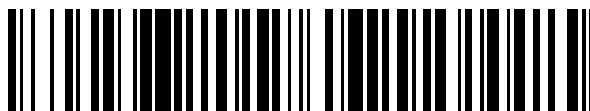


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 527 646**

51 Int. Cl.:

**B60C 19/00** (2006.01)

**C08L 27/00** (2006.01)

**C08L 71/02** (2006.01)

**G01M 1/36** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2010 E 10763699 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2013 EP 2485905**

54 Título: **Composición, procedimiento y sistema para equilibrar un sistema rotatorio**

30 Prioridad:

**10.10.2009 DE 102009049029**

**15.12.2009 EP 09179225**

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

**27.01.2015**

73 Titular/es:

**CARNEHAMMAR, LARS BERTIL (100.0%)**

**Sonnenbergstrasse 126**

**8032 Zürich, CH**

72 Inventor/es:

**RONLAN, ALVIN**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 527 646 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, procedimiento y sistema para equilibrar un sistema rotatorio

**Campo de la invención**

5 Los modos de realización de la invención descritos en el presente documento se refieren, en general, a una composición de equilibrio mejorada, más en particular, a una sustancia de equilibrio tixotrópica mejorada, para equilibrar un sistema rotatorio, tal como un sistema de propulsión mecánica de un vehículo, aeronave o embarcación, o un sistema de tracción mecánica de una máquina de procesamiento de artículos, y reducir la vibración en el sistema rotatorio, y un procedimiento y sistema correspondientes.

**Antecedentes de la invención**

10 La vibración afecta negativamente a la seguridad y a la comodidad. Con respecto a la seguridad, la vibración tiene una influencia directa sobre la estabilidad y puede provocar fatiga y daño del material. Una fuente principal de vibración es cualquier sistema rotatorio de un vehículo, aeronave, embarcación o maquinaria de procesamiento de artículos, por ejemplo. Los ejemplos de un sistema rotatorio comprenden un sistema de propulsión mecánica que comprende un motor o sistema de motor, un sistema de transmisión de potencia y una rueda, que comprende un neumático, llanta y  
15 válvula, de un vehículo, tal como un coche, un sistema de propulsión mecánica que comprende un sistema de motor y un sistema de rotor de una aeronave, tal como un helicóptero, un sistema de propulsión mecánica que comprende un motor o sistema de motor, un sistema de transmisión de potencia y un propulsor de una embarcación, tal como un buque de carga, y un sistema de tracción mecánica que comprende un sistema de motor y sistema de tambor de una máquina de procesamiento de artículos, tal como una lavadora. Las vibraciones pueden comprender vibraciones dependientes de la velocidad de rotación que se originan, en general, desde el motor o sistema de motor, y vibraciones dependientes de la velocidad que se originan, en general, desde el sistema de transmisión de potencia. Las vibraciones pueden dañar los cojinetes con elementos rodantes, por ejemplo cojinetes de bolas o cojinetes de rodillos, usados, por ejemplo, como cojinetes o juntas del motor.

20 Debido al desgaste del sistema rotatorio, la vibración generalmente incrementa con el tiempo. Con más detalle, debido al desgaste de un elemento de rotación, su centro de gravedad (CG) se mueve con el tiempo lo que provoca un desequilibrio que provoca vibración.

25 La solicitud de patente EP 0 281 252 y la correspondiente patente de los EE. UU. 4.867.792 divulgan una composición de equilibrio de neumático tixotrópica que tiene un valor del límite de elasticidad de entre 30 Pa y 260 Pa que puede equilibrar los neumáticos porque puede fluir bajo la influencia de las vibraciones inducidas cuando un punto pesado en el neumático golpea la superficie de la carretera. La composición de equilibrio se distribuye en un montaje de rueda que consiste en un neumático montado en una llanta y que tiene un punto pesado.

30 La solicitud de patente EP 0 557 365 y la correspondiente solicitud de patente PCT WO 1992/08775 divulgan una composición de equilibrio en gel de neumático que tiene un módulo de almacenamiento de entre 3000 y 15000 Pa, preferentemente su módulo de almacenamiento es de aproximadamente 9000 Pa, puede equilibrar neumáticos porque puede fluir bajo las vibraciones provocadas por el desequilibrio en un montaje de rueda. Preferentemente, la composición comprende una mezcla de: 1) aceites parafínicos, aceites de polibuteno, ésteres de polioles o éteres de polioles; 2) sílice de combustión hidrófoba o hidrófila; 3) poli(metacrilatos de alquilo), copolímeros de bloque de estireno-etileno-propileno o derivados de poli(ácidos hidroxicarboxílicos); y opcionalmente inhibidores de corrosión y antioxidantes.

35 La patente de los EE. UU. 5.431.726 divulga una composición de equilibrio en gel de neumático que tiene un módulo de almacenamiento de entre 3000 y 15000 Pa y que puede equilibrar neumáticos porque puede fluir bajo las vibraciones provocadas por un desequilibrio en un montaje de rueda.

40 La solicitud de patente EP 1 063 106 divulga composiciones de equilibrio de neumático que tienen una mejora en las propiedades de equilibrio que comprenden un gel viscoplastico y cuerpos sólidos que tienen un promedio de la dimensión más pequeña en el intervalo de 0,5-5 mm; preferentemente 1-4 mm, más preferentemente alrededor de 3 mm. Cuando se aplica en una capa hacia el interior de un neumático de vehículo de motor, las composiciones actúan permitiendo que los cuerpos sólidos se muevan a través del gel y se concentren en áreas para contrarrestar los desequilibrios. Preferentemente, los cuerpos sólidos tienen una proporción promedio  $\alpha$  entre su dimensión más pequeña y su dimensión más grande de  $\alpha \leq 2$ , más preferentemente de  $\alpha \leq 1,5$ , en especial de alrededor de 1. Preferentemente, el gel viscoplastico tiene un módulo de almacenamiento (G') de entre 1000 Pa y 25000 Pa a 22 °C, un módulo de pérdida (G'') más pequeño que el módulo de almacenamiento, y un límite de elasticidad crítico por encima de 3 Pa a 22 °C. Los cuerpos pueden estar conformados como elipsoides alargados o achatados, cilindros, paralelepípedos rectangulares, o esferas, o mezclas de dichos cuerpos; pueden tener una gravedad específica aparente en el intervalo de 500-3000 kg/m<sup>3</sup>, preferentemente de 600-2000 kg/m<sup>3</sup>, en particular de 700-1000 kg/m<sup>3</sup>, en especial de 800-900 kg/m<sup>3</sup>; pueden estar fabricados de poliolefinas, poliestireno, poli(cloruro de vinilo), poliamida, caucho o vidrio. La proporción en peso entre los cuerpos sólidos y el gel es de 10:1 a 1:10, preferentemente de 5:1 a 1:5, en particular de 2:1 a 3:1, tal como de 1:1 a 1:2. La invención hace referencia además a un kit de equilibrio de neumático y a un procedimiento para equilibrar montajes de ruedas de automóviles.

La solicitud de patente DE 198 57 646 divulga un procedimiento para equilibrar neumáticos introduciendo una sustancia de equilibrio dentro del neumático, que comprende situar una sustancia con propiedades definidas, conformación, geometría y peso dentro del neumático; y mover al punto de desequilibrio rotando el neumático. El procedimiento también se puede usar para equilibrar otros objetos rotatorios.

5 La solicitud de patente DE 198 53 691 divulga un procedimiento para introducir una sustancia de equilibrio de neumático como una perla de gel circunferencial interna. Se definen las características de la sustancia, conformación, peso, geometría y sus localizaciones de depósito. La superficie interna del neumático presenta una conformación y geometría definidas. Se pueden emplear una o más tiras sinfín. La sección transversal de la tira puede ser circular, semicircular, aplanada, triangular, cuadrangular o poligonal. La una o más tiras están distribuidas sobre toda la  
10 circunferencia, o sólo parte de la misma, o pueden tener lugar ambos tipos de distribución. Las porciones de la tira se aplican opuestas a la válvula, cuando se montan sobre la llanta. Se aplican en o lejos del plano ecuatorial, simétricamente, o bien asimétricamente. La sustancia se inyecta a través de la válvula en una cantidad establecida. Se usa un gel con una viscosidad, tixotropía, estabilidad a largo plazo y compatibilidad definidas con la superficie interna del neumático. El neumático tiene una o más ranuras circunferenciales, opcionalmente entre perlas, para aceptar la  
15 sustancia.

La solicitud de patente PCT WO 2009/037314 divulga un procedimiento de procesamiento de un neumático de vehículo y una sustancia de equilibrio tixotrópica que comprende proporcionar una primera cantidad de la sustancia de equilibrio a una primera área de equilibrio circunferencial en un lado interno del neumático de vehículo que comprende distribuir la primera cantidad de la sustancia de equilibrio en la primera área de equilibrio de forma sustancialmente  
20 uniforme; y un aparato y sistema correspondientes. En un modo de realización, una capa de barniz que comprende nanopartículas está provista sobre la primera área de equilibrio circunferencial para incrementar la movilidad de la sustancia de equilibrio tixotrópica sobre el área de equilibrio.

Por tanto, para equilibrar un sistema rotatorio, tal como una rueda de vehículo, un elemento rotacional, tal como un neumático de vehículo, que comprende una cámara y un área de equilibrio circunferencial, tal como un revestimiento  
25 interno, puede estar parcialmente lleno con una cantidad de una sustancia de equilibrio tixotrópica.

Además, el área de equilibrio circunferencial puede estar provista de una nanoestructura. La nanoestructura se puede formar durante la producción del neumático de vehículo, lo que requiere un equipo especial, no estándar. Si el neumático de vehículo es un neumático estándar, la nanoestructura se puede proporcionar, en una etapa de producción adicional, distribuyendo un material, tal como un barniz, que comprende nanopartículas sobre el área de  
30 equilibrio. Sin embargo, el barniz puede comprender un disolvente, y el disolvente puede plantear un problema ambiental o provocar un riesgo para la salud y la seguridad durante la producción. Aún cuando el barniz es a base de agua y no comprende un disolvente, es necesaria la etapa de producción adicional lo que requiere tiempo e implica un coste.

Por estos y otros motivos, existe una necesidad para la invención como se expone a continuación en los modos de  
35 realización.

### Sumario de la invención

Es un objetivo de la invención proporcionar una composición mejorada de equilibrio para equilibrar un sistema rotatorio y reducir la vibración en el sistema rotatorio, y un procedimiento y sistema correspondientes.

Este objetivo se resuelve por la materia objeto de las reivindicaciones independientes.

40 Un aspecto de la invención es una composición 240 para equilibrar un sistema rotatorio 200, que comprende una cantidad de una sustancia de equilibrio tixotrópica y caracterizada por una cantidad de partículas hidrófobas distribuida en dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica. Como consecuencia, las partículas hidrófobas reducen, esto es, disminuyen, la cohesión interna de la sustancia de equilibrio tixotrópica rompiendo enlaces de hidrógeno, o al menos reemplazan parcialmente la sustancia de equilibrio tixotrópica en una superficie de contacto entre la  
45 composición y un área de equilibrio circunferencial, o ambas. Como resultado, la movilidad de la composición se incrementa, y, por lo tanto, la composición mejora el equilibrio, o reduce la vibración o ambas.

