

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5220731号
(P5220731)

(45) 発行日 平成25年6月26日 (2013. 6. 26)

(24) 登録日 平成25年3月15日 (2013. 3. 15)

(51) Int. Cl.

F 1

C 1 O M 105/34 (2006. 01)

C 1 O M 105/34

C 1 O M 105/38 (2006. 01)

C 1 O M 105/38

C 1 O N 30/00 (2006. 01)

C 1 O N 30:00

Z

C 1 O N 30/02 (2006. 01)

C 1 O N 30:02

C 1 O N 40/08 (2006. 01)

C 1 O N 40:08

請求項の数 7 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2009-511869 (P2009-511869)
 (86) (22) 出願日 平成20年4月21日 (2008. 4. 21)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2008/057686
 (87) 国際公開番号 W02008/133233
 (87) 国際公開日 平成20年11月6日 (2008. 11. 6)
 審査請求日 平成22年10月21日 (2010. 10. 21)
 (31) 優先権主張番号 特願2007-113316 (P2007-113316)
 (32) 優先日 平成19年4月23日 (2007. 4. 23)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2007-265369 (P2007-265369)
 (32) 優先日 平成19年10月11日 (2007. 10. 11)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2007-313553 (P2007-313553)
 (32) 優先日 平成19年12月4日 (2007. 12. 4)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000183646
 出光興産株式会社
 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
 (74) 代理人 110000637
 特許業務法人樹之下知的財産事務所
 (72) 発明者 坪内 俊之
 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
 審査官 坂井 哲也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 油圧作動油

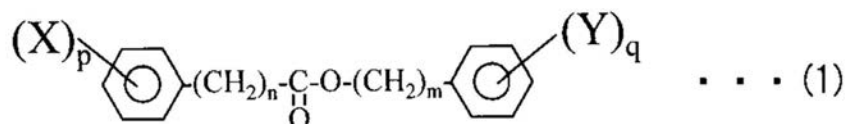
(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エステルを基油とする油圧作動油であって、
 前記エステルが2個以上の芳香環を持つカルボン酸エステルであり、
 前記カルボン酸エステルは、下記式(1)で示される芳香族エステル骨格構造を含有する化合物である

ことを特徴とする油圧作動油。

【化 1】



(n, m: 0 または 1

p, q: 0 ないし 3 の整数

X, Y: 炭素数1以上30以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキル基、または、炭素数5以上12以下のシクロアルキル基または芳香族基、あるいは、炭素数2以上30以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルオキシカルボニル基、もしくは、炭素数2以上30以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルカルボニルオキシ基)

【請求項 2】

請求項 1 に記載の油圧作動油において、
前記式 (1) における m は 0 である
ことを特徴とする油圧作動油。

【請求項 3】

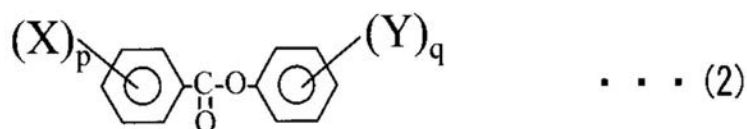
請求項 1 または請求項 2 に記載の油圧作動油において、
前記エステルを、基油として 10 質量%以上含有する
ことを特徴とする油圧作動油。

【請求項 4】

エステルを基油とする油圧作動油であって、
前記エステルが 2 個以上の芳香環を持つカルボン酸エステルであり、
前記カルボン酸エステルは、下記式 (2) で示される安息香酸フェニル骨格構造を含有
する化合物である
ことを特徴とする油圧作動油。

10

【化 2】



20

(p, q : 0 ないし 3 の整数)

X, Y : 炭素数 1 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキル基、または、炭素数 5 以上 12 以下のシクロアルキル基または芳香族基、あるいは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルオキシカルボニル基、もしくは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルカルボニルオキシ基)

【請求項 5】

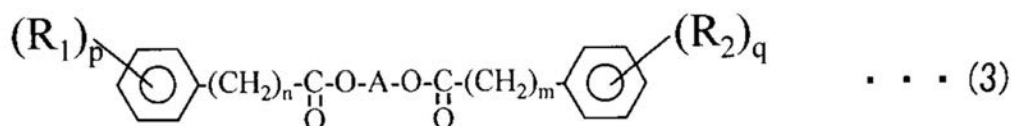
請求項 4 に記載の油圧作動油において、
前記エステルを、基油として 10 質量%以上含有する
ことを特徴とする油圧作動油。

30

【請求項 6】

エステルを基油とする油圧作動油であって、
前記エステルが 2 個以上の芳香環を持つカルボン酸エステルであり、
前記カルボン酸エステルは、下記式 (3) で示されるジオールの芳香族カルボン酸ジエステル骨格構造を含有する化合物である
ことを特徴とする油圧作動油。

【化 3】



40

(n, m : 0 または 1)

p, q : 0 ないし 3 の整数

R_1, R_2 : 水素または炭素数 1 以上 10 以下のアルキル基

A : 主鎖に酸素を含んでも良く、側鎖を持っても良い炭素数 2 以上 18 以下のアルキレン基)

【請求項 7】

請求項 6 に記載の油圧作動油において、

50

前記エステルを、基油として10質量%以上含有することを特徴とする油圧作動油。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、体積弾性係数が高い油圧作動油に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば建設機械や射出成形機、プレス機械、クレーン、マシニングセンタなど、油圧作動油を有した各種の油圧機器が広く利用されている。これら油圧機器には、各種の油が利用されている（例えば、特許文献1または特許文献2参照）。 10

【0003】

特許文献1に記載のものは、制振ダンパー用の作動油で、体積弾性係数が1.3以上、粘度指数が110以上、流動点が-25℃以下のもので、具体的にはポリα-オレフィン、ポリオールエステル、ポリエーテルを用いる構成が採られている。

特許文献2に記載のものは、圧縮機油、タービン油、作動油などの作動負荷の大きい潤滑系統に使用する潤滑油で、アルキルジフェニルやアルキルジフェニルエーテルを用いる構成が採られている。

【0004】

【特許文献1】特開2000-119672号公報 20

【特許文献2】特開平6-200277号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、油圧機器において、使用する油圧作動油における作用する圧力が20MPa以上に高くなると、圧縮による油圧作動油の体積減少に起因するエネルギーロスが無視できなくなる。そして、圧縮による油の体積変化率、およびこの体積変化率によるパワーロス（エネルギーロス）率は、圧縮圧力をP、体積弾性係数をKとすると、以下に示す式（I）、（II）で表される。

【0006】 30

$$\text{体積変化率} = \Delta P / K \quad \cdots (I)$$

$$\text{パワーロス率} = \Delta P / (2K) \quad \cdots (II)$$

【0007】

例えば、体積弾性係数Kの値が1.4[GPa]の鉱物油を28[MPa]で使用する、上述した式（I）、（II）から、体積は2%収縮し、油圧エネルギーは1%弾性エネルギーとして鉱物油に保持されるが、この弾性エネルギーは回生されずに損失となってしまう。特に、慣性重量を低減するために窪んだピストンを備えたアキシアルピストンポンプにおいて、フルストロークでも吐出容量と同じデッドボリュームに設定された構成が広く利用されており、このような構成では2%のエネルギーロスとなってしまう。また、可変ストロークポンプで定圧あるいは定馬力で運転する構成では、大半が高圧低ストローク運転となるので、吐出容積が減少してデッドボリュームが増大することとなり、パワーロスが最大定格入力力の10%レベルに直ぐに到達してしまう。 40

一方、サーボ油圧制御回路の性能は、応答速度と安定性でほぼ決定され、サーボ油圧制御回路における制御ループの固有振動数 ω_0 と、減衰係数Dとに依存する。そして、これら固有振動数 ω_0 および減衰係数Dは、両者とも大きい方が好ましく、ともに体積弾性率 $K^{1/2}$ に正比例するので、油圧作動油のK値の増大は油圧回路における作動の高速化や油圧制御の高精密化が図れることとなる。

これらのことから、油圧作動油のK値は高く設定する必要があることがわかる。しかしながら、従来の通常用いられる鉱物油系化合物や脂肪酸エステル系化合物、特許文献1に記載の通常の作動油基油では体積弾性係数Kが低い。また、含水系化合物やリン酸エステ 50

ル系化合物では、体積弾性係数は比較的高いが、潤滑性や熱安定性に劣り、高温・高圧の厳しい条件では利用できない。

これらの含水系化合物やリン酸エステル系化合物は、難燃性作動油として使用されているほど、油圧作動油は工場火災に敏感なので、エチレングリコール、ジエチレングリコールなどの低分子化合物は、比較体的弾性係数は高いが、引火点が低いため使用できない。最低でも、200℃以上の引火点は必要である。

油圧作動油には、その他の合成潤滑油を基油として用いることがあるが、その他の基油でも、特許文献2に記載のような体積弾性係数が高いポリフェニルエーテルは粘度指数が低く、低温流動性が悪く、さらには他の化合物に比して高価で、利用に適していない。

【0008】

本発明は、このような点を考慮して、体積弾性係数が高く、エネルギー損失を抑制し、油圧の応答性および安定性に優れた油圧作動油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】

本発明の油圧作動油では、エステルを基油とする油圧作動油であって、芳香環および飽和ナフテン環から選ばれた少なくともいずれかの環構造を2個以上有することが必要である。

この構成によれば、芳香環および飽和ナフテン環から選ばれた少なくともいずれかの環構造を2個以上有するエステルを基油として用いるので、体積弾性係数、潤滑性および熱安定性の高い油圧作動油を提供できる。

【0010】

本発明では、上述のエステルの好ましい構造として二塩基酸ジエステル、ジオールのジエステル、あるいはトリオールのジエステルまたはトリエステルが挙げられる。特に、これらのエステルにおいては、環構造のうち、少なくとも一つが芳香環であることがより好ましい。

この発明によれば、基油として上述の所定の構造のエステルを用いるので、体積弾性係数、潤滑性および熱安定性により優れた油圧作動油を提供できる。

【0011】

また、本発明では、上述のエステルが2個以上の芳香環を持つカルボン酸エステルであることが必要である。

この発明では、2個以上の芳香環を持つカルボン酸エステルを基油として用いるので、体積弾性係数、潤滑性および熱安定性がより高い。すなわち、圧縮によるエネルギー損失が小さく、例えば油圧回路に利用した際の応答性に優れ、油圧回路における省エネルギー、高速化および制御の高精密化が得られる。さらに、密度が高いため、加圧下と常圧下との溶存ガス濃度の差が小さく、例えばリザーバタンクでの気泡の生成が少なく、また仮に気泡が発生しても気泡との比重差が大きく、気泡分離が容易で、気泡の発生による油圧制御の低下やキャビテーションおよびエロージョンの発生を防止できる。上記のように、本発明化合物は、低圧の油圧回路にも高性能で利用でき、汎用性に優れる。

【0012】

本発明に記載の油圧作動油は、上述したいずれかのエステルのカルボン酸部位および／またはアルコール部位に、少なくとも2つの芳香環を有するカルボン酸エステルを基油として含有することが好ましい。

この発明では、基油としてのエステルがカルボン酸部位および／またはアルコール部位に、少なくとも2つの芳香環を有するので、体積弾性係数、潤滑性および熱安定性がより高い。すなわち、圧縮によるエネルギー損失が小さく、例えば油圧回路に利用した際の応答性に優れ、油圧回路における省エネルギー、高速化および制御の高精密化が得られる。さらに、密度が高いため、加圧下と常圧下との溶存ガス濃度の差が小さく、例えばリザーバタンクでの気泡の生成が少なく、また仮に気泡が発生しても気泡との比重差が大きく、気泡分離が容易で、気泡の発生による油圧制御の低下やキャビテーションおよびエロージョンの発生を防止できる。上記のように、本発明化合物は、低圧の油圧回路にも高性能で

10

20

30

40

50

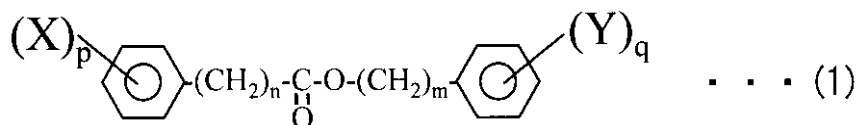
利用でき、汎用性に優れる。

【0013】

そして、本発明の一つでは、前記カルボン酸エステルは、下記の一般式（1）で示される芳香族エステル骨格構造を含有する化合物である構成とすることが必要である。

【0014】

【化1】



10

n, m : 0 または 1

p, q : 0 ないし 3 の整数

X, Y : 炭素数 1 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキル基、または、炭素数 5 以上 12 以下のシクロアルキル基または芳香族基、あるいは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルオキシカルボニル基、もしくは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルカルボニルオキシ基

【0015】

このことにより、上記一般式（1）で示す芳香族エステル骨格構造のカルボン酸エステルを用いることで、摩擦係数を低く維持しつつ体積弾性係数を高くできるという特有の作用効果を奏する。

20

ここで、一般式（1）における n または m が 2 以上の自然数となると、体積弾性係数が低くなるという不都合が生じるおそれがある。このことにより、n, m は、0 または 1 の値となるカルボン酸エステルが用いられる。

そして、一般式（1）における p または q が 4 以上の自然数となると、動粘度が必要以上に高くなるという不都合が生じるおそれがある。このことにより、p, q は 0 ないし 3 の値となるカルボン酸エステルが用いられる。

また、一般式（1）において、X および Y は炭素数 1 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキル基、または、炭素数 5 以上 12 以下のシクロアルキル基または芳香族基、あるいは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルオキシカルボニル基、もしくは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルカルボニルオキシ基である。ここで、X および Y の総炭素数が 31 以上のアルキル基、アルキルオキシカルボニル基、アルキルカルボニルオキシ基では、動粘度が高くなり過ぎるという不都合を生じるおそれがある。また、X および Y が炭素数 13 以上のシクロアルキル基、芳香族基では、動粘度が高くなり過ぎるとともに低温流動性が悪くなるという不都合が生じるおそれがある。

30

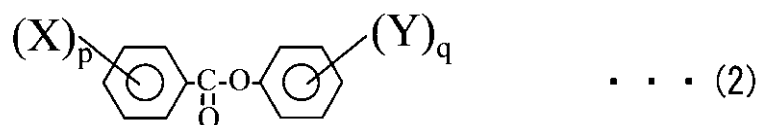
【0016】

また、本発明の一つでは、前記カルボン酸エステルは、下記の一般式（2）で示される安息香酸フェニル骨格構造を含有する化合物である構成とすることが必要である。

40

【0017】

【化2】



p, q : 0 ないし 3 の整数

X, Y : 炭素数 1 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキル基、または、炭素数 5 以上 12 以下のシクロアルキル基または芳香族基、あるいは

50

は、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルオキシカルボニル基、もしくは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルカルボニルオキシ基

【0018】

このことにより、上記一般式 (2) で示す安息香酸フェニル骨格構造のカルボン酸エステルを用いることで、さらに体積弾性係数を高くできるという特有の作用効果を奏する。

ここで、一般式 (2) における p または q が 4 以上の自然数となると、動粘度が高くなり過ぎるという不都合が生じるおそれがある。このことにより、p, q は 0 ないし 3 の値となるカルボン酸エステルが用いられる。

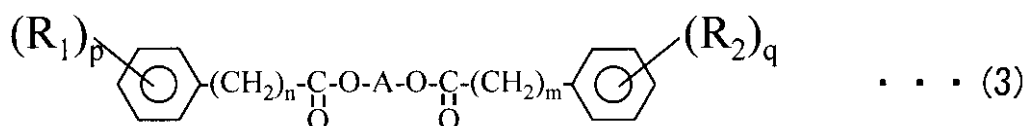
また、一般式 (2) において、X および Y は、炭素数 1 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキル基、または、炭素数 5 以上 12 以下のシクロアルキル基または芳香族基、あるいは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルオキシカルボニル基、もしくは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルカルボニルオキシ基である。ここで、X および Y の総炭素数が 31 以上のアルキル基、アルキルオキシカルボニル基、アルキルカルボニルオキシ基では、動粘度が高くなり過ぎるという不都合を生じるおそれがある。また、X および Y が炭素数 13 以上のシクロアルキル基、芳香族基では、動粘度が高くなり過ぎるとともに低温流動性が悪くなるという不都合が生じるおそれがある。

【0019】

また、本発明の一つでは、前記カルボン酸エステルは、下記の一般式 (3) で示されるジオールの芳香族カルボン酸ジエステル骨格構造を含有する化合物である構成とすることが必要である。

【0020】

【化 3】



n, m : 0 または 1

p, q : 0 ないし 3 の整数

R₁, R₂ : 水素または炭素数 1 以上 10 以下のアルキル基

A : 主鎖に酸素を含んでも良く、側鎖を持っていたても良い炭素数 2 以上 18 以下のアルキレン基

【0021】

上記一般式 (3) で示すジオールの芳香族カルボン酸ジエステル骨格構造のカルボン酸エステルを用いることで、さらに体積弾性係数を高くできるという特有の作用効果を奏する。

ここで、一般式 (3) における n または m が 2 以上の自然数となると、体積弾性係数が低くなるという不都合が生じるおそれがある。このことにより、n, m は、0 または 1 の値となるカルボン酸エステルが用いられる。

また、一般式 (3) における p または q が 4 以上の自然数となると、動粘度が高くなり過ぎるという不都合が生じるおそれがある。このことにより、p, q は 0 ないし 3 の値となるカルボン酸エステルが用いられる。

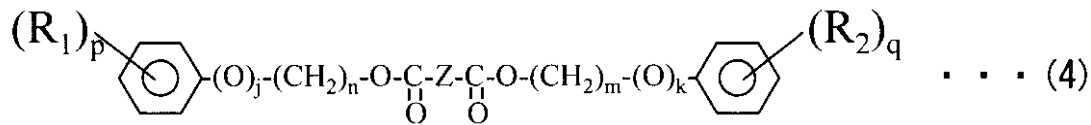
また、一般式 (3) において、R₁, R₂ は、水素または炭素数 1 以上 10 以下のアルキル基である。ここで、R₁ および R₂ の炭素数がいずれも 11 以上のアルキル基では、動粘度が高くなり過ぎるという不都合を生じるおそれがある。また、A は、主鎖に酸素を含んでも良く、側鎖を持っていたても良いが、炭素数 19 以上のアルキレン基では、動粘度が高くなり過ぎるという不都合を生じるおそれがある。

【0022】

また、本発明に関連する発明では、前記カルボン酸エステルは、下記の一般式（４）で示される二塩基酸の芳香族アルコールジエステル骨格構造を含有する化合物である構成とすることが好ましい。

【００２３】

【化４】



10

j, k : 0 または 1、n, m : 0 ないし 2 の整数

p, q : 0 ないし 3 の整数

R₁, R₂ : 水素または炭素数 1 以上 10 以下のアルキル基

Z : 側鎖を持っていても良い炭素数 1 以上 18 以下のアルキレン基

【００２４】

上記一般式（４）で示す二塩基酸の芳香族アルコールジエステル骨格構造のカルボン酸エステルを用いることで、体積弾性係数を高く維持したまま粘度指数を高くできるという特有の作用効果を奏する。

ここで、一般式（４）における j, k が 2 以上の自然数、n または m が 3 以上の自然数となると、体積弾性係数が低くなるという不都合が生じるおそれがある。このことにより、j, k は、0 または 1、n, m は、0 ないし 2 の整数の値となるカルボン酸エステルが

20

用いられる。また、一般式（４）における p または q が 4 以上の自然数となると、動粘度が高くなり過ぎるという不都合が生じるおそれがある。このことにより、p, q は 0 ないし 3 の値となるカルボン酸エステルが用いられる。

また、一般式（４）において、R₁, R₂ は、水素または炭素数 1 以上 10 以下のアルキルである。ここで、R₁ および R₂ の総炭素数が 11 以上のアルキル基では、動粘度が高くなり過ぎるという不都合を生じるおそれがある。また、Z は、側鎖を持っていても良いが、炭素数 19 以上のアルキレン基では、動粘度が高くなり過ぎるという不都合を生じるおそれがある。

30

【００２５】

そして、本発明では、前記エステルを、基油として 10 質量％以上含有する構成とすることが好ましい。

この発明では、基油として、カルボン酸エステルを 10 質量％以上、好ましくは 30 質量％以上、より好ましくは 40 質量％以上含有する。

このことにより、体積弾性係数を高くできるという特有の作用効果を奏する。

ここで、カルボン酸エステルが 10 質量％未満では、体積弾性係数を高くする効果がほとんど現れないという不都合を生じるおそれがある。このため、カルボン酸エステルを 10 質量％以上、好ましくは 30 質量％以上、より好ましくは 40 質量％以上含有することが好ましい。

40

【００２６】

本発明では、前記芳香環を持つエステルは 1 個以上のニトロ基を有することが好ましい。

この発明では、所定個数のニトロ基を有する芳香族エステルとすることで、さらに体積弾性係数が高くなる。このため、芳香族エステルを基油として含有する油圧作動油は、例えば、油圧装置に用いられた際には、圧縮されても体積収縮しにくい状態となるので、エネルギー損失が小さく、省エネルギーとなる。

【００２７】

本発明に関連する油圧作動油は、1 個以上のニトロ基を有する芳香族エステルを基油として含有することを特徴とする。

50

この発明では、所定個数のニトロ基を有する芳香族エステルは体積弾性係数が高くなる。このため、芳香族エステルを基油として含有する油圧作動油は、例えば、油圧装置に用いられた際には、圧縮されても体積収縮しにくい状態となるので、エネルギー損失が小さく、省エネルギーとなる。

また、例えば、油圧装置にサーボ油圧制御回路が設けられる際には、油圧作動油は体積弾性係数が高いので制御ループの固有振動数 ω_0 および減衰係数Dが大きくなる。このことにより、油圧の応答性および安定性に優れ、油圧回路の高速化および油圧制御の高精度化が得られる。

さらに、油圧作動油は密度が高いので、加圧下と常圧下との溶存ガス濃度の差が小さく、例えばリザーバタンクが油圧装置に設けられる際には、リザーバタンクでの気泡の生成が少なく、また仮に気泡が発生しても気泡との比重差が大きく、気泡分離が容易で、気泡の発生による油圧性能の低下やキャビテーションおよびエロージョンの発生を防止できる。このため、ポンプ寿命を延ばすことができる。上記のように、本発明の油圧作動油は低圧の油圧回路にも高性能で利用でき、汎用性に優れる。

【0028】

また、前記芳香族エステルは、ニトロ芳香族カルボン酸、ニトロフェノール、ニトロ芳香族アルコールのうち少なくともいずれかの化合物から誘導されるエステルであることが好ましい。

このような構成によれば、芳香族エステルは、ニトロ芳香族カルボン酸、ニトロフェノール、ニトロ芳香族アルコールのうち少なくともいずれかの化合物から誘導されたエステル化合物であるので、体積弾性係数を高くできるという特有の作用効果を良好に奏することができる。

なお、本発明の芳香族エステルは、通常のエステル化法で製造すればよく、特に制限されない。

芳香族エステルの原料としては、例えば、カルボン酸、カルボン酸エステル、カルボン酸塩化物あるいはそれらの誘導体、アルコールあるいはそれらの誘導体が用いられる。

また、芳香族エステルの芳香環には、例えば、アルキル基などが置換されていてもよく、置換されていなくてもよい。そして、アルキル基は、エステル化後に導入してもよく、エステル化前に導入していてもよい。

エステル化には、触媒を用いてもよく、また無触媒でエステル化してもよい。エステル化触媒としては、例えば、ルイス酸、有機酸、無機酸、これらの誘導体、およびこれらの混合物などが挙げられる。

ルイス酸としては、例えば、チタン酸テトライソプロピルなどのチタンアルコキシド、ハロゲン化チタン、ハロゲン化亜鉛、ハロゲン化スズ、ハロゲン化アルミニウム、ハロゲン化鉄、三フッ化ホウ素、これら誘導体、またはこれらの混合物などが挙げられる。

有機酸としては、例えば、p-トルエンスルホン酸などのアリールスルホン酸、トリフルオロメタンスルホン酸、トリクロロメタンスルホン酸などのアルキルスルホン酸、これらの誘導体、またはこれらの混合物、スルホン酸型イオン交換樹脂などが挙げられる。

無機酸としては、例えば、塩酸、硫酸などが挙げられる。

【0029】

そして、前記ニトロ芳香族カルボン酸は、ニトロ安息香酸であることが好ましい。

このような構成によれば、ニトロ安息香酸から誘導された芳香族エステルは体積弾性係数がさらに高くなる。

【0030】

さらに前記芳香族エステルは、基油として10質量%以上含有されることが好ましい。

このような構成によれば、芳香族エステルの含有量を10質量%以上とすることで、体積弾性率を高くする効果をより奏することができる。よって、ニトロ安息香酸エステルの含有量は、10質量%以上、好ましくは30質量%以上、さらに好ましくは40質量%以上である。さらに、ニトロ安息香酸エステルは基油の全量を構成していてもよい(100質量%)。

なお、本発明の油圧作動油と他の基油とを混合して用いる際、他の基油としては、大量に混合する場合には体積弾性係数が高い基油、例えば、フタル酸ベンジルイソノニルなどのフタル酸エステルや、イソフタル酸エステル、サリチル酸エステル、p-ヒドロキシ安息香酸エステル、トリメリット酸エステルなどが混合物の体積弾性係数を高く維持できるため好ましいが、少量混合する場合には、パラフィン系やナフテン系などの鉱物油、ポリブテン、アルキルジフェニルエーテル、ポリアルファオレフィン、ポリオールエステル、ジエステルなど特に制限はなく何でも良い。

また、油圧作動油には、添加剤が混合されてもよい。添加剤としては、粘度指数向上剤、酸化防止剤、清浄分散剤、摩擦低減剤、金属不活性化剤、流動点降下剤、耐摩耗剤、消泡剤、極圧剤などが挙げられる。

10

【0031】

本発明の油圧作動油は、高圧下で用いられる油圧回路の油圧作動油としての用途に限らず、合成潤滑油として用いてもよい。具体的な用途としては、切削油、研削油、圧延油、絞り加工油、打ち抜き油、引き抜き油、プレス油、鍛造油、摺動面油、電気絶縁油、ガソリンエンジン油、ディーゼルエンジン油、エアーコンプレッサー油、タービン油、ギヤー油、圧縮機油、真空ポンプ油、軸受け油、熱媒体油、ミスト油、冷凍機油、ロックドリル油、ブレーキ油、またはトルクコンバーター油などに利用されてもよい。これらの用途における合成潤滑油として用いられた場合でも、本発明の油圧作動油は、前述した本発明の構成により、特に加圧される状況において優れた効果を発揮することができる。

【0032】

20

本発明の油圧作動油は、基油として、下記(a)～(f)の性状を有することを特徴とする。

(a) 動粘度(40℃): $15 \sim 100 \text{ mm}^2/\text{s}$

(b) 流動点: -10°C 以下

(c) 密度(15℃): 1.0 g/ml 以上

(d) 40℃で50MPaにおける正接体積弾性係数(K値): 1.65 GPa 以上

(e) 引火点: 200°C 以上

(f) 構成元素: 炭素、水素、酸素、および、窒素

【0033】

動粘度(40℃)が $15 \text{ mm}^2/\text{s}$ 未満になるとシール部分からの液漏れが多くなり、また、 $100 \text{ mm}^2/\text{s}$ を超えると流動抵抗が大きくなり過ぎて消費エネルギーが増大するため好ましくない。好ましい粘度範囲は装置により異なるため一概に決められないが、液漏れからの制限や潤滑性からの制限が許す限り、省エネルギーの観点からなるべく低い方が好ましい。

30

【0034】

流動点が -10°C より高くなると、冬場の工場内建屋においても固化し、機器の運転が不可能となるので好ましくない。流動点は -10°C より低いほど好ましいので下限はない。

【0035】

密度が 1.0 g/ml より低くなると、分子自由体積が小さくなるため体積弾性係数が低くなるので好ましくない。密度は高いほど好ましいので上限はない。

40

【0036】

40℃で50MPaにおける正接体積弾性係数(K値)が 1.65 GPa より低いと、通常の鉱物油やエステル基油に値が近くなり、圧縮エネルギー損失、油圧の応答性および安定性の改善効果が小さいので好ましくない。正接体積弾性係数は高いほど好ましいので上限はない。

【0037】

引火点が 200°C を下回ると、工場での火災誘発危険性が高まるので好ましくない。

【0038】

構成元素は、環境適合性の観点から、廃液処理性や生分解性を付与するために、環境に

50

優しい元素、すなわち炭素、水素、酸素、窒素の中から選ばれたものとする必要がある。

【0039】

上記（f）構成元素：炭素、水素、酸素および窒素で、上記（c）および（d）を具備するためには、分子の原子密度を高くして、分子の自由体積を小さくする必要がある。分子の原子密度を高くするには、分子中に環構造を2個以上持つことが好ましく、さらに、そのうち1個以上は分子間力を増すために芳香族環を持つことが好ましい。分子の自由体積を小さくするには、分子間力を増やしてやれば良く、そのためにはエステル結合、炭酸エステル結合、エーテル結合、アミド結合、水酸基、ニトロ基、アミノ基などの導入や、環を構成する元素に酸素や窒素を導入して極性を持たせるのが有効である。しかし、過度に行うと、動粘度の極端な増加や、結晶化が起り、上記（a）および（b）を逸脱してしまう。動粘度を $100\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下にするためには、分子構造により相違するので一概に決められないが、2環化合物の場合は分子量を約500以下、3環化合物の場合は分子量を約400以下にするのが目安であり、また動粘度を $15\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上にするためには、分子構造により相違するので一概に決められないが、分子量約200以上が目安である。流動点を -10°C 以下にするには、結晶化を防ぐために分子中にアルキレン鎖などの柔軟構造を持たせたり、分子の対称性を崩したり、混合物にして凝固点降下を図ったりすると良い。上記（e）を具備するためには、最低でも分子量が約200以上必要である。この様な分子設計をすることにより、上記（a）～（f）の性状を具備する作動油として好適な基油を製造することができる。

【0040】

本発明に関連する油圧装置は、上述したいずれかの油圧作動油を用いることを特徴とする。

この油圧装置によれば、上述したいずれかの油圧作動油を用いており、この油圧作動油は、体積弾性係数、潤滑性および熱安定性がいずれも高い。それ故、本発明の油圧装置は、建設機械や射出成形機、プレス機械、クレーン、マシニングセンタ、油圧式無段変速機、ロボット、工作機械など、比較的に高圧の油圧装置として好適である。

また、低圧の油圧機器の油圧回路、さらにはサーボ油圧制御回路、ダンパー、ブレーキシステム、パワーステアリングなどの油圧装置としても好適である。

さらに、油圧装置には油圧ポンプが備えられていてもよく、油圧ポンプとしては、例えば、ターボ式、容積式などでよく、また、ギアポンプ、ベーンポンプ、ねじポンプ、アキシアルピストンポンプ、ラジアルピストンポンプなどである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0041】

<第1実施形態>

以下に、本発明の第1実施形態について詳述する。

【0042】

〔基油の構成〕

本実施形態における油圧作動油の構成である組成としては、特定のエステルを基油として、必要に応じて添加剤が配合されたものである。

前記した特定のエステルとしては、芳香環および飽和ナフテン環から選ばれた少なくともいずれかの環構造を2個以上有するエステルが用いられる。このようなエステルの好ましい構造としては、二塩基酸ジエステル、ジオールのジエステル、あるいはトリオールのジエステルまたはトリエステルが挙げられる。特に、これらのエステルにおいては、環構造のうち、少なくとも一つが芳香環であることがより好ましい。

上述した本実施形態のエステルを合成する具体的な製造方法は後述するが、例えば、カルボン酸、カルボン酸エステル、カルボン酸塩化物あるいはそれらの誘導体とアルコールあるいはそれらの誘導体とを反応させることで容易に得ることが可能である。

また、芳香環もしくはナフテン環には、アルキル基、ニトロ基あるいは水酸基が置換されていても良い。通常それらの置換基を含有した原料を用いるが、アルキル基の場合は、

エステル化後にアルキル化しても良い。

原料の芳香族カルボン酸としては、安息香酸、トルイル酸、フェニル酢酸、フェノキシ酢酸、ニトロ安息香酸、サリチル酸、p-ヒドロキシ安息香酸、フタル酸、イソフタル酸、テレフタル酸、トリメリット酸、ピロメリット酸およびそれらの誘導体など、脂環式カルボン酸としては、シクロヘキサンカルボン酸およびそれらの誘導体など、二塩基酸としてはアジピン酸、アゼライン酸、セバシン酸およびそれらの誘導体など、芳香族アルコールとしては、フェノール、クレゾール、キシレノール、アルキルフェノール、ベンジルアルコール、フェネチルアルコール、フェノキシエタノールなど、脂環式アルコールとしては、シクロヘキサノール、メチルシクロヘキサノール、シクロヘキサンメタノール、ノルボルナンメタノール、ボルネオール、イソボルネオールなど、ジオールとしては、エチレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、プロピレングリコール、ジプロピレングリコール、トリプロピレングリコール、ネオペンチルグリコール、1,4-ブタンジオール、1,6-ヘキサジオールなど、トリオールとしてはグリセリン、トリメチロールプロパンなどがあるが、例示した原料に制約されるものではない。

10

また、安息香酸、サリチル酸、テレフタル酸、p-ヒドロキシ安息香酸、フェノール、ベンジルアルコール、2-フェネチルアルコール、2-フェノキシエタノール、アジピン酸、アゼライン酸、セバシン酸などの生分解性があるカルボン酸やアルコールを原料に用いれば、生分解性のエステルが得られる。

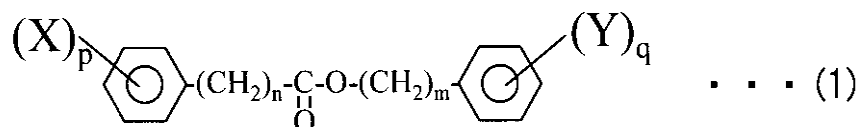
【0043】

本実施形態においては、特に、2個以上の芳香環を持つカルボン酸エステルを含有するものが好ましく用いられる。このようなカルボン酸エステルとしては、下記の一般式(1)で示される芳香族エステル骨格構造を含有する化合物と、下記の一般式(2)で示される安息香酸フェニル骨格構造を含有する化合物と、下記の一般式(3)で示されるジオールの芳香族カルボン酸ジエステル化合物と、下記の一般式(4)で示される二塩基酸の芳香族アルコールジエステル化合物のうちの少なくともいずれかが適度な粘度性状を持ち体積弾性係数が高いので好ましい。

20

【0044】

【化5】



30

n, m: 0 または 1

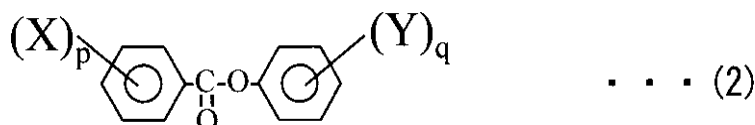
p, q: 0 ないし 3 の整数

X, Y: 炭素数 1 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキル基、または、炭素数 5 以上 12 以下のシクロアルキル基または芳香族基、あるいは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルオキシカルボニル基、もしくは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルカルボニルオキシ基

40

【0045】

【化6】



p, q: 0 ないし 3 の整数

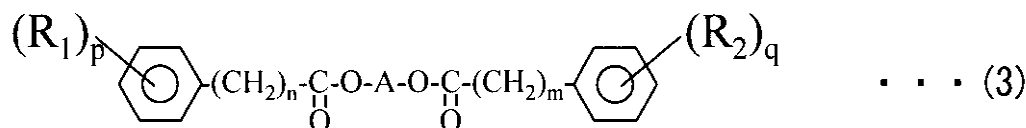
X, Y: 炭素数 1 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキル基、または、炭素数 5 以上 12 以下のシクロアルキル基または芳香族基、あるいは

50

は、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルオキシカルボニル基、もしくは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルカルボニルオキシ基

【0046】

【化 7】



10

n, m : 0 または 1

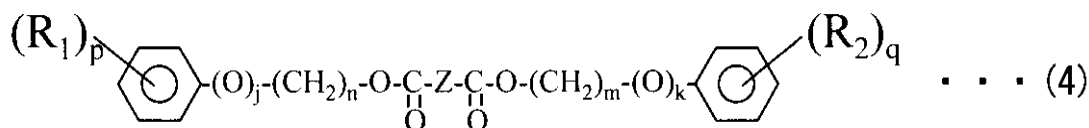
p, q : 0 ないし 3 の整数

R_1, R_2 : 水素または炭素数 1 以上 10 以下のアルキル基

A: 主鎖に酸素を含んでも良く、側鎖を持っても良い炭素数 2 以上 18 以下のアルキレン基

【0047】

【化 8】



20

j, k : 0 または 1、 n, m : 0 ないし 2 の整数

p, q : 0 ないし 3 の整数

R_1, R_2 : 水素または炭素数 1 以上 10 以下のアルキル基

Z: 側鎖を持っても良い炭素数 1 以上 18 以下のアルキレン基

【0048】

そして、一般式 (1) で示される芳香族エステル骨格構造を含有するカルボン酸エステルでは、 n または m が 2 以上の自然数となると、体積弾性係数が低くなるという不都合が生じるおそれがある。このことにより、 n, m は、0 または 1 の値となるカルボン酸エステルが用いられる。

30

そして、一般式 (1) における p または q が 4 以上の自然数となると、動粘度が高くなり過ぎるという不都合が生じるおそれがある。このことにより、 p, q は 0 ないし 3 の値となるカルボン酸エステルが用いられる。

また、一般式 (1) において、X および Y は炭素数 1 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキル基、または、炭素数 5 以上 12 以下のシクロアルキル基または芳香族基、あるいは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルオキシカルボニル基、もしくは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルカルボニルオキシ基である。ここで、X および Y の総炭素数が 31 以上のアルキル基、アルキルオキシカルボニル基、アルキルカルボニルオキシ基では、動粘度が高くなり過ぎるという不都合を生じるおそれがある。また、X および Y が炭素数 13 以上のシクロアルキル基、芳香族基では、動粘度が高くなり過ぎるとともに低温流動性が悪くなるという不都合が生じるおそれがある。

40

【0049】

また、一般式 (2) で示される安息香酸フェニル骨格構造を含有するカルボン酸エステルでは、 p または q が 4 以上の自然数となると、動粘度が高くなり過ぎるという不都合が生じるおそれがある。このことにより、 p, q は 0 ないし 3 の値となるカルボン酸エステルが用いられる。

また、一般式 (2) において、X および Y は炭素数 1 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキル基、または、炭素数 5 以上 12 以下のシクロアル

50

キル基または芳香族基、あるいは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルオキシカルボニル基、もしくは、炭素数 2 以上 30 以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルカルボニルオキシ基である。ここで、X および Y の総炭素数が 31 以上のアルキル基、アルキルオキシカルボニル基、アルキルカルボニルオキシ基では、動粘度が高くなり過ぎるという不都合を生じるおそれがある。また、X および Y が炭素数 13 以上のシクロアルキル基、芳香族基では、動粘度が高くなり過ぎるとともに低温流動性が悪くなるという不都合が生じるおそれがある。

【0050】

ここで、一般式 (3) で示されるジオールの芳香族カルボン酸ジエステル骨格構造を含有するカルボン酸エステルでは、 n または m が 2 以上の自然数となると、体積弾性係数が低くなるという不都合が生じるおそれがある。このことにより、 n 、 m は、0 または 1 の値となるカルボン酸エステルが用いられる。

10

また、一般式 (3) における p または q が 4 以上の自然数となると、動粘度が高くなり過ぎるという不都合が生じるおそれがある。このことにより、 p 、 q は 0 ないし 3 の値となるカルボン酸エステルが用いられる。

また、一般式 (3) において、 R_1 、 R_2 は、水素または炭素数 1 以上 10 以下のアルキル基である。ここで、 R_1 および R_2 の総炭素数が 11 以上のアルキル基では、動粘度が高くなり過ぎるという不都合を生じるおそれがある。また、 A が主鎖に酸素を含んでも良く、側鎖を持っていたても良い炭素数 19 以上のアルキレン基では、動粘度が高くなり過ぎるという不都合を生じるおそれがある。

20

【0051】

ここで、一般式 (4) で示される二塩基酸の芳香族アルコールジエステル骨格構造を含有するカルボン酸エステルでは、 j 、 k が 2 以上の自然数、 n または m が 3 以上の自然数となると、体積弾性係数が低くなるという不都合が生じるおそれがある。このことにより、 j 、 k は、0 または 1、 n 、 m は、0 ないし 2 の整数の値となるカルボン酸エステルが用いられる。

また、一般式 (4) における p または q が 4 以上の自然数となると、動粘度が高くなり過ぎるという不都合が生じるおそれがある。このことにより、 p 、 q は 0 ないし 3 の値となるカルボン酸エステルが用いられる。

また、一般式 (4) において、 R_1 、 R_2 は、水素または炭素数 1 以上 10 以下のアルキル基である。ここで、 R_1 および R_2 の総炭素数が 11 以上のアルキル基では、動粘度が高くなり過ぎるという不都合を生じるおそれがある。また、 Z が側鎖を持っていたても良い炭素数 19 以上のアルキレン基では、動粘度が高くなり過ぎるという不都合を生じるおそれがある。

30

【0052】

なお、2 個以上の芳香環を持つカルボン酸エステルの製造方法は、特に制限はなく、通常の各種のエステル化の製造方法が適用できる。

例えば、原料としては、カルボン酸、カルボン酸エステル、カルボン酸塩化物あるいはそれらの誘導体アルコールあるいはそれらの誘導体が用いられる。また、アルキル基は、エステル化後にアルキル化してもよく、また、最初からアルキル化された原料を用いてもよい。

40

そして、エステル化触媒としては、特に制限はなく、また無触媒でエステル化してもよい。

【0053】

そして、基油として、カルボン酸エステルを 10 質量% 以上、好ましくは 30 質量% 以上、より好ましくは 40 質量% 以上含有する。

ここで、カルボン酸エステルが 10 質量% 未満では、体積弾性係数を高くする効果がほとんど現れないという不都合を生じるおそれがある。このため、カルボン酸エステルを 10 質量% 以上、好ましくは 30 質量% 以上、より好ましくは 40 質量% 以上含有することが好ましい。

50

【0054】

〔添加剤〕

そして、油圧作動油は、本発明の目的、すなわち体積弾性係数が高く油圧回路に用いた場合のエネルギー損失を抑制でき良好な作動効率が得られれば、各種の添加剤を適宜配合できる。

添加剤としては、例えば粘度指数向上剤、酸化防止剤、清浄分散剤、摩擦低減剤、金属不活性化剤、流動点降下剤、耐摩耗剤、消泡剤、極圧剤などが適宜用いられる。

【0055】

粘度指数向上剤としては、例えばポリメタクリレート、エチレン-プロピレン共重合体などのオレフィン系共重合体、分散型オレフィン系共重合体、スチレン-ジエン水素化共重合体などのスチレン系共重合体が、単独もしくは2種以上を組み合わせ用いられる。これら粘度指数向上剤としては、通常、0.5質量%以上10質量%以下で配合される。

酸化防止剤としては、例えば、2,6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール、4,4'-メチレンビス-(2,6-ジ-tert-ブチルフェノール)などのフェノール系酸化防止剤、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- α -ナフチルアミンなどのアミン系酸化防止剤、ジアルキルチオジプロピオネート、ジアルキルジチオカルバミン酸誘導体(金属塩は除く)、ビス(3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンジル)サルファイド、メルカプトベンゾチアゾール、五硫化リンとオレフィンとの反応生成物、硫化ジセチルなどの硫黄系酸化防止剤が、単独もしくは2種以上を組み合わせ用いられる。特に、フェノール系やアミン系のもの、あるいはアルキルジチオリン酸亜鉛、さらにはそれらの混合物などが好ましく用いられる。これら酸化防止剤は、通常、0.1質量%以上10質量%以下で配合される。

【0056】

清浄分散剤としては、例えばアルケニルコハク酸イミドが用いられる。これら清浄分散剤としては、通常、0.1質量%以上10質量%以下で配合される。

金属不活性化剤としては、例えばベンゾトリアゾール、チアジアゾールなどが、単独もしくは2種以上を組み合わせ用いられる。これら金属不活性化剤は、通常、0.1質量%以上5質量%以下で配合される。

流動点降下剤としては、例えばポリメタクリレートなどが用いられる。この流動点降下剤は、通常、0.5質量%以上10質量%以下で配合される。

耐摩耗剤としては、例えばアルキルジチオリン酸亜鉛が用いられる。これら耐摩耗剤としては、通常、0.1質量%以上10質量%以下で配合される。

消泡剤としては、例えばシリコン系化合物、エステル系化合物などが、単独もしくは2種以上を組み合わせ用いられる。これら消泡剤は、通常、0.01質量%以上1質量%以下で配合される。

極圧剤としては、例えばリン酸トリクレジルが用いられる。これら極圧剤としては、通常、0.1質量%以上10質量%以下で配合される。

【0057】

〔作用効果〕

本実施形態によれば、芳香環および飽和ナフテン環から選ばれた少なくともいずれかの環構造を2個以上有するエステルを基油として用いるので、体積弾性係数、潤滑性および熱安定性の高い油圧作動油を提供できる。

特に、2個以上の芳香環を持つカルボン酸エステルを基油として用いた場合、圧縮によるエネルギー損失が小さく、例えば油圧機器の油圧回路に利用した際の応答性に優れ、油圧回路における省エネルギー、高速化および制御の高精密化が得られる。さらに、密度が高いため、加圧下と常圧下との溶存ガス濃度の差が小さく、例えばリザーバタンクでの気泡の生成が少なく、また仮に気泡が発生しても気泡との比重差が大きく、気泡分離が容易で、気泡の発生による油圧制御の低下やキャビテーションおよびエロージョンの発生を防止できる。このように、本実施形態の化合物は、低圧の油圧回路にも高性能で利用でき、汎用性に優れる。

【0058】

そして、カルボン酸エステルとしては、上述した一般式（1）で示される芳香族エステル骨格構造を含有する化合物と、一般式（2）で示される安息香酸フェニル骨格構造を含有する化合物と、一般式（3）で示されるジオールの芳香族カルボン酸ジエステル化合物と、一般式（4）で示される二塩基酸の芳香族アルコールジエステル化合物のうちの少なくともいずれか一つが好ましく用いられる。このため、体積弾性係数が高いという特有の作用効果を奏する。

特に、一般式（1）、（2）におけるXおよびYは炭素数1以上30以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキル基、または、炭素数5以上12以下のシクロアルキル基または芳香族基、あるいは、炭素数2以上30以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルオキシカルボニル基、もしくは、炭素数2以上30以下のシクロアルキル基または芳香族基を含んでもよいアルキルカルボニルオキシ基のいずれかのカルボン酸エステルを用いることで、一般式（3）、（4）におけるR₁、R₂は、水素または炭素数1以上10以下のアルキル基にすることで、さらに一般式（3）におけるAは主鎖に酸素を含んでも良く、側鎖を持っていたりも良い炭素数2以上18以下のアルキレン基にすることで、一般式（4）におけるZは側鎖を持っていたりも良い炭素数1以上18以下のアルキレン基とすることでより適度な粘性の化合物が得られるという特有の作用効果を奏する。

【0059】

また、油圧作動基油として、カルボン酸エステルを10質量%以上、好ましくは30質量%以上、より好ましくは40質量%以上含有すると、体積弾性係数をより高くできるという特有の作用効果を奏する。

【0060】

従って、本実施形態の作動油圧油は、建設機械や射出成形機、プレス機械、クレーン、マシニングセンタ、油圧式無段変速機、ロボット、工作機械など、比較的が高圧の油圧装置としての油圧機器における油圧装置である油圧回路に用いる油圧作動油として好適に使用できる。また、低圧の油圧機器の油圧回路、さらにはサーボ油圧制御回路、ダンパー、ブレーキシステム、パワーステアリングなどにも好適に適用できる。

【0061】

なお、本第1実施形態の油圧作動油において、基油に含まれる芳香環を持つエステルは、その何れかに1個以上のニトロ基を備えているものとしてもよい。

このように、所定個数のニトロ基を有する芳香族エステルとすることで、さらに体積弾性係数が高くなる。このため、芳香族エステルを基油として含有する油圧作動油は、例えば、油圧装置に用いられた際には、圧縮されても体積収縮しにくい状態となるので、エネルギー損失が小さく、省エネルギーとなる。

【0062】

＜第2実施形態＞

次に、本発明の第2実施形態について詳述する。

なお、本実施形態では、前述した第1実施形態と重複する説明は省略する。

【0063】

〔基油の構成〕

本実施形態の油圧作動油は、1個のニトロ基を有するニトロ安息香酸エステルを基油として含有する合成潤滑油、あるいは必要に応じてニトロ安息香酸エステル以外の基油との混合物から構成されている。

ニトロ安息香酸エステルの原料としては、例えば、カルボン酸、カルボン酸エステル、カルボン酸塩化物あるいはそれらの誘導体、アルコールあるいはそれらの誘導体が用いられる。

また、ニトロ安息香酸エステルの芳香環には、アルキル基などが置換されていてもよく、置換されていなくてもよい。アルキル基はエステル化後にアルキル化してもよく、エステル化前にアルキル化していてもよい。

10

20

30

40

50

ニトロ安息香酸エステル合成には、無触媒でも良いが、通常エステル化触媒が用いられ、エステル化触媒としては、例えば、ルイス酸、有機酸、無機酸、これらの誘導体、およびこれらの混合物などが用いられる。

ルイス酸としては、例えば、チタン酸テトライソプロピルなどのチタンアルコキシド、ハロゲン化チタン、ハロゲン化亜鉛、ハロゲン化スズ、ハロゲン化アルミニウム、ハロゲン化鉄、三フッ化ホウ素、これら誘導体、およびこれらの混合物などが用いられる。

有機酸としては、例えば、p-トルエンスルホン酸などのアリールスルホン酸、トリフルオロメタンスルホン酸、トリクロロメタンスルホン酸などのアルキルスルホン酸、これらの誘導体、およびこれらの混合物、スルホン酸型イオン交換樹脂などが用いられる。

無機酸としては、例えば、塩酸、硫酸などが用いられる。

10

【0064】

ニトロ安息香酸エステルの含有量は、10質量%以上である。

ニトロ安息香酸エステルの含有量を10質量%以上とすることで、体積弾性係数を高くする効果をより奏することができる。よって、ニトロ安息香酸エステルの含有量は、10質量%以上、好ましくは30質量%以上、さらに好ましくは40質量%以上である。さらに、ニトロ安息香酸エステルは基油の全量を構成していてもよい(100質量%)。

【0065】

ニトロ安息香酸エステル以外の基油としては、大量に混合する場合には体積弾性係数が高い基油、例えば、フタル酸ベンジルイソノニルなどのフタル酸エステルや、イソフタル酸エステル、サリチル酸エステル、p-ヒドロキシ安息香酸エステル、トリメリット酸エステルなどが混合物の体積弾性係数を高く維持できるため好ましいが、少量混合する場合には、パラフィン系やナフテン系などの鉱物油、ポリブテン、アルキルジフェニルエーテル、ポリアルファオレフィン、ポリオールエステル、ジエステルなど特に制限はなく何でも良い。

20

【0066】

〔添加剤〕

また、油圧作動油に含有される添加剤としては、粘度指数向上剤、酸化防止剤、清浄分散剤、摩擦低減剤、金属不活性化剤、流動点降下剤、耐摩耗剤、消泡剤、極圧剤などが適宜用いられる。

なお、前記各添加剤は、前述した第1実施形態と重複するため本実施形態においてはその説明を省略する。

30

本第2実施形態においては、油圧作動油に含有される合成潤滑油の基油として、前述した第1実施形態の芳香環を有するカルボン酸エステルなど他の基油を含有させる構成も考えられる。しかしながら、基油としてニトロ基を有する芳香族エステルを単独で含有させる構成とすることにより体積弾性係数をより高くすることができる。

【0067】

〔作用効果〕

本実施形態によれば、油圧装置に用いられる油圧作動油は、1個のニトロ基を有するニトロ安息香酸エステルを基油とした合成潤滑油を含有する。

このため、ニトロ安息香酸エステルは体積弾性係数が高いので、圧縮されても体積収縮しにくい状態となる。このため、エネルギー損失が小さくなり、省エネルギーとなる。

40

また、油圧装置にはサーボ油圧制御回路が設けられており、体積弾性係数が高いので制御ループの固有振動数 ω_0 および減衰係数Dが大きくなる。このことにより、油圧回路の応答性および油圧制御の安定性に優れ、作動の高速化および高精度化が得られる。

さらに、本実施形態の油圧作動油に含有される合成潤滑油は密度が高いので、加圧下と常圧下との溶存ガス濃度の差が小さく、リザーバタンクでの気泡の生成が少なく、また仮に気泡が発生しても気泡との比重差が大きく、気泡分離が容易で、気泡の発生による油圧性能の低下やキャビテーションおよびエロージョンの発生を防止できる。そして、ポンプ寿命を延ばすことができる。上記のように、本実施形態の油圧作動油に含有される合成潤滑油は低圧の油圧回路にも高性能で利用でき、汎用性に優れる。

50

【0068】

また、ニトロ安息香酸エステルは基油として10質量%以上含有されている。

このため、ニトロ安息香酸エステルが基油として特定の含有量で含有されているので、体積弾性係数を高くする効果をより奏することができる。

【0069】

従って、本実施形態の油圧作動油は、建設機械や射出成形機、プレス機械、クレーン、マシニングセンタなどの油圧機器に設けられた比較的の高圧の油圧装置に用いられる油圧作動油として好適に使用できる。また、ダンパー、ショックアブソーバーなど低圧の油圧装置にも好適に適用できる。

【0070】

10

＜実施形態の変形例＞

なお、以上に説明した態様は、本発明の一態様をそれぞれ示したものであって、本発明は、前記した第1および第2実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的および効果を達成できる範囲内での変形や改良が、本発明の内容に含まれるものであることはいうまでもない。また、本発明を実施する際における具体的な構造や組成などは、本発明の目的および効果を達成できる範囲内において、他の構造や組成としても問題はない。

すなわち、前記第1実施形態では、添加剤を適宜配合する構成を例示したが、添加剤を用いなくともよい。

【0071】

また、前記第2実施形態の合成潤滑油におけるニトロ安息香酸エステルは、ニトロ基を1個有するニトロ安息香酸エステルとしたが、例えば、メタ(m)ーニトロ安息香酸、オルト(o)ーニトロ安息香酸、パラ(p)ーニトロ安息香酸、これらの誘導体、これらの混合物でもよい。

20

そして、前記第2実施形態では、添加剤を適宜添加する構成を例示したが、添加剤を用いなくともよい。

さらに、前記第2実施形態のニトロ安息香酸エステルは、基油として10質量%以上含有する構成を例示したが、含有量が10質量%未満であってもよい。

また、前記第2実施形態の油圧装置はサーボ油圧制御回路、アクチュエータおよびリザーバタンクを備える構成を示したが、適宜サーボ油圧制御回路およびリザーバタンクを省略した構成としてもよい。

30

【実施例1】

【0072】

次に、実施例および比較例を挙げて、前述した本発明の第1および第2実施形態をさらに詳しく説明する。

なお、本発明は、これらの実施例などの記載内容に何ら制限されるものではない。

【0073】

＜第1実施形態の実施例＞

{試料の調製}

上述した第1実施形態における油圧作動油の性能を確認する実験を実施した。実験としては、以下の条件で調製した各種の油圧作動油を用いて、それぞれの物性、すなわち、動粘度、粘度指数、密度、流動点および正接体積弾性係数を測定し、比較評価した。

40

動粘度はJIS K 2283の方法により測定し、粘度指数はJIS K 2283の方法により算出した。

密度は、JIS K 2249の方法により測定した。

流動点は、JIS K 2269の方法により測定した。

正接体積弾性係数は、高圧密度測定により求めた40℃、50MPaにおける値とした。なお、高圧密度測定は、以下に示す構造の佐賀大式プランジャ型高圧密度計を用い、常圧から200MPaまで段階的に加圧して、40℃で測定した。なお、容器内の油圧作動油の体積は、プランジャの変位をリニアゲージで検出して求めた。

・シリンダ：Ni-Cr-Mo鋼製 外径80.0mm 内径29.93mm

50

- ・プランジャおよびプラグ：C r－M o 鋼製
- ・高圧シール：ベリリウム銅製

これらの物性の結果を、表 1 ないし表 4 に示す。

【0074】

（実施例 1－1）

2 リットルの四つ口フラスコに、フタロイルクロライド（東京化成工業株式会社製 試薬）203 g、トルエン（東京化成工業株式会社製 試薬）600 ml、トリエチルアミン（東京化成工業株式会社製 試薬）225 g を入れ、攪拌しつつフェノール（東京化成工業株式会社製 試薬）60 g と n－ドデカノール（東京化成工業株式会社製 試薬）254 g との混合物を 40℃ で 4 時間かけて滴下し、さらに 1 時間攪拌した後、メタノール（東京化成工業株式会社製 試薬）30 ml を添加して酸塩化物を十分に反応させた。

10

この後、飽和食塩水による洗浄、および、0.1 規定水酸化ナトリウム水溶液による洗浄をそれぞれ 3 回ずつ実施した後、無水硫酸マグネシウム（東京化成工業株式会社製 試薬）で乾燥した。さらに、硫酸マグネシウムを濾過した後、エバポレータでトルエンを留去し、減圧蒸留により沸点 215～237℃／（0.1mmHg）留分 140 g を得た。

この留分を、ガスクロマトグラフィにより分析した結果、フタル酸フェニルドデシル 84 質量％と、フタル酸ジドデシル 16 質量％との混合物であった。

この混合物を実施例 1－1 として、上述した物性を測定した。

【0075】

（実施例 1－2）

20

実施例 1－1 におけるフタロイルクロライド 203 g に代えて、イソフタロイルクロライド（東京化成工業株式会社製 試薬）203 g を用いて実施例 1－1 と同様に調製し、沸点 223～241℃／（0.1mmHg）留分 130 g を得た。

この留分を実施例 1－1 と同様に分析した結果、イソフタル酸フェニルドデシル 37 質量％と、イソフタル酸ジドデシル 63 質量％との混合物であった。

この混合物を実施例 1－2 として、同様に物性を求めた。

【0076】

（実施例 1－3）

実施例 1－1 におけるフェノール 60 g と n－ドデカノール 254 g との混合物の代わりに、m－クレゾール（東京化成工業株式会社製 試薬）71 g と n－ドデカノール 254 g との混合物を用いて実施例 1－1 と同様に調製し、沸点 224～237℃／（0.1mmHg）留分 140 g を得た。

30

この留分を実施例 1－1 と同様に分析した結果、フタル酸クレジルドデシル 71 質量％とフタル酸ジドデシル 29 質量％との混合物であった。

この混合物を実施例 1－3 として、同様に物性を求めた。

【0077】

（実施例 1－4）

1 リットルのディーン・スターク（Dean-Stark）装置付の四つ口フラスコに、イソフタル酸ジメチル（東京化成工業株式会社製 試薬）194 g、ベンジルアルコール（東京化成工業株式会社製 試薬）140 g、n－ドデカノール 220 g、チタン酸テトライソプロピル（東京化成工業株式会社製 試薬）0.2 g を入れ、窒素気流で攪拌しつつ、メタノールを留去しながら 140℃ で 4 時間反応させた。この後、飽和食塩水による洗浄、および、0.1 規定水酸化ナトリウム水溶液による洗浄をそれぞれ 3 回ずつ実施した後、無水硫酸マグネシウムで乾燥した。さらに、硫酸マグネシウムを濾過した後、減圧蒸留により沸点 211～230℃／（0.1mmHg）留分 206 g を得た。

40

この留分を実施例 1－1 と同様に分析した結果、イソフタル酸ジベンジル 59 質量％と、イソフタル酸ベンジルドデシル 35 質量％と、イソフタル酸ジドデシル 6 質量％との混合物であった。

この混合物を実施例 1－4 として、同様に物性を求めた。

【0078】

50

(実施例 1-5)

まず、ドデシルフェノールを調製した。具体的には、2 リットルの四つ口フラスコに、フェノール 325 g、乾燥した活性白土（水澤化学工業株式会社製 商品名；ガレオナイト #136）30 g を入れ、攪拌しつつ 135℃ で 4 時間かけて 1-ドデセン 575 g を滴下して反応させた。そして、活性白土を濾過した後、減圧蒸留によりドデシルフェノール 537 g を得た。

そして、調製したドデシルフェノールを用いて、安息香酸エステルを調製した。具体的には、2 リットルの四つ口フラスコに、ベンゾイルクロライド（東京化成工業株式会社製 試薬）121 g、トルエン 500 ml、トリエチルアミン 95 g を入れ、攪拌しつつ先に調製したドデシルフェノール 225 g を 40℃ で 3 時間掛けて滴下し、さらに 1 時間攪拌した後、メタノール 30 ml を添加して酸塩化物を十分に反応させた。

この後、飽和食塩水による洗浄、および、0.1 規定水酸化ナトリウム水溶液による洗浄をそれぞれ 3 回ずつ実施した後、無水硫酸マグネシウムで乾燥した。さらに、硫酸マグネシウムを濾過した後、エバポレータでトルエンを留去し、減圧蒸留により沸点 213 ~ 219℃ / (0.1mmHg) 留分 145 g を得た。

この留分を実施例 1-1 と同様に分析した結果、o-ドデシルフェノールのエステル 60 質量% と p-ドデシルフェノールのエステル 40 質量% との混合物であった。

この混合物を実施例 1-5 として、同様に物性を求めた。

【0079】

(実施例 1-6)

500 ml のディーン・スターク装置付の四つ口フラスコに、サリチル酸メチル（東京化成工業株式会社製 試薬）25 g、n-ドデカノール 31 g、チタン酸テトライソプロピル 0.1 g を入れ、窒素気流で攪拌しつつ、メタノールを留去しながら 220℃ で 2 時間反応させた。室温まで冷却した後、トルエン 150 ml、トリエチルアミン 28 g を入れ、攪拌しつつベンゾイルクロライド 30 g を 40℃ で 30 分かけて滴下し、さらに 1 時間攪拌した後、メタノール 20 ml を添加して酸塩化物を十分に反応させた。

この後、飽和食塩水による洗浄、および、0.1 規定水酸化ナトリウム水溶液による洗浄をそれぞれ 3 回ずつ実施した後、無水硫酸マグネシウムで乾燥した。さらに、硫酸マグネシウムを濾過した後、減圧蒸留により沸点 220℃ / (0.1mmHg) 留分 46 g を得た。

この留分を実施例 1-1 と同様に分析した結果、o-ベンゾイルオキシ安息香酸ドデシルであった。

この化合物を実施例 1-6 として、同様に物性を求めた。

【0080】

(実施例 1-7)

実施例 1-6 におけるサリチル酸メチル 25 g と n-ドデカノール 31 g との代わりに、p-ヒドロキシ安息香酸メチル 25 g と 2-ブチルオクタノール 31 g とを用いて実施例 1-6 と同様に調製し、p-ベンゾイルオキシ安息香酸 2-ブチルオクチル 48 g を得た。

この化合物を実施例 1-7 として、同様に物性を求めた。

【0081】

(実施例 1-8)

500 ml のディーン・スターク装置付の四つ口フラスコに、テレフタル酸ジメチル 120 g、ベンジルアルコール 80 g、2-ヘキシルデカノール 190 g、チタン酸テトライソプロピル 0.2 g を入れ、窒素気流で攪拌しつつ、メタノールを留去しながら 140℃ で 4 時間反応させた。

この後、飽和食塩水による洗浄、および、0.1 規定水酸化ナトリウム水溶液による洗浄をそれぞれ 3 回ずつ実施した後、無水硫酸マグネシウムで乾燥した。さらに、硫酸マグネシウムを濾過した後、減圧下で未反応アルコールを留去し、テレフタル酸ジベンジル 5 質量%、テレフタル酸ベンジル 2-ヘキシルデシル 45 質量%、および、テレフタル酸ジ 2-ヘキシルデシル 50 質量% の混合物を得た。

この混合物を実施例 1-8 として、同様に物性を求めた。

【0082】

(実施例 1-9)

フタル酸ベンジルイソノニル（東京化成工業株式会社製 試薬）を実施例 1-9 として、同様に物性を求めた。

【0083】

(実施例 1-10)

1 リットルのディーン・スターク装置付き四つ口フラスコにアゼライン酸（東京化成工業株式会社製 試薬）125 g、ベンジルアルコール（東京化成工業株式会社製 試薬）130 g、2-フェネチルアルコール（東京化成工業株式会社製 試薬）100 g、混合キシレン 80 ml（東京化成工業株式会社製 試薬）、チタンテトライソプロポキシド（東京化成工業株式会社製 試薬）0.1 g を入れ、窒素気流攪拌下に水を留去しながら 165℃ で 4 時間反応させた。その後、飽和食塩水洗浄、0.1 規定水酸化ナトリウム水溶液洗浄を各 3 回行った後、無水硫酸マグネシウム（東京化成工業株式会社製 試薬）で乾燥させた。硫酸マグネシウムを濾過した後、過剰の原料アルコールを留去して、ジベンジルエステル 29 質量%、ベンジルフェネチルエステル 50%、ジフェネチルエステル 21 質量% のエステル混合物を 160 g 得た。

この混合物を実施例 1-10 として、同様に物性を求めた。

また、本混合物を、タイテック株式会社製 BOD テスター 200F を使用し、JIS K 6950 に準拠して、28 日間の生分解性試験を行った結果（生分解度：BOD）を表 3 に併記する。

【0084】

(実施例 1-11)

