

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6965096号
(P6965096)

(45) 発行日 令和3年11月10日 (2021. 11. 10)

(24) 登録日 令和3年10月22日 (2021. 10. 22)

(51) Int. Cl.

F 1

C 1 O M 169/04 (2006. 01)

C 1 O M 169/04

F 1 6 C 17/00 (2006. 01)

F 1 6 C 17/00

Z

C 1 O N 10/02 (2006. 01)

C 1 O N 10:02

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

C 1 O N 30:00

D

C 1 O N 40/02 (2006. 01)

C 1 O N 30:00

Z

請求項の数 3 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-202533 (P2017-202533)
 (22) 出願日 平成29年10月19日 (2017. 10. 19)
 (65) 公開番号 特開2019-73666 (P2019-73666A)
 (43) 公開日 令和1年5月16日 (2019. 5. 16)
 審査請求日 令和2年7月6日 (2020. 7. 6)

(73) 特許権者 398053147
 コスモ石油ルブリカンツ株式会社
 東京都港区芝浦1丁目1番1号
 (73) 特許権者 000232302
 日本電産株式会社
 京都府京都市南区久世殿城町338番地
 (74) 代理人 110001519
 特許業務法人太陽国際特許事務所
 (72) 発明者 寺内 隆二
 埼玉県幸手市権現堂1134-2 コスモ
 石油ルブリカンツ株式会社 商品研究所内
 (72) 発明者 萩原 悠治
 京都府京都市南区久世殿城町338番地
 日本電産株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 導電性潤滑油組成物及びスピンドルモータ

(57) 【特許請求の範囲】

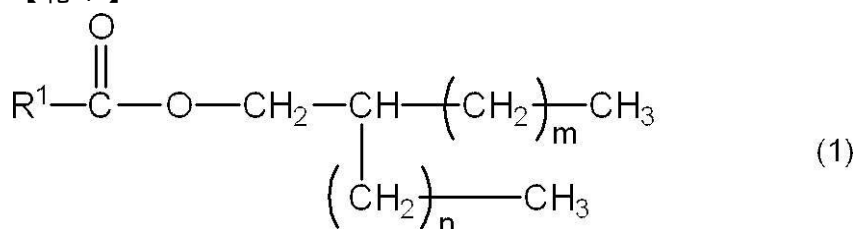
【請求項 1】

下記一般式(1)で表される化合物及び一般式(2)で表される化合物の群より選ばれる少なくとも1種の潤滑油基油と、

トリフルオロメタンスルホン酸カリウム、トリフルオロメタンスルホン酸リチウム、ノナフルオロブタンスルホン酸リチウム、ビス(トリフルオロメタンスルホンイル)イミドリチウム、ビス(トリフルオロメタンスルホンイル)イミドカリウム、及びトリス(トリフルオロメタンスルホンイル)メチドリチウムからなる群より選ばれる少なくとも1種の導電性付与剤を組成物全質量に対して0.01質量%~1質量%と、を含有し、

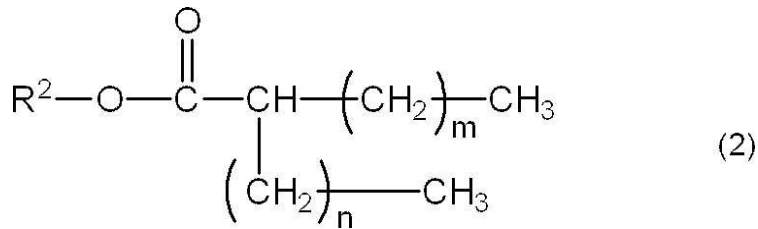
120で200時間保管した後の導電率の変化率の絶対値が10%以下である導電性潤滑油組成物。

【化 1】



〔一般式(1)中、 R^1 は炭素数8～16の直鎖状もしくは分岐鎖状のアルキル基又は酸素原子を含むヘテロアルキル基を表し、 m 及び n は、それぞれ独立に、5以上11以下の整数を表す。(但し、 $m - n = 2$ となる場合は除く。)]

【化2】



10

〔一般式(2)中、 R^2 は炭素数8～16の直鎖状もしくは分岐鎖状のアルキル基又は酸素原子を含むヘテロアルキル基を表し、 m 及び n は、それぞれ独立に、5以上11以下の整数を表す。(但し、 $m - n = 2$ となる場合は除く。)]

【請求項2】

さらに、ジフェニルアミン化合物、アルキル化フェニル - - ナフチルアミン、ヒンダードフェノール化合物、及びフォスファイトからなる群より選ばれる少なくとも1種の酸化防止剤を組成物全質量に対して0.05質量%～2質量%含有する、請求項1に記載の導電性潤滑油組成物。

20

【請求項3】

ステータを含む静止部と、ロータマグネットを含む回転部と、請求項1又は請求項2に記載の導電性潤滑油組成物を有する流体動圧軸受部と、を備えるスピンドルモータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、導電性潤滑油組成物及びスピンドルモータに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、パソコン及びその他周辺機器などの精密機器は、高度化及び小型化が進んでいる。このような精密機器の高速回転部に使用される潤滑油組成物は、高速回転部の摩擦により発生する静電気の帯電を抑制するため、導電性が求められることがある。導電性を付与した潤滑油組成物としては、例えば、エステル系ベースオイルと、陰イオン系、陽イオン系、両性系又は非イオン系の帯電防止剤と、を含む動圧軸受用導電性潤滑剤が提案されている(例えば、特許文献1参照)。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2001-115180号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、ノニオン性(非イオン系)及びイオン性(陰イオン系、陽イオン系、両性系)の帯電防止剤を使用する場合、潤滑油組成物に含まれる水分量などによって潤滑油組成物の導電性が変動するなどの問題がある。さらに、帯電防止剤は、種類によっては高温下における安定性が不十分であり、潤滑油組成物を長期間使用した際、導電性が大きく変動してしまうなどの問題がある。

【0005】

本発明は、上記のような実情に鑑みてなされたものであり、導電性の経時安定性に優れ

50

る導電性潤滑油組成物及びそれを用いたスピンドルモータ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】

【0006】

本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究を行った結果、特定の基油と特定の導電性付与剤と、を組合せると、導電性の変化が抑制され、長期間安定した導電性潤滑油組成物が得られることを見出し、本発明を完成した。

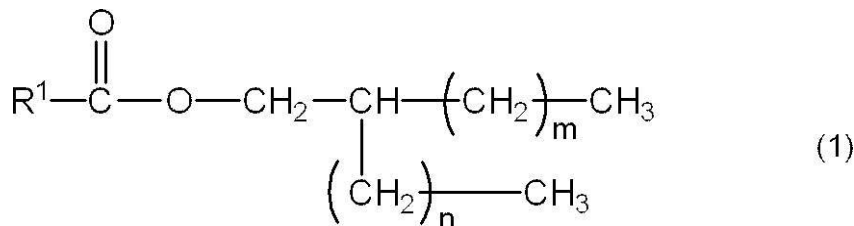
即ち、本発明は以下の態様を含む。

【0007】

< 1 > 下記一般式(1)で表される化合物及び一般式(2)で表される化合物の群より選ばれる少なくとも1種の潤滑油基油と、トリフルオロメタンスルホン酸カリウム、トリ
10
フルオロメタンスルホン酸リチウム、ノナフルオロブタンスルホン酸リチウム、ビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミドリチウム、ビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミドカリウム、及びトリス(トリフルオロメタンスルホニル)メチドリチウムからなる群より選ばれる少なくとも1種の導電性付与剤を組成物全質量に対して0.01質量%~1質量%と、を含有し、120で200時間保管した後の導電率の変化率の絶対値が10%以下である導電性潤滑油組成物。

【0008】

【化1】

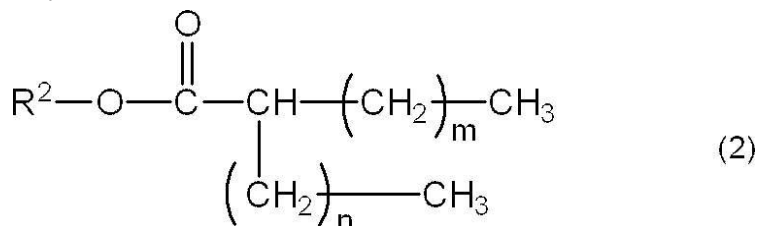


【0009】

一般式(1)中、 R^1 は炭素数8~16の直鎖状もしくは分岐鎖状のアルキル基又は酸素原子を含むヘテロアルキル基を表し、 m 及び n は、それぞれ独立に、5以上11以下の整数を表す。(但し、 $m - n = 2$ となる場合は除く。)

【0010】

【化2】



【0011】

一般式(2)中、 R^2 は炭素数8~16の直鎖状もしくは分岐鎖状のアルキル基又は酸素原子を含むヘテロアルキル基を表し、 m 及び n は、それぞれ独立に、5以上11以下の整数を表す。(但し、 $m - n = 2$ となる場合は除く。)

【0012】

< 2 > さらに、ジフェニルアミン化合物、アルキル化フェニル - - ナフチルアミン、
40
ヒンダードフェノール化合物、及びフォスファイトからなる群より選ばれる少なくとも1種の酸化防止剤を組成物全質量に対して0.05質量%~2質量%含有する、< 1 >に記載の導電性潤滑油組成物。

< 3 > ステータを含む静止部と、ロータマグネットを含む回転部と、< 1 >又は< 2 >に記載の導電性潤滑油組成物を有する流体動圧軸受部と、を備えるスピンドルモータ。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、導電性の経時安定性に優れる導電性潤滑油組成物及びそれを用いたス

10

20

30

40

50

スピンドルモータが提供される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】本発明の導電性潤滑油組成物が適用されるスピンドルモータの構成の一例を示す概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明の導電性潤滑油組成物及びその好適な応用態様（例えば、スピンドルモータ）について詳細に説明する。

なお、本明細書中、数値範囲を表す「～」はその上限及び下限としてそれぞれ記載されている数値を含む範囲を表す。また、「～」で表される数値範囲において上限値のみ単位が記載されている場合は、下限値も同じ単位であることを意味する。

本明細書において、2以上の好ましい態様の組み合わせは、より好ましい態様である。

【 0 0 1 6 】

本発明の導電性潤滑油組成物は、一般式（1）及び一般式（2）で表される化合物より選ばれる少なくとも1種の潤滑油基油（以下、適宜「特定潤滑油基油」と総称し、その詳細は後述する。）と、トリフルオロメタンスルホン酸カリウム、トリフルオロメタンスルホン酸リチウム、ノナフルオロブタンスルホン酸リチウム、ビス（トリフルオロメタンスルホニル）イミドリチウム、ビス（トリフルオロメタンスルホニル）イミドカリウム、及びトリス（トリフルオロメタンスルホニル）メチドリチウムからなる群より選ばれる少なくとも1種の導電性付与剤を0.01質量％～1質量％と、を含有し、120で200時間保管した後の導電率の変化率が10％以下である。

本発明の導電性潤滑油組成物は、必要に応じて上記以外の成分を含んでいてもよい。

【 0 0 1 7 】

本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意研究を重ねた結果、特定潤滑油基油と、トリフルオロメタンスルホン酸カリウム、トリフルオロメタンスルホン酸リチウム、ノナフルオロブタンスルホン酸リチウム、ビス（トリフルオロメタンスルホニル）イミドリチウム、ビス（トリフルオロメタンスルホニル）イミドカリウム、トリス（トリフルオロメタンスルホニル）メチドリチウムからなる群より選ばれる少なくとも1種の導電性付与剤と、を組み合わせることで、導電性の経時安定性に優れる導電性潤滑油組成物となることを見出し、本発明の完成に至った。

【 0 0 1 8 】

このような導電性潤滑油組成物を、例えば、精密機器の摺動部分、回転部分に用いた場合において、導電性を安定的に確保しながら、優れた潤滑性を達成させることができる。

【 0 0 1 9 】

以下、本発明の導電性潤滑油組成物について具体的に説明する。

【 0 0 2 0 】

< 導電性付与剤 >

本発明の導電性潤滑油組成物は、トリフルオロメタンスルホン酸カリウム、トリフルオロメタンスルホン酸リチウム、ノナフルオロブタンスルホン酸リチウム、ビス（トリフルオロメタンスルホニル）イミドリチウム、ビス（トリフルオロメタンスルホニル）イミドカリウム、及びトリス（トリフルオロメタンスルホニル）メチドリチウムからなる群より選ばれる少なくとも1種の導電性付与剤を0.01質量％～1質量％含有する。

【 0 0 2 1 】

本発明の導電性潤滑油組成物が含有する導電性付与剤は、トリフルオロメタンスルホン酸カリウム、トリフルオロメタンスルホン酸リチウム、ノナフルオロブタンスルホン酸リチウム、ビス（トリフルオロメタンスルホニル）イミドリチウム、及びビス（トリフルオロメタンスルホニル）イミドカリウムからなる群より選ばれる少なくとも1種であってもよい。

【 0 0 2 2 】

10

20

30

40

50

導電性付与剤の含有量は、組成物全質量に対して 0.01 質量% ~ 1 質量% であり、0.01 質量% ~ 0.5 質量% とすることが好ましく、0.01 質量% ~ 0.1 質量% とすることがより好ましい。

導電性付与剤の含有量が 0.01 質量% 以上であると潤滑油組成物の導電性が向上し、1 質量% 以下であると含有量に見合った導電性を付与することができる。

導電性付与剤は 1 種単独で含まれていてもよく、2 種以上が組み合わされて含まれていてもよい。2 種以上が組み合わされて含まれている場合の導電性付与剤の含有量は、その合計量が上記範囲内であることが好ましい。

【0023】

< 潤滑油基油 >

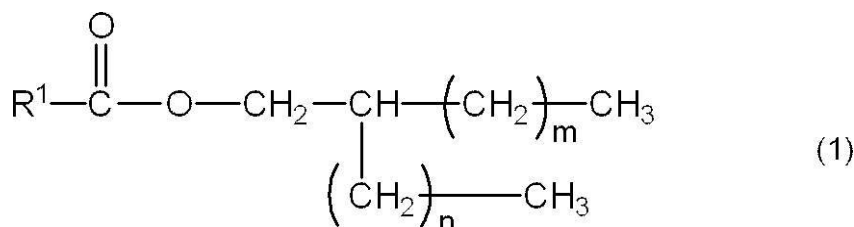
本発明の導電性潤滑油組成物は、下記一般式 (1) で表される化合物及び一般式 (2) で表される化合物の群より選ばれる少なくとも 1 種の潤滑油基油 (特定潤滑油基油) を含む。

【0024】

本発明の導電性潤滑油組成物は、特定潤滑油基油として、一般式 (1) 表される化合物のみを含んでもよいし、一般式 (2) 表される化合物のみを含んでもよいし、一般式 (1) 表される化合物及び一般式 (2) 表される化合物の両方を含んでもよい。また、一般式 (1) 表される化合物及び一般式 (2) 表される化合物は、それぞれ、1 種のみが含まれてもよいし、2 種以上が含まれてもよい。

【0025】

【化 3】



【0026】

一般式 (1) 中、 R^1 は炭素数 8 ~ 16 の直鎖状若しくは分岐鎖状のアルキル基又は酸素原子を含むヘテロアルキル基を表す。 R^1 で表される酸素原子を含むヘテロアルキル基は、酸素原子を 1 つ含んでもよく、複数含んでもよい。

一般式 (1) 中、 m 及び n は、それぞれ独立に、5 以上 11 以下の整数を表す。但し、 $m - n = 2$ となる場合は除く。

【0027】

R^1 で表される炭素数 8 ~ 16 の直鎖状若しくは分岐鎖状のアルキル基としては、導電性の経時安定性の観点から、炭素数 9 ~ 13 の直鎖状のアルキル基が好ましく、 n -ウンデシル基、 n -ノニル基、及び n -トリデシル基がより好ましく、 n -ウンデシル基がより好ましい。

R^1 で表される酸素原子を含むヘテロアルキル基としては、導電性の経時安定性の観点から、炭素数 9 ~ 13 の直鎖状のヘテロアルキル基が好ましく、 $-(\text{CH}_2)_3 - \text{O} - (\text{CH}_2)_6$ 、 $-(\text{CH}_2)_3 - \text{O} - (\text{CH}_2)_8$ 、及び $-(\text{CH}_2)_3 - \text{O} - (\text{CH}_2)_{10}$ がより好ましく、 $-(\text{CH}_2)_3 - \text{O} - (\text{CH}_2)_8$ が更に好ましい。

m 及び n は、それぞれ独立に、5 以上 11 以下の整数を表し、原料入手のしやすさの観点から、共に奇数であることが好ましい。但し、一般式 (1) で表される化合物には、 $m - n = 2$ となる化合物は含まれない。

【0028】

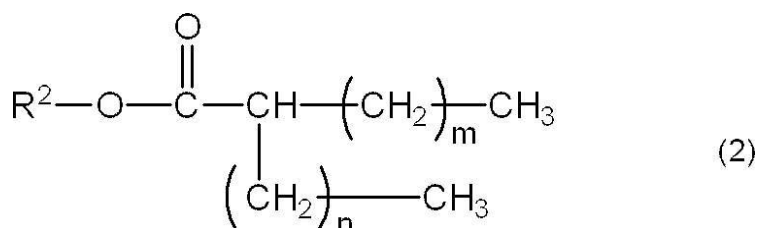
一般式 (1) で表される化合物の例としては、下記の化合物 (1-1)、化合物 (1-2)、化合物 (1-3)、及び化合物 (1-4) が挙げられるが、これらに限定されない。

・化合物 (1-1) : R^1 = ウンデシル基、 $m = 9$ 、 $n = 5$

- ・化合物(1-2) : $R^1 = \text{ウンデシル基}$ 、 $m = 7$ 、 $n = 7$
 - ・化合物(1-3) : $R^1 = -(\text{CH}_2)_3 - \text{O} - (\text{CH}_2)_8$ 、 $m = 7$ 、 $n = 7$
 - ・化合物(1-4) : $R^1 = -(\text{CH}_2)_3 - \text{O} - (\text{CH}_2)_8$ 、 $m = 9$ 、 $n = 5$
- 上記の化合物(1-1)及び化合物(1-2)の混合物及び化合物(1-3)及び化合物(1-4)の混合物は、それぞれ、特定潤滑油基油の好適な態様の一つである。

【0029】

【化4】



10

【0030】

一般式(2)中、 R^2 は炭素数8～16の直鎖状若しくは分岐鎖状のアルキル基又は酸素原子を含むヘテロアルキル基を表す。 R^2 で表される酸素原子を含むヘテロアルキル基は、酸素原子を1つ含んでいてもよく、複数含んでいてもよい。

一般式(2)中、 m 及び n は、それぞれ独立に、5以上11以下の整数を表す。但し、 $m - n = 2$ となる場合は除く。

【0031】

20

R^2 で表される炭素数8～16の直鎖状若しくは分岐鎖状のアルキル基としては、導電性の経時安定性の観点から、炭素数9～13の直鎖状のアルキル基が好ましく、 n -ウンデシル基、 n -ノニル基、及び n -トリデシル基がより好ましく、 n -ウンデシル基がより好ましい。

R^2 で表される酸素原子を含むヘテロアルキル基としては、炭素数9～13のヘテロアルキル基が好ましく、 $-(\text{CH}_2)_5 - \text{O} - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}_3$ 、 $-(\text{CH}_2)_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_2 - \text{CH}_3) - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_3$ 、及び $-(\text{CH}_2)_2 - \text{O} - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_2 - \text{CH}_3) - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_3$ が好ましく、 $-(\text{CH}_2)_5 - \text{O} - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}_3$ がより好ましい。

m 及び n は、それぞれ独立に、5以上11以下の整数を表し、原料入手のしやすさの観点から、奇数であることが好ましい。但し、一般式(2)で表される化合物には、 $m - n = 2$ となる化合物は含まれない。

