

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 778**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/80** (2006.01)

**A61B 17/86** (2006.01)

**A61B 17/17** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2008 E 08797698 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2015 EP 2182870**

54 Título: **Sistema de placa ósea de ángulo variable altamente versátil**

30 Prioridad:

**13.08.2007 US 955506 P**  
**09.01.2008 US 971358**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**15.09.2015**

73 Titular/es:

**SYNTHES GMBH (100.0%)**  
**EIMATTSTRASSE 3**  
**4436 OBERDORF, CH**

72 Inventor/es:

**CHAN, JASON S. y**  
**DELL'OCA, ALBERTO A. FERNANDEZ**

74 Agente/Representante:

**ARPE FERNÁNDEZ, Manuel**

**ES 2 545 778 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema de placa ósea de ángulo variable altamente versátil

5 Campo de la invención

[0001] La invención se refiere a un sistema de placa ósea de acuerdo con la reivindicación 1 para fijación interna de fracturas óseas. Más particularmente, la invención se refiere a un sistema de placa ósea que incluye un tornillo óseo y placas óseas que tienen orificios de placa ósea contruidos para recibir tornillos óseos sin bloqueo, con bloqueo, o con bloqueo de ángulo variable.

Antecedentes de la invención

[0002] Los sistemas de placa ósea para la fijación interna de fracturas óseas son bien conocidos. Los sistemas de placa óseas convencionales son especialmente adecuados para promover la curación de una fractura. Un tornillo óseo (también conocido como anclaje óseo) se inserta a través de un orificio de placa ósea (también conocido como orificio de anclaje) y es roscado en el hueso para comprimir, neutralizar, reforzar, curvar por tensión, y/o conectar los extremos de la fractura y arrastrar al hueso contra la placa.

[0003] Estos tornillos, que no están asegurados a la placa ósea (y se denominarán en adelante como "tornillos sin bloqueo"), pueden ser roscados en el hueso bajo diversos ángulos con respecto a la placa ósea. Sin embargo, debido a que los tornillos no están asegurados a la placa ósea, las relaciones angulares entre la placa y los tornillos no son fijas y pueden cambiar durante la operación y/o después de la operación. Es decir, la carga dinámica en el hueso y la placa ósea a causa de las condiciones fisiológicas, pueden causar que los tornillos se aflojen o retrocedan con respecto a la placa. Esto puede conducir a una mala alineación y resultados clínicos precarios.

[0004] La fijación de los tornillos a la placa proporciona una relación angular fija entre los tornillos y la placa y reduce la incidencia del aflojamiento. Una forma de realización conocida de tornillos que se pueden asegurar a la placa ósea, tienen una rosca de tornillo en una superficie exterior de la cabeza del tornillo. La rosca en la cabeza del tornillo se acopla con una rosca correspondiente en la superficie interior de un orificio de placa ósea para bloquear el tornillo en la placa. Estos tornillos (que se denominarán en adelante como "tornillos con bloqueo") normalmente se insertan de forma coaxial con el eje central del orificio. Debido a que la relación entre los tornillos con bloqueo y la placa es fija, los tornillos con bloqueo proporcionan una alta resistencia a cizallamiento, torsión, y esfuerzos de flexión. Sin embargo, los tornillos con bloqueo están limitados en su capacidad de comprimir los fragmentos de hueso, lo cual afecta a la curación.

[0005] En resumen, por lo tanto, una interfaz formada por un tornillo con bloqueo y una placa ósea tiene una alta resistencia a fuerzas de cizallamiento a fin de mantener la estabilidad en la interfaz placa-tornillo, pero tiene una capacidad limitada para comprimir los fragmentos de hueso, mientras que una interfaz formada por un tornillo óseo sin bloqueo y una placa ósea comprimen eficazmente los fragmentos de hueso, pero tiene una baja resistencia a fuerzas de cizallamiento que pueden conducir al aflojamiento y/o retroceso del tornillo. Por consiguiente, es deseable en muchas situaciones clínicas un sistema de placa ósea que combine tornillos sin bloqueo con tornillos con bloqueo.

[0006] Un sistema de placa ósea conocido que puede alojar tanto tornillos con bloqueo como sin bloqueo, incluye una placa ósea que tiene una pluralidad de orificios de placa roscados para recibir los tornillos con bloqueo y una pluralidad de orificios de placa sin roscar para recibir tornillos sin bloqueo. Sin embargo, los tornillos sin bloqueo en este sistema conocido sólo se utilizan temporalmente para mantener la placa en su lugar mientras se insertan los tornillos con bloqueo. Los tornillos sin bloqueo se retiran después de haberse insertado los tornillos con bloqueo. Por lo tanto, no se obtienen los beneficios a largo plazo de la combinación de tornillos sin bloqueo con tornillos con bloqueo.

[0007] Otro sistema de placa ósea conocido que tiene capacidad para ambos tipos de tornillos, incluye una placa ósea con orificios de placa parcialmente roscados. Los orificios parcialmente roscados reciben, tanto, tornillos con bloqueo como tornillos sin bloqueo. Debido a que los orificios de placa están roscados sólo parcialmente, sin embargo, los tornillos con bloqueo podrían no ser capaces de mantener la relación angular fija entre los tornillos y la placa, mientras que están bajo cargas fisiológicas. En concreto, los tornillos con bloqueo dentro de la placa están sólo parcialmente rodeados por la rosca y por lo tanto sólo parcialmente asegurados. En condiciones de alto estrés y carga, el orificio de placa de bloqueo puede deformarse y permitir que cambie la relación angular fija entre el tornillo con bloqueo y la placa. Esto puede resultar en una pérdida de fijación u orientación de la placa. Además, debido a la geometría del orificio de placa, la translación de la placa con los tornillos sin bloqueo está limitada a una sola dirección. Esto puede ser desventajoso para la reducción y la manipulación de la fractura ósea.

[0008] Aún otro sistema de placa ósea conocido que aloja ambos tipos de tornillos, incluye una placa ósea con orificios de placa roscados y orificios de placa sin roscar. Los orificios de la placa roscados reciben tornillos con bloqueo, y los orificios de la placa sin roscar reciben tornillos sin bloqueo, cada uno destinado a permanecer insertado mientras que la placa se implanta. Sin embargo, debido a que los tornillos con bloqueo sólo son eficaces cuando se usan con orificios roscados, una desventaja de este sistema es que el número y ubicación de los orificios roscados en la placa pueden no ser tan deseados para un procedimiento quirúrgico particular. Por ejemplo, puede haber uno o más orificios sin roscar en los lugares donde un cirujano preferiría un orificio roscado para la inserción de un tornillo con bloqueo.

- [0009]** Además de los sistemas de placa ósea conocidos mencionados anteriormente, a menudo es deseable para un cirujano poder insertar un tornillo óseo con bloqueo a través de un orificio de placa ósea bajo un determinado ángulo con respecto a la placa ósea seleccionado por el cirujano. Se conoce una serie de los llamados sistemas de placas óseas "poli-axiales". Muchos utilizan un casquillo situado en un orificio de placa para bloquear el grado de inclinación del tornillo en relación a la placa. En uno de tales sistemas, el casquillo es giratorio dentro del orificio de placa. Un denominado tornillo con "bloqueo de ángulo variable" se rosca en el hueso a través del orificio del casquillo y la placa. Cuando el tornillo se rosca en el hueso, la cabeza cónica roscada del tornillo se acopla con una superficie interior roscada del casquillo para expandir el casquillo contra la superficie interior o la pared del orificio de la placa, con lo que la fricción bloquea el tornillo en el ángulo deseado con relación a la placa ósea.
- 5 **[0010]** En otro sistema de placa ósea poli-axial conocido, un casquillo está dispuesto bajo un ángulo deseado en un orificio de la placa. Un tornillo de fijación que tiene una cabeza expansible con un rebaje roscado se inserta a través del casquillo y se rosca en el hueso. Un tornillo con bloqueo se enrosca a continuación en el rebaje de la cabeza del tornillo para expandir la cabeza hacia fuera contra el casquillo para bloquear el ángulo seleccionado del tornillo con respecto a la placa ósea.
- 10 **[0011]** En aún otro sistema de placa ósea poli-axial conocido, un anillo expansible se coloca en el orificio de placa. Cuando un tornillo para huesos con una cabeza cónica se acopla con el anillo y se rosca en el hueso, el anillo se expande contra la superficie o pared interior del orificio para bloquear el ángulo seleccionado del tornillo con respecto a la placa ósea.
- 15 **[0012]** Sin embargo, estos sistemas de placas óseas poli-axiales tienen múltiples componentes que pueden ser engorrosos y tediosos de manipular durante la cirugía y, más particularmente, por ejemplo, es posible que el casquillo o anillo expandible pueda ser expulsado durante la cirugía.
- 20 **[0013]** A la vista de lo anterior, sería deseable poder proporcionar un sistema de placa ósea mejorada que supere las deficiencias y desventajas de los sistemas de placa ósea conocidos.
- 25 **[0014]** Se conoce un anclaje óseo para un conjunto de fijación ósea de ángulo variable a partir del documento EP 1767160 A. El preámbulo de la reivindicación 1 se basa en esta divulgación.

#### Resumen de la invención

- 30 **[0015]** La invención proporciona un sistema de placa ósea de ángulo variable para la fijación de fracturas óseas altamente versátil. El sistema incluye placas óseas que tienen una pluralidad de orificios de placa ósea que pasan completamente a través de la placa ósea, desde una superficie superior de la placa a una superficie inferior de contacto óseo de la placa. Los orificios se construyen ventajosamente para recibir ya sean tornillos óseos sin bloqueo, con bloqueo, o con bloqueo de ángulo variable. En lugar de roscas de tornillo como se conoce en los orificios de placas óseas convencionales, la superficie interior de los orificios de placa tiene columnas discretas de
- 35 dientes o segmentos roscados para engranado de cabezas roscadas, compatiblemente dimensionadas y configuradas, de tornillos óseos con bloqueo y con bloqueo de ángulo variable.
- 40 **[0016]** La invención permite utilizar ventajosamente tornillos óseos sin bloqueo convencionales de tamaño y forma de cabeza de tornillo compatible que se utilizarán en los orificios de placa ósea. Los tornillos óseos sin bloqueo tienen un eje roscado para enganchar el hueso y una cabeza de tornillo que no tiene medios o estructuras (por ejemplo, roscado) sobre la misma, para asegurarlo o bloquearlo en la placa ósea. Un tornillo sin bloqueo puede ser recibido en el orificio de la placa ósea bajo cualquier ángulo deseado, con lo cual el eje del tornillo es conducido en el hueso hasta que la cabeza del tornillo se asiente en el orificio de la placa ósea en forma deseada.
- 45 **[0017]** La invención también permite ventajosamente utilizar en los orificios de placa ósea, tornillos óseos con bloqueo convencionales de tamaño, forma de cabeza de tornillo y roscado de cabeza de tornillo compatibles. Estos tornillos óseos con bloqueo tienen un eje roscado para engranar con el hueso y una rosca de tornillo en una superficie exterior de la cabeza de tornillo que pueden engranar ventajosamente en las columnas de segmentos roscados del orificio de placa ósea. Los tornillos óseos con bloqueo son recibidos en los orificios de placa ósea de forma coaxial al eje central del orificio. Es decir, por ejemplo, si el eje central del orificio es perpendicular a la superficie superior de la placa ósea, un tornillo óseo con bloqueo se recibe en un orificio de placa ósea de la
- 50 invención bajo un ángulo de 90 grados con respecto a la superficie superior. El eje del tornillo con bloqueo se conduce a través del hueso hasta que la cabeza del tornillo se acopla con el orificio de placa ósea, con lo cual las roscas de cabeza de tornillo engranan en las columnas de segmentos roscados del orificio de placa ósea. El tornillo es conducido a continuación, hasta que la cabeza del tornillo se enrosca como se desea en el orificio de placa ósea, que fija el tornillo a la placa.
- 55 **[0018]** Un tornillo óseo con bloqueo de ángulo variable de acuerdo con la invención se inserta a través de un orificio de placa ósea y se bloquea a la placa ósea bajo un ángulo seleccionable dentro de un rango de ángulos seleccionables. El rango de ángulos seleccionables en una forma de realización forma un cono de aproximadamente 30 grados alrededor del eje central del orificio. En otras palabras, el ángulo del tornillo puede variar de 0 grados hasta aproximadamente 15 grados en cualquier dirección que se aleje desde el eje central del orificio. Los tornillos
- 60 con bloqueo de ángulo variable de la invención no requieren, ventajosamente, un casquillo, una tapa de compresión, un anillo expansible, o una cabeza expansible para bloquear la posición angular del tornillo con respecto a la placa ósea.
- 65 **[0019]** Los tornillos con bloqueo de ángulo variable de la invención, tienen ventajosamente una cabeza que está, al menos parcialmente, en forma de cuerpo de revolución. La porción en forma de cuerpo de revolución tiene una rosca de tornillo externa en su superficie exterior. El perfil de la rosca de tornillo sigue el radio exterior de curvatura en forma de arco (es decir, no lineal) de la porción en forma de cuerpo de revolución. Cada pico de rosca y cada valle

- de rosca (o de cresta y raíz en la terminología de rosca, respectivamente) se encuentra en un respectivo radio de curvatura que coincide con o es paralelo a/o concéntrico con (es decir, que tiene el mismo centro que) el radio de curvatura de la porción en forma de cuerpo de revolución de la cabeza del tornillo. En otras palabras, los picos pueden estar en un radio "mayor" de curvatura, que coincide con el radio de curvatura de la porción en forma de
- 5 cuerpo de revolución, mientras que los valles se encuentran en un radio "menor" de curvatura, en el que los mayores y menores radios de curvatura tiene el mismo centro, formando así círculos concéntricos. Téngase en cuenta que este radio de curvatura central no es necesariamente el centro de la cabeza del tornillo. En una realización, el perfil de rosca tiene líneas de perfil que cruzan el centro del radio de curvatura de la cabeza del tornillo. Las líneas de perfil representan una extensión del eje longitudinal de un trépano cortante de un cortador de rosca cuando el
- 10 trépano cortante contacta una superficie en la que se corta una rosca. Las cabezas de los tornillos de fijación convencionales, en cambio, tienen picos y valles de rosca (vistos de perfil) que se encuentran en respectivas, líneas paralelas sustancialmente rectas, y las líneas de perfil de los picos y valles se extienden paralelas entre sí y no cruzan el centro del radio de curvatura de la cabeza del tornillo (excepto quizás la línea de perfil del pico o valle que pasa a estar alineada con el centro).
- 15 **[0020]** A fin de facilitar el roscado en el hueso, cada uno de los tornillos óseos puede ser de auto-roscado y/o auto-perforado. Cada uno de los tornillos óseos también puede estar configurado a modo de cánula, para la inserción de un alambre de guía para guiar la colocación del tornillo.
- [0021]** Las placas óseas de la invención no se limitan a ninguna forma, tamaño o configuración particular. Por ejemplo, en una realización, la placa ósea tiene una porción de cabeza y una porción de eje. La porción de cabeza
- 20 está configurada y dimensionada para ajustarse a una metafisis de un hueso, y la porción de eje está configurada y dimensionada para ajustarse a una diáfisis de un hueso. En otro ejemplo de realización, la porción de cabeza tiene una superficie curvada e incluye una horquilla anterior esencialmente paralela a un lado anterior de la porción de eje y una horquilla posterior que se extiende hacia fuera desde un lado posterior de la porción de eje. En aún otro ejemplo de realización, la porción de cabeza se ensancha hacia el exterior desde la parte de eje y es curvada,
- 25 cónica y torsionada.
- [0022]** Los orificios de placa ósea de la invención no se limitan a ningún número o disposición particular. Opcionalmente, los orificios de placa ósea de la invención pueden tener porciones alargadas sin rosca para aumentar la versatilidad de colocación de tornillos sin bloqueo. Las placas óseas de la invención también pueden tener opcionalmente orificios de sutura y roscado convencional y/o orificios de tornillos sin roscar, aunque ninguno
- 30 tipo de orificio convencional es necesario ni se recomienda.
- [0023]** Un procedimiento para utilizar el sistema de placa ósea de acuerdo con la invención, incluye la colocación de una placa ósea contra el hueso, la selección de un orificio de placa ósea para insertar a través del mismo un tornillo óseo, la selección de un tornillo óseo sin bloqueo, con bloqueo, o con bloqueo de ángulo variable, insertando el tornillo óseo seleccionado a través del orificio de placa ósea seleccionado y, en su caso, la selección de un ángulo
- 35 de inserción con respecto al eje central del orificio, y conducir el tornillo en el hueso hasta que la cabeza del tornillo está asentada en o asegurada al orificio de placa ósea para o bien comprimir la placa ósea contra el hueso o fijar la relación entre el tornillo y la placa ósea. Los tornillos óseos permanecen en el hueso sustancialmente por todo el tiempo que está implantada la placa ósea.
- 40 Breve descripción de las figuras
- [0024]** Las anteriores y otras ventajas de la invención serán evidentes tras la consideración de la siguiente descripción detallada, tomada en conjunción con los dibujos adjuntos, en los que caracteres de referencia similares se refieren a partes similares en todo, y en los cuales:
- 45 - La figura 1 es una vista en alzado de un tornillo óseo sin bloqueo convencional;  
 - La figura 2 es una vista en alzado de un tornillo óseo con bloqueo convencional;  
 - Las figuras 3A y 3B son vistas en alzado y en sección transversal de la cabeza de un tornillo óseo con bloqueo convencional;  
 - La figura 3C es una vista en sección transversal parcial, ampliada, del tornillo óseo con bloqueo de las figuras 3A y
- 50 3B;  
 - La figura 4A es una vista en perspectiva de un engranaje de cremallera y piñón;  
 - La figura 4B es una vista frontal en alzado del engranaje de piñón de la figura. 4A;  
 - La figura 4C es una vista ampliada en sección del engranaje de piñón de la figura. 4B;  
 - La figura 5A es una vista en perspectiva de un tornillo con bloqueo de ángulo variable de acuerdo con la invención;
- 55 - Las figuras.5B y 5C son vistas en alzado frontal y en sección transversal, respectivamente, de la cabeza del tornillo con bloqueo de ángulo variable de la figura 5 A;  
 - La figura 6 es una vista en sección transversal de otra realización de un tornillo con bloqueo de ángulo variable de acuerdo con la invención;  
 - La figura 7 es una vista en sección transversal de aún otra realización de una cabeza de tornillo con bloqueo de
- 60 ángulo variable no conforme a la invención;  
 - La figura 8 es una vista en perspectiva de una porción de una placa ósea con orificios de placa convencionales con bloqueo, sin bloqueo, y la combinación de con bloqueo y sin bloqueo;  
 - La figuras 9A y 9B son vistas en perspectiva de una realización de un orificio de la placa ósea conforme a la invención;
- 65 - Las figuras 10A a 10C y 10D a 10F son vistas superiores, en sección transversal, y en perspectiva, respectivamente, de dos formas de realización similares de un orificio de placa ósea conforme a la invención;

- La figura 11 es una vista en sección transversal de un orificio de placa ósea según la invención;
- La figura 12 es una vista ampliada de perfil en sección transversal parcial de una columna de segmentos roscados del orificio de placa ósea de la figura 11;
- La figura 13 es una vista en perspectiva de una realización de un sistema de placa ósea que muestra el rango de ángulos seleccionables de un tornillo con bloqueo de ángulo variable según la invención;
- 5 - Las figuras 14A y 14B son vistas en perspectiva y en alzado frontal, respectivamente, de una realización de un sistema de placa ósea que muestra tornillos sin bloqueo, con bloqueo y con bloqueo de ángulo variable que se utilizan con una placa ósea según la invención;
- Las figuras 15A y 15B son vistas en perspectiva y en alzado frontal, respectivamente, de un tornillo sin bloqueo insertado a través de un orificio de placa ósea de acuerdo con la invención;
- 10 - Las figuras 16A y 17B son vistas en perspectiva y en alzado frontal, respectivamente, de un tornillo con bloqueo insertado en un orificio de placa ósea de acuerdo con la invención;
- Las figuras 17A y 17B son vistas en perspectiva y en alzado frontal, respectivamente, de un tornillo con bloqueo de ángulo variable insertado en un orificio de placa ósea de acuerdo con la invención;
- 15 - Las figuras 18A, B, C a 23A, B, C son vistas superior, en sección transversal, y en perspectiva, respectivamente, de diversas características de un orificio de placa ósea según la invención;
- Las figuras 24A a 24D son vistas superior, en sección transversal, en perspectiva desde arriba, y en perspectiva desde abajo, respectivamente, de un orificio de placa ósea según la invención;
- Las figuras 25A a 25C, 26A a 26C y 27A a 27D son vistas en perspectiva de diversas guías de taladrado, utilizadas con una placa ósea según la invención;
- 20 - La figura 28 es una vista en perspectiva de una realización de una placa ósea conforme a la invención;
- Las figuras 29A a 29C son vistas en perspectiva, alzado frontal, y superior, respectivamente, de otra realización de una placa ósea según la invención;
- La figura 30 es una vista en perspectiva del lado inferior de una placa ósea de acuerdo con la invención;
- 25 - La figura 31 es una vista en perspectiva de una placa ósea aplicada a una fractura ósea según la invención;
- Las figuras 32 a 34 son vistas en sección transversal de tres realizaciones respectivas de una cabeza de tornillo del tornillo óseo con bloqueo de ángulo variable según la invención; y
- La figura 35 es una vista ampliada en sección transversal parcial de una cabeza de tornillo de un tornillo óseo con bloqueo de ángulo variable de acuerdo con la invención.

30

Descripción detallada de la invención

[0025] Un sistema de placa ósea según la invención incluye una placa ósea, tornillos con bloqueo de ángulo variable, tornillos sin bloqueo y opcionalmente tornillos con bloqueo. La placa ósea tiene ventajosamente orificios de placa ósea que tienen columnas discretas de segmentos roscados alrededor de una superficie interior del orificio. La placa ósea también puede tener una combinación de orificios de placa ósea que tengan una porción con columnas de segmentos roscados y una porción sin segmentos roscados o roscas. Ambos tipos de orificios de placa ósea de forma ventajosa se construyen para recibir tornillos sin bloqueo, con bloqueo y con bloqueo de ángulo variable. Opcionalmente, las placas óseas de la invención pueden, además, tener orificios de sutura, y aunque innecesarios, orificios roscados convencionales, orificios lisos (es decir, orificios sin segmentos roscados o roscas) y/o combinación de orificios de ellos.

[0026] La figura 1 muestra un típico tornillo óseo sin bloqueo 100, también conocido como un tornillo cortical. En general, cualquier tornillo óseo quirúrgico que tiene una cabeza sin rosca 102 con una superficie lisa general y de un tamaño y geometría apropiado para un orificio de placa seleccionada se puede utilizar con la invención. La forma de la cabeza 102 puede ser, por ejemplo, ahusada cónicamente, de lados rectos, esférica, semiesférica, etc. El tornillo sin bloqueo 100 tiene un eje 104 que está, al menos, parcialmente roscado para su fijación al hueso. La longitud del eje 104 y la configuración de rosca (por ejemplo, paso, perfil, etc.) del eje roscado 107 pueden variar dependiendo de la aplicación. Como es sabido en la técnica, la punta 106 y el eje roscado 107 pueden ser de auto-roscado y/o auto-perforado para facilitar la implantación en el hueso. La cabeza 102 y el eje 104 pueden tener también formada una cánula 108 para recibir un alambre de guía para ayudar en la colocación adecuada.

[0027] La figura 2 muestra un tornillo con bloqueo 200 típico. En general, cualquier tornillo óseo quirúrgico que tiene una cabeza roscada 202, se puede utilizar con la invención siempre que la cabeza 202 sea de un tamaño y geometría apropiada para un orificio de placa seleccionado y que las roscas 203 engranen con las columnas de segmentos roscados del orificio de placa. La forma de la cabeza 202, es típicamente ahusada cónicamente, pero también puede ser, por ejemplo, de lados rectos. El tornillo con bloqueo 200, tiene un eje 204 que está, al menos, parcialmente roscado para su fijación al hueso. La longitud del eje 204 y la configuración de la rosca (por ejemplo, paso, perfil, etc.) del eje roscado 207, pueden variar dependiendo de la aplicación. Como es sabido en la técnica, la punta 206 y el eje roscado 207 pueden ser de auto-roscado y/o auto-perforado para facilitar la implantación en el hueso. La cabeza 202 y el eje 204 también pueden ser canulares para recibir un alambre de guía para ayudar en la colocación adecuada.

[0028] Las figuras 3A y 3B muestran la cabeza 302 de un tornillo con bloqueo 300 típico. El perfil de la rosca 303 de la cabeza 302, incluye picos de rosca 310 y valles de rosca 312 conectados entre sí por flancos 311, formando dos flancos adyacentes 311 un ángulo de rosca 317, como se muestra en la figura 3C. La cabeza 302, que tiene forma cónica como es habitual en los tornillos de fijación conocidos, se orienta normalmente de tal manera que los picos de rosca 310 se encuentran en una línea recta, tal como las líneas 313 o 315, y los valles de rosca 312 se encuentran en otra línea recta, tal como las líneas 314 o 316, en el que los pares de líneas (313, 314) y (315, 316) son paralelas

entre sí. Además, las líneas de perfil de la rosca de cada pico de rosca 310 y de cada valle de rosca 312, se extienden paralelas entre sí y perpendiculares o normales al eje central 319 del tornillo, como se representa por líneas de perfil 318a hasta 318e mostradas en la figura. 3B. Las líneas de perfil 318a a 318e se forman mediante la extensión del eje longitudinal 301 de un trépano cortante 305 de un cortador de rosca cuando el trépano cortante se pone en contacto con la superficie exterior de la cabeza 302 para corte de la rosca 303. Un tornillo con bloqueo típico también tiene un paso de rosca constante (la distancia de pico a pico, valle a valle, o la línea de perfil a línea de perfil), medida a lo largo del centro eje (por ejemplo, 319).

