_2 は1～5であることが好ましく、1～2であることがより好ましく、1であることが更に好ましい。

また、同様の観点から、 R^{23} は、炭素数2～3の直鎖アルキレン基であることが好ましく、エチレン基であることがより好ましい。

また、同様の観点から、 R^{24} は、炭素数1～12の直鎖アルキル基であることが好ましく、炭素数2～8の直鎖アルキル基であることがより好ましく、炭素数2～6の直鎖アルキル基であることが更に好ましく、 n -ブチル基であることがより更に好ましい。

[0070] また、成分(B)が、単量体(m3)由来の構成単位を含む場合、成分(B)中、単量体(m3)由来の構成単位の含有量は、粘度指数向上の観点から、成分(B)を構成する構成単位の全量100mol%基準で、好ましくは0.1mol%以上、より好ましくは1.0mol%以上、更に好ましくは3.0mol%以上、より更に好ましくは5.0mol%以上であり、そして、好ましくは15.0mol%以下、より好ましくは14.0mol%以下、更に好ましくは13.0mol%以下、より更に好ましくは12.0mol%以下である。

また、成分(B)に含まれる単量体(m3)由来の構成単位は、1種単独であってもよいし、2種以上であってもよい。

[0071] また、成分(B)中には、本発明の効果を大きく阻害することのない範囲内で、前述したマクロモノマー(α)、単量体(m1)、単量体(m2)、及び単量体(m3)以外のその他の単量体に由来する構成単位が含まれていてもよい。

前記その他の単量体としては、例えば、メチル(メタ)クリレート等の炭素数1～3の直鎖アルキル基又は炭素数1～3の分岐鎖アルキル基を有するアルキル(メタ)アクリレート；スチレン；及びN-アルキル(メタ)アクリルアミド等から選択される1種以上が挙げられる。

この場合の、マクロモノマー（ α ）由来の構成単位、単量体（ m_1 ）～（ m_3 ）由来の構成単位の合計含有量は、粘度指数向上の観点から、成分（B）を構成する構成単位の全量100mol%基準で、好ましくは85～100mol%、より好ましくは90～100mol%、更に好ましくは95～100mol%である。

また、成分（B）に含まれるその他の単量体由来の構成単位は、1種単独であってもよいし、2種以上であってもよい。

[0072] また、前記成分（B）としては、好ましくはPSSIが30以下のPMA系重合体である。ここで、PSSIとは、永久せん断安定性指数（Permanent Shear Stability Index）を意味し、重合体の分解に抵抗する能力を示す。PSSIが小さいほど、重合体はせん断に対して安定であり、より分解されにくい。PSSIは、重合体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、ASTM D6022-06（2012）で規定される下記計算式により算出される。

[0073] [数1]

$$PSSI = \frac{K_{V0} - K_{V1}}{K_{V0} - K_{V_{oil}}} \times 100$$

[0074] 当該計算式中、 K_{V0} は、基油に重合体を加えた混合物の100℃動粘度の値である。 K_{V1} は、基油に重合体を加えた混合物を、ASTM D6278の手順にしたがって、30サイクル高剪断ボッシュ・ディーゼルインジェクターに通過させた後の100℃動粘度の値である。また、 $K_{V_{oil}}$ は、基油の100℃動粘度の値である。なお、基油としては、100℃動粘度5.35 mm²/s、粘度指数105のGroup IIの基油を使用する。

当該PSSIは、好ましくは10以下、より好ましくは5.0以下、更に好ましくは3.0以下、より更に好ましくは2.0以下である。

また、当該PSSIの下限值は、特に制限はないが、例えば、0以上である。

[0075] 前記成分（B）の含有量は、潤滑油組成物の動粘度を所望の値とするため

に、適宜、調整することができるが、粘度指数を向上させ易くする観点から、例えば、潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは0.1質量%以上、より好ましくは0.5質量%以上、更に好ましくは1.0質量%以上、より更に好ましくは2.0質量%以上、より更に好ましくは2.5質量%以上であり、そして、好ましくは30.0質量%以下、より好ましくは20.0質量%以下、更に好ましくは15.0質量%以下、より更に好ましくは10.0質量%以下、より更に好ましくは5.0質量%以下である。

また、前記潤滑油組成物の一態様としては、成分（B）の含有量は、潤滑油組成物の全量100質量%基準で、好ましくは0.1～30.0質量%、より好ましくは0.5～20.0質量%、更に好ましくは1.0～15.0質量%、より更に好ましくは2.0～10.0質量%、より更に好ましくは2.0～5.0質量%、より更に好ましくは2.5～5.0質量%である。

[0076] （重合体（B）の製造方法）

成分（B）は、公知の重合方法を用いて製造することができる。例えば、前述した要件（B-1）及び（B-2）を満たすように、前述の各構成単位の原料となる単量体を含むように重合体を構成する単量体を選択し、それら単量体をラジカル重合することで得ることができる。

重合方法としては、溶液重合法、乳化重合法、懸濁重合法、逆相懸濁重合法、薄膜重合法、及び噴霧重合法等、従来公知の方法を用いることができ、これらの中では、溶液重合法が好ましく、前述の各構成単位の原料となる単量体を溶剤中でラジカル重合することで得ることができる。

例えば、前記成分（B）を溶液重合により製造する場合、溶剤中、重合開始剤を用いて、前記構成単位（ p_{10} ）及び（ p_{14} ）、必要により、その他の構成単位の原料となる単量体をラジカル重合することで得ることができる。

[0077] 前記溶剤としては、前記単量体が溶解する溶剤であればよく、トルエン、キシレン、炭素数9～10のアルキルベンゼン等の芳香族炭化水素系溶剤；ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、シクロヘキサン、オクタン等の炭素数5～18の脂肪族炭化水素系溶剤；2-プロパノール、1-ブタノール、2-ブ

タノール、1-オクタノール等の炭素数3～8のアルコール系溶剤；メチルイソブチルケトン、メチルエチルケトン等のケトン系溶剤；N，N-ジメチルホルムアミド、N-メチルピロリドン等のアミド系溶剤；及び基油；等を用いることができる。これらの中では、基油が好ましく、当該基油の中でも前記基油（A）がより好ましい。

[0078] 前記重合開始剤としては、アゾ系開始剤、過酸化物系開始剤、レドックス系開始剤、及び有機ハロゲン化合物開始剤からなる群より選ばれる1種以上が挙げられる。成分（B）の重合に用いる重合開始剤としては、好ましくはアゾ系開始剤及び過酸化物系開始剤から選ばれる1種以上、より好ましくはアゾ系開始剤及び有機過酸化物から選ばれる1種以上、更に好ましくはアゾ系開始剤を用いることができる。

