

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 032**

51 Int. Cl.:

**B63H 21/30** (2006.01)

**F16F 15/36** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.11.2010 PCT/EP2010/067687**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2011 WO11061228**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2010 E 10776390 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2501609**

54 Título: **Procedimiento, aparato y sistema para la reducción de vibraciones en un sistema giratorio de una embarcación**

30 Prioridad:

**20.11.2009 EP 09176604**

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

**10.03.2017**

73 Titular/es:

**CARNEHAMMAR, BERTIL (100.0%)  
Sonnenbergstrasse 126  
8032 Zürich, CH**

72 Inventor/es:

**SEITZ, NORBERT**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 605 032 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

Procedimiento, aparato y sistema para la reducción de vibraciones en un sistema giratorio de una embarcación

### Campo de la invención

5 Las realizaciones de la invención descritas en la presente memoria versan, en general, acerca de la reducción de vibraciones y, más en particular, acerca de un procedimiento, un aparato y un sistema para reducir las vibraciones en un sistema giratorio de una embarcación, por ejemplo un sistema mecánico de propulsión, tal como un sistema de motor mecánico o de motor eléctrico, un sistema de transmisión de potencia, o hélice, de una embarcación, por ejemplo un navío, tal como un barco o buque.

### Antecedentes de la invención

10 La vibración es un factor medioambiental fundamental en una embarcación. 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 daños al material. Una fuente principal de vibración es un sistema giratorio de la embarcación, por ejemplo un sistema mecánico de propulsión, tal como un sistema de motor mecánico o de motor eléctrico o un sistema de transmisión de potencia, de la embarcación. Las vibraciones pueden comprender  
15 vibraciones dependientes de la velocidad de rotación que se originan, en general, en el sistema de motor mecánico o de motor eléctrico y vibraciones dependientes de la velocidad que se originan, en general, en el sistema de transmisión de potencia. Las vibraciones pueden dañar los cojinetes de elementos rodantes, por ejemplo cojinetes de bolas o cojinetes de rodillos, utilizados, por ejemplo, como cojinetes de motor o juntas.

20 Debido al desgaste del sistema de motor mecánico o de motor eléctrico y del sistema de transmisión de potencia, la vibración en la embarcación aumenta, generalmente, con el paso del tiempo. Con más detalle, debido al desgaste de un elemento giratorio, su centro de gravedad (CdeG) se mueve con el paso del tiempo debido a un desequilibrio que provoca vibración.

Se considera que el documento EP 010973 es la técnica anterior más cercana, y divulga un aparato de compensación activa de vibraciones.

25 Sin embargo, existe la necesidad de la invención según se define a continuación en las realizaciones.

### Sumario de la invención

30 La invención tiene como objetivo proporcionar un procedimiento, un aparato y un sistema para reducir las vibraciones en un sistema giratorio de una embarcación, por ejemplo un sistema mecánico de propulsión, tal como un sistema de motor mecánico o de motor eléctrico, un sistema de transmisión de potencia o hélice, de una embarcación, por ejemplo un navío, tal como un barco o buque.

35 Un aspecto de la invención es un procedimiento para reducir las vibraciones en un sistema giratorio 120, 130, 140 de una embarcación, por ejemplo un carguero 100, que comprende equilibrar dicho sistema giratorio 120, 130, 140, caracterizado porque proporciona un elemento giratorio 300, 302-306 que comprende una cámara 310-312 que tiene un punto de apoyo en un eje giratorio 340 de dicho elemento giratorio 300, 302-306, que comprende un área circunferencial 320 de equilibrado y que está llena parcialmente con una cantidad de una sustancia tixotrópica 330 de equilibrado.

40 El sistema giratorio 120, 130, 140 puede ser un motor, un tren transmisor de potencia o instalación motriz, o una hélice de la embarcación. La sustancia tixotrópica 330 de equilibrado puede fluir bajo la influencia de la vibración inducida por el sistema giratorio 120, 130, 140. Por lo tanto, debido a la vibración, la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado se distribuye en la cámara 310 para reducir o minimizar la vibración. Como consecuencia, un centro 350 de gravedad (CdeG) o centro de rotación (CdeR) del sistema giratorio 120, 130, 140 se mueve hacia un CdeR ideal 350, y el procedimiento compensa la migración del CdeG. Como consecuencia adicional, se reduce la vibración y, como resultado, se aumenta la seguridad, se aumenta la estabilidad y se reduce la fatiga del material. Como resultado adicional, se mejora la comodidad, se reduce el ruido y, por lo tanto, se mejora la acústica en el interior de  
45 la embarcación al igual que en el exterior de la embarcación, especialmente en el agua. Además, se reduce el desgaste de la embarcación, en particular del sistema giratorio 120, 130, 140.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, que comprende, además, hacer girar dicho elemento giratorio 300, 302-306 en torno al eje giratorio 340, de forma que dicha sustancia tixotrópica 330 de equilibrado se licúe y se distribuya por toda el área circunferencial 320 de equilibrado, y se reduzca un desequilibrio de dicho elemento giratorio 300, 302-306.  
50

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicho eje giratorio 340 está orientado horizontalmente; o dicho eje giratorio 340 está orientado verticalmente.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicho elemento giratorio 300, 302-306 es un elemento original de dicho sistema giratorio 120, 130, 140. Como consecuencia, la cámara 310 puede no requerir espacio propio y, como resultado, puede ser sencillo introducir la cámara 310 en el diseño de la embarcación.

5 Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicho elemento giratorio 300, 302-306 es un elemento de sustitución de dicho sistema giratorio 120, 130, 140. Como consecuencia, la cámara 310 puede no requerir espacio propio y, como resultado, puede ser sencillo introducir la cámara 310 en el diseño de la embarcación. Como consecuencia adicional, el elemento giratorio 300, 302-306 puede ser compatible con el elemento giratorio original y, como resultado, puede utilizarse el elemento giratorio 300, 302-306 para mejorar la embarcación.

10 Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicho elemento giratorio 300, 302-306 es un elemento complementario de dicho sistema giratorio 120, 130, 140. Como consecuencia, el elemento giratorio 300, 302-306 puede ser compatible con el elemento giratorio original y, como resultado, se puede utilizar el elemento giratorio 300, 302-306 para mejorar la embarcación.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicho elemento giratorio 300, 302-306 es un eje hueco o un eje tubular; dicho elemento giratorio 300, 302-306 es un eje articulado, por ejemplo un eje cardánico.

15 Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicho giratorio 120, 130, 140 es un sistema 120 de motor de dicha embarcación; dicho elemento giratorio 300, 302-306 es un cigüeñal; o ambos.

20 Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicho sistema giratorio 120, 130, 140 es un sistema 130 de transmisión de potencia de dicha embarcación, por ejemplo un tren transmisor de potencia o instalación motriz; dicho elemento giratorio 300, 302-306 es un eje 302, por ejemplo un eje motor, tal como un eje motor de la hélice, un volante o un recipiente; o una combinación de los mismos.

25 Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicha cámara 310 es anular o tiene forma de anillo. Como consecuencia, la cámara 310 puede permitir, debido a un mayor diámetro, un uso eficaz de la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado y, como resultado, se puede reducir la cantidad de sustancia tixotrópica 330 de equilibrado. Como consecuencia adicional, debido a que la sección transversal es rectangular, tiene forma semicircular o de campana, la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado puede operar de forma sumamente eficaz y, como resultado adicional, se puede reducir adicionalmente la cantidad de sustancia tixotrópica 330 de equilibrado. Como consecuencia adicional, debido a que la sección transversal es circular, se puede reducir la resistencia del aire y, como resultado adicional, se puede mejorar la estabilidad.

30 Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicha cámara 310 es cilíndrica. Como consecuencia, la cámara 310 puede ser compacta y, como resultado, la cámara 310 puede requerir poco espacio.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicha cámara 310 tiene una sección transversal que es rectangular, cuadrada, tiene forma semicircular, de campana o circular.

35 Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicha cámara 310 tiene un diámetro entre aproximadamente 0,01 m y aproximadamente 1 m, o entre aproximadamente 0,02 m y aproximadamente 0,5 m, o entre aproximadamente 0,05 m y aproximadamente 0,2 m, o aproximadamente 0,1 m; dicha cámara 310 tiene una longitud de entre aproximadamente 0,01 m y aproximadamente 20 m, o entre aproximadamente 0,02 m y aproximadamente 10 m, o entre aproximadamente 0,05 m y aproximadamente 5 m, o entre aproximadamente 0,1 m y aproximadamente 2 m, o aproximadamente 0,5 m; o una combinación de los mismos. Sin embargo, se pueden determinar el diámetro, la longitud o ambos mediante el espacio disponible.

40 Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicha cantidad de dicha sustancia tixotrópica 330 de equilibrado está entre aproximadamente 0,01 kg y aproximadamente 1000 kg, o entre aproximadamente 0,1 kg y aproximadamente 200 kg, o entre aproximadamente 0,2 kg y aproximadamente 100 kg, o entre aproximadamente 0,5 kg y aproximadamente 50 kg, o entre aproximadamente 1 kg y aproximadamente 20 kg, o aproximadamente 5 kg; dicha cámara 310 está llena con la cantidad de dicha sustancia tixotrópica 330 de equilibrado hasta entre  
45 aproximadamente un 1% y aproximadamente un 90%, o entre aproximadamente un 10% y aproximadamente un 80%, o entre aproximadamente un 25% y aproximadamente un 75%, o aproximadamente un 50%; o una combinación de las mismas.

50 Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicha cámara 310 comprende un área circunferencial 320 de equilibrado con una nanoestructura, estando formada dicha nanoestructura, por ejemplo, de un material, tal como un barniz, que comprende nanopartículas, o estando impresa en dicha área 320 de equilibrado. Se puede proporcionar la nanoestructura distribuyendo, por ejemplo pulverizando y secando o endureciendo, el material en el área de equilibrado. El secado o endurecimiento puede comprender el curado de nanomateriales, es decir el nanobarniz, utilizando radiación ultravioleta (UV), es decir luz UV, por ejemplo. El material, es decir el nanomaterial, puede proporcionar la nanoestructura como nanosustrato. El nanomaterial puede comprender dos o más  
55 componentes, por ejemplo un primer componente A, por ejemplo una resina, y un segundo componente B, por ejemplo un endurecedor. El nanomaterial puede ser un material de dos componentes. El nanomaterial, es decir el

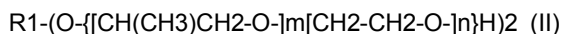
primer componente A y el segundo componente B, puede reaccionar mediante reticulación química o polimerización. La reacción de reticulación química puede comenzar inmediatamente o poco después de mezclar el primer componente A y el segundo componente B. Como consecuencia, puede aumentar la movilidad de la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado en el área 320 de equilibrado y, como resultado, se puede mejorar el efecto de equilibrado.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicho elemento giratorio 300, 302-306 comprende metal, por ejemplo acero o aluminio, o material compuesto, por ejemplo material reforzado con fibra de vidrio o material reforzado con fibra de carbono, o material sintético, por ejemplo plásticos o plexiglás. Preferentemente, el material es material utilizado en otros lugares de la embarcación, en particular en el sistema giratorio 120, 130, 140. Como consecuencia, se pueden evitar problemas debidos a una incompatibilidad y, como resultado, se puede mejorar la vida útil de la embarcación, del sistema giratorio 120, 130, 140 o de ambos, y se puede simplificar el mantenimiento.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicha sustancia tixotrópica 330 de equilibrado tiene un valor de esfuerzo de fluencia entre aproximadamente 1 Pa y aproximadamente 400 Pa, por ejemplo entre aproximadamente 2 Pa y aproximadamente 260 Pa, tal como aproximadamente 30 Pa. Como consecuencia, se puede mejorar la distribución de la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado y, como resultado, se puede mejorar el efecto del equilibrado.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicha sustancia tixotrópica 330 de equilibrado es una composición de gel de equilibrado que comprende

- 1) 85 a 97% en peso de un componente de eterglicol que comprende uno o más de éteres de copolímero de etilen/propilenglicol de fórmula general (I) o de fórmula general (II) o mezclas de las mismas



en las 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 el que los dos sustituyentes no se encuentran en el mismo átomo de carbono;

m es el porcentaje molar de propilenglicol en el o los restos de copolímero de etilen/propilenglicol; y  
n es el porcentaje molar de etilenglicol en el o los restos de copolímero de etilen/propilenglicol, encontrándose la relación n:m en el intervalo desde 35:65 hasta 80:20; teniendo cada compuesto de copolímero de glicol un peso molecular promedio en número en el intervalo de 2000-10000; y

- 2) 3 a 15% en peso de un formador de gel de sílice ahumada; siendo dicha composición viscoelástica de equilibrado y teniendo un módulo de almacenamiento (G') entre 1500 Pa y 5000 Pa a 22°C, un módulo de pérdida (G'') menor que el módulo de almacenamiento hasta una frecuencia de transición de 10-40 Hz, y un límite elástico crítico que supera 2 Pa.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que el peso molecular promedio en número del o de los componentes de eterglicol se encuentra en el intervalo de 3000-10000.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que la relación n:m se encuentra en el intervalo desde 35:65 hasta 80:20, o en el intervalo desde 40:60 hasta 75:22, o en el intervalo desde 40:60 hasta 60:40, o 50:50.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que el formador de gel de sílice ahumada es una sílice ahumada de tipo hidrófilo que tiene un área superficial BET desde 90 hasta 400 m<sup>2</sup>/g, preferentemente desde 200 hasta 300 m<sup>2</sup>/g; o el formador de gel de sílice ahumada es una sílice ahumada de tipo hidrofobizado que tiene un área superficial BET desde 50 hasta 300 m<sup>2</sup>/g, preferentemente desde 250 hasta 350 m<sup>2</sup>/g; o mezclas de tales formadores de gel de sílice ahumada de tipo hidrófilo e hidrofobizado.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que el o los componentes de eterglicol exhiben un grado de viscosidad determinado según ISO3448 superior a 500, preferentemente en el intervalo de 800-1200.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que un cuerpo de carga hace contacto con dicha sustancia tixotrópica 330 de equilibrado. Como consecuencia, el cuerpo de carga puede contribuir a equilibrar el sistema giratorio 120, 130 y, como resultado, se puede mejorar el efecto del equilibrado, y se puede reducir la cantidad de dicha sustancia tixotrópica 330 de equilibrado.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicho cuerpo de carga tiene, definido por un tamaño de cuerpo de dicho cuerpo de carga, una superficie del cuerpo y un peso del cuerpo, de forma que dicho cuerpo de

carga supere la adhesión entre dicha superficie del cuerpo y dicha sustancia tixotrópica 330 de equilibrado cuando se somete a dicha sustancia tixotrópica 330 de equilibrado a dicha vibración y a cambios en un estado agitado. Como consecuencia, el tamaño del cuerpo garantiza la movilidad del cuerpo de carga en la cámara 310 con la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado en la misma y, como resultado, se puede mejorar el efecto del equilibrado.

- 5 Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el que dicho cuerpo de carga es, preferentemente, una bola. El tamaño del cuerpo se corresponde con el diámetro de la bola. Se puede determinar el diámetro mediante una relación entre la superficie del cuerpo según  $A = 4 \pi r^2$ , que da cuenta de la estructura de la superficie, es decir la rugosidad y la adhesión, y un volumen del cuerpo según  $V = 4/3 \pi r^3$ , que da cuenta de la densidad del cuerpo y el peso del cuerpo. Para aumentar el radio  $r$ , el volumen del cuerpo y, por lo tanto, el peso del cuerpo, aumenta más rápido que la superficie del cuerpo. Como consecuencia, se puede aumentar la movilidad del cuerpo de carga en la cámara 310 y, como resultad, se puede mejorar el efecto del equilibrado.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento, en el 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 en la cámara 310 y, como resultado, se puede simplificar y reducir el trabajo de mantenimiento.

- 15 Un aspecto adicional de la invención es un aparato para reducir la vibración en un sistema giratorio 120, 130, 140 de una embarcación, por ejemplo un carguero 100, caracterizado por un elemento giratorio 300, 302-306 que comprende una cámara 310-312 que tiene un punto de apoyo en un eje giratorio 340 de dicho elemento giratorio 300, 302-306, que comprende un área circunferencial 320 de equilibrado y que está llena parcialmente con una cantidad de una sustancia tixotrópica 330 de equilibrado.
- 20 Otro aspecto más de la invención es un sistema giratorio 120, 130, 140 de una embarcación, por ejemplo un carguero 100, para reducir la vibración en dicho sistema giratorio 120, 130, 140, caracterizado por un elemento giratorio 300, 302-306 que comprende una cámara 310-312 que tiene un punto de apoyo en un eje giratorio 340 de dicho elemento giratorio 300, 302-306, que comprende un área circunferencial 320 de equilibrado y que está llena parcialmente con una cantidad de una sustancia tixotrópica 330 de equilibrado.

25 **Breve descripción de las diversas vistas del dibujo o de los dibujos**

Aunque la memoria concluye con reivindicaciones que señalan en particular y reivindican nítidamente lo que se considera la invención, se dará una descripción más particular de la invención con referencia a realizaciones específicas de la misma, que se muestran en los dibujos adjuntos, para ilustrar la forma en la que se obtienen las realizaciones de la invención. Entendiendo que estos dibujos solo muestran realizaciones típicas de la invención, que no están dibujadas necesariamente a escala y, por lo tanto, no deben ser consideradas limitantes de su alcance, se describirán y explicarán realizaciones con especificidad y detalles adicionales mediante el uso de los dibujos adjuntos, en los que:

- 35 La Fig. 1 muestra una vista esquemática de una embarcación, por ejemplo un buque, tal como un buque comercial, como un carguero, al que se puede aplicar la invención;
- la Fig. 2 muestra una vista en sección transversal de una cámara en un eje, por ejemplo un eje motor, tal como un eje portahélice, según una realización de la invención;
- la Fig. 3 muestra una vista en sección transversal de una cámara en un eje, por ejemplo un eje motor, tal como un eje portahélice, según otra realización de la invención;
- 40 la Fig. 4 muestra una vista en sección transversal de una cámara en un eje, por ejemplo un eje motor, tal como un eje portahélice, según otra realización más de la invención;
- la Fig. 5 muestra una vista en sección transversal de una pluralidad de cámaras en un eje, por ejemplo un eje motor, tal como un eje portahélice, según otra realización más de la invención;
- la Fig. 6 muestra, para una realización preferente de la invención, una vista en sección transversal de la cámara cilíndrica en un punto inicial en el tiempo;
- 45 la Fig. 7 muestra, para la realización preferente de la invención, una vista en sección transversal de la cámara cilíndrica en un punto en el tiempo, cuando se distribuye la sustancia tixotrópica de equilibrado por toda el área circunferencial de equilibrado de la cámara;
- la Fig. 8 muestra una vista en sección transversal de una cámara en un elemento giratorio según otra realización más de la invención;
- 50 la Fig. 9 muestra una vista en sección transversal de una cámara en un elemento giratorio según otra realización más de la invención; y
- la Fig. 10 muestra una vista en sección transversal de una cámara en otro elemento giratorio según otra realización más de la invención.

**Descripción detallada de la invención**

- 55 En la siguiente descripción detallada de las realizaciones, se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman parte de la presente memoria y muestran, a modo de ilustración, realizaciones específicas en las que se puede poner en práctica la invención. En los dibujos, los números similares describen componentes sustancialmente similares en todas las diversas vistas. Se concibe que las realizaciones describan aspectos de la invención con suficiente detalle

para permitir que los expertos en la técnica pongan en práctica la invención. Se pueden utilizar otras realizaciones y se pueden realizar cambios o combinaciones estructurales, lógicos o eléctricos de las mismas sin alejarse del alcance de la invención. Además, se debe comprender que las diversas realizaciones de la invención, aunque son distintas, no son necesariamente mutuamente excluyentes. Por ejemplo, se pueden incluir un rasgo, una estructura o una característica particulares descritos en una realización en otras realizaciones. Además, se debe comprender que se pueden implementar realizaciones de la invención utilizando distintas tecnologías. Además, se pretende que el término "ejemplar" signifique simplemente un ejemplo, no lo mejor o lo óptimo. Por lo tanto, no se debe interpretar la siguiente descripción detallada en un sentido limitante, y el alcance de la invención solo está definido por las reivindicaciones adjuntas, junto con el alcance completo de los equivalentes a los que tienen derecho tales realizaciones.

Se hará referencia a los dibujos. Para mostrar las estructuras de las realizaciones con máxima claridad, los dibujos incluidos en la presente memoria son representaciones esquemáticas de artículos inventivos. Por lo tanto, el aspecto real de las estructuras fabricadas puede parecer distinto mientras sigan incorporando estructuras esenciales de las realizaciones. Además, los dibujos solo muestran las estructuras necesarias para comprender las realizaciones. No se han incluido estructuras adicionales conocidas en la técnica para mantener la claridad de los dibujos. También se debe comprender que las características y/o los elementos mostrados en la presente memoria se ilustran con dimensiones particulares relativas entre sí con fines de simplicidad y de facilitación de la comprensión, y que las dimensiones reales pueden diferir sustancialmente de lo ilustrado en la presente memoria.

En la descripción y en las reivindicaciones siguientes, se pueden utilizar los términos "incluye", "tienen", "con" u otras variantes de los mismos. Se debe comprender que se concibe que tales términos sean inclusivos de una forma similar al término "comprender".

En la descripción y en las reivindicaciones siguientes, se pueden utilizar las expresiones "acoplado" y "conectado", junto con derivados tales como "acoplado de forma comunicativa". Se debe comprender que no se conciben estas expresiones como sinónimos mutuos. Más bien, en realizaciones particulares, se puede utilizar "conectado" para indicar que dos o más elementos se encuentran en contacto físico o eléctrico directo entre sí. Sin embargo, "acoplado" también puede significar que dos o más elementos no se encuentran en contacto directo entre sí, pero, no obstante, siguen cooperando o interactuando entre sí.

En la descripción y en las reivindicaciones siguientes, se pueden utilizar los términos "superior", "inferior", "primero", "segundo", etc. únicamente con fines descriptivos y no deben ser interpretados como limitantes. Las realizaciones de un dispositivo o artículo descrito en la presente memoria pueden ser fabricadas, utilizadas o fletadas en varias posiciones y orientaciones.

Las embarcaciones comprenden navíos, por ejemplo barcos o buques. En general, un barco es un navío con un tonelaje bruto de registro (GRT) de hasta 500 o hasta tres mástiles con velas, y un buque es un navío con más de 500 GRT o más de tres mástiles con velas. Los navíos comprenden navíos navales o navíos de la armada, por ejemplo buques de guerra y submarinos, y navíos civiles, por ejemplo navíos mercantes o navíos comerciales, tales como navíos de carga, como navíos de contenedores y petroleros, y navíos de pasajeros, como cruceros, navíos de pesca y rompehielos y navíos privados. Un buque de pasajeros es un navío comercial mayor para transportar pasajeros. Un carguero es un navío comercial mayor para transportar mercancía o materiales. Las embarcaciones pueden comprender un sistema mecánico de propulsión, tal como un sistema de motor mecánico o de motor eléctrico o un sistema de transmisión de potencia.

La Fig. 1 muestra una vista esquemática de una embarcación, por ejemplo un buque, tal como un buque comercial, como un carguero 100, al que puede aplicarse la invención. El carguero 100 comprende un casco 110, un motor mecánico o motor eléctrico 120, un tren transmisor de potencia o instalación motriz 130, una hélice 140, un sistema 160 de dirección y un puente 170. El carguero 100 comprende una sección de proa o sección anterior, una sección de cuaderna maestra, y una sección posterior o sección de popa. El carguero 100 puede comprender, además, un sello 150, por ejemplo un prensaestopa.

El motor mecánico o motor eléctrico 120 está situado en el casco 110. Con más detalle, el motor 120 puede estar ubicado en la sección posterior o sección de popa del carguero 100, según se muestra en la Fig. 1. El motor 120 genera potencia, tal como potencia giratoria, o energía, tal como energía giratoria, para propulsar el carguero 100 y puede ser un motor de combustión, por ejemplo un motor diésel, tal como un motor diésel de dos tiempos o un motor diésel de cuatro tiempos de construcción de cruceta, sin cruceta o de cilindros opuestos, como un motor diésel de cruceta de dos tiempos (de baja velocidad), o un motores de gasolina, o una turbina, por ejemplo una turbina de gas o turbina de vapor, o un motor de popa, o un motor eléctrico, o una combinación de los mismos, por ejemplo un motor híbrido, tal como un motor diésel-eléctrico). En consecuencia, el motor 120 puede consumir madera, combustible fósil, por ejemplo carbón, gasolina, gasóleo, tal como gasóleo pesado, o gas, tal como gas natural licuado (LNG), combustible nuclear, energía solar o energía eléctrica, tal como energía eléctrica almacenada. Por lo tanto, el carguero 100 mostrado en la Fig. 1 tiene un único motor 120. De forma alternativa, una embarcación puede comprender una pluralidad de motores, por ejemplo dos, tres, cuatro o más motores. Además, los motores pueden ser de distintos tipos. Por ejemplo, la embarcación puede comprender una turbina de gas para velocidades mayores

o una reducción de las emisiones en entornos o puertos sensibles, y un motor diésel para velocidad de crucero y rentabilidad.

5 El tren transmisor 130 de potencia está acoplado con el motor 120 y con la hélice 140 para comunicar la potencia o energía del motor 120 a la hélice 140. El tren transmisor 130 de potencia comprende un eje motor, por ejemplo un eje portahélice. El eje portahélice atraviesa el sello 150, por ejemplo el prensaestopas, a través del casco 110. El eje portahélice acopla el motor 120 con la hélice 140 y comunica la energía del motor 120 a la hélice 140. Por lo tanto, el motor 120 hace que gire la hélice 140. El eje motor, por ejemplo el eje portahélice, puede ser un eje hueco o un eje tubular. El eje motor, por ejemplo el eje portahélice, puede ser un eje articulado, por ejemplo un eje cardánico, que comprende una junta cardánica. La hélice 140 aplica la energía al agua (no mostrada). La hélice 140 puede ser una hélice doble, contrarrotante, de paso controlable o de estilo tobera. Por lo tanto, el carguero 100 mostrado en la Fig. 1 tiene una única hélice 140. De forma alternativa, una embarcación puede comprender una pluralidad de hélices, por ejemplo dos, tres, cuatro o más hélices. La pluralidad de hélices puede estar alimentada por una pluralidad de motores, en cualquier combinación.

15 El motor 120 puede comprender un elemento giratorio, tal como un cigüeñal o un elemento adicional, por ejemplo un recipiente o cuba, que es un recipiente hueco.

20 El tren transmisor 130 de potencia puede comprender, además, un volante (no mostrado), tal como un volante de doble masa, para almacenar energía giratoria. El tren transmisor 130 de potencia puede comprender, además, una caja (no mostrada) de engranajes para convertir la velocidad y el par de potencia. Para un motor de baja velocidad, por ejemplo un motor con una velocidad máxima de hasta aproximadamente 300 revoluciones por minuto (rpm), tal como un motor diésel de dos tiempos de baja velocidad con una velocidad máxima inferior a aproximadamente 120 rpm, como un motor diésel de cruceta de dos tiempos de baja velocidad con una velocidad máxima de aproximadamente 80 rpm, el cigüeñal puede alimentar directamente la hélice. Para un motor de velocidad media, por ejemplo un motor con una máxima velocidad en el intervalo desde aproximadamente 300 rpm hasta aproximadamente 900 rpm, tal como un motor diésel de cuatro tiempos de velocidad media con una velocidad máxima de aproximadamente 500 rpm, o un motor de alta velocidad, por ejemplo un motor con una velocidad máxima superior a aproximadamente 900 rpm, el cigüeñal puede alimentar la hélice por medio de la caja de engranajes.

El tren transmisor 130 de potencia puede comprender, además, embragues para conectar y desconectar motores de una pluralidad de motores.

30 El tren transmisor 130 de potencia puede comprender un elemento giratorio, tal como el eje motor, por ejemplo el eje portahélice, un volante, o una rueda dentada o un elemento adicional, por ejemplo un recipiente o cuba, que es un recipiente hueco.

35 El tren transmisor 130 de potencia puede estar dispuesto como un accionamiento en ángulo recto. De forma alternativa, el motor 120 y el tren transmisor 130 de potencia pueden formar un motor mecánico o motor eléctrico fuera borda.

La hélice 140 puede comprender un elemento giratorio, tal como un cubo, protuberancia o capicete, o un elemento adicional, por ejemplo un recipiente o cuba, que es un recipiente hueco.

40 Según realizaciones de la invención, uno, dos, tres o más elementos giratorios 300 del motor 120, el tren transmisor 130 de potencia o ambos comprenden una, dos, tres o más cámaras 310-312 que tienen un punto de apoyo en un eje giratorio (340), que comprende un área circunferencial 320 de equilibrado y que está llena parcialmente de una cantidad de una sustancia tixotrópica 330 de equilibrado. Los uno, dos, tres o más elementos giratorios 300 que comprenden una, dos, tres o más cámaras 310-312 pueden comprender metal, por ejemplo acero o aluminio, o material compuesto, por ejemplo material reforzado con fibra de vidrio o material reforzado con fibra de carbono, o material sintético, por ejemplo plásticos o plexiglás. Los uno, dos, tres o más elementos giratorios 300 que comprenden una, dos, tres o más cámaras 310-312 pueden sustituir los elementos giratorios originales del sistema giratorio 120, 130. Los uno, dos, tres o más elementos giratorios 300 que comprenden una, dos, tres o más cámaras 310-312 pueden complementar el sistema giratorio 120, 130.

50 La cámara 310-312 puede estar metida en el elemento giratorio 300. De forma alternativa, la cámara 310-312 puede estar situada en un eje hueco o eje tubular, y se extiende parcial o completamente, tal como sustancialmente del todo, a lo largo del eje hueco o eje tubular.

El área circunferencial 320 de equilibrado puede comprender una nanoestructura para mejorar la movilidad y el flujo de la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado, estando formada dicha nanoestructura, por ejemplo, por un material, tal como un barniz, que comprende nanopartículas, o estando impresa en dicha área circunferencial 320 de equilibrado.

55 Además, se puede aplicar la invención a una embarcación real, tal como un carguero de verdad, al igual que a una embarcación escala, tal como un carguero de modelismo.

5 La Fig. 2 muestra una vista en sección transversal de una cámara 310 en un eje 302, por ejemplo un eje motor, tal como un eje portahélice, según una realización de la invención. La cámara 310 está situada en un eje hueco o eje tubular, y se extiende sustancialmente por completo a lo largo del eje hueco o eje tubular. Los extremos del eje hueco o eje tubular pueden estar sellados o cerrados con tapas. El eje 302 puede girar en torno a un eje giratorio 340. La cámara 310 comprende un área circunferencial 320 de equilibrado. El eje 302 puede ser un eje articulado, por ejemplo un eje cardánico.

10 La Fig. 3 muestra una vista en sección transversal de una cámara 310 en un eje 302, por ejemplo un eje motor, tal como un eje portahélice, según otra realización de la invención. La cámara 310 está metida en el eje 302, y se extiende parcialmente a lo largo del eje 302 en una sección extrema del eje 302. La cámara 310 puede estar sellada o cerrada con una tapa. El eje 302 puede girar en torno a un eje giratorio 340.

La cámara 310 comprende un área circunferencial 320 de equilibrado.

La cámara 310 puede tener un diámetro entre aproximadamente 0,01 m y aproximadamente 1 m, o entre aproximadamente 0,02 m y aproximadamente 0,5 m, o entre aproximadamente 0,05 m y aproximadamente 0,2 m, o aproximadamente 0,1 m.

15 La cámara 310 puede tener una longitud entre aproximadamente 0,01 m y aproximadamente 20 m, o entre aproximadamente 0,02 m y aproximadamente 10 m, o entre aproximadamente 0,05 m y aproximadamente 5 m, o entre aproximadamente 0,1 m y aproximadamente 2 m, o aproximadamente 0,5 m.

20 La Fig. 4 muestra una vista en sección transversal de una cámara 310 en un eje 302, por ejemplo un eje motor, tal como un eje portahélice, según otra realización más de la invención. La cámara 310 está metida en el eje 302, y se extiende parcialmente a lo largo del eje 302 en una sección central del eje 302. La cámara 310 puede estar sellada o cerrada con una tapa. El eje 302 puede girar en torno a un eje giratorio 340. La cámara 310 comprende un área circunferencial 320 de equilibrado.

25 La Fig. 5 muestra una vista en sección transversal de una pluralidad de cámaras 310-312 en un eje 302, por ejemplo un eje motor, tal como un eje portahélice, según otra realización más de la invención. Las cámaras 310-312 están metidas en el eje 302, y se extienden parcialmente a lo largo del eje 302 en una pluralidad de ubicaciones a lo largo del eje 302.

30 La sustancia tixotrópica 330 de equilibrado opera en la cámara 310-312. Debido a la vibración, la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado se distribuye por toda el área circunferencial 320 de equilibrado, de forma que un centro 350 de gravedad se mueva hacia el eje giratorio 340 del elemento giratorio 300, tal como el eje 302, y se reduzca o minimice o elimine la vibración.

35 La Fig. 6 muestra, para una realización preferente de la invención, una vista en sección transversal de la cámara cilíndrica 310 en un punto inicial en el tiempo, cuando la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado llena parcialmente la cámara 310. La sustancia tixotrópica 330 de equilibrado puede estar distribuida uniformemente por toda el área circunferencial 320 de equilibrado, según se muestra en la Fig. 6. Para un eje giratorio vertical 340, la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado puede llenar parcialmente la cámara 310 hasta un nivel uniforme perpendicular al eje giratorio 340. Para un eje giratorio horizontal 340, la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado puede llenar parcialmente la cámara 310 hasta un nivel uniforme a lo largo del eje giratorio 340. Debido a un desequilibrio del elemento giratorio 300, se desplaza un CdeG 350 con respecto al eje giratorio 340.

40 La Fig. 7 muestra, para la realización preferente de la invención, una vista en sección transversal de la cámara cilíndrica 310 en un punto en el tiempo, cuando se distribuye la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado por toda el área circunferencial 320 de equilibrado de la cámara 310, de forma que se reduzca la vibración. Según gira el elemento giratorio 300 en torno al eje giratorio 340, la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado se licúa debido a la vibración en el sistema giratorio 120, 130 y se distribuye por toda el área circunferencial 320 de equilibrado de la cámara 310, de forma que se reduzca un desequilibrio del elemento giratorio 300 y, por lo tanto, se reduzca la vibración. El CdeG 350 se mueve hacia el eje giratorio 340. Cuando se reduce la vibración, la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado puede solidificarse y mantener su posición y distribución en el área circunferencial 320 de equilibrado.

45 La cantidad de dicha sustancia tixotrópica 330 de equilibrado puede encontrarse entre aproximadamente 0,01 kg y aproximadamente 1000 kg, o entre aproximadamente 0,1 kg y aproximadamente 200 kg, o entre aproximadamente 0,2 kg y aproximadamente 100 kg, o entre aproximadamente 0,5 kg y aproximadamente 50 kg, o entre aproximadamente 1 kg y aproximadamente 20 kg, o aproximadamente 5 kg.

La cámara 310 puede estar llena con la cantidad de dicha sustancia tixotrópica 330 de equilibrado entre aproximadamente un 1% y aproximadamente un 90%, o entre aproximadamente un 10% y aproximadamente un 80%, o entre aproximadamente un 25% y aproximadamente un 75%, o aproximadamente un 50%.



La Fig. 8 muestra una vista en sección transversal de una cámara 310 en un elemento giratorio 300, 304 según otra realización más de la invención. La cámara 310 está metida en el elemento giratorio 300, 304, tal como un volante, una rueda dentada o un elemento adicional, por ejemplo un recipiente o cuba. La cámara 310 es anular o tiene forma de anillo. La cámara 310 puede tener una sección transversal que es rectangular, cuadrada (no mostrada), con forma semicircular (no mostrada), con forma de campana (no mostrada), circular (no mostrada) o similares.

La Fig. 9 muestra una vista en sección transversal de una cámara en un elemento giratorio 300, 304 según otra realización más de la invención. Con referencia a la Fig. 8, el elemento giratorio 300, 304 comprende un agujero central 360. El agujero central 360 puede ser circular, cuadrado (no mostrado), hexagonal (no mostrado) o similar. El agujero central 360 del elemento giratorio 300, 304 puede recibir un eje, por ejemplo un eje motor, tal como un eje portahélice, para acoplar el elemento giratorio 300, 304 con el sistema giratorio 120, 130, 140.

La Fig. 10 muestra una vista en sección transversal de una cámara 310 en otro elemento giratorio 300, 306 según otra realización más de la invención. La cámara 310 está metida en el elemento giratorio 300, 306, tal como un volante, una rueda dentada o un elemento adicional, por ejemplo un recipiente o cuba. La cámara 310 es cilíndrica. La cámara 310 puede tener una sección transversal que es rectangular, cuadrada (no mostrada), tiene forma semicircular (no mostrada), tiene forma de campana (no mostrada), circular (no mostrada) o similar.

La sustancia tixotrópica 330 de equilibrado puede ser una composición tixotrópica de equilibrado de neumáticos divulgada en la solicitud de patente EP 0 281 252 y la patente US 4.867.792 correspondiente, que tiene un valor de esfuerzo de fluencia entre 1 Pa y 260 Pa que sea capaz de equilibrar neumáticos al poder fluir bajo la influencia de las vibraciones inducidas cuando un punto pesado en el neumático golpea la superficie de la carretera. De forma alternativa, la sustancia tixotrópica de equilibrado puede tener un valor de esfuerzo de fluencia superior a 2 Pa. Sin embargo, debido al menor valor de esfuerzo de fluencia, puede ser necesaria una menor aceleración de giro, especialmente si el elemento giratorio no se encuentra en una posición vertical.

Las propiedades reológicas de una sustancia de equilibrado son su límite elástico crítico (CYS) y el módulo elástico (de almacenamiento) ( $G'$ ), ambos medidos en la región viscoelástica lineal, al igual que su esfuerzo de fluencia según se determina en mediciones de crecimiento por el esfuerzo y la relación entre su módulo de almacenamiento ( $G'$ ) y su módulo de pérdida ( $G''$ ), medidos mediante un barrido de frecuencias.

El módulo de almacenamiento ( $G'$ ) es una medida de la resistencia de la sustancia, que 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 de disipar energía en forma de calor.

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

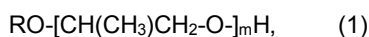
De igual importancia que las propiedades viscoelásticas es una estabilidad a largo plazo de la sustancia de equilibrado en activo, el rendimiento a diversas temperaturas de la sustancia, y la inactividad química de la sustancia.

Una sustancia de equilibrado debería permanecer funcional durante la vida útil del sistema de equilibrado y bajo las diversas condiciones, en particular en un intervalo de temperaturas desde aproximadamente  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  o  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta  $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Además, la sustancia de equilibrado no debe tener ningún efecto perjudicial en el sistema de equilibrado y el medioambiente y debería ser desechable o reciclable.

Con más detalle, la sustancia tixotrópica de equilibrado puede ser un gel de equilibrado que comprende dos componentes, en concreto, un líquido base y un formador de gel, y que cumplen, preferentemente, criterios mínimos que comprenden, con respecto a la reología, un módulo de almacenamiento ( $G'$ ) entre aproximadamente 100 Pa y aproximadamente 5000 Pa, una frecuencia de transición ( $G'' > G'$ ) entre aproximadamente 1 Hz y aproximadamente 40 Hz y un valor de límite elástico crítico superior a aproximadamente 1 Pa; con respecto a la volatilidad, una pérdida por evaporación inferior a aproximadamente un 6% en peso tras 10 horas a  $99\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; una temperatura de vertido del líquido base inferior a aproximadamente  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  según el procedimiento estándar de ensayo de temperatura de vertido de productos derivados del petróleo, ASTM D97; con respecto a la estabilidad de separación, una separación del líquido base inferior a aproximadamente un 20% en peso tras 12 horas a  $300\ 000\ \text{x g}$  y  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; y, con respecto a la reactividad química, una inactividad sustancial, tal como una falta de corrosividad a los metales y sin efecto sobre polímeros, tales como caucho. Normalmente, el gel de equilibrado comprende, en peso, entre aproximadamente un 75% y aproximadamente un 99%, por ejemplo entre aproximadamente un 85% y aproximadamente un 97%, tal como aproximadamente un 95% del líquido 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. Además, el gel de equilibrado puede comprender, preferentemente en cantidades menores, un inhibidor de la corrosión, un antioxidante, una tinción o una combinación de los mismos.

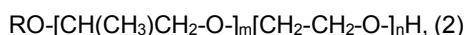
El líquido base puede comprender, por ejemplo, un polialquilenglicol (PAG), tal como polipropilenglicol (PPG) o un polietilenglicol (PEG); una combinación, es decir una mezcla de PAG, tal como una combinación de un PPG y un PEG; un copolímero de óxido de etileno y de óxido de propileno; o una combinación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

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



en la que R es hidrógeno o un grupo alquilo, que tiene un grupo hidroxilo terminal y 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)) con la marca registrada UCON LB Fluids.

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



en la que R es hidrógeno o un grupo alquilo.

15 De forma alternativa o adicional, el líquido base puede comprender un copolímero aleatorio de óxido de etileno y de óxido de propileno iniciado por alcohol-(ROH-) que comprende, preferentemente, cantidades aproximadamente idénticas, es decir aproximadamente un 50% en peso de grupos oxietileno y de grupos oxipropileno, que tiene un grupo hidroxilo terminal y que es soluble en agua a temperatura ambiente, es decir a temperaturas inferiores a aproximadamente 40 °C, tales como productos con cantidades idénticas en peso de grupos oxietileno y de grupos oxipropileno y con una variedad de pesos moleculares y de viscosidades comercializados por DOW Chemical Company con la marca registrada UCON 50-HB Fluids. Por ejemplo, el líquido base puede comprender, de forma alternativa o adicional, un copolímero aleatorio de óxido de etileno y de óxido de propileno iniciado por butanol que comprende cantidades idénticas en peso de grupos oxietileno y de grupos oxipropileno con un peso molecular promedio en número de 3930, una viscosidad de aproximadamente 1020 mm<sup>2</sup>/s a 40 °C y un grado de viscosidad de aproximadamente 1000 según ISO 3448, tal como un producto comercializado por DOW Chemical Company con la marca registrada UCON 50-HB-5100.

20 De forma alternativa o adicional, el líquido base puede comprender un copolímero aleatorio de óxido de etileno y de óxido de propileno iniciado por diol que comprende, preferentemente, aproximadamente un 75% en peso de grupos oxietileno y, de forma correspondiente, aproximadamente un 25% en peso de grupos oxipropileno, que tienen dos grupos hidroxilo terminales (R = H) y que es soluble en agua a temperaturas inferiores a aproximadamente 75 °C, tales como productos con una variedad de pesos moleculares y de viscosidades comercializados por DOW Chemical Company con la marca registrada UCON 75-H Fluids. Por ejemplo, el líquido base puede, de forma alternativa o adicional, comprender un copolímero aleatorio de óxido de etileno y de óxido de propileno iniciado por diol 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 mm<sup>2</sup>/s a 40 °C, tal como un producto comercializado por DOW Chemical Company con la marca registrada UCON 75-H-9500.

30 De forma alternativa o adicional, el líquido base puede comprender un copolímero aleatorio de óxido de etileno y de óxido de propileno iniciado por alcohol-(ROH-) que comprende, preferentemente, 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, tales como los productos con una variedad de pesos moleculares y de viscosidades comercializados por DOW Chemical Company con la marca registrada SYNALOX 40. Por ejemplo, el líquido base puede comprender, de forma alternativa o adicional, un copolímero aleatorio de óxido de etileno y de óxido de propileno iniciado por alcohol 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 mm<sup>2</sup>/s a 40 °C y un grado de viscosidad de aproximadamente 1000 según ISO 3448, tal como un producto comercializado por DOW Chemical Company con la marca registrada SYNALOX 40-D700.

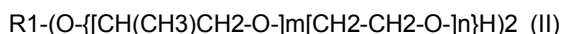
35 De forma alternativa o adicional, el líquido base puede comprender un copolímero aleatorio de óxido de etileno y de óxido de propileno iniciado por diol que comprende, preferentemente, aproximadamente un 50% en peso de oxietileno y, de forma correspondiente, aproximadamente un 50% en peso de grupos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

40 El formador de gel puede comprender sílice ahumada, por ejemplo sílice hidrófoba o sílice hidrófila, que tiene, preferentemente, una 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 ahumada hidrófila que tiene una superficie BET de 300 m<sup>2</sup>/g, tal como un producto comercializado por Evonik Industries ([www.evonik.com](http://www.evonik.com)) con la marca registrada Aerosil A300.

El efecto gelificante de los formadores de gel sobre los aceites se lleva a cabo mediante la formulación de una red de las moléculas del formador de gel mediante enlaces de hidrógeno mediante grupos hidroxilo o mediante atracción van der Waals entre segmentos de moléculas del formador de gel. El número y la resistencia de estos enlaces determinan la resistencia del gel, y la capacidad del gel para soportar una carga (límite elástico crítico).

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

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



en las 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 el que los dos sustituyentes no se encuentran en el mismo átomo de carbono; m es el porcentaje molar de propilenglicol en el o los restos de copolímero de etilen/propilenglicol; y n es el porcentaje molar de etilenglicol en el o los restos de copolímero de etilen/propilenglicol, encontrándose la relación n:m en el intervalo desde 35:65 hasta 80:20; teniendo cada compuesto de copolímero de glicol un peso molecular promedio en número en el intervalo de 2000-10000; y

- 2) 3 a 15% en peso de un formador de gel de sílice ahumada; siendo dicha composición viscoelástica de equilibrado y teniendo un módulo de almacenamiento (G') entre 1500 Pa y 5000 Pa a 22 °C, un módulo de pérdida (G'') menor que el módulo de almacenamiento hasta una frecuencia de transición de 10-40 Hz, y un límite elástico crítico que supera 2 Pa.

El peso molecular promedio en número del o de los componentes de éter de glicol puede encontrarse en el intervalo de 3000-10000. La relación n:m puede encontrarse en el intervalo desde 35:65 hasta 80:20, preferentemente en el intervalo desde 40:60 hasta 75:22, en particular desde 40:60 hasta 60:40, tal como 50:50. El formador de gel de sílice ahumada puede ser una sílice ahumada de tipo hidrófilo que tiene un área superficial BET desde 90 hasta 400 m<sup>2</sup>/g, preferentemente desde 200 hasta 300 m<sup>2</sup>/g; o el formador de gel de sílice ahumada es una sílice ahumada de tipo hidrofobizado que tiene un área superficial BET desde 50 hasta 300 m<sup>2</sup>/g, preferentemente desde 250 hasta 350 m<sup>2</sup>/g; o mezclas de tales formadores de gel de sílice ahumada de tipo hidrófilo e hidrofobizado. El o los componentes de eterglicol pueden exhibir un grado de viscosidad determinado según ISO 3448 superior a 500, preferentemente en el intervalo de 800-1200.

Normalmente, las composiciones de la invención se fabrican mezclando entre sí los ingredientes, si es necesario con un ligero calentamiento hasta por debajo de aproximadamente 40 °C. Utilizando líquidos base y formadores de gel según se ha descrito anteriormente, se ha preparado una serie de sustancias ejemplares de equilibrado. Las composiciones se muestran en la Tabla 1.

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

Composición nº	Aerosil A300	UCON 75-HB-9500	UCON 50-HB-5100	SYNALOX D50-700
1	4	0	96	0
2	4	0,5	95,5	0
3	4	0	0	96
4	4	0,5	0	95,5
5	5	0	95	0
6	5	0,5	94,5	0
7	5	0	0	95
8	5	0,5	0	94,5
9	6	0	94	0
10	6	0,5	93,5	0
11	6	0	0	94
12	6	0,5	0	93,5

La cámara 310 puede comprender, además, un cuerpo de carga (no mostrado) en contacto con la sustancia tixotrópica de equilibrado y que contribuye al equilibrio del sistema giratorio 120, 130. El cuerpo de carga tiene, definido por un tamaño del cuerpo de carga, una superficie del cuerpo y un peso del cuerpo, de modo que el cuerpo de carga supere la adhesión entre la superficie del cuerpo y la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado cuando se somete a la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado a la vibración y cambia a un estado agitado. El tamaño del cuerpo garantiza la movilidad del cuerpo de carga en la cámara 310 con la sustancia tixotrópica 330 de equilibrado en la misma. El cuerpo de carga puede ser una bola. El tamaño del cuerpo se corresponde con un diámetro de la bola. Se puede determinar el diámetro mediante una relación entre la superficie del cuerpo según:

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

en la que r es un radio de la bola, lo que da cuenta de la estructura superficial, es decir la rugosidad, y la adhesión y un volumen del cuerpo según:

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

5 en la que r es un radio de la bola, que da cuenta de la densidad del cuerpo y el peso del cuerpo. Para aumentar el radio, r, el volumen y, por lo tanto, el peso del cuerpo, aumentan más rápido que la superficie del cuerpo, y aumenta la movilidad del cuerpo de carga en la cámara 310. El cuerpo de carga puede comprender metal, por ejemplo acero, tal como acero inoxidable.

10 Las realizaciones de la invención comprenden un aparato correspondiente, que puede llevar a cabo el procedimiento.

Las realizaciones de la invención comprenden un sistema correspondiente, que puede llevar a cabo el procedimiento, posiblemente en varios dispositivos.

15 Aunque se han ilustrado y descrito realizaciones específicas en la presente memoria, las personas con un nivel normal de dominio de la técnica apreciarán que se puede sustituir cualquier disposición que se calcula que consiga el mismo fin por las realizaciones específicas mostradas. Se debe comprender que se concibe que la anterior descripción sea ilustrativa y no restrictiva. Se concibe que la presente solicitud abarque cualquier adaptación o variación de la invención. Tras la lectura y la comprensión de la anterior descripción, serán evidentes combinaciones de las anteriores realizaciones y muchas otras realizaciones para los expertos en la técnica. El alcance de la invención incluye cualquier otra realización y aplicación en la que se puedan utilizar los anteriores procedimientos y estructuras. Por lo tanto, se debe determinar el alcance de la invención con referencia a las reivindicaciones adjuntas, junto con el alcance completo de los equivalentes al que tienen derecho tales reivindicaciones.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de reducción de la vibración en un sistema giratorio (120, 130, 140) de una embarcación, por ejemplo un carguero (100), que comprende:
  - 5 - equilibrar dicho sistema giratorio (120, 130, 140),  
**caracterizado por**
  - proporcionar un elemento giratorio (300, 302-306) que comprende una cámara (310-312) que tiene un punto de apoyo en un eje giratorio (340) de dicho elemento giratorio (300, 302-306), que comprende un área circunferencial (320) de equilibrado y que está llena parcialmente de una cantidad de una sustancia tixotrópica (330) de equilibrado.
- 10 2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:
  - hacer girar dicho elemento giratorio (300, 302-306) en torno al eje giratorio (340), de forma que dicha sustancia tixotrópica (330) de equilibrado se licúe y se distribuya por toda el área circunferencial (320) de equilibrado, y se reduzca un desequilibrio de dicho elemento giratorio (300, 302-306).
3. El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, en el que:
  - 15 - dicho eje giratorio (340) está orientado horizontalmente; o
  - dicho eje giratorio (340) está orientado verticalmente.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, 2 o 3, en el que:
  - 20 - dicho elemento giratorio (300, 302-306) es un elemento original de dicho sistema giratorio (120, 130, 140), un elemento de sustitución de dicho sistema giratorio (120, 130, 140), o un elemento complementario de dicho sistema giratorio (120, 130, 140):
    - dicho elemento giratorio (300, 302-306) es un eje hueco o un eje tubular;
    - dicho elemento giratorio (300, 302-306) es un eje articulado, por ejemplo un eje cardánico; o
    - una combinación de los mismos.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, 2, 3 o 4, en el que:
  - 25 - dicho sistema giratorio (120, 130, 140) es un sistema (120) de motor de dicha embarcación;
  - dicho elemento giratorio (300, 302-306) es un cigüeñal; o
  - ambos.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, 2, 3 o 4, en el que:
  - 30 - dicho sistema giratorio (120, 130, 140) es un sistema (130) de transmisión de potencia de dicha embarcación, por ejemplo un tren transmisor de potencia o instalación motriz;
  - dicho elemento giratorio (300, 302-306) es un eje (302), por ejemplo un eje motor, tal como un eje motor de la hélice; o
  - una combinación de los mismos.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, 2, 3, 4, 5 o 6, en el que:
  - 35 - dicha cámara (310) es anular o tiene forma de anillo, o es cilíndrica;
  - dicha cámara (310) tiene una sección transversal que es rectangular, cuadrada, tiene forma semicircular, tiene forma de campana o circular;
  - dicha cámara (310) tiene un diámetro entre aproximadamente 0,01 m y aproximadamente 1 m, o entre aproximadamente 0,02 m y aproximadamente 0,5 m, o entre aproximadamente 0,05 m y
  - 40 - aproximadamente 0,2 m, o aproximadamente 0,1 m;
  - dicha cámara (310) tiene una longitud entre aproximadamente 0,01 m y aproximadamente 20 m, o entre aproximadamente 0,02 m y aproximadamente 10 m, o entre aproximadamente 0,05 m y aproximadamente 5 m, o entre aproximadamente 0,1 m y aproximadamente 2 m, o aproximadamente 0,5 m; o
  - 45 - una combinación de los mismos.
8. El procedimiento de la reivindicación 1, 2, 3, 4, 5, 6 o 7, en el que:
  - dicha cantidad de dicha sustancia tixotrópica (330) de equilibrado está entre aproximadamente 0,01 kg y aproximadamente 1000 kg, o entre aproximadamente 0,1 kg y aproximadamente 200 kg, o entre aproximadamente 0,2 kg y aproximadamente 100 kg, o entre aproximadamente 0,5 kg y
  - 50 - aproximadamente 50 kg, o entre aproximadamente 1 kg y aproximadamente 20 kg, o aproximadamente 5 kg;

- dicha cámara (310) está llena con la cantidad de dicha sustancia tixotrópica (330) de equilibrado entre aproximadamente un 1% y aproximadamente un 90%, o entre aproximadamente un 10% y aproximadamente un 80%, o entre aproximadamente un 25% y aproximadamente un 75%, o aproximadamente un 50%; o
  - una combinación de los mismos.
- 5
9. Un aparato para reducir la vibración en un sistema giratorio (120, 130, 140) de una embarcación, por ejemplo un cargador (100), **caracterizado por:**
- un elemento giratorio (300, 302-306) que comprende una cámara (310-312) que tiene un punto de apoyo en un eje giratorio (340) de dicho elemento giratorio (300, 302-306), que comprende un área circunferencial (320) de equilibrado y está llena parcialmente de una cantidad de una sustancia tixotrópica (330) de equilibrado.
- 10
10. Un sistema giratorio (120, 130) de una embarcación, por ejemplo un carguero (100), para reducir la vibración en dicho sistema giratorio (120, 130), **caracterizado por:**
- un elemento giratorio (300, 302-306) que comprende una cámara (310-312) que tiene un punto de apoyo en un eje giratorio (340) de dicho elemento giratorio (300, 302-306), que comprende un área circunferencial (320) de equilibrado y está llena parcialmente de una cantidad de sustancia tixotrópica (330) de equilibrado.
- 15

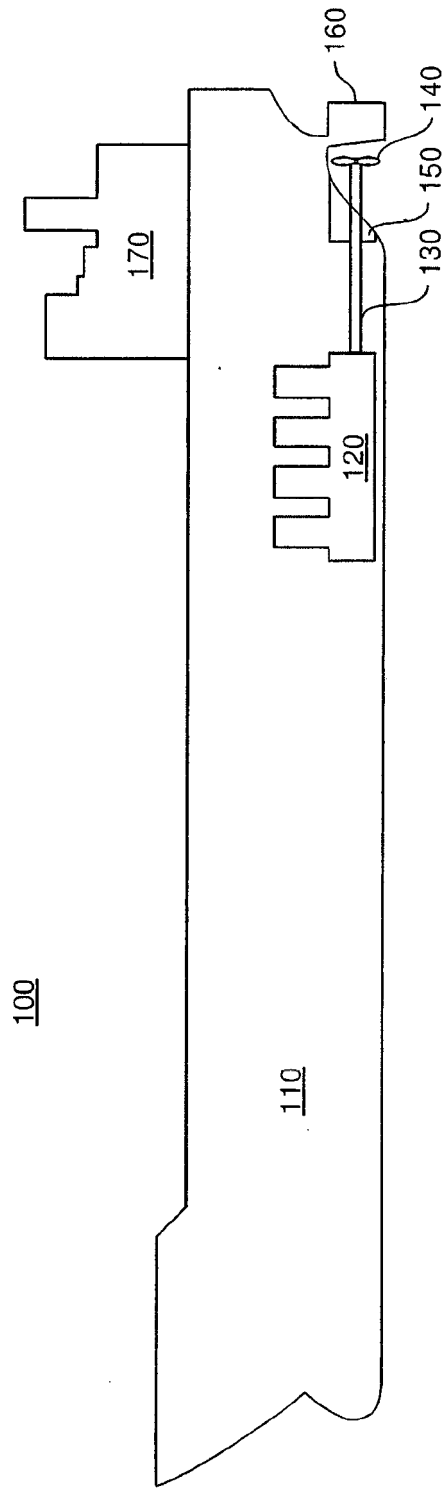


FIG. 1

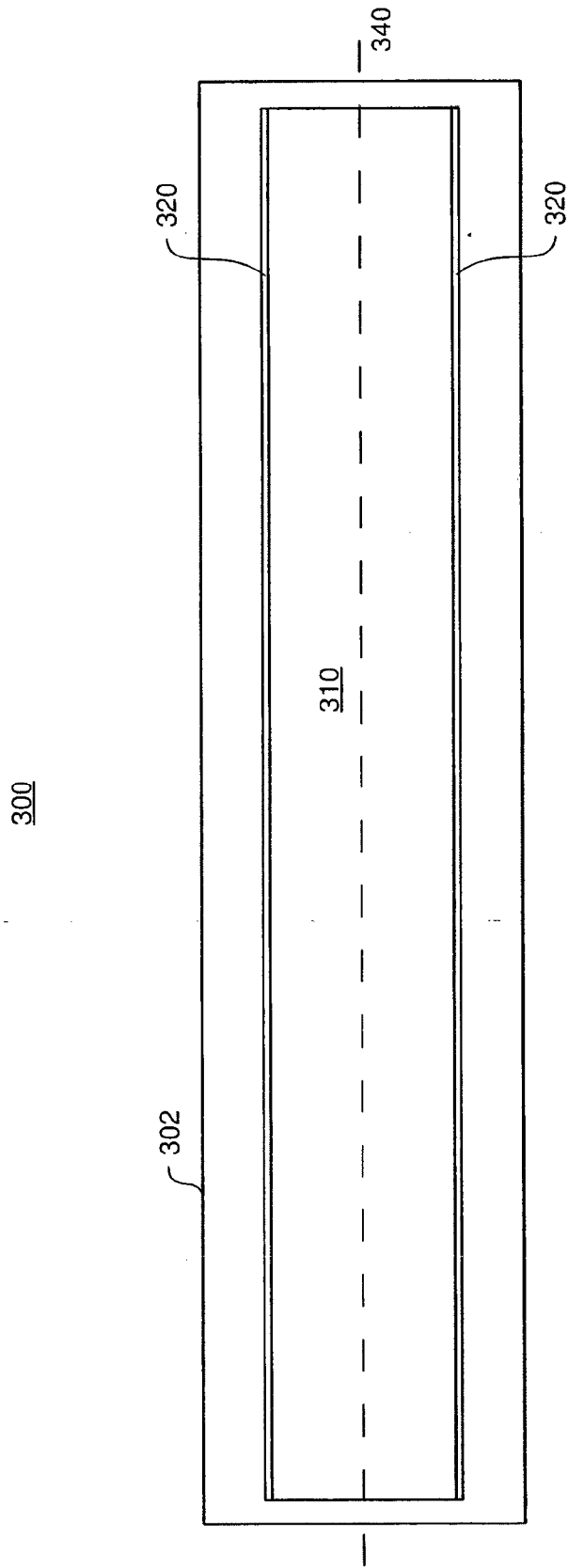


FIG. 2



300

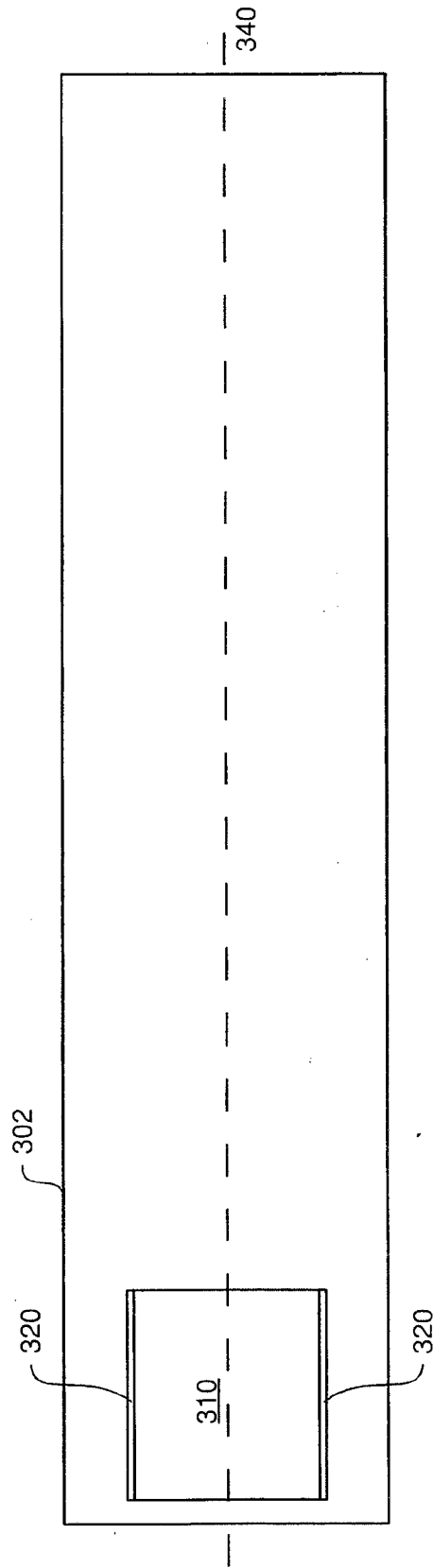


FIG. 3

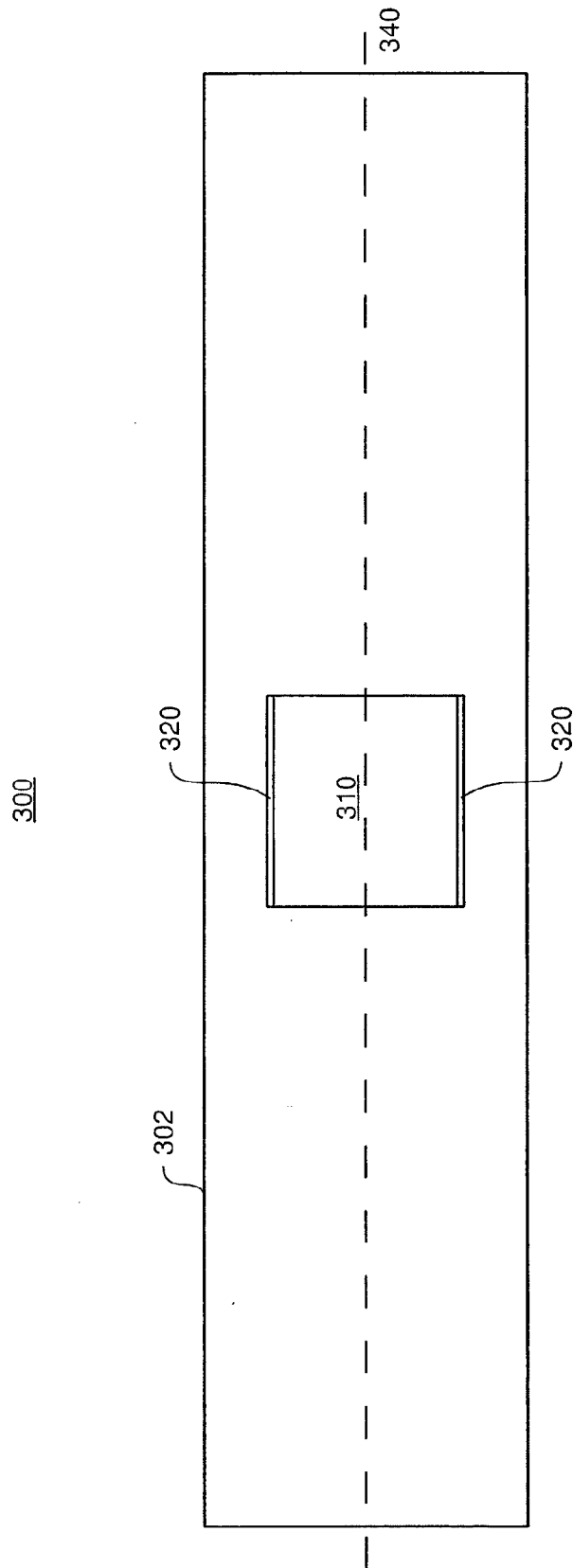


FIG. 4

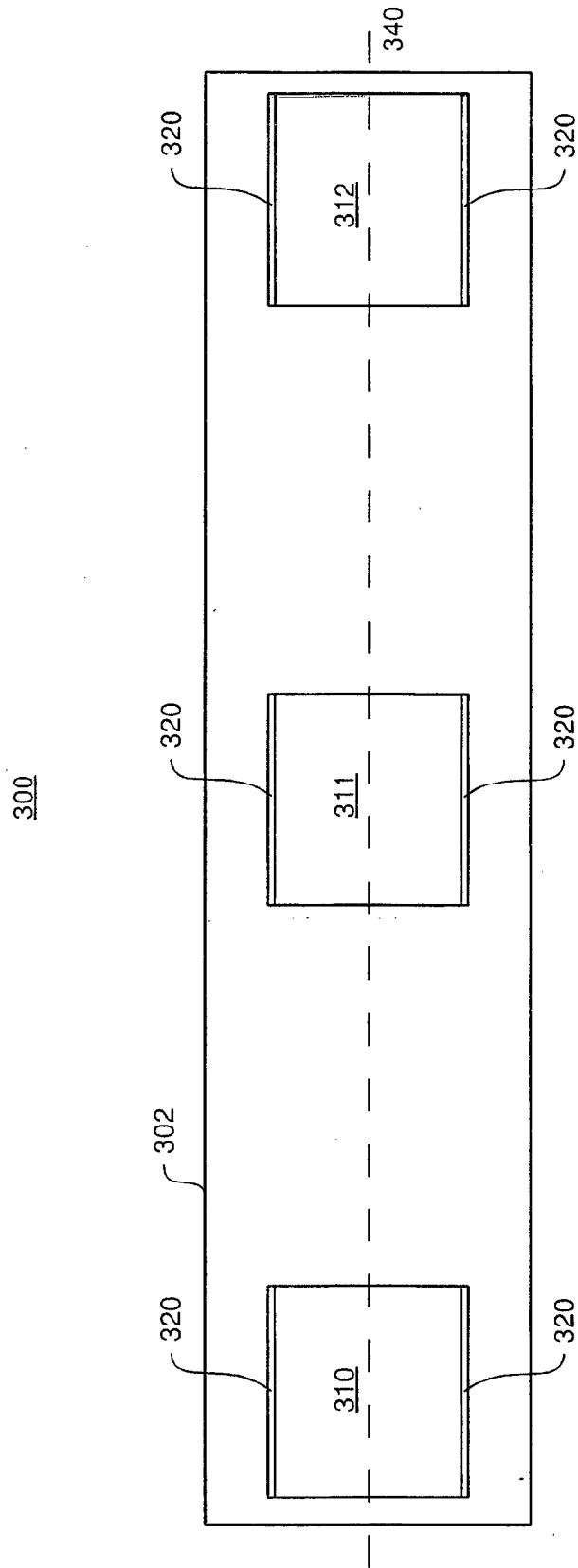


FIG. 5

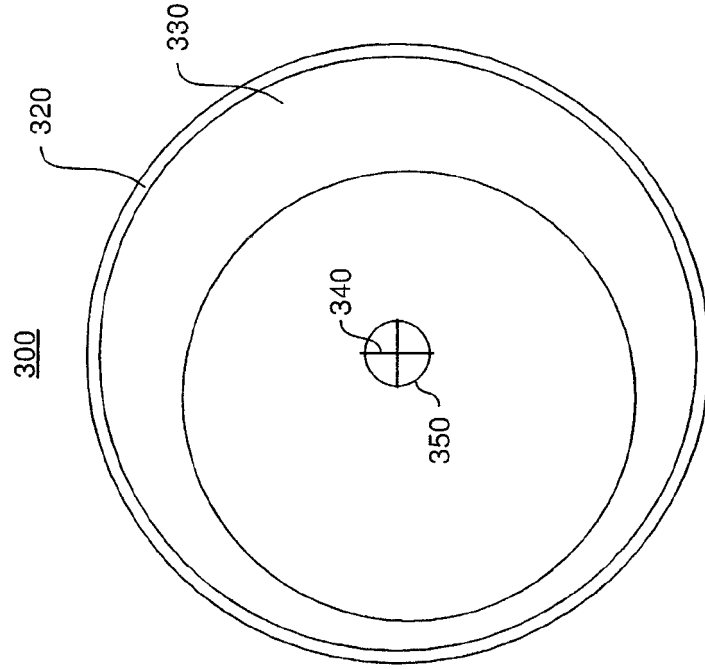


FIG. 7

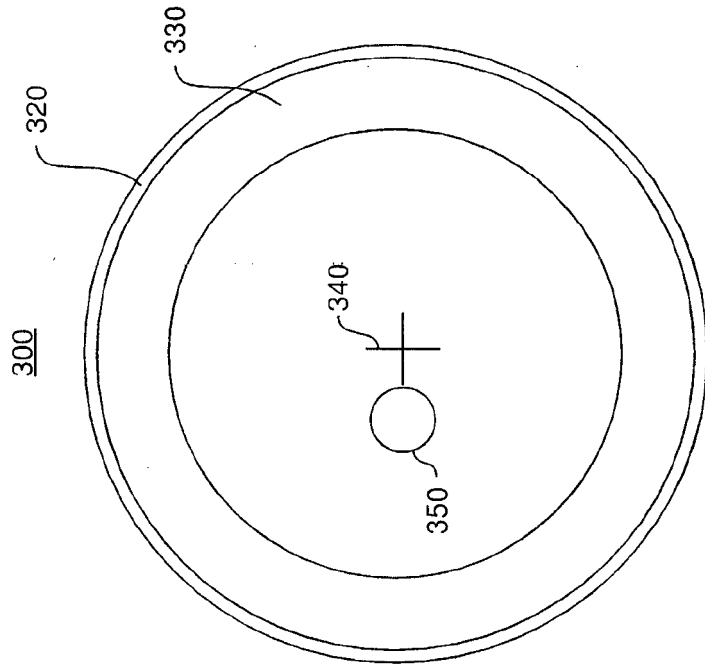


FIG. 6

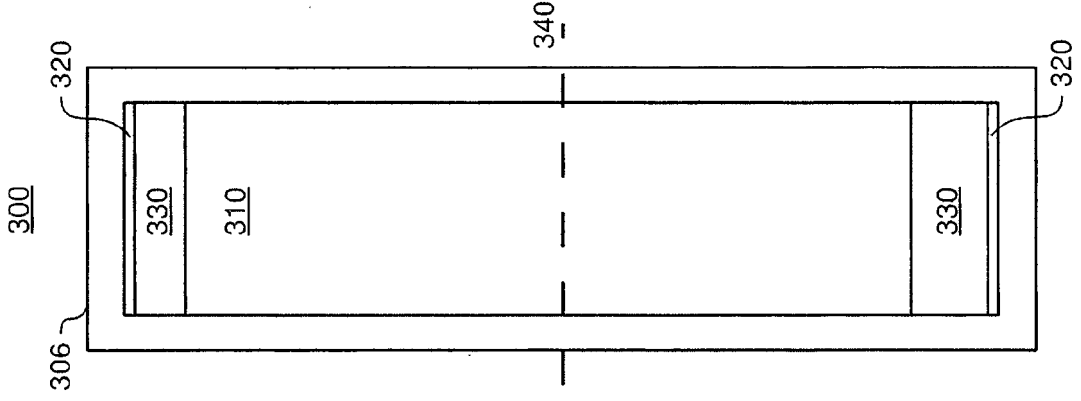


FIG. 8

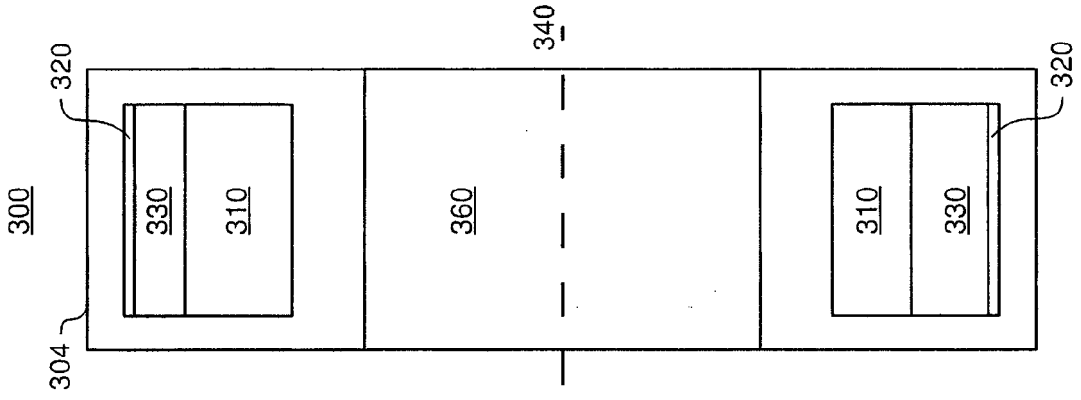


FIG. 9

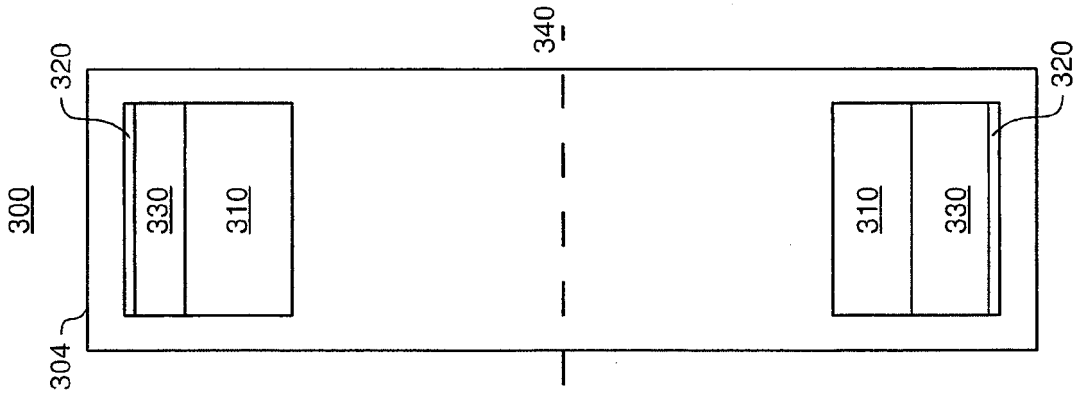


FIG. 10