

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 887**

51 Int. Cl.:  
**A61B 17/16** (2006.01)  
**A61B 17/32** (2006.01)  
**A61B 17/84** (2006.01)  
**A61B 10/02** (2006.01)  
**A61B 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07008799 .4**  
96 Fecha de presentación: **30.04.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1987784**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.11.2008**

54 Título: **Dispositivo para preparar una cavidad simétrica no rotacional en un hueso**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.04.2012**

73 Titular/es:  
**STRYKER TRAUMA GMBH**  
**PROF.-KÜNTSCHER-STR. 1-5**  
**24232 SCHÖNKIRCHEN/KIEL, DE**

72 Inventor/es:  
**Dorawa, Klaus;**  
**Weber, Urs;**  
**Seiler Philipp y**  
**Torriani Laurent**

74 Agente/Representante:  
**Roeb Díaz-Álvarez, María**

ES 2 377 887 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo para preparar una cavidad simétrica no rotacional en un hueso

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un implante mediante el que se puede preparar una cavidad en un hueso, teniendo la cavidad una sección transversal simétrica no rotacional.

10 Antecedentes técnicos

La invención se refiere a la preparación de cavidades o agujeros en huesos de seres humanos o animales. En dichas cavidades o agujeros se pueden introducir implantes o tornillos. Dichos implantes o tornillos se pueden usar, por ejemplo, para tratar fracturas de huesos.

15 Tradicionalmente, por lo general, las cavidades se hacían con una herramienta rotatoria y tanto las cavidades como los tornillos o pernos, que se iban a insertar en las mismas, normalmente, tenían una sección transversal circular. Debido a dicha sección transversal circular, una combinación única de cavidad-tornillo no es adecuada para soportar fuerzas de rotación aplicadas alrededor del eje del tornillo. A fin de soportar dichas fuerzas de rotación que se  
20 pueden producir, por ejemplo, cuando se fijan dos partes de hueso entre sí o cuando se fija un implante a un hueso, ha sido necesario proporcionar una pluralidad de tornillos o pernos insertados en una pluralidad de cavidades preparadas en el hueso.

25 La necesidad de preparar una pluralidad de cavidades en un hueso, por ejemplo, durante una operación quirúrgica supone trabajo adicional para un médico. Además, la preparación de una pluralidad de cavidades en un hueso puede aumentar la molestia para un paciente y puede demorar la consolidación.

30 En el documento WO2004/089227A2 se describe un instrumento de cirugía que se usa en osteotomía, comprendiendo el instrumento un trépano que está acoplado a una unidad de accionamiento oscilante y que está provisto de un borde de corte o un punzón hueco. El punzón hueco puede tener una sección transversal rectangular, trapezoidal, ovalada o circular como borde de corte para cortar formas correspondientes de un hueso.

35 En el documento US2003/0050574A1 se describe una cánula para toma de muestras para uso en procedimientos de biopsia medular. La cánula para toma de muestras comprende una parte cóncava abierta con al menos una abertura de pared situada proximal al extremo distal.

Resumen de la invención

40 Puede existir la necesidad de proporcionar un dispositivo de punción para preparar una cavidad en un hueso, una herramienta de punción adaptada para usarla en dicho dispositivo de punción o un implante adaptado para usarlo como herramienta de punción para dicho dispositivo de punción y un procedimiento para preparar una cavidad en un hueso, en el que se puede evitar la necesidad de preparar una pluralidad de cavidades cuando se va a insertar un dispositivo de implante en un hueso, de tal manera que pueda soportar fuerzas de rotación.

45 Dichas necesidades se pueden satisfacer con un implante para preparar cavidades en un hueso según la reivindicación independiente. En las reivindicaciones dependientes se describen formas de realización de la invención.

50 Según la presente invención, un implante que se va a insertar en un hueso está adaptado para usarlo como herramienta de punción para un dispositivo de punción para preparar una cavidad en un hueso. El implante o herramienta de punción se puede fijar a un sonotrodo por su extremidad proximal y tiene una parte de pared delgada en su extremidad distal.

55 A continuación, se explicarán en detalle características, ventajas y formas de realización adicionales del dispositivo de punción según la invención.

60 Un sonotrodo ultrasónico es un componente mecánico que está adaptado para transmitir vibraciones ultrasónicas, emitidas por un generador ultrasónico, a una herramienta que puede estar fijada al sonotrodo ultrasónico. A tal efecto, el sonotrodo puede comprender un mecanismo para acoplar, de manera fija, el sonotrodo a un generador ultrasónico y un mecanismo para acoplar una herramienta, que se va a hacer vibrar, al sonotrodo. En otra realización, la herramienta de punción se puede proporcionar deslizable axialmente en relación con el sonotrodo ultrasónico y el sonotrodo vibratorio puede "martillar" sobre la herramienta.

La herramienta de punción está adaptada para fijarla al sonotrodo por su extremidad proximal. Por ejemplo, la

herramienta de punción puede ser un elemento alargado. Puede tener una rigidez suficiente para transmitir vibraciones ultrasónicas de su extremidad proximal a su extremidad distal.

5 En su extremidad distal, la herramienta de punción tiene una parte de pared delgada. La parte de pared delgada puede ser, por ejemplo, una parte en la que, en sección transversal de la parte de pared delgada, una dimensión en una dirección de la parte de pared delgada es sustancialmente mayor, por ejemplo, tres veces mayor, preferentemente, diez veces mayor, que una dimensión en una dirección perpendicular a la misma. En ese caso, la parte de pared delgada de la herramienta de punción puede tener una sección transversal lineal o curva.

10 La parte de pared delgada tiene una sección transversal simétrica no rotacional, es decir, una sección transversal que tiene simetría no rotacional. Es decir, la geometría bidimensional de la sección transversal de la parte de pared delgada no se puede describir por rotación de patrones unidimensionales. Preferentemente, la sección transversal no es redonda. En ese caso, la sección transversal se toma en un plano normal al eje longitudinal de la herramienta de punción.

15 La presente invención se basa en la idea de que, usando la herramienta de punción, que está acoplada de manera fija a un sonotrodo ultrasónico, que por sí mismo está acoplado a un generador ultrasónico, de tal manera que se puedan transmitir vibraciones ultrasónicas a la extremidad distal de la herramienta de punción, se puede crear una cavidad de geometría circunferencial arbitraria dentro de un hueso. A tal efecto, como se describirá detalladamente  
20 más adelante, la herramienta de punción se puede apoyar contra el hueso y la herramienta de punción vibratoria se puede introducir en el hueso. En ese caso, las vibraciones ultrasónicas en la herramienta de punción pueden actuar como pequeños martillazos, con lo que la herramienta de punción se puede introducir en el hueso. A fin de generar una alta presión entre la herramienta de punción y el hueso, la herramienta de punción tiene una parte de pared delgada, de tal manera que el área de contacto entre la herramienta de punción y el hueso se mantenga reducida.

25 Dado que la parte de pared delgada de la herramienta de punción tiene una sección transversal no rotacionalmente simétrica, la cavidad preparada en el hueso con la misma también tendrá una sección transversal no rotacionalmente simétrica. En dicha cavidad no rotacionalmente simétrica se puede encajar a presión, para encaje positivo dentro de la cavidad, un implante correspondiente no rotacionalmente simétrico. Dado que el implante y la  
30 cavidad tienen secciones transversales no rotacionalmente simétricas, el implante puede absorber las fuerzas de rotación que actúan alrededor del eje longitudinal del implante y puede no ser necesario preparar una pluralidad de cavidades en el hueso a fin de absorber dichas fuerzas de rotación.

35 Según una forma de realización de la invención, la parte de pared delgada tiene un grosor de pared inferior a 2 mm, preferentemente, inferior a 1 mm y, más preferentemente, entre 0,2 y 0,5 mm. Cuanto menor es el grosor de la parte de pared delgada mayor puede ser la presión que puede aplicar la herramienta de punción sobre el hueso. No obstante, el grosor de la parte de pared delgada debería ser suficiente para proporcionar suficiente estabilidad a la parte de pared delgada durante la preparación de la cavidad en el hueso, de tal manera que la parte de pared delgada no se deforme/curve durante el procedimiento de preparación de la cavidad y la vibración del sonotrodo se transmita de manera fiable al área de contacto entre la herramienta de punción y el hueso.

45 Según una forma de realización adicional de la presente invención, la parte de pared delgada tiene una sección transversal anular. Es decir, la parte de pared delgada puede tener una estructura cerrada de tipo anillo independiente que, no obstante, no debería tener una sección transversal circular. Por ejemplo, la parte de pared delgada puede tener forma de triángulo hueco, de rectángulo hueco o de cualquier otro polígono hueco.

50 Según una forma de realización adicional de la presente invención, la parte de pared delgada tiene una sección transversal asimétrica. Dicha falta de simetría, es decir, falta de simetría por reflexión o falta de simetría central o ambas, se puede usar para alinear un implante que se va a insertar en la cavidad de un modo predeterminado. Por consiguiente, en el momento de preparar la cavidad en el hueso se puede predeterminar una orientación del implante que se va a encajar en la misma.

55 Según otra forma de realización, la herramienta de punción comprende un material biocompatible. Por ejemplo, se puede usar cualquier tipo de acero inoxidable, de aleaciones de titanio, de aleaciones de aluminio, tales como Ti6Al4v, APX, 1,4057, 1,4442, etc. Dicho material biocompatible se puede usar para la herramienta de punción, a fin de evitar que se produzcan interferencias al hacer una cavidad en un hueso.

60 Según la invención, la herramienta de punción o implante comprende un material bioreabsorbible. Por ejemplo, se puede usar cualquier tipo de material termoplástico, tal como, por ejemplo, PEEK (Poliéter-éter-cetona), UHMWPE (Polietileno de peso molecular ultra alto), PLA (Ácido poli-láctico), PLLA (Ácido poli-L-láctico), PLDLA (Ácido Poli (D, L láctico)), PDLLA (Ácido poli-D, L-láctico), PVDF (Difluoruro de polivinilideno), PPSU o ABS. Dicha herramienta de punción hecha con un material bioreabsorbible se puede usar para hacer la cavidad en el hueso y, posteriormente, como implante para que se quede en la cavidad preparada. En ese caso, una vez preparada la cavidad, la herramienta de punción se puede soltar del sonotrodo ultrasónico. Se puede quedar en la cavidad preparada y tras

un período de consolidación predeterminado se puede reabsorber en el hueso.

Según otra forma de realización, la parte de pared delgada de la herramienta de punción tiene una superficie lateral que proporciona una alta fricción superficial. Por ejemplo, en una parte de pared delgada que tiene una sección transversal anular puede ser ventajoso proveer la superficie interior de la parte de pared delgada de tal manera que se obtenga alta fricción superficial, por ejemplo, proveyendo dicha superficie de una geometría superficial adecuada, tal como, por ejemplo, una mayor rugosidad, o proveyendo dicha superficie de un material que tenga un alto coeficiente de fricción. Usando dicha herramienta de punción, en primer lugar, la herramienta de punción se puede introducir en el hueso preparando, de ese modo, una cavidad en forma de sección transversal anular. Posteriormente, cuando se retira la herramienta de punción del hueso, la parte de pared delgada que tiene dicha alta fricción superficial en su superficie interior puede arrastrar la parte de hueso situada dentro de la parte de pared delgada anular preparando, de ese modo, un agujero terminado que comprende tanto la sección transversal anular como el área dentro de la misma. Por consiguiente, con dicho dispositivo de punción se puede preparar una cavidad en un hueso cuya sección transversal es sustancialmente mayor que la sección transversal de la parte de pared delgada de la herramienta de punción.

Según una forma de realización adicional de la presente invención, el dispositivo de punción comprende además un generador ultrasónico. Dicho generador ultrasónico puede estar adecuadamente adaptado para acoplarlo con el sonotrodo ultrasónico de tal manera que se puedan transmitir vibraciones ultrasónicas del generador al sonotrodo.

En una forma de realización adicional, el generador ultrasónico está adaptado para excitar la herramienta de punción con una frecuencia de vibración de entre 10 kHz y 100 kHz, preferentemente, entre 20 kHz y 40 kHz.

Según una forma de realización adicional, el generador ultrasónico está adaptado para excitar la herramienta de punción con una amplitud de vibración de entre 1  $\mu\text{m}$  y 300  $\mu\text{m}$ , preferentemente, entre 5  $\mu\text{m}$  y 100  $\mu\text{m}$ . En ese caso, la amplitud de vibración se considera en una dirección perpendicular a la superficie de contacto inicial entre la parte de pared delgada de la herramienta de punción y el hueso, normalmente siendo ésta la dirección longitudinal de la herramienta de punción. La amplitud de vibración se podría seleccionar teniendo en cuenta el tipo de hueso en el que se va a hacer una cavidad. Por ejemplo, en huesos frágiles puede ser ventajosa una reducida amplitud de vibración de, por ejemplo, 5  $\mu\text{m}$ , a fin de no someter a demasiada tensión dichos huesos, mientras que en huesos sanos puede ser ventajosa una amplitud de vibración mayor de, por ejemplo, 100  $\mu\text{m}$ , dado que la cavidad se puede preparar de manera más rápida.

Se puede proporcionar una herramienta de punción separada del sonotrodo ultrasónico. No obstante, el sonotrodo y la herramienta de punción deberían estar adaptados de tal manera que se puedan acoplar entre sí, de tal manera que las vibraciones ultrasónicas se puedan transmitir del sonotrodo a la herramienta de punción. Se puede proporcionar una pluralidad de herramientas de punción con geometrías diferentes en sus partes de pared delgada, de tal manera que un médico pueda elegir una herramienta de punción adecuada durante una operación y pueda, asimismo, soltar y cambiar una herramienta de punción durante una operación.

Según la invención, un implante que se va a insertar en un hueso está adaptado para usarlo como herramienta de punción para el dispositivo de punción de la invención que se ha descrito anteriormente. Dicho implante debería cumplir dos requisitos: (a) Por un lado, debería ser lo suficientemente rígido para usarlo como herramienta de punción para preparar una cavidad en un hueso; (b) por otro lado, debería tener una geometría y/o material adecuado a fin de que se pueda quedar en la cavidad previamente preparada con el mismo.

Para entender mejor la invención, se describe un procedimiento para preparar una cavidad en un hueso, comprendiendo el procedimiento: proporcionar un dispositivo de punción según el primer aspecto anterior, apoyar la herramienta de punción del dispositivo de punción sobre el hueso, hacer vibrar la herramienta de punción con vibraciones ultrasónicas e introducir la herramienta de punción en el hueso.

La herramienta de punción se puede retirar del hueso una vez preparada la cavidad. Por lo tanto, se puede preparar una cavidad en el hueso en la que posteriormente se puede insertar un implante.

Asimismo, la herramienta de punción se puede soltar del sonotrodo una vez introducida en el hueso y la herramienta de punción se puede quedar en la cavidad preparada como un implante.

Se debe señalar que se describen formas de realización de la invención en relación con objetos diferentes. En particular, algunas formas de realización se describen en relación con reivindicaciones de tipo aparato, mientras que otras formas de realización se describen en relación con reivindicaciones de tipo procedimiento. No obstante, un experto en la materia entenderá, gracias a la descripción anterior y a la siguiente, que, salvo que se indique lo contrario, además de combinaciones de características correspondientes a un tipo de objeto, se considera que con esta solicitud se describen también combinaciones entre características relativas a los diferentes objetos, en particular, entre características de reivindicaciones de tipo aparato y características de reivindicaciones de tipo

procedimiento.

Los aspectos que se han definido anteriormente y otros aspectos, características y ventajas de la presente invención se pueden obtener de los ejemplos de formas de realización que se describen a continuación.

A continuación, la invención se describirá más detalladamente en relación con ejemplos de formas de realización a los que, no obstante, no se limita la invención.

#### Breve descripción de los dibujos

La fig. 1 muestra esquemáticamente un dispositivo de punción según una forma de realización de la invención;

las figs. 2a y 2b muestran formas de realización del dispositivo de punción y diferentes usos del mismo según la invención;

las figs. 3a a 3e muestran geometrías de sección transversal diferente de la parte de pared delgada de la herramienta de punción según formas de realización de la invención.

En las figuras, símbolos de referencia similares indican elementos similares. Además, se debe señalar que las figuras no están a escala.

Como se muestra esquemáticamente en la fig. 1, un dispositivo de punción 1 según una forma de realización de la invención comprende un generador ultrasónico 3 controlado por medio de un control 5, un sonotrodo ultrasónico 7 y una herramienta de punción 9.

El sonotrodo ultrasónico 7 está acoplado al generador ultrasónico 3 por medio de un mecanismo de fijación 11 que puede comprender, por ejemplo, una estructura 13 y un tornillo de sujeción 15. El generador ultrasónico 3 está adaptado para emitir vibraciones ultrasónicas con una frecuencia adaptable de, por ejemplo, 20 a 50 kHz que se transmiten al sonotrodo 7. La flecha A de la fig. 1 indica una dirección de dichas vibraciones ultrasónicas. Además, el generador ultrasónico 3 puede estar adaptado para producir vibraciones ultrasónicas con una amplitud seleccionable de entre 5 y 100  $\mu\text{m}$  a lo largo de la dirección A.

La herramienta de punción 9 está acoplada al sonotrodo ultrasónico 7 por medio de un mecanismo de fijación adicional 17 que puede comprender un tornillo de sujeción 19. Por lo tanto, las vibraciones ultrasónicas se pueden transmitir del sonotrodo a la herramienta de punción. La herramienta de punción 9 comprende, en su extremidad proximal, una parte sólida 21 y, en su extremidad distal, una parte de pared delgada 23. La parte de pared delgada 23 puede tener una sección transversal no redonda, como se describirá detalladamente más adelante en relación con las figs. 3a a 3e.

Cuando la herramienta de punción que se hace vibrar por medio del sonotrodo se empuja sobre el hueso 25, la parte de pared delgada 23 ejerce una presión considerable sobre el hueso, a la vez que se hace vibrar hacia arriba y hacia abajo a modo de martillo. Debido a dicho "martilleo" ultrasónico, la parte de pared delgada 23 de la herramienta de punción 9 se puede introducir en el hueso. A diferencia de los procedimientos de perforación convencionales, no existe rotación de la herramienta de punción, de tal manera que no es necesario que la cavidad que se prepara con el dispositivo de punción tenga una geometría rotacional.

Las figs. 2a y 2b muestran formas de realización diferentes de herramientas de punción que se pueden usar para preparar cavidades de áreas de sección transversal diferente en un hueso. En la fig. 2a, las superficies laterales 27, 29 de la parte de pared delgada de la herramienta de punción 9 tienen una baja fricción superficial. Por consiguiente, la herramienta de punción 9 se puede retirar fácilmente del hueso una vez preparada la cavidad en el hueso. Por lo tanto, la cavidad propiamente dicha tiene una sección transversal que básicamente se corresponde con la sección transversal de la parte de pared delgada. Por consiguiente, la parte de un implante que se va a insertar en la cavidad debería tener aproximadamente la geometría que la parte de pared delgada de la herramienta de punción. Alternativamente, la herramienta de punción propiamente dicha puede servir de implante y se puede quedar en la cavidad una vez preparada la cavidad.

Alternativamente, como se muestra en la fig. 2b, la parte de pared delgada de la herramienta de punción 9 puede tener una baja fricción superficial en su superficie lateral exterior 29, mientras que puede tener una alta fricción superficial en su superficie lateral interior 27. Por consiguiente, una vez preparada la cavidad en el hueso mediante "martilleo" ultrasónico de la parte de pared delgada dentro del hueso, cuando la herramienta de punción se retira del hueso, una parte del hueso que está entre las superficies laterales interiores 27 de la parte de pared delgada se puede retirar con la misma debido a la alta fricción superficial. Posteriormente, se puede encajar a presión un implante macizo en la cavidad de área ampliada.

5 En las figs. 3a a 3e se muestran esquemáticamente varias posibilidades para la sección transversal de la parte de pared delgada de la herramienta de punción. La fig. 3a muestra una sección transversal triangular. La fig. 3b muestra una sección transversal rectangular. La fig. 3c muestra una sección transversal en estrella. La fig. 3d muestra una sección transversal asimétrica arbitraria. Todas las secciones transversales para la parte de pared delgada, que se muestran en las figs. 3a a 3d, incluyen una sección transversal anular cerrada que tiene una superficie lateral interior 29 y una superficie lateral exterior 27.

10 La sección transversal que se muestra en la fig. 3e es ondulada y no tiene sección transversal anular. Además, se muestra un grosor de pared (t) de la parte de pared delgada.

15 Todas las secciones transversales para la parte de pared delgada de las herramientas de punción que se muestran en las figs. 3a a 3e tienen simetría no rotacional y, por lo tanto, son adecuadas para preparar una cavidad no rotacionalmente simétrica correspondiente en un hueso en el que se puede insertar un implante, que es capaz de absorber una fuerza de rotación alrededor del eje longitudinal del dispositivo de punción.

20 En resumen, se propone un dispositivo de punción para preparar una cavidad en un hueso, una herramienta de punción que se puede usar para dicho dispositivo de punción 1 y un implante que se puede usar como una herramienta de punción de este tipo. El dispositivo de punción comprende un sonotrodo ultrasónico 7 y una herramienta de punción 9 que se puede fijar al sonotrodo por su extremidad proximal. En su extremidad distal, la herramienta de punción 9 tiene una parte de pared delgada 23 que tiene una sección transversal rotacionalmente asimétrica. Mediante vibración ultrasónica de la herramienta de punción, la parte de pared delgada se puede introducir en un hueso preparando, de ese modo, una cavidad que es no rotacionalmente simétrica. Posteriormente, se puede retener un implante en dicha cavidad. Debido a su falta de simetría rotacional, el implante puede absorber fuerzas rotacionales alrededor de su eje longitudinal.

25 Se debería señalar que el término "comprende" no excluye otros elementos u etapas y el término "un" o "uno" no excluye una pluralidad. Asimismo, se pueden combinar elementos que se describen asociados a diferentes formas de realización y aspectos. Asimismo, se debería señalar que los símbolos de referencia de las reivindicaciones no se deberían interpretar como limitantes del alcance de las reivindicaciones.

30 Lista de números de referencia:

- 1 dispositivo de punción
- 3 generador ultrasónico
- 35 5 control
- 7 sonotrodo ultrasónico
- 9 herramienta de punción
- 11 mecanismo de fijación
- 13 estructura
- 40 15 tornillo de sujeción
- 17 mecanismo de fijación
- 19 tornillo de sujeción
- 21 cuerpo sólido de la herramienta de punción
- 23 parte de pared delgada de la herramienta de punción
- 45 25 hueso
- 27 superficie lateral interior
- 29 superficie lateral exterior

**REIVINDICACIONES**

1. Un implante que se va a insertar en un hueso, en el que el implante está adaptado para usarlo como una herramienta de punción para un dispositivo de punción (1) para preparar una cavidad en un hueso (25) pudiéndose fijar el implante, por su extremidad proximal, a un sonotrodo ultrasónico del dispositivo de punción, en el que, en su extremidad distal, el implante tiene una parte de pared delgada que tiene una sección transversal que no es rotacionalmente simétrica, en el que el implante comprende un material biocompatible y un material bioreabsorbible.
2. El implante según la reivindicación 1, en el que la parte de pared delgada tiene un grosor de pared (t) inferior a 2 mm.
3. El implante según la reivindicación 1 ó 2, en el que la parte de pared delgada tiene una sección transversal anular.
4. El implante según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la parte de pared delgada tiene una sección transversal asimétrica.
5. El implante según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la parte de pared delgada tiene una superficie lateral (27, 29) que proporciona una alta fricción superficial.
6. El implante según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el implante está adaptado para usarlo como una herramienta de punción para un dispositivo de punción que comprende además un generador ultrasónico (3).
7. El implante según la reivindicación 6, en el que el generador ultrasónico está adaptado para excitar la herramienta de punción con una frecuencia de vibración de entre 10 kHz y 100 kHz.
8. El implante según la reivindicación 6 ó 7, en el que el generador ultrasónico está adaptado para excitar la herramienta de punción con una amplitud de vibración de entre 1  $\mu\text{m}$  y 300  $\mu\text{m}$ .

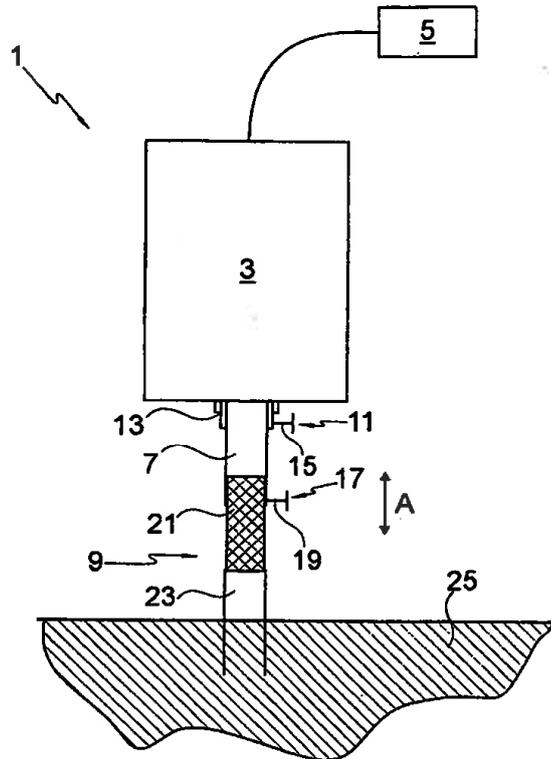


Fig. 1

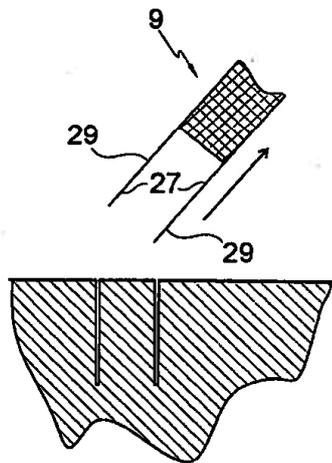


Fig. 2a

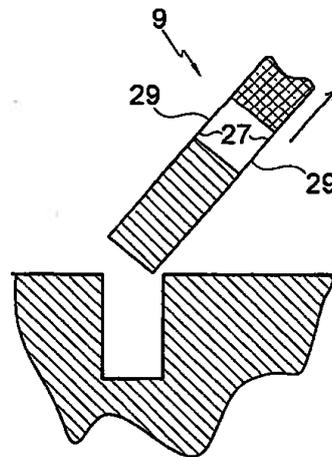


Fig. 2b

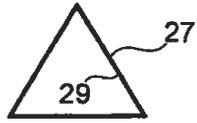


Fig. 3a

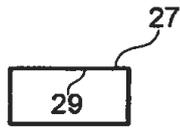


Fig. 3b



Fig. 3c

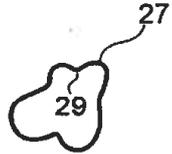


Fig. 3d



Fig. 3e