**[0029]** Un tornillo con bloqueo de ángulo variable de acuerdo con la invención tiene una cabeza de tornillo que tiene una porción en forma de cuerpo de revolución. Esta porción tiene una rosca en una superficie exterior de la misma que es preferiblemente una rosca de doble paso. La rosca tiene un perfil que sigue el radio de curvatura en forma de arco (es decir, no lineal) de la porción en forma de cuerpo de revolución de la cabeza. Téngase en cuenta que el paso de rosca es constante medida a lo largo del radio de curvatura, pero varía de estrecho-a-ancho-a estrecho según se mide a lo largo del eje central del tornillo desde un extremo (por ejemplo, la parte superior) de la porción en forma de cuerpo de revolución de la cabeza hasta el otro extremo (por ejemplo, la parte inferior) (véase, por ejemplo, las figuras 32 a 35 y la descripción de la misma más adelante). Este perfil de rosca permite que el tornillo con bloqueo se acople a un orificio de placa ósea de la invención bajo un ángulo seleccionable dentro de una gama de ángulos mientras mantiene, ventajosamente, el mismo grado de contacto con la placa ósea independientemente del ángulo elegido. Es decir, el ángulo del tornillo con respecto al eje central del orificio de placa ósea dentro del rango permisible de ángulos no afecta al acoplamiento de la rosca de la cabeza de tornillo con respecto a la superficie interior del orificio de la placa. Ventajosamente se obtiene un bloqueo ajustado entre el tornillo y la placa ósea independientemente del ángulo (dentro del rango de ángulos) en el que se inserta el tornillo en el orificio de placa ósea, debido a que las roscas en la porción en forma de cuerpo de revolución de la cabeza del tornillo se acoplan a la columnas de segmentos roscados en la precisa misma manera, lo que garantiza un buen ajuste.

**[0030]** Algunas de las características ventajosas del sistema de placa ósea de la invención se pueden explicar con la ayuda de una analogía con un mecanismo de piñón y cremallera. Aunque los sistemas de placa ósea y los mecanismos de piñón y cremallera no están muy relacionados (se utilizan mecanismos de piñón y cremallera, por ejemplo, en mecanismos de dirección de automóviles y mecanismos de accionamiento de locomotoras y vagones), el sistema de placa ósea de la invención comparte un concepto análogo. Como se muestra en las figuras 4A a 4C, un mecanismo de cremallera y piñón 400 tiene una cremallera 420 con dientes 421 y un piñón circular 422 que tiene dientes 423. El movimiento de rotación aplicado al piñón 422 produce el desplazamiento de la cremallera 420 mientras que, al contrario, el movimiento lineal o desplazamiento del bastidor 420 causa el giro del piñón 422.

**[0031]** El concepto análogo es la disposición de los dientes 423 alrededor del radio de curvatura 425 del piñón 422. Los dientes de engranaje 423, que se muestran de perfil en las figuras 4B y 4C, están igualmente espaciados angularmente y siguen radio de curvatura 425. Por otra parte, cada diente 423 está orientado de tal manera que una línea bisectriz del diente 423, como se representa por la línea 427, se cruza con el centro 426 del radio de curvatura 425, que forma un círculo que tiene un radio de 424. De manera similar, una línea que corta cualquier espacio 428 entre los dientes adyacentes 423, como se representa por la línea 429, también pasa por el centro 426. El perfil de la rosca de la cabeza de un tornillo con bloqueo de ángulo variable (visto en una dirección perpendicular al eje central del tornillo) de acuerdo con la invención es análogo a la del perfil de sección de los dientes del piñón 423 y los espacios 428 de la figura 4C.

**[0032]** Las figuras 5A a 5C, muestran una realización de un tornillo con bloqueo de ángulo variable no conforme con la invención. El tornillo con bloqueo de ángulo variable 500 tiene una cabeza parcialmente esférica 502 y un eje 504. La cabeza 502 tiene una rosca 503, teniendo el eje 504 una rosca 507. La cabeza 502 tiene preferiblemente un rebaje 509 para recibir una herramienta para conducir y extraer el tornillo dentro y fuera del hueso y dentro y fuera de un orificio de placa ósea. Preferiblemente, la punta 506 y el eje de rosca 507 son de auto-roscado y/o auto-perforado para facilitar la implantación en el hueso. La cabeza 502 y el eje 504 pueden ser canulares para recibir un alambre de guía para ayudar en la colocación adecuada. Las figuras 5B y 5C muestran el perfil de la rosca 503, que sigue ventajosamente el radio de curvatura 525. En una realización, el radio es de aproximadamente 2 mm. Los picos 510 y valles 512 de la rosca 503 respectivos como se ve en el perfil se separan preferiblemente mediante aumentos angulares iguales. Los picos 510 y valles 512 están unidos por flancos 511 con un ángulos de rosca 517, que en esta realización, es preferiblemente de aproximadamente 60 grados. Las líneas de perfil de la rosca 518a a 518f se extienden a través de valles 512 y dan como resultado una serie de líneas que cruzan el centro 526 del radio de curvatura del perfil 525. Las líneas 518a a 518f, se forman mediante la extensión del eje longitudinal 501 de un trepano cortante 505 de un cortador de rosca cuando el trepano cortante entra en contacto con la superficie esférica exterior de la cabeza 502 para cortar rosca 503. En esta realización, el trepano cortante 505 es siempre normal a la superficie esférica exterior de la cabeza 502 cuando se corta la rosca 503. También en esta forma de realización, el radio de curvatura es tal que el centro de radio 526 se encuentra en el eje central 519 del tornillo 500. Dependiendo de la longitud del radio y las dimensiones del tornillo, el centro 526 puede o no estar en el eje central del tornillo. Por otra parte, como el radio aumenta, mientras que las dimensiones del tornillo se mantienen constantes, el centro del radio se desplazará fuera de la cabeza de tornillo, como se muestra, por ejemplo, en la figura. 6.

**[0033]** La figura 6 muestra otra realización de un tornillo con bloqueo de ángulo variable de la invención. En esta realización, la cabeza de tornillo 602 del tornillo con bloqueo de ángulo variable 600 tiene un radio de curvatura 625 mayor que el tornillo 500. Esto da lugar a que líneas de perfil de valle 618a a 618f corten el centro de curvatura 626, que es una distancia 630 (medida perpendicularmente) desde el eje central 619 del tornillo 600. Si, por ejemplo, el radio 624 es 10 mm, la distancia 630 puede ser de aproximadamente de 8,2 mm para un tornillo de 2,4 mm (2,4 mm se refiere al diámetro mayor del eje 604). Nótese, sin embargo, que a medida que el radio de curvatura aumenta, la

cabeza de tornillo se vuelve de forma de menos a menos esférica, haciendo que el perfil de la rosca esté más y más alineado con una línea recta (como, por ejemplo, líneas 313 a 316) como en las cabezas de tornillo con bloqueo conocidas.

5 **[0034]** La figura 7 muestra otra forma de realización de una cabeza de tornillo con bloqueo de ángulo variable no conforme con la invención. La cabeza de tornillo 702 tiene un eje central 719, una rosca 703, y un rebaje 709 para recibir una herramienta de accionamiento/extracción. Como en las realizaciones anteriores, el perfil de la rosca 703 de forma ventajosa sigue el radio (es decir, no lineal) de curvatura en forma de arco 725 e incluye picos de rosca 710, valles 712, y flancos 711. Sin embargo, a diferencia de las realizaciones anteriores, las líneas de perfil de rosca no cortan el centro del radio de curvatura. En su lugar, las líneas de perfil de la rosca, representadas por líneas de perfil de valle 718a a 718f, se extienden paralelas entre sí y perpendiculares al eje central 719. Estas líneas se extienden de esta manera debido a la forma en la que el trepano cortador 705 de un cortador de rosca contacta con la superficie exterior esférica de la cabeza 702 para cortar la rosca 703, las líneas 718a a 718f que representan extensiones del eje longitudinal 701 del trepano cortador 705. Funcionalmente, esta diferencia se traduce en un engranaje menos ideal del tornillo/orificio roscado. Sin embargo, la cabeza de tornillo 702 es generalmente más fácil de fabricar que cabeza de tornillo 502.

15 **[0035]** La figura 8 muestra una placa ósea 800 que tiene orificios de placa ósea convencionales incluyendo orificios de placa ósea con bloqueo 832, orificios de placa ósea sin bloqueo 834, y una combinación de orificios de placa ósea con bloqueo/sin bloqueo 836. Cada tipo de orificio se extiende desde la superficie superior 837 por completo a través de la superficie de acoplamiento al hueso 839. Los orificios de bloqueo de la placa 832 tienen roscas 833 que se extienden alrededor de la superficie interior del orificio para engranar las roscas alrededor de la cabeza de un tornillo óseo con bloqueo. Los orificios de placa con bloqueo convencionales pueden tener roscas 833 que se extiende completamente desde la superficie superior 837 a la superficie inferior 839, como se muestra, o alternativamente pueden tener roscas que se extienden por sólo una parte de la distancia vertical entre las superficies superior e inferior de la placa ósea. Los orificios de placa sin bloqueo 834 tienen superficies interiores sin roscar o lisas 835 para alojar la cabeza de un tornillo óseo sin bloqueo. La combinación de orificios de placa con/sin bloqueo 836, aumenta la versatilidad de la placa ósea al permitir que el cirujano utilice ya sea un tornillo con bloqueo o un tornillo sin bloqueo a través del orificio. El orificio combinado 836, tiene un extremo con roscas 833 alrededor de la superficie interior del orificio para recibir un tornillo óseo con bloqueo y el otro extremo con una superficie interior lisa o sin roscar 835 para recibir alternativamente un tornillo óseo sin bloqueo.

20 **[0036]** Las figuras 9A y 9B muestran la placa ósea 900 que tiene orificios de placa ósea 940 conforme a la invención. En lugar de una rosca helicoidal alrededor de la superficie interior 935 de los orificios de la placa como en los orificios de placa de tornillos óseos de bloqueo convencionales, los orificios de placa ósea de la invención tienen columnas discretas, verticales 942 de preferiblemente segmentos roscados dispuestos alrededor de la superficie interior del orificio. Las columnas de segmentos roscados, si se amplían hasta unirse entre sí (es decir, si se extienden completamente alrededor de la superficie interior 935), formarían una rosca helicoidal. Las columnas se extienden en una dirección desde la superficie superior 937 hasta la superficie inferior 939 y están espaciadas equidistantemente distribuidas preferiblemente alrededor de la superficie interior del orificio. El número de segmentos roscados por columna 921, puede variar dependiendo de la aplicación quirúrgica y las dimensiones de la placa ósea y el tornillo óseo (por ejemplo, espesor de la placa y paso de rosca). Sin embargo, cada columna debe tener, al menos, dos segmentos roscados y preferiblemente más para asegurar una relación angular fija entre el tornillo y la placa.

30 **[0037]** Nótese que en lugar de segmentos de rosca, las columnas 942, alternativamente, puede tener una pluralidad de dientes formados sobre las mismas. Las columnas de dientes, si se expanden para unirse entre sí (es decir, si se extienden completamente alrededor de la superficie interior 935), no formarían una rosca helicoidal, pero si una serie de crestas y surcos concéntricos perpendiculares al eje central del orificio de la placa ósea. Si bien esas columnas de dientes también pueden recibir tornillos óseos sin bloqueo, con bloqueo y con bloqueo de ángulo variable, el engranado de los dientes con la rosca de la cabeza del tornillo óseo con bloqueo y con bloqueo de ángulo variable es menos ideal que el engranado de los segmentos roscados con la rosca de la cabeza de tornillo de los tornillos óseos con bloqueo y con bloqueo de ángulo variable.

35 **[0038]** Los orificios de placa ósea tienen preferiblemente cuatro columnas 942 de segmentos roscados, como se muestra en las figuras 9A y 9B. Sin embargo, los orificios de placa ósea, alternativamente, pueden tener otra cantidad diferente de columnas de segmentos roscados.

40 **[0039]** Por ejemplo, como se ilustra en las dos realizaciones de las figuras 10A a 10C y 10D a 10F, respectivamente, los orificios de placa ósea 1040A y 1040D de placas óseas respectivas 1000 A y 1000D, tiene cada uno seis columnas de segmentos roscados (hay que tener en cuenta que debido a la perspectiva mostrada, sólo son visibles tres columnas en las figuras 10C y 10F). La diferencia entre las columnas de segmento roscado 1042 A y las columnas de segmento roscado 1042D es que la anchura de columna 1041A de los segmentos roscados 1042A es aproximadamente el doble que la anchura de columna 1041D de los segmentos roscados 1042D. No se recomiendan más de seis columnas de segmentos roscados, debido al aumento del riesgo de que la rosca de la cabeza de tornillo no engrane correctamente columnas de segmento roscado. Por el contrario, los orificios de la placa ósea de la invención que tienen menos de tres columnas de segmentos roscados tampoco se recomiendan debido a la mayor probabilidad de una estabilidad insuficiente en la interfaz hueso/placa.

45 **[0040]** La figura 11 muestra una sección transversal de un orificio de la placa ósea según la invención. El orificio de placa ósea 1140 se forma en y se extiende completamente a través de una placa ósea 1100 desde una superficie superior 1137 a una superficie inferior 1139 de acoplamiento con el hueso. El orificio 1040 tiene una superficie interior 1135 que comprende una porción superior 1144, una porción intermedia 1146, y una porción inferior 1148. La

parte superior 1144 se extiende desde la superficie superior 1137 hasta la porción intermedia. La porción intermedia 1146 se extiende desde la porción superior 1144 hasta la porción inferior 1148 y preferiblemente tiene el menor diámetro del orificio. Mientras la porción inferior 1148 se extiende desde la porción intermedia 1146 hasta la superficie inferior 1139. La porción superior 1144 se encuentra sin roscar, teniendo una superficie interior preferentemente lisa 1143, y es preferiblemente de forma cónica hacia dentro hacia la superficie inferior. El orificio de placa ósea 1140 tiene un saliente 1145 en la intersección de la porción superior 1144 y la porción intermedia 1146 (que es la parte superior del primer segmento roscado de cada columna). El saliente 1145 puede servir como tope para la cabeza de tornillo de un tornillo óseo sin bloqueo insertado a través del orificio 1140 y, en una realización, está inclinado formando un ángulo de aproximadamente 60 grados con el eje central del orificio. Téngase en cuenta que la superficie interior 1143 o la superficie superior 1137 pueden servir como un tope para la cabeza de tornillo de un tornillo óseo sin bloqueo en función del tamaño y la forma de la cabeza. La porción inferior 1148 también tiene una superficie interior preferiblemente lisa 1149 y se estrecha preferiblemente hacia adentro, hacia la superficie superior en forma de una esfera seccionada. En una realización de la invención, el radio de la esfera seccionada es de unos 1,75mm. Para un espesor de la placa ósea de aproximadamente 2mm, por ejemplo, la porción superior se puede extender aproximadamente 1mm y las porciones central e inferiores se puede extender cada una sobre 0.5mm.

**[0041]** En esta realización, la porción central 1146 del orificio de la placa ósea 1140 tiene cuatro columnas discretas de segmentos roscados 1142 en la superficie interna 1135. Cada columna 1142, está preferiblemente inclinada hacia dentro, hacia la superficie inferior 1139 en un ángulo 1150 medido con respecto al eje central 1119. En una realización, el ángulo 1150 es preferiblemente de aproximadamente 15 grados. Cada columna 1142 también tiene preferiblemente cuatro o cinco segmentos roscados 1121. Otras realizaciones pueden tener más o menos segmentos roscados como se describió anteriormente. Para un orificio de placa ósea que aloja un tornillo con bloqueo de ángulo variable de 2,4 mm, la anchura de columna 1141 de cada segmento roscado es preferiblemente alrededor de 0,35 mm. Otras realizaciones pueden tener otras anchuras de columna, dependiendo de la aplicación.

**[0042]** La figura 12 muestra un perfil de sección transversal de una porción de una columna 1242 de segmentos roscados 1221. (Nótese que un perfil en sección transversal de una columna de dientes alterativo, como se describió anteriormente, parece igual que los segmentos de rosca.). En la figura 12, se muestran dos de los cinco segmentos roscados 1221 de la columna de arco 1242. La columna 1242 de segmentos roscados está inclinada preferiblemente hacia la superficie inferior de la placa ósea en ángulo 1250. En una realización, el ángulo 1250 es de unos 15 grados. Como se observa en el perfil, la columna 1242 de segmentos roscados 1221 incluye picos (o crestas) 1210 y valles (o raíces) 1212 unidos entre sí por flancos 1211 en ángulos de rosca 1217. Los picos 1210 tienen preferiblemente una longitud 1252, que en una realización es de unos 0,04 mm. Los valles 1212 tienen preferiblemente un radio de 1254, que en una realización es de aproximadamente 0,03 mm. El ángulo 1217 es preferiblemente de aproximadamente 60 grados, y la bisección de los valles 1212, como se representa por línea de perfil de los valles 1218, se produce en un ángulo 1256 de preferiblemente aproximadamente 30 grados medidos a partir de un flanco 1211. Otras realizaciones de columnas de segmentos roscados de orificios de placa ósea, puede tener alternativamente otros valores de ángulo de inclinación de columna, longitudes de los picos, radios de valles, ángulos de rosca, y los ángulos de bisección (que son una función del ángulo de la rosca).

**[0043]** Ventajosamente, los tornillos óseos con bloqueo de ángulo variable de la invención pueden ser conducidos en el hueso y se fijan a la placa ósea bajo un ángulo seleccionable dentro de un rango de ángulos seleccionables. La figura 13 muestra una realización de la invención en la que la placa ósea 1300 tiene orificios de placa ósea 1340 contruidos de acuerdo con la invención. Cada orificio 1340 puede recibir ventajosamente un tornillo con bloqueo de ángulo variable 1360, también construido de acuerdo con la invención, bajo un ángulo seleccionable en cualquier dirección dentro de un rango de ángulos. El rango de ángulos forma un cono con un ángulo 1362, que en esta realización es de aproximadamente 30 grados. En otras palabras, el tornillo con bloqueo de ángulo variable 1360 puede insertarse en un orificio 1340 y fijarse a la placa ósea 1300 bajo un ángulo seleccionable que va desde 0 grados a 15 grados en cualquier dirección con respecto al eje central 1319 de la placa ósea 1340.

**[0044]** Las figuras 14A a 17B muestran una característica ventajosa de un orificio de la placa ósea construido de acuerdo con la invención. La placa ósea 1400, tiene al menos tres orificios de placa ósea 1440. Cada orificio 1440 tiene cuatro columnas de segmentos roscados 1542 y puede recibir ventajosamente cualquier tornillo óseo sin bloqueo, con bloqueo, o con bloqueo de ángulo variable.

**[0045]** Como se muestra en las figuras 14A, 14B, 15A, y 15B, un tornillo óseo sin bloqueo convencional 14100 puede ser insertado a través de uno de los orificios de la placa ósea 1440. El tornillo óseo sin bloqueo 14100 tiene una cabeza de tornillo 14102 sin roscar y un vástago roscado 14104, cada uno de tamaño apropiado y configurado para utilizarse con el orificio 1440. Téngase en cuenta que el tornillo óseo sin bloqueo 14100 no tiene que ser insertado a través del orificio 1440 de forma coaxial con el eje central del orificio, pero puede insertarse en su lugar a través del orificio 1440 bajo un ángulo seleccionable, como se muestra en la figura 14B. La figura 15B muestra que la cabeza de tornillo 14102 no engrana en las columnas de segmentos roscados 1542, pero en su lugar contacta con el saliente 1545 del orificio 1440 cuando está totalmente asentado en el mismo.

**[0046]** Las figuras 14A, 14B, 16A y 16 B 16B muestran un tornillo óseo con bloqueo convencional 14200, insertado a través de un segundo orificio de placa ósea 1440. El tornillo óseo con bloqueo 14200, tiene una cabeza de tornillo 14202 con una rosca 14203 en una superficie exterior, por lo tanto, tanto la cabeza del tornillo y la rosca son de tamaño adecuado y dimensionadas de tal manera que la rosca 14203 puede engranar de forma roscada y emparejarse con las columnas de segmentos roscados 1542. Para engranar y emparejarse correctamente con las columnas de segmentos roscados 1542, el tornillo óseo con bloqueo 14200 debe ser insertado a través del orificio 1440 coaxialmente al eje central 1419 del orificio. El tornillo 14200 también tiene un vástago roscado 14204 para



engranar el hueso. El vástago 14204 también es de tamaño adecuado y dimensionado para su inserción a través del orificio 1440.

**[0047]** Las figuras 14A, 14B, 17A, y 17B muestran el tornillo óseo con bloqueo de ángulo variable 1460, insertado a través de un tercer orificio de una placa ósea 1440. El tornillo óseo con bloqueo de ángulo variable 1460, construido de acuerdo con la invención, tiene un vástago roscado 1404 y una cabeza parcialmente esférica 1402 con una rosca 1403 sobre una superficie exterior de la misma. La rosca de la cabeza de tornillo 1403 tiene un perfil que sigue ventajosamente el radio (es decir, no lineal) de curvatura en forma de arco de la porción de forma esférica de la cabeza 1402. El tornillo 1460, se muestra insertado en el tercer orificio 1440 no coaxialmente con el eje central 1719 con la rosca 1403 engranando de forma segura las columnas de segmentos roscados 1542.

**[0048]** Las figuras 18A a 21C ilustran diversas características de una realización de un orificio de placa ósea no conforme a la invención. Aparte de la formación de columnas alrededor de la superficie interior del orificio, por lo menos algunas de estas características no son necesarias de usar en realizaciones alternativas de un orificio de placa ósea según la invención. También debe tenerse en cuenta que el orden en el que se describen y se muestran estas características no implica el fin o las etapas de un proceso particular para la fabricación de un orificio de placa ósea de la invención. Como es evidente para los expertos en la técnica, hay más de una forma en la que los orificios de la invención pueden ser fabricados.

**[0049]** Un orificio de placa ósea de la invención típicamente comienza con un orificio circular inicial 1865, como se muestra en las figuras 18A a 18C. El orificio inicial 1865 tiene un eje central 1819 y se extiende completamente a través de una placa ósea 1800 desde la superficie superior 1837 a la superficie inferior 1839. En una realización, el diámetro del orificio de inicio es de aproximadamente 2,2 mm.

**[0050]** Las figuras 19A a 19C muestran un perfil de la superficie interior de un orificio de la placa ósea sin otras características. El perfil del orificio 1965 de la placa ósea 1900, incluye una parte superior estrechada hacia dentro 1944, una porción central protuberante, estrechándose hacia el interior 1946, y una porción inferior torneada esféricamente 1948. En una realización, cada una de las porciones central e inferior del orificio se extiende a lo largo del eje central 1919 en alrededor de 1mm, y siendo el radio del torneado esférico de unos 1,75 mm.

**[0051]** Otra característica es una muesca de "llave en X" 2065 opcional, que se muestra en las figuras 20A a 20C. La muesca de "llave en X" es preferentemente prensada, cortada o estampada por completo a través de la placa ósea alrededor del mismo eje central 1819 como orificio inicial 1865. En una realización, cada pata de la "X" tiene una anchura de aproximadamente 1,5 mm y termina en una forma de arco que tiene un radio de aproximadamente 0,75 m. En esta misma realización, el espacio entre los extremos de las patas co-lineales es de unos 4,25 mm. Las muescas de llave en X forman un diseño de hoja de trébol destinado a alojar una guía de taladrado que tiene un diseño de punta de broca de guía complementaria, como se describe adicionalmente a continuación con respecto a las figuras 25A a 27D.

**[0052]** Otra característica es una muesca de destalonado 2165 preferentemente de 12 grados, como se muestra en las figuras 21A a 21C (sin otras características de orificio). La muesca de destalonado 2165 incluye ocho secciones cortadas simétricamente 2166, dos secciones por cuadrante, en el que cada sección se inclina hacia dentro en aproximadamente de 12 grados desde la superficie superior 2137 de la placa ósea. La muesca de destalonado está realizada a través de toda la placa ósea. En una realización, cada eje de la muesca de destalonado 2119 es de aproximadamente 1,1mm desde el eje central 1819 del orificio de la placa ósea.

**[0053]** Las figuras 22 A a 22C muestran un perfil de orificio con porción superior 1944, una porción central 1946, y una porción inferior 1948, la muesca de llave en X 2065, la muesca de destalonado 2165, y cuatro columnas formadas en el mismo 2242 que aún no tienen dientes o segmentos roscados cortados en ellas. Las columnas 2242 se forman mediante la eliminación de secciones axiales desde la superficie interior de la porción central del orificio.

**[0054]** Los segmentos roscados de las columnas 2242 se forman mediante un proceso de corte de rosca. Obsérvese que si la porción central 1946 no hubiera tenido las columnas formadas en la misma, el proceso de corte de la rosca habría recortado una rosca helicoidal 2367 en y completamente alrededor de la superficie interior de la porción central 2346 del orificio 2365 como se muestra en las figuras 23A a 23C. El perfil de la rosca (es decir, los picos, valles, flancos, y los ángulos formados por los flancos adyacentes) de los segmentos roscados es preferiblemente el mismo que el perfil descrito anteriormente para las columnas de segmentos roscados que se muestran en las figuras 11 y 12.

**[0055]** Como se ha descrito previamente, en lugar de formar segmentos roscados en las columnas 2242, en los mismos pueden estar formados alternativamente dientes. Los dientes se forman cortando ranuras en la columna que son perpendiculares, o al menos sustancialmente perpendiculares, al eje central del orificio. Téngase en cuenta que si la porción central 1946 no hubiera tenido las columnas formadas en la misma, el proceso de corte de ranura habría formado una serie concéntrica, paralela de surcos y picos alternos.

**[0056]** Las figuras 24A a 24D muestran una forma de realización completa de un orificio de placa ósea de acuerdo con la invención. El orificio 2440 incluye columnas de segmentos roscados 2442, la muesca de llave en X 2065, y la muesca de destalonado 2165. La figura 24C muestra la superficie superior 2437 del orificio 2440, mientras que la figura 24D muestra la superficie inferior 2439 del orificio 2440 destinado a ponerse en contacto, a ser adyacente a, o enfrentarse al hueso.

**[0057]** Las figuras 25A a 27D, muestran otra característica ventajosa de la invención en conexión con guías de taladrado. Una realización de una guía de taladrado construida de acuerdo con la invención se muestra en las figuras 25A a 26C, y otra forma de realización se muestra en las figuras 27A a 27D.

**[0058]** La figura 25A muestra una guía de taladrado 2570, que tiene una punta 2571 y una montura 2573. Como se muestra en la figura 25B, la punta 2571 tiene cuatro alas o secciones 2572 que forman un diseño en hoja de trébol dispuestas alrededor de un eje de perforación para guiar un taladro, un tornillo óseo, y/o una herramienta de

conducción/extracción a través de una placa ósea 2500 y en el hueso bajo un ángulo seleccionable. Las alas 2572 están dimensionadas y configuradas para encajar ajustadamente dentro de las muescas de llave en X 1965 de los orificios de placa ósea 2540. Esto permite insertar la guía de taladrado 2570 coaxialmente en un orificio de placa ósea 2540 (es decir, coaxialmente al eje central de un orificio de placa ósea) y que se mantenga fácilmente en posición mientras se perfora un orificio en el hueso y/o mientras un tornillo óseo es conducido en el hueso. Téngase en cuenta que, de manera alternativa, pueden ser utilizadas configuraciones distintas del diseño de trébol y muescas de llave en X para la punta 2571 y los orificios 2540, respectivamente. Como se muestra en la figura 25C, la montura 2573 puede girar 360 grados alrededor de la punta 2571 y el eje central del orificio 2540 en la que se inserta la punta 2571.

- 5 [0059] La figura 26A muestra que la guía de taladrado 2570 tiene una ranura 2675 a través del cual se puede hacer los taladros dentro de un rango de ángulos seleccionables. En esta realización, los ángulos seleccionables van desde 0 grados a 15 grados. La capacidad de la empuñadura 2573 para girar 360 grados proporciona por lo tanto un cono de 30 grados de inclinación alrededor del eje central del orificio. La guía de taladrado 2570 tiene marcas 2674a a 2674d a lo largo de la ranura 2675, que en esta realización indican 0, 5, 10, y 15 grados, respectivamente, con respecto al eje central del orificio. Otras realizaciones pueden tener otros rangos angulares y/u otras marcas de ángulos seleccionables. Las figuras 26A y 26B muestran una broca 2676 estando guiada a través de la guía de taladrado 2570, a través de la placa ósea 2500 y en el hueso 2678 para el ajuste de ángulo más alto 2674a, que en esta realización es de 0 grados con respecto al eje central del orificio de la placa ósea (es decir, coaxial). La figura 26C muestra una broca 2676 siendo guiada a través de la guía de taladrado 2570, a través de la placa ósea 2500 y en el hueso 2678 para el ajuste de ángulo más bajo 2674d, que en esta realización es de 15 grados con respecto al eje central del orificio de placa ósea o 75 grados con respecto ángulo respecto a la superficie superior 2637 de la placa ósea 2500.

- 10 [0060] Las figuras 27A a 27D muestran otra forma de realización de una guía de taladrado de acuerdo con la invención. La guía de taladrado 2770 tiene una guía en forma de embudo 2777 con una punta 2771A en un extremo, una guía coaxial 2779 con una punta 2771B en el extremo opuesto, y una montura 2773 entre las mismas. Cada una de las puntas 2771A y 2771B, tiene cuatro alas o secciones equidistantemente espaciadas y redondeadas 2772 formando un diseño de hoja de trébol en torno a un eje de taladrado para guiar un taladro, un tornillo óseo, y/o una herramienta de conducción/extracción 2776 a través de una placa ósea y hacia el hueso. Las alas 2772 están dimensionadas y configuradas para encajar ajustadamente dentro de las muescas de llave en X 1965 de orificios de placa ósea de la invención (por ejemplo, orificios de placa ósea 2540). Esto permite que cualquiera de los extremos de guía de taladrado 2770 se inserte coaxialmente en un orificio de placa ósea (es decir, coaxialmente con el eje central del orificio de placa ósea) y se mantenga fácilmente en posición mientras se perfora un orificio en el hueso y/o mientras un hueso óseo es impulsado en el hueso. Téngase en cuenta que, pueden ser utilizadas alternativamente, otras configuraciones al diseño en hoja de trébol y muescas de llave en X para las puntas 2771A y 2771B y los orificios de la invención, respectivamente. A diferencia de la montura 2573 de la guía de taladrado 2570, la montura 2773 no gira ni alrededor de la punta 2771A ni de la punta 2771B. En su lugar, la guía en forma de embudo 2777 tiene un orificio en forma de embudo que se extiende través de este y centrado sobre el eje central del orificio de la placa ósea cuya punta 2771A se inserta. El orificio 2775 proporciona un cono de inclinación, que en esta realización es de 30 grados. Con la guía en forma de embudo 2777, insertada en un orificio de la placa ósea de la invención, y por lo tanto bloqueada en una posición fija, los taladros pueden realizarse ventajosamente bajo un ángulo seleccionable en cualquier dirección que va desde 0 grados a 15 grados con respecto al eje central del orificio. En el extremo opuesto de la guía de taladrado 2770, la guía coaxial 2779 tiene un orificio pasante 2778 que se extiende a través de esta. Con la guía coaxial 2779 insertada en un orificio de placa ósea de la invención, dicho orificio pasante 2778 se puede utilizar para guiar una broca o la herramienta de conducción/extracción 2776 coaxialmente al eje central del orificio. La guía coaxial 2779 también cuenta con un indicador de medición opcional 2774 para ayudar a determinar profundidades de penetración.

- 15 [0061] La figura 28 muestra una configuración de placa ósea conforme a la invención. La placa ósea 2800 está conformada y configurada para, pero no limitada a, fracturas de la meseta lateral tibial proximal. La placa ósea 2800 tiene una porción de cabeza 2880 configurada y dimensionada para adaptarse a la metáfisis proximal lateral de la tibia y una porción de eje 2882, configurada y dimensionada para ajustarse a una diáfisis proximal lateral de la tibia. La placa ósea 2800 tiene, además, una superficie superior 2837 y una pluralidad de orificios de placa ósea 2840 que se extienden por completo a través de la placa ósea, desde la superficie superior 2837 a la superficie inferior. Cada orificio 2840 tiene cuatro columnas de segmentos roscados 2842 y puede recibir ventajosamente ya sea un tornillo óseo sin bloqueo, con bloqueo, o con bloqueo de ángulo variable de acuerdo con la invención. La porción de eje 2882 también tiene varias combinaciones de orificios 2884 en forma de figura en ocho para una mayor versatilidad, en donde una porción 2885 de la figura en ocho tiene preferiblemente cuatro columnas de segmentos roscados y la otra porción 2886 es preferiblemente lisa y sin roscar. La porción 2886 puede recibir un tornillo óseo sin bloqueo, mientras que la porción 2885 puede recibir ventajosamente ya sea un tornillo óseo sin bloqueo, con bloqueo, o con bloqueo de ángulo variable. La capacidad de utilizar tornillos con bloqueo de ángulo variable en la porción del eje 2882, es particularmente útil cuando la corteza distal de una parte de la diáfisis falta o está severamente dañada ya que la fijación con tornillos sin bloqueo es problemática debido a la condición de la corteza distal. El tipo particular y la colocación de orificios de la placa ósea pueden, por supuesto variar.

- 20 [0062] Las figuras 29A a 29C muestran otra configuración de la placa ósea de acuerdo con la invención (esto es la misma placa ósea se muestra en las figuras 25 a 27). La placa ósea 2900 está conformada y configurada para, pero no limitada a, fracturas del radio distal. La placa ósea 2900 tiene una porción de cabeza 2980 configurada y dimensionada para adaptarse a la metáfisis distal del radio, y una parte de eje 2982 configurada y dimensionada

para ajustarse a una diáfisis distal del radio. La placa ósea 2900 tiene, además, una superficie superior 2937, una superficie inferior 2939, y una pluralidad de orificios de placa ósea 2940 que se extienden completamente a través de la placa ósea, desde la superficie superior 2937 a la superficie inferior 2939. Cada orificio 2940 tiene preferiblemente cuatro columnas de segmentos roscados 2942 y puede recibir ventajosamente ya sea un tornillo

5 óseo sin bloqueo, con bloqueo o con bloqueo de ángulo variable de acuerdo con la invención. La porción de eje 2982 también cuenta con varios orificios combinados 2984 y 2989 para una mayor versatilidad. Las porciones de orificios 2985 de los orificios combinados tienen preferiblemente cuatro columnas de segmentos roscados 2942 y las otras porciones 2886 y 2887 son preferentemente lisas y sin roscar. Las porciones 2886 y 2887 pueden recibir un

10 tornillo óseo sin bloqueo, mientras que las porciones 2885 pueden recibir ventajosamente ya sea un tornillo óseo sin bloqueo, con bloqueo, o con bloqueo de ángulo variable. En una realización, la longitud 2990 de la placa ósea 2900 es de aproximadamente 65 mm, la anchura 2992 de la porción de la cabeza 2980 es de aproximadamente 22,2 mm, y el ángulo 2994 en la que parte de la cabeza 2980 está inclinada hacia arriba con respecto a la porción de eje 2982 es de aproximadamente 25 grados.

**[0063]** Como se muestra en la figura 30, las placas óseas de la invención pueden preferiblemente tener una forma para limitar y/o minimizar el contacto entre la superficie inferior o cara inferior de la placa ósea y el hueso. Limitar y/o reducir al mínimo el contacto entre la placa ósea y el hueso tiene una serie de ventajas biológicas y mecánicas incluyendo un daño reducido al suministro sanguíneo y una retirada más fácil de la placa. Una forma de limitar y/o reducir al mínimo el contacto entre una placa ósea 3000 y el hueso es proporcionar placa 3000 con recortes o muescas redondeados o en forma de festón 3099 en la superficie inferior 3039 entre los orificios de la placa ósea.

20 **[0064]** La figura 31 muestra una realización de como se aplica el sistema de placa ósea de la invención a una fractura de hueso. La placa ósea 2900 se muestra unida al hueso fracturado 3178 a través de cuatro tornillos con bloqueo de ángulo variable de 3160 insertados bajo varios ángulos seleccionables a través de orificios de placa ósea 2940 de la porción de la cabeza 2980 y unido a la placa ósea 2900 a través de las columnas de segmentos roscados en los orificios 2940. Los columnas de segmentos roscados sobre la superficie interior de los orificios de placa ósea

25 2940 interactúan y se acoplan con la rosca de la cabeza de forma esférica de tornillos de ángulo variable 3160, de manera generalmente análoga a una cremallera y un piñón, permitiendo que los tornillos de ángulo variable 3160 ser asegurados en los orificios de placa 2940 bajo una pluralidad de ángulos. Los tornillos óseos con bloqueo de ángulo variable 3160 se construyen de acuerdo con la invención y puede ser, por ejemplo, tornillos con bloqueo de ángulo variable 500, 600, y 700. La placa ósea 2900, además está unida al hueso 3178 a través de un tornillo óseo sin

30 bloqueo 31100 insertado a través de una porción 2987 de orificio de placa ósea 2989. La placa ósea 2900 está unida adicionalmente al hueso 3178 a través de un par de tornillos óseos con bloqueo convencionales 31200 insertados a través de respectivas porciones 2985 de orificios de placa ósea 2984 y se fijan a la placa ósea a través de las columnas de segmentos roscados en la porción 2985. Las columnas de segmentos roscados en los orificios de placa ósea se acoplan con las cabezas roscadas de los tornillos con bloqueo para fijar dichos tornillos con bloqueo a la placa ósea. Téngase en cuenta que podrían haber sido los tornillos con bloqueo de ángulo variable de la invención, en lugar de tornillos con bloqueo 31200. Nótese también que no todos los orificios de placa ósea deben ser utilizados para cada aplicación. Los tornillos con bloqueo de ángulo variable 3160, los tornillos sin bloqueo 31100, y los tornillos con bloqueo 31200 permanecen insertados a través de la placa ósea 2900 y en el hueso 3178 durante el tiempo en el que la placa 2900 permanece implantada.

40 **[0065]** Volviendo a las características de la cabeza roscada del tornillo óseo con bloqueo de ángulo variable construidos de acuerdo con la invención, las figuras 32 a 34, muestran tres realizaciones de una cabeza de tornillo de un tornillo con bloqueo de ángulo variable que ilustran los pasos de rosca variables (por ejemplo la distancia de pico a pico) medida a lo largo del eje central de cada tornillo. La siguiente tabla muestra el tamaño del tornillo de ángulo variable a la que pertenece la cabeza del tornillo ilustrado y los pasos variables (todas las dimensiones en

45 milímetros).

	Figura 32	Figura 33	Figura 34
Diámetro de eje	5,0	3,5	2,4
Diámetro de la cabeza de tornillo	6,5	4,5	3,0

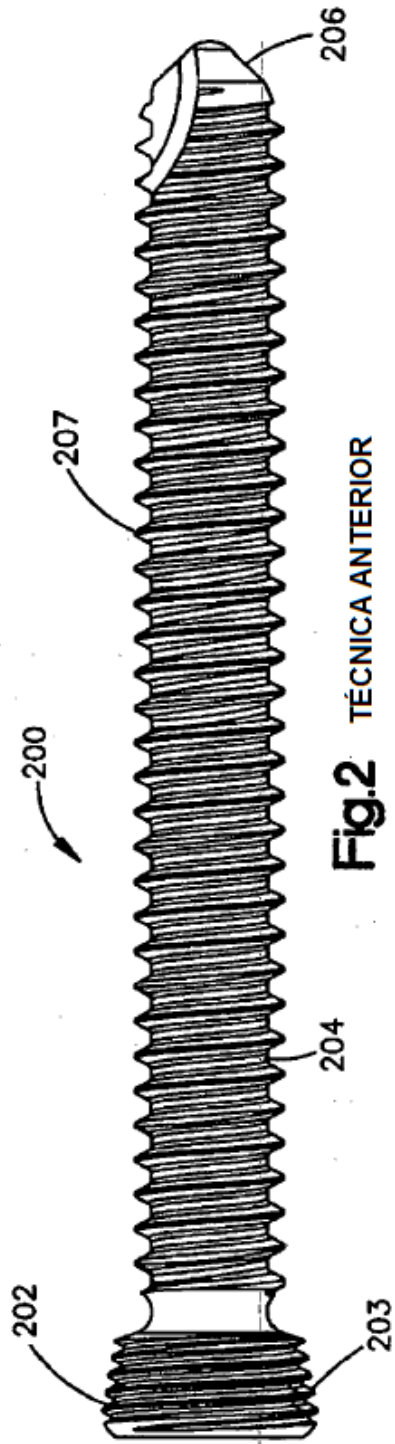
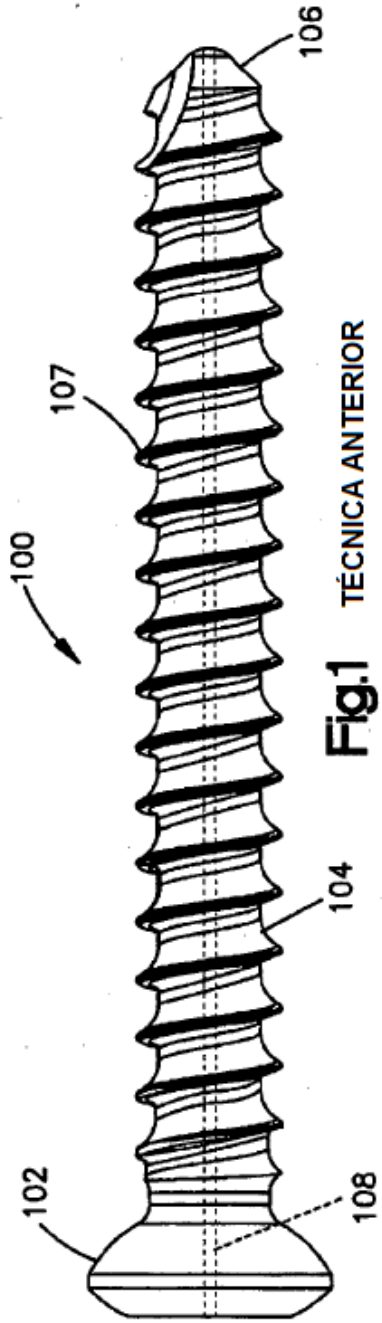
Paso	32P01=0,90	33P01=0,75	34P01=0,56
	32P02=0,95	33P02=0,79	34P02=0,59
	32P03=0,99	33P03=0,80	34P03=0,60
	32P04=1,00	33P04=0,79	34P04=0,58
	32P05=0,99	33P05=0,75	34P05=0,55
	32P06=0,95	33P06=0,68	34P06=0,49
	32P07=0,90	33P07=0,60	34P07=0,41
	32P08=0,82		
	32P09=0,72		

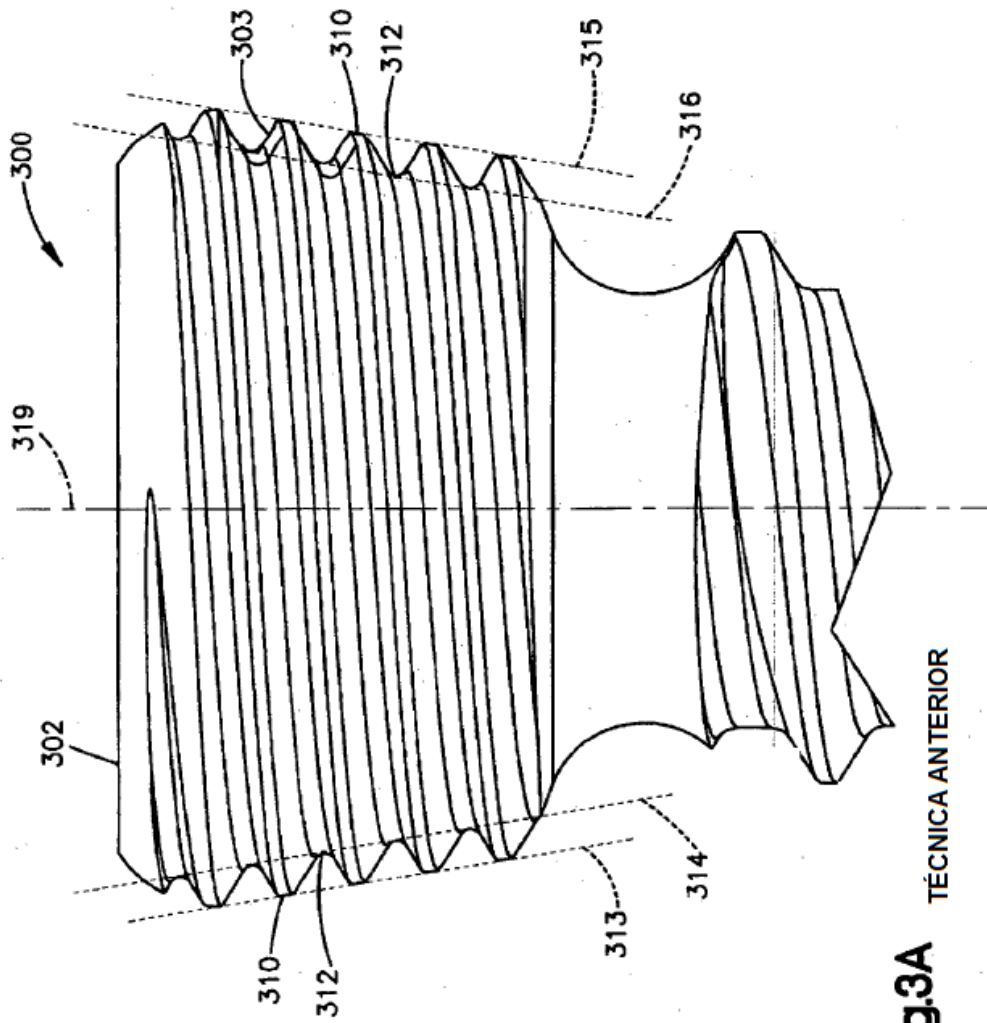
Otras realizaciones de tornillos óseos de bloqueo de ángulo variable de la invención pueden tener otros pasos de rosca variables.

- 5 **[0066]** Téngase en cuenta que en cada caso, la distancia angular entre picos de rosca adyacentes (o valles de rosca adyacentes), medidos a lo largo del radio de curvatura es constante, como se ilustra en la figura 35. Es decir, cada distancia angular 35AD entre picos de rosca adyacentes 3510, medidos a lo largo del radio de curvatura 3525 es el mismo - en contraposición con el paso de rosca 35P01-35P0-5 que, como se ilustra en las figuras 32 a 34, varían según se mida a lo largo o paralelo al eje central 3519.
- 10 **[0067]** Mediante la combinación de tornillos con bloqueo de ángulo variable, tornillos con bloqueo, y tornillos sin bloqueo en la misma placa ósea utilizando el mismo tipo de orificio de placa ósea, la invención proporciona una nueva fijación mixta. Con tornillos sin bloqueo, la reducción de la fractura se mantiene por la fricción entre la placa ósea y el hueso. Esta fricción se genera apretando los tornillos sin bloqueo en el hueso. Sin embargo, el micro-desplazamiento entre los tornillos sin bloqueo y el hueso lleva a la resorción ósea y, en consecuencia a la pérdida de la reducción. Además, la inserción de los tornillos sin bloqueo requiere hueso para soportar los esfuerzos de ajuste
- 15 del tornillo, que crea mucha sollicitación del hueso que rodea los tornillos sin bloqueo. Por lo general, la alta sollicitación puede hacer que las roscas de los tornillos sin bloqueo se pasen (es decir, la rosca del hueso fallan a cizalla) y/o el deslizamiento en el hueso (dado que el hueso es un material visco-elástico). Cualquiera de estos fenómenos también se traduce en pérdida de la reducción.
- 20 **[0068]** Añadiendo, al menos, un tornillo con bloqueo o con bloqueo de ángulo variable, se minimiza o elimina la pérdida de reducción. Específicamente, asegurando los tornillos con bloqueo a la placa ósea y no al hueso, se reduce el efecto del comportamiento visco-elástico del hueso, las roscas no se pasan, y se impide el micro-desplazamiento. La unión entre los tornillos con bloqueo y la placa ósea es una conexión de alta resistencia de construcción de ángulo fijo en la que para fallar el tornillo con bloqueo tiene que cortarse lateralmente a través del hueso.
- 25 **[0069]** La utilización de tornillos de ángulo variable proporciona una ventaja aún mayor que los tornillos con bloqueo, debido a que los tornillos de ángulo variable se pueden fijar bajo un ángulo más deseable que los tornillos con bloqueo.
- 30 **[0070]** Además, como el manejo de ciertas fracturas pen(sic)-articulares típicamente implica la inserción de tornillos bajo varios ángulos con respecto a la placa ósea, y en vista de la importancia de mantener las relaciones angulares iniciales entre los tornillos individuales y la placa ósea, el sistema de placa ósea altamente versátil de la invención está particularmente bien adaptado para estas aplicaciones clínicas.
- [0071]** Nótese que las características descritas e ilustradas en el presente documento se pueden usar individualmente singularmente o en combinación con otras características y realizaciones de sistemas de placa ósea.
- 35 **[0072]** La invención por lo tanto se ha descrito anteriormente en conexión con las realizaciones preferidas. La invención no está, sin embargo, limitada a estas realizaciones, que son sólo ejemplos de la invención. Los expertos en la técnica apreciarán que pueden hacerse varias modificaciones dentro del alcance de la invención, y la invención solo está limitada por las reivindicaciones que siguen.

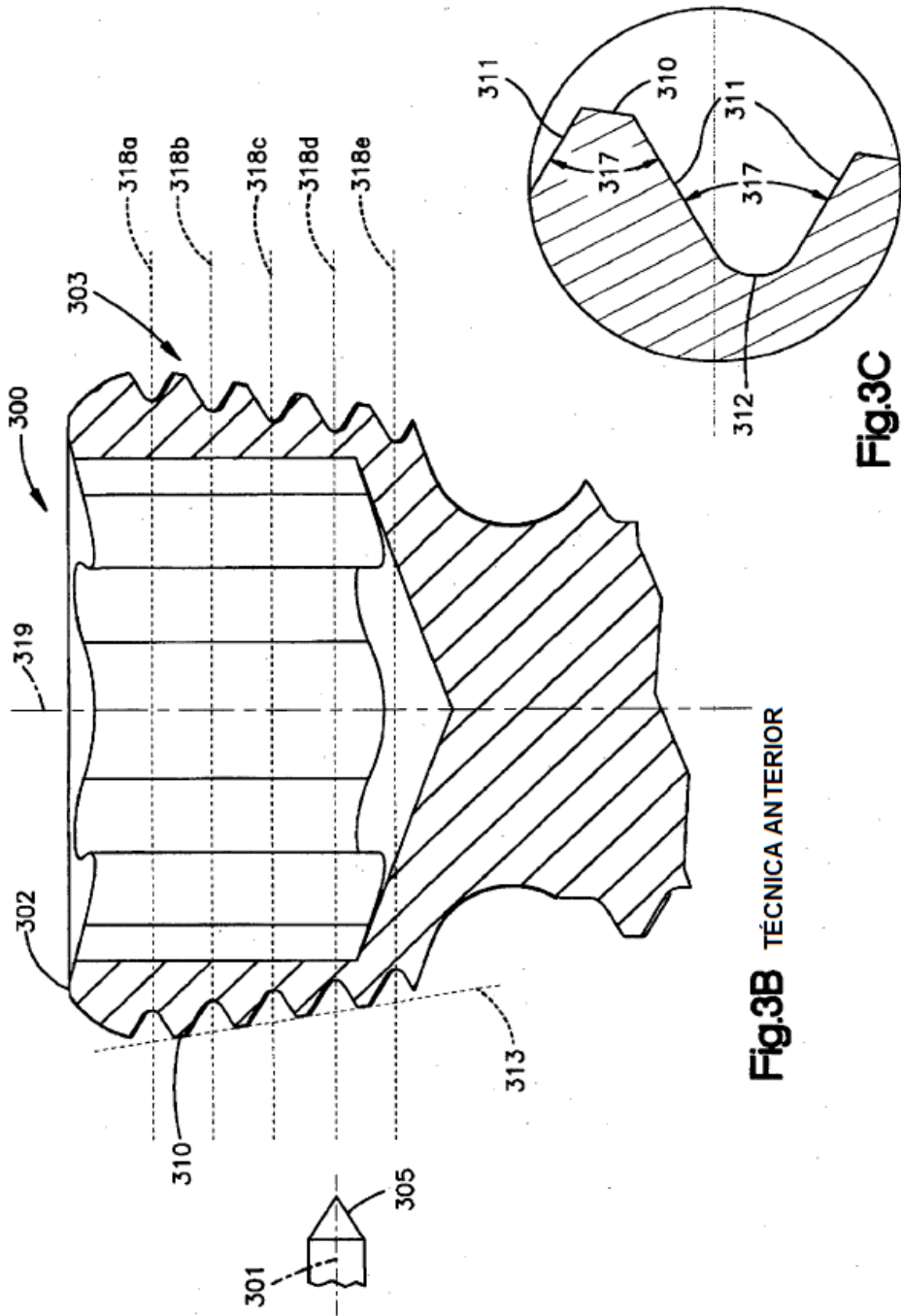
**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de placa ósea para asegurar una placa ósea al hueso que comprende:
  - 5 un tornillo óseo (600) que tiene un eje central (619);
  - un eje (604) configurado y dimensionado para engranar en un hueso; y
  - una cabeza (602) que tiene forma de cuerpo de revolución que define en una sección transversal longitudinal de un segmento de arco circular (625) con un radio de curvatura (624) y un centro de radio de curvatura (626), la cabeza (602) que tiene una rosca (603) en una superficie exterior de la porción forma de cuerpo de revolución, la rosca (603) que tiene en dicha sección transversal longitudinal un perfil que
  - 10 comprende picos, valles, y los flancos, los flancos que conectan los picos y valles, en el que los picos y valles se encuentran en curvas no lineales respectivas paralelas a y concéntricas con el segmento de arco circular (625),
  - caracterizado porque
  - 15 el centro del radio de curvatura (626) está situado a una determinada distancia (630) desde el eje central (619) medida perpendicularmente a dicho eje central (619).
2. Sistema de la reivindicación 1, en el que el perfil de rosca tiene líneas de perfil (618) que se cruzan el centro (626) del radio de curvatura del segmento de arco (625).
- 20 3. Sistema de la reivindicación 1 que comprende además una placa ósea que tiene una superficie superior, una superficie inferior, y una pluralidad de orificios que se extienden desde la superficie superior hasta la superficie inferior.
4. Sistema de la reivindicación 1, en el que el centro del radio de curvatura (626) se encuentra fuera de la cabeza
- 25 (602) en dicha sección transversal longitudinal.





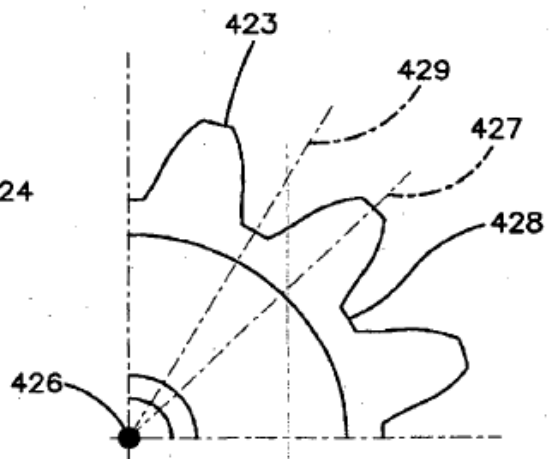
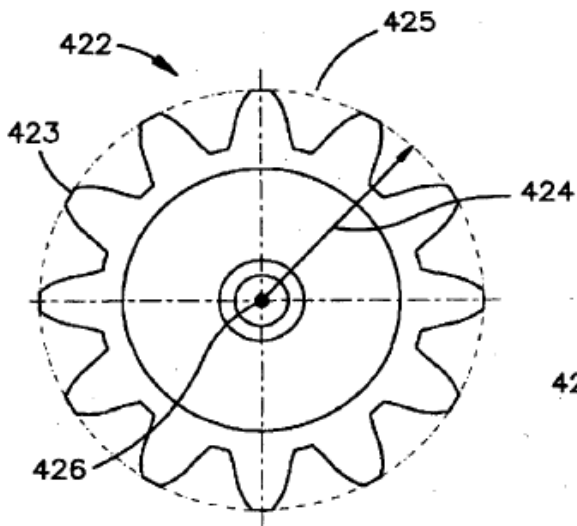
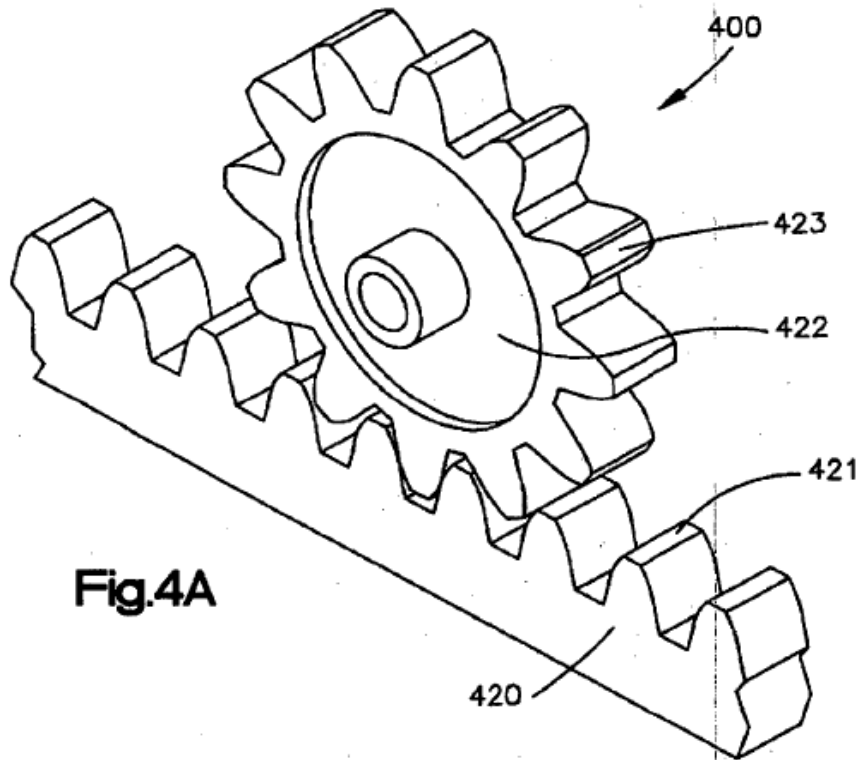
**Fig.3A** TÉCNICA ANTERIOR

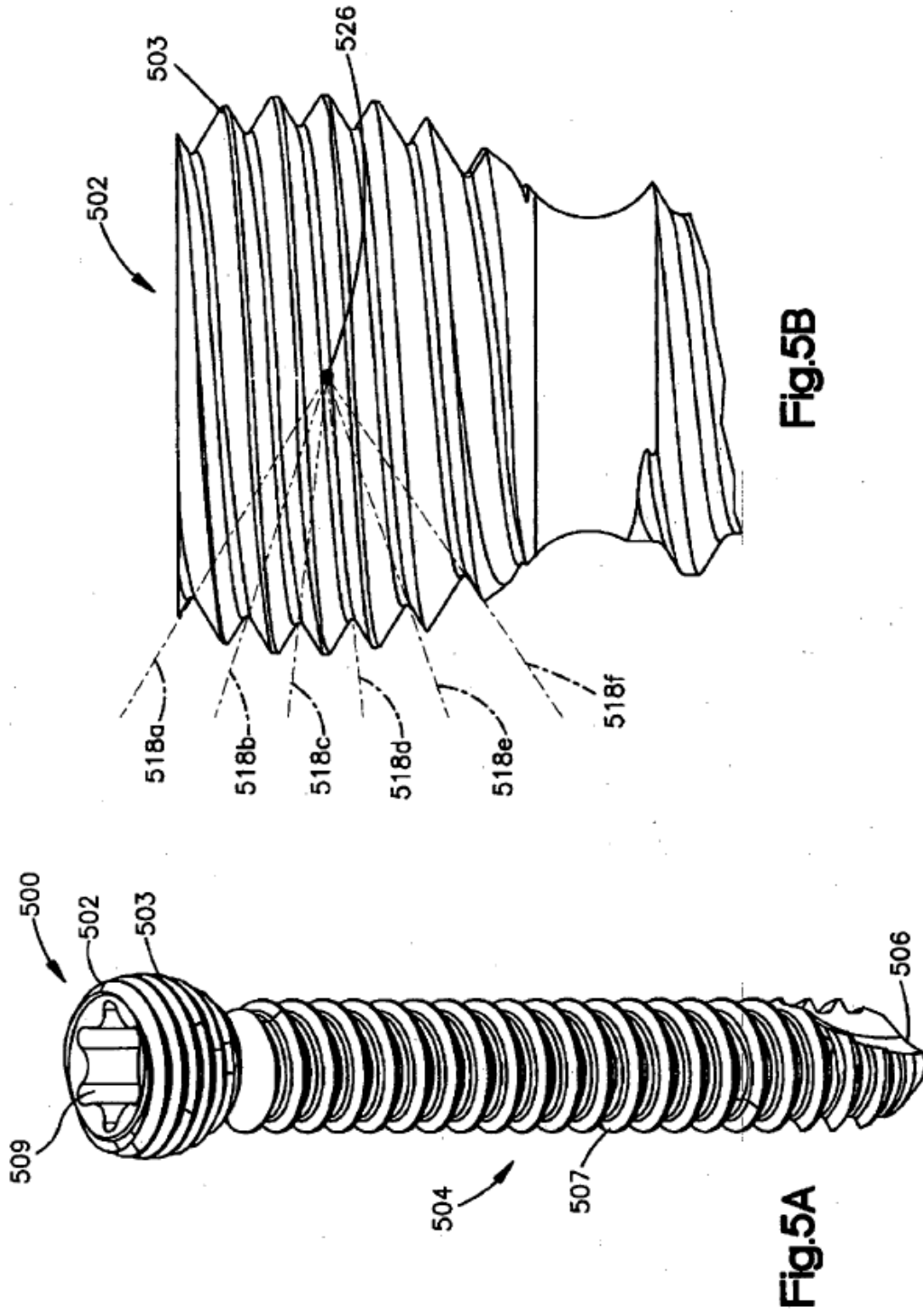


**Fig.3B** TÉCNICA ANTERIOR

**Fig.3C**







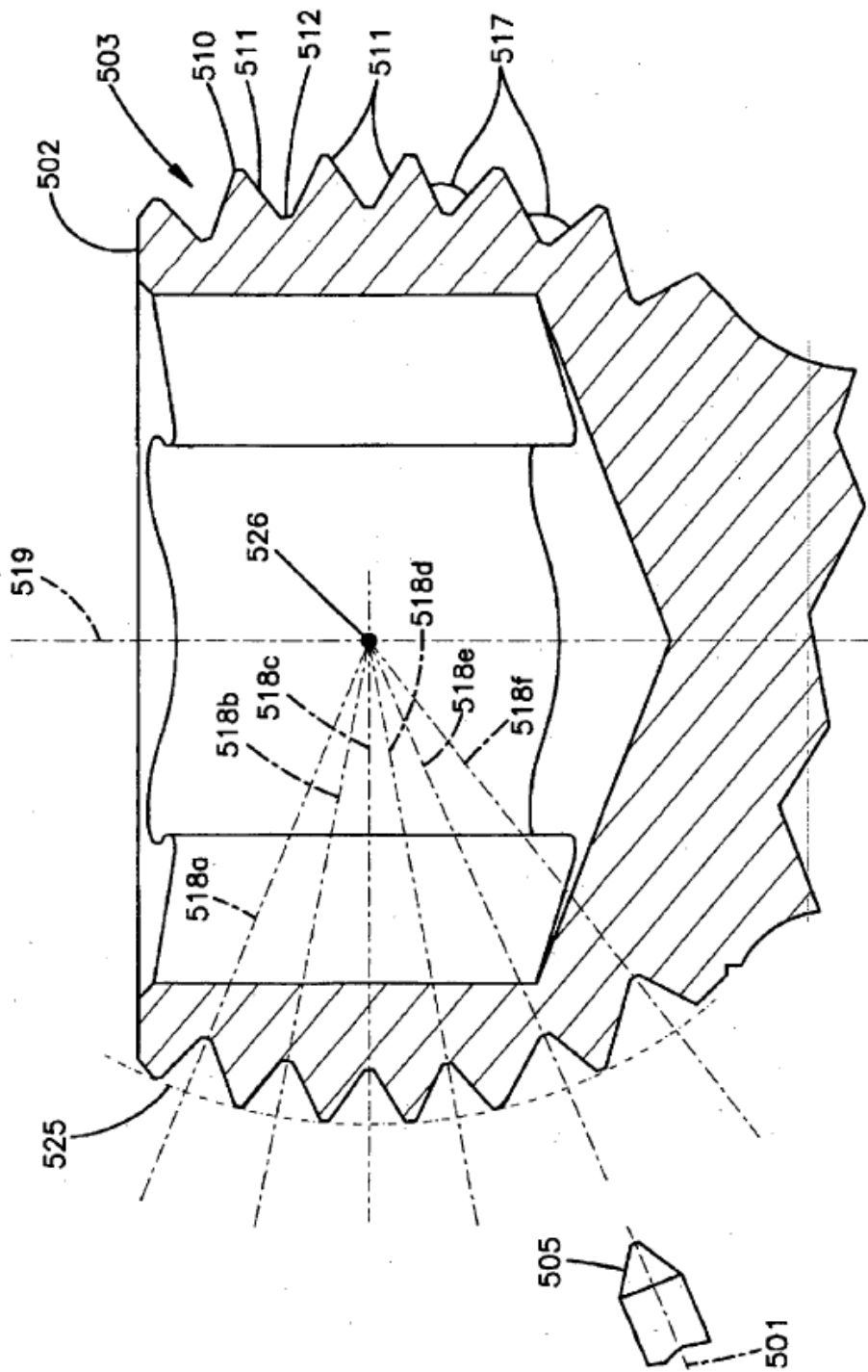


Fig.5C

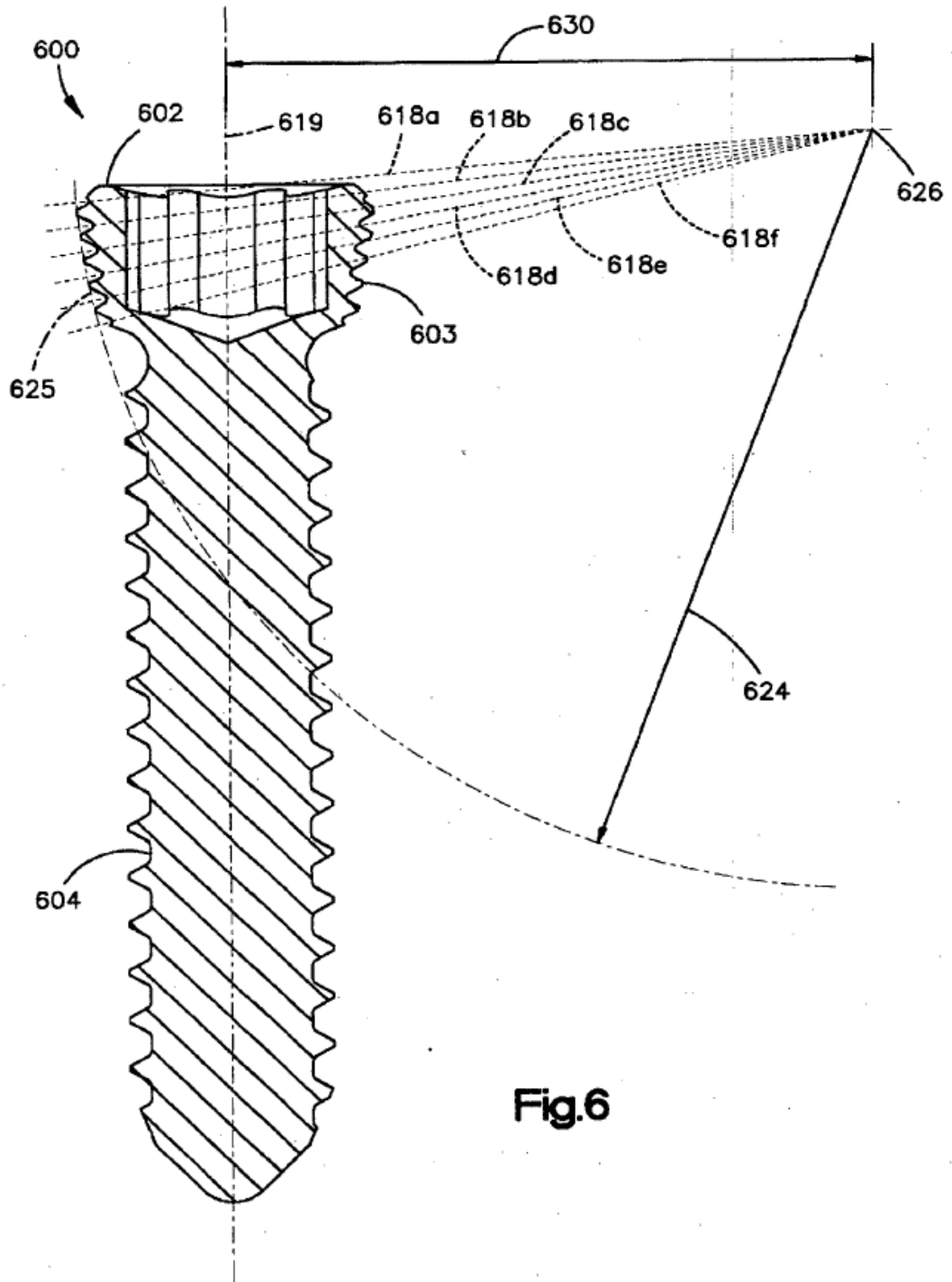


Fig.6

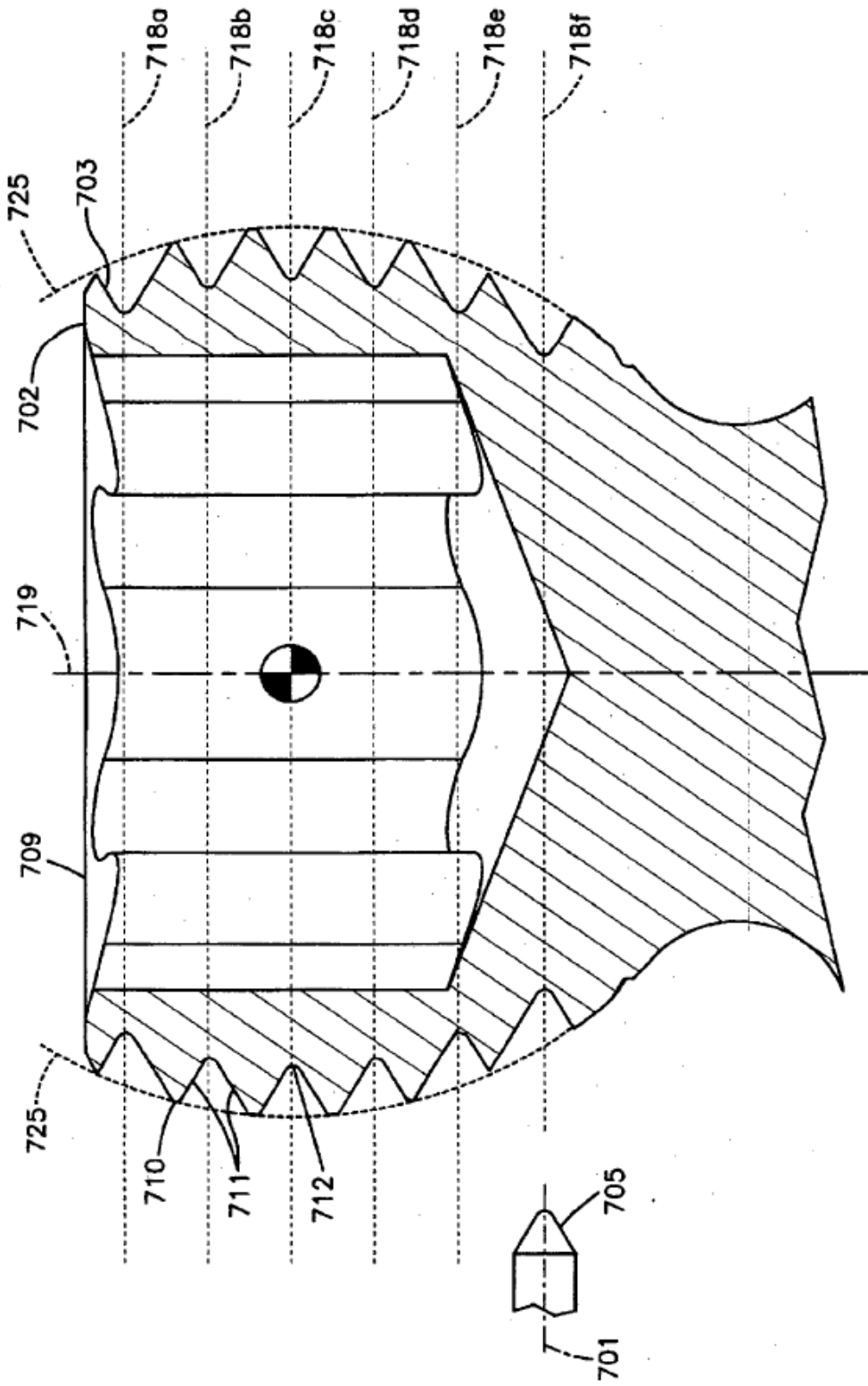
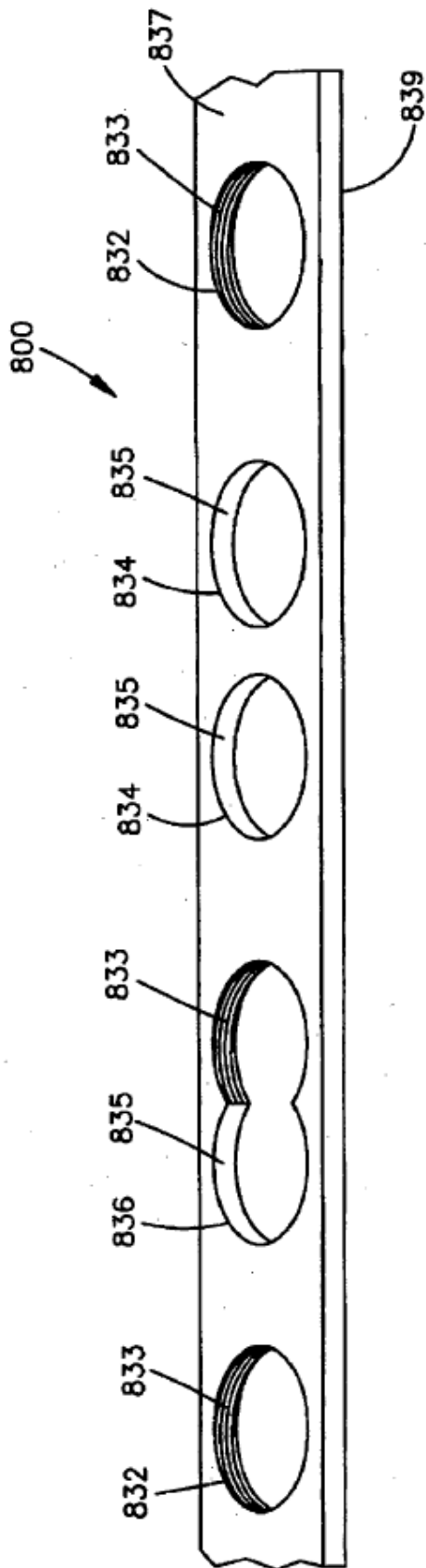


