



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112012000955-9 B1



(22) Data do Depósito: 29/06/2010

(45) Data de Concessão: 22/05/2018

(54) Título: COMPOSIÇÃO LUBRIFICANTE

(51) Int.Cl.: C10M 145/14

(30) Prioridade Unionista: 15/07/2009 JP 2009-166568

(73) Titular(es): SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ B.V.

(72) Inventor(es): TORU IKAI

“COMPOSIÇÃO LUBRIFICANTE”

Esta invenção diz respeito a uma composição lubrificante para o uso nos sistemas de contato de rolagem ou de rolagem e deslizantes tais como mancais rolantes e engrenagens e, em particular, isto diz respeito a uma 5 composição lubrificante para o uso nos sistemas de contato de rolagem ou sistemas de contato de rolagem ou deslizamento onde uma carga (peso) é aplicada.

Existem várias investigações de composições lubrificantes pretendidas para melhorar o funcionamento das máquinas que estão em 10 contato em ambientes severos de velocidades altas e cargas grandes. Por exemplo, a Patente Japonesa aberta ao público 2008-133440 propõe uma composição lubrificante que pode ser usada em transmissões onde a densidade crescente tem criado condições de funcionamento em velocidades altas e cargas altas. Esta composição lubrificante incorpora, em óleos de base 15 que são óleos minerais e/ou óleos sintéticos, ditiofosfatos metálicos e poli(met)acrilatos que contêm grupos hidroxila. Seu desempenho anti-fixação é bom e é possível obter uma composição lubrificante que tenha as mesmas propriedades de pressão extrema como ou melhor do que os aditivos com base em enxofre-fósforo, características de fadiga baixa, estabilidade oxidativa alta 20 e o prospecto de vida mais longa. Uma composição lubrificante satisfatória pode ser obtida ainda sob condições onde as transmissões foram tornadas mais compactas e também estejam funcionando sob velocidades altas e cargas altas.

Entretanto, o mecanismo de lubrificação no contato rolante ou 25 sistemas de contato rolante e deslizante onde uma carga (peso) é aplicada têm aspectos que são diferentes das transmissões e estes mecanismos estão sob investigação. Por exemplo, em Tribologist, Vol. 53, N° 10, página 653 foi mostrado que a composição lubrificante que forma uma película oleosa EHL (lubrificação Elasto-Hidrodinâmica) e, desta maneira, previne a interferência

entre as protuberâncias nas superfícies deslizantes pode ser usada como uma composição para o uso em contato rolante ou sistemas de contato rolante-deslizante, como mancais rolantes e engrenagens e, especialmente como uma composição lubrificante para o uso em contato rolante ou sistemas de contato 5 rolante-deslizante sob uma carga (peso).

De acordo com Tribologist, Vol. 53, N° 10, página 653, os elementos importantes na composição lubrificante que forma uma película oleosa de EHL são a espessura de película oleosa mínima na linha de contato e o coeficiente de pressão-viscosidade. A espessura de película oleosa mínima 10 é a espessura de película oleosa mínima da fenda da linha de contato e, desta maneira, é a espessura mínima da película de óleo que está presente na fenda da linha de contato. Isto significa a condição mínima para manter a lubrificação. O coeficiente de pressão-viscosidade é um coeficiente que apresenta a relação entre a pressão aplicada no sistema de contato e a 15 viscosidade da composição lubrificante. Este é o valor numérico expressado por uma fórmula de Hamrock-Dowson e quanto maior o valor, maior a viscosidade à medida que a pressão aumenta. Isto mostra uma tendência, por meio da qual uma espessura de película oleosa alta é mantida sob condições lubrificantes elasto-hidrodinâmicas.

20 No Journal of Lubrication Technology, Transactions of ASME, 99 (Apr.), 264 (1977) também é divulgado que a composição lubrificante que forma uma película de óleo EHL (lubrificação elasto-hidrodinâmica) desempenha um papel na prevenção da interferência entre as protuberâncias nas superfícies deslizantes em mancais rolantes e a fórmula de 25 Hamrock-Dowson com respeito à espessura de óleo mínima no ponto de contato (H_{min} : espessura de película de óleo mínima sem dimensão) e espessura de película de óleo central (H_c : espessura de película de óleo central sem dimensão) são mostrados.

Como um exemplo específico da composição lubrificante que

pode ser usada nos mancais dos eixos principais de alta velocidade tendo mancais rolantes de esferas de cerâmica em ambientes severos de velocidades altas e cargas grandes nos centros de mecanismos de alta velocidade que processam partes de aeroplano e, em particular, metais, tais como titânio,

5 existe a composição lubrificante para o uso em lubrificação de cerâmica proposto na Patente Japonesa Aberta ao Público 2008-179669. Nesta composição lubrificante, um óleo de base, sendo pelo menos um tipo de óleo selecionado de óleos minerais e/ou óleos sintéticos, contém pelo menos um tipo de aditivo selecionado do grupo que consiste de amidas ácidas obtidas

10 pela reação de aminas com ácidos monocarboxílicos saturados de 12 a 30 carbonos ou ácidos monocarboxílicos insaturados de 18 a 24 carbonos, ácidos sarcosínicos, derivados de ácido aspártico ou derivados de ácido succínico. Se este ainda for usado nos eixos principais de alta velocidade de ferramentas de máquina que têm mancais rolantes de esferas cerâmicas que funcionam em

15 ambientes severos de velocidades altas e cargas grandes, este apresenta propriedades de esfriamento satisfatórias e têm boa prevenção contra ferrugem, um nível alto de estabilidade térmica e oxidativa e propriedades de pressão extrema altas.

A fim de obter desempenho de lubrificação superior em

20 resposta à mudança de condições de uso, é necessário mudar a composição do aditivo. O objetivo desta invenção é, portanto, resolver os problemas já mencionados da técnica anterior oferecendo, como uma composição lubrificante para o uso no contato rolante ou sistemas de contato rolante e deslizante tais como mancais rolantes e engrenagens e, em particular, uma composição lubrificante para o uso em contato rolante ou sistemas de contato rolante e deslizante onde uma carga (peso) é aplicada, a composição lubrificante que usa aditivos diferentes da técnica anterior e têm uma espessura de película de óleo mínima grande, um coeficiente de pressão-viscosidade alto e um produto de pressão-velocidade-grande (valor PV).

Esta invenção diz respeito ao seguinte.

(1) Uma composição lubrificante que compreende um óleo de base (A) e um poli(met)acrilato contendo grupos hidroxila (B).

5 (2) Uma composição lubrificante de acordo com o já mencionado (1) que ainda contém um alquil naftaleno (C).

(3) Uma composição lubrificante de acordo com o já mencionado (1) ou (2) que ainda contém um composto de ácido carboxílico contendo fósforo (D).

10 (4) Uma composição lubrificante de acordo com qualquer um dos já mencionados (1) a (3) em que o óleo de base (A) tem uma % de CA de não mais do que 10 e uma razão de % de CN e % de CP (% de CN /% de CP) de não menos do que 0,4.

15 (5) Uma composição lubrificante de acordo com qualquer um dos já mencionados (1) a (4) que contém, em termos da quantidade total, 70 a 99,5 % em massa de óleo de base (A) e de 0,5 a 30 % em massa de poli(met)acrilato contendo grupos hidroxila (B).

(6) Uma composição lubrificante de acordo com qualquer um dos já mencionados (2) a (5) que contém, em termos da quantidade total, de 0 a 10 % em massa de alquil naftaleno (C).

20 (7) Uma composição lubrificante de acordo com qualquer um dos já mencionados (3) a (6) que contém, em termos da quantidade total, de 0 a 1,0 % em massa de composto de ácido carboxílico contendo fósforo (D).

25 (8) Uma composição lubrificante de acordo com qualquer um dos já mencionados (1) a (7) para o uso em contato rolante ou sistemas de contato rolante e deslizante.

A composição lubrificante que forma o objetivo desta invenção é uma composição lubrificante para o uso em contato rolante ou sistemas de contato rolante e deslizante tais como mancais rolantes e engrenagens, e, em particular, uma composição lubrificante para o uso em

contato rolante ou sistemas de contato rolante e deslizante onde uma carga (peso) é aplicada. Os elementos de objetivo para a lubrificação nos eixos, membros de mancais e partes de mancais que constituem o contato rolante ou sistemas de contato rolante-deslizante são elementos lubrificados compreendidos de materiais tais como os ferros e ácidos e cerâmicas são, em geral, usados em contato rolante ou sistemas de contato rolante-deslizante tais como mancais rolantes e engrenagens, mas existe aplicabilidade particular aos óleos para tais mancais de alta velocidade em sistemas de contato que contêm cerâmicas.

