

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7324732号

(P7324732)

(45)発行日 令和5年8月10日(2023.8.10)

(24)登録日 令和5年8月2日(2023.8.2)

(51)国際特許分類

F I

C 1 0 M 161/00 (2006.01)

C 1 0 M 161/00

C 1 0 M 145/14 (2006.01)

C 1 0 M 145/14

C 1 0 M 137/02 (2006.01)

C 1 0 M 137/02

C 1 0 M 135/36 (2006.01)

C 1 0 M 135/36

C 1 0 M 133/44 (2006.01)

C 1 0 M 133/44

請求項の数 10 (全28頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2020-71011(P2020-71011)
 (22)出願日 令和2年4月10日(2020.4.10)
 (65)公開番号 特開2020-172642(P2020-172642
 A)
 (43)公開日 令和2年10月22日(2020.10.22)
 審査請求日 令和4年10月26日(2022.10.26)
 (31)優先権主張番号 特願2019-75037(P2019-75037)
 (32)優先日 平成31年4月10日(2019.4.10)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 日本国(JP)

(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
 (73)特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (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 薄田 洋平
 東京都千代田区大手町一丁目1番2号
 J X T G エネルギー株式会社内
 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】

1種以上の鉱油系基油もしくは1種以上の合成系基油又はそれらの混合物であって、40℃における動粘度が5.0～15.0mm²/sであり、100℃における動粘度が1.7～3.5mm²/sである、潤滑油基油と、

(A) 重量平均分子量が50,000以下であるポリ(メタ)アクリレート粘度指数向上剤を、組成物全量基準で2～10質量%と、

(B) 下記一般式(1)で表される亜リン酸エステル化合物を、組成物全量基準でリン量として0.01～0.06質量%と、

(C) チアジアゾール化合物を、組成物全量基準で0.01～0.2質量%と、

(D) カルシウムサリシレート清浄剤を、組成物全量基準でカルシウム量として0.005～0.03質量%と

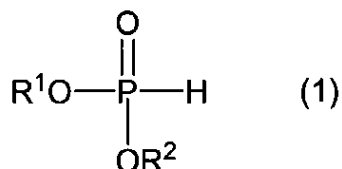
を含有し、

40℃における動粘度が4.0～20.0mm²/sであり、

100℃における動粘度が1.8～5.2mm²/sであり、

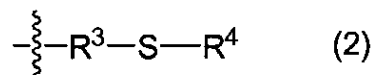
潤滑油組成物中の硫黄含有量[S](単位:質量%)の、潤滑油組成物中のリン含有量[P](単位:質量%)に対する比[S]/[P]が、2.2～4.0であることを特徴とする、潤滑油組成物。

【化 1】



(一般式 (1) において、 R^1 及び R^2 はそれぞれ独立に下記一般式 (2) で表される炭素数 5 ～ 20 の基である。)

【化 2】



(一般式 (2) において、 R^3 は炭素数 2 ～ 17 の直鎖炭化水素基であり、 R^4 は炭素数 2 ～ 17 の直鎖炭化水素基である。)

【請求項 2】

(E) トリルトリアゾール系金属不活性化剤および／またはベンゾトリアゾール系金属不活性化剤を、組成物全量基準で 0.001 ～ 0.1 質量% 含有する、請求項 1 に記載の潤滑油組成物。

【請求項 3】

(F) コハク酸イミド系無灰分散剤を、組成物全量基準で窒素量として 0.1 質量% 以下含有するか、又は含有せず、

前記 (F) 成分は、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ポリアミンとの縮合反応生成物、及び／又はその誘導体である、請求項 1 又は 2 に記載の潤滑油組成物。

【請求項 4】

前記 (A) 成分が重量平均分子量 10,000 ～ 50,000 のポリ(メタ)アクリレートである、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 (A) 成分を組成物全量基準で 3 ～ 10 質量% 含有する、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 (A) 成分を組成物全量基準で 5 ～ 10 質量% 含有する、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【請求項 7】

前記 (A) 成分が非分散型ポリ(メタ)アクリレートである、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【請求項 8】

電動モーターを備える自動車において、前記電動モーターの潤滑、又は、前記電動モーター及び変速機の潤滑に用いられる、請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の潤滑油組成物。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の潤滑油組成物を用いて、電動モーターを備える自動車の前記電動モーターを潤滑することを特徴とする、電動モーターの潤滑方法。

【請求項 10】

請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の潤滑油組成物を用いて、電動モーター及び変速機を備える自動車の前記電動モーター及び前記変速機を潤滑することを特徴とする、電動モーター及び変速機の潤滑方法。

【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、詳しくは電動モーターの潤滑に適した潤滑油組成物に関する。

【背景技術】

【0002】

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立っている。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。

10

【0003】

走行の動力源として電動モーターを用いる自動車は、通常、歯車機構を有する変速機を備えている。歯車機構を潤滑する潤滑油には、耐焼き付き性および耐疲労性が求められるため、各種の添加剤が配合される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第2018/190431号

国際公開第2016/136873号

特開2018-070700号公報

特開2018-053017号公報

国際公開第2004/069967号

国際公開第2013/136582号

特開2006-117851号公報

国際公開第2010/032781号

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

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。また最近、電動モーターと変速機（歯車機構）とを一体の装置（パッケージ）として統合した電動ドライブモジュールも提案されている。このような電動ドライブモジュールの潤滑においては、小型軽量化の観点から、電動モーターと変速機（歯車機構）とを同一の潤滑油によって潤滑することが望ましい。

40

【0006】

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。また従来の電動モーター油は、変速機（歯車機構）の潤滑に用いるには耐焼き付き性および耐疲労性が不十分であった。

【0007】

また、電動モーター油には、電気絶縁性だけでなく、電動モーター材料として使用される銅に対する腐食防止性も求められる。

【0008】

50

本発明は、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性、耐焼き付き性、銅腐食防止性、及び耐疲労性をバランス良く備える潤滑油組成物を提供することを課題とする。

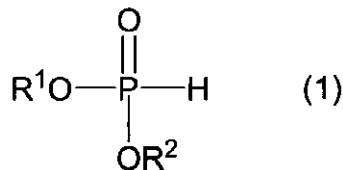
【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の第1の態様は、1種以上の鉱油系基油もしくは1種以上の合成系基油又はそれらの混合物であって、40℃における動粘度が5.0～15.0 mm²/sであり、100℃における動粘度が1.7～3.5 mm²/sである、潤滑油基油と、(A)重量平均分子量が50,000以下であるポリ(メタ)アクリレート粘度指数向上剤を、組成物全量基準で2～10質量%と、(B)下記一般式(1)で表される亜リン酸エステル化合物を、組成物全量基準でリン量として0.01～0.06質量%と、(C)チアジアゾール化合物を、組成物全量基準で0.01～0.2質量%と、(D)カルシウムサリシレート清浄剤を、組成物全量基準でカルシウム量として0.005～0.03質量%とを含有し、40℃における動粘度が4.0～20.0 mm²/sであり、100℃における動粘度が1.8～5.2 mm²/sであり、潤滑油組成物中の硫黄含有量[S] (単位:質量%)の、潤滑油組成物中のリン含有量[P] (単位:質量%)に対する比[S]/[P]が、2.2～4.0であることを特徴とする、潤滑油組成物である。

【0010】

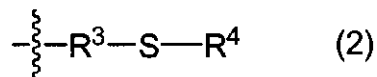
【化1】



(一般式(1)において、R¹及びR²はそれぞれ独立に下記一般式(2)で表される炭素数5～20の基である。)