Fig.7



**Fig.8** TÉCNICA ANTERIOR

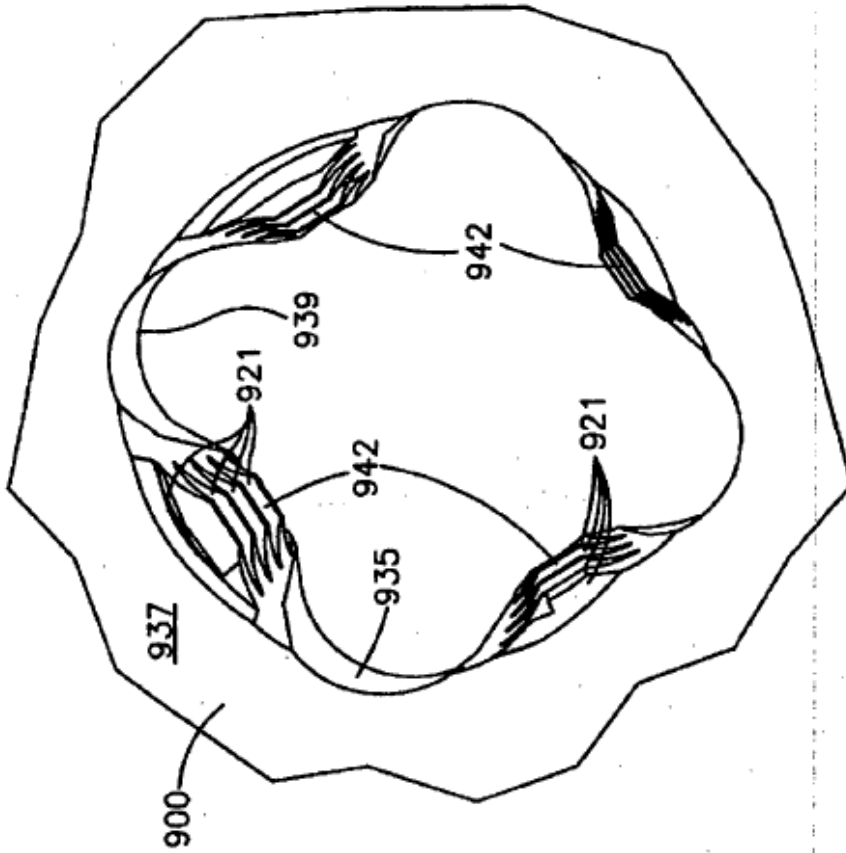


Fig.9B

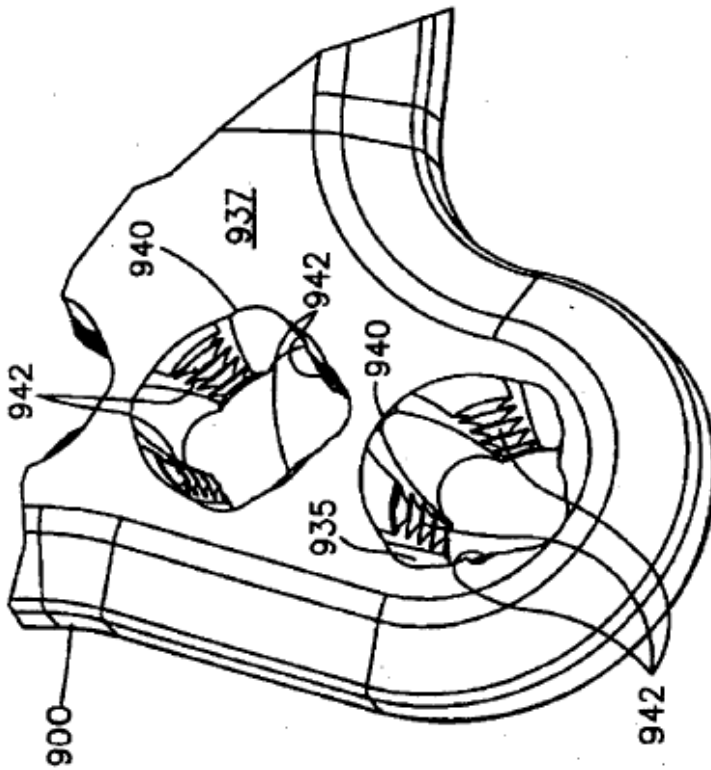
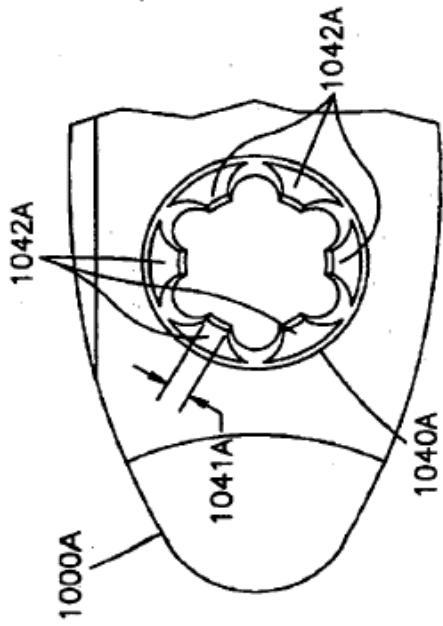
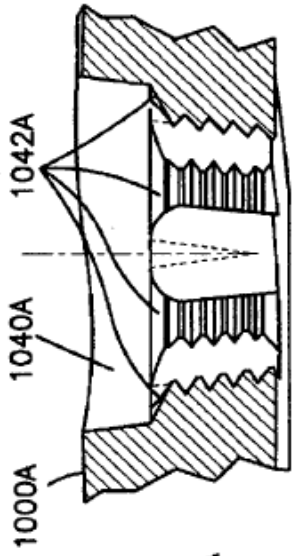


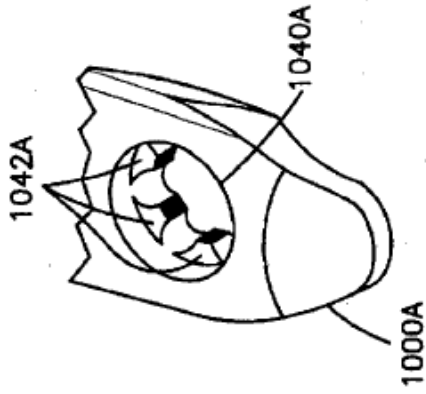
Fig.9A



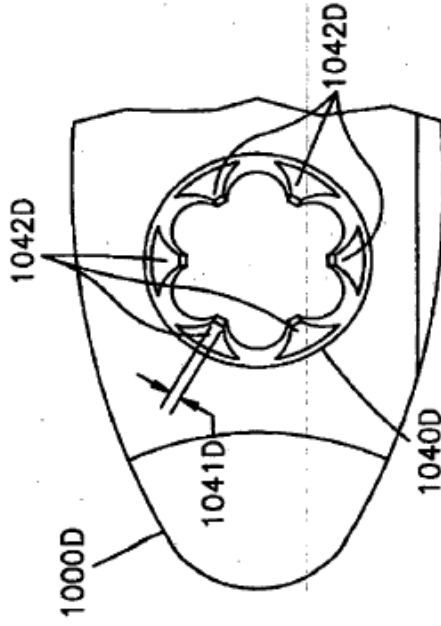
**Fig.10A**



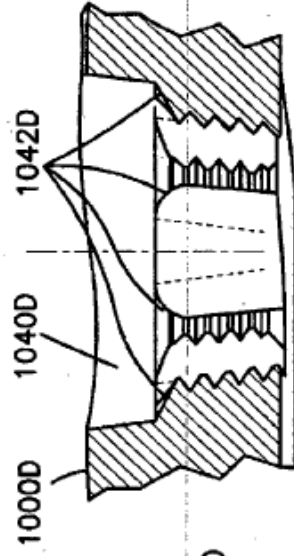
**Fig.10B**



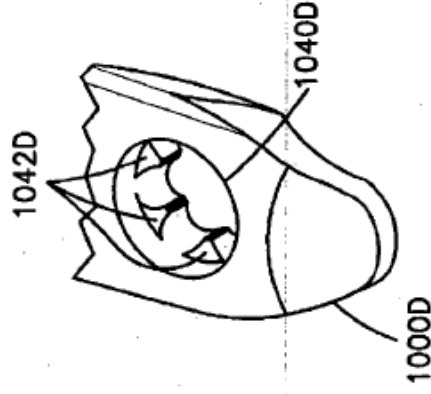
**Fig.10C**



**Fig.10D**



**Fig.10E**



**Fig.10F**



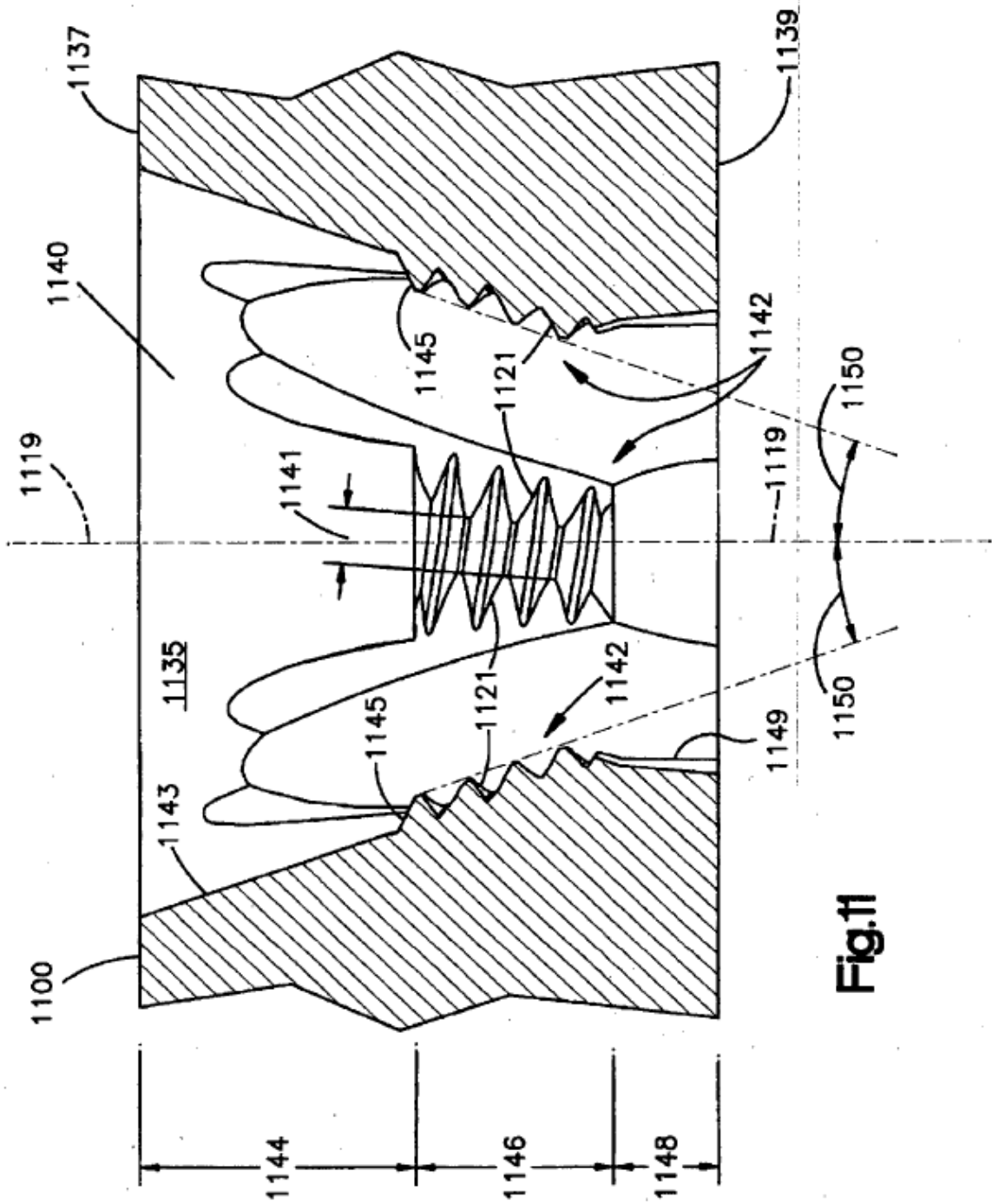
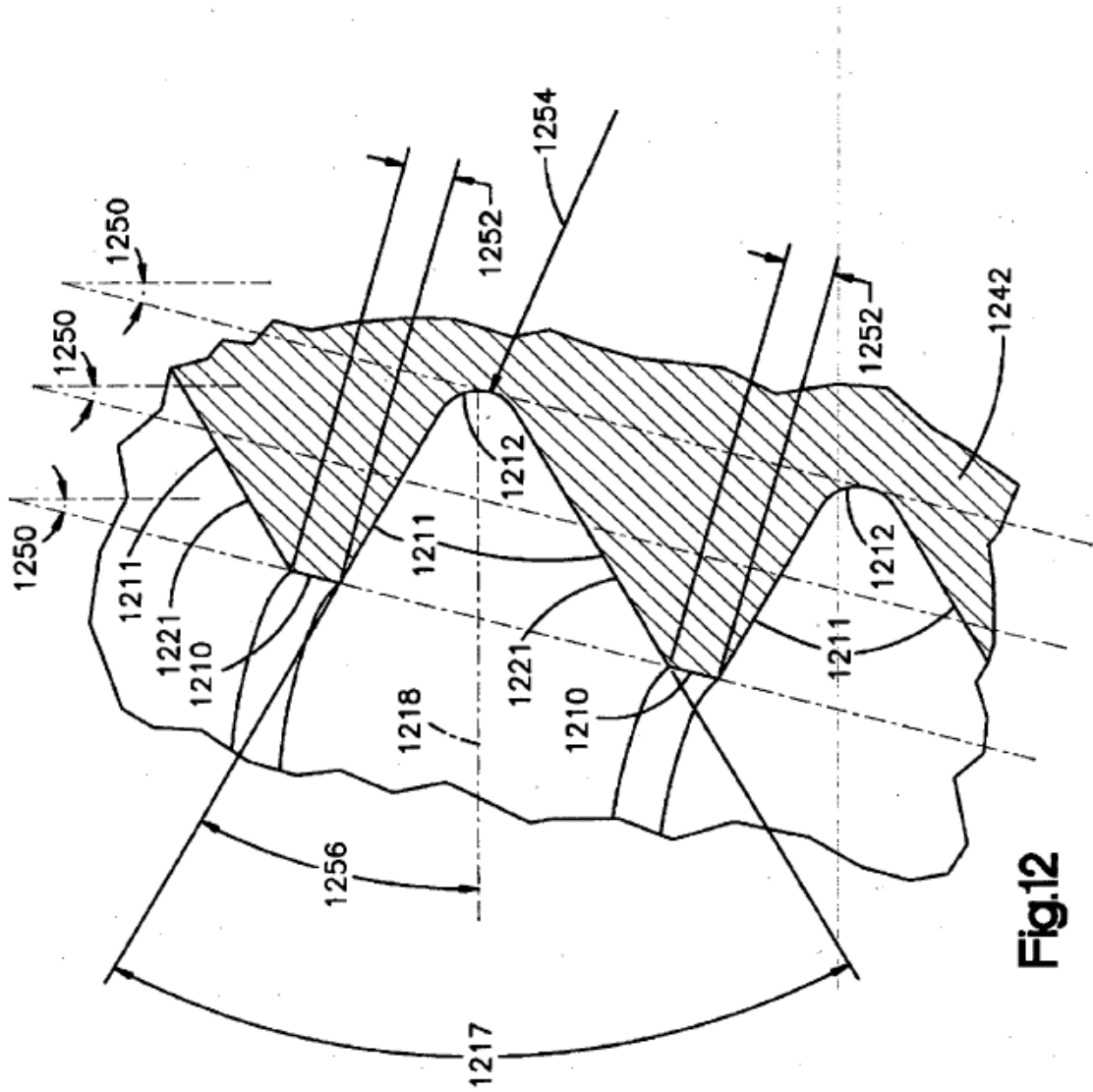
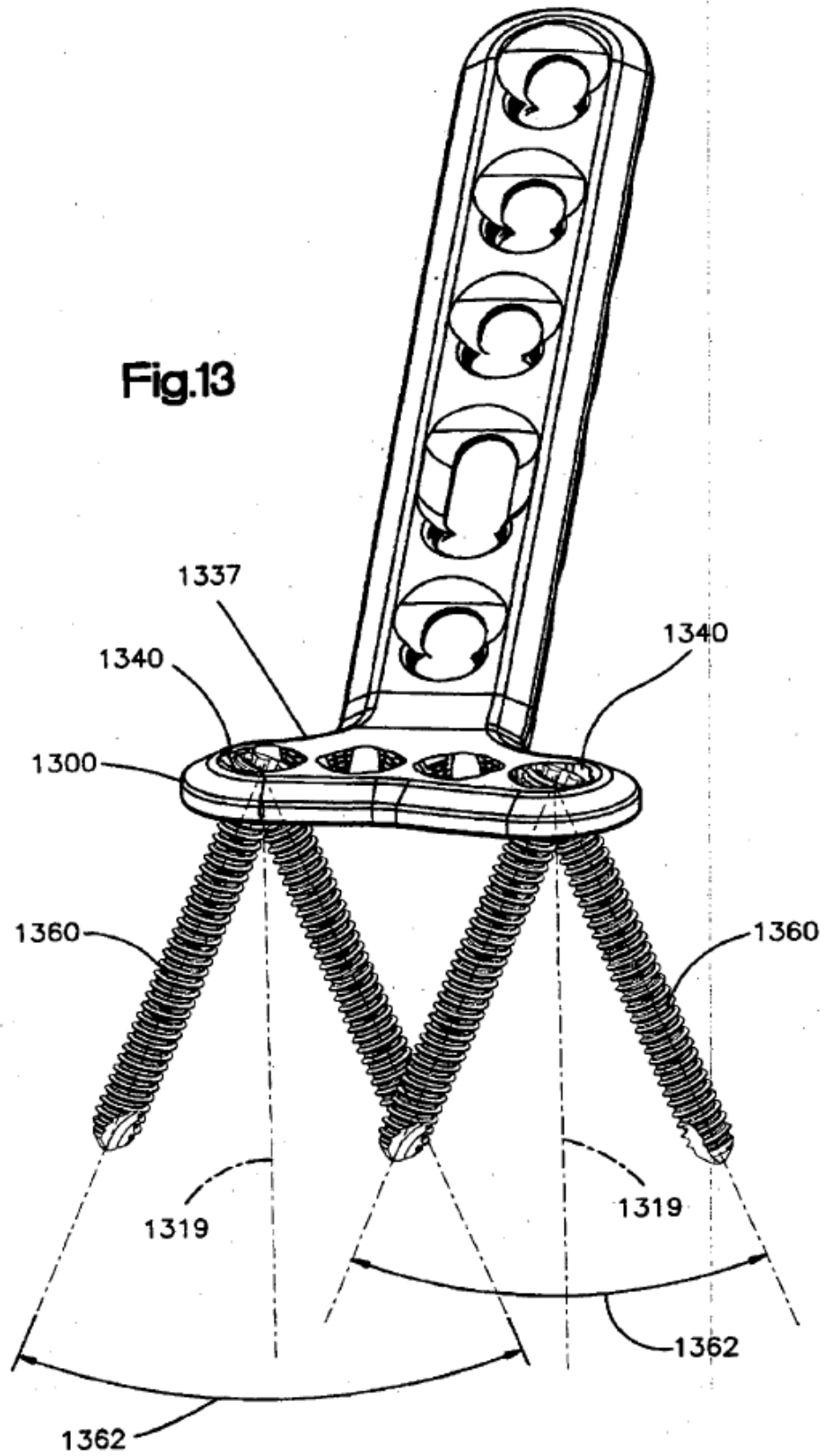


Fig.11



**Fig.12**



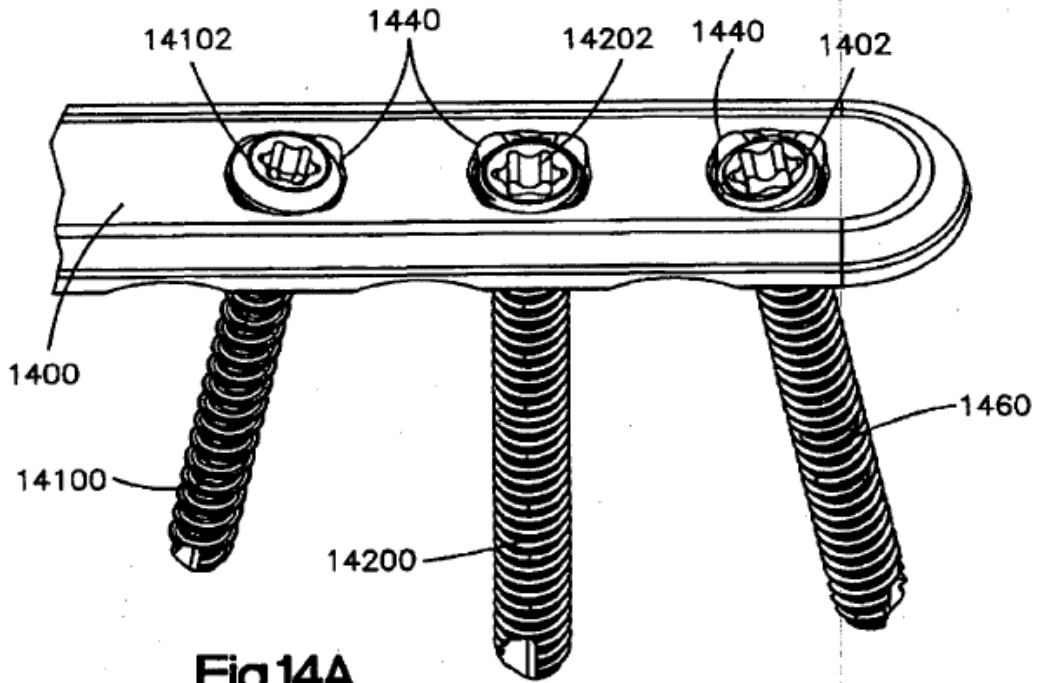


Fig.14A

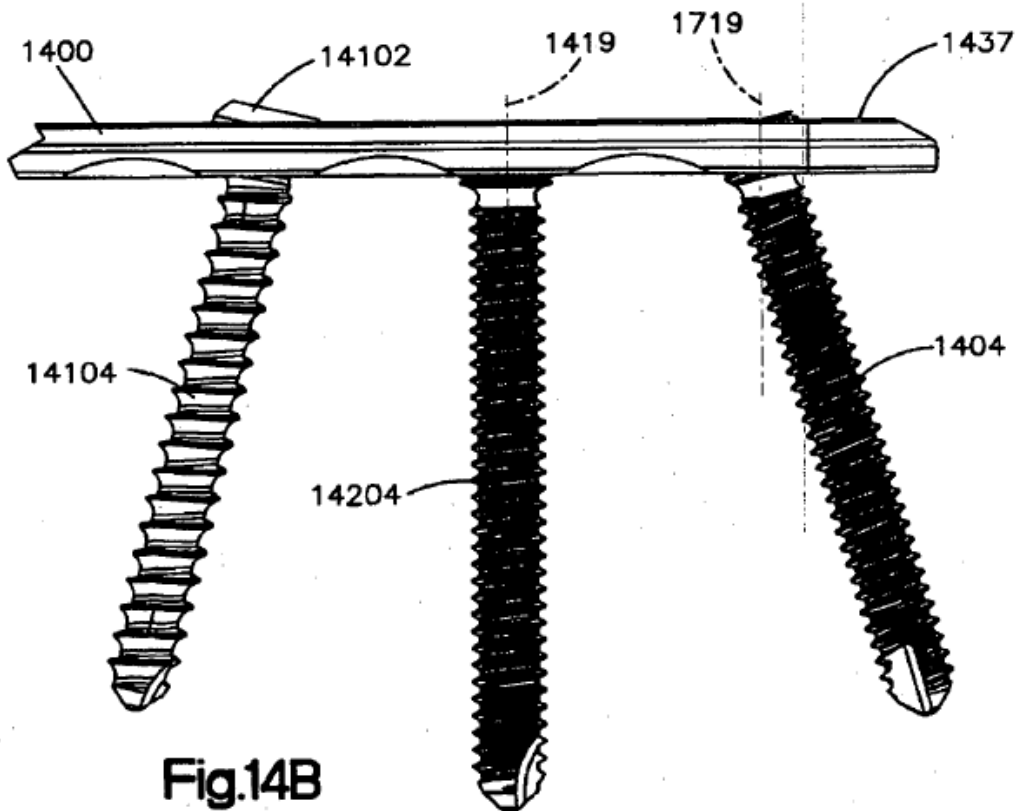


Fig.14B

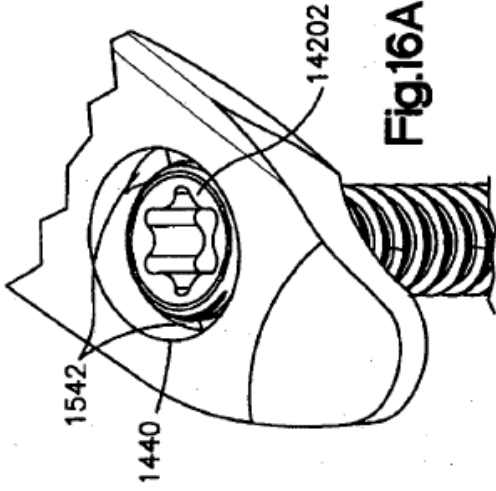


Fig.16A

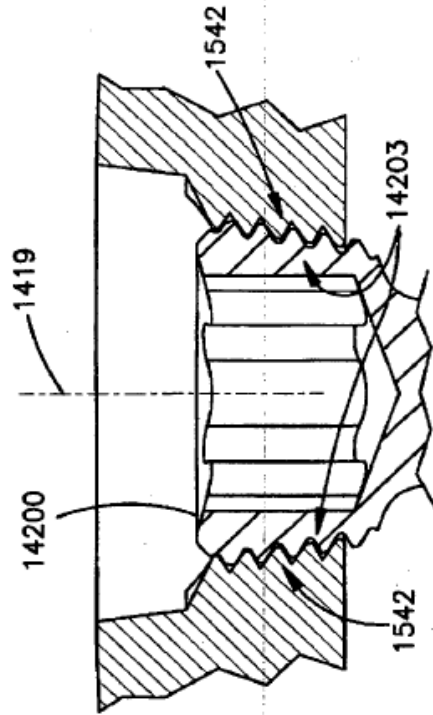


Fig.16B

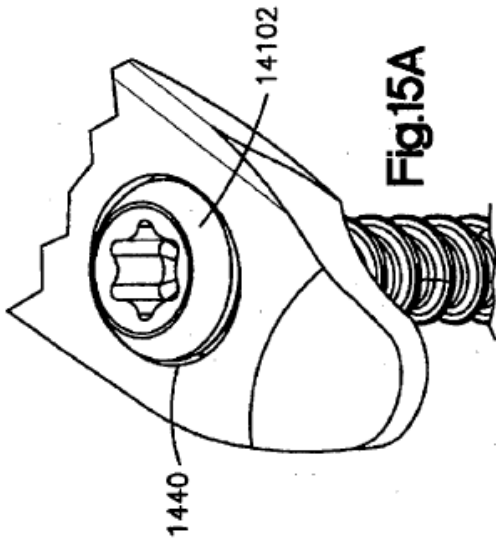


Fig.15A

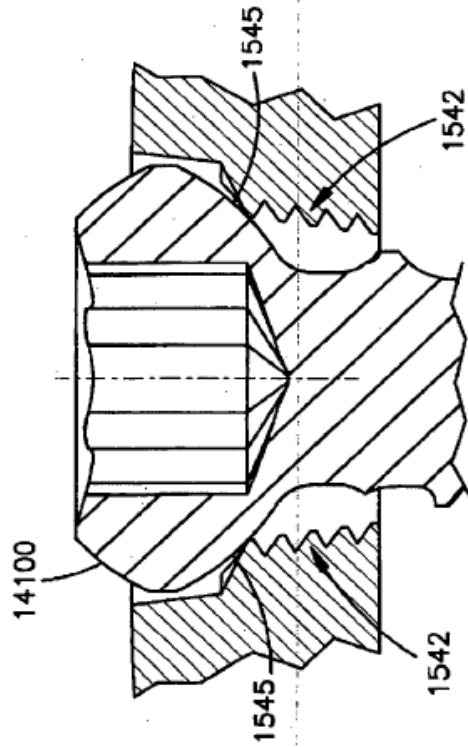
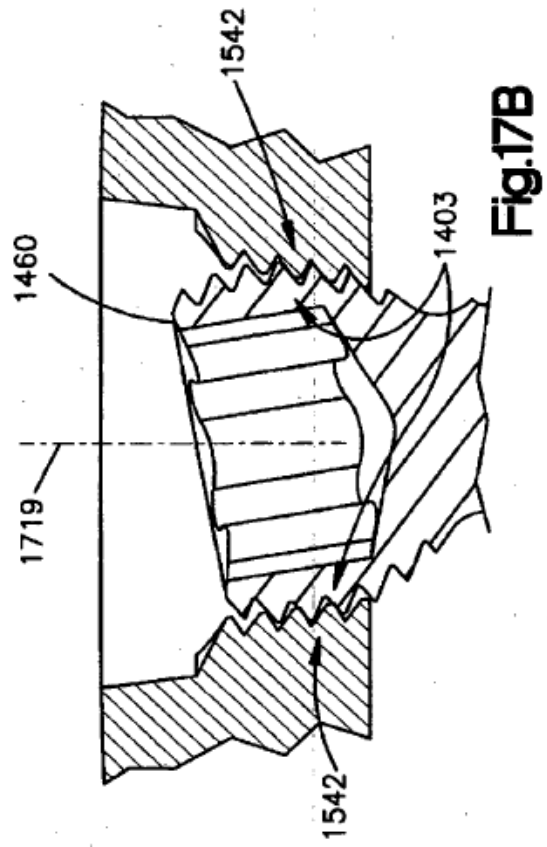
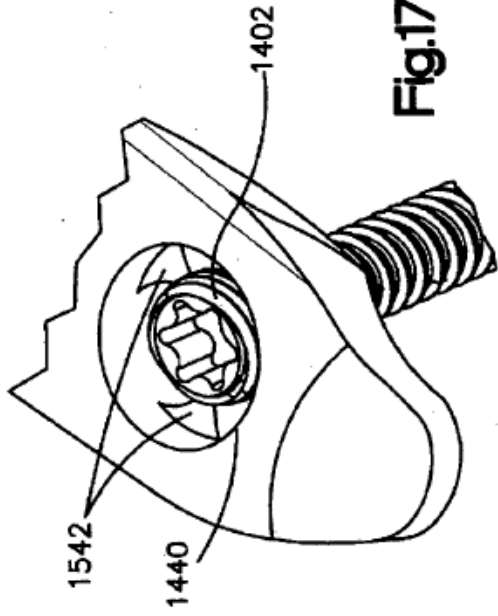
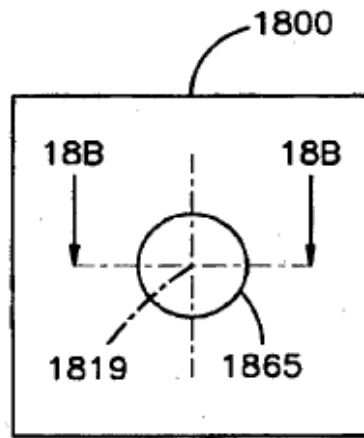


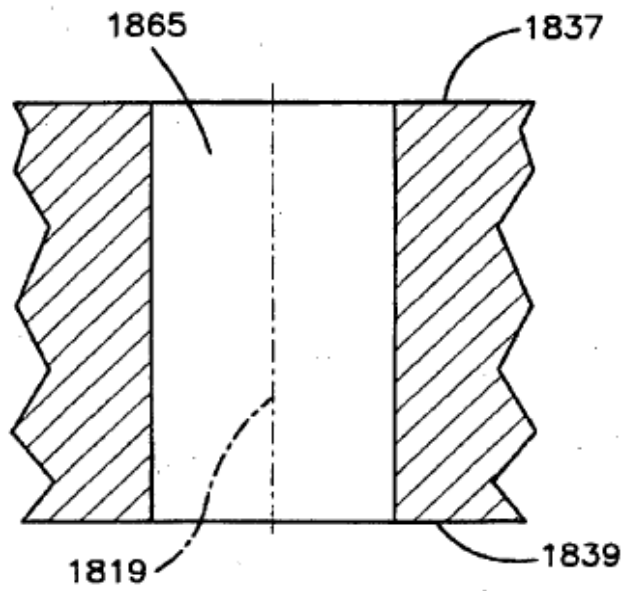
Fig.15B



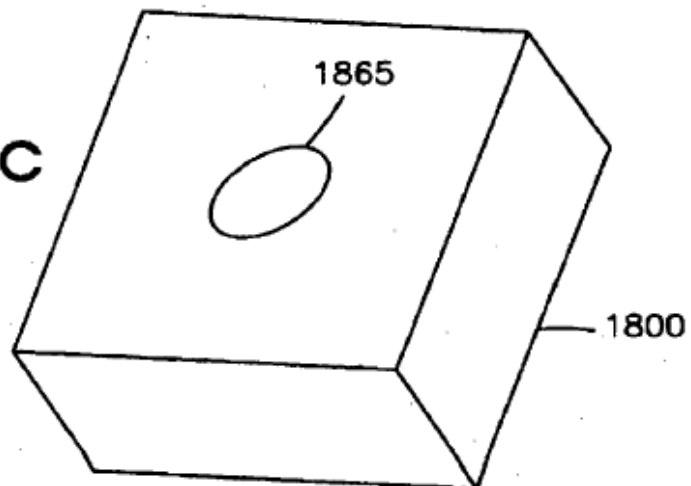
**Fig.18A**

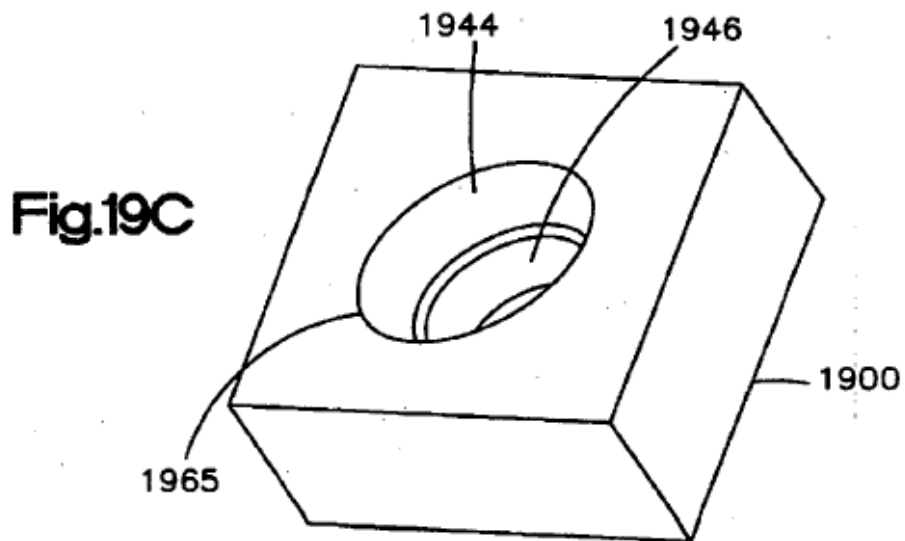
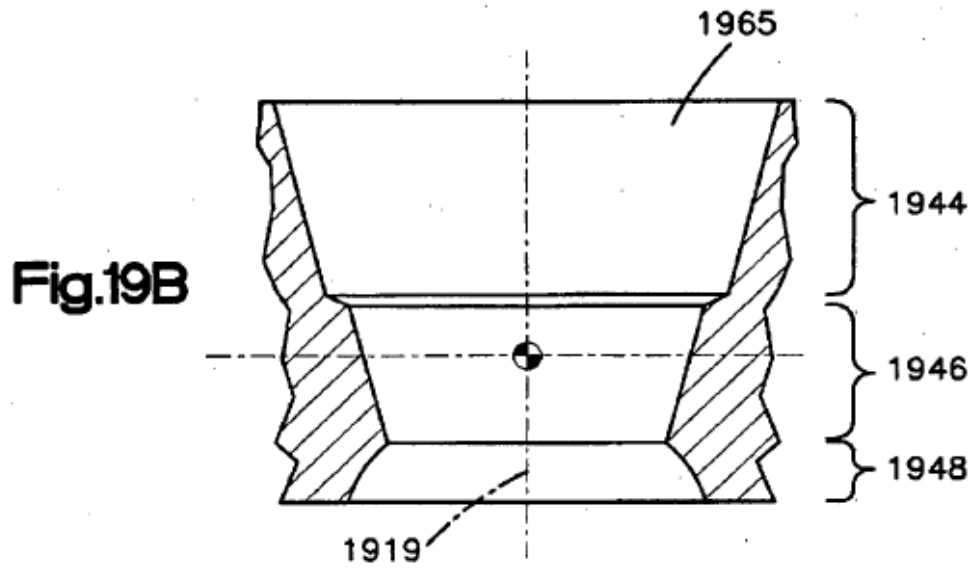
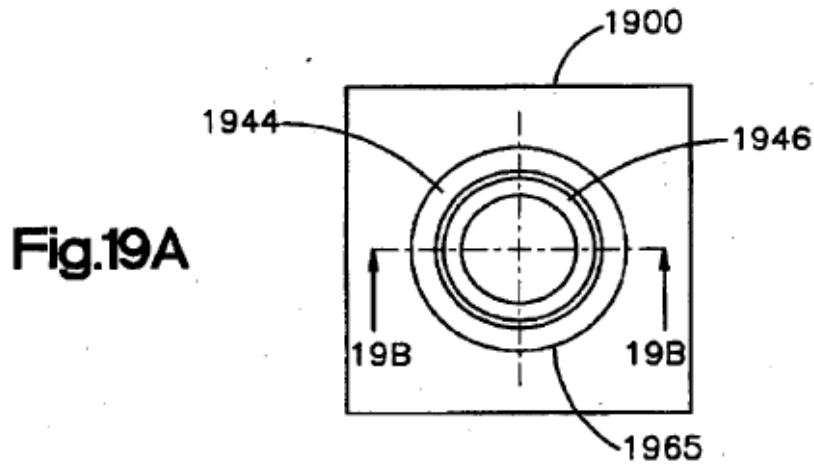


**Fig.18B**



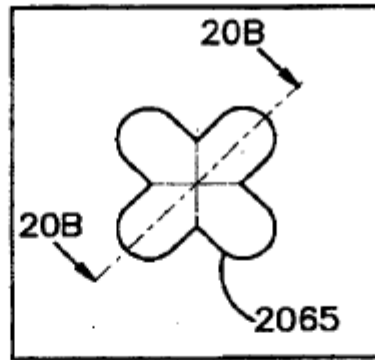
**Fig.18C**



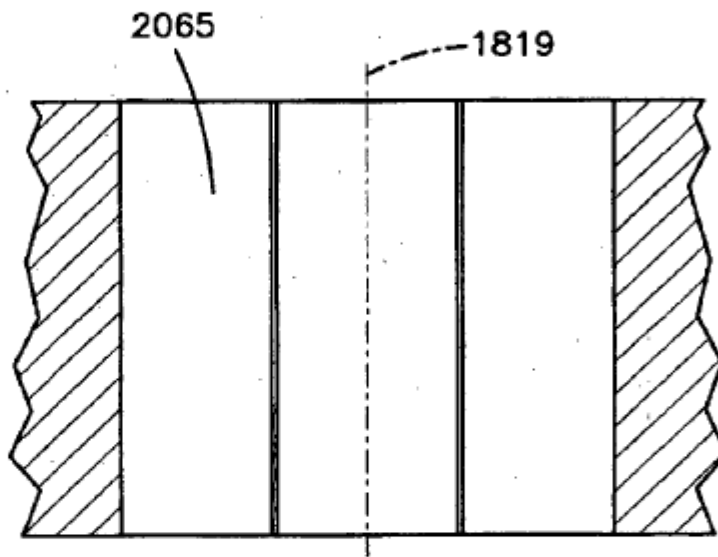




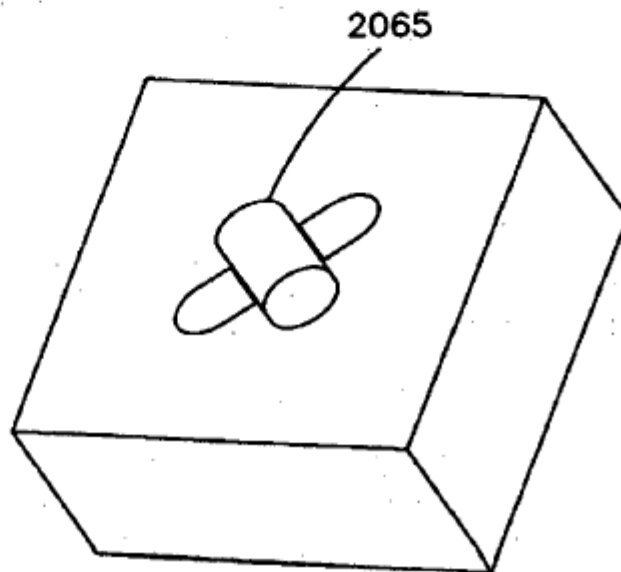
**Fig.20A**



**Fig.20B**



**Fig.20C**



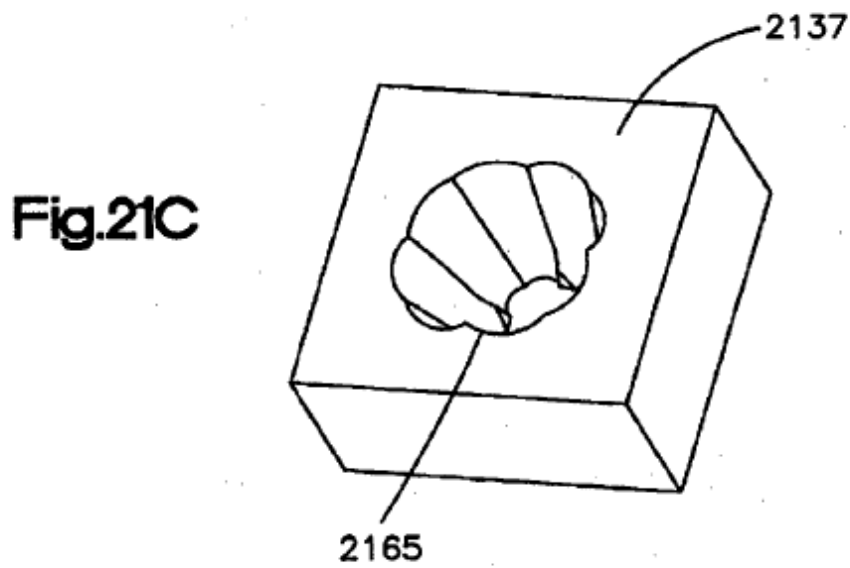
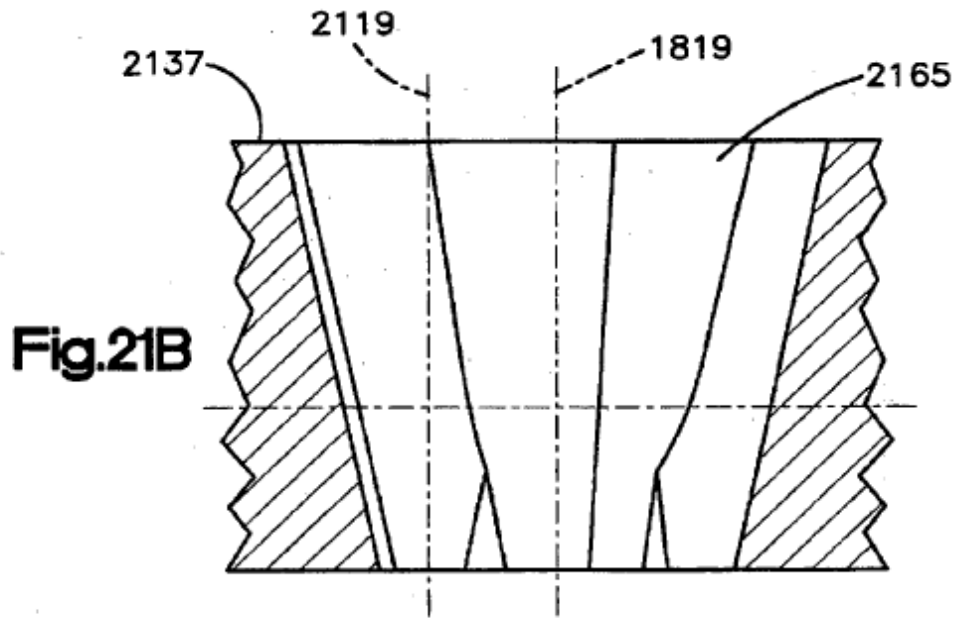
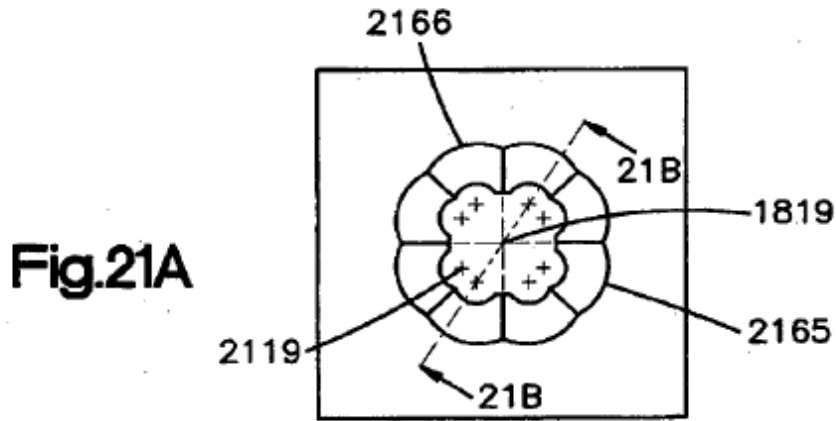