A % de CA do óleo de base (A) usada nesta invenção é preferivelmente não maior do que 10, mas é, preferivelmente, não maior do que 5 e mais preferivelmente, não maior do que 1. se a % de CA do óleo de base lubrificante exceder o limite superior já mencionado, as características de viscosidade-temperatura, estabilidade térmica e oxidativa e características de fricção são reduzidas. Realizando-se a % de CA da composição de óleo de base lubrificante com relação a esta invenção é de pelo menos 1, é possível aumentar a solubilidade de aditivos, mas a % de CA também pode ser 0.

A % de CN/% de CP do óleo de base (A) é, como mencionado acima, preferivelmente não menor do que 0,4, mas é, preferivelmente, não menor do que 0,5. Se a % de CN/% de CP for menor do que o limite inferior já mencionado, o coeficiente de pressão-viscosidade que diz respeito a propriedades anti-desgaste e propriedades de formação de película de óleo será reduzido.

Além disso, a % de CN do óleo de base (A) é preferivelmente de 30 a 60, mais preferivelmente de 30 a 50 e ainda mais preferivelmente de 30 a 40. Se a % de CN da composição de óleo de base lubrificante for maior do que o limite superior já mencionado de 60 ou menos do que o limite inferior já mencionado de 30, haverá uma tendência quanto ao coeficiente de pressão-viscosidade que diz respeito a propriedades anti-desgaste e as

propriedades de formação de película de óleo diminui.

O que é entendido por % de CP, % de CN e % de CA nesta invenção são as porcentagens obtidas pelo método de ASTM D-3238-85 (análise de anel n-d-M) e estes referem-se à porcentagem do número de carbonos de parafina com relação ao número total de carbonos, a porcentagem do número de carbonos de naftaleno com relação ao número total de carbonos e a porcentagem do número de carbonos aromáticos com relação ao número total de carbonos. Em outras palavras, as faixas preferidas para a % mencionada acima de CP, % de CN e % de CA são fundamentadas em valores obtidos pelo método já mencionado, e ainda se, por exemplo, a composição de óleo de base lubrificante não contém um componente naftênico ainda pode mostrar um valor onde a % de CN obtida pelo método já mencionado excede 0.

É possível usar o óleo de base (A) desta invenção cuja composição já mencionada dos óleos de base usados das composições de lubrificante. Não existe restrição quanto à origem, método de refino ou semelhante. Os óleos de base que podem ser usados são os óleos minerais conhecidos como os óleos de base altamente refinados e óleos sintéticos. Visto que os óleos de base que pertencem às categorias de óleo de base API (American Petroleum Institute) do Grupo I, Grupo II, Grupo III, Grupo IV e Grupo V podem ou podem não estar dentro das faixas já mencionadas da composição é possível selecionar um tipo apenas dos óleos de base que pertencem a estes ou uma mistura de diversos tipos para o uso como o óleo de base desta invenção.

Bons exemplos do óleo de base (A) para o uso nesta invenção são aqueles com uma densidade a 15° C de 0,75 a 0,95 g/cm³, mas preferivelmente de 0,80 a 0,90 g/cm³. Os bons exemplos são uns com viscosidade cinemática a 40° C de 1,7 a 100 mm²/s, mas preferivelmente de 2 a 68 mm²/s, um peso molecular médio numérico de 140 a 590 mas

preferivelmente de 170 a 500 e uma viscosidade cinemática a 100° C de 0,75 a 20 mm²/s mas preferivelmente de 1 a 8 mm²/s e o índice de viscosidade pode ser selecionado livremente de acordo com o objetivo, mas será de 20 a 160 e preferivelmente de 40 a 130.

5 Particularmente adequado como o óleo de base (A) para o uso nesta invenção são aqueles em que a espessura de película de óleo central a 80° C, medida por meio de um dispositivo de medição de espessura de película de óleo EHL do tipo ótico, não é menor do que 150 nm e, preferivelmente não menor do que 160 nm. O método de medir a espessura de
10 película de óleo central é o método descrito depois.

No caso do óleo de base (A) para o uso nesta invenção, aqueles que têm um coeficiente de pressão-viscosidade (média) a 80° C, calculado a partir da espessura de película de óleo central medida por meio de um dispositivo de medição de espessura de película de óleo EHL do tipo ótico
15 de não menos do que 13 GPa⁻¹ e preferivelmente não menos do que 14 GPa⁻¹, têm uma espessura de película oleosa central grande e pode aumentar o coeficiente de pressão-viscosidade e aumentar o produto de pressão-velocidade (valor PV) e, desta maneira, são adequados como um óleo de base (A) para o uso nas composições lubrificantes para o uso em eixos principais
20 de alta velocidade. O método de calcular o coeficiente de pressão-viscosidade é o método descrito depois.

O fator importante que influencia as propriedades de lubrificação é a "espessura de película de óleo mínima (Hmin)" formada na superfície de lubrificação. Existem diversos métodos para medir a espessura de película de óleo e os valores medidos que podem ser medidos são a "espessura de película de óleo mínima (Hmin)", a "espessura de película de óleo central (Hc)" e assim por diante. Destes, a "espessura de película de óleo mínima (Hmin") é a espessura de película de óleo da área onde a película de óleo formada na área de lubrificação é a espessura mínima e um procedimento

é necessário para encontrar a área de espessura mínima dos dados obtidos por meio das medições. Em contraste, a "espessura de película de óleo central (Hc)" é a espessura de película de óleo obtida como é a partir dos dados para a área central de contato de esfera. O procedimento é mais simples e as medições podem ser feitas em um período curto. Como descrito em Journal of Lubrication Technology, Transactions of ASME, 99 (Apr.) 264 (1977) (página 274), Hmin e Hc são expressados pelas fórmulas de aproximação e tem quase uma relação proporcional, de modo que não exista basicamente diferença se as propriedades forem determinadas por Hmin ou Hc. Por esta razão, nesta invenção, a "espessura de película de óleo central (Hc)" facilmente mensurável é medida como um indicador da "espessura de película de óleo mínima (Hmin)" e as características dos óleos de base e das composições de lubrificante são expressadas por meio de "espessura de película de óleo central (Hc)".

O método de medir a espessura de película de óleo adotada nesta invenção é o método de computar a espessura de película de óleo EHL por meio da interferometria ótica. Os princípios básicos das medições são como segue.

A luz branca é radiada acima da borda principal (centro) de uma esfera de aço de contato no ponto de contato abaixo do disco de vidro rotativo. Parte desta luz branca é refletida de volta por uma camada de cromo que é revestida no disco de vidro e o resto da luz viaja através da camada de sílica e a película de óleo e retorna por reflexão na bola de aço. As faixas de interferência desse modo produzidas são feitas por um computador por intermédio de um espectrômetro e uma câmera COD de resolução alta e a espessura de película de óleo é, desta maneira, computada.

A espessura da película obtida neste método de medição é a espessura do centro da área de contato (espessura de película de óleo central) e, consequentemente o "coeficiente de pressão-viscosidade" é calculado a

partir da Fórmula (I) descrita abaixo.

Os óleos de base adequados para o uso nesta invenção como o óleo de base (A) para o uso nas composições de lubrificante para eixos principais de velocidade alta são aqueles em que o valor PV calculado a partir da carga máxima (P) e o número máximo de rotações (V) na fórmula submencionada (I) como obtido nos testes de pressão extrema de 4 esferas da Shell usando-se esferas cerâmicas não é menor do que 50×10^9 e preferivelmente não menor do que 55×10^4 . O método de calcular o valor PV é descrito abaixo.

$$10 \quad \text{Valor PV} = (P) \times (V) \dots (I)$$

Como exemplos preferidos para o óleo de base usado (A) nesta invenção, menção pode ser feita de óleos de base com base em naftaleno altamente refinados. Em geral, os exemplos com um componente de nafteno (% de CN) de 30 a 50 são denominados óleos de base com base em naftaleno, 15 mas para os óleos de base com base em naftaleno altamente refinado usado nesta invenção é possível usar aqueles que são óleos de base com base em naftaleno que ainda são refinados e, desta maneira, têm o componente de nafteno (% de CN) e os componentes aromáticos (% de CA) ajustados dentro das faixas previamente mencionadas. O método de refino é um que tem como 20 seu objetivo não apenas a remoção do componente de enxofre e outras impurezas mas também a quebra e a remoção dos componentes aromáticos. Existem situações onde o refino de solvente e assim por diante, mas o hidrorrefinamento é preferido. É preferível se o hidrorrefinamento ocorrer através de estágios de hidrocraqueamento, destilação a vácuo, remoção de 25 cera do solvente e hidroacabamento.

Os óleos de base hidrorrefinados com base em naftaleno são aqueles com uma % diminuída de CA, em virtude do hidrorrefinamento. Quando a % de CN, % de CA e % de CP de tais óleos de base hidrorrefinados com base em naftaleno estão dentro das faixas já mencionadas, é preferível

usar óleos de base de tal composição como os óleos de base desta invenção.

O óleo de base (A) onde a % de CN, % de CA e % de CP está dentro das faixas já mencionadas como nos óleos de base hidrorrefinados com base em naftaleno já mencionados é usado em uma quantidade tal que este 5 forma o constituinte principal como o material para a composição lubrificante desta invenção. A proporção combinada do óleo de base já mencionado (A) na composição lubrificante desta invenção não é especialmente limitada. Isto é usado na proporção de ser o resto após a incorporação das quantidades de vários componentes aditivos descritos abaixo, mas é desejável se a proporção 10 de combinação na base da quantidade total da composição lubrificante é de 70 a 99,5 % em massa e preferivelmente de 75 a 92 % em massa. O componente aromático em óleos de base com base em nafteno comum refletidos pela % de valor CA tende a incluir muitos tipos de aromáticos, tais como monocíclico, bicíclico e tricíclico, e existe uma distribuição de peso molecular amplo. 15 Portanto, estes componentes são removidos tanto quanto possível e um alquil naftaleno para o qual as propriedades podem ser recém especificadas são adicionados separadamente de modo que uma composição lubrificante com um desempenho estável pode ser garantida.

Os alquil naftalenos (C) incorporados na composição 20 lubrificante desta invenção são aqueles usados como os óleos de base sintéticos. Um alquil naftaleno é um componente aromático, mas é possível melhorar o desempenho e as características da composição lubrificante pela combinação em uma quantidade pequena como um aditivo de modo que o componente aromático (% de CA) é de 0 a 10 com relação ao óleo de base.

Para os alquil naftalenos (C) incorporados na composição 25 lubrificante desta invenção é preferível usar aqueles com, por exemplo, uma densidade a 15° C de 0,908 g/cm³, viscosidade cinemática a 40° C de 29 mm²/s, viscosidade cinemática a 100° C de 47 mm²/s e índice de viscosidade de 74. Os alquil naftalenos (C) já mencionados são incorporados dentro da

faixa de 0 a 10 % em massa, mas preferivelmente, de 0 a 5 % em massa em termos da quantidade total da composição lubrificante.

Como exemplos do poli(met)acrilato contendo grupos hidroxila (B) incorporado na composição lubrificante desta invenção, menção 5 pode ser feita a melhoradores do índice de viscosidade tipo não dispersante, tais como polimetacrilatos ou polímeros de olefina, tais como copolímeros de etileno-propileno, copolímeros de estireno-dieno, poliisobutileno e poliestireno e melhoradores do índice de viscosidade do tipo dispersante em que os monômeros contendo nitrogênio são copolimerizados com estes. O 10 peso médio molecular está na faixa extremamente ampla de 10.000 a 1.500.000 e com relação à estrutura molecular, existem dois tipos: os tipos não dispersantes e o dispersante. O tipo dispersante tem grupos polares e comunica propriedades formadoras de película oleosa e propriedades dispersantes de detergente.

15 O poli(met)acrilato contendo grupos hidroxila (B) incorporado na composição lubrificante desta invenção são copolímeros e são copolímeros em que os monômeros constituintes essenciais são alquil(met)acrilatos tendo grupo alquila de 1 a 20 carbonos e monômeros de vinila contendo os grupos de hidroxila.

20 Como exemplos específicos dos alquil(met)acrilatos anteriormente mencionados (a) tendo os grupos alquila com 1 a 20 carbonos, a menção pode ser feita de

(a1) alquil(met)acrilatos tendo os grupos alquila com 1 a 4 carbonos:

25 Por exemplo, metil(met)acrilato, etil(met)acrilato, n- ou iso-propil(met)acrilato, n-, iso- ou sec-butil (met) acrilato;

(a2) alquil(met)acrilatos tendo grupos alquila com 8 a 20 carbonos:

Por exemplo, n-octil(met)acrilato, 2-etilexil(met) acrilato, n-

decil(met)acrilato, nisodecil(met) acrilato, n-undecil(met)acrilato, n-dodecil(met)acrilato, 2-metilundecil (met)acrilato, ntridecil(met)acrilato, 2-metildodecil(met)acrilato, ntetradecil (met) acrilato, 2-metiltridecil(met)acrilato, n-pentadecil(met)acrilato, 2-metiltetradecil (met) acrilato, n--hexadecil(met) acrilato e n-octadecil(met)acrilato, n-eicosil (met)acrilato, n-docosil(met)acrilato, metacrilato de Dobanol 23 [mistura de oxoalcóois C-12/C-13 feitos por Mitsubishi Chemical (Ltd.)] e metacrilato de Dobanol 45 [mistura de oxoálcoois C-13/C-14 feitos por Mitsubishi Chemical Company Ltd.];

10 (a3) alquil(met)acrilatos tendo grupos alquila com 5 a 7 carbonos:

Por exemplo, n-pentil(met)acrilato e n-hexil(met)acrilato.

Do (a1) ~ (a3) anteriormente mencionado, as substâncias preferidas são aqueles que pertencem a (a1) e (a2) e (a2) ainda é preferido.

15 Também, as substâncias preferidas de (a1) anteriormente mencionado, a partir do ponto de vista do índice de viscosidade, são aqueles com 1 a 2 carbonos nos grupos alquila. As substâncias preferidas do (a2) anteriormente mencionado, a partir do ponto de vista de solubilidade no óleo base e características de temperatura baixa, são aqueles com 10 a 20 carbonos nos 20 grupos alquila e ainda preferidos são aqueles com 12 a 14 carbonos.

Os monômeros de vinila anteriormente mencionados (b) contendo grupos de hidroxila que constituem os copolímeros com os alquil(met)acrilatos tendo grupos alquila de 1 a 20 carbonos são monômeros de vinila contendo um ou mais do que um grupo hidroxila (preferivelmente 25 um ou dois) em suas moléculas. Como exemplos específicos a menção pode ser feita de

(b1) (met)acrilatos de hidroxialquila (2 a 6 carbonos):

Por exemplo, 2-hidroxietil(met)acrilato, 2 ou 3-hidroxipropil(met)acrilato, 2-hidroxibutil (met)acrilato, 1-metil-2-

hidroxietil(met)acrilato;

(b2) mono ou di-hidroxialquil (1 a 4 carbonos)

(met)acrilamidas substituídos:

Por exemplo, N,N-dihidroximetil(met)acrilamida, N,N-

5 dihidroxipropil(met)acril amida, N-N-di-2-hidroxibutil(met)acrilamida;

(b3) álcoois vinílicos (formados pela hidrólise de unidades de acetato de vinila);

(b4) alquenóis de 3 a 12 carbonos:

Por exemplo, álcool (met)alílico, álcool crotílico, álcool

10 isocrotílico, 1-octenol, 1-undecenol;

(b5) alquenodióis de 4 a 12 carbonos:

Por exemplo, 1-buten-3-ol, 2-buten-1-ol, 2-buteno-1,4-diol;

(b6) éteres hidroxialquil (1 a 6 carbonos) alquenílicos (3 a 10 carbonos):

15 Por exemplo, éter 2-hidroxietilpropenílico;

(b7) monômeros aromáticos contendo os grupos hidroxila:

Por exemplo, o-, m- ou p-hidroxiestireno;

(b8) alcóois poliídricos (de triídrico a octaídrico):

20 Por exemplo: polióis de alcano, intramoleculares ou intermoleculares desidratados destes, éteres alquenílicos (3 a 10 carbonos) de açúcares (por exemplo glicerina, pentaeritritol, sorbitol, sorbitan, diglycerina, sacarose) ou (met)acrilatos de açúcares (por exemplo sacarose éter (met)alílico);

25 (b9) monômeros de vinila contendo os grupos hidroxila e cadeias de polioxialquileno:

Por exemplo: éteres mono(met)acrilatos ou mono(met)alílicos de polioxialquileno glicóis (grupo de alquíleno de 2 a 4 carbonos, grau de polimerização de 2 a 50) ou polióis de polioxialquileno {éteres de polioxialquileno (grupos alquila de 2 a 4 carbonos, grau de polimerização de

2 a 100) de álcoois triídricos a octaídricos anteriormente mencionados } {por exemplo polietileno glicol (grau de polimerização de 2 a 9) mono(met)acrilatos, polipropileno glicol (grau de polimerização de 2 a 12) mono(met)acrilatos, polipropileno glicol (grau de polimerização de 2 a 30) 5 éteres mono(met)alílicos}.

Dos (b1) a (b9) acima anteriormente mencionados, a partir do ponto de vista do efeito do melhoramento do índice de viscosidade do tipo preferido é (b1) e 2-hidroxi-etil metacrilato em particular.

As proporções respectivas em monômeros constituem os 10 copolímeros anteriormente mencionados de poli(met)acrilatos contendo os grupos de hidroxila são preferivelmente, a partir do ponto de vista do índice de viscosidade, como seguem.

O limite inferior do constituinte anteriormente mencionado (a) é preferivelmente 50 % em massa mas mais preferivelmente 75 % em massa. O 15 limite superior é preferivelmente 95 % em massa mas, mais preferivelmente, 85 % em massa.

O limite inferior do (a1) anteriormente mencionado é preferivelmente 0 % em massa e mais preferivelmente 1 % em massa. O limite superior é preferivelmente 20 % em massa e mais preferivelmente 10 % em 20 massa.

O limite inferior de (a2) anteriormente mencionado é preferivelmente 50 % em massa e mais preferivelmente 70 % em massa. O limite superior é preferivelmente 95 % em massa e mais preferivelmente 90 % em massa.

25 O limite inferior do (b) anteriormente mencionado é preferivelmente 5 % em massa e mais preferivelmente 7 % em massa, mais especialmente preferível é 11 % em massa. O limite superior é preferivelmente 50 % em massa e mais preferivelmente 30 % em massa, mas especialmente preferido é 15 % em massa.

O limite inferior do total de (a) + (b) anteriormente mencionado é preferivelmente 55 % em massa e mais preferivelmente 82 % em massa. O limite superior é preferivelmente 100 % em massa.

O número de hidroxila de poli(met)acrilatos contendo grupos hidroxila (B) incorporados na composição lubrificante desta invenção como um aditivo é 10 a 100, mas preferivelmente 20 a 50 e mais preferivelmente 25 a 35. A medição de número de hidroxila indica o número obtido pela medição de acordo com JIS K3342 (1961) e este mostra a quantidade dos grupos hidroxila em um aditivo.

Para o poli(met)acrilato adicionado aos grupos hidroxila (B) incorporado na composição lubrificante desta invenção é preferível usar aquele com, por exemplo, peso molecular de aproximadamente 17000 e número de hidroxila de aproximadamente 28.

O composto de ácido carboxílico contendo fósforos (D) incorporado na composição lubrificante desta invenção são os ésteres de ditiofosfatos ou derivados destes e exemplos destes são os seguintes.

Os ésteres de ditiofosfato monoalquílicos (os grupos alquila podem ser lineares ou ramificados) tal como monopropil ditiofosfato, monobutil ditiofosfato, monoheptil ditiofosfato, monoexil ditiofosfato, 20 monoheptil ditiofosfato, monooctil ditiofosfato e monolauril ditiofosfato; ésteres ditiofosfato mono(alquil)aril tal como monofenil ditiofosfato e monocresil ditiofosfato; ésteres ditiofosfato dialquílicos (os grupos alquila podem ser lineares ou ramificados) tal como dipropil ditiofosfato, dibutil ditiofosfato, dipentil ditiofosfato, diexil ditiofosfato, dieptil ditiofosfato, 25 dioctil ditiofosfato e dilauril ditiofosfato; ésteres ditiofosfato di(alquil)aril tal como difenil ditiofosfato e dicresil ditiofosfato; ésteres ditiofosfato trialquílicos (os grupos alquila podem ser lineares ou ramificados) tal como tripropilditiofosfato, tributil ditiofosfato, tripentil ditiofosfato, triexil ditiofosfato, triheptil ditiofosfato, trioctil ditiofosfato e trilauril ditiofosfato; e

ésteres ditiofosfato tri((alquil)anil) tal como trifenil ditiofosfato e tricresil ditiofosfato.

O composto de ácido carboxílico contendo fósforo deve incluir os grupos carboxílicos e átomos de fósforo nas mesmas moléculas. Não existe restrição especial em sua estrutura. Entretanto, a partir do ponto de vista de propriedades de pressão extrema e estabilidade térmica e oxidativa, os ácidos carboxílicos fosforilados ou ésteres do ácido carboxílico fosforilado são preferidos.

Como exemplos de ácidos carboxílicos fosforilados e ésteres do ácido carboxílico fosforilado a menção podem ser feita dos compostos que podem ser expressados pela seguinte fórmula química 1.

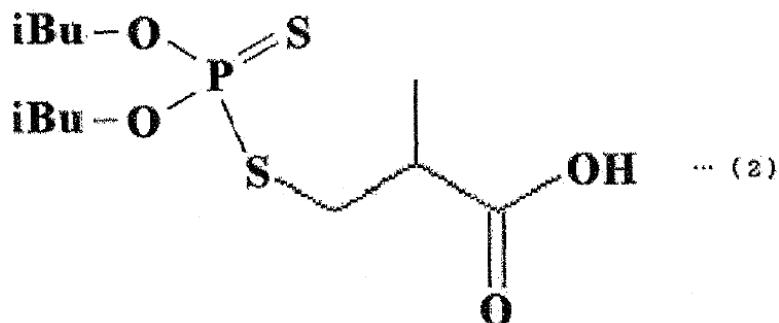


Na fórmula química 1, R_4 e R_5 podem ser o mesmo ou diferente e indica respectivamente um átomo de hidrogênio ou um grupo de hidrocarboneto com de 1 a 30 carbonos, R_6 indica um grupo com de 1 a 20 carbonos e R_7 indica um átomo de hidrogênio ou um grupo de hidrocarboneto com de 1 a 30 carbonos. X_1 , X_2 , X_3 e X_4 podem ser o mesmo ou diferente e cada um indica um átomo de oxigênio ou um átomo de enxofre.

Na fórmula química anteriormente mencionada 1, R_4 e R_5 indicam respectivamente um átomo de hidrogênio ou um grupo de hidrocarboneto com de 1 a 30 carbonos e como exemplos de grupo de hidrocarboneto de 1 a 30 carbonos a menção pode ser feita de grupos alquila, grupos de alquenila, grupos de arila, grupos de alquilarila e grupos de arilalquila.

Os ácidos carboxílicos fosforilados anteriormente mencionados incluem aqueles que tem a estrutura da fórmula química 2

abaixo, sendo ácidos β -ditiofosforilados propiônicos úteis.



Como um exemplo específico deste ácidos β - ditiofosforilado propiônicos a menção pode ser feita de ácido 3-(di-isobutoxitiofosforilsufanil)-2-metil—propiônico.

5 A quantidade do composto de ácido carboxílico contendo fósforos na composição lubrificante não é especialmente restrito, mas, em termos da quantidade total da composição lubrificante, é preferivelmente 0,001 a 1 % em massa e mais preferivelmente 0,002 a 0,5 % em massa.

Se o composto de ácido carboxílico contendo fósforos estão 10 abaixo do limite inferior mencionado acima, existe uma tendência para as características de lubrificação adequadas não atingirão, enquanto ainda se estes excedem o limite superior mencionado acima, existe uma tendência para o efeito de melhorar as características de lubrificação não correspondem com a quantidade usada. Além disso, existe um risco que a estabilidade térmica e 15 oxidativa e a estabilidade hidrolítica diminuirá, que não é desejável.

Os compostos de fósforo independentemente dos ácidos carboxílicos contendo o fósforo anteriormente mencionado também podem ser usados, dado que este distingui-se por causa de seus elementos de desempenho tal como propriedades de pressão extrema. Os ésteres de fosfato, 20 ácidos de ésteres de fosfato, sais de amina de ésteres de fosfato ácidos, ésteres de fosfato clorados, ésteres de fosfito e fosforotionatos são preferidos, ésteres de fosfato são mais preferidos e fosfato de triarila tal como fosfato de trifenila, fosfato de tricresila, fosfato de monocresil difenil e fosfato de dicresil

monofenil ainda são preferidos.

A quantidade dos compostos contendo o fósforo anteriormente mencionados não é especialmente restrito, mas, em termos da quantidade total da composição lubrificante, é preferivelmente 0,01 a 5 % em massa, mais preferivelmente 0,01 a 1 % em massa, ainda mais preferivelmente 0,01 a 0,5 % em massa e já mais preferivelmente 0,01 a 0,3 % em massa. Se uma quantidade de compostos contendo fósforo excede 0,3 % em massa existe um risco que a estabilidade térmica e oxidativa será reduzida.

Independentemente dos constituintes anteriormente mencionados (A) a (D), é possível que para misturar com a composição lubrificante desta invenção dos aditivos de composição lubrificante geralmente usados como aditivos para uso nas composições lubrificantes. Por exemplo menção pode ser feito pelos anti-oxidantes comuns, desativadores metálicos, melhoradores de oleosidade, desespumantes, inibidores de ferrugem, desmulsificadores e outros aditivos de composição lubrificante conhecidos.

Como exemplo dos anti-oxidantes que podem ser usados nesta invenção a menção pode ser feita de anti-oxidantes com base em amina, anti-oxidantes com base em fenol, anti-oxidantes com base em enxofre e anti-oxidantes com base em fósforo. Estes anti-oxidantes podem ser usados como são nas formas usadas na prática nas composições lubrificantes normais. Estes anti-oxidantes podem ser usados sozinho ou nas combinações plurais na faixa de 0,01 a 5 % em massa em termos da quantidade total da composição lubrificante.

Como exemplos dos desativadores metálicos que podem ser usados nesta invenção a menção pode ser feita de derivados de benzotriazol, derivados de benzoimidazol, derivados de benzotiazol, derivados de benzooxazol, derivados de tiadiazol e derivados de triazol. Estes desativadores metálicos podem ser usados sozinhos ou em combinações plurais na faixa de 0,01 a 0,5 % em massa em termos da quantidade total da

composição lubrificante.

Como exemplos de melhoradores de oleosidade que podem ser usados nesta invenção, é possível, por exemplo, misturar em ésteres de ácido graxo de álcoois poliídricos. Por exemplo, é possível usar os ésteres de ácido graxo insaturado ou saturado de 1 a carbonos completas ou parciais de álcoois poliídricos tal como gliceróis, sorbitóis, glicóis alquíleno, glicóis de neopentila, trimetilolpropanos, pentaeritritóis e xilitóis. Estes melhoradores de oleosidade podem ser usados sozinhos ou em combinações plurais na faixa 0,01 a 5 % em massa em termos da quantidade total da composição lubrificante.

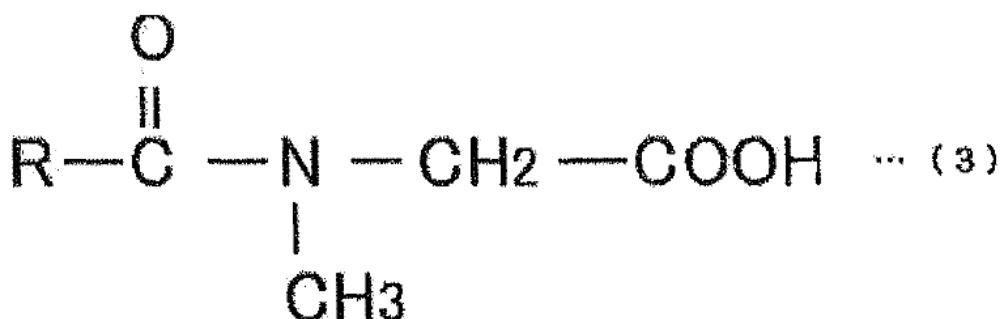
Como exemplos de agentes desespumantes que podem ser usados para comunicar as características desespumantes nesta invenção, a menção pode ser feita de organosilicatos tal como dimetilpolisiloxanos, silicatos de dietila e fluorosiliconas e agentes desespumantes com base em não silicone tal como polialquilacrilatos. Estes agentes desespumantes podem ser usados sozinhos ou em combinações plurais na faixa 0,0001 a 0,1 % em massa em termos da quantidade total da composição lubrificante.

Para os inibidores de ferrugem usados nesta invenção é possível usar, por exemplo, pelo menos um grupo de aditivos selecionados a partir de amidas ácidas, ácidos sarcosínicos, derivados de ácido aspártico ou derivados de ácido succínico tendo principalmente um efeito de inibição de ferrugem. Estes inibidores de ferrugem podem ser usados sozinhos ou em combinações plurais dentro da faixa 0,01 a 0,1 % em massa em termos da quantidade total da composição lubrificante.

Os exemplos adequados das amidas ácidas anteriormente mencionadas são os compostos de amida ácidos em que os ácidos monocarboxílicos saturados de 12 a 30 carbonos ou ácidos monocarboxílicos insaturados de 18 a 24 carbonos foram reagidos com aminas e a menção pode ser feita de tal como amida de ácido láurico, amida de ácido mirístico, amida

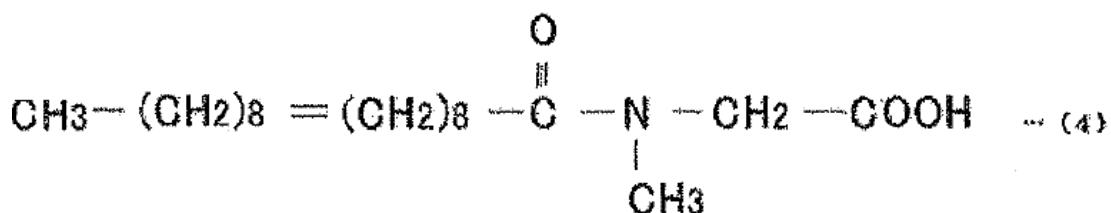
de ácido plasmítico, amida de ácido esteárico, amida de ácido isosteárico e amida de ácido oléico. Os polialquilpoliamidas obtidos pela reação com polialquilaminas, por exemplo amidas de ácido carboxílico tal como trietileno tetramida de ácido isoesteárico, tetraetileno pentamida de ácido isoesteárico, 5 pentaetileno hexamida de ácido isoesteárico, dietileno triamida de ácido oléico e dietanolamida de ácido oléico, também pode ser adequadamente usado.

Os ácidos sarcosínicos anteriormente mencionados são derivados de glicina como mostrado na fórmula química sub-mencionada (3).

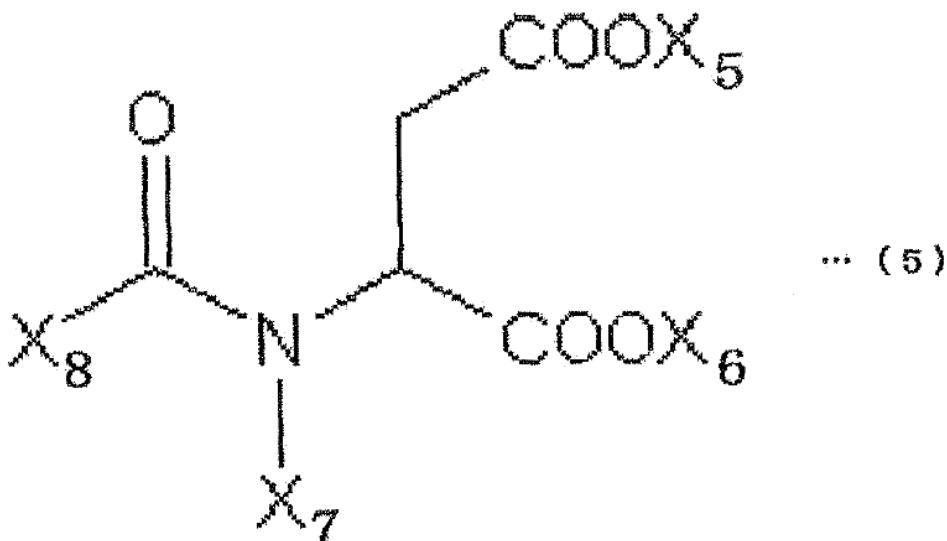


10 Na fórmula química anteriormente mencionada 3, R indica um grupo alquila ramificado ou linear de 1 a 30 carbonos ou grupo alquenila.

Como um exemplo específico dos ácidos sarcosínicos anteriormente mencionados, a menção pode ser feita de (Z)-N-metil-N-(1-oxo-9-octadecenil) glicina como na fórmula química sub-mencionada (4).



15 Os derivados de ácido aspártico anteriormente mencionado são aqueles mostrados pela fórmula química sub-mencionada (5).



Na fórmula química anteriormente mencionada 5, X_5 e X_6 são cada um hidrogênio ou grupos alquila de 3 a 6 carbonos ou grupos hidroxialquila que podem ser os mesmos ou diferentes. Mais preferível é se estes são respectivamente um grupo 2-metilpropil ou um grupo butila 5 terciário.