500 ミリリットルのディーン・スターク装置付き四つ口フラスコにフェニル酢酸メチル（東京化成工業株式会社製 試薬）180 g、ジエチレングリコール（東京化成工業株式会社製 試薬）43 g、チタンテトライソプロポキシド（東京化成工業株式会社製 試薬）0.1 g を入れ、窒素気流攪拌下にメタノールを留去しながら 150℃ で 4 時間反応させた。実施例 1-10 と同様の後処理をすることにより、ジエチレングリコールのフェニル酢酸ジエステルを 98 g 得た。

このエステルを実施例 1-11 として、同様に物性を求めた。

また、本混合物を、タイテック株式会社製 BOD テスター 200F を使用し、JIS K 6950 に準拠して、28 日間の生分解性試験を行った結果（生分解度：BOD）を表 3 に併記する。

【0085】

(実施例 1-12)

実施例 1-11 で、フェニル酢酸メチル 180 g、ジエチレングリコール 43 g の代わりに、フェニル酢酸メチル 225 g、グリセリン 27 g を用い 200℃ で 7 時間反応させた事以外は同様に行って、グリセリンのフェニル酢酸トリエステルを 70 g 得た。

このエステルを実施例 1-12 として、同様に物性を求めた。

また、本混合物を、タイテック株式会社製 BOD テスター 200F を使用し、JIS K 6950 に準拠して、28 日間の生分解性試験を行った結果（生分解度：BOD）を表 3 に併記する。

【0086】

(実施例 1-13)

実施例 1-11 で、フェニル酢酸メチル 180 g、ジエチレングリコール 43 g の代わりに、フェニル酢酸メチル 120 g、安息香酸メチル 55 g、1,4-ブタンジオール 36 g を用いた事以外は同様に行って、1,4-ブタンジオールのフェニル酢酸ジエステル 48%、1,4-ブタンジオールのフェニル酢酸と安息香酸のエステル 42 質量%、1,4-ブタンジオールの安息香酸ジエステル 10 質量% の混合物を 80 g 得た。

この混合物を実施例 1-13 として、同様に物性を求めた。

また、本混合物を、タイテック株式会社製BODテスター 200F を使用し、JIS K 6 9 5 0 に準拠して、28日間の生分解性試験を行った結果（生分解度：BOD）を表3に併記する。

【0087】

（実施例1-14）

実施例1-10で、2-フェネチルアルコール100gの代わりに、2-ノルボルナンメタノール150gを用いた事以外は同様に行って、ジベンジルエステル20質量%、ベンジルノルボルニルメチルエステル47質量%、ジノルボルニルメチルエステル33質量%のエステル混合物を155g得た。

この混合物を実施例1-14として、同様に物性を求めた。

10

【0088】

（実施例1-15）

実施例1-10で、ベンジルアルコール130g、2-フェネチルアルコール100gの代わりに、ベンジルアルコール100g、2-フェノキシエタノール110g（東京化成工業株式会社製 試薬）、2-エチルヘキサノール40g（東京化成工業株式会社製 試薬）を用いた事以外は同様に行って、ジフェノキシエチルエステル17質量%、ベンジルフエノキシエチルエステル31質量%、ジベンジルエステル16質量%、フェノキシエチルエチルヘキシルエステル17質量%、ベンジリエチルヘキシルエステル15質量%、ジエチルヘキシルエステル4質量%のエステル混合物を165g得た。

この混合物を実施例1-15として、同様に物性を求めた。

20

また、本混合物を、タイテック株式会社製BODテスター 200F を使用し、JIS K 6 9 5 0 に準拠して、28日間の生分解性試験を行った結果（生分解度：BOD）を表3に併記する。

【0089】

（実施例1-16）

500ミリリットルのディーン・スターク装置付き四つ口フラスコに安息香酸メチル（東京化成工業株式会社製 試薬）245g、トリエチレングリコール（東京化成工業株式会社製 試薬）36g、テトラエチレングリコール（東京化成工業株式会社製 試薬）70g、チタネートライソプロポキシド（東京化成工業株式会社製 試薬）0.1gを入れ、窒素気流攪拌下にメタノールを留去しながら150℃で4時間反応させた。実施例1-10と同様の後処理をすることにより、トリエチレングリコールの安息香酸ジエステル40質量%とテトラエチレングリコールの安息香酸ジエステル60質量%のエステル混合物を170g得た。

30

このエステルを実施例1-16として、同様に物性を求めた。

また、本混合物を、タイテック株式会社製BODテスター 200F を使用し、JIS K 6 9 5 0 に準拠して、28日間の生分解性試験を行った結果（生分解度：BOD）を表3に併記する。

【0090】

（比較例1-1）

パラフィン系鉱物油（出光興産株式会社製 商品名；ダイアナフレッシュP90）を比較例1-1として、同様に物性を求めた。

40

また、本鉱物油を、タイテック株式会社製BODテスター 200F を使用し、JIS K 6 9 5 0 に準拠して、28日間の生分解性試験を行った結果（生分解度：BOD）を表4に併記する。

【0091】

（比較例1-2）

ポリブテン（出光興産株式会社製 商品名；出光ポリブテン5H）を比較例1-2として、同様に物性を求めた。

また、本ポリブテンを、タイテック株式会社製BODテスター 200F を使用し、JIS K 6 9 5 0 に準拠して、28日間の生分解性試験を行った結果（生分解度：BOD）を表4に

50

併記する。

【0092】

(比較例1-3)

2リットルのディーン・スターク装置付き四つ口フラスコに無水ピロメリット酸218g、*n*-オクタノール650g、チタンテトライソプロポキシド0.2g、キシレン300ミリリットルを入れ、窒素気流攪拌下に水を留去しながら160℃で4時間反応させた。その後、飽和食塩水洗浄、0.1規定水酸化ナトリウム水溶液洗浄を各3回行った後、無水硫酸マグネシウムで乾燥させた。硫酸マグネシウムを濾過した後、減圧下に未反応アルコールを留去し、残分としてピロメリット酸テトラオクチル630gを得た。得られた化合物を比較例1-3として、同様に物性を求めた。

10

【0093】

(比較例1-4)

アルキルジフェニルエーテル(株式会社松村石油研究所製 商品名;モレスコハイルーブルB-68)を比較例1-4として、同様に物性を求めた。

【0094】

(比較例1-5)

ペンタフェニルエーテル(株式会社松村石油研究所製 商品名;S-3105)を比較例1-5として、同様に物性を求めた。

また、本エーテルを、タイテック株式会社製BODテスター 200Fを使用し、JIS K 6950に準拠して、28日間の生分解性試験を行った結果(生分解度:BOD)を表4に併記する。

20

【0095】

【表1】

項 目	実施例1-1	実施例1-2	実施例1-3	実施例1-4	実施例1-5	実施例1-6
動粘度 [40℃, mm ² /s]	35.62	50.64	38.90	60.07	41.78	48.83
動粘度 [100℃, mm ² /s]	5.226	7.275	5.651	6.621	5.245	5.863
粘度指数	64	103	76	38	20	36
密度 [15℃, g/ml]	1.0242	0.9882	1.0046	1.1165	0.9945	1.0425
流動点, [℃]	-35	-17.5	-27.5	-22.5	-35	-20
正接体積弾性係数, [GPa]	1.69	1.65	1.69	1.86	1.68	1.75

30

【0096】

【表2】

項 目	実施例1-7	実施例1-8	実施例1-9
動粘度 [40℃, mm ² /s]	68.20	58.48	31.55
動粘度 [100℃, mm ² /s]	7.031	8.140	4.736
粘度指数	35	107	43
密度 [15℃, g/ml]	1.0394	0.9768	1.0652
流動点, [℃]	-50	-25	-42.5
正接体積弾性係数, [GPa]	1.75	1.64	1.81

40

【0097】

【表 3】

項 目	実施例1-10	実施例1-11	実施例1-12	実施例1-13	実施例1-14	実施例1-15	実施例1-16
動粘度 [40℃, mm ² /s]	17.88	18.54	58.24	15.34	28.04	22.05	32.77
動粘度 [100℃, mm ² /s]	4.169	3.707	6.322	3.401	5.607	4.382	4.953
粘度指数	141	74	25	91	144	107	58
密度 [15℃, g/ml]	1.0683	1.1527	1.1769	1.1247	1.0560	1.0616	1.1698
流動点, [℃]	-40	-40	-27.5	-25	-35	-37.5	-30
正接体積弾性係数, [GPa]	1.78	1.84	1.9	1.83	1.77	1.78	1.88
生分解度 (BOD)	60%以上	60%以上	60%以上	60%以上	-	60%以上	60%以上

10

【0098】

【表 4】

項 目	比較例1-1	比較例1-2	比較例1-3	比較例1-4	比較例1-5
動粘度 [40℃, mm ² /s]	89.79	95.7	69.14	68.52	282.5
動粘度 [100℃, mm ² /s]	10.99	8.978	10.18	9.518	12.65
粘度指数	108	52	132	118	-59
密度 [15℃, g/ml]	0.8716	0.8403	0.9175	0.9047	1.2021
流動点, [℃]	-17.5	-30	-5	-30以下	2.5
正接体積弾性係数, [GPa]	1.51	1.44	1.56	1.54	1.98
生分解度 (BOD)	10%以下	10%以下	-	-	10%以下

20

【0099】

これら表1ないし表4に示す結果からわかるように、潤滑油として利用される比較例1-1のパラフィン系鉱物油および合成油である比較例1-2では、体積弾性係数が低い。また、生分解性も低い。エステルである比較例1-3でも芳香環を一つしか有していないので体積弾性係数が低い。さらに、ジフェニルエーテルである比較例1-4でも体積弾性係数は低い。また、ペンタフェニルエーテルである比較例1-5では、体積弾性係数は高いが、動粘度および流動点が高く、かつ粘度指数が低く、油圧作動油としての利用に適していない。また、生分解性も低い。

一方、実施例1-1ないし実施例1-16の各カルボン酸エステルでは、動粘度および流動点が比較的に低いとともに粘度指数が比較的に高く、油圧作動油として適用できるとともに、体積弾性係数が比較的に高く、圧縮によるエネルギー損失が小さく、油圧回路における効率的な作動が得られることがわかる。

30

【0100】

<第2実施形態の実施例>

{試料の調製}

上述した第2実施形態における油圧作動油の性能を確認する実験を実施した。実験としては、前述した第1実施形態の実施例と同様の条件で調製した各種の油圧作動油を用いて、それぞれの物性、すなわち、動粘度、粘度指数、密度、流動点および正接体積弾性係数を測定し、比較評価した。

40

これらの物性の結果を、表5ないし表7に示す。

【0101】

(実施例2-1)

500ミリリットルのディーン・スターク (Dean-Stark) 装置付き四つ口フラスコに、*m*-ニトロ安息香酸メチル (東京化成工業株式会社製 試薬) 120 g, ベンジルアルコール (東京化成工業株式会社製 試薬) 60 g, 2-フェネチルアルコール (東京化成工業株式会社製 試薬) 55 g、チタンテトライソプロポキシド (東京化成工業株式会社製 試薬) 0.1 g を入れ、窒素気流攪拌下にメタノールを留去しながら155℃で4時間反応させた。その後、飽和食塩水洗浄, 0.1規定水酸化ナトリウム水溶液洗浄を各3回行った後、無水硫酸マグネシウム (東京化成工業株式会社製 試薬) で乾燥させた。硫酸

