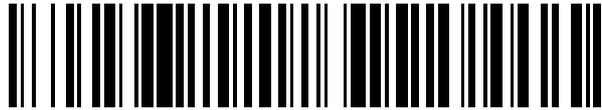


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 428 760**

51 Int. Cl.:

A61B 17/80 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2009 E 12150186 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2013 EP 2441405**

54 Título: **Sistema de placa ósea para fracturas de mano y otros huesos pequeños**

30 Prioridad:

15.09.2008 US 210617
24.11.2008 US 276569

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.11.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

CASTANEDA, ALFREDO;
MARQUART, JOEL G;
AMPUERO, EDUARDO A;
ALEXANDER, KEITH R;
CHAMPAGNE, LLOYD P;
HARTIGAN, BRIAN J y
TOMAINO, MATTHEW M

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 428 760 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 placa ósea para fracturas de mano y otros huesos pequeños

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

5 Las fracturas metacarpianas son las fracturas más comunes que afectan la mano, representan alrededor 48 % de lesiones de la mano y 12% de todos los tipos de fracturas. Las fracturas de falanges representan aproximadamente 40 % de las lesiones de la mano y 10 % de todas las fracturas. Las fracturas metacarpianas y de falange desplazadas se deben tratar con reducción abierta y fijación interna con tornillos y placas óseas muy pequeñas.

10 Los sistemas de placa ósea para fracturas de mano están actualmente disponibles en los tamaños pequeños requeridos para colocación en los huesos metacarpianos y falanges. Por ejemplo, el sistema de placa ósea pequeña disponible de Stryker Corporation bajo el nombre comercial Profyle se diseña específicamente para fracturas de los huesos metacarpianos y falanges. El sistema incluye un grupo de placas pequeñas en diversas formas que incluyen configuración recta, con forma de T, con forma de L, y configuración de escalera con carriles paralelos y escalones que se extienden a través de los carriles que conectan las ubicaciones de diversos agujeros de fijación. Por vía de otro ejemplo, el sistema compacto de mano disponible de Synthes incluye placas rectas, con forma de T, y con forma de Y para la fijación de fracturas de la mano. Las placas en el sistema se pueden doblar en un intento para aproximar el contorno del hueso. Con el fin de doblar una placa, se utiliza un par de tenazas en los lados opuestos de la porción que se pretende doblar, o se pueden acoplar en forma roscada dos barras directamente en un número limitado de agujeros roscados redondos en la placa y se aplica fuerza a las barras para doblar la placa. En cualquier método, la placa se dobla sobre el hueso a través de ensayo y error. Adicionalmente, las placas se pueden recortar a la medida y posteriormente se eliminan las rebabas, al tiempo que permite acceso adecuado de los alicates a la placa.

Otras placas óseas previamente propuestas se describen en los documentos US5607427, US4903691 y US6692497.

25 La invención se define en la reivindicación independiente, a la que se hace referencia. Las realizaciones ventajosas se establecen en las sub-reivindicaciones.

30 Se proporciona un sistema de placa ósea para la fijación interna de huesos pequeños, tal como huesos metacarpianos y falanges de la mano. Cada placa incluye un riel recto con un eje longitudinal. El riel incluye una matriz lineal de junta de agujeros para tornillos con forma de anillo, con juntas adyacentes interconectadas por una red que tiene un ancho y un grosor. Cada junta define un agujero para tornillo para recibir un tornillo. Cada agujero para tornillo puede ser uno cualquiera de un agujero para tornillo de bloqueo, un agujero para tornillo de no bloqueo, y un agujero alargado. En diversas realizaciones una o más extensiones no se extienden axialmente desde el riel. Cada una de las extensiones incluye una o más juntas de agujeros para tornillo, cada junta incluye un agujero para tornillo y se conecta en forma lineal al riel u otra junta mediante una red.

35 Las formas preferidas para las placas del sistema, para acomodar los huesos de la mano, incluyen una placa recta, una placa con forma de T, una placa con forma de Y, una placa que tiene una forma de Y en un extremo y una placa con forma de T en su extremo opuesto (una placa con forma de TY), y una placa de 'red' que tiene una o más extensiones, cada extensión con una junta de agujero para tornillo y que se extiende desde la ubicación de un agujero en el riel de la placa. Los brazos de la placa con forma de Y y la placa con forma de TY forma una red o jaula a lo largo del eje de un hueso para aplicaciones de pérdida ósea segmentales o de alta energía. Esto se puede llevar a cabo mediante incorporación en las extensiones a lo largo del eje del hueso y dejándolos sin llenar. Adicionalmente, las extensiones de la placa de red tienen grados de tal manera que las trayectorias de los ejes de los agujeros en las extensiones no intersectan las trayectorias de los ejes de los agujeros en el riel.

45 Las placas tienen forma reconfigurable, incluso mientras la placa se ubica en el hueso. Las placas se proveen preferiblemente ensambladas previamente con guías en uno cualquiera de, y preferiblemente cada uno de, los agujeros roscados. Las herramientas con forma de placa también se pueden unir a las guías y/o la placa mientras que la placa se ubica en el hueso para efectuar la alteración de la forma de la placa en una forma precisa y efectiva. Adicionalmente, las guías se pueden utilizar para ayudar a perforar los agujeros para que los sujetadores acoplen la placa al hueso. Las herramientas se diseñan de tal manera que se puede insertar una broca y cables K a través de las guías mientras que las herramientas se acoplan a las guías. Adicionalmente, se pueden utilizar herramientas con forma de placa en las guías y/o pinzas directamente en la placa para tensionar de forma repetida una ubicación de red y provocar deliberadamente una ruptura limpia para alterar el tamaño y/o la forma de una placa para acomodarse mejor a la anatomía.

- Las juntas de las placas que rodean el agujero para tornillos son muy delgadas, y se proporciona un tornillo de bloqueo pequeño con un diseño de cabeza de perfil bajo para uso allí. El tornillo de bloqueo tiene un zócalo con un espacio inferior plano que optimiza el grosor del material entre el zócalo y una superficie inferior de cabeza para proporcionar suficiente enganche conductor sin reducir la resistencia a la torsión de la cabeza para unión al vástago
- 5 en relación con los tornillos diseñados para placas más grandes.
- Objetos y ventajas adicionales de la invención serán evidentes para aquellos expertos en la técnica luego de referencia a la descripción detallada tomada en conjunto con las figuras proporcionadas.
- La Figura 1 es una vista de plano de una placa recta.
- La Figura 2 es una elevación lateral de la placa recta de la Figura 1.
- 10 La Figura 3 es una vista isométrica de la placa recta de la Figura 1, mostrada con guías ensambladas previamente dentro del agujero para tornillos de bloqueo de placa.
- La Figura 4 es una vista isométrica de una guía para uso en un sistema de placa ósea.
- La Figura 5 es una elevación lateral de una placa con forma de T.
- La Figura 6 es una vista isométrica de la placa con forma de T de la Figura 5.
- 15 La Figura 7 es una vista de extremo de la placa con forma de T de la Figura 5.
- La Figura 8 es una vista similar a la Figura 6, mostrada con guías ensambladas previamente dentro del agujero para tornillos de bloqueo de placa.
- La Figura 9 es una elevación lateral de una placa con forma de Y.
- La Figura 10 es una vista isométrica de la placa con forma de Y de la Figura 9.
- 20 La Figura 11 es una vista de extremo de la placa con forma de Y de la Figura 9.
- La Figura 12 es una vista similar a la Figura 9, mostrada con guías ensambladas previamente dentro del agujero para tornillos de bloqueo de la placa.
- La Figura 13 es una elevación lateral de una placa con forma de TY de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 25 La Figura 14 es una vista isométrica de la placa con forma de TY de la Figura 13.
- La Figura 15 es una primera vista de extremo de la placa con forma de TY de la Figura 13.
- La Figura 16 es una segunda vista de extremo de la placa con forma de TY de la Figura 13.
- La Figura 17 es una vista similar a la Figura 13, mostrada con guías ensambladas previamente dentro del agujero para tornillos de bloqueo de placa.
- 30 La Figura 18 es una elevación lateral de una placa de red.
- La Figura 19 es una vista de plano de la placa de red de la Figura 18.
- La Figura 20 es una vista isométrica de la placa de red de la Figura 18.
- La Figura 21 es una vista de extremo de la placa de red de la Figura 18.
- La Figura 22 es una vista de plano de una placa de red alterna, mostrada con guías ensambladas previamente dentro del agujero para tornillos de bloqueo de placa.
- 35 La Figura 23 es una elevación lateral de una herramienta de doblado para manipular una placa por medio de guías ensambladas previamente a la placa.

La Figura 24 es una elevación lateral de la herramienta de la Figura 23, mostrada que gira 90° en relación con la misma.

La Figura 25 ilustra un método para ensamblar una placa con forma de T a un hueso con las herramientas de la Figura 23.

5 La Figura 26 ilustra un método para ensamblar una placa de red al hueso con las herramientas de la Figura 23.

La Figura 27 es una vista superior del método de la Figura 26.

La Figura 28 ilustra la placa de red formada en el hueso.

La Figura 29 es una vista en perspectiva de un tornillo de bloqueo.

La Figura 30 es una vista de sección rota del tornillo de bloqueo de la Figura 29.

10 La Figura 31 es una vista en perspectiva de un tornillo sin bloqueo.

Se describe aquí un sistema de placa ósea para fijación interna de huesos pequeños, tal como huesos metacarpianos y falanges de la mano, e incluye placas óseas 10 (Figuras 1 a 3), 110 (Figuras 5 a 8), 210 (Figuras 9 a 12), 310 (Figuras 13 a 17), y 410 (Figuras 18 a 22).

15 Con referencia a las Figuras 1 a 3, la placa ósea 10 es una placa con un riel recto 12 que define un eje longitudinal A de la placa. El riel 12 incluye una matriz lineal de juntas de agujeros para tornillo con forma de anillo 14, con juntas adyacentes interconectadas por redes respectivas 16. Las redes 16 cada una tiene una longitud L de 1.77 mm, a ancho W de 3.05 mm, y un grosor T es 1.24 mm. Las redes 16 tienen una superficie inferior 26 que está separada en relación con las superficies inferiores que hacen contacto con el hueso 28 de juntas adyacentes. Cada junta 14 define un agujero para tornillo 18a, 18b para recibir un tornillo. Los agujeros para tornillos son agujeros para tornillos de bloqueo 18a o agujeros para tornillos de no bloqueo alargados 18b. Los agujeros para tornillos de bloqueo 18a tienen roscas internas 20 para enganchar las roscas a la cabeza de un tornillo de bloqueo 620 (Figura 29) o para recibir una guía 30 (Figura 4), como se discute en más detalle adelante. La distancia centro-centro C para agujeros adyacentes para tornillos de bloqueo es 7.42 mm. Los agujeros para tornillos 18b son agujeros de placa de compresión dinámica (DCP) cada una con un espacio superior respectivo 22 para recibir la superficie inferior convexa de un tornillo multidireccional de no bloqueo 640 (Figura 31), como también se discute adelante. Los agujeros para tornillos de bloqueo y DCP 18a, 18b se pueden disponer simétricamente o asimétricamente a lo largo de la longitud del riel. Un ejemplo de la placa 10 tiene una longitud de 90 mm que es ideal para colocación en los huesos metacarpianos.

30 Con referencia de manera general a las Figuras 1, 3 y 4, los agujeros para tornillos de bloqueo roscados 18a cada uno se ensamblan previamente preferiblemente con una guía 30. La guía 30 tiene un cuerpo superior cilíndrico 30a, una porción inferior roscada 30b para enganchar agujeros para tornillos de bloqueo 18a, un reborde circunferencial 30b entre las porciones inferior y superior 30a, 30b que se fija en la superficie de placa superior de una junta de agujero para tornillo 14, un agujero 30d y una estructura de acoplamiento conductor 30e, por ejemplo, esquinas internas. Como se describe en los documentos US-A- 2006/0149250, US-A-2006/0161158, US-A- 2007/0233111 y se discute adicionalmente adelante, las guías 30 y herramientas asociadas 500 (también discutidas adelante con referencia a las Figuras 23 a 27) facilitan (i) doblar la placa mientras que la placa se posiciona en el hueso, (ii) dirigir una broca a través de los agujeros roscados a lo largo del eje fijo de la rosca helicoidal sin necesitar el ensamble de una guía de perforación separada durante el procedimiento quirúrgico, y (iii) tensionar de forma repetida la placa a lo largo de la red entre guías adyacentes para provocar el retiro controlado de una parte de la placa. En vista del punto (iii), la placa 10 y todas las placas del sistema, pueden tener longitud fácilmente acortada o de otra manera tener forma modificada para acomodar una fractura ósea particular, característica ósea, o anatomía de paciente individual.

45 Con referencia a las Figuras 5 a 8, la placa ósea 110 tiene de manera general forma de T, que comprende un riel recto 112, sustancialmente similar al riel 12, y una porción transversal 114 en un extremo del riel. El riel 112 incluye una matriz lineal de juntas de agujeros para tornillo con forma de anillo 118 que define los agujeros para tornillos, descritos adelante, con juntas adyacentes conectadas por redes respectivas 122. Las redes 122 del riel 112 cada una tiene una longitud L₁ de 1.77 mm, un ancho W₂ de 3.05 mm, y un grosor T₁ de 1.24 mm. La porción transversal 114 incluye dos extensiones directamente opuestas 124a, 124b en un extremo del riel. Las extensiones 124a, 124b también incluyen juntas de agujeros para tornillo 126, con juntas adyacentes conectadas por redes respectivas 128. Las redes 128 cada una tiene una longitud L₂ de 1.48 mm, un ancho W₂ de 2.16 mm, y un grosor T₂ de 1.4 mm. Las dimensiones mayores de las redes 122 del riel 112 en relación con las redes 128 de las extensiones 124a, 124b proporcionan un riel con rigidez torsional aumentada en relación con las extensiones. Esto permite que las extensiones 124a, 124b se formen relativamente fácilmente con el hueso (como se describe adelante) sin impartir inadvertidamente una vuelta al riel recto 112. Como resultado, el cirujano puede manipular más libremente las

extensiones en el doblado sin preocupación por la deformación del riel. Las superficies inferiores que hacen contacto con el hueso 132 de las juntas a lo largo de las extensiones 124a, 124b se disponen preferiblemente a lo largo de una curva $120^{\circ} \pm 20^{\circ}$ (transversal al eje longitudinal A) en un radio de 13.3 mm para dar forma al contorno del hueso en el que se fija la placa.

5 Un ejemplo de placa con forma de T 110 tiene una longitud general de 73.8 mm, una dimensión transversal Dt desde el lado de una extensión hasta el lado de la otra extensión de 27.6 mm, y una dimensión vertical Dv definida entre el riel en el centro de las extensiones y los extremos de las extensiones de 10.5 mm. En el ejemplo mostrado, el riel 112 incluye diez agujeros para tornillos de bloqueo roscados 120a, y un agujero para tornillo 120b oblongo sin bloqueo (DCP) para compresión dinámica de una fractura durante la inserción del sujetador a través del agujero. El
10 agujero para tornillo DCP 120b se posiciona con siete agujeros para tornillos de bloqueo 120a en el lado y tres agujeros para tornillos de bloqueo 120a en el otro lado del mismo. Las extensiones 124a, 124b cada una incluye dos agujeros para tornillos de bloqueo 120a. La placa con forma de T 110 tiene un tamaño y forma para adecuadas fracturas metacarpianas. Como se muestra en la Figura 8, los agujeros para tornillos de bloqueo roscados 120a de la placa se ensamblan previamente preferiblemente con guías 30.

15 Volviendo ahora a las Figuras 9 a 12, la placa ósea 210 es una placa con forma Y, que tiene un riel recto 212, y dos extensiones 216a, 216b ramificadas en un extremo del riel. El riel 212 es sustancialmente similar al riel 112, con redes 222 que tienen las mismas dimensiones de red que el riel 122, pero el riel 212 puede tener longitud diferente y puede incluir un número diferente de juntas de agujeros para tornillo 218, y tener un número diferente de agujeros para tornillos roscados y agujeros DCP. Las extensiones 216a, 216b tienen redes 226 con las mismas propiedades dimensionales que las extensiones de la placa con forma de T. Las extensiones 216a, 216b incluyen primeras porciones respectivas 234a, 234b angulares entre sí, y segundas porciones 236a, 236b paralelas entre sí. Las primeras porciones 234a, 234b tienen preferiblemente ángulos entre sí en el plano del riel 212 en un ángulo β , en donde $\beta = 60^{\circ} \pm 10^{\circ}$. Las primeras porciones relativamente angulares 234a, 234b proporcionan alivio a un punto de unión de tendón. Las segundas porciones paralelas 236a, 236b se extienden a lo largo del hueso para sujetar o reforzar los cóndilos ya sea de la cabeza o base de los huesos largos de la mano o pie, por ejemplo, metacarpio, falanges y metatarsianos. Las segundas porciones paralelas 236a, 236b también permiten la colocación de juntas de agujeros para tornillo lateralmente en cualquier lado de las uniones de tendón ubicadas en el dorso de la cabeza o base de los huesos largos de la mano o pie. Las superficies inferiores que hacen contacto con el hueso 238a, 238b de las juntas de las extensiones 216a, 216b se disponen preferiblemente a lo largo de una curva $60^{\circ} \pm 5^{\circ}$ (transversal al eje longitudinal A) en un radio de 15.2 mm. En un ejemplo, la placa 210 tiene una longitud general de 71.9 mm, una dimensión transversal Dt desde el lado de una extensión hasta el lado de la otra extensión de 19.5 mm, y una dimensión vertical Dv definida entre el riel en el centro de las extensiones y los extremos de las extensiones de 4.5 mm. En el ejemplo mostrado, cada una de las extensiones 216a, 216b incluye tres juntas de agujeros para tornillo 218, con las primeras porciones 234a, 234b definidas desde la primera y segunda juntas de agujeros para tornillos respectivos, y las segundas porciones 236a, 236b definidas de la segunda a tercera juntas de agujeros para tornillos respectivos para enganchar los cóndilos del hueso. Como se muestra en la Figura 12, los agujeros roscados de la placa se ensamblan previamente preferiblemente con guías 30.

Con referencia ahora a las Figuras 13 a 17, la placa ósea 310 tiene un riel recto 312, una porción transversal definida por dos extensiones opuestas 314a, 314b en un extremo que tiene una forma de T, y dos extensiones 316a, 316b en una configuración con forma de Y en su extremo opuesto; la placa 310 se denomina como una placa con forma de TY.

En la realización mostrada, la porción con forma de T es de manera general similar a la placa con forma de T 110, pero se distingue por cada extensión 314a, 314b que tiene una única junta de agujero para tornillo, cada una con un agujero para tornillo de bloqueo 320a en cada lado del riel 312. La dimensión transversal Dt1 desde el lado de una extensión 314a hasta el lado de la otra extensión 314b es 19.5 mm, y la dimensión vertical general Dv1 definida entre el riel 312 en el centro de las extensiones y los extremos de las extensiones es de 4.7 mm. Las superficies inferiores que hacen contacto con el hueso 338 de las juntas de las extensiones 314a, 314b se disponen preferiblemente a lo largo de una curva $60^{\circ} \pm 65^{\circ}$ (transversal al eje longitudinal A) en un radio de 13.9 mm.

La porción con forma de Y es de manera general similar a la placa con forma de Y 210, pero se distingue mediante cada extensión 316, 316b que tiene cuatro juntas de agujeros para tornillo, cada uno con un agujero para tornillo roscado 320a, con tres agujeros para tornillos en cada una de las segundas porciones paralelas 322a, 322b. La dimensión transversal Dt2 desde el lado de una extensión 322a hasta el lado de la otra extensión 322b es 19.5 mm, y la dimensión vertical general Dv2 entre el riel 312 en el centro de las extensiones 316a, 316b y los extremos de las extensiones es 4.5 mm. Las superficies inferiores que hacen contacto con el hueso 340 de las juntas de las extensiones también se disponen preferiblemente a lo largo de una curva $60^{\circ} \pm 5^{\circ}$ (transversal al eje longitudinal A) en un radio de 15.2 mm.