【0011】

【化2】



(一般式(2)において、R³は炭素数2～17の直鎖炭化水素基であり、R⁴は炭素数2～17の直鎖炭化水素基である。)

【0012】

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H₃PO₃を意味する。なお通常、一般式(1)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(1)で表される化合物のいかなる互変異性体も(B)成分に該当するものとする。

【0013】

本発明の第2の態様は、本発明の第1の態様に係る潤滑油組成物を用いて、電動モーターを備える自動車の電動モーター、又は、電動モーター及び変速機を潤滑することを特徴とする、潤滑方法である。

【発明の効果】

【0014】

本発明の第1の態様によれば、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性、耐焼き付き性、銅腐食防止性、及び耐疲労性をバランス良く備える潤滑油組成物を提供することができる。

【0015】

本発明の第1の態様に係る潤滑油組成物は、本発明の第2の態様に係る潤滑方法において好ましく用いることができる。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明について詳述する。本明細書においては、特に断らない限り、数値A及びBについて「A～B」という表記は「A以上B以下」を意味するものとする。かかる表記において数値Bのみに単位を付した場合には、当該単位が数値Aにも適用されるものとする。また「又は」及び「若しくは」の語は、特に断りのない限り論理和を意味するものとする。本明細書において、要素E₁及びE₂について「E₁及び／又はE₂」という表記は「E₁若しくはE₂、又はそれらの組み合わせ」を意味するものとし、要素E₁、…、E_N（Nは3以上の整数）について「E₁、…、E_{N-1}、及び／又はE_N」という表記は「E₁、…、E_{N-1}、若しくはE_N、又はそれらの組み合わせ」を意味するものとする。

10

【0017】

なお本明細書において、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、及びモリブデンの各元素の含有量は、JIS K0116に準拠して誘導結合プラズマ発光分光分析法（強度比法）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 K2609に準拠して化学発光法により測定されるものとする。

【0018】

<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」又は単に「組成物」ということがある。）における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、API基油分類グループII基油（以下において「APIグループII基油」又は単に「グループII基油」ということがある。）、API基油分類グループIII基油（以下において「APIグループIII基油」又は単に「グループIII基油」ということがある。）、API基油分類グループIV基油（以下において「APIグループIV基油」又は単に「グループIV基油」ということがある。）、若しくはAPI基油分類グループV基油（以下において「APIグループV基油」又は単に「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好ましく用いることができ、グループII基油、グループIII基油、若しくはグループIV基油、又はそれらの混合基油をより好ましく用いることができる。APIグループII基油は、硫黄分が0.03質量%以下、飽和分が90質量%以上、且つ粘度指数が80以上120未満の鉱油系基油である。APIグループIII基油は、硫黄分が0.03質量%以下、飽和分が90質量%以上、且つ粘度指数が120以上の鉱油系基油である。APIグループIV基油はポリ α -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II～IV以外の基油であって、好ましくはエステル系基油である。

20

30

【0019】

鉱油系基油としては、原油を常圧蒸留および減圧蒸留して得られた潤滑油留分に対して、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、白土処理などの1種もしくは2種以上の精製手段を適宜組み合わせ適用して得られる、パラフィン系またはナフテン系などの鉱油系基油を挙げることができる。APIグループII基油及びグループIII基油は通常、水素化分解プロセスを経て製造される。また、ワックス異性化基油や、GTL WAX（ガストウリキッド ワックス）を異性化する手法で製造される基油等も使用可能である。

40

【0020】

APIグループIV基油としては、例えばエチレン-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物等を挙げることができる。

【0021】

APIグループV基油としては、例えばモノエステル（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

50

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)等を挙げることができる。

【0022】

潤滑油基油は、1種の基油からなってもよく、2種以上の基油を含む混合基油であってもよい。2種以上の基油を含む混合基油においては、それらの基油のAPI分類は同一であってもよく、相互に異なってもよい。ただしAPIグループV基油の含有量は、潤滑油基油全量基準で好ましくは0~20質量%、より好ましくは0~15質量%であり、更に好ましくは0~10質量%であり、APIグループV基油を実質的に含まないことが特に好ましい。エステル系基油の含有量が上記上限値以下であることにより、潤滑油組成物の酸化安定性を高めることが可能になる。

10

【0023】

潤滑油基油(全基油)の100℃における動粘度は1.7~3.5 mm²/sであり、好ましくは2.2~3.0 mm²/sである。潤滑油基油の100℃における動粘度が上記上限値以下であることにより、省燃費性を高めることが可能になる。潤滑油基油の100℃における動粘度が上記下限値以上であることにより、新油の電気絶縁性、耐焼き付き性および耐疲労性を高めることが可能になる。なお本明細書において、「100℃における動粘度」とは、ASTM D-445に規定される100℃での動粘度を意味する。

【0024】

20

潤滑油基油(全基油)の40℃における動粘度は5.0~15.0 mm²/sであり、好ましくは7.0~12.0 mm²/sである。潤滑油基油の40℃における動粘度が上記上限値以下であることにより、省燃費性を高めることが可能になる。潤滑油基油の40℃における動粘度が上記下限値以上であることにより、新油の電気絶縁性、耐焼き付き性および耐疲労性を高めることが可能になる。なお本明細書において「40℃における動粘度」とは、ASTM D-445に規定される40℃での動粘度を意味する。

【0025】

潤滑油基油(全基油)の粘度指数は、好ましくは100以上、より好ましくは105以上であり、一の実施形態において110以上であってもよく、120以上であってもよく、125以上であってもよい。潤滑油基油の粘度指数が上記下限値以上であることにより、潤滑油組成物の粘度-温度特性、熱・酸化安定性および耐摩耗性を高め、摩擦係数を低減することが可能になる。なお、本明細書において粘度指数とは、JIS K 2283-1993に準拠して測定された粘度指数を意味する。

30

【0026】

潤滑油基油(全基油)中の硫黄分の含有量は、酸化安定性の観点から好ましくは0.03質量%(300質量ppm)以下、より好ましくは50質量ppm以下、特に好ましくは10質量ppm以下であり、1質量ppm以下であってもよい。

【0027】

潤滑油組成物中の潤滑油基油(全基油)の含有量は、組成物全量基準で好ましくは50~95質量%、より好ましくは70~95質量%である。

40

【0028】

<(A)ポリ(メタ)アクリレート粘度指数向上剤>

本発明の潤滑油組成物は、(A)重量平均分子量が50,000以下であるポリ(メタ)アクリレート粘度指数向上剤(以下において「(A)成分」ということがある。)を含有する。(A)成分としては1種のポリ(メタ)アクリレート化合物を単独で用いてもよく、2種以上のポリ(メタ)アクリレート化合物を組み合わせ用いてもよい。なお本明細書において「(メタ)アクリレート」とは「アクリレート及び/又はメタクリレート」を意味する。

【0029】

(A)成分としては、潤滑油において用いられるポリ(メタ)アクリレート粘度指数向

50

上剤であって、重量平均分子量が50,000以下であるものを特に制限なく用いることができる。(A)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、非分散型ポリ(メタ)アクリレート粘度指数向上剤を用いることが好ましい。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。(A)成分として非分散型ポリ(メタ)アクリレート粘度指数向上剤を用いることにより、耐焼き付き性をさらに高めることが可能になる。

