

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 959 525**

51 Int. Cl.:

A61B 17/72 (2006.01)

A61B 17/17 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2014 PCT/US2014/027086**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14152219**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2014 E 14769984 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2023 EP 2967686**

54 Título: **Clavo intramedular**

30 Prioridad:

15.03.2013 US 201361793212 P

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

26.02.2024

73 Titular/es:

**PARAGON 28, INC. (100.0%)
4B Inverness Court E., Suite 280
Englewood, Colorado 80112, US**

72 Inventor/es:

**DACOSTA, ALBERT;
BONO, FRANK;
HOUGHTON, M.D., MICHAEL;
SAN GIOVANNI, M.D., THOMAS;
CLANCY, DPM, JAMES T. y
CHANG, DPM, THOMAS**

74 Agente/Representante:

VÁZQUEZ FERNÁNDEZ-VILLA, Concepción

ES 2 959 525 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

Clavo intramedular

5 **Referencia cruzada**

Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad según 35 U.S.C. §119(e) de la solicitud provisional estadounidense n.º 61/793.212 presentada el 15 de marzo de 2013.

10 **Campo técnico**

La presente divulgación se refiere de manera general al campo de la ortopedia relacionada con la fijación de superficies de articulación preparadas usando guías, dispositivos y métodos de fijación de clavo intramedular. Pueden encontrarse ejemplos de técnica anterior, por ejemplo, en los documentos WO 2011/072249 A1 y US 2009/157077 A1.

Antecedentes de la invención

La tecnología actual usa fijación de placas y tornillos que necesita un equilibrio entre resistencia y perfil de placa. La cobertura de tejido blando de las articulaciones en cuestión no es suficiente para prevenir la irritación debida a placas gruesas y cabezas de tornillo. Además, la unión de tendones y otras consideraciones anatómicas hacen que la mayoría de las colocaciones de placas se produzcan en la superficie dorsal de la articulación que es el "lado de compresión" y hay muy poco que pueda hacerse para evitar "los huecos" en la superficie plantar que es el "lado de tensión". Por tanto, se necesita que las placas sean muy delgadas para prevenir la irritación de tejidos blandos y la necesidad de una segunda operación para retirar las placas. Ya que la posición de implantación es en el lado de compresión, debe aplazarse la carga de peso de seis a ocho semanas para evitar el fallo de fusión y de implantes. Periodos prolongados sin carga de peso crean una probabilidad aumentada de cicatrización comprometida.

Por consiguiente, la presente invención contempla clavos intramedulares nuevos y mejorados que superan los problemas anteriormente mencionados y otros.

Sumario de la invención

La presente invención se refiere a un clavo intramedular tal como se define en la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se definen realizaciones preferidas de la invención.

En el presente documento también se describen métodos para su uso en la fijación de una articulación de un paciente o para la fijación de una fractura pero no forman parte de la invención reivindicada.

40 **Breve descripción de los dibujos**

Los dibujos adjuntos, que se incorporan en, y constituyen parte de, la memoria descriptiva, junto con la descripción detallada en el presente documento, sirven para explicar los principios de la invención. En las figuras 1, 2, 9, 10, 12, 18, 22, 24, 26, 27, 29-34, 40 y 41 se muestran aspectos del clavo intramedular según la invención, mientras que las figuras restantes no muestran la invención reivindicada.

Se enfatiza que, según la práctica convencional en la industria, diversas características no están dibujadas a escala. De hecho, las dimensiones de las diversas características pueden aumentarse o reducirse de manera arbitraria por claridad de la discusión. Los dibujos sólo son con fines de ilustración de realizaciones preferidas y no se pretende que se interprete que limitan la invención.

La figura 1 muestra una vista isométrica desde el lado lateral de una realización de una guía de fijación de implante;

la figura 2 muestra una vista isométrica desde el lado medial de la guía de fijación de la figura 1;

la figura 3 muestra una vista isométrica desde el lado lateral de un conjunto de estabilizador de la guía de fijación de la figura 1;

la figura 4 es una vista isométrica desde el lado medial del conjunto de estabilizador de la figura 3;

la figura 5 es una vista isométrica de frente de un elemento de compresión de la guía de fijación de la figura 1;

la figura 6 es una vista isométrica lateral del elemento de compresión de la figura 5;

65 la figura 7 muestra una vista isométrica de frente de un botón giratorio de dispositivo de compresión de la guía de fijación de la figura 1;

- la figura 8 es una vista isométrica lateral de un perno de dispositivo de compresión de la guía de fijación de la figura 1;
- 5 la figura 9 es una vista isométrica de un clavo intramedular de la guía de fijación de la figura 1;
- la figura 10 es una vista lateral del clavo intramedular de la figura 9;
- 10 la figura 11 muestra una vista isométrica de un elemento de sujeción de enganche de clavo intramedular de la guía de fijación de la figura 1;
- la figura 12 es una vista isométrica de un tornillo de bloqueo de clavo intramedular de la guía de fijación de la figura 1;
- 15 la figura 13 es una vista isométrica de una guía de alineación de aguja guía montada en un pie de un paciente;
- la figura 14 es una vista isométrica desde atrás de la guía de alineación de aguja guía de la figura 13;
- 20 la figura 15 es una vista isométrica que muestra la guía de alineación de aguja guía de la figura 14 montada en el pie del paciente con tres agujas guía insertadas en el hueso del paciente;
- la figura 16 es una vista isométrica de una de las tres agujas guía insertadas en el pie del paciente a través de una articulación;
- 25 la figura 17 es una vista isométrica del pie de la figura 16 que muestra la cavidad para la inserción de un clavo intramedular;
- la figura 18 muestra una vista lateral del pie de la figura 17 con un clavo intramedular insertado en la cavidad;
- 30 la figura 19 muestra una vista isométrica lateral de la realización de la figura 18 que incluye un manguito de perforación insertado en una primera posición en la guía de fijación;
- la figura 20 muestra una vista isométrica del manguito de perforación de la figura 19;
- 35 la figura 21 es una vista isométrica de un pasador para sujetar un clavo intramedular en el pie del paciente;
- la figura 22 muestra una vista isométrica lateral de la realización de la figura 19 que incluye un primer pasador insertado en el pie del paciente y el dispositivo de compresión para comprimir la articulación;
- 40 la figura 23 es una vista isométrica lateral de la realización de la figura 22 que incluye un manguito de perforación insertado en una segunda posición en la guía de fijación de la figura 1;
- la figura 24 es una vista isométrica lateral de la realización de la figura 23 que incluye un segundo pasador insertado en el pie del paciente;
- 45 la figura 25 es una vista isométrica lateral de la realización de la figura 24 que incluye un manguito de perforación insertado en una tercera posición en la guía de fijación de la figura 1;
- 50 la figura 26 es una vista isométrica lateral de la realización de la figura 25 que muestra la abertura para el tercer pasador;
- la figura 27 es una vista isométrica lateral de la realización de la figura 26 que incluye un tercer pasador insertado en el pie del paciente;
- 55 la figura 28 es una vista isométrica lateral de la realización de la figura 27 que incluye un manguito de perforación insertado en una cuarta posición en la guía de fijación de la figura 1;
- la figura 29 es una vista isométrica lateral de la realización de la figura 28 que muestra la cuarta abertura para el cuarto pasador;
- 60 la figura 30 es una vista isométrica lateral de la realización de la figura 29 que incluye un cuarto pasador insertado en el pie del paciente;
- 65 la figura 31 es una vista isométrica lateral de la realización de la figura 30 con la guía de fijación de la figura 1 retirada;

- la figura 32 es una vista isométrica lateral de la realización de la figura 31 que muestra el tornillo de bloqueo insertado en un clavo intramedular;
- 5 la figura 33 muestra una vista isométrica desde el lado medial de otra guía de fijación;
- la figura 34 muestra una vista isométrica desde el lado lateral de la guía de fijación de la figura 33;
- 10 la figura 35 es una vista isométrica desde el lado superior medial de un conjunto de estabilizador de la guía de fijación de la figura 33;
- la figura 36 es una vista isométrica desde el lado inferior lateral del conjunto de estabilizador de la figura 4;
- la figura 37 es una vista isométrica de frente de un elemento de compresión de la guía de fijación de la figura 33;
- 15 la figura 38 es una vista isométrica desde arriba del elemento de compresión de la figura 37;
- la figura 39 es una vista isométrica de una realización de un clavo intramedular de la guía de fijación de la figura 33;
- 20 la figura 40 es una vista lateral del clavo intramedular de la figura 39;
- la figura 41 es una vista isométrica de un tornillo de bloqueo de clavo intramedular de la guía de fijación de la figura 33;
- 25 la figura 42A es una vista isométrica de una guía de alineación de aguja guía montada en un pie de un paciente con agujas guía;
- la figura 42B es una vista lateral izquierda isométrica de la guía de alineación de aguja guía y agujas guía de la figura 42A;
- 30 la figura 42C es una vista lateral derecha isométrica de la guía de alineación de aguja guía de la figura 42A;
- la figura 42D es una vista en despiece ordenado de la guía de alineación de aguja guía de la figura 42A;
- 35 la figura 42E es una vista desde arriba de la guía de alineación de aguja guía de la figura 42A;
- la figura 42F es una vista lateral de la guía de alineación de aguja guía de la figura 42A;
- la figura 43A es una vista isométrica de otra guía de alineación de aguja guía montada en un pie de un paciente;
- 40 la figura 43B es una vista isométrica lateral de la guía de alineación de aguja guía de la figura 43A;
- la figura 44 es una vista isométrica del pie de la figura 42A que muestra la cavidad para la inserción del clavo intramedular de la figura 39;
- 45 la figura 45 muestra una vista lateral del pie de la figura 44 con el clavo intramedular de la figura 39 insertado en la cavidad;
- 50 la figura 46 muestra una vista isométrica lateral de la realización de la figura 45 que incluye los cuatro manguitos de perforación insertados en los orificios de perforación de la guía de fijación de la figura 35;
- la figura 47 muestra una vista isométrica de los manguitos de perforación de la figura 46;
- 55 la figura 48 es una vista isométrica lateral de la realización de la figura 46 que muestra los cuatro pasadores insertados en el pie del paciente;
- la figura 49 es una vista isométrica de un primer pasador para sujetar el clavo intramedular de la figura 39 en el pie del paciente;
- 60 la figura 50 es una vista isométrica de un segundo pasador para sujetar el clavo intramedular de la figura 39 en el pie del paciente;
- la figura 51 es una vista isométrica de un tercer pasador para sujetar el clavo intramedular de la figura 39 en el pie del paciente;
- 65 la figura 52 es una vista isométrica de un cuarto pasador para sujetar el clavo intramedular de la figura 39 en el pie del paciente;

la figura 53 es una vista isométrica lateral de la realización de la figura 48 con la guía de fijación de la figura 33 retirada del pie del paciente;

5 la figura 54 es una vista isométrica lateral de la realización de la figura 53 que muestra el tornillo de bloqueo insertado en el clavo intramedular de la figura 39;

la figura 55 representa una realización de un método de insertar un clavo intramedular en una articulación para la fijación de la articulación;

10 la figura 56 es una vista isométrica de otro implante de clavo intramedular con dos elementos de sujeción insertados;

la figura 57 es una vista isométrica del implante de clavo intramedular de la figura 56 en el que el implante es transparente, mostrando las aberturas y la leva de compresión;

15 la figura 58 es una vista isométrica del implante de clavo intramedular de la figura 56 con cuatro elementos de sujeción insertados en el implante de clavo; y

20 la figura 59 es una vista isométrica del implante de clavo intramedular de la figura 56 implantado en huesos de un paciente.

Descripción detallada para llevar a cabo la invención

25 En esta solicitud, los términos proximal, distal, anterior o plantar, posterior o dorsal, medial y lateral se definen mediante su uso convencional para indicar una parte o porción particular de un hueso o prótesis acoplada al mismo, o términos de dirección de referencia, según la disposición relativa del hueso natural. Por ejemplo, "proximal" significa la porción de un hueso o prótesis más cerca del torso, mientras que "distal" indica la porción del hueso o prótesis más alejada del torso. Como ejemplo de uso de dirección de los términos, "anterior" se refiere a un sentido hacia el lado delantero del cuerpo, "posterior" se refiere a un sentido hacia el lado trasero del cuerpo, "medial" se refiere a un sentido hacia la línea media del cuerpo y "lateral" se refiere a un sentido hacia los lados o alejándose de la línea media del cuerpo. Además, específicamente con respecto al pie, el término "dorsal" se refiere a la parte superior del pie y el término "plantar" se refiere a la parte inferior del pie.

35 De manera similar, pueden usarse posiciones o direcciones en el presente documento con referencia a estructuras o superficies anatómicas. Por ejemplo, dado que los presentes dispositivos, instrumentación y métodos se describen en el presente documento con referencia al uso con los huesos del pie, los huesos del pie, tobillo y pierna pueden usarse para describir las superficies, posiciones, direcciones u orientaciones de los dispositivos, instrumentación y métodos. Además, los dispositivos, instrumentación y métodos, y los aspectos, componentes, características y similares de los mismos, dados a conocer en el presente documento se describen con respecto a un lado del cuerpo con fines de brevedad. Sin embargo, dado que el cuerpo humano es relativamente simétrico o forma una imagen especular alrededor de una línea de simetría (línea media), en el presente se contempla expresamente que los dispositivos, instrumentación y métodos, y los aspectos, componentes, características y similares de los mismos, descritos y/o ilustrados en el presente documento pueden cambiarse, variarse, modificarse, reconfigurarse o alterarse de otro modo para su uso o asociación con otro lado del cuerpo con el mismo fin o uno similar. Por ejemplo, los dispositivos, instrumentación y métodos, y los aspectos, componentes, características y similares de los mismos, descritos en el presente documento con respecto al pie derecho pueden reproducirse de manera especular de modo que funcionen igualmente con el pie izquierdo. Además, los dispositivos, instrumentación y métodos, y los aspectos, componentes, características y similares de los mismos, dados a conocer en el presente documento, se describen con respecto al pie con fines de brevedad, pero debe entenderse que los dispositivos, instrumentación y métodos pueden usarse con otros huesos del cuerpo que tienen estructuras similares, por ejemplo la extremidad superior, y más específicamente, con los huesos de la muñeca, mano y brazo.

Haciendo referencia a los dibujos, en los que se usan números de referencia iguales para indicar componentes iguales o análogos a lo largo de las diversas vistas, y con referencia particular a las figuras 1-2, se ilustra una realización a modo de ejemplo de dispositivo 100 de guía de fijación. El dispositivo 100 de guía de fijación incluye un armazón 102 o conjunto de estabilizador que puede acoplarse a un dispositivo 140 de compresión y un clavo 200 intramedular. En la realización representada en las figuras 3-4, el conjunto 102 de estabilizador incluye una base 104 con un primer orificio 106 de perforación, un segundo orificio 108 de perforación, un tercer orificio 110 de perforación, un segundo brazo o brazo 114 lateral con un cuarto orificio 112 de perforación, y un primer brazo o brazo 116 distal. También se contempla que el armazón 102 puede incluir, por ejemplo, una pluralidad de orificios 106, 108, 110, 112 de perforación según sea necesario para sujetar el clavo 200 intramedular a través de una articulación o fractura. Los orificios 106, 108, 110, 112 de perforación pueden incluir, cada uno, por ejemplo, múltiples orificios separados una pequeña distancia o múltiples orificios anidados o solapantes para corresponder con las aberturas 208, 210, 212, 214 en clavos 200 intramedulares de múltiples tamaños. El armazón 102 puede incluir un primer extremo y un segundo extremo. La base 104 puede incluir al menos una abertura 120 que permite la visualización a través de la base 104 con tecnología de obtención de imágenes, tal como radiografía, y un soporte

122, tal como se observa en la figura 3, para la estabilización del dispositivo 100 de guía de fijación en el que la abertura 120 es grande. El soporte 122 puede proporcionar estabilidad a la base 104 permitiendo la alineación de los elementos de sujeción para la inserción en el clavo 200. El brazo 116 distal es perpendicular a la base 104 en el extremo distal e incluye una abertura de botón giratorio o primera abertura 124, una abertura de unión de clavo o segunda abertura 126, y una porción o aparato 128 de unión de clavo. La porción 128 de unión de clavo incluye un extremo con un perfil con dos escalones invertido que incluye un primer escalón o primer segmento 180 de unión de clavo que se extiende una primera distancia y un segundo escalón o segundo segmento 182 de unión de clavo que se extiende una segunda distancia. La primera distancia es mayor que la segunda distancia. La base 104 está realizada de manera ideal de un material que es lo suficientemente resistente como para prevenir la deformación durante la cirugía, tal como un metal, al tiempo que también es radiotransparente para permitir la obtención de imágenes a través de la base 104 para determinar si se logró una correcta alineación del clavo 200. La base 104 puede estar realizada, por ejemplo, de fibra de carbono.

El dispositivo 140 de compresión se acopla de manera deslizante con la porción 128 de unión de clavo. El dispositivo 140 de compresión incluye un elemento 142 de compresión, un botón 144 giratorio y un perno 146. Tal como se observa mejor en las figuras 5-6, el elemento 142 de compresión tiene una base 158 con un extremo 148 superior y un extremo 150 inferior. El elemento 142 de compresión también incluye una protuberancia 160 en el extremo 150 inferior. Una primera abertura 152 está cerca del extremo 148 superior para recibir el perno 146. La primera abertura 152 está roscada para acoplarse con un extremo 156 roscado del perno 146. Una segunda abertura 154 está cerca del extremo 150 inferior y pasa a través de la base 158 y la protuberancia 160. La segunda abertura 154 está enganchada de manera deslizante con la porción 128 de unión de clavo. El extremo proximal del elemento 142 de compresión está inclinado desde un punto entre la parte superior y la línea media de la protuberancia 160 hasta aproximadamente un punto 162 medio del extremo 150 inferior de la base 158 del elemento 142 de compresión. La porción inclinada de la protuberancia 160 puede incluir dientes 164 para engancharse con un hueso de un paciente.

Tal como se representa, después de deslizarse el elemento 142 de compresión sobre la porción 128 de unión de clavo, puede sujetarse el botón 144 giratorio a la base 104 usando un perno 146 y un elemento de sujeción (no mostrado). El botón 144 giratorio se muestra en la figura 7 y perno 146 se ilustra en la figura 8. El extremo 156 roscado del perno 146 se inserta en la abertura 124 de botón giratorio y el extremo 156 roscado se acopla con las roscas de la segunda abertura 154. El perno 146 también incluye un elemento 166 de tope y un extremo 168 liso. El elemento 166 de tope evita que el perno 146 pase a través de la abertura 124 de botón giratorio. El extremo 168 liso del perno 146 puede insertarse en una abertura 176 en el botón 144 giratorio. El perno 146 y el botón 144 giratorio se bloquean en su sitio con un elemento de sujeción (no mostrado), tal como un pasador, abrazadera o similar, insertado a través de la abertura 170 del botón 144 giratorio y la abertura 172 o abertura de perno. La abertura 170 es generalmente perpendicular a la abertura 176 y pasa a través de todo el botón 144 giratorio. El botón 144 giratorio también puede incluir crestas 178 sobre una superficie exterior para ayudar en la rotación del botón 144 giratorio por el cirujano.

Haciendo ahora referencia a las figuras 9-10, siguiendo haciendo referencia a las figuras 1-2, el clavo 200 intramedular incluye un cuerpo 202 con un extremo 204 cerrado, un extremo 206 de sujeción y cuatro aberturas 208, 210, 212, 214. Las cuatro aberturas 208, 210, 212, 214 pueden estar dispuestas en planos independientes y angularmente separados unos con respecto a otros. Colocando las cuatro aberturas 208, 210, 212, 214 formando ángulos opuestos oblicuos con respecto al eje longitudinal del clavo 200, se limita la cantidad de movimiento longitudinal y rotacional del clavo 200. También se contempla que el clavo 200 intramedular puede incluir cualquier número de aberturas 208, 210, 212, 214 según pueda ser necesario para sujetar el clavo a huesos de un paciente. El extremo 206 de sujeción incluye una abertura 216 de inserción y una abertura 218 de enganche. La abertura 216 de inserción es una abertura roscada a lo largo de un eje longitudinal en el centro del clavo 200 en paralelo a la superficie exterior del clavo 200. La abertura 216 de inserción se usa para sujetar el clavo 200 a la porción 128 de unión de clavo usando un elemento 220 de sujeción de enganche, tal como un tornillo. La abertura 218 de enganche puede incluir un eje central que es generalmente transversal al eje longitudinal del clavo 200. Tal como se ilustra en la figura 11, el elemento 220 de sujeción de enganche incluye una cabeza 222 con una abertura 224 de accionamiento y un vástago 226 que está parcialmente roscado que incluye una porción 228 lisa y una porción 230 roscada. La abertura 224 de accionamiento puede ser, por ejemplo, hexagonal, cuadrada, de tipo Phillips u otra configuración de múltiples lóbulos para acoplarse con un instrumento de inserción. El elemento 220 de sujeción de enganche se inserta a través de la abertura 126 y pasa a través de la porción 128 de unión de clavo antes de enroscarse en la abertura 216 de inserción para sujetar el clavo 200 a la porción 128 de unión de clavo.

La abertura 218 de enganche del clavo 200 puede ser una abertura roscada que pasa a través de la superficie exterior del clavo 200 para sujetar el clavo 200 al hueso usando un elemento de sujeción, tal como un tornillo 232 de bloqueo. El tornillo 232 de bloqueo se representa en la figura 12 en incluye una cabeza 234 con una abertura 236 de accionamiento y un vástago 238 con una primera sección 240 roscada, una sección 242 lisa y una segunda sección 244 roscada. La abertura 236 de accionamiento puede ser, por ejemplo, una abertura de tipo Phillips, una abertura de cabeza plana, una abertura hexagonal u otra configuración de múltiples lóbulos. La segunda sección 244 roscada está diseñada para engancharse con el hueso del paciente. La primera sección 240 roscada del tornillo 232 de bloqueo está roscada para corresponder a las roscas 246 de la abertura 218 de enganche para sujetar el clavo 200

en su sitio dentro de los huesos del paciente. La primera sección 240 roscada puede tener un diámetro más grande que la segunda sección 244 roscada, permitiendo que la segunda sección 244 roscada pase a través de la abertura 218 sin engancharse con las roscas 246. Alternativamente, la primera sección 240 roscada y la segunda sección 244 roscada pueden tener los mismos diámetros de tal manera que la segunda sección 244 roscada se acoplará con las roscas 246 a medida que pasa a través de la abertura 218. Por ejemplo, las roscas de la primera sección 240 roscada y la segunda sección 244 roscada pueden tener el mismo paso para permitir que tanto la primera sección 240 roscada como la segunda sección 244 roscada se acoplen con la abertura 218. Con el fin de proporcionar diferenciación de rosca entre la primera sección 240 roscada y la segunda sección 244 roscada, la segunda sección 244 roscada puede tener una rosca de una única hélice y la primera sección 240 roscada puede incluir una rosca de doble hélice con el fin de mejorar el agarre del hueso.

El clavo 200 también puede incluir un extremo 206 de sujeción con una forma que corresponde a la forma del extremo de la porción 128 de unión de clavo para crear un ajuste estrecho entre el clavo 200 y la porción 128 de unión. Tal como se representa en las figuras 9-10, el extremo 206 de sujeción puede tener un perfil con dos escalones que incluye un primer escalón o primer segmento 248 de sujeción y un segundo escalón o segundo segmento 250 de sujeción. Cuando se sujeta el clavo 200 al conjunto 102 de estabilizador, el primer segmento 248 de sujeción se alinea con el segundo segmento 182 de unión de clavo y el segundo segmento 250 de sujeción se alinea con el primer segmento 180 de unión de clavo. Entonces, puede insertarse el elemento 220 de sujeción de enganche para sujetar el clavo 200 al conjunto 102 de estabilizador. Los perfiles de escalones del clavo 200 y la porción 128 de unión de clavo proporcionan estabilidad adicional al clavo 200 durante la inserción en el hueso del paciente y evitan que el clavo 200 rote durante la inserción de los pasadores y tornillos.

El método quirúrgico para insertar el clavo 200 intramedular en una articulación 260 de un paciente no forma parte de la invención reivindicada, puede incluir las etapas de la figura 55, tal como se ilustra en las figuras 13-32. El método usa algunos de los dispositivos, instrumentos, características, aspectos, componentes y similares descritos anteriormente y, por tanto, se hará referencia a las realizaciones anteriormente descritas, tales como las realizaciones ilustradas presentadas en las figuras y comentadas anteriormente. Sin embargo, tales referencias se realizan únicamente con fines de ejemplo y no se pretende que limiten el método quirúrgico más allá de las etapas específicamente mencionadas. Además, el método quirúrgico puede comentarse en el contexto de huesos particulares, pero no se pretende que tal aplicación sea limitativa y el método descrito en el presente documento puede usarse o llevarse a cabo con hueso u otro tejido no específicamente comentado en el presente documento.

Si se necesita fijar quirúrgicamente una articulación 260, por ejemplo, una articulación tarsometatarsiana proximal o similar, un cirujano expondrá en primer lugar la articulación 260 creando una incisión sobre la articulación 260 mostrada en la etapa 352. A continuación, en la etapa 354, se prepararán el primer hueso 262 y el segundo hueso 264 de la articulación 260 usando una técnica de guía de corte y extracción de cartílago tal como cureta, osteótomo, hoja de sierra u otra técnica de extracción de cartílago similar conocida por un experto en la técnica. Después se alinea la articulación 260 moviendo el primer hueso 262 y el segundo hueso 264 a una posición deseada para la fijación. Una vez alineados los huesos 262, 264, puede aplicarse una fijación temporal para sujetar la articulación 260 en la posición deseada. Puede usarse una aguja guía, plantilla o abrazadera similar para fijar temporalmente la articulación 260.

A continuación, en la etapa 356, tal como se observa en la figura 13, se posiciona una guía 270 de alineación de aguja guía sobre el primer hueso 262 con el primer extremo 272 de la guía 270 de alineación alineado con el extremo proximal, por ejemplo, la cresta dorsal, del primer hueso 262 en la articulación 260 para alinear la guía 270. La guía 270 de alineación, mostrada en la figura 14, puede incluir una primera abertura 282 en el extremo proximal de la guía 270, una segunda abertura 284 en el lado lateral de la guía 270, y una tercera abertura 286 en la parte delantera del extremo distal de la guía 270. Tal como se observa en la figura 14, la guía 270 de alineación de aguja guía también puede incluir un reborde 266 en el primer extremo 272 que se acopla con el borde del primer hueso 262 para sujetar la guía 270 de alineación en su sitio. Además, la guía 270 de alineación puede incluir dientes 268 para acoplarse con el primer hueso 262 para mantener una posición deseada mientras se insertan las agujas 276 guía. Un mango 274 puede añadir estabilidad adicional para sujetar la guía 270 de alineación en su posición mientras se insertan las agujas 276, 278, 280 guía en el hueso. Las agujas 276, 278, 280 guía pueden ser, por ejemplo, agujas K.

Haciendo ahora referencia a la figura 15, entonces puede insertarse la primera aguja 276 guía a través de la primera abertura 282 y al interior del extremo proximal del primer hueso 262. Puede hacerse rotar la guía 270 alrededor de la primera aguja 276 guía si es necesario para una alineación apropiada. La segunda aguja 278 guía puede insertarse a través de la segunda abertura 284 y al interior del lado medial del primer hueso 262. La tercera aguja 280 guía puede insertarse a través de la tercera abertura 286 y a través de la articulación 260. La tercera aguja 280 guía puede posicionarse para usarse como guía de perforación para el clavo 200 intramedular. Una vez insertada la tercera aguja 280 guía a través de la articulación 260, pueden retirarse la primera aguja 276 guía, la segunda aguja 278 guía y la guía 270 de alineación de aguja guía, dejando la tercera aguja 280 guía en su posición para perforar una cavidad para el clavo 200, tal como se ilustra en la figura 16.

Entonces puede usarse un calibre de profundidad (no mostrado) para medir la longitud de la aguja 280 guía

insertada en los huesos 262, 264 para determinar la longitud del clavo 200 intramedular necesario. Una vez determinada la longitud de la aguja 280 guía que se inserta en los huesos 262, 264, se restan tres milímetros a partir de la longitud medida para tener en cuenta la compresión de la articulación 260. Tras restar tres milímetros, se conoce la longitud del clavo 200 intramedular que debe usarse. A continuación, en la etapa 258, puede usarse un taladro para perforar sobre la aguja 280 guía para crear una cavidad 288 para el clavo 200 intramedular. El diámetro del taladro usado debe corresponder al tamaño del clavo 200 intramedular que se seleccionó para su inserción en la articulación 260. El taladro puede incluir gradientes de medición grabados con láser en la broca de perforación para permitir la lectura de la profundidad perforada. Una vez que se alcanza la profundidad deseada para ajustarse con el clavo 200 intramedular seleccionado, pueden retirarse el taladro y la aguja 280 guía dejando la cavidad 288 para la inserción del clavo 200 intramedular, tal como se ilustra en la figura 17.

A continuación, en la etapa 360, puede seleccionarse un dispositivo 100 de guía de fijación. Entonces, en la etapa 362, puede cargarse el clavo 200 en el conjunto 102 de estabilizador del dispositivo 100 de guía de fijación alineando el primer escalón 180 y el segundo escalón 182 de la porción 128 de unión de clavo con el segundo escalón 250 y el primer escalón 248 del clavo 200, respectivamente. Una vez alineados la porción 128 de unión de clavo y el clavo 200, puede insertarse un elemento 220 de sujeción de enganche en la abertura 126 para sujetar el clavo 200 al conjunto 102 de estabilizador creando el dispositivo 100 de guía de fijación para su uso durante la inserción y fijación del clavo 200 en la cavidad 288, tal como se representa en las figuras 1 y 2. Haciendo ahora referencia a la figura 18, entonces se orienta el dispositivo 100 de guía de fijación para permitir que el cirujano inserte el clavo 200 en la cavidad 288 previamente perforada. Se hace avanzar el clavo 200 en la cavidad 288 hasta que se alcanza un tope positivo en el dispositivo 100 de guía. Cuando el clavo 200 alcanza el tope positivo se encastrará en la cavidad 288 aproximadamente tres milímetros (3 mm) impidiendo la protuberancia del clavo 200 después de haberse producido compresión y el clavo 200 está en su posición final.

A continuación, en la etapa 366, tal como se muestra en la figura 19, puede insertarse un manguito 290 de perforación en el primer orificio 106 de perforación. El manguito 290 de perforación incluye una porción 292 de manguito con un elemento 294 de tope en la parte superior y una abertura 296 a través del centro de la porción 292 de manguito, tal como se representa en la figura 20. La abertura 296 puede tener un diámetro del tamaño de la broca de perforación usada para perforar una cavidad 298 en el segundo hueso 264. La broca de perforación pasa a través de la primera abertura 208 en el clavo 200 cuando se perfora la cavidad 298. Después de perforarse la cavidad 298, puede insertarse un calibre de profundidad en la cavidad 298 a través del manguito 290 de perforación para medir la profundidad de la cavidad 298. Entonces, puede retirarse el calibre de profundidad y el manguito 290 de perforación a partir del primer orificio 106 de perforación. Usando la profundidad medida, el cirujano puede seleccionar un primer pasador 300 que tiene la longitud deseada. Entonces puede insertarse el primer pasador 300 a través del primer orificio 106 de perforación y al interior de la cavidad 298, tal como se muestra en la figura 22. El primer pasador 300 puede insertarse de manera relativamente perpendicular al clavo 200. Haciendo ahora referencia a la figura 21, los pasadores o elementos 300, 320, 330 y 340 de sujeción incluyen un árbol 302 con un extremo proximal y un extremo distal. El extremo proximal incluye una cabeza 304, una sección 306 roscada superior y una muesca 308. En la realización representada, la cabeza 304 es una cabeza hexagonal, aunque también se contemplan otras formas de cabeza, tales como, una cabeza plana, cabeza de tipo Phillips y similares. El extremo distal incluye una sección 310 roscada inferior con un extremo 312 en punta y una muesca 314. Entre el extremo proximal y el extremo distal del árbol 302 puede haber una región lisa que se acopla con la primera abertura 208 del clavo 200. La sección 306 roscada superior de los pasadores 300, 320, 330 y 340 puede estar sustancialmente a nivel con la superficie exterior de los huesos 262, 264. Alternativamente, los pasadores 300, 320, 330 y 340 pueden estar encastrados por debajo de la superficie de los huesos 262, 264.

En la etapa 368, el primer pasador 300 puede usarse entonces como contrafuerza para la compresión a medida que se gira el botón 144 giratorio forzando el elemento 142 de compresión para que se mueva de manera proximal y ejerza fuerza sobre el primer hueso 262 a medida que el primer pasador 300 sujeta el segundo hueso 264 en su sitio. A medida que se mueve el elemento 142 de compresión, el primer hueso 262 y el segundo hueso 264 pueden comprimirse en la articulación 260. Una vez alcanzada la compresión deseada, a continuación, en la etapa 370, puede insertarse un segundo pasador 320 insertando el manguito 290 de perforación en un segundo orificio 108 de perforación y perforando una segunda cavidad 322 en el primer hueso 262, tal como se ilustra en la figura 23. La segunda cavidad 322 pasará a través de la segunda abertura 210 en el clavo 200. Después de perforarse la segunda cavidad 322 puede insertarse un calibre de profundidad en la segunda cavidad 322 a través del manguito 290 de perforación para medir la profundidad de la segunda cavidad 322. Entonces, puede retirarse el calibre de profundidad y el manguito 290 de perforación a partir del segundo orificio 108 de perforación. Usando la profundidad medida, el cirujano selecciona un segundo pasador 320 que tiene la longitud deseada. Entonces puede insertarse el segundo pasador 320 a través del segundo orificio 108 de perforación y al interior de la segunda cavidad 322, tal como se muestra en la figura 24. El segundo pasador 320 puede insertarse de manera relativamente perpendicular al clavo 200. La inserción del segundo pasador 320 garantizará la compresión alcanzada para evitar la pérdida de compresión.

Haciendo ahora referencia a la figura 25, puede insertarse un manguito 290 de perforación en el tercer orificio 110 de perforación. Entonces puede insertarse un taladro en la abertura 296 en el manguito 290 de perforación para perforar una tercera cavidad 332 en el segundo hueso 264, tal como se ilustra en la figura 26. La tercera cavidad

332 pasa a través de la tercera abertura 212 en el clavo 200. Después de perforarse la tercera cavidad 332, puede insertarse un calibre de profundidad en la tercera cavidad 332 a través del manguito 290 de perforación para medir la profundidad de la tercera cavidad 332. Entonces, puede retirarse el calibre de profundidad y el manguito 290 de perforación a partir del tercer orificio 110 de perforación. Usando la profundidad medida, el cirujano puede seleccionar un tercer pasador 330 con la longitud deseada. Entonces, puede insertarse el tercer pasador 330 a través del tercer orificio 110 de perforación y al interior de la tercera cavidad 332, tal como se muestra en la figura 27. El tercer pasador 330 puede insertarse de manera relativamente perpendicular al clavo 200. La inserción del tercer pasador 330 puede añadir estabilidad adicional a la compresión del primer hueso 262 y el segundo hueso 264.

Puede insertarse un manguito 290 de perforación en el cuarto orificio 112 de perforación, tal como se ilustra en la figura 28. Entonces puede insertarse un taladro en la abertura 296 en el manguito 290 de perforación para perforar una cuarta cavidad 342 en el primer hueso 262. La cuarta cavidad 342, tal como se observa mejor en la figura 29, pasa a través de la cuarta abertura 214 en el clavo 200. Después de perforarse la cuarta cavidad 342, puede insertarse un calibre de profundidad en la cuarta cavidad 342 a través del manguito 290 de perforación para medir la profundidad de la cuarta cavidad 342. Entonces, puede retirarse el calibre de profundidad y el manguito 290 de perforación a partir del cuarto orificio 112 de perforación. Usando la profundidad medida, el cirujano puede seleccionar un cuarto pasador 340 con la longitud deseada. Entonces puede insertarse el cuarto pasador 340 a través del cuarto orificio 112 de perforación y al interior de la cuarta cavidad 342, tal como se ilustra en la figura 30. El cuarto pasador 340 puede insertarse de manera relativamente perpendicular al clavo 200. La inserción del cuarto pasador 340 puede proporcionar estabilidad adicional a la compresión del primer hueso 262 y el segundo hueso 264.

A continuación, en la etapa 372, tal como se muestra en la figura 31, después de insertarse los cuatro pasadores 300, 320, 330, 340 en el primer y segundo huesos 262, 264, respectivamente, puede desprenderse el conjunto 102 de estabilizador a partir del clavo 200 y retirarse del pie. A continuación, en la etapa 374, puede enroscarse una guía de perforación de bloqueo para insertar el tornillo 232 de bloqueo en el primer hueso 262 a través de la abertura del clavo 200 intramedular. Una vez sujeta la guía de perforación de bloqueo, puede hacerse pasar un taladro a través de una abertura en la guía de perforación de bloqueo y la abertura 218 de enganche para crear una cavidad 350 para el tornillo 232 de bloqueo. Después de perforarse la cavidad 350, puede retirarse la guía de perforación de bloqueo. Entonces puede insertarse un calibre de profundidad en la cavidad 350 para medir la profundidad de la cavidad 350. Usando la profundidad medida, el cirujano puede seleccionar un tornillo 232 de bloqueo. Entonces puede insertarse el tornillo 232 de bloqueo seleccionado en la cavidad 350 para sujetar el clavo 200 en su posición en el primer hueso 262 y el segundo hueso 264. Después de insertarse el tornillo 232 de bloqueo, puede verificarse la posición y estabilidad del clavo 200 usando fluoroscopia. Una vez verificada la posición del clavo 200, puede insertarse un tapón 252 en el extremo 206 de sujeción para prevenir el crecimiento infiltrante o la excrecencia de hueso con el fin de mantener la capacidad para retirar el clavo 200 si es necesario o se desea. El tapón puede incluir medios de sujeción para sujetar el tapón al clavo 200 para prevenir el desenganche del tapón. A continuación, en la etapa 376, el cirujano puede cerrar la incisión sobre la articulación 260.

Haciendo ahora referencia a las figuras 33-54, con referencia específica a las figuras 33 y 34 que muestran una realización a modo de ejemplo del dispositivo 400 de guía de fijación. El dispositivo 400 de guía de fijación puede incluir un armazón 402 o conjunto de estabilizador, un dispositivo 440 de compresión y un clavo 500 intramedular. El conjunto 402 de estabilizador, mostrado en las figuras 35 y 36, incluye una base 404 con un ala lateral o ala 414 que se extiende hacia fuera que incluye un primer orificio 406 de perforación, un segundo orificio 408 de perforación, un tercer orificio 410 de perforación, un cuarto orificio 412 de perforación y un brazo 416 proximal. También se contempla que el armazón 402 puede incluir, por ejemplo, una pluralidad de orificios de perforación para corresponder con el número de aberturas en un clavo intramedular, por ejemplo, el clavo 200, 500, 700 con el fin de sujetar el clavo intramedular a huesos del paciente. Los orificios 406, 408, 410, 412 de perforación pueden incluir, cada uno, por ejemplo, múltiples orificios separados una pequeña distancia o múltiples orificios anidados o solapantes para corresponder con las aberturas 508, 510, 512, 514 en clavos 500 intramedulares de diversos tamaños. La base 404 puede incluir al menos una abertura 420 que permite la visualización a través de la base 404 con tecnología de obtención de imágenes, tal como radiografía. El brazo 416 proximal es perpendicular a la base 404 en un extremo proximal del conjunto 402 de estabilizador e incluye una abertura 424 de botón giratorio, una abertura 426 de unión de clavo y una porción 428 de unión de clavo. La porción 428 de unión de clavo puede incluir un extremo con un perfil con dos escalones invertido que incluye un primer escalón o segmento 480 de unión de clavo y un segundo escalón o segmento 482 de unión de clavo. La base 404 puede estar realizada de manera ideal de un material que es lo suficientemente resistente como para prevenir la deformación durante la cirugía, tal como, un metal, al tiempo que también es radiotransparente, por ejemplo, fibra de carbono, para permitir la obtención de imágenes a través de la base 404 para determinar si se logró una correcta alineación del clavo 500.

El dispositivo 440 de compresión se acopla de manera deslizante con la porción 428 de unión de clavo. El dispositivo 440 de compresión incluye un elemento 442 de compresión, un botón 444 giratorio y un perno 446. Tal como se observa mejor en las figuras 37-38, el elemento 442 de compresión tiene una base 458 con un extremo 448 superior y un extremo 450 inferior. El elemento 442 de compresión también incluye una protuberancia 460 en el extremo 450 inferior, una primera abertura 452 cerca del extremo 448 superior para recibir el perno 446, y una

segunda abertura 454 cerca del extremo 450 inferior que pasa a través de la base 458 y la protuberancia 460. El elemento 442 de compresión puede ser del tipo descrito anteriormente con referencia al elemento 142 de compresión y no se describirá de nuevo en este caso por motivos de brevedad. La segunda abertura 454 está enganchada de manera deslizando con la porción 428 de unión de clavo. El elemento 442 de compresión también puede incluir un punto 462 medio y dientes 464 en la porción inclinada de la protuberancia 460, tal como se describió anteriormente con referencia al elemento 142 de compresión.

Tal como se representa, después de deslizarse el elemento 442 de compresión sobre la porción 428 de unión de clavo, puede sujetarse el botón 144 giratorio a la base 404 usando un perno 146 y un elemento de sujeción insertado en la abertura 170. El botón 144 giratorio, mostrado en la figura 7, y el perno 146, ilustrado en la figura 8, se describieron ambos anteriormente con referencia al dispositivo 100 de guía de fijación. El extremo 156 roscado del perno 146 puede insertarse en la abertura 424 de botón giratorio y el extremo 156 roscado se acopla con las roscas de la segunda abertura 454. El elemento 166 de tope del perno 146 puede evitar que el perno 146 pase a través de la abertura 424 de botón giratorio.

Haciendo ahora referencia a las figuras 39-40, siguiendo haciendo referencia a las figuras 33-34, el clavo 500 intramedular puede ser del tipo descrito anteriormente con referencia al clavo 200 y puede incluir un cuerpo 502 con un extremo 504 cerrado, un extremo 506 de sujeción con una abertura 516 de inserción y una abertura 518 de enganche, y cuatro aberturas 508, 510, 512, 514. También se contempla que el clavo 500 intramedular puede incluir cualquier número de aberturas 508, 510, 512, 514 según pueda ser necesario para sujetar el clavo a huesos de un paciente. La abertura 516 de inserción puede usarse para sujetar el clavo 500 a la porción 428 de unión de clavo usando un elemento 220 de sujeción de enganche, por ejemplo, un tornillo, tal como el ilustrado en la figura 11.

La abertura 518 de enganche puede ser una abertura roscada, con roscas 546, que pasa a través de la superficie exterior del clavo 500 para sujetar el clavo 500 al hueso usando un tornillo 532 de bloqueo. El tornillo 532 de bloqueo, tal como se representa en la figura 41, puede incluir una cabeza 534 con una abertura 536 de accionamiento y un vástago 538 con una primera sección 540 roscada, una sección 542 lisa y una segunda sección 544 roscada, tal como se describió anteriormente con referencia al tornillo 232 de bloqueo y que no se describirá de nuevo en este caso por motivos de brevedad.

El clavo 500 también puede incluir un extremo 506 de sujeción con una forma que corresponde a la forma del extremo de la porción 428 de unión de clavo para crear un ajuste estrecho entre el clavo 500 y la porción 428 de unión. Tal como se representa en las figuras 39-40, el extremo 506 de sujeción puede ser del tipo descrito anteriormente con referencia al extremo 206 de sujeción e incluye un perfil con dos escalones que incluye un primer escalón o segmento 548 de sujeción y un segundo escalón o segmento 550 de sujeción. Por tanto, el clavo 500 puede sujetarse al conjunto 402 de estabilizador, tal como se describió anteriormente con referencia a las figuras 9-10.

El método quirúrgico para insertar el clavo 500 intramedular en una articulación 560 de un paciente no forma parte de la invención reivindicada, puede incluir las etapas de la figura 55, tal como se ilustra en las figuras 42A-54. El método usa algunos de los dispositivos, instrumentos, características, aspectos, componentes y similares descritos anteriormente con referencia al dispositivo 400 de guía de fijación y, por tanto, se hará referencia a las realizaciones anteriormente descritas ilustradas en las figuras 33-41 y comentadas anteriormente. Sin embargo, tales referencias se realizan únicamente con fines de ejemplo y no se pretende que limiten el método quirúrgico más allá de las etapas específicamente mencionadas. Además, el método quirúrgico puede comentarse en el contexto de huesos particulares, pero no se pretende que tal aplicación sea limitativa y el método descrito en el presente documento puede usarse o llevarse a cabo con hueso u otro tejido no específicamente comentado en el presente documento.

Si se necesita fijar quirúrgicamente una articulación 560, por ejemplo, una articulación de falange metatarsiana o similar, un cirujano expondrá en primer lugar la articulación 560 creando una incisión sobre la articulación 560 como en la etapa 352. A continuación, en la etapa 354, se prepararán el primer hueso 262 y el tercer hueso 564 de la articulación 560 usando una técnica de guía de corte y extracción de cartílago tal como una cureta, osteótomo, hoja de sierra u otra técnica de extracción de cartílago similar conocida por un experto en la técnica. Después se alinea la articulación 560 moviendo el primer hueso 262 y el tercer hueso 564 a una posición deseada para la fijación. Una vez alineados los huesos 262, 564, puede aplicarse una fijación temporal para sujetar la articulación 560 en la posición deseada. Puede usarse una aguja guía, plantilla o abrazadera o similar para fijar temporalmente la articulación 560.

A continuación, en la etapa 356, mostrada en la figura 42A, se alinea una guía 522 de alineación, tal como se ilustra en las figuras 42B-42F, con el primer hueso 262 y el tercer hueso 564 del paciente. La guía 522 de alineación incluye un elemento 524 de base con un elemento 526 de alineación y una guía de fijación o guía 528 de fijación temporal. El elemento 524 de base incluye un primer elemento y un segundo elemento. El elemento 526 de alineación se acopla al elemento 524 de base para la alineación del primer hueso 262 y el tercer hueso 564. El elemento 526 de alineación puede acoplarse al elemento 524 de base, por ejemplo, mediante pasadores 552 en el elemento 526 de alineación que se enganchan con aberturas 554 en el elemento 524 de base, tal como se muestra en la figura 42D. Cuando el elemento 526 de alineación está acoplado al elemento 524 de base, la porción 558 de

alineación alinea el elemento 526 de alineación con respecto al segundo elemento del elemento 524 de base. La porción 558 de alineación puede estar inclinada formando un ángulo deseado, que puede oscilar, por ejemplo, entre aproximadamente 0 grados y 25 grados y más preferiblemente entre aproximadamente 10 grados y 15 grados. La porción 558 de alineación permite que un cirujano mantenga la alineación deseada del primer hueso 262 y el tercer hueso 564 del dedo del pie del paciente.

Una vez alineada la guía 522, pueden insertarse al menos dos agujas 530 guía a través de los orificios o aberturas 556 para fijar temporalmente la guía 522 al primer hueso 262 y al tercer hueso 564. Después de fijar temporalmente la guía 522 al primer y tercer huesos 262, 564, puede insertarse la guía 528 de fijación en uno de los orificios 566 en el primer elemento del elemento 524 de base proporcionando la trayectoria deseada a través de la articulación del paciente. La guía 528 de fijación puede incluir una cabeza 568, un árbol 570 que se extiende hacia fuera desde la cabeza 568 y un orificio 572 pasante que se extiende a través del centro de la cabeza 568 y el árbol 570. Tras insertar la guía 528 de fijación en el orificio 566 deseado, puede insertarse una aguja 530 guía en el orificio 572 pasante de la guía 528 de fijación temporal y en el hueso 262 y el tercer hueso 564 a través de la articulación. La aguja 530 guía insertada en la guía 528 de fijación temporal puede posicionarse para usarse como guía de perforación para el clavo 500 intramedular. Una vez insertada la aguja 530 guía a través de la articulación 560, puede retirarse la guía 522 de alineación, dejando la aguja 530 guía en su posición para perforar una cavidad para el clavo 500.

Alternativamente, la etapa 356 puede realizarse tal como se muestra en la figura 43A, usando la guía 576 de alineación, tal como se ilustra en la figura 43B, en la que la guía 576 está alineada con el primer hueso 262 del paciente. La guía 576 de alineación incluye un cuerpo 578 con un extremo distal que incluye un extremo 580 en punta y una porción 582 de guía de perforación en el extremo proximal del cuerpo 578. La porción 582 de guía de perforación incluye una porción 584 de acoplamiento de hueso y un canal 586 central para que lo atraviese el taladro. El extremo 580 en punta se alinea con el extremo distal del primer hueso 262. Una vez alineada la guía 576, puede insertarse una aguja guía a través de un canal 586 central y al interior del extremo 562 distal del primer hueso 262 y el tercer hueso 564. La aguja guía puede posicionarse para usarse como guía de perforación para el clavo 500 intramedular. Una vez insertada la aguja guía a través de la articulación 560, puede retirarse la guía 576 de alineación, dejando la aguja guía en posición para perforar una cavidad para el clavo 500.

Entonces puede usarse un calibre de profundidad (no mostrado) para determinar la longitud del clavo 500 intramedular que va a usarse, tal como se describió anteriormente con referencia a la determinación de la longitud del clavo 200, lo cual no se describirá de nuevo en este caso por motivos de brevedad. A continuación, en la etapa 358, se perfora una cavidad 588 para el clavo 500, tal como se describió anteriormente con referencia a la perforación de la cavidad 288, y se inserta el clavo 500, tal como se ilustra en la figura 44.

A continuación, en la etapa 360, puede seleccionarse un dispositivo 400 de guía de fijación. Entonces, en la etapa 362, tal como se representa en las figuras 33 y 34, el clavo 500 puede cargarse entonces en el conjunto 402 de estabilizador creando el dispositivo 400 de guía de fijación para su uso durante la inserción y fijación del clavo 500 en la cavidad 588, tal como se describió anteriormente con referencia al clavo 200 y al conjunto 102 de estabilizador. A continuación, en la etapa 364, tal como se muestra en la figura 45, el dispositivo 400 de guía de fijación puede orientarse entonces para permitir que el cirujano inserte el clavo 500 en la cavidad 588 previamente perforada, tal como se describió anteriormente con referencia a la inserción del clavo 200, lo cual no se describirá de nuevo en este caso por motivos de brevedad. El clavo 500 puede encastrarse en la cavidad 588, aproximadamente de dos a tres milímetros dependiendo de la evaluación preoperatoria.

Haciendo ahora referencia a la figura 46, se muestran manguitos 590 de perforación insertados en una primera abertura 406 de perforación, una segunda abertura 408 de perforación, una tercera abertura 410 de perforación y una cuarta abertura 412 de perforación de la base 404. Los manguitos 590 de perforación incluyen una porción 592 de manguito con un elemento 594 de tope en la parte superior y una abertura 596 a través del centro de la porción 592 de manguito, tal como se representa en la figura 47. El diámetro de la abertura 596 puede tener el mismo tamaño que la broca de perforación usada para perforar cavidades en el primer y segundo huesos 262, 564. Las cavidades se perforan a través de la abertura 596 en el manguito 590 de perforación y las aberturas 508, 510, 512 y 514 en el clavo 500.

Haciendo ahora referencia a las figuras 46 y 48, se muestra el clavo 500 fijado en los huesos 262, 564 usando cuatro pasadores o elementos 600, 620, 640 y 660 de sujeción. Haciendo ahora referencia a las figuras 49-52, el primer pasador 600, el segundo pasador 620, el tercer pasador 640 y el cuarto pasador 660 incluyen, cada uno, un árbol 602, 624, 644, 664, respectivamente, con un extremo proximal y un extremo distal. Los extremos proximales incluyen una cabeza 604, 626, 646, 666, una sección 606, 628, 648, 668 roscada superior y una muesca 608, 630, 650, 670. En la realización representada, las cabezas 604, 626, 646, 666 pueden ser cabezas hexagonales, aunque también se contemplan otras formas de cabeza, tales como una cabeza plana, cabeza de tipo Phillips, otras configuraciones de múltiples lóbulos y similares. Los extremos distales incluyen una sección 610, 632, 652, 672 roscada inferior con un extremo 612, 634, 654, 674 en punta y una muesca 614, 636, 656, 676. Entre los extremos proximales y los extremos distales de los árboles 602, 624, 644, 664 puede haber una región lisa que se acopla con la primera abertura 508, la segunda abertura 510, la tercera abertura 512, la cuarta abertura 514, respectivamente,

del clavo 500.

5 Una vez insertado el clavo 500 en la cavidad 588, se sujetará a los huesos 262, 564 usando al menos dos pasadores, en la realización representada se usan cuatro pasadores 600, 620, 640 y 660. A continuación, en la etapa 366, tal como se muestra en la figura 48, el cirujano puede sujetar el clavo 500 insertando el primer pasador 600 en una primera cavidad 598 en el tercer hueso 564, tal como se describió anteriormente con referencia a la perforación, medición e inserción del primer pasador 300, lo cual no se describirá de nuevo en este caso por motivos de brevedad.

10 A continuación, en la etapa 368, entonces puede usarse el primer pasador 600 como contrafuerza para la compresión a medida que se gira el botón 144 giratorio forzando el elemento 442 de compresión para que se mueva de manera distal y ejerza fuerza sobre el primer hueso 262 a medida que el primer pasador 600 sujeta el tercer hueso 564 en su sitio. A medida que se mueve el elemento 442 de compresión, el primer hueso 262 y el tercer hueso 564 se comprimen en la articulación 560. Una vez alcanzada la compresión deseada, en la etapa 370, puede insertarse un segundo pasador 620 usando el manguito 590 de perforación para perforar una segunda cavidad 622 en el primer hueso 262, tal como se describió anteriormente con referencia a segunda cavidad 322. Después de perforarse la segunda cavidad 622, puede medirse la profundidad de la cavidad 622 y seleccionarse la longitud de un segundo pasador 620, tal como se describió anteriormente con referencia al segundo pasador 320 lo cual no se describirá de nuevo en este caso por motivos de brevedad. Entonces puede insertarse el segundo pasador 620 a través de la segunda abertura 408 de perforación y al interior de la segunda cavidad 622, tal como se muestra en la figura 48. La inserción del segundo pasador 620 puede garantizar la compresión alcanzada para evitar la pérdida de compresión.

