



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 308 456**

51 Int. Cl.:
A61B 8/00 (2006.01)
A61B 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05716574 .8**
96 Fecha de presentación : **12.04.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1758504**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.03.2007**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la determinación no invasiva de estructuras destacadas del cuerpo humano o animal.**

30 Prioridad: **25.05.2004 DE 10 2004 026 525**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2008

73 Titular/es: **AESULAP AG.**
Am Aesculap-Platz
78532 Tuttlingen, DE
Universität Ulm

72 Inventor/es: **Kozak, Josef y**
Keppler, Peter

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

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

Procedimiento y dispositivo para la determinación no invasiva de estructuras destacadas del cuerpo humano o animal.

La invención se refiere a un procedimiento para la determinación no invasiva de la posición y orientación de estructuras destacadas del interior de un cuerpo humano o animal, en el cual se irradia el cuerpo en la zona de las estructuras destacadas con radiación ultrasónica mediante un cabezal ultrasónico que emite ultrasonido y recibe ultrasonido, que recibe la radiación ultrasónica reflejada en la estructura destacada y presenta en una pantalla una reproducción correspondiente al tiempo de propagación de la radiación reflejada, determinándose mediante un sistema de navegación la posición y orientación del cabezal ultrasónico y del cuerpo en la zona de la estructura destacada, mediante unos elementos marcadores fijados en el cabezal ultrasónico y en el cuerpo, eligiendo en la pantalla una estructura destacada, y determinando de acuerdo con la dirección de la radiación del cabezal ultrasónico y del tiempo medido de propagación de la radiación ultrasónica el emplazamiento y la orientación de la estructura destacada con relación al cabezal ultrasónico, y a partir de la posición y orientación del cabezal ultrasónico con relación al cuerpo, el emplazamiento y la orientación de la estructura destacada con relación al cuerpo.

La invención se refiere además a un dispositivo para realizar un procedimiento de esta clase según una de las reivindicaciones 1 ó 2 mediante un cabezal ultrasónico para la emisión y la recepción de radiación ultrasónica y con una pantalla para la presentación de una reproducción correspondiente al tiempo de propagación de una radiación ultrasónica emitida y reflejada en una estructura destacada del cuerpo, estando previstos elementos marcadores para el cabezal ultrasónico y para el cuerpo, que son parte de un sistema de navegación, y con una instalación de tratamiento de datos.

Para determinar determinadas estructuras destacadas en el interior de un cuerpo, por ejemplo determinadas estructuras óseas, y determinar su posición y orientación exactas con relación al cuerpo, era necesario hasta ahora abrir el cuerpo y determinar esta estructura en el interior del cuerpo mediante un instrumento palpador, cuyo emplazamiento y orientación con relación al cuerpo se pueden determinar por ejemplo mediante un sistema de navegación. De este modo se obtiene información sobre el emplazamiento y eventualmente la orientación con relación al cuerpo de las estructuras destacadas.

El inconveniente de este procedimiento es que para ello se necesita un orificio del cuerpo, si se palpan esta clase de estructuras a través de tejidos blandos pueden producirse inexactitudes.

Por otra parte es conocido el hecho de palpar estructuras del cuerpo en el interior del cuerpo por medio de radiación ultrasónica. En los procedimientos de palpado ultrasónico conocidos se dirige radiación ultrasónica al interior del cuerpo a través de un cabezal ultrasónico, se refleja allí en estructuras destacadas y la radiación reflejada vuelve a ser recibida por el cabezal ultrasónico. A partir del tiempo de propagación se puede determinar la distancia de las superficies de reflexión respecto al cabezal ultrasónico, y a partir de la dirección de la radiación del cabezal ultrasónico también la posición de las estructuras destacadas. En conjunto se puede captar y reproducir la forma de las estructuras destacadas, pero no se obtienen datos exactos sobre su emplazamiento y orientación con relación al cuerpo.

También es conocido el hecho de determinar sonográficamente la estructura de la pierna empleando para ello un cabezal ultrasónico navegante, es decir un cabezal ultrasónico cuya posición y orientación en el espacio se pueda determinar igual que la posición y orientación de las partes del cuerpo (Keppler P. *et al*: "Die sonographische Bestimmung der Beingeometrie" (La determinación sonográfica de la Geometría de la Pierna), DER ORTHOPÄDE, Tomo 28, N° 12, Diciembre 1999, págs. 1015-1022, XP02331182 ISSN: 0085-4530). Con este procedimiento conocido se han determinado las longitudes y torsiones en la zona de la extremidad inferior.

El objetivo de la invención es realizar un procedimiento de la clase genérica de tal modo que se pueda determinar un plano característico del hueso ilíaco, sin intervención en el cuerpo.

Este objetivo se resuelve conforme a la invención con un procedimiento de la clase descrita inicialmente por el hecho de que como estructura destacada se hace coincidir en la pantalla lo mejor posible la cresta ilíaca de un hueso ilíaco con una estructura geométrica predeterminada, y a partir de la posición de la estructura geométrica predeterminada en la pantalla se determinan datos estructurales de la estructura destacada del cuerpo, siendo la estructura geométrica predeterminada un círculo, y determinando como datos estructurales de la estructura geométrica predeterminada una esfera que tenga como círculo máximo el círculo de la estructura predeterminada, y porque se elige un plano característico de un hueso ilíaco de tal modo que en él se encuentre un punto característico de la sínfisis, y porque el plano característico está adosado a la superficie de las dos esferas que están asignadas a las crestas ilíacas. El plano determinado de este modo se puede denominar plano característico del hueso iliaco, pudiendo servir este plano por ejemplo como base para la descripción geométrica del hueco ilíaco y para la elección de un sistema de coordenadas fijo del hueso iliaco.

La invención tiene también como objetivo proponer un dispositivo para llevar a cabo este procedimiento.

Este objetivo se resuelve conforme a la invención por un dispositivo que presenta las características de la reivindicación 3.

Para ello es ventajoso que el cabezal ultrasónico emita o reciba respectivamente la radiación ultrasónica a través de una multitud de dispositivos transmisores y receptores dispuestos en una fila y que irradian la radiación ultrasónica en un plano común.

La siguiente descripción de formas preferidas de realización de la invención sirve para una explicación más detallada, en combinación con los dibujos. Éstos muestran:

Fig. 1 una vista esquemática de un palpador mecánico navegante para la exploración de estructuras destacadas en el cuerpo, conforme al estado de la técnica;

Fig. 2 una vista esquemática de un cabezal ultrasónico navegante adosado a una cresta ilíaca del hueso ilíaco con la correspondiente representación en una pantalla de la Fig. suministrada por el cabezal ultrasónico;

Fig. 3 una vista semejante a la Fig. 2, estando el cabezal ultrasónico adosado en la otra cresta ilíaca;

Fig. 4 una vista semejante a la Fig. 2, con el cabezal ultrasónico adosado a la sínfisis de hueso iliaco;

Fig. 5 una representación esquemática para la evaluación de las Fig. 2 a 4 y para la determinación de un plano característico del hueso iliaco;

Fig. 6 una vista semejante a la Fig. 2 estando el cabezal ultrasónico adosado a un hueso femoral, y

Fig. 7 una vista semejante a la Fig. 2 con un cabezal ultrasónico adosado a la articulación del pie.

En la Fig. 1 está representado un dispositivo convencional para la exploración mecánica de una estructura destacada del cuerpo. Este dispositivo comprende un palpador mecánico 1 en el cual va fijado un elemento marcador 2 de un sistema de navegación convencional 3, comprendiendo este sistema de navegación 3 varias unidades de transmisión y recepción 4 que emiten radiación electromagnética que es reflejada en reflectores 5 del elemento marcador 2 y que vuelve a ser captada por las unidades de transmisión y recepción 4. A partir de estas señales, el sistema de navegación 3 puede determinar de modo de por sí conocido la posición y orientación exacta en el espacio del elemento marcador 2 y por lo tanto del palpador 1. Los datos de posición correspondientes se envían a una instalación para el tratamiento de datos.

Otro elemento marcador 7, que tiene la misma estructura que el elemento marcador 2, va fijado a una parte del cuerpo 8 cuya estructura destacada se trata de determinar. En el ejemplo de realización representado, el elemento marcador 7 va fijado a un hueso ilíaco 9, por ejemplo mediante un tornillo de huesos enroscado en el hueso ilíaco 9. Esta clase de elementos marcadores se emplean usualmente para las operaciones y sirven entonces para determinar la posición y orientación de la correspondiente parte del cuerpo durante una operación.

Sin embargo existe también sin problemas la posibilidad de disponer esta clase de elementos marcadores en el cuerpo sin abrirlo, por ejemplo sirviéndose de sujetadores que se fijan en la superficie exterior del cuerpo a través de partes de tejido blando, pudiendo efectuarse esta fijación por medio de bandas, etc.

El sistema de navegación 3 puede determinar de este modo tanto la posición y orientación del palpador 1 como también la posición y orientación de la parte del cuerpo en la que se trata de localizar una estructura. En el dispositivo descrito en la Fig. 1, que corresponde al estado conocido de la técnica, esta localización se realiza aplicando la punta del palpador 1 a la estructura correspondiente, para lo cual ha de estar abierto el cuerpo y la estructura correspondiente ha de estar al descubierto.

Para evitar esto se emplea en un procedimiento tal como se describe a continuación en las Fig. 2 a 7, en lugar de un palpador mecánico un cabezal ultrasónico 10, que de por sí es conocido para el reconocimiento de estructuras internas del cuerpo y que mediante una superficie de asiento 11 se puede adosar a la cara exterior del cuerpo. Un cabezal ultrasónico 10 de este tipo radia por ejemplo por medio de varias unidades de transmisión y recepción, dispuestas en una fila, radiación ultrasónica en un plano común a todas las unidades de transmisión y recepción y recibe la radiación ultrasónica reflejada en las estructuras internas del cuerpo, que es reflejada en este plano. A partir del tiempo de propagación entre la emisión y la recepción de la radiación se puede determinar la distancia entre la superficie reflectante de la estructura interna del cuerpo al cabezal ultrasónico 10, y estos datos se transmiten a la instalación de tratamiento de datos 6.

En el cabezal ultrasónico 10 va fijado el elemento marcador 2, de modo que mediante el sistema de navegación 3 se puede determinar la posición del cabezal ultrasónico y su orientación.

El dibujo generado por el cabezal ultrasónico 10 se representa en una pantalla 12, de modo que el operador puede leer en la pantalla 12 el dibujo en relieve de la radiación ultrasónica, es decir de las mediciones de tiempo de propagación de la radiación ultrasónica. Este dibujo muestra determinadas estructuras que resultan de la estructura de la superficie que refleja la radiación ultrasónica, es decir por ejemplo de una superficie ósea.

ES 2 308 456 T3

Mediante el ejemplo de un hueso ilíaco 9 se explica mediante las Fig. 2 a 4 cómo se pueden determinar de este modo determinadas estructuras del hueso ilíaco y cómo pueden tener aplicación estas estructuras para la caracterización del hueso iliaco.

El cabezal ultrasónico 10 se aplica primeramente9 sobre el cuerpo 8 a un lado del hueso ilíaco, de modo que esté alineado esencialmente con la cresta ilíaca 14. La orientación exacta la puede efectuar el operador sirviéndose de la imagen en la pantalla 12, ya que en el caso de una alineación exacta respecto a la cresta ilíaca 14 se obtiene una estructura especialmente nítida y clara, con lo cual se puede adosar el cabezal ultrasónico de modo ampliamente reproducible en huesos iliacos 9 de diferentes pacientes.

Para esta cresta ilíaca 14 del hueso ilíaco 9 se obtiene en la pantalla 12 una reproducción característica, pudiendo reconocerse claramente en esta reproducción las zonas en forma de arco 15.

Del mismo modo se procede en la cresta ilíaca 16. Se obtiene entonces una representación esencialmente igual en la pantalla 12 con zonas en forma de arco 17.

En un tercer paso se aplica el cabezal ultrasónico en el centro del hueso ilíaco 9 en su extremo inferior en la zona de la sínfisis 18, obteniéndose entonces en la pantalla 12 una punta 19 que señala claramente hacia abajo y que refleja la estructura de la sínfisis.

Para obtener a partir de las estructuras reproducidas los datos necesarios de posición y orientación se pueden representar y desplazar en la pantalla 12 símbolos con una estructura geométrica predeterminada, por ejemplo círculos 20, 21 (Fig. 2 y 3), puntos 22 (Fig. 4). Estos símbolos los puede desplazar el operador sobre la pantalla 12 de modo que con las imágenes ultrasónicas representadas tenga lugar una coordinación consciente, por ejemplo los círculos 20 y 21 se pueden adosar de forma óptima a las zonas en arco 15 ó 17, y el punto 22 se puede colocar sobre la punta 19. De este modo se pueden determinar bloques de datos geométricos que se alimentan a la instalación y tratamiento de datos 6 y que son respectivamente característicos de las zonas del cuerpo y de las estructuras destacadas irradiadas con el cabezal ultrasónico.

La instalación de tratamiento de datos coloca a través de los dos círculos 20, 21 una esfera que presenta el mismo centro y el mismo radio que los círculos, de modo que los círculos forman círculos máximos. Entonces la instalación de tratamiento de datos calcula a partir de la posición del punto 22 por una parte y de las esferas determinadas de este modo por otra, un plano en el que está situado el punto 22 y que se aplica tangencialmente a las dos esferas (Fig. 5). En este plano está situado un punto de cada cresta ilíaca 14, ya que los círculos 20, 21 habían estado adosados a las zonas en forma de arco 15, 17 de la cresta ilíaca, de modo que esto también es aplicable para las esferas. Se determina por lo tanto un plano que contiene sendos puntos de cada cresta ilíaca y el punto determinado en la sínfisis, siendo este plano un plano característico de la posición y orientación del hueso iliaco, y este plano se puede emplear para determinar en el ulterior curso de la operación un sistema de coordenadas propio del hueso iliaco, para proceder a los posicionamientos necesarios de implantes, instrumentos de tratamiento, etc. respecto al hueso ilíaco.

En lo anterior se ha explicado la determinación no invasiva de estructuras características del cuerpo mediante el ejemplo del hueso iliaco, de forma similar se pueden localizar estructuras destacadas en otros puntos del cuerpo, por ejemplo en el extremo de un hueso femoral 23 del lado de la articulación de la cadera (Fig. 6), al cual se aplica el cabezal ultrasónico 10 de forma característica, o en el extremo del lado de los maléolos de un hueso tibial 24 (Fig. 7). Estas exposiciones deben considerarse únicamente como ejemplos de aplicación. Se sobreentiende que el cabezal ultrasónico 10 se aplica en la cara exterior del cuerpo, y por lo tanto que no es necesario abrir el cuerpo para explorar estructuras internas del cuerpo.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación no invasiva de la posición y orientación de estructuras destacadas del interior de un cuerpo humano o animal, en el cual se irradia el cuerpo en la zona de las estructuras destacadas con radiación ultrasónica mediante un cabezal ultrasónico que emite ultrasonido y recibe ultrasonido, que recibe la radiación ultrasónica reflejada en la estructura destacada y que presenta en una pantalla una reproducción correspondiente al tiempo de propagación de la radiación reflejada, determinándose mediante un sistema de navegación la posición y orientación del cabezal ultrasónico del cuerpo en la zona de la estructura destacada, mediante unos elementos marcadores fijados en el cabezal ultrasónico y en el cuerpo, eligiendo en la pantalla una estructura destacada, y determinando de acuerdo con la dirección de la radiación del cabezal ultrasónico y del tiempo de propagación medido de la radiación ultrasónica el emplazamiento y la orientación de la estructura destacada con relación al cabezal ultrasónico, y a partir de la posición y orientación del cabezal ultrasónico con relación al cuerpo, el emplazamiento y la orientación de la estructura destacada con relación al cuerpo, **caracterizado** porque como estructura destacada se hace coincidir en la pantalla lo mejor posible la cresta ilíaca de un hueso ilíaco con una estructura geométrica predeterminada, y a partir de la posición de la estructura geométrica predeterminada en la pantalla se determinan datos estructurales de la estructura destacada del cuerpo, siendo la estructura geométrica predeterminada un círculo, y determinando como datos estructurales de la estructura geométrica predeterminada una esfera con el círculo de la estructura predeterminada como círculo máximo, y porque se elige un plano característico de un hueso ilíaco de tal modo que en él se encuentre un punto característico de la sínfisis, y porque el plano característico está adosado a la superficie de las dos esferas que están asignadas a las crestas ilíacas. El plano determinado de este modo se puede denominar plano característico del hueso iliaco, pudiendo servir este plano por ejemplo como base para la descripción geométrica del hueso ilíaco y para la elección de un sistema de coordenadas fijo del hueso iliaco.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por emplearse un cabezal ultrasónico que emite o recibe radiación ultrasónica a través de una pluralidad de dispositivos de transmisión y recepción dispuestos en una fila, y que emiten la radiación ultrasónica en un plano común.

3. Dispositivo para realizar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2 con un cabezal ultrasónico (10) para la emisión y la recepción de radiación ultrasónica y con una pantalla (12) para representar una reproducción correspondiente al tiempo de propagación de una radiación ultrasónica emitida, reflejada en una estructura destacada (14, 16, 18) del cuerpo (8), estando previstos elementos marcadores (2, 7) para el cabezal ultrasónico (10) y para el cuerpo (8), que son parte de un sistema de navegación (3), y con una instalación de tratamiento de datos (6) que está programada de tal modo que a partir de la posición relativa y de la orientación relativa del cabezal ultrasónico (10) respecto al cuerpo (8) y de la dirección de la radiación del cabezal ultrasónico (10) y del tiempo de propagación medido de la radiación ultrasónica determina la posición y orientación de una estructura destacada (14, 16, 18) representada en la pantalla (12) con relación al cuerpo, y **caracterizada** porque la instalación de tratamiento de datos (6) está programada de tal modo que a partir de la posición de una estructura geométrica predeterminada que se hace coincidir en la pantalla lo mejor posible con las crestas ilíacas de un hueso iliaco, determina datos estructurales de la estructura destacada del cuerpo, comprendiendo la estructura geométrica predeterminada dos círculos, y determinando la instalación y tratamiento de datos (6) como datos estructurales de la estructura geométrica predeterminada unas esferas que tienen como círculo máximo los círculos de la estructura predeterminada, y eligiendo un plano característico de un hueso ilíaco de tal modo que en él esté situado un punto característico de la sínfisis, y el plano característico esté adosado a la superficie de las dos esferas que están asignadas a las crestas ilíacas.

4. Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el cabezal ultrasónico emite o recibe respectivamente radiación ultrasónica a través de una pluralidad de dispositivos de transmisión y recepción que están dispuestos en una fila y que radian la radiación ultrasónica en un plano común.

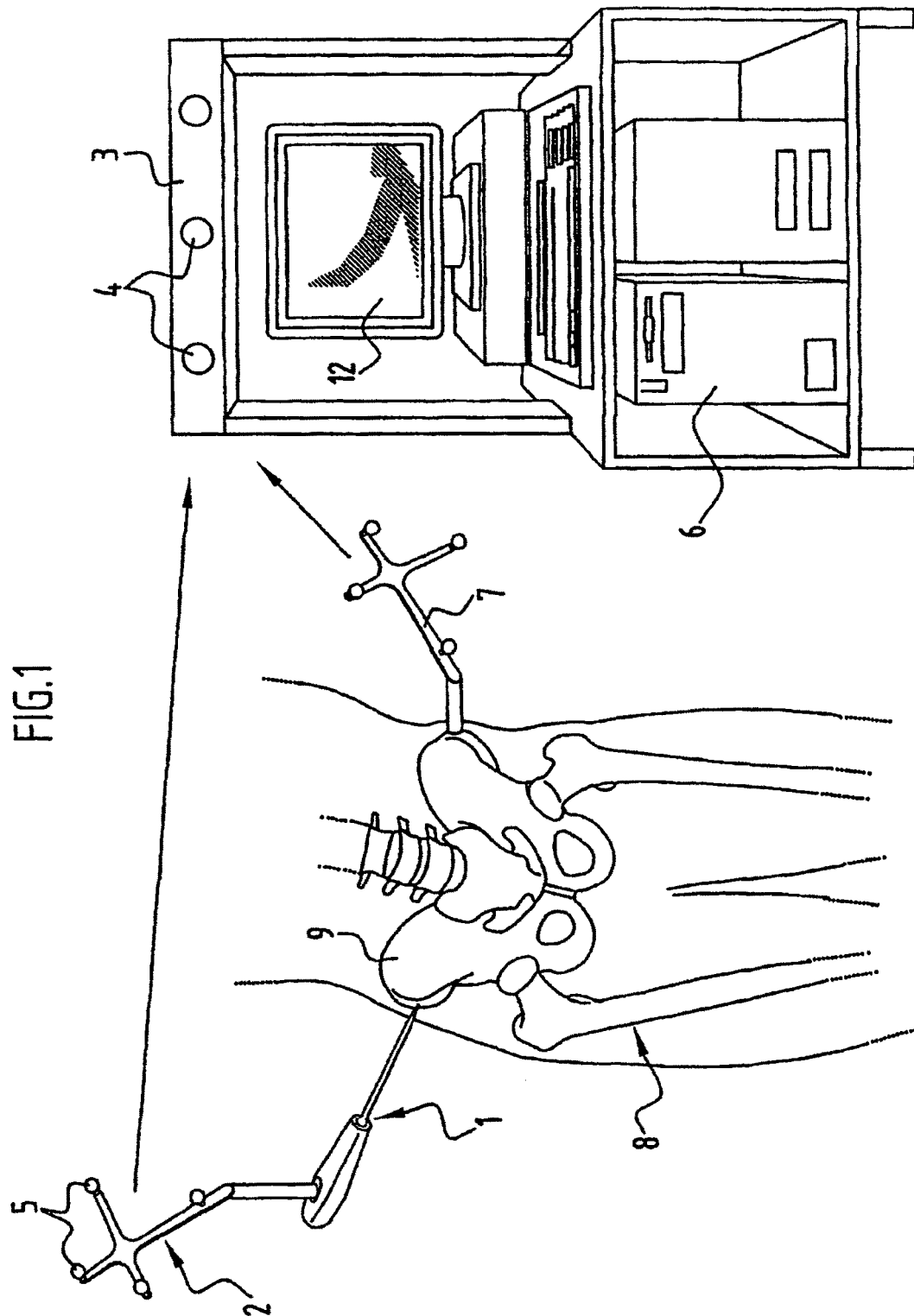


FIG.2

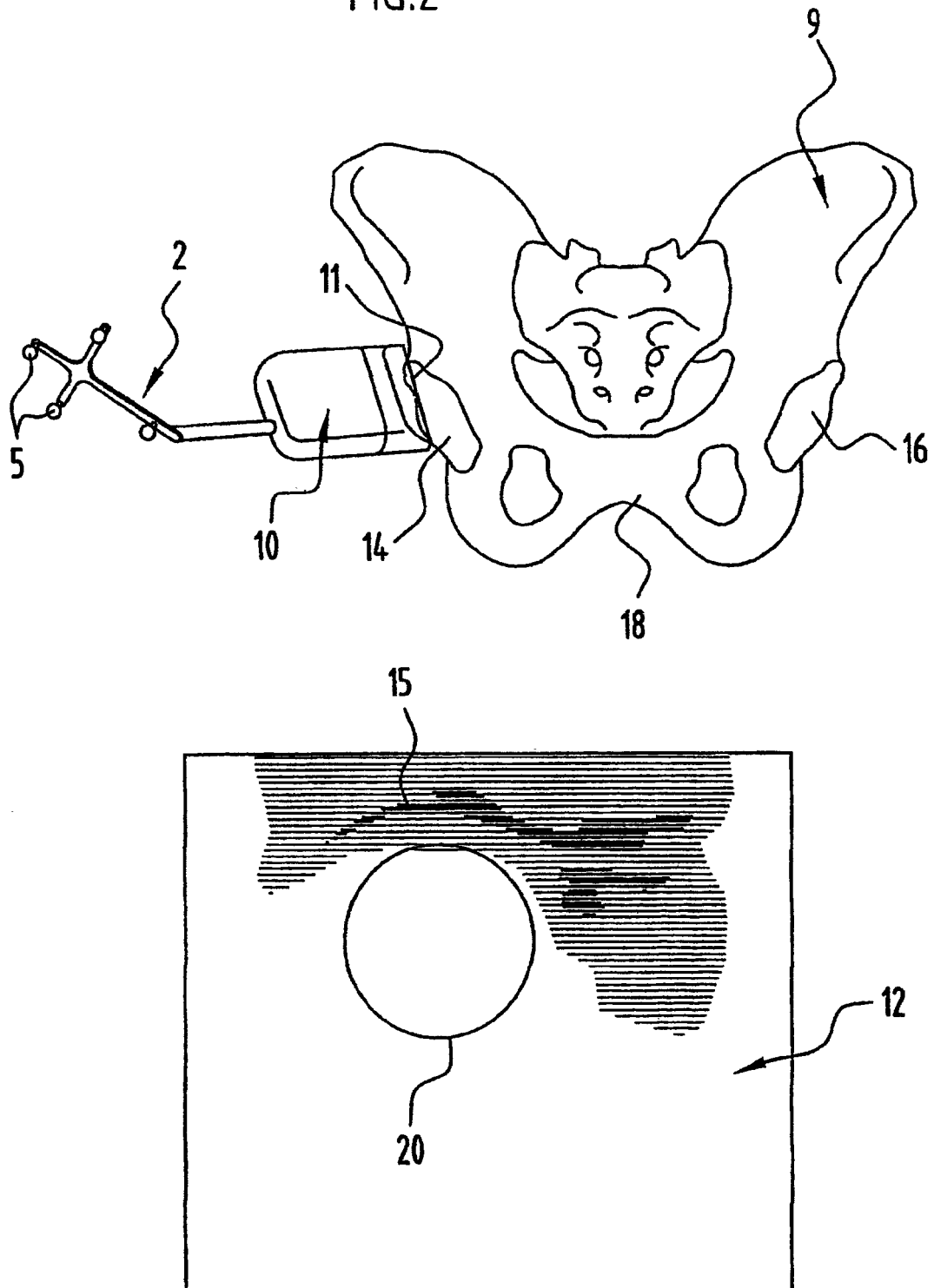


FIG.3

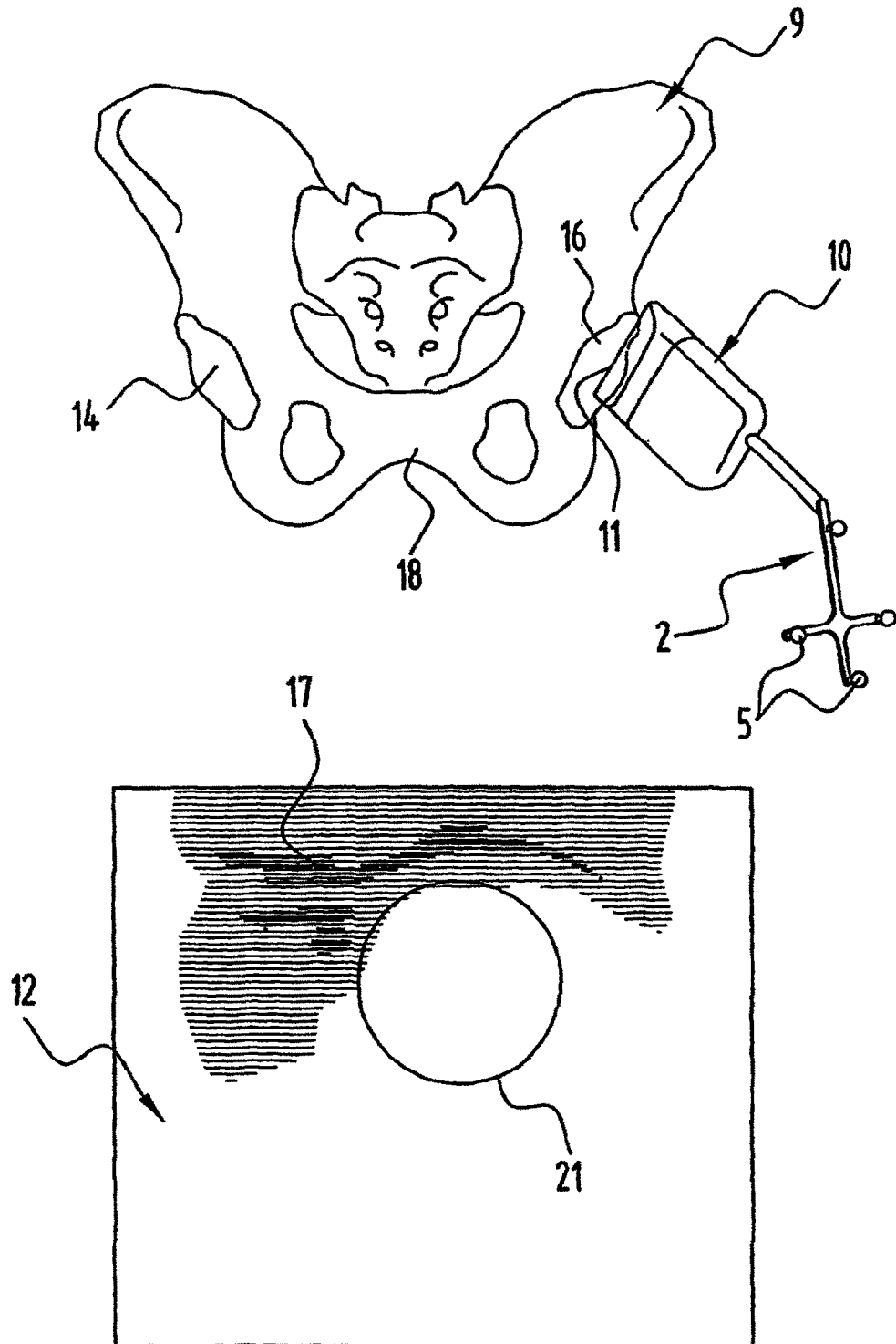
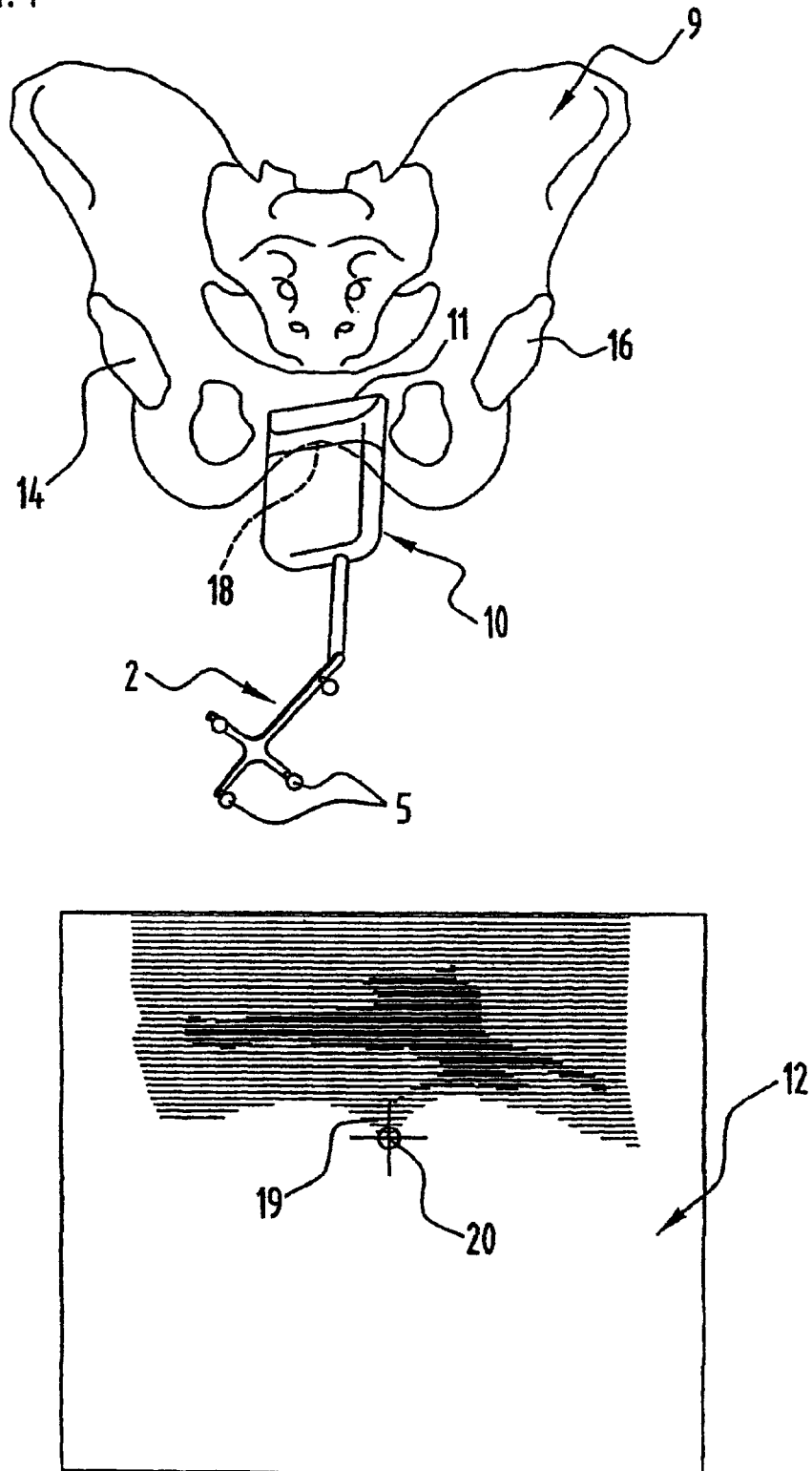


FIG.4



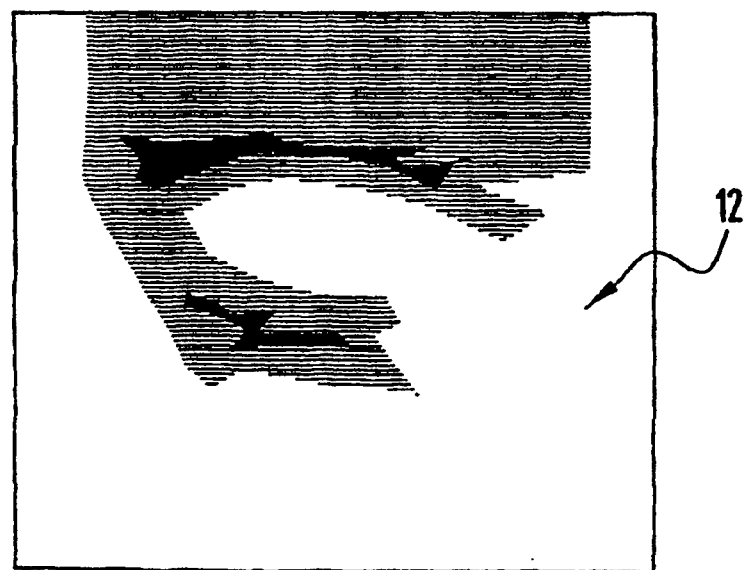
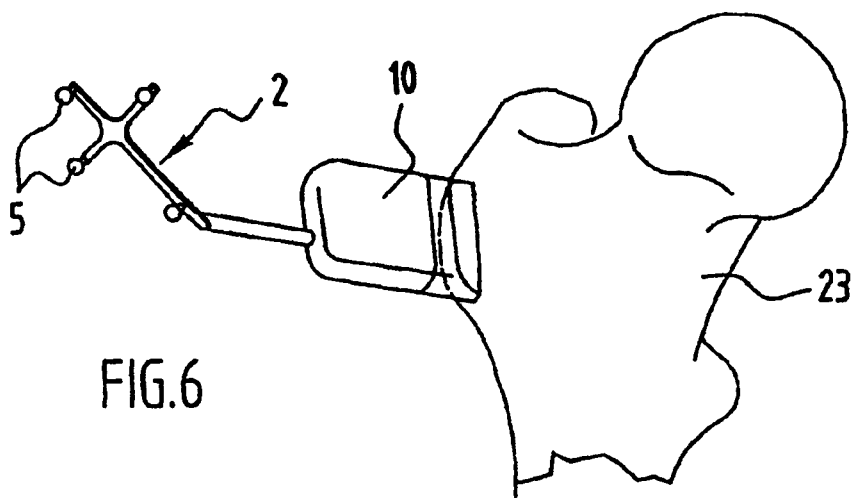
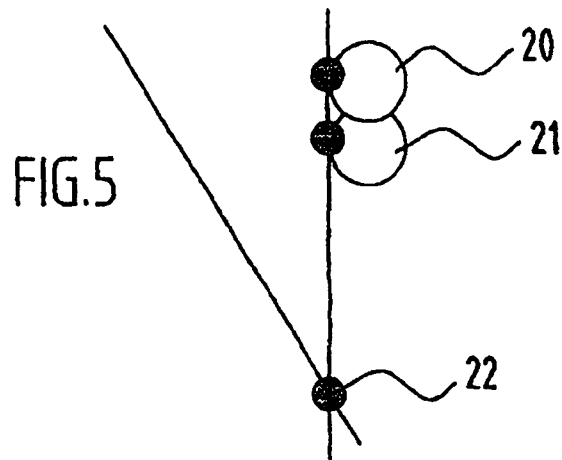


FIG.7