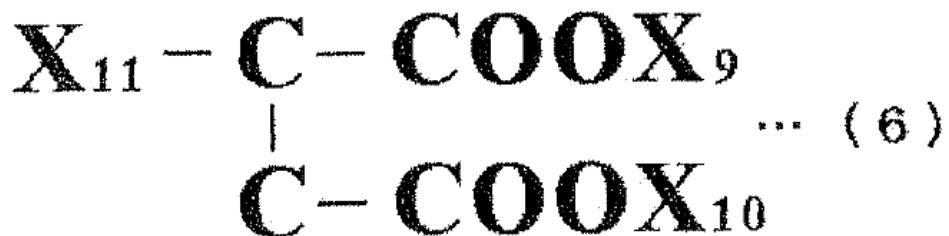
X_7 é um grupo alquila de 1 a 30 carbonos ou um grupo alquila tendo ligações de éteres ou um grupo hidroxialquila. Bons exemplos estão onde é um grupo octadecila, um grupo alcoxipropila, ou um grupo oxialquila 3-hidrocarboneto em que o número de carbonos de hidrocabroneto é 6 a 18 e 10 o número de carbonos do grupo alquila é 3 a 6 e mais preferivelmente este é um grupo cicloexiloxipropila, um grupo 3-octiloxipropila, um grupo 3-isoctiloxipropila, um grupo 3-decilogipropila, um grupo 3-isodecilogipropila, um grupo 3-dodecilogipropila, um grupo 3-tetradecilogipropil ou um grupo 3-hexadecilogipropil.

X_8 é um grupo de ácido carboxílico saturado ou insaturado que 15 comprehende 1 a 30 átomos de carbono, ou um grupo alquila de 1 a 30 carbonos ou um grupo alquenila ou um grupo hidroxialquila. Por exemplo, um grupo de ácido propiônico ou um grupo de ácido propionílico é bom.

Os derivados de ácido aspártico anteriormente mencionados 20 devem ter um valor ácido como determinado por JIS K2501 de 10 a 200

mgKOH/g, mas mais preferivelmente 50 a 150 mgKOH/g. O derivado de ácido aspártico é usado em uma quantidade de aproximadamente 0,001 a 5 % em massa, mas preferivelmente aproximadamente 0,01 a 2 % em massa, em termos da quantidade total da composição lubrificante.

5 Os derivados de ácido succínico anteriormente mencionado são aqueles mostrados pela fórmula química sub-mencionada (6).



Na fórmula química anteriormente mencionada 6, X₉ e X₁₀ são cada um hidrogênio ou grupos alquilas de 3 a 6 carbonos ou grupos alquenila ou grupos hidroxialquila que podem ser os mesmos ou diferentes.

10 Preferivelmente estes são átomos de hidrogênio, grupos 1-hidroxipropila, grupos 2-hidroxipropila, grupos 2-metilpropila ou grupos butila terciária. X₁₁ é um grupo alquila de 1 a 30 carbonos ou grupo alquenila, ou um grupo alquila tendo ligações de éteres ou um grupo hidroxialquila. Os bons exemplos são um grupo metila, um grupo etila, um grupo propila, um grupo butila, um 15 grupo pentila, um grupo hexila, um grupo heptila, um grupo octila, um grupo 2-etilexila, um grupo nonila, um grupo decila, um grupo undecila, um grupo dodecila, um grupo dodecileno, um grupo tridecila, um grupo tetradecila, um grupo tetradeциleno, um grupo pentadecila, um grupo hexadecila, um grupo heptadecila, um grupo octadecila, um grupo octadecileno, um grupo eicosila, 20 um grupo docosila, um grupo alcoxipropila, um grupo 3- hidroxicarbonóxi (C₆~C₁₈) alquila (C₃~C₆), um grupo alcoxipropila, um grupo hidroxicarbonóxi 3-(C₆~C₁₈) alquila (C₃~C₆) e mais preferível são um grupo tetraisopropila, um grupo oleila, um grupo cicloexil oxipropila, um grupo 3-octiloxipropila, um grupo 3-isoctiloxipropila, um grupo 3-deciloxipropila, um grupo 3-isodeciloxipropila e um grupo 3-alcoxipropila (C₁₂-C₁₆). As formas aminadas

destes compostos também são boas.

Os derivados de do ácido succínico anteriormente mencionado tipicamente tem um valor ácido como determinado por JIS K2501 de 10 a 300 mgKOH/g, mas mais preferivelmente 30 a 200 mgKOH/g. O derivado de 5 ácido succínico é usado em uma quantidade de aproximadamente 0,001 a 5 % em massa, mas preferivelmente aproximadamente 0,001 a 4,5 % em massa e mais preferivelmente aproximadamente 0,005 a 4 % em massa, em termos da quantidade total da composição lubrificante. Estes derivados de ácido succínico podem ser usados como um grupo ou como misturas de diversos 10 grupos.

A quantidade das amidas de ácido anteriormente mencionado, ácidos sarcosínicos, derivados de ácidos aspárticos e derivados de ácidos succínicos não é especialmente limitado, mas, em termos da quantidade total da composição lubrificante, é 0,001 a 5 % em massa, preferivelmente 0,001 a 15 4,5 % em massa, mais preferivelmente 0,01 a 4 % em massa, ainda mais preferivelmente 0,02 a 3,5 % em massa e já mais preferivelmente 0,05 a 3 % em massa. Se uma quantidade deste é menor do que 0,001 % em massa, existe 20 um risco que a prevenção da corrosão será inadequada, enquanto se este excede 5 % em massa, existe um risco que uma desmulsificação e propriedades espumantes serão reduzidos.

Os desmulsificadores que podem ser usados nesta invenção podem ser aqueles da técnica anterior usados como aditivos lubrificante de composição normal, por exemplo, condensados de polioxietileno-polioxipropileno, formas reversas de polímeros de bloco polioxietileno-polioxipropileno e polímeros de bloco etilenodiamina polioxietileno-polioxipropileno. Como uma quantidade destes adicionados, estes podem ser usados na faixa, em termos da quantidade total da composição lubrificante, de 0,0005 a 0,5 % em massa.

Em virtude do fato que a composição lubrificante desta

invenção contém o óleo de base anteriormente mencionado (A) e um grupo hidroxila adicionado a poli(met)acrilato (B), ou em virtude do fato que este ainda contém um alquil naftaleno (C) ou um composto de ácido carboxílico contendo fósforo (D) ou ambos, a composição lubrificante é obtida que tem as 5 características que a espessura da película oleosa mínimo é grande, o coeficiente da pressão da viscosidade é alto e o produto da velocidade de pressão (valor PV) é alto.

É entendido aqui dizendo-se que a espessura de película oleosa mínima é grande é que a espessura de película oleosa mínima em um sistema 10 de contato rolante ou contato rolante-deslizante onde a carga (peso) é aplicada é grande. Também, dizendo que o coeficiente de pressão-viscosidade é maior significando que em um sistema onde uma carga (peso) é aplicada, a viscosidade é alta quando a pressão na forma de carga (peso) aumenta e em virtude deste a espessura da película oleosa mínimo pode ser mantida em um 15 estado maior.

Também, o produto da velocidade da pressão é o produto da pressão (peso) na forma da carga e a velocidade correspondente ao deslizamento e é expressada como o valor PV já mencionado. O que é então significado dizer que o produto pressão-velocidade é alto é que em um sistema 20 de contato deslizante no domínio de lubrificação limite onde as pressões e/ou velocidades são amplas, as propriedades de pressão extremas (propriedades EP) são altas e tem desempenho de carga anti-captura alto.

Por esta razão, se a composição lubrificante desta invenção é usada como uma composição lubrificante para uso em contato rolante ou 25 sistemas de contato rolante-deslizante, tal como mancais rolantes ou engrenagens, uma película oleosa EHL (lubrificação elastoidrodinâmica) será formado e a interferência entre as protuberâncias nas superfícies deslizantes podem ser evitadas. Em particular, se a composição lubrificante desta invenção é usada em contato rolante ou sistemas de contato rolante-deslizante

onde a carga (peso) é aplicada, a película oleosa EHL será formado e a interferência entre as protuberâncias nas superfícies deslizantes podem ser evitadas, ainda quando as cargas (peso) são aplicadas.