アゾ系重合開始剤としては、例えば、2，2'-アゾビス（イソブチロニトリル）（略称：AIBN）、2，2'-アゾビス（2-メチルブチロニトリル）（略称：AMBN）、2，2'-アゾビス（2，4-ジメチルバレロニトリル）（略称：ADVN）、4，4'-アゾビス（4-シアノ吉草酸）（略称：ACVA）及びその塩（例えば塩酸塩等）、ジメチル2，2'-アゾビスイソブチレート、2，2'-アゾビス（2-アミジノプロパン）ハイドロクロライド、2，2'-アゾビス〔2-メチル-N-（2-ヒドロキシエチル）プロピオンアミド〕等が挙げられる。

[0079] 過酸化物系開始剤としては無機過酸化物及び有機過酸化物等が挙げられる。

無機過酸化物としては、例えば、過酸化水素、過硫酸アンモニウム、過硫酸カリウム、及び過硫酸ナトリウム等が挙げられる。

有機過酸化物としては、例えば、ベンゾイルパーオキシド、ジ-tert-ブチルパーオキシド、クメンヒドロパーオキシド、コハク酸パーオキシド、ジ（2-エトキシエチル）パーオキシジカーボネート、tert-ブチルパーオキシピバレート、tert-ヘキシルパーオキシピバレート、tert-ブチルパーオキシネオヘプタノエート、tert-ブチルパー

オキシネオデカノエート、*tert*-ブチルパーオキシ2-エチルヘキサノエート、*tert*-ブチルパーオキシイソブチレート、*tert*-アミルパーオキシ2-エチルヘキサノエート、1, 1, 3, 3-テトラメチルブチルパーオキシ2-エチルヘキサノエート、ジブチルパーオキシトリメチルアジペート、及びラウリルパーオキシド等が挙げられる。

[0080] レドックス系開始剤としては、アルカリ金属の亜硫酸塩若しくは重亜硫酸塩（例えば、亜硫酸アンモニウム、重亜硫酸アンモニウム等）、塩化第一鉄、硫酸第一鉄、アスコルビン酸等の還元剤とアルカリ金属の過硫酸塩、過硫酸アンモニウム、過酸化水素、有機過酸化物等の酸化剤との組合せよりなるものなどが挙げられる。

[0081] 前記ラジカル重合では、分子量等の重合体の物性を調整する目的等、必要に応じて、公知の連鎖移動剤を用いてもよい。

連鎖移動剤としては、例えば、メルカプタン類、チオカルボン酸類、イソプロパノール等の2級アルコール類、ジブチルアミン等のアミン類、次亜リン酸ナトリウム等の次亜リン酸塩類、塩素含有化合物、アルキルベンゼン化合物等が挙げられる。

メルカプタン類としては、例えば、*n*-ブチルメルカプタン、イソブチルメルカプタン、*n*-オクチルメルカプタン、*n*-ドデシルメルカプタン、*sec*-ブチルメルカプタン、*tert*-ブチルメルカプタン、*tert*-ドデシルメルカプタン等の炭素数2～20のアルキル基を有するアルキルメルカプタン化合物；メルカプトエタノール、メルカプトプロパノール等の水酸基含有メルカプタン化合物；等が挙げられる。

チオカルボン酸類としては、例えば、チオグリコール酸、チオリンゴ酸等が挙げられる。

前記重合開始剤及び連鎖移動剤の使用量は、所望の重合体の物性を考慮して（例えば、分子量の調整等）、適宜選定することができる。

[0082] 重合制御の方法は、断熱重合法、温度制御重合法が挙げられる。重合時の反応温度としては、好ましくは30～140℃、より好ましくは50～130℃が挙げられる。

0℃、更に好ましくは70℃～120℃である。

また、熱による重合開始の方法の他に、放射線、電子線、紫外線などを照射して重合を開始させる方法を採用することもできる。好ましいものは温度制御した溶液重合法である。

共重合を行う場合は、ランダム付加重合又は交互共重合のいずれでもよく、また、グラフト共重合又はブロック共重合のいずれでもよい。

[0083] 成分（B）は、潤滑油組成物用の粘度指数向上剤として、好適に用いることができる。

前記粘度指数向上剤は、成分（B）からなるものであってもよく、更に、希釈剤に溶解及び希釈して、粘度指数向上剤組成物として用いてもよい。

希釈剤としては、前述した重合時に用いることができる溶剤を用いることができ、好ましくは基油であり、より好ましくは前記基油（A）である。これらの希釈剤は、前述したものから1種単独で又は2種以上を組み合わせ用いてもよい。

成分（B）を前記粘度指数向上剤組成物として用いる場合、前記粘度指数向上剤組成物中、成分（B）の含有量は、粘度指数向上剤組成物の全量100質量%中、好ましくは5～80質量%、より好ましくは10～70質量%、更に好ましくは15～60質量%である。

また、前記粘度指数向上剤組成物中、希釈剤の含有量は、粘度指数向上剤組成物の全量100質量%中、好ましくは20～95質量%、より好ましくは30～90質量%、更に好ましくは40～85質量%である。

[0084] また、基油（A）及び成分（B）の合計含有量は、本発明の効果をより発揮し易くする観点から、潤滑油組成物全量100質量%基準で、好ましくは70.0質量%以上、より好ましくは75.0質量%以上、更に好ましくは80.0質量%以上、より更に好ましくは85.0質量%以上であり、そして、好ましくは100質量%以下である。

また、前記潤滑油組成物の一態様としては、基油（A）及び成分（B）の合計含有量は、潤滑油組成物の全量100質量%基準で、好ましくは70.

0～100質量%、より好ましくは75、0～100質量%、更に好ましくは80、0～100質量%、より更に好ましくは85、0～100質量%であり、また、100質量%であってもよい。

[0085] <その他成分>

本発明の一実施形態である潤滑油組成物は、本発明の効果を損なわない範囲で、必要に応じて、前記基油（A）、及び、成分（B）以外のその他成分を、更に含有したものであってもよい。

その他成分としては、基油（A）以外の基油、及び、成分（B）以外の潤滑油用添加剤が挙げられる。

[0086] （基油（A）以外の基油）

その他成分として用いることができる前述した基油（A）以外の基油としては、本発明の効果を損なわない限り、特に制限はなく、従来、潤滑油の基油として使用されている鉱油及び合成油の中から任意のものを適宜選択して用いることができる。

鉱油としては、例えば、原油を常圧蒸留して得られる常圧残油を減圧蒸留して得られた潤滑油留分を、溶剤脱れき処理；溶剤抽出又は水素化分解の少なくとも1種の処理；溶剤脱ろう又は接触脱ろうの少なくとも1種の脱ろう処理；水素化精製処理；等のうちの1種以上の処理、好ましくは全ての処理を行って精製した油、又は鉱油系ワックスを異性化することによって製造される油；等が挙げられる。これらの鉱油の中では、水素化精製により処理した油が好ましい。