Las redes 322 del riel 312 cada una tiene una longitud de 1.77 mm, un ancho de 3.05 mm, y un grosor de 1.24 mm. Las redes de las extensiones cada una tiene una longitud de 1.48 mm, un ancho W_2 de 2.16 mm, y un grosor de 1.4 mm. Sin embargo, las redes del riel son más rígidas que las redes de las extensiones. La placa 310 tiene una

longitud general de 55.5 mm. La placa con forma de TY tiene tamaño y forma preferiblemente para adaptarse al hueso para fracturas metacarpianas. Como se muestra en la Figura 17, los agujeros para tornillos de bloqueo en la placa se ensamblan previamente preferiblemente con guías 30.

Volviendo ahora a las Figuras 18 a 22, la placa ósea 410 incluye un riel recto 412 con juntas de agujeros para tornillo 418, y una pluralidad de extensiones 424 que se extienden desde las juntas de agujeros para tornillos en cada lado del riel. Las extensiones 424 cada una incluyen una única junta de agujero para tornillo 418. Las redes 422 del riel 412 cada una tiene una longitud L_1 de 1.77 mm, un ancho W_2 de 3.05 mm, y un grosor de 1.24 mm. Las redes 428 de cada extensión tienen una longitud L_2 de 1.48 mm, un ancho W_2 de 2.16 mm, y un grosor de 1.4 mm. En una realización de la placa 410, las juntas terminales del riel cada una se proporcionan con dos extensiones en configuraciones con forma de Y (opuestas) 432a, 432b, y se proporciona una junta central relativamente longitudinal con dos extensiones 424a, 424b en una relación diagonalmente opuesta. Las juntas restantes incluyen solo una única red en un ángulo oblicuo con relación al eje longitudinal A. En el ejemplo mostrado en las Figuras 18 a 21, a lo largo de un primer lado de la placa se encuentran cuatro extensiones adyacentes 424 en una relación paralela, no ortogonalmente angular con relación al eje longitudinal A en el plano del riel en un ángulo β , en donde $\beta=60^\circ$, y tres extensiones adyacentes están en relación en paralelo, en un ángulo opuesto $-\beta$ con relación al eje longitudinal A. A lo largo de un segundo lado de la placa, tres extensiones adyacentes están en relación en paralelo, no ortogonalmente angular en β en el plano del riel con relación al eje longitudinal A, y tres extensiones adyacentes están en relación en paralelo en un ángulo opuesto $-\beta$ con relación al eje longitudinal A.

Con referencia a la Figura 21, la dimensión transversal D_t desde el lado de una extensión sobre un lado del riel hasta una extensión en el otro lado del riel es 17.4 mm, y la dimensión vertical general D_v entre el riel en el centro de las extensiones y los extremos de las extensiones es de 4.5 mm. Las superficies inferiores que hacen contacto con el hueso 440 de las juntas de las extensiones también se disponen preferiblemente a lo largo de una curva $60^\circ \pm 5^\circ$ (transversal al eje longitudinal A) en un radio de 11 mm. Como se ve mejor en las Figuras 19 y 20, la disposición de las extensiones 424 con relación al riel 412 proporciona una disposición escalonada de agujeros para tornillos roscados 420 de tal manera que la trayectoria de ángulo fijo de los ejes de los agujeros en las extensiones 424 no intersecta las trayectorias de los ejes de los agujeros para tornillos roscados en el riel 412. La placa 410, denominada como una placa de red es lateralmente y longitudinalmente asimétrica, con densidad mayor de agujero de placa en los extremos de la placa y está a lo largo de un lado de la placa. La forma asimétrica de la placa de red le permite a un cirujano seleccionar que lado del riel recto (izquierdo o derecho) proporcionará una concentración mayor de juntas de agujeros para tornillo en el hueso al hacer girar la placa alrededor de un eje normal en la superficie superior de la placa. (La Figura 22 muestra una placa similar orientada para proporcionar una concentración mayor de agujeros de placa a lo largo de un extremo opuesto en relación con la placa en la Figura 19). La placa de red 410 también proporciona una red o jaula a lo largo del eje del hueso para aplicaciones de pérdida ósea segmental o de alta energía. Esto se puede realizar al poner las extensiones a lo largo del hueso y dejarlas sin llenar con injerto óseo. La placa de red 410 tiene preferiblemente tamaño y forma para adaptarse al hueso para fracturas metacarpianas, y se designa para mantener la longitud de un hueso incluso en donde existe una pérdida ósea extensa debido a lesión. La placa de las Figuras 18 a 21 tiene una longitud de 79 mm. Como se muestra en la Figura 22, la placa puede tener un riel acortado con pocas juntas de agujeros para tornillo y de esta manera una longitud más corta. De forma similar, la placa puede tener un riel más largo con más juntas de agujeros para tornillo y así una longitud más larga. Como también se ve en la Figura 22, los agujeros para tornillos de bloqueo en la placa de red 410 se ensamblan previamente preferiblemente con las guías 30.

Como se discutió anteriormente, cada una de las placas se ensambla previamente preferiblemente con las guías 30. Con referencia a las Figuras 23 y 24, las herramientas para doblar la placa 500 (se muestra dicha herramienta, sin embargo las herramientas se utilizan por lo general en pares) se pueden unir a las guías y/o placa mientras que la placa se ubica fuera del hueso para efectuar la alteración de la forma de placa en forma precisa y efectiva. Cada herramienta de doblado 500 incluye un primer extremo 552, un segundo extremo 554, y una manija con forma de L 556 que se extiende entre ellos. El primer extremo 552 define un eje longitudinal A_1 , el segundo extremo define un eje longitudinal A_2 , y los ejes A_1 y A_2 son ortogonales entre sí. La única distinción entre las dos herramientas de un par de herramientas es que los múltiples 556 de un par se extienden en direcciones opuestas entre sí.

Con referencia a las Figuras 23, 24 y 25, el primer extremo 552 define un zócalo 560 que tiene tamaño para recibir cercanamente la punta 30a de una guía 30, y medios para fijar en forma rotatoria el primer extremo 552 en relación con una parte de la placa ósea, tal como las redes 122, 128 de placa con forma de T 110, aunque las herramientas trabajan con la misma con cualquiera de las placas. En un ejemplo preferido, los medios para fijar rotacionalmente el primer extremo en relación con la placa ósea son dos patas 562, 564 que se sitúan en las redes 122, 128 de la placa 110. Las dos patas 562, 564 incluyen superficies internas curvas 566 que se establecen alrededor de las juntas de agujeros para tornillo redondeados 118, 126 de la placa para alinear rápidamente y fácilmente la herramienta 500 en una placa. Los pies 562, 564 cada una tiene un extremo de los dedos 574 para apoyar la red, por ejemplo, 122, en una ubicación de apoyo, y un extremo de talón 576 para aplicar fuerza a una junta de agujero para tornillo 18. Luego, la rotación del segundo extremo 554 del múltiple 556 en relación con la placa 110 imparte una fuerza a la placa que efectúa el doblar de la placa en el plano de la placa alrededor del fulcro. El segundo extremo 554 de la herramienta define un agujero 580 con un eje longitudinal AB central orientado en un ángulo oblicuo con relación al

eje longitudinal A2 del segundo extremo 554. El ángulo φ entre A2 y AB es $160^{\circ} \pm 15^{\circ}$. El agujero 580 tiene tamaño para recibirlo cercanamente sobre la punta 30a de la guía 30. El agujero 580 preferiblemente incluye una porción inferior alargada 582 para recibir la porción de hombro 30c de la guía 30 de tal manera que la herramienta puede quedar a ras en la superficie superior de la placa. El agujero 30d de la guía 30 también tiene tamaño para recibir una guía de perforación 600 (para perforar un agujero para tornillo a través de la guía) y un cable K 610 (para fijación temporal de la placa a través de la guía).

Con referencia a las Figuras 26 y 27, una placa de red 410 se muestra con guías 30 ensambladas previamente a esta. La placa de red 410 se ha acortado desde una longitud inicial a través del uso de herramientas. Es decir, las herramientas 500 se han acoplado a las guías 30 en cualquier lado de la red 422a que es un nuevo terminal de la placa, y la herramienta se operan para invertir repetidamente la curva de la placa en la red 422a en la dirección longitudinal hasta que la placa se separa en la red para reducir la longitud de la placa y proporcionar un nuevo terminal de placa 450. Esta capacidad de retirar una parte de una placa, y el método para retirarla, aplica a todas las placas del sistema y todas las porciones de las placas, que incluye cualquier extensión de las mismas, o porciones de extensiones de las mismas.

La placa 410 se acopla provisionalmente a un hueso largo pequeño tal como un hueso de falange 612 (o hueso de metacarpo) con tornillos 620 insertados a través de un agujero para tornillo de bloqueo final 420a y el agujero para tornillo de bloqueo 420b del nuevo terminal 450 del mismo y en el hueso 612.

Las extensiones 424 de la placa 410 se forman para el hueso 612 con las herramientas 500. Los agujeros 580 de las herramientas respectivas 500 se posicionan sobre los cuerpos 30a de las guías 30 y se aplica fuerza relativa apropiada para volver a orientar las juntas de agujeros para tornillos 418 cuando es necesario para (i) fijar la superficie de contacto del hueso de la placa cerca al hueso subyacente y/o (ii) orientar el agujero para los ejes de tornillo de bloqueo de tal manera que los tornillos de bloqueo insertados a través de los agujeros para los tornillos de bloqueo se orientarán en una dirección deseada con el fin de acoplar el hueso deseado y fragmentos óseos sin interferencia con otros tornillos de bloqueo. Con las herramientas de doblado 500 acopladas a las guías y la placa en la forma descrita, la placa 410 se puede doblar a lo largo de cualquier red en las direcciones cóncava y convexa (longitudinalmente) y rotacionalmente a lo largo de un eje de cualquier red (en torsión). La junta de agujero para tornillo de cada extensión se puede orientar independientemente de todas las otras juntas de agujeros para tornillo. Una vez se ha doblado una red para orientar una junta de agujero para tornillo 418, se puede insertar un alambre K a través de los agujeros de la herramienta 500 y la guía 40 para fijar temporalmente la ubicación de la junta (y superar cualquier retorno elástico en la placa) (como se muestra en la Figura 25), o se puede perforar un agujero a través de los agujeros de la herramienta 500 y la guía 30 con perforación 600 para recibir un tornillo de bloqueo. El agujero 580 de la herramienta 500 tiene tamaño de tal manera que la herramienta se puede retirar del alambre K, guía y/o perforación, mientras que deja dichos componentes en su lugar en relación con la placa. Una vez se perfora el agujero, la guía 30 se puede retirar y se puede insertar un tornillo de bloqueo 620. La Figura 28 ilustra la placa 410 dimensionada completamente en el hueso 612 y los fragmentos, con las guías retiradas. Cabe apreciar que los tornillos de bloqueo adicionales 620 se pueden insertar a través de la placa 410 y en el hueso a través del procedimiento de formación de la placa.

Aunque las placas anteriores tienen dimensiones particularmente adecuadas para aplicación metacarpiana, las formas, estructuras, y beneficios o dicha placa son igualmente aplicables para el tratamiento de fracturas de huesos largos más pequeños tal como las falanges. Sin embargo, se anticipa que las placas tendrán tamaño reducido (con dimensiones apropiadamente graduales para agujeros de placa, redes de riel, redes de extensión, longitudes, etc.) para uso en dichos huesos más pequeños. Una escala apropiada para aplicación de falanges sería placas del setenta por ciento del tamaño de las placas descritas anteriormente para uso metacarpiano.

Volviendo ahora a las Figuras 29 y 30, se describe un tornillo de bloqueo 620 específicamente para uso con placas graduales delgadas (aproximadamente 1 mm de grosor) tal como para tratar fracturas de falanges. El tornillo de bloqueo 620 se hace preferiblemente de aleación de cromo y cobalto. El tornillo de bloqueo 620 incluye una cabeza 622 y eje 624. La cabeza tiene roscas de máquina 625 que se extienden alrededor de 1.060.1 mm de distancia vertical de la cabeza. La cabeza 622 también tiene un zócalo no circular 626 con un espacio inferior plano 628 que optimiza el grosor del material T_m entre el zócalo 626 y una superficie inferior 630 de la cabeza. El grosor mínima del material T_m es preferiblemente 0.460.1 mm, y le permite a un zócalo 626 suficiente acoplamiento de conductor sin reducir la resistencia a la torsión de la cabeza para acoplamiento del eje en relación con los tornillos para diseñar placas más grandes. Las características anteriores proporcionan un tornillo con un diseño de cabeza de perfil bajo pero con la resistencia de un tornillo más grande. El eje 624 tiene preferiblemente roscas de acoplamiento 632, pero puede ser opcionalmente liso. El perfil bajo delgado de la placa y el tornillo de bloqueo minimiza la irritación del tejido blando.

Con referencia a la Figura 31, también se describe un tornillo multidireccional de no bloqueo 640 para uso en los agujeros sin bloqueo de las placas del sistema. El tornillo 640 se hace preferiblemente de aleación de titanio. El tornillo 640 tiene una cabeza no roscada 642, preferiblemente con una superficie inferior redonda 644, y un eje

roscado 646. Cada uno de los tornillo de bloqueo o no bloqueo 620, 640 se pueden proporcionar en diversas longitudes. Adicionalmente, todos los agujeros de las diversas placas pueden estar en una disposición de bloqueo, no bloqueo, o disposición de bloqueo/no bloqueo diferentes a las descritas anteriormente para recibir los tornillos 620, 640.

5 Las placas del sistema se forman únicamente para fijación de la mayor parte de tipos de fracturas metacarpianas/falange. La placa recta 10, la placa con forma de T 110, la placa con forma de Y 210, la placa con forma de TY 310, y la placa de red 410 proporcionan todas las formas requeridas para fijación de todas las fracturas en dichos huesos pequeños, y como un equipo o sistema que proporciona opciones para fijación de hueso largo pequeño que no está disponible en cualquier otro equipo o sistema. Dichas formas cada una son altamente configurables a través del procedimiento dimensionado descrito aquí con el fin de ser adaptable a pacientes individuales y las circunstancias únicas de una fractura dada. Adicionalmente, al cambiar la longitud de las diversas placas (a través del doblado inverso), permanecen los aspectos estructurales funcionales de las placas individuales. Adicionalmente, dada la alta simetría en ciertas placas individuales (cada una de la placa recta, la placa con forma de T, la placa con forma de Y, y la placa con forma de TY son lateralmente simétricas), estas se adaptan para uso en la mano derecha e izquierda. Más aún, la asimetría de la placa de red le permite al cirujano concentrar los sujetadores a un lado del hueso, si se requiere. Cada una de las placas del presente sistema se puede formar de uno cualquiera de los numerosos materiales conocidos en la técnica, que incluye acero inoxidable, titanio, y aleaciones de titanio tal como TI-6A1-4V.

20 Se describe un equipo de fijación de fracturas no reivindicado para fijación de fracturas de huesos pequeños que incluye huesos metacarpianos y falanges, el equipo comprende:

(a) una placa recta que consiste esencialmente de un riel recto que comprende juntas de agujeros para tornillo conectados por elementos de red de grosor y ancho reducido en relación con las juntas;

25 (b) una placa con forma de T que consiste esencialmente de un riel recto que comprende juntas de agujeros para tornillo conectados por elementos de red de grosor y ancho reducido en relación con las juntas, primeros y segundos extremos, y una extensión transversal en el primer extremo;

(c) una placa con forma de Y que consiste esencialmente de un riel recto que comprende juntas de agujeros para tornillo conectados por elementos de red de grosor y ancho reducido en relación con las juntas, primeros y segundos extremos, y un par de extensiones en el primer extremo, el par de extensiones tiene una porción angular entre sí en un ángulo entre 50° y 70°;

30 (d) una placa con forma de TY que consiste esencialmente de un riel recto que comprende juntas de agujeros para tornillo conectados por elementos de red de grosor y ancho reducido en relación con las juntas, primeros y segundos extremos, una extensión transversal en el primer extremo, y un par de extensiones en el segundo extremo, el par de extensiones en el segundo extremo están en ángulo entre sí en un ángulo entre 50° y 70°; y

35 (e) una placa de red que consiste esencialmente de un riel recto que tiene un eje longitudinal, el riel comprende juntas de agujeros para tornillo cada uno con un eje central respectivo, las juntas de agujeros para tornillos conectados por elementos de red de grosor y ancho reducido en relación con las juntas de agujeros para tornillos, y una extensión acoplada a cada junta de agujero para tornillo del riel, cada extensión que tiene en un extremo del mismo otra junta de agujero para tornillo cada una con un eje central, en la que las extensiones se disponen de tal manera que el eje central de las juntas de agujeros para tornillos de las extensiones interdigitan con los ejes centrales de los agujeros para juntas de tornillo de riel, en los que cada una de las placas tiene tamaño para ser puesta en un hueso metacarpiano o de falange para fijación de fractura del mismo.

Opcionalmente, por lo menos una pluralidad de juntas de agujeros para tornillo de cada una de las placas incluye agujeros para tornillos roscados.

45 Opcionalmente, por lo menos dos de cada uno de los agujeros para tornillos roscados de cada una de las placas se ensambla previamente con guías tubulares removibles roscadas.

Opcionalmente, la extensión transversal de la placa con forma de T, el par de extensiones de la placa con forma de Y, la extensión transversal y el par de extensiones de la placa con forma de TY, y las extensiones de la placa de red cada una se desplazan fuera del plano con relación al riel recto de las placas respectivas.

50 Opcionalmente, la extensión transversal de la placa con forma de T, el par de extensiones de la placa con forma de Y, la extensión transversal y el par de extensiones de la placa con forma de TY, y las extensiones de la placa de red cada una comprende por lo menos una segunda junta de agujero para tornillo conectado al riel respectivo de la placa respectiva mediante un segundo elemento de red, el segundo elemento de red tiene rigidez torsional reducida en relación con cada uno de los elementos de red del riel respectivo de la placa respectiva.

Opcionalmente, la placa recta, la placa con forma de T, la placa con forma de Y, y la placa con forma de TY son cada una lateralmente simétricas.

Se pueden utilizar los componentes descritos aquí en un método para implantar una placa ósea en un hueso, que comprende:

- 5 (a) proporcionar una placa que tiene una pluralidad de guías ensambladas previamente perforadas tubulares para agujeros de bloqueo roscados de la placa;
- (b) posicionar la placa en el hueso;
- (c) proporcionar primeras y segundas herramientas, cada herramienta tiene,
 - 10 (i) una manija que se extiende entre los primeros y segundos extremos, en los que el primer extremo tiene un primer eje longitudinal y el segundo extremo tiene un segundo eje longitudinal transversal al primer eje longitudinal;
 - (ii) el primer extremo que define un zócalo paralelo con el eje e incluye la estructura para sujetar una porción de la placa para fijar rotacionalmente el primer extremo en relación con la placa ósea; y
 - (iii) un segundo extremo que define un agujero oblicuamente orientado con relación al segundo eje longitudinal;
- 15 (d) posicionar el agujero del segundo extremo de la primera herramienta sobre una primera guía en la placa una manija con un eje longitudinal, y acoplar el primer extremo o segundo extremo de la segunda herramienta a una segunda guía; y
- (e) manipular las herramientas entre sí para reconfigurar las porciones de la placa entre sí.

Opcionalmente, el método incluye la etapa de insertar una perforación a través de la primera guía para perforar un agujero en el hueso mientras se mantiene la posición de la primera herramienta en la primera guía.

- 20 Opcionalmente, el método incluye la etapa de insertar un alambre k a través de la primera guía para proporcionar fijación de la placa al hueso mientras mantiene la posición de la primera herramienta en la primera guía.

Opcionalmente, el método incluye la etapa de retirar la herramienta del alambre K después de insertar un alambre K.

Opcionalmente, la etapa de manipulación incluye doblez inverso para provocar estiramiento de la placa y el retiro posterior de una parte de la placa.

- 25 Aunque se proporcionan dimensiones preferidas para las placas en este documento, variaciones en dimensión (por ejemplo $\pm 10\%$) son permisibles siempre que dichas variaciones provoquen que las extensiones tengan una rigidez torsional mayor que el riel en las placas respectivas.

REIVINDICACIONES

1. Una placa ósea (310) para fijación de fracturas de huesos pequeños, que incluye huesos metacarpianos y falanges, la placa ósea comprende:

5 (a) un riel recto (312) que comprende primeras juntas de agujeros para tornillos conectados por primeros elementos de red (322) de grosor y ancho reducido en relación con los primeras juntas de agujeros para tornillos, el riel tiene primeros y segundos extremos, y

(b) una extensión transversal (314a, 314b) en el primer extremo, la extensión transversal comprende segundas juntas de agujeros para tornillos que se extienden en direcciones opuestas desde el primer extremo mediante los
10 segundos elementos de red de grosor y ancho reducido en relación con los segundas juntas de agujeros para tornillos, caracterizado porque la placa ósea comprende adicionalmente:

(c) un par de extensiones (316a, 316b) que se extienden desde el segundo extremo del riel, el par de extensiones cada una comprende terceras juntas de agujeros para tornillos conectados por los terceros elementos de red de grosor y ancho reducido en relación con los terceras juntas de agujeros para tornillos, el par de extensiones en el
15 segundo extremo cada uno tiene una primera porción que se extiende desde el segundo extremo angular entre sí en un ángulo entre 50° y 70°, en donde cada uno del par de extensiones comprende una pluralidad de terceras juntas de agujeros para tornillos.

2. Una placa ósea de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los segundos elementos de red tienen rigidez torsional reducida en relación con los primeros elementos de red (322).

20 3. Una placa ósea de acuerdo con la reivindicación 1, en la que por lo menos una pluralidad de las juntas de agujeros para tornillos definen agujeros para tornillos roscados (320a).

4. Una placa ósea de acuerdo con la reivindicación 3, que incluye una pluralidad de guías tubulares (30) ensambladas previamente en los agujeros para tornillos roscados.

25 5. Una placa ósea de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la extensión transversal (314a, 314b) se pre-forma para definir una superficie cóncava que hace contacto con el hueso (338).

6. Una placa ósea de acuerdo con la reivindicación 1, en la que cada una de las extensiones que se extienden desde el segundo extremo del riel (312) tiene una segunda porción (322a, 322b), las segundas porciones se extienden paralelas una a la otra.

30 7. Una placa ósea de acuerdo con la reivindicación 1, en la que los terceros elementos de red tienen rigidez torsional reducida en relación con los primeros elementos de red (322).

8. Una placa ósea de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el par de extensiones (316a, 316b) que se extienden desde el segundo extremo del riel (312) se forman previamente para definir una superficie cóncava que hace contacto con el hueso (340).

9. Una placa ósea de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la placa ósea es lateralmente simétrica.

35

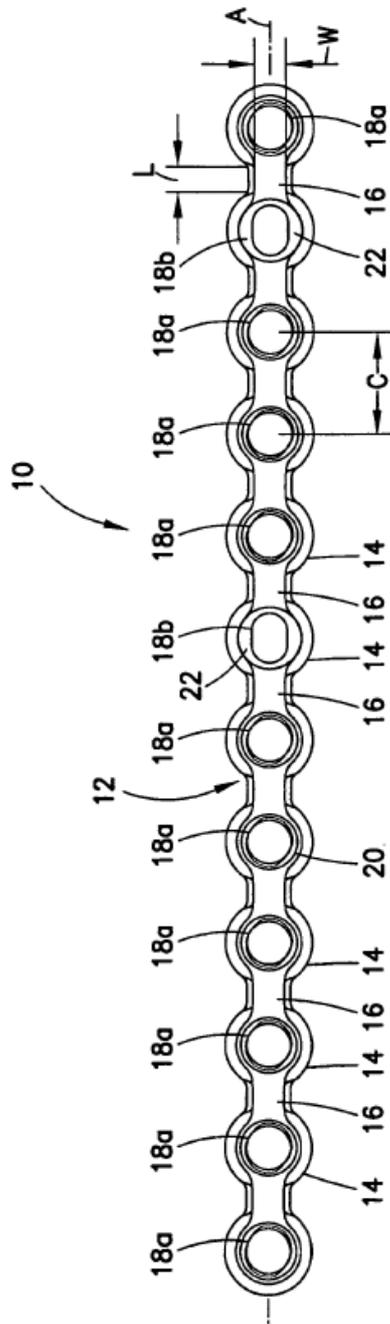


FIG. 1

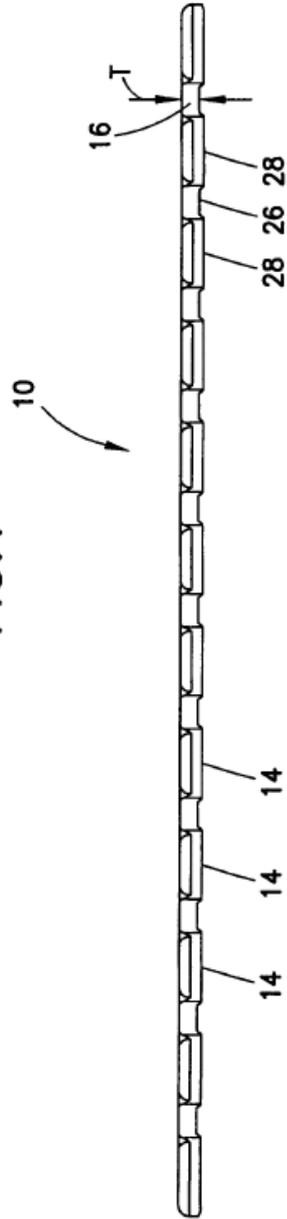


FIG. 2

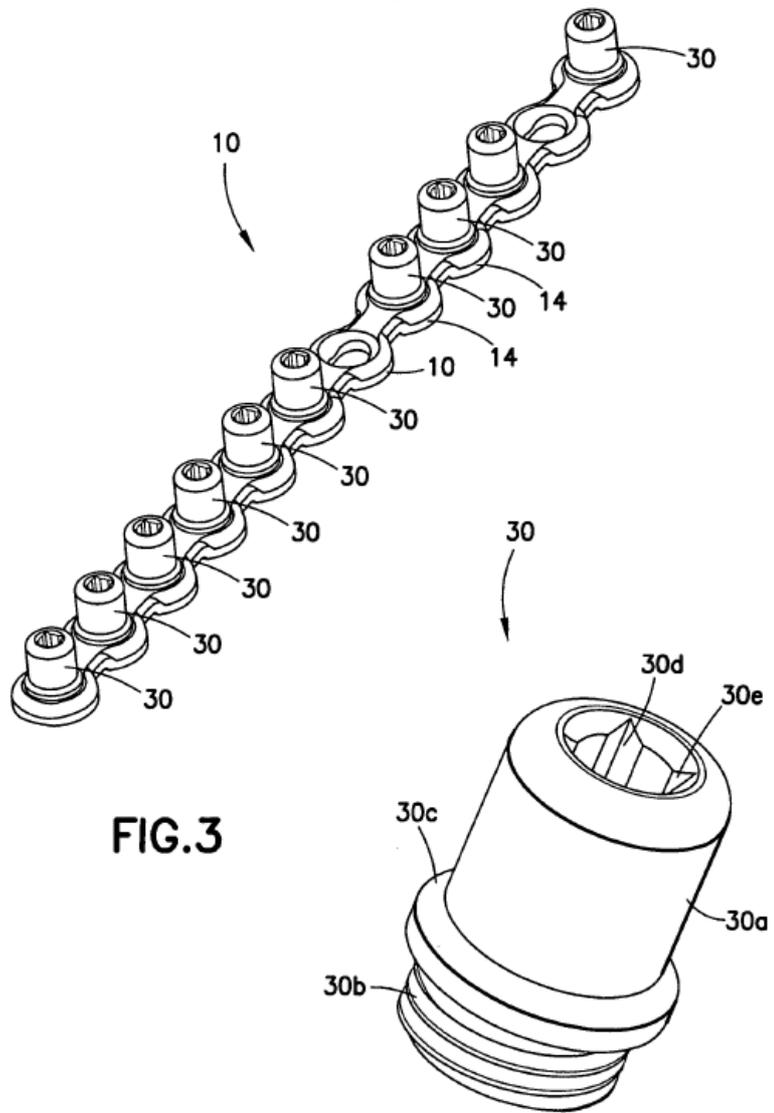


FIG.3

FIG.4

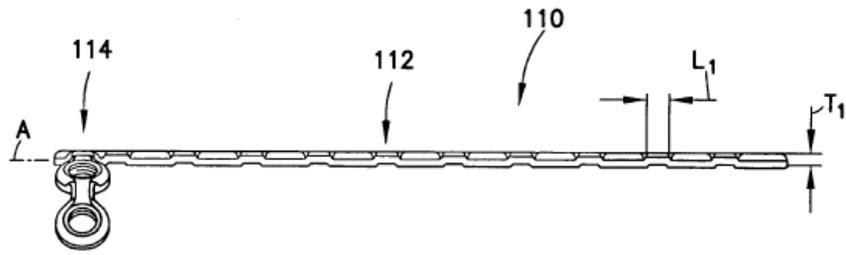


FIG. 5

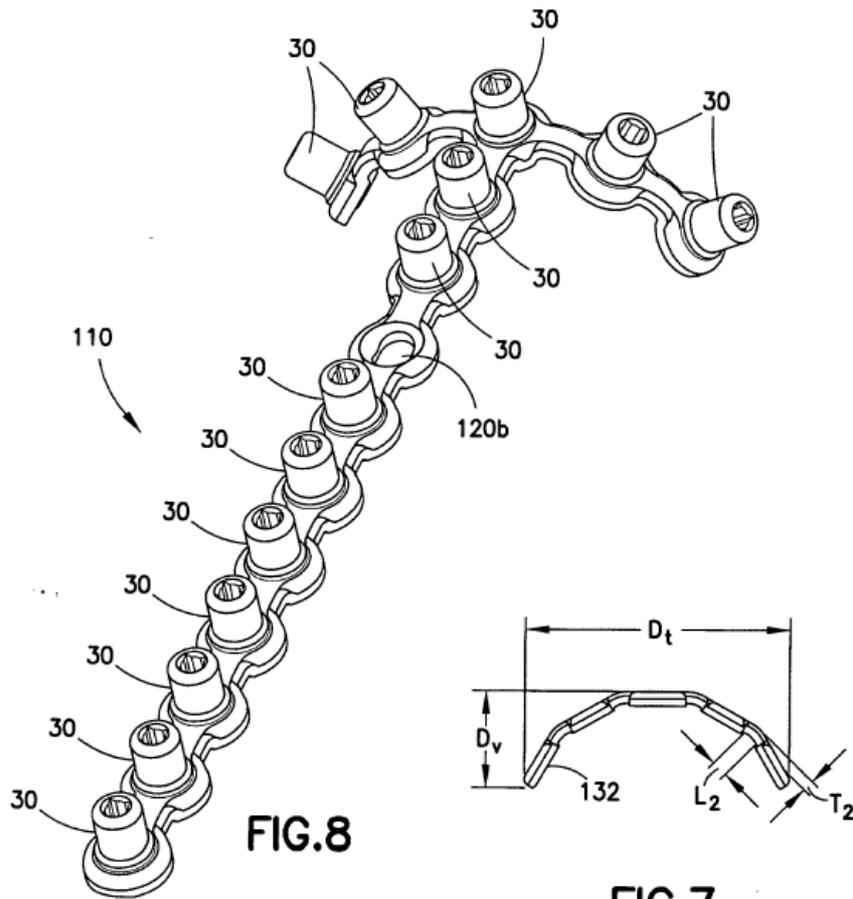


FIG. 8

FIG. 7

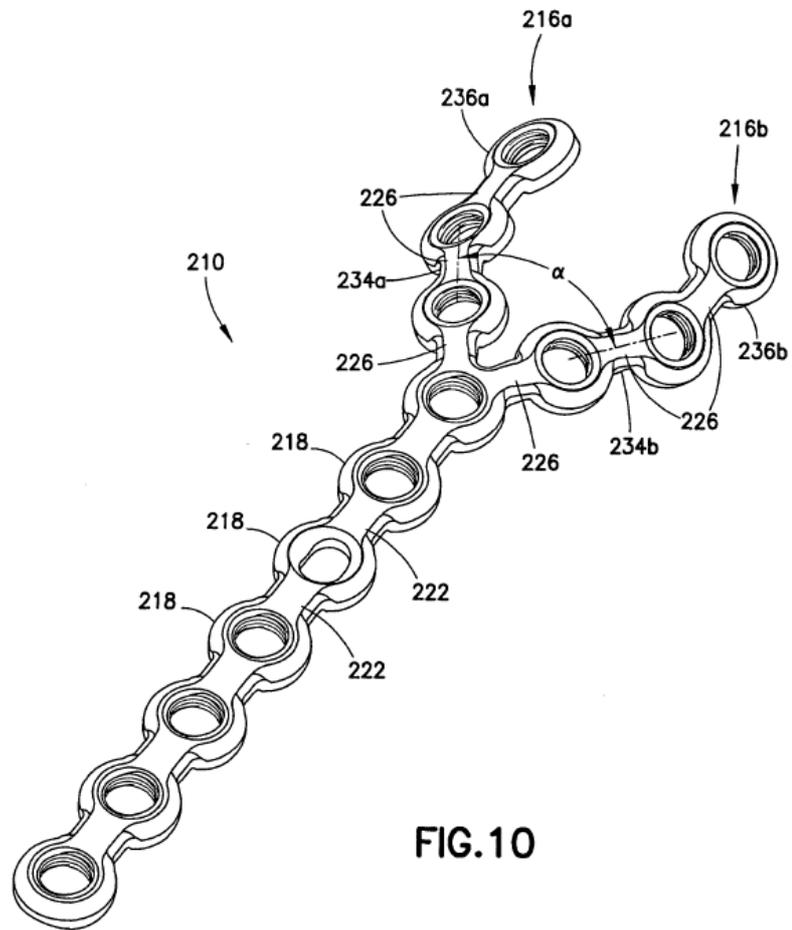


FIG. 10

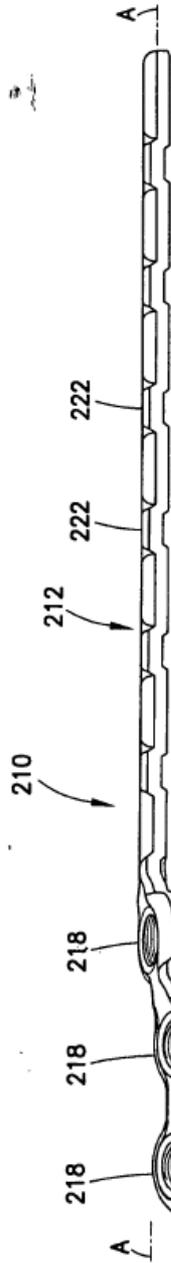


FIG. 9

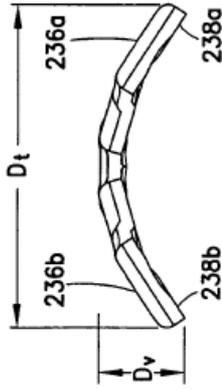


FIG. 11

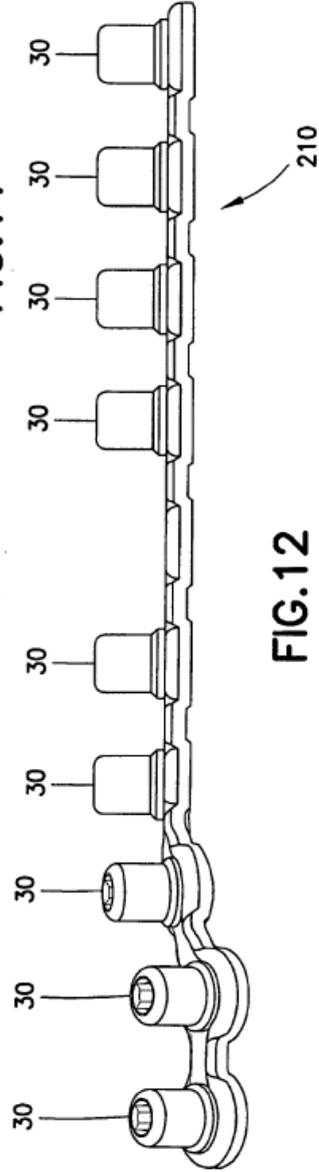


FIG. 12

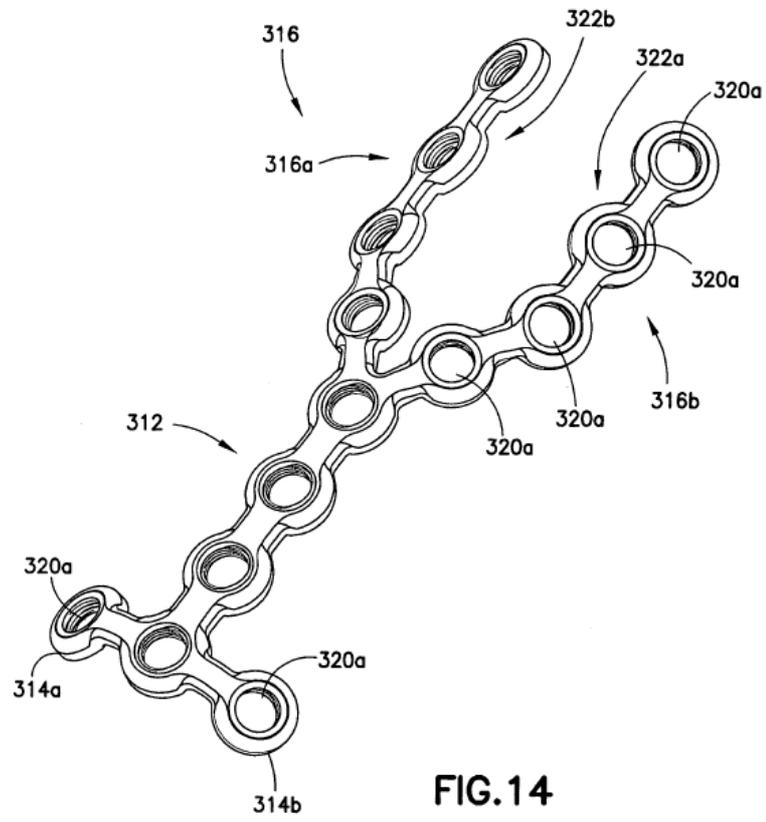


FIG.14

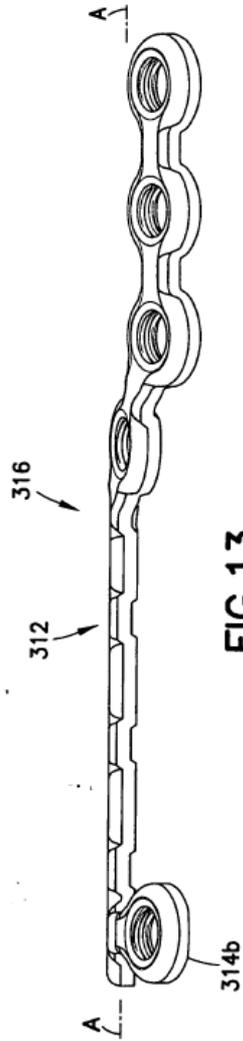


FIG. 13

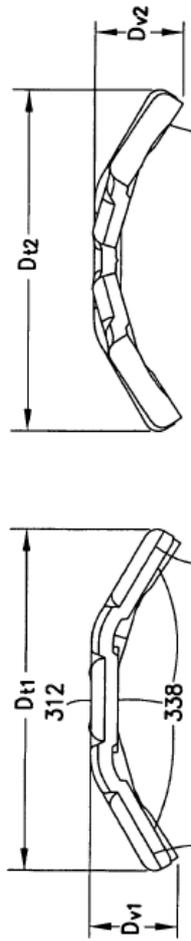


FIG. 15

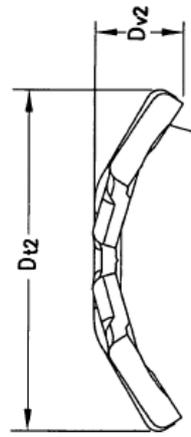


FIG. 16

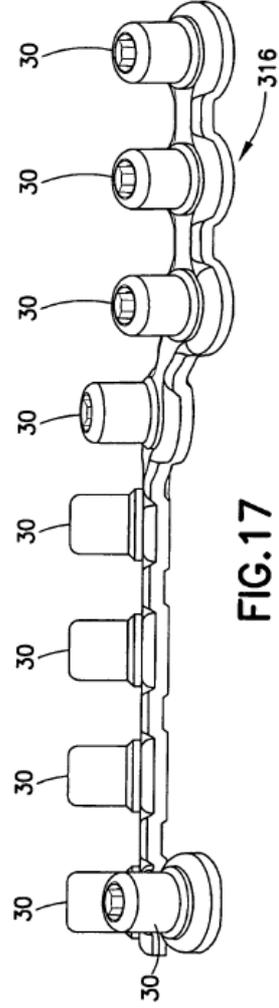


FIG. 17

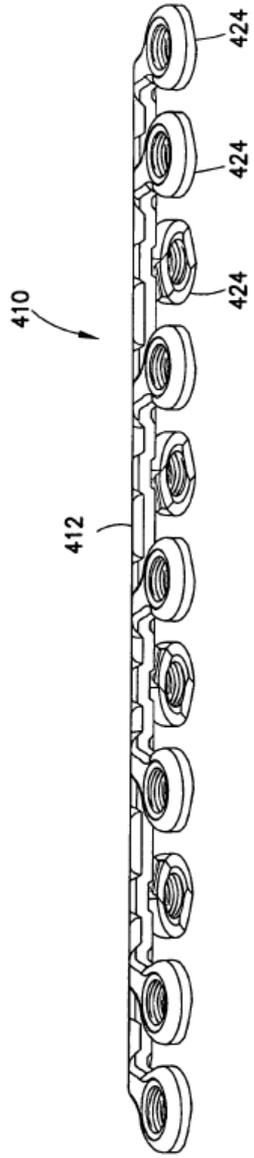


FIG. 18

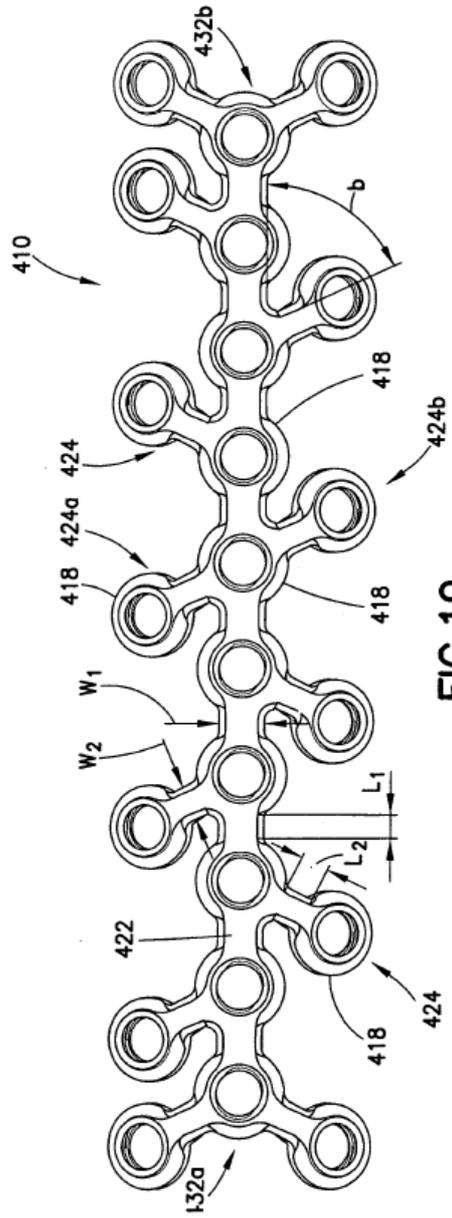


FIG. 19

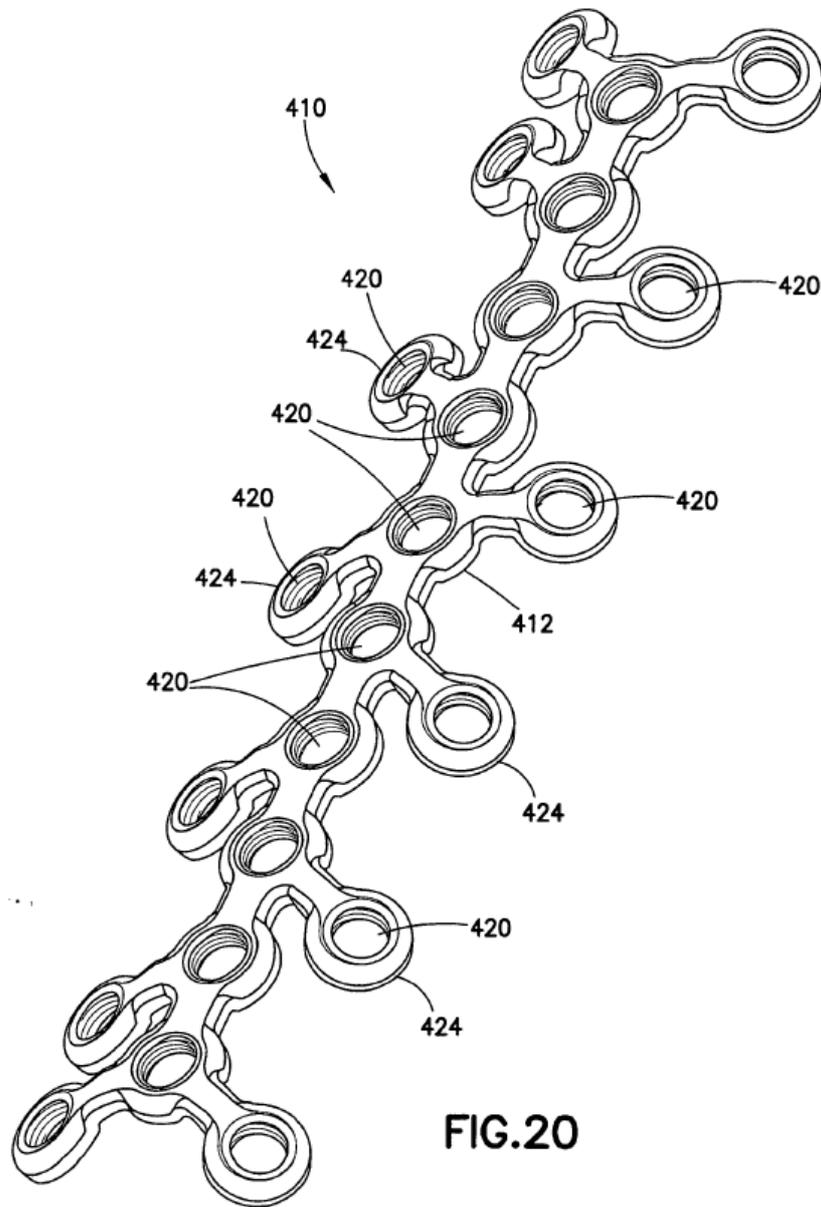


FIG.20

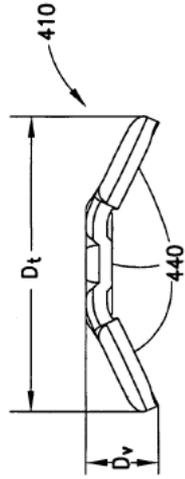


FIG. 21

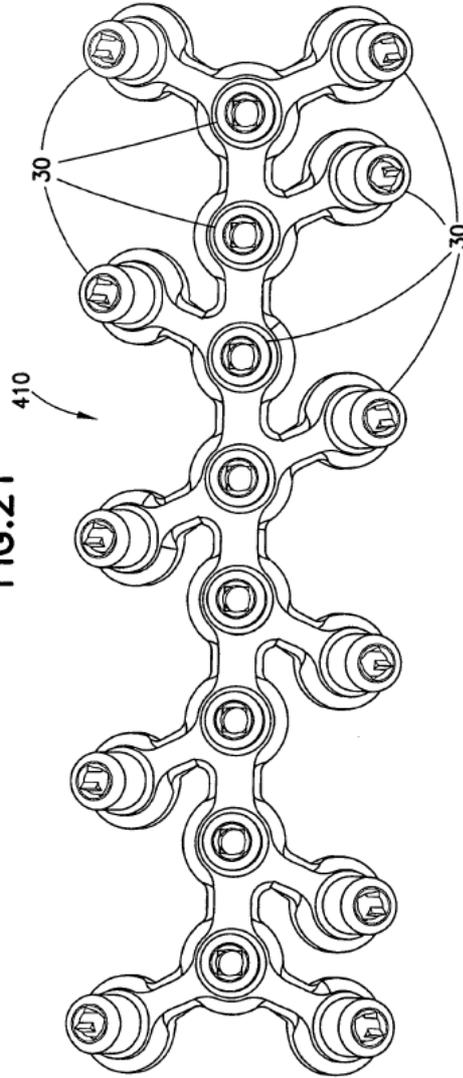


FIG. 22

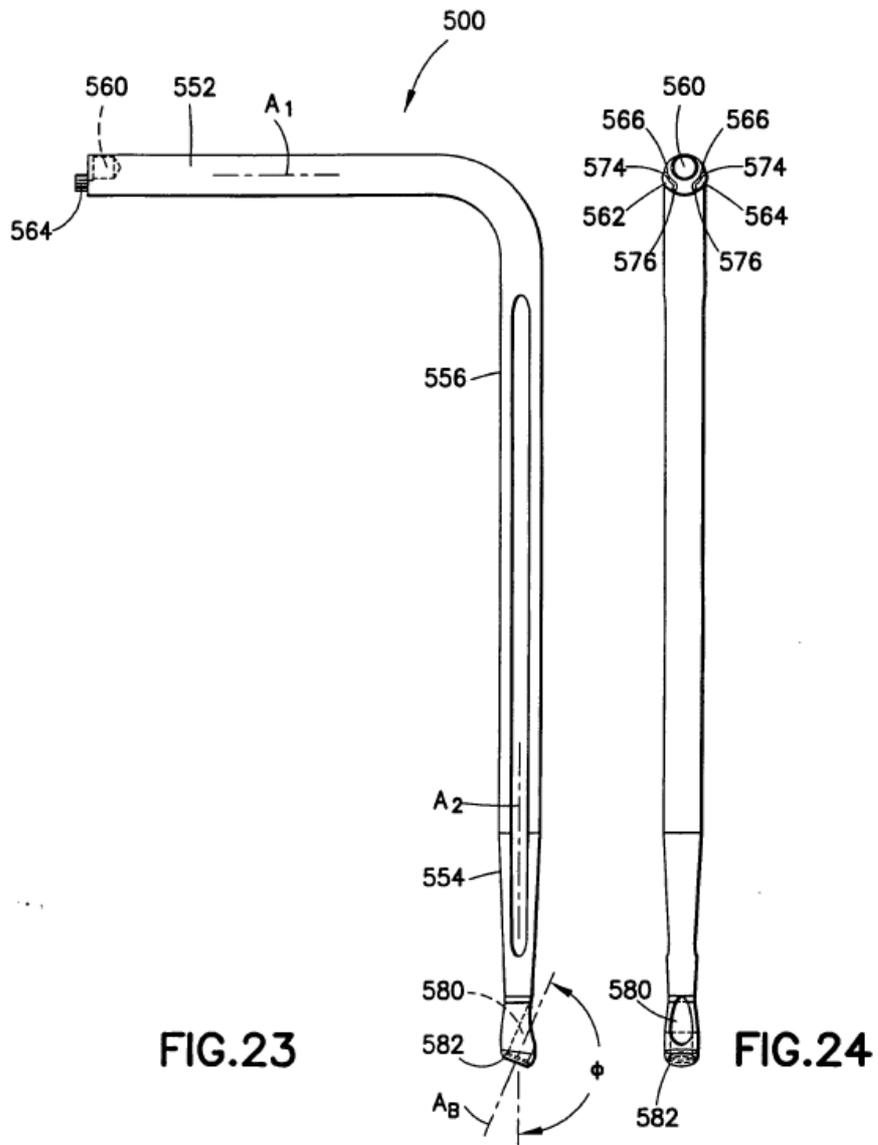


FIG.23

FIG.24

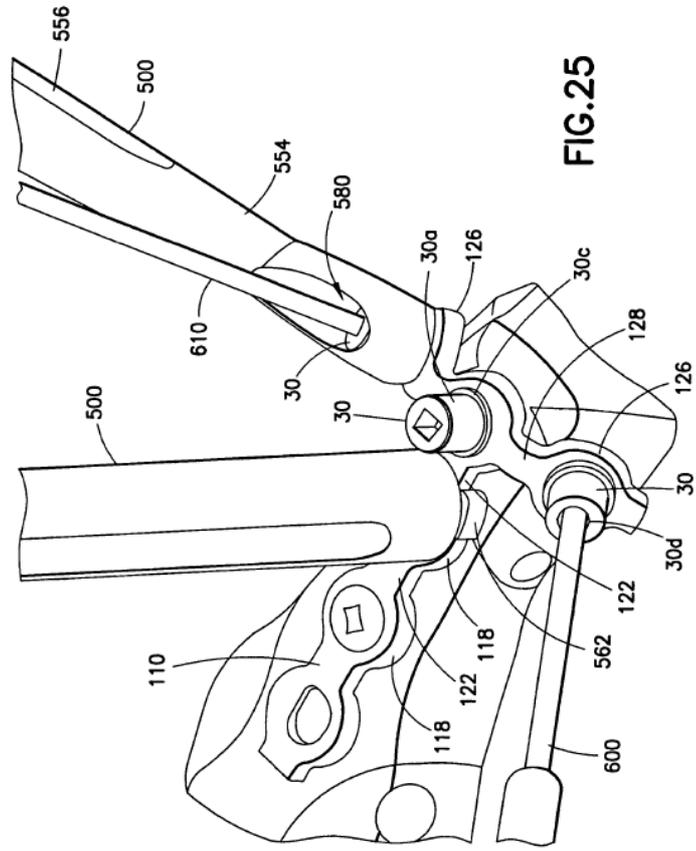


FIG. 25

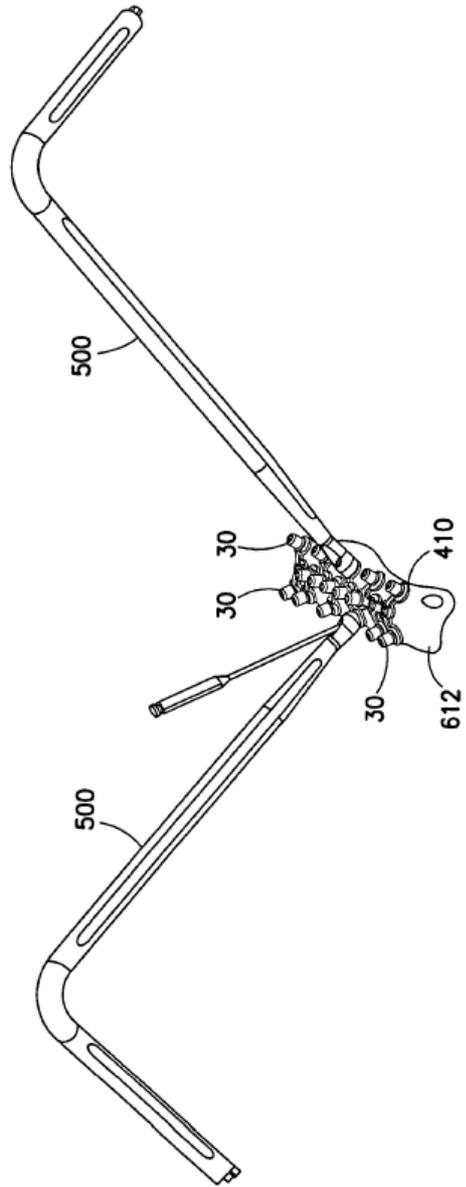


FIG.26

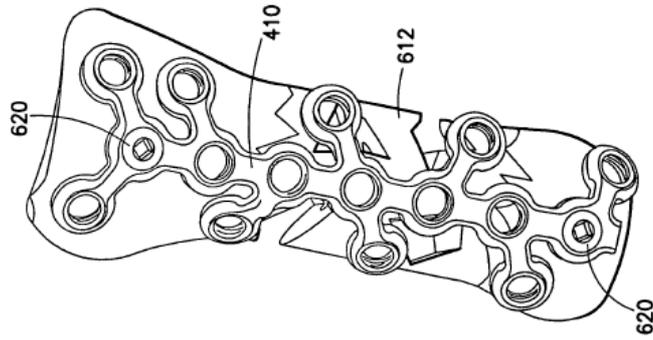


FIG. 28

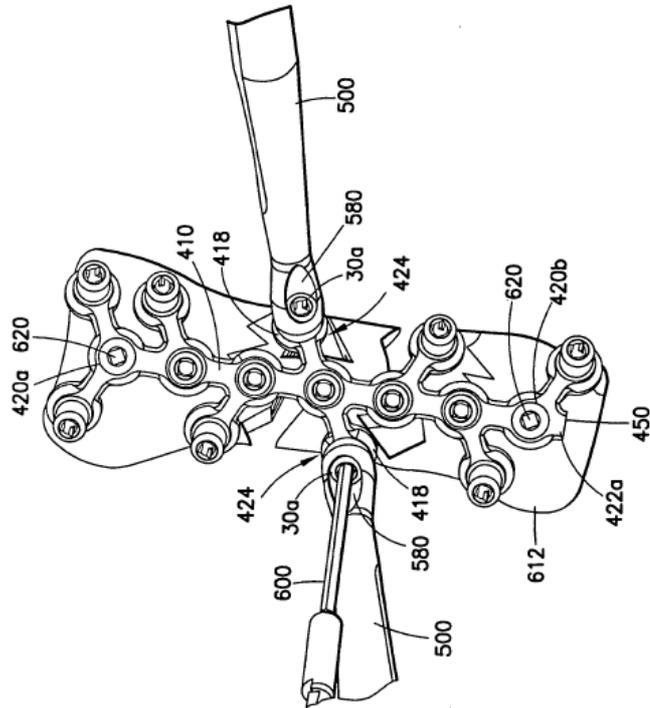


FIG. 27

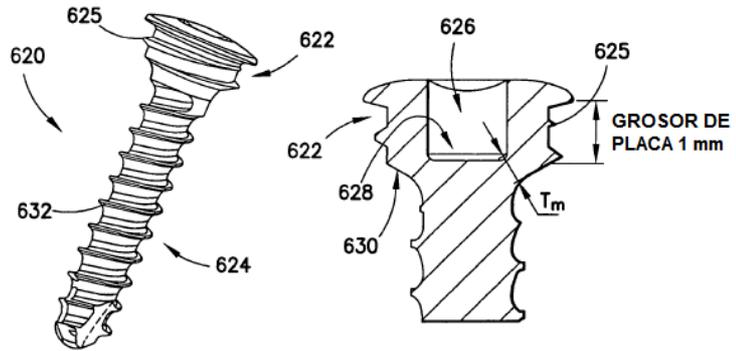


FIG.29

FIG.30

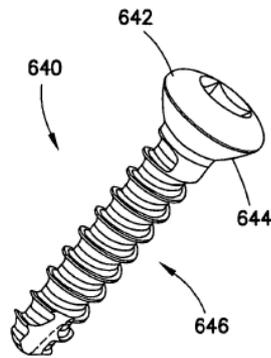


FIG.31