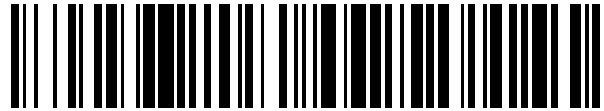


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 814**

51 Int. Cl.:

**A61C 3/03** (2006.01)

**A61C 1/07** (2006.01)

**B06B 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.02.2012 E 12703070 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016 EP 2683318**

54 Título: **Sonotrodo para la introducción de energía ultrasónica**

30 Prioridad:

**11.03.2011 CH 419112011**

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

**22.06.2016**

73 Titular/es:

**NEXILIS AG BEI BDO AG (100.0%)  
Dammstrasse 14  
2540 Grenchen, CH**

72 Inventor/es:

**STOFFEL, MARCO y  
WERNER, UWE**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 574 814 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

Sonotrodo para la introducción de energía ultrasónica

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a sonotrodos para la introducción de energía ultrasónica, en particular en entalladuras porosas, herramientas de sonotrodo con sonotrodos de este tipo, así como usos de tales dispositivos.

10 **Estado de la técnica**

El ultrasonido se emplea cada vez más para fabricar uniones entre piezas de trabajo al generarse material que se licúa bajo la acción de ultrasonido en un punto de unión, al licuarse este mediante ultrasonido y a continuación establecerse una unión por arrastre de forma y/o de material entre dos piezas de trabajo.

15 Para que la licuación tenga lugar de la manera más eficiente posible, es decir empleando la menor energía de vibraciones posible y de la manera más localizada posible, es necesario facilitar dispositivos que posibiliten introducir las vibraciones de ultrasonido con una orientación óptima de la vibración de ultrasonido para el caso de uso correspondiente. Además es importante tener en cuenta las condiciones de espacio a menudo complicadas en el lugar de introducción al realizarse una desviación de las vibraciones.

20 Por consiguiente desde el campo de la medicina, como también desde el campo fuera de la medicina hay una pluralidad de dispositivos especiales, las denominadas herramientas de sonotrodo que posibilitan la introducción de ultrasonidos.

25 En este caso, como por ejemplo del documento US 5,100,321, el US 2003/0157458, el EP 0 535 542 o el US 5,899,693 o el EP 1 530 953 se garantiza una desviación del ultrasonido en la zona de empleo, por lo que en estos casos se puede hablar en general de una desviación realmente encauzada del ultrasonido, al acoplarse a un aparato que se genera por ultrasonido un sonotrodo que tiene una forma de gancho con el que, adaptado a las relaciones de espacio limitadas la energía de vibración puede llevarse de manera muy encauzada al lugar deseado a través de la punta de este dispositivo en forma de gancho. Lo problemático de los dispositivos de este tipo es que el desvío de vibraciones de ultrasonido es una cuestión compleja, y por consiguiente los dispositivos de este tipo, cuando por ejemplo en el lugar de acoplamiento se aplica una vibración de ultrasonido en dirección axial, no pueden garantizar que también en la punta dispuesta bajo un ángulo con respecto a este lugar de acoplamiento el sonotrodo aplique una vibración de ultrasonido que discurra asimismo solamente a lo largo del eje de la punta. Por tanto, en la punta se originan también, entre otros, vibraciones laterales que a su vez, por ejemplo en particular en el campo de la medicina son extremadamente indeseadas, porque por un lado, en el tratamiento en pacientes, puede llevar a dolores desagradables, sino también porque pueden dañar el tejido circundante, dado el caso, de manera duradera. Además por ello se produce un aporte de energía ineficiente, y por consiguiente, una prolongación indeseada del tiempo de tratamiento.

40 Por otro lado hay dispositivos que tienen por objetivo de manera muy encauzada desviar vibraciones de ultrasonido. Esto sucede entonces mediante vibraciones de flexión de sonotrodos configurados de manera debidamente específica, dicho de otro modo, una vibración axial que se aplica al pie o a lo largo del eje de fijación del sonotrodo se transforma en una vibración de flexión en un elemento intermedio del sonotrodo curvado normalmente de manera específica para este fin, y entonces en el extremo del sonotrodo de este elemento de acoplamiento que realiza una vibración de flexión se traslada a una punta que está dispuesta geoméricamente, de manera que en la punta se instala de manera encauzada una vibración de ultrasonido en este elemento de punta. Los dispositivos de este tipo que presentan habitualmente elementos intermedios, anulares o circulares que reciben la vibración de flexión se conocen, por ejemplo, por el documento EP 0 594 541, el WO 2005/009256, el US 2010/0130867, o el DE 20113692.

45 Tales dispositivos presentan la desventaja de que los elementos intermedios curvados, que realizan la vibración de flexión son elementos complejos y en particular muy cargados, también son de manera correspondiente propensos al desgaste y además requieren mucho espacio. Una construcción basada en el mismo principio se conoce por el documento WO 2007/101362, pero en este caso no se emplea ningún elemento intermedio de vibración de flexión realmente anular, sino que solamente un elemento de flexión curvado configurado en forma de un círculo parcial.

50 En el documento JP 63037923, US 2004/011254, US 2010/0179654 y US 2006/0253050 se desvían vibraciones de ultrasonido en un ángulo determinado.

60 **Exposición de la invención**

65 Por consiguiente, el objetivo de la presente invención es proponer un sonotrodo mejorado, en particular uno que sea capaz de desviar de manera muy encauzada una desviación de vibraciones de ultrasonido que oscilan a lo largo de solamente un eje, en un espacio pequeño, en un ángulo determinado, es decir de manera que resulten vibraciones

de ultrasonido que oscilen a su vez a lo largo del segundo eje fundamentalmente solo a lo largo de este segundo eje.

5 Concretamente se trata de proponer un sonotrodo para la conexión a un transductor de vibraciones de ultrasonidos con una sección de conexión que se extiende a lo largo de un primer eje, que esté fijada con un primer extremo en el transductor de vibraciones, o esté unida a este, poniéndose a vibrar la sección de conexión a través del transductor de vibraciones de ultrasonidos fundamentalmente de manera exclusiva a lo largo del primer eje.

10 El objetivo se cumple mediante las características de la reivindicación 1.

15 En particular un sonotrodo, tal como se propone en el presente documento, se caracteriza por que en el extremo libre de la sección de conexión del sonotrodo, enfrentado al primer extremo, en una zona de cruce común está dispuesto tanto un primer manguito fundamentalmente cilíndrico, que se extiende a lo largo de un segundo eje, como también un segundo manguito fundamentalmente cilíndrico que se extiende a lo largo de un tercer eje, comprendiendo el primer eje con el segundo eje un primer ángulo en el intervalo de 100 a 140°, y comprendiendo el primer eje con el tercer eje un segundo ángulo en el intervalo de 100 a 140°, estando dispuestos los tres ejes fundamentalmente en un plano de sonotrodo.

20 Habitualmente en este caso, de manera preferente, el primer y el segundo manguito están configurados de manera cilíndrica circular, pero también pueden presentar otra superficie de sección transversal, por ejemplo una superficie de sección transversal oval o una poligonal. La sección de conexión puede estar configurada asimismo cilíndrica circular pero también puede presentar otra superficie de sección transversal, por ejemplo una superficie de sección transversal rectangular, u otra superficie de sección transversal poligonal o una oval.

25 En este caso, en cierta manera uno de los puntos centrales de la invención puede verse en que, a diferencia de los dispositivos de desviación complicados de acuerdo con el estado de la técnica, que por lo general, emplean vibraciones de flexión para la desviación de una primera dirección a una segunda dirección (lo que presupone entonces elementos grandes correspondientes que pueden recibir esta vibración de flexión) se procede de manera que, en cierto modo, se emplea una estructura en forma de Y que está diseñada en cuanto a la distribución de masas y configuración geométrica de manera que a lo largo de todos los lados se presentan en cada caso fundamentalmente solo vibraciones de ultrasonido a lo largo del eje del lado respectivo. Dicho otro modo, se propone una estructura equilibrada que posibilita en un espacio pequeño una desviación encauzada de vibraciones de ultrasonido en dirección axial. Preferentemente, en este caso, en los lados, en particular en la punta del manguito, en el caso de una configuración de cilindro hueco del mismo en el borde circundante, es decir en la punta del manguito respectivo en la zona de la abertura delantera, el porcentaje en oscilaciones que no son axiales (es decir vibraciones de flexión en el lado o alrededor del punto de cruce) ya no representan más del 15 %, preferentemente no más del 10 %, y en particular no más del 5 % de la energía de vibración de ultrasonido total. Es decir, la gran parte de la energía de vibración, es decir más del 85 %, preferentemente más del 90 %, particularmente preferente más del 95 %, y de manera particularmente muy preferente como mínimo el 98 % de la energía de vibración de ultrasonido en cada uno de los lados, en particular en la punta del manguito, en el caso de una configuración de cilindro hueco del mismo en el borde circundante, es decir en la punta del manguito respectivo en la zona de la abertura delantera se aplica como vibración axial.

45 De acuerdo con una primera forma de realización preferente, esta está caracterizada por que la relación de diámetro exterior con respecto a la longitud de los dos manguitos que se extiende a lo largo del segundo eje o del tercer eje se sitúa en el intervalo de 1:2 a 1:10, preferentemente en el intervalo de 1:3 a 1:6. Se demuestra que en un dimensionamiento de este tipo de los dos manguitos, que en cierta manera distribuyen la vibración axial a lo largo de la sección de conexión en gran medida simétricamente en dos direcciones espaciales diferentes, presentándose a su vez en estas dos direcciones espaciales diferentes vibraciones axiales, estas relaciones pueden garantizar bien la distribución de masa anteriormente mencionada. Se muestra en particular que en relaciones por debajo de 1:2 resulta un comportamiento de vibración insatisfactorio, y que en relaciones por encima de 1:10 el manguito correspondiente es demasiado largo y comienza a temblar. De manera preferente en este caso la zona de conexión está configurada con una longitud similar a la de los dos manguitos, para optimizar además, la simetría mencionada. Los dimensionamientos posibles detallados se exponen más adelante.

55 De manera preferente en este caso, para garantizar la mencionada simetría y distribución óptima de las vibraciones, el primer ángulo  $\gamma$  y/o el segundo ángulo  $\beta$  están en el intervalo de 110 a 130°, preferentemente en el intervalo de 115 a 125°, particularmente preferente en el intervalo de 118 a 122°. De manera particularmente preferente los dos ángulos están fundamentalmente a 120°, de manera que se presenta un elemento simétrico con un eje de giro de tres cifras. De acuerdo con una forma de realización preferente adicional, el primer ángulo  $\gamma$  y el segundo ángulo  $\beta$  son iguales exceptuando una desviación de no más de 5°, preferentemente no más de 2°. De manera particularmente preferente los dos ángulos son fundamentalmente exactamente iguales.

65 De acuerdo con una forma de realización preferente adicional el segundo eje y el tercer eje comprenden un tercer ángulo  $\alpha$  que se sitúa en el intervalo de 100 a 140°, en particular en el intervalo de 110 a 130°, particularmente preferente en el intervalo de 105 a 125°.

De manera preferente, tanto el primer manguito, como también el segundo manguito, están configurados como cilindros circulares con una superficie externa cilíndrica circular. Además la zona de conexión está configurada de manera preferente también como cilindro circular.

5 Además de manera preferente el diámetro exterior  $D$  del primer manguito es mayor que el diámetro exterior  $d$  del segundo manguito. Así es posible emplear los dos manguitos para diferentes entalladuras, se origina de manera correspondiente una herramienta que garantiza por su configuración geométrica una desviación óptima de las vibraciones de ultrasonido en dos direcciones, y a lo largo de los ejes sin vibraciones laterales, donde no obstante al mismo tiempo pueden emplearse ambos manguitos para las etapas de trabajo propiamente dichas, y por tanto se prevé no solamente uno de los manguitos para fines del equilibrio de la desviación de las vibraciones de ultrasonido. Además los dos manguitos pueden emplearse de manera encauzada para diferentes aplicaciones. En este caso, el diámetro grande preferentemente es de 1,1 a 3 veces, en particular preferentemente de 1,2 a 2 veces mayor que el diámetro pequeño.

15 De acuerdo con una forma de realización preferente adicional, la relación de diámetro exterior  $d$ ,  $D$  con respecto a la longitud  $l$ ,  $L$  de los dos manguitos que se extiende a lo largo del segundo eje o del tercer eje es fundamentalmente igual, esto a su vez para garantizar una distribución de masa lo más eficiente posible.

20 Una forma de realización adicional particularmente preferente está caracterizada por que el primer manguito y/o el segundo manguito presentan preferentemente ambos una entalladura central axial cilíndrica que están dispuestas abiertas con respecto al extremo libre respectivo configurando una abertura delantera. Dicho de otro modo, los dos manguitos están configurados como cilindros huecos, pero también pueden estar configurados como cilindros llenos. De este modo un sonotrodo de este tipo puede emplearse, por ejemplo, en un procedimiento como se describe en el documento WO 2009/141252. También es posible configurar uno de los manguitos como cilindro hueco y otro como cilindro lleno. Si uno de ellos (o los dos) manguitos está configurado como cilindro lleno, entonces asume la función de la espiga de guía, en el procedimiento de acuerdo con el documento WO 2009/141252, si uno (o los dos) manguitos está configurado como cilindro hueco, y esta es la variante preferente, entonces se emplea como manguito en el sentido del procedimiento de acuerdo con el documento 2009/141252. Si en cada caso está configurado un cilindro hueco entonces el espacio interior cilíndrico formado con ello dispone preferentemente de una superficie de sección transversal constante por la longitud. También es posible configurar solamente uno de los manguitos como cilindro hueco, y el otro manguito, por ejemplo, como cilindro lleno, lo más corto posible y ahorrando espacio, pero precisamente configurado tan geométrico y en cuanto a su masa que sopesa la relación de vibraciones en el manguito hueco de manera que allí solamente están presentes vibraciones axiales.

35 En este caso de manera preferente, el borde circundante formado por ello en la zona de esta abertura delantera del manguito respectivo está configurado de manera que termina en cono en la punta, es decir en el borde interior cuyo diámetro corresponde en el diámetro interior del cilindro hueco se presenta un borde preferentemente vivo. Terminando en cono puede comprender en este caso en el sentido de una forma escalonada, una forma en una representación seccionada axial a lo largo de una recta, o también terminando en cono en cierta modo de manera cóncava. Esto a su vez para optimizar el uso en relación con un procedimiento de acuerdo con el documento WO 2009/141252, dicho de otro modo, para llevar un casquillo que puede licuarse mediante ultrasonido colocado en el procedimiento alrededor de una espiga de guía de la manera más óptima posible a la estructura de pared porosa de la entalladura que va a mejorarse.

45 De acuerdo con una forma de realización preferente adicional la entalladura que define el cilindro hueco en el lado interior es una perforación de paso con diámetro interior constante por toda la longitud, que es accesible en el lugar respectivo de la zona de cruce además a través de una abertura trasera respectiva, de manera que una espiga de guía con diámetro exterior correspondiente puede introducirse tanto desde delante como también desde atrás o atravesarse totalmente.

50 Una forma de realización preferente adicional está caracterizada por que tanto la zona de conexión como también ambos manguitos están configurados como cilindros huecos en forma de tubo, que coinciden en la zona de cruce (por ejemplo cuando el sonotrodo está configurado de una pieza) o están unidos entre sí (por ejemplo cuando los elementos individuales están atornillados entre sí). Esto preferentemente de manera que a través de ambos manguitos existen aberturas de paso accesibles desde ambos lados en cada caso, y en el extremo libre de la zona de conexión existe una abertura delantera. No obstante, esta abertura delantera, por ejemplo por razones higiénicas puede estar cerrada a través de un gorrón o similar. Si la zona de conexión está configurada también como cilindro hueco, entonces esta está dimensionada preferentemente en cuanto al espesor de pared y/o diámetro exterior y/o longitud de manera similar a uno o dos de los manguitos.

60 Una forma de realización preferente adicional se caracteriza por que el primer manguito y el segundo manguito presentan una distribución de masa simétrica particularmente con respecto a un plano de reflexión definido por el primer eje y una normal de plano con respecto al plano de sonotrodo. De manera preferente esto se garantiza por ejemplo al estar configurados espesamientos de material y/o entalladuras de material en la zona de cruce para la compensación de diferencias en la longitud y/o en el diámetro y/o en el diámetro interior, pero también en el material de los dos manguitos en el sonotrodo. Tales espesamientos pueden emplearse también para la estabilización y/o

pueden estar previstos en la zona el extremo libre de la zona de conexión. La zona de conexión puede estar configurada también en cierta manera como bloque separado en el cual están conformados la zona de conexión y los dos manguitos, o en la cual los dos manguitos están atornillados. La zona de cruce puede estar diseñada por tanto, por ejemplo, para la fijación de diferentes manguitos para diferentes zonas de empleo, la zona de cruce puede emplearse además por su distribución de masa específica para sopesar en cierta manera el comportamiento de vibración del sonotrodo, de modo que en el extremo pueden atornillarse diferentes manguitos diseñados como cilindros huecos sencillos, que a su vez ya no están diseñados específicamente para la distribución de vibración óptima, dado que esta función se asume mediante la configuración de la zona de cruce.

5  
10 De acuerdo con una forma de realización preferente adicional el sonotrodo se compone de un material metálico dado el caso revestido. Este material está seleccionado preferentemente del grupo que se compone de: aluminio, hierro, titanio, acero así como aleaciones que contienen principalmente a estos o compuestas en gran medida de estos. En general es posible, tal como ya se ha mencionado, configurar el sonotrodo de una pieza, por ejemplo de uno de los materiales indicados arriba. En este caso el sonotrodo puede fresarse por ejemplo de un bloque de trabajo. Alternativamente es posible, tal como ya se ha indicado también arriba, configurar el sonotrodo de elementos aislados unidos entre sí. Los elementos aislados individuales y unidos entre sí pueden ser en este caso, por ejemplo, los dos manguitos, una pieza de cruce y una sección de conexión. La unión puede realizarse preferentemente mediante arrastre de forma y/o arrastre de fuerza. Una unión de material es posible alternativamente o adicionalmente, pero esta no debería repercutir negativamente en las propiedades de ultrasonido, lo que en algunos modos de unión de este tipo es el caso. Así, por ejemplo, es posible configurar el sonotrodo por ejemplo de elementos atornillados unos con otros, insertados, encajados a presión o remachados al atornillar /insertar/encajar a presión/remachar la sección de conexión y/o la zona de cruce y/o el primer manguito y/o el segundo manguito entre sí. Por ejemplo es posible configurar una zona de cruce en forma de un bloque con tres roscas interiores que se bifurcan bajo los ángulos correspondientes, de manera que a continuación como cilindros huecos sencillos con rosca exterior pueden atornillarse secciones de conexión o manguitos configurados en la zona correspondiente. De manera preferente el sonotrodo está libre de puntos de soldadura dado que estos pueden influir negativamente en el comportamiento de vibraciones. Como ya se ha expuesto pueden emplearse revestimientos, así particularmente revestimientos que, por ejemplo, influyen en las propiedades de deslizamiento, las propiedades higiénicas y/o las propiedades de transmisión de vibración. Por ejemplo son posibles, en particular en la zona de los manguitos revestimientos de plástico, como por ejemplo, PTFE.

En cuanto al dimensionamiento, en particular para la mejora de perforaciones, por ejemplo en el campo de los muebles, o en general en la unión de materiales porosos, como por ejemplo madera, espumas (espumas de metal, espumas de plástico, etc.) materiales compuestos, pero también en el campo de la medicina, por ejemplo en perforaciones en huesos o tejido poroso se ha acreditado como ventajoso cuando los dos manguitos presentan una longitud en el intervalo de 5 a 50 mm, preferentemente en el intervalo de 10 a 25 mm, y un diámetro en el intervalo de 2 a 15 mm, preferentemente en el intervalo de 2,5 a 10 mm, particularmente preferente en el intervalo de 2,5 a 7 mm. Tal como ya sea mencionado arriba es ventajoso si, por ejemplo, el dimensionamiento de los dos manguitos en cuanto al diámetro exterior se diseña de manera específica para dos diámetros de perforación estándar, por ejemplo es concebible que un primer manguito presente un diámetro exterior de 4,3 mm, y un segundo manguito un diámetro exterior de 3,5 mm.

Preferentemente los pares de manguitos están dimensionados de la siguiente manera:

- 45 - combinación de dos diámetros pequeños 2,8 mm (diámetro exterior primer manguito) y 3,5 mm (diámetro exterior segundo manguito) en un sonotrodo;  
- combinación de dos diámetros grandes 4,3 mm (diámetro exterior primer manguito) y 5,3 mm (diámetro exterior segundo manguito).

50 En principio, sin embargo, pueden implementarse también otras combinaciones. Para compensar la distribución de masa es posible entonces adaptar algo la longitud, es decir configurar el manguito con diámetro exterior más delgado algo más largo que aquel con el diámetro exterior más grueso. Para las dos medidas indicadas arriba es posible, por ejemplo, proveer al manguito con el diámetro exterior de 4,3 mm con una longitud de aproximadamente 15 mm, y aquel con el diámetro exterior de 3,5 mm con una longitud de 16 mm. La adaptación y el tarado específicos del comportamiento de vibración puede alcanzarse habitualmente en gran medida mediante una adaptación de longitud de este tipo de los manguitos, de manera que la optimización del comportamiento de vibración puede determinarse de manera relativamente sencilla mediante ensayos o simulaciones. Una adaptación adicional puede provocarse mediante la configuración de la zona de cruce, por ejemplo mediante espesamientos o entalladuras de material.

60 La abertura de paso correspondiente mediante dos manguitos diferentes de ese tipo puede estar configurada en este caso igual, en cuanto al diámetro interior, para poder emplear la misma espiga de guía. Sin embargo también es posible configurar las aberturas de paso diferentes, adaptadas mediante el manguito respectivo (por ejemplo para mantener un espesor de pared óptimo), debiendo emplearse entonces en el uso de diferentes manguitos también diferentes espigas de guía.

De manera preferente, en el primer extremo de la sección de conexión está prevista una interfaz para la fijación en el transductor de vibraciones de ultrasonido, preferentemente en forma de una zona de acoplamiento en arrastre de forma y/o en arrastre de fuerza, en particular preferentemente en forma de una rosca, de una brida, de una ranura o de un cierre a bayoneta.

Además la presente invención se refiere a una herramienta de sonotrodo con un transductor de vibraciones de ultrasonidos y un sonotrodo, como se ha detallado arriba, comprendiendo de manera preferente el transductor de vibraciones un convertidor configurado como mango, así como un amplificador, estando fijado el sonotrodo al amplificador o estando configurado formando una sola pieza con este. Una herramienta correspondiente dispone normalmente además de una conexión eléctrica y de un control con el que puede ajustarse la vibración aplicada. Habitualmente se aplican vibraciones en el intervalo de 20 a 120 kHz, preferentemente en el intervalo de 30 a 80 kHz, particularmente preferente en el intervalo de 50 a 80 kHz.

Una herramienta de sonotrodo de este tipo está caracterizada preferentemente por que está diseñada como herramienta de mano para el campo de la medicina, en particular para el campo de los implantes, en particular para el campo dental.

Además la presente invención se refiere al uso de un sonotrodo de este tipo, o de una herramienta de sonotrodo de este tipo, para la mejora de una entalladura, concretamente en el alcance de un procedimiento, como por ejemplo está descrito detalladamente en el documento WO 2009/141252. En este caso puede tratarse de un procedimiento médico o de un procedimiento fuera de la medicina. En cuanto al procedimiento ha de incluirse de manera correspondiente al contenido de divulgación del documento WO 2009/141252 expresamente en este contenido de divulgación. Dicho de otro modo, se trata de un procedimiento para la mejora de una entalladura en un material poroso, agujereado y que presenta cavidades expuestas a través de la entalladura, empleándose uno de los dos manguitos cilíndricos con superficie de revestimiento cilíndrica con un diámetro exterior y con una entalladura central para el alojamiento de una espiga de guía, estando prevista la espiga de guía para estar introducida fundamentalmente hasta el fondo de la entalladura antes de la aplicación de energía mecánica, rodeándose la espiga de guía en la zona de su extremo dirigido al fondo de la entalladura de un casquillo de mejora de un material que puede licuarse con energía mecánica, presentando la superficie de revestimiento cilíndrica del casquillo de mejora fundamentalmente el mismo diámetro exterior que el manguito, y estando alojada la espiga de guía de manera desplazable en la entalladura central, de tal modo que el manguito al aplicar energía mecánica con respecto a la espiga de guía puede desplazarse en la dirección al fondo de la entalladura bajo licuación y desplazamiento lateral y/o longitudinal del material del casquillo de mejora.

En las reivindicaciones dependientes están indicadas formas de realización adicionales.

**Breve descripción de los dibujos**

A continuación se describen mediante los dibujos formas de realización preferentes de la invención que únicamente sirven para la explicación, y no han de diseñarse de manera limitativa. En los dibujos muestran:

- la figura 1 en una vista lateral una herramienta de sonotrodo en la que el sonotrodo está representado seccionado axialmente de manera parcial y situado en el plano de papel, y sobresaliendo la espiga de guía hacia adelante desde el primer manguito;
- la figura 2 en a) en una vista lateral el sonotrodo de acuerdo con la figura 1, sobresaliendo la espiga de guía en el lado trasero desde el primer manguito, y en b) una herramienta de sonotrodo de acuerdo con la figura 1 con una espiga de guía larga que sobresale a ambos lados del primer manguito;
- la figura 3 esquemáticamente en una vista en perspectiva una herramienta de sonotrodo introducida en una abertura de boca por encima de una perforación preparada en la mandíbula inferior;
- la figura 4 un sonotrodo en una representación a lo largo del plano de sonotrodo sobre el primer manguito;
- la figura 5 un sonotrodo en una representación en perspectiva; y
- la figura 6 posibles dimensiones de un sonotrodo.

**Descripción de formas de realización preferentes**

En particular para el campo de la medicina, concretamente para el campo de los implantes, y muy en particular para el campo de los implantes dentales se conoce, por ejemplo por el documento WO 2009/141252, un procedimiento para la mejora de entalladuras en materiales porosos. En este caso se emplea un casquillo fundamentalmente cilíndrico de un material que se licúa mediante ultrasonido para llenar en cierta manera licuando la porosidad de las zonas de pared de la entalladura con este material bajo la acción de ultrasonidos. Esto sucede de manera que una espiga de guía que está guiada en un manguito provisto con una entalladura axial correspondiente, se introduce en una perforación ya prevista como elemento de guía, y a continuación el manguito alojado de manera deslizante encima se desliza hacia abajo en la dirección del fondo de la entalladura. Alrededor de la espiga de guía, en la zona de punta, está previsto un cilindro hueco de un material que puede licuarse y este mediante el manguito que presenta un perímetro exterior que corresponde fundamentalmente al diámetro interior de la perforación que va a mejorarse, se empuja hacia afuera hacia la porosidad a través de la licuación de este casquillo de material

simultánea y que se desplaza hacia abajo, y llena de manera correspondiente cavidades en el material.

En relación con un procedimiento de este tipo es ventajoso cuando solamente en el manguito que se guía a través de la espiga de guía se aplica una vibración de ultrasonido, para que en cierta manera, el material que va a licuarse en cada caso se licúe siempre solo allí donde está en contacto con este manguito. Además, en este manguito deberían evitarse vibraciones de ultrasonido laterales, es decir las vibraciones de ultrasonido debería discurrir a lo largo del eje de este manguito. Dado que, precisamente en el campo dental, las relaciones de espacio son estrechas, existe de manera correspondiente una demanda de dispositivos que son capaces de desviar la vibración de ultrasonidos de un aparato de mano a una dirección, de manera que entonces pueda emplearse de manera óptima en un tratamiento de una perforación. Un dispositivo de este tipo debe describirse de la siguiente manera.

La figura 1 muestra en una vista lateral una herramienta de sonotrodo 1 con un mango en forma de un convertidor 2 en el que se genera el ultrasonido propiamente dicho. El ultrasonido se aplica con una frecuencia en el intervalo de por ejemplo 30 a 70 kHz, y la amplitud asciende a aproximadamente de 1 a 5 micrómetros, la vibración de ultrasonido discurre en una dirección axial, tal como está indicada esquemáticamente con la flecha 9. La vibración de ultrasonido se transmite en primer lugar a un denominado amplificador 3 en el que se intensifican las amplitudes, de manera que las vibraciones de ultrasonido presentan a continuación en la zona del sonotrodo 18 propiamente dicho una amplitud en el intervalo de entre 5 a 25 micrómetros.

A este amplificador 3 está fijado el elemento de sonotrodo 18 propiamente dicho. Esto es posible por ejemplo a través de un punto de acoplamiento en forma de una rosca, sin embargo también son concebibles otras posibilidades de acoplamiento. El sonotrodo 18 propiamente dicho dispone de una sección de conexión 4 configurada cilíndrica que en este caso está configurada como cilindro hueco, es decir dispone de una cavidad 13 interna que discurre a lo largo del eje 16. Esta cavidad está abierta hacia adelante, es decir hay una abertura delantera 31.

En el extremo libre delantero de esta sección de conexión del sonotrodo 18 está dispuesta una zona de cruce 36. En esta zona de cruce 36 el sonotrodo 18 se bifurca en dos manguitos que indican en direcciones diferentes, un primer manguito 5 con un diámetro exterior mayor, y un segundo manguito 6 con un diámetro exterior menor. Las dos secciones 5 y 6 se bifurcan simétricamente, es decir el eje 8 del primer manguito 5, y el eje 17 del segundo manguito 6 forman entre sí un ángulo de 120 grados, estos ejes de nuevo a su vez forman un ángulo igual con el eje 16 ya mencionado de la sección de conexión 4 y los lados individuales de este trípode se sitúan todos en un plano común que está indicado esquemáticamente a través del número de referencia 41, y que se sitúa en esta representación en el plano del papel.

Tanto el primer manguito 5 como también el segundo manguito 6 están configurados como cilindros huecos, es decir, comprenden en cada caso una cavidad 15 o 14. Esta cavidad está configurada en cada caso como abertura de paso a través de toda la zona de sonotrodo, es decir en el extremo delantero del primer manguito hay una abertura delantera 27, y en el lado trasero una abertura trasera 28, y en el segundo manguito 6 hay asimismo una abertura delantera 29 y una abertura trasera 30 (véase también la figura 2). En estas aberturas de paso respectivas que presentan un diámetro interior constante a través de toda la longitud puede insertarse una espiga de guía 7 de manera desplazable. Si a través del amplificador 3 se aplica una vibración de ultrasonido en dirección axial, de acuerdo con la flecha 9, entonces esto da como resultado asimismo una vibración de ultrasonido también axial en la zona de conexión 4, tal como está indicado esquemáticamente a través de la flecha 10. Mediante la configuración simétrica de los dos lados 5 o 6 esta vibración axial se distribuye en dos vibraciones a su vez axiales a los respectivos manguitos, tal como está representado mediante las flechas 11 y 12. Esto totalmente en el sentido de consideraciones de simetría tales como por ejemplo son conocidas por el comportamiento de vibración de moléculas con grupo de simetría similar. Si el sonotrodo 18 está configurado completamente simétrico, es decir los dos manguitos 5 y 6 están configurados con la misma longitud, mismo espesor de pared y del mismo material, y con el mismo diámetro, entonces se distribuye la vibración en cada caso axialmente de manera uniforme sobre los dos manguitos 5 y 6, y discurre también en estos manguitos, en particular si estos forman ángulos respectivos de 120 grados a lo largo del eje respectivo.

Sin embargo, dado que ahora al mismo tiempo debe alcanzarse el propósito de que los dos lados de los manguitos 5, 6 puedan emplearse para diferentes aplicaciones, es decir con diámetro exterior diferente para perforaciones con diferente diámetro esta simetría completa no se da en este caso totalmente encauzada, pero este hecho se considera para garantizar una vibración meramente axial realmente en el lado respectivo, al estar configurada por un lado la sección de manguito 6 con el diámetro menor, algo más larga que la sección de manguito 5 más corta con el diámetro mayor, y al preverse adicionalmente espesamientos de material 24 en el lado 6 en la zona de cruce, y espesamientos de material correspondientes en la zona 23 en el elemento 5. Así el comportamiento de vibraciones puede sopesarse y garantizarse que realmente solo las vibraciones axiales representadas con las flechas en la figura 1 están aplicadas con los lados aislados.

Para la realización del procedimiento mencionado al principio de acuerdo con el documento WO 2009/141252 además el borde circundante del manguito 5, 6 respectivo está configurado terminando en cono en la punta, es decir el borde distal 19, para garantizar un desplazamiento lateral lo más concentrado posible de un casquillo de material

que se compone de un material que puede licuarse, que está colocado por deslizamiento sobre una espiga de guía 7.

5 La figura 2 muestra cómo la espiga de guía 7 puede deslizarse a través de la abertura de paso central en el manguito 5, en la figura 2a está aplazada hacia atrás, en la figura 2b está prevista una espiga de guía larga que se extiende a través de toda la abertura de paso y que, dicho de otro modo, sobresale con su extremo trasero 32 hacia atrás. Las espigas de guía 7 pueden preverse correspondiendo a las necesidades en diferente longitud, y por ejemplo pueden componerse de un plástico.

10 La figura 3 muestra en representación esquemática el empleo de una herramienta de sonotrodo de este tipo en el campo dental, es decir donde está prevista en una mandíbula inferior 33 una perforación 37 preparada que dispone de una zona de pared 39 porosa circundante lateral. En el caso de un procedimiento de acuerdo con el documento WO 2009/141252 se inserta ahora una espiga de guía (en este caso no representada) en la perforación, y en el extremo de la misma que se adentra en la perforación está previsto un casquillo de material, circundante, de material que se licúa bajo la acción de las vibraciones. El manguito 5 se desplaza ahora en un movimiento descendente en la 15 figura 3 sucesivamente dentro de la perforación, de manera que el casquillo de material de cilindro hueco en la zona de contacto con el extremo distal del manguito se licúa sucesivamente de arriba abajo, y se empuja lateralmente en la zona porosa 39 mientras que la espiga de guía permanece estacionaria.

20 Las figuras 4 y 5 muestran vistas en perspectiva de un sonotrodo de este tipo, en este caso puede distinguirse cómo la zona de cruce 36 puede estar configurada en forma de un bloque, cuya forma en particular puede estar adaptada también a las relaciones de vibración. La figura 6 muestra un dimensionamiento y configuración posibles de un sonotrodo de este tipo, así por ejemplo una posible longitud L del primer manguito 5 se sitúa en el intervalo de 10 a 20 mm, por ejemplo 15 mm, el diámetro exterior D es, por ejemplo, de 4,3 mm, y el diámetro interior  $D_i$  es de 3 mm, 25 de manera que en este caso podría emplearse una espiga de guía 7 con un diámetro exterior de 3 mm. De manera correspondiente se emplearía entonces un casquillo de material de material que puede licuarse con un diámetro interior de 3 mm, y un diámetro exterior de 4,3 mm.

30 El segundo manguito 6 dispone a su vez de una longitud 1 configurada algo más larga, tal como ya se describió anteriormente para sopesar las vibraciones, en el intervalo de 10 a 20 mm, en este caso concretamente aproximadamente 16 mm, el diámetro exterior d asciende a 3,5 mm y el diámetro interior  $d_i$  a 2,5 mm. Así, cuando este manguito se emplea para una perforación menor con un diámetro exterior de 3,5 mm puede emplearse entonces una espiga de guía 7 con un diámetro exterior de 2,5 mm. De manera correspondiente podría usarse entonces un casquillo de material de material que puede licuarse con un diámetro interior de 2,5 mm y un diámetro exterior de 3,5 mm. 35

40 Tal como ya está representado en las figuras anteriores, la sección de conexión 4 también está configurada como cilindro hueco, es decir, comprende una cavidad. Esta sección dispone normalmente de una longitud k que corresponde aproximadamente a la longitud de los manguitos individuales. En el caso concreto indicado en este documento esta sección dispone de una longitud k de alrededor de 15 mm. Los tres lados comprenden ángulos  $\alpha$ ,  $\beta$ , y en cada caso, estos ángulos son en el ejemplo concreto representado en este documento todos de 120 grados.

**Lista de números de referencia**

1	herramienta de sonotrodo	24	espesamientos de material en la zona de la zona de cruce en 6
2	convertidor	25	extremo distal libre de 7
3	amplificador	26	superficie periférica cilíndrica de 7
4	sección de conexión de 18	27	abertura delantera de 5
5	primera sección de trabajo de 18, primer manguito con diámetro grande	28	abertura trasera de 5
6	segunda sección de trabajo de 18, segundo manguito con diámetro pequeño	29	abertura delantera de 6
7	espiga de guía	30	abertura trasera de 6
8	eje de 5, segundo eje	31	abertura delantera
9	dirección de vibración en 3	32	extremo trasero de 7
10	dirección de vibración en 4	33	mandíbula inferior
11	dirección de vibración en 5	34	mandíbula superior
12	dirección de vibración en aproximadamente 6	35	abertura de boca
13	cavidad en 4	36	zona de cruce de 18
14	cavidad en 6	37	perforación preparada en 33
15	cavidad en 5	38	fondo de 37
16	eje de 4, primer eje	39	zona de pared porosa de 37
17	eje de 6, tercer eje	40	abertura de fijación para 18 en 3
18	sonotrodo	41	plano de sonotrodo
19	borde distal de 5	42	extremo trasero de 4, lado de conexión de 4



## ES 2 574 814 T3

20	borde distal de 6	43	extremo libre de 4
21	punto de cruce de los elementos 4 a 6		
22	espesamientos de material en la zona de la zona de cruce en 4	$\alpha$	ángulo de apertura entre 8 y 17, o 5 y 6
23	espesamientos de material en la zona de la zona de cruce en 5	$\beta$	ángulo de apertura entre 16 y 17, o 4 y 6
$\gamma$	ángulo de apertura entre 8 y 16, o 4 y 5, primer ángulo	$D_i$	diámetro interior de 5
L	longitud de sección de trabajo de 5	l	longitud de sección de trabajo de 6
D	diámetro exterior de 5	d	diámetro exterior de 6
		$d_i$	diámetro interior de 6
		k	longitud de 4 entre 3 y 36

## REIVINDICACIONES

1. Sonotrodo (18) para conectar a un transductor de vibraciones de ultrasonidos (2, 3) con una sección de conexión (4) que se extiende a lo largo de un primer eje (16), que está fijada con un primer extremo (42) en el transductor de vibraciones (2, 3) o está unida a este, estando ajustado el sonotrodo para que la sección de conexión (4) se ponga a vibrar a través del transductor de vibraciones de ultrasonidos (2, 3) fundamentalmente de manera exclusiva a lo largo del primer eje (16), **caracterizado por que** en el extremo libre (43) de la sección de conexión (4), enfrenteado al primer extremo (42), en una zona de cruce común (36) están dispuestos tanto un primer manguito (5) fundamentalmente cilíndrico que se extiende a lo largo de un segundo eje (8), como un segundo manguito (6) fundamentalmente cilíndrico que se extiende a lo largo de un tercer eje (17), formando el primer eje (16) con el segundo eje (8) un primer ángulo ( $\gamma$ ) en el intervalo de 100-140°, y formando el primer eje (16) con el tercer eje (17) un segundo ángulo ( $\beta$ ) en el intervalo de 100-140°, estando dispuestos los tres ejes (8, 16, 17) fundamentalmente en un plano de sonotrodo (41).
2. Sonotrodo (18) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la relación de diámetro exterior (d, D) con respecto a la longitud (1, L) de los dos manguitos (5, 6), que se extiende a lo largo del segundo eje (8) o el tercer eje (17), se sitúa en el intervalo de 1:2-1:10, preferentemente en el intervalo de 1:3-1:6.
3. Sonotrodo (18) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el primer ángulo ( $\gamma$ ) y/o el segundo ángulo ( $\beta$ ) se sitúan en el intervalo de 110-130°, preferentemente en el intervalo de 115-125°, de forma particularmente preferente en el intervalo de 118-122°.
4. Sonotrodo (18) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el primer ángulo ( $\gamma$ ) y el segundo ángulo ( $\beta$ ) son iguales excepto en una desviación de no más de 5°, preferentemente de no más de 2°, y por que preferentemente el segundo eje (8) y el tercer eje (17) forman un tercer ángulo ( $\alpha$ ) que se sitúa en el intervalo de 100-140°, en particular en el intervalo de 110-130°, de forma particularmente preferente en el intervalo de 105-125°.
5. Sonotrodo (18) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** tanto el primer manguito (5) como el segundo manguito (6) están configurados como cilindros circulares con una superficie externa cilíndrica circular, y en donde el diámetro exterior (D) del primer manguito (5) es mayor que el diámetro exterior (d) del segundo manguito, siendo este preferentemente 1,1-3 veces, en particular preferentemente 1,2-2 veces mayor y en donde preferentemente la relación de diámetro exterior (d, D) con respecto a la longitud (1, L) de los dos manguitos (5, 6) que se extiende a lo largo del segundo eje (8) o del tercer eje (17) es fundamentalmente igual.
6. Sonotrodo (18) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el primer manguito (5) y/o el segundo manguito (6) presentan preferentemente ambos una entalladura central axial cilíndrica (14, 15) que están dispuestas abiertas con respecto al extremo libre respectivo configurando una abertura delantera (27, 29), estando configurado preferentemente el borde circundante del manguito respectivo (5, 6) formado así en la zona de esta abertura delantera (27, 29) ahusándose en cono, y siendo preferentemente la entalladura (14, 15) una perforación de paso con diámetro interior (Di, di) constante, que es accesible en el lugar respectivo de la zona de cruce (36) a través de una abertura trasera (28, 30) respectiva.
7. Sonotrodo (18) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** tanto la zona de conexión (4) como ambos manguitos (5, 6) están configurados como cilindros huecos en forma de tubo, que coinciden en la zona de cruce (36) o están unidos entre sí al existir aberturas de paso (27-30) accesibles a través de los dos manguitos (5, 6) desde los dos lados en cada caso, existiendo preferentemente en el extremo libre (43) de la zona de conexión (4) una abertura delantera que puede estar cerrada además preferentemente por un elemento de cierre.
8. Sonotrodo (18) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el primer manguito (5) y el segundo manguito (6) presentan una distribución de masa simétrica, en particular con respecto a un plano de reflexión definido por el primer eje (16) y una normal de plano con respecto al plano de sonotrodo (41), en donde para compensar las diferencias en la longitud (L, 1) y/o en el diámetro (D, d) y/o en el diámetro interior (Di, di) en el sonotrodo (18) están configurados en la zona de cruce (36) espesamientos de material (23, 24) y/o entalladuras de material.
9. Sonotrodo (18) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se compone de un material metálico, preferentemente seleccionado del grupo que se compone de: aluminio, hierro, titanio, acero así como aleaciones que contienen principalmente estos, o están compuestas de estos, estando configurado preferentemente el sonotrodo de una sola pieza y mecanizado a partir de un único bloque de trabajo, o estando formado preferentemente el sonotrodo de elementos atornillados entre sí al atornillarse entre sí la sección de conexión (4) y/o la zona de cruce (36) y/o el primer manguito (5) y/o el segundo manguito (6).
10. Sonotrodo (18) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los dos manguitos (5, 6) presentan una longitud (L, 1) en el intervalo de 5-50 mm, preferentemente en el intervalo de 10-25 mm, y un

diámetro en el intervalo de 2-15 mm, preferentemente en el intervalo de 2,5-10 mm, de forma particularmente preferente en el intervalo de 2,5-7 mm.

- 5 11. Sonotrodo (18) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en el primer extremo (42) de la sección de conexión (4) está prevista una interfaz para la fijación en el transductor de vibraciones de ultrasonidos (2, 3), preferentemente en forma de una zona de acoplamiento en arrastre de forma y/o en arrastre de fuerza, en particular preferentemente en forma de una rosca, de una brida, de una ranura o de un cierre a bayoneta.
- 10 12. Herramienta de sonotrodo (1) con un transductor de vibraciones de ultrasonidos (2, 3) y un sonotrodo (18) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo de manera preferente el transductor de vibraciones un convertidor (2) configurado como mango, así como un amplificador (3), estando fijado el sonotrodo al amplificador o estando configurado de una sola pieza con este.
- 15 13. Herramienta de sonotrodo (1) de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada por que** está diseñada como herramienta de mano para el campo de la medicina, en particular para el campo de los implantes, en particular para el campo dental.
- 20 14. Uso de un sonotrodo (18) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1-11 o de una herramienta de sonotrodo de acuerdo con la reivindicación 12 para la mejora de una entalladura, en particular de una entalladura en un material poroso, agujereado y que presenta cavidades expuestas a través de la entalladura, empleándose uno de los dos manguitos cilíndricos (5, 6) con superficie de revestimiento cilíndrica con un diámetro exterior y con una entalladura (14, 15) central para el alojamiento de una espiga de guía (7), estando prevista la espiga de guía (7) para ser introducida fundamentalmente hasta el fondo de la entalladura antes de la aplicación de energía mecánica, rodeándose la espiga de guía (7), en la zona de su extremo dirigido al fondo de la entalladura, de un casquillo de mejora de un material que puede licuarse con energía mecánica, presentando la superficie de revestimiento cilíndrica del manguito de mejora fundamentalmente el mismo diámetro exterior que el manguito (5, 6) y estando alojada la espiga de guía (7) de manera desplazable en la entalladura central (14, 15), de tal modo que el manguito (5, 6), al aplicar energía mecánica con respecto a la espiga de guía (7), puede desplazarse en la dirección al fondo de la entalladura bajo licuación y desplazamiento lateral y/o longitudinal del material del casquillo de mejora.
- 25
- 30

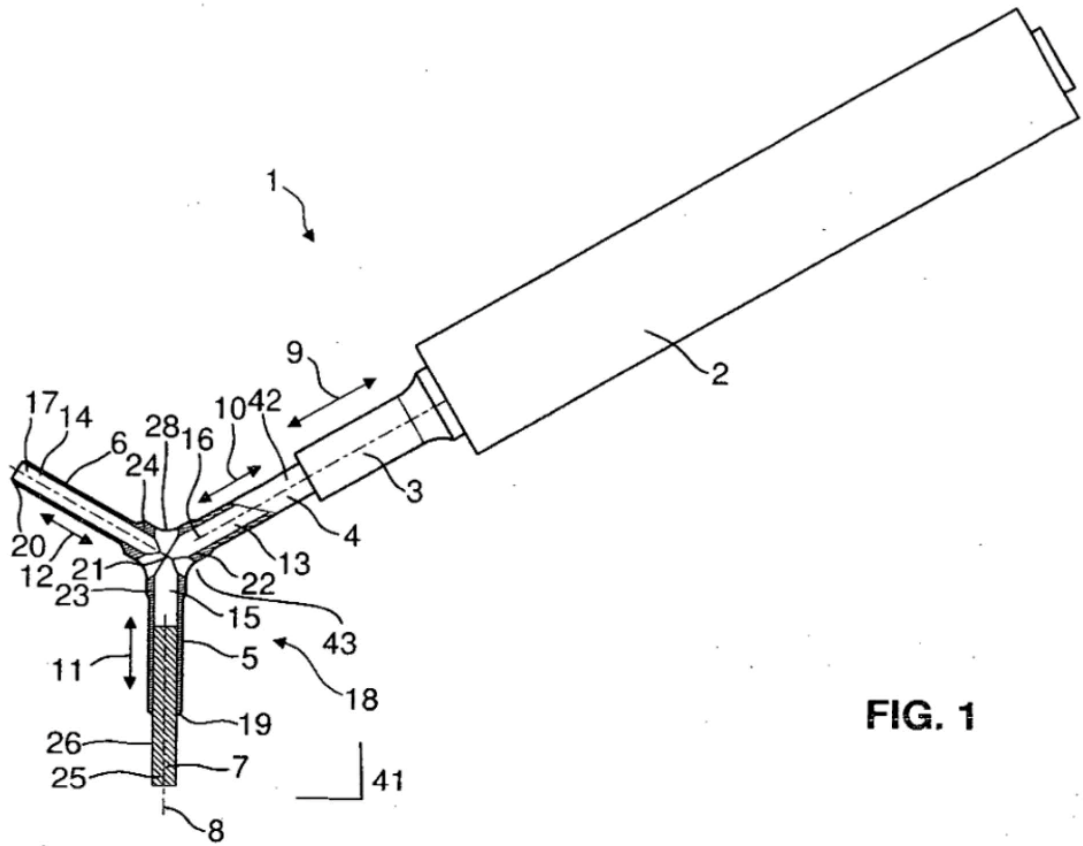


FIG. 1

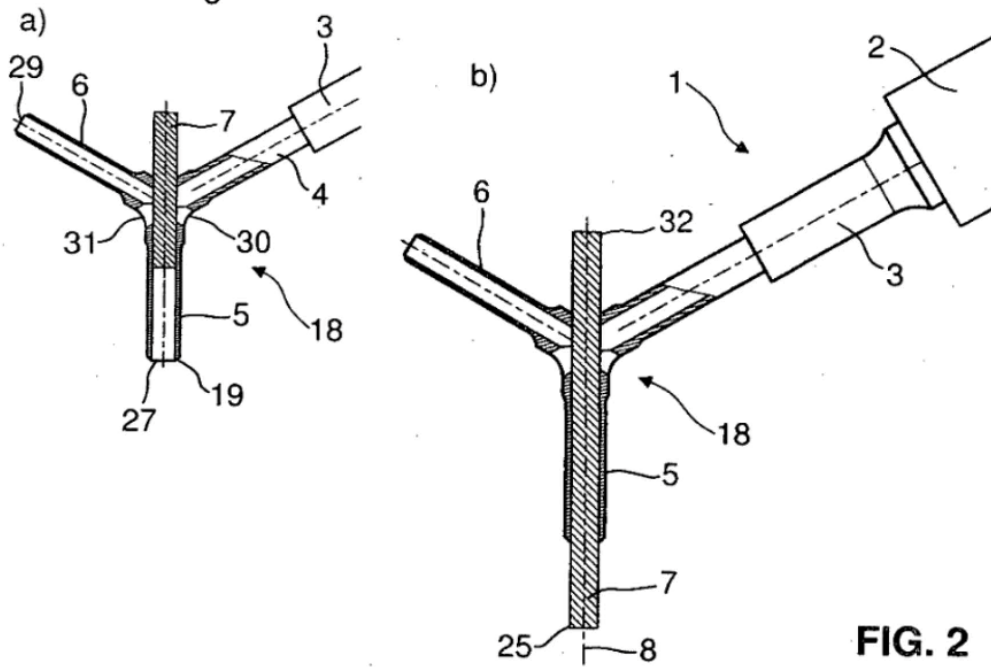


FIG. 2

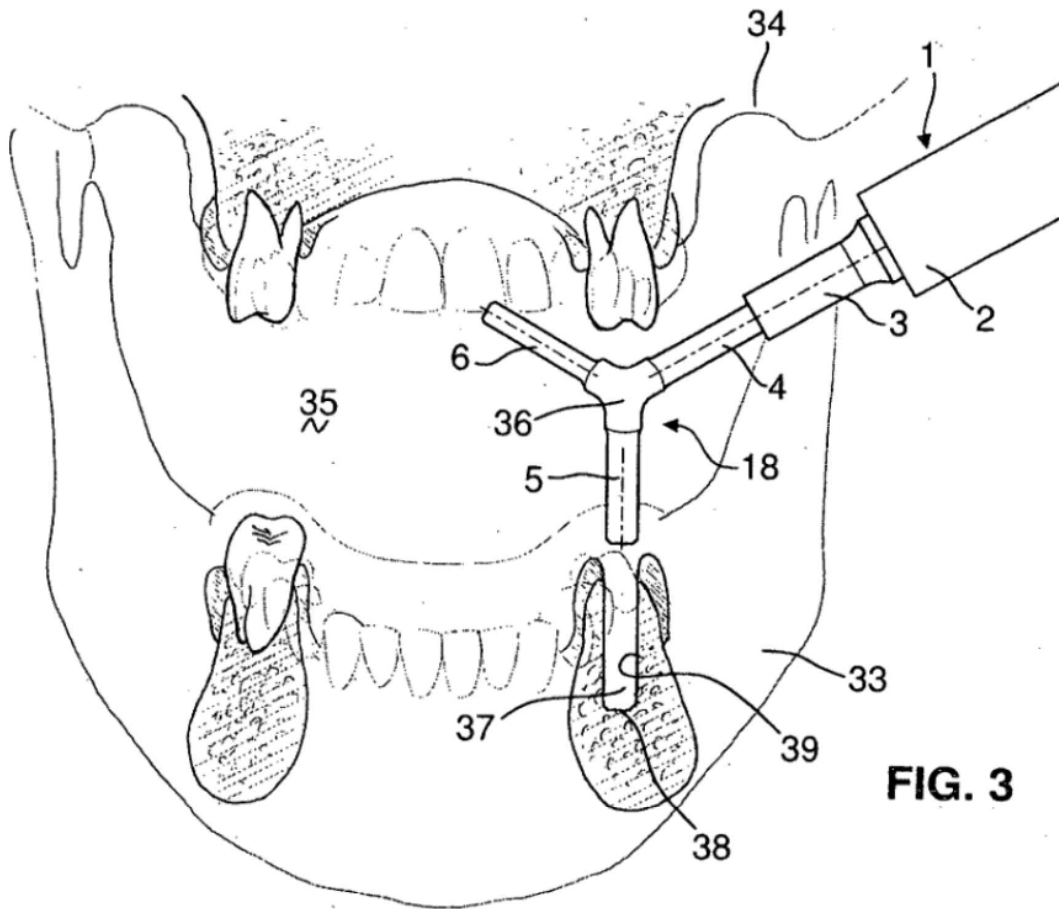


FIG. 3

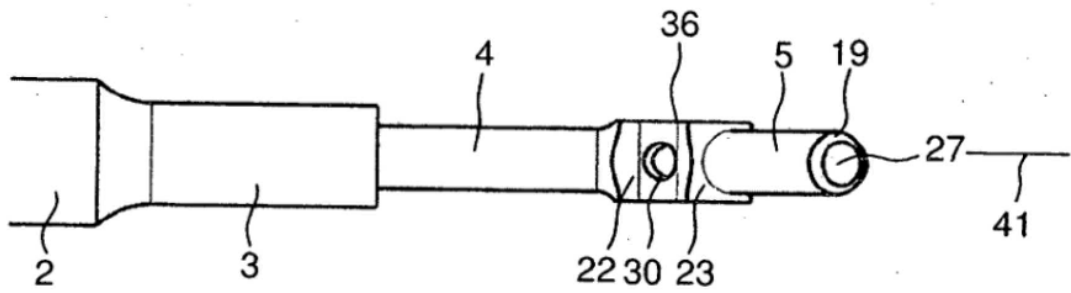


FIG. 4

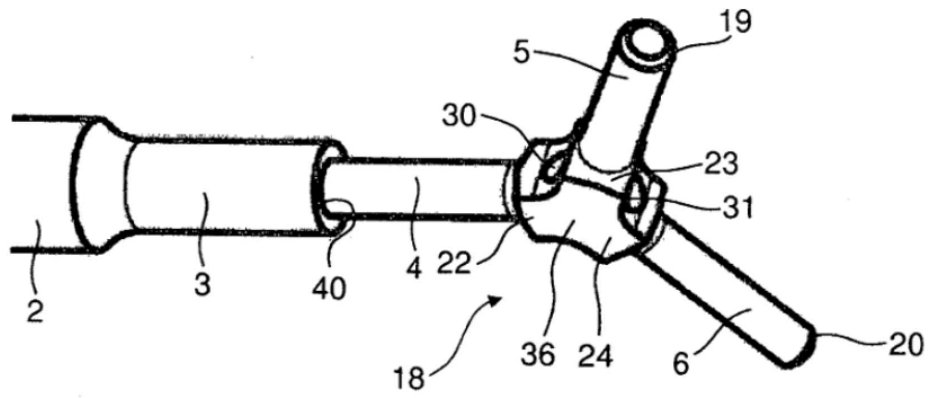


FIG. 5

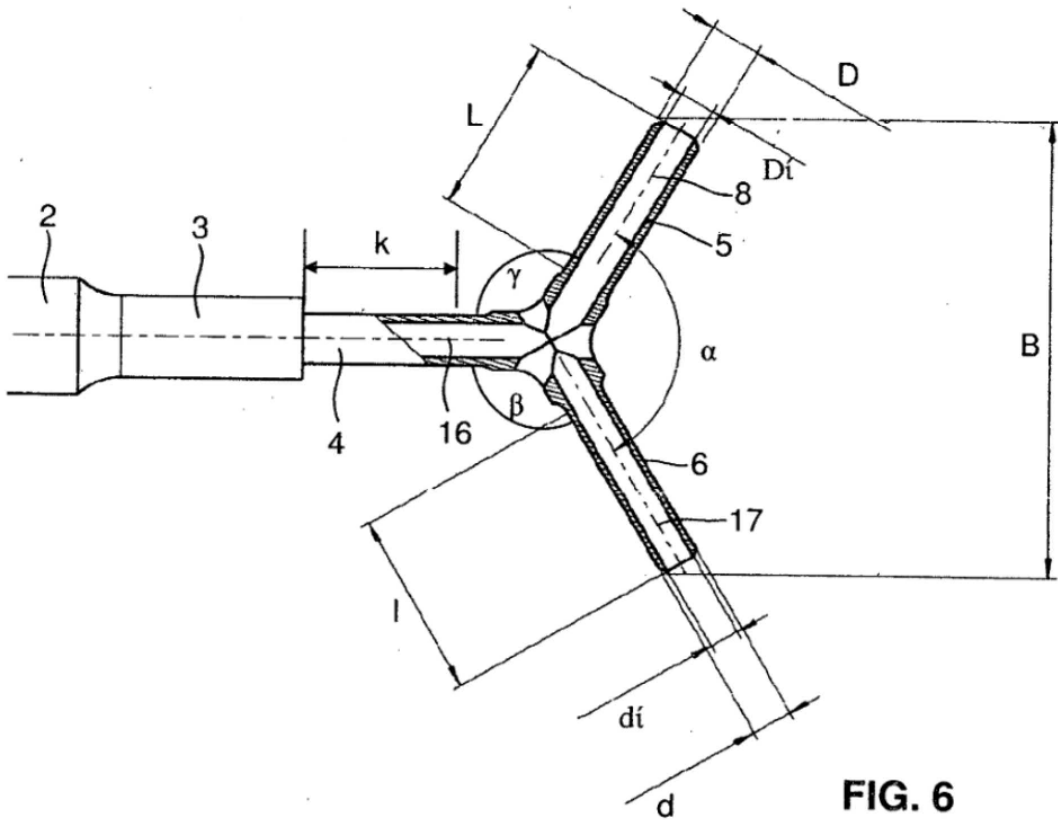


FIG. 6