

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 993**

51 Int. Cl.:

A61B 17/80 (2006.01)

A61B 17/70 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.07.2011 PCT/EP2011/062165**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.01.2012 WO12010522**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2011 E 11732470 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016 EP 2595555**

54 Título: **Tornillo para hueso autobloqueante para la fijación de un implante**

30 Prioridad:

22.07.2010 US 841531

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

02.06.2017

73 Titular/es:

**AESULAP AG (100.0%)
Am Aesculap-Platz
78532 Tuttlingen, DE**

72 Inventor/es:

**KOVACH, MATTHEW;
LEARY, SCOTT;
WIMBERLEY, DAVID W.;
WEAVER, PAUL y
PEUKERT, ANDREA**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 614 993 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

Tornillo para hueso autobloqueante para la fijación de un implante

Campo

5 La presente divulgación se refiere, en general a tornillos para huesos y a ensamblajes de placas de fijación para tratar la columna vertebral y, más concretamente, a un tornillo para hueso autobloqueante de fijación al hueso para fijar un implante al hueso según se define en la reivindicación 1.

Antecedentes

10 Los discos de la columna vertebral permiten el soporte entre vértebras adyacentes de la columna vertebral. Con el tiempo, los discos pueden romperse, degenerar o sobresalir hacia el exterior de su espacio normal como resultado de lesiones, degradación o enfermedades. En estos casos, el estado del disco se puede debilitar o puede peligrar hasta el punto de que el espacio intervertebral alrededor del disco quede aplastado. Los cambios en la forma del disco pueden provocar que la columna pierda su curvatura normal, cree pinzamientos de los nervios en el espacio discal, y provoque un crónico dolor de espalda.

15 Pueden practicarse distintas técnicas quirúrgicas para tratar los discos dañados o degenerados. En una técnica, el disco es eliminado, y las vértebras adyacentes restantes son fundidas entre sí mediante un material de injerto. El material de injerto puede quedar contenido dentro de un implante o jaula intercorporal. Una placa de fijación alargada es, a continuación, colocada sobre el segmento o los segmentos que quedan fundidos. La placa de fijación incluye unas aberturas para alojar los tornillos para huesos. Los tornillos para huesos son insertados a través de las aberturas hasta las vértebras que rodean el segmento o los segmentos para fijar la placa sobre los segmentos fundidos. Una vez fijada, la placa contribuye al control del desplazamiento mutuo de las vértebras cuando las vértebras quedan fundidas entre sí.

20 Es habitual que las vértebras se asienten y compriman conjuntamente en los segmentos que han quedado fundidos. En algunos sistemas, es conveniente una cierta cantidad de asentamiento y compresión para mantener el material de injerto bajo una carga constante para facilitar el recrecimiento óseo y una fusión más energética entre las vértebras. Por tanto, una serie de estructuras de placa hace posible que los tornillos para huesos se trasladen con respecto a la placa para posibilitar que las vértebras se asienten. Por ejemplo, la Patente estadounidense No. 6,533,786, de Needham, divulga una placa de tres niveles que presenta un par de agujeros circulares en un extremo de la placa, y múltiples pares de hendiduras alargadas a lo largo del resto de la placa. Los agujeros circulares y las hendiduras están adaptadas para recibir tornillos para huesos. La traslación del tornillo se regula en función de la forma y tamaño de los agujeros o hendiduras. Una vez que la placa está anclada a las vértebras, los agujeros circulares impiden cualquier traslación del tornillo para huesos de la placa en un extremo de la placa, la fijación de un extremo de la placa al cuerpo vertebral subyacente. Las hendiduras alargadas permiten la traslación limitada de los tornillos para huesos en otros niveles, haciendo posible el asentamiento de esos segmentos. Dado que un extremo de la placa está fijo, los niveles alejados del extremo fijo se asientan en una dirección hacia el extremo fijo de la placa.

35 La patente estadounidense No. 6,755,833 de Paul et al. muestra una disposición de placa que incorpora unos agujeros circulares y unas hendiduras alargadas que se extienden por pares a lo largo de la extensión de la placa, y una banda flexible se extiende sobre los agujeros y las hendiduras para impedir el retroceso de los tornillos después de que son introducidos en el hueso. Como en el caso de la placa de Needham, la traslación de los tornillos está en función de las formas y tamaños de los agujeros y las hendiduras. Los agujeros y las hendiduras con longitudes relativamente cortas sirven como aberturas de soporte para fijar la placa a una o más vértebras. Las hendiduras con longitudes mayores permiten que la placa se traslade en otros niveles. Empezando por un extremo de la placa y desplazándose hacia el otro extremo, la longitud de cada hendidura se alarga progresivamente, haciendo posible el asentamiento progresivo cuando las hendiduras se alargan.

45 La Publicación estadounidense No. 2005/0049595 divulga una pluralidad de placas con diferentes combinaciones de agujeros circulares, hendiduras alargadas y bloques de soporte. Los agujeros circulares fijan rígidamente la placa a un cuerpo vertebral subyacente e impiden la traslación de los tornillos con respecto a la placa en esos emplazamientos de los agujeros. Las hendiduras y los bloques de soporte proporcionan una traslación limitada de los tornillos con respecto a la placa. El asentamiento de las vértebras queda limitado a la disposición específica de los agujeros circulares, las hendiduras y los bloques de soporte. El grado de traslación facilitado por los bloques de soporte es controlado por unas superficies de tope en emplazamientos específicos sobre la placa. La cantidad de traslación puede ajustarse utilizando bloques de soporte intercambiables de diferentes formas y estilos.

50 Uno de los inconvenientes de los sistemas de aplicación de placas conocidos es que las configuraciones de agujeros y hendiduras dictan la forma en que el asentamiento va a producirse, dejando al cirujano muy pocas opciones para controlar el asentamiento de las vértebras antes de la fusión ósea (artrodesis). El control donde se produce el asentamiento, y la manera en la que el asentamiento se produce es importante porque el asentamiento de un segmento puede seriamente influir en la función y estado de los segmentos adyacentes. En muchas técnicas de fusión, el paciente presenta un disco adyacente que no requiere intervención quirúrgica, pero que muestra señales tempranas de un estado degenerativo. En dichos casos, es conveniente impedir que el segmento adyacente

degenerare el disco impidiendo el asentamiento o colapso. En cualquier movimiento vertebral adyacente al disco degenerativo puede cambiar la separación alrededor del disco degenerativo, lo que puede hacer empeorar el estado del disco, limitar su funcionalidad y acelerar la degeneración del disco. Los agujeros y las hendiduras que dictan la forma en que el asentamiento se produce pueden no estar diseñados para controlar el asentamiento donde el control se necesita.

Para evitar la incidencia en los discos adyacentes, algunos cirujanos eligen placas con agujeros para tornillos circulares que rígidamente fijan la placa y los tornillos, e impidan la traslación y el asentamiento de los tornillos. Esto acarrea una serie de problemas potenciales. Si los tornillos no pueden trasladarse dentro de la placa, y la placa no permite el asentamiento, los segmentos fundidos quedarán protegidos de los esfuerzos por los tornillos y la placa. El material de injerto no se mantendrá bajo una carga constante, limitando el crecimiento óseo y la fusión de los segmentos blindados de esfuerzos.

Un inconveniente relacionado con los sistemas de aplicación de placas conocidos es que muchas placas limitan el asentamiento y la traslación de los tornillos en una dirección, hacia un extremo de la placa. Por ejemplo, una pluralidad de placas incorporan unos agujeros circulares en un extremo de la placa y unas hendiduras dispuestas a lo largo del resto de la placa. Los agujeros circulares en un extremo de la placa no permiten la traslación de los tornillos, la fijación de la placa a la vértebra en ese tornillo. Las hendiduras permiten que sus respectivos tornillos se trasladen, permitiendo que se produzca el asentamiento lejos del extremo fijo. Las hendiduras, sin embargo, no ofrecen ningún control respecto del asentamiento en niveles específicos. Por tanto, si un cirujano quiere hacer posible que el asentamiento se produzca en niveles alejados del extremo fijo, y al mismo tiempo quiere variar la cantidad de asentamiento en diferentes segmentos, las hendiduras no proporcionan ningún mecanismo de control para llevar esto a cabo.

Dado que las configuraciones de las hendiduras dictan la manera y el punto donde se produce la traslación de los tornillos, un cirujano puede verse compelido a disponer de un surtido de diferentes placas, teniendo a mano cada placa para afrontar una indicación específica. Por ejemplo, el cirujano puede tener que conseguir una placa con agujeros circulares en una sección o secciones centrales de la placa y unas hendiduras alargadas o bloques de soporte en los extremos de la placa, para fijar los tornillos en la sección o secciones centrales de la placa. Las técnicas de fusión que conllevan placas de tres niveles que incorporan cuatro filas de tornillos, el cirujano puede necesitar una placa con agujeros circulares en las dos filas interiores para fijar la placa en esas secciones, o una placa con agujeros circulares en solo una de las filas interiores para fijar la placa únicamente en esa sección. Dadas las muchas opciones de placas, la técnica de determinar la placa adecuada puede ser difícil, en particular en procedimientos que implican tres o más niveles. El cirujano debe seleccionar una placa que incorpore la combinación de agujeros y hendiduras correcta, y la selección correcta de los tamaños y formas de las hendiduras para controlar el asentamiento de una manera conveniente.

Un tornillo para hueso autobloqueante tal como se define en el preámbulo de la reivindicación 1 es conocido a partir del documento US 2007/0288025 A1. Los sistemas de aplicación de placas de fijación se divulgan en los documentos WO 2006/069089 A2, US 2004/0030336 A1, US 2009/0192549 A1, WO 2006/063036 A1, EP 0 995 404 A1 y US 2008/0288001 A1.

En resumen, los sistemas que controlan la traslación de los tornillos en función de las geometrías de las hendiduras, de los bloques de soporte y / o de las superficies de tope proporcionan unas opciones limitadas para los cirujanos, y pueden compeler a los hospitales a suministrar un gran número de placas de fijación diferentes para proporcionar a los cirujanos las opciones que necesitan para afrontar las diferentes contingencias.

Sumario

Este objetivo se resuelve de acuerdo con la invención mediante un tornillo para hueso autobloqueante según se define en la reivindicación 1.

Otras formas de realización preferentes se definen en las reivindicaciones dependientes.

Los inconvenientes de los sistemas de aplicación de placas de fijación conocidos se resuelven en gran medida mediante los siguientes sistemas de aplicación de placas, que no están de acuerdo con la invención.

En una forma de realización, el sistema incluye una placa alargada que presenta un primer extremo, un segundo extremo y un eje geométrico longitudinal que se extiende desde el primer extremo hasta el segundo extremo. El primer extremo incluye una primera hendidura que presenta un eje geométrico largo paralelo al eje geométrico longitudinal de la placa, y un eje geométrico corto perpendicular al eje geométrico longitudinal de la placa. El segundo extremo incluye una segunda hendidura alargada que presenta un eje geométrico largo paralelo al eje geométrico longitudinal de la placa y un eje geométrico corto perpendicular al eje geométrico longitudinal de la placa. Cada una de las primera y segunda hendiduras alargadas presenta una porción de asiento. Un primer medio de fijación incluye una cabeza y un fuste, teniendo el fuste un diámetro inferior a las longitudes de los ejes geométricos cortos de las primera y segunda hendiduras alargadas para que el fuste del primer medio de fijación pueda ser insertado a través de la primera o la segunda hendiduras alargadas. La cabeza del primer medio de fijación tiene un perfil de cabeza configurado para encajar con las porciones de asiento de las primera y segunda hendiduras

- alargadas en un ajuste de interferencia para impedir la traslación de la cabeza dentro de las primera y segunda hendiduras alargadas. Un segundo medio de fijación presenta una cabeza y un fuste, teniendo el fuste un diámetro también inferior a las longitudes de los ejes geométricos cortos de la primera y la segunda hendiduras alargadas para que el fuste pueda ser insertado a través de la primera o la segunda hendiduras alargadas. La cabeza del
- 5 segundo medio de fijación presenta un perfil de cabeza configurado para encajar con las porciones de asiento de las primera y segunda hendiduras alargadas en un encaje deslizante para hacer posible la traslación de la cabeza dentro de las hendiduras. El primer medio de fijación es insertable de modo selectivo dentro de la primera o la segunda hendidura alargada en un ajuste de interferencia para fijar la placa a la primera vértebra y restringir el
- 10 movimiento de la primera vértebra con respecto a la placa. El segundo medio de fijación es insertable de modo selectivo dentro de la primera o la segunda hendiduras alargadas en un ajuste de interferencia para fijar la placa a la segunda vértebra y permitir el desplazamiento de la segunda vértebra con respecto a la placa.
- De modo opcional, la primera hendidura alargada en el primer extremo de la placa comprende un par de hendiduras alargadas que se extienden paralelas entre sí en el primer extremo de la placa.
- De modo ventajoso, la segunda hendidura alargada en el segundo extremo de la placa comprende un par de
- 15 hendiduras alargadas que se extienden paralelas entre sí en el segundo extremo de la placa.
- De modo opcional, la placa comprende una sección intermedia entre los primero y segundo extremos de la placa, comprendiendo la sección intermedia una tercera hendidura alargada que presenta un eje geométrico paralelo al eje geométrico longitudinal de la placa y un eje geométrico corto perpendicular al eje geométrico longitudinal de la placa, presentando la tercera hendidura alargada una porción de asiento y una configuración de hendidura idéntica a las
- 20 primera y segunda hendiduras alargadas.
- De modo ventajoso, la tercera hendidura alargada comprende un par de hendiduras alargadas que se extienden paralelas entre sí en la sección intermedia de la placa.
- De modo opcional, la placa comprende una ventana entre las primera y tercera hendiduras alargadas, o entre la segunda y tercera hendiduras alargadas.
- 25 Otra forma de realización de un sistema de aplicación de placas de fijación incluye una placa alargada que presenta un primer extremo, un segundo extremo y eje geométrico longitudinal que se extiende desde el primer extremo hasta el segundo extremo. El primer extremo incluye una primera hendidura alargada que presenta un eje geométrico largo paralelo al eje geométrico longitudinal de la placa y un eje geométrico corto perpendicular al eje geométrico longitudinal de la placa. El segundo extremo incluye una segunda hendidura alargada que presenta un eje
- 30 geométrico paralelo al eje geométrico longitudinal de la placa y un eje geométrico corto perpendicular al eje geométrico longitudinal de la placa. Las primera y segunda hendiduras alargadas presentan, cada una, una porción de asiento. Un primer medio de fijación incluye una cabeza y un fuste, siendo el fuste del primer medio de fijación recibido a través de la primera hendidura alargada y la cabeza del primer medio de fijación situada dentro de la porción de asiento de la primera hendidura alargada en un ajuste de interferencia para impedir la traslación de la
- 35 cabeza dentro de la primera hendidura alargada. El segundo medio de fijación presenta una cabeza y un fuste, siendo el fuste del segundo medio de fijación recibido a través de la segunda hendidura alargada y la cabeza del segundo medio de fijación situada en la porción de asiento de la segunda hendidura alargada en una combinación o ensamblaje sin interferencia para hacer posible la traslación de la cabeza dentro de la segunda hendidura alargada.
- De modo opcional, el primer medio de fijación es insertable de manera selectiva o bien en la primera hendidura
- 40 alargada o bien en la segunda hendidura alargada en un ajuste de interferencia para fijar la placa a una primera vértebra y restringir el movimiento de la placa con respecto a la primera vértebra.
- De modo ventajoso, el segundo medio de fijación es insertable de manera selectiva dentro de o bien la primera hendidura alargada o bien la segunda hendidura alargada en un ajuste sin interferencia para fijar la placa a la
- 45 segunda vértebra y hacer posible la traslación de la placa con respecto a la segunda vértebra.
- Otra forma de realización ofrece un procedimiento de controlar el asentamiento de las vértebras durante la fusión de una columna vertebral que no forma parte de la invención. Un procedimiento incluye las etapas de colocación de una placa de fijación sobre unas primera, segunda y tercera vértebras, comprendiendo la placa de fijación un primer
- 50 extremo, un segundo extremo opuesto al primer extremo y una sección intermedia entre los primero y segundo extremos, presentando la placa de fijación unas hendiduras alargadas en el primer extremo, el segundo extremo y la sección intermedia, presentando las hendiduras alargadas configuraciones idénticas, el posicionamiento de la placa de fijación con respecto a las primera, segunda y tercera vértebras para que una de las hendiduras longitudinales quede alineada sobre cada una de las primera, segunda y tercera vértebras, la selección de uno los primero, segundo y tercer segmentos como un segmento en el que el asentamiento deba quedar limitado, la inserción de un
- 55 medio de fijación semiconstreñido a través de una hendidura alargada adyacente al segmento en el que el asentamiento deba quedar limitado, el anclaje del medio de fijación semiconstreñido dentro de una de las primera, segunda y tercera vértebras, siendo el medio de sujeción semiconstreñido recibido dentro de la placa en un ajuste de interferencia, la inserción de unos medios de fijación dinámicos a través de las restantes hendiduras que no reciben el medio de sujeción semiconstreñido, y el anclaje de los medios de fijación dinámicos dentro de las

vértebras, presentando los medios de fijación dinámicos idénticas configuraciones y siendo recibidos dentro de la placa en una disposición deslizante para permitir la traslación de los medios de fijación dinámicos con respecto a la placa.

- 5 La invención ofrece un tornillo para hueso autobloqueante para fijar un implante al hueso. El tornillo para hueso incluye un cuerpo del tornillo que presenta una cabeza y un fuste alargado que se extiende desde la cabeza. La cabeza incorpora una pluralidad de pétalos radialmente expansibles que rodean un paso hueco dentro de la cabeza. El paso incluye un rebajo que se extiende entre los pétalos y un receptáculo que se extiende desde el rebajo hasta el interior del fuste. El rebajo incluye una sección de embocadura que forma una entrada dentro del paso desde el exterior de la cabeza, una cámara que presenta una sección de asiento y un labio entre la sección de embocadura y la cámara, proyectándose el labio radialmente hacia dentro hasta el interior del paso. El rebajo contiene un muelle que presenta una porción de cuerpo con forma de anillo y al menos una extensión deformable que se extiende desde la porción de cuerpo. La porción de cuerpo incluye una sección de diámetro más pequeña, una sección de diámetro mayor y un resalto entre las secciones de diámetro más pequeño y mayor. La extensión deformable encaja con la sección de asiento dentro de la cámara y crea un empuje de muelle que retiene el resalto en posición contigua con el labio. El muelle puede desplazarse por dentro del rebajo entre una primera posición operativa, en la que el resalto sobre el muelle colinda con el labio dentro del paso para expandir los pétalos radialmente hacia fuera y bloquearlos en la posición radialmente expandida, y una segunda posición operativa en la que el resalto queda separado de la posición colindante con el labio para bloquear los pétalos y permitir que se retraigan radialmente hacia dentro.
- 10
- 15
- 20 De manera opcional, el muelle es retenido cautivo dentro del rebajo del paso entre el labio y la sección de asiento, impidiendo el labio que el muelle se salga del paso a través de la sección de embocadura, e impidiendo la sección de asiento que el muelle entre en el receptáculo.

De modo ventajoso, al menos una extensión deformable comprende una formación circular de pies deformables que se extienden desde la porción de cuerpo.

- 25 De modo opcional, la porción de cuerpo con forma de anillo presenta un eje geométrico longitudinal central y los pies deformables se extienden radialmente hacia dentro en dirección al eje geométrico longitudinal central cuando se extienden a distancia de la porción de cuerpo con forma de anillo.
- De modo ventajoso, cada uno de los pies deformables está ahusado.
- De modo opcional, el cuerpo configurado en anillo forma una abertura central que se alinea con el receptáculo y permite la inserción de un instrumento de avance a través del muelle y hasta el interior del receptáculo.
- 30 De modo ventajoso, el muelle puede desplazarse dentro del rebajo hasta una tercera posición operativa en la que el resalto sea desplazado alejándose aún más del labio que en la segunda posición operativa, y las patas experimenten una deformación plástica para hacer que el muelle resulte inoperante.

Breve descripción de los dibujos

- 35 En las formas de realización que se describirán se comprenderán mejor en combinación con las figuras de los dibujos, de las que:
- La FIG. 1 es una vista en perspectiva de un sistema de aplicación de placas de acuerdo con una forma de realización y que comprende un tornillo para hueso autobloqueante de acuerdo con la invención, que se muestra de modo esquemático sobre una espina dorsal de una persona como el sistema aparecería en una posible disposición;
- 40 la FIG. 2 es una vista desde arriba de una placa utilizada en el sistema mostrado en la FIG. 1;
- la FIG. 3 es una vista lateral de un tornillo de acuerdo con la invención utilizado en el sistema mostrado en la FIG. 1;
- la FIG. 4 es una vista desde arriba del tornillo mostrado en la FIG. 3;
- 45 la FIG. 5 es una vista en sección transversal lateral del tornillo mostrado en la FIG. 3;
- la FIG. 6 es una vista en perspectiva de un componente de muelle utilizado en el tornillo mostrado en la FIG. 3;
- la FIG. 7 es una vista lateral del componente de muelle mostrado en la FIG. 6;
- 50 la FIG. 8 es una vista en sección transversal lateral truncada del tornillo mostrado en la FIG. 3 que muestra un componente interior en un primer estado;

la FIG. 9 es una vista en sección transversal lateral truncada del tornillo mostrado en la FIG. 3, que muestra un componente interior en un segundo estado;

la FIG. 10 es una vista en sección transversal lateral truncada del tornillo mostrado en la FIG. 3, que muestra un componente interior en un tercer estado;

5 la FIG. 11 es una vista en sección transversal lateral truncada de la placa utilizada en el sistema mostrado en la FIG. 1, con un primer tornillo insertado a través de la placa;

la FIG. 12 es una vista de tamaño ampliado de una porción de la FIG. 11;

la FIG. 13 es una vista en sección transversal lateral truncada de la placa utilizada en el sistema mostrado en la FIG. 1, con un segundo tornillo insertado a través de la placa;

10 la FIG. 14 es una vista de tamaño ampliado de una porción de la FIG. 13;

la FIG. 15 es una vista frontal del sistema de aplicación de placas mostrado en la FIG. 1, mostrándose el sistema de aplicación de placas después de un primer transcurso de tiempo después de un procedimiento de fusión; y

15 la FIG. 16 es una vista frontal del sistema de aplicación de placas mostrado en la FIG. 1, mostrándose el sistema de aplicación de placas después de un segundo transcurso de tiempo después de un procedimiento de fusión.

Descripción detallada

Aunque la descripción subsecuente se ofrece con referencia a formas de realización específicas, la descripción no pretende quedar limitada a los detalles mostrados y descritos. Pueden efectuarse diversas modificaciones de detalle al tiempo del ámbito y alcance de las reivindicaciones.

Los sistemas de aplicación de placas cervicales de los solicitantes pueden ser configurados y ajustados de numerosas formas para controlar la manera en que el asentamiento se produce en los segmentos de fusión. Los segmentos de placas permiten que el asentamiento sea controlado en cada segmento individual. Más concretamente, los sistemas de aplicación de placas permiten que la traslación de los tornillos para huesos sean controlados durante el asentamiento posoperativo. El sistema de aplicación de placas controla no solo la cantidad de traslación de los tornillos sino también la dirección de traslación de cada tornillo con respecto a la placa, y la resistencia relativa a la traslación de cada tornillo. Esto permite que el cirujano controle la cantidad de compresión y el blindaje de los esfuerzos en cada segmento. La cantidad de asentamiento y dirección del asentamiento en cada segmento no es una función de la configuración de agujeros o hendiduras, sino más bien una función de la geometría de la cabeza de los tornillos que se selecciona para una hendidura concreta. Como resultado de ello, todas las hendiduras de la placa pueden estar configuradas de manera idéntica, y un cirujano puede utilizar un diseño de placa en múltiples asentamientos posibles para controlar la traslación y el asentamiento, sin preocuparse acerca de las configuraciones de agujeros y hendiduras. Al considerar la traslación de los tornillos como función de la configuración de la cabeza de los tornillos, una configuración de placa puede ofrecer numerosas opciones para controlar el asentamiento.

Como se destacó anteriormente, muchos sistemas de aplicación de placas conocidos limitan la traslación de los tornillos limitando la longitud de las hendiduras. Los tornillos que deben quedar fijos contra la traslación son colocados en agujeros circulares. Frente a estos sistemas, los sistemas de aplicación de placas de los solicitantes limitan la traslación de los tornillos proporcionando diferentes opciones de cabezas de tornillos que difieren en términos de hasta que punto permiten la traslación. Las placas de los solicitantes contienen unas hendiduras que permiten al cirujano decidir si la traslación de los tornillos debe permitirse en cada nivel, hasta que punto se produzca la traslación, la resistencia relativa a la traslación y la dirección de traslación. En una forma de realización preferente, el sistema de placas ofrece una placa con hendiduras alargadas únicamente, y dos tipos de tornillos. El primer tipo de tornillo presenta una configuración de cabeza de tornillo "semiconstreñida", y el segundo tipo de tornillo presenta una configuración de cabeza de tornillo "dinámica". El término "semiconstreñida", según el término se utiliza con referencia a los tornillos, se define en la presente memoria como una configuración de cabeza de tornillo que permite que la cabeza de tornillo pivote poliaxialmente dentro de una hendidura, pero sustancialmente impide que la cabeza de tornillo se traslade dentro de la hendidura sin incrementar la resistencia. Esto se establece de modo preferente mediante un ajuste de interferencia entre la cabeza de tornillo y la porción de asiento dentro de la hendidura. El término "dinámica" como término utilizado con referencia a las cabezas de los tornillos, se define en la presente memoria como una configuración de cabezas de tornillos que permite que la cabeza de tornillo pivote tanto poliaxialmente dentro de la ranura como trasladarse libremente dentro de la ranura.

Los tornillos semiconstreñidos y los tornillos dinámicos pueden ser utilizados en combinación en una placa para proporcionar una fijación rígida en una sección de la placa, y hacer posible el movimiento vertebral en otras secciones de la placa. Esta combinación de fijación rígida y de asentamiento en una placa puede designarse como "semidinámica". En un ensamblaje de placa semidinámica, los tornillos semiconstreñidos muestran "una traslación

resistiva", un estado en el que las cabezas de los tornillos pueden pivotar pero no pueden trasladarse libremente dentro de sus respectivas hendiduras. Los tornillos dinámicos pueden tanto pivotar como trasladarse libremente dentro de sus respectivas hendiduras, absorbiendo el asentamiento físico anatómico natural con el sistema. Como resultado de ello, las vértebras que sujetan los tornillos dinámicos pueden desplazarse con respecto a la placa durante el asentamiento.

En una forma de realización, un sistema de aplicación de placas de fijación incluye:

- una placa alargada que presenta un primer extremo, un segundo extremo y un eje geométrico longitudinal que se extiende desde el primer extremo hasta el segundo extremo, comprendiendo el primer extremo una primera hendidura alargada que presenta un eje geométrico paralelo largo al eje geométrico longitudinal de la placa y un eje geométrico perpendicular corto al eje geométrico longitudinal de la placa, comprendiendo el segundo extremo una segunda hendidura alargada que presenta un eje geométrico largo paralelo al eje geométrico longitudinal de la placa y un eje geométrico corto perpendicular al eje geométrico longitudinal de la placa, presentando cada una de las primera y segunda hendiduras alargadas una porción de asiento;
- un primer medio de fijación que presenta una cabeza y un fuste, presentando el fuste del primer miembro de fijación un diámetro inferior a las longitudes de los ejes geométricos cortos de las primera y segunda hendiduras alargadas para que el fuste del primer miembro de fijación quede configurado para su inserción a través de las primera y segunda hendiduras alargadas, presentando la cabeza del primer miembro de fijación un perfil de cabeza configurado para encajar con las porciones de asiento de las primera y segunda hendiduras alargadas en un ajuste de interferencia para impedir la traslación de la cabeza dentro de las primera y segunda hendiduras alargadas; y
- un segundo medio de fijación que presenta una cabeza y un fuste, teniendo el fuste del segundo medio de fijación un diámetro inferior a las longitudes de los ejes geométricos cortos de las primera y segunda hendiduras alargadas para que el fuste del segundo medio de fijación quede configurado para su inserción a través de las primera y segunda hendiduras alargadas, presentando la cabeza del segundo medio de fijación un perfil de cabeza configurado para encajar con las porciones de asiento de las primera y segunda hendiduras alargadas en encaje deslizante para permitir la traslación de la cabeza dentro de las primera y segunda hendiduras alargadas, siendo el primer medio de fijación selectivamente insertable dentro de la primera o segunda hendidura alargada en un ajuste de interferencia para fijar la placa a una primera vértebra y restringir el movimiento de la primera vértebra con respecto a la placa, siendo el segundo medio de sujeción selectivamente insertable dentro de la primera o segunda hendidura alargada en un ajuste sin interferencia para fijar la placa a una segunda vértebra y permitir la traslación de la segunda vértebra con respecto a la placa.

En otra forma de realización un sistema de placa de fijación incluye:

- una placa alargada que presenta un primer extremo, un segundo extremo y un eje geométrico longitudinal que se extiende desde el primer extremo hasta el segundo extremo, comprendiendo el primer extremo una primera hendidura alargada que presenta un eje geométrico largo paralelo al eje geométrico longitudinal de la placa y un eje geométrico corto perpendicular al eje geométrico longitudinal de la placa, comprendiendo el segundo extremo una segunda hendidura alargada que presenta un eje geométrico largo paralelo al eje geométrico longitudinal de la placa y un eje geométrico corto perpendicular al eje geométrico longitudinal de la placa, presentando cada una de las primera y segunda hendiduras alargadas una porción de asiento;
- un primer medio de sujeción que presenta una cabeza y un fuste, extendiéndose el fuste del primer medio de sujeción a través de la primera hendidura alargada y estando la cabeza del primer medio de sujeción situada en la porción de asiento de la primera hendidura alargada en un ajuste de interferencia para impedir la traslación de la cabeza por dentro de la primera hendidura alargada; y
- un segundo medio de sujeción que presenta una cabeza y un fuste, extendiéndose el fuste del segundo medio de sujeción a través de la segunda hendidura alargada y estando la cabeza del segundo medio de sujeción situada en la porción de asiento de la segunda hendidura alargada en un ajuste sin interferencia para permitir la traslación de la cabeza dentro de la segunda hendidura alargada.

Los ensamblajes de placa de los solicitantes pueden ser utilizados en uno o más tipos de procedimientos. En un procedimiento, un cirujano utiliza el ensamblaje de placa mediante:

- la colocación de una placa de fijación sobre unas primera, segunda y tercera vértebras, comprendiendo la placa de fijación un primer extremo, un segundo extremo opuesto al primer extremo y una sección intermedia entre el primero y el segundo extremos, presentando la placa de fijación unas hendiduras alargadas en el primer extremo, el segundo extremo y la sección intermedia, presentando las hendiduras alargadas idénticas configuraciones;

- el posicionamiento de la placa de fijación con respecto a las primera, segunda y tercera vértebras para que una de las hendiduras longitudinales quede alineada sobre cada una de las primera, segunda y tercera vértebras;
- 5 • la selección de un segmento entre los primero, segundo, y tercer segmentos como segmento en el que el asentamiento debe quedar limitado;
- la inserción del medio de sujeción semiconstreñido a través de una de las hendiduras alargadas que es adyacente al segmento al cual se va a limitar el asentamiento;
- 10 • el anclaje del medio de sujeción semiconstreñido dentro de una de dichas primera, segunda y tercera vértebras, estando el medio de sujeción semiconstreñido alojado dentro de la placa en un ajuste de interferencia;
- la inserción de unos medios de sujeción mecanismos a través de las hendiduras alargadas que no alojan el medio de sujeción semiconstreñido y el anclaje de sujeción dinámicos en las vértebras que no alojan el medio de sujeción semiconstreñido, extendiéndose los medios de sujeción dinámicos a través de la placa en una disposición deslizante para permitir la traslación de los medios de sujeción dinámicos con respecto a la placa, en la que durante la fusión de la primera vértebra y de la segunda vértebra, y la fusión de la segunda vértebra y la tercera vértebra, el medio de sujeción semiconstreñido permanece fijo con respecto a la placa en su respectiva hendidura, y los medios de sujeción dinámicos se trasladan con respecto a la placa en sus respectivas hendiduras hacia el medio de sujeción semiconstreñido para facilitar el movimiento de asentamiento hacia el emplazamiento del medio de sujeción semiconstreñido.
- 15
- 20 Para personalizar la cantidad de fijación y de asentamiento, los ensamblajes de placa de los solicitantes utilizan unos tornillos autobloqueantes, los cuales en formas de realización de acuerdo con la invención incluyen:
 - un cuerpo del tornillo que presenta una cabeza y un fuste alargado que se extiende desde la cabeza
 - una pluralidad de pétalos radialmente expansibles sobre la cabeza
 - 25 • un paso que se extiende a través de la cabeza y hasta el interior del fuste, presentando el paso un rebajo que se extiende entre los pétalos y un receptáculo que se extiende desde el rebajo hasta el interior del fuste, comprendiendo el rebajo una sección de embocadura que forma una entrada hasta el interior del paso desde el exterior de la cabeza, y una cámara que presenta una sección de asiento, presentando la sección de embocadura un primer diámetro, presentado la cámara un segundo diámetro mayor que el primer diámetro de la sección de embocadura para formar un labio entre la sección de embocadura y la cámara, proyectándose el labio radialmente por el interior del paso; y
 - 30 • un muelle que presenta una porción de cuerpo con forma de anillo y al menos una extensión deformable que se extiende desde la porción de cuerpo, comprendiendo la porción de cuerpo una sección de diámetro más pequeño, una sección de diámetro mayor y un resalto entre las secciones de diámetro más pequeña y mayor, encajando la al menos una extensión deformable con la sección de asiento de la cámara y creando un empuje por el muelle que mantiene el resalto colindante con el labio para expandir los pétalos radialmente hacia fuera y bloquearlos en la posición radialmente expandida.
 - 35

Los sistemas de aplicación de placas cervicales del solicitante pueden ser utilizados en procedimientos de fusión de un único nivel, o en procedimientos de fusión de múltiples niveles. Con referencia ahora a la FIG. 1, un sistema 100 de aplicación de placas cervical se ilustra en un procedimiento de fusión de dos niveles, aunque el sistema 100 de aplicación de placas incluye una placa con tres filas de hendiduras, debe entenderse que las placas según se describen pueden incorporar solamente dos filas de hendiduras para un único procedimiento de fusión de un solo nivel. Como alternativa, las placas descritas pueden presentar cuatro o más filas de hendiduras para procedimientos de múltiples niveles. Por tanto, la forma de realización ilustrada en la FIG. 1, no pretende limitar el tipo de placa utilizado, el número de filas de hendiduras de la placa o el número de niveles que pueden ser fundidos según se describa.

El sistema 100 de aplicación de placas se muestra implantado en tres vértebras, V1, V2 y V3 de una columna vertebral S. La columna vertebral S se muestra solo parcialmente por razones de claridad. También se muestran cuatro segmentos espinales, S₀₋₁, S₁₋₂, S₂₋₃, y S₃₋₄. El sistema 100 incluye una placa 110 que está fijada a la columna vertebral S con una pluralidad de medios de sujeción o elementos de anclaje que se describirán con mayor detalle más adelante. La placa 110 presenta un primer extremo 112, un segundo extremo 114 y una sección 116 intermedia que se extiende desde el primer extremo hasta el segundo extremo. Así mismo, la placa 110 presenta una cara 111 delantera y una cara 113 trasera opuesta a la cara delantera. La placa 110 sigue una ligera curva 115, en la que la sección intermedia 116 se proyecta en la dirección de la cara 111 delantera, como se muestra.

Con referencia a la FIG. 2, la placa 110 ofrece seis hendiduras 118 alargadas que están dispuestas por pares y divididas en tres filas, como se muestra. Cada hendidura 118 está adaptada para alojar un elemento de anclaje para fijar la placa a la columna vertebral S. Una primera fila R1 de hendiduras 118 está situada en el primer extremo 112,

una segunda fila R2 de hendiduras está situada en la sección intermedia 116 y una tercera fila R3 de hendiduras está situada en el segundo extremo 114. Las primera, segunda y tercera filas R1, R2 y R3 están dispuestas para formar una primera columna C1 de hendiduras y una segunda columna C2 de hendiduras. Cada hendidura presenta un eje geométrico 118a largo y un eje geométrico 118b corto. Los ejes geométricos 118a largos de la segunda fila R2 son ligeramente mayores que los ejes geométricos largos de la primera fila R1 y de la tercera fila R3. En un ejemplo, los ejes geométricos largos de la segunda fila R2 miden cada uno 3,0 mm, y los ejes geométricos largos de las primera y tercera filas R1 y R3 miden cada uno 2,5 mm. Los ejes geométricos 118b cortos de las primera, segunda y tercera filas R1, R2 y R3 tienen la misma longitud. Debido a la incurvación 115, las orientaciones de las hendiduras 118 varían de fila a fila. Cada par de hendiduras dentro de una fila comparte la misma orientación planar, pero esa orientación planar difiere de las orientaciones planares de las hendiduras de las otras dos filas debido a la curvatura de la placa 110.

La placa 110 incluye una primera abertura 119a y una segunda abertura 119b. Las aberturas 119a y 119b están diseñadas para hacer posible que un material de injerto sea visualizado u observado a través de la placa del espacio discal durante un procedimiento de fusión. La primera abertura 119a se extiende entre la primera fila R1 y la segunda fila R2, y entre la primera columna C1 y la segunda columna C2. La segunda abertura 119b se extiende entre la segunda fila R2 y la tercera fila R3 y entre la primera columna C1 y la segunda columna C2. Las primera y segunda aberturas 119a y 119b están centradas a lo largo del eje geométrico A_p longitudinal de la placa 110.

Con referencia de nuevo a la FIG. 1, la placa 110 está fijada a las vértebras V1, V2 y V3 mediante unos tornillos para huesos que son introducidos a través de las hendiduras 118. El sistema 100 de aplicación de placas incluye dos tornillos 150 semiconstreñidos y cuatro tornillos 250 dinámicos. Como se definió anteriormente, los tornillos 150 semiconstreñidos presentan una configuración de cabeza de los tornillos que permite que la cabeza de los tornillos pivote poliaxialmente dentro de una hendidura, pero sustancialmente impide que la cabeza de los tornillos se traslade dentro de las hendiduras 118. Los tornillos 250 dinámicos, por el contrario, presentan una configuración de cabeza de los tornillos que permite tanto el movimiento poliaxial como la traslación sin restricciones dentro de las hendiduras 118. Los tornillos 150 semiconstreñidos y los tornillos 250 dinámicos pueden estar formados a partir de una diversidad de materiales biocompatibles. Un material preferente es una aleación de Titanio como por ejemplo Ti6Al4V.

Con referencia a las Figs. 3 - 5, se describirá un tornillo 150 semiconstreñido. Los tornillos 150 semiconstreñidos presentan una cabeza virtualmente idéntica y unas configuraciones de asiento esféricas como tornillos dinámicos, pero los tornillos semiconstreñidos presentan unas dimensiones de las cabezas ligeramente mayores. Las porciones de fuste de los tornillos 150 semiconstreñidos y de los tornillos 250 dinámicos son idénticas. Por tanto, el tornillo 150 semiconstreñido se describirá con el entendido de que los elementos dispuestos sobre la cabeza de los tornillos semiconstreñidos está presente sobre la cabeza de los tornillos dinámicos, pero difieren en cuanto a su tamaño.

El tornillo 150 semiconstreñido incluye una cabeza 160 y un fuste 180 alargado que se extiende desde la cabeza. El fuste 180 presenta un hilo de rosca 182 externo y una punta 184 no deformable, perforante. La cabeza 160 es similar en muchos aspectos a la cabeza de los tornillos mostrada en la Solicitud estadounidense del Solicitante con el Número de Serie No. 11/732,752 (Publicación estadounidense No. 2007/0288025).

La cabeza 160 presenta una pluralidad de pétalos 162 radialmente expansibles y elásticamente deformables que rodean un paso 161 hueco que se extiende a través de la cabeza y penetra hasta el fuste. El paso 161 incluye un rebajo 164 entre los pétalos 162. Los pétalos 162 están separados entre sí por unos pequeños espacios 163 que permiten que los pétalos se expandan o se separen en cuña en dirección radialmente hacia fuera, y sean retraídos o comprimidos hacia atrás en dirección radialmente hacia dentro. El paso 161 incluye un receptáculo 166 que se extiende desde el rebajo 164 hasta el interior del fuste 180. El receptáculo 166 presenta una primera sección 166a con una superficie 168 de encaje y una segunda sección 166b. La superficie 168 de encaje presenta un hilo de rosca de retirada configurado para su acoplamiento con la punta de un mecanismo hexalobular modificado para insertar y retirar el tornillo 150. Se debe apreciar que pueden utilizarse en el receptáculo 166 una pluralidad de superficies de encaje diferentes, incluyendo, pero no limitadas a, una configuración de receptáculo hexagonal.

El rebajo 164 presenta una sección 165 de embocadura circular que sirve como entrada al interior del rebajo y al receptáculo 166. El rebajo 164 incorpora también una cámara 167 que se extiende entre la sección 165 de embocadura y el receptáculo 166. La cámara 167 presenta una sección 167a de pared recta y una sección 167b de asiento ahusada. La sección 165 de embocadura tiene un diámetro más pequeño que la sección 167a de pared recta del rebajo 164, que forma una constricción o labio 169.

Los pétalos 162 son flexibles de manera resiliente y son presionados radialmente hacia fuera hasta adoptar un estado expandido mediante un muelle 200 elásticamente deformable que se mantiene cautivo en el rebajo 164. El muelle 200 puede estar formado a partir de una diversidad de materiales biocompatibles. Un material preferente es Phynox, una aleación de Cromo - Cobalto - Níquel que proporciona una gran resistencia, ductilidad y propiedades mecánicas satisfactorias. El Phynox presenta también una resistencia excelente a la fatiga, una resistencia a la corrosión y no es magnético.

Con referencia a las FIGS. 6 y 7, el muelle 200 presenta una porción 202 de cuerpo con forma de anillo y seis pies 204 deformables que se extienden desde la porción de cuerpo. Los pies 204 están dispuestos adoptando una formación circular y separados de manera uniforme unos de otros con respecto a la circunferencia de la porción 202 de cuerpo. La porción 202 de cuerpo rodea una abertura 203 central que se alinea de forma sustancialmente coaxial con el receptáculo 166 cuando el muelle queda situado dentro del rebajo 164. Una abertura 203 central permite la inserción de un instrumento, como por ejemplo un mecanismo de accionamiento, a través del muelle 200 y hasta el interior del receptáculo 166. La porción 202 de cuerpo tiene una sección 206 de diámetro más pequeño y una sección 208 de diámetro mayor, creando un resalto 207 entre las secciones de diámetro más pequeño y mayor. Los pies 204 se extienden en una disposición circular y se proyectan radialmente hacia dentro con respecto a un eje geométrico A_s longitudinal central del muelle 200. Cada pie 204 presenta un primer extremo 204a que conecta el pie con la porción 202 de cuerpo y un segundo extremo 204b que permanece libre. La anchura de cada pie 204 es mayor en el primer extremo 204a que en segundo extremo 204b, ahusándose gradualmente cada pie desde el primer extremo hasta el segundo extremo.

Aunque el muelle 200 se muestra con una porción 202 de cuerpo circular cerrada y una pluralidad de pies 204, puede utilizarse una pluralidad de diseños de muelle distintos. Por ejemplo, no es necesario que el muelle presente un cuerpo con forma de anillo cerrado, y, por el contrario, puede ser abierto o hendido, como un anillo con forma de C. Una estructura de anillo cerrado proporciona una fuerza de empuje uniforme, tanto axial como radialmente, y mantiene el muelle en una posición centrada dentro del paso. Por tanto, la estructura cerrada puede funcionar mejor que estructuras abiertas, aunque pueden ser apropiadas estructuras abiertas. Tampoco el muelle es necesario que presente seis pies como los mostrados, sino, por el contrario, puede presentar menos o más pies. Por ejemplo, el muelle puede presentar una brida anular con una rendija dispuesta en una o más secciones que permitan que la brida se flexione hacia dentro o hacia fuera.

El muelle 200 es móvil dentro del rebajo 164 en tres diferentes posiciones operativas mostradas en las FIGS. 8 - 10. En concreto, el muelle 200 es operable en una primera posición mostrada en la FIG. 8, en la cual un resalto 207 se sitúa adyacente con el labio 169. En este estado, el muelle 200 ejerce una fuerza axial y radial contra los pétalos 162, abriéndolos radialmente hacia fuera hasta adoptar un estado expandido en el que el diámetro de la cabeza del tornillo aumenta de tamaño. El muelle 200 es empujado hacia esta primera posición por los pies 204, los cuales empujan hacia arriba desde la sección 167b de asiento. En esta disposición, el muelle 200 expande el tamaño de la cabeza del tornillo para fijar la cabeza dentro de un agujero o hendidura.

El muelle 200 puede desplazarse hasta una segunda posición operativa mostrada en la FIG. 9 para liberar el tornillo desde el interior de un agujero o hendidura. Dado que el muelle 200 es mantenido en la primera posición por la fuerza de empuje suministrada por los pies 204, la fuerza de empuje debe ser superada antes de que el tornillo pueda ser desplazado hasta la segunda posición. Un destornillador quirúrgico u otro instrumento puede ser insertado dentro del rebajo 164 y en el receptáculo 166 para empujar el muelle 200 hacia abajo contra la fuerza de empuje de los pies 204 y hasta introducirse en la segunda posición. En la segunda posición, el muelle 200 es desplazado distalmente dentro del rebajo hacia el receptáculo 166, para que el resalto 207 quede separado del labio 169. Debido a que el resalto 207 ya no encaja con el labio 169, los pétalos 162 son liberados y soltados para desplazarse radialmente hacia dentro para desencajar la cabeza del tornillo del agujero o hendidura. Los pies 204 son comprimidos contra la sección 167b de asiento y se flexionan radialmente hacia dentro, como se muestra. En este estado, los pies 204 son elásticamente deformados con la energía almacenada. La propiedad elástica de los pies 204 proporciona un primer mecanismo de seguridad que impide que se provoquen daños al muelle en el supuesto de que el instrumento sea sobreaccionado a través del muelle 200.

Tras la retirada del destornillador quirúrgico o de otra herramienta. La energía almacenada en los pies 204 es liberada para hacer retornar los pies a su estado relajado. Cuando los pies 204 retornan a su estado relajado, los pies de nuevo empujan hacia arriba desde la sección 167b de asiento y retraen el resalto 207 hasta encajar con el labio 169 a la primera posición. Los pétalos 162 son de nuevo forzados hacia fuera por la fuerza radial y axial ejercida por el muelle 200. El encaje entre el labio 169 y el resalto 207 impide que el muelle 200 se salga del rebajo, de manera que el muelle permanece cautivo dentro de la cabeza 160 del tornillo.

Los destornilladores utilizados en los ensamblajes de los Solicitantes incluyen, de modo preferente, una sección que se introduce en una superficie 166c de fondo dentro de la primera sección 166a del receptáculo 166. La superficie 166a de fondo forma un tope 166d positivo que limita la distancia hasta la que el destornillador puede avanzar, lo que, a su vez, limita la distancia hasta la que el muelle 200 es avanzado por el destornillador dentro del rebajo 164. En tope 166d impide que el destornillador avance el muelle 200 más allá de la segunda posición operativa de la FIG. 9. Esto proporciona un segundo mecanismo de seguridad para evitar daños al muelle. En particular, el tope 166d limita la distancia hasta la que el muelle es avanzado y, en consecuencia, la distancia hasta la que los pies son comprimidos. Como se analizará a continuación, el muelle 200 puede seguir siendo avanzado más allá de la segunda posición operativa utilizando otros instrumentos que no se introduzcan en la superficie 166a.

Con referencia a la FIG. 10, el muelle 200 se muestra desplazado más allá de la segunda posición operativa hasta una tercera posición dentro del rebajo 164. El muelle 200 puede solo ser avanzado hasta la tercera posición con una especial herramienta de retirada. En la tercera posición, el resalto 207 es desplazado todavía más lejos del labio 169. Los pies 204 son comprimidos aún más contra la sección 167b de asiento y flexionados aún más hacia dentro.

El esfuerzo sobre cada pie 204 excede del límite elástico para que los pies experimenten una deformación plástica y un cambio de forma irreversible. En esta etapa, el muelle ya no es capaz de retornar hasta la primera posición para expandir los pétalos 162 y fijar la cabeza del tornillo dentro de la cabeza del tornillo. El muelle 200 resulta permanentemente dañado para que el tornillo no pueda ser reutilizado.

5 El muelle 200 permanece cautivo en la sección 165 de embocadura y en la cámara 167, y no puede entrar en el receptáculo 166. El muelle 200 es operable para expandir o liberar los pétalos 162 pero no puede obstruir o interferir con el receptáculo 166. Esto es, un destornillador puede ser insertado a través del muelle 200 para penetrar en el receptáculo 166 sin resultar obstruido por el muelle. La porción 202 de cuerpo con forma de anillo proporciona un acoplamiento de fricción que permite que los destornilladores y otras herramientas encajen con el tornillo en un
10 "ajuste de perforación" y permanezcan acoplados a un tornillo de forma que el tornillo no resbale fuera de la punta del destornillador. La punta del destornillador puede ser insertada dentro de la cabeza del tornillo atravesando el muelle 200 en un movimiento de perforación, punto en el cual el interior del cuerpo 202 con forma de anillo encaja por fricción con el destornillador para mantener el muelle sobre la punta del destornillador. Debido a que el muelle 200 no se extiende hasta el interior del receptáculo 166, la punta del destornillador puede acoplarse directamente
15 con la pared interior del tornillo. Esto constituye una ventaja considerable, porque el encaje directo entre la punta del destornillador y la pared interior del tornillo proporciona una sensación táctil que ayuda al cirujano a determinar cuándo el tornillo está completamente apretado o está suelto.

El tornillo 150 semiconstreñido y el tornillo 250 dinámico incorporan cada uno el muelle 200. Como se indicó anteriormente, el muelle 200 es operable para expandir los pétalos 162 dentro de las cabezas de los tornillos para restringir el desplazamiento de las cabezas de los tornillos dentro de las hendiduras 118. El tornillo 150
20 semiconstreñido y el tornillo 250 dinámico tienen dimensiones y geometrías de la cabeza del tornillo diferentes. Debido a estas diferencias, los dos tornillos se comportan de manera diferente cuando están asentados dentro de la misma configuración de hendidura. La cabeza de tornillo semiconstreñida, que es ligeramente mayor que la cabeza de tornillo dinámica, puede pivotar dentro de la hendidura, haciendo posible el desplazamiento poliaxial, pero se impide sustancialmente que se traslade dentro de la hendidura. En esta disposición, el tornillo semiconstreñido
25 permite el "asentamiento rotacional". Esto es, cuando un cuerpo vertebral se asienta, el tornillo para hueso fijado a ese cuerpo vertebral pivota con respecto a la placa. Durante este movimiento de pivote, la cabeza del tornillo permanece en un emplazamiento dentro de la hendidura y no se traslada a lo largo de la extensión de la hendidura. La cabeza de tornillo dinámica es ligeramente más pequeña que la cabeza de tornillo semiconstreñida y no se sujeta mediante un ajuste de interferencia. Como resultado de ello, la cabeza de tornillo dinámica permite que el tornillo tanto bascule dentro del alcance poliaxial de movimiento como que se traslade dentro de la hendidura. En esta
30 disposición, el tornillo dinámico permite el asentamiento "traslacional y rotacional". Esto es, cuando un cuerpo vertebral se asienta, el tornillo para hueso fijado al cuerpo vertebral pivota y se traslada con respecto a la placa.

Las FIGS. 11 y 12 muestran un tornillo 250 dinámico dentro de la placa 110. Como puede apreciarse, el tornillo 250
35 dinámico presenta una cabeza 260 con dimensiones que permiten un pequeño espacio 111 libre entre la cabeza y el asiento de la hendidura 118 en un ajuste de interferencia. Concretamente, la cabeza 260 puede pivotar en posición dentro de la hendidura 118, pero sustancialmente se impide la traslación.

Las FIGS. 13 y 14 muestran un tornillo 150 semiconstreñido dentro de la placa 110. Como puede apreciarse el
40 tornillo 150 semiconstreñido presenta una cabeza 160 con dimensiones que muestran la cabeza 260. Concretamente, la cabeza 160 del tornillo encaja con la hendidura 118 en un ajuste de interferencia. La cabeza 160 puede pivotar en posición dentro de la hendidura 118, pero sustancialmente se impide la traslación.

La incorporación de dos configuraciones 150 y 250 de tornillo diferentes y una configuración 118 de hendidura, el sistema 100 de aplicación de placas proporciona un sistema de fijación completamente personalizable, intraoperativo. El sistema 100 de aplicación de placas ofrece al cirujano múltiples opciones de rigidez de las
45 fijaciones. Esto es, el asentamiento de cada vértebra puede ser controlado y personalizado en cada segmento en una estructura de placa única, sin preocuparse por la incorporación de una disposición de agujeros y de hendiduras concreta. Dependiendo de cuál sea el tornillo que se utilice, un mecanismo de bloqueo diferente y único se aplica en cada segmento para controlar el asentamiento. Un movimiento de bloqueo único puede ser configurado en cualquier nivel de una placa de fusión de múltiples niveles. La elección del tornillo 150 semiconstreñido permite el
50 asentamiento rotacional del tornillo dentro de la hendidura 118, mientras que la elección del tornillo 250 dinámico permite tanto el asentamiento traslacional como rotacional dentro de la hendidura. Esto permite al cirujano múltiples posibilidades con respecto tanto al tipo como al emplazamiento de la localización del asentamiento que tiene lugar después de la cirugía. Esta ventaja resulta particularmente ventajosa en construcciones de múltiples niveles. Los sistemas de los Solicitantes pueden ser aplicados a la columna cervical, torácica o lumbar.

Una de las ventajas de los ensamblajes del solicitante es que pueden minimizarse o impedirse los niveles
55 adyacentes sin perjuicio de la capacidad de particularizar la fijación de la rigidez en cada nivel. Como se indicó anteriormente, las placas dinámicas pueden plantear un riesgo respecto de los discos degenerativos adyacentes. Los ensamblajes de placas conocidos afrontan este problema disponiendo unos agujeros circulares en el extremo de la placa que serán situados a continuación del disco generativo, para que la placa no incida sobre el disco generativo. Aunque esto puede proteger el disco degenerativo contra el asentamiento del segmento adyacente,
60 impide que el cirujano controle completamente la cantidad de asentamiento en otros segmentos, particularmente

aquellos próximos al extremo opuesto de la placa. Los ensamblajes de placa del solicitante, frente a los ensamblajes de placa conocidos proporcionan a los cirujanos unas opciones que pueden ser personalizadas para escenarios de supuestos específicos individuales.

Ejemplo

5 Con referencia ahora a la FIG. 15, se describirá el uso de un sistema 100 de aplicación de placas en un ejemplo de un procedimiento de fusión de dos niveles que interesa a tres vértebras V1, V2 y V3. Se muestran cuatro segmentos espinales, S₀₋₁, S₁₋₂, S₂₋₃ y S₃₋₄ fundiéndose los segmentos S₁₋₂ y S₂₋₃. El sistema 100 de placa se muestra en la FIG. 15 como aparecería inmediatamente después de la cirugía, y antes de cualquier asentamiento. Antes de la cirugía, el disco dispuesto en el segmento S₀₋₁ es identificado presentando un estado degenerativo en las etapas tempranas. Debido a que el segmento S₀₋₁ es adyacente al punto de fusión, es preferente limitar o impedir el desplazamiento relativo de la vértebra V1. Por tanto, se seleccionan y sitúan dos tornillos 150 semiconstreñidos dentro de las hendiduras 118 de la primera fila R1 para fijar la placa 110 a la vértebra V1. Los tornillos 150 semiconstreñidos son introducidos en la vértebra V1 y anclados al extremo de la placa 110 en una posición que permanece fija con respecto a la vértebra V1. Las cabezas de los tornillos o los tornillos 150 encajan con las hendiduras 118 en un ajuste de interferencia que permite que las cabezas de los tornillos pivoten a lo largo del movimiento poliaxial pero no se trasladen dentro de las hendiduras.

Aunque el primer extremo 112 de la placa 110 está fijo en la vértebra V1, el ensamblaje 100 de placa todavía permite que se produzca el asentamiento de una manera controlada en los segmentos S₁₋₂ y S₂₋₃ para mantener constante la carga sobre el material de fusión. Para hacer posible el asentamiento de los segmentos S₁₋₂ y S₂₋₃, los tornillos 250 dinámicos son insertados en las hendiduras 118 de la segunda fila R2 y de la tercera fila R3. Con esta disposición, las vértebras V2 y V3 quedan libres para desplazarse hacia la vértebra V1 con respecto a la placa 110 durante el asentamiento.

La FIG. 16 muestra el sistema 100 de placa como aparecería después de que se completara el asentamiento. Como puede apreciarse, los tornillos 150 constreñidos permanecen en la misma posición en la primera fila R1, mientras que los tornillos 250 dinámicos se han trasladado hasta una posición diferente en las segunda y tercera filas R2 y R3. En particular, los tornillos 250 dinámicos se han desplazado en una dirección superior con respecto a la placa 110, haciendo posible que las vértebras V2 y V3 también se desplacen en dirección superior con respecto a la V1. Por consiguiente, los segmentos S₁₋₂ y S₂₋₃ son comprimidos mientras el segmento S₀₋₁ no resulta afectado. En el caso de que la primera fila R1 contuviera los tornillos 250 dinámicos como las segunda y tercera filas R2 y R3 con los tornillos inicialmente situados como se muestra en la FIG. 15, el asentamiento se produciría de manera diferente. Los tres pares de tornillos se trasladarían con respecto a la placa 110, compartiéndose la carga entre los segmentos S₁₋₂, S₂₋₃ y S₃₋₄.

La cantidad de desplazamiento de V2 y V3 con respecto a V1 puede ser controlada controlando la cantidad de traslación disponible para los tornillos 250 de las filas R2 y R3. La cantidad de traslación disponible para cada tornillo 250 puede ser controlada en base a la posición inicial de cada tornillo 250 dentro de cada hendidura 118. Con referencia de nuevo a la FIG. 15, los tornillos 250 mecánicos están situados en la parte intermedia de las hendiduras 118 en la fila R2, y colocados en los extremos inferiores de las hendiduras 118 en la fila R3. En esta disposición, los tornillos 250 dinámicos de la fila R3 pueden trasladarse más allá con respecto a la placa que los tornillos dinámicos de la fila R2, porque los tornillos de la fila R3 tienen más espacio para desplazarse dentro de las hendiduras 118 que los tornillos de la fila R2. Por consiguiente, se permite que se produzca un mayor asentamiento en el segmento S₂₋₃ que en el S₁₋₂. El cirujano puede optar por controlar la traslación de cada segmento utilizando el emplazamiento de tornillos inicial mostrado en la FIG. 15, o una disposición diferente, basándose los resultados en el tipo de tornillo que se seleccione para una fila concreta, y en la posición relativa de los tornillos dinámicos dentro de sus respectivas hendiduras. Para hacer posible que se dispongan las mismas cantidades de asentamiento en S₁₋₂ y S₂₋₃, por ejemplo, los tornillos 250 pueden ser situados en las mismas posiciones en cada una de las hendiduras 118 de las filas R2 y R3. Como alternativa, los tornillos 250 pueden ser situados en los extremos inferiores de las hendiduras 118 de la fila R2, y en las secciones intermedias de las hendiduras de la fila R3, para hacer posible una traslación de los tornillos mayor en la fila R2.

Aunque se han mostrado y descrito en la presente memoria formas de realización preferentes, se debe entender que dichas formas de realización se ofrecen solo a modo de ejemplo. Los expertos en la materia advertirán la posibilidad de numerosas variantes, cambios y sustituciones sin apartarse del alcance de la presente divulgación. Por ejemplo, los ensamblajes de los solicitantes no necesitan estar limitados a los procedimientos de dos niveles, y pueden incluir placas diseñadas para un nivel de fusión, o tres o más niveles de fusión. En estos casos, las placas pueden presentar unas hendiduras alargadas de idénticas configuraciones, similares o idénticas a las hendiduras 118. Por ejemplo, una placa puede incluir dos filas de hendiduras para un nivel de fusión. Dicha placa puede presentar una sola fila con un par de tornillos dinámicos (DY) y una sola fila con un par de tornillos semiconstreñidos (SC). Como alternativa, la placa puede incluir seis filas de hendiduras para una fusión de cinco niveles. Se puede utilizar cualquier combinación de tornillos para conseguir un efecto deseado en dicha placa. Por ejemplo, la placa puede presentar filas alternadas de tornillos semiconstreñidos (SC) y de tornillos dinámicos (DY) en el siguiente orden: SC-DY - SD - DY - SC - DY. O la placa puede incluir una sola fila de tornillos semiconstreñidos y presentar las filas restantes tornillos dinámicos, en el siguiente orden: DY - SC - DY - DY - DY - DY. Además, la placa puede incluir

múltiples tornillos dinámicos concentrados de manera conjunta, y rodeados por tornillos dinámicos, en la siguiente disposición: SC - SC - DY - DY - SC - SC. Por consiguiente, pueden utilizarse componentes de acuerdo con la presente invención en procedimientos de fusión de un solo nivel o de múltiples niveles, con tornillos dispuestos en diversas configuraciones para controlar la forma en que el asentamiento se produce.

5

10

15

20

25

30

35

REIVINDICACIONES

1.- Un tornillo para hueso (150) autobloqueante para fijar un implante al hueso (V1, V2, V3), comprendiendo el tornillo para hueso (150):

5 un cuerpo del tornillo que presenta una cabeza (160) y un fuste (180) alargado que se extiende a partir de la cabeza, comprendiendo la cabeza (160) una pluralidad de pétalos (162) radialmente expansibles que rodean un paso (161) hueco por dentro de la cabeza (160), comprendiendo el paso (161) un rebajo (164) que se extiende entre los pétalos (162) y un receptáculo (166) que se extiende desde el rebajo (164) hasta el fuste (180), comprendiendo el rebajo (164) una sección (165) de embocadura que forma una entrada al interior del paso (161) desde el exterior de la cabeza (160), y una cámara (167) que presenta una sección (167b) de asiento, teniendo la sección (165) de embocadura un primer diámetro, teniendo la cámara (167) un segundo diámetro mayor que el primer diámetro de la sección (165) de la embocadura para formar un labio (169) entre la sección (165) de embocadura y la cámara (167), proyectándose el labio (169) radialmente hacia dentro por el interior del paso (161); y

15 un muelle (200) cautivo dentro del rebajo (164), comprendiendo el muelle (200) una porción (202) del cuerpo con forma de anillo y al menos una extensión (204) deformable que se extiende desde la porción (202) del cuerpo, comprendiendo la porción (202) del cuerpo una sección (206) de diámetro más pequeño, una sección (208) de diámetro mayor, y un resalto (207) entre las secciones (206, 208) de diámetro más pequeño y mayor, en el que el muelle (200) puede desplazarse por dentro del rebajo (164) entre una primera posición operativa, en la que el resalto (207) dispuesto sobre el muelle (200) se sitúa en colindancia con el labio (169) en el paso (161) para expandir los pétalos (162) radialmente hacia fuera y bloquearlos en la posición radialmente expandida, y una segunda posición operativa, en la que el resalto (207) se desplaza fuera de la colindancia con el labio (169) para desbloquear los pétalos (162) y permitirles retraerse radialmente hacia dentro,

caracterizado porque

25 la al menos una extensión deformable encaja con la sección (167b) de asiento dentro de la cámara (167) y crea un empuje por resorte que mantiene el resalto (207) en colindancia con el labio (169).

30 2.- El tornillo para hueso (150) autobloqueante de la reivindicación 1, en el que el muelle (200) es mantenido cautivo dentro del rebajo (164) del paso (161) entre el labio (169) y la sección (167b) de asiento, impidiendo el labio (169) que el muelle (200) se salga del paso (161) a través de la sección (165) de embocadura, e impidiendo la sección (167b) de asiento que el muelle (200) entre en el receptáculo (166).

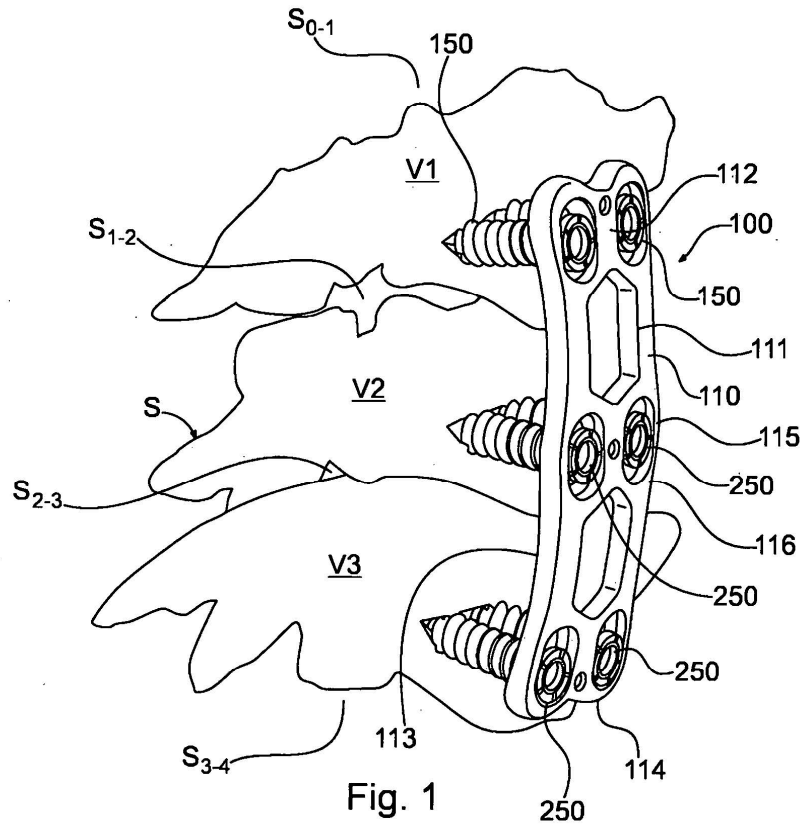
3.- El tornillo para hueso (150) autobloqueante de la reivindicación 1 o 2, en el que la al menos una extensión deformable comprende una formación circular de pies (204) deformables que se extienden desde la porción (202) del cuerpo.

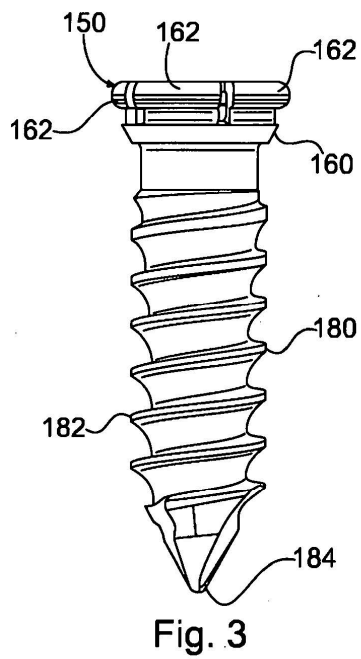
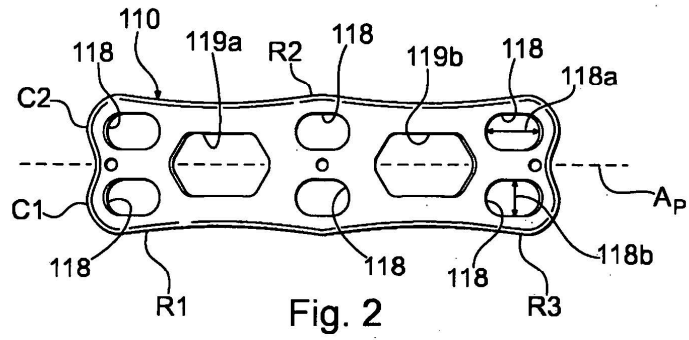
35 4.- El tornillo para hueso (150) autobloqueante de la reivindicación 3, en el que la porción del cuerpo con forma de anillo presenta un eje geométrico (A_S) longitudinal central, y los pies (204) deformables se extienden radialmente hacia dentro en dirección al eje geométrico (A_S) longitudinal central a medida que se extienden a distancia de la porción (202) del cuerpo con forma de anillo.

5.- El tornillo para hueso (150) autobloqueante de la reivindicación 3 o 4, en el que cada una de los pies (204) deformables están ahusados.

40 6.- El tornillo para hueso (150) autobloqueante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el cuerpo con forma de anillo forma una abertura central que se alinea con el receptáculo (166) y permite la inserción de un instrumento de introducción a través del muelle (200), y penetrando en el receptáculo (166).

45 7.- El tornillo para hueso (150) autobloqueante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el muelle (200) es amovible por dentro del rebajo (164) hasta una tercera posición operativa en la que el resalte (207) es desplazado aún más lejos del labio (169) que respecto de la segunda posición operativa, y los pies (204) experimentan una deformación plástica para hacer que el muelle (200) sea inoperante.





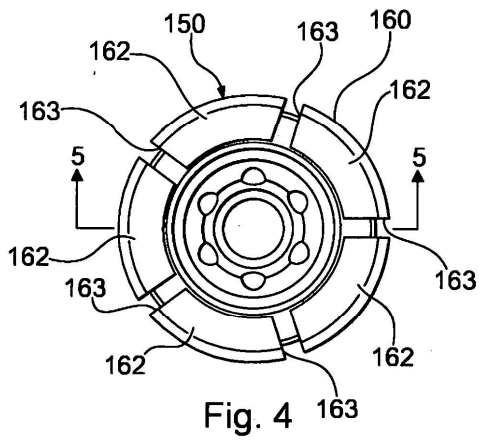


Fig. 4

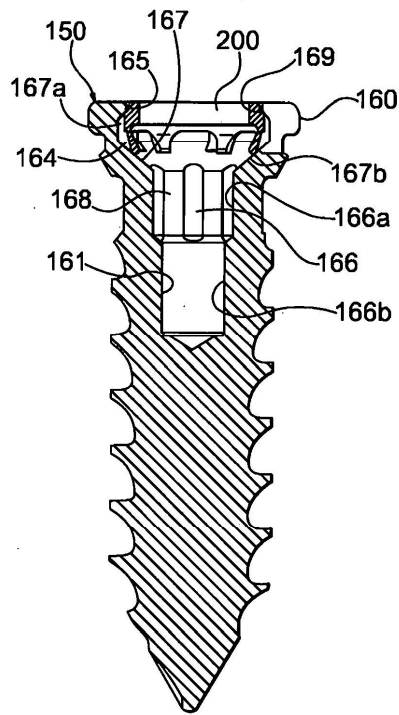
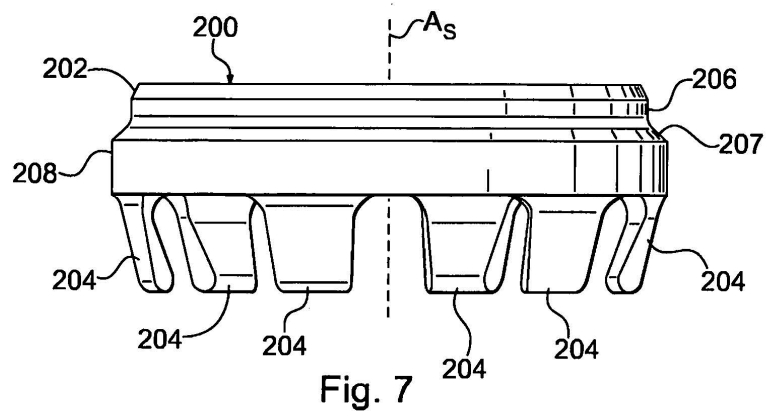
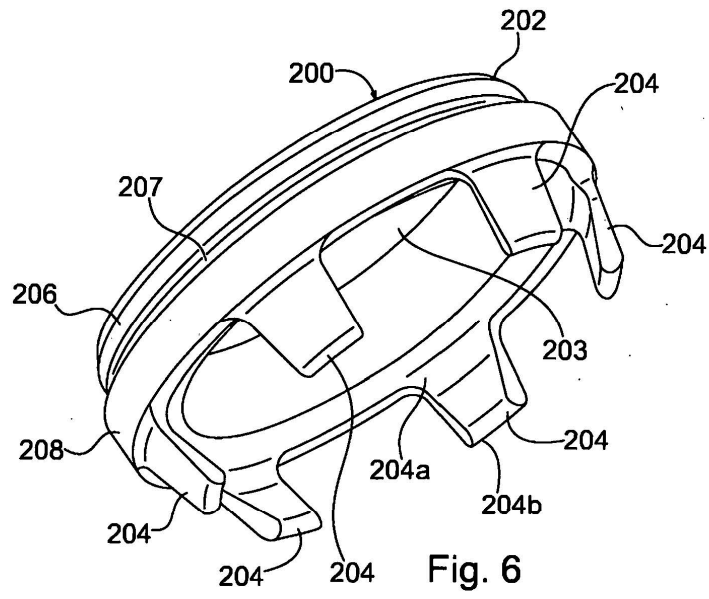
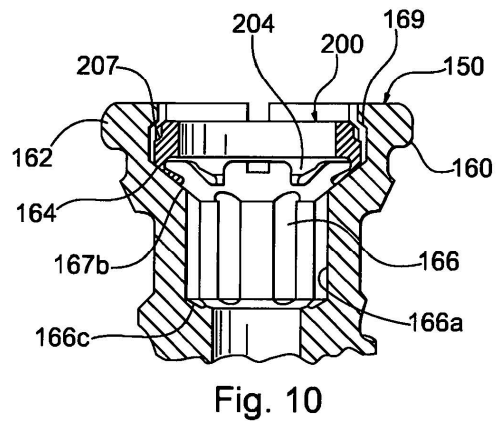
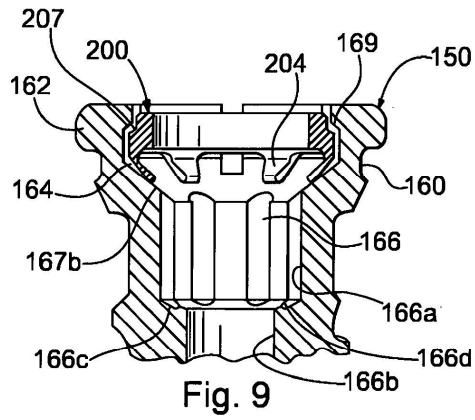
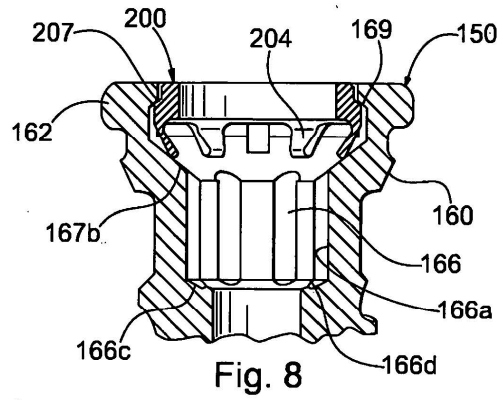


Fig. 5





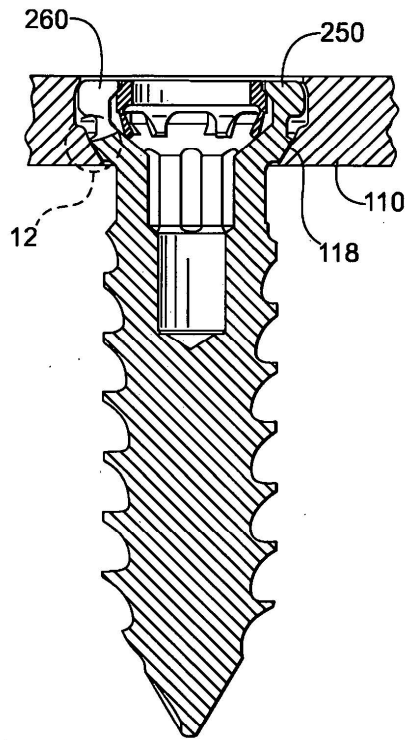


Fig. 11

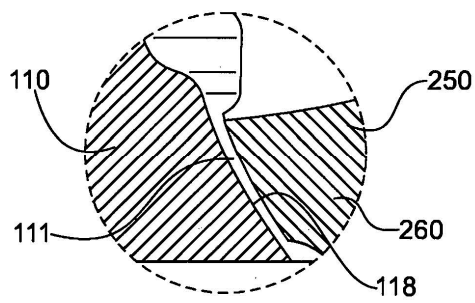


Fig. 12

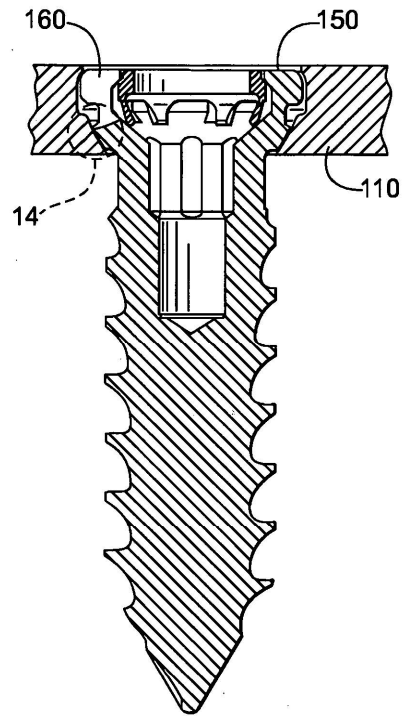


Fig. 13

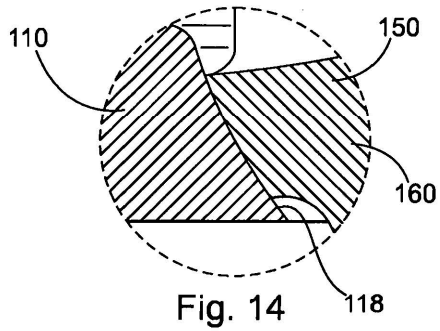


Fig. 14

