

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 802 126**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/15** (2006.01)  
**A61B 34/10** (2006.01)  
**A61B 17/17** (2006.01)  
**A61B 17/00** (2006.01)  
**A61B 17/56** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2008 E 15174365 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 2957241**

54 Título: **Instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico de un paciente**

30 Prioridad:

**30.09.2007 US 976444 P**  
**30.09.2007 US 976447 P**  
**30.09.2007 US 976448 P**  
**30.09.2007 US 976446 P**  
**30.09.2007 US 976451 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**15.01.2021**

73 Titular/es:

**DEPUY PRODUCTS, INC. (100.0%)**  
**700 Orthopaedic Drive**  
**Warsaw, IN 46581, US**

72 Inventor/es:

**ARAM, LUKE J.;**  
**ASHBY, ALAN;**  
**AUGER, DANIEL D.;**  
**BEECH, RICHARD;**  
**BENNETT, TRAVIS;**  
**ROSE, BRYAN;**  
**ROOSE, JEFFFREY R.;**  
**AKER, CHRIS;**  
**SHEAKS-HOFFMANN, JANELL;**  
**SMITH, MATTHEW D.;**  
**LESTER, MARK B.;**  
**WYSS, JOSEPH G.;**  
**RHODES, MATT;**  
**ZAJAC, ERIC;**  
**COOK, LABAN y**  
**SOKOLOV, DIMITRI**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO BLANCO, María Alicia**

**ES 2 802 126 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**

Instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico de un paciente

5 CAMPO TÉCNICO

La presente descripción se refiere en general a instrumentos quirúrgicos ortopédicos personalizados específicos para el paciente y a métodos, dispositivos y sistemas para fabricar y colocar dichos instrumentos.

10 ANTECEDENTES

La artroplastia articular es un procedimiento quirúrgico bien conocido por el cual una articulación natural enferma y/o dañada se reemplaza por una articulación protésica. Una prótesis de rodilla típica incluye una bandeja tibial, un componente femoral, un inserto o cojinete de polímero colocado entre la bandeja tibial y el componente femoral, y, en algunos casos, un botón rotuliano de polímero. Para facilitar el reemplazo de la articulación natural con la prótesis de rodilla, los cirujanos ortopédicos utilizan una variedad de instrumentos quirúrgicos ortopédicos como, por ejemplo, bloques de corte, guías de broca, guías de fresado y otros instrumentos quirúrgicos. Típicamente, los instrumentos quirúrgicos ortopédicos son genéricos con respecto al paciente, de modo que el mismo instrumento quirúrgico ortopédico puede usarse en varios pacientes diferentes durante procedimientos quirúrgicos ortopédicos similares.

20 US 2005/234461 describe herramientas para reparar superficies articulares, reparar materiales y reparar una superficie articular. Las herramientas quirúrgicas están diseñadas para poder personalizarse o seleccionarse fácilmente por pacientes para aumentar la velocidad, precisión y simplicidad de realizar la artroplastia total o parcial.

25 SUMARIO

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

30 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método para diseñar un bloque de corte óseo personalizado específico del paciente para su uso en un procedimiento quirúrgico ortopédico para realizar un corte óseo en el hueso de un paciente, comprendiendo el método:

35 determinar, basándose en una o más imágenes médicas de la anatomía ósea del paciente, un valor de grosor del cartílago que indique el grosor promedio del cartílago presente en un extremo relevante del hueso del paciente,  
determinar, en base a una o más imágenes médicas de la anatomía ósea del paciente, un contorno de referencia basado en un contorno de superficie del extremo relevante del hueso del paciente,  
generar un contorno de referencia escalado escalando el contorno de referencia en función del valor del grosor del cartílago, y  
40 definir un contorno negativo personalizado específico del paciente del bloque de corte óseo personalizado específico del paciente utilizando el contorno de referencia escalado.

45 El paso de determinar el valor del grosor del cartílago puede comprender determinar el valor del grosor del cartílago en función del sexo del paciente.

El paso de determinar un contorno de referencia puede comprender determinar un contorno de referencia basado en un contorno de superficie de un modelo tridimensional del hueso del paciente.

50 El paso de generar un contorno escalado puede comprender determinar un punto de referencia en el modelo tridimensional del hueso del paciente y escalar el contorno de referencia para aumentar la distancia entre el punto de referencia en el modelo tridimensional y un punto en el contorno de referencia.

El paso de determinar el punto de referencia puede comprender:

55 generar un primer segmento de línea que se extiende desde un primer punto definido en el contorno de la superficie de un lado medial del modelo tridimensional hasta un segundo punto definido en el contorno de la superficie de un lado lateral del modelo tridimensional,  
generar un segundo segmento de línea que se extiende desde un tercer punto definido en el contorno de la superficie de un lado anterior del modelo tridimensional hasta un cuarto punto definido en el contorno de la superficie de un lado posterior del modelo tridimensional, en el que los puntos primero, segundo, tercero y  
60 cuarto son coplanarios, y determinar un punto de intersección entre el primer segmento de línea y el segundo segmento de línea, correspondiendo el punto de intersección al punto de referencia.

65 El paso del paso de determinar el punto de referencia puede comprender además alejar el punto de referencia del punto de intersección una distancia aproximadamente igual a la mitad de la longitud del segundo segmento de línea.

El paso de aumentar la distancia entre el punto de referencia y el punto en el contorno de referencia puede comprender determinar un valor de longitud igual a un porcentaje de la distancia entre el punto de referencia y el punto en el contorno de referencia, y aumentar la distancia entre el punto de referencia y el punto en el contorno de referencia por el valor de longitud.

5 El método puede incluir determinar áreas del extremo relevante del hueso del paciente con un grosor reducido de cartílago, y ajustar el contorno de referencia escalado para compensar las áreas de grosor reducido del cartílago del extremo relevante del hueso del paciente.

10 El paso de determinar áreas del extremo relevante del hueso del paciente que tiene el grosor reducido del cartílago puede comprender identificar puntos de contacto de hueso sobre hueso entre el fémur del paciente y la tibia del paciente basándose en una imagen médica del fémur y la tibia.

15 El paso de ajustar el contorno de referencia escalado puede comprender disminuir la distancia entre el punto de referencia y un punto en el contorno de referencia correspondiente a las áreas de grosor reducido del cartílago.

20 El contorno de referencia puede incluir un lado anterior, un lado medial y un lado lateral, y generar el contorno de referencia escalado puede comprender aumentar la distancia entre el punto de referencia y el lado anterior y, posteriormente, reducir la distancia (i) entre el punto de referencia y el lado medial y (ii) entre el punto de referencia y el lado lateral.

El paso de determinar un contorno de referencia puede comprender determinar un contorno de referencia basado en un contorno de superficie de un osteofito del hueso del paciente.

25 El paso de generar un contorno de referencia escalado puede comprender generar un contorno de referencia escalado que tenga un extremo superior que defina un contorno negativo correspondiente a un contorno de superficie del fémur del paciente ubicado superiormente a una línea de demarcación de cartílago del fémur del paciente.

30 El paso de generar un contorno de referencia escalado puede comprender generar un contorno de referencia escalado que tenga un extremo inferior que defina un contorno negativo correspondiente a un contorno de superficie de la tibia del paciente situado inferiormente a una línea de demarcación de cartílago de la tibia del paciente.

El método puede incluir determinar la posición de una guía de corte del bloque de corte personalizado específico del paciente.

35 La posición de la guía de corte puede determinarse en base a un ángulo definido entre un eje mecánico del fémur del paciente y un eje mecánico de la tibia del paciente.

#### 40 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La descripción detallada se refiere particularmente a las siguientes figuras, en las que:

45 FIG. 1 es un diagrama de flujo simplificado de un algoritmo para diseñar y fabricar un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;

FIG. 2 es un diagrama de flujo simplificado de un método para generar un modelo de un instrumento ortopédico específico para el paciente;

FIG. 3 es un diagrama de flujo simplificado de un método para escalar un contorno de referencia;

FIGs. 4-6 son modelos tridimensionales de la tibia de un paciente;

FIG. 7-9 son modelos tridimensionales del fémur de un paciente;

50 FIG. 10 es una vista en alzado de un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;

FIG. 11 es una vista en perspectiva del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 10;

FIG. 12 es una vista en perspectiva del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 10 asegurado a un hueso de un paciente;

55 FIG. 13 es una vista en alzado de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;

FIG. 14 es una vista en perspectiva del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 13;

FIG. 15 es una vista en perspectiva del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 13 asegurado a un hueso de un paciente;

60 FIG. 16 es una vista en alzado de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;

FIG. 17 es una vista en perspectiva del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 16;

FIG. 18 es una vista en perspectiva del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 16 asegurado a un hueso de un paciente;

65 FIG. 19 es una vista en alzado de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;

FIG. 20 es una vista en perspectiva del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente

- de la FIG. 19;
- FIG. 21 es una vista en perspectiva del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 19 asegurado a un hueso de un paciente;
- 5 FIG. 22 es una vista en perspectiva del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 19 asegurado a un hueso de un paciente;
- FIG. 23 es una vista en alzado de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- 10 FIG. 24 es una vista en perspectiva del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 23;
- FIG. 25 es una vista en perspectiva del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 23 asegurado a un hueso de un paciente;
- FIG. 26 es una vista en alzado de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- FIG. 27 es una vista en perspectiva del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 26;
- 15 FIG. 28 es una vista en perspectiva del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 26 asegurado a un hueso de un paciente;
- FIG. 29 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- FIG. 30 es una vista en alzado del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 29 acoplado a un hueso de un paciente;
- 20 FIG. 31 es una vista en perspectiva despiezada de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- FIG. 32 es una vista en perspectiva del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 31 en una configuración ensamblada y acoplada a un hueso de un paciente.
- FIG. 33 es una vista en alzado lateral de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- 25 FIG. 34 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente acoplado al hueso de un paciente;
- FIG. 35 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- 30 FIG. 36 es una vista en alzado lateral del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 35 acoplado a un hueso de un paciente;
- FIG. 37 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente acoplado a la anatomía ósea de un paciente;
- FIG. 38 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente acoplado a la anatomía ósea de un paciente;
- 35 FIG. 39 es una vista en alzado lateral de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente acoplado al hueso de un paciente;
- FIG. 40 es una vista en alzado lateral de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente acoplado al hueso de un paciente;
- 40 FIG. 41 es una vista en alzado lateral de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente acoplado al hueso de un paciente;
- FIG. 42 es una vista en alzado lateral de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente acoplado a la rodilla de un paciente en extensión;
- FIG. 43 es una vista en alzado lateral del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 42 con la rodilla del paciente en flexión;
- 45 FIG. 44 es una vista en alzado lateral de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente acoplado a la rodilla de un paciente en flexión;
- FIG. 45 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente acoplado al hueso de un paciente;
- 50 FIG. 46 es otra vista en perspectiva del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 45;
- FIG. 47 es una vista en alzado en sección transversal de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- FIG. 48 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente acoplado al hueso de un paciente;
- 55 FIG. 49 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente acoplado al hueso de un paciente;
- FIG. 50 es una vista en alzado lateral del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la fig. 49;
- 60 FIG. 51 es una vista en alzado en sección transversal de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- FIG. 52 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente acoplado al hueso de un paciente;
- FIG. 53 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente acoplado al hueso de un paciente.
- 65 FIG. 54 es una vista en alzado lateral del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente

- de la FIG. 53;
- FIG. 55 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- 5 FIG. 56 es una vista en planta superior del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 55;
- FIG. 57 es una vista en alzado lateral del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 55;
- FIG. 58 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- 10 FIG. 59 es una vista en planta superior del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 58;
- FIG. 60 es una vista en alzado lateral del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 58;
- 15 FIG. 61 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- FIG. 62 es una vista en planta superior del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 61;
- FIG. 63 es una vista en alzado lateral del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 61;
- 20 FIG. 64 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- FIG. 65 es una vista en planta superior del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 64;
- 25 FIG. 66 es una vista en alzado lateral del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 64;
- FIG. 67 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- FIG. 68 es una vista en alzado lateral del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 67 acoplado a un hueso de un paciente;
- 30 FIG. 69 es una vista en alzado lateral de un par de bloques universales de corte de hueso acoplados al hueso del paciente de la FIG. 68;
- FIG. 70 es una vista en alzado frontal de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente acoplado a la anatomía ósea de un paciente;
- 35 FIG. 71 es una vista en alzado frontal de un par de bloques de corte de hueso recortados acoplados a la anatomía ósea del paciente de la FIG. 70;
- FIG. 72 es una vista en alzado lateral de otro bloque de corte de hueso recortado;
- FIG. 73 es una vista en perspectiva superior de otro bloque de corte recortado;
- FIG. 74 es una vista en alzado final del bloque de corte de hueso recortado de la FIG. 73;
- 40 FIG. 75 es una vista en alzado lateral del bloque de corte de hueso recortado de la FIG. 73 acoplado a un hueso de un paciente;
- FIG. 76 es una vista en alzado lateral del bloque de corte de hueso recortado de la FIG. 73 acoplado a un hueso de un paciente;
- FIG. 77 es una vista en perspectiva de un instrumento quirúrgico ortopédico;
- 45 FIG. 78 es una vista en alzado lateral parcial del instrumento quirúrgico ortopédico de la FIG. 77;
- FIG. 79 es una vista en sección transversal del instrumento quirúrgico ortopédico de la FIG. 78;
- FIG. 80 es una vista en alzado lateral parcial de otro instrumento quirúrgico ortopédico de la FIG. 78;
- FIG. 81 es una vista en perspectiva de un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- FIG. 82 es una vista en alzado anterior del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 81 asegurado a un hueso de un paciente;
- 50 FIG. 83 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente asegurado al hueso de un paciente;
- FIG. 84 es una vista en perspectiva despiezada de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente sujeto al hueso de un paciente;
- 55 FIG. 85 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 84 asegurado a un hueso de un paciente;
- FIG. 86 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 84 asegurado a un hueso de un paciente;
- FIG. 87 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente asegurado al hueso de un paciente;
- 60 FIG. 88 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente sujeto al hueso de un paciente;
- FIG. 89 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente asegurado al hueso de un paciente;
- FIG. 90 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- 65 FIG. 91 es una vista en perspectiva de una herramienta para usar con el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 90;

- FIG. 92 es una vista en alzado lateral del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 90;
- FIG. 93 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- 5 FIG. 94 es una vista en alzado lateral de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente asegurado al hueso de un paciente;
- FIG. 95 es una vista en alzado lateral del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 94 después de un procedimiento de resección ósea;
- FIG. 96 es una vista en perspectiva de un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- 10 FIG. 97 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente sujeto a una pierna de un paciente;
- FIG. 98 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente sujeto a una pierna de un paciente;
- FIG. 99 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente sujeto a una pierna de un paciente;
- 15 FIG. 100 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente sujeto a una pierna de un paciente;
- FIG. 101 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente sujeto a una pierna de un paciente;
- 20 FIG. 102 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente asegurado al hueso de un paciente;
- FIG. 103 es una vista en planta superior del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 102;
- FIG. 104 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- 25 FIG. 105 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente sujeto al hueso de un paciente;
- FIG. 106 es una vista en alzado lateral del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 105;
- 30 FIG. 107 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- FIG. 108 es una vista en alzado lateral del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la fig. 107 asegurado al hueso de un paciente;
- FIG. 109 es una vista en perspectiva de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- 35 FIG. 110 es una vista en planta superior del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 109 asegurado a un hueso de un paciente;
- FIG. 111 es una vista en alzado anterior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente asegurado al hueso de un paciente;
- 40 FIG. 112 es una vista en alzado superior proximal a distal del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 111;
- FIG. 113 es una vista en alzado superior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 111;
- FIG. 114 es una vista en alzado superior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 111;
- 45 FIG. 115 es una vista en alzado superior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 111;
- FIG. 116 es una vista en alzado anterior de un aparato ortopédico para asegurar la pierna de un paciente;
- FIG. 117 es una vista en alzado anterior de un hueso de un paciente que tiene varios marcadores acoplados al mismo;
- 50 FIG. 118 es una vista en alzado anterior de otro hueso de un paciente que tiene una marca sobre el mismo;
- FIG. 119 es una vista en perspectiva despiezada de un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente para usar con el hueso de un paciente;
- FIG. 120 es una vista en perspectiva despiezada de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente para usar con el hueso de un paciente;
- 55 FIG. 121 es una vista en perspectiva inferior de otro instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente;
- FIG. 122 es una vista en alzado lateral del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 121 acoplado a un hueso de un paciente;
- FIG. 123 es una vista en perspectiva de un dispositivo de programación para uso con el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de la FIG. 121; y
- 60 FIG. 124 es un diagrama de bloques simplificado de una fresadora para la fabricación de instrumentos quirúrgicos ortopédicos personalizados específicos para el paciente.

65 Mientras que la Figura 2 muestra un diagrama de flujo de acuerdo con una realización de esta invención, las figuras restantes se presentan como útiles para la comprensión de la invención y no forman realizaciones de esta invención.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

Con referencia a la FIG. 1, se ilustra un algoritmo 10 para fabricar un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente. Lo que se entiende aquí por el término "instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente" es una herramienta quirúrgica para uso por parte de un cirujano en la realización de un procedimiento quirúrgico ortopédico que está destinado y configurado para su uso en un paciente particular. Como tal, debe apreciarse que, como se usa en el presente documento, el término "instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente" es distinto de los instrumentos quirúrgicos ortopédicos estándar no específicos para el paciente que están destinados para su uso en una variedad de pacientes diferentes. Además, debe apreciarse que, como se usa en el presente documento, el término "instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente" es distinto de las prótesis ortopédicas, ya sean específicas del paciente o genéricas, que se implantan quirúrgicamente en el cuerpo del paciente. Por el contrario, un cirujano ortopédico utiliza instrumentos quirúrgicos ortopédicos personalizados específicos del paciente para ayudar en la implantación de prótesis ortopédicas.

El instrumento quirúrgico ortopédico específico para el paciente personalizado puede personalizarse para el paciente particular en función de la ubicación en donde el instrumento se va a acoplar a uno o más huesos del paciente, como el fémur y/o la tibia. Por ejemplo, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede incluir una superficie de contacto con el hueso o cara que tenga un contorno negativo que coincida o coincida sustancialmente con el contorno de una porción del hueso relevante del paciente. Como tal, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente está configurado para acoplarse al hueso de un paciente en una ubicación y posición únicas con respecto al hueso del paciente. Es decir, el contorno negativo de la superficie de contacto con el hueso está configurado para recibir la superficie de contorno correspondiente de la porción del hueso del paciente. Como tal, se reducen las conjeturas del cirujano ortopédico y/o la toma de decisiones intraoperatorias con respecto a la colocación del instrumento quirúrgico ortopédico. Por ejemplo, es posible que no se requiera que el cirujano ortopédico ubique puntos de referencia del hueso del paciente para facilitar la colocación del instrumento quirúrgico ortopédico, lo que generalmente requiere cierta cantidad de estimación por parte del cirujano. Por el contrario, el cirujano ortopédico puede simplemente acoplar el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente en el hueso o los huesos del paciente en una ubicación única. Cuando está acoplado, el plano de corte, los orificios de perforación, los orificios de fresado y/u otras guías se definen en la ubicación adecuada con respecto al hueso y la prótesis ortopédica prevista. El instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como cualquier tipo de instrumento quirúrgico ortopédico, como, por ejemplo, un bloque de corte de hueso, una guía de perforación, una guía de fresado u otro tipo de instrumento quirúrgico ortopédico configurado para ser acoplado a un hueso de un paciente.

Como se muestra en la FIG. 1, el algoritmo 10 incluye los pasos 12 y 14 del proceso, en los que un cirujano ortopédico realiza la planificación preoperatoria del procedimiento quirúrgico ortopédico que se realizará en un paciente. Los pasos del proceso 12 y 14 pueden realizarse en cualquier orden o al mismo tiempo entre sí. En el paso 12 del proceso, se generan varias imágenes médicas de la anatomía ósea o la articulación ósea relevantes del paciente. Para hacerlo, el cirujano ortopédico u otro proveedor de atención médica pueden operar un sistema de imágenes para generar las imágenes médicas. Las imágenes médicas se pueden incorporar como cualquier número y tipo de imágenes médicas capaces de usarse para generar un modelo renderizado tridimensional de la anatomía ósea o la articulación relevante del paciente. Por ejemplo, las imágenes médicas pueden realizarse como cualquier número de imágenes de tomografía computarizada (TC), imágenes de resonancia magnética (IRM) u otras imágenes médicas tridimensionales. De manera adicional o alternativa, como se discute con más detalle a continuación con respecto al paso 18 del proceso, las imágenes médicas se pueden incorporar como una serie de imágenes de rayos X u otras imágenes bidimensionales a partir de las cuales un modelo renderizado tridimensional del hueso relevante del paciente se puede generar anatomía. Además, la imagen médica se puede mejorar con un agente de contraste diseñado para resaltar la superficie del cartílago de la articulación de la rodilla del paciente.

En el paso 14 del proceso, el cirujano ortopédico puede determinar cualquier información adicional de restricción preoperatoria. Los datos de restricción pueden basarse en las preferencias del cirujano ortopédico, las preferencias del paciente, los aspectos anatómicos del paciente, las pautas establecidas por el centro de salud o similares. Por ejemplo, los datos de restricción pueden incluir la preferencia del cirujano ortopédico por una interfaz metal sobre metal, la cantidad de inclinación para la implantación, el grosor del hueso a reseca, el rango de tamaño del implante ortopédico y/o similares. Opcionalmente, las preferencias del cirujano ortopédico se guardan como el perfil del cirujano, que puede usarse como valores de restricción predeterminados para otros planes quirúrgicos.

En el paso 16 del proceso, las imágenes médicas y los datos de restricción, si los hay, se transmiten o se proporcionan de otro modo a un vendedor o fabricante de instrumentos quirúrgicos ortopédicos. Las imágenes médicas y los datos de restricción pueden transmitirse al vendedor a través de medios electrónicos tales como una red o similar. Después de que el vendedor haya recibido las imágenes médicas y los datos de restricción, el vendedor procesa las imágenes en el paso 18. El vendedor o fabricante de instrumentos quirúrgicos ortopédicos procesa las imágenes médicas para facilitar la determinación de los planos de corte de hueso, el tamaño del implante y la fabricación del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente como se describe con más detalle a continuación. Por ejemplo, en el paso 20 del proceso, el proveedor puede convertir o generar imágenes tridimensionales de las imágenes

médicas. Por ejemplo, cuando las imágenes médicas se incorporan como un número de imágenes bidimensionales, el vendedor puede usar un algoritmo informático adecuado para generar una o más imágenes tridimensionales para formar el número de imágenes bidimensionales. Además, las imágenes médicas pueden generarse con base en un estándar establecido como el estándar de Imagen Digital y Comunicaciones en Medicina (DICOM). Luego se puede usar un algoritmo de detección de bordes, umbral, cuenca hidrográfica o coincidencia de formas para convertir o reconstruir imágenes a un formato aceptable en una aplicación de diseño asistida por computadora u otra aplicación de procesamiento de imágenes. Además, se puede usar un algoritmo para dar cuenta de tejido como el cartílago no discernible en las imágenes médicas generadas. Cualquier modelo tridimensional del instrumento específico del paciente (véase, por ejemplo, el paso 26 del proceso a continuación) puede modificarse de acuerdo con dicho algoritmo para aumentar el ajuste y la función del instrumento.

En el paso 22 del proceso, el vendedor puede procesar las imágenes médicas, y/o las imágenes convertidas/reconstruidas del paso 20 del proceso, para determinar una serie de aspectos relacionados con la anatomía ósea del paciente, como el eje anatómico de los huesos del paciente, el eje mecánico del hueso del paciente, otros ejes y varios puntos de referencia, y/u otros aspectos de la anatomía ósea del paciente. Para hacerlo, el proveedor puede usar cualquier algoritmo adecuado para procesar las imágenes.

En el paso 24 del proceso, se determinan los planos de corte del hueso del paciente. Los planos de corte planificados se determinan en función del tipo, el tamaño y la posición de la prótesis ortopédica que se utilizará durante el procedimiento quirúrgico ortopédico, en las imágenes del proceso, como puntos de referencia específicos identificados en las imágenes, y en los datos de restricción proporcionados por el cirujano ortopédico en los pasos 14 y 16 del proceso. El tipo y/o tamaño de la prótesis ortopédica puede determinarse en función de la anatomía del paciente y los datos de restricción. Por ejemplo, los datos de restricción pueden dictar el tipo, marca, modelo, tamaño u otra característica de la prótesis ortopédica. La selección de la prótesis ortopédica también se puede modificar en función de las imágenes médicas, de modo que se seleccione una prótesis ortopédica que se pueda utilizar con la anatomía ósea del paciente y que coincida con los datos de restricción o las preferencias del cirujano ortopédico.

Además del tipo y tamaño de la prótesis ortopédica, se determina la ubicación y posición planificadas de la prótesis ortopédica en relación con la anatomía ósea del paciente. Para hacerlo, se puede superponer una plantilla digital de la prótesis ortopédica seleccionada en una o más de las imágenes médicas procesadas. El proveedor puede usar cualquier algoritmo adecuado para determinar la ubicación y orientación recomendadas de la prótesis ortopédica (es decir, la plantilla digital) con respecto al hueso del paciente en función de las imágenes médicas procesadas (por ejemplo, puntos de referencia del hueso del paciente definidos en las imágenes) y/o los datos de restricción. Además, se puede usar uno o más de los otros aspectos de la anatomía ósea del paciente para determinar el posicionamiento adecuado de la plantilla digital.

La plantilla digital junto con los parámetros de alineación quirúrgica se pueden presentar al cirujano ortopédico para su aprobación. El documento de aprobación puede incluir la rotación del implante con respecto a puntos de referencia óseos como el epicóndilo femoral, los cóndilos posteriores, la ranura del surco (línea de Whiteside) y el eje mecánico según lo definido por los centros de cadera, rodilla y/o tobillo.

Los planos de corte planificados para los huesos del paciente pueden entonces determinarse en función del tamaño, la ubicación y la orientación determinados de la prótesis ortopédica. Además, otros aspectos de la anatomía ósea del paciente, según lo determinado en el paso 22 del proceso, pueden usarse para determinar o ajustar los planos de corte planificados. Por ejemplo, el eje mecánico determinado, los puntos de referencia y/u otros aspectos determinados de los huesos relevantes del paciente pueden usarse para determinar los planos de corte planificados.

En el paso 26 del proceso, se genera un modelo del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente. Opcionalmente, el modelo se realiza como una representación tridimensional del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente. De lo contrario, el modelo puede realizarse como una maqueta o un prototipo rápido del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente. El tipo particular de instrumento quirúrgico ortopédico a modelar y fabricar puede determinarse en función del procedimiento quirúrgico ortopédico a realizar, los datos de restricción y/o el tipo de prótesis ortopédica a implantar en el paciente. Como tal, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como cualquier tipo de instrumento quirúrgico ortopédico para su uso en la realización de un procedimiento quirúrgico ortopédico. Por ejemplo, el instrumento quirúrgico ortopédico puede realizarse como un bloque de corte de hueso, una guía de perforación, una guía de fresado y/o cualquier otro tipo de herramienta o instrumento quirúrgico ortopédico.

La forma particular del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente se determina en base a la ubicación planificada del instrumento quirúrgico ortopédico en relación con la anatomía ósea del paciente. La ubicación del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente con respecto a la anatomía ósea del paciente se determina en función del tipo y la ubicación determinada de la prótesis ortopédica que se utilizará durante el procedimiento quirúrgico ortopédico. Es decir, la ubicación planificada del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente en relación con la anatomía ósea del paciente puede seleccionarse en función, en parte, de los planos de corte planificados del hueso o huesos del paciente según se determina en el paso 24. Por ejemplo, cuando el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el

paciente se incorpora como un bloque de corte de hueso, la ubicación del instrumento quirúrgico ortopédico se selecciona de modo que la guía de corte del bloque de corte de hueso coincida con uno o más de los planos de corte planificados determinados en el paso 24 del proceso. Además, la ubicación planificada del instrumento quirúrgico ortopédico puede basarse en los puntos de referencia identificados del hueso del paciente identificados en el paso 22 del proceso.

Opcionalmente, la forma o configuración particular del instrumento quirúrgico ortopédico específico para el paciente puede determinarse en función de la ubicación planificada del instrumento en relación con la anatomía ósea del paciente. Es decir, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede incluir una superficie de contacto con el hueso que tenga un contorno negativo que coincida con el contorno de una parte de la anatomía ósea del paciente, de modo que el instrumento quirúrgico ortopédico pueda acoplarse a la anatomía ósea del paciente en una ubicación única, que corresponde a la ubicación planificada previamente para el instrumento. Cuando el instrumento quirúrgico ortopédico se acopla a la anatomía ósea del paciente en la ubicación única, una o más guías (por ejemplo, guía de corte o perforación) del instrumento quirúrgico ortopédico pueden alinearse a uno o más de los planos de corte de hueso como se ha discutido anteriormente.

Un método ilustrativo 40 para generar un modelo, tal como un modelo de computadora, de un instrumento ortopédico específico para el paciente se ilustra en las FIGs. 2 a 9. El método 40 comienza con un paso 42 en donde se determina un valor de grosor de cartílago. El valor del grosor del cartílago es indicativo del grosor promedio del cartílago del hueso del paciente. Como tal, el valor del grosor del cartílago puede ser igual al grosor promedio del cartílago para un individuo que tiene características similares a las del paciente. Por ejemplo, el valor del grosor del cartílago puede ser igual al valor del grosor promedio de individuos del mismo sexo que el paciente, la misma edad que el paciente, que tienen el mismo nivel de actividad del paciente y/o similares. De lo contrario, el valor del grosor del cartílago se determina en base a una o más imágenes médicas del hueso del paciente, como las imágenes transmitidas en el paso 16 del proceso.

En el paso 44, se determina un contorno de referencia del hueso relevante del paciente. El contorno de referencia se basa en el contorno de la superficie de un modelo tridimensional del hueso relevante del paciente, como el modelo tridimensional generado en el paso 20. Inicialmente, el contorno de referencia es idéntico a una región (es decir, la región de interés como el extremo distal del fémur del paciente o el extremo proximal de la tibia del paciente) del hueso del paciente. Es decir, opcionalmente, el contorno de referencia se yuxtapone al contorno de la superficie de la región del hueso del paciente.

Posteriormente, en el paso 46, el contorno de referencia se escala para compensar el valor del grosor del cartílago determinado en el paso 42. Para hacerlo, la escala del contorno de referencia se puede aumentar en función del valor del grosor del cartílago. Por ejemplo, la escala del contorno de referencia se puede aumentar en una cantidad igual o determinada a partir del valor del grosor del cartílago. Sin embargo, el contorno de referencia se puede escalar usando otras técnicas diseñadas para escalar el contorno de referencia a un tamaño en donde el contorno de referencia se compense por el grosor del cartílago en el hueso del paciente.

Por ejemplo, en una disposición particular, el contorno de referencia se escala incrementando la distancia entre un punto de referencia fijo y un punto que se encuentra sobre él, y definiendo en parte el contorno de referencia. Para hacerlo, en una disposición, se puede usar un método 60 para escalar un contorno de referencia como se ilustra en la FIG. 3. El método 60 comienza con el paso 62 en donde se establece un segmento de línea medial/lateral en el modelo tridimensional del hueso relevante del paciente. El segmento de línea medial/lateral se define o se selecciona de otro modo para extenderse desde un punto que se encuentra en la superficie medial del hueso del paciente hasta un punto que se encuentra en la superficie lateral del hueso del paciente. El punto de la superficie medial y el punto de la superficie lateral pueden seleccionarse para definir el ancho medial/lateral local sustancialmente máximo del hueso del paciente.

En el paso 64, se establece un segmento de línea anterior/posterior en el modelo tridimensional del hueso relevante del paciente. El segmento de línea anterior/posterior se define o se selecciona de otro modo para extenderse desde un punto que se encuentra en la superficie anterior del hueso del paciente hasta un punto que se encuentra en la superficie posterior del hueso del paciente. El punto de superficie anterior y el punto de superficie posterior se pueden seleccionar para definir el ancho local anterior/posterior sustancialmente máximo del hueso del paciente.

El punto de referencia desde el cual se escalará el contorno de referencia se define en el paso 66 como el punto de intersección del segmento de línea medial/posterior y el segmento de línea anterior/posterior. Como tal, debe apreciarse que el punto de la superficie medial, el punto de la superficie lateral, el punto de la superficie anterior y el punto de la superficie posterior se encuentran en el mismo plano. Después de que el punto de referencia se establece inicialmente en el paso 66, el punto de referencia se mueve o se traslada de otro modo hacia un extremo del hueso del paciente. Por ejemplo, cuando el hueso del paciente se incorpora como un fémur, el punto de referencia se mueve hacia abajo hacia el extremo distal del fémur del paciente. Por el contrario, cuando el hueso del paciente se realiza como una tibia, el punto de referencia se mueve hacia el extremo proximal de la tibia del paciente. Por ejemplo, el punto de referencia se mueve una distancia igual a aproximadamente la mitad de la longitud del segmento de línea anterior/posterior como se determina en el paso 64. Sin embargo, el punto de referencia se puede mover otras

distancias suficientes para compensar el contorno de referencia para el grosor del cartílago presente en el hueso del paciente.

Una vez que se ha determinado la ubicación del punto de referencia en el paso 68, la distancia entre el punto de referencia y cada punto que se encuentra, y se define en parte, en el contorno de referencia se incrementa en el paso 70. Para hacerlo, en una disposición particular, cada punto del contorno de referencia se mueve una distancia lejos del punto de referencia en función de un valor porcentual de la distancia original definida entre el punto de referencia y el punto particular en el contorno de referencia. Por ejemplo, cada punto que se encuentra, y se define en parte, el contorno de referencia puede alejarse del punto de referencia en una distancia igual a un valor porcentual de la distancia original entre el punto de referencia y el punto particular. En una disposición, el valor porcentual está en el intervalo de aproximadamente 5 por ciento a aproximadamente treinta por ciento. En una construcción particular, el valor porcentual es de aproximadamente el diez por ciento.

Con referencia ahora a las FIGs. 4-9, en otra disposición, el contorno de referencia se escala seleccionando manualmente un punto "alto" local en el contorno de la superficie de la imagen tridimensional del hueso del paciente. Por ejemplo, cuando el hueso del paciente relevante se realiza como una tibia como se ilustra en las FIGs. 4-6, el punto de referencia 90 se encuentra inicialmente en el punto alto de la meseta tibial del modelo tibial 92. Se puede usar cualquier lado de la meseta tibial. Una vez que el punto de referencia 90 se establece inicialmente en el punto alto de la meseta tibial, el punto de referencia 90 se traslada al centro aproximado de la meseta como se ilustra en la FIG. 5 de modo que el eje Z que define el punto de referencia es paralelo al eje mecánico del modelo tibial 92. Posteriormente, como se ilustra en la FIG. 6, el punto de referencia se mueve en la dirección distal en una cantidad predeterminada. En una disposición particular, el punto de referencia se mueve en dirección distal unos 20 milímetros, pero también se pueden utilizar otras distancias. Por ejemplo, la distancia sobre la cual se mueve el punto de referencia puede basarse en el valor del grosor del cartílago.

Por el contrario, cuando el hueso del paciente relevante se incorpora como un fémur como se ilustra en las FIGs. 7-9, el punto de referencia 90 se ubica inicialmente en el punto más distal del extremo distal del modelo femoral 94. Puede usarse cualquier cóndilo del modelo femoral 94. Una vez que el punto de referencia 90 se establece inicialmente en el punto más distal, el punto de referencia 90 se traslada al centro aproximado del extremo distal del modelo femoral 94 como se ilustra en la FIG. 8 de manera que el eje Z que define el punto de referencia 90 es paralelo al eje mecánico del modelo femoral 92. También se determina el ancho anteroposterior 96 del extremo distal del modelo femoral 94. Posteriormente, como se ilustra en la FIG. 9, el punto de referencia se mueve o se traslada de otra manera en la dirección proximal o superior en una distancia 98. En una disposición particular, el punto de referencia se mueve en la dirección distal o superior en una distancia 98 igual a aproximadamente la mitad de la distancia 96. Como por lo tanto, debe apreciarse que se puede usar una de varias técnicas diferentes para definir la ubicación del punto de referencia basándose, por ejemplo, en el tipo de hueso.

Con referencia ahora a la FIG. 2, una vez que el contorno de referencia se ha escalado en el paso 46, los lados medial/lateral del contorno de referencia se ajustan en el paso 48. Para hacerlo, la distancia entre el punto de referencia y cada punto que se encuentra, y que define en parte, el lado medial y el lateral del contorno de referencia pueden estar disminuidos. Por ejemplo, la distancia entre el punto de referencia y los puntos en los lados medial y lateral del contorno de referencia escalado se reduce opcionalmente a la distancia original entre dichos puntos. Como tal, debe apreciarse que el contorno de referencia está desplazado o agrandado con respecto al lado anterior del hueso del paciente y coincide sustancialmente o no está escalado con respecto a los lados medial y lateral del hueso del paciente.

El contorno de referencia también se puede ajustar en el paso 48 para áreas del hueso del paciente que tienen un grosor reducido de cartílago. Dichas áreas de cartílago de espesor reducido pueden determinarse en base a la existencia de contacto hueso sobre hueso como se identifica en una imagen médica, simulación o similar. Además, el cirujano ortopédico puede proporcionar información indicativa de dichas áreas en función de su experiencia. Si se identifican una o más áreas de cartílago de grosor reducido, el contorno de referencia correspondiente a dichas áreas del hueso del paciente se reduce (es decir, disminuido o reducido).

Además, pueden identificarse uno o más osteofitos en el hueso del paciente, y el contorno de referencia puede compensarse por dicha presencia de osteofitos. Al compensar estos osteofitos, el contorno de referencia coincide más con el contorno de la superficie del hueso del paciente. Además, un extremo distal (cuando el hueso del paciente está incorporado como una tibia) o un extremo proximal (cuando el hueso del paciente está incorporado como un fémur) del contorno de referencia puede ajustarse para aumentar la conformidad del contorno de referencia con el contorno de la superficie del hueso. Por ejemplo, cuando el hueso del paciente es un fémur, el extremo superior del contorno de referencia escalado puede reducirse o acercarse al contorno de la superficie del fémur del paciente en la región ubicada superiormente a una línea de demarcación de cartílago definida en el fémur del paciente. Por el contrario, cuando el hueso del paciente se incorpora como una tibia, un extremo inferior del contorno de referencia escalado puede reducirse o acercarse al contorno de la superficie de la tibia del paciente en la región situada inferiormente a una línea de demarcación del cartílago de la tibia del paciente. Como tal, debe apreciarse que el contorno de referencia escalado se agranda inicialmente para compensar el grosor del cartílago del paciente en el hueso del paciente. Las porciones del contorno de referencia escalado se reducen o se mueven de nuevo a las posiciones originales y/o hacia

el punto de referencia en aquellas áreas donde falta cartílago, se reduce o no está presente.

Una vez que el contorno de referencia se ha escalado y ajustado en los pasos 46 y 48, la posición de la guía de corte se define en el paso 50. En particular, la posición de la guía de corte se define en base a un ángulo definido entre un eje mecánico del fémur del paciente y un eje mecánico de la tibia del paciente. El ángulo puede determinarse estableciendo un segmento de línea o rayo que se origina desde el extremo proximal del fémur del paciente hasta el extremo distal del fémur del paciente y definiendo un segundo segmento de línea o rayo que se extiende desde el tobillo del paciente a través del extremo proximal de la tibia del paciente. El ángulo definido por estos dos segmentos/rayos de línea es igual al ángulo definido entre el eje mecánico del fémur y la tibia del paciente. La posición de la guía de corte de hueso se determina en función del ángulo entre los ejes mecánicos del fémur y la tibia del paciente. Debe apreciarse que la posición de la guía de corte define la posición y orientación del plano de corte del bloque de corte personalizado específico para el paciente. Posteriormente, en el paso 52, se define un contorno negativo del bloque de corte específico del paciente personalizado en función del contorno de referencia ajustado y escalado y el ángulo definido entre el eje mecánico del fémur y la tibia.

Con referencia de nuevo a la FIG. 1, después de que se haya generado el modelo del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente en el paso 26 del proceso, el modelo se valida en el paso 28 del proceso. El modelo puede validarse, por ejemplo, analizando el modelo renderizado mientras está acoplado al modelo tridimensional de la anatomía del paciente para verificar la correlación de guías de corte y planos, guías de perforación y puntos de perforación planificados, y/o similares. Además, el modelo se puede validar transmitiendo o proporcionando el modelo generado en el paso 26 al cirujano ortopédico para su revisión. Por ejemplo, cuando el modelo es un modelo renderizado tridimensional, el modelo junto con las imágenes tridimensionales de los huesos relevantes del paciente pueden transmitirse al cirujano para su revisión. Cuando el modelo es un prototipo físico, el modelo puede enviarse al cirujano ortopédico para su validación.

Después de que el modelo se haya validado en el paso 28 del proceso, el instrumento quirúrgico ortopédico específico para el paciente personalizado se fabrica en el paso 30. El instrumento quirúrgico ortopédico específico para el paciente personalizado se puede fabricar utilizando cualquier dispositivo y método de fabricación adecuado. Además, el instrumento ortopédico personalizado específico para el paciente puede formarse a partir de cualquier material adecuado tal como un material metálico, un material plástico o una combinación de los mismos, dependiendo, por ejemplo, del uso previsto del instrumento. El instrumento ortopédico personalizado específico para el paciente fabricado se envía posteriormente o se entrega al cirujano ortopédico. El cirujano realiza el procedimiento quirúrgico ortopédico en el paso 32 del proceso utilizando el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente. Como se discutió anteriormente, debido a que el cirujano ortopédico no necesita determinar la ubicación adecuada del instrumento quirúrgico ortopédico intraoperatoriamente, lo que generalmente requiere cierta cantidad de estimación por parte del cirujano, las conjeturas y/o la toma de decisiones intraoperatorias sobre parte del cirujano ortopédico se reduce.

Con referencia ahora a las FIGs. 10-12, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte femoral 100. El bloque de corte 100 está configurado para acoplarse al fémur 124 de un paciente como se ilustra en la FIG. 12) El bloque de corte 100 incluye un cuerpo 102 configurado para acoplarse al lado anterior del fémur 124. Dos pestañas 104, 106 se extienden ortogonalmente desde el cuerpo 102 y están configuradas para envolverse alrededor del extremo del fémur 124 como se describe con más detalle a continuación. Cada una de las pestañas 104, 106 incluye un labio curvado hacia dentro 108, 110, respectivamente, que hace referencia a los cóndilos posteriores del fémur. El bloque de corte femoral 100 incluye una superficie 112 en contacto con el hueso u orientado al hueso definida en el interior del cuerpo 102, las pestañas 104, 106 y los labios 108, 110. La superficie en contacto con el hueso 112 incluye un contorno negativo 114 configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 114 de la superficie de contacto con el hueso 112 permite el posicionamiento del bloque de corte 100 sobre el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

Opcionalmente, la superficie de contacto con el hueso 112 del bloque de corte 100 (así como cada superficie de contacto con el hueso discutida con respecto a otras construcciones) puede ser o no un negativo exacto del modelo óseo tridimensional generado a partir de la imagen médica (véase el paso 26 del algoritmo 10 ilustrado y descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1). En cambio, la superficie de contacto con el hueso puede ser un desplazamiento fijo del modelo óseo para compensar el cartílago del paciente que puede aparecer o no en la imagen médica. Este desplazamiento generalmente varía de aproximadamente 0,5 milímetros a aproximadamente 5 milímetros dependiendo de la ubicación, el sexo del paciente y el estado de la enfermedad de la articulación del paciente. Los cartílagos suelen ser más gruesos en las regiones 112b, 112d y 112e. A menudo es escaso, o no existe en las regiones 112a y 112c. Así, el bloque de corte femoral 100 incorpora desplazamientos variables en su superficie de contacto con el hueso 112.

El bloque de corte 100 incluye una plataforma de guía de corte 116 elevada sobre el cuerpo 102. La plataforma de guía de corte 116 incluye una guía de corte 118 definida en la misma. La plataforma 116 también incluye un par de guías de pasadores anteriores 120. Un par de guías de pasadores distales 121 está definido en las pestañas 104, 106. Opcionalmente, las guías de pasadores 118 pueden usarse como guías de perforación para establecer agujeros

de guía en el fémur 124 del paciente. Sin embargo, los pasadores de guía no necesitan ser utilizados. Es decir, el bloque de corte 100 puede estar acoplado al fémur 124 del paciente a través de la presión aplicada por el cuerpo 102 y las pestañas 104, 106 como se discute a continuación.

5 En uso, el bloque de corte femoral 100 está acoplado al extremo 122 del fémur 124 de un paciente como se ilustra en la FIG. 12). Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 112 del bloque de corte 100 incluye el contorno negativo 114, el bloque 100 puede estar acoplado al fémur 124 en una posición única planificada previamente. Cuando está así acoplado, las pestañas 104, 106 se envuelven alrededor del extremo distal 126 del fémur 124 y los labios 110, 112 de las pestañas 104, 106 se envuelven alrededor del lado posterior del fémur 124.  
 10 Además, cuando el bloque 100 está acoplado al fémur 124 del paciente, una parte del lado anterior del fémur 124 se recibe en el contorno negativo 112 del cuerpo 102, una parte del extremo distal 126 se recibe en el contorno negativo 112 de las pestañas 104, 106, y una la porción del lado posterior del fémur 124 se recibe en el contorno negativo (si lo hay) de los labios 110, 112. Como tal, el bloque de corte 100 del fémur hace referencia a las superficies anterior, distal y posterior del fémur 124. El cuerpo 102, las pestañas 104, 106 y los labios 110, 112 del bloque de corte femoral 100 cooperan para asegurar el instrumento 100 al fémur 124. Es decir, el cuerpo 102, las pestañas 104, 106 y los labios 110, 112 aplica una cantidad de presión al fémur 124 para mantener el bloque 100 en su lugar. Sin embargo, se pueden insertar varios pasadores de guía (no mostrados) en las guías de pasador 120, 121 y en el fémur 124 para asegurar el bloque de corte femoral 100 al fémur 124. Además, las guías de pasador 120, 121 pueden usarse para crear agujeros en el fémur 124 que son referencias útiles en futuros pasos de procedimiento, tales como orientar un bloque recortado (no se muestra) o un bloque de chaflán (no se muestra).

Después de que el bloque 100 se haya asegurado al fémur 124 del paciente, el cirujano ortopédico puede usar el bloque de corte femoral para reseca una cantidad planificada previamente del fémur 124. Es decir, el corte de hueso realizado con la guía de corte 118 corresponde al plano de corte determinado durante la fabricación del bloque de corte 100 (véase el paso de proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1). Debe apreciarse que debido a que la plataforma de guía de corte 116 se eleva por encima del cuerpo 102, la profundidad de la guía de corte 118 aumenta, lo que proporciona estabilidad a la cuchilla de la sierra para huesos ortopédica u otro dispositivo de corte durante el uso.

30 Con referencia ahora a las FIGs. 13-15, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte femoral 150. El bloque de corte 150 está configurado para acoplarse al fémur 154 de un paciente como se ilustra en la FIG. 15. El bloque de corte 150 incluye un cuerpo 156 que tiene una pared anterior 158 y una pared distal 160. Durante el uso, la pared anterior 158 está configurada para contactar con un lado anterior del fémur 154 y la pared distal 160 está configurada para contactar con un extremo distal del fémur 154 como se analiza con más detalle a continuación. Cada una de las paredes 158, 160 del bloque de corte 150 incluye una superficie de contacto con el hueso o que se enfrenta al hueso 162, 164, y una superficie exterior 166, 168, respectivamente. Un contorno negativo 170 se define en las superficies de contacto con el hueso 162, 164. El contorno negativo 170 está configurado para recibir una porción del fémur 154 del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 170 de las superficies de superficie de contacto con el hueso 162, 164 permite la colocación del bloque de corte 150 en el fémur 154 del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte 150 incluye una guía de corte 172 definida en la pared anterior 158. Ilustrativamente, la guía de corte 172 es una guía de corte capturada. El bloque de corte femoral 150 también incluye una muesca o rebaje 167 que indica al cirujano una ubicación recomendada en el bloque 150 para sostener mientras se coloca el bloque. El bloque de corte femoral 150 también incluye una serie de guías de pasador 174. Las guías de pasador 174 se usan como guías de perforación para establecer orificios de pasadores de guía en el fémur 154 del paciente. Luego se puede insertar una serie de pasadores de guía (no mostrados) en las guías de pasador 174 y el fémur 154 para asegurar el bloque de corte 150 al fémur 154.

50 En uso, el bloque de corte femoral 150 está acoplado al extremo distal 176 del fémur 154 del paciente como se ilustra en la FIG. 15. Nuevamente, debido a que las superficies de contacto con los huesos 162, 164 del bloque de corte 150 incluyen el contorno negativo 170, el bloque 150 puede estar acoplado al fémur 154 en una posición única planificada previamente. Cuando está así acoplado, una porción del lado anterior del fémur 124 se recibe en el contorno negativo 170 de la pared anterior 158 del bloque 150 y una porción del extremo distal del fémur 154 se recibe en el contorno negativo 170 de la pared distal 160 del bloque 150. Después de que el bloque de corte femoral 150 se haya acoplado al fémur 124 del paciente, el cirujano ortopédico puede reseca el fémur 154 usando el bloque de corte 150. Debe apreciarse que la forma de la pared distal 160 permite al cirujano evaluar la rotación y la posición del implante ortopédico final. Es decir, debido a que la pared distal 160 no cubre completamente los cóndilos del fémur del paciente, el cirujano ortopédico puede observar visiblemente la posición del fémur 154 y el bloque de corte 150. Además, la superficie en contacto con el hueso o de cara al hueso 162 la pared distal 160 forma una guía extendida para la hoja de sierra de la sierra ósea ortopédica u otro dispositivo de corte, lo que puede reducir la probabilidad de que se hunda.

65 Con referencia ahora a las FIGs. 16-18, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte femoral 200. El bloque de corte 200 está configurado para acoplarse al fémur 204 de un paciente como se ilustra en la FIG. 12) El bloque de corte 200 incluye un cuerpo 202 que tiene una

pared anterior 206 y un par de pestañas distales 208, 210 que se extienden desde la pared anterior 206. Durante el uso, la pared anterior 206 está configurada para contactar con un lado anterior del fémur 204 y las pestañas distales 208, 210 están configuradas para extenderse sobre el extremo distal del fémur 204 como se discute con más detalle a continuación. La pared anterior 206 incluye una superficie 212 que contacta con el hueso o que se enfrenta al hueso y una superficie exterior 214. Cada una de las pestañas distales 208, 210 incluye una superficie 216, 218 y una superficie externa que se considera sustancialmente plana 220, 222, respectivamente. Un contorno negativo 224 se define en las superficies de contacto con el hueso 212 de la pared anterior del cuerpo 202. El contorno negativo 224 está configurado para recibir una porción del fémur 204 del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 224 de la superficie 212 de contacto con el hueso permite la colocación del bloque de corte 200 sobre el fémur 204 del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte 200 incluye una guía de corte 226 definida en la pared anterior 206. El grosor de la pared anterior 206 alrededor de la guía de corte 226 se incrementa con respecto a otras partes de la pared 206 para aumentar la profundidad de la guía de corte 226. Ilustrativamente, la guía de corte 226 es una guía de corte capturada. El bloque de corte femoral 200 también incluye una serie de guías de pasador 228 definidas en la pared anterior 206 y cada lengüeta distal 208, 210. Las guías de pasador 228 se usan como guías de perforación para establecer agujeros de pasadores de guía en el fémur 204 del paciente. Ilustrativamente, las guías de pasador 228 son divergentes para evitar que el bloque de corte 200 se afloje bajo las vibraciones de una sierra para huesos ortopédica. Luego se puede insertar una serie de pasadores de guía (no mostrados) en las guías de pasador 228 y el fémur 204 para asegurar el bloque de corte 200 al fémur 204. En una disposición particular, las guías de pasador 228 ubicadas en las pestañas distales 208, 210 se usan solo como guías de broca para establecer orificios en el fémur 204 para instrumentos ortopédicos posteriores.

En uso, el bloque de corte femoral 200 está acoplado al extremo distal 230 del fémur 204 del paciente como se ilustra en la FIG. 18. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 212 del bloque de corte 200 incluye el contorno negativo 224, el bloque 200 puede acoplarse al fémur 204 en una posición única planificada previamente. Cuando está así acoplado, una porción del lado anterior del fémur 204 se recibe en el contorno negativo 224 de la pared anterior 206 del bloque 200 y las pestañas distales 208, 210 se extienden sobre el extremo del fémur 204. En una disposición particular, las pestañas distales 208, 210 se extienden sobre el extremo del fémur 204, pero no entran en contacto con la superficie del fémur. Como tal, solo se hace referencia al lado anterior del fémur 204. Además, las pestañas 208, 210 se extienden desde la pared anterior 206 en un ángulo tal que el bloque de corte femoral 200 está desplazado hacia un lado (por ejemplo, el lado medial) del fémur 204 del paciente cuando está acoplado al mismo. Después de que el bloque de corte femoral 200 se ha acoplado al fémur 204 del paciente, el cirujano ortopédico puede reseca el fémur 204 usando el bloque de corte 200. Debe apreciarse que el mayor grosor de la pared anterior 206 y la mayor profundidad resultante de la guía de corte 226 puede mejorar la estabilidad de la hoja de sierra de la sierra ósea ortopédica u otro dispositivo de corte.

Con referencia ahora a las FIGs. 19-21, un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente 250 incluye un bloque de corte femoral universal para el paciente 252 y un inserto desechable específico para el paciente 254 acoplado de manera desmontable al bloque de corte femoral 252. El bloque de corte femoral 252 incluye una pared anterior 256 y una lengüeta distal 258. El bloque de corte 250 está configurado para acoplarse a un fémur 255 de un paciente como se ilustra en la FIG. 21) Durante el uso, la pared anterior 256 está configurada para enfrentarse al lado anterior del fémur 255 y la lengüeta distal 258 está configurada para enfrentarse al extremo distal del fémur 255 como se analiza con más detalle a continuación.

El inserto específico para el paciente 254 incluye una plataforma anterior 260, un clip posterior o soporte arqueado 262 y un par de pies distales 264, 266. La plataforma 260, el clip 262 y los pies 264, 266 están configurados para ser extraíbles acoplados al bloque de corte femoral 252. En particular, la plataforma 260 está acoplada de forma desmontable a una superficie orientada hacia el hueso 268 de la pared anterior 256. La plataforma 260 incluye una superficie de contacto con el hueso 270 que tiene un contorno negativo 272 definido en ella. El contorno negativo 272 de la plataforma 260 está configurado para recibir una porción de un lado anterior del fémur 255 del paciente. El clip 262 está acoplado a la plataforma 260 y se extiende desde allí en un arco curvo hacia adentro. El clip 262 también incluye una superficie de contacto con el hueso 274 que tiene un contorno negativo 276 definido en el mismo. El contorno negativo 276 del clip 262 está configurado para recibir una porción de un cóndilo posterior del fémur del paciente 255. Los pies 264, 266 están acoplados de forma desmontable a una superficie orientada al hueso 278 de la lengüeta distal 262 del bloque 252. Cada uno de los pies 264, 266 incluye una superficie de contacto con el hueso 280, 282, respectivamente. Cada una de las superficies de contacto con el hueso 280, 282 incluye un contorno negativo 284, 286, respectivamente, definido en el mismo. Los pies 264, 266 se colocan en la lengüeta distal 260 de modo que los pies 264, 266 entren en contacto con el extremo distal del fémur 255. Es decir, los contornos negativos 284, 286 están configurados para recibir porciones del extremo distal del fémur. Como se discutió anteriormente, los contornos negativos 272, 276, 284, 286 de las superficies superficiales en contacto con los huesos 270, 274, 280, 282 permiten el posicionamiento del instrumento 250 sobre el fémur 255 del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte 252 incluye una guía de corte 288 definida en la pared anterior 256. Ilustrativamente, la guía de corte 288 es una guía de corte capturada. El bloque de corte femoral 252 también incluye una serie de guías de

pasadores 290. Las guías de pasadores 290 se usan como guías de perforación para establecer orificios de clavijas de guía en el fémur 255 del paciente. Luego, se puede insertar una serie de pasadores de guía (no mostrados) en las guías de pasador 290 y el fémur 255 para asegurar el instrumento quirúrgico 250 específico del paciente personalizado al fémur 255 del paciente. La guía de corte 288 y las guías de pasador 290 también se extienden el inserto específico para el paciente 254.

En uso, el inserto específico para el paciente 254 se acopla inicialmente al bloque de corte femoral 252. El instrumento quirúrgico personalizado específico para el paciente 250 se puede acoplar luego al extremo distal 292 del fémur del paciente 255 como se ilustra en la FIG. 21. Nuevamente, debido a que las superficies 270, 274, 280, 282 de la superficie de contacto con el hueso del inserto específico para el paciente 254 incluye los contornos negativos respectivos 272, 276, 284, 286, el instrumento 250 puede acoplarse al fémur 255 en una posición única planificada previamente. Cuando está así acoplado, una porción del lado anterior del fémur 255 se recibe en el contorno negativo 272 de la plataforma 260 del inserto 254. El clip 262 envuelve el lado medial del extremo distal 292 del fémur 255 del paciente. A la porción del cóndilo medial posterior del fémur del paciente se recibe en el contorno negativo 276 del clip 262. Además, cada uno de los pies 264, 266 contacta el extremo distal de los cóndilos del fémur del paciente. Una porción de los cóndilos distales se recibe en los contornos negativos 284, 286 de los pies 264, 266, respectivamente. Después de que el instrumento 250 se haya acoplado al fémur 255 del paciente, el cirujano ortopédico puede resear el fémur 255 usando el instrumento 250. Después de que se complete el procedimiento quirúrgico ortopédico, se puede desechar el inserto específico para el paciente 254. El bloque de corte femoral 252 puede esterilizarse y reutilizarse en procedimientos quirúrgicos posteriores con un nuevo inserto específico para el paciente.

De lo contrario, el clip 262 puede estar orientado para hacer referencia a la superficie proximal del cóndilo posterior del fémur 255 como se ilustra en la FIG. 22. Es decir, el clip 262 puede estar en ángulo proximal con respecto al bloque de corte femoral 252. Como se discutió anteriormente, el clip 262 también incluye la superficie de contacto con el hueso 274, que incluye el contorno negativo 276 configurado para recibir un contorno correspondiente del cóndilo posterior proximal del fémur 255. Debe apreciarse que la posición del clip 262 proporciona espacio o evita interferir con tejidos blandos particulares tales como ligamentos particulares de la articulación del paciente.

Con referencia ahora a las FIGs. 23-25, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte tibial 300. El bloque de corte 300 está configurado para acoplarse a una tibia 304 de un paciente como se ilustra en la FIG. 25. El bloque de corte 300 incluye un cuerpo 302 que tiene una pared anterior 306 y un par de pestañas 308, 310 que se extienden desde la pared anterior 306. Durante el uso, la pared anterior 306 está configurada para contactar un lado anterior de la tibia 304 y las pestañas 308, 310 están configuradas para extenderse sobre los cóndilos medial y lateral de la tibia 304 como se discute con más detalle a continuación. La pared anterior 306 incluye una superficie en contacto con el hueso o de cara al hueso 312 y una superficie exterior 314. Un contorno negativo 316 se define en la superficie en contacto con el hueso 312 de la pared anterior 306. Cada una de las pestañas 308, 310 incluye una almohadilla para el pie 309, 311 que se extiende hacia abajo desde un extremo de las pestañas 308, 310. Cada una de las almohadillas para los pies 309, 311 incluye una superficie 318, 320 en contacto con el hueso o que mira hacia el hueso, respectivamente. Un contorno negativo 326, 328 se define en las superficies de contacto con el hueso 318, 320 de las pestañas 308, 310, respectivamente. Cada uno de los contornos negativos 316, 326, 328 está configurado para recibir una porción de la tibia del paciente 304. Por ejemplo, el contorno negativo 316 de la pared anterior 306 está configurado para recibir una porción del lado anterior de la tibia del paciente 304. De manera similar, los contornos negativos 326, 328 de las pestañas 308, 310 están configurados para recibir una porción del extremo proximal de la tibia 304 del paciente. Como se discutió anteriormente, los contornos negativos 316, 326, 328 permiten la colocación del bloque de corte tibial 300 en la tibia 304 del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte 300 incluye una guía de corte 330 definida en la pared anterior 306. Debido a que la pared anterior 306 está diseñada para envolverse alrededor del lado anterior de la tibia 304 del paciente, se aumenta la longitud de la guía de corte 300. El bloque de corte tibial 300 también incluye una serie de guías de pasador 332 definidas en la pared anterior 306. Las guías de pasador 332 se usan como guías de perforación para establecer agujeros de pasador de guía en la tibia 304 del paciente. Luego, se puede insertar una serie de pasadores de guía (no mostrados) en las guías de pasadores 332 y la tibia 304 para asegurar el bloque de corte 300 y/u otros instrumentos no específicos a pacientes (no mostrados) a la tibia 304.

En uso, el bloque de corte tibial 300 está acoplado al extremo proximal 334 de la tibia 304 del paciente como se ilustra en la FIG. 25. Nuevamente, debido a que las superficies de contacto con el hueso 312, 318, 320 del bloque de corte 300 incluyen los contornos negativos 316, 326, 328, el bloque de corte 300 puede estar acoplado a la tibia 304 en una posición única planificada previamente. Cuando está así acoplado, una porción del lado anterior de la tibia 304 se recibe en el contorno negativo 316 de la pared anterior 306 y una porción del extremo proximal de la tibia 304 se recibe en los contornos negativos 318, 320 de las almohadillas 309, 311 de las pestañas 308, 310. Como tal, el lado anterior y el lado proximal de la tibia 304 del paciente están referenciados por el bloque de corte 300. Después de que el bloque de corte tibial 300 se ha acoplado al fémur 304 del paciente, el cirujano ortopédico puede reseccionar la tibia 304 usando el bloque de corte 300.

Con referencia ahora a las FIGs. 26-28, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente

5 puede realizarse como un bloque de corte tibial 350. El bloque de corte 350 está configurado para acoplarse a una tibia 354 de un paciente como se ilustra en la FIG. 28. El bloque de corte 350 incluye un cuerpo 352 que tiene una pared anterior 356 y un par de pestañas 358, 360 que se extienden desde la pared anterior 306. Durante el uso, la pared anterior 356 está configurada para contactar con un lado anterior de la tibia 354 y las pestañas 358, 360 están configuradas para extenderse sobre el extremo proximal de la tibia 354 como se discute con más detalle a continuación. La pared anterior 356 incluye una superficie 362 en contacto con el hueso o que se enfrenta al hueso y una superficie exterior 364. Un contorno negativo 366 se define en la superficie 362 en contacto con el hueso de la pared anterior 356. De manera similar, cada una de las pestañas 358, 360 incluye una superficie 368, 370 en contacto con el hueso o que se enfrenta al hueso y una superficie exterior 372, 374, respectivamente. Un contorno negativo 10 376, 378 se define en las superficies de contacto con el hueso 368, 370 de las pestañas 358, 360, respectivamente. Cada una de las superficies externas 372, 374 de las pestañas 358, 360 tiene una pendiente descendente para reducir la probabilidad de contacto entre las pestañas 358, 360 y el fémur del paciente cuando el bloque de corte de tibia 350 está asegurado a la tibia 304 del paciente. Cada uno de los contornos negativos 366, 376, 378 está configurado para recibir una porción de la tibia del paciente 354. Por ejemplo, el contorno negativo 366 de la pared anterior 356 está configurado para recibir una porción del lado anterior de la tibia del paciente 304. De manera similar, los contornos negativos 15 376, 378 de las pestañas 358, 360 están configurados para recibir una porción del extremo proximal de la tibia 304 del paciente. Como se discutió anteriormente, los contornos negativos 366, 376, 378 permiten la colocación del bloque de corte tibial 350 en la tibia del paciente 354 en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

20 El bloque de corte 350 incluye una guía de corte 380 definida en la pared anterior 356. Debido a que la pared anterior 356 está diseñada para envolverse alrededor del lado anterior de la tibia 304 del paciente, se aumenta la longitud de la guía de corte 380. Además, el bloque 350 incluye un soporte de guía de corte 382 que se extiende hacia afuera desde la pared anterior 356 debajo de la guía de corte 380. El soporte de guía de corte 382 extiende o aumenta la profundidad efectiva de la guía de corte 380, lo que puede aumentar la estabilidad de una hoja de sierra para huesos de una sierra ósea ortopédica u otro dispositivo de corte durante el uso del bloque 350. 25

El bloque de corte tibial 350 también incluye una serie de guías de pasador 384 definidas en la pared anterior 356. Las guías de pasador 384 se usan como guías de perforación para establecer agujeros de perno guía en la tibia 354 del paciente. Luego se puede insertar una serie de pasadores de guía (no mostrados) en las guías de pasador 384 y la tibia 354 para asegurar el bloque de corte 350 a la tibia 354. 30

En uso, el bloque de corte tibial 350 está acoplado al extremo distal 366 de la tibia del paciente 354 como se ilustra en la FIG. 28. Nuevamente, debido a que las superficies de contacto con el hueso 362, 368, 370 del bloque de corte 350 incluyen los contornos negativos 366, 376, 378, el bloque de corte 350 puede estar acoplado a la tibia 354 en una posición única planificada previamente. Cuando está así acoplado, una porción del lado anterior de la tibia 354 se recibe en el contorno negativo 366 de la pared anterior 356 y una porción del extremo proximal de la tibia 364 se recibe en los contornos negativos 376, 378 de las pestañas 358, 360. Como tal, el lado anterior y el lado proximal de la tibia 354 del paciente están referenciados por el bloque de corte 350. Además, la pared anterior 356 se alivia opcionalmente lateralmente para proporcionar espacio para el tendón rotuliano durante el uso del bloque 350. Es decir, la pared anterior 356 incluye opcionalmente una región con muescas 388 configurada para reducir la probabilidad de contacto del bloque 350 y el tendón rotuliano. Después de que el bloque de corte tibial 350 ha sido acoplado al fémur 354 del paciente, el cirujano ortopédico puede reseca la tibia 354 usando el bloque de corte 350. 35 40

Con referencia ahora a las FIGs. 29-30, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 400. El bloque de corte 400 está configurado para acoplarse a un hueso 402, tal como el fémur o la tibia del paciente, como se ilustra en la FIG. 30. El bloque de corte incluye un cuerpo 404 que tiene una superficie de contacto con el hueso 406 y una superficie exterior 408. La superficie de contacto con el hueso 406 incluye un contorno negativo 410 configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 410 de la superficie de contacto con el hueso 406 permite la colocación del bloque de corte 400 sobre el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas. 45 50

El bloque de corte 400 también incluye una serie de guías de pasadores 412. En uso, las guías de pasadores 412 se usan como guías de broca para establecer agujeros de clavijas de guía en el hueso del paciente para asegurar una serie de clavijas de guía (no mostradas) Hasta el hueso. El bloque de corte 400 puede entonces acoplarse y asegurarse al hueso 402 del paciente a través de los pasadores de guía. El bloque de corte 400 también incluye una guía de corte 414 definida en el cuerpo 404 del bloque 400. Ilustrativamente, la guía de corte 414 es una guía de corte abierta o no capturada. Es decir, la guía de corte 414 está definida por una pared lateral 416 del cuerpo 404 del bloque de corte 400. Sin embargo, la guía de corte 414 puede realizarse como una guía de corte capturada. 55 60

En uso, el bloque de corte 400 está acoplado al extremo 418 del hueso 402 de un paciente como se ilustra en la FIG. 30. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 406 del bloque de corte 400 incluye el contorno negativo 410, el bloque 400 puede estar acoplado al hueso del paciente 402 en una posición única planificada previamente. Cuando está así acoplado, una porción del lado anterior del hueso 402 se recibe en el contorno negativo 410. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 406 del bloque de corte 400 incluye el contorno negativo 410, el bloque 400 puede estar acoplado al hueso 402 en una posición única y planificada previamente. El 65

bloque de corte 400 se puede asegurar al hueso 402 mediante el uso de varios pasadores de guía (no mostrados) recibidos en las guías de pasador 412 y el hueso 402. Después de que el bloque de corte 400 se haya asegurado al hueso 402 del paciente, el cirujano ortopédico puede usar el bloque de corte 400 para reseca una cantidad planificada previamente del hueso 402. Es decir, el corte de hueso realizado con la guía de corte 414 corresponde al plano de corte determinado durante la fabricación del bloque de corte 400 (consulte el paso 24 del proceso del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1).

Opcionalmente, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede formarse a partir de varias piezas separadas. Por ejemplo, como se ilustra en las FIGs. 31-32, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 450 que incluye una pieza de pared anterior 452 y una pieza de pared final 454 separada de la pieza de pared anterior 454.

La pieza de pared anterior 452 incluye una superficie de contacto con el hueso o de cara al hueso 456 y una superficie exterior 458. La superficie de contacto con el hueso 456 incluye un contorno negativo 460 configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. La pieza de pared anterior 452 también incluye una serie de aberturas 462 definidas a través de la misma y configuradas para recibir una serie de sujetadores o dispositivos de fijación 466, tales como pasadores, pernos o similares, para facilitar el acoplamiento de la pieza de pared anterior 452 al extremo pieza de pared 454. La pieza de pared anterior 452 también incluye una guía de corte 468. Ilustrativamente, la guía de corte 468 es una guía de corte capturada, pero puede realizarse como una guía de corte abierta o no capturada.

La pieza de la pared anterior 454 incluye una superficie 470 que hace contacto con el hueso o que se enfrenta al hueso y una superficie exterior 472. La superficie 470 que hace contacto con el hueso incluye un contorno negativo 474 configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. La pieza de pared final 454 también incluye una serie de aberturas 476 definidas en una pared lateral 478. Las aberturas 476 están ubicadas en la pared lateral 478 correspondiente a la posición de las aberturas 462 de la pieza de pared anterior 452 de manera que las piezas de pared 452, 454 pueden acoplarse juntas a través de los dispositivos de fijación 466 como se describe a continuación.

Cada una de las piezas de pared 454, 456 también incluye una serie de guías de pasador 480. En uso, las guías de pasador 480 se usan como guías de broca para establecer orificios de pasador de guía en el hueso del paciente para asegurar una serie de pasadores de guía (no mostrados) hasta el hueso. El bloque de corte 450 puede entonces acoplarse y asegurarse al hueso 482 del paciente a través de los pasadores de guía.

En uso, el bloque de corte 450 está configurado para ser construido dentro del sitio de incisión del paciente. Es decir, el cirujano ortopédico puede insertar la pieza de pared anterior 452 y la pieza de pared final 454 en el sitio de incisión del paciente. Una vez así insertado, el cirujano puede acoplar las piezas de pared 452, 454 juntas usando el dispositivo de fijación 466 para formar de ese modo el bloque de corte 450. El bloque de corte 450 puede entonces acoplarse al hueso 482 del paciente. Cuando está acoplado de esta manera, una parte del lado anterior del hueso 482 se recibe en el contorno negativo 460 y una parte del extremo del hueso se recibe en el contorno negativo 474. De nuevo, porque las superficies de contacto con el hueso 456, 470 del bloque de corte 450 incluyen los contornos negativos 460, 474, el bloque 450 puede estar acoplado al hueso 482 en una posición única planificada previamente. El bloque de corte 450 se puede asegurar al hueso 482 mediante el uso de varios pasadores de guía (no mostrados) recibidos en las guías de pasador 480 y el hueso 482. Después de que el bloque de corte 450 se haya asegurado al hueso 482 del paciente, el cirujano ortopédico puede usar el bloque de corte 450 para reseca una cantidad planificada previamente del hueso 402. Es decir, el corte de hueso realizado con la guía de corte 468 corresponde al plano de corte determinado durante la fabricación del bloque de corte 450 (consulte el paso 24 del proceso del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1).

Con referencia ahora a la FIG. 33, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 500. El bloque de corte 500 está configurado para acoplarse a un hueso 502, tal como fémur o tibia, de un paciente. El bloque de corte 500 incluye un cuerpo 504. Como se muestra en la FIG. 33, el cuerpo 504 está configurado para tener un grosor relativamente pequeño. El cuerpo 504 incluye una superficie de contacto con el hueso o de cara al hueso 506 y una superficie exterior 508. La superficie de contacto con el hueso 506 incluye un contorno negativo 510 configurado para recibir una porción del hueso del paciente 502 que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 510 de la superficie de contacto con el hueso 506 permite el posicionamiento del bloque de corte 500 en el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte 500 también incluye una serie de guías de pasadores 512. En uso, las guías de pasadores 512 se usan como guías de broca para establecer agujeros de clavijas de guía en el hueso del paciente para asegurar una serie de clavijas de guía (no mostradas) hasta el hueso. El bloque de corte 500 se puede acoplar y asegurar al hueso del paciente a través de los pasadores de guía. El bloque de corte 500 también incluye una guía de corte capturada 514. La guía de corte capturada 514 se extiende hacia afuera desde el cuerpo 504 de manera que se aumenta la profundidad de la guía de corte 514.

En uso, el bloque de corte 500 está configurado para acoplarse al hueso 502 de un paciente, tal como el fémur o la tibia. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 506 del bloque de corte 500 incluye el contorno negativo 510, el bloque 500 puede estar acoplado al hueso 502 en una posición única planificada previamente. El bloque de corte 500 se puede asegurar al hueso 502 mediante el uso de una serie de pasadores de guía (no mostrados) recibidos en las guías de pasador 512 y el hueso 502. Debe apreciarse que el grosor reducido del cuerpo 504 puede aumentar la capacidad del cirujano para colocar el bloque de corte 500 en la articulación de la rodilla del paciente. Después de que el bloque de corte 500 se ha asegurado al hueso 502 del paciente, el cirujano ortopédico puede usar el bloque de corte 500 para reseca una cantidad planificada previamente del hueso 502. También debe tenerse en cuenta que debido a que la guía de corte 514 tiene una profundidad aumentada, se puede aumentar la estabilidad de la hoja de sierra para huesos de la sierra para huesos ortopédica u otro dispositivo de corte.

Con referencia ahora a la FIG. 34, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 550. El bloque de corte 550 está configurado para acoplarse a un hueso 552, tal como fémur o tibia, de un paciente. El bloque de corte 550 incluye un cuerpo 554 que tiene una superficie en contacto con el hueso o orientada hacia el hueso 556 y una superficie exterior 558. La superficie en contacto con el hueso 556 incluye un contorno negativo 560 configurado para recibir una porción del hueso del paciente 552 que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 560 de la superficie de contacto con el hueso 556 permite la colocación del bloque de corte 550 en el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte 550 también incluye una serie de guías de pasador 562, 564. En uso, las guías de pasador 562, 564 se usan como guías de broca para establecer orificios de pasador de guía en el hueso del paciente para asegurar varios pasadores de guía (no mostrados) hasta el hueso. El bloque de corte 550 se puede acoplar y asegurar al hueso del paciente a través de los pasadores de guía. Las guías de pasador 562 están posicionadas sustancialmente ortogonales a la superficie exterior 558 del cuerpo 554 del bloque de corte 500. A la inversa, las guías de pasador 564 están posicionadas en ángulo con respecto a la superficie exterior 558 del cuerpo 554. El bloque de corte 550 también incluye una guía de corte capturada 566.

En uso, el bloque de corte 550 está configurado para acoplarse al hueso 552 de un paciente, tal como el fémur o la tibia. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 556 del bloque de corte 550 incluye el contorno negativo 560, el bloque 550 puede acoplarse al hueso 552 en una posición única planificada previamente. El bloque de corte 500 puede asegurarse en una de dos configuraciones con relación al hueso del paciente. Es decir, las guías de pasador 562 se pueden usar para posicionar el bloque 500 con respecto al hueso 502 del paciente de modo que se puede hacer un corte plano con la guía de corte 566. Alternativamente, las guías de pasador 564 se pueden usar para colocar el bloque 550 en un ángulo con respecto al hueso 552 del paciente, de modo que se pueda realizar un corte angular o inclinado sobre el hueso del paciente.

En referencia ahora a las FIGs. 35-36, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 600. El bloque de corte 600 está configurado para acoplarse a un hueso 602, como el fémur o la tibia, de un paciente como se ha ilustrado en la FIG. 36. El bloque de corte 600 incluye un cuerpo 604 que tiene una superficie de contacto con el hueso 606 y una superficie exterior 608. La superficie de contacto con el hueso 606 incluye un contorno negativo 610 configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 610 de la superficie de contacto con el hueso 606 permite la colocación del bloque de corte 600 en el hueso del paciente 602 en una ubicación y orientación predeterminadas únicas. Como se muestra en las FIGs. 35 y 36, el bloque de corte 600 generalmente tiene forma de U y está configurado para hacer referencia a características en los lados anterior, distal y posterior del hueso del paciente. Específicamente, el bloque de corte 600 tiene un contorno negativo 610 personalizado específico para el paciente definido en cada una de una placa anterior 630 que está configurada para recibir una porción del lado anterior del hueso del paciente, una placa distal 632 que está configurada para recibir una porción del lado distal del hueso del paciente, y una placa proximal 634 que está configurada para recibir una porción del lado proximal del hueso del paciente.

El bloque de corte 600 también incluye una serie de guías de pasador 612. En uso, las guías de pasador 612 se utilizan como guías de perforación para establecer agujeros de guía en el hueso 602 del paciente para asegurar una serie de pasadores de guía (no mostrados) hasta el hueso. El bloque de corte 600 se puede acoplar y asegurar al hueso del paciente 602 a través de los pasadores de guía.

El bloque de corte 600 también incluye cinco guías de corte capturadas 614, 616, 618, 620, 622. La guía de corte ilustrativa 614 es una guía de corte distal, la guía de corte 616 es una guía de corte anterior, y la guía de corte 622 es una guía de corte posterior. Las guías de corte 618, 620 son guías de corte en ángulo que se utilizan para preparar el chafalán femoral. Debe apreciarse que las guías de corte 614, 616, 618, 620, 622 permiten que el cirujano ortopédico realice hasta cinco cortes óseos diferentes usando el mismo bloque de corte 600.

En uso, el bloque de corte 600 está configurado para ser acoplado al hueso 602 de un paciente, como el fémur o la tibia. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 606 del bloque de corte 600 incluye el contorno negativo 610, el bloque 600 se puede acoplar al hueso 602 en una posición única planificada previamente. El bloque

de corte 600 se puede asegurar al hueso 602 mediante el uso de varios pasadores de guía (no mostrados) recibidos en las guías de pasador 612 y el hueso 602. Después de que el bloque de corte 600 se haya asegurado al hueso del paciente 602 como se ilustra en FIG. 36, el cirujano ortopédico puede usar el bloque 600 para realizar cualquiera de una serie de resecciones del hueso 602 usando una o más de las guías de corte 614, 616, 618, 620, 622. Se puede usar un solo bloque de corte 600 para orientar y completar todos los cortes de hueso femoral necesarios para una artroplastia total de rodilla (ATR).

Con referencia ahora a la FIG. 37, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado para el paciente 650 puede realizarse como un par de bloques de corte de hueso 652, 654. El bloque de corte de hueso 652 es un bloque de corte femoral y está configurado para acoplarse a un fémur 656 del paciente. El bloque de corte de hueso 654 es un bloque de corte tibial y está configurado para acoplarse a una tibia 658 del paciente. El bloque de corte de hueso 652 incluye una superficie 660 que está en contacto con el hueso o que tiene un contorno negativo (no mostrado) que coincide con una porción del contorno del fémur 656. De manera similar, el bloque de corte de hueso 654 incluye un contacto con el hueso o superficie 662 orientada al hueso que tiene un contorno negativo (no mostrado) que coincide con una porción del contorno de la tibia 658. Como se discutió anteriormente, los contornos negativos de los bloques 652, 654 permiten la colocación de los bloques de corte específicos del paciente 652, 654 en el hueso respectivo del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte femoral 652 incluye un par de guías de pasador 664. En uso, las guías de pasador 664 se usan como guías de perforación para establecer agujeros de pasador de guía en el fémur 656. El bloque de corte 652 también incluye una guía de corte 666. Ilustrativamente, la guía de corte 666 es una guía de corte capturada, pero puede realizarse como una guía de corte abierta o no capturada. De manera similar, el bloque de corte tibial 654 incluye un par de guías de pasador 668 y una guía de corte 670. Como se discutió anteriormente, las guías de corte 666, 670 se usan para guiar una hoja de sierra para huesos u otro dispositivo de corte.

Los bloques de corte 652, 654 también forman un par de bloques de prueba, de modo que el cirujano ortopédico puede analizar el movimiento de la rodilla del paciente mientras realiza la resección. Es decir, el extremo distal 672 del bloque de corte femoral 652 incluye un par de superficies condilares de prueba 674, 676 que tienen perfiles externos cóncavos que se asemejan a los cóndilos naturales de un fémur. El extremo proximal 678 del bloque de corte tibial 654 incluye un par de superficies articulares de prueba 680, 682 que tienen perfiles exteriores convexos que se asemejan a las superficies articulares naturales de los cóndilos de una tibia. Las superficies articulares de prueba 680, 682 están configuradas para recibir las superficies condilares de prueba 674, 676 del bloque de corte tibial 652.

En uso, los bloques de corte 652, 654 están configurados para acoplarse al fémur 656 y tibia 658 del paciente, respectivamente. Nuevamente, debido a que cada uno de los bloques 652, 658 incluye los contornos negativos respectivos, los bloques 652, 658 se pueden acoplar al hueso respectivo 656, 658 en una posición única planificada previamente de modo que las guías de corte 666, 670 se coloquen en una ubicación deseada con respecto al hueso respectivo 656, 658. Después de que los bloques de corte 652, 654 se hayan asegurado al fémur 656 y la tibia 658 del paciente, el cirujano ortopédico puede reseccionar el fémur 656 y la tibia 658 usando las guías de corte 666, 670 con una sierra para huesos u otro dispositivo de corte. Para hacerlo, el cirujano puede insertar una hoja de sierra para huesos de la sierra para huesos en la guía de corte 666, 670. Debe apreciarse que debido a que la posición de las guías de corte 666, 670 está predeterminada debido a la configuración de los respectivos bloques de corte de hueso 652, 654, cualquier corte de hueso hecho usando los bloques de corte específicos del paciente 652, 654 corresponden a los planos de corte de hueso predeterminados (véase el paso de proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1). Además, el cirujano puede manipular la articulación para analizar el movimiento de la articulación utilizando los extremos en forma de prueba de los bloques 652, 654.

En referencia ahora a la FIG. 38, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado para el paciente 700 puede realizarse como un par de bloques de corte de hueso 702, 704. El bloque de corte de hueso 702 es un bloque de corte femoral y está configurado para acoplarse a un fémur 706 del paciente. El bloque de corte de hueso 704 es un bloque de corte tibial y está configurado para acoplarse a una tibia 708 del paciente. El bloque de corte de hueso 702 incluye una superficie 710 de contacto con el hueso o cara de hueso que tiene un contorno negativo (no mostrado) que coincide con una parte del contorno del fémur 706. De manera similar, el bloque de corte de hueso 704 incluye un contacto con el hueso o superficie 712 orientada al hueso que tiene un contorno negativo (no mostrado) que coincide con una porción del contorno de la tibia 708. Como se discutió anteriormente, los contornos negativos de los bloques 702, 704 permiten la colocación de los bloques de corte específicos del paciente 702, 704 en el hueso respectivo del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte femoral 702 incluye un par de guías de pasador 714. En uso, las guías de pasador 714 se usan como guías de perforación para establecer agujeros de pasador de guía en el fémur 706. El bloque de corte 702 también incluye una guía de corte 716. Ilustrativamente, la guía de corte 716 es una guía de corte capturada, pero puede realizarse como una guía de corte abierta o no capturada. De manera similar, el bloque de corte tibial 704 incluye un par de guías de pasador 718 y una guía de corte 720. Como se discutió anteriormente, las guías de corte 716, 720 se usan para guiar una hoja de sierra para huesos u otro dispositivo de corte.

Los bloques de corte 652, 654 están acoplados entre sí a través de un enlace mecánico 722. El enlace mecánico 722

puede realizarse como cualquier número de pernos roscados, engranajes y similares para realizar las funciones descritas aquí. A saber, la rotación de los ejes roscados del enlace mecánico 722 en una dirección u otra aleja el bloque de corte 652 de uno hacia el otro. Un par de ruedecillas 724 están acopladas operativamente al enlace mecánico 722. El cirujano puede usar las ruedas 724 para operar el enlace 722 y alejar el bloque de corte 652 uno del otro, por ejemplo, girando los ejes roscados de la articulación mecánica 722. Es decir, las ruedecillas 724 pueden accionarse para mover el bloque de corte femoral 702 en la dirección de la flecha 726 y el bloque de corte tibial 704 en la dirección de la flecha 728. Opcionalmente, la articulación mecánica 722 puede colocarse en una carcasa 730 colocada entre los bloques de corte 702, 704.

En uso, los bloques de corte 702, 704 están configurados para acoplarse al fémur 706 y la tibia 708 del paciente, respectivamente. Nuevamente, debido a que cada uno de los bloques 702, 708 incluye los contornos negativos respectivos, los bloques 702, 708 se pueden acoplar al hueso respectivo 706, 708 en una posición única planificada previamente de tal manera que las guías de corte 716, 720 se coloquen en una ubicación deseada con relación al hueso respectivo 706, 708. Después de que los bloques de corte 702, 704 se hayan asegurado al fémur 706 y la tibia 708 del paciente, el cirujano ortopédico puede operar las ruedecillas 724 para ajustar la posición relativa de los bloques de corte 702, 704 (por ejemplo, mover los bloques 702, 704 uno hacia el otro).

Después de ajustar la posición del bloque de corte 702, 704 entre sí, el cirujano puede reseccionar el fémur 706 y la tibia 708 usando las guías de corte 716, 720 con una sierra para huesos u otro dispositivo de corte. Debe apreciarse que debido a que la posición de las guías de corte 716, 720 están predeterminadas debido a la configuración de los respectivos bloques de corte de hueso 720, 704, cualquier corte de hueso realizado utilizando los bloques de corte específicos del paciente 702, 704 corresponde a los planos de corte de hueso predeterminados (véase el paso 24 del proceso del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1).

Con referencia ahora a la FIG. 39, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 750 configurado para acoplarse o ponerse en contacto de otro modo con el fémur 752 y/o la tibia 753 del paciente. El bloque de corte 750 incluye un cuerpo 754 que tiene una superficie 756 de contacto con el hueso o de cara al hueso y una superficie exterior 758. En la disposición mostrada en las FIGs. 39-41, el cuerpo 754 es monolítico. La superficie de contacto con el hueso 756 incluye un contorno negativo 760 configurado para recibir una porción del hueso del paciente 752, 753 que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 760 de la superficie de contacto con el hueso 756 permite la colocación del bloque de corte 750 en el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte 750 también incluye varias guías de pasador 762. En la disposición ilustrativa de la FIG. 39, las guías de pasador 762 se colocan en el cuerpo 754 del bloque de corte 750 de manera que el bloque de corte 750 se puede asegurar al fémur 752. Es decir, las guías 762 se pueden usar como una guía de perforación para establecer agujeros de pasador de guía en el fémur 752 del paciente para asegurar varios pasadores de guía 764 al fémur 752. El bloque de corte 750 se puede acoplar y asegurar al fémur 752 a través de los pasadores de guía 764. El bloque de corte 750 también incluye una guía de corte tibial 766. Ilustrativamente, la guía de corte 766 es una guía de corte capturada, pero puede realizarse como una guía de corte abierta o no capturada.

En uso, el bloque de corte 750 está configurado para acoplarse al fémur 752 y la tibia 753. Es decir, las guías 762 pueden usarse para asegurar el bloque de corte 750 al fémur usando varios pasadores de guía 764. el bloque de corte 750, sin embargo, no está asegurado a la tibia del paciente 753. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 756 del bloque 750 incluye el contorno negativo 760, el bloque 750 puede estar acoplado al fémur 752 y la tibia 753 en una posición única planificada previamente. Después de que el bloque de corte 750 se haya asegurado al fémur 752 del paciente a través de los pasadores de guía 764, el cirujano puede reseccionar la tibia 753 del paciente utilizando la guía de corte 766. Debido a que el bloque de corte 750 hace referencia al fémur 752 y la tibia 753, la estabilidad del bloque 750 puede aumentarse en relación con los bloques de corte que hacen referencia solo a la tibia 753. Esto es, debido a que el fémur 752 proporciona un área de superficie más grande para referenciar con el bloque 750 en relación a hacer referencia solo a la tibia 753, la estabilidad del bloque de corte 750 puede ser mejorada. Además, en la disposición ilustrativa de la FIG. 39, el bloque de corte 750 se asegura al fémur 752, en lugar de la tibia, para estabilizar aún más el bloque.

De lo contrario, el bloque de corte 750 se puede asegurar a la tibia 753 en lugar del fémur 752 como se ilustra en la FIG. 40. El bloque de corte 750 incluye entonces una guía de pasador tibial 786 para asegurar el bloque 750 a la tibia 753 a través de una serie de pasadores de guía 788. Aunque el bloque de corte 750 está asegurado a la tibia 753, la estabilidad del bloque 750 puede aumentar en relación con bloques de corte que hacen referencia solo a la tibia 753 porque el bloque de corte 750 hace referencia al fémur 752 y la tibia 753 como se discutió anteriormente.

Además, el bloque de corte 750 puede configurarse para asegurarse al fémur 752 y la tibia 753 como se ilustra en la FIG. 41. El bloque de corte incluye entonces las guías de pasador femoral 762 y las guías de pasador tibial 766. Además, el bloque de corte 750 puede incluir una guía de corte femoral 790 además de la guía de corte de tibia 766. El bloque de corte 750 se puede usar para reseccionar el fémur 752 y/o la tibia 753. Además, el bloque de corte 750 puede incluir una lengüeta 792 que se extiende desde el cuerpo 754. La lengüeta 792 está configurada para ser recibida entre el fémur 752 y la tibia 753 para estabilizar aún más el bloque de corte 750. Nuevamente, debido a que el bloque de

corte 750 hace referencia al fémur 752 y la tibia 753, la estabilidad del bloque 750 puede aumentarse con respecto a los bloques de corte que hacen referencia solo al fémur 752 o la tibia 753.

En referencia ahora a las FIGs. 42-44, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente 800 puede realizarse como un par de bloques de corte de hueso 802, 804. El bloque de corte de hueso 802 es un bloque de corte femoral y está configurado para asegurarse a un fémur 806 del paciente. El bloque de corte de hueso 804 es un bloque de corte tibial y está configurado para acoplarse a una tibia 808 del paciente o enfrentarse a ella. Los bloques de corte 802, 804 están acoplados a cada uno a través de una bisagra 810 asegurada a un extremo 812, 814 de cada bloque 802, 804, respectivamente.

El bloque de corte femoral 802 incluye una superficie 816 en contacto con el hueso o de cara al hueso que tiene un contorno negativo 818 que coincide con una parte del contorno del fémur 806. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 818 del bloque de corte femoral 802 permite el posicionamiento del bloque de corte femoral 802 específico del paciente en el fémur 806 del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas. El bloque de tibia 804 también incluye una superficie de contacto con el hueso o de cara al hueso 820. Opcionalmente, la superficie de contacto con el hueso 820 puede ser sustancialmente plana. Alternativamente, la superficie de contacto con el hueso 820 puede incluir un contorno negativo (no mostrado) que coincida con una porción del contorno de la tibia del paciente 808.

El bloque de corte femoral 702 incluye un par de guías de pasador 822. En uso, las guías de pasador 822 se usan como guías de perforación para establecer orificios de pasador de guía en el fémur 806. El bloque de corte femoral 802 también incluye una guía de corte femoral distal 824. Ilustrativamente, la guía de corte 824 es una guía de corte capturada, pero puede realizarse como una guía no capturada o de corte abierto. De manera similar, el bloque de corte tibial 804 incluye una guía de corte tibial proximal 826. Además, el bloque de corte tibial 804 puede incluir una guía de corte femoral posterior 828.

En uso, el bloque de corte femoral 802 está acoplado al fémur 806 del paciente. Nuevamente, debido a que el bloque de corte 802 incluye el contorno negativo 818, el bloque de corte femoral 802 puede estar acoplado al fémur 806 en una posición única planificada previamente. El bloque de corte femoral 802 está asegurado al fémur 806 del paciente en extensión usando las guías de pasador 822. Mientras la pierna del paciente está en extensión, el cirujano ortopédico puede reseca el extremo distal del fémur 806 usando la guía de corte femoral 824. El cirujano ortopédico luego puede colocar la pierna del paciente en extensión como se ilustra en la FIG. 43. Cuando la pierna del paciente se mueve hacia la extensión, el bloque de corte tibial 804 sigue a la tibia 808 y se coloca con respecto a la tibia 808 de manera que el cirujano pueda realizar un corte proximal en la tibia 808 usando la guía de corte tibial 826. En disposiciones en las que el bloque de corte tibial 804 también incluye la guía de corte femoral posterior 828, el cirujano ortopédico puede reseca los cóndilos posteriores del fémur 806 usando la guía 828.

Opcionalmente, el bloque de corte tibial 804 puede acoplarse al bloque de corte femoral 802 mediante una bisagra 830 colocada en el lado del bloque de corte femoral 802 como se ilustra en la FIG. 44. Es decir, el bloque de corte femoral 802 y el bloque de corte tibial 804 pueden estar acoplados por la bisagra 830, que está posicionada hacia el lado medial o lateral de los bloques 802, 804. En tal configuración, el bloque de corte femoral 802 puede estar configurado para envolver el extremo distal del fémur 806 como se muestra en la FIG. 44 para proporcionar estabilidad adicional a los bloques de corte 802, 804.

Con referencia ahora a las FIGs. 45-46, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como una guía de fresado 850. La guía de fresado 850 está configurada para acoplarse a un hueso 852, como el fémur o la tibia, de un paciente. La guía de fresado 850 incluye una superficie de contacto con el hueso o de cara al hueso 856 y una superficie exterior 858. La superficie de contacto con el hueso 856 incluye un contorno negativo 860 (véase la FIG. 46) configurado para recibir una porción del hueso del paciente 852 que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 860 de la superficie de contacto con el hueso 856 permite el posicionamiento de la guía de fresado 850 en el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

La guía de fresado 850 también incluye varias aberturas 862. Las aberturas 862 están dimensionadas para guiar la fresa 864 de una fresadora. En uso, la guía de fresado 850 puede estar acoplada al extremo del hueso 852 de un paciente. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 856 de la guía de fresado 850 incluye el contorno negativo 860, la guía 850 puede estar acoplada al hueso 852 en una posición única planificada previamente. Después de que la guía de fresado 850 se haya acoplado al hueso 852, la fresa 864 puede insertarse en una de las aberturas 862 y hacerse funcionar para fresar el hueso según se desee.

El bloque de corte 500 se puede asegurar al hueso 502 mediante el uso de una serie de pasadores de guía (no mostrados) recibidos en las guías de pasador 512 y el hueso 502. Debe apreciarse que el espesor reducido del cuerpo 504 puede aumentar la capacidad del cirujano para colocar el bloque de corte 500 en la articulación de la rodilla del paciente. Después de que el bloque de corte 500 se ha asegurado al hueso 502 del paciente, el cirujano ortopédico puede usar el bloque de corte 500 para reseca una cantidad planificada previamente del hueso 502. También debe tenerse en cuenta que debido a que la guía de corte 514 tiene una profundidad aumentada, se puede aumentar la

estabilidad de la hoja de sierra para huesos de la sierra para huesos ortopédica u otro dispositivo de corte.

Con referencia ahora a la FIG. 47, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como una guía de fresado 900. La guía de fresado 900 está configurada para acoplarse al extremo de una fresadora. Por ejemplo, la guía de fresado 900 se puede acoplar al eje 902 de la máquina rebajadora a través de un casquillo 904. El casquillo 904 permite que el eje 902 y el extremo de rebaba 906 de la máquina rebajadora giren mientras se mantiene la guía de rebaba 900 en una posición fija contra el hueso.

La guía de fresado 900 incluye un cuerpo 910 que tiene una superficie 912 que hace contacto con el hueso o que enfrenta el hueso. La superficie 912 que enfrenta el hueso incluye un contorno negativo 913 definido en la misma. El contorno negativo 913 de la superficie de contacto con el hueso 856 está configurado para recibir una porción del hueso del paciente 914 cuando la guía de fresado se pone en contacto con el mismo. Además, la superficie 912 que mira hacia el hueso incluye una abertura 916 en donde se recibe el extremo de la fresa 906.

Con referencia ahora a la FIG. 48, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de fresado 950. El bloque de fresado 950 está configurado para acoplarse a un hueso 952, tal como fémur o tibia, de un paciente. El bloque de fresado 950 incluye un cuerpo 954 que tiene una superficie 956 en contacto con el hueso o de cara al hueso y una superficie exterior 958. La superficie 956 en contacto con el hueso incluye un contorno negativo (no mostrado) configurado para recibir una porción del hueso 952 del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo de la superficie de contacto con el hueso 956 permite la colocación del bloque de fresado 950 en el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de fresado 950 también incluye una serie de guías de pasador 960. En uso, las guías de pasador 960 se usan como guías de broca para establecer agujeros de pasador de guía en el hueso del paciente para asegurar una serie de pasadores de guía (no mostrados) hasta el hueso. El bloque de fresado 950 se puede acoplar y asegurar al hueso del paciente 952 a través de los pasadores de guía.

El bloque de fresado 950 también incluye una abertura de fresado 962 definida en el cuerpo 954. La abertura de fresado 962 está dimensionada para permitir que el extremo de fresado 964 de una máquina de fresado se inserte en el mismo. Es decir, la abertura de fresado 962 tiene un ancho 966 suficiente para aceptar el diámetro del extremo de fresado 964 además de la porción del hueso 952 que se extiende dentro. La pared interior 968, que define la abertura 962, forma una guía de fresado. Es decir, durante el uso, el eje 970 de la máquina de fresado puede ejecutarse a lo largo de la pared interna 968 como guía para generar una resección plana en el hueso 952.

Con referencia ahora a las FIGs. 49-52, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado para el paciente 1000 incluye un equilibrador de ligamentos 1002 y un bloque de corte femoral específico para el paciente 1004 acoplado al equilibrador de ligamentos 1002. El equilibrador de ligamentos 1002 incluye una placa de base tibial 1006 y un par de paletas femorales 1008, 1010, que se reciben en las carcasas cilíndricas correspondientes 1012, 1014. Un par de botones u otros dispositivos de control 1016, 1018 se colocan en la base de las carcasas 1012, 1004 y se acoplan operativamente a las paletas femorales 1008, 1010. Las perillas 1016, 1018 pueden usarse para mover independientemente cada paleta femoral 1008, 1010 lejos o hacia la placa base tibial 1006 y tensar la articulación de la rodilla con la tensión adecuada para hacer que el fémur se mueva a su rotación óptima con respecto a la tibia.

El bloque de corte 1004 está configurado para acoplarse a un hueso 1020, tal como fémur o tibia, de un paciente como se ilustra en la FIG. 50. El bloque de corte 1004 incluye un cuerpo 1022 que tiene una superficie 1024 o de contacto con el hueso y una superficie externa 1026. La superficie 1024 de contacto con el hueso incluye un contorno negativo 1028 configurado para recibir una porción del hueso 1020 del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 1028 de la superficie de contacto con el hueso 1024 permite la colocación del bloque de corte 1004 en el hueso del paciente 1020 en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte 1004 también incluye una guía de corte femoral 1030. La guía de corte ilustrativa 1030 es una guía de corte capturada, pero puede realizarse como una guía de corte abierta o no capturada. El bloque de corte 1004 también incluye una serie de guías de pasadores 1032. En uso, las guías de pasadores 1032 se usan como guías de perforación para establecer orificios de clavijas de guía en el hueso 1020 del paciente para asegurar una serie de clavijas de guía (no mostradas) al hueso.

El bloque de corte 1004 está acoplado al equilibrador de ligamentos 1002 a través de un soporte 1034. El soporte 1034 incluye un par de aberturas 1036 en donde se reciben un par de pasadores 1038. El cuerpo 1022 del bloque de corte 1004 incluye un par de aberturas alargadas 1034 curvadas hacia dentro 1034. Los pasadores 1038 se reciben en las aberturas alargadas 1034 del bloque de corte 1004 y se aseguran en el hueso 1020 del paciente. Además, el soporte 1034 orienta el par de pasadores 1038 en una línea que es paralela a la superficie proximal de la tibia 1103. Debe apreciarse que las aberturas alargadas 1034 permiten que el bloque de corte 1004 gire en relación con el equilibrador de ligamento 1004 como se describe abajo.

En uso, el bloque de corte 1004 está acoplado al extremo del hueso 1020 de un paciente, tal como el fémur. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 1024 incluye el contorno negativo 1028, el bloque 1004 puede estar acoplado al hueso 1020 en una posición única planificada previamente. El bloque de corte 1004 se puede asegurar al hueso 1020 mediante el uso de los pasadores de guía 1038. Es decir, los pasadores de guía 1038 se pueden insertar en las aberturas alargadas 1034 y en el hueso 1020 del paciente. El equilibrador de ligamentos 1002 puede entonces acoplarse a la anatomía ósea del paciente. Para hacerlo, la base 1006 se coloca en el extremo proximal de la tibia del paciente y cada paleta 1008, 1010 se aplica a un cóndilo del fémur del paciente 1020. Las aberturas 1036 del soporte 1034 reciben porciones de los pasadores de guía 1038, que se extienden desde las aberturas alargadas 1034 del bloque de corte 1004. El cirujano ortopédico puede ajustar el equilibrador de ligamentos según lo deseado y reseca el hueso del paciente 1020 usando la guía de corte femoral 1030.

De lo contrario, el equilibrador de ligamentos 1002 puede configurarse para hacer referencia a una varilla intramedular 1102 como se ilustra en la FIG. 51-52. El soporte 1034 incluye entonces un receptor 1104 configurado para acoplarse a la barra 1102. La barra intramedular 1102 hace referencia al canal intramedular del fémur 1020. El soporte 1034 del equilibrador de ligamento 1002 proporciona un punto de pivote 1106 sobre el cual el fémur 1020 puede girar mientras se mantienen los pasadores 1038 en una orientación paralela aproximada con respecto a la superficie proximal 1103 de la tibia del paciente.

Con referencia ahora a las FIGs. 53-54, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte femoral 1200. El bloque de corte 1200 está configurado para acoplarse a un fémur 1204 de un paciente como se ilustra en la FIG. 53. El bloque de corte 1200 incluye un cuerpo 1202 que tiene una pared anterior 1206 y un par de pestañas distales 1208, 1210 que se extienden desde la pared anterior 1206. Durante el uso, la pared anterior 1206 está configurada para contactar con un lado anterior del fémur 1204 y las pestañas distales 1208, 1210 están configuradas para extenderse sobre el extremo distal del fémur 1204 como se analiza con más detalle a continuación. Las pestañas 1208, 1210 incluyen cada una una almohadilla para el pie 1216, 1218, respectivamente. Las almohadillas para los pies 1216, 1218 están incorporadas como anillos ovales, cada una con un receso central 1217. Como se analiza con más detalle a continuación, las almohadillas para los pies 1216, 1218 están contorneadas negativamente para contactar una porción del extremo distal del fémur 1204. De lo contrario, las almohadillas para los pies 1216, 1218 pueden tener otras configuraciones, como una forma circular.

La pared anterior 1206 incluye una superficie 1212 en contacto con el hueso o de cara al hueso y una superficie exterior 1214. Un contorno negativo 1224 se define en las superficies en contacto con el hueso 1212 de la pared anterior del cuerpo 1202. El contorno negativo 1224 está configurado para recibir una porción del fémur 1204 del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 1224 de la superficie de contacto con el hueso 1212 permite el posicionamiento del bloque de corte 1200 en el fémur 1204 del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte 1200 incluye una guía de corte 1226 definida en la pared anterior 1206. El grosor de la pared anterior 1206 alrededor de la guía de corte 1226 se incrementa en relación con otras partes de la pared 1206 para aumentar la profundidad de la guía de corte 1226. Ilustrativamente, la guía de corte 1226 es una guía de corte capturada. El bloque de corte femoral 1200 también incluye una serie de guías de pasadores 1228 definidas en la pared anterior 1206 y cada lengüeta distal 1208, 1210. Las guías de pasadores 1228 se usan como guías de perforación para establecer orificios de clavijas de guía en el fémur 1204 del paciente. Ilustrativamente, las guías de pasador 1228 son divergentes para evitar que el bloque de corte 1200 se afloje bajo las vibraciones de una sierra para huesos ortopédica. Luego se puede insertar una serie de pasadores de guía (no mostrados) en las guías de pasador 1228 y el fémur 1204 para asegurar el bloque de corte 1200 al fémur 1204. En una disposición particular, las guías de pasador 1228 ubicadas en las pestañas distales 1208, 1210 se usan solo como guías de broca para establecer orificios en el fémur 1204 para instrumentos ortopédicos posteriores.

En uso, el bloque de corte femoral 1200 está acoplado al extremo distal 1230 del fémur 1204 del paciente como se ilustra en la FIG. 54. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 1212 del bloque de corte 1200 incluye el contorno negativo 1224, el bloque 1200 puede estar acoplado al fémur 1204 en una posición única planificada previamente. Cuando está así acoplado, una porción del lado anterior del fémur 1204 se recibe en el contorno negativo 1224 de la pared anterior 1206 del bloque 1200 y las pestañas distales 1208, 1210 se extienden sobre el extremo del fémur 1204. Las almohadillas 1216, 1218 de las pestañas 1208, 1210 contactan el extremo distal del fémur 1204 del paciente. Sin embargo, las partes del fémur 1204 sobre las cuales se coloca el rebajo 1217 no están referenciadas. Es decir, el rebajo 1217 puede o no recibir porciones del fémur 1204. Del paciente, como tal, las almohadillas de los pies 1216, 1218 pueden colocarse en relación con el cuerpo 1202 del bloque de corte 1200 de manera que el receso 1217 se coloque sobre porciones del fémur 1204 que no son visibles en las imágenes médicas (véanse los pasos 12, 20, 24 del proceso del algoritmo 10 ilustrado y descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1). Como tal, aquellas partes del fémur 1204 que no se reproducen en las imágenes médicas debido, por ejemplo, a limitaciones de la modalidad de imagen o aspectos de la anatomía ósea particular del paciente, no se mencionan para mejorar el ajuste del bloque 1200. Después, el bloque de corte femoral 1200 se ha acoplado al fémur 1204 del paciente, el cirujano ortopédico puede reseca el fémur 1204 usando el bloque de corte 1200.

Con referencia ahora a las FIGs. 55-57, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente

5 puede realizarse como un bloque de corte femoral 1300. El bloque de corte 1300 está configurado para acoplarse a un fémur de un paciente similar al bloque de corte 100 descrito anteriormente. El bloque de corte 1300 incluye un cuerpo 1302 configurado para acoplarse al lado anterior del fémur del paciente y dos brazos o pestañas 1304, 1306, que se extienden lejos del cuerpo 1302 en una dirección posterior. Las pestañas 1304, 1306 están configuradas para envolverse alrededor de un extremo distal del fémur como se describe con más detalle a continuación. Cada una de las pestañas 1304, 1306 incluye un labio 1308, 1310, que se curva hacia adentro o que se extiende de manera superior, respectivamente, que hace referencia a los cóndilos posteriores del fémur. El bloque de corte 1300 puede estar formado de cualquier material adecuado. Por ejemplo, el bloque de corte 1300 puede estar formado de un material tal como un material plástico o de resina. Opcionalmente, el bloque de corte 1300 puede formarse a partir de una resina fotocurable o curable por láser. En una disposición particular, el bloque de corte 1300 se forma a partir de una resina Vero, que está disponible comercialmente en Objet Geometries Ltd. de Rehovot, Israel, utilizando un proceso rápido de fabricación de prototipos. Sin embargo, el bloque de corte 1300 puede estar formado por otros materiales. Por ejemplo, en otra disposición particular, el bloque de corte 1300 se forma a partir de una resina termoplástica de poliimida, tal como una resina Ultem, que está disponible comercialmente en Saudi Basic Industries Corporation Innovative Plastics de Riyadh, Arabia Saudita.

20 El cuerpo 1302 incluye una superficie 1312 en contacto con el hueso o de cara al hueso y una superficie externa 1314 opuesta a la superficie con el hueso 1312. La superficie externa 1314 incluye una depresión o área empotrada 1316, que proporciona una indicación a un cirujano de dónde aplicar presión al cuerpo 1302 al acoplar el bloque de corte 1300 al fémur del paciente. Además, varios agujeros de pasador de guía o pasos 1318 se definen a través del cuerpo 1302 y tienen un diámetro dimensionado para recibir pasadores de guía respectivos para asegurar el bloque 1300 al fémur del paciente. Opcionalmente, uno o más de los orificios del pasador de guía 1318 pueden ser oblicuos o angulados con respecto a los orificios restantes del pasador de guía 1318 para asegurar aún más el bloque 1300 al hueso del paciente.

25 El cuerpo 1302 incluye una guía de corte modular 1320. Es decir, el cuerpo 1302 incluye una ranura receptora de guía de corte 1322 en donde se recibe la guía de corte 1320. Un pestillo 1324 u otro dispositivo de bloqueo asegura la guía de corte 1320 en su lugar en la ranura del receptor de la guía de corte 1322. Como tal, una de varias guías de corte diferentes 1320 que tienen una ranura de guía de corte 1326 definida en varias posiciones de desplazamiento puede acoplarse al cuerpo 1302 para permitir que un cirujano determine selectivamente la cantidad de hueso del hueso del paciente que se extrae durante el procedimiento de corte de hueso. Por ejemplo, una guía de corte 1320 que tiene una ranura de guía de corte 1326 desplazada en +2 milímetros, con respecto a una guía de corte de referencia neutral 1320, puede usarse si el cirujano desea extraer una mayor cantidad de hueso del paciente. La guía de corte 1320 puede estar formada del mismo material que el cuerpo 1302 o de un material diferente. En una disposición particular, la guía de corte 1320 está formada de un material metálico tal como acero inoxidable.

40 La superficie 1312 orientada al hueso del cuerpo 1302 incluye un contorno negativo 1328 configurado para recibir una porción del lado anterior del fémur del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo personalizado específico para el paciente 1328 de la superficie de contacto con el hueso 1312 permite la colocación del bloque de corte 1300 en el fémur del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

45 Como se discutió anteriormente, los brazos o pestañas 1304, 1306 se extienden posteriormente desde el cuerpo 1300 para definir una abertura en forma de U 1305 entre ellos. Las pestañas 1304 pueden extenderse desde el cuerpo en la misma distancia o una distancia diferente. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 56, la lengüeta 1304 se extiende desde el cuerpo 1300 una distancia 1330 y la lengüeta 1306 se extiende desde el cuerpo 1300 una distancia 1332, que es mayor que la distancia 1330. Cada una de las lengüetas 1304, 1306 incluye un orificio o pasador de guía respectivo 1338, 1340 definido a través de él. Los orificios del pasador de guía 1338, 1340 tienen un diámetro dimensionado para recibir el pasador de guía respectivo para asegurar aún más el bloque 1300 al fémur del paciente.

50 Las pestañas 1304, 1306 incluyen una superficie 1340, 1342 en contacto con el hueso o de cara al hueso respectivamente, y una superficie exterior 1344, 1346, respectivamente, opuesta a la superficie con el hueso 1340, 1342. La superficie con el hueso 1340 de la lengüeta 1304 incluye un contorno negativo 1348 configurado para recibir una porción del lado distal del fémur del paciente que tiene un contorno correspondiente respectivo. De manera similar, la superficie 1342 orientada al hueso de la lengüeta 1306 incluye un contorno negativo 1350 configurado para recibir una porción del lado distal del fémur del paciente que tiene un contorno correspondiente respectivo.

60 Los labios 1308, 1310 de las pestañas 1304, 1306 también incluyen una superficie de contacto con el hueso 1352, 1354, respectivamente, y una superficie externa 1356, 1358, respectivamente, opuesta a la superficie 1352, 1354. La superficie 1352 orientada al hueso del labio 1308 incluye un contorno negativo 1360 configurado para recibir una porción del lado posterior del fémur del paciente que tiene un contorno correspondiente respectivo. De manera similar, la superficie 1354 orientada al hueso del labio 1310 incluye un contorno negativo 1362 configurado para recibir una porción del lado distal del fémur del paciente que tiene un contorno correspondiente respectivo. Cada uno de los labios 1308, 1310 incluye una ranura lateral 1364 que forma una ranura de alivio de sierra y está configurada para proporcionar una cantidad de espacio libre para la hoja de sierra para hueso utilizada para extraer una porción del hueso del paciente. Es decir, durante la realización del procedimiento quirúrgico ortopédico, se puede recibir un

extremo distal de la hoja de sierra para huesos en la ranura 1364.

Opcionalmente, los contornos negativos 1328, 1344, 1346, 1356, 1358 de las superficies de contacto con el hueso 1312, 1340, 1342, 1352, 1354 del bloque de corte 1300 pueden coincidir o no con la superficie de contorno correspondiente del hueso del paciente. Es decir, como se discutió anteriormente, los contornos negativos 1328, 1344, 1346, 1356, 1358 pueden ser escalados o redimensionados (por ejemplo, agrandados) para compensar el cartílago del paciente o la falta del mismo.

En uso, el bloque de corte femoral 1300 está acoplado al extremo distal del fémur del paciente. Nuevamente, debido a que las superficies en contacto con los huesos 1328, 1344, 1346, 1356, 1358 del bloque de corte 1300 incluyen los contornos negativos 1328, 1344, 1346, 1356, 1358, el bloque 1300 puede estar acoplado al fémur del paciente en una posición única previamente planificada. Cuando se acoplan de esta manera, las pestañas 1304, 1306 se envuelven alrededor del extremo distal del fémur del paciente y los labios 1308, 1310 de las pestañas 1304, 1306 se envuelven alrededor del lado posterior del fémur del paciente. Además, cuando el bloque 1300 se acopla al fémur del paciente, se recibe una porción del lado anterior del fémur en el contorno negativo 1328 del cuerpo 1302, se recibe una porción del lado distal del fémur del paciente en los contornos negativos 1344, 1346 de las pestañas 1304, 1306, y una parte del lado posterior del fémur se recibe en los contornos negativos 1356, 1358 de los labios 1308, 1310. Como tal, las superficies anterior, distal y posterior del fémur del paciente están referenciadas por el bloque de corte femoral 1300.

Con referencia ahora a las FIGs. 58-60, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte femoral 1400. El bloque de corte 1400 está configurado para acoplarse al fémur de un paciente similar al bloque de corte 100 descrito anteriormente. El bloque de corte 1400 incluye un cuerpo 1402 configurado para acoplarse al lado anterior del fémur del paciente y dos brazos o pestañas 1404, 1406, que se extienden lejos del cuerpo 1402 en una dirección posterior. Las pestañas 1404, 1406 están configuradas para envolverse alrededor de un extremo distal del fémur como se describe con más detalle a continuación. Cada una de las pestañas 1404, 1406 incluye un labio 1408, 1410, que se curva hacia adentro o que se extiende de manera superior, respectivamente, que hace referencia a los cóndilos posteriores del fémur. Similarmente al bloque de corte 1300, el bloque de corte 1400 puede estar formado de cualquier material adecuado. Por ejemplo, el bloque de corte 1400 puede formarse a partir de un material tal como un material plástico o de resina. En una disposición particular, el bloque de corte 1400 se forma a partir de resina Vero usando un proceso rápido de fabricación de prototipos. Sin embargo, el bloque de corte 1400 puede estar formado de otros materiales. Por ejemplo, en otra disposición particular, el bloque de corte 1400 se forma a partir de una resina termoplástica de poliimida, tal como una resina Ultem, que está disponible comercialmente en Saudi Basic Industries Corporation Innovative Plastics de Riyadh, Arabia Saudita.

El cuerpo 1402 incluye una superficie 1412 en contacto con el hueso o de cara al hueso y una superficie exterior 1414 opuesta a la superficie con el hueso 1412. La superficie exterior 1414 incluye varios orificios de guía o pasos 1416 definidos a su través. Se recibe un casquillo de pasador de guía 1418 en cada orificio de guía 1416. Los casquillos del pasador de guía 1418 incluyen un pasaje interno 1420 dimensionado para recibir un pasador de guía respectivo para asegurar el bloque 1400 al fémur del paciente. Como se muestra en la FIG. 60, los pasillos de guía 1416 se extienden desde la superficie exterior 1414 hasta la superficie 1412 orientada hacia el hueso y están contrarrestados en la superficie 1412 orientada hacia el hueso. Es decir, el pasaje 1416 tiene una abertura 1422 en la superficie 1412 orientada hacia el hueso que tiene un diámetro mayor que el diámetro de una abertura 1424 en la superficie exterior 1414.

La guía de corte 1400 incluye una guía de corte 1430 asegurada al cuerpo 1402. En una disposición particular, la guía de corte 1430 está sobremoldeada al cuerpo 1402. La guía de corte 1430 incluye una ranura de guía de corte 1432. La guía de corte 1430 puede estar formada del mismo material que el cuerpo 1402 o de un material diferente. En una disposición particular, la guía de corte 1430 está formada de un material metálico tal como acero inoxidable. El cuerpo 1402 también incluye una ventana o abertura 1434 definida a pesar de ello. La abertura 1434 permite que un cirujano visualice el posicionamiento del bloque 1400 en el fémur del paciente al ver porciones del fémur a través de la abertura 1434. Además, la abertura 1434 puede reducir la cantidad de bolsas de aire u otras perfecciones creadas durante la fabricación del bloque 1400. En la disposición ilustrativa, la abertura 1434 se extiende desde la guía de corte 1400 hasta un punto más superior que el punto más superior 1436 de los casquillos de pasador de guía 1418. Sin embargo, el bloque de corte 1400 puede incluir ventanas o aberturas formadas en el cuerpo 1402 que tiene otras formas y tamaños.

La superficie 1412 orientada al hueso del cuerpo 1402 incluye un contorno negativo 1438 configurado para recibir una porción del lado anterior del fémur del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo personalizado específico para el paciente 1438 de la superficie de contacto con el hueso 1412 permite la colocación del bloque de corte 1400 en el fémur del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

Las pestañas 1404, 1406 incluyen una superficie 1440, 1442 en contacto con el hueso o de cara al hueso respectivamente, y una superficie exterior 1444, 1446, respectivamente, opuesta a la superficie con el hueso 1440, 1442. La superficie con el hueso 1440 de la lengüeta 1404 incluye un contorno negativo 1448 configurado para recibir una porción del lado distal del fémur del paciente que tiene un contorno correspondiente respectivo. De manera similar,

la superficie 1442 orientada al hueso de la lengüeta 1406 incluye un contorno negativo 1450 configurado para recibir una porción del lado distal del fémur del paciente que tiene un contorno correspondiente respectivo.

Como se discutió anteriormente, los brazos o pestañas 1404, 1406 se extienden posteriormente desde el cuerpo 1400 para definir una abertura en forma de U 1405 entre ellos. Las pestañas 1404, 1406 pueden extenderse desde el cuerpo 1400 la misma distancia o una distancia diferente. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 59, la lengüeta 1404 se extiende desde el cuerpo 1400 una distancia 1452 y la lengüeta 1406 se extiende desde el cuerpo 1400 una distancia 1454, que es mayor que la distancia 1452. Cada una de las pestañas 1404, 1406 incluye un orificio de guía respectivo o pasaje 1460 definido a través de eso. Se recibe un casquillo de pasador de guía 1462 en cada orificio de guía 1460. Los casquillos del pasador de guía 1462 incluyen un pasaje interno 1464 dimensionado para recibir un pasador de guía respectivo para asegurar aún más el bloque 1400 al fémur del paciente. De manera similar a los pasos de guía 1416, los pasos de guía 1460 se pueden taladrar en la superficie 1440, 1442 de las pestañas 1404, 1406.

Los labios 1408, 1410 de las pestañas 1404, 1406 también incluyen una superficie en contacto con el hueso o de cara al hueso 1472, 1474, respectivamente, y una superficie exterior 1476, 1478, respectivamente, opuesta a la superficie orientada al hueso 1472, 1474. La superficie orientada al hueso 1472 del labio 1408 incluye un contorno negativo 1480 configurado para recibir una porción del lado posterior del fémur del paciente que tiene un respectivo contorno correspondiente. De manera similar, la superficie 1474 orientada al hueso del labio 1410 incluye un contorno negativo 1482 configurado para recibir una porción del lado distal del fémur del paciente que tiene un contorno correspondiente respectivo. Cada uno de los labios 1408, 1410 incluye una ranura lateral 1484 que forma una ranura de alivio de sierra y está configurada para proporcionar una cantidad de espacio libre para la hoja de sierra para hueso utilizada para extraer una porción del hueso del paciente. Es decir, durante la realización del procedimiento quirúrgico ortopédico, se puede recibir un extremo distal de la hoja de sierra para huesos en la ranura 1484.

Opcionalmente, los contornos negativos 1438, 1448, 1450, 1480, 1482 de la superficie en contacto con el hueso 1412, 1440, 1442, 1472, 1472 del bloque de corte 1400 pueden coincidir o no con la superficie de contorno correspondiente del hueso del paciente. Es decir, como se discutió anteriormente, los contornos negativos 1438, 1448, 1450, 1480, 1482 pueden ser escalados o redimensionados (por ejemplo, agrandados) para compensar el cartílago del paciente o la falta del mismo.

En uso, el bloque de corte femoral 1400 está acoplado al extremo distal del fémur del paciente. Nuevamente, debido a que las superficies de contacto con el hueso 1412, 1440, 1442, 1472, 1472 del bloque de corte 1400 incluyen los contornos negativos 1438, 1448, 1450, 1480, 1482, el bloque 1400 puede estar acoplado al fémur del paciente en una posición única previamente planificada. Cuando está así acoplado, las pestañas 1404, 1406 se envuelven alrededor del extremo distal del fémur del paciente y los labios 1408, 1410 de las pestañas 1404, 1406 se envuelven alrededor del lado posterior del fémur del paciente. Además, cuando el bloque 1400 está acoplado al fémur del paciente, una porción del lado anterior del fémur se recibe en el contorno negativo 1438 del cuerpo 1402, una porción del lado distal del fémur del paciente se recibe en los contornos negativos 1448, 1450 de las pestañas 1404, 1406, y una parte del lado posterior del fémur se recibe en los contornos negativos 1480, 1482 de los labios 1408, 1410. Como tal, las superficies anterior, distal y posterior del fémur del paciente están referenciadas por el bloque de corte femoral 1400.

Con referencia ahora a las FIGs. 61-63, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte tibial 1500. El bloque de corte 1500 está configurado para acoplarse a una tibia de un paciente similar al bloque de corte 300 descrito anteriormente. El bloque de corte 1500 incluye un cuerpo 1502 configurado para acoplarse al lado anterior de la tibia del paciente y dos brazos o pestañas 1504, 1506, que se extienden lejos del cuerpo 1502 en una dirección posterior. Las pestañas 1504, 1506 están configuradas para envolverse sobre un extremo proximal de la tibia como se describe con más detalle a continuación. El bloque de corte 1500 puede estar formado de cualquier material adecuado. Por ejemplo, el bloque de corte 1500 puede formarse a partir de un material tal como un material plástico o de resina. En una disposición particular, el bloque de corte 1500 se forma a partir de resina Vero utilizando un proceso rápido de fabricación de prototipos. Sin embargo, el bloque de corte 1500 puede estar formado de otros materiales. Por ejemplo, en otra disposición particular, el bloque de corte 1500 se forma a partir de una resina termoplástica de poliimida, tal como una resina Ultem, que está disponible comercialmente de Saudi Basic Industries Corporation Innovative Plastics de Riyadh, Arabia Saudita.

El cuerpo 1502 incluye una superficie 1512 en contacto con el hueso o de cara al hueso y una superficie externa 1514 opuesta a la superficie con el hueso 1512. La superficie externa 1514 incluye una depresión o área rebajada 1516, que proporciona una indicación a un cirujano donde para aplicar presión al cuerpo 1502 al acoplar el bloque de corte 1500 a la tibia del paciente. Además, varios agujeros de pasador de guía o pasos 1518 se definen a través del cuerpo 1502 y tienen un diámetro dimensionado para recibir los respectivos pasadores de guía para asegurar el bloque 1500 a la tibia del paciente. Opcionalmente, uno o más de los orificios del pasador de guía 1518 pueden ser oblicuos o angulados con respecto a los orificios del pasador de guía restantes 1518 para asegurar aún más el bloque 1500 al hueso del paciente.

El cuerpo 1502 incluye una guía de corte modular 1520. Es decir, el cuerpo 1502 incluye una ranura receptora de guía de corte 1522 en donde se recibe la guía de corte 1520. Un pestillo 1524 u otro dispositivo de bloqueo asegura la guía de corte 1520 en su lugar en la ranura del receptor de la guía de corte 1522. Como tal, una de una serie de diferentes

5 guías de corte 1520 que tienen una ranura de guía de corte 1526 definida en varias posiciones de desplazamiento puede acoplarse al cuerpo 1502 para permitir que un cirujano determine selectivamente la cantidad de hueso del hueso del paciente que se extrae durante el procedimiento de corte de hueso. Por ejemplo, una guía de corte 1520 que tiene una ranura de guía de corte 1526 desplazada en +2 milímetros, con respecto a una guía de corte de referencia neutral 1520, puede usarse si el cirujano desea extraer una mayor cantidad de hueso del paciente. La guía de corte 1520 puede estar formada del mismo material que el cuerpo 1502 o de un material diferente. En una disposición particular, la guía de corte 1520 está formada de un material metálico tal como acero inoxidable.

10 La superficie 1512 orientada al hueso del cuerpo 1502 incluye un contorno negativo 1528 configurado para recibir una porción del lado anterior de la tibia del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo personalizado específico para el paciente 1528 de la superficie de contacto con el hueso 1512 permite la colocación del bloque de corte 1500 en la tibia del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

15 Como se discutió anteriormente, los brazos o pestañas 1504, 1506 se extienden posteriormente desde el cuerpo 1500 para definir una abertura en forma de U 1505 entre ellos. Las pestañas 1504, 1506 pueden extenderse desde el cuerpo la misma distancia o una distancia diferente. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 62, la pestaña 1504 se extiende desde el cuerpo 1500 una distancia 1530 y la pestaña 1506 se extiende desde el cuerpo 1530 una distancia 1532, que es mayor que la distancia 1530. Las pestañas 1504, 1506 se estrechan en la dirección anteroposterior. Es decir, el grosor de las pestañas 1504, 1506 en un extremo anterior de las pestañas 1504, 1506 es mayor que el grosor de las pestañas 1504, 1506 en un extremo posterior respectivo 1507, 1509. El estrechamiento de las pestañas 1504, 1506 permite que las pestañas 1504, 1506 se inserten dentro del espacio articular definido entre el fémur y la tibia del paciente.

25 Las pestañas 1504, 1506 incluyen una superficie 1540, 1542, que está en contacto con el hueso o está enfrentada al hueso, respectivamente, y una superficie exterior 1544, 1546, respectivamente, opuesta a la superficie 1540, 1542 que está enfrentada al hueso. La superficie 1540 orientada al hueso de la pestaña 1504 incluye un contorno negativo 1548 configurado para recibir una porción del lado distal de la tibia del paciente que tiene un contorno correspondiente respectivo. De manera similar, la superficie 1542 orientada al hueso de la lengüeta 1506 incluye un contorno negativo 1550 configurado para recibir una porción del lado distal de la tibia del paciente que tiene un contorno correspondiente respectivo.

35 Opcionalmente, los contornos negativos 1528, 1548, 1550 de las superficies de contacto con el hueso 1512, 1540, 1542 del bloque de corte 1500 pueden coincidir o no con la superficie del contorno correspondiente del hueso del paciente. Es decir, como se discutió anteriormente, los contornos negativos 1528, 1548, 1550 pueden ser escalados o redimensionados (por ejemplo, agrandados) para compensar el cartilago del paciente o la falta del mismo.

40 En uso, el bloque de corte femoral 1500 está acoplado al extremo distal del fémur del paciente. Nuevamente, debido a que las superficies de contacto con el hueso 1512, 1540, 1542 del bloque de corte 1500 incluyen los contornos negativos 1528, 1548, 1550, el bloque 1500 puede estar acoplado al fémur del paciente en una posición única planificada previamente. Cuando está acoplado de esta manera, las pestañas 1504, 1506 se envuelven alrededor del extremo proximal de la tibia del paciente. Además, cuando el bloque 1500 está acoplado al fémur del paciente, una porción del lado anterior de la tibia se recibe en el contorno negativo 1528 del cuerpo 1502 y una porción del lado proximal de la tibia del paciente se recibe en los contornos negativos 1548, 1550 de las pestañas 1504, 1506. Como tal, las superficies anterior y proximal de la tibia del paciente están referenciadas por el bloque de corte tibial 1500.

50 Con referencia ahora a las FIGs. 64-66, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte femoral 1600. El bloque de corte 1600 está configurado para acoplarse a una tibia de un paciente similar al bloque de corte 1500 descrito anteriormente. El bloque de corte 1600 incluye un cuerpo 1602 configurado para acoplarse al lado anterior de la tibia del paciente y dos brazos o pestañas 1604, 1606, que se extienden lejos del cuerpo 1602 en una dirección posterior. Las pestañas 1604, 1606 están configuradas para envolverse alrededor de un extremo proximal de la tibia como se describe con más detalle a continuación. Similar al bloque de corte 1500, el bloque de corte 1600 puede estar formado de cualquier material adecuado. Por ejemplo, el bloque de corte 1600 puede estar formado de un material plástico o de resina. En una disposición particular, el bloque de corte 1600 se forma a partir de resina Vero usando un proceso rápido de fabricación de prototipos. Sin embargo, el bloque de corte 1600 puede estar formado de otros materiales. Por ejemplo, en otra disposición particular, el bloque de corte 1600 se forma a partir de una resina termoplástica de poliimida, tal como una resina Ultem, que está disponible comercialmente en Saudi Basic Industries Corporation Innovative Plastics de Riyadh, Arabia Saudita.

60 El cuerpo 1602 incluye una superficie 1612 de contacto con el hueso o de cara al hueso y una superficie exterior 1614 opuesta a la superficie 1612 de cara al hueso. La superficie exterior 1614 incluye una serie de orificios de guía o pasajes 1616 definidos a su través. Se recibe un casquillo de pasador de guía 1618 en cada orificio de guía 1616. Los casquillos del pasador de guía 1618 incluyen un pasaje interno 1620 dimensionado para recibir un pasador de guía respectivo para asegurar el bloque 1600 a la tibia del paciente. Como se muestra en la FIG. 66, los pasos de guía 65 1616 se extienden desde la superficie exterior 1614 hasta la superficie orientada hacia el hueso 1612 y están contrarrestados en la superficie orientada hacia el hueso 1612. Es decir, el pasaje 1616 tiene una abertura 1622 en la

superficie orientada hacia el hueso 1612 que tiene un diámetro mayor que el diámetro de una abertura 1624 en la superficie exterior 1614.

5 La guía de corte 1600 incluye una guía de corte 1630 asegurada al cuerpo 1602. En una disposición particular, la guía de corte 1630 está sobremoldeada al cuerpo 1602. La guía de corte 1630 incluye una ranura de guía de corte 1632. La guía de corte 1630 puede estar formada del mismo material que el cuerpo 1602 o de un material diferente. En una disposición particular, la guía de corte 1630 está formada de un material metálico tal como acero inoxidable. El cuerpo 1602 también incluye una ventana o abertura 1634 para permitir que un cirujano visualice el posicionamiento del bloque 1600 en la tibia del paciente al ver porciones de la tibia a través de la abertura 1634. En la disposición ilustrativa, la ventana 1634 se realiza como una muesca 1636 definido en una superficie extrema superior 1637 del cuerpo 1602 de la guía de corte 1600. Sin embargo, el bloque de corte 1600 puede incluir ventanas o aberturas formadas en el cuerpo 1602 que tienen otras formas y tamaños.

15 La superficie 1612 orientada al hueso del cuerpo 1602 incluye un contorno negativo 1638 configurado para recibir una porción del lado anterior de la tibia del paciente que tiene un contorno correspondiente y una porción del lado medial de la tibia del paciente. Es decir, el contorno negativo 1638 se selecciona de modo que el bloque de corte 1600 esté configurado para acoplarse a la tibia del paciente en un lado medial anterior. Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 65, cuando el bloque de corte 1600 se asegura a la tibia de un paciente, se define un ángulo 1639 entre un plano de corte vertical 1641 del cuerpo 1602 del bloque 1600 y un plano sagital de corte 1643 de la tibia del paciente. La magnitud del ángulo 1639 puede seleccionarse en función, por ejemplo, del sexo o la edad del paciente. En una disposición particular, el ángulo está en el intervalo de aproximadamente 10 grados a aproximadamente 30 grados. En otra disposición particular, el ángulo es de aproximadamente 20 grados. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo personalizado específico para el paciente 1638 de la superficie de contacto con el hueso 1612 permite la colocación del bloque de corte 1600 en la tibia del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

25 Las pestañas 1604, 1606 incluyen una superficie 1640, 1642 en contacto con el hueso o de cara al hueso respectivamente, y una superficie exterior 1644, 1646, respectivamente, opuesta a la superficie con el hueso 1640, 1642. La superficie con el hueso 1640 de la pestaña 1604 incluye un contorno negativo 1648 configurado para recibir una porción del lado proximal de la tibia del paciente que tiene un contorno correspondiente respectivo. De manera similar, la superficie 1642 orientada al hueso de la lengüeta 1606 incluye un contorno negativo 1650 configurado para recibir una porción del lado proximal de la tibia del paciente que tiene un contorno correspondiente respectivo.

35 Como se discutió anteriormente, los brazos o pestañas 1604, 1606 se extienden posteriormente desde el cuerpo 1600 para definir una abertura en forma de U 1605 entre ellos. Las pestañas 1604, 1606 pueden extenderse desde el cuerpo 1600 la misma distancia o una distancia diferente. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 65, la pestaña 1604 se extiende desde el cuerpo 1600 una distancia 1652 y la pestaña 1606 se extiende desde el cuerpo 1600 una distancia 1654, que es mayor que la distancia 1652. Cada una de las pestañas 1604, 1606 incluye una abertura o ventana alargada respectiva 1660 definida a través de eso. De manera similar a la ventana 1634 descrita anteriormente, las ventanas permiten que un cirujano visualice la posición del bloque 1600 en la tibia del paciente al ver porciones de la tibia del extremo proximal a través de la abertura 1634.

45 Opcionalmente, los contornos negativos 1638, 1648, 1650, 1680, 1682 de las superficies de contacto con el hueso 1612, 1640, 1642, 1672, 1672 del bloque de corte 1400 pueden coincidir o no con la superficie de contorno correspondiente del hueso del paciente. Es decir, como se discutió anteriormente, los contornos negativos 1638, 1648, 1650, 1680, 1682 pueden ser escalados o redimensionados (por ejemplo, agrandados) para compensar el cartílago del paciente o la falta del mismo.

50 En uso, el bloque de corte femoral 1600 está acoplado al extremo distal del fémur del paciente. Nuevamente, debido a que las superficies de contacto con los huesos 1612, 1640, 1642, 1672, 1672 del bloque de corte 1600 incluyen los contornos negativos 1638, 1648, 1650, 1680, 1682, el bloque 1600 puede estar acoplado al fémur del paciente en una posición única previamente planificada. Cuando está así acoplado, las pestañas 1604, 1606 se envuelven alrededor del extremo distal del fémur del paciente y los labios 1608, 1610 de las pestañas 1604, 1606 se envuelven alrededor del lado posterior del fémur del paciente. Además, cuando el bloque 1600 está acoplado al fémur del paciente, una porción del lado anterior del fémur se recibe en el contorno negativo 1638 del cuerpo 1602 y una porción del lado proximal de la tibia del paciente se recibe en los contornos negativos. 1648, 1650 de las pestañas 1604, 1606.

60 Con referencia ahora a la FIG. 67, en una disposición, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un instrumento de guía de broca 2050. El instrumento de guía de broca 2050 incluye un cuerpo 2052 que tiene una superficie de contacto con el hueso 2054 y una superficie exterior 2056. La superficie de contacto con el hueso 2054 incluye un contorno negativo 2058 configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 2058 permite el posicionamiento del instrumento de guía de perforación 2050 sobre el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas. Ilustrativamente, el instrumento de guía de perforación 2050 está configurado para usarse con el fémur de un paciente, pero el instrumento de guía de perforación 2050 puede configurarse para usarse con otros huesos del paciente como la tibia. El cuerpo 2052 del instrumento de guía de perforación 2050 incluye

varias guías de perforación 2060, 2062, cada una de las cuales tiene un pasaje de guía de perforación 2066 definido a su través. Ilustrativamente, las guías de perforación 2060 y los pasajes de guía de perforación correspondientes 2066 se colocan en el cuerpo 2052 del instrumento 2050 para facilitar la colocación de pasadores de guía para un bloque de corte de fémur distal universal del paciente, mientras que la guía de perforación 2062 y los pasajes de guía de perforación correspondientes 2066 colocados en el cuerpo 2052 para facilitar la colocación de pasadores de guía para un bloque de corte de fémur 4 en 1 universal para el paciente. Sin embargo, el instrumento de guía de perforación 2050 puede tener un número mayor o menor de guía de perforación colocada en otras ubicaciones en el cuerpo 2052.

En uso, el instrumento de guía de perforación ilustrativo 2050 está configurado para acoplarse al extremo distal de un fémur 2070 de un paciente como se ilustra en la FIG. 68. Nuevamente, debido a que el instrumento de guía de perforación 2050 incluye el contorno negativo 58, el instrumento de guía de perforación 2050 se puede acoplar al fémur 2070 en una posición única planificada previamente de modo que las guías de perforación 2060, 2062 se coloquen en una ubicación deseada en relación con el fémur 2070. Como tal, debido a que el posicionamiento del instrumento de guía de perforación 2050 se ha predefinido en base al contorno negativo 2058, un cirujano ortopédico puede acoplar el instrumento de guía de perforación 2050 al fémur 2070 sin la necesidad de estimar la ubicación correcta.

Después de que el instrumento de guía de perforación 2050 se acople al extremo distal del fémur 2070, el cirujano ortopédico puede usar las guías de perforación 2060, 2062 para perforar varios agujeros o pasajes 2068 en el fémur 2070. Después de que los pasillos 2068 tengan perforado en el fémur 2070, se pueden insertar o enroscar varios pasadores de guía 2072 en los pasajes 2068. El instrumento de guía de perforación 2050 se puede dejar en su lugar durante la inserción de los pasadores de guía 2072 o se puede quitar antes de ello. Los pasadores de guía 2072 se insertan en el fémur 2070 de tal manera que una parte de cada pasador 2072 se extiende hacia afuera desde el fémur 2070.

Después de que los pasadores de guía 2072 se hayan insertado en el fémur 2070, se pueden acoplar bloques de corte de hueso universales o estándar al fémur 2070 usando los pasadores de guía 2072. Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 69, un bloque de corte distal universal de paciente 2074 y un bloque de corte de fémur 4 en 1 universal de paciente 2076 pueden estar acoplados al fémur 2070. Cada uno de los bloques 2074, 2076 incluye un pasador de pasador de guía 2075 configurado para recibir la porción del pasador de guía correspondiente que se extiende hacia afuera desde el fémur 2070. Además, cada uno de los bloques 2074, 2076 incluye una o más guías de corte. Por ejemplo, el bloque 2074 incluye una guía de corte capturada 2078. El bloque 2076 incluye un par de guías de corte en ángulo capturadas 2080, 2082. Además, el bloque 2076 incluye un par de guías de corte no capturadas 2084, 2086, que definen los extremos del bloque 2076. En uso, cada una de las guías de corte 2078, 2080, 2082, 2084, 2086 puede usarse para guiar una hoja de sierra para huesos u otro dispositivo de corte. Para hacerlo, la hoja de sierra para huesos puede insertarse en las guías capturadas 2078, 2080, 2082 o apoyarse contra las guías no capturadas 2084, 2086 para facilitar el corte del fémur 2070. Debe apreciarse que, debido a que la posición de los pasadores de guía 2072 está predeterminada debido a la configuración del instrumento de guía de perforación 2050, cualquier corte de hueso realizado con los bloques de corte universales para pacientes 2074, 2076 corresponde a los planos predeterminados de corte de hueso (consulte el paso de proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1).

En referencia ahora a las FIGs. 70 y 71, en otra disposición, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un par de bloques de corte de hueso 2102, 2104. El bloque de corte de hueso 2102 es un bloque de corte femoral y está configurado para acoplarse a un fémur 2106 del paciente. El bloque de corte de hueso 2104 es un bloque de corte tibial y está configurado para acoplarse a una tibia 2108 del paciente. El bloque de corte de hueso 2102 incluye una superficie de contacto con el hueso o de cara al hueso 2110 que tiene un contorno negativo (no mostrado) que coincide con una parte del contorno del fémur 2106. De manera similar, el bloque de corte de hueso 2104 incluye un contacto de hueso o superficie 2112 orientada al hueso que tiene un contorno negativo (no mostrado) que coincide con una porción del contorno de la tibia 2108. Como se discutió anteriormente, los contornos negativos de los bloques 2102, 2104 permiten la colocación de los bloques de corte específicos del paciente 2102, 2104 en el hueso respectivo del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte femoral 2102 incluye un par de guías de pasador 2114. En uso, las guías de pasador 2114 se usan como guías de perforación para establecer agujeros de pasadores de guía en el fémur 2106. El bloque de corte 2102 también incluye una guía de corte 2116. Ilustrativamente, la guía de corte 2116 es una guía de corte capturada, pero puede realizarse como una guía de corte abierta o no capturada. De manera similar, el bloque de corte tibial 104 incluye un par de guías de pasador 2118 y una guía de corte 2120. Como se discutió anteriormente, las guías de corte 2116, 2120 se usan para guiar una hoja de sierra para huesos u otro dispositivo de corte.

Opcionalmente, la superficie de contacto con el hueso 2110 del bloque de corte de hueso 2102 también puede incluir un pulgar o receso de presión 2111, que se coloca en el bloque 2102 para corresponder a una fosa del hueso del paciente 2106. En uso, el cirujano puede usar el hueco para el pulgar 2111 para asentar adecuadamente el bloque de corte 2102 en el hueso del paciente 2106.

En uso, los bloques de corte 2102, 2104 están configurados para acoplarse al fémur del paciente 2106 y la tibia 2108, respectivamente. Nuevamente, debido a que cada uno de los bloques 2102, 2104 incluye los contornos negativos respectivos, los bloques 2102, 2104 se pueden acoplar al hueso respectivo 2106, 2108 en una posición única planificada previamente de manera que las guías de pasador 2114, 2118 y las guías de corte 2116, 2120 se colocan en una ubicación deseada con respecto al hueso respectivo 2106, 2108. Después de que los bloques 2102, 2104 se hayan acoplado al hueso respectivo 2106, 2108, el cirujano ortopédico puede perforar agujeros de pasador de guía en los huesos 2106, 2108 usando las guías de pasador 2114, 2118 como guías de perforación. Luego, los pasadores de guía 2122 pueden insertarse en cada guía de pasador 2114, 2118 para asegurar el bloque de corte correspondiente al paciente 2102, 2104 al hueso respectivo 2106, 2108. Después de que los bloques de corte 2102, 2104 se hayan asegurado al fémur 2106 y la tibia 2108 del paciente, el cirujano ortopédico puede resear el fémur 2106 y la tibia 2108 usando las guías de corte 2116, 2120 con una sierra para huesos u otro dispositivo de corte. Para hacerlo, el cirujano puede insertar una hoja de sierra para huesos de la sierra para huesos en la guía de corte 2116, 2120. Debe tenerse en cuenta que, debido a que la posición de las guías de corte 2116, 2120 está predeterminada debido a la configuración de las respectivas bloques de corte de hueso 2102, 2104, cualquier corte de hueso realizado usando los bloques de corte específicos del paciente 2102, 2104 corresponde a los planos de corte de hueso predeterminados (véase el paso de proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1).

En algunos casos, el cirujano ortopédico puede determinar que se debe extraer hueso adicional del fémur y/o tibia después de la primera resección usando los bloques de corte específicos del paciente 2102, 2104. En tales casos, el cirujano ortopédico puede usar un par de bloques recortados universales para el paciente 2132, 2134. Los bloques recortados universales para el paciente 2132, 2134 pueden acoplarse al fémur 2106 y la tibia 2108 del paciente, respectivamente, utilizando los pasadores de guía 2122. Es decir, la ubicación de las guías de pasador 2114, 2118 en los respectivos bloques de corte específicos del paciente 2102, 2104 se selecciona de tal manera que las clavijas de guía 2122, una vez insertadas en el hueso del paciente, puedan usarse con bloques de corte estándar o universales del paciente. Como tal, no se necesitan nuevos pasadores de guía para los bloques recortados 2132, 2134. Cada uno de los bloques recortados 2132, 2134 incluye una agrupación de orificios de pasador de guía 2136 configurados para recibir los pasadores de guía 2122. Ilustrativamente, cada agrupación de los orificios de pasador de guía 2136 incluye un orificio de pasador de guía neutral 2138, un orificio de pasador de guía de más de dos milímetros 2140 y un orificio de pasador de guía de menos dos milímetros 2142. Sin embargo, pueden utilizarse orificios de pasador de guía correspondientes a otras cantidades de resección. Además, como se ilustra en la FIG. 71, los agujeros de pasador de guía 2136 incluyen pares de agujeros que pueden usarse para ajustar el ángulo del corte de resección. Cada uno de los bloques recortados 2132, 2134 también incluye una guía de corte capturada 2144, 2146. Sin embargo, los bloques recortados 2132, 2134 pueden incluir guías de corte no capturadas o abiertas además de o en lugar de las guías 2144, 2146.

Con referencia ahora a la FIG. 72, en una disposición, un instrumento de corte universal para el paciente 2150 incluye una base 2152 y un bloque de corte 2154 acoplado de manera desmontable a la base 2152. La base 2152 incluye una superficie 2156 de contacto con el hueso o cara al hueso sustancialmente plana y una superficie exterior 2158. Un mango 2160 se extiende hacia afuera desde la superficie exterior 2158 para facilitar la colocación del instrumento 2150. La superficie de contacto con el hueso 2156 está configurada para contactar con la superficie resacada 2162 de un hueso 2164 del paciente como se ilustra en la FIG. 72).

El bloque de corte 2154 se asegura a un extremo 2166 de la base 2152 a través de un dispositivo de seguridad 2168 tal como un perno, un tornillo de mariposa u otro dispositivo de seguridad capaz de acoplar de manera removible el bloque 2154 a la base 2152. El bloque de corte 2154 incluye una guía de corte capturada 2172, pero también puede incluir una guía de corte no capturada 2174. La guía de corte no capturada 2174 puede definir un lado final del bloque de corte 2154. La guía de corte 2174 puede definirse en el bloque de corte 2154 de manera que se puede resear cualquier cantidad de hueso. Por ejemplo, en una disposición ilustrativa, la guía de corte 2174 se define en el bloque de corte 2154 de manera que se extraen dos milímetros de hueso durante cada resección del hueso 2164. De lo contrario, el bloque de corte 2154 puede configurarse para eliminar otras cantidades de hueso. Además, debido a que el bloque de corte 2154 es extraíble de la base 2152, los bloques de corte que tienen guías de corte configuradas para facilitar la extracción de varias cantidades de hueso pueden acoplarse selectivamente a la base 2152. Como tal, se puede utilizar una selección de bloques de corte configurados para eliminar varias cantidades de hueso durante la resección con una sola base 2152.

Con referencia ahora a las FIGs. 73-76, un instrumento o bloque de corte universal para el paciente 2200 incluye una superficie plana 2202 de contacto con el hueso o de cara al hueso, una superficie exterior inferior 2204 y una superficie exterior superior 2206. La superficie de contacto con el hueso 2202 está configurada para contactar con la superficie resacada 2216 de un hueso 2212 del paciente como se ilustra en las FIGs. 75 y 76. Ilustrativamente, el bloque de corte 2200 está configurado para usarse con un fémur del paciente, pero puede configurarse para usarse con la tibia u otro hueso del paciente. El instrumento de corte ilustrativo 2200 tiene una forma sustancialmente en "L", pero puede tener otras formas configuradas para acoplarse al extremo de un hueso resacado.

El instrumento de corte 2200 incluye una guía de corte capturada 2208 definida en la superficie exterior superior 2206, pero también puede incluir una guía de corte no capturada 2209. La guía de corte no capturada 2209 puede entonces definir un lado final del bloque recortado 2200. La guía de corte 2208 puede definirse en el bloque recortado 2200 de

modo que se pueda resecar cualquier cantidad de hueso. Por ejemplo, en una disposición ilustrativa, la guía de corte 2208 se define en el bloque de corte 2200 de tal manera que se extraen dos milímetros de hueso durante cada resección del hueso 2164. De lo contrario, el bloque de corte 2200 se puede configurar para extraer otras cantidades de hueso.

5 El instrumento de corte 2200 también incluye varios orificios de pasador de guía 2210 como se ilustra en la FIG. 74. Los orificios de pasador de guía 2210 están definidos en la superficie exterior inferior 2204 del instrumento 2200 de tal manera que el instrumento 2200 puede estar acoplado al hueso 2212 del paciente en una posición neutra o en ángulo. Es decir, como se ilustra en las FIGs. 75 y 76, el bloque de corte 2200 está configurado para acoplarse al hueso 2212 del paciente usando los pasadores de guía 2220, que se aseguraron al hueso 2212 del paciente usando un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente, como uno de los bloques de corte de hueso 2102, 2104 descritos anteriormente con respecto a las FIGs. 70 y 71.

15 Después de realizar el corte inicial del hueso utilizando el instrumento quirúrgico ortopédico del paciente personalizado, el instrumento de corte 2200 puede acoplarse al hueso 2212 usando los pasadores de guía 2220. Como se discutió anteriormente, el bloque de corte 2200 puede acoplarse al hueso 2212 en una orientación neutra o en una orientación en ángulo para facilitar cortes rectos o en ángulo, respectivamente. Por ejemplo, si se desea un corte en ángulo, el instrumento de corte 2200 se puede acoplar al hueso 2212 de modo que los pasadores de guía 2220 se reciban en los orificios de pasador de guía 2222, 2224, que están desplazados uno respecto al otro (véase la FIG. 74). Como tal, la guía de corte 2208 está orientada en una posición angulada con relación al hueso 2212 del paciente. En algunas disposiciones como se ilustra en la FIG. 76, la guía de corte 2208 puede definirse en el instrumento de corte en ángulo para proporcionar una angulación adicional al corte de hueso. En uso, un cirujano ortopédico puede recibir una variedad de bloques de corte 2200, cada uno configurado para extraer diferentes cantidades de hueso y/o cortar el hueso en varios ángulos. Por ejemplo, los bloques recortados 2200 pueden enviarse al cirujano ortopédico junto con el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente como se discutió anteriormente con respecto a los pasos 30, 32 del proceso del algoritmo 10.

30 Con referencia ahora a las FIGs. 77-80, una herramienta quirúrgica ortopédica utilizable con varios instrumentos quirúrgicos ortopédicos personalizados específicos para el paciente se incorpora como una herramienta para sierra para huesos 2300. La herramienta para sierra para huesos 2300 incluye una sierra para huesos 2302 y una hoja de sierra para huesos 2304. La sierra para huesos 2300 incluye una carcasa 2306 que tiene un mandril de sierra para huesos 2308 configurado para recibir la hoja de sierra para huesos 2304 colocada en un extremo de la carcasa 2306. Un mango 2316 se extiende hacia abajo desde la carcasa 2306. Un usuario puede acoplar la hoja de sierra para huesos 2304 a la sierra para huesos 2302 insertando la hoja de sierra para huesos 2304 en el portabrocas 2308 y operando el portabrocas 2308 para asegurar la hoja de sierra para huesos 2304 a la sierra para huesos 2302. En uso, el plato ilustrativo para hoja de sierra para huesos 2308 mueve la hoja de sierra 2304 en un movimiento de corte. Por ejemplo, el portabrocas 2308 de la hoja de sierra para huesos oscila opcionalmente la hoja 2304 de la sierra para huesos a lo largo de un arco de corte 2309. Sin embargo, la hoja de sierra para huesos 2304 puede oscilar o moverse de otra manera en cualquier dirección y a lo largo de cualquier trayectoria de corte dependiendo de la aplicación y tipo particular de sierra para huesos utilizada.

45 La sierra para huesos 2302 también incluye una guía 2310 acoplada al fondo del cubo 2306. La guía 2310 está configurada como un cuerpo que tiene uno o más agujeros para recibir uno o más pasadores de guía 2312 que se han acoplado a un hueso 2314 de un paciente. En la disposición ilustrativa descrita en el presente documento, la guía 2310 se realiza como un cuerpo alargado que tiene una ranura definida en el mismo para recibir los pasadores de guía 2312. Los pasadores de guía 2312 se pueden acoplar al hueso 2314 usando un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente, como el instrumento de guía de broca 2050 ilustrado y descrito anteriormente con respecto a las FIGs. 67-69. Como tal, los pasadores de guía 2312 están acoplados al hueso 2314 en una posición predeterminada debido a la configuración del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente de manera que cualquier corte de hueso hecho con la sierra de hueso 2302 corresponde a los planos de corte de hueso predeterminados (véase el paso 24 del proceso del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1).

55 Como se discutió anteriormente, la guía 2310 está configurada para recibir los pasadores de guía 2312. La guía 2310 está alargada y orientada ortogonalmente con respecto a los pasadores de guía 2312 de modo que los pasadores 2312 pueden recibirse en la guía 2310. En uso, la sierra para huesos 2302 se puede mover en una dirección medial-lateral con respecto al hueso del paciente 2314 hasta que uno de los pasadores de guía 2312 entre en contacto con una pared lateral interna de la guía 2312.

60 De lo contrario, la guía 2310 se puede asegurar a la sierra para huesos 2302 mediante el uso de otros dispositivos. Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 78, la carcasa 2306 de la sierra para huesos 2302 puede incluir un eje 2320. La guía 2310 se puede asegurar al eje 2320 a través de una abrazadera 2322. La guía 2310 se puede acoplar extraíblemente al eje 2320. Por ejemplo, la abrazadera 2322 puede incluir un dispositivo de fijación tal como un perno 2324, que puede retirarse para liberar o retirar la guía 2310 de la sierra para huesos 2302.

65 Como se muestra en las FIGs. 78 y 79, los pasadores de guía 2312 se reciben en la guía 2310 en uso. Opcionalmente,

la guía 2310 se puede configurar para girar o rotar con respecto a la sierra para huesos 2302. Es decir, la guía 2310 se puede acoplar a la abrazadera 2322 a través de un poste giratorio 2326. Como tal, durante el uso, la sierra para huesos 2302 se puede mover en una dirección medial-lateral y girar con respecto a los pasadores de guía 2312.

5 Opcionalmente, la distancia 2333 a la que se extienden los pasadores de guía 2312 desde el hueso 2312 puede variar. Por ejemplo, los pasadores de guía 2312 pueden extenderse desde el hueso 2314 una corta distancia. La guía 2310 de la sierra para huesos 2302 puede configurarse entonces para moverse hacia adentro y hacia afuera con respecto a la sierra para huesos 2302 para acomodar los pasadores de guía 2312 de varias longitudes. Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 80, la guía 2310 puede estar acoplada a una base 336, que está acoplada a la abrazadera 2322 a través de una barra 2330. La barra 2330 se extiende a través de un resorte 2332 colocado entre la base de la guía 2310 y la abrazadera 2324. El resorte 2332 se inclina la varilla 2330 en una posición extendida con respecto a la abrazadera 2324. Sin embargo, si los pasadores de guía 2312 se extienden desde el hueso 2314 una corta distancia 2333, la guía 2310 puede presionarse contra el lado del hueso 2314 durante el uso para hacer que el resorte 2332 sea comprimido. En respuesta a la compresión del resorte, la guía 2310 se retrae hacia dentro con respecto a la sierra para huesos 2302. Opcionalmente, la guía 2310 se puede acoplar a la base 2336 a través de un poste giratorio 2326. En tales disposiciones, la guía 2310 está configurada para girar o rotar con respecto a la sierra para huesos 2302.

20 Con referencia ahora a la FIG. 81, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 3100. El bloque de corte 3100 está configurado para acoplarse a un hueso, como el fémur o la tibia, de un paciente. El bloque de corte 3100 incluye un cuerpo 3102 que tiene una superficie 3104 en contacto con el hueso o de cara al hueso y una superficie exterior 3106. La superficie 3104 en contacto con el hueso incluye un contorno negativo 3108 configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 3108 de la superficie de contacto con el hueso 3104 permite la colocación del bloque de corte 3100 en el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

25 El bloque de corte 3100 también incluye una serie de guías de pasador 3110. En uso, las guías de pasador 3110 se usan como guías de broca para establecer agujeros de pasador de guía en el hueso del paciente para asegurar una serie de pasadores de guía (no mostrados) hasta el hueso. El bloque de corte 3100 puede entonces acoplarse y asegurarse al hueso del paciente a través de los pasadores de guía.

30 El bloque de corte 3100 también incluye una primera guía de corte 3112, una segunda guía de corte 3114 y una tercera guía de corte 3116. Cada una de las guías de corte 3112, 3114, 3116 están separadas entre sí a una distancia predeterminada. Por ejemplo, en una disposición particular, cada una de las guías de corte 3112, 3114, 3116 están separadas una distancia de aproximadamente dos milímetros, pero pueden estar separadas entre sí por otras distancias. Opcionalmente, la segunda guía de corte 3114 se realiza como la guía de corte neutral o de compensación cero. Es decir, debido a que la posición de la guía de corte 3114 está predeterminada debido a la configuración del bloque de corte 3100, cualquier corte de hueso realizado utilizando el bloque de corte específico del paciente 3100 corresponde a los planos de corte de hueso predeterminados (consulte el paso 24 del proceso de algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1). Como tal, la guía de corte 3112 está separada de la guía de corte 3114 y puede usarse para extraer una mayor cantidad de hueso del paciente (por ejemplo, dos milímetros más) con respecto a la guía de corte 3114. De manera similar, la guía de corte 3116 está separada de la guía de corte 3114 y utilizable por el cirujano para extraer una cantidad menor del hueso del paciente (por ejemplo, dos milímetros menos) en relación con la guía de corte 3114.

40 En uso, el bloque de corte 100 está configurado para acoplarse al paciente hueso 3120, tal como el fémur o la tibia como se ilustra en la FIG. 82. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 3104 del bloque de corte 3100 incluye el contorno negativo 3108, el bloque 3100 puede estar acoplado al hueso 3120 en una posición única planificada previamente. El bloque de corte 3100 se puede asegurar al hueso 3120 mediante el uso de varios pasadores de guía (no mostrados) recibidos en las guías de pasador 3110 y el hueso 3120. Opcionalmente, el bloque de corte 100 puede incluir una línea de alineación mecánica o indicador 3122 y/o una línea de alineación anatómica o indicador 3124.

45 Después de que el bloque de corte 3100 se ha asegurado al hueso del paciente 3120, el cirujano ortopédico puede realizar la resección ósea. Como se discutió anteriormente, el cirujano puede usar la guía de corte 3114 para reseccionar la cantidad de hueso planificada previamente. Es decir, el corte de hueso realizado utilizando la guía de corte 3114 corresponde al plano de corte determinado durante la fabricación del bloque de corte 3100 (véase el paso de proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1). Sin embargo, el cirujano ortopédico puede tomar una decisión intraoperatoria basada en el análisis de la anatomía ósea del paciente y/o del complejo de tejidos blandos para extraer más o menos del hueso del paciente con respecto a la cantidad planificada previamente (es decir, la cantidad eliminada si el cirujano usa la guía de corte 3114). Por ejemplo, el cirujano ortopédico puede usar la guía de corte 3112 para extraer más hueso del paciente o la guía de corte 3116 para extraer menos hueso del paciente. Como tal, debe apreciarse que el bloque de corte 3100 proporciona una cantidad de ajuste intraoperatorio al cirujano ortopédico.

60 Con referencia ahora a la FIG. 83, el bloque de corte 3100 puede incluir una lengüeta separable 3122 que cubre la

guía de corte 3114 y una lengüeta separable 3124 que cubre la guía de corte 3116. Las lengüetas separables 3122, 3124 pueden estar formadas de un material transparente. El cirujano ortopédico puede estimar la cantidad de hueso que se extraerá al usar cada guía de corte 3114, 3116 mirando a través de las pestañas transparentes de separación 3122, 3124. En uso, si el cirujano decide usar una de las guías de corte 3114, 3116, el cirujano puede quitar la lengüeta de separación respectiva 3122, 3124 y reseca el hueso del paciente 3120 usando la guía de corte correspondiente 3114, 3116.

En referencia ahora a las FIGs. 84-86, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 3150. El bloque de corte 3150 está configurado para acoplarse a un hueso, como el fémur o la tibia, de un paciente. El bloque de corte 3150 incluye un cuerpo 3152 que tiene una superficie 3154 en contacto con el hueso o cara al hueso y una superficie exterior 3156. La superficie 3154 en contacto con el hueso incluye un contorno negativo 3158 configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 3158 de la superficie de contacto con el hueso 3154 permite la colocación del bloque de corte 3150 en el hueso del paciente en una ubicación y orientación únicas y predeterminadas. Opcionalmente, el bloque de corte 3150 también puede incluir una línea de resección anterior o indicador 3180 y/o una línea de resección posterior 3182.

El bloque de corte 3150 también incluye una serie de guías de pasador 3160. En uso, se usan las guías de pasador 3160 como guías de broca para establecer orificios de pasadores de guía en el hueso del paciente para asegurar varios pasadores de guía (no mostrados) al hueso. El bloque de corte 3150 se puede acoplar y asegurar al hueso del paciente a través de los pasadores de guía.

El bloque de corte 3150 también incluye una abertura 3162 definida en la superficie exterior 3156 del cuerpo 3152. La abertura 3162 está configurada para recibir uno de varios insertos de guía de corte 3164, 3166, 3168. La abertura ilustrativa 3162 es rectangular en forma, pero puede tener otras formas configuradas para recibir los insertos 3164, 3166, 3168. Los insertos de guía de corte 3164, 3166, 3168 están configurados de manera similar para ser recibidos en la abertura 3162. Como tal, los insertos ilustrativos 3164, 3166, 3168 están incorporados como bloques rectangulares, pero pueden tener otras configuraciones.

Cada uno de los insertos 3164, 3166, 3168 incluye una guía de corte 3174, 3176, 3178, respectivamente, definida a su través. Las guías de corte 3174, 3176, 3178 se definen en una ubicación diferente en cada uno de los insertos 3164, 3166, 3168 entre sí. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 84, la guía de corte 3174 del inserto de la guía de corte 3164 está ubicada en una posición neutral, central o sin desplazamiento con respecto al inserto 3164. Sin embargo, la guía de corte 3176 del inserto de la guía de corte 3166 está desplazada del centro del inserto de la guía de corte 3166. Además, la guía de corte 3178 del inserto de la guía de corte 3168 está desplazada del centro del inserto de la guía de corte 3168 una cantidad mayor que la guía de corte 3176 del inserto 3166. Las guías de corte 3176, 3178 pueden estar desplazadas por cualquier cantidad. En una disposición particular, la guía de corte 3176 está desplazada del centro del inserto de guía de corte 3166 en aproximadamente dos milímetros y la guía de corte 3178 está desplazada del centro del inserto de guía de corte 3168 en aproximadamente cuatro milímetros. Además, se puede usar cualquier cantidad de insertos de guía de corte que tengan una variedad de guías de corte desplazadas.

En uso, el bloque de corte 3150 está configurado para acoplarse al hueso 3170 de un paciente, tal como el fémur o la tibia. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 3154 del bloque de corte 3150 incluye el contorno negativo 3158, el bloque 3150 puede estar acoplado al hueso 3170 en una posición única planificada previamente. El bloque de corte 3150 se puede asegurar al hueso 3170 mediante el uso de varios pasadores de guía (no mostrados) recibidos en las guías de pasador 3160 y el hueso 3170. Cualquiera de los insertos de guía de corte 3164, 3166, 3168 se puede insertar en la abertura 3162 del bloque de corte 3150. Por ejemplo, el inserto de guía de corte 3164 que tiene una guía de corte no desplazada 3174 puede insertarse en la abertura 3162 para reseca la cantidad de hueso planificada previamente. Es decir, el corte de hueso realizado usando la guía de corte 3164 corresponde al plano de corte determinado durante la fabricación del bloque de corte 3150 (véase el paso de proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1).

Sin embargo, el cirujano ortopédico puede tomar una decisión intraoperatoria basada en el análisis de la anatomía ósea del paciente y/o del complejo de tejidos blandos para extraer más o menos hueso del paciente con respecto a la cantidad planificada previamente (es decir, la cantidad eliminada si el cirujano usa el inserto de guía de corte 3164). Por ejemplo, el cirujano ortopédico puede usar el inserto de guía de corte 3166 para extraer más (o menos) del hueso del paciente o el inserto de guía de corte 3168 para extraer aún más (o incluso menos) del hueso del paciente.

Cada inserto de guía de corte 3166, 3168 que tiene una guía de corte desplazada 3176, 3178 puede insertarse en la abertura 3162 en una de dos configuraciones de modo que el inserto de guía de corte 3166, 3168 esté configurado para extraer más o menos hueso del paciente 3170 con respecto al inserto de guía de corte no desplazada 3164. Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 85, el inserto de guía de corte 3168 puede insertarse en la abertura 3162 en una primera orientación de modo que cualquier resección ósea realizada usando el bloque de corte 3150 eliminará más hueso (por ejemplo, aproximadamente cuatro milímetros más) en relación con el inserto de guía de corte no desplazada 3164. Alternativamente, como se ilustra en la FIG. 86, el inserto de la guía de corte 3168 puede retirarse de la abertura 3162 y volverse a insertar en una segunda orientación de modo que cualquier resección ósea realizada

usando el bloque de corte eliminará menos hueso (por ejemplo, aproximadamente cuatro milímetros menos) en relación con el inserto de guía de corte no desplazada 3164. En consecuencia, el cirujano ortopédico puede reseca hasta aproximadamente cuatro milímetros menos o más hueso en relación con el inserto de guía de corte no desplazada 3164. Como tal, debe apreciarse que el bloque de corte 3150 proporciona una cantidad de ajustabilidad operativa al cirujano ortopédico. Opcionalmente, el cirujano ortopédico puede estar provisto del bloque de corte 3150 y una selección de varios insertos de guía de corte para proporcionar una amplia gama de ajustabilidad.

Con referencia ahora a la FIG. 87, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 3200. El bloque de corte 3200 está configurado para acoplarse a un hueso, como el fémur o la tibia, de un paciente. El bloque de corte 3200 incluye un cuerpo 3202 que tiene una superficie de contacto con el hueso o de cara al hueso 3204 y una superficie exterior 3206. La superficie de contacto con el hueso 3204 incluye un contorno negativo (no mostrado) configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo de la superficie de contacto con el hueso 3204 permite la colocación del bloque de corte 3200 en el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte 3200 también incluye una serie de guías de pasador 3210. En uso, las guías de pasador 3210 se usan como guías de broca para establecer agujeros de pasadores de guía en el hueso del paciente para asegurar una serie de pasadores guía (no mostrados) hasta el hueso. El bloque de corte 3200 puede entonces acoplarse y asegurarse al hueso del paciente a través de los pasadores de guía.

El bloque de corte 3200 también incluye una abertura 3212 definida en la superficie exterior 3206 del cuerpo 3202. Una guía de corte ajustable 3214 está colocada en la abertura 3212. La guía de corte ajustable 3214 está operativamente acoplada a una ruedecilla, dial o otro dispositivo de posicionamiento 3216 a través de un enlace mecánico 3218. Opcionalmente, el bloque de corte 3200 puede incluir marcas 3220 ubicadas hacia el lado de la abertura 3212 y configuradas para proporcionar una indicación visual de la posición de la guía de corte ajustable 3214.

En uso, el bloque de corte 3200 está configurado para acoplarse al hueso 3230 de un paciente, tal como el fémur o la tibia. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 3204 del bloque de corte 3200 incluye el contorno negativo, el bloque 3200 puede estar acoplado al hueso 3230 en una posición única planificada previamente. El bloque de corte 3200 se puede asegurar al hueso 3230 mediante el uso de varios pasadores de guía (no mostrados) recibidos en las guías de pasador 3210 y el hueso 3230. Después de que el bloque de corte 3200 se ha asegurado al hueso del paciente 3230, el cirujano ortopédico puede reseca el hueso 3230. El cirujano puede ajustar la cantidad de resección intraoperatoriamente a través de la ruedecilla 3216. Es decir, el cirujano ortopédico puede ajustar la posición de la guía de corte ajustable 3214 en la abertura 3212, según lo indicado por la flecha de dirección 3222, accionando la ruedecilla 3216. Por ejemplo, el cirujano puede ajustar la guía de corte 3214 para extraer más o menos el hueso del paciente 3230. El cirujano puede controlar la posición de la guía de corte 3214 según las indicaciones 3220.

Con referencia ahora a la FIG. 88, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 3250. El bloque de corte 3250 está configurado para acoplarse a un hueso, como el fémur o la tibia, de un paciente. El bloque de corte 3250 incluye un cuerpo 3252 que tiene una superficie de contacto con el hueso o de cara al hueso 3254 y una superficie exterior 3256. La superficie de contacto con el hueso 3254 incluye un contorno negativo 3258 configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 3258 de la superficie de contacto con el hueso 3254 permite la colocación del bloque de corte 3250 en el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte 3250 también incluye una serie de guías de pasador 3260. En uso, las guías de pasador 3260 se usan como guías de broca para establecer agujeros de clavija de guía en el hueso del paciente para asegurar una serie de pasadores de guía (no mostrados) hasta el hueso. El bloque de corte 3250 se puede acoplar y asegurar al hueso del paciente a través de los pasadores de guía. El bloque de corte 3250 también incluye una guía de corte 3262. Ilustrativamente, la guía de corte 3262 es una guía de corte capturada, pero puede realizarse como una guía de corte abierta o no capturada.

El bloque de corte 3250 también incluye un par de aberturas roscadas 3264 definidas en una pared extrema del cuerpo 3252. Un par de pernos roscados 3266 se reciben en las aberturas 3264. Los pernos roscados 3266 incluyen cada uno un mango 3268 utilizable para ajustar la posición del perno 3266 respectivo con respecto al cuerpo 3252 del bloque de corte 3250. Es decir, cada perno 3266 puede enroscarse por separado dentro o fuera del bloque 3250. Las aberturas roscadas 3264 se extienden a través del bloque de manera que los extremos de los pernos 3266 opuestos a los mangos 268 pueden contactar con el hueso 3270 del paciente cuando se enrosca en el cuerpo 3252 una cantidad suficiente.

En uso, el bloque de corte 3250 está configurado para acoplarse al hueso 3270 de un paciente, tal como el fémur o la tibia. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 3254 del bloque de corte 3250 incluye el contorno negativo 3258, el bloque 3250 puede estar acoplado al hueso 3270 en una posición única planificada previamente. El bloque de corte 3250 se puede asegurar al hueso 3270 mediante el uso de varios pasadores de guía

(no mostrados) recibidos en las guías de pasador 3260 y el hueso 3270. Después de que el bloque de corte 3250 se ha asegurado al hueso del paciente 3270, el cirujano ortopédico puede tomar una decisión intraoperatoria basada en el análisis de la anatomía ósea del paciente y/o del complejo de tejidos blandos para ajustar la posición del bloque de corte 3250 con respecto al hueso 3270. Para hacerlo, el cirujano puede operar uno o ambos de los pernos roscados 3266 para acercar o alejar el bloque del extremo del hueso 3270 y/o cambiar la angulación del bloque 3250 con respecto al hueso 3270. Es decir, el cirujano ortopédico puede enroscar o sacar ambos pernos 3266 para mover el bloque 3250 más cerca o más lejos del hueso 3270, respectivamente. Además o alternativamente, el cirujano ortopédico puede enroscar o desenroscar solo uno de los pernos 3266 para alterar la angulación en valgo/varo del bloque de corte 3250 en relación con el hueso del paciente 3270. Como tal, debe apreciarse que el bloque de corte 3250 proporciona una cantidad de ajuste intraoperatorio al cirujano ortopédico. También debe apreciarse que pueden usarse otros métodos de ajuste además de los pernos 3266 para proporcionar al cirujano un ajuste aún más intraoperatorio.

Con referencia ahora a la FIG. 89, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 3300. El bloque de corte 3300 está configurado para acoplarse a un fémur 3314 del paciente para realizar una resección en una tibia 3316 del paciente. El bloque de corte 3300 incluye un cuerpo 3302 que tiene una superficie de contacto ósea 3304 y una superficie exterior 3306. La superficie de contacto con hueso 3304 incluye un contorno negativo 3308 configurado para recibir una porción del fémur del paciente 3314 que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 308 de la superficie de contacto con el hueso 3304 permite la colocación del bloque de corte 3300 sobre el fémur del paciente 3314 en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte 3300 también incluye una serie de guías de pasador 3310. En uso, las guías de pasador 3310 se usan como guías de broca para establecer agujeros de pasador de guía en el hueso del paciente para asegurar una serie de pasadores de guía (no mostrados) hasta el hueso. El bloque de corte 3300 puede entonces acoplarse y asegurarse al hueso del paciente a través de los pasadores de guía.

El bloque de corte 3300 incluye una pared distal extendida 3320 que se extiende hacia abajo sobre la tibia 3316. Una guía de corte tibial 3312 está definida en la pared distal extendida 3320. Ilustrativamente, la guía de corte tibial 3312 es una guía de corte capturada, pero puede ser realizada como una guía de corte abierta o no capturada. En uso, el bloque de corte 3300 está configurado para acoplarse al fémur de un paciente 3314 para realizar un corte en la tibia del paciente 3316 mientras la rodilla del paciente está en flexión. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 3304 del bloque de corte 3300 incluye el contorno negativo 3308, el bloque 3300 puede estar acoplado al fémur 3314 en una posición única planificada previamente. El bloque de corte 3300 puede asegurarse al fémur 3314 mediante el uso de una serie de pasadores de guía (no mostrados) recibidos en las guías de pasador 310 y el fémur 314. Debido a que el bloque de corte 3300 está asegurado al fémur 3314, se puede mejorar la estabilidad del bloque 3300 mientras se realizan los cortes tibiales.

Con referencia ahora a las FIGs. 90-92, un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente 3400 incluye un par de palas 3402, 3404. Las palas 3402, 3404 son sustancialmente idénticas e incluyen un eje alargado 3406 y una placa ósea 3408. El eje alargado 3406 está acoplado operativamente a un buje 3410. Un mango 3412 también está asegurado al buje 3410 para facilitar el posicionamiento del instrumento quirúrgico ortopédico 3400. Opcionalmente, el buje 3410 incluye un enlace mecánico para mover de manera independiente o conjunta cada pala 3402, 3404 una hacia la otra o lejos una de la otra como se desee. Por ejemplo, el buje 3410 puede incluir un dial de pulgar que se puede usar para ajustar la posición de las palas 3402, 3404. En otra disposición, el buje 3410 incluye un miembro de polarización, como un resorte, colocado entre las palas 3402, 3404. El miembro de polarización entonces empuja las palas 3402, 3404 lejos una de la otra.

Cada una de las placas óseas 408 incluye dos brazos curvos 3414, 3416 que se envuelven hacia dentro uno hacia el otro para formar una forma sustancialmente en "U". Cada brazo 3414, 3416 incluye un rebajo de cóndilo 3420 configurado para recibir una porción del cóndilo del fémur o tibia del paciente. Además, cada pala 3402, 3404 del instrumento quirúrgico ortopédico incluye una guía de corte 3422 asegurada a la placa ósea respectiva 408 a través de un soporte 3424. Las guías de corte 3422 están acopladas de manera pivotante al soporte 3424 a través de una bisagra pivotante 3426.

Cada guía de corte 3422 es ajustable de forma independiente o conjunta con respecto a la placa ósea respectiva 3408. Es decir, cada guía de corte 3422 puede pivotar a una de varias posiciones con respecto al soporte respectivo 3424. Opcionalmente, puede usarse una herramienta de ajuste 3430 para colocar simultáneamente cada guía de corte 3422 como se muestra en la FIG. 91. La herramienta de ajuste 3430 incluye un mango alargado 3434 y dos barras de guía 3432 que se extienden hacia afuera desde el mango 3434. Las barras de guía 3432 están dimensionadas y posicionadas una respecto a la otra de tal manera que cada barra de guía 3432 se puede recibir en la ranura de guía de la guía de corte respectiva 3422. Después de que la herramienta de ajuste 3430 esté posicionada de esta manera, la herramienta 3430 puede usarse para ajustar ambas guías de corte 3422 simultáneamente moviendo la herramienta 3430 hacia arriba o hacia abajo.

Opcionalmente, el instrumento quirúrgico ortopédico 3400 puede ser universal para el paciente. Sin embargo, el

instrumento quirúrgico ortopédico 3400 puede personalizarse para un paciente particular. El instrumento quirúrgico ortopédico 3400 puede personalizarse entonces para el paciente particular en función de la colocación de los rebajes del cóndilo 3416 en las placas óseas 3408 y la colocación de las guías de corte 3422 (por ejemplo, a través de la altura del soporte 3424).

5 En uso, el instrumento quirúrgico ortopédico 3400 está configurado para insertarse entre el fémur 3440 del paciente y la tibia 3442 como se ilustra en la FIG. 92. Los cóndilos del fémur del paciente 3440 y la tibia 3442 se reciben en los rebajes del cóndilo 3416 de la placa ósea respectiva 3408. Después de insertar el instrumento 3400 entre los huesos 3440, 3442, se pueden ajustar las palas 3402, 3404. Por ejemplo, las palas 3402, 3404 pueden moverse hacia o lejos  
10 una de otra según lo requiera la articulación del paciente y el tejido blando circundante. Después de que las palas 3402, 3404 se hayan colocado en la ubicación deseada, se puede colocar cada una de las guías de corte 3422. Para hacerlo, el cirujano ortopédico puede colocar por separado cada guía de corte 3422. Alternativamente, el cirujano ortopédico puede usar la herramienta de ajuste 3430 para colocar simultáneamente cada guía de corte 3422. Se debe apreciar que la guía de corte proximal 3422 puede ser utilizada por el cirujano ortopédico para realizar la resección del fémur y el cirujano puede usar la guía de corte distal 3422 para realizar la resección de la tibia. Como tal, la  
15 herramienta quirúrgica ortopédica 3400 proporciona una cantidad de ajuste al cirujano.

Con referencia ahora a la FIG. 93, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente 3500 incluye un bloque de corte femoral 3502 y una plataforma tibial 3504. El bloque de corte femoral 3502 incluye una superficie 3506 en contacto con el hueso o de cara al hueso y una superficie exterior 3508. La superficie en contacto con el hueso 3506 incluye un contorno negativo 3510 configurado para recibir una porción del fémur 3530 del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 3510 de la superficie de contacto con el hueso 3506 permite la colocación del bloque de corte 3502 en el fémur 3530 del paciente en una  
20 ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte femoral 3502 también incluye una serie de guías de pasador 3512. En uso, las guías de pasador 3512 se usan como guías de perforación para establecer orificios de pasador de guía en el fémur 3530 del paciente para asegurar una serie de pasadores de guía (no mostrados) al fémur 3530. El bloque de corte 3502 se puede acoplar y asegurar al fémur 3530 del paciente mediante los pasadores de guía. El bloque de corte 3502 también incluye una  
25 guía de corte 3514. Ilustrativamente, la guía de corte 3514 es una guía de corte abierta o no capturada, que se define por una superficie de pared superior del bloque 3502. Sin embargo, la guía de corte 3514 puede realizarse como una guía de corte cerrada.

La plataforma tibial 3504 incluye una superficie de contacto con el hueso o de cara al hueso 3516 y una superficie superior 3518. Opcionalmente, similar a la superficie de contacto con el hueso 3506 del bloque de corte 3502, la superficie de contacto con el hueso 3516 incluye un contorno negativo (no se muestra) configurado para recibir una porción de la tibia 3532 del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo de la superficie de contacto con el hueso 3516 luego permite la colocación de la plataforma tibial 3504 en la tibia del paciente 3532 en una ubicación y orientación predeterminadas únicas. Sin embargo, la superficie de contacto con el hueso 3516 puede ser sustancialmente plana y configurada para colocarse en una tibia resacada 3532 que tiene una superficie superior plana.  
35

La plataforma tibial 3504 está conectada al bloque de corte femoral 3502 a través de una varilla 3520. Como se ilustra en la FIG. 93, la varilla 3520 se extiende lejos de la plataforma 3504 y el bloque de corte 3502 para proporcionar espacio adicional alrededor de la articulación de la rodilla del paciente para el cirujano ortopédico.  
40

Con referencia ahora a las FIGs. 94 y 95, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 5 en 1 3550. El bloque de corte 3550 está configurado para acoplarse a un hueso, como el fémur o la tibia, de un paciente. El bloque de corte 3550 incluye un cuerpo generalmente en forma de L 3552 que tiene una placa anterior 3590 y una placa distal 3592. Ambas placas 3590, 3590 tienen una superficie de contacto con el hueso 3554 y una superficie exterior 3556. La superficie de contacto con el hueso 3554 incluye varias superficies planas inferiores o planas 3558 y un contorno negativo 3560 configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 3560 de la superficie de contacto con el hueso 3554 permite la colocación del bloque de corte 3550 en el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas. En el caso de la placa anterior 3590, una de las superficies planas 3558 se extiende distalmente en una dirección alejada del borde más proximal 3594 de la placa anterior 3590 y pasa a un contorno negativo anterior 3560 que se extiende distalmente lejos de la superficie plana 3558. El contorno negativo anterior 3560 a su vez pasa a otra de las superficies planas 3558 que se extiende distalmente lejos del contorno negativo anterior 3560 hacia el distal 3592. En el caso de la placa distal 3592, una de las superficies planas 3558 se extiende hacia atrás en una dirección alejada de la placa anterior 3590 y transiciones a un contorno negativo distal 3560 que se extiende hacia atrás lejos de la superficie plana 3558. El contorno negativo distal 3560 a su vez pasa a otra de las superficies planas 3558 que se extiende hacia atrás lejos del contorno negativo distal 3560 hacia un borde más posterior 3596 de la placa distal 3592.  
50  
55  
60

El bloque de corte 3550 también incluye una serie de guías de pasador 3562. En uso, las guías de pasador 3562 se usan como guías de perforación para establecer agujeros de guía en el hueso del paciente para asegurar una serie  
65

de pasadores de guía 3564 al hueso. El bloque de corte 3550 puede entonces acoplarse y asegurarse al hueso del paciente a través de los pasadores de guía 3564.

5 El bloque de corte 3550 también incluye cinco guías de corte capturadas 3566, 3568, 3570, 3572, 3574. La guía de corte ilustrativa 3566 es una guía de corte distal, la guía de corte 3568 es una guía de corte anterior, y la guía de corte 3574 es una guía de corte posterior. Las guías de corte 3570, 3572 son guías de corte en ángulo. Debe apreciarse que las guías de corte 3566, 3568, 3570, 3572, 3574 permiten que el cirujano ortopédico realice hasta cinco cortes óseos diferentes usando el mismo bloque de corte 3550.

10 En uso, el bloque de corte 3550 está configurado para ser acoplado al hueso 3550 de un paciente, como el fémur o la tibia. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 3554 del bloque de corte 3550 incluye el contorno negativo 3560, el bloque 3550 puede estar acoplado al hueso 3580 en una posición única planificada previamente. El bloque de corte 3550 se puede asegurar al hueso 3580 mediante el uso de varios pasadores de guía 3564 recibidos en las guías de pasador 3562 y el hueso 3580. Después de que el bloque de corte 3550 se haya asegurado al hueso del paciente 3580 como se ilustra en la FIG. 94, el cirujano ortopédico puede usar el bloque 3550 para realizar una cualquiera de varias resecciones del hueso 3580 usando una o más de las guías de corte 3566, 3568, 3570, 3572, 3574.

20 Además, el bloque de corte 3550 puede usarse para realizar varios recortes del hueso del paciente. Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 95, después del procedimiento de resección inicial, el cirujano ortopédico puede determinar que se debe extraer hueso adicional del hueso 3580 del paciente. Si es así, el cirujano puede volver a asegurar el bloque de corte 3550 al hueso resecado del paciente 3580. En tal configuración, las superficies inferiores planas 3558 de la superficie de contacto con el hueso 3554 contactan o confrontan las superficies planas resecadas del hueso del paciente. Como tal, las superficies inferiores planas 3558 permiten que el bloque de corte 3550 permanezca estable en el hueso resecado 3580 a pesar de que el bloque 3550 incluye los contornos negativos 3560 definidos en la superficie de contacto con el hueso 3554. Debería apreciarse que el bloque de corte 3550 tal vez se utiliza para realizar cualquier cantidad de cortes de resección como se describió anteriormente. Como tal, el bloque de corte 3550 proporciona una cantidad de ajuste intraoperatorio al cirujano ortopédico.

30 De lo contrario, la capacidad de ajuste de los planos de posicionamiento y corte del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede implementarse usando otros métodos. Por ejemplo, se puede diseñar y fabricar más de un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente en los pasos del proceso 24-30 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1. Es decir, en lugar de un solo instrumento quirúrgico ortopédico específico para el paciente, se pueden diseñar, fabricar y enviar dos o más instrumentos específicos del paciente al cirujano ortopédico. Cada instrumento puede configurarse para generar diferentes planos de corte. Por ejemplo, un instrumento puede usarse para realizar una resección que es dos milímetros mayor o menor que el instrumento estándar. De esta manera, el cirujano ortopédico puede decidir pre o intraoperatoriamente qué instrumento en particular usar en base al análisis intraoperatorio de la articulación del paciente y/o el complejo de tejidos blandos.

40 Además, en algunos procedimientos quirúrgicos ortopédicos, el cirujano puede extirpar el ligamento cruzado posterior (LCP). El espacio de flexión de la articulación del paciente puede entonces incrementarse. Como tal, el instrumento ortopédico personalizado específico para el paciente puede fabricarse para ajustarse a la brecha de flexión aumentada. Por ejemplo, se puede fabricar un bloque de corte configurado para eliminar una cantidad adicional de hueso.

50 Además, las lengüetas femorales de cada implante ortopédico se colocan opcionalmente en la misma ubicación a través de los diferentes tamaños de implantes. Como tal, la reducción o el ajuste de los tamaños para los implantes ortopédicos se puede realizar sin la necesidad de perforación adicional, fijación del pasador de guía y/o similares.

Con referencia ahora a la FIG. 96, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 4100. El bloque de corte 4100 está configurado para acoplarse a un hueso, como el fémur o la tibia, de un paciente. El bloque de corte 4100 incluye un cuerpo 4102 que tiene una superficie 4104 en contacto con el hueso o de cara al hueso y una superficie exterior 4106. La superficie 4104 en contacto con el hueso incluye un contorno negativo 4108 configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 4108 de la superficie de contacto con el hueso 4104 permite la colocación del bloque de corte 4100 en el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

60 El bloque de corte 4100 también incluye una serie de guías de pasador 4110. En uso, las guías de pasador 4110 se usan como guías de perforación para establecer agujeros de pasador de guía en el hueso del paciente para asegurar una serie de pasadores de guía (no mostrados) hasta el hueso. El bloque de corte 4100 puede entonces acoplarse al hueso del paciente a través de los pasadores de guía. El bloque de corte 4100 también incluye una guía de corte 4112. Ilustrativamente, la guía de corte 4112 está configurada como una guía de corte capturada, pero puede realizarse como una guía de corte abierta o no capturada. Debe apreciarse que debido a que la posición de la guía de corte 4112 está predeterminada debido a la configuración del bloque de corte 4100, cualquier corte de hueso realizado

utilizando el bloque de corte específico del paciente 4100 corresponde a los planos de corte de hueso predeterminados (ver paso del proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1).

5 En referencia ahora a la FIG. 97, un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente 4150 incluye un bloque de corte 4152 y una abrazadera de pierna 4154. El bloque de corte 4152 está configurado  
 10 ilustrativamente para acoplarse a la tibia del paciente, pero puede configurarse para acoplarse a otro hueso del paciente, como el fémur. El bloque de corte 4152 está personalizado para el paciente particular y, similar al bloque de corte 4100 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 96, incluye una superficie 4153 en contacto con el hueso o de cara al hueso que tiene un contorno negativo (no mostrado) configurado para recibir una porción del hueso del  
 15 paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo de la superficie de contacto con el hueso 4153 permite la colocación del bloque de corte 4150 en el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

15 El bloque de corte ilustrativo 4152 incluye una guía de corte no capturada 4158. Es decir, una superficie superior 4156 del bloque de corte 4152 se usa como guía de corte y está alineada de modo que el plano de corte establecido usando el bloque de corte 4152 corresponde al plano de corte determinado en la etapa de proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1. Además, el bloque de corte ilustrativo 4152 está colocado de manera que el  
 20 bloque 4152 se extiende alrededor del lado medial del hueso del paciente una distancia mayor que la distancia que el bloque 4152 se extiende alrededor del lado lateral del hueso del paciente. Sin embargo, el bloque 4152 puede alinearse de una manera diferente. El bloque de corte 4152 puede o no estar asegurado al hueso del paciente. Por ejemplo, en una disposición, el bloque de corte 4152 está asegurado al hueso del paciente a través de varios pasadores de guía similares al bloque de corte 4100 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 96.

25 El bloque de corte 4152 está acoplado a la abrazadera de pierna 4154 a través de una barra 4160, que se extiende fuera del sitio de incisión 4162 de la pierna del paciente. La barra 4160 está configurada de tal manera que la abrazadera 4154 se puede asegurar a la pierna del paciente. La abrazadera 4154 puede estar hecha de cualquier material adecuado y, en una disposición particular, es desechable. Por ejemplo, la abrazadera 4154 puede formarse a partir de un material plástico y asegurarse a la pierna del paciente mediante el uso de un dispositivo de sujeción, tal  
 30 como un dispositivo de gancho y bucle. Además, la abrazadera 4154 es opcionalmente ajustable para adaptarse a diferentes tamaños de piernas. Sin embargo, la abrazadera 4154 puede ser específica del paciente y estar diseñada para adaptarse a la pierna del paciente particular.

35 En uso, el bloque de corte 4152 del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente 4150 se inserta en el sitio de incisión 4162 y, opcionalmente, se asegura al hueso del paciente a través de varios pasadores de guía. La abrazadera 4154 se asegura a la pierna del paciente utilizando el dispositivo de sujeción, como un mecanismo de gancho y bucle. Debe apreciarse que debido a que el bloque de corte 4152 está asegurado a la pierna del paciente a través de la abrazadera 4154, puede aumentarse la estabilidad del bloque 4152.

40 Con referencia ahora a la FIG. 98, un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado 4200 específico para el paciente incluye un bloque de corte 4202 y una abrazadera 4204. Similar al bloque de corte 4150 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 97, el bloque de corte 4202 está configurado ilustrativamente para acoplarse a la tibia del paciente 4206, pero puede configurarse para acoplarse a otro hueso del paciente, como el fémur 4208. El bloque de corte 4202 está personalizado para el paciente en particular y, similar al bloque de corte 4100 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 96, incluye una superficie 4210 en contacto con el hueso o de cara al hueso que tiene un contorno negativo  
 45 (no mostrado) configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo de la superficie de contacto con el hueso 4210 permite la colocación del bloque de corte 4202 en el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

50 El bloque de corte ilustrativo 4200 incluye una guía de corte no capturada 4212 similar al bloque de corte 4100 descrito anteriormente. Es decir, una superficie superior del bloque de corte 4202 se usa como guía de corte y está alineada de modo que el plano de corte establecido usando el bloque de corte 4202 corresponde al plano de corte determinado en la etapa de proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a FIG. 1. El bloque de corte 4202 incluye varias guías de pasador 4214, que facilitan el acoplamiento del bloque de corte 4202 a la tibia 4206 a través de una serie de pasadores de guía.

55 La abrazadera 4204 del instrumento 4200 incluye un brazo 4216, que se extiende desde el bloque de corte 4202 y fuera del sitio de incisión 4222 de la pierna del paciente. La abrazadera 4204 también incluye un soporte óseo 4218 acoplado al brazo 4216. El soporte óseo 4218 incluye dos pestañas 4220 que se extienden hacia dentro. El soporte óseo 4218 está configurado para recibir o ser sostenido por el vértice de la tibia del paciente 4206 para proporcionar  
 60 una cantidad de estabilidad al bloque de corte 4202. Como tal, el brazo 4216 puede extenderse desde el bloque de corte 4202 cualquier distancia adecuada de manera que el soporte óseo 4218 esté posicionado para enganchar el ápice tibial.

65 Con referencia ahora a la FIG. 99, un instrumento quirúrgico ortopédico 4250 específico del paciente personalizado incluye un bloque de corte 4252 y una abrazadera 4254. Similar al bloque de corte 4200 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 98, el bloque de corte 4252 está configurado ilustrativamente para acoplarse a la tibia del paciente,

pero puede configurarse para acoplarse a otro hueso del paciente, tal como el fémur. El bloque de corte 4252 está personalizado para el paciente particular y, similar al bloque de corte 4100 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 96, incluye una superficie 4256 en contacto con el hueso o de cara al hueso que tiene un contorno negativo (no mostrado) configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo de la superficie de contacto con el hueso permite la colocación del bloque de corte 4252 sobre el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte ilustrativo 4250 incluye una guía de corte no capturada 4258 similar al bloque de corte 100 descrito anteriormente. Es decir, una superficie superior del bloque de corte 4250 se usa como guía de corte y está alineada de manera que el plano de corte establecido usando el bloque de corte 4252 corresponde al plano de corte determinado en la etapa de proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a FIG. 1. El bloque de corte 4252 también incluye varias guías de pasador 4260, que facilitan el acoplamiento del bloque de corte 4202 a la tibia a través de varios pasadores de guía.

La abrazadera 4254 del instrumento 4250 incluye un brazo 4262, que se extiende desde el bloque de corte 4252 y fuera del sitio de incisión 4268 de la pierna del paciente. La abrazadera 4254 también incluye una pestaña plana 4264 acoplada al brazo 4216. La pestaña 4264 está posicionada para ser sustancialmente paralela a la tibia del paciente e incluye varias aberturas 4266 definidas a través de la misma. El reborde 4264 se asegura a la tibia del paciente a través de una serie de pernos o tornillos percutáneos 4270 que se reciben en la abertura 4266. Debe apreciarse que debido a que el reborde 4264 está asegurado al hueso del paciente, puede ser aumentada la estabilidad del bloque de corte 4252.

En referencia ahora a la FIG. 100, un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente 4300 incluye un bloque de corte específico para el paciente 4302 y una barra de alineación 4304. El bloque de corte 4302 está configurado para acoplarse a un hueso del paciente, como, por ejemplo, la tibia o el fémur del paciente. Similar a los bloques de corte 4152, 4202, 4252 descritos anteriormente, el bloque de corte 4302 está personalizado para el paciente en particular e incluye una superficie 4306 en contacto con el hueso o de cara al hueso que tiene un contorno negativo (no mostrado) configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo de la superficie de contacto con el hueso 4306 permite la colocación del bloque de corte 4302 en el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

Opcionalmente, el bloque de corte 4302 puede incluir una guía de corte capturada. Adicional o alternativamente, el bloque de corte 4302 puede incluir una guía de corte no capturada. El bloque de corte 4302 puede o no estar configurado para ser asegurado al hueso del paciente. Por ejemplo, el bloque de corte puede incluir una serie de guías de pasador para facilitar la fijación del bloque de corte 4302 al hueso del paciente a través de varios pasadores de guía (no mostrados).

El bloque de corte 4302 está acoplado a la barra de alineación 4304 a través de una barra horizontal 4310, que se extiende fuera del sitio de incisión 4308. En la disposición ilustrativa, la barra horizontal 4310 es integral a la barra de alineación 4304. La barra de alineación 4304 incluye una barra superior 4312 y una barra inferior 4314 que tiene un diámetro menor que el diámetro de la barra superior 4312. En la disposición ilustrativa, la barra inferior 4314 es una barra telescópica y está configurada para retraerse y extenderse desde la barra superior 4312 tal que la longitud total de la barra de alineación 4314 es ajustable. De lo contrario, la barra superior 4312 puede ser una barra telescópica y configurada para retraerse y extenderse desde la barra inferior 4314. En la disposición ilustrativa, la posición de la barra inferior 4314 con respecto a la barra superior 4312 puede fijarse mediante el uso de un dispositivo de sujeción 4316. El dispositivo de sujeción 4316 puede estar configurado como un tornillo de mariposa u otro dispositivo de sujeción capaz de asegurar la barra inferior 4314 en una posición fija con respecto a la barra superior 4312.

La barra de alineación 4304 también incluye una abrazadera de tobillo 4318 configurada para ser asegurado al tobillo del paciente. El tobillo se extiende desde la barra inferior 4314 en una orientación sustancialmente ortogonal e incluye una correa trasera o abrazadera 4320. La correa trasera 4320 está configurada para asegurar el tobillo del paciente al tobillo 4318. Opcionalmente, la correa trasera 4320 es extraíble de la tobillera 4318 para permitir que el tobillo del paciente sea recibido en su interior.

En uso, el bloque de corte 302 puede acoplarse al hueso del paciente a través de los pasadores de guía. La barra inferior 4314 puede extenderse o retraerse dentro de la barra superior 4312 para ajustar la longitud total de la barra de alineación 4304 a la longitud de la pierna del paciente. Después de que la barra de alineación se haya ajustado, la abrazadera de tobillo 4318 se puede asegurar al tobillo del paciente. Debe apreciarse que, en uso, la barra de alineación 4304 puede colocarse para apuntar al centro del tobillo del paciente para alinear el bloque de corte 4302 en consecuencia.

En referencia ahora a la FIG. 101, un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente 4350 incluye un bloque de corte específico para el paciente 4352 y un dispositivo de alineación 4354. El bloque de corte 4352 está configurado para acoplarse a un hueso del paciente como, por ejemplo, la tibia o el fémur del paciente. Similar a los bloques de corte 4152, 4202, 4252 descritos anteriormente, el bloque de corte 4352 está personalizado

para el paciente particular e incluye una superficie de contacto con el hueso 4356 que tiene un contorno negativo (no mostrado) configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo de la superficie de contacto con el hueso 4356 permite la colocación del bloque de corte 4352 en el hueso del paciente en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

Opcionalmente, el bloque de corte 4352 puede incluir una guía de corte capturada. Adicional o alternativamente, el bloque de corte 4352 puede incluir una guía de corte no capturada. El bloque de corte 4352 puede o no estar configurado para ser asegurado al hueso del paciente. Por ejemplo, el bloque de corte puede incluir varias guías de pasador para facilitar la fijación del bloque de corte 4352 al hueso del paciente a través de varios pasadores de guía (no mostrados).

Como se muestra en la FIG. 101, el instrumento 4350 incluye una barra de extensión 4358 acoplada al bloque de corte 4352 y que se extiende fuera del sitio de incisión 4360. Ilustrativamente, la barra de extensión 4358 es sustancialmente recta. El dispositivo de alineación 4354 está asegurado a un extremo 4366 de la barra de extensión 4358. El dispositivo de alineación 4354 incluye un tensor 4362, como un peso, acoplado al extremo 4366 a través de un cordón 4364. De lo contrario, el cirujano ortopédico puede aplicar una fuerza hacia abajo en el cordón 4364 en lugar del tensor 4362.

En uso, el bloque de corte 4352 puede acoplarse al hueso del paciente a través de los pasadores de guía. Al hacerlo, la posición del cordón 4364 y el tensor 4362 con respecto a la pierna del paciente pueden usarse para alinear el bloque de corte 4352 en consecuencia. Una vez así alineado, el cable 4364 y el tensor 4362 pueden retirarse del bloque de corte 4352 si así se desea.

Con referencia ahora a las FIGs. 102 y 103, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 4400. El bloque de corte 4400 está configurado para acoplarse a un hueso 4410 del paciente. El bloque de corte 4400 es ilustrativamente un bloque de corte tibial, pero puede configurarse para usarse con otros huesos, como el fémur. El bloque de corte 4400 incluye una superficie 4402 en contacto con el hueso o de cara al hueso y una superficie exterior 4404. La superficie 4402 en contacto con el hueso incluye un contorno negativo 4406 (véase la Figura 103) configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un correspondiente contorno. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 4406 de la superficie de contacto con el hueso 4402 permite la colocación del bloque de corte 4400 en el hueso del paciente 4410 en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte 4400 incluye una guía de corte 4412. Ilustrativamente, la guía de corte 4412 es una guía de corte capturada, pero puede estar incorporada como una guía de corte abierta o no capturada. Debe apreciarse que debido a que la posición de la guía de corte 4412 está predeterminada debido a la configuración del bloque de corte 4400, cualquier corte de hueso realizado utilizando el bloque de corte específico del paciente 4400 corresponde a los planos de corte de hueso predeterminados (ver paso del proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1).

El bloque de corte 4400 también incluye una serie de guías de pasador 4414. Las guías de pasador 4414 están en ángulo con respecto a la superficie exterior 404 del bloque 400. La ubicación y la angulación de las guías de pasador 4414 se personaliza para el paciente particular de modo que cuando el bloque de corte se acopla al hueso 4410 del paciente, se pueden insertar una serie de pasadores de guía 4416 en las guías de pasador 4414. Cuando es así, una parte de cada pasador de guía 4416 se extiende desde la superficie de contacto con el hueso 4402. Los pasadores de guía 4416 están posicionados de tal manera que los pasadores de guía entran en contacto con la superficie del hueso 4410. Por ejemplo, en una disposición particular, las guías de pasador 4414 están configuradas de tal manera que el hueso 4410 del paciente está encajado entre los pasadores de guía 4416 cuando los pasadores 4416 están insertados en las guías 4414. Debe apreciarse que el uso del contacto entre los pasadores de guía 4416 y el hueso del paciente puede aumentar la estabilidad del bloque de corte 4400.

Opcionalmente, el bloque de corte 4400 también puede incluir otras guías de pasador (no mostradas) para facilitar el acoplamiento del bloque de corte 4400 al hueso del paciente 4410. Es decir, se pueden insertar varios pasadores de guía en las guías adicionales para asegurar el bloque de corte 4400 a la tibia 4410 como se discutió encima. Además, el bloque de corte 4400 puede incluir una varilla de alineación 4410 que se extiende hacia abajo desde allí. En uso, un cirujano ortopédico puede usar la barra de alineación 4410 para hacer referencia a la orientación del bloque de corte 4400 con respecto al hueso del paciente 4410. Por ejemplo, la barra de alineación 4410 puede usarse para hacer referencia a la angulación anterior/posterior del bloque de corte 4400.

Con referencia ahora a la FIG. 104, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 4450. El bloque de corte 4450 está configurado para acoplarse a un hueso 4464 del paciente. El bloque de corte 4450 es ilustrativamente un bloque de corte tibial, pero puede configurarse para su uso con otros huesos, como el fémur. El bloque de corte 4450 incluye una superficie de contacto con el hueso o de cara al hueso 4452 y una superficie exterior 454. La superficie de contacto con el hueso 4452 incluye un contorno negativo 4456 configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 4456 de la superficie de contacto con el hueso 4452 permite la colocación del bloque de corte 4450 en el hueso del paciente 4464 en una ubicación y orientación predeterminadas

únicas.

El bloque de corte 450 incluye una guía de corte 4452. Ilustrativamente, la guía de corte 4452 es una guía de corte capturada, pero puede realizarse como una guía de corte abierta o no capturada. Debe apreciarse que debido a que la posición de la guía de corte 4452 está predeterminada debido a la configuración del bloque de corte 4450, cualquier corte de hueso realizado utilizando el bloque de corte específico del paciente 4450 corresponde a los planos de corte de hueso predeterminados (ver paso del proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1). Opcionalmente, el bloque de corte 4450 también puede incluir una serie de guías de pasador (no mostradas). Como se discutió anteriormente, las guías de pasadores pueden usarse para facilitar el acoplamiento del bloque de corte 4450 al hueso 464 del paciente mediante el uso de una serie de pasadores de guía correspondientes (no mostradas).

El bloque de corte 4450 también incluye un vástago 4460 que se extiende desde la superficie de contacto con el hueso 4456. El vástago 4460 está configurado para ser recibido en una abertura 4462 formada en el hueso del paciente 4464. La abertura 4462 puede definirse en la tibia del paciente o hueso 4464 mediante el uso de un taladro ortopédico o similar. La posición de la abertura 4462 puede personalizarse para el paciente particular. Además, la posición de la abertura 4462 puede estandarizarse con respecto al tipo particular de hueso que se está resecaando. Después de que se forma la abertura 4462, varios instrumentos ortopédicos diferentes pueden usar la abertura 4462 como guía común o punto de guía. Por ejemplo, en uso, el bloque de corte ilustrativo 4450 está configurado para acoplarse a la tibia del paciente 4464 de modo que el vástago 4456 se reciba en la abertura 4462. Opcionalmente, como se discutió anteriormente, el bloque de corte 4450 también se puede asegurar al hueso 4464 a través de varios pasadores de guía. El hueso del paciente 4464 puede entonces ser resecaado. Debe apreciarse que cuando el vástago 4460 se recibe en la abertura 4462, se puede aumentar la estabilidad del bloque de corte 4450.

Con referencia ahora a las FIGs. 105 y 106, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte tibial 4500. El bloque de corte tibial 4500 está configurado para acoplarse a una tibia 4502 del paciente. El bloque de corte tibial 4500 incluye un cuerpo 4504 que tiene una abrazadera receptora de tubérculos 4506. La abrazadera 4506 incluye dos brazos 4508 que se extienden hacia abajo desde el cuerpo 4504. El bloque de corte 4500 también incluye una brida 4510 definida en un extremo del cuerpo 4504 opuesto a la abrazadera 4506.

El bloque de corte 4500 también incluye una guía de corte capturada 4512. La guía de corte 4512 se extiende desde un lado del cuerpo 4504. Ilustrativamente, la guía de corte 4512 está curvada de manera que la guía 4512 se enrolla alrededor de una porción de la tibia 4502. La abrazadera 4506 se personaliza según la anatomía ósea del paciente particular, de modo que la posición de la guía de corte 4512 con respecto a la tibia 4502 está predeterminada. Debe apreciarse que debido a que la posición de la guía de corte 4512 está predeterminada, cualquier corte de hueso realizado utilizando el bloque de corte 4500 específico del paciente corresponde a los planos predeterminados de corte de hueso (véase el paso de proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1). Opcionalmente, el bloque de corte 4500 también puede incluir una serie de guías de pasador (no mostradas). Como se discutió anteriormente, las guías de pasador se pueden usar para facilitar el acoplamiento del bloque de corte 4500 al hueso 4502 del paciente mediante el uso de un número de pasadores de guía correspondientes (no mostrados).

En uso, como se muestra en la FIG. 106, el bloque de corte 4500 se asegura a la tibia 4502 del paciente impactando el bloque de corte 4500 sobre el hueso 4502 de manera que el tubérculo tibial 4514 de la tibia 4502 del paciente se reciba en la abrazadera 4506. Para ello, se puede usar un martillo ortopédico u otro dispositivo de impacto para aplicar una cantidad de fuerza hacia abajo sobre la pestaña 4510 del bloque 4500. El bloque de corte 4500 se asegura al hueso 4502 del paciente a través de la abrazadera 4506.

Con referencia ahora a las FIGs. 107 y 108, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte tibial 4550. El bloque de corte tibial 4550 está configurado para acoplarse a una tibia 4502 del paciente. El bloque de corte tibial 4550 incluye un cuerpo 4554 que tiene una superficie de contacto con el hueso 4556 y una superficie exterior 4558. La superficie de contacto con el hueso 4556 incluye un contorno negativo 4560 configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 4560 de la superficie de contacto con el hueso 4556 permite la colocación del bloque de corte 4550 sobre el hueso del paciente 4502 en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte 4550 incluye una guía de corte 4562. Ilustrativamente, la guía de corte 4562 es una guía de corte capturada, pero puede estar realizada como una guía de corte abierta o no capturada. Debe apreciarse que debido a que la posición de la guía de corte 4562 está predeterminada debido a la configuración del bloque de corte 4550, cualquier corte de hueso realizado utilizando el bloque de corte específico del paciente 4550 corresponde a los planos de corte de hueso predeterminados (ver paso del proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1). Opcionalmente, el bloque de corte 4550 también puede incluir una serie de guías de pasador (no mostradas). Como se discutió anteriormente, las guías de pasador pueden usarse para facilitar el acoplamiento del bloque de corte 4550 al hueso 4502 del paciente mediante el uso de una serie de pasadores de guía correspondientes (no mostrados).

El bloque de corte 4550 también incluye un par de pestañas 4564 que se extienden desde un lado superior 4566 del

cuerpo 4564 del bloque de corte 4550. Las pestañas 4564 están separadas para definir un área abierta 4568 entre ellas. Además, las pestañas 4564 están curvadas cuando se ven en el plano medial/lateral. En uso, el bloque de corte 4550 está acoplado a la tibia 4502 del paciente de modo que las pestañas 4564 se reciben entre la tibia 4502 y los cóndilos posteriores del fémur 4570 del paciente cuando la rodilla del paciente está en flexión. En tal posición, las pestañas 4564 están aseguradas en su lugar por la fuerza de unión entre el fémur 4570 y la tibia 4502. Debe apreciarse que al asegurar las pestañas 4564 entre el fémur 4570 y la tibia 4502, puede ser mejorada la estabilidad del bloque de corte 4550. Además, el bloque de corte 4550 se puede asegurar a la tibia 4502 mediante el uso de pasadores de guía para una mayor estabilidad.

Con referencia ahora a las FIGs. 109 y 110, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 4600. El bloque de corte 4600 está configurado para acoplarse a un hueso 4602 del paciente. Por ejemplo, el bloque de corte 4600 puede configurarse para acoplarse a una tibia, fémur u otro hueso del paciente. El bloque de corte 4600 incluye una superficie 4604 orientada al hueso y una superficie exterior 4606. El bloque de corte ilustrativo 4600 incluye una guía de corte no capturada 4608, pero puede incluir una guía de corte capturada. La guía de corte no capturada 4608 está definida por una superficie lateral 4610 del bloque de corte 4600. En uso, un cirujano ortopédico puede usar la superficie 4610 como guía para la cuchilla de corte de una sierra para huesos o similar.

El bloque de corte 4600 también incluye una serie de pasadores de guía 4612. Los pasadores de guía 4612 se extienden desde la superficie orientada al hueso 4604 del bloque 4600. Cada uno de los pasadores de guía 4612 se extiende desde la superficie orientada al hueso 4604 una longitud particular. La longitud de cada pasador de guía 4612 se determina en función de la anatomía ósea particular del paciente. Es decir, la longitud de los pasadores de guía 4612 se selecciona de modo que el bloque de corte 4600 sea específico del paciente. Además, la longitud de los pasadores de guía 4612 permite la colocación del bloque de corte 4600 en una ubicación y orientación predeterminadas con respecto al hueso 4602.

En uso, el bloque de corte 4600 está acoplado al hueso 4602 del paciente como se ilustra en FIG. 110. Nuevamente, los pasadores de guía 4612 están diseñados para tener una longitud tal que el extremo 4614 de cada pasador 4612 entre en contacto con la superficie del hueso 4602. Opcionalmente, se puede colocar una cantidad de material endurecedor de ajuste 4616 entre el bloque de corte 4600 y el hueso del paciente 4602 para estabilizar aún más el bloque de corte 4600. El material 4616 puede realizarse como cualquier tipo de material de ajuste de forma tal como, por ejemplo, yeso dental, configurado para endurecerse después de un período de preparación. Opcionalmente, el material 4616 se coloca en un recipiente moldeable tal como una bolsa o similar.

Con referencia ahora a las FIGs. 111 y 112, un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente 4650 incluye un bloque de corte 4652 y una abrazadera 4654 acoplada al bloque 4652. El bloque de corte 4652 está configurado para acoplarse a un hueso 4656 del paciente, como la tibia o fémur. El bloque de corte 4652 incluye una superficie 4658 que hace contacto con el hueso o que mira hacia el hueso y una superficie exterior 4660 (véase la FIG. 112). La superficie de contacto con el hueso 4658 incluye un contorno negativo 4662 configurado para recibir una porción del hueso del paciente 4656 que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo 4662 de la superficie de contacto con el hueso 4658 permite la colocación del bloque de corte 4652 en el hueso del paciente 4656 en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte 4652 también incluye una guía de corte 4664. Ilustrativamente, la guía de corte 4664 es una guía de corte capturada, pero puede realizarse como una guía de corte abierta o no capturada. Debe apreciarse que debido a que la posición de la guía de corte 4664 está predeterminada debido a la configuración del bloque de corte 4652, cualquier corte de hueso realizado utilizando el bloque de corte específico del paciente 4652 corresponde a los planos de corte de hueso predeterminados (ver paso del proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1).

La abrazadera 4654 incluye una base 4666 recibida en una varilla roscada 4668. La base 4666 de la abrazadera 4654 está acoplada al bloque de corte 4652 a través de la varilla roscada 4668. Un mango 4670 está asegurado a la varilla roscada 4668 en un extremo opuesto al bloque 4652. La abrazadera 4654 también incluye un par de ganchos o brazos 4672 acoplados a la base 4666. Los ganchos 4672 están configurados para pivotar con respecto a la base 4666.

En uso, el bloque de corte 4652 está configurado para estar acoplado al hueso 656 del paciente. El bloque de corte 4652 se asegura al hueso 4656 a través de la abrazadera 4654. Para hacerlo, los ganchos 4672 se colocan alrededor del hueso 4656 como se ilustra en la FIG. 112. El mango 4670 puede accionarse (es decir, girarse en la dirección apropiada) para hacer que la base 4666 de la abrazadera 4654 se aleje del bloque de corte 4652. A medida que la base 4666 de la abrazadera 4654 se aleja del bloque 4652, los ganchos 4672 contactan con el hueso 4656. Como tal, el bloque de corte 4652 puede asegurarse al hueso 4656 apretando la abrazadera 4654 de la manera descrita anteriormente. Aunque se describe como posicionada alrededor del hueso 4656, la abrazadera 4654 puede configurarse para colocarse alrededor del exterior de la pierna del paciente. Es decir, los ganchos 4672 de la abrazadera 4654 pueden colocarse alrededor de la piel de la pierna del paciente. Los ganchos 4672 luego se enganchan en la piel del paciente cuando se aprieta la abrazadera 4654.

Los ganchos 4672 pueden tener cualquiera de varias configuraciones diferentes. Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 113, cada uno de los ganchos 4672 puede incluir un vástago 4674 definido en el extremo 4676 del gancho 4672. Cada vástago 4674 incluye una abertura roscada 4675 definida a su través. Se recibe un pasador roscado 4678 en cada abertura roscada 4675. Cada pasador roscado 4678 incluye un extremo puntiagudo 4679 configurado para contactar el hueso 4656 o la piel del paciente durante el uso. La posición del pasador roscado 4678 con respecto al gancho 4672 se puede ajustar enroscando el pasador 4678 dentro o fuera de la abertura roscada 4675. Como tal, los ganchos 4672 pueden colocarse alrededor del hueso 4656 o la piel del paciente, dependiendo de la disposición, y los pasadores 4678 pueden enroscarse en una posición tal que los pasadores 4678 se enganchen con el hueso 4656 o la piel para asegurar la abrazadera 4654 a la pierna del paciente.

Haciendo referencia a la FIG. 114, cada uno de los ganchos 4672 de la abrazadera 4654 incluye un brazo de enlace 4680 y un gancho pivotable 4682. Los brazos de enlace 4680 están acoplados a la base 4666 y están configurados para pivotar con respecto al mismo. Los ganchos 4682 están acoplados a los respectivos brazos de enlace 4680 a través de una bisagra 4683. Los ganchos 4682 están configurados para pivotar con respecto a los respectivos brazos de enlace 4680. Opcionalmente, los ganchos pivotantes 4682 pueden incluir un miembro de desviación 4684 asegurado a la punta del gancho 4682 y que se extiende hasta la base del gancho 4682. El miembro de desviación 4684 puede estar formado de un material metálico. El miembro de desviación 4684 está configurado para doblarse o deformarse de otro modo cuando la abrazadera 4654 está acoplada al hueso 4656 del paciente o la pierna para reducir la capucha probable de que la abrazadera 4654 dañe el hueso 4656 o el tejido de la piel del paciente.

En referencia a la FIG. 115, la abrazadera 4654 puede realizarse como una abrazadera de halo 4690. La abrazadera de halo 4690 está configurada para colocarse alrededor del hueso del paciente 4656. La abrazadera de halo 4690 incluye una serie de vástagos 4692, cada uno con una abertura roscada 4693 definida a su través. Se recibe un pasador roscado 4694 en cada abertura roscada 4693 e incluye un extremo puntiagudo 4695. Los extremos puntiagudos 4695 de los pasadores 4694 están configurados para contactar con el hueso 4656 del paciente cuando la abrazadera de halo 4690 está acoplada al hueso 4656. La posición de los pasadores roscados 694 en relación con la abrazadera de halo 4690 se pueden ajustar enroscando los pasadores 4694 dentro o fuera de las aberturas roscadas 4693.

En uso, la abrazadera de halo 4690 está configurada para colocarse alrededor del hueso del paciente 4656 y asegurarse a la misma mediante los pasadores roscados 4694. Para hacerlo, los pasadores roscados 4694 pueden enroscarse en los respectivos vástagos 4692 hasta que cada pasador entre en contacto con el hueso 4656 del paciente con suficiente fuerza para asegurar la abrazadera de halo 4690 a la misma. En una disposición particular, la abrazadera de halo 4690 está configurada de manera que el centro de masa del hueso 4656 esté ubicado en o cerca del centro de la abrazadera de halo 4690. Es decir, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado 4650 específico del paciente está diseñado de tal manera que el bloque de corte 4652 está configurado para colocarse en la posición deseada, como se determina en los pasos del proceso 24, 26 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1, cuando la abrazadera de halo 4690 está acoplada al hueso 4656 en una posición tal que el centro de masa del hueso está en o cerca del centro de la abrazadera de halo 4690. El centro de masa del hueso puede determinarse por, para ejemplo, análisis de las imágenes médicas generadas en el paso 12 del proceso del algoritmo 10.

Con referencia ahora a la FIG. 116, una abrazadera de pierna 4700 puede acoplarse a la pierna de un paciente 4706 durante la generación de las imágenes médicas en el paso 12 del proceso del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1. El soporte de pierna 4700 incluye una varilla de soporte medial 4702 y una varilla de soporte lateral 4704. Opcionalmente, la forma de las varillas 4702, 4704 puede personalizarse para el paciente particular. Es decir, las barras 4702, 4704 pueden tener una forma tal que las barras 4702, 4704 definan un contorno negativo configurado para recibir un contorno correspondiente de la pierna del paciente 4706. Sin embargo, las barras de soporte 4702, 4704 pueden tener una forma universal de manera que el refuerzo de la pierna 4700 es utilizable con varios pacientes diferentes. La abrazadera de pierna 4700 incluye una abrazadera de tobillo 4708 y una abrazadera de muslo 4710. La abrazadera de tobillo 4708 está configurada para asegurarse alrededor del área del tobillo de la pierna del paciente 4706 y la abrazadera de muslo 4710 está configurada para asegurarse alrededor del área del muslo de la pierna del paciente 4706. Opcionalmente, las abrazaderas 4708, 4710 son ajustables para adaptarse a la anatomía de diferentes pacientes. Las abrazaderas 4708, 4710 pueden estar formadas de un material plástico o de tela. En uso, el aparato ortopédico para la pierna 4700 se puede asegurar a la pierna del paciente 4706 para estabilizar la pierna del paciente durante la generación de las imágenes médicas, como durante la realización de una tomografía computarizada (TC). Al estabilizar la pierna del paciente, las imágenes médicas producidas por el proceso de generación de imágenes pueden ser más precisas.

Con referencia ahora a la FIG. 117, varios marcadores 5050 pueden asegurarse al hueso 5100 relevante del paciente antes de la generación de las imágenes médicas en el paso 12 del proceso. Los marcadores 5050 pueden realizarse como alfileres, espárragos u otros dispositivos asegurables al hueso 5100 del paciente en un procedimiento preoperatorio. Los marcadores 5050 se pueden asegurar al hueso 5100 mediante el uso de un taladro ortopédico de manera similar a un pasador de guía, mediante el uso de un adhesivo adecuado tal como cemento óseo o similar. Cuando está así asegurado, una porción de cada marcador 5050 se extiende hacia afuera desde el hueso 5100. Alternativamente, los marcadores 5050 pueden configurarse para estar al ras o sustancialmente al ras con la superficie del hueso 5100. Los marcadores 5050 pueden formarse a partir de cualquier material visible en la imagen médica tal

como un material metálico. Los marcadores 5050 se aseguran al hueso 5100 en el área general a la que se debe acoplar el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente. Por ejemplo, en una disposición, los marcadores 5050 identifican características de hito particulares del hueso 5100 del paciente. Además, los marcadores 5050 se pueden asegurar al hueso 5100 en cualquier configuración y se pueden incorporar como cualquier número de marcadores individuales.

Opcionalmente, el contorno negativo del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente incluirá huecos diseñados para recibir cada uno de los marcadores 5050. Cuando los marcadores 5050 están sustancialmente al ras con la superficie del hueso 5100, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede incluir cualquier número de ventanas o similares para alinear visualmente el instrumento con los marcadores de descarga 5050. Como tal, los marcadores 5050 pueden aumentar la facilidad de colocación del instrumento quirúrgico específico del paciente en el hueso 5100 del paciente, en particular en áreas generalmente planas. Después de que el cirujano haya realizado el procedimiento quirúrgico ortopédico en el paso 32 del proceso, los marcadores 5050 pueden retirarse del hueso del paciente. Alternativamente, los marcadores 5050 se eliminan opcionalmente después de la generación de las imágenes médicas.

Con referencia ahora a la FIG. 118, el cirujano ortopédico puede marcar o indicar la ubicación general deseada del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente en relación con el hueso 5100. Por ejemplo, el cirujano ortopédico puede resaltar o definir una marca 5102 del área deseada en las imágenes médicas generadas en el paso 12 del proceso. El cirujano ortopédico puede generar dicha indicación o resaltado utilizando una aplicación de software adecuada o dibujando a mano en copias impresas de las imágenes médicas, que posteriormente se envían al proveedor. La forma, el tamaño y la ubicación particulares de la marca 5102 en el hueso 5100 seleccionado por el cirujano ortopédico pueden determinarse en función de cualquier criterio. Por ejemplo, la ubicación de la marca 5102 puede determinarse en función de las preferencias del cirujano ortopédico, el tipo y/o el tamaño de la prótesis ortopédica que se utilizará, el procedimiento quirúrgico ortopédico particular que se realizará y/o cualquier otro criterio seleccionado por el cirujano ortopédico.

Con referencia ahora a la FIG. 119, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte femoral 5150. El bloque de corte femoral 5150 está configurado para acoplarse a un fémur 5152 del paciente. El bloque de corte femoral 5150 incluye una superficie de contacto con el hueso o de cara al hueso 5154 y una superficie exterior 5156. La superficie de contacto con el hueso 5154 incluye un contorno negativo (no mostrado) configurado para recibir una porción del hueso del paciente que tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo de la superficie de contacto con el hueso 5154 permite la colocación del bloque de corte femoral 5150 en el hueso del paciente 5152 en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte femoral 5150 también incluye una serie de guías de pasador 5158. En uso, las guías de pasador 5158 se usan como guías de perforación para establecer orificios de pasador de guía en el fémur 5152 para asegurar una serie de pasadores de guía 5160 al hueso 5152. El bloque de corte 5150 también incluye una guía de corte 5162. Ilustrativamente, la guía de corte 5162 es una guía de corte capturada, pero puede realizarse como una guía de corte abierta o no capturada. Debe apreciarse que debido a que la posición de la guía de corte 5162 está predeterminada debido a la configuración del bloque de corte femoral 5150, cualquier corte de hueso realizado utilizando el bloque de corte femoral específico del paciente 5150 corresponde a los planos de corte de hueso predeterminados (ver paso de proceso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1).

En uso, el bloque de corte femoral 5150 está configurado para acoplarse al fémur del paciente 5152. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 5154 del bloque de corte femoral 5150 incluye contorno negativo, el bloque 5150 puede estar acoplado al fémur 5152 en una posición única y planificada previamente. En particular, el bloque de corte femoral 5150 está diseñado y configurado para acoplarse al fémur 5152 del paciente de manera que uno o más de los pasadores de guía 5160 se reciban en una fosa correspondiente del fémur 5152. Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 119, el bloque de corte femoral 5150 está configurado de tal manera que uno de los pasadores de guía 5160 se insertará en el fémur 5152 a través de una fosa 5164 del fémur 5152. Al asegurar el pasador de guía 5160 al fémur 5152 en la fosa 5164, la estabilidad del bloque de corte femoral 5150 en el fémur 5152 puede mejorarse. Por ejemplo, en una disposición particular, el bloque de corte femoral 5150 está diseñado de tal manera que el pasador de guía 5160 es sustancialmente perpendicular a la superficie del fémur 5152 que define la fosa 5164. Opcionalmente, el bloque de corte femoral 5150 puede diseñarse de manera que cualquier número de los pasadores de guía 5160 se recibe en una o más fosas correspondientes del fémur 5152 para proporcionar más estabilidad al bloque 5150.

El bloque de corte femoral 5150 puede diseñarse como se describió anteriormente durante la generación de un modelo del bloque 5150 en el paso 26 del proceso del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1. Para hacerlo, se puede utilizar un algoritmo de software adecuado para determinar la ubicación de las fosas del hueso relevante del paciente y diseñar el bloque de corte 5150 de modo que los pasadores de guía 5160 del bloque 5150 se reciban en una o más fosas 5164.

Con referencia ahora a la FIG. 120, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte tibial 5200. El bloque de corte tibial 5200 está configurado para acoplarse

a una tibia 5202 del paciente. Similar al bloque de corte femoral 5150, el bloque de corte tibial 5200 incluye una superficie 5204 en contacto con el hueso o de cara al hueso y una superficie exterior 5206. La superficie 5204 en contacto con el hueso incluye un contorno negativo (no mostrado) configurado para recibir una porción del hueso del paciente tiene un contorno correspondiente. Como se discutió anteriormente, el contorno negativo de la superficie de contacto con el hueso 5204 permite la colocación del bloque de corte tibial 5200 sobre el hueso del paciente 5202 en una ubicación y orientación predeterminadas únicas.

El bloque de corte tibial 5200 también incluye varias guías de pasadores 5208. En uso, las guías de pasadores 5208 se usan como guías de broca para establecer orificios de pasadores de guía en la tibia 5202 para asegurar una serie de pasadores de guía 5210 al hueso 5202. El bloque de corte 5200 también incluye una guía de corte 5212. Ilustrativamente, la guía de corte 5212 es una guía de corte capturada, pero puede realizarse como una guía de corte abierta o no capturada. Nuevamente, debe apreciarse que debido a que la posición de la guía de corte 5212 está predeterminada debido a la configuración del bloque de corte tibial 5200, cualquier corte de hueso hecho usando el bloque de corte tibial específico del paciente 5200 corresponde a los planos de corte de hueso predeterminados (véase el paso 24 del proceso del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1).

En uso, el bloque de corte tibial 5200 está configurado para acoplarse a la tibia del paciente 5202. Nuevamente, debido a que la superficie de contacto con el hueso 5204 del bloque de corte tibial 5200 incluye un contorno negativo, el bloque 5200 puede estar acoplado a la tibia 5202 en una posición única y planificada previamente. En particular, de manera similar al bloque de corte femoral 5150, el bloque de corte tibial 5200 está diseñado para acoplarse a la tibia 5202 del paciente de tal manera que uno o más de los pasadores de guía 5210 se reciban en una fosa correspondiente de la tibia 5202. Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 5, el bloque de corte tibial 5200 está configurado de manera que los pasadores de guía 5210 se insertarán en la tibia 5202 a través de los cóndilos medial y lateral 5214 de la tibia 5202. Asegurando los pasadores de guía 5210 a la tibia 5202 en los cóndilos 5214, se puede mejorar la estabilidad del bloque de corte tibial 5200 sobre el fémur 5202. Por ejemplo, en una disposición particular, el bloque de corte tibial 5200 está diseñado de tal manera que los pasadores de guía 5210 son sustancialmente perpendiculares a la superficie de la tibia 5202 que define los cóndilos 5214. Opcionalmente, el bloque de corte tibial 5200 puede diseñarse de manera que cualquier número de los pasadores de guía 5200 se recibe en una o más fosas o cóndilos correspondientes de la tibia 5202 para proporcionar aún más estabilidad al bloque 5150.

De nuevo, similar al bloque de corte femoral 5150, el bloque de corte tibial 5200 puede estar diseñado como se describió anteriormente durante la generación de un modelo del bloque 5200 en el paso 26 del proceso del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1. Para hacerlo, se puede usar un algoritmo de software adecuado para determinar la ubicación de las fosas del hueso relevante del paciente y diseñar el bloque de corte de modo que los pasadores guía del bloque se reciban en una o más fosas.

Con referencia ahora a las FIGs. 121-123, el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente puede realizarse como un bloque de corte 5250. El bloque de corte 5250 está ilustrativo como un bloque de corte femoral, pero puede realizarse como bloques de corte para otros huesos, como la tibia. El bloque de corte 5250 incluye un cuerpo 5252 que tiene una superficie orientada al hueso 5254 y una superficie exterior 5256. En el cuerpo 5252 del bloque 5250 se definen varios orificios de pasador de guía 5252. Se recibe un pasador de guía 5260 en cada orificio de pasador de guía 5258 y configurado para deslizarse a través del orificio correspondiente 5258 de modo que el pasador de guía 5260 se pueda mover y posicionar independientemente en una cualquiera de varias posiciones con respecto al cuerpo 5252. Es decir, cada uno de los pasadores de guía 5260 puede colocarse de tal manera que la porción del pasador de guía se extiende hacia abajo desde la superficie 5254 orientada hacia el hueso y/o se extiende hacia arriba desde la superficie exterior 5256 como se muestra en la FIG. 122).

El bloque de corte 5250 también incluye una guía de corte 5264. Ilustrativamente, la guía de corte 5264 es una guía de corte capturada, pero puede realizarse como una guía de corte no capturada. Nuevamente, debe apreciarse que debido a que la posición de la guía de corte 5264 está predeterminada debido a la configuración del bloque de corte 5250, cualquier corte de hueso hecho usando el bloque de corte específico del paciente 5250 corresponde a los planos de corte de hueso predeterminados (ver procesar el paso 24 del algoritmo 10 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 1).

Además, el bloque de corte 5250 incluye un dispositivo de fijación 5262 operable para bloquear individualmente cada pasador de guía 5260 en una posición particular con respecto al bloque de corte 5250. Es decir, los pasadores de guía 5260 pueden estar bloqueados en una posición separada en relación con el bloque de corte 5250 de manera que cada pasador de guía 5260 se extienda hacia abajo desde la superficie 5254 que mira hacia el hueso una distancia selectiva igual o diferente. Como tal, los pasadores de guía 5260 pueden colocarse de tal manera que los extremos en contacto con el hueso de los pasadores de guía 5260 formen un contorno selectivo. Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 122, los pasadores de guía 5260 pueden colocarse, y posteriormente bloquearse en su posición a través del dispositivo de fijación 5262, de modo que los extremos en contacto con el hueso 5266 de los pasadores de guía 5260 formen un contorno negativo que corresponda al contorno de una porción del hueso de un paciente 5268. En tal posición, una porción de cada pasador de guía puede extenderse desde la superficie 5254 orientada hacia el hueso y/o la superficie superior 5256. El dispositivo de fijación 5262 puede usar dispositivos mecánicos y/o magnéticos para bloquear los pasadores de guía 5260 en la posición deseada.

En uso, un cirujano ortopédico puede colocar selectivamente los pasadores de guía 5260 para formar un contorno negativo que coincida con una porción del hueso 5268 del paciente de manera que el bloque de corte 5250 pueda colocarse sobre él en una ubicación y orientación predeterminadas únicas. Para hacerlo, el cirujano puede usar un dispositivo de programación 5270 como se muestra en la FIG. 123 El dispositivo de programación 5270 incluye una carcasa 5272 que tiene una abertura 5274 configurada para recibir el bloque de corte 5250. La abertura 5274 está definida por una pared inferior 5276 y una serie de paredes laterales 5278. La pared inferior 5276 incluye una serie de agujeros 5280 definidos en ella y colocados de manera que cada uno de los pasadores de guía 5260 del bloque 5250 se reciba en un orificio correspondiente 5280 del dispositivo de programación 5270. El dispositivo de programación 5270 incluye una varilla de empuje 5298 u otro dispositivo de ajuste ubicado en cada orificio 5280. Las varillas de empuje 5298 son configurados y operables para colocar selectivamente el pasador de guía 5260 correspondiente empujando el pasador de guía 5260 a la ubicación deseada en relación con el bloque 5250. El dispositivo de programación 5270 también incluye un acoplador 5282 configurado para enganchar el dispositivo de seguridad 5262 del bloque 5250 cuando el bloque 5250 está posicionado en la abertura 5274. El acoplador 5282 está configurado para operar el dispositivo de fijación 5262 para bloquear los pasadores de guía 5260 en una posición deseada.

En una disposición, el dispositivo de programación 5270 incluye un procesador 5284, un dispositivo de memoria 5286, un puerto de entrada 5288 y uno o más actuadores o motores 5290. El procesador 5284 puede estar configurado como cualquier tipo de procesador que incluya, por ejemplo, circuitos de procesamiento discreto (p. ej., una colección de dispositivos lógicos), circuito(s) integrado(s) de propósito general y/o circuito(s) integrado(s) específico(s) de la aplicación (es decir, ASIC). El dispositivo de memoria 5286 puede realizarse como cualquier tipo de dispositivo de memoria y puede incluir uno o más tipos de memoria, tales como memoria de acceso aleatorio (es decir, RAM) y/o memoria de solo lectura (es decir, ROM). El puerto de entrada 5288 puede realizarse como cualquier tipo de puerto de entrada configurado para recibir un dispositivo de medios portátil (no mostrado) como, por ejemplo, un disco compacto, un disco de video digital, un dispositivo de bus serie universal (USB) u otro dispositivo de medios portátil. Como tal, el puerto de entrada 5288 puede realizarse como cualquier tipo de puerto serie, puerto paralelo, puerto de unidad flash u otro puerto de datos capaz de comunicarse y almacenar datos en el dispositivo de medios portátil.

El procesador 5284 está acoplado comunicativamente al dispositivo de memoria 5286 a través de una serie de enlaces de comunicación 5292 y al puerto de entrada 5288 a través de una serie de enlaces de comunicación 5294. Los enlaces de comunicación 5292, 5294 pueden estar incorporados como cualquier tipo de enlaces de comunicación capaz de facilitar la comunicación entre el procesador 5284 y el dispositivo de memoria 5286 y el puerto de entrada 5288, respectivamente. Por ejemplo, los enlaces de comunicación 5292, 5294 pueden realizarse como cualquier número de cables, hilos, cables de fibra óptica, señales inalámbricas y/o similares.

Los actuadores 5290 pueden realizarse como cualquier tipo de motores primarios, y circuitos de control y potencia asociados, capaces de controlar por separado las barras de empuje para posicionar individualmente los pasadores de guía 5260 del bloque de corte 5250. Además, uno o más de los actuadores 5290 están configurados para controlar el acoplador 5282 para operar el dispositivo de fijación 5262 del bloque 5250 para bloquear los pasadores de guía 5260 en su posición respectiva. Los actuadores 5290 están acoplados comunicativamente al procesador 5284 a través de una serie de enlaces de comunicación 5296. De manera similar a los enlaces de comunicación 5292, 5294, los enlaces de comunicación 5296 pueden realizarse como cualquier tipo de enlaces de comunicación capaces de facilitar la comunicación entre el procesador 5284 y los actuadores 5290. Por ejemplo, los enlaces de comunicación 5296 pueden realizarse como cualquier número de cables, alambres, cables de fibra óptica, señales inalámbricas y/o similares.

En uso, el procesador 5284 del dispositivo de programación 5270 está configurado para controlar los actuadores 5290 para operar las varillas de empuje ubicadas en los agujeros 5280 de la carcasa 5272. Las varillas de empuje posicionan individualmente los pasadores de guía 5260 del bloque de corte 5250 en una posición predeterminada con respecto al bloque 5250. En dicha posición predeterminada, los extremos 5266 de los pasadores de guía 5260 forman un contorno negativo configurado para recibir una porción predeterminada del hueso 5268 del paciente como se muestra en la FIG. 122. Después de que los pasadores de guía 5260 se hayan colocado en las ubicaciones deseadas, el procesador 5284 puede configurarse para controlar uno o más actuadores 5290 para operar el acoplador 5282. En respuesta, el acoplador 5282 está configurado para enganchar el dispositivo de seguridad 5262 del bloque 5250 para bloquear los pasadores de guía 5260 en las ubicaciones predeterminadas.

El procesador 5284 puede configurarse para realizar las acciones descritas anteriormente basadas en un algoritmo de software almacenado en el dispositivo de memoria 5286. El algoritmo de software puede recibirse a través del puerto de entrada 5288. Por ejemplo, el algoritmo de software ejecutado por el procesador 5284 para colocar los pasadores de guía 5260 del bloque de corte 5250 en la ubicación predeterminada deseada, puede almacenarse en un disco compacto o dispositivo USB, que está acoplado al puerto de entrada 5288 para descargar el algoritmo de software al dispositivo de programación 5270. El algoritmo de software puede ser suministrado por un proveedor en algunos arreglos. Por ejemplo, haciendo referencia de nuevo a la FIG. 1, el modelo del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente generado en el paso 26 del proceso del algoritmo 10 puede incorporarse como un algoritmo de software utilizable por el dispositivo de programación 5270. El proveedor puede enviar o transmitir el algoritmo de software al cirujano ortopédico para descarga en el dispositivo de programación 5270. En respuesta, el dispositivo de programación 5270 configura los pasadores de guía 5260 del bloque de corte

5250 para usar en el hueso 5268 del paciente. De esta manera, el bloque de corte 5250 es reconfigurable para ser un bloque de corte específico del paciente destinado a ser utilizado en un paciente particular.

5 Con referencia ahora a la FIG. 124, una fresadora 300 está ubicada opcionalmente en una instalación de salud 5302 para facilitar la fabricación del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente. El centro sanitario 5302 puede estar configurado como el centro sanitario, como un hospital o similar, en donde se va a realizar el procedimiento quirúrgico ortopédico. Alternativa o adicionalmente, el centro de atención médica 5302 puede estar incorporado como el consultorio del cirujano ortopédico u otro proveedor de atención médica.

10 La fresadora 5300 incluye un procesador 5304, un puerto de entrada 5306 y un molino 5310. El procesador 5304 puede realizarse como cualquier tipo de procesador que incluya, por ejemplo, un circuito de procesamiento discreto (por ejemplo, una colección de dispositivos lógicos), circuito(s) integrado(s) de uso general y/o circuito(s) integrado(s) específico(s) de la aplicación (es decir, ASIC). El puerto de entrada 5306 puede realizarse como cualquier tipo de puerto de entrada configurado para recibir un dispositivo de medios portátil (no mostrado) como, por ejemplo, un disco compacto, un disco de video digital, un dispositivo de bus serie universal (USB) u otro dispositivo de medios portátil. Como tal, el puerto de entrada 5306 puede realizarse como cualquier tipo de puerto serie, puerto paralelo, puerto de unidad flash u otro puerto de datos capaz de comunicarse y almacenar datos en el dispositivo de medios portátil. El procesador 5304 está acoplado comunicativamente al puerto de entrada 5306 a través de una serie de enlaces de comunicación 5308. Los enlaces de comunicación 5308 pueden realizarse como cualquier tipo de enlaces de comunicación capaces de facilitar la comunicación entre el procesador 5304 y el puerto de entrada 5306. Por ejemplo, en los enlaces de comunicación 308 pueden realizarse como cualquier número de cables, alambres, cables de fibra óptica, señales inalámbricas y/o similares.

25 La fresadora 5300 también incluye un molino 5310 acoplado comunicativamente al procesador 5304 a través de una serie de enlaces de comunicación 5312. De manera similar a los enlaces de comunicación 5308, los enlaces de comunicación 5312 pueden estar incorporados como cualquier tipo de enlaces de comunicación capaces de facilitar la comunicación entre el procesador 5304 y el molino 5310. Por ejemplo, los enlaces de comunicación 5312 pueden realizarse como cualquier número de cables, alambres, cables de fibra óptica, señales inalámbricas y/o similares. El molino 5310 puede realizarse como cualquier tipo de molino y dispositivos y circuitos asociados capaces de fabricar un instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente a partir de material adecuado como plástico o metal.

35 En uso, el procesador 5304 está configurado para controlar el molino 5310 para fabricar el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente. El procesador 5304 puede configurarse para controlar el molino 5310 en función de un algoritmo de software recibido a través del puerto de entrada 5306. Por ejemplo, el algoritmo de software ejecutado por el procesador 5304 para controlar el molino 5310 puede recibirse desde un disco compacto o dispositivo USB, que está acoplado al puerto de entrada. El algoritmo de software puede ser suministrado por un proveedor en algunos arreglos. Por ejemplo, haciendo referencia de nuevo a la FIG. 1, el modelo del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente generado en la etapa de proceso 526 del algoritmo 510 puede incorporarse como un algoritmo de software utilizable por la fresadora 5300. El vendedor puede enviar o transmitir el algoritmo de software al cirujano ortopédico para descarga en la fresadora 5300. En respuesta, la fresadora 5300 está configurada para fabricar el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente basado en las instrucciones del algoritmo de software. De esta manera, la fabricación del instrumento específico del paciente se realiza localmente, mientras que el diseño de dicho instrumento se puede realizar de forma remota con respecto al centro de salud 5302.

50 Una forma de facilitar dicha fabricación remota del instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente se realiza mediante el uso de una red. En tal caso, el cirujano u otro proveedor de atención médica genera una solicitud de instrumento que incluye datos relevantes para un paciente específico. La solicitud del instrumento puede incluir datos como imágenes médicas que representan huesos del paciente, como el fémur y la tibia. Se puede usar una máquina cliente 5314 asociada con el cirujano o el proveedor de atención médica (por ejemplo, ubicada en la instalación de atención médica) para transmitir la solicitud del instrumento al proveedor.

55 El proveedor puede incluir un sistema de plan de diseño 5316. El sistema de plan de diseño 5316 puede recibir una solicitud de instrumento para un plan de diseño a través de la red desde la máquina del cliente 5314 ubicada en, por ejemplo, el centro de salud 5302, generar un plan de diseño que se ha personalizado en función de la información de la solicitud recibida y proporciona al centro de salud 5302 el plan de diseño personalizado a través de la red. El sistema de plan de diseño 5316 puede incluir uno o más dispositivos informáticos y software asociado, middleware y/o firmware que cooperan para realizar las personalizaciones del plan de diseño.

60 Una vez que el plan de diseño se envía al centro de salud 5302, se transmite a la fresadora 5300. La fresadora luego utiliza el plan de diseño para fabricar el instrumento quirúrgico ortopédico personalizado específico para el paciente.

65 Se describe un método ejemplar para realizar un procedimiento quirúrgico ortopédico en un hueso de un paciente. El método puede incluir colocar un bloque de corte personalizado específico para el paciente en contacto con el hueso de un paciente. El método puede incluir colocar el bloque de corte personalizado específico para el paciente en

contacto con un fémur del paciente. El método puede incluir colocar el bloque de corte específico del paciente personalizado en contacto con una tibia del paciente. El método puede incluir insertar un par de pasadores de guía en un par de agujeros de pasador de guía definidos en el bloque de corte personalizado específico para el paciente. El método también puede incluir hacer un primer corte en el hueso del paciente con el bloque de corte personalizado específico para el paciente. El método puede incluir realizar el primer corte en el fémur del paciente con el bloque de corte personalizado específico para el paciente. De lo contrario, el método puede incluir realizar el primer corte en la tibia del paciente con el bloque de corte personalizado específico para el paciente. El método también puede incluir retirar el bloque de corte personalizado específico para el paciente del hueso del paciente sin quitar los pasadores de guía del hueso del paciente.

El método puede incluir insertar el par de pasadores de guía en un par de orificios de pasador de guía definidos en un bloque de corte universal para el paciente y hacer un segundo corte en el hueso del paciente con el bloque de corte universal para el paciente. El método puede incluir realizar el segundo corte en el fémur del paciente con el bloque de corte universal del paciente. El método también puede incluir hacer el segundo corte en el fémur del paciente sustancialmente paralelo al primer corte. Además, el método puede incluir realizar el segundo corte en el fémur orientado en una posición en ángulo con respecto al primer corte

El método puede incluir hacer el segundo corte en la tibia del paciente con el bloque de corte universal del paciente. El método puede incluir hacer el segundo corte en la tibia del paciente sustancialmente paralelo al primer corte. Además, el método puede incluir hacer el segundo corte en la tibia orientado en una posición en ángulo con respecto al primer corte.

El método puede incluir insertar el par de pasadores de guía en el par de orificios de pasador de guía definidos en el bloque de corte universal del paciente de manera que una guía de corte del bloque de corte universal del paciente sea sustancialmente paralela al primer corte. El método puede incluir realizar el segundo corte en el hueso del paciente con el bloque de corte universal del paciente de manera que el segundo corte sea sustancialmente paralelo al primer corte. Además, la guía de corte del bloque de corte universal para el paciente puede orientarse en una posición en ángulo con respecto al primer corte. El método puede incluir hacer el segundo corte en el hueso del paciente con el bloque de corte universal del paciente de tal manera que el segundo corte esté orientado en una posición en ángulo con respecto al primer corte.

El método puede incluir determinar una cantidad de hueso adicional a eliminar del hueso del paciente después de realizar el primer corte en el hueso del paciente con el bloque de corte personalizado específico para el paciente. El método puede incluir seleccionar un par de orificios de pasador de guía de una pluralidad de pares de orificios de pasador de guía definidos en el bloque de corte universal del paciente que corresponde a la cantidad de hueso adicional que se extraerá del hueso de un paciente. El método puede incluir insertar el par de pasadores de guía en el par seleccionado de orificios de pasador de guía definidos en el bloque de corte universal del paciente que corresponde a la cantidad de hueso adicional que se extraerá del hueso de un paciente.

Se describe un método ejemplar para realizar un procedimiento quirúrgico ortopédico en un fémur de un paciente. El método puede incluir posicionar o colocar un bloque de corte personalizado específico para el paciente en contacto con el fémur del paciente e insertar un par de pasadores de guía en un par de agujeros de pasador de guía definidos en el bloque de corte personalizado para el paciente. El método también puede incluir hacer un primer corte en el fémur del paciente con el bloque de corte personalizado específico para el paciente. El método puede incluir retirar el bloque de corte personalizado específico para el paciente sin quitar los pasadores de guía del fémur del paciente. El método también puede incluir la determinación de una cantidad de hueso adicional que se extraerá del fémur del paciente después de realizar el primer corte en el fémur y seleccionar un par de agujeros de pasador de guía de una pluralidad de pares de agujeros de pasador de guía definidos en un bloqueo de corte universal de paciente que corresponde a la cantidad de hueso adicional que se extraerá del fémur del paciente.

El método puede incluir además insertar el par de pasadores de guía en el par seleccionado de agujeros de pasador de guía definidos en el bloque de corte universal del paciente que corresponde a la cantidad de hueso adicional que se extraerá del fémur del paciente. El método puede incluir hacer un segundo corte en el fémur del paciente con el bloque de corte universal del paciente. El método puede incluir insertar el par de pasadores de guía en el par seleccionado de agujeros de pasador de guía de tal manera que una guía de corte del bloque de corte universal para el paciente sea sustancialmente paralela al primer corte. El método puede incluir hacer el segundo corte en el fémur del paciente con el bloque de corte universal del paciente de manera que el segundo corte sea sustancialmente paralelo al primer corte. Además, el método puede incluir insertar el par de pasadores de guía en el par seleccionado de orificios de pasador de guía de tal manera que una guía de corte del bloque de corte universal para el paciente esté orientada en una posición en ángulo con respecto al primer corte. El método puede incluir hacer el segundo corte en el fémur del paciente con el bloque de corte universal del paciente de tal manera que el segundo corte esté orientado en una posición en ángulo con respecto al primer corte.

Se describe un método para realizar un procedimiento quirúrgico ortopédico en un hueso de un paciente. El método puede incluir insertar un primer extremo de uno o más pasadores de guía quirúrgicos en el hueso del paciente. El método también puede incluir avanzar un segundo extremo de uno o más pasadores de guía quirúrgicos en una guía

asegurada a una sierra para huesos para colocar la sierra para huesos en una posición predeterminada con respecto al hueso del paciente. El método puede incluir hacer un corte en el hueso del paciente con la sierra para huesos mientras que uno o más pasadores de guía quirúrgicos se colocan en la guía.

5 La guía puede tener un cuerpo que tenga una o más aberturas definidas en la misma. El método puede incluir avanzar el segundo extremo de uno o más pasadores de guía quirúrgicos en una o más aberturas del cuerpo de la guía. Además, la guía puede incluir un cuerpo alargado que tiene una ranura. El método puede incluir avanzar el segundo extremo de uno o más pasadores de guía quirúrgicos en la ranura del cuerpo alargado de la guía.

10 La sierra para huesos puede incluir una hoja de sierra para huesos asegurada al portabrocas y un pivote colocado entre el portabrocas y la guía. El método puede incluir girar el mandril en relación con la guía mientras se hace el corte en el hueso del paciente.

15 El método puede incluir colocar un bloque de corte personalizado específico para el paciente en contacto con el hueso del paciente. El método también puede incluir insertar el primer extremo de uno o más pasadores de guía quirúrgicos a través de uno o más orificios de pasador de guía definidos en el bloque de corte específico del paciente personalizado y dentro del hueso del paciente. El método puede incluir además retirar el bloque de corte específico del paciente personalizado del hueso del paciente sin quitar uno o más pasadores de guía quirúrgicos del hueso del paciente.

20 Se describe un método para realizar un procedimiento quirúrgico ortopédico en un hueso de un paciente. El método puede incluir insertar una pieza del cuerpo anterior de un bloque de corte personalizado específico para el paciente a través de una incisión. El método también puede incluir insertar una pieza del cuerpo del extremo del bloque de corte específico del paciente personalizado a través de la incisión, estando separada la pieza del cuerpo del extremo de la pieza del cuerpo anterior. El método puede incluir asegurar la pieza del cuerpo anterior y la pieza del cuerpo del extremo entre sí después de la inserción de ambas piezas para crear un bloque de corte específico para el paciente ensamblado. La pieza del cuerpo anterior y la pieza del cuerpo final se pueden asegurar entre sí con una serie de pasadores.

30 El método puede incluir colocar el bloque de corte específico del paciente ensamblado personalizado en contacto con el hueso del paciente y hacer un corte en el hueso del paciente con el bloque de corte específico del paciente ensamblado personalizado. El método puede incluir colocar el bloque de corte específico del paciente ensamblado personalizado en contacto con el fémur del paciente. El método también puede incluir hacer un corte en el fémur del paciente con el bloque de corte específico del paciente ensamblado. Además, el método puede incluir colocar el bloque de corte específico del paciente ensamblado personalizado en contacto con la tibia del paciente. El método también puede incluir hacer un corte en la tibia del paciente con el bloque de corte específico del paciente ensamblado. El método también puede incluir insertar un par de pasadores de guía en un par de agujeros de pasador de guía definidos en el bloque de corte específico del paciente ensamblado personalizado antes de realizar el corte en el hueso del paciente.

40 Se describe un método ejemplar para realizar un procedimiento quirúrgico ortopédico en un hueso de un paciente. El método puede incluir asegurar un bloque de corte personalizado específico para el paciente al hueso del paciente de tal manera que un lado anterior del hueso del paciente se reciba en una superficie de contorno negativo específica del paciente anterior personalizada del bloque de corte y un lado distal del hueso del paciente se recibe en una superficie de contorno negativo distal personalizada específica del paciente del bloque de corte. El método puede incluir hacer un corte anterior en el hueso del paciente con el bloque de corte de manera que se forme una superficie plana en el lado anterior del hueso del paciente y hacer un corte distal en el hueso del paciente con el bloque de corte tal que se forme una superficie plana en el lado distal del hueso del paciente. El método también puede incluir determinar una cantidad de hueso adicional que se extraerá del hueso del paciente después de realizar el corte anterior y el corte distal en el hueso del paciente.

50 El método puede incluir asegurar el bloque de corte específico del paciente personalizado al hueso del paciente de manera que la superficie plana formada en el lado anterior del hueso del paciente se posicione contra al menos una superficie plana formada en un hueso anterior. La superficie de revestimiento del bloque de corte y la superficie plana formada en el lado distal del hueso del paciente se coloca contra al menos una superficie plana formada en una superficie distal orientada hacia el hueso del bloque de corte. El método puede incluir además realizar al menos uno de un corte anterior adicional en el hueso del paciente con el bloque de corte de manera que se extraiga hueso adicional de la superficie plana formada en el lado anterior del hueso del paciente y un corte distal adicional en el hueso del paciente con el bloque de corte de manera que se extraiga hueso adicional de la superficie plana formada en el lado distal del hueso del paciente.

60 El método puede incluir asegurar el bloque de corte específico del paciente personalizado a un fémur del paciente de modo que un lado anterior del fémur del paciente se reciba en la superficie de contorno negativo específica del paciente anterior personalizada del bloque de corte y un el lado distal del fémur del paciente se recibe en la superficie distal personalizada del contorno negativo específico del paciente del bloque de corte. El método puede incluir realizar un corte anterior adicional en el hueso del paciente con el bloque de corte de manera que se extraiga hueso adicional de la superficie plana formada en el lado anterior del hueso del paciente y un corte distal adicional en el hueso del paciente

con el bloque de corte de manera que se extraiga hueso adicional de la superficie plana formada en el lado distal del hueso del paciente.

5 Se describe un método para realizar un procedimiento quirúrgico ortopédico en un paciente. El método puede incluir asegurar un bloque de corte femoral específico del paciente personalizado al fémur del paciente y asegurar un equilibrador de ligamentos a la tibia del paciente. El método puede incluir asegurar el equilibrador de ligamentos al bloque de corte femoral específico del paciente personalizado. El método también puede incluir operar el equilibrador de ligamentos para colocar el fémur del paciente en una posición deseada con respecto a la tibia. El método puede incluir además hacer un corte en el fémur del paciente con el bloque de corte personalizado específico para el paciente.

10 La fijación del bloque de corte femoral específico del paciente personalizado puede incluir colocar el bloque de corte femoral específico del paciente personalizado en contacto con el fémur del paciente. El método también puede incluir insertar al menos un pasador de guía en al menos un orificio de pasador de guía definido en el bloque de corte femoral específico del paciente personalizado para asegurar el bloque de corte femoral específico del paciente personalizado al fémur del paciente.

15 El método puede incluir el equilibrador de ligamentos que tiene un primer extremo de un soporte asegurado al mismo. El segundo extremo del soporte puede tener al menos un orificio de pasador de guía definido en él. El método también puede incluir avanzar el al menos un pasador de guía en el al menos un orificio del pasador de guía del soporte para asegurar el segundo extremo del soporte al bloque de corte femoral específico del paciente personalizado. Además, el método puede incluir mover independientemente cada uno de un par de palas femorales del equilibrador de ligamentos.

20 Un método ejemplar para realizar un procedimiento quirúrgico ortopédico en la rodilla de un paciente puede incluir asegurar un bloque de corte personalizado específico para el paciente a la rodilla del paciente de modo que una porción de un fémur del paciente se reciba en una superficie orientada al fémur que tiene un contorno negativo específico del paciente personalizado y una porción de una tibia del paciente se recibe en una superficie orientada hacia la tibia que tiene un contorno negativo específico del paciente personalizado. El método también puede incluir hacer un corte en al menos una de las tibias del paciente y el fémur del paciente con el bloque de corte personalizado específico para el paciente. El método puede incluir hacer un corte en el fémur del paciente con el bloque de corte personalizado específico para el paciente. El método puede incluir hacer un corte en la tibia del paciente con el bloque de corte específico del paciente personalizado.

25 El método puede incluir insertar un pasador de guía a través de un orificio de pasador de guía tibial y dentro de la tibia del paciente. El método puede incluir insertar un pasador de guía a través de un orificio de pasador de guía femoral y dentro del fémur del paciente.

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un método implementado por ordenador de diseño de un bloque de corte de hueso personalizado específico para el paciente para su uso en un procedimiento quirúrgico ortopédico para realizar un corte de hueso en el hueso de un paciente (92, 94), comprendiendo el método:
- determinar (42), en base a una o más imágenes médicas de la anatomía ósea del paciente, un valor de grosor del cartílago indicativo del grosor promedio del cartílago presente en un extremo relevante del hueso del paciente,
- 10 determinar (44), en base a una o más imágenes médicas de la anatomía ósea del paciente, un contorno de referencia basado en un contorno de superficie del extremo relevante del hueso del paciente,
- generar (46) un contorno de referencia escalado escalando el contorno de referencia en función del valor del grosor del cartílago, y
- 15 definir (52) un contorno negativo personalizado específico del paciente del bloque de corte óseo personalizado específico del paciente utilizando el contorno de referencia escalado.
- 2.** El método de la reivindicación 1, en el que determinar el valor del grosor del cartílago comprende determinar el valor del grosor del cartílago en función del sexo del paciente.
- 20 **3.** El método de la reivindicación 1, en el que determinar el contorno de referencia comprende determinar un contorno de referencia en base a un contorno de superficie de un modelo tridimensional del hueso del paciente.
- 4.** El método de la reivindicación 3, en el que generar el contorno escalado comprende determinar un punto de referencia (90) en el modelo tridimensional del hueso del paciente y escalar el contorno de referencia para aumentar la distancia entre el punto de referencia en el modelo dimensional y un punto en el contorno de referencia.
- 25 **5.** El método de la reivindicación 4, en el que determinar el punto de referencia comprende:
- generar (62) un primer segmento de línea que se extiende desde un primer punto definido en el contorno de la superficie de un lado medial del modelo tridimensional a un segundo punto definido en el contorno de la superficie de un lado lateral del modelo tridimensional,
- 30 generar (64) un segundo segmento de línea que se extiende desde un tercer punto definido en el contorno de la superficie de un lado anterior del modelo tridimensional hasta un cuarto punto definido en el contorno de la superficie de un lado posterior del modelo tridimensional, en el que los puntos primero, segundo, tercero
- 35 y cuarto son coplanares, y
- determinar (66) un punto de intersección entre el primer segmento de línea y el segundo segmento de línea, correspondiendo el punto de intersección al punto de referencia.
- 6.** El método de la reivindicación 5, en el que determinar el punto de referencia comprende además alejar el punto de referencia del punto de intersección una distancia aproximadamente igual a la mitad de la longitud del segundo segmento de línea.
- 40 **7.** El método de la reivindicación 4, en el que aumentar la distancia entre el punto de referencia y el punto en el contorno de referencia comprende:
- 45 determinar un valor de longitud igual a un porcentaje de la distancia entre el punto de referencia y el punto en el contorno de referencia, y
- aumentar la distancia entre el punto de referencia y el punto en el contorno de referencia por el valor de longitud.
- 50 **8.** El método de la reivindicación 4, que incluye los pasos para determinar áreas del extremo relevante del hueso del paciente que tiene un grosor reducido de cartílago, y ajustar el contorno de referencia escalado para compensar las áreas de grosor reducido de cartílago del extremo relevante del hueso del paciente.
- 55 **9.** El método de la reivindicación 8, en el que determinar las áreas del extremo relevante del hueso del paciente que tiene el grosor reducido del cartílago comprende identificar puntos de contacto de hueso sobre hueso entre el fémur del paciente y la tibia del paciente basándose en una imagen médica de el fémur y la tibia.
- 10.** El método de la reivindicación 8, en el que el ajuste del contorno de referencia escalado comprende disminuir la distancia entre el punto de referencia y un punto en el contorno de referencia correspondiente a las áreas de grosor reducido del cartílago.
- 60 **11.** El método de la reivindicación 1, en el que el contorno de referencia incluye un lado anterior, un lado medial y un lado lateral, y generar el contorno de referencia escalado comprende aumentar la distancia entre el punto de referencia y el lado anterior y, posteriormente, reducir la distancia:
- 65

entre el punto de referencia y el lado medial, y  
entre el punto de referencia y el lado lateral.

5 **12.** El método de la reivindicación 1, en el que determinar un contorno de referencia comprende determinar un contorno de referencia basado en un contorno de superficie de un osteofito del hueso del paciente.

10 **13.** El método de la reivindicación 1, en el que generar un contorno de referencia escalado comprende generar un contorno de referencia escalado que tiene un extremo superior que define un contorno negativo correspondiente a un contorno de superficie del fémur del paciente ubicado superiormente a una línea de demarcación de cartílago del fémur del paciente.

15 **14.** El método de la reivindicación 1, en el que generar un contorno de referencia escalado comprende generar un contorno de referencia escalado que tiene un extremo inferior que define un contorno negativo correspondiente a un contorno de superficie de la tibia del paciente situado inferiormente a una línea de demarcación de cartílago de la tibia del paciente.

20 **15.** El método de la reivindicación 1, que incluye el paso de determinar una posición de una guía de corte del bloque de corte personalizado específico para el paciente, y en el que preferiblemente la posición de la guía de corte se determina en base a un ángulo definido entre un eje mecánico del fémur del paciente y un eje mecánico de la tibia del paciente.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

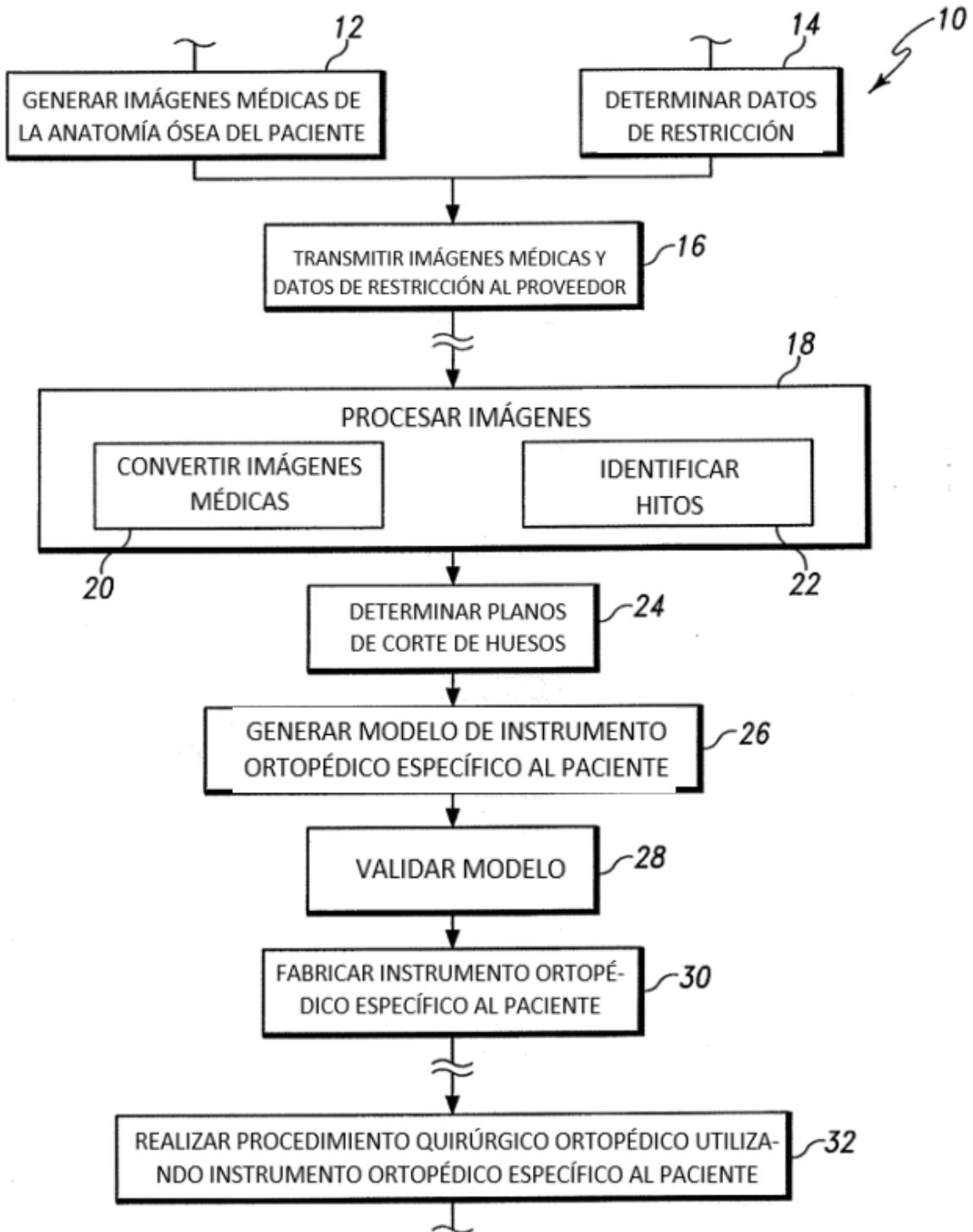
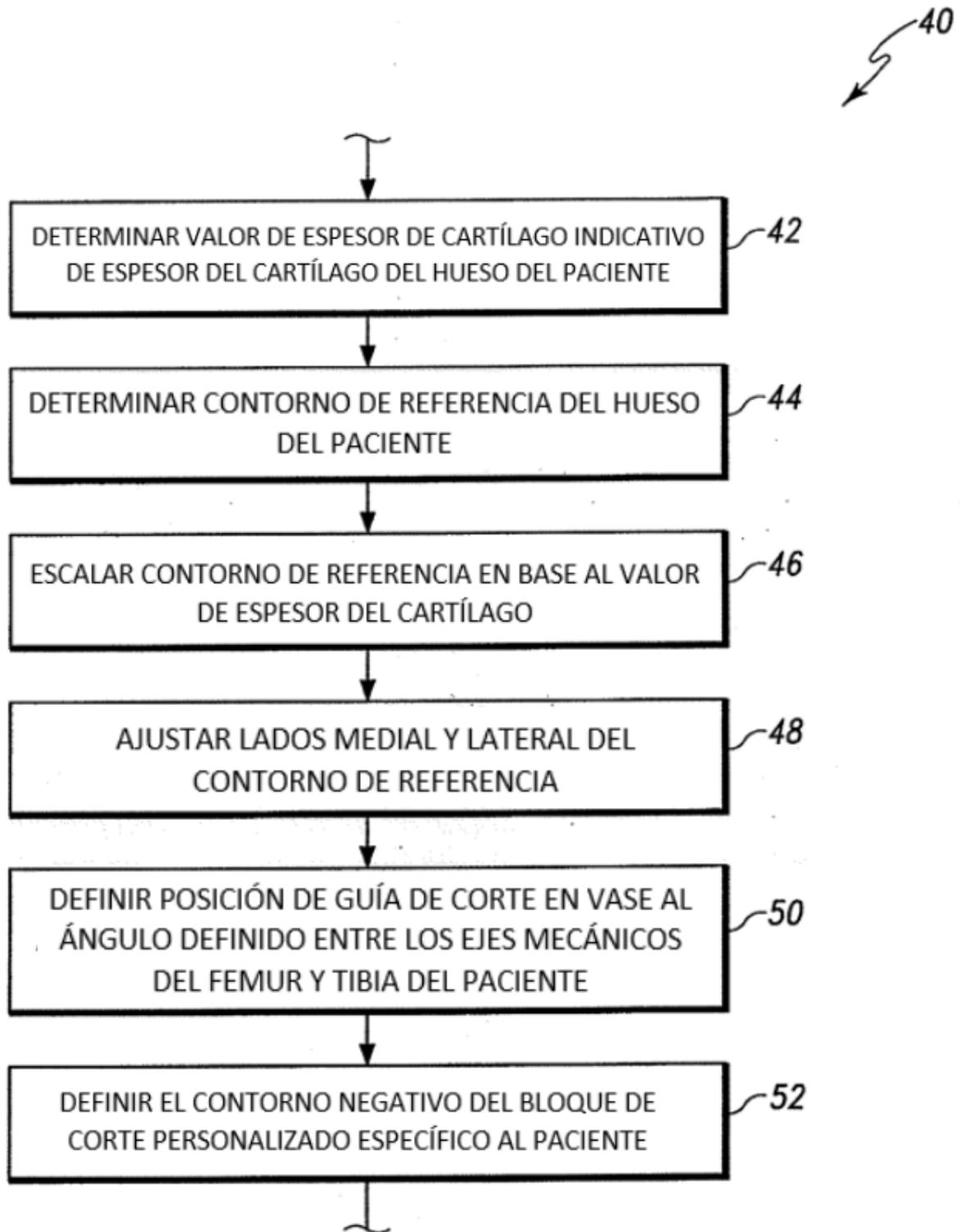
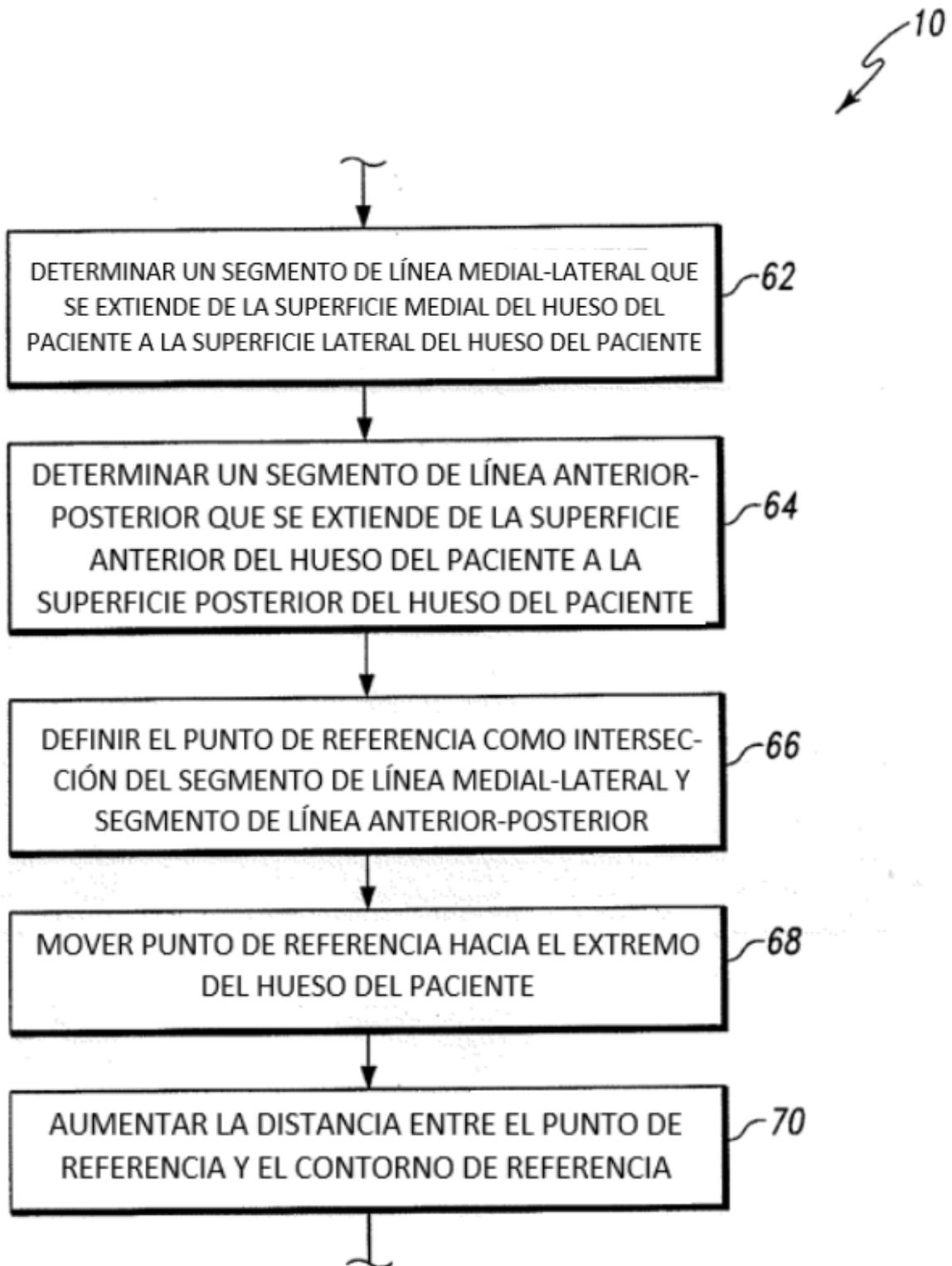


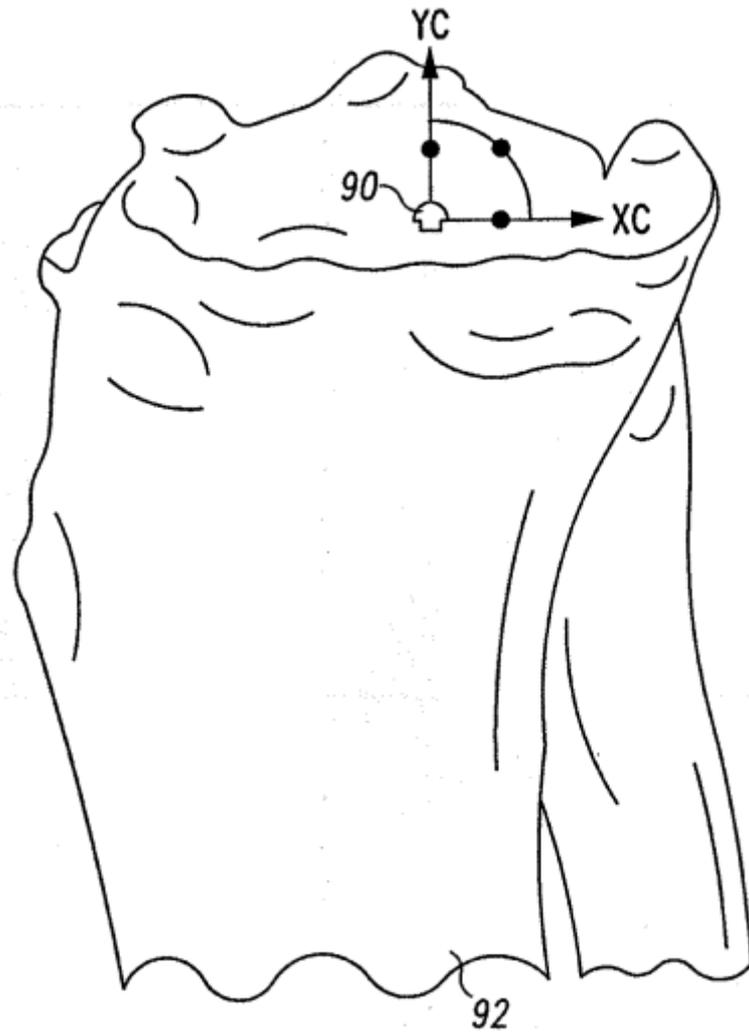
Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**

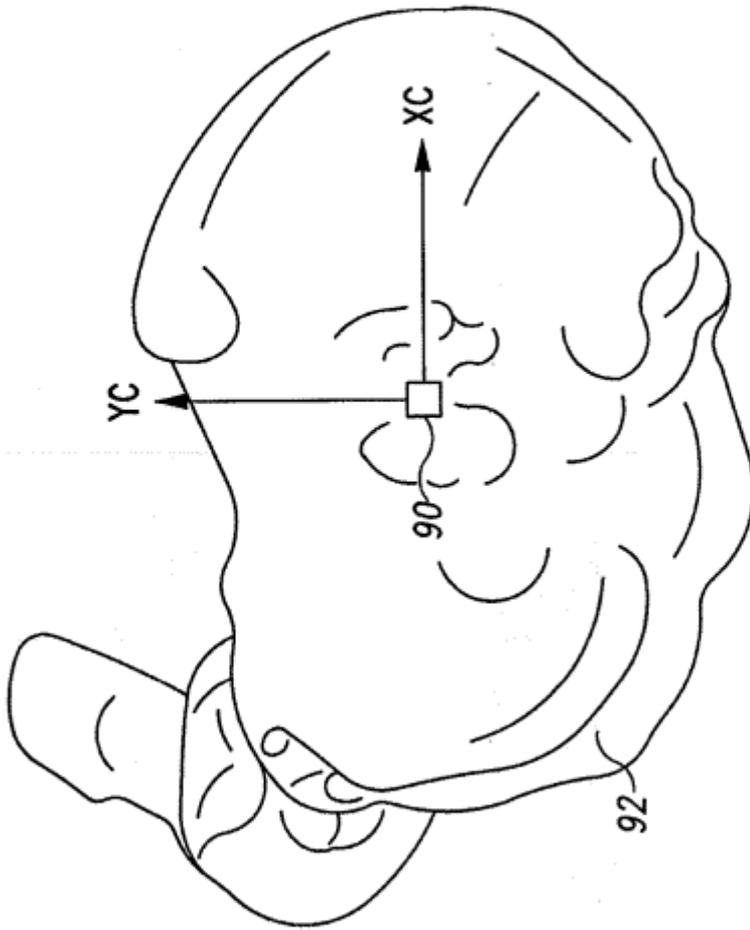


Fig. 5

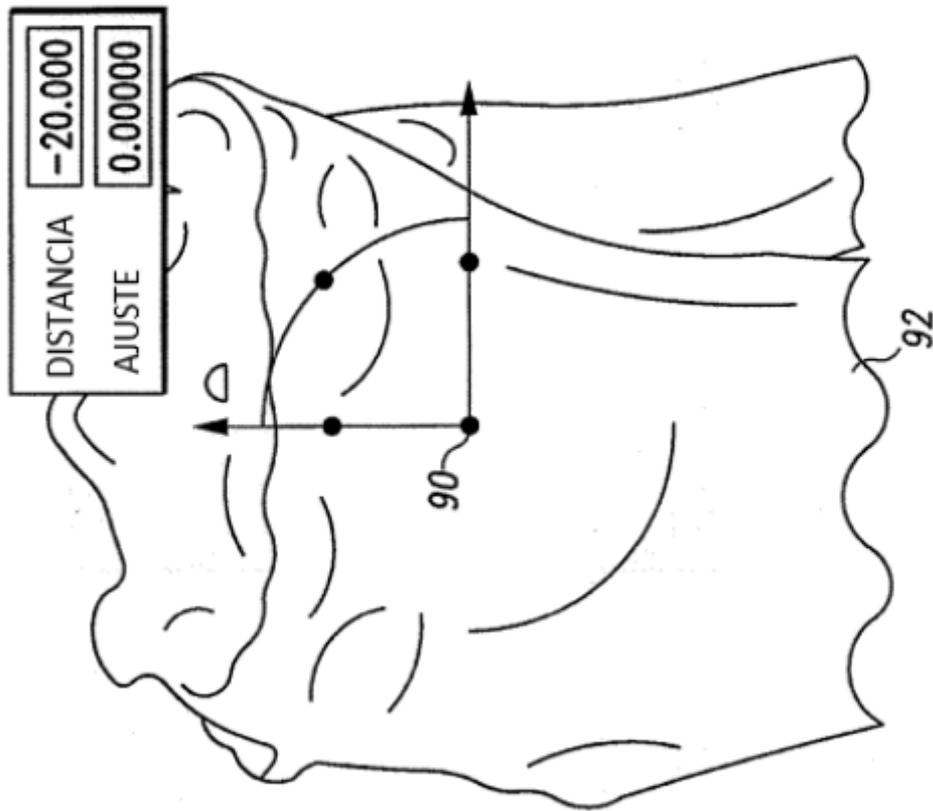


Fig. 6

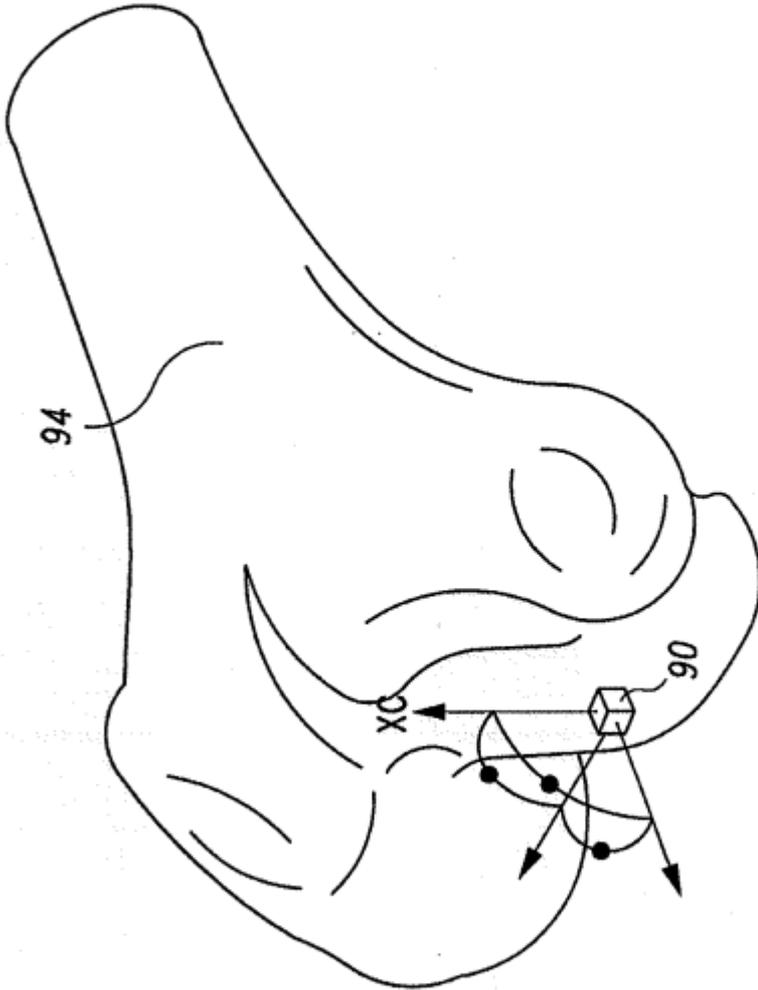


Fig. 7

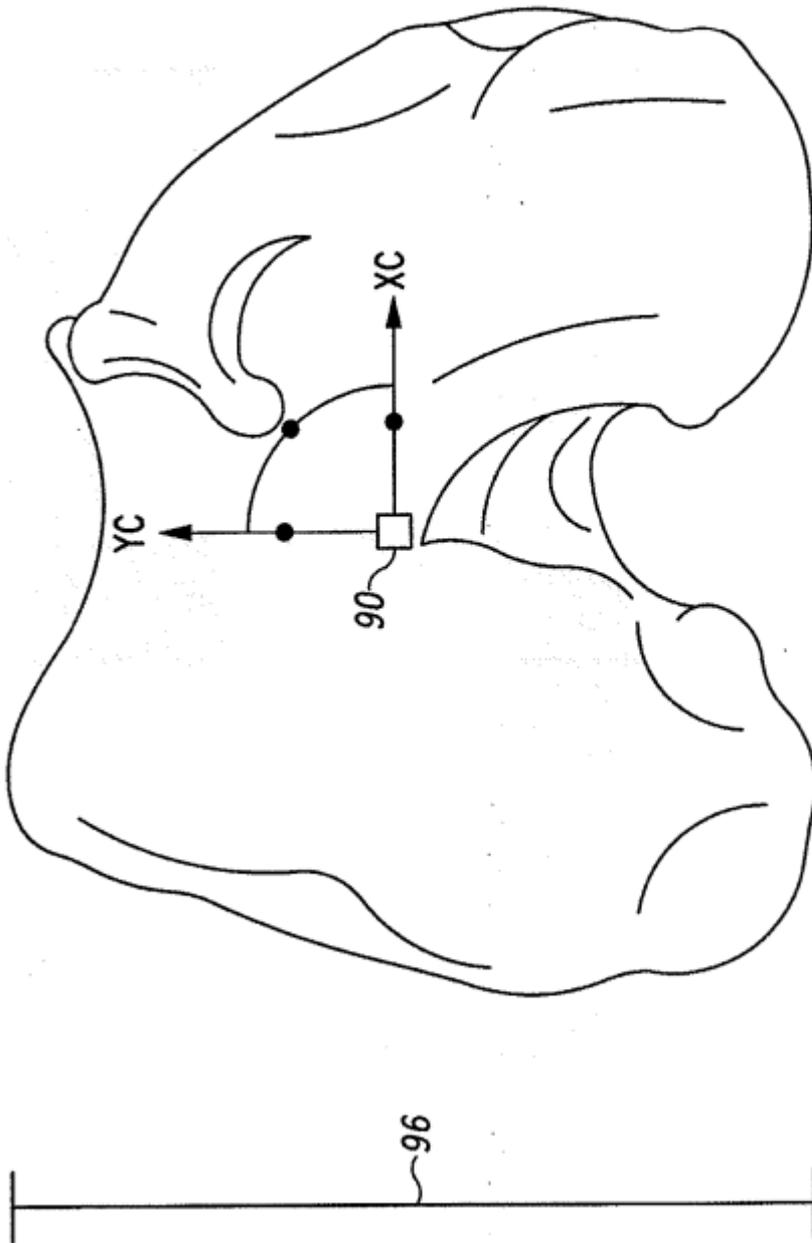


Fig. 8

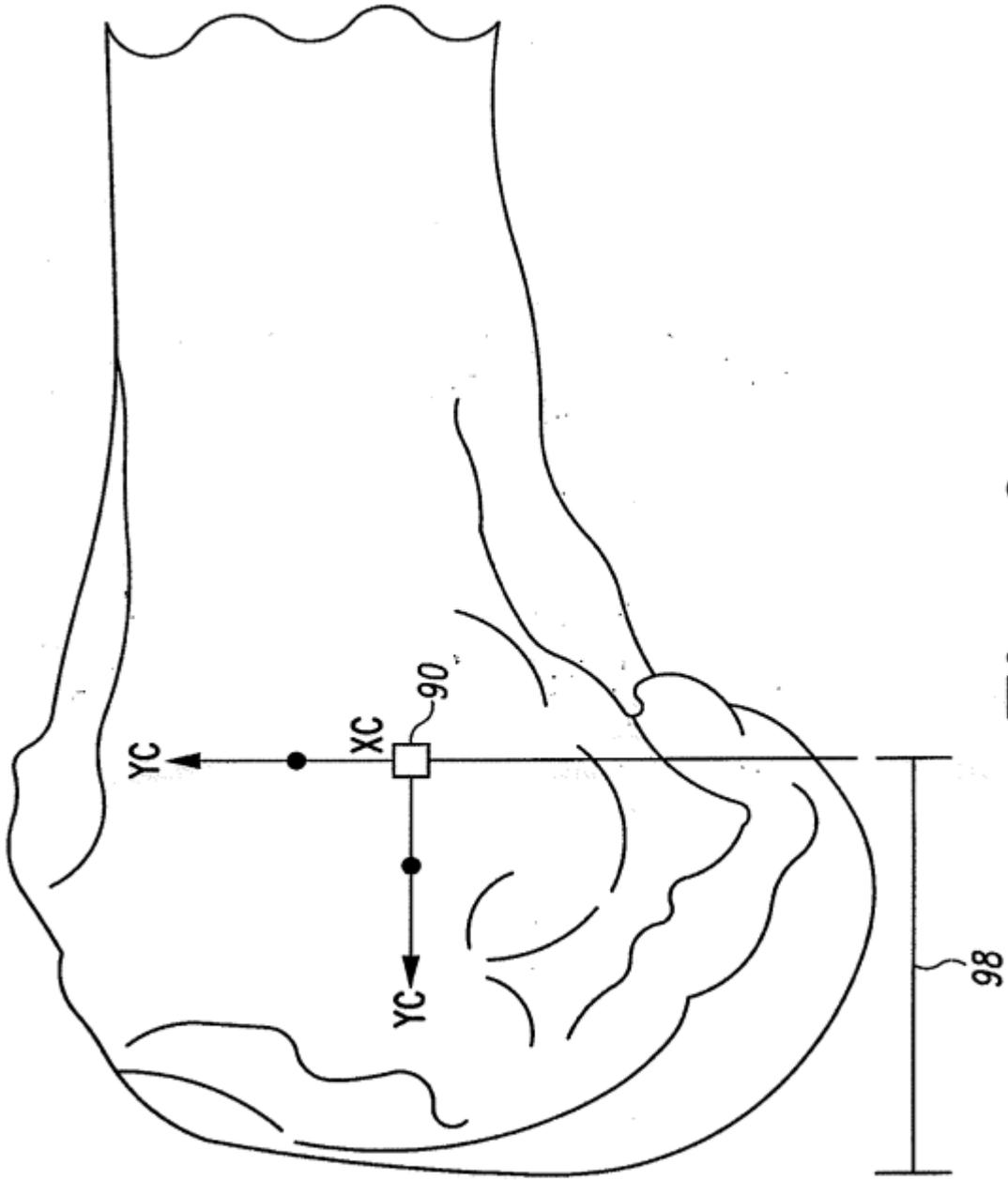
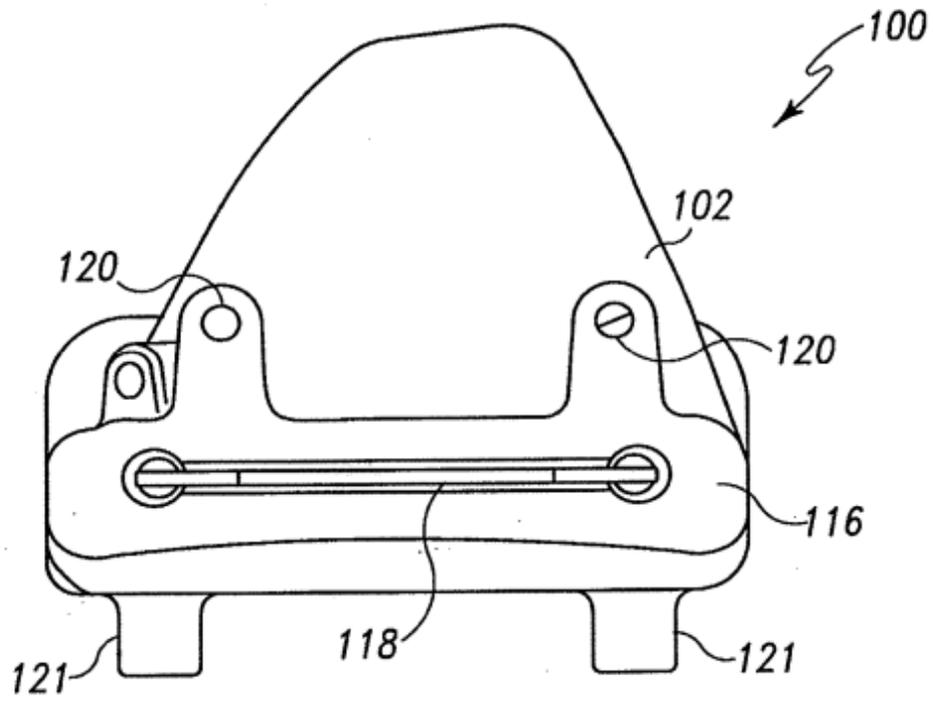
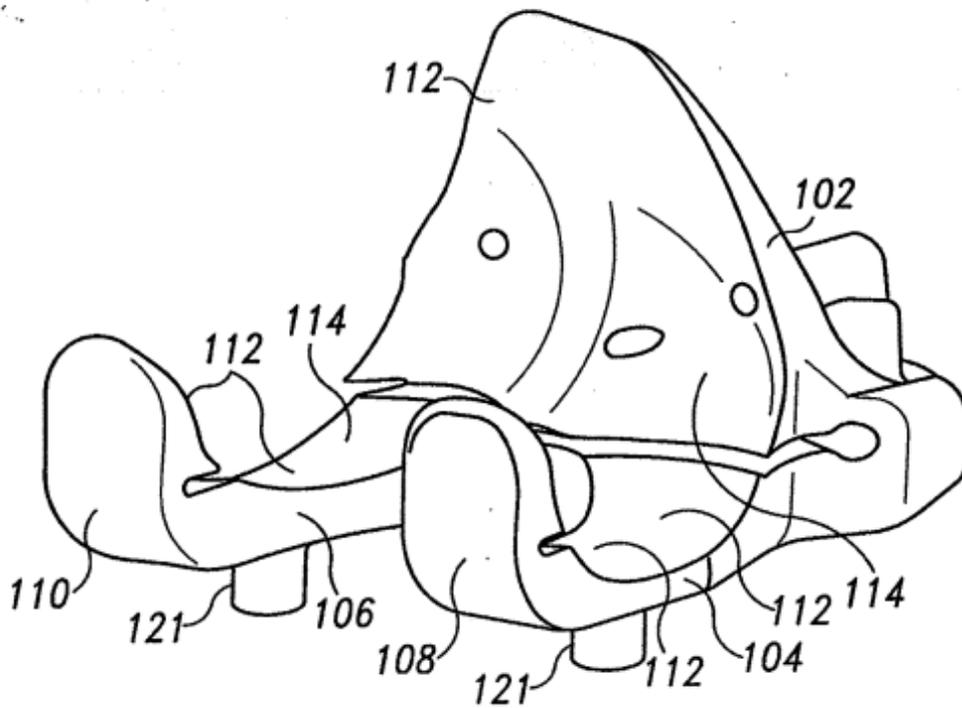


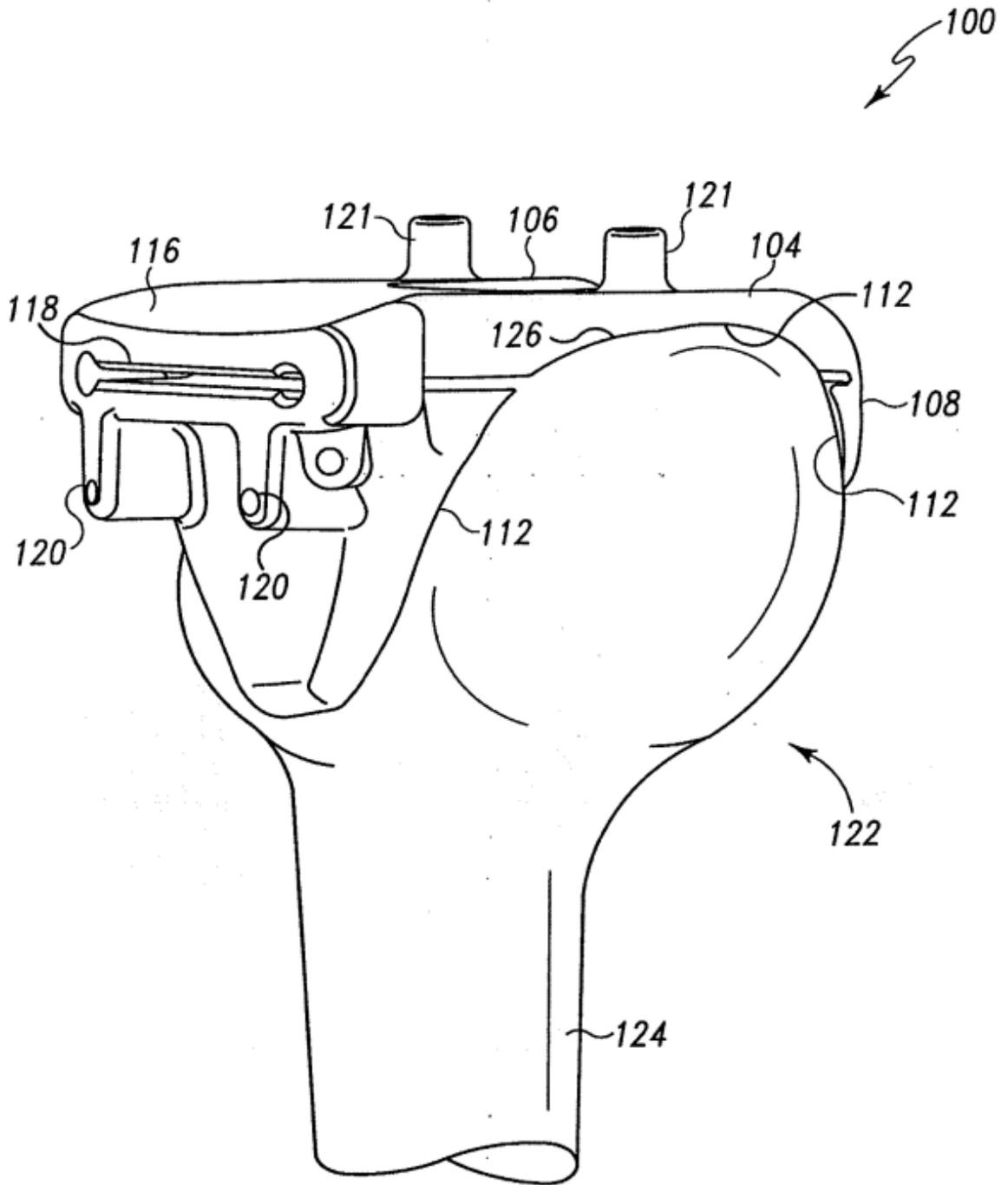
Fig. 9



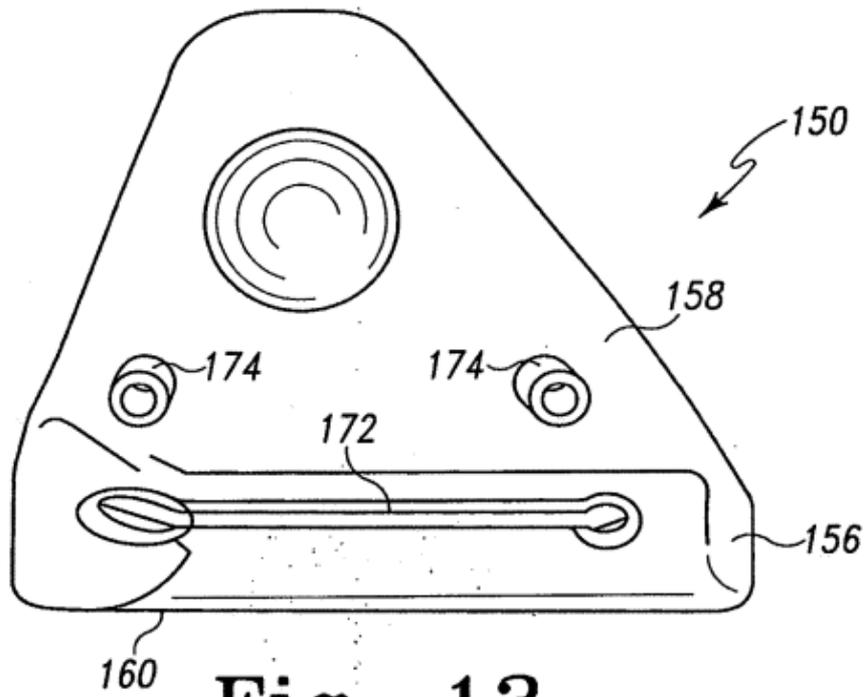
**Fig. 10**



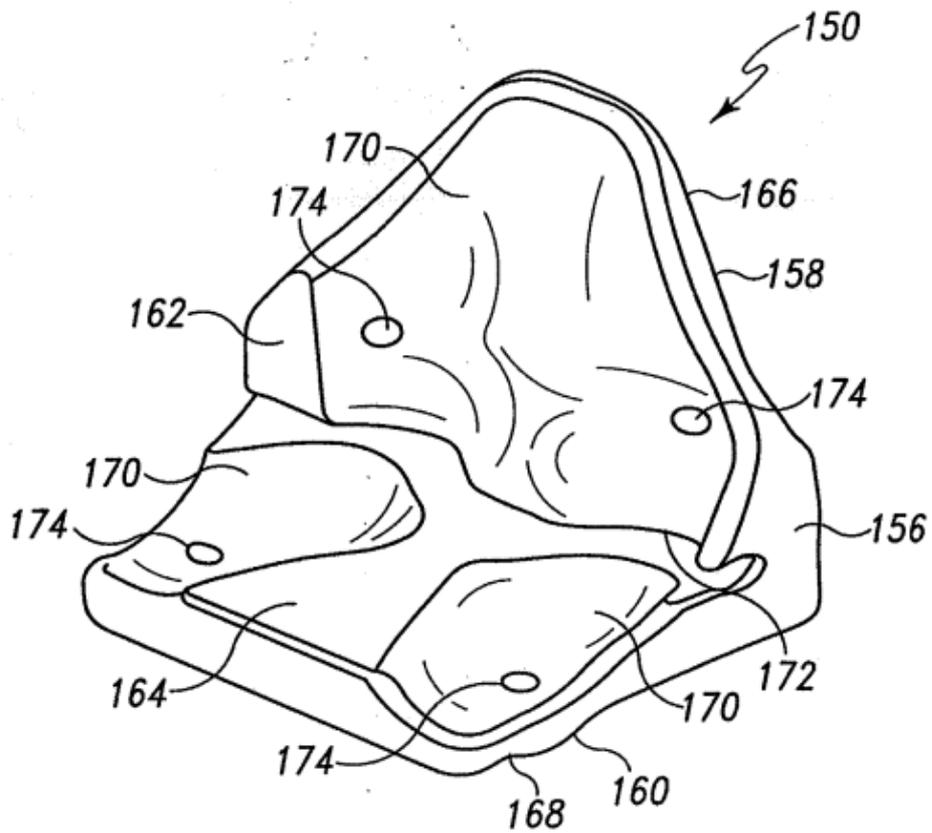
**Fig. 11**



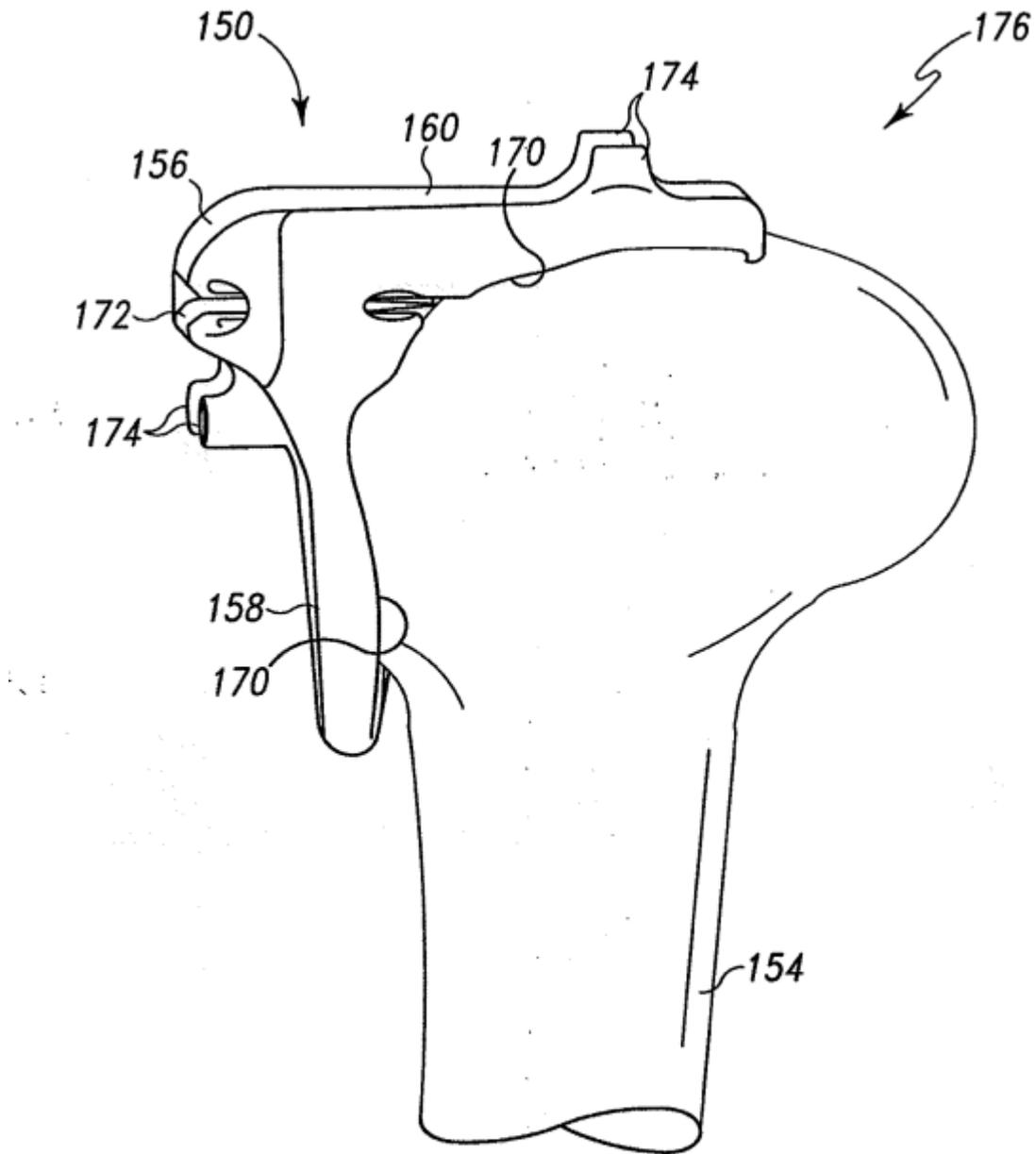
**Fig. 12**



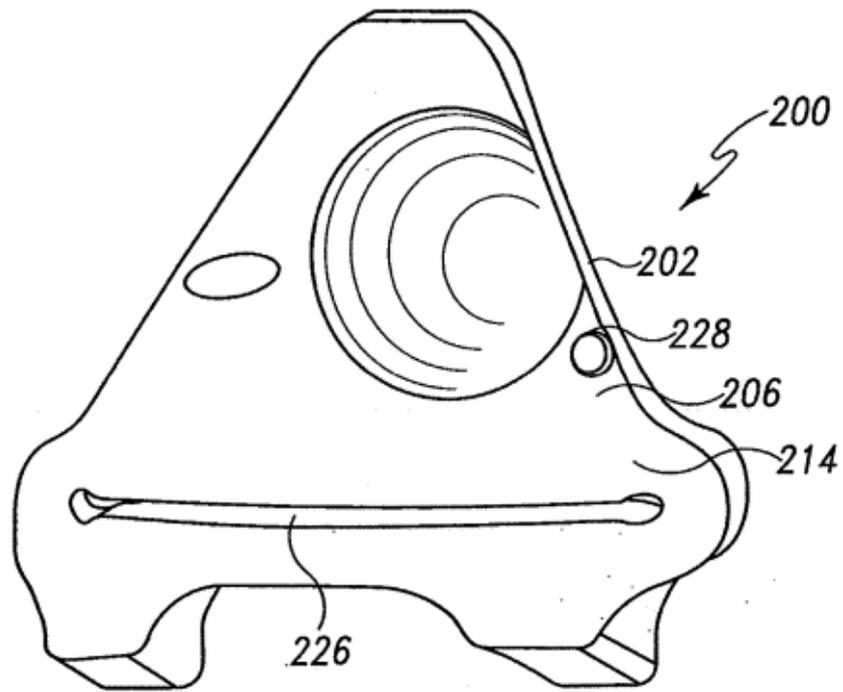
**Fig. 13**



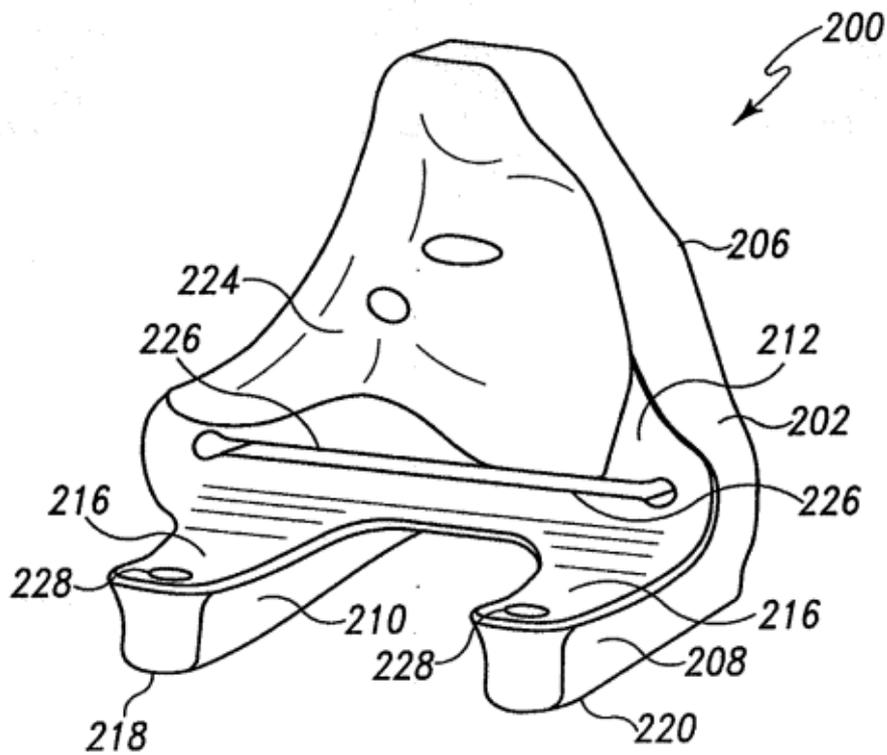
**Fig. 14**



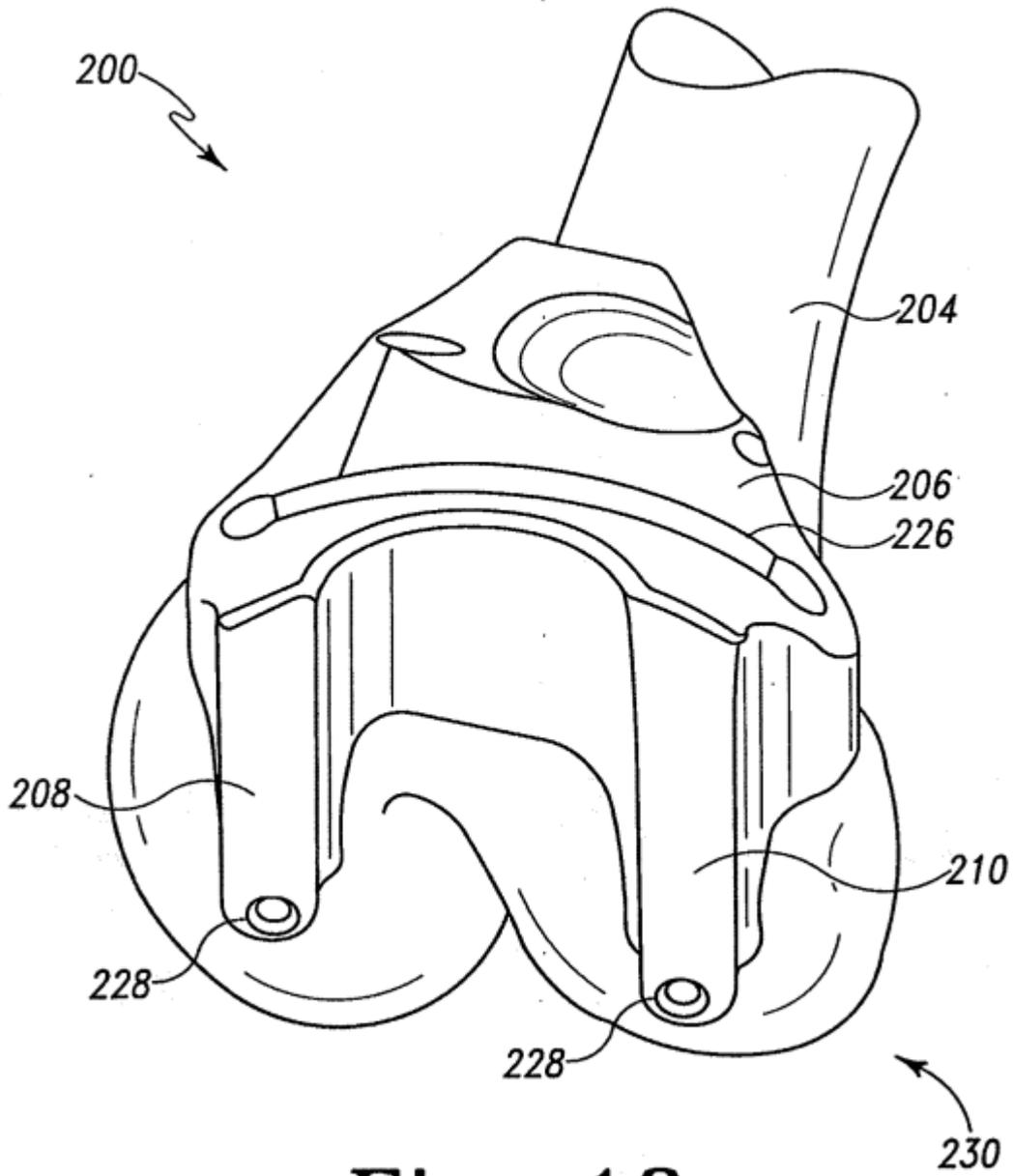
**Fig. 15**



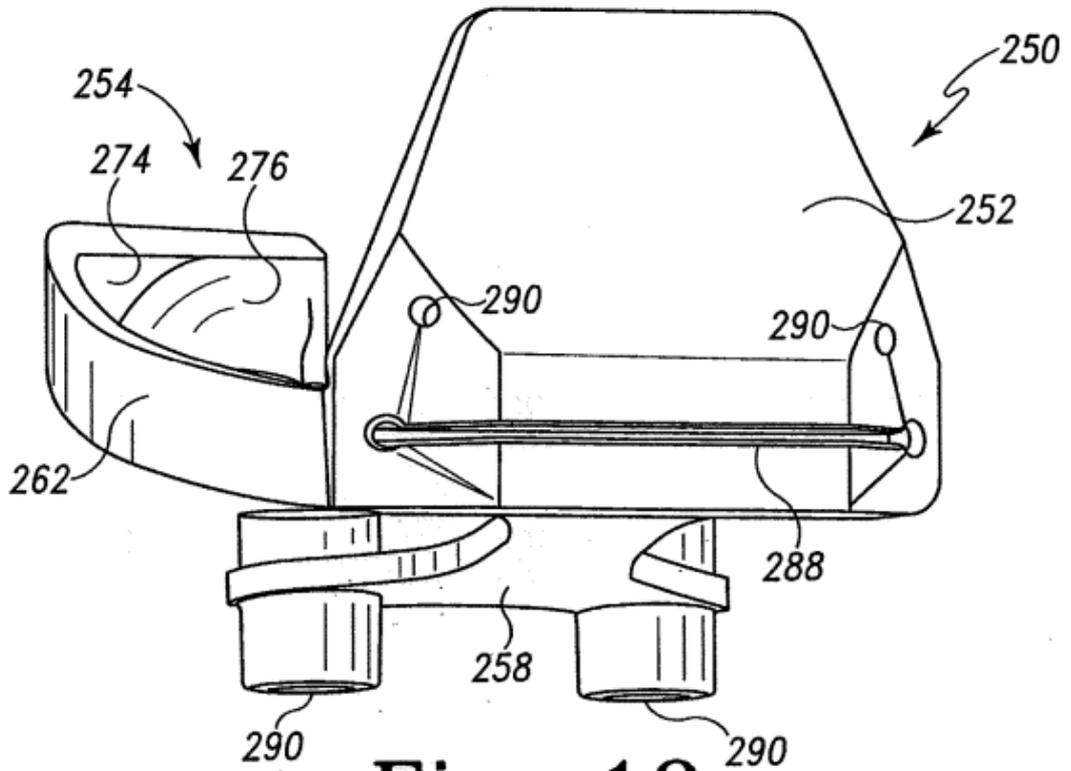
**Fig. 16**



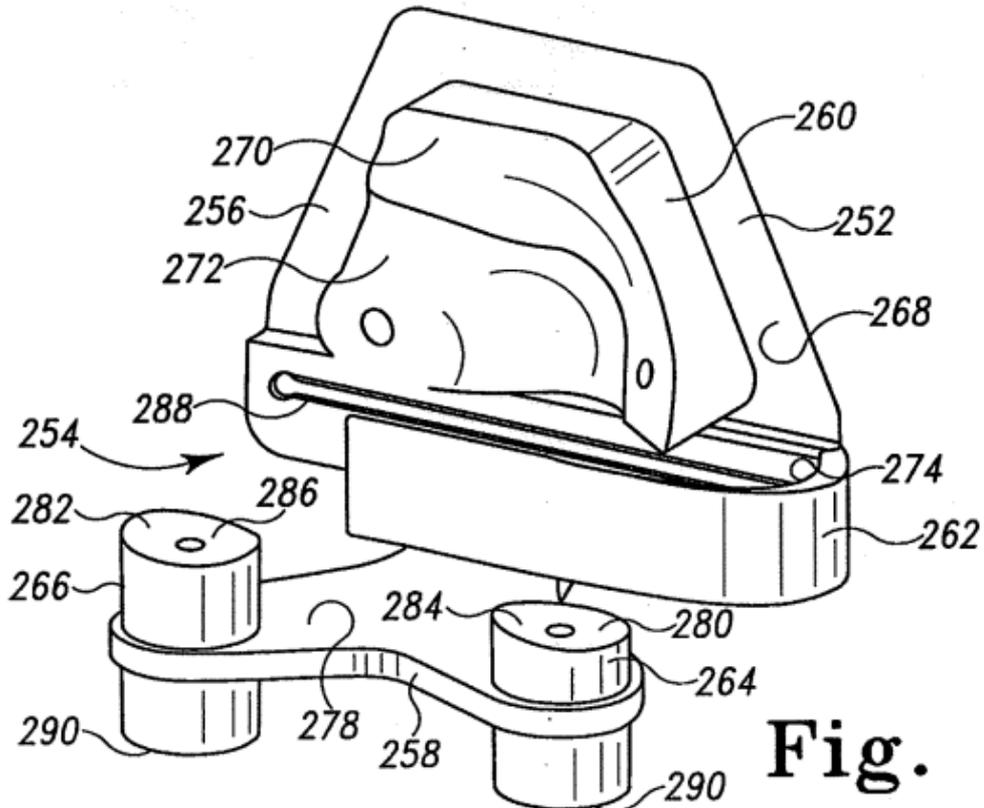
**Fig. 17**



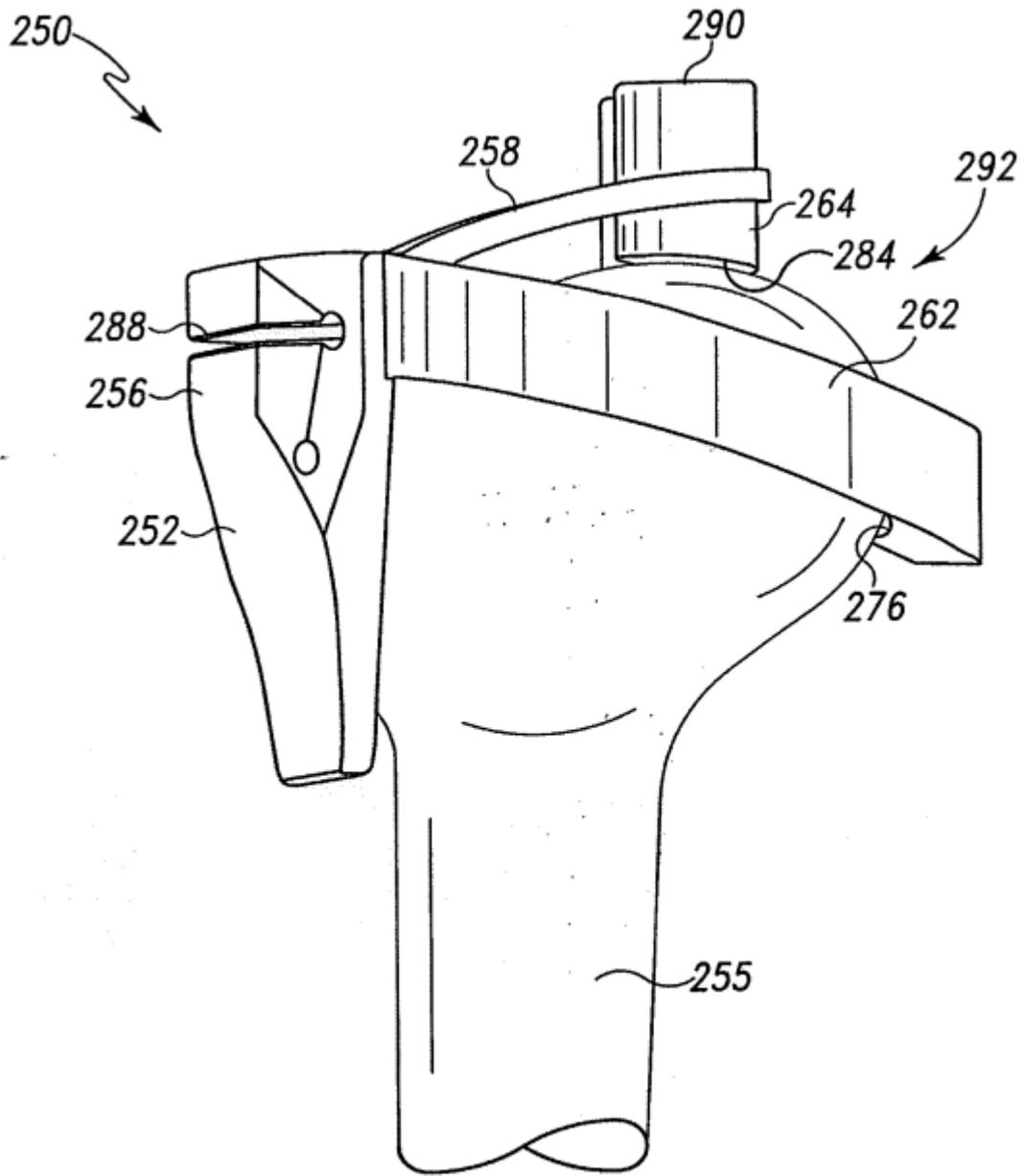
**Fig. 18**



**Fig. 19**



**Fig. 20**



**Fig. 21**

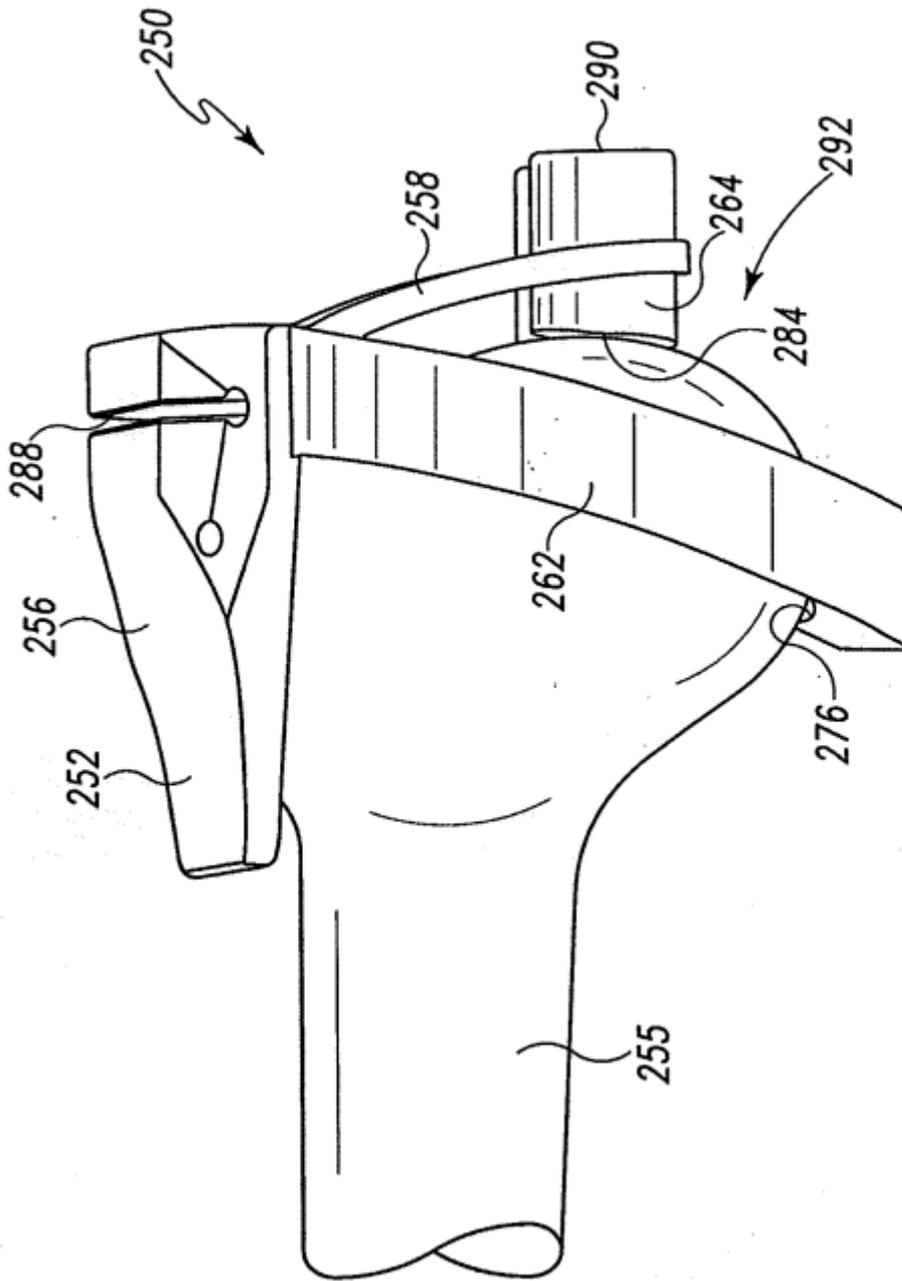
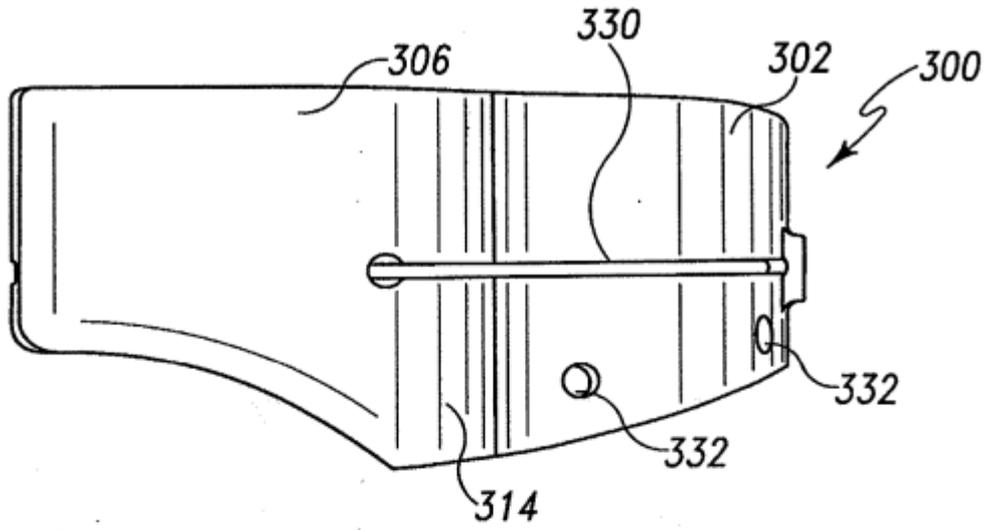
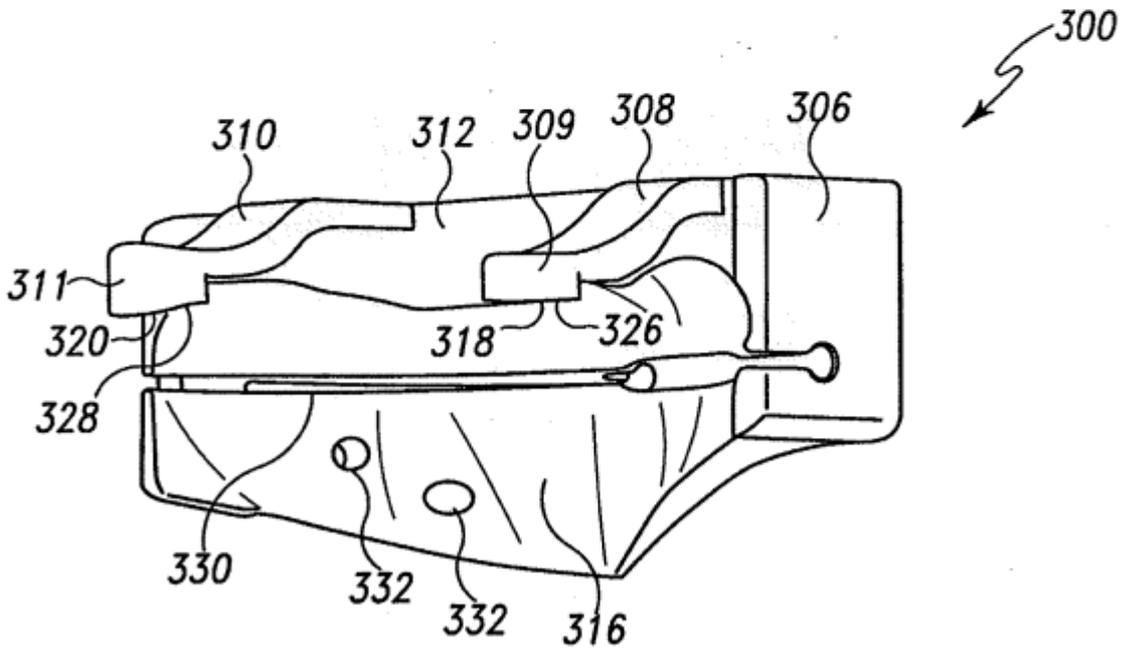


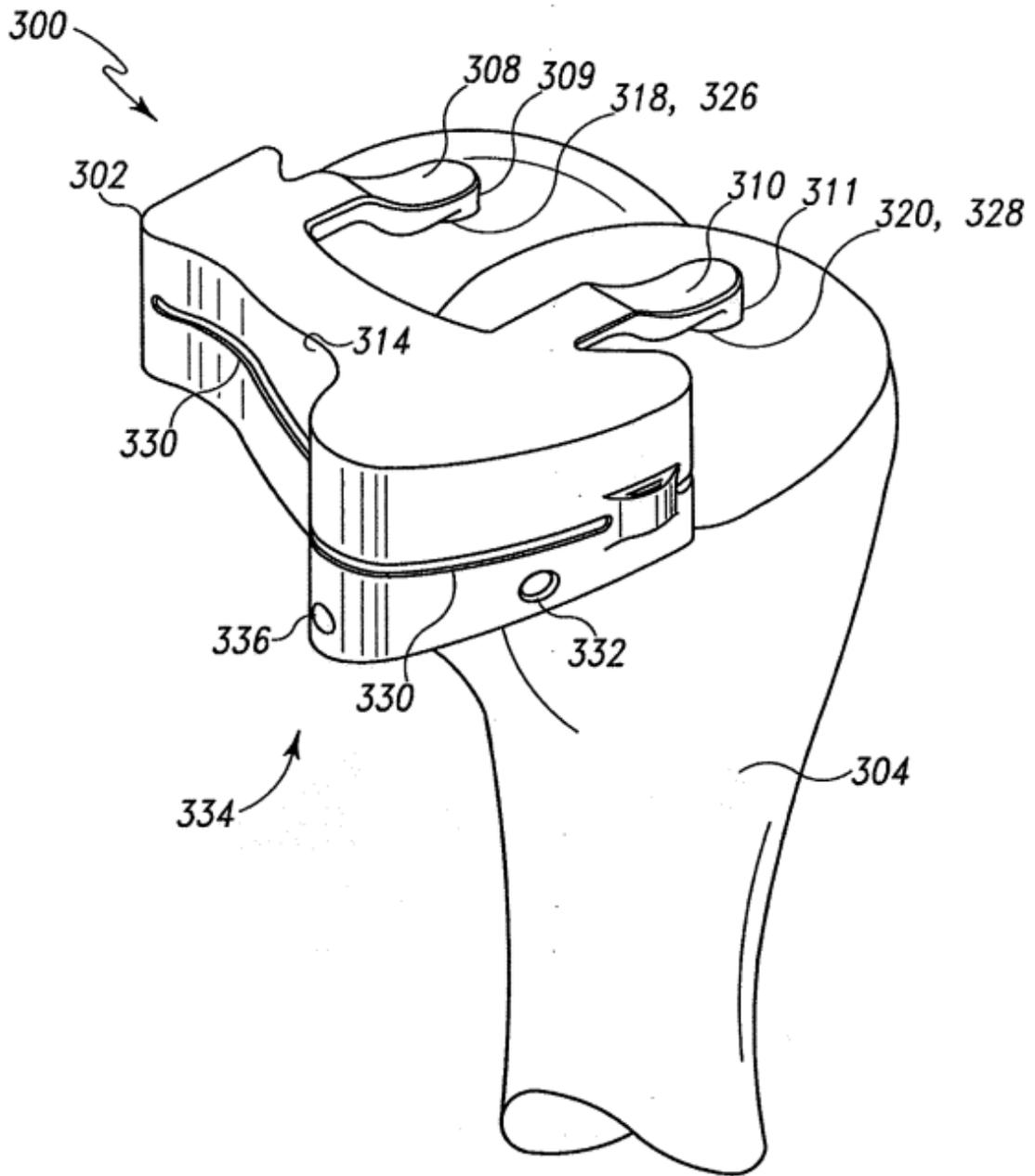
Fig. 22



**Fig. 23**



**Fig. 24**



**Fig. 25**

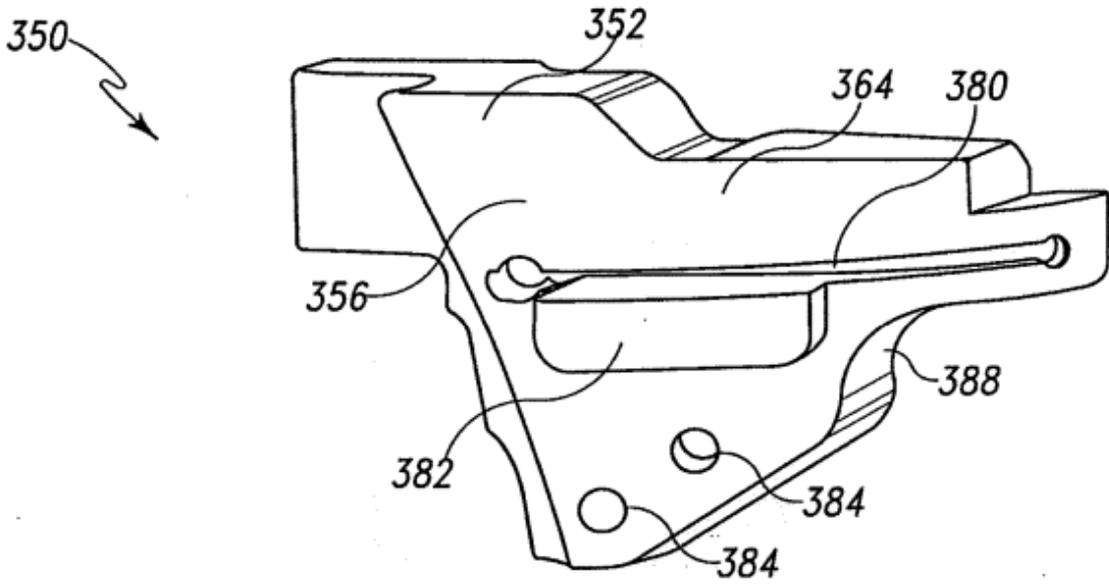


Fig. 26

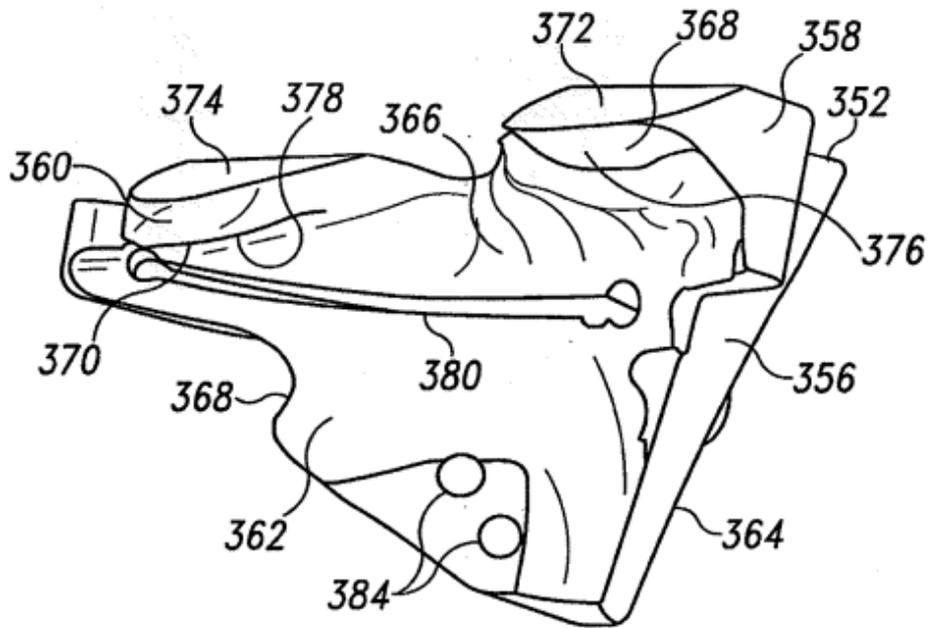
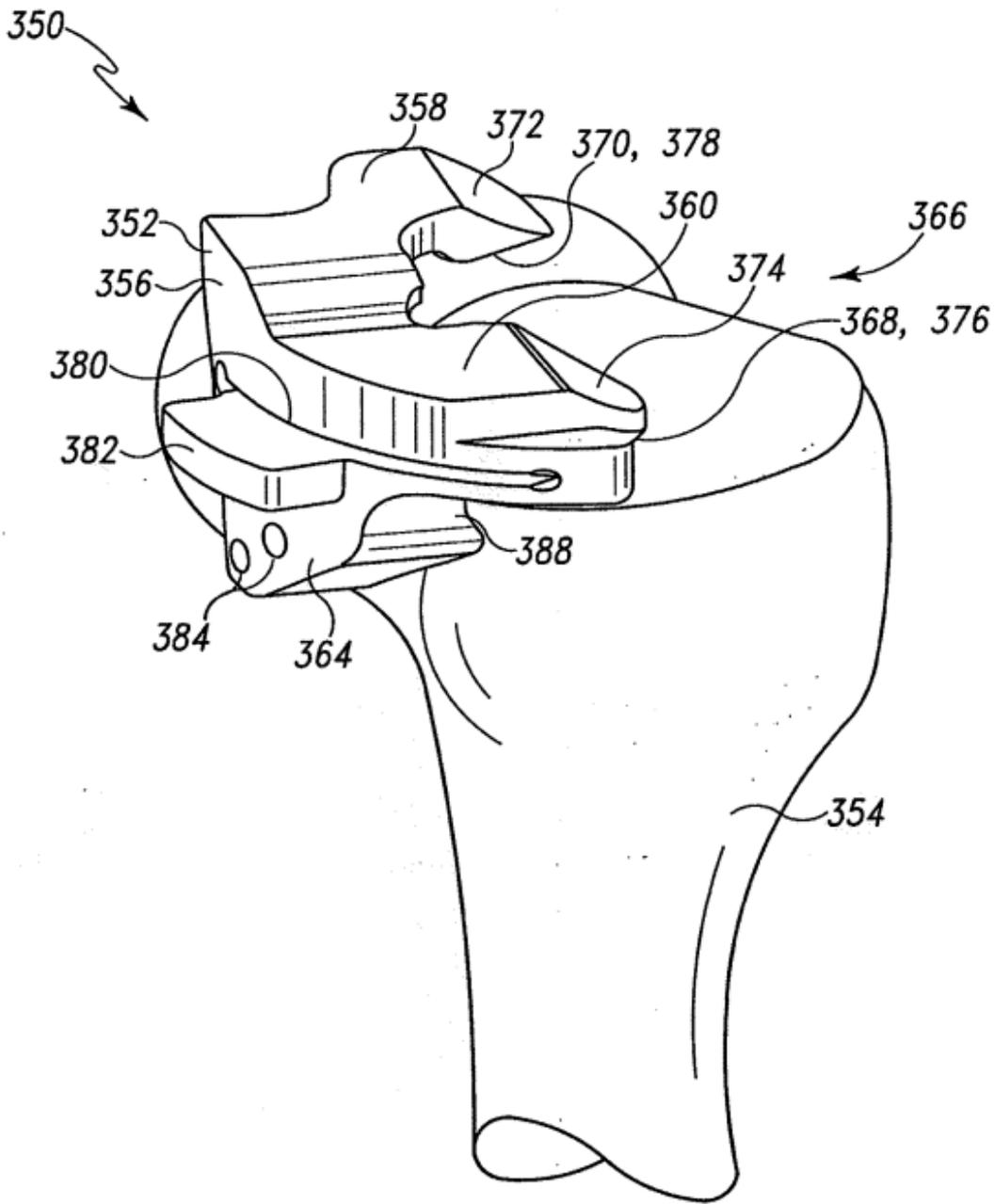
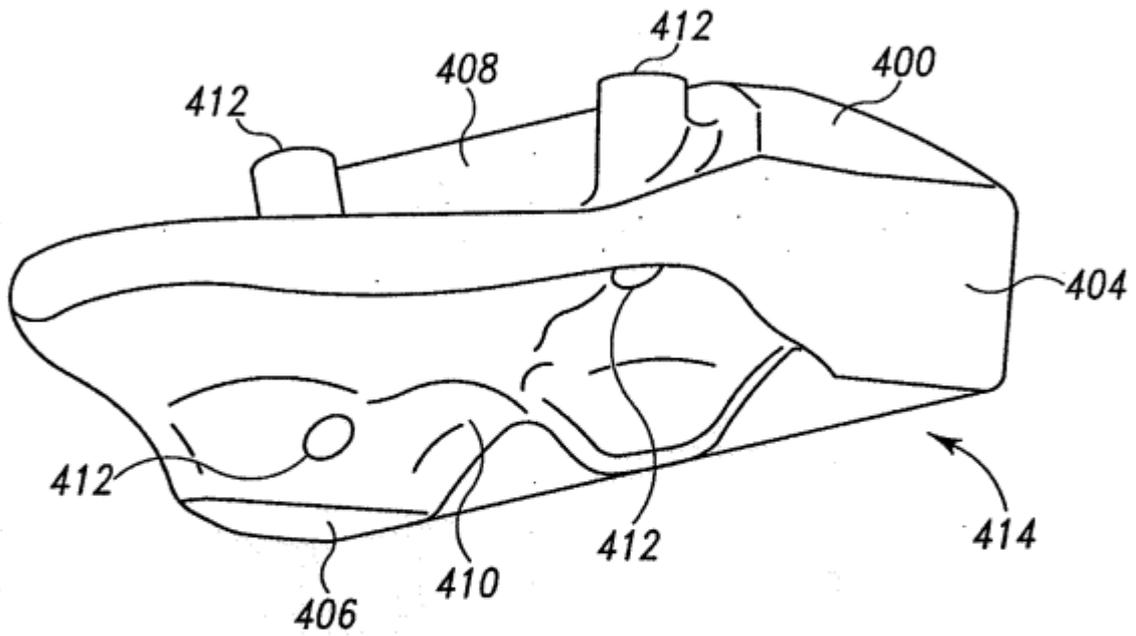


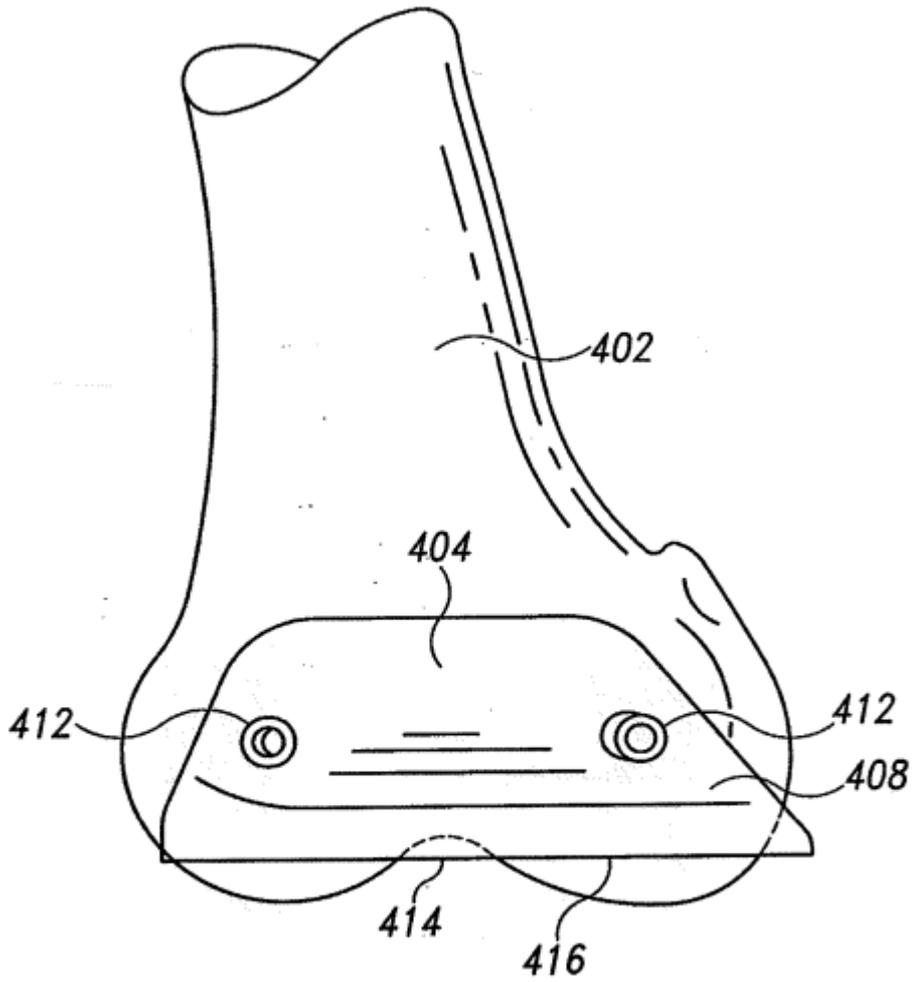
Fig. 27



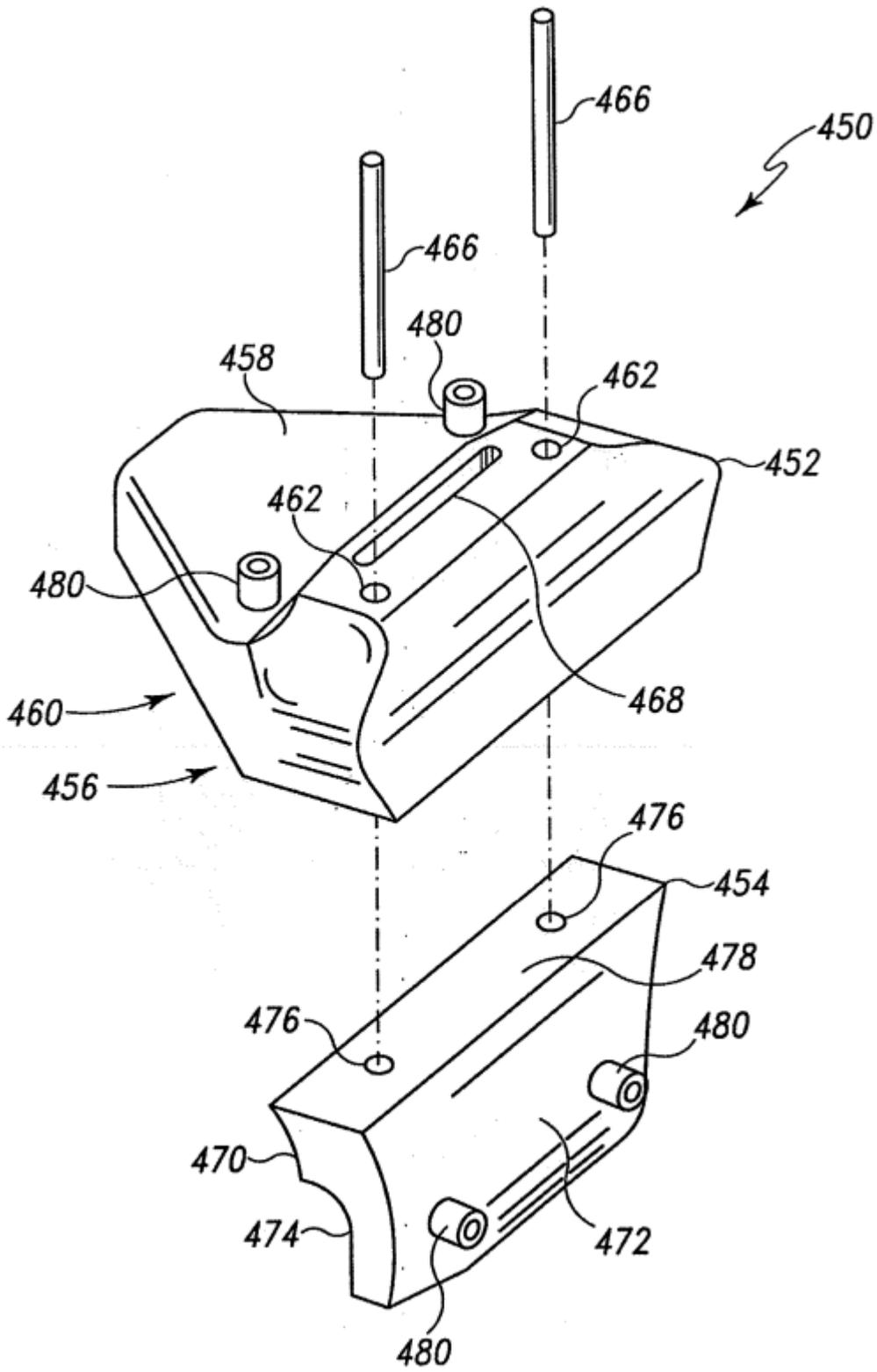
**Fig. 28**



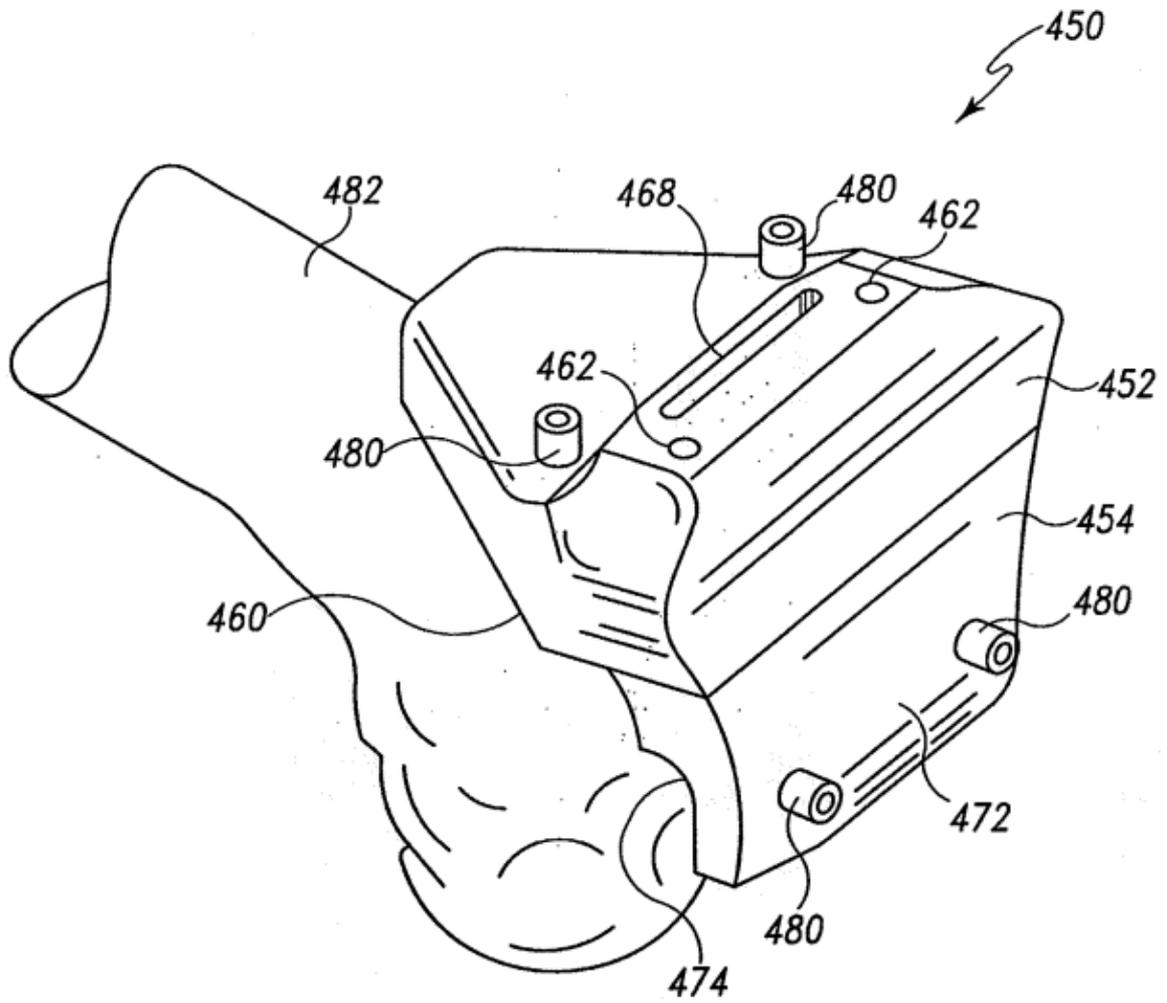
**Fig. 29**



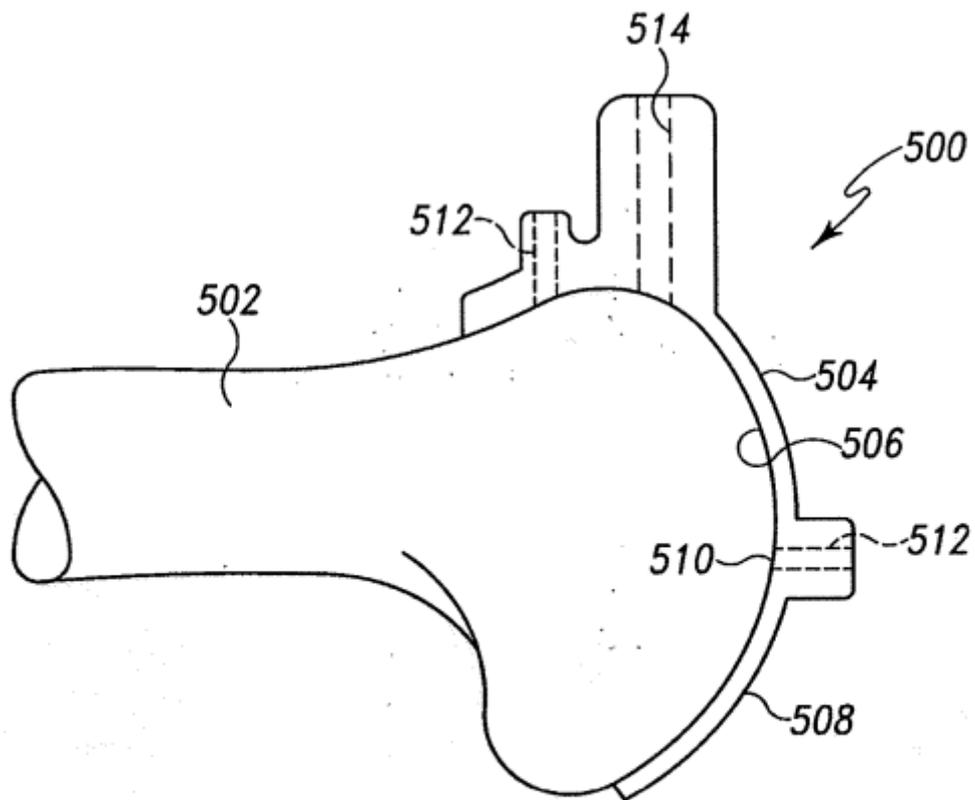
**Fig. 30**



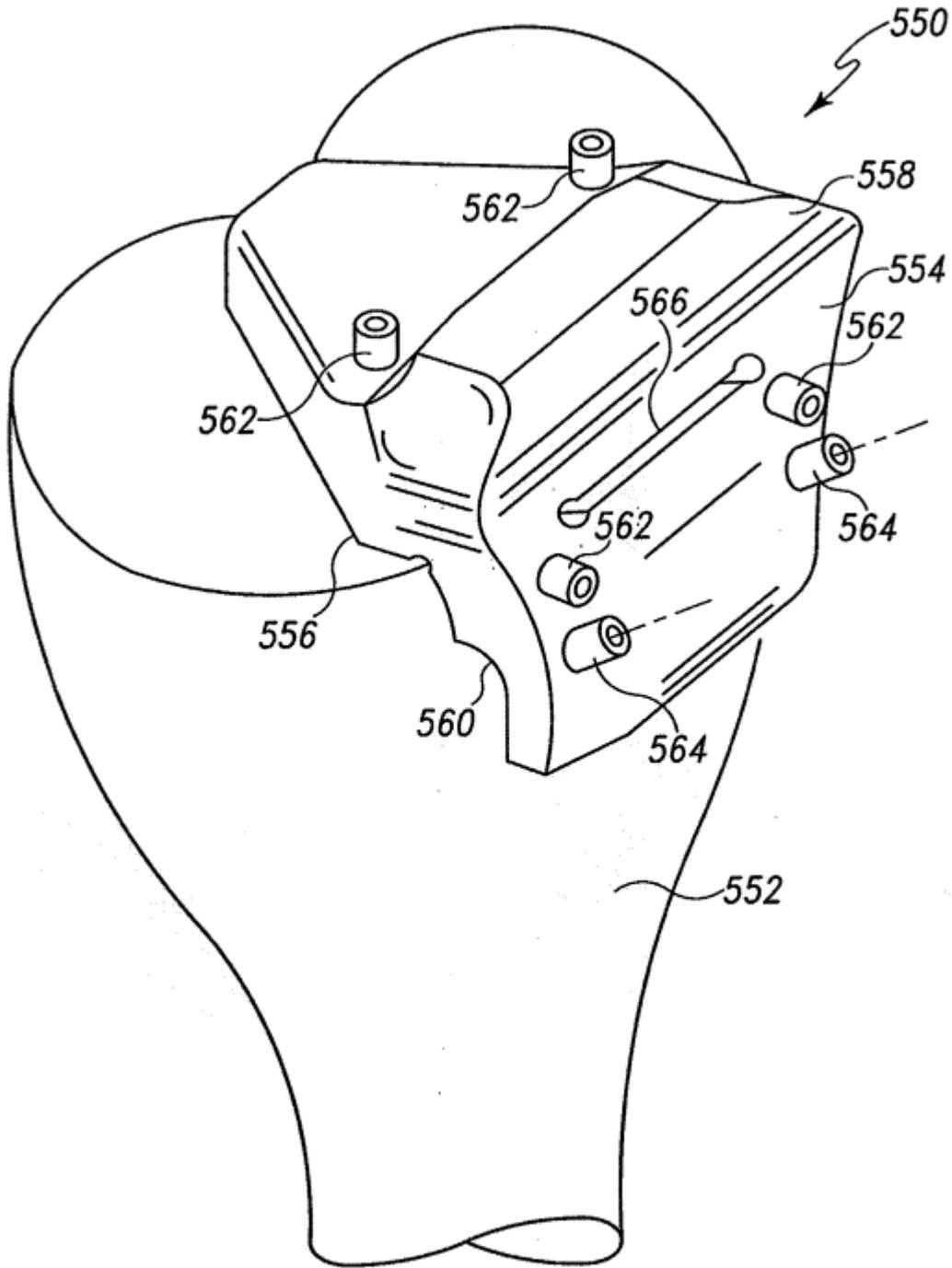
**Fig. 31**



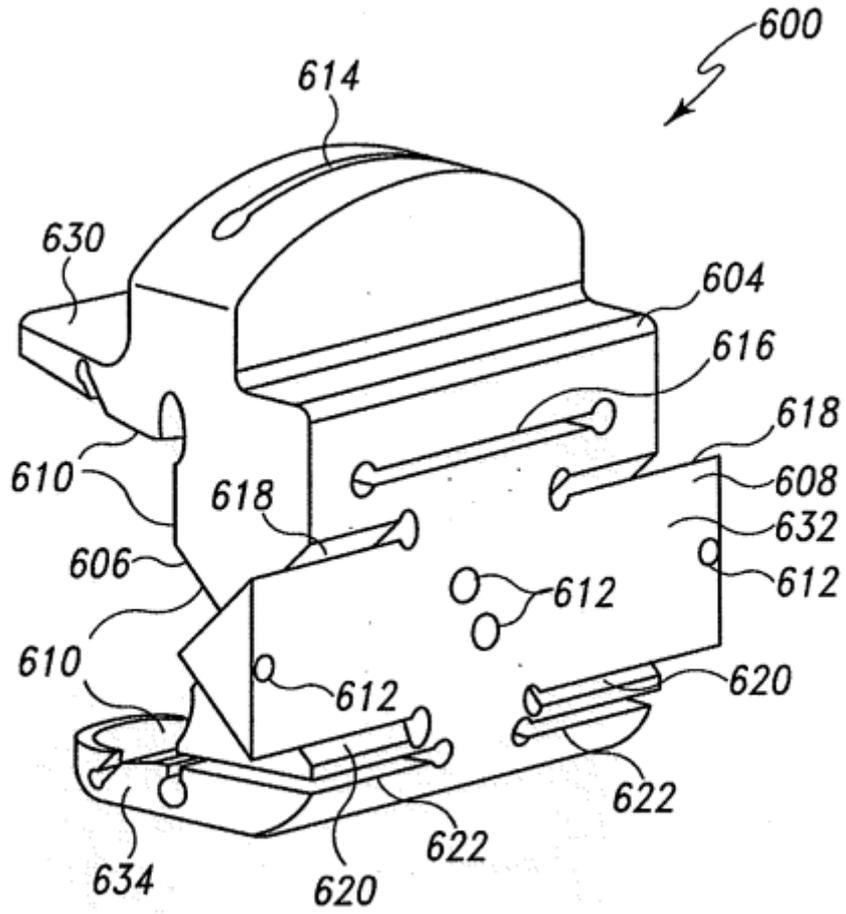
**Fig. 32**



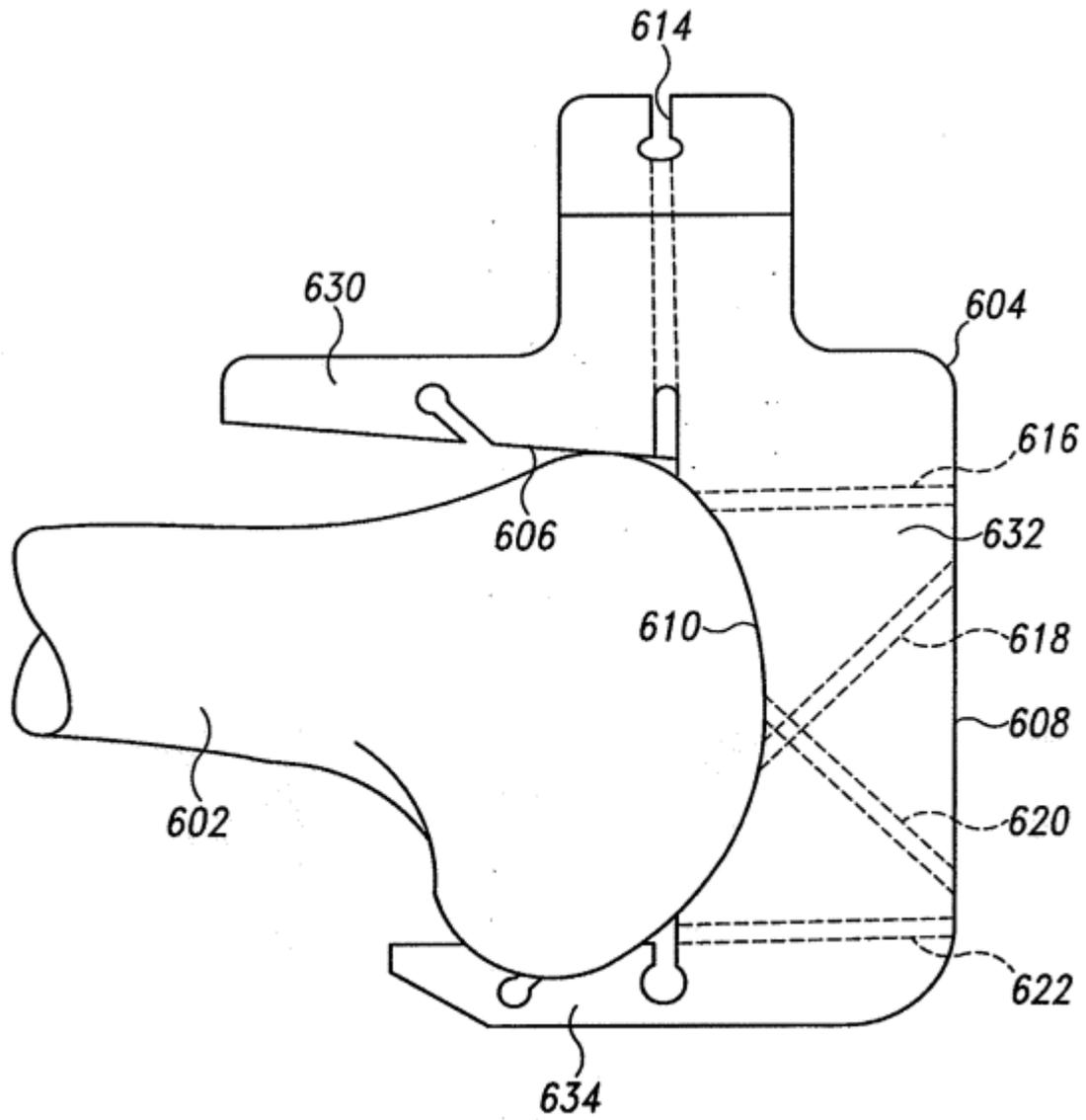
**Fig. 33**



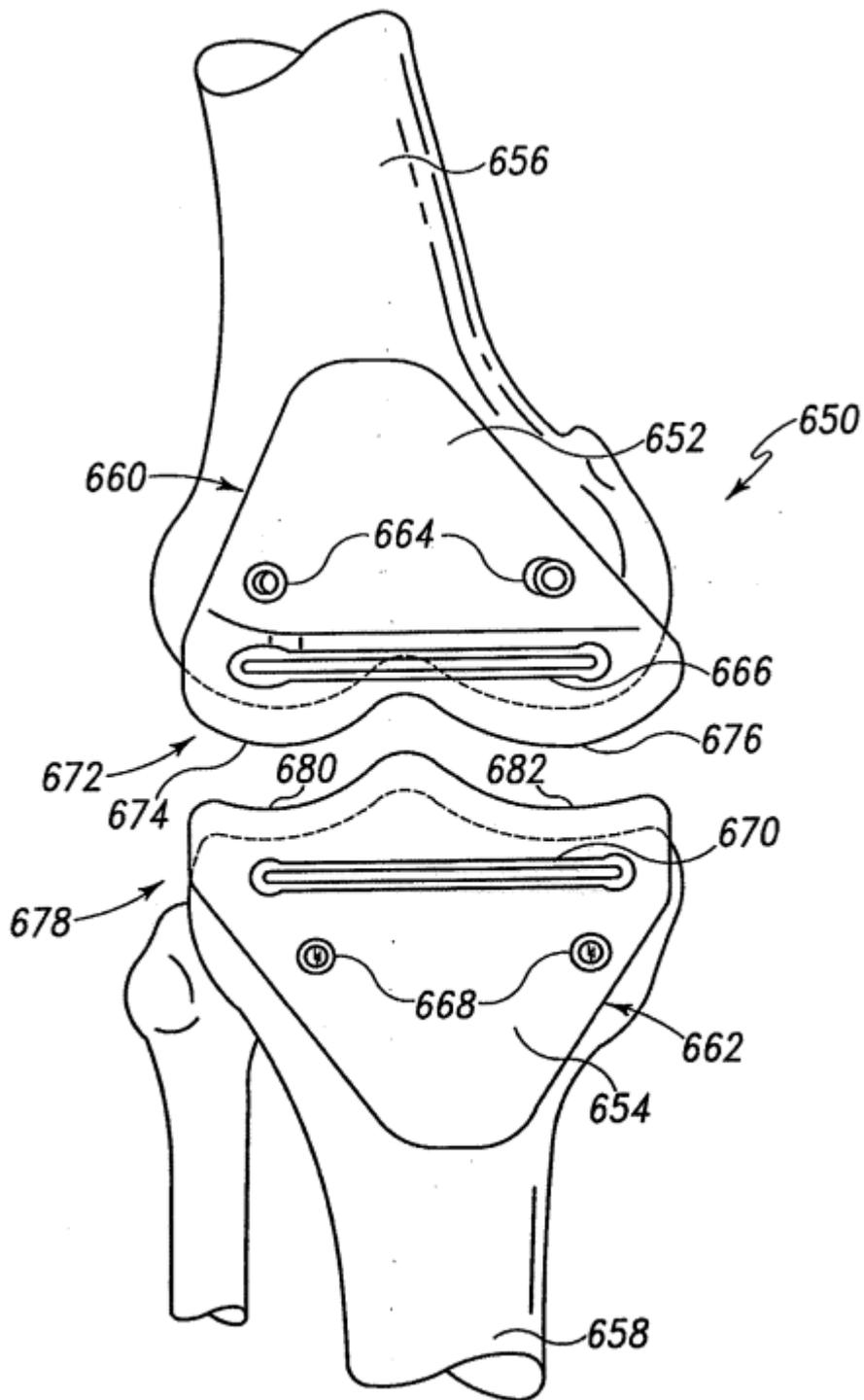
**Fig. 34**



**Fig. 35**

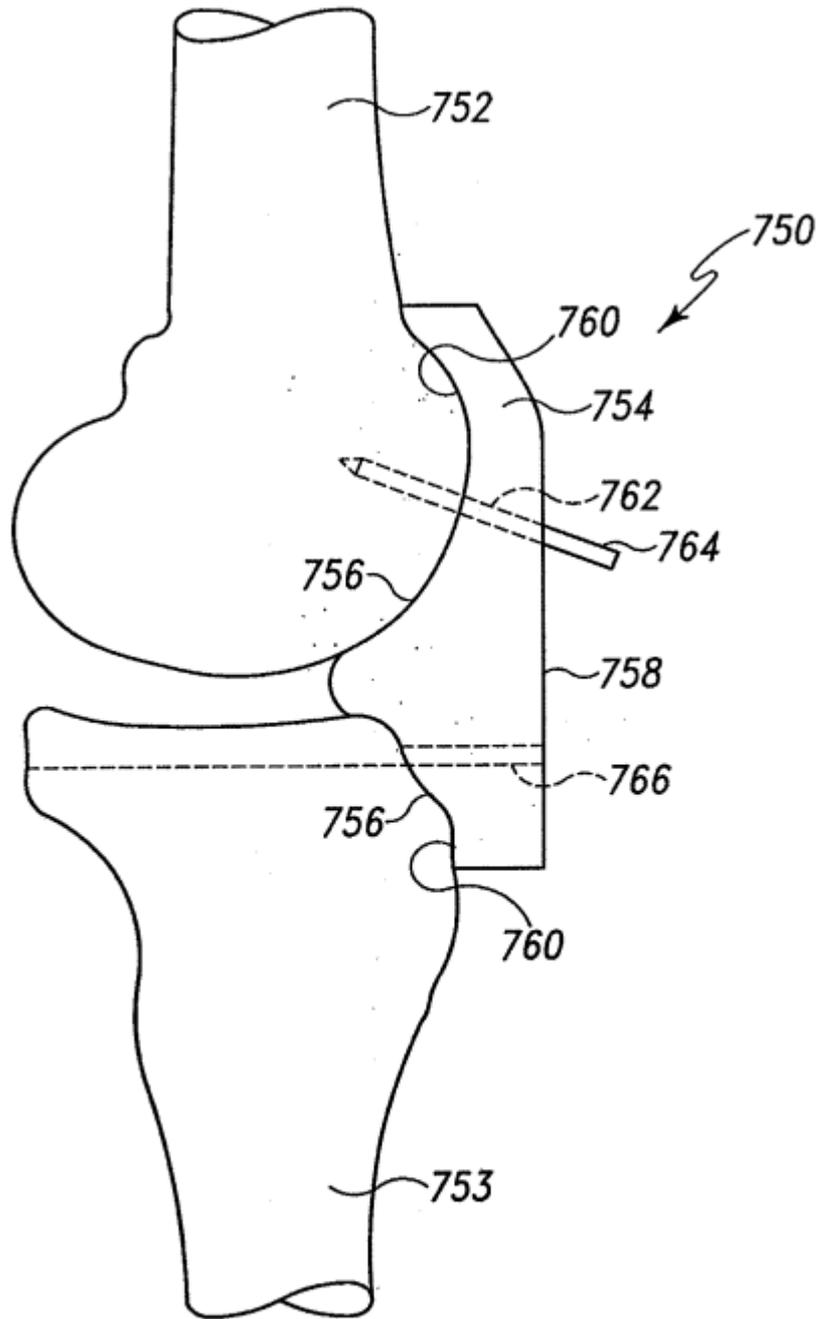


**Fig. 36**

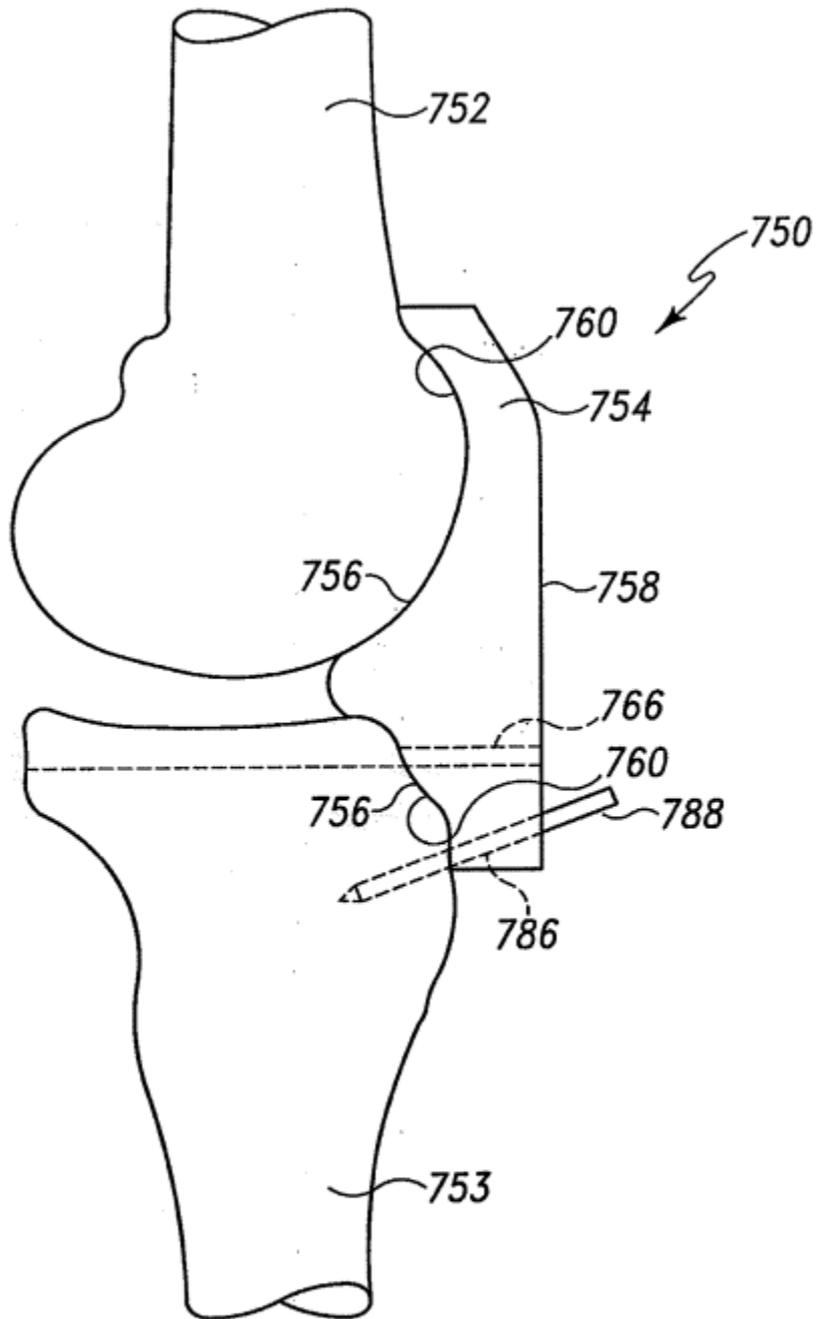


**Fig. 37**

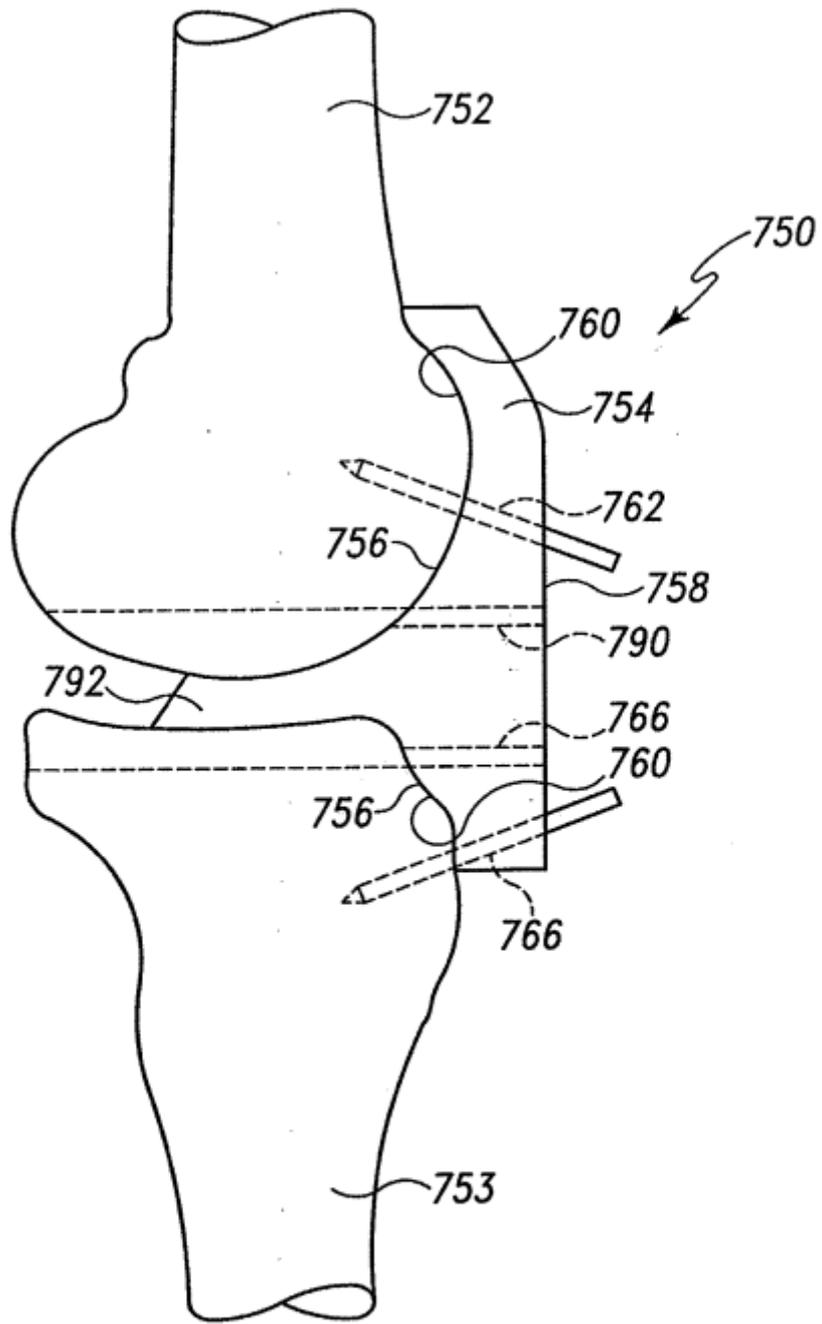




**Fig. 39**



**Fig. 40**



**Fig. 41**

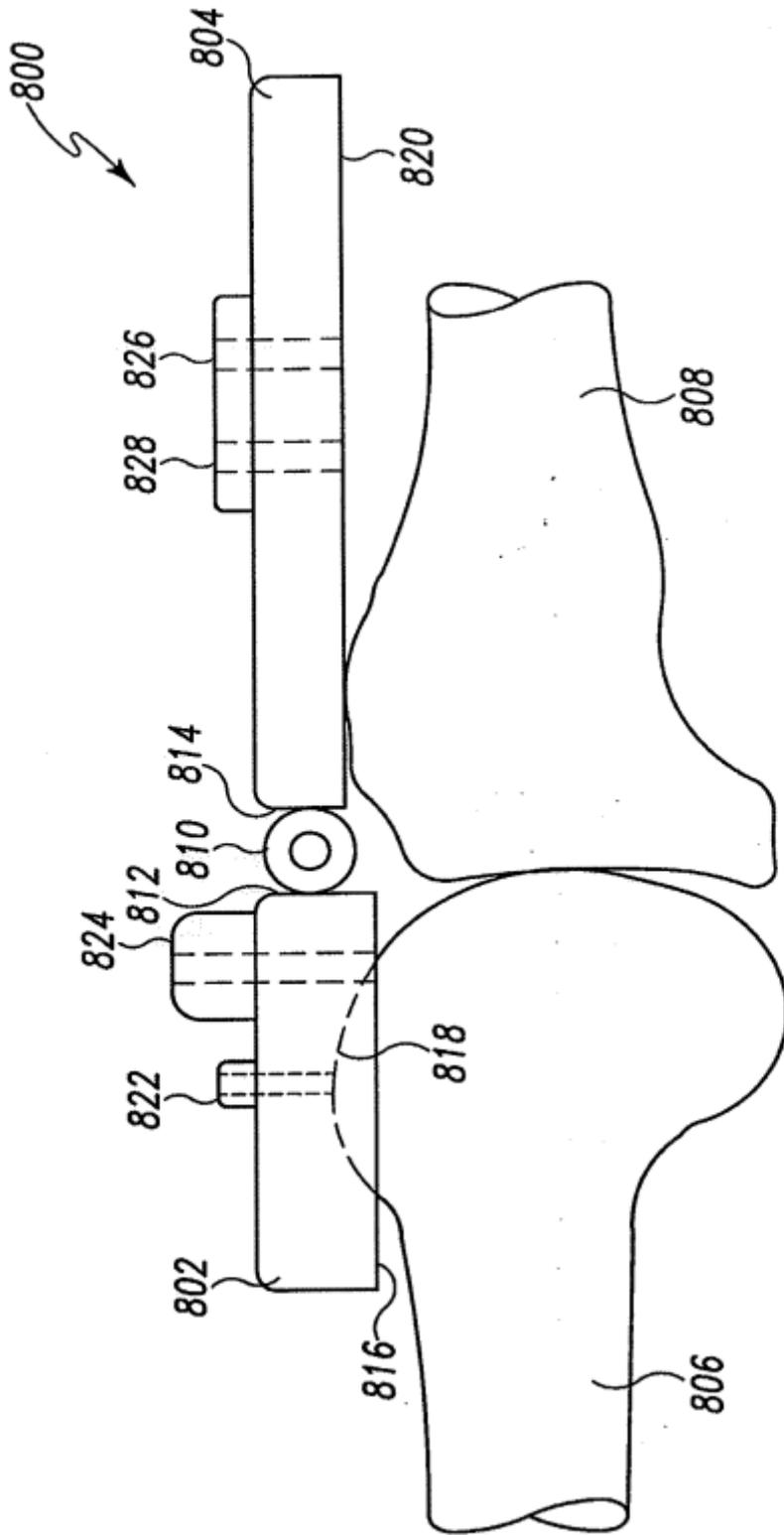
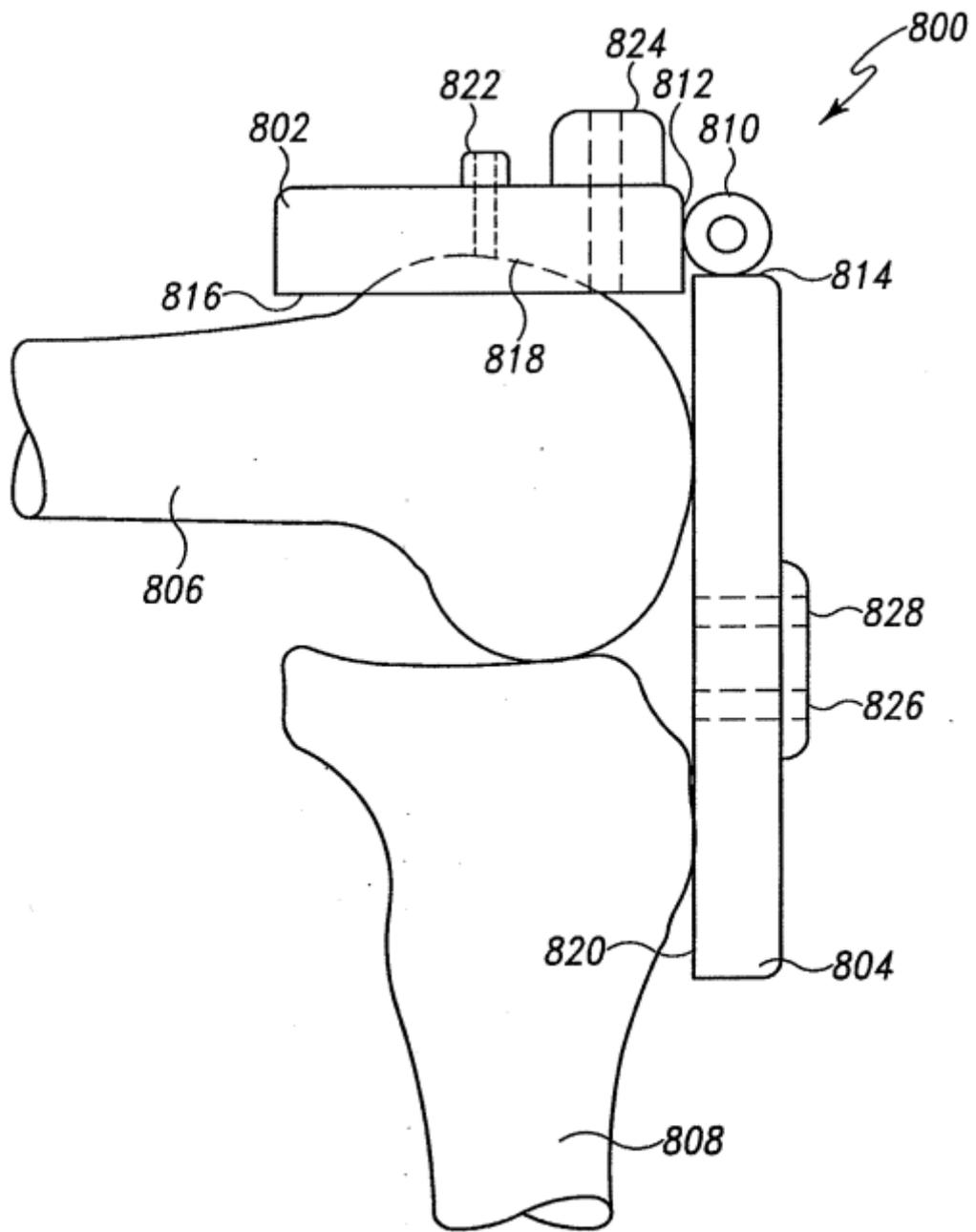
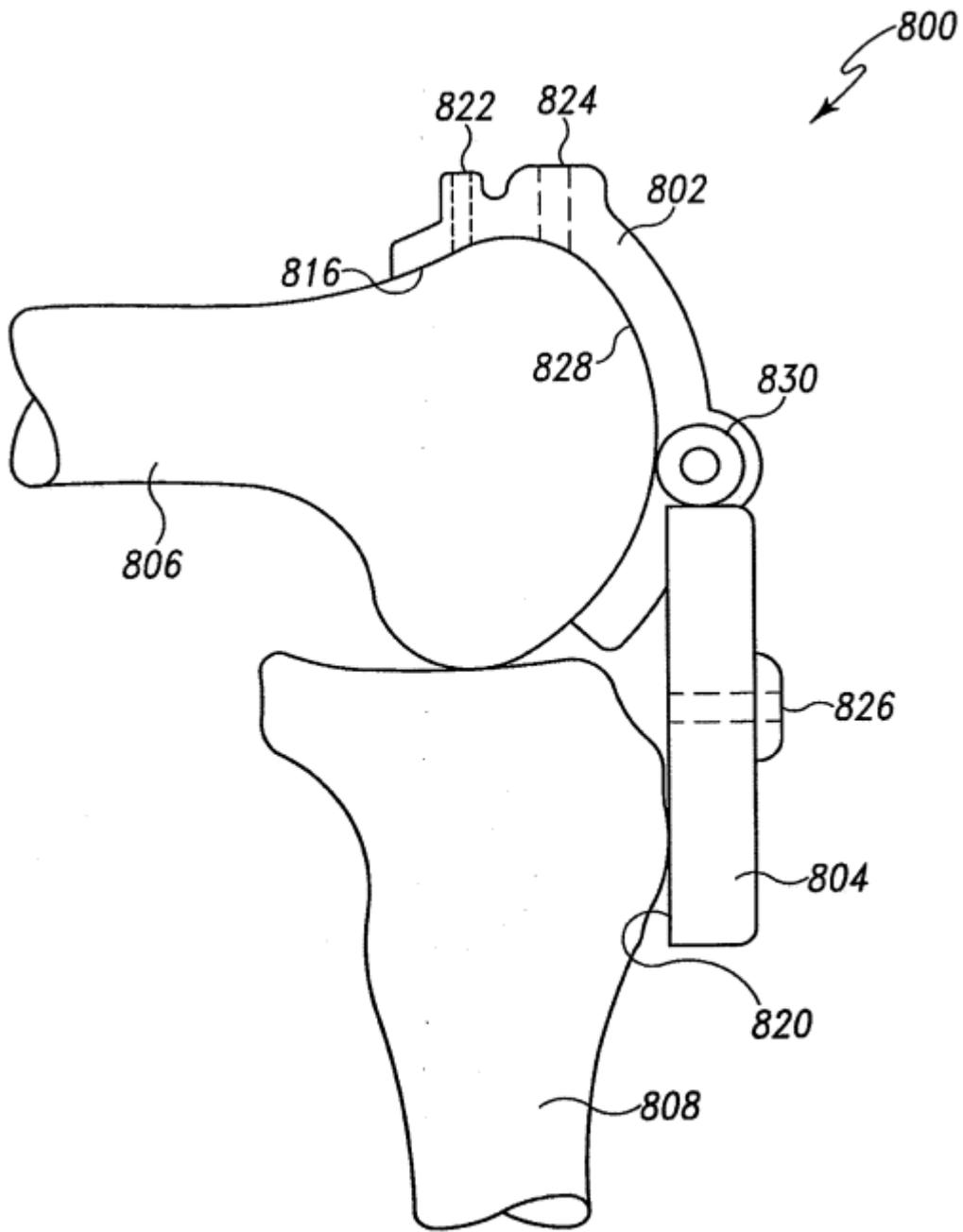