Otro aspecto de la invención es una composición 240, en la que dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica varía desde aproximadamente un 90 % en peso a aproximadamente un 99 % en peso, o varía desde aproximadamente un 95 % en peso a aproximadamente un 98 % en peso, o es aproximadamente de un 97 % en peso;  
50 y dicha cantidad de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente un 10 % en peso a aproximadamente un 1 % en peso, o varía desde aproximadamente un 5 % en peso a aproximadamente un 2 % en peso, o es de aproximadamente un 3 % en peso.

Otro aspecto de la invención es una composición 240, en la que los tamaños de dichas partículas hidrófobas varían desde aproximadamente 1 nm a aproximadamente 100 µm, o varían desde aproximadamente 10 nm a  
55 aproximadamente 50 µm, o varían desde aproximadamente 100 nm a aproximadamente 20 µm, o varían desde aproximadamente 1 µm a aproximadamente 10 µm, o varían desde aproximadamente 3 µm a aproximadamente 5 µm, o son aproximadamente de 4 µm.

Otro aspecto de la invención es una composición 240, en la que un área de superficie específica de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente  $1 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $50 \text{ m}^2/\text{g}$ , o varía desde aproximadamente  $2 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $20 \text{ m}^2/\text{g}$ , o varía desde aproximadamente  $5 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $10 \text{ m}^2/\text{g}$ .

5 Otro aspecto de la invención es una composición 240, en la que las superficies de dichas partículas hidrófobas comprenden un fluorocarbono, por ejemplo un fluoropolímero, tal como politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno-propileno fluorado (FEP), en particular copolímero de tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno, copolímero de perfluoroalcoxi (PFA) o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), o una silicona; o una combinación de los mismos.

10 Otro aspecto de la invención es una composición 240, en la que los núcleos de dichas partículas hidrófobas comprenden un fluorocarbono, por ejemplo un fluoropolímero, tal como politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno-propileno fluorado (FEP), en particular copolímero de tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno, copolímero de perfluoroalcoxi (PFA) o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), o una silicona, o un metal, por ejemplo hierro, o carbono; o una combinación de los mismos.

15 Otro aspecto de la invención es una composición 240, en la que una densidad de dichas partículas hidrófobas es mayor que una densidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica. Como consecuencia, durante la rotación, una fuerza centrífuga es más fuerte para las partículas hidrófobas que para la sustancia de equilibrio tixotrópica, y una densidad de partícula de las partículas hidrófobas en la composición se incrementa hacia la superficie de contacto. Como consecuencia adicional, las partículas hidrófobas reemplazan además a la sustancia de equilibrio tixotrópica en una superficie de contacto. Como resultado, la movilidad de la composición se incrementa adicionalmente, y, por lo tanto, la composición mejora el equilibrio, o reduce la vibración o ambas.

Otro aspecto de la invención es una composición 240, en la que la densidad de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente  $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$  a aproximadamente  $5000 \text{ kg}/\text{m}^3$ , o varía desde aproximadamente  $2000 \text{ kg}/\text{m}^3$  a aproximadamente  $4000 \text{ kg}/\text{m}^3$ , o es aproximadamente  $3000 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

25 Otro aspecto de la invención es una composición, en la que dichas partículas hidrófobas no se adhieren, esto es, las partículas hidrófobas no se unen ni al agua y sustancias que comprenden agua ni a aceite y sustancias que comprenden aceite.

Otro aspecto de la invención es una composición, en la que dichas partículas hidrófobas son químicamente inertes.

Otro aspecto de la invención es una composición, en la que dichas partículas hidrófobas tienen un coeficiente de fricción en el intervalo de desde aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,1.

30 Otro aspecto de la invención es una composición, en la que un cuerpo de carga está en contacto con dicha sustancia de equilibrio tixotrópica. Como consecuencia, el cuerpo de carga puede contribuir al equilibrio del sistema rotatorio, y como resultado, se puede mejorar el efecto del equilibrio, y se puede reducir la cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica.

35 Otro aspecto de la invención es una composición, en la que dicho cuerpo de carga tiene, definida por un tamaño de cuerpo de dicho cuerpo de carga, una superficie de cuerpo y un peso de cuerpo, de modo que dicho cuerpo de carga vence la adhesión entre dicha superficie de cuerpo y dicha sustancia de equilibrio tixotrópica cuando dicha sustancia de equilibrio tixotrópica está sometida a dicha vibración y cambia a un estado agitado. Como consecuencia, el tamaño de cuerpo garantiza la movilidad del cuerpo de carga en la composición, y como resultado, se puede mejorar el efecto del equilibrio.

40 Otro aspecto de la invención es una composición, en la que dicho cuerpo de carga es preferentemente una bola. El tamaño de cuerpo corresponde con un diámetro de la bola. El diámetro se puede determinar por una proporción entre la superficie de cuerpo de acuerdo con  $A = 4 \pi r^2$  que representa la estructura de superficie, esto es rugosidad, y adhesión, y un volumen de cuerpo de acuerdo con  $V = 4/3 \pi r^3$  que representa la densidad de cuerpo y el peso de cuerpo. Al incrementar el radio  $r$ , el volumen de cuerpo, y por tanto el peso de cuerpo, se incrementa más rápido que la superficie de cuerpo. Como consecuencia, se puede incrementar la movilidad del cuerpo de carga en la composición, y como resultado, se puede mejorar el efecto del equilibrio.

45 Otro aspecto de la invención es una composición, en la que dicho cuerpo de carga comprende metal, por ejemplo acero, tal como acero inoxidable. Como consecuencia, se puede mejorar la durabilidad del cuerpo de carga, y como resultado, se puede simplificar y reducir el trabajo de mantenimiento.

50 Otro aspecto de la invención es una composición 240 para equilibrar un sistema rotatorio 200, que comprende: una cantidad de una sustancia de equilibrio tixotrópica; caracterizada por una cantidad de nanopartículas distribuida en dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica. Como consecuencia, las nanopartículas reducen, esto es, disminuyen, la cohesión interna de la sustancia de equilibrio tixotrópica rompiendo enlaces de hidrógeno, o al menos reemplazan parcialmente la sustancia de equilibrio tixotrópica en una superficie de contacto entre la composición y un área de equilibrio circunferencial, o ambas. Como resultado, la movilidad de la composición se incrementa, y, por lo tanto, la composición mejora el equilibrio, o reduce la vibración o ambas.

55

Otro aspecto de la invención es una composición 240, en la que dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica varía desde aproximadamente un 90 % en peso a aproximadamente un 99 % en peso, o varía desde aproximadamente un 95 % en peso a aproximadamente un 98 % en peso, o es aproximadamente de un 97 % en peso, y dicha cantidad de dichas nanopartículas varía desde aproximadamente un 10 % en peso a aproximadamente un 1 % en peso, o varía desde aproximadamente un 5 % en peso a aproximadamente un 2 % en peso, o es de aproximadamente un 3 % en peso.

Otro aspecto de la invención es una composición 240, en la que los tamaños de dichas nanopartículas varían desde aproximadamente 1 nm a aproximadamente 1000 nm, o varían desde aproximadamente 2 nm a aproximadamente 500 nm, o varían desde aproximadamente 5 nm a aproximadamente 200 nm, o varían desde aproximadamente 10 nm a aproximadamente 100 nm, o varían desde aproximadamente 20 nm a aproximadamente 50 nm, o son aproximadamente 40 nm.

Otro aspecto de la invención es una composición 240, en la que un área de superficie específica de dichas nanopartículas varía desde aproximadamente  $1 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $50 \text{ m}^2/\text{g}$ , o varía desde aproximadamente  $2 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $20 \text{ m}^2/\text{g}$ , o varía desde aproximadamente  $5 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $10 \text{ m}^2/\text{g}$ .

Otro aspecto de la invención es una composición 240, en la que dichas nanopartículas comprenden un fluorocarbono, por ejemplo un fluoropolímero, tal como politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno-propileno fluorado (FEP), en particular copolímero de tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno, copolímero de perfluoroalcoxi (PFA) o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), o una silicona, o un metal, por ejemplo aluminio, cobre, oro, hierro, plata, titanio y cinc, u óxido de metal, por ejemplo óxido de aluminio, óxido de cobre, óxido de hierro, óxido de plata y óxido de titanio, semiconductor, por ejemplo seleniuro de cadmio, telururo de cadmio y silicio, o carbono, por ejemplo negro de carbono, nanotubos de carbono, grafito y fullereno.

Otro aspecto de la invención es una composición 240, en la que una densidad de dichas nanopartículas es mayor que una densidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica.

Otro aspecto de la invención es una composición 240, en la que la densidad de dichas nanopartículas varía desde aproximadamente  $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$  a aproximadamente  $5000 \text{ kg}/\text{m}^3$ , o varía desde aproximadamente  $2000 \text{ kg}/\text{m}^3$  a aproximadamente  $4000 \text{ kg}/\text{m}^3$ , o es aproximadamente  $3000 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

Aún otro aspecto de la invención es un procedimiento de reducción de la vibración en un sistema rotatorio 200, caracterizado por: distribuir una cantidad de partículas hidrófobas en una cantidad de una sustancia de equilibrio tixotrópica para formar una cantidad de una composición 240; y proporcionar un elemento rotacional 110 que comprende una cámara 120 que tiene un fulcro sobre un eje rotacional 150 de dicho elemento rotacional 110, que comprende un área de equilibrio circunferencial 130 y que está parcialmente lleno con al menos una porción de dicha cantidad de dicha composición 240. Como consecuencia, las partículas hidrófobas reducen, esto es, disminuyen, la cohesión interna de la sustancia de equilibrio tixotrópica rompiendo enlaces de hidrógeno, o al menos reemplazan parcialmente la sustancia de equilibrio tixotrópica en una superficie de contacto entre la composición y un área de equilibrio circunferencial, o ambas. Como resultado, la movilidad de la composición se incrementa, y, por lo tanto, la composición mejora el equilibrio, o reduce la vibración o ambas.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, que comprende además: rotar dicho elemento rotacional 110 sobre dicho eje rotacional 150, de modo que se licúa y se distribuye dicha composición 240 a lo largo de dicha área de equilibrio circunferencial 130, y se reduce un desequilibrio de dicho elemento rotacional 110.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica varía desde aproximadamente un 90 % en peso a aproximadamente un 99 % en peso, o varía desde aproximadamente un 95 % en peso a aproximadamente un 98 % en peso, o es aproximadamente de un 97 % en peso, y dicha cantidad de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente un 10 % en peso a aproximadamente un 1 % en peso, o varía desde aproximadamente un 5 % en peso a aproximadamente un 2 % en peso, o es de aproximadamente un 3 % en peso.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento en el que los tamaños de dichas partículas hidrófobas varían desde aproximadamente 1 nm a aproximadamente 100  $\mu\text{m}$ , o varían desde aproximadamente 10 nm a aproximadamente 50  $\mu\text{m}$ , o varían desde aproximadamente 100 nm a aproximadamente 20  $\mu\text{m}$ , o varían desde aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 10  $\mu\text{m}$ , o varían desde aproximadamente 3  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 5  $\mu\text{m}$ , o son aproximadamente de 4  $\mu\text{m}$ .