合成油としては、例えば、ポリブテン； α -オレフィン単独重合体、 α -オレフィン共重合体（例えば、エチレン- α -オレフィン共重合体）等のポリ α -オレフィン；ポリオールエステル、二塩基酸エステル、リン酸エステル等の各種のエステル；ポリフェニルエーテル等の各種のエーテル；ポリグリコール；アルキルベンゼン；アルキルナフタレン；又はGTLプロセスにおける残渣WAX（ガストウリキッド ワックス）を水素化異性化脱ろうすることによって製造されるGTL基油；等が挙げられる。これらの合成油の

中では、G T L 基油が好ましい。

これらの基油は、前述したものから1種単独で又は2種以上を組み合わせ用いてもよい。

なお、潤滑油組成物が含む基油には、前述した重合体（B）を重合する際に用いる溶剤として基油を用いた場合であって、当該溶剤として用いた基油が、そのまま、潤滑油組成物に添加された場合、当該溶剤として用いた基油は、潤滑油組成物が含む基油の1種とみなすことができる。同様に、前述の粘度指数向上剤組成物が前記希釈剤として基油を含む場合であって、当該希釈剤として用いた基油が、そのまま、潤滑油組成物に添加された場合、当該希釈剤として用いた基油も、潤滑油組成物が含む基油の1種とみなすことができる。

[0087] これらの基油（A）以外の基油の含有量は、本発明の効果を損なわない範囲内で、適宜調整することができる。本発明の一実施形態の潤滑油組成物において、基油（A）以外の基油を含有する場合、基油（A）以外の基油のそれぞれの含有量としては、例えば、潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは0.01～30.0質量%、より好ましくは0.1～25.0質量%、更に好ましくは0.5～20.0質量%、より更に好ましくは1.0～15.0質量%である。

[0088] （潤滑油用添加剤）

また、その他成分として用いられる前記成分（B）以外の潤滑油用添加剤としては、一般的に用いられる潤滑油用添加剤が挙げられ、当該潤滑油用添加剤としては、例えば、金属系清浄剤、耐摩耗剤、無灰系分散剤、粘度指数向上剤、極圧剤、流動点降下剤、酸化防止剤、消泡剤、界面活性剤、抗乳化剤、摩擦調整剤、油性向上剤、防錆剤及び金属不活性化剤からなる群から選ばれる1種以上が挙げられる。

また、前記の潤滑油用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。

これら成分（B）以外の潤滑油用添加剤は、それぞれ、1種単独で又は2

種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0089] これらの成分（B）以外の潤滑油用添加剤のそれぞれの含有量は、本発明の効果を損なわない範囲内で、適宜調整することができる。本発明の一実施形態の潤滑油組成物において、前記成分（B）以外のこれらの潤滑油用添加剤を含有する場合、成分（B）以外の潤滑油用添加剤のそれぞれの含有量としては、例えば、潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは0.001～15.0質量%、より好ましくは0.005～10.0質量%、更に好ましくは0.01～8.0質量%である。

また、本発明の一実施形態の潤滑油組成物において、前記成分（B）以外のこれらの潤滑油用添加剤を含有する場合、その合計含有量は、潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは0質量%超30.0質量%以下、より好ましくは0.001～25.0質量%、更に好ましくは0.001～20.0質量%、より更に好ましくは0.001～15.0質量%である。

[0090]〔金属系清浄剤〕

金属系清浄剤としては、例えば、アルカリ金属及びアルカリ土類金属から選ばれる金属原子を含有する有機酸金属塩化合物が挙げられ、具体的には、アルカリ金属及びアルカリ土類金属から選ばれる金属原子を含有する、金属サリシレート、金属フェネート、及び金属スルホネート等が挙げられる。

なお、本明細書において、「アルカリ金属」としては、リチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、セシウム、及びフランシウムを指す。

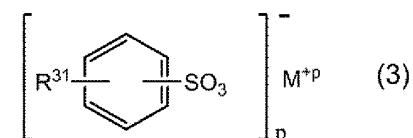
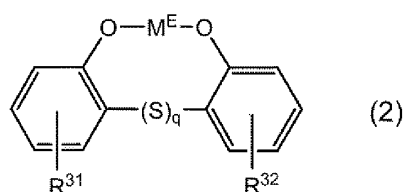
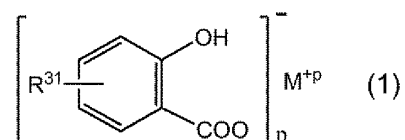
また、「アルカリ土類金属」としては、ベリリウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、及びバリウムを指す。

金属系清浄剤に含まれる金属原子としては、高温での清浄性の向上の観点から、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム、又はバリウムが好ましく、カルシウムがより好ましい。

[0091] 金属サリシレートとしては、下記一般式（1）で表される化合物が好ましく、当該金属フェネートとしては、下記一般式（2）で表される化合物が好

ましく、当該金属スルホネートとしては、下記一般式（３）で表される化合物が好ましい。

[0092] [化4]



[0093] 前記一般式（１）～（３）中、Mは、アルカリ金属及びアルカリ土類金属から選ばれる金属原子であり、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム、又はバリウムが好ましく、カルシウムがより好ましい。また、M^Eは、アルカリ土類金属であり、カルシウム、マグネシウム、又はバリウムが好ましく、カルシウムがより好ましい。pはMの価数であり、１又は２である。R³¹及びR³²は、それぞれ独立して、水素原子又は炭素数１～１８の炭化水素基である。Sは硫黄原子を表す。qは、０以上の整数であり、好ましくは０～３の整数である。

R³¹及びR³²として選択し得る炭化水素基としては、例えば、炭素数１～１８のアルキル基、炭素数１～１８のアルケニル基、環形成炭素数３～１８のシクロアルキル基、環形成炭素数６～１８のアリール基、炭素数７～１８のアルキルアリール基、炭素数７～１８のアリールアルキル基等が挙げられる。

[0094] 本発明の一実施形態において、これらの金属系清浄剤は、単独で又は２種以上を併用してもよい。これらの中でも、高温での清浄性の向上の観点、及

び基油への溶解性の観点から、カルシウムサリシレート、カルシウムフェネート、及びカルシウムスルホネートから選ばれる1種以上であることが好ましい。

[0095] 本発明の一実施形態において、これらの金属系清浄剤は、中性塩、塩基性塩、過塩基性塩及びこれらの混合物のいずれであってもよい。

前記金属系清浄剤の全塩基価としては、好ましくは0～600mg KOH/gである。

本発明の一実施形態において、前記金属系清浄剤が塩基性塩又は過塩基性塩である場合には、当該金属系清浄剤の全塩基価としては、好ましくは10～600mg KOH/g、より好ましくは20～500mg KOH/gである。

なお、本明細書において、「塩基価」とは、JIS K2501:2003「石油製品および潤滑油—中和価試験方法」の7.に準拠して測定される過塩素酸法による塩基価を意味する。

[0096] 本発明の一実施形態の潤滑油組成物において、その他成分として、金属系清浄剤を含有する場合、金属系清浄剤の含有量は、潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは0.01～10.0質量%である。

なお、前記金属系清浄剤は、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。2種以上用いる場合の好適な合計含有量も、前述した含有量と同じである。

[0097] [耐摩耗剤]

耐摩耗剤としては、例えば、ジアルキルジチオリン酸亜鉛（ZnDTP）、リン酸亜鉛、ジスルフィド類、硫化オレフィン類、硫化油脂類、硫化エステル類、チオカーボネート類、チオカーバメート類、ポリサルファイド類等の硫黄含有化合物；亜リン酸エステル類、リン酸エステル類、ホスホン酸エステル類、及びこれらのアミン塩又は金属塩等のリン含有化合物；チオ亜リン酸エステル類、チオリン酸エステル類、チオホスホン酸エステル類、及びこれらのアミン塩又は金属塩等の硫黄及びリン含有耐摩耗剤が挙げられる。

これらの中でも、ジアルキルジチオリン酸亜鉛（Z n D T P）が好ましい。
。

本発明の一実施形態の潤滑油組成物において、その他成分として、耐摩耗剤を含有する場合、耐摩耗剤の含有量は、当該潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは0.05～5.0質量%である。

なお、前記耐摩耗剤は、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。
。2種以上用いる場合の好適な合計含有量も、前述した含有量と同じである。
。

[0098] 〔無灰系分散剤〕

無灰系分散剤としては、例えば、コハク酸イミド、ベンジルアミン、コハク酸エステル又はこれらのホウ素変性物等が挙げられるが、アルケニルコハク酸イミド及びホウ素変性アルケニルコハク酸イミドが好ましい。

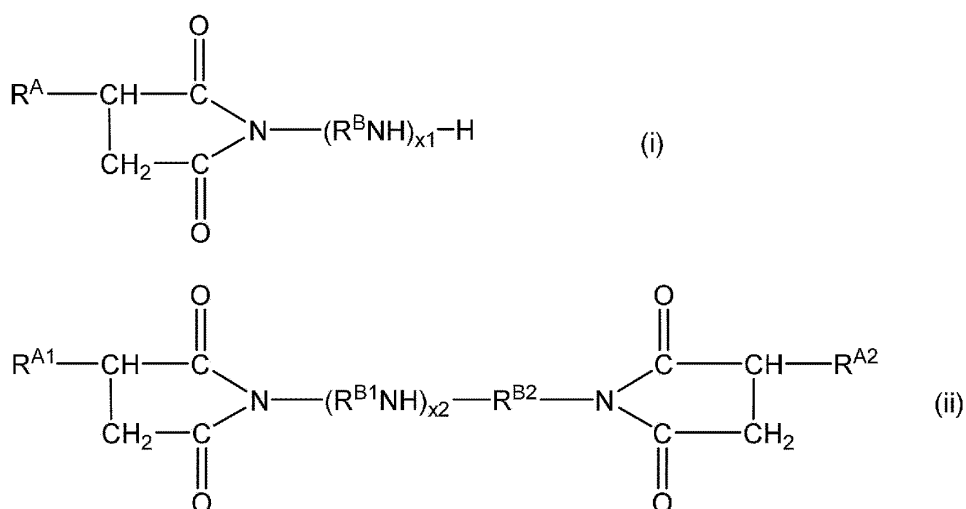
[0099] アルケニルコハク酸イミドとしては、下記一般式（i）で表されるアルケニルコハク酸モノイミド、もしくは下記一般式（ii）で表されるアルケニルコハク酸ビスイミドが挙げられる。

なお、当該アルケニルコハク酸イミドは、下記一般式（i）又は（ii）で示される化合物と、アルコール、アルデヒド、ケトン、アルキルフェノール、環状カーボネート、エポキシ化合物、及び有機酸等から選ばれる1種以上とを反応させた変性アルケニルコハク酸イミドとしてもよい。

また、ホウ素変性アルケニルコハク酸イミドとしては、下記一般式（i）又は（ii）で表される化合物のホウ素変性物が挙げられる。

[0100]

[化5]



[0101] 前記一般式 (i)、(ii) 中、 R^{A} 、 $\text{R}^{\text{A}1}$ 及び $\text{R}^{\text{A}2}$ は、それぞれ独立に、質量平均分子量 (Mw) が 500～3,000 (好ましくは 1,000～3,000) のアルケニル基であり、ポリブテニル基又はポリイソブテニル基が好ましい。

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

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

$x2$ は 0～10 の整数であり、好ましくは 1～4 の整数、より好ましくは 2 又は 3 である。

[0102] 前記ホウ素変性アルケニルコハク酸イミドを構成するホウ素原子と窒素原子の比率 [B/N] としては、清浄性を向上させる観点から、好ましくは 0.5 以上、より好ましくは 0.6 以上、更に好ましくは 0.8 以上、より更に好ましくは 0.9 以上である。

本発明の一実施形態の潤滑油組成物において、その他成分として、無灰系分散剤を含有する場合、無灰系分散剤の含有量は、当該潤滑油組成物の全量 (100 質量%) 基準で、好ましくは 0.1～20.0 質量% である。

[0103] [粘度指数向上剤]

粘度指数向上剤としては、前述した成分（B）以外の重合体であって、例えば、非分散型ポリアルキル（メタ）アクリレート、分散型ポリアルキル（メタ）アクリレート等のPMA系；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など）、分散型オレフィン系共重合体等のOCP系；スチレン系共重合体（例えば、スチレン-ジエン共重合体、スチレン-イソプレン共重合体など）などが挙げられる（以下、「その他の粘度指数向上剤」ともいう。）。

これらのその他の粘度指数向上剤は、好ましくは、質量平均分子量（Mw）が5,000以上1,500,000以下であり、PMA系の場合、好ましくは20,000以上、より好ましくは100,000以上であり、また、好ましくは1,000,000以下、より好ましくは800,000以下である。また、OCP系の場合、好ましくは10,000以上、より好ましくは20,000以上であり、また、好ましくは800,000以下、より好ましくは500,000以下である。

なお、当該質量平均分子量（Mw）は、例えば、後述する実施例に記載の方法にて測定される。

[0104] また、前記その他の粘度指数向上剤としては、好ましくはPSSI30以下のポリアルキル（メタ）アクリレートである。

前記ポリアルキル（メタ）アクリレートを構成するモノマーはアルキル（メタ）アクリレートであり、好ましくは炭素数1以上18以下の直鎖アルキル基又は炭素数3以上34以下の分岐アルキル基のアルキル（メタ）アクリレートである。