30

【0032】

一般式(2)で表される化合物の例としては、下記の化合物(2-1)、化合物(2-2)、化合物(2-3)、及び化合物(2-4)が挙げられるが、これらに限定されない。

- ・化合物(2-1) : $R^2 = -(\text{CH}_2)_5 - \text{O} - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}_3$ 、 $m = 9$ 、 $n = 5$
- ・化合物(2-2) : $R^2 = -(\text{CH}_2)_5 - \text{O} - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}_3$ 、 $m = 7$ 、 $n = 7$
- ・化合物(2-3) : $R^2 = n$ -ウンデシル基、 $m = 9$ 、 $n = 5$
- ・化合物(2-4) : $R^2 = n$ -ウンデシル基、 $m = 7$ 、 $n = 7$

40

上記の化合物(2-1)及び化合物(2-2)の混合物及び化合物(2-3)及び化合物(2-4)の混合物は、それぞれ、特定潤滑油基油の好適な態様の一つである。

【0033】

本発明の導電性潤滑油組成物は、効果を損ねない範囲で、特定潤滑油基油以外の公知の潤滑油基油を含んでもよいが、特定潤滑油基油のみを潤滑油基油として含むことが好ましい。

【0034】

<酸化防止剤>

50

本発明の導電性潤滑油組成物は、酸化防止剤の少なくとも１種を含有することが好ましい。

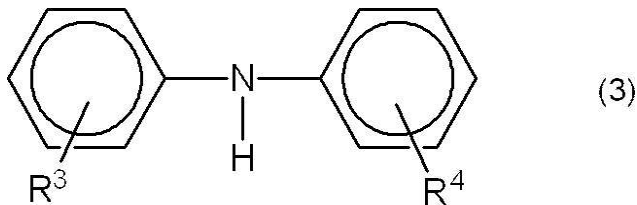
酸化防止剤としては、例えば、ジフェニルアミン化合物、アルキル化フェニル - ナフチルアミン、ヒンダードフェノール化合物、及びフォスファイトなどの酸化防止剤が挙げられる。導電性潤滑油組成物の高温下における導電性の変化率を低く維持する観点から、上記の酸化防止剤が好適に用いられる。

【００３５】

ジフェニルアミン化合物としては、例えば、下記一般式（３）で表される化合物が挙げられる。

【００３６】

【化５】



10

【００３７】

一般式（３）中、 R^3 及び R^4 は、それぞれ独立に、水素原子又は炭素数 １ ～ １ ６ の直鎖若しくは分岐鎖のアルキル基を表す。

R^3 及び R^4 は同一であってもよく、異なってもよい。

【００３８】

R^3 及び R^4 で表される直鎖若しくは分岐鎖のアルキル基の具体例としては、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、イソブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、*tert*-ペンチル基、２-メチルブチル基、*n*-ヘキシル基、イソヘキシル基、３-メチルペンチル基、エチルブチル基、*n*-ヘプチル基、２-メチルヘキシル基、*n*-オクチル基、２-エチルヘキシル基、３-メチルヘプチル基、*n*-ノニル基、メチルオクチル基、エチルヘプチル基、*n*-デシル基、*n*-ウンデシル基、*n*-ドデシル基、*n*-テトラデシル基などが挙げられる。

30

【００３９】

R^3 及び R^4 は、好ましくは水素原子又は炭素数 ３ ～ ９ の直鎖若しくは分岐鎖のアルキル基であり、より好ましくは水素原子又は炭素数 ４ ～ ８ の直鎖若しくは分岐鎖のアルキル基である。

【００４０】

上記のジフェニルアミン化合物は、１種単独で含まれていてもよく、２種以上が組み合わせられて含まれていてもよい。

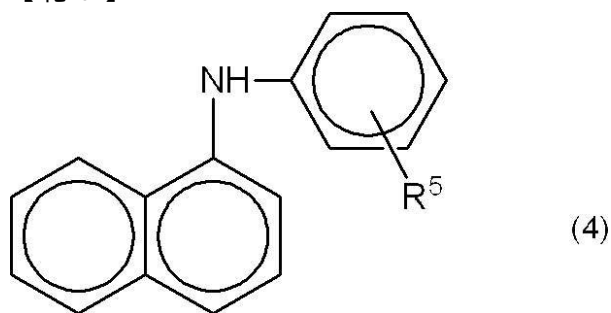
【００４１】

アルキル化フェニル - ナフチルアミンとしては、例えば、下記一般式（４）で表される化合物が挙げられる。

【００４２】

40

【化 6】



10

【0043】

一般式(4)中、 R^5 は炭素数1～16の直鎖又は分岐鎖のアルキル基を表す。

【0044】

R^5 で表される直鎖又は分岐鎖のアルキル基の具体例としては、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、イソブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、*tert*-ペンチル基、2-メチルブチル基、*n*-ヘキシル基、イソヘキシル基、3-メチルペンチル基、エチルブチル基、*n*-ヘプチル基、2-メチルヘキシル基、*n*-オクチル基、2-エチルヘキシル基、3-メチルヘプチル基、*n*-ノニル基、メチルオクチル基、エチルヘプチル基、*n*-デシル基、*n*-ウンデシル基、*n*-ドデシル基、*n*-テトラデシル基などが挙げられる。

20

【0045】

R^5 は、好ましくは炭素数4～8の直鎖又は分岐鎖のアルキル基である。

【0046】

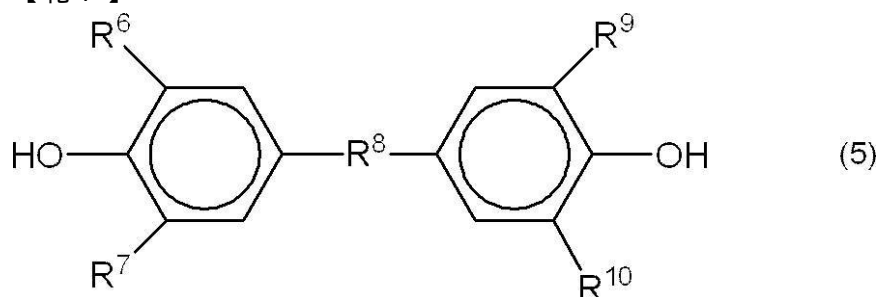
アルキル化フェニル- -ナフチルアミンは、1種単独で含まれていてもよく、2種以上が組み合わされて含まれていてもよい。

【0047】

ヒンダードフェノール化合物としては、例えば、下記一般式(5)、一般式(6)又は一般式(7)で表される化合物が挙げられる。

【0048】

【化 7】



30

40

【0049】

一般式(5)中、 R^6 、 R^7 、 R^9 、及び R^{10} は、それぞれ独立に、水素原子又は炭素数1～12の直鎖若しくは分岐鎖のアルキル基を表す。

R^8 、 R^9 、 R^{11} 、及び R^{12} は、同一であってもよく、異なってもよい。

【0050】

R^6 、 R^7 、 R^9 、及び R^{10} で表される直鎖又は分岐鎖のアルキル基の具体例としては、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、イソブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、*tert*-ペンチル基、2-メチルブチル基、*n*-ヘキシル基、イソヘキシル基、3-メチルペン

50

チル基、エチルブチル基、*n*-ヘプチル基、2-メチルヘキシル基、*n*-オクチル基、2-エチルヘキシル基、3-メチルヘプチル基、*n*-ノニル基、メチルオクチル基、エチルヘプチル基、*n*-デシル基、*n*-ウンデシル基、*n*-ドデシル基などが挙げられる。

【0051】

R^6 、 R^7 、 R^9 、及び R^{10} は、好ましくは水素原子又は炭素数4～8の直鎖若しくは分岐鎖のアルキル基である。

【0052】

一般式(5)中、 R^8 は、炭素数1～5のアルキレン基を表す。

【0053】

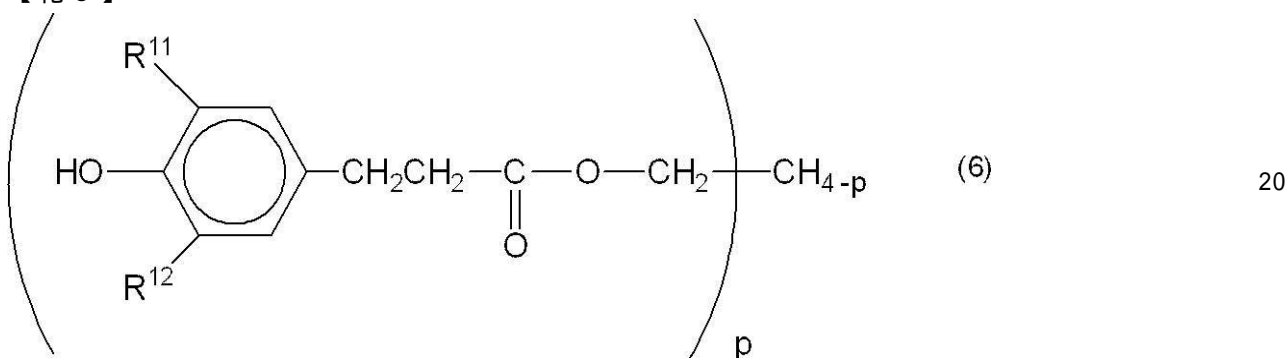
R^8 で表されるアルキレン基の具体例としては、メチレン基、エチレン基、プロピレン基、ブチレン基、ペンチレン基などが挙げられる。

【0054】

R^8 は、好ましくは炭素数1～4のアルキレン基である。

【0055】

【化8】



【0056】

一般式(6)中、 R^{11} 及び R^{12} は、それぞれ独立に、水素原子又は炭素数1～12の直鎖若しくは分岐鎖のアルキル基を表す。

R^{11} 及び R^{12} は同一であってもよく、異なってもよい。

30

【0057】

R^{11} 及び R^{12} で表される直鎖若しくは分岐鎖のアルキル基の具体例としては、一般式(5)中の R^6 、 R^7 、 R^9 、及び R^{10} と同じものが挙げられる。

【0058】

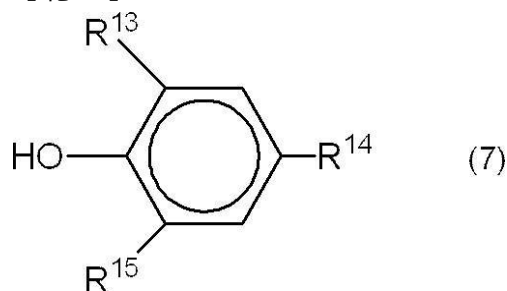
R^{11} 及び R^{12} は、好ましくは水素原子又は炭素数4～8の直鎖又は分岐鎖のアルキル基である。

【0059】

一般式(6)中、 p は1～4の整数を表し、好ましくは1～3の整数である。

【0060】

【化9】



【 0 0 6 1 】

一般式 (7) 中、 R^{13} 、 R^{14} 、及び R^{15} は、それぞれ独立に、水素原子又は炭素数 1 ~ 12 の直鎖若しくは分岐鎖のアルキル基を表す。

R^{13} 、 R^{14} 、及び R^{15} は同一であってもよく、異なってもよい。

【 0 0 6 2 】

R^{13} 、 R^{14} 、及び R^{15} で表される直鎖若しくは分岐鎖のアルキル基の具体例としては、一般式 (5) 中の R^6 、 R^7 、 R^9 、及び R^{10} と同じものが挙げられる。

【 0 0 6 3 】

R^{13} 及び R^{14} は、好ましくは水素原子又は炭素数 4 ~ 8 の直鎖若しくは分岐鎖のアルキル基であり、 R^{15} は好ましくは水素原子又は炭素数 1 ~ 4 の直鎖若しくは分岐鎖のアルキル基である。

10

【 0 0 6 4 】

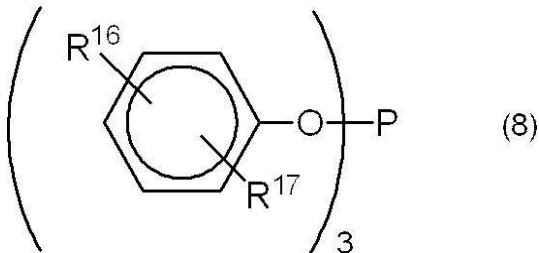
ヒンダードフェノール化合物は、1 種単独で含まれていてもよく、2 種以上が組み合わされて含まれていてもよい。

【 0 0 6 5 】

フォスファイトとしては、例えば、下記一般式 (8) で表される化合物が挙げられる。

【 0 0 6 6 】

【 化 1 0 】



20

【 0 0 6 7 】

一般式 (8) 中、 R^{16} 及び R^{17} は、それぞれ独立に、炭素数 1 ~ 20 の直鎖又は分岐鎖のアルキル基を表す。

30

R^{16} 及び R^{17} は同一であってもよく、異なってもよい。

【 0 0 6 8 】

R^{16} 及び R^{17} で表される直鎖又は分岐鎖のアルキル基の具体例としては、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、イソブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、*tert*-ペンチル基、2-メチルブチル基、*n*-ヘキシル基、イソヘキシル基、3-メチルペンチル基、エチルブチル基、*n*-ヘプチル基、2-メチルヘキシル基、*n*-オクチル基、2-エチルヘキシル基、3-メチルヘプチル基、*n*-ノニル基、メチルオクチル基、エチルヘプチル基、*n*-デシル基、*n*-ウンデシル基、*n*-ドデシル基、*n*-テトラデシル基などが挙げられる。

40

【 0 0 6 9 】

R^{16} 及び R^{17} は、好ましくは炭素数 2 ~ 6 の直鎖又は分岐鎖のアルキル基である。

【 0 0 7 0 】

フォスファイトは、1 種単独で含まれていてもよく、2 種以上が組み合わされて含まれていてもよい。

【 0 0 7 1 】

酸化防止剤の含有量は、組成物全質量に対して 0.05 質量% ~ 2.0 質量% とすることが好ましく、0.25 質量% ~ 1.5 質量% とすることがより好ましく、0.5 質量% ~ 1.0 質量% とすることがさらに好ましい。

酸化防止剤の含有量が 0.05 質量% 以上であると導電性潤滑油組成物の高温下におけ

50

る導電性の変動がより抑制される。

酸化防止剤は1種単独で含まれていてもよく、2種以上が組み合わせられて含まれていてもよい。2種以上が組み合わせられて含まれている場合の酸化防止剤の含有量は、その合計量が上記範囲内であることが好ましい。

【0072】

導電性潤滑油組成物において、前述の導電性付与剤に対する酸化防止剤の比率（酸化防止剤／導電性付与剤）は、質量基準で、0.05～200が好ましく、0.5～150がより好ましい。

上記の比率が0.05以上であると導電率の経時的変化が抑制され、200以下であると添加量に見合った効果が得られる。

【0073】

<その他の添加剤>

本発明の導電性潤滑油組成物は、さらに、金属不活性化剤、さび止め剤、摩耗防止剤、流動点降下剤、粘度指数向上剤、加水分解抑制剤などの一般的な潤滑油添加剤を含有してもよい。

【0074】

<組成物の導電率>

本発明の導電性潤滑油組成物は、80における導電率が、好ましくは10,000 pS/m以上であり、より好ましくは10,000 pS/m～100,000 pS/mである。導電率が10,000 pS/m以上であると、発生した静電気の帯電を抑制することができる。

導電率の測定は、導電率計（例えば、Emcee Electronics社製のハンディ導電率計1152）を用いて、導電性潤滑油組成物の温度を80に加熱し、攪拌しながら導電率計のプロブを差し込むことで行うことができる。

【0075】

本発明の導電性潤滑油組成物は、120で200時間保管した後の導電率の変化率の絶対値が10%以下である。

上記の導電率の変化率は、9%以下がより好ましく、6%以下がさらに好ましく、5%以下がさらに好ましく、3%以下がさらに好ましく、1.5%以下が特に好ましい。

導電率の変化率が低いほど、長期間にわたって安定した導電率を維持することができる。

導電率の変化率は、120の条件下で200時間保管する前後の導電性潤滑油組成物の導電率を測定し、下記の式Aにより求めることができる。

導電率の変化率（%）＝ $\left| \left[\left(\text{保管した後の導電率（pS/m）} \right) - \left(\text{保管する前の導電率（pS/m）} \right) \right] / \left(\text{保管する前の導電率（pS/m）} \right) \right| \times 100$ ・・・式A

【0076】

<組成物の動粘度及び粘度指数>

本発明の導電性潤滑油組成物は、40における動粘度が6 mm²/s～15 mm²/sであることが好ましく、より好ましくは9.0 mm²/s～14.5 mm²/sである。40動粘度が6 mm²/s以上であると蒸発損失が抑制され、十分な潤滑性能を保持できる。また、15 mm²/s以下であると精密機器等に使用した際の粘性トルクが小さくなること、及び低温流動性が低下することが抑制される。従って、動粘度が6 mm²/s～15 mm²/sの範囲が低消費電力や蒸発損失、潤滑性能の観点から良好であると考えられる。

【0077】

また、本発明の導電性潤滑油組成物は、粘度指数が110以上であることが好ましく、より好ましくは120以上であり、さらに好ましくは130以上である。粘度指数が110以上であると、温度変化に対する粘度変化が抑制され、低温における粘性トルクが大きくなることが抑制される。

なお、組成物の４０動粘度は、ＪＩＳ－Ｋ－２２８３：２０００（ＡＳＴＭ Ｄ４４５）に規定の方法により測定される値である。また、組成物の粘度指数は、ＪＩＳ Ｋ ２２８３：２０００（ＡＳＴＭ Ｄ２２７０）に規定の方法により測定される値である。

【００７８】

< 組成物の用途 >

本発明の導電性潤滑油組成物は、種々の精密機器、例えばＣＤ－Ｒ、ＤＶＤ－Ｒ、ＨＤＤ、時計などのモーター又は軸受の潤滑油に利用できる。

特に、上記の精密機器の摺動部分、回転部分に用いることで導電性を安定的に確保しながら、優れた潤滑性能を発現する。

10

【００７９】

具体的には、本発明の導電性潤滑油組成物は、スピンドルモータなどの回転体の軸受部に用いられる流体動圧軸受や焼結含浸軸受に好適に用いることができる。例えば、ステータを含む静止部と、ロータマグネットを含む回転部と、流体動圧軸受部と、を備えるスピンドルモータにおいて、流体動圧軸受部に本発明の導電性潤滑油組成物を好適に適用することできる。

【００８０】

図１は、本発明の導電性潤滑油組成物が適用されるスピンドルモータの構成の一例を示す概略構成図である。図１に示すスピンドルモータは、静止部２０と、回転部３０とを備えている。好適な実施形態である流体動圧軸受により、回転部３０は静止部２０に対して回転可能に支持されている。なお、以下の説明において、各部材の位置関係や方向を上下左右で説明するときは、あくまで図面における位置関係や方向を示し、実際の機器に組み込まれたときの位置関係や方向を示すものではない。

20

【００８１】

ベース１０は、平坦部１１と、平坦部１１の中央に設けられた環状ボス部１３とを有する。環状ボス部１３と平坦部１１の外周部に設けられた環状段部１４との間は、環状の凹部である。ステータ１７と、後述するハブ３１に取り付けられたロータマグネット３４とは、環状の凹部に配置される。環状ボス部１３は、上方へ突出した円筒支持壁１５を有し、円筒支持壁１５にステータ１７が固定されている。

