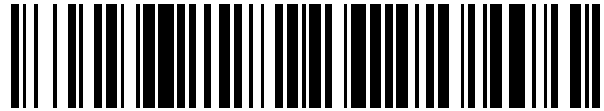


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 455**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/86** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2014 PCT/US2014/071344**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.07.2015 WO15100149**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2014 E 14874900 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 3086727**

54 Título: **Tornillo de compresión sin cabeza**

30 Prioridad:  
**26.12.2013 US 201361920927 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.02.2020**

73 Titular/es:  
**SKELETAL DYNAMICS, LLC (100.0%)  
8905 SW 87th Avenue, Suite 201  
Miami, FL 33176, US**

72 Inventor/es:  
**ORBAY, JORGE;  
NORMAN, THOMAS y  
DUENAS, WILBERT**

74 Agente/Representante:  
**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 744 455 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 de compresión sin cabeza

Campo técnico

5 La invención se refiere en general a sujetadores de hueso y, en particular, a tornillos de compresión sin cabeza utilizados para unir, y mantener la compresión, entre dos o más huesos o fragmentos de un hueso para facilitar la osteosíntesis.

Técnica antecedente

10 Los tornillos de compresión sin cabeza son conocidos en la técnica. La patente de U.S. 4,175,555 de Herbert divulga un tornillo para hueso con porciones extremas delanteras y traseras, donde el paso de la rosca sencilla uniforme en la porción extrema delantera es mayor que el paso de la rosca sencilla uniforme en la porción extrema trasera y las porciones extremas están separadas por una porción central sin rosca axialmente más larga que cualquiera de las porciones extremas. Cuando la rosca de la porción del extremo delantero se acopla con mayor torque a un fragmento de hueso distal mientras que la rosca de la porción del extremo trasero se acopla con mayor torque a un fragmento de hueso proximal y la porción sin rosca se extiende por la fractura, los fragmentos se trasladan longitudinalmente juntos y se comprimen subsecuentemente como resultado del diferencial en el paso entre la rosca delantera y la rosca trasera. Debido a que su porción central sin rosca se extiende por la fractura, es inherente al tornillo de Herbert que la traslación longitudinal del fragmento de hueso distal hacia el fragmento de hueso proximal se retrasa hasta que las roscas de extremo trasero del tornillo comienzan a acoplarse al fragmento de hueso proximal; la compresión ocurre una vez que los fragmentos están en contacto y el tornillo se aprieta aún más.

25 Varias patentes de Huebner, divulgan tornillos con roscas sencillas de paso continuamente variable a lo largo de su longitud, donde generalmente, el paso de la rosca en el extremo delantero del tornillo es mayor que el paso de la rosca en el extremo trasero. A medida que el tornillo se acopla con mayor torque en dos huesos o fragmentos de hueso, el diferencial en el paso de la rosca que varía continuamente provoca la compresión del material de hueso a lo largo de toda la longitud de la porción roscada del tornillo, dando como resultado la traslación y compresión simultánea de los huesos separados o fragmentos de hueso.

30 El documento US2004/210227 describe aparatos, sistemas y métodos de tornillo de compresión. En una realización, el tornillo de compresión incluye un tornillo primario y un tornillo secundario. El tornillo primario incluye una porción delantera al menos parcialmente roscada y una porción trasera al menos parcialmente roscada. El tornillo secundario incluye roscas externas y tiene una abertura central que también está roscada y adaptada para atornillarse y acoplarse de manera coincidente a la porción trasera del tornillo primario. Los accionadores se pueden usar para controlar de manera giratoria el tornillo primario y el tornillo secundario para causar la compresión del material separado, particularmente para la compresión de fragmentos de hueso a través de una línea de fractura.

Resumen de la invención

40 Los aspectos y características de esta invención se exponen en las reivindicaciones adjuntas.

45 Es un objeto de la presente invención proporcionar un tornillo de compresión sin cabeza que, inicialmente, realice la traslación de un hueso o un fragmento de hueso distal hacia un hueso o un fragmento de hueso proximal para cerrar el espacio entre las caras respectivas de los huesos o fragmentos de huesos fracturados. Una vez que se cierra el espacio, es un objeto adicional de la presente invención permitir un avance adicional del tornillo dentro de los huesos o fragmentos de hueso mientras se mantiene el cierre del espacio, pero sin una compresión adicional significativa entre los huesos o fragmentos. Un objeto adicional de la presente invención es permitir la compresión controlada final de los huesos o fragmentos ya unidos para facilitar la osteosíntesis.

50 Un tornillo de compresión sin cabeza está provisto de un árbol alargado que incluye una porción delantera, una primera porción intermedia, una segunda porción intermedia y una porción trasera. La porción delantera que tiene una rosca sencilla que define un primer diámetro exterior y un primer paso, la primera porción intermedia sin rosca, la segunda porción intermedia tiene una rosca sencilla que define un segundo diámetro exterior más pequeño que el primer diámetro exterior y un segundo paso más pequeño que el primer paso, y la porción trasera que tiene una rosca sencilla que define un tercer diámetro exterior mayor que el primer diámetro exterior y un tercer paso igual a, o menor que el segundo paso.

60 Un tornillo de compresión sin cabeza está provisto de un árbol alargado que incluye una porción delantera, una primera porción intermedia, una segunda porción intermedia y una porción trasera. Teniendo la porción delantera una doble rosca que define un primer diámetro exterior y una primera guía, siendo la primera porción intermedia sin rosca, teniendo la segunda porción intermedia una rosca sencilla que define un segundo diámetro exterior más pequeño que el primer diámetro exterior y una segunda guía más pequeña que la primera guía, y la porción trasera que tiene una

rosca sencilla que define un tercer diámetro exterior mayor que el primer diámetro exterior y una tercera guía igual a, o menor que la segunda guía.

5 En funcionamiento, cuando el tornillo de compresión sin cabeza se inserta con mayor torque a través de un primer fragmento de hueso y un segundo fragmento de hueso, los fragmentos de hueso se trasladan longitudinalmente entre sí. Cuando los fragmentos de hueso se unen entre sí, con mayor torque del tornillo, antes del acoplamiento por la porción trasera del primer fragmento de hueso, mantendrá el primer fragmento de hueso en contacto con el segundo fragmento de hueso sin causar una compresión sustancial entre el primer fragmento de hueso y el segundo fragmento de hueso. Cuando se aplica un mayor torque al tornillo al acoplarlo la porción trasera del primer fragmento de hueso, se producirá compresión entre el primer fragmento de hueso y el segundo fragmento de hueso.

Breve descripción de los dibujos

15 La Figura 1 es una vista en alzado frontal de un tornillo de compresión sin cabeza de acuerdo con una primera realización de la presente invención en que los elementos de paso están etiquetados.

La Figura 2 es una vista en alzado frontal del tornillo de compresión sin cabeza de la Figura 1 en que los elementos de diámetro están etiquetados.

20 La Figura 3 es una sección transversal longitudinal de una variación del tornillo de compresión sin cabeza de la Figura 1 que incorpora una cánula longitudinal.

25 Las Figuras 4A - 4E muestran esquemáticamente la instalación del tornillo de compresión sin cabeza de la Figura 1 para lograr la unión y compresión de un hueso o un fragmento de hueso distal y un hueso o un fragmento de hueso proximal separado por un espacio.

Las Figuras 5A - 5C son vistas desde diferentes ángulos del tornillo de compresión sin cabeza de la Figura 1 que muestra las diferentes porciones y características de los mismos.

30 La Figura 6A es una vista esquemática de una porción de un tornillo roscado sencillo que indica la relación entre el paso de la rosca y la guía de la rosca.

35 La Figura 6B es una vista esquemática de una porción de un tornillo de doble rosca que indica la relación entre el paso de la rosca y la guía de la rosca.

La Figura 7 es una vista en alzado frontal de un tornillo de compresión sin cabeza de acuerdo con una segunda realización de la presente invención en la que están etiquetados los elementos de la guía.

40 La Figura 8 es una vista en alzado frontal del tornillo de compresión sin cabeza de la Figura 7 en el que los elementos de diámetro están etiquetados.

La Figura 9 es una sección transversal longitudinal de una variación del tornillo de compresión sin cabeza de la Figura 7 incorporando una cánula longitudinal.

45 Las Figuras 10A - 10E muestran esquemáticamente la instalación del tornillo de compresión sin cabeza de la Figura 7 para lograr la unión y compresión de un hueso o fragmento de hueso distal y un hueso o fragmento de hueso proximal separados por un espacio.

50 Las Figuras. 11A - 11C son vistas desde diferentes ángulos del tornillo de compresión sin cabeza de la Figura 7 que muestra las diferentes porciones y características de las mismas.

Descripción de las realizaciones

55 A lo largo de esta divulgación, se mencionan varios términos que se definen en el presente documento de la siguiente manera: (a) el término "guía" se refiere a la medición de la distancia a lo largo del eje longitudinal del tornillo que el tornillo avanza con relación a un punto fijo al dar una vuelta completa del tornillo sobre su eje longitudinal; (b) el término "paso" se refiere a la distancia entre las crestas de rosca adyacentes en un tornillo; (c) el término "rosca sencilla" se usa para denotar un tornillo o una porción de tornillo que tiene una rosca sencilla helicoidal continua, con un inicio de rosca sencilla, en el tornillo o porción de tornillo; (d) el término "doble rosca" se usa para denotar un tornillo o una porción de tornillo que tiene dos roscas helicoidales continuas, con dos comienzos de rosca separados, en el tornillo o porción de tornillo.

65 Debe observarse que en la técnica anterior es común, aunque técnicamente incorrecto, usar los términos "guía" y "paso" indistintamente. Esto es así porque el paso y la guía de un tornillo que tiene rosca sencilla (que es una configuración común) es idéntico. Sin embargo, lo mismo no es el caso de los tornillos que tienen múltiples roscas, tales como las roscas dobles. Por consiguiente, la presente divulgación hace referencia a pasos relativos entre

porciones de tornillos que tienen solo roscas sencillas. Para los tornillos que tienen una o más porciones con una rosca múltiple, se hace referencia a la guía. La relación entre paso y guía se explica con mayor detalle en las Figs. 6A y 6B a continuación.

5 Con referencia primero a la Figura 1, se muestra una vista en alzado frontal del tornillo 100 de compresión sin cabeza de acuerdo con una realización de la presente invención. El tornillo 100 incluye una porción 120 delantera que está roscada con una rosca sencilla de paso P1, una primera porción 130 intermedia sin rosca, una segunda porción de embrague, como se explica más adelante, 140 que está roscada con una rosca sencilla de paso P2 y una porción 150 trasera que está roscada con una rosca sencilla de paso P3, igual a o más pequeña que la rosca de paso P2 de la porción 140 de embrague. En una realización de la presente invención, adaptada para unir y comprimir huesos o fragmentos de hueso, el paso P1 es mayor que el paso P2 y el paso P3 es igual al paso P2. La relación entre el paso P1 y el paso P2 se elige dependiendo del tipo particular de osteosíntesis a realizar. Las relaciones típicas están entre 2.0:1.0 y 1.10:1.0, pero también se prevén relaciones mayores y menores dentro del alcance de la presente invención.

15 En una realización alternativa adicional (no mostrada), el paso P3 de la rosca de la porción 150 trasera es más pequeño que el paso P2 de la rosca de la porción 140 de embrague. Esto permite una mayor compresión entre los huesos o fragmentos de huesos a unir.

20 Con referencia a continuación a la Figura 2, se muestra una vista en alzado frontal del tornillo 100 donde el diámetro exterior de la rosca de la porción 120 delantera es D1 y el diámetro exterior de la rosca de la porción 140 de embrague es D3. La primera porción 130 intermedia sin rosca tiene un diámetro D2. La raíz de la rosca de la porción 120 delantera y la raíz de la rosca de la porción 140 de embrague también tienen un diámetro D2. El diámetro exterior y el diámetro de la raíz de la rosca de la porción 150 trasera son D4 y D5, respectivamente. En una realización de la presente invención, el diámetro D4 es mayor que el diámetro D1, que a su vez es mayor que el diámetro D3 (es decir,  $D4 > D1 > D3$ ) mientras que el diámetro D5 es mayor que el diámetro D2 (es decir,  $D5 > D2$ ).

30 En referencia a continuación a la Figura 3, se muestra una sección transversal longitudinal a través de una realización del tornillo 100 que incluye una cánula 160 longitudinal para facilitar la colocación del tornillo sobre un alambre K e incluye además un enchufe 155 de herramienta de accionamiento no cilíndrica en el extremo 150 trasero para permitir la aplicación de torque. En una realización, las roscas en la porción 120 delantera son roscas de contrafuerte en donde la superficie más plana de la rosca (la superficie más cercana a ser perpendicular al eje longitudinal del tornillo) se orienta a la porción 120 delantera mientras que las roscas en la porción 140 de embrague y la porción 150 trasera son un contrafuerte inverso, donde la superficie más plana de la rosca está orientada hacia la porción 120 delantera. La configuración de las roscas de contrafuerte es particularmente ventajosa cuando se acopla al hueso poroso o esponjoso. Sin embargo, esta característica no pretende ser limitante ya que también se pueden usar otras formas de rosca dentro del alcance de esta invención, dependiendo del tipo de hueso a unir.

40 La Figura 3 también muestra, en línea discontinua, un diámetro D6 que es sustancialmente idéntico al diámetro D2 de la porción 130 intermedia sin rosca. El diámetro D6 es el diámetro de un orificio 210 piloto que se puede perforar en los huesos o fragmentos de hueso para unirlos antes de insertar y aplicar torque al tornillo 100. También se muestra en la Figura 3 en la línea discontinua es un diámetro D7 que es sustancialmente igual al diámetro D5 de la raíz de la rosca de la porción 150 trasera. El diámetro D7 es el diámetro de un orificio piloto que puede perforarse opcionalmente en el hueso proximal o en el fragmento de hueso a una profundidad aproximadamente igual a la longitud de la porción 150 trasera.

45 Con referencia a continuación a las Figuras 4A - 4E, mostrada, esquemáticamente, es la instalación de un tornillo 100 de acuerdo con una realización de la presente invención para lograr la unión y compresión de un hueso distal o fragmento 200 de hueso y un hueso proximal o fragmento 250 de hueso separados por un espacio 225. En preparación para unir y comprimir los fragmentos de hueso, el cirujano perfora un orificio 210 piloto, que se muestra en línea discontinua, de diámetro D6 de una longitud predeterminada concéntricamente en el hueso distal o el fragmento 200 de hueso y el hueso proximal o el fragmento 250 de hueso. Opcionalmente, el cirujano también puede perforar en el fragmento 250 proximal un orificio piloto adicional (no mostrado) de diámetro D7 de una longitud aproximadamente igual a la longitud de la porción 150 trasera del tornillo. Como se muestra en la Figura 4A, la porción 120 delantera del tornillo 100 avanza con mayor torque en el fragmento 250 proximal. Esto se puede hacer insertando el tornillo 100 canulado sobre un alambre K (no mostrado) que estabiliza la posición del fragmento 200 distal con respecto al fragmento 250 proximal mientras permite la traslación longitudinal de los fragmentos.

60 A medida que el tornillo 100 avanza con mayor torque, como se muestra en la Figura 4B, la porción 120 delantera del tornillo 100 se acopla con el fragmento 200 distal mientras que la porción 140 de embrague roscada se acopla con el fragmento 250 proximal. Este acoplamiento en ambos fragmentos inicia un proceso de traslación longitudinal T (indicado por flechas) del fragmento 200 distal hacia el fragmento 250 proximal, que tiende a cerrar el espacio 225, ya que el diferencial de paso entre la porción 120 delantera y la porción 140 de embrague hace que el tornillo 100 intente avanzar más en el fragmento 200 distal que hacia el fragmento 250 proximal. Debe observarse que, debido al diferencial de paso, las roscas de la porción 140 de embrague pueden entrar en roscas en la trayectoria helicoidal previamente creada en el fragmento 250 proximal por la rosca de la porción 120 delantera. Sin embargo, la porción 140 de embrague tiene una rosca que está configurada para proporcionar un agarre suficiente en el fragmento 250 de

hueso proximal de modo que cualquier entrorroscado no impida la traslación del fragmento 200 distal hacia el fragmento 250 proximal, hasta el momento en que se cierra el espacio 225 y ambos fragmentos se unen en sus respectivas caras en la línea 226 de interfaz.

5 En referencia a continuación a la Figura 4C, una vez que se cierra el espacio 225 y ambos fragmentos se unen en la línea 226 de interfaz, la resistencia aumenta en los fragmentos de hueso ahora unidos y cualquier mayor torque del tornillo 100 en los fragmentos hará que la rosca en la porción 140 de embrague comience una acción K de depuración del hueso esponjoso (una acción que emula un embrague deslizante) en la región mostrada por las líneas punteadas más gruesas en la Figura 4D, manteniendo así el contacto entre el fragmento 200 distal y el fragmento 250 proximal pero sin causar una compresión significativa en la interfaz 226.

10 En referencia a continuación a la Figura 4E allí se muestra el último paso en la unión y compresión de los huesos o fragmentos de hueso. En la Figura 4E se puede ver que la porción 150 trasera del tornillo 100 ha avanzado con mayor torque en el fragmento 250 proximal. Dado que el diámetro D4 exterior de la rosca de la porción 150 trasera es mayor que el diámetro D1 de la rosca de la porción 120 delantera, la rosca de la porción 150 trasera puede acoplar hueso nuevo fuera de la trayectoria helicoidal dejada por la rosca de la porción 120 delantera en el fragmento 250 proximal y, por lo tanto, a mayor torque adicional el tornillo 100, tiene suficiente agarre para presionar nuevamente a la porción 120 delantera para que se mueva más adentro del fragmento 200 distal que la porción 150 trasera se mueve hacia el fragmento 250 proximal por cada vuelta del tornillo 100. Esto provoca tensión en el tornillo 100 que se transmite por las roscas a los fragmentos de hueso como acción de compresión C, mostrada por flechas, en la interfaz 226 entre el fragmento 200 distal y el fragmento 250 proximal. Se debe tener en cuenta que, al completar este paso, la porción 150 trasera del tornillo 100 debería estar preferiblemente y por completo incrustada en el fragmento 250 proximal para evitar el impacto con el tejido blando.

25 Con referencia a continuación a las Figuras 5A - 5C, se muestran vistas desde diferentes ángulos del tornillo 100 de compresión sin cabeza que indican las diferentes porciones y características del mismo de acuerdo con una realización de la presente invención.

30 Con referencia ahora a la Figura 6A, que se muestra esquemáticamente, es una porción de un tornillo que tiene una rosca sencilla, es decir, una rosca formada por una sola hélice en un cilindro. En un tornillo que tiene una rosca sencilla, el paso P, es decir, la distancia medida paralela al eje longitudinal del tornillo entre los puntos correspondientes en formas de rosca adyacentes es igual a la guía L, es decir, la distancia, medida paralela al eje longitudinal del tornillo, que el tornillo se mueve axialmente en una rotación completa. La Figura 6B muestra esquemáticamente una porción de un tornillo que tiene una doble rosca, es decir, una rosca formada por dos hélices en un cilindro. En un tornillo que tiene una rosca doble, la guía L' es igual al doble del paso P' del tornillo. En general, en tornillos de rosca múltiple (es decir, más de una), la guía del tornillo es igual a su paso multiplicado por el número de hélices formadas en el cilindro.

35 En las realizaciones de la presente invención descritas anteriormente, las diferentes porciones roscadas del tornillo de compresión sin cabeza tienen roscas sencillas, no obstante de diferentes pasos. Es la diferencia en los pasos entre las roscas individuales lo que logra los objetivos de la traslación longitudinal y la posterior compresión entre huesos o fragmentos de hueso que se unirán a medida que avanza el tornillo. A continuación, se describen realizaciones donde se forma una doble rosca en la porción delantera del tornillo y se forma una rosca sencilla en las porciones restantes. Es mediante la configuración de una diferencial en las guías entre la rosca de la porción delantera y la de las otras porciones que se logran los objetivos de traslación longitudinal y posterior compresión entre huesos o fragmentos de hueso a unir.

40 Con referencia ahora a la Figura 7, se muestra una vista en alzado frontal del tornillo 300 de compresión sin cabeza de acuerdo con una realización de la presente invención. El tornillo 300 incluye una porción 320 delantera que está roscada con una doble rosca de la guía L1, una primera porción 330 intermedia sin rosca, una segunda porción de embrague, como se explica más adelante, 340 que está roscada con una rosca sencilla de la guía L2 y una porción 350 trasera que está roscada con una rosca sencilla de la guía L3, igual a o más pequeña que la guía L2 de la rosca de la porción 340 de embrague. En una realización de la presente invención, adaptada para unir y comprimir huesos o fragmentos de hueso, la guía L1 es mayor que la guía L2 y la guía L3 es igual a la guía L2. La relación entre la guía L1 y la guía L2 se elige según el tipo particular de osteosíntesis a realizar. Las relaciones típicas están entre 2.0:1.0 y 1.10:1.0, pero también se prevén relaciones mayores y menores dentro del alcance de la presente invención.

45 Haciendo referencia a continuación a la figura 8, se muestra una vista en alzado frontal del tornillo 300 donde el diámetro exterior de la rosca de la porción 320 delantera es D'1 y el diámetro exterior de la rosca de la porción 340 de embrague es D'3. La primera porción 330 intermedia sin rosca tiene un diámetro D'2. La raíz de la rosca de la porción 320 delantera y la raíz de la rosca de la porción 340 de embrague también tienen un diámetro D'2. El diámetro exterior y el diámetro de la raíz de la rosca de la porción 350 trasera son D'4 y D'5, respectivamente. En una realización de la presente invención, el diámetro D'4 es mayor que el diámetro D'1, que a su vez es mayor que el diámetro D'3 (es decir,  $D'4 > D'1 > D'3$ ) mientras que el diámetro D'5 es mayor que el diámetro D'2 (es decir,  $D'5 > D'2$ ).

60 En referencia a continuación a la Figura 9, se muestra una sección transversal longitudinal a través de una realización del tornillo 300 que incluye una cánula 360 longitudinal para facilitar la colocación del tornillo sobre un alambre K e

incluye además un enchufe 355 de herramienta de accionamiento no cilíndrico en el extremo 350 trasero para permitir la aplicación de torque. En una realización, las roscas en la porción 320 delantera son roscas de contrafuerte en donde la superficie más plana de la rosca (la superficie más cercana a ser perpendicular al eje longitudinal del tornillo) se enfrenta a la porción 320 delantera mientras que las roscas en la porción 340 de embrague y la porción 350 trasera es un contrafuerte inverso, donde la superficie más plana de la rosca está orientada hacia la porción 320 delantera. La configuración de las roscas de contrafuerte es particularmente ventajosa cuando se aplica hueso poroso o esponjoso. Sin embargo, esta característica no pretende ser limitante ya que también se pueden usar otras formas de rosca dentro del alcance de esta invención, dependiendo del tipo de hueso a unir.

La Figura 9 también muestra, en línea discontinua, un diámetro D'6 que es sustancialmente idéntico al diámetro D'2 de la porción 330 intermedia sin roscar. El diámetro D'6 es el diámetro de un orificio 410 piloto que se puede perforar en los huesos o fragmentos de hueso para unirlos antes de insertar y aplicar torque al tornillo 300. También se muestra en la Figura 9 en línea discontinua es un diámetro D'7 que es sustancialmente igual al diámetro D'5 de la raíz de la rosca de la porción 350 trasera. El diámetro D'7 es el diámetro de un orificio piloto que opcionalmente se puede perforar previamente en el hueso proximal o en el fragmento de hueso a una profundidad aproximadamente igual a la longitud de la porción 350 trasera.

Con referencia a continuación a las Figuras 10A-10E, que se muestra esquemáticamente, es la instalación de un tornillo 300 de acuerdo con esta realización de la presente invención para lograr la unión y compresión de un hueso distal o un fragmento 400 de hueso y un hueso proximal o fragmento 450 de hueso separados por un espacio 425. En preparación para unir y comprimir los fragmentos de hueso, el cirujano perfora un orificio 410 piloto, que se muestra en línea discontinua, de diámetro D'6 de una longitud predeterminada concéntricamente en el hueso distal o en el fragmento 400 de hueso y en el hueso proximal o en el fragmento 450 de hueso. Opcionalmente, el cirujano también puede perforar en el fragmento 450 proximal un orificio piloto adicional (no mostrado) de diámetro D'7 de una longitud aproximadamente igual a la longitud de la porción 350 trasera del tornillo. Como se muestra en la Figura 10A, la porción 320 delantera del tornillo 300 avanza con mayor torque en el fragmento 450 proximal. Esto se puede hacer insertando el tornillo 300 canulado sobre un alambre K (no mostrado) que estabiliza la posición del fragmento 400 distal con respecto al fragmento 450 proximal mientras permite la traslación longitudinal de los fragmentos.

A medida que el tornillo 300 avanza con mayor torque, como se muestra en la Figura 10B, la porción 320 delantera del tornillo 300 se acopla de manera roscada al fragmento 400 distal mientras que la porción 340 de embrague roscada se acopla roscadamente al fragmento 450 proximal. Este acoplamiento en ambos fragmentos inicia un proceso de traslación longitudinal T' (indicado por flechas) del fragmento 400 distal hacia el fragmento 450 proximal, que tiende a cerrar el espacio 425, ya que el diferencial de la guía entre la porción 320 delantera y la porción 340 de embrague hace que el tornillo 300 intente avanzar más en el fragmento 400 distal que hacia el fragmento 450 proximal. Debe observarse que, debido al diferencial de la guía, las roscas de la porción 340 de embrague pueden estropear la rosca en las trayectorias helicoidales previamente creadas en el fragmento 450 proximal por la rosca doble de la porción 320 delantera. Sin embargo, la porción 340 de embrague tiene una rosca que está configurada para proporcionar un agarre suficiente en el fragmento 450 de hueso proximal de modo que cualquier enterrerroscado no impida la traslación del fragmento 400 distal hacia el fragmento 450 proximal, hasta el momento en que el espacio 425 esté cerrado y ambos fragmentos se unan en sus respectivas caras en la línea 426 de interfaz.

