



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 983 012**

⑮ Int. Cl.:

C10M 161/00 (2006.01)
C10N 20/00 (2006.01)
C10N 30/00 (2006.01)
C10N 30/06 (2006.01)
C10N 40/04 (2006.01)
C10N 70/00 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2019 E 19207902 (8)**

⑯ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2024 EP 3702437**

⑭ Título: **Composición lubricante para aceite de engranajes**

⑩ Prioridad:

28.02.2019 KR 20190023683

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

21.10.2024

⑬ Titular/es:

**DL CHEMICAL CO., LTD. (100.0%)
(Pyeong-dong), 134 Tongil-ro, Jongno-gu
Seoul 03181, KR**

⑭ Inventor/es:

**LEE, HYEUNG JIN y
NA, KYONG JU**

⑭ Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 983 012 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Composición lubricante para aceite de engranajes

5 **Antecedentes de la invención**

1. Campo técnico

10 La presente invención se refiere a una composición lubricante, y más particularmente, a una composición lubricante que incluye un oligómero de etileno-alfaolefina y un compuesto de fosfonio alquilado, logrando así una reducción de energía y una mayor vida útil y que, por lo tanto, es adecuada para su uso en aceite de engranajes.

15 2. Descripción de la técnica relacionada

15 Recientemente, a medida que han pasado a primer plano problemas ambientales tales como el calentamiento global, la destrucción de la capa de ozono, etc., las regulaciones ambientales se han vuelto estrictas. Por lo tanto, la reducción de las emisiones de dióxido de carbono está recibiendo mucha atención. Para reducir las emisiones de dióxido de carbono, es urgente disminuir el consumo de energía en vehículos, maquinaria de construcción, maquinaria agrícola y similares, es decir, aumentar el ahorro de combustible y, por lo tanto, existe una fuerte demanda de medidas capaces de contribuir a la reducción de energía en un motor, una transmisión, un reductor final, un compresor, un dispositivo hidráulico y similares. Por consiguiente, se requiere que los lubricantes usados en tales dispositivos tengan la capacidad de disminuir la resistencia a la agitación o la resistencia a la fricción en comparación con los casos convencionales.

25 Un lubricante es un material aceitoso utilizado para reducir la generación de fuerza de fricción en la superficie de fricción de una máquina o para disipar el calor de fricción generado desde la superficie de fricción. El lubricante se fabrica añadiendo aditivos al aceite base, y se clasifica en gran medida en un lubricante a base de aceite mineral (lubricante a base de petróleo) y un lubricante sintético dependiendo del tipo de aceite base, clasificándose el lubricante sintético en un lubricante a base de polialfaolefina y un lubricante a base de éster.

30 Como medio para mejorar el ahorro de combustible en engranajes de transmisiones y reductores, generalmente se recurre a la disminución de la viscosidad de un lubricante. Por ejemplo, entre las transmisiones, una transmisión automática o una transmisión variable continua para vehículos tiene un convertidor de par, un embrague húmedo, un mecanismo de cojinete de engranajes, una bomba de aceite, un mecanismo de control hidráulico, etc., y una transmisión manual o un reductor tiene un mecanismo de cojinete de engranajes y, por lo tanto, cuando la viscosidad del lubricante utilizado para el mismo disminuye aún más, la resistencia a la agitación y la resistencia a la fricción del convertidor de par, el embrague húmedo, el mecanismo de cojinete de engranajes y la bomba de aceite disminuyen, aumentando de este modo la eficiencia de transmisión de potencia, haciendo posible, en última instancia, mejorar la economía de combustible de los vehículos.

40 45 Sin embargo, cuando se reduce la viscosidad de los lubricantes convencionales, el rendimiento de ajuste disminuye en gran medida debido al deterioro del rendimiento de fricción, y se produce adherencia o similares, provocando así defectos en la transmisión o similares. Particularmente, en el caso de baja viscosidad, un modificador de viscosidad se cizalla durante el uso del mismo y, por lo tanto, se reduce la viscosidad, de modo que la resistencia al desgaste del engranaje se daña y el rendimiento del ajuste se deteriora fácilmente. Además, incluso cuando se añade un agente de presión extrema de azufre/fósforo para aumentar el rendimiento de presión extrema del aceite de baja viscosidad, el rendimiento de ajuste y la vida útil disminuyen notablemente, lo que dificulta su uso a largo plazo.

50 Por lo tanto, los presentes inventores han desarrollado una composición lubricante para aceite de engranajes que es capaz de reducir el desgaste mecánico de las piezas de engranajes y el consumo de energía y también de presentar una estabilidad térmica y una estabilidad a la oxidación superiores y, por lo tanto, puede usarse industrialmente durante un largo período de tiempo

55 El documento EP 2921509 A divulga un copolímero aleatorio líquido de etileno y alfa-olefina preparado usando un catalizador de metaceno y un compuesto iónico, y un método para preparar el mismo.

El documento WO 2018/131543 A divulga una composición de aceite lubricante para engranajes de automoción.

El documento US 2015/232777 A divulga una composición líquida iónica.

60

[Lista de citas]

[Bibliografía de patentes]

65 (Documento de patente 0001) Patente coreana n.º 10-1420890

(Documento de patente 0002) Patente coreana n.º 10-1347964

Sumario de la invención

- 5 Por consiguiente, la presente invención se ha realizado teniendo en cuenta los problemas encontrados en la técnica relacionada, y un objetivo de la presente invención es proporcionar una composición lubricante en la que se mezclan un aditivo funcional para la reducción de la fricción y un copolímero aleatorio líquido de etileno-alfaolefina, presentando así características superiores de fricción, estabilidad térmica y estabilidad a la oxidación.
- 10 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar una composición lubricante para aceite de engranajes que es capaz de reducir el desgaste mecánico de las piezas de engranaje y el consumo de energía cuando se aplica a engranajes de transmisiones y reductores, y puede usarse durante un largo período de tiempo debido a los escasos cambios en las propiedades físicas del aceite de engranajes.
- 15 Para lograr los objetivos anteriores, la presente invención proporciona una composición lubricante que comprende un aceite base, un copolímero líquido de olefina y un compuesto de fosfonio alquilado.

El aceite base puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en aceite mineral, polialfaolefina (PAO) y éster.

- 20 20 El copolímero líquido de olefina es un copolímero aleatorio líquido de etileno-alfaolefina y puede prepararse por copolimerización de etileno y alfaolefina en presencia de un sistema catalizador de sitio único, y el sistema catalizador de sitio único incluye preferiblemente un catalizador de metaceno, un compuesto organometálico y un compuesto iónico.
- 25 25 El copolímero líquido de olefina puede tener un coeficiente de dilatación térmica de 3,0 a 4,0.

- 30 30 En la composición lubricante de la presente invención, el copolímero líquido de olefina se incluye en una cantidad del 0,5 al 25 % en peso basado en el 100 % en peso de la composición lubricante. El compuesto de fosfonio alquilado se selecciona del grupo que consiste en bisetilhexil fosfato de fosfonio tetraoctilado, bis(2-ethylhexil)fosfato de tributiltetradecilfosfonio y bis(2-ethylhexil)fosfato de tetraetilfosfonio, y se incluye en una cantidad del 0,3 al 4,0 % en peso basado en el 100 % en peso de la composición lubricante.

- 35 35 La composición lubricante tiene un coeficiente de fricción SRV de 0,2 a 0,3, en donde el coeficiente de fricción SRV se mide elevando secuencialmente la temperatura en incrementos de 10 °C de 40 a 120 °C a 50 Hz en un modo de bola en disco, y puede tener un coeficiente de tracción de 0,15 a 0,3. Además, la composición lubricante puede tener un índice de pérdida de par de piñón debido a la fricción inferior al 1 % en una prueba de eficiencia de engranajes FZG.

- 40 40 De acuerdo con la presente invención, una composición lubricante incluye un compuesto de fosfonio alquilado como agente reductor de fricción, además de un agente de presión extrema de azufre/fósforo existente, maximizando de esta manera el rendimiento de fricción para reducir así el desgaste mecánico de las piezas de engranaje y el consumo de energía cuando se aplica a engranajes de transmisiones y reductores, maximizando en última instancia los efectos de ahorro de energía.

- 45 45 Además, de acuerdo con la presente invención, la composición lubricante incluye, como modificador de viscosidad, un copolímero de olefina preparado en presencia de un catalizador de compuesto de metaceno y, por lo tanto, puede presentar un alto índice de viscosidad y una estabilidad superior a baja temperatura.

- 50 50 Por lo tanto, la presente invención puede proporcionar una composición lubricante para aceite de engranajes que permite un uso a largo plazo debido a los escasos cambios en las propiedades físicas del aceite de engranajes.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES ESPECÍFICAS

- 55 55 En lo sucesivo en el presente documento, se dará una descripción detallada de la presente invención.

- 60 60 La presente invención se refiere a una composición lubricante que tiene una estabilidad a la oxidación y unas características de fricción superiores y, por lo tanto, es adecuada para su uso en aceite de engranajes. Por lo tanto, la composición lubricante de la presente invención incluye un aceite base, un copolímero líquido de olefina y un compuesto de fosfonio alquilado.

- 65 65 En este caso, el aceite base varía en los aspectos de viscosidad, resistencia al calor, estabilidad a la oxidación y similares, dependiendo del método de fabricación o del método de refinado, pero generalmente se clasifica en aceite mineral y aceite sintético. El API (Instituto Americano del Petróleo) clasifica el aceite base en cinco tipos, a saber, Grupo I, II, III, IV y V. Estos tipos, basados en intervalos API, se definen en la Publicación API 1509, 15^a Edición,

Apéndice E, abril de 2002, y se muestran en la Tabla 1 a continuación.

[Tabla 1]

	Hidrocarburo saturado (%)	Azufre (%)	Índice de viscosidad
Grupo I	< 90	> 0,03	80 ≤ VI < 120
Grupo II	≥ 90	≤ 0,03	80 ≤ VI < 120
Grupo III	≥ 90	≤ 0,03	VI ≥ 120
Grupo IV	PAO (poli alfa olefina)		
Grupo V	Ésteres y otros		

5 En la composición lubricante de la presente invención, el aceite base puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en aceite mineral, polialfaolefina (PAO) y éster, y puede ser cualquier tipo entre los Grupos I a V basados en los intervalos API.

10 Más específicamente, el aceite mineral pertenece a los Grupos I a III basados en los intervalos API, y el aceite mineral puede incluir el aceite resultante de someter una fracción de destilado de lubricante, obtenida a través de destilación atmosférica y/o destilación al vacío de petróleo crudo, a al menos un proceso de refinado de desasfaltado con disolventes, extracción con disolvente, hidrogenólisis, desparafinado con disolvente, desparafinado catalítico, hidrorrefinado, limpieza con ácido sulfúrico y tratamiento con arcilla blanca; aceite mineral isomerizado con cera; o un aceite gas a líquido (GLT) obtenido mediante el proceso Fischer-Tropsch.

15 15 El aceite sintético pertenece al Grupo IV o V basado en los intervalos API, y la polialfaolefina que pertenece al Grupo IV puede obtenerse a través de la oligomerización de una alfaolefina superior usando un catalizador ácido, como se divulga en la patente de Estados Unidos n.º 3.780.128, patente de Estados Unidos n.º 4.032.591, publicación de solicitud de patente japonesa n.º Hei. 1-163136, y similares, pero la presente invención no se limita a ellas. Los 20 ejemplos del aceite sintético que pertenece al Grupo V incluyen alquilbencenos, alquilnaftalenos, oligómeros de isobuteno o hidruros de los mismos, parafinas, polioxialquilenglicol, dialquildifenil éter, polifenil éter, éster y similares.

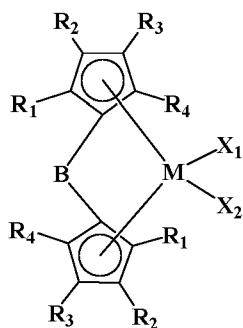
25 En este caso, los alquilbencenos y alquilnaftalenos son habitualmente dialquilbenceno o dialquilnaftaleno que tienen una longitud de cadena de alquilo de 6 a 14 átomos de carbono, y los alquilbencenos o alquilnaftalenos se preparan mediante alquilación de Friedel-Crafts de benceno o naftaleno con olefina. La olefina alquilada usada en la preparación de alquilbencenos o alquilnaftalenos pueden ser olefinas lineales o ramificadas o combinaciones de las mismas.

30 Además, los ejemplos del éster incluyen, pero sin limitación, glutarato de ditridecilo, adipato de di-2-etylhexilo, adipato de diisodécilo, adipato de ditridecilo, sebacato de di-2-etylhexilo, tridecipelargonato, adipato de di-2-etylhexilo, azelato de di-2-etylhexilo, caprilato de trimetilolpropano, pelargonato de trimetilolpropano, triheptanoato de trimetilolpropano, 2-ethylhexanoato de pentaeritritol, pelargonato de pentaeritritol, tetraheptanoato de pentaeritritol y similares.

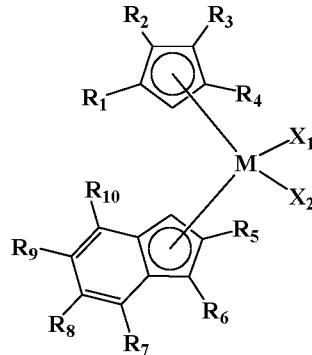
35 En la composición lubricante de la presente invención, el copolímero líquido de olefina se prepara por copolimerización de monómeros de etileno y alfaolefina en presencia de un sistema catalizador de sitio único para distribuir uniformemente unidades de alfaolefina en la cadena del copolímero. Preferiblemente, el copolímero líquido de olefina se prepara haciendo reaccionar monómeros de etileno y alfaolefina en presencia de un sistema catalizador de sitio único que incluye un compuesto de metaceno reticulado, un compuesto organometálico y un compuesto iónico para formar un par de iones a través de la reacción con el compuesto de metaceno reticulado.

40 40 En este caso, el compuesto de metaceno incluido en el sistema catalizador de sitio único puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en las Fórmulas Químicas 1 a 6 a continuación.

[Fórmula Química 1]

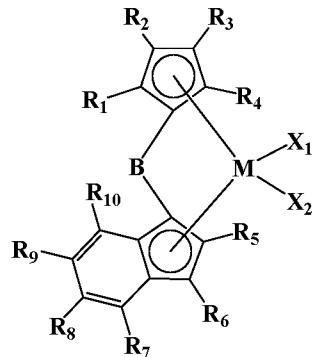


[Fórmula Química 2]



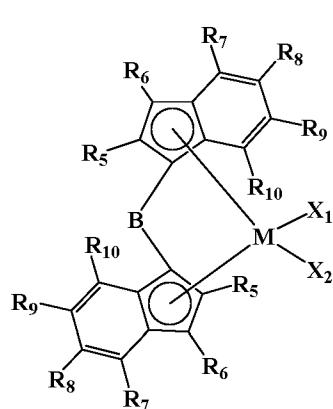
5

[Fórmula Química 3]



10

[Fórmula Química 4]



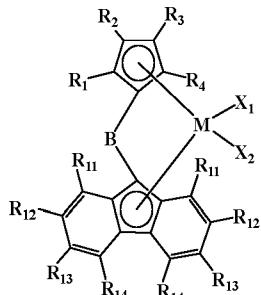
En la Fórmulas Químicas 1 a 4,

15 M es un metal de transición seleccionado del grupo que consiste en titanio, circonio y hafnio,

B está ausente o es un grupo de enlace que incluye un grupo alquíleno C1-C20, un grupo aríleno C6-C20, dialquilsilicio C1-C20, dialquilgermanio C1-C20, un grupo alquilfosfina C1-C20 o un grupo alquilamina C1-C20,

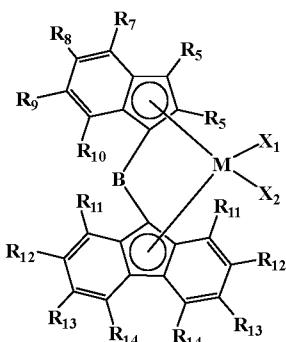
20 cada uno de X₁ y X₂, que son iguales o diferentes entre sí, es independientemente un átomo de halógeno, un grupo alquilo C2-C20, un grupo alquenilo C2-C20, un grupo alquinilo C2-C20, un grupo arilo C6-C20, un grupo alquilarilo C7-C40, un grupo arilalquilo C7-C40, un grupo alquilamido C1-C20, un grupo arilamido C6-C20, un grupo alquildeno C1-C20 o un grupo alcoxi C1-C20, y25 cada uno de R₁ a R₁₀, que son iguales o diferentes entre sí, es independientemente hidrógeno, un grupo alquilo C1-C20, un grupo alquenilo C2-C20, un grupo arilo C6-C20, un grupo alquilarilo C7-C20, un grupo arilalquilo C7-C20, un grupo cicloalquilo C5-C60, un grupo heterocíclico C4-C20, un grupo alquinilo C1-C20, un grupo hetero que contiene arilo C6-C20 o un grupo sililo.

[Fórmula Química 5]



5

[Fórmula Química 6]



En las Fórmula Químicas 5 y 6,

- 10 M es un metal de transición seleccionado del grupo que consiste en titanio, circonio y hafnio,
- B está ausente o es un grupo de enlace que incluye un grupo alquíleno C1-C20, un grupo aríleno C6-C20, un dialquilsilicio C1-C20, un dialquilgermanio C1-C20, un grupo alquilfosfina C1-C20 o un grupo alquilamina C1-C20,
- 15 cada uno de X₁ y X₂, que son iguales o diferentes entre sí, es independientemente un átomo de halógeno, un grupo alquilo C2-C20, un grupo alquenilo C2-C20, un grupo alquinilo C2-C20, un grupo arilo C6-C20, un grupo alquilarilo C7-C40, un grupo arilalquilo C7-C40, un grupo alquilamido C1-C20, un grupo arilamido C6-C20, un grupo alquilideno C1-C20 o un grupo alcoxi C1-C20, y
- 20 cada uno de R₁ a R₁₀, que son iguales o diferentes entre sí, es independientemente hidrógeno, un grupo alquilo C1-C20, un grupo alquenilo C2-C20, un grupo arilo C6-C20, un grupo alquilarilo C7-C20, un grupo arilalquilo C7-C20, un grupo cicloalquilo C5-C60, un grupo heterocíclico C4-C20, un grupo alquinilo C1-C20, un grupo hetero que contiene arilo C6-C20 o un grupo sililo.
- 25 Además, todos de R₁₁, R₁₃ y R₁₄ son hidrógeno, y cada uno de los radicales R₁₂, que son iguales o diferentes entre sí, puede ser independientemente hidrógeno, un grupo alquilo C1-C20, un grupo alquenilo C2-C20, un grupo arilo C6-C20, un grupo alquilarilo C7-C20, un grupo arilalquilo C7-C20, un grupo cicloalquilo C5-C60, un grupo heterocíclico C4-C20, un grupo alquinilo C1-C20, un grupo hetero que contiene arilo C6-C20 o un grupo sililo.
- 30 Además, el compuesto de metalloceno de las Fórmulas Químicas 2 a 6 puede incluir un compuesto sustituido a través de una reacción de hidroadición, y un ejemplo preferido del mismo incluye dicloruro de dimetilsilil bis(tetrahidroindenil)zirconio.
- 35 El compuesto organometálico incluido en el sistema catalizador de sitio único puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un compuesto de organoaluminio, un compuesto de organomagnesio, un compuesto de organocinc y un compuesto de organolitio, y es preferiblemente un compuesto de organoaluminio. El compuesto de organoaluminio puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste, por ejemplo, en trimetilaluminio, trietilaluminio, triisobutilaluminio, tripropilaluminio, tributilaluminio, dimetilcloroaluminio, dimetilisobutilaluminio, 40 dimetiletilaluminio, dietilcloroaluminio, triisopropilaluminio, triisobutilaluminio, triciclopentilaluminio, tripentilaluminio, triisopentilaluminio, etildimetilaluminio, metildietilaluminio, trifenilaluminio, metilalumininoxano, etilalumininoxano, isobutilalumininoxano y butilalumininoxano, y es preferiblemente triisobutilaluminio.

El compuesto iónico incluido en el sistema catalizador de sitio único puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en compuestos de organoboro tales como tetraquis(perfluorofenil)borato de dimetilanilino, tetraquis(perfluorofenil)borato de trifenilcarbenio y similares.

- 5 La relación de componentes del sistema catalizador de sitio único puede determinarse teniendo en cuenta la actividad catalítica, y la relación molar de catalizador de metacaleno:compuesto iónico:compuesto organometálico se ajusta preferiblemente en el intervalo de 1:1:5 a 1:10:1000 para garantizar la actividad catalítica deseada.
- 10 Además, los componentes del sistema catalizador de sitio único se pueden añadir al mismo tiempo o en cualquier secuencia a un disolvente apropiado y, por lo tanto, pueden funcionar como un sistema catalizador activo. En este caso, el disolvente puede incluir, pero sin limitación, un disolvente de hidrocarburo tal como pentano, hexano, heptano, etc., o un disolvente aromático tal como benceno, tolueno, xileno, etc., y puede usarse cualquier disolvente utilizable en la preparación.
- 15 Además, el monómero de alfaolefina usado en la preparación del copolímero líquido de olefina incluye una olefina alifática C2-C20, y puede ser específicamente al menos uno seleccionado del grupo que consiste en etileno, propileno, 1-buteno, 1-penteno, 3-metilo-1-buteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno, 3-metil-1-penteno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-deceno, 1-dodeceno y 1-tetradeceno, y puede incluir formas isoméricas, pero la presente invención no se limita a ellas. En la copolimerización, el contenido de monómero es del 1 al 95 % en moles, preferiblemente del 5 al 90 % en moles.
- 20 El copolímero líquido de olefina requerido en la presente invención tiene un coeficiente de dilatación térmica de 3,0 a 4,0 y un índice de bromo de 0,1 o menos.
- 25 El copolímero líquido de olefina se incluye en una cantidad del 0,5 al 25 % en peso, basado en el 100 % en peso de la composición lubricante. Si la cantidad del copolímero líquido de olefina es inferior al 0,1 % en peso basado en el 100 % en peso de la composición lubricante, la estabilidad a baja temperatura puede deteriorarse. Por otro lado, si la cantidad del mismo supera el 30 % en peso, no se puede lograr una viscosidad suficiente y, por lo tanto, la aplicación de la composición resultante al aceite de engranajes se vuelve difícil, lo que no es deseable.
- 30 El compuesto de fosfonio alquilado, que sirve como agente reductor de fricción, es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en bisetilhexil fosfato de fosfonio tetraoctilado, bis(2-ethylhexil)fosfato de tributiltetradecilfosfonio y bis(2-ethylhexil)fosfato de tetraethylfosfonio. Cuando el compuesto de fosfonio alquilado se incluye en la composición lubricante, puede presentar efectos sinérgicos con un agente resistente al desgaste existente y efectos de reducción de la fricción y, además, se pueden lograr efectos de ahorro de energía a través de la reducción de la fricción.
- 35 El compuesto de fosfonio alquilado se incluye en una cantidad del 0,3 al 4,0 % en peso, basado en el 100 % en peso de la composición lubricante. Si la cantidad del compuesto de fosfonio alquilado es inferior al 0,1 % en peso basado en el 100 % en peso de la composición lubricante, el efecto de reducción de la fricción es insignificante. Por otro lado, si la cantidad del mismo supera el 5,0 % en peso, el efecto de reducción adicional es insignificante a pesar de la adición excesiva del mismo, lo que no es deseable.
- 40 La composición lubricante de la presente invención puede incluir además un aditivo seleccionado del grupo que consiste en un antioxidante, un limpiador de metales, un agente anticorrosivo, un inhibidor de espuma, un depresor del punto de fluidez, un modificador de la viscosidad, un agente resistente al desgaste y combinaciones de los mismos.
- 45 El antioxidante se puede incluir en una cantidad del 0,01 al 5,0 % en peso basado en el 100 % en peso de la composición lubricante, y se usa preferiblemente en forma de una mezcla de un antioxidante fenólico y un antioxidante amínico, más preferiblemente una mezcla del 0,01 al 3,0 % en peso del antioxidante fenólico y del 0,01 al 3,0 % en peso del antioxidante amínico.
- 50 El antioxidante fenólico puede ser cualquiera seleccionado del grupo que consiste en 2,6-dibutilfenol, bisfenol impedido, fenol impedido de alto peso molecular y fenol impedido con tioéter.
- 55 El antioxidante amínico puede ser uno cualquiera seleccionado del grupo que consiste en difenilamina, difenilamina alquilada y naftilamina y, preferiblemente, la difenilamina alquilada es dioctildifenilamina, difenilamina octilada o difenilamina butilada.
- 60 El limpiador de metales puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en fenato metálico, sulfonato metálico y salicilato metálico y, preferiblemente, el limpiador de metales se incluye en una cantidad del 0,1 al 10,0 % en peso basado en el 100 % en peso de la composición lubricante.
- 65 El agente anticorrosivo puede ser un derivado de benzotriazol, y es preferiblemente uno cualquiera seleccionado del grupo que consiste en benzotriazol, 2-metilbenzotriazol, 2-fenilbenzotriazol, 2-etilbenzotriazol y 2-propilbenzotriazol. El agente anticorrosivo se puede incluir en una cantidad del 0 al 4,0 % en peso basado en el 100 % en peso de la composición lubricante.

El inhibidor de espuma puede ser polioxialquíleno poliol y, preferiblemente, el inhibidor de espuma se incluye en una cantidad del 0 al 4,0 % en peso basado en el 100 % en peso de la composición lubricante.

5 El depresor del punto de fluidez puede ser poli(metacrilato de metilo) y, preferiblemente, el depresor del punto de fluidez se incluye en una cantidad del 0,01 al 5,0 % en peso basado en el 100 % en peso de la composición lubricante.

El modificador de la viscosidad puede ser poliisobutileno o polimetacrilato y, preferiblemente, el modificador de la viscosidad se incluye en una cantidad del 0 al 15 % en peso basado en el 100 % en peso de la composición lubricante.

10 El agente resistente al desgaste puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en boratos orgánicos, fosfitos orgánicos, compuestos orgánicos que contienen azufre, dialquil ditiofosfato de cinc, diaril ditiofosfato de cinc e hidrocarburo fosfosulfurado y, preferiblemente, el agente resistente al desgaste se incluye en una cantidad del 0,01 al 3,0 % en peso.

15 La composición lubricante de la presente invención tiene un coeficiente de fricción SRV de 0,2 a 0,3 y un coeficiente de tracción de 0,15 a 0,3. Además, la composición lubricante de la presente invención tiene un índice de pérdida de par de piñón debido a la fricción inferior al 1 %, medido a través de una prueba de eficiencia de engranajes FZG como una prueba de plataforma de aceite de engranajes.

20 Se logrará una mejor comprensión de la presente invención a través de los siguientes ejemplos. Sin embargo, la presente invención no se limita a estos ejemplos, sino que puede realizarse de otras formas.

1. Preparación de composición de aditivo

25 Se preparó una composición de aditivo para su uso en la composición lubricante de la presente invención como se muestra en la Tabla 2 a continuación.

[Tabla 2]

Composición de aditivo		Composición A	Composición B
Antioxidante	2,6-dibutilfenol	1	1,5
	Difenilamina	0,8	1
Limpiador de metales	Fenato metálico	0,2	0,6
Agente anticorrosivo	Benzotriazol	0,3	1,0
Inhibidor de espuma	Polioxialquíleno poliol	0,01	0,02
Depresor del punto de fluidez	Poli(metacrilato de metilo)	0,2	0,5
Modificador de la viscosidad	Poliisobutileno	-	1,0
Agente resistente al desgaste	Diaril ditiofosfato de cinc	0,2	1,1

30 2. Copolímero líquido de olefina

Se preparó un copolímero líquido de olefina usando un método de oligomerización a través de un proceso de reacción catalítica. Dependiendo del tiempo y las condiciones de reacción, que se indican a continuación, se prepararon copolímeros líquidos de olefina que tienen diferentes pesos moleculares, y las propiedades de los mismos se muestran en la Tabla 3 a continuación.

35 El tiempo y las condiciones de reacción se aumentaron en 4 h, cada uno, desde las 20 h. En este punto, las cantidades de hidrógeno y de comonómero C3, que se le añadieron, se aumentaron en un 10 % cada una, y la polimerización se realizó en condiciones individuales, y los polímeros resultantes se clasificaron dependiendo de su peso molecular.

40

[Tabla 3]

Copolímero de alfaolefina	Propiedades principales		
	Pérdida por evaporación (%)	Potencia espesante (10 % en peso en 150 N)	CoE de dilatación térmica
Copolímero I	1,28	6	de 3,00 a 3,20
Copolímero II	0,54	7	3,20 a 3,40
Copolímero III	0,10	8	3,40 a 3,50
Copolímero IV	0,001	10	3,50 a 3,60
Copolímero V	0,0001	12	3,60 a 3,70
Copolímero VI	0,00001	14	3,70 a 3,80

3. Preparación de una composición lubricante para aceite de engranajes

Se preparó una composición lubricante mezclando un aceite base, el copolímero líquido de olefina, un compuesto de fosfonio alquilado y el aditivo preparado anteriormente, como se muestra en las Tablas 4 y 5 a continuación. En este caso, el aceite base era polialfaolefina (PAO 4 cSt, disponible en Chevron Philips) que tenía una viscosidad cinemática de 4 cSt a 100 °C, y el compuesto de fosfonio alquilado era bisetilhexil fosfato de fosfonio tetraoctilado.

Preparación de los Ejemplos 1 a 72 y de los Ejemplos comparativos 1 a 9.

10 Composición lubricante para aceite de engranajes que incluye el aditivo A

[Tabla 4]

Composición	Aceite base	Copolímero de alfaolefina	Compuesto de fosfonio alquilado	Aditivo A
Ejemplo de preparación 1 (referencia)	97,14	Copolímero I 0,05	0,1	2,71
Ejemplo de preparación 2 (referencia)	96,74	Copolímero I 0,05	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 3 (referencia)	96,24	Copolímero I 0,05	1,0	2,71
Ejemplo de preparación 4 (referencia)	94,24	Copolímero I 0,05	3,0	2,71
Ejemplo de preparación 5 (referencia)	92,24	Copolímero I 0,05	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 6	95,79	Copolímero I 0,5	1,0	2,71
Ejemplo de preparación 7	93,79	Copolímero I 0,5	3,0	2,71
Ejemplo de preparación 8	91,79	Copolímero I 5	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 9	89,29	Copolímero I 5	3,0	2,71
Ejemplo de preparación 10 (referencia)	87,29	Copolímero I 5	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 11	86,79	Copolímero I 10	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 12	86,29	Copolímero I 10	1,0	2,71
Ejemplo de preparación 13 (referencia)	82,29	Copolímero I 10	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 14	76,79	Copolímero I 20	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 15 (referencia)	72,29	Copolímero I 20	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 16 (referencia)	67,19	Copolímero I 30	0,1	2,71
Ejemplo de preparación 17 (referencia)	62,29	Copolímero I 30	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 18 (referencia)	61,79	Copolímero I 35	0,5	2,71

(continuación)

Composición	Aceite base	Copolímero de alfaolefina	Compuesto de fosfonio alquilado	Aditivo A
Ejemplo de preparación 19 (referencia)	61,29	Copolímero I 35	1,0	2,71
Ejemplo de preparación 20 (referencia)	59,29	Copolímero I 35	3,0	2,71
Ejemplo de preparación 21 (referencia)	57,29	Copolímero I 35	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 22 (referencia)	52,29	Copolímero I 35	10,0	2,71
Ejemplo de preparación 23 (referencia)	97,14	Copolímero II 0,05	0,1	2,71
Ejemplo de preparación 24 (referencia)	96,74	Copolímero II 0,05	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 25 (referencia)	96,24	Copolímero II 0,05	1,0	2,71
Ejemplo de preparación 26 (referencia)	94,24	Copolímero II 0,05	3,0	2,71
Ejemplo de preparación 27 (referencia)	92,24	Copolímero II 0,05	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 28	95,79	Copolímero II 0,5	1,0	2,71
Ejemplo de preparación 29	93,79	Copolímero II 0,5	3,0	2,71
Ejemplo de preparación 30	91,79	Copolímero II 5	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 31	91,29	Copolímero II 5	1,0	2,71
Ejemplo de preparación 32 (referencia)	87,29	Copolímero II 5	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 33 (referencia)	87,19	Copolímero II 10	0,1	2,71
Ejemplo de preparación 34	86,29	Copolímero II 10	1,0	2,71
Ejemplo de preparación 35	84,29	Copolímero II 10	3,0	2,71
Ejemplo de preparación 36 (referencia)	82,29	Copolímero II 10	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 37 (referencia)	77,19	Copolímero II 20	0,1	2,71
Ejemplo de preparación 38	74,29	Copolímero II 20	3,0	2,71
Ejemplo de preparación 39 (referencia)	72,29	Copolímero II 20	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 40 (referencia)	67,19	Copolímero II 30	0,1	2,71
Ejemplo de preparación 41 (referencia)	97,14	Copolímero III 0,05	0,1	2,71

(continuación)

Composición	Aceite base	Copolímero de alfaolefina	Compuesto de fosfonio alquilado	Aditivo A
Ejemplo de preparación 42 (referencia)	96,74	Copolímero III 0,05	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 43 (referencia)	96,24	Copolímero III 0,05	1,0	2,71
Ejemplo de preparación 44 (referencia)	94,24	Copolímero III 0,05	3,0	2,71
Ejemplo de preparación 45	91,79	Copolímero III 5	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 46 (referencia)	87,29	Copolímero III 5	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 47	86,79	Copolímero III 10	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 48 (referencia)	82,29	Copolímero III 10	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 49	76,79	Copolímero III 20	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 50	76,29	Copolímero III 20	1,0	2,71
Ejemplo de preparación 51 (referencia)	72,29	Copolímero III 20	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 52 (referencia)	92,19	Copolímero IV 5	0,1	2,71
Ejemplo de preparación 53	89,29	Copolímero IV 5	3,0	2,71
Ejemplo de preparación 54 (referencia)	87,29	Copolímero IV 5	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 55 (referencia)	82,29	Copolímero IV 5	10,0	2,71
Ejemplo de preparación 56	86,79	Copolímero IV 10	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 57	74,29	Copolímero IV 20	3,0	2,71
Ejemplo de preparación 58	76,79	Copolímero IV 20	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 59	91,79	Copolímero V 5	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 60	86,79	Copolímero V 10	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 61 (referencia)	82,29	Copolímero V 10	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 62 (referencia)	77,19	Copolímero V 20	0,1	2,71
Ejemplo de preparación 63	76,79	Copolímero V 20	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 64 (referencia)	72,29	Copolímero V 20	5,0	2,71
Ejemplo de preparación 65 (referencia)	67,19	Copolímero V 30	0,1	2,71

(continuación)

Composición	Aceite base	Copolímero de alfaolefina	Compuesto de fosfonio alquilado	Aditivo A
Ejemplo de preparación 66 (referencia)	66,79	Copolímero V 30	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 67 (referencia)	97,14	Copolímero VI 0,05	0,1	2,71
Ejemplo de preparación 68 (referencia)	96,74	Copolímero VI 0,05	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 69 (referencia)	96,24	Copolímero VI 0,05	1,0	2,71
Ejemplo de preparación 70	91,79	Copolímero VI 5	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 71	86,79	Copolímero VI 10	0,5	2,71
Ejemplo de preparación 72	76,79	Copolímero VI 20	0,5	2,71
Ejemplo comparativo 1	97,24	Copolímero I 0,05	-	2,71
Ejemplo comparativo 2	97,24	Copolímero II 0,05	-	2,71
Ejemplo comparativo 3	87,29	Copolímero II 10	-	2,71
Ejemplo comparativo 4	77,29	Copolímero II 20	-	2,71
Ejemplo comparativo 5	67,29	Copolímero II 30	-	2,71
Ejemplo comparativo 6	92,29	Copolímero IV 5	-	2,71
Ejemplo comparativo 7	67,29	Copolímero V 30	-	2,71
Ejemplo comparativo 8	62,29	Copolímero V 35	-	2,71
Ejemplo comparativo 9	97,24	Copolímero VI 0,05	-	2,71

Preparación de los Ejemplos 73 a 148 y de los Ejemplos comparativos 10 a 16. Composición lubricante para aceite de engranajes que incluye el aditivo B

5

[Tabla 5]

Composición	Aceite base	Copolímero de alfaolefina	Compuesto de fosfonio alquilado	Aditivo B
Ejemplo de preparación 73	92,28	Copolímero I 0,5	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 74	91,78	Copolímero I 0,5	1,0	6,72
Ejemplo de preparación 75	87,78	Copolímero I 5	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 76	87,28	Copolímero I 5	1,0	6,72
Ejemplo de preparación 77	82,28	Copolímero I 10	1,0	6,72
Ejemplo de preparación 78	80,28	Copolímero I 10	3,0	6,72
Ejemplo de preparación 79	72,78	Copolímero I 20	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 80	72,28	Copolímero I 20	1,0	6,72
Ejemplo de preparación 81	91,78	Copolímero II 0,5	1,0	6,72

(continuación)

Composición	Aceite base	Copolímero de alfaolefina	Compuesto de fosfonio alquilado	Aditivo B
Ejemplo de preparación 82	89,78	Copolímero II 0,5	3,0	6,72
Ejemplo de preparación 83	87,78	Copolímero II 5	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 84	87,28	Copolímero II 5	1,0	6,72
Ejemplo de preparación 85	82,28	Copolímero II 10	1,0	6,72
Ejemplo de preparación 86	80,28	Copolímero II 10	3,0	6,72
Ejemplo de preparación 87	70,28	Copolímero II 20	3,0	6,72
Ejemplo de preparación 88 (referencia)	62,78	Copolímero II 30	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 89 (referencia)	62,28	Copolímero II 30	1,0	6,72
Ejemplo de preparación 90 (referencia)	60,28	Copolímero II 30	3,0	6,72
Ejemplo de preparación 91 (referencia)	58,28	Copolímero II 30	5,0	6,72
Ejemplo de preparación 92 (referencia)	93,13	Copolímero III 0,05	0,1	6,72
Ejemplo de preparación 93 (referencia)	92,73	Copolímero III 0,05	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 94 (referencia)	92,23	Copolímero III 0,05	1,0	6,72
Ejemplo de preparación 95 (referencia)	90,23	Copolímero III 0,05	3,0	6,72
Ejemplo de preparación 96	87,78	Copolímero III 5	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 97 (referencia)	83,28	Copolímero III 5	5,0	6,72
Ejemplo de preparación 98	82,78	Copolímero III 10	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 99 (referencia)	78,28	Copolímero III 10	5,0	6,72
Ejemplo de preparación 100	72,78	Copolímero III 20	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 101	72,28	Copolímero III 20	1,0	6,72
Ejemplo de preparación 102 (referencia)	68,28	Copolímero III 20	5,0	6,72
Ejemplo de preparación 103 (referencia)	58,28	Copolímero III 30	5,0	6,72
Ejemplo de preparación 104 (referencia)	58,18	Copolímero III 35	0,1	6,72
Ejemplo de preparación 105 (referencia)	57,78	Copolímero III 35	0,5	6,72

(continuación)

Composición	Aceite base	Copolímero de alfaolefina	Compuesto de fosfonio alquilado	Aditivo B
Ejemplo de preparación 106 (referencia)	57,28	Copolímero III 35	1,0	6,72
Ejemplo de preparación 107 (referencia)	55,28	Copolímero III 35	3,0	6,72
Ejemplo de preparación 108 (referencia)	93,13	Copolímero IV 0,05	0,1	6,72
Ejemplo de preparación 109 (referencia)	92,73	Copolímero IV 0,05	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 110 (referencia)	92,23	Copolímero IV 0,05	1,0	6,72
Ejemplo de preparación 111 (referencia)	90,23	Copolímero IV 0,05	3,0	6,72
Ejemplo de preparación 112 (referencia)	88,23	Copolímero IV 0,05	5,0	6,72
Ejemplo de preparación 113 (referencia)	88,18	Copolímero IV 5	0,1	6,72
Ejemplo de preparación 114	85,28	Copolímero IV 5	3,0	6,72
Ejemplo de preparación 115 (referencia)	83,28	Copolímero IV 5	5,0	6,72
Ejemplo de preparación 116 (referencia)	78,28	Copolímero IV 5	10,0	6,72
Ejemplo de preparación 117 (referencia)	83,18	Copolímero IV 10	0,1	6,72
Ejemplo de preparación 118	82,78	Copolímero IV 10	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 119 (referencia)	78,28	Copolímero IV 10	5,0	6,72
Ejemplo de preparación 120 (referencia)	73,18	Copolímero IV 20	0,1	6,72
Ejemplo de preparación 121	72,78	Copolímero IV 20	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 122	70,28	Copolímero IV 20	3,0	6,72
Ejemplo de preparación 123 (referencia)	93,13	Copolímero V 0,05	0,1	6,72
Ejemplo de preparación 124 (referencia)	92,73	Copolímero V 0,05	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 125 (referencia)	92,23	Copolímero V 0,05	1,0	6,72
Ejemplo de preparación 126 (referencia)	90,23	Copolímero V 0,05	3,0	6,72
Ejemplo de preparación 127 (referencia)	88,23	Copolímero V 0,05	5,0	6,72
Ejemplo de	88,18	Copolímero V	0,1	6,72

(continuación)

Composición	Aceite base	Copolímero de alfaolefina	Compuesto de fosfonio alquilado	Aditivo B
preparación 128 (referencia)		5		
Ejemplo de preparación 129	87,78	Copolímero V 5	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 130 (referencia)	83,28	Copolímero V 5	5,0	6,72
Ejemplo de preparación 131	82,78	Copolímero V 10	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 132 (referencia)	78,28	Copolímero V 10	5,0	6,72
Ejemplo de preparación 133	72,78	Copolímero V 20	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 134	72,28	Copolímero V 20	1,0	6,72
Ejemplo de preparación 135 (referencia)	63,18	Copolímero V 30	0,1	6,72
Ejemplo de preparación 136 (referencia)	90,23	Copolímero VI 0,05	3,0	6,72
Ejemplo de preparación 137 (referencia)	88,23	Copolímero VI 0,05	5,0	6,72
Ejemplo de preparación 138	87,78	Copolímero VI 5	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 139	85,28	Copolímero VI 5	3,0	6,72
Ejemplo de preparación 140 (referencia)	83,18	Copolímero VI 10	0,1	6,72
Ejemplo de preparación 141	82,28	Copolímero VI 10	1,0	6,72
Ejemplo de preparación 142 (referencia)	78,28	Copolímero VI 10	5,0	6,72
Ejemplo de preparación 143	70,28	Copolímero VI 20	3,0	6,72
Ejemplo de preparación 144 (referencia)	58,18	Copolímero VI 35	0,1	6,72
Ejemplo de preparación 145 (referencia)	57,78	Copolímero VI 35	0,5	6,72
Ejemplo de preparación 146 (referencia)	57,28	Copolímero VI 35	1,0	6,72
Ejemplo de preparación 147 (referencia)	55,28	Copolímero VI 35	3,0	6,72
Ejemplo de preparación 148 (referencia)	53,28	Copolímero VI 35	5,0	6,72
Ejemplo comparativo 10	93,23	Copolímero IV 0,05	-	6,72
Ejemplo comparativo 11	88,28	Copolímero IV 5	-	6,72
Ejemplo comparativo 12	83,28	Copolímero IV 10	-	6,72
Ejemplo comparativo 13	88,28	Copolímero V 5	-	6,72

(continuación)

Composición	Aceite base	Copolímero de alfaolefina	Compuesto de fosfonio alquilado	Aditivo B
Ejemplo comparativo 14	73,28	Copolímero V 20	-	6,72
Ejemplo comparativo 15	63,28	Copolímero V 30	-	6,72
Ejemplo comparativo 16	88,28	Copolímero VI 5	-	6,72

4. Evaluación de propiedades

5 Las propiedades de las composiciones lubricantes preparadas en los Ejemplos de preparación y Ejemplos comparativos se midieron como se indica a continuación. Los resultados se muestran en las Tablas 6 y 7 a continuación.

Coeficiente de fricción

10 En el modo de bola en disco, el rendimiento de fricción se evaluó elevando secuencialmente la temperatura en incrementos de 10 °C de 40 a 120 °C a 50 Hz y comparando los coeficientes de fricción promedio a temperaturas individuales. En este caso, el valor del coeficiente de fricción disminuye con el aumento de la eficacia.

Coeficiente de tracción

15 15 El coeficiente de tracción se midió usando un instrumento MTM fabricado por PCS Instruments. Aquí, las condiciones de medición se fijaron en 50 N y 50 % de SRR, y se observaron la fricción y la tracción en función de los cambios de temperatura. La temperatura se varió de 40 °C a 120 °C y se compararon los valores promedio.

Resistencia al desgaste

20 Se sometieron cuatro bolas de acero a fricción con la composición lubricante durante 60 min en condiciones de carga de 20 kg, 1200 rpm y 54 °C, se compararon los tamaños de las marcas de desgaste y se llevó a cabo la evaluación de acuerdo con la norma ASTM D4172. En este punto, el valor de la huella de desgaste (diámetro promedio de la huella de desgaste, µm) disminuye con un aumento en la efectividad.

Estabilidad a la oxidación

25 30 La estabilidad a la oxidación se midió usando un medidor RBOT (prueba de oxidación por bomba rotacional) de acuerdo con la norma ASTM D2271.

Pérdida por fricción

35 Como prueba de plataforma de aceite de engranajes, se realizó una prueba de eficiencia de engranajes FZG. En la prueba de eficiencia FZG, el par de piñón se midió a través de la rotación con un accionamiento de motor especificado dependiendo del tipo de aceite en condiciones en las que la temperatura del aceite se fijó a 100 °C y no se aplicó ninguna carga, y así se calcularon los índices de pérdida de par de piñón del aceite existente y el aceite que usa el copolímero de alfaolefina y el compuesto de fosfonio alquilado, y se compararon los valores relativos de los mismos.

40

[Tabla 6]

	Coeficiente de fricción SRV	Coeficiente de tracción MTM	4 Desgaste de bola (µm)	Estabilidad a la oxidación	Pérdida relativa (eficiencia de FZG a 100 °C)
Ejemplo de preparación 1 (referencia)	0,701	0,598	496	610	1,20
Ejemplo de preparación 2 (referencia)	0,732	0,569	477	654	1,09
Ejemplo de preparación 3 (referencia)	0,734	0,587	432	523	1,16

(continuación)

Ejemplo de preparación 4 (referencia)	0,735	0,544	501	320	1,30
Ejemplo de preparación 5 (referencia)	0,712	0,523	665	249	1,30
Ejemplo de preparación 6	0,285	0,200	152	1650	0,91
Ejemplo de preparación 7	0,265	0,236	133	1600	0,90
Ejemplo de preparación 8	0,267	0,211	110	2000	0,95
Ejemplo de preparación 9	0,240	0,236	106	2110	0,94
Ejemplo de preparación 10 (referencia)	0,736	0,569	511	333	1,15
Ejemplo de preparación 11	0,239	0,207	123	1840	0,91
Ejemplo de preparación 12	0,257	0,217	140	1680	0,92
Ejemplo de preparación 13 (referencia)	0,745	0,564	522	285	1,22
Ejemplo de preparación 14	0,259	0,243	147	1510	0,93
Ejemplo de preparación 15 (referencia)	0,754	0,555	536	278	1,20
Ejemplo de preparación 16 (referencia)	0,710	0,621	588	299	1,18
Ejemplo de preparación 17 (referencia)	0,768	0,561	555	269	1,18
Ejemplo de preparación 18 (referencia)	0,769	0,532	622	298	1,16
Ejemplo de preparación 19 (referencia)	0,774	0,512	654	277	1,09
Ejemplo de preparación 20 (referencia)	0,744	0,533	635	279	1,16
Ejemplo de preparación 21 (referencia)	0,730	0,612	598	311	1,14
Ejemplo de preparación 22 (referencia)	0,741	0,633	590	312	1,16
Ejemplo de preparación 23 (referencia)	0,76	0,685	518	384	1,20
Ejemplo de preparación 24 (referencia)	0,769	0,696	523	368	1,18
Ejemplo de preparación 25 (referencia)	0,778	0,641	537	321	1,14
Ejemplo de preparación 26 (referencia)	0,792	0,621	556	325	1,16

