

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6749851号
(P6749851)

(45) 発行日 令和2年9月2日 (2020.9.2)

(24) 登録日 令和2年8月14日 (2020.8.14)

(51) Int.Cl.

F I

C 1 O M 145/14 (2006.01)

C 1 O M 169/04 (2006.01)

C 1 O M 101/02 (2006.01)

C 1 O N 20/00 (2006.01)

C 1 O N 20/02 (2006.01)

C 1 O M 145/14

C 1 O M 169/04

C 1 O M 101/02

C 1 O N 20:00 A

C 1 O N 20:00 Z

請求項の数 16 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-8867 (P2017-8867)	(73) 特許権者	000183646
(22) 出願日	平成29年1月20日 (2017.1.20)		出光興産株式会社
(65) 公開番号	特開2018-115301 (P2018-115301A)		東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
(43) 公開日	平成30年7月26日 (2018.7.26)	(74) 代理人	100078732
審査請求日	令和1年9月2日 (2019.9.2)		弁理士 大谷 保
		(74) 代理人	100153866
			弁理士 滝沢 喜夫
		(72) 発明者	岩井 利晃
			千葉県市原市姉崎海岸2-4番地4
		審査官	中野 孝一

最終頁に続く

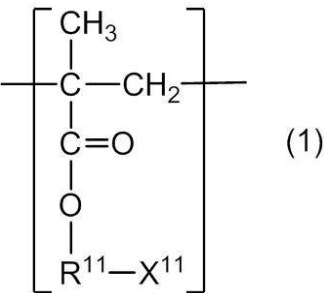
(54) 【発明の名称】 潤滑油組成物、潤滑油組成物の製造方法及び変速機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

40℃における動粘度が4.0mm²/s以上6.0mm²/s未満であり、100℃における動粘度が1.0mm²/s以上2.0mm²/s未満であり、かつ、引火点が140℃以上である基油と、下記一般式(1)で表される構造単位を有するポリメタクリレートを含む潤滑油組成物。

【化1】



10

(一般式(1)中、R¹¹は炭素数24以上40以下の脂肪族炭化水素基を示し、X¹¹は酸素原子を含む官能基を示す。)

【請求項2】

基油の100℃における動粘度が1.5mm²/s以上2.0mm²/s未満である、

20

請求項 1 に記載の潤滑油組成物。

【請求項 3】

前記基油が鉱油であり、該鉱油の原料油が重質軽油を水素化分解して得られる軽油留分を含む、請求項 1 又は 2 に記載の潤滑油組成物。

【請求項 4】

前記原料油のパラフィン分（ $\%C_P$ ）が 60 以上である、請求項 3 に記載の潤滑油組成物。

【請求項 5】

前記原料油の芳香族分（ $\%C_A$ ）が 10.0 以下である、請求項 3 又は 4 に記載の潤滑油組成物。

10

【請求項 6】

前記原料油のアロマ分、ナフテン分、 n -パラフィン分、及びイソパラフィン分の全量 100 体積％に対する、 n -パラフィン分が占める割合が 1 体積％以上 50 体積％以下である、請求項 3 に記載の潤滑油組成物。

【請求項 7】

前記原料油の J I S K 2 2 5 4 に準拠した蒸留試験において、10%留出温度が 250℃以上であり、90%留出温度が 320℃以上である、請求項 3～6 のいずれか 1 項に記載の潤滑油組成物。

【請求項 8】

前記原料油の 40℃における動粘度が $4.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $6.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であり、100℃における動粘度が $1.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $2.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 以下である、請求項 3～7 のいずれか 1 項に記載の潤滑油組成物。

20

【請求項 9】

前記酸素原子を含む官能基が、ヒドロキシ基である請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の潤滑油組成物。

【請求項 10】

前記ポリメタクリレートの質量平均分子量が、5,000 以上 100,000 以下である請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の潤滑油組成物。

【請求項 11】

前記ポリメタクリレートの含有量が、組成物全量基準で、1 質量％以上 20 質量％以下である請求項 1～10 のいずれか 1 項に記載の潤滑油組成物。

30

【請求項 12】

粘度指数が 280 以上である請求項 1～11 のいずれか 1 項に記載の潤滑油組成物。

【請求項 13】

変速機用である請求項 1～12 のいずれか 1 項に記載の潤滑油組成物。

【請求項 14】

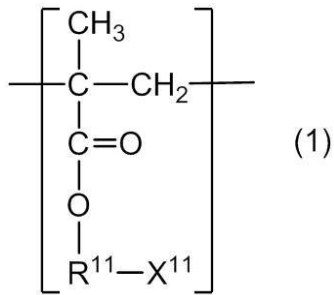
無段変速機用である請求項 13 に記載の潤滑油組成物。

【請求項 15】

40℃における動粘度が $4.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $6.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 未満であり、100℃における動粘度が $1.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $2.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ 未満であり、かつ、引火点が 140℃以上である基油と、下記一般式（1）で表される構造単位を有するポリメタクリレートとを配合する工程を有する、潤滑油組成物の製造方法。

40

【化 2】



10

(一般式(1)中、 R^{11} は炭素数24以上40以下の脂肪族炭化水素基を示し、 X^{11} は酸素原子を含む官能基を示す。)

【請求項 16】

請求項1～12のいずれか1項に記載の潤滑油組成物を用いる変速機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、潤滑油組成物、潤滑油組成物の製造方法及び変速機に関する。

【背景技術】

【0002】

20

近年、変速機、緩衝器、パワーステアリング等の駆動系機器、エンジン、油圧作動等の様々な用途に用いられる潤滑油組成物には、各用途に応じた特性が求められている。潤滑油組成物の特性は、基油の性状、添加剤の種類等によって大きく左右される場合が多く、要求された特性を発現し得る潤滑油組成物を製造するため、基油及び添加剤の開発が広く行われている。

【0003】

省燃費化に対応するために、低粘度化を図ることが行われている(例えば、特許文献1)。特許文献1には、所定の引火点、40℃における動粘度、粘度指数、蒸留試験における5%留出温度、流動点及び芳香族分(% C_A)を満足する潤滑油基油が提案されている。また、特に変速機の用途に求められる特有の粘度特性として、低粘度化だけではなく、低温下で攪拌抵抗が大きくなりすぎないように、粘度が高くなりやすく、一方、高温下で油膜を十分に保持できるように、粘度が低くなりにくいという粘度特性も求められる。この粘度特性は、例えば、潤滑油組成物の粘度指数を高めることによって得ることができ、潤滑油基油としてポリ- α -オレフィン等の利用が検討されている(例えば、特許文献2)。また、粘度指数を高めるため、基油にポリメタクリレート、ポリオレフィン、また(メタ)アクリレートモノマーとオレフィンモノマーとの共重合体等の粘度指数向上剤を添加することも検討されている(例えば、特許文献3)。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

40

【特許文献1】特開2004-182931号公報

【特許文献2】特開2011-121991号公報

【特許文献3】特開2012-201806号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載の潤滑油基油は、40℃における動粘度が9.0 mm^2/s 以上という高粘度の基油であるため、優れた粘度特性が得られる基油とは言い難い。

【0006】

50

粘度指数を高める性能は、一般的にその平均分子量と比例関係にあり、平均分子量が大きいほど性能は高くなる傾向にある。一方、平均分子量が大きいと、使用中に潤滑油組成物に加えられる機械的せん断力により、基油、粘度指数向上剤の分子鎖が切断されて、その性能が低下する。そのため、潤滑油組成物は、粘度が低下して、油膜を十分に保持できなくなり、潤滑性能が低下することとなる。すなわち、高い粘度指数と高いせん断安定性とは相反する性能であるといえる。

【0007】

変速機、緩衝器、パワーステアリング等の駆動系機器、エンジン、油圧作動等の様々な用途において、手動変速機、自動変速機、無段変速機等の変速機は、潤滑油組成物への機械的せん断力が高いことから、せん断安定性が求められている。中でも無段変速機は、無段階で変速するため変速ショックがなく、シフトアップ時のエンジン回転数の落ち込みがなく加速性能が向上する等の理由から注目されているが、機械的せん断力が特に大きく、より厳しいせん断安定性が求められることとなる。

しかし、特許文献2に記載されるポリ- α -オレフィンでは、基油としての粘度指数が高い、すなわち平均分子量が大きく、また特許文献3に記載される粘度指数向上剤も平均分子量が大きいため、いずれも機械的せん断力が加えられることで潤滑性能が低下する。このように、高い粘度指数と高いせん断安定性という相反する性能を高いレベルで同時に満足させることは年々難しくなっている。

【0008】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、高い粘度指数と高いせん断安定性とを両立する潤滑油組成物、及びこれを用いた潤滑方法、変速機を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

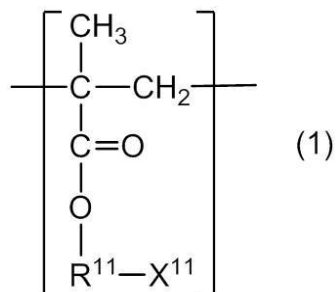
本発明者らは、鋭意研究を重ねた結果、下記の発明により上記課題を解決できることを見出した。すなわち、本発明は、下記の構成を有する潤滑油組成物、及びこれを用いた潤滑方法、変速機を提供するものである。

【0010】

1. 40°C における動粘度が $4.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $6.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 未満であり、 100°C における動粘度が $1.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $2.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 未満であり、かつ、引火点が 140°C 以上である基油と、下記一般式(1)で表される構造単位を有するポリメタクリレートを含む潤滑油組成物。

【0011】

【化1】



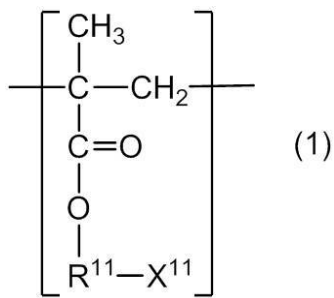
(一般式(1)中、 R^{11} は炭素数24以上40以下の脂肪族炭化水素基を示し、 X^{11} は酸素原子を含む官能基を示す。

【0012】

2. 40°C における動粘度が $4.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $6.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 未満であり、 100°C における動粘度が $1.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $2.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 未満であり、かつ、引火点が 140°C 以上である基油と、下記一般式(1)で表される構造単位を有するポリメタクリレートとを配合する工程を有する、潤滑油組成物の製造方法。

【0013】

【化2】



10

(一般式(1)中、 R^{11} は炭素数24以上40以下の脂肪族炭化水素基を示し、 X^{11} は酸素原子を含む官能基を示す。

【0014】

3. 上記1に記載の潤滑油組成物を用いる変速機。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、高い粘度指数と高いせん断安定性とを両立する潤滑油組成物、及びこれを用いた潤滑方法、変速機を提供することができる。

【発明を実施するための形態】

20

【0016】

以下、本発明の実施形態（以下、「本実施形態」と称することもある。）について説明する。なお、本明細書中において、数値範囲の記載に関する「以上」「以下」の数値は任意に組み合わせできる数値である。

【0017】

〔潤滑油組成物〕

本実施形態の潤滑油組成物は、40℃における動粘度が4.0mm²/s以上6.0mm²/s未満であり、100℃における動粘度が1.0mm²/s以上2.0mm²/s未満であり、かつ、引火点が140℃以上である基油と、特定構造を有するポリメタクリレートを含むものである。

30

【0018】

〔基油〕

本実施形態の潤滑油組成物に含まれる基油は、下記要件(I)及び(II)を満たすものである。本実施形態において、下記要件(I)及び(II)を満たさないと、高い粘度指数と高いせん断安定性とを両立することができない。また、低粘度化を図ることによる省燃費性が得られない。

- ・要件(I)：40℃における動粘度が4.0mm²/s以上6.0mm²/s未満であり、100℃における動粘度が1.0mm²/s以上2.0mm²/s未満である。
- ・要件(II)：引火点が140℃以上である。

なお、本明細書において、40℃における動粘度、60℃における動粘度、100℃における動粘度及び粘度指数は、JIS K 2283に準拠して測定された値を意味し、引火点は、JIS K 2265に準拠し、クリーブランド開放式(COC)法により測定された値を意味する。

40

【0019】

本実施形態において、基油は、鉱油、合成油のいずれであってもよく、安価であり、より高い粘度指数と高いせん断安定性とを両立し、低粘度化による省燃費性を得る観点から、鉱油が好ましい。また、本実施形態において、基油は、鉱油のみを二種以上を、合成油のみを二種以上を、又は少なくとも一種の鉱油と少なくとも一種の合成油とを混合した混合油でもよく、混合油として要件(I)及び(II)を満たしていれば、該混合油に含まれる鉱油、合成油は要件(I)及び(II)を満たすものでなくてもよい。調製の容易性

50

を考慮すると、該混合油に含まれる鉱油、合成油の少なくとも一部が要件（I）及び（II）を満たすものであることが好ましい。

【0020】

一般的に基油の性状として、低粘度化するほど、引火点は低くなる傾向にある。それに対して、本実施形態の潤滑油組成物で用いられる基油は、要件（I）で規定するように、粘度指数がJIS K 2283で規定の算出法では算出不能であるほどに低粘度化されつつも、要件（II）で規定するように、引火点が140℃以上である高引火点の基油である。そのため、本実施形態の潤滑油組成物は、上記性状を有する基油を用いることで、より高い粘度指数と高いせん断安定性とを両立し、低粘度化による省燃費性を有し、また高引火点で蒸発しにくい性状を有する安全性の高い潤滑油組成物となり得る。

10

また、本実施形態の潤滑油組成物で用いられる基油は、要件（I）で規定されるように、40℃における動粘度と100℃における動粘度の差異が比較的小さく、粘度の温度依存性が低い。そのため、本実施形態の潤滑油組成物は、粘度の温度依存性が低いものとなる。

【0021】

本実施形態の潤滑油組成物で用いられる基油の40℃における動粘度（ V_{40} ）は、4.0 mm²/s以上であり、好ましくは4.2 mm²/s以上、より好ましくは4.3 mm²/s以上、更に好ましくは4.4 mm²/s以上である。

また、動粘度（ V_{40} ）の上限は、6.0 mm²/s未満であり、好ましくは5.8 mm²/s以下、より好ましくは5.7 mm²/s以下、更に好ましくは5.6 mm²/s以下である。

20

【0022】

本実施形態の潤滑油組成物で用いられる基油の100℃における動粘度（ V_{100} ）は、1.0 mm²/s以上であり、好ましくは1.2 mm²/s以上、より好ましくは1.3 mm²/s以上、更に好ましくは1.4 mm²/s以上、より更に好ましくは1.5 mm²/s以上である。

また、動粘度（ V_{100} ）の上限は、2.0 mm²/s未満であり、好ましくは1.95 mm²/s以下、より好ましくは1.90 mm²/s以下、更に好ましくは1.85 mm²/s以下である。

なお、本実施形態の潤滑油組成物で用いられる基油が鉱油の場合、JIS K 2283に準拠して測定される粘度指数は算出不能である。

30

【0023】

また、本実施形態の潤滑油組成物で用いられる基油の引火点は、140℃以上であり、好ましくは142℃以上、より好ましくは144℃以上、更に好ましくは146℃以上、より更に好ましくは150℃以上、特に好ましくは154℃以上であり、また上限は、通常180℃以下である。

【0024】

本実施形態の潤滑油組成物で用いられる基油のアニン点は、好ましくは70℃以上、より好ましくは80℃以上、更に好ましくは85℃以上、より更に好ましくは90℃以上であり、また、通常110℃以下である。

40

アニン点が70℃以上である基油は、パラフィン分が多く、芳香族分が少ない傾向があり、高引火点となり易い。

なお、本明細書において、アニン点は、JIS K 2256（U字管法）に準拠して測定された値を意味する。

【0025】

本実施形態の潤滑油組成物で用いられる基油の15℃における密度は、好ましくは0.860 g/cm³以下、より好ましくは0.850 g/cm³以下、更に好ましくは0.840 g/cm³以下、より更に好ましくは0.830 g/cm³以下、特に好ましくは0.825 g/cm³以下であり、また、通常0.800 g/cm³以上である。

要件（I）及び（II）を満たしつつ、さらに密度が0.860 g/cm³以下の基油

50

であれば、粘度の温度依存性がより低く、より高い粘度指数と高いせん断安定性とを両立し、低粘度化による省燃費性を有し、また高引火点で蒸発しにくい性状を有する安全性の高い引火点がより高く安全性の高い基油とすることができる。

なお、本明細書において、15℃における密度は、JIS K 2249に準拠して測定された値である。

【0026】

本実施形態の潤滑油組成物で用いられる基油が鉱油の場合、そのパラフィン分（%C_P）は、好ましくは60以上80以下、より好ましくは62以上79以下、更に好ましくは66以上78以下、より更に好ましくは68以上77以下である。

ナフテン分（%C_N）は、好ましくは10以上40以下、より好ましくは13以上38以下、更に好ましくは16以上34以下、より更に好ましくは20以上32以下である。

芳香族分（%C_A）としては、好ましくは2.0未満、より好ましくは1.0未満、更に好ましくは0.1未満である。

なお、本明細書において、パラフィン分（%C_P）、ナフテン分（%C_N）、及び芳香族分（%C_A）は、ASTM D-3238環分析（n-d-M法）により測定した、パラフィン分、ナフテン分、及び芳香族分の割合（百分率）を意味する。

【0027】

本実施形態の潤滑油組成物で用いられる基油は、さらに下記要件（III）を満たすことが好ましい。当該要件（III）を満たすことで、本実施形態の潤滑油組成物は、省燃費性に優れ、粘度の温度依存性がより小さいものとなる。

・要件（III）：回転型レオメータを用いて、角速度6.3rad/s、歪み量0.1～100%の条件下で計測した、-10℃と-25℃の2点間における複素粘度の温度勾配 $\Delta|\eta^*|$ （以下、単に「複素粘度の温度勾配 $\Delta|\eta^*|$ 」ともいう）が0.1Pa・s/℃以下である。

なお、本実施形態の潤滑油組成物で用いられる基油が混合油である場合、当該混合油が要件（III）を満たすものであることが好ましい。

【0028】

要件（III）に記載の「歪み量」は、0.1～100%の範囲で、温度に応じて適宜設定される値である。

また、上記の「複素粘度の温度勾配 $\Delta|\eta^*|$ 」は、-10℃における複素粘度 η^* の値と、-25℃における複素粘度 η^* の値とを、それぞれ独立に、もしくは、-10℃から-25℃又は-25℃から-10℃まで温度を連続的に変化させながら測定し、当該値を温度-複素粘度の座標平面においた際、-10℃と-25℃の2点間における複素粘度の単位あたりの変化量（傾きの絶対値）を示す値である。より具体的には、下記計算式（f1）から算出される値を意味する。

・計算式（f1）：複素粘度の温度勾配 $\Delta|\eta^*| = |([-25℃における複素粘度\eta^*] - [-10℃における複素粘度\eta^*]) / (-25 - (-10))|$

つまり、要件（III）で規定する「複素粘度の温度勾配 $\Delta|\eta^*|$ 」は、温度を低下させた経時変化を基油の低温特性として示している。

【0029】

ところで、鉱油には、ワックス分が含まれているため、鉱油の温度を徐々に低下させていくと、鉱油中のワックス分が析出し、ゲル状構造を形成する。なお、ワックス分は、パラフィン等の構造によって、析出してくる温度が異なる。このワックス分のゲル状構造は、壊れ易いため、機械的な作用で、鉱油の粘度が変化してしまう。従来、使用されている低温粘度特性のパラメータは、このようなワックス分の析出を考慮したものではなかった。

それに対して、要件（III）で規定する「複素粘度の温度勾配 $\Delta|\eta^*|$ 」は、鉱油中に含まれるワックス分の析出速度を加味し、ワックス分の析出に伴う摩擦係数の変化を考慮した、鉱油の低温粘度特性をより示す正確に評価し得る指標である。よって、要件（III）は、実質的には基油として鉱油が含まれる場合に適用される要件であるといえる

。

【0030】

要件（ⅠⅠⅠ）を満たす基油は、複素粘度の温度勾配 $\Delta|\eta^*|$ が $0.1\text{ Pa}\cdot\text{s}/^\circ\text{C}$ 以下であり、ワックス分の析出速度を速くならないように調整されているため、摩擦係数の上昇を引き起こし難く、より低粘度でありつつも、粘度の温度依存性がより低いものとなる。そのため、当該基油を用いることで、本実施形態の潤滑油組成物は、省燃費性に優れ、粘度の温度依存性がより小さいものとなる。

【0031】

上記観点から、要件（ⅠⅠⅠ）で規定する複素粘度の温度勾配 $\Delta|\eta^*|$ は、好ましくは $0.08\text{ Pa}\cdot\text{s}/^\circ\text{C}$ 以下、より好ましくは $0.05\text{ Pa}\cdot\text{s}/^\circ\text{C}$ 以下、更に好ましくは $0.02\text{ Pa}\cdot\text{s}/^\circ\text{C}$ 以下、更に好ましくは $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}/^\circ\text{C}$ 以下、より更に好ましくは $0.005\text{ Pa}\cdot\text{s}/^\circ\text{C}$ 以下、特に好ましくは $0.0030\text{ Pa}\cdot\text{s}/^\circ\text{C}$ 以下である。

10

また、要件（ⅠⅠⅠ）で規定する複素粘度の温度勾配 $\Delta|\eta^*|$ は、下限値については特に制限は無いが、好ましくは $0.0001\text{ Pa}\cdot\text{s}/^\circ\text{C}$ 以上、より好ましくは $0.0005\text{ Pa}\cdot\text{s}/^\circ\text{C}$ 以上、更に好ましくは $0.0010\text{ Pa}\cdot\text{s}/^\circ\text{C}$ 以上である。

【0032】

（鉱油の調製例）

要件（Ⅰ）及び（ⅠⅠ）、好ましくは要件（ⅠⅠⅠ）を満たす鉱油は、原料となる原料油の選択と、原料油を用いた鉱油の製造方法に関して、以下に示す事項を適宜考慮することで、容易に調製することができる。つまり、本実施形態の潤滑油組成物で用いられる基油は、以下に示す原料油を、以下に示す精製処理を施して得られた鉱油であることが好ましい。

20

なお、以下の事項は、調製法の一例であって、これら以外の事項を考慮することによっても調製可能である。

【0033】

（原料油の選択）

原料油としては、例えば、パラフィン系鉱油、中間系鉱油、ナフテン系鉱油等の原油を常圧蒸留して得られる常圧残油；当該常圧残油を減圧蒸留して得られる留出油；当該留出油を、溶剤脱れき、溶剤抽出、水素化仕上げ、溶剤脱ろう、接触脱ろう、異性化脱ろう、減圧蒸留等の精製処理の一つ以上の処理を施した鉱油又はワックス（GTLワックス等）等が挙げられる。

30

これらの原料油は、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【0034】

前記原料油は、要件（Ⅰ）で規定する程度に低粘度化しつつも、温度による粘度依存性が低く、かつ、要件（ⅠⅠ）で規定するような高引火点の鉱油に調製する観点から、軽油留分を含むことが好ましく、重質軽油を水素化分解して得られた軽油留分を含むことがより好ましい。

【0035】

前記原料油の 40°C における動粘度は、好ましくは $4.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $6.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下、より好ましくは $4.2\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $5.8\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下、更に好ましくは $4.4\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $5.6\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下である。

40

前記原料油の 100°C における動粘度は、好ましくは $1.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $2.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下、より好ましくは $1.2\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $1.9\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下、更に好ましくは $1.4\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $1.85\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下である。

前記原料油の引火点としては、通常 70°C 以上 140°C 未満である。

【0036】

ASTM D-3238環分析（n-d-M法）に準拠して測定した、前記原料油のパラフィン分（ $\%C_P$ ）、芳香族分（ $\%C_A$ ）及びナフテン分（ $\%C_N$ ）としては、要件（Ⅰ）で規定する程に低粘度化しつつも、温度による粘度依存性が低い鉱油に調製する観点

50

から、以下に示す範囲であることが好ましい。

- ・パラフィン分（ $\%C_P$ ）：好ましくは60以上、より好ましくは65以上、更に好ましくは68以上、より更に好ましくは70以上である。また、上限としては、好ましくは80以下であり、より好ましくは79以下であり、更に好ましくは78以下である。
- ・芳香族分（ $\%C_A$ ）：好ましくは10.0以下、より好ましくは5.0以下、更に好ましくは4.4以下、より更に好ましくは4.2以下である。
- ・ナフテン分（ $\%C_N$ ）：好ましくは10以上40以下、より好ましくは13以上35以下、更に好ましくは16以上32以下、より更に好ましくは20以上32以下である。

【0037】

A S T M D 2 7 8 6 及び G C - F I D 法に準拠して測定した、前記原料油のアロマ分、ナフテン分、*n*-パラフィン分、及びイソパラフィン分の全量100体積%に対する、各成分が占める割合としては、要件（I）で規定する程度に低粘度化しつつも、温度による粘度依存性が低い鉱油に調製する観点から、以下に示す範囲であることが好ましい。

・上記「アロマ分」は、芳香族環を有する炭化水素化合物の総称を意味し、好ましくは25体積%以下、より好ましくは15体積%以下、更に好ましくは10体積%以下である。また、下限としては、好ましくは1体積%以上であり、より好ましくは1.5体積%以上であり、更に好ましくは2体積%以上である。

・上記「ナフテン分」は、飽和環状炭化水素化合物の総称を意味し、好ましくは70体積%以下、より好ましくは60体積%以下、更に好ましくは50体積%以下である。また、下限としては、好ましくは10体積%以上であり、より好ましくは12体積%以上であり、更に好ましくは15体積%以上である。

・上記「*n*-パラフィン分」は、直鎖状飽和炭化水素化合物の総称を意味し、好ましくは1体積%以上50体積%以下、より好ましくは4体積%以上30体積%以下、更に好ましくは6体積%以上15体積%以下である。

・上記「イソパラフィン分」は、分岐状飽和炭化水素化合物の総称を意味し、好ましくは8体積%以上、より好ましくは25体積%以上、更に好ましくは30体積%以上である。また、上限としては、好ましくは70体積%以下であり、より好ましくは68体積%以下であり、更に好ましくは65体積%以下である。

【0038】

J I S K 2 2 4 9 に準拠した蒸留試験によって測定される、前記原料油の10%留出温度は、好ましくは250℃以上、より好ましくは260℃以上、更に好ましくは270℃以上、より更に好ましくは275℃以上であり、また、通常290℃以下である。

また、上記蒸留試験によって測定される、前記原料油の90%留出温度は、好ましくは320℃以上、より好ましくは350℃以上、更に好ましくは355℃以上、より更に好ましくは360℃以上、特に好ましくは366℃以上であり、また、通常400℃以下である。

原料油の10%留出温度及び90%留出温度が上記範囲であることで、要件（I I）で規定するような高引火点の基油を調製することができる。

【0039】

前記原料油の質量平均分子量（ M_w ）は、好ましくは150以上450以下、より好ましくは180以上400以下、更に好ましくは200以上350以下である。質量平均分子量（ M_w ）が上記範囲にあること、及び*n*-パラフィン分及びイソパラフィン分が上記範囲にあることにより、高引火点の基油をより容易に調製することができる。

なお、本明細書において、原料油の質量平均分子量（ M_w ）は、A S T M D 2 5 0 2 に準拠して測定された値を意味する。

【0040】

前記原料油の40℃及び100℃における動粘度としては、上述の通り、要件（I）で規定する範囲と大きな差異は無い。

ただし、上記のような低粘度の原料油の引火点は、通常140℃未満であり、要件（I I）を満たすものではない。また、当該原料油の要件（I I I）で規定する複素粘度の温

10

20

30

40

50

度勾配 $\Delta|\eta^*|$ も高くなりやすく、低温粘度特性の点でも問題がある。

一方で、本実施形態の潤滑油組成物で用いられる鉱油は、このような原料油を用いつつも、以下に示すような精製処理を施すことによって、高引火点であり、かつ、低粘度でありつつも粘度の温度依存性を低く抑え、低温粘度特性に優れたものとしている。

【0041】

(鉱油の製造方法)

本実施形態の潤滑油組成物で用いられる鉱油は、上記原料油に対して、精製処理を施して得られたものであることが好ましい。なお、使用する原料油の種類に応じて、精製処理の種類や精製条件は適宜設定されることが好ましい。

精製処理としては、少なくとも水素化異性化脱ろう処理を含むことが好ましく、水素化異性化脱ろう処理及び水素化仕上げ処理を含むことがより好ましい。

10

【0042】

つまり、本実施形態の潤滑油組成物で用いられる鉱油は、水素化異性化脱ろう処理を経て得られたものであることが好ましく、水素化異性化脱ろう処理の後に、さらに水素化仕上げ処理を経て得られたものであることがより好ましい。

以下、「水素化異性化脱ろう処理」及び「水素化仕上げ処理」について説明する。

【0043】

(水素化異性化脱ろう処理)

水素化異性化脱ろう処理は、上述の通り、原料油中に含まれる直鎖パラフィンに分岐鎖のイソパラフィンへとする異性化を目的に行われる精製処理である。

20

また、水素化異性化脱ろう処理によって、芳香族分を開環させパラフィン分としたり、硫黄分や窒素分等の不純物の除去等も行うこともできる。

この水素化異性化処理によって、分岐鎖のイソパラフィンの割合が多くなり、温度による粘度依存性が低く、高引火点の鉱油に調製することができる。

【0044】

また、原料油中の直鎖パラフィンの存在については、要件(I I I)で規定する複素粘度の温度勾配 $\Delta|\eta^*|$ の値を大きくする要因の一つとなる。そのため、本処理では、直鎖パラフィンを分岐鎖のイソパラフィンへと異性化をし、複素粘度の温度勾配 $\Delta|\eta^*|$ の値を低く調整することが好ましい。

他に、本処理を行うことで、鉱油の流動点を低下させることもできるため、低温粘度特性をより向上させた鉱油を得ることができる。

30

【0045】

水素化異性化脱ろう処理は、水素化異性化脱ろう触媒の存在下で行われることが好ましい。

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

【0046】

水素化異性化脱ろう処理における水素分圧としては、要件(I I I)を満たす鉱油とする観点から、好ましくは2.0MPa以上25MPa以下、より好ましくは2.5MPa以上22MPa以下、更に好ましくは3.0MPa以上10MPa以下、より更に好ましくは3.5MPa以上6MPa以下である。

40

【0047】

水素化異性化脱ろう処理における反応温度としては、要件(I I)及び(I I I)を満たす鉱油とする観点から、一般的な水素化異性化脱ろう処理での反応温度よりも高めに設定されることが好ましく、具体的には、好ましくは250℃以上400℃以下、より好ましくは275℃以上380℃以下、更に好ましくは280℃以上370℃以下、より更に好ましくは285℃以上360℃以下である。

当該反応温度が高温であることで、直鎖パラフィンを分岐鎖のイソパラフィンへ異性化

50

を促進させることができ、要件（I I）及び（I I I）を満たす基油の調製が容易となる。

【0048】

また、水素化異性化脱ろう処理における液時空間速度（LHSV）としては、要件（I I I）を満たす基油とする観点から、好ましくは 5.0 hr^{-1} 以下、より好ましくは 3.0 hr^{-1} 以下、更に好ましくは 2.0 hr^{-1} 以下、より更に好ましくは 1.5 hr^{-1} 以下である。

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

【0049】

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

【0050】

（水素化仕上げ処理）

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

【0051】

水素化仕上げ処理は、水素化触媒の存在下で行われることが好ましい。

水素化触媒としては、例えば、シリカ／アルミナ、アルミナ等の非晶質担体、ゼオライト等の結晶質担体に、ニッケル（Ni）／タングステン（W）、ニッケル（Ni）／モリブデン（Mo）、コバルト（Co）／モリブデン（Mo）等の金属酸化物、白金（Pt）や鉛（Pd）等の貴金属を担持した触媒が挙げられる。

【0052】

水素化仕上げ処理における水素分圧としては、要件（I I I）を満たす鉱油とする観点から、一般的な水素化処理での圧力よりも高めに設定されることが好ましく、具体的には、好ましくは 16 MPa 以上、より好ましくは 17 MPa 以上、更に好ましくは 18 MPa 以上であり、また上限は、好ましくは 30 MPa 以下、より好ましくは 22 MPa 以下である。

【0053】

水素化仕上げ処理における反応温度としては、要件（I I I）を満たす鉱油とする観点から、好ましくは 200°C 以上 400°C 以下、より好ましくは 250°C 以上 350°C 以下、更に好ましくは 280°C 以上 330°C 以下である。

【0054】

水素化仕上げ処理における液時空間速度（LHSV）としては、要件（I I I）を満たす鉱油とする観点から、好ましくは 5.0 hr^{-1} 以下、より好ましくは 2.0 hr^{-1} 以下、更に好ましくは 1.0 hr^{-1} 以下であり、また、生産性の観点から、好ましくは 0.1 hr^{-1} 以上、より好ましくは 0.2 hr^{-1} 以上、更に好ましくは 0.3 hr^{-1} 以上である。

【0055】

水素化仕上げ処理における水素ガスの供給割合としては、供給する油分（水素化異性化脱ろう処理が施された生成油）1キロリットルに対して、好ましくは 100 Nm^3 以上 $2,000 \text{ Nm}^3$ 以下、より好ましくは 200 Nm^3 以上 $1,500 \text{ Nm}^3$ 以下、更に好ましくは 250 Nm^3 以上 $1,100 \text{ Nm}^3$ 以下である。

【0056】

（後処理）

上述の精製処理の終了後、得られた生成油に対して、減圧蒸留を施し、 40°C における動粘度が要件（I）で規定の範囲となる留分を回収することで、本実施形態の潤滑油組成物で用いられる鉱油を得ることができる。

ここで得られる鉱油は、要件（Ⅰ）で規定するように低粘度化されつつも、高引火点を有するものである。

なお、減圧蒸留の諸条件（圧力、温度、時間等）としては、得られる鉱油の40℃及び100℃における動粘度が、要件（Ⅰ）で規定の範囲内となるように、適宜調整される。

【0057】

（合成油）

本実施形態の潤滑油組成物は、基油として合成油を含んでいてもよい。

合成油としては、例えば、 α -オレフィン単独重合体、又は α -オレフィン共重合体（例えば、エチレン- α -オレフィン共重合体等の炭素数8~14の α -オレフィン共重合体）等のポリ α -オレフィン；イソパラフィン；ポリオールエステル、二塩基酸エステル（例えば、ジトリデシルグルタレート等）、三塩基酸エステル（例えば、トリメリット酸2-エチルヘキシル）、リン酸エステル等の各種エステル；ポリフェニルエーテル等の各種エーテル；ポリアルキレングリコール；アルキルベンゼン等が挙げられる。

【0058】

（基油の含有量）

本実施形態の潤滑油組成物における基油の含有量は、組成物全量基準で通常60質量%以上、好ましくは70質量%以上、より好ましくは80質量%以上である。また、上限としては、通常100質量%未満、好ましくは99質量%以下、より好ましくは98質量%以下、更に好ましくは97質量%以下である。

【0059】

本実施形態において、基油が、要件（Ⅰ）及び（ⅠⅠ）、好ましくは要件（ⅠⅠⅠ）を満たす基油（以後、「基油A」と称する場合がある。）と、要件（Ⅰ）及び（ⅠⅠ）を満たさない基油（以後、「基油B」と称する場合がある。）とを含む混合油の場合、基油全量中の基油Aの含有量は、基油が要件（Ⅰ）及び（ⅠⅠ）を満たしていれば特に制限はないが、20質量%以上が好ましく、25質量%以上がより好ましく、30質量%以上が更に好ましく、また上限は、100質量%未満であればよい。

なお、本実施形態の潤滑油組成物は、後述するように、ポリメタクリレートのほか、他の添加剤を含むことがあるが、これらの添加剤は希釈油とともに提供されることがあり、そのまま用いる場合がある。このような場合、希釈油の含有量は、上記基油の含有量において考慮するものとする。

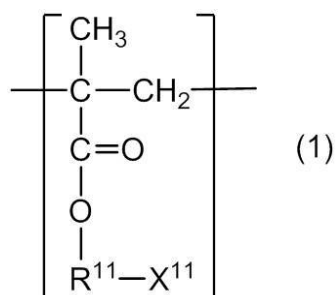
【0060】

〔ポリメタクリレート〕

本実施形態の潤滑油組成物に含まれるポリメタクリレートは、下記一般式（1）で表される構造単位を有するものであり、分子中に酸素原子を含む官能基を有するものである。本実施形態において、このポリメタクリレートを含まないと、高い粘度指数と高いせん断安定性とを両立することができず、また低粘度化を図ることによる省燃費性が得られない。

【0061】

【化3】



【0062】

一般式（1）中、 R^{11} は炭素数24以上40以下の脂肪族炭化水素基を示し、 X^{11} は酸素原子を含む官能基を示す。ここで、 R^{11} の炭素数が23以下では高い粘度指数が

10

20

30

40

50

得られず、一方、炭素数が 41 以上では高いせん断安定性が得られない。

R^{11} の炭素数 24 以上 40 以下の脂肪族炭化水素基としては、アルキレン基、アルケニレン基等が挙げられ、より高い粘度指数と高いせん断安定性との両立を図る観点から、アルキレン基が好ましい。直鎖状、分岐状、環状のいずれであってもよいが、より高い粘度指数と高いせん断安定性との両立を図る観点から、直鎖状、分岐状のものが好ましい。また、同様の観点から、炭素数は 26 以上が好ましく、28 以上がより好ましく、30 以上が更に好ましく、また上限としては、40 以下であればよい。

【0063】

炭素数 24 以上 40 以下のアルキレン基としては、例えば、*n*-テトラコシレン基、イソテトラコシレン基、及びこれらの異性体等の各種テトラコシレン基（以下、直鎖状、分岐状、及びこれらの異性体までを含めた所定炭素数を有する官能基のことを各種官能基と略記することがある。）、各種ペンタコシレン基、各種ヘキサコシレン基、各種ヘプタコシレン基、各種オクタコシレン基、各種ノナコシレン基、各種トリアコンチレン基、各種ヘントリアコンチレン基、各種ドトリアコンチレン基、各種トリトリアコンチレン基、各種テトラトリアコンチレン基、各種ペンタトリアコンチレン基、各種ヘキサトリアコンチレン基、各種ヘプタトリアコンチレン基、各種オクタトリアコンチレン基、各種ノナトリアコンチレン基、各種テトラコンチレン基等が挙げられる。

また、炭素数 24 以上 40 以下のアルケニレン基としては、上記アルキレン基から水素原子を 2 つ除いたものが例示される。

【0064】

一般式 (1) 中、 X^{11} は酸素原子を含む官能基である。酸素原子を含む官能基ではない場合、高い粘度指数と高いせん断安定性が得られない。より高い粘度指数と高いせん断安定性との両立を図る観点から、ヒドロキシ基、アルコキシ基、アルデヒド基、カルボキシ基、エステル基、ニトロ基、アミド基、カーバメート基、スルホ基等が好ましく挙げられ、ヒドロキシ基、アルコキシ基がより好ましく、ヒドロキシ基が更に好ましい。

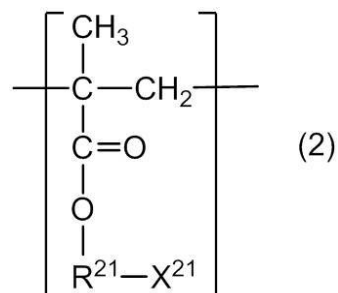
ここで、アルコキシ基としては、炭素数 1 以上 30 以下のアルキル基を含むものが好ましい。炭素数 1 以上 30 以下のアルキル基としては、上記一般式 (1) 中の R^{11} 、下記一般式 (2) 中の R^{21} として例示されるアルキレン基に水素原子を 1 つ加えて 1 価としたものが例示される。

【0065】

また、本実施形態で用いられるポリメタクリレートとしては、上記一般式 (1) で表される構造単位を有するものであれば、下記一般式 (2) で表される他の構造単位を有していてもよい。

【0066】

【化 4】



【0067】

一般式 (2) 中、 R^{21} は炭素数 1 以上 40 以下の 2 価の脂肪族炭化水素基を示し、 X^{21} は 1 価の官能基を示す。

【0068】

R^{21} の炭素数 1 以上 40 以下の 2 価の脂肪族炭化水素基としては、上記の R^{11} として例示した炭素数 24 以上 40 以下の脂肪族炭化水素基に加えて、炭素数 1 以上 23 以下の 2 価の脂肪族炭化水素基も挙げられる。炭素数 1 以上 23 以下の 2 価の脂肪族炭化水素

基としては、高い粘度指数と高いせん断安定性との両立を図りやすくする観点から、アルキレン基、アルケニレン基が好ましく挙げられ、アルキレン基がより好ましい。アルキレン基としては、直鎖状、分岐状のいずれであってもよく、炭素数は1以上30以下がより好ましい。

【0069】

炭素数1以上23以下のアルキレン基としては、メチレン基、1, 1-エチレン基、1, 2-エチレン基、1, 3-プロピレン基、1, 2-プロピレン基、2, 2-プロピレン基等の各種プロピレン基、各種ブチレン基、各種ペンチレン基、各種ヘキシレン基、各種ヘプチレン基、各種オクチレン基、各種ノニレン基、各種デシレン基、各種ウンデシレン基、各種ドデシレン基、各種トリデシレン基、各種テトラデシレン基、各種ペンタデシレン基、各種ヘキサデシレン基、各種ヘプタデシレン基、各種オクタデシレン基、各種ノナデシレン基、各種イコシレン基、各種ヘンイコシレン基、各種ドコシレン基、各種トリコシレン基等が挙げられる。

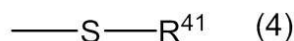
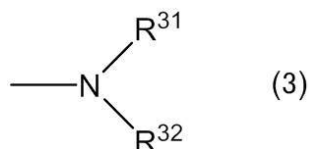
また、炭素数2以上23以下のアルケニレン基としては、上記アルキレン基から水素原子を2つ除いたものが例示される。

【0070】

X^{21} の1価の官能基としては、例えば、フェニル基、ベンジル基、トリル基、キシリル基等のアリール基、フラニル基、チオフェニル基、ピリジニル基、カルバゾリル基等のヘテロ環基、下記一般式(3)及び(4)で示されるヘテロ原子を含む有機基、また R^{21} の炭素数が1以上23以下のときは、これらの1価の官能基に加えて、上記 X^{11} として例示した酸素原子を含む官能基等も挙げられる。

【0071】

【化5】



【0072】

一般式(3)及び(4)中、 R^{31} 、 R^{32} 及び R^{41} は各々独立に、水素原子、炭素数1以上30以下の1価の脂肪族炭化水素基を示す。1価の脂肪族炭化水素基としては、より高い粘度指数と高いせん断安定性との両立を図る観点から、アルキル基、アルケニル基等が好ましく挙げられ、アルキル基がより好ましい。アルキル基としては、上記一般式(1)中の R^{11} 、下記一般式(2)中の R^{21} として例示されるアルキレン基に水素原子を1つ加えて1価としたものが例示される。また、 R^{31} 、 R^{32} 及び R^{41} のアルケニル基としては、アルキル基から水素原子を2つ除いたものが例示される。

【0073】

本実施形態で用いられるポリメタクリレートは、上記一般式(1)で表される構造単位を有していれば、該構造単位の割合は特に制限はないが、より高い粘度指数と高いせん断安定性との両立を図る観点から、該一般式(1)で表される構造単位と、例えば、上記の他の構造単位等の該一般式(1)で表される構造単位以外の構造単位(例えば、上記一般式(2)で表される構造単位)との共重合比は、10:90~90:10が好ましく、20:80~80:20がより好ましく、30:70~70:30が更に好ましい。

【0074】

ポリメタクリレートの質量平均分子量(Mw)は、5,000以上が好ましく、15,000以上がより好ましく、20,000以上が更に好ましく、25,000以上が特に好ましい。また、上限としては、100,000以下が好ましく、80,000以下がよ

り好ましく、70,000以下が更に好ましく、55,000以下が特に好ましい。ポリメタクリレートの質量平均分子量(Mw)が上記範囲であることにより、機械的せん断力による粘度指数向上性能の低下を抑制し、より高い粘度指数と高いせん断安定性との両立を図ることができ、また低粘度化によるより優れた省燃費性も得られる。

【0075】

ここで、ポリメタクリレートの質量平均分子量(Mw)は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー(GPC)法により測定し、ポリスチレンを用いて作成した検量線から求めることができる。例えば、上記各ポリマーの質量平均分子量は、以下のGPC法により、ポリスチレン換算値として算出することができる。

<GPC測定装置>

- ・カラム：TOSO GMHHR-H(S)HT
- ・検出器：液体クロマトグラム用RI検出器 WATERS 150C

<測定条件等>

- ・溶媒：1,2,4-トリクロロベンゼン
- ・測定温度：145℃
- ・流速：1.0ミリリットル/分
- ・試料濃度：2.2mg/ミリリットル
- ・注入量：160マイクロリットル
- ・検量線：Universal Calibration
- ・解析プログラム：HT-GPC(Ver, 1.0)

【0076】

ポリメタクリレートの含有量は、組成物全量基準で、通常1質量%以上であり、3質量%以上が好ましく、5質量%以上がより好ましく、6質量%以上が更に好ましく、また上限としては、通常20質量%以下であり、18質量%以下が好ましく、15質量%以下がより好ましく、12質量%以下が更に好ましい。ポリメタクリレートの含有量を上記範囲とすることにより、より高い粘度指数と高いせん断安定性との両立を図ることができる。なお、ポリメタクリレートは希釈油を伴った形態で用いられることがあるが、この場合、ポリメタクリレートの含有量は、希釈油を除いたポリメタクリレートの含有量である。また、希釈油としては、基油として用い得るものとして例示した上記鉱油、合成油等から適宜選択して用いることができる。

【0077】

[その他添加剤]

本実施形態の潤滑油組成物は、本発明の効果を損なわない範囲で、必要に応じて、さらに一般的に用いられる潤滑油用添加剤を、その他添加剤として含有してもよい。

このような潤滑油用添加剤としては、上記のポリメタクリレートと重複しない範囲で、例えば、流動点降下剤、金属系清浄剤、分散剤、耐摩耗剤、極圧剤、酸化防止剤、消泡剤、摩擦調整剤、防錆剤、金属不活性化剤等が挙げられる。また、上記の添加剤としての機能を複数有する化合物(例えば、耐摩耗剤及び極圧剤としての機能を有する化合物)を用いてもよい。

なお、当該潤滑油用添加剤として、複数の添加剤を含有する市販品の添加剤パッケージを用いてもよい。

さらに、上記の添加剤は、単独で又は2種以上を併用してもよい。

【0078】

上記各添加剤の含有量は、本発明の効果を損なわない範囲内で、添加剤の種類に応じて、適宜調整することができる。添加剤を含有する場合は、組成物全量基準で、通常0.1質量%以上15質量%以下であり、0.2質量%以上が好ましく、0.3質量%以上がより好ましく、0.5質量%以上が更に好ましく、また上限は、14質量%以下が好ましく、12質量%以下がより好ましく、10質量%以下が更に好ましい。

【0079】

[潤滑油組成物の性状]

本実施形態の潤滑油組成物の100℃動粘度は、好ましくは $1\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $10\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下、より好ましくは $2\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $8\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下、更に好ましくは $3\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $7\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下である。本実施形態の潤滑油組成物の40℃動粘度は、 $5\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $25\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下が好ましく、 $8\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $23\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下がより好ましく、 $10\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $20\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下が更に好ましい。潤滑油組成物の動粘度が上記範囲内であると、より高い粘度指数と高いせん断安定性との両立を図ることができ、低粘度化によるより高い省燃費性が得られる。また、これと同様の観点から、本実施形態の潤滑油組成物の粘度指数は、280以上が好ましく、300以上がより好ましく、310以上が更に好ましい。

このように、本実施形態の潤滑油組成物は粘度指数が高いことから、低温及び高温において適度な粘度を有した優れた潤滑性能を発現し得るものとなり、また全体的に低粘度化が図られているため、優れた省燃費性も発現するものとなる。

【0080】

本実施形態の潤滑油組成物は、40℃動粘度変化率が、好ましくは5%以下であり、より好ましくは4%以下であり、更に好ましくは3%以下であり、特に好ましくは2.5%以下である。40℃動粘度変化率は、超音波処理前後の動粘度の変化を示すせん断安定性の指標となるものであり、その変化率が小さいほど、超音波処理の影響が低く、せん断安定性が高いといえる。本実施形態の潤滑油組成物は、上記のように動粘度変化率が小さく、高いせん断安定性を発現するものである。また、本実施形態の潤滑油組成物は、100℃動粘度変化率は、好ましくは5%以下であり、より好ましくは4%以下であり、更に好ましくは3.5%以下である。なお、本明細書において、40℃及び100℃の動粘度変化率は、実施例に記載の方法により測定、算出された値である。

このように、本実施形態の潤滑油組成物は、低温及び高温において、動粘度変化率が小さく、いかなる環境下においても高いせん断安定性を発現するものである。

【0081】

本実施形態の潤滑油組成物の-40℃におけるブルックフィールド粘度は、好ましくは $1900\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下であり、より好ましくは $1800\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下であり、更に好ましくは $1700\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下である。なお、本明細書において、-40℃におけるブルックフィールド粘度は、実施例に記載の方法により測定した値である。

このように、本実施形態の潤滑油組成物は、ブルックフィールド粘度が低くなるため、低温流動性に優れたものとなり、低温環境下であっても、優れた潤滑性能を発現するものである。

【0082】

〔潤滑油組成物の用途〕

本実施形態の潤滑油組成物は、高い粘度指数と高いせん断安定性とを両立し、低粘度化による省燃費性を有するものである。そのため、本実施形態の潤滑油組成物は、例えば、ガソリン自動車、ハイブリッド自動車、電気自動車等に搭載される手動変速機、自動変速機、無段変速機等の変速機用として好適に用いられる。中でも、本実施形態の潤滑油組成物の特徴をより有効活用する観点から、特に機械的せん断力が加わる無段変速機用の潤滑油組成物として好適に用いられる。また、他の用途、例えば、内燃機関、油圧機械、タービン、圧縮機、工作機械、切削機械、歯車（ギヤ）、流体軸受け、転がり軸受けを備える機械等にも好適に用いられる。

【0083】

〔潤滑油組成物の製造方法〕

本実施形態の潤滑油組成物の製造方法は、40℃における動粘度が $4.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $6.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 未満であり、100℃における動粘度が $1.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $2.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 未満であり、かつ、引火点が140℃以上である基油と、上記一般式(1)で表されるポリメタクリレートとを配合する工程を有するものであり、該製造方法により、40℃における動粘度が $4.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $6.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 未満であり、100℃における動粘度が $1.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $2.0\text{ mm}^2/\text{s}$ 未満であり、かつ、引火点が14

0℃以上である基油と、上記一般式(1)で表される構造単位を有するポリメタクリレートを含む潤滑油組成物、すなわち本実施形態の潤滑油組成物が得られる。

本実施形態の潤滑油組成物の製造方法で用いられる基油、ポリメタクリレートは、上述の通りである。また、得られる潤滑油組成物も上述の通りである。

【0084】

本実施形態の潤滑油組成物の製造方法において、上記基油とポリメタクリレートとを配合した後、公知の方法により攪拌して、該基油中にポリメタクリレートを均一に分散させる工程を有することが好ましい。また、その他添加剤を用いる場合は、上記基油とポリメタクリレートとを同時に配合すればよい。

【0085】

10

〔変速機〕

本実施形態の変速機は、本実施形態の潤滑油組成物を用いたものである。本実施形態の変速機は、高い粘度指数と高いせん断安定性とを両立し、低粘度化による省燃費性を有する潤滑油組成物を用いていることから、ガソリン自動車、ハイブリッド自動車、電気自動車等に搭載される手動変速機、自動変速機、無段変速機等の変速機に好適に用いられる。中でも、本実施形態の潤滑油組成物の特徴をより有効活用する観点から、特に機械的せん断力が加わる無段変速機に好適に用いられる。

【実施例】

【0086】

次に、本発明を実施例により、さらに詳細に説明するが、本発明は、これらの例によってなんら限定されるものではない。

20

【0087】

実施例1、2、比較例1、2

表1に示す配合処方(質量%)に基づき、潤滑油組成物を調製した。得られた潤滑油組成物について、以下の方法により性状を測定し、また各種試験を行い、その物性を評価した。評価結果を表1に示す。

【0088】

潤滑油組成物の性状の測定、及び評価は以下の方法で行った。

(1) 動粘度

JIS K2283:2000に準拠し、40℃、100℃における動粘度を測定した

30

(2) 粘度指数(VI)

JIS K2283:2000に準拠して測定した。

(3) 引火点

JIS K2265に準拠し、クリーブランド開放式(COC)法により測定した。

(4) 15℃における密度

JIS K2249に準拠して測定した。

(5) 動粘度変化率の算出

潤滑油組成物に対して、JASO M347-95に準拠し、超音波を60分間照射して得られた超音波処理品、及び超音波処理前の潤滑油組成物について、JIS K2283:2000に準拠して40℃動粘度(v_1 、 v_0)を測定したときの、低下率($(v_0 - v_1) / v_0 \times 100$)を算出し、40℃動粘度変化率とした。また、40℃動粘度の代わりに100℃動粘度も測定し、100℃動粘度変化率も算出した。

40

(6) ブルックフィールド粘度

ASTM D2983-09に準拠して、-40℃でのブルックフィールド粘度を測定した。

【0089】

【表 1】

表1

		実施例		比較例	
		1	2	1	2
基油A	質量%	71.14	—	—	—
基油B	質量%	—	71.34	—	—
基油C	質量%	—	—	73.54	—
基油D	質量%	—	—	—	76.54
ポリメタクリレート	質量%	21.40	21.20	19.00	16.00
その他添加剤	質量%	7.46	7.46	7.46	7.46
合計	質量%	100.00	100.00	100.00	100.00
超音波処理前					
40℃動粘度	mm ² /s	14.71	14.57	16.32	18.04
100℃動粘度	mm ² /s	5.01	4.94	5.01	5.02
粘度指数	—	320	317	267	231
密度 (15℃)	g/cm ³	0.848	0.845	0.851	0.833
超音波処理後					
40℃動粘度	mm ² /s	14.44	14.27	16.07	17.85
100℃動粘度	mm ² /s	4.86	4.79	4.91	4.92
40℃動粘度変化率	%	1.84	2.06	1.53	1.05
100℃動粘度変化率	%	2.95	3.10	2.01	1.85
ブルックフィールド粘度	mPa・s	1450	1630	2452	1961

【0090】

本実施例で用いた表 1 に示される各成分の詳細は以下のとおりである。ここで、潤滑油組成物の 100℃動粘度を概ね 5 mm²/s 程度とすることも考慮し、基油、ポリメタクリレート、その他添加剤の含有量を調整した。

・基油 A、B、C 及び D は、以下表 2 に示される性状を有する鉱油である。

【0091】

【表 2】

表2

基油の種類		A	B	C	D
		—	—	60N鉱油	70N鉱油
40℃動粘度	mm ² /s	5.41	4.84	9.90	12.50
100℃動粘度	mm ² /s	1.79	1.67	2.70	3.10
引火点	℃	156	150	160	190
複素粘度の温度勾配 Δ η*	Pa・s/℃	0.0022	0.0016	—	—
アニン点	℃	95.6	94.8	—	—
密度(15℃)	g/cm ³	0.821	0.817	—	—
芳香族分(%C _A)	—	1.0	0.5	—	—
ナフテン分(%C _N)	—	29.7	27.3	—	—
パラフィン分(%C _P)	—	69.3	72.2	—	—

【0092】

・ポリメタクリレート：分子中に酸素原子を含む官能基を有するポリメタクリレート（一般式（1）中、R¹として炭素数 24 以上 40 以下のアルキル基から選ばれる少なくとも 1 種を有し、かつ X¹がヒドロキシ基である構造単位を含む。）、質量平均分子量：35,000、希釈油込みの総量に対するポリメタクリレート含有量：50 質量%（実施例 1、2、比較例 1 及び 2 におけるポリメタクリレート単体の含有量（質量%）：10、70、10、60、9、50、8、00）

・その他添加剤：（添加剤パッケージ）摩擦防止剤（トリクレジルホスフェート、硫黄系）、摩擦調整剤（脂肪酸エステル）、分散剤（ポリブテニルコハク酸イミド）、金属不活

性化剤（チアジアゾール系）、消泡剤（シリコン系）を含有。

【0093】

表1の結果により、実施例1及び2の潤滑油組成物は、粘度指数が320、317といずれも280以上の極めて高いものであり、また、40℃動粘度変化率が1.84%、2.06%、100℃動粘度変化率が2.95%、3.10%と、動粘度変化率がいずれも小さく、機械的せん断力による粘度指数向上性能の低下を抑制し得るものであることから、高い粘度指数と高いせん断安定性との両立が図られた組成物であることが確認された。さらに、実施例1及び2の潤滑油組成物は、40℃動粘度が14.71mm²/s、14.57mm²/sであり、100℃動粘度が5.01mm²/s、4.94mm²/sと、低温及び高温において全体的に低粘度化が図られており、優れた省燃費性を発現し得るものであることも確認された。また、-40℃のブルックフィールド粘度は1450mPa・s、1630mPa・sと1900mPa・s以下であり、低温環境下であっても、優れた潤滑性能を発現する組成物であることが確認された。

10

一方、基油として60N鉱油を用いた比較例1、70N鉱油を用いた比較例2の潤滑油組成物は、40℃動粘度変化率、100℃動粘度変化率が実施例のものより優れている点もあるが、粘度指数は267、231といずれも低く、40℃動粘度、100℃動粘度の数値も全体的に実施例のものに比べて大きいことから、高い粘度指数と高いせん断安定性との両立が図られた組成物とはいえ、また低粘度化が図られた組成物ともいえないものであった。また、-40℃のブルックフィールド粘度は2452mPa・s、1961mPa・sと1900mPa・sを超えており、実施例のものに比べて大きく、低温環境下での潤滑性能に劣るものであることも確認された。

20

【産業上の利用可能性】

【0094】

本実施形態の潤滑油組成物は、高い粘度指数と高いせん断安定性とを両立し、低粘度化による省燃費性を有するという特性を有することから、例えば、ガソリン自動車、ハイブリッド自動車、電気自動車等に搭載される手動変速機、自動変速機、無段変速機等の変速機用として好適に用いられる。中でも、機械的せん断力がより加わる無段変速機用の潤滑油組成物として好適に用いられる。また、他の用途、例えば、内燃機関、油圧機械、タービン、圧縮機、工作機械、切削機械、歯車（ギヤ）、流体軸受け、転がり軸受けを備える機械等にも好適に用いられる。

30

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
C 1 0 N	20/04	(2006.01)	C 1 0 N	20:02	
C 1 0 N	30/00	(2006.01)	C 1 0 N	20:04	
C 1 0 N	30/02	(2006.01)	C 1 0 N	30:00	Z
C 1 0 N	40/02	(2006.01)	C 1 0 N	30:02	
C 1 0 N	40/04	(2006.01)	C 1 0 N	40:02	
C 1 0 N	40/08	(2006.01)	C 1 0 N	40:04	
C 1 0 N	40/12	(2006.01)	C 1 0 N	40:08	
C 1 0 N	40/22	(2006.01)	C 1 0 N	40:12	
C 1 0 N	40/25	(2006.01)	C 1 0 N	40:22	
C 1 0 N	40/30	(2006.01)	C 1 0 N	40:25	
			C 1 0 N	40:30	

- (56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 1 0 4 0 3 2 (J P, A)
 特開 2 0 1 2 - 1 8 0 5 3 5 (J P, A)
 特開 2 0 1 1 - 1 6 8 7 7 4 (J P, A)
 特表 2 0 1 1 - 5 0 6 6 7 6 (J P, A)
 特開 2 0 0 8 - 2 4 9 0 8 (J P, A)
 国際公開第 2 0 0 7 / 1 1 6 7 5 9 (W O, A 1)
 特開 2 0 0 4 - 2 7 4 7 (J P, A)

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