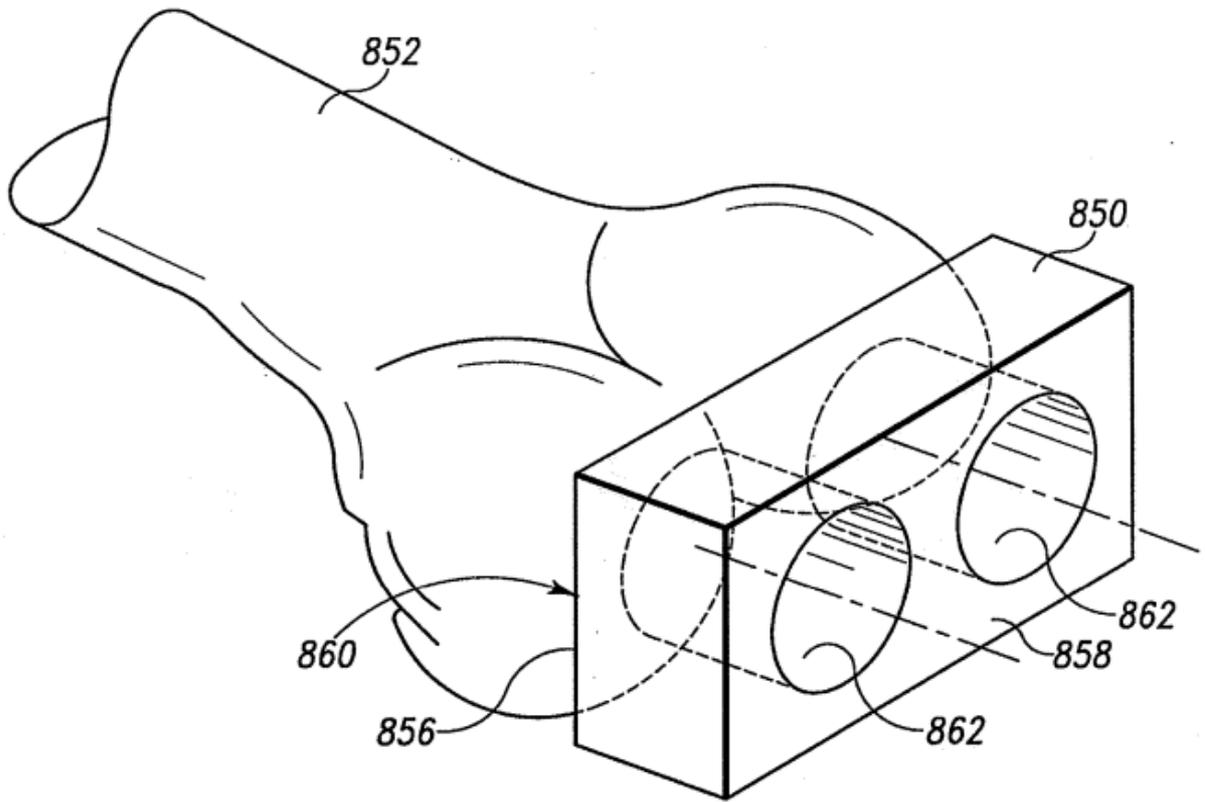
Fig. 42



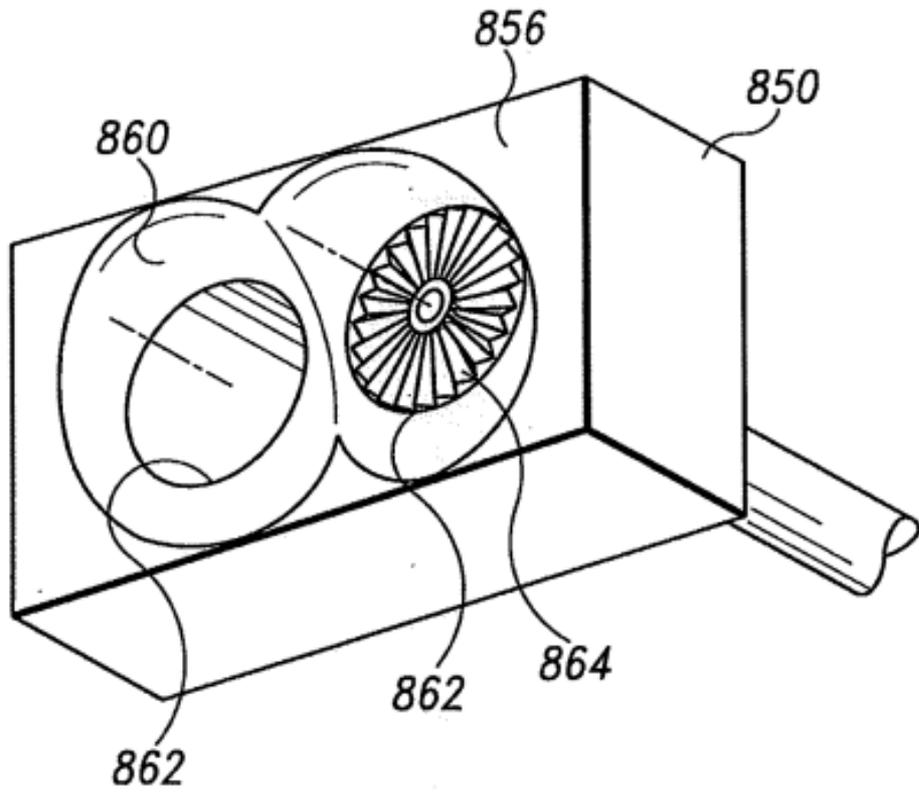
**Fig. 43**



**Fig. 44**

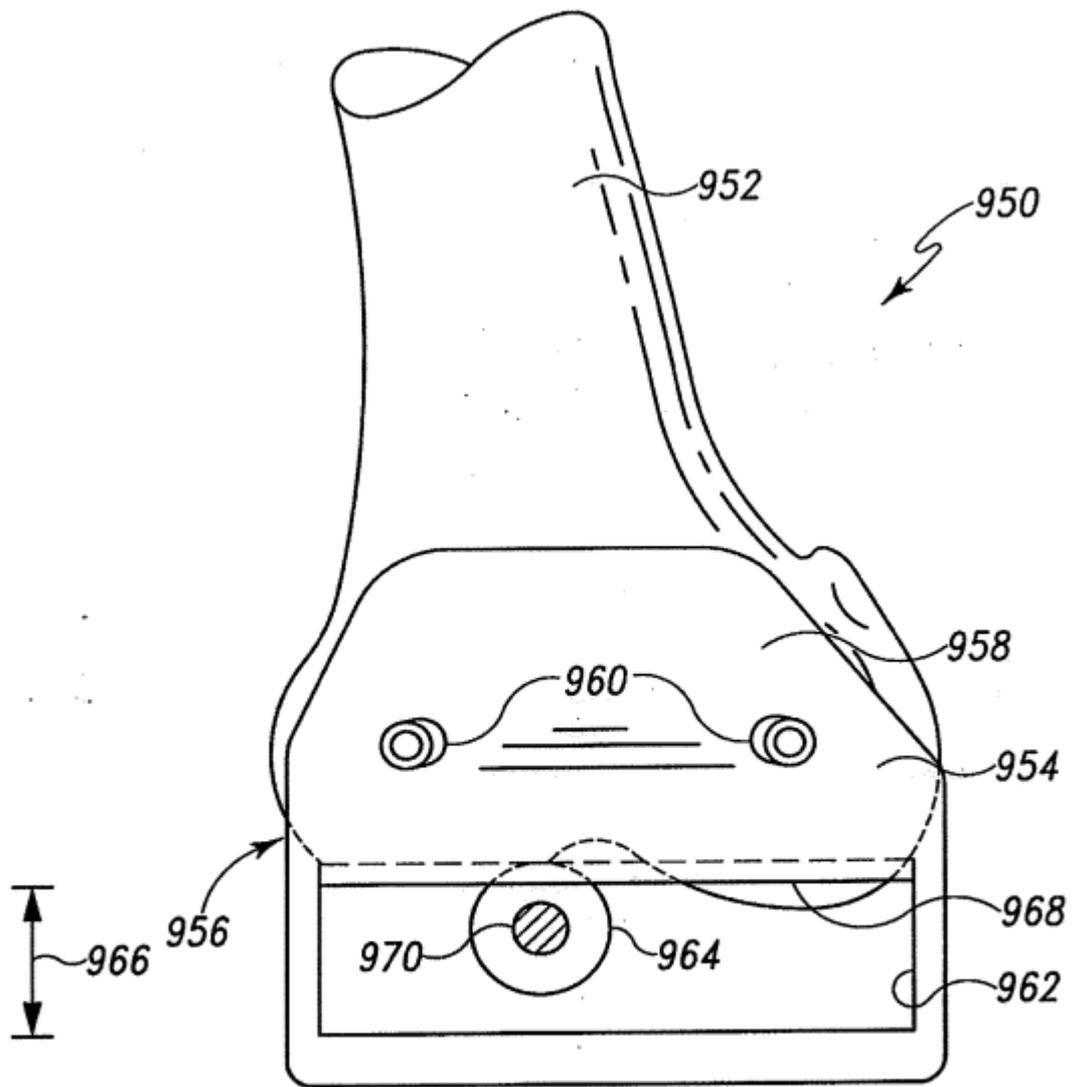


**Fig. 45**

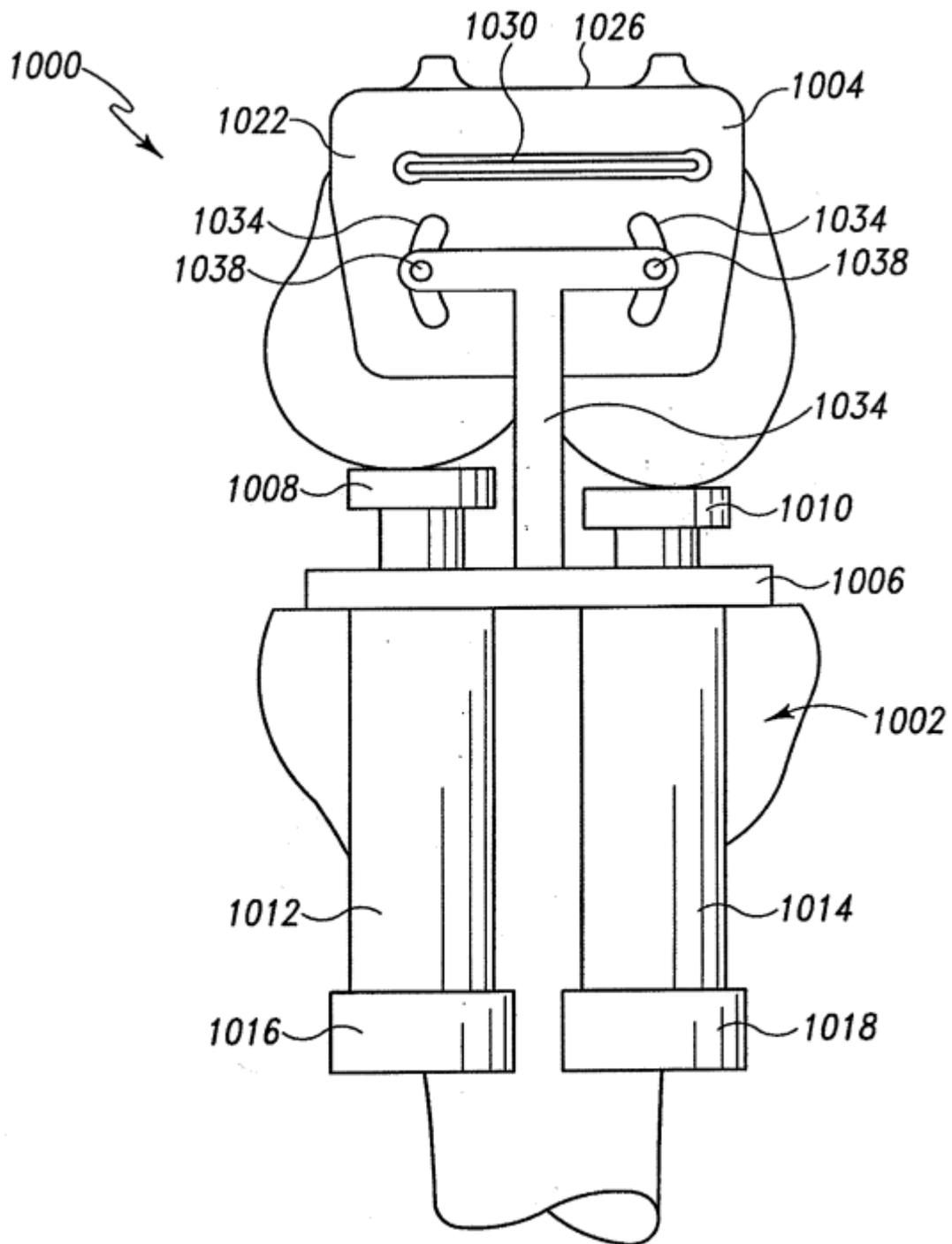


**Fig. 46**

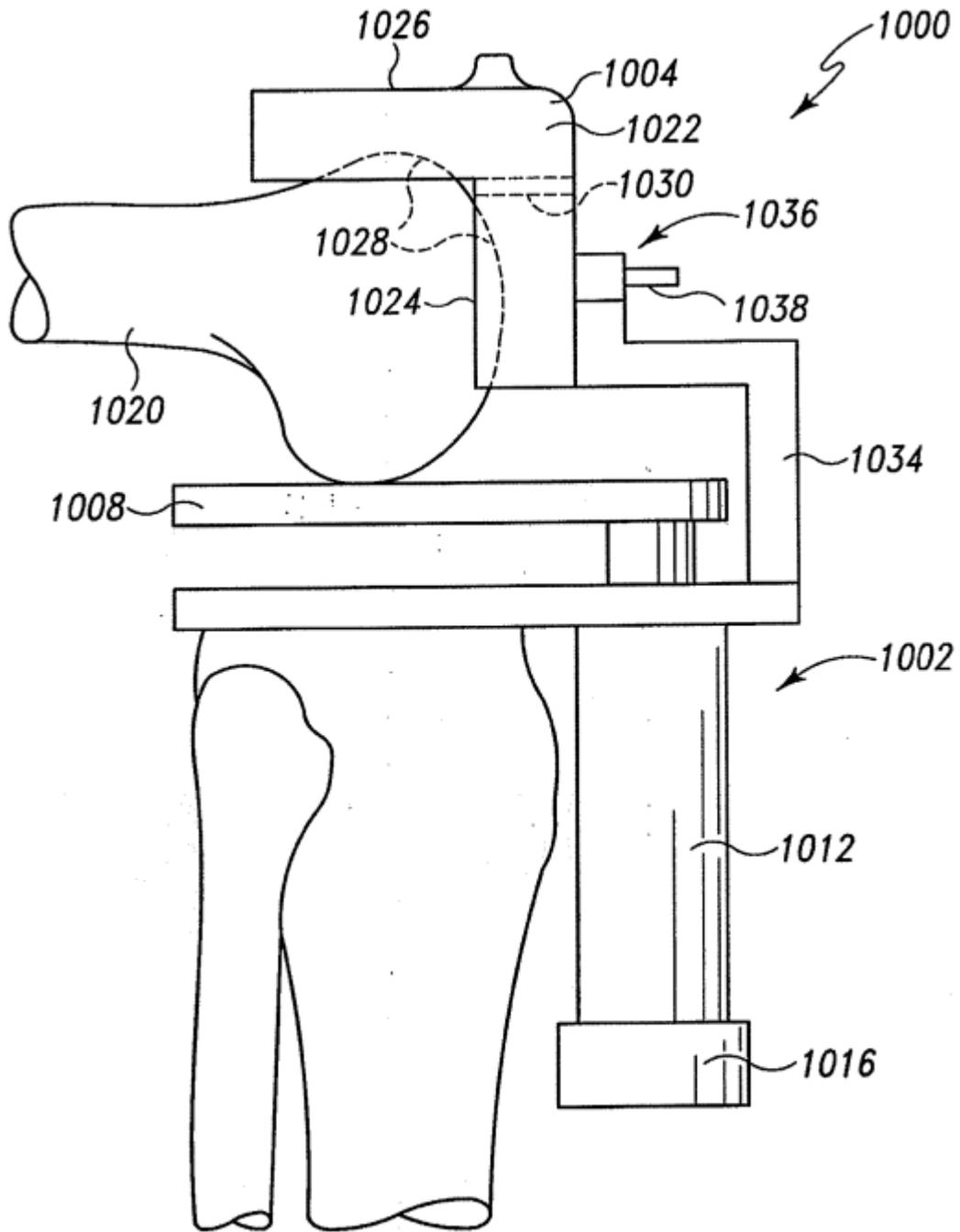




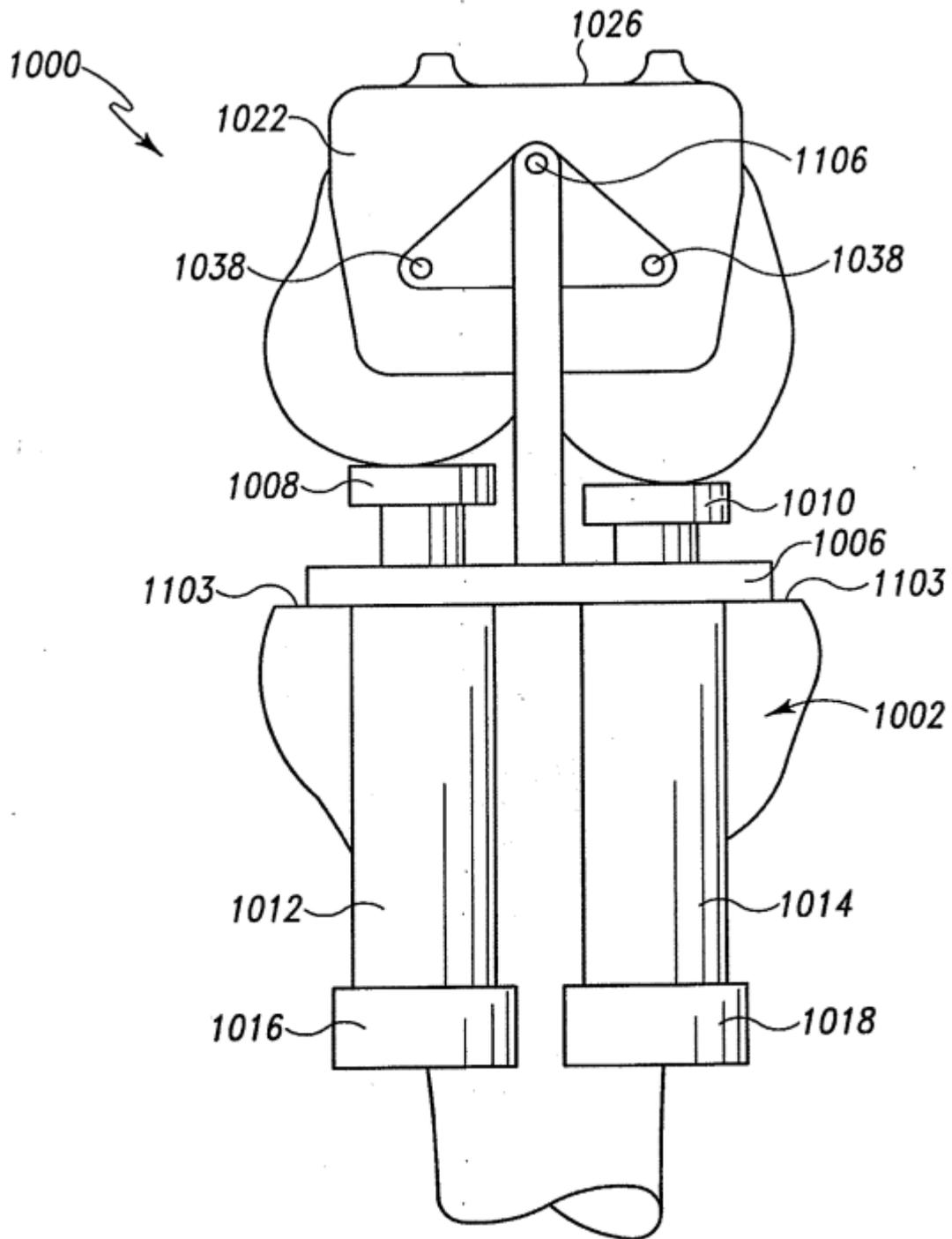
**Fig. 48**



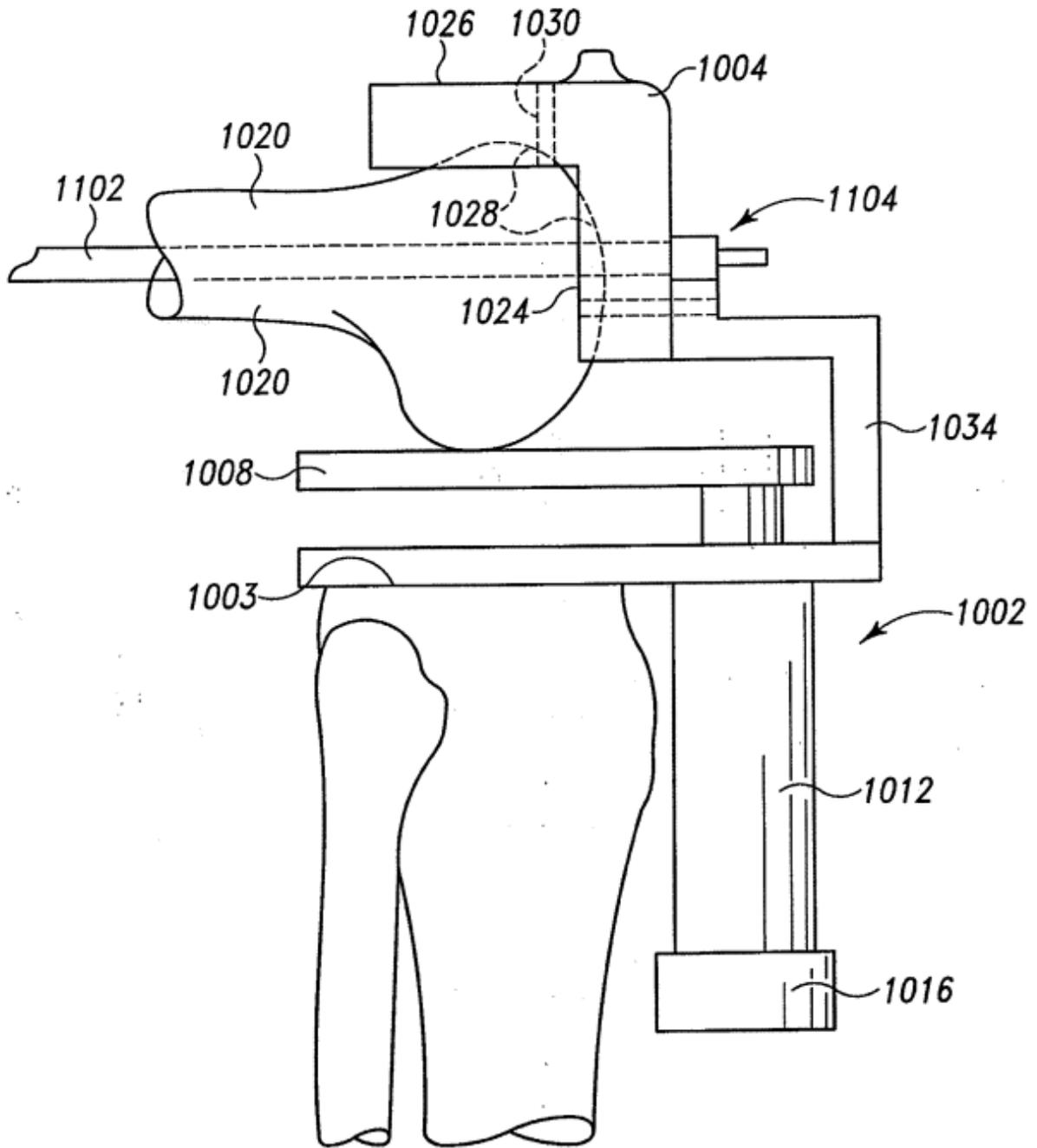
**Fig. 49**



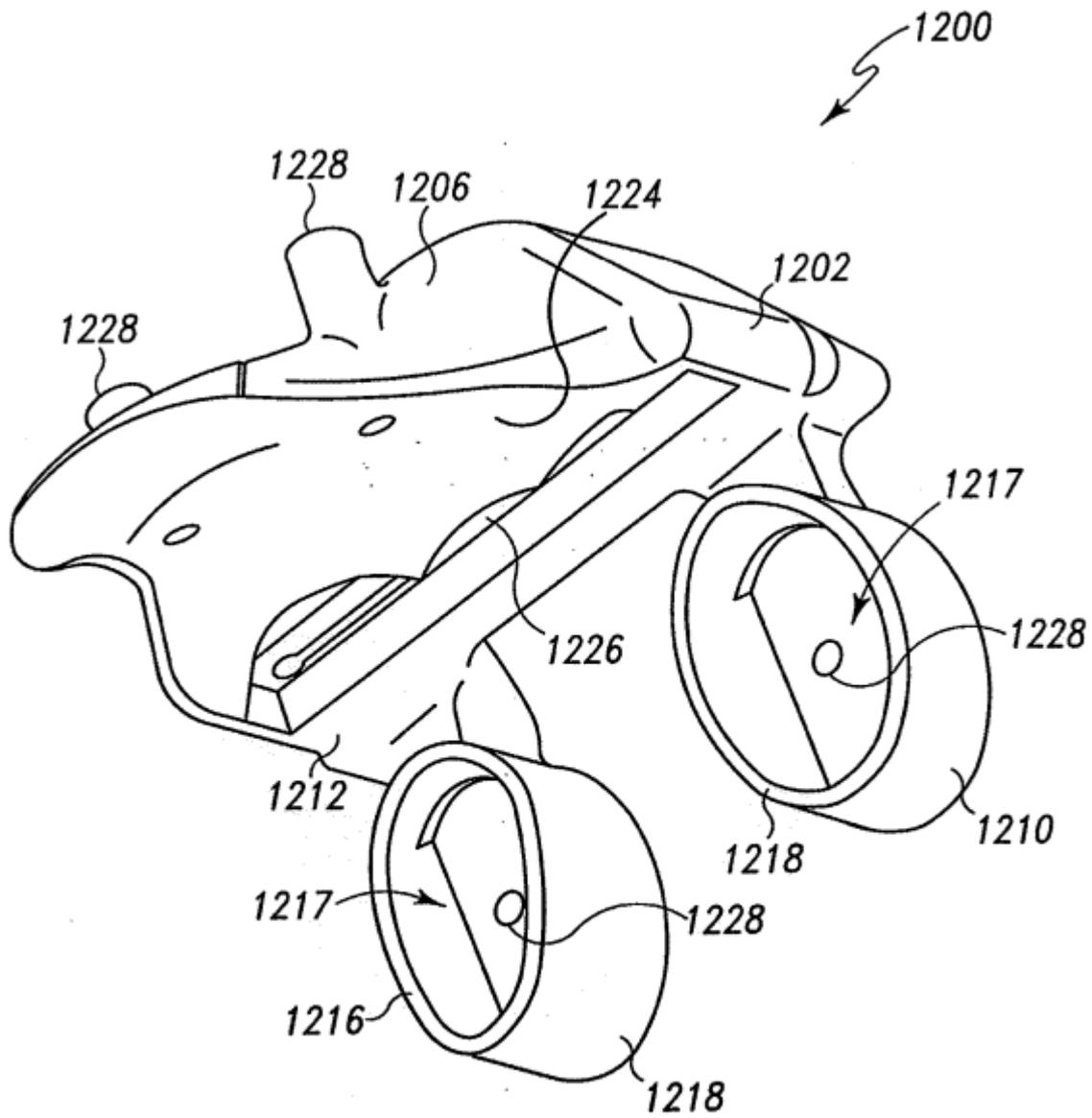
**Fig. 50**



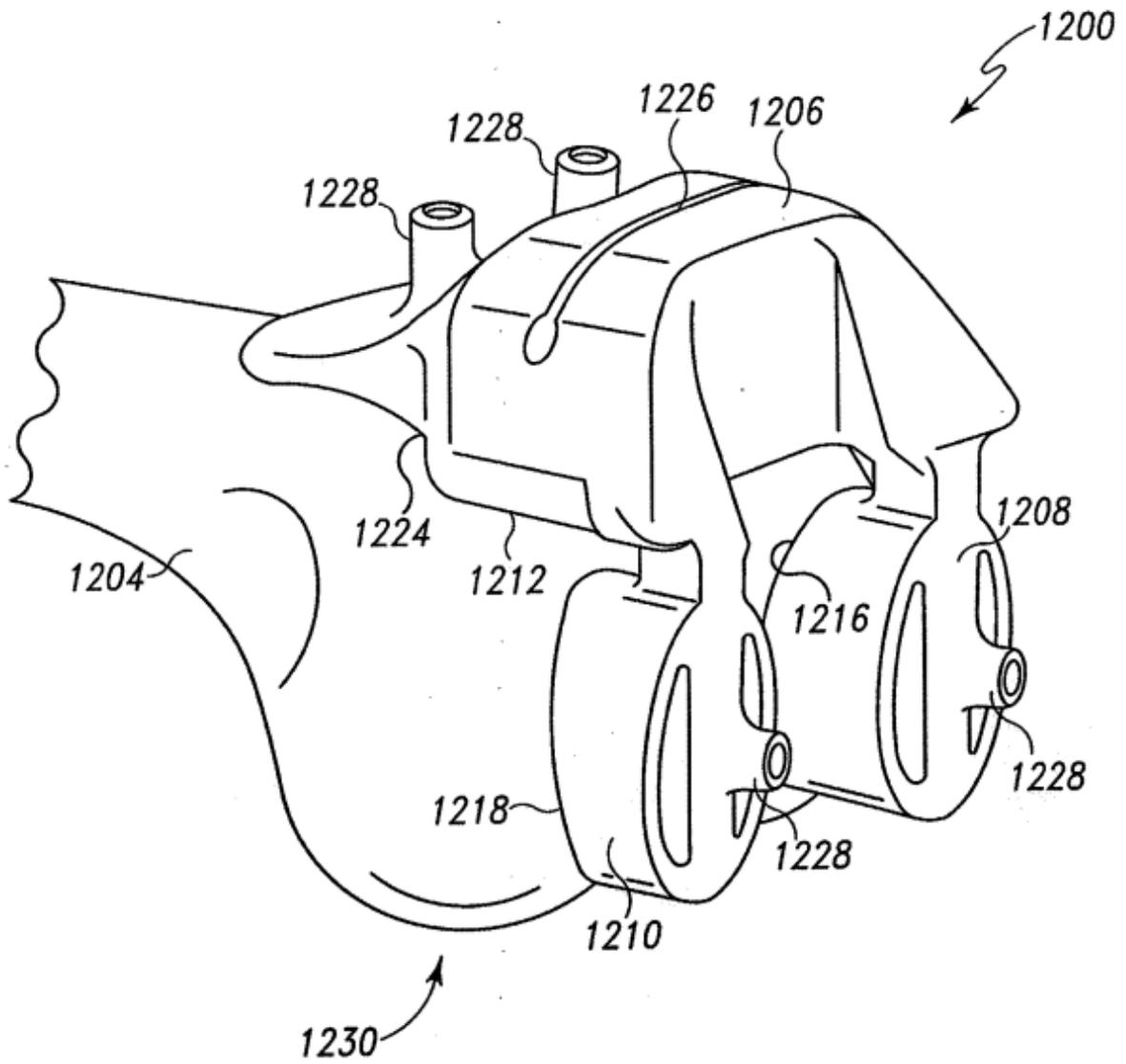
**Fig. 51**



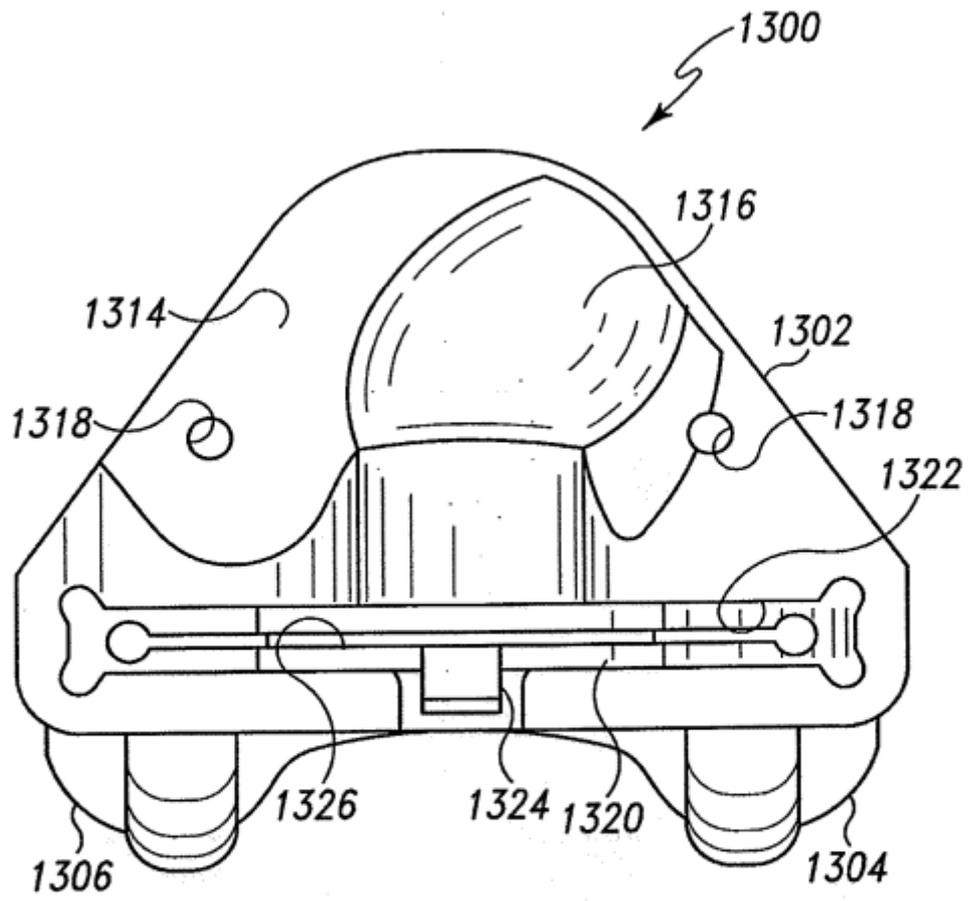
**Fig. 52**



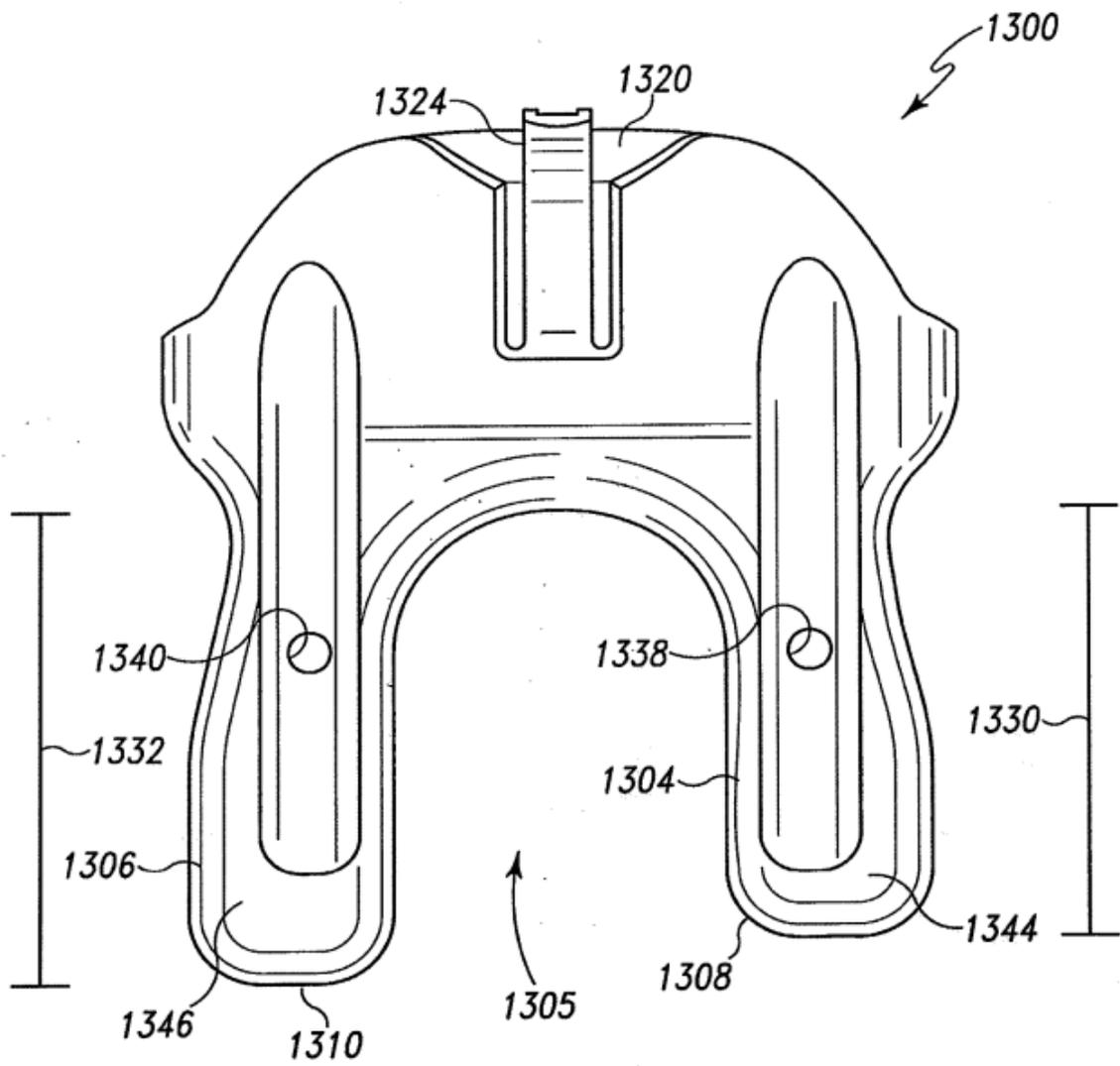
**Fig. 53**



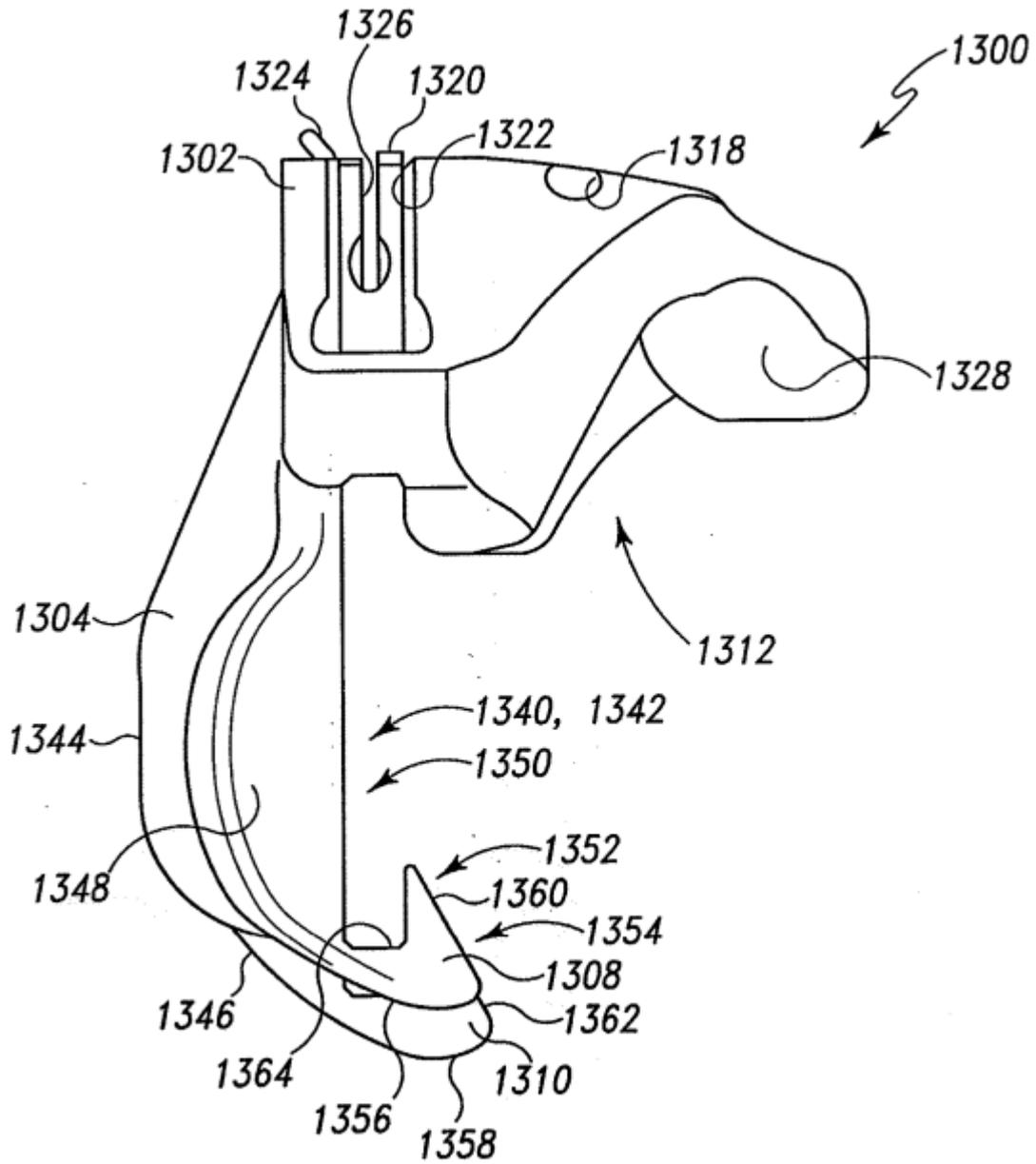
**Fig. 54**



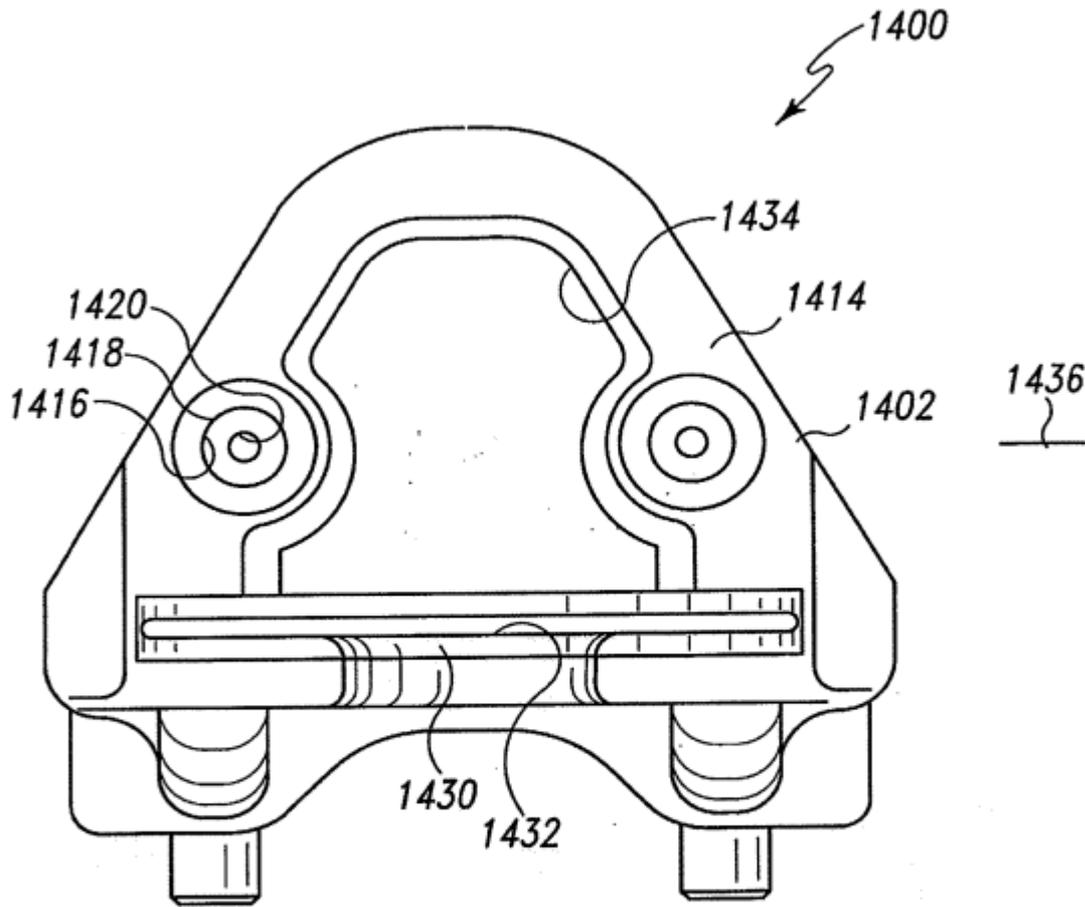
**Fig. 55**



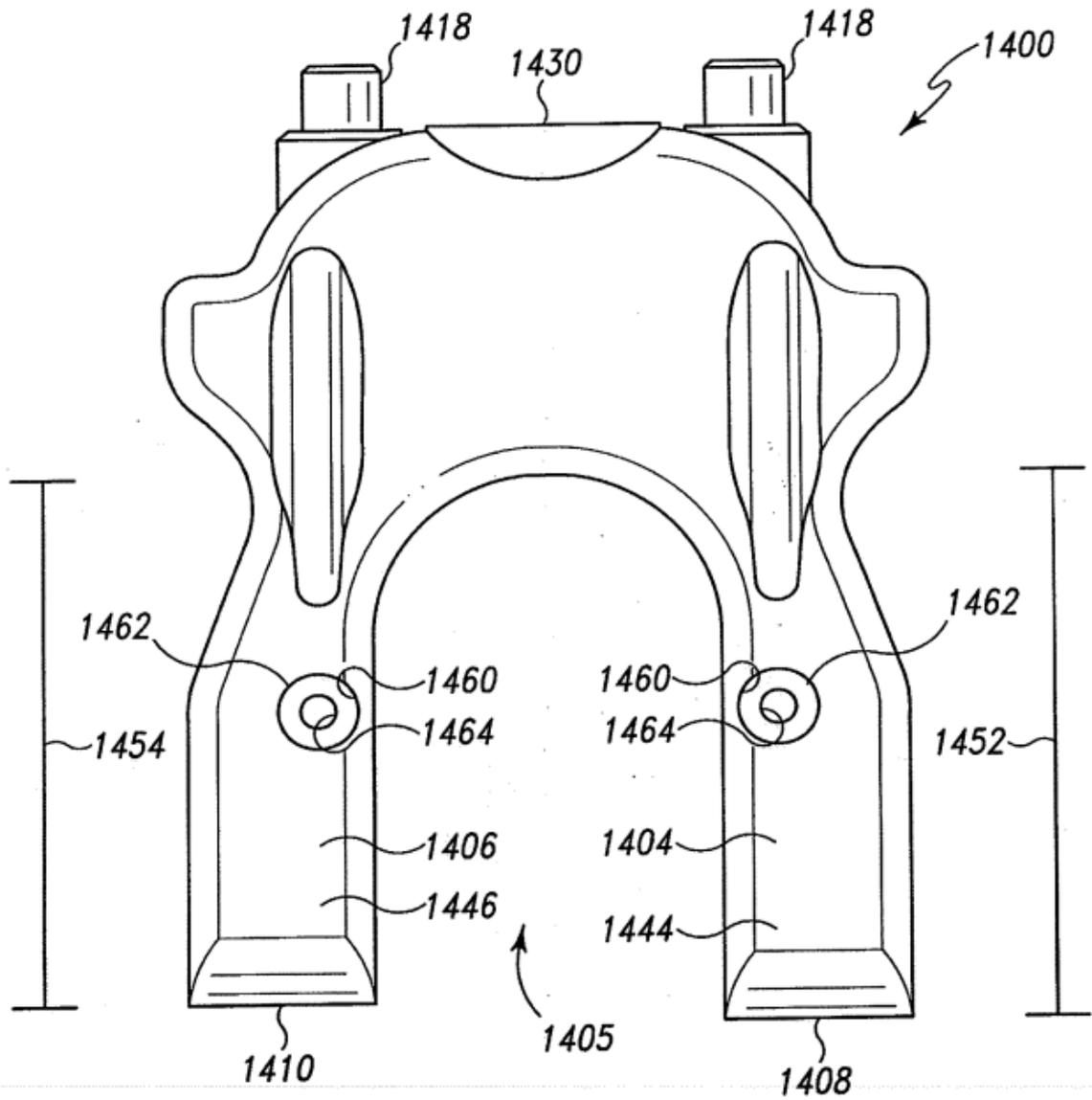
**Fig. 56**



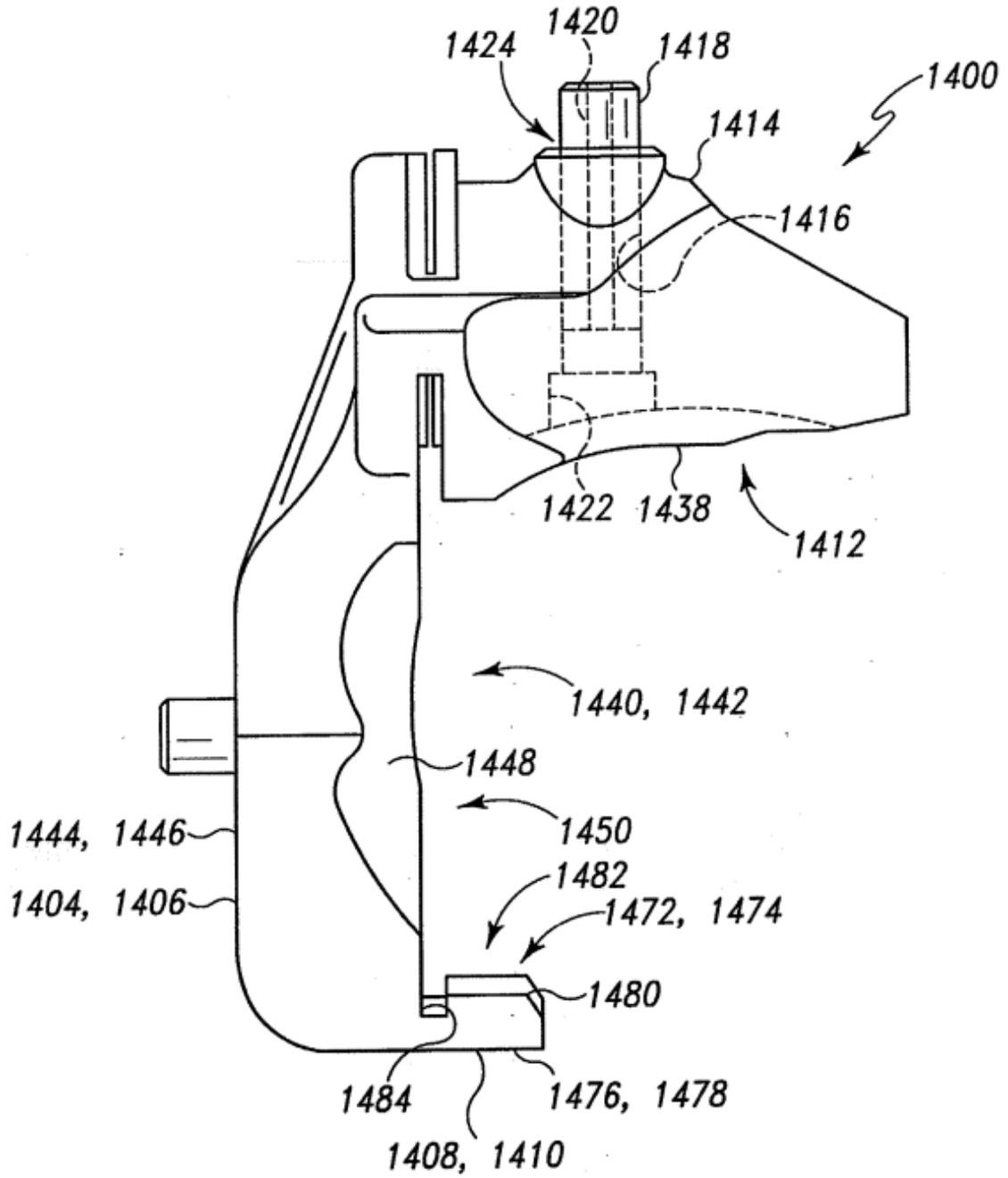
**Fig. 57**



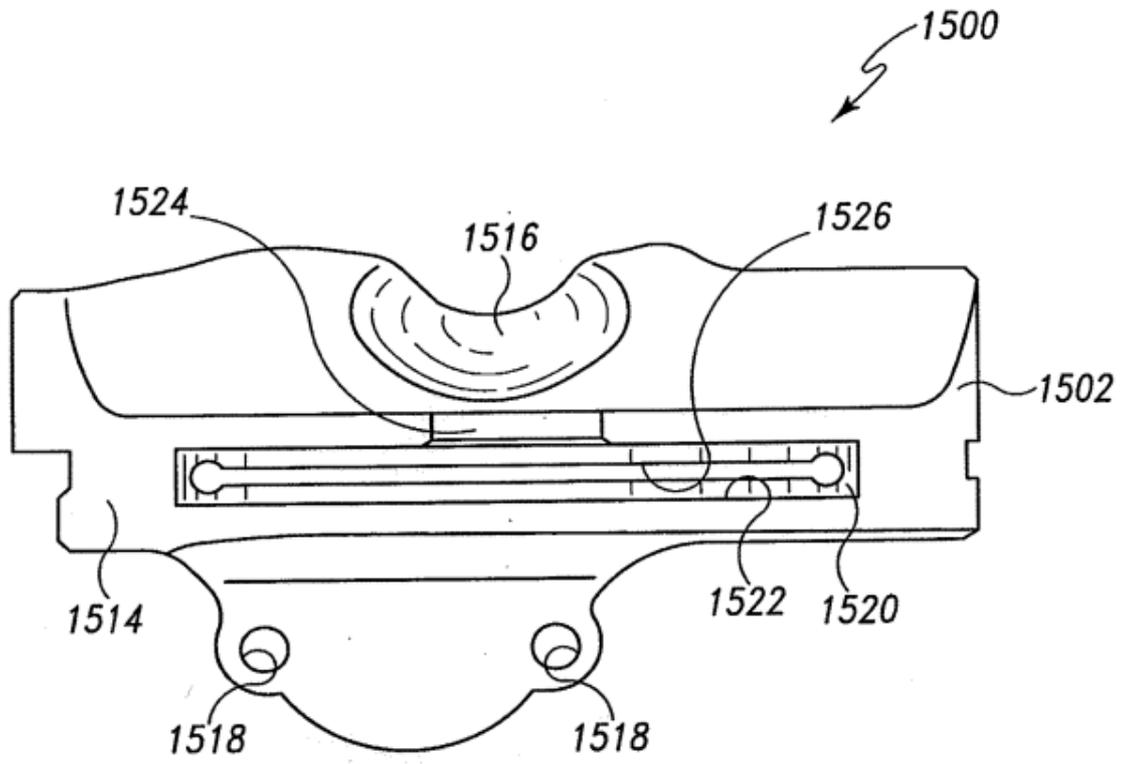
**Fig. 58**



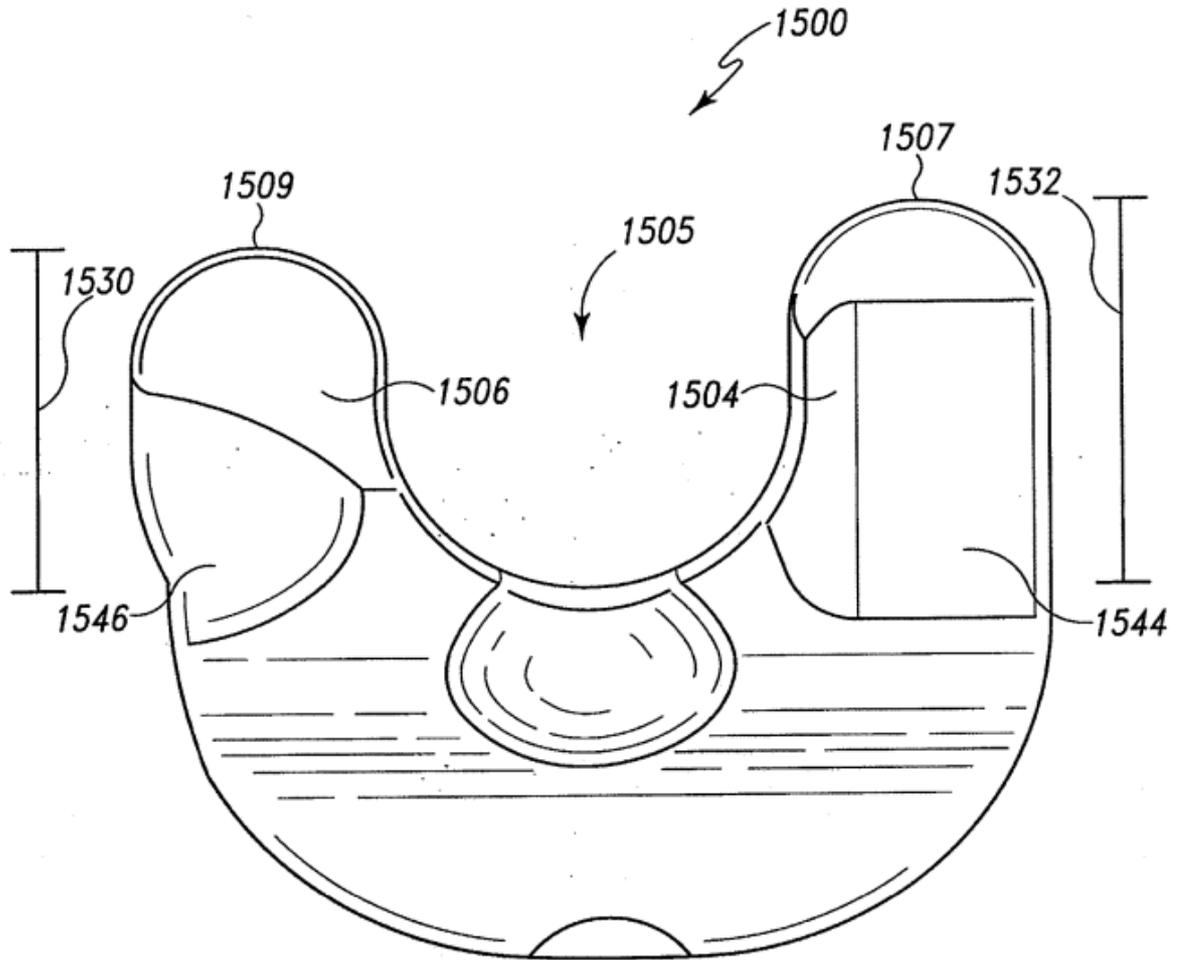
**Fig. 59**



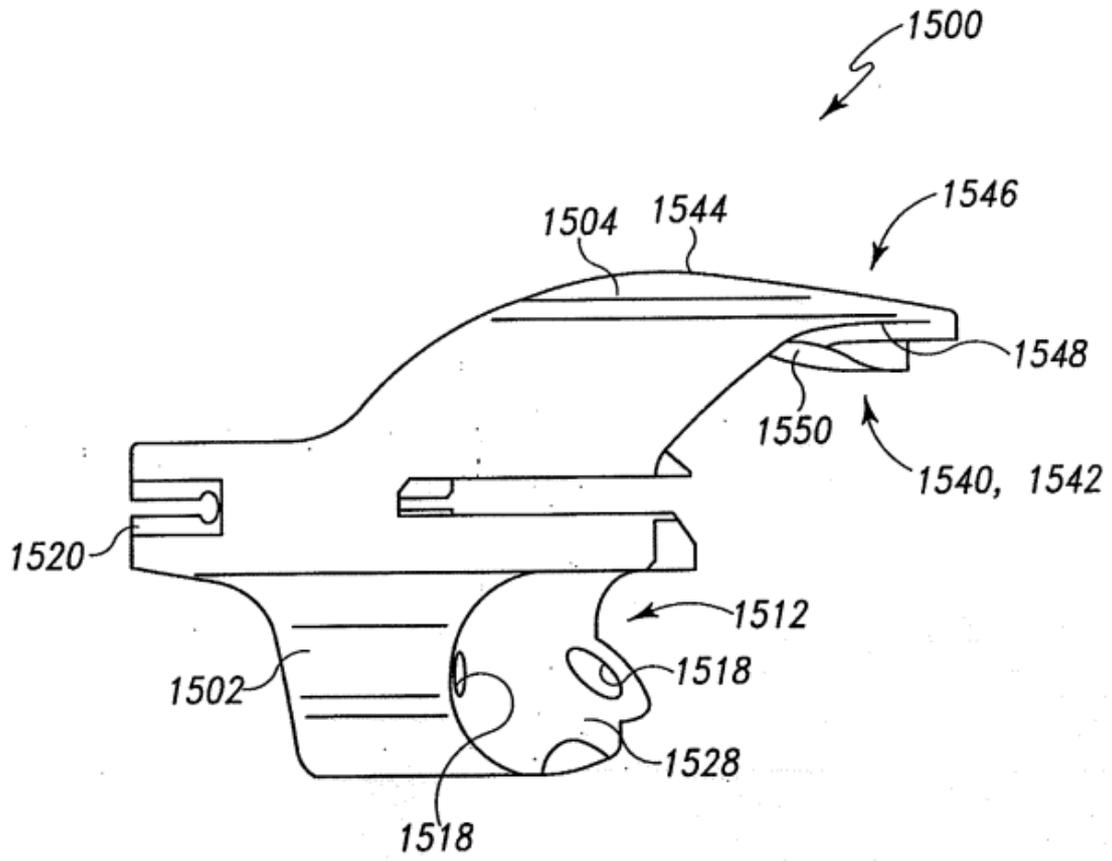
**Fig. 60**



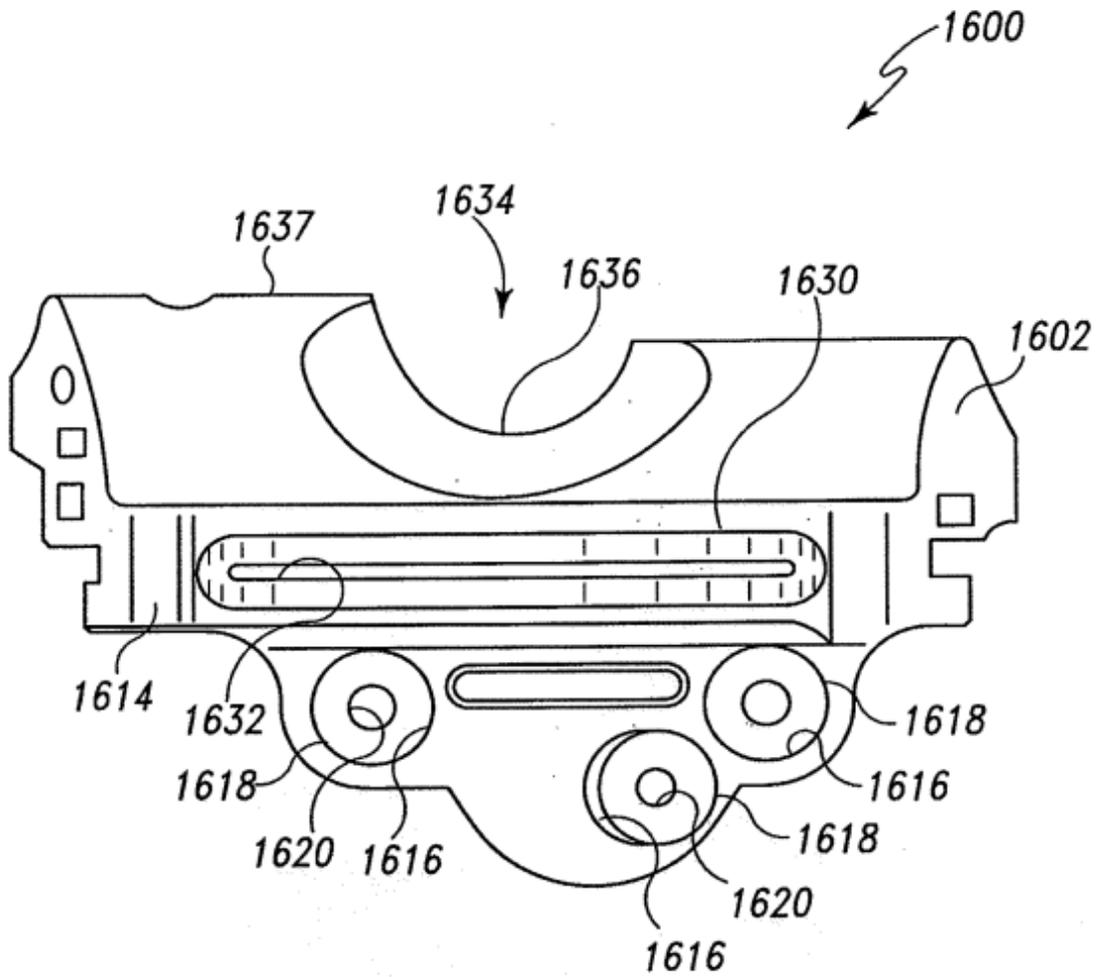
**Fig. 61**



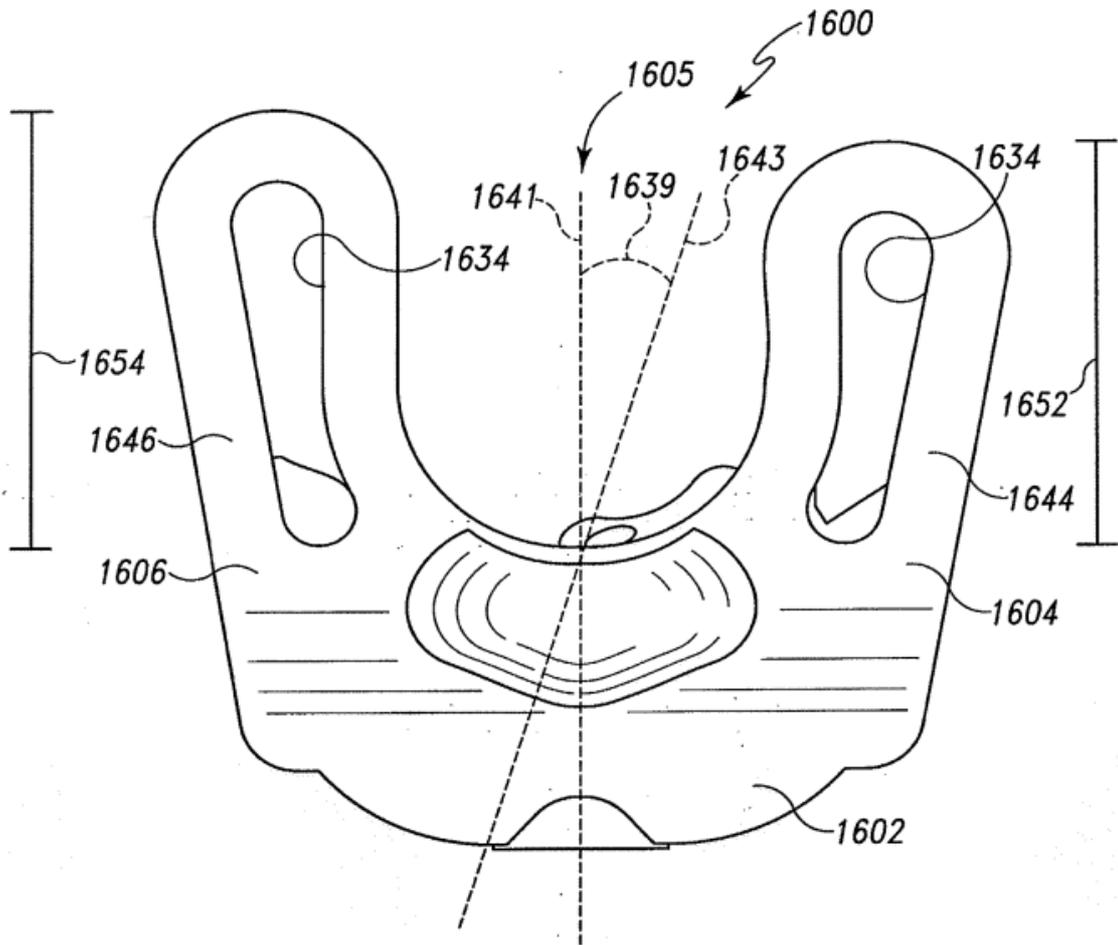
**Fig. 62**



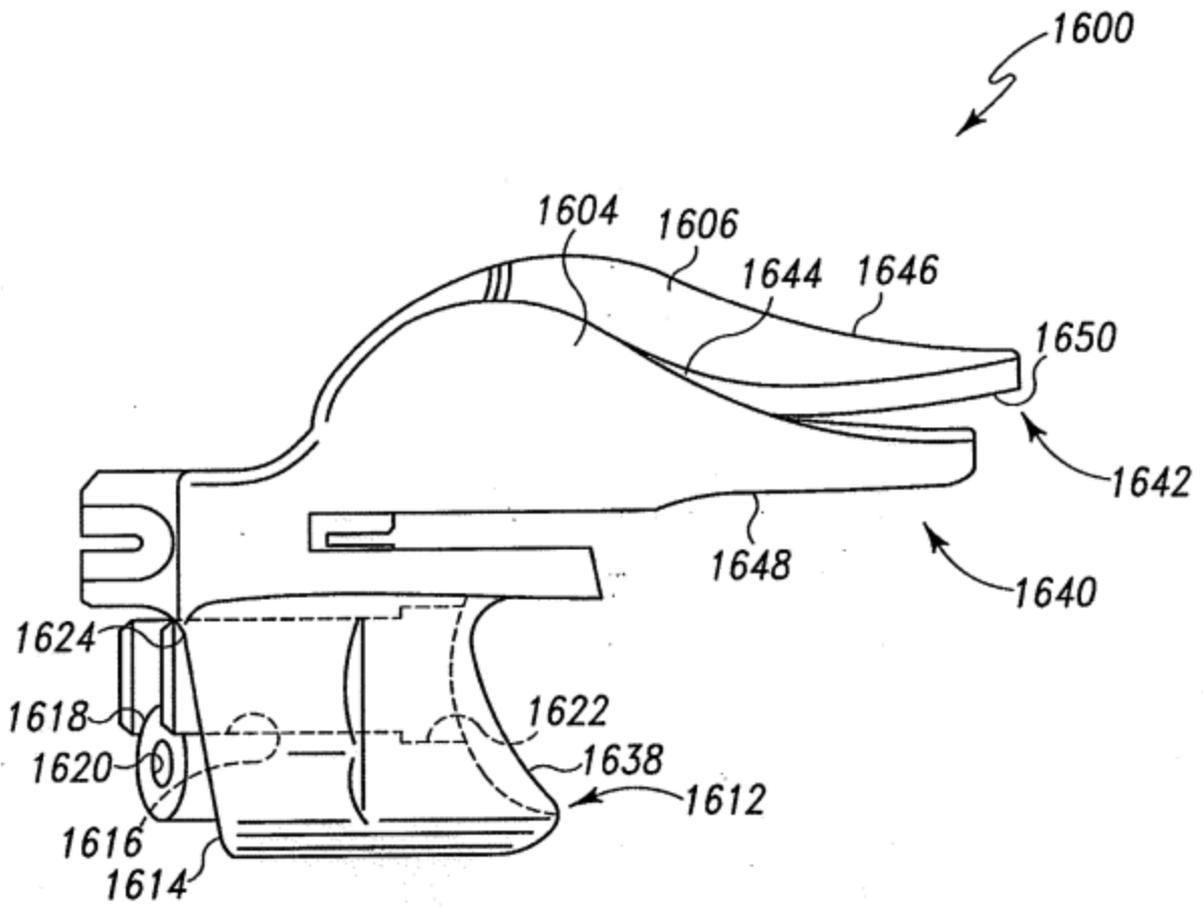
**Fig. 63**



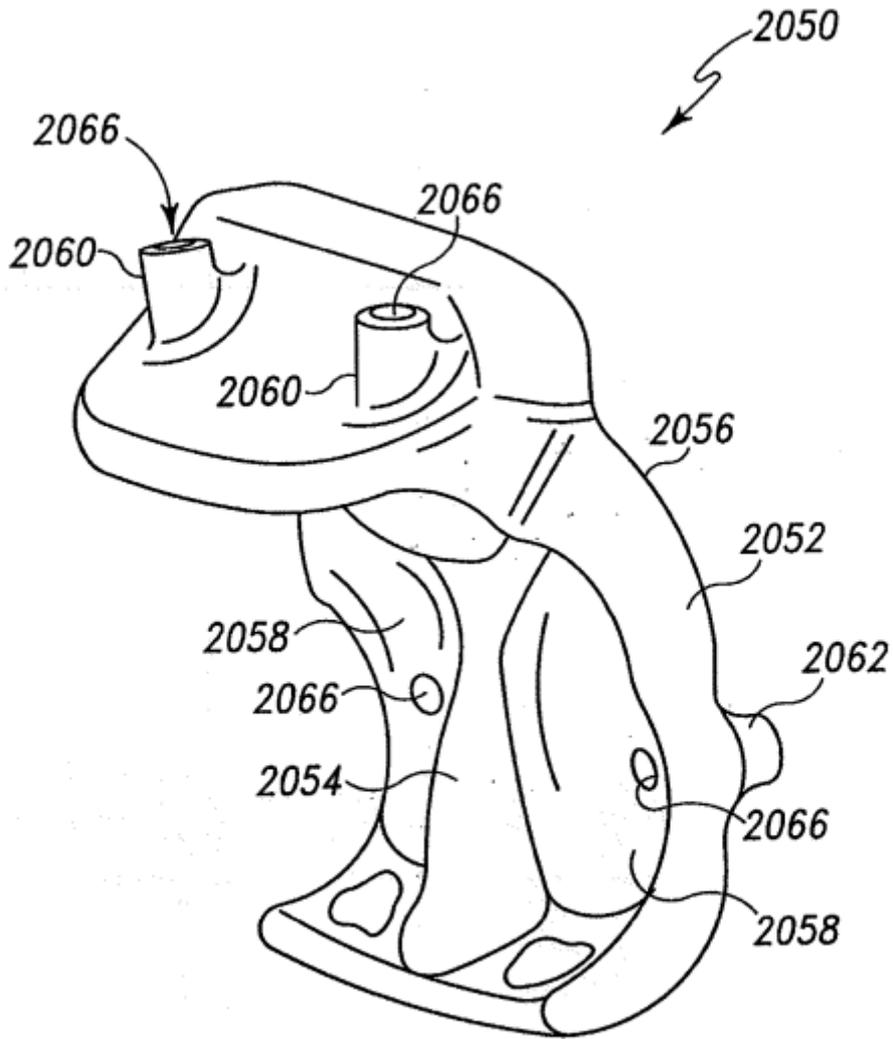
**Fig. 64**



**Fig. 65**



**Fig. 66**



**Fig. 67**

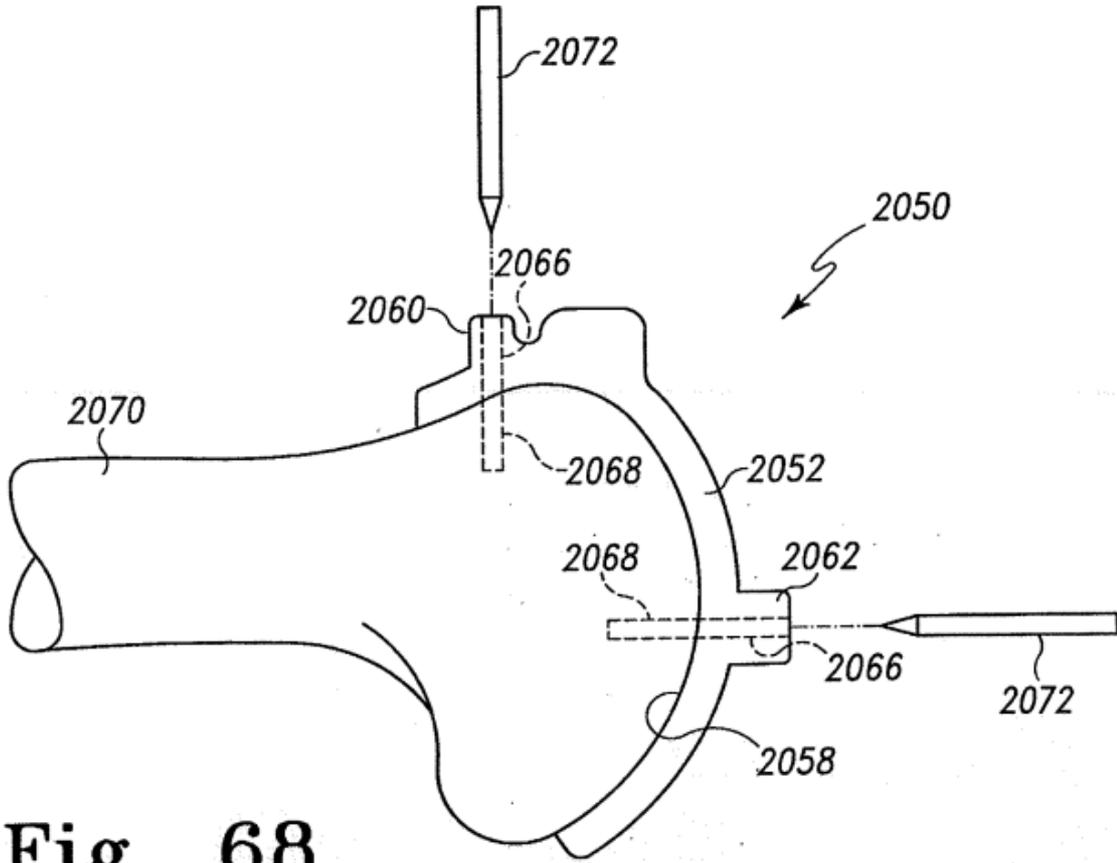


Fig. 68

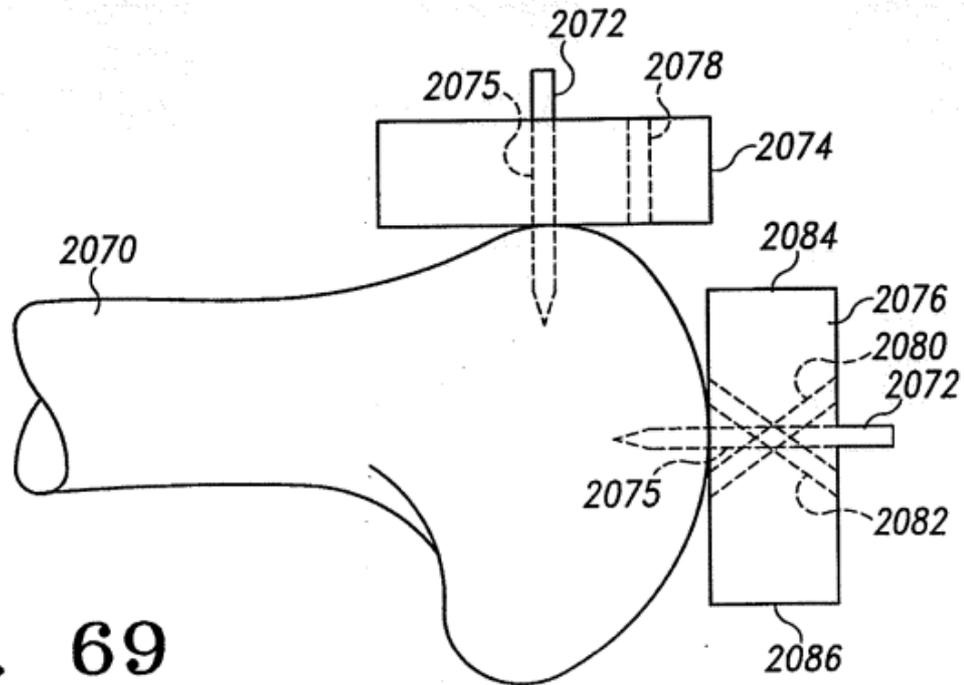
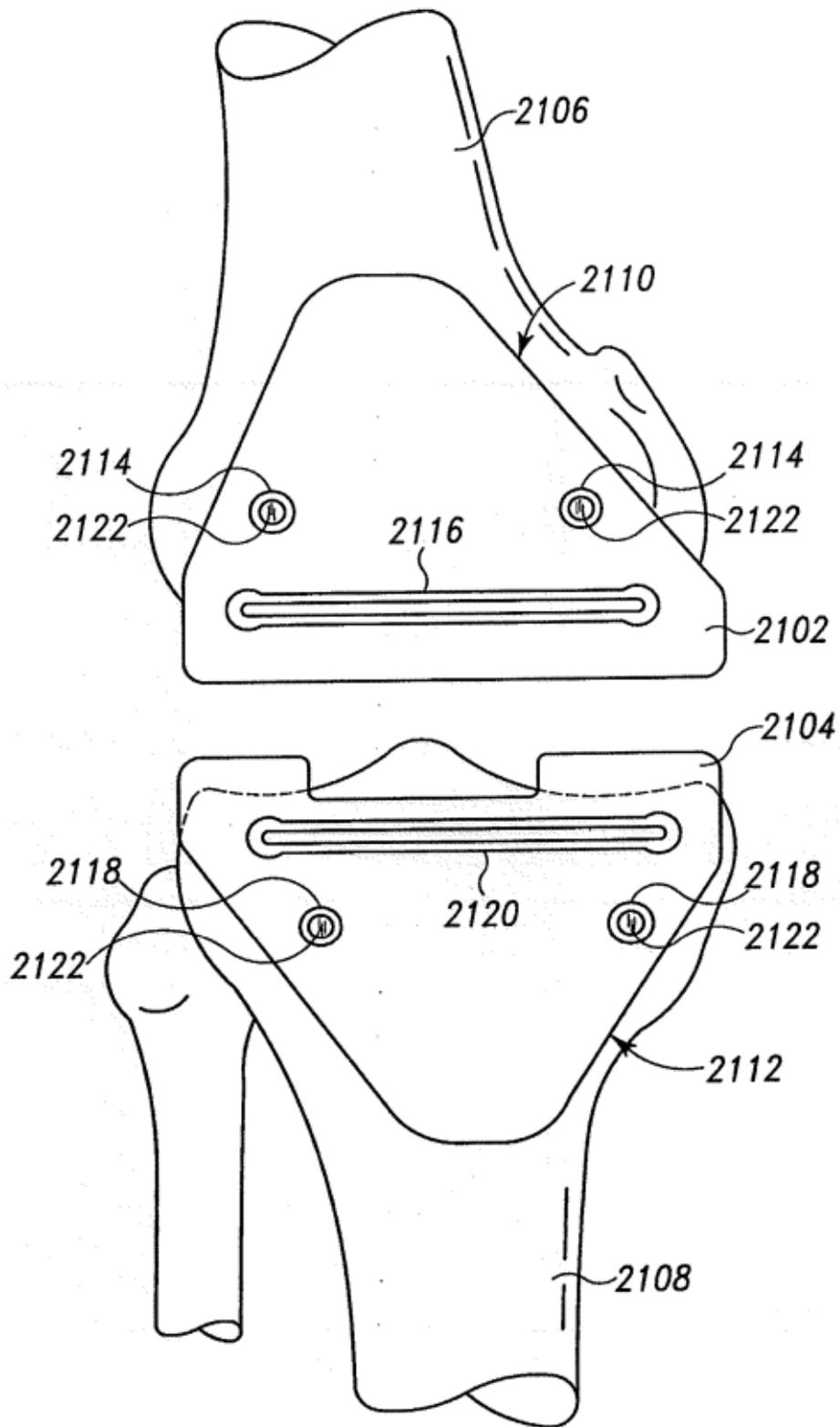
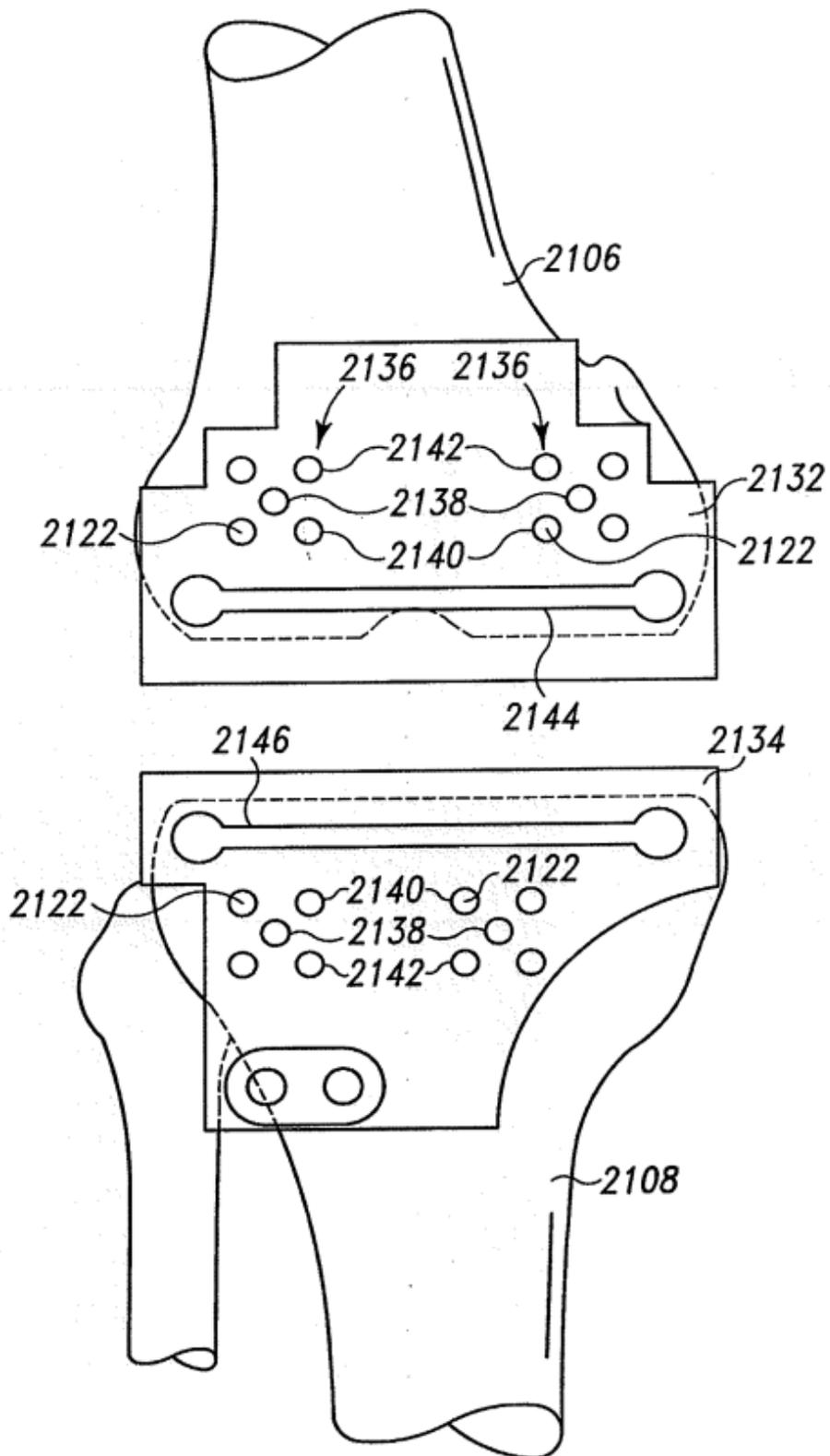


