

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 428 519**

51 Int. Cl.:

A61B 17/80 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2008 E 11178569 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2013 EP 2397094**

54 Título: **Sistema de fijación de fracturas de codo**

30 Prioridad:

02.11.2007 US 985000 P

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

08.11.2013

73 Titular/es:

**BIOMET C.V. (100.0%)
57/63 Line Wall Road
Gibraltar, GI**

72 Inventor/es:

**SIXTO, ROBERT JR;
KORTENBACH, JUERGEN A;
FRANCESE, JOSE LUIS;
AVUTHU, SRAVANTHI;
SANDERS, ROY;
WICH, MICHAEL;
STEINMANN, SCOTT y
THOMAS, KYLE B**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 428 519 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 de fijación de fracturas de codo

Esta invención se relaciona con dispositivos quirúrgicos para la fijación interna de huesos fracturados, y más particularmente, para placas y aseguradores de huesos.

5 Antecedentes de la invención

Los tres huesos largos de la extremidad superior son el húmero, radio y ulna. La porción distal del húmero y las porciones proximales del radio y de la ulna forman la articulación del codo. Las fracturas de codo representan solo aproximadamente 5 a 8% de todas las fracturas y ocurren más comúnmente en personas mayores como resultado de una caída. El resultado funcional de las fracturas de codo incluye frecuentemente altas tasas de rigidez articular, pérdida del rango de movimiento y no unión.

10

Los cirujanos ortopédicos generalmente siguen ciertos principios para la fijación interna apropiada de los huesos de la articulación del codo. Cada tornillo utilizado para unir la placa al hueso debe ser tan largo como sea posible y enganchar tantos fragmentos articulares como sea posible. Los tornillos deberían asegurarse a la placa e interdigitarse para crear una estructura de "ángulo fijo". La placa debe ser fuerte y suficientemente rígida para no romperse o doblarse bajo carga. Adherirse a estos principios para la reparación de fracturas de codo es particularmente desafiante dada la dificultad del procedimiento quirúrgico y la variación anatómica entre pacientes.

15

Además, una placa ósea unida a la superficie de un hueso fracturado de la articulación del codo puede tender a permanecer "sobresaliente" de la superficie ósea. Las placas disponibles actualmente no encajan bien sobre la superficie de los huesos sin tener impacto sobre el tejido blando u obstruir la articulación natural de la articulación. Una forma de placa ósea, incluso si está provista para cada tipo de fractura de codo y en tamaños diferentes, no puede acomodarse a todas las diferencias anatómicas entre pacientes.

20

Aproximadamente la mitad de todas las fracturas de codos son fracturas radiales de la cabeza y aproximadamente una quinta parte involucra la fractura del cuello radial o del radio proximal. Debido a las consideraciones establecidas, los cirujanos generalmente prefieren no utilizar placas ósea para tratar el radio proximal fracturado. Dependiendo del grado de trituration de las fracturas de radio proximal, los cirujanos pueden usar en vez de ello fijaciones o tornillos y pasadores externos junto con terapia postoperatoria.

25

Las fracturas del coronoide, el cual está localizado en la ulna proximal, son típicamente pequeñas pero difíciles de tratar. Un tratamiento apropiado es importante puesto que la fractura coronoide puede tener un impacto fuerte sobre la estabilidad general del codo. La fijación tradicional de estas fracturas involucra la captura de fragmentos coronoides con tornillos o suturas que vienen del lado posterior de la ulna. Este tipo de fijación puede no ser estable lo suficientemente para resistir la fuerza de dislocación anterior fuerte del húmero distal.

30

El olécranon está localizado en el lado posterior del extremo proximal de la ulna y se articula en la fosa de olécranon. El olécranon no está cubierto con capas gruesas de tejido blando y es particularmente vulnerable a impactos externos y fracturas. El olécranon también es la localización de unión del músculo tríceps utilizado en la extensión del brazo y transfiere fuerzas muy altas.

35

Además de las fracturas del olécranon, el cirujano puede seccionar intencionalmente el olécranon desde la ulna proximal durante un procedimiento de osteotomía con el fin de reflejar el músculo tríceps, obteniendo por lo tanto acceso quirúrgico mejorado al húmero distal. Una vez que la reparación del húmero ha sido terminada, el cirujano puede utilizar una placa ósea para reunir el olécranon a la ulna proximal.

40

Las placas de fijación de fracturas disponibles para las partes medias, laterales y posterolaterales del húmero distal no coinciden consistentemente con el contorno de la superficie del hueso. Debido a las diferencias anatómicas entre pacientes, una configuración de placa ósea sencilla, como se proveía inicialmente al cirujano, probablemente no se conforme de manera perfecta con la superficie del hueso, incluso si esa placa ha sido diseñada específicamente para ese tipo particular de hueso. Por lo tanto, algunos fabricantes proveen numerosos tamaños y configuraciones de placas óseas para una porción particular de un hueso específico. Puesto que la selección de la placa adecuada involucra subjetividad, los resultados clínicos pueden no ser altamente consistentes.

45

Las placas de fijación propuestas previamente están divulgadas en US 6348052B1 y FR2631539A1 y se divulga una pluralidad de porciones retenedoras de ajuste con una pluralidad de miembros de puente que radian desde una porción de retención de asegurador compartida en US 2006/081553A1. En particular, en US 6348052B1, la cual se considera la técnica anterior más cercana, divulga una placa de fijación ósea que comprende una porción de distribución central con una pluralidad de dedos radiales integrales que se extienden desde la misma. La porción de distribución y los dedos pueden proveerse con aperturas configuradas apropiadamente a través de las cuales pueden ser atornilladas mediante tornillos quirúrgicos al hueso.

50

Resumen de la invención

La invención está definida en la reivindicación independiente, a la cual debe hacerse ahora referencia. En las subreivindicaciones se definen realizaciones ventajosas.

5 Un sistema de placas flexibles puede ser provisto de tal forma que se reconfigure fácilmente y con seguridad dentro del cuerpo del paciente (in situ) durante el procedimiento quirúrgico. El sistema puede ser reconfigurado sin distorsionar la forma de los orificios de aseguramiento del hueso en la placa, y de cualquier rosca dentro de los orificios. El sistema incluye y está adaptado para uso con herramientas de flexión in situ para reconfigurar la placa dentro del cuerpo del paciente durante el procedimiento quirúrgico.

10 Un sistema de placas y aseguradores óseos de bajo perfil puede proveerse para la fijación interna de los huesos fracturados del codo. La articulación del codo no está protegida con capas gruesas de tejido blando. Las placas del sistema tienen espesor mínimo y se conforma cercanamente a la superficie del hueso. Además, es muy importante que las cabezas de todos los aseguradores utilizados para unir la placa al hueso no sobresalgan significativamente, si es que lo hacen, por encima de la superficie superior de la placa. Una cabeza de asegurador "sobresaliente" puede llevar a irritación, inflamación u otros tipos de trauma del tejido blando que pueden causar complicaciones e incomodidad en el
15 paciente.

Un sistema de fijación de fracturas de codo puede proveerse de tal forma que incluyan también aseguradores de fijación para la unión de la placa ósea al hueso fracturado. En general, las funciones primarias de las diversas placas óseas del sistema (las cuales están adyacentes cerca a la articulación del codo) incluyen no solamente sostener los fragmentos de hueso juntos en alineamiento de curación, sino también en transferir las fuerzas de la metáfisis a la diáfisis del hueso fracturado mientras que el hueso está soldando. El sistema permite que la punta distal de un asegurador sea anclada en un hueso saludable, cortical, y la transferencia de fuerzas desde el hueso saludable a la placa, de tal manera que la placa logre apropiadamente la compartición de carga.
20

Puede proveerse un sistema para la fijación del codo que incluye un cierto número de aseguradores de fijación, teniendo cada uno una trayectoria óptima, directamente por debajo de la superficie de la articulación del hueso fracturado para crear un andamio para transferir fuerzas desde la superficie de articulación a la placa ósea.
25

Un sistema para la fijación interna de un hueso fracturado de una articulación de codo de un paciente tiene al menos una placa ósea, teniendo cada placa ósea una pluralidad de orificios y configurada para ajustar con una superficie anatómica del hueso fracturado. El sistema también tiene una pluralidad de aseguradores que incluyen al menos un asegurador de fijación para unir la placa ósea al hueso. Al menos uno de los orificios es un orificio roscado y el asegurador de fijación puede encajar en el orificio roscado.
30

El asegurador de fijación puede ser un asegurador de fijación de ángulo fijo o un asegurador de fijación multidireccional. El sistema también puede tener al menos un asegurador no fijador y el orificio roscado puede recibir el asegurador no fijador. El asegurador no fijador puede ser un asegurador de compresión multidireccional. La placa ósea también puede tener una pluralidad de orificios roscados y una pluralidad de guías perforadas. Cada guía perforada tiene un orificio dimensionado para guiar un taladro y una porción proximal que es enganchable con una herramienta para remoción de la guía de perforación desde el orificio roscado. Cada guía de perforación está preensamblada de manera removible en uno de la pluralidad de orificios roscados. El sistema también puede tener una primera herramienta de flexión y una segunda herramienta de flexión. Cada herramienta de flexión tiene una segunda barra alargada que tiene un mango y un extremo efector en un extremo de la barra alargada y adaptado para enganche removible de la guía de perforación.
35 Un usuario puede unir de manera removible la primera herramienta de flexión a una de las guías perforadas y la segunda herramienta de flexión a otra de las guías perforadas y luego simultáneamente aplicar una fuerza de palanca a cada una de la primera y segunda herramientas de flexión, reconfigurando de esta manera la placa ósea. La placa ósea del sistema puede ser al menos una de una placa radial para fijación del hueso radial proximal, una placa de olécranon para la fijación del olécranon del hueso de ulna proximal y una placa coronoide para la fijación del proceso coronoide de un hueso de ulna proximal, una placa lateral para fijación del hueso del húmero distal lateral, una placa media para la fijación del hueso del húmero distal medio, y la placa posterolateral para fijación del hueso del húmero distal posterolateral.
40
45

De acuerdo con un ejemplo del sistema, una placa ósea para el radio proximal tiene un cuerpo rígido con extremos proximales y distales que definen un eje longitudinal, un borde medio y un borde lateral. La placa ósea también tiene un primer brazo que se extiende desde el cuerpo rígido. El primer brazo tiene un primer elemento de anillo unido al cuerpo mediante un elemento de puente curvado flexible. El cuerpo rígido tiene un orificio central y el primer elemento de anillo incluye un primer orificio. Cada uno de los orificios centrales y primeros puede recibir un asegurador para unir la placa ósea al hueso.
50

Con referencia a la placa ósea para el radio proximal, el orificio central puede ser roscado y define un eje central, el primer orificio puede ser roscado y define un primer eje roscado. El primer brazo puede extenderse desde el cuerpo rígido proximal medio, y el primer puente flexible curvado puede ser unido al borde medio del cuerpo rígido. La placa ósea también puede tener un segundo brazo que se extiende de manera proximal-lateral desde el cuerpo rígido e incluye un segundo elemento de anillo unido al borde lateral del cuerpo rígido mediante un segundo elemento de puente
55

flexionable curvado, incluyendo el segundo elemento de anillo un segundo orificio que tiene una rosca que define un segundo eje roscado. La placa ósea también puede tener un tercer brazo que se extiende proximalmente desde el cuerpo rígido e incluye un tercer elemento de anillo unido al extremo proximal del cuerpo rígido mediante un tercer elemento de puente, incluyendo el tercer elemento de puente un tercer orificio roscado que define un tercer eje roscado. El primero, segundo y tercer brazos forman una estructura similar a un tenedor y el primero, segundo y tercer ejes roscados convergen pero no se intersectan. La placa ósea también puede tener un cuarto brazo que se extiende distalmente desde el cuerpo rígido. El cuarto brazo puede tener un cuarto elemento de anillo unido al extremo distal del cuerpo rígido, teniendo el cuarto elemento de anillo un cuarto orificio roscado que define un cuarto eje roscado. La placa ósea también puede tener una primera, una segunda, una tercera y una guía de perforación para ser ensamblada en el orificio primero, segundo, tercero y central, respectivamente. Cada uno de los primeros elementos del puente curvado, segundos curvado y terceros curvados es menos rígido que el cuerpo rígido, pero juntos preferiblemente tienen una rigidez combinada que se aproxima a la rigidez del cuerpo rígido. Cada una de las primera, segunda y tercera guías de perforación está adaptada para la aplicación de una herramienta de flexión, de tal forma que un usuario puede utilizar un par de herramientas de flexión para aplicar una fuerza de palanca para reconfigurar cualquiera del primero, segundo y tercer brazos. La placa ósea también puede tener un quinto brazo que se extiende distalmente desde el cuarto elemento de anillo. El quinto brazo puede tener un quinto elemento de anillo unido al extremo distal del cuerpo rígido mediante un quinto elemento de puente flexible. El quinto elemento de anillo puede tener un quinto orificio roscado para recibir un asegurador, y tener una quinta guía de perforación preensamblada en el quinto orificio. Cada uno del cuarto y quinto elemento de puente flexible es menos rígido que el cuerpo rígido, y cada una de la cuarta y quinta guías de perforación está adaptada para la aplicación de una herramienta de flexión, de tal manera que un usuario puede utilizar un par de herramientas de flexión para aplicar una fuerza de palanca para reconfigurar cualquiera de los cuarto y quinto brazos. El cuarto y quinto elementos de puente flexibles también pueden ser fragmentables, de tal forma que un usuario puede utilizar el par de herramientas de flexión para aplicar una fuerza de palanca para fracturar por fatiga el cuarto elemento de puente flexible con el fin de retirar el cuarto y quinto brazos, y aplicar una fuerza de palanca para fracturar por fatiga el quinto puente flexible con el fin de retirar el quinto brazo.

De acuerdo con un ejemplo del sistema, las placas óseas para las superficies lateral y media del húmero distal tienen cada una una porción de cuerpo rígido con sustancialmente el mismo espesor. La porción rígida de cada una de las placas media y lateral tienen un extremo distal, un extremo proximal, una superficie superior, una superficie inferior, un borde medio y un borde lateral opuesto. Las placas también tienen una pluralidad de orificios que se extienden entre las superficies superior e inferior, cada uno de los orificios para recibir un asegurador para unir la placa ósea al hueso. La placa ósea lateral también tiene al menos un pie que se extiende desde un borde hacia abajo hacia la superficie ósea para ayudar en el posicionamiento de la placa ósea sobre la superficie ósea.

Con referencia aún a la placa ósea para las superficies lateral y media del húmero distal, las placas óseas pueden también tener cada una un primer elemento unido al extremo distal de la porción corporal rígida mediante un primer elemento de puente flexible que está alineado longitudinalmente a lo largo de uno de los bordes medio y lateral de la porción del cuerpo rígido, y el primer segmento incluye un orificio roscado para recibir uno de los aseguradores. Las placas óseas pueden tener también un borde proximal del primer segmento, y el borde proximal del extremo distal del cuerpo rígido está espaciado separado y define una brecha, y la brecha incluye una abertura de garganta adyacente al primer elemento de puente flexible y está configurado para guiar un alambre K que pasa a través del mismo. Las placas óseas también pueden tener cada una un segundo segmento unido al borde distal del primer elemento mediante un segundo elemento de puente flexible que está longitudinalmente alineado con el primer elemento de puente flexible, y el segundo elemento incluye un orificio roscado para recibir uno de los aseguradores. Las placas óseas también pueden tener cada una una o más ranuras alargadas para recibir un asegurador por compresión, y la longitud de la ranura es mayor que la anchura de la ranura y la longitud está orientada en la dirección longitudinal de la respectiva placa ósea. La placa lateral incluye recesiones en la superficie inferior de la placa en al menos un lado, y preferiblemente ambos lados, de la ranura alargada para permitir el paso para la angulación del tornillo a través del centro del hueso para un ajuste mejorado de los tornillos. El espesor de la porción del cuerpo rígido sobre el lado medio respectivo y los lados laterales de las ranuras pueden ser también más delgados que el espesor promedio de la porción de cuerpo rígido para cada una de las placas medias y laterales. Las placas óseas también pueden tener una abertura en forma de cristal de reloj que se extiende entre las superficies superior e inferior y la abertura en forma de cristal de reloj tiene dos extremos, cada uno de los cuales está configurado para guiar un alambre K que pasa a través de las mismas. El extremo proximal de cada una de las placas óseas también puede ser ahusado. El espesor del primer elemento de puente también puede ser menor que el espesor de la porción de cuerpo rígido. La placa ósea también puede tener un orificio roscado distal cerca al extremo distal del cuerpo rígido, una guía de perforación alta distal preensamblada en el orificio roscado distal, y una primera guía de perforación alta preensamblada en el primer orificio roscado. Las guías distal y primera guía alta pueden ser adaptadas para la aplicación de una herramienta de flexión, de tal manera que un usuario puede utilizar un par de herramientas de flexión para aplicar una fuerza de palanca para reconfigurar el primer puente flexionable, reposicionando por lo tanto el primer elemento en una orientación deseada con respecto al hueso. La placa ósea también puede tener una pluralidad de orificios roscados proximales localizados en la porción de cuerpo rígido cerca al extremo proximal, y una pluralidad similar de guías de perforación cortas, y cada uno de los orificios roscados proximales está preensamblado con una de las guías de perforación cortas.

De acuerdo con un ejemplo del sistema, una placa ósea para la superficie posterolateral del húmero distal tiene un cuerpo con un espesor sustancialmente superior a la placa media (mayor que el 50% de espesor). El cuerpo tiene un extremo proximal, un extremo distal y un eje curvilíneo longitudinal que se extiende entre ellos. Un primer brazo y un segundo brazo se extienden desde el extremo proximal en lados opuestos del eje longitudinal, formando por lo tanto

una configuración en Y y un tercer brazo se extiende transversalmente desde el eje longitudinal para extenderse parcialmente alrededor del lado lateral del húmero distal. El primero, segundo y tercer brazos incluyen cada uno un elemento de anillo que tiene un orificio y están unidos al cuerpo por elementos de puente flexibles respectivos. El cuerpo incluye orificios roscados y una ranura alargada, cada uno de los cuales puede ser localizado a lo largo del eje longitudinal. La ranura puede ser configurada para recibir un asegurador de compresión. Cada uno de los orificios roscados está configurado para recibir uno de los aseguradores. Los orificios roscados pueden ser preensamblados con una pluralidad de guías de perforación, con un orificio proximal que recibe una guía de perforación corta. De la misma forma que sucede con las placas lateral y media, el cirujano puede hacer coincidir cercanamente la forma de la placa posterolateral a la superficie del hueso y redirigir las trayectorias de los aseguradores para capturar fragmentos de hueso y evitar líneas de fractura y otros aseguradores.

De acuerdo con un ejemplo del sistema, las placas medias y laterales pueden ser utilizadas juntas en una metodología quirúrgica que posiciona las placas en una configuración relativamente paralela en lados opuestos del hueso húmero distal. Alternativamente, las placas media y posterolateral pueden ser utilizadas juntas en una metodología quirúrgica que posiciona las placas en una configuración relativamente octogonal sobre el hueso húmero distal. En cualquier configuración, el sistema resultante de placas tiene una rigidez y está sustancialmente similar sobre el hueso húmero distal.

De acuerdo con un ejemplo del sistema, una placa ósea para el coronoide tiene una pluralidad de elementos de anillo que incluyen un elemento de anillo central, teniendo cada uno de los elementos de anillo un orificio roscado para recibir un asegurador de fijación. La placa ósea también tienen una pluralidad de elementos de puente flexibles que interconectan los elementos de anillo y la pluralidad de los elementos de anillo está dispuesta en una pluralidad de brazos que se extienden radialmente desde el elemento de anillo central.

Aún con referencia a la placa ósea para el coronoide, la pluralidad de brazos puede incluir un primer brazo que se extiende distalmente desde el elemento de anillo central, un segundo brazo que se extiende por vía media desde el elemento de anillo central y un tercer brazo que se extiende lateralmente desde el elemento de anillo central. El primer brazo puede tener tres de la pluralidad de elementos de anillo espaciados con separación y dispuestos linealmente, y el segundo brazo puede tener uno de la pluralidad de elementos de anillo, y el tercer brazo puede tener uno de la pluralidad de elementos de anillo. La placa ósea puede tener también un elemento de refuerzo unido a uno de la pluralidad de elementos de anillo mediante un elemento de red flexible y el elemento de red flexible es reconfigurable in situ de tal manera que el elemento de refuerzo pueda apoyarse sobre la superficie ósea. El elemento de refuerzo puede extenderse proximalmente desde el elemento de anillo central. El elemento de refuerzo también puede extenderse por vía media desde el elemento de anillo del segundo brazo. La placa ósea también puede tener una pluralidad de guías de perforación, y cada uno de los elementos de anillo es preensamblado con una de las guías de perforación, las guías de perforación pueden ser unidas de manera removible a una herramienta flexible, de tal manera que un usuario pueda utilizar un par de herramientas de flexión para aplicar una fuerza de palanca para reconfigurar, in situ, cada uno de los primero, segundo y tercer brazos.

De acuerdo con un ejemplo del sistema, una placa ósea para el olécranon tiene una porción de cuerpo que tiene un extremo distal, un extremo proximal, un eje longitudinal, un borde medio y un borde lateral. La placa ósea tiene también una porción de cabeza posicionada transversalmente sobre el extremo distal de la porción de cuerpo. La placa ósea también tiene un brazo proximal que se extiende proximalmente desde la porción de cabeza e incluye un elemento proximal de anillo unido a la porción de cabeza mediante un elemento de puente flexible proximal, de tal manera que el brazo proximal es reconfigurable en un plano sagital que contiene el eje longitudinal y perpendicular a la superficie superior. La placa ósea tiene también una pluralidad de orificios roscados, y cada orificio roscado define un eje roscado y puede recibir un asegurador de fijación de ángulo fijo para unir la placa ósea al hueso.

Aún con referencia a la placa ósea para el olécranon, el elemento de anillo proximal puede tener al menos un orificio roscado, y la porción de cuerpo puede tener una pluralidad de orificios roscados alineados longitudinalmente y la porción de cabeza puede tener dos orificios roscados alineados transversalmente. Los dos ejes roscados de la porción de cabeza están separados transversalmente del eje roscado del elemento de anillo proximal, de tal manera que cuando el brazo proximal se reconfigura en el plano sagital en una dirección para dar como resultado el eje roscado del elemento de anillo proximal convergente con los dos ejes roscados de la porción de cabeza, el eje roscado del elemento de anillo proximal pasa entre los dos ejes roscados de la porción de cabeza. La placa ósea también puede tener un brazo medio que se extiende por vía media desde la porción de cuerpo e incluye un elemento de anillo medio unido al borde medio de la porción de cuerpo mediante un elemento de puente flexible medio. La placa ósea también puede tener un brazo lateral que se extiende lateralmente desde la porción de cuerpo (opuesta al brazo medio, en donde se provee) e incluye un elemento de anillo lateral unido al borde lateral de la porción de cuerpo mediante un elemento de puente flexible lateral, y cada uno de los elementos de anillo medio y lateral pueden tener un orificio roscado que define un eje roscado para recibir un asegurador de fijación de ángulo fijo. Los elementos de puente medio y lateral están configurados de tal manera que los ejes a través de los orificios de los elementos de anillo medio y lateral convergen generalmente uno hacia otro pero no se extienden dentro de un plano común. La placa ósea también puede tener una pluralidad de guías de perforación, en donde cada uno de los orificios roscados es preensamblado con una de las guías de perforación. Las guías de perforación pueden ser unidas de manera removible a una herramienta flexible, de tal manera que un usuario pueda utilizar un par de herramientas flexibles para aplicar una fuerza de palanca para reconfigurar, in situ, cada uno de los brazos medio, lateral y proximal. La placa ósea también puede tener una ranura en la porción de cuerpo para recibir un asegurador de compresión no fijador.

De acuerdo con un ejemplo del sistema, una placa ósea tiene un orificio ahusado roscado configurado para recibir un asegurador de fijación de ángulo fijo que tiene una cabeza ahusada, roscada para engancharse al orificio ahusado roscado para unir la placa ósea al hueso, definiendo el orificio roscado un eje de orificio. El sistema también tiene un asegurador de compresión multidireccional para inserción en el orificio roscado ahusado para unir la placa ósea al hueso. El asegurador de compresión multidireccional tiene una porción de flanco alargado que tiene extremos proximal y distal y define un eje asegurador. El asegurador de compresión multidireccional también tiene una cabeza suave conformada frustocónicamente con un extremo de diámetro largo y un extremo de diámetro pequeño, y el extremo de diámetro pequeño está unido al extremo proximal de la porción de flanco y el extremo de diámetro grande tiene un borde circular periférico que define una cara proximal con un receso para recibir una herramienta de guía. El asegurador de compresión multidireccional puede ser insertado completamente en el orificio ahusado, roscado, de tal manera que la cabeza suave conformada frustocónicamente se comprime contra el orificio ahusado roscado y el eje del asegurador y el eje del orificio definen un ángulo de inserción.

Aún con referencia al asegurador de compresión multidireccional, el flanco elongado puede estar al menos parcialmente roscado para enganchar en el hueso. El ángulo de inserción puede variar desde 0 hasta aproximadamente 15 grados y puede estar contenido en cualquier plano que contiene el eje del orificio. El borde circular periférico también puede tener un radio externo. La cabeza suave conformada frustocónicamente puede definir un ángulo incluido de aproximadamente 42 grados centrado en el eje asegurador. El sistema también puede tener una ranura que se extiende a través del espesor de la placa ósea, y la ranura está dimensionada y configurada para recibir un tornillo convencional de compresión que tiene una cabeza esférica. El sistema también puede tener una empaquetadura para recibir el asegurador de compresión multidireccional. La empaquetadura tiene un orificio a través de la misma para recibir el asegurador de compresión multidireccional y una superficie externa dimensionada y conformada de manera similar a la cabeza esférica del tornillo de compresión convencional, de tal manera que el asegurador de compresión multidireccional y la empaquetadura pueden ser utilizados en combinación con la ranura de una manera similar a un tornillo de compresión convencional para ayudar en la reducción de la fractura del hueso y para unir la placa ósea al hueso. Una porción del orificio de la empaquetadura puede ser conformada cónicamente, de tal manera que la cara proximal del asegurador de compresión multidireccional fluya aproximadamente con la parte superior de la empaquetadura cuando se inserta completamente en la empaquetadura. En un ejemplo preferido, el tornillo y la empaquetadura son enganchables entre sí de tal manera que pueden ser manejados juntos como una unidad durante un procedimiento quirúrgico.

De acuerdo con un ejemplo del sistema, el sistema tiene una placa ósea que tiene un orificio roscado que define un eje roscado para recibir un asegurador de fijación de ángulo fijo. El sistema también tiene una guía de perforación preensamblada en el orificio roscado, incluyendo la guía perforada un orificio de guía perforada dimensionada para guiar una perforación de hueso. El sistema tiene también una herramienta de inserción que tiene un cuerpo cilíndrico con extremos distal y proximal y un eje longitudinal que se extiende entre ellos. El cuerpo cilíndrico tiene una superficie de agarre para sostener la herramienta de inserción durante el uso. El cuerpo cilíndrico también tiene un orificio longitudinal que se extiende entre los extremos distal y proximal y está dimensionado para guiar un alambre K y el extremo distal está configurado para ser unido de manera removible a la guía de perforación de tal manera que el orificio longitudinal se alinee con el eje roscado. El extremo distal de la herramienta de inserción también puede ser fijado de manera segura en la guía de perforación, de tal manera que el usuario puede utilizar el cuerpo cilíndrico como asa para manipular la placa ósea durante el procedimiento quirúrgico.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista anterior (frontal) de los huesos de la articulación de un codo humano;

La figura 2 es una vista posterior (trasera) de los huesos de la articulación de un codo humano;

La figura 3 es una vista en perspectiva superior de una placa para radio proximal;

La figura 3A es una vista en perspectiva superior de una versión más pequeña de una placa de radio proximal;

La figura 4 es una vista en perspectiva inferior de la placa de radio proximal de la figura 3;

La figura 5 es una vista en perspectiva de un par de herramientas de flexión tal como pueden ser aplicadas in situ para reconfigurar la placa de radio proximal de la figura 3;

La figura 6 es una vista en perspectiva de las herramientas de flexión de la figura 5 tal como pueden ser aplicadas alternativamente in situ para reconfigurar la placa de radio proximal de la figura 3;

La figura 7 es una vista en perspectiva inferior de la placa de radio proximal de la figura 3 con una pluralidad de aseguradores insertados completamente;

La figura 8 es un marco de alambre, vista lateral de la placa de radio proximal de la figura 3 unida con una pluralidad de aseguradores del radio proximal;

ES 2 428 519 T3

- La figura 9 es una vista en perspectiva superior media de una placa lateral para el húmero distal;
- La figura 10 es una vista en perspectiva lateral superior de la placa lateral de la figura 9;
- La figura 11 es una vista en perspectiva inferior de la placa lateral de la figura 9;
- La figura 12 es una vista en perspectiva superior de una placa media para el húmero distal;
- 5 La figura 13 es una vista en perspectiva inferior de la placa media de la figura 12;
- La figura 14 es una vista anterior transparente del húmero distal con las placas lateral y media de la figuras 11 y 12 unidas al mismo mediante una pluralidad de aseguradores;
- La figura 15A es una vista en perspectiva superior de una placa posterolateral para el húmero distal;
- La figura 15B es una vista en perspectiva inferior de la placa posterolateral de la figura 15A;
- 10 La figura 16 es una vista en perspectiva superior de la placa posterolateral de la figura 15A, mostrada pero ensamblada con una pluralidad de primeras guías de perforación;
- La figura 17 es una vista en perspectiva superior de la placa posterolateral de la figura 15A, mostrada con una pluralidad de aseguradores insertados completamente;
- 15 La figura 18 es un dibujo de un marco de alambre de la placa posterolateral de la figura 15A unida a la superficie posterolateral del húmero distal;
- La figura 18A es una vista posterior transparente del húmero distal con las placas media y posterolateral de las figuras 12 y 15A unidas a la misma mediante una pluralidad de aseguradores;
- La figura 19 es una vista en perspectiva superior de una placa coronoide;
- La figura 20 es una vista en perspectiva inferior de la placa coronoide de la figura 19;
- 20 La figura 21 es una vista en marco de alambre de la placa coronoide de la figura 19 unida al coronoide de la ulna proximal;
- La figura 22 es una vista transparente de la placa coronoide de la figura 19 unida al coronoide de la ulna proximal;
- La figura 23A es una vista en perspectiva superior de una placa de olécranon;
- La figura 23B es una vista en perspectiva inferior de la placa de olécranon de la figura 23A;
- 25 La figura 23C es una vista en perspectiva inferior de la placa de olécranon de la figura 23A, que incluye una pluralidad de aseguradores insertados completamente;
- La figura 24 es una vista en perspectiva de la placa de olécranon de la figura 23A preensamblada con una pluralidad de primeras guías de perforación de la figura 41;
- 30 La figura 25 es una vista lateral transparente de la placa de olécranon de la figura 23A unida al olécranon de la ulna proximal;
- La figura 26 es una vista en perspectiva superior de otro ejemplo de una placa de olécranon;
- La figura 27 es una vista de extremo de cabeza de un tornillo de compresión convencional;
- La figura 28 es una vista lateral del tornillo de compresión de la figura 27;
- La figura 29 es una vista de extremo de cabeza de un tornillo de aseguramiento multidireccional;
- 35 La figura 30 es una vista lateral del tornillo de aseguramiento multidireccional de la figura 29;
- La figura 31 es una vista en sección transversal del tornillo de aseguramiento multidireccional de la figura 29 insertado en un orificio roscado de una placa ósea;

ES 2 428 519 T3

La figura 32 es una vista en perspectiva de un tornillo de aseguramiento de ángulo fijo;

La figura 33 es una vista de extremo de cabeza del tornillo de fijación de ángulo fijo de la figura 32;

La figura 34 es una vista en sección transversal detallada de la porción proximal del tornillo de fijación en ángulo fijo de la figura 32;

5 La figura 35 es una vista en perspectiva de un tornillo de compresión multidireccional;

La figura 36 es una vista detallada en sección transversal del tornillo de compresión multidireccional de la figura 35;

La figura 37 es una vista detallada en sección transversal del tornillo de compresión multidireccional de la figura 35 insertado en una placa ósea en un ángulo de inserción C;

10 La figura 38 es una vista detallada en sección transversal del tornillo de compresión multidireccional de la figura 35 insertado en una placa ósea en un ángulo de inserción de cero;

La figura 39 es una vista en perspectiva de una empaquetadura para uso con el tornillo de compresión multidireccional de la figura 35;

La figura 40 es una vista en sección transversal de la empaquetadura y del tornillo de compresión multidireccional de la figura 39 ensamblados en una ranura de la placa ósea en un ángulo de inserción F;

15 La figura 41 es una vista en perspectiva de una primera guía de perforación que puede ser preensamblada en un orificio ahusado roscado de una placa ósea;

La figura 42 es otra vista en perspectiva de la primera guía de perforación mostrada en la figura 41;

La figura 43 es una vista en perspectiva de una segunda guía de perforación que puede ser preensamblada en un orificio ahusado roscado de una placa ósea;

20 La figura 44 es otra vista en perspectiva de la segunda guía de perforación mostrada en la figura 43;

La figura 45 es una vista en perspectiva de la primera guía de perforación de la figura 41 y la segunda guía de perforación de la figura 43 preensambladas en la porción distal de la placa ósea mostrada;

La figura 46 es una vista en perspectiva de una porción distal de un primer ejemplo de una herramienta flexible;

25 La figura 47 es una vista en perspectiva de un primer ejemplo de un par de herramientas de flexión mostradas en la figura 46 tal como pueden ser utilizadas para reconfigurar la placa ósea mostrada en la figura 48 en un plano x-y;

La figura 48 es una vista en perspectiva del par de herramientas de flexión mostrada en la figura 47 tal como pueden ser utilizadas para reconfigurar la placa ósea en un plano y-z;

La figura 49 es una vista en perspectiva de una primera herramienta de flexión de un segundo ejemplo de un par de herramientas de flexión;

30 La figura 50 es una vista en perspectiva de una segunda herramienta de flexión del segundo ejemplo de un par de herramientas de flexión;

Las figuras 51 A-C son vistas en perspectiva del par de herramientas de flexión mostrado en las figuras 49 y 50 tal como pueden ser utilizados para reconfigurar la placa ósea en un plano y-z;

La figura 52 es una vista en elevación lateral de una herramienta de inserción de alambre K;

35 La figura 53 es una vista en perspectiva de la herramienta de inserción del alambre K mostrado en la figura 52; y

La figura 54 es una vista en sección transversal de la porción distal de la herramienta de inserción del alambre guía de la figura 52 unido de manera removible a la primera guía de perforación mostrada en la figura 41.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

40 La figura 1 es una vista anterior (frontal) y la figura 2 es una vista posterior (trasera) de los huesos de la articulación 10 del codo humano: el húmero distal 12, el radio proximal 14 y la ulna proximal 16. El húmero distal 12 incluye la fosa coronoide 18, el capitellum 20, la tróclea 22, el epicóndilo 24 medio y el epicóndilo 26 lateral, y la fosa de olécranon 28

entre ellos. El radio proximal 14 incluye la cabeza radial 30. La ulna proximal 16 incluye el proceso coronoide 32 (figura 1) y el olécranon 34 (figura 2) que articula con la fosa de olécranon 28 entre los epicóndilos 24, 26, lateral y medio del húmero distal 12. Cada uno del húmero distal 12, radio proximal 14 y ulna proximal 16 son susceptibles de una gran variedad de fracturas, tales como durante una caída.

- 5 Un sistema para la reparación de fracturas de codo puede incluir una pluralidad de placas óseas anatómicamente específicas y una pluralidad de aseguradores para la unión de las placas al hueso. El sistema puede incluir una placa de radio proximal para reparación del radio proximal. El sistema puede también incluir una placa lateral, una placa media y una placa posterolateral para reparación del húmero distal. El sistema puede incluir adicionalmente una placa de olécranon y una placa coronoide para reparación de la ulna proximal.
- 10 Aunque cada una de las placas óseas del sistema descrito aquí están diseñadas para encajar cercanamente con las superficies óseas específicas de la articulación del codo, las placas comparten numerosas ventajas en comparación con las placas convencionales. Por ejemplo, cada una de las placas tiene porciones que son configurables in situ, de tal forma que el cirujano puede alterar la forma de la placa ósea cuando está posicionada sobre el hueso para ajustarla más cercanamente y soportar la superficie ósea. Esto también permite evitar fragmentos o intersección de otras trayectorias de aseguradores. Para facilitar la reconfiguración in situ de la placa utilizando herramientas flexibles, así como para facilitar la perforación de orificios para la inserción rápida de los aseguradores de hueso, cada una de las placas descritas aquí pueden ser ensambladas con una pluralidad de guías de perforación, tal como la de una primera guía 1400 de perforación, mostrada en la figura 41, una segunda guía 1500 de perforación mostrada en la figura 43, o una combinación de las mismas.
- 15
- 20 Cada una de las placas del sistema descrito aquí pueden ser formadas a partir de cualquiera de los numerosos materiales conocidos en la técnica, incluyendo acero inoxidable, titanio y una aleación de titanio tal como Ti-6Al-4V. Cada una de las placas es maquinada preferiblemente a partir de una barra redonda sólida de Ti-6Al-4V-ELI en la condición completamente fusionada. Cada placa es maquinada hasta su forma anatómica respectiva, descrita más adelante, para asegurar un mínimo endurecimiento por el trabajo. Después de la maquinación, las partes son pulidas y
- 25 anodizadas. El material de placa resultante es completamente "suave" y permite la conformación in situ sin fractura de la placa, como se describe en detalle más adelante. En general, cada una de las placas descritas aquí son significativamente más delgadas que las placas disponibles actualmente para los mismos tipos de fracturas, a la vez que mantienen la rigidez apropiada para soportar el hueso fracturado respectivo. Además, cada uno de los aseguradores provistos para unir las placas óseas al hueso descritos aquí (figuras 28 a 38) tienen un diseño de bajo perfil, esto es, la cabeza de cada asegurador está configurada para asentarse de manera relativamente fluida a la superficie superior de la placa, con lo cual se minimiza el trauma a los tejidos blandos circundantes.
- 30
- Cada una de las placas óseas del sistema descrito aquí incluye una pluralidad de orificios, en donde cada orificio puede ser configurado para recibir cualquiera de los aseguradores de hueso mostrados en las figuras 28 a 40, incluyendo un
- 35 tornillo de compresión estándar 700 mostrado en la figura 28, un tornillo 1100 de aseguramiento de ángulo fijo mostrado en la figura 32, un tornillo 1000 de aseguramiento multidireccional mostrado en la figura 30, un tornillo 1200 de compresión multidireccional mostrado en la figura 35, y un tornillo 1200 de compresión multidireccional con empaquetadura 1300 mostrada en la figura 40. Cada una de las placas del sistema descrito aquí incluye al menos un orificio para recibir un asegurador de fijación, tal como un tornillo 1100 de aseguramiento de ángulo fijo y un tornillo 1000 de aseguramiento multidireccional.
- 40 Los experimentados en la técnica reconocerán que aunque las placas óseas están descritas para la aplicación de fracturas específicas de codo, cada una de las placas óseas, aseguradores, instrumentos y métodos descritos aquí pueden ser modificados fácilmente para aplicación a otros huesos u otros tipos de fracturas óseas.

Placa ósea para el radio proximal

- 45 La figura 3 es una vista en perspectiva de una superficie 101 superior y la figura 4 es una vista en perspectiva de una superficie 103 inferior de una placa ósea 100 para el radio proximal, también denominada placa radial 100. La placa radial 100 tiene un cuerpo rígido 102 y un extremo proximal 104, un extremo distal 106, una superficie superior 101, una superficie inferior 103 que define un eje longitudinal 108 que tiene una porción proximal convexa. El cuerpo rígido 102 tiene un borde medio 110 y un borde lateral 112. La placa radial 100 puede ser conformada simétricamente como se muestra en la figura 3, de tal manera que puede ser utilizada tanto en el codo derecho como en el izquierdo, como se describe en más detalle más adelante. El cuerpo rígido 102 también incluye un primer orificio 176 central y un segundo orificio 186 central, extendiéndose cada uno entre la superficie superior 101 y la superficie inferior 103 para recibir un
- 50 asegurador de hueso para unir la placa radial 100 al hueso. Un primer brazo 120 se extiende de manera proximal-media desde el cuerpo rígido 102 e incluye un primer elemento de anillo 122 y un primer elemento 124 de puente flexible unido al borde 110 medio del cuerpo rígido 102. El elemento de anillo 122 tiene un primer orificio 126 para recibir un
- 55 asegurador de hueso. El primer elemento 124 de puente flexible está curvado de tal manera que el primer brazo 120 se extienda inicialmente desde el cuerpo rígido 102 en la dirección media, y luego finalmente en la dirección proximal. La cantidad de curvatura mostradas en las figuras 3 y 4 del primer brazo 120 es aproximadamente 90 grados y no dentro de un plano sencillo, aunque la curvatura puede variar. La anchura a través del primer brazo en B1 es menor que la anchura a través del primer brazo en B2.

ES 2 428 519 T3

5 Como se muestra en las figuras 3 y 4, la placa radial 100 puede incluir también un segundo brazo 130 que se extiende de manera proximal-lateral. El segundo brazo 130 incluye un segundo elemento de anillo 132 unido a un borde lateral 112 del cuerpo rígido 102 mediante un segundo elemento 134 de puente flexible, el cual también está curvado y se opone al primer elemento 124 de puente flexible. Como se muestra, el segundo brazo 130 puede ser, pero no necesariamente, una imagen especular del primer brazo 120. La anchura a través del segundo brazo en B3 es menor que la anchura a través del segundo brazo en B4. El segundo elemento de anillo 132 incluye un segundo orificio 136 para recibir un asegurador de hueso.

10 La placa radial 100 también puede incluir un tercer brazo 140 que se extiende proximalmente desde un cuerpo rígido 102 y entre el primer brazo 120 y el segundo brazo 130. El tercer brazo 140 incluye un tercer elemento 142 de anillo unido al extremo proximal 104 del cuerpo rígido 102 mediante un tercer elemento 144 de puente que tiene un tercer orificio 146 para recibir un asegurador de hueso. Cada uno del primero, segundo y tercer brazos 120, 130, 140 es menos rígido que el cuerpo rígido 110, pero juntos tienen una rigidez combinada que se aproxima (en un 20%, y más preferiblemente $\pm 10\%$) a la rigidez del cuerpo rígido. El primero, segundo y tercer brazos 120, 130 y 140, respectivamente, están espaciados para formar una conformación en forma de tenedor fuera de plano (preferiblemente tridente), permitiendo por lo tanto la visualización de la superficie del hueso desde abajo.

20 Con referencia a las figuras 4, 7 y 8, el primero, segundo y tercer anillos 122, 132, 142 están situados preferiblemente de manera relativa de tal forma que están posicionados aproximadamente alrededor del exterior de una esfera imaginaria. Esto adapta los anillos 122, 132, 142 para asentarse sobre la superficie metafísica del radio proximal, la cual es en general cilíndricamente curvada en la dirección media-lateral y convexa en la dirección longitudinal, al menos en el extremo proximal de forma tal que se aproxima a una forma esférica. Como se conforman, los ejes 127, 137 y 147 de los orificios 126, 136 y 146 atraviesan a través de un eje central común 190 el cual se alinea con el centro predicho de la superficie articular 192 del radio proximal 30 para el cual está dimensionada la placa radial 100. Cuando la placa está diseñada para utilizar sobre huesos de radio más largos, el eje central 190 a lo largo de los cuales se entrecruzan los ejes 127, 137, 147 será posteriormente desde la placa, y cuando la placa está diseñada para uso sobre huesos radio más pequeños, el eje central 190 a lo largo del cual se entrecruzan los ejes de orificios 127, 137, 147 estará más cercano a la placa.

30 Por ejemplo, la figura 3A ilustra una placa radial 100a escalada hacia abajo en un tamaño relativo a la placa radial 100 para acomodar huesos de radio más pequeños. Los elementos de puente 124a, 134a y 144a están orientados de manera diferente con respecto a los elementos de puente 124, 134, 144 de tal manera que se configuren los anillos 122a, 132a, 142a para definir un radio más pequeño de curvatura entre ellos de tal manera que los anillos se adapten al asentamiento sobre una cabeza radial proximal más pequeña. Los ejes a través de los orificios en los anillos se entrecruzan más cercanamente a la placa.

35 Con referencia de nuevo a las figuras 3, 4 y 7, tal como se describirá adicionalmente más adelante, cada uno del primero, segundo y tercer brazos 120, 130 y 140, respectivamente, pueden ser reconfigurados individualmente, según sea necesario, por el cirujano para ajustar la superficie ósea y cambiar las trayectorias de los aseguradores insertados a través de los anillos de tales brazos.

40 La placa radial 100 también puede incluir un cuarto brazo 150 que se extiende distalmente desde el cuerpo rígido 102 a lo largo del eje longitudinal 108. El cuarto brazo 150 incluye un cuarto elemento de anillo 152 que tiene un cuarto orificio 156 y está conectado con el extremo distal 106 del cuerpo rígido 102 mediante un cuarto elemento 154 de puente flexible.

La placa radial 100 también puede incluir un quinto brazo 160 que se extiende distalmente desde el cuarto elemento de anillo 152. El quinto brazo 160 incluye un quinto elemento 162 de anillo que tiene un orificio 166 y está unido a un cuarto elemento 152 de anillo mediante un quinto puente 164 flexible.

45 Cada uno de los orificios primero, segundo, tercero, cuarto, quinto, central y segundo central 126, 136, 146, 156, 166, 176 y 186, respectivamente, es preferiblemente ahusado roscado para recibir uno de los tornillos de fijación multidireccionales 1000, tornillo 1100 de aseguramiento ángulo fijo, y tornillo 1200 de compresión multidireccional.

50 Aún con referencia a las figuras 3 y 4, puede ensamblarse una pluralidad de guías de perforación a la placa radial 100 para facilitar la perforación de orificios de aseguramiento en el hueso y para proveer puntos de unión de la instrumentación para reconfigurar la placa radial 100 durante el procedimiento quirúrgico. Cada uno de los orificios primero, segundo, tercero, cuarto, quinto, primero central y segundo central 126, 136, 146, 156, 166, 176 y 186, respectivamente, pueden ser configurados, tal como una rosca ahusada, para recibir una guía de perforación primera, segunda, tercera, cuarta, quinta, primera central y segunda central, 128, 138, 148, 158, 168, 178 y 188, respectivamente, cada una de las cuales es preferiblemente la primera guía 1400 de perforación (figura 41).

55 Cada uno de los puentes flexibles 124, 134, 144, 154 y 164 son significativamente menos resistentes a la flexión y torsión que el cuerpo rígido 102 y, por lo tanto, son individualmente reconfigurables con las herramientas apropiadas como se describe ahora. La figura 5 es una vista en perspectiva de un par de herramientas de flexión 2160, 2180 tal como pueden ser aplicadas in situ para reconfigurar el cuarto brazo 150 de la placa radial 100. La figura 6 es una vista en perspectiva de las herramientas de flexión 2160, 2180 tal como pueden ser aplicadas in situ para reconfigurar el

primer brazo 120 de la placa radial 100. La herramienta de flexión 2160 está conformada en una forma de L a partir de una barra metálica, en donde una porción más larga de la configuración de L comprende un asa 2166 y la otra porción más corta comprende un brazo 2168. Un primer extremo efector 2162 está unido al extremo libre del asa 2166 y un segundo extremo efector 2164 está unido al extremo libre del brazo 2168. Cada uno de los primero y segundo efectores 2162, 2164 puede ser unido de manera segura removiblemente a cualquiera de las guías de perforación 128, 138, 148, 158, 168, 178 y 188 (figura 3) como se muestra en las figuras 5 y 6. La herramienta de flexión 2180 también es formada en forma de una L a partir de una barra metálica, en donde una porción más larga de la forma de L comprende un asa 2186 y la porción más corta comprende un brazo 2188. Un primer efector 2182 de extremo está unido al extremo libre del asa 2186 y un segundo efector 2184 de extremo está unido al extremo libre del brazo 2188. Cada uno del primero y segundo efectores de extremo de las herramientas 2860, 2180, pueden ser asegurados de manera aún removible unidos a cualquiera de las guías de perforación 128, 138, 148, 158, 168, 178 y 188 (figura 3) como se muestra en las figuras 5 y 6.

En las figuras 5 y 6 se muestra un sistema de coordenadas x-y-z. El plano x-y corresponde aproximadamente a la dirección media lateral y la dirección x-z corresponde aproximadamente a la dirección anterior posterior con respecto a la superficie del radio proximal.

La figura 5 muestra como las herramientas de flexión 2160, 2180 pueden ser unidas a los puentes de flexión 154, 164 en el plano x-z aplicando la fuerza de palanca en la dirección de las flechas 2192, o también que pueden ser utilizadas para retorcer los puentes 154, 164 alrededor del eje x aplicando la fuerza de palanca en la dirección de la flecha 2190. En general, pueden aplicarse fuerzas iguales pero dirigidas en sentido opuesto a cada una de las herramientas de flexión 2160, 2180 para generar la fuerza de palanca o acople. De esta manera la placa radial 100 puede ser reconfigurada in situ para coincidir cercanamente con la forma de la superficie del radio proximal. Esto también permite que el cirujano redirija los ejes de los orificios 156, 166 hacia una dirección deseada, de tal forma que se pueda capturar un fragmento de hueso o evitar una línea de fractura o un asegurador ya insertado en el hueso.

La figura 6 muestra como las herramientas de flexión 2160, 2180 pueden ser utilizadas para doblar el primer brazo 120 en el plano y-z aplicando la fuerza de palanca en la dirección de las flechas 2194, o para doblar el primer brazo 120 en el plano x-z aplicando la fuerza de palanca en la dirección de las flechas 2196, de tal forma que el elemento de anillo 122 encaje cercanamente contra la superficie de radio proximal. Puesto que el primer brazo 120 tiene una curvatura de aproximadamente 90 grados y puesto que el brazo es más estrecho en B1 que en B2, el brazo 120 está adaptado estructuralmente para desplazarse de una manera predecible (el doblar del brazo será en o cerca a B1) de tal manera que se minimice la interacción entre el eje 137 y los otros ejes. De la misma forma, el segundo brazo 130 también puede ser reconfigurado. La placa radial 100 es provista al usuario por una configuración que coincide cercanamente con la mayoría de los pacientes y con trayectoria de aseguradores (ejes roscados) que no se intersectan. Sin embargo, el uso de herramientas de flexión 2160 y 2180 permite un ajuste fino in situ para mejorar la calidad de la fijación interna. El cirujano puede de manera rápida y segura hacer un número razonable de pequeños ajustes a la configuración de la placa sin el peligro de formación de microfracturas que pueden llevar a una fractura después de la implantación. Una placa flexible (a pesar de una configuración, estructura y función diferente) y el uso in situ de la misma, y un par de herramientas de flexión dedicadas para flexión in situ de la placa están divulgados en US-A 2006/0161158, US-A 2007/0233111 y US-A 2007/0233112.

Cuando la placa radial 100 se coloca en la cabeza radial 30 (figuras 1 y 2) bien sea el primero o el segundo elemento de anillos 122, 132 del primero y segundo brazos 120, 130 estarán en general ligeramente espaciados de la superficie del hueso. El anillo espaciado será el anillo localizado en el lado lateral del hueso radio. Esta configuración de la placa radial 100 permite que una placa para radio "ambidextros" individual sea usada bien en los huesos radio izquierdo o derecho en una conformación lo más cercanamente posible a cada uno de tales huesos. El anillo espaciado puede ser reposicionado, si se desea, para asentarse más cercanamente al hueso mediante el uso de herramientas de flexión.

La figura 7 es una vista en perspectiva de la superficie inferior 103 de la placa radial 100 con una pluralidad de aseguradores completamente insertados, incluyendo los aseguradores 129, 139, 149, 159, 169, 179 y 189 de los orificios 126, 136, 146, 156, 166, 176 y 186 respectivamente. La figura 8 muestra la placa radial 100 unida al radio proximal. Una pluralidad de aseguradores 129, 139, 149 y 179 forman un andamio interdígital rígido por debajo de la superficie articular de la cabeza radial.

Los orificios 126, 136, 146 y 176 corresponden con los ejes roscados 127, 137, 147 y 177, respectivamente, los cuales pueden ser provistos en una disposición interdígital, tal como el eje roscado 127 pasa entre los ejes 137 y 177, y el eje roscado 137 pasa entre los ejes 147 y 127. Dicho de otra manera los ejes 127, 137, 147 y 177 están todos dirigidos distalmente con respecto a la superficie inferior 103 de la placa radial 100, siendo el eje 147 el más distal, siendo el eje 177 el más proximal y extendiéndose a través de un punto común con el eje 147, y extendiéndose los ejes 127 y 137 transversos uno a otro ($76^\circ \pm 6^\circ$ uno con respecto a otro en la dirección media lateral) y entre los ejes 147 y 177. Debido a la forma no plana curvada del primer brazo 120, cuando se aplica la fuerza de palanca en la dirección indicada por las flechas 194 en la figura 6, el primer brazo 120 es desplazado para flexionarse en el plano y-z, de tal forma que el eje 127 pueda ser redirigido aún para permanecer entre los ejes 137 y 177, y las trayectorias de los aseguradores correspondientes no se intersecten. El segundo brazo 130 es desplazado para flexionarse de manera similar, de tal forma que el eje 137 no intercepte ninguno de los ejes 147 y 127. La disposición interdígital provee un andamio fuerte de compartición de carga a la vez que facilita una rápida unión de la placa radial 100 al hueso puesto que la

reperforación de orificios es minimizada. Si cualquiera de los brazos 120, 130, 140 son doblados o flexionados por el cirujano, es importante que los ejes 127, 137, 147 y 177 continúen interdigitales y no entren en conflicto.

5 Como se muestra en la figura 8, los aseguradores 129, 139, 149 y 179 pueden barrer el radio proximal, de tal manera que el asegurador apunte el ancla en el hueso cortical en el lado del hueso opuesto a la placa radial 100. Una
 10 localización de fractura común es en el cuello de la cabeza del radio proximal. El asegurador 179 está previsto específicamente para desplazarse a través del cuello y barrer la fractura. Esta disposición, junto con el uso de aseguradores de fijación, provee un andamio excepcionalmente robusto para soportar la superficie articular del radio proximal. Además, los aseguradores 159, 169 y 189 se extienden diametralmente a través de la diáfisis del hueso radio. Estos aseguradores portan la carga sobre la placa detrás de la diáfisis. El cuarto brazo 150 y el quinto brazo 160 pueden retirarse opcionalmente, por flexión reversa, si no se requieren para soportar la fractura.

Mientras que no es necesario incluir todas las características antes descritas en la placa radial 100, todas tales características se incluyen en una realización preferida, como las consideradas óptimas para configurar la placa al radio proximal y para soportar las fracturas presentes allí.

Placas óseas para las superficies lateral y media del húmero distal

15 Las figuras 9, 10 y 11 muestran una placa ósea para la superficie lateral del húmero distal. La figura 9 es una vista en perspectiva de una superficie superior 208 y un borde anterior 248 de una placa lateral 200 para el húmero distal. La figura 10 es una vista en perspectiva de la superficie superior 208 y un borde posterior 250 de la placa lateral 200. La figura 11 es una vista en perspectiva de una superficie inferior 210 de la placa lateral 200. La placa lateral 200 incluye un cuerpo 206 que tiene un extremo distal 204, un extremo proximal 202 y un eje curvilíneo 209. La superficie inferior
 20 210 en el extremo distal 204 es cóncava a lo largo del eje longitudinal 209, mientras que el resto de la superficie inferior es plana o convexa a lo largo del eje. Esto permite que el extremo distal 204 se asiente cercanamente al epicóndilo de lateral 26. Un primer pie 242 de localización y un segundo pie 244 de localización se extienden hacia abajo (hacia la superficie del hueso) desde el borde posterior 250 y están provistos para asistir al cirujano durante la colocación de la placa lateral 200 sobre la superficie del hueso asentándose sobre los contornos del hueso de la superficie posterior del húmero distal. Cada pie 242, 244 de localización tiene un tamaño (área de superficie de contacto con el hueso) preferiblemente aproximado al área transversal de un orificio de tornillo (220, 222, 224, 226, 228, 230, 232, discutidos más adelante).

La placa lateral 200 también puede incluir un primer segmento 212 que se extiende a lo largo del eje curvilíneo 209 desde el extremo distal 204 del cuerpo 206. El primer segmento 212 está unido a un extremo distal 204 mediante un primer elemento 216 de puente flexible, el cual es separado del eje curvilíneo 209 de tal manera que forma una continuación del borde posterior 250. La placa lateral 200 puede incluir adicionalmente un segundo segmento 214 que se extiende a lo largo del eje curvilíneo 209 y está unida al primer segmento 212 mediante un segundo elemento 218 de puente flexible, el cual también es separado del eje curvilíneo 209 y forma una continuación del borde posterior 250. El primero y segundo elementos 216, 218 de puente flexible forman una espina flexible 231 que es reconfigurable durante
 30 el procedimiento quirúrgico tal como se describirá. Los elementos 216, 218 de puente flexible están definidos a lo largo del borde posterior 250, en vez de estar localizados centralmente, de tal manera que cuando el codo del paciente es colocado sobre una superficie, el área de la placa que carga contra la superficie es suave de manera que se evite incomodidad al paciente. El extremo distal 204 del cuerpo 206, segmento 212 y segmento 214 tienen cada uno bordes cuadrados opuestos a la espina flexible 231. Esto facilita el uso de herramientas de flexión 1600A, 1600B, como se describe más abajo con respecto a las figuras 46 a 48C.

En el ejemplo descrito aquí, el cuerpo 206 incluye primero, segundo, tercero, cuarto y quinto orificios 220, 222, 224, 226 y 228, respectivamente, cada uno para recibir un asegurador. Cada uno de primero y segundo segmentos 212 y 214 incluyen también un orificio 230 y 232, respectivamente para recibir un asegurador. Los orificios 220, 222, 224, 226, 228, 230 y 232 tienen preferiblemente una rosca ahusada para recibir cualquiera de los tornillos 1000 de aseguramiento multidireccional, tornillos 1100 de fijación en ángulo fijo, y tornillo 1200 de compresión multidireccional, y también para recibir cualquiera de la primera guía 1400 de perforación (figura 41) o segunda guía 1500 de perforación (figura 43). Tal como se describió para la placa radial 100, el uso de guías de perforación preensambladas en los segmentos 212 y 214 permite que el cirujano utilice herramientas de flexión para reconfigurar la espina 231 de flexión, tal como se describirá para las figuras 47 y 48. El uso de guías de perforación preensambladas en los orificios 220, 222, 224, 226, 228
 45 permiten la reconfiguración adicional de la placa. El uso de guías de perforación preensambladas en cualquiera de los orificios enroscados ayuda en la perforación a través del hueso en la alineación con los orificios en la placa, así como en la fijación temporal de la placa al hueso con alambres K como se describe más adelante.

La placa lateral 200 puede también incluir dos ranuras elongadas 234, 236 localizadas en la porción 206 de cuerpo para recibir un tornillo de compresión tal como el tornillo de compresión 700 estándar (figura 27) o tornillos 1200 de compresión multidireccional (figura 40). Como es bien conocido en la técnica, el asegurador de compresión puede ser insertado en las ranuras 234, 236 para comprimir dinámicamente la placa lateral 200 en las direcciones vertical y axial para facilitar la reducción de fracturas antes de la inserción de los aseguradores remanentes.

La placa lateral 200 también puede incluir cortes 246a, 246b en cada lado de la ranura 234 elongada y cortes 247a, 247b en cada lado de la ranura elongada 236 con el fin de (i) proveer espacio en los bordes de la placa para

aseguradores que son angulados hacia la parte posterior del hueso con el fin de alcanzar un máximo contacto con el hueso, (ii) normalizar la rigidez en ambos lados de la ranura, (iii) reducir la rigidez de la placa en una ranura para permitir la flexión a través de una ranura mediante el uso de guías de perforación insertadas en orificios roscados en cada lado de una ranura y herramientas de flexión apropiadas, y/o (iv) hacer esa porción de cuerpo 206 menos rígida que las porciones adyacentes, permitiendo por lo tanto una ligera reconfiguración de la porción de cuerpo 206 para coincidir más cercanamente con la forma de la superficie ósea al insertar un asegurador de compresión.

Se prefiere un espaciamiento incrementado en el borde posterior 248 de las ranuras 234, 236 adyacentes a la placa, puesto que este es el lado hacia el cual están angulados los aseguradores para el contacto con el hueso. Por lo tanto se prefiere que las ranuras elongadas 234, 236 estén centradas fuera del eje del eje longitudinal 209 pero orientadas en paralelo al mismo de tal manera que se definan dos rieles de diferente anchura que conectan las porciones de la placa sobre cada lado de la ranura 234. Con respecto a la ranura 234 (la ranura 236 está estructurada de manera similar), se provee un corte 246a más grande en asociación con un riel 249a más grande, y se provee un corte 246b más pequeño en asociación con un riel 249b más pequeño. Esta configuración provee espaciamiento adicional en el borde posterior para orientación del tornillo en el hueso cortical. El área de los cortes 246a, 246b está dimensionada preferiblemente de tal manera que cada uno de los líderes 249a, 249b tienen una rigidez sustancialmente igual (preferiblemente con una diferencia del 10% entre una y otra, y más preferiblemente con una diferencia del 5% entre una y otra). Sin embargo, la rigidez global del cuerpo de placa en la región de la ranura es reducida por los cortes para facilitar la reconfiguración de la placa.

La placa lateral 200 también puede incluir unas aberturas 238, 239 conformadas como cristal de reloj cerca al extremo distal 204. La abertura 238 reduce la rigidez de la placa entre los orificios 224, 226 para permitir que el extremo distal 204 sea reconfigurable utilizando herramientas de flexión tales como las mostradas en la figura 5 sin discontinuar los bordes posterior y anterior 248, 250. Los extremos opuestos de la abertura 238 también pueden ser configurados para guiar un alambre convencional K para capturar y sostener fragmentos de hueso mientras que se insertan aseguradores adyacentes. La abertura 239 funciona entre los orificios 226 y 228 de la misma manera que la abertura 238. De la misma manera, cada uno de los espaciamientos 213, 215 entre los segmentos 212 y 214 y entre el segmento 212 y el extremo distal 204, respectivamente, puede ser configurado para guiar un alambre K convencional. En este extremo, los espaciamientos 213, 215 pueden ser conformados para retener un alambre de guía entre una porción central más estrecha 213a, 215a y un extremo más grande cerrado 213b, 215b (garganta) (figura 9). La placa lateral 200 (así como la placa media 300 o la placa posterolateral 400) pueden incluir opcionalmente uno o más orificios multifuncionales que pueden ser utilizados para guiar un alambre K convencional y como punto de unión para una sutura. Tal orificio multifuncional está divulgado en US-A 2007/0270849.

Es una característica importante de la placa lateral que es, globalmente, progresivamente más rígida desde el extremo distal hacia el extremo proximal, correspondiente con las cargas experimentadas en porciones respectivas de la placa. La placa lateral tiene lo más preferiblemente de forma aproximada 2 mm de espesor a lo largo de su longitud y se utiliza en conjunción con una placa media 300, descrita más adelante, de sustancialmente el mismo espesor.

Mientras que no es necesario incluir todas las características antes descritas en la placa lateral 200, pueden incluirse todas tales características, y la inclusión de las características descritas se considera óptima para configurar la placa a la superficie lateral del húmero distal y para soportar fracturas presentes allí.

La figura 12 es una vista en perspectiva de una superficie superior 398 de una placa ósea 300 para la superficie media del húmero distal, también llamada placa media 300. La figura 13 es una vista en perspectiva con una superficie inferior 310 y una placa media 300. La placa media 300 es similar a la placa 200, con variaciones en forma, tamaño y la configuración del orificio.

La placa media 300 incluye un cuerpo 306 que tiene un extremo proximal 302, un extremo distal 304 y un eje curvilíneo 309. La superficie inferior 310 en el extremo distal 304 es cóncava a lo largo del eje curvilíneo 309, mientras que el resto de la superficie inferior es ligeramente convexa o plana a lo largo del eje. Esto permite que el extremo distal 304 se asiente cercanamente al epicóndilo 24 medio. La placa media 300 también incluye un primer segmento 336 que se extiende a lo largo del eje curvilíneo 309 desde el extremo distal 304 del cuerpo 306. El primer segmento 336 está unido al extremo distal 304 mediante un elemento 340 de puente de flexión, el cual está separado del eje curvilíneo 309, de tal manera que forma una continuación del borde posterior 350. La placa media 300 puede incluir adicionalmente un segundo segmento 338 que se extiende a lo largo del eje curvilíneo 309 y está unido a un primer segmento 336 mediante un segundo elemento 342 de puente flexible, el cual también está separado del eje curvilíneo 309 y forma una continuación del borde posterior 350. El primero y segundo elementos 340, 350 de puente tienen preferiblemente una porción de espesor reducido (transversa al eje 309 y la anchura de la placa, como se ve en la figura 13), que facilita la flexión del mismo. El primero y segundo elementos 340, 342 del puente de flexión forman una espina 331 flexible que es reconfigurable durante el procedimiento quirúrgico, tal como se describirá para las figuras 47 y 48. El extremo distal 304 del cuerpo 306, el segmento 336 y el segmento 338 tienen cada uno extremos cuadrados opuestos a la espina 331 flexible. Esto facilita el uso de herramientas de flexión 1600A, 1600B, tal como se describe más adelante con respecto a las figuras 46-48C. Los elementos 340, 342 de puente flexible se definen a lo largo del borde posterior 350 más que localizarse centralmente, de tal manera que cuando el codo del paciente es colocado sobre una superficie, el área de la placa que carga contra la superficie es suave de manera que se evite incomodidad al paciente.

ES 2 428 519 T3

5 Como se muestra en la figura 12, el cuerpo 306 incluye primero, segundo, tercero, cuarto y quinto orificios, 312, 314, 316, 318 y 320 respectivamente, cada uno para recibir un asegurador. Cada uno del primero y segundo segmentos 336 y 338 también incluye un orificio 322 y 324, respectivamente, para recibir un asegurador. Los orificios 312, 314, 316, 318, 320, 336 y 338 están configurados preferiblemente con una rosca ahusada para recibir cualquiera de los tornillos 1000 de fijación multidireccionales, tornillos 1100 de fijación de ángulo fijo o tornillos 1200 de compresión multidireccionales, y cualquiera de la primera guía 1400 de perforación y de la segunda guía 1500 de perforación. Como se describió para la placa radial 100, el uso de las guías de perforación preensambladas en los segmentos 322 y 324 permite que el cirujano utilice herramientas de flexión tales como las mostradas en las figuras 46 y 47 para reconfigurar la espina flexión flexible 331.

10 La placa media 300 también puede incluir una primera ranura elongada 326, una segunda ranura elongada 328 y una tercera ranura elongada 329, localizadas cada una en una porción de cuerpo 306 para recibir bien sea un tornillo 700 de compresión estándar (figura 27) y un tornillo 1200 de compresión multidireccional (figura 40) para facilitar la compresión dinámica de la placa media 300 al hueso antes de la inserción de los aseguradores restantes.

15 La placa media 300 también puede incluir un corte 333 en cada lado de cada una de las ranuras 326, 328 y 329 elongadas con el fin de hacer que esa porción del cuerpo 306 sea menos rígida que las porciones adyacentes, permitiendo por lo tanto una reconfiguración ligera de la porción de cuerpo 306 para coincidir más cercanamente con la forma de la superficie ósea. Por ejemplo, (i) las guías de perforaciones ensambladas en los orificios roscados 312, 314, 316, 318, 320 en lados opuestos de la ranuras 326, 328, 329, pueden ser sujetas a fuerzas con herramientas para reconfigurar la placa alrededor de la ranura, y (ii) el tornillo 700 de compresión estándar puede ser insertado en cada una de las ranuras 326 y 328 y apretado con el fin de extender la superficie inferior 310 contra el hueso, antes de insertar los aseguradores restantes.

Es una característica importante de la placa media que es, globalmente, progresivamente más rígida desde el extremo distal al extremo proximal, correspondiente a las cargas experimentadas en las porciones respectivas de la placa.

25 A la vez que no es necesario incluir todas las características antes descritas en la placa media 300, todas tales características pueden ser incluidas, y la inclusión de las características descritas se considera óptima para configurar la placa a la superficie media de húmero distal y para soportar las fracturas presentes allí.

30 La figura 14 es una vista posterior transparente del húmero distal, que muestra la placa 200 lateral unida cerca al epicóndilo lateral y la placa media 300 unida cerca al epicóndilo 24 medio mediante una pluralidad de aseguradores. Dependiendo del tipo y severidad de la fractura una o ambas de la placa lateral 200 y la placa media 300 pueden ser unidas al húmero distal durante el procedimiento quirúrgico. Las placas 200, 300 lateral y media son localizadas en el hueso húmero en una configuración "paralela", provistas las placas en porciones opuestas lateral y media del hueso. Las placas 200, 300 lateral y media son provistas preferiblemente en longitudes diferentes de tal manera que los extremos proximales respectivos 202, 302 de los extremos de las placas en diferentes localizaciones del hueso y por lo tanto se reducen las concentraciones de tensión sobre el hueso. Como se muestra, puede utilizarse una combinación de aseguradores reticulados (de rosca gruesa) y corticales (de rosca fina). La placa lateral 200 y la placa media 300 puede ser provista con orificios para aseguradores configurados para recibir un tornillo 1100 de fijación de ángulo fijo, de tal forma que la trayectoria de los tornillos no tengan la probabilidad de intersectar. Si es necesario, sin embargo, el cirujano también puede unir la placa 200 lateral y la placa 300 media al húmero distal utilizando bien sea el tornillo 1000 de fijación multidireccional o el tornillo 1200 de compresión multidireccional. Al utilizar técnicas convencionales intraoperatorias de rayos X fluoroscópicos, el cirujano puede insertar los aseguradores con una trayectoria deseada para evitar otros aseguradores y líneas de fractura y para capturar fragmentos de hueso.

Placa ósea para superficie posterolateral del húmero distal

45 La figura 15A es una vista en perspectiva superior y la figura 15B es una vista en perspectiva inferior de una placa posterolateral 400 para el húmero distal. La placa posterolateral 400 incluye un cuerpo 406 que tiene un extremo proximal 402, un extremo distal 404 y un eje longitudinal 403 curvilíneo que se extiende entre ellos. Un primer brazo 410 y un segundo brazo 420 se extienden desde el extremo distal 404 en lados opuestos del eje 403, formando por lo tanto una configuración en Y. Un tercer brazo 430 se extiende desde el extremo distal adyacente al cuerpo 406 transversalmente desde el eje 403. Alternativamente, el tercer brazo 430 puede extenderse desde el segundo brazo 420. El primer brazo 410 tiene un primer eje 413 de brazo, en el segundo brazo 420 tiene un segundo eje 423 de brazo y el tercer brazo 430 tiene un tercer eje 433 de brazo. El tercer eje 433 de brazo es transversal al eje 403 de tal forma que el tercer brazo 430 puede envolverse parcialmente alrededor del lado lateral del húmero distal.

55 Aún con referencia a las figuras 15A y 15B, el primer brazo 410 incluye un primer elemento 412 de anillo que tiene un orificio 414 y está unido al extremo 404 proximal del cuerpo 406 mediante un primer elemento 416 de puente flexible. El segundo brazo 420 incluye un segundo elemento de anillo 422 que tiene un orificio 424 y está unido a un extremo 404 distal mediante un segundo elemento 426 de puente flexible. El tercer brazo 430 incluye un tercer elemento de anillo 432 que tiene un orificio 434 y está unido al cuerpo 406 mediante un tercer elemento 436 de puente flexible. El cuerpo 406 incluye orificios 440, 442, 444, 446 y 448, y una ranura elongada 450, cada uno de los cuales puede estar localizado a lo largo del eje longitudinal 403. Cada uno de los orificios 440, 442, 444, 446, 448, 414, 424 y 434 pueden ser configurados con una rosca ahusada interna para recibir cualquiera de un tornillo 1000 de fijación multidireccional,

un tornillo 1100 de fijación en ángulo fijo, o un tornillo 1200 de compresión multidireccional mostrados en las figuras 32, 30 y 35, respectivamente. La ranura 450 puede ser configurada para recibir bien sea un tornillo 700 de compresión estándar y un tornillo 1200 de compresión multidireccional mostrado en las figuras 27 y 40, respectivamente. La ranura 450 incluye cortes 452 en cada lado de las mismas para reducir la rigidez del cuerpo 406 en la ranura.

- 5 La placa posterolateral 400 también incluye dos aberturas 454, 456 en forma de cristal de reloj en el lado distal de la ranura 450. Cada abertura 454, 456 es sustancialmente similar en diseño a la ranura 238 en forma de cristal de reloj de la placa lateral 200. Tal abertura 454, 456 reduce la rigidez de la placa entre los orificios para permitir que el extremo 404 distal del cuerpo 406 sea reconfigurable utilizando herramientas de tensión tales como las mostradas en la figura 5 sin discontinuar los bordes anterior y posterior de la placa así como retener los alambres K para fijación temporal.
- 10 La figura 16 es una vista en perspectiva superior de la placa posterolateral 400, mostrada preensamblada con una pluralidad de primeras guías de perforación 1400 (figura 41) y segundas guías de perforación 1500 (figura 43). Tal como lo describe la placa radial 100 en la figura 5, las herramientas de flexión 2160, 2180 pueden ser utilizadas para reconfigurar la placa 400 posterolateral mientras que la placa está posicionada en la superficie del hueso. De esta manera, el cirujano puede hacer coincidir cercanamente la forma de la placa 400 posterolateral con la superficie del
- 15 hueso y redirigir las trayectorias de los aseguradores para capturar fragmentos de hueso y evitar líneas de fractura y otros aseguradores. La ranura 450 no es más larga que una ranura de tornillo de compresión convencional para reducir la rigidez torsional axial en la misma. De esta manera, las guías en los orificios 444 y 446 pueden ser utilizadas para impartir un torque a lo largo del eje de la placa para dar como resultado un doblamiento para potenciar la conformación de la placa al hueso, así como para impartir una fuerza de flexión a través de la abertura 454 en forma de cristal de
- 20 reloj. Adicionalmente, las guías en los orificios 446 y 448 pueden ser utilizadas para impartir una fuerza de flexión a través de la abertura 456 en forma de cristal de reloj. El tercer brazo 430 está acoplado con la porción de cuerpo 406 cerca del orificio 446; así la placa 400 es altamente ajustable en forma en cada lado de la localización en la cual está unido el tercer brazo 430. Las guías en los orificios 413, 423, 433, en conjunción con herramientas de flexión apropiadas, pueden ser utilizadas para impartir fuerzas de flexión para reconfigurar la orientación de los brazos 410,
- 25 420, 430 para aproximar los elementos de anillo 412, 422, 432 al hueso y redirigir los ejes a través de los orificios, si es necesario. Particularmente, el brazo 430 puede ser reconfigurado alrededor del húmero para oprimir el cóndilo 26 lateral y proveer revestimiento.

La figura 17 es una vista en perspectiva superior de la placa 400 posterolateral, mostrada por una pluralidad de aseguradores 441, 443, 445, 447, 449, 415, 425 y 435 insertados completamente y asegurados en los orificios 440, 442, 30 444, 446, 448, 414, 424 y 434, respectivamente. El asegurador 451 se inserta completamente en la ranura 450. Cada uno de los aseguradores 415, 425 y 435, 445, tiene un eje 419, 429, 439 y 461, respectivamente, mientras que los ejes 419, 429 y 461 son aproximadamente paralelos y el eje 439 se extiende transverso a los ejes 419, 429 y 461 y entre los ejes 419, 421 y el eje 461.

Como se muestra en la figura 15B, cada uno del primer elemento 410, segundo elemento de anillo 420 y tercer elemento de anillo 430 tienen una superficie inferior 411, 421 y 431, respectivamente, cada una de las cuales está configurada para conformarse con la superficie del hueso, pero es aproximadamente plano. Con el fin de proveer la trayectoria del asegurador apropiada, el espesor del primero y segundo elemento de anillos 412, 422 es superior en una 35 región distal que en una región relativamente proximal donde los elementos de anillo están acoplados al primero y segundo elementos de puente 416, 426. Como se muestra en las figuras 15B y 17, cada uno de los ejes 419, 429 y 439 es preferiblemente no perpendicular a la superficies inferiores 411, 421 y 431, respectivamente, de tal forma que las trayectorias de los aseguradores 419, 429 y 439 están optimizadas para capturar fragmentos de hueso y soportar la superficie subcondral del húmero distal. La carga de los aseguradores 415, 425, 435 y 439 es transferida a lo largo de la placa y a los aseguradores 441, 443 y 445, en donde la carga es transferida de retorno a la diáfisis portadora de carga del húmero.

45 A la vez que no es necesario incluir todas las características anteriormente descritas en la placa 400 posterolateral, todas las tales características pueden ser incluidas, y la inclusión de las características descritas se considera óptima para configurar la placa a la superficie lateral del húmero distal y para soportar las fracturas presentes en la misma.

La figura 18 es un dibujo de un marco de alambre de la placa posterolateral 400 unida a la superficie posterolateral del húmero distal. La figura 18A es una vista transparente que muestra las placas 300, 400 medias y posterolaterales juntas unidas al húmero distal en una metodología "perpendicular". En esta configuración, la placa media es provista en el lado 50 medio del hueso húmero distal mientras que la placa posterolateral es provista en la porción posterolateral del hueso húmero distal. En la configuración perpendicular, la carga de la placa está en la dirección de la altura de la placa. Por lo tanto, la placa posterolateral es sustancialmente más gruesa que la placa media. A manera de ejemplo, la placa posterolateral tiene preferiblemente de manera aproximada 3.5 mm de espesor; esto es, 1.75 veces más gruesa que la

55 placa media. La fijación de fractura utilizando la metodología perpendicular con las placas media y posterior provee sustancialmente la misma rigidez que la metodología en paralelo con las placas 200, 300 lateral y media.

Placa ósea para el coronoide de la ulna proximal

La figura 19 es una vista en perspectiva de una superficie superior 501 de una placa ósea 500, también denominado una placa coronoide 500, para el coronoide de la ulna proximal de acuerdo con una realización de la presente invención.

ES 2 428 519 T3

- La placa coronoide 500 está diseñada específicamente para asentarse sobre una arista del hueso. La figura 20 es una vista en perspectiva de una superficie 503 inferior de la placa coronoide 500. La figura 21 muestra la placa coronoide 500 unida a la ulna proximal. La placa 500 coronoide incluye un elemento 502 de anillo central que contiene un orificio 505 para recibir un asegurador para unión al hueso. La placa coronoide también incluye un primer brazo 510 que se extiende distalmente desde el elemento 502 del anillo central. En esta realización, el primer brazo 510 incluye un primero, un segundo y un tercer elemento de anillo, 512, 514 y 516, respectivamente, interconectados en serie con el elemento 502 de anillo central mediante un primero, segundo y tercer elemento 511, 518 y 519 de puente flexible, respectivamente, y que tiene un primero, un segundo y un tercer orificio, 513, 515 y 517 respectivamente. La superficie interior de los elementos de anillo 512, 514, 516 es cóncava en la dirección media-lateral. Con referencia a las figuras 1, 2, y 19-22, esto fuerza a la placa a alinearse a lo largo de la arista 36 coronoide de tal manera que los aseguradores 560, 562, 564 insertados a través de los orificios 513, 515, 517 en los primero, segundo y tercer elementos 512, 514, 516 serán dirigidos hacia la superficie 38 por debajo del olécranon 34 y lateral ala arista 40 que se extiende desde allí. Esta superficie 38 tiene un máximo de tejido blando en el área para cubrir los extremos de cualquier asegurador saliente.
- La placa coronoide 500 también puede incluir un segundo brazo 520 que se extiende por vía media desde el elemento de anillo central 502. El segundo brazo 520 puede incluir un cuarto elemento de anillo 522 con un cuarto orificio 523 conectado al elemento de anillo central 502 mediante un cuarto elemento 521 de puente flexible. El segundo brazo 520 también puede incluir un primer elemento de refuerzo 524 (preferiblemente en la forma de una pestaña o paleta) conectado al cuarto elemento 522 de anillo mediante un elemento de red flexionable 525, extendiéndose por lo tanto el segundo brazo 520 por vía media. La superficie superior e inferior del primer elemento de refuerzo 524 está orientado en un ángulo oblicuo (mostrado por el eje correspondiente D) con respecto al eje central 528 a través del cuarto orificio 523 en el cuarto elemento 522 de anillo. El primer elemento 524 de refuerzo provee un soporte sobresaliente sin tener que perforar un orificio, puesto que la metodología quirúrgica no genera un acceso adecuado para perforar un orificio e insertar un asegurador.
- La placa coronoide 500 puede incluir también un tercer brazo 530 que se extiende lateralmente desde el elemento de anillo central 502. El tercer brazo 530 puede incluir un quinto elemento de anillo 532 con un quinto orificio 533 conectado al elemento 502 de anillo central mediante un quinto elemento 531 de puente flexible.
- La placa coronoide 500 también puede incluir un segundo elemento de refuerzo 526 conectado al elemento 502 de anillo central mediante un segundo elemento 527 de red flexible y extendiéndose proximalmente. Un segundo elemento 526 de refuerzo provee soporte para el tubérculo sublimado el cual es un fragmento demasiado pequeño para perforar. Las formas y tamaños relativos del elemento 526 de refuerzo y el elemento 527 de red también permiten que la estructura sea utilizada como una localización de unión para sutura, la cual puede ser envuelta alrededor del elemento de red 527 y cosida en un ligamento.
- Cada uno de los orificios 513, 515, 517, 523 y 533 está configurado preferiblemente con una rosca ahusada para recibir cualquiera de un tornillo 1000 de fijación multidireccional, un tornillo 1100 de fijación en ángulo fijo, y un tornillo 1200 de compresión multidireccional. Los orificios 513, 515, 517, 523 y 533 también pueden ser configurados para ser preensamblados con cualquiera de una primera guía de perforación 1400 y una segunda guía de perforación 1500. Como se describe para la placa radial 100 en la figura 5, las herramientas de flexión 2160, 2180 pueden ser utilizadas para reconfigurar la placa coronoide 500 mientras que la placa esta posicionada en la superficie ósea. De esta manera, el cirujano puede hacer coincidir cercanamente la forma de la placa coronoide 500 con la superficie ósea y también redirigir las trayectorias de los aseguradores para capturar fragmentos óseos y evitar líneas de fractura y otros aseguradores.
- Los elemento de red 525, 527 flexibles pueden ser reconfigurados utilizando pinzas quirúrgicas convencionales o similares para posicionar los elementos de refuerzo 524 y 526 contra la superficie ósea, proveyendo con ellos soporte adicional a los fragmentos de hueso en curación.
- Cada uno de los elementos 525, 527 de red flexible y elementos 511, 518, 519, 521 y 531 de puente flexible pueden romperse fácilmente por flexión reversa repetida a través de un rango angular significativamente grande utilizando pinzas quirúrgicas convencionales o similares. El cirujano puede fácilmente crear la ruptura, de tal manera que el borde roto del implante está dirigido hacia la superficie del hueso con el fin de prevenir lesiones al tejido blando circundante. De esta manera, el cirujano puede personalizar la placa coronoide 500 de acuerdo con la anatomía del paciente.
- Como se muestra en la figura 20, los brazos 510, 520 y 530, y la superficie inferior 503 bajo cada uno de los elementos de anillo 512, 514, 516, 522 y 532 pueden ser conformados para coincidir de manera cercana con el contorno del hueso en el coronoide de la mayoría de los pacientes, aunque son posibles otras configuraciones.
- La figura 22 es una vista transparente en perspectiva de la placa 500 coronoide unida al coronoide 16 de la ulna proximal. Como se ve en la figura, cuatro elementos de anillo 502, 512, 514, 516 que forman un esqueleto de la placa se apoyan sobre un arista del hueso. Esta configuración permite un acceso relativamente fácil para la colocación de la placa por parte del cirujano y también permite que la placa se mantenga separada de los puntos de inserción de ligamento y facilitación. Puede utilizarse una pluralidad de aseguradores bicorticales para crear una construcción estable para sostener fragmentos de hueso en un alineamiento de curación y compartir la carga transferida a través de

la articulación. Los elementos de refuerzo 524, 526 proveen la placa 500 con una estructura que permite el soporte para la fractura aunque no haya un acceso comúnmente fácil a esa porción del hueso y cuando el mantenimiento de un soporte de perfil bajo es una consideración significativa.

5 La placa coronoide 500 preferida incluye un anillo 502 central acoplado a un brazo 532 que tiene un orificio sencillo 533, otro brazo 527 que tiene un de refuerzo 526 individual y sin orificio, otro brazo que tiene un orificio 523 individual y un refuerzo 524 individual, y otro brazo que tiene una pluralidad de orificios 513, 515, 517 y no tiene refuerzo. La placa coronoide 500 funciona como un refuerzo para contrarrestar la tendencia del codo a subluxarse a la vez que también sostiene los pequeños fragmentos en una alineación de curación. Mientras que el número de brazos que se extienden desde el elemento de anillo 502 central, el número de elementos de anillo (y orificios) interconectados por los elementos
10 puente flexibles en cada uno de los brazos puede variar, y el número de refuerzo puede variar, la configuración antes descrita de la placa 500 coronoide es preferida puesto que se considera óptima para soportar la fractura ósea subyacente.

Placa ósea para el olécranon

15 Las figuras 23A a 25 son vistas de una placa ósea 600 para el olécranon de la ulna proximal. La figura 23A es una vista en perspectiva superior y la figura 23B es una vista en perspectiva inferior de la placa 600 de olécranon, la cual incluye un extremo proximal 604, un extremo distal 602 y un eje longitudinal 612 que se extiende entre ellos. La placa 600 para olécranon incluye una porción de cuerpo 606, una porción de cabeza 610 cerca al extremo proximal 604 y una porción de cuello 608 que conecta el cuerpo y las porciones de cabeza 606 y 610. La porción de cuello 608 es transversalmente más estrecha que la porción de cuerpo 606 y la porción de cabeza 610 e incrementa su espesor hacia la porción de
20 cabeza. La porción de cabeza 608 incluye un eje de cabeza 614 que es transverso al eje longitudinal 612 de la porción de cuerpo 606. La placa 600 para olécranon tiene una superficie superior 601, una superficie inferior 603, un borde medio 605 y un borde lateral 607.

25 La porción de cuerpo 606 puede incluir una pluralidad de orificios 622, 624, 626, 628 para recibir aseguradores para hueso. La porción de cuerpo 606 puede incluir al menos una ranura 634 para recibir un asegurador de hueso y para facilitar la compresión dinámica de hueso fracturado, tal como se describió previamente para la placa lateral 200 de la figura 9. Los orificios 622, 624, 626 y 628 y la ranura 634 se alinean generalmente a lo largo del eje longitudinal 612 y están configurados preferiblemente con una rosca ahusada interna para recibir cualquiera de un tornillo de 1100 de aseguramiento en ángulo fijo, un tornillo 1000 de aseguramiento multidireccional y un tornillo 1200 de compresión multidireccional.

30 La porción de cabeza 610 puede incluir al menos dos orificios 630 y 632 alineados sobre el eje transversal y separado en lados opuestos del eje longitudinal 612. Los orificios 630, 632 pueden ser configurados para recibir cualquiera de los tornillos 1000 de aseguramiento multidireccional, tornillo 1100 de fijación en ángulo fijo, y tornillo 1200 de compresión multidireccional de las figuras 30, 32 y 35, respectivamente. Los ejes de los orificios 630 y 632 están orientados preferiblemente para dirigir dos tornillos de fijación en ángulo fijo en trayectorias ligeramente divergentes hacia el
35 olécranon y también para proveer espacio para el tornillo de operación redonda 650 discutido más abajo.

La placa 600 del olécranon puede incluir adicionalmente un primer brazo 616 que se extiende por vía medio desde el borde medio 605 de la porción 608 de cuello. El primer brazo 616 incluye un primer elemento de anillo 636 que tiene un primer orificio 637 para recibir un asegurador de hueso y está unida a la porción de cuello 608 mediante un primer elemento 642 de puente flexible.

40 La placa 600 para olécranon puede incluir adicionalmente un segundo brazo 618 que se extiende lateralmente opuesto desde el primer brazo 616 a partir de un borde lateral 607 de la porción de cuello 608. El segundo brazo 618 incluye un segundo elemento 638 de anillo que tiene un segundo orificio 639 para recibir un asegurador de hueso, y esta unido a la porción de cuello 608 mediante un segundo elemento 644 de puente flexible.

45 La placa 600 para olécranon puede incluir adicionalmente un tercer brazo 620 que se extiende proximalmente desde la porción de cabeza 610 y está centrado sobre el eje longitudinal 612. El tercer brazo 620 incluye un tercer elemento de anillos 640 unido a la porción de cabeza 610 mediante un tercer elemento 645 de puente flexible. El tercer elemento de anillo tiene un tercer orificio 641 para recibir un asegurador de hueso.

50 Cada uno de los orificios 637, 639 y 641 del primero, segundo y tercer brazo 636, 638 y 640, respectivamente, pueden ser configurados para recibir cualquiera del tornillo 1000 de fijación multidireccional, tornillo 1100 de fijación en ángulo fijo y tornillo 1200 de compresión multidireccional.

55 Con referencia a la figura 23B, la placa 600 para olécranon puede también incluir al menos un pie 656 de alineamiento que se extiende hacia abajo (hacia la superficie del hueso) desde el borde 607 del cuerpo 606. El pie 656 alinea la placa con respecto a una arista anatómico del hueso. En efecto, el pie 656 permite que la placa sea alineada ciegamente (particularmente cuando la herida quirúrgica no puede ser abierta para exponer la superficie completa del hueso) y para mantener el alineamiento de la placa con respecto a las marcas anatómicas para asegurar una trayectoria apropiada de los tornillos de hueso.

ES 2 428 519 T3

5 La figura 23C es una vista en perspectiva inferior de la placa 600 para olécranon, mostrada con una pluralidad de aseguradores completamente insertados. De manera notable, el segundo brazo 618 se muestra sin un asegurador insertado. La placa 600 para olécranon puede ser utilizada bien sea en el brazo derecho e izquierdo del paciente, pero generalmente no es necesario para una fractura dada, insertar un asegurador en cada uno de los primero y segundo brazos 616 y 618 con el fin de formar la construcción de soporte necesaria en el hueso. Por lo tanto, el cirujano puede seleccionar uno del primero y segundo brazo, 616 y 618, para usar con un asegurador. Opcionalmente, un cirujano puede utilizar herramientas de flexión 2160, 2180 (figura 5) para romper el no usado del primero y segundo brazo 616, 618.

10 Como se muestra en la figura 23C, un asegurador extralargo 650, denominado como “tornillo de operación redonda” puede ser insertado en un tercer brazo 620 para capturar los fragmentos de hueso fracturados y para proveer soportes subcondral. Un eje 651 del asegurador 650 está dirigido generalmente entre un par de ejes, 653 y 655, de aseguradores 652 y 654, respectivamente, y preferiblemente a aproximadamente 20E hasta 45E con respecto al eje longitudinal 612 de la placa.

15 Como sucede con las otras placas para huesos descritas aquí y se muestra en la figura 24, cada uno de los orificios en la placa 600 para olécranon puede ser ensamblado con bien sea la primera guía de perforación 1400 (figura 41) y la segunda guía de perforación 1500 (figura 43) para facilitar la perforación del orificio para el asegurador y, si se desea, la reconfiguración de la placa 600 para olécranon. Con referencia a las figuras 23B y 24, el tercer brazo 620 es fácilmente reconfigurable en el plano x-z para soportar el olécranon, de tal manera que la trayectoria de un asegurador insertado en el orificio 641 pasa entre las trayectorias de aseguradores insertados en los orificios 630 y 632.

20 La figura 25 es una vista transparente del lado medio de la ulna proximal con la placa 600 para olécranon unida al olécranon 12. En este ejemplo, no se muestra un asegurador insertado en el segundo brazo 618 (oculto) por las razones ya descritas. El asegurador 650 pasa entre los aseguradores 652, 654 y a través del hueso subcondral de la ulna proximal, capturando por lo tanto el fragmento óseo fracturado y permitiendo que la placa 600 para olécranon comparta la fuerza transmitida a través del olécranon 12.

25 La figura 26 es una vista en perspectiva superior de una placa 800 grande para olécranon, la cual es un ejemplo alternativo de la placa 600 para olécranon. La placa 800 para olécranon está configurada para pacientes más grandes y difiere de la placa 600 para olécranon primariamente en el tamaño general y en el número de orificios y ranuras para recibir aseguradores. La placa 800 para olécranon tiene un tercer brazo 820 que incluye un elemento 628 de anillo doble con anillos 840, 860 unidos a un extremo proximal 804 mediante un tercer elemento 846 de puente flexible. Cada anillo del elemento 822 de anillo doble está unido al otro por dos segmentos curvados 862, 864 que permite que los anillos 840, 860 estén espaciados cercanamente, pero provee una longitud relativamente grande para la flexión relativa. El elemento 822 de anillo doble provee la inserción de dos aseguradores paralelos (no mostrados) más que el asegurador individual 650 mostrado en la figura 23C, o dos aseguradores angulados si las guías están insertadas en los anillos 840, 860 y los ejes de los mismos están seleccionados uno con respecto al otro. Esto permite que la placa 800 para olécranon grande sea configurada por el cirujano para conformarla a porciones impredecibles del olécranon. Además, se proveen dos ranuras 834, 835. La ranura 835 es más larga que la ranura 834.

40 Para implantar la placa 800, se insertan dos aseguradores a través del olécranon proximal en los orificios 830 y 832. Luego se inserta un asegurador a través de la ranura 834 más corta para reducir la fractura a través de compresión dinámica. El tercer brazo es entonces flexionado, según sea necesario, para conformar con el olécranon y los tornillos de operación redonda son insertados a través de los orificios 840 y 860. Se inserta opcionalmente un asegurador adicional a través de la ranura 835. El primero o segundo brazo 816, 818 y otros orificios roscados 822, 824, 825, 826, 828 se proveen entonces con aseguradores para completar la fijación y la transferencia de carga de retorno a la diáfisis.

45 Los ejemplos de la placa de olécranon mostrados son estructurados y los orificios del mismo están orientados, de tal manera que los aseguradores insertados aquí y acoplados a los mismos transfieren apropiadamente las altas fuerzas del músculo tríceps a áreas más distales de la ulna. A la vez que no es necesario incluir todas las características antes descritas en las placas 600, 800 para olécranon, tales características están incluidas en los ejemplos preferidos puesto que se consideran óptimas para configurar las placas 600, 800 para olécranon al olécranon de la ulna proximal para soportar las fracturas presentes allí.

Aseguradores

50 Las figuras 27 a 40 muestran cuatro ejemplos de aseguradores óseos (también denominados como tornillos y vástagos) que pueden ser utilizados con la placa radial 100, la placa lateral 200, la placa media 300, la placa posterolateral 400, la placa coronoide 500 y las placas para olécranon 600, 800. Los aseguradores se describen genéricamente puesto que las dimensiones reales de cada asegurador pueden variar dependiendo de la placa ósea y del tipo de fractura. El tipo de rosca de cuerpo para cada tornillo puede ser cualquiera de una rosca cortical y una rosca reticulada y se extiende a lo largo de al menos una porción de cuerpo del tornillo. Para los ejemplos de aseguradores mostrados que incluyen cabezas roscadas para asegurar en un orificio roscado de la placa ósea, el cuerpo del asegurador puede bien ser un cuerpo roscado o de un cuerpo liso.

La figura 28 es una vista lateral y la figura 27 es una vista del extremo de cabeza del tornillo 700 de compresión estándar que tiene una cabeza 702 y un cuerpo roscado 704. La cabeza 702 tiene una porción 708 inferior convexa esféricamente que está configurada específicamente para asentarse en un orificio de placa cóncavo esféricamente para comprimir la placa ósea contra el hueso, aunque es posible utilizar el tornillo 700 con otros tipos de orificios para placa. Como es bien sabido en la técnica, el tornillo 700 puede ser usado también en una ranura alargada que tiene una pared periférica cóncava esféricamente para compresión dinámica, en la cual el tornillo provee tanto una fuerza dirigida verticalmente como una fuerza dirigida axialmente a la placa ósea para ayudar en la reducción de la fractura. La cabeza 702 incluye un receso 706 de guía hexagonal, aunque son posibles otras configuraciones de recesos para otros tipos de guías. Los tornillos 700 pueden ser formados a partir de una aleación de titanio u otro metal.

La figura 29 es una vista de un extremo de cabeza, la figura 30 es una vista lateral y la figura 31 es una vista detallada de un tornillo 1000 de fijación multidireccional completamente insertado en una placa ósea 1008 que tiene un orificio ahusado roscado 1009. El tornillo 1000 incluye un cuerpo roscado 1004 y una cabeza 1002 que tiene un receso de guía 1006 cuadrado. El tornillo 1000 puede ser asegurado a la placa 1008, de tal manera que un eje 1010 de tornillo forma un ángulo 1015 en el rango de 0-15 grados con un eje de orificio 1011. El tornillo 1000 puede ser formado a partir de una aleación de cobalto-cromo que es significativamente más dura que el material de la placa, el cual puede ser una aleación de titanio. Tal tornillo de fijación multidireccional está divulgado en US-A 2007/0088360.

La figura 32 es una vista en perspectiva, la figura 33 es una vista de extremo de cabeza y la figura 34 es una vista transversal detallada de un tornillo 1100 de fijación en ángulo fijo, el cual incluye un cuerpo 1104 roscado y una cabeza 1102 roscada ahusada que tiene un receso hexabular 1106. El tornillo 1100 puede ser insertado y asegurado en un orificio ahusado roscado de una placa ósea en un ángulo fijo predeterminado por el eje de rosca del orificio.

Las figuras 35 a 38 son vistas de un asegurador 1200 de compresión multidireccional, también llamado tornillo 1200. La figura 35 es una vista en perspectiva y la figura 36 es una vista detallada de la porción proximal del tornillo 1200, el cual incluye un cuerpo 1204 que tiene una rosca 1206 y una punta distal 1214. El tornillo 1200 incluye adicionalmente una cabeza ósea 1202 que tiene una cara proximal 1208 con un receso de guía cuadrado 1208, aunque son posibles otras configuraciones de las guías de receso. La cabeza 1202 incluye una porción lisa frustocónica 1212 que tiene un extremo de diámetro pequeño 1240 (indicado por D1) unido al cuerpo 1204 y un extremo de diámetro grande 1242 (indicado por D2) que forma un borde periférico 1206 de la cara proximal 1208. La porción 1212 frustocónica tiene un ángulo incluido 1244 (indicado por A) centrado sobre un eje de tornillo 1220. El borde periférico 1206 puede tener un radio externo 1242 (indicado por R). La rosca 1216 puede ser una de una rosca reticulada y una rosca cortical y puede formarse en al menos una porción de la longitud del cuerpo 1204.

Las figuras 37 y 38 son vistas transversales detalladas del tornillo 1200 insertado en un orificio 1232 roscado ahusado de la placa ósea 1234. El primero con referencia a la figura 37, el orificio 1232 roscado ahusado tiene un ángulo incluido 1252 (indicado por B) centrado sobre el eje de orificio 1230. El eje de tornillo 1220 del tornillo 1200 y el eje de orificio 1230 forman un ángulo de inserción 1250 (indicado por C). En este ejemplo, el ángulo de inserción 1250 puede variar de 0-15 grados y está contenido por un plano que contiene el eje 1230 de orificio, de tal forma que todas las posibles orientaciones del eje de tornillo 1220, cuando está insertado completamente en el orificio 1232, definen un volumen cónico de 30 grados que se extiende desde la parte inferior de la placa 1234. Cuando el tornillo 1200 se inserta completamente en el orificio 1232, la porción 1212 frustocónica comprende también el orificio 1232, pero es demasiado grande para pasar completamente a través del orificio 1232. Una altura de protrusión 1254 máxima (indicada por H1) se extiende por encima de la superficie superior de la placa 1234.

La figura 38 muestra un eje de tornillo 120 y un eje de orificio 1230 como colineales, de tal forma que el ángulo de inserción es cero. Una altura 1256 de protrusión mínima (indicada por H2) se extiende por encima de la superficie de la placa 1234. En este ejemplo, H2 es menor de H1 y cada uno de H1 y H2 tienen un perfil aceptablemente bajo, de tal manera que la cabeza 1202 es atraumática hacia el tejido blando circundante.

El sistema descrito aquí provee a un cirujano con la opción ventajosa de usar cualquiera de un tornillo de compresión estándar (tornillo 700 de la figura 28), un tornillo de fijación de ángulo fijo (tornillo 1100 de la figura 33), un tornillo de compresión multidireccional (tornillo 1200 de la figura 35) y un tornillo en fijación multidireccional (tornillo 1000 de la figura 30) en el mismo orificio roscado ahusado, el cual se incluye en cada una de las placas óseas descritas aquí. Además, cada uno de los tornillos 700, 1100, 1200 y 1000 son insertables en orificio roscado ahusado, de tal forma que la cabeza de tornillo es mínimamente sobresaliente con respecto a la superficie superior de la placa ósea, minimizando por tanto la incomodidad del paciente y las complicaciones debidas a la irritación del tejido blando.

La Fig. 39 es una vista en perspectiva de un adaptador de cabeza de tornillo 1300 provisto para uso con un tornillo 1200 de compresión multidireccional de la Fig. 35. La Fig. 40 muestra como el adaptador 1300 puede ser ensamblado a la cabeza 1202 del tornillo 1200 y puede ser usado entonces de manera similar al tornillo 700 de compresión estándar de la Fig. 27. El adaptador 1300 incluye una porción 1302 inferior esféricamente convexa y una porción 1304 superior redondeada. La porción 1302 inferior y la porción 1304 superior forman un borde 1312 periférico circular y juntas recuerdan el perfil de una cabeza de tornillo de compresión estándar. El adaptador 1300 incluye adicionalmente un orificio 1310 que tiene una superficie 1306 cónica lisa contra la cual se recibe la cabeza 1202 del tornillo 1200, de tal forma que la cabeza 1202 encaja con la porción superior 1304 del adaptador 1300 cuando se inserta completamente.

ES 2 428 519 T3

5 El adaptador 1300 de cabeza de tornillo incluye preferiblemente medios para enganchar la cabeza 1202 del tornillo 1200 de tal manera que el tornillo 1200 y el adaptador 1300 están ensamblados uno a otros para ser manejados juntos como una unidad durante un procedimiento quirúrgico. De acuerdo con un ejemplo preferido, las pestañas de retención 1340 están desplazadas circunferencialmente alrededor de la porción superior del orificio 1310. A medida que la cabeza de tornillo 1202 es forzada a través del adaptador 1300 durante el ensamblaje, la cabeza 1202 deflecta las pestañas 1340 radialmente hacia afuera para proveer acceso suficiente para que la cabeza 1202 sea recibida contra la superficie cónica 1306 del orificio 1310, y las pestañas 1340 luego saltan de retorno sobre la cabeza 1202 para asegurar la cabeza con respecto al adaptador 1300.

10 El adaptador 1300 y el tornillo 1200 pueden ser usados juntos como una unidad en un orificio de placa que tiene una superficie de asentamiento esféricamente cóncava para comprimir la placa ósea contra el hueso. Alternativamente, como se muestra en la figura 40, el adaptador 1300 y el tornillo 1200 pueden ser utilizados juntos como una unidad, en una ranura de compresión 1235 de una placa ósea para comprimir dinámicamente la placa al hueso (en las direcciones vertical y axial) para ayudar en la reducción de fracturas. (La figura 40 puede representar tanto una vista en sección cortada de un orificio de placa y una vista en sección transversa de una ranura de compresión). La ranura de compresión 1235 puede tener una superficie 1233 de lecho interno esféricamente cóncava que engancha con la superficie inferior 1302 del adaptador 1300 para conducir la placa ósea 1232 en la dirección deseada a medida que el tornillo 1200 deja atornillado en el hueso, tal como para reducir la fractura ósea. El tornillo 1200 puede ser insertado multidireccionalmente en el hueso en un ángulo de inserción 1308 (indicado por F) definido por el eje de tornillo 1220 y el eje de ranura 1330. El ángulo de inserción 1308 puede variar desde 0 a 15 grados a partir del eje de ranura 1330.

20 El adaptador 1300 puede ser formado a partir de cualquiera de un cierto número de materiales biocompatibles, incluyendo titanio, una aleación de titanio, un acero inoxidable y una aleación de cobalto-cromo. El adaptador 1300 puede ser provisto con un acabado liso pulido en todas las superficies para facilitar la inserción multidireccional del tornillo 1200 en el hueso y la compresión dinámica de la placa ósea contra el hueso.

Instrumentación especializada

25 Las figuras 41 y 42 son vistas en perspectiva de una primera guía de perforación 1400 que tiene un cuerpo cilíndrico 1402, un extremo proximal 1406, un extremo distal 1404. La primera guía de perforación 1400 también tiene un orificio longitudinal 1412 con un eje 1414 y está dimensionada para guiar un taladro de hueso convencional. Se forma una pluralidad de elementos de guía internos 1410 sobre el orificio 1412 cerca al extremo proximal 1406. En esta realización, la pluralidad de elementos de guía internos 1410 incluye seis elementos de guía internos 1410 para recibir la punta distal en conformación hexagonal de una herramienta de tornillo para hueso convencional, aunque son posibles otras configuraciones y cantidades de elementos 1410 de guía internos.

35 La primera guía 1400 de perforación tiene también un extremo distal 1408 cercano a la porción roscada ahusada 1404 configurada para el enganche roscado con un orificio roscado ahusado en una placa ósea, de tal manera que el eje 1414 es colineal con el eje del orificio roscado ahusado. La placa ósea puede ser provista al cirujano con cada orificio roscado ahusado de la placa ósea ya preensamblado con la guía de perforación 1400, de tal manera que no es necesario para el cirujano o un asistente unir una guía de perforación a cada orificio durante el procedimiento que se hace normalmente para los sistemas de colocación de placas óseas convencionales. De esta manera, el cirujano puede perforar rápidamente varios orificios en huesos, de tal manera que el eje de cada orificio está en perfecto alineamiento con el orificio del eje roscado. El cirujano puede retirar entonces la guía de perforación utilizando la guía punteada hexagonalmente e insertar un asegurador óseo de fijación, de tal manera que la cabeza roscada del asegurador de fijación fácilmente enganche con el orificio roscado. Debido a la forma larga cilíndrica del cuerpo 1402, la primera guía de perforación 1400 también puede ser utilizada con herramientas de flexión para reconfigurar la placa ósea, como fue ya descrito para una placa radial 100 mostrada en conjunción con las figuras 5 y 6, y que también será descrita por la placa 200 en unión con las figuras 50 y 51. El preensamblaje de una primera guía de perforación a una placa ósea esta divulgados en US-A 2006/0149250. El uso de tal guía de perforación para doblar una placa esta divulgado en US-A 2006/161158, US-A 2007/0233111 y US-A 2007/0233112.

40 Las figuras 43 y 44 son vistas en perspectiva de una segunda guía 1500 de perforación la cual incluye un cuerpo bulboso 1514, un extremo distal 1504, un extremo proximal 1506 y una porción roscada distal 1502. La segunda guía 1500 de perforación incluye también un orificio 1512 que tiene un eje longitudinal 1516 y está dimensionado para guiar un taladro de hueso convencional. Una pluralidad de elementos de guía interno 1510 están conformados en el orificio 1512 cerca al extremo proximal 1506 y pueden tener una configuración idéntica a los elementos 1410 de guía interna de la primera guía de perforación 1400, de manera tal que se puede utilizar la misma herramienta de punta hexagonal, aunque son posibles otras configuraciones y cantidades de elementos de guía interno 1510.

55 La porción roscada distal 1502 está configurada para enganche roscado con un orificio roscado ahusado en una placa ósea, de tal forma que un eje 1516 es colineal con el eje de un orificio roscado ahusado. Como se describió para la primera guía de perforación 1400, una placa ósea puede ser provista al cirujano por cada orificio roscado ahusado de la placa ósea ya preensamblada con la guía de perforación 1500, de tal manera que no es necesario que el cirujano o un asistente unan una guía de perforación a cada orificio durante el procedimiento como se hace normalmente para sistemas de plateado de hueso convencional. El cirujano puede entonces retirar la guía de perforación utilizando la guía

punteada hexagonalmente e insertar un asegurador de hueso de fijación, de tal manera que la cabeza roscada del asegurador de fijación fácilmente enganche con el orificio roscado.

En comparación con la primera guía 1400 de perforación, la segunda guía 1500 de perforación tiene un bajo perfil una vez insertada completamente en el orificio roscado ahusado de la placa ósea, esto es, la segunda guía 1500 de perforación está dimensionada para que el orificio 1512 sea lo suficientemente largo para guiar el taladro de hueso, bien sea que se extienda mínimamente por encima de la superficie superior de la placa ósea de tal forma que facilite la inserción de la placa con mínima eliminación de tejido y trauma para tejido. La forma bulbosa o "de champiñón" del cuerpo 1514 facilita la manipulación y manufactura de la segunda guía de perforación 1500, y no está prevista para la unión retirable de las herramientas de flexión mostradas en la figura 5, 6, 46, 47 y 48. A manera de ejemplo, el cuerpo de la primera guía de perforación (esto es, porción que se extiende por encima del contacto no óseo sobre la superficie de la placa) tiene longitud de por ejemplo, aproximadamente de 10 a 15 mm, mientras que la porción correspondiente de la segunda guía de perforación tiene una longitud de, por ejemplo, aproximadamente 3 a 7 mm.

La segunda guía de perforación 1500 puede ser utilizada para porciones de la placa ósea que no son reconfigurables. Como se muestra en la figura 45 por ejemplo, la segunda guía 1500 de perforación puede ser preensamblada al extremo 202 proximal cercano a la placa lateral 200, una porción de la placa lateral 200 que no es reconfigurable. La configuración de bajo perfil de la segunda guía 1500 de perforación permite que el cirujano inserte el extremo 202 proximal bajo tejido blando retraído incluso con segunda guía de perforación 1500 unidas al mismo. Esto permite que el cirujano haga una incisión más corta para implantar la placa ósea que si se utilizaran guías de perforación más largas en el extremo 202 proximal. Además, la segunda guía 1500 de perforación es mínimamente obstructiva a otros instrumentos utilizados en esa porción del sitio de la herida durante el procedimiento.

Otro tipo de guía de flexión que puede ser utilizada no incluye un throughbore. Tal guía puede tener las características externas (y opcionalmente las internas proximales) bien sea de la primera o segunda guías de perforación, pero se utilizan solamente para flexionar y no para guiar un taladro. Tal guía de flexión también puede incluir una estación transversal no circular externa para facilitar la aplicación de fuerza del instrumento y/o la remoción de la guía de flexión desde la placa.

La figura 46 es una vista en perspectiva de la porción distal de una herramienta de flexión 1600 que puede ser utilizada en conjunción con la primera guía 1400 de la perforación para reconfigurar la placa ósea. La herramienta de flexión 1600 es una realización alternativa de las herramientas de flexión 2160 y 2180 mostradas en las figuras 5 y 6. El cirujano puede usar la herramienta de flexión 1600 para lo siguiente: reconfigurar la placa ósea para ajustarla lo más cercanamente posible al hueso; redireccionar la trayectoria de uno o más aseguradores, manipular la placa ósea durante la colocación del hueso; y romper una porción no necesaria de la placa ósea. Como se describió anteriormente para las herramientas de flexión 2160 y 2180, el cirujano puede usar un par de herramientas de flexión 1600 para reconfigurar el hueso colocado in situ, esto es, cuando la placa está posicionada sobre el hueso, y por lo tanto la posibilidad de no coincidencia entre placa/hueso y reducir el tiempo del procedimiento.

La herramienta 1600 de flexión incluye un asa 1602 que tiene un eje longitudinal 1603 y un efector 1604 de extremo distal. El efector 1604 de extremo distal incluye un brazo de retención 1612 que se extiende distalmente y está posicionado aproximadamente a lo largo del eje longitudinal 1603. El brazo de retención 1612 tiene un orificio de retención 1610 con un eje de orificio 1618 que es transversal con respecto al eje longitudinal 1603. El orificio 1610 está dimensionado para recibir el cuerpo 1402 de la primera guía 1400 de perforación, de tal forma que el cirujano pueda unir de manera removible el efector 1604 de extremo a la primera guía 1400 de perforación sin aplicar una fuerza significativa cuando el eje 1618 de orificio es colineal con el eje 1414 de la primera guía 1400 de perforación. Sin embargo, el orificio 1610 encaja de manera deslizable sobre la primera guía 1400 de perforación, de tal manera que al aplicar una fuerza apropiadamente dirigida al asa 1602 se induce un acoplamiento de fuerza en la primera guía 1400 de perforación en un plano definido por el eje longitudinal 1603 y el eje 1618 de orificio (plano x-z como lo indica el sistema de coordenadas mostrado en la figura 46).

El efector 1604 de extremo incluye adicionalmente un primer fulcro 1606 posicionado en el primer lado 1620 del eje longitudinal 1603, y un segundo fulcro 1608 posicionado en un segundo lado 1622 opuesto al primer lado 1620. Cada uno del primero y segundo fulcros 1606 y 1608 se separa proximalmente del eje de orificio 1618 y está contenido en el plano definido por los ejes longitudinal y de orificio. El primer fulcro 1606 puede ser separado adicionalmente del segundo fulcro 1608, según lo indica la separación 1623 en la figura 48. Esta variación en la separación del fulcro permite que la herramienta 1600 de flexión sea usada en placas ósea que tienen anchuras variables y, en algunas situaciones, tengan dos oposiciones para orientación del asa 1402 durante el uso.

La figura 47 es una vista en perspectiva de un par de herramientas de flexión 1600 tal como pueden ser utilizadas para reconfigurar la placa lateral 200 en el plano x-y, según se indica por el sistema de coordenadas mostrado. Una primera herramienta de flexión 1600A es unida de manera retirable a la guía 1400A de perforación preensamblada al primer segmento 212 de la placa lateral 200, de tal forma que el primer lado 1620A está en la dirección hacia abajo. Se une de manera removible una segunda herramienta de flexión 1600B a una guía 1400B de perforación preensamblada al extremo distal 204 de la placa lateral 200, de tal forma que el primer lado 1620B está en la dirección hacia arriba. El primer fulcro 1606A se apoya contra la espina 231 de la placa lateral 200. El segundo fulcro 1608B se apoya contra el borde medio 248 de la placa lateral 200. Cuando el cirujano aplica fuerzas iguales y similares dirigidas, indicadas por las

5 flechas marcadas F1 y F2 en el plano x-y tal como se define por el sistema de coordenadas mostrado, se aplica una fuerza de palanca a la espina 231 cerca al primer segmento 212. De esta manera, el cirujano puede reconfigurar la espina 231 cerca al primer segmento 212. Puede utilizarse un método similar para reconfigurar la espina 231 cerca al segundo segmento 214. Con el fin de ayudar a mantener la placa lateral en posición sobre el hueso, el cirujano puede escoger la aplicación de las fuerzas F1, F2 después de que al menos un asegurador haya sido ya insertado en otra porción de la placa.

10 La figura 48 es una vista en perspectiva de un par de herramientas de flexión 1600 tal como pueden ser utilizadas por un cirujano para reconfigurar la placa lateral 200 en el plano y-z según se indica mediante el sistema de coordenadas mostradas. La primera herramienta de flexión 1600A puede ser unida de manera removible a la guía de perforación 1400A y la segunda herramienta de flexión 1600B puede ser unida de manera removible a la guía de perforación 1400B. Para este caso, el primer fulcro 1606A no se apoya con la espina 231 y el segundo fulcro 1608B no se apoya contra el borde medio 248, como en el caso anterior de la figura 50. En vez de esto, cuando el cirujano aplica igual y las mismas fuerzas dirigidas G1 y G2 según lo indican las flechas, se induce un acoplamiento de fuerza en cada una de las guías de perforación 1400A y 1400B, colocando por lo tanto un torque sobre la espina 231 para reconfigurar esa porción de la placa lateral 200.

20 Pasando ahora a las figuras 49 y 50, se muestran ejemplos alternativos de herramientas de flexión 2006A, 2600B las cuales pueden ser utilizadas para el mismo propósito que las herramientas de flexión 1600A, 1600B; esto es, en conjunción con la primera guía de perforación 1400 y una placa ósea para reconfigurar la placa ósea. Como se muestra en la figura 49, la herramienta de flexión 2600A incluye un asa 2602A que tiene un eje longitudinal 2603A y un efector de extremo distal 2604A. El efector 2604 de extremo distal incluye un brazo de retención 2612A que se extiende distalmente y está posicionado aproximadamente a lo largo del eje longitudinal 2603A. El brazo de retención 2612A tiene un orificio de retención 2610A con un eje de orificio 2618A que es transverso con respecto al eje longitudinal 2603A. El orificio 2610A está dimensionado para recibir el cuerpo 1402 de la primera guía 1400 de perforación, de tal forma que el cirujano puede unir de manera removible el efector de extremo 2604A a la primera guía 1400 de perforación sin aplicar fuerza significativa cuando el eje de orificio 2618 A es colineal con el eje 1414 de la primera guía 1400 de perforación. Sin embargo, el orificio 2610A se encaja de manera deslizable sobre la primera guía 1400 de perforación, de tal manera que al aplicar una fuerza apropiadamente dirigida al asa 2602A se induce un acoplamiento de fuerza sobre la primera guía 1400 de perforación en un plano definido por el eje longitudinal 2603A y el eje de orificio 2618A (plano x-z según lo indica el sistema de coordenadas mostrado en la figura 46). El efector 2604A incluye adicionalmente un fulcro convexo 2606A retirado proximalmente del eje de orificio 2618A y contenido en el plano definido por los ejes longitudinales y de orificio 2603A y 2618A. En el extremo opuesto del asa 2602A del efector 2604A extremo, se provee un orificio 2620A coaxial con el eje longitudinal 2603A. El orificio 2620A está dimensionado para ser deslizable recibido sobre la guía de perforación 1400.

35 Con referencia a la figura 50 la herramienta de flexión 2600B es sustancialmente la misma que la herramienta de flexión 2600A con las siguientes diferencias. El efector 2604B extremo es separado del asa 2602B por un cuello 2622B. El efector de extremo tiene un orificio 2610B con eje de orificio 2618B paralelo, pero no coaxial con, el eje del cuello 2622B. El fulcro 2606B está localizado en el lado opuesto del orificio 2610B con respecto al asa 2602B y de manera óptima tiene una separación más pequeña con respecto al eje de orificio 2618B. Mientras que las herramientas de flexión 1600A, 1600B son acopladas a una placa con las asas 1602A, 1602B extendiéndose de manera opuesta desde la placa, las herramientas de flexión 2600A, 2600B están configuradas de tal manera que las asas 2602A, 2602B aplican fuerza de flexión con la herramientas aplicadas al mismo lado de la placa. Esto es útil en ciertas situaciones operatorias, primariamente debido a las consideraciones de espacio. Como se muestra en las figuras 51A-51C, esto se efectúa teniendo las asas 2602A, 2602B de las herramientas 2600A, 2600B en diferentes alturas con respecto a la placa 200 (por inclusión del cuello 2622B sobre 2600 solamente) de tal forma que se evita la interferencia entre las asas y los dedos de un usuario alrededor de las asas, reversando la localización de uno de los fulcro 2606A, 2606B con respecto al otro. Esto permite el uso de las asas para aplicar fuerza en los fulcro 2606A, 2606B en lados opuestos del elemento de puente de flexión 216 para reconformar de manera efectiva la placa 200.

50 Las figuras 52 y 53 muestran una herramienta de inserción 1700 de alambre K. La figura 54 es una vista en sección transversal de la porción distal de la herramienta 1700 unida de manera removible a un preensamblaje 1722 que incluye una placa 1720 ósea y una guía de perforación 1400 de la figura 41. La placa ósea 1720 se muestra para propósitos de discusión y puede ser una de las otras placas óseas descritas aquí. Los cirujanos pueden utilizar la herramienta 1700 para mantener y manipular el ensamblaje 1722 y también para guiar un alambre K convencional a lo largo del eje longitudinal de una guía de perforación 1400 y dentro del hueso.

55 La herramienta 1700 incluye un extremo distal 1702, un extremo proximal 1704 y un eje longitudinal 1712 que se extiende entre ellos. La herramienta 1700 incluye adicionalmente un cuerpo cilíndrico 1714 con un orificio 1710 alineado sobre el eje 1712, que se extiende entre el extremo proximal 1704 y el extremo distal 1702 y esta dimensionado para guiar un alambre convencional K. El cuerpo 1714 incluye una porción de agarre proximal 1706 y una porción 1708 de inserción distal.

60 La porción de agarre 1706 puede tener un diámetro de sección transversal, por ejemplo, en el rango de 1 a 2 cm y puede tener una longitud de, por ejemplo, aproximadamente en el rango de 3 a 10 cm. La porción de agarre 1706 también puede ser provista con una superficie de agarre no deslizante 1705, la cual puede ser una superficie anudada o cualquiera de un cierto número de superficies maquinadas conocidas en la técnica.

ES 2 428 519 T3

5 La porción 1708 de inserción distal tiene un diámetro de sección transversal que está dimensionado para la inserción deslizable en y la remoción desde la guía 1400 de perforación, teniendo suficiente enganche friccional en la guía 1400 de perforación para que el cirujano utilice la herramienta 1700 para sostener y manipular un preensamblaje 1722. Una herramienta de inserción similar de alambre K (pero que no se extiende toda la ruta hasta el orificio de la guía de perforación) esta divulgado en US-A 2008/0015591.

REIVINDICACIONES

1. Una placa ósea (500) para la fijación interna del coronoide de la ulna proximal, que comprende:
 - (a) un elemento de anillo central (502) que incluye un orificio para tornillo (505),
 - 5 (b) un primer brazo (510) acoplado radialmente al anillo central, teniendo el primer brazo una pluralidad de orificios para tornillo (513, 515, 517),
 - (c) un segundo brazo (520) acoplado radialmente al anillo central, incluyendo el segundo brazo un segundo elemento de anillo (522) que tiene un orificio para tornillo individual (523), incluyendo el segundo brazo adicionalmente un primer elemento de refuerzo individual (524) acoplado al segundo elemento de anillo, no teniendo el primer elemento de refuerzo un orificio para recibir un asegurador de hueso y formar una estructura de soporte de hueso que puede
10 apoyarse contra la superficie coronoide,
 - (d) un tercer brazo (530) acoplado radialmente al anillo central, teniendo el tercer brazo un orificio para tornillo individual (533), y
 - (e) un cuarto brazo acoplado radialmente al anillo central, teniendo el cuarto anillo un segundo elemento de refuerzo (526) individual sin orificio para recibir un asegurador de hueso, formando el segundo elemento de refuerzo una
15 estructura de soporte que puede apoyarse contra la superficie coronoide.
2. Una placa ósea (500) de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el tercer brazo (530) no tiene elemento de refuerzo.
3. Una placa ósea (500) de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el cuarto brazo no tiene orificio para tornillo.
4. Una placa ósea (500) de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual cada uno de los orificios para tornillo (505, 513,
20 515, 517, 523, 533) es un orificio roscado para recibir un asegurador de fijación.
5. Una placa ósea (500) de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual cada uno del primer brazo (510), segundo brazo (520), tercer brazo (530) y cuarto brazo incluye un elemento de puente flexible (511, 521, 531, 527) en el cual el brazo respectivo es acoplado al elemento de anillo central (502).
6. Una placa ósea (500) de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el primer brazo (510) se extiende distalmente
25 desde el elemento de anillo central (502), el segundo brazo (520) se extiende por vía media desde el elemento de anillo central, y el tercer brazo (530) se extiende lateralmente desde el elemento de anillo central.
7. Una placa ósea (500) de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el primer brazo (510) incluye tres elementos de anillo (512, 514, 516) espaciados y dispuestos linealmente, provisto cada elemento de anillo con un orificio para tornillo roscado individual (513, 515, 517).
8. Una placa ósea (500) de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el segundo elemento (526) de refuerzo se
30 extiende proximalmente desde el elemento de anillo (502) central.
9. Una placa ósea (500) de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el primer elemento (524) de refuerzo se extiende por vía media desde el elemento de anillo (522) del segundo brazo (520).
10. Una placa ósea (500) de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el primer brazo (510) incluye una pluralidad de
35 elementos de anillo (512, 514, 516) y cada elemento de anillo tiene una superficie inferior que es cóncava en una dirección media-lateral.
11. Una placa ósea (500) de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el orificio (523) para tornillo en el segundo elemento (522) de anillo es roscado y define un eje de orificio central (528) a través del orificio para tornillo del segundo elemento de anillo, y el primer elemento (524) de refuerzo tiene una superficie superior que está en un ángulo oblicuo
40 con respecto a dicho eje de orificio central.
12. Una placa ósea (500) de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el primer elemento (524) de refuerzo está acoplado al segundo elemento de anillo (522) mediante un primer elemento de puente (525) relativamente estrecho de tal manera que una primera sutura atada apretadamente alrededor del primer elemento de puente será incapaz de deslizarse sobre el primer elemento de refuerzo, y el segundo elemento (526) de refuerzo está acoplado al anillo central (502) mediante un segundo elemento de puente (527) relativamente estrecho de tal forma que una segunda sutura atada apretadamente alrededor del segundo elemento de puente será incapaz de socavar sobre el segundo elemento de refuerzo.
45

ES 2 428 519 T3

13. Una placa ósea (500) de acuerdo con la reivindicación 1, en combinación con una pluralidad de guías de perforación (1400, 1500) en la cual cada uno de los elemento de anillo (502, 512, 514, 516, 522, 532) está preensamblado con una de las guías de perforación.
- 5 14. Una combinación de acuerdo con la reivindicación 13, en la cual las guías de perforación (1400, 1500) son acoplables de manera removible a una herramienta de flexión (2160, 2180) de tal manera que un usuario pueda utilizar un par de herramientas de flexión para aplicar una fuerza de palanca para reconfigurar in situ cada uno del primero, segundo y tercer brazos (510, 520, 530).
15. Una placa ósea (500) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde
- 10 el primer brazo (510) tiene una pluralidad de orificios para tornillo (513, 515, 517) roscados dispuestos linealmente acoplados en disposición por primeros elementos de puente (511, 518, 519) deformables,
- el segundo elemento de anillo (522) tiene un orificio (523) para tornillo roscado individual acoplado al anillo central mediante un segundo elemento de puente (521) deformable, estando acoplado el primer elemento (524) de refuerzo al segundo elemento de anillo mediante un tercer elemento de puente (525), relativamente estrecho,
- 15 el tercer brazo (530) está acoplado radialmente al anillo central mediante un cuarto elemento (531) de puente, teniendo el tercer brazo un orificio (533) para tornillo roscado individual, y
- el segundo elemento (526) de refuerzo individual está acoplado al anillo central por un quinto elemento de puente (527).

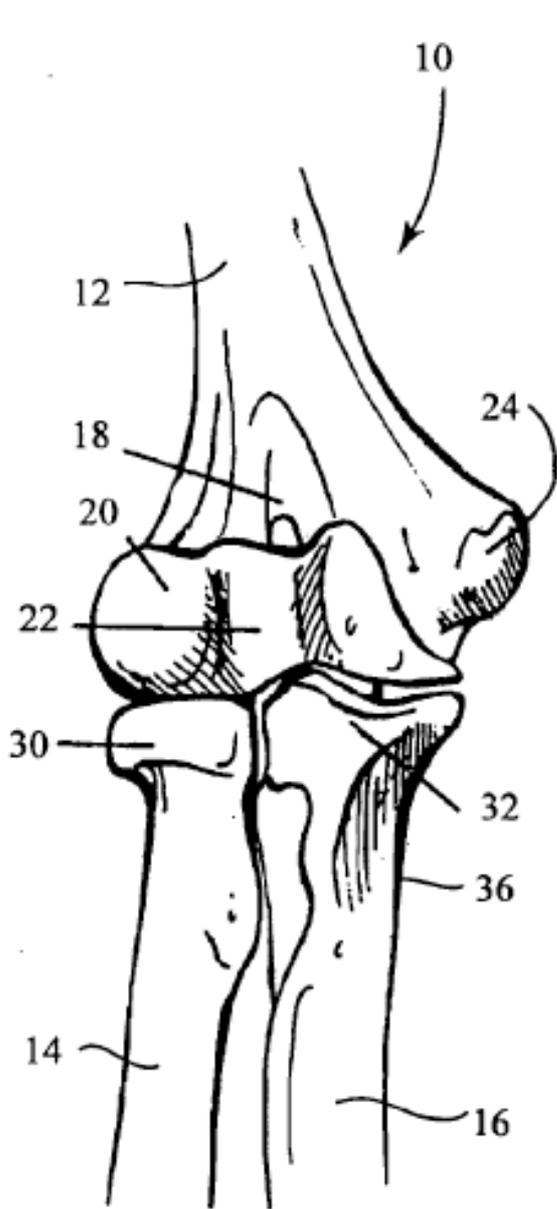


FIG. 1

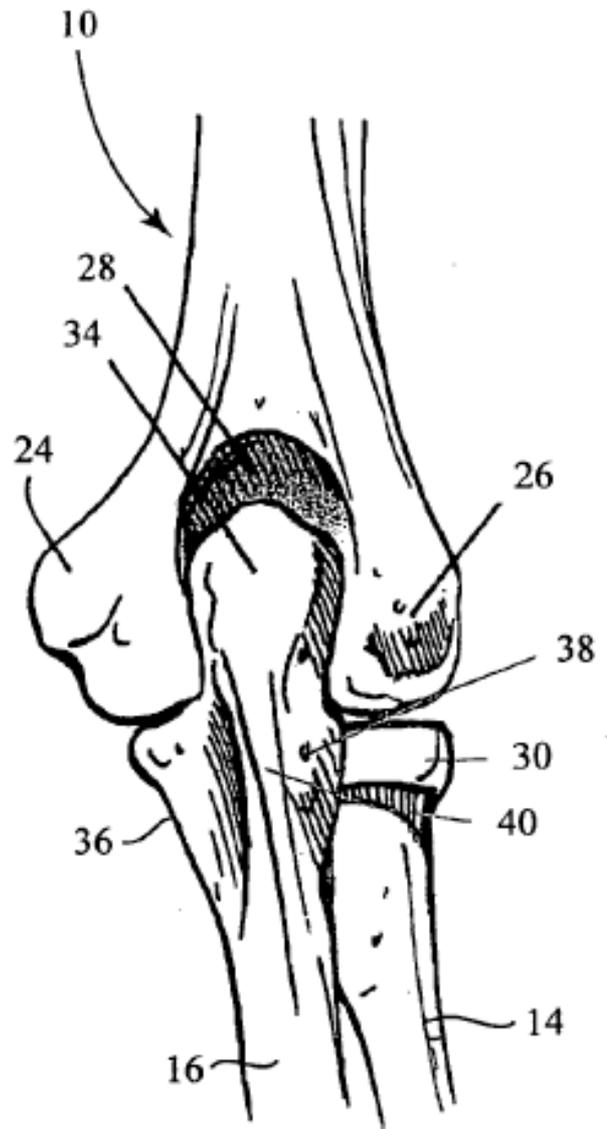
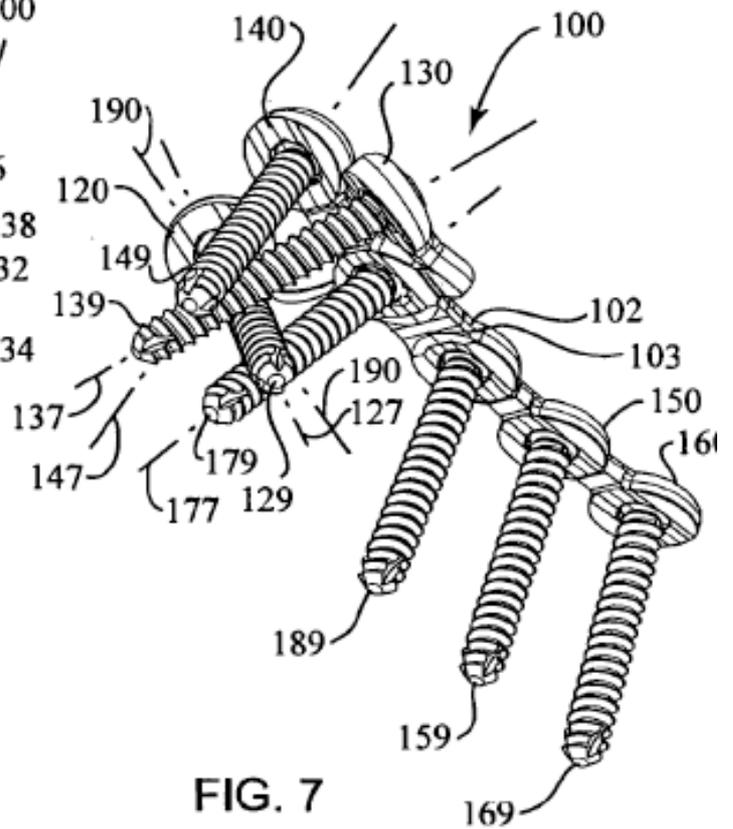
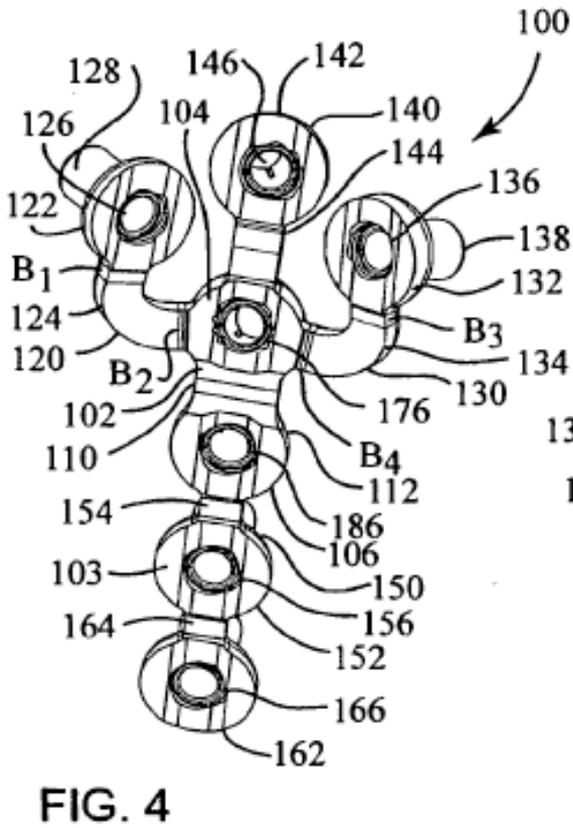
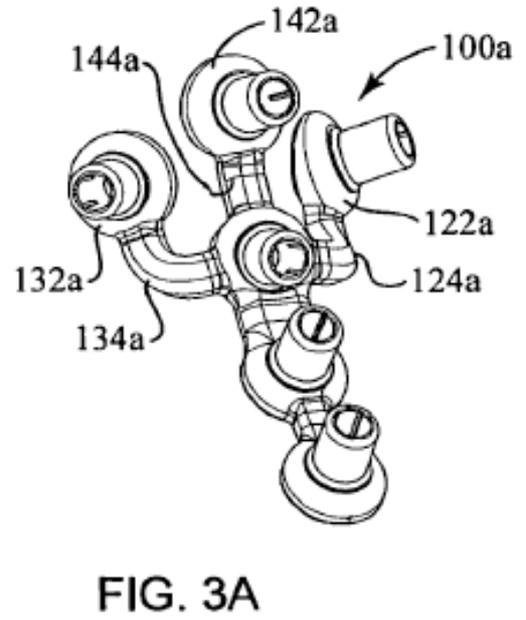
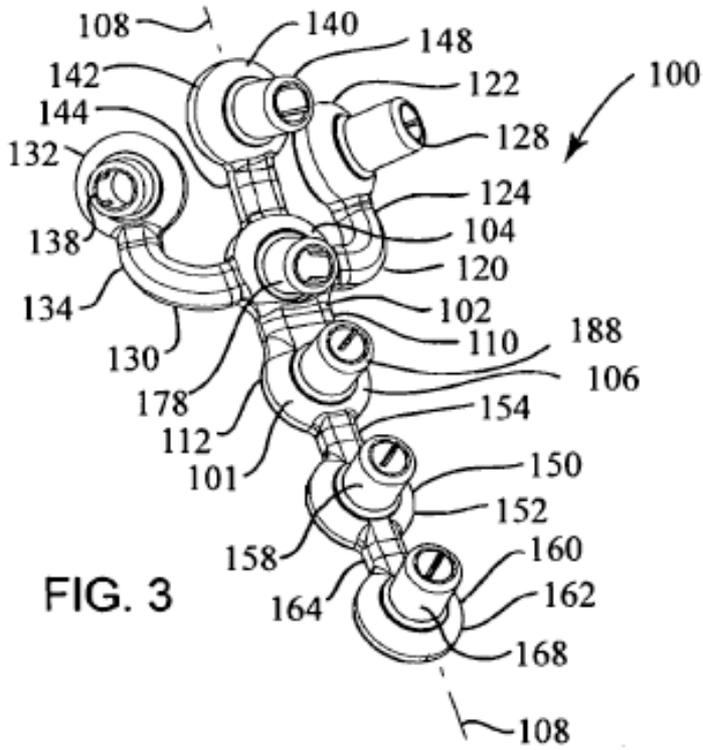


FIG. 2



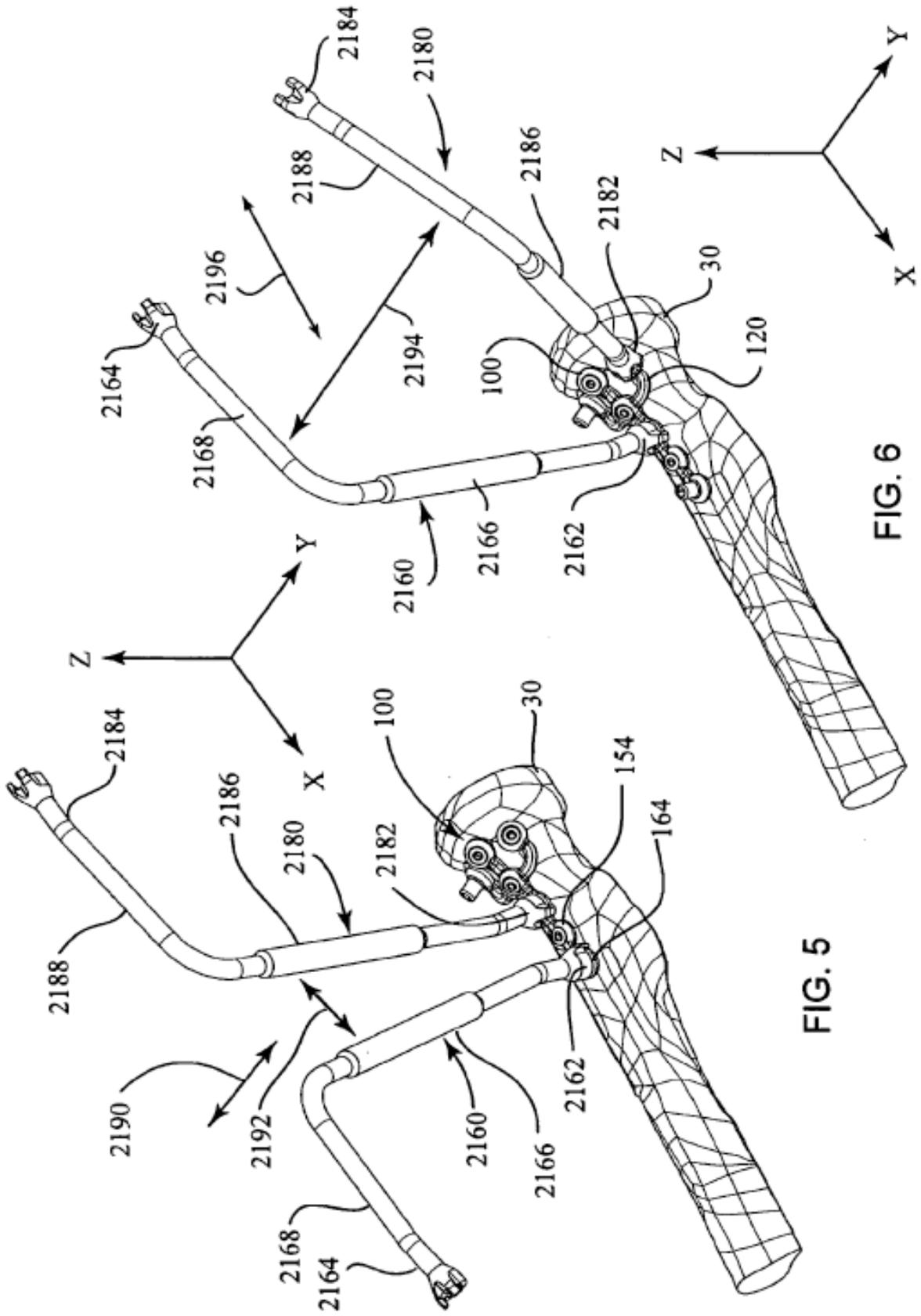


FIG. 6

FIG. 5

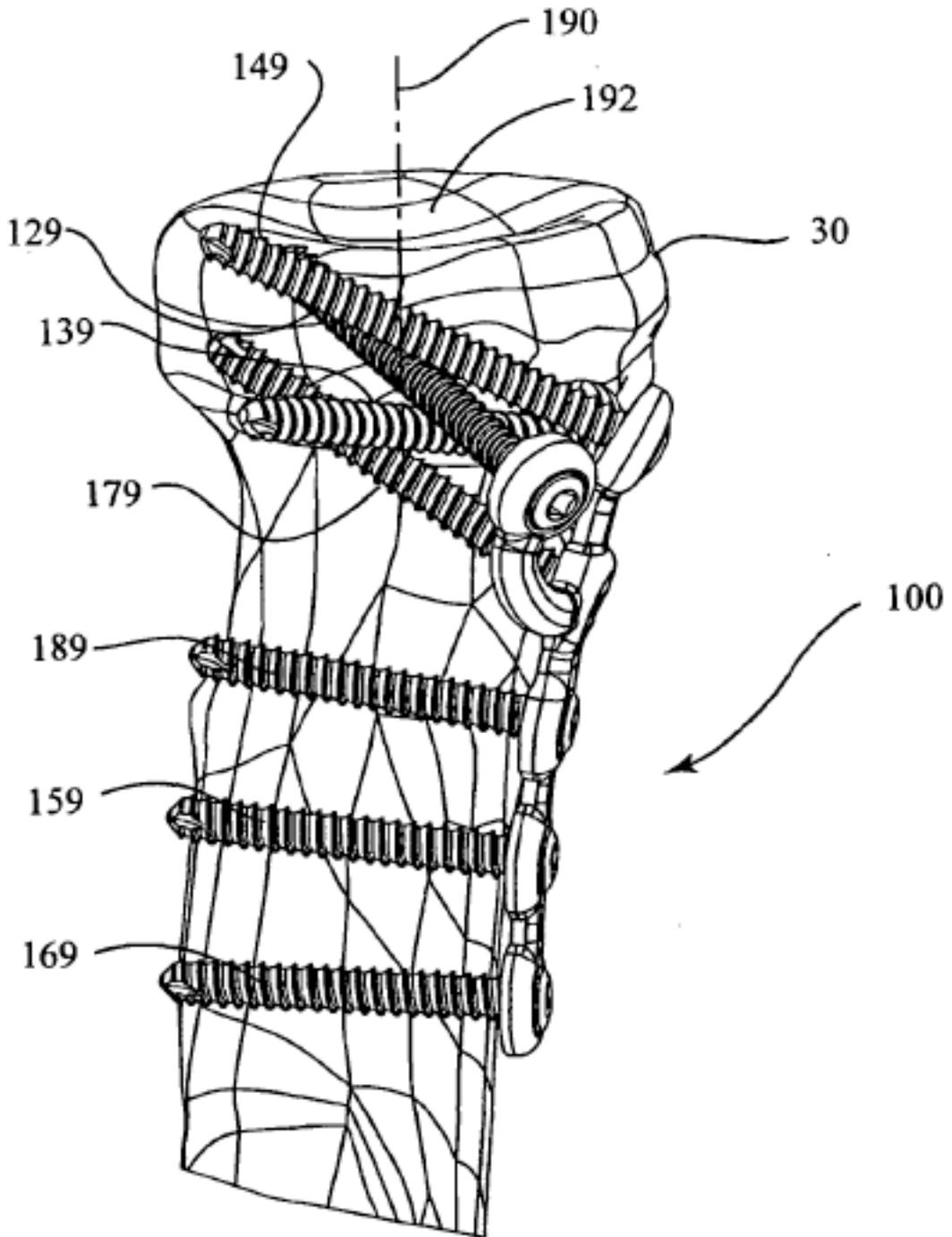
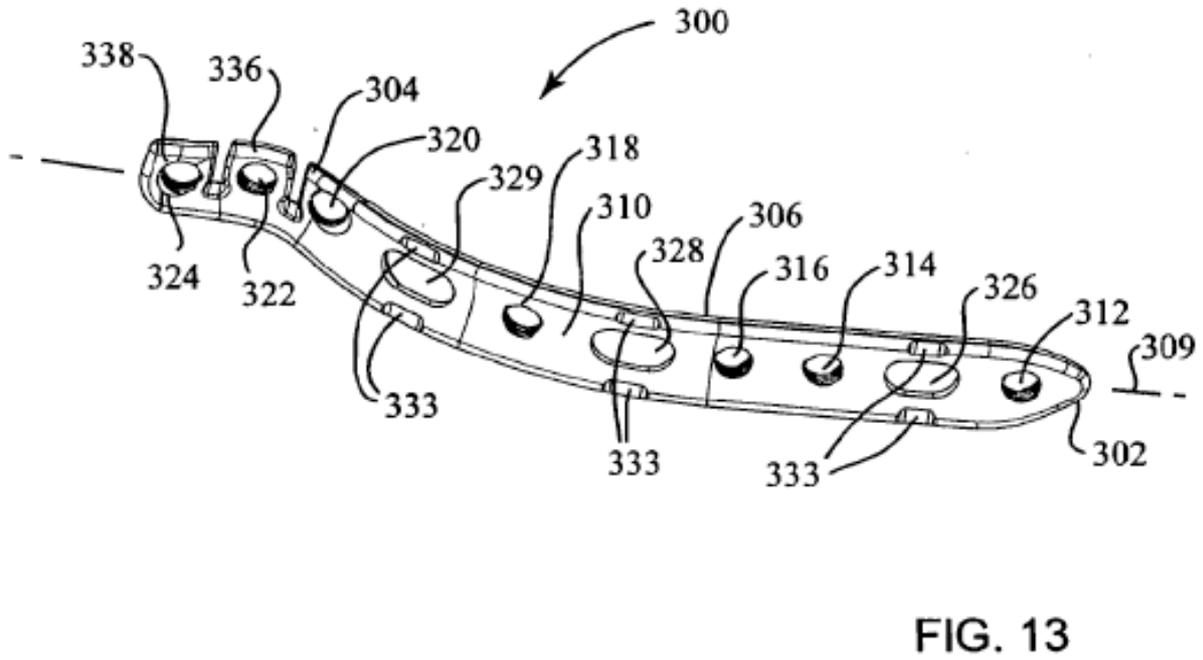
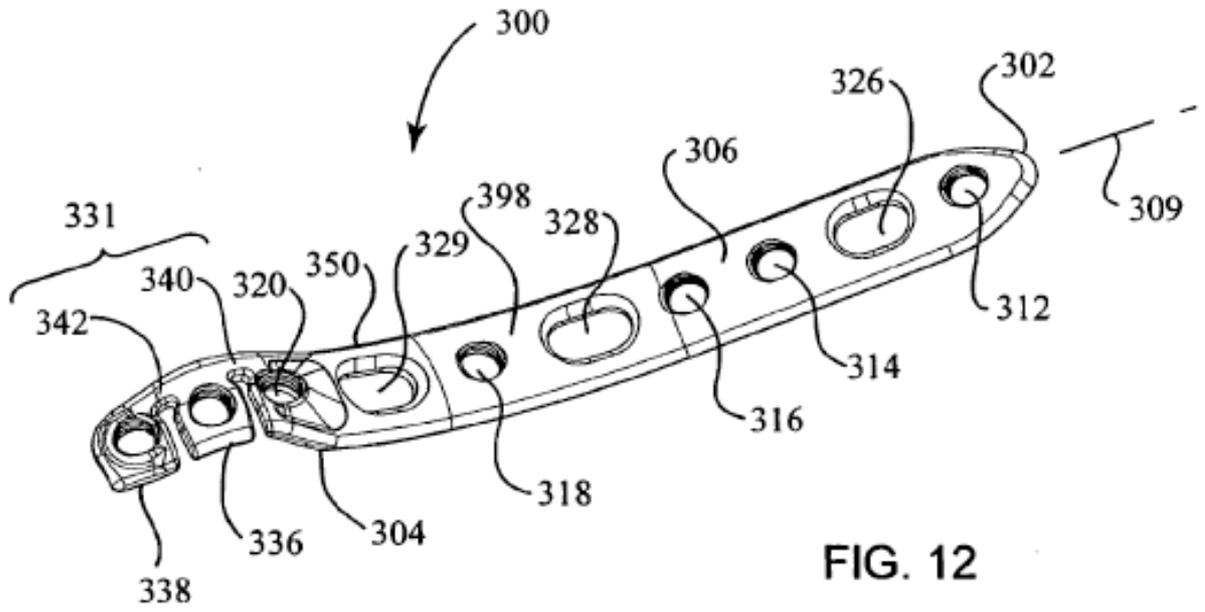
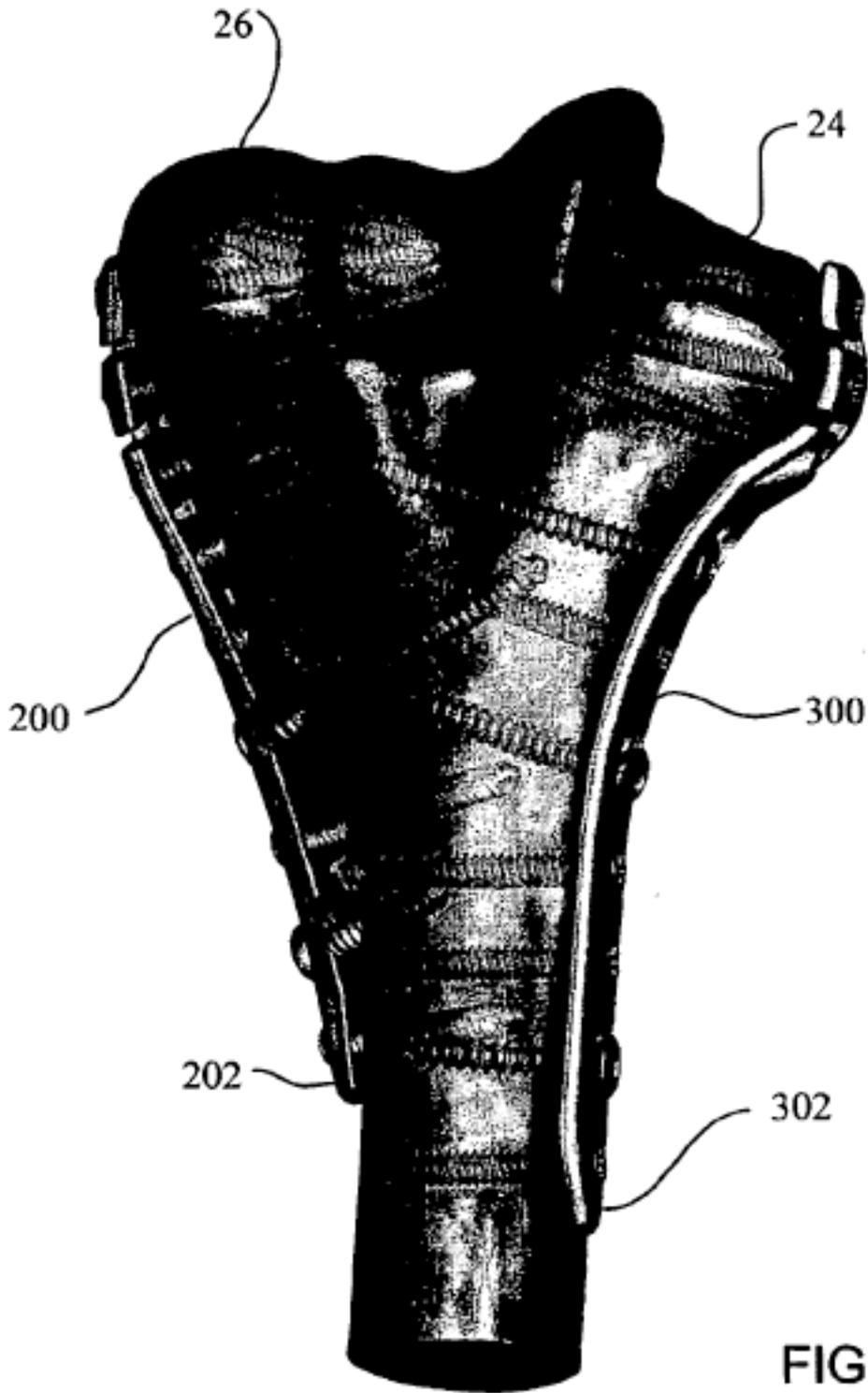


FIG. 8





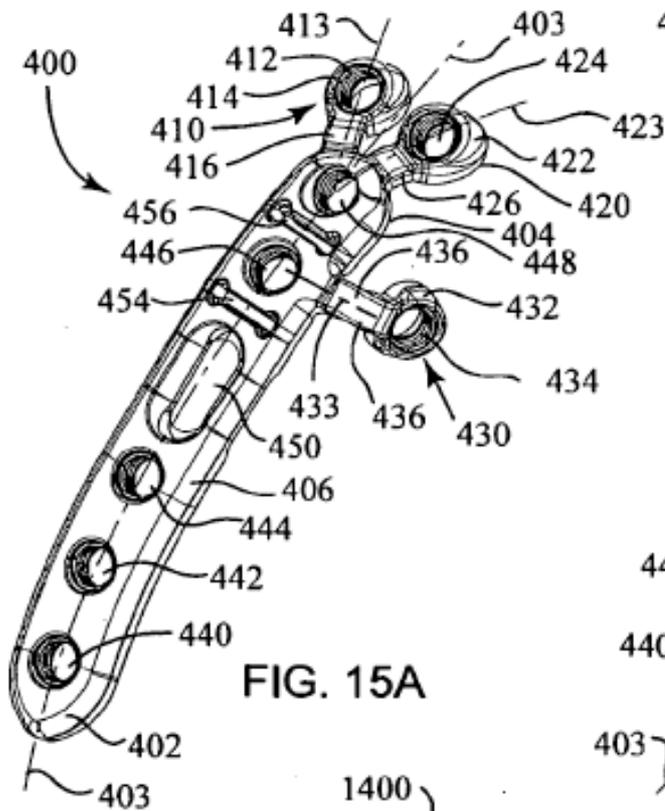


FIG. 15A

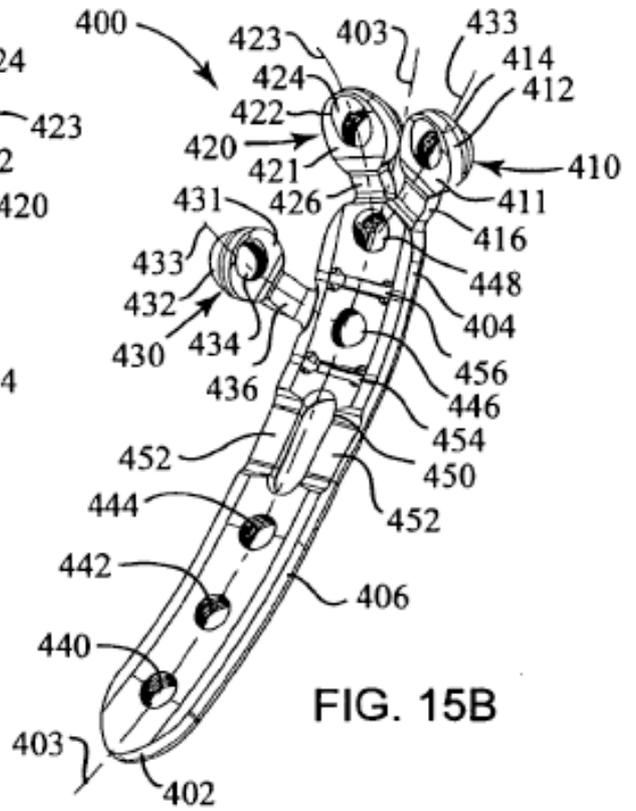


FIG. 15B

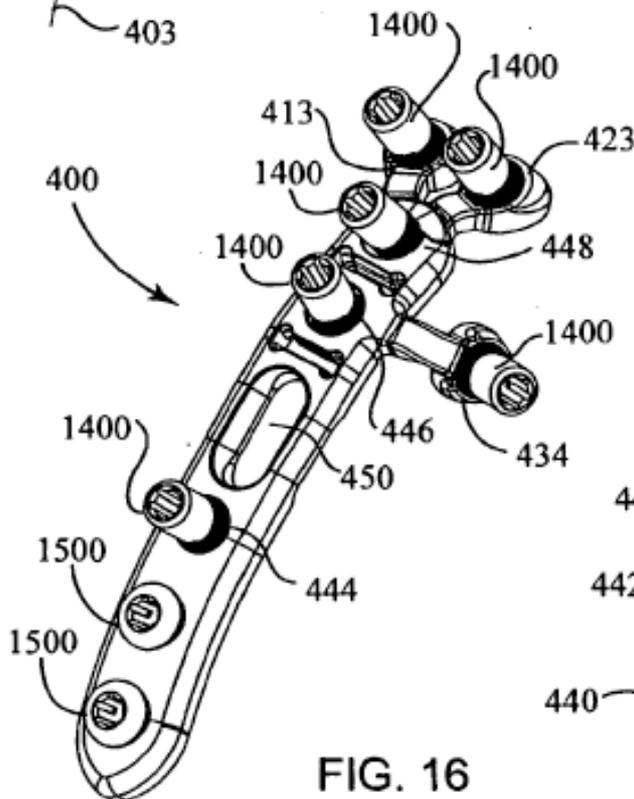


FIG. 16

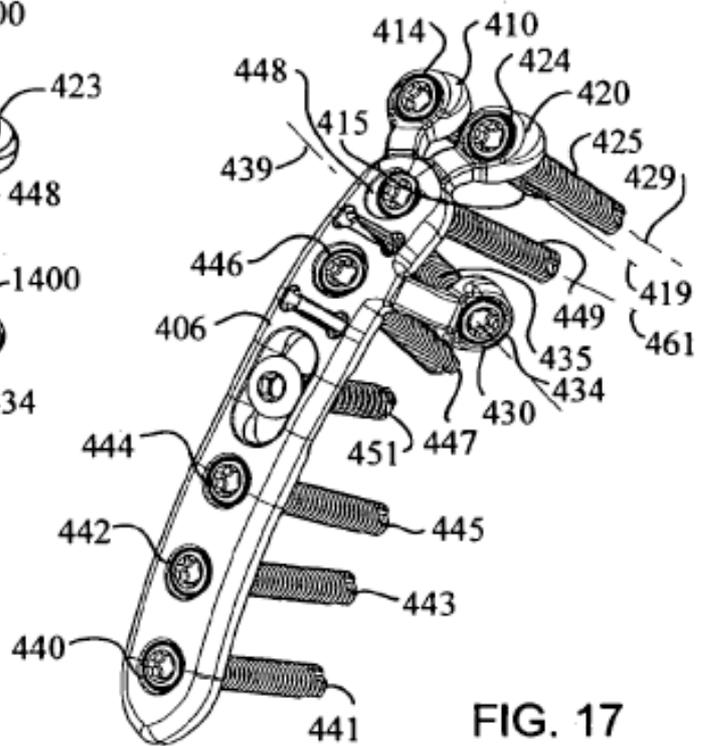
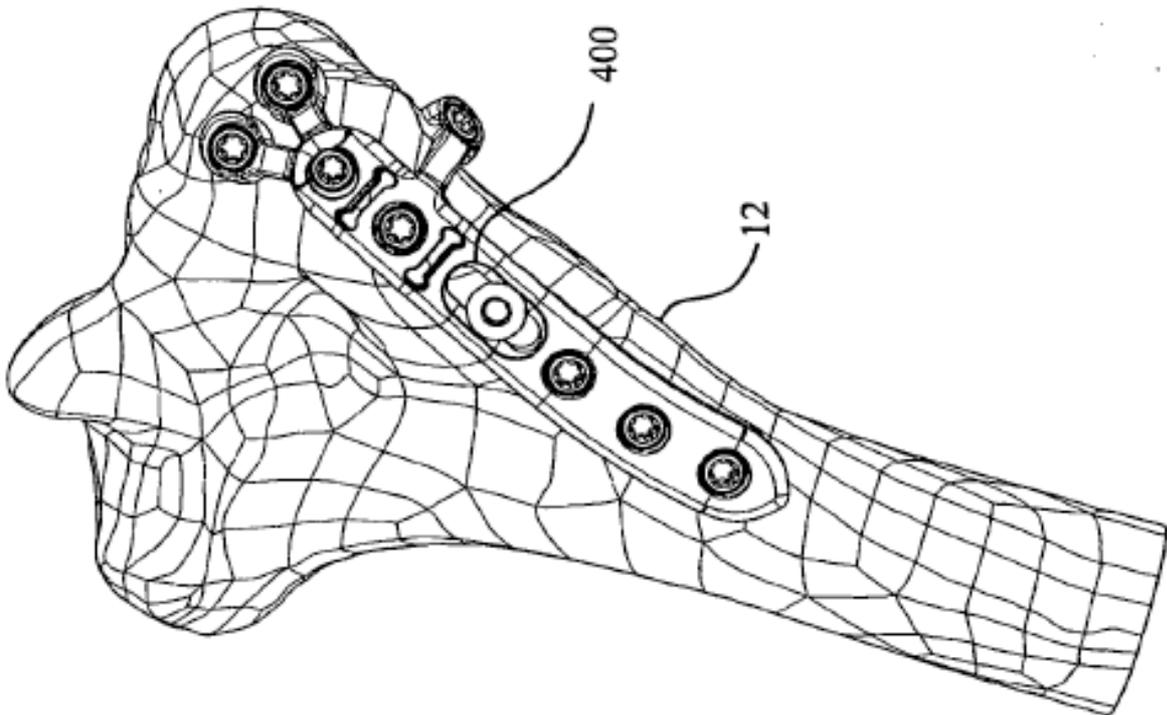
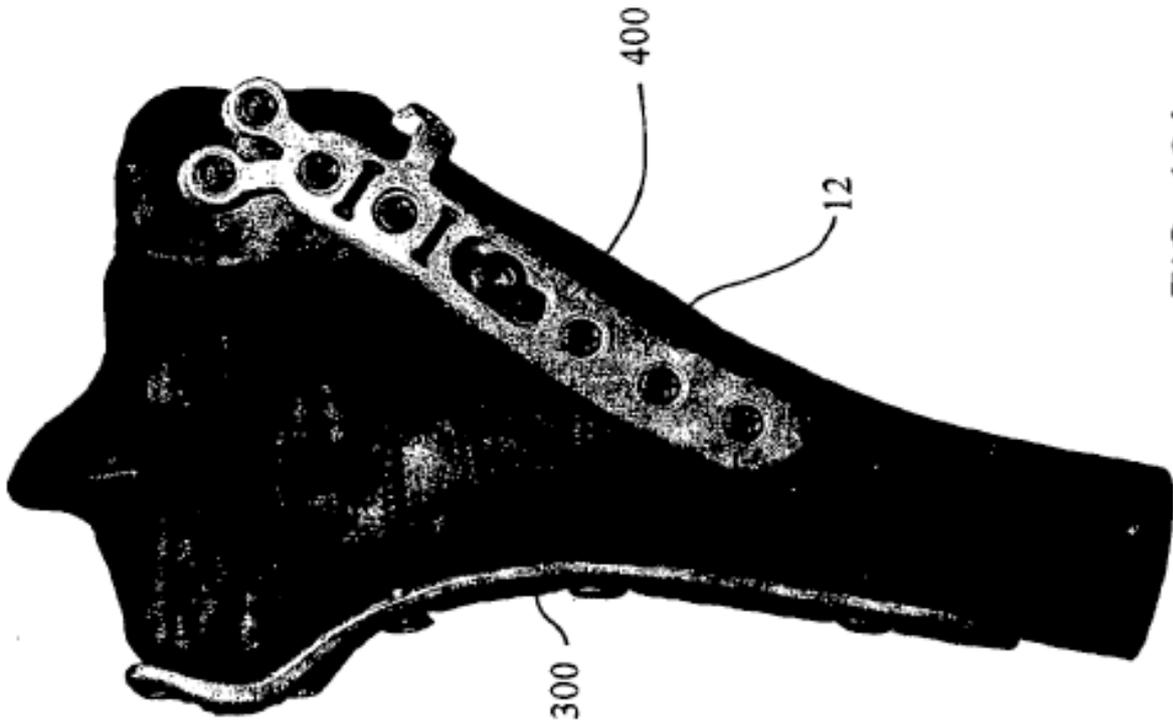
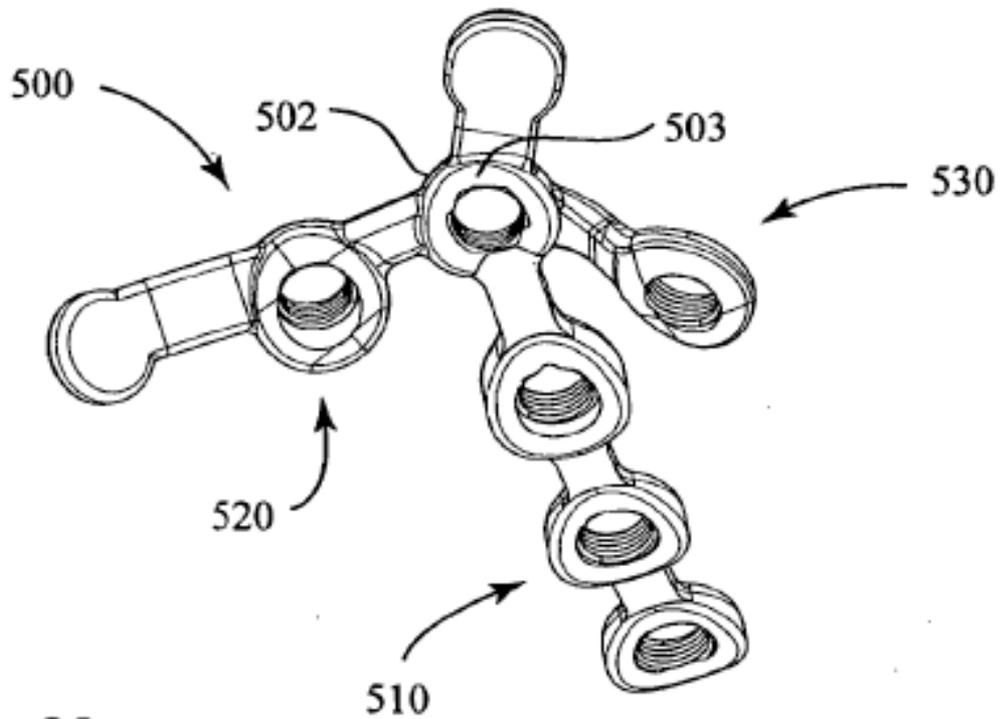
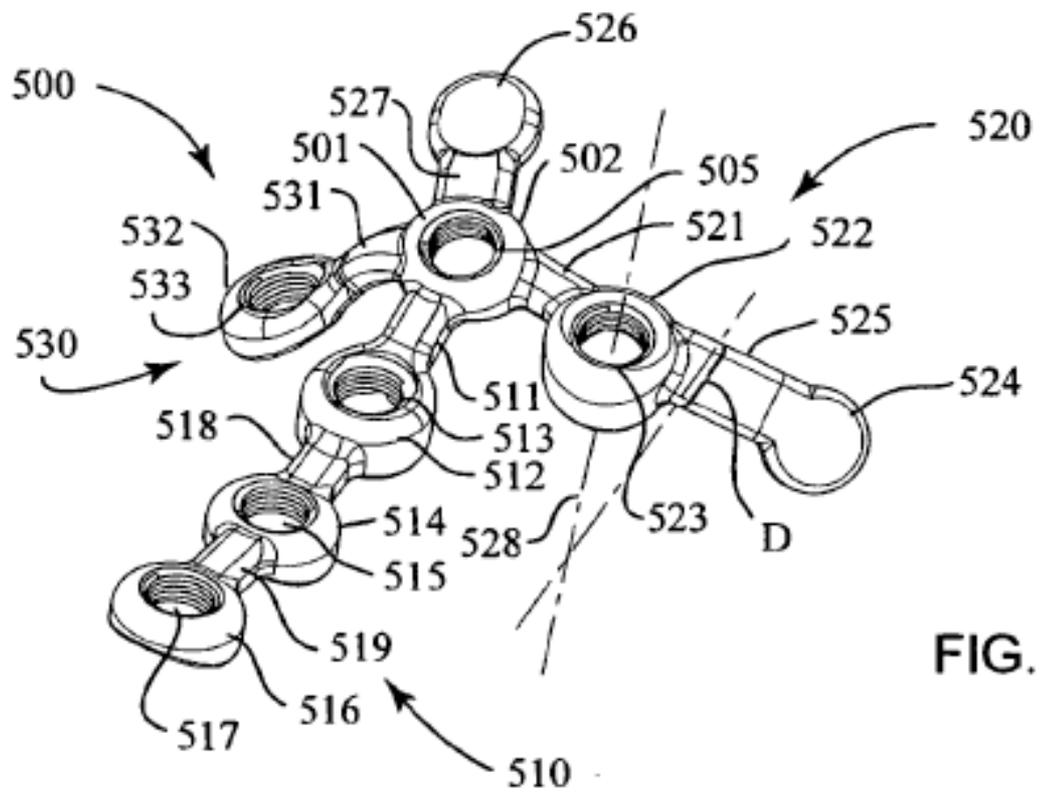


FIG. 17





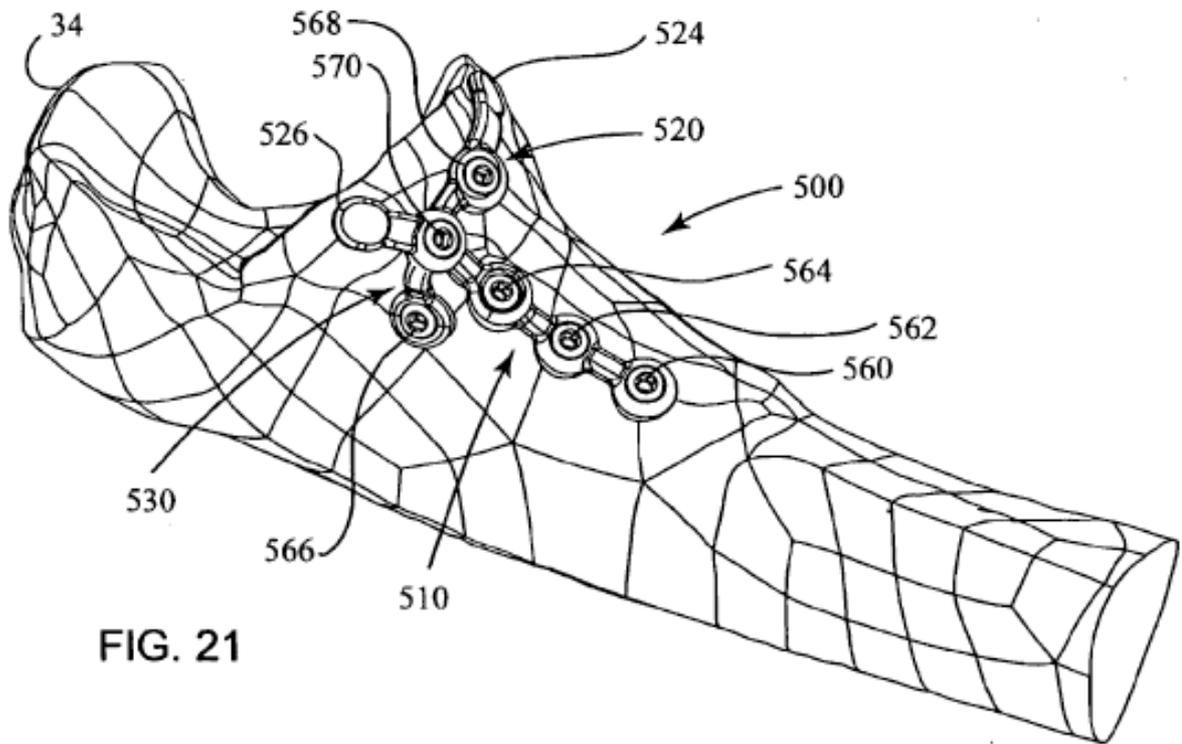


FIG. 21

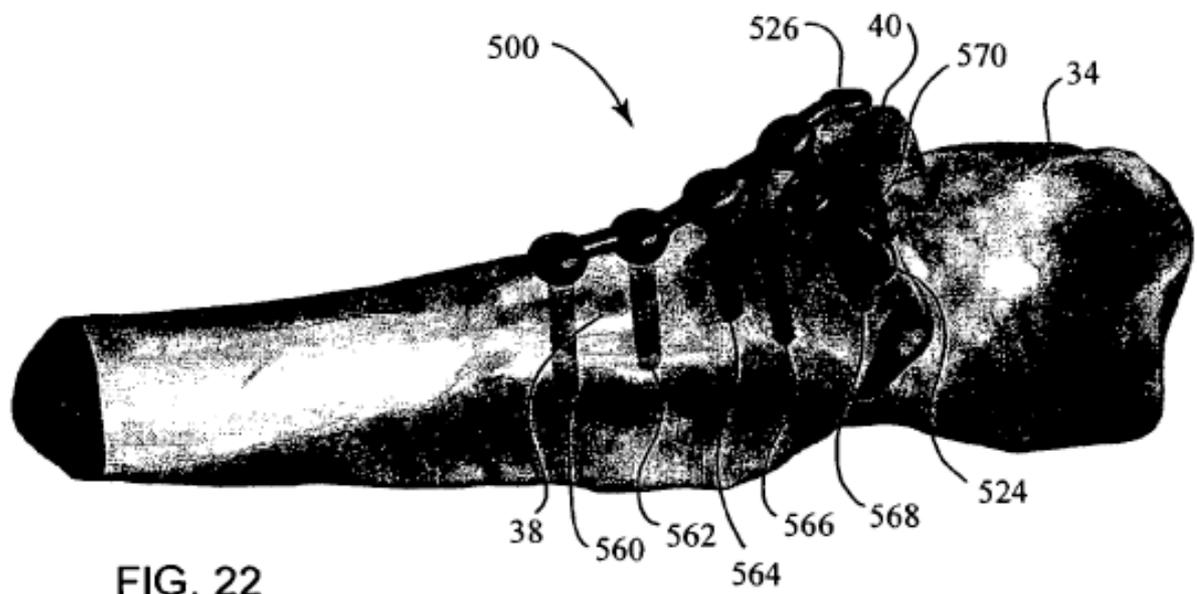
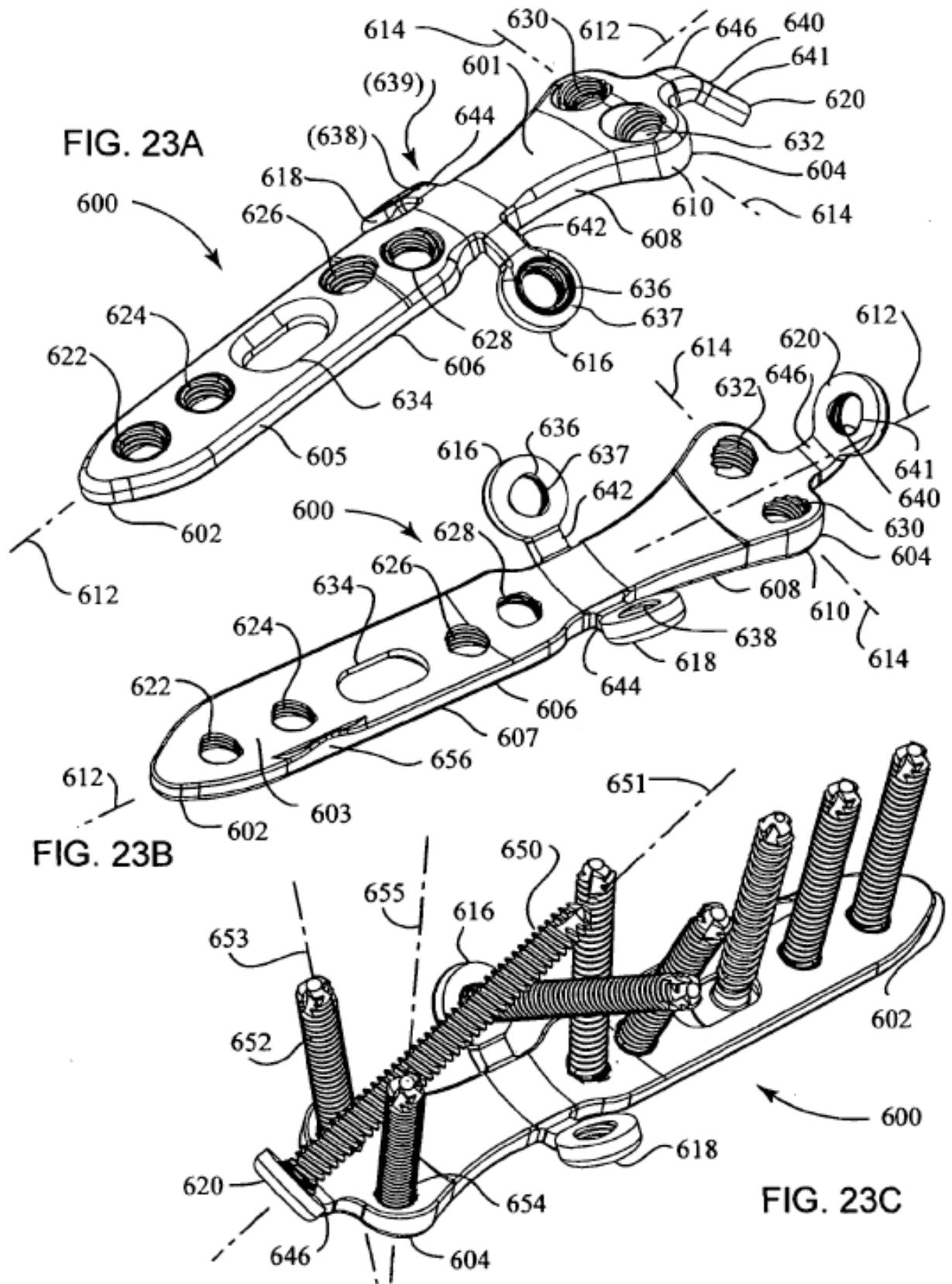


FIG. 22



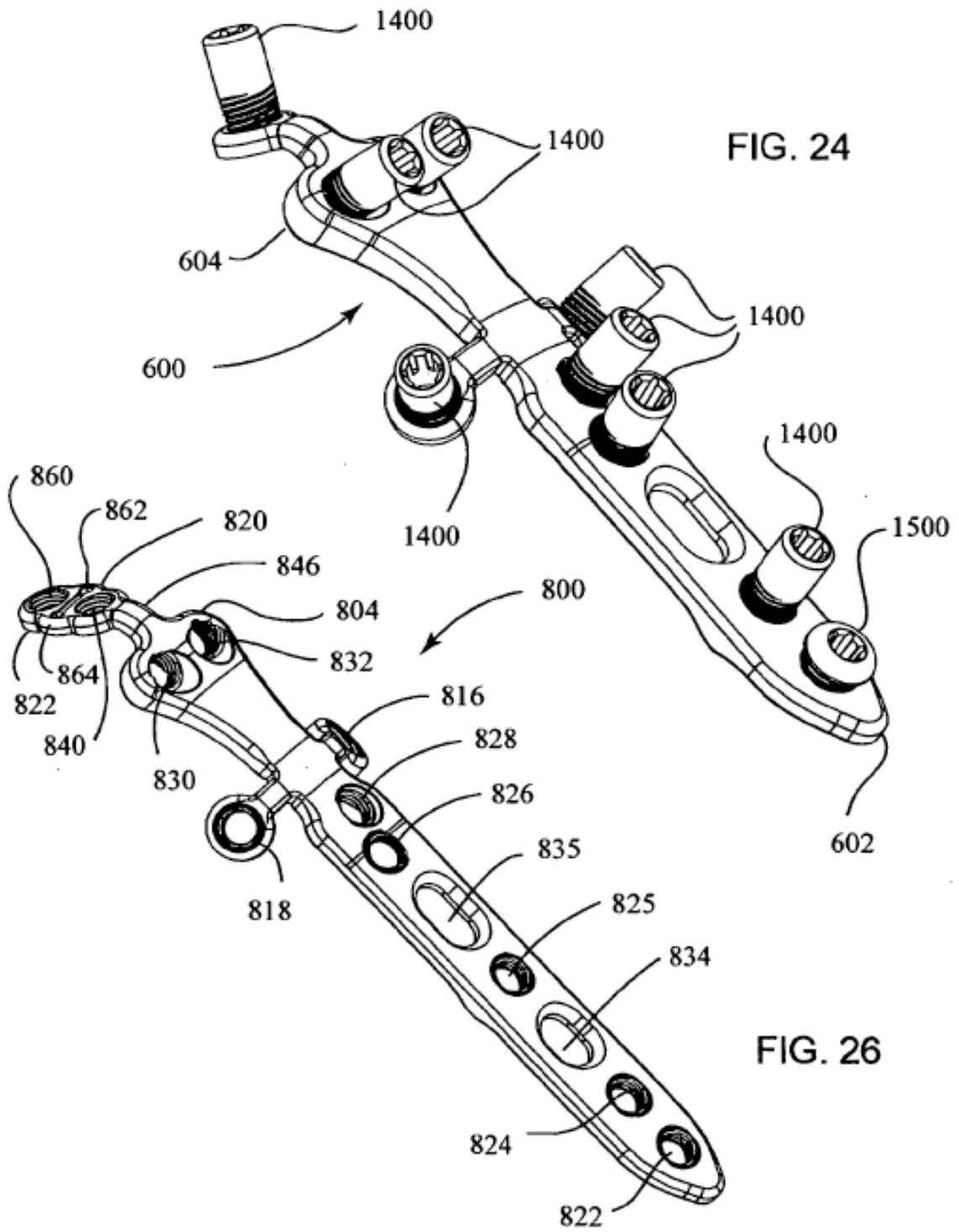


FIG. 24

FIG. 26

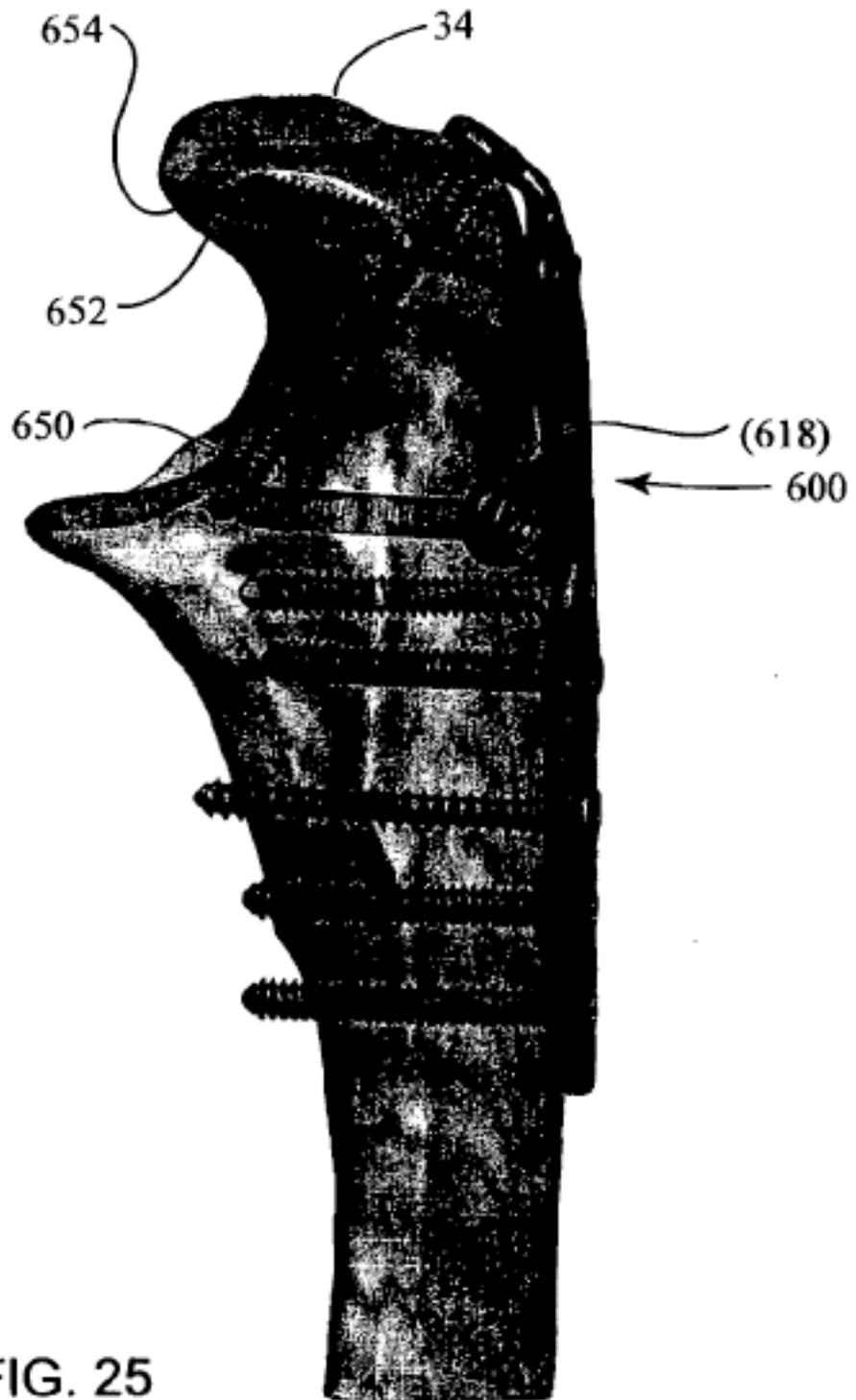


FIG. 25

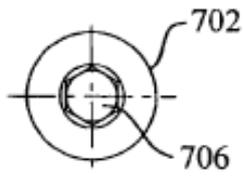


FIG. 27

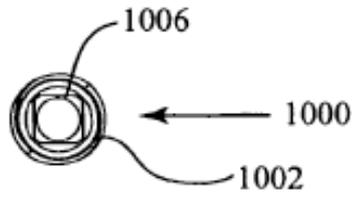


FIG. 29

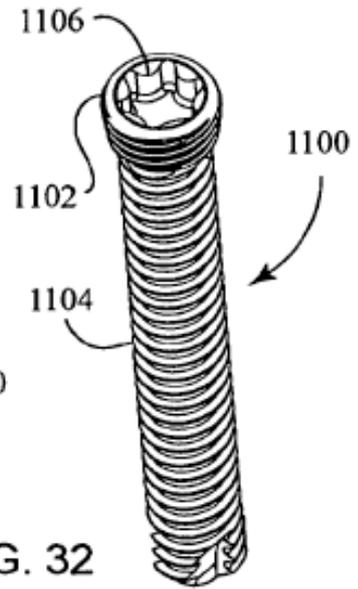


FIG. 32

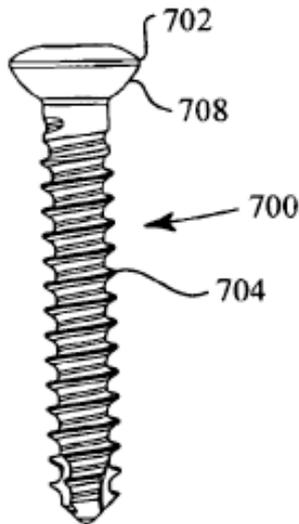


FIG. 28

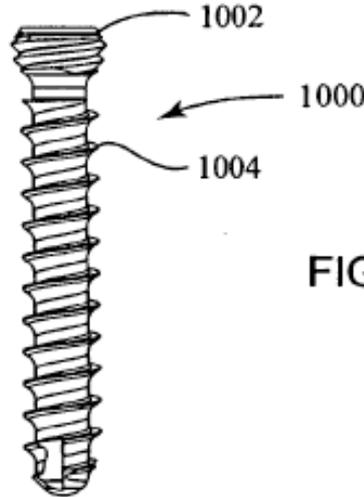


FIG. 30

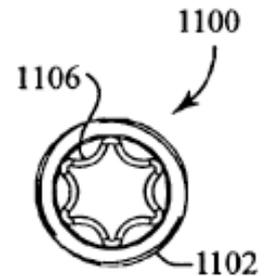


FIG. 33

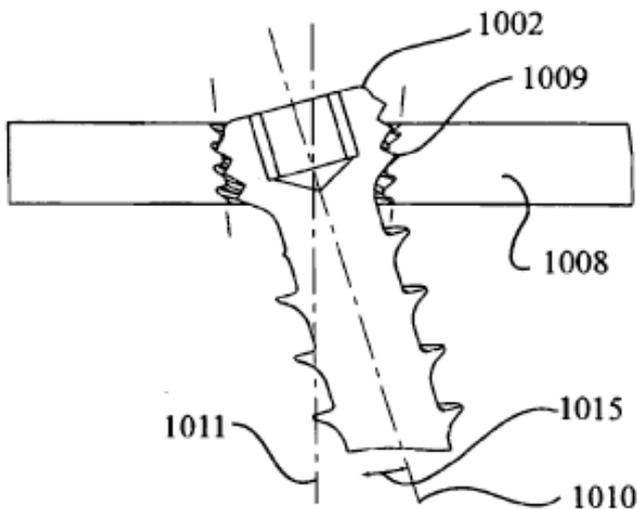


FIG. 31

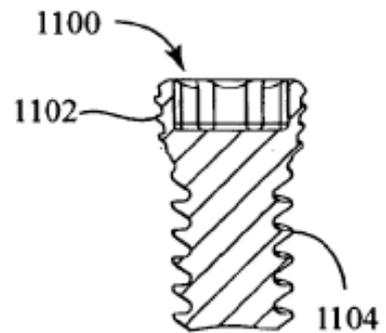


FIG. 34

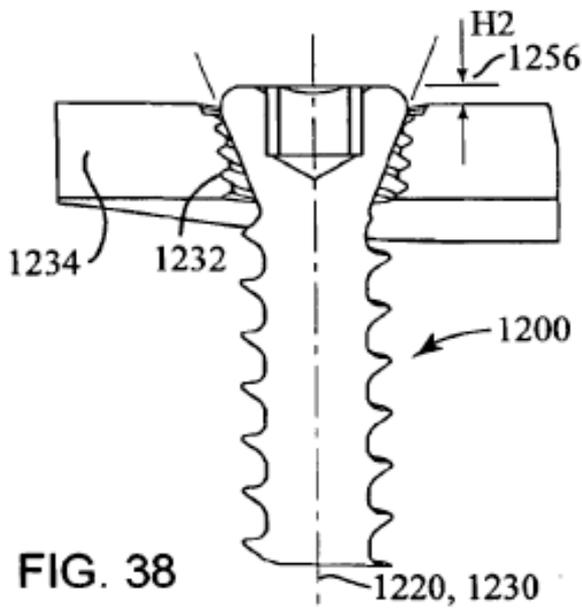
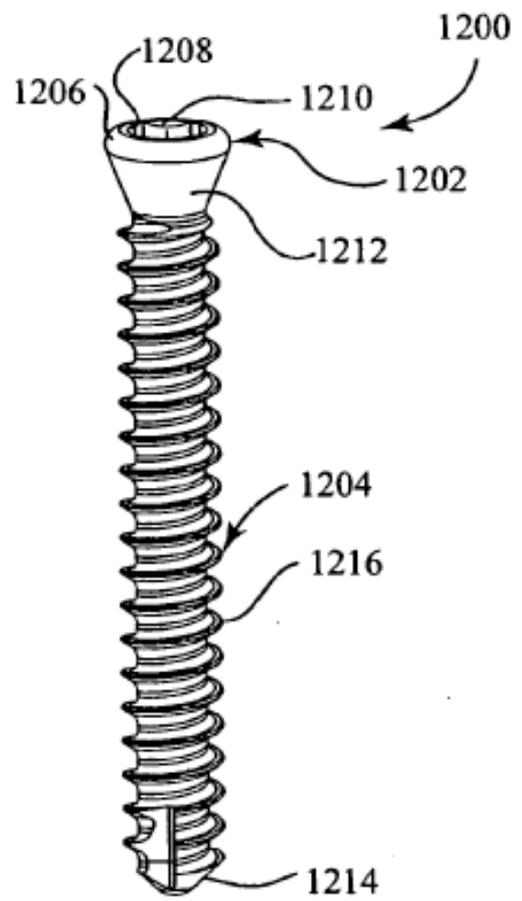
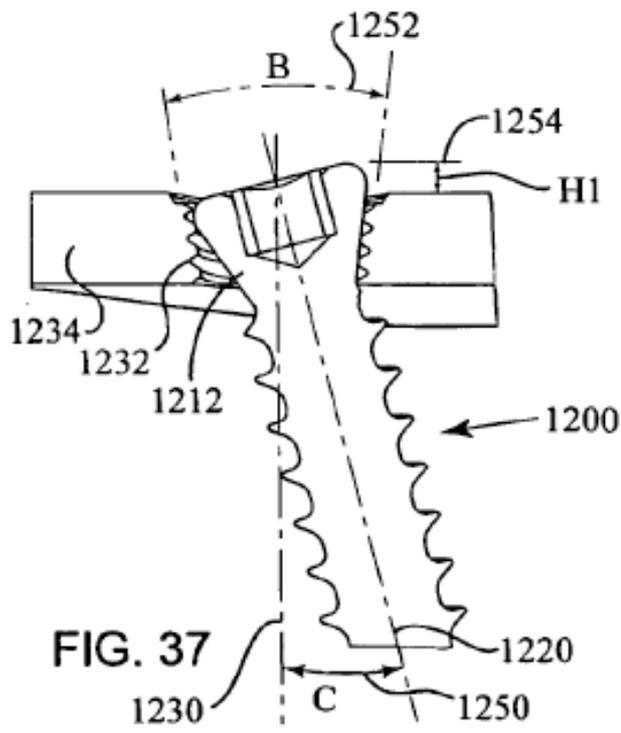


FIG. 35

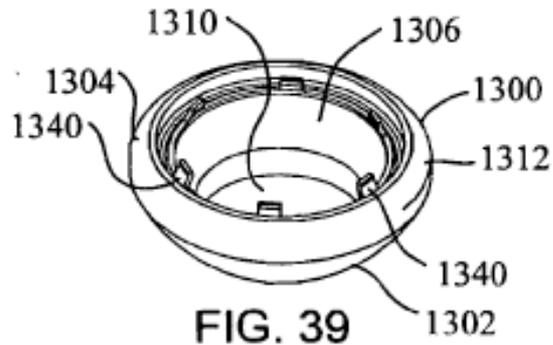


FIG. 39

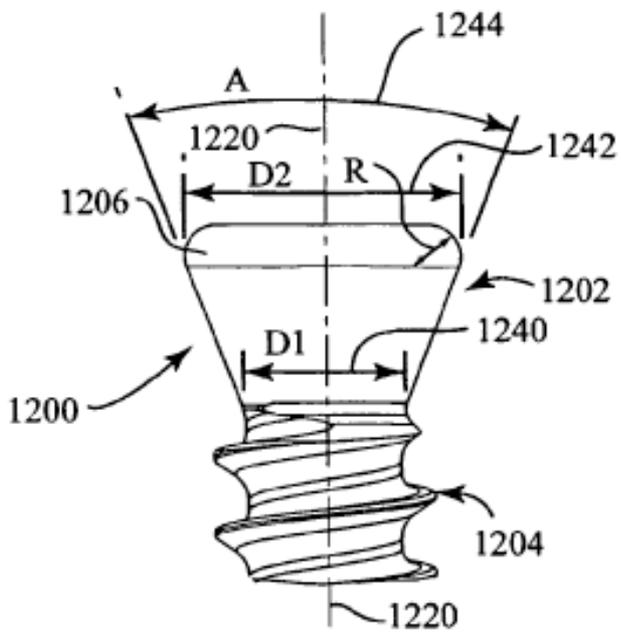


FIG. 36

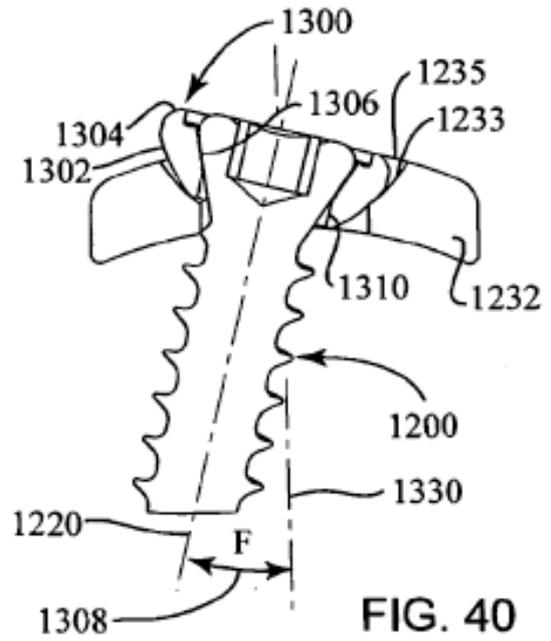


FIG. 40

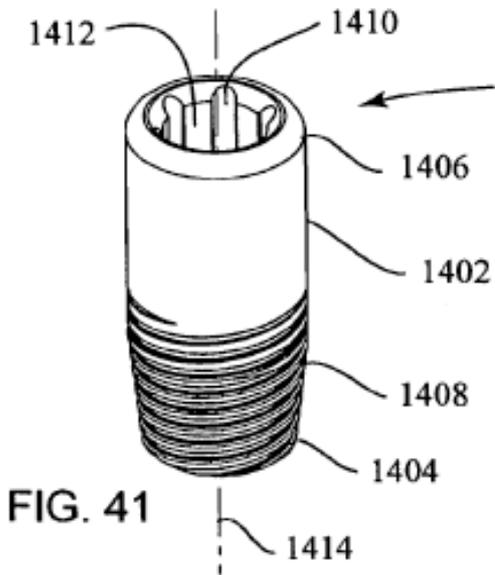


FIG. 41

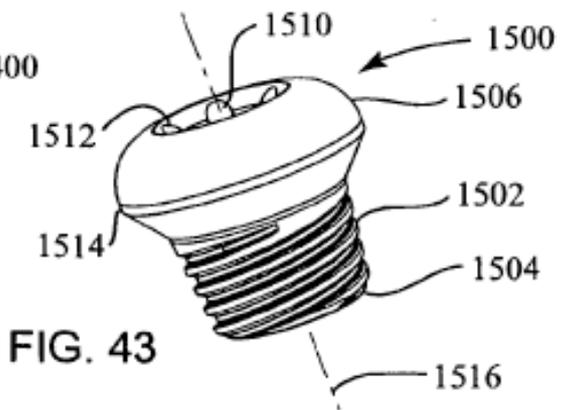


FIG. 43

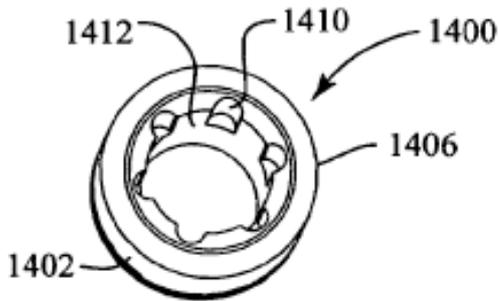


FIG. 42

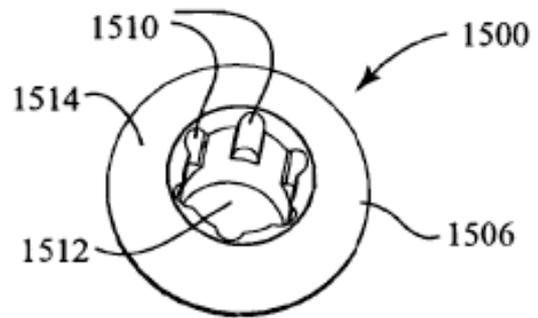


FIG. 44

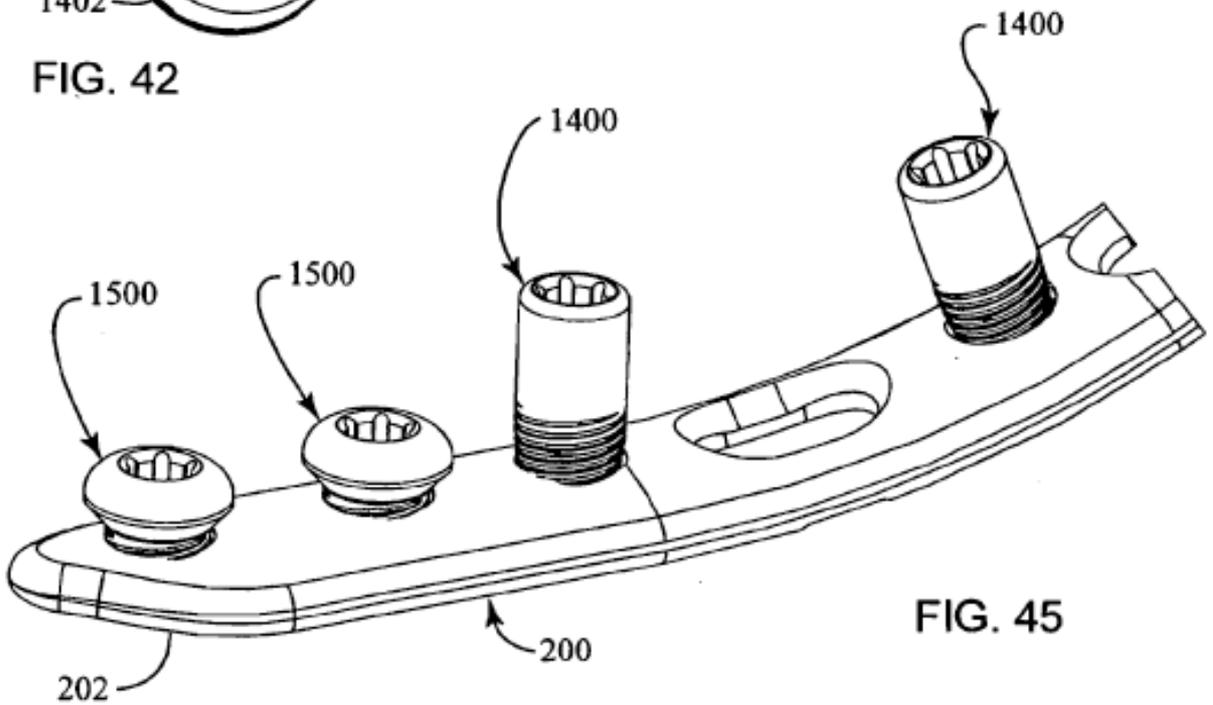


FIG. 45

FIG. 46

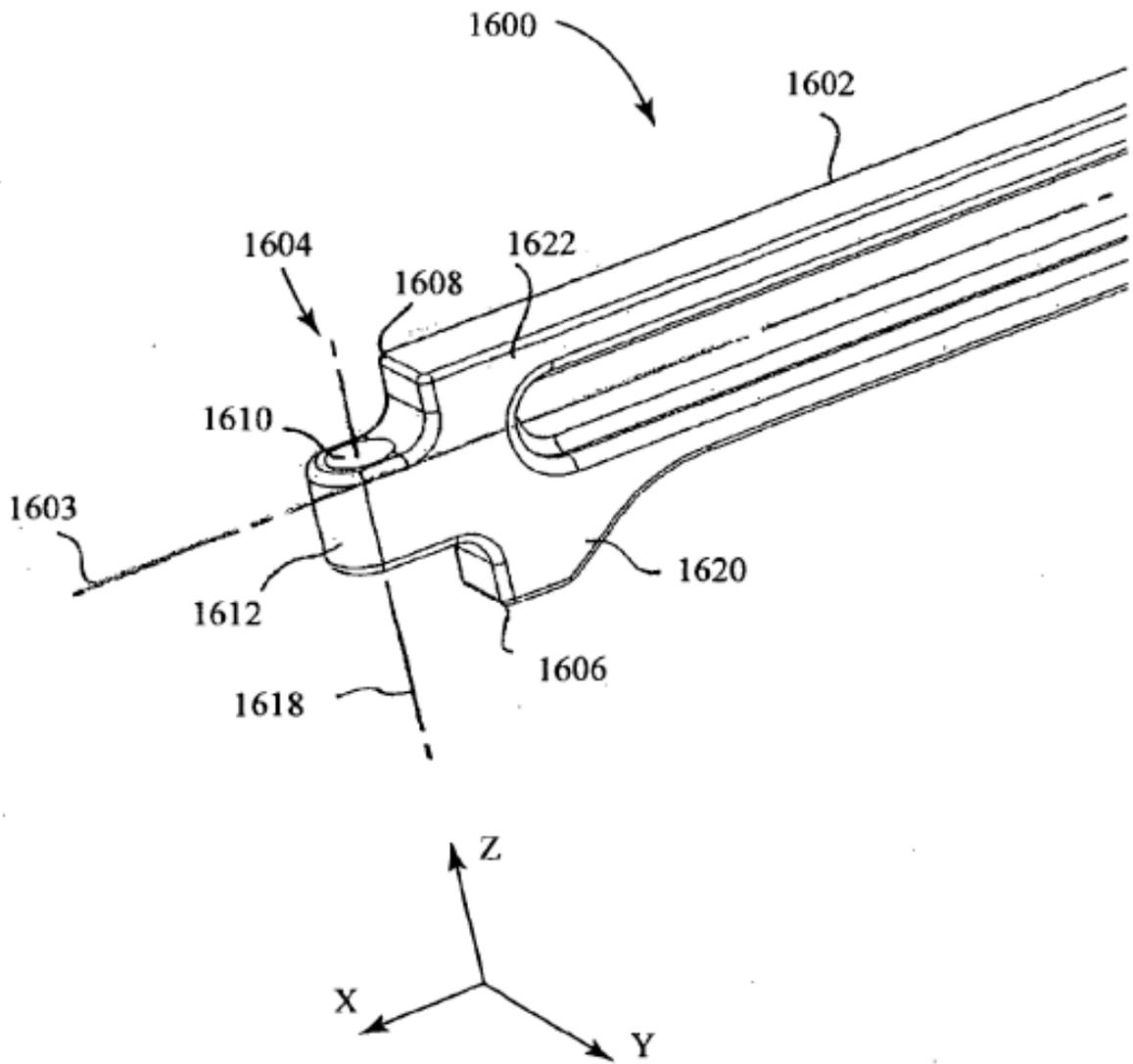
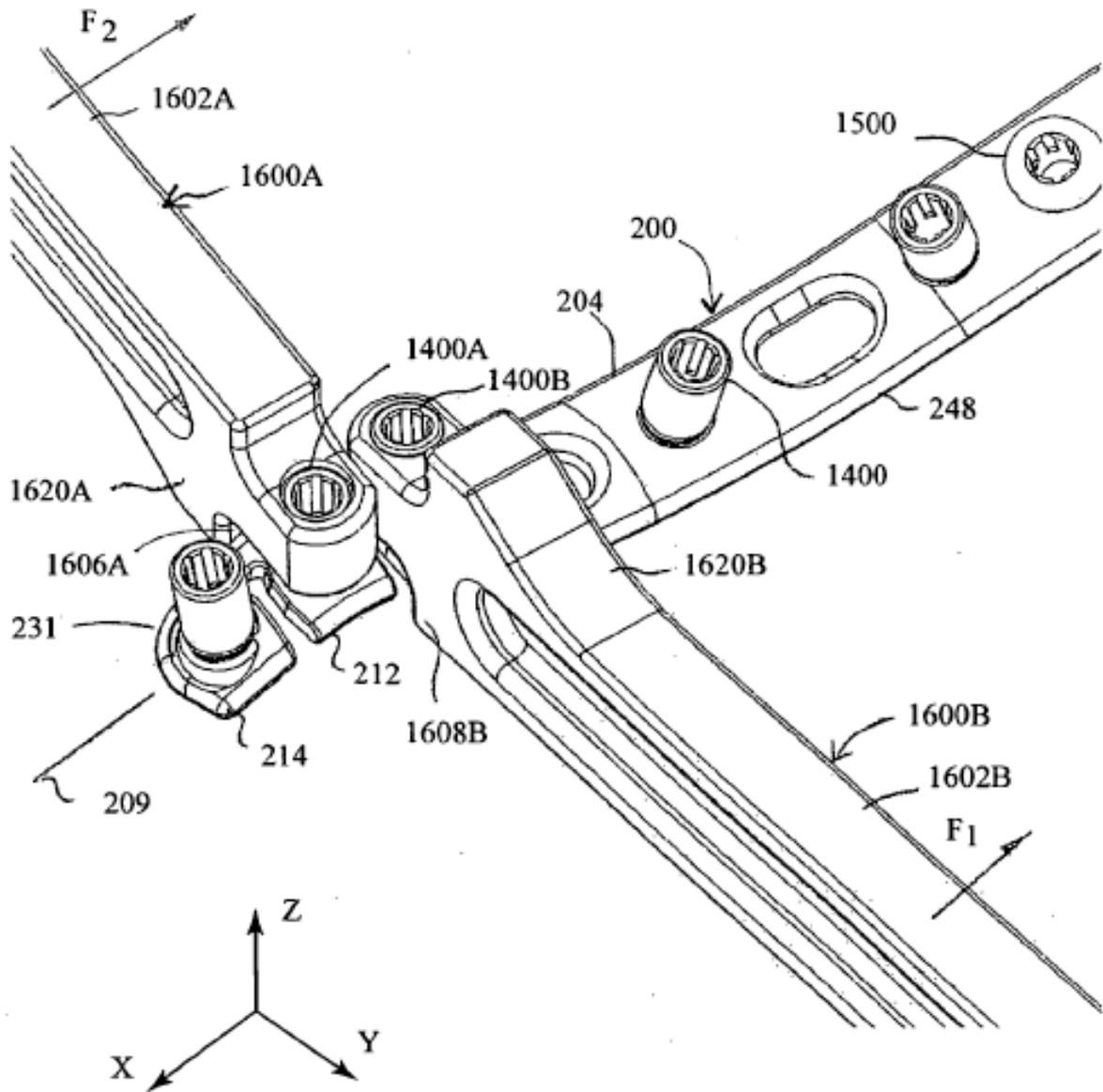
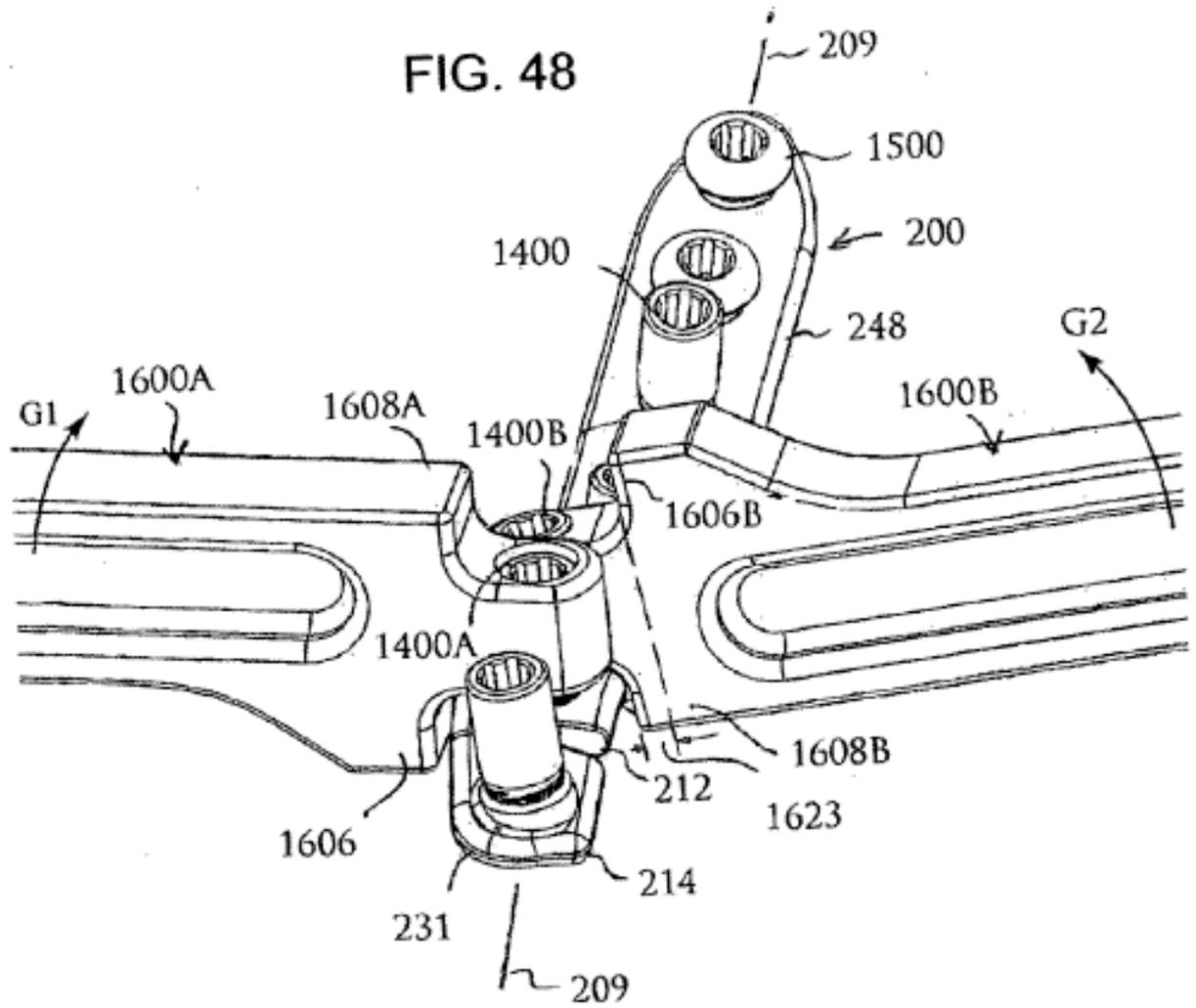


FIG. 47





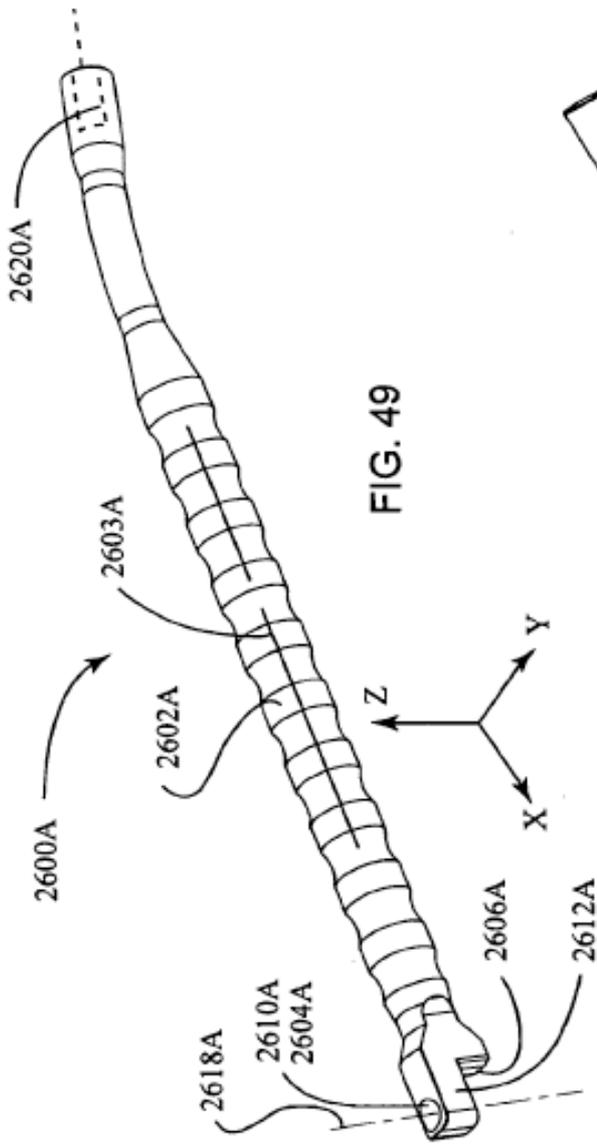


FIG. 49

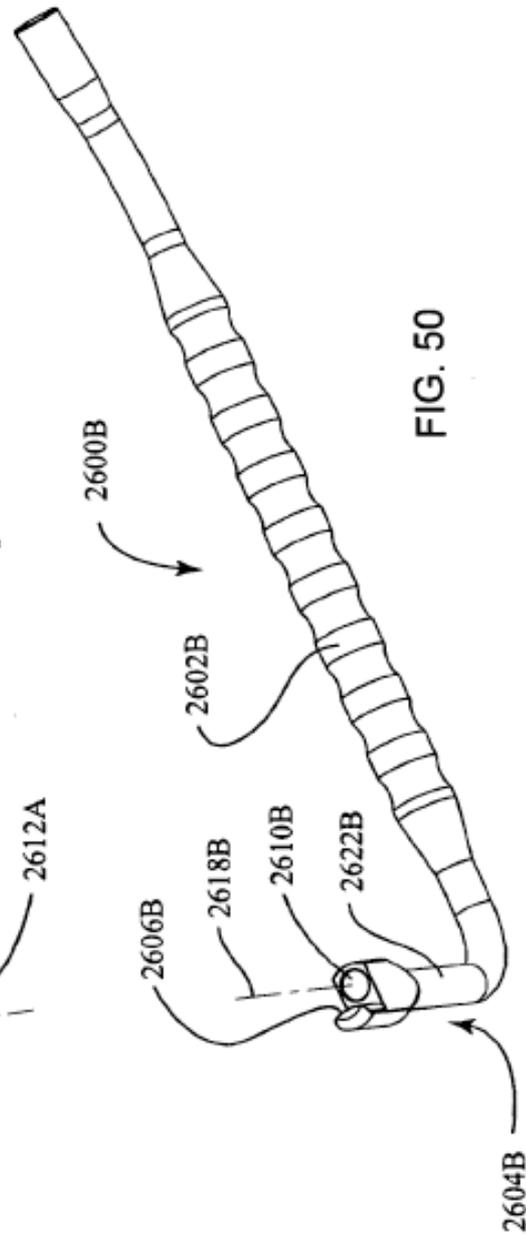
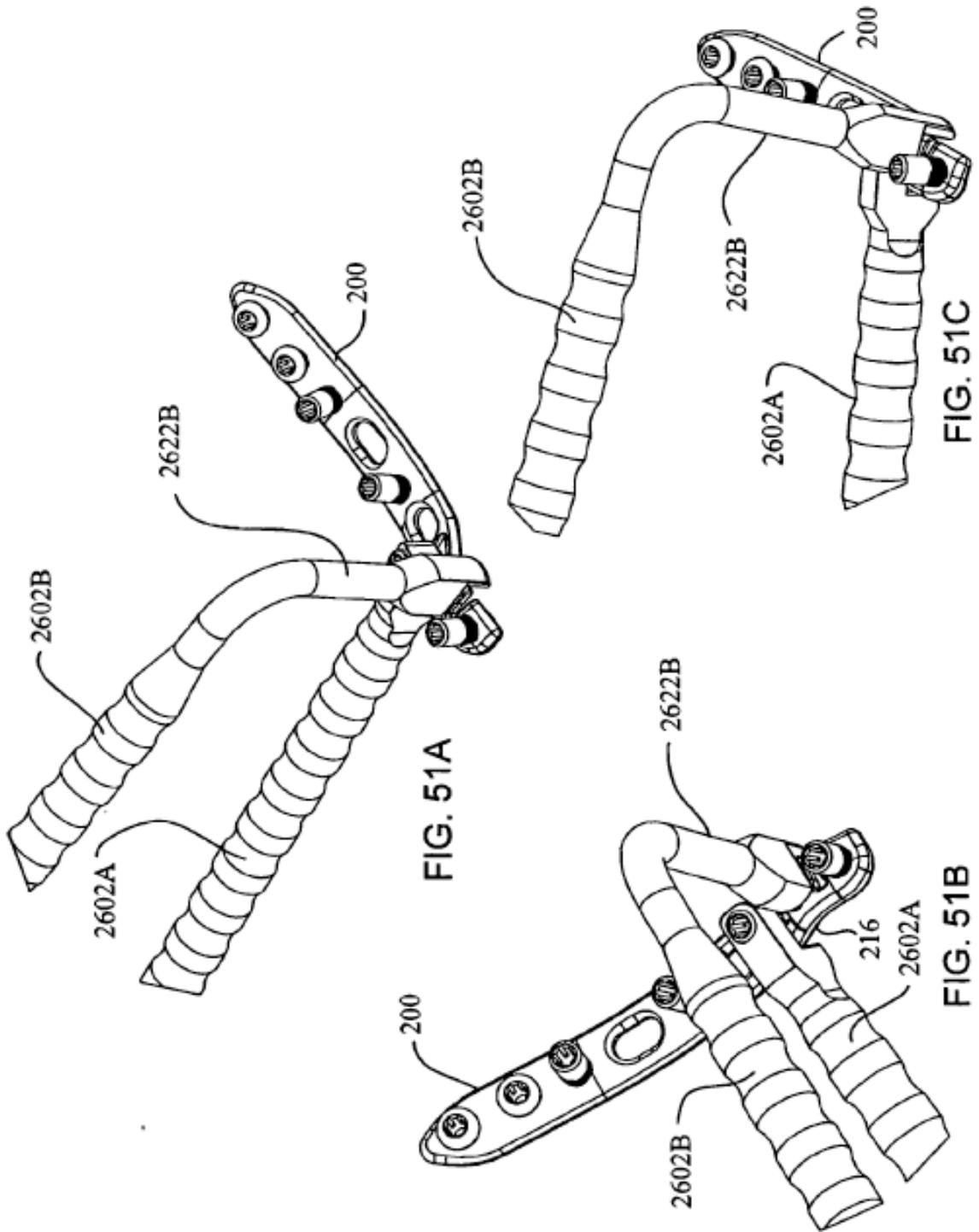


FIG. 50



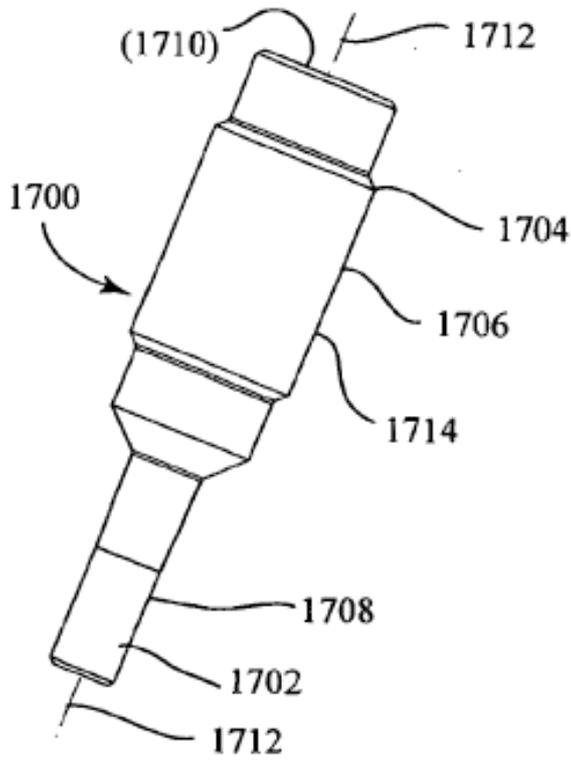


FIG. 52

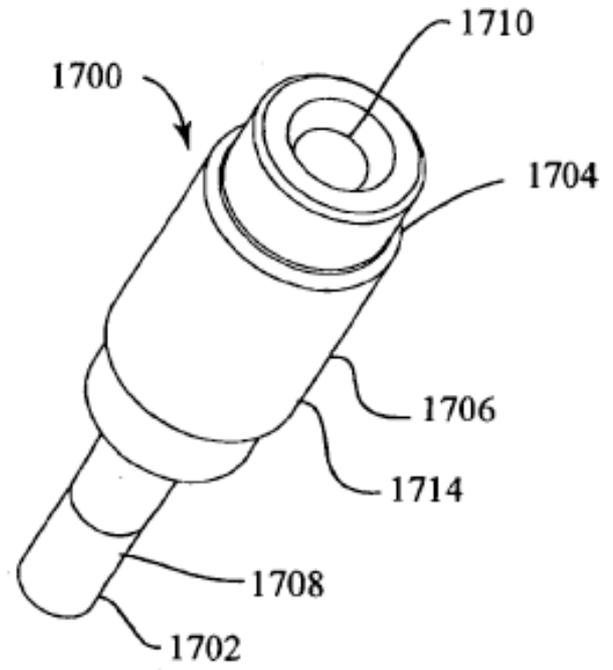


FIG. 53

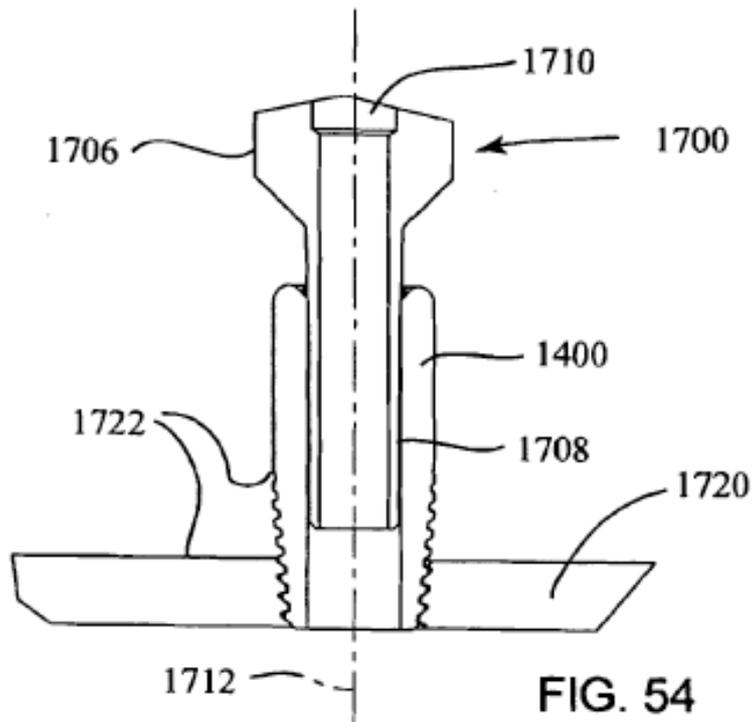


FIG. 54