【0030】

(A)成分の重量平均分子量は50,000以下であり、好ましくは10,000~50,000であり、より好ましくは20,000~50,000である。(A)成分の重量平均分子量が上記上限値以下であることにより、耐焼き付き性を高めることが可能になる。また(A)成分の重量平均分子量が上記下限値以上であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になるほか、耐疲労性をさらに高めることが可能になる。なお本明細書において「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)4.6mm×150mm)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)4.6mm×150mm)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)

【0031】

潤滑油組成物中の(A)成分の含有量は、組成物全量基準で2~10質量%であり、好ましくは3~10質量%であり、より好ましくは5~10質量%である。(A)成分の含有量が上記下限値以上であることにより、耐焼き付き性および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性を高めることが可能になる。また(A)成分の含有量が上記上限値以下であることにより、省燃費性を高めることが可能になる。

【0032】

＜(B)亜リン酸エステル化合物＞

本発明の潤滑油組成物は、一般式(1)で表される亜リン酸エステル化合物(以下において「(B)成分」ということがある。)を含有する。(B)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。

【0033】

10

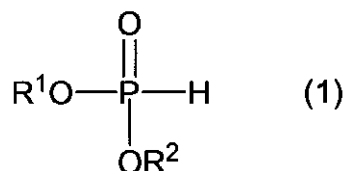
20

30

40

50

【化 3】



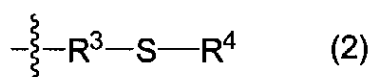
一般式（１）において、 R^1 及び R^2 はそれぞれ独立に下記一般式（２）で表される炭素数 5 ～ 20 の基である。

【 0 0 3 4】

本明細書において、「亜リン酸」とは、酸化数 + I I I のリンのオキソ酸 H_3PO_3 を意味する。なお通常、一般式（１）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（１）で表される化合物のいかなる互変異性体も（Ｂ）成分に該当するものとする。

【 0 0 3 5】

【化 4】



一般式（２）において、 R^3 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る。 R^4 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、より好ましくは 2 ～ 10 の直鎖炭化水素基である。

【 0 0 3 6】

（Ｂ）成分として上記構造を有する亜リン酸エステル化合物を用いることにより、耐焼き付き性および耐疲労性を高めることが可能になる。

【 0 0 3 7】

R^1 及び R^2 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、及び 4－チアヘキシル基、を挙げることができる。

【 0 0 3 8】

潤滑油組成物中の（Ｂ）成分の含有量は、潤滑油組成物全量基準でリン量として 0.01 ～ 0.06 質量％であり、好ましくは 0.02 ～ 0.05 質量％であり、より好ましくは 0.02 ～ 0.04 質量％である。（Ｂ）成分の含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性、および耐焼き付き性を高めることが可能になる。また（Ｂ）成分の含有量が上記下限値以上であることにより、耐焼き付き性および耐疲労性を高めることが可能になる。

【 0 0 3 9】

＜（Ｃ）チアジアゾール化合物＞

本発明の潤滑油組成物は、（Ｃ）チアジアゾール化合物（以下において「（Ｃ）成分」ということがある。）をさらに含み得る。（Ｃ）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用いてもよい。

【 0 0 4 0】

（Ｃ）成分の例としては、下記一般式（３）で表される 1，3，4－チアジアゾール、下記一般式（４）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（５）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。

【 0 0 4 1】

10

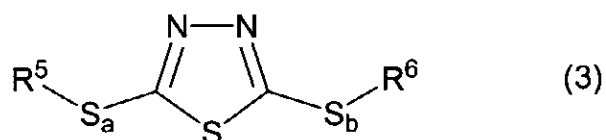
20

30

40

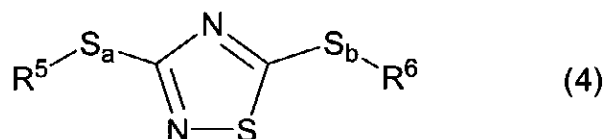
50

【化 5】



【 0 0 4 2】

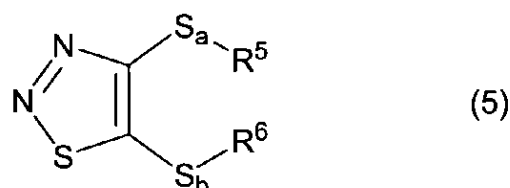
【化 6】



10

【 0 0 4 3】

【化 7】



20

(一般式 (3) ~ (5) 中、 R^5 及び R^6 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； a 及び b 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。)

【 0 0 4 4】

上記チアジアゾール化合物の中でも、上記一般式 (3) ~ (5) 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。

30

【 0 0 4 5】

潤滑油組成物中の (C) 成分の含有量は、潤滑油組成物全量基準で 0.01 ~ 0.2 質量%である。(C) 成分の含有量が上記下限値以上であることにより、銅腐食防止性を高めることが可能になる。また (C) 成分の含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性、および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性を高めることが可能になる。

【 0 0 4 6】

< (D) カルシウムサリシレート清浄剤 >

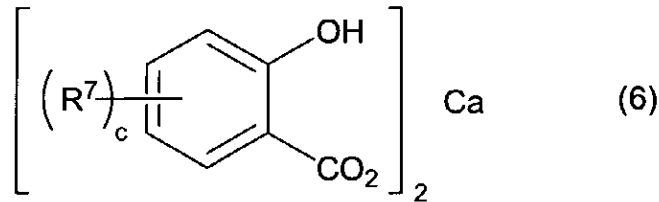
本発明の潤滑油組成物は、(D) カルシウムサリシレート清浄剤（以下において単に「(D) 成分」ということがある。）を含有する。(D) 成分としては、カルシウムサリシレートまたはその塩基性塩もしくは過塩基性塩を用いることができる。(D) 成分としては 1 種のカルシウムサリシレート清浄剤を単独で用いてもよく、2 種以上のカルシウムサリシレート清浄剤を組み合わせ用いてもよい。カルシウムサリシレートの例としては、以下の一般式 (6) で表される化合物を挙げることができる。

40

【 0 0 4 7】

50

【化 8】



【0048】

一般式(6)中、 R^7 はそれぞれ独立に炭素数14～30のアルキル又はアルケニル基を表す。 c は1又は2を表し、好ましくは1である。ただし(D)成分は $c=1$ の化合物と $c=2$ の化合物との混合物であってもよい。なお $c=2$ である場合、 R^7 は異なる基の組み合わせであってもよい。

【0049】

カルシウムサリシレート清浄剤の好ましい一形態としては、上記一般式(6)において $c=1$ であるカルシウムサリシレートまたはその塩基性塩もしくは過塩基性塩を挙げることができる。

【0050】

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金属塩基を反応させること、又は、これらのモノアルキルサリチル酸等を一旦ナトリウム塩やカリウム塩等のアルカリ金属塩としてから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。

【0051】

過塩基化されたカルシウム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サリシレートを水酸化カルシウム等のカルシウム塩基と反応させることにより、過塩基化カルシウムサリシレートを得ることができる。

【0052】

(D)成分の塩基価は特に制限されるものではないが、好ましくは50～350mg KOH/gであり、より好ましくは100～350mg KOH/g、特に好ましくは150～350mg KOH/gである。(D)成分の塩基価が上記下限値以上であることにより、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。なお本明細書において塩基価とは、JIS K2501に準拠して過塩素酸法により測定される塩基価を意味する。また金属系清浄剤は一般に、溶剤や潤滑油基油等の希釈剤中での反応により得られる。そのため金属系清浄剤は、潤滑油基油等の希釈剤によって希釈された状態で商業的に流通している。本明細書において、金属系清浄剤の塩基価は、希釈剤を含む状態での塩基価を意味するものとする。

【0053】

潤滑油組成物中の(D)成分の含有量は、潤滑油組成物全量基準でカルシウム量として0.005～0.03質量%であり、好ましくは0.005～0.02質量%である。(D)成分の含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性、および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性を高めることが可能になる。また(D)成分の含有量が上記下限値以上であることにより、耐疲労性を高めることが可能になる。

【0054】

潤滑油組成物は、金属系清浄剤としてカルシウムサリシレート清浄剤のみを含んでもよく、カルシウムサリシレート清浄剤以外の1種以上の金属系清浄剤(例えばカルシウムス

10

20

30

40

50

ルホネート清浄剤、カルシウムフェネート清浄剤等。)をさらに含んでもよい。ただし、潤滑油組成物中の金属系清浄剤の総含有量は、金属量として0.005~0.03質量%であることが好ましい。潤滑油組成物中の金属系清浄剤の総含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になり、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。また、金属系清浄剤の全石けん基にサリシレートが占める割合、すなわち、金属系清浄剤の全石けん基の有機酸換算での質量に対する、サリシレート清浄剤の全石けん基の有機酸換算での質量の割合が、65~100質量%であることが好ましく、90~100質量%であることがより好ましい。金属系清浄剤の総含有量に対するサリシレートの寄与が上記下限値以上であることにより、耐疲労性をさらに高めることが可能になる。なお本明細書において、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。なお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。

【0055】

＜(E)ベンゾトリアゾール／トリルトリアゾール系金属不活性化剤＞

一の好ましい実施形態において、潤滑油組成物はトリルトリアゾール系金属不活性化剤および／またはベンゾトリアゾール系金属不活性化剤(以下において「(E)成分」ということがある。)をさらに含み得る。(E)成分としては、潤滑油において用いられるトリルトリアゾール系金属不活性化剤および／またはベンゾトリアゾール系金属不活性化剤を特に制限なく用いることができる。(E)成分としては1種の化合物を単独で用いてもよく、2種以上の化合物を組み合わせ用いてもよい。

【0056】

潤滑油組成物は(E)成分を含有しなくてもよいが、潤滑油組成物が(E)成分を含有する場合、その含有量は、好ましくは0.001~0.1質量%、より好ましくは0.001~0.075質量%、特に好ましくは0.001~0.05質量%である。(E)成分の含有量が上記下限値以上であることにより、銅腐食防止性をさらに高めることが可能になる。また(E)成分の含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性、および耐摩耗性を高めることが可能になり、耐焼き付き性、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ことが可能になる。

【0057】

＜(F)コハク酸イミド系無灰分散剤＞

一の好ましい実施形態において、潤滑油組成物は、(F)コハク酸イミド系無灰分散剤(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)成分は、ホウ素化コハク酸イミド系無灰分散剤を含んでもよく、非ホウ素化コハク酸イミド系無灰分散剤を含んでもよく、それらの組み合わせを含んでもよい。ただし酸化安定性の観点からは、(F)成分はホウ素化コハク酸イミド系無灰分散剤を含むことが好ましい。

【0058】

(F)成分としては、例えば、アルキル基もしくはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するコハク酸イミドまたはその誘導体を用いることができる。アルキル基もしくはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するコハク酸イミドの例としては、下記一般式

10

20

30

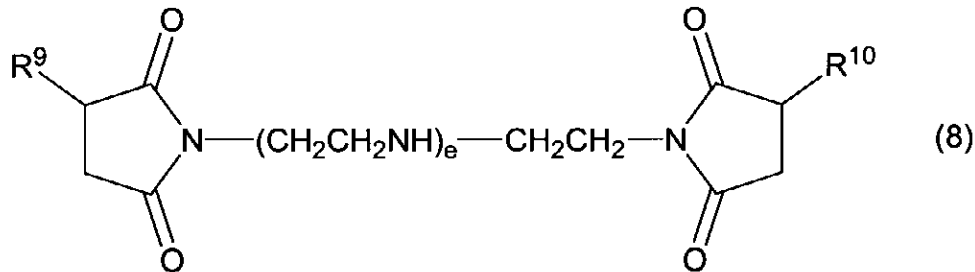
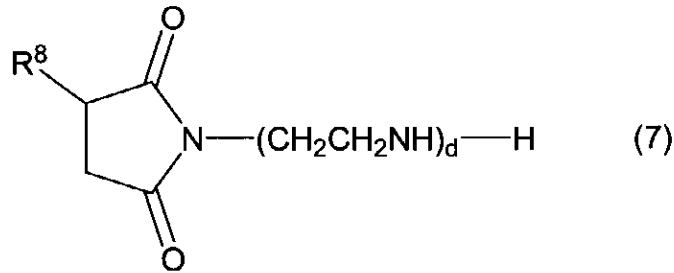
40

50

(7) 又は (8) で表される化合物を挙げることができる。

【0059】

【化9】



【0060】

一般式 (7) 中、 R^8 は炭素数 40～400 のアルキル又はアルケニル基を表し、 d は 1～5、好ましくは 2～4 の整数を表す。 R^8 の炭素数は好ましくは 60～350 である。

【0061】

一般式 (8) 中、 R^9 及び R^{10} は、それぞれ独立に炭素数 40～400 のアルキル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。 e は 0～4、好ましくは 1～4、より好ましくは 1～3 の整数を示す。 R^9 及び R^{10} の炭素数は好ましくは 60～350 である。

【0062】

一般式 (7) 及び (8) における $\text{R}^8 \sim \text{R}^{10}$ の炭素数が上記下限値以上であることにより、潤滑油基油に対する良好な溶解性を得ることができる。一方、 $\text{R}^8 \sim \text{R}^{10}$ の炭素数が上記上限値以下であることにより、潤滑油組成物の低温流動性を高めることができる。

【0063】

一般式 (7) 及び (8) におけるアルキル又はアルケニル基 ($\text{R}^8 \sim \text{R}^{10}$) 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。

一般式 (7) 及び (8) におけるアルキル又はアルケニル基 ($\text{R}^8 \sim \text{R}^{10}$) の好適な数平均分子量は 800～3500、好ましくは 1000～3500 である。

【0064】

アルキル基またはアルケニル基を分子中に少なくとも 1 個有するコハク酸イミドには、ポリアミン鎖の一方の末端のみに無水コハク酸が付加した、一般式 (7) で表される、いわゆるモノタイプのコハク酸イミドと、ポリアミン鎖の両末端に無水コハク酸が付加した、一般式 (8) 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。(F) 成分中のビスタイプのコハク酸イミド又はその誘導体の含有量は、(F) 成分の全量を基準 (100 質量%) として好ましくは 50 質量% 以上、より好ましくは 70 質量% 以上である。

【0065】

アルキル基またはアルケニル基を分子中に少なくとも1個有するコハク酸イミドの製法は、特に制限されるものではない。該コハク酸イミドは例えば、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、ポリアミンとの反応により縮合反応生成物として得ることができる。(F)成分としては、該縮合生成物をそのまま用いてもよく、該縮合生成物を後述する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(8)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(7)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、及びペンタエチレンヘキサミン、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。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誘導体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種以上のポリアミンの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(7)又は(8)において異なるd又はeを有する化合物の混合物である。