Fig.22A

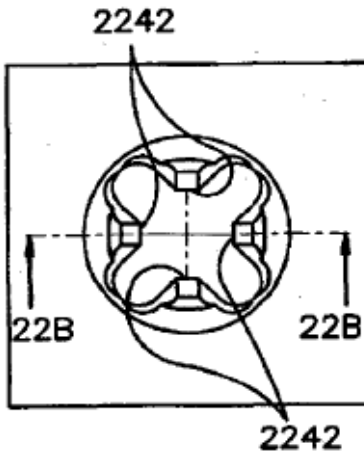


Fig.22B

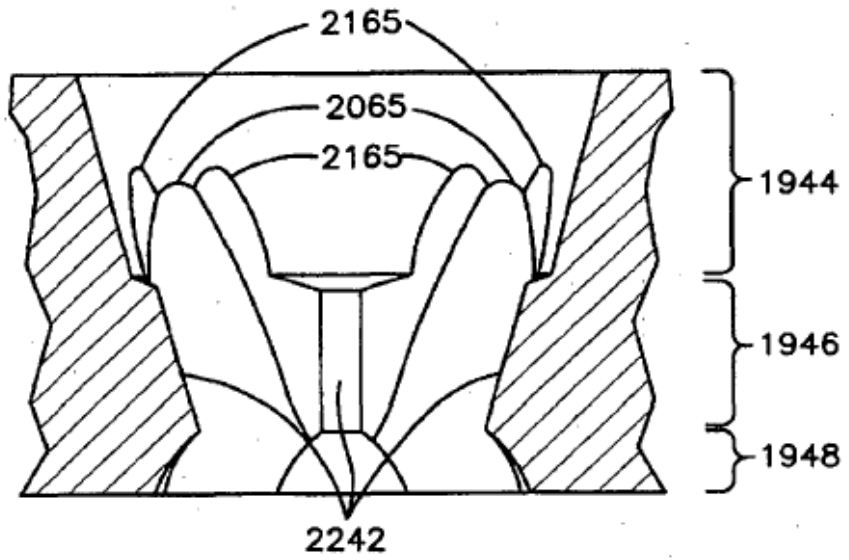


Fig.22C

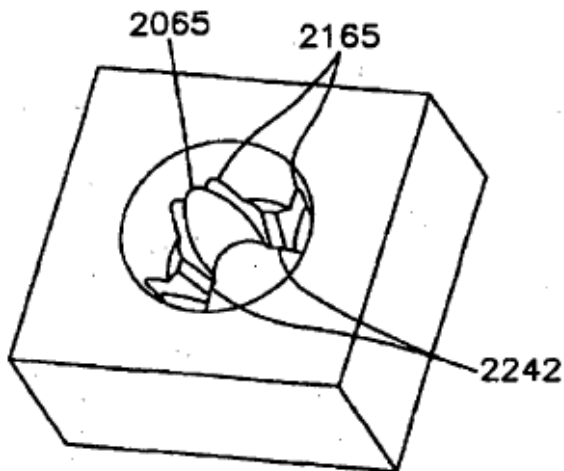


Fig.23A

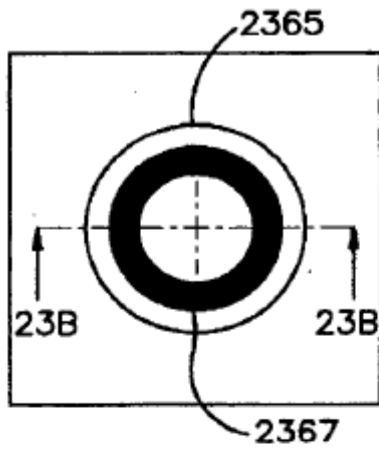


Fig.23B

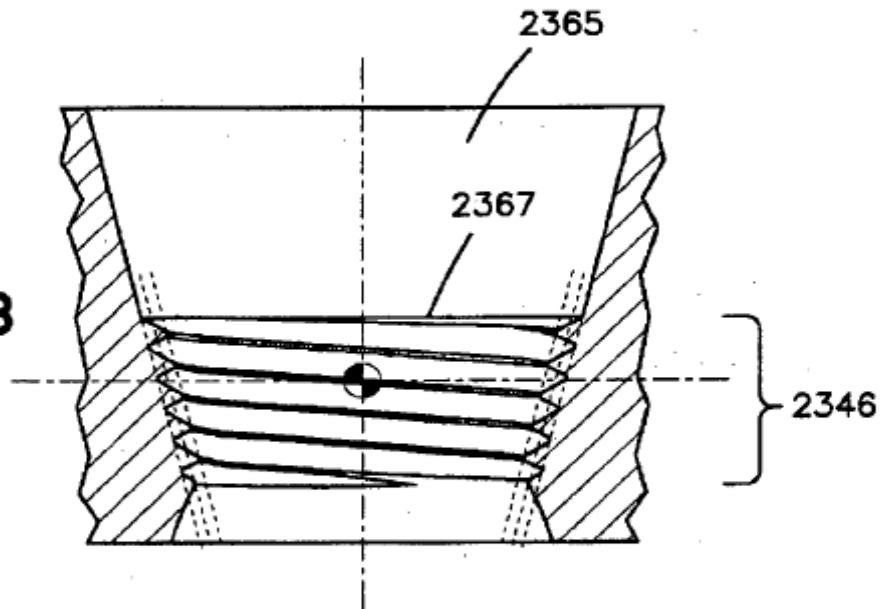
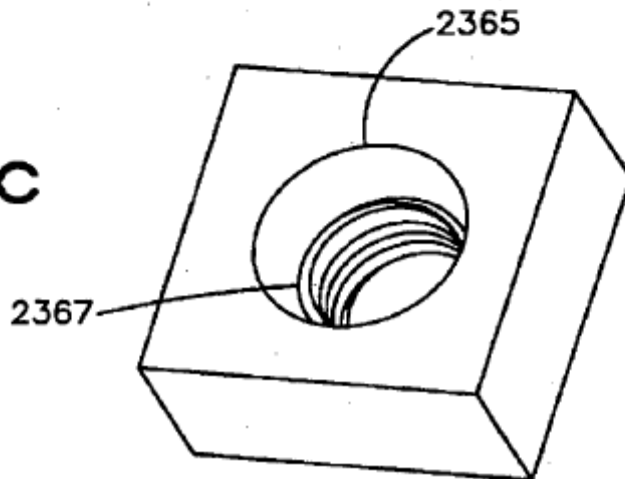
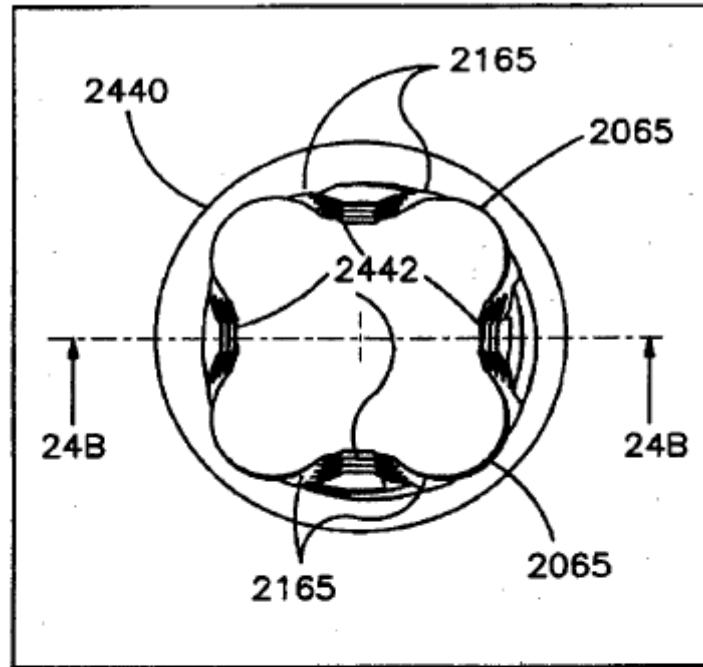
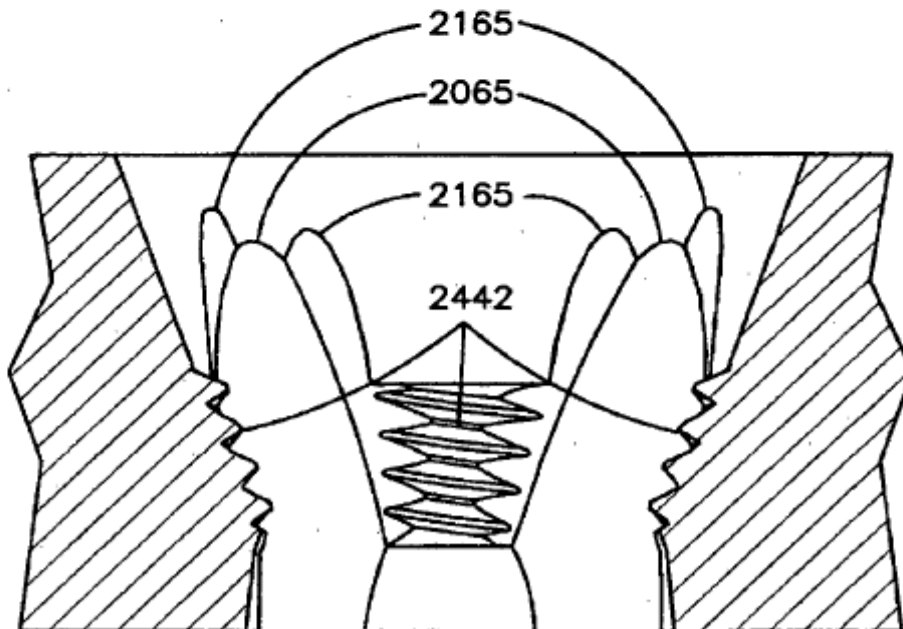


Fig.23C





**Fig.24A**



**Fig.24B**

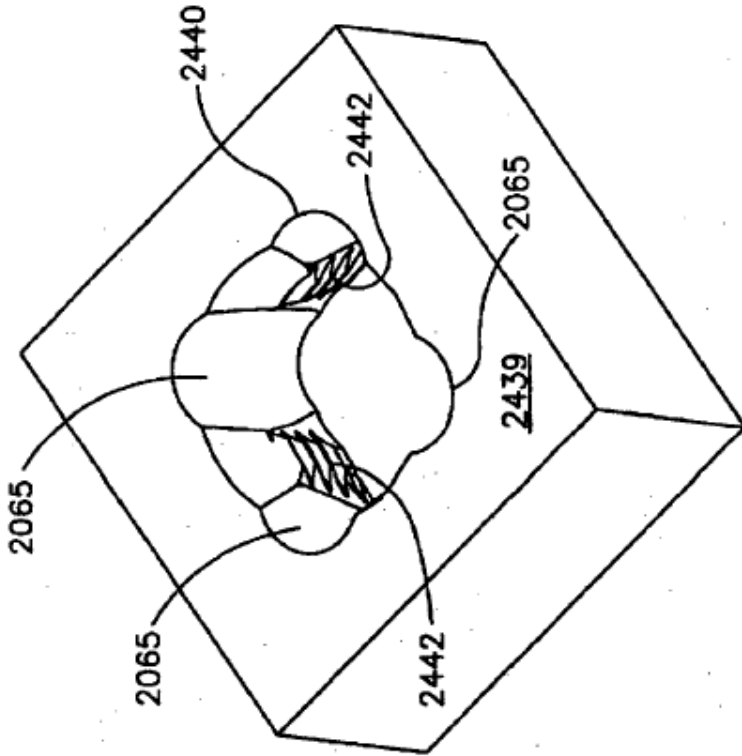


Fig.24C

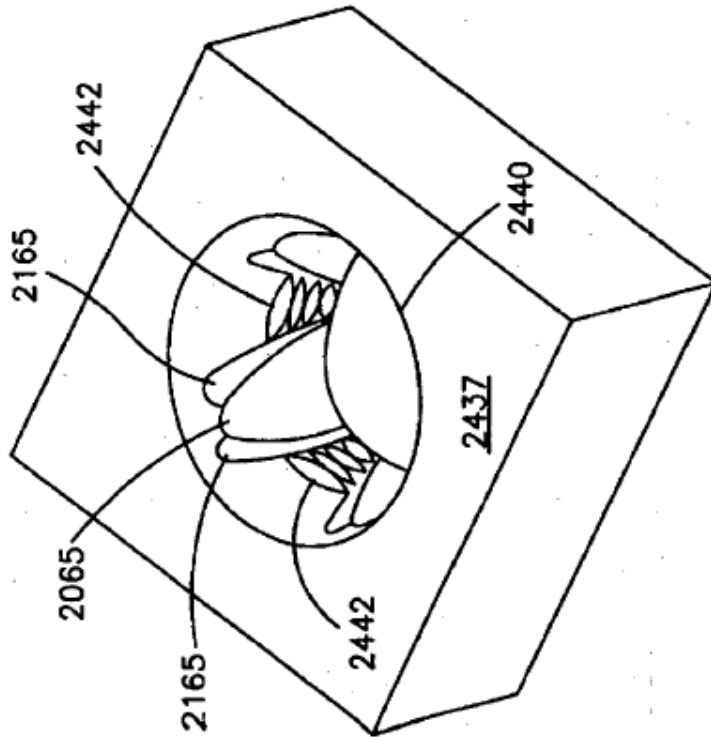


Fig.24D

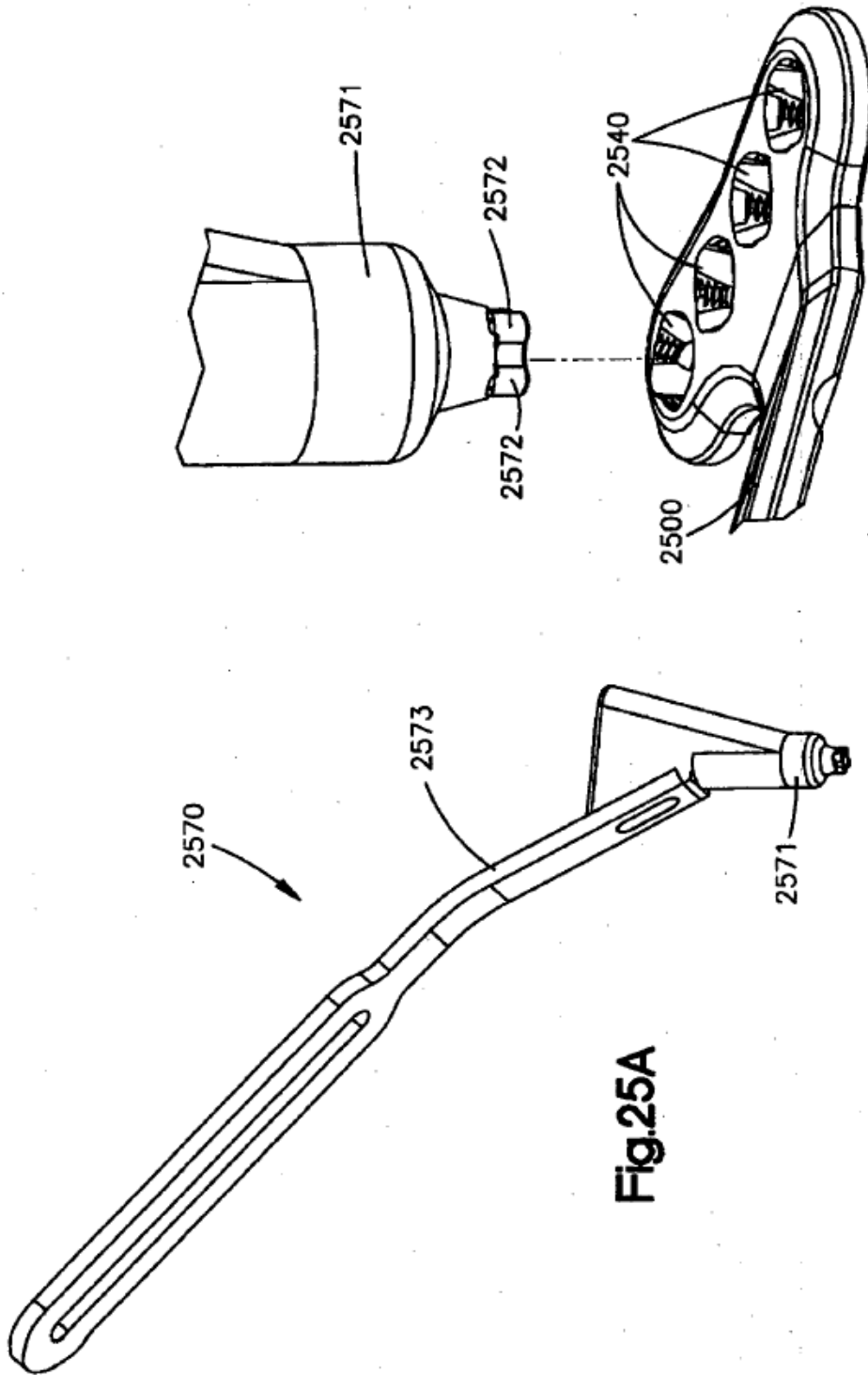
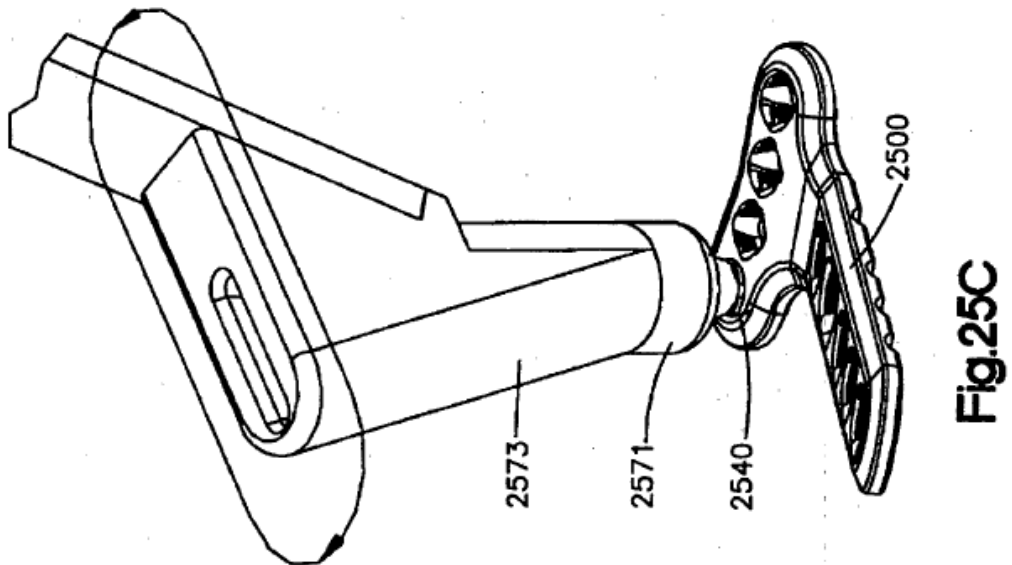
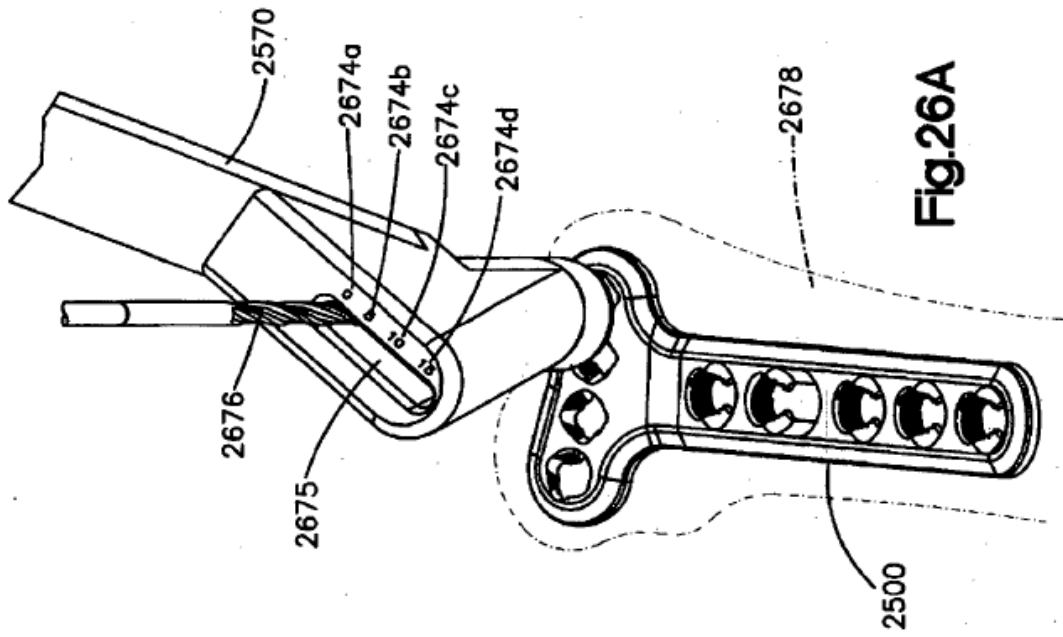
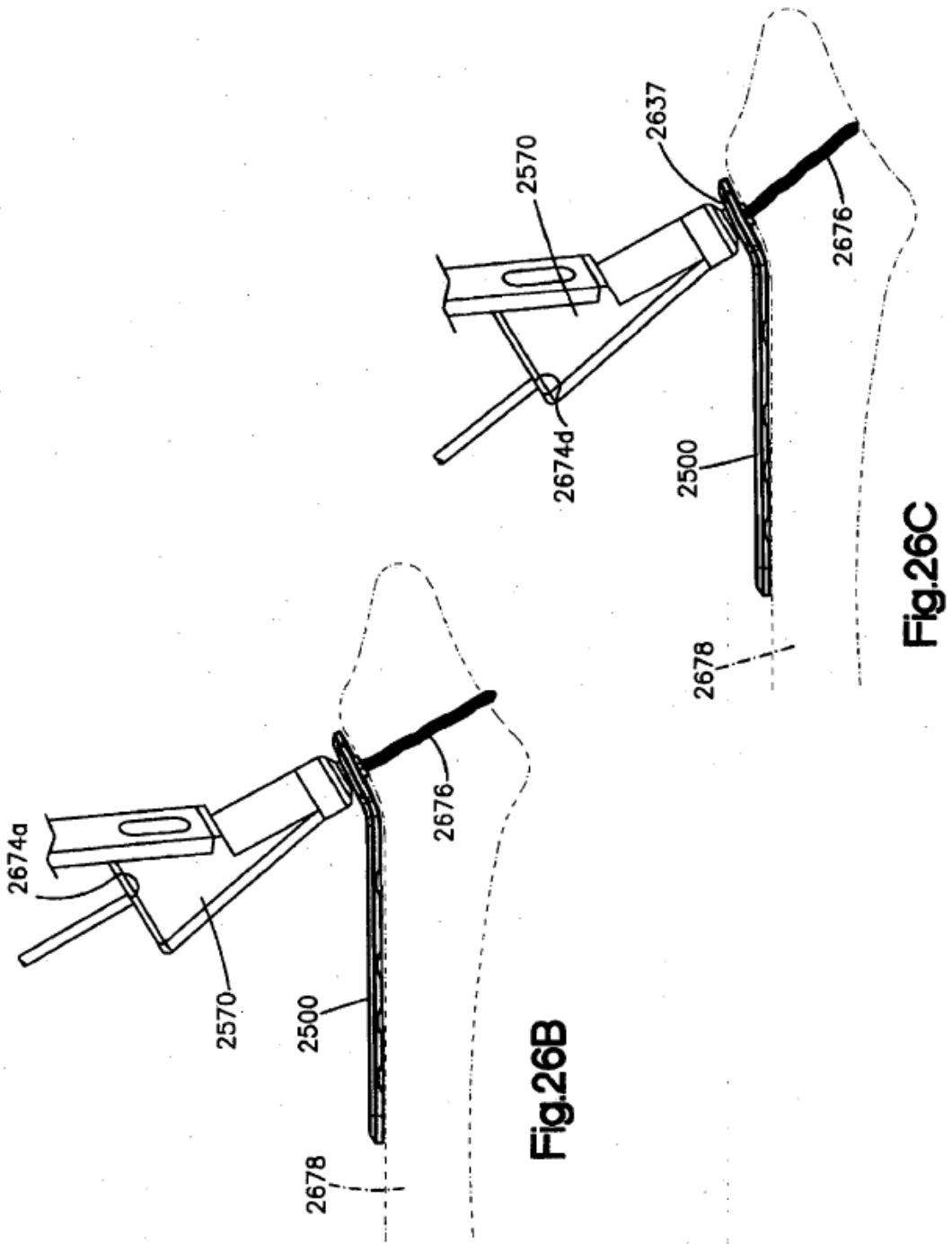


