

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 948 495**

51 Int. Cl.:

G01S 7/521 (2006.01)

G10K 9/22 (2006.01)

G10K 11/00 (2006.01)

G01F 23/296 (2006.01)

G01S 15/88 (2006.01)

G10K 9/122 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.10.2014** **PCT/EP2014/071613**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2015** **WO15052269**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2014** **E 14781572 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2023** **EP 3055858**

54 Título: **Sensor ultrasónico**

30 Prioridad:

09.10.2013 DE 202013104569 U

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

13.09.2023

73 Titular/es:

PEPPERL + FUCHS GMBH (100.0%)
Lilienthalstrasse 200
68307 Mannheim, DE

72 Inventor/es:

KNITTEL, THOMAS

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 948 495 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

Sensor ultrasónico

- 5 La invención se refiere a un sensor sónico o ultrasónico para emitir y/o recibir ondas sónicas o ultrasónicas con una carcasa cerrada en forma de pote por un fondo, un transductor electromecánico, preferentemente un elemento piezoeléctrico, para generar y/o captar sonido o ultrasonidos a través del fondo.
- 10 Los sensores ultrasónicos se usan, por ejemplo, como transmisor y/o receptor para medir distancias de acuerdo con el principio del sonar, especialmente para medir un nivel, por ejemplo, en un recipiente, o para medir un nivel de llenado, por ejemplo, en un canal o en una cinta transportadora.
- Un impulso emitido por el sensor sónico o ultrasónico se refleja en la superficie de un objeto o un material a envasar. Se determina el tiempo de tránsito del impulso desde el sensor hasta la superficie y de vuelta y a partir de ello se
- 15 determina la distancia o el nivel de llenado o la altura de llenado.
- Dichos sensores de sonido o ultrasónicos se utilizan en muchas ramas de la industria, por ejemplo, en la tecnología de procesos y automatización, la industria alimentaria, el sector del agua y de aguas residuales y en la química.
- 20 Los sensores ultrasónicos con la electrónica de control y de evaluación asociada no solo permiten determinar la distancia de manera sencilla, sino que también pueden determinar el caudal volumétrico y/o el caudal másico en una tubería. Los sensores ultrasónicos conocidos trabajan a menudo de acuerdo con el principio Doppler o de acuerdo con el principio de diferencia de tiempo de tránsito.
- 25 Los sensores ultrasónicos generalmente están constituidos por un transductor electromecánico. En la tecnología de medición de procesos industriales, generalmente se utiliza una cerámica piezoeléctrica, dado el caso, con una capa de acoplamiento. La capa de acoplamiento generalmente está hecha de materia sintética. En el elemento transductor electromecánico son generadas las ondas ultrasónicas y son guiadas a través de la capa de acoplamiento a una membrana y desde allí a un medio, por ejemplo, aire o un líquido, y/o son dirigidas a un objeto. Dado que las
- 30 velocidades del sonido son diferentes en líquidos y materias sintéticas, las ondas ultrasónicas se refractan al pasar de un medio a otro.
- Entre el elemento piezoeléctrico y la capa de acoplamiento puede estar dispuesta una capa de acoplamiento adicional, la denominada capa de adaptación. La capa de adaptación realiza la función de transmitir la señal ultrasónica y al mismo tiempo reducir la reflexión en las capas límite entre dos materiales.
- 35 Del documento DE 102 16 037 A1 se conoce un sensor sónico o ultrasónico que tiene una característica de radiación con un ángulo de apertura preferentemente reducido y que genera la menor cantidad posible de señales parásitas, con una carcasa cerrada en forma de pote por un fondo, un elemento piezoeléctrico para generar y/o recibir sonido o ultrasonido a través del fondo, una capa de adaptación entre el elemento piezoeléctrico y el fondo y un anillo metálico que envuelve por unión geométrica la capa de adaptación de forma.
- 40 Otros sensores sónicos o ultrasónicos se conocen por los documentos DE 10 2006 028213 A1, DE 199 27 797 C1, DE 10 2006 014053 A1, EP 1 962 552 A1, DE 20 2011 109555 U1 y JP 2002 228742 A.
- 45 En casi todas las áreas de aplicación es necesario que los sensores tengan una característica de radiación con un reducido ángulo de apertura de un haz de sonido principal y al mismo tiempo pequeños haces de sonido secundarios. El ángulo de apertura del haz de sonido principal del sensor está determinado sustancialmente por el diámetro de la superficie frontal y la frecuencia.
- 50 Además, sin embargo, también es importante mantener alejadas de las piezas de carcasa laterales las vibraciones sónicas o ultrasónicas. Por un lado, si la pared de carcasa sigue la vibración, por la misma pueden ser emitidos y recibidos impulsos sónicos o ultrasónicos. Esto puede conducir a ecos parásitos. Por otro lado, el sonido o el ultrasonido también puede ser transmitido como ruido estructural a la carcasa y, a través de esta, a un soporte del sensor y, dado el caso, incluso a otros componentes en el lugar de uso. Esto asimismo puede conducir a señales parásitas considerables. En principio, este problema afecta a cualquier sensor ultrasónico. En el estado de la técnica, el transductor de sonido en sí, que está constituido por una piezocerámica y una capa de adaptación de impedancia acústica, está aislado acústicamente de la carcasa mediante una espuma insonorizante.
- 55 Por lo tanto, al utilizar sensores, son de importancia su tamaño, forma y estructura para poder fijarlos de forma rápida y segura incluso a puntos de difícil acceso de instalaciones y recibir señales evaluables. Los dispositivos de sujeción están configurados de tal manera que es posible una fijación a ser posible universal, duradera y fácilmente ajustable de los sensores. Especialmente cuando se utilizan en instalaciones de la industria alimentaria o farmacéutica, los sensores también deben ser fáciles de limpiar y desinfectar y no permitir que los microorganismos puedan colonizar lugares de difícil acceso. Para proteger los sensores de influencias mecánicas desde el exterior, en algunos casos están previstas carcasas de protección que se pueden montar por separado. Al mismo tiempo, los sensores están
- 60
- 65

inmovilizados en sus posiciones de medición mediante componentes mecánicos adicionales. Esta inmovilización debe soltarse por separado antes de poder realizar un ajuste.

5 El objetivo de la invención consiste en proporcionar un sensor ultrasónico que sea particularmente adecuado para la industria alimentaria, sea fácil de limpiar y tenga una forma de construcción utilizable universalmente.

10 El objetivo se consigue mediante un sensor sónico o ultrasónico para emitir y/o recibir sonido o ultrasonido, con una carcasa cerrada en forma de pote por un fondo, un transductor electromecánico, preferentemente un elemento piezoeléctrico, para generar y/o captar sonido o ultrasonido a través del fondo conforme a las características de la reivindicación 1 independiente, estando la carcasa dividida en una pieza de fijación y una pieza funcional que están ensambladas por medio de una pieza elastomérica. De esta manera, la pieza de fijación está unida mecánicamente de forma higiénica sin intersticio, es decir con ausencia de intersticio con respecto a la pieza funcional, mediante la pieza elastomérica, y al mismo tiempo también está mecánicamente desacoplada de las vibraciones en la pieza funcional. La pieza elastomérica se moldea ventajosamente por inyección sobre al menos una pieza de la carcasa o sobre ambas piezas de carcasa, de tal manera que une las piezas de carcasa sin intersticio. Los microorganismos no tienen posibilidades de formar nidos en posibles intersticios. Ventajosamente, el sensor se puede limpiar fácilmente y en profundidad. Las piezas de carcasa se fabrican preferentemente a partir de acero inoxidable.

20 La pieza de carcasa activa presenta además una sección anular que está configurada solapando una sección de pared de la pieza de carcasa pasiva. En la zona de solape resulta un intersticio circunferencial que puede ser llenado al menos parcialmente por la pieza elastomérica. De esta manera, la pieza elastomérica puede formar superficies de contacto relativamente grandes con las piezas de carcasa ensambladas por la pieza elastomérica, que garantizan una estanqueización segura del interior de carcasa frente al entorno. De esta manera, el punto de junta también gana en resistencia mecánica.

25 La resistencia mecánica se puede incrementar aún más por el hecho de que la pieza elastomérica está unida por unión geométrica a la pieza funcional activa y/o la pieza de fijación pasiva. La unión geométrica, es decir, el incremento de la resistencia mecánica, se puede lograr, por ejemplo, previendo en la zona de solape orificios radiales en las piezas de carcasa ensambladas. Al inyectar la masa elastomérica, los orificios son penetrados por la masa y, de esta manera, unen las piezas de carcasa por unión geométrica.

La pieza de carcasa pasiva sirve para fijar el sensor y, por lo tanto, también se denomina pieza de fijación, mientras que la pieza de carcasa activa determina la función del sensor y, por ello, también se denomina pieza funcional.

35 De acuerdo con la invención, está previsto que el transductor electromecánico esté encerrado por el fondo y por una copa de blindaje preferentemente metálica. El transductor queda protegido hacia fuera por una membrana, ventajosamente compuesta de acero inoxidable, como fondo de la pieza de carcasa activa. Hacia dentro, el transductor está limitado por la copa de blindaje.

40 De acuerdo con la invención, la pieza funcional y la pieza de fijación están configuradas como tramos de tubo encajables entre sí, que están dispuestos coaxialmente y forman un intersticio circunferencial en el que está prevista la pieza elastomérica. Esta forma de construcción es ventajosamente delgada con una superficie particularmente pequeña que ha de ser limpiada. Una carcasa tubular también es más fácil de integrar en instalaciones. La pieza elastomérica desacopla la pieza de carcasa activa de la pieza de carcasa pasiva que sirve para la fijación.

45 En una configuración, la pieza funcional activa y la pieza de fijación pasiva están dispuestas axialmente una detrás de otra y preferentemente tienen el mismo diámetro, estando dispuesta la pieza elastomérica entre la pieza funcional y la pieza de fijación. De esta manera, la superficie exterior no presenta gargantillas, esquinas o saltos en los que puedan anidar microorganismos.

50 En otra variante, la copa de blindaje está configurada como parte de la pieza funcional o de forma encerrada por la pieza funcional. La pared de la copa de blindaje puede por tanto o bien formar al mismo tiempo la superficie exterior de la pieza funcional o estar cubierta por una parte de pared cilíndrica de la pieza funcional en la circunferencia.

55 De acuerdo con la invención, la pieza elastomérica del sensor está configurada de forma transparente. Además, el sensor presenta un módulo electrónico con medios luminosos, preferentemente al menos un diodo emisor de luz, cuya luz emitida es visible a través de la pieza elastomérica.

60 El sensor gana no solo ópticamente cuando la pieza elastomérica es transparente. También se puede integrar en la carcasa una indicación de estado del sensor. Una indicación visual de estado de este tipo se puede prever sin juntas de carcasa adicionales si el sensor presenta un módulo electrónico con medios luminosos, preferentemente al menos un diodo emisor de luz, cuya luz emitida es visible a través de la pieza elastomérica.

65 La medida de que la pieza de fijación tenga una sección anular dividida, que está configurada como un módulo con la pieza funcional y con la pieza elastomérica, facilita la fabricación, el montaje y el cableado interior del sensor.

La invención está destinada en primer lugar a sensores ultrasónicos, porque en estos existe el problema de que la vibración acústica se transmite a la carcasa del sensor durante la emisión y la recepción. Si este es el caso, la vibración también puede transmitirse al entorno de instalación, por ejemplo, la bancada de la máquina, a través del soporte mecánico del sensor. Durante las fases de recepción, es decir, las pausas de emisión, la vibración puede retroalimentarse al transductor ultrasónico y causar una señal parásita. De esta manera, se reduce la relación señal-ruido y se aumenta el rango cercano del sensor.

También sería concebible utilizar la invención en combinación con otras formas de construcción de transductores ultrasónicos en los que exista el problema del ruido estructural. Estos son, por ejemplo: los resonadores de flexión con una carcasa metálica o cerámica en forma de copa y con una piezocerámica pegada sobre el fondo de carcasa o los sensores en los que el transductor emisor y el transductor receptor estén realizados por separado. La invención es particularmente adecuada y fácil de implementar para sensores ultrasónicos cilíndricos. Sin embargo, también es concebible la utilización en carcasas paralelepípedicas.

Una forma de realización preferente de la invención se explica con más detalle a continuación con la ayuda de un dibujo. Las figuras del dibujo muestran, en concreto:

La figura 1 una sección axial esquemática a través de un sensor rotacionalmente simétrico de acuerdo con la invención en una primera forma de realización,

La figura 2 una sección axial esquemática a través de un sensor rotacionalmente simétrico de acuerdo con la invención en una segunda forma de realización,

la figura 3 una sección axial a través de la pieza funcional representada en la figura 2,

la figura 4 una primera vista en perspectiva de la pieza funcional de acuerdo con la figura 3 y

la figura 5 una segunda vista en perspectiva de la pieza funcional de acuerdo con la figura 3.

En las figuras 1 a 5, la cifra de referencia 1 designa el sensor sónico o ultrasónico 1 de acuerdo con la invención para emitir y/o recibir sonido o ultrasonido, con una carcasa 3 cerrada en forma de pote por un fondo 2, un transductor electromecánico 4, preferentemente un elemento piezoeléctrico 5, para generar y/o captar sonido o ultrasonido a través del fondo 2.

En la figura 1 está representada una primera forma de realización del sensor 1 de acuerdo con la invención. La carcasa 3 conformada de forma cilíndrica está cerrada en el lado izquierdo por una membrana 21 que forma el fondo 2. La carcasa 3 y la membrana 21 están hechos de acero inoxidable. La membrana 21 está situada a continuación hacia la derecha del transductor electromecánico 4 para la generación de sonido. Hacia el interior de carcasa 22, una copa de blindaje 9 forma el cierre del transductor 4.

La electrónica necesaria para emitir y recibir la señal no se muestra en la figura 1 para mayor claridad. Las líneas de suministro y de señales eléctricas necesarias también se omiten en las figuras 1 a 5.

Para el desacoplamiento mecánico de la carcasa 3 con respecto al entorno, un tramo de tubo 10 cilíndrico interior de la carcasa 3 está circundado a una distancia por un tramo de tubo 11 igualmente exterior, la pieza de fijación 6. La carcasa 3 está constituida por tanto por tramos de tubo que pueden insertarse uno en otro y que están dispuestos coaxialmente y forman un intersticio circunferencial en el que está inyectada la pieza elastomérica. El intersticio entre la pieza de fijación 6 y la pieza funcional 7 que ha de ser aislada está relleno con la pieza elastomérica 8 inyectada. El sensor se puede tensar para la fijación a la pieza de fijación 6.

En la figura 2, que muestra una forma de realización alternativa, la carcasa 3 del sensor 1 igualmente está configurada de forma cilíndrica, pero en esta realización la carcasa tiene de forma constante el mismo diámetro 13. La pieza elastomérica 8 descrita anteriormente que desacopla la pieza funcional 7 de la pieza de fijación 6, se inserta tanto axial como radialmente entre la pieza funcional 7 y la pieza de fijación 6.

La pieza de fijación 6 está estrechada de diámetro en su extremo 23 abierto izquierdo de tal forma que en una zona 24 se extiende hasta dentro de la pieza funcional 7 y la sección de pared 15 se solapa con la pieza funcional 7. El espacio intermedio resultante forma un intersticio 12 circunferencial que está relleno con la pieza elastomérica 8 anular transparente.

Esta pieza elastomérica se produce en el intersticio inyectando una masa elastomérica termoplástica usando herramientas adecuadas. La pieza elastomérica 8 une entonces al mismo tiempo la pieza funcional y la pieza de fijación como unión adhesiva. Adicionalmente, también se consigue una unión geométrica, porque en una o ambas piezas 6 y 7 están realizados orificios 25 en los que penetra la masa elastomérica termoplástica durante el proceso de inyección.

Para simplificar la producción, la pieza de fijación 6 además está dividida en el punto de junta 26, de modo que resulta una sección anular 19 que, junto con la pieza elastomérica 8, la pieza funcional 7 y el transductor 4, forma un módulo 20 que solo tras la puesta en contacto del transductor 4 con un módulo electrónico 16 se ensambla con la pieza de fijación 6 restante.

En el espacio interior 22 de la pieza de fijación 6 está dispuesta la pletina de un módulo electrónico 16, que en la figura 2 está representado esquemáticamente. Entre otras cosas, sobre el mismo también están previstos diodos emisores de luz 18 como medios luminosos 17. Mediante los LED 18 puede señalizarse, por ejemplo, el estado de conmutación del sensor. Dado que la pieza elastomérica 8 es transparente, la luz del LED 17 puede pasar hacia fuera a través del orificio 25 y la pieza elastomérica 8 y se puede percibir allí a través de esta ventana de visualización al final de la pieza de fijación.

Si varias secciones anulares están dispuestas axialmente una detrás de otra en serie de manera análoga, también pueden visualizarse varios estados de conmutación diferentes y se logra un desacoplamiento aún mejor.

Sin embargo, es mejor una diferenciación por color entre estados de conmutación utilizando LED de diferentes colores.

El módulo 20 descrito anteriormente se muestra con más detalle en la figura 3 en sección. Las figuras 4 y 5 muestran a este respecto vistas en perspectiva desde diferentes direcciones.

El transductor de sonido 4 fue desarrollado en particular para el sector alimentario, en el que la superficie acústicamente activa está constituida por una membrana 21 de acero inoxidable. El espesor de la membrana 21 se sitúa entre 50 µm y 20 µm. El transductor de sonido 4 en sí está constituido por un elemento piezoeléctrico 5 y una capa de adaptación acústica 27 que está pegada sobre el lado interior de la membrana de acero inoxidable. La membrana conduce muy bien el sonido y actúa como puente sonoro. Por lo tanto, existe un riesgo particularmente alto de señales parásitas. Hacia el espacio interior de carcasa 22, el transductor 4 está separado de la copa protectora 9 que presenta una abertura 28 a través de la cual se pueden guiar líneas no representadas al elemento piezoeléctrico 5.

Para sujetar la copa de blindaje 9 en la pieza funcional 7 está insertado además un anillo de retención 29 que forma el puente hacia la pieza funcional 7. De la pieza de fijación 6 se puede ver solo la sección anular 19 con la ranura anular 30 que sirve como punto de soldadura o depresión laminada para la fijación de la pieza de fijación 6 restante.

La pieza de fijación sirve por tanto para fijar el sensor, mientras que la pieza de carcasa activa realiza la función del sensor.

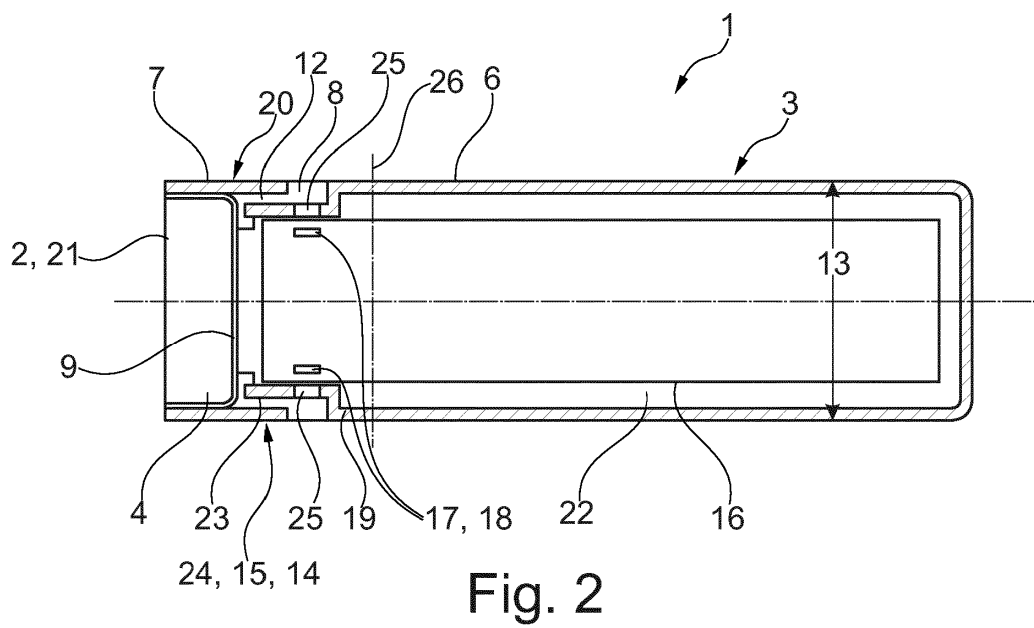
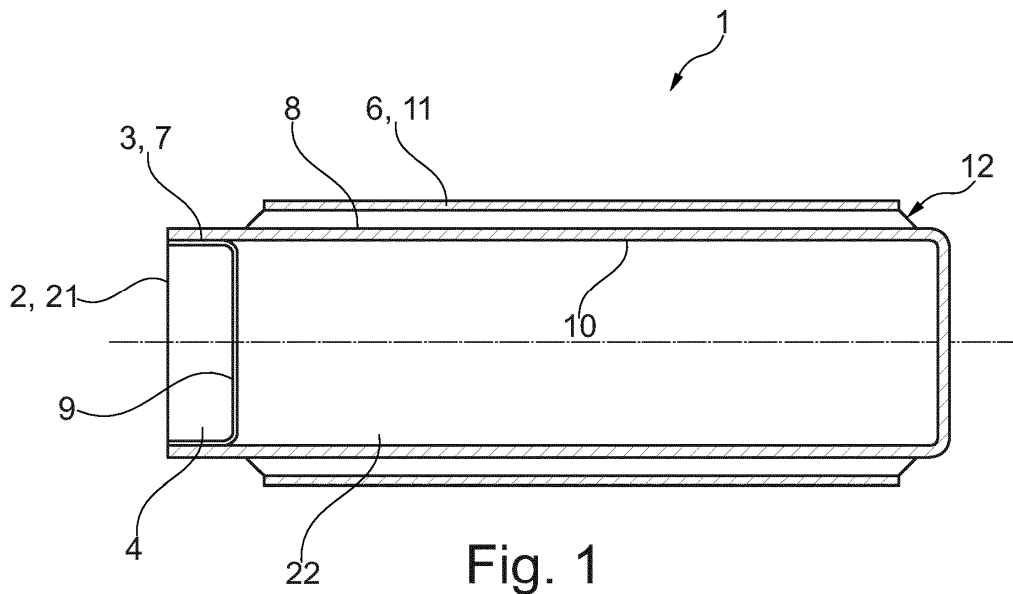
Lista de signos de referencia

1. Sensor ultrasónico
2. Fondo
3. Carcasa
4. Transductor
5. Elemento piezoeléctrico
6. Pieza de fijación
7. Pieza funcional
8. Pieza elastomérica
9. Copa de blindaje
10. Tramo de tubo interior
11. Tramo de tubo exterior
12. Intersticio circunferencial
13. Diámetro
14. Sección anular
15. Sección de pared
16. Módulo electrónico
17. Medio luminoso
18. Diodo luminoso
19. Sección anular
20. Módulo
21. Membrana
22. Espacio interior de carcasa
23. Extremo pieza de fijación
24. Zona
25. Orificio
26. Punto de junta
27. Capa de adaptación acústica
28. Abertura

- 29. Anillo de retención
- 30. Ranura anular

REIVINDICACIONES

1. Sensor sónico o ultrasónico (1) para emitir y/o recibir sonido o ultrasonido, con una carcasa (3) cerrada en forma de pote por un fondo (2), un transductor electromecánico (4), preferentemente un elemento piezoeléctrico (5), para
5 generar y/o captar sonido o ultrasonido a través del fondo (2), estando la carcasa (3) dividida en una pieza de fijación (6) para fijar el sensor (1) y una pieza funcional (7), estando unidas la pieza funcional (7) y la pieza de fijación (6) por medio de una pieza elastomérica (8), **caracterizado por que** el transductor electromecánico (4) está encerrado por el fondo (2) y por una copa de blindaje (9) preferentemente metálica, estando configuradas la pieza funcional (7) y la
10 pieza de fijación (6) como tramos de tubo(10, 11) que pueden insertarse uno en otro y que están dispuestos coaxialmente y forman un intersticio circunferencial (12) en el que está prevista la pieza elastomérica (8), estando configurada la pieza elastomérica (8) de forma transparente y presentando el sensor (1) un módulo electrónico (16) con medios luminosos (17), preferentemente al menos un diodo emisor de luz (18) cuya luz emitida es visible a través de la pieza elastomérica (8).
- 15 2. Sensor sónico o ultrasónico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la pieza funcional (7) y la pieza de fijación (6) están dispuestas axialmente una detrás de otra y preferentemente tienen el mismo diámetro (13), estando dispuesta la pieza elastomérica (8) entre la pieza funcional (7) y la pieza de fijación (6).
- 20 3. Sensor sónico o ultrasónico de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la copa de blindaje (9) está configurada como parte de la pieza funcional (7) o por que la copa de blindaje (9) está rodeada circunferencialmente por la pieza funcional (7).
- 25 4. Sensor sónico o ultrasónico de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la pieza funcional (7) presenta una sección anular (14) que está configurada solapando una sección de pared (15) de la pieza de fijación (6).
5. Sensor sónico o ultrasónico de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la pieza elastomérica (8) está unida por unión geométrica a la pieza funcional (7) y/o pieza de fijación (6).
- 30 6. Sensor sónico o ultrasónico de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la pieza de fijación (6) presenta una sección anular (19) dividida que está configurada como un módulo (20) con la pieza funcional (7) y con la pieza elastomérica (8).



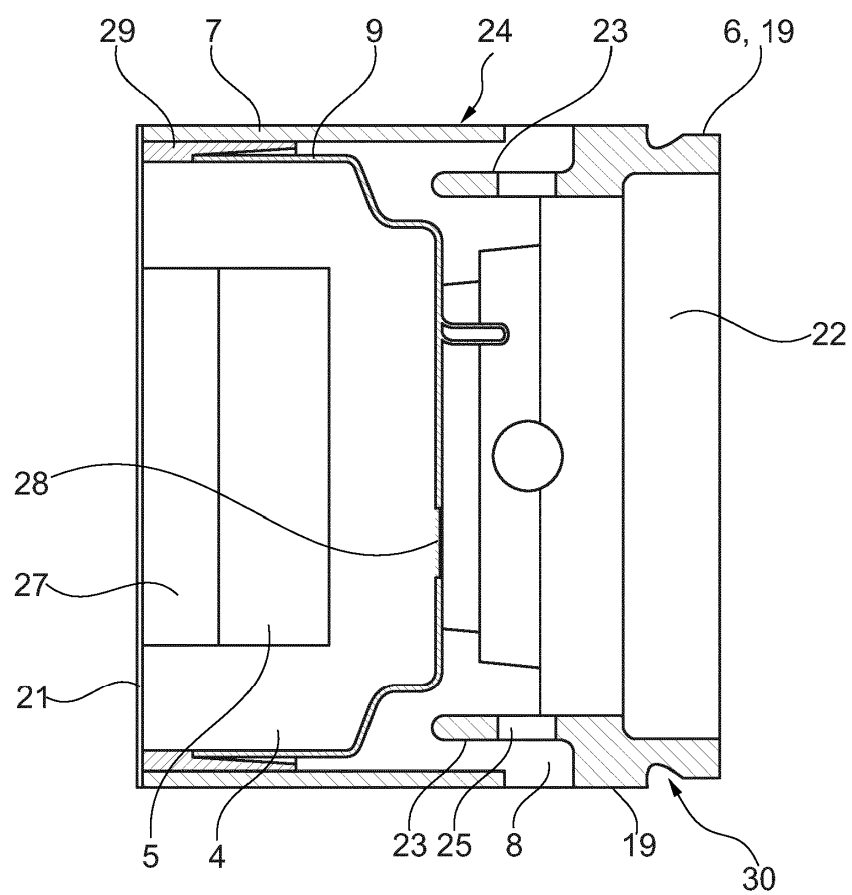


Fig. 3

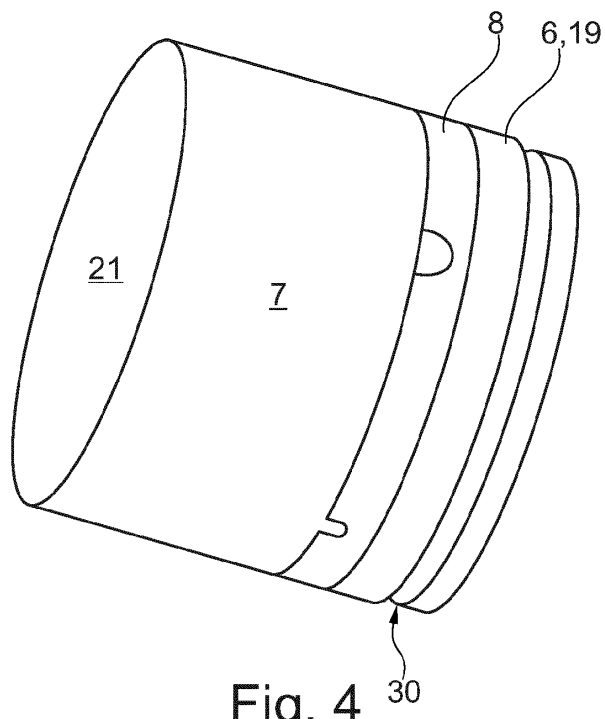


Fig. 4

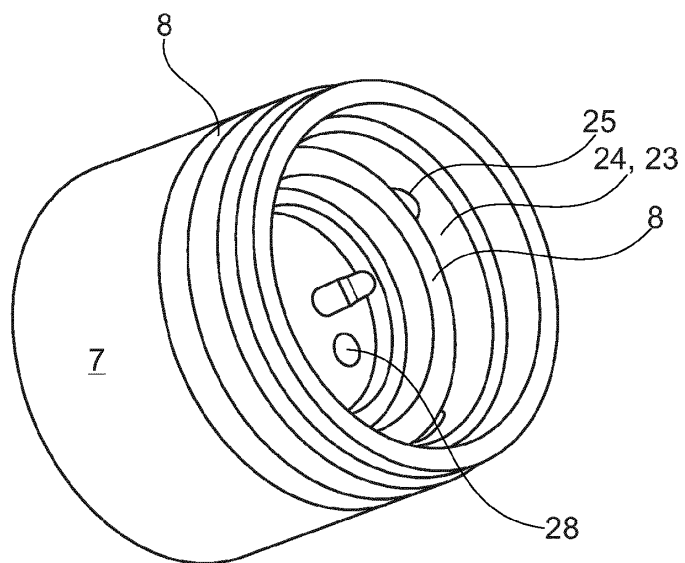


Fig. 5