

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7475256号

(P7475256)

(45)発行日 令和6年4月26日(2024.4.26)

(24)登録日 令和6年4月18日(2024.4.18)

(51)国際特許分類

F I

C 1 0 M 163/00 (2006.01)	C 1 0 M 163/00
C 1 0 M 167/00 (2006.01)	C 1 0 M 167/00
C 1 0 M 159/24 (2006.01)	C 1 0 M 159/24
C 1 0 M 159/22 (2006.01)	C 1 0 M 159/22
C 1 0 M 137/02 (2006.01)	C 1 0 M 137/02

請求項の数 12 (全36頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2020-171276(P2020-171276)
(22)出願日	令和2年10月9日(2020.10.9)
(65)公開番号	特開2022-63008(P2022-63008A)
(43)公開日	令和4年4月21日(2022.4.21)
審査請求日	令和5年7月5日(2023.7.5)

(73)特許権者	000004444 E N E O S 株式会社 東京都千代田区大手町一丁目1番2号
(74)代理人	100129838 弁理士 山本 典輝
(74)代理人	100101203 弁理士 山下 昭彦
(74)代理人	100104499 弁理士 岸本 達人
(72)発明者	角谷 真夕子 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 E N E O S 株式会社内
(72)発明者	増田 耕平 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 E N E O S 株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 潤滑油組成物

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

(A) 1種以上の鉱油系基油もしくは1種以上の合成系基油またはそれらの組み合わせを含んでなり、40における動粘度が $6.0 \sim 12.0 \text{ mm}^2 / \text{s}$ である潤滑油基油と、

(B) 1種以上の炭酸カルシウム過塩基化カルシウムスルホネート清浄剤、若しくは1種以上の炭酸カルシウム過塩基化カルシウムサリシレート清浄剤、又はそれらの組み合わせを、組成物全量基準でカルシウム量として0質量ppm超100質量ppm未満と、

(C) 1種類以上の亜リン酸エステル化合物を、組成物全量基準でリン分として0質量ppm超200質量ppm未満と、

(D) 1種以上の窒素含有無灰分散剤を、組成物全量基準で窒素分として0質量ppm超300質量ppm以下と、

(E) 1種以上のアミン系酸化防止剤および1種以上のフェノール系酸化防止剤を、合計量として組成物全量基準で0.1~1.0質量%とを含有し、

組成物中の全リン含有量P(単位:質量ppm)の全カルシウム含有量Ca(単位:質量ppm)に対する比(P/Ca)が1.7~4.7であり、

100における動粘度が $1.8 \sim 4.0 \text{ mm}^2 / \text{s}$ であることを特徴とする、潤滑油組成物。

【請求項2】

前記(B)成分の含有量が、組成物全量基準でカルシウム量として30質量ppm以上100質量ppm未満である、

10

20

請求項 1 に記載の潤滑油組成物。

【請求項 3】

前記 (C) 成分の含有量が、組成物全量基準でリン分として 50 質量 ppm 以上 200 質量 ppm 未満である、  
請求項 1 又は 2 に記載の潤滑油組成物。

【請求項 4】

前記 (D) 成分の含有量が、組成物全量基準で窒素分として 30 ~ 300 質量 ppm である、  
請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【請求項 5】

前記 (D) 成分のホウ素分としての含有量 B (単位：質量 ppm) と、窒素分としての含有量 N (単位：質量 ppm) との比 (B / N) が 0 ~ 0.15 である、  
請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【請求項 6】

前記 (D) 成分が、炭素数 40 ~ 400 のアルキル若しくはアルケニル基を有するアルキル若しくはアルケニルコハク酸若しくはその無水物と、ポリアミンとの縮合反応生成物、若しくはその変性物、又はそれらの組み合わせである、  
請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【請求項 7】

(F) 1 種以上のチアジアゾール化合物を、組成物全量基準で 0.5 質量% 以下含有するか、又は含有しない、  
請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【請求項 8】

(G) 重量平均分子量が 25,000 超である 1 種以上のポリアルキル (メタ) アクリレート、組成物全量基準で 5.0 質量% 以下含有するか、又は含有しない、  
請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【請求項 9】

重量平均分子量 25,000 以下の 1 種以上のポリマーを、組成物全量基準で 0.1 質量% 未満含有するか、又は含有しない、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【請求項 10】

自動変速機の潤滑に用いられる、請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【請求項 11】

電動モーターの潤滑に用いられる、請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の潤滑油組成物を、自動変速機および電動モーターを備える自動車の前記自動変速機に供給することと、

前記潤滑油組成物を、前記自動車の電動モーターに供給することとを含む、自動変速機および電動モーターの潤滑方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は潤滑油組成物に関し、より詳しくは、自動変速機および / または電動モーターの潤滑に好ましく用いることのできる潤滑油組成物に関する。

【背景技術】

【0002】

変速機および終減速機等の歯車装置における省エネルギー化手段のひとつとして、潤滑油の低粘度化が挙げられる。例えば変速機や終減速機等は歯車軸受機構を有しており、これらに使用される潤滑油を低粘度化することにより、潤滑油の粘性抵抗に起因する攪拌抵抗および引きずりトルクが低減されて動力の伝達効率が向上し、その結果省燃費性の向上が可能になると考えられる。

10

20

30

40

50

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【文献】特開2009-249496号公報

【文献】特開2014-159496号公報

【文献】特開2016-003258号公報

【文献】特開2016-020454号公報

【文献】国際公開2020/095968号

【文献】国際公開2020/095969号

【文献】国際公開2020/095970号

【文献】国際公開2020/171188号

10

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、これら歯車装置に使用される潤滑油を低粘度化すると、潤滑面において油膜厚さを維持することが難しくなるため、耐摩耗性が低下する傾向にある。

## 【0005】

近年、エネルギー効率および環境適合性の観点から、電動モーターを走行の動力源とする電気自動車、及び、走行の動力源として電動モーターと内燃機関とを併用するハイブリッド自動車が目ざされている。電動モーターは運転に伴い発熱するところ、電動モーターにはコイルや磁石等の熱に弱い部品が含まれる。そこで走行の動力源として電動モーターを用いるこれらの自動車には、電動モーターを冷却する手段が設けられる。電動モーターを冷却する手段としては、空冷、水冷、及び油冷が知られている。これらの中でも油冷方式は、電動モーター内部に油を流通させることにより、電動モーター内の発熱部位（例えばコイル、コア、磁石等。）と冷却媒体（油）とを直接接触させ、高い冷却効果を得ることができる。油冷方式の電動モーターにおいては、電動モーター内部に油（潤滑油）を流通させることにより、電動モーターの潤滑および冷却が同時に行われる。電動モーターの潤滑油（電動モーター油）には、電気絶縁性が求められる。

20

## 【0006】

電動モーター及び変速機は、通常、異なる潤滑油を用いて潤滑される。電動モーター及び変速機（歯車機構）を同一の潤滑油によって潤滑することができれば、潤滑油循環機構を簡略化することが可能になる。

30

## 【0007】

しかしながら、従来の変速機油は、電動モーターの潤滑に用いるため新油の電気絶縁性を向上させたとしても、使用により酸化劣化した後の組成物の電気絶縁性は不十分であった。また従来電動モーター油は、変速機（歯車機構）の潤滑に用いるには耐摩耗性が不十分であった。加えて、変速機油の省燃費性を高める観点からは低粘度の潤滑油が有利であるが、潤滑油の粘度が低いほど潤滑油の電気絶縁性は低下する傾向にある。

## 【0008】

本発明は、省燃費性を高めた低粘度の潤滑油組成物でありながら、自動変速機の潤滑に求められる耐摩耗性、及び、電動モーターの潤滑に求められる電気絶縁性を備えた潤滑油組成物を提供することを課題とする。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

本発明は、次の[1]～[12]の実施形態を包含する。

[1] (A) 1種以上の鉱油系基油もしくは1種以上の合成系基油またはそれらの組み合わせを含んでなり、40における動粘度が $6.0 \sim 12.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ である潤滑油基油と、

(B) 1種以上の炭酸カルシウム過塩基化カルシウムスルホネート清浄剤、若しくは1種以上の炭酸カルシウム過塩基化カルシウムサリシレート清浄剤、又はそれらの組み合わせ

50

せを、組成物全量基準でカルシウム量として0質量ppm超100質量ppm未満と、  
 (C) 1種類以上の亜リン酸エステル化合物を、組成物全量基準でリン分として0質量ppm超200質量ppm未満と、  
 (D) 1種以上の窒素含有無灰分散剤を、組成物全量基準で窒素分として0質量ppm超300質量ppm以下と、  
 (E) 1種以上のアミン系酸化防止剤および1種以上のフェノール系酸化防止剤を、合計量として組成物全量基準で0.1~1.0質量%とを含有し、  
 組成物中の全リン含有量P(単位:質量ppm)の全カルシウム含有量Ca(単位:質量ppm)に対する比(P/Ca)が1.7~4.7であり、  
 100における動粘度が1.8~4.0mm<sup>2</sup>/sであることを特徴とする、潤滑油組成物。

10

【0010】

[2] 前記(B)成分の含有量が、組成物全量基準でカルシウム量として30質量ppm以上100質量ppm未満である、[1]に記載の潤滑油組成物。

【0011】

[3] 前記(C)成分の含有量が、組成物全量基準でリン分として50質量ppm以上200質量ppm未満である、[1]又は[2]に記載の潤滑油組成物。

【0012】

[4] 前記(D)成分の含有量が、組成物全量基準で窒素分として30~300質量ppmである、[1]~[3]のいずれかに記載の潤滑油組成物。

20

【0013】

[5] 前記(D)成分のホウ素分としての含有量B(単位:質量ppm)と、窒素分としての含有量N(単位:質量ppm)との比(B/N)が0~0.15である、[1]~[4]のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【0014】

[6] 前記(D)成分が、炭素数40~400のアルキル若しくはアルケニル基を有するアルキル若しくはアルケニルコハク酸若しくはその無水物と、ポリアミンとの縮合反応生成物、若しくはその変性物、又はそれらの組み合わせである、[1]~[5]のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【0015】

[7] (F) 1種以上のチアジアゾール化合物を、組成物全量基準で0.5質量%以下含有するか、又は含有しない、[1]~[6]のいずれかに記載の潤滑油組成物。

30

【0016】

[8] (G) 重量平均分子量が25,000超である1種以上のポリアルキル(メタ)アクリレートを、組成物全量基準で5.0質量%以下含有するか、又は含有しない、[1]~[7]のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【0017】

本明細書において、「(メタ)アクリレート」とは、「アクリレートおよび/またはメタクリレート」を意味する。

【0018】

[9] 重量平均分子量25,000以下の1種以上のポリマーを、組成物全量基準で0.1質量%未満含有するか、又は含有しない、[1]~[8]のいずれかに記載の潤滑油組成物。

40

【0019】

[10] 自動変速機の潤滑に用いられる、[1]~[9]のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【0020】

[11] 電動モーターの潤滑に用いられる、[1]~[10]のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【0021】

50

[ 1 2 ] [ 1 ] ~ [ 1 1 ] のいずれかに記載の潤滑油組成物を、自動変速機および電動モーターを備える自動車の前記自動変速機に供給することと、

前記潤滑油組成物を、前記自動車の電動モーターに供給することとを含む、自動変速機および電動モーターの潤滑方法。

【発明の効果】

【 0 0 2 2 】

本発明によれば、省燃費性を高めた低粘度の潤滑油組成物でありながら、自動変速機の潤滑に求められる耐摩耗性、及び、電動モーターの潤滑に求められる電気絶縁性を備えた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】

【 0 0 2 3 】

以下、本発明について詳述する。なお本明細書においては、特に断らない限り、数値 A および B について「A ~ B」という表記は「A 以上 B 以下」と等価であるものとする。かかる表記において数値 B のみに単位を付した場合には、当該単位が数値 A にも適用されるものとする。本明細書において、「または」および「もしくは」の語は、特に断りのない限り論理和を意味するものとする。本明細書において、要素 E<sub>1</sub> および E<sub>2</sub> について「E<sub>1</sub> および / または E<sub>2</sub>」という表記は「E<sub>1</sub>、もしくは E<sub>2</sub>、またはそれらの組み合わせ」と等価であり、N 個の要素 E<sub>1</sub>、...、E<sub>i</sub>、...、E<sub>N</sub> (N は 3 以上の整数である。) について「E<sub>1</sub>、...、および / または E<sub>N</sub>」という表記は「E<sub>1</sub>、...、もしくは E<sub>i</sub>、...、もしくは E<sub>N</sub>、またはそれらの組み合わせ」( i は 1 < i < N を満たす全ての整数を値にとる変数である。) と等価である。また本明細書において、「アルカリ土類金属」にはマグネシウムも包含されるものとする。

【 0 0 2 4 】

なお本明細書において、別途指定のない限り、油中のカルシウム、マグネシウム、亜鉛、リン、硫黄、ホウ素、バリウム、およびモリブデンの各元素の含有量は、JIS K 0 1 1 6 に準拠して誘導結合プラズマ発光分光分析法(強度比法(内標準法))により測定されるものとする。また油中の窒素元素の含有量は、JIS K 2 6 0 9 に準拠して化学発光法により測定されるものとする。また本明細書において「重量平均分子量」とは、ゲル浸透クロマトグラフィー(GPC)により測定される標準ポリスチレン換算での重量平均分子量を意味する。GPC の測定条件は次の通りである。

[GPC 測定条件]

装置：Waters Corporation 製 ACQUITY (登録商標) APC UV RI システム

カラム：上流側から順に、Waters Corporation 製 ACQUITY (登録商標) APC XT900A (ゲル粒径 2.5 μm、カラムサイズ(内径×長さ) 4.6 mm×150 mm) 2 本、および、Waters Corporation 製 ACQUITY (登録商標) APC XT200A (ゲル粒径 2.5 μm、カラムサイズ(内径×長さ) 4.6 mm×150 mm) 1 本を直列に接続

カラム温度：40

試料溶液：試料濃度 1.0 質量% のテトラヒドロフラン溶液

溶離液：テトラヒドロフラン

溶液注入量：20.0 μL

検出装置：示差屈折率検出器

基準物質：標準ポリスチレン (Agilent Technologies 社製 Agilent Easical (登録商標) PS-1) 8 点 (分子量：2698000、597500、290300、133500、70500、30230、9590、2970) 上記条件に基づき測定した重量平均分子量が 10000 未満である場合、カラムおよび基準物質を以下条件に変更し再測定を行う。

カラム：上流側から順に、Waters Corporation 製 ACQUITY (登録商標) APC XT125A (ゲル粒径 2.5 μm、カラムサイズ(内径×長さ) 4.

10

20

30

40

50

6 mm × 150 mm) 1本、および、Waters Corporation製 ACQUITY (登録商標) APC XT45A (ゲル粒径1.7 μm、カラムサイズ(内径×長さ)4.6 mm × 150 mm) 2本を直列に接続

基準物質：標準ポリスチレン (Agilent Technologies社製 Agilent Easical (登録商標) PS-1) 10点 (分子量：30230、9590、2970、890、786、682、578、474、370、266)

【0025】

<(A)潤滑油基油>

本発明の潤滑油組成物(以下において「潤滑油組成物」または「組成物」ということがある。)は、主要量の潤滑油基油と、基油以外の1種以上の添加剤とを含んでなる。本発明の潤滑油組成物において、潤滑油基油としては、1種以上の鉱油系基油もしくは1種以上の合成系基油またはそれらの組み合わせを含んでなり、40における動粘度が6.0 ~ 12.0 mm<sup>2</sup>/sである潤滑油基油(以下において「(A)成分」ということがある。)が用いられる。

10

【0026】

潤滑油基油としては、1種以上の鉱油系基油、もしくは1種以上の合成系基油、またはそれらの混合基油を用いることができる。一の実施形態において、潤滑油基油としては、API基油分類のグループI基油(以下において「APIグループI基油」ということがある。)、グループII基油(以下において「APIグループII基油」ということがある。)、グループIII基油(以下において「APIグループIII基油」ということがある。)、グループIV基油(以下において「APIグループIV基油」ということがある。)、若しくはグループV基油(以下において「APIグループV基油」ということがある。)、又はそれらの混合基油を用いることができる。APIグループI基油は、硫黄分が0.03質量%超かつ/又は飽和分が90質量%未満であって、且つ粘度指数が80以上120未満の鉱油系基油である。APIグループII基油は、硫黄分が0.03質量%以下、飽和分が90質量%以上、且つ粘度指数が80以上120未満の鉱油系基油である。APIグループIII基油は、硫黄分が0.03質量%以下、飽和分が90質量%以上、且つ粘度指数が120以上の鉱油系基油である。APIグループIV基油はポリオレフィン基油である。APIグループV基油は上記グループI~IV以外の基油であって、その好ましい例としてはエステル系基油を挙げることができる。なお本明細書において、粘度指数とは、JIS K 2283-2000に準拠して測定された粘度指数を意味する。また本明細書において「潤滑油基油中の硫黄分の含有量」は、JIS K 2541-2003に準拠して測定されるものとする。また本明細書において「潤滑油基油中の飽和分の含有量」は、ASTM D 2007-93に準拠して測定された値を意味する。

20

30

【0027】

一の実施形態において、(A)成分としては、1種以上のAPIグループII基油、1種以上のAPIグループIII基油、1種以上のAPIグループIV基油、もしくは1種以上のAPIグループV基油、またはそれらの組み合わせを好ましく用いることができる。

【0028】

鉱油系基油の例としては、原油を常圧蒸留および/または減圧蒸留して得られた潤滑油留分を、溶剤脱れき、溶剤抽出、水素化分解、溶剤脱ろう、接触脱ろう、水素化精製、硫酸洗浄、白土処理等の精製処理から選ばれる1種または2種以上の組み合わせにより精製したパラフィン系鉱油、およびノルマルパラフィン系基油、イソパラフィン系基油、ならびにこれらの混合物などを挙げることができる。APIグループII基油およびグループIII基油は通常、水素化分解プロセスを経て製造される。

40

【0029】

鉱油系基油の% Cpは、組成物の粘度-温度特性および省燃費性をさらに高める観点から好ましくは60以上、より好ましくは65以上であり、また添加剤の溶解性を高める観点から好ましくは99以下、より好ましくは95以下、さらに好ましくは94以下であり、一の実施形態において60~99、又は60~95、又は65~95、又は65~94

50

であり得る。

【 0 0 3 0 】

鉱油系基油の% C<sub>A</sub>は、組成物の粘度 - 温度特性および省燃費性をさらに高める観点から好ましくは2以下、より好ましくは1以下、更に好ましくは0.8以下、特に好ましくは0.5以下である。

【 0 0 3 1 】

鉱油系基油の% C<sub>N</sub>は、添加剤の溶解性を高める観点から好ましくは1以上、より好ましくは4以上であり、また組成物の粘度 - 温度特性および省燃費性をさらに高める観点から好ましくは40以下、より好ましくは35以下であり、一の実施形態において1 ~ 40、又は4 ~ 35であり得る。

10

【 0 0 3 2 】

本明細書において% C<sub>P</sub>、% C<sub>N</sub>および% C<sub>A</sub>とは、それぞれASTM D 3238 - 85に準拠した方法(n - d - M環分析)により求められる、パラフィン炭素数の全炭素数に対する百分率、ナフテン炭素数の全炭素数に対する百分率、および芳香族炭素数の全炭素数に対する百分率を意味する。つまり、上述した% C<sub>P</sub>、% C<sub>N</sub>および% C<sub>A</sub>の好ましい範囲は上記方法により求められる値に基づくものであり、例えばナフテン分を含まない潤滑油基油であっても、上記方法により求められる% C<sub>N</sub>は0を超える値を示し得る。

【 0 0 3 3 】

鉱油系基油における飽和分の含有量は、組成物の粘度 - 温度特性を高める観点から、基油全量を基準として、好ましくは90質量%以上、より好ましくは95質量%以上、さらに好ましくは99質量%以上である。なお本明細書において飽和分とは、ASTM D 2007 - 93に準拠して測定された値を意味する。

20

【 0 0 3 4 】

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

【 0 0 3 5 】

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

30

【 0 0 3 6 】

なお、本明細書において芳香族分とは、ASTM D 2007 - 93に準拠して測定された値を意味する。芳香族分には、通常、アルキルベンゼン、アルキルナフタレンの他、アントラセン、フェナントレンおよびこれらのアルキル化物、更にはベンゼン環が四環以上縮環した化合物、ピリジン類、キノリン類、フェノール類、ナフトール類等のヘテロ原子を有する芳香族化合物などが含まれる。

40

【 0 0 3 7 】

APIグループIV基油の例としては、エチレン - プロピレン共重合体、ポリブテン、1 - オクテンオリゴマー、1 - デセンオリゴマー、およびこれらの水素化生成物等の、炭素数2 ~ 32、好ましくは炭素数6 ~ 16の - オレフィンのオリゴマー及びコオリゴマー並びにそれらの水素化生成物を挙げるができる。

【 0 0 3 8 】

50

A P IグループV基油の好ましい例としては、モノエステル（例えばブチルステアレート、オクチルラウレート、2 - エチルヘキシルオレート等）；ジエステル（例えばジトリデシルグルタレート、ジ - 2 - エチルヘキシルアジペート、ジイソデシルアジペート、ジトリデシルアジペート、ジ - 2 - エチルヘキシルセバケート等）；ポリエステル（例えばトリメリット酸エステル等）；ポリオールエステル（例えばトリメチロールプロパンカプリレート、トリメチロールプロパンペラルゴネート、ペンタエリスリトール - 2 - エチルヘキサノエート、ペンタエリスリトールペラルゴネート等）等のエステル系基油を挙げることができる。A P IグループV基油の他の例としては、アルキルベンゼン、アルキルナフタレン、ポリオキシアルキレングリコール、ジアルキルジフェニルエーテル、ポリフェニルエーテル、等の芳香族系合成基油を挙げることができる。

10

## 【0039】

潤滑油基油（全基油）の40における動粘度は、新油の電気絶縁性を高める観点、および潤滑箇所での油膜形成を十分に耐摩耗性を高める観点から $6.0 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 以上、好ましくは $6.5 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 以上、より好ましくは $7.0 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 以上であり、また省燃費性および潤滑油組成物の低温粘度特性の観点から $12.0 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 以下であり、一の実施形態において $6.0 \sim 12.0 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 、又は $6.5 \sim 12.0 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 、又は $7.0 \sim 12.0 \text{ mm}^2 / \text{s}$ であり得る。なお本明細書において「40における動粘度」とは、J I S K 2283 - 2000に準拠し、測定装置として自動粘度計（商品名「CAV - 2100」、Cannon Instrument社製）を用いて測定された40での動粘度を意味する。

20

## 【0040】

潤滑油基油（全基油）の100における動粘度は、新油の電気絶縁性をさらに高める観点、および潤滑箇所での油膜形成を十分に耐摩耗性をさらに高める観点から好ましくは $1.9 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 以上、より好ましくは $2.0 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 以上、さらに好ましくは $2.1 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 以上であり、また省燃費性をさらに高める観点から好ましくは $3.5 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 以下、より好ましくは $3.4 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 以下、さらに好ましくは $3.3 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 以下であり、一の実施形態において $1.9 \sim 3.5 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 、又は $2.0 \sim 3.4 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 、又は $2.1 \sim 3.3 \text{ mm}^2 / \text{s}$ であり得る。なお本明細書において「100における動粘度」とは、J I S K 2283 - 2000に準拠し、測定装置として自動粘度計（商品名「CAV - 2100」、Cannon Instrument社製）を用いて測定された100での動粘度を意味する。

30

## 【0041】

潤滑油基油（全基油）の粘度指数は、組成物の粘度 - 温度特性を高める観点、ならびに、省燃費性および耐摩耗性をさらに高める観点から好ましくは100以上、より好ましくは105以上、さらに好ましくは110以上、特に好ましくは115以上、最も好ましくは120以上である。なお、本明細書において粘度指数とは、J I S K 2283 - 2000に準拠して、測定装置として自動粘度計（商品名「CAV - 2100」、Cannon Instrument社製）を用いて測定された粘度指数を意味する。

## 【0042】

潤滑油基油（全基油）の流動点は、潤滑油組成物全体の低温流動性の観点から好ましくは $-10$ 以下、より好ましくは $-12.5$ 以下、更に好ましくは $-15$ 以下、特に好ましくは $-17.5$ 以下、最も好ましくは $-20.0$ 以下である。なお、本明細書において流動点とは、J I S K 2269 - 1987に準拠して測定された流動点を意味する。

40

## 【0043】

基油中の硫黄分の含有量は、その原料の硫黄分の含有量に依存する。例えば、フィッシュヤートロプシュ反応等により得られる合成ワックス成分のように実質的に硫黄を含まない原料を用いる場合には、実質的に硫黄を含まない基油を得ることができる。また、基油の精製過程で得られるスラックワックスや精ろう過程で得られるマイクロワックス等の硫黄を含む原料を用いる場合には、得られる基油中の硫黄分は通常100質量ppm以上とな

50



る。潤滑油基油（全基油）中の硫黄分の含有量は、通常 0.03 質量% 以下、酸化安定性の観点から好ましくは 0.01 質量% 以下である。なお、本明細書において基油中の硫黄分の含有量とは、JIS K 2541 - 2003 に準拠して測定される硫黄量を意味する。

【0044】

潤滑油基油は、基油全体（全基油）として 40 における動粘度が 6.0 ~ 12.0  $\text{m}^2/\text{s}$  である限りにおいて、単一の基油成分からなってもよく、複数の基油成分を含んでもよい。

【0045】

一の実施形態において、潤滑油基油は、1 種以上の API グループ II 基油、1 種以上の API グループ III 基油、もしくは 1 種以上の API グループ IV 基油、又はそれらの組み合わせを、基油全量基準で 80 ~ 100 質量%、又は 90 ~ 100 質量%、又は 90 ~ 99 質量%、又は 95 ~ 99 質量% 含み得る。潤滑油基油は API グループ V 基油を含有してもよく、含有しなくてもよいが、潤滑油基油中の 1 種以上の API グループ V 基油の含有量は、一の実施形態において酸化安定性を高める観点から基油全量基準で好ましくは 0 ~ 20 質量%、又は 0 ~ 10 質量%、また耐疲労性を高める観点から 1 ~ 10 質量%、又は 1 ~ 5 質量% であり得る。潤滑油基油は API グループ IV 基油を含有してもよく、含有しなくてもよいが、一の実施形態において、潤滑油基油中の 1 種以上の API グループ IV 基油の含有量は、基油全量基準で 0 ~ 60 質量%、又は 0 ~ 50 質量%、又は 1 ~ 60 質量%、又は 1 ~ 50 質量% であり得る。

【0046】

潤滑油組成物中の潤滑油基油（全基油）の含有量は、潤滑油組成物全量基準で 60 質量% 以上であり、好ましくは 60 ~ 98.5 質量%、より好ましくは 70 ~ 98.5 質量%、一の実施形態において 75 ~ 97 質量% であり得る。

【0047】

< (B) カルシウム系清浄剤 >

本発明の潤滑油組成物は、1 種以上の炭酸カルシウム過塩基化カルシウムスルホネート清浄剤（以下において「(B1) 成分」ということがある。）、若しくは 1 種以上の炭酸カルシウム過塩基化カルシウムサリシレート清浄剤（以下において「(B2) 成分」ということがある。）、又はそれらの組み合わせ（以下において「(B) 成分」ということがある。）を、組成物全量基準でカルシウム量として 0 質量 ppm 超 100 質量 ppm 未満含有する。(B) 成分は (B1) 成分のみを含んでもよく、(B2) 成分のみを含んでもよく、(B1) 成分および (B2) 成分の両方を含んでもよい。

【0048】

(B1) 炭酸カルシウム過塩基化カルシウムスルホネート清浄剤の好ましい例としては、アルキル芳香族化合物をスルホン化することによって得られるアルキル芳香族スルホン酸のカルシウム塩の過塩基性塩を挙げることができる。アルキル芳香族化合物の重量平均分子量は好ましくは 300 ~ 1500 であり、より好ましくは 400 ~ 1300 である。

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

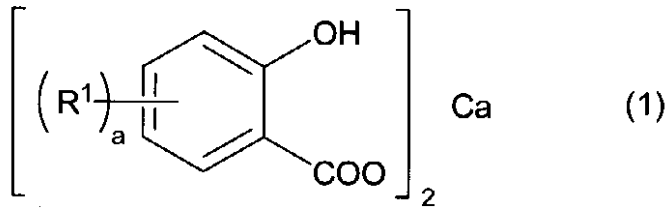
【0049】

(B2) 炭酸カルシウム過塩基化カルシウムサリシレート清浄剤は、カルシウムサリシ

レートの過塩基性塩である。カルシウムサリシレートの好ましい例としては、下記一般式(1)で表されるカルシウムサリシレートを挙げることができる。

【0050】

【化1】



10

【0051】

一般式(1)中、R<sup>1</sup>はそれぞれ独立に炭素数14~30のアルキルまたはアルケニル基を表し、aは1又は2を表し、好ましくは1である。なおa=2であるとき、R<sup>1</sup>は異なる基の組み合わせであってもよい。

【0052】

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

20

【0053】

炭酸カルシウムで過塩基化されたカルシウムスルホネート又はサリシレートを得る方法は特に限定されるものではないが、例えば、炭酸ガスの存在下でカルシウムスルホネート又はサリシレートを水酸化カルシウム等の塩基と反応させることにより、炭酸カルシウムで過塩基化されたカルシウムスルホネート又はサリシレートを得ることができる。

30

【0054】

(B1)成分及び(B2)成分の塩基価は、耐摩耗性、耐焼き付き性、及び湿式クラッチの伝達トルク容量を高める観点から好ましくは200mg KOH/g以上、より好ましくは250mg KOH/g以上であり、また同様の観点から好ましくは600mg KOH/g以下、より好ましくは550mg KOH/g以下であり、一の実施形態において200~600mg KOH/g、又は250~550mg KOH/gであり得る。なお(B1)成分が2種以上の炭酸カルシウム過塩基化カルシウムスルホネート清浄剤を含む場合には、各炭酸カルシウム過塩基化カルシウムスルホネート清浄剤の塩基価が上記範囲内であることが好ましい。同様に、(B2)成分が2種以上の炭酸カルシウム過塩基化カルシウムサリシレート清浄剤を含む場合には、各炭酸カルシウム過塩基化カルシウムサリシレート清浄剤の塩基価が上記範囲内であることが好ましい。なお本明細書において塩基価とは、JIS K 2501に準拠して過塩素酸法により測定される塩基価を意味する。また金属系清浄剤は一般に、溶剤や潤滑油基油等の希釈剤中での反応により得られる。そのため金属系清浄剤は、潤滑油基油等の希釈剤によって希釈された状態で商業的に流通している。本明細書において、金属系清浄剤の塩基価は、希釈剤を含む状態での塩基価を意味するものとする。

40

【0055】

潤滑油組成物中の(B)成分の含有量((B)成分が2種以上の清浄剤を含む場合には合計の含有量。)は、新油の電気絶縁性、省燃費性、及び耐疲労性を高める観点から、組

50

成物全量基準でカルシウム量として100質量ppm未満、好ましくは95質量ppm以下、又は90質量ppm以下であり、また耐摩耗性、耐焼き付き性、耐疲労性、及び湿式クラッチの伝達トルク容量を高める観点から、0質量ppm超、好ましくは10質量ppm以上、より好ましくは20質量ppm以上、さらに好ましくは30質量ppm以上、又は35質量ppm以上であり、一の実施形態において0質量ppm超100質量ppm未満、又は10～95質量ppm、又は20～95質量ppm、又は30～95質量ppm、又は35～90質量ppmであり得る。

【0056】

一般に潤滑油分野において、金属系清浄剤としては、基油中でミセルを形成することが可能な有機酸金属塩（例えばアルカリ又はアルカリ土類金属アルキルサリシレート、アルカリ又はアルカリ土類金属アルキルベンゼンスルホネート、及びアルカリ又はアルカリ土類金属アルキルフェネート等。）、又は該有機酸金属塩と塩基性金属塩（例えば該有機酸金属塩を構成するアルカリ又はアルカリ土類金属の水酸化物、炭酸塩、ホウ酸塩等。）との混合物が用いられる。そのような有機酸は通常、金属塩基（典型的には金属酸化物および/または金属水酸化物。）と塩を形成可能なブレンステッド酸性を有する少なくとも1つの極性基（例えばカルボキシ基、スルホ基、フェノール性ヒドロキシ基等。）と、直鎖または分岐鎖アルキル基（例えば炭素数6以上の直鎖または分岐鎖アルキル基等。）等の少なくとも1つの親油性基とを一分子中に有する。金属系清浄剤の石けん基とは、金属系清浄剤の石けん分を構成する有機酸の共役塩基（サリシレート清浄剤にあつては例えばアルキルサリシレートアニオン、スルホネート清浄剤にあつては例えばアルキルベンゼンスルホネートアニオン、フェネート清浄剤にあつては例えばアルキルフェネートアニオン。）を意味する。

【0057】

本発明の潤滑油組成物は、(B)成分以外の1種以上の金属系清浄剤をさらに含有してもよく、含有しなくてもよい。ただし、潤滑油組成物中の(B)成分を含む全ての金属系清浄剤の合計の含有量は、新油の電気絶縁性、省燃費性、及び耐疲労性をさらに高める観点から、組成物全量基準で金属量として100質量ppm未満、好ましくは95質量ppm以下、又は90質量ppm以下であり、また耐焼き付き性、耐疲労性、及び湿式クラッチの伝達トルク容量をさらに高める観点、並びに、耐摩耗性をさらに高める観点から、0質量ppm超、好ましくは10質量ppm以上、より好ましくは20質量ppm以上、さらに好ましくは30質量ppm以上、又は35質量ppm以上であり、一の実施形態において0質量ppm超100質量ppm未満、又は10～95質量ppm、又は20～95質量ppm、又は30～95質量ppm、又は35～90質量ppmであり得る。一の実施形態において、本発明の潤滑油組成物は、(B)成分以外の金属系清浄剤を含有しない潤滑油組成物とすることができる。

【0058】

<(C) 亜リン酸エステル化合物>

本発明の潤滑油組成物は、下記一般式(2)で表される亜リン酸エステル化合物（以下において「(C)成分」ということがある。）を組成物全量基準でリン分として0質量ppm超200質量ppm未満含有する。(C)成分としては1種の亜リン酸エステル化合物を単独で用いてもよく、2種以上の亜リン酸エステル化合物を組み合わせ用いてもよい。

【0059】

10

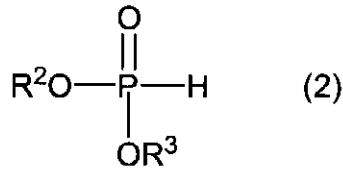
20

30

40

50

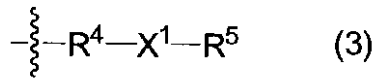
## 【化 2】



一般式(2)において、 $R^2$ 及び $R^3$ はそれぞれ独立に、炭素数1～18の直鎖炭化水素基、又は下記一般式(3)で表される炭素数4～20の基である。

【0060】

## 【化 3】



一般式(3)において、 $R^4$ は炭素数2～17の直鎖炭化水素基であり、好ましくはエチレン基またはプロピレン基であり、一の実施形態においてエチレン基であり得る。 $R^5$ は炭素数2～17の直鎖炭化水素基であり、好ましくは炭素数2～16の直鎖炭化水素基であり、特に好ましくは炭素数6～10の直鎖炭化水素基である。 $X^1$ は酸素原子または硫黄原子であり、好ましくは硫黄原子である。一般式(3)で表される基の炭素数は好ましくは5～20である。

【0061】

本明細書において、「亜リン酸」とは、酸化数+IIIのリンのオキソ酸 $\text{H}_3\text{PO}_3$ を意味する。なお通常、一般式(2)で表される亜リン酸エステル化合物は互変異性を有するが、本明細書においては、一般式(2)で表される化合物のいかなる互変異性体も(C)成分に該当するものとする。

【0062】

一の実施形態において、 $R^2$ 及び $R^3$ の好ましい例としては、炭素数4～18の直鎖アルキル基を挙げることができる。直鎖アルキル基の例としては、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、オクタデシル基を挙げることができる。

【0063】

一の実施形態において、 $R^2$ 及び $R^3$ の好ましい例としては、3-チアペンチル基、3-チアヘキシル基、3-チアヘプチル基、3-チアオクチル基、3-チアノニル基、3-チアデシル基、3-チアウンデシル基、4-チアヘキシル基、3-オキサペンチル基、3-オキサヘキシル基、3-オキサヘプチル基、3-オキサオクチル基、3-オキサノニル基、3-オキサデシル基、3-オキサウンデシル基、3-オキサドデシル基、3-オキサトリデシル基、3-オキサテトラデシル基、3-オキサペンタデシル基、3-オキサヘキサデシル基、3-オキサヘプタデシル基、3-オキサヘプタデシル基、3-オキサノナデシル基、4-オキサヘキシル基、4-オキサヘプチル基、及び4-オキサオクチル基、を挙げることができる。

【0064】

潤滑油組成物中の(C)成分の含有量は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性を高める観点から、組成物全量基準でリン分として200質量ppm未満、好ましくは195質量ppm以下、一の実施形態において190質量ppm以下、又は185質量ppm以下であり、また耐摩耗性を高める観点から0質量ppm超、好ましくは50質量pp

10

20

30

40

50

m以上、一の実施形態において70質量ppm以上であり、一の実施形態において0質量ppm超200質量ppm未満、又は50質量ppm以上200質量ppm未満、又は50~195質量ppm、又は70~190質量ppm、又は70~185質量ppmであり得る。

【0065】

<(D)窒素含有無灰分散剤>

本発明の潤滑油組成物は、1種以上の窒素含有無灰分散剤(以下において「(D)成分」ということがある。)を、組成物全量基準で窒素分として0質量ppm超300質量ppm以下含有する。

【0066】

一般に潤滑油分野において、窒素含有無灰分散剤としては、少なくとも1つの長鎖(例えば炭素数40以上)の直鎖または分岐鎖の脂肪族炭化水素基と、少なくとも1つのポリアミン鎖(典型的にはポリエチレンアミン鎖)とを一分子中に有し、該ポリアミン鎖の窒素原子の一部がアシル化されていてもよい窒素含有化合物、又はその変性物(誘導体)が用いられる。変性物の例は後述する。

【0067】

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

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

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

(D-3)アルキル基もしくはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するポリアミン又はその変性物(誘導体)(以下において「成分(D-3)」ということがある。)

【0068】

(D)成分としては、成分(D-1)を特に好ましく用いることができる。

成分(D-1)のうち、アルキル基もしくはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するコハク酸イミドの例としては、炭素数40~400のアルキル又はアルケニル基を有するアルキル若しくはアルケニルコハク酸又はその無水物と、ポリアミンとの縮合反応生成物を挙げることができる。そのような縮合反応生成物(縮合生成物)は、例えば下記一般式(4)又は(5)で表され得る。

【0069】

10

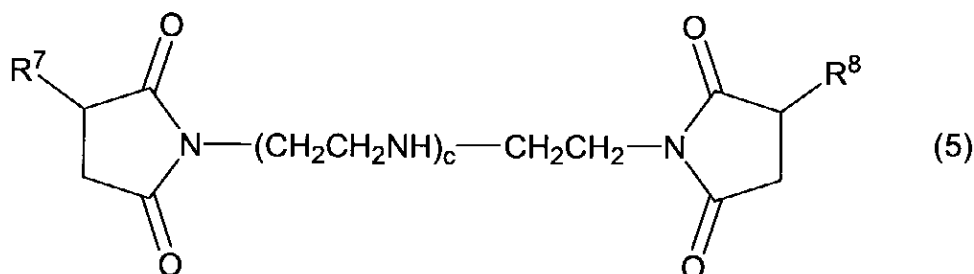
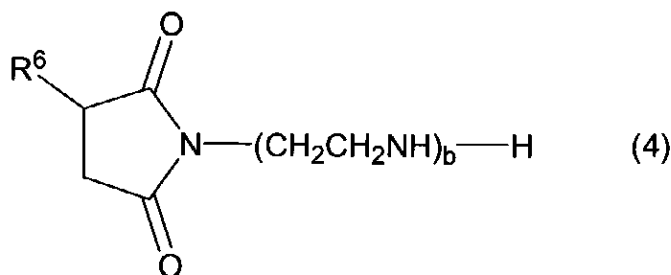
20

30

40

50

## 【化 4】



10

20

## 【0070】

一般式(4)中、 $R^6$ は炭素数40～400のアルキル又はアルケニル基を表し、 $b$ は1～10、好ましくは2～6の整数を表す。一の典型的な実施形態において、一般式(4)で表される化合物は、異なる $b$ を有する化合物の混合物として得られる。 $R^6$ の炭素数は、基油への溶解性の観点から40以上、好ましくは60以上であり、また組成物の低温流動性の観点から400以下、好ましくは350以下、さらに好ましくは250以下であり、一の実施形態において40～400、又は60～350、又は60～250であり得る。

## 【0071】

一般式(5)中、 $R^7$ 及び $R^8$ は、それぞれ独立に炭素数40～400のアルキル基又はアルケニル基を表し、異なる基の組み合わせであってもよい。また、 $c$ は0～15、好ましくは1～13、より好ましくは1～11の整数を示す。一の典型的な実施形態において、一般式(5)で表される化合物は、異なる $c$ を有する化合物の混合物として得られる。 $R^7$ 及び $R^8$ の炭素数は、基油への溶解性の観点から40以上、好ましくは60以上であり、また組成物の低温流動性の観点から400以下、好ましくは350以下、さらに好ましくは250以下であり、一の実施形態において40～400、又は60～350、又は60～250であり得る。

30

## 【0072】

一般式(4)及び(5)におけるアルキル又はアルケニル基( $R^6 \sim R^8$ )は直鎖状でも分枝状でもよい。その好ましい例としては、プロピレン、1-ブテン、イソブテン等のオレフィンのオリゴマーや、エチレンとプロピレンとのコオリゴマーから誘導される分枝状アルキル基や分枝状アルケニル基を挙げることができる。なかでも慣用的にポリイソブチレンと呼ばれるイソブテンのオリゴマーから誘導される分枝状のアルキル又はアルケニル基や、ポリブテニル基が最も好ましい。

40

一般式(4)及び(5)におけるアルキル又はアルケニル基( $R^6 \sim R^8$ )の好適な数平均分子量は800～3500、好ましくは900～3500である。

## 【0073】

アルキル基またはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するコハク酸イミドには、ポリアミン鎖の一方の末端のみがイミド化された、一般式(4)で表される、いわゆるモ

50

ノタイプのコハク酸イミドと、ポリアミン鎖の両末端がイミド化された、一般式(5)で表される、いわゆるビスタイプのコハク酸イミドとが包含される。潤滑油組成物には、モノタイプのコハク酸イミド及びビスタイプのコハク酸イミドのいずれが含まれていてもよく、それらの両方が混合物として含まれていてもよい。(D-1)成分中のビスタイプのコハク酸イミド又はその変性物の含有量は、(D-1)成分の全量を基準(100質量%)として好ましくは50~100質量%、より好ましくは70~100質量%である。

【0074】

(D-1)成分としては、上記縮合生成物をそのまま用いてもよく(すなわち無変性コハク酸イミド)、該縮合生成物を後述する変性物(誘導体)に変換して用いてもよい。アルキル若しくはアルケニルコハク酸又はその無水物とポリアミンとの縮合生成物は、ポリアミン鎖の両末端がイミド化された、ビスタイプのコハク酸イミド(一般式(5)参照。)であってもよく、ポリアミン鎖の一方の末端のみがイミド化された、モノタイプのコハク酸イミド(一般式(4)参照。)であってもよく、それらの混合物であってもよい。ここで、炭素数40~400のアルケニル基を有するアルケニルコハク酸無水物は例えば、炭素数40~400のオレフィンと無水マレイン酸とを100~200で反応させることにより得ることができる。また、該アルケニルコハク酸無水物をさらに水素添加反応に供することにより、炭素数40~400のアルキル基を有するアルキルコハク酸無水物を得ることができる。ポリアミンの例としては、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、ペンタエチレンヘキサミン、ヘキサエチレンヘプタミン、ヘプタエチレンオクタミン、オクタエチレンノナミン、ノナエチレンデカミン、デカエチレンウンデカミン、ウンデカエチレンドデカミン、ドデカエチレントリデカミン、トリデカエチレンテトラデカミン、テトラデカエチレンペンタデカミン、ペンタデカエチレンヘキサデカミン、及びヘキサデカエチレンヘプタデカミン等の、窒素原子数3~17のポリエチレンポリアミン、並びにそれらの混合物を挙げることができ、これらの中から選ばれる1種以上を含むポリアミン原料を好ましく用いることができる。一の実施形態において、窒素原子数3~17、又は3~15、又は3~13の1種以上のポリエチレンポリアミンを含むポリアミン原料を好ましく用いることができる。他の一の実施形態において、窒素原子数3~11、又は3~7の1種以上のポリエチレンポリアミンを含むポリアミン原料を好ましく用いることができる。なお商業的に入手可能なポリエチレンポリアミンはしばしば、連続する窒素原子数を有する2種以上のポリエチレンポリアミンの混合物であり、そのようなポリエチレンポリアミン混合物も、(D-1)成分を製造する際のポリアミン原料として好ましく用いることができる。また上記一般式(4)及び(5)にはアルキル若しくはアルケニルコハク酸又はその無水物と直鎖状のポリエチレンポリアミンとの縮合反応生成物の構造が表れているが、商業的に入手可能な窒素原子数4以上のポリエチレンポリアミンはしばしば、直鎖状のポリエチレンポリアミンに加えて、同じ窒素原子数を有する分枝状のポリエチレンポリアミンを構造異性体として含み得る。分枝状のポリエチレンポリアミンは、隣接する2つのアミノ基の各組がエチレン基によって連結されている点においては直鎖状のポリエチレンポリアミンと共通している。窒素原子数n(nは2以上の整数)の直鎖状のポリエチレンポリアミンは第1級アミノ基を2個、及び第2級アミノ基をn-2個有するのに対し、k個(kは1以上n-3以下の整数)の分岐を有する窒素原子数nの分枝状ポリエチレンポリアミンは第1級アミノ基を2+k個、第2級アミノ基をn-2-2k個、及び第3級アミノ基をk個有する。そのような分枝状の構造異性体を含むポリエチレンポリアミン混合物も、(D-1)成分を製造する際のポリアミン原料として好ましく用いることができ、そのような分枝状のポリエチレンポリアミンとアルキル若しくはアルケニルコハク酸又はその無水物との縮合反応生成物およびその変性物も、(D-1)成分に包含される。なお一般式(4)及び(5)においては1個又は2個の第1級アミノ基がイミド化されたコハク酸イミドが表れているが、k個の分岐を有する分枝状ポリエチレンポリアミンとアルキル若しくはアルケニルコハク酸又はその無水物との縮合反応においては、最大で2+k個の第1級アミノ基がイミド化され得る。そのような3個以上の第1級アミノ基がイミドされたコハク酸イミド化合物およびその変性物も

10

20

30

40

50

、(D-1)成分に包含される。ポリアミン原料はエチレンジアミンをさらに含有してもよく、含有しなくてもよいが、縮合生成物またはその変性物の分散剤としての性能を高める観点からは、ポリアミン原料中のエチレンジアミンの含有量は、ポリアミン全量基準で好ましくは0~10質量%、より好ましくは0~5質量%である。炭素数40~400のアルキル若しくはアルケニル基を有するアルキル若しくはアルケニルコハク酸又はその無水物と、2種以上の直鎖状ポリアミンを含む混合物との縮合反応生成物として得られるコハク酸イミドは、一般式(4)又は(5)において異なるb又はcを有する2種以上の化合物を含む混合物である。アルキル若しくはアルケニルコハク酸又はその無水物とポリアミンとの縮合反応は、例えば、水と共沸混合物を形成する有機溶媒(例えばトルエン等。)中で行うことができる。すなわち、アルキル若しくはアルケニルコハク酸又はその無水物とポリアミンとの混合物の溶液を還流攪拌しながら、縮合反応の進行に伴って生成する水を溶媒との共沸により取り除くことにより、縮合反応生成物を容易に得ることができる。アルキル若しくはアルケニルコハク酸又はその無水物とポリアミンとの縮合反応における反応モル比は、例えばアルキル若しくはアルケニルコハク酸又はその無水物：ポリアミン=1：10~10：1、又は1：5~5：1とすることができる。

10

## 【0075】

(D-1)成分の重量平均分子量は好ましくは1000~20000、より好ましくは2000~20000、さらに好ましくは3000~15000であり、一の実施形態において4000~15000であり得る。

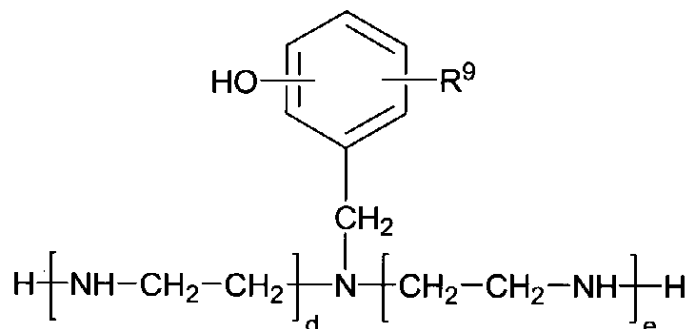
## 【0076】

成分(D-2)のうち、アルキル基またはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するベンジルアミンの例としては、炭素数40~400のアルキル基を有するアルキルフェノールと、ホルムアルデヒドと、ポリアミンとのマンニッヒ反応により得られるマンニッヒ反応生成物を挙げることができる。当該マンニッヒ反応生成物の主成分は、例えば下記一般式(6)で表され得る。

20

## 【0077】

## 【化5】



30

(6)

## 【0078】

一般式(6)中、R<sup>9</sup>は炭素数40~400のアルキル又はアルケニル基を表し、d及びeはそれぞれ独立に0以上の整数を表し、d≦eであり、d+eは1~5、好ましくは2~4であり、芳香環上のヒドロキシ基の置換位置はベンジル炭素に対してオルト位又はパラ位である。芳香環上のR<sup>9</sup>の置換位置は任意であるが、典型的にはヒドロキシ基に対してオルト位又はパラ位である。ただしベンジル炭素及びR<sup>9</sup>が同時にヒドロキシ基に対してパラ位を占めることはない。R<sup>9</sup>の炭素数は好ましくは60~350である。

40

## 【0079】

ここで、炭素数40~400のアルキル基を有するアルキルフェノールは、例えば、プロピレンオリゴマー、ポリブテン、又はエチレン-オレフィン共重合体等のポリオレフィンを、フェノールと反応させることにより得ることができる。この反応により得られたアルキルフェノールにおける芳香環上のアルキル基の置換位置は、通常、ヒドロキシ基

50



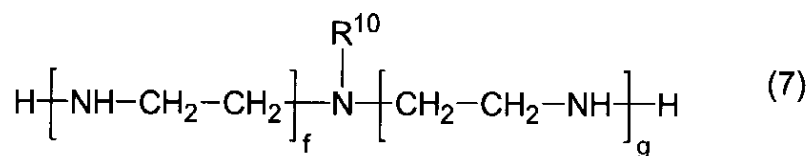
に対してオルト位又はパラ位であり、典型的には *o*-アルキルフェノール及び *p*-アルキルフェノールを含むアルキルフェノールの異性体混合物が得られる。当該アルキルフェノールの異性体混合物を原料として用いて上記マンニッヒ反応を行った場合には、一般式(6)において  $R^9$  がヒドロキシ基に対してオルト位を占める異性体と、 $R^9$  がヒドロキシ基に対してパラ位を占める異性体とを含む異性体混合物が得られる。ポリアミンとしては、成分(D-1)に関連して上記説明したものと同様のポリアミン原料を用いることができ、その好ましい態様についても上記同様である。単一の直鎖状ポリアミンに由来する上記一般式(6)で表されるマンニッヒ反応生成物は、同一の  $d + e$  を有するが異なる  $d$  と  $e$  の組み合わせを有する2種以上の異性体を含み得る。そのような異性体は、ポリアミン鎖の異なるアミノ基がマンニッヒ反応に関与することにより生成する。さらに、2種以上の直鎖状ポリアミンを含む混合物をポリアミン原料として用いた場合には、上記一般式(6)で表されるマンニッヒ反応生成物は、異なる  $d + e$  を有する2種以上の化合物を含む混合物である。一の実施形態において、上記マンニッヒ反応生成物は、一般式(6)において  $d = 0$  である1種以上の異性体を主成分として(例えば当該マンニッヒ反応生成物の全量を基準として50~100質量%、又は60~100質量%、又は70~100質量%、又は80~100質量%、又は90~100質量%)含み得る。一の実施形態において、上記マンニッヒ反応生成物は、一般式(6)で表される1種以上の化合物を主成分として含む。上記マンニッヒ反応の副成分の例としては、マンニッヒ反応が同一のポリアミン鎖の複数のアミノ基で進行した生成物を挙げることができる。上記マンニッヒ反応生成物は例えば、一般式(6)で表される1種以上の化合物を、当該マンニッヒ反応生成物の全量を基準として50~100質量%、又は60~100質量%、又は70~100質量%、又は80~100質量%、又は90~100質量%含み得る。(D-2)成分としては、上記マンニッヒ反応生成物をそのまま用いてもよく、上記マンニッヒ反応生成物を後述する変性物(誘導体)に変換して用いてもよい。

【0080】

成分(D-3)のうちアルキル基またはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するポリアミンの例としては、炭素数40~400のアルキル又はアルケニル基を有するアルキル化またはアルケニル化剤とポリアミンとの反応により得られる、ポリアミンのアルキル化またはアルケニル化物(以下において「ポリアミンのアルキル/アルケニル化物」又は単に「アルキル/アルケニル化物」ということがある。)を挙げることができる。当該アルキル/アルケニル化物の主成分は、例えば下記一般式(7)で表され得る。

【0081】

【化6】



【0082】

一般式(7)中、 $R^{10}$  は炭素数40~400以下のアルキル又はアルケニル基を表し、 $f$  及び  $g$  はそれぞれ独立に0以上の整数を表し、 $f = g$  であり、 $f + g$  は1~5、好ましくは2~4である。 $R^{10}$  の炭素数は好ましくは60~350である。

【0083】

ここで、炭素数40~400のアルキル又はアルケニル基を有するアルキル化またはアルケニル化剤の例としては、炭素数40~400のアルキル基を有するハロゲン化アルキル、及び、炭素数40~400のアルケニル基を有するハロゲン化アルケニル(以下において「ハロゲン化アルキル/アルケニル」と総称することがある。)を挙げることができる。そのようなハロゲン化アルキル/アルケニルは例えば、プロピレンオリゴマー、ポリ

10

20

30

40

50

ブテンまたはエチレン - オレフィン共重合体等のポリオレフィンを（例えばC=C二重結合へのハロゲン化水素の付加反応等により）ハロゲン化することにより得ることができる。ハロゲンの例としては塩素、臭素、及びヨウ素を挙げることができ、これらの中でも塩素が好ましい。ポリアミンとしては、成分（D-1）に関連して上記説明したものと同様のポリアミン原料を用いることができ、その好ましい態様についても上記同様である。単一の直鎖状ポリアミンに由来する上記一般式（7）で表されるアルキル/アルケニル化合物は、同一のf+gを有するが異なるfとgの組み合わせを有する2種以上の異性体を含み得る。そのような異性体は、ポリアミン鎖の異なるアミノ基が上記アルキル/アルケニル化合物と反応することにより生成する。さらに、2種以上の直鎖状ポリアミンを含む混合物をポリアミン原料として用いた場合には、上記一般式（7）で表されるアルキル/アルケニル化合物は、異なるf+gを有する2種以上の化合物を含む混合物である。一の実施形態において、上記アルキル/アルケニル化合物は、一般式（7）においてf=0である1種以上の異性体を主成分として（例えば当該アルキル/アルケニル化合物の全量を基準として50~100質量%、又は60~100質量%、又は70~100質量%、又は80~100質量%、又は90~100質量%）含み得る。一の実施形態において、上記アルキル/アルケニル化合物は、一般式（7）で表される1種以上の化合物（モノアルキル/アルケニル化合物）を主成分として含み得る。上記アルキル/アルケニル化合物の副成分の例としては、アルキル/アルケニル化反応が同一のポリアミン鎖の複数のアミノ基上で進行した生成物（例えばジアルキル/アルケニル化合物等。）を挙げることができる。上記アルキル/アルケニル化合物は例えば、一般式（7）で表される1種以上の化合物を、当該アルキル/アルケニル化合物の全量を基準として50~100質量%、又は60~100質量%、又は70~100質量%、又は80~100質量%、又は90~100質量%含み得る。（D-3）成分としては、上記アルキル/アルケニル化合物をそのまま用いてもよく、上記アルキル/アルケニル化合物を後述する変性物（誘導体）に変換して用いてもよい。

#### 【0084】

成分（D-1）~成分（D-3）における変性物（変性化合物、誘導体）の例としては、（i）含酸素有機化合物による変性物、（ii）ホウ酸変性物、（iii）リン酸変性物、（iv）硫黄変性物、及び（v）これらのうち2種以上の変性の組み合わせによる変性物、を挙げることができる。

（i）含酸素有機化合物による変性物は、上述のアルキル基またはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するコハク酸イミド、ベンジルアミン又はポリアミン（以下「上述の含窒素化合物」という。）に、脂肪酸等の炭素数1~30のモノカルボン酸、炭素数2~30のポリカルボン酸（例えばシュウ酸、フタル酸、トリメリット酸、ピロメリット酸等。）、これらの無水物もしくはエステル化合物、炭素数2~6のアルキレンオキシド、又はヒドロキシ（ポリ）オキシアルキレンカーボネートを作用させたことにより、残存するアミノ基および/またはイミノ基の一部又は全部が中和またはアミド化されている変性化合物である。

（ii）ホウ酸変性物は、上述の含窒素化合物にホウ酸を作用させることにより、残存するアミノ基および/またはイミノ基の一部又は全部が中和またはアミド化されている変性化合物である。

（iii）リン酸変性物は、上述の含窒素化合物にリン酸を作用させることにより、残存するアミノ基および/またはイミノ基の一部又は全部が中和またはアミド化されている変性化合物である。

（iv）硫黄変性物は、上述の含窒素化合物に硫黄化合物を作用させることにより得られる変性化合物である。

（v）2種以上の変性の組み合わせによる変性化合物は、上述の含窒素化合物に、含酸素有機化合物による変性、ホウ酸変性、リン酸変性、硫黄変性から選ばれた2種以上の変性を組み合わせて施すことにより得ることができる。

これら（i）~（v）の変性物（誘導体）の中でも、アルケニルコハク酸イミドのホウ酸変性化合物、特にビスタイプのアルケニルコハク酸イミドのホウ酸変性物を好ましく用

10

20

30

40

50

いることができる。

【0085】

潤滑油組成物中の(D)成分の含有量は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性、ならびに耐摩耗性を高める観点から、組成物全量基準で窒素分として300質量ppm以下であり、また酸化劣化後の組成物の電気絶縁性を高める観点から0質量ppm超、好ましくは30質量ppm以上、一の実施形態において50質量ppm以上であり、一の実施形態において0質量ppm超300質量ppm以下、又は30～300質量ppm、又は50～300質量ppmであり得る。

【0086】

(D)成分としては、(D-1)成分を好ましく用いることができ、(D)成分における変性物としてはホウ酸変性物を好ましく用いることができる。一の実施形態において、(D)成分は、1種以上の無変性の(D-1)成分(無変性コハク酸イミド分散剤)であってもよく、1種以上の(D-1)成分のホウ酸変性物(ホウ酸変性コハク酸イミド分散剤)であってもよく、1種以上の無変性コハク酸イミド分散剤と1種以上のホウ酸変性コハク酸イミド分散剤との組み合わせであってもよい。(D)成分はホウ酸変性物を含有してもよく、含有しなくてもよいが、スラッジ分散性の観点から、(D)成分のホウ素分としての含有量Bの、(D)成分の窒素分としての含有量Nに対する比(B/N)は、好ましくは0～0.15である。

【0087】

<(E)酸化防止剤>

本発明の潤滑油組成物は、酸化防止剤(以下において「(E)成分」ということがある。)として、1種以上のアミン系酸化防止剤(以下において「(E1)成分」ということがある。)および1種以上のフェノール系酸化防止剤(以下において「(E2)成分」ということがある。)を、合計量として組成物全量基準で0.1～1.0質量%含有する。

【0088】

(E1)成分の例としては、芳香族アミン系酸化防止剤、及びヒンダードアミン系酸化防止剤を挙げることができる。芳香族アミン系酸化防止剤の例としては、アルキル化-ナフチルアミン等の第1級芳香族アミン化合物；及び、アルキル化ジフェニルアミン、フェニル-ナフチルアミン、アルキル化フェニル-ナフチルアミン、フェニル-ナフチルアミン等の第2級芳香族アミン化合物；を挙げることができる。芳香族アミン系酸化防止剤としては、アルキル化ジフェニルアミン、若しくはアルキル化フェニル-ナフチルアミン、又はそれらの組み合わせを好ましく用いることができる。

【0089】

ヒンダードアミン系酸化防止剤の例としては、2,2,6,6-テトラアルキルピペリジン骨格を有する化合物(2,2,6,6-テトラアルキルピペリジン誘導体)を挙げることができる。2,2,6,6-テトラアルキルピペリジン誘導体としては、4-位に置換基を有する2,2,6,6-テトラアルキルピペリジン誘導体が好ましい。また、2個の2,2,6,6-テトラアルキルピペリジン骨格が、それぞれの4-位の置換基を介して結合していてもよい。また2,2,6,6-テトラアルキルピペリジン骨格のN-位は無置換であってもよく、該N-位に炭素数1～4のアルキル基が置換していてもよい。2,2,6,6-テトラアルキルピペリジン骨格は好ましくは2,2,6,6-テトラメチルピペリジン骨格である。

【0090】

2,2,6,6-テトラアルキルピペリジン骨格の4-位の置換基としては、アシロキシ基( $R^{11}COO-$ )、アルコキシ基( $R^{11}O-$ )、アルキルアミノ基( $R^{11}NH-$ )、アシルアミノ基( $R^{11}CONH-$ )、等を挙げることができる。 $R^{11}$ は好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～24、さらに好ましくは炭素数1～20の炭化水素基である。炭化水素基の例としてはアルキル基、アルケニル基、シクロアルキル基、アルキルシクロアルキル基、アリール基、アルキルアリール基、アリールアルキル基等を挙げることができる。

10

20

30

40

50

## 【0091】

2個の2, 2, 6, 6-テトラアルキルピペリジン骨格が、それぞれの4-位の置換基を介して結合する場合の置換基としては、ヒドロカルビレンビス(カルボニルオキシ)基(-OOC-R<sup>12</sup>-COO-)、ヒドロカルビレンジアミノ基(-HN-R<sup>12</sup>-NH-)、ヒドロカルビレンビス(カルボニルアミノ)基(-HNCO-R<sup>12</sup>-CONH-)、等を挙げることができる。R<sup>12</sup>は好ましくは炭素数1~30のヒドロカルビレン基であり、より好ましくはアルキレン基である。

## 【0092】

2, 2, 6, 6-テトラアルキルピペリジン骨格の4-位の置換基としては、アシロキシ基が好ましい。2, 2, 6, 6-テトラアルキルピペリジン骨格の4-位にアシロキシ基を有する化合物の一例としては、2, 2, 6, 6-テトラメチル-4-ピペリジノールとカルボン酸とのエステルを挙げることができる。該カルボン酸の例としては、炭素数8~20の直鎖又は分岐鎖脂肪族カルボン酸を挙げることができる。

## 【0093】

(E2)成分(フェノール系酸化防止剤)の例としては、4, 4'-メチレンビス(2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール); 4, 4'-ビス(2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール); 4, 4'-ビス(2-メチル-6-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); 2, 2'-メチレンビス(4-メチル-6-tert-ブチルフェノール); 4, 4'-ブチリデンビス(3-メチル-6-tert-ブチルフェノール); 4, 4'-イソプロピリデンビス(2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール); 2, 2'-メチレンビス(4-メチル-6-ノニルフェノール); 2, 2'-イソブチリデンビス(4, 6-ジメチルフェノール); 2, 2'-メチレンビス(4-メチル-6-シクロヘキシルフェノール); 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; 2, 4-ジメチル-6-tert-ブチルフェノール; 2, 6-ジ-tert-ブチル-4-(N, N'-ジメチルアミノメチル)フェノール; 4, 4'-チオビス(2-メチル-6-tert-ブチルフェノール); 4, 4'-チオビス(3-メチル-6-tert-ブチルフェノール); 2, 2'-チオビス(4-メチル-6-tert-ブチルフェノール); ビス(3-メチル-4-ヒドロキシ-5-tert-ブチルベンジル)スルフィド; ビス(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンジル)スルフィド; 3-(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオン酸エステル類; 3-メチル-5-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェノール脂肪酸エステル類、等のヒンダードフェノール化合物およびビスフェノール化合物を挙げることができる。3-(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオン酸エステル類の例としては、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; 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; ドデシル-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; テトラデシル-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; ヘキサデシル-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; 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; ペンタエリスリトール-テトラキス[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]; 2, 2'-チオ-ジエチレンビス[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]、等を挙げることができる。

## 【0094】

潤滑油組成物中の(E)成分の含有量は、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性を高める観点から、(E1)成分と(E2)成分との合計量として組成物全量基準で0.1質量%以上、一の実施形態において0.2質量%以上であり、また同様の観点から1.0質量%以下、一の実施形態において0.9質量%以下であり、一の実施形態において0.1~1.0質量%、又は0.2~0.9質量%であり得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 5 】

&lt; ( F ) チアジアゾール化合物 &gt;

一の実施形態において、本発明の潤滑油組成物は、1種以上のチアジアゾール化合物（以下において「(F)成分」ということがある。）をさらに含み得る。(F)成分としては1種のチアジアゾール化合物を単独で用いてもよく、2種以上のチアジアゾール化合物を組み合わせて用いてもよい。

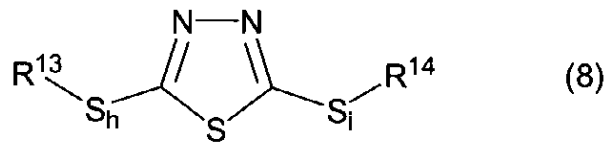
【 0 0 9 6 】

(F)成分の例としては、下記一般式(8)で表される1,3,4-チアジアゾール、下記一般式(9)で表される1,2,4-チアジアゾール化合物、及び下記一般式(10)で表される1,2,3-チアジアゾール化合物を挙げることができる。

10

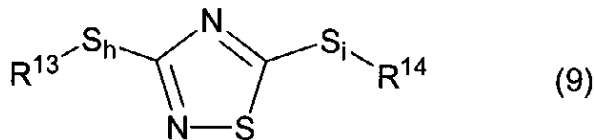
【 0 0 9 7 】

【化7】



【 0 0 9 8 】

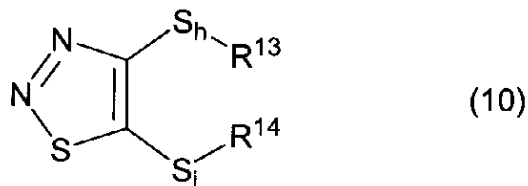
【化8】



20

【 0 0 9 9 】

【化9】



30

(一般式(8)~(10)中、 $R^{13}$ 及び $R^{14}$ は同一でも異なってもよく、それぞれ独立に水素原子又は炭素数1~20のヒドロカルビル基を表し；h及びiは同一でも異なってもよく、それぞれ独立に0~8の整数を表す。)

40

【 0 1 0 0 】

上記チアジアゾール化合物の中でも、上記一般式(8)~(10)のいずれかで表され、ヒドロカルビルジチオ基を有するチアジアゾール化合物を特に好ましく用いることができる。

【 0 1 0 1 】

潤滑油組成物は(F)成分を含有してもよく、含有しなくてもよいが、潤滑油組成物中の(F)成分の含有量は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高める観点から、組成物全量基準で好ましくは0~0.5質量%、より好ましくは0~0.4質量%であり、金属腐食を抑える観点から好ましくは0.02質量%以上、より好ましくは0.03質量%以上であり、一の実施形態において0.02~0.5質量%、又は0.03

50

～ 0.4 質量% であり得る。

【0102】

< (G) ポリ(メタ)アクリレート >

一の実施形態において、本発明の潤滑油組成物は、重量平均分子量が 25,000 超である 1 種以上のポリアルキル(メタ)アクリレート(以下において「(G)成分」ということがある。)をさらに含み得る。(G)成分としては 1 種のポリアルキル(メタ)アクリレートを単独で用いてもよく、2 種以上のポリアルキル(メタ)アクリレートを組み合わせて用いてもよい。

【0103】

(G)成分としては、潤滑油において粘度指数向上剤または流動点降下剤として用いられるポリアルキル(メタ)アクリレートであって、重量平均分子量が 25,000 超であるものを特に制限なく用いることができる。(G)成分としては、非分散型ポリ(メタ)アクリレート及び分散型ポリ(メタ)アクリレートのいずれを用いてもよく、それらの組み合わせを用いてもよいが、耐焼付き性を高める観点からは非分散型ポリ(メタ)アクリレートを好ましい。本明細書において、「分散型ポリ(メタ)アクリレート」とは窒素原子を含む官能基を有するポリ(メタ)アクリレート化合物を意味し、「非分散型ポリ(メタ)アクリレート」とは窒素原子を含む官能基を有しないポリ(メタ)アクリレート化合物を意味する。

10

【0104】

(G)成分の重量平均分子量は、耐疲労性を高める観点、および、新油の電気絶縁性をさらに高める観点から、好ましくは 25,000 超、より好ましくは 27,000 以上であり、また耐焼付き性を高める観点から好ましくは 100,000 以下、より好ましくは 80,000 以下であり、一の実施形態において 25,000 超 100,000 以下、又は 27,000 ~ 80,000 であり得る。

20

【0105】

潤滑油組成物は(G)成分を含有してもよく、含有しなくてもよいが、潤滑油組成物中の(G)成分の含有量は、省燃費性をさらに高める観点から、組成物全量基準で好ましくは 0 ~ 5.0 質量%、より好ましくは 0 ~ 4.0 質量% であり、また低温流動性をさらに高める観点から好ましくは 0.01 質量% 以上、より好ましくは 0.015 質量% 以上であり、一の実施形態において 0.01 ~ 5.0 質量%、又は 0.015 ~ 4.0 質量% であり得る。

30

【0106】

< その他の添加剤 >

一の実施形態において、潤滑油組成物は、(C)成分および(F)成分以外の摩耗防止剤または極圧剤、摩擦調整剤、(G)成分以外の粘度指数向上剤、(G)成分以外の流動点降下剤、(F)成分以外の腐食防止剤、防錆剤、金属不活性化剤、消泡剤、抗乳化剤、および着色剤から選ばれる 1 種以上をさらに含み得る。

【0107】

(C)成分および(F)成分以外の摩耗防止剤または極圧剤の例としては、ジスルフィド類、硫化オレフィン類、硫化油脂類、ジチオカーバメート類等の硫黄含有化合物、及び(C)成分以外のリン含有摩耗防止剤を挙げることができる。(C)成分以外のリン含有摩耗防止剤の例としては、リン酸、チオリン酸、ジチオリン酸、トリチオリン酸、それらの完全エステル又は部分エステル; 亜リン酸、チオ亜リン酸、ジチオ亜リン酸、トリチオ亜リン酸、それらのモノエステル、それらのジエステル(一般式(2)で表されるものを除く)、及びそれらのトリエステルを挙げることができる。潤滑油組成物は(C)成分以外の摩耗防止剤を含有しなくてもよいが、潤滑油組成物中の(C)成分以外の摩耗防止剤の含有量は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高める観点から、組成物全量基準で好ましくは 0 ~ 10 質量%、より好ましくは 0 ~ 5 質量% である。含有量の下限は特に制限されるものではないが、一の実施形態において 1 質量% 以上であり得る。

40

また潤滑油組成物は(C)成分以外のリン含有化合物を含有してもよく、含有しなくて

50

もよいが、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高める観点から、潤滑油組成物中の全リン含有量が200質量ppm以下であることが好ましい。一の実施形態において、(C)成分のリン分としての含有量が潤滑油組成物の全リン含有量に占める割合は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高める観点から、好ましくは50~100質量%、より好ましくは55~100質量%である。

#### 【0108】

摩擦調整剤としては、例えば、油溶性有機モリブデン化合物および無灰摩擦調整剤から選ばれる1種以上の摩擦調整剤を用いることができる。潤滑油組成物は摩擦調整剤を含有しなくてもよいが、潤滑油組成物中の摩擦調整剤の含有量は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高める観点から、組成物全量基準で好ましくは0~2質量%、より好ましくは0~1質量%である。当該含有量の下限は特に制限されるものではないが、一の実施形態において0.005質量%以上であり得る。

10

#### 【0109】

有機モリブデン化合物の例としては、硫黄を含有する有機モリブデン化合物、及び、構成元素として硫黄を含まない有機モリブデン化合物を挙げることができる。硫黄を含有する有機モリブデン化合物の例としては、ジチオカルバミン酸モリブデン化合物；ジチオリン酸モリブデン化合物；モリブデン化合物（例えば、二酸化モリブデン、三酸化モリブデン等の酸化モリブデン、オルトモリブデン酸、パラモリブデン酸、(ポリ)硫化モリブデン酸等のモリブデン酸、これらモリブデン酸の金属塩、アンモニウム塩等のモリブデン酸塩、二硫化モリブデン、三硫化モリブデン、五硫化モリブデン、ポリ硫化モリブデン等の硫化モリブデン、硫化モリブデン酸、硫化モリブデン酸の金属塩またはアミン塩、塩化モリブデン等のハロゲン化モリブデン等。）と、硫黄含有有機化合物（例えば、アルキル(チオ)キサンテート、チアジアゾール、メルカプトチアジアゾール、チオカーボネート、テトラヒドロカルビルチウラムジスルフィド、ビス(ジ(チオ)ヒドロカルビルジチオホスホネート)ジスルフィド、有機(ポリ)サルファイド、硫化エステル等。)又はその他の有機化合物との錯体等；および、上記硫化モリブデン、硫化モリブデン酸等の硫黄含有モリブデン化合物とアルケニルコハク酸イミドとの錯体等の、硫黄を含有する有機モリブデン化合物を挙げることができる。なお有機モリブデン化合物は、単核モリブデン化合物であってもよく、二核モリブデン化合物や三核モリブデン化合物等の多核モリブデン化合物であってもよい。構成元素として硫黄を含まない有機モリブデン化合物の例としては、モリブデン-アミン錯体、モリブデン-コハク酸イミド錯体、有機酸のモリブデン塩、アルコールのモリブデン塩などが挙げられる。

20

30

潤滑油組成物は、金属系清浄剤以外の金属含有添加剤（例えば有機モリブデン化合物やジアルキルジチオリン酸亜鉛等。）を含有してもよく、含有しなくてもよいが、潤滑油組成物中の金属元素の総含有量は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高める観点から、組成物全量基準で金属量として100質量ppm未満であることが好ましい。一の実施形態において、潤滑油組成物中の(B)成分以外の金属含有添加剤の総含有量は、組成物全量基準で金属量として好ましくは0~50質量ppm、より好ましくは0~30質量ppm、さらに好ましくは0~10質量ppmである。

#### 【0110】

40

無灰摩擦調整剤としては、公知の油性剤系摩擦調整剤を特に制限なく用いることができる。無灰摩擦調整剤の例としては、分子中に酸素原子、窒素原子、硫黄原子から選ばれる1種以上のヘテロ元素を含有する、炭素数6~50の化合物が挙げられる。さらに具体的には、炭素数6~30のアルキル基またはアルケニル基、好ましくは炭素数6~30の直鎖または分岐鎖アルキル又はアルケニル基を分子中に少なくとも1個有する、脂肪族アミン化合物、脂肪族イミド化合物、脂肪酸エステル、脂肪酸アミド、脂肪酸ヒドラジド、脂肪酸金属塩、脂肪族アルコール、脂肪族エーテル、脂肪族ウレア化合物、等の無灰摩擦調整剤を好ましく用いることができる。

#### 【0111】

(G)成分以外の粘度指数向上剤としては、潤滑油において用いられる公知の粘度指数

50

向上剤を特に制限なく用いることができる。その例としては、エチレン - オレフィン共重合体およびその水素化物、 - オレフィンと重合性不飽和結合を有するエステル単量体との共重合体、ポリイソブチレンおよびその水素化物、スチレン - ジエン共重合体の水素化物、スチレン - 無水マレイン酸エステル共重合体、ならびに、ポリアルキルスチレン等を挙げることができる。これらの中でもエチレン - オレフィン共重合体もしくはその水素化物、またはそれらの組み合わせを好ましく用いることができる。粘度指数向上剤は分散型であってもよく、非分散型であってもよい。一の実施形態において、粘度指数向上剤の重量平均分子量は例えば 3000 ~ 100,000 であり得る。潤滑油組成物は粘度指数向上剤を含有してもよく、含有しなくてもよいが、潤滑油組成物中の粘度指数向上剤の含有量は、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高める観点から、組成物全量基準で好ましくは 0 ~ 5.0 質量%、より好ましくは 0 ~ 4.0 質量%である。含有量の下限は特に制限されるものではないが、一の実施形態において 0.1 質量%以上であり得る。

10

## 【0112】

(G) 成分以外の流動点降下剤としては、使用する潤滑油基油の性状に応じて、例えばエチレンビニルアセテート等の公知の流動点降下剤を用いることができる。潤滑油組成物は流動点降下剤を含有してもよく、含有しなくてもよいが、潤滑油組成物中の流動点降下剤の含有量は、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高める観点から、組成物全量基準で好ましくは 0 ~ 1 質量%、より好ましくは 0 ~ 0.8 質量%である。含有量の下限は特に制限されるものではないが、一の実施形態において 0.015 質量%以上であり得る。

## 【0113】

潤滑油組成物は、(G) 成分以外のポリマー成分（例えば粘度指数向上剤または流動点降下剤。）を含有してもよく、含有しなくてもよいが、潤滑油組成物中の重量平均分子量 25,000 以下のポリマー成分の含有量は、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高める観点から、好ましくは 0 質量%以上 0.1 質量%未満、より好ましくは 0 ~ 0.05 質量%、特に好ましくは 0 ~ 0.01 質量%である。

20

## 【0114】

(F) 成分以外の腐食防止剤としては、例えば、ベンゾトリアゾール系、トリルトリアゾール系、およびイミダゾール系化合物等の公知の腐食防止剤を用いることができる。潤滑油組成物は腐食防止剤を含有してもよく、含有しなくてもよいが、潤滑油組成物中の腐食防止剤の含有量は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高める観点から、組成物全量基準で好ましくは 0 ~ 1 質量%、より好ましくは 0 ~ 0.5 質量%である。当該含有量の下限は特に制限されるものではないが、一の実施形態において 0.01 質量%以上であり得る。

30

## 【0115】

防錆剤としては、例えば石油スルホネート、アルキルベンゼンスルホネート、ジニルナフタレンスルホネート、アルケニルコハク酸エステル、および多価アルコールエステル等の公知の防錆剤を用いることができる。潤滑油組成物は防錆剤を含有してもよく、含有しなくてもよいが、潤滑油組成物中の防錆剤の含有量は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高める観点から、組成物全量基準で好ましくは 0 ~ 1 質量%、より好ましくは 0 ~ 0.5 質量%以下である。当該含有量の下限は特に制限されるものではないが、一の実施形態において 0.01 質量%以上であり得る。

40

## 【0116】

金属不活性化剤としては、例えば、イミダゾリン、ピリミジン誘導体、メルカプトベンゾチアゾール、2 - (アルキルジチオ)ベンゾイミダゾール、ならびに - (o - カルボキシベンジルチオ)プロピオンニトリル等の公知の金属不活性化剤を用いることができる。潤滑油組成物は金属不活性化剤を含有してもよく、含有しなくてもよいが、潤滑油組成物中の金属不活性化剤の含有量は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高める観点から、組成物全量基準で好ましくは 0 ~ 1 質量%、より好ましくは 0 ~ 0.5 質量%である。当該含有量の下限は特に制限されるものではないが、一の実施形態において 0.01 質量%以上であり得る。

50



## 【0117】

消泡剤としては、例えば、シリコン、フルオロシリコン、およびフルオロアルキルエーテル等の公知の消泡剤を用いることができる。潤滑油組成物は消泡剤を含有してもよく、含有しなくてもよいが、潤滑油組成物中の消泡剤の含有量は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高める観点から、好ましくは0～0.5質量%、より好ましくは0～0.1質量%である。当該含有量の下限は特に制限されるものではないが、一の実施形態において0.0001質量%以上であり得る。

## 【0118】

抗乳化剤としては、例えばポリアルキレングリコール系非イオン系界面活性剤（例えば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。）等の公知の抗乳化剤を用いることができる。潤滑油組成物は抗乳化剤を含有してもよく、含有しなくてもよいが、潤滑油組成物中の抗乳化剤の含有量は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高める観点から、組成物全量基準で好ましくは5質量%以下、より好ましくは3質量%以下である。当該含有量の下限は特に制限されるものではないが、一の実施形態において1質量%以上であり得る。

## 【0119】

着色剤としては、例えばアゾ化合物等の公知の着色剤を用いることができる。

## 【0120】

<潤滑油組成物>

潤滑油組成物の100における動粘度は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性を高める観点、ならびに潤滑箇所における油膜の形成を十分に耐摩耗性を高める観点から1.8mm<sup>2</sup>/s以上、好ましくは2.0mm<sup>2</sup>/s以上、より好ましくは2.2mm<sup>2</sup>/s以上、一の実施形態において2.3mm<sup>2</sup>/s以上であり、また省燃費性を高める観点から4.0mm<sup>2</sup>/s以下、好ましくは3.8mm<sup>2</sup>/s以下であり、一の実施形態において1.8～4.0mm<sup>2</sup>/s、又は2.0～4.0mm<sup>2</sup>/s、又は2.2～4.0mm<sup>2</sup>/s、又は2.3～3.8mm<sup>2</sup>/sであり得る。

## 【0121】

潤滑油組成物の40における動粘度は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性、ならびに耐摩耗性をさらに高める観点から好ましくは6.8mm<sup>2</sup>/s以上、より好ましくは7.2mm<sup>2</sup>/s以上、一の実施形態において8.0mm<sup>2</sup>/s以上であり、また省燃費性をさらに高める観点から好ましくは18.0mm<sup>2</sup>/s以下、より好ましくは16.0mm<sup>2</sup>/s以下、一の実施形態において14.0mm<sup>2</sup>/s以下であり、一の実施形態において6.8～18.0mm<sup>2</sup>/s、又は7.2～16.0mm<sup>2</sup>/s、又は8.0～14.0mm<sup>2</sup>/sであり得る。

## 【0122】

潤滑油組成物の粘度指数は、省燃費性および耐摩耗性をさらに高める観点から好ましくは100以上、より好ましくは110以上、一の実施形態において115以上、又は120以上であり得る。

## 【0123】

潤滑油組成物中の全リン含有量P（単位：質量ppm）の、潤滑油組成物中の全カルシウム含有量Ca（単位：質量ppm）に対する比（P/Ca）は、耐摩耗性を高める観点から1.7以上、一の実施形態において1.9以上であり、また新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性を高める観点から4.7以下、一の実施形態において4.6以下であり、一の実施形態において1.7～4.7、又は1.9～4.7、又は1.9～4.6であり得る。

## 【0124】

一の実施形態において、潤滑油組成物の新油について測定される、80における体積抵抗率が、 $0.30 \times 10^{10} \cdot \text{cm}$ 以上であることが好ましい。新油の80における体積抵抗率の上限は特に制限されるものではないが、一の実施形態において当該体積抵

10

20

30

40

50

抗率は  $0.30 \times 10^{10} \sim 0.60 \times 10^{10} \cdot \text{cm}$ 、又は  $0.30 \times 10^{10} \sim 0.50 \times 10^{10} \cdot \text{cm}$  であり得る。本明細書において、新油の体積抵抗率は、JIS C 2101 に規定の体積抵抗率試験に準拠して油温 80 で測定されるものとする。

#### 【0125】

一の実施形態において、潤滑油組成物の酸化劣化油について測定される、80 における体積抵抗率が、 $0.20 \times 10^{10} \cdot \text{cm}$  以上であることが好ましい。酸化劣化油の 80 における体積抵抗率の上限は特に制限されるものではないが、一の実施形態において当該体積抵抗率は  $0.20 \times 10^{10} \sim 0.40 \times 10^{10} \cdot \text{cm}$ 、又は  $0.20 \times 10^{10} \sim 0.35 \times 10^{10} \cdot \text{cm}$  であり得る。本明細書において、酸化劣化油の体積抵抗率は、新油を JIS K 2514 - 1 に規定の I S O T 法 (Indiana Stirring Oxidation Test) により 165 で 150 時間酸化処理することにより得られる酸化劣化油について、JIS C 2101 に規定の体積抵抗率試験に準拠して油温 80 で測定されるものとする。

#### 【0126】

一の実施形態において、非フェノール性 OH 基 (該 OH 基は他の官能基 (例えばカルボキシ基、リン酸基等。) の一部であってもよい。) もしくはその塩、>NH 基、又は -NH<sub>2</sub> 基 (以下において「O/N 系活性水素含有基」ということがある。) を有する化合物 (以下において「O/N 系活性水素化合物」ということがある。) であって、金属系清浄剤 (例えば (B) 成分等の金属サリシレート清浄剤、金属スルホネート清浄剤、金属フェネート清浄剤等。)、アルコール残基に O/N 系活性水素含有基を有しない亜リン酸ジエステル化合物 (例えば (C) 成分等。)、窒素含有無灰分散剤 ((D) 成分)、アミン系酸化防止剤又はフェノール系酸化防止剤 ((E) 成分)、チアジアゾール化合物 ((F) 成分)、及びポリ (メタ) アクリレート (例えば (G) 成分等。) のいずれの含有量にも寄与しない化合物の総含有量は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高める観点から、酸素元素および窒素元素の合計量として組成物全量基準で好ましくは 0 ~ 500 質量 ppm、一の実施形態において 0 ~ 300 質量 ppm、他の一の実施形態において 0 ~ 150 質量 ppm であり得る。そのような O/N 系活性水素化合物の例としては、リン酸 (塩を形成していてもよい。) およびその部分エステル; 亜リン酸 (塩を形成していてもよい。) およびその部分エステル (ただしアルコール残基に上記 O/N 系活性水素含有基を有しない亜リン酸ジエステルは O/N 系活性水素化合物に該当しないものとする。); N-H 結合を有する窒素含有油性剤系摩擦調整剤 (例えば第 1 級脂肪族アミン、第 2 級脂肪族アミン、脂肪酸第 1 級アミド、脂肪酸第 2 級アミド、N-H 結合を有する脂肪族ウレア、脂肪酸ヒドラジド等。); ヒドロキシ基を有する窒素含有油性剤系摩擦調整剤 (例えば脂肪酸と第 1 級または第 2 級アルカノールアミンとのアミド、第 1 級または第 2 級脂肪族アミンと脂肪族ヒドロキシ酸とのアミド等。); カルボキシ基 (塩を形成していてもよい。) を有する窒素含有油性剤系摩擦調整剤 (例えば N-アシル化アミノ酸等。); ヒドロキシ基を有する油性剤系摩擦調整剤 (例えばグリセロールモノオレエート等。)、カルボキシ基 (塩を形成していてもよい。) を有する油性剤系摩擦調整剤 (例えば脂肪酸および脂肪酸金属塩等。)、等を挙げることができる。一の O/N 系活性水素化合物が酸素元素および窒素元素の両方を含む場合には、該化合物の各酸素原子が水素原子と結合しているか否か、及び、該化合物の各窒素原子が水素原子と結合しているか否かに関わらず、該化合物に由来する酸素元素量および窒素元素量の両方が上記 O/N 系活性水素化合物の総含有量 (酸素元素および窒素元素の合計量) に寄与するものとする。

#### 【0127】

##### (用途)

本発明の潤滑油組成物は、低粘度でありながら自動変速機の潤滑における耐摩耗性の需要を満たすので、省燃費性を高めた潤滑油として自動変速機の潤滑に好ましく用いることができる。また本発明の潤滑油組成物は、低粘度でありながら新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性が良好であるので、省エネルギー性を高めた潤滑油として電動モーターの潤滑および冷却に好ましく用いることができる。また本発明の潤滑油組成物を用いて、

自動変速機および電動モーターの両方を潤滑することも可能である。そのような潤滑方法は、例えば、本発明の潤滑油組成物を、自動変速機および電動モーターを備える自動車の自動変速機に供給することと、当該潤滑油組成物を、当該自動車の電動モーターに供給することとを含み得る。

【実施例】

【0128】

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

【0129】

<実施例1～21および比較例1～10>

10

表1～6に示されるように、本発明の潤滑油組成物(実施例1～21)、および比較用の潤滑油組成物(比較例1～10)をそれぞれ調製した。表中、「基油組成」の項目において「質量%」は基油全量を基準(100質量%)とする質量%を意味し、その他の項目において「質量%」は潤滑油組成物の全量を基準(100質量%)とする質量%を意味する。また「質量ppm」は潤滑油組成物の全量を基準とする質量ppmを意味し、元素Xについて「質量ppm/X」という表記は元素Xの量としての組成物全量基準での質量ppmを意味する。各成分の詳細は次の通りである。

【0130】

((A)潤滑油基油)

O-1: APIグループIII基油(水素化分解鉱油系基油)、動粘度(40): 7.0 mm<sup>2</sup>/s、動粘度(100): 2.2 mm<sup>2</sup>/s、粘度指数: 121、飽和分: 99.6、硫黄分: 1質量ppm未満、%C<sub>P</sub>: 77.4、%C<sub>N</sub>: 22.0、%C<sub>A</sub>: 0.6

20

O-2: APIグループII基油(水素化分解鉱油系基油)、動粘度(40): 9.0 mm<sup>2</sup>/s、動粘度(100): 2.5 mm<sup>2</sup>/s、粘度指数: 100、飽和分: 99.5、硫黄分: 1質量ppm未満、%C<sub>P</sub>: 66.5、%C<sub>N</sub>: 33.5、%C<sub>A</sub>: 0.0

O-3: APIグループII基油(水素化分解鉱油系基油)、動粘度(40): 12.3 mm<sup>2</sup>/s、動粘度(100): 3.1 mm<sup>2</sup>/s、粘度指数: 107、飽和分: 99.7、硫黄分: 1質量ppm未満、%C<sub>P</sub>: 70.8、%C<sub>N</sub>: 29.2、%C<sub>A</sub>: 0.0

30

O-4: APIグループIII基油(水素化分解鉱油系基油)、動粘度(40): 19.2 mm<sup>2</sup>/s、動粘度(100): 4.2 mm<sup>2</sup>/s、粘度指数: 124、飽和分: 99.7、硫黄分: 1質量ppm未満、%C<sub>P</sub>: 79.4、%C<sub>N</sub>: 20.6、%C<sub>A</sub>: 0.0

O-5: APIグループIII基油(水素化分解鉱油系基油)、動粘度(40): 18.2 mm<sup>2</sup>/s、動粘度(100): 4.2 mm<sup>2</sup>/s、粘度指数: 135、飽和分: 99.8、硫黄分: 1質量ppm未満、%C<sub>P</sub>: 86.6、%C<sub>N</sub>: 13.4、%C<sub>A</sub>: 0.0

O-6: APIグループIII基油(ワックス異性化鉱油系基油)、動粘度(40): 9.2 mm<sup>2</sup>/s、動粘度(100): 2.6 mm<sup>2</sup>/s、粘度指数: 126、飽和分: 99.8、硫黄分: 1質量ppm未満、%C<sub>P</sub>: 91.8、%C<sub>N</sub>: 8.2、%C<sub>A</sub>: 0.0

40

O-7: APIグループIII基油(ワックス異性化鉱油系基油)、動粘度(40): 15.7 mm<sup>2</sup>/s、動粘度(100): 3.8 mm<sup>2</sup>/s、粘度指数: 142、飽和分: 99.8、硫黄分: 1質量ppm未満、%C<sub>P</sub>: 92.5、%C<sub>N</sub>: 7.5、%C<sub>A</sub>: 0.0

O-8: APIグループV基油(オレイン酸2-エチルヘキシル)、動粘度(40): 8.2 mm<sup>2</sup>/s、動粘度(100): 2.7 mm<sup>2</sup>/s、粘度指数: 186

O-9: APIグループIV基油、動粘度(40): 18.4 mm<sup>2</sup>/s、動粘度(

50

1 0 0 ) : 4 . 1 m m <sup>2</sup> / s 、 粘度指数 : 1 2 4

【 0 1 3 1 】

( ( B ) 金属系清浄剤 )

B - 1 : 炭酸カルシウム過塩基化カルシウムスルホネート、塩基価 3 0 0 m g K O H / g 、 C a : 1 2 . 0 質量%

B - 2 : 炭酸カルシウム過塩基化カルシウムサリシレート、塩基価 3 2 5 m g K O H / g 、 C a : 1 3 . 0 質量%

【 0 1 3 2 】

( ( C ) 亜リン酸エステル )

C - 1 : ビス ( 3 - チアウンデシル ) ホスファイト、 P : 7 . 3 質量%

C - 2 : ジブチルホスファイト、 P : 1 5 . 9 質量%

10

【 0 1 3 3 】

( ( D ) 無灰分散剤 )

D - 1 : 無変性コハク酸イミド分散剤、 N : 1 . 5 質量%、重量平均分子量 : 4 , 6 0 0

D - 2 : ホウ酸変性コハク酸イミド分散剤、 N : 0 . 7 3 質量%、 B : 0 . 1 9 質量%  
、重量平均分子量 : 9 , 3 0 0

【 0 1 3 4 】

( ( E ) 酸化防止剤 )

E - 1 : アミン系酸化防止剤 ( アルキル化ジフェニルアミン )

E - 2 : フェノール系酸化防止剤 ( 3 - ( 3 , 5 - ジ - t e r t - ブチル - 4 - ヒドロキシフェニル ) プロピオン酸オクチル )

20

【 0 1 3 5 】

30

40

50

【表 1】

表 1		実施例				
		1	2	3	4	5
基油組成						
O-1	質量%	55	56	48	55	
O-2	質量%					49
O-3	質量%					46
O-4	質量%		41			
O-5	質量%	42				
O-6	質量%					
O-7	質量%			49		
O-8	質量%	3	3	3		5
O-9	質量%				45	
全基油の性状						
動粘度(40℃)	mm <sup>2</sup> /s	10.4	10.5	10.4	10.5	10.3
動粘度(100℃)	mm <sup>2</sup> /s	2.9	2.9	2.9	2.9	2.7
(A)全基油		残部	残部	残部	残部	残部
(B)Ca系清浄剤						
B-1	質量ppm/Ca	60	60	60	60	60
B-2	質量ppm/Ca					
(C)亜リン酸エステル						
C-1	質量ppm/P	180	180	180	180	180
C-2	質量ppm/P					
(D)無灰分散剤						
D-1	質量ppm/N	150	150	150	150	150
D-2	質量ppm/N					
	質量ppm/B					
B/N比		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(E)酸化防止剤						
E-1	質量%	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
E-2	質量%	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
アミン系+フェノール系合計		質量%	0.5	0.5	0.5	0.5
組成物の性状						
動粘度(40℃)	mm <sup>2</sup> /s	12.1	12.1	12.0	12.1	12.0
動粘度(100℃)	mm <sup>2</sup> /s	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1
粘度指数		141	137	141	138	120
P/Ca比		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
体積抵抗率(80℃)						
新油	10 <sup>10</sup> Ω·cm	0.42	0.42	0.43	0.42	0.40
酸化劣化油	10 <sup>10</sup> Ω·cm	0.26	0.26	0.28	0.26	0.26
高速四球試験						
摩耗痕径	mm	0.42	0.44	0.41	0.41	0.45

【 0 1 3 6 】

10

20

30

40

50

【表 2】

表 2		実施例				
		6	7	8	9	10
基油組成						
O-1	質量%			100	40	
O-2	質量%					49
O-3	質量%					46
O-4	質量%	20				
O-5	質量%				60	
O-6	質量%	77	85			
O-7	質量%					
O-8	質量%	3				5
O-9	質量%		15			
全基油の性状						
動粘度(40℃)	mm <sup>2</sup> /s	10.5	10.4	7.0	12.0	10.3
動粘度(100℃)	mm <sup>2</sup> /s	2.9	2.9	2.2	3.2	2.7
(A)全基油		残部	残部	残部	残部	残部
(B)Ca系清浄剤						
B-1	質量ppm/Ca	60	60	60	60	40
B-2	質量ppm/Ca					20
(C)亜リン酸エステル						
C-1	質量ppm/P	180	180	180	180	180
C-2	質量ppm/P					
(D)無灰分散剤						
D-1	質量ppm/N	150	150	150	150	150
D-2	質量ppm/N					
	質量ppm/B					
B/N比		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(E)酸化防止剤						
E-1	質量%	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
E-2	質量%	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
アミン系+フェノール系合計		質量%	0.5	0.5	0.5	0.5
組成物の性状						
動粘度(40℃)	mm <sup>2</sup> /s	12.0	12.1	8.4	13.8	12.0
動粘度(100℃)	mm <sup>2</sup> /s	3.2	3.1	2.5	3.6	3.1
粘度指数		138	139	137	145	120
P/Ca比		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
体積抵抗率(80℃)						
新油	10 <sup>10</sup> Ω·cm	0.43	0.42	0.34	0.48	0.42
酸化劣化油	10 <sup>10</sup> Ω·cm	0.27	0.26	0.22	0.32	0.27
高速四球試験						
摩耗痕径	mm	0.43	0.41	0.43	0.42	0.43

【 0 1 3 7 】

10

20

30

40

50

【表 3】

表 3		実施例				
		11	12	13	14	15
基油組成						
O-1	質量%					
O-2	質量%	49	49	49	49	49
O-3	質量%	46	46	46	46	46
O-4	質量%					
O-5	質量%					
O-6	質量%					
O-7	質量%					
O-8	質量%	5	5	5	5	5
O-9	質量%					
全基油の性状						
動粘度(40℃)	mm <sup>2</sup> /s	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
動粘度(100℃)	mm <sup>2</sup> /s	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
(A)全基油		残部	残部	残部	残部	残部
(B)Ca系清浄剤						
B-1	質量ppm/Ca	40	90		60	40
B-2	質量ppm/Ca			60		
(C)亜リン酸エステル						
C-1	質量ppm/P	180	180	180	150	80
C-2	質量ppm/P					
(D)無灰分散剤						
D-1	質量ppm/N	150	150	150	150	150
D-2	質量ppm/N					
	質量ppm/B					
B/N比		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(E)酸化防止剤						
E-1	質量%	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
E-2	質量%	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
アミン系 + フェノール系合計		質量%	0.5	0.5	0.5	0.5
組成物の性状						
動粘度(40℃)	mm <sup>2</sup> /s	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
動粘度(100℃)	mm <sup>2</sup> /s	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
粘度指数		120	120	120	120	120
P/Ca比		4.5	2.0	3.0	2.5	2.0
体積抵抗率 (80℃)						
新油	10 <sup>10</sup> Ω·cm	0.44	0.39	0.43	0.45	0.48
酸化劣化油	10 <sup>10</sup> Ω·cm	0.25	0.28	0.26	0.28	0.30
高速四球試験						
摩耗痕径	mm	0.42	0.45	0.43	0.44	0.46

【 0 1 3 8 】

10

20

30

40

50

【表 4】

表 4		実施例					
		16	17	18	19	20	21
基油組成							
O-1	質量%						
O-2	質量%	49	49	49	49	49	49
O-3	質量%	46	46	46	46	46	46
O-4	質量%						
O-5	質量%						
O-6	質量%						
O-7	質量%						
O-8	質量%	5	5	5	5	5	5
O-9	質量%						
全基油の性状							
動粘度(40℃)	mm <sup>2</sup> /s	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
動粘度(100℃)	mm <sup>2</sup> /s	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
(A)全基油		残部	残部	残部	残部	残部	残部
(B)Ca系清浄剤							
B-1	質量ppm/Ca	60	60	60	60	60	60
B-2	質量ppm/Ca						
(C)亜リン酸エステル							
C-1	質量ppm/P		180	180	180	180	180
C-2	質量ppm/P	180					
(D)無灰分散剤							
D-1	質量ppm/N	150	50	300	120	150	150
D-2	質量ppm/N				115		
	質量ppm/B				30		
B/N比		0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00
(E)酸化防止剤							
E-1	質量%	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.5
E-2	質量%	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.4
アミン系+フェノール系合計		質量%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.9
組成物の性状							
動粘度(40℃)	mm <sup>2</sup> /s	12.0	11.8	12.4	12.7	12.0	12.0
動粘度(100℃)	mm <sup>2</sup> /s	3.1	3.0	3.2	3.3	3.1	3.1
粘度指数		120	118	123	128	120	120
P/Ca比		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
体積抵抗率 (80℃)							
新油	10 <sup>10</sup> Ω·cm	0.43	0.45	0.38	0.40	0.44	0.40
酸化劣化油	10 <sup>10</sup> Ω·cm	0.26	0.21	0.25	0.25	0.24	0.23
高速四球試験							
摩耗痕径	mm	0.41	0.43	0.47	0.44	0.42	0.43

【 0 1 3 9 】

10

20

30

40

50



【表 5】

表 5		比較例				
		1	2	3	4	5
基油組成						
O-1	質量%					
O-2	質量%	49	49	49	49	49
O-3	質量%	46	46	46	46	46
O-4	質量%					
O-5	質量%					
O-6	質量%					
O-7	質量%					
O-8	質量%	5	5	5	5	5
O-9	質量%					
全基油の性状						
動粘度(40℃)	mm <sup>2</sup> /s	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
動粘度(100℃)	mm <sup>2</sup> /s	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
(A)全基油		残部	残部	残部	残部	残部
(B)Ca系清浄剤						
B-1	質量ppm/Ca	105	150	60	60	60
B-2	質量ppm/Ca					
(C)亜リン酸エステル						
C-1	質量ppm/P	180	180	240	360	80
C-2	質量ppm/P					
(D)無灰分散剤						
D-1	質量ppm/N	150	150	150	150	150
D-2	質量ppm/N					
	質量ppm/B					
	B/N比	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(E)酸化防止剤						
E-1	質量%	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
E-2	質量%	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	アミン系+フェノール系合計	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
組成物の性状						
動粘度(40℃)	mm <sup>2</sup> /s	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
動粘度(100℃)	mm <sup>2</sup> /s	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
粘度指数		120	120	120	120	120
P/Ca比		1.7	1.2	4.0	6.0	1.3
体積抵抗率 (80℃)						
新油	10 <sup>10</sup> Ω·cm	0.32	0.23	0.30	0.24	0.47
酸化劣化油	10 <sup>10</sup> Ω·cm	0.20	0.13	0.17	0.09	0.31
高速四球試験						
摩耗痕径	mm	0.52	0.61	0.44	0.45	0.56

【 0 1 4 0 】

10

20

30

40

50

【表 6】

表 6		比較例				
		6	7	8	9	10
基油組成						
O-1	質量%					
O-2	質量%	49	49	49	49	49
O-3	質量%	46	46	46	46	46
O-4	質量%					
O-5	質量%					
O-6	質量%					
O-7	質量%					
O-8	質量%	5	5	5	5	5
O-9	質量%					
全基油の性状						
動粘度(40℃)	mm <sup>2</sup> /s	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
動粘度(100℃)	mm <sup>2</sup> /s	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
(A)全基油		残部	残部	残部	残部	残部
(B)Ca系清浄剤						
B-1	質量ppm/Ca	95	40	20	60	60
B-2	質量ppm/Ca					
(C)亜リン酸エステル						
C-1	質量ppm/P	150	190	180	180	180
C-2	質量ppm/P					
(D)無灰分散剤						
D-1	質量ppm/N	150	150	150	500	150
D-2	質量ppm/N 質量ppm/B					
B/N比		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(E)酸化防止剤						
E-1	質量%	0.3	0.3	0.3	0.3	1.0
E-2	質量%	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0
アミン系+フェノール系合計	質量%	0.5	0.5	0.5	0.5	2.0
組成物の性状						
動粘度(40℃)	mm <sup>2</sup> /s	12.0	12.0	12.0	12.9	11.9
動粘度(100℃)	mm <sup>2</sup> /s	3.1	3.1	3.1	3.3	3.1
粘度指数		120	120	120	126	119
P/Ca比		1.6	4.8	9.0	3.0	3.0
体積抵抗率 (80℃)						
新油	10 <sup>10</sup> Ω・cm	0.43	0.39	0.48	0.28	0.34
酸化劣化油	10 <sup>10</sup> Ω・cm	0.31	0.19	0.12	0.18	0.19
高速四球試験						
摩耗痕径	mm	0.51	0.42	0.43	0.55	0.44

## 【0141】

(体積抵抗率)

潤滑油組成物のそれぞれについて、新油の体積抵抗率、及び、酸化劣化油の体積抵抗率を測定した。酸化劣化油は、JIS K 2514-1 に準拠して I S O T (Indiana Stirring Oxidation Test) 法により油温 165 で 150 時間、新油を酸化処理することにより得た。新油および酸化劣化油のそれぞれについて、体積抵抗率の測定は、JIS C 2101 に規定の体積抵抗率試験に準拠し、油温 80 で行った。結果を表 1 ~ 6 に示している。本試験において体積抵抗率が高いほど、電気絶縁性が良好であることを意味する。本試験における新油の 80 における体積抵抗率は  $0.30 \times 10^{10} \cdot \text{cm}$  以上であ

10

20

30

40

50

ることが好ましい。また、本試験における酸化劣化油の80における体積抵抗率は $0.20 \times 10^{10} \cdot \text{cm}$ 以上であることが好ましい。

【0142】

(高速四球試験)

潤滑油組成物のそれぞれについて、JPI-5S-40-93に準拠した高速四球試験により、潤滑油組成物の耐摩耗性を評価した。回転数1800rpm、荷重392N、油温80で30分運転した後の摩耗痕径を測定した。結果を表1~6に示している。本試験において摩耗痕径が小さいほど、耐摩耗性が良好であることを意味する。本試験における摩耗痕径は0.50mm以下であることが好ましい。

【0143】

(評価結果)

実施例1~21の潤滑油組成物は、低粘度でありながら、耐摩耗性、新油の電気絶縁性、及び酸化劣化後の組成物の電気絶縁性のいずれにおいても良好な結果を示した。

(B)成分のカルシウム分としての含有量が過大であるとともに、組成物の全リン含有量の全カルシウム含有量に対する比P/Caが過小であった比較例1及び2の潤滑油組成物は、耐摩耗性および新油の電気絶縁性において劣っていた。

(C)成分のリン分としての含有量が過大であった比較例3の潤滑油組成物は、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性において劣っていた。

(C)成分のリン分としての含有量が過大であるとともに、組成物の全リン含有量の全カルシウム含有量に対する比P/Caが過大であった比較例4の潤滑油組成物は、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性において劣っていた。

組成物の全リン含有量の全カルシウム含有量に対する比P/Caが過小であった比較例5及び6の組成物は、耐摩耗性において劣っていた。特に比較例6の潤滑油組成物は、実施例14の潤滑油組成物と同一の(C)成分を同一量含有するにも関わらず、実施例14の組成物に対して耐摩耗性において劣っていた。

組成物の全リン含有量の全カルシウム含有量に対する比P/Caが過大であった比較例7及び8の潤滑油組成物は、公平な比較を与える実施例11の潤滑油組成物に対して、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性において劣っていた。

(D)成分の窒素分としての含有量が過大であった比較例9の潤滑油組成物は、その他の点で同一の組成を有する実施例5の潤滑油組成物に対して、新油および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性だけでなく、耐摩耗性においても劣っていた。

(E)成分(酸化防止剤)の含有量が過大であった比較例10の潤滑油組成物は、その他の点で同一の組成を有する実施例5の潤滑油組成物に対して、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性において劣っていた。

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I	
C 1 0 M 133/12 (2006.01)	C 1 0 M 133/12	
C 1 0 M 129/10 (2006.01)	C 1 0 M 129/10	
C 1 0 M 133/16 (2006.01)	C 1 0 M 133/16	
C 1 0 M 133/56 (2006.01)	C 1 0 M 133/56	
C 1 0 M 135/36 (2006.01)	C 1 0 M 135/36	
C 1 0 M 145/14 (2006.01)	C 1 0 M 145/14	
C 1 0 N 20/02 (2006.01)	C 1 0 N 20:02	
C 1 0 N 10/04 (2006.01)	C 1 0 N 10:04	
C 1 0 N 20/04 (2006.01)	C 1 0 N 20:04	
C 1 0 N 40/04 (2006.01)	C 1 0 N 40:04	
C 1 0 N 40/00 (2006.01)	C 1 0 N 40:00	D
C 1 0 N 30/06 (2006.01)	C 1 0 N 30:06	
C 1 0 N 30/00 (2006.01)	C 1 0 N 30:00	Z

(72)発明者 菖蒲 紀子  
東京都千代田区大手町一丁目1番2号 ENEOS株式会社内

(72)発明者 山田 哲也  
東京都千代田区大手町一丁目1番2号 ENEOS株式会社内

審査官 黒川 美陶

(56)参考文献 特開2016-3258(JP,A)  
特開2006-63248(JP,A)  
国際公開第2017/159363(WO,A1)  
特開2018-65923(JP,A)  
特開2018-48281(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

C 1 0 M ; C 1 0 N