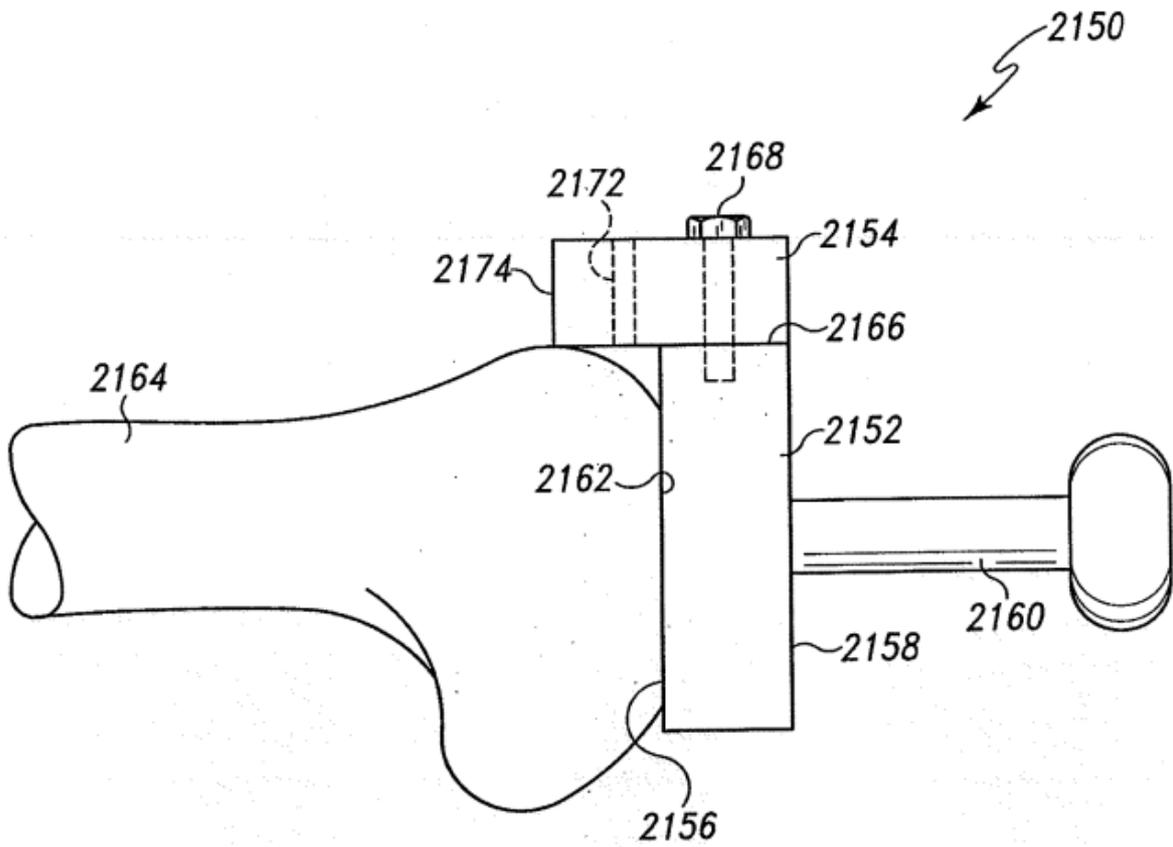
Fig. 69



**Fig. 70**



**Fig. 71**



**Fig. 72**

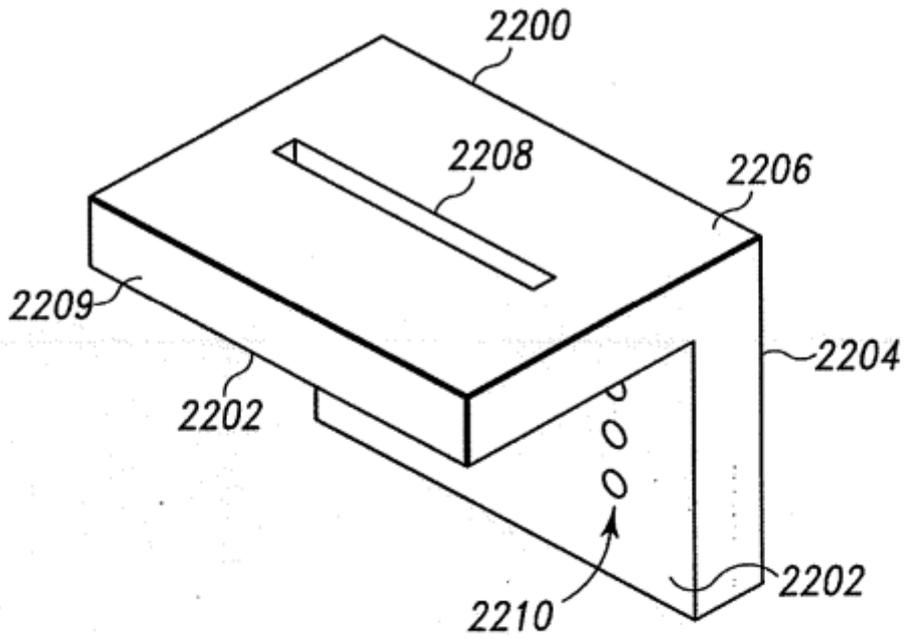


Fig. 73

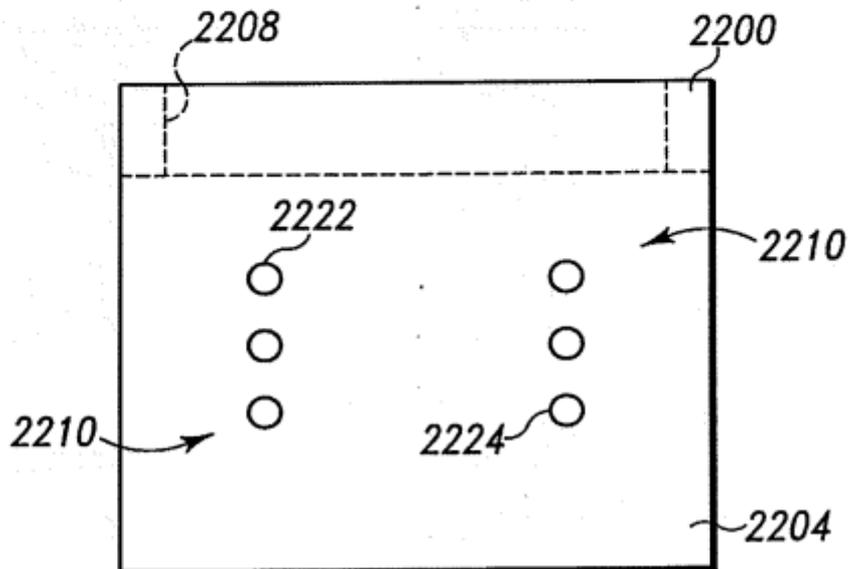
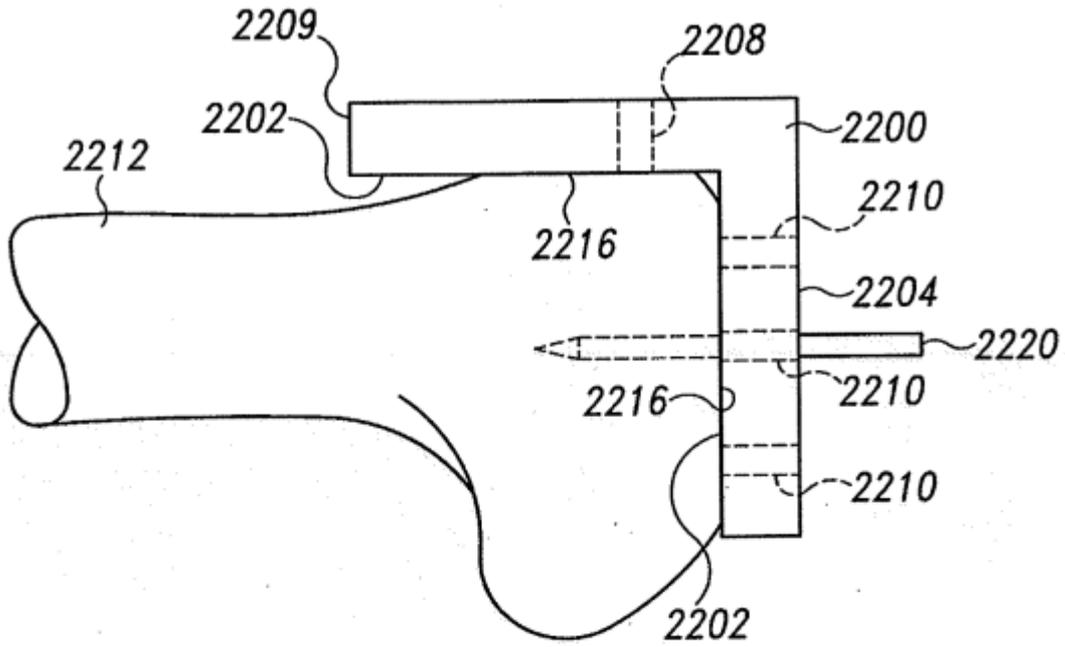
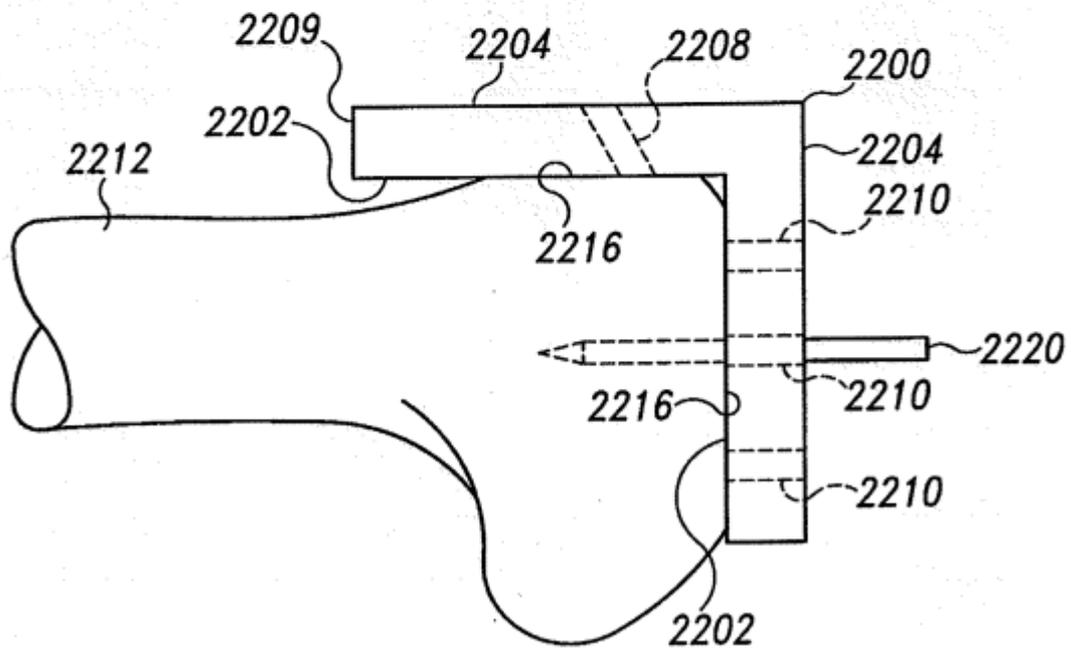


Fig. 74



**Fig. 75**



**Fig. 76**

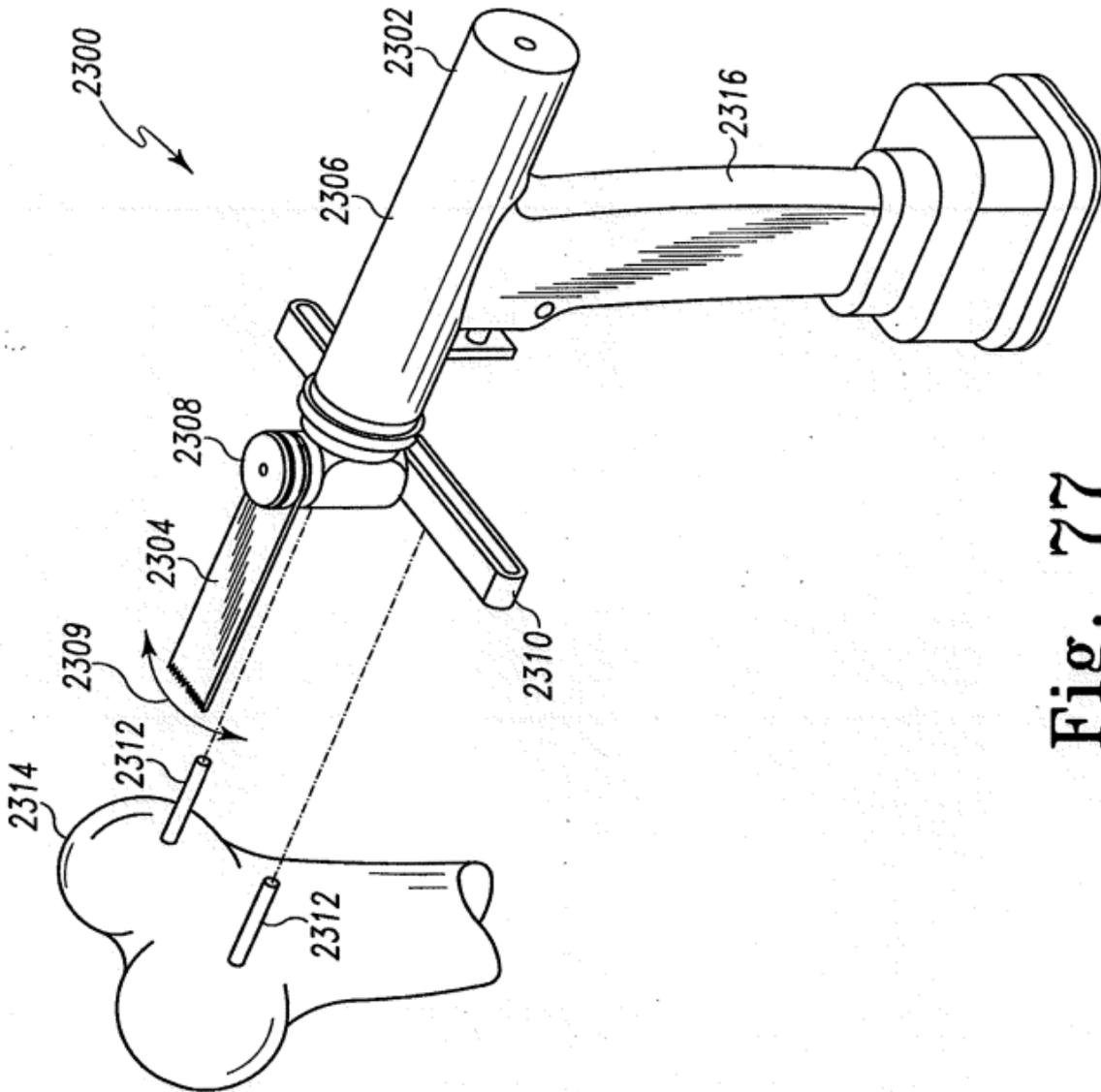
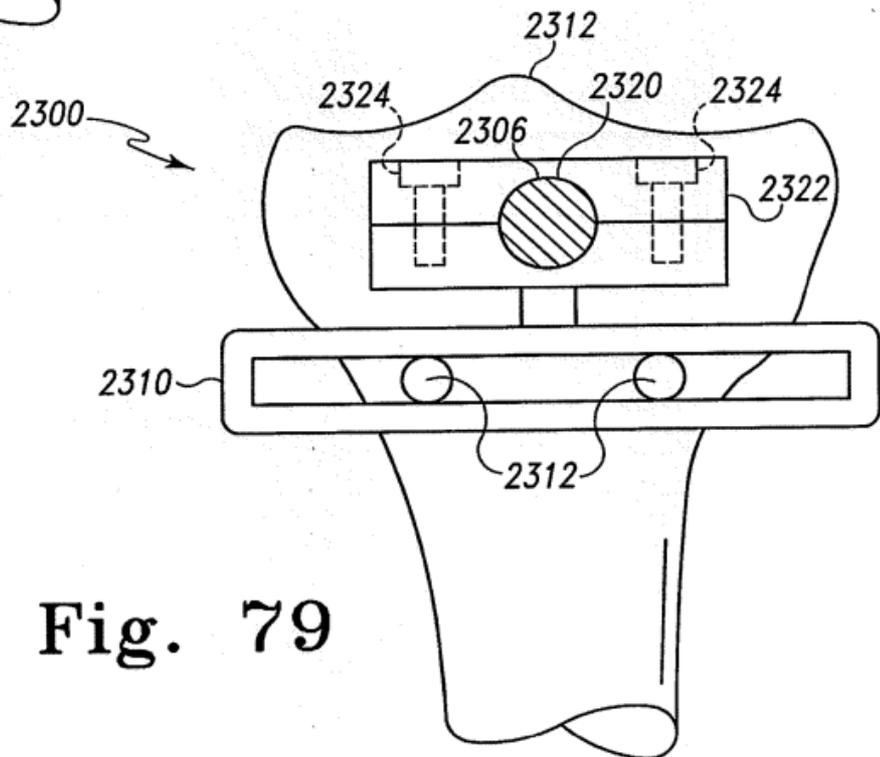
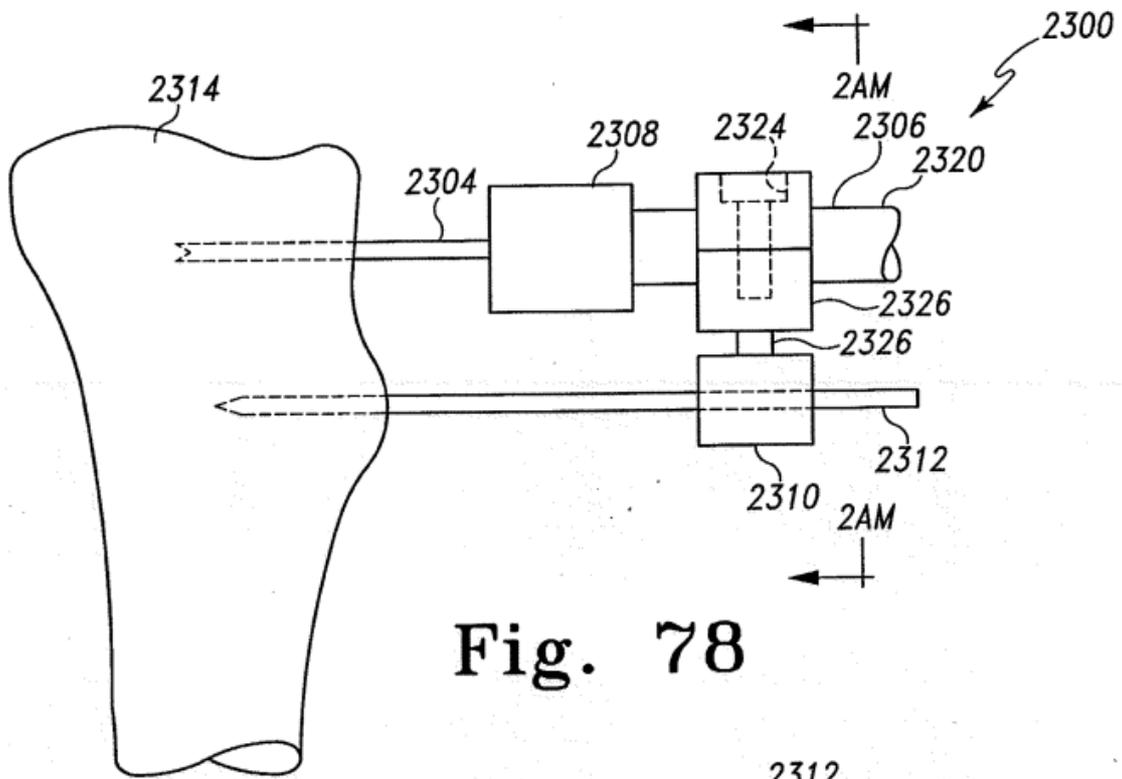


Fig. 77



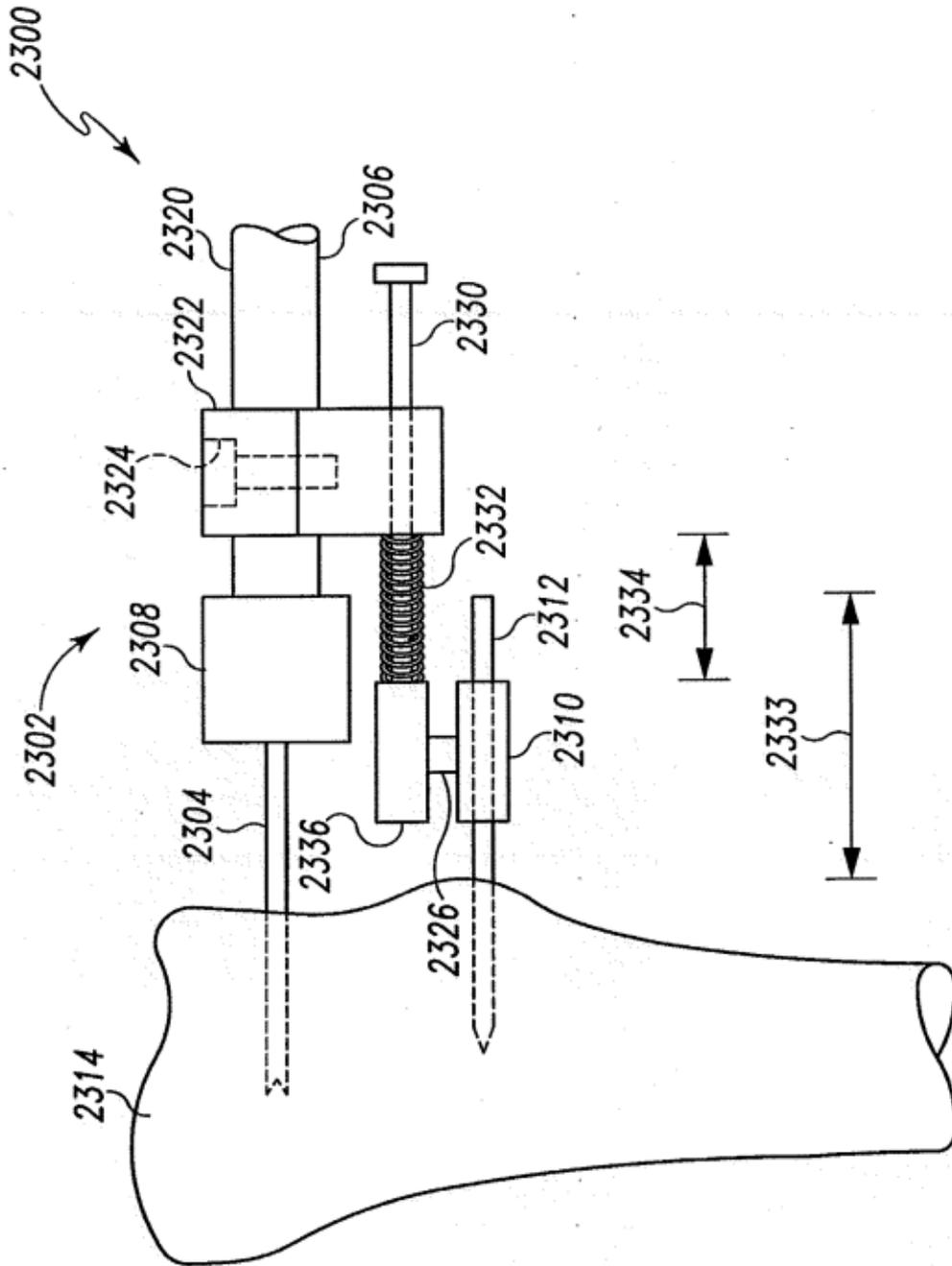
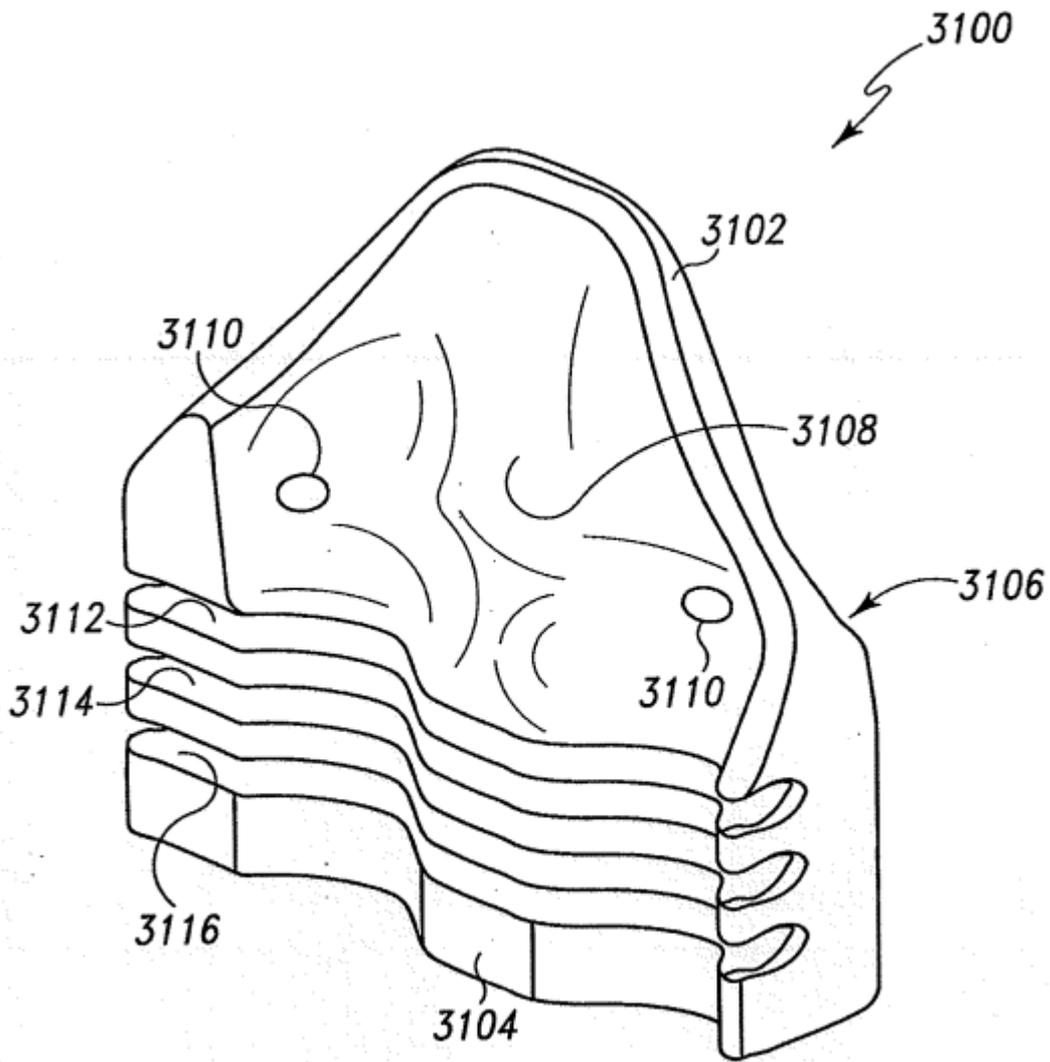
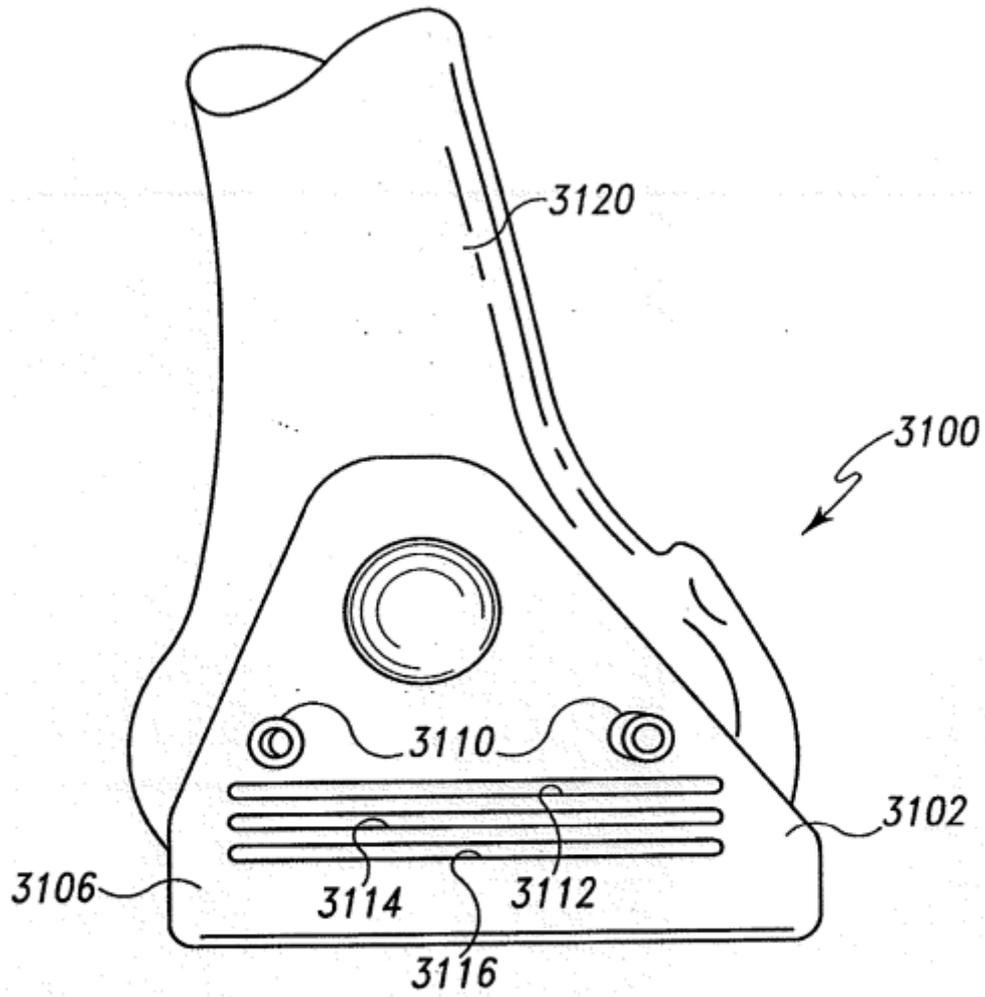


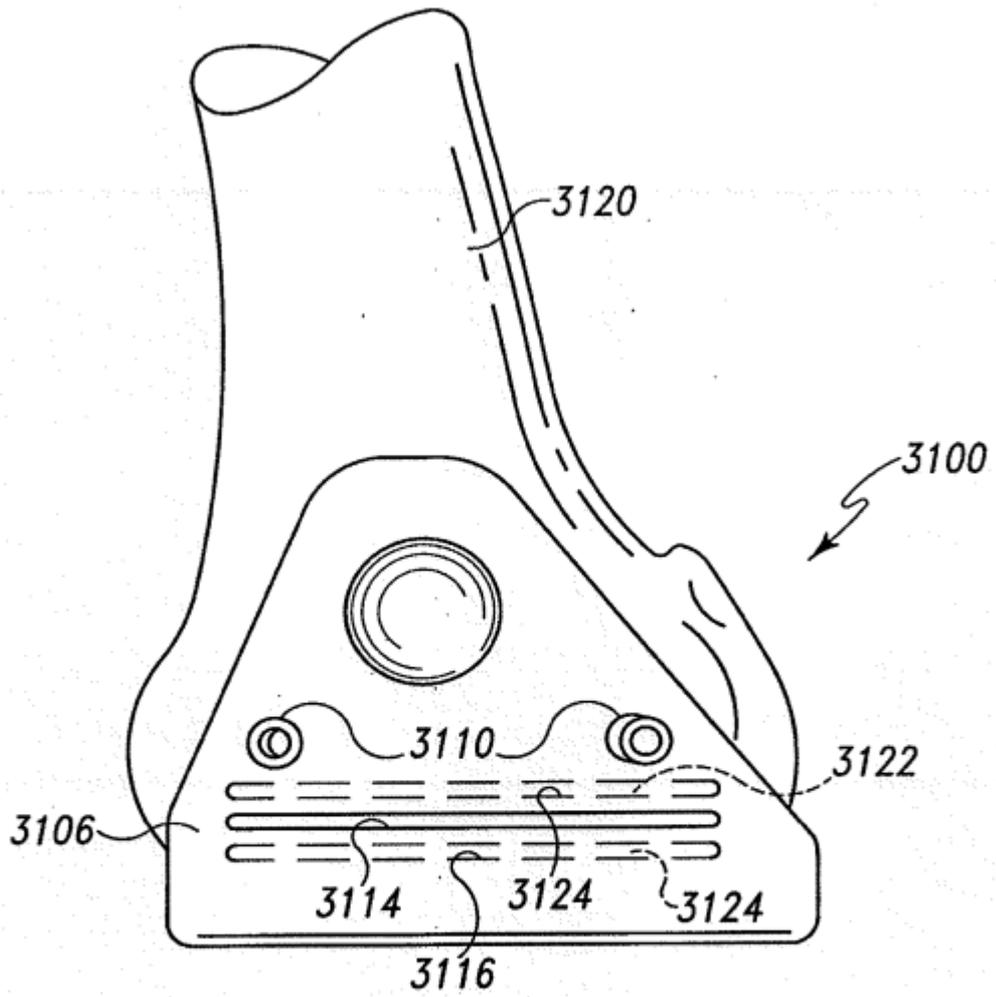
Fig. 80



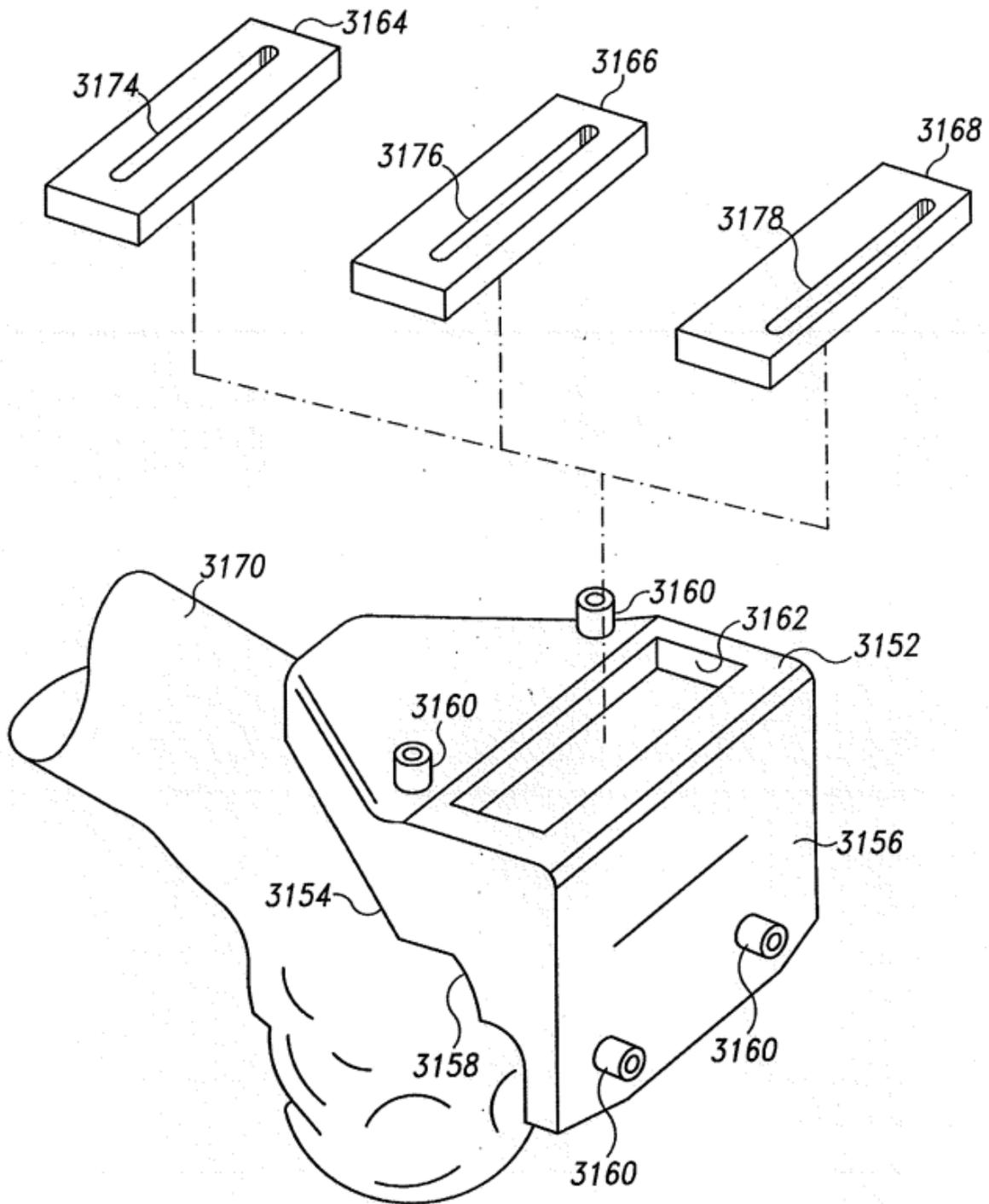
**Fig. 81**



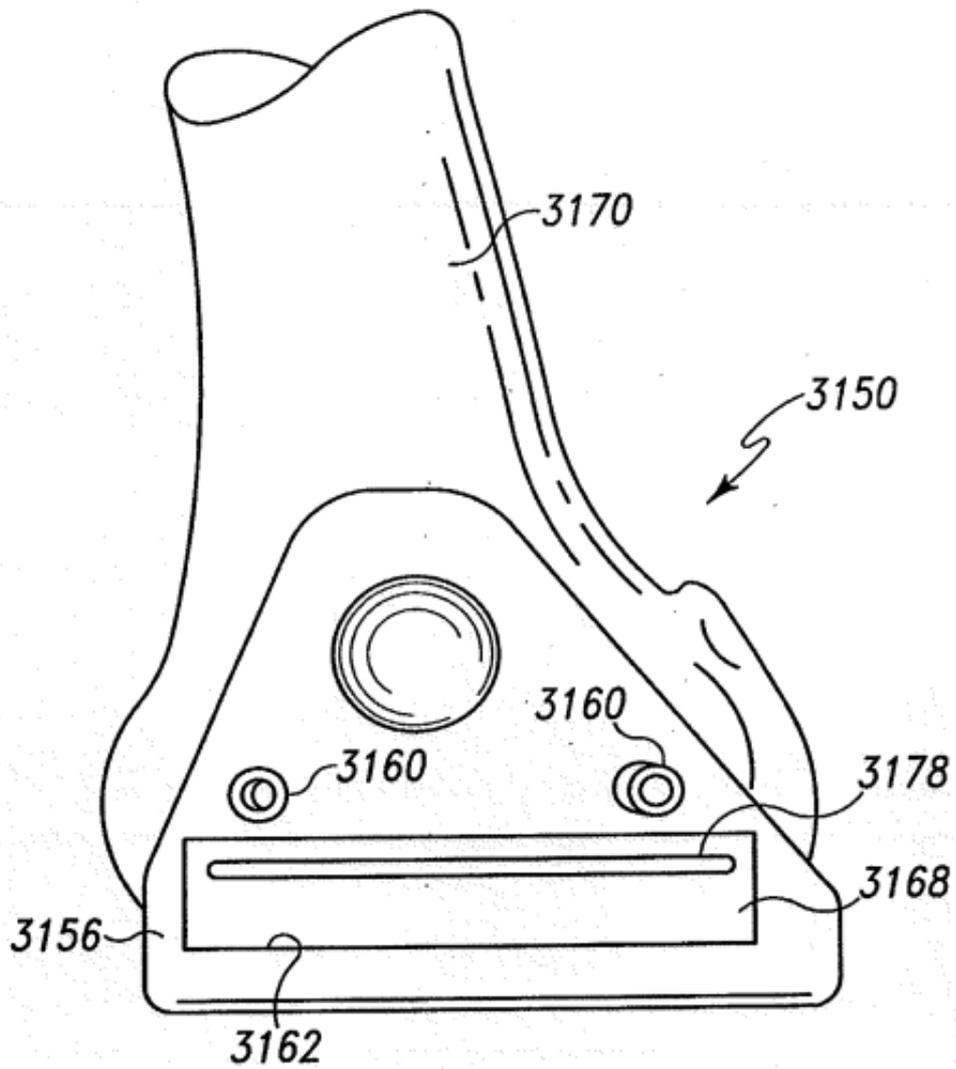
**Fig. 82**



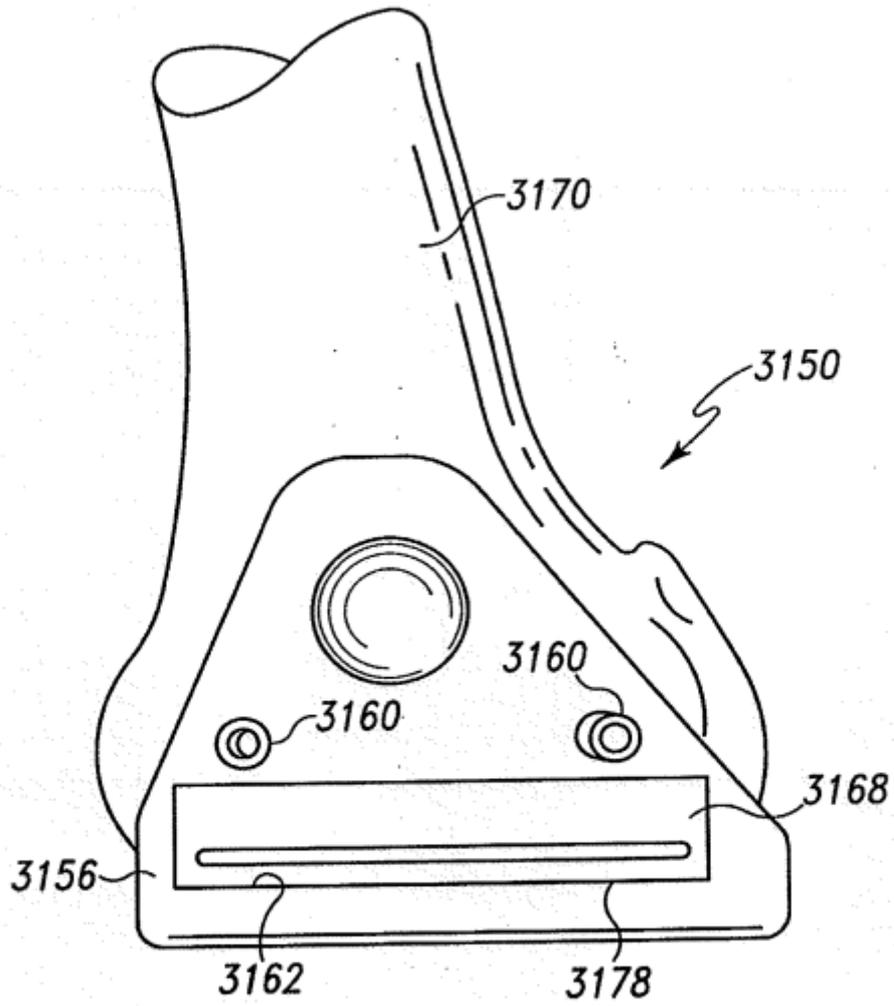
**Fig. 83**



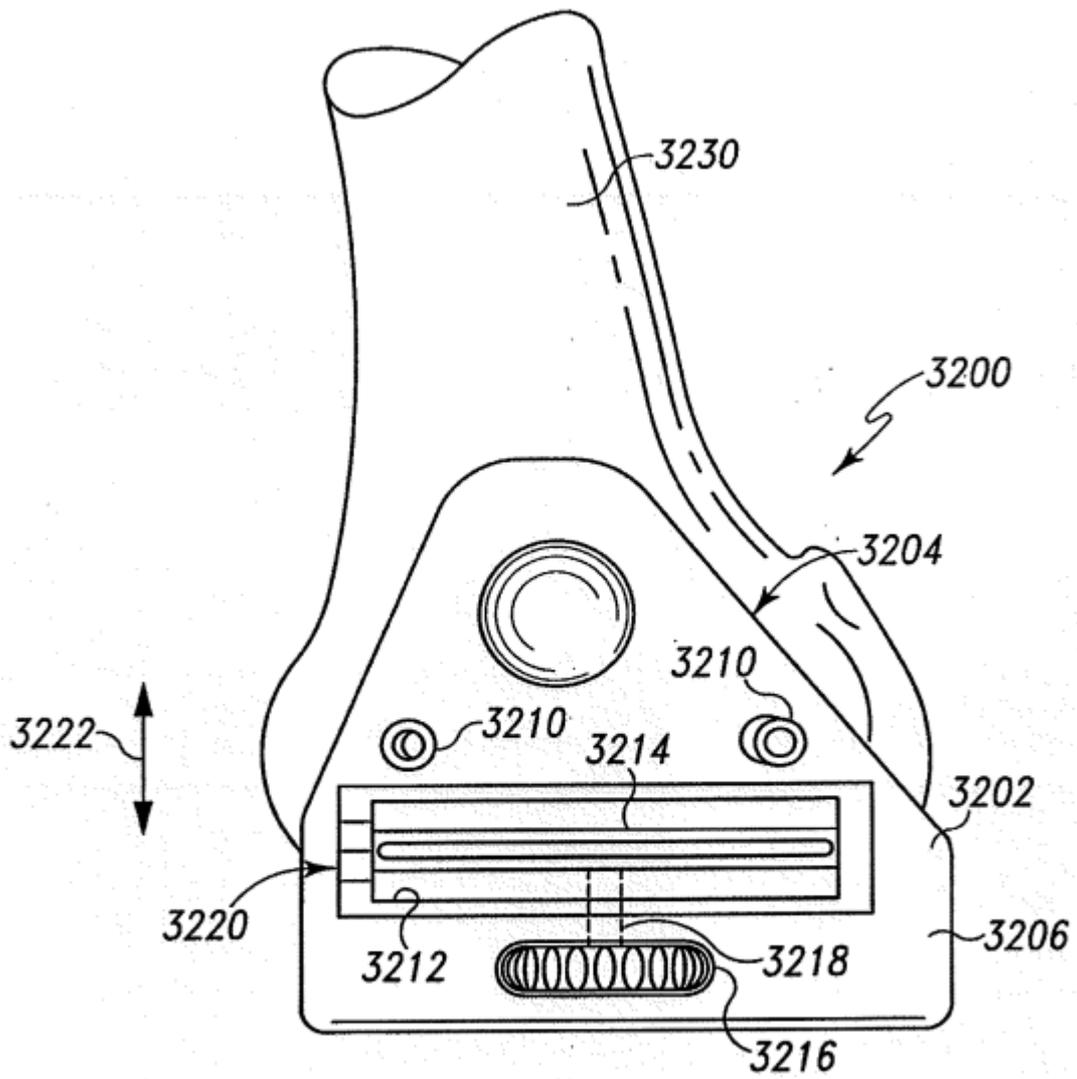
**Fig. 84**



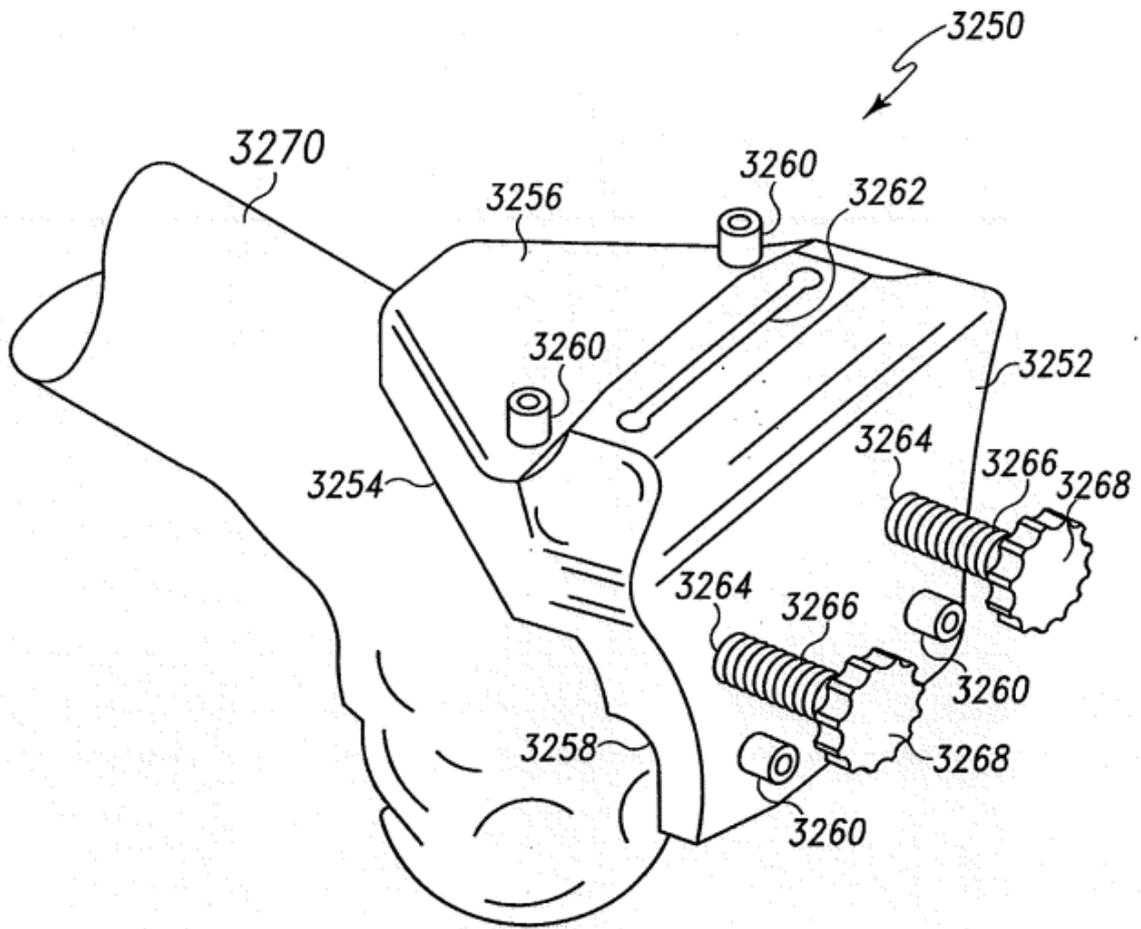
**Fig. 85**



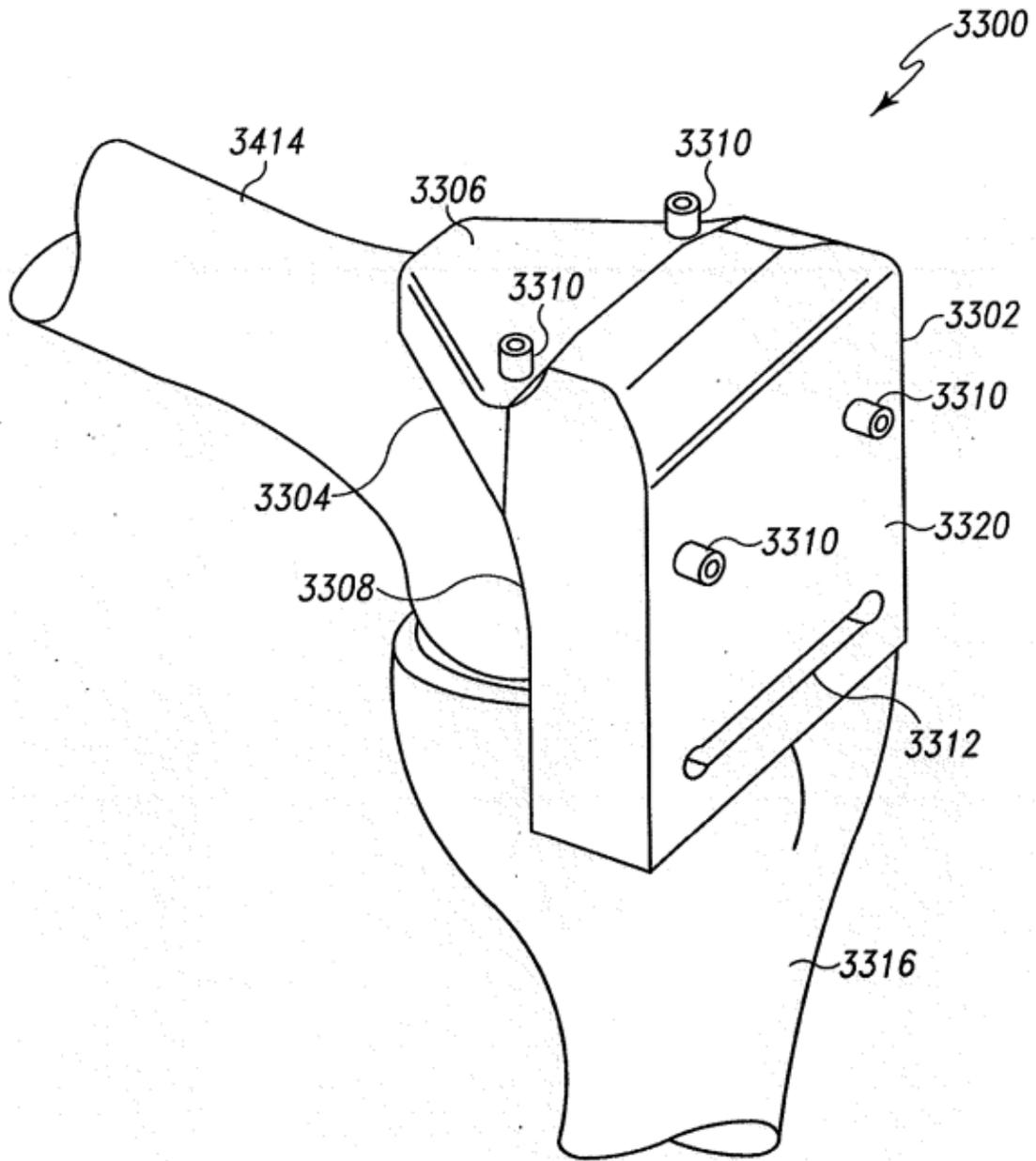
**Fig. 86**



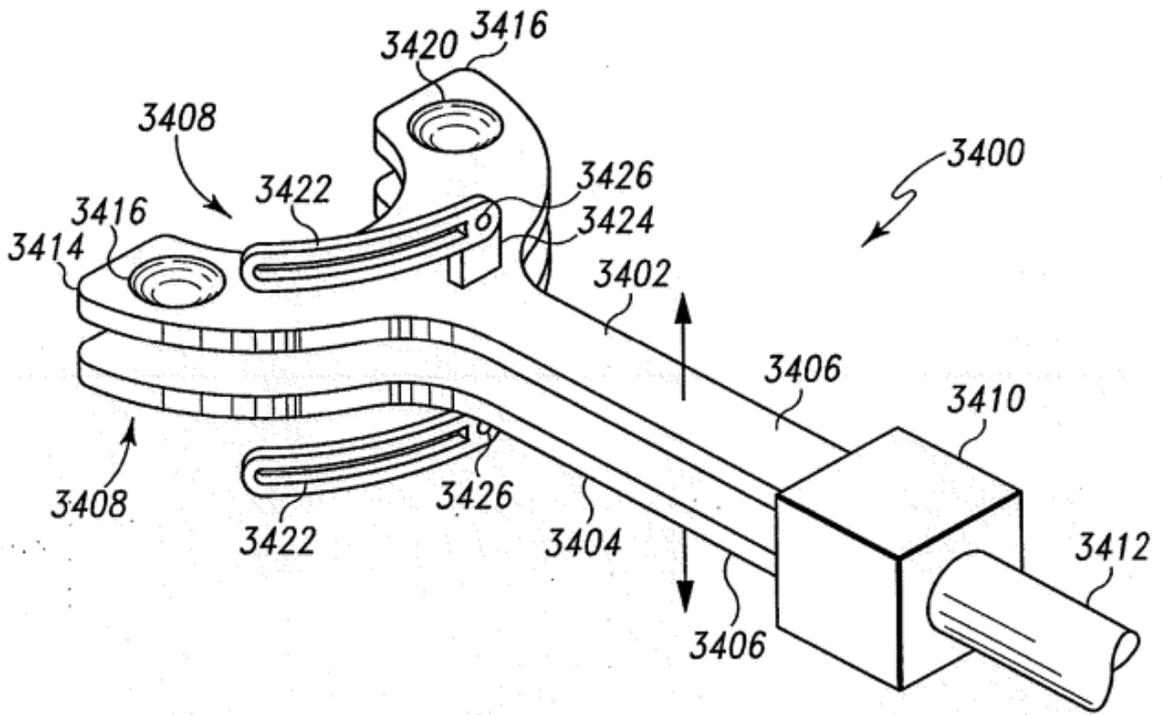
**Fig. 87**



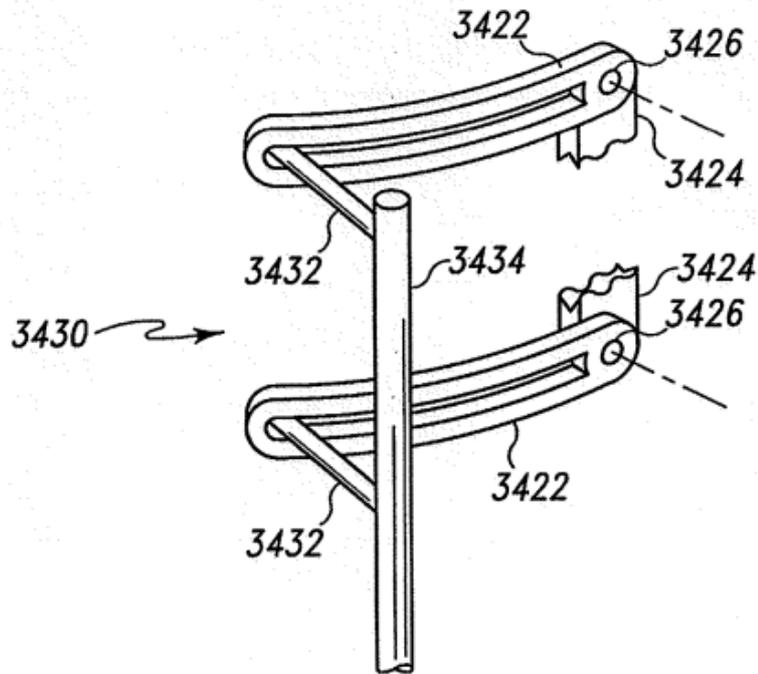
**Fig. 88**



**Fig. 89**



**Fig. 90**



**Fig. 91**

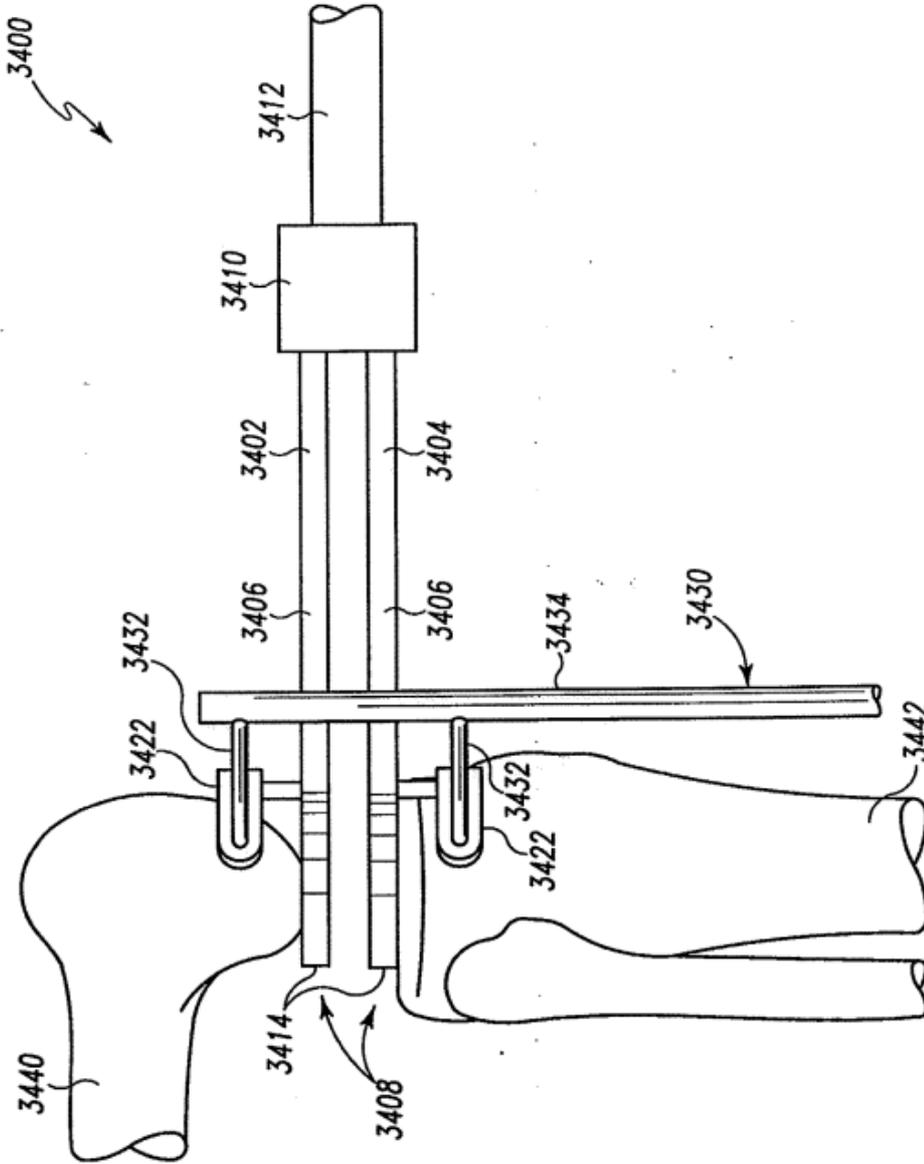
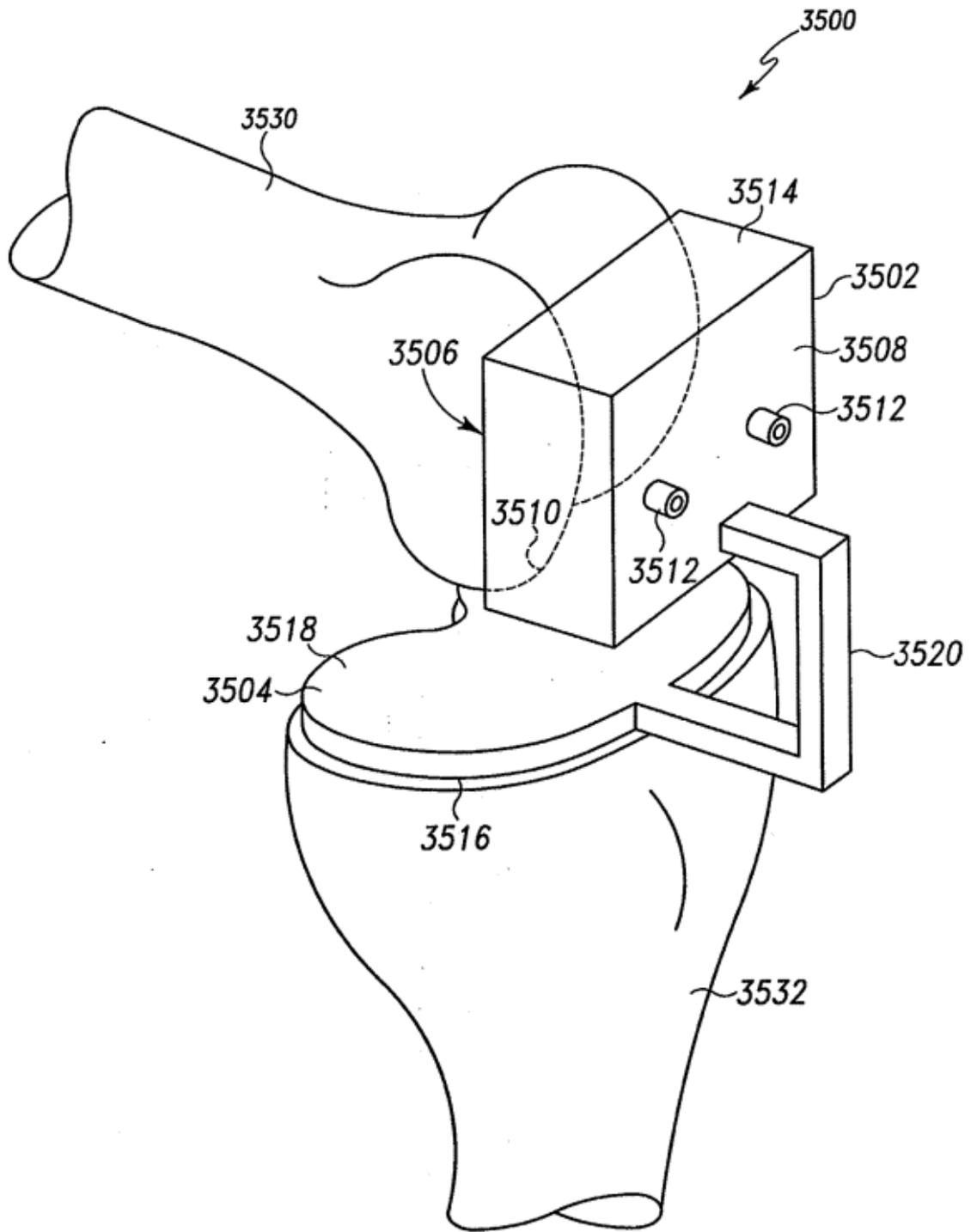
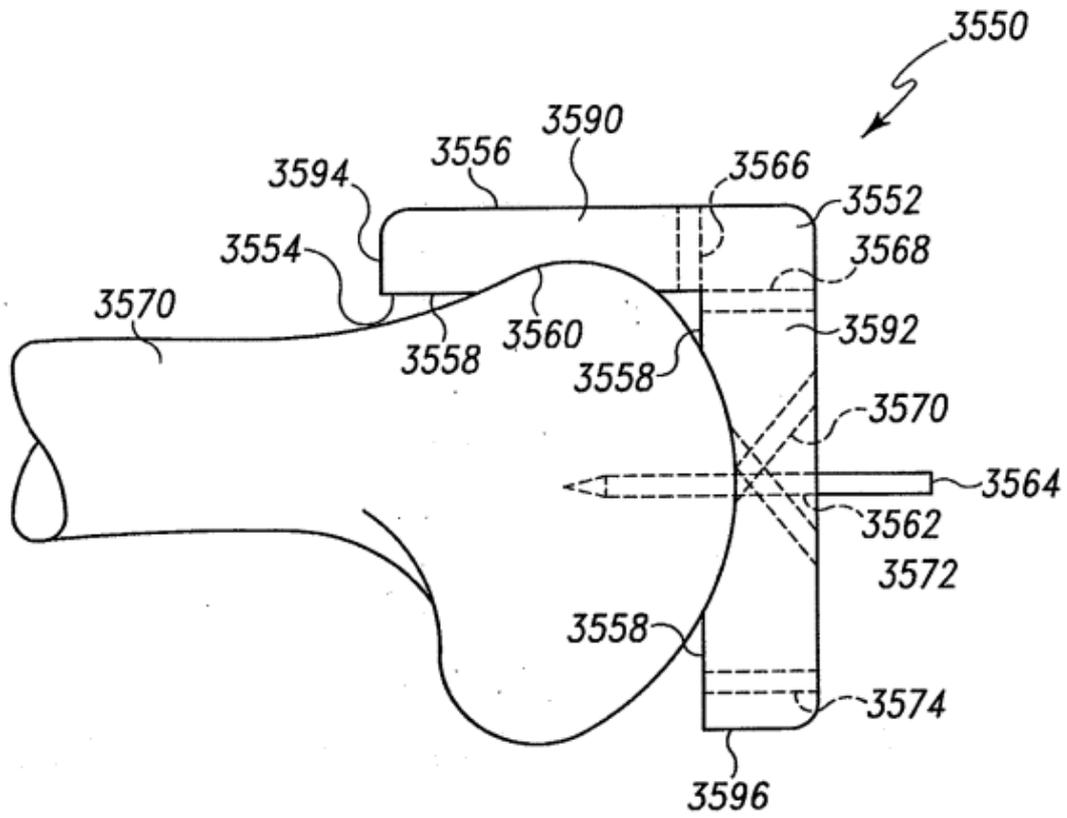


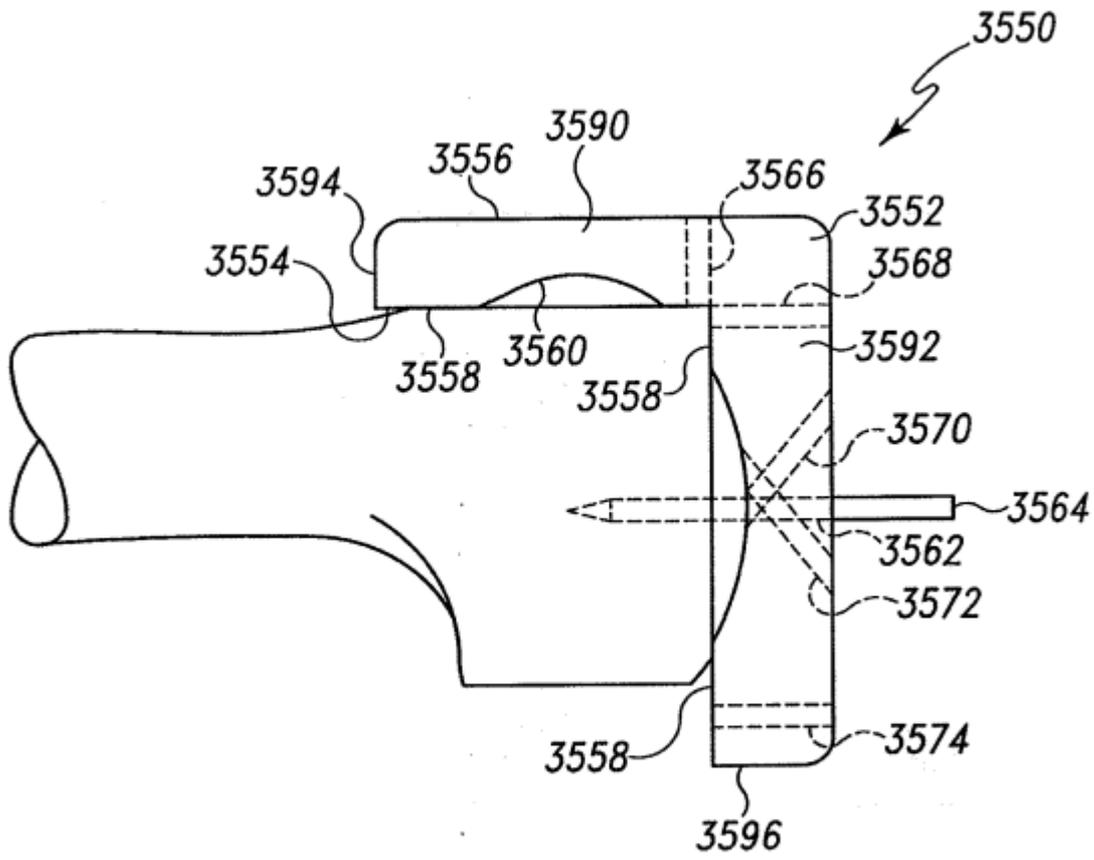
Fig. 92



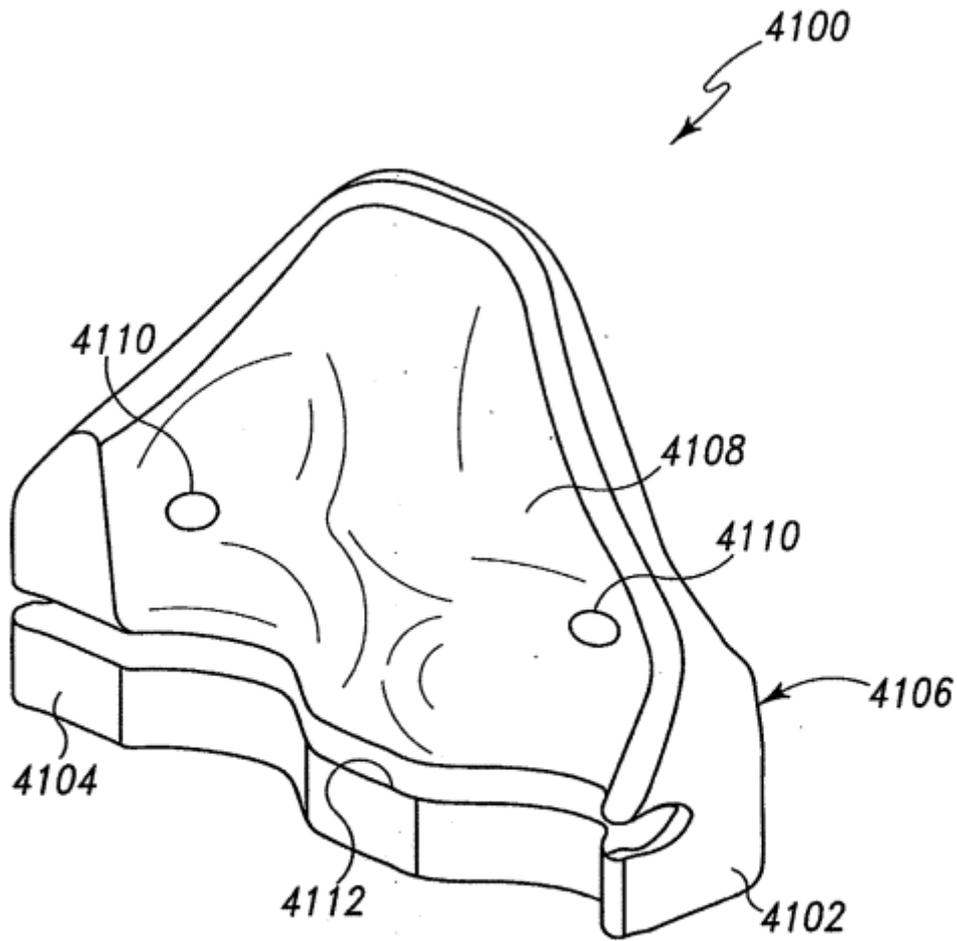
**Fig. 93**



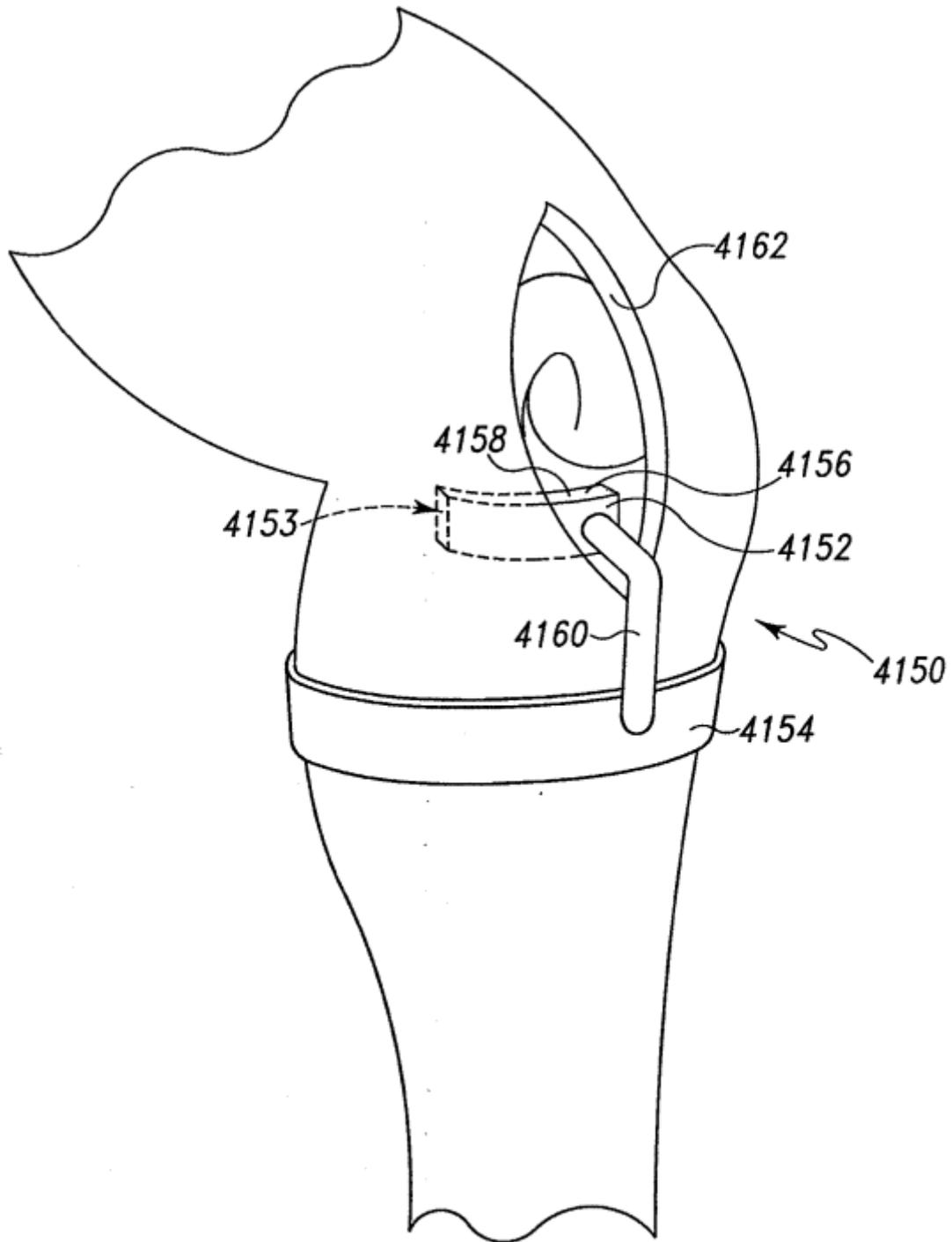
**Fig. 94**



**Fig. 95**

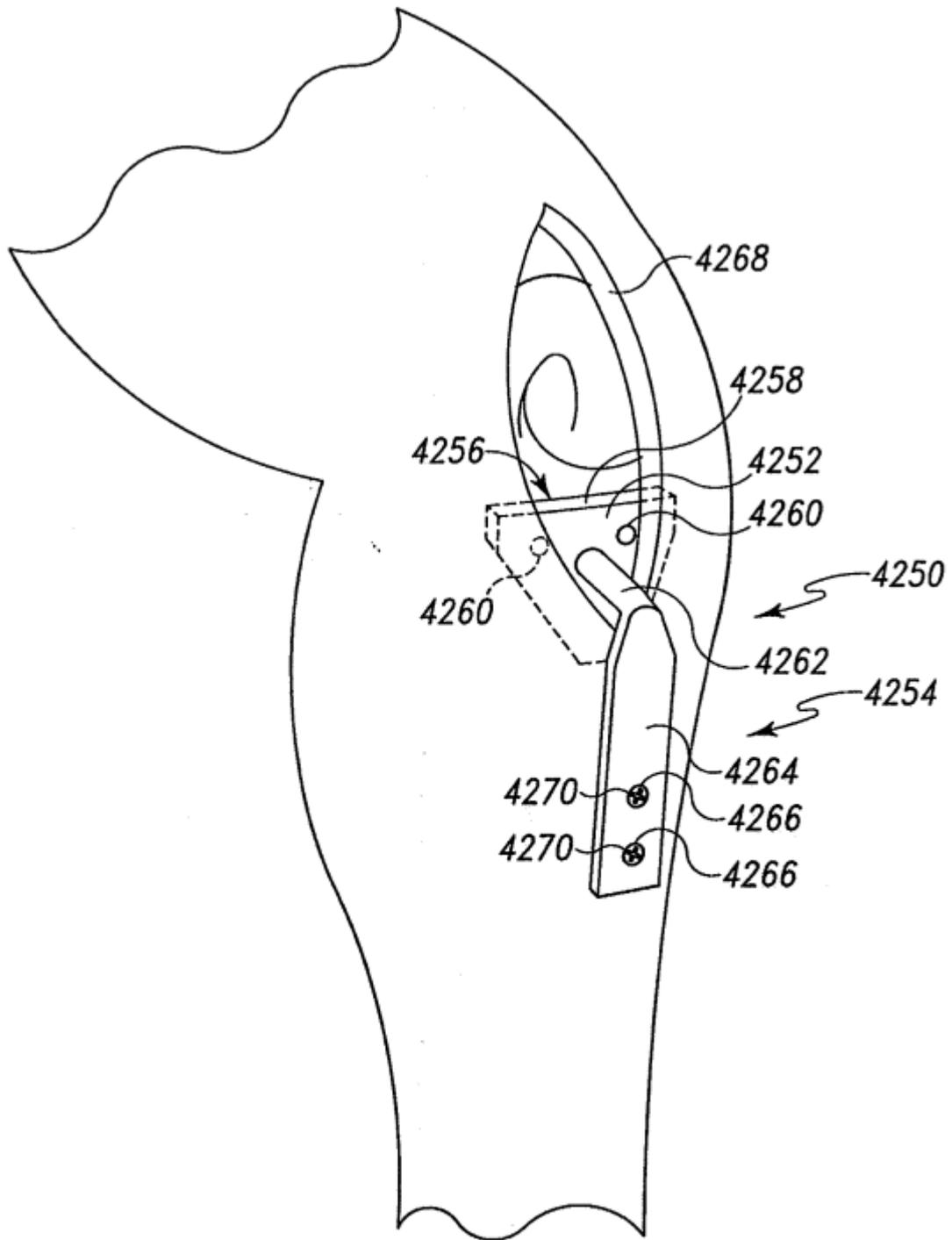


**Fig. 96**

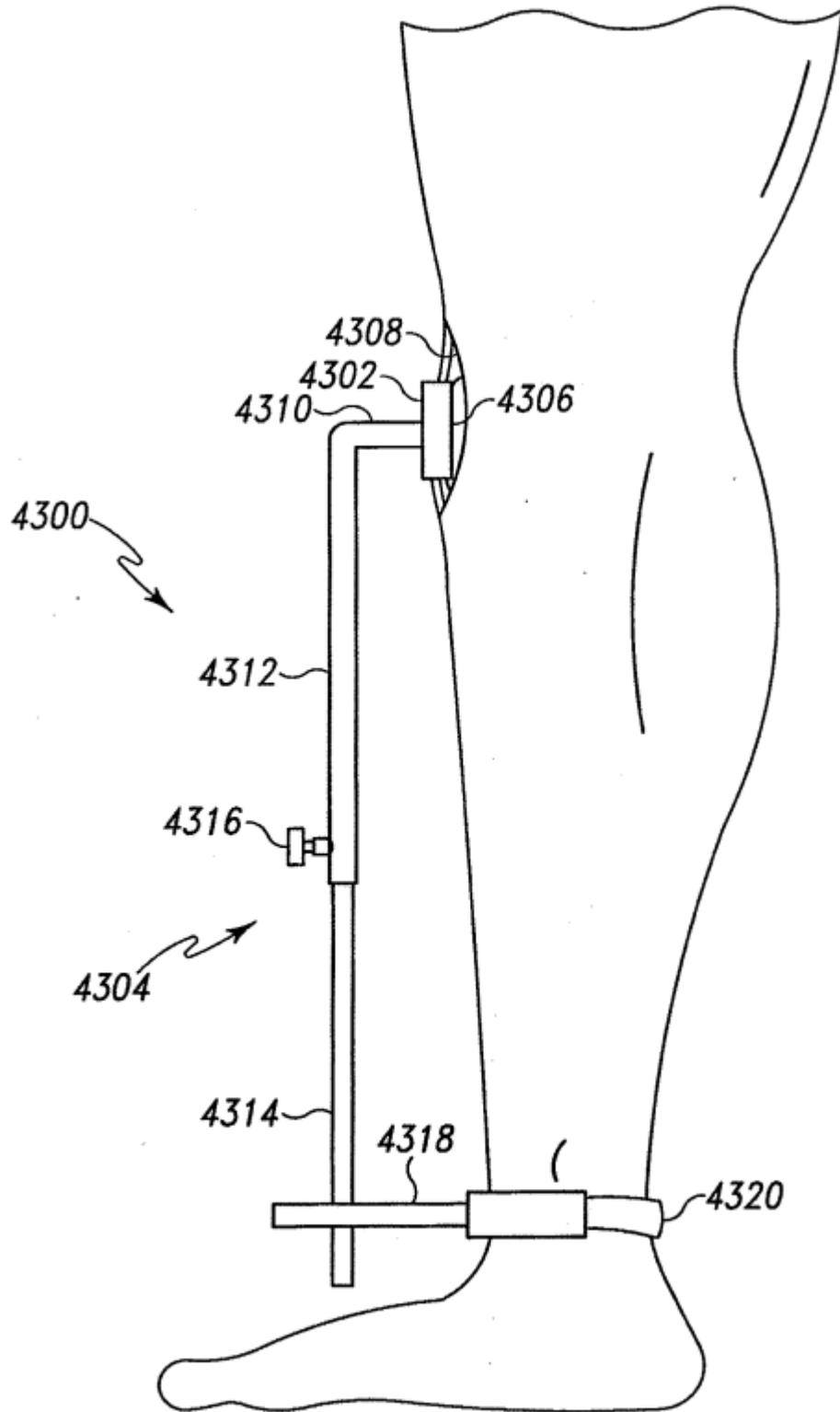


**Fig. 97**

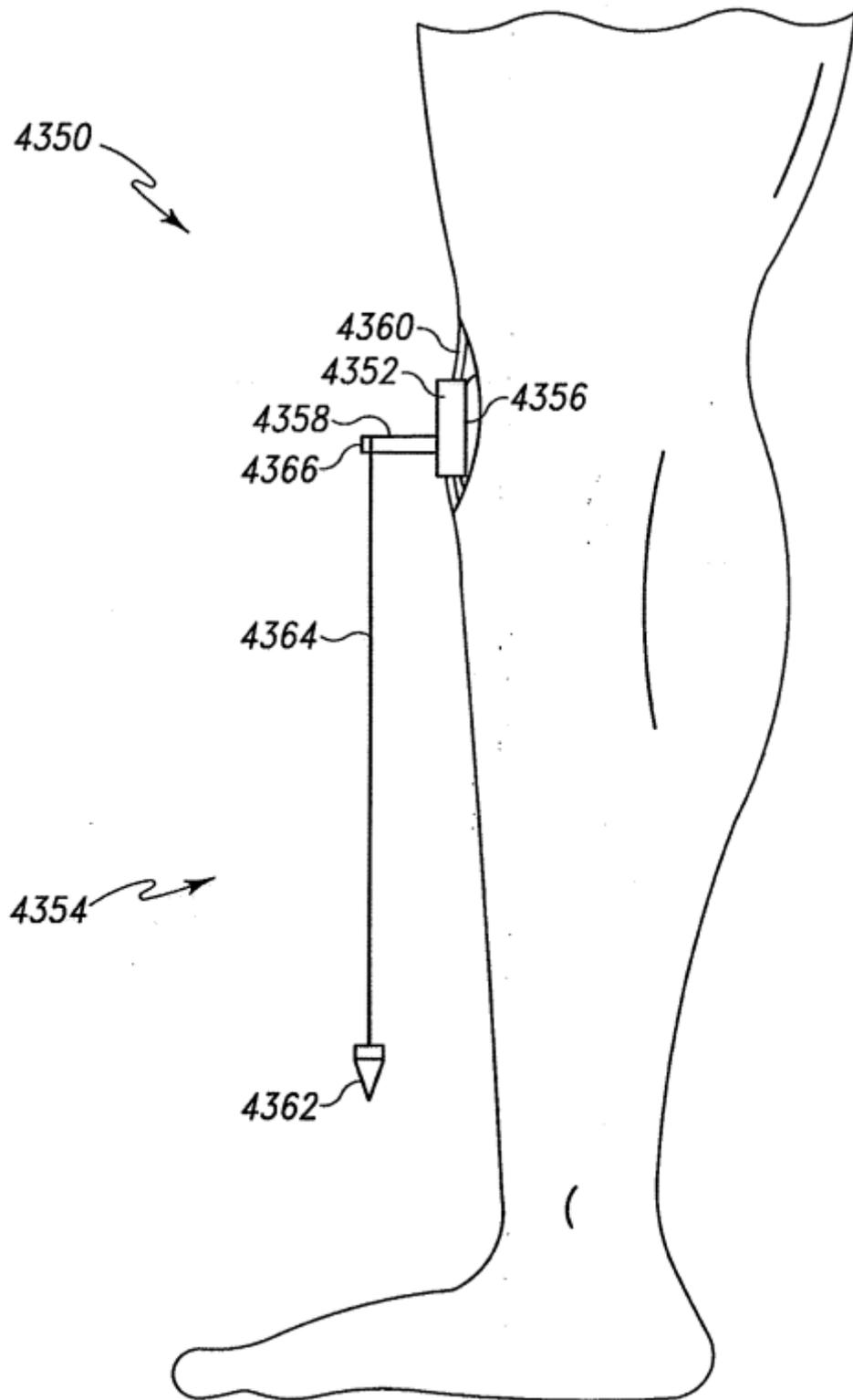




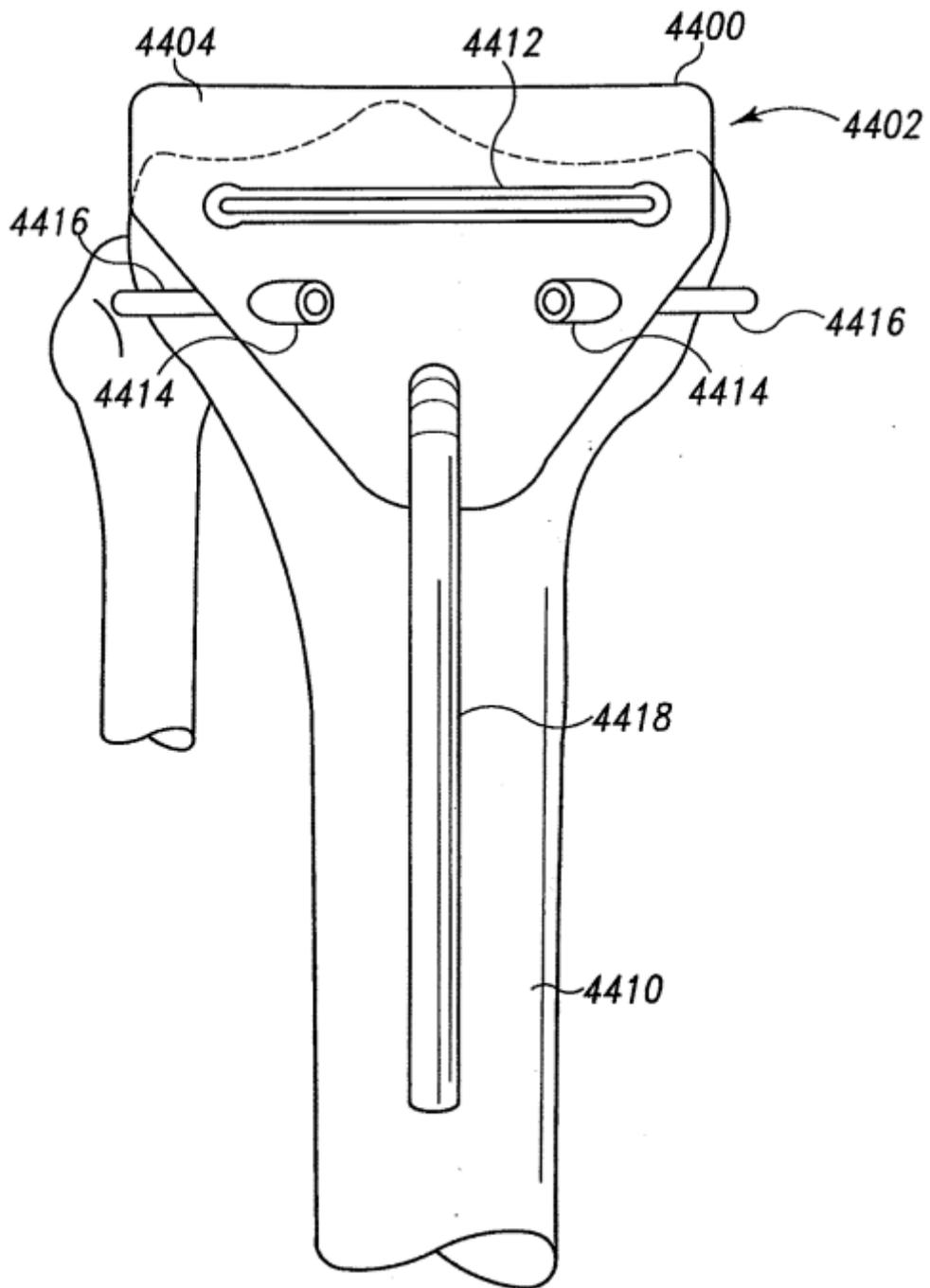
**Fig. 99**



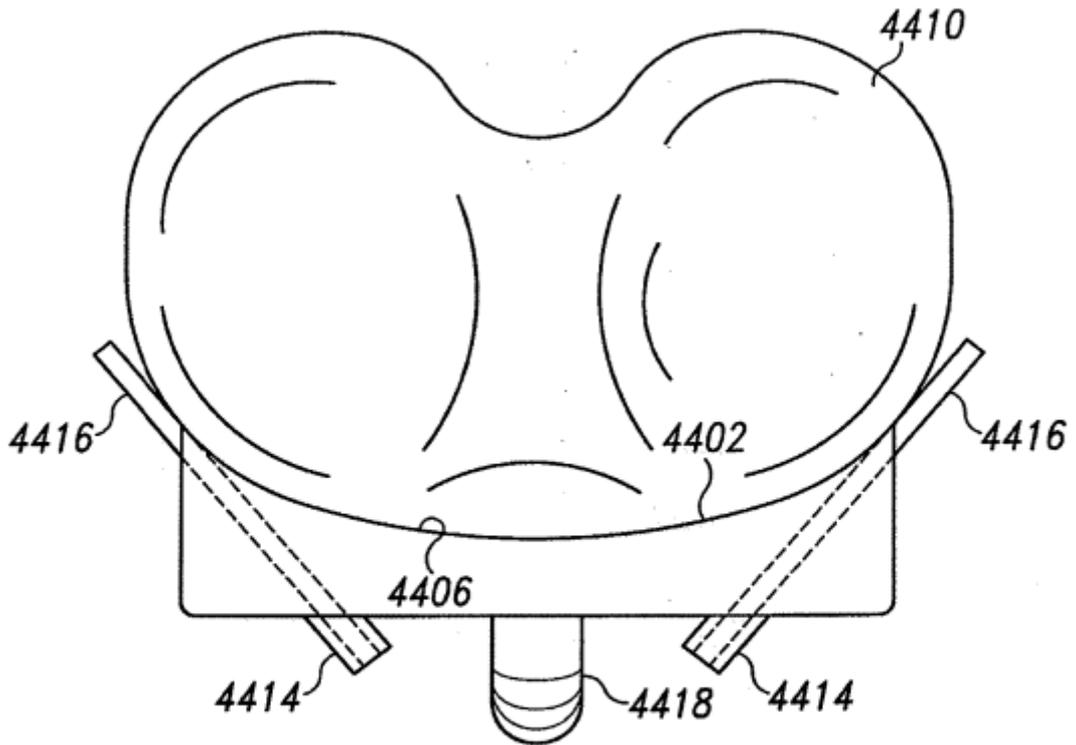
**Fig. 100**



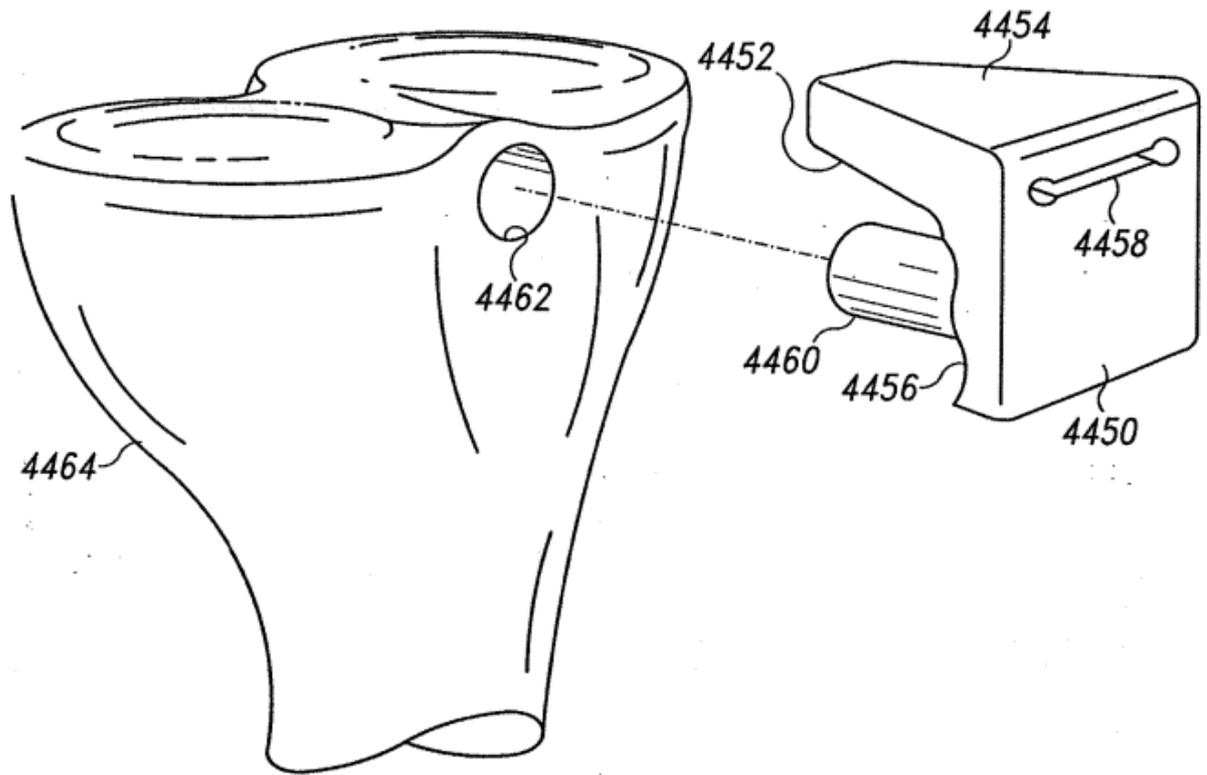
**Fig. 101**



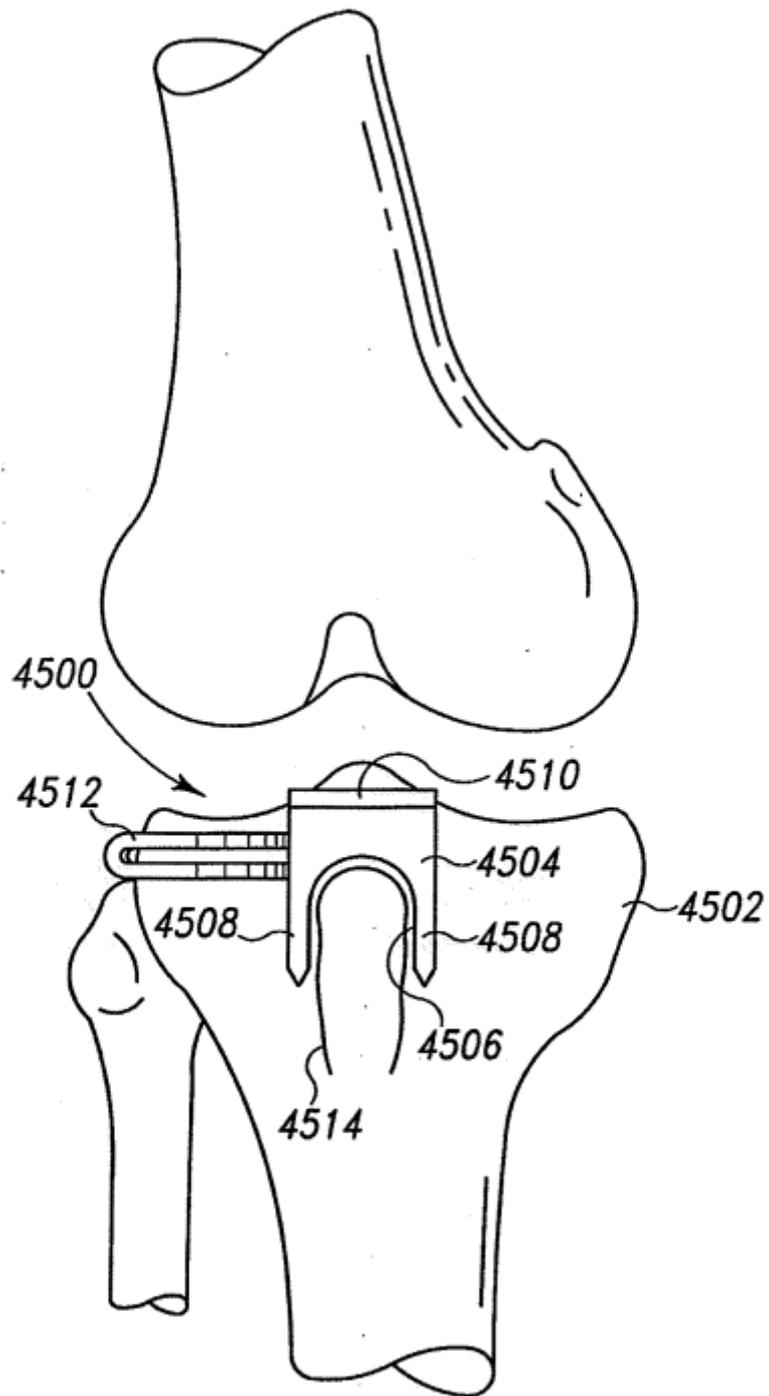
**Fig. 102**



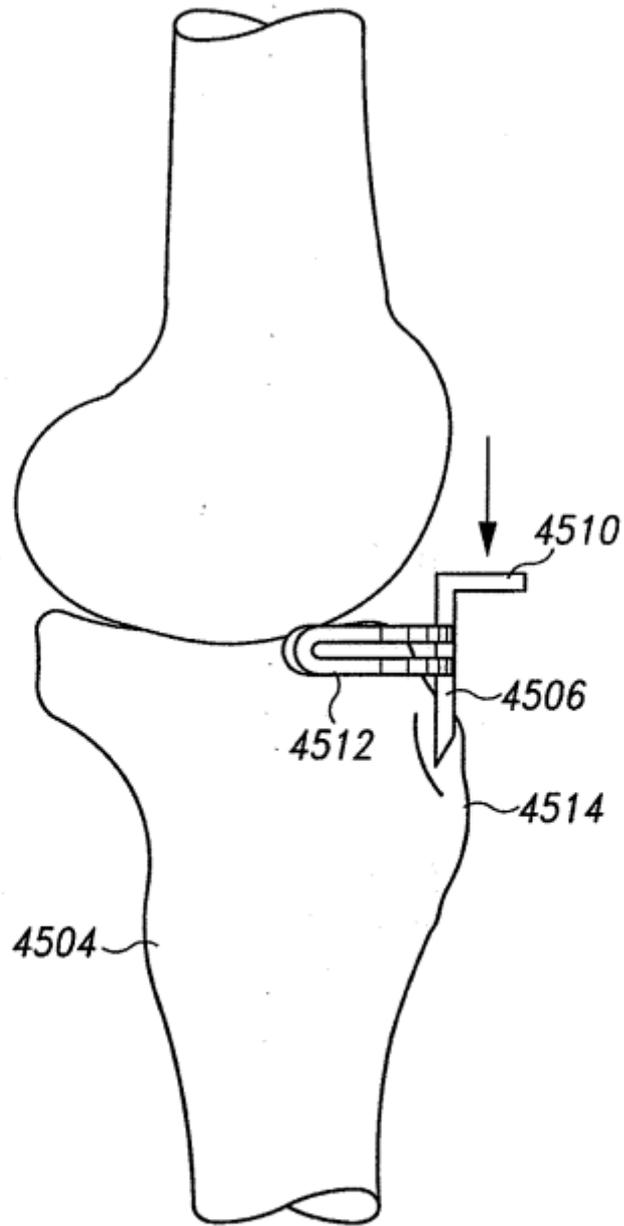
**Fig. 103**



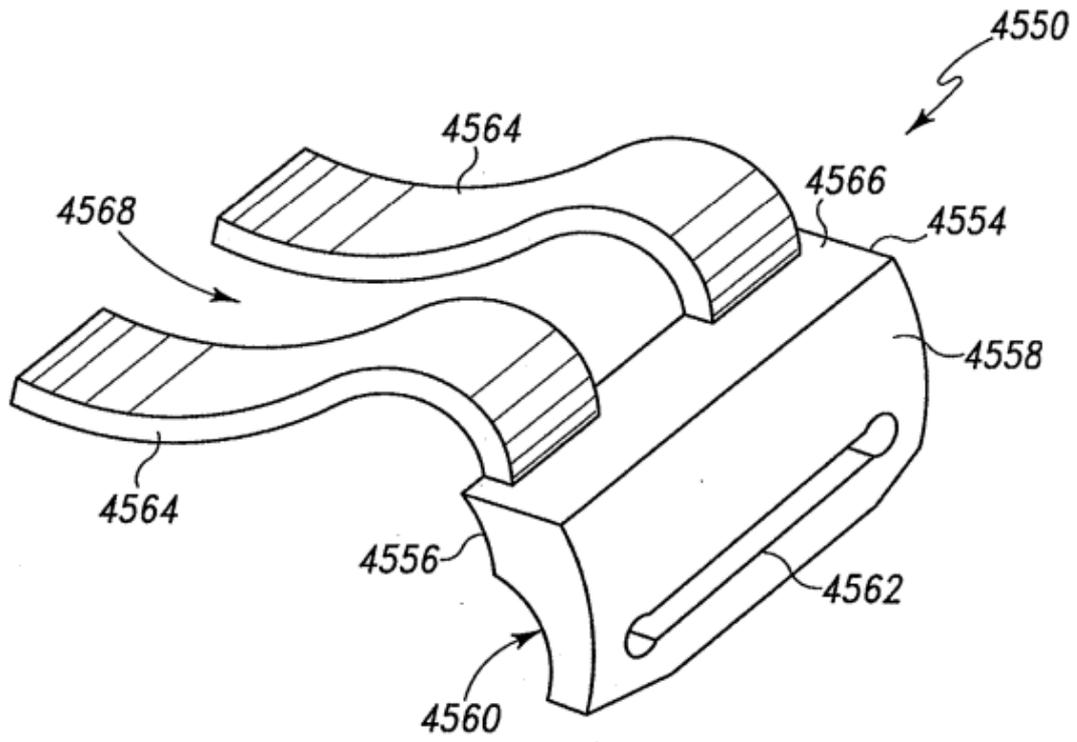
**Fig. 104**



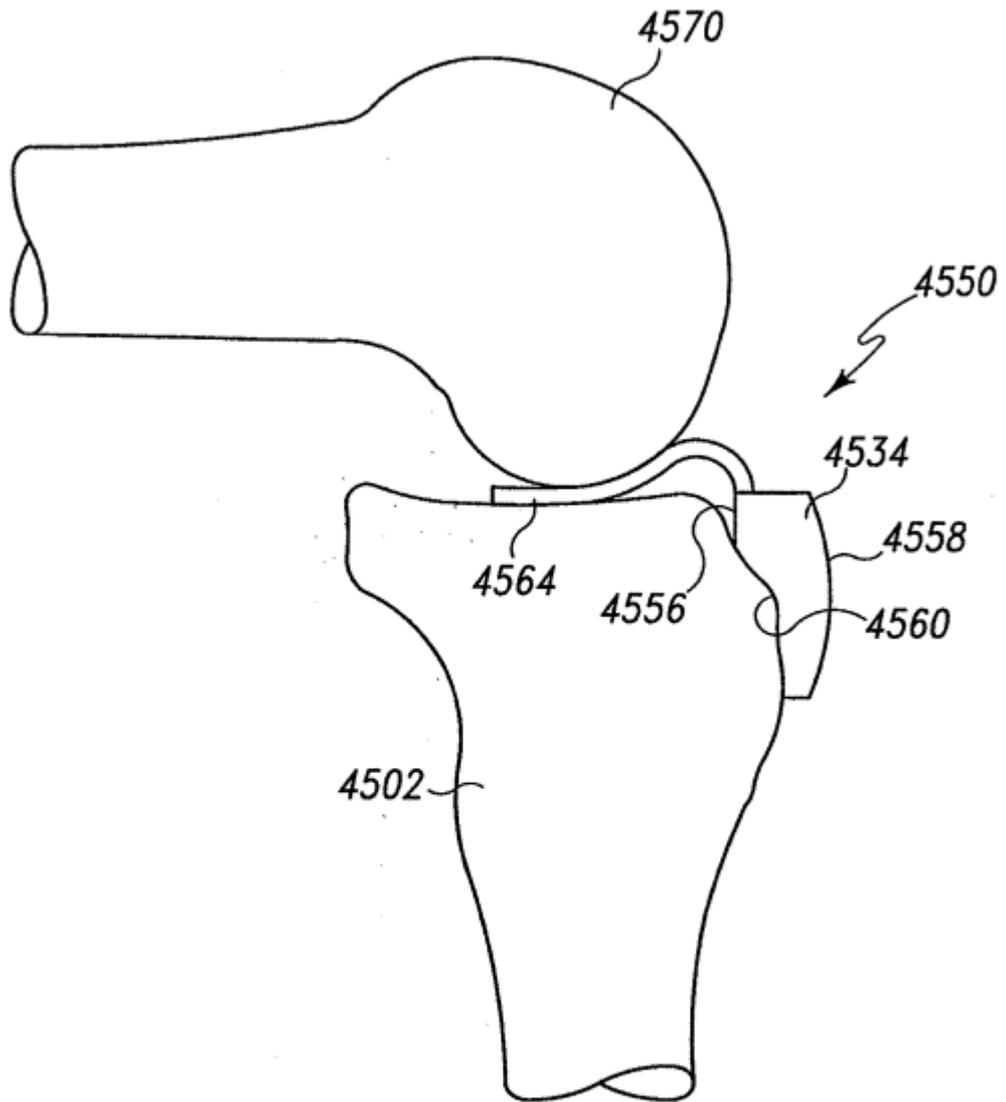
**Fig. 105**



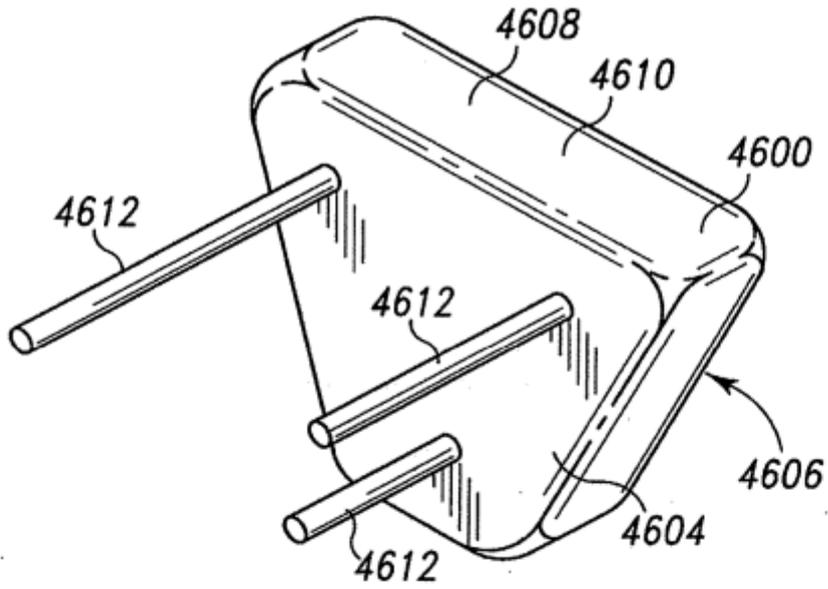
**Fig. 106**



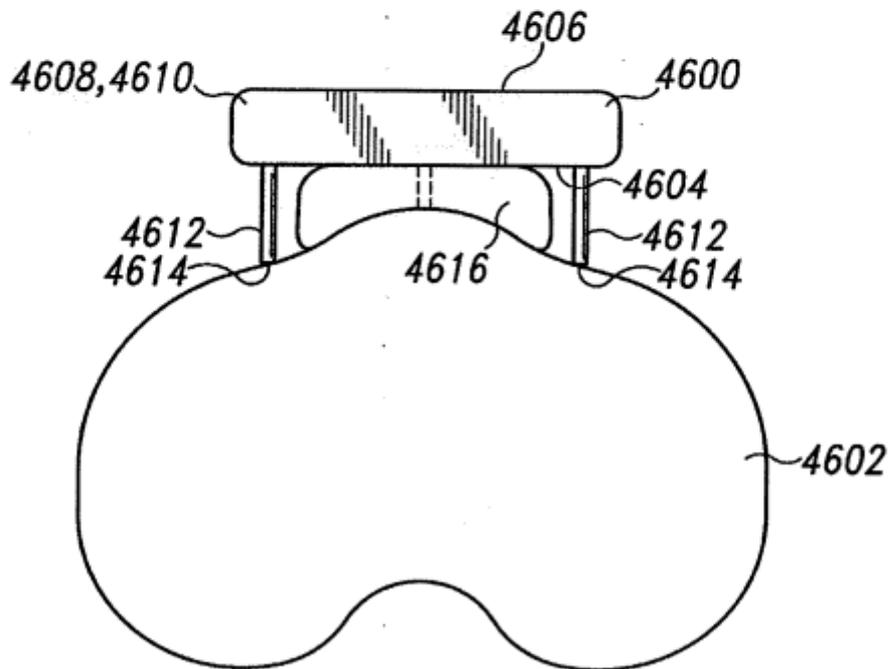
**Fig. 107**



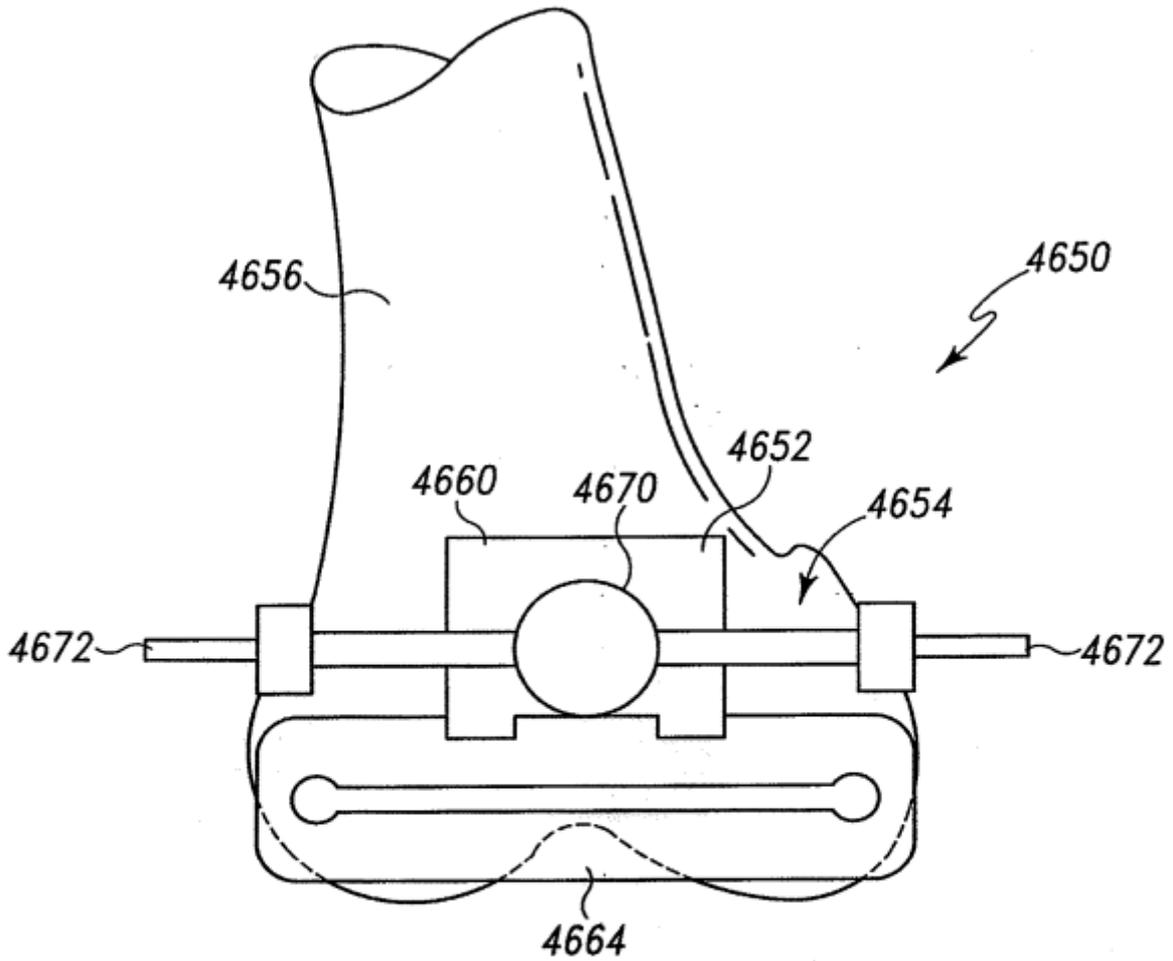
**Fig. 108**



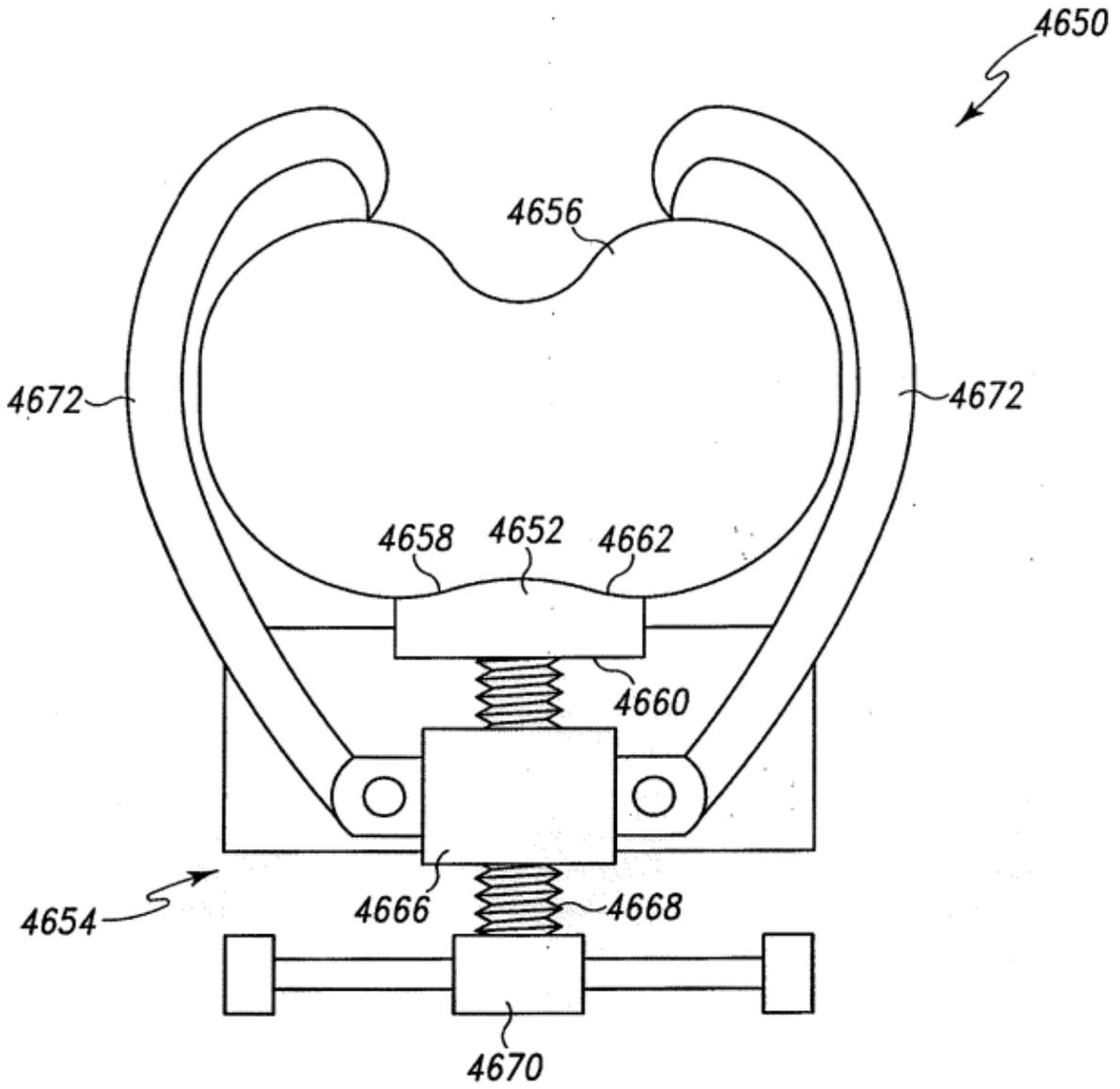
**Fig. 109**



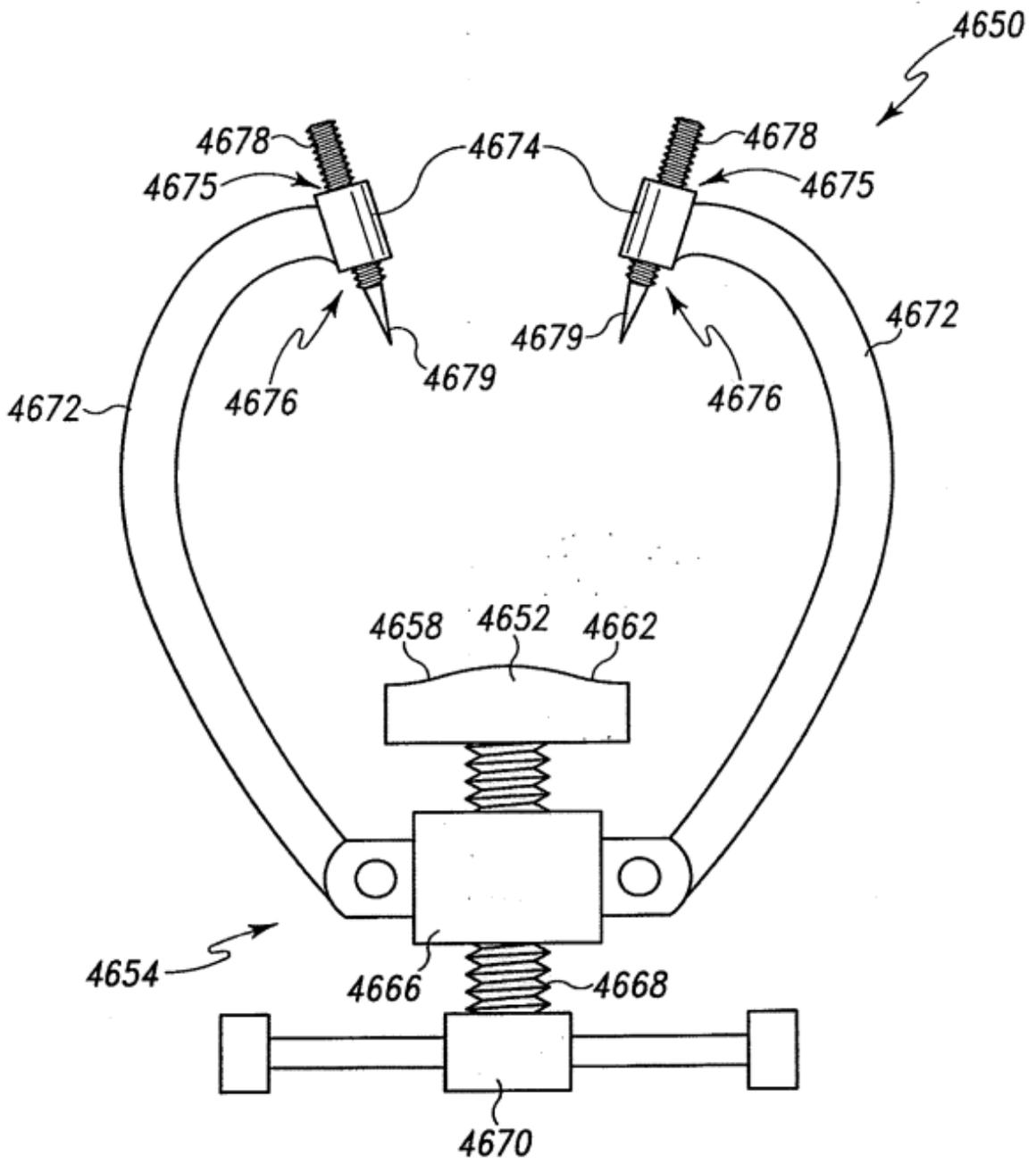
**Fig. 110**



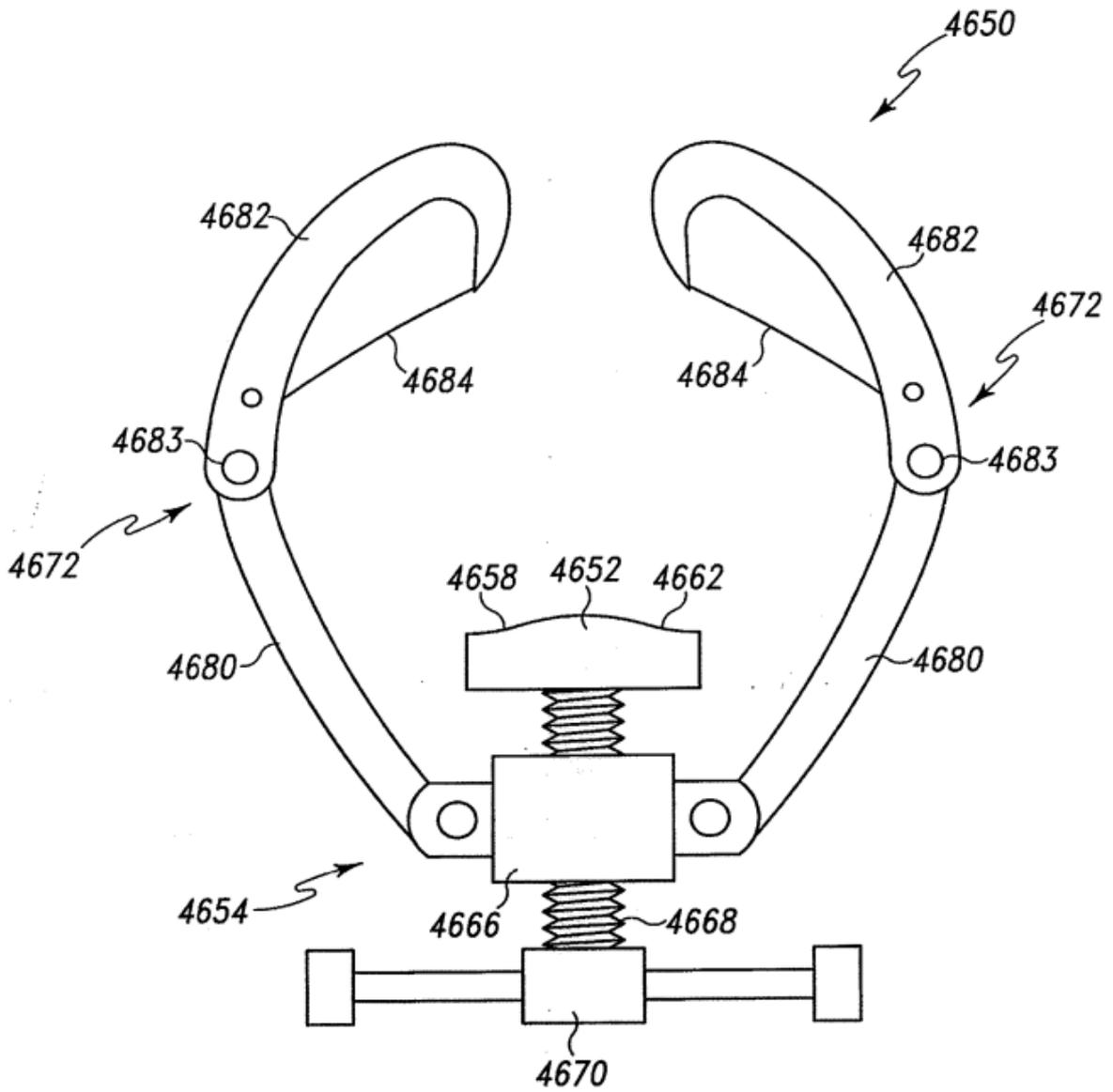
**Fig. 111**



**Fig. 112**



**Fig. 113**



**Fig. 114**

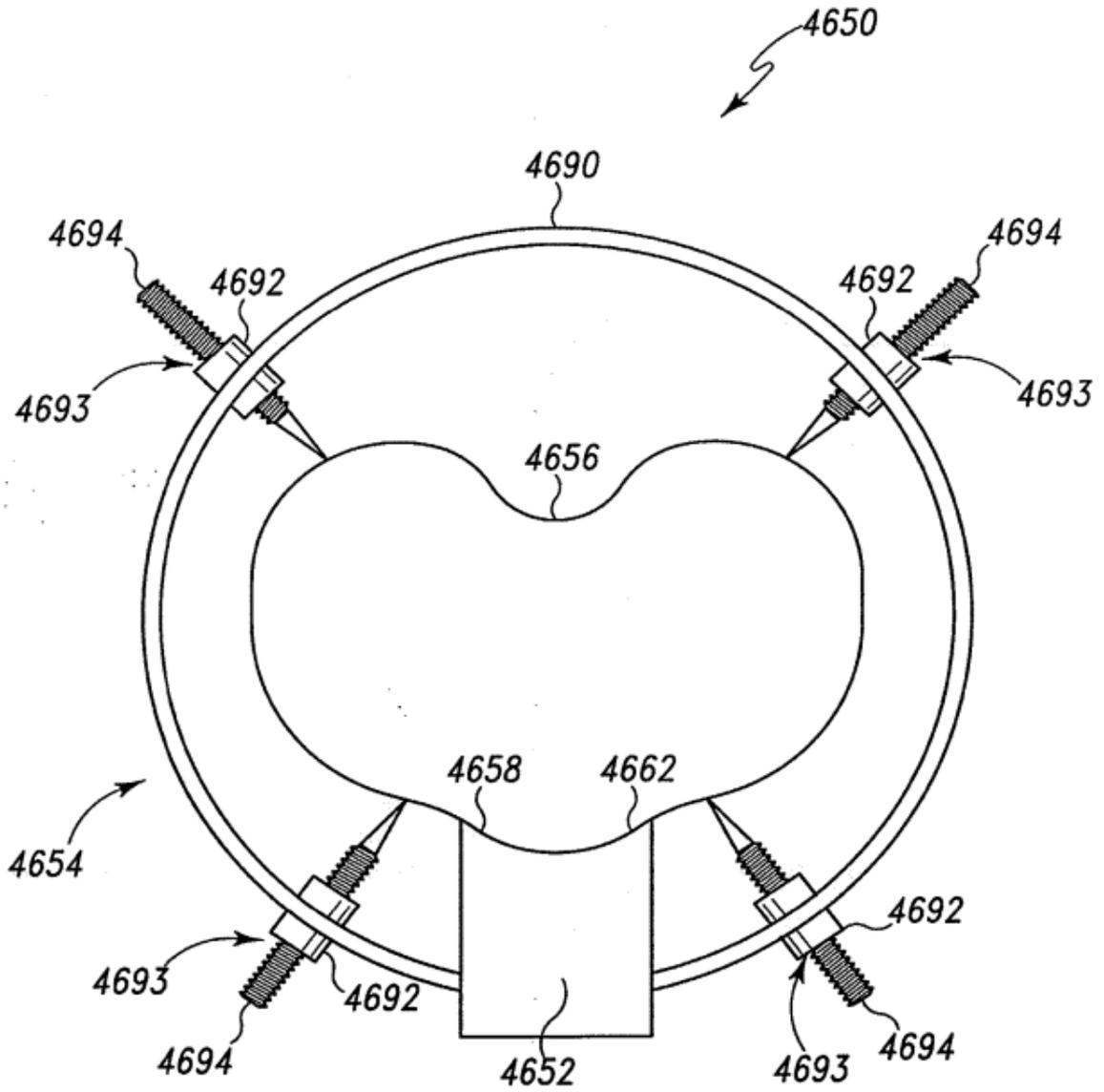
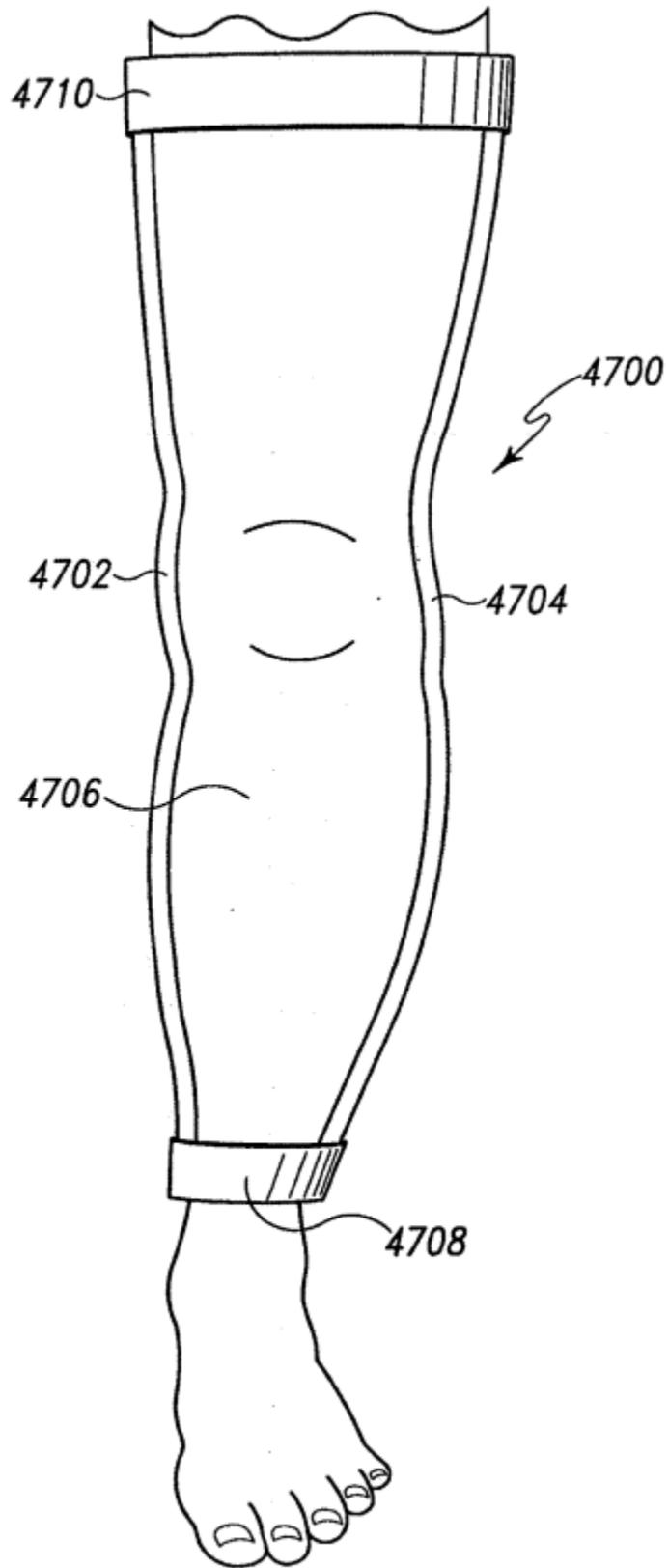
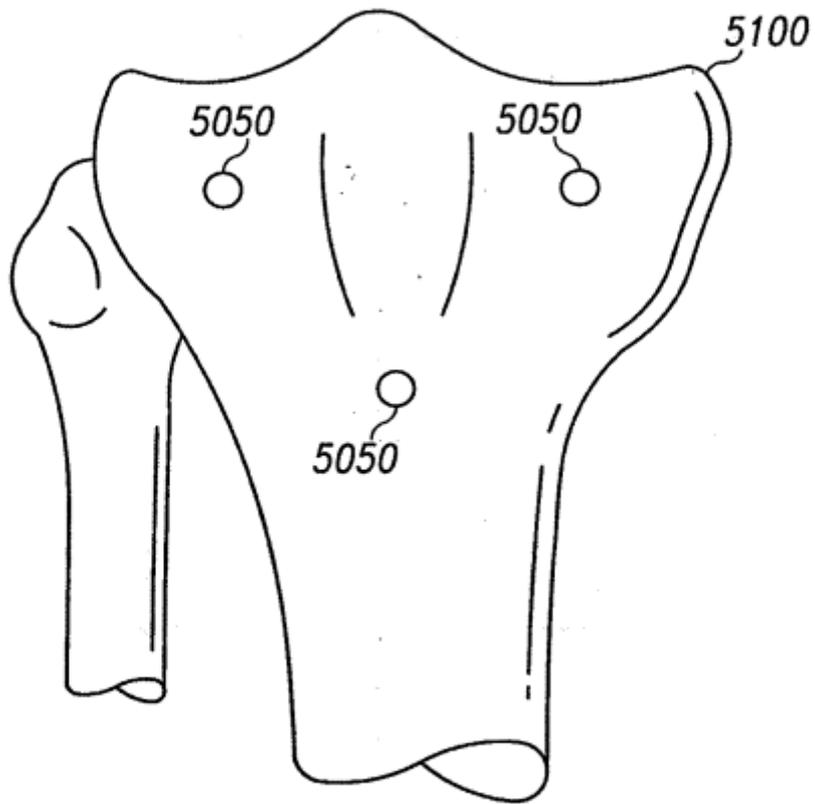


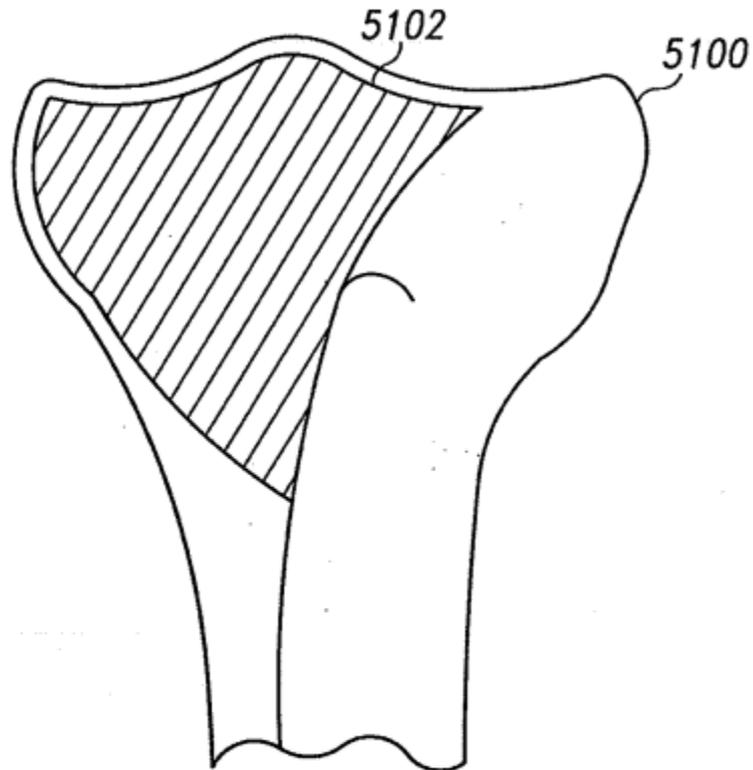
Fig. 115



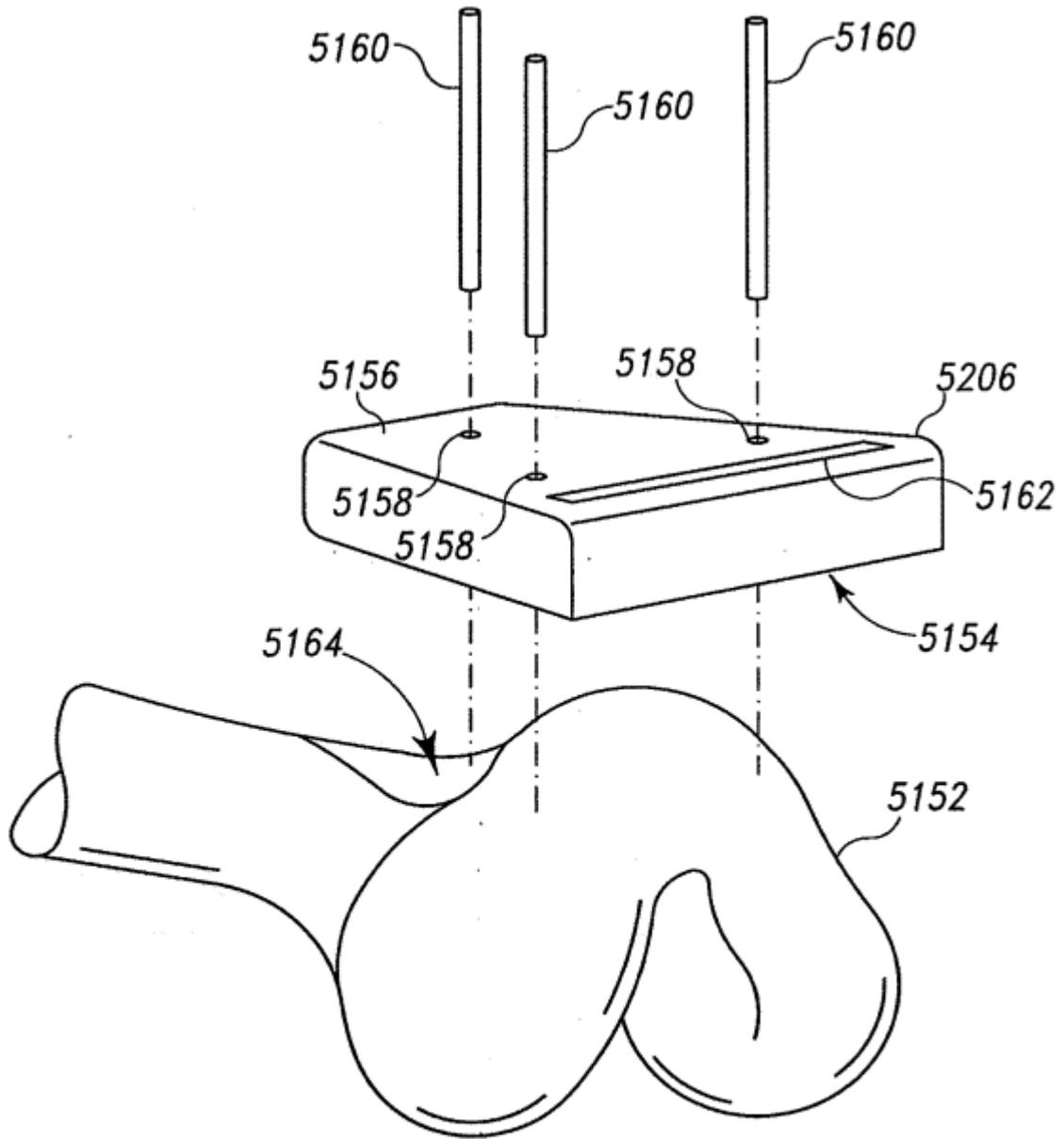
**Fig. 116**



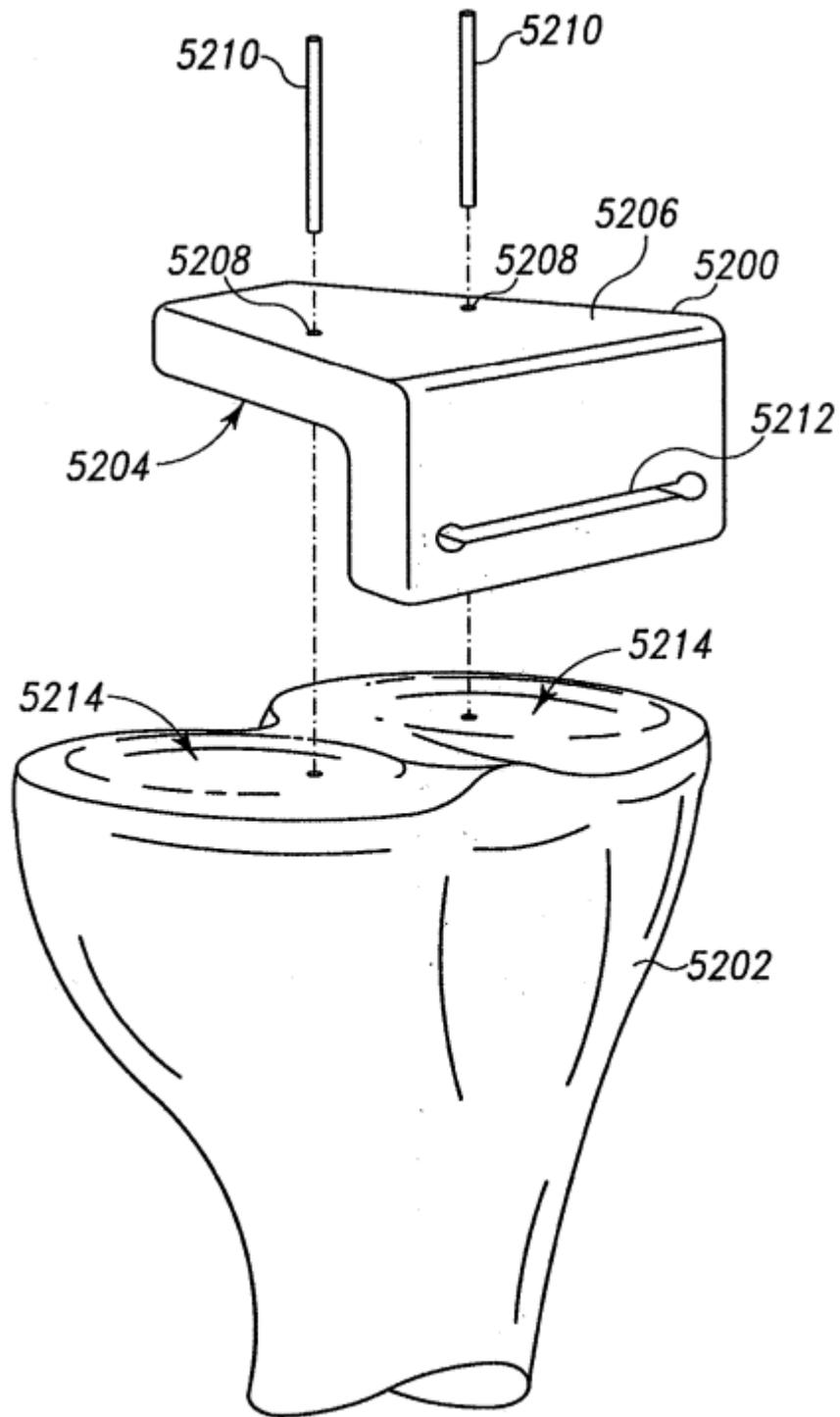
**Fig. 117**



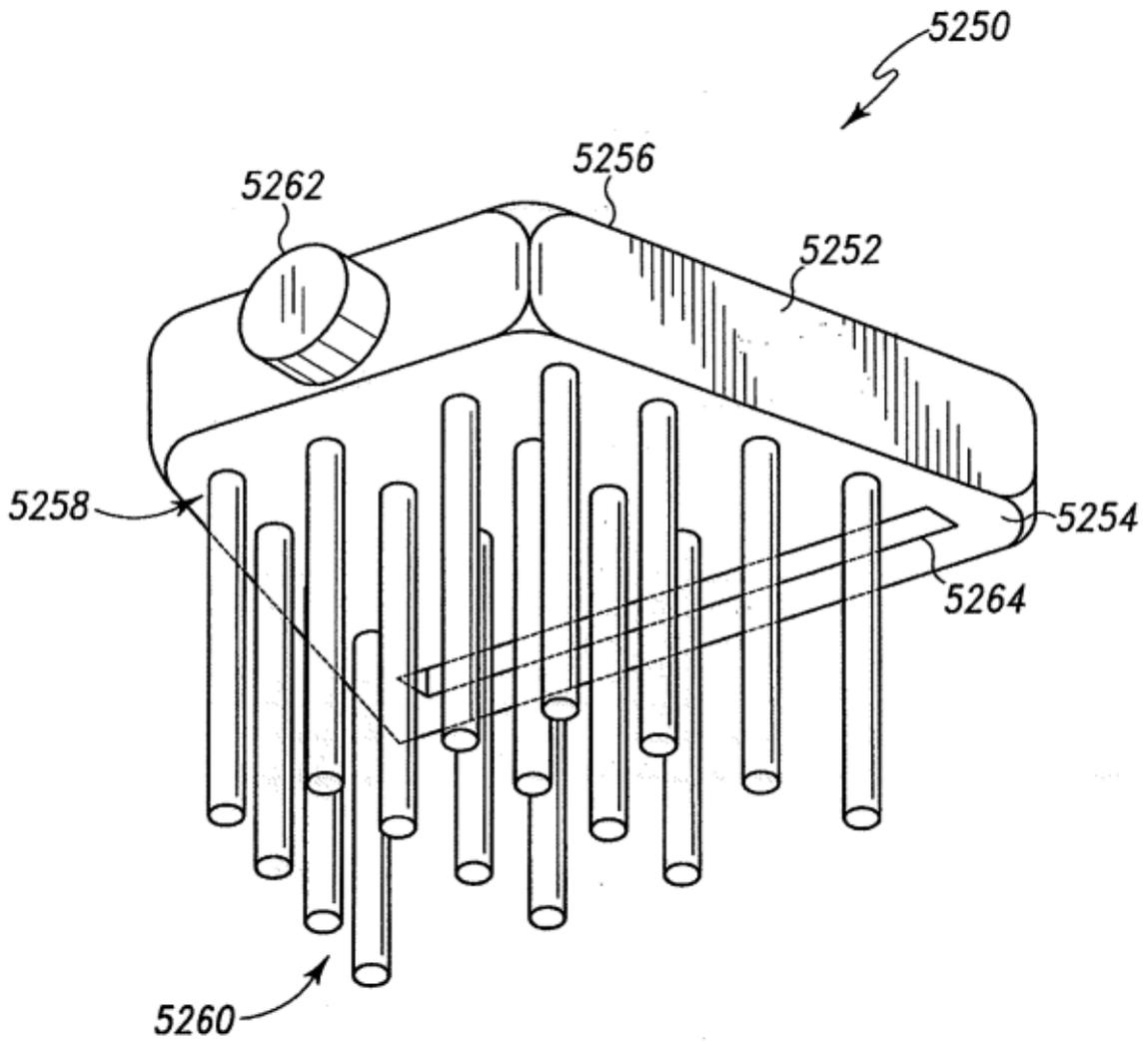
**Fig. 118**



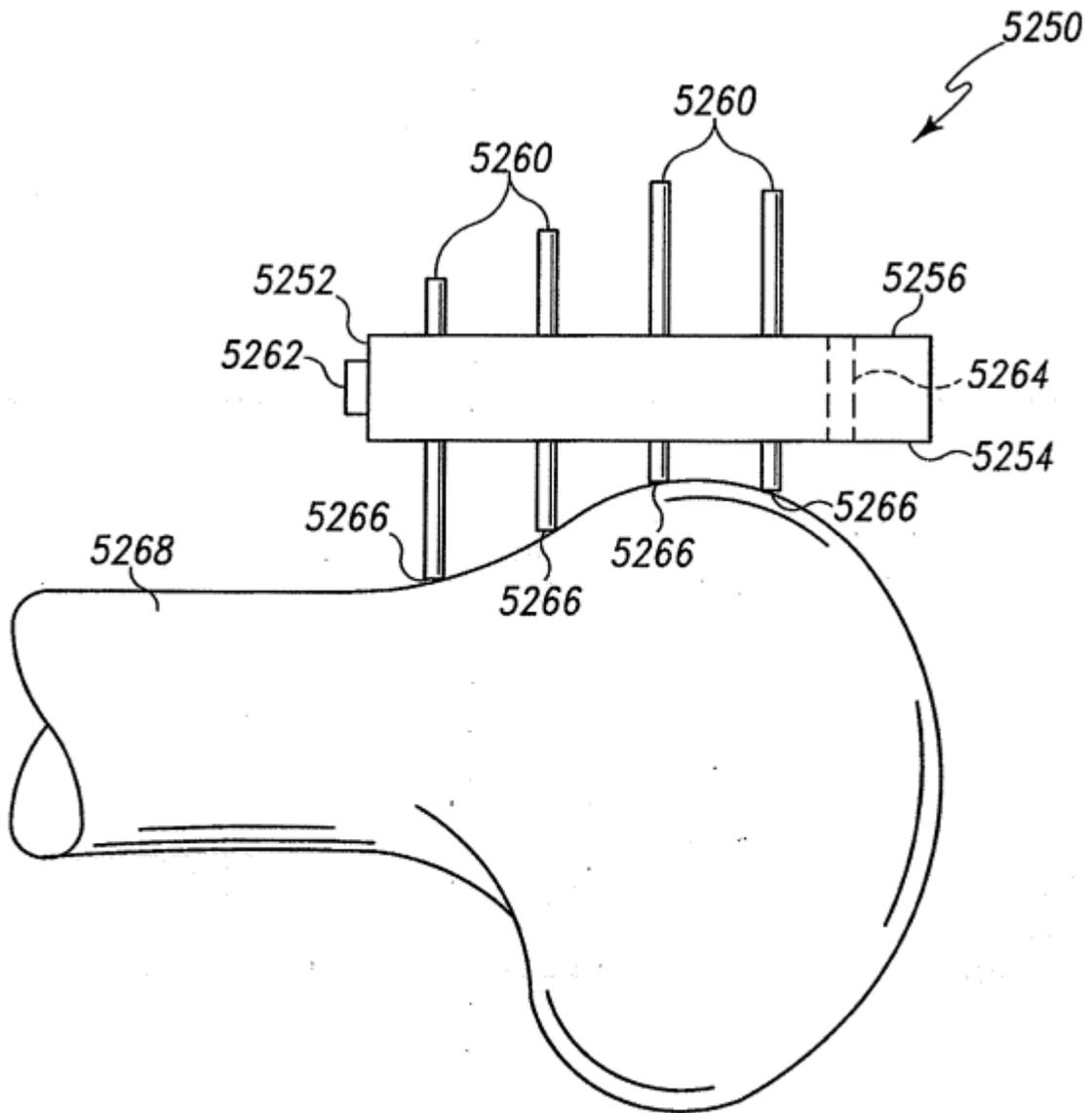
**Fig. 119**



**Fig. 120**



**Fig. 121**



**Fig. 122**

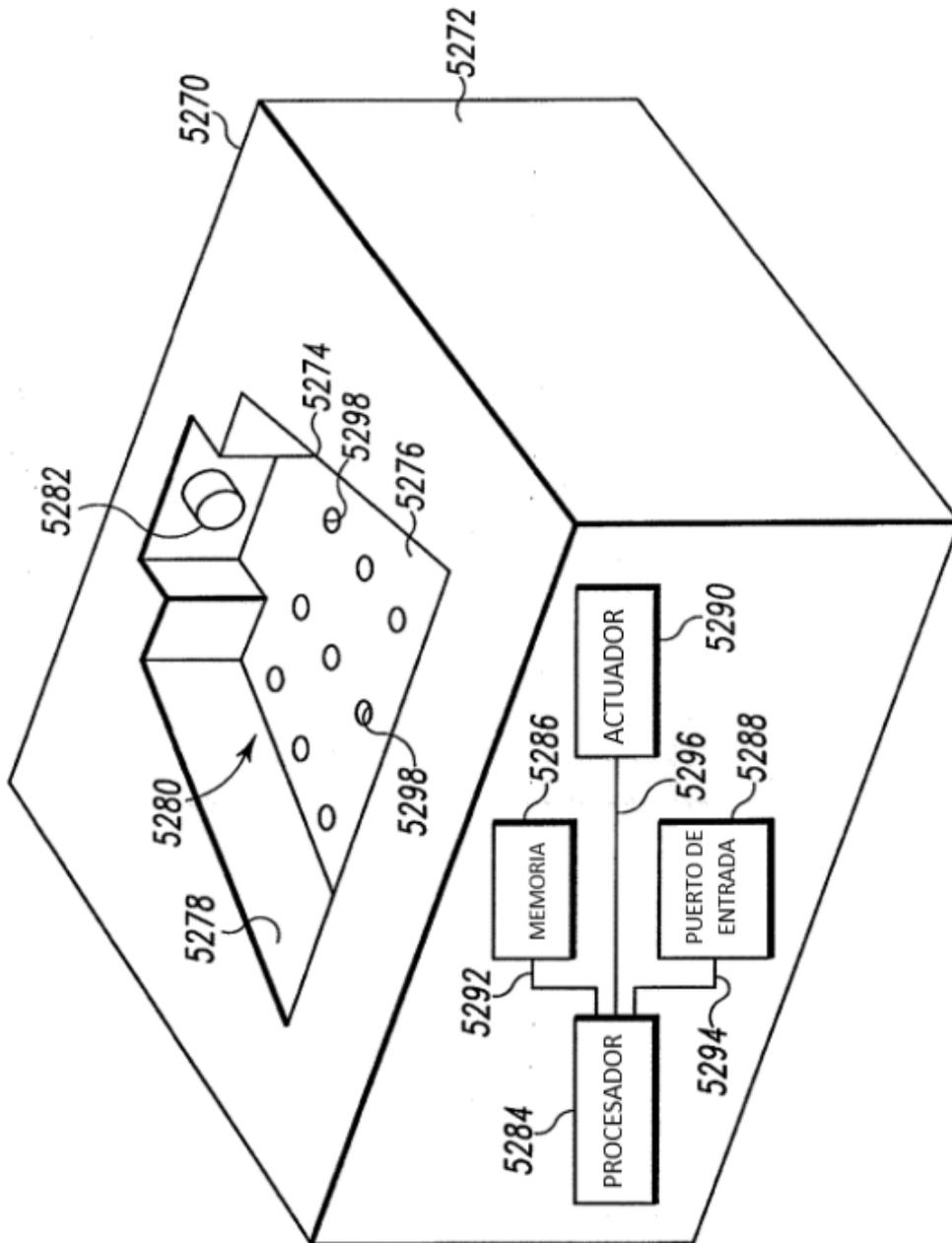


Fig. 123

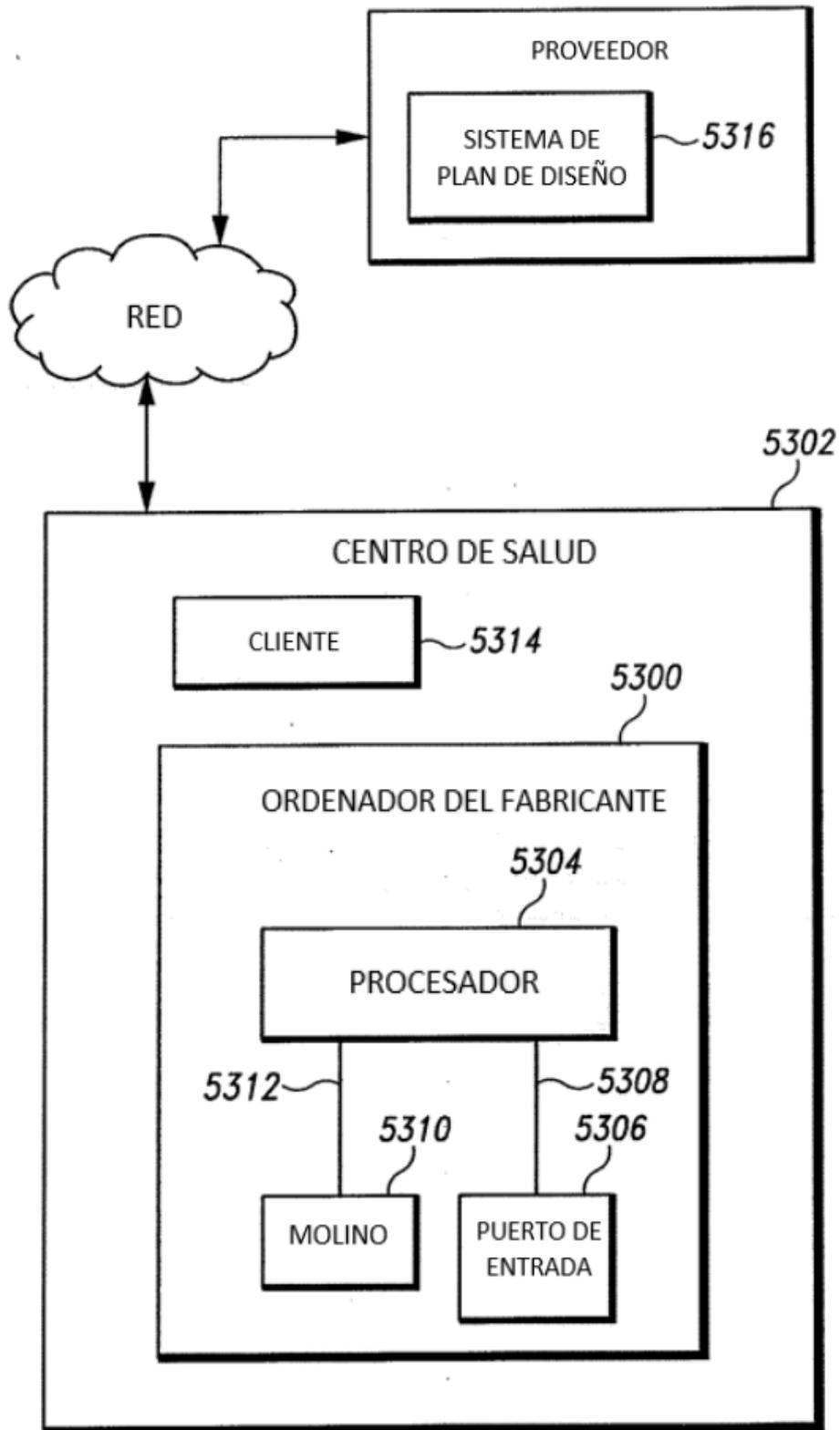


Fig. 124