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que un área de superficie específica de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente  $1 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $50 \text{ m}^2/\text{g}$ , o varía desde aproximadamente  $2 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $20 \text{ m}^2/\text{g}$ , o varía desde aproximadamente  $5 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $10 \text{ m}^2/\text{g}$ .

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que las superficies de dichas partículas hidrófobas comprenden un fluorocarbono, por ejemplo un fluoropolímero, tal como politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno-propileno fluorado (FEP), en particular copolímero de tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno, copolímero de perfluoroalcoxi (PFA) o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), o una silicona.

- 5 Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que los núcleos de dichas partículas hidrófobas comprenden un fluorocarbono, por ejemplo un fluoropolímero, tal como politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno-propileno fluorado (FEP), en particular copolímero de tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno, copolímero de perfluoroalcoxi (PFA) o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), o una silicona, o un metal, por ejemplo hierro o carbono.
- Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que una densidad de dichas partículas hidrófobas es mayor que una densidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica.
- 10 Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que la densidad de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente  $1000 \text{ kg/m}^3$  a aproximadamente  $5000 \text{ kg/m}^3$ , o varía desde aproximadamente  $2000 \text{ kg/m}^3$  a aproximadamente  $4000 \text{ kg/m}^3$ , o es aproximadamente  $3000 \text{ kg/m}^3$ .
- Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicho sistema rotatorio 200 está comprendido en un vehículo, por ejemplo un coche, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio 200 es una rueda, un sistema de motor o un sistema de transmisión de dicho vehículo.
- 15 Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicho sistema rotatorio 200 está comprendido en una aeronave, por ejemplo un helicóptero, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio 200 es un sistema de motor o palas de dicha aeronave.
- Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicho sistema rotatorio 200 está comprendido en una embarcación, por ejemplo un buque de carga, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio 200 es un sistema de motor o un sistema de transmisión de dicha aeronave.
- 20 Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicho sistema rotatorio 200 está comprendido en una máquina de procesamiento de artículos, por ejemplo una lavadora, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio 200 es un sistema de motor o tambor que recibe artículos de dicha máquina de procesamiento de artículos.
- Aún un aspecto de la invención es un sistema rotatorio 200 para reducir la vibración en dicho sistema rotatorio 200, caracterizado por un elemento rotacional 110 que comprende una cámara 120 que tiene un fulcro en un eje rotacional 150 de dicho elemento rotacional 110, que comprende un área de equilibrio circunferencial 130 y que está parcialmente lleno con una cantidad de una composición 240 que comprende una cantidad de una sustancia de equilibrio tixotrópica y una cantidad de partículas hidrófobas distribuida en dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica.
- 25 Otro aspecto de la invención es un sistema rotatorio 200, en el que dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica varía desde aproximadamente un 90 % en peso a aproximadamente un 99 % en peso, o varía desde aproximadamente un 95 % en peso a aproximadamente un 98 % en peso, o es aproximadamente de un 97 % en peso, y dicha cantidad de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente un 10 % en peso a aproximadamente un 1 % en peso, o varía desde aproximadamente un 5 % en peso a aproximadamente un 2 % en peso, o es de aproximadamente un 3 % en peso.
- 30 Otro aspecto de la invención es un sistema rotatorio 200, en el que los tamaños de dichas partículas hidrófobas varían desde aproximadamente  $1 \text{ nm}$  a aproximadamente  $100 \mu\text{m}$ , o varían desde aproximadamente  $10 \text{ nm}$  a aproximadamente  $50 \mu\text{m}$ , o varían desde aproximadamente  $100 \text{ nm}$  a aproximadamente  $20 \mu\text{m}$ , o varían desde aproximadamente  $1 \mu\text{m}$  a aproximadamente  $10 \mu\text{m}$ , o varían desde aproximadamente  $3 \mu\text{m}$  a aproximadamente  $5 \mu\text{m}$ , o son aproximadamente de  $4 \mu\text{m}$ .
- 35 Otro aspecto de la invención es un sistema rotatorio 200, en el que un área de superficie específica de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente  $1 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $50 \text{ m}^2/\text{g}$ , o varía desde aproximadamente  $2 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $20 \text{ m}^2/\text{g}$ , o varía desde aproximadamente  $5 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $10 \text{ m}^2/\text{g}$ .
- 40 Otro aspecto de la invención es un sistema rotatorio 200, en el que las superficies de dichas partículas hidrófobas comprenden un fluorocarbono, por ejemplo un fluoropolímero, tal como politetrafluoroetileno PTFE, copolímero de etileno-propileno fluorado FEP, en particular copolímero de tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno, perfluoroalcoxi PFA o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno ETFE, o una silicona.
- 45 Otro aspecto de la invención es un sistema rotatorio 200, en el que los núcleos de dichas partículas hidrófobas comprenden un fluorocarbono, por ejemplo un fluoropolímero, tal como politetrafluoroetileno PTFE, copolímero de etileno-propileno fluorado FEP, en particular copolímero de tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno, perfluoroalcoxi PFA o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno ETFE, o una silicona, o un metal, por ejemplo hierro, o carbono.
- 50 Otro aspecto de la invención es un sistema rotatorio 200, en el que una densidad de dichas partículas hidrófobas es mayor que una densidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica.

Otro aspecto de la invención es un sistema rotatorio 200, en el que la densidad de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente  $1000 \text{ kg/m}^3$  a aproximadamente  $5000 \text{ kg/m}^3$ , o varía desde aproximadamente  $2000 \text{ kg/m}^3$  a aproximadamente  $4000 \text{ kg/m}^3$ , o es aproximadamente  $3000 \text{ kg/m}^3$ .

5 Otro aspecto de la invención es un sistema rotatorio 200, en el que dicho sistema rotatorio 200 está comprendido en un vehículo, por ejemplo un coche, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio 200 es una rueda, un sistema de motor o un sistema de transmisión de dicho vehículo.

Otro aspecto de la invención es un sistema rotatorio 200, en el que dicho sistema rotatorio 200 está comprendido en una aeronave, por ejemplo un helicóptero, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio 200 es un sistema de motor o palas de dicha aeronave.

10 Otro aspecto de la invención es un sistema rotatorio 200, en el que dicho sistema rotatorio 200 está comprendido en una embarcación, por ejemplo un buque de carga, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio 200 es un sistema de motor o un sistema de transmisión de dicha aeronave.

15 Otro aspecto de la invención es un sistema rotatorio 200, en el que dicho sistema rotatorio 200 está comprendido en una máquina de procesamiento de artículos, por ejemplo una lavadora, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio 200 es un sistema de motor o tambor que recibe artículos de dicha máquina de procesamiento de artículos.

### Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos

20 Aunque la memoria descriptiva concluye con las reivindicaciones que, en particular, indican y reivindican claramente lo que se considera como la invención, se presentará una descripción de la invención más particular por referencia a modos de realización específicos de la misma, que se representan en los dibujos adjuntos, con el fin de ilustrar la manera en la que se obtienen los modos de realización de la invención. Entendiendo que estos dibujos representan únicamente modos de realización típicos de la invención, que no están dibujados necesariamente a escala, y, por lo tanto, no se considerarán como limitativos de su alcance, los modos de realización se describirán y se explicarán con especificidad y detalle adicionales a través del uso de los dibujos adjuntos en los que:

La fig. 1 muestra una vista en sección transversal de un sistema rotatorio convencional;

25 La fig. 2 muestra una vista en sección transversal de un sistema rotatorio de acuerdo con un modo de realización de la invención; y

La fig. 3 muestra una comparación de longitudes de las distribuciones de composición en centímetros en un revestimiento interno de un neumático de vehículo en función del tiempo en minutos para diferentes composiciones, diferentes configuraciones de revestimiento interno y diferentes combinaciones de los mismos.

### 30 Descripción detallada de la invención

En la siguiente descripción detallada de los modos de realización, se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman una parte de la misma y muestran, a modo de ilustración, modos de realización específicos en los que se puede practicar la invención. En los dibujos, números similares describen componentes sustancialmente similares en todas las diversas vistas. Los modos de realización están destinados a describir aspectos de la invención con detalle suficiente para permitir a los expertos en la técnica la práctica de la invención. Se puede utilizar otros modos de realización y se pueden realizar cambios estructurales, lógicos o eléctricos o combinaciones de los mismos, sin apartarse del alcance de la invención. Además, se debe entender que los diversos modos de realización de la invención, aunque son diferentes, no son necesariamente excluyentes entre sí. Por ejemplo, una característica, estructura o característica particular descrita en un modo de realización puede estar incluida dentro de otros modos de realización. Adicionalmente, se debe entender que los modos de realización de la invención se pueden implementar usando diferentes tecnologías. Además, el término "ejemplar" sólo quiere decir un ejemplo, en lugar de lo mejor u óptimo. Por lo tanto, la siguiente descripción detallada no se debe tomar en un sentido limitante, y el alcance de la invención se define únicamente por las reivindicaciones adjuntas, junto con todo el alcance de equivalentes a los que corresponden dichas reivindicaciones.

45 Se hará referencia a los dibujos. Para mostrar las estructuras de los modos de realización más claramente, los dibujos incluidos en el presente documento son representaciones diagramáticas de artículos inventivos. Por lo tanto, la apariencia real de las estructuras fabricadas puede parecer diferente aunque aún incorpora estructuras esenciales de los modos de realización. Además, los dibujos sólo muestran las estructuras necesarias para entender los modos de realización. Las estructuras adicionales conocidas en la técnica no se han incluido para mantener la claridad de los dibujos. También se debe entender que las características y/o elementos representados en el presente documento se ilustran con dimensiones particulares relativas entre sí para propósitos de simplicidad y facilidad de comprensión, y que las dimensiones reales pueden diferir sustancialmente de las ilustradas en el presente documento.

55 En las siguientes descripción y reivindicaciones, se pueden usar los términos "incluyen", "tienen", "con" u otras variantes de los mismos. Se debe entender que dichos términos están destinados a ser inclusivos de forma similar al término "comprender".

5 En las siguientes descripción y reivindicaciones, se pueden usar los términos "acoplado" y "conectado", junto con derivados tales como "acoplado comunicativamente". Se debe entender que estos términos no están destinados como sinónimos entre sí. Más bien, en modos de realización particulares, "conectado" se puede usar para indicar que dos o más elementos están en contacto físico o eléctrico directo entre sí. Sin embargo, "acoplado" también puede querer decir que dos o más elementos no están en contacto directo entre sí, pero aún así funcionan conjuntamente o interactúan entre sí.

10 En las siguientes descripción y reivindicaciones, los términos tales como "superior", "inferior", "primera", "segunda", etc., sólo se pueden usar con propósitos descriptivos y no deben interpretarse como limitantes. Los modos de realización de un dispositivo o artículo descrito en el presente documento se pueden fabricar, usar, o transportar en un número de posiciones y orientaciones.

15 Una composición para equilibrar un sistema rotatorio o para reducir la vibración en el sistema rotatorio de acuerdo con la invención comprende una cantidad de una sustancia de equilibrio tixotrópica, y una cantidad de partículas hidrófobas distribuida en dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica. La composición se puede fabricar mezclando juntos sus ingredientes, en caso necesario bajo un ligero calentamiento hasta por debajo de aproximadamente 40 °C. Las partículas hidrófobas se pueden incorporar en una sustancia de equilibrio tixotrópica preparada por mezclado de alto cizallamiento.

20 Las propiedades reológicas de una sustancia de equilibrio son su límite de elasticidad crítico (CYS) y módulo elástico (de almacenamiento) (G'), ambos medidos en la región viscoelástica lineal, así como su límite de elasticidad determinado en medidas de crecimiento de tensión y la relación entre su módulo de almacenamiento (G') y su módulo de pérdida (G''), medidos por un barrido de frecuencia.

El módulo de almacenamiento (G') es una medida de la resistencia de la sustancia, esto es la resistencia y el número de enlaces entre las moléculas del formador de gel.

El módulo de pérdida (G'') es una medida de la capacidad de una sustancia para disipar energía en forma de calor.

25 La relación entre G' y G'' medida en un barrido de frecuencia es una caracterización estructural de una sustancia. La frecuencia de cruce es la frecuencia a la que G'' se vuelve mayor que G'.

De igual importancia que las propiedades viscoelásticas es una estabilidad a largo plazo de la sustancia de equilibrio en servicio, el rendimiento a diversas temperaturas de la sustancia, y la inercia química de la sustancia.

Una sustancia de equilibrio debe permanecer funcional durante la vida útil del sistema de equilibrio y bajo las diversas condiciones, en particular dentro de un intervalo de temperaturas de aproximadamente -50 °C o -30 °C a +90 °C.

30 Adicionalmente, la sustancia de equilibrio no debe tener ningún efecto perjudicial sobre el sistema de equilibrio y el entorno y debe ser desechable o reciclable.

35 La sustancia de equilibrio tixotrópica puede ser una composición de equilibrio de neumático tixotrópica divulgada en la solicitud de patente EP 0 281 252 y la correspondiente patente de los EE. UU. 4.867.792, que tiene un valor del límite de elasticidad entre 1 Pa y 260 Pa que puede equilibrar los neumáticos porque puede fluir bajo la influencia de las vibraciones inducidas cuando un punto pesado en el neumático golpea la superficie de la carretera.

La sustancia de equilibrio tixotrópica puede tener un valor del límite de elasticidad mayor de 2 Pa. Sin embargo, debido al valor del límite de elasticidad menor, puede ser necesario una aceleración rotacional menor, en especial si un elemento rotacional no está en una posición vertical.

40 Con más detalle, la sustancia de equilibrio tixotrópica puede ser un gel de equilibrio que comprende dos componentes, a saber, un líquido de base y un formador de gel, y preferentemente que cumple los criterios mínimos que comprenden, en lo que respecta a la reología, un módulo de almacenamiento (G') entre aproximadamente 100 Pa y aproximadamente 5000 Pa, una frecuencia de cruce (G'' > G') entre aproximadamente 1 Hz y aproximadamente 40 Hz y un valor del límite de elasticidad crítico mayor que aproximadamente 1 Pa; en lo que respecta a la volatilidad, una pérdida de evaporación menor de aproximadamente un 6 % en peso después de 10 horas a 99 °C; un punto de fluidez del líquido de base inferior a aproximadamente -15 °C de acuerdo con el procedimiento de prueba estándar para el punto de fluidez de productos de petróleo, ASTM D97; en lo que respecta a la estabilidad de separación, una separación del líquido de base menor de aproximadamente un 20 % en peso después de 12 horas a 300 000 x g y 25 °C; y, en lo que respecta a la reactividad química, una inercia sustancial, tal como sin corrosividad para metales y sin efecto sobre polímeros, tales como caucho. Típicamente, el gel de equilibrio comprende, en peso, entre 45 aproximadamente un 75 % y aproximadamente un 99 %, por ejemplo, entre aproximadamente un 85 % y aproximadamente un 97 %, tal como aproximadamente un 95 % del líquido de base, y, de forma correspondiente, entre aproximadamente un 1 % y aproximadamente un 25 %, por ejemplo, entre aproximadamente un 3 % y aproximadamente un 15 %, tal como aproximadamente un 5 % del formador de gel. El gel de equilibrio puede comprender además, preferentemente en menores cantidades, un inhibidor de corrosión, un antioxidante, un tinte o 50 una combinación de los mismos.

55



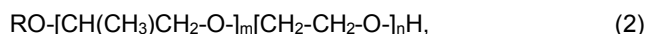
El líquido de base puede comprender, por ejemplo, un polialquilenglicol (PAG), tal como un polipropilenglicol (PPG) o un polietilenglicol (PEG); una combinación, esto es una mezcla, de PAG, tal como una combinación de un PPG y un PEG; un copolímero de óxido de etileno y óxido de propileno; o una combinación de los mismos.

- 5 El líquido de base puede comprender un polímero iniciado por alcohol (ROH-) de grupos oxipropileno que tienen una fórmula generalizada:



en la que R es hidrógeno o un grupo alquilo, que tiene un grupo hidroxilo terminal y que es insoluble en agua, tal como productos con una variedad de pesos moleculares y viscosidades comercializados por DOW Chemical Company ([www.dow.com](http://www.dow.com)) bajo la marca comercial UCON LB Fluids.

- 10 El líquido de base puede comprender, de forma alternativa o adicional, copolímero aleatorio lineal iniciado por alcohol (ROH-) de óxido de etileno y óxido de propileno que tiene una fórmula generalizada:



en la que R es hidrógeno o un grupo alquilo.

- 15 El líquido de base puede comprender, de forma alternativa o adicional, un copolímero aleatorio iniciado por alcohol (ROH-) de óxido de etileno y óxido de propileno preferentemente que comprende aproximadamente cantidades iguales, esto es aproximadamente un 50 %, en peso de grupos oxietileno y grupos oxipropileno, que tiene un grupo hidroxilo terminal y que es soluble en agua a temperatura ambiente, esto es a temperaturas por debajo de aproximadamente 40 °C, tal como productos con cantidades iguales en peso de grupos oxietileno y grupos oxipropileno y con una variedad de pesos moleculares y viscosidades comercializados por DOW Chemical Company bajo la marca comercial UCON 50-HB Fluids. Por ejemplo, el líquido de base puede comprender, de forma alternativa o adicional, un copolímero aleatorio iniciado por butanol de óxido de etileno y óxido de propileno que comprende cantidades iguales en peso de grupos oxietileno y grupos oxipropileno con un peso molecular promedio en número de 3930, una viscosidad de aproximadamente 1020 cSt a 40 °C y un grado de viscosidad de aproximadamente 1000 de acuerdo con la ISO 3448, tal como un producto comercializado por DOW Chemical Company bajo la marca comercial UCON 50-HB-5100.

- 20 El líquido de base puede comprender, de forma alternativa o adicional, un copolímero aleatorio iniciado por diol de óxido de etileno y óxido de propileno preferentemente que comprende aproximadamente un 75 % en peso de grupos oxietileno y, de forma correspondiente, aproximadamente un 25 % en peso de grupos oxipropileno, que tiene dos grupos hidroxilo terminales (R = H) y que es soluble en agua a temperaturas por debajo de aproximadamente 75 °C, tal como productos con una variedad de pesos moleculares y viscosidades comercializados por DOW Chemical Company bajo la marca comercial UCON 75-H Fluids. Por ejemplo, el líquido de base puede comprender, de forma alternativa o adicional, un copolímero aleatorio iniciado por diol de óxido de etileno y óxido de propileno que comprende un 75 % en peso de grupos oxietileno y un 25 % en peso de grupos oxipropileno con un peso molecular promedio en número de 6950 y una viscosidad de aproximadamente 1800 cSt a 40 °C, tal como un producto comercializado por DOW Chemical Company bajo la marca comercial UCON 75-H-9500.

- 30 El líquido de base puede comprender, de forma alternativa o adicional, un copolímero aleatorio iniciado por alcohol (ROH-) de óxido de etileno y óxido de propileno preferentemente que comprende aproximadamente un 40 % en peso de grupos oxietileno y, de forma correspondiente, aproximadamente un 60 % en peso de grupos oxipropileno y que es soluble en agua, tal como productos con una variedad de pesos moleculares y viscosidades comercializados por DOW Chemical Company bajo la marca comercial SYNALOX 40. Por ejemplo, el líquido de base puede comprender, de forma alternativa o adicional, un copolímero aleatorio iniciado por alcohol de óxido de etileno y óxido de propileno que comprende un 40 % en peso de grupos oxietileno y un 60 % en peso de grupos oxipropileno con un peso molecular promedio en número de 5300, una viscosidad de 1050 cSt a 40 °C y un grado de viscosidad de aproximadamente 1000 de acuerdo con ISO 3448 tal como un producto comercializado por DOW Chemical Company bajo la marca comercial SYNALOX 40-D700.

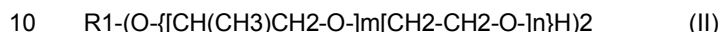
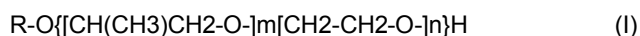
- 40 El líquido de base puede comprender, de forma alternativa o adicional, un copolímero aleatorio iniciado por diol de óxido de etileno y óxido de propileno preferentemente que comprende aproximadamente un 50 % en peso de grupos oxietileno y, de forma correspondiente, aproximadamente un 50 % en peso de grupos oxipropileno con una viscosidad cinemática de 960 - 1160 cSt (o mm<sup>2</sup>/s) a 40 °C ASTM D445 tal como un producto comercializado por DOW Chemical Company bajo la marca comercial SYNALOX 50-D700.

- 45 El formador de gel puede comprender sílice de combustión, por ejemplo sílice hidrófoba o sílice hidrófila, preferentemente que tiene un área de superficie BET (Brunauer, Emmett, Teller) entre aproximadamente 50 m<sup>2</sup>/g y aproximadamente 400 m<sup>2</sup>/g, por ejemplo una sílice de combustión hidrófila que tiene un área de superficie BET de 300 m<sup>2</sup>/g, tal como un producto comercializado por Evonik Industries ([www.evonik.com](http://www.evonik.com)) bajo la marca comercial Aerosil A300.

El efecto gelificante de los formadores de gel sobre los aceites se logra por la formación de una red de las moléculas del formador de gel a través de enlaces de hidrógeno por medio de grupos hidroxilo o por medio de la atracción de Van der Waals entre segmentos de moléculas del formador de gel. El número y la fuerza de estos enlaces determinan la resistencia del gel, y la capacidad del gel para soportar una carga (límite de elasticidad crítico).

5 La sustancia de equilibrio tixotrópica puede ser un gel de equilibrio que comprende una composición de gel de equilibrio que comprende

1) de un 85 a un 97 % en peso de componente de éter glicólico que comprende uno o más éteres de copolímero etilen/propilenglicol de la fórmula general (I) o la fórmula general (II) o mezclas de los mismos



en la que R es hidrógeno o un grupo alquilo de 2-8 átomos de carbono; R1 es un resto de alquileo de 2-8 átomos de carbono en la que los dos sustituyentes no están sobre el mismo átomo de carbono; m es el porcentaje en moles de propilenglicol en el resto o restos de copolímero de etilen/propilenglicol; y n es el porcentaje en moles de etilenglicol en el resto o restos de copolímero de etilen/propilenglicol, en la que la proporción n:m está en el intervalo de 35:65 a 80:20; teniendo cada compuesto de copolímero de glicol un peso molecular promedio en número en el intervalo de 2000-10000; y

2) de un 3 a un 15 % en peso de un formador de gel de sílice de combustión; siendo dicha composición de equilibrio viscoelástica y teniendo un módulo de almacenamiento (CG') entre 1500 Pa y 5000 Pa a 22 °C, un módulo de pérdida (G'') más pequeño que el módulo de almacenamiento hasta una frecuencia de cruce de 10-40 Hz, y un límite de elasticidad crítico que excede de 2 Pa.

El peso molecular promedio en número del/de los componente(s) de éter glicólico puede estar en el intervalo de 3000-10000. La proporción n:m puede estar en el intervalo de 35:65 a 80:20, preferentemente en el intervalo de 40:60 a 75:25, en particular de 40:60 a 60:40, tal como 50:50. El formador de gel de sílice de combustión puede ser una sílice de combustión de tipo hidrófilo que tiene un área de superficie BET de desde 90 a 400 m<sup>2</sup>/g, preferentemente de 200 a 300 m<sup>2</sup>/g; o el formador de gel de sílice de combustión es una sílice de combustión de tipo hidrófobo que tiene un área de superficie BET de desde 50 a 300 m<sup>2</sup>/g, preferentemente de 250 a 350 m<sup>2</sup>/g; o mezclas de dichos formadores de gel de sílices de combustión hidrófila e hidrófoba. El/Los componente(s) de éter glicólico pueden presentar un grado de viscosidad determinado de acuerdo con ISO3448 por encima de 500, preferentemente en el intervalo de 800-1200.

En un modo de realización de la invención, la proporción n:m de un copolímero de fórmula (I) está en el intervalo de 40:60 a 75:25, tal como de 40:60 a 60:40, en particular de 45:55 a 55:45, tal como alrededor de 50:50. En otro modo de realización, la proporción n:m de un copolímero de fórmula (II) puede ser de 70:30 a 80:20, tal como alrededor de 75:25.

En un modo de realización preferente, la sustancia de equilibrio tixotrópica comprende un 6,3±0,2 % en peso, más preferentemente un 6,3±0,1 % en peso, de formador de gel de sílice de combustión; y un 1,0±0,3 % en peso, preferentemente un 1,0±0,2 % en peso, más preferentemente un 1,0±0,1 % en peso de un copolímero de fórmula (II) que tiene una proporción n:m de 70:30 a 80:20, más preferentemente alrededor de 75:25; y siendo el equilibrio un copolímero de fórmula (I) que tiene una proporción n:m de 45:55 a 55:45, tal como alrededor de 50:50.

En otro modo de realización preferente, la sustancia de equilibrio tixotrópica comprende un 6,5±0,2 % en peso, más preferentemente un 6,5±0,1 % en peso, de formador de gel de sílice de combustión; y un 1,0±0,3 % en peso, preferentemente un 1,0±0,2 % en peso, más preferentemente un 1,0±0,1 % en peso de un copolímero de fórmula (II) que tiene una proporción n:m de 70:30 a 80:20, más preferentemente alrededor de 75:25; y siendo el equilibrio un copolímero de fórmula (II) que tiene una proporción n:m de 45:55 a 55:45, tal como alrededor de 50:50.

Las partículas hidrófobas distribuidas en dicha sustancia de equilibrio tixotrópica reducen, esto es disminuyen, la cohesión interna de la sustancia de equilibrio tixotrópica rompiendo enlaces de hidrógeno, o al menos reemplazan parcialmente la sustancia de equilibrio tixotrópica en una superficie de contacto entre la composición y un área de equilibrio circunferencial, o ambas. Las propiedades relevantes de las partículas hidrófobas comprenden: un carácter antiadherente, esto es ni el agua y sustancias que comprenden agua ni el aceite y sustancias que comprenden aceite se van a mojar por las partículas hidrófobas, un coeficiente de fricción bajo, por ejemplo en el intervalo de 0,05 a 0,10, una densidad mayor que una densidad de la sustancia de equilibrio tixotrópica, por ejemplo por encima de 1000 kg/m<sup>3</sup>, un tamaño de partícula pequeño, por ejemplo en el intervalo de 100 nm a 10 µm, un área de superficie grande, por ejemplo en el intervalo de 1 m<sup>2</sup>/g a 10 m<sup>2</sup>/g (determinado por absorción de nitrógeno), e inercia química. Los ejemplos de materiales con estas propiedades comprenden fluorocarbonos, tales como fluoropolímeros, por ejemplo politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno-propileno fluorado (FEP), en particular copolímero de tetrafluoroetileno- hexafluoropropileno, copolímero de perfluoroalcoxi (PFA) o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), y silicona.

Las partículas hidrófobas pueden comprender un fluoroaditivo, por ejemplo fluoroaditivo en polvo fluido, preferentemente que tiene un área de superficie entre aproximadamente  $1 \text{ m}^2/\text{g}$  y aproximadamente  $10 \text{ m}^2/\text{g}$ , por ejemplo a un PTFE en polvo fluido que tiene un área de superficie de  $5\text{-}10 \text{ m}^2/\text{g}$  o  $1,5\text{-}3 \text{ m}^2/\text{g}$ , tal como productos comercializados por DuPont ([www.dupont.com](http://www.dupont.com)) bajo las marcas comerciales Zonyl MP 1100 y Zonyl MP 1200, respectivamente. Las partículas hidrófobas pueden tener una energía de superficie baja.

La cantidad de la sustancia de equilibrio tixotrópica puede variar desde aproximadamente un 90 % en peso a aproximadamente un 99 % en peso, o puede variar desde aproximadamente un 95 % en peso a aproximadamente un 98 % en peso, o puede ser de aproximadamente un 97 % en peso, y la cantidad de las partículas hidrófobas puede variar desde aproximadamente un 10 % en peso a aproximadamente un 1 % en peso, o puede variar desde aproximadamente un 5 % en peso a aproximadamente un 2 % en peso, o puede ser de aproximadamente un 3 % en peso.

Otra composición para equilibrar un sistema rotatorio o para reducir la vibración en el sistema rotatorio de acuerdo con la invención comprende una cantidad de una sustancia de equilibrio tixotrópica, y una cantidad de nanopartículas distribuida en dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica. La composición se puede fabricar mezclando juntos sus ingredientes, en caso necesario bajo un ligero calentamiento hasta por debajo de aproximadamente  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ . Las nanopartículas se pueden incorporar en una sustancia de equilibrio tixotrópica preparada por mezclado de alto cizallamiento.

Las nanopartículas distribuidas en dicha sustancia de equilibrio tixotrópica partículas reducen, esto es disminuyen, la cohesión interna de la sustancia de equilibrio tixotrópica rompiendo enlaces de hidrógeno, o al menos reemplazan parcialmente la sustancia de equilibrio tixotrópica en una superficie de contacto entre la composición y un área de equilibrio circunferencial, o ambas. Las propiedades relevantes de las nanopartículas comprenden: un tamaño de partícula pequeño, por ejemplo entre aproximadamente  $1 \text{ nm}$  y aproximadamente  $1000 \text{ nm}$  o entre aproximadamente  $2 \text{ nm}$  y aproximadamente  $500 \text{ nm}$  o entre aproximadamente  $5 \text{ nm}$  y aproximadamente  $200 \text{ nm}$  o entre aproximadamente  $10 \text{ nm}$  y aproximadamente  $100 \text{ nm}$  o entre aproximadamente  $20 \text{ nm}$  y aproximadamente  $50 \text{ nm}$  o aproximadamente  $40 \text{ nm}$ , un área de superficie grande, por ejemplo entre aproximadamente  $1 \text{ m}^2/\text{g}$  y aproximadamente  $50 \text{ m}^2/\text{g}$ . Los ejemplos de materiales con estas propiedades comprenden fluorocarbonos, tales como fluoropolímeros, por ejemplo politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno-propileno fluorado (FEP), en particular copolímero de tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno, copolímero de perfluoroalcoxi (PFA) o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), silicona, metal, por ejemplo aluminio, cobre, oro, hierro, plata, titanio y cinc, óxido de metal, por ejemplo óxido de aluminio, óxido de cobre, óxido de hierro, óxido de plata y óxido de titanio, semiconductor, por ejemplo seleniuro de cadmio, telururo de cadmio y silicio, y carbono, por ejemplo negro de carbono, nanotubos de carbono, grafito y fullereno.

La cantidad de la sustancia de equilibrio tixotrópica puede variar desde aproximadamente un 90 % en peso a aproximadamente un 99 % en peso, o puede variar desde aproximadamente un 95 % en peso a aproximadamente un 98 % en peso, o puede ser de aproximadamente un 97 % en peso, y la cantidad de las nanopartículas puede variar desde aproximadamente un 10 % en peso a aproximadamente un 1 % en peso, o puede variar desde aproximadamente un 5 % en peso a aproximadamente un 2 % en peso, o puede ser de aproximadamente un 3 % en peso.

La fig. 1 muestra una vista en sección transversal de un sistema rotatorio convencional 100, tal como una rueda de vehículo. El sistema rotatorio 100 comprende un elemento rotacional 110, tal como un neumático de vehículo. El elemento rotacional 110 comprende una cámara 120 que tiene un fulcro en un eje rotacional 150, comprende un área de equilibrio circunferencial 130, tal como un revestimiento interno del neumático de vehículo, y está parcialmente lleno con una cantidad de una sustancia de equilibrio tixotrópica convencional 140. El área de equilibrio circunferencial 130 puede estar situada, como se muestra, en el centro del revestimiento interno. De forma alternativa, el área de equilibrio circunferencial 130 puede estar situada en un lateral o en un borde.

El área de equilibrio circunferencial 130 puede comprender una nanoestructura para mejorar la movilidad y el flujo de la sustancia de equilibrio tixotrópica 140, estando formada dicha nanoestructura, por ejemplo, por un material, tal como un barniz, que comprende nanopartículas, o impresa en dicha área de equilibrio circunferencial 130.

El elemento rotacional 110 puede comprender además un delimitador 160 para definir un borde del área de equilibrio 130. El elemento rotacional 110 puede comprender además otro delimitador 165 para definir otro borde del área de equilibrio 130.

La fig. 2 muestra una vista en sección transversal de un sistema rotatorio 200, tal como una rueda de vehículo, de acuerdo con un modo de realización de la invención. El sistema rotatorio 200 comprende un elemento rotacional 110, tal como un neumático de vehículo. El elemento rotacional 110 comprende una cámara 120 que tiene un fulcro en un eje rotacional 150, comprende un área de equilibrio circunferencial 130, tal como un revestimiento interno del neumático de vehículo, y está parcialmente lleno con una cantidad de una composición 240 de acuerdo con un modo de realización de la invención. La composición para equilibrar el sistema rotatorio o reducir la vibración en el sistema rotatorio comprende una cantidad de la sustancia de equilibrio tixotrópica, y una cantidad de las partículas hidrófobas distribuidas en la cantidad de la sustancia de equilibrio tixotrópica. De forma alternativa, la composición comprende

una cantidad de la sustancia de equilibrio tixotrópica, y una cantidad de las nanopartículas distribuidas en la cantidad de la sustancia de equilibrio tixotrópica.

El elemento rotacional 110 puede comprender además un delimitador 160 otro delimitador 165 como se describe con referencia a la fig. 1.

5 La invención se puede aplicar a cualquier sistema rotatorio 200 que comprende un elemento rotacional que es rotatorio alrededor de un eje rotacional. Por ejemplo, el sistema rotatorio 200 puede ser un sistema de motor o un sistema de transmisión, y el elemento rotacional 110 puede ser un árbol, por ejemplo un árbol de accionamiento, tal como a árbol de hélice. La cámara 120 puede estar situada en un árbol hueco o árbol tubular, y extenderse sustancialmente por completo a lo largo del árbol hueco o árbol tubular.

10 Además, la invención se puede aplicar a un sistema rotatorio de un vehículo real, tal como un coche en la vida real, aeronave, embarcación, máquina de procesamiento de artículos o similares así como un vehículo a escala, tal como una maqueta de coche, aeronave, embarcación, máquina de procesamiento de artículos o similares.

15 Se realizó una serie de pruebas para determinar y comparar longitudes de recorrido con el tiempo de una sustancia de equilibrio tixotrópica convencional y una composición para equilibrar un sistema rotatorio o reducir la vibración en el sistema rotatorio de acuerdo con un modo de realización de la invención.

20 Para todas las pruebas, se usaron neumáticos de vehículo completamente nuevos "Goodyear Excellence 245/45 R18" como elementos rotacionales, y se usaron revestimientos internos del neumático de vehículo como áreas de equilibrio circunferencial. Para las pruebas #1 a #4 indicadas como "revestimiento interno no tratado" se usaron los neumáticos de vehículo sin ningún cambio para los revestimientos internos, esto es, las superficies de los neumáticos de vehículo y revestimientos internos comprendían agentes de liberación residuales para la producción de los neumáticos de vehículo. Para la prueba #5 indicada como "revestimiento interno recubierto" el revestimiento interno del neumático de vehículo se recubrió con un barniz a base de disolvente que comprendía nanopartículas para proporcionar una nanoestructura sobre el área de equilibrio circunferencial.

Además, se aplicaron tiras de espuma a los revestimientos internos como delimitadores y se sellaron con silicona.

25 Para cada prueba, se aplicó una cantidad de 75 gramos de una sustancia de equilibrio o una composición de acuerdo con un modo de realización de la invención al revestimiento interno a lo largo de una longitud de 10,0 cm. Para las pruebas #1, #3 y #5, se usó una sustancia de equilibrio tixotrópica que comprende un 92,7 % en peso de UCON 50-HB-5100 y un 1 % en peso de UCON 75-HB-9500 como líquido de base y un 6,3 % en peso de Aerosil A 300 como formador de gel, como se describe en la solicitud de patente europea n.º 08168913.5 y la correspondiente solicitud de patente PCT n.º PCT/EP2009/065058. Para las pruebas #2 y #4, se usó una composición que comprende un 97 % en peso de la sustancia de equilibrio tixotrópica y un 3 % en peso de un PTFE en polvo fluido, que tiene una distribución del tamaño de partícula de un 10 % <0,3 µm, promedio 4 µm, 90 % <8 µm y un área de superficie de 5-10 m<sup>2</sup>/g, y comercializada por DuPont bajo la marca comercial Zonyl MP 1100.

30 Todos los neumáticos de vehículo se montaron en llantas para formar ruedas de vehículo, y las llantas se montaron, a su vez, en un equipo de prueba. Todas las ruedas de vehículo se midieron de la misma forma con el mismo procedimiento. Para todas las pruebas, se rotaron las ruedas de vehículo, y se incrementó la velocidad a 130 km/h. Para todas las pruebas, se midió la longitud de la distribución de la composición en centímetros sobre el revestimiento interno del neumático de vehículo después de 5 minutos y después de 35 minutos.

35 La tabla 1 muestra una comparación de longitudes de las distribuciones de la composición en centímetros (cm) sobre el revestimiento interno del neumático de vehículo en función del tiempo en minutos (min) para diferentes composiciones, diferentes configuraciones de revestimiento interno y diferentes combinaciones de los mismas.

40 La fig. 3 muestra una representación gráfica de la comparación de longitudes de las distribuciones de la composición en centímetros (cm) sobre el revestimiento interno del neumático de vehículo en función del tiempo en minutos (min) para diferentes composiciones, diferentes configuraciones de revestimiento interno y diferentes combinaciones de los mismas. La fig. 3 muestra puntos de datos medidos con curvas ajustadas.

45 En las pruebas #1 y #3 indicadas en la fig. 3 por marcadores cuadrados delineados y una línea sólida o una línea de puntos, respectivamente, se aplicaron las cantidades de la sustancia de equilibrio sencilla al revestimiento interno no tratado.

50 En las pruebas #2 y #4 indicadas en la fig. 3 por marcadores de cruz y una línea sólida o una línea de puntos, respectivamente, se aplicaron las cantidades de la composición de acuerdo con un modo de realización de la invención al revestimiento interno no tratado.

En la prueba #5 indicada en la fig. 3 por marcadores de triángulos delineados y una línea sólida, se aplicó la cantidad de la sustancia de equilibrio sencilla al revestimiento interno recubierto.

Como se puede observar de una comparación de la prueba #1 con la prueba #3 y otra comparación de la prueba #2 con la prueba #4 en la fig. 3, las pruebas generan para las mismas condiciones, esto es una composición particular y una configuración particular, resultados muy similares.

5 Además, como se puede observar de una comparación de las pruebas #2 y #4 con las pruebas #1 y #3, la longitud de la distribución de la composición de acuerdo con el modo de realización de la invención sobre el revestimiento interno no tratado es consistentemente mayor que la longitud de la distribución de la sustancia de equilibrio sencilla sobre el revestimiento interno no tratado. Por tanto, la composición de acuerdo con un modo de realización de la invención tiene un rendimiento mejorado, esto es un comportamiento fluido, en comparación con una sustancia de equilibrio tixotrópica sencilla; en particular, es significativamente más ágil.

10 Adicionalmente, como se puede observar de una comparación de las pruebas #2 y #4 con la prueba #5, aunque la longitud de la distribución de la composición de acuerdo con el modo de realización de la invención sobre el revestimiento interno no tratado es inicialmente más pequeña que la longitud de la distribución de la sustancia de equilibrio sencilla sobre el revestimiento interno recubierto, después de aproximadamente 12 min, la longitud de la distribución de la composición de acuerdo con el modo de realización de la invención sobre el revestimiento interno no tratado es mayor que la longitud de la distribución de la sustancia de equilibrio sencilla sobre el revestimiento interno recubierto. Por tanto, la composición de acuerdo con un modo de realización de la invención también tiene un rendimiento mejorado, esto es un comportamiento fluido, en comparación con una sustancia de equilibrio tixotrópica sencilla sobre el revestimiento interno recubierto.

Tabla 1: Formulaciones de la sustancia de equilibrio (en % en peso)

Prueba	#1	#2	#3	#4	#5
Sustancia	sencilla	con un 3 %	sencilla	con un 3 %	sencilla
Revestimiento interno	no tratado	no tratado	no tratado	no tratado	recubierto
Tiempo / min	Longitud / cm	Longitud / cm	Longitud / cm	Longitud / cm	Longitud / cm
0	0	0	0	0	0
5	91	101	92	100	105
35	114	138	114	139	123

20 Adicionalmente, un sistema rotatorio que comprende una composición de acuerdo con un modo de realización de la invención tiene un rendimiento mejorado en comparación con un sistema rotatorio que comprende una sustancia de equilibrio tixotrópica sencilla y un área de equilibrio circunferencial provisto de una nanoestructura. Por tanto, el sistema rotatorio que comprende una composición de acuerdo con un modo de realización de la invención, y que tiene una complejidad reducida, puede reemplazar e incluso superar el sistema rotatorio que comprende una sustancia de equilibrio tixotrópica sencilla y un área de equilibrio circunferencial provisto de una nanoestructura.

25 La composición puede comprender además un cuerpo de carga (no mostrado) que está en contacto con la sustancia de equilibrio tixotrópica y que contribuye al equilibrio del sistema rotatorio. El cuerpo de carga tiene, definida por un tamaño de cuerpo del cuerpo de carga, una superficie de cuerpo y un peso de cuerpo, de modo que el cuerpo de carga vence la adhesión entre la superficie de cuerpo y la sustancia de equilibrio tixotrópica cuando la sustancia de equilibrio tixotrópica está sometida a la vibración y cambia a un estado agitado. El tamaño de cuerpo garantiza la movilidad del cuerpo de carga en la composición con la sustancia de equilibrio tixotrópica en el mismo. El cuerpo de carga puede ser una bola. El tamaño de cuerpo corresponde con un diámetro de la bola. El diámetro se puede determinar por una proporción entre la superficie de cuerpo de acuerdo con:

$$A = 4 \pi r^2, \quad (3)$$

35 donde r es un radio de la bola, que representa la estructura de la superficie, que es la rugosidad, y la adhesión, y el volumen de cuerpo de acuerdo con:

$$V = 4/3 \pi r^3, \quad (4)$$

40 donde r es un radio de la bola, que representa la densidad del cuerpo y el peso del cuerpo. Al incrementar el radio r, el volumen, y por tanto, el peso de cuerpo, se incrementa más rápido que la superficie de cuerpo, y la movilidad del cuerpo de carga en la composición se incrementa. El cuerpo de carga puede comprender metal, por ejemplo acero, tal como acero inoxidable.

Los modos de realización de las invenciones comprenden un procedimiento correspondiente.

Los modos de realización de las invenciones comprenden un sistema correspondiente, que comprende posiblemente un número de elementos rotacionales de acuerdo con la invención.

5 Aunque en el presente documento se han ilustrado y descrito modos de realización específicos, se apreciará por los expertos en la técnica que cualquier disposición que se calcula que logre el mismo propósito se puede sustituir por los modos de realización específicos mostrados. Se debe entender que la descripción anterior está destinada a ser ilustrativa y no restrictiva. Esta solicitud está destinada a cubrir cualquier adaptación o variación de la invención. Las combinaciones de los modos de realización anteriores y muchos otros modos de realización serán evidentes para los expertos en la técnica después de la lectura y la comprensión de la descripción anterior. El alcance de la invención incluye cualquiera de otros modos de realización y aplicaciones en los que se pueden usar las estructuras y procedimientos anteriores. Por tanto, el alcance de la invención se debe determinar con referencia a las reivindicaciones adjuntas, junto con todo el alcance de equivalentes a los que dichas reivindicaciones dan derecho.