En referencia a continuación a la Figura 10C, una vez que se cierra el espacio 425 y ambos fragmentos se unen en la línea 426 de interfaz, la resistencia aumenta en los fragmentos de hueso ahora unidos y cualquier mayor torque del tornillo 300 en los fragmentos hará que la rosca en la porción 340 de embrague comience una acción de extracción K' del hueso esponjoso (una acción que emula un embrague deslizante) en la región mostrada por las líneas punteadas más gruesas en la Figura 10D, manteniendo así el contacto entre el fragmento 400 distal y el fragmento 450 proximal pero sin causar una compresión significativa en la interfaz 426.

En referencia a continuación a la Figura 10E allí se muestra el último paso en la unión y compresión de los huesos o fragmentos de hueso. En la Figura 10E se puede ver que la porción 350 trasera del tornillo 300 se ha avanzado con mayor torque en el fragmento 450 proximal. Dado que el diámetro D'4 exterior de la rosca de la porción 350 trasera es mayor que el diámetro D'1 de la rosca de la porción 320 delantera, la rosca de la porción 350 trasera puede acoplar hueso nuevo fuera de las trayectorias helicoidales dejadas por la rosca doble de la porción 320 delantera en el fragmento 450 proximal y, por lo tanto, a mayor torque el tornillo 300, tiene suficiente agarre para impulsar nuevamente a la porción 320 delantera a moverse más dentro del fragmento 400 distal que la porción 350 trasera que se mueve hacia el fragmento 450 proximal por cada vuelta del tornillo 300. Esto provoca tensión en el tornillo 300 que se transmite por las roscas a los fragmentos de hueso como acción de compresión C', mostrada por flechas, en la interfaz 426 entre el fragmento 400 distal y el fragmento 450 proximal. Debe observarse que, al completar este paso, la porción 350 trasera del tornillo 300 debería estar preferible y completamente incrustada en el fragmento 450 proximal para evitar el choque con el tejido blando.

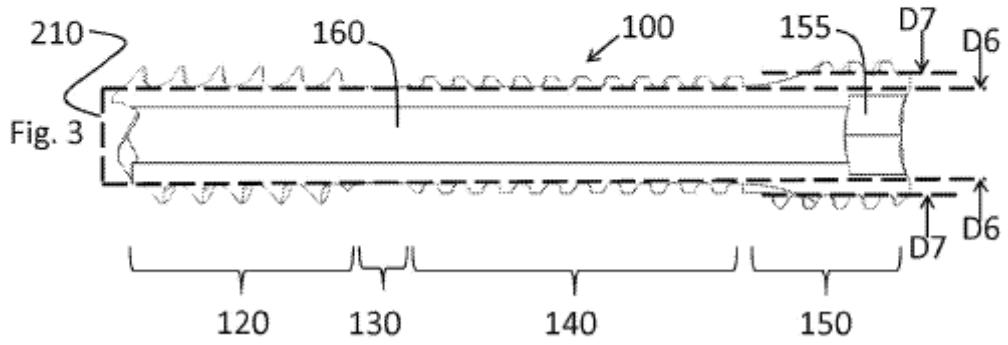
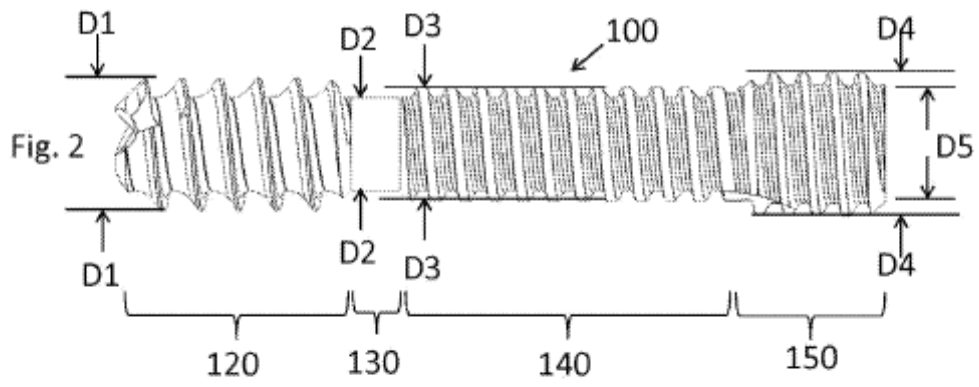
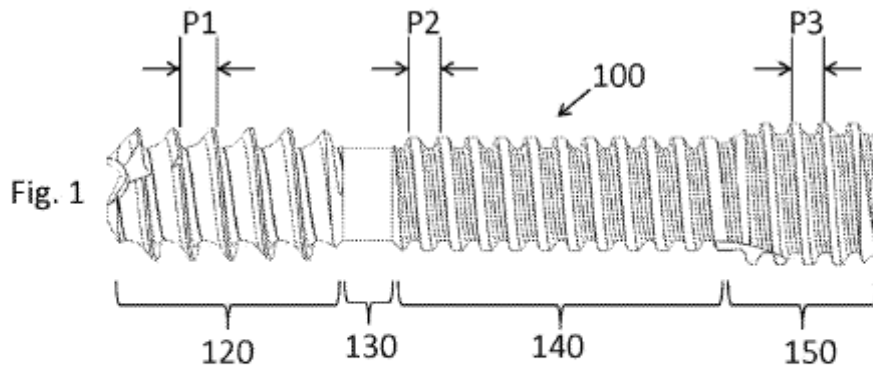
Con referencia a continuación a las Figuras 11A - 11C, se muestran vistas desde diferentes ángulos del tornillo 300 de compresión sin cabeza que indican las diferentes porciones y características del mismo de acuerdo con esta realización adicional de la presente invención.