(continuación)

Ejemplo de preparación 4 (referencia)	0,735	0,544	501	320	1,30
Ejemplo de preparación 27 (referencia)	0,791	0,632	631	387	1,12
Ejemplo de preparación 28	0,278	0,236	107	1610	0,93
Ejemplo de preparación 29	0,279	0,245	108	1440	0,91
Ejemplo de preparación 30	0,284	0,278	121	2130	0,92
Ejemplo de preparación 31	0,291	0,247	122	2410	0,93
Ejemplo de preparación 32 (referencia)	0,793	0,612	623	345	1,19
Ejemplo de preparación 33 (referencia)	0,777	0,548	505	269	1,16
Ejemplo de preparación 34	0,269	0,219	158	1780	0,95
Ejemplo de preparación 35	0,264	0,209	169	1790	0,93
Ejemplo de preparación 36 (referencia)	0,797	0,587	647	388	1,20
Ejemplo de preparación 37 (referencia)	0,81	0,521	644	415	1,14
Ejemplo de preparación 38	0,258	0,221	152	1540	0,92
Ejemplo de preparación 39 (referencia)	0,755	0,555	612	321	1,30
Ejemplo de preparación 40 (referencia)	0,841	0,623	698	610	1,15
Ejemplo de preparación 41 (referencia)	0,702	0,665	678	654	1,14
Ejemplo de preparación 42 (referencia)	0,682	0,610	598	523	1,16
Ejemplo de preparación 43 (referencia)	0,713	0,587	599	320	1,30
Ejemplo de preparación 44 (referencia)	0,715	0,588	587	333	1,15
Ejemplo de preparación 45	0,258	0,211	175	2020	0,95
Ejemplo de preparación 46 (referencia)	0,716	0,521	499	285	1,22
Ejemplo de preparación 47	0,269	0,207	154	1650	0,92
Ejemplo de preparación 48 (referencia)	0,717	0,569	580	278	1,20
Ejemplo de preparación 49	0,278	0,217	135	1580	0,92
Ejemplo de preparación 50	0,279	0,213	108	1490	0,93

(continuación)

Ejemplo de preparación 4 (referencia)	0,735	0,544	501	320	1,30
Ejemplo de preparación 51 (referencia)	0,726	0,587	590	269	1,18
Ejemplo de preparación 52 (referencia)	0,693	0,587	520	495	1,15
Ejemplo de preparación 53	0,231	0,247	163	2456	0,94
Ejemplo de preparación 54 (referencia)	0,691	0,587	651	419	1,14
Ejemplo de preparación 55 (referencia)	0,711	0,547	587	322	1,12
Ejemplo de preparación 56	0,268	0,236	199	1680	0,91
Ejemplo de preparación 57	0,264	0,248	185	2020	0,92
Ejemplo de preparación 58	0,247	0,278	169	2122	0,93
Ejemplo de preparación 59	0,254	0,219	165	1681	0,93
Ejemplo de preparación 60	0,260	0,217	155	1519	0,92
Ejemplo de preparación 61 (referencia)	0,678	0,512	655	279	1,16
Ejemplo de preparación 62 (referencia)	0,621	0,547	591	325	1,18
Ejemplo de preparación 63	0,278	0,243	123	1440	0,93
Ejemplo de preparación 64 (referencia)	0,744	0,587	478	347	1,16
Ejemplo de preparación 65 (referencia)	0,685	0,611	664	269	1,18
Ejemplo de preparación 66 (referencia)	0,655	0,587	673	396	1,16
Ejemplo de preparación 67 (referencia)	0,745	0,587	599	348	1,16
Ejemplo de preparación 68 (referencia)	0,725	0,555	568	384	1,30
Ejemplo de preparación 69 (referencia)	0,756	0,548	534	368	1,15
Ejemplo de preparación 70	0,291	0,245	149	1810	0,91
Ejemplo de preparación 71	0,269	0,278	107	1790	0,92
Ejemplo de preparación 72	0,284	0,256	110	1540	0,94
Ejemplo comparativo 1	0,721	0,589	454	510	1,11
Ejemplo comparativo 2	0,759	0,674	505	348	1,22

(continuación)

Ejemplo de preparación 4 (referencia)	0,735	0,544	501	320	1,30
Ejemplo comparativo 3	0,775	0,555	436	258	1,30
Ejemplo comparativo 4	0,811	0,588	698	412	1,18
Ejemplo comparativo 5	0,766	0,672	664	510	1,16
Ejemplo comparativo 6	0,725	0,611	510	465	1,30
Ejemplo comparativo 7	0,68	0,563	636	249	1,30
Ejemplo comparativo 8	0,7	0,587	597	321	1,20
Ejemplo comparativo 9	0,716	0,539	498	396	1,30

[Tabla 7]

	Coeficiente de fricción SRV	Coeficiente de tracción MTM	4 Desgaste de bola (µm)	Estabilidad a la oxidación	Pérdida relativa (eficiencia de FZG a 100 °C)
Ejemplo de preparación 73	0,268	0,209	122	1640	0,93
Ejemplo de preparación 74	0,269	0,236	132	1490	0,91
Ejemplo de preparación 75	0,247	0,200	164	2110	0,92
Ejemplo de preparación 76	0,231	0,236	176	2030	0,93
Ejemplo de preparación 77	0,254	0,211	161	1580	0,95
Ejemplo de preparación 78	0,251	0,236	196	1490	0,94
Ejemplo de preparación 79	0,269	0,207	193	1480	0,91
Ejemplo de preparación 80	0,278	0,222	190	1650	0,92
Ejemplo de preparación 81	0,277	0,236	167	1480	0,93
Ejemplo de preparación 82	0,284	0,245	189	2020	0,94
Ejemplo de preparación 83	0,268	0,278	107	2456	0,93
Ejemplo de preparación 84	0,269	0,247	108	1854	0,91
Ejemplo de preparación 85	0,284	0,219	121	1440	0,92
Ejemplo de preparación 86	0,291	0,209	122	2080	0,93
Ejemplo de preparación 87	0,264	0,200	169	1810	0,93
Ejemplo de preparación 88 (referencia)	0,749	0,555	520	298	1,12
Ejemplo de preparación 89 (referencia)	0,748	0,569	555	277	1,19

(continuación)

