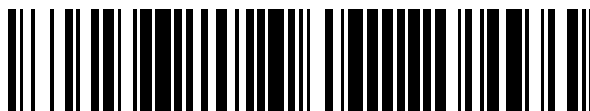


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 690 647**

51 Int. Cl.:

A61B 90/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.11.2008 PCT/US2008/082489**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2009 WO09061825**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.11.2008 E 08846955 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 2227152**

54 Título: **Sistema y método para guía para taladrar guiada**

30 Prioridad:

06.11.2007 US 935793

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

21.11.2018

73 Titular/es:

**MEDTRONIC NAVIGATION, INC. (100.0%)
Coal Creek Corporate Center One 826 Coal Creek
Circle
Louisville CO 80027, US**

72 Inventor/es:

**HARTMANN, STEVEN, L.;
HUGHES, JOEL, S.;
MOCTEZUMA, JOSEPH y
VERARD, LAURENT**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 690 647 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

Sistema y método para guía para taladrar guiada

5 Campo

La presente divulgación se refiere, en general, a cirugía guiada y, más específicamente, a sistemas y métodos para una guía para taladrar guiada.

10 Antecedentes

Las afirmaciones en esta sección proporcionan meramente información antecedente relacionada con la presente divulgación y pueden no constituir técnica anterior.

15 Los procedimientos médicos y quirúrgicos guiados por imágenes utilizan imágenes de pacientes obtenidas antes o durante un procedimiento médico para guiar a un facultativo que realiza el procedimiento. Avances recientes en tecnología de imagenología, especialmente en tecnologías de imagenología que producen imágenes altamente detalladas, bi-, tri- y tetradimensionales, tales como tomografía computarizada (TC), resonancia magnética nuclear (RMN), imagenología fluoroscópica (como con un dispositivo de "arco en C"), tomografía por emisión de positrones (TEP) e imagenología por ultrasonidos (US) han aumentado el interés en los procedimientos médicos guiados.

25 Generalmente, durante un procedimiento guiado, se adquieren imágenes mediante un dispositivo de imagenología adecuado para posterior visualización en una estación de trabajo. El sistema de guiado rastrea al paciente, instrumentos y otros dispositivos en el campo quirúrgico o espacio del paciente. Estos dispositivos rastreados se visualizan a continuación respecto a los datos de imagen en la estación de trabajo en el espacio de imagen. Con el fin de rastrear al paciente, instrumentos y otros dispositivos, el paciente, instrumentos y otros dispositivos pueden estar equipados con dispositivos de rastreo.

30 Generalmente, los dispositivos de rastreo están acoplados a una superficie exterior del instrumento, y pueden proporcionar al cirujano, mediante el sistema de rastreo, una descripción precisa de la ubicación de ese instrumento en el espacio del paciente. En casos donde un primer instrumento se mueve dentro de un segundo instrumento, sin embargo, puede ser difícil determinar con precisión la ubicación del extremo más distal del conjunto de instrumentos, ya que, dependiendo del movimiento del primer instrumento dentro del segundo instrumento, bien el primer instrumento o bien el segundo instrumento puede formar el extremo más distal. Por ejemplo, en el caso de una broca que se mueve dentro de una guía para taladrar, dependiendo del avance de la broca, el extremo de la guía para taladrar o el extremo de la broca puede formar el extremo más distal del conjunto de instrumentos.

35 Los siguientes documentos forman parte de la técnica anterior. El documento US 2006/084867 (A1) desvela un sistema de guiado quirúrgico para rastrear un procedimiento respecto a un paciente. El documento US 2005/074304 (A1) desvela una guía para taladrar adaptada para proporcionar guía y rastreo de una herramienta de taladrado cuando se usa junto con un sistema quirúrgico asistido por ordenador. El documento US 2002/016599 (A1) desvela un método y aparato para la visualización de una guía para taladrar guiada por imágenes.

45 Sumario

La invención se define en las reivindicaciones 1 y 13. Un sistema para rastrear un instrumento guiado. El sistema puede incluir un primer instrumento alargado y un segundo instrumento alargado. El primer instrumento alargado puede tener un primer extremo proximal y un primer extremo distal. El primer instrumento alargado puede estar adaptado para estar situado respecto a una estructura anatómica. El segundo instrumento alargado puede moverse adyacente al primer instrumento alargado. El segundo instrumento alargado puede tener un segundo extremo proximal y un segundo extremo distal. El sistema también puede incluir al menos un dispositivo de rastreo acoplado al segundo instrumento alargado. Cuando el segundo instrumento alargado está en una primera posición, el al menos un dispositivo de rastreo rastrea el primer extremo distal del primer instrumento alargado, y cuando el segundo instrumento alargado está en una segunda posición, el al menos un dispositivo de rastreo rastrea el segundo extremo distal del segundo instrumento alargado.

60 Se proporciona un sistema para rastrear un instrumento guiado. El sistema puede incluir un instrumento guía. El instrumento guía puede tener un primer extremo proximal y un primer extremo distal. El instrumento guía puede definir una primera perforación que puede estar adaptada para recibir de forma que pueda deslizarse un instrumento alargado que tiene un segundo extremo distal. El instrumento guía puede ser situable adyacente a una estructura anatómica. El sistema también puede incluir al menos un dispositivo de rastreo electromagnético acoplado al instrumento alargado. El al menos un dispositivo de rastreo electromagnético puede ser móvil respecto al instrumento guía. Cuando el instrumento alargado está en una primera posición, el al menos un dispositivo de rastreo electromagnético rastrea el primer extremo distal del instrumento guía, y cuando el instrumento alargado está en una segunda posición, el al menos un dispositivo de rastreo electromagnético rastrea el segundo extremo distal del instrumento alargado.

Un método para rastrear un instrumento guiado. El método puede incluir situar un primer instrumento alargado respecto a un segundo instrumento alargado que tiene un primer extremo proximal y un primer extremo distal, teniendo el segundo instrumento alargado un segundo extremo proximal y un segundo extremo distal. El método puede incluir también situar al menos un dispositivo de rastreo sobre el segundo instrumento alargado. El método puede incluir mover el segundo instrumento alargado adyacente al primer instrumento alargado. El método puede incluir además rastrear al menos un dispositivo de rastreo, y determinar, basándose en el rastreo del al menos un dispositivo de rastreo, una ubicación del primer extremo distal del primer instrumento alargado o el segundo extremo distal del segundo instrumento alargado.

Se proporciona un sistema para rastrear un instrumento guiado. El sistema puede incluir un instrumento guía. El instrumento guía puede tener un primer extremo proximal, un primer extremo distal y puede definir una primera perforación que puede estar adaptada para recibir de forma que pueda deslizarse un instrumento alargado que tiene un segundo extremo distal. El instrumento guía puede ser situable adyacente a una estructura anatómica. El sistema también puede incluir al menos un dispositivo de rastreo acoplado alrededor del instrumento alargado. El al menos un dispositivo de rastreo puede ser móvil respecto al instrumento guía. Cuando el instrumento alargado está en una primera posición, el al menos un dispositivo de rastreo puede rastrear el primer extremo distal del instrumento guía, y cuando el instrumento alargado está en una segunda posición, el al menos un dispositivo de rastreo puede rastrear el segundo extremo distal del instrumento alargado. El movimiento relativo del instrumento alargado dentro del instrumento guía puede actuar para modificar una señal inducida en el al menos un dispositivo de rastreo.

También se proporciona un método para rastrear un instrumento guiado. El método puede incluir situar un primer instrumento alargado respecto a un segundo instrumento alargado. El primer instrumento alargado puede incluir un primer extremo proximal y un primer extremo distal, y el segundo instrumento alargado puede tener un segundo extremo proximal y un segundo extremo distal. El método puede incluir además situar al menos un dispositivo de rastreo sobre el segundo instrumento alargado, y mover el segundo instrumento alargado adyacente al primer instrumento alargado para modificar una señal inducida en el al menos un dispositivo de rastreo. El método puede incluir además rastrear el al menos un dispositivo de rastreo, y determinar, basándose en el rastreo del al menos un dispositivo de rastreo, una ubicación del primer extremo distal del primer instrumento alargado o el segundo extremo distal del segundo instrumento alargado.

Áreas de aplicabilidad adicionales se harán evidentes a partir de la descripción proporcionada en el presente documento. Debe entenderse que la descripción y los ejemplos específicos tienen fines de ilustración solamente y no pretenden limitar el alcance de la presente divulgación.

Dibujos

Los dibujos descritos en el presente documento son para fines de ilustración solamente y no pretenden limitar el alcance de la presente divulgación de ninguna manera.

- La figura 1 es un diagrama de un sistema de guiado que incluye una guía para taladrar guiada de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;
- La figura 2A es una ilustración esquemática de una guía para taladrar guiada para uso con el sistema de guiado de la figura 1;
- La figura 2B es una ilustración esquemática de una guía para taladrar guiada para uso con el sistema de guiado de la figura 1;
- La figura 3 es una vista en perspectiva de una guía para taladrar guiada para uso con el sistema de guiado de la figura 1;
- La figura 4 es una vista en despiece ordenado de la guía para taladrar guiada de la figura 3;
- La figura 5 es una vista de sección transversal de la guía para taladrar guiada de la figura 3 tomada a lo largo de la línea 5-5 de la figura 3;
- La figura 6 es una vista en perspectiva de una guía para taladrar guiada para uso con el sistema de guiado de la figura 1;
- La figura 7 es una vista en despiece ordenado de la guía para taladrar guiada de la figura 6;
- La figura 8A es una vista esquemática de sección transversal de la guía para taladrar guiada de la figura 6, tomada a lo largo de la línea 8-8 de la figura 6, que ilustra una broca en una primera posición;
- La figura 8B es una vista esquemática de sección transversal detallada de una parte de la guía para taladrar guiada de la figura 8A;
- La figura 9 es una vista esquemática de sección transversal de la guía para taladrar guiada de la figura 6, tomada a lo largo de la línea 8-8 de la figura 6, que ilustra la broca en una segunda posición;
- La figura 10 es una vista esquemática de sección transversal de la guía para taladrar guiada de la figura 6, tomada a lo largo de la línea 8-8 de la figura 6, que ilustra un instrumento para uso con la guía para taladrar guiada de la figura 1;
- La figura 11 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra un sistema de guiado que incluye el instrumento quirúrgico guiado;
- La figura 12 es un diagrama de flujo de datos que ilustra un sistema de control realizado por un módulo de control; y

La figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra un método de control realizado por el módulo de control.

Descripción detallada

5 La siguiente descripción es de naturaleza meramente ejemplar y no pretende limitar la divulgación, la aplicación o los usos. Debe entenderse que, en todos los dibujos, los números de referencia correspondientes indican partes y características similares o correspondientes. Como se ha indicado anteriormente, las presentes enseñanzas están dirigidas a proporcionar un sistema y un método para una guía guiada para uso con un procedimiento quirúrgico. Debe observarse, sin embargo, que las presentes enseñanzas podrían ser aplicables a cualquier procedimiento apropiado en el que sea deseable determinar una posición y trayectoria de un objeto que está oculto a la vista, tal como una sonda de estimulación cerebral profunda (ECP). Además, como se usa en el presente documento, el término módulo se refiere a un circuito integrado de aplicación específica (CIAE), un circuito electrónico, un procesador (compartido, dedicado o grupal) y una memoria que ejecuta uno o más programas de software o firmware, un circuito lógico combinacional y/u otros programas de software, firmware o componentes adecuados que proporcionen la funcionalidad descrita. Por lo tanto, se entenderá que las siguientes descripciones no pretenden limitar el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

La figura 1 es un diagrama que ilustra una visión de conjunto de un sistema de guiado 10 que puede usarse para diversos procedimientos. El sistema de guiado 10 puede usarse para rastrear la ubicación de un implante, tal como un implante vertebral o implante ortopédico, respecto a un paciente 12. Además, el sistema de guiado 10 puede rastrear la posición y orientación de diversos instrumentos. Debe observarse además que el sistema de guiado 10 puede usarse para guiar cualquier tipo de instrumento, implante o sistema de suministro, incluyendo: alambres guía, sistemas artroscópicos, implantes ortopédicos, implantes vertebrales, sondas de estimulación cerebral profunda (ECP), etc. Además, estos instrumentos pueden usarse para realizar guiado en o cartografiar cualquier región del cuerpo. El sistema de guiado 10 y los diversos instrumentos pueden usarse en cualquier procedimiento apropiado, tal como uno que generalmente es mínimamente invasivo, artroscópico, percutáneo, estereotáctico o un procedimiento abierto.

El sistema de guiado 10 puede incluir un dispositivo de imagenología 14 que se usa para adquirir datos de imágenes pre-, intra- o postoperatorios o en tiempo real de un paciente 12. Como alternativa, pueden usarse diversos sistemas sin imágenes o pueden usarse imágenes de modelos de atlas para producir imágenes del paciente, tales como las desveladas en la publicación de patente de Estados Unidos N° 2005-0085714, presentada el 16/10/2003, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR SURGICAL NAVIGATION OF A MULTIPLE PIECE CONSTRUCT FOR IMPLANTATION". El dispositivo de imagenología 14 puede ser, por ejemplo, un dispositivo de imagenología de rayos X fluoroscópico que puede configurarse como un O-arm™ o un arco en C 16 que tienen una fuente 18 de rayos X, una sección 20 de recepción de rayos X, una diana de calibración y rastreo opcional 22 y sensores de radiación opcionales 24. Se entenderá, sin embargo, que los datos de imagen del paciente también se pueden adquirir utilizando otros dispositivos de imagenología, tales como los que se han descrito anteriormente y en el presente documento.

Un controlador 28 del dispositivo de imagenología, que puede controlar el arco en C 16, puede capturar las imágenes radiográficas recibidas en la sección 20 de recepción de rayos X y almacenar las imágenes para uso posterior. El controlador 28 también puede estar separado del arco en C 16 y/o controlar la rotación del arco en C 16. Por ejemplo, el arco en C 16 puede moverse en la dirección de la flecha A o girar alrededor de un eje longitudinal 12a del paciente 12, permitiendo que se obtengan imágenes de vistas anterior o lateral del paciente 12. Cada uno de estos movimientos implica rotación alrededor de un eje mecánico 32 del arco en C 16. Los movimientos del dispositivo de imagenología 14, tal como el arco en C 16 pueden rastrearse con un dispositivo de rastreo 33.

En el ejemplo de la figura 1, el eje longitudinal 12a del paciente 12 está sustancialmente en línea con el eje mecánico 32 del arco en C 16. Esto puede permitir que al arco en C 16 se le haga girar respecto al paciente 12, permitiendo que se tomen imágenes del paciente 12 desde múltiples direcciones o alrededor de múltiples planos. Un ejemplo de un dispositivo de rayos X de arco en C fluoroscópico que puede usarse como el dispositivo de imagenología opcional 14 es el "Series 9600 Mobile Digital Imaging System" de GE Healthcare, (anteriormente OEC Medical Systems, Inc.) de Salt Lake City, Utah. Otros fluoroscopios ejemplares incluyen sistemas fluoroscópicos biplano, sistemas fluoroscópicos de techo, sistemas fluoroscópicos de laboratorio de cateterismo, sistemas fluoroscópicos de arco en C fijos, sistemas fluoroscópicos de arco en C isocéntricos, sistemas fluoroscópicos en 3D, etc. Un dispositivo de imagenología O-arm™ ejemplar está disponible de Medtronic Navigation Littleton de Littleton, MA.

En funcionamiento, el dispositivo de imagenología 14 genera rayos X a partir de la fuente 18 de rayos X que se propagan a través del paciente 12 y la diana de calibración y/o rastreo 22, al interior de la sección 20 de recepción de rayos X. Esto permite la visualización directa del paciente 12 e instrumentos radiopacos en el cono de rayos X. Se entenderá que no es necesario que la diana de rastreo 22 incluya una parte de calibración. La sección 20 de recepción de rayos X genera datos de imagen que representan las intensidades de los rayos X recibidos. Normalmente, la sección 20 de recepción de rayos X incluye un intensificador de imágenes que primero convierte los rayos X en luz visible y una cámara de video con dispositivo de carga acoplada (CCD) que convierte la luz visible en

datos de imagen digitales. La sección 20 de recepción de rayos X también puede ser un dispositivo digital que convierte los rayos X directamente en datos de imagen digitales para formar imágenes, evitando de este modo potencialmente la distorsión introducida al convertirse primero en luz visible. Con este tipo de arco en C digital, que generalmente es un dispositivo de panel plano, se pueden eliminar la diana de calibración y/o rastreo 22 opcional y el proceso de calibración que se describe a continuación. Además, el proceso de calibración puede eliminarse o no usarse en absoluto para diversos procedimientos. Como alternativa, el dispositivo de imagenología 14 puede tomar solamente una única imagen con la diana de calibración y rastreo 22 en su lugar. Seguidamente, la diana de calibración y rastreo 22 puede retirarse de la línea de visión del dispositivo de imagenología 14.

Imágenes fluoroscópicas bidimensionales que pueden ser tomadas por el dispositivo de imagenología 14 se capturan y se almacenan en el controlador 28. Múltiples imágenes bidimensionales tomadas por el dispositivo de imagenología 14 también pueden ser capturadas y ensambladas para proporcionar una vista o imagen mayor de una región completa de un paciente, en oposición a dirigirse solamente a una parte de una región del paciente 12. Por ejemplo, múltiples datos de imagen de la pierna de un paciente pueden anexarse juntos para proporcionar una vista completa o un conjunto completo de datos de imagen de la pierna que pueden usarse más tarde para seguir un agente de contraste, tal como rastreo de la embolada.

Los datos de imagen 100 del paciente pueden ser remitidos desde el controlador 28 hasta un ordenador y/o procesador de guiado o estación de trabajo 34. Se entenderá también que los datos de imagen no son necesariamente retenidos en primer lugar en el controlador 28, sino que también pueden ser transmitidos directamente a la estación de trabajo 34. La estación de trabajo 34 puede incluir un visualizador 36, un dispositivo de entrada 38 del usuario y un módulo de control 101. La estación de trabajo 34 también puede incluir o estar conectada a un procesador de imágenes, procesador de guiado, y una memoria para contener instrucciones y datos. La estación de trabajo 34 puede proporcionar instalaciones para visualizar los datos de imagen 100 del paciente como una imagen en el visualizador 36, guardar, manipular digitalmente, o imprimir una imagen en copia física de los datos de imagen 100 del paciente recibidos.

El dispositivo de entrada 38 del usuario puede comprender cualquier dispositivo, tal como un dispositivo de entrada 38 del usuario, que puede permitir a un usuario establecer una interfaz con la estación de trabajo 34, tal como una almohadilla táctil, un lápiz táctil, una pantalla táctil, un teclado, un ratón, un ratón inalámbrico o una combinación de los mismos. El dispositivo de entrada 38 del usuario permite a un facultativo o usuario 39 proporcionar entradas para controlar el dispositivo de imagenología 14, mediante el controlador de arco en C 28, o ajustar la configuración de visualización del visualizador 36.

El módulo de control 101 puede determinar la ubicación del dispositivo de rastreo 58 con respecto al espacio del paciente, y puede emitir datos de imagen 102 al visualizador 36. Los datos de imagen 102 pueden comprender un icono 103 que proporciona una indicación de la ubicación de un dispositivo de rastreo con respecto al espacio del paciente, ilustrada en los datos de imagen 100 del paciente, como se describirá en el presente documento. Debe observarse que los datos de imagen 100 del paciente pueden comprender al menos uno de datos provenientes del sistema de guiado 10, datos de imagen adquiridos por el dispositivo de imagenología 14, información del paciente introducida por el usuario a través del dispositivo de entrada 38 del usuario, imágenes preoperatorias, o combinaciones de los mismos.

Cuando la fuente 18 de rayos X genera los rayos X que se propagan a la sección 20 de recepción de rayos X, los sensores de radiación 24 pueden detectar la presencia de radiación, que es remitida al controlador 28, para identificar si el dispositivo de imagenología 14 está o no adquiriendo imágenes activamente. Esta información también es transmitida a un controlador 48 de agrupaciones de bobinas, descrito adicionalmente en el presente documento.

Aunque el dispositivo de imagenología 14 se muestra en la figura 1, también puede usarse cualquier otra modalidad de imagenología en 2D, 3D o 4D alternativa. Por ejemplo, cualquier dispositivo de imagenología en 2D, 3D o 4D, tal como un dispositivo de imagenología O-arm™, fluoroscopia isocéntrica, fluoroscopia biplano, ultrasonidos, tomografía computarizada (TC), tomografía computarizada multicorte (TCM), resonancia magnética nuclear (RMN), ultrasonidos de alta frecuencia (UAF), tomografía por emisión de positrones (TEP), tomografía de coherencia óptica (TCO), ultrasonidos intravasculares (UIV), TC o RMN intraoperatoria, también puede usarse para adquirir imágenes pre- o postoperatorias y/o en tiempo real en 2D, 3D o 4D o datos de imagen 100 del paciente del paciente 12. Por ejemplo, un sistema de RMN intraoperatoria, tal como el sistema PoleStar® MRI comercializado por Medtronic, Inc. Las imágenes del paciente 12 también pueden obtenerse y visualizarse en dos, tres o cuatro dimensiones. En algunas formas avanzadas, las regiones de representación tetradimensional en superficie del cuerpo también se pueden conseguir incorporando datos del paciente u otros datos de un atlas o un mapa de modelo anatómico o de datos de imagen preoperatorios capturados por RMN, TC o modalidades de ecocardiografía. Una descripción más detallada sobre tomografía de coherencia óptica (TCO), se describe en la patente de Estados Unidos N° 5.740.808, expedida el 21 de abril de 1998, titulada "Systems And Methods For Guiding Diagnostic Or Therapeutic Devices In Interior Tissue Regions".

Bases de datos de imágenes de modalidades híbridas, tales como tomografía por emisión de positrones (TEP)

combinada con TC, o tomografía computarizada por emisión monofotónica (TCEMF) combinada con TC, también podrían proporcionar datos de imagen funcionales superpuestos sobre datos anatómicos que se usarán para alcanzar con seguridad sitios diana dentro del paciente 12. Debe observarse, además, que el dispositivo de imagenología 14, como se muestra en la figura 1, proporciona una imagen biplanar virtual usando un fluoroscopio de arco en C de un solo cabezal como el dispositivo de imagenología 14 simplemente haciendo girar el arco en C 16 alrededor de al menos dos planos, que podrían ser planos ortogonales, para generar imágenes bidimensionales que pueden convertirse en imágenes volumétricas tridimensionales. Adquiriendo imágenes en más de un plano, el icono 103 que representa la ubicación un impactador, estilete, impulsor de fresa, terrajas, taladro, sondas de estimulación cerebral profunda (ECP), u otro instrumento, que se introdujo y se hizo avanzar en el paciente 12, puede superponerse en más de una vista e incluirse en los datos de imagen 102 visualizados en el visualizador 36.

Continuando con la referencia a la figura 1, el sistema de guiado 10 puede incluir, además, un sistema de guiado o rastreo electromagnético 44 que incluye un localizador, tal como una agrupación de bobinas 46 y/o segunda agrupación de bobinas 47, el controlador 48 de agrupaciones de bobinas, una interfaz 50 de sonda de guiado, un dispositivo o instrumento 52 (por ejemplo catéter, aguja, sonda de ECP, etc., como se describe en el presente documento), un marco de referencia dinámico (DRF) 54 y uno o más dispositivos de rastreo 58. Otros sistemas de rastreo pueden incluir un sistema de rastreo óptico 44b, por ejemplo StealthStation® Treon® y StealthStation® Tria® ambos comercializados por Medtronic Navigation, Inc. Además, otros sistemas de rastreo incluyen un sistema acústico, de radiación, de radar, de infrarrojos, etc., o uno híbrido, tal como un sistema que incluye componentes de un sistema de rastreo tanto electromagnético como óptico, etc. El instrumento 52 y el DRF 54 pueden incluir, cada uno, el o los dispositivos de rastreo 58.

El dispositivo de rastreo 58 o cualquier dispositivo de rastreo apropiado como se describe en el presente documento, puede incluir un sensor, un transmisor, o combinaciones de los mismos y puede indicarse mediante el número de referencia 58. Además, los dispositivos de rastreo 58 pueden ser por cable o inalámbricos para proporcionar una señal o emisor o recibir una señal proveniente de un sistema. No obstante, un dispositivo de rastreo 58a puede incluir una bobina electromagnética para detectar un campo producido por la agrupación de bobinas de localización 46 o 47, aunque un dispositivo de rastreo 58b pueden incluir reflectores que pueden reflejar una señal que será recibida por el localizador o sistema de rastreo óptico 44b. No obstante, se entenderá que el o los dispositivos de rastreo 58 pueden recibir una señal, transmitir una señal, o combinaciones de los mismos para proporcionar información al sistema de guiado 10 para determinar una ubicación del dispositivo de rastreo 58. Además, se entenderá que el dispositivo de rastreo 33 del arco en C 16 podría comprender un dispositivo de rastreo 58 adecuado. El sistema de guiado 10 puede determinar a continuación una posición del instrumento 52 basándose en la ubicación del dispositivo de rastreo 58 para permitir guiado respecto al paciente 12 y el espacio del paciente.

Con respecto al localizador o sistema de rastreo óptico 44b, el sistema de rastreo óptico 44b puede transmitir y recibir una señal óptica, o combinaciones de los mismos. Un dispositivo de rastreo óptico 58b puede estar interconectado con el instrumento 52, u otros dispositivos tales como el DRF 54. Como es generalmente conocido, el dispositivo de rastreo óptico 58b puede reflejar, transmitir o recibir una señal óptica a/desde el localizador o sistema de rastreo óptico 44b que puede usarse en el sistema de guiado 10 para guiar o rastrear diversos elementos. Por lo tanto, un experto en la materia entenderá que los dispositivos de rastreo 58 pueden ser cualquier dispositivo de rastreo apropiado para funcionar con uno cualquiera o múltiples sistemas de rastreo.

Un sistema de rastreo electromagnético 44 pueden incluir las agrupaciones de bobinas 46, 47 pero las agrupaciones de bobinas 46, 47 también pueden complementarse o sustituirse con un localizador móvil (no mostrado). El localizador móvil puede ser uno tal como el descrito en la solicitud de patente de Estados Unidos N° de serie 10/941.782, presentada el 15 de septiembre de 2004, y titulada "METHOD AND APPARATUS FOR SURGICAL NAVIGATION". Tal como se entiende, la agrupación de bobinas 46, 47 puede transmitir señales que son recibidas por el o los dispositivos de rastreo 58. El o los dispositivos de rastreo 58 pueden transmitir o recibir entonces señales basadas en las señales transmitidas o recibidas desde o a las agrupaciones de bobinas 46, 47.

En el sistema de guiado 10 también puede estar incluido un circuito o conjunto aislador (no mostrado específicamente). El circuito o conjunto aislador puede estar incluido en una línea de transmisión para interrumpir una línea que porta una señal o una tensión a la interfaz 50 de sonda de guiado. Como alternativa, el circuito aislador incluido en el armario aislador puede estar incluido en la interfaz 50 de sonda de guiado, el instrumento 52, el DRF 54, las líneas de transmisión que acoplan los instrumentos 52, o cualquier otra ubicación apropiada. El conjunto aislador es accionable para aislar cualquiera de los instrumentos o instrumentos de coincidencia con el paciente o partes que estén en contacto con el paciente 12 en caso de que se produzca una sobretensión o tensión eléctrica no deseada.

Además, el sistema de guiado 10 puede incluir además un dispositivo de selección de señales o un ECG o electrocardiograma (no mostrado), que está unido al paciente 12, mediante electrodos cutáneos, y en comunicación con el controlador 48 de agrupaciones de bobinas. La respiración y el movimiento cardíaco pueden causar el movimiento de las estructuras cardíacas respecto al instrumento 52, incluso cuando el instrumento 52 no se ha movido. Por lo tanto, las imágenes pueden ser adquiridas desde el dispositivo de imagenología 14 basándose en una selección por tiempo activada por una señal fisiológica. Por ejemplo, la señal de ECG o EGM puede ser

adquirida desde los electrodos cutáneos o desde un electrodo de detección incluido en el instrumento 52 o desde una sonda de referencia separada (no mostrada). Una característica de esta señal, tal como un pico de onda R o pico de onda P asociado con despolarización ventricular o auricular, respectivamente, puede usarse como acontecimiento desencadenante para que el controlador 48 de agrupaciones de bobinas accione las bobinas en las agrupaciones de bobinas 46, 47. Este acontecimiento desencadenante también puede usarse para realizar una selección de o desencadenar la selección de imágenes durante la fase de imagenología con el dispositivo de imagenología 14. Seleccionando por tiempo los datos de imagen 102 y/o los datos de guiado, el icono 103 de la ubicación del instrumento 52 en el espacio de la imagen respecto al espacio del paciente en el mismo punto en el ciclo cardiaco pueden visualizarse en el visualizador 36. Detalles adicionales respecto a la selección por tiempo de los datos de imagen y/o los datos de guiado pueden encontrarse en la solicitud de publicación de Estados Unidos N° 2004-0097806, titulada "Navigation System for Cardiac Therapies," presentada el 19 de noviembre de 2002.

Debe observarse, además, que todo el sistema de rastreo electromagnético 44 o partes del sistema de rastreo electromagnético 44 pueden incorporarse en el dispositivo de imagenología 14, incluyendo los sensores de radiación 24, la estación de trabajo 34 y el módulo de control 101. Incorporar el sistema de rastreo electromagnético 44 puede proporcionar un sistema integrado de imagenología y rastreo. Cualquier combinación de estos componentes también puede incorporarse en el dispositivo de imagenología 14, lo que también puede incluir un dispositivo de imagenología de arco en C fluoroscópico o cualquier otro dispositivo de imagenología apropiado.

Las agrupaciones de bobinas 46, 47 se muestran unidas a la mesa de operaciones 49. Debe entenderse, sin embargo, que las agrupaciones de bobinas 46, 47 también pueden situarse en cualquier otra ubicación también y también pueden situarse en los artículos que están siendo guiados. Las agrupaciones de bobinas 46, 47 incluyen una pluralidad de bobinas que son, cada una, accionables para generar distintos campos electromagnéticos en la región de guiado del paciente 12, que algunas veces se denomina espacio del paciente. Sistemas electromagnéticos representativos se describen en la patente de Estados Unidos N° 5.913.820, titulada "Position Location System", expedida el 22 de junio de 1999 y la patente de Estados Unidos N° 5.592.939, titulada "Method and System for Navigating a Catheter Probe", expedida el 14 de enero de 1997.

Las agrupaciones de bobinas 46, 47 pueden estar controladas o accionadas por el controlador 48 de agrupaciones de bobinas. El controlador 48 de agrupaciones de bobinas puede accionar cada bobina en las agrupaciones de bobinas 46, 47 de una manera de multiplexación por división de tiempo o multiplexación por división de frecuencia. A este respecto, cada bobina puede ser accionada por separado en un momento distinto o todas las bobinas pueden ser accionadas simultáneamente con cada una siendo accionada por una frecuencia diferente. Tras accionar las bobinas en las agrupaciones de bobinas 46, 47 con el controlador 48 de agrupaciones de bobinas, se generan campos electromagnéticos dentro del paciente 12 en la zona donde el procedimiento médico está siendo realizado, que de nuevo se denomina algunas veces espacio del paciente. Los campos electromagnéticos generados en el espacio del paciente inducen corrientes en uno o varios dispositivos de rastreo 58 situados sobre o en el instrumento 52. Estas señales inducidas desde el instrumento 52 se suministran a la interfaz 50 de sonda de guiado y pueden ser remitidas posteriormente al controlador 48 de agrupaciones de bobinas.

La interfaz 50 de sonda de guiado puede proporcionar todo el aislamiento eléctrico necesario para el sistema de guiado 10. La interfaz 50 de sonda de guiado también puede incluir amplificadores, filtros y búferes para establecer una interfaz directamente con el dispositivo de rastreo 58 en el instrumento 52. Como alternativa, el dispositivo de rastreo 58, o cualquier otra parte apropiada, puede emplear un canal de comunicación inalámbrica, tal como el que se desvela en la patente de Estados Unidos N° 6.474.341, titulada "Surgical Communication Power System", expedida el 5 de noviembre de 2002, en oposición a estar acoplado directamente a la interfaz 50 de sonda de guiado.

Diversas partes del sistema de guiado 10, tales como el instrumento 52, el DRF 54 y otros como se describirá en detalle a continuación, están equipadas con al menos uno, y generalmente múltiples, dispositivos de rastreo 58, que también pueden denominarse sensores de localización. El dispositivo de rastreo 58 puede ser un mango o insertador que interconecta con una unión y puede ayudar a colocar un implante. El instrumento 52 puede incluir una parte asible o manipulable en un extremo proximal y el dispositivo de rastreo 58 puede fijarse cerca de la parte manipulable del instrumento 52. El instrumento 52 puede ser cualquier instrumento apropiado, tal como un instrumento para preparar una parte del paciente 12 o un instrumento para situar un implante.

En una realización alternativa, las fuentes o generadores electromagnéticos pueden estar ubicados dentro del instrumento 52, DRF 54, y una o más bobinas receptoras pueden estar provistas externamente al paciente 12 formando una agrupación de bobinas receptoras similar a las agrupaciones de bobinas 46, 47. Un sistema de localización y rastreo alternativo representativo adicional se describe en la patente de Estados Unidos N° 5.983.126, titulada "Catheter Location System and Method," expedida el 9 de noviembre de 1999. Como alternativa, el sistema de localización puede ser un sistema híbrido que incluye componentes de diversos sistemas.

El DRF 54 del sistema de rastreo 44 también puede estar acoplado a la interfaz 50 de sonda de guiado para remitir la información al controlador 48 de agrupaciones de bobinas. El DRF 54, de acuerdo con diversas realizaciones, puede incluir un pequeño detector de campos magnéticos. El DRF 54 puede fijarse al paciente 12 adyacente a la

región en que se está realizando el guiado de modo que cualquier movimiento del paciente 12 se detecte como movimiento relativo entre las agrupaciones de bobinas 46, 47 y el DRF 54. Este movimiento relativo puede ser remitido al controlador 48 de agrupaciones de bobinas, que puede actualizar la correlación de alineación y mantener un guiado preciso, como se describe adicionalmente en el presente documento. El DRF 54 puede incluir cualquier dispositivo o dispositivos de rastreo apropiados 58 usados por el sistema de guiado 10. Por lo tanto, el DRF 54 puede incluir un dispositivo de rastreo óptico, como se indica mediante el número de referencia 58b, o acústico, etc. Si el DRF 54 se usa con un dispositivo de rastreo electromagnético 58a puede configurarse como un par de bobinas orientadas ortogonalmente, que tienen cada una el mismo centro o puede configurarse en cualquier otra configuración de bobinas no coaxiales o coaxiales (no mostradas específicamente).

En resumen, el sistema de guiado 10 funciona de la siguiente manera. El sistema de guiado 10 crea un mapa de traslación entre todos los puntos en la imagen radiológica generada a partir del dispositivo de imagenología 14 y los puntos correspondientes en la anatomía del paciente en el espacio del paciente. Después de que este mapa se ha establecido, cuando se usa un instrumento rastreado, tal como el instrumento 52, la estación de trabajo 34 en combinación con el controlador 48 de agrupaciones de bobinas y el controlador 28 usa el mapa de traslación para identificar el punto correspondiente en la imagen o modelo de atlas adquirido previamente, que se visualiza en el visualizador 36. Esta identificación se conoce como guiado o localización. El icono 103 que representa el punto o instrumentos localizados 52 puede mostrarse como datos de imagen 102 en el visualizador 36, como se describirá en el presente documento.

Para permitir el guiado, el sistema de guiado 10 debe ser capaz de detectar tanto la posición de la anatomía del paciente como la posición del instrumento 52 o miembro de unión (por ejemplo, dispositivo de rastreo 58) unido al instrumento 52. Conocer la ubicación de estos dos artículos permite al sistema de guiado 10 calcular y visualizar la posición del instrumento 52 en relación con el paciente 12 en el visualizador 36. El sistema de rastreo 44 puede emplearse para rastrear el instrumento 52 y la anatomía simultáneamente.

El sistema de rastreo 44, si usa un conjunto de rastreo electromagnético, funciona esencialmente situando las agrupaciones de bobinas 46, 47 adyacentes al espacio del paciente para generar un campo magnético de baja energía denominado en general un campo de guiado. Dado que cada punto en el campo de guiado o espacio del paciente está asociado con una intensidad de campo única, el sistema de rastreo 44 puede determinar la posición del instrumento 52 midiendo la intensidad de campo en la ubicación del dispositivo de rastreo 58. El DRF 54 se fija al paciente 12 para identificar la ubicación del paciente 12 en el campo de guiado. El sistema de rastreo 44 recalcula de forma continua la posición relativa del DRF 54 y el instrumento 52 durante la localización y relaciona esta información espacial con datos de alineación del paciente para permitir el guiado por imágenes del instrumento 52 dentro de y/o respecto al paciente 12.

La alineación del paciente es el proceso de determinar cómo correlacionar la posición del instrumento 52 respecto al paciente 12 con la posición en las imágenes de diálisis o adquiridas previamente. Para alinear el paciente 12, un facultativo o usuario 39 puede usar alineación puntual seleccionando y almacenando puntos particulares a partir de las imágenes adquiridas previamente y a continuación tocar los puntos correspondientes en la anatomía del paciente con una sonda de puntero (no mostrada). El sistema de guiado 10 analiza la relación entre los dos conjuntos de puntos que se seleccionan y calcula una coincidencia, que correlaciona cada punto en los datos de imagen 102 con su punto correspondiente en la anatomía del paciente o el espacio del paciente, como se describe en el presente documento. Los puntos que se seleccionan para realizar alineación son los marcadores de referencia 60, tales como puntos de referencia anatómicos. De nuevo, los puntos de referencia o marcadores de referencia 60 son identificables en las imágenes e identificables y accesibles en el paciente 12. Los marcadores de referencia 60 pueden ser marcadores artificiales que están situados en el paciente 12 o puntos de referencia anatómicos que pueden identificarse fácilmente en los datos de imagen 102. Los puntos de referencia artificiales, tales como los marcadores de referencia 60, también pueden formar parte del DRF 54, tales como los desvelados en la patente de Estados Unidos N° 6.381.485, titulada "Registration of Human Anatomy Integrated for Electromagnetic Localization", expedida el 30 de abril de 2002.

El sistema de guiado 10 también puede realizar alineación usando información sobre la superficie anatómica o información sobre la trayectoria como se conoce en la técnica. El sistema de guiado 10 también puede realizar alineación en 2D a 3D utilizando las imágenes en 2D adquiridas para registrar imágenes de volumen en 3D mediante el uso de algoritmos de contorno, algoritmos puntuales o algoritmos de comparación de densidad, como se conoce en la técnica. Un procedimiento de alineación en 2D a 3D ejemplar, se describe en el documento Estadounidense N° de serie 60/465.615, titulado "Method and Apparatus for Performing 2D to 3D Registration" presentada el 25 de abril de 2003.

Como también se describe en el presente documento, puede proporcionarse un sistema de alineación sustancialmente sin referencias, particularmente si el dispositivo de imagenología 14 y el sistema de rastreo 44 están sustancialmente integrados. Por lo tanto, el sistema de rastreo 44 conocería, en general, la posición del dispositivo de imagenología 14 respecto al paciente 12 y marcadores de referencia 60 pueden no ser requeridos para alineación. No obstante, se entenderá que puede proporcionarse cualquier tipo apropiado de sistema de alineación para el sistema de guiado 10.

Con el fin de mantener la precisión de la alineación, el sistema de guiado 10 rastrea de forma continua la posición del paciente 12 durante la alineación y el guiado. Esto es porque el paciente 12, el DRF 54, y las agrupaciones de bobinas 46, 47 pueden moverse todos durante el procedimiento, incluso cuando este movimiento no se desea. Como alternativa, el paciente 12 puede mantenerse inmóvil una vez que la alineación se ha producido, tal como con un marco para la cabeza (no mostrado). Por lo tanto, si el sistema de guiado 10 no rastreó la posición del paciente 12 o zona de la anatomía, cualquier movimiento del paciente después de la adquisición de la imagen daría como resultado un guiado impreciso dentro de esa imagen. El DRF 54 permite que el sistema de rastreo 44 alinee y rastree la anatomía. Dado que el DRF 54 está fijado rígidamente al paciente 12, cualquier movimiento de la anatomía o las agrupaciones de bobinas 46, 47 es detectado como el movimiento relativo entre las agrupaciones de bobinas 46, 47 y el DRF 54. Este movimiento relativo es comunicado al controlador 48 de agrupaciones de bobinas, mediante la interfaz 50 de sonda de guiado, que actualiza la correlación de la alineación para mantener de este modo un guiado preciso.

El sistema de guiado 10 puede usarse de acuerdo con cualquier método o sistema apropiado. Por ejemplo, imágenes adquiridas previamente, atlas o modelos en 3D pueden alinearse respecto al paciente 12 y el espacio del paciente. Generalmente, el sistema de guiado 10 permite que las imágenes en el visualizador 36 sean alineadas y que visualicen con precisión la ubicación en tiempo real de los diversos instrumentos, tales como el instrumento 52, y otros artículos apropiados, tales como DRF 54. Además, el DRF 54 puede usarse para garantizar que cualquier movimiento planificado o no del paciente 12 o las agrupaciones de bobinas 46, 47 pueda determinarse y usarse para corregir los datos de imagen 102 en el visualizador 36.

Con referencia ahora a la figura 2A, se muestran instrumentos 52 para uso con el sistema de rastreo óptico 44b. En este ejemplo, los instrumentos 52 pueden incluir un taladro 104 y una guía para taladrar 106. El taladro 104 puede incluir un manguito 108 y una broca 110. La broca 110 puede comprender una broca convencional que puede empotarse en y retirar partes de una estructura anatómica del paciente 12, y por lo tanto, no se describirá con más detalle en el presente documento.

El manguito 108 puede incluir un dispositivo de rastreo óptico 58b, que puede estar acoplado a un cuerpo 122 del manguito 108. Como se describirá con más detalle a continuación, el cuerpo 122 del manguito 108 puede estar configurado para recibir la broca 110 a su través. Con respecto al dispositivo de rastreo 58b, el dispositivo de rastreo 58b puede estar acoplado a un extremo proximal 124 del cuerpo 122 del manguito 108. El dispositivo de rastreo 58b puede ser sensible al sistema de rastreo óptico 44b, y de este modo, puede incluir al menos un reflector óptico o al menos un transmisor óptico, o combinaciones de los mismos, dependiendo del sistema de rastreo óptico 44b empleado con el sistema de guiado 10. Además, debe entenderse, que aunque se ilustra un dispositivo de rastreo 58b, podría emplearse cualquier número de dispositivos de rastreo 58, tales como una agrupación o un dispositivo de rastreo 58b' ilustrado en línea discontinua en la guía para taladrar 106, y además, se entenderá que el dispositivo de rastreo 58b' puede estar dispuesto con cualquier número apropiado de dispositivos de rastreo 58b, tales como tres, y además el dispositivo de rastreo 58b' podría estar dispuesto en cualquier patrón o configuración apropiado.

Continuando con la referencia a las figuras 1 y 2A, la guía para taladrar 106 puede comprender cualquier guía adecuada que permite que el usuario 39 dirija el movimiento de la broca 110, y puede incluir un mango 156 y una cánula 158. Dado que el mango 156 puede comprender cualquier parte asible o manipulable, el mango 156 de la guía para taladrar 106 no se describirá en detalle a continuación.

La cánula 158 puede incluir un extremo proximal 160, un extremo distal 162, y un tubo 163 que puede acoplar el extremo proximal 160 al extremo distal 162. El extremo proximal 160, el extremo distal 162 y el tubo 163 pueden definir una abertura o perforación pasante 164. La cánula 158 también puede incluir el dispositivo de rastreo óptico 58b', si se desea. El dispositivo de rastreo 58b' puede ser opcional, y si se emplea, puede estar acoplado al extremo proximal 160 de la cánula 158. El dispositivo de rastreo 58b' puede incluir uno o más dispositivos de rastreo óptico 58b dispuestos en un patrón adecuado para permitir al sistema de guiado 10 determinar la ubicación de la guía para taladrar 106 en el espacio del paciente. El dispositivo de rastreo 58b' puede ser sensible al sistema de rastreo óptico 44b, y de este modo, puede incluir uno o más reflectores ópticos o uno o más transmisores ópticos, o combinaciones de los mismos, dependiendo del sistema de rastreo óptico 44b empleado con el sistema de guiado 10. Además, debe observarse que, aunque se ilustran cuatro dispositivos de rastreo 58b, podría emplearse cualquier número de dispositivos de rastreo 58b. Además, en el caso de un sistema de rastreo híbrido 44, podría emplearse un dispositivo de rastreo electromagnético 58 para uso con la guía para taladrar 106 o el manguito 108 o viceversa.

Con el fin de ensamblar los instrumentos 52, el manguito 108 puede insertarse en la cánula 158, y a continuación la broca 110 puede insertarse en el manguito 108. A continuación, el usuario 39 (figura 1) puede usar la broca 110 para empotrarla en la anatomía. Con el fin de empotrarla en la anatomía del paciente 12, el usuario 39 puede mover el taladro 104, y de este modo, el manguito 108 y la broca 110, dentro de la guía para taladrar 106 de modo que a medida que la broca 110 avanza al interior de la anatomía, el manguito 108 se mueve respecto al extremo proximal 160 de la cánula 158. A medida que el manguito 108 se mueve, el sistema de rastreo 44b puede rastrear la ubicación del dispositivo de rastreo 58b, y de este modo, puede rastrear la ubicación del extremo distal del instrumento 52. A este respecto, dado que la ubicación del dispositivo de rastreo 58b respecto al manguito 108 es conocida, el sistema de rastreo 44 puede rastrear el extremo distal de la guía para taladrar 106 (extremo distal 162)

o la broca 110 (punta 150). El sistema de rastreo 44b puede rastrear el extremo distal 162 de la cánula 158 cuando el dispositivo de rastreo 58b permanece en su posición primera o inicial, como se ilustra en la figura 2A. Dado que el manguito 108 puede moverse a una segunda posición a medida que la broca 110 avanza, el movimiento del manguito 108 puede hacer que el dispositivo de rastreo 58b se mueva una distancia D_c que puede corresponder a una distancia D_t que la punta 150 se extiende más allá de la cánula 158 (como se muestra en línea discontinua). De este modo, basándose en el desplazamiento del dispositivo de rastreo 58b respecto a la cánula 158, el sistema de guiado 10 puede determinar el extremo distal 162 de la cánula 158 o la punta 150 de la broca 110 basándose en la ubicación del dispositivo de rastreo 58b.

A este respecto, el dispositivo de rastreo individual 58b puede proporcionar información sobre un grado de libertad para el sistema de guiado 10, mientras que el dispositivo de rastreo 58b' puede proporcionar información sobre al menos de tres a seis grados de libertad para el sistema de guiado 10. Por lo tanto, si el dispositivo de rastreo individual 58b se emplea con el manguito 108 y el dispositivo de rastreo 58b' se emplea con la cánula 158, entonces el sistema de guiado 10 puede determinar la dirección u orientación de la cánula 158 rastreando el dispositivo de rastreo 58b' y puede determinar la profundidad o distancia recorrida por el manguito 108 respecto a la cánula 158 rastreando el dispositivo de rastreo 58b. Se entenderá, sin embargo, que el manguito 108 podría incluir al menos tres dispositivos de rastreo 58b, que proporcionarían al sistema de guiado 10 información sobre al menos tres grados de libertad para el manguito 108. Si el manguito 108 tiene al menos tres dispositivos de rastreo 58b, entonces basándose en el rastreo de los dispositivos de rastreo 58b del manguito 108, el sistema de guiado 10 podría determinar la dirección u orientación del manguito 108 con o sin el dispositivo de rastreo 58b' sobre la cánula 158. Debe entenderse, sin embargo, que podría emplearse cualquier configuración apropiada para rastrear el movimiento del extremo distal 150 de la broca 110 respecto a la anatomía.

Con referencia ahora a la figura 2B, se muestran instrumentos 52 para uso con el sistema de rastreo electromagnético 44. Dado que los instrumentos 52 pueden comprender los mismos componentes o unos similares que los instrumentos 52 descritos con respecto a la figura 2A, en el presente documento se usarán los mismos números de referencia. En este ejemplo, los instrumentos 52 pueden incluir un taladro 104a y la guía para taladrar 106. El taladro 104a puede incluir un manguito 108a y la broca 110. Dado que la guía para taladrar 106 y la broca 110 ilustradas en la figura 2B pueden ser sustancialmente similares a la guía para taladrar 106 y la broca 110 ilustradas y descritas con respecto a la figura 2A, la guía para taladrar 106 y la broca 110 no se describirán en detalle en el presente documento con respecto a la figura 2B. En resumen, sin embargo, la cánula 158 de la guía para taladrar 106 puede incluir un dispositivo de rastreo electromagnético 58a', si se desea. El dispositivo de rastreo 58a' puede ser opcional, y si se emplea, puede estar acoplado al extremo proximal 160 de la cánula 158. El dispositivo de rastreo 58a' se describirá con más detalle en el presente documento con respecto al manguito 108a.

El manguito 108a puede incluir un dispositivo de rastreo electromagnético 58a, que puede estar acoplado al cuerpo 122 del manguito 108a. Con respecto al dispositivo de rastreo 58a, el dispositivo de rastreo 58a puede estar acoplado al extremo proximal 124 del cuerpo 122 del manguito 108a. El dispositivo de rastreo 58a, y el dispositivo de rastreo 58a', pueden ser sensibles al sistema de rastreo electromagnético 44 y, de este modo, pueden incluir al menos un receptor electromagnético o al menos un transmisor electromagnético, o combinaciones de los mismos, dependiendo del sistema de rastreo electromagnético 44 empleado con el sistema de guiado 10. Por ejemplo, el dispositivo de rastreo 58a y el dispositivo de rastreo 58a' pueden comprender cualesquiera transmisores electromagnéticos o receptores electromagnéticos adecuados, y pueden tener cualquier configuración de bobinas adecuada, tal como una bobina doble, bobina triaxial, bobinas ortogonales dobles, bobinas colineales dobles, un par de bobinas delta o combinaciones de las mismas. Debe observarse que, aunque el dispositivo de rastreo 58a y el dispositivo de rastreo 58a' se ilustran en el campo de visión o expuestos, no es necesario que el dispositivo de rastreo 58a y el dispositivo de rastreo 58a' estén dentro del campo de visión, y el dispositivo de rastreo 58a y el dispositivo de rastreo 58a' pueden estar fácilmente incluidos en los instrumentos 52 y de forma que no estorben al cirujano. Además, en el caso de un sistema de rastreo híbrido 44, podría emplearse un dispositivo de rastreo óptico 58b para uso con la guía para taladrar 106 o el manguito 108a o viceversa.

Con el fin de ensamblar los instrumentos 52, el manguito 108a puede insertarse en la cánula 158, y a continuación la broca 110 puede insertarse en el manguito 108a. A continuación, el usuario 39 (figura 1) puede usar la broca 110 para empotrarla en la anatomía. Como se ha descrito, el usuario 39 puede mover el taladro 104a, y de este modo, el manguito 108a y la broca 110, dentro de la guía para taladrar 106 de modo que a medida que la broca 110 avanza al interior de la anatomía, el manguito 108a se mueve respecto al extremo proximal 160 de la cánula 158. A medida que el manguito 108a se mueve, el sistema de rastreo electromagnético 44 puede rastrear la ubicación del dispositivo de rastreo 58a, y de este modo, puede rastrear la ubicación del extremo distal del instrumento 52. A este respecto, dado que la ubicación del dispositivo de rastreo 58a respecto al manguito 108a es conocida, el sistema de rastreo 44 puede rastrear el extremo distal de la guía para taladrar 106 (extremo distal 162) o la broca 110 (punta 150).

El sistema de rastreo 44 puede rastrear el extremo distal 162 de la cánula 158 cuando el dispositivo de rastreo 58a permanece en su posición primera o inicial, como se ilustra en la figura 2B. Dado que el manguito 108a puede moverse a una segunda posición a medida que la broca 110 avanza, el movimiento del manguito 108a puede hacer que el dispositivo de rastreo 58a se mueva una distancia D_c que puede corresponder a una distancia D_t que la punta

150 se extiende más allá de la cánula 158 (como se muestra en línea discontinua). De este modo, basándose en el desplazamiento del dispositivo de rastreo 58a respecto a la cánula 158, el sistema de guiado 10 puede determinar el extremo distal 162 de la cánula 158 o la punta 150 de la broca 110 basándose en la ubicación del dispositivo de rastreo 58a.

A este respecto, el dispositivo de rastreo individual 58a puede proporcionar al menos información sobre tres y hasta seis grados de libertad para el sistema de guiado 10. Por lo tanto, basándose en el rastreo del dispositivo de rastreo 58a del manguito 108a, el sistema de guiado 10 podría determinar la dirección u orientación del manguito 108a con o sin el dispositivo de rastreo 58a' sobre la cánula 158. Debe entenderse, sin embargo, que podría emplearse cualquier configuración apropiada para rastrear el movimiento del extremo distal 150 de la broca 110 respecto a la anatomía.

Con referencia ahora a la figura 3, se muestran instrumentos ejemplares 52 para uso con el sistema de rastreo electromagnético 44. Dado que los instrumentos 52 pueden comprender los mismos componentes o unos similares que los instrumentos 52 descritos con respecto a las figuras 2A y 2B, en el presente documento se usarán los mismos números de referencia. En este ejemplo, un primer instrumento 52 es un taladro 104b y un segundo instrumento 52 es una guía para taladrar 106b, sin embargo, como será evidente a partir de las enseñanzas en el presente documento, diversos otros instrumentos 52 podrían emplear un dispositivo de rastreo 58c como se describirá en el presente documento, tal como un instrumento 52 en el que es deseable medir una posición y una trayectoria del instrumento 52, por ejemplo, una sonda de ECP o un catéter. Dado que el taladro 104b puede comprender un taladro convencional para la anatomía, el taladro 104b no se describirán en detalle en el presente documento. En resumen, sin embargo, como se ilustra en la figura 3, el taladro 104b puede comprender un manguito 108b y una broca 110b. El taladro 104b puede ser activado por el usuario 39 para hacer avanzar o retraer el manguito 108b y la broca 110b al interior de la anatomía del paciente 12.

El manguito 108b puede incluir un conector 116, un resorte 118, un casquillo 120 y el dispositivo de rastreo 58c, cada uno de los cuales puede estar acoplado al cuerpo 122 del manguito 108b. Con referencia adicional a la figura 4, el conector 116 puede estar acoplado al extremo proximal 124 del cuerpo 122 del manguito 108b. El conector 116 puede tener, en general, forma de herradura, y puede incluir una primera parte 126 y una segunda parte 128. La primera parte 126 puede ser cilíndrica para acoplar el conector 116 al manguito 108b. La primera parte 126 puede ajustarse por presión al manguito 108b, o podría estar unida o fijada mecánicamente al manguito 108b. Además, como se ilustra, el conector 116 puede tener un diseño de concha de almeja de modo que el acoplamiento de las segundas partes respectivas 128 pueda acoplar la primera parte 126 al cuerpo 122 del manguito 108b.

La segunda parte 128 puede incluir un controlador 130b. El controlador 130b puede recibir la corriente inducida en el dispositivo de rastreo o bobina 58c que está acoplada al taladro 104b cuando el instrumento 52 se coloca en el espacio del paciente o campo EM. El controlador 130b puede recibir la corriente proveniente del dispositivo de rastreo 58c, y puede transmitir una señal indicativa de la corriente del dispositivo de rastreo 58c a la interfaz 50 de sonda de guiado. Uno o más cables 132 pueden estar en comunicación con el dispositivo de rastreo 58c y el controlador 130b para transmitir la corriente desde el dispositivo de rastreo 58c al controlador 130b. Al menos un cable 132a puede estar en comunicación con el controlador 130b para recibir la corriente proveniente del dispositivo de rastreo 58c, y puede transmitir la corriente a la interfaz 50 de sonda de guiado. Se entenderá, sin embargo, que, aunque en el presente documento se ilustra una conexión por cable, podría usarse cualquier técnica adecuada para transmitir la corriente desde el dispositivo de rastreo 58c al controlador 130b y la interfaz 50 de sonda de guiado, tal como una conexión inalámbrica.

El resorte 118 puede ser un resorte helicoidal, y puede estar bobinado alrededor del cuerpo 122 del manguito 108b, cerca del extremo proximal 124. El resorte 118 puede incluir un primer extremo 136 y un segundo extremo 138. El primer extremo 136 del resorte 118 puede topar con el conector 116, de modo que el conector 116 pueda retener al resorte 118 sobre el cuerpo 122 del manguito 108b. El segundo extremo 138 puede incluir una sección bobinada estrechamente 138a que puede retener al resorte 118 sobre el cuerpo 122 del manguito 108b, pero puede permitir que el resorte 118 sea comprimido contra la guía para taladrar 106b.

El casquillo 120 puede estar acoplado a un extremo distal 140 del cuerpo 112 del manguito 108b. El casquillo 120 puede facilitar la inserción fácil del manguito 108b en la guía para taladrar 106b. Debe entenderse, sin embargo, que el casquillo 120 puede ser opcional y no es necesario que esté incluido en el manguito 108b. El casquillo 120 puede formar una punta 141 del manguito 108b. El resorte 118 puede ayudar a retirar el manguito 108 de la guía para taladrar 106b como se describirá.

El dispositivo de rastreo 58c puede estar acoplado al cuerpo 122 del manguito 108b. El dispositivo de rastreo 58c puede comprender uno o más sensores o bobinas electromagnéticas 142. Generalmente, las bobinas electromagnéticas 142 pueden comprender un alambre conductor bobinado de forma apretada en el que se puede inducir una corriente cuando el campo electromagnético es generado por las agrupaciones de bobinas 46, 47. Las bobinas electromagnéticas 142 pueden estar en comunicación con el controlador 130b del conector 116 para transmitir la corriente inducida al controlador 130b. Por ejemplo, las bobinas electromagnéticas 142 podrían estar conectadas al controlador 130 mediante un cable 132a como se muestra en la figura 3. Como alternativa, las

bobinas electromagnéticas 142 podrían estar en comunicación inalámbrica con el controlador 130 (no mostrado). Dado que cada punto en el espacio del paciente tiene una intensidad de campo única, la corriente inducida en las bobinas electromagnéticas 142 puede ser representativa de la ubicación física de las bobinas electromagnéticas 142 en el espacio del paciente, si las bobinas electromagnéticas 142 son bobinas electromagnéticas receptoras 142. Como alternativa, si las bobinas electromagnéticas 142 son bobinas electromagnéticas transmisoras 142, entonces el campo magnético generado o producido por las bobinas electromagnéticas 142 puede variar basándose en la ubicación física de las bobinas electromagnéticas 142 en el espacio del paciente. El controlador 48 de agrupaciones de bobinas puede determinar a continuación la ubicación física del instrumento 52 basándose en la ubicación conocida del dispositivo de rastreo 58c con respecto al instrumento 52. Las bobinas electromagnéticas 142 pueden estar situadas adyacentes al extremo distal 140 del manguito 108b para permitir que el sistema de rastreo 44 rastree el extremo distal 140 de la guía para taladrar 106b y la broca 110b cuando el dispositivo de rastreo 58c está situado dentro de la guía para taladrar 106b, como se describirá.

Generalmente, dos bobinas electromagnéticas 142 pueden estar situadas adyacentes al extremo distal 140 del instrumento 52, en este caso el manguito 108b del taladro 104, para permitir la calibración continua del instrumento 52. A este respecto, tradicionalmente se usa un retén de calibración para determinar una distancia desde el dispositivo de rastreo 58 hasta el extremo distal 162 del instrumento 52. En este ejemplo, la colocación de al menos dos bobinas electromagnéticas 142 cerca del extremo distal 162 del instrumento 52 puede permitir al sistema de rastreo 44 monitorizar de forma continua el instrumento 52 en busca de cambios en una distancia D4 entre las bobinas electromagnéticas 142 que indicarían que el instrumento 52 se ha doblado, retorcido o deformado. A este respecto, el sistema de rastreo 44 puede comparar la distancia real D4 entre una primera bobina electromagnética 142a y una segunda bobina electromagnética 142b basándose en la corriente inducida por las agrupaciones de bobinas 46, 47 con una distancia D4 conocida o predicha entre la primera bobina electromagnética 142a y la segunda bobina electromagnética 142b. Basándose en la comparación, el sistema de guiado 10 puede notificar al usuario 39 de un cambio en la precisión del instrumento 52, y también puede compensar el cambio en la forma del instrumento 52, si así se desea.

El cuerpo 122 del manguito 108b puede definir una perforación pasante 146. El cuerpo 122 del manguito 108b puede estar compuesto por un material no ferroso, tal como plástico y/o titanio, por ejemplo. La perforación pasante 146 del cuerpo 122 puede permitir la recepción de la broca 110 dentro del manguito 108b. Generalmente, la perforación pasante 146 está dimensionada de modo que la broca 110 pueda girar libremente dentro del manguito 108b, y pueda extenderse más allá del extremo distal 140 del manguito 108b para contactar con una estructura anatómica del paciente 12.

Con referencia a la figura 4, la broca 110b puede incluir la punta 150 y un cuerpo 152. La punta 150 puede ser generalmente puntiaguda de modo que la punta 150 pueda empotarse en la anatomía del paciente 12 para retirar una parte seleccionada de la anatomía. El cuerpo 152 puede incluir uno o más segmentos 154 compuestos por un material no ferroso distinto o único con respecto al resto del cuerpo 152 de la broca 110b para permitir que el sistema de guiado 10 identifique la trayectoria y/o posición de la broca 110.

Por ejemplo, como se muestra en la figura 4, el cuerpo 152 puede incluir un primer segmento 154a, un segundo segmento 154b y un tercer segmento 154c. En este ejemplo, el primer segmento 154a puede estar dispuesto a una distancia D5 de la punta 150 de la broca 110b, mientras que el segundo segmento 154b puede estar separado del primer segmento 154a por una distancia conocida D6. El tercer segmento 154c está separado una distancia conocida D7 del segundo segmento 154b. Debe observarse que las distancias D5, D6, D7 pueden ser iguales entre sí, o cada una de las distancias D5, D6, D7 puede tener un valor distinto que puede ser mayor que, menor que o igual a las otras distancias D5, D6, D7, según se desee. Por ejemplo, la distancia D5 puede ser menor que la distancia D6 y D7, y la distancia D6 puede ser menor que la distancia D7 para permitir que movimientos finos de la broca 110b sean rastreados por el sistema de rastreo 44. De este modo, las distancias D5, D6, D7 entre los segmentos 154 permiten que el movimiento de la broca 110b sea rastreado con precisión por el sistema de rastreo 44, como se describirá en el presente documento. Además, el número de segmentos 154 formados en el cuerpo 152 puede permitir un rastreo fino o grosero de la broca 110b. Por ejemplo, si se desea rastreo fino de la broca 110b, un gran número de segmentos 154 pueden formarse en el cuerpo 152 (no mostrado).

En este ejemplo, cada uno de los segmentos 154 puede estar compuesto por un primer metal no ferroso o aleación de metales, mientras que el resto de la broca 110b puede estar compuesto por un segundo metal no ferroso o aleación de metales. De este modo, un material no ferroso diferente, distinto puede separar cada uno de los segmentos 154. Dado que cada uno de los segmentos 154 puede ser adyacente a un material no ferroso único, la posición y la trayectoria de la broca 110b pueden determinarse o calcularse por el controlador 48 de agrupaciones de bobinas. A este respecto, el uso de los segmentos únicos 154 de material en el cuerpo 152 de la broca 110b puede dar como resultado un cambio de la inductancia de las bobinas electromagnéticas 142 debido a la permeabilidad variable de los segmentos 154 de la broca 110b. Dado que las bobinas electromagnéticas 142 pueden enrollarse alrededor del cuerpo 122 del manguito 108b, como se muestra de la mejor manera en la figura 5, el movimiento de la broca 110b dentro del manguito 108b puede cambiar la corriente inducida en las bobinas electromagnéticas 142 debido a los diferentes materiales del núcleo que comprenden los segmentos 154, que pasan a través de las bobinas electromagnéticas 142 durante el movimiento de la broca 110b, en el caso ejemplar de

bobinas electromagnéticas receptoras 142. En otro ejemplo, si las bobinas electromagnéticas 142 comprenden bobinas electromagnéticas transmisoras 142, entonces el campo magnético generado o producido por las bobinas electromagnéticas 142 puede variar con el movimiento de la broca 110b debido al cambio en la permeabilidad del material que compone los segmentos 154.

5 A este respecto, la cantidad de corriente generada por las bobinas electromagnéticas 142 puede aumentar o disminuir basándose en si un segmento 154 o el cuerpo 152 de la broca 110b está situado dentro de la bobina electromagnética 142. De este modo, dado que una longitud de la broca 110b es conocida, y la longitud, la ubicación y el material de los segmentos 154 de la broca 110b son conocidos, dada la cantidad de corriente inducida en las bobinas electromagnéticas 142 durante el movimiento de la broca 110b, el controlador 48 de agrupaciones de bobinas puede calcular la posición y la trayectoria de la punta 150 de la broca 110b en el espacio del paciente, como se describirá adicionalmente en el presente documento.

15 Continuando con la referencia a la figura 4, dado que la guía para taladrar 106b puede comprender cualquier guía adecuada que permita al usuario 39 dirigir el movimiento de la broca 110b dentro de la anatomía, la guía para taladrar 106b, no se describirá con más detalle en el presente documento. En resumen, sin embargo, la guía para taladrar 106b puede comprender el mango 156 y una cánula 158b. El mango 156 puede comprender cualquier parte asible o manipulable adecuada que esté configurada para permitir la manipulación de la guía para taladrar 106b por el usuario 39. La cánula 158b puede incluir un extremo proximal 160, un extremo distal 162 acoplado al extremo proximal 160 mediante un tubo 163, con el extremo proximal 160, el extremo distal 162 y el tubo 163 definiendo una abertura o perforación pasante 164 a su través. La cánula 158b puede estar acoplada al mango 156 en cualquier ángulo deseado que facilita la manipulación del taladro 104 y, generalmente, puede estar acoplada al mango 156 cerca del extremo proximal 160. El extremo proximal 160 de la cánula 158b puede definir una ranura 165 que puede recibir un inserto 166 y un tope 168.

25 El inserto 166 puede estar configurado para recibir el manguito 108b. El inserto 166 puede estar acoplado de forma roscada al extremo proximal 160 de la cánula 158b, o el inserto 166 puede ajustarse por presión en la cánula 158b. El inserto 166 puede permitir que el manguito 108b se inserte en y se alinee apropiadamente en la cánula 158b. El inserto 166 puede extenderse en general una longitud que permita que el manguito 108b se inserte en y se alinee visiblemente dentro de la perforación pasante 164 de la cánula 158b. El inserto 166 puede definir roscas 167 para encajar con el tope 168.

35 El tope 168 puede extenderse sobre el inserto 166 en una posición especificada para proporcionar un tope de seguridad para la broca 110b. Por ejemplo, el tope 168 puede extenderse sobre el inserto 166 de modo que el conector 116 del manguito 108b pueda contactar con el tope 168 para impedir el movimiento continuado hacia delante del manguito 108, y de este modo, de la broca 110b. El tope 168 puede incluir un accionador 172 y una carcasa 174.

40 El accionador 172 puede incluir roscas 176 que pueden encajar con las roscas 167 definidas en el inserto 166 de la cánula 158. El accionador 172 puede incluir un elemento de solitación, tal como un resorte (no mostrado específicamente) para solicitar las roscas 176 entre una posición bloqueada y una posición desbloqueada. En la posición bloqueada, las roscas 176 pueden encajar con las roscas 167 para impedir el movimiento del tope 168. En la posición desbloqueada, las roscas 176 pueden estar liberadas de las roscas 167 del inserto 166 de modo que el tope 168 pueda moverse respecto al inserto 166 para permitir al usuario 39 seleccionar una profundidad deseada para que la broca 110b se desplace dentro de la anatomía. Normalmente, las profundidades pueden estar impresas o formadas en el exterior de la cánula 158b (no mostrado), y el usuario 39 puede mover el tope 168 a la profundidad deseada que el usuario 39 desea recorrer con la broca 110b. De este modo, el tope 168 puede garantizar que el usuario 39 taladre a una profundidad seleccionada dentro de la anatomía del paciente 12.

50 La carcasa 174 puede retener el accionador 172. La carcasa 174 puede sobresalir por encima del inserto 166. Generalmente, la carcasa 174 puede estar dimensionada de modo que una parte de la carcasa 174 pueda contactar con el conector 116 del manguito 108b para impedir el avance de la broca 110b más allá de la profundidad establecida por el accionador 172. Debe observarse que, aunque el tope 168 se describe en el presente documento incluyendo un accionador 172 y una carcasa 174 distintos, el tope 168 podría comprender un conjunto de una pieza, o cualquier otro dispositivo capaz de contactar con el conector 116 del manguito 108b para impedir el avance adicional de la broca 110b.

60 El extremo distal 162 de la cánula 158b puede incluir una punta 178. La punta 178 puede estar acoplada al extremo proximal 160 de la cánula 158, mediante el tubo 163, sin embargo, la punta 178 y el tubo 163 podrían estar formados de una pieza con el extremo proximal 160 de la cánula 158, si se desea. La punta 178 puede estar ahusada para facilitar el paso de la cánula 158 al interior de una estructura anatómica del paciente 12. La punta 178 también puede incluir púas o dientes para facilitar la penetración de la cánula 158b al interior de la anatomía. La perforación pasante 164 puede estar definida a través de la cánula 158b para recepción del manguito 108b y la broca 110b a su través.

65 Con el fin de ensamblar el taladro 104b, el manguito 108b puede deslizarse sobre la broca 110b, de modo que las

bobinas electromagnéticas 142 puedan estar adyacentes al extremo distal 140 del manguito 108b cuando la broca 110b está insertada en el manguito 108b. A continuación, el usuario 39 puede comprimir el accionador 172 del tope 168 para mover el tope 168 a una posición que corresponde con la profundidad deseada para que la broca 110b la recorra. El usuario 39 puede liberar el accionador 172 para devolver el tope 168 a la posición bloqueada. El usuario 39 puede insertar a continuación el manguito 108b y la broca 110b en la ranura 165 de la cánula 158b de la guía para taladrar 106b. A continuación, el usuario 39 puede situar la punta 178 de la cánula 158b en la zona seleccionada de la anatomía, y puede accionar el taladro 104b para hacer avanzar la broca 110b al interior de la anatomía del paciente 12. La posición y la trayectoria de la broca 110b pueden ser rastreadas por el sistema de rastreo 44, como se describirá en el presente documento.

Con referencia ahora a las figuras 6-10, se muestran instrumentos ejemplares adicionales 52 para uso con el sistema de guiado 10. En este ejemplo, los instrumentos 52 pueden estar configurados para ser usados con el sistema de rastreo electromagnético 44, sin embargo, los instrumentos 52 podrían estar configurados para ser usados con el sistema de rastreo óptico 44b o un sistema de rastreo híbrido (no mostrado). Dado que los instrumentos 52 pueden ser sustancialmente similares a los instrumentos descritos con respecto a las figuras 2-5, se usarán los mismos números de referencia para describir los mismos o componentes similares. Continuando con la referencia a las figuras 6-10, los instrumentos 52 pueden incluir un taladro 104c (figura 6), una guía para taladrar 106c (figura 6-10) y un trócar 298 (figura 10) que puede usarse con la guía para taladrar 106c. El taladro 104c puede comprender un manguito 108c y una broca 110c.

Con referencia a la figura 7, el manguito 108c puede incluir un conector 116c, un controlador 130c, un resorte 118c, el casquillo 120 y el dispositivo de rastreo 58c, cada uno de los cuales puede estar acoplado al cuerpo 122 del manguito 108c. Dado que el cuerpo 122 y el dispositivo de rastreo 58 pueden ser sustancialmente similares al cuerpo 122 y al dispositivo de rastreo 58 descritos con respecto a las figuras 3-5, el cuerpo 122 y el dispositivo de rastreo 58 no se describirán en detalle en el presente documento. Con referencia a la figura 8A, el conector 116c puede estar acoplado a la guía para taladrar 106c, adyacente al extremo proximal 124 del cuerpo 122 del manguito 108c. Con referencia adicional a la figura 7, el conector 116c puede incluir una perforación pasante 300 y una brida roscada 302. La perforación pasante 300 puede estar roscada, y puede permitir que el trócar 298 se inserte a través del manguito 108c, como se describirá con respecto a la figura 10. La perforación pasante 300 también puede tener un diámetro que está dimensionado de modo que la broca 110c pueda pasar a su través, como se muestra en la figura 8B.

Con referencia a las figuras 7-8B, la brida roscada 302 puede acoplar el manguito 108c a la guía para taladrar 106c encajando de forma roscada roscas de acoplamiento 306 formadas en la guía para taladrar 110c. Debe entenderse, sin embargo, que podría usarse cualquier medio de fijación para asegurar el manguito 108c dentro de la guía para taladrar 106c, tales como fijadores roscados y similares. El encaje de la brida roscada 302 con la guía para taladrar 106c también puede retener el controlador 130c dentro de la guía para taladrar 106c, y puede comprimir el resorte 118c.

El controlador 130c puede estar acoplado al manguito 108c, y puede estar retenido de forma que pueda deslizarse dentro de la guía para taladrar 110c por el conector 116c. A este respecto, el conector 116c puede retener el controlador 130c dentro de un canal C definido en la guía para taladrar 110c para permitir que el controlador 130c se mueva respecto a la guía para taladrar 110c para permitir que el sistema de rastreo 44 rastree el extremo distal del instrumento 52, como se describirá. Dado que el controlador 130c puede ser sustancialmente similar al controlador 130 descrito con respecto a las figuras 3-5, en el presente documento solamente se describirán las diferencias entre el controlador 130 y el controlador 130c. El controlador 130c puede tener un extremo proximal 308, un extremo distal 310 y puede definir una perforación 312. El extremo proximal 308 puede contactar con el conector 116c cuando el conector 116c está acoplado a la guía para taladrar 106c (figuras 8A, 8B). El extremo distal 310 puede contactar con el tope 168 de la guía para taladrar 110c para controlar el avance del extremo distal del instrumento 52 respecto a la anatomía del paciente 12, como se describirá con respecto a la figura 9.

El controlador 130c puede recibir la corriente proveniente del dispositivo de rastreo 58, y puede transmitir una señal indicativa de la corriente del dispositivo de rastreo 58 a la interfaz 50 de sonda de guiado mediante al menos el cable 132. Aunque no mostrado, el cable 132a puede usarse para transmitir la señal desde el dispositivo de rastreo 58 al controlador 130c, como se describe con respecto al controlador 130 de las figuras 3-5. Se entenderá, sin embargo, que aunque en el presente documento se ilustra una conexión por cable, podría usarse cualquier técnica adecuada para transmitir la corriente desde el dispositivo de rastreo 58 al controlador 130c y la interfaz 50 de sonda de guiado, tal como una conexión inalámbrica.

El resorte 118c puede estar acoplado al controlador 130c mediante el retenedor 316 de resorte. El resorte 118c también puede contactar y solicitar contra el tubo 163 de la guía para taladrar 106c para permitir la compresión del resorte 118c (figura 8A). Dado que el resorte 118c puede ser cualquier miembro de sollicitación adecuado, el resorte 118c no se describirá con más detalle en el presente documento. En resumen, sin embargo, la compresión del resorte 118c puede proporcionar una fuerza de resorte F_s que impide el movimiento no deseado del dispositivo de rastreo 58. Generalmente, el resorte 118c puede estar dimensionado de modo que cuando el conector 116c está encajado con la guía para taladrar 110c, como se muestra en la figura 8A, el resorte 118c es comprimido para

aplicar una fuerza de resorte F_s contra el extremo distal 310 del controlador 130c.

Con referencia a la figura 7, la broca 110c puede incluir la punta 150 y un cuerpo 152c. La punta 150 puede ser puntiaguda de modo que la punta 150 pueda encajar con la anatomía del paciente 12 para retirar una parte seleccionada de la anatomía. El cuerpo 152c puede tener un extremo proximal 320 y un extremo distal 322. La punta 150 puede estar dispuesta en el extremo distal 322 del cuerpo 152c. Con referencia a las figuras 7-8B, el cuerpo 152c puede incluir una primera brida anular 324 y una segunda brida anular 326, cada una dispuesta en el extremo proximal 320 del cuerpo 152c. La primera brida anular 324 puede tener un diámetro D8 que es sustancialmente igual a un diámetro interno D9 del manguito 108c, de modo que la primera brida anular 324 pueda acoplarse de forma que puedan girar la broca 110c al manguito 108c (figura 8B). La segunda brida anular 326 puede tener un diámetro D10 que es al menos mayor que el diámetro D9 del manguito 108c, pero menor que un diámetro D11 de la perforación pasante 300 del conector 116c, y generalmente aproximadamente igual a un diámetro externo D12 del manguito 108c, de modo que la segunda brida anular 326 pueda contactar con el extremo proximal 124 del manguito 108c. El contacto entre la segunda brida anular 326 y el manguito 108c puede hacer que el manguito 108c y, de este modo, el controlador 130c y el dispositivo de rastreo 58 se muevan respecto a la guía para taladrar 106c durante el avance de la broca 110c, como se describirá en el presente documento.

Con referencia a las figuras 6-10, dado que la guía para taladrar 106c puede comprender cualquier guía adecuada que permite al usuario 39 dirigir el movimiento de la broca 110c dentro de la anatomía, y puede ser sustancialmente similar a la guía para taladrar 106c descrita con respecto a las figuras 3-5, en el presente documento solamente se describirán las diferencias entre la guía para taladrar 106 de las figuras 3-5 y la guía para taladrar 106c, y se usarán los mismos números de referencia para referirse a componentes similares. La guía para taladrar 106c puede comprender una cánula 158c. La cánula 158c puede ilustrarse como un componente de dos piezas que incluye una primera carcasa 340 y una segunda carcasa 342, sin embargo, la cánula 158c puede estar formada de una pieza con una construcción de una pieza. La primera carcasa 340 puede estar acoplada a la segunda carcasa 342 mediante uno o más fijadores mecánicos, sin embargo, podría emplearse cualquier sistema de fijación adecuado, tal como soldadura, adhesivos de unión, remaches, etc. La cánula 158c puede incluir las roscas de acoplamiento 306 y el canal C en el extremo proximal 160. Las roscas de acoplamiento 306 pueden permitir que el conector 116c se acople a la guía para taladrar 106c. El canal C define una trayectoria para el movimiento lineal del controlador 130c. El canal C puede comprender una ranura formada en la cánula 158c, como se muestra en las figuras 7 y 8A, pero podría comprender cualquier medio adecuado para controlar el movimiento lineal del controlador 130c, tal como una nervadura, etc.

Con referencia a la figura 10, el trócar 298 puede insertarse en la perforación pasante 300 del conector 116c para preparar la anatomía del paciente 12 para recepción de la broca 110c. El trócar 298 puede incluir un mango 350 y un cuerpo 352. El mango 350 puede acoplar de forma que pueda liberarse el trócar 298 a la guía para taladrar 106c. A este respecto, el mango 350 puede comprender una parte asible 354 que tiene incluir un receptor roscado 356. La parte asible 354 puede emplearse para manipular el trócar 298 en encaje con la guía para taladrar 106c, manipulando las roscas 358 en el receptor roscado 356 en encaje con la brida con roscas 302 formada en la perforación pasante 300. La parte asible 354 también puede incluir una superficie de contacto 354a que puede contactar con el conector 116c de la guía para taladrar 104c cuando las roscas 358 están encajadas con el conector 116c.

El receptor roscado 356 puede incluir las roscas 358, que pueden estar formadas opuestas a un orificio 360 del receptor. El receptor roscado 356 puede tener un diámetro D12 que puede estar dimensionado de modo que las roscas 358 puedan encajar por engrane con la brida con roscas 302 de la perforación pasante 300. El orificio 360 del receptor puede estar dimensionado de modo que el orificio 360 del receptor pueda contactar con el controlador 130c, y de este modo, pueda hacer que el controlador 130c avance dentro de la guía para taladrar 106c hasta que la superficie de contacto 354a de la parte asible 354 contacte con el conector 116c. Por lo tanto, el avance del controlador 130c puede corresponder a un avance de una punta 364 del cuerpo 352 del trócar 298 más allá del extremo distal 162 de la cánula 158c.

El cuerpo 352 del trócar 298 puede incluir un extremo proximal 362 y un extremo distal 368. El extremo proximal 362 puede estar configurado para emparejarse con el orificio 360 del receptor para acoplar de forma fija el cuerpo 352 al mango 350 del trócar 298. El extremo proximal 362 puede incluir una brida anular 367. La brida anular 367 puede tener un diámetro que es al menos mayor que el diámetro D9 del manguito 108c, pero al menos es menor que el diámetro D11 de la perforación pasante 300 del conector 116c (figura 8B). El extremo proximal 362 puede ajustarse por presión en el interior del orificio 360 del receptor, por ejemplo, sin embargo, podría usarse cualquier técnica de fijación apropiada para acoplar el cuerpo 352 al mango 350, tal como un fijador mecánico, unión, soldadura, roscas de acoplamiento, etc. El extremo distal 368 puede incluir la punta 364. La punta 364 puede extenderse desde el extremo distal 162 de la guía para taladrar 106c y puede usarse para preparar la anatomía para recepción de la broca 110. La punta 364 puede incluir múltiples dientes 366 para encaje con la anatomía, como se conoce en general. La punta 364 del trócar 298 puede estar configurada para empotrarse en la anatomía para perforar a través de la piel y el tejido del paciente 12 de modo que, cuando el trócar 298 es retirado, el taladro 104c pueda situarse adyacente al hueso del paciente 12.

Con el fin de ensamblar el taladro 104c, el manguito 108c y el resorte 118c pueden acoplarse al controlador 130c. A continuación, el manguito 108c, el resorte 118c y el controlador 130c pueden deslizarse al interior del canal C de la guía para taladrar 106c. Con el controlador 130c insertado en el canal C, el conector 116c puede enroscarse en encaje con las roscas de acoplamiento 306 de la guía para taladrar 110c de modo que el resorte 118c sea comprimido. Además, el usuario 39 puede comprimir el accionador 172 del tope 168 para mover el tope 168 en una posición que corresponda con la profundidad que se desea que la broca 110 recorra. El usuario 39 puede liberar el accionador 172 para devolver el tope 168 a la posición bloqueada.

Con el conector 116c acoplado a la guía para taladrar 106c y la profundidad deseada establecida por el usuario 39, el usuario 39 puede acoplar opcionalmente el trócar 298 a la guía para taladrar 106c. Con el fin de acoplar el trócar 298 a la guía para taladrar 106c, el cuerpo 352 del trócar 298 puede insertarse de modo que las roscas 358 del mango 350 puedan encajar con las roscas 306 formadas en la perforación pasante 300 (figura 9). A continuación, se puede hacer girar el mango 350 hasta que la superficie de contacto 356a tope con el conector 116c. Esta rotación del mango 350 puede hacer avanzar gradualmente la punta 364 del trócar 298 más allá del extremo de la guía para taladrar 106c para preparar la anatomía para recepción de la broca 110c. Dado el diámetro del orificio 360 del receptor, a medida que se hace avanzar la punta 364 más allá de la guía para taladrar 106c, el orificio 360 del receptor puede aplicar una fuerza al extremo proximal 308 del controlador 130c que puede superar la fuerza de resorte F_s para permitir que el controlador 130c se mueva respecto a la guía para taladrar 106c en el canal C. El movimiento relativo del controlador 130c puede ser sustancialmente equivalente a una distancia recorrida por la punta 364 respecto al extremo de la guía para taladrar 106c. De este modo, basándose en el movimiento del controlador 130c, la posición del extremo distal del instrumento 52, en este ejemplo la punta 364 del trócar 298, puede ser rastreada por el sistema de rastreo 44, como se describirá en el presente documento. El trócar 298 puede ser retirado de la guía para taladrar 106c desenroscando el mango 350 del conector 116c de la guía para taladrar 106c.

Con el trócar 298 retirado de la guía para taladrar 106c, la broca 110c puede insertarse en la guía para taladrar 106c. Generalmente, la broca 110c puede insertarse hasta que la primera brida anular 324 esté dispuesta dentro del manguito 108c, con la segunda brida anular 326 justamente contactando con el extremo proximal 308 del controlador 130c, sin encontrarse con la fuerza de resorte F_s , como se muestra en la figura 8A. A medida que el usuario 39 hace avanzar la broca 110c adicionalmente, la segunda brida anular 326 puede contactar con el extremo proximal 308 del controlador 130c, lo que puede requerir que el usuario 39 aplique una fuerza F al taladro 104, y de este modo, la broca 110c, para superar la fuerza de resorte F_s con el fin de hacer avanzar la broca 110c dentro de la anatomía del paciente 12, como se muestra en la figura 9. El avance de la broca 110c dentro de la anatomía puede hacer que el controlador 130c se mueva respecto a la guía para taladrar 106c una distancia D_c , que puede ser aproximadamente equivalente a la distancia D_i recorrida por la broca 110c más allá del extremo distal 162 de la cánula 158c (figuras 6 y 9). De este modo, el movimiento del controlador 130c dentro del canal C puede permitir que el sistema de rastreo 44 rastree el extremo del instrumento 52, en este caso la punta 150 de la broca 110c, como se describirá en el presente documento.

Con referencia ahora a la figura 11, un diagrama de bloques simplificado ilustra esquemáticamente un sistema de guiado ejemplar 10 para implementar el módulo de control 101. El sistema de guiado 10 puede incluir el sistema de rastreo 44, los dispositivos de rastreo 58, un módulo de control del guiado 200 y el visualizador 36. El sistema de rastreo 44 puede comprender un sistema de rastreo electromagnético 44 o un sistema de rastreo óptico 44b, y se denominará en general sistema de rastreo 44. El sistema de rastreo 44 puede recibir datos de puesta en marcha 202 provenientes del módulo de control del guiado 200. Basándose en los datos de puesta en marcha 202, el sistema de rastreo 44 puede establecer datos de señal de activación 204 que pueden activar el dispositivo de rastreo 58. El sistema de rastreo 44 también puede establecer datos de rastreo 208 para el módulo de control del guiado 200, como se describirá. Los datos de rastreo 208 pueden incluir datos respecto a la ubicación de la punta o el extremo distal 162 del instrumento 52, que puede determinarse a partir de las señales recibidas provenientes del controlador 130 del dispositivo de rastreo 58 para el instrumento 52.

Cuando el dispositivo de rastreo 58 está activado, el controlador 130 puede transmitir datos 210 de sensor indicativos de la señal generada por el dispositivo de rastreo 58 por el cable 132a al sistema de rastreo 44. Basándose en los datos 210 de sensor recibidos por el sistema de rastreo 44, el sistema de rastreo 44 puede generar y establecer los datos de rastreo 208 para el módulo de control del guiado 200, como se describirá adicionalmente en el presente documento.

El módulo de control del guiado 200 puede recibir los datos de rastreo 208 provenientes del sistema de rastreo 44 como entrada. El módulo de control del guiado 200 también puede recibir datos de imagen 100 del paciente como entrada. Los datos de imagen 100 del paciente pueden comprender imágenes de la anatomía del paciente 12 obtenidas a partir de un dispositivo de imagenología pre- o intraoperatoria, tales como las imágenes obtenidas por el dispositivo de imagenología 14. Basándose en los datos de rastreo 208 y los datos de imagen 100 del paciente, el módulo de control del guiado 200 puede generar datos de imagen 102 para visualización en el visualizador 36. Los datos de imagen 102 pueden comprender los datos de imagen 100 del paciente superpuestos con un icono 103 del instrumento 52, como se muestra en la figura 1. El icono 103 puede proporcionar una representación gráfica de la posición y la trayectoria del extremo distal del instrumento 52 (es decir, el extremo distal 162 de la cánula 158 o la

punta 150 de la broca 110) respecto a la anatomía del paciente 12. Además, el icono 103 puede ilustrar un punto de partida de la broca 110, (es decir, una "X" adyacente a un hueso en la anatomía) y puede ilustrar la trayectoria de la broca 110 a través de la anatomía, (es decir, líneas discontinuas desde la "X"). Una ubicación actual de la broca 110 también puede visualizarse mediante el icono 103 (es decir, una "O" en el extremo de las líneas discontinuas). Debe entenderse, sin embargo, que podría emplearse cualquier símbolo, índices o similares adecuados para representar gráficamente la ubicación y/o la trayectoria de la broca 110 respecto a la anatomía.

Con referencia ahora a la figura 12, un diagrama de flujo de datos ilustra un sistema de control ejemplar que puede estar incluido dentro del módulo de control 101. Diversas realizaciones del sistema de control del rastreo de acuerdo con la presente divulgación pueden incluir cualquier número de sub-módulos incluidos dentro del módulo de control 101. Los sub-módulos mostrados pueden combinarse y/o dividirse adicionalmente para determinar de forma similar la posición de la broca 110 basándose en la señal generada por el dispositivo de rastreo 58. Entradas al sistema pueden ser recibidas por el arco en C 16, o incluso recibidas a partir de otros módulos de control (no mostrados) dentro del sistema de guiado 10, y/o determinadas por otros sub-módulos (no mostrados) dentro del módulo de control 101 (no mostrado). En diversas realizaciones, el módulo de control 101 incluye el sistema de rastreo 44 que puede implementar un módulo de control del rastreo 220, y la estación de trabajo 34 que puede implementar el módulo de control del guiado 200. Debe observarse que el módulo de control del rastreo 220 puede ser implementado por el sistema de rastreo 44 y el módulo de control del guiado 200 puede ser implementado en la estación de trabajo 34, sin embargo, tanto el módulo de control del rastreo 220 como el módulo de control del guiado 200 podrían ser implementados en la estación de trabajo 34, si se desea.

El módulo de control del rastreo 220 puede recibir como entrada los datos de puesta en marcha 202 provenientes del módulo de control del guiado 200 y datos 210 de sensor provenientes del dispositivo de rastreo 58. Tras la recepción de los datos de puesta en marcha 202, el módulo de control del rastreo 220 puede emitir los datos de señal de activación 204 para el dispositivo de rastreo 58. Tras la recepción de los datos 210 de sensor, el módulo de control del rastreo 220 puede establecer los datos de rastreo 208 para el módulo de control del guiado 200.

El módulo de control del guiado 200 puede recibir como entrada los datos de rastreo 208 y datos de imagen 100 del paciente. Como se ha descrito, los datos de rastreo 208 pueden comprender el extremo distal del instrumento 52 en el espacio del paciente. Basándose en los datos de rastreo 208, el módulo de control del guiado 200 puede determinar los datos de imagen 100 del paciente apropiados para visualización en el visualizador 36, y puede emitir tanto los datos de rastreo 208 como los datos de imagen 100 del paciente como datos de imagen 102.

Con referencia ahora a la figura 13, un diagrama de flujo del proceso ilustra un método ejemplar realizado por el módulo de control del rastreo 220. En el bloque de decisión 250, el método puede determinar si los datos de puesta en marcha 202 han sido recibidos provenientes del módulo de control del guiado 200. Si no han sido recibidos datos de puesta en marcha 202, entonces el método vuelve al bloque de decisión 250 hasta que se reciban datos de puesta en marcha 202. Si se reciben datos de puesta en marcha 202, entonces el método pasa al bloque 252. En el bloque 252, el sistema de rastreo 44 puede generar los datos de señal de activación 204. A continuación, en el bloque de decisión 254 el método puede determinar si los datos 210 de sensor han sido recibidos. Si los datos 210 de sensor han sido recibidos, entonces el método pasa al bloque 256. En caso contrario, el método vuelve al bloque de decisión 254 hasta que se reciban los datos 210 de sensor.

En el bloque 256, el método puede calcular la ubicación y la posición del extremo distal del instrumento 52 en el espacio del paciente basándose en los datos 210 de sensor. A este respecto, los datos 210 de sensor pueden proporcionar una ubicación del dispositivo de rastreo 58 en el espacio del paciente. Por ejemplo, el extremo distal 162 de la guía para taladrar 106 y la profundidad de la punta 150 de la broca 110 pueden determinarse basándose en el movimiento del dispositivo de rastreo 58 respecto a la guía para taladrar 106. En el bloque 258, el método puede emitir los datos de rastreo 208. A continuación, el método puede volver al bloque de decisión 250.

En funcionamiento, después de que la guía para taladrar 106 ha sido ensamblada, el usuario 39 puede acoplar el trócar 298 a la guía para taladrar 106c, si se desea, o puede insertar la broca 110 en la guía para taladrar 106c. A continuación, el cable 132 del dispositivo de rastreo 58c puede acoplarse a la interfaz 50 de sonda de guiado. El usuario 39 puede usar el dispositivo de entrada 38 del usuario, por ejemplo, para ordenar al sistema de guiado 10 que active el sistema de rastreo 44. El sistema de guiado 10 puede enviar a continuación los datos de puesta en marcha 202 al módulo de control del rastreo 220. Tras la recepción de los datos de puesta en marcha 202, el módulo de control del rastreo 220 puede emitir los datos de señal de activación 204.

Los datos de señal de activación 204 pueden inducir una señal a partir del dispositivo de rastreo 58. Dado que la señal proveniente del dispositivo de rastreo 58 corresponde a una ubicación única en el espacio del paciente, el sistema de rastreo 44 puede determinar fácilmente la ubicación del dispositivo de rastreo 58 en el espacio del paciente. De este modo, a medida que el usuario 39 manipula el instrumento 52 en el espacio del paciente, el dispositivo de rastreo 58 puede permitir al sistema de rastreo 44 determinar la profundidad o la posición del extremo distal del instrumento 52, tal como la posición del extremo distal 162 de la cánula 158 o la punta 150 de la broca 110 durante el procedimiento quirúrgico.

Basándose en la ubicación o la posición del extremo distal del instrumento 52, el módulo de control del guiado 200 puede determinar los datos de imagen 100 del paciente apropiados que corresponden a la ubicación determinada del extremo del instrumento 52, tales como el extremo distal 162 de la cánula 158 o la punta 150 de la broca 110. El módulo de control del guiado 200 puede emitir a continuación los datos de imagen 102 que comprenden los datos de imagen 100 del paciente con el icono 103 superpuesto sobre los datos de imagen 100 del paciente al visualizador 36. De este modo, al usuario 39 se le puede proporcionar una representación gráfica de la trayectoria y/o la ubicación del instrumento 52, por ejemplo, el extremo distal 162 de la cánula 158 o la punta 150 y/o la trayectoria de la broca 110 del instrumento 52, respecto a la anatomía del paciente 12 en el espacio del paciente.

Por lo tanto, el taladro 104 y la guía para taladrar 106 de la presente divulgación puede proporcionar a un usuario, tal como un cirujano, una representación precisa de la posición y la trayectoria del extremo distal del instrumento 52, tal como el extremo distal 162 de la guía para taladrar 106 o la punta 150 de la broca 110 dentro de la guía para taladrar 106, durante el procedimiento quirúrgico. El uso de un dispositivo de rastreo 58 que puede moverse respecto al instrumento 52, en este ejemplo, la guía para taladrar 106, puede permitir una representación precisa de la profundidad o la posición y la trayectoria del extremo distal del instrumento 52. Como alternativa, el dispositivo de rastreo 58c en combinación con los segmentos 154 en la broca 110b puede permitir una representación precisa de la profundidad o posición de la broca 110b dentro de la anatomía del paciente 12, y también puede proporcionar una representación precisa del movimiento rotacional o la trayectoria de la broca 110b en el espacio del paciente. Además, la ubicación conocida de las bobinas electromagnéticas 142 en el manguito 108 del taladro 104 puede actualizar al usuario 39 respecto a la precisión del instrumento 52. De este modo, si la guía para taladrar 106 o la broca 110 se cae, se dobla o resulta dañada de otro modo durante el procedimiento, el uso de los sensores o bobinas electromagnéticas 142 a una distancia conocida puede permitir que el sistema de guiado 10 verifique la precisión del instrumento 52 durante todo el procedimiento quirúrgico. Además, cualquier cambio en la distancia entre las bobinas electromagnéticas 142 puede ser compensado por el módulo de control del rastreo 220, si así se desea.

Aunque se han descrito ejemplos específicos en la memoria descriptiva y se han ilustrado en los dibujos, los expertos en la materia entenderán que se pueden realizar diversos cambios y sus equivalentes pueden ser sustituidos por elementos de los mismos sin apartarse del alcance de la presente divulgación como se define en las reivindicaciones. Además, la mezcla y el emparejamiento de características, elementos y/o funciones entre diversos ejemplos se contemplan expresamente en el presente documento, por lo que un experto en la materia apreciaría a partir de esta divulgación que las características, elementos y/o funciones de un ejemplo pueden incorporarse a otro ejemplo, según sea apropiado, a menos que se haya descrito lo contrario, anteriormente. Además, se pueden realizar muchas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las enseñanzas de la presente divulgación sin apartarse del alcance esencial de la misma. Por lo tanto, se pretende que la presente divulgación no se limite a los ejemplos particulares ilustrados por los dibujos y descritos en la memoria descriptiva como el mejor modo actualmente contemplado para llevar a cabo esta divulgación, sino que el alcance de la presente divulgación incluirá cualquier realización que esté dentro de la descripción anterior y las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para rastrear un instrumento guiado que comprende:

5 un primer instrumento guía alargado que tiene un primer extremo proximal y un primer extremo distal, definiendo el primer instrumento guía alargado una primera perforación y adaptado para estar situado respecto a una estructura anatómica;
 un segundo instrumento alargado que se mueve adyacente al primer instrumento alargado, teniendo el segundo instrumento alargado un segundo extremo proximal y un segundo extremo distal, el segundo instrumento
 10 alargado se mueve dentro de la primera perforación del instrumento guía;
 al menos un primer dispositivo de rastreo acoplado al segundo instrumento alargado; y
 al menos un segundo dispositivo de rastreo acoplado al primer instrumento guía alargado para rastrear información sobre al menos un grado de libertad para el primer instrumento guía alargado;
 en el que, cuando el segundo instrumento alargado está en una primera posición, el al menos un primer
 15 dispositivo de rastreo rastrea el primer extremo distal del primer instrumento guía alargado;
 en el que, cuando el segundo instrumento alargado está en una segunda posición, el al menos un primer dispositivo de rastreo rastrea el segundo extremo distal del segundo instrumento alargado;
 en el que el al menos un primer dispositivo de rastreo rastrea información sobre al menos un grado de libertad para el segundo instrumento alargado.

20 2. El sistema de la reivindicación 1, en el que el segundo instrumento alargado se selecciona entre el grupo que comprende: alambres guía, brocas, estiletes, trócares, tornillos, sondas de estimulación cerebral profunda (ECP) o combinaciones de los mismos.

25 3. El sistema de la reivindicación 1, en el que el segundo instrumento alargado comprende una broca que está acoplada a un taladro y el taladro hace girar la broca dentro de la primera perforación del primer instrumento guía alargado.

30 4. El sistema de la reivindicación 3, en el que el segundo instrumento alargado comprende además:
 un manguito que define una segunda perforación para recepción de la broca e incluye el al menos un primer dispositivo de rastreo, el manguito recibido de forma que pueda deslizarse dentro de la primera perforación del primer instrumento guía alargado;
 un miembro de sollicitación acoplado al manguito y retenido dentro de la primera perforación que aplica una
 35 fuerza al manguito para sollicitar el manguito en la primera posición; y
 en el que en la segunda posición, la broca mueve el manguito respecto al primer instrumento guía alargado y el movimiento relativo entre el manguito y el primer instrumento guía alargado corresponde a una posición del segundo extremo distal.

40 5. El sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el al menos un primer dispositivo de rastreo comprende al menos un dispositivo de rastreo óptico para rastrear la información sobre al menos un grado de libertad; en el que el al menos un dispositivo de rastreo óptico comprende al menos un dispositivo de rastreo óptico pasivo, dispositivo de rastreo óptico activo o combinaciones de los mismos.

45 6. El sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el al menos un primer dispositivo de rastreo comprende una agrupación de dispositivos de rastreo óptico para rastrear información sobre al menos tres grados de libertad.

50 7. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2, 3 y 4, en el que el al menos un primer dispositivo de rastreo comprende al menos un dispositivo de rastreo electromagnético seleccionado entre el grupo que comprende: un dispositivo de rastreo receptor electromagnético, un dispositivo de rastreo transmisor electromagnético y combinaciones de los mismos.

55 8. El sistema de la reivindicación 7, en el que el dispositivo de rastreo electromagnético se selecciona entre el grupo que comprende: bobinas dobles, bobinas triaxiales, bobinas ortogonales dobles, bobinas colineales dobles, un par de bobinas delta y combinaciones de las mismas.

60 9. El sistema de la reivindicación 7, en el que el al menos un dispositivo de rastreo electromagnético comprende al menos una bobina receptora electromagnética situada alrededor de la segunda perforación y el movimiento relativo de la broca dentro del manguito actúa sobre un núcleo de la al menos una bobina receptora electromagnética para modificar una señal inducida en la al menos una bobina electromagnética.

65 10. El sistema de la reivindicación 7, en el que el al menos un dispositivo de rastreo electromagnético comprende al menos una bobina transmisora electromagnética situada alrededor de la segunda perforación y el movimiento relativo de la broca dentro del manguito actúa como un núcleo de la al menos una bobina transmisora electromagnética para modificar un campo electromagnético generado por la al menos una bobina electromagnética.

11. El sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

5 un sistema de rastreo que rastrea el al menos un primer dispositivo de rastreo;
un sistema de guiado que determina la posición del primer extremo distal o el segundo extremo distal basándose
en el al menos un primer dispositivo de rastreo; y
un dispositivo de imagenología seleccionado entre al menos uno de un dispositivo de fluoroscopia, un dispositivo
"O-arm", un dispositivo de fluoroscopia biplano, un dispositivo de ultrasonidos, un dispositivo de tomografía
10 computarizada (TC), un dispositivo de tomografía computarizada multicorte (TCM), un dispositivo de resonancia
magnética nuclear (RMN), un dispositivo de ultrasonidos de alta frecuencia (UAF), un dispositivo de tomografía
por emisión de positrones (TEP), un dispositivo de tomografía de coherencia óptica (TCO), un dispositivo de
ultrasonidos intravasculares (UIV), un dispositivo de TC intraoperatoria, un dispositivo de RMN intraoperatoria.

12. El sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el al menos un primer dispositivo de
15 rastreo rastrea el más distal entre el primer extremo distal del primer instrumento guía alargado o el segundo
extremo distal del segundo instrumento alargado.

13. Un método para rastrear un instrumento guiado que comprende:

20 situar un primer instrumento guía alargado respecto a un segundo instrumento alargado, teniendo el primer
instrumento guía alargado un primer extremo proximal y un primer extremo distal, teniendo el segundo
instrumento alargado un segundo extremo proximal y un segundo extremo distal;
situar al menos un primer dispositivo de rastreo sobre el segundo instrumento alargado;
situar al menos un segundo dispositivo de rastreo sobre el primer instrumento guía alargado para rastrear
información sobre al menos un grado de libertad para el primer instrumento guía alargado; mover el segundo
25 instrumento alargado en una primera perforación del primer instrumento alargado para modificar una señal
inducida en el al menos un primer dispositivo de rastreo;
rastrear el al menos un primer dispositivo de rastreo; y
determinar, basándose en el rastreo del al menos un primer dispositivo de rastreo, una ubicación del primer
extremo distal del primer instrumento guía alargado o el segundo extremo distal del segundo instrumento
30 alargado.

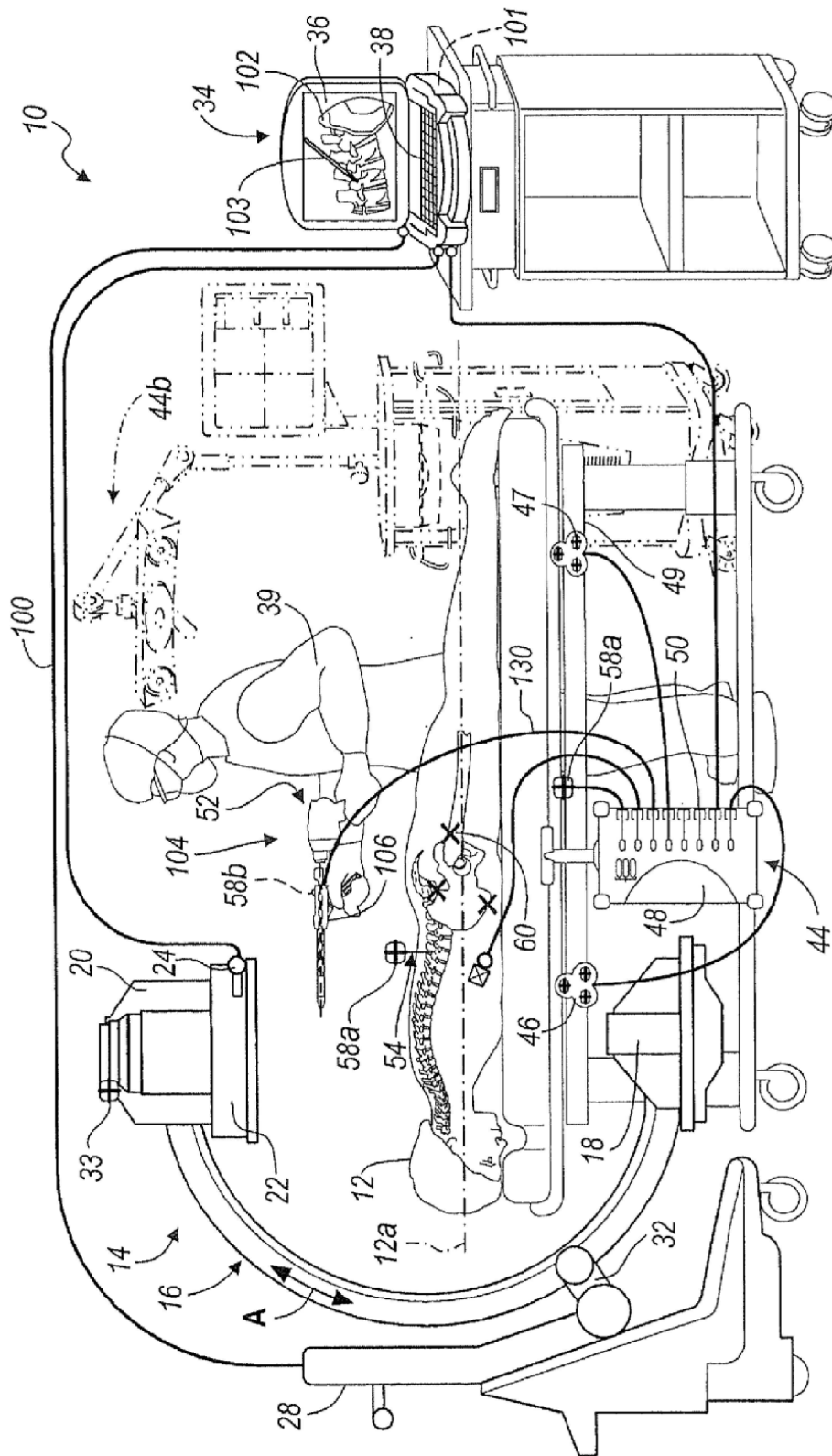
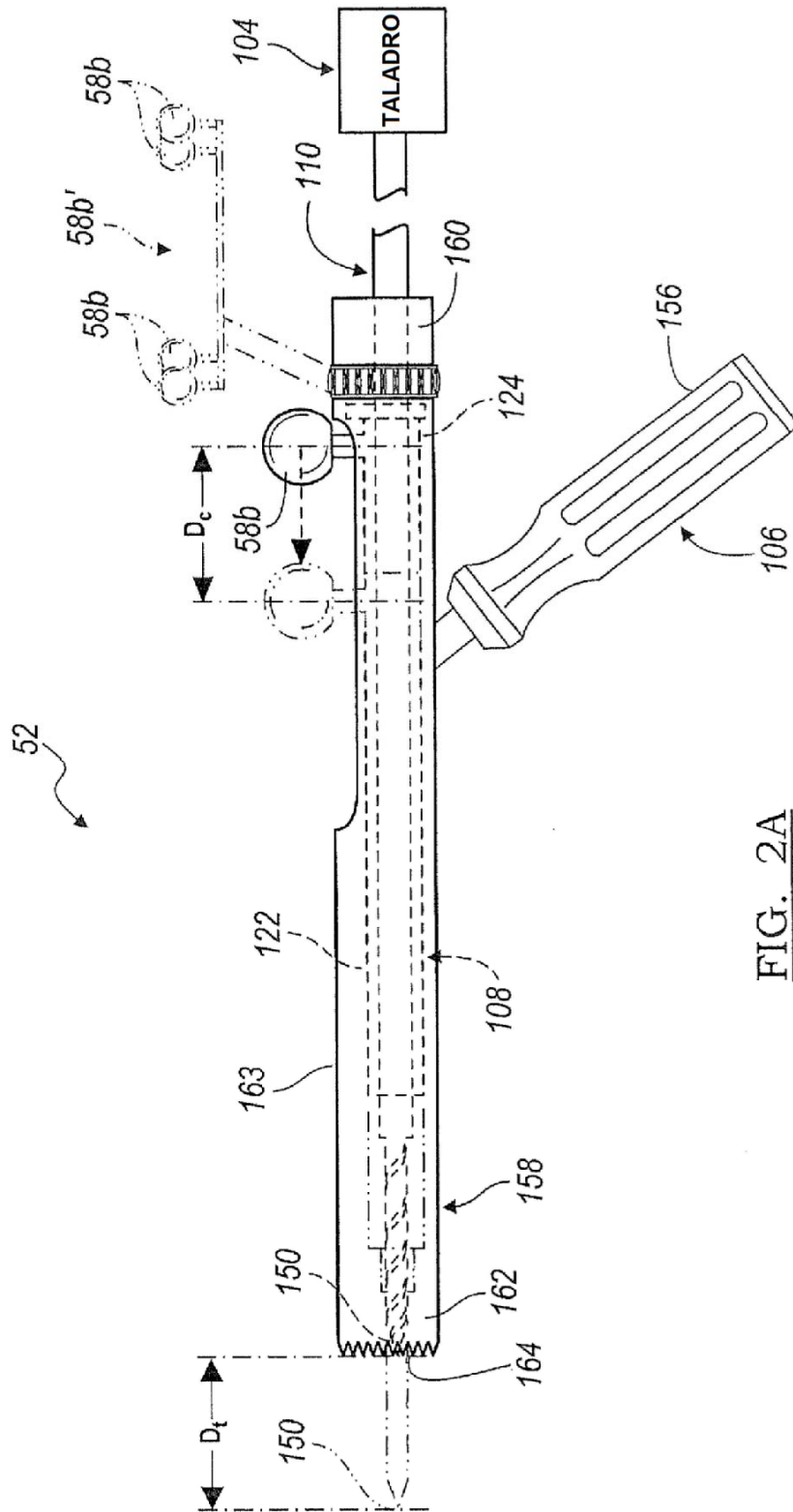


FIG. 1



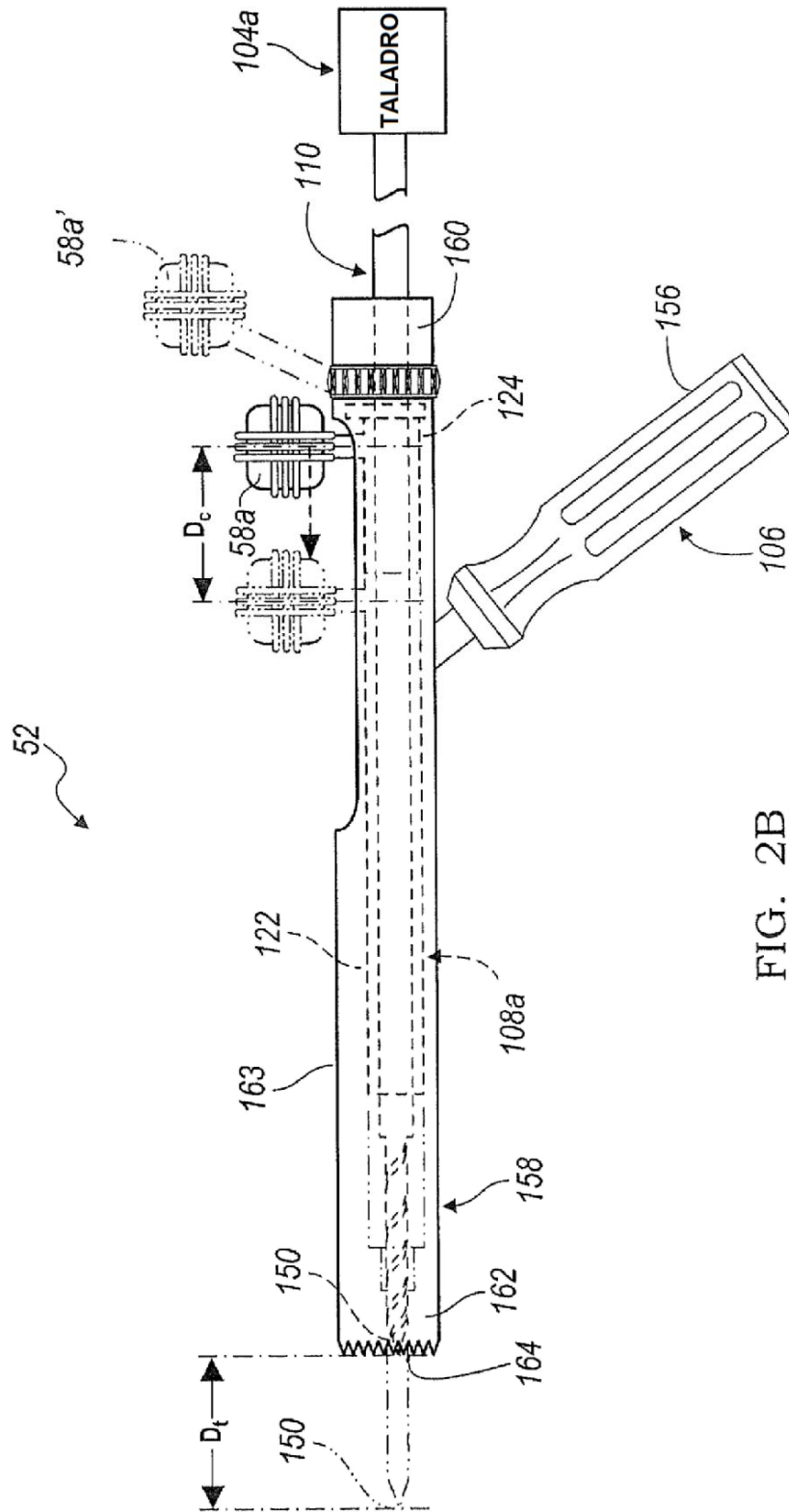


FIG. 2B

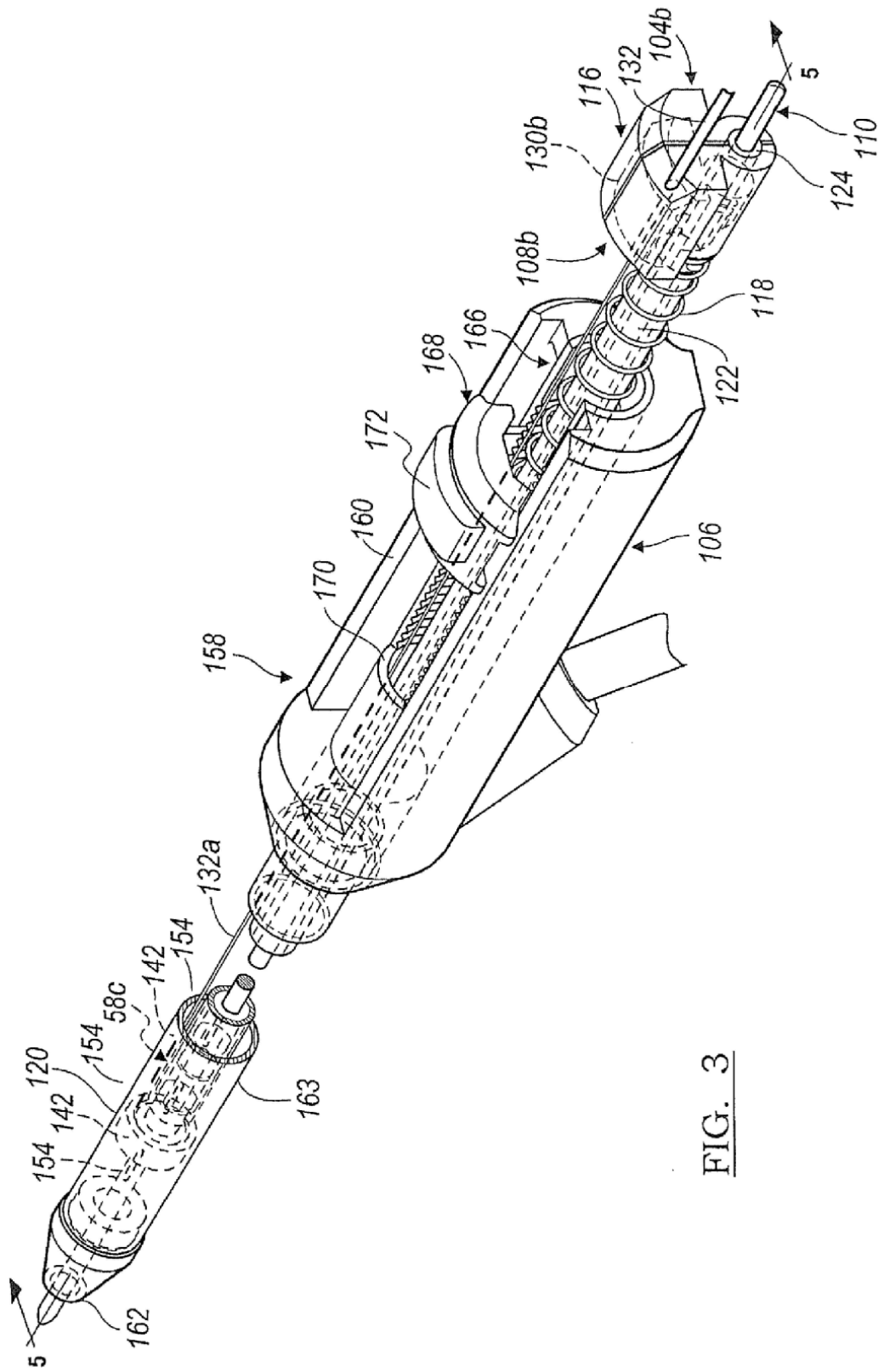


FIG. 3

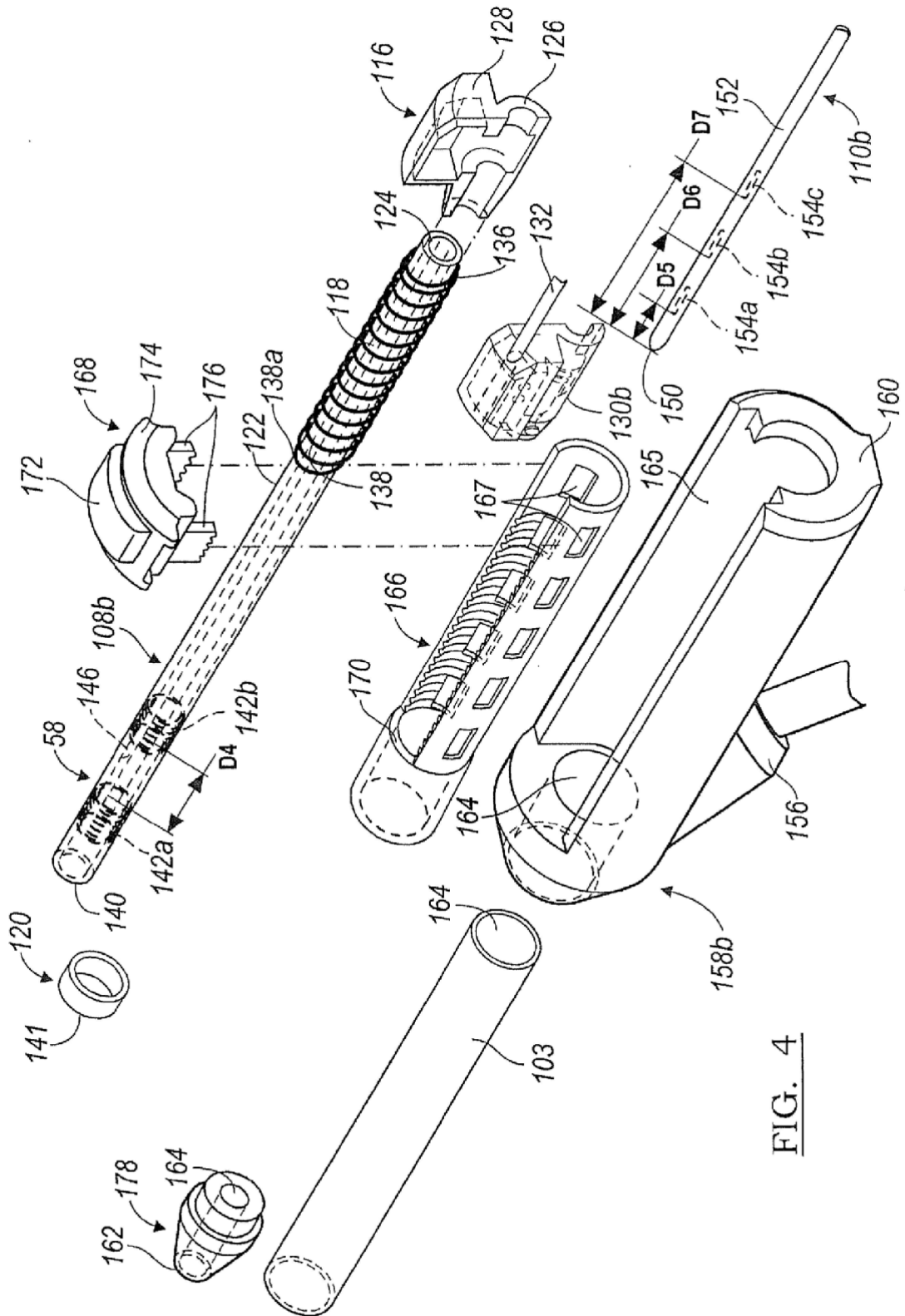


FIG. 4

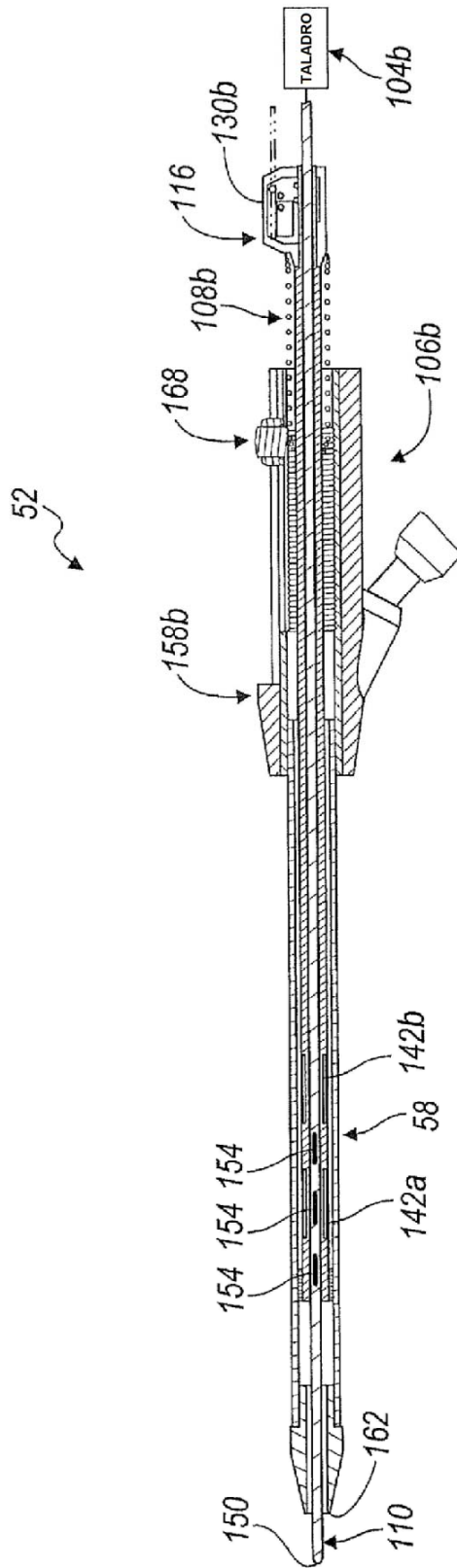


FIG. 5

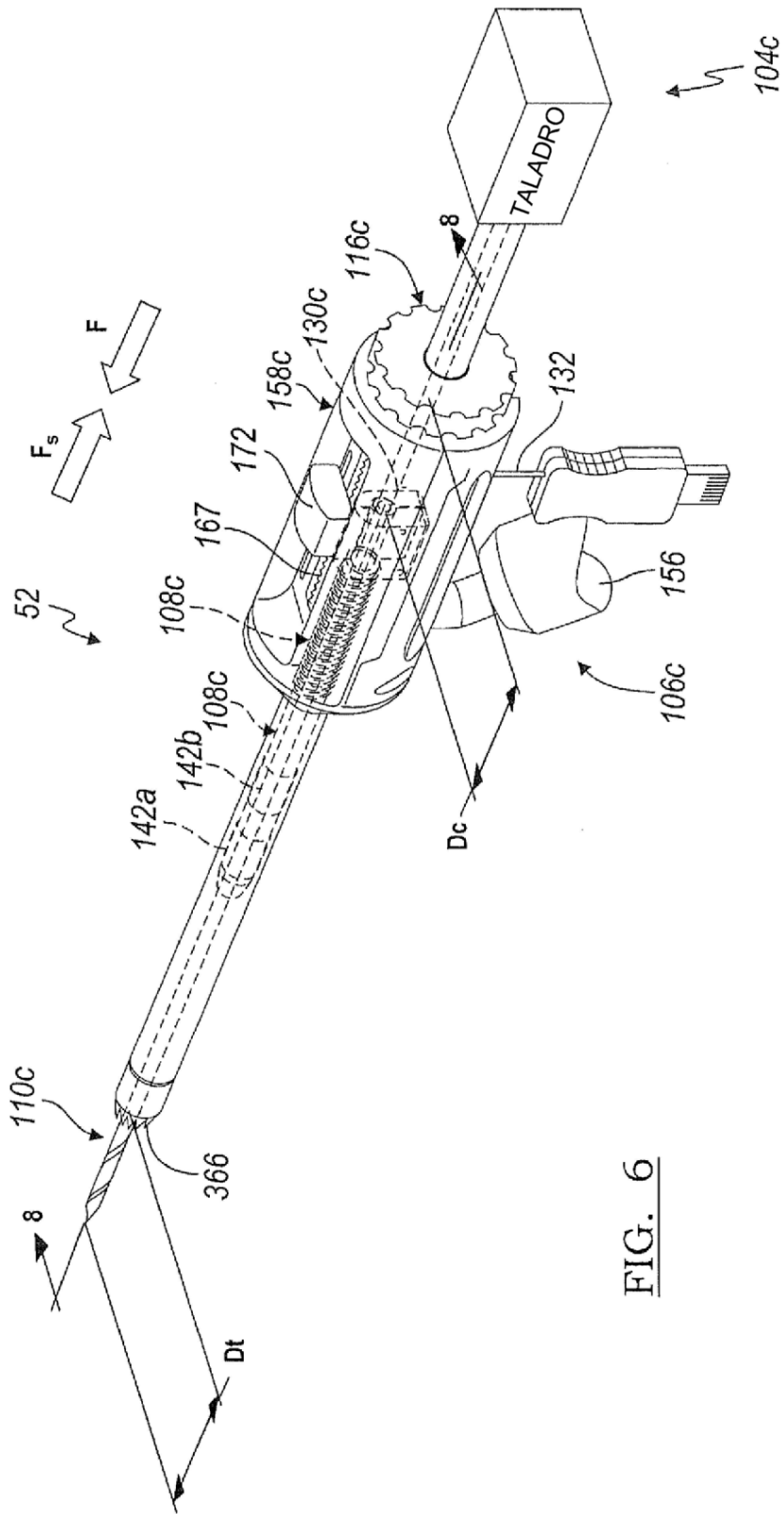
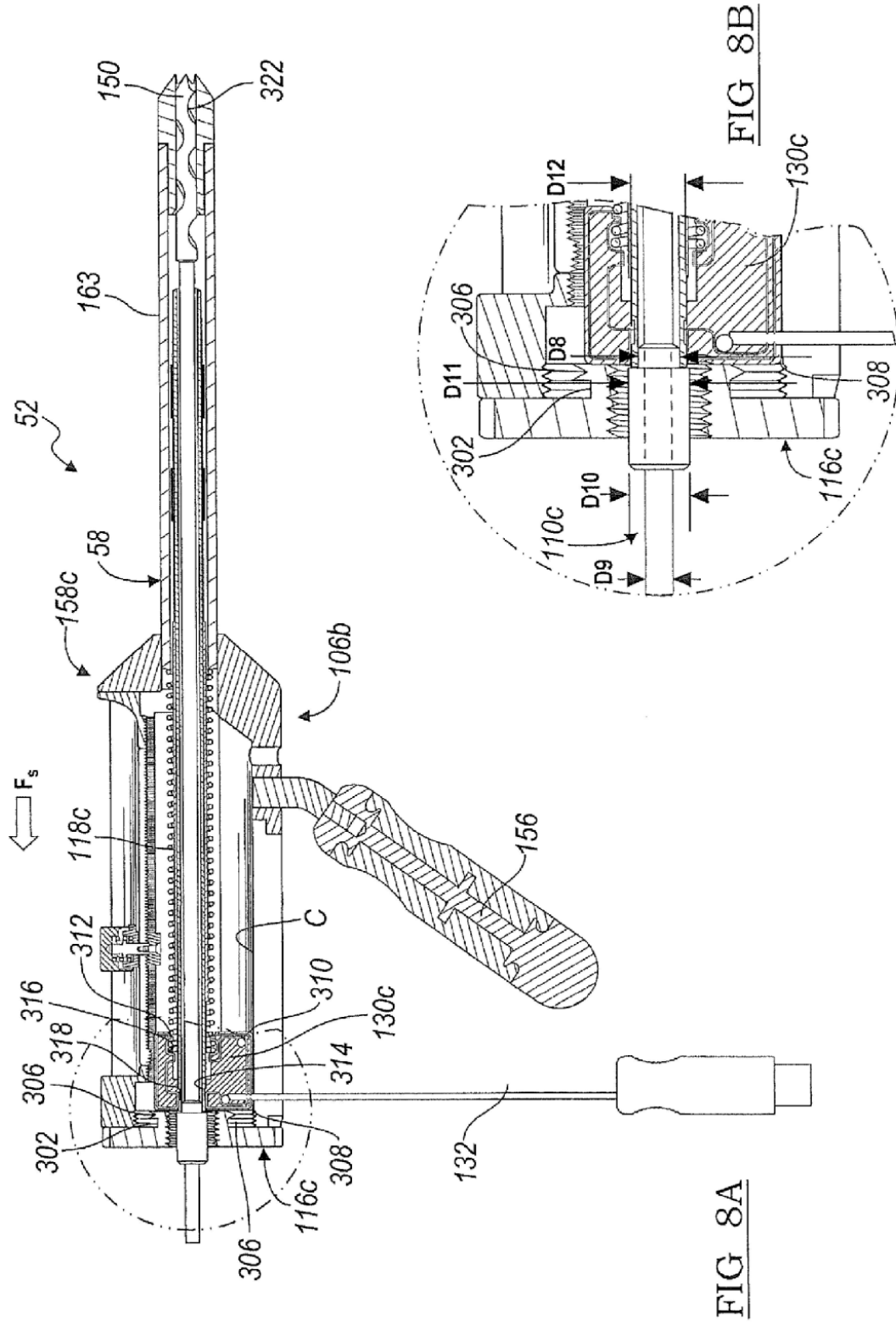


FIG. 6



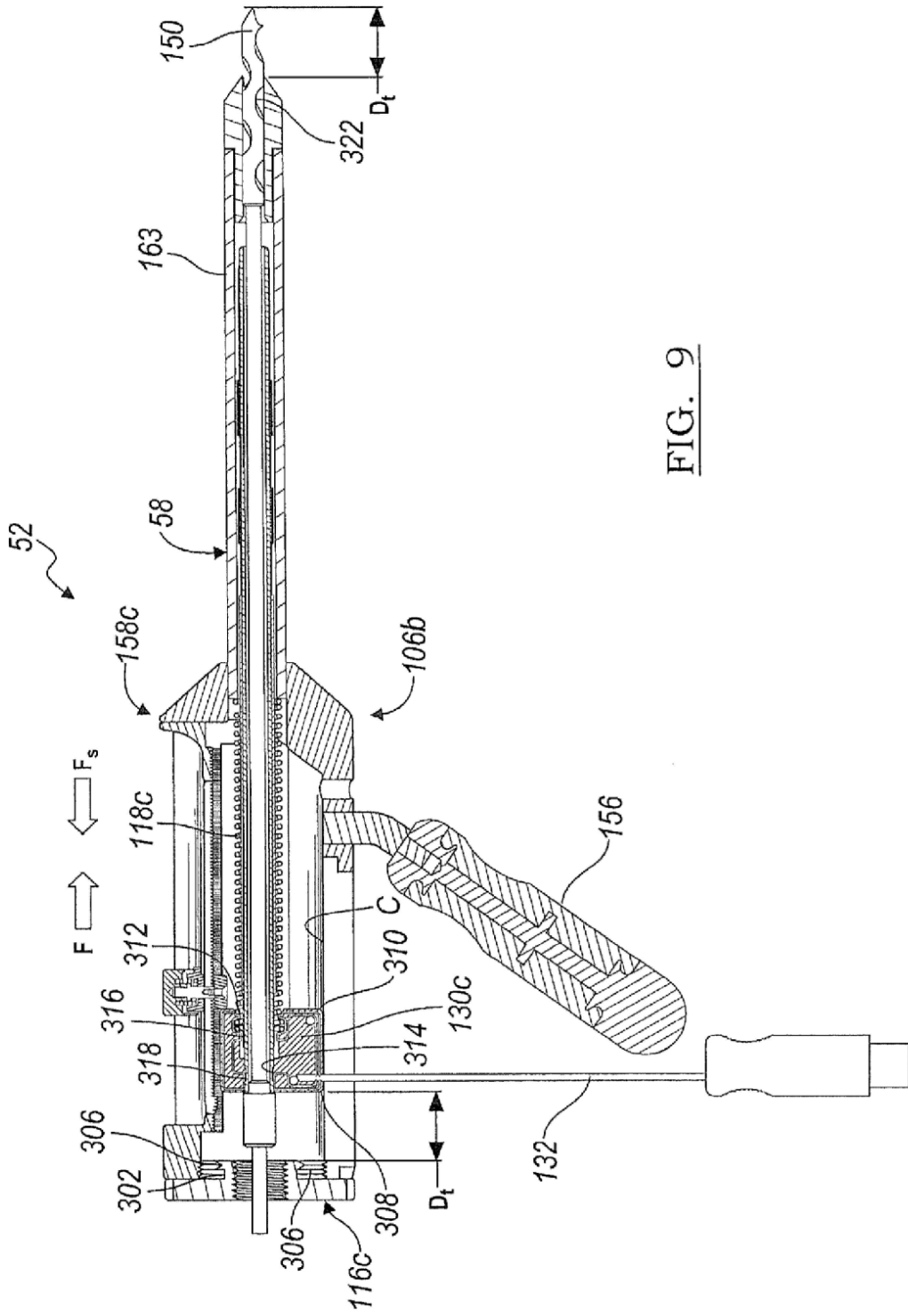


FIG. 9

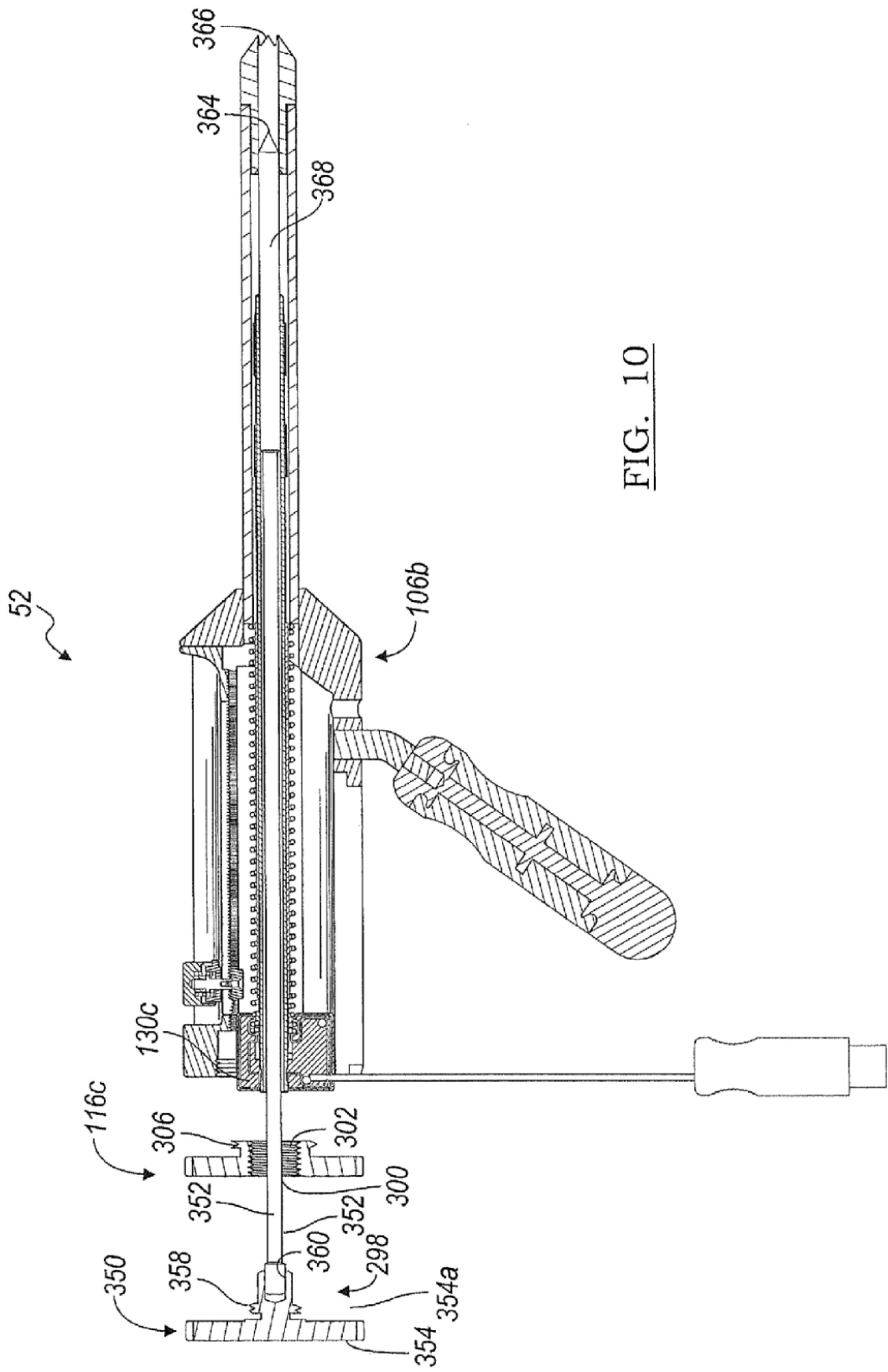


FIG. 10

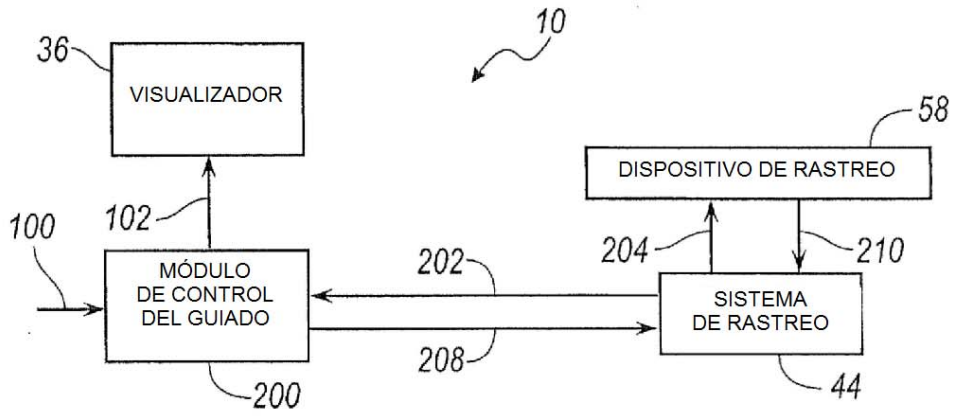


FIG. 11

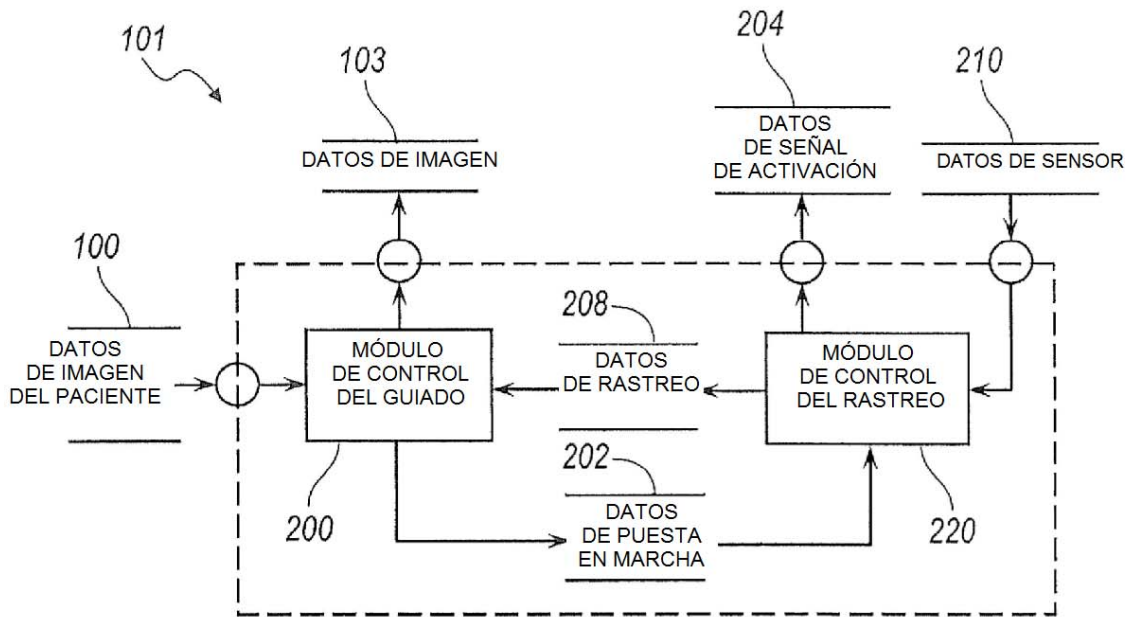


FIG. 12

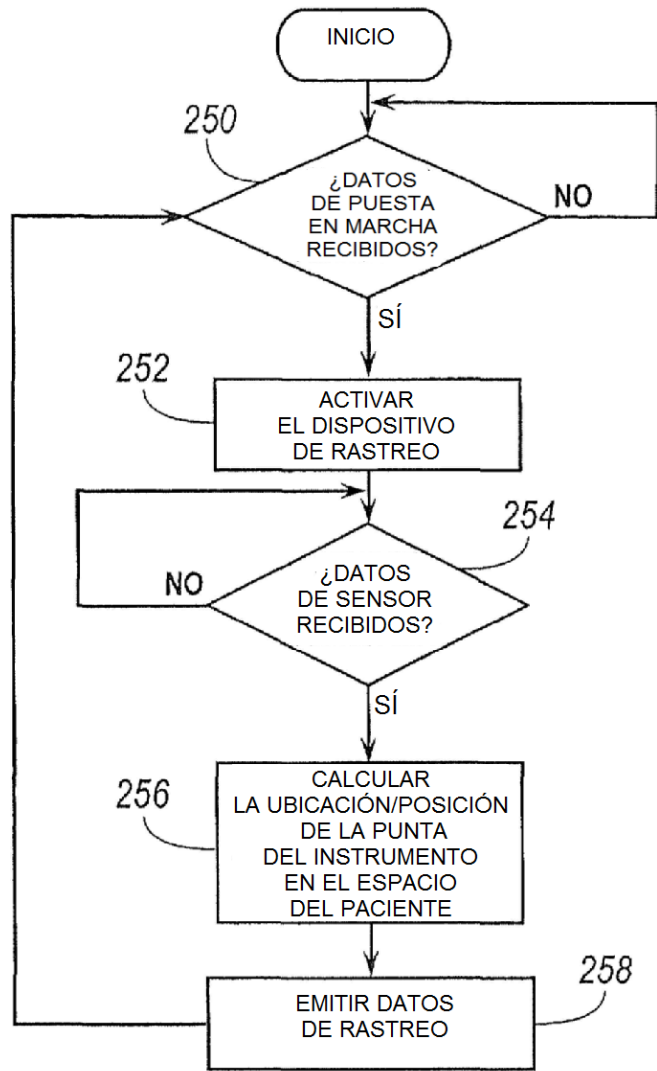


FIG. 13