5 Aunque se describió anteriormente en relación con un tornillo de compresión sin cabeza para osteosíntesis que tiene una disposición particular de roscas sencillas y dobles, formas de roscas, diámetros de roscas, pasos de roscas y guías de roscas, estas descripciones no pretenden ser limitantes ya que se pueden hacer diversas modificaciones en ellas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Por ejemplo, la porción delantera del tornillo de compresión sin cabeza se puede configurar con una rosca triple mientras que las otras porciones se configuran con una rosca doble seleccionando la proporción apropiada de la dimensión de las guías respectivas en la porción delantera frente a las otras porciones. En consecuencia, son posibles diversas combinaciones de múltiples roscas entre las diversas porciones del tornillo divulgado para lograr los objetos de la presente invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Un tornillo (100,300) de compresión sin cabeza para comprimir un primer fragmento de hueso y un segundo fragmento de hueso, comprendiendo el tornillo de compresión sin cabeza:
- 5 un árbol alargado que incluye una porción (120,320) delantera, una primera porción (130,330) intermedia, una segunda porción (140,340) intermedia y una porción (150,350) trasera,
- dicha porción (120,320) delantera tiene una o más roscas que definen un primer diámetro exterior y una primera guía;
- dicha primera porción (130,330) intermedia no está roscada;
- dicha segunda porción (140, 340) intermedia tiene uno o más roscas que definen un segundo diámetro exterior más pequeño que dicho primer diámetro exterior y una segunda guía más pequeña que dicha primera guía;
- 10 dicha porción (150, 350) trasera tiene uno o más roscas que definen un tercer diámetro exterior mayor que dicho primer diámetro exterior y una tercera guía más pequeña o igual a dicha segunda guía;
- de modo que, cuando dicho tornillo de compresión sin cabeza se inserta con mayor torque a través de un primer hueso o fragmento de hueso y un segundo hueso o fragmento de hueso separado por un espacio, dicho segundo hueso o fragmento de hueso se traslada longitudinalmente hacia dicho primer hueso o fragmento de hueso;
- 15 cuando dichos fragmentos de hueso se unen entre sí, con mayor torque de dicho tornillo, antes del acoplamiento por dicha porción trasera de dicho primer hueso o fragmento de hueso, mantendrá dicho segundo hueso o fragmento de hueso en contacto con dicho primer hueso o fragmento de hueso sin causar una compresión sustancial que se produce entre dicho primer hueso o fragmento de hueso y dicho segundo hueso o fragmento de hueso, y
- 20 cuando se aplica un mayor torque a dicho tornillo al acoplar dicha porción trasera de dicho primer hueso o fragmento de hueso se producirá compresión entre dicho segundo hueso o fragmento de hueso y dicho primer hueso o fragmento de hueso,
- caracterizado porque dicho tornillo de compresión sin cabeza es un tornillo de una pieza.
2. Un tornillo (100) de compresión sin cabeza de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:
- dicha porción (120) delantera tiene una rosca sencilla;
- 25 dicha segunda porción intermedia tiene una rosca sencilla; y
- dicha porción (150) trasera tiene una rosca sencilla.
3. Un tornillo (300) de compresión sin cabeza de acuerdo con la reivindicación 1, en donde;
- dicha porción (320) delantera tiene una rosca doble;
- dicha segunda porción (340) intermedia tiene una rosca sencilla; y
- 30 dicha porción (350) trasera tiene una rosca sencilla.
4. Un tornillo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el árbol del tornillo está canulado.
5. Un tornillo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicha porción trasera tiene una cavidad no cilíndrica capaz o que acepta el torque de una herramienta de torque.





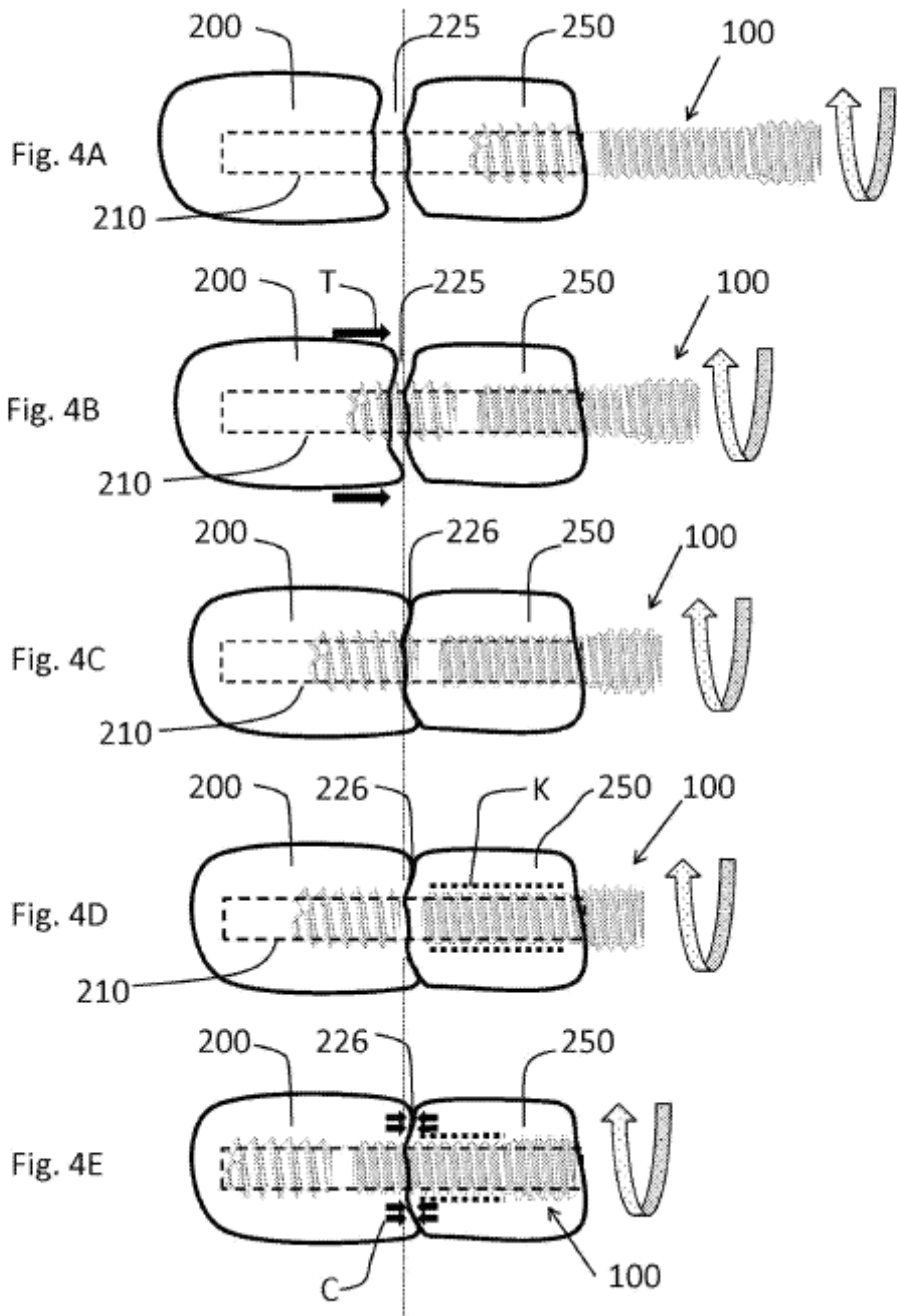


Fig. 5A

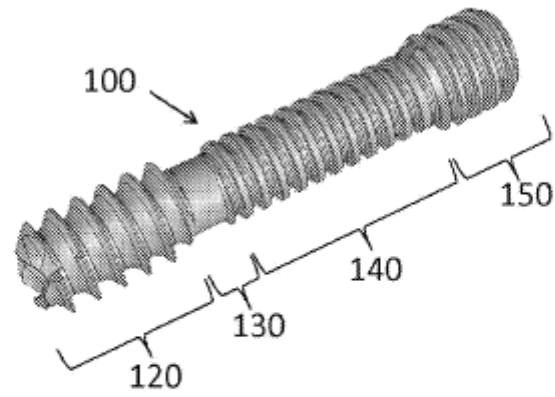


Fig. 5B

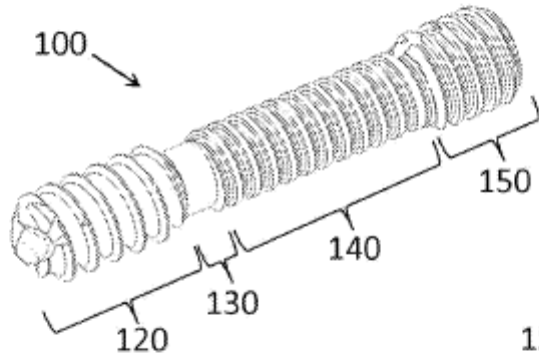
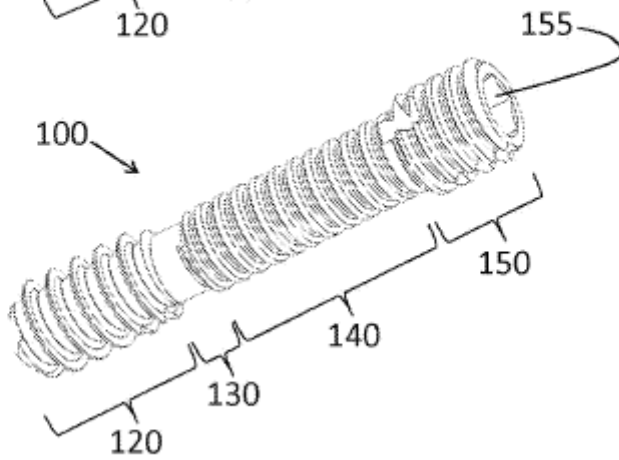


Fig. 5C



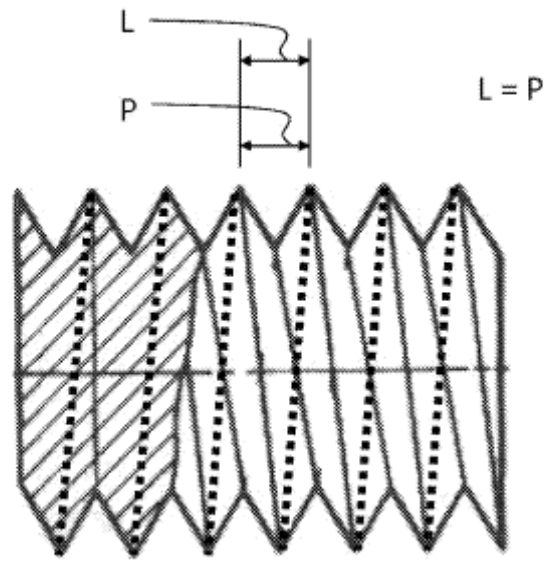


Fig. 6A  
(TÉCNICA ANTERIOR)

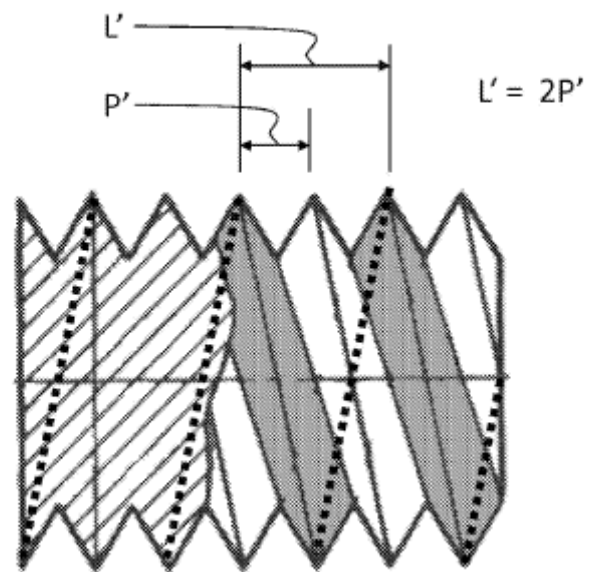
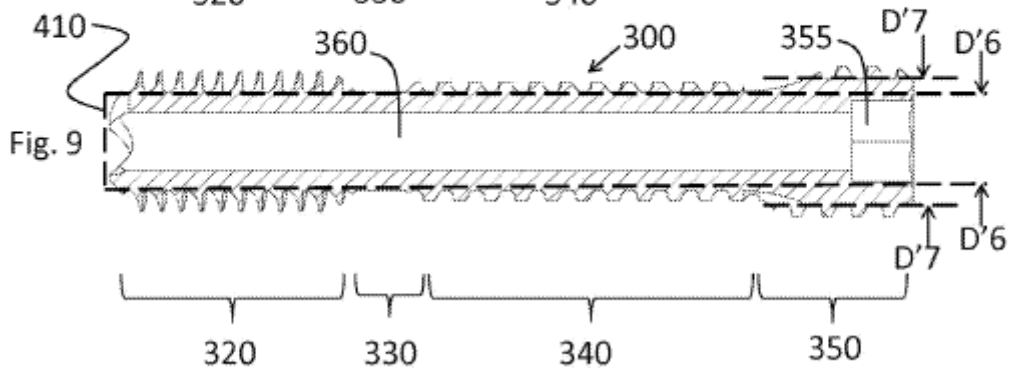
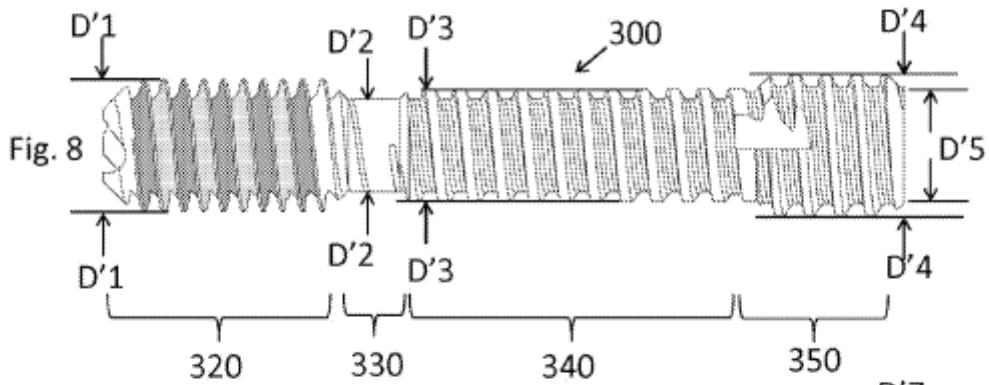
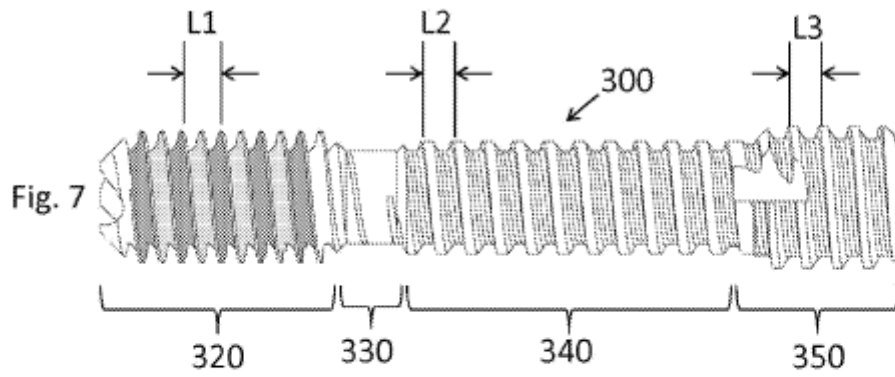