10

20

【0066】

コハク酸イミドの誘導体としては、上述のコハク酸イミドにホウ酸を作用させることにより、残存するアミノ基および／またはイミノ基の一部又は全部が中和またはアミド化されている、ホウ素変性化合物(ホウ素化コハク酸イミド)を好ましく用いることができる。

【0067】

(F)成分の重量平均分子量は1000～20000、より好ましくは2000～20000、さらに好ましくは3000～15000、特に好ましくは4000～9000である。(F)成分の重量平均分子量が上記下限値以上であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になり、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。また(F)成分の重量平均分子量が上記上限値以下であることにより、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。

30

【0068】

潤滑油組成物は(F)成分を含有しなくてもよいが、潤滑油組成物が(F)成分を含有する場合、その含有量は、潤滑油組成物全量基準で、窒素量として好ましくは0.1質量%以下であり、より好ましくは0.01～0.08質量%、さらに好ましくは0.03～0.08質量%である。(F)成分の含有量が上記下限値以上であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になる。また(F)成分の含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になり、また酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。

40

【0069】

<(G)酸化防止剤>

一の好ましい実施形態において、潤滑油組成物は、(G)酸化防止剤(以下において「(G)成分」ということがある。)を更に含み得る。(G)成分としては1種の化合物を単独で用いてもよく、2種以上の化合物を組み合わせて用いても良い。(G)成分としては、アミン系酸化防止剤、フェノール系酸化防止剤等の公知の酸化防止剤を特に制限なく

50

用いることができる。

【0070】

アミン系酸化防止剤の例としては、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が挙げられる。芳香族アミン系酸化防止剤の例としては、アルキル化 α -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- α -ナフチルアミン、アルキル化フェニル- α -ナフチルアミン、フェニル- β -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- α -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。

【0071】

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。

【0072】

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。

【0073】

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($-OOC-R^{12}-COO-$)、ヒドロカルビレンジアミノ基($-HN-R^{12}-NH-$)、ヒドロカルビレンビス(カルボニルアミノ)基($-HNCO-R^{12}-CONH-$)、等を挙げることができる。 R^{12} 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。

【0074】

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。

【0075】

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

10

20

30

40

50

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。

【0076】

潤滑油組成物は(G)成分を含有しなくてもよいが、潤滑油組成物が(G)成分としてアミン系酸化防止剤を含有する場合、その含有量は、潤滑油組成物全量基準で、窒素量として好ましくは0.005質量%以上0.15質量%以下であり、より好ましくは0.005質量%以上0.12質量%以下である。アミン系酸化防止剤の含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になり、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。

潤滑油組成物が(G)成分としてフェノール系酸化防止剤を含有する場合、その含有量は、潤滑油組成物全量基準で、好ましくは0.1質量%以上1.5質量%以下であり、より好ましくは0.1質量%以上1.0質量%以下である。フェノール系酸化防止剤の含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になり、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。

【0077】

<その他の添加剤>

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

【0078】

(A)成分以外の流動点降下剤としては、例えば(A)成分に該当しないポリマー等の公知の流動点降下剤を特に制限なく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なくてもよいが、潤滑油組成物が流動点降下剤を含有する場合、その含有量は、組成物全量基準で、好ましくは1質量%以下、より好ましくは0.5質量%以下である。当該含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になり、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。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。

【0079】

(B)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(B)成分以外のリン含有摩耗防止剤が挙げられる。(B)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（１）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（Ｂ）成分以外の摩耗防止剤を含有しなくてもよいが、潤滑油組成物が（Ｂ）成分以外の摩耗防止剤を含有する場合、その含有量は、組成物全量基準で、好ましくは１０質量％以下、より好ましくは５質量％以下である。当該含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になり、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。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。

また潤滑油組成物は（Ｂ）成分以外のリン含有摩耗防止剤を含有してもよく、含有しなくてもよいが、潤滑油組成物中の全リン含有量が０．０６質量％以下であることが好ましい。潤滑油組成物中の全リン含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になり、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。一の実施形態において、潤滑油組成物中の（Ｂ）成分以外のリン含有摩耗防止剤の含有量は、組成物全量基準でリン分として好ましくは０．０５質量％以下、より好ましくは０．０３質量％以下、さらに好ましくは０．０２質量％以下である。（Ｂ）成分以外のリン含有摩耗防止剤の含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になり、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。

【００８０】

摩擦調整剤としては、例えば、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、潤滑油組成物が摩擦調整剤を含有する場合、その含有量は、組成物全量基準で、好ましくは２質量％以下、より好ましくは１質量％以下である。当該含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になり、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。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。

【００８１】

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、テトラハイドロカルビルチウラムジスルフィド、ビス（ジ（チオ）ハイ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。

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、組成物全量基準で金属量として０．０３質量％以下であることが好ましい。潤滑油組成物中の金属元素の総含有量が上記上限値以下であることに

10

20

30

40

50

より、新油の電気絶縁性、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ことが可能になる。一の実施形態において、潤滑油組成物中の金属系清浄剤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0.010質量%以下、より好ましくは0.0075質量%以下、さらに好ましくは0.0050質量%以下である。金属系清浄剤以外の金属含有添加剤の総含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性、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ことが可能になる。

【0082】

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。

【0083】

(C)成分および(E)成分以外の腐食防止剤としては、例えば、イミダゾール系化合物等の公知の腐食防止剤を特に制限なく用いることができる。潤滑油組成物は(C)成分および(E)成分以外の腐食防止剤を含有しなくてもよいが、潤滑油組成物が(C)成分および(E)成分以外の腐食防止剤を含有する場合、その含有量は、好ましくは1質量%以下、より好ましくは0.5質量%以下である。当該含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になり、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。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。

【0084】

(C)成分および(E)成分以外の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、並びにβ-(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特に制限なく用いることができる。潤滑油組成物は(C)成分および(E)成分以外の金属不活性化剤を含有しなくてもよいが、潤滑油組成物が(C)成分および(E)成分以外の金属不活性化剤を含有する場合、その含有量は、好ましくは1質量%以下、より好ましくは0.5質量%以下である。当該含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になり、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。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。

【0085】

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、ジノ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、及び多価アルコールエステル等の公知の防錆剤を特に制限なく用いることができる。潤滑油組成物は防錆剤を含有しなくてもよいが、潤滑油組成物が防錆剤を含有する場合、その含有量は、好ましくは1質量%以下、より好ましくは0.5質量%以下である。当該含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になり、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。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。

【0086】

抗乳化剤としては、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のポリアルキレングリコール系非イオン系界面活性剤等の公知の抗乳化剤を特に制限なく用いることができる。潤滑油組成物は抗乳化剤を含有しなくてもよいが、潤滑油組成物が抗乳化剤を含有する場合、その含有量は、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。当該含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になり、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。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。

【0087】

消泡剤としては、例えば、シリコン、フルオロシリコン、及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なくてもよいが、潤滑油組成物が消泡剤を含有する場合、その含有量は、好ましくは0.5質量%以下、より好ましくは0.1質量%以下である。当該含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になり、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。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。

10

【0088】

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。

【0089】

<潤滑油組成物>

潤滑油組成物の100℃における動粘度は1.8~5.2mm²/sであり、一の実施形態において2.8~5.2mm²/sであり得る。組成物の100℃における動粘度が上記上限値以下であることにより、省燃費性を高めることが可能になる。また組成物の100℃における動粘度が上記下限値以上であることにより、耐焼付き性、耐摩耗性、耐疲労性、新油の電気絶縁性、および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性を高めることが可能になる。

20

【0090】

潤滑油組成物の40℃における動粘度は4.0~20.0mm²/sであり、一の実施形態において10.2~18.3mm²/sであり得る。組成物の40℃における動粘度が上記上限値以下であることにより、省燃費性を高めることが可能になる。また組成物の40℃における動粘度が上記下限値以上であることにより、耐焼付き性、耐摩耗性、耐疲労性、新油の電気絶縁性、および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性を高めることが可能になる。

【0091】

潤滑油組成物中の硫黄含有量[S]（単位：質量%）の、潤滑油組成物中のリン含有量[P]（単位：質量%）に対する比[S]/[P]は、2.2~4.0であり、一の実施形態において2.25~4.0であり得る。比[S]/[P]が上記上限値以下であることにより、耐焼付き性、新油の電気絶縁性、および酸化劣化後の組成物の電気絶縁性を高めることが可能になる。また比[S]/[P]が上記下限値以上であることにより、耐焼付き性および銅腐食防止性を高めることが可能になる。

30

【0092】

一の実施形態において、潤滑油組成物の酸化劣化油の80℃における体積抵抗率が1.0×10⁹Ω・cm以上であることが好ましい。本明細書において、酸化劣化油の体積抵抗率は、新油をJIS K2514-1に規定のISOT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 C2101に規定の体積抵抗率試験に準拠して油温80℃で測定される体積抵抗率である。

40

【0093】

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-NH₂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、ポリ（メタ）アクリレート（例えば（A）成分等。）、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（B）成分等。）、チアジアゾール化合物（

50

(C)成分)、金属系清浄剤(例えば(D)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。)、ベンゾトリアゾール又はトリルトリアゾール化合物((E)成分)、コハク酸イミド系摩擦調整剤((F)成分)、及びアミン系酸化防止剤又はフェノール系酸化防止剤((G)成分)のいずれの含有量にも寄与しない化合物の総含有量は、潤滑油組成物全量基準で、酸素元素および窒素元素の合計量として、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。上記O/N系活性水素化合物の総含有量が上記上限値以下であることにより、新油の電気絶縁性を高めることが可能になるほか、酸化劣化油の電気絶縁性をさらに高めることが可能になる。

【0094】

(用途)

本発明の潤滑油組成物は、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性、耐焼き付き性、銅腐食防止性、及び耐疲労性をバランス良く備えているので、電動モーター油、変速機油、電動モーターと変速機(歯車機構)との共通潤滑油、または電動モーターと変速機(歯車機構)とを備える電動ドライブモジュールの潤滑油として好ましく用いることができる。一の実施形態において、本発明の潤滑油組成物は、電動モーターを備える自動車における電動モーターの潤滑、又は、電動モーター及び変速機(歯車機構)を備える自動車における該電動モーター及び変速機の潤滑に好ましく用いることができる。

【実施例】

【0095】

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

【0096】

<実施例1~15及び比較例1~9>

表1~5に示されるように、本発明の潤滑油組成物(実施例1~15)、及び比較用の潤滑油組成物(比較例1~9)をそれぞれ調製した。表中、基油成分O-1~O-4について「mass%」は基油全量基準での(基油の全量を100質量%とする)質量%を意味し、全基油および添加剤について「mass%」は組成物全量基準での(組成物の全量を100質量%とする)質量%を意味し、「mass ppm」は組成物全量基準での質量ppmを意味する。成分の詳細は次の通りである。

【0097】

(潤滑油基油)

O-1:水素化精製鉱油(Group II、動粘度(40℃):7.1mm²/s、動粘度(

10

20

30

40

50

100℃) : 2.2 mm²/s、粘度指数 : 109、硫黄分 : 1 質量 ppm 未満)

O-2 : 水素化精製鉱油 (Group III、動粘度 (40℃) : 19.5 mm²/s、動粘度 (100℃) : 4.2 mm²/s、粘度指数 : 125、硫黄分 : 1 質量 ppm 未満)

O-3 : ポリ α -オレフィン基油 (Group IV、動粘度 (40℃) : 5.0 mm²/s、動粘度 (100℃) : 1.7 mm²/s)

O-4 : ポリ α -オレフィン基油 (Group IV、動粘度 (40℃) : 18.4 mm²/s、動粘度 (100℃) : 4.1 mm²/s、粘度指数 : 124)

【0098】

((A) ポリ(メタ)アクリレート粘度指数向上剤)

A-1 : 非分散型ポリ(メタ)アクリレート粘度指数向上剤、重量平均分子量 20,000

A-2 : 非分散型ポリ(メタ)アクリレート粘度指数向上剤、重量平均分子量 50,000

【0099】

((B) 亜リン酸エステル化合物)

B-1 : ビス(3-チアウンデシル)ヒドロジェンホスファイト

B-2* : ジブチルヒドロジェンホスファイト

【0100】

((C) チアジアゾール化合物)

C-1 : 一般式(3)~(5)で表され、R⁵およびR⁶がいずれも分岐鎖ノニル基であり、a=b=2であるチアジアゾール化合物、S含有量 : 35 質量%

【0101】

((D) 金属系清浄剤)

D-1 : カルシウムサリシレート清浄剤、塩基価 : 325 mg KOH/g、Ca含有量 : 13.0 質量%

D-2* : カルシウムスルホネート清浄剤、塩基価 : 300 mg KOH/g、Ca含有量 : 12.0 質量%

【0102】

((E) ベンゾトリアゾール/トリルトリアゾール系金属不活性化剤)

E-1 : トリルトリアゾール系金属不活性化剤

【0103】

((F) コハク酸イミド系無灰分散剤)

F-1 : ホウ素化コハク酸イミド無灰分散剤、N含有量 : 1.3 質量%、B含有量 : 0.3 質量%

【0104】

((G) 酸化防止剤)

G-1 : アミン系酸化防止剤、N含有量 : 4.0 質量%

【0105】

10

20

30

40

50

【表 1】

表 1		実施例				
		1	2	3	4	5
基油組成						
O-1	mass%	85	-	85	85	85
O-2	mass%	15	-	15	15	15
O-3	mass%	-	50	-	-	-
O-4	mass%	-	50	-	-	-
合計	mass%	100	100	100	100	100
全基油性状						
動粘度 (40℃)	mm ² /s	8.7	8.9	8.7	8.7	8.7
動粘度 (100℃)	mm ² /s	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
全基油	mass%	82	82	84	88	90
(A)PMA粘度指数向上剤						
A-1	mass%	10.0	10.0	8.0	4.0	2.0
A-2	mass%	-	-	-	-	-
(B)亜リン酸エステル						
B-1	mass%(P)	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
B-2*	mass%(P)	-	-	-	-	-
(C)チアジアゾール化合物						
C-1	mass%	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
(D)金属系清浄剤						
D-1	mass%(Ca)	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
D-2*	mass%(Ca)	-	-	-	-	-
(E)金属不活性化剤						
E-1	mass%	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
(F)無灰分散剤						
F-1	mass%(N)	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
(G)酸化防止剤						
G-1	mass%(N)	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
組成物						
動粘度 (40℃)	mm ² /s	13.2	13.8	12.3	10.8	10.2
動粘度 (100℃)	mm ² /s	3.7	3.7	3.4	3.0	2.8
粘度指数		181	170	169	143	130
組成物中のS分 (S)	mass%(S)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
組成物中のP分 (P)	mass%(P)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
S/P	-	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
体積抵抗率 (80℃)						
新油	10 ¹⁰ Ω・cm	0.34	0.35	0.32	0.30	0.28
酸化劣化油	10 ¹⁰ Ω・cm	0.21	0.21	0.20	0.19	0.18
SRV焼付き試験						
焼付荷重	N	1800	1800	1800	1800	1800
銅板腐食試験						
変色番号		1	1	1	1	1
ユニスチール試験						
疲労寿命L50	h	20	20	19	18	18