Em virtude do fato que a composição lubrificante desta invenção contém um óleo base (A) e um grupo de hidroxila adicionado de poli(met)acrilato (B), ou em virtude do fato que este ainda contém um alquil naftaleno (C) ou um compostos de ácido carboxílico contendo fósforo (D) ou ambos, é possível obter, como uma composição lubrificante para uso *em* contato rolante ou sistemas de contato rolante ou deslizante, tais como mancais roladores e engrenagens e em particular a composição lubrificante para uso em contato rolante ou sistemas de contato rolante e deslizante onde a carga (peso) é aplicada, a composição lubrificante que tem uma espessura de película oleosa mínima, um coeficiente de pressão-viscosidade alto e um produto pressão-velocidade maior (valor PV).

A invenção é explicada em detalhes específicos abaixo pelos significados dos exemplos e exemplos comparativos, mas a invenção não é limitada a apenas estes exemplos.

Exemplos

O óleo base e aditivos usados nos Exemplos 1 a 4 e Exemplos comparativos 1 a 4 foram como seguem.

Óleo base (A) : Óleo base baseado em naftaleno hidrorrefinado
% de CN : 40, % de CA: 0, % de CP: 60.

Peso molecular: 408

Densidade @ 20° C: 0,865 g/cm³

Viscosidade cinemática @ 40° C: 34,0 mm²/s

Viscosidade cinemática @ 100° C: 5,56 mm²/s

Índice de viscosidade: 100

Grupo de hidroxila adicionado a poli(met)acrilato (B):

Nome do produto: Aclube V--1070 (fabricado por Sanyo

Chemical Co. Ltd.)

Peso molecular: aproximadamente 17000

Número de hidroxila: aproximadamente 28,5

Alquil naftaleno (C):

5 Nome do produto: Synesstic 5 (fabricado por ExxonMobil Ltd.; nome comercial)

Densidade @ 15° C: 0,908 g/cm³

Viscosidade cinemática @ 40° C: 29 mm²/s

Viscosidade cinemática @ 100° C: 47 ²/s

10 Índice de viscosidade: 74

Composto de ácido carboxílico contendo fósforo (D): β-ácido carboxílico ditiofosforilado

Densidade @ 20° C: 1,104 g/cm³

Número ácido: 167 mgKOH/g

15 Teor de enxofre: 19,8 % em massa

Teor de fósforo: 9,3 % em massa

Exemplo comparativo 5 usado em um produto comercial (Mobil DTE Light, fabricado por ExxonMobil Ltd; nome comercial).

As categorias de medição e os métodos de medição dos 20 constituintes nos Exemplos e Exemplos comparativos foram como seguem.

% de CN: razão de carbono constituinte baseado na Nafteno (%) de acordo com ASTM- D-3238

% de CA: razão de carbono constituinte baseados em aromáticos (%) de acordo com ASTM -D-3238

25 % de CP: razão de carbono constituinte baseado em parafina (%) de acordo com ASTM -D-3238

As categorias de medição e os métodos de medição das propriedades nos Exemplos e Exemplos comparativos foram como seguem.

(1) Densidade: Densidade a 15° C (g/cm³) de acordo com JIS-

K-2249

(2) Viscosidade cinemática a 40° C (Vk40): Viscosidade cinemática a 40° C (mm²/s) de acordo com JIS-K-2283

5 (3) Viscosidade cinemática (Vk100): Viscosidade cinemática a 100° C (mm²/s) de acordo com JIS-K-2283

(4) Índice de viscosidade: Índice de viscosidade de acordo com JIS-K-2283

(5) Número de peso molecular médio: número de peso molecular médio de acordo com ASTM-D-3238

10 Por meio da avaliação das propriedades de lubrificação das esferas de cerâmica e aço, um teste de pressão extrema de 4 esferas Shell e um teste de durabilidade de 4 esferas Shell foram realizados como descritos abaixo.

Teste de pressão extrema de 4 esferas Shell (teste EP)

15 Esferas testadas: A rotação da esfera foi feita de uma cerâmica (Si_3N_4) e as esferas fixas foram feitas de aço de mancal (SJ-2).

Carga (P): 40 a 75 kgf (392 a 735 N)

Número de rotações (V): 10.000 min⁻¹

Duração do teste: 30 segundos

20 Temperatura: temperatura ambiente

Medição: A carga testada foi aumentada nos segmentos de 5 kgf e a carga máxima (P) e velocidade máxima (V) em que a fixação não ocorreu por 30 segundos foram obtidos. O valor PV foi calculado a partir destes valores por significar a seguinte fórmula (I). Uma avaliação pode ser feita com aqueles óleos com um valor PV maior tem melhores propriedades de resistência à pressão extrema.

$$\text{Valor PV} = (P) \times (V) \dots (I)$$

O método de medição dos exemplos da forma de realização segue o método ASTM de medição, mas a medição é feita, em conformidade

com a aplicação (condições de operação) da composição lubrificante usada, as condições de teste são variadas de modo a aumentar a conexão com as máquinas atuais tanto quanto praticáveis. Em comparação com o método ASTM de medição é como mostrado na tabela 1 abaixo.

5 Tabela 1

Condições do teste	ASTM D2783	Método desta invenção
Esferas fixas de mancal de teste	Aço de mancal (SUJ2)	Bearing steel (SUJ2)
esfera de rotação	Aço de mancal (SUO-2)	Esferas de cerâmicas (Si3N4)
velocidade min-1	1760	10,000
Carga kgf (N)	Qualquer	Qualquer
Duração de teste segundos	10	30
Categorias medidas	Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Categorias medidas	LNL, WL, LWI	Valor PV de não fixação máxima

Notas da tabela 1:

LNL: última carga sem fixação

WL: carga de soldagem

LWI: índice de desgaste de carga

10 Valor PV sem fixação máxima: calculado por meio da fórmula anteriormente mencionada (II) a partir da última carga sem fixação (P) e a velocidade (V).

(com todos estes valores indicativos, o maior destes são as melhores propriedades de pressão extremas (EP).)

Na tabela 1, a "carga" vai nas etapas e nos testes para obter a fixação das cargas limite, a carga limite varia consideravelmente de acordo com a composição lubrificante e deste modo foi indicado como "qualquer".

Como as características das composições lubrificantes nos Exemplos e os Exemplos comparativos, um teste de desgaste de 4 esferas

20 Shell foi realizado de acordo com o método testado padronizado em ASTM D 4172 e as propriedades de lubrificação de cada composição lubrificante foram avaliadas. Os prévios testes de desgaste de 4 esferas Shell foram realizados com as condições testadas de número comparativamente baixo de revoluções

(velocidade de deslizamento) de 1200 min^{-1} a 1800 min^{-1} , mas em consideração das condições atuais de uso as condições de teste mais rigorosas dadas abaixo foram aplicadas. A taxa de aumento da temperatura de óleo medida, o torque máximo, o coeficiente de fricção e o diâmetro marcado de desgaste de esfera foram usados como indicadores para avaliar o desempenho de lubrificação.

Teste de desgaste de 4 esferas da Shell

Esferas testadas: a esfera de rotação foi feita de uma cerâmica (Si_3N_4) e as esferas fixas foram feitas de aço de mancal (SUJ-2).

10 Carga (P): 50 kgf (= 490 N) - fixos

Entretanto, no caso do Exemplo comparativo 2, 45 kgf (fixação kgf)

No caso do Exemplo comparativo 5, 40 kgf (fixação ocorreu a 45 kgf)

15 Número de rotações (V): 10.000 min⁻¹

Duração do teste: 30 segundos

Temperatura: temperatura ambiente (no início do teste)

Medição: no período do início do teste ao final, o valor máximo de torque (kgf · cm), o valor de flutuação de torque (kgf · cm) e o diâmetro marcado de desgaste (mm) no SUJ-2 após a finalização do teste foram medidos.

Medição da espessura de película oleosa:

A espessura de película oleosa dos óleos de amostra foi medida sob as seguintes condições pelo uso de uma espessura de película oleosa de tipo EHL ótica medindo o mecanismo feito por PCS Instruments Ltd.

A espessura de película oleosa da composição lubrificante é medida por meio do comportamento do contato de uma esfera de aço abaixo em uma rotação do disco de vidro. Parte da luz que é radiada acima da rotação

do disco de vidro na área em contato com a esfera de aço é refletido novamente por uma película de crômio que é revestida na superfície do disco de vidro e o restante da luz viaja através de uma camada de sílica e a película oleosa e retorna para refletir na esfera de aço. As faixas de interferência portanto produzidas são levadas a um computador por intermédio de um espectrômetro e uma câmera CCD de alta resolução e a espessura de película oleosa é deste modo medida.