Fig. 6B  
(TÉCNICA ANTERIOR)



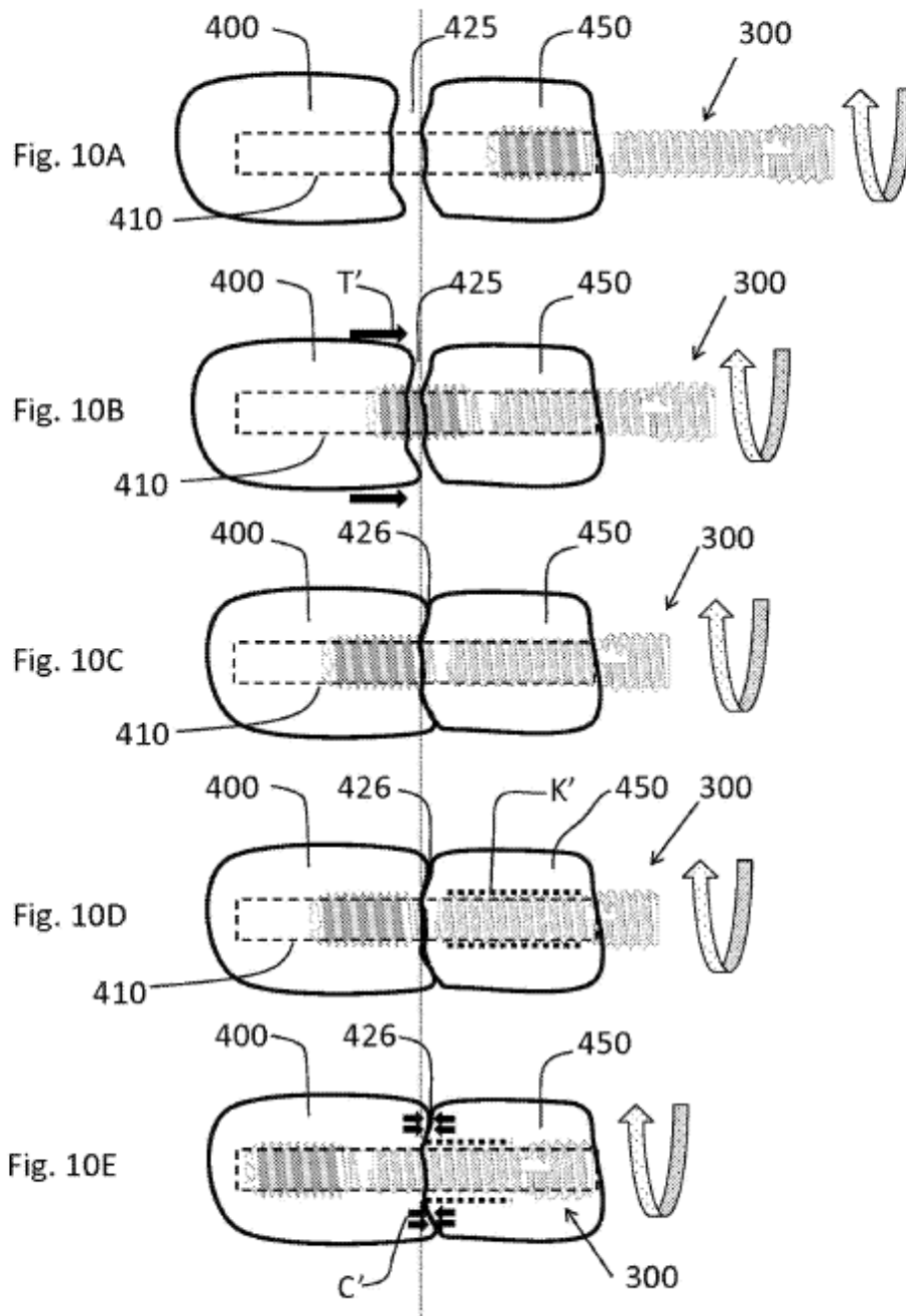


Fig. 11A

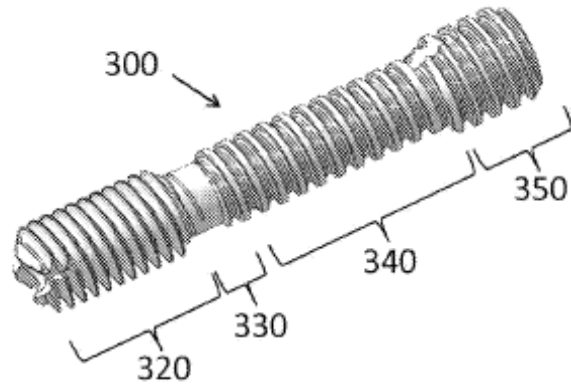


Fig. 11B

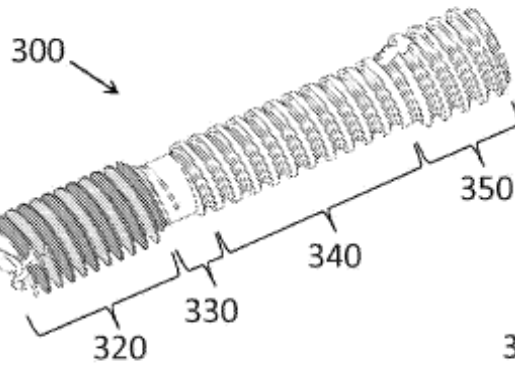


Fig. 11C

