



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 332 244**

51 Int. Cl.:
A61C 3/03 (2006.01)
A61C 17/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07701927 .1**
96 Fecha de presentación : **08.03.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1991154**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.11.2008**

54 Título: **Desviación de oscilaciones mecánicas.**

30 Prioridad: **09.03.2006 CH 37606/06**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.01.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.01.2010

73 Titular/es: **Woodwelding AG.**
Bundesstrasse 3
6304 Zug, CH

72 Inventor/es: **Mayer, Jörg;**
Aeschlimann, Marcel;
Torriani, Laurent;
Rusch, Christoph y
Gillieron, Stéphane

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

Desviación de oscilaciones mecánicas.

5 La invención se refiere a la aplicación de oscilaciones mecánicas, por ejemplo, oscilaciones de ultrasonidos, en situaciones en las que condiciones limitadas de espacio, restringen la libertad de movimiento. Se refiere especialmente a un dispositivo para la desviación de vibraciones mecánicas, en especial a un sonotrode o a una pieza de acoplamiento.

10 Aparatos de trabajo por ultrasonidos se aplican hoy día acrecentados, también en el sector médico, entre otros, en odontología. Un ejemplo para una aplicación de aparatos de ultrasonidos en la medicina, en especial en odontología, es un nuevo procedimiento desarrollado para el anclaje de implantes y preparados en tejido poroso. El procedimiento se describe, por ejemplo, en los documentos WO 02/069'817, WO 2004/017'927 y WO 2004/017'867.

15 Los aparatos de trabajo por ultrasonidos para el uso médico tienen prácticamente con frecuencia una forma alargada con mango, de manera que se pueden utilizar en forma similar a una fresa dental en forma de una herramienta manual. El activador de vibraciones, por ejemplo, piezoeléctrico, activa en un sonotrode vibraciones longitudinales que este transmite a una herramienta o a una pieza a trabajar. Pero a causa de la forma alargada del aparato, el trabajo se dificulta en lugares de difícil acceso.

20 Por el documento EP 0 594 541 se conoce un sonotrode que está configurado como resonador de flexión de forma anular. El sonotrode vibra alrededor de cuatro puntos nodales, lo cual hace posible una desviación de la vibración, en un ángulo de 90°. El sonotrode puede vibrar también alrededor de más de cuatro nodos, de manera que sea posible una desviación en otro divisor entero de 360°, por ejemplo, en 120°. En el sonotrode del documento EP 0 594 541 es desventajoso que por causa de la estructura de forma anular, exige relativamente mucho espacio. Además, tan sólo 25 la mitad aproximadamente de la potencia excitada en el sonotrode, se capta también en la herramienta o en la pieza a trabajar. Un inconveniente es todavía que sólo es posible una desviación en un ángulo que es un divisor entero de 360°. Como otro inconveniente, a causa del diseño de forma anular, sólo son posibles pequeñas amplitudes de las vibraciones.

30 Un proceso alternativo para la desviación de ultrasonidos, se describe en la solicitud de patente US 8,139,320. Un canal deflector contiene un líquido a cuyo través se pueden derivar las vibraciones longitudinales, de conformidad con la forma del canal deflector. Aquí es desventajoso que a causa de una cierta compresibilidad del líquido, se pierde energía, y el líquido se calienta.

35 Por lo tanto, una misión de la invención es poner a disposición soluciones para la desviación de vibraciones mecánicas, que superen los inconvenientes de planteamientos según el estado actual de la técnica, y que deben ser especialmente apropiadas para el empleo en condiciones restringidas de espacio.

40 Especialmente preferentes son soluciones que permitan una desviación de aproximadamente 100° - 130° entre un punto de recepción de vibraciones y un punto de suministro de vibraciones, porque para estos ángulos resulta especialmente fácil el trabajo en puntos de difícil acceso.

Esta misión se resuelve por la invención como se define en las reivindicaciones.

45 Un dispositivo según la invención para la desviación de vibraciones mecánicas, se puede poner en vibración en un punto de recepción de vibraciones, a lo largo de un primer eje, y transmite una tal vibración a un punto de suministro de vibraciones, en una vibración a lo largo de un segundo eje, formando uno con otro, el primer eje y el segundo, un ángulo. El dispositivo está configurado en el punto de recepción de vibraciones, para la conexión de un activador de vibraciones, en el punto de suministro de vibraciones, para la conexión de una herramienta, una pieza a trabajar 50 o una pieza intermedia. El dispositivo se caracteriza en lo esencial porque presenta un elemento vibratorio alargado, curvado entre dos extremos, en el que están dispuestos, un punto de excitación y un punto de captación, estando configurado el dispositivo de manera que el elemento vibratorio en el punto de excitación y en el punto de captación, vibre transversalmente, cuando al punto de recepción de vibraciones se aplica una vibración.

55 Las vibraciones mecánicas son, por ejemplo, vibraciones de ultrasonidos.

60 Así pues, el dispositivo según la invención actúa según la teoría de más arriba, como un sonotrode, no queriendo decir el concepto "sonotrode" que el dispositivo tenga que atacar directamente en la herramienta o en la pieza a trabajar; más bien puede existir también una pieza intermedia que sigue transmitiendo las vibraciones desde el sonotrode a una herramienta o pieza a trabajar, o a otra pieza intermedia.

65 Haciendo que las vibraciones sean tomadas por el elemento vibratorio transversalmente, el elemento vibratorio actúa en la forma de un "martillo", que aplica las vibraciones a una herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia, lateral con relación al eje del elemento vibratorio.

Se ha visto que con el procedimiento según la invención, es posible producir en el punto de captación, vibraciones con una buena linealidad, es decir, vibraciones cuya componente transversal a la dirección deseada de vibración (transversal con respecto al elemento vibratorio), sea muy pequeña. Es decir, es posible producir vibraciones que

discurran a lo largo de una trayectoria elíptica muy alargada, de manera que con una muy buena aproximación, se pueda partir de vibraciones a lo largo de una recta.

Entre el dispositivo y la herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia -y también entre el activador de vibraciones y el dispositivo- puede existir un acoplamiento fijo desmontable. Un acoplamiento tal tiene como consecuencia que la herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia participan completamente en el punto de suministro de las vibraciones, es decir, que cada vez se transmiten las dos semiondas. Como alternativa, la transmisión se puede llevar también a cabo tan sólo mediante un contacto suelto, pudiendo transmitirse entonces sólo fuerzas de compresión, y no, fuerzas ningunas de tracción.

El acondicionamiento alargado curvado del elemento vibratorio, quiere decir que están definidos un eje longitudinal y, por tanto, una dirección longitudinal, y direcciones transversales. El elemento vibratorio puede presentar, por ejemplo, la forma de una barra curvada de cualquier sección recta, no teniendo que ser constante el área de la sección transversal en toda su longitud. El punto de recepción y el de suministro de vibraciones, se pueden encontrar cada uno en la proximidad de un extremo de la barra. A la barra pueden estar fijados elementos adicionales, por ejemplo, masas con las que se puede influenciar la relación de amplitudes entre vibraciones en el punto de recepción de vibraciones y en el de suministro de vibraciones.

Un conocimiento que sirve de base a la invención, es que las vibraciones transversales de un elemento vibratorio semejante con un sector alargado curvado, son apropiadas para desviar vibraciones mecánicas en distintos ángulos casi libremente elegibles, mediante la elección de la geometría del elemento vibratorio.

De preferencia el elemento vibratorio discurre en un plano, y vibra en este plano. El ángulo de desviación se determina mediante la curvatura del elemento vibratorio en el plano, así como mediante la posición del punto de recepción de vibraciones y del de suministro de vibraciones. Gracias a la curvatura en el plano se define una cara interior y una exterior. En caso de que el punto de suministro de vibraciones esté situado en la cara exterior, el ángulo de desviación corresponde al ángulo de dobladura, o sea, al ángulo entre el eje longitudinal del elemento vibratorio en el punto de recepción de vibraciones y en el de suministro de vibraciones. Por el contrario, en caso de que el punto de suministro de vibraciones se encuentre en el lado interior, el ángulo de desviación es 180° menos el ángulo de dobladura.

Bajo ciertas circunstancias -en general, menos preferentes- también es posible una toma de la vibración en el elemento vibratorio, por un objeto (herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia) que está instalado frontalmente al elemento vibratorio. Entonces un punto de suministro de vibraciones "del lado exterior", quiere decir que la herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia, está situada durante el trabajo, exteriormente respecto a la curvatura del elemento vibratorio, a la inversa, un punto de suministro de vibraciones "del lado interior", que está situada interiormente.

Mediante la elección del ángulo de curvatura y de los puntos de recepción y de suministro de vibraciones, se hace posible un ángulo de desviación prácticamente cualquiera, para una gran variabilidad de dimensiones exteriores. A diferencia con el estado actual de la técnica, se pueden elegir sus dimensiones exteriores para ángulos dados de desviación, frecuencia y potencia, así como una relación dada de amplitudes dentro de ciertas condiciones límite, por ejemplo, mediante la elección de los centros de gravedad de masas de dos medios elementos vibratorios (correspondientes a dos brazos del elemento vibratorio), la elección del punto de recepción de vibraciones y del punto de suministro de vibraciones (interior/exterior), etc. El elemento vibratorio puede estar curvado, por ejemplo, "hacia" la herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia, o "alejándose de ella".

Especialmente preferente es el caso en que el ángulo de curvatura es mayor de 90° , y tanto el punto de recepción como también el de suministro de vibraciones, están situados en la cara exterior. Esto es especialmente favorable para la mayoría de las geometrías de aplicación por motivos de espacio; un ángulo de curvatura de más de 90° se ha puesto de manifiesto como especialmente favorable, también desde el punto de vista técnico de la vibración.

El ángulo preferente de desviación está entre 100° y 130° , en especial preferentemente de 110° a 120° . La invención permite también ángulos de desviación que no sean divisores enteros de 360° .

El elemento vibratorio puede presentar, por ejemplo, una forma que en lo esencial corresponde a un fragmento de arco de círculo, puede ser de forma de V, de forma de Ω , de forma de gancho, etc. En formas de realización en las que no todo el elemento vibratorio está doblado uniformemente, sino en los que la encorvadura es especialmente fuerte en una zona de la curvatura (por ejemplo, en la forma en V o en Ω), los dos brazos que se unen a la zona de la curvatura, no tienen que ser de igual longitud, sino que el elemento vibratorio puede presentar una forma asimétrica. En todo caso el elemento vibratorio no forma ningún anillo cerrado, sino un anillo en cierto modo abierto de curvatura regular o irregular. Esto es ventajoso en varios sentidos. Por una parte, a causa del diseño no cerrado, son posibles amplitudes mucho mayores que en un sonotrode de forma anular. Por otra parte, en un sonotrode de forma anular hay entre los nodos de la vibración, varios sectores que vibran. Pero en la aplicación no se utiliza en general la vibración de todos esos sectores. Así pues se pierde la potencia que se necesita para poner en vibración un sector no utilizado. Por este motivo, la eficacia del diseño según la invención, es en general mayor que la de un sonotrode anular según el estado actual de la técnica. Finalmente el diseño de forma no anular es también ventajoso porque como ya se ha dicho, se pueden realizar prácticamente cualesquiera ángulos de desviación, y es menor la necesidad de espacio.

La sección transversal del elemento vibratorio no tiene que ser homogénea, sino que por el contrario, puede variar. Tales variaciones de la sección transversal o de las longitudes de los brazos pueden utilizarse, del mismo modo que la elección del material, perfiles de la sección transversal, forma del elemento vibratorio y distribución de masas, así como las posiciones del punto de recepción de vibraciones y del punto de suministro de vibraciones, y eventual
5 acondicionamiento de articulaciones, elementos adicionales, etc., para influenciar la forma, frecuencias resonantes y relaciones de amplitudes, de la vibración propia. Por ejemplo, se puede conseguir una amplificación o reducción de las amplitudes, mediante una elección de la distribución de masas entre dos brazos.

El elemento vibratorio puede estar configurado, por ejemplo, en forma similar a los dos brazos de un diapasón, dis-
10 curriendo los dos brazos del elemento vibratorio, a diferencia de los diapasones que se utilizan para afinar instrumentos musicales, no paralelos uno a otro, sino en un ángulo adaptado a la tarea.

El elemento vibratorio está unido en el punto de recepción de vibraciones, por ejemplo, elásticamente con un activador de vibraciones del aparato que produce vibraciones, -por ejemplo, del aparato de ultrasonidos-. Una unión
15 elástica quiere decir que la rigidez de la unión (más exactamente: su constante de elasticidad) es menor que la rigidez del elemento vibratorio, y también menor que aquella de otros componentes de la unión.

Una unión elástica entre el activador de vibraciones y el elemento vibratorio, permite que con la frecuencia de activación, se configure una vibración correspondiente a la vibración propia, sin que durante una desviación, se tenga
20 que desplazar esencialmente el centro de gravedad de masas del elemento vibratorio -por así decirlo el elemento vibratorio como un todo-. Esto repercute positivamente sobre la eficacia, puesto que se tienen que acelerar masas menos grandes.

La unión entre el activador de vibraciones y el elemento vibratorio, puede presentar según una primera forma preferente de realización, una articulación, por ejemplo, una articulación elástica. Esta actúa, por ejemplo, como
25 una charnela, es decir, permite movimientos basculantes en una dirección, pero no en la dirección perpendicular a ella. La articulación puede estar colocada en el extremo frontal del elemento vibrador, o lateral. De preferencia, está configurada de una sola pieza con el elemento vibratorio y con un elemento de fijación, y puede tener la forma de una estricción mediante la cual se reduce localmente el espesor del material, de manera que la articulación permita virajes
30 en el plano del elemento vibratorio, pero no perpendiculares a él.

El elemento de fijación que el dispositivo puede presentar opcionalmente, sirve para acoplar el elemento vibratorio al activador de vibraciones. Puede estar configurado, por ejemplo, como vástago roscado y poderse atornillar directamente en el activador de vibraciones. En caso de que el elemento de fijación esté configurado de una sola pieza con una
35 charnela y con el elemento vibratorio, el dispositivo presenta en ciertas circunstancias tan sólo un único componente constructivo lo cual es también ventajoso para el manejo y desde puntos de vista técnicos de fabricación.

Según otra forma de realización, la unión entre un elemento de fijación y el elemento vibratorio, o en caso de que el dispositivo no presente ningún elemento de fijación, directamente entre el activador de vibraciones y el elemento
40 vibratorio, puede ser también rígida y, por ejemplo, existir como unión atornillada, pegada o eventualmente engatillada, remachada o configurada de cualquier otra forma.

En caso de que el dispositivo presente un elemento de fijación, el punto de recepción de vibraciones se encuentra en general, en aquel. Entonces el elemento de fijación puede ser al menos por zonas de forma de pivote, encontrándose
45 en una de las superficies frontales de la zona de forma de pivote, el punto de recepción de vibraciones, en la otra superficie frontal se conecta una zona de acuerdo para el elemento vibratorio, la cual presenta también la charnela.

A pesar de que puede ser ventajosa una unión fija (elástica o rígida) entre el activador de vibraciones y el dispositivo según la invención, en cada caso según la aplicación, no es necesaria. Más bien, entre el activador de vibraciones y el dispositivo según la invención, no tiene que existir en absoluto ninguna unión material, sino que la unión puede
50 ser también suelta. Por ejemplo, el activador de vibraciones se puede apoyar solamente en el dispositivo, pudiendo actuar entonces el activador de vibraciones sobre el dispositivo, solamente mediante fuerzas de compresión ("sólo mediante golpes"), y no pudiendo ejercer fuerzas ningunas de tracción -el activador de vibraciones "martillea" sobre el dispositivo-. Así pues, existe entonces un acoplamiento entre activador de vibraciones y dispositivo, tan sólo
55 durante aproximadamente una semionda. En este caso, la frecuencia del activador y la frecuencia resonante del dispositivo están ajustadas con ventaja una con otra, por ejemplo, correspondiendo la frecuencia del activador a una frecuencia resonante o a un armónico de la frecuencia resonante o a un divisor entero de la frecuencia resonante del dispositivo.

El punto de suministro de vibraciones coincide por lo general -pero no necesariamente- con el punto de captación del elemento vibratorio. En el punto de suministro de vibraciones están previstos dispositivos apropiados de acoplamiento mediante los cuales se puede unir temporalmente la herramienta, la pieza a trabajar o la pieza intermedia, con
60 el dispositivo, de manera que un usuario del aparato, durante la aplicación de vibraciones mecánicas a la herramienta, a la pieza a trabajar o a la pieza intermedia, puede guiar también la misma en la medida necesaria, y en especial puede ejercer una presión sobre ella.

Un dispositivo de acoplamiento en el punto de suministro de vibraciones (así pues por lo general en el punto de captación) puede incluir, por ejemplo, un muñón de acoplamiento en el dispositivo, que se puede encajar en un

agujero correspondiente en la herramienta, en la pieza a trabajar o en una pieza intermedia. Un muñón semejante puede presentar una forma apropiada cualquiera, por ejemplo, una cilíndrica, con cualquier forma de la sección transversal, o una cónica. A la inversa, también pueden existir, un agujero en el dispositivo, y un muñón correspondiente en la herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia. Estos dispositivos de acoplamiento son especialmente sencillos en la fabricación y en el manejo. Pero en cada caso según la situación, se produce el peligro de ladeamientos y se pueden producir errores en el ángulo.

Alternativamente al acoplamiento muñón - agujero, en el elemento vibratorio o en la herramienta/pieza a trabajar/pieza intermedia, puede existir una rótula que actúa en combinación con una bola correspondiente de la pieza antagonista. De este modo se evitan ladeamientos. En situaciones donde durante el trabajo se tiene que definir la orientación de la herramienta/pieza a trabajar/pieza intermedia mediante el aparato que produce las vibraciones, -y en especial se deberían de impedir rotaciones alrededor de un eje longitudinal-, se puede utilizar una rótula que esté protegida contra la torsión, no teniendo simetría de cilindro. Cabe imaginar también una solución análoga para la unión muñón - agujero, en la que en lugar de una forma cilíndrica de rotación, se elija en la sección transversal una forma poligonal o de otra forma no simétrica de rotación.

Tampoco en el punto de suministro de vibraciones es absolutamente necesaria una unión fija elástica o rígida entre el dispositivo y la herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia. Más bien, también allí la unión -guiada o no guiada- puede consistir en que el dispositivo se apoye en la herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia, y actúe en la forma de un martillo. En el caso de una unión fija, un acoplamiento puede contener adicionalmente medios, mediante los cuales se puedan transmitir fuerzas de tracción a la herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia. Tales medios separados pueden presentar en forma conocida en sí misma, elementos que se agarran unos a otros por detrás, y que discurren transversales a la dirección de vibración, por ejemplo, en la forma de un enclavamiento a bayoneta, de una rosca o de otra forma conocida en sí misma.

El elemento vibratorio puede estar fabricado, por ejemplo, de titanio o de acero inoxidable. Alternativamente a esto, según una forma especial de realización, se utiliza para el elemento vibratorio un material que posee una resistencia a la fatiga, es decir, cuya curva de Wöhler para un elevado número de cambios de carga, sea asintótica hacia un valor distinto de cero. Tales materiales tienen en general una estructura cúbica centrada en el espacio. Ejemplo de estos es el acero ferrítico, por ejemplo, acero de muelles. Para el titanio, o también para el aluminio (otro material utilizable), no es válido esto. Sin embargo, estos materiales son potencialmente apropiados, cuando las desviaciones de las vibraciones del elemento vibratorio en el servicio, son pequeñas en comparación con la desviación máxima posible. Otros materiales posibles son cerámicas, vidrios metálicos o eventualmente otros vidrios, etc.

Objeto de la invención es también un equipo para la desviación de vibraciones mecánicas, conteniendo un primero y un segundo dispositivo que están acondicionados cada uno según la teoría expuesta precedentemente, estando acoplado el punto de suministro de vibraciones del primer dispositivo, con el punto de recepción de vibraciones del segundo dispositivo, de tal manera que una vibración transversal del primer dispositivo en su punto de captación, produce una vibración transversal del segundo dispositivo en su punto de excitación. Gracias a este equipo se puede ampliar todavía una vez más, la zona del ángulo accesible de desviación para el dispositivo individual. Además se produce una variabilidad adicional, en especial es posible una desviación en dos planos. Por ejemplo, el segundo dispositivo se puede mandar y ser giratorio con relación al primer dispositivo. Un equipo giratorio apropiado se puede servir entonces con el mango, o mediante un telemando apropiado, de manera que el usuario no tiene que poner la mano directamente en los dispositivos -no accesibles en algunas situaciones-. Alternativamente el dispositivo puede estar acondicionado para ello también de manera que los dos dispositivos estén fijados uno al otro en un ángulo definido. Este ángulo definido puede ser adaptable, por ejemplo, fuera del lugar.

En el punto de suministro de vibraciones puede estar disponible para el segundo dispositivo, por ejemplo, uno de los dispositivos de acoplamiento antes discutidos, mediante el cual se acopla al segundo dispositivo, una herramienta, pieza a trabajar (por ejemplo, un implante) o una pieza intermedia.

Un aparato de ultrasonidos posee un activador de vibraciones, una electrónica de mando del activador de vibraciones, y un dispositivo (dispositivo) o un equipo que está configurado según la presente teoría.

En el caso de un acoplamiento fijo entre el activador de vibraciones y el dispositivo (sonotrodo), el aparato de ultrasonidos funciona de preferencia de manera que la frecuencia de activación esté situada por debajo de la (primera) frecuencia resonante del elemento vibrador. Una frecuencia de activación distinta de la frecuencia resonante, es ventajosa porque entonces la amplitud de salida se puede controlar bien mediante la elección de la amplitud de entrada. Por el contrario, en caso de un funcionamiento en resonancia, la amplitud del elemento vibratorio (o de la vibración en el punto de captación), sólo se puede controlar con dificultad. Además, el elemento vibratorio y el activador de vibraciones no se tienen que ajustar uno con otro mediante un solo calibrado. Cuando la frecuencia de activación estuviera situada por encima de la frecuencia resonante, una caída de frecuencia por causa de una gran carga durante la aplicación, podría conducir a que la frecuencia se aproximase a la frecuencia de resonancia. En caso de un acoplamiento suelto entre activador de vibraciones y dispositivo, la frecuencia de activación puede corresponder a la frecuencia de resonancia, o a un divisor entero de esta.

La frecuencia de funcionamiento del aparato de ultrasonidos, está situada de preferencia entre 15 kHz y 40 kHz. En caso de una frecuencia de funcionamiento de 20 kHz, la frecuencia de resonancia del elemento vibratorio debería de

estar situada de preferencia, al menos 1 kHz, todavía mejor al menos 2 kHz superior a aquella. De forma muy general, el aparato funcionará con ventaja, al menos un 5% por debajo de la frecuencia de resonancia del elemento vibratorio.

La potencia del aparato de ultrasonidos (es decir, la potencia útil del activador de vibraciones) está para la implantación de implantes dentales, por ejemplo, entre 20 W y 150 W, y la amplitud (según la desviación) de la vibración, está situada en la gama entre 10 μm y 80 μm , por ejemplo, entre 20 μm y 80 μm . La potencia necesaria depende de la masa de la herramienta/pieza a trabajar (en su caso, incluso de eventuales piezas intermedias), de la amortiguación, de pérdidas por fricción, etc. Para los implantes CMF relativamente pequeños en comparación con los implantes dentales, asciende bajo ciertas circunstancias, tan sólo a aproximadamente 1/5 de los valores de arriba. Para la implantación de implantes para otras aplicaciones quirúrgicas, la potencia del aparato de ultrasonidos y la amplitud pueden variar en una gran gama, en cada caso, según la naturaleza del implante (como tal es válido también un medio de fijación para un implante mayor, por ejemplo, un vástago para la fijación de un tejuelo para articulación de rótula). Las potencias dependen mucho de la aplicación elegida. Pueden estar situadas, por ejemplo, entre 0,5 W y 300 W o más -por ejemplo, hasta 2 kW-, las amplitudes, entre 5 μm y 200 μm .

La potencia deseada determina el momento de inercia del dispositivo. Para este la rigidez del elemento vibratorio es un factor determinante, a la que por su parte contribuye el área de la sección transversal. En caso de un elemento vibratorio de titanio para la implantación de implantes dentales, para frecuencias alrededor de 20 kHz, el área de la sección transversal, puede ascender, por ejemplo, a entre 10 y 50 mm².

El dispositivo según la invención y el aparato de ultrasonidos según la invención, son por una parte especialmente ventajosos en caso de una aplicación en la odontología, la cirugía cráneo - maxilo - facial, y la cirugía mínimamente invasiva (MIS). Según el nuevo procedimiento desarrollado, citado al principio, para la fijación de implantes y preparados en material poroso, el implante o preparado se aplica *in situ*, es decir, en el paciente, con vibraciones mecánicas, y se empuja en el material a sujetar. El dispositivo según la invención permite la desviación de las vibraciones mecánicas en cualquier ángulo, en especial también en ángulos ergonómicos, especialmente favorables en el acceso dentro de la boca, en la gama de aproximadamente 110° a 120°, que prevén también, por ejemplo, las fresas dentales como ángulo entre el mango y la broca. Gracias a la forma según la invención, el dispositivo sólo necesita poco espacio en la boca, la altura de trabajo es pequeña. Esto permite el trabajo, también en condiciones difíciles, en pacientes a los que la apertura amplia de la boca causa molestia y sobre todo detrás en la boca. El dispositivo según la invención es ventajoso también para otras aplicaciones del ámbito de la cirugía cráneo - maxilo - facial (CMF). También para aplicaciones en el ámbito de la mecánica, en especial de la mecánica de precisión, lleva ventajas la invención.

De forma especialmente preferente, el dispositivo presenta todavía una cubierta en la forma de una carcasa protectora que puede servir entre otras cosas, para impedir daños secundarios, apantallando partes del cuerpo y del tejido, respecto al dispositivo que vibra mecánicamente. La cubierta puede presentar también al mismo tiempo medios de guía para sujetar y guiar la herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia.

Para los fines de la cirugía mínimamente invasiva, puede estar previsto que una dimensión exterior de una carcasa protectora semejante, se mantenga lo más pequeña posible. Por ejemplo, el dispositivo y la carcasa que lo envuelve, se pueden dimensionar de manera que encontrarían espacio en un tubo cilíndrico con un diámetro interior de 8 mm como máximo.

Asimismo son especialmente ventajosos, el dispositivo según la invención, el equipo según la invención y el aparato de ultrasonidos según la invención, por otra parte para aplicaciones en la cirugía de los implantes, y en la cirugía ósea. Por ejemplo, el sonotrodo acondicionado como dispositivo según la invención, también puede ser ventajoso en el caso de intervenciones quirúrgicas en relación con implantes de articulaciones e implantes de columna vertebral. En general es apropiado para la fijación de implantes en lugares de difícil acceso en el cuerpo humano, por ejemplo, para la fijación entre vértebras, implantes de discos intervertebrales. Asimismo es apropiado, por ejemplo, para la fijación de partes de tejido del propio cuerpo, unas con relación a otras.

Asimismo puede ser ventajosa una utilización del dispositivo según la invención, del equipo según la invención o del aparato de ultrasonidos según la invención, para aplicaciones como las que se describen en la solicitud pública internacional de patente WO 2005/009 256.

A continuación se explican en detalle formas de realización de la invención, de la mano de dibujos. En los dibujos, muestran:

- La figura 1, una representación esquemática de un aparato de ultrasonidos con un sonotrodo -dibujado quitado-, así como de un implante y de una pieza intermedia.

- La figura 2, una vista de una primera forma de realización de un sonotrodo según la invención.

- Las figuras 3a y 3b, unas vistas de dos variantes de una segunda forma de realización de un sonotrodo según la invención.

- La figura 4, una vista de una tercera forma de realización de varias piezas, de un sonotrodo según la invención.

ES 2 332 244 T3

- Las figuras 5a a 5j, representaciones esquemáticas de formas posibles del elemento vibratorio.

- Las figuras 6a a 6d, representaciones esquemáticas de posibles formas de acoplamiento, para acoplar el elemento vibratorio con una herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia.

- Las figuras 7a a 7e, cada una, una representación esquemática de una forma de articulación para el acoplamiento del elemento vibratorio en un elemento de fijación.

- Figura 8, una disposición con un primero y un segundo sonotrode.

- Figura 9, un ejemplo del acoplamiento de los dos sonotrodes, de manera que el segundo sonotrode no pueda girar con relación al primer sonotrode.

- Figura 10, un ejemplo de aplicación, a saber, la fijación de un tejuelo para articulación de rótula.

- Figuras 11 y 12, cada una, otro ejemplo de aplicación de la cirugía articular, a saber, la fijación de un implante de meseta de tibia (cabeza artificial de la tibia), de dos formas distintas.

- Figura 13, un ejemplo de aplicación de la cirugía de columna vertebral, a saber, la fijación de un disco intervertebral en el cuerpo de la vértebra.

- Figura 14, otro ejemplo de la cirugía de columna vertebral, a saber, la fijación de una placa de estabilización.

- Figura 15, un dispositivo según la invención con carcasa protectora, y

- Figura 16, una vista de otra forma de realización de un sonotrode según la invención.

El aparato de ultrasonidos según la figura 1, representado esquemáticamente, es apropiado para el empleo como aparato manual. Contiene en una carcasa 1, en una forma conocida en sí misma, un piezocuarzo vibratorio no representado, y medios para la transmisión de una vibración del mismo, a un activador 2 de vibraciones. La carcasa tiene una forma fundamental alargada, como es típica para instrumentos de empleo dental. En el dibujo todavía está ilustrado esquemáticamente un mango 3. Asimismo está representada esquemáticamente una electrónica 4 de mando y activación que suministra una tensión inicial que pone en marcha el piezocuarzo vibratorio con la frecuencia y amplitud deseada.

En la figura 1 se ve, además, un sonotrode 5 que sirve para la desviación de las vibraciones mecánicas, que se toman en el activador 2 de vibraciones. Cuando un punto 5.1 de recepción de vibraciones del sonotrode se pone a vibrar mediante el activador de vibraciones, a lo largo de un primer eje 6.1, produce una vibración de un punto 5.2 de suministro de vibraciones, a lo largo de un segundo eje 6.2 que forma un ángulo α (ángulo de desviación) con el primer eje 6.1.

Asimismo en la figura 1 está representado -esquemáticamente- un implante 7 dental y un elemento 8 de plástico (por ejemplo, de PEEK [poliarilétercetona] un plástico de alta capacidad de carga mecánica y térmica) que sirve como pieza intermedia o de enlace.

En cada caso según el uso previsto y la forma de realización, el sonotrode puede ser giratorio alrededor de su primer eje 6.1, lo cual es lógico, por ejemplo, cuando el aparato de ultrasonidos no sea en lo esencial cilíndrico como se ha representado, sino que tenga otra forma cilíndrica no simétrica.

Un primer ejemplo de un acondicionamiento concreto del sonotrode 5 según la invención, lo muestra la figura 2. El elemento de fijación contiene un vástago 11 roscado. Este se separa de una zona 12 de acuerdo, mediante un collar 13. El elemento 14 vibratorio está acoplado en un extremo frontal mediante una articulación 15 de enlace, en la zona 12 de acuerdo. El punto de suministro de vibraciones coincide con el punto 14.2 de captación, en el que el elemento vibratorio presenta un muñón 16 de acoplamiento en el que se puede acoplar -eventualmente con mediación de una pieza intermedia- una pieza a trabajar (por ejemplo, un implante) o una herramienta.

Cuando el sonotrode se activa en el punto de recepción de vibraciones, mediante una vibración en la dirección de la flecha 17 -la vibración corresponde a una vibración longitudinal del vástago roscado-, mediante la articulación 15 que se define en el punto 14.1 de excitación, se activa una vibración transversal del elemento vibratorio en el punto de excitación. Se genera una vibración (fundamental) en la que el primer brazo 14.3 y el segundo brazo 14.4 del elemento vibratorio de forma de V, vibran uno frente a otro, en la forma de un diapasón. A causa de la acción de la articulación 15 en forma de charnela, esta vibración no concuerda con una vibración correspondiente del centro de gravedad de masas del elemento vibratorio, sino que más bien el primer brazo puede "bascular alejándose" de la zona de acuerdo, hacia arriba o hacia abajo, de manera que un punto 14.5 neutral permanece aproximadamente estacionario durante la vibración. El ángulo entre la dirección longitudinal del elemento vibratorio en el punto 14.1 de excitación, y la dirección longitudinal en el punto de captación, asciende a 110° , es decir, el ángulo entre los dos brazos 14.3, 14.4, es aproximadamente de 70° .

ES 2 332 244 T3

La forma de la sección transversal (en un corte perpendicular a la dirección longitudinal) del elemento vibratorio, es aproximadamente rectangular, y de manera que el elemento presente en dirección perpendicular al plano del dibujo, una anchura mayor que en la otra dirección. Esto ayuda a atenuar las vibraciones perpendicularmente al plano del elemento vibratorio.

La forma de realización del sonotrode según la figura 3a, se diferencia de la de la figura 2, en que la articulación 15 no se conecta al elemento vibratorio frontalmente, sino lateralmente. De este modo se hace posible una forma constructiva más compacta, puesto que se puede suprimir la zona de acuerdo del sonotrode según la figura 2. La articulación 15 casi se golpea a causa de una vibración longitudinal (en la dirección de la flecha 17) del elemento 11 de fijación. Pero tiene un efecto similar al de la figura 2, es decir, permite un basculamiento alejándose, del elemento vibratorio, con lo que el punto 14.5 neutral puede permanecer aproximadamente estacionario durante la vibración.

La variante de la figura 3b -representada sólo esquemáticamente- se diferencia de la de la figura 3a en que en la zona del primer brazo 14.3 existe una masa 14.7 adicional. Gracias a esta se pueden influenciar y optimizar las características de resonancia del dispositivo y, por tanto, el comportamiento vibratorio en el punto de suministro de vibraciones, y las cargas en la zona de la charnela 15 y del punto 14.5 neutral. Por lo tanto, el dispositivo según la figura 3b presenta:

Un elemento 11 de fijación que en funcionamiento vibra longitudinalmente, y que puede estar configurado como vástago roscado.

- Una charnela 15 que se une a él en dirección longitudinal.
- Un elemento 14 vibratorio fijado a la charnela, con un primer brazo 14.3 y con un segundo brazo 14.4, estando colocada la charnela 15 en el primer brazo, y pudiendo ser los dos brazos, rectos o curvados.
- Una zona curvada o fuertemente curvada que se encuentra entre el primer brazo y el segundo brazo, siendo un acuerdo entre la charnela 15 y el primer brazo 14.3, lateral con respecto al primer brazo existiendo en el primer brazo, en un costado del primer brazo 14.3, opuesto a la zona curvada con respecto al acuerdo citado, una masa antagonista (es decir, el primer brazo sobresale "hacia atrás" más allá del acuerdo),
- y siendo de una sola pieza, el elemento de fijación, la charnela y el elemento vibratorio.

La forma de realización según la figura 4 es parecida a las de las figuras 3a y 3b, pero se diferencia de estas en que el sonotrode 5 no es de una sola pieza, sino que el elemento 11 de fijación está separado del elemento vibratorio, y se puede acoplar a este mediante un elemento de unión, por ejemplo, un tornillo (no representado). En la figura son visibles un agujero 21 pasante para el tornillo en el elemento vibratorio, y un agujero 22 ciego correspondiente en el elemento 11 de fijación. En cada caso según la elasticidad del material del tornillo, la unión roscada puede ser en lo esencial fija, o puede actuar asimismo como articulación, como se explica todavía más abajo.

Mientras que en las formas de realización de las figuras 2 - 4, la activación de la vibración se lleva a cabo "en el eje" -es decir, los elementos entre el activador 2 de vibraciones y el elemento 14 vibratorio, están situados todos en un eje común-, cabe imaginar también posibilidades alternativas. Una posibilidad alternativa semejante está ilustrada muy esquemáticamente en la figura 16. El elemento de fijación tiene una forma de L, de manera que el punto inicial del elemento 14 vibratorio -formado por la charnela 15- está dispuesto desplazado del eje. Junto con la geometría diferente -esta puede ser ventajosa según la aplicación- tiene como consecuencia que la zona 12 de acuerdo se puede poner a vibrar en forma basculante con respecto al vástago 11 roscado. Estas pueden tener una influencia sobre las resonancias del sistema, y sobre la amplitud en el punto de suministro de vibraciones.

En las figuras 5a a 5j están dibujadas muy esquemáticamente formas posibles de elementos vibratorios de un sonotrode según la invención. Los elementos vibratorios pueden estar fijados -en su caso, vía articulación- en cualesquiera elementos de fijación, o directamente en el activador de vibraciones, o estar desmoldeados de una sola pieza con los elementos de fijación. Pueden presentar distintos dispositivos de acoplamiento. En todos los elementos vibratorios se parte de un ángulo de desviación de unos 100° - 120°; naturalmente son posibles y evidentes modificaciones correspondientes para otros ángulos.

El elemento 14 vibratorio según la figura 5a, es arqueado, es decir, curvado en toda su longitud, pudiendo ser constante el ángulo de la curvatura, pero no teniendo que ser constante.

También el elemento vibratorio según la figura 5b es arqueado. Se diferencia del de la figura 5a en que el punto 14.2 de captación está situado en la cara interior, por lo que el ángulo de dobladura asciende a 180° menos el ángulo de desviación. El elemento vibratorio está curvado hacia la herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia.

En las variantes del elemento vibratorio, dibujadas a continuación, el punto de captación de cada una está en la cara exterior; pero en cada uno de los casos dibujados son posibles modificaciones para el caso de un punto de captación

ES 2 332 244 T3

en la cara interior. En el caso de que el ángulo de desviación deba de estar situado en la gama entre 190° y 130°, una modificación semejante se acompaña con una variación del ángulo de dobladura entre 50° y 80°. En conjunto se deduce una gama interesante en general, de ángulos de dobladura entre 50° y 130°.

5 El elemento vibratorio según la figura 5c es de forma de V, es decir, en el sector 14.6 curvado se conectan dos brazos 14.3, 14.4. Los dos brazos pueden, pero no tienen que, tener las mismas dimensiones (longitud, área de la sección transversal o curso del área de la sección transversal), ni el mismo acondicionamiento (forma de la sección transversal, naturaleza de la superficie, etc.).

10 La figura 5d muestra un elemento vibratorio de forma de Ω , mientras que la figura 5e representa un elemento vibratorio de forma de gancho. El elemento vibratorio de forma de gancho se puede considerar como una combinación de los conceptos de un elemento vibratorio de forma de Ω (primer brazo 14.3), con un elemento vibratorio de forma de V (segundo brazo 14.4). De forma muy general son posibles tales combinaciones, así pues también de forma arqueada en V, de forma arqueada en Ω , etc.

15 En la figura 5f se ve un elemento vibratorio que se puede considerar casi una solución intermedia entre un elemento vibratorio de forma de Ω y uno de forma de V. Un elemento vibratorio semejante actúa en forma similar a un elemento vibratorio de forma de V, pero está optimizado en esfuerzos.

20 La figura 5g muestra una variante del elemento vibratorio de la figura 5f, estando aumentado el espesor (o sea, el área de la sección transversal) en el sector 14.6 curvado, en comparación con los brazos 14.3, 14.4. Un elemento vibratorio semejante es algo más rígido que el de la figura 5f, así pues tiene una frecuencia resonante mayor para características dadas del material.

25 El elemento vibratorio de la figura 5h es asimismo una variante del de la figura 5f, teniendo los dos brazos 14.3, 14.4 espesores diferentes y en consecuencia también, diferentes masas. Cuando, como está dibujado, el brazo 14.3 con el punto de excitación, tiene la masa mayor, el elemento vibratorio provoca una amplificación de la amplitud.

30 Por el contrario, el elemento vibratorio de la figura 5i, una variante del elemento vibratorio de la figura 5c, posee una masa 14.7 extra en la zona del punto de captación, lo cual tiene como consecuencia una reducción de la amplitud.

35 El elemento 14 vibratorio de la figura 5j presenta entre una pieza 14.12 central y cada uno de los dos brazos 14.3, 14.4, un estrechamiento 14.11, 14.11' de forma de charnela. Los estrechamientos reducen la rigidez del elemento vibratorio como un todo y, por tanto, disminuyen para el mismo tamaño en comparación con un elemento vibratorio como en la figura 5c, la frecuencia resonante y, por tanto, también según los parámetros funcionales, la frecuencia óptima de trabajo. También es posible dimensionar menor un elemento vibratorio según la figura 5j. De este modo se puede diseñar el elemento vibratorio de manera que para los mismos materiales, la frecuencia resonante esté en una zona semejante como en un elemento vibratorio mayor según la figura 5c. Así pues una rigidez reducida del elemento vibratorio, es una forma de minimizar el elemento vibratorio y, por tanto, todo el dispositivo.

40 Las variantes de las figuras 5g - 5j son aplicables también a los elementos vibratorios de las figuras 5a a 5e ó 5a, 5b y 5d a 5f; también son posibles combinaciones unas con otras, de las variantes.

45 Las figuras 6a a 6d muestran ejemplos de elementos de acoplamiento. En cada una de las figuras está dibujado un brazo del lado del punto de captación de un elemento 14 vibratorio, en dos vistas distintas, o representaciones en corte.

50 El acoplamiento según la figura 6a se consigue mediante el juego combinado de un muñón 16 de acoplamiento, con un vaciado 8.1 correspondiente en la pieza 8 de enlace. La disposición inversa (agujero 14.8 en el elemento vibrador, muñón 31 en la pieza de enlace), la muestra la figura 6b. Este tipo del acoplamiento es sencillo de fabricación, y permite un acoplamiento sencillo, pero es propenso a errores angulares y de rotación no segura. Cuando en lugar de un muñón cilíndrico circular, se utiliza otro muñón no simétrico en rotación -se puede elegir una sección transversal poligonal, elíptica, de forma de estrella, etc.-, se obtiene un acoplamiento análogo al simétrico en rotación de la figura 6a ó 6b.

55 Con respecto a la propensión a errores angulares, se subsana con un acoplamiento de rótula según la figura 6c: Un elemento 32 esférico de la pieza 8 de enlace interacciona con un vaciado 14.8 de forma de tejuelo para articulación de rótula del elemento vibratorio. Este tipo de enlace tampoco es de rotación segura. Pero también es posible una variante de rotación segura, como muestra la figura 6d. Según esta forma de realización, la pieza 8 de enlace posee un elemento 33 de acoplamiento esférico no simétrico de cilindro, el cual interacciona con un rebaje 14.9 correspondiente del elemento vibratorio. Naturalmente las variantes según las figuras 6c y 6d, también pueden estar acondicionadas en la disposición inversa. Cabe imaginar otras variantes de acoplamiento, por ejemplo, con muñones ligeramente cónicos.

65 Además de los elementos dibujados, un acoplamiento puede contener también medios separados, mediante los cuales se puedan transmitir fuerzas de tracción a la herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia. Esto es necesario en ciertas circunstancias, en formas de realización en las que se desea una unión fija entre el dispositivo y la herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia, y en las que no son suficientes las fuerzas de fricción y/o de apriete de los medios

de acoplamiento de arriba. Tales medios separados pueden presentar, en forma conocida en sí misma, elementos que discurren transversales a la dirección de la vibración, y que se agarran unos a otros por detrás, por ejemplo, en la forma de un enclavamiento de bayoneta, o en otra forma conocida en sí misma.

En las figuras 7a a 7e están dibujadas muy esquemáticamente distintas formas de realización de uniones entre un elemento 11 de fijación (o, como alternativa para formas de realización de más de una sola pieza, el activador de vibraciones) y el elemento 14 vibratorio. La articulación 15 según la figura 7a corresponde a la ya debatida antes. La figura 7b muestra una variante de ella. Según la figura 7c la articulación se forma por una falta de homogeneidad del material en el acuerdo entre elemento 11 de fijación y elemento 14 vibratorio. En la zona 41 de acuerdo, el sonotrode se compone de un material con un módulo de elasticidad menor en comparación con el elemento vibratorio y el elemento de fijación. Según la figura 7d la unión es una unión roscada (como en la figura 4), siendo extensible el tornillo 42, porque presenta un diámetro comparativamente pequeño, y/o está fabricado de un material con un módulo de elasticidad menor. En lugar de cómo unión roscada, la unión se puede llevar a cabo también de otra forma comparable, por ejemplo, como unión a bayoneta. Finalmente la figura 7e muestra una variante de una unión roscada con un tornillo no, o no muy extensible, y con un elemento 43 elástico compresible que, por ejemplo, puede estar fijado al tornillo. También aquí cabe imaginar en lugar de un tornillo, otro medio de unión.

Naturalmente también son posibles variantes con otras geometrías, medios de fijación, etc.

En este texto se designa con “elemento vibratorio”, como se ha citado muchas veces anteriormente, el componente del dispositivo que como un todo, tiene una forma alargada, está curvado y realiza la vibración propiamente dicha -en forma análoga a los dos brazos de un diapason-. El punto de captación es aquel punto en el que se toma la vibración del elemento vibratorio. En todas las formas dibujadas de realización, el punto de suministro de vibraciones coincide con el punto de captación. Esto no es un requisito necesario. A diferencia de esto, el sonotrode puede presentar, por ejemplo, entre el punto de captación y el punto de suministro de vibraciones, un elemento de transición que tiene una forma geométrica cualquiera, y mediante el cual, las vibraciones se transmiten, por ejemplo, como vibraciones longitudinales, desde el punto de captación al punto de suministro de vibraciones. Entonces el dispositivo de acoplamiento está disponible en general, en el extremo del elemento de transición alejado del elemento vibratorio. Un elemento semejante de transición puede tener, por ejemplo, la forma de una varilla unida rígidamente con el elemento vibratorio, y permitir un alargamiento del aparato en lugares remotos.

En todos los ejemplos discutidos anteriormente, el punto de excitación y el punto de captación, se encuentran en la proximidad de cada uno de los extremos del elemento vibratorio. Esto no es ninguna necesidad. Más bien, por ejemplo, mediante la elección del punto de captación, se puede influenciar la amplitud de la vibración captada. Esto se esquematiza como ejemplo en la figura 5i mediante flechas dobles. En caso de un desplazamiento del punto de captación desde el extremo 14.2 exterior hacia dentro a puntos 14.2', 14.2'' alternativos de captación, la amplitud se puede disminuir en principio, de forma continua. Cuanto más alejado del extremo derecho en la figura, del elemento vibratorio, esté colocado el punto de captación, tanto menor es la amplitud de la vibración captada. Como es natural el punto de excitación se puede desplazar también análogamente, a lo largo del primer brazo. Además se puede disponer distal respecto al punto de captación, un contrapeso con el que se pueden influenciar la amplitud y la frecuencia resonante. (En la figura 5i, si se coloca el punto de captación en el punto 14.2'', la masa extra actúa como un contrapeso semejante). Alternativa o complementariamente, también se puede poner a disposición un contrapeso semejante, distal del punto de excitación.

Estas consideraciones referentes al punto de excitación y de captación, así como a contrapesos, se discutieron a modo de ejemplo, de la mano del ejemplo de realización según la figura 5i. Son válidas por analogía para todas las otras geometrías del elemento vibratorio.

En la figura 8 está dibujada esquemáticamente una disposición con dos dispositivos (sonotrodes) del tipo según la invención, que forman juntos un equipo para la desviación de vibraciones mecánicas. El primer sonotrode 5 no está en contacto directo con la pieza a trabajar o con la pieza 8 de enlace, sino que sirve como pieza de transición (convertidor) que desvía las vibraciones recibidas en el activador 2 de vibraciones, un primer ángulo de desviación, y las excita en el segundo sonotrode 5'. Este está equipado asimismo según la invención, y desvía pues las vibraciones un segundo ángulo de desviación. El segundo ángulo de desviación puede ser igual de grande, según su valor, que el primer ángulo de desviación, o los dos ángulos de desviación pueden ser distintos.

Según una primera alternativa, la unión entre el primero y el segundo sonotrode, puede ser fija. Pero también puede ser influenciable la orientación del segundo sonotrode con respecto al primero. Por ejemplo, la orientación se puede ajustar antes de la operación -fuera del lugar-, y se puede fijar, por ejemplo, con un tornillo prisionero de sujeción.

Según otra alternativa la unión puede ser móvil, y la orientación relativa de los sonotrodes, se puede modificar *in situ*. Así el segundo sonotrode puede ser giratorio alrededor del segundo eje 6.2 del primer sonotrode. Esto se puede hacer, por ejemplo, mediante un dispositivo de giro que se puede manejar desde el aparato de ultrasonidos. Un dispositivo semejante puede presentar en forma conocida en sí misma, dispositivos para la desviación de fuerza y/o de pares de fuerzas (cables de accionamiento, etc.), que se ponen en funcionamiento, por ejemplo, por un motor eléctrico, o eventualmente a mano. Alternativamente a esto, medios de accionamiento del dispositivo de giro, pueden actuar también directamente en el lugar del acoplamiento entre el primero y el segundo sonotrode. Por ejemplo, en cada caso según el acondicionamiento del sonotrode, mediante vibraciones mecánicas en una gama de frecuencias que

es distinta de la frecuencia de trabajo, se puede disparar en el primer sonotrode una vibración que provoca una rotación del segundo sonotrode, en forma parecida al principio de un motor piezoeléctrico.

En la figura 9 está dibujada una forma alternativa de realización de un acoplamiento, en el que un muñón 16 de acoplamiento de uno de los sonotrodes y el correspondiente vaciado del otro sonotrode, no tienen simetría de rotación, sino, por ejemplo, forma poligonal en sección transversal. Un acoplamiento semejante permite la disposición de los dos sonotrodes en relación uno con otro, en un número discreto de orientaciones definidas. En una orientación una vez elegida, los dos sonotrodes están fijos, una adaptación de la orientación sólo es posible fuera del lugar, mediante la extracción del muñón 16 de acoplamiento de uno de los sonotrodes, del correspondiente vaciado del otro sonotrode, y la reintroducción en otra orientación.

La figura 10 muestra un procedimiento en el que se pueden utilizar el sonotrode según la invención, y también el dispositivo para la desviación de vibraciones mecánicas. Muy esquemáticamente y en forma fragmentaria está dibujado un hueso 51 de la pelvis en el que se instala una cavidad 52 cotiloidea artificial. Esto se hace con una multitud de implantes 53 que están acondicionados según el principio descrito en los documentos WO 02/069'817 y WO 2004/017 857.

En un primer paso se emplaza la cavidad cotiloidea según un procedimiento conocido en sí mismo. A continuación, a través de aberturas 52.1 previstas para ello, se guían implantes del tipo citado, y por fluidificación de material termoplástico o tixótropo en su superficie, mediante aplicación de vibraciones mecánicas, se fijan en el material poroso de los huesos. Antes de la aplicación de las vibraciones mecánicas, opcionalmente se pueden llevar a cabo taladros en el hueso, para poder realizar la introducción de los implantes con menos gasto de energía. Los implantes pueden estar configurados de manera que al aplicar vibraciones mecánicas en el lado proximal, se forme una especie de cabeza mediante la cual se fije la cavidad cotiloidea artificial. Alternativamente a esto puede existir también una cabeza prefabricada, y/o se puede llegar a una infiltración de material termoplástico del implante, en un sector poroso de la superficie de la cavidad cotiloidea. Como otra alternativa, la cavidad cotiloidea puede presentar zonas de plástico, y se llega a una soldadura térmica de estas zonas con zonas del implante.

En el procedimiento según la figura 10, resaltan especialmente bien las ventajas de la invención: los distintos implantes se tienen que hincar en los huesos bajo ángulos diferentes. Gracias a la desviación de las vibraciones mecánicas con un sonotrode según la invención, esto es factible muy fácilmente. Especialmente ventajosa es la utilización de un dispositivo según la figura 9, en especial cuando el segundo sonotrode se pueda girar con relación al primero, por el usuario *in situ*, mediante un dispositivo de giro -o sea sin que el aparato se tuviera que retirar del lugar de la operación-.

Aun cuando en la figura 10 está dibujado el ejemplo de una cavidad cotiloidea, cabe imaginar un proceder análogo también para otras operaciones comparables, por ejemplo, para una articulación del hombro.

La figura 11 muestra la fijación de un implante 61 de meseta de tibia, según una primera variante. El implante 61 de meseta de tibia presenta zonas 61.1 porosas predefinidas de poros abiertos. En un primer paso se coloca mediante un procedimiento conocido en sí mismo, en su posición definitiva en el hueso 62 de la tibia. A continuación se introduce un polímero (termoplástico o eventualmente tixótropo) por las zonas 61.1 porosas, lo cual se hace mediante la aplicación de vibraciones mecánicas a un preparado 63 configurado como cuerpo del polímero, y con compresión simultánea contra las zonas porosas. Junto con las zonas porosas, el polímero infiltra también el hueso, y se cuida así de una estabilidad primaria. Las zonas porosas participan en consecuencia ventajosamente en la integración ósea, y permiten que el implante de meseta de tibia se suelde bien creciendo con el hueso.

Un proceso análogo al de la figura 11 -introducción de un preparado de polímero a través de zonas porosas- se puede aplicar también cuando se pueda fijar en el hueso un tejuelo para articulación de rótula.

La segunda variante para la fijación de un implante 71 de meseta de tibia en el hueso 62 de la tibia, como se muestra en la figura 12, se basa en el procedimiento según los documentos WO 02/069'817 y WO 2004/017 857. En la figura de la izquierda está dibujado un hueso 62 de la tibia con el implante 71 de meseta de tibia, antes de la implantación de un segundo implante 73, a la derecha se ve un detalle con el implante implantado. El implante de meseta de tibia se coloca primeramente en su posición definitiva, mediante un procedimiento conocido en sí mismo, que contiene también la preparación operativa del hueso de la tibia. A continuación se hincan en el hueso implantes 73 cuyas superficies presentan, al menos parcialmente, polímero 73 termoplástico o tixótropo, a través de aberturas 71.1 prefabricadas del implante de meseta de tibia. También aquí se pueden llevar a cabo opcionalmente de antemano, taladros previos en el hueso. Como en el procedimiento según la figura 10, los implantes 73 pueden estar configurados de manera que al aplicar vibraciones mecánicas en el lado proximal, se forme una especie de cabeza mediante la cual se fija la cabeza artificial de la tibia. Alternativamente a esto, también puede existir una cabeza 73.2 prefabricada, y/o se puede llegar a una infiltración de material termoplástico del implante en un sector poroso de la superficie de la cabeza artificial de la tibia, o por último el implante se puede soldar por zonas. En la forma dibujada de realización, el implante posee un núcleo 73.3 duro, por ejemplo, de titanio o de otro material apropiado no deformable.

Durante una operación como aquellas según las figuras 11 y 12, la cabeza de la tibia es accesible desde el costado, pero las vibraciones mecánicas y la presión se tienen que aplicar desde arriba u oblicuamente desde arriba. Por este motivo, la utilización de un sonotrode según la invención que desvíe vibraciones mecánicas en un ángulo de desviación, es aquí especialmente ventajosa. También se puede utilizar un dispositivo según la figura 9.

En las figuras 13 y 14 todavía se muestran procedimientos de la cirugía de columna vertebral, que se pueden realizar con el proceso según la invención.

La figura 13 muestra la fijación de un disco intervertebral (es decir, un implante de disco intervertebral) en los cuerpos de las dos vértebras contiguas. Como implante 81 de disco intervertebral se puede utilizar un implante estándar de disco intervertebral. Este se emplaza primeramente con procedimientos conocidos en sí mismos, entre los cuerpos de las vértebras. A continuación se introducen implantes 82 con el procedimiento según los documentos WO 02/069'817 y WO 2004/017 857, para fijar el implante. Aquí el material polímero que se fluidifica mediante la aplicación de vibraciones mecánicas, se infiltra en el material poroso de la vértebra 83 y, según una primera variante, también en el material poroso del implante 81 de disco intervertebral. Según una segunda variante el material polímero del implante 82 se une por fusión superficialmente con el material del implante de disco intervertebral, en la forma de una soldadura por ultrasonidos. Según otras variantes se lleva a cabo la fijación del implante de disco intervertebral como se ha dicho en los citados ejemplos de realización antes descritos, mediante una cabeza (avellanada) que está preconformada o se forma al hincar.

También en el procedimiento según la figura 13, es muy ventajosa la desviación de vibraciones mecánicas mediante el dispositivo según la invención y, en su caso, mediante el equipo según la invención, puesto que los implantes 82 se hincan en el hueso en un punto de muy difícil acceso y en un ángulo.

Finalmente la figura 14 muestra una placa 91 que se puede fijar en dos vértebras, y utilizar para la estabilización de la columna vertebral. La placa es, al menos por zonas, de material elástico, y se puede contraer y dilatar, como se simboliza con la doble flecha, deformándose la parte central. De preferencia se fija mediante implantes 92 de sección transversal de forma no circular, con lo que se produce una estabilidad mecánica completa, incluso cuando en conjunto sólo se empleen dos implantes 92 para la fijación. Para la fijación de los implantes en el material óseo y de la placa 91 con los implantes, se utiliza el procedimiento mostrado en los documentos WO 02/069'817 y WO 2004/017 857, y discutido de la mano de los ejemplos precedentes de realización.

Los procedimientos quirúrgicos mostrados en las figuras precedentes, pueden ser en especial mínimamente invasivos.

Los implantes mostrados en las figuras precedentes, se basan todos en el principio de que en su superficie existe, al menos parcialmente, material termoplástico que se puede fluidificar en contacto con tejido duro, mediante vibraciones mecánicas. Alternativamente a este proceso diseñado, los implantes -o al menos uno de ellos- pueden presentar también un casquillo no fluidificable mediante las vibraciones mecánicas, con una multitud de aberturas, existiendo en el interior del casquillo, material fluidificable que durante el proceso de implantación se fluidifica mediante las vibraciones mecánicas, y se presiona hacia fuera a través de las aberturas, y penetra en el interior de las estructuras porosas del tejido duro. Tales implantes son conocidos también por el estado actual de la técnica, por ejemplo, por el documento WO 02/069'817.

Cabe imaginar otros muchos procedimientos quirúrgicos en los que sea ventajosa la aplicación del sonotrodo según la invención, del dispositivo según la invención, o del aparato según la invención.

Los procedimientos quirúrgicos descritos en las figuras 10-14, se pueden realizar también con otros aparatos que produzcan vibraciones mecánicas, lo cual es menos preferente, y con sonotrodes como los aquí descritos y reivindicados.

En la utilización de dispositivos según la invención para procedimientos quirúrgicos, odontológicos o maxilares, puede ser deseable apantallar partes del tejido, de las vibraciones mecánicas, para evitar daños secundarios. Esto se puede hacer mediante una carcasa 101 protectora como se ilustra muy esquemáticamente en la figura 15. La carcasa protectora puede estar configurada de manera que se pueda meter a través de un primer medio de guía -aquí a través de una primera abertura 101.1- directamente en la carcasa del aparato que produce las vibraciones, de manera que la posición relativa de sonotrodo 5 y carcasa 101 protectora se establece de este modo, y en la carcasa protectora no es necesario ningún apoyo costoso que desacople las vibraciones. En estado fuera de servicio, el sonotrodo se puede sujetar en su lugar con relación a la carcasa mediante medios de fijación, de los que está desacoplado en estado de servicio, pudiendo provocarse el desacoplamiento, por ejemplo, metiéndolos en el sonotrodo.

En forma especialmente preferente, la carcasa protectora presenta dos medios de guía con los que se pueden guiar medios de sujeción para la herramienta, pieza a trabajar o pieza intermedia. En el ejemplo de realización, dibujado muy esquemáticamente, se forman estos mediante una segunda abertura 101.2.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (5, 5') para la desviación de vibraciones mecánicas, en el que el dispositivo se puede poner en vibración en un punto (5.1) de recepción de vibraciones a lo largo de un primer eje (6.1), y esta tal vibración produce en un punto (5.2) de suministro de vibraciones, una vibración, a lo largo de un segundo eje (6.2), formando el primero y el segundo eje, un ángulo, y estando configurado el punto de recepción de vibraciones para la conexión de un activador (2) de vibraciones, y el punto de suministro de vibraciones, para la conexión de una herramienta, pieza a trabajar o pieza (7, 8) intermedia, **caracterizado** porque el dispositivo presenta un elemento (14) vibratorio que está curvado longitudinalmente y entre dos extremos, y en el que están dispuestos, un punto (14.1) de excitación y un punto (14.2) de captación, estando configurado el dispositivo de manera que el elemento vibratorio, vibre transversalmente en el punto de excitación y en el punto de captación, cuando se aplica una vibración al punto de recepción de vibraciones.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el elemento (14) vibratorio suministra la vibración transversal en el punto (14.2) de captación, lateralmente respecto a un eje del elemento vibratorio.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el ángulo entre una dirección longitudinal del elemento vibratorio en el punto (14.1) de excitación y una dirección longitudinal del elemento vibratorio en el punto (14.2) de captación, asciende a más de 90°.
4. Dispositivo según alguna de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el elemento (14) vibratorio, con referencia a un punto (14.5) neutral, presenta dos brazos (14.3, 14.4) vibratorios, estando configurado el punto (14.1) de excitación en el primer brazo (14.3) vibratorio, y el punto (14.2) de captación, en el segundo brazo (14.4) vibratorio, y estando configurado el centro de gravedad de masas del segundo brazo (14.4) vibratorio, con referencia a un plano que discurre paralelo al primer eje (6.1) y perpendicular a un plano axial subtendido por el primer eje (6.1) y el segundo eje (6.2), al mismo lado del centro de gravedad de masas del primer brazo (14.3) vibratorio.
5. Dispositivo según alguna de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque entre un elemento (11) de fijación y el punto (14.1) de excitación del elemento (14) vibratorio, está configurada una articulación (15).
6. Dispositivo según alguna de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el elemento (14) vibratorio discurre en un plano, estando dispuesto de preferencia el punto (14.2) de captación en una cara exterior del elemento (14) vibratorio.
7. Dispositivo según alguna de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el ángulo entre el primer eje (6.1) y el segundo (6.2), asciende a entre 100° y 130°.
8. Dispositivo según alguna de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el punto (14.2) de captación coincide con el punto (5.2) de suministro de vibraciones.
9. Dispositivo según alguna de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el punto (14.1) de excitación está dispuesto en un extremo del elemento (14) vibrador, y el punto (14.2) de captación, en el otro extremo.
10. Dispositivo según alguna de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por una carcasa (101) protectora que envuelve al menos el elemento (14) vibratorio, y apantalla el entorno, de las oscilaciones mecánicas.
11. Dispositivo según alguna de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque en el punto (5.2) de suministro de vibraciones existe un muñón (16) de acoplamiento para el acoplamiento desmontable de la herramienta, la pieza a trabajar o la pieza intermedia (7, 8), estando adaptado el muñón (16) de acoplamiento, de preferencia a una herramienta, a una pieza (7) a trabajar configurada como implante o preparado, o a una pieza (8) intermedia, como las que se utilizan en odontología o cirugía.
12. Equipo para la desviación de vibraciones mecánicas, que presenta un primer dispositivo (5) según alguna de las reivindicaciones 1 a 11, y un segundo dispositivo (5') según alguna de las reivindicaciones 1 a 11, estando acoplado el punto de suministro de vibraciones del primer dispositivo (5) con el punto de recepción de vibraciones del segundo dispositivo (5'), de tal manera que una vibración transversal del primer dispositivo (5) en su punto de captación, produce una vibración transversal del segundo dispositivo (5') en su punto de excitación.
13. Equipo según la reivindicación 12, **caracterizado** porque un muñón (16) de acoplamiento entre el primer dispositivo (5) y el segundo (5'), está configurado de manera que el segundo dispositivo (5') se pueda colocar con relación al primer dispositivo (5) en distintas posiciones que se diferencian mediante una rotación alrededor del segundo eje (6.2) del primer dispositivo (5).
14. Aparato de ultrasonidos que presenta un activador (2) de vibraciones, una electrónica (4) de mando del activador de vibraciones, y un sonotrodo, **caracterizado** porque el sonotrodo está configurado como dispositivo (5) según alguna de las reivindicaciones 1 a 11.

ES 2 332 244 T3

15. Aparato de ultrasonidos según la reivindicación 14, **caracterizado** porque la electrónica (4) de mando del activador de vibraciones, está configurada o programada de manera que el dispositivo (5) se excita mediante el activador de vibraciones, a una vibración en una frecuencia que está situada por debajo de su frecuencia natural de vibración.

5

10

15

20

25

30

35

40

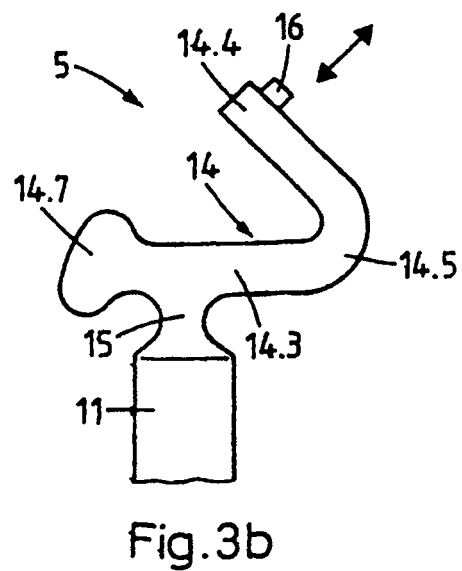
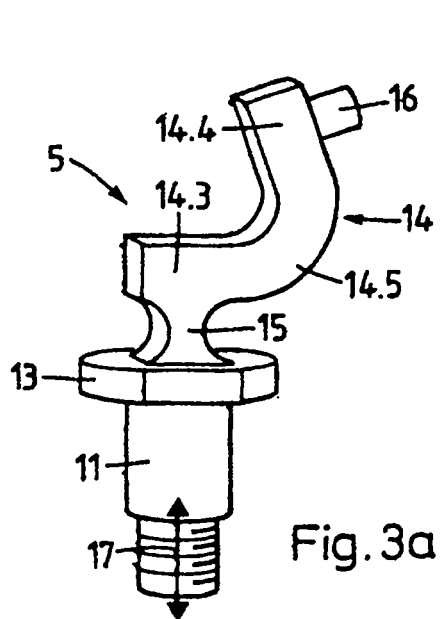
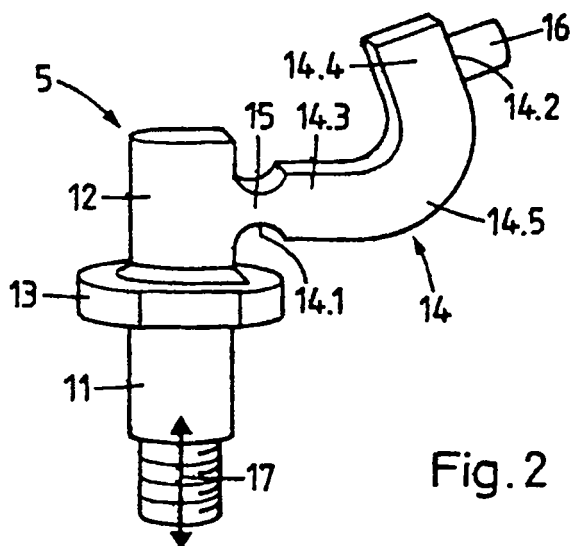
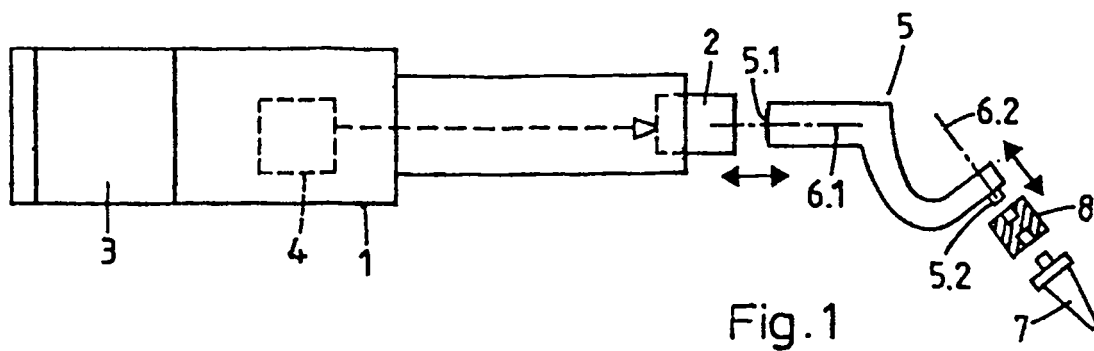
45

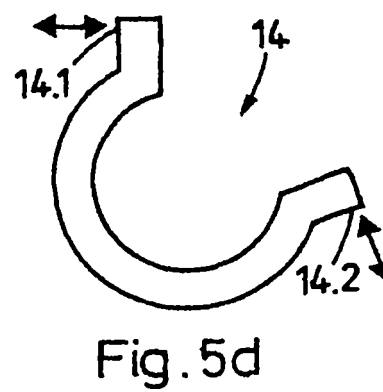
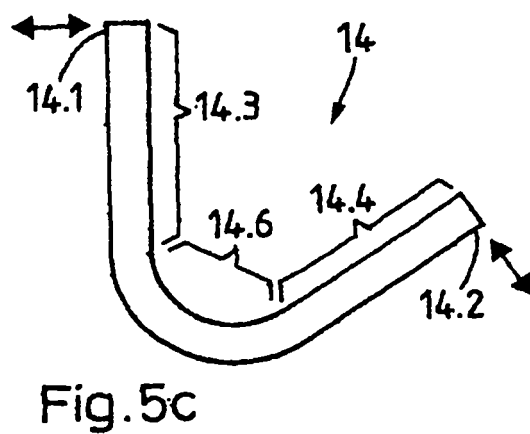
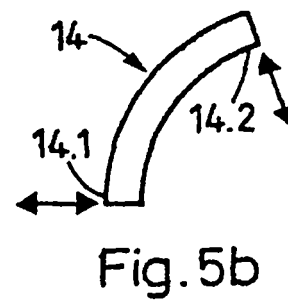
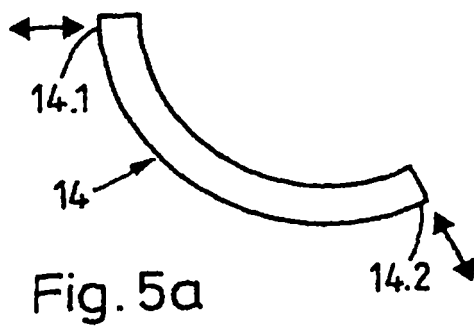
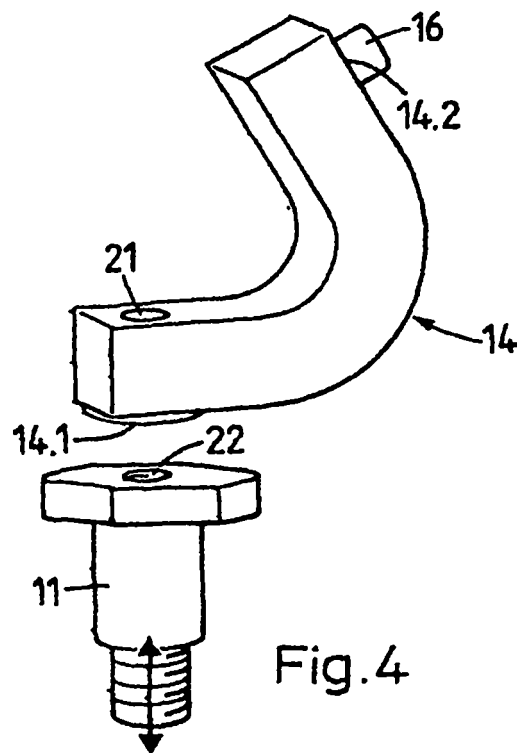
50

55

60

65





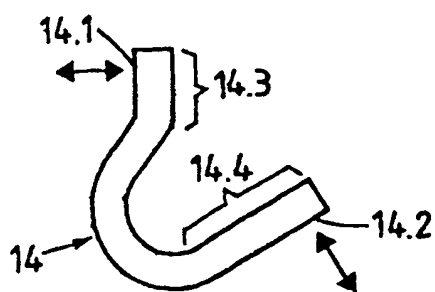


Fig. 5e

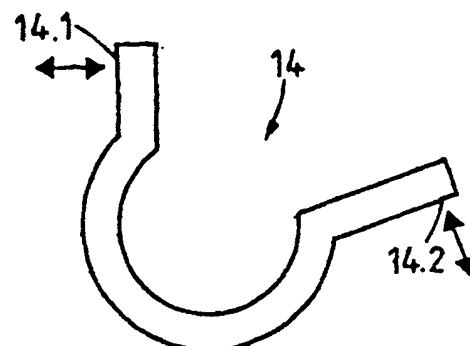


Fig. 5f

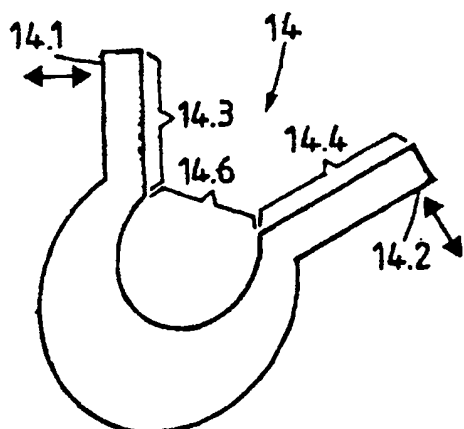


Fig. 5g

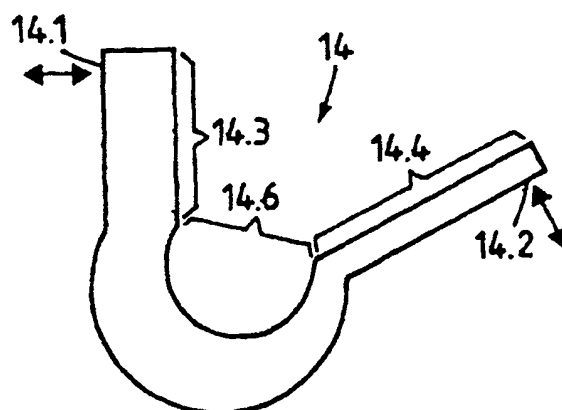


Fig. 5h

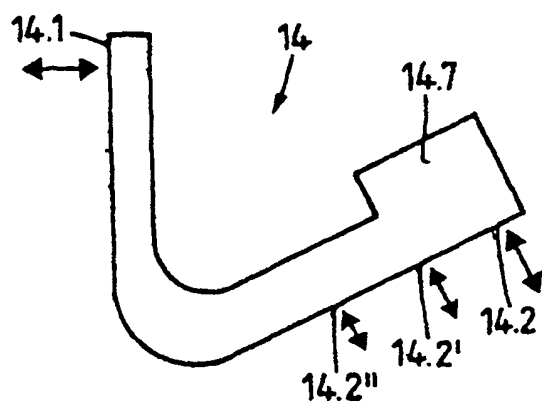


Fig. 5i

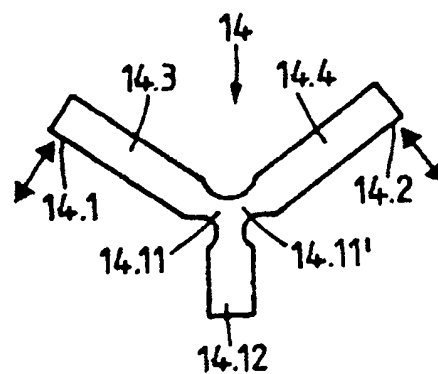
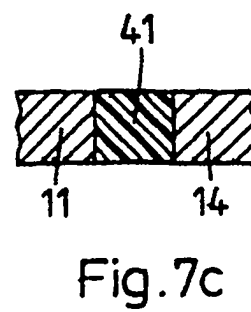
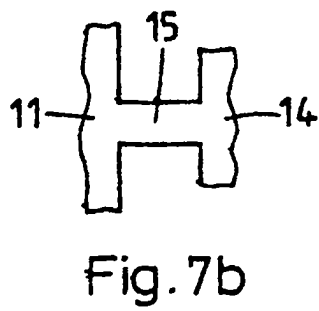
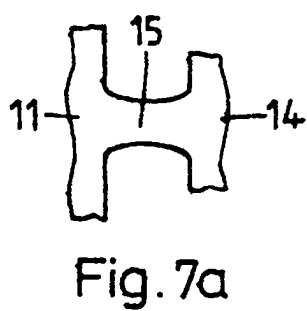
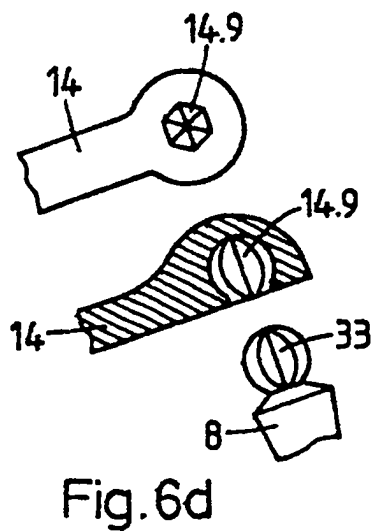
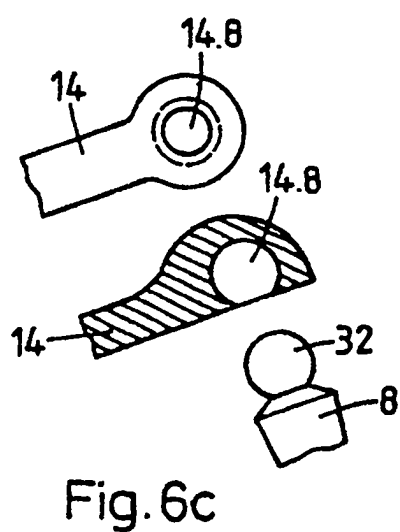
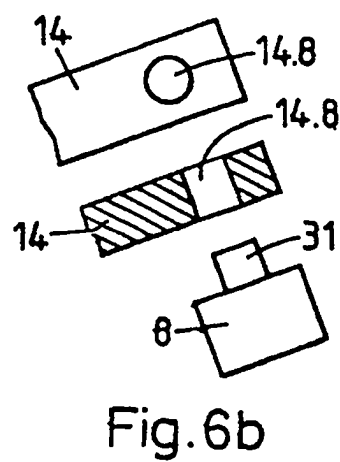
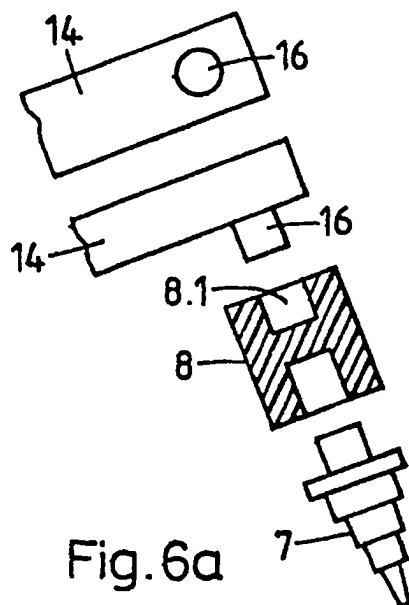


Fig. 5j



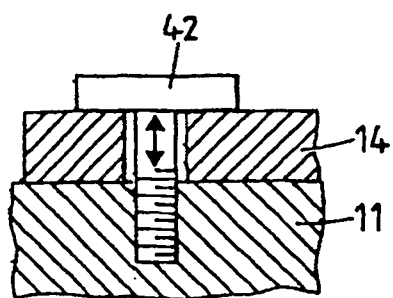


Fig. 7d

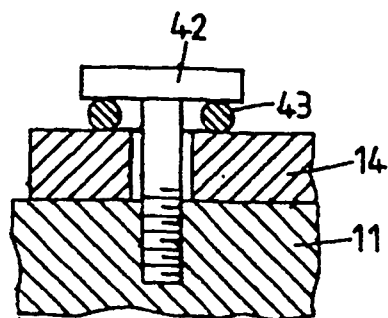


Fig. 7e

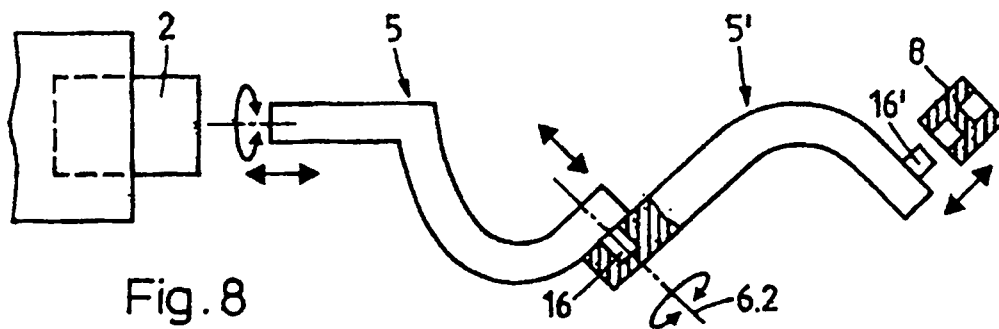


Fig. 8

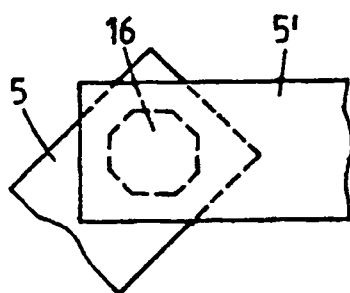


Fig. 9

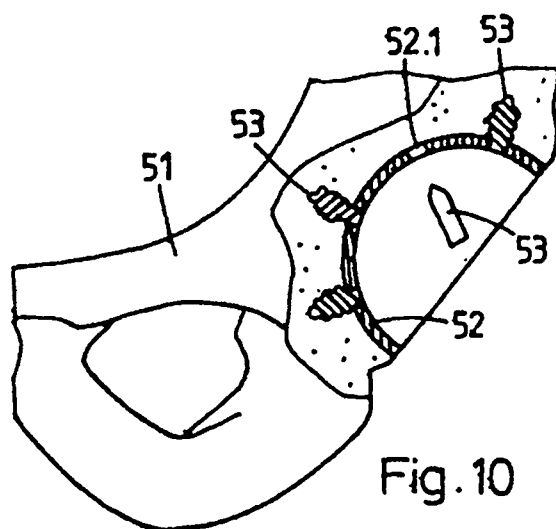


Fig. 10

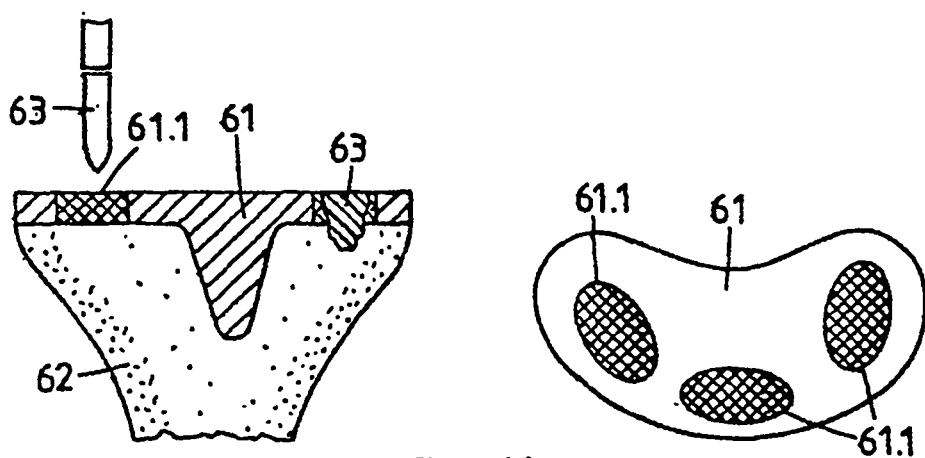


Fig. 11

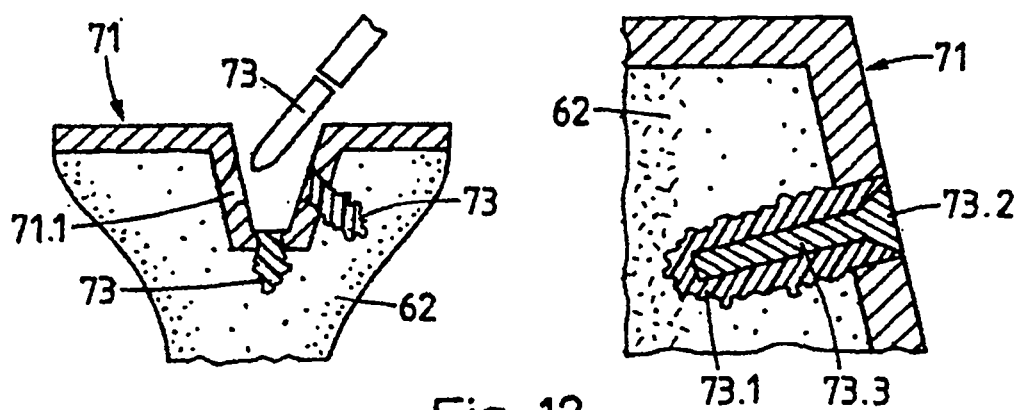


Fig. 12

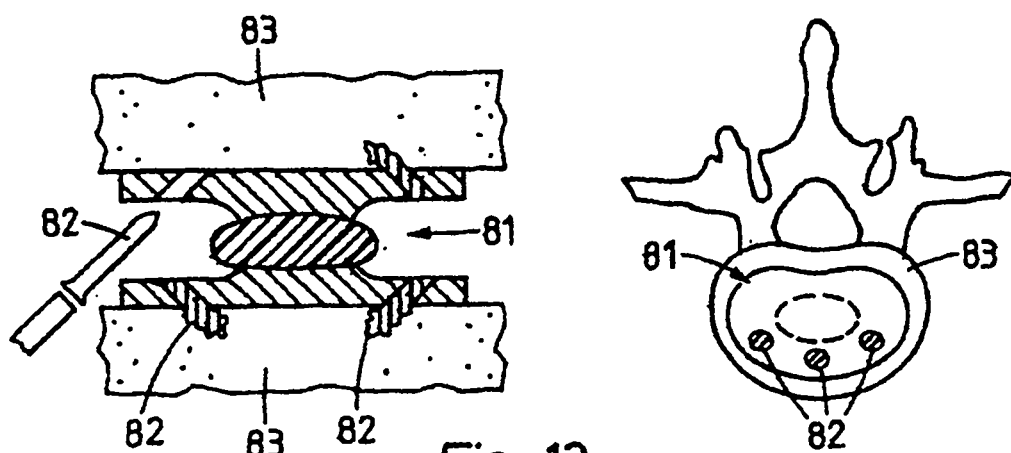


Fig. 13

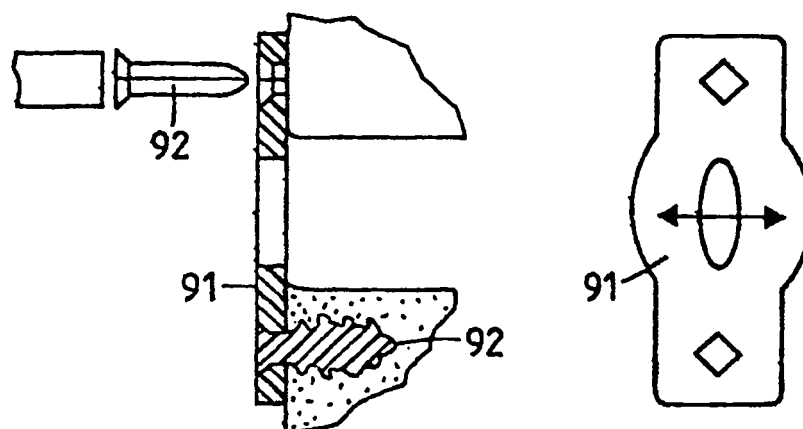


Fig. 14

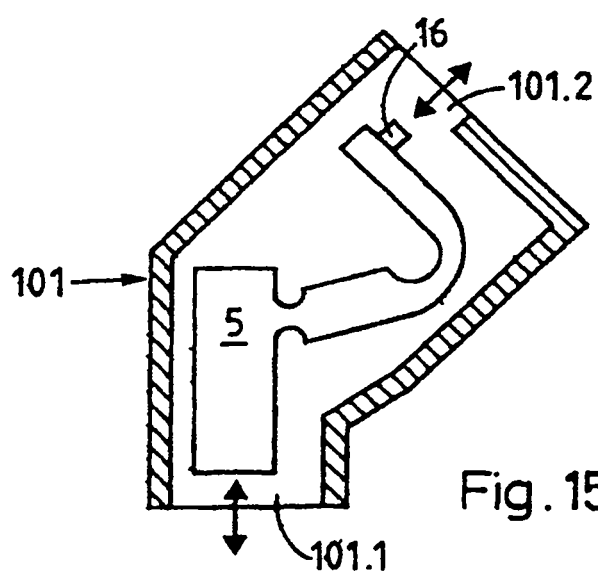


Fig. 15

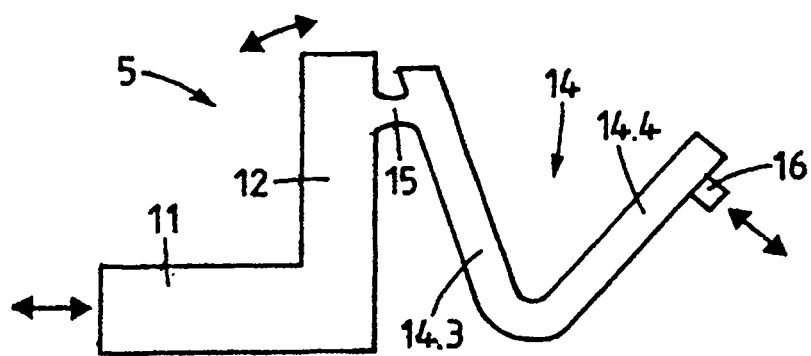


Fig. 16