Condições de medição

Velocidade:	0 ~ 4,4 m/s
Carga:	20 N
Temperatura do óleo:	80° C

Cálculo do coeficiente de viscosidade da pressão a 80° C

O coeficiente de viscosidade da pressão a 80° C é calculado usando a seguinte fórmula a partir da espessura de película oleosa central medida por meio da espessura de película oleosa de tipo EHL óptico anteriormente mencionado medindo o dispositivo.

O coeficiente de pressão-viscosidade é obtido pelo cálculo a partir dos valores medidos da espessura de película oleosa central como mostrado em Hamrock, B.J, Dowson, D.: "Isothermal Elastohydrodynamic Lubrication of Point Contacts, Part III", Journal of Lubrication Technology, Transactions of ASME, 99 (Apr.), 264 (1977).

A composição lubrificante forma uma película oleosa EHL (lubrificação elastoidrodinâmica) no mancal *e* realiza um papel evitando a interferência entre as protuberâncias das superfícies deslizantes. A espessura de película oleosa central de ponto de contato (H_c : dimensão menor espessa da espessura de película oleosa central) de acordo com o Hamrock-Dowson é mostrado pela fórmula (III).

$$H_c: 2.69U^{0.67}G^{0.53}W^{-0.067} (1-0.61e^{-0.73k}) \dots \text{(III)}$$

$$k = a/b \quad \text{parâmetro de elipticidade}$$

(No caso de um círculo verdadeiro, $k = 1$)

$U = u\eta_0/E' R$ parâmetro de velocidade

$G = w/(E' R^2)$ parâmetro de peso

$G = \alpha E'$ parâmetro de material

5 E' : módulo elástico de esferas testadas

R : raio de esferas testadas (m)

η_0 : viscosidade da composição lubrificante na pressão atmosférica (mPa)

10 u : velocidade de deslizamento (m/s)

w : carga (N)

α : Coeficiente de pressão-viscosidade

O coeficiente de pressão-viscosidade é mostrado pela fórmula (IV) a partir da fórmula de definição do parâmetro material da fórmula mencionada acima (III).

15
$$\alpha = G/E' \quad \dots(IV)$$

O parâmetro material "G" é calculado a partir da espessura de película oleosa medida (H_c) usando a fórmula (III). À seguir, o coeficiente de pressão-viscosidade α é obtido pelo cálculo a partir da fórmula (IV).

20 Na fórmula (III), o foco nos valores da propriedade da composição lubrificante mostra que a viscosidade η_0 no parâmetro de velocidade U e o coeficiente de pressão-viscosidade α no material parâmetro G são os fatores que influenciam à espessura de película oleosa central.

Dado que a viscosidade η_0 é incluída no parâmetro de velocidade, a espessura oleosa central varia na proporção de energia de força 25 de 0,67 de viscosidade, de modo que maior seja a viscosidade da pressão atmosférica na temperatura de composição lubrificante na entrada do elemento de contato rolante, mais a espessura de película oleosa aumenta e mais vida útil dos mancais aumenta. Em outras palavras, é preferível ter uma variação menor na viscosidade em relação a temperatura (índice de viscosidade alta).

No caso do coeficiente de pressão-viscosidade α incluída no parâmetro do material, a espessura de película oleosa varia na proporção de força de 0,53. Em geral, de acordo com a fórmula Braus Tribologist, Vol. 53, N°. 10, página 653 que mostra a conexão entre a viscosidade e pressão, a viscosidade sob alta pressão tornar-se maior e maior o coeficiente de pressão-viscosidade α é, de modo que a vida de fadiga do mancal melhora mas a composição lubrificante tem um α amplo.

$$\eta_P = \eta_0 \exp(\alpha P) \dots (V)$$

P: Pressão na superfície lubrificação (carga)

10 η_P : Lubrificação da composição lubrificante sob alta pressão

Exemplos 1 a 4, Exemplos comparativos 1 a 5

Por exemplo, 1 a 4 e Exemplos comparativos 1 a 4 as composições lubrificantes foram preparadas pela mistura do óleo base previamente descrito (A) e aditivos (B) a (D). Um produto comercial foi 15 usado pelo Exemplo comparativo 5 e as características de lubrificação foram investigados. A composição, propriedades e os valores medidos para as características de composição lubrificante em cada caso são mostrados na tabela 2.

Tabela 2

20 — produto comercial —.

Tabela 2

	Exemplo 1	Exemplo 2	Exemplo 3	Exemplo 4	Ex. comp. 1	Ex. comp. 2	Ex. comp. 3	Ex. comp. 4	Ex. comp. 5
Óleo base (A) (%)	97,00	92,00	96,98	91,98	94,98	95,00	99,98	100,00	
Aditivo (B) (%)	3,0	3,0	3,0	3,0	0	0	0	0	
Aditivo (C) (%)	0	5,00	0	5,00	5,00	5,00	0	0	
Aditivo (D) (%)	0	0	0,2	0,02	0,02	0	0,02	0	
Densidade (g/cm ³)	0,869	0,878	0,869	0,871	0,869	0,869	0,868	0,867	0,858
Viscosidade cinemática 40°C (mm ² /s)	35,5	34,9	35,5	34,9	33,3	33,4	33,9	34,0	30,0
Viscosidade cinemática 100°C (mm ² /s)	5,89:	5,83	5,89	5,83	5,51	5,50	5,56	5,56	5,,40,
Índice de viscosidade	108	109	108	109	101	100	10	100	115
Teste EP (X104)	50	60	50	70	50	45	50	50	40
Teste de desgaste torque máximo (kgf·cm)'	1,4	2,3	3,2	2,4	1,8	2,1	1,9	1,8	2,2
Teste de desgaste flutuação de torque (kgf·cm)	0,9	1,2	1,0	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1,	1,5
Diâmetro da marca de desgaste teste de desgaste (mm)	0,42	0,42	0,43	0,42	0,43	0,43	0,43-	0,42	0,76
Espessura de película oleosa central 80 ° C (nm)	163	164	164	163	155	156	159	160:	162
Coeficiente de pressão-viscosidade (média) 80° C (Gpa-1)	14,6	15,4	14,3	14,8	11,0,	11,7	10,9	11,8	12,1

A tabela 2 mostra que, se este é assumido que um ponto passagem é um valor PV de não menos do que 50 ($\times 10^4$), uma espessura de película oleosa central ($80^\circ C$) de não menos do que 160 nm e um coeficiente de pressão-viscosidade (média) a $80^\circ C$ calculado a partir da espessura de 5 película oleosa central de não menos do que 13 Gpa $^{-1}$, as composições lubrificantes dos Exemplos 1 a 4 atingiram a linha de passagem, mas os Exemplos comparativos 1 a 5 não atingiram a linha de passagem. O óleo base 10 (A) por si só do Exemplo comparativo 4 mostra bons resultados no teste de desgaste de 4 esferas Shell, mas este pode ser visto que a mistura com aditivo (B) e aditivo (C) ou (D) ou ambos ainda mostram melhores resultados com 15 relação as características tal como espessura de película oleosa central e coeficiente de pressão-viscosidade. Em outras palavras, pode ser visto que a espessura de película oleosa central é ampla, o coeficiente de pressão-viscosidade é maior, o produto pressão-velocidade (valor PV) é maior e as características da composição lubrificante superiores são obtidas.

Esta invenção pode ser usada como uma composição lubrificante para o uso em contato rolante ou sistemas de contato rolante e deslizante tal como mancais rolantes e engrenagens e em particular como uma composição lubrificante para uso em contato rolante ou sistemas de contato 20 rolante e deslizante onde a carga (peso) é aplicada.

REIVINDICAÇÕES

1. Composição lubrificante, compreendendo um óleo de base (A) e um poli(met)acrilato contendo grupos hidroxila (B), caracterizada por conter ainda alquil naftaleno (C), sendo que o óleo de base (A) tem uma % de CA de não mais do que 10 e uma razão de % de CN e % de CP (% de CN /% de CP) de não menos do que 0,4, cuja composição contém, em termos da quantidade total de 70 a 99,5% em massa de óleo de base (A) e de 0,5 a 30 % em massa de poli(met)acrilato contendo grupos hidroxila (B).
2. Composição lubrificante de acordo com a reivindicação 1 caracterizada por conter ainda um composto de ácido carboxílico contendo fósforo (D).
3. Composição lubrificante de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizada por conter, em termos da quantidade total, de 0 a 10% em massa de alquil naftaleno (C).
4. Composição lubrificante de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 ou 3, caracterizada por conter, em termos da quantidade total, de 0 a 1,0 % em massa de composto de ácido carboxílico contendo fósforo (D).
5. Composição lubrificante de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que é para o uso em contato rolante ou sistemas de contato rolante e deslizante.