10

**REIVINDICACIONES**

1. Una composición (240) para equilibrar un sistema rotatorio (200), que comprende:
  - una cantidad de una sustancia de equilibrio tixotrópica;  
caracterizada por
- 5
  - una cantidad de partículas hidrófobas distribuida en dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica; y
  - tamaños de dichas partículas hidrófobas que varían desde aproximadamente 1 nm a aproximadamente 100 µm.
2. La composición (240) de la reivindicación 1, en la que:
  - 10
    - dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica varía desde aproximadamente un 90 % en peso a aproximadamente un 99 % en peso, o varía desde aproximadamente un 95 % en peso a aproximadamente un 98 % en peso, o es de aproximadamente un 97 % en peso; y
    - dicha cantidad de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente un 10 % en peso a aproximadamente un 1 % en peso, o varía desde aproximadamente un 5 % en peso a aproximadamente un 2 % en peso, o es de aproximadamente un 3 % en peso.
- 15 3. La composición (240) de la reivindicación 1 o 2, en la que:
  - los tamaños de dichas partículas hidrófobas varían desde aproximadamente 10 nm a aproximadamente 50 µm, o varían desde aproximadamente 100 nm a aproximadamente 20 µm, o varían desde aproximadamente 1 µm a aproximadamente 10 µm, o varían desde aproximadamente 3 µm a aproximadamente 5 µm, o son aproximadamente 4 µm; o
  - 20
    - un área de superficie específica de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente 1 m<sup>2</sup>/g a aproximadamente 50 m<sup>2</sup>/g, o varía desde aproximadamente 2 m<sup>2</sup>/g a aproximadamente 20 m<sup>2</sup>/g, o varía desde aproximadamente 5 m<sup>2</sup>/g a aproximadamente 10 m<sup>2</sup>/g; o
    - ambas.
4. La composición (240) de la reivindicación 1, 2 o 3, en la que:
  - 25
    - las superficies de dichas partículas hidrófobas comprenden un fluorocarbono, por ejemplo un fluoropolímero, tal como politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno-propileno fluorado (FEP), en particular copolímero de tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno, perfluoroalcoxi (PFA) o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), o una silicona; o
    - una combinación de los mismos.
- 30 5. La composición (240) de la reivindicación 1, 2, 3 o 4, en la que:
  - los núcleos de dichas partículas hidrófobas comprenden un fluorocarbono, por ejemplo un fluoropolímero, tal como politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno-propileno fluorado (FEP), en particular copolímero de tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno, copolímero de perfluoroalcoxi (PFA) o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), o una silicona, o un metal, por ejemplo hierro, o carbono; o
  - 35
    - una combinación de los mismos.
6. La composición (240) de la reivindicación 1, 2, 3, 4 o 5, en la que:
  - una densidad de dichas partículas hidrófobas es mayor que una densidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica;
  - 40
    - la densidad de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente 1000 kg/m<sup>3</sup> a aproximadamente 5000 kg/m<sup>3</sup>, o varía desde aproximadamente 2000 kg/m<sup>3</sup> a aproximadamente 4000 kg/m<sup>3</sup>, o es de aproximadamente 3000 kg/m<sup>3</sup>; o
    - ambas.
7. Una composición (240) para equilibrar un sistema rotatorio (200), que comprende:
  - una cantidad de una sustancia de equilibrio tixotrópica;
  - 45
    - caracterizada por

- una cantidad de nanopartículas distribuida en dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica; y
- tamaños de dichas nanopartículas que varían desde aproximadamente 1 nm a aproximadamente 1000  $\mu\text{m}$ .

8. La composición (240) de la reivindicación 7, en la que:

- dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica varía desde aproximadamente un 90 % en peso a aproximadamente un 99 % en peso, o varía desde aproximadamente un 95 % en peso a aproximadamente un 98 % en peso, o es aproximadamente de un 97 % en peso, y dicha cantidad de dichas nanopartículas varía desde aproximadamente un 10 % en peso a aproximadamente un 1 % en peso, o varía desde aproximadamente un 5 % en peso a aproximadamente un 2 % en peso, o es de aproximadamente un 3 % en peso;

- los tamaños de dichas nanopartículas varían desde aproximadamente 2 nm a aproximadamente 500 nm, o varían desde aproximadamente 5 nm a aproximadamente 200 nm, o varían desde aproximadamente 10 nm a aproximadamente 100 nm, o varían desde aproximadamente 20 nm a aproximadamente 50 nm, o son aproximadamente 40 nm;

- un área de superficie específica de dichas nanopartículas varía desde aproximadamente 1  $\text{m}^2/\text{g}$  a aproximadamente 50  $\text{m}^2/\text{g}$ , o varía desde aproximadamente 2  $\text{m}^2/\text{g}$  a aproximadamente 20  $\text{m}^2/\text{g}$ , o varía desde aproximadamente 5  $\text{m}^2/\text{g}$  a aproximadamente 10  $\text{m}^2/\text{g}$ ;

- dichas nanopartículas comprenden un fluorocarbono, por ejemplo un fluoropolímero, tal como politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno-propileno fluorado (FEP), en particular copolímero de tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno, copolímero de perfluoroalcoxi (PFA) o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), o una silicona, o un metal, por ejemplo aluminio, cobre, oro, hierro, plata, titanio y cinc, u óxido de metal, por ejemplo óxido de aluminio, óxido de cobre, óxido de hierro, óxido de plata y óxido de titanio, semiconductor, por ejemplo seleniuro de cadmio, telururo de cadmio y silicio, o carbono, por ejemplo negro de carbono, nanotubos de carbono, grafito y fullereno;

- una densidad de dichas nanopartículas es mayor que una densidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica;

- la densidad de dichas nanopartículas varía desde aproximadamente 1000  $\text{kg}/\text{m}^3$  a aproximadamente 5000  $\text{kg}/\text{m}^3$ , o varía desde aproximadamente 2000  $\text{kg}/\text{m}^3$  a aproximadamente 4000  $\text{kg}/\text{m}^3$ , o es de aproximadamente 3000  $\text{kg}/\text{m}^3$ ; o

- una combinación de los mismos.

9. Un procedimiento de reducción de la vibración en un sistema rotatorio (200), caracterizado por:

- distribuir una cantidad de partículas hidrófobas en una cantidad de una sustancia de equilibrio tixotrópica para formar una cantidad de una composición (240);

- tamaños de dichas partículas hidrófobas que varían desde aproximadamente 1 nm a aproximadamente 100  $\mu\text{m}$ ; y

- proporcionar un elemento rotacional (110) que comprende una cámara (120) que tiene un fulcro en un eje rotacional (150) de dicho elemento rotacional (110), que comprende un área de equilibrio circunferencial (130) y que está parcialmente lleno con al menos una porción de dicha cantidad de dicha composición (240).

10. El procedimiento de la reivindicación 9, que comprende además:

- rotar dicho elemento rotacional (110) sobre dicho eje rotacional (150), de modo que se licúa y se distribuye dicha composición (240) a lo largo de dicha área de equilibrio circunferencial (130), y se reduce un desequilibrio de dicho elemento rotacional (110).

11. El procedimiento de la reivindicación 9 o 10, en el que:

- dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica varía desde aproximadamente un 90 % en peso a aproximadamente un 99 % en peso, o varía desde aproximadamente un 95 % en peso a aproximadamente un 98 % en peso, o es aproximadamente de un 97 % en peso, y dicha cantidad de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente un 10 % en peso a aproximadamente un 1 % en peso, o varía desde aproximadamente un 5 % en peso a aproximadamente un 2 % en peso, o es de aproximadamente un 3 % en peso;

- los tamaños de dichas partículas hidrófobas varían desde aproximadamente 10 nm a aproximadamente 50  $\mu\text{m}$ , o varían desde aproximadamente 100 nm a aproximadamente 20  $\mu\text{m}$ , o varían desde aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 10  $\mu\text{m}$ , o varían desde aproximadamente 3  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 5  $\mu\text{m}$ , o son aproximadamente 4  $\mu\text{m}$ ;



- un área de superficie específica de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente  $1 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $50 \text{ m}^2/\text{g}$ , o varía desde aproximadamente  $2 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $20 \text{ m}^2/\text{g}$ , o varía desde aproximadamente  $5 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $10 \text{ m}^2/\text{g}$ ;
  - 5 - las superficies de dichas partículas hidrófobas comprenden un fluorocarbono, por ejemplo un fluoropolímero, tal como politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno-propileno fluorado (FEP), en particular copolímero de tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno, perfluoroalcoxi (PFA) o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), o una silicona;
  - 10 - los núcleos de dichas partículas hidrófobas comprenden un fluorocarbono, por ejemplo un fluoropolímero, tal como politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno-propileno fluorado (FEP), en particular copolímero de tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno, copolímero de perfluoroalcoxi (PFA) o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), o una silicona, o un metal, por ejemplo hierro, o carbono;
  - una densidad de dichas partículas hidrófobas es mayor que una densidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica;
  - 15 - la densidad de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente  $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$  a aproximadamente  $5000 \text{ kg}/\text{m}^3$ , o varía desde aproximadamente  $2000 \text{ kg}/\text{m}^3$  a aproximadamente  $4000 \text{ kg}/\text{m}^3$ , o es de aproximadamente  $3000 \text{ kg}/\text{m}^3$ ; o
  - una combinación de los mismos.
12. El procedimiento de la reivindicación 9, 10 o 11, en el que:
- 20 - dicho sistema rotatorio (200) está comprendido en un vehículo, por ejemplo un coche, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio (200) es una rueda, un sistema de motor o un sistema de transmisión de dicho vehículo;
  - dicho sistema rotatorio (200) está comprendido en una aeronave, por ejemplo un helicóptero, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio (200) es un sistema de motor o palas de dicha aeronave;
  - 25 - dicho sistema rotatorio (200) está comprendido en una embarcación, por ejemplo un buque de carga, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio (200) es un sistema de motor o un sistema de transmisión de dicha aeronave; o
  - dicho sistema rotatorio (200) está comprendido en una máquina de procesamiento de artículos, por ejemplo una lavadora, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio (200) es un sistema de motor o tambor que recibe artículos de dicha máquina de procesamiento de artículos.
13. Un sistema rotatorio (200) para reducir la vibración en dicho sistema rotatorio (200), caracterizado por:
- 30 - un sistema rotatorio (200) para reducir la vibración en dicho sistema rotatorio (200), caracterizado por un elemento rotacional (110) que comprende una cámara (120 que tiene un fulcro en un eje rotacional (150) de dicho elemento rotacional (110), que comprende un área de equilibrio circunferencial (130) y que está parcialmente lleno con una cantidad de una composición (240) que comprende una cantidad de una sustancia de equilibrio tixotrópica y una cantidad de partículas hidrófobas distribuida en dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica; y
  - 35 - tamaños de dichas partículas hidrófobas que varían desde aproximadamente  $1 \text{ nm}$  a aproximadamente  $100 \text{ }\mu\text{m}$ .
14. El sistema rotatorio (200) de la reivindicación 13, en el que:
- 40 - dicha cantidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica varía desde aproximadamente un 90 % en peso a aproximadamente un 99 % en peso, o varía desde aproximadamente un 95 % en peso a aproximadamente un 98 % en peso, o es aproximadamente de un 97 % en peso, y dicha cantidad de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente un 10 % en peso a aproximadamente un 1 % en peso, o varía desde aproximadamente un 5 % en peso a aproximadamente un 2 % en peso, o es de aproximadamente un 3 % en peso; o
  - 45 - los tamaños de dichas partículas hidrófobas varían desde aproximadamente  $10 \text{ nm}$  a aproximadamente  $50 \text{ }\mu\text{m}$ , o varían desde aproximadamente  $100 \text{ nm}$  a aproximadamente  $20 \text{ }\mu\text{m}$ , o varían desde aproximadamente  $1 \text{ }\mu\text{m}$  a aproximadamente  $10 \text{ }\mu\text{m}$ , o varían desde aproximadamente  $3 \text{ }\mu\text{m}$  a aproximadamente  $5 \text{ }\mu\text{m}$ , o son aproximadamente  $4 \text{ }\mu\text{m}$ ;
  - 50 - un área de superficie específica de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente  $1 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $50 \text{ m}^2/\text{g}$ , o varía desde aproximadamente  $2 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $20 \text{ m}^2/\text{g}$ , o varía desde aproximadamente  $5 \text{ m}^2/\text{g}$  a aproximadamente  $10 \text{ m}^2/\text{g}$ ;