50

マグネシウムを濾過した後、過剰の原料アルコールを留去して、残分 145 g を得た。

この残分をガスクロマトグラフィーにより分析した結果、*m*-ニトロ安息香酸ベンジル 50 質量%と、*m*-ニトロ安息香酸フェネチル 50 質量%との混合物であった。

この混合物を実施例 2-1 として、上述した物性を測定した。

【0102】

(実施例 2-2)

実施例 2-1 で得られた混合エステル 40 g に、フタル酸ベンジルイソノニル（東京化成工業株式会社製 試薬）10 g を混合し、得られた混合物を実施例 2-2 として、同様に物性を求めた。

【0103】

(実施例 2-3)

実施例 2-1 におけるベンジルアルコール 60 g および 2-フェネチルアルコール 55 g の代わりに、ベンジルアルコール 108 g を用いて実施例 2-1 と同様に調製し、*m*-ニトロ安息香酸ベンジル 134 g を得た。さらに、この *m*-ニトロ安息香酸ベンジルにフタル酸ベンジルイソノニル 134 g を混合し、得られた混合物を実施例 2-3 として、同様に物性を求めた。

【0104】

(実施例 2-4)

実施例 2-1 におけるベンジルアルコール 60 g を用いず、2-フェネチルアルコールを 122 g 用いて実施例 2-1 と同様に調製し、*m*-ニトロ安息香酸フェネチル 150 g を得た。さらに、この *m*-ニトロ安息香酸フェネチルにフタル酸ベンジルイソノニル 150 g を混合し、得られた混合物を実施例 2-4 として、同様に物性を求めた。

【0105】

(実施例 2-5)

500 ミリリットルのディーン・スターク装置付の四つ口フラスコに、*m*-ニトロ安息香酸（東京化成工業株式会社製 試薬）50 g、ベンジルアルコール（東京化成工業株式会社製 試薬）100 g、*n*-デカノール（東京化成工業株式会社製 試薬）30 g、キシレン（東京化成工業株式会社製 試薬）100 g、チタンテトライソプロポキシド（東京化成工業株式会社製 試薬）0.2 g を入れ、窒素気流攪拌下に水を留去しながら 175℃ で 5 時間反応させた。その後、飽和食塩水洗浄、0.1 規定水酸化ナトリウム水溶液洗浄を各 3 回行った後、無水硫酸マグネシウム（東京化成工業株式会社製 試薬）で乾燥させた。硫酸マグネシウムを濾過した後、過剰の原料アルコールを留去して、残分 63 g を得た。

この残分を実施例 2-1 と同様に分析した結果、*m*-ニトロ安息香酸ベンジル 75 質量%と *m*-ニトロ安息香酸デシル 25 質量%との混合物であった。

この混合物を実施例 2-5 として、同様に物性を求めた。

【0106】

(実施例 2-6)

実施例 2-1 におけるベンジルアルコール 60 g および 2-フェネチルアルコール 55 g の代わりに、1-フェノキシ-2-プロパノール（東京化成工業株式会社製 試薬）158 g を用いて実施例 2-1 と同様に調製し、*m*-ニトロ安息香酸フェノキシプロピル 138 g を得た。得られた化合物を実施例 2-6 として、同様に物性を求めた。

【0107】

(実施例 2-7)

実施例 2-1 におけるベンジルアルコール 60 g および 2-フェネチルアルコール 55 g の代わりに、トリデカノール混合物（東京化成工業株式会社製 試薬）200 g を用いて実施例 2-1 と同様に調製し、*m*-ニトロ安息香酸トリデシル 186 g を得た。得られた混合物を実施例 2-7 として、同様に物性を求めた。

【0108】

(実施例 2-8)

10

20

30

40

50

1 リットルの四つ口フラスコに、サリチル酸 4-ニトロフェニル 50 g, トルエン 500 ミリリットル, トリエチルアミン 28 g を入れ, 攪拌下に n-オクタン酸クロライド 35 g を 30℃ で 1 時間かけて滴下し, さらに 1 時間攪拌した後, メタノール 40 ミリリットルを添加して酸塩化物を全て反応させた。その後, 飽和食塩水洗浄, 0.1 規定水酸化ナトリウム水溶液洗浄を各 3 回行った後, 無水硫酸マグネシウムで乾燥させた。硫酸マグネシウムを濾過した後, トルエンと少量の n-オクタン酸メチルを留去し, 残分としてサリチル酸 4-ニトロフェニルの n-オクタン酸エステル 70 g を得た。得られた化合物を実施例 2-8 として, 同様に物性を求めた。

【0109】

(実施例 2-9)

500 ミリリットルのディーン・スターク (Dean-Stark) 装置付き四つ口フラスコに、m-ニトロ安息香酸メチル (東京化成工業株式会社製 試薬) 60 g、p-ニトロ安息香酸メチル (東京化成工業株式会社製 試薬) 60 g、2-フェネチルアルコール (東京化成工業株式会社製 試薬) 110 g、チタンテトライソプロポキシド (東京化成工業株式会社製 試薬) 0.1 g を入れ、窒素気流攪拌下にメタノールを留去しながら 155℃ で 4 時間反応させた。その後、飽和食塩水洗浄、0.1 規定水酸化ナトリウム水溶液洗浄を各 3 回行った後、無水硫酸マグネシウム (東京化成工業株式会社製 試薬) で乾燥させた。硫酸マグネシウムを濾過した後、過剰の原料アルコールを留去して、残分 155 g を得た。

この残分をガスクロマトグラフィーにより分析した結果、m-ニトロ安息香酸フェネチル 50 質量%と、p-ニトロ安息香酸フェネチル 50 質量%との混合物であった。

この混合物 120 g と実施例 2-3 で得られた m-ニトロ安息香酸ベンジル 80 g を混合し、実施例 2-9 として、同様に物性を測定した。

また、本混合物を、タイテック株式会社製 BOD テスター 200F を使用し、JIS K 6950 に準拠して、28 日間の生分解性試験を行った結果 (生分解度: BOD) を表 6 に併記する。

【0110】

(比較例 2-1)

パラフィン系鉱物油 (出光興産株式会社製 商品名; ダイアナフレッシュ P90) を比較例 2-1 として、同様に物性を求めた。

【0111】

(比較例 2-2)

ポリブテン (出光興産株式会社製 商品名; 出光ポリブテン 5H) を比較例 2-2 として、同様に物性を求めた。

【0112】

(比較例 2-3)

2 リットルのディーン・スターク装置付き四つ口フラスコに無水ピロメリット酸 218 g、n-オクタノール 650 g、チタンテトライソプロポキシド 0.2 g、キシレン 300 ミリリットルを入れ、窒素気流攪拌下に水を留去しながら 160℃ で 4 時間反応させた。その後、飽和食塩水洗浄、0.1 規定水酸化ナトリウム水溶液洗浄を各 3 回行った後、無水硫酸マグネシウムで乾燥させた。硫酸マグネシウムを濾過した後、減圧下に未反応アルコールを留去し、残分としてピロメリット酸テトラオクチル 630 g を得た。得られた化合物を比較例 2-3 として、同様に物性を求めた。

【0113】

(比較例 2-4)

アルキルジフェニルエーテル (株式会社松村石油研究所製 商品名; モレスコハイルー プ LB-68) を比較例 2-4 として、同様に物性を求めた。

【0114】

(比較例 2-5)

ペンタフェニルエーテル (株式会社松村石油研究所製 商品名; S-3105) を比較

10

20

30

40

50

例 2-5 として、同様に物性を求めた。

【0115】

【表 5】

項目	実施例2-1	実施例2-2	実施例2-3	実施例2-4
動粘度[40℃, mm ² /s]	33.46	31.29	27.57	33.33
動粘度[100℃, mm ² /s]	3.779	3.897	4.013	4.295
粘度指数	-206	-132	-36	-62
密度[15℃, g/ml]	1.2457	1.205	1.156	1.1416
流動点, [℃]	-27.5	-32.5	-42.5	-40.0
正接体積弾性係数, [GPa]	2.08	2.02	1.96	1.93

10

【0116】

【表 6】

項目	実施例2-5	実施例2-6	実施例2-7	実施例2-8	実施例2-9
動粘度[40℃, mm ² /s]	19.82	172.4	26.30	136.3	32.86
動粘度[100℃, mm ² /s]	3.239	5.747	4.027	8.407	3.770
粘度指数	-58	-671	-11	-60	-198
密度[15℃, g/ml]	1.199	1.2346	1.0284	1.1719	1.2413
流動点, [℃]	-35.0	-20.0	-47.5	-35.0	-27.5
正接体積弾性係数, [GPa]	2.00	2.05	1.72	1.97	2.08
生分解度(BOD)	—	—	—	—	60%以上

20

【0117】

【表 7】

項目	比較例2-1	比較例2-2	比較例2-3	比較例2-4	比較例2-5
動粘度[40℃, mm ² /s]	89.79	95.7	69.14	68.52	282.5
動粘度[100℃, mm ² /s]	10.99	8.978	10.18	9.518	12.65
粘度指数	108	52	132	118	-59
密度[15℃, g/ml]	0.8716	0.8403	0.9175	0.9047	1.2021
流動点, [℃]	-17.5	-30.0	-5.0	-30.0以下	2.5
正接体積弾性係数, [GPa]	1.51	1.44	1.56	1.54	1.98

30

【0118】

これら表 5 ないし表 7 に示す結果から、潤滑油として利用される比較例 2-1 のパラフィン系鉱物油および合成油である比較例 2-2 では、体積弾性係数が低い。また、エステルである比較例 2-3 でも体積弾性係数が低い。さらに、ジフェニルエーテルである比較例 2-4 でも体積弾性係数は低い。また、ペンタフェニルエーテルである比較例 2-5 では、体積弾性係数は高いが、動粘度および流動点が高く、油圧作動油としての利用に適していない。

40

一方、実施例 2-1 ないし実施例 2-9 の各カルボン酸エステルでは、動粘度および流動点と比較的に低く、油圧作動油として適用できるとともに、体積弾性係数が比較的に高く、圧縮によるエネルギー損失が小さく、油圧回路における効率的な作動が得られることがわかる。

【産業上の利用可能性】

【0119】

本発明は、例えば建設機械や射出成形機、プレス機械、クレーン、マシニングセンタ、油圧式無段変速機、ロボット、工作機械、ダンパー、ブレーキシステム、パワーステアリ

50

ングなど、油圧機器における油圧回路に用いられる油圧作動油、さらにはこの油圧作動油を利用した油圧回路や油圧機器などの油圧装置として利用できる。

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平01-287061 (JP, A)
特開平01-316340 (JP, A)
特開平02-045596 (JP, A)
特開昭63-066293 (JP, A)
特開平09-183991 (JP, A)
特開平07-267904 (JP, A)
特開平08-003173 (JP, A)
米国特許第03660467 (US, A)
米国特許第03413223 (US, A)
米国特許第03555057 (US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C10M 101/00-177/00
CA (STN)