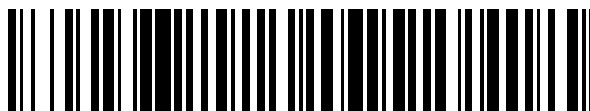


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 120**

51 Int. Cl.:

A61B 17/56

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.12.2005** **E 05820803 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2013** **EP 1833375**

54 Título: **Dispositivo de introducción recta que adopta una configuración curvada**

30 Prioridad:

05.01.2005 US 28655
13.06.2005 US 689570 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
25.11.2013

73 Titular/es:

NLT SPINE LTD. (100.0%)
P.O. Box 2289, Industrial Zone
Kfar Saba 44641, IL

72 Inventor/es:

SIEGAL, TZONY

74 Agente/Representante:

RIZZO, Sergio

ES 2 431 120 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).

DISPOSITIVO DE INTRODUCCIÓN RECTA QUE ADOPTA UNA CONFIGURACIÓN CURVADA

Descripción

CAMPO Y ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0001] La presente invención hace referencia a dispositivos para su introducción en un cuerpo por medio de una guía considerablemente recta puesta en práctica como un conducto con el fin de formar una configuración curvada predefinida y a métodos para utilizar dichos dispositivos.

[0002] Es conocido el hecho de insertar elementos rectos en diferentes tipos de cuerpos. En el campo general de la ingeniería mecánica, esto incluye la inserción de brocas, clavos, tornillos y varillas de varios tipos en estructuras tales como paredes, artículos tales como mobiliario, otros cuerpos inanimados, cuerpos vegetales como madera y cuerpos humanos o animales. En determinados casos, los elementos rectos tienen estructuras o mecanismos para asegurar los elementos y evitar que se retiren cuerpo.

También se conoce en determinados contextos el hecho de insertar elementos con un grado fijo de curvatura en un cuerpo. Ejemplos de este tipo incluyen las agujas curvadas tales como las que se usan para coser cuero y las brocas arqueadas para aplicaciones médicas, tal y como se describe en la patente estadounidense nº 4.312.337 de Donohue y la patente estadounidense nº 4.941.466 de Romano. Dichas estructuras están limitadas a una profundidad muy superficial de penetración en el cuerpo y, generalmente, entran a través de un arco de menos de 180° dentro del cuerpo.

Un ejemplo de un implante vertebral que ha de implantarse por medio de un conducto recto y que adopta una configuración curvada se revela en DE19710392C1. Sin embargo, este conducto no traza de forma clara una subdivisión entre una parte curvada del implante y una parte recta. Como resultado, la trayectoria seguida por los segmentos del dispositivo durante su utilización no se define de forma fiable e inequívoca. Implantes similares se revelan en WO01/06962, la patente estadounidense nº 5.695.513 y la patente estadounidense nº US 5.322.505.

En un tercer grupo de aplicaciones, principalmente limitadas al campo de la endoscopia médica, se introducen elementos flexibles dirigibles en un cuerpo. Los elementos flexibles dirigibles pueden introducirse a través de conductos rectos y, a continuación, se pueden desviar dentro del cuerpo con el fin de dirigirlos a una ubicación deseada, permitiendo así que los elementos alcancen una ubicación con una profundidad deseada arbitraria dentro de un cuerpo. Sin embargo, estos elementos no adoptan generalmente una configuración curvada bien definida dentro del cuerpo y, normalmente, no giran en ángulos de más de aproximadamente 180°. En muchos casos, los elementos dirigibles se mantienen de forma específica alejados de su límite mecánico de flexión con el fin de evitar un daño estructural por exceso de flexión.

Ninguno de los anteriores proporciona una estructura o método a través del cual una estructura curvada pueda introducirse en un cuerpo por medio de un conducto recto y que, a continuación, adopte una posición desplegada en una configuración curvada predefinida dentro del cuerpo y, especialmente, donde la estructura curvada predefinida gire más de 180°, tenga una curvatura variable y/o adopte una geometría tridimensional (no plana).

Por lo tanto, existe la necesidad de dispositivos para introducirlos en un cuerpo por medio de un conducto considerablemente recto con el fin de formar una configuración curvada predefinida y

métodos para utilizar dichos dispositivos.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0003] La presente invención es un dispositivo para introducirlo en un cuerpo a lo largo de un conducto considerablemente recto con el fin de formar una configuración curvada predefinida y métodos para utilizar dicho dispositivo.

De acuerdo con las instrucciones de la presente invención, se presenta un dispositivo para introducirlo en un cuerpo a lo largo de un conducto considerablemente recto, dispositivo que adopta dentro del cuerpo una configuración curvada predefinida, dispositivo que comprende un elemento alargado formado principalmente a partir de una pluralidad de segmentos interconectados de forma secuencial de manera que forman una bisagra eficaz entre aquellos segmentos que son adyacentes, estando los segmentos y las bisagras eficaces configurados de forma que: (a) cuando el elemento alargado está limitado a un estado considerablemente recto, las bisagras eficaces transmiten fuerzas de compresión desde cada segmento al siguiente de forma que el elemento alargado pueda ser empujado para avanzar a través del conducto considerablemente recto; y (b) cuando el elemento alargado no está limitado a un estado considerablemente recto, las bisagras eficaces permiten la desviación de cada segmento en relación a los segmentos adyacentes hasta que al menos una superficie de estribo de cada uno de los segmentos llega al estribo con al menos una superficie de estribo correspondiente de cada segmento adyacente, definiendo así un estado completamente flexionado del elemento alargado, donde el estado completamente flexionado se corresponde con una configuración curvada predefinida del elemento alargado, caracterizado porque el dispositivo se configura para realizar una transición, de forma progresiva, al tiempo que el dispositivo se extiende más allá de la guía entre la configuración considerablemente recta dentro de la guía y la configuración curvada predefinida más allá de la guía, donde el elemento alargado incluye además una punta distal biselada inclinada de forma que tienda a desviar el elemento alargado en el estado completamente flexionado cuando el elemento alargado avanza por un medio.

De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, la configuración curvada predefinida incluye un arco que gira a través de un ángulo de al menos 180°.

[0004] De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, la configuración curvada predefinida incluye una primera región que tiene un primer radio de curvatura y una segunda región que tiene un segundo radio de curvatura mayor que el primer radio de curvatura.

[0005] De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, la configuración curvada predefinida incluye una espiral cónica.

[0006] De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, la configuración curvada predefinida incluye una hélice.

[0007] De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, las superficies laterales de los segmentos se forman con mecanismos de bloqueo complementarios de forma que inhiben el desplazamiento lateral de las espiras sucesivas de la hélice.

[0008] De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, la configuración curvada predefinida incluye: (a) una primