

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 880 574**

51 Int. Cl.:

E21B 19/16 (2006.01)

E21B 19/14 (2006.01)

E21B 47/01 (2012.01)

E21B 47/09 (2012.01)

E21B 47/12 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.11.2018** **PCT/GB2018/053408**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.05.2019** **WO19102222**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.11.2018** **E 18811908 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.06.2021** **EP 3714128**

54 Título: **Unidad de sensor para monitorizar un tubular**

30 Prioridad:

24.11.2017 GB 201719589

19.01.2018 GB 201800892

31.01.2018 GB 201801608

12.02.2018 GB 201802220

26.06.2018 GB 201810456

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

24.11.2021

73 Titular/es:

SALUNDA LIMITED (100.0%)

**6 Avonbury Business Park, Howes Lane, Bicester
Oxfordshire OX26 2UA, GB**

72 Inventor/es:

FINLAY, ALAN PATRICK JOHN

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 880 574 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

Unidad de sensor para monitorizar un tubular

- 5 La presente invención se refiere a una unidad de sensor para monitorizar un tubular adyacente a un conjunto de pestillo de portadados.

10 Los portadados se usan para almacenar tubulares, por ejemplo, soportes de tuberías de perforación, collares de perforación, herramientas, conjuntos de fondo de pozo (BHA) y cubiertas, usados en la industria del petróleo y el gas, por ejemplo, adyacentes o dentro de una torre de perforación en una plataforma de petróleo o de gas. Se proporciona una matriz de portadados que se extienden horizontalmente, entre los cuales se apilan verticalmente los tubulares. Los pestillos se usan para sujetar los tubulares entre los portadados. Los pestillos se proporcionan como parte de los conjuntos de pestillo de portadados montados en los portadados. La tubería de perforación se ensambla en soportes que se almacenan en "ranuras" formadas por pestillos cerrados en el portadados y el encuelladero. Un conjunto de 15 pestillo de portadados comprende normalmente: un soporte de pestillo y un pestillo soportado de manera rotatoria en el soporte de pestillo. Los pestillos se cierran para retener el tubular en las ranuras.

20 Los tubulares se sujetan usando pestillos y, en ocasiones, es necesario confirmar que un tubular está presente en una ranura o que la ranura está vacía, por ejemplo, antes de abrir un pestillo. Si un pestillo se abre por error y un tubular, tal como una tubería de perforación, está presente, entonces puede caerse del portadados con consecuencias catastróficas e incluso mortales. Esta necesidad de confirmar la presencia o ausencia de un tubular en el portadados a veces se denomina problema de la "tubería fantasma". En un portadados lleno de soportes de tubería, por ejemplo, puede ser difícil discernir si una tubería está presente o no en una ranura. Ocasionalmente, se abre un pestillo por error y la tubería cae al suelo con consecuencias devastadoras. Estos graves incidentes han creado el requisito de 25 una solución que pueda detectar y confirmar la localización de un tubular en la torre de perforación. De manera similar, el dispositivo de la invención puede montarse en los estribos o el mecanismo articulado de un sistema de propulsión superior para confirmar la posición y la condición de los estribos y el elevador y para evitar la caída de la tubería o choques con otros equipos dentro de la torre de perforación.

30 El documento US-2016/0076920 desvela una unidad de sensor montada en un soporte de pestillo de un portadados de pestillo de portadados, en el que se monta un pestillo de manera rotatoria. La unidad de sensor tiene sensores que perciben la proximidad de partes del pestillo para detectar la posición de rotación del pestillo en el soporte.

35 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un pestillo de portadados que comprende: un soporte de pestillo para montar en un portadados; un pestillo soportado de manera rotatoria en el soporte de pestillo; y una unidad de sensor montada en el pestillo para monitorizar un tubular adyacente al conjunto de pestillo de portadados cuando el pestillo está montado en el portadados, en donde la unidad de sensor comprende: un sensor configurado para percibir el tubular adyacente; un procesador dispuesto para recibir la salida del sensor y generar una señal que representa la presencia o ausencia de un tubular adyacente, y/o que representa la posición de un tubular adyacente; y una unidad 40 de comunicación inalámbrica dispuesta para comunicar de manera inalámbrica la señal de monitorización de tubular.

45 Por lo tanto, la unidad de sensor percibe un tubular adyacente y emite una señal de monitorización de tubular que representa la presencia o ausencia de un tubular adyacente y/o que representa la posición de un tubular adyacente. La señal de monitorización de tubular puede usarse como una entrada a un sistema de manipulación que manipula el tubular o un sistema de control que controla la operación de los pestillos de portadados asociados, por ejemplo, el conjunto de pestillo de portadados al que el tubular es adyacente y los conjuntos de pestillo de portadados que sujetan el mismo tubular o están en la misma matriz de portadados. Por ejemplo, la unidad de sensor puede usarse para rastrear un tubular a medida que se cierra en un pestillo de portadados y su salida puede usarse como retroalimentación para desacelerar el movimiento del rastreador de tuberías que mueve el tubular. De manera similar, 50 la unidad de sensor podría usarse para enclavar los pestillos o las garras de cabezal de guía para garantizar que la tubería no se suelte hasta que el pestillo esté hacia abajo y esté seguro.

55 La unidad de sensor comprende una unidad de comunicación inalámbrica, por ejemplo, una unidad de comunicación por radio, dispuesta para comunicar la señal de manera inalámbrica. Esto hace que la unidad de sensor sea adecuada para su uso en localizaciones remotas sin la necesidad de realizar una conexión eléctrica por cable, ya que la salida de la unidad de sensor puede monitorizarse de manera inalámbrica.

60 El montaje de la unidad de sensor en el pestillo permite el uso de un sensor que es más simple y tiene un menor consumo de energía que un sensor montado en el soporte de pestillo para percibir indirectamente el tubular. Como tal, el sensor puede funcionar durante períodos de tiempo prolongados desde una fuente de alimentación remota, tal como una batería.

65 El sensor puede implementar cualquier tecnología de detección adecuada, por ejemplo, una detección ultrasónica, acústica, electromagnética, magnética, por radiofrecuencia, por microondas, de banda ultraancho, óptica, por infrarrojos, por formación de imágenes o inductiva.

El sensor puede incluir dos sondas electromagnéticas, por ejemplo, bobinas, que están separadas entre sí. Esto mejora la capacidad de detección al permitir que el sensor detecte la posición del tubular con respecto a las dos sondas electromagnéticas. Por ejemplo, la salida del sensor puede ser una señal diferencial tomada entre las dos sondas electromagnéticas. De manera similar, el uso de dos sondas puede usarse para determinar en qué lado del pestillo está presente el tubular y confirmar que el tubular está presente en la ranura cuando el pestillo se cierra o antes de que se abra.

Como el sensor está montado en el pestillo, la unidad de sensor puede detectar un tubular adyacente al pestillo en cualquier lado.

En un enfoque para montar la unidad de sensor del pestillo, la unidad de sensor puede incluir un accesorio que encaja dentro de una abertura en el pestillo. En ese caso, la unidad de sensor puede comprender además un elemento de retención configurado para acoplarse con el accesorio y retener la unidad de sensor en la abertura.

En un enfoque para montar la unidad de sensor del pestillo, la unidad de sensor puede encapsularse dentro del pestillo. En ese caso, el pestillo puede fabricarse de un material que sea transparente a la tecnología de sensor del sensor.

La unidad de sensor puede tener una carcasa que aloje los componentes electrónicos de la unidad de sensor. La carcasa puede encapsular los componentes electrónicos. El material de la carcasa puede ser un plástico que sea resistente a los fluidos de perforación, la salmuera, el cemento, la luz del sol, la radiación ultravioleta (UV), la grasa, el lubricante de tuberías, las limaduras de hierro y otros desechos.

La unidad de sensor puede incorporar material o características de absorción de impactos para reducir los impactos en los componentes electrónicos. Esto puede evitar que los componentes fallen por fatiga como resultado de ciclos repetidos de alto impacto en el brazo de pestillo o el conjunto de pestillo.

Además, la unidad de sensor puede comprender una unidad de comunicación de campo cercano (NFC) dispuesta para realizar la comunicación de campo cercano, permitiendo de este modo que se use para una NFC. La funcionalidad NFC puede usarse para una diversidad de funciones que proporcionan comunicación con la unidad de sensor, aunque sea un dispositivo completamente sellado sin ningún contacto o interruptor externo.

En el caso de que la unidad de sensor incluya una sonda electromagnética que sea una bobina que percibe inductivamente el tubular, entonces esta bobina puede disponerse para tener una segunda función como antena para la unidad de NFC o para comunicaciones RF con una unidad de sensor adyacente. La una o más bobinas de sensor o bobinas pueden incorporar bobinas para percibir dispositivos tubulares y de NFC, o ambos. Las bobinas pueden montarse de manera concéntrica o adyacentes entre sí en una placa de circuito impreso o una placa de circuito impreso flexible.

La unidad de sensor puede comprender además un sensor de orientación dispuesto para percibir la orientación del pestillo, estando el procesador dispuesto para obtener una señal de orientación de pestillo que representa la orientación del pestillo a partir de las mediciones del sensor de orientación. En ese caso, puede disponerse una unidad de comunicación inalámbrica para comunicar de manera inalámbrica la señal de monitorización de tubular y la señal de orientación de pestillo.

Las realizaciones de la presente invención se describirán a continuación a modo de ejemplo no limitante con referencia a los dibujos adjuntos, de los cuales

la figura 1 es una fotografía que ilustra la configuración habitual de una matriz de portadedos convencional;

la figura 2 es una vista trasera del primer conjunto de pestillo;

la figura 3 es una vista lateral del primer conjunto de pestillo;

la figura 4 es una vista desde arriba del primer conjunto de pestillo;

la figura 5 es una vista en primer plano del punto de pivote de pestillo, que muestra los diversos componentes;

la figura 6 es una vista lateral de una unidad de sensor; y

la figura 7 es una vista en perspectiva de una unidad de sensor que muestra superficies de sensor;

la figura 8 es una vista de una unidad de sensor con la carcasa retirada;

la figura 9 es una vista en corte de una unidad de sensor que muestra componentes internos;

la figura 10 es una vista en perspectiva de una unidad de sensor montada en un pestillo en una abertura del mismo;

la figura 11 es una vista en perspectiva de una unidad de sensor montada en el pestillo como se muestra en la figura 10, que detecta un tubular en una ranura adyacente;

la figura 12 es una vista en perspectiva de una matriz de portadedos con tubulares y unidades de sensor montados en conjuntos de pestillo de portadedos en los portadedos;

la figura 13 es una vista en perspectiva de una unidad de sensor montada en un pestillo encapsulada en el mismo;

la figura 14 muestra una vista en perspectiva de la encapsulación de la unidad de sensor en el pestillo;

la figura 15 es una vista en planta de la unidad de sensor con una modificación para incluir dos sondas electromagnéticas o ultrasónicas o acústicas o inductivas o de microondas en el sensor;

la figura 16 es una vista en sección en perspectiva de una unidad de sensor con amortiguadores de espuma

colocados por encima y por debajo de los componentes electrónicos; y la figura 17 es una vista lateral en sección transversal de una unidad de sensor con unos resortes de absorción de impactos colocados por encima y por debajo de los componentes electrónicos.

5 La figura 1 muestra la construcción de una matriz convencional de portadados 1 con varios conjuntos de pestillo de portadados 2 montados a lo largo de cada portadados 1. Cada conjunto de pestillo de portadados 2 comprende un soporte de pestillo 3 y un pestillo 5 montado de manera rotatoria en el soporte de pestillo 3.

10 Las figuras 2 a 5 ilustran un conjunto de pestillo de portadados específico 2 que se describirá a continuación. Este conjunto de pestillo de portadados 2 tiene un pestillo 5 configurado para retener una tubería o cubierta de perforación. En general, la configuración del pestillo 5 puede variar dependiendo del tipo de tubular con el que se pretende usar el conjunto de pestillo de portadados 2. Por ejemplo, los pestillos 5 mostrados en la figura 1 tienen una configuración diferente. Con la elección adecuada de la configuración del pestillo 5, el conjunto de pestillo de portadados 2 puede usarse para retener un tubular de cualquier tipo, por ejemplo, una tubería de perforación, un collar de perforación o una cubierta.

El resto del conjunto de pestillo de portadados 2 puede tener, en general, la misma disposición, tal y como se describe más adelante, para cualquier configuración del pestillo 5, incluida la mostrada en la figura 1.

20 El conjunto de pestillo de portadados 2 comprende un soporte de pestillo 3 que comprende una cabeza de soporte de pestillo 3a y un cuerpo alargado 3b que se extiende hacia abajo desde la cabeza de soporte 3a. El conjunto de pestillo de portadados 2 se monta en un portadados 1 usando unos pernos 4 unidos a través de unas aberturas de perno 3c en el soporte de pestillo 3. El conjunto de pestillo de portadados 2 también comprende un cilindro neumático 6 sujeto al soporte de pestillo 3.

25 El conjunto de pestillo de portadados 2 comprende además un pasador de soporte 7 que conecta el pestillo 5 y la cabeza de soporte 3a. El pasador de soporte 7 proporciona un punto de pivote que permite la rotación del pestillo 5 entre una posición (orientación) abierta y cerrada. En las figuras 1 a 5, el pestillo 5 está en la posición cerrada en la que el pestillo 5 se extiende horizontalmente. En la posición abierta, el pestillo 5 se extiende verticalmente.

30 El pestillo 5 comprende un brazo 5a que, en la posición cerrada del pestillo 5, se extiende hacia delante desde el pasador de soporte 7 para sujetar un tubular. En la posición abierta del pestillo 5, el brazo 5a del pestillo 5 se extiende hacia arriba desde el pasador de soporte 7, permitiendo la retirada de un tubular. El brazo 5a del pestillo 5 es un elemento metálico móvil que crea un vacío entre los conjuntos de pestillo de portadados 2 y entre los portadados 1 para sujetar un tubular. El pestillo 5 tiene unas aberturas 33 formadas en el brazo 5a.

35 El pestillo 5 también comprende una porción de manivela 5b que se extiende hacia atrás desde el pasador de soporte 7. La cabeza de soporte de pestillo 3a tiene una abertura 9 para proporcionar espacio libre entre el soporte de pestillo 3 y la porción de manivela 5b, a medida que rota el pestillo 5.

40 El cilindro neumático 6 comprende una cabeza de pistón 10 que se conecta a la porción de manivela 5b por medio de un pasador de pestillo/cilindro 11. Un pasador dividido 12 evita que el pasador de pestillo/cilindro 11 se caiga de la cabeza de pistón 10, y una arandela 13 proporciona una barrera de desgaste entre el pasador dividido 12 y la cabeza de pistón 10. Por lo tanto, el cilindro neumático 6 acciona la rotación del pestillo 5 entre las posiciones abierta y cerrada. 45 Para mover el pestillo 5 desde la posición cerrada mostrada en las figuras 1 a 5 a la posición abierta en la que el pestillo 5 se extiende verticalmente, el cilindro neumático 6 acciona la cabeza de pistón 10 hacia abajo.

Las figuras 6 a 9 ilustran una unidad de sensor 14 que comprende una carcasa 15 que aloja componentes electrónicos que incluyen una fuente de alimentación 19, uno o más sensores 18 para detectar un tubular adyacente 20, un módulo 50 16, que incluye un procesador 50 y una unidad de comunicación inalámbrica 51, una unidad de NFC 52, una antena 53, un sensor de orientación 54 y un dispositivo de localización 55, todo montado en una placa de circuito impreso 56. La unidad de sensor 14 puede montarse en el pestillo. Por lo tanto, puede proporcionarse una unidad de sensor económica 14 que puede funcionar desde una fuente de alimentación autónoma.

55 La unidad de sensor 14 está montada en el pestillo 5 de un conjunto de pestillo de portadados 2. Por ejemplo, la unidad de sensor 14 puede proporcionarse integralmente con el conjunto de pestillo 5 durante la fabricación o puede configurarse para unirse a un pestillo preexistente 5. En una alternativa, la unidad de sensor 14 está configurada para encajar dentro de una abertura 33 dentro del brazo de pestillo 5a del pestillo 5, como se muestra en las figuras 10 y 11. Para el montaje, la unidad de sensor 14 incluye un accesorio 34 que encaja dentro de la abertura 33. La unidad 60 de sensor 14 incluye además un elemento de retención 32 que está configurado para acoplarse con el accesorio 34. Después de la inserción del accesorio 34 a través de la abertura 33 en el pestillo 5, el elemento de retención 35 se proporciona en el extremo opuesto de la abertura 33 en la carcasa 15 y se acopla con el accesorio para sujetar la unidad de sensor 14 al pestillo 5. Como se muestra, el elemento de retención 35 tiene una rosca interna configurada para atornillarse en una rosca externa en el accesorio 33. Sin embargo, en general, el elemento de retención 35 puede 65 sujetarse al accesorio 33 por cualquier medio adecuado, por ejemplo, un ajuste por fricción o un ajuste de tornillo.

En otra alternativa, la unidad de sensor 14 se monta en el pestillo 5 mediante la carcasa que está provista de una porción de tornillo configurada para atornillarse en una rosca dentro de la abertura 33 del pestillo 5. Por lo tanto, puede proporcionarse un conjunto de sensor compacto y fácil de instalar.

5 De esta manera, como se muestra en la figura 12, las unidades de sensor 14 pueden montarse en los pestillos 5 de todos los conjuntos de pestillo de portadedos 2 en una matriz de portadedos 1, para su uso en la monitorización de los tubulares 20 almacenados en el mismo, durante la manipulación de los tubulares 20 a medida que se cargan o se retiran.

10 En otra alternativa, la unidad de sensor 14 está encapsulada dentro del pestillo 5 como se muestra en la figura 13. El brazo de pestillo 5a del pestillo 5 tiene un rebaje 35 que en este ejemplo se abre en el extremo exterior del brazo de pestillo 5a. La unidad de sensor 14 omite el accesorio 34 y se inserta en el rebaje 35, como se muestra en la figura 14. Opcionalmente, la superficie interior del rebaje y la superficie exterior de la unidad de sensor 14 pueden tener roscas de tornillo coincidentes, de manera que pueda reemplazarse la unidad de sensor 14, por ejemplo, cuando la
15 batería se agote o se requiera mantenimiento. Después de insertar la unidad de sensor 14, la unidad de sensor 14 se sella dentro del rebaje 35 mediante un cuerpo 36 dentro del extremo del rebaje 35. El cuerpo 36 puede ser un material que actúe como sellante, por ejemplo, un compuesto de encapsulado, pegamento o epoxi. En una forma alternativa, el cuerpo 36 puede ser una tapa, que puede adoptar cualquier forma adecuada, por ejemplo, un elemento elástico, una parte roscada o un tornillo. En esta alternativa, el pestillo 5 está fabricado de un material que es transparente a la
20 tecnología de sensor del sensor 18, por ejemplo, un material no metálico.

La unidad de sensor 14 puede comprender además, opcionalmente, un dispositivo de retención de respaldo que está configurado para unir la unidad de sensor 14 a un componente de los portadedos 1 o el conjunto de pestillo de portadedos 2. Por ejemplo, el dispositivo de retención de respaldo puede comprender una hebra de alambre o cuerda
25 unida tanto al pestillo 5 como a la unidad de sensor 14. Por lo tanto, si falla la unión de la unidad de sensor 14, el dispositivo de retención de respaldo garantiza que la unidad de sensor 14 no se caiga y dañe otros equipos o al personal. De este modo, puede proporcionarse una unidad de sensor 14 más segura.

A continuación, se considerará el sensor 18. El sensor 18 percibe un tubular adyacente, por ejemplo, como se muestra en la figura 11.
30

En el ejemplo de las figuras 6 a 9, el sensor 18 está colocado en el lado de la unidad de sensor 14, de manera que se coloca orientado hacia el lado del pestillo 5 cuando la unidad de sensor 14 se monta en el mismo. Esto facilita la operación de detección, aunque podrían usarse otras localizaciones para algunos tipos de tecnología de detección.
35

El sensor 18 puede usarse en cualquier posición o tecnología de detección de proximidad adecuada, tal como, por ejemplo, una detección ultrasónica, acústica, electromagnética (incluyendo magnética, capacitiva o inductiva), magnética, por radiofrecuencia, por microondas, de banda ultraancho, óptica (incluyendo láser), por infrarrojos, por formación imágenes o inductiva. La tecnología de sensor usada en el sensor 18 se selecciona por su resistencia a los
40 impactos y vibraciones y puede incluir medios para amortiguar los impactos y filtrar vibraciones de diversas frecuencias. Cuando la tecnología de detección es electromagnética, el sensor 18 puede incluir una sonda electromagnética 17, que puede ser, por ejemplo, una bobina o un elemento capacitivo. Ejemplos de sensores que usan una tecnología de detección electromagnética y que pueden aplicarse en este caso se desvelan en los documentos WO-2018/007804, US-2016/187275, EP-3.009594, US-2014/091785, EP-2338032 y WO-2007/099282.
45

El sensor 18 puede usar preferentemente una tecnología de sensor de posición de bajo coste y de baja potencia, tal como un sensor inductivo, un sensor de corrientes de Foucault, un ID de RF, una NFC o un sensor de microondas que puede configurarse, por ejemplo, como sensor de posición y de orientación. El sensor 18 puede basarse en la tecnología de rastreo híbrido inercial-ultrasónico (por ejemplo, sistema Thales IS-900).
50

Una opción que puede emplearse es que el sensor 18 incluya dos sondas electromagnéticas que estén separadas entre sí, por ejemplo, como se muestra en 14, en donde las sondas están separadas a lo largo de un eje lateral A. Esto mejora la capacidad de detección al permitir que el sensor 18 detecte la posición del tubular 18 con respecto a las dos sondas electromagnéticas 17. Por ejemplo, la salida del sensor 18 puede incluir una señal diferencial tomada
55 entre las dos sondas electromagnéticas 17. Las dos sondas 17 proporcionarán señales de diferentes niveles, de acuerdo con sus diferentes distancias del tubular adyacente 20, y así la señal diferencial permitirá la detección del lado de la unidad de sensor 14 en el que está presente el tubular 20. Puede emitirse una señal común junto con la señal diferencial para indicar la presencia del tubular 20 cercano.

60 Opcionalmente, pueden proporcionarse varios sensores 18.

La salida de los sensores 18 representa la posición del tubular 20 con respecto al pestillo 5. La salida puede representar esto de cualquier número de formas, dependiendo de la naturaleza del sensor 18. En el caso más simple, los sensores 18 pueden estar en un estado encendido o apagado correspondiente a dos posiciones diferentes del tubular adyacente
65 20, por ejemplo, presente o ausente en una ranura, y cuando el pestillo 5 está cerrado. Como alternativa, las señales de salida pueden transmitir más información. Por ejemplo, las señales de los sensores 18 pueden identificar la posición

de un tubular distante 20 que un rastreador de tuberías está moviendo hacia una ranura. Como alternativa, la salida de los sensores 18 puede ser un cambio con la velocidad o tasa de cierre del tubular 20 para identificar la posición del tubular 20. En otra realización, un sensor 18 puede identificar que el tubular 20 está sujeto en una ranura adyacente, mientras el pestillo 5 está cerrado, o la salida de una fuente del sensor 18 puede indicar que la ranura está abierta y no está presente ningún tubular.

El sensor 18 también puede configurarse para percibir inductivamente la presencia o ausencia de un objeto próximo. El sensor 18 puede usarse para comunicarse con el tubular o identificarlo por medio de RFID (identificación por radiofrecuencia) y/o NFC, por ejemplo, para registrar cada tubular a medida que se añade al portadados 1 o pasa por el conjunto de pestillo de portadados 2 en el que está montada la unidad de sensor 14.

El procesador 50 recibe la salida del sensor 18 y la usa para generar una señal de monitorización de tubular que puede representar la presencia o ausencia de un tubular adyacente 20 o puede representar la posición de un tubular adyacente. La señal tubular puede representar simplemente la salida del sensor 18 o, como alternativa, el procesador puede procesar la salida del sensor 18 para obtener parámetros adicionales que también están representados por la señal de tubular. Por ejemplo, si la salida del sensor 18 representa la posición del tubular 20, el procesador puede obtener la velocidad del movimiento del tubular 20 e incluirla en la señal de monitorización de tubular. La señal podría monitorizar aspectos de condición o de predicción de fallos, tales como vibración, balanceo, impacto, aceleración o, usando RFID o códigos de barras u otro identificador único, identificar un tubular en la ranura.

La señal de monitorización de tubular generada por el procesador 50 se suministra a la unidad de comunicación inalámbrica 51 que la comunica de manera inalámbrica. La unidad de comunicación inalámbrica 51 puede proporcionar cualquier tipo de comunicación inalámbrica, incluyendo, por ejemplo, comunicación acústica, por microondas, ultrasónica u óptica, pero normalmente es una unidad de radiocomunicación dispuesta para transmitir señales usando ondas electromagnéticas de radiofrecuencia (RF). Puede seleccionarse una radiofrecuencia que tenga una longitud de onda que no sufra atenuación o reflejos de la tubería de perforación y los tubulares sujetos en los portadados 1. Para minimizar los reflejos y la pérdida de señal, puede seleccionarse una radiofrecuencia que tenga una longitud de onda que sea menor que la separación mínima entre varios conjuntos de pestillo de portadados 2 montados en un portadados 1 y, por lo tanto, menor que una separación mínima entre los tubulares almacenados en el mismo. La frecuencia seleccionada no debe interferir con los equipos de comunicaciones marinas. Opcionalmente, la frecuencia seleccionada puede estar entre 2 y 3 GHz.

La unidad de comunicación inalámbrica 51 puede ser unidireccional y simplemente transmitir información desde la unidad de sensor 30, o puede ser bidireccional y transmitir y recibir información. La unidad de comunicación inalámbrica 51 puede implementar cualquier protocolo de transmisión adecuado.

Tal comunicación inalámbrica permite que la unidad de sensor 14 sea un dispositivo inalámbrico que sea adecuado para su uso en localizaciones remotas sin la necesidad de realizar una conexión eléctrica. La unidad de comunicación inalámbrica 51 proporciona una indicación instantánea de seguridad de tubular, que puede monitorizarse por una persona o monitorizarse de forma remota a través de una pantalla, tal como HMI. El procesamiento de señales puede usarse para proporcionar una monitorización automatizada con el fin de enclavar elementos del equipo de automatización, tal como un rastreador de tuberías. La unidad de sensor 14 también puede incorporar sensores para medir la posición del pestillo 5.

La unidad de comunicación inalámbrica 51 puede comunicarse usando la antena 53. Como alternativa, la unidad de comunicación inalámbrica 51 puede comunicarse usando una sonda 17 de la unidad de sensor 18 en el caso de que la sonda 17 sea una bobina.

Se proporciona una red de transceptores de pasarelas inalámbricas para comunicarse con la unidad de sensor 14, y entre sí, para retransmitir señales para el procesamiento y visualización de la señal de monitorización de tubular a un operario. Estas pasarelas pueden localizarse alrededor de los portadados 5, opcionalmente en cajas de válvulas, para maximizar la recepción y la cobertura de la señal. Opcionalmente, estas pasarelas pueden localizarse en cuatro localizaciones, este, oeste, norte y sur del portadados. Un transceptor adicional está montado en, o cerca de, la cabina de los perforadores y/o la sala de equipos locales (LER). La pasarela inalámbrica de transceptor en la cabina de los perforadores y/o la LER es el transceptor central que recibe señales de las unidades de sensor 14 y los transceptores de pasarela inalámbrica de red alrededor del portadados 5.

Por lo tanto, puede proporcionarse una solución más fiable que indique claramente cuándo está sujeto el tubular de manera segura. El objetivo es confirmar la localización de un tubular 20 para evitar que el pestillo 5 se abra mientras está presente un tubular 20 en una ranura adyacente.

La señal de monitorización de tubular puede usarse como entrada a un sistema de manipulación que manipula el tubular o un sistema de control que controla la operación de los conjuntos de pestillo de portadados asociados, por ejemplo, el conjunto de pestillo de portadados al que el tubular es adyacente y los conjuntos de pestillo de portadados que sujetan el mismo tubular o están en la misma matriz de portadados. Por ejemplo, la unidad de sensor puede usarse para rastrear un tubular a medida que se cierra en un pestillo de portadados y su salida puede usarse como

retroalimentación para desacelerar el movimiento del rastreador de tuberías que mueve el tubular. De manera similar, la unidad de sensor podría usarse para enclavar los pestillos o las garras de cabezal de guía para garantizar que la tubería no se suelte hasta que el pestillo esté hacia abajo y esté seguro.

5 De manera similar, la unidad de sensor 14 incluye una unidad de NFC 52 que está configurada para comunicarse de manera inalámbrica con dispositivos próximos usando comunicación de campo cercano. La unidad de NFC 52 puede comunicarse usando la antena 53 o una bobina separada proporcionada en el dispositivo de sensor 14. Como alternativa, la unidad de comunicación inalámbrica 51 puede comunicarse usando una sonda 17 de la unidad de sensor 18 en el caso de que la sonda 17 sea una bobina.

10 La unidad de NFC 52 puede usarse para comunicarse con un dispositivo externo durante la instalación o el mantenimiento de la unidad de sensor 14, por ejemplo, para interrogar o actualizar el software procesado en la unidad de sensor 14 cuando está completamente sellada dentro de la carcasa 15, o desactivar la unidad colocándola en un estado de baja potencia o "apagado" antes de su envío o almacenamiento sin la necesidad de interruptores físicos o contactos externos. La funcionalidad NFC puede usarse para encender, o apagar, la unidad de sensor 14, que es un dispositivo completamente sellado, sin ningún contacto externo o interruptor. La unidad de NFC 52 puede usarse para poner la unidad de sensor 14 en un estado inactivo o de baja potencia antes del envío, y para "despertar" el dispositivo a través de NFC al llegar o cuando se instala y se pone en funcionamiento. De manera similar, la unidad de NFC 52 puede usarse para actualizar el firmware y el software del dispositivo, o para interrogar al dispositivo durante la depuración. De esta forma, puede ahorrarse energía durante la fabricación, montaje, transporte y almacenamiento, listo para reactivarse en la instalación.

25 La fuente de alimentación 19 puede ser cualquier tipo de fuente de alimentación autónoma que sea capaz de proporcionar alimentación a la unidad de sensor 14. Por ejemplo, la fuente de alimentación 19 puede comprender una batería, célula solar y/o condensador. La fuente de alimentación 19 puede comprender opcionalmente un dispositivo de captación de energía que está configurado para captar energía de los portadedos 1 o del conjunto de pestillo de portadedos 2. Por ejemplo, la fuente de alimentación 19 puede configurarse para captar energía del movimiento, impacto o vibración del pestillo 5. La fuente de alimentación 19 puede proporcionarse integral con el conjunto de sensor 14, o una de manera extraíble al conjunto de sensor 14. De este modo, puede proporcionarse un conjunto de sensor 30 que sea de fácil mantenimiento e intrínsecamente seguro.

La fuente de alimentación 19 puede ser una batería con características de larga duración. La batería tiene, idealmente, un formato compacto y puede encajar dentro de la unidad de sensor 14. Para evitar un reemplazo frecuente de la unidad de sensor 14, la batería tendrá, idealmente, capacidad suficiente para alimentar la unidad de sensor 14 durante decenas de miles de ciclos de cierre durante varios años (por ejemplo, 25.000 ciclos de cierre y cinco años). Opcionalmente, la batería utilizada puede ser una batería de cloruro de tionilo de litio que se ha seleccionado y configurado para durar toda la vida útil del equipo.

40 El sensor de orientación 54 percibe la orientación del pestillo 5. El procesador 50 recibe la salida del sensor de orientación 54 y obtiene una señal de orientación de pestillo que representa la orientación del pestillo. La unidad de comunicación inalámbrica 51 comunica de manera inalámbrica la señal de orientación de pestillo junto con la señal de monitorización de tubular. Por lo tanto, la señal de orientación de pestillo también puede usarse como entrada a un sistema de manipulación que manipula el tubular o un sistema de control que controla la operación de los conjuntos de pestillo de portadedos asociados 2.

45 El sensor de orientación 54 puede adoptar la forma desvelada en los documentos WO-2018/087511 (PCT/GB2017/052494) y WO-2018/007804 (PCT/GB2017/051972). El sensor de orientación 54 toma medidas que dependen de la orientación de la unidad de sensor 14. En general, el sensor de orientación 54 puede ser cualquier tipo de sensor adecuado para detectar la orientación del pestillo 5. El sensor de orientación 54 puede ser, preferentemente, un sensor de baja potencia, tal como un sensor MEMS (sistemas microelectromecánicos), que puede configurarse, por ejemplo, como un inclinómetro, acelerómetro o giroscopio. Ejemplos de tipos alternativos de sensor que podrían usarse para el sensor de orientación 54 incluyen: sensor de bola de inclinación; infrarrojo; láser; acústico; capacitivo; magnético, de inducción, electromagnético, de polarización de antena o sensores de efecto Hall. A medida que la unidad de sensor 14 se monta en el pestillo, el sensor de orientación 54 puede ser de un tipo que es relativamente simple y de baja potencia en comparación con un sensor montado en el soporte de pestillo que percibe indirectamente el pestillo 5.

60 El procesador 50 recibe una señal de salida que representa las mediciones del sensor de orientación 54 y las procesa. El procesador 50 obtiene, a partir de las mediciones, una señal de orientación que representa la orientación del pestillo 5 con respecto al soporte de pestillo 3. En términos generales, esto es posible debido a que la unidad de sensor 14 se monta en el pestillo 5 y, por lo tanto, la orientación de la unidad de sensor 14 es indicativa de la orientación del pestillo 5.

65 La señal de orientación puede representar el valor de la orientación actual del pestillo 5 a través de su intervalo de movimiento con respecto al soporte de pestillo 3. En este caso, el valor de la orientación actual puede obtenerse a partir de las mediciones del sensor de orientación 54 usando un cálculo geométrico simple.

Como alternativa, la señal de orientación puede representar simplemente que la orientación actual del pestillo es un estado abierto, un estado cerrado o un estado intermedio. Por ejemplo, puede considerarse que el estado abierto y el estado cerrado corresponden a que el pestillo 5 esté dentro de un intervalo predeterminado de ángulos, por ejemplo, 6 grados, de la posición abierta y la posición cerrada, respectivamente. En este caso, la posición abierta y cerrada pueden obtenerse aplicando una condición umbral adecuada en las mediciones sucesivas del sensor de orientación 54. En este caso, una señal de orientación que representa el valor de la orientación del pestillo 5 puede o no obtenerse explícitamente, pero la condición de umbral está relacionada con las mediciones del sensor de orientación 54 sobre la base de un cálculo geométrico similar.

El dispositivo de localización 55 es un dispositivo que detecta la localización de la unidad de sensor 14 en el portadados 1. El dispositivo de localización 55 puede usar cualquier tecnología de localización adecuada. Por ejemplo, el dispositivo de localización 55 puede ser un dispositivo de localización de satélite de posicionamiento global (GPS) o un dispositivo de localización de radiofrecuencia de banda ultraancha que se basa en la tecnología de triangulación de RF. El dispositivo de localización 55 puede usarse para confirmar y rastrear la localización de la unidad de sensor 14 en la torre de perforación y en el portadados 1.

Además, la unidad de sensor 14 puede incorporar RFID para registrar el ID de la unidad sin leer etiquetas o códigos de barras.

El procesador 50 puede incluir metadatos en la señal de monitorización de tubular. Dichos metadatos pueden ser datos que se registran electrónicamente por las unidades de sensor 14 que monitorizan los tubulares 20 en todo el portadados 1. Los metadatos pueden incluir cualquiera de: ID de sensor, ID de pestillo, fecha, tiempo, número de tubulares detectados, cara del sensor que detecta el tubular, número de ciclos del pestillo, recuento de pestillos abiertos, recuento de pestillos cerrados, nivel de señal de sensor, potencia de la batería del sensor, información de autodiagnóstico, impacto, vibración, posición, ángulo, velocidad, aceleración, información de RFID registrada. Los metadatos también pueden incluir la localización de la unidad de sensor detectada por el dispositivo de localización 55.

Dichos metadatos pueden registrarse y analizarse para identificar pestillos que no funcionan de acuerdo con las especificaciones o que pueden necesitar mantenimiento o reemplazo. Estos datos pueden analizarse para monitorizar, basándose en la condición, los pestillos para minimizar el tiempo de inactividad y, planificando el mantenimiento sobre la base de la probabilidad de fallo del pestillo, maximizar la disponibilidad del portadados y la eficiencia operativa. Además, los registros de datos y los metadatos pueden presentarse a los fabricantes, proveedores, clientes o reguladores para validar la garantía del equipo, indicar el desempeño de seguridad y demostrar el cumplimiento de las mejores prácticas y el cumplimiento de las regulaciones.

A continuación, se expondrá la carcasa 15. La carcasa 15 encapsula los componentes electrónicos. El sensor 14 puede encapsularse dentro de la carcasa usando un epoxi, un elastómero o un compuesto de relleno adecuado.

La carcasa 15 está fabricada de un material que es transparente a la tecnología de sensor usada por el sensor 18. El material de la carcasa 15 se selecciona para que sea resistente a los fluidos de perforación, la salmuera, la niebla salina, el cemento, la luz del sol, la radiación UV, la grasa, el lubricante de tuberías, las limaduras de hierro y otros desechos. El material se selecciona para resistir impactos, vibración, temperaturas extremas, hielo, luz solar directa, degradación UV y lavado con un chorro de agua a alta presión a más de 200 Psi.

Los materiales adecuados para la carcasa incluyen compuestos, fibra de carbono, fibra de vidrio reforzada, plástico, polímero, termoplástico, poliéter-éter-cetona (PEEK), PEAK, PEEK reforzado con fibra de carbono y otros termoplásticos de ingeniería y compuestos o elastómeros, por ejemplo, un caucho. Ventajosamente, el material puede ser PEEK, que es un plástico químicamente inerte. En particular, grados de PEEK que incluyen carbono como el negro TECAPEEK y el negro TECAPEEK CF30 (fabricado por Ensinger, Reino Unido) y que usan Victrex PEEK 450G como componente base. Estos grados de PEEK pueden soldarse para sellar el dispositivo y proporcionar impermeabilidad IP67 o IP68, así como una certificación de acuerdo con las normas IECEx y ATEX para uso en atmósferas inflamables.

La unidad de sensor 14 también puede incorporar materiales de revestimiento no metálicos para proporcionar fricción adicional, integridad y sellado para evitar la entrada de aceites y desechos. Estos pueden incorporar juntas tóricas que proporcionan compresión para adaptarse a las tolerancias del pestillo para las dimensiones del brazo de pestillo, que pueden ser amplias. Los materiales no metálicos pueden ser de un tipo conocido por ser adecuado para su uso como revestimiento en aplicaciones de petróleo y gas. Los materiales adecuados para el revestimiento no metálico pueden incluir, sin limitación: poliisopreno, caucho de estireno-butadieno, caucho de monómero de etileno propileno dieno, caucho de policloropreno, caucho de polietileno clorosulfonado, "Viton" o caucho de nitrilo butadieno. El material también puede ser una mezcla de estos y/u otros materiales.

La unidad de sensor 14 incorpora material o características de absorción de impactos dentro de la carcasa 15a para absorber el impacto y reducir el impacto sobre los componentes electrónicos. Esto puede proteger a los componentes de los fallos por fatiga como resultado de ciclos repetidos con alto impacto en el brazo de pestillo o el conjunto de

pestillo.

El material de absorción de impactos puede fabricarse para que tenga una relación de aspecto que permita que los componentes electrónicos se muevan al menos 1 mm en cualquier dirección.

El material o las características de absorción de impactos pueden reducir el impacto transmitido desde el conjunto de pestillo 2 a los componentes 16 de más de 1.000 g a 700 g o menos. El material o las características de absorción de impactos pueden disponerse para reducir el impacto sobre los componentes electrónicos a menos de 400 g. En esta aplicación, el pestillo puede experimentar niveles de impacto en la región de 2000 g y, por lo tanto, los componentes electrónicos deben protegerse contra esto. En la mayoría de los casos, los componentes electrónicos son capaces de resistir un número limitado de grandes cargas de impacto, sin embargo, los fallos por fatiga generados por ciclos continuos de altos niveles de impacto pueden reducir drásticamente la capacidad de los componentes electrónicos para resistir los impactos. Los fabricantes de componentes electrónicos a menudo proporcionan datos publicados con respecto a las cifras de supervivencia al impacto de un solo incidente, pero no proporcionan datos relacionados con cargas de impacto repetidas y, por lo tanto, es esencial que se establezcan estos niveles de supervivencia y que la solución de absorción de impactos amortigüe los niveles de impacto hasta un punto aceptable.

Convenientemente, el material o las características de absorción de impactos tienen un ajuste de compresión de bajo porcentaje, por ejemplo, un conjunto de compresión de menos del 30 %, idealmente menos del 15 %, con el fin de proporcionar, a largo plazo, una absorción de impactos consistente.

La figura 16 muestra un ejemplo de la unidad de sensor 14 donde se proporciona un material de absorción de impactos 60 dentro de la carcasa 15, que incluye una primera parte 61 entre la placa 16 y la carcasa 15a, una segunda parte entre el módulo 16 y la fuente de alimentación 19, y una tercera parte 63 entre el sensor 18 y la carcasa 15.

Dicho material de absorción de impactos puede ser un material de amortiguación adecuado que desacelere una masa como una espuma. La espuma puede ser un material de celda abierta o cerrada. Las espumas con pequeños huecos controlados, tales como las espumas microcelulares, permiten una amortiguación controlada. Los materiales adecuados incluyen, pero no se limitan a, uretanos, tales como Poron, o siliconas, tales como NORSEAL.

El material puede fabricarse con dimensiones que proporcionen suficiente deflexión y amortiguación o deflexión para absorber el impacto en la tecnología o placa de circuito 16. Esto puede lograrse ajustando el volumen del material de absorción de impactos en términos tanto del área de superficie con el fin de modificar la tasa de compresión frente a la carga aplicada como del espesor con el fin de modificar la deflexión disponible. Ambos factores afectan drásticamente al nivel de absorción de impactos proporcionado.

La figura 17 muestra un ejemplo de la unidad de sensor 14 donde las características de absorción de impactos tienen forma de resortes 65 (que podrían reemplazarse por otros tipos de elementos elásticos tales como una pieza de material elástico o una flexión) entre el módulo 16 y la carcasa 15, de tal manera que se permite el movimiento relativo y se amortigua por el elemento de resorte. Como alternativa, tal característica podría tomar la forma de un componente al que se le permita flexionar dentro de sus límites elásticos. Esto podría lograrse proporcionando componentes fabricados con una estructura de retícula o de nido de abeja para proporcionar distorsión. Dicha característica debería diseñarse de tal manera que proporcionase una rigidez adecuada con el fin de modificar la tasa de compresión frente a la carga aplicada y el nivel de distorsión con el fin de modificar la deflexión disponible.

También debe tenerse en cuenta que la rigidez de cualquier sistema de absorción de impactos también debe considerarse en términos de resonancia, ya que es probable que un sistema resonante genere fallos por fatiga de diversos componentes electrónicos.

Como alternativa, la unidad de sensor descrita anteriormente puede usarse para monitorizar una pieza del equipo de perforación en lugar del tubular, por ejemplo, unas tenazas de perforadores, unas garras de cabezal de guía usadas para sujetar los tubulares alrededor de la torre de perforación y para monitorizar su posición y condición para demostrar que el tubular es seguro, y unos dispositivos deslizantes usados para sujetar la tubería, que puede llegar a desalinearse durante la perforación.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de pestillo de portadados (2) que comprende:

5 un soporte de pestillo (3) para montar en un portadados (1);
un pestillo (5) soportado de manera rotatoria en el soporte de pestillo (3); y
caracterizado por
una unidad de sensor (14) montada en el pestillo (5) para monitorizar un tubular (20) adyacente al conjunto de
10 pestillo de portadados (2) cuando el soporte de pestillo (3) está montado en el portadados (1), en donde la unidad
de sensor (14) comprende:

un sensor (18) configurado para percibir un tubular adyacente (20);
un procesador (50) dispuesto para recibir la salida del sensor (18) y generar una señal de monitorización del
15 tubular (20) que representa la presencia o ausencia y/o que representa la posición de un tubular adyacente
(20), y
una unidad de comunicación inalámbrica (51) dispuesta para comunicar de manera inalámbrica la señal de
monitorización de tubular.

20 2. Un conjunto de pestillo de portadados (2) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de comunicación
inalámbrica (51) comprende una unidad de comunicación por radio.

3. Un conjunto de pestillo de portadados (2) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en
donde el sensor (18) está configurado para percibir la velocidad y la dirección del movimiento de un tubular adyacente
25 (20).

4. Un conjunto de pestillo de portadados (2) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en
donde el sensor (18) implementa una detección ultrasónica, acústica, electromagnética, magnética, por
radiofrecuencia, por microondas, de banda ultraancha, óptica, por infrarrojos, por formación de imágenes o inductiva.

30 5. Un conjunto de pestillo de portadados (2) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en
donde el sensor está adaptado para detectar un tubular adyacente (20) a cada lado del pestillo (5).

6. Un conjunto de pestillo de portadados (2) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
en donde la unidad de sensor (14) incluye un accesorio (34) que encaja dentro de una abertura (33) en el pestillo (5).

35 7. Un conjunto de pestillo de portadados (2) de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la unidad de sensor (14)
comprende además un elemento de retención (32) configurado para acoplarse con el accesorio (34) y retener la unidad
de sensor (14) en la abertura (33).

40 8. Un conjunto de pestillo de portadados (2) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la
unidad de sensor (14) está encapsulada dentro del pestillo (5).

9. Un conjunto de pestillo de portadados (2) de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el pestillo (5) está fabricado
de un material que es transparente a la tecnología de sensor del sensor (18).

45 10. Un conjunto de pestillo de portadados (2) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que
comprende además una carcasa (15) que aloja los componentes electrónicos de la unidad de sensor (14).

50 11. Un conjunto de pestillo de portadados (2) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que
comprende además una unidad de comunicación de campo cercano (52) dispuesta para realizar una comunicación
de campo cercano.

12. Un conjunto de pestillo de portadados (2) de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el sensor (18) incluye una
sonda electromagnética (17) que es una bobina, y la unidad de comunicación de campo cercano (52) está dispuesta
55 para realizar una comunicación de campo cercano usando la bobina como una antena.

13. Un conjunto de pestillo de portadados (2) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en
donde el sensor (18) incluye dos sondas electromagnéticas (17) separadas entre sí.

60 14. Un conjunto de pestillo de portadados (2) de acuerdo con la reivindicación 13, en donde la salida del sensor (18)
es una señal diferencial tomada entre las dos sondas electromagnéticas (17).

15. Un conjunto de pestillo de portadados (2) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que
comprende, además,
65 la unidad de sensor (14) comprende además un sensor de orientación (54) dispuesto para percibir la orientación del
pestillo (5), estando el procesador (50) dispuesto para obtener una señal de orientación de pestillo que representa la

orientación del pestillo (5) a partir de las mediciones del sensor de orientación (54), y la unidad de comunicación inalámbrica (51) está dispuesta además para comunicar de manera inalámbrica la señal de orientación de pestillo.

Fig. 1

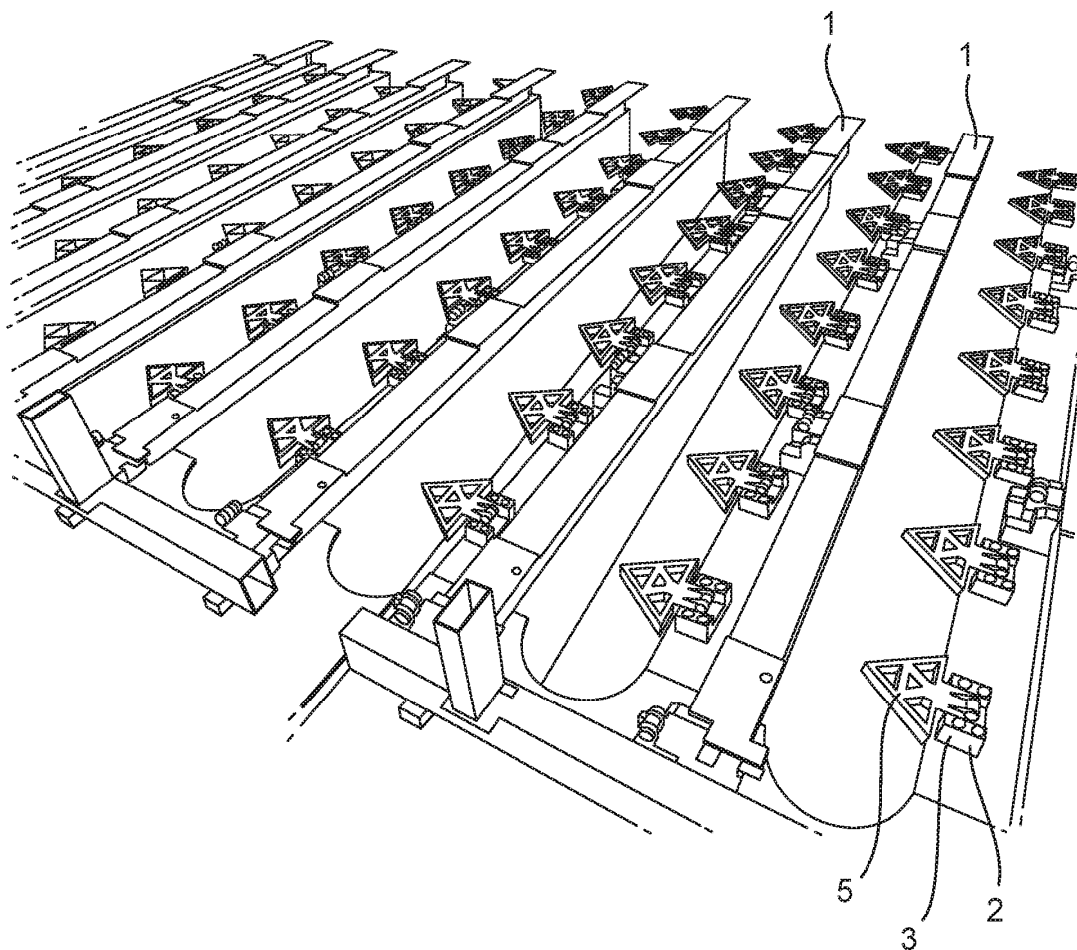


Fig. 2

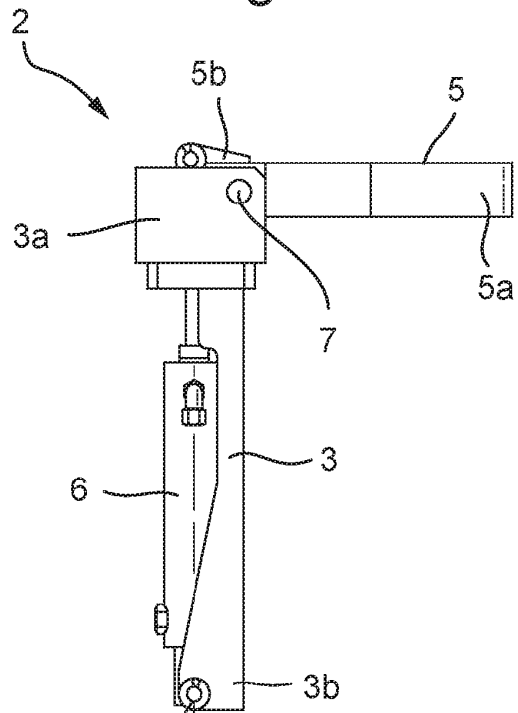


Fig. 3

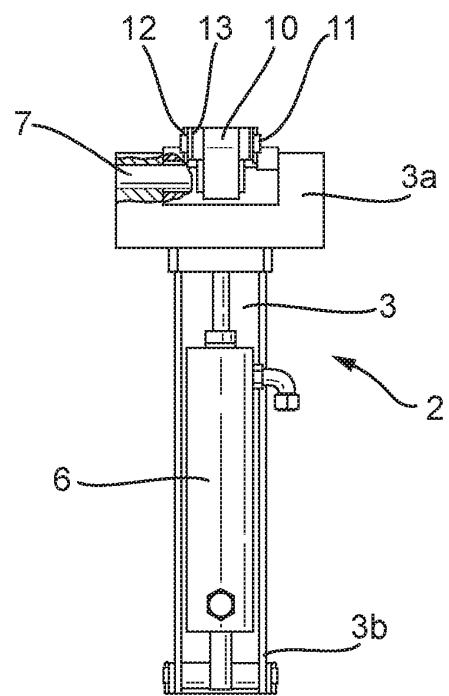


Fig. 4

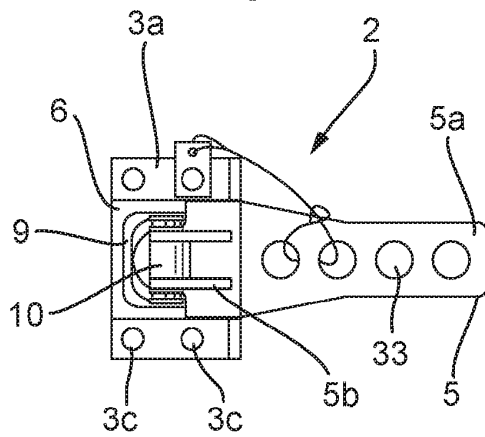


Fig. 5

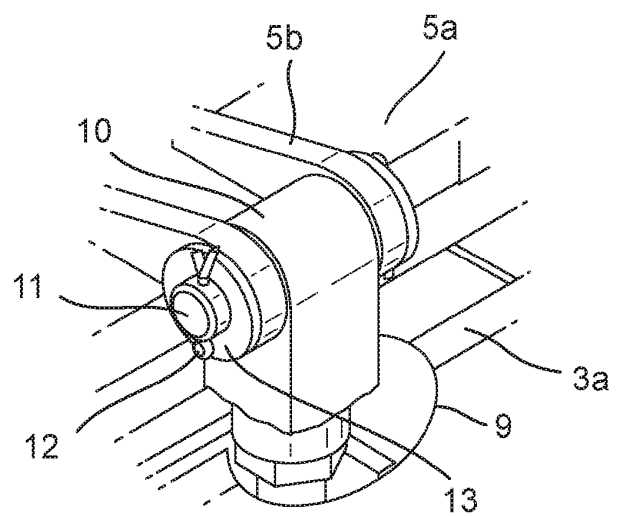


Fig. 6

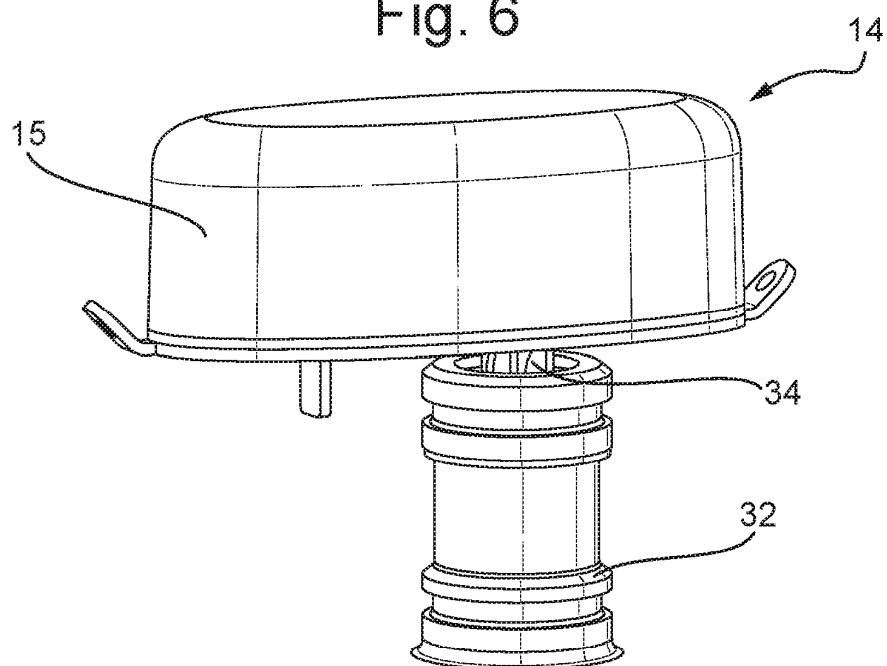


Fig. 7

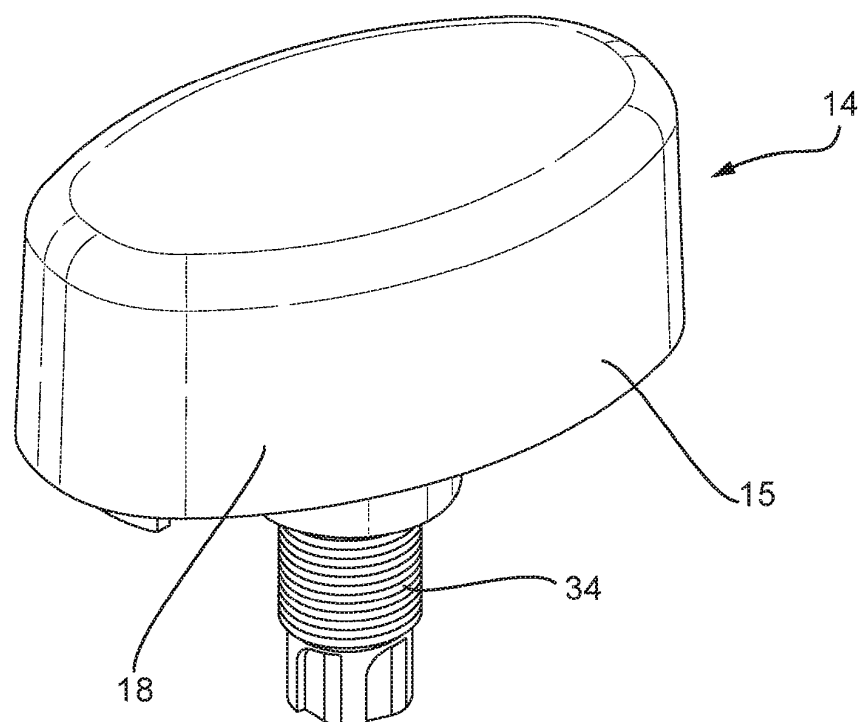


Fig. 8

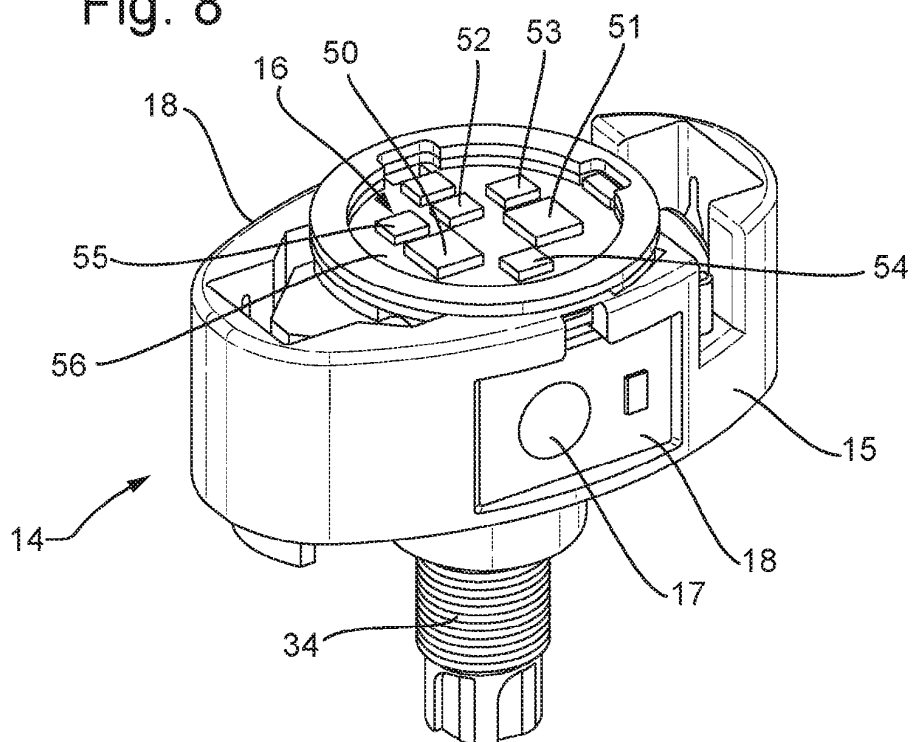
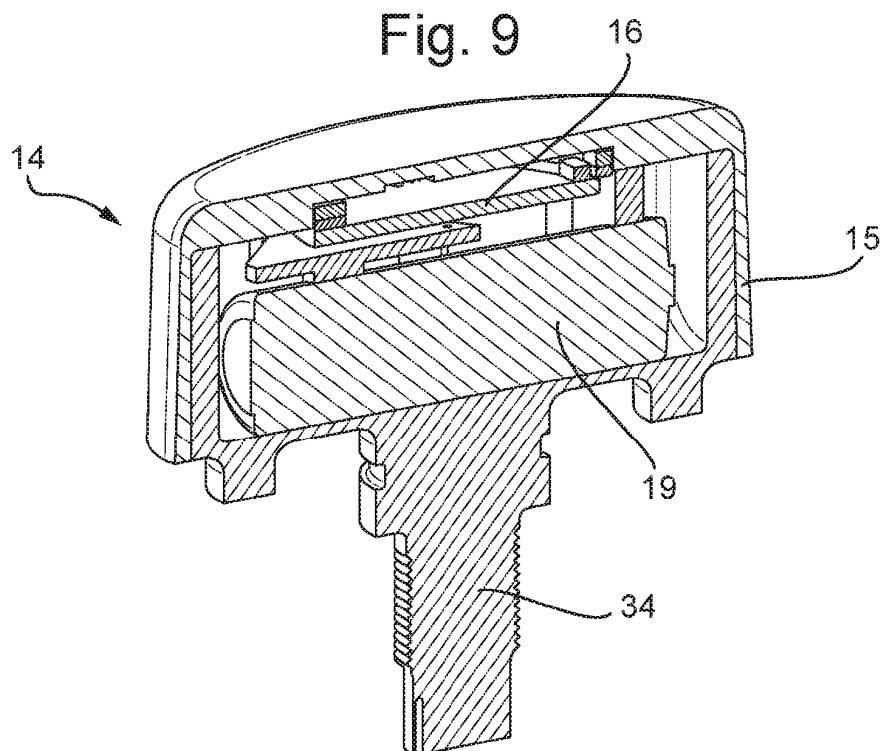
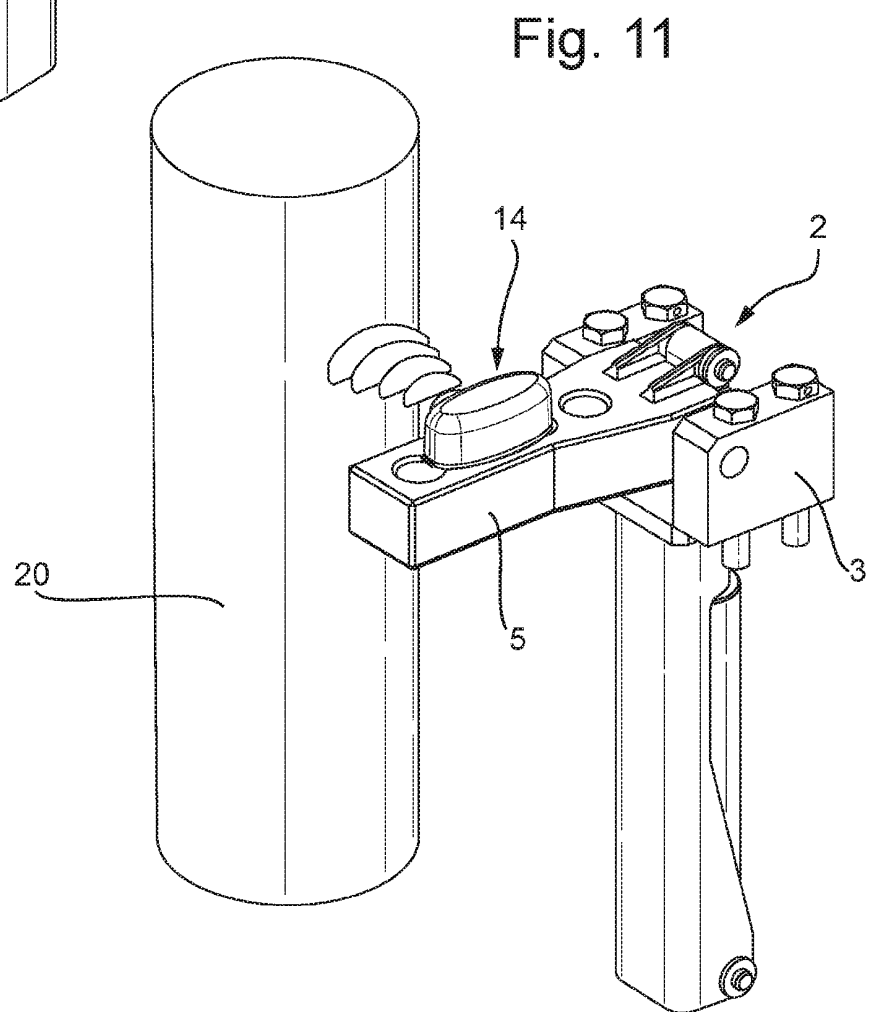
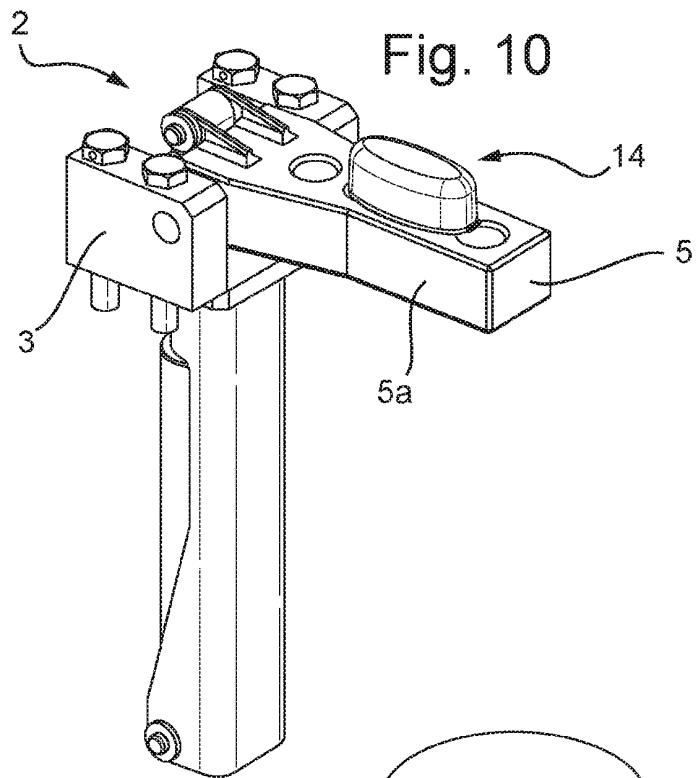


Fig. 9





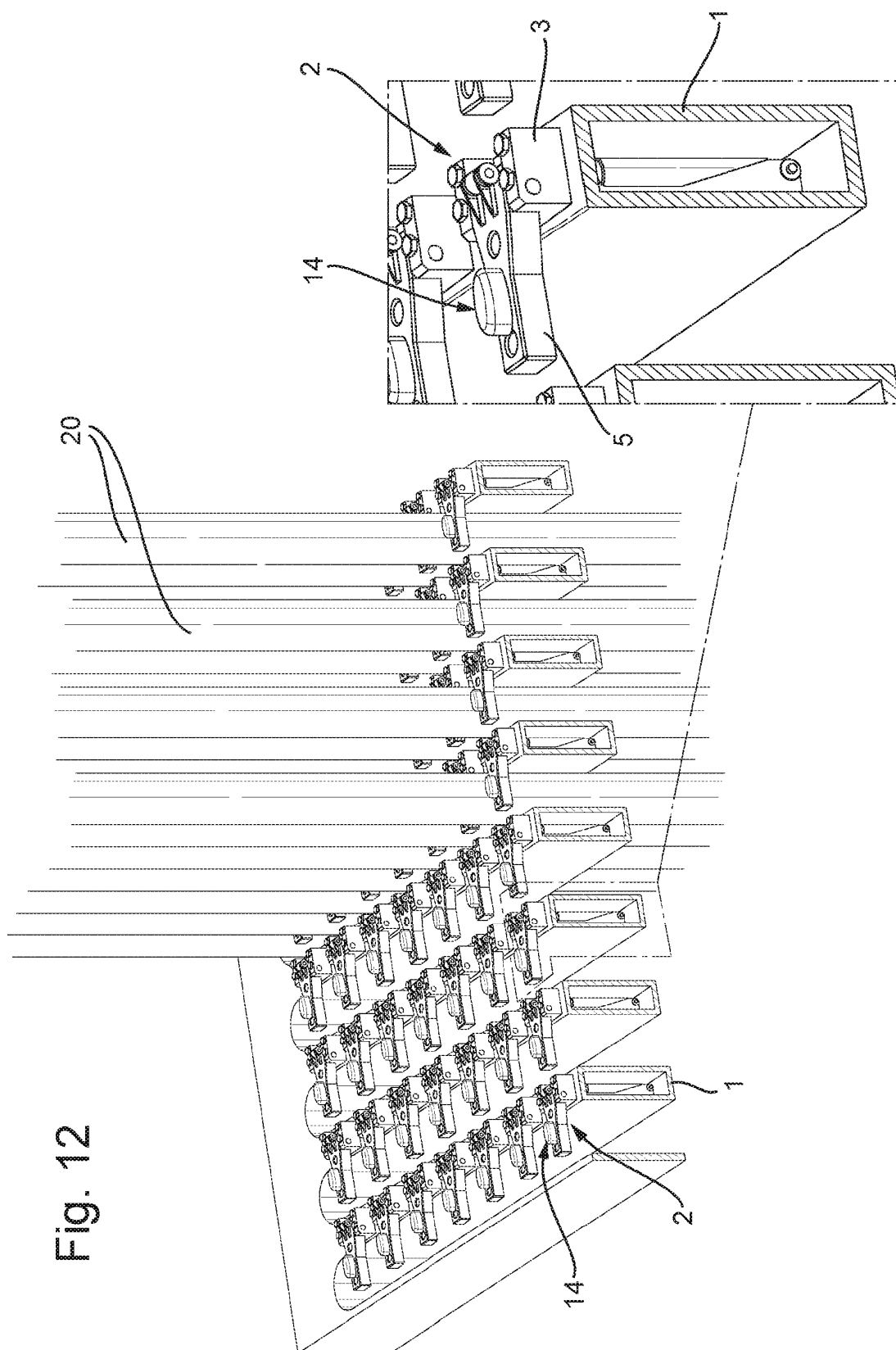


Fig. 13

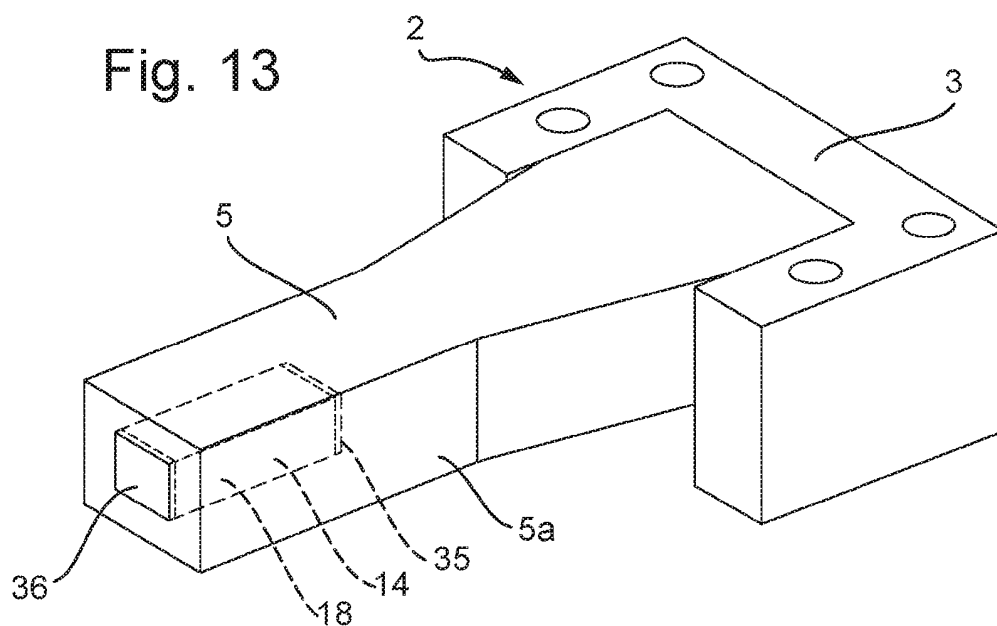


Fig. 14

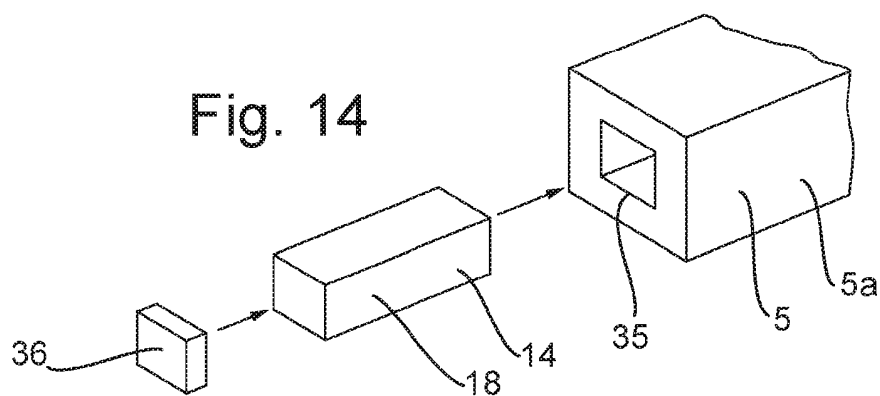


Fig. 15

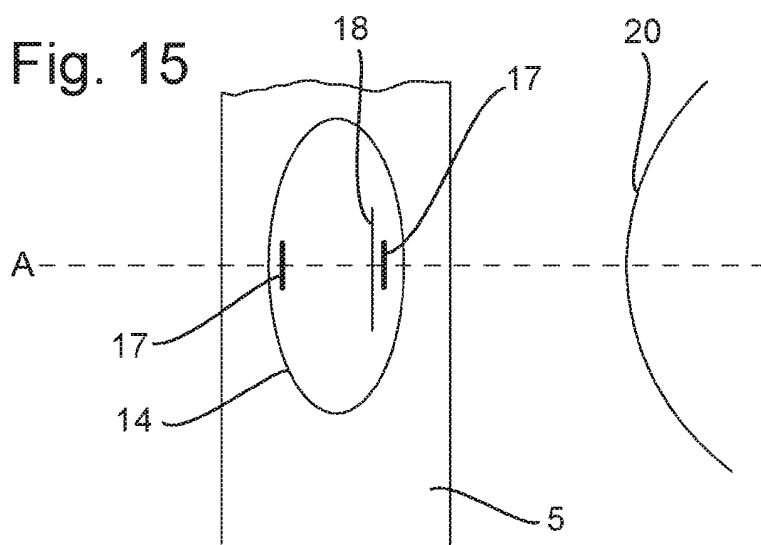


Fig. 16

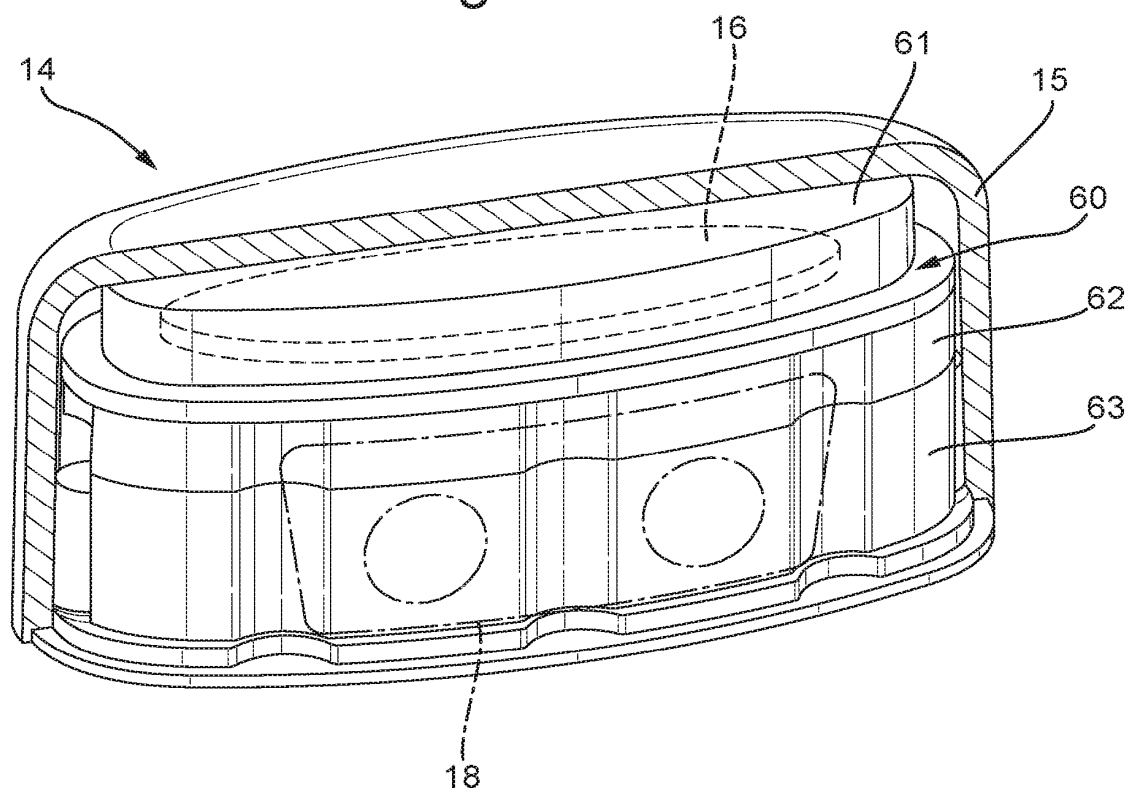


Fig. 17