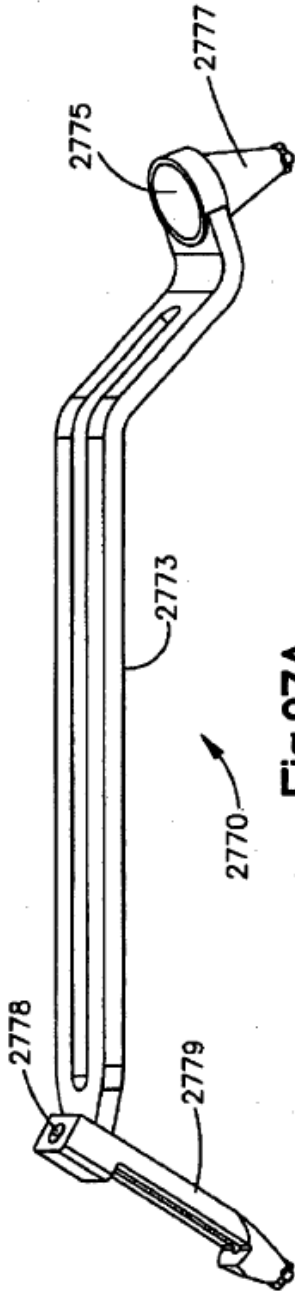
Fig.25B

Fig.25A

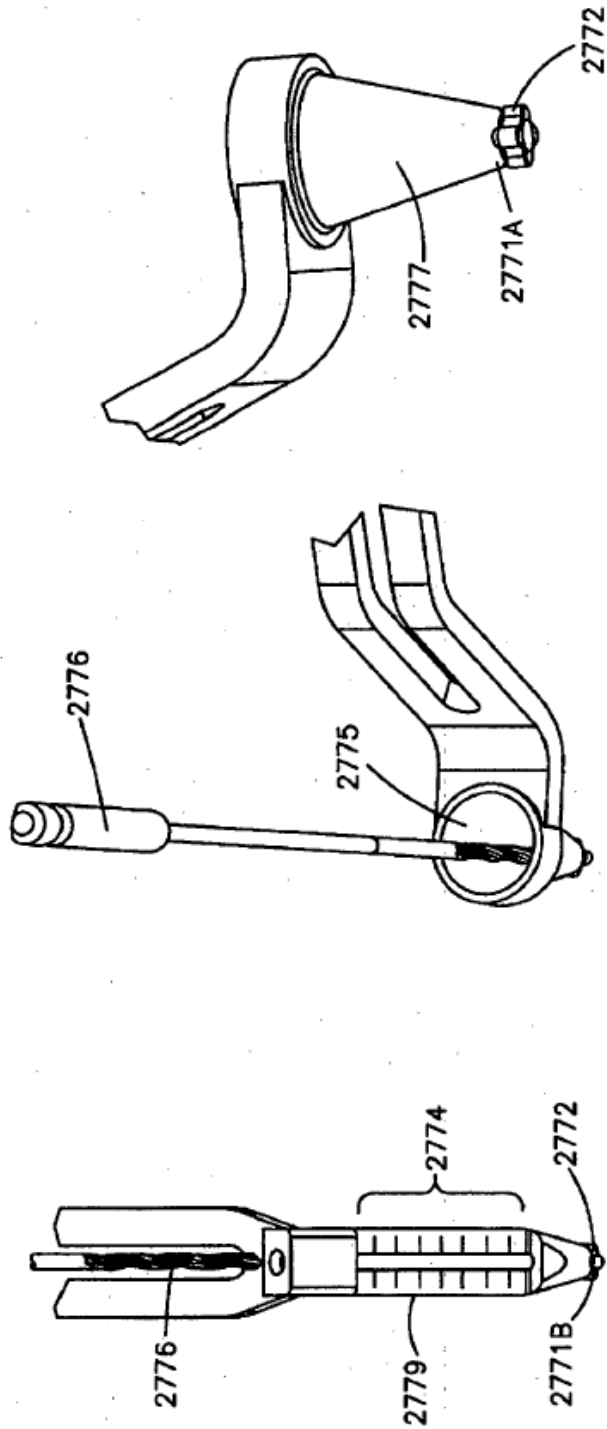








**Fig.27A**



**Fig.27B**

**Fig.27C**

**Fig.27D**

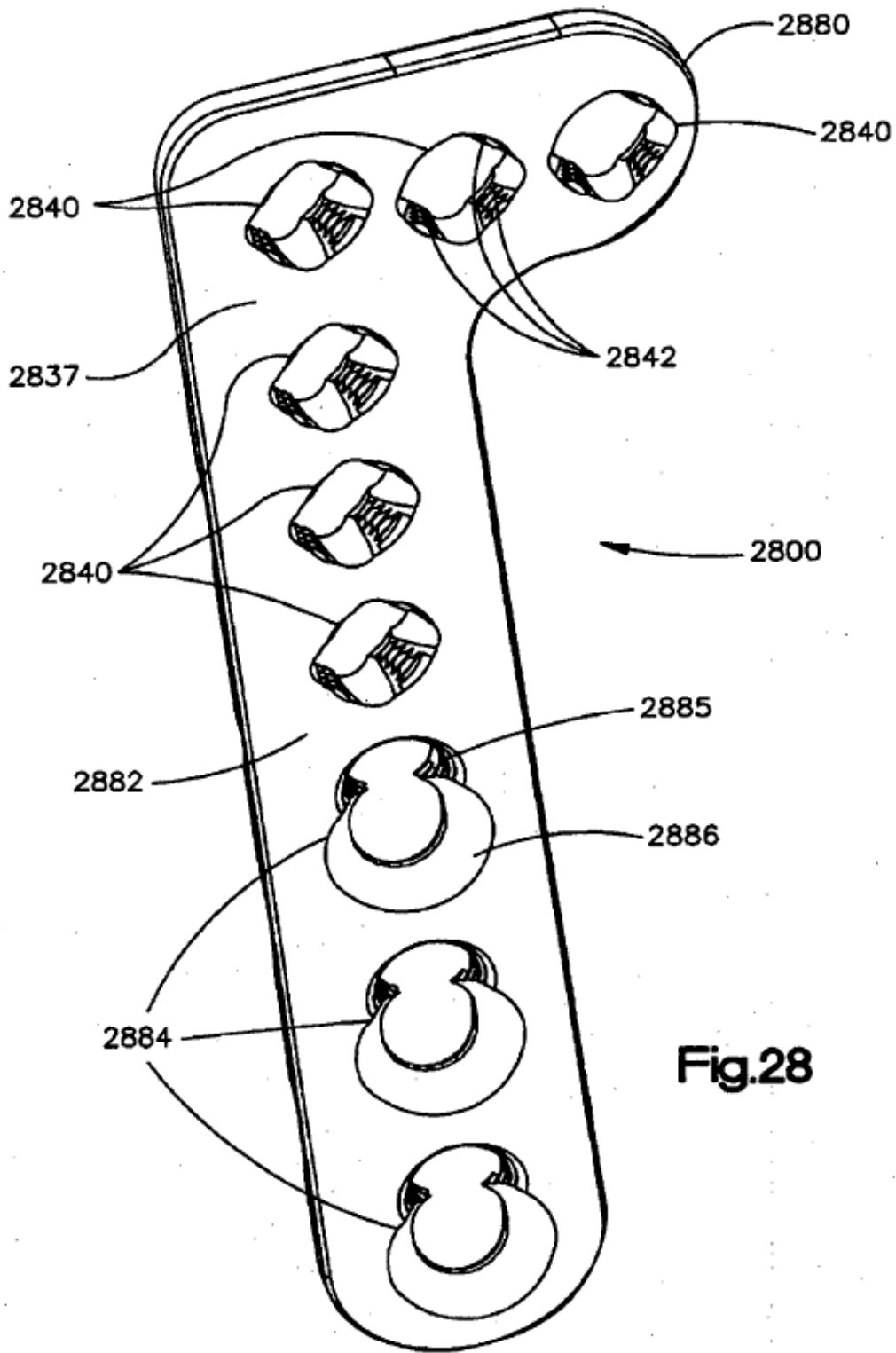
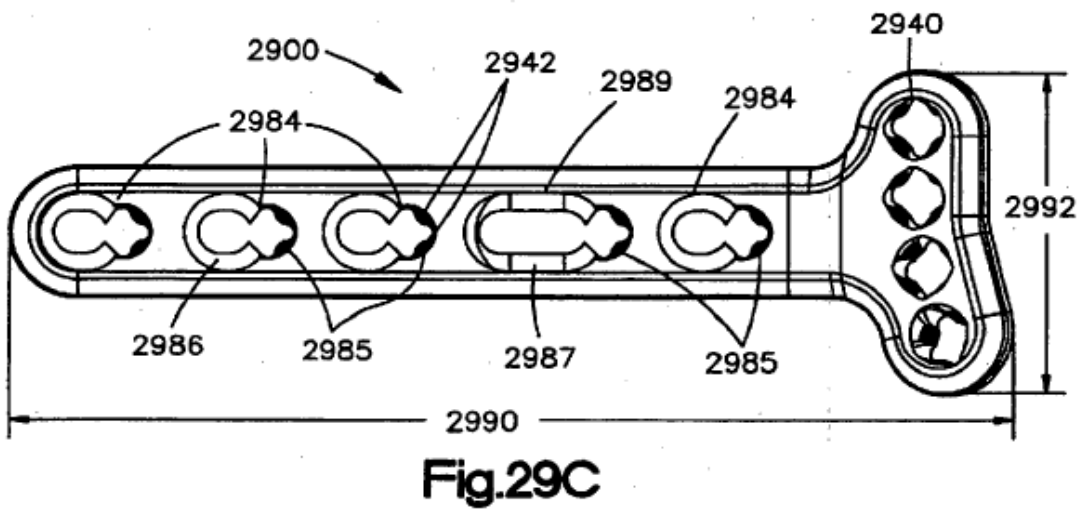
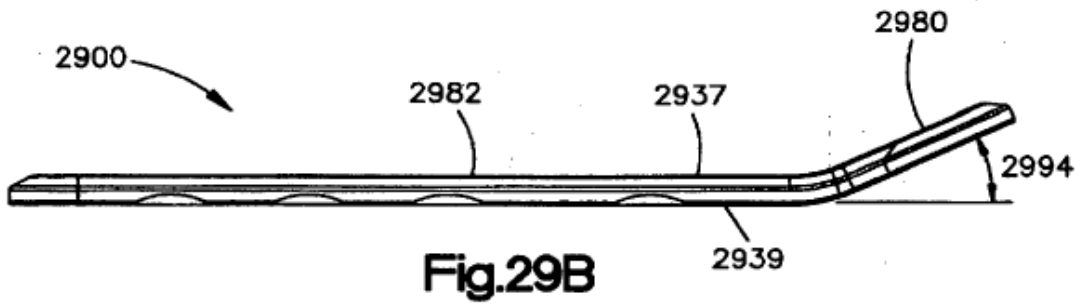
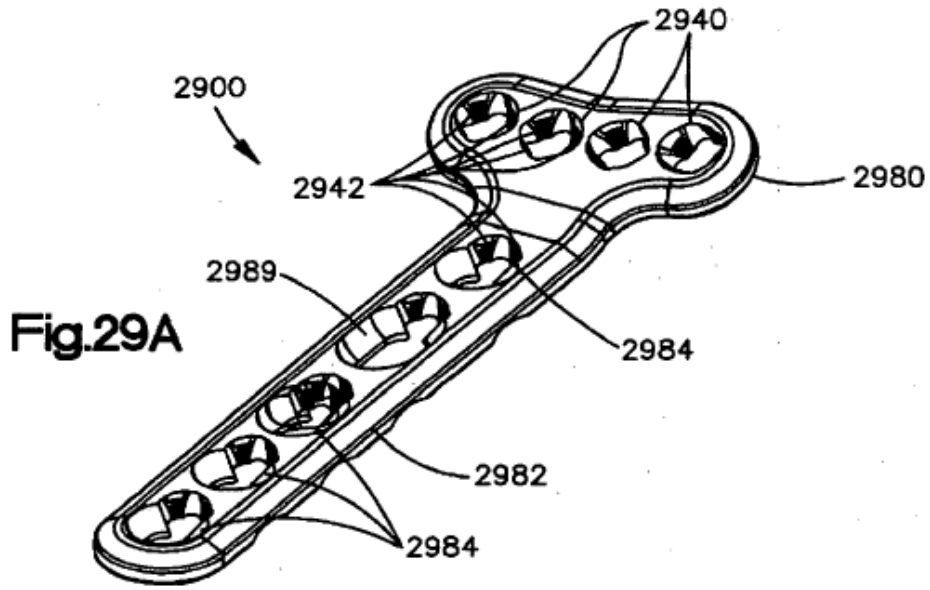


Fig.28



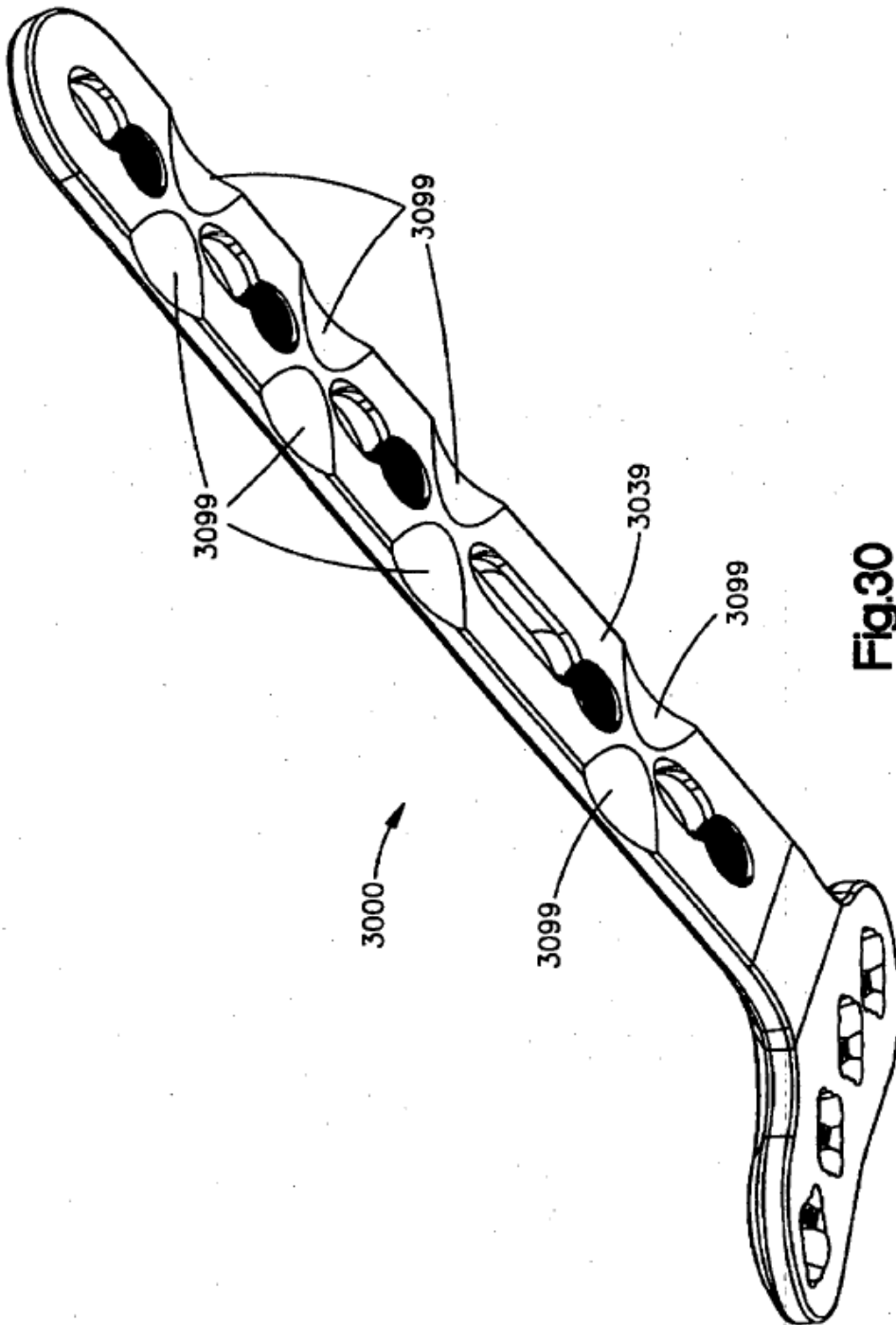
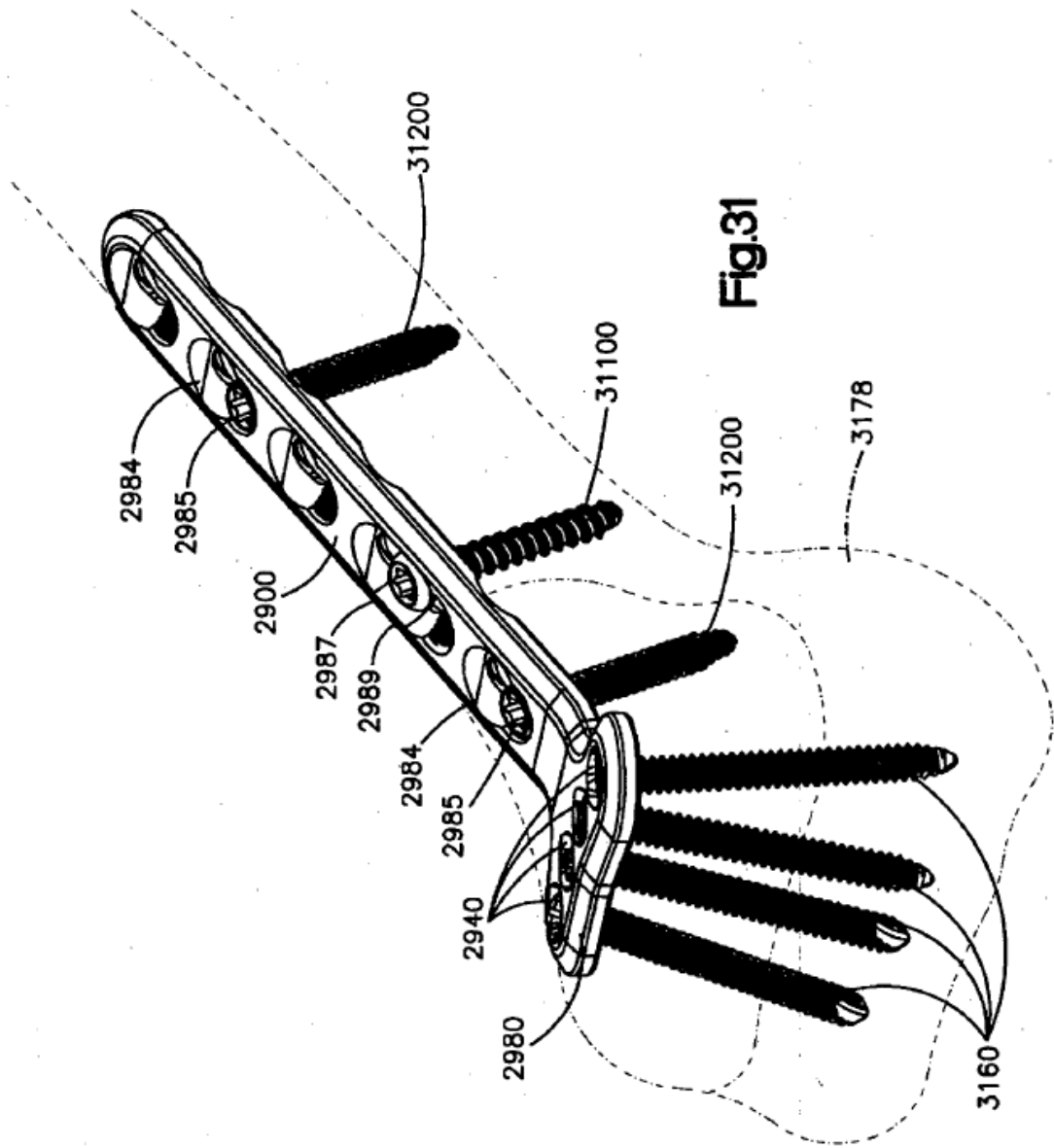
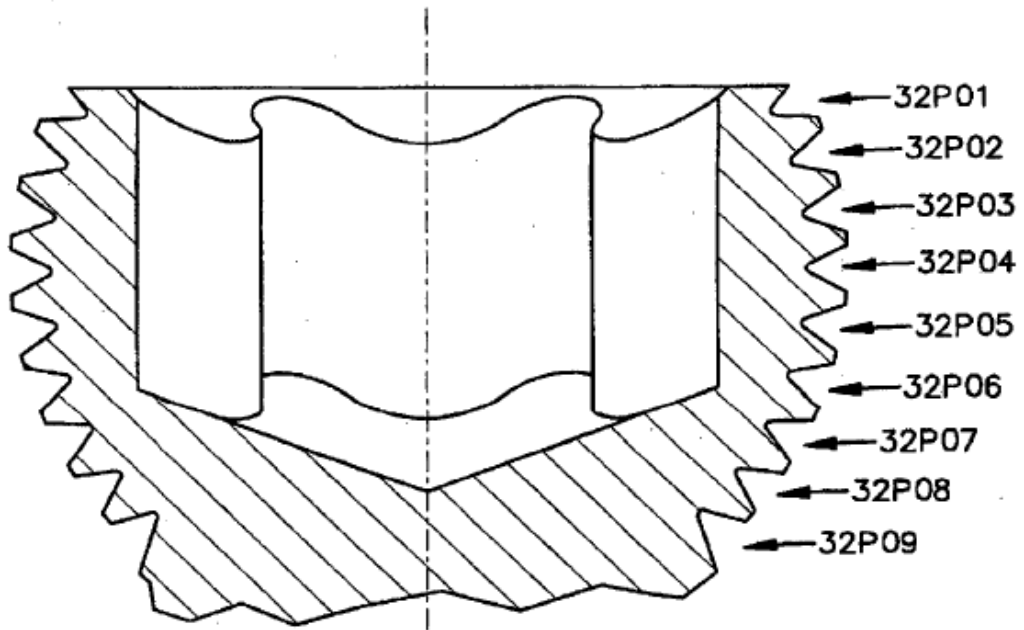
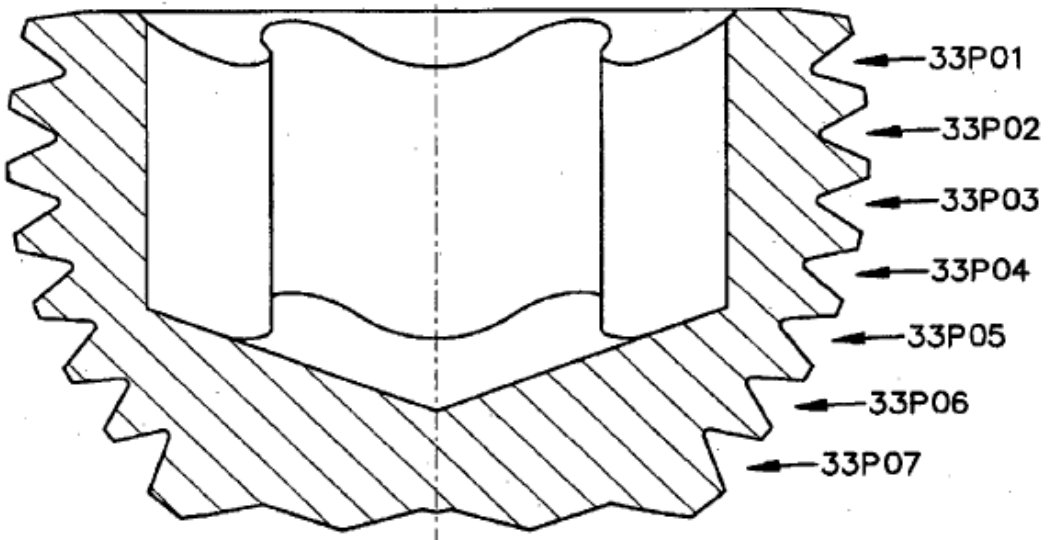


Fig.30

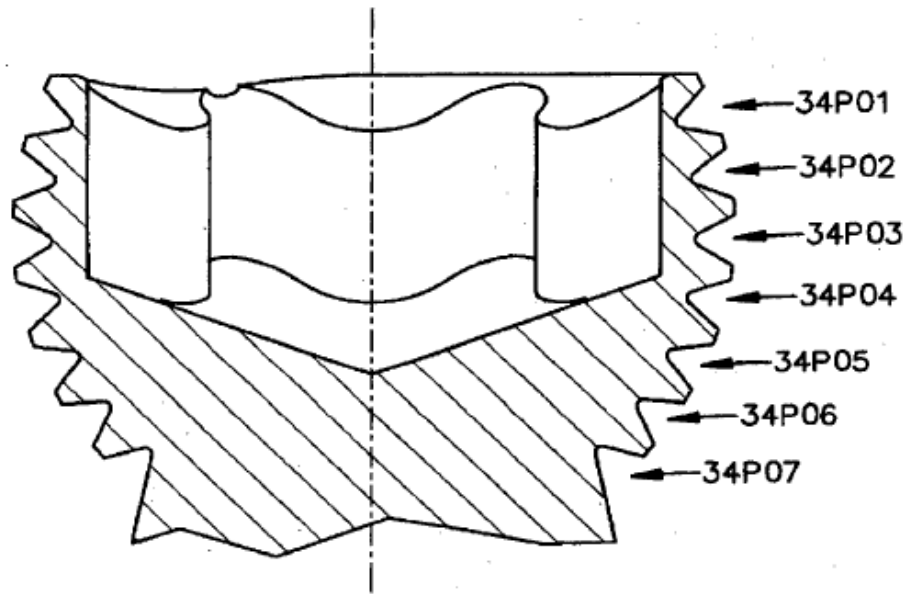




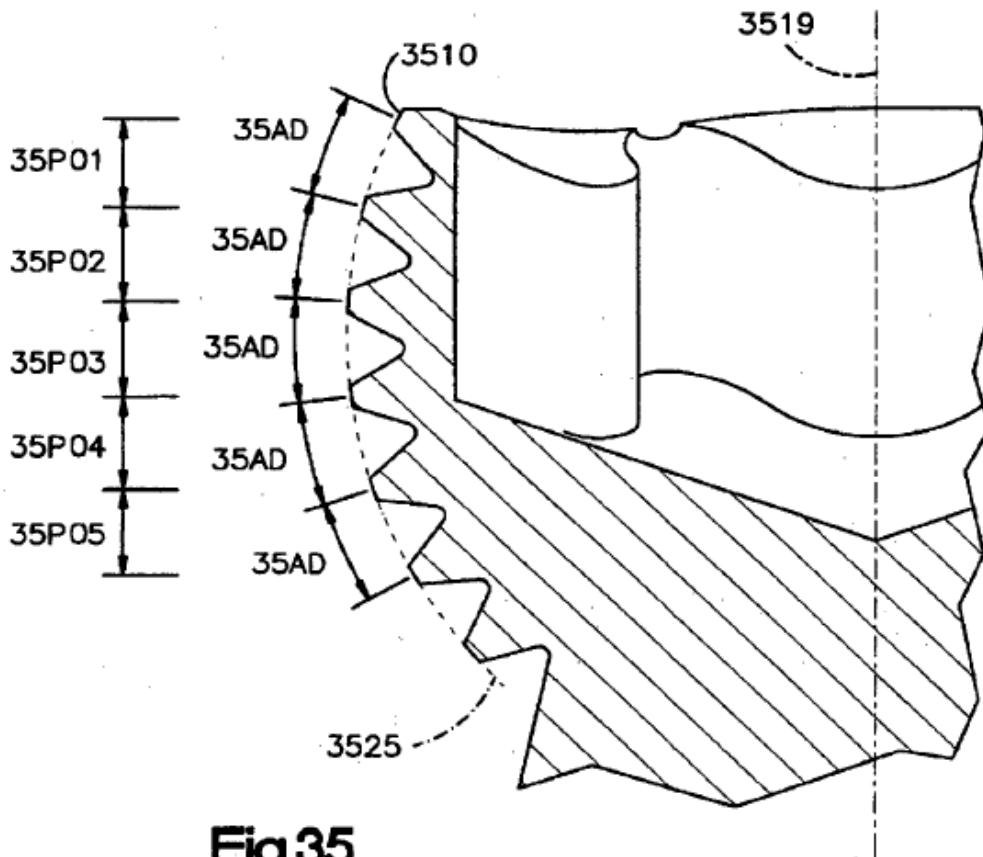
**Fig.32**



**Fig.33**



**Fig.34**



**Fig.35**



**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden  
5 excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

**Documentos de patente citados en la descripción**

- EP 1767160 A [0014]

10