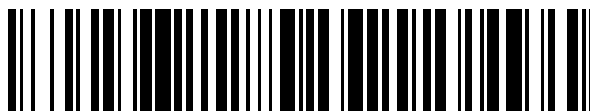


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 782 426**

51 Int. Cl.:

**F16C 17/02** (2006.01)

**F16C 17/24** (2006.01)

**B63H 25/52** (2006.01)

**G01N 3/56** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.03.2015 PCT/EP2015/056738**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2015 WO15150266**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2015 E 15712904 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 3126687**

54 Título: **Cojinete para alojar un eje, en particular, un codaste del timón o una pala de timón, dispositivo electrónico de medición del juego del cojinete, timón que comprende un cojinete para alojar un eje o una pala del timón y procedimiento para la medición del desgaste de un cojinete para alojar un eje o una pala del timón**

30 Prioridad:

**01.04.2014 DE 102014104608**

**23.07.2014 DE 102014110383**

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

**15.09.2020**

73 Titular/es:

**BECKER MARINE SYSTEMS GMBH (100.0%)  
Blohmstrasse 23  
21079 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**KUHLMANN, HENNING y  
SELIGER, LEIF**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 782 426 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

Cojinete para alojar un eje, en particular, un codaste del timón o una pala de timón, dispositivo electrónico de medición del juego del cojinete, timón que comprende un cojinete para alojar un eje o una pala del timón y procedimiento para la medición del desgaste de un cojinete para alojar un eje o una pala del timón

- 5 La invención se refiere a un cojinete para alojar el eje o una pala del timón comprendiendo un primer elemento de cojinete y un segundo elemento de cojinete, presentando el primer elemento de cojinete una superficie de deslizamiento para el contacto deslizante con el segundo elemento de cojinete, y un transductor con una superficie de desgaste para el contacto deslizante con el segundo elemento de cojinete. Además, la invención se refiere a un dispositivo de medición del juego del cojinete, un timón comprendiendo un cojinete para alojar el eje o una pala del timón y un procedimiento para medir el desgaste de un cojinete para alojar el eje o una pala del timón.

10 En los grandes timones como los que se usan en los buques portacontenedores, es sabido que el codaste del timón es guiado hasta el interior de la pala del timón por medio de una limera del timón, si el timón está diseñado como un timón completamente flotante. Por lo general, el codaste del timón se apoya en el extremo libre de la limera del timón en un cojinete de cuello, que está dispuesto entre la limera del timón y el codaste del timón. Los cojinetes de deslizamiento pueden colocarse alternativamente o adicionalmente en otras posiciones entre la limera del timón y el codaste del timón. Además, un cojinete de cuello u otro cojinete de deslizamiento también puede haberse dispuesto entre la limera del timón y la pala del timón, es decir, en la parte exterior de la limera del timón. Sin embargo, tales cojinetes de deslizamiento o similares también pueden usarse, por ejemplo, para apoyar los ejes. Tales cojinetes de deslizamiento o similares se usan en particular para los ejes de las hélices de los grandes buques portacontenedores.

15 En el transcurso del uso, el desgaste del cojinete en el cojinete se reducirá, por lo que debe llevarse a cabo una sustitución muy compleja del cojinete, en la que la pala del timón o la hélice debe ser retirada del codaste del timón o del eje de la hélice.

**Estado de la técnica**

25 En el documento EP 1 780 118 B1 se desvela un dispositivo con un elemento para la medición del juego del cojinete de cuello para comprobar hasta qué punto ha progresado el desgaste del cojinete. El dispositivo se puede insertar en el cojinete por medio de una tapa en la pala del timón, por ejemplo, por un buzo, de modo que, sin quitar la pala del timón, pueda medirse el juego del cojinete de cuello y, en consecuencia, el desgaste del cojinete.

30 Es conocido del documento WO 2011/117301 A1 un timón para barcos comprendiendo al menos un cojinete para alojar la pala del timón o el codaste del timón en el casco. El cojinete tiene una sección de cojinete interior y una sección de cojinete exterior deslizante que es adyacente a la sección de cojinete interior. En la sección de cojinete exterior o en la sección de cojinete interior, hay una espiga de desgaste que se desliza contra las otras secciones de cojinete interiores y exteriores. La espiga de desgaste se inserta desde afuera en una perforación pasante de la sección exterior y la atraviesa de modo que se desliza contra la sección de cojinete interior. La espiga de desgaste puede retirarse del lado externo de la sección de cojinete exterior.

35 El documento WO 2005/083411 A1 desvela un sensor para la detección de la erosión de una superficie de desgaste de un componente de una máquina. El sensor comprende un elemento conductor de la electricidad que está incrustado en el componente de la máquina. El elemento conductor comprime un primer extremo a una primera distancia de la superficie de desgaste, así como al menos un bucle conductor que comprime un área de desgaste a una segunda distancia de la superficie de desgaste.

40 El documento DE 21 15 506 A1 desvela un dispositivo de control de cojinetes desgastados, por ejemplo, de cojinetes de plástico de trenes de rodillos pesados, que dispara una señal óptica y/o acústica por medio de uno o de varios contactores escalonados, que atraviesa el cojinete del exterior al interior, tan pronto como el desgaste del cojinete alcanza un valor crítico o precalculado.

45 Es conocido del documento US 3.775.680 A un dispositivo para detectar el desgaste de la superficie de un elemento de una máquina. En el material del elemento de la máquina hay un elemento detector en forma de resistencia eléctrica, cuya sección transversal portadora de corriente se reduce a medida que se desgasta la superficie del elemento de la máquina.

50 El problema con el estado de la técnica mencionado con anterioridad es que la espiga de desgaste conocida es susceptible a fuerzas de cizallamiento y, por lo tanto, existe el riesgo de que se dañe la espiga de desgaste debido a las fuerzas de cizallamiento y fricción que se producen cuando la espiga de desgaste se desliza contra una sección del cojinete interior.

Además, surge el problema de que la espiga de desgaste dispuesta en la perforación pasante puede tener un juego, en particular, radial, lo que puede producir que la espiga de desgaste no esté dispuesta de forma continua y deslizante a lo largo del tiempo en la sección del cojinete interior, y no se pueda medir de forma fiable el desgaste de un cojinete.

55 Además, debido a las dimensiones relativamente grandes de la perforación pasante, que debe alojar la espiga de desgaste, puede producirse un debilitamiento estructural de la sección del cojinete exterior.

**Presentación de la invención: tarea, solución, ventajas**

La invención se basa en la tarea de solucionar los inconvenientes indicados y de proveer un cojinete para alojar el eje, en particular, un codaste del timón o una pala del timón, mediante el cual puede vigilarse, detectarse y en su caso documentarse de manera continua el juego del cojinete o bien el desgaste del cojinete. Esta tarea se cumple por medio del cojinete de acuerdo con la invención para alojar el eje, en particular, un codaste del timón o una pala del timón. Además, se cumple la tarea por medio de un dispositivo de medición del juego del cojinete, así como mediante un timón para un barco y un procedimiento para la medición de un desgaste de un cojinete.

De acuerdo con la invención se propone un cojinete para alojar el eje, a saber, un codaste del timón o una pala del timón, comprendiendo un primer elemento de cojinete y un segundo elemento de cojinete, presentando el primer elemento de cojinete una superficie de deslizamiento para el contacto deslizante con el segundo elemento de cojinete y al menos un transductor con una superficie de desgaste para el contacto deslizante con el segundo elemento de cojinete, en el que el al menos un transductor no se conformó como espiga, en el que el transductor presenta un material con conductividad eléctrica, en el que el material con conductividad eléctrica para medir el desgaste del transductor está dispuesto en el área de la superficie de desgaste, en el que el material con conductividad eléctrica se conformó al menos como una capa o capa conductora y/o al menos como un circuito conductor y/o al menos como una pista del circuito, en el que el transductor comprende una unidad de control, en el que la unidad de control se conformó para detectar un desgaste del transductor mediante la medición de la modificación de la resistencia eléctrica y/o mediante la medición de un cortocircuito en el estado no desgastado del transductor entre dos capas y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito aislados eléctricamente.

En la conformación de acuerdo con la invención del cojinete para alojar el eje, el cojinete se conformó como cojinete para un codaste del timón o una pala del timón. Pero el cojinete para alojar el eje también se puede haber conformado como cojinete para un eje de hélice, en particular, para un eje de hélice de un vehículo acuático. Por lo demás, el cojinete de acuerdo con la invención en principio es adecuado para cualquier eje o cojinete, en particular, un eje o cojinete que soporta mucha carga, en el que el desgaste del eje o el desgaste de los cojinetes puede causar un juego del eje o un juego del cojinete de cuello. En particular, el cojinete de acuerdo con la invención es adecuado para cualquier cojinete de deslizamiento en el que, en particular, bajo cargas elevadas, puede producirse un desgaste y, por lo tanto, un incremento del juego del cojinete. El cojinete puede haberse conformado como un cojinete de deslizamiento, por ejemplo, como un cojinete de deslizamiento comprendiendo un cojinete de cuello. Además, el cojinete preferentemente puede haberse conformado como un cojinete radial, pero la invención también es adecuada para un cojinete axial o un cojinete radial y axial combinado. En el sentido de la invención, el cojinete, por lo tanto, se puede haber conformado como un cojinete de deslizamiento, cojinete de cuello, cojinete radial, cojinete axial, cojinete radial y axial combinado, así como combinaciones de los tipos de cojinete mencionados con anterioridad, así como cualquier otro cojinete adecuado.

Si el cojinete de acuerdo con la invención se conformó para sostener un codaste del timón, el cojinete puede estar dispuesto en un área final inferior de un codaste del timón, por ejemplo, entre un área final inferior del codaste del timón y una limera del timón. Pero además también es posible que el cojinete de acuerdo con la invención esté dispuesto en un área final superior de un codaste del timón, en particular, en un área final superior de un codaste del timón ubicado en el interior de un casco del barco. Puede haber dispuesto uno o varios cojinetes de ese tipo para alojar el eje, en particular, un codaste del timón, en un eje, en particular, en un codaste del timón. También, pueden haberse dispuesto los cojinetes en cualquier posición adecuada del codaste del timón. El primer elemento de cojinete del cojinete se conformó con una superficie de deslizamiento para el contacto deslizante con el segundo elemento de cojinete, estando el segundo elemento de cojinete dispuesto preferentemente en el eje, en particular, en el codaste del timón y/o en el eje de la hélice, y el primer elemento de cojinete preferentemente en un elemento guía, como, por ejemplo, una limera del timón o una carcasa para un eje de hélice. El transductor de acuerdo con la invención también se conformó con una superficie de desgaste para el contacto deslizante en el segundo elemento de cojinete. Mediante la disposición de una superficie de desgaste del transductor se logra ventajosamente que el desgaste de la superficie de desgaste del transductor pueda representar el desgaste del cojinete o bien pueda estar relacionado con el desgaste del cojinete. Por lo tanto, el desgaste del transductor puede indicar ventajosamente un desgaste del cojinete para alojar el eje. El desgaste de la superficie de desgaste del transductor se produce, en particular, a causa del deslizamiento de la superficie de desgaste en el segundo elemento de cojinete.

También se entiende por un transductor en el presente caso un sensor o un sensor de medición o un dispositivo de medición. En particular, el término transductor comprende cualquier dispositivo que puede determinar un desgaste de una superficie de desgaste del transductor y dado el caso puede transmitir información o datos del desgaste.

Una ventaja especial resulta cuando el transductor no se conformó como espiga, debiendo entenderse como "transductor en forma de espiga" un transductor que tiene un cuerpo cilíndrico y una conformación esencialmente alargada. Un diseño alargado existe preferentemente si la relación de la longitud del eje longitudinal del transductor con la longitud o extensión del transductor perpendicular al eje longitudinal es mayor que 1,2, preferentemente mayor que 1,5, en particular preferentemente mayor que 2,0. El término "transductor en forma de espiga" también puede incluir un transductor con una sección transversal poligonal y un diseño esencialmente alargado. En particular, por "transductor en forma de espiga" puede entenderse un transductor con un cuerpo cilíndrico o una sección transversal poligonal y un diseño esencialmente alargado, en el que la superficie de desgaste es preferentemente esencialmente

perpendicular o transversal al eje longitudinal del transductor.

5 Aunque el nuevo transductor puede tener un cuerpo con una sección transversal poligonal y una conformación esencialmente alargada, la superficie de desgaste no se encuentra entonces en una de las caras finales del transductor o en uno de los lados, lados externos o planos que son esencialmente perpendiculares o transversales al eje longitudinal del transductor. En este caso, es preferente que el nuevo transductor no tenga forma de espiga, de modo que la superficie de desgaste no sea perpendicular o transversal al eje longitudinal del transductor. Preferentemente, la superficie de desgaste del transductor es esencialmente paralela al eje longitudinal del transductor. En este caso, la superficie de desgaste no está dispuesta en una cara final sino en una superficie lateral paralela al eje longitudinal del transductor.

10 Son conocidas a partir del estado de la técnica espigas de desgaste cilíndricas con una superficie de desgaste en uno de los lados frontales de la espiga de desgaste cilíndrica. Las espigas de desgaste conocidas están dispuestas de manera tal que ingresan en una sección del cojinete exterior y que el eje longitudinal de la espiga de desgaste es perpendicular a la sección del cojinete interior. Debido a la orientación y la forma de la espiga de desgaste, es susceptible a las fuerzas de cizallamiento. Por lo tanto, existe el riesgo de que la espiga de desgaste se dañe debido a las fuerzas de fricción y cizallamiento que se producen cuando la espiga de desgaste hace contacto por deslizamiento con una sección del cojinete interior.

15 Si el nuevo transductor no tiene forma de espiga, aunque puede tener un diseño esencialmente alargado, pero entonces la superficie de desgaste no es esencialmente perpendicular o transversal al eje longitudinal del transductor, sino que preferentemente está alineada esencialmente paralela al eje longitudinal del transductor, entonces el transductor puede ser puesto en contacto deslizante de manera tal con la superficie de desgaste del segundo elemento de cojinete, que el eje longitudinal no sea perpendicular al segundo elemento de cojinete. Esto reduce el riesgo de daño al transductor debido a las fuerzas de fricción y corte que se producen en el segundo elemento de cojinete, cuando se desliza el transductor.

20 Al prescindir de los transductores en forma de espiga, es posible asegurar que el cojinete para alojar el eje, comprendiendo el transductor, resiste las altas cargas que se producen en particular con un cojinete para sostener un codaste del timón. El transductor sin forma de espiga está preferentemente firmemente conectado con el primer elemento de cojinete en particular, y no puede retirarse o extraerse del primer elemento de cojinete.

25 De acuerdo con la invención, el transductor presenta un material con conductividad eléctrica, estando el material con conductividad eléctrica para medir el desgaste del transductor dispuesto en el área de la superficie de desgaste del transductor, y estando conformado el material con conductividad eléctrica como al menos una capa o capa conductora y/o al menos un circuito conductor y/o al menos una pista del circuito.

30 La ventaja de esta conformación es que la medición continua de la conductividad eléctrica o la resistencia o un cortocircuito del material conductor de la electricidad permite determinar el desgaste de la superficie de desgaste del transductor y, por lo tanto, el posible desgaste del cojinete para sostener un eje. Por lo tanto, es ventajosamente posible una determinación automatizada e inmune a los errores, la determinación o el control del desgaste de un cojinete de cuello.

35 Además, de acuerdo con la invención, se prevé que el transductor de medición comprenda una unidad de control, que se conformó para detectar el desgaste del transductor de medición midiendo el cambio de resistencia eléctrica y/o midiendo un cortocircuito entre dos capas y/o circuitos conductores y/o pistas conductoras aisladas eléctricamente entre sí en el estado no desgastado del transductor de medición.

40 La provisión de una unidad de control tiene la ventaja de que la medición del cambio de resistencia y/o la medición de un cortocircuito pueden ser automatizadas, lo que lleva a una ventajosa simplificación del proceso de medición y lo hace menos propenso a errores.

En las reivindicaciones secundarias se indican los desarrollos ulteriores ventajosos de la invención.

45 Preferentemente, la superficie de desgaste del transductor se forma de acuerdo con una sección de la superficie exterior de un cilindro o cono.

50 Un recorte de la superficie exterior de un cilindro o cono se refiere a cualquier superficie parcial, en particular a toda la superficie de la superficie exterior de un cilindro o cono. Además, se entiende por recorte de la superficie lateral de un cilindro o cono tanto un recorte del interior de la superficie lateral de un cilindro o cono como un recorte del exterior de la superficie lateral de un cilindro o cono, de modo que, según la forma de observación, el recorte de la superficie circunferencial de un cilindro o cono tiene una forma convexa cuando se observa el recorte de una superficie exterior de la superficie circunferencial de un cilindro o cono, o una forma cóncava cuando se observa el recorte de la superficie interior de la superficie circunferencial de un cilindro o cono. La ventaja de acuerdo con la invención resulta del hecho de que, en el caso de un segundo elemento de cojinete, que tiene una superficie de deslizamiento complementaria a la forma de la superficie de desgaste del transductor, en la que la superficie de desgaste del transductor puede ser deslizada, siempre hay un contacto a ras entre la superficie de desgaste del transductor y la superficie de deslizamiento complementaria del segundo elemento de cojinete. Por lo tanto, es particularmente útil que la superficie de

deslizamiento del segundo elemento de cojinete, en el que la superficie de desgaste del transductor puede estar dispuesta para el contacto de deslizamiento, tenga también la forma de un recorte de la superficie de un cilindro o cono, teniendo el correspondiente cilindro imaginario esencialmente el mismo radio que el correspondiente cilindro imaginario en el que se basa la forma de la superficie de desgaste del transductor. Debido a la conformación de acuerdo con la invención de la superficie de desgaste del transductor y el constante contacto a ras de la superficie de desgaste del transductor con la superficie de deslizamiento del segundo elemento de cojinete, es posible un registro o determinación continua del desgaste del transductor y por lo tanto del cojinete para alojar un eje, ya que, debido al contacto a ras de la superficie de desgaste del transductor con la superficie de deslizamiento del segundo elemento de cojinete, el desgaste de la superficie de desgaste del transductor es representativo del desgaste del cojinete o está directamente relacionado con el desgaste del mismo.

Además, es preferente que en la superficie de deslizamiento del primer elemento de cojinete esté dispuesto un soporte del transductor o un hueco, en particular, una perforación ciega, preferentemente ranurada, o una ranura o una acanaladura o un escalón, estando el al menos un transductor dispuesto en el soporte del transductor o el hueco, y en el que el transductor puede colocarse en el soporte del transductor y/o extraerse del soporte del transductor exclusivamente desde el lado de la superficie de deslizamiento.

En particular, en una conformación del soporte del transductor o del hueco en forma de hendidura o perforación ciega o ranura alargadas o como acanaladura o escalón, que preferentemente se proporcionaron en dirección longitudinal del primer elemento de cojinete en la superficie de deslizamiento, un transductor con una conformación esencialmente alargada y una superficie de desgaste que no es perpendicular ni transversal al eje longitudinal del transductor, pueden estar dispuestos o posicionarse en el soporte o el hueco del transductor de tal manera que el eje longitudinal del transductor no sea perpendicular a la superficie de deslizamiento y, en el caso de un casquillo de cojinete, no sea radial al casquillo del cojinete. La dirección longitudinal o el eje longitudinal del transductor es entonces preferentemente paralelo a la dirección longitudinal del elemento de cojinete o en el caso de un casquillo de cojinete en la dirección longitudinal del casquillo de cojinete esencialmente en la dirección periférica del casquillo de cojinete. Esto reduce el riesgo de daños en el transductor por fuerzas de cizallamiento y fricción.

Debido a la disposición ventajosa del transductor en el soporte del transductor o el hueco, en particular, y preferentemente en forma de hendidura o perforación ciega alargada o una ranura o una acanaladura o un escalón, se posibilita que el transductor esté empotrado en el elemento de cojinete, de modo que la superficie de desgaste del transductor esté alineada con la superficie de deslizamiento del primer elemento de cojinete. En particular, el transductor no sobresale de la superficie de deslizamiento del primer elemento de cojinete. Esto significa que cuando el primer elemento de cojinete está en contacto a ras y deslizante con el segundo elemento de cojinete, la superficie de desgaste del transductor también está en contacto a ras con el segundo elemento de cojinete. Además, es ventajoso que, al disponer el transductor en un soporte de transductor o en un hueco del primer elemento de cojinete, no sea necesario proporcionar más soportes o dispositivos de rodamiento o sujeción para el transductor, simplificando así la fabricación del cojinete y del transductor. Un orificio ciego con forma de hendidura o ranura o acanaladura o escalón es particularmente ventajoso para alojar un transductor, que preferentemente no tiene forma de espiga. Además, la conformación del soporte del transductor o del hueco en forma de un orificio o ranura ciega o ranura o escalón en forma alargada no sólo permite medir el desgaste esencialmente punto por punto o de manera muy localizada, sino que también permite medir el desgaste en un área extendida determinada por la conformación alargada del soporte del transductor o la escotadura o el transductor sostenido en la escotadura. Así se garantiza una mayor precisión en la medición del desgaste.

Dado que ventajosamente el transductor puede colocarse en el soporte del transductor y/o puede extraerse del soporte del transductor exclusivamente desde el lado de la superficie de deslizamiento, se soluciona el problema del estado de la técnica, debido a que la espiga de desgaste dispuesta en la perforación pasante puede presentar un juego, en particular, radial, en la perforación pasante. El transductor en ese caso preferentemente se coloca desde el lado de la superficie de deslizamiento atravesando la superficie de deslizamiento en el soporte del transductor y luego se apoya en un parte inferior o fondo previsto preferentemente en el soporte del transductor o el hueco, en particular, recibe un soporte en dirección radial, de modo que se evita en forma sencilla un juego radial del transductor en el elemento de cojinete. En particular, cuando el soporte del transductor o el hueco se conformó como perforación ciega, ranura, acanaladura o escalón, la perforación ciega, la ranura, la acanaladura o el escalón presenta un parte inferior o un base que preferentemente observado desde la dirección la superficie de deslizamiento define el punto más bajo de la perforación ciega, la ranura, la acanaladura o el escalón. La base o la parte inferior conforma en ese caso una superficie de contacto, en particular, radial, para el transductor, de modo que este, en particular, un casquillo de cojinete, está bloqueado para un movimiento en dirección radial.

El soporte del transductor o el hueco puede estar dispuesto preferentemente en la superficie de deslizamiento del primer elemento de cojinete en la dirección longitudinal o en la dirección transversal o circunferencial, de modo que el transductor también se dispone preferentemente en la dirección longitudinal o en la dirección transversal o circunferencial en la superficie de deslizamiento del primer elemento de cojinete. Si el primer elemento de cojinete está conformado como parte de un cojinete para sostener el codaste del timón, en particular como un casquillo de cojinete, la dirección longitudinal del elemento de cojinete corresponde a la dirección longitudinal del codaste del timón cuando el codaste del timón está dispuesto en el cojinete para soportar el codaste del timón. Sin embargo, el soporte del transductor o hueco del transductor también puede haberse dispuesto en cualquier otra orientación adecuada en

la superficie de deslizamiento del primer elemento de cojinete.

5 Mediante la disposición del transductor o bien del soporte del transductor o del hueco en dirección longitudinal del elemento de cojinete resulta posible una fabricación sencilla del transductor, dado que no es necesario adecuar la superficie de desgaste del transductor a la curvatura de la superficie de deslizamiento o solo se requiere una mínima adaptación, en particular, cuando el primer elemento de cojinete se conformó como casquillo de cojinete. Además, un desgaste del cojinete o del elemento de cojinete también puede detectarse ventajosamente en un intervalo de medición más amplio en dirección longitudinal del elemento de cojinete, sin que se requieran transductores adicionales.

10 En una conformación preferente del cojinete para alojar el eje el primer elemento de cojinete se proporcionado de modo que sea un casquillo de cojinete y/o que el primer elemento de cojinete pueda estar dispuesto del lado interno, en particular, la pared interior, de un tubo de la limera de una limera del timón, y/o que el primer elemento de cojinete pueda estar dispuesto del lado externo del tubo de la limera de la limera del timón y/o que el segundo elemento de cojinete pueda estar dispuesto en un codaste del timón o pueda conformarse como parte de un codaste del timón y/o que el segundo elemento de cojinete pueda estar dispuesto en una pala del timón y/o que el cojinete pueda estar dispuesto entre el tubo de la limera y el codaste del timón, y/o que el cojinete pueda estar dispuesto entre el tubo de la limera y la pala del timón.

15 En una conformación ventajosa, por lo tanto, el primer elemento de cojinete puede estar dispuesto del lado interior de un tubo de la limera de una limera del timón, y el segundo elemento de cojinete puede estar dispuesto en un codaste del timón o puede conformarse como parte de un codaste del timón. En esta conformación ventajosa, por lo tanto, el primer y el segundo elemento de cojinete forman un cojinete de cuello o un cojinete radial, que aloja un codaste del timón en el interior de una limera del timón o bien en el interior de un tubo de la limera de una limera del timón. Con ello, se logra ventajosamente un alojamiento de un codaste del timón, preferentemente en el área final inferior del codaste del timón, en una limera del timón, en una posición a lo largo del codaste del timón, en la que actúan las mayores fuerzas de cizallamiento, torsión y presión y las mayores tensiones sobre el codaste del timón, el tubo de la limera de la limera del timón o bien el cojinete. Debido a la disposición ventajosa se logra, por lo tanto, determinar un  
20  
25 desgaste del cojinete, en el que existen las mayores exigencias y, por lo tanto, el mayor riesgo de un desgaste de un cojinete.

30 Además, puede ser ventajoso proporcionar el segundo elemento de cojinete de modo que esté diseñado como parte de un codaste del timón. Por lo tanto, en esta realización ventajosa no es necesario colocar un segundo elemento de cojinete separado en el codaste del timón, sino que el codaste del timón o una sección de la superficie del codaste del timón misma forma el segundo elemento de cojinete. Al omitir o formar el segundo elemento de cojinete como parte del codaste del timón, se logra un diseño simplificado y menores costos de mantenimiento y fabricación.

35 Puede ser ventajoso, además, que el primer elemento de cojinete pueda estar dispuesto del lado externo del tubo de la limera de la limera del timón y que el segundo elemento de cojinete esté dispuesto en una pala del timón, en particular, del lado interior de una cavidad de alojamiento de la pala del timón para la limera del timón. Esta conformación ventajosa es adecuada, en particular, cuando la pala del timón es sostenida por un cojinete dispuesto entre la pala del timón y el tubo de la limera de la limera del timón.

También en esta conformación ventajosa es posible en principio que el primer elemento de cojinete esté conformado como parte del tubo de la limera de la limera del timón o que el segundo elemento de cojinete esté conformado como parte de la pala del timón.

40 Por lo demás, en principio también es posible intercambiar las funciones del primer elemento de cojinete y del segundo elemento de cojinete, de modo que, por ejemplo, el primer elemento de cojinete puede estar dispuesto en un codaste del timón o puede conformarse como parte de un codaste del timón, es decir, que el primer elemento de cojinete puede estar dispuesto en una pala del timón.

45 Además, también es posible, que el transductor presente una superficie de desgaste para el contacto deslizante con el primer elemento de cojinete, aunque es preferente un transductor con una superficie de desgaste para el contacto deslizante en el segundo elemento de cojinete.

50 Preferentemente, el desgaste del cojinete se mide por medio de un transductor electrónico que no requiere ningún elemento componente móvil. Además, es preferente que la medición del desgaste del cojinete pueda realizarse en estado seco como también en estado húmedo del cojinete. Si el cojinete se conformó como cojinete para un codaste del timón o para un eje de hélice, la medición del desgaste del cojinete también puede efectuarse en estado sumergido del cojinete. En estado sumergido, la superficie de desgaste del transductor por lo general puede estar bañada por agua, en particular, por agua de mar.

55 En otra conformación adecuada se proporciona que el material con conductividad eléctrica esté conformado como al menos dos capas o capas conductoras y/o como al menos dos circuitos conductores y/o como al menos dos pistas del circuito, mientras en un estado sin desgaste del transductor las al menos dos capas o capas conductoras y/o los al menos dos circuitos conductores y/o las al menos dos pistas del circuito están aisladas eléctricamente entre sí.

En un estado sin desgaste del transductor, por lo tanto, no existe una conexión con conductividad eléctrica entre las

al menos dos pistas del circuito y/o circuitos conductores y/o capas conductoras, de modo que la conductividad eléctrica desaparece esencialmente entre las al menos dos capas o bien entre los al menos dos circuitos conductores y/o las al menos dos pistas del circuito o bien que la resistencia eléctrica entre las dos capas esencialmente es muy elevada. En particular, en un estado sin desgaste no puede medirse un cortocircuito entre las al menos dos capas, circuitos conductores o pistas del circuito. Si, por lo tanto, de modo ventajoso no se mide ningún cortocircuito o bien una conductividad eléctrica que desaparece esencialmente entre dos pistas del circuito, capas o circuitos conductores del transductor, la falta de cortocircuito o bien la desaparición o la imposibilidad de medir la conductividad eléctrica entre las al menos dos capas, circuitos conductores o pistas del circuito son indicativos de un transductor sin desgaste y, por lo tanto, un indicio de un cojinete para alojar el eje que no presenta desgaste o solo presenta un leve desgaste. Si, en cambio, se produce un desgaste de la superficie de desgaste del transductor y, por lo tanto, un desgaste del cojinete para alojar el eje, en estado de desgaste puede producirse un cortocircuito entre las al menos dos capas, circuitos conductores o pistas del circuito, que puede medirse y es indicativo de un desgaste del cojinete o un juego del cojinete de cuello. La medición de la resistencia eléctrica o de un cortocircuito, en consecuencia, constituye una conformación especialmente sencilla para la medición de un desgaste de un cojinete para alojar el eje.

Preferentemente se proporcionan 2 a 20 capas o capas conductoras y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito. De manera especialmente preferente se proporcionan 3 a 10 capas o capas conductoras y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito.

Por lo tanto, se dispone preferentemente de dos procedimientos de medición para la medición de un desgaste de la superficie de desgaste del transductor. En un primer procedimiento de medición puede determinarse el desgaste de la superficie de desgaste cuando una o varias capas o capas conductoras y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito presentan un desgaste o destrucción, es decir, que estas capas, circuitos conductores o pistas del circuito ya no presentan conductividad eléctrica. Por lo tanto, un incremento brusco de la resistencia eléctrica muestra de una o de varias capas, circuitos conductores o pistas del circuito el grado del desgaste la superficie de desgaste del transductor. Este procedimiento de medición es adecuado para cojinetes secos. Un cojinete seco puede estar presente, por ejemplo, en un cojinete para un codaste del timón, cuando el barco se encuentra en el dique seco o avanza sin carga, de modo que el cojinete se encuentra por encima de la superficie del agua.

En un segundo procedimiento de medición se mide una conductividad eléctrica o bien un cortocircuito entre al menos dos capas, circuitos conductores o pistas del circuito. Esto constituye una ventaja, en particular, debido a que el segundo procedimiento de medición también puede aplicarse en un cojinete húmedo o bien en el caso del segundo elemento de cojinete con conductividad eléctrica, como, por ejemplo, un codaste metálico del timón. Si el cojinete se encuentra en un estado sumergido y, por lo tanto, húmedo, el cojinete está bañado por agua o bien por agua de mar. En caso de que una sola capa, un solo circuito conductor o pista del circuito presente un desgaste, el agua de mar puede continuar estableciendo el contacto eléctrico entre los extremos o bien extremos frontales de los restos o las conexiones de la capa individual del circuito conductor individual o de la pista individual del circuito. Si en cambio hace contacto un eje metálico, tal como un codaste metálico del timón con la superficie de desgaste del transductor, el contacto eléctrico en una capa, un circuito conductor o una pista del circuito desgastados entre los extremos o bien los extremos frontales de los restos o de las conexiones de cada capa, del circuito conductor individual o de las pistas individuales del circuito, puede establecerse por medio del eje metálico.

En el segundo procedimiento de medición, en cambio, una caída del cortocircuito entre diferentes capas, circuitos conductores o pistas del circuito puede presentarse exclusivamente en un estado de desgaste, dado que en estado no desgastado las capas conductoras, circuitos conductores o pistas del circuito individuales están aisladas eléctricamente entre sí.

Por lo tanto, la realización preferente ofrece dos procedimientos de medición complementarios para la medición de un desgaste de la superficie de desgaste de un transductor, prefiriéndose en particular el segundo procedimiento de medición para medir un cortocircuito entre dos capas conductoras, circuitos conductores o pistas del circuito en un cojinete húmedo. Aunque también se pueden aplicar simultáneamente los dos procedimientos de medición.

Preferentemente en un estado sin desgaste del transductor las al menos dos capas o capas conductoras y/o los al menos dos circuitos conductores y/o las al menos dos pistas del circuito están aisladas herméticamente entre sí y respecto del entorno.

En un desarrollo ulterior especialmente conveniente se proporciona que las al menos dos capas o capas conductoras y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito presenten una distancia diferente respecto de la superficie de desgaste y/o que las al menos dos capas o capas conductoras y/o los circuitos conductores y/o las pistas del circuito están dispuestos en forma adyacente entre sí, preferentemente a una distancia de 100  $\mu\text{m}$  a 1000  $\mu\text{m}$ , de modo especialmente preferente a una distancia de 200  $\mu\text{m}$  a 700  $\mu\text{m}$ , preferentemente en particular a una distancia de 400  $\mu\text{m}$  a 600  $\mu\text{m}$ .

Preferentemente las distancias respectivas de las al menos dos capas, circuitos conductores o pistas del circuito de la superficie de desgaste son constantes al menos en un área próxima a la superficie de desgaste o en cada punto de los circuitos conductores, pistas del circuito o capas, siendo que las distancias, por ejemplo, se determinan a partir de los puntos de intersección de una ortogonal de la superficie de desgaste con las capas, circuitos conductores o pistas

del circuito, pero estas distancias también pueden oscilar a lo largo de una capa conductora, un circuito conductor o una pista del circuito. También la diferencia de las distancias de las capas conductoras, o bien los circuitos conductores o las pistas del circuito pueden ser constantes u oscilar, determinándose la diferencia de las distancias, por ejemplo, a partir de los puntos de intersección de una ortogonal de la superficie de desgaste con las capas, los circuitos conductores o las pistas del circuito. Pero en principio también es posible que las capas, los circuitos conductores o las pistas del circuito presenten la misma distancia respecto de la superficie de desgaste del transductor. De modo especialmente preferente, las capas, los circuitos conductores o las pistas del circuito al menos en un área próxima a la superficie de desgaste son esencialmente paralelos a la superficie de desgaste y/o están dispuestos u orientados en paralelo entre sí. Además, es preferente que las capas, los circuitos conductores o las pistas del circuito sean adyacentes, es decir, al menos se encuentran en parte en una superficie o plano imaginario conjunto, estando la superficie o el plano orientados preferentemente en paralelo a la superficie de desgaste. Dado que la superficie de desgaste se conformó de acuerdo con una sección de la superficie exterior de un cilindro, la superficie o el plano preferentemente también se conformaron como una sección de la superficie exterior de un cilindro. Pero, la superficie o el plano pueden también no ser curvados. En ese caso, otras capas, otros circuitos conductores u otras pistas del circuito también pueden estar al menos parcialmente en otra superficie o plano, estando orientada la otra superficie o el otro plano preferentemente en paralelo a la superficie de desgaste, aunque presentando otra distancia respecto de la superficie de desgaste que la primera superficie o el primer plano.

Además, en particular, también es posible que las capas, pistas del circuito o circuitos conductores sobresalgan de la superficie de desgaste o finalicen directamente en la superficie de desgaste. Las capas, pistas del circuito o circuitos conductores también pueden ubicarse en un ángulo, preferentemente en un ángulo recto respecto de la superficie de desgaste o extenderse hacia ella. Las capas, pistas del circuito o circuitos conductores entonces pueden sobresalir de la superficie de desgaste o finalizar en la superficie de desgaste o finalizar próximos a la superficie de desgaste, es decir, en un área del transductor, que está dispuesto preferentemente en la proximidad inmediata de la superficie de desgaste.

Resulta ventajoso, en particular, cuando las al menos dos capas, circuitos conductores o pistas del circuito presentan diferentes distancias respecto de la superficie de desgaste, mientras más allá de ello es preferente que las distancias sean esencialmente constantes. Si se produce un desgaste de la superficie de desgaste, se produce la abrasión capa por capa de la superficie de desgaste, hasta que finalmente la primera capa conductora, el primer circuito conductor o la primera pista del circuito se encuentran al descubierto y se encuentran en contacto directo deslizante con el segundo elemento de cojinete. Cuando continúa la abrasión, se destruye la primera capa conductora, el primer circuito conductor o la primera pista del circuito, lo que, en particular, en un cojinete seco produce un incremento brusco medible de la resistencia eléctrica de la primera capa conductora, por lo que puede determinarse un desgaste de la superficie de desgaste. Si después continúa la abrasión, finalmente también la segunda capa o las demás capas, circuitos conductores o pistas del circuito se encuentran descubiertas en la superficie de desgaste y también puede destruirse al continuar el desgaste, por lo que entonces puede determinarse un desgaste avanzado. Por lo demás, también es posible que en un desgaste de la superficie de desgaste del transductor se modifique la posición y la forma de las capas, de los circuitos conductores o de las pistas del circuito, en particular, debido a fuerzas de cizallamiento, de presión o de tensión, de modo que estas en un estado de desgaste produzcan un contacto eléctrico entre, generándose así un cortocircuito entre las capas, los circuitos conductores o las pistas del circuito. Este es el caso en particular, cuando las capas, las pistas del circuito o los circuitos conductores se ubican en un ángulo, preferentemente en un ángulo recto, respecto de la superficie de desgaste o se prolongan hacia la superficie en dicho ángulo.

Pero es preferente que las al menos dos capas o capas conductoras y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito se hayan dispuesto esencialmente en paralelo a la superficie de desgaste. En este caso, debido a la abrasión quedan descubiertas sucesivamente otras capas, circuitos conductores o pistas del circuito en la superficie de desgaste, que también puede destruirse con un desgaste ulterior. Por medio de agua, en particular, agua de mar, o mediante un segundo elemento metálico del cojinete se produce un cortocircuito entre diferentes capas, circuitos conductores o pistas del circuito. Si se produce un cortocircuito eléctrico de ese tipo, puede determinarse mediante la constatación de este cortocircuito el desgaste del transductor y, por lo tanto, del cojinete. Cuando más avanzada esté la abrasión de la superficie de desgaste del transductor, tanto más capas, circuitos conductores o pistas del circuito se encuentran próximas a la superficie de desgaste, dado que se redujo la distancia respectiva de las capas, pistas del circuito o de los circuitos conductores respecto de la superficie de desgaste. Por lo tanto, mediante la determinación sucesiva de cortocircuitos entre diferentes pistas del circuito, capas o circuitos conductores, en particular, entre pistas del circuito, capas o circuitos conductores adyacentes o mediante la determinación sucesiva de resistencias eléctricas que oscilan en las pistas del circuito, capas o los circuitos conductores puede precisarse un desgaste y en particular, el alcance del desgaste de la superficie de desgaste del transductor. A efectos de poder realizar una determinación precisa del desgaste es conveniente que las capas, circuitos conductores o pistas del circuito presenten solo poca distancia entre sí o respecto de la superficie de desgaste. Preferentemente, esta distancia se ubica en un intervalo de 100  $\mu\text{m}$  a 1000  $\mu\text{m}$ , de modo especialmente preferente en un intervalo de 200  $\mu\text{m}$  a 700  $\mu\text{m}$ , preferentemente en particular, en un intervalo de 400  $\mu\text{m}$  a 600  $\mu\text{m}$ . La distancia determina la precisión de la medición. Si incluso están dispuestos varias capas conductoras, circuitos conductores o pistas del circuito al menos parcialmente en una superficie o un plano paralelo a la superficie de desgaste, puede medirse un cortocircuito entre estas capas conductoras, estos circuitos conductores o estas pistas del circuito. En este caso, para la medición de un desgaste no puede estar avanzada tanto la abrasión que ya se hayan destruido varias capas conductoras, circuitos conductores o pistas del circuito que



presentan una distancia diferente respecto de la superficie de desgaste.

La unidad de control puede comprender, por ejemplo, una unidad de cálculo, en particular, un dispositivo de cálculo programable como un microprocesador. Así, puede definirse la forma de funcionamiento de la unidad de control o bien del transductor puede ser definida mediante una programación adecuada. Por ejemplo, se puede determinar que la unidad de control mida continuamente la resistencia eléctrica o un cortocircuito entre dos capas, circuitos conductores o pistas del circuito del transductor. Sin embargo, la medición también puede tener lugar a intervalos predeterminados. Además, se pueden definir intervalos y tolerancias de medición para el cambio de la resistencia eléctrica o para la medición de un cortocircuito. En principio, también es posible que la unidad de control del transductor envíe un cambio medido en la resistencia eléctrica o en el circuito de la manera continua o a intervalos predefinidos a una unidad de cálculo superior. En la unidad de cálculo superior, la información puede entonces recopilarse de varios transductores, de modo que, en particular, en el caso de los transductores distribuidos en la circunferencia de un timón o cojinete codificado, se pueda determinar una medicación precisa del desgastificado o juego del cojinete o juego del cojinete de cuello. De manera más conveniente, la unidad de control del transductor también puede tener una fuente de alimentación, como, por ejemplo, una batería. Sin embargo, es preferente que los transductores o la unidad de control del transductor sean alimentados por una fuente de energía eléctrica externa. La fuente de energía eléctrica suministra al transductor un voltaje eléctrico de preferentemente entre 2 V y 10 V, de modo especialmente preferente de 5 V. Además, la fuente de alimentación está preferentemente aislada galvánicamente de la red eléctrica de a bordo de un barco. Sin embargo, la unidad de control también puede estar ubicada fuera del transformador. Pero, sin falta la unidad de control o la unidad de cálculo de nivel superior debe estar efectivamente conectada para la medición de un dispositivo de resistencia eléctrica o un cortocircuito, por lo que la conexión activa se establece preferentemente a través de medios conductores eléctricos. Además, es posible que no se disponga ninguna una unidad de control y que por medio de la unidad de cálculo superior se lleve a cabo la interrogación lógica de las capas, circuitos conductores o pistas del circuito con respecto a la medición de una resistencia eléctrica o de un cortocircuito.

En una conformación especial del cojinete se proporciona que el material con conductividad eléctrica esté dispuesto en un soporte, en particular, una placa de circuito o una placa de circuito impreso y/o que el material con conductividad eléctrica y/o el soporte en un material no metálico, en particular, estén dispuestos o moldeados en una resina sintética.

La disposición ventajosa del material conductor de la electricidad en un soporte o una placa de circuito o una placa de circuito impreso asegura una fijación en el lugar del material conductor de la electricidad en estado sin desgaste, que sólo se modifica aumentando la superficie del transductor desgastificado, y con ello el soporte, en particular, de la placa de circuito o de la placa de circuito impreso. Esto permite una determinación precisa y fiable del desgaste de la superficie de los transductores. Además, ofrece la ventaja de disponer el material conductor de la electricidad en el soporte, en particular, en una placa de circuito o una placa de circuito impreso, que también puede estar dispuesto en el soporte, en particular, en la placa de circuito o la placa de circuito impreso, de modo que se proporciona una unidad de medida del transductor que puede fácilmente producirse previamente, que consiste en el soporte o bien placa de circuito o placa de circuito impreso, material conductor de la electricidad y unidad de control. Esto resulta en un proceso de fabricación rentable. Además, se simplifica la producción del cojinete, ya que solo debe estar dispuesto en el cojinete la unidad completa, que consiste en el soporte y material conductor de la electricidad o bien la unidad de control.

Al verter el material conductor de la electricidad en un material no metálico, en particular una resina sintética, la plasticidad de la resina sintética o de un material no metálico durante el proceso de vertido puede usarse para proporcionar un conductor que se adapta a las condiciones espaciales del respectivo cojinete. Esto ofrece una variedad particularmente amplia de posibles aplicaciones para el cojinete y el transductor del cojinete. Además, un material con conductividad eléctrica puede fundirse directamente en el material no metálico o bien y la resina sintética, pero es posible que el soporte, en particular la placa de circuito o la placa de circuito impreso, pueda fundirse comprimiendo un material con conductividad eléctrica y la resina sintética.

En otra realización preferente se proporciona el primer elemento de cojinete y/o el segundo elemento de cojinete de modo que presenten un soporte del transductor o un hueco, en particular, una perforación ciega, preferentemente ranurada, o una ranura o una acanaladura o un escalón y que el al menos un transductor se haya dispuesto en el soporte del transductor o el hueco, habiéndose fijado preferentemente el transductor con un material no metálico, en particular, con una resina sintética, en el soporte del transductor o el hueco.

Debido a la disposición ventajosa del transductor en el hueco se permite que el transductor esté empotrado en el elemento de cojinete, de modo que la superficie de desgaste del transductor esté a ras de la superficie de deslizamiento del primer elemento de cojinete. En particular, el transductor no sobresale de la superficie de deslizamiento del primer elemento de cojinete. Esto significa que cuando el primer elemento de cojinete está en contacto a ras y deslizamiento con el segundo elemento de cojinete, la superficie de desgaste del transductor también está en contacto a ras con el segundo elemento de cojinete. Además, es ventajoso que, al colocar el transductor en un hueco del primer elemento de cojinete, no sea necesario proporcionar más soportes o dispositivos de alojamiento o sujeción para el transductor, simplificando así la fabricación del cojinete y del transductor. Un orificio ciego, ranura, chaflán o escalón, preferentemente en forma de hendidura y perforación ciega o ranura o acanaladura o escalón, es particularmente adecuado para acomodar un transductor que no tenga forma de espiga. Además, la conformación de la escotadura en forma de perforación ciega ranurada o alargado o de ranura o escalón no sólo permite medir el

desgaste esencialmente punto por punto o de manera muy localizada, sino que también permite medir el desgaste en una cierta área extendida determinada por la conformación alargada de la escotadura en relación con el transductor alojado en el hueco. Así se garantiza una mayor precisión en la medición del desgaste. La fijación del transductor con un material no metálico, en particular con una resina sintética, garantiza una fijación segura del transductor dentro del hueco de modo que no pueda salirse del hueco incluso cuando se retira el eje, por ejemplo, cuando se retira el codaste del timón. Además, el material no metálico o la resina sintética tiene una resistencia a la abrasión inferior a la del primer elemento portador y/o del segundo elemento portador. Esto asegura que la superficie de desgaste del transductor esté siempre alineada con la superficie de deslizamiento del primer y/o segundo elemento de cojinete y que el desgaste de la superficie de desgaste del transductor medido por el transductor sea una representación exacta del desgaste del rodamiento o de los elementos de rodamiento. Sin embargo, también es posible en principio que la resistencia a la abrasión de la resina sintética o la resistencia a la abrasión del transductor sea igual, mayor o menor que la resistencia a la abrasión del primer y/o segundo elemento de cojinete.

Otro desarrollo ulterior preferente del cojinete se caracteriza porque en una pared y/o pared lateral del soporte del transductor o del hueco, preferentemente en la parte inferior y/o la base del soporte del transductor o del hueco, se realizó una abertura pasante a través del elemento de cojinete, en particular, una perforación pasante, y porque un elemento de conducción de señal, en particular, una línea de electricidad o un cable, del transductor se condujo a través de la abertura.

Preferentemente, la abertura pasante que atraviesa el elemento de cojinete presenta un diámetro entre 0,5 mm y 5 cm, de modo especialmente preferente entre 1 mm y 2 cm, en particular, preferentemente entre 5 mm y 1 cm.

El hueco o el soporte del transductor tiene así un diámetro mayor que la abertura o el orificio de etapa. El hueco o el soporte del transductor también puede estrecharse en la dirección de la abertura, de modo que el diámetro del hueco o del soporte del transductor es mayor en el plano de la superficie de deslizamiento del primer elemento de cojinete que el diámetro de la abertura o de la perforación pasante. Esto asegura que el hueco o el soporte del transductor tenga un parte inferior o un base que pueda servir como superficie de contacto para el transductor a fin de evitar la holgura, especialmente la holgura radial, del transductor en el hueco. En el caso de un hueco que se estrecha cónicamente o un soporte de transductor que se estrecha cónicamente, las paredes laterales convergentes del hueco o del soporte del transductor actúan como superficies de contacto.

Preferentemente, el hueco o el soporte del transductor presentan una profundidad que oscila entre 10 % y 90 % del espesor del elemento de cojinete, en particular, del primer elemento de cojinete. De modo especialmente preferente, el hueco o el soporte del transductor presenta una profundidad que oscila entre 20 % y 70 % del espesor del elemento de cojinete. En particular, el hueco o el soporte del transductor preferentemente presentan una profundidad que oscila entre 30 % y 50 % del espesor del elemento de cojinete.

Preferentemente el elemento conductor de la señal está conectado al transductor o a la unidad de control del transductor y está conformado para transmitir las magnitudes de medición registradas por el transductor, en particular las magnitudes de medición relacionadas con el desgaste del transductor. Preferentemente, el elemento de conducción de la señal reenvía las magnitudes del transductor a una unidad de cálculo de nivel superior que recibe preferentemente datos de varios transductores. El elemento de conducción de la señal es una línea o cable eléctrico adecuado a través del cual se pueden conducir las señales eléctricas en forma analógica o digital, que la unidad de control prefiere enviar a una unidad de cálculo de nivel superior. Sin embargo, en principio, también es posible que el elemento de conducción de la señal esté directamente conectado al material conductor de la electricidad, es decir, a las capas o circuitos conductores o pistas conductoras, y que la unidad de cálculo o el sistema de control de nivel superior mida la resistencia eléctrica o el cortocircuito de las capas conductoras de la electricidad, los circuitos conductores o las pistas conductoras directamente y sin unidades de control intermedias de los transductores. El medio conductor de la señal también puede conectarse a una unidad transmisora y/o receptora, que transmite los datos recibidos de la unidad de control de forma inalámbrica a una unidad de computación de nivel superior, o recibe datos e instrucciones de una unidad de computación de nivel superior y los envía a la unidad de control del transductor. También se puede hacer pasar a través de la abertura un medio para suministrar energía al transductor de medición o a la unidad de control del transductor de medición, en particular un cable o alambre conductor de electricidad. Es preferente que sólo el medio conductor de la señal y, si es necesario, el medio para el suministro de energía sea conducido a través de la abertura en una pared lateral del hueco. En particular, ningún transductor en forma de espiga es guiado a través de la abertura.

En una conformación especialmente conveniente de la invención se proporciona el primer elemento de cojinete realizado como un casquillo de cojinete, en la que el cojinete presenta un anillo segmentado, en la que al menos uno de los segmentos del anillo segmentado comprende el al menos un transductor, y en la que preferentemente el anillo segmentado está dispuesto en un hueco que se extiende del lado interior del casquillo de cojinete en dirección periférica.

El anillo segmentado tiene preferentemente una cara o superficie interior. Al menos un segmento del anillo segmentado, que incluye al menos un transductor, también tiene una cara o superficie interior. La cara interna o la superficie interna del segmento del anillo segmentado, comprendiendo al menos un transductor, está diseñada al menos parcialmente como una superficie de desgaste del transductor. El segmento comprendiendo al menos un

transductor también se denomina segmento sensor. Al proporcionar el anillo segmentado y formar al menos uno de los segmentos del anillo segmentado como segmento sensor, se da un manejo particularmente sencillo del transductor y del rodamiento. Los segmentos del anillo segmentado que no incluyen un transductor también se llaman segmentos de sujeción. Los segmentos de sujeción y los segmentos de los sensores se alternan preferentemente alrededor de la circunferencia del anillo segmentado. Los segmentos de los sensores y los segmentos de sujeción pueden estar dispuesto firmemente uno contra el otro, pero también es posible que los segmentos se inserten individualmente en el hueco circunferencial en el interior del casquillo del cojinete o se dispongan en el hueco. Además, es aconsejable que tanto los segmentos de los sensores como los segmentos de sujeción tengan una resistencia a la abrasión similar, en particular la misma, de modo que el anillo segmentado tenga un comportamiento de abrasión similar o idéntico en toda la cara interna o superficie interior del anillo segmentado y una cantidad aproximadamente similar o idéntica de remoción de material bajo carga. Los segmentos del sensor y/o los segmentos de sujeción pueden ser de bronce o pueden estar fabricados con bronce. Sin embargo, los segmentos del sensor y/o los segmentos de sujeción también pueden contener o consistir en otros materiales adecuados, por ejemplo, material sintético o resina sintética.

En otra conformación ventajosa del cojinete se proporciona el casquillo de cojinete realizado en dos partes, habiéndose conformado preferentemente una primera parte del cojinete y una segunda parte del cojinete como casquillos parciales de cojinete con una longitud axial reducida respecto del casquillo de cojinete, mientras entre la primera parte del cojinete y la segunda parte del cojinete está dispuesto el anillo segmentado y preferentemente las partes del cojinete en sus áreas enfrentadas entre sí presentan un perfil, preferentemente en forma de L, que se prolonga en dirección periférica, formando los perfiles, preferentemente en forma de L, dispuestos en forma adyacente un hueco en el que está dispuesto el anillo segmentado.

Mediante la disposición preferente del anillo segmentado en el hueco se asegura un aseguramiento axial del anillo segmentado en el conjunto del casquillo que se compone de una primera parte del cojinete y segunda parte del cojinete. El perfil en L puede proporcionarse preferentemente mediante la conformación de un escalón o una acanaladura. Con esta realización ventajosa se permite una construcción especialmente sencilla del cojinete. Preferentemente se puede disponer la primera parte del cojinete. Después, el anillo segmentado de modo especialmente preferente se dispone en el perfil en L que se extiende alrededor de la primera parte del cojinete en dirección periférica y se une de manera hermética al agua con la primera parte del cojinete. Después, la segunda parte del cojinete puede estar dispuesta de manera tal contra la primera parte del cojinete que el perfil en L que rodea periféricamente la segunda parte del cojinete también esté dispuesto en el anillo segmentado. Después de ello también la segunda parte del cojinete se conecta en forma hermética al agua con el anillo que se prolonga periféricamente y el primer cojinete parcial. Después de llevar a cabo estas etapas, puede lograrse, por lo tanto, un casquillo de cojinete continuo de una sola pieza que presenta un anillo segmentado, presentando al menos uno de los segmentos un transductor. El casquillo de cojinete, que se compone de una primera parte del cojinete, la segunda parte del cojinete y el anillo segmentado puede luego estar dispuesto, por ejemplo, una limera del timón en un tubo de la limera. A fin de asegurar un asiento firme del casquillo de cojinete en el tubo de la limera de la limera del timón, después de la introducción del casquillo de cojinete en el tubo de la limera, se puede fijar el casquillo de cojinete. Pero también es posible que primero solo se fije la primera parte del cojinete y se introduzca en el tubo de la limera. A continuación, se introduce el anillo segmentado de manera tal en el tubo de la limera que el anillo segmentado está alojado en el perfil en L que rodea en dirección periférica la primera parte del cojinete. Para ello, también se puede fijar el anillo segmentado. Finalmente, se fija la segunda parte del cojinete y se introduce de manera tal en el tubo de la limera que el perfil en L que rodea periféricamente la segunda parte del cojinete esté dispuesto en el anillo segmentado. Después de cada una de estas etapas parciales o después de realizar todas estas etapas parciales, se unen entre sí en forma hermética al agua los distintos elementos, es decir, la primera parte del cojinete y la segunda parte del cojinete, así como el anillo segmentado.

La conformación en dos partes del casquillo de cojinete es especialmente conveniente de modo que después de la disposición del anillo segmentado en el hueco perimetral del lado interior del casquillo de cojinete, el anillo segmentado comprendiendo el al menos un transductor se encuentre en una posición de medición especialmente conveniente dentro del primer elemento de cojinete o bien del casquillo de cojinete.

De manera alternativa o adicional también es posible colocar un anillo segmentado comprendiendo al menos un segmento con un transductor en el extremo final del casquillo de cojinete. Pero la colocación del anillo segmentado dentro del casquillo de cojinete es más conveniente, dado que en los extremos del casquillo de cojinete con frecuencia no se produce tanto desgaste como en el cojinete propiamente dicho.

En otro aspecto, la tarea en la que se basa la invención se cumple por medio de un dispositivo de medición del juego del cojinete, en particular, para la medición del juego de un cojinete, en particular, un cojinete de cuello, de un codaste del timón o de una pala del timón, comprendiendo un cojinete de acuerdo con una de las realizaciones descritas con anterioridad, habiéndose proporcionado el dispositivo de medición del juego del cojinete de modo que presente una unidad de cálculo que se conformó para la recepción y el procesamiento de señales y/o información del al menos un transductor.

El dispositivo de medición del juego del cojinete también puede denominarse dispositivo de medición de desgaste o como dispositivo de medición del desgaste de un cojinete.

De manera ventajosa, la unidad de cálculo del dispositivo de medición del juego del cojinete se conformó para recibir y procesar señales y/o información de al menos dos transductores. La unidad de cálculo se conformó preferentemente para que, en caso de detectarse un mayor desgaste, se emita una advertencia o una indicación o bien un aviso. El aviso puede emitirse en un dispositivo de salida y consistir en un aviso óptico o acústico. La unidad de cálculo también puede presentar una unidad de almacenamiento de modo de permitir la documentación de manera continua o completa del desgaste abrasivo del cojinete para alojar el eje mediante el almacenamiento y la evaluación de los datos del al menos un transductor. En otro desarrollo ulterior adecuado se proporciona la unidad de cálculo de los dispositivos de medición del juego del cojinete de modo que envíe señales e información a al menos un transductor. De esta manera, la unidad de cálculo, por ejemplo, mediante el envío de una señal a un transductor puede provocar que este determine el desgaste actual del dispositivo de medición del juego del cojinete mediante la medición de una resistencia eléctrica y/o de un cortocircuito.

Si se indica un desgaste del dispositivo de medición del juego del cojinete o bien del cojinete para alojar el eje en el dispositivo de salida, pueden tomarse las medidas correspondientes, como, por ejemplo, una sustitución del cojinete para alojar el eje.

En otro aspecto, la dificultad en la que se basa la invención se resuelve mediante la disposición de un timón para un barco comprendiendo un codaste del timón y una pala del timón dispuesta en el codaste del timón, habiéndose proporcionado el timón de modo que comprenda un cojinete en una de las conformaciones antes descritas y/o un dispositivo de medición del juego del cojinete.

En un desarrollo ulterior ventajoso del timón se proporciona el timón de modo que presente una limera del timón comprendiendo un tubo de la limera, en el que el cojinete está dispuesto entre el tubo de la limera y el codaste del timón y/o en el que el cojinete está dispuesto entre el tubo de la limera y la pala del timón y/o en el que el tubo de la limera presenta del lado externo o interno un elemento guía, en particular, un hueco, una ranura o un cablecanal, y en el que un elemento de conducción de señal, en particular, una línea de electricidad o un cable, del transductor está dispuesto en el elemento guía, de manera tal que las señales y/o la información y/o la potencia eléctrica puedan conducirse o transmitirse entre el transductor y una unidad de cálculo.

Debido a la disposición ventajosa del elemento de conducción de señales en el elemento guía, por ejemplo, en un canal que está dispuesto del lado interno o externo en el tubo de la limera, se evita que se dañen los elementos de conducción de señal. En particular, se asegura mediante la instalación del elemento de conducción de señal en el elemento guía que al introducir el codaste del timón o bien al girar el codaste del timón y/o al introducir la limera del timón en el casco del barco, no se dañan los elementos de conducción de señal, en particular, los cables o líneas eléctricas.

De acuerdo con otra conformación ventajosa, el timón se caracteriza porque se proporciona un distanciador conformado preferentemente como un anillo de apriete, en la que el distanciador preferentemente puede colocarse del lado interno del tubo de la limera, de manera tal que pueden evitarse daños del transductor al introducir el codaste del timón en el tubo de la limera de la limera del timón.

En otro aspecto de la invención se propone que en un procedimiento para la medición de un juego de cojinete y/o de un desgaste de un cojinete para un eje, a saber, para un codaste del timón o para una pala del timón, que puede realizarse con un cojinete de acuerdo con una de las realizaciones descritas con anterioridad, con un dispositivo de medición del juego del cojinete descrito con anterioridad, o con un timón de acuerdo con una de las realizaciones antes descritas, esté dispuesto al menos un transductor que no presenta forma de espiga con una unidad de control y al menos dos capas y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito de un material con conductividad eléctrica en un cojinete para sostener un codaste del timón o de una pala del timón, midiéndose la resistencia eléctrica de las al menos dos capas y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito, en el que la unidad de control mediante la medición de la modificación de la resistencia eléctrica de al menos una de las dos capas y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito y/o mediante la medición de un cortocircuito en el estado no desgastado del transductor entre dos capas y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito aislados eléctricamente entre sí, se detecta un desgaste del transductor, y se determina un juego de cojinete y/o un desgaste del cojinete, cuando se detecta un desgaste del transductor.

El procedimiento es adecuado tanto para la determinación de un juego de cojinete como también de un desgaste de un cojinete. En particular, cuando se produce un juego de cojinete debido a un desgaste del cojinete, puede determinarse el juego del cojinete mediante la medición de un desgaste del cojinete.

En una conformación ventajosa del procedimiento se propone que se almacenen valores de medición y/o saltos de los valores de medición de la resistencia eléctrica y/o de un cortocircuito y/o que previo a la disposición del transductor en el cojinete preferentemente mediante la abrasión de la superficie de desgaste del transductor se produzca la separación de al menos una capa y/o un circuito conductor y/o una pista del circuito de un material con conductividad eléctrica, y que se realice una medición de referencia y/o medición de prueba de la resistencia eléctrica y/o de un cortocircuito.

Resulta especialmente ventajoso que mediante el almacenamiento de los saltos de los valores de medición o de valores de medición de la resistencia eléctrica o del cortocircuito pueda realizarse una documentación completa de la

evolución del juego del cojinete y/o del curso del desgaste del cojinete para alojar el eje, en particular, un codaste del timón. Además, mediante la abrasión de la superficie de desgaste del transductor resulta la ventaja que pueden producirse conclusiones erróneas al cambiar las condiciones de almacenamiento de lubricación con agua y secas.

### **Breve descripción de los dibujos**

- 5 A continuación, se explican en más detalle ejemplos de realización de la invención por medio de dibujos. Estos muestran:
- Fig. 1 en una vista lateral la popa de un barco con un cojinete para sostener un codaste del timón,
- Fig. 2 en una vista posterior la popa de un barco con un cojinete para sostener un codaste del timón,
- Fig. 3 en una vista lateral el área final inferior de una limera del timón y un codaste del timón con un cojinete,
- 10 Fig. 4 en una vista de corte transversal el área final inferior de una limera del timón y un codaste del timón con un cojinete,
- Fig. 5 un transductor con una superficie de desgaste,
- Fig. 6 en una vista lateral el área final inferior de una limera del timón con un cojinete y un transductor,
- Fig. 7 en una vista de corte transversal el área final inferior de una limera del timón con un cojinete y un transductor,
- 15 Fig. 8 en una vista lateral una limera del timón con un cablecanal,
- Fig. 9 en una vista lateral el área final inferior de una limera del timón con un casquillo de cojinete y un anillo segmentado,
- Fig. 10 en una vista de corte transversal el área final inferior de una limera del timón con un casquillo de cojinete y un anillo segmentado,
- 20 Fig. 11 un casquillo de cojinete compuesto de dos partes con un anillo segmentado,
- Fig. 12 un casquillo de cojinete compuesto de dos partes con un anillo segmentado,
- Fig. 13 un casquillo de cojinete compuesto de una parte con un anillo segmentado,
- Fig. 14 un transductor con una superficie de desgaste en un estado desgastado,
- Fig. 15 un transductor con una conformación alargada.

### **Realización preferida de la invención**

Las Figs. 1 y 2 muestran la popa 10 de un barco 11 comprendiendo un cojinete 100 para alojar un codaste del timón en una vista lateral y en una vista posterior. Observado en dirección de avance, detrás de una hélice 12 hay un timón 13 comprendiendo una pala del timón 14. En la Figura 2 se esboza la hélice mediante el círculo de la hélice K descrito por las palas de la hélice. La pala del timón 14 está dispuesta en un codaste del timón 17 alojado de modo giratorio en un tubo de la limera 15 de una limera del timón 16. El codaste del timón 17 está inserto de manera profunda en la pala del timón 14. El tubo de la limera 15 de la limera del timón 16 está conectado de manera fija al casco del barco 18. En dirección vertical, el codaste del timón 17 está asegurado por un cojinete de apoyo 19 conformado como cojinete axial, por encima del tubo de la limera 15. El codaste del timón 17 está conectado en un área final superior 20 con un servomotor del timón 21. El codaste del timón 17 está apoyado con un cojinete de cuello 23 dispuesto en un área final inferior 22 del codaste del timón 17, en el tubo de la limera 15 de la limera del timón 16. El cojinete de cuello 23 que se prolonga en dirección periférica del codaste del timón 17, se ubica entre el codaste del timón 17 y el lado interno 24 del tubo de la limera 15 de la limera del timón 16. Dado el caso, se puede proporcionar otro cojinete de cuello para apoyar el área final superior 20 del codaste del timón 17.

En la Fig. 3 se muestra una representación ampliada de la limera del timón 16 y del área final inferior 22 del codaste del timón 17. Entre el lado interno 24 del tubo de la limera 15 de la limera del timón 16 y el codaste del timón 17 está dispuesto un primer elemento de cojinete 26 conformado como un casquillo de cojinete 25. El primer elemento de cojinete 26 presenta una superficie de deslizamiento 27 para el contacto deslizante con un segundo elemento de cojinete 28. El segundo elemento de cojinete 28 en la realización representada se conformó como parte del codaste del timón 17. Los transductores 29 están dispuestos insertos en huecos 30 o bien soportes del transductor 30a del casquillo de cojinete 25. Los transductores presentan superficies de desgaste 31.

La Fig. 4 representa un corte a través del tubo de la limera 15 de la limera del timón 16 a lo largo de la línea de corte A-A de la Fig. 3. El primer elemento de cojinete 26 conformado como casquillo de cojinete 25, está dispuesto del lado interior 24 de la limera del timón 16 y con la superficie de deslizamiento 27 en contacto deslizante con el codaste del timón 17. En dirección periférica del casquillo de cojinete 25 están dispuestos a distancias uniformes transductores 29

en huecos 30 conformados a tal fin en el casquillo de cojinete 25. Los transductores 29 presentan en cada caso una superficie de desgaste 31, mediante la que los transductores 29 están dispuestos en contacto deslizante con el codaste del timón 17. La superficie de desgaste 31 de cada transductor 29 se prolonga en coincidencia o al ras con la superficie de deslizamiento 27 del casquillo de cojinete 25. En particular, la superficie de desgaste 31 no sobresale radialmente al interior sobrepasando la superficie de deslizamiento 27 del casquillo de cojinete 25. En la realización representada, los transductores 29 están dispuestos a distancias angulares regulares distribuidas en el perímetro del casquillo de cojinete 25. Pero también son factibles otras realizaciones en las que las distancias son irregulares.

La Fig. 5 muestra un corte transversal a través de un transductor 29. El transductor 29 presenta una forma compacta y, en particular, no se conformó alargado o en forma de espiga. El transductor 29 presenta una placa de circuito 32 en la que están dispuestas integradas una primera pista del circuito 33 y una segunda pista del circuito 34. Pero también se pueden proporcionar más de dos pistas del circuito o bien bucles de la pista del circuito. Además, en la placa de circuito 32 está dispuesta una unidad de control 35 que se conformó para medir la resistencia eléctrica de la primera pista del circuito 33 o bien de la segunda pista del circuito 34 y/o para detectar un cortocircuito entre la primera pista del circuito 33 y la segunda pista del circuito 34. La primera pista del circuito 33 presenta una forma aproximadamente cuadrada y se encuentra por áreas a una distancia D1 de la superficie de desgaste 31 del transductor 29. La segunda pista del circuito 34 también presenta una forma aproximadamente cuadrada y por áreas está dispuesta a una distancia D2 de la superficie de desgaste 31. La segunda distancia D2 en ese caso es mayor que la primera distancia D1. Preferentemente, la diferencia de las distancias D1 y D2 se ubica entre 100  $\mu\text{m}$  y 1000  $\mu\text{m}$  y la distancia D1 de la primera pista del circuito 33 de la superficie de desgaste 31 también oscila entre 100  $\mu\text{m}$  y 1000  $\mu\text{m}$ . La placa de circuito 32 comprendiendo una primera pista del circuito 33 y una segunda pista del circuito 34, así como una unidad de control 35 está moldeada en un material sin conductividad eléctrica, tal como una resina sintética 36. La unidad de control 35 del transductor 29 está conectado con una línea de señal 37 que sale del transductor 29 del lado opuesto 38 a la superficie de desgaste 31. Mediante la línea de señal 37, la unidad de control 35 del transductor 29 puede intercambiar información y datos con una unidad de cálculo superior (no representada en la presente memoria) del cojinete 100 para alojar el eje o bien el dispositivo de medición del juego del cojinete 39.

Tal como se representó en las Fig. 6 y 7, el hueco 30, en el que está alojado el transductor 29, se conformó como una ranura 40 en forma de hendidura. La ranura 40 presenta la forma de una perforación ciega 41, que no atraviesa por completo el casquillo de cojinete 25. En la parte inferior 42 de la perforación ciega 41 se ubica una perforación pasante 43. Orientado en dirección de la perforación pasante 43 hay un canal de perforación 44 en el tubo de la limera 15 de la limera del timón 16. La línea de señal 37 del transductor 29 está conducida a través de la perforación pasante 43 hacia el lado externo del tubo de la limera 15 de la limera del timón 16. Del lado externo 45 de la limera del timón 16 está dispuesta al menos una caja de cables 46 en la que se conduce al menos una de las líneas de señales 37 del transductor 29. En la caja de cables 46 se pueden agrupar las líneas de señales 37 y se continúan conduciendo en un elemento guía conformado como cablecanal 47. El transductor 29 solo puede insertarse y/o extraerse desde el lado de la superficie de deslizamiento 27 en el primer elemento de cojinete 26 o bien en el casquillo de cojinete 25. La parte inferior 42 de la perforación ciega 41 evita un juego del transductor 29 en dirección radial del casquillo de cojinete 25. Para ello, el transductor 29 hace contacto contra la parte inferior 42 de la perforación ciega 41 conformada como superficie de contacto.

El cablecanal 47 se prolonga, tal como se representó en la Fig. 8, del lado externo del tubo de la limera 15 de la limera del timón 16 en dirección vertical hasta la sección del área final superior 20 del codaste del timón 17. Además, de las líneas de señales 37, por el cablecanal 47 pasan líneas de electricidad 48 para suministrar energía al transductor 29 y en particular, a la unidad de control 35 dispuesta en el transductor 29. La limera del timón 16 está soldada firmemente al casco del barco 18. En el área de conexión del casco del barco 18 con el tubo de la limera 15 de la limera del timón 16 se proporciona una perforación del casco 49, a través de la cual se conduce el cablecanal 47 al interior del casco del barco 18. El espacio intermedio entre la perforación del casco 49 y el cablecanal 47 está sellado de forma hermética al agua.

En relación con las Figuras 4, 5 y 14 se describe ahora el funcionamiento del dispositivo de medición del juego del cojinete 39. El transductor 29 se encuentra con la superficie de desgaste 31 en contacto deslizante con el codaste del timón 17. La superficie del codaste del timón 17 en ese caso constituye el segundo elemento de cojinete 28. A causa del desgaste abrasivo, causado por la rotación del codaste del timón 17, es decir, por las desviaciones del timón 13, se elimina por abrasión capa por capa de la superficie de desgaste 31 del transductor 29. En cuanto se ha eliminado por abrasión una capa de un espesor correspondiente a la primera distancia D1 de la superficie de desgaste 31, la primera pista del circuito 33 se encuentra al descubierto, es decir, la primera pista del circuito 33 se encuentra en la superficie de desgaste 31. Cuando continúa el desgaste, la primera pista del circuito 33 se abrasiona y se interrumpe. En cuanto se interrumpió la primera pista del circuito 33, la unidad de control 35 detecta en la placa de circuito 32 del primer transductor 29 de un cojinete seco un aumento brusco de la resistencia eléctrica. Con un desgaste ulterior, se desgastan por abrasión otras capas de la resina sintética 36 del transductor 29 hasta llegar a un espesor de capa que corresponde a la segunda distancia D2, después de lo que también la segunda pista del circuito 34 se encuentra al descubierto, es decir, se encuentra en la superficie de desgaste 31. Con un nuevo desgaste adicional, finalmente también se interrumpe por abrasión la segunda pista del circuito 34 y por medio de la unidad de control 35 puede detectarse un aumento brusco de la resistencia eléctrica de la segunda pista del circuito 34. En un cojinete seco 23, estos saltos en la resistencia eléctrica también pueden evaluarse como valores de medición para un desgaste por abrasión del transductor 29 y, en consecuencia, para un desgaste del casquillo de cojinete 25. Si, en cambio, está

dispuesto un cojinete 23 lubricado con agua, debido a la conductividad del agua de mar no puede medirse de manera precisa un corte de la primera pista del circuito 33 o bien de la segunda pista del circuito 34, dado que el agua de mar con conductividad eléctrica se hace cargo de transmitir la corriente eléctrica en lugar de la primera pista del circuito 33 y de la segunda pista del circuito 34.

5 Para ello, la unidad de control 35 se conformó para detectar un cortocircuito entre la primera pista del circuito 33 y la segunda pista del circuito 34. Si en la superficie de desgaste 31 se desgastó por abrasión un espesor de capa equivalente a la segunda distancia D2, dejando al descubierto partes de la primera pista del circuito 33 y de la segunda pista del circuito 34, las áreas finales 50, 51 de las pistas del circuito 33, 34 establecen un contacto eléctrico entre sí, ya sea debido a un contacto directo o a causa del agua con conductividad eléctrica que humedece la superficie de  
10 desgaste 31, y producen un cortocircuito entre la primera pista del circuito 33 y la segunda pista del circuito 34. Este cortocircuito puede ser detectado sin lugar a duda por la unidad de control 35 y el valor de medida es transmitido como magnitud de medida a través de la línea de señal 37 a una unidad de cálculo superior que sobre la base de los valores de medición determina el desgaste del transductor 29 y, por lo tanto, del cojinete 23.

15 Al respecto se representó en la Fig. 14 el caso en el que la superficie de desgaste 31 del transductor 29 se redujo tanto mediante desgaste abrasivo que la primera pista del circuito 33 y la segunda pista del circuito 34 están descubiertas, es decir, fueron separadas por fricción. Dicho de otro modo, la superficie de desgaste 31 a causa del desgaste, retrocedió tanto en dirección radial hacia afuera en dirección de la unidad de control 35 hasta aproximadamente el espesor de capa de acuerdo con la segunda distancia D2, que las dos áreas finales 50, 51 de la primera pista del circuito 33 y de la segunda pista del circuito 34 se encuentran en la superficie de desgaste 31, es decir, delimitadas contra la superficie de desgaste 31 o sobresalen de la superficie de desgaste 31, de modo que las  
20 áreas finales 50, 51 en el caso de un cojinete lubricado con agua tiene contacto al menos en parte con el agua de mar que humedece la superficie de desgaste 31. Debido a la conductividad eléctrica del agua de mar se produce un cortocircuito entre las áreas finales 50, 51 de la primera pista del circuito 33 y de la segunda pista del circuito 34 que puede ser detectado por la unidad de control 35.

25 En las Figuras 9 y 10 se representó una realización alternativa del dispositivo de medición del juego del cojinete 39. El dispositivo de medición del juego del cojinete 39 presenta un anillo segmentado 52 que se compone de varios segmentos de anillo 53. Un segmento de anillo 53 se conformó como segmento de sensor 54 y comprende un transductor 29. El anillo segmentado 52 está dispuesto en el casquillo de cojinete 25 en una ranura 55 que lo rodea en dirección periférica. Para asegurar el segmento del sensor 54 se proporcionaron segmentos de sujeción 56 en el  
30 anillo segmentado 52 que junto con los segmentos del sensor 54 completan el anillo segmentado 52.

En las Figuras 11 y 12 se muestra de qué manera se fija el anillo segmentado 52 en el casquillo de cojinete 25. El casquillo de cojinete 25 para ello se realizó en dos partes y presenta una primera parte del cojinete 57, así como una segunda parte del cojinete 58. La primera parte del cojinete 57 y la segunda parte del cojinete 58 presentan en cada caso en sus áreas enfrentadas entre sí, un perfil en L 59 que rodea en dirección periférica, que conforman con una  
35 primera parte del cojinete 57 y segunda parte del cojinete 58 dispuestos sucesivos, una ranura 55 anular que rodea el casquillo de cojinete 25 en dirección periférica. El anillo segmentado 52 se dispone en el perfil en L 59 de la primera parte del cojinete 57 y se une con este en forma hermética al agua. Después de ello, la segunda parte del cojinete 58 se dispone contra la primera parte del cojinete 57 de manera que el anillo segmentado 52 quede dispuesto en el perfil en L 59 de la segunda parte del cojinete 58. Mediante esta disposición de la primera y segunda parte del cojinete 57,  
40 58 los perfiles en L 59 de la primera parte del cojinete 57 y de la segunda parte del cojinete 58 forman juntos una ranura 55 que rodea el casquillo de cojinete 25 en dirección periférica, en la que está dispuesto el anillo segmentado 52 comprendiendo segmentos del sensor 54 y segmentos de sujeción 56. El casquillo de cojinete 25 puede estar dispuesto, por ejemplo, mediante fijación en la limería del timón 16.

45 La Figura 13 muestra otra realización del dispositivo de medición del juego del cojinete 39. En la realización representada el casquillo de cojinete 25 se conformó en una sola pieza y posee en el extremo final un perfil en L 59 que lo rodea en dirección periférica y en el que puede haberse dispuesto el anillo segmentado 52. En esta realización se encuentra el anillo segmentado 52, comprendiendo el transductor 29 por encima o por debajo del casquillo de cojinete 25 y no en el centro en el casquillo de cojinete 25, observado en dirección axial.

50 La Fig. 15 muestra un transductor 29 con una conformación esencialmente alargada. La superficie de desgaste 31 del transductor 29 no está dispuesta en uno de los lados frontales 60, es decir, no en uno de los lados, lados externos o planos que se ubican perpendiculares a la dirección R de la conformación alargada. En la conformación del transductor 29 de acuerdo con la Fig. 15 este es especialmente adecuado para ser colocado o estar colocado en un soporte del transductor 30a o un hueco 30 en forma de una perforación ciega 41 ranurada o alargada o una ranura 40 o  
55 acanaladura o escalón, los que preferentemente están dispuestos en dirección longitudinal del primer elemento de cojinete 26 en la superficie de deslizamiento 27. Los lados frontales 60 del transductor 29 presentan un curso redondeado con radio de curvatura R1. El radio de curvatura preferentemente puede oscilar entre 2 y 20 mm, de modo especialmente preferente entre 5 y 10 mm. La longitud L del transductor 29 en dirección R de la conformación alargada entre los lados frontales 60 redondeados preferentemente se ubica entre 20 y 40 mm, de modo especialmente preferente es de aproximadamente 30 mm. El transductor 29 de la Fig. 15 por lo demás es idéntico a los transductores descritos con anterioridad y en particular, también puede usarse en cualquiera de los dispositivos que se muestran en  
60 las Figuras 2 a 14.

**Lista de referencias**

	100	cojinete para sostener un eje
	10	popa
	11	barco
5	12	hélices
	13	timón
	14	pala del timón
	15	tubo de la limera
	16	limera del timón
10	17	codaste del timón
	18	casco del barco
	19	cojinete de apoyo
	20	área final superior
	21	servomotor de timón
15	22	área final inferior
	23	cojinete de cuello
	24	lado interno de la limera del timón
	25	casquillo del cojinete
	26	primer elemento de cojinete
20	27	superficie de deslizamiento
	28	segundo elemento de cojinete
	29	transductor
	30	hueco
	30a	soporte del transductor
25	31	superficie de desgaste
	32	placa de circuito
	33	primera pista
	34	segunda pista
	35	unidad de control
30	36	resina sintética
	37	línea de señal
	38	lado opuesto a la superficie de desgaste
	39	dispositivo de medición del juego del cojinete
	40	ranura
35	41	perforación ciega
	42	parte inferior
	43	perforación pasante



	44	canal de perforación
	45	superficie exterior
	46	caja de cables
	47	cablecanal
5	48	línea de electricidad
	49	perforación del casco
	50	primera área final
	51	segunda área final
	52	anillo segmentado
10	53	segmento del anillo
	54	segmento del sensor
	55	ranura
	56	segmento de sujeción
	57	primera parte del cojinete
15	58	segunda parte del cojinete
	59	perfil en forma de L
	60	lado frontal
	K	círculo de hélices
	D1	primera distancia
20	D2	segunda distancia
	R	dirección de la conformación alargada
	R1	radio de curvatura
	L	longitud

## REIVINDICACIONES

1. Cojinete para sostener un codaste del timón (17) o una pala del timón (14) que comprende un primer elemento de cojinete (26) y un segundo elemento de cojinete (28), presentando el primer elemento de cojinete (26) una superficie de deslizamiento (27) para el contacto deslizante con el segundo elemento de cojinete (28), y al menos un transductor (29) con una superficie de desgaste (31) para el contacto deslizante con el segundo elemento de cojinete (28), **caracterizado porque** el al menos un transductor (29) no está conformado como espiga, porque el transductor (29) presenta un material con conductividad eléctrica, porque el material con conductividad eléctrica está dispuesto para medir el desgaste del transductor (29) en el área de la superficie de desgaste (31), porque el material con conductividad eléctrica está conformada como al menos una capa o capa conductora y/o al menos un circuito conductor y/o al menos una pista del circuito (33, 34), porque el transductor (29) comprende una unidad de control (35), estando la unidad de control (35) conformada para detectar un desgaste del transductor (29) mediante la medición de la modificación de la resistencia eléctrica y/o mediante la medición de un cortocircuito entre dos capas y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito (33, 34) aislados eléctricamente entre sí en el estado no desgastado del transductor (29).
2. Cojinete de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la superficie de desgaste (31) del transductor (29) está conformada de acuerdo con un recorte de la superficie exterior de un cilindro o de un cono.
3. Cojinete de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** en la superficie de deslizamiento (27) del primer elemento de cojinete (26) está dispuesto un soporte del transductor (30a) o un hueco (30), en particular, una perforación ciega (41), preferentemente ranurada, o una ranura (40) o una acanaladura o un escalón, porque el al menos un transductor (29) está dispuesto en el soporte del transductor (30a) o el hueco (30), y porque el transductor (29) puede colocarse en el soporte del transductor (30a) y/o extraerse del soporte del transductor (30a) exclusivamente desde el lado de la superficie de deslizamiento (27).
4. Cojinete de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer elemento de cojinete (26) es un casquillo de cojinete (25) y/o porque el primer elemento de cojinete (26) puede disponerse en el lado interior (24), en particular, la pared interior, de un tubo de la limera (15) de una limera del timón (16) y/o porque el primer elemento de cojinete (26) puede disponerse en el lado externo del tubo de la limera (15) de la limera del timón (16) y/o porque el segundo elemento de cojinete (28) puede disponerse en un codaste del timón (17) o puede conformarse como parte de un codaste del timón (17), y/o porque el segundo elemento de cojinete (28) puede estar disponible en una pala del timón (14) de un timón (13) y/o porque el cojinete puede disponerse entre el tubo de la limera (15) y el codaste del timón (17) y/o porque el cojinete puede disponerse entre el tubo de la limera (15) y la pala del timón (14).
5. Cojinete de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el material con conductividad eléctrica está conformado como al menos una capa o capa conductora y/o al menos un circuito conductor y/o al menos una pista del circuito (33, 34), en donde en un estado de no desgaste del transductor (29) las al menos dos capas o capas conductoras y/o los al menos dos circuitos conductores y/o las al menos dos pistas del circuito (33, 34) están aisladas eléctricamente entre sí, en donde preferentemente las al menos dos capas o capas conductoras y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito (33, 34) presentan una distancia diferente (D1, D2) respecto de la superficie de desgaste (31) y/o en donde preferentemente las al menos dos capas o capas conductoras y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito (33, 34) están dispuestos en forma adyacente entre sí, preferentemente a una distancia (D1, D2) de 100 µm a 1000 µm.
6. Cojinete de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el material con conductividad eléctrica está dispuesto en un soporte, en particular, en una placa de circuito (32) o en una placa de circuito impreso, y/o porque el material con conductividad eléctrica y/o el soporte están dispuestos o están moldeados en un material no metálico, en particular, en una resina sintética (36).
7. Cojinete de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado porque** el transductor (29) está fijado con un material no metálico, en particular, con una resina sintética (36), al soporte del transductor (30a) o al hueco (30).
8. Cojinete de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 7, **caracterizado porque** en una pared y/o una pared lateral del soporte del transductor (30a) o del hueco (30), preferentemente en la parte inferior (42) y/o la base del soporte del transductor (30a) o del hueco (30) hay practicada una abertura pasante a través del primer y/o el segundo elemento de cojinete (26, 28), en particular, una perforación pasante (43), y porque se conduce un elemento de conducción de señal, en particular, una línea de electricidad o un cable, del transductor (29) a través de la abertura.
9. Dispositivo de medición del juego del cojinete (39), en particular, para la medición del juego de un cojinete, en particular, un cojinete de cuello (23), un codaste del timón (17) o una pala del timón (14), que comprende un cojinete de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo de medición del juego del cojinete (39) presenta una unidad de cálculo que está diseñada para recibir y para procesar señales y/o información del al menos un transductor (29).

10. Timón (13) para un barco que comprende un codaste del timón (17) y una pala del timón (14) dispuesto en el codaste del timón (17), **caracterizado porque** el timón (13) comprende un cojinete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 y/o un dispositivo de medición del juego del cojinete (39) de acuerdo con la reivindicación 9.
- 5 11. Timón (13) de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** el timón (13) presenta una limera del timón (16) que comprende un tubo de la limera (15), porque el cojinete está dispuesto entre el tubo de la limera (15) y el codaste del timón (17) y/o porque el cojinete está dispuesto entre el tubo de la limera (15) y la pala del timón (14) y/o porque el tubo de la limera (15) presenta en los lados externo o interno un elemento guía, en particular, un hueco (30), una ranura (40) o un cablecanal (47) y porque está dispuesto un elemento de  
10 conducción de señal, en particular, una línea de electricidad o un cable, del transductor (29) en el elemento guía de manera tal que pueden conducirse o bien transmitirse señales y/o información entre el transductor (29) y una unidad de cálculo.
12. Timón (13) de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** se proporciona un distanciador conformado preferentemente como anillos de apriete, porque el distanciador preferentemente puede colocarse en el lado interno (24) del tubo de la limera, de manera tal que pueden evitarse daños del transductor (29) al introducir el codaste del timón (17) en el tubo de la limera (15) de la limera del timón (16).  
15
13. Procedimiento para la medición de un juego de cojinete y/o un desgaste de un cojinete para un codaste del timón (17) o para una pala del timón (14) que puede realizarse con un cojinete de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, con un dispositivo de medición del juego del cojinete (39) de acuerdo con la reivindicación 9 o con un timón (13) de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado porque** al menos un transductor (29) que no presenta forma de espiga, con una unidad de control (35) y al menos dos capas y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito (33, 34) de un material con conductividad eléctrica están dispuestos en un cojinete para sostener un codaste del timón (17) o una pala del timón (14), porque se mide la resistencia eléctrica de las al menos dos capas y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito (33, 34), en donde la unidad de control (35) mediante la medición de la modificación de la resistencia eléctrica de al menos una de las dos capas y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito y/o mediante la medición de un cortocircuito entre dos capas y/o circuitos conductores y/o pistas del circuito (33, 34) aislados eléctricamente entre sí, en el estado no desgastado del transductor (29) detecta un desgaste del transductor (29), y porque se detecta un juego de cojinete y/o un desgaste del cojinete, cuando se detecta un desgaste del transductor (29).  
20  
25
14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** se almacenan valores de medición y/o saltos de los valores de medición de la resistencia eléctrica y/o de un cortocircuito y/o porque previo a la disposición del transductor (29) en el cojinete preferentemente mediante la abrasión de la superficie de desgaste (31) del transductor (29) se separa por corte al menos una capa y/o un circuito conductor y/o una pista del circuito (33, 34) de un material con conductividad eléctrica y porque se realiza una medición de referencia y/o una medición de prueba de la resistencia eléctrica y/o de un cortocircuito.  
30  
35

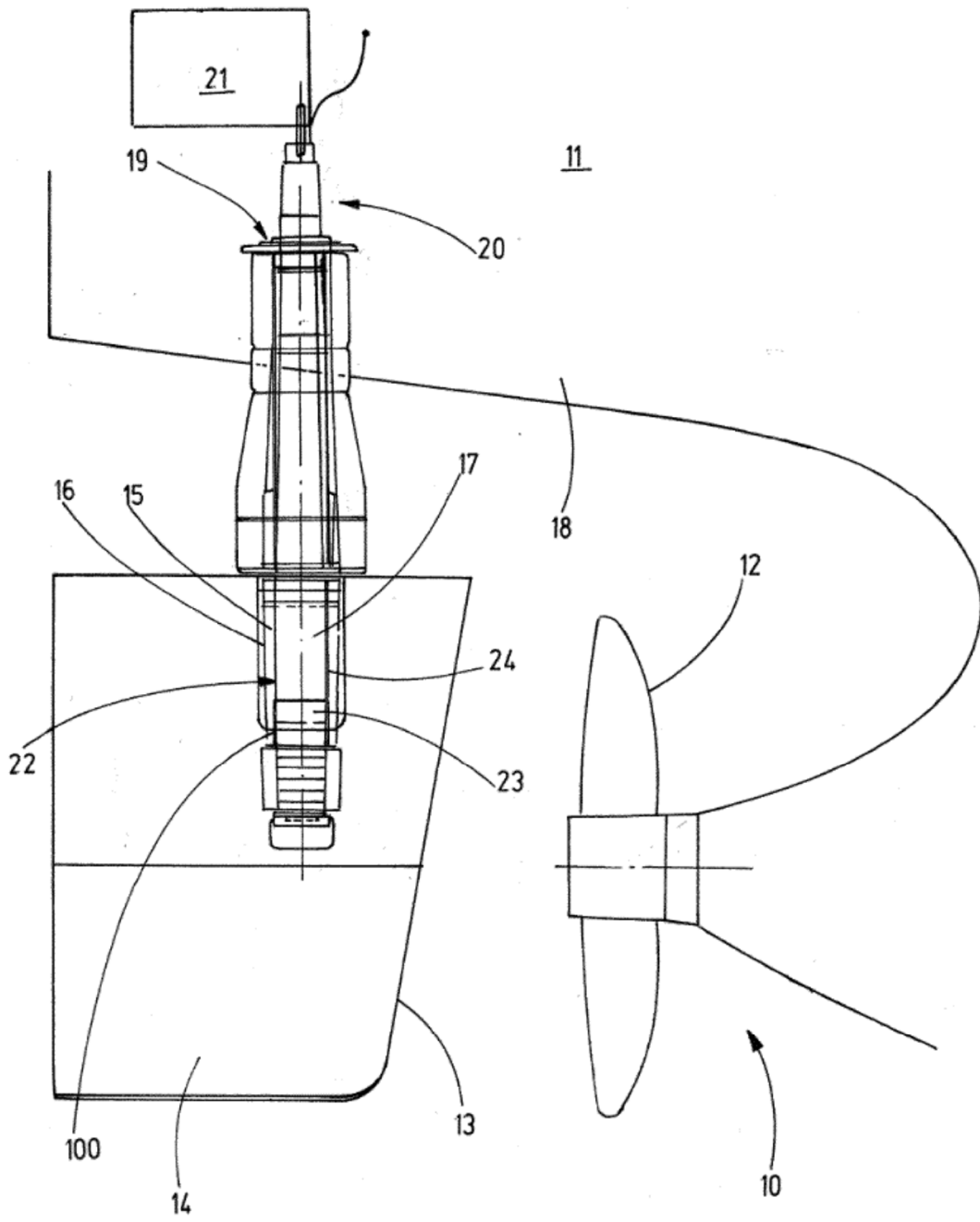
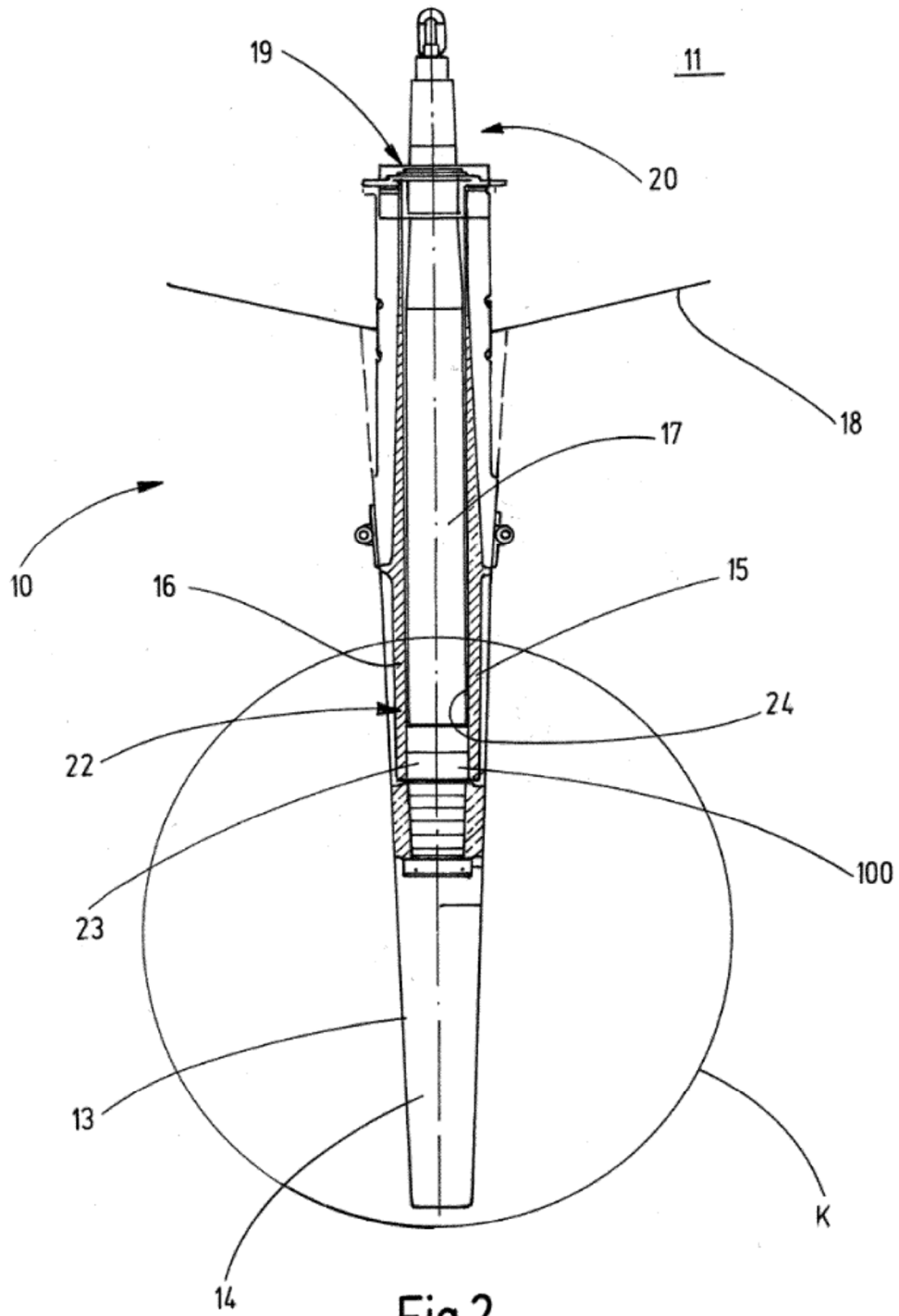


Fig.1



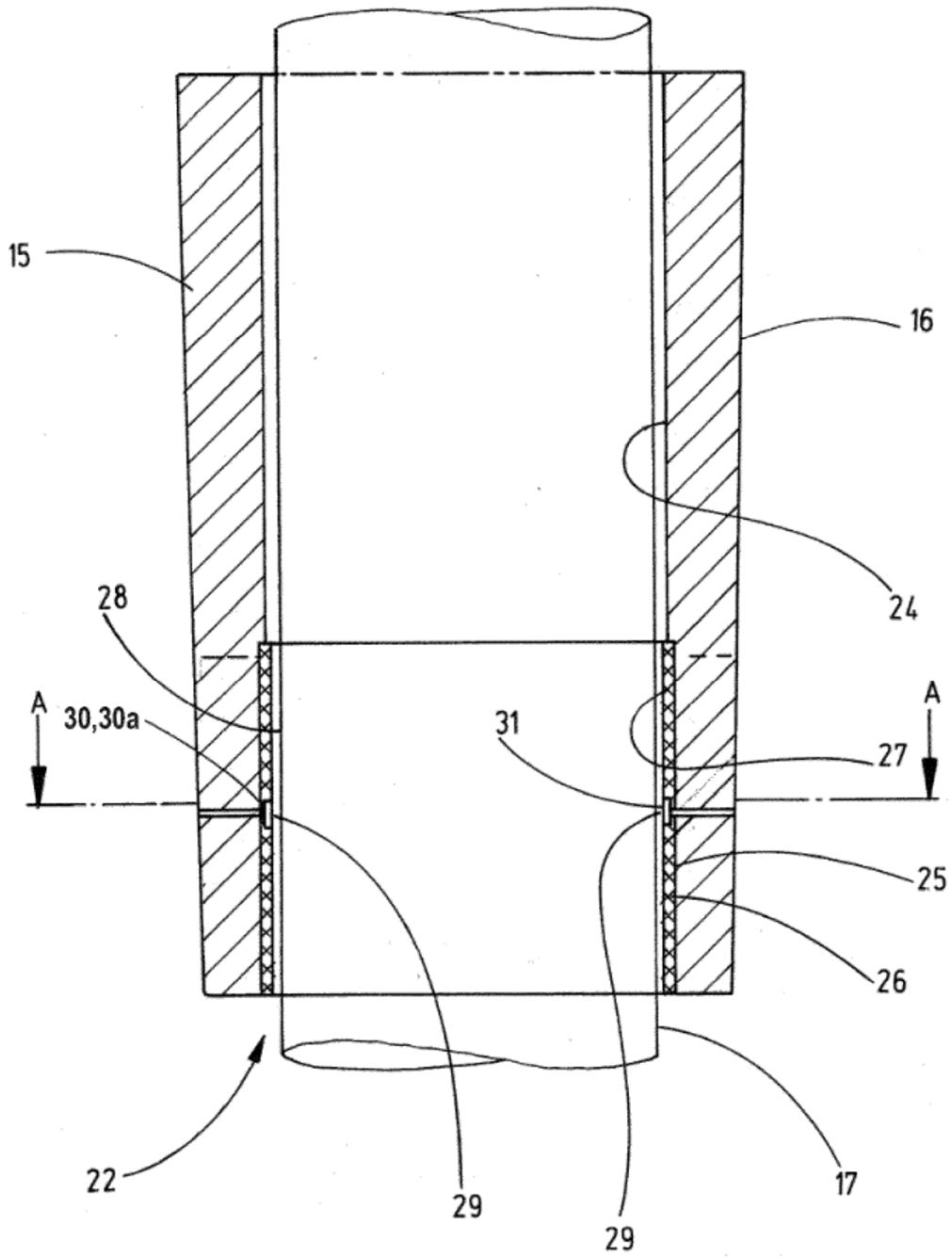
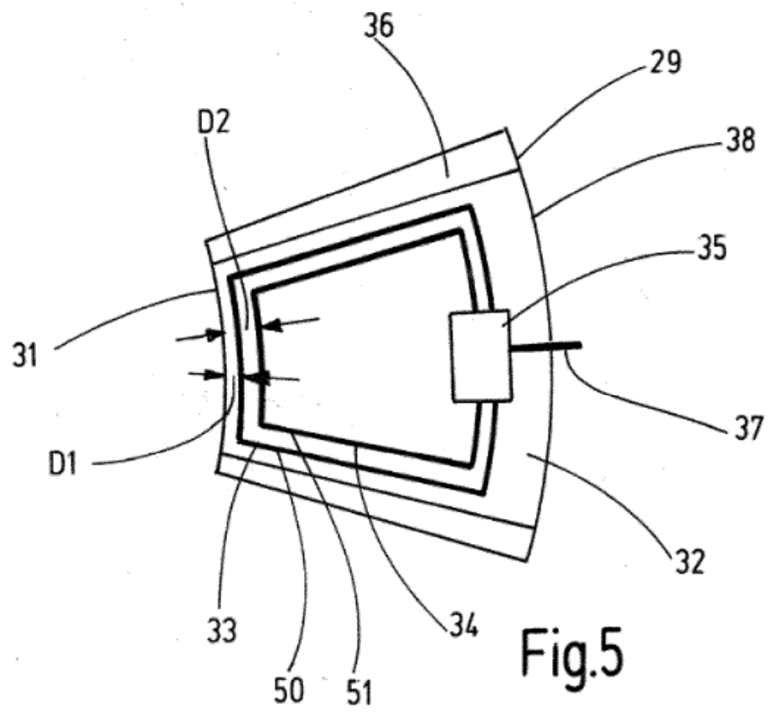
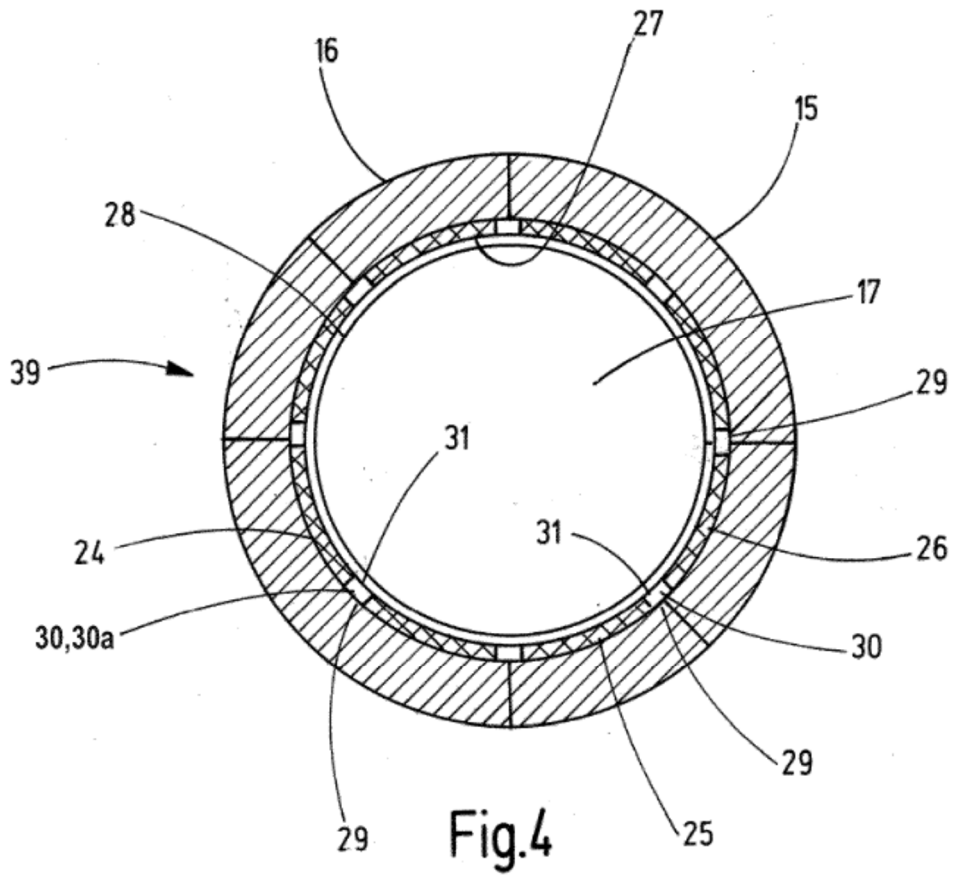


Fig.3



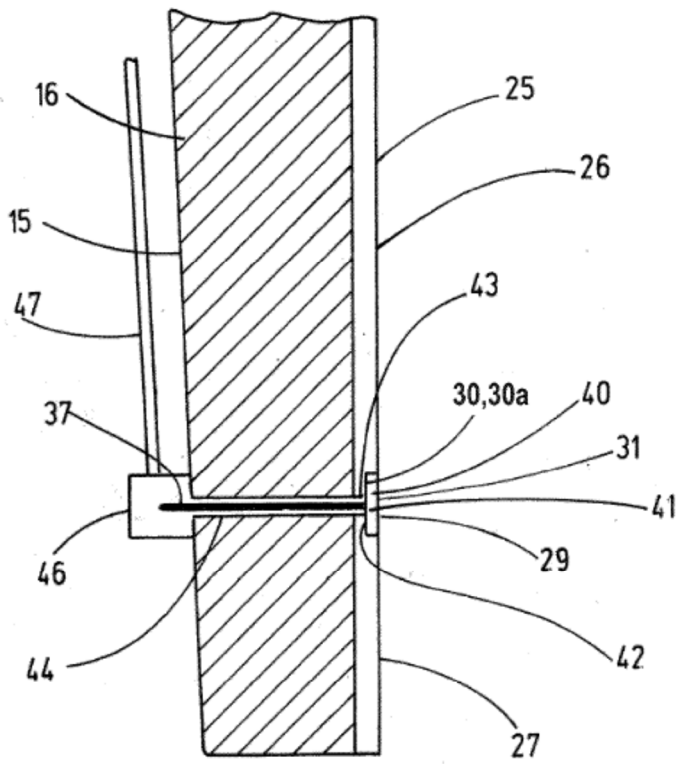


Fig.6

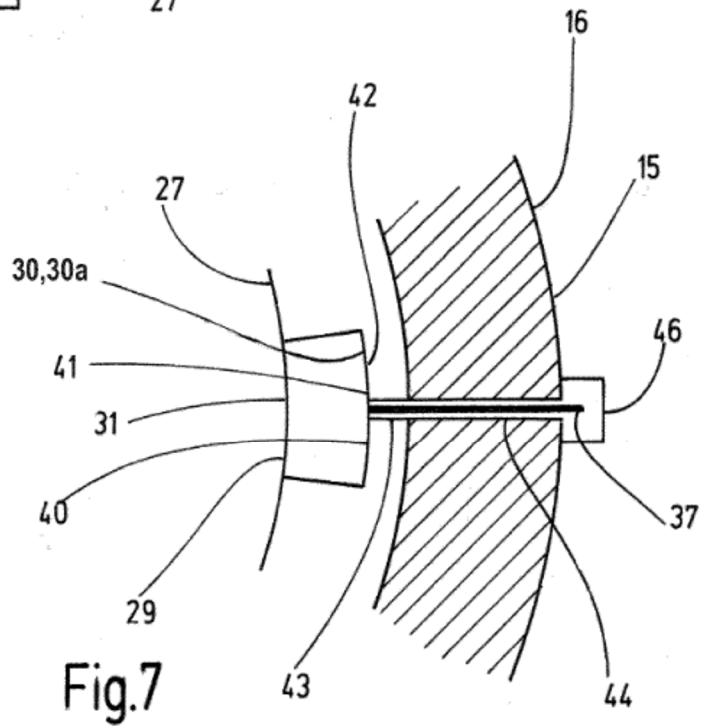


Fig.7



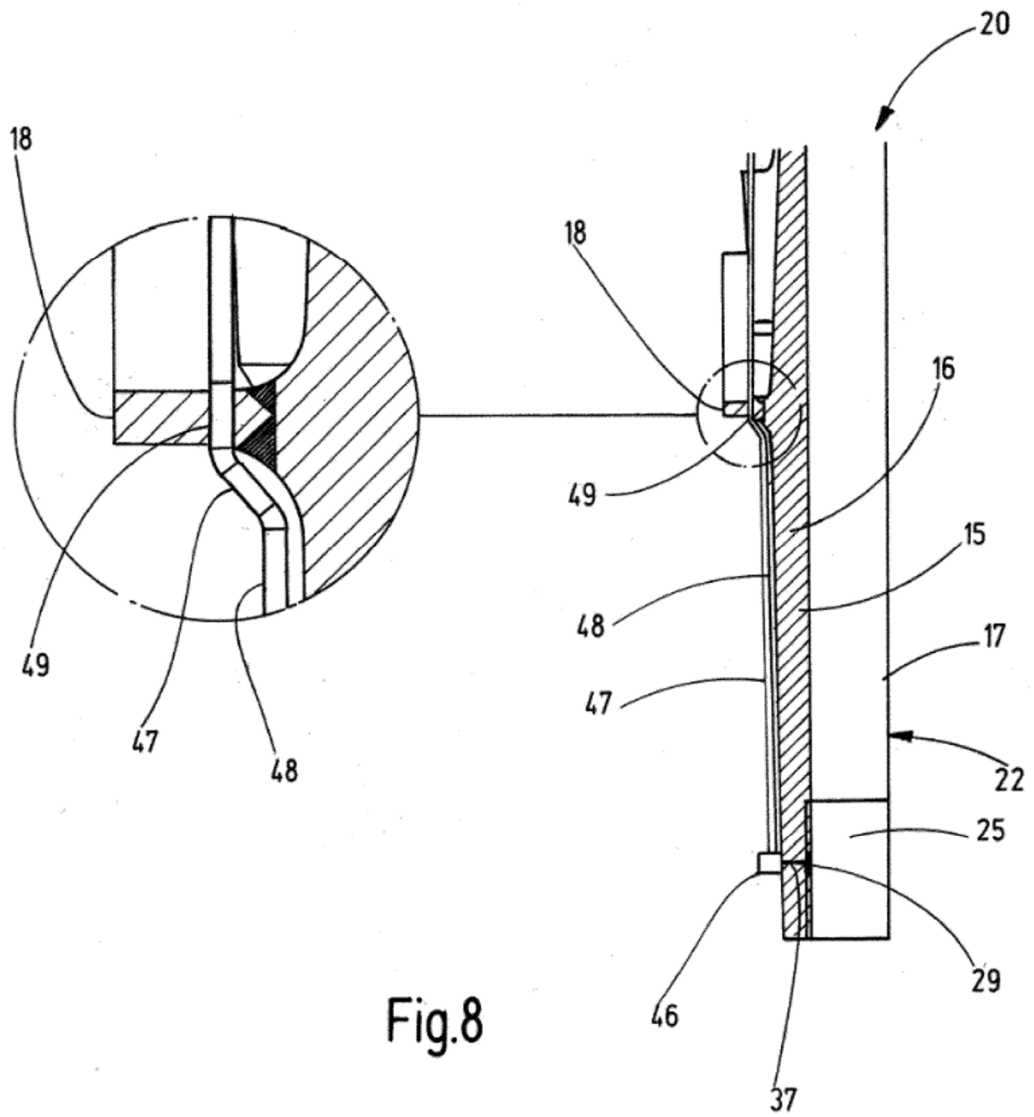


Fig.8

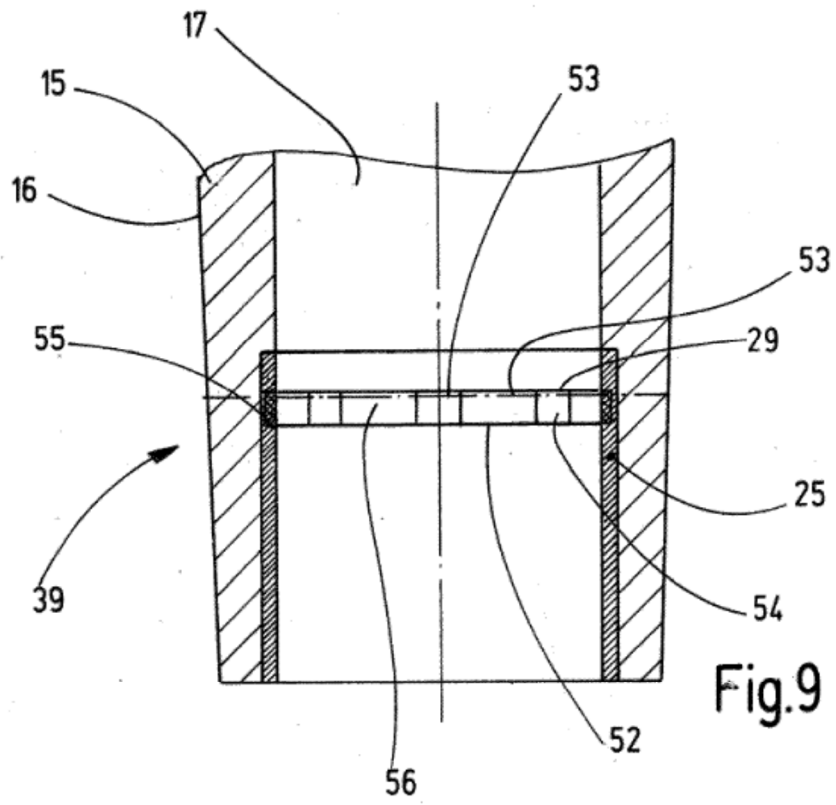


Fig.9

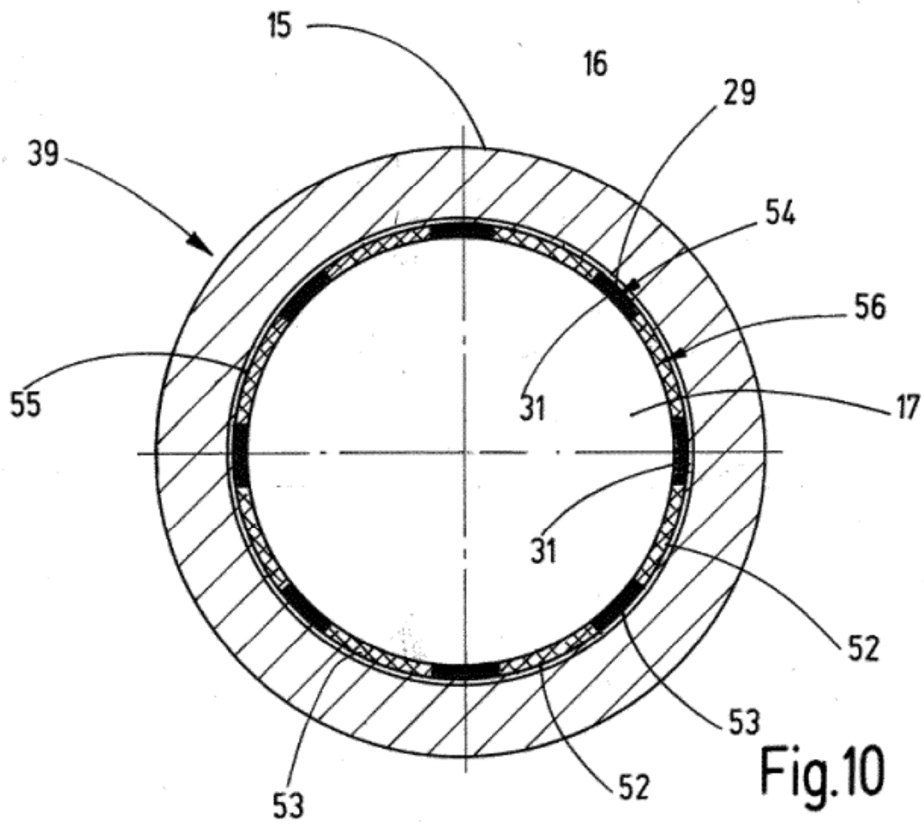


Fig.10

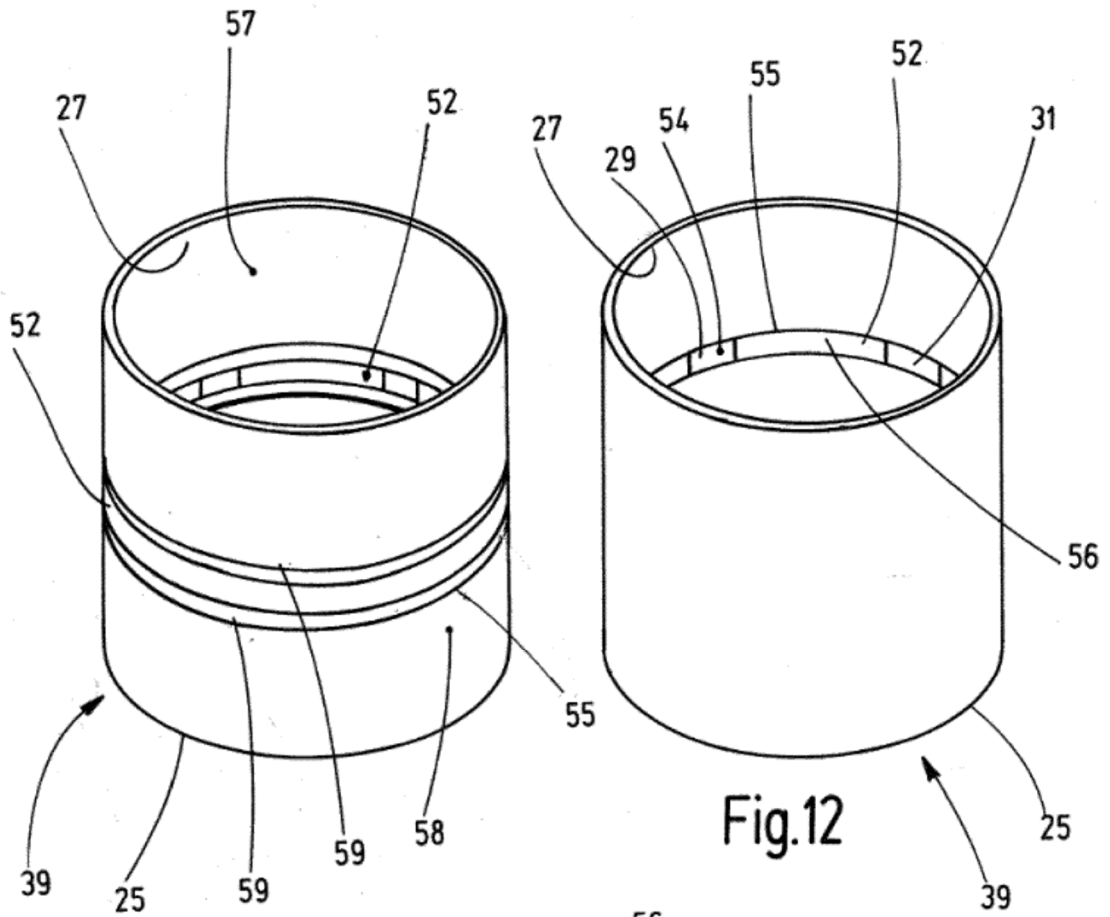


Fig.11

Fig.12

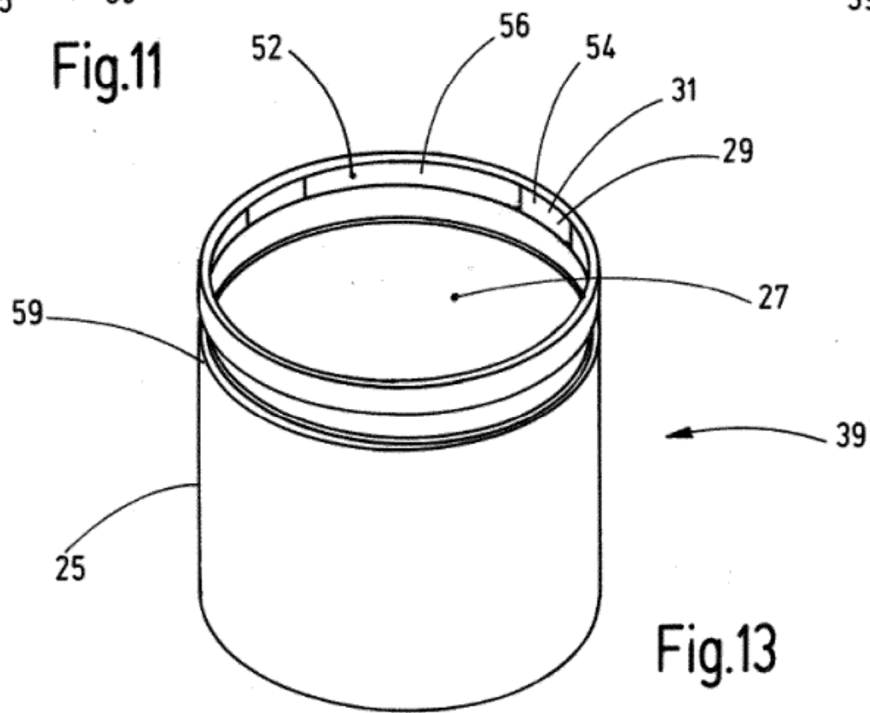
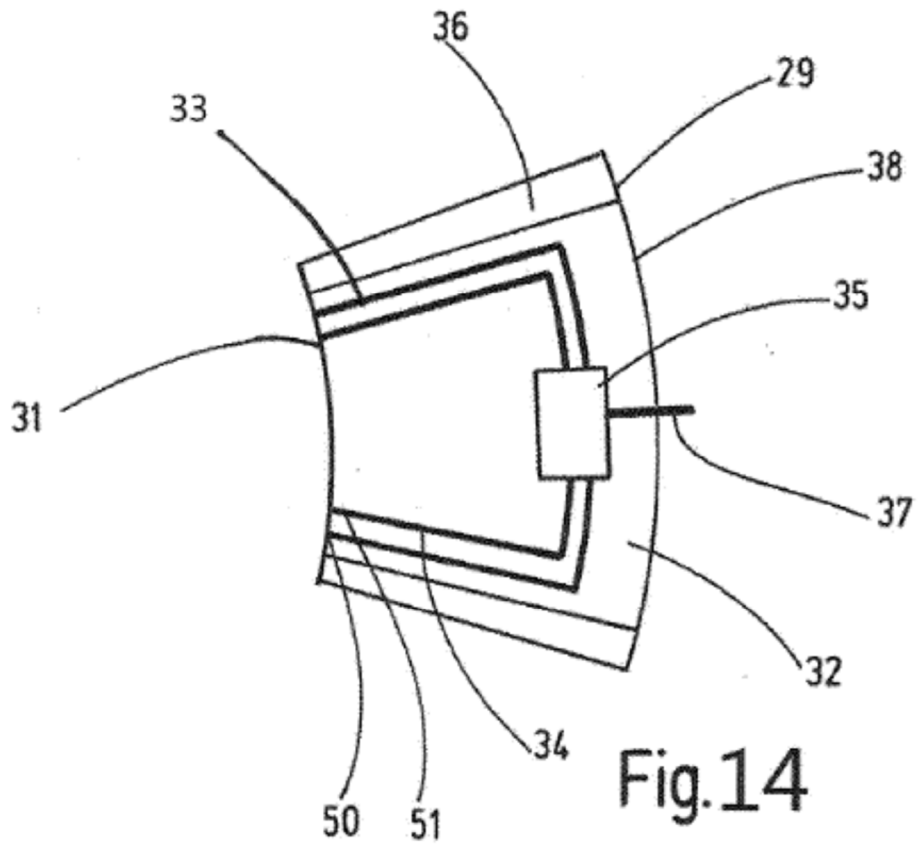
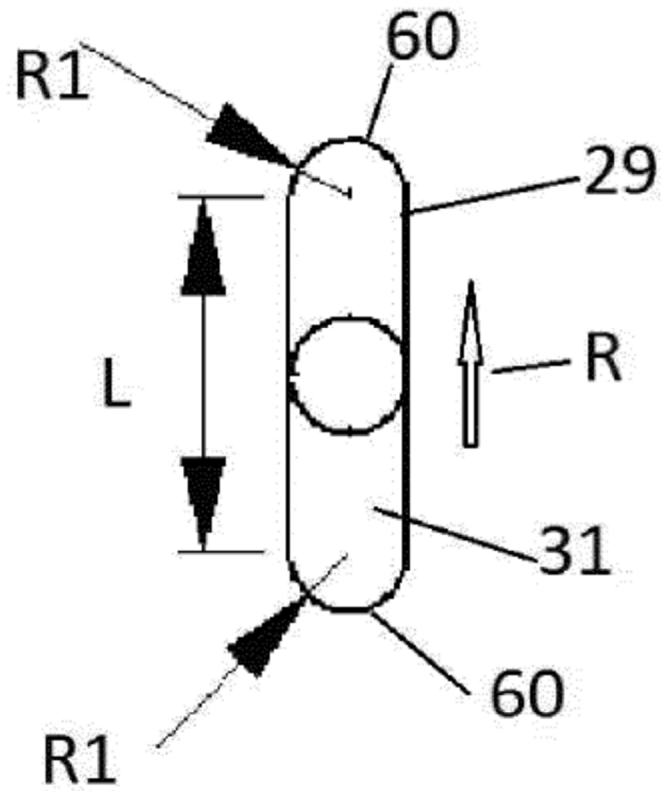


Fig.13





**Fig.15**