

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 986**

51 Int. Cl.:

A61B 5/22 (2006.01)

G01L 5/16 (2006.01)

A61C 19/045 (2006.01)

G01L 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2012 E 12004504 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016 EP 2674105**

54 Título: **Dispositivo sensor utilizable en la cavidad oral**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.06.2017

73 Titular/es:

PASSIN-ARNOLD, LINDA MARIA (100.0%)
Möllneys Nocken 4a
45257 Essen, DE

72 Inventor/es:

ARNOLD, LINDA MARIA

74 Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Luis Alfonso

ES 2 614 986 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

Dispositivo sensor utilizable en la cavidad oral

5 La invención se refiere a un dispositivo sensor para medir en la cavidad oral una posición de la mandíbula, un movimiento de la mandíbula y/o una fuerza de la mandíbula, que tiene una carcasa, un cuerpo de deformación alojado en la carcasa, una placa de presión conectada al cuerpo de deformación para transmitir una fuerza externa que actúa localmente en la placa de presión al cuerpo de deformación de modo que el cuerpo de deformación se deforma al menos localmente, y un sensor dispuesto en el cuerpo de deformación para medir una deformación del
10 cuerpo de deformación. Además, la invención se refiere a un cuerpo de deformación para dicho dispositivo sensor.

Ya se conocen dispositivos sensores insertables en la cavidad oral. Así en el documento DE 10 2005 006 323 A1 se describe un dispositivo sensor, con el que puede determinarse una trayectoria del movimiento y una fuerza de un cuerpo o de parte del mismo en movimiento respecto de una carcasa fija. En la figura 6 de dicho documento se muestra un dispositivo sensor convencional en uso: Un iniciador de movimiento y fuerza está dispuesto en la
15 mandíbula superior de un usuario y un dispositivo sensor está colocado en la zona de la mandíbula inferior del usuario. Cuando el usuario aproxima las mandíbulas superior e inferior entre sí, un extremo en punta del iniciador de fuerza entra en contacto con una superficie de aplicación de fuerza del dispositivo sensor, y la fuerza que actúa en la superficie de aplicación de fuerza se determina por el dispositivo sensor. Cuando el usuario mueve las mandíbulas superior e inferior una respecto a la otra, el extremo en punta se mueve a lo largo de una trayectoria de movimiento en la superficie de aplicación de fuerza, pudiéndose determinar esta trayectoria y entonces ser visualizada y/o
20 procesada digitalmente y almacenada.

El dispositivo sensor descrito en el documento DE 10 2005 006 323 A1 tiene en total tres sensores de medición. Mediante este dispositivo, si el iniciador de fuerza se encuentra por ejemplo sobre el centro de la superficie de aplicación de fuerza, el dispositivo detecta la misma amplitud de las señales eléctricas de todos los tres sensores. Con un movimiento del iniciador de fuerza alejándose del centro de la superficie de aplicación de fuerza, las amplitudes de las señales medidas por los tres sensores cambian las unas respecto de las otras, permitiendo que la trayectoria del movimiento del iniciador de la fuerza en la superficie de aplicación de fuerza pueda determinarse. El
25 módulo de la fuerza con la que el iniciador de fuerza presiona en la superficie de aplicación de fuerza se puede calcular a través de una suma vectorial de las señales individuales. Un total de tres sensores dispuestos adecuadamente y por lo tanto tres valores de medición son suficientes para poder determinar para cada instante de tiempo el módulo de la fuerza que actúa en la superficie de aplicación de fuerza (la "fuerza de cierre de la mandíbula") y la posición del iniciador de fuerza en la superficie de aplicación de fuerza (el lugar de aplicación de
30 fuerza y por lo tanto la "posición de la mandíbula").

De este modo, ciertos movimientos entre la mandíbula superior e inferior se pueden registrar, visualizar y almacenar, y ciertas posiciones de la mandíbula se pueden medir de forma reproducible y entonces ser analizadas. Al respecto de este procedimiento de medición denominado en alemán "Kieferrelationsbestimmung (KRB)" (Determinación de relaciones de la mandíbula) se hace referencia a modo de ejemplo a la publicación en alemán "Zur Lagebestimmung des Unterkiefers in zentrischer Relation mit dem DIR-System" (Determinación de la posición de la mandíbula inferior en relación céntrica con el sistema DIR) de A. Dietzel y A. Zöllner (Publicación: Deutscher Ärzte Verlag, DZZ, Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift, 2012; 67 (2)), que se incorpora por referencia en la presente divulgación.
40

En el dispositivo sensor descrito en el documento DE 10 2005 006 323 A1, cada uno de los sensores está dispuesto en un cuerpo de base hecho de un plástico elástico que se deforma elásticamente por aplicación de una fuerza externa en la superficie de aplicación de fuerza. En el dispositivo la fuerza externa se transmite al cuerpo de base elástico por medio de una capa de plástico elástica adicional dispuesta entre el cuerpo de base y la superficie de aplicación de fuerza.
50

Se ha visto que los valores de posición y fuerza determinados con este dispositivo sensor no siempre son reproducibles con fiabilidad. Por otra parte, la zona de la superficie de aplicación de fuerza en la que es posible determinar con exactitud el lugar de aplicación de fuerza está limitada sustancialmente a la zona de la superficie de aplicación de fuerza que se extiende por encima de los sensores, siendo dicha zona aproximadamente triangular en el dispositivo sensor del documento DE 10 2005 006 323 A1. Fuera de este triángulo la precisión de medición disminuye en gran medida.
55

El documento WO 92/03106 divulga un dispositivo para medir una fuerza de impacto que tiene un cuerpo de deformación en forma de placa.
60

En vista de estos problemas, la presente invención tiene por objeto proporcionar un dispositivo sensor para medir en la cavidad oral una posición de la mandíbula, un movimiento de la mandíbula y/o una fuerza de la mandíbula que dé valores de medición fiables e independientes del lugar donde actúa la fuerza.

Este objeto se logra mediante un desarrollo del dispositivo sensor conocido de acuerdo con la reivindicación 1. En otras palabras, la sección de soporte que forma una sección de borde está fija respecto a la carcasa y la sección de
65

aplicación de fuerza central es móvil con respecto a la sección de soporte al aplicar la fuerza, en particular, inclinable y/o según la dirección de aplicación de fuerza desplazable, resultando este desplazamiento, o bien, esta inclinación en una deformación de la sección de flexión, que puede ser medida entonces por el sensor.

- 5 Esta deflexión o bien este desplazamiento entre la sección de soporte y la sección de aplicación de fuerza al actuar la fuerza son preferentemente sólo muy pequeños, de manera que se manifiesten en la sección de flexión como una compresión o bien tracción de la superficie superior del cuerpo de deformación pequeña pero medible.

10 La invención se basa en el reconocimiento de que el comportamiento elástico de cuerpos de plástico elástico en función de la distancia al centro de deformación es muy complejo, y que una capa intermedia elástica entre la superficie de aplicación de fuerza y el cuerpo elástico complica todavía más dicho comportamiento elástico. Ello es debido a que localmente en la zona del centro de deformación la deformación es en general alta, e incluso en zonas separadas del centro de la deformación la deformación también es más o menos alta, siendo en dichas zonas una curva de deformación general especialmente difícil de determinar. Adicionalmente, en los dispositivos sensores convencionales se requieren sensores de gran superficie para poder obtener una medición de posición precisa en la zona más grande que sea posible de la placa de presión. Sin embargo, los sensores de gran superficie son problemáticos, en particular cuando no se deforman de manera uniforme en toda su longitud.

20 Por otra parte, el dispositivo sensor de acuerdo con la invención comprende un cuerpo de deformación con una sección de soporte fija, que está acoplada a una sección de aplicación de fuerza por medio de una sección de flexión, de modo que la sección de aplicación de fuerza central es móvil respecto a la sección de soporte. Por lo tanto, en el dispositivo sensor de acuerdo con la invención el cuerpo de deformación sólo se deforma en general en su sección de flexión, en la que está dispuesto el sensor, y señaladamente de forma independiente del lugar en el que la fuerza se aplica en la sección de aplicación de fuerza. A partir de la fuerza de esta deformación y de la señal de sensor se puede determinar entonces el módulo de la fuerza y/o el lugar en el que la fuerza actúa en la placa de presión.

25 Además, la sección de flexión del dispositivo sensor de acuerdo con la invención se puede hacer pequeña, ya que la actuación de una fuerza alejada de la sección de flexión en la sección de aplicación de fuerza sobre la placa de presión se muestra como una deformación local de la sección de flexión, de modo que no se requieren sensores de gran superficie como en los dispositivos convencionales.

30 La sección de flexión en la que el cuerpo de deformación se deforma por la actuación de una fuerza es preferentemente pequeña en comparación con la sección de aplicación de fuerza y la sección de soporte. Su volumen puede ser menor que el 20%, preferentemente menor que el 10%, especialmente 5% o menor del volumen total del cuerpo de deformación. De este modo se determina exactamente en qué lugar del cuerpo de deformación se produce la deformación, lo que hace que la deformación pueda predecirse y medirse con precisión.

35 Preferentemente, el cuerpo de deformación está formado de una pieza. En el caso de que la sección de soporte, la sección de flexión y la sección de aplicación de fuerza están fabricadas de una pieza con unas dimensiones predeterminadas y en un material predeterminado, el comportamiento elástico del cuerpo de deformación puede determinarse de manera muy precisa, lo que permite aumentar la reproducibilidad de los valores de medición con distintos dispositivos sensores de acuerdo con la invención provistos de los mismos cuerpos de deformación.

40 El cuerpo de deformación es preferentemente plano, en particular en forma de placa aproximadamente. Un cuerpo de deformación en forma de placa es especialmente fácil de fabricar. Además, una placa es fácil de manipular y útil para su montaje en una carcasa. Una deflexión y/o un desplazamiento entre dos secciones de una placa se pueden medir especialmente bien. Modificando el espesor o el material de la placa se puede influir en los intervalos y la precisión de medición.

45 En particular, preferentemente, el cuerpo de deformación es una placa de metal de una sola pieza tal como una placa de aluminio o de acero, en particular una placa de acero inoxidable. El módulo elástico de estos materiales está en un rango apropiado y permanece constante con el tiempo incluso después de numerosas deformaciones por la actuación sucesiva de la fuerza. Además, el comportamiento elástico de estos materiales es aproximadamente lineal. También se contemplan otros materiales, en particular materiales cuyo comportamiento elástico no depende tanto de la temperatura.

50 La sección de flexión puede formarse comprendiendo el cuerpo de deformación en su entorno al menos un debilitamiento local. En el entorno de un debilitamiento local, un cuerpo se deforma bajo esfuerzos señaladamente más elevados que en una zona no debilitada. Proporcionando al cuerpo de deformación un debilitamiento local se puede crear una sección de flexión efectiva que es fácil de fabricar. Por ejemplo, si el cuerpo de deformación es una placa que tiene dos o más perforaciones entre las que se dispone la sección de flexión.

55 El debilitamiento local puede estar configurado en la forma de una o varias perforaciones a través del cuerpo de deformación, un vaciado de material en el cuerpo de deformación y/o una reducción local del espesor del cuerpo de deformación. Si el cuerpo de deformación está formado de una pieza y tiene forma de placa, estas perforaciones y/o vaciados de material se pueden obtener en la fabricación del cuerpo de deformación por mecanizado o corte antes de su inserción en la carcasa partiendo de una placa no debilitada y sin orificios.

En una forma de realización particularmente preferente, la sección de flexión se configura en la forma de un alma que conecta la sección de aplicación de fuerza con la sección de soporte. Por alma se entiende en la presente descripción un puente de material estrecho al menos parcialmente que se extiende a lo largo de una dirección longitudinal, disponiéndose a su lado al menos una perforación a través del cuerpo de deformación en cualquier caso por secciones. El espesor de material del cuerpo de deformación en la zona del alma según la dirección de aplicación de la fuerza puede ser en algunas secciones menor que el espesor del material del resto del cuerpo de deformación. Mediante un ajuste del espesor del alma, el comportamiento elástico del cuerpo de deformación se puede controlar en la sección de flexión. El espesor de material de una primera sección de alma también puede ser mayor que el espesor de una segunda sección de alma. De este modo, se puede controlar en qué puntos de la sección de flexión configurada como alma el cuerpo de deformación se deforma en mayor medida cuando actúa una fuerza en la superficie de aplicación de fuerza. El sensor puede entonces disponerse en zonas correspondientes.

La sección de aplicación de fuerza es una sección central del cuerpo de deformación y el alma puede extenderse radialmente hacia el exterior en dirección hacia la sección de soporte, que se apoya en un saliente de la carcasa y que rodea la sección de aplicación de fuerza.

Alternativamente, el alma puede ser un alma doble, cuyos dos extremos están conectados con la sección de aplicación de fuerza y cuyo centro está conectado con la sección de soporte o viceversa, de manera que la sección de flexión tiene un primer punto de flexión entre el centro del alma y el primer extremo del alma y un segundo punto de flexión entre el centro del alma y el segundo extremo del alma. Alternativa o adicionalmente, un punto de flexión adicional puede estar dispuesto en una zona que se extiende desde el borde de la sección central del cuerpo de deformación en dirección hacia el centro del alma doble. El tercer punto de flexión se extiende en dirección radial.

Una sección de flexión en la forma de un alma doble ha resultado ser especialmente apropiada para obtener una alta precisión de medición. Esto se debe a que, con una disposición adecuada del alma doble, se pueden medir distintas fuerzas en los puntos de flexión individuales del alma doble, de manera que no sólo el módulo de la fuerza y el punto de aplicación de la fuerza son medibles conjuntamente, sino que además también lo son la dirección de aplicación de la fuerza y/o fuerzas de torsión y fuerzas axiales. Alternativa o adicionalmente, el alma doble puede estar dispuesta de manera que un primer punto de flexión del alma se comprime cuando un segundo punto de flexión se estira en la misma medida y viceversa. Estas secciones de compresión y de estiramiento se pueden utilizar para colocar resistencias de medición individuales de un sensor con el fin de compensar variables de perturbación.

El sensor para medir la deformación del cuerpo de deformación está dispuesto preferentemente en el alma y/o adyacente al alma, ya que ahí la deformación del cuerpo de deformación es especialmente elevada y por lo tanto se puede medir con precisión. El sensor puede estar dispuesto en el centro y/o en la zona de la base del alma. Además, los sensores o bien varias resistencias de medición de un sensor pueden estar dispuestos tanto en una sección de estiramiento como en una sección de compresión de un alma. En esta configuración varias resistencias de medición de un sensor pueden estar dispuestas tanto en la cara superior del alma como en la cara inferior del alma. Ello teniendo en cuenta que cuando se estira la superficie de la cara superior del alma la superficie de la cara inferior se comprime y viceversa. Con este propósito, el sensor puede ser configurado especialmente delgado en la dirección de aplicación de fuerza de manera que la compresión y el estiramiento sean iguales (con signo contrario).

Alternativamente, una primera resistencia de medición de un sensor puede estar dispuesta en una superficie de una zona radialmente interior de un alma que se extiende radialmente hacia el exterior y una segunda resistencia de medición del sensor puede estar dispuesta en la superficie de una zona radialmente exterior del alma. Ello teniendo en cuenta que cuando el extremo libre de un alma fijado en voladizo es desplazado por una carga que actúa hacia abajo el alma se deforma adquiriendo su superficie una forma de S según un plano de corte a lo largo de la dirección longitudinal del alma. En otras palabras, la superficie de la zona interior del alma se estira por la carga cuando la superficie de la zona del alma exterior se comprime y viceversa. Estas secciones de compresión y de estiramiento también se pueden utilizar para colocar resistencias de medición individuales de un sensor con el fin de compensar variables de perturbación.

Tanto el lugar de aplicación de la fuerza y por lo tanto la posición de la mandíbula como también el módulo de la fuerza aplicada y por lo tanto la fuerza de la mandíbula pueden ser determinadas, debido a que el cuerpo de deformación comprende al menos dos, preferentemente tres, secciones de flexión, en cada una de las cuales está dispuesto un sensor para medir una deformación del cuerpo de deformación. A partir de los tres valores de medición se pueden determinar los parámetros buscados en una primera aproximación utilizando un sistema de ecuaciones lineal o bien una ecuación matricial. La posición de aplicación de la fuerza se puede determinar, por ejemplo, en coordenadas polares o en coordenadas cartesianas con respecto a un centro del cuerpo de deformación y visualizarse por medio de un dispositivo de visualización o almacenarse en una instalación de procesamiento de datos. Un movimiento de la mandíbula queda determinado en cuanto la posición de aplicación de la fuerza es determinada de forma continuada o a determinados intervalos de tiempo y las posiciones de aplicación de la fuerza recorridas a determinados intervalos de tiempo se muestran y/o se almacenan.

La sección de aplicación de fuerza es una sección central del cuerpo de deformación y la sección de soporte es una sección de borde que rodea la sección central, estando dicha sección central conectada con la sección de borde por

medio de las secciones de flexión. La sección de soporte puede rodear la sección de aplicación de fuerza parcialmente, más preferentemente completamente. Se puede conectar fijamente a la carcasa por medio de uno o más puntos de fijación. Preferentemente, en particular, tiene forma aproximadamente anular, se apoya en un reborde aproximadamente anular de la carcasa y está fijado a dicho reborde. Las secciones de flexión pueden ser

5 almas distribuidas circunferencialmente, cada uno de los cuales conecta la sección de soporte con la sección de aplicación de fuerza central. La fuerza se puede aplicar en una zona central de la sección de aplicación de fuerza por medio de un elemento de aplicación de fuerza conectado a la placa de presión o formado de una pieza con dicha placa de presión. Tal forma de realización de la invención se muestra en las figuras 5 a 8.

10 Con tal configuración del cuerpo de deformación son posibles mediciones más precisas y reproducibles de la posición de la mandíbula que con los dispositivos sensores conocidos del estado de la técnica anterior, en los que los tres sensores están dispuestos en tres cuerpos de base elásticos que se encuentran en distintos alojamientos. Ello teniendo en cuenta que, en los dispositivos de sensor de acuerdo con la invención que tienen un cuerpo de deformación formado de una pieza con una pluralidad de secciones de flexión en el estado no deformado del cuerpo

15 de deformación, tanto la posición relativa entre la sección de soporte y la sección de aplicación de fuerza así como las posiciones relativas entre las secciones de flexión individuales son respectivamente iguales, mientras que en los dispositivos convencionales, las posiciones relativas entre los alojamientos individuales pueden ser diferentes por su propia fabricación. Esto puede llevar a obtener diferentes valores de medición cuando se utiliza otro dispositivo sensor convencional construido idénticamente con la misma aplicación de fuerza.

20 En una realización preferente de acuerdo con la invención cada una de las secciones de flexión está configurada como un alma doble que se extiende transversalmente, en particular en dirección aproximadamente perpendicular a la dirección radial, cada alma doble estando conectado a la sección de soporte por una sección central del alma doble y a la sección de aplicación de fuerza por las dos secciones extremas del alma doble, o viceversa. Las almas dobles son preferentemente axialmente simétricas opcionalmente con respecto a un eje de simetría que pasa por su centro y se extiende radialmente hacia el exterior. El ángulo entre dos almas dobles adyacentes puede ser de 120°, por lo que un total de tres almas dobles distribuidas circunferencialmente están presentes. En cada alma doble se puede disponer un sensor para medir una deformación del alma doble respectivo. Esta disposición simétrica hace que la determinación de los parámetros buscados a partir de los valores de medición de los sensores sea más fácil.

25 En particular, preferentemente, el cuerpo de deformación tiene una simetría radial de orden 3. El cuerpo de deformación puede comprender tres secciones de flexión de forma idéntica, formando un ángulo de 120° entre cada una de ellas. Adicional o alternativamente, la sección de aplicación de fuerza comprende tres puntos de fijación a través de los cuales la placa de presión está fijada a la sección de aplicación de fuerza. Estos puntos de fijación pueden formar entre sí un ángulo de 120° y cada uno de ellos disponerse preferentemente centrado entre dos secciones de flexión. Debido a esto se da una proporcionalidad entre las señales medidas y las cargas parciales aplicadas en las secciones de aplicación de fuerza en los tres puntos de fijación.

30 Adicional o alternativamente, el cuerpo de deformación puede tener un contorno circular. Adicional o alternativamente, el cuerpo de deformación puede comprender uno o varios grupos de perforaciones, cada grupo consistiendo preferentemente en tres perforaciones que se extienden circunferencialmente. Las perforaciones adyacentes de un grupo pueden formar entre sí un ángulo de 120°. Entre las perforaciones se pueden formar las secciones de flexión. Las perforaciones pueden estar configuradas como ranuras que rodean el centro de la sección de soporte formando arcos, entre cada uno de los cuales está dispuesto un alma que se extiende radialmente hacia el exterior con al menos un sensor en cada alma. Adicional o alternativamente, un grupo de perforaciones pueden estar provistas como ranuras perpendiculares a la dirección radial, estando dispuestas según la dirección radial hacia el exterior de las ranuras que se extienden formando arcos y solapándose con las mismas circunferencialmente en parte. De este modo, pueden proporcionarse en total tres almas dobles dispuestas circunferencialmente. La simetría radial de orden 3 simplifica la evaluación de los valores de medición de los sensores. Por otra parte, la propensión a errores del dispositivo sensor se reduce en la fabricación.

35 Como especialmente ventajoso se ha encontrado que cada uno de los sensores puede configurarse como una resistencia de medición, preferentemente como una galga extensiométrica (en alemán "Dehnungsmessstreifen (DMS)"). Las resistencias de medición están conectadas a un circuito amplificador y/o a una electrónica de evaluación que pueden estar dispuestos dentro de la carcasa en una pletina. Alternativa o adicionalmente, una electrónica de evaluación puede estar dispuesta en una instalación de evaluación fuera de la carcasa.

40 Preferentemente, las resistencias de medición son resistencias que se aplican sobre el cuerpo de deformación con tecnología de lámina delgada. En la fabricación ha resultado ser útil para una vez montadas las resistencias de medición al cuerpo de deformación introducir después uno o varios debilitamientos locales en el cuerpo de deformación en las zonas que forman las secciones de flexión.

45 Cada sensor puede comprender una, dos o cuatro resistencias de medición conectadas en un circuito de puente (de un cuarto de puente, de medio puente o de puente completo).

50 En una realización particularmente preferente de la invención, cada sensor comprende cuatro galgas

extensiométrica conectada a un circuito de puente completo. En particular, estos circuitos de puente completo son circuitos de puente completo de tipo Wheatstone con compensación de temperatura. Para ello, dos resistencias de medición de un sensor pueden estar dispuestas en una zona sometida a compresión o bien a tracción en la superficie del sensor.

5 Se ha encontrado ventajoso que el sensor comprenda al menos una primera galga extensiométrica dispuesta a lo largo de una primera superficie de flexión de la sección de flexión y una segunda galga extensiométrica dispuesta a lo largo de una segunda superficie de flexión de la sección de flexión, donde la primera superficie de flexión (sección de estiramiento) es estirada debido a la actuación de una fuerza en la placa de presión cuando la segunda superficie de flexión es comprimida (sección de compresión) y viceversa, y donde la primera galga extensiométrica y la segunda galga extensiométrica están conectadas a un circuito de medio puente o a un circuito de puente completo. Más preferentemente, el sensor comprende un total de cuatro resistencias de medición, dos de las cuales están dispuestas en una sección de compresión de un alma y las otros dos en una sección de estiramiento del alma.

15 Mediante una compensación de temperatura por efecto de la conexión al circuito de puente completo, los resultados de medición se hacen más precisos y reproducibles.

20 En particular es ventajoso que la sección de aplicación de fuerza esté acoplada fijamente a la placa de presión, de manera que la posición relativa entre la placa de presión y la sección de aplicación de fuerza permanezca constante durante la actuación de la fuerza en la placa de presión. Preferentemente, la placa de impresión se mantiene a una distancia de la sección de aplicación de fuerza. Para este propósito, se puede incorporar al menos un elemento espaciador entre la placa de presión y la sección de aplicación de fuerza, mediante el cual dicha posición relativa es determinable al mismo tiempo que se hace posible cierta movilidad requerida de la sección de aplicación de fuerza con respecto a la sección de soporte. La sección de aplicación de fuerza, el elemento espaciador (o los elementos espaciadores) y/o la placa de presión también pueden estar formados de una pieza.

25 Un cambio en la posición de la placa de presión por la fuerza externa causa un cambio inmediato en la posición de la sección de aplicación de fuerza, midiéndose este cambio en la posición de la sección de aplicación de fuerza con respecto a la sección de soporte en las secciones de flexión. Estos cambios de posición son extremadamente pequeños pero medibles debido a las compresiones y/o estiramientos asociados de la sección de flexión.

30 El dispositivo sensor de acuerdo con la invención se utiliza de manera óptima en la cavidad oral si la carcasa está redondeada, preferentemente tiene forma aproximadamente perpendicular, en un plano de corte que se extiende perpendicular a la dirección de aplicación de fuerza, y está formada de manera que sea fijable entre los molares de una mandíbula inferior. El diámetro de la carcasa o bien su dimensión en dirección transversal es preferentemente menor que 4 cm, preferentemente menor que 3 cm y preferentemente mayor que 1 cm. Para su uso en la zona de la cavidad oral, el dispositivo sensor de acuerdo con la invención debe ser resistente al agua para que la saliva u otros fluidos corporales no puedan introducirse en el interior de la carcasa. De acuerdo con ello, un espacio intermedio está cerrado de forma estanca entre la carcasa y la placa de presión que cierra la carcasa. Los sensores pueden transmitir los valores de medición para su posterior procesamiento de forma inalámbrica o por cable a una instalación de evaluación y/o de visualización fuera de la carcasa.

35 En una realización preferente de acuerdo con la invención una dimensión de una superficie de aplicación de fuerza de la placa de presión es más grande, preferentemente 1,5 veces más grande, en particular aproximadamente el doble de grande o más grande que una dimensión máxima del cuerpo de deformación según una dirección perpendicular a la dirección de aplicación de la fuerza. Ello teniendo en cuenta que en los dispositivos de sensor de acuerdo con la invención cada zona de la placa de presión no tiene por qué estar situada necesariamente por encima del cuerpo de deformación. Más bien, la placa de presión puede ser en sus dimensiones exteriores más grande que el cuerpo de deformación y proyectarse más allá del cuerpo de deformación. Por lo tanto, de acuerdo con la invención un dispositivo sensor puede estar provisto de una superficie de medición grande y al mismo tiempo presentar una configuración compacta del cuerpo de deformación y el sensor, ahorrándose costes de fabricación. Un espacio libre en el interior de la carcasa por debajo de la placa de presión y al lado del cuerpo de deformación puede utilizarse para incorporar una pletina con una electrónica de evaluación o similares.

40 Ha demostrado ser conveniente diseñar las secciones de flexión de manera que las fuerzas de la mandíbula sean medibles con el dispositivo sensor en el intervalo de entre 5 N y 100 N, preferentemente de entre 10 N y 50 N. Ello teniendo en cuenta que éste es el intervalo de la fuerza de la mandíbula en el que las mediciones de relaciones de la mandíbula se efectúan convenientemente.

45 También se contempla que el cuerpo de deformación esté provisto de otros sensores en secciones de flexión diseñadas correspondientemente de manera que también las fuerzas axiales y de torsión se pueden medir.

50 La invención también se refiere a un cuerpo de deformación según la reivindicación 15 para un dispositivo sensor anteriormente descrito con una sección de soporte que forma una sección de borde para soportar el cuerpo de deformación en una carcasa y con una sección de aplicación de fuerza central acoplada a la sección de soporte por medio de al menos una sección de flexión. Una fuerza externa puede aplicarse en las secciones de aplicación de

5 fuerza por medio de una placa de presión acoplable a la sección de aplicación de fuerza. La sección de aplicación de fuerza está montada de forma móvil con respecto a la sección de soporte por medio de la sección de flexión y un sensor para la medición de una deformación del cuerpo de deformación está dispuesto en la sección de flexión. En particular, la sección de aplicación de fuerza por medio de la sección de flexión es deflectable con respecto a la sección de soporte y/o desplazable en dirección de aplicación de la fuerza.

10 Con tal cuerpo de deformación de acuerdo con la invención en un dispositivo sensor para medir en la cavidad oral una posición de la mandíbula, un movimiento de la mandíbula y/o una fuerza de la mandíbula se hace posible en particular una determinación de relaciones de la mandíbula de forma reproducible y exacta.

15 En la siguiente descripción se explica la invención a modo de ejemplo con referencia a los dibujos. En los dibujos se muestra:

La figura 1 es una vista en sección esquemática de un dispositivo sensor en un plano de corte paralelo a una dirección de aplicación de fuerza (-F-), la cual se representa por claridad.

La figura 2 es una vista en perspectiva del cuerpo de deformación del dispositivo sensor que se muestra en la figura 1.

20 La figura 3 es una segunda vista en perspectiva del cuerpo de deformación del dispositivo sensor mostrado en la figura 1, en la que las secciones de flexión y los puntos de flexión están especialmente marcados.

La figura 4 es una representación esquemática del cuerpo de deformación del dispositivo sensor mostrado en la figura 1 (figura 4a), así como un sistema de coordenadas para explicar el cálculo de las coordenadas espaciales de una posición de aplicación de fuerza a partir de los valores de medición de los sensores (figura 4b).

25 La figura 5 es una primera forma de realización de un dispositivo sensor de acuerdo con la invención en el que la sección de aplicación de fuerza (-119-) es una sección central del cuerpo de deformación y la sección de soporte (-118-) es una sección de borde del cuerpo de deformación.

30 Las figuras 6-8 son diferentes formas de realización de cuerpos de deformación de la forma de realización de la invención mostrada en la figura 5.

35 La figura 1 es una vista en sección esquemática de un dispositivo sensor -10- en un plano de corte paralelo a una dirección de aplicación de la fuerza -F-. El dispositivo sensor consiste en una carcasa en forma de caja -12- que tiene una base y paredes laterales, estando la carcasa -12- cerrada en la parte superior por una placa de presión -30- plana. Un espacio intermedio entre la carcasa -12- y la placa de presión -30- está sellado de manera que ningún líquido puede introducirse en el interior de la carcasa.

40 La carcasa -12- y la placa de presión -30- son redondos en un plano de corte perpendicular a la dirección de aplicación de la fuerza -F-. En conjunto, el dispositivo sensor -10- tiene forma aproximadamente cilíndrica con el eje del cilindro paralelo a la dirección de aplicación de la fuerza -F-. Antes de su utilización en una determinación de relaciones de la mandíbula, el dispositivo sensor -10- puede ser insertado en una placa retenedora (no se muestra) cuyo contorno se adapta a las dimensiones de las dos líneas de dientes de la mandíbula inferior de un usuario. A continuación, la placa retenedora con el dispositivo sensor insertado en la misma se inserta en la zona de la mandíbula inferior del usuario y en dicha posición se mantiene y fija por las líneas de dientes. Un iniciador de fuerza (no mostrado), que tiene un extremo en punta para empujar la placa de presión -30- del dispositivo sensor -10- en la dirección de aplicación de la fuerza -F-, se inserta en la zona de la mandíbula superior del usuario y en dicha posición se mantiene. A continuación, se miden tanto la fuerza con la que el iniciador de fuerza empuja la placa de presión -30-, como también la posición de aplicación de la fuerza, en la que el iniciador de fuerza empuja la placa de presión -30-. Esta posición de aplicación de la fuerza se corresponde con una posición de la mandíbula relativa. Si el usuario mueve su mandíbula inferior relativamente a su mandíbula superior, la posición de aplicación de fuerza cambia, de manera que una trayectoria del movimiento del iniciador de fuerza en la placa de presión (movimiento de la mandíbula) se puede registrar.

55 En el interior de la carcasa, debajo de la placa de presión -30-, está dispuesto un cuerpo de deformación -20-. El cuerpo de deformación -20- está conectado a la placa de presión -30- de tal manera que una fuerza externa que actúa localmente en la placa de presión -30- se transmite al cuerpo de deformación y éste se deforma al menos localmente en secciones de flexión -23-. La deformación del cuerpo de deformación -20- al aplicarse la fuerza es detectada con sensores -22- que están dispuestos en las secciones de flexión -23- del cuerpo de deformación.

60 El cuerpo de deformación -20- comprende una sección de soporte -24- fija con respecto a la carcasa -12-. La sección de soporte -24- es en la primera realización, que se representa en las figuras 1-4, una sección central del cuerpo de deformación -20-, estando apoyada por su centro en un saliente de la carcasa y fijada a dicho saliente.

65 La sección de soporte -24- está acoplada a una sección de aplicación de fuerza -26- por medio de en total tres

secciones de flexión -23-. La sección de aplicación de fuerza rodea la sección de soporte -24- aproximadamente formando un anillo. Como se muestra en la figura 1, la placa de presión -30- está acoplada directamente a la sección de aplicación de fuerza -26-, pero no a la sección de soporte -24-. En la forma de realización representada, la placa de presión está atornillada a la sección de aplicación de fuerza -26- en tres puntos de fijación -33-. También se contemplan otros tipos de fijación. Estos puntos de fijación forman entre sí un ángulo de 120°, al igual que las secciones de flexión, de manera que en la forma de realización representada se da una proporcionalidad entre las tres cargas parciales (-F1, -F2 y -F3) que actúan en los tres puntos de fijación y las señales medidas. Al actuar una fuerza en la placa de presión -30-, el cuerpo de deformación se deforma en las secciones de flexión -23- y la sección de aplicación de fuerza -26- es empujada hacia abajo contra la sección de soporte fija -24- (por la componente de fuerza que actúa en la dirección de aplicación de fuerza -F-) y al mismo tiempo inclinada (siempre que la fuerza no actúe en el centro de la placa de presión).

Una compresión y/o estiramiento de una superficie del cuerpo de deformación -20- en las secciones de flexión -23- debido a la acción de la fuerza es detectada por los sensores y transferida como una señal de medición. Una suma vectorial de las tres señales individuales permite obtener el módulo de la fuerza resultante que actúa en la dirección axial -F-. Los sensores pueden estar configurados como resistencias de medición, en particular como galgas extensiométricas (DMS), cuya resistencia varía al comprimirse y estirarse.

El cuerpo de deformación -20- está configurado como de una pieza en forma de disco circular plano. Preferentemente, se obtiene de cortar o bien mecanizar una pieza de metal como por ejemplo una placa de metal de una sola pieza integrada. Las secciones de flexión -23- se fabrican al debilitar localmente el disco circular. Estos debilitamientos locales -25- pueden ser perforaciones a través del disco circular o vaciados de material en la placa de metal, como por ejemplo cavidades en la placa. En las formas de realización representadas, el cuerpo de deformación comprende en cada caso una pluralidad de perforaciones, entre las cuales se encuentran las secciones de flexión -23-.

Como se muestra particularmente bien en las figuras 2 y 3, el cuerpo de deformación -20- comprende un total de tres secciones de flexión -23- configuradas como almas dobles -27-. En cada sección de flexión, está dispuesto un sensor -22- para medir un estiramiento y/o compresión en la superficie del alma. Cada alma doble -27- está conectado por una sección central y formado de una pieza con la misma a la sección de soporte -24- y por las dos almas en la dirección longitudinal del alma a la sección de transmisión de fuerza -26-. El eje longitudinal del alma doble se extiende en cada caso aproximadamente perpendicular a una dirección radial.

Una posible configuración de las resistencias de medición en las almas dobles se muestra en la figura 7. Cada alma doble lleva cuatro galgas extensiométricas que están conectadas a un circuito de puente completo formando un sensor.

En lugar de las almas dobles se pueden proporcionar simplemente almas que se extienden en dirección radial, como se muestra por ejemplo en la figura 6. Las almas que se extienden en la dirección radial llevan respectivamente al menos una resistencia de medición de un sensor, extendiéndose la resistencia de medición radialmente hacia el exterior en la dirección de la sección de aplicación de fuerza partiendo de un borde exterior de la sección de soporte en la superficie del alma. Preferentemente, en particular, cada alma comprende cuatro resistencias de medición que se colocan respectivamente en las almas de acuerdo con la configuración mostrada en la figura 6. En esta configuración dos resistencias de medición están dispuestas en una superficie radialmente interior del alma y otras dos resistencias de medición en la superficie radialmente exterior del alma de tal manera que al actuar una fuerza en la sección de aplicación de fuerza la superficie radialmente interior del alma se estira en la medida en que la superficie radialmente exterior se comprime y viceversa (el alma se deforma aproximadamente formando una S al actuar la fuerza).

Cuando un sensor tiene cuatro galgas extensiométricas conectadas a un circuito de puente completo, la dependencia con la temperatura se reduce y la tensión de puente se duplica en comparación con un circuito de medio puente. De este modo aumenta la precisión de medición.

Las cuatro galgas extensiométricas de un sensor o bien las 12 galgas extensiométricas de un total de tres sensores o incluso otras galgas extensiométricas se pueden incorporar en una capa de revestimiento individual sobre la superficie del cuerpo de deformación.

En general, el cuerpo de deformación -20- tiene una simetría radial orden 3. Las secciones de flexión adyacentes forman un ángulo entre sí de 120°.

Entre el cuerpo de deformación -20- y la placa de presión -30- están dispuestos unos elementos de separación -32- para mantener la sección de aplicación de fuerza -26- a una distancia de la placa de presión -30-. La sección de aplicación de fuerza tiene por lo tanto un espacio libre necesario para proporcionar una movilidad con respecto a la sección de soporte. Una "movilidad" en el sentido de la presente invención se consigue cuando las superficies de las secciones de flexión son poco estirables y/o comprimibles al actuar la fuerza. Consecuentemente son suficientes elementos de separación que tienen una dimensión en la dirección de aplicación de la fuerza (-F-) menor que 1 mm.

La figura 1 muestra más claramente en particular que el diámetro de la placa de presión -30- es casi el doble de grande que el diámetro del cuerpo de deformación -20-. El espacio libre de debajo de la placa de presión -30- al lado del cuerpo de deformación puede utilizarse para el montaje de una pletina -34- con un circuito amplificador para amplificar la señal de medición o con un circuito de evaluación para evaluar la señal de medición. La carcasa -12- comprende lateralmente una salida de cable -35- para extraer una señal de medición del dispositivo sensor.

Con ayuda de la figura 4 a continuación se explica cómo se determinan las coordenadas espaciales de un punto de aplicación de fuerza en la placa de impresión a partir de los valores de medición de los sensores.

En la figura 4, $-F_R-$ se corresponde con la fuerza axial aplicada. $-F_1-$, $-F_2-$ y $-F_3-$ son las reacciones del cuerpo de deformación que actúan en los tres puntos de fijación -33-. La posición del punto de aplicación de fuerza se expresa en coordenadas cartesianas x_s , y_s tomando como origen de coordenadas el centro de la placa de presión. Se establece un equilibrio de fuerzas con las siguientes condiciones:

$$(1) \quad \sum_i F_{iz} = 0$$

$$(2) \quad \sum_i M_{ix} = 0$$

$$(3) \quad \sum_i M_{iy} = 0 ;$$

donde M_{ix} y M_{iy} son los momentos en la dirección x y en la dirección y.

Por medio de las ecuaciones de equilibrio de momentos se pueden determinar x_s e y_s como sigue:

$$(4) \quad x_s = \frac{F_1 \cdot 0 + F_2 \cdot \cos(\alpha) \cdot r - F_3 \cdot \cos(\alpha) \cdot r}{F_1 + F_2 + F_3}$$

$$(5) \quad y_s = \frac{F_1 \cdot r - F_2 \cdot \sin(\alpha) \cdot r - F_3 \cdot \sin(\alpha) \cdot r}{F_1 + F_2 + F_3}$$

Como puede verse en la figura 4b, en la configuración de los sensores formando un ángulo de 120° de acuerdo con la forma de realización mostrada y la posición representada del sistema de coordenadas, el ángulo $-\alpha-$ es igual a 30° .

La distancia r y el ángulo $-\alpha-$ son constantes. Ello es debido a que las fuerzas parciales se mantienen proporcionales a los valores de medición medidos $\frac{mV}{V}$, lo que permite utilizar las ecuaciones para determinar la posición también

directamente con los tres valores de medición medidos U_1 , U_2 y U_3 , sin determinar previamente las fuerzas.

Como el experto en la materia apreciará fácilmente, las tres secciones de flexión pueden estar dispuestas también formando entre sí otros ángulos, opcionalmente incluso ángulos diferentes, y otras distancias desde el origen. Las fórmulas (4) y (5) deben ajustarse correspondientemente, pudiendo utilizar tres ángulos α , β , γ , y tres distancias r_1 , r_2 , r_3 .

A partir de los tres valores de medición se pueden determinar de este modo las coordenadas del punto de aplicación de fuerza en la placa de presión, pudiéndose entonces visualizar en un dispositivo de visualización.

Una primera forma de realización de la invención se representa en la figura 5. En esta forma de realización, la sección de aplicación de fuerza -119- es una sección central del cuerpo de deformación y la sección de soporte -118- es una sección de borde del cuerpo de deformación que rodea anularmente la sección central.

La figura 5 muestra la forma de realización en una vista en sección. El dispositivo sensor representado tiene una carcasa -3- en forma de caja que aloja en su interior un cuerpo de deformación -1- y que está cerrada en la parte superior de una placa de presión -4-. En la periferia interior de una sección de pared de la carcasa -3- en forma de caja está formada una ranura circunferencial -132- en la que un anillo -45- es insertable, interponiéndose en una ranura perimetral -46- de la placa de presión -4-. Tanto la ranura -132- como la ranura perimetral -46- están provistas

- de juego suficiente como para que la placa de presión -4- se pueda mover hacia abajo según la figura 1. El anillo -45- insertado sirve como un elemento de tope que impide la destrucción del cuerpo de deformación que está acoplado a la placa de presión -4-. La placa de presión -4- tiene una ranura perimetral -47- por encima de la ranura perimetral -46- en la que se incluye una junta -43-. La junta -43- está hecha de un elastómero y tiene un labio de junta -44- que sobresale circunferencialmente, estando conectada con estanqueidad a la pared de la carcasa -3- en forma de caja. La junta -43- está configurada para permitir un movimiento suficiente de la placa de presión -4- con respecto a la carcasa -3-. Alternativamente, la junta puede estar también configurada como un fuelle que está conectado fijamente por los dos bordes perimetrales a los respectivos elementos (carcasa/ placa de presión).
- 5
- 10 La placa de presión -4- es un disco circular con un saliente central -42- que a su vez tiene un collar anular -46- que puede contactar con el cuerpo de deformación -1-.
- En el interior de la carcasa -3- en forma de caja, es decir, en la zona de la base de la carcasa, una superficie de base -133- está dispuesta con un rebaje -131-. El rebaje -131- está adaptado para recibir una pletina de evaluación -5-, sobre la que están montados componentes electrónicos y cableado, no descritos más en detalle, adaptados para detectar valores de resistencia de las resistencias de medición y transferir el resultado al exterior.
- 15
- El cuerpo de deformación -1- está dispuesto por encima del rebaje -131-. El cuerpo de deformación -1- tiene una sección de aplicación de fuerza -119- central y una sección de soporte -118- que está conectada a la sección de aplicación de fuerza -119- por medio de las secciones de flexión.
- 20
- En la zona perimetral del cuerpo de deformación -1- está formado un reborde -117- con el que el cuerpo de deformación -1- se apoya en estado instalado sobre la superficie de base -133- de la carcasa -3-. El cuerpo de deformación -1- y el reborde -117- están perforados en la sección de borde -118- y unos tornillos -6-, que se atornillan a la carcasa -3-, fijan el cuerpo de deformación a la superficie de base de la carcasa -3-. Alternativamente, como se muestra en el lado izquierdo de la figura 5, puede utilizarse un anillo intermedio -66- que es atravesado por el tornillo -6-. Este anillo intermedio -66-, por una parte, distribuye las fuerzas de fijación en una zona más grande de la sección de soporte -118- del cuerpo de deformación -1- y también hace posible una configuración del cuerpo de deformación con hendiduras abiertas perimetralmente para fijación. A través de suficientes hendiduras es posible evitar que aparezcan esfuerzos indeseados en el cuerpo de deformación -1- durante el atornillado.
- 25
- 30
- En la configuración mostrada en la figura 5, las resistencias de medición (no mostradas) están dispuestas en las secciones de flexión sobre la cara superior del cuerpo de deformación -1-. En este caso, se pueden utilizar los debilitamientos mostrados como perforaciones -122- del cuerpo de deformación para el cableado -51- entre las resistencias de medición y la electrónica de evaluación -5-.
- 35
- Las figuras 6 a 8 muestran distintas formas de realización de cuerpos de deformación para la forma de realización de la invención mostrada en la figura 5. Cada uno de estos cuerpos de deformación comprende una sección de aplicación de fuerza central -119- y una sección de soporte -118- que rodea anularmente la sección de aplicación de fuerza -119-.
- 40
- Cada una de las secciones de soporte -118- de las formas de realización mostradas en las figuras 6 y 7 comprenden hendiduras -116- en su perímetro a través de las que los elementos de fijación pueden ser guiados para fijar el cuerpo de deformación -1- a la carcasa -3-. La sección de aplicación de fuerza -119- tiene respectivamente en su centro un orificio -121- que está dimensionado de tal manera que un saliente -42- se puede acoplar a la placa de presión -4-.
- 45
- La sección de aplicación de fuerza -119- del cuerpo de deformación que se muestra en la figura 6 está conectado a la sección de soporte -118- por medio de tres almas -120- que se extienden radialmente hacia el exterior, formando entre sí ángulos de 120°. Cada alma -120- lleva en su superficie un sensor -8- que comprende un total de cuatro resistencias que están conectadas a un circuito de puente completo. Al actuar una fuerza no centrada en la placa de presión -4-, las superficies de las tres almas -120- se deforman en gran medida de forma diferente, midiéndose esta deformación. A partir de los tres valores de medición se pueden determinar los puntos de aplicación de la fuerza en la placa de presión y/o el módulo de la fuerza (ver arriba).
- 50
- 55
- En esta configuración, dos resistencias de medición de un sensor -8- pueden estar dispuestas en una sección de estiramiento y dos resistencias de medición del sensor -8- en una sección de compresión (ver arriba) respectivamente, con el fin de poder compensar satisfactoriamente variables de perturbación como por ejemplo la temperatura.
- 60
- En la figura 7 se representa un cuerpo de deformación alternativo que tiene almas dobles en lugar de almas simples. Las almas dobles están formadas mediante una disposición adecuada de grupos de perforaciones -122-, -124- a través del cuerpo de deformación.
- 65
- En las figuras 8a y 8b se muestran otras formas de realización alternativas del cuerpo de deformación de acuerdo con la invención con dos o cuatro secciones de flexión -120- y grupos de perforaciones -126- o bien -127-.

Un dispositivo sensor de acuerdo con la invención no se limita a la forma de realización descrita. Más bien, es evidente para un experto en la materia que el cuerpo de deformación puede tener una forma diferente y puede comprender más o menos secciones de flexión y sensores que en la forma de realización descrita. Así, basta con un punto de flexión con un único sensor para medir el módulo de una fuerza de la mandíbula. Por otra parte, se pueden proporcionar más de tres sensores, incluso si una dirección de aplicación de la fuerza está destinada a medir una torsión, una fuerza axial o similares. En lugar de almas se pueden proporcionar otras formas de secciones de flexión. Por ejemplo, los puntos de flexión pueden estar configurados en la forma de debilitamientos del cuerpo de deformación sin que sea necesario que las almas estén presentes. Por sección de flexión puede proporcionarse también un sensor con una sola galga extensiométrica que esté conectado a un circuito de cuarto de puente. También se contemplan circuitos de medio puente con dos galgas extensiométricas respectivas. Las galgas extensiométricas individuales de un circuito de puente pueden estar dispuestas en la superficie del cuerpo de deformación, en distintas secciones de superficie y con distintas configuraciones y disposiciones geométricas. En la técnica anterior se conocen varios tipos de circuitos de puente para compensar distintas variables de perturbación.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo sensor (10) para medir en la cavidad oral una posición de la mandíbula y/o un movimiento de la mandíbula, que tiene
- 5 una carcasa (12),
un cuerpo de deformación (20) alojado en la carcasa (12),
una placa de presión (30) acoplada al cuerpo de deformación (20), en la que se puede aplicar una fuerza externa (F) localmente de modo que el cuerpo de deformación (20) se deforma al menos localmente,
- 10 comprendiendo el cuerpo de deformación (20) lo siguiente: una sección de soporte (24) fija con respecto a la carcasa (12), una sección de aplicación de fuerza (26) sobre la que actúa la fuerza externa (F) a aplicar a la placa de presión, y al menos dos, preferentemente tres, secciones de flexión (23) que conectan la sección de soporte (24) con la sección de aplicación de fuerza (26), siendo las secciones de flexión deformables al aplicar la fuerza externa (F) en la sección de aplicación de fuerza (26) y estando dispuestos en cada una de ellas un sensor (22) para medir
- 15 la deformación del cuerpo de deformación , **caracterizado porque** la sección de aplicación de fuerza (26) es una sección central del cuerpo de deformación y la sección de soporte (24) es una sección de borde del cuerpo de deformación dispuesta rodeando al menos parcialmente la sección central.
- 20 2. Dispositivo sensor (10), según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el cuerpo de deformación (20) es una placa formada por una pieza, preferentemente una placa de metal formada por una pieza.
3. Dispositivo sensor, según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el cuerpo de deformación (20) comprende al menos un debilitamiento local (25) alrededor de la sección de flexión (23).
- 25 4. Dispositivo sensor, según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el debilitamiento local (25) está configurado en la forma de una o varias perforaciones en el cuerpo de deformación (20), un vaciado de material en el cuerpo de deformación (20) y/o una disminución local del espesor del cuerpo de deformación (20).
- 30 5. Dispositivo sensor, según la reivindicación 3 o 4, **caracterizado porque** la sección de flexión (23) está configurada en la forma de un alma (27) que conecta la sección de aplicación de fuerza (26) con la sección de soporte (24), preferentemente de un alma doble.
- 35 6. Dispositivo sensor, según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el sensor (22) está dispuesto en el alma y/o adyacente al alma.
7. Dispositivo sensor, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** cada una de las secciones de flexión (23) están realizadas como almas dobles que se extienden transversalmente, en particular en dirección aproximadamente perpendicular a la dirección radial, cada uno de los cuales está conectados en su centro con la sección central del cuerpo de deformación y en sus dos secciones extremas con la sección de borde o viceversa.
- 40 8. Dispositivo sensor, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el cuerpo de deformación tiene sustancialmente una simetría radial de orden 3.
- 45 9. Dispositivo sensor, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el sensor (22) comprende al menos una resistencia eléctrica de medición, preferentemente una galga extensiométrica.
- 50 10. Dispositivo sensor, según la reivindicación 9, **caracterizado porque** el sensor comprende cuatro galgas extensiométricas conectadas para formar un circuito de puente completo.
11. Dispositivo sensor, según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado porque** el sensor comprende al menos una primera galga extensiométrica dispuesta a lo largo de una primera superficie de flexión de la sección de flexión y una segunda galga extensiométrica dispuesta a lo largo de una segunda superficie de flexión de la sección de flexión, siendo la primera superficie de flexión estirada debido a la actuación de una fuerza en la placa de presión cuando la segunda superficie de flexión es comprimida y viceversa, y donde la primera galga extensiométrica y la segunda galga extensiométrica están conectadas a un circuito de medio puente o a un circuito de puente completo.
- 55 12. Dispositivo sensor, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la sección de aplicación de fuerza (26) está acoplada fijamente a la placa de presión (30) de modo que la posición relativa entre la placa de presión y la sección de aplicación de fuerza al actuar la fuerza en la placa de presión es invariable.
- 60 13. Dispositivo sensor, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la carcasa (10) es redondeada, preferentemente circular, en un plano transversal que se extiende perpendicularmente a la dirección de aplicación de la fuerza, y está conformada de modo que es insertable entremedio de los molares de una mandíbula inferior.
- 65

14. Dispositivo sensor, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** una dimensión de una superficie de aplicación de fuerza de la placa de presión (30) es más grande, preferentemente 1,5 veces más grande, en particular aproximadamente el doble o más de grande que una dimensión máxima del cuerpo de deformación (20) según una dirección perpendicular a la dirección de aplicación de la fuerza (F).
- 5

Fig. 1

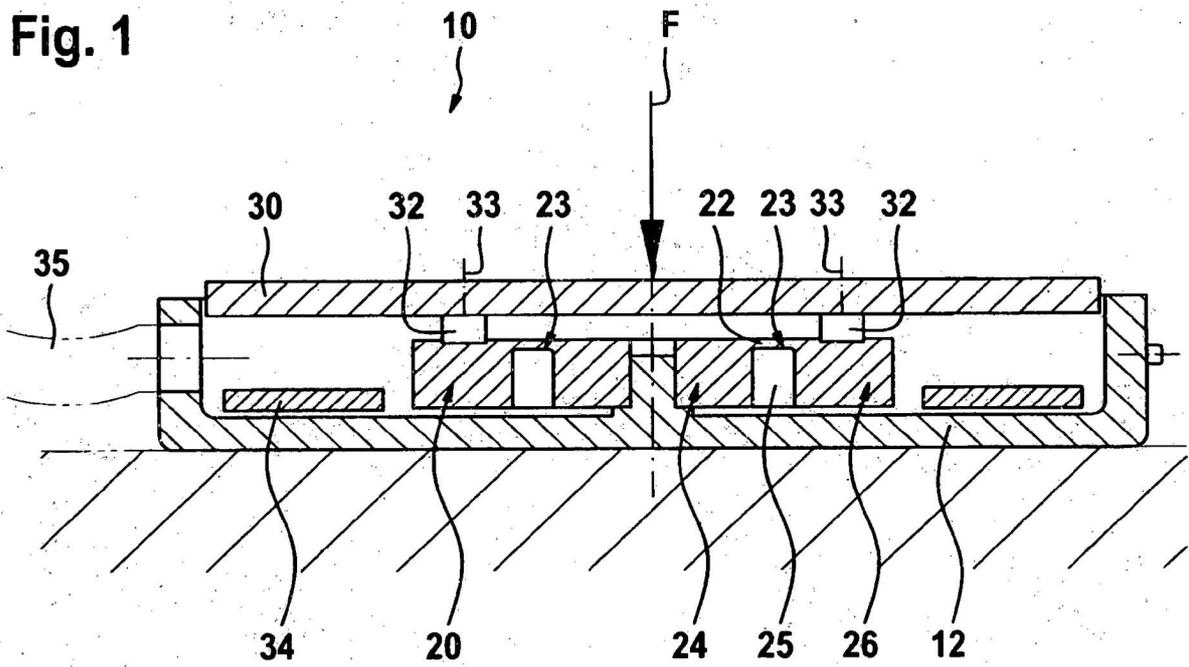


Fig. 2

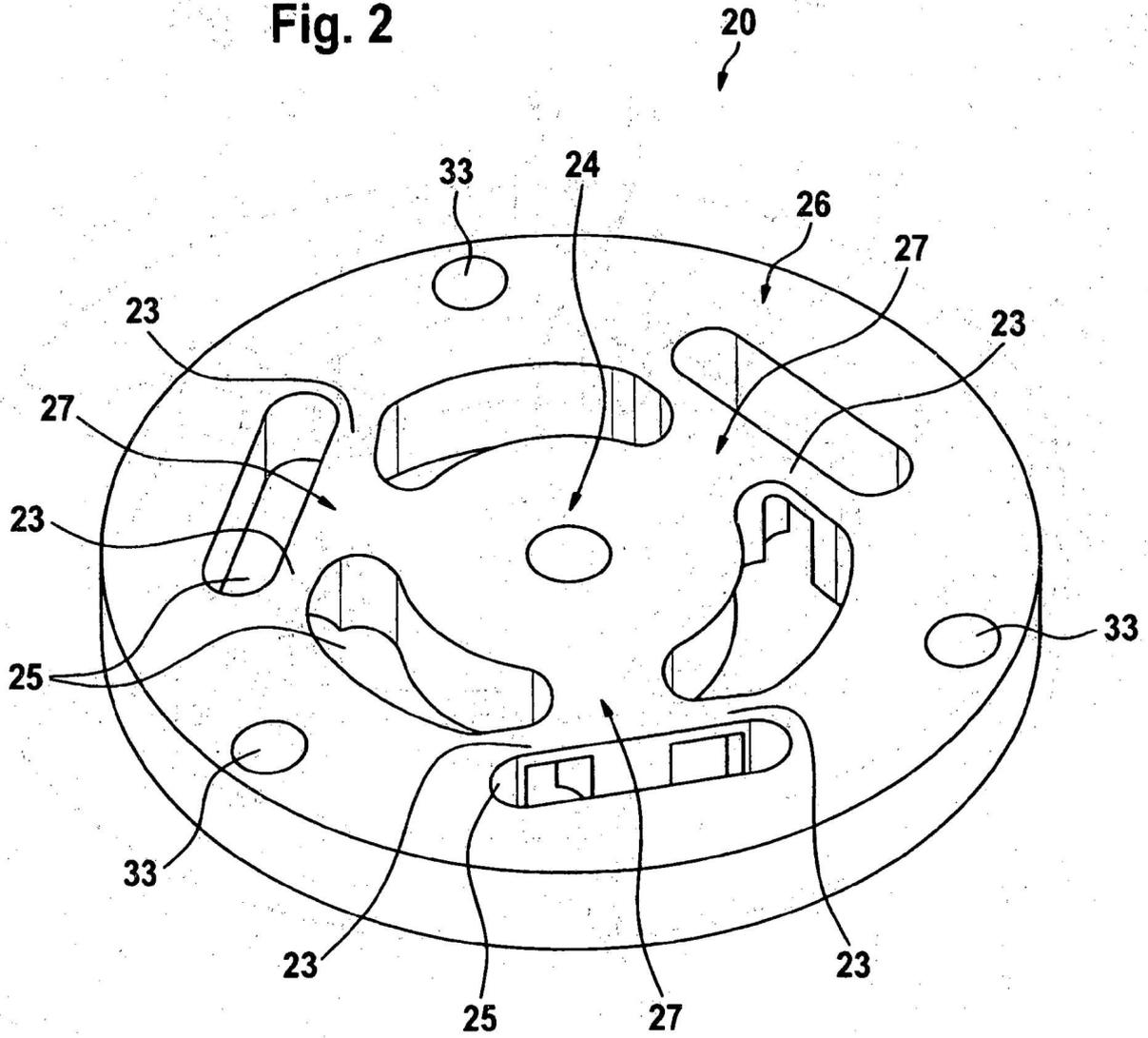


Fig. 3

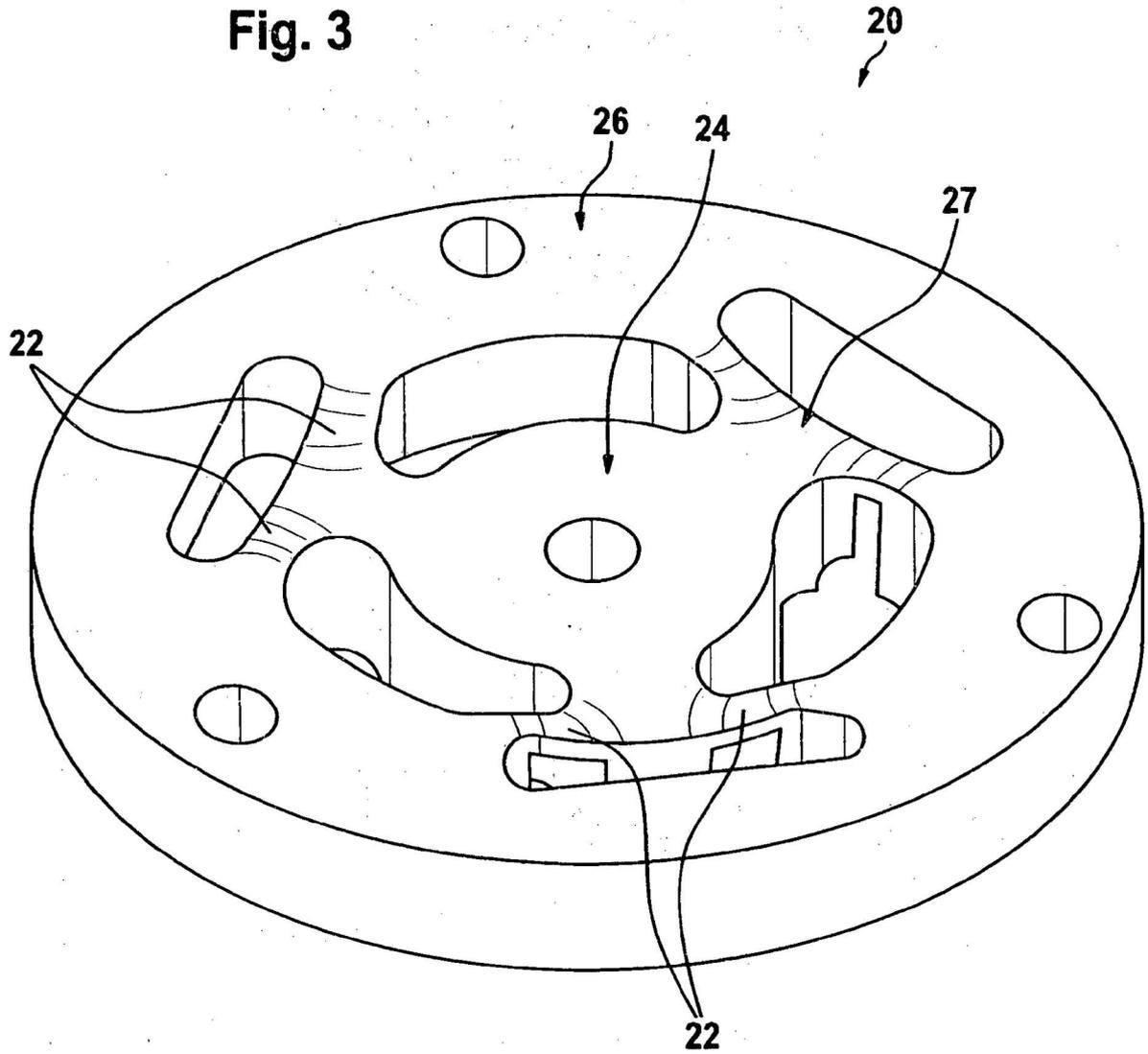


Fig. 4a

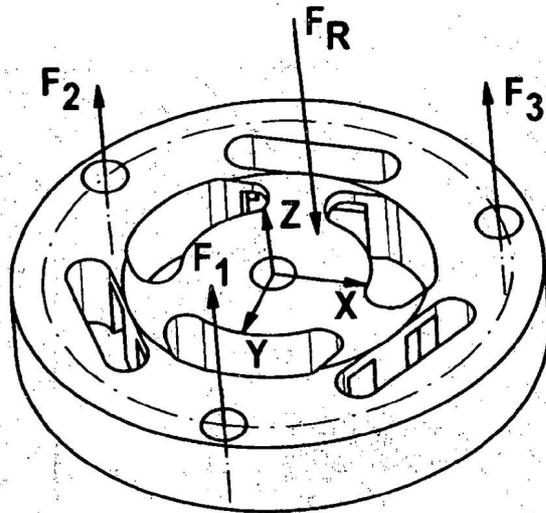
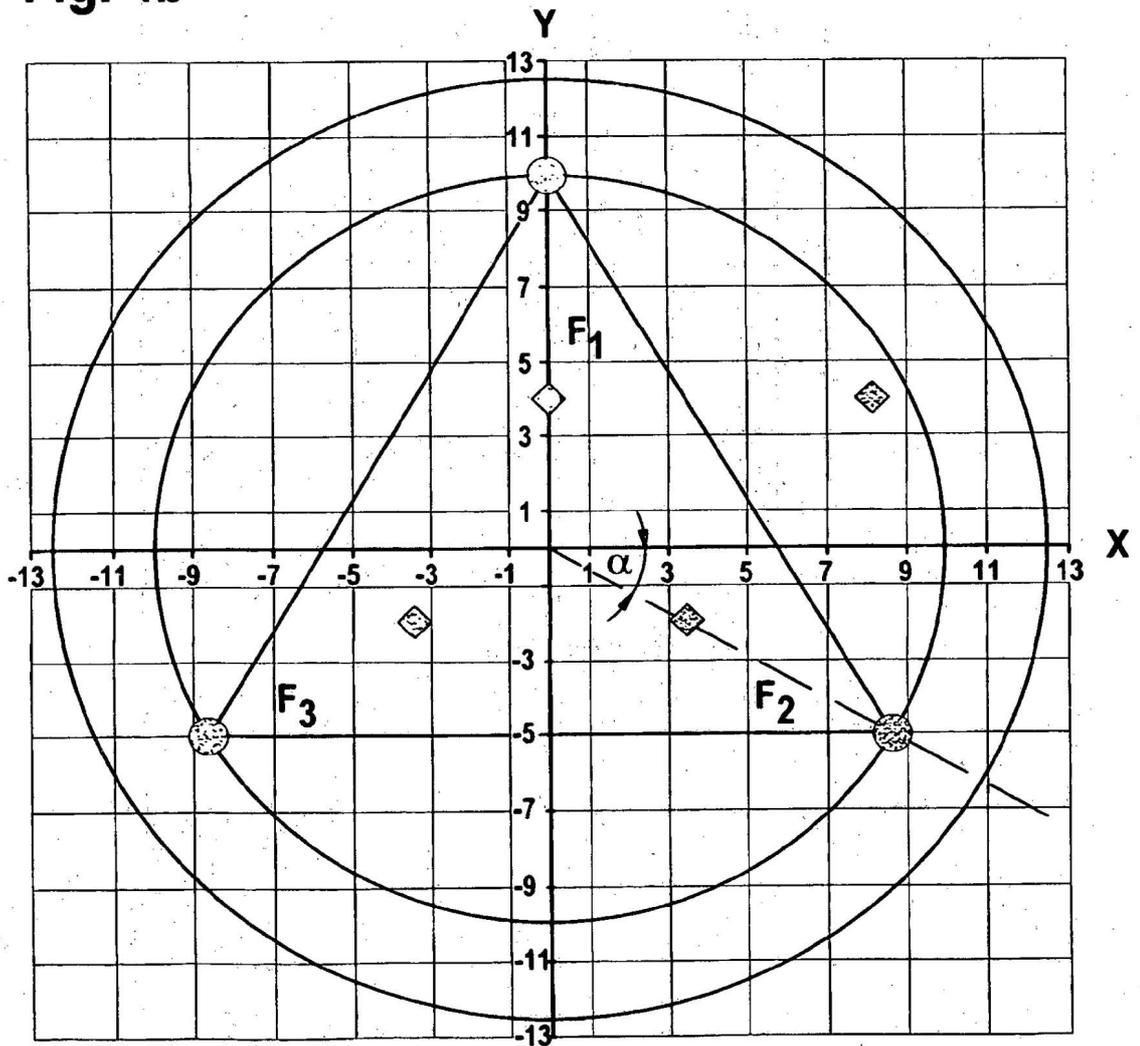


Fig. 4b



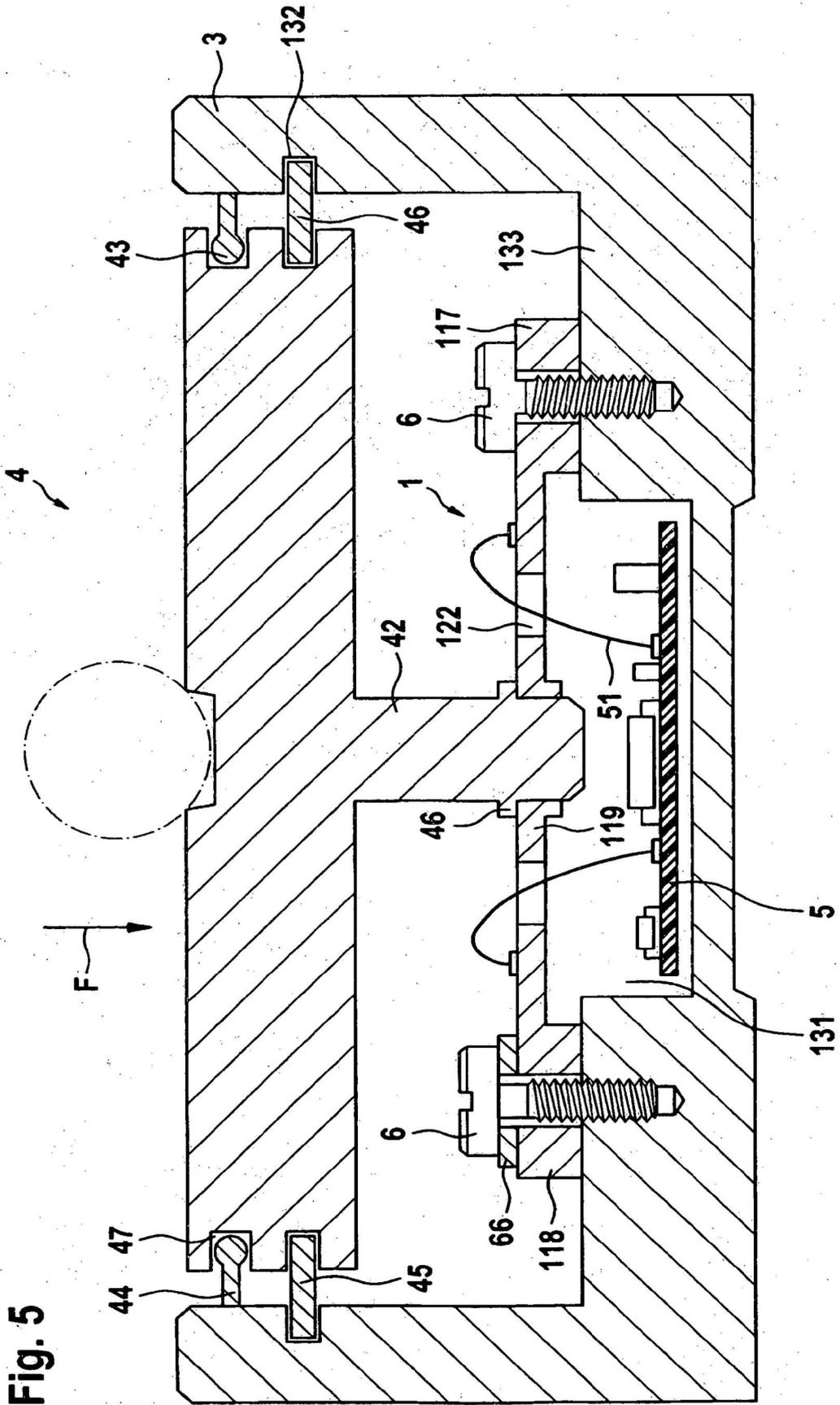


Fig. 6a

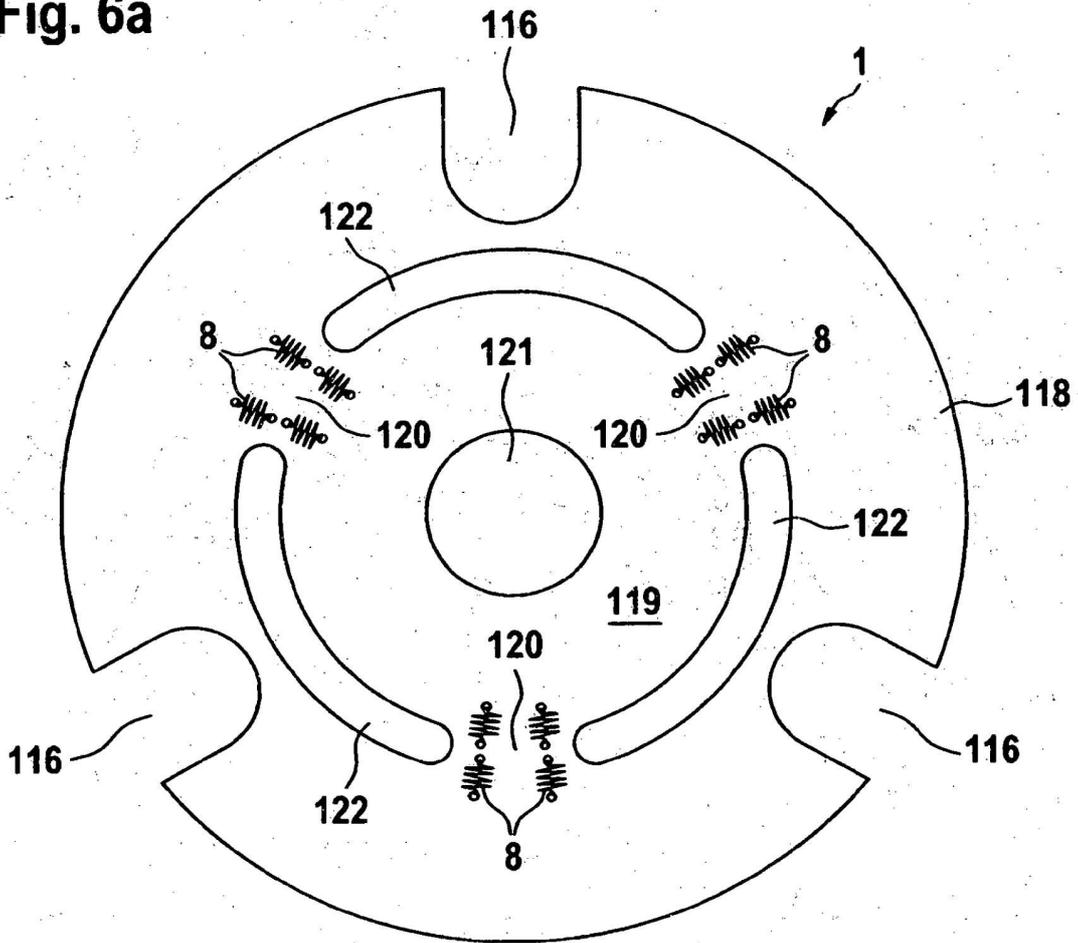


Fig. 6b

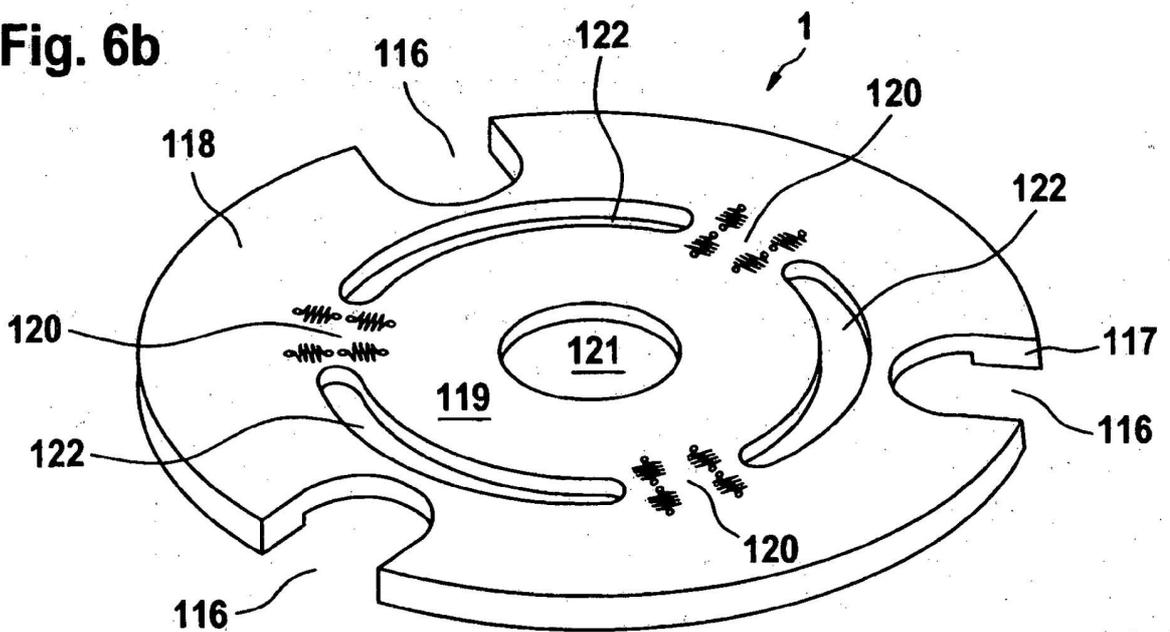


Fig. 7

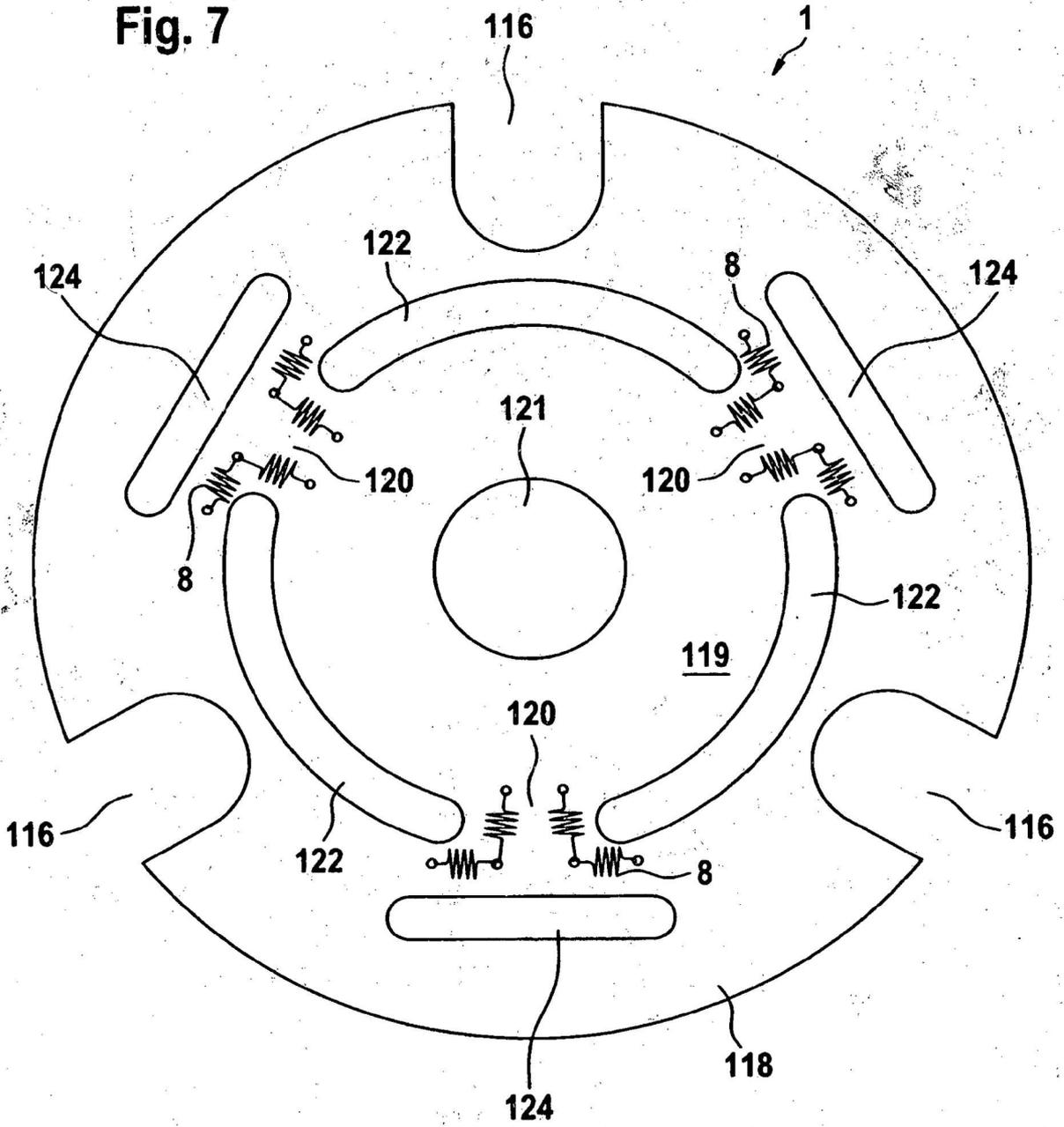


Fig. 8a

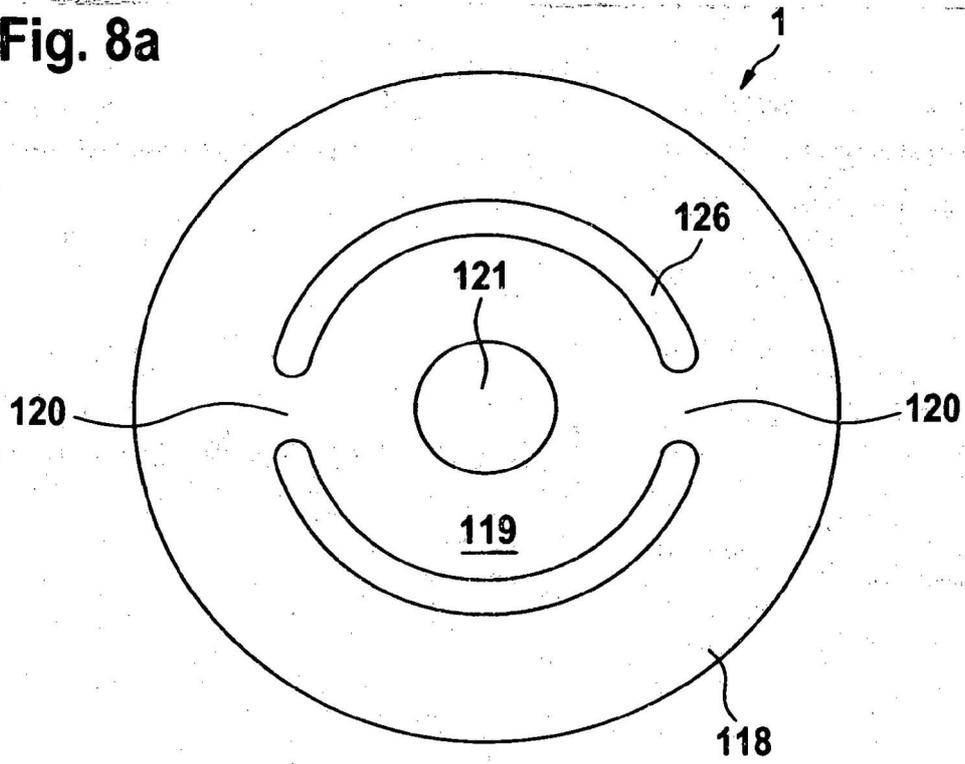


Fig. 8b

