

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 954 086**

51 Int. Cl.:

G01L 1/20 (2006.01)
G01L 1/26 (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)
B25F 5/00 (2006.01)
G01H 1/00 (2006.01)
G01H 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2015** **E 15461511 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2023** **EP 3064911**

54 Título: **Convertidor integrado de vibraciones y de fuerza de contacto y un método para medir vibraciones y fuerza de contacto**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.11.2023

73 Titular/es:
SVANTEK SP. Z O.O. (100.0%)
ul. Strzyglowska 81
04-872 Warszawa, PL

72 Inventor/es:
BARWICZ, WIESLAW;
KOSOWSKI, ARTUR;
GORSKI, SLAWOMIR y
KAMINSKI, WITOLD

74 Agente/Representante:
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 954 086 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

Convertidor integrado de vibraciones y de fuerza de contacto y un método para medir vibraciones y fuerza de contacto

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a la medición de vibraciones y de fuerza de contacto que actúa sobre brazos humanos, en particular vibraciones que ocurren durante el funcionamiento normal de herramientas.

ANTECEDENTES

Existen varias herramientas que, cuando se accionan, generan y transfieren vibraciones a brazos de un operador. Tales herramientas incluyen dispositivos para fraccionamiento, separación, apriete, molienda, trituración, taladrado, perforación o pulido. Muchos de estos dispositivos pueden accionarse manualmente, por lo que las vibraciones generadas por el dispositivo son introducidas en el cuerpo humano, lo que puede impactar negativamente en la salud de la persona o incluso conducir a enfermedad a largo plazo. Los operadores de dispositivos vibratorios están sometidos al síndrome de la enfermedad de vibración mano-brazo, lo que resulta principalmente en el fenómeno de Raynaud secundario, que causa palidez en los dedos y alteraciones irreversibles en la funcionalidad del organismo. Por lo tanto, es aconsejable controlar la exposición del operador a vibraciones y detener el trabajo cuando la exposición excede los valores de seguridad.

Se conocen dispositivos de medición de la vibración, los llamados vibrómetros. Se conocen varias normas para medir vibraciones, que especifican métodos de medición y valores medios y máximos admisibles, a los que el operador puede estar expuesto.

No obstante, las soluciones conocidas hasta ahora no permiten la realización de mediciones precisas directamente sobre la palma de la mano del operador, para determinar las vibraciones exactas, a las que el operador está sometido. Otro problema que ocurre durante la medición de vibraciones es que no sólo debería medirse la amplitud de vibraciones en la mano del operador, sino también la fuerza con la que el operador empuja o presiona el dispositivo. Solamente de esta manera se puede medir la dosis de vibración, que es introducida en el organismo.

Por ejemplo, un operador de un dispositivo que genera vibraciones de una amplitud baja, que presiona el dispositivo utilizando mucha fuerza, puede estar sometido a un riesgo más elevado para la salud que un operador de un dispositivo que genera vibraciones de una amplitud alta, que sólo toca suavemente ese dispositivo y no lo contacta continuamente. Es esencial realizar una medición de una corriente de energía de vibraciones que entra en el organismo del operador - esto requiere información sobre la fuerza de contacto entre la mano del operador y el dispositivo. Tales mediciones de la amplitud de las vibraciones y de la fuerza de contacto han sido realizadas hasta ahora sólo en laboratorios.

Una solicitud de patente europea EP2003429 divulga un dispositivo de monitorización, que comprende un sensor de vibración, un montante y un dispositivo de control, el sensor de vibración está posicionado en uso sobre el equipo de vibración utilizando el montante para proporcionar una curva característica de la vibración para el equipo en uso.

Una solicitud de patente alemana DE10119252 divulga un transductor de medición para vibraciones de mano-brazo y un transductor de medición para vibraciones de cuerpo entero, pero no describe sus características constructivas en detalles.

Existe una necesidad de proporcionar una solución para medir vibraciones que permitan realizar las mediciones mencionadas anteriormente en condiciones de trabajo.

SUMARIO

El objeto de la invención es un convertidor integrado de vibraciones y de fuerza de contacto así como un método para medir vibraciones y fuerza de contacto transmitidas desde una herramienta vibratoria hasta el cuerpo de un operador, de acuerdo con las reivindicaciones anexas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La invención se muestra por medio de una realización ejemplar en un dibujo, en el que:

La figura 1A muestra un convertidor integrado en una vista general con una cinta para fijarla a una mano.

La figura 1B muestra el convertidor integrado de acuerdo con la primera realización en una vista inferior.

La figura 1C muestra el convertidor integrado de acuerdo con la primera realización en una vista de la sección transversal a lo largo de la línea A-A de la figura 1B.

5 La figura 2 muestra una vista despiezada ordenada de la realización del convertidor integrado de acuerdo con la primera realización.

La figura 3 muestra una vista despiezada ordenada de un módulo de medición para la primera realización en una vista invertida de abajo hacia arriba.

10 La figura 4 muestra el detalle ampliado B de la sección transversal mostrada en la figura 1C.

La figura 5 muestra una vista esquemática funcional simplificada del convertidor de acuerdo con la primera realización.

15 La figura 6A muestra un convertidor integrado de acuerdo con una segunda realización en una vista inferior.

La figura 6B muestra el convertidor integrado de acuerdo con la segunda realización en una vista de la sección transversal a lo largo de la línea A-A de la figura 1.

20 La figura 7 muestra una vista despiezada ordenada de la realización del convertidor integrado de acuerdo con la segunda realización.

La figura 8 muestra una vista despiezada ordenada de un módulo de medición para la segunda realización en una vista invertida de abajo hacia arriba.

25 La figura 9 muestra el detalle ampliado B de la sección transversal mostrada en la figura 6B.

La figura 10 muestra una vista esquemática funcional simplificada del convertidor de acuerdo con la segunda realización.

30 Las figuras 11A-11C muestran otras realizaciones de la carcasa del convertidor.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

35 En la primera realización presentada aquí, el convertidor tri-axial integrado de aceleración de vibraciones y de fuerza de contacto en una señal eléctrica comprende una carcasa, que comprende una parte superior 11 y una parte inferior 12, entre las cuales está montado un módulo de medición 20. El módulo de medición 20 está conectado con la parte superior 11 de la carcasa por medio de tornillos laterales 13, 14 y un tornillo central 15, tal como para proporcionar una conexión rígida entre el módulo de medición 20 y la parte superior 11 de la carcasa. La parte inferior 12 de la carcasa 10 está conectada con el módulo de medición 20 por medio del tornillo 16, que tiene fuerza de presión controlada, por medio del cual se consigue una fuerza de presión mínima que garantiza una medición correcta de aceleración de vibraciones, y que permite una mayor presión de la parte inferior 12 de la carcasa 10 con respecto al módulo de medición 20 y de la parte superior 11 de la carcasa 10 durante la medición de vibraciones, que permite la medición de fuerza de contacto.

45 La carcasa 10, que comprende una parte superior 11 (considerada como la porción de contacto de la mano del operador) y una parte inferior 12 (considerada como la porción para contacto de la herramienta), tiene un cuerpo que está configurado dependiendo de la forma de la herramienta, que debe someterse a medición, como se muestra por los ejemplos de las figuras 11A-11C. La parte superior 11 de la carcasa 10 tiene una forma oblicua y convexa, tal como para ajustar cómodamente en la parte interna de la palma del operador. La forma de esta parte de la carcasa corresponde preferiblemente a los requerimientos de la Norma ISO 10819 (referida a mediciones de laboratorio de guantes anti-vibratorios).

50 La parte inferior 12 de la carcasa 10 es sustituible y, por lo tanto, se puede seleccionar dependiendo de la herramienta utilizada. Esto incrementa la versatilidad del convertidor, ya que el módulo de medición principal 30 junto con la carcasa superior 31 forma la parte principal del dispositivo, y solamente las partes inferiores 12 son sustituibles. La forma de la parte inferior 12 puede ser cóncava, de tal manera que se ajuste con la mayor precisión posible en el mango de una herramienta vibratoria, que tenga una forma de sección transversal ovalada. El convertidor integrado está diseñado para utilizarse durante el uso en el lado interior de la palma, se puede sujetar en la mano por medio de una correa (por ejemplo, la correa 17 como se muestra en la figura 1A) para enrollarse alrededor de la mano. El convertidor integrado se puede utilizar también dentro de los guantes de trabajo.

55 El módulo de medición 20 comprende los siguientes elementos. El módulo principal 110 es un cuadro de circuitos impresos (PCB), sobre el que están montados varios circuitos electrónicos para medir vibraciones, un sensor de aceleración tri-axial, un concentrador de señales, un procesador y un circuito de transmisión de datos. Además, el

PCB comprende trayectorias de señales y trayectorias de suministro de potencia. El módulo principal 100 tiene orificios 111, 112 y un conector 113 para conectar el módulo de una manera rígida con la parte superior 11 de la carcasa por medio de tornillos 13, 14, 15. Preferiblemente, todo el volumen entre el módulo de medición 20 y la parte superior 11 de la carcasa está lleno con un agente de endurecimiento, preferiblemente resina epóxido, para eliminar la auto-resonancia del cuadro en la banda de medición útil. El circuito del PCB está conectado con elementos sensibles al contacto, es decir, sensores de fuerza 151, 152, tales como resistores sensibles de fuerza (FSRs). Otro elemento es un espaciador de caucho 170, que tiene al menos una dureza 80 Shore A. El espaciador 170 tiene formadas protrusiones hemisféricas 171, 172, que junto con un collar de caucho 175 forman un divisor de fuerza, cuando se aplica una porción de la fuerza de contacto al collar 175. El collar 175 tiene un agujero 176 para un tornillo 16 que conecta la parte inferior 12 de la carcasa 10 con el agujero 114 en el módulo principal 110.

Además, la parte superior 11 de la carcasa comprende elementos magnéticos o metálicos 17, que cooperan con elementos metálicos o magnéticos 18 respectivos en la parte inferior 12 de la carcasa, que se atraen entre sí y facilitan el montaje preliminar de la carcasa antes de fijar el tornillo 16.

Como se muestra en detalles en la figura 4, la parte inferior 12 de la carcasa está atornillada por el tornillo 16 al conector 113 del módulo de medición 20, tal como para imprimir una fuerza inicial (una desviación) sobre los sensores de fuerza 151, 152. La parte superior 11 de la carcasa está atornillada por el tornillo 15 al conector 113, de tal manera que está fijada rígidamente al módulo de medición 20. El tornillo 16 tiene una porción de distanciamiento 16B, que tiene un diámetro menor que el agujero 12B en la parte inferior de la carcasa que el agujero 176 del espaciador elástico 170, y una porción roscada 16C para conectar el tornillo 16 con un taladro roscado 114 en el módulo principal 110. Por lo tanto, la parte inferior 12 de la carcasa es móvil con respecto a la parte superior 11 de la carcasa 10.

La presión inicial ejercida por la unión atornillada con el tornillo 16 debería ser relativamente pequeña con respecto al rango de medición total de los sensores 151, 152 y al mismo tiempo suficientemente grande para permitir la transferencia apropiada de vibraciones dentro de la banda de frecuencia requerida (2kHz). Después de que el dispositivo está montado, se realiza la calibración de la trayectoria de medición de la fuerza. El ajuste inicial causa tensión previa de los sensores de fuerza 151, 152 y el incremento de la presión no afecta a la transmisión de vibraciones en la banda útil, sino solamente un cambio en la fuerza ejercida sobre los resistores 151, 152.

Para proporcionar parámetros adecuados de transmisión de vibraciones, el espaciador elástico 170 debería tener al menos dureza 80 Shore A. Entonces, el espaciador elástico 170 proporciona acoplamiento adecuado entre la parte inferior y la parte superior, lo que permite una curva característica de la frecuencia deseada de la medición de la aceleración de vibraciones. La fuerza de acoplamiento de la parte inferior y de la parte superior debe estar dentro de un rango adecuado, entre un valor mínimo y un valor máximo (lo que limitaría el rango superior de la medición de la fuerza) - el dispositivo puede señalar un error, si la parte inferior está fijada de forma inadecuada (es decir, demasiado floja o demasiado apretada) a la parte superior.

El filtro mecánico, responsable de atenuar la señal de aceleración de vibraciones, que tienen frecuencias por encima de la banda útil, se forma principalmente por la capa de caucho 18 adherida a la parte inferior de la carcasa.

La figura 5 muestra una vista esquemática funcional simplificada del convertidor integrado para la primera realización. El convertidor integrado comprende un concentrador 115 de señales procedentes de los sensores de aceleración y de fuerza. El concentrador 115 puede ser un circuito para transmitir señales desde los sensores hasta otros circuitos o hasta dispositivos externos, o un procesador para recopilar y procesar datos desde sensores y para transmitir los datos a través de un cable 19. El concentrador 115 recibe señales desde el sensor de aceleración 116 montado junto con el concentrador 115 sobre el PCB del módulo principal 110. El sensor de aceleración 116 puede ser un sensor tri-axial MEMS. Además, sensores de fuerza 151, 152 están conectados al concentrador 115 por medio de amplificadores adecuados. Preferiblemente, los sensores 151, 152 están conectados en paralelo. Durante el funcionamiento del sistema, el sensor de aceleración 116 proporciona información relacionada con la amplitud de vibraciones y los sensores de fuerza 151, 152 proporcionan información relacionada con la fuerza con la que las vibraciones actúan sobre la parte inferior 12 de la carcasa, y de esta manera sobre el cuerpo del operador.

Las figuras 6 a 10 muestran una segunda realización del convertidor. El convertidor de acuerdo con la segunda realización puede tener una configuración tal como se muestra en la figura 1A y en las figuras 11A-11C. La segunda realización se diferencia de la primera realización descrita anteriormente principalmente porque comprende un sensor de fuerza integrado con la parte inferior 12 de la carcasa y está fijado (preferiblemente, encolado) sustancialmente a toda el área de la parte inferior 12 de la carcasa. La vista despiezada ordenada de la parte inferior 12 de la carcasa de acuerdo con la segunda realización se muestra en la figura 8. La parte inferior de la carcasa comprende una cubierta inferior 181, a la que está fijado un cuadro elástico de circuitos impresos (PCB) 182. El PCB elástico 182 comprende trayectorias, que dividen el área de contacto en segmentos paralelos para medir la resistencia del área, por ejemplo en forma de un peine. Además, el PCT 182 puede comprender circuitos electrónicos en miniatura, tal como una memoria TEDS para almacenar datos relacionados con la sensibilidad de la capa sensible al contacto 183 en forma de un resistor sensible a la fuerza (FSR). Por ejemplo, la capa 183 puede

estar formada de película gruesa de polímero (PTF), cuya resistencia se reduce a medida que se incrementa la fuerza de contacto. El resistor 183 puede estar conectado a una capa de separación 184, preferiblemente fabricada de una lámina plástica, por ejemplo de polietileno, utilizada para proteger el resistor 183 contra daño por una cubierta de caucho 185, que se mueve bajo vibraciones de la herramienta durante su funcionamiento. La banda de caucho 185 está posicionada en la parte inferior del dispositivo, es decir, en el lado para el contacto de la herramienta, y tiene preferiblemente alta resistencia, comparable a la dureza del espaciador de caucho interno, preferiblemente al menos dureza 80 Shore A, preferiblemente dureza 90 Shore A. La capa 185 transfiere vibraciones a la lámina 184 y al resistor 183, facilita el mantenimiento del convertidor sobre la herramienta y filtra vibraciones de alta frecuencia, es decir, vibraciones por encima de 2kHz.

La construcción de la segunda realización permite ajustar un coeficiente de calibración a cada parte inferior independientemente a través de la memoria TEDS integrada con él. Esto permite auto-calibración del convertidor sin implicación del usuario.

Como se muestra en la figura 9, la parte inferior 12 de la carcasa, formada por capas integradas 181-185, está fijada por el tornillo 16 al conector 113 del módulo de medición 20, tal como para ejercer presión inicial sobre la capa 183 sensible a fuerza por medio de elementos de contacto resiliente 192, que pasan a través de agujeros 191 en la cubierta inferior 181. Los elementos de contacto resiliente 192 conducen una señal que informa sobre la fuerza de contacto desde la capa sensible a fuerza a través del PCB elástico 182 hasta el módulo de medición 20. La parte superior 11 de la cubierta está fijada por el tornillo 16 al conector 113, de tal manera que está fijada todavía al dispositivo de medición 20.

La figura 10 muestra una vista esquemática funcional simplificada del convertidor integrado para la segunda realización. El convertidor integrado comprende un concentrador 115 de señales desde los sensores de aceleración y de fuerza. El concentrador 115 puede ser un circuito para transmitir señales desde los sensores hasta otros circuitos o hasta dispositivos externo, o un procesador para recopilar y procesar señales desde sensores y transmitir los datos a través de un cable 19. El concentrador 115 recibe señales desde el sensor de aceleración 116 montado junto con el concentrador 115 sobre el PCB del módulo principal 110. El sensor de aceleración 116 puede ser un sensor tri-axial MEMS. Además, la capa sensible a fuerza 183 está conectada al concentrador a través de circuitos amplificadores apropiados, separados del módulo de medición 20 por contactos resilientes, y separados de la herramienta por medio de la cubierta de caucho 185. Durante el funcionamiento del sistema, el sensor de aceleración 116 proporciona información relacionada con la fuerza, con la que las vibraciones actúan sobre la parte inferior 12 de la carcasa, y de esta manera sobre el cuerpo del operador.

En la segunda realización, se realiza una medición de la fuerza dentro del área inferior de la base sustituible 12, que no requiere la necesidad de calibración de la medición de la fuerza después de la sustitución de la base 12, ya que la información sobre la sensibilidad de la capa sensible a fuerza 183 puede ser almacenada en la memoria TEDS en el PCB elástico 182 integrado con la base sustituible 12.

REIVINDICACIONES

1. Un convertidor integrado de vibraciones y de fuerza de contacto, que comprende:

- 5 - un primer elemento (11) separado de un segundo elemento (12) por un espaciador elástico (170);
- al menos un sensor de aceleración (116) conectado rígidamente al primer elemento (11) y configurado para medir la amplitud de aceleración de vibraciones del convertidor;
- 10 - al menos un elemento sensible a fuerza de contacto (151, 152, 183) conectado rígidamente o bien al primer elemento (11) o al segundo elemento (12) y configurado para medir una fuerza ejercida sobre el segundo elemento (12);

caracterizado porque

- 15 - el primer elemento (11) y el segundo elemento (12) están conectados por un conector (16) configurado para mantener el segundo elemento (12) móvil con respecto al primer elemento (11) y para proporcionar una fuerza de presión calibrada no-cero desde el primer elemento (11) hasta el segundo elemento (12) en la ausencia de fuerzas externas al convertidor.

20 2. El convertidor integrado de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende una pareja de sensores de fuerza (151, 152) montados entre el primer elemento (11) y el segundo elemento (12) y configurados para medir la fuerza ejercida por el primer elemento (11) sobre el segundo elemento (12).

25 3. El convertidor integrado de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el sensor de aceleración (116) y los sensores de fuerza (151, 152) están montados sobre un módulo de medición común (20), que está conectado permanentemente con el primer elemento (11) y el segundo elemento (12) es sustituible con respecto al primer elemento.

30 4. El convertidor integrado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el al menos un elemento sensible a fuerza de contacto (151, 152) está conectado móvil por medio del espaciador elástico (170) con el segundo elemento (12).

 5. El convertidor integrado de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el elemento sensible a fuerza de contacto es una capa sensible a fuerza de contacto (183) dispuesta sobre el área del segundo elemento (12).

35 6. El convertidor integrado de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el sensor de aceleración (116) está montado sobre un módulo de medición común (20), que está conectado permanentemente con el primer elemento (11) y al que se conectan elementos de contacto resilientes (192), que tienen extremos con contacto en un PCB elástico (182) para conducir señales desde la capa sensible a fuerza de contacto (183).

40 7. El convertidor integrado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer elemento (11) y el segundo elemento (12) forman una carcasa (10) del convertidor integrado.

45 8. El convertidor integrado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el espaciador elástico (170) tiene al menos una dureza 80 Shore A.

 9. El convertidor integrado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los elementos sensibles a fuerza de contacto (151, 152, 183) son resistores sensibles a fuerza.

50 10. El convertidor integrado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una correa (17) para fijar el convertidor al lado interior de la palma.

55 11. El convertidor integrado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde todo el volumen entre el módulo de medición (20) y la parte superior (1) de la carcasa está lleno con un agente de endurecimiento, preferiblemente resina epoxy.

 12. Un sistema de medición, que comprende el convertidor integrado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 y un conjunto de segundos elementos sustituibles (12), que tienen formas diferentes.

60 13. Un método de medición de vibraciones y de fuerza de contacto transmitidas desde una herramienta vibratoria hasta el cuerpo del operador por un convertidor integrado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende las etapas de:

- 65 - posicionar el convertidor entre la herramienta de vibración y el cuerpo del operador;
- y a continuación leer una amplitud de vibraciones emitidas por el sensor de aceleración (116) y una fuerza emitida por el elemento sensible a fuerza de contacto (151, 152, 183).

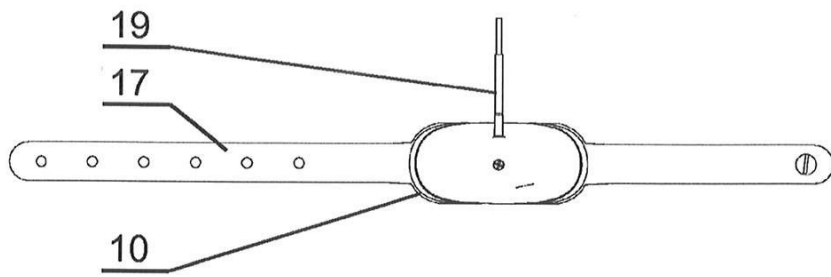


Fig. 1A

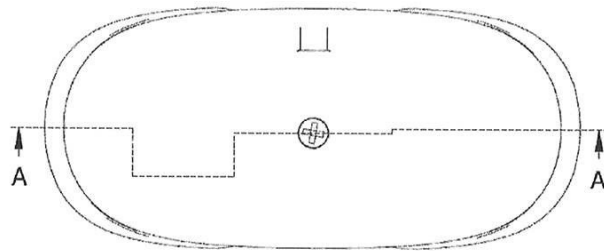


Fig. 1B

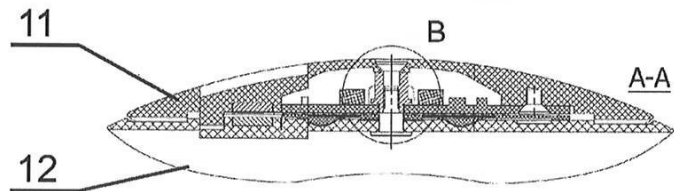


Fig. 1C

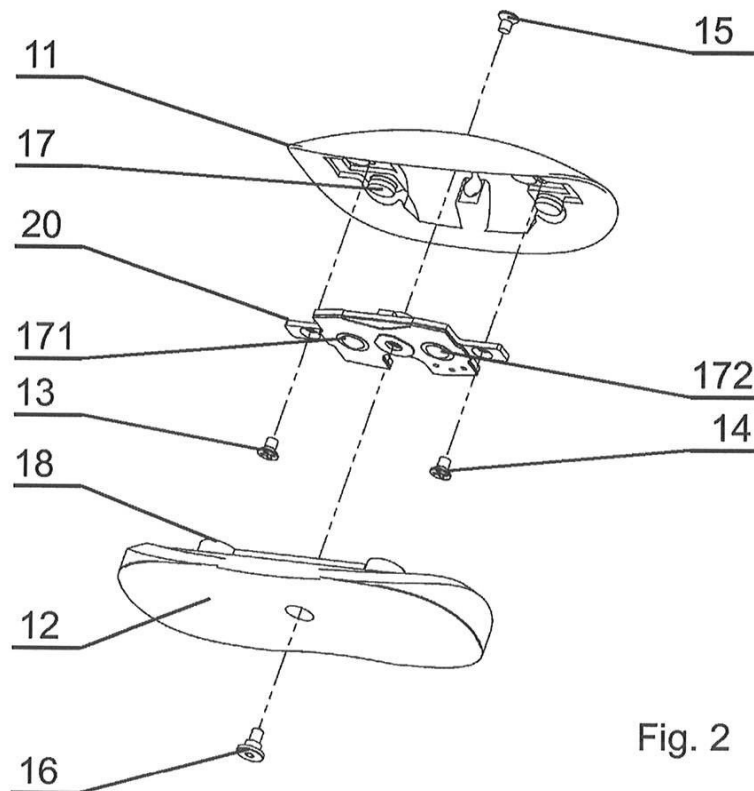


Fig. 2

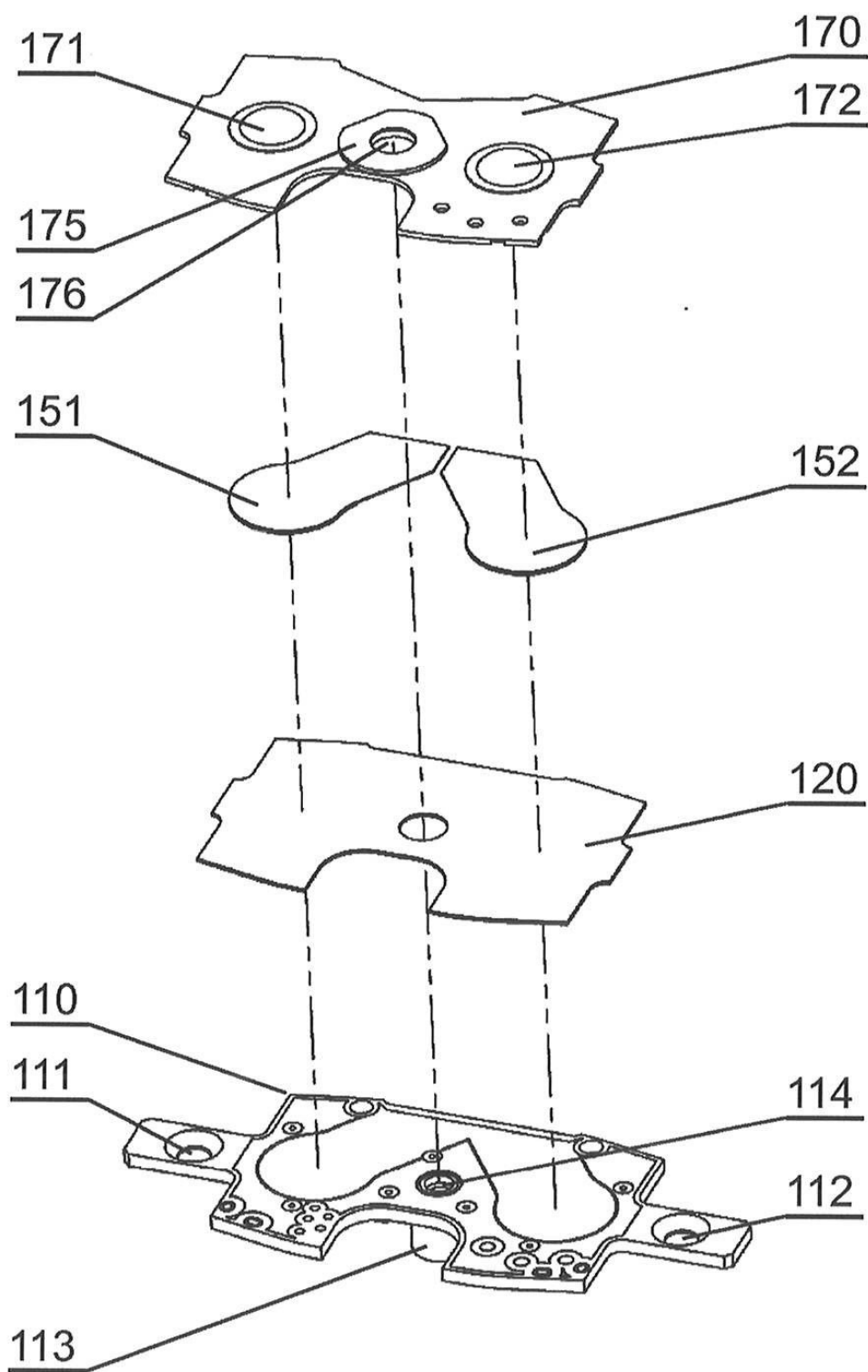


Fig. 3

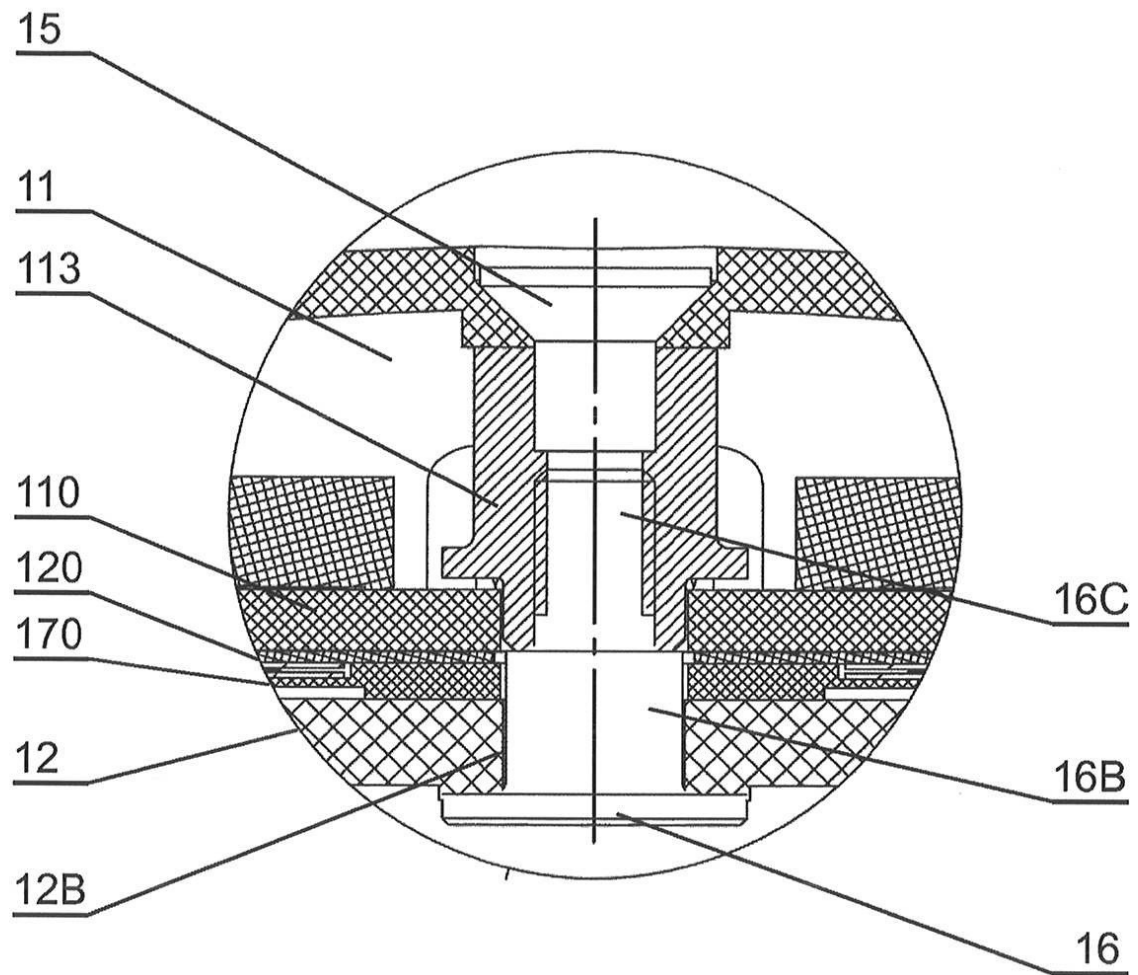


Fig. 4

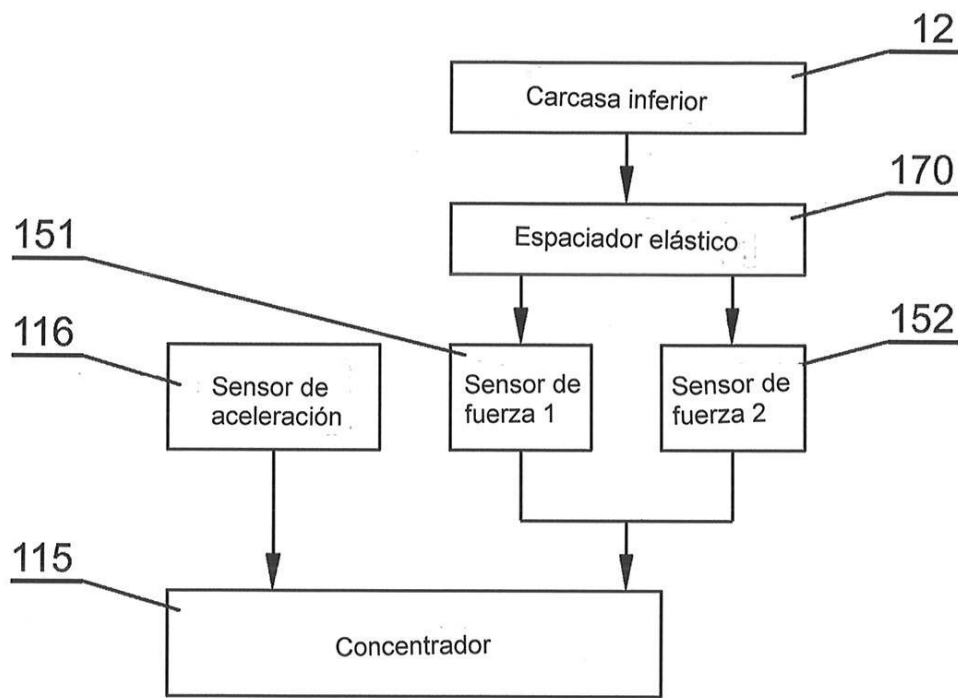


Fig. 5

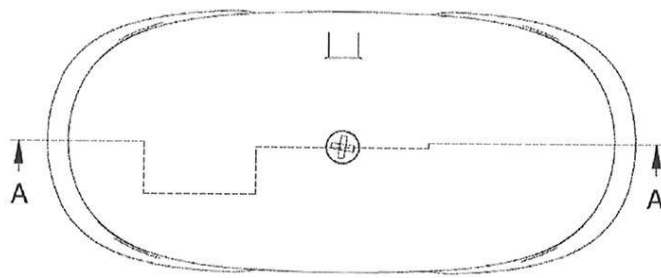


Fig. 6A

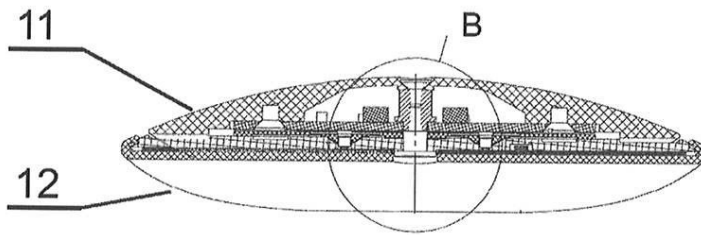


Fig. 6B

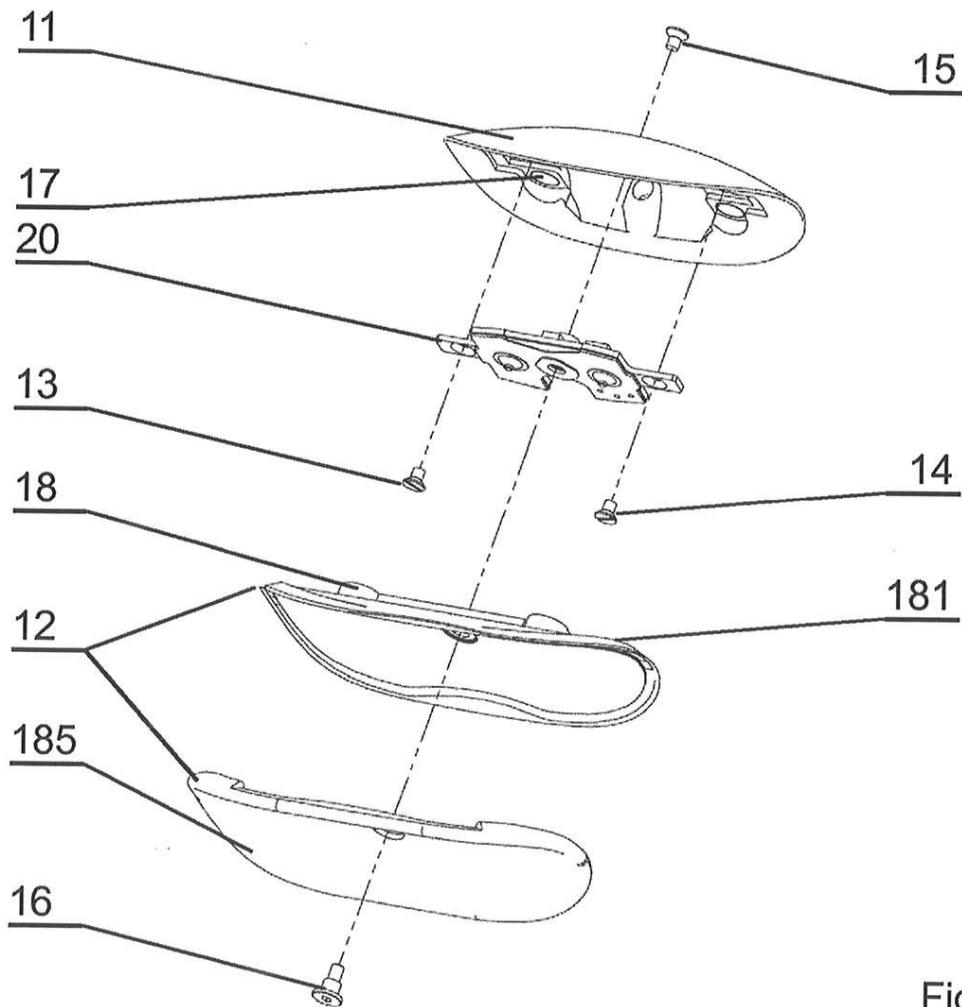


Fig. 7

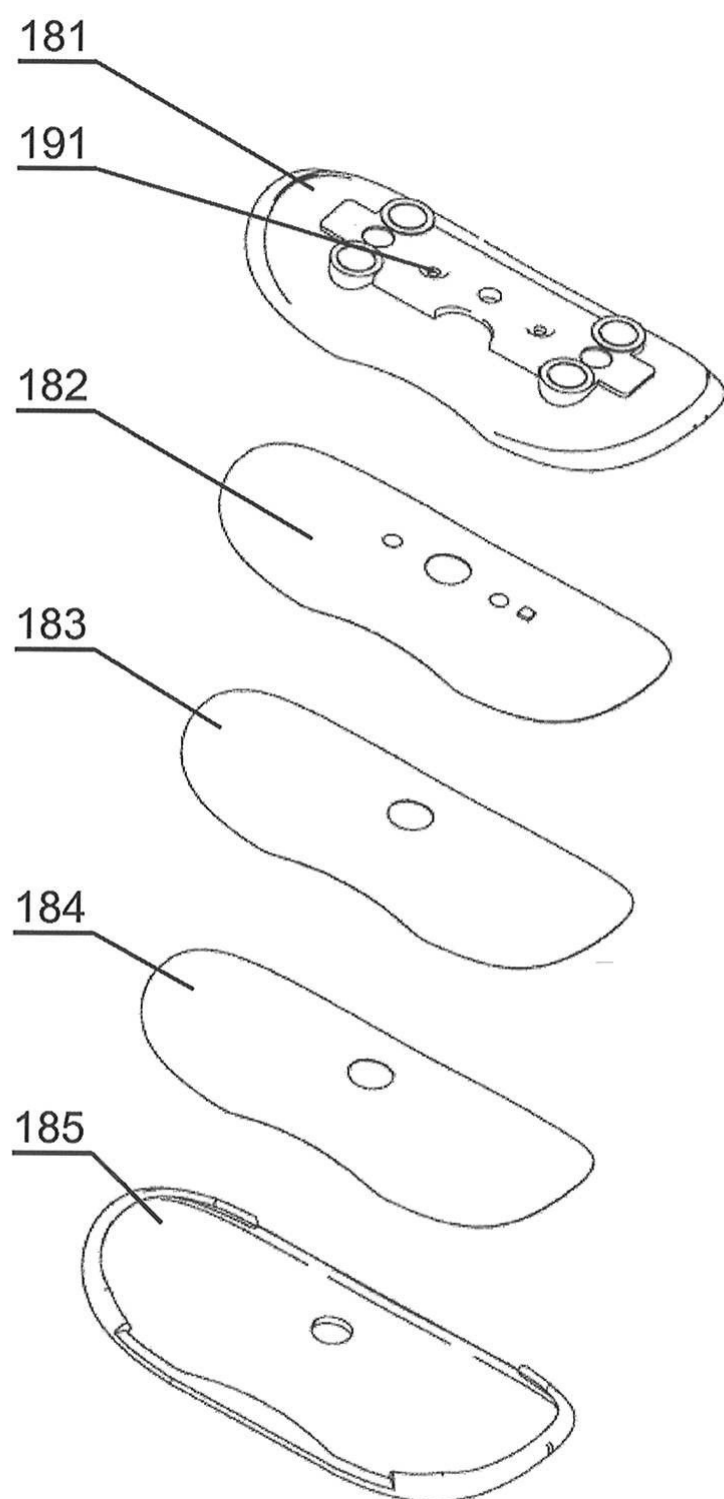


Fig. 8

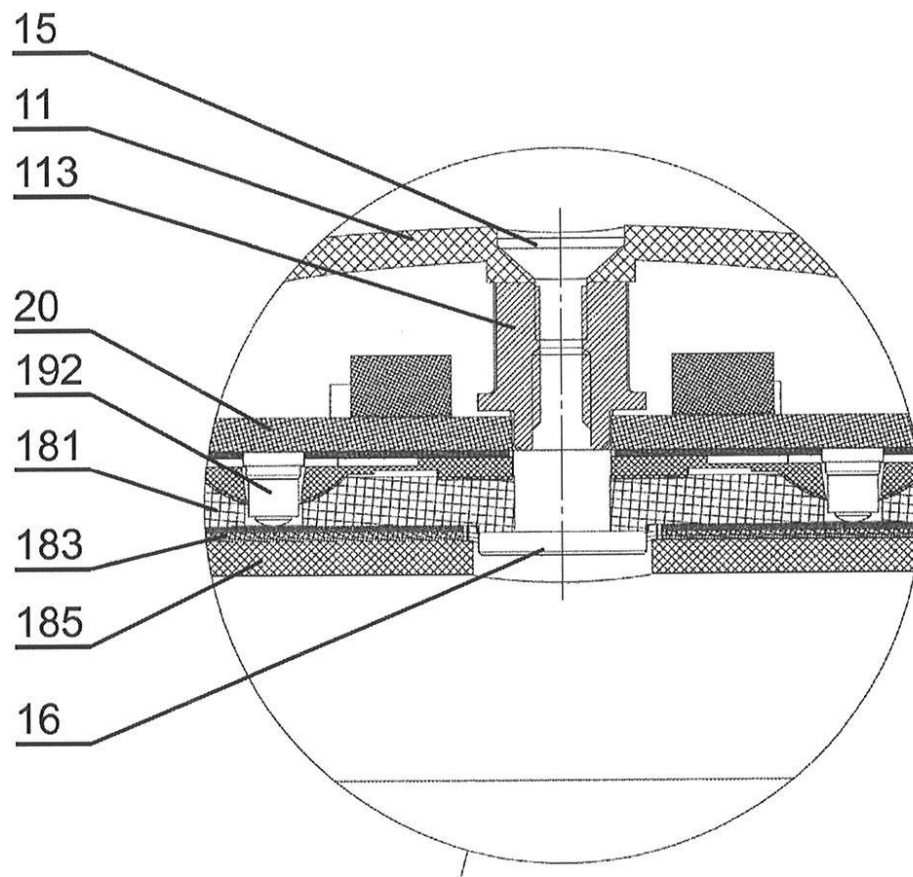


Fig. 9

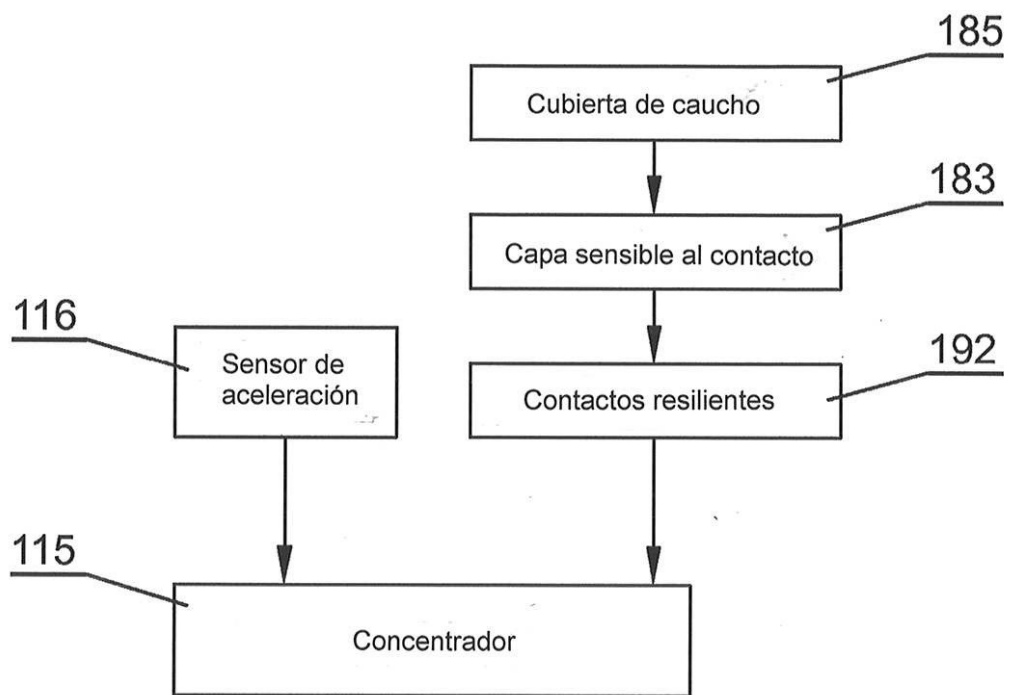


Fig. 10

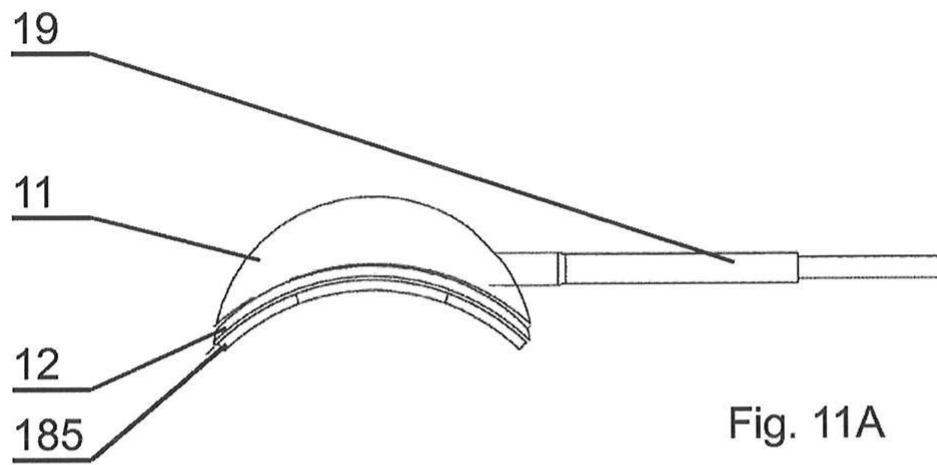


Fig. 11A

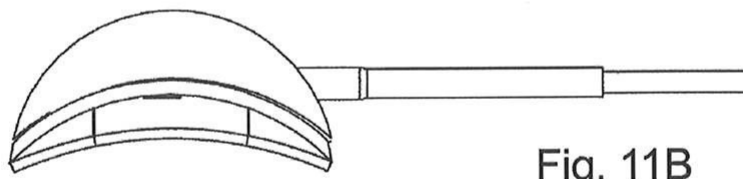


Fig. 11B

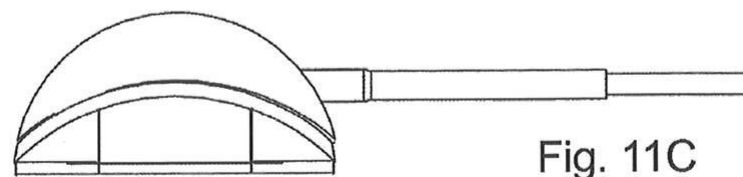


Fig. 11C