【 0 1 0 6 】

10

20

30

40

50

【表 2】

表 2		実施例				
		6	7	8	9	10
基油組成						
O-1	mass%	85	85	85	85	85
O-2	mass%	15	15	15	15	15
O-3	mass%	-	-	-	-	-
O-4	mass%	-	-	-	-	-
合計	mass%	100	100	100	100	100
全基油性状						
動粘度 (40℃)	mm ² /s	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7
動粘度 (100℃)	mm ² /s	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
全基油	mass%	82	84	88	90	82
(A)PMA粘度指数向上剤						
A-1	mass%	-	-	-	-	10.0
A-2	mass%	10.0	8.0	4.0	2.0	-
(B)亜リン酸エステル						
B-1	mass%(P)	0.040	0.040	0.040	0.040	0.010
B-2*	mass%(P)	-	-	-	-	-
(C)チアジアゾール化合物						
C-1	mass%	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
(D)金属系清浄剤						
D-1	mass%(Ca)	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
D-2*	mass%(Ca)	-	-	-	-	-
(E)金属不活性化剤						
E-1	mass%	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
(F)無灰分散剤						
F-1	mass%(N)	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
(G)酸化防止剤						
G-1	mass%(N)	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
組成物						
動粘度 (40℃)	mm ² /s	18.3	16.0	12.4	11.0	13.2
動粘度 (100℃)	mm ² /s	5.2	4.6	3.5	3.1	3.7
粘度指数		246	228	180	148	181
組成物中のS分 (S)	mass%(S)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.04
組成物中のP分 (P)	mass%(P)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.01
S/P	-	2.50	2.50	2.50	2.50	4.00
体積抵抗率 (80℃)						
新油	10 ¹⁰ Ω・cm	0.36	0.34	0.31	0.29	0.36
酸化劣化油	10 ¹⁰ Ω・cm	0.23	0.21	0.18	0.17	0.24
SRV焼付き試験						
焼付荷重	N	1800	1800	1800	1800	1800
銅板腐食試験						
変色番号		1	1	1	1	1
ユニスチール試験						
疲労寿命L50	h	20	20	19	20	18

【 0 1 0 7 】

10

20

30

40

50

【表 3】

表 3		実施例				
		11	12	13	14	15
基油組成						
O-1	mass%	85	85	85	85	85
O-2	mass%	15	15	15	15	15
O-3	mass%	-	-	-	-	-
O-4	mass%	-	-	-	-	-
合計	mass%	100	100	100	100	100
全基油性状						
動粘度 (40℃)	mm ² /s	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7
動粘度 (100℃)	mm ² /s	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
全基油	mass%	82	82	82	82	87
(A)PMA粘度指数向上剤						
A-1	mass%	10.0	5.0	10.0	10.0	10.0
A-2	mass%	-	5.0	-	-	-
(B)亜リン酸エステル						
B-1	mass%(P)	0.060	0.040	0.040	0.040	0.040
B-2*	mass%(P)	-	-	-	-	-
(C)チアジアゾール化合物						
C-1	mass%	0.100	0.100	0.010	0.200	0.100
(D)金属系清浄剤						
D-1	mass%(Ca)	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
D-2*	mass%(Ca)	-	-	-	-	-
(E)金属不活性化剤						
E-1	mass%	0.050	0.050	0.050	0.050	-
(F)無灰分散剤						
F-1	mass%(N)	0.050	0.050	0.050	0.050	-
(G)酸化防止剤						
G-1	mass%(N)	0.020	0.020	0.020	0.020	-
組成物						
動粘度 (40℃)	mm ² /s	13.2	15.6	13.2	13.2	12.8
動粘度 (100℃)	mm ² /s	3.7	4.4	3.7	3.7	3.6
粘度指数		181	216	181	181	180
組成物中のS分 (S)	mass%(S)	0.14	0.10	0.09	0.12	0.10
組成物中のP分 (P)	mass%(P)	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04
S/P	-	2.33	2.50	2.25	3.00	2.50
体積抵抗率 (80℃)						
新油	10 ¹⁰ Ω・cm	0.23	0.34	0.35	0.31	0.34
酸化劣化油	10 ¹⁰ Ω・cm	0.12	0.22	0.21	0.18	0.18
SRV焼付き試験						
焼付荷重	N	1800	1800	1800	1800	1800
銅板腐食試験						
変色番号		1	1	1	1	1
ユニスチール試験						
疲労寿命L50	h	20	20	20	20	21

【 0 1 0 8 】

10

20

30

40

50

【表 4】

表 4		比較例				
		1	2	3	4	5
基油組成						
O-1	mass%	85	85	85	85	85
O-2	mass%	15	15	15	15	15
O-3	mass%	-	-	-	-	-
O-4	mass%	-	-	-	-	-
合計	mass%	100	100	100	100	100
全基油性状						
動粘度 (40℃)	mm ² /s	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7
動粘度 (100℃)	mm ² /s	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
全基油	mass%	92	82	82	82	82
(A)PMA粘度指数向上剤						
A-1	mass%	-	10.0	10.0	10.0	10.0
A-2	mass%	-	-	-	-	-
(B)亜リン酸エステル						
B-1	mass%(P)	0.040	0.005	0.070	0.040	0.040
B-2*	mass%(P)	-	-	-	-	-
(C)チアジアゾール化合物						
C-1	mass%	0.100	0.100	0.100	0.005	0.500
(D)金属系清浄剤						
D-1	mass%(Ca)	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
D-2*	mass%(Ca)	-	-	-	-	-
(E)金属不活性化剤						
E-1	mass%	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
(F)無灰分散剤						
F-1	mass%(N)	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
(G)酸化防止剤						
G-1	mass%(N)	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
組成物						
動粘度 (40℃)	mm ² /s	9.7	13.2	13.2	13.2	13.2
動粘度 (100℃)	mm ² /s	2.7	3.7	3.7	3.7	3.7
粘度指数		116	181	181	181	181
組成物中のS分 (S)	mass%(S)	0.10	0.03	0.16	0.08	0.18
組成物中のP分 (P)	mass%(P)	0.04	0.01	0.07	0.04	0.04
S/P	-	2.50	6.00	2.29	2.00	4.50
体積抵抗率 (80℃)						
新油	10 ¹⁰ Ω・cm	0.26	0.36	0.18	0.35	0.18
酸化劣化油	10 ¹⁰ Ω・cm	0.17	0.24	0.08	0.21	0.07
SRV焼付き試験						
焼付荷重	N	1000	1000	1000	1800	1800
銅板腐食試験						
変色番号		1	1	1	2	1
ユースチール試験						
疲労寿命L50	h	20	18	20	20	20