	Coeficiente de fricción SRV	Coeficiente de tracción MTM	4 Desgaste de bola (µm)	Estabilidad a la oxidación	Pérdida relativa (eficiencia de FZG a 100 °C)
Ejemplo de preparación 90 (referencia)	0,75	0,539	562	279	1,16
Ejemplo de preparación 91 (referencia)	0,755	0,587	458	249	1,30
Ejemplo de preparación 92 (referencia)	0,798	0,639	655	346	1,16
Ejemplo de preparación 93 (referencia)	0,768	0,589	636	347	1,30
Ejemplo de preparación 94 (referencia)	0,736	0,598	664	258	1,15
Ejemplo de preparación 95 (referencia)	0,747	0,569	673	269	1,22
Ejemplo de preparación 96	0,254	0,236	194	1540	0,93
Ejemplo de preparación 97 (referencia)	0,822	0,587	676	287	1,20
Ejemplo de preparación 98	0,260	0,207	123	1640	0,95
Ejemplo de preparación 99 (referencia)	0,813	0,544	618	288	1,18
Ejemplo de preparación 100	0,269	0,222	140	1490	0,93
Ejemplo de preparación 101	0,278	0,219	146	2020	0,91
Ejemplo de preparación 102 (referencia)	0,702	0,569	589	299	1,14
Ejemplo de preparación 103 (referencia)	0,682	0,564	597	388	1,12
Ejemplo de preparación 104 (referencia)	0,726	0,512	478	347	1,22
Ejemplo de preparación 105 (referencia)	0,735	0,533	436	321	1,20
Ejemplo de preparación 106 (referencia)	0,749	0,523	505	247	1,18
Ejemplo de preparación 107 (referencia)	0,748	0,532	518	258	1,14
Ejemplo de preparación 108 (referencia)	0,693	0,548	587	322	1,30
Ejemplo de preparación 109 (referencia)	0,704	0,512	541	368	1,15
Ejemplo de preparación 110 (referencia)	0,779	0,563	523	388	1,22

(continuación)

	Coeficiente de fricción SRV	Coeficiente de tracción MTM	4 Desgaste de bola (μm)	Estabilidad a la oxidación	Pérdida relativa (eficiencia de FZG a 100 °C)
Ejemplo de preparación 111 (referencia)	0,77	0,611	498	396	1,20
Ejemplo de preparación 112 (referencia)	0,691	0,587	599	348	1,18
Ejemplo de preparación 113 (referencia)	0,722	0,521	534	368	1,12
Ejemplo de preparación 114	0,284	0,209	198	1650	0,92
Ejemplo de preparación 115 (referencia)	0,715	0,555	612	345	1,15
Ejemplo de preparación 116 (referencia)	0,716	0,672	647	346	1,13
Ejemplo de preparación 117 (referencia)	0,726	0,498	644	258	1,30
Ejemplo de preparación 118	0,291	0,278	107	1580	0,94
Ejemplo de preparación 119 (referencia)	0,745	0,623	612	299	1,18
Ejemplo de preparación 120 (referencia)	0,725	0,665	664	388	1,14
Ejemplo de preparación 121	0,264	0,219	121	1480	0,91
Ejemplo de preparación 122	0,269	0,256	110	1910	0,93
Ejemplo de preparación 123 (referencia)	0,758	0,600	678	415	1,19
Ejemplo de preparación 124 (referencia)	0,759	0,588	598	369	1,16
Ejemplo de preparación 125 (referencia)	0,76	0,541	599	358	1,30
Ejemplo de preparación 126 (referencia)	0,769	0,563	587	347	1,16
Ejemplo de preparación 127 (referencia)	0,778	0,522	499	321	1,30
Ejemplo de preparación 128 (referencia)	0,716	0,563	789	317	1,20
Ejemplo de preparación 129	0,268	0,221	158	1480	0,93
Ejemplo de preparación 130 (referencia)	0,713	0,532	580	365	1,15
Ejemplo de preparación 131	0,264	0,236	174	2122	0,95
Ejemplo de preparación 132 (referencia)	0,645	0,555	589	285	1,22

(continuación)

	Coeficiente de fricción SRV	Coeficiente de tracción MTM	4 Desgaste de bola (μm)	Estabilidad a la oxidación	Pérdida relativa (eficiencia de FZG a 100 °C)
Ejemplo de preparación 133	0,247	0,219	152	2456	0,93
Ejemplo de preparación 134	0,231	0,211	169	1854	0,91
Ejemplo de preparación 135 (referencia)	0,735	0,547	510	250	1,14
Ejemplo de preparación 136 (referencia)	0,758	0,512	578	321	1,22
Ejemplo de preparación 137 (referencia)	0,759	0,563	579	325	1,20
Ejemplo de preparación 138	0,251	0,207	154	2080	0,93
Ejemplo de preparación 139	0,260	0,234	169	2130	0,94
Ejemplo de preparación 140 (referencia)	0,798	0,578	485	287	1,22
Ejemplo de preparación 141	0,259	0,209	220	1810	0,93
Ejemplo de preparación 142 (referencia)	0,822	0,601	444	412	1,12
Ejemplo de preparación 143	0,261	0,226	226	1780	0,91
Ejemplo de preparación 144 (referencia)	0,769	0,587	584	345	1,14
Ejemplo de preparación 145 (referencia)	0,778	0,588	562	346	1,12
Ejemplo de preparación 146 (referencia)	0,792	0,541	532	347	1,19
Ejemplo de preparación 147 (referencia)	0,791	0,513	521	258	1,16
Ejemplo de preparación 148 (referencia)	0,793	0,555	511	269	1,30
Ejemplo comparativo 10	0,725	0,555	651	269	1,16
Ejemplo comparativo 11	0,711	0,588	568	384	1,14
Ejemplo comparativo 12	0,717	0,499	698	347	1,16
Ejemplo comparativo 13	0,715	0,543	590	399	1,22
Ejemplo comparativo 14	0,749	0,555	587	321	1,19
Ejemplo comparativo 15	0,646	0,569	523	278	1,20
Ejemplo comparativo 16	0,76	0,611	624	387	1,18

Como es evidente a partir de las Tablas 6 y 7, las composiciones lubricantes que incluyen el copolímero líquido de olefina y el compuesto de fosfonio alquilado dentro de los intervalos de cantidades de la presente invención redujeron significativamente la huella de desgaste y el coeficiente de fricción en comparación con las composiciones lubricantes de los Ejemplos comparativos, y también mostraron una estabilidad a la oxidación superior.

Además, se produjo una mejora en la eficiencia de al menos el 5 al 12 % en la prueba de eficiencia de engranajes FZG, lo que indica que, incluso en el uso práctico, la composición lubricante de la presente invención era capaz de reducir la pérdida de engranajes, mejorando así significativamente la economía de combustible o los efectos de ahorro de energía.

Por lo tanto, se concluye que la composición lubricante de la presente invención está mejorada en cuanto a los aspectos de las características de fricción y la estabilidad y, por lo tanto, es adecuada para su uso en aceite de engranajes.

Aunque las realizaciones de la presente invención se han divulgado con fines ilustrativos, los expertos en la materia apreciarán que son posibles diversas modificaciones, adiciones y sustituciones, sin apartarse del alcance de la invención como se divulga en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una composición lubricante, que comprende: un aceite base, un copolímero líquido de olefina y un compuesto de fosfonio alquilado; en donde el copolímero líquido de olefina es un copolímero aleatorio líquido de etilenalfaolefina, y se incluye en una cantidad del 0,5 al 25 % en peso basado en el 100 % en peso de la composición lubricante; y en donde el compuesto de fosfonio alquilado se selecciona del grupo que consiste en bisetilhexil fosfato de fosfonio tetraoctilado, bis(2-étilhexil)fosfato de tributiltetradecilfosfonio y bis(2-étilhexil)fosfato de tetraetilfosfonio, y se incluye en una cantidad del 0,3 al 4,0 % en peso basado en el 100 % en peso de la composición lubricante, en donde la composición lubricante tiene un coeficiente de fricción SRV de 0,2 a 0,3, en donde el coeficiente de fricción SRV se mide elevando secuencialmente la temperatura en incrementos de 10 °C de 40 a 120 °C a 50 Hz en un modo de bola en disco.
2. La composición lubricante de la reivindicación 1, en donde el copolímero líquido de olefina tiene un coeficiente de dilatación térmica de 3,0 a 4,0.
3. La composición lubricante de la reivindicación 1, en donde el copolímero líquido de olefina tiene un índice de bromo de 0,1 o menos.
4. La composición lubricante de la reivindicación 1, en donde el aceite base es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en aceite mineral, polialfaolefina (PAO) y éster.
5. La composición lubricante de la reivindicación 1, que comprende además un aditivo seleccionado del grupo que consiste en un antioxidante, un limpiador de metales, un agente anticorrosivo, un inhibidor de espuma, un depresor del punto de fluidez, un modificador de la viscosidad, un agente resistente al desgaste y combinaciones de los mismos.
6. Uso de la composición lubricante de la reivindicación 1 como aceite de engranajes.