【００８２】

環状ボス部１３の内側には、流体動圧軸受部の一部を構成する軸受静止部２０が配置されている。軸受静止部２０は、略円筒形状のスリーブ２１と、スリーブ２１の下開口を閉塞するカウンタプレート２２と、を含む。スリーブ２１の内周面は、小径内周面２１ａと、中径内周面２１ｂと、大径内周面２１ｃと、を含む。小径内周面２１ａは、ラジアル軸受面である。中径内周面２１ｂは、スリーブ２１の下部に位置し小径内周面２１ａより外径が大きい。大径内周面２１ｃは、スリーブ２１の下端に位置し中径内周面２１ｂより外径が大きい。カウンタプレート２２は、大径内周面２１ｃに配置され、スリーブ２１に固定され。また、スリーブ２１の上部外周面には、後述するテーパ面２３が配置される。

30

【００８３】

回転部３０は、ロータハブ３１と、ロータハブ３１に固定されたシャフト３２と、を含む。ロータハブ３１は、鉄、ステンレス等の強磁性体材料から形成される。円盤部３１ａの外周部には、円筒部３１ｂが配置される。円筒部３１ｂの下部には、円筒部３１ｂから径方向外方に伸びるフランジ部３１ｃが配置される。円筒部３１ｂの内側には、円盤部３１ａから下方に伸びる環状壁３１ｄが配置される。シャフト３２の外周面３２ａとスリーブ２１の小径内周面２１ａとは、微小間隙を介して径方向に対向する。

40

【００８４】

シャフト３２の下部には、ストッパ３３が配置される。ストッパ３３の板部３３ａの外径は、シャフト３２の外径より大きく中径内周面２１ｂの内径より小さい。板部３３ａがスリーブ２１に接触することで、シャフト３２がスリーブ２１から抜けるのが防止される。

50

【 0 0 8 5 】

ロータハブ 3 1 の円筒部 3 1 b の内側には、環状のロータマグネット 3 4 が配置される。ロータマグネット 3 4 は、ステータ 1 7 と隙間を介し対向する。ロータハブ 3 1 のフランジ部 3 1 c には、一枚又は複数枚の、記録ディスクが配置される。

【 0 0 8 6 】

スリーブ 2 1 の小径内周面 2 1 a とシャフト 3 2 の外周面 3 2 a との間、及びロータハブ 3 1 の円盤部 3 1 a の下面とスリーブ 2 1 の上端面との間には、それぞれ微小間隙が存在し、当該微小間隙は導電性潤滑油 4 0 (本発明の導電性潤滑油組成物) で満たされている。導電性潤滑油 4 0 は、スリーブ 2 1 の中径内周面 2 1 b 、カウンタプレート 2 2 の上面、及びストッパ 3 3 の円形板部 3 3 a で囲まれた空間も満たしている。ロータハブ 3 1 の環状壁 3 1 d の内周面 3 1 f と、スリーブ 2 1 の上部外周のテーパ面 2 3 と、の間には、テーパシール部 4 1 が構成される。テーパシール部 4 1 の間隙は、上方に向かうにしたがって縮小する。導電性潤滑油 4 0 は、テーパシール部 4 1 に存在し、導電性潤滑油 4 0 の気液界面がテーパシール部 4 1 に位置する。

10

【 0 0 8 7 】

スリーブ 2 1 の小径内周面 2 1 a には、例えばヘリングボーン形状の動圧発生溝列が配置されている。スリーブ 2 1 の小径内周面 2 1 a とシャフト 3 2 の外周面 3 2 a との微小間隙には、一対のラジアル動圧軸受 4 2 、 4 3 が構成される。スピンドルモータの回転時、ヘリングボーン形状の動圧発生溝列により発生する動圧によって、シャフト 3 2 は、半径方向に支持される。また、スリーブ 2 1 の上端面には、例えばスパイラル形状の動圧発生溝列が配置されている。スリーブ 2 1 の上端面と円盤部 3 1 a の下面との微小間隙には、スラスト動圧軸受 4 4 が構成される。スピンドルモータの回転時、スパイラル形状の動圧発生溝列により発生する動圧によって、ロータハブ 3 1 は浮上する。

20

【 実施例 】

【 0 0 8 8 】

以下、実施例に基づいて、本発明の内容を具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例によって何ら限定されるものではない。

【 0 0 8 9 】

実施例及び比較例において、導電率の測定は、「 E m c e e E l e c t r o n i c s 社製ハンディ導電率計 1 1 5 2 」を用いて測定した。遮光瓶に入れた試料をホットスター

30

ラーで 8 0 に加熱し、攪拌しながら導電率計のプローブを差し込み、測定を行った。

また、導電率の変化率は、通常の使用条件よりも過酷な 1 2 0 の条件下で保管した後の導電性潤滑油組成物を 8 0 で評価することとした。

組成物の動粘度及び粘度指数は、既述の方法により測定した。

導電率の変化率は、既述の式 A により算出した変化率の絶対値である。

【 0 0 9 0 】

(実施例 1 ~ 6)

下記表 1 に示す割合 (質量 %) で各成分を配合し、各実施例の導電性潤滑油組成物を調製した。

調製した各組成物を 1 2 0 の恒温槽で 2 0 0 時間保管し、保管前後の導電率を測定し、変化率を算出した。各組成物の保管は、遮光瓶に入れた各組成物を、恒温槽 (アドバンテック社製の D R N 4 2 0 D B) 内に静止し、圧力及び湿度などは加えず、温度のみを 1 2 0 として行った。結果を下記表 1 に示す。

40

【 0 0 9 1 】

【表 1】

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
基油A	[質量%]	98.00	98.00	-	-	-	-
基油B	[質量%]	-	-	98.00	98.00	-	-
基油C	[質量%]	-	-	-	-	98.00	-
基油D	[質量%]	-	-	-	-	-	98.00
酸化防止剤A	[質量%]	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350
酸化防止剤B	[質量%]	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
酸化防止剤C	[質量%]	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
導電性付与剤A	[質量%]	0.050	-	0.050	-	-	-
導電性付与剤B	[質量%]	-	0.050	-	-	-	-
導電性付与剤C	[質量%]	-	-	-	0.050	-	-
導電性付与剤D	[質量%]	-	-	-	-	0.050	-
導電性付与剤E	[質量%]	-	-	-	-	-	0.050
その他潤滑油添加剤	[質量%]	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
動粘度(40℃)	[mm ² /s]	14.2	14.3	13.8	13.7	14.0	13.1
粘度指数		147	147	141	141	138	149
導電率(0h)	[pS/m]	82100	31200	40200	39900	66200	55900
導電率(200h)	[pS/m]	81900	29900	39700	37800	71200	51000
変化率	[%]	0.24	4.17	1.24	5.26	7.55	8.77