【 0 1 0 9 】

10

20

30

40

50

【表 5】

表 5		比較例			
		6	7	8	9
基油組成					
O-1	mass%	85	85	85	85
O-2	mass%	15	15	15	15
O-3	mass%	-	-	-	-
O-4	mass%	-	-	-	-
合計	mass%	100	100	100	100
全基油性状					
動粘度 (40℃)	mm ² /s	8.7	8.7	8.7	8.7
動粘度 (100℃)	mm ² /s	2.5	2.5	2.5	2.5
全基油	mass%	82	82	82	82
(A)PMA粘度指数向上剤					
A-1	mass%	10.0	10.0	10.0	10.0
A-2	mass%	-	-	-	-
(B)亜リン酸エステル					
B-1	mass%(P)	0.040	0.040	0.040	-
B-2*	mass%(P)	-	-	-	0.040
(C)チアジアゾール化合物					
C-1	mass%	0.100	0.100	0.100	0.100
(D)金属系清浄剤					
D-1	mass%(Ca)	-	0.040	-	0.015
D-2*	mass%(Ca)	-	-	0.015	-
(E)金属不活性化剤					
E-1	mass%	0.050	0.050	0.050	0.050
(F)無灰分散剤					
F-1	mass%(N)	0.050	0.050	0.050	0.050
(G)酸化防止剤					
G-1	mass%(N)	0.020	0.020	0.020	0.020
組成物					
動粘度 (40℃)	mm ² /s	13.2	13.2	13.2	13.2
動粘度 (100℃)	mm ² /s	3.7	3.7	3.7	3.7
粘度指数		181	181	181	181
組成物中のS分 (S)	mass%(S)	0.10	0.10	0.10	0.02
組成物中のP分 (P)	mass%(P)	0.04	0.04	0.04	0.04
S/P	-	2.50	2.50	2.50	0.50
体積抵抗率 (80℃)					
新油	10 ¹⁰ Ω・cm	0.36	0.18	0.33	0.28
酸化劣化油	10 ¹⁰ Ω・cm	0.18	0.08	0.20	0.12
SRV焼付き試験					
焼付荷重	N	1800	1800	1800	1200
銅板腐食試験					
変色番号		1	1	1	1
ユニスチール試験					
疲労寿命L50	h	11	19	10	18

【0110】

(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ISOT (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1～5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。本試験における酸化劣化油の80℃における体積抵抗率は $0.10 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以

上であることが好ましい。

【0111】

(SRV試験)

潤滑油組成物のそれぞれについて、ボールオンディスク型の往復動摩擦試験機（Opti-mol社製SRV摩擦試験機、鋼球は直径10mm、ディスクは直径24mm厚さ7.9mm、いずれも材質SUJ-2相当）を用いて耐焼き付き性の評価を行った。温度40℃、振動数50Hz、振幅1.0mmの条件下で、荷重50Nで5分間摩擦した後、荷重100Nで5分間摩擦し、それ以降、100Nずつ荷重を増加しては5分間摩擦して、焼付きの有無を確認することを繰り返した。焼付きが生じたことは、摩擦係数が0.3以上に急激に上昇したことを以て判定し、焼付きが生じた時点の荷重を焼付荷重として測定した。なお、荷重1800Nで5分間摩擦しても焼付が生じなかった場合には、焼付荷重は「1800N」とした。結果を表1～5に示している。本試験において焼き付き荷重が大きいほど、耐焼き付き性が良好であることを意味する。

10

【0112】

(銅板腐食試験)

潤滑油組成物のそれぞれについて、新油の銅腐食防止性を評価した。JIS K 2513に規定の銅板腐食試験法に準拠して、油温100℃で3時間試験を行った。結果を表1～5に示している。本試験において、判定値（変色番号）が低いほど銅板の変色程度が低く、銅腐食防止性が良好であることを意味する。

【0113】

(ユニスチール試験)

潤滑油組成物のそれぞれについて、ユニスチール転がり疲労試験機（3連式高温転がり疲れ試験機（TRF-1000/3-01H）、株式会社東京試験機製）を用いて、ユニスチール試験（イギリス石油学会法：IP305/79）によりスラストベアリングの転がり疲労寿命を測定した。スラストニードルベアリング（NSK製FNTA-2542C）の片側の軌道輪を平坦な試験片（材質：SUJ2）で置き換えてなる試験軸受について、荷重7000N、面圧2GPa、回転数1450rpm、油温120℃の条件下で、ころ又は試験片のいずれかが疲労損傷するまでの時間を測定した。なお、ユニスチール転がり疲労試験機に備えられた振動加速度計により測定される試験部の振動加速度が 1.5 m/s^2 に達したとき、疲労損傷が発生したと判断した。10回の繰り返し試験における疲労損傷までの時間から、ワイブルプロットにより疲労寿命を50%寿命（L50：累積確率が50%になる時間）として算出した。結果を表1～5に示している。本試験で測定された50%寿命が長いほど、耐疲労性が良好であることを意味する。

20

30

【0114】

(評価結果)

実施例1～15の潤滑油組成物は、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性、耐焼き付き性、銅腐食防止性、及び耐疲労性において良好な結果を示した。

(A) 成分を含有しない比較例1の潤滑油組成物は、耐焼き付き性において劣った結果を示した。

(B) 成分の含有量が過少である比較例2の潤滑油組成物は、耐焼き付き性において劣った結果を示した。

40

(B) 成分の含有量が過大である比較例3の潤滑油組成物は、酸化劣化後の組成物の電気絶縁性、及び耐焼き付き性において劣った結果を示した。

(C) 成分の含有量が過少である比較例4の潤滑油組成物は、銅腐食防止性において劣った結果を示した。

(C) 成分の含有量が過大である比較例5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た結果を示した。

(D) 成分を含有しない比較例6の潤滑油組成物は、耐疲労性において劣った結果を示した。

(D) 成分の含有量が過大である比較例7の潤滑油組成物は、酸化劣化後の組成物の電

50

気絶縁性において劣った結果を示した。

(D) 成分としてカルシウムサリシレート清浄剤に代えてカルシウムスルホネート清浄剤を含有する比較例 8 の潤滑油組成物は、耐疲労性において劣った結果を示した。

(B) 成分として一般式 (1) で表される亜リン酸エステル化合物に代えて一般式 (1) に該当しない亜リン酸エステル化合物を含有する比較例 9 の潤滑油組成物は、耐焼き付き性において劣った結果を示した。

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	133/16	(2006.01)	C 1 0 M	133/16	
C 1 0 N	40/00	(2006.01)	C 1 0 N	40:00	D
C 1 0 N	40/04	(2006.01)	C 1 0 N	40:04	
C 1 0 N	10/04	(2006.01)	C 1 0 N	10:04	
C 1 0 N	20/02	(2006.01)	C 1 0 N	20:02	
C 1 0 N	20/04	(2006.01)	C 1 0 N	20:04	
C 1 0 N	30/00	(2006.01)	C 1 0 N	30:00	Z
C 1 0 N	30/06	(2006.01)	C 1 0 N	30:06	
C 1 0 N	30/12	(2006.01)	C 1 0 N	30:12	

(72)発明者 福水 崇裕
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 新吉 隆利
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 床桜 大輔
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 中野 孝一

(56)参考文献 特開2016-3258 (JP, A)
国際公開第2015/141026 (WO, A1)
特開2018-177986 (JP, A)
特開2016-190953 (JP, A)
特開2019-38961 (JP, A)
国際公開第2013/136582 (WO, A1)
特開2016-216683 (JP, A)
米国特許出願公開第2014/0187457 (US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C 1 0 M 1 0 1 / 0 0 - 1 7 7 / 0 0