前記ポリアルキル（メタ）アクリレートのポリスチレン換算の質量平均分子量（Mw）は、好ましくは1万以上100万以下、より好ましくは3万以上50万以下である。当該ポリアルキル（メタ）アクリレートの質量平均分子量を、この範囲とすることで、前記PSSIの値を30以下に調整しやすくなる。

なお、当該質量平均分子量（Mw）は、後述する実施例に記載の方法にて

測定される。

[0105] これらのその他の粘度指数向上剤は、単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせて用いてもよい。

また、前記その他の粘度指数向上剤は、樹脂分として、例えば、成分(B)以外の前述の重合体であるが、前述のとおり、ハンドリング性や基油への溶解性を考慮し、重合体を含む樹脂分が基油等の希釈油により希釈された粘度指数向上剤組成物の状態で市販されていることが多い。

この場合、その他の粘度指数向上剤を用いる場合の当該粘度指数向上剤の含有量は、樹脂分換算での含有量として、潤滑油組成物の全量(100質量%)基準で、好ましくは0.001質量%以上、より好ましくは0.05質量%以上、更に好ましくは0.5質量%以上であり、そして、好ましくは10.0質量%以下、より好ましくは5.0質量%以下、更に好ましくは2.5質量%以下である。

[0106] [極圧剤]

極圧剤としては、例えば、スルフィド類、スルフォキシド類、スルフォン類、チオホスフィネート類等の硫黄系極圧剤、塩素化炭化水素等のハロゲン系極圧剤、有機金属系極圧剤等が挙げられる。また、前述の耐摩耗剤の内、極圧剤としての機能を有する化合物を用いることもできる。

これらの極圧剤は、単独で又は2種以上を併用してもよい。

本発明の一実施形態の潤滑油組成物において、その他成分として、極圧剤を含有する場合、極圧剤の含有量は、当該潤滑油組成物の全量(100質量%)基準で、好ましくは0.1~10.0質量%である。

[0107] [酸化防止剤]

酸化防止剤としては、従来潤滑油の酸化防止剤として使用されている公知の酸化防止剤の中から、任意のものを適宜選択して用いることができ、例えば、アミン系酸化防止剤、フェノール系酸化防止剤、モリブデン系酸化防止剤、硫黄系酸化防止剤、リン系酸化防止剤等が挙げられる。

アミン系酸化防止剤としては、例えば、ジフェニルアミン、炭素数3~2

0のアルキル基を有するアルキル化ジフェニルアミン等のジフェニルアミン系酸化防止剤； α -ナフチルアミン、フェニル- α -ナフチルアミン、炭素数3～20のアルキル基を有する置換フェニル- α -ナフチルアミン等のナフチルアミン系酸化防止剤；等が挙げられる。

フェノール系酸化防止剤としては、例えば、2，6-ジ-tert-ブチルフェノール、2，6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール、2，6-ジ-tert-ブチル-4-エチルフェノール、イソオクチル-3-（3，5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル）プロピオネート、オクタデシル-3-（3，5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル）プロピオネート等のモノフェノール系酸化防止剤；4，4'-メチレンビス（2，6-ジ-tert-ブチルフェノール）、2，2'-メチレンビス（4-エチル-6-tert-ブチルフェノール）等のジフェノール系酸化防止剤；ヒンダードフェノール系酸化防止剤；等を挙げられる。

モリブデン系酸化防止剤としては、例えば、三酸化モリブデン及び／又はモリブデン酸とアミン化合物とを反応させてなるモリブデンアミン錯体等が挙げられる。

硫黄系酸化防止剤としては、例えば、ジラウリル-3，3'-チオジプロピオネイト等が挙げられる。

リン系酸化防止剤としては、例えば、ホスファイト等が挙げられる。なお、リン系酸化防止剤を用いる場合、後述する潤滑油組成物の好適なリン原子含有量を満たす量となるようにすることが好ましい。

これらの酸化防止剤は単独で又は2種以上を任意に組合せて含有させることができ、好ましくはフェノール系酸化防止剤及び／又はアミン系酸化防止剤である。

本発明の一実施形態の潤滑油組成物において、その他成分として、酸化防止剤を含有する場合、酸化防止剤の含有量は、当該潤滑油組成物の全量（100質量％）基準で、好ましくは0.05～7.0質量％である。

[0108] 〔流動点降下剤〕

前記流動点降下剤としては、例えば、エチレン-酢酸ビニル共重合体、塩素化パラフィンとナフタレンとの縮合物、塩素化パラフィンとフェノールとの縮合物、ポリメタクリレート系（PMA系；ポリアルキル（メタ）アクリレート等）、ポリビニルアセテート、ポリブテン、ポリアルキルスチレン等が挙げられ、ポリメタクリレート系が好ましく用いられる。これらの流動点降下剤は、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。

本発明の一実施形態の潤滑油組成物において、その他成分として、流動点降下剤を含有する場合、流動点降下剤の含有量は、当該潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは0.01～10.0質量%である。

[0109] 〔消泡剤〕

消泡剤としては、例えば、ジメチルポリシロキサン等のシリコン油、フルオロシリコン油及びフルオロアルキルエーテル等が挙げられる。これら消泡剤は、単独で又は2種以上を組合せて用いてもよい。

本発明の一実施形態の潤滑油組成物において、その他成分として、消泡剤を含有する場合、消泡剤の含有量は、当該潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは0.05～5.0質量%である。

[0110] 〔界面活性剤又は乳化剤〕

界面活性剤又は抗乳化剤としては、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル及びポリオキシエチレンアルキルナフチルエーテル等のポリアルキレングリコール系非イオン性界面活性剤等が挙げられる。これら界面活性剤又は抗乳化剤は、単独で又は2種以上を任意に組合せて含有させることができる。

本発明の一実施形態の潤滑油組成物において、その他成分として、界面活性剤又は抗乳化剤を含有する場合、界面活性剤又は抗乳化剤の含有量は、それぞれ独立に、当該潤滑油組成物の全量（100質量%）基準で、好ましくは0.01～3.0質量%である。

[0111] 〔摩擦調整剤〕

摩擦調整剤としては、例えば、ジチオカルバミン酸モリブデン（MoDT

C)、ジチオリン酸モリブデン(MoDTP)、モリブテン酸のアミン塩等のモリブデン系摩擦調整剤；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、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、リン酸エステルアミン塩等が挙げられる。

本発明の一実施形態の潤滑油組成物において、その他成分として、摩擦調整剤を含有する場合、摩擦調整剤の含有量は、当該潤滑油組成物の全量(100質量%)基準で、好ましくは0.05～4.0質量%である。