- las superficies de dichas partículas hidrófobas comprenden un fluorocarbono, por ejemplo un fluoropolímero, tal como politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno-propileno fluorado (FEP), en particular copolímero de tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno, perfluoroalcoxi (PFA) o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), o una silicona;
- 5
- los núcleos de dichas partículas hidrófobas comprenden un fluorocarbono, por ejemplo un fluoropolímero, tal como politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno-propileno fluorado (FEP), en particular copolímero de tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno, copolímero de perfluoroalcoxi (PFA) o copolímero de etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), o una silicona, o un metal, por ejemplo hierro, o carbono;
- 10
- una densidad de dichas partículas hidrófobas es mayor que una densidad de dicha sustancia de equilibrio tixotrópica;
  - la densidad de dichas partículas hidrófobas varía desde aproximadamente  $1000 \text{ kg/m}^3$  a aproximadamente  $5000 \text{ kg/m}^3$ , o varía desde aproximadamente  $2000 \text{ kg/m}^3$  a aproximadamente  $4000 \text{ kg/m}^3$ , o es de aproximadamente  $3000 \text{ kg/m}^3$ ; o
  - una combinación de los mismos.
- 15
15. El sistema rotatorio (200) de la reivindicación 13 o 14, en el que:
- dicho sistema rotatorio (200) está comprendido en un vehículo, por ejemplo un coche, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio (200) es una rueda, un sistema de motor o un sistema de transmisión de dicho vehículo;
  - dicho sistema rotatorio (200) está comprendido en una aeronave, por ejemplo un helicóptero, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio (200) es un sistema de motor o palas de dicha aeronave;
- 20
- dicho sistema rotatorio (200) está comprendido en una embarcación, por ejemplo un buque de carga, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio (200) es un sistema de motor o un sistema de transmisión de dicha aeronave; o
  - dicho sistema rotatorio (200) está comprendido en una máquina de procesamiento de artículos, por ejemplo una lavadora, y, opcionalmente, dicho sistema rotatorio (200) es un sistema de motor o tambor que recibe artículos de
- 25
- dicha máquina de procesamiento de artículos.

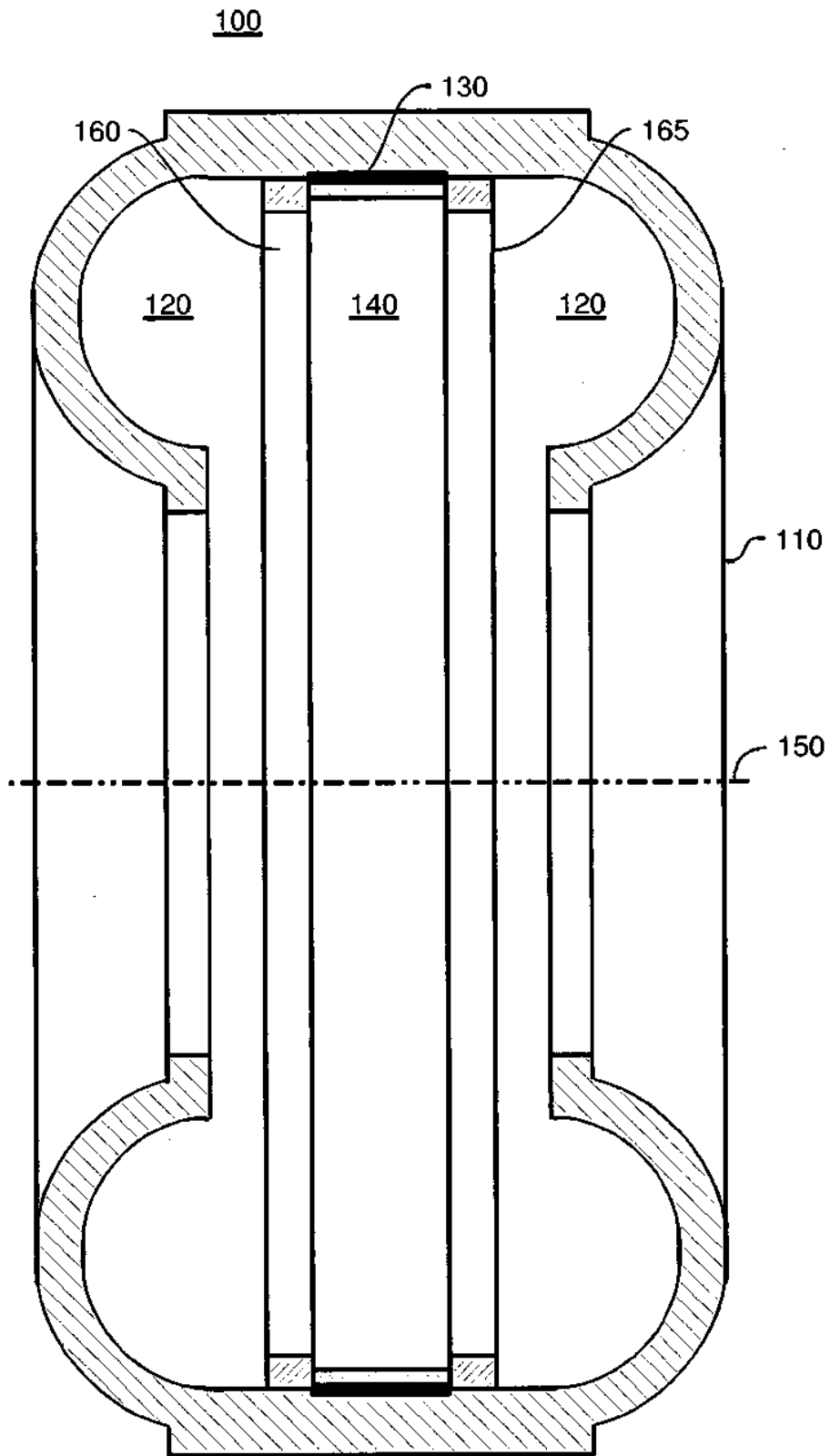


FIG. 1

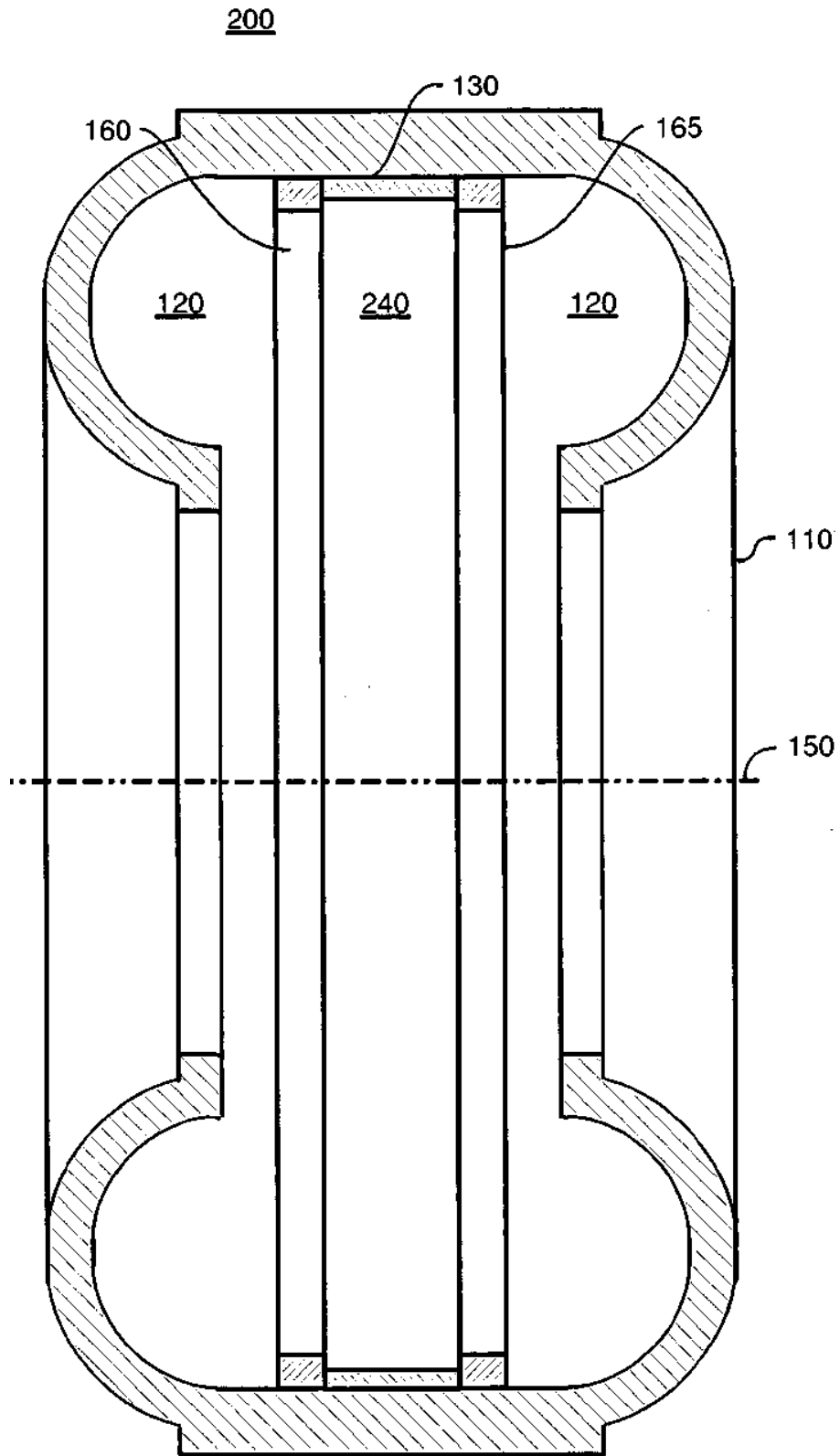


FIG. 2