10

20

【0092】

表1中の各成分の詳細は以下のとおりである。

(基油A)一般式(2)において、 R^2 が $-(CH_2)_5-O-(CH_2)_7-CH_3$ であり、 $m=9$ かつ $n=5$ である化合物と、 R^2 が $-(CH_2)_5-O-(CH_2)_7-CH_3$ であり、 $m=7$ かつ $n=7$ である化合物との混合物。

(基油B)一般式(1)において、 R^1 が $-(CH_2)_{10}-CH_3$ であり、 $m=9$ かつ $n=5$ である化合物と、 R^1 が $-(CH_2)_{10}-CH_3$ であり、 $m=7$ かつ $n=7$ である化合物との混合物。

30

(基油C)一般式(1)において、 R^1 が $-(CH_2)_3-O-(CH_2)_8$ であり、 $m=7$ かつ $n=7$ である化合物と、 R^1 が $-(CH_2)_3-O-(CH_2)_8$ であり、 $m=9$ かつ $n=5$ である化合物との混合物。

(基油D)一般式(2)において、 R^2 が n -ウンデシル基であり、 $m=7$ かつ $n=7$ である化合物と R^2 が n -ウンデシル基であり、 $m=9$ かつ $n=5$ である化合物との混合物。

(酸化防止剤A)アルキル化フェニル- -ナフチルアミン：一般式(4)において、 R^5 が炭素数7の分岐アルキル基である化合物

(酸化防止剤B)フォスファイト：一般式(8)において、 R^{16} 、 R^{17} が炭素数4の分岐鎖アルキルである化合物

40

(酸化防止剤C)アルキル化ジフェニルアミン：一般式(4)において、 R^3 、 R^4 が炭素数7の分岐アルキル基である化合物

(導電性付与剤A)ビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミドリチウム

(導電性付与剤B)トリフルオロメタンスルホン酸リチウム

(導電性付与剤C)ビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミドカリウム

(導電性付与剤D)トリフルオロメタンスルホン酸カリウム

(導電性付与剤E)ノナフルオロブタンスルホン酸リチウム

(その他潤滑油添加剤)金属不活性化剤、さび止め剤、摩耗防止剤、加水分解抑制剤

【0093】

(比較例1~2)

50

下記表 2 に示す割合（質量％）で各成分を配合し、各比較例の導電性潤滑油組成物を調製した。

調製した各組成物を 120 の恒温槽で 200 時間保管し、保管前後の導電率を実施例 1 ～ 6 と同様にして測定し、変化率を算出した。結果を下記表 2 に示す。

【 0 0 9 4 】

【表 2】

		比較例1	比較例2
基油A	[質量%]	98.00	-
基油B	[質量%]	-	98.00
酸化防止剤A	[質量%]	0.350	0.350
酸化防止剤B	[質量%]	0.200	0.200
酸化防止剤C	[質量%]	0.200	0.200
導電性付与剤D	[質量%]	0.050	-
導電性付与剤E	[質量%]	-	0.050
その他潤滑油添加剤	[質量%]	1.200	1.200
動粘度 (40℃)	[mm ² /s]	14.2	13.8
粘度指数		147	141
導電率 (0h)	[pS/m]	78700	76900
導電率 (200h)	[pS/m]	55100	49900
変化率	[%]	30	35.1

10

20

【 0 0 9 5 】

表 2 中の各成分の詳細は以下のとおりである。

基油 A、基油 B、酸化防止剤 A、酸化防止剤 B、酸化防止剤 C 及びその他潤滑油添加剤は、表 1 と同じものを用いた。

30

（導電性付与剤 D）アルキルナフタレンスルホン酸塩

（導電性付与剤 E）リン酸エステル型アニオン界面活性剤

【 0 0 9 6 】

表 1 及び表 2 より、実施例の導電性潤滑油組成物は、導電率の変化率が低く、導電性の経時安定性に優れることがわかる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 9 7 】

本発明の導電性潤滑油組成物は、種々の精密機器、例えば CD - R、DVD - R、HDD、時計などのモーターや軸受の潤滑油に利用できる。本発明の導電性潤滑油組成物の最適な応用態様には、スピンドルモータが含まれる。

40

【符号の説明】

【 0 0 9 8 】

10 ベース

11 平坦部

13 環状ボス部

14 環状段部

15 円筒支持壁

17 ステータ

20 軸受静止部

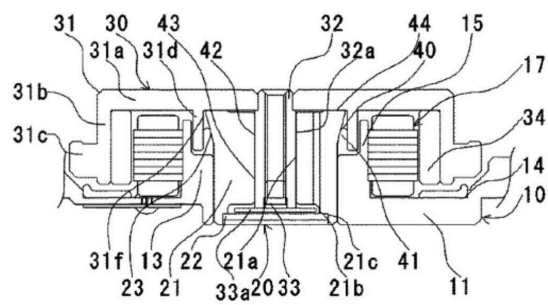
50

- 2 1 スリーブ
- 2 1 a 小径内周面
- 2 1 b 中径内周面
- 2 1 c 大径内周面
- 2 2 カウンタプレート
- 2 3 テーパ面
- 3 0 回転部
- 3 1 ロータハブ
- 3 1 a 円盤部
- 3 1 b 円筒部
- 3 1 c フランジ部
- 3 1 d 環状壁
- 3 1 f 内周面
- 3 2 シャフト
- 3 2 a 外周面
- 3 3 ストップ
- 3 3 a 円形板部
- 3 4 ロータマグネット
- 4 0 軸受油
- 4 1 テーパシール部
- 4 2、4 3 ラジアル動圧軸受
- 4 4 スラスト動圧軸受

10

20

【図 1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
C 1 0 M 135/10	(2006.01)	C 1 0 N 40:02
C 1 0 M 105/34	(2006.01)	C 1 0 M 135/10
C 1 0 M 133/12	(2006.01)	C 1 0 M 105/34
C 1 0 M 137/02	(2006.01)	C 1 0 M 133/12
C 1 0 M 129/10	(2006.01)	C 1 0 M 137/02
		C 1 0 M 129/10

審査官 宮地 慧

- (56)参考文献 特開2005-089667(JP,A)
特開2017-031269(JP,A)
国際公開第2015/040937(WO,A1)
特開2016-074816(JP,A)
特開2014-125570(JP,A)
特開2010-180970(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 1 0 M
C 1 0 N
F 1 6 C