[0112] 〔油性向上剤〕

油性向上剤としては、ステアリン酸、オレイン酸等の脂肪族飽和又は不飽和モノカルボン酸；ダイマー酸、水添ダイマー酸等の重合脂肪酸；リシノレイン酸、12-ヒドロキシステアリン酸等のヒドロキシ脂肪酸；ラウリルアルコール、オレイルアルコール等の脂肪族飽和又は不飽和モノアルコール；ステアリルアミン、オレイルアミン等の脂肪族飽和又は不飽和モノアミン；ラウリン酸アミド、オレイン酸アミド等の脂肪族飽和又は不飽和モノカルボン酸アミド；グリセリン、ソルビトール等の多価アルコールと脂肪族飽和又は不飽和モノカルボン酸との部分エステル；等が挙げられる。

本発明の一実施形態の潤滑油組成物において、その他成分として、油性向上剤を含有する場合、油性向上剤の含有量は、当該潤滑油組成物の全量(100質量%)基準で、好ましくは0.01～5.0質量%である。

[0113] 〔防錆剤〕

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

本発明の一実施形態の潤滑油組成物において、その他成分として、防錆剤を含有する場合、防錆剤の含有量は、当該潤滑油組成物の全量(100質量

%) 基準で、好ましくは0.01～3.0質量%である。

[0114] [金属不活性化剤]

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

本発明の一実施形態の潤滑油組成物において、その他成分として、金属不活性化剤を含有する場合、金属不活性化剤の含有量は、当該潤滑油組成物の全量(100質量%)基準で、好ましくは0.01～5.0質量%である。

[0115] <潤滑油組成物の性状等>

前記潤滑油組成物の100℃動粘度は、好ましくは1.0～15.0mm²/s、より好ましくは4.0～15.0mm²/s、更に好ましくは5.0～12.0mm²/s、より更に好ましくは6.0～10.0mm²/sである。

また、前記潤滑油組成物の40℃動粘度は、好ましくは10.0～40.0mm²/s、より好ましくは15.0～30.0mm²/s、更に好ましくは20.0～25.0mm²/sである。

また、前記潤滑油組成物の粘度指数は、好ましくは300以上、より好ましくは305以上、更に好ましくは310以上、より更に好ましくは315以上である。

前記の各動粘度及び粘度指数は、後述する実施例に記載された方法により測定される値である。

[0116] [潤滑油組成物の製造方法]

本発明の一実施形態である潤滑油組成物の製造方法は、下記要件(A-1)～(A-4)を満たす基油(A)に、下記要件(B-1)及び(B-2)を満たす粘度指数向上剤(B)を配合する。

・要件(A-1)：100℃動粘度が2.0mm²/s以上、7.0mm²/s未満である。

・要件(A-2)：粘度指数が100以上である。

・要件（A-3）：ASTM D 2786-91（2016）に準拠して測定されるシクロパラフィンの含有量が、基油（A）の全量100体積%基準で、35.0体積%以下である。

・要件（A-4）：%CAが1.0未満である。

・要件（B-1）：質量平均分子量（Mw）と、数平均分子量（Mn）との比 $[Mw/Mn]$ が1.0以上、6.0未満である。

・要件（B-2）：C13-NMR分析で得られる化学シフト10.0～11.0ppmのピーク積分値（ I_{10} ）と、化学シフト13.5～14.5ppmのピーク積分値（ I_{14} ）との比 $[I_{10}/I_{14}]$ が0.05以上である。

また、当該製造方法では、必要に応じて、基油（A）に、成分（B）以外のその他成分を更に配合してもよい。

基油（A）、成分（B）、及びその他成分のそれぞれは、前記潤滑油組成物について説明したものと同様であるとともに、それぞれの好適な態様も同様であり、当該製造方法で得られる潤滑油組成物も前述した通りであるため、それらの記載は省略する。

当該製造方法では、前記基油（A）及び成分（B）、並びに必要に応じて添加されるその他成分は、いかなる方法で混合されてもよく、その手法は限定されない。

[0117] 〔潤滑油組成物の用途〕

前述のとおり、本発明の一実施形態である前記潤滑油組成物は、高い粘度指数を有するものである。

そのため、本発明の一実施形態である前記潤滑油組成物は、例えば、ギア油（マニュアルトランスミッション油、デファレンシャル油等）、自動変速機油（オートマチックトランスミッション油等）、無段変速機油（ベルトCVT油、トロイダルCVT油等）、パワーステアリング油、ショックアブソーバー油、及び電動モーター油等の駆動系油；ガソリンエンジン用、ディーゼルエンジン用、及びガスエンジン用等の内燃機関（エンジン）用油；油圧作動油；タービン油；圧縮機油；流体軸受け油；転がり軸受油；等をはじめ

各種の用途に好適に使用でき、これら各用途で使用される装置に充填し、当該装置に係る各部品間を潤滑する潤滑油として好適に使用することができる。

また、これらの中でも、本発明の一実施形態である前記潤滑油組成物は高い粘度指数を有するという特性から、より広い温度範囲で使用される潤滑油組成物としてより好適であり、例えば、二輪車、四輪車等の自動車、電車、船舶、及び飛行機等の輸送機器、発電機、及び各種工作機器等に搭載されるギア、自動変速機、無段変速機、ショックアブソーバー、パワーステアリング、電動モーター等の駆動系機器用潤滑油；ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン、ガスエンジン等の内燃機関用潤滑油；としてより好適に使用することができる。

[0118] [潤滑油組成物を用いる潤滑方法]

前述した用途での説明のとおり、本発明の一実施形態である潤滑油組成物を用いる潤滑方法としては、好ましくは、前記潤滑油組成物を、前述した各用途で使用される装置に充填し、当該各装置に係る各部品間を潤滑する方法が挙げられる。

そして、本発明の一実施形態である潤滑油組成物を用いる潤滑方法としては、より好ましくは、前記潤滑油組成物を、例えば、二輪車、四輪車等の自動車、電車、船舶、及び飛行機等の輸送機器、発電機、並びに各種工作機器等に搭載されるギア、自動変速機、無段変速機、ショックアブソーバー、パワーステアリング、電動モーター等の駆動系機器；ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン、ガスエンジン等の内燃機関；等に充填し、前記駆動系機器に係る各部品間、又は前記内燃機関に係る各部品間を潤滑する方法が挙げられる。

[0119] [潤滑油組成物を用いる駆動系機器]

本発明の他の実施形態としては、前記本発明の一実施形態である潤滑油組成物を用いた駆動系機器が挙げられ、好ましくは前記潤滑油組成物を駆動系油として用いた駆動系機器である。当該駆動系機器としては、例えば、二輪

車、四輪車等の自動車、電車、船舶、及び飛行機等の輸送機器、発電機、並びに各種工作機器等に搭載されるギア、自動変速機、無段変速機、ショックアブソーバー、パワーステアリング、電動モーター等が挙げられる。

[0120] [潤滑油組成物を用いる内燃機関]