25 Siguiendo haciendo referencia a las figuras 46 y 48, también puede insertarse el manguito 590 de perforación en el tercer orificio 410 de perforación. Entonces puede insertarse un taladro en la abertura 596 en el manguito 590 de perforación para perforar una tercera cavidad 642 en el tercer hueso 564. La tercera cavidad 642 puede pasar a través de la tercera abertura 512 en el clavo 500. Después de perforarse la tercera cavidad 642, puede insertarse un calibre de profundidad en la tercera cavidad 642 a través del manguito 590 de perforación para medir la profundidad de la tercera cavidad 642. Entonces, puede retirarse el calibre de profundidad y el manguito 590 de perforación a partir de la tercera abertura 410 de perforación. Usando la profundidad medida, el cirujano puede seleccionar un tercer pasador 640 con la longitud deseada. Entonces puede insertarse el tercer pasador 640 a través del tercer orificio 410 de perforación y al interior de la tercera cavidad 642, tal como se muestra en la figura 48. La inserción del tercer pasador 640 añade estabilidad adicional a la compresión de los huesos 262, 564.

35 El manguito 590 de perforación también puede insertarse en el cuarto orificio 412 de perforación, tal como se ilustra en la figura 46. Entonces puede insertarse un taladro en la abertura 596 en el manguito 590 de perforación para perforar una cuarta cavidad 662 en el primer hueso 262. La cuarta cavidad 662 puede pasar a través de la cuarta abertura 514 en el clavo 500. Después de perforarse la cuarta cavidad 662, puede insertarse un calibre de profundidad en la cuarta cavidad 662 a través del manguito 590 de perforación para medir la profundidad de la cuarta cavidad 662. Entonces, puede retirarse el calibre de profundidad y el manguito 590 de perforación. Usando la profundidad medida, el cirujano puede seleccionar un cuarto pasador 660 con la longitud deseada. Entonces puede insertarse el cuarto pasador 660 a través de la cuarta abertura 412 de perforación y al interior de la cuarta cavidad 662, tal como se ilustra en la figura 48. La inserción del cuarto pasador 660 puede proporcionar estabilidad adicional a la compresión del primer hueso 262 y el tercer hueso 564.

45 Haciendo ahora referencia a las figuras 53 y 54, una vez que se insertan al menos el primer y segundo pasadores 600, 620, aunque en la realización representada se muestran los cuatro pasadores 600, 620, 640 y 660, en el primer y tercer huesos 262, 564, respectivamente, puede desprenderse el clavo 500 a partir del conjunto 402 de estabilizador y puede retirarse el dispositivo 400 de guía de fijación del pie del paciente, en la etapa 372. A continuación, en la etapa 374, puede enroscarse o no enroscarse una guía de perforación de bloqueo roscada para insertar el tornillo 532 de bloqueo en el primer hueso 262 a través de la abertura 518 de enganche del clavo 500 intramedular. Una vez sujeta la guía de perforación de bloqueo, puede perforarse una cavidad 680 para el tornillo 532 de bloqueo a través de la abertura 518 de enganche y medirse la profundidad, tal como se describió anteriormente con referencia a la perforación de la cavidad 350, lo cual no se describirá de nuevo por motivos de brevedad. Usando la profundidad medida, el cirujano puede seleccionar un tornillo 532 de bloqueo e insertar el tornillo 532 en la cavidad 680 para sujetar el clavo 500 en su posición en el primer hueso 262 y el tercer hueso 564. Después de insertarse el tornillo 532 de bloqueo, puede verificarse la posición y estabilidad del clavo 500 usando fluoroscopia. Una vez verificada la posición del clavo 500, puede insertarse un tapón en el extremo 506 de sujeción para prevenir el crecimiento infiltrante o la excrecencia de hueso con el fin de mantener la capacidad para retirar el clavo 500 si es necesario o se desea. El tapón también puede incluir medios de sujeción para sujetar el tapón al clavo 500 para prevenir el desenganche del tapón. Entonces, en la etapa 376, el cirujano puede cerrar la incisión sobre la articulación 560.

65 Pueden usarse clavos intramedulares alternativos, por ejemplo, el clavo 700, tal como se muestra en las figuras 56-59, para sustituir a los clavos 200 y 500 intramedulares. El clavo 700 puede incluir un cuerpo 702, un extremo 704 cerrado, un extremo de compresión o extremo 706 de sujeción, y cuatro aberturas 708, 710, 712 y 714. Las cuatro

5 aberturas 708, 710, 712 y 714 pueden estar dispuestas en planos independientes y separadas angularmente unas con respecto a otras. La cantidad de movimiento longitudinal y rotacional del clavo 700 se limita colocando las cuatro aberturas 708, 710, 712 y 714 formando ángulos opuestos oblicuos con respecto al eje longitudinal del clavo 700. También se contempla que el clavo 700 intramedular puede incluir cualquier número de aberturas 708, 710, 712, 714 según pueda ser necesario para sujetar el clavo a huesos de un paciente con movimiento rotacional o longitudinal limitado o nulo tras la implantación. La segunda abertura 710 puede ser una abertura alargada para permitir la compresión de una articulación 732 que es medial con respecto a la primera abertura 708 y la segunda abertura 710 y configurada para recibir el elemento 726 de sujeción. Mientras tanto, la primera abertura 708, la tercera abertura 712 y la cuarta abertura 714 pueden estar configuradas para recibir elementos 724, 728, 730 de sujeción, respectivamente, y prevenir el movimiento a lo largo del eje longitudinal del cuerpo 702. También pueden usarse elementos de sujeción alternativos con el clavo 700 intramedular, por ejemplo, elementos de sujeción o pasadores 300, tal como se muestra en la figura 21, y 600, 620, 640, 660, tal como se muestra en las figuras 49-52. El extremo 706 de compresión incluye una abertura de leva o abertura 716 de inserción, que puede estar roscada, y una leva o elemento 718 de leva para su inserción en la abertura 716 de leva. La leva 718 puede incluir roscas 720 exteriores para engancharse con las roscas de la abertura 716 de leva y una abertura 722 de accionamiento.

15 El clavo 700 intramedular puede usarse durante la cirugía para comprimir una articulación 732, que puede ser, por ejemplo, las articulaciones 260, 560 descritas anteriormente con más detalle. El clavo 700 puede insertarse en un paciente en lugar de los clavos 200 y 500. Una vez insertado en una cavidad dentro de los huesos 734, 736 del paciente que pasa a través de una articulación 732 de un paciente, el cirujano puede insertar un primer elemento 20 724 de sujeción en la primera abertura 708 y en el segundo hueso 736. A continuación, puede insertarse un segundo elemento 726 de sujeción en el primer hueso 734 a través de la segunda abertura o abertura 710 alargada en una posición dentro de la abertura 710 más próxima al extremo 706 de compresión. Después, puede insertarse un destornillador, no mostrado, para engancharse con la abertura 722 de accionamiento de la leva 718 y girarse para hacer avanzar la leva 718 a lo largo de la abertura 716 de leva. A medida que se hace avanzar la leva 718 a lo largo de la abertura 716 de leva al interior del cuerpo 702 del clavo 700, la leva 718 se engancha con el árbol del segundo elemento 726 de sujeción, tal como se muestra en la figura 57, y empuja el segundo elemento 726 de sujeción a lo largo de la abertura 710 alargada para comprimir el primer hueso 734 y el segundo hueso 736 de la articulación 732. Una vez alcanzada la compresión deseada, puede insertarse un tercer elemento 728 de sujeción en el primer hueso 734 a través de la tercera abertura 712 para sujetar la articulación 732 en compresión. Puede insertarse un cuarto elemento 730 de sujeción en el segundo hueso 736 a través de la cuarta abertura 714 para sujetar la articulación 732 en compresión.

35 La terminología usada en el presente documento es únicamente con el fin de describir realizaciones particulares y no se pretende que limite la invención. Tal como se usa en el presente documento, se pretende que las formas en singular "un", "una" y "el/la" incluyan también las formas en plural, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos "comprender" (y cualquier forma de comprender, tal como "comprende" y "que comprende"), "tener" (y cualquier forma de tener, tal como "tiene" y "que tiene"), "incluir" (y cualquier forma de incluir, tal como "incluye" y "que incluye") y "contener" (y cualquier forma de contener, tal como "contiene" y "que contiene") son verbos conectores abiertos. Como resultado, un método o dispositivo que 40 "comprende", "tiene", "incluye" o "contiene" una o más etapas o elementos presenta esas una o más etapas o elementos, pero no está limitado a presentar únicamente esas una o más etapas o elementos. Asimismo, una etapa de un método o un elemento de un dispositivo que "comprende", "tiene", "incluye" o "contiene" una o más características presenta esas una o más características, pero no está limitado a presentar únicamente esas una o más características. Además, un dispositivo o estructura que está configurado de una determinada manera está configurado al menos de esa manera, pero también puede estar configurado de maneras que no se indican.

50 La invención se ha descrito con referencia a las realizaciones preferidas. Se entenderá que las realizaciones de arquitectura y funcionamiento descritas en el presente documento son a modo de ejemplo de una pluralidad de disposiciones posibles para proporcionar los mismos rasgos generales, características y funcionamiento de sistema general. A otros se les ocurrirán modificaciones y alteraciones tras leer y comprender la descripción detallada anterior. Se pretende que la invención quede definida por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Clavo (200, 500) intramedular, que comprende:
- 5 un cuerpo (202, 502) con un primer extremo y un segundo extremo, comprendiendo el cuerpo (202, 502):
- un extremo (206, 506) de sujeción en el primer extremo del cuerpo (202, 502), comprendiendo el extremo (206, 506) de sujeción:
- 10 una abertura (216, 516) de inserción que se extiende desde el primer extremo al interior del cuerpo (202, 502) a lo largo de un eje longitudinal del cuerpo (202, 502), en el que la abertura (216, 516) de inserción está roscada a lo largo del eje longitudinal del cuerpo (202, 502);
- 15 una abertura (218, 518) de enganche que se extiende desde el primer extremo a través del cuerpo (202, 502) hasta una superficie exterior, en el que la abertura (218, 518) de enganche incluye un eje central, en el que el eje central es transversal al eje longitudinal de la abertura (216, 516) de inserción, y en el que la abertura (218, 518) de enganche está roscada a lo largo del eje central;
- 20 un primer segmento (248, 548) de sujeción que se extiende alejándose del cuerpo (202, 502) una primera distancia; y
- un segundo segmento (250, 550) de sujeción que se extiende alejándose del cuerpo (202, 502) una segunda distancia, en el que la primera distancia es mayor que la segunda distancia formando un perfil con dos escalones que rodea la abertura (216, 516) de inserción;
- 25 un extremo (204, 504) cerrado en el segundo extremo del cuerpo (202, 502); y
- al menos dos aberturas (208, 210, 212, 214, 508, 510, 512, 514) posicionadas oblicuas al eje longitudinal del cuerpo (202, 502) entre el primer extremo y el segundo extremo del cuerpo (202, 502); y
- 30 un tornillo (232, 532) de bloqueo que comprende:
- una cabeza (234, 534) posicionada en un primer extremo con una abertura (236, 536) de accionamiento; y
- 35 un vástago (238, 538) que se extiende alejándose de la cabeza (234, 534) hasta un segundo extremo,
- en el que el vástago (238, 538) incluye una primera sección (240, 540) roscada, una sección (242, 542) lisa y una segunda sección (244, 544) roscada, y en el que, cuando se acopla al clavo (200, 500) intramedular, el tornillo (232, 532) de bloqueo está configurado para insertarse a través de la abertura (216, 516) de inserción para acoplar de manera roscada la primera sección (240, 540) roscada del tornillo (232, 532) de bloqueo con la abertura (218, 518) de enganche.
- 40
2. Clavo (200, 500) intramedular según la reivindicación 1, en el que el tornillo (232, 532) de bloqueo está configurado para extenderse a través de la abertura (218, 518) de enganche cuando se acopla al clavo (200, 500) intramedular.
- 45
3. Clavo (200, 500) intramedular según la reivindicación 2, en el que la primera sección (240, 540) roscada y la segunda sección (244, 544) roscada están dispuestas a lo largo del vástago (238, 538).
- 50
4. Clavo (200, 500) intramedular según la reivindicación 3, en el que la primera sección (240, 540) roscada tiene una rosca de doble hélice y la segunda sección (244, 544) roscada tiene una rosca de una única hélice.
- 55
5. Clavo (200, 500) intramedular según la reivindicación 3, en el que la primera sección (240, 540) roscada y la segunda sección (244, 544) roscada tienen el mismo paso de rosca.
6. Clavo (200, 500) intramedular según la reivindicación 3, en el que la primera sección (240, 540) roscada tiene un primer diámetro y la segunda sección (244, 544) roscada tiene un segundo diámetro, y el primer diámetro es mayor que el segundo diámetro.
- 60
7. Clavo (200, 500) intramedular según la reivindicación 1, en el que las al menos dos aberturas (208, 210, 212, 214, 508, 510, 512, 514) comprenden:
- 65 una primera abertura (208, 508);

una segunda abertura (210, 510);

una tercera abertura (212, 512) posicionada entre la primera abertura (208, 508) y la segunda abertura (210, 510); y

5 una cuarta abertura (214, 514) posicionada entre la segunda abertura (210, 510) y el extremo (206, 506) de sujeción.

10 8. Clavo (200, 500) intramedular según la reivindicación 7, en el que la primera abertura (208, 508), la segunda abertura (210, 510), la tercera abertura (212, 512) y la cuarta abertura (214, 514) están posicionadas formando ángulos opuestos oblicuos con respecto al eje longitudinal del clavo.

15 9. Clavo (200, 500) intramedular según la reivindicación 8, en el que la primera abertura (208, 508), la segunda abertura (210, 510), la tercera abertura (212, 512) y la cuarta abertura (214, 514) están dispuestas en planos independientes y separadas de manera angular.

10. Clavo (200, 500) intramedular según la reivindicación 1, que comprende además:

20 un tapón configurado para insertarse en el extremo (206, 506) de sujeción y configurado para prevenir el crecimiento infiltrante o la excrecencia de hueso en la abertura (216, 516) de inserción y la abertura (218, 518) de enganche.

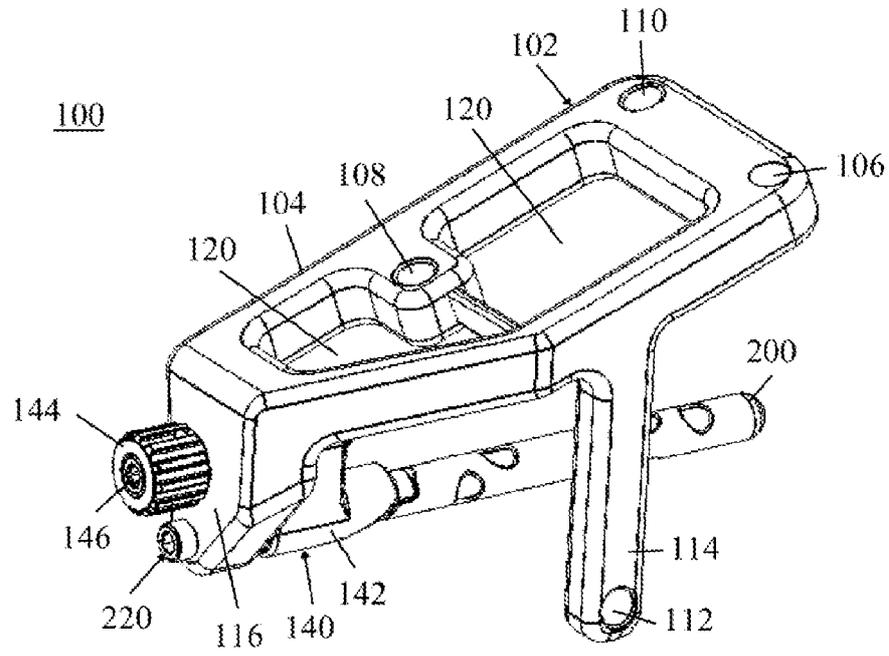


FIG. 1

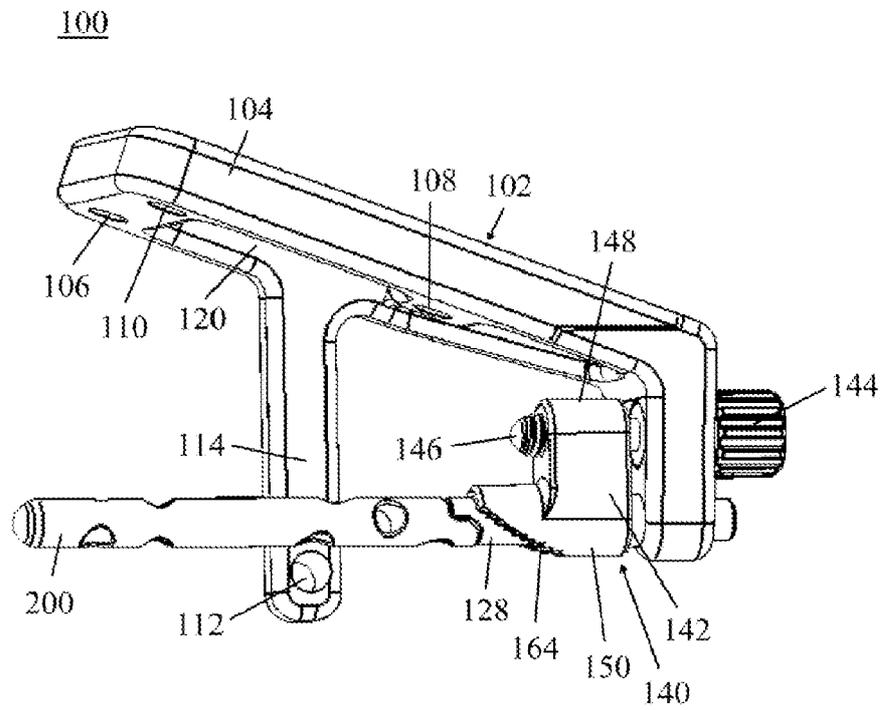


FIG. 2

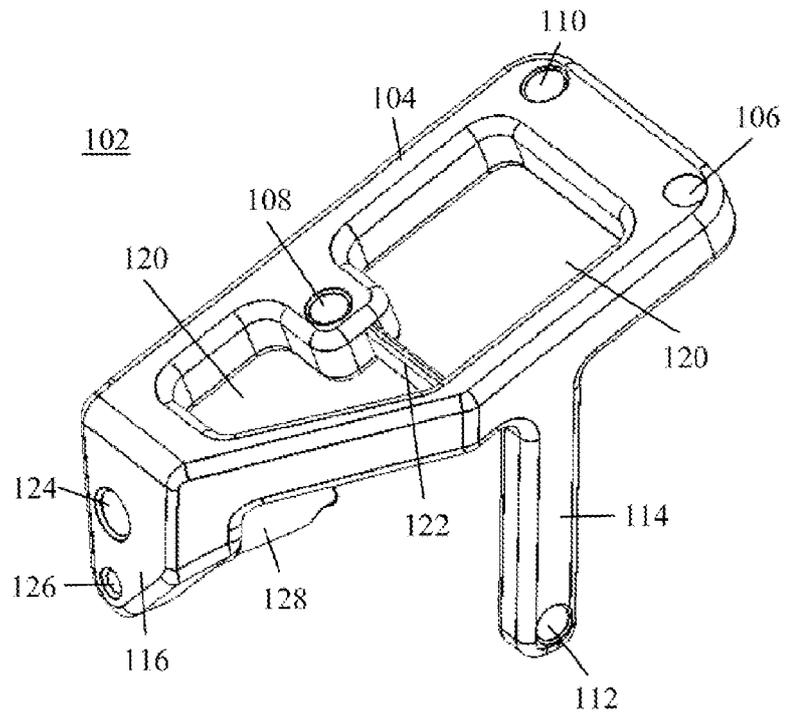


FIG. 3

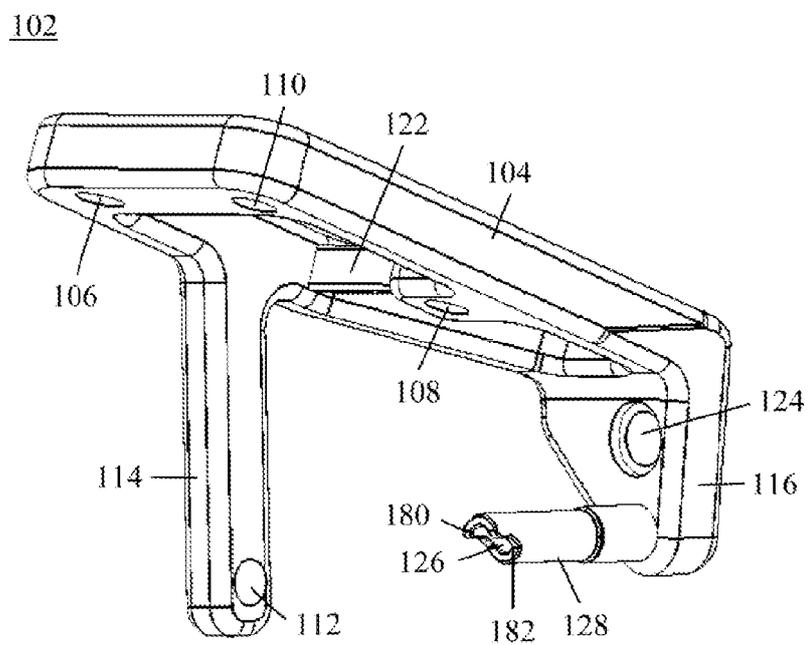


FIG. 4

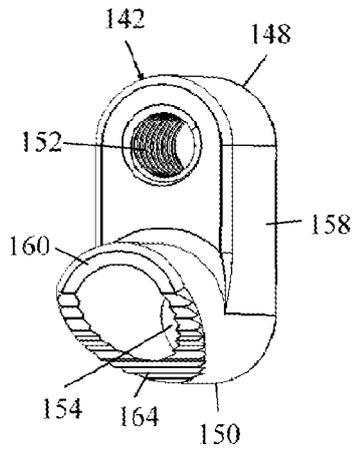


FIG. 5

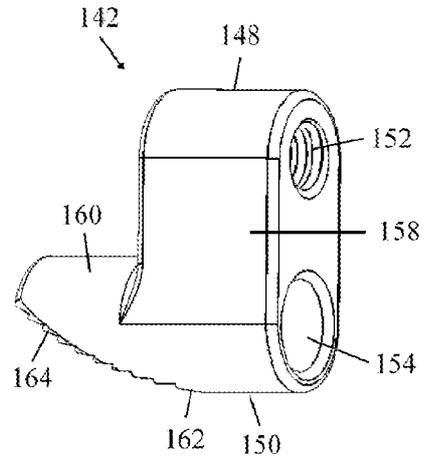


FIG. 6

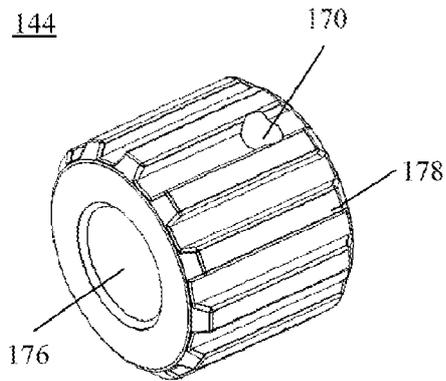


FIG. 7

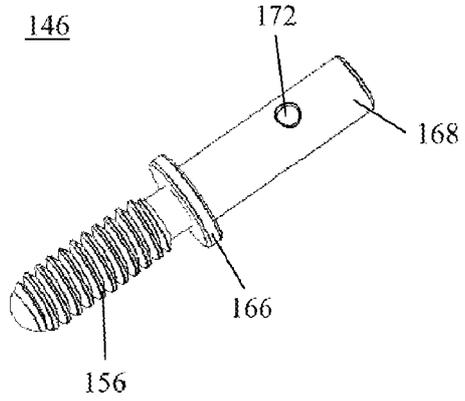


FIG. 8

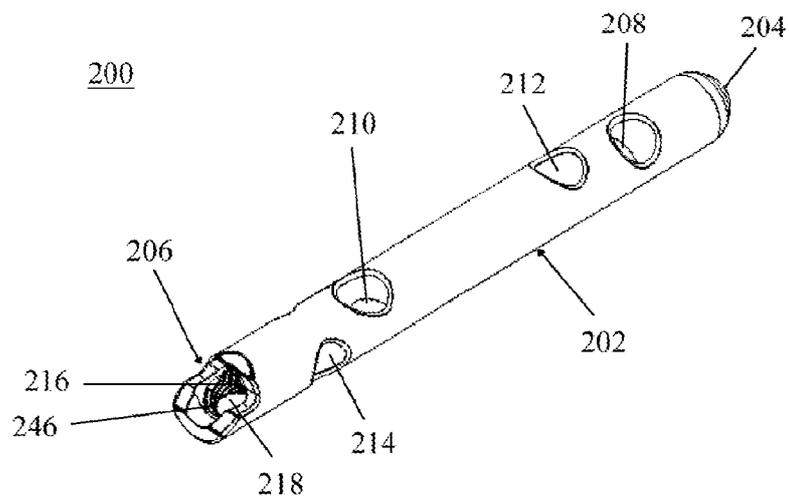


FIG. 9

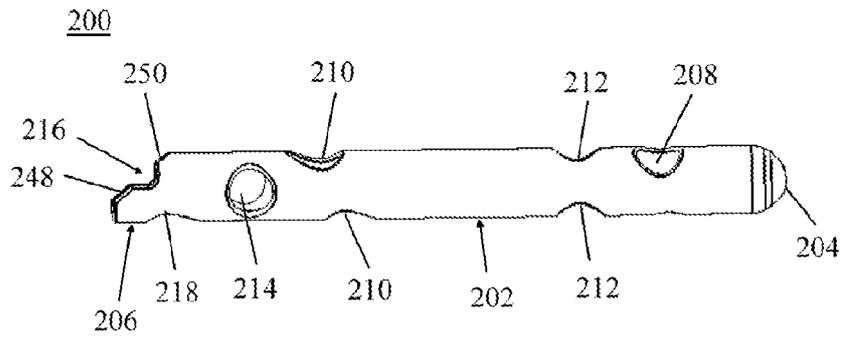


FIG. 10

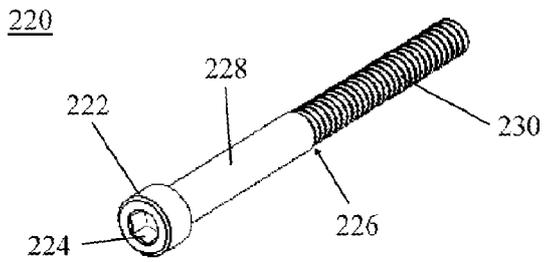


FIG. 11

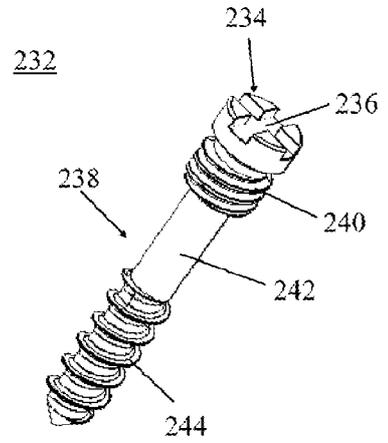


FIG. 12

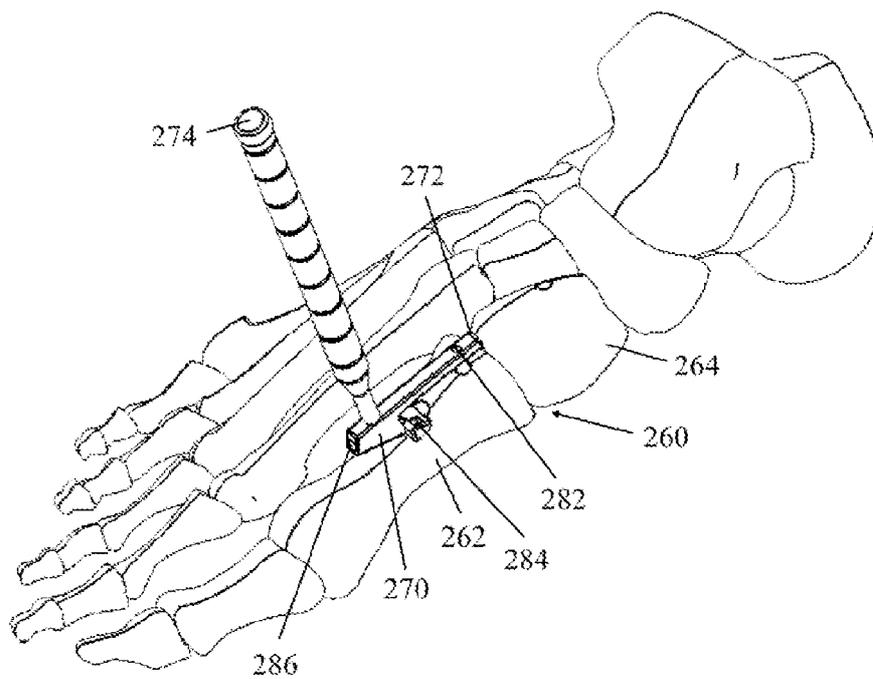


FIG. 13

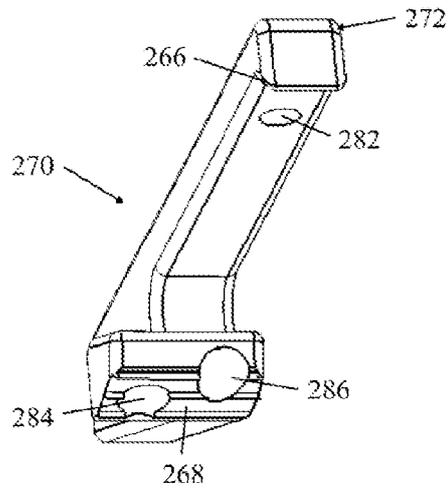


FIG. 14

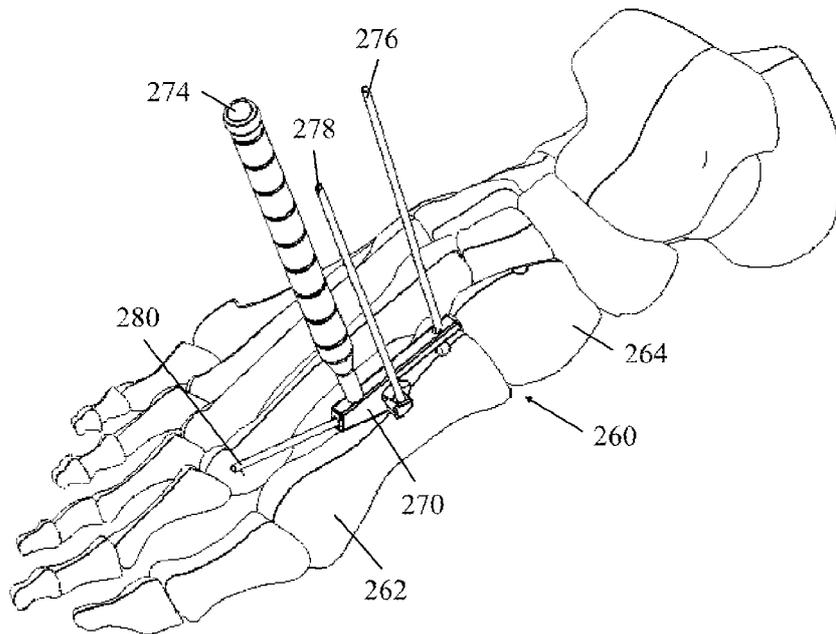


FIG. 15

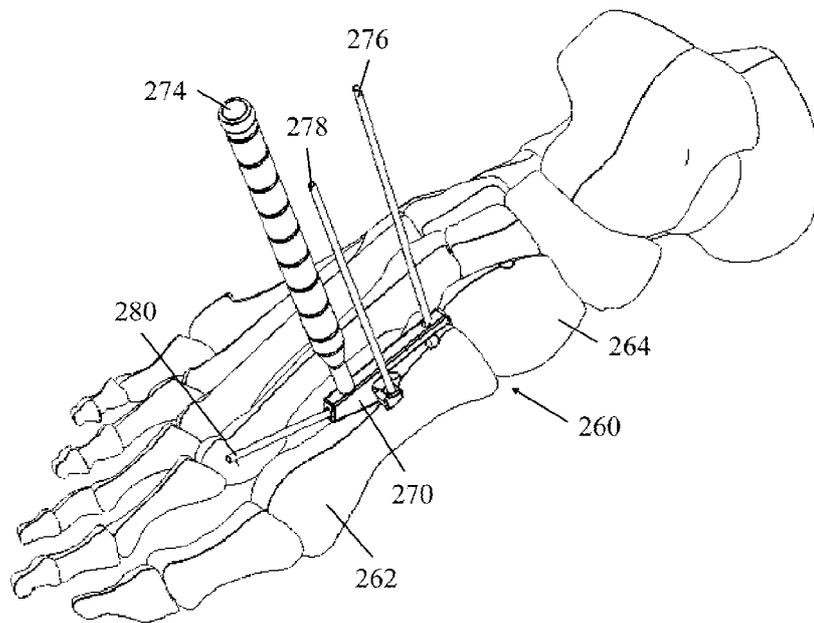


FIG. 16

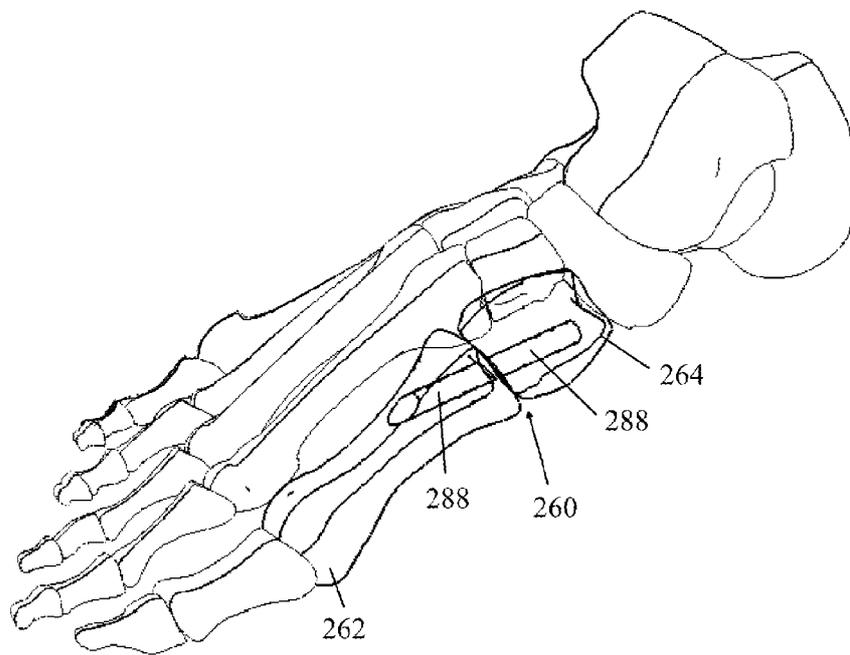


FIG. 17

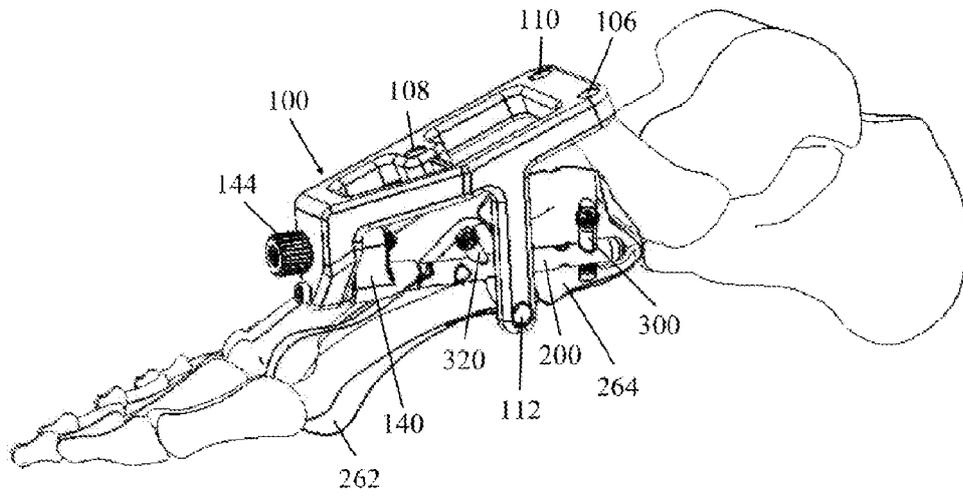


FIG. 24

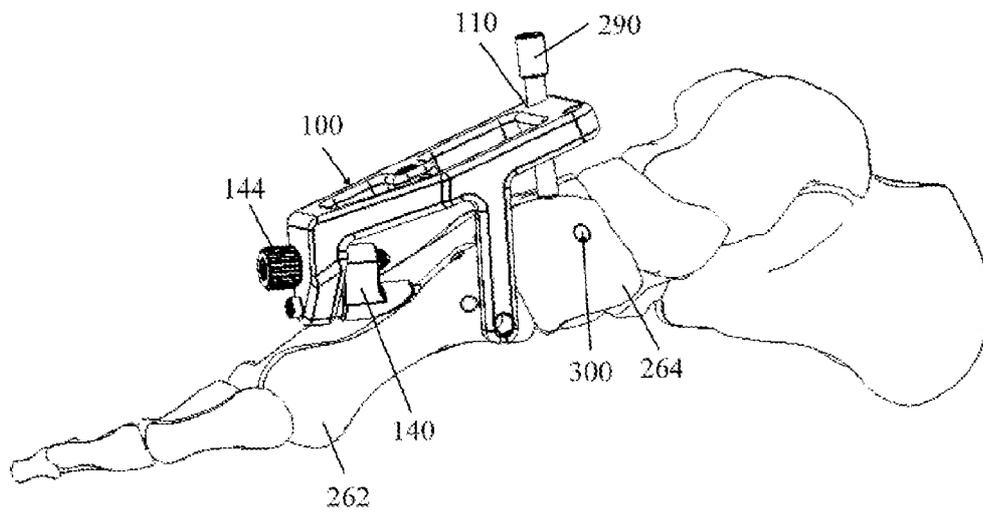


FIG. 25

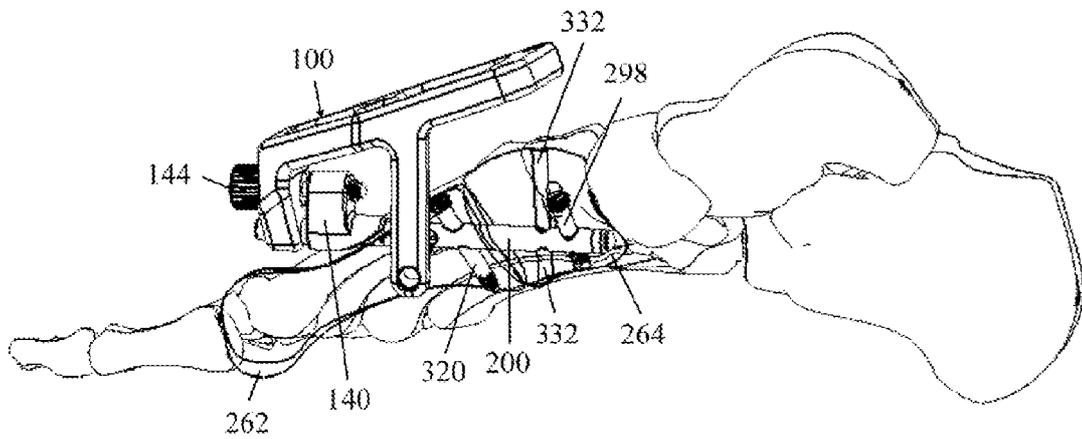


FIG. 26

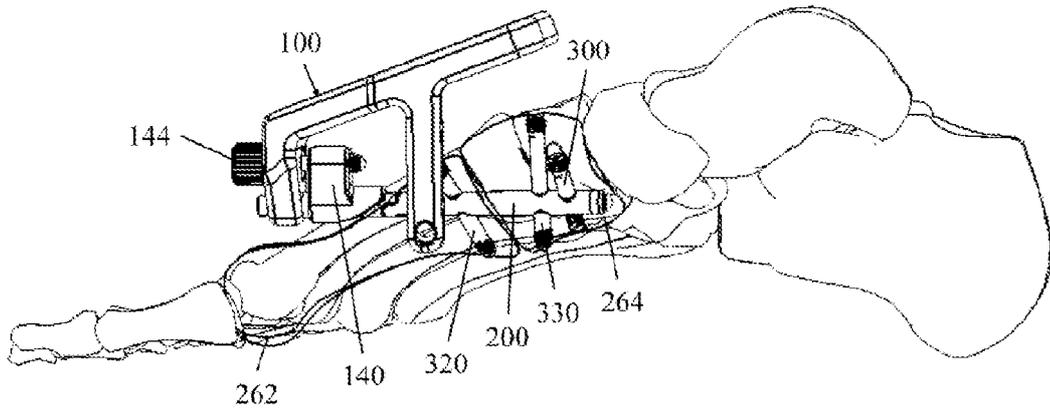


FIG. 27

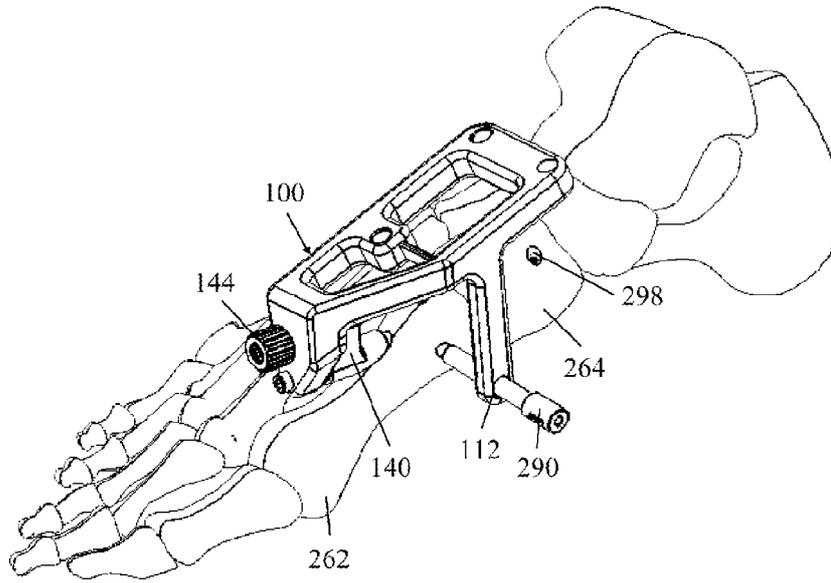


FIG. 28

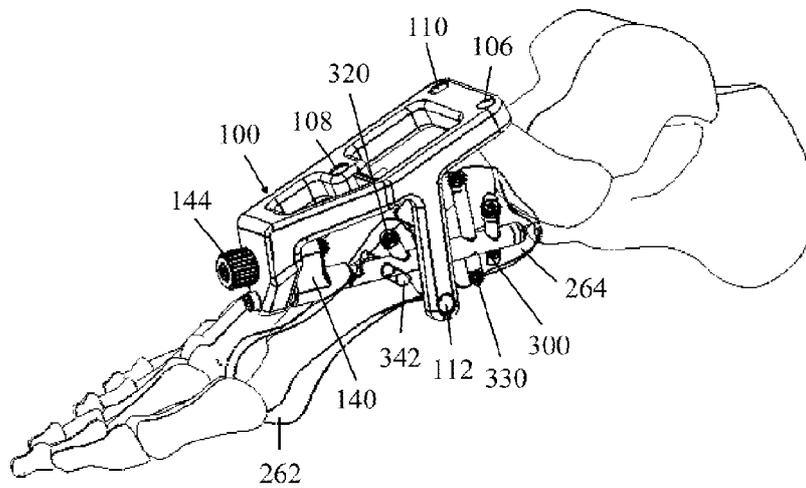


FIG. 29

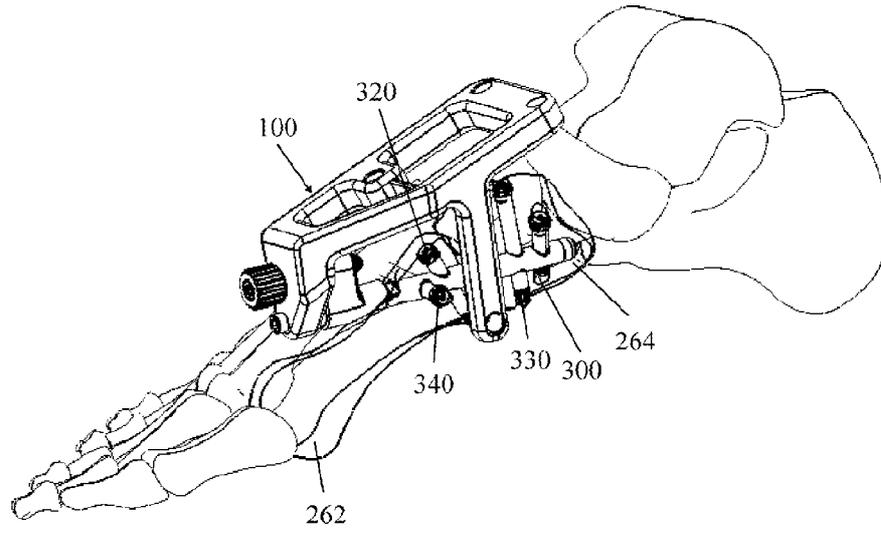


FIG. 30

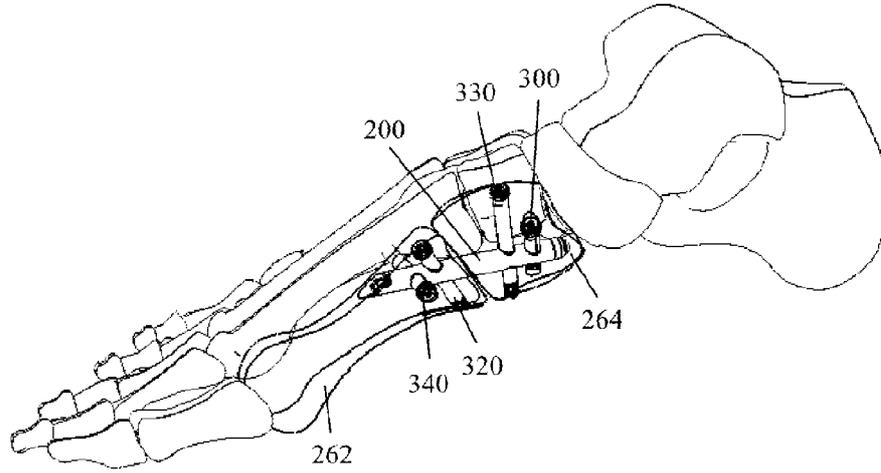


FIG. 31

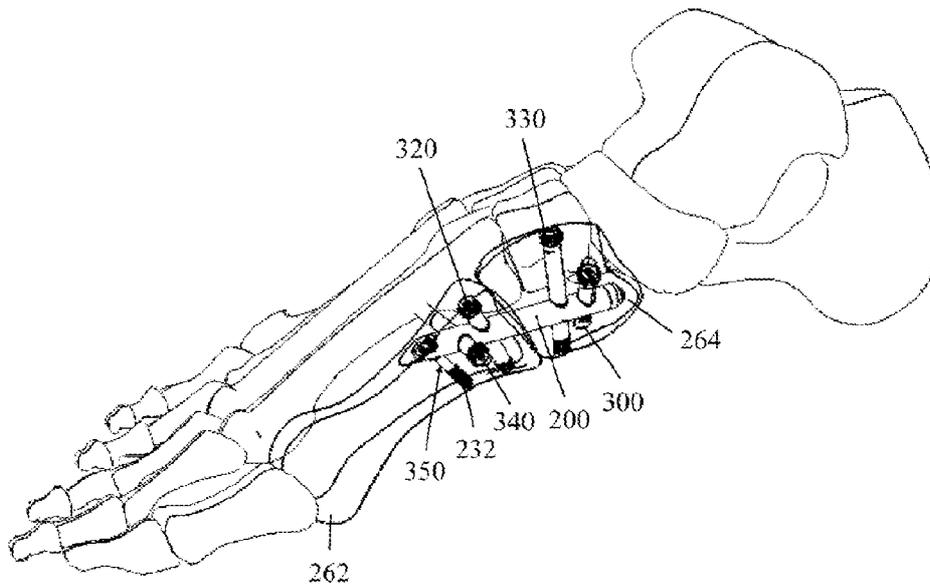


FIG. 32

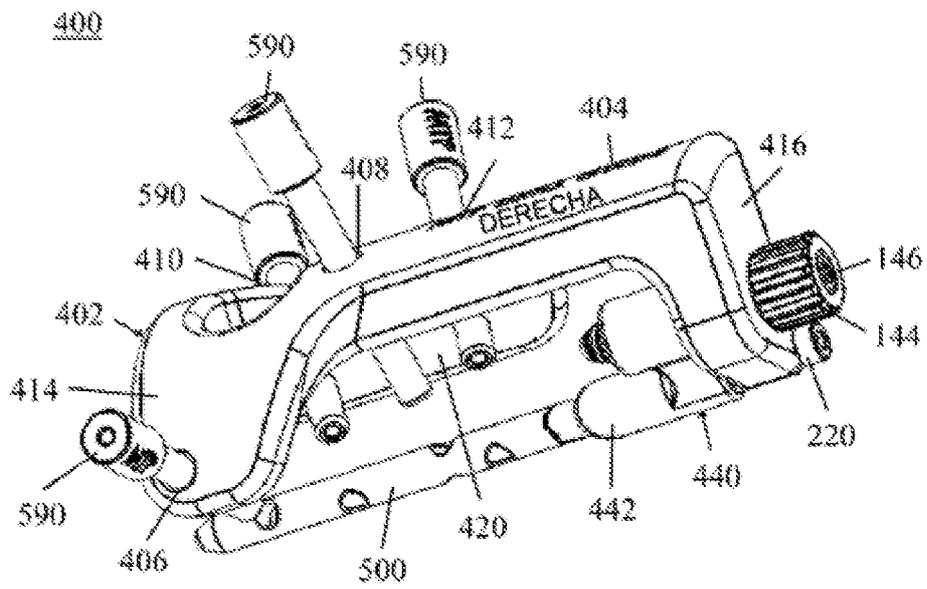


FIG. 33

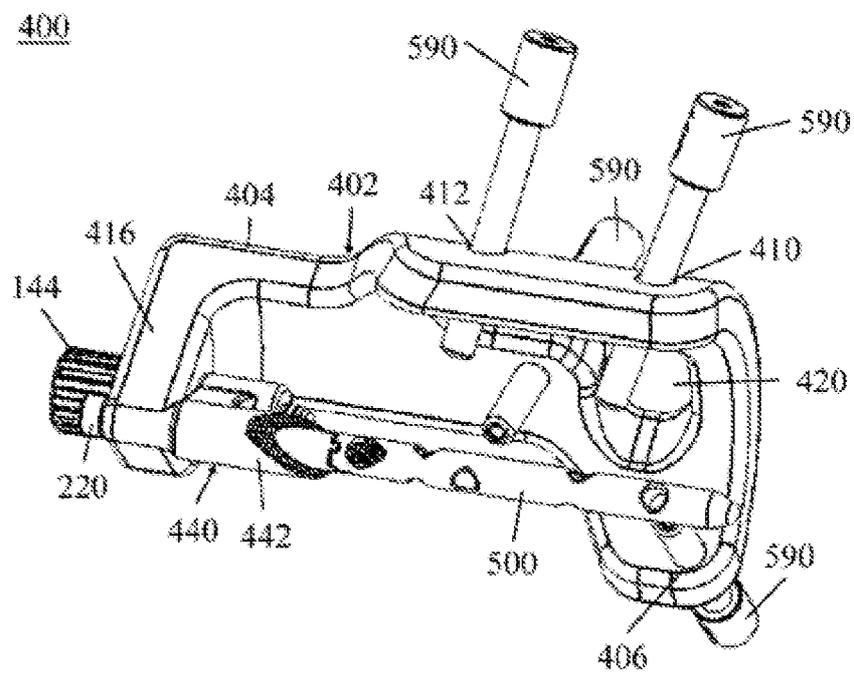


FIG. 34

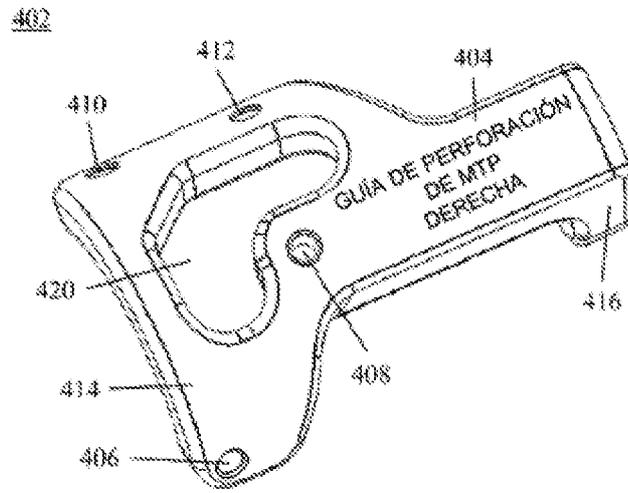


FIG. 35

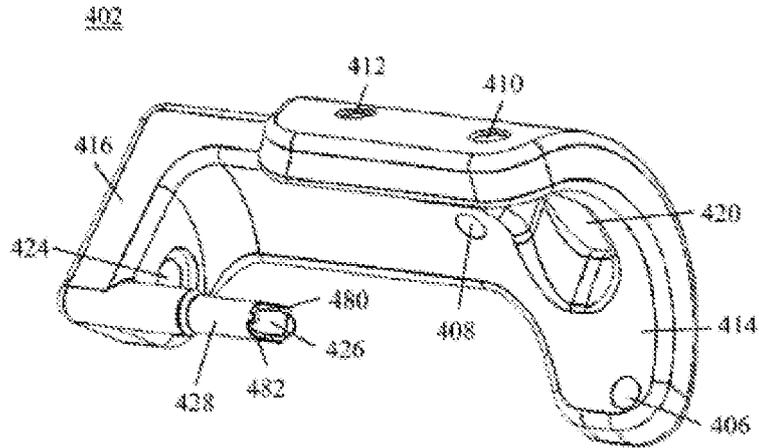


FIG. 36

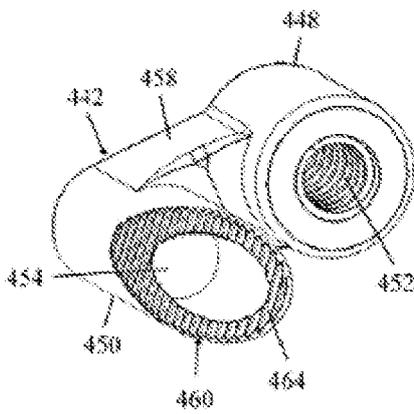


FIG. 37

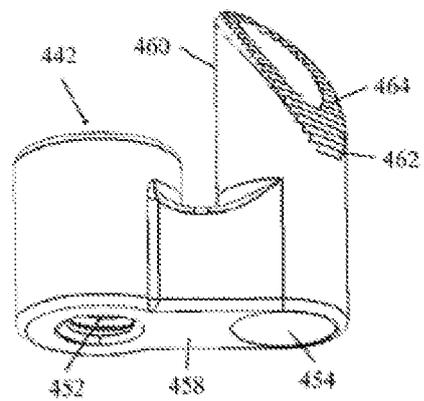


FIG. 38

500

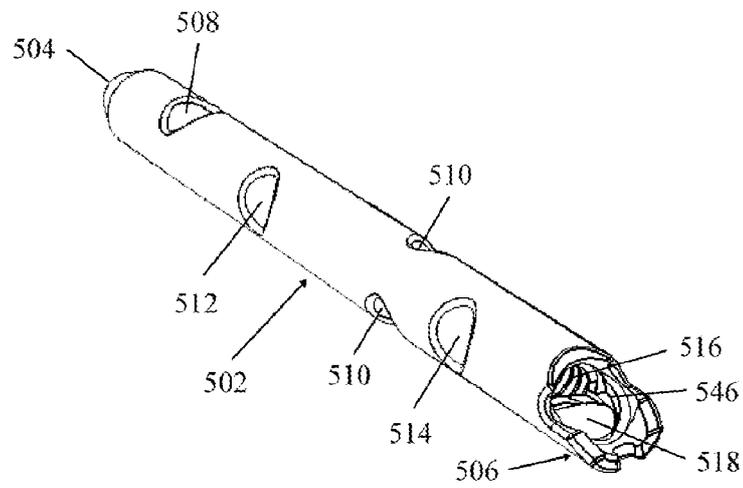


FIG. 39

500

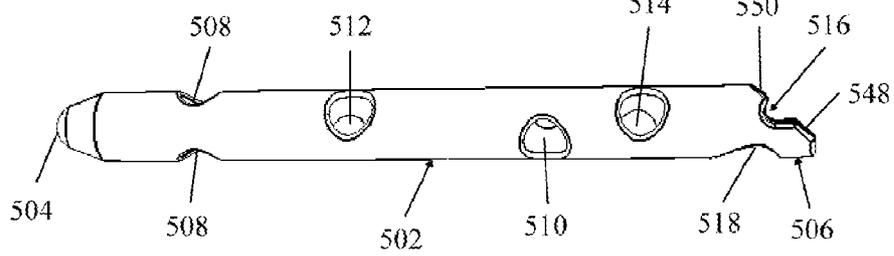


FIG. 40

532

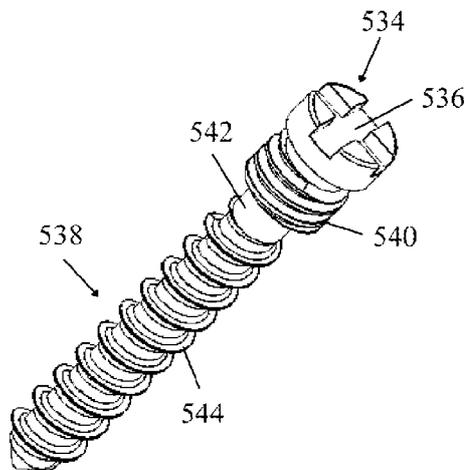


FIG. 41

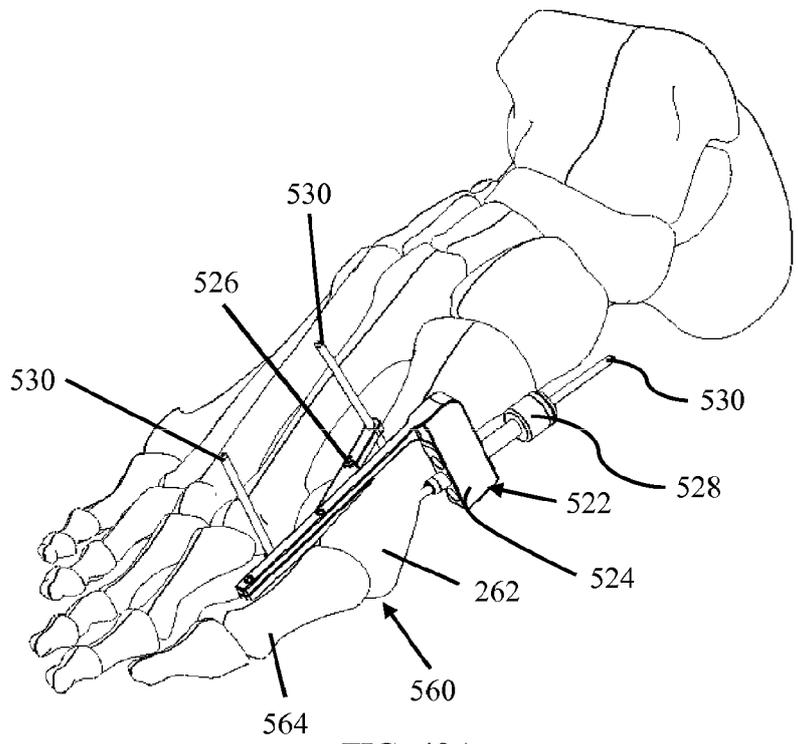


FIG. 42A

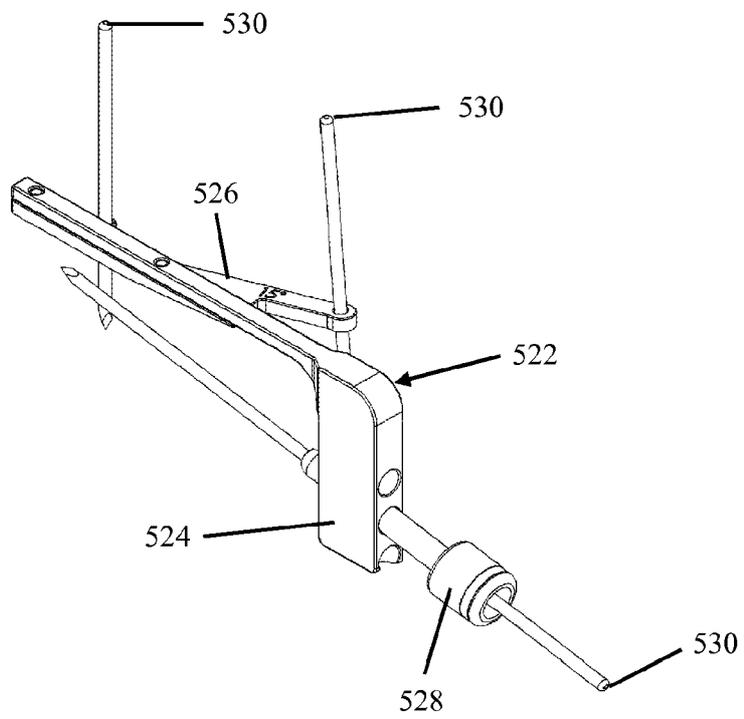


FIG. 42B

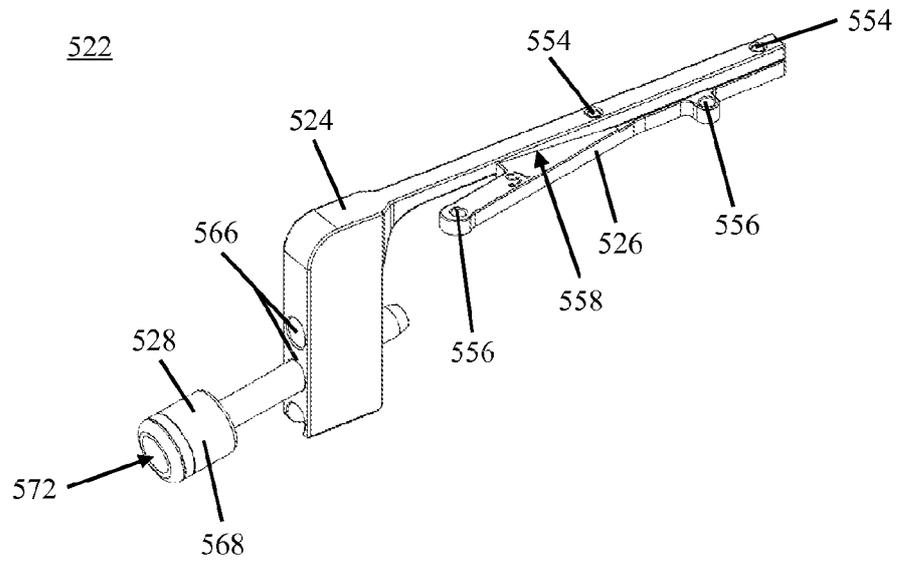


FIG. 42C

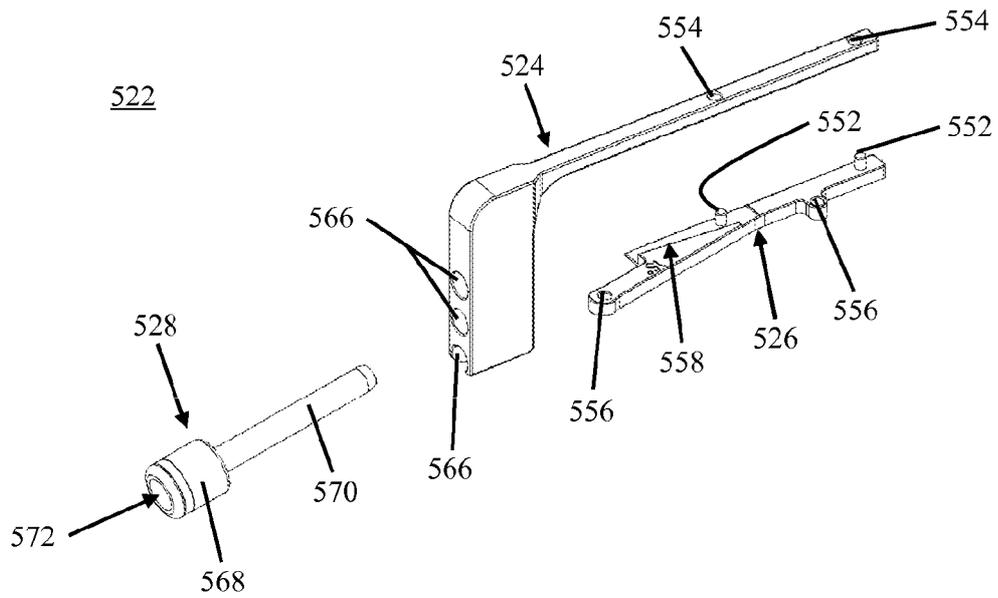


FIG. 42D

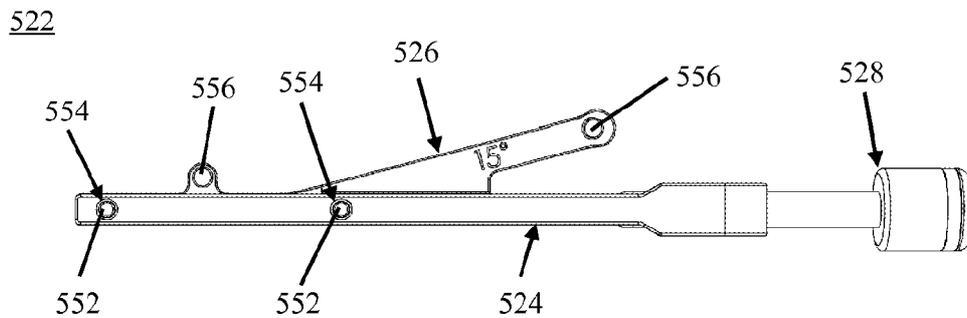


FIG. 42E

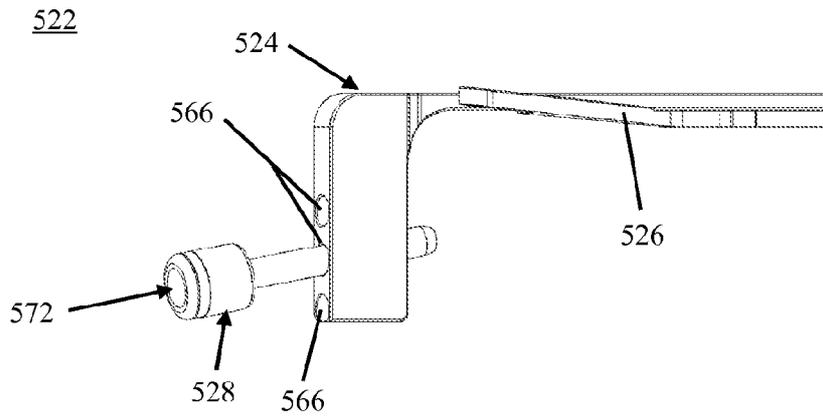


FIG. 42F

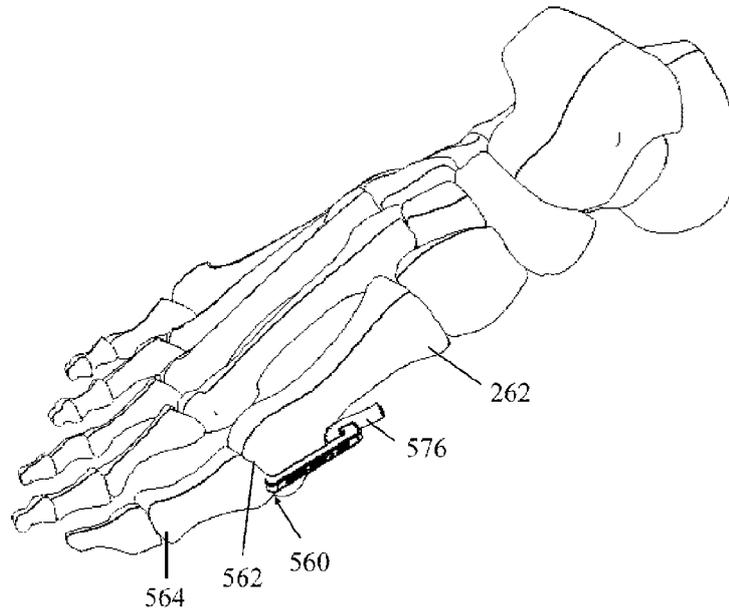


FIG. 43A

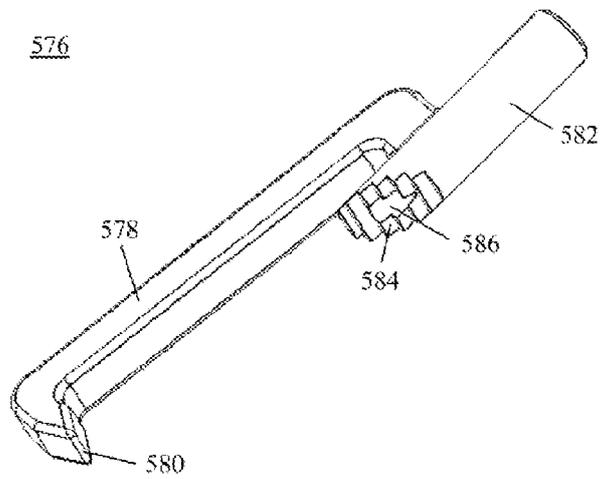


FIG. 43B

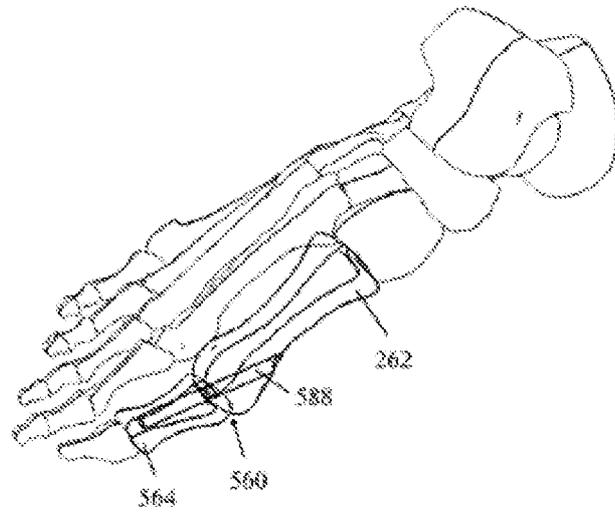


FIG. 44

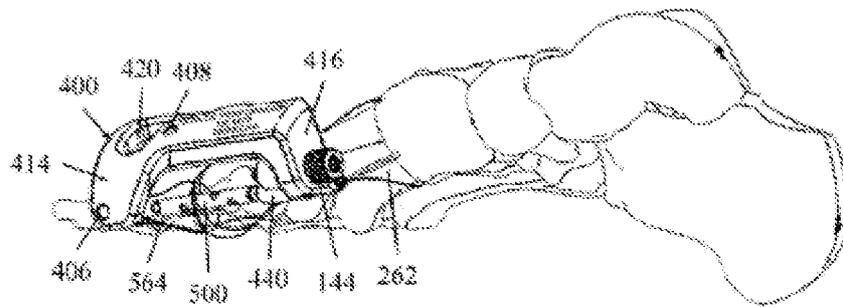


FIG. 45

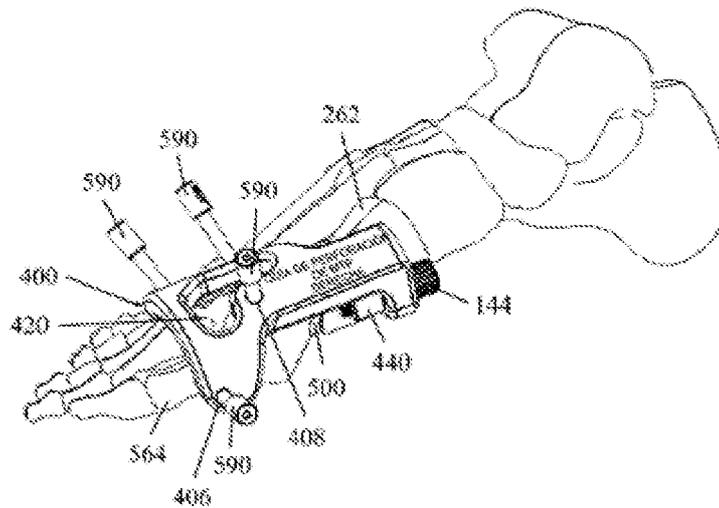


FIG. 46

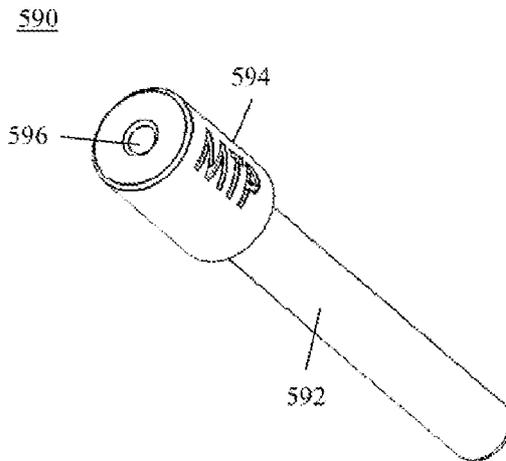


FIG. 47

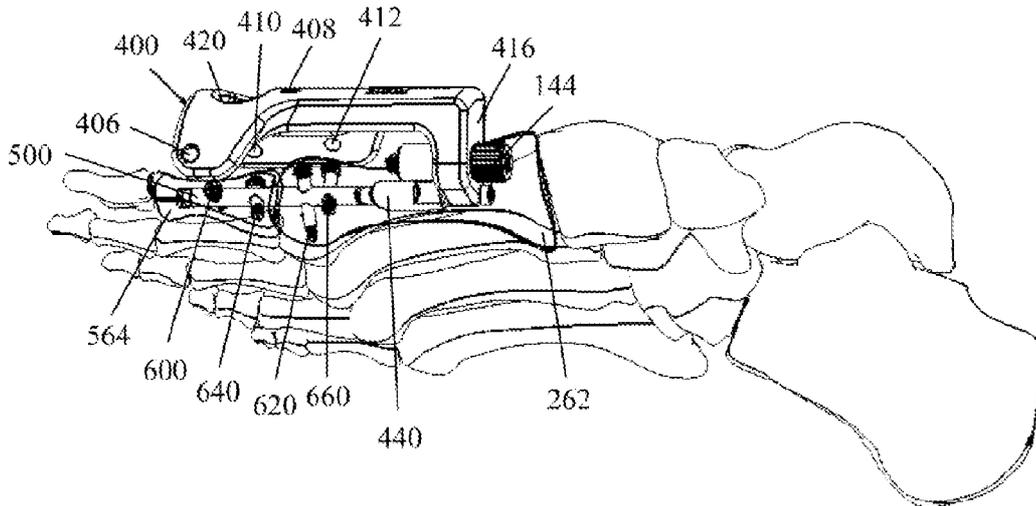


FIG. 48

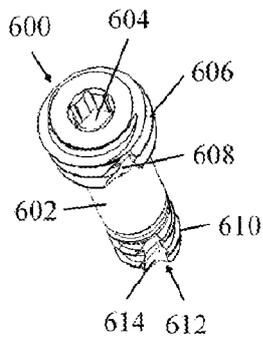


FIG. 49

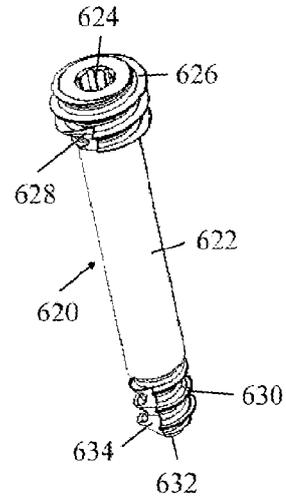


FIG. 50

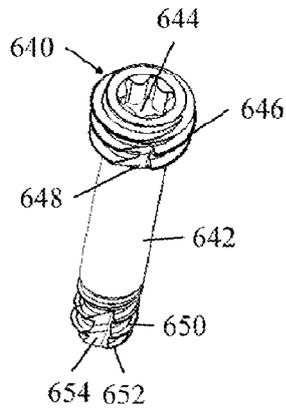


FIG. 51

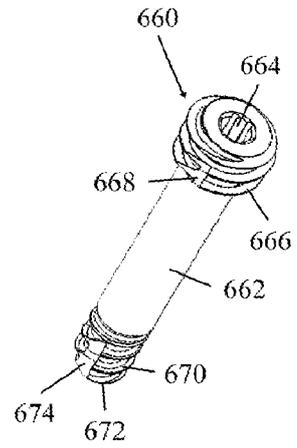


FIG. 52

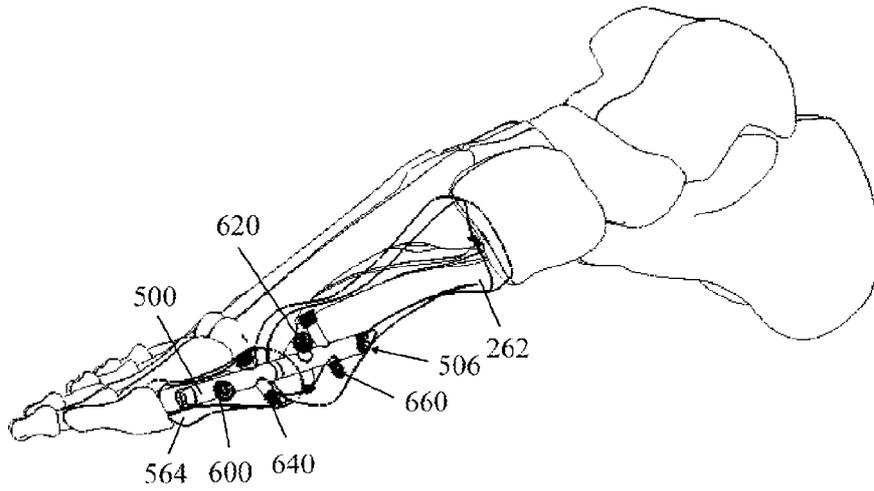


FIG. 53

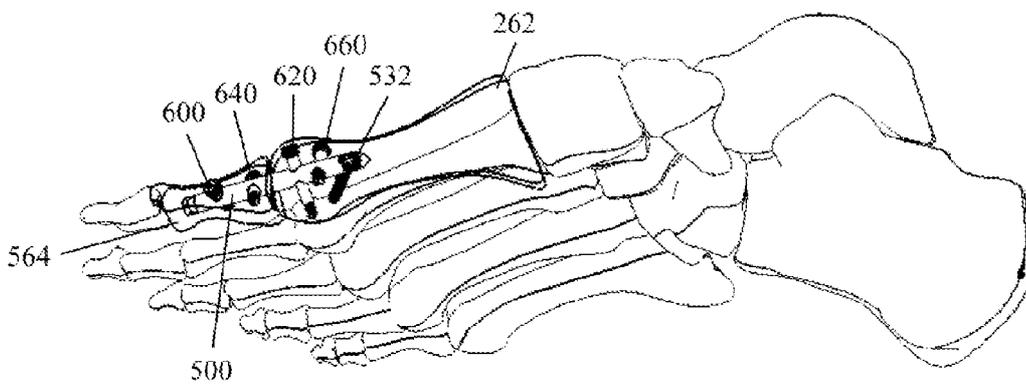


FIG. 54

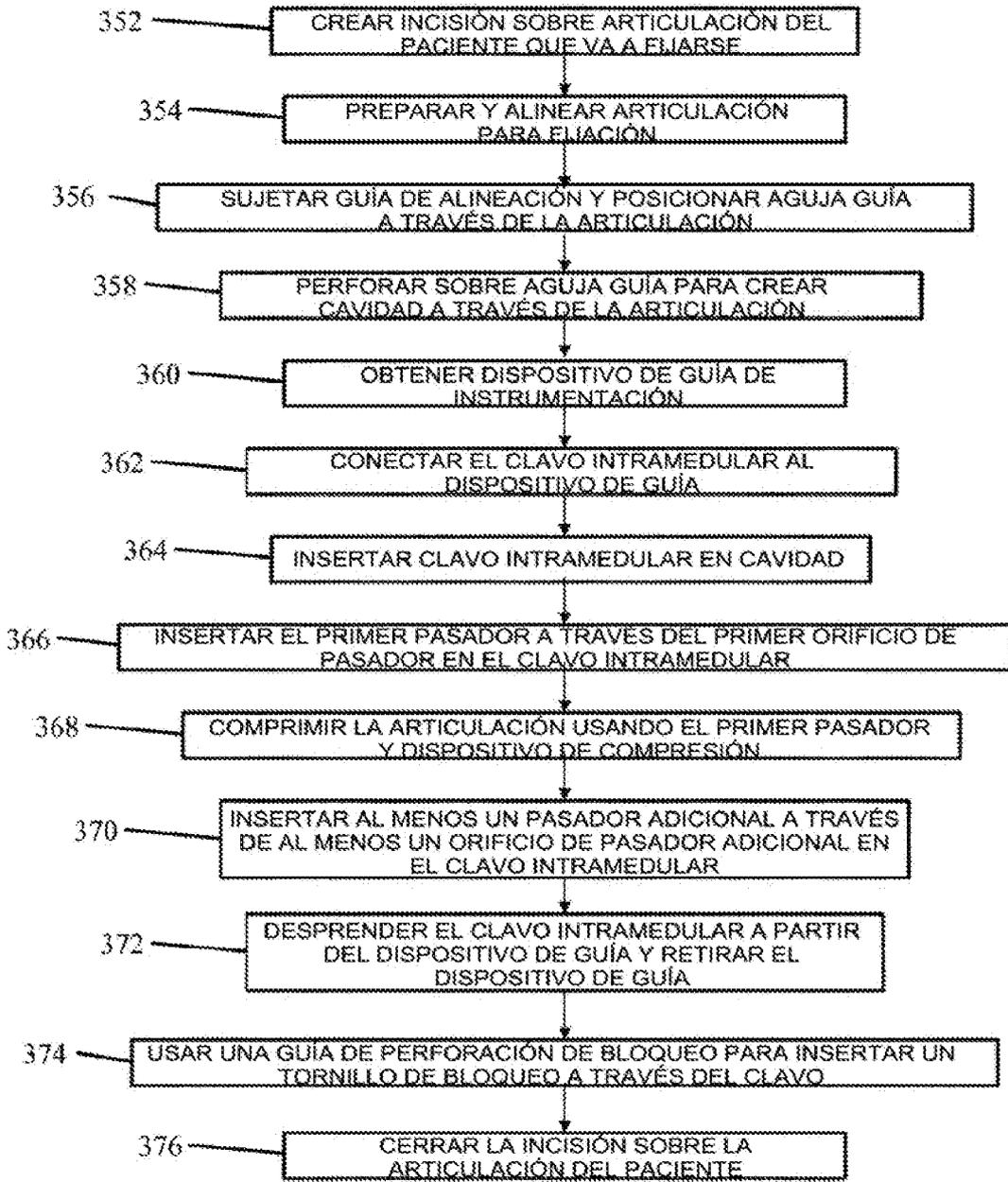


FIG. 55

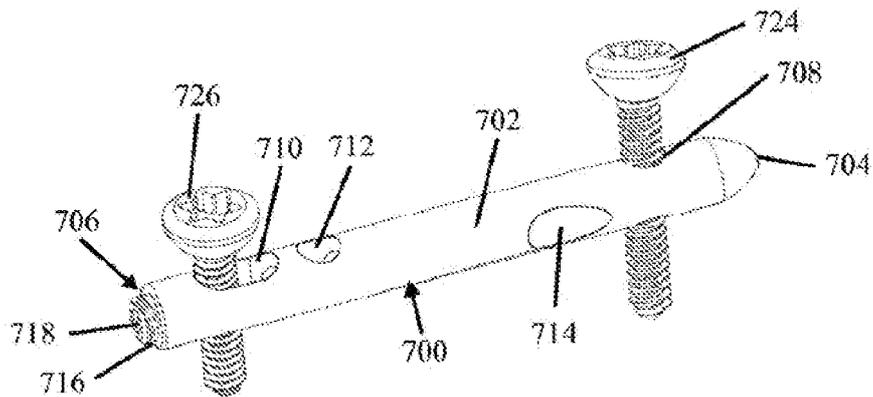


FIG. 56

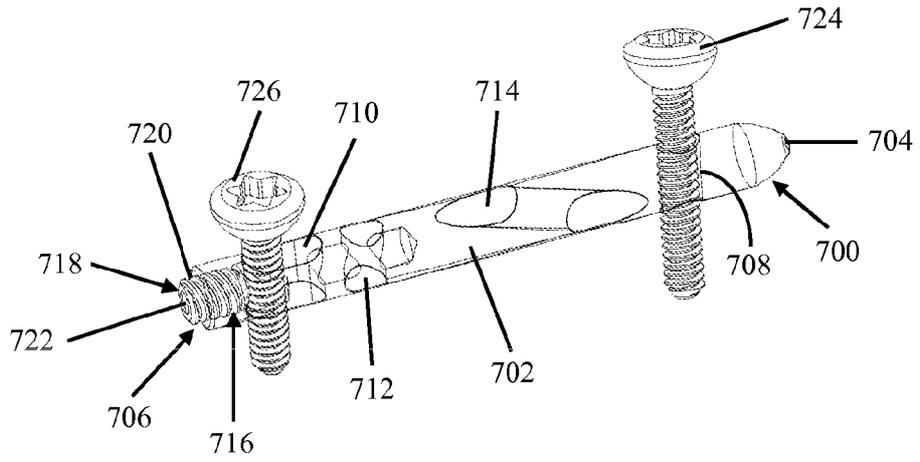


FIG. 57

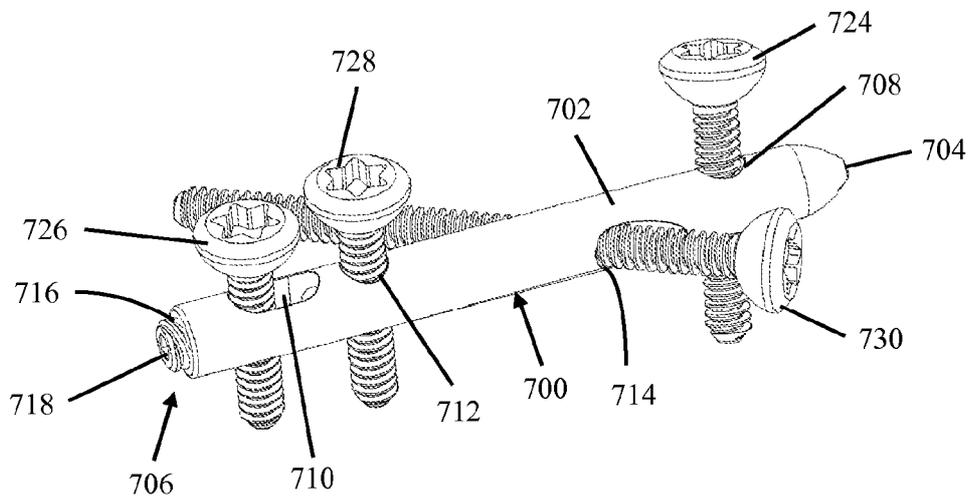


FIG. 58

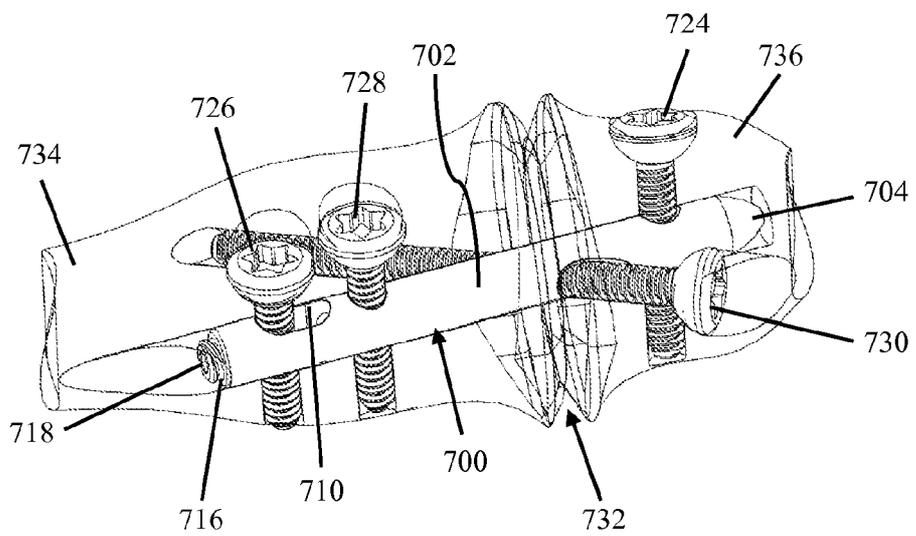


FIG. 59