本発明の他の実施形態としては、前記本発明の一実施形態である潤滑油組成物を用いた内燃機関が挙げられ、好ましくは前記潤滑油組成物をエンジン油として用いた内燃機関（エンジン）である。当該内燃機関としては、例えば、二輪車、四輪車等の自動車、電車、船舶、及び飛行機等の輸送機器に搭載されるガソリンエンジン、ディーゼルエンジン、ガスエンジン等が挙げられる。

実施例

[0121] 以下に、本発明を、実施例により詳細に説明するが、本発明はこれらの例によってなんら限定されるものではない。

[0122] 本明細書において、各実施例及び各比較例で用いた各原料並びに各実施例及び各比較例の潤滑油組成物の各物性の測定は、以下に示す要領に従って求めたものである。

<動粘度（40℃動粘度、100℃動粘度）>

JIS K2283：2000に準じ、ガラス製毛管式粘度計を用いて測定した値である。

<粘度指数>

JIS K2283：2000に準拠して算出した値である。

<環分析（%C_A）>

環分析n-d-M法にて算出した芳香族（アロマトニック）分の割合（百分率）を%C_Aとして示し、ASTM D-3238に従って測定したものである。

<基油のパラフィン分のタイプ分析、及び、基油中の各パラフィン分の含有量>

ASTM D2786-91（2016）に準拠し、基油の全量100体

積％に対するシクロパラフィンの含有量（体積％）を求めた。また、基油中の非環状パラフィン分（R0）及び1～6環のシクロパラフィン分（（R1）～（R6））の各含有量（体積％）を求めた。

また、1環シクロパラフィン分（R1）と、2～6環シクロパラフィン分の合計（R2～6）との含有量比 $[(R1)/(R2-6)]$ （体積比）も算出した。

[0123] <成分（B）の質量平均分子量（Mw）、数平均分子量（Mn）、 Mw/Mn >

成分（B）の質量平均分子量（Mw）、数平均分子量（Mn）、 Mw/Mn は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー（GPC）法により、以下に示す測定方法により求めた。

Waters社製の「1515アイソクラティックHPLCポンプ」、「2414示差屈折率（RI）検出器」に、東ソー社製のカラム「TSK gel（登録商標）guardcolumn SuperHZ-L」を1本、及び「TSK gel SuperMultipore（登録商標）HZ-M」を2本、上流側からこの順で取り付け、測定温度：40℃、移動相：テトラヒドロフラン、流速：0.35 mL/分、試料濃度1.0 mg/mLの条件で測定し、標準ポリスチレン換算にて求めた。

[0124] <成分（B）の比 $[I_{10}/I_{14}]$ の確認方法>

（ ^{13}C -NMR分析）

^{13}C -NMR分析で得られる化学シフト10.0～11.0 ppmのピーク積分値（ I_{10} ）と、化学シフト13.5～14.5 ppmのピーク積分値（ I_{14} ）との比 $[I_{10}/I_{14}]$ は、次に示す方法を用いて確認した。

核磁気共鳴（NMR）装置（日本電子社製、「ECX-400P」）を用いて得られた ^{13}C -NMRの化学シフト及び該当する化学シフトのピークの積分値から確認した。以下に測定条件を示す。

溶媒：重クロロホルム

基準物質：テトラメチルシラン（TMS）

共鳴周波数：100MHz

測定モード：ゲート付きデカップリング法

積算回数：2,000～5,000回

パルス遅延時間：25s

パルス幅：9.25μs

angle：90°

[0125] [実施例1～5、比較例1～8]

下記の表3（実施例1～5、及び比較例1～5）、並びに、表4（実施例1及び4、並びに比較例6～8）に示す潤滑油組成物の組成となるように、基油に重合体を配合して、潤滑油組成物を調製後、前記評価方法に従って、各実施例及び各比較例の潤滑油組成物を評価した。得られた結果を下記表3及び4に示す。

なお、各実施例及び比較例の潤滑油組成物は、100℃動粘度が約7.5mm²/sとなるように各成分の配合を調整した。これは、潤滑油組成物は使用が想定される温度において、特定の動粘度を示すように調製して用いられることから、その条件となるように組成を調整した潤滑油組成物として、各特性を対比する必要があるためである。したがって、当該対比は、基油に配合する重合体の含有量を統一して対比するのではなく、得られる潤滑油組成物の100℃動粘度を統一して対比を行った。

[0126] なお、下記実施例及び比較例で用いた各成分は、それぞれ以下の化合物を表す。

<基油（A）>

・基油1：SKルブリカンツ社製「YUBASE（登録商標）Ultra-S 4」

<基油（A）以外の基油>

・基油2：スラックワックスと重質燃料油を水素化分解して得られたボトム油とを含む原料油（スラックワックス／ボトム油＝30／70（質量比））を、水素化異性化脱ろう処理を施し、更に、水素化仕上げ処理を施した後に

、減圧蒸留して100℃における動粘度が下記表1に示す値となる留分を回収して得られた鉱油

なお、基油1及び2の性状の詳細は、下記表1に示す。

[0127] [表1]

表1

		単位	基油1	基油2
100℃動粘度 (要件A-1)		mm ² /s	4.225	4.517
粘度指数 (要件A-2)		—	124	134
シクロパラフィン含有量 (要件A-3)		体積%	31.5	41.2
%C _A (要件A-4)		—	0	0
各パラフィン分の含有量	非環状パラフィン分(R0)	体積%	68.5	58.8
	1環シクロパラフィン分 (R1)	体積%	11.7	15.4
	2環シクロパラフィン分 (R2)	体積%	8.4	10.7
	3環シクロパラフィン分 (R3)	体積%	3.2	4.8
	4環シクロパラフィン分 (R4)	体積%	1.2	1.8
	5環シクロパラフィン分 (R5)	体積%	3.6	4.7
	6環シクロパラフィン分 (R6)	体積%	3.4	3.8
	合計	体積%	100.0	100.0
	2～6環シクロパラフィン分(R2-6)	体積%	19.8	25.8
	(R1)/(R2-6) (体積比)	—	0.6	0.6

[0128] <重合体 (B) 及び重合体 (B) 以外の重合体>

重合体 (B) である重合体 B 1～B 5、並びに、重合体 (B) 以外の重合体 E 1～E 5の組成及び性状を、下記表2に示す。

下記表2中、例えば、「C 1 2－1 8直鎖アルキルメタクリレート」とは、炭素数12以上18以下の直鎖アルキル基を側鎖に有するアルキルメタクリレートの混合物を指す。「C 1 2－1 4直鎖アルキルメタクリレート」、「C 1 6－1 8直鎖アルキルメタクリレート」、「C 1 2－2 4直鎖アルキルメタクリレート」についても同様である。なお、例えば、「C 1 2－1 8直鎖アルキルメタクリレート」には、「C 1 2－1 4直鎖アルキルメタクリレート」と重複する炭素数12以上14以下の直鎖アルキル基を側鎖に有するアルキルメタクリレートも含まれるが、これらに加えて炭素数15以上1

8以下の直鎖アルキル基を側鎖に有するアルキルメタクリレートも含む「C 1 2－1 8直鎖アルキルメタクリレート」を含有している場合、下記表2中、「C 1 2－1 8直鎖アルキルメタクリレート」の含有量として記載し、「C 1 2－1 4直鎖アルキルメタクリレート」の含有量は0モル%と表記している。

[0129]

[0130] [表3]

表3

		単位	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5
潤滑油 組成物の 組成	基油(A)	基油1	96.95	95.94	96.08	96.84	97.72	98.11	97.05	97.33	97.79	97.60
		B1	質量%	3.05	-	-	-	-	-	-	-	-
		B2	質量%	-	4.06	-	-	-	-	-	-	-
		B3	質量%	-	-	3.92	-	-	-	-	-	-
		B4	質量%	-	-	-	3.16	-	-	-	-	-
		B5	質量%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		E1	質量%	-	-	-	-	1.89	-	-	-	-
		E2	質量%	-	-	-	-	-	2.95	-	-	-
		E3	質量%	-	-	-	-	-	-	2.67	-	-
		E4	質量%	-	-	-	-	-	-	-	2.21	-
		E5	質量%	-	-	-	-	-	-	-	-	2.40
潤滑油 組成物の 特性	40℃動粘度		23.53	24.09	23.57	23.97	24.20	27.80	28.71	27.44	27.20	27.22
	100℃動粘度		7.480	7.491	7.555	7.496	7.475	7.503	7.507	7.477	7.488	7.487
	粘度指数	-	320	311	324	314	308	259	248	262	266	265

[0131] [表4]

表4

		単位	実施例1	比較例6	実施例4	比較例7	比較例8
潤滑油 組成物の 組成	基油1 (基油(A))	質量%	96.95	—	96.84	—	—
	基油2	質量%	—	96.92	—	96.81	98.23
	B1 (重合体(B))	質量%	3.05	3.08	—	—	—
	B4 (重合体(B))	質量%	—	—	3.16	3.19	—
	E1 (重合体)	質量%	—	—	—	—	1.77
潤滑油 組成物の 特性	40°C動粘度	mm ² /s	23.53	24.90	23.97	25.30	28.23
	100°C動粘度	mm ² /s	7.480	7.478	7.496	7.514	7.523
	粘度指数	—	320	297	314	294	255

[0132] 表3に示すとおり、実施例1～5の潤滑油組成物は、基油(A)である基油1と、前記要件(B-1)及び(B-2)を満たす重合体(B)とを含有しているため、同様の基油1を含有するが、重合体(B)の要件、特に要件(B-2)を満たしていない重合体を含有する比較例1～5の潤滑油組成物よりも粘度指数が向上していることが確認された。

また、表4に示すとおり、実施例1及び4の潤滑油組成物は、基油(A)である基油1と、前記要件(B-1)及び(B-2)を満たす重合体(B)とを含有しているため、それぞれ、同様の重合体(B)を含有するが、基油として、基油(A)の要件、特に前記要件(A-3)を満たしていない基油2を含有する比較例6及び7の潤滑油組成物よりも粘度指数が向上していることが確認された。

また、比較例8の潤滑油組成物は、基油(A)の要件を満たさない基油2と、重合体(B)の要件を満たさない重合体E1とを含有するものであり、各実施例の潤滑油組成物と比べて、粘度指数が著しく低いことが確認された。

産業上の利用可能性

[0133] 前記本発明の一実施形態である潤滑油組成物は、従来の潤滑油組成物よりも高い粘度指数を有する。

そのため、前記本発明の一実施形態である潤滑油組成物は、例えば、前述

のとおり、駆動系油、内燃機関用潤滑油のように広い温度範囲で使用される潤滑油組成物として好適に使用できる。

請求の範囲

- [請求項1] 下記要件（A－1）～（A－4）を満たす基油（A）と、下記要件（B－1）及び（B－2）を満たす重合体（B）とを含有する、潤滑油組成物。
- ・要件（A－1）：100℃動粘度が2.0 mm²/s以上、7.0 mm²/s未満である。
 - ・要件（A－2）：粘度指数が100以上である。
 - ・要件（A－3）：ASTM D 2786－91（2016）に準拠して測定されるシクロパラフィンの含有量が、基油（A）の全量100体積％基準で、35.0体積％以下である。
 - ・要件（A－4）：%CAが1.0未満である。
 - ・要件（B－1）：質量平均分子量（Mw）と、数平均分子量（Mn）との比[Mw/Mn]が1.0以上、6.0未満である。
 - ・要件（B－2）：¹³C－NMR分析で得られる化学シフト10.0～11.0 ppmのピーク積分値（I₁₀）と、化学シフト13.5～14.5 ppmのピーク積分値（I₁₄）との比[I₁₀/I₁₄]が0.05以上である。
- [請求項2] 基油（A）の含有量が、潤滑油組成物全量100質量％基準で、50.0質量％以上99.9質量％以下である、請求項1に記載の潤滑油組成物。
- [請求項3] 基油（A）が、APIカテゴリーでGroup II又はGroup II Iに分類される基油である、請求項1又は2に記載の潤滑油組成物。
- [請求項4] 基油（A）が、更に、下記要件（A－5）を満たす、請求項1～3のいずれか1項に記載の潤滑油組成物。
- ・要件（A－5）：ASTM D 2786－91（2016）に準拠して測定される1環シクロパラフィン分（R1）と、2環以上6環以下のシクロパラフィン分の合計（R2－6）との含有量比[(R1)/(R2－6)]が、体積比で、1.0以下である。

- [請求項5] 基油（A）が、更に、下記要件（A－6）を満たす、請求項1～4のいずれか1項に記載の潤滑油組成物。
- ・要件（A－6）：ASTM D 2786－91（2016）に準拠して測定される3環シクロパラフィン（R3）の含有量が、基油（A）の全量100体積%基準で、4.0体積%未満である。
- [請求項6] 成分（B）の前記比 $[I_{10}/I_{14}]$ が、0.05以上5.00以下である、請求項1～5のいずれか1項に記載の潤滑油組成物。
- [請求項7] 成分（B）の含有量が、潤滑油組成物全量100質量%基準で、0.1質量%以上30.0質量%以下である、請求項1～6のいずれか1項に記載の潤滑油組成物。
- [請求項8] 基油（A）及び成分（B）の合計含有量が、潤滑油組成物全量100質量%基準で、70.0質量%以上100質量%以下である、請求項1～7のいずれか1項に記載の潤滑油組成物。
- [請求項9] 100℃動粘度が1.0mm²/s以上、15.0mm²/s以下である、請求項1～8のいずれか1項に記載の潤滑油組成物。
- [請求項10] 粘度指数が300以上である、請求項1～9のいずれか1項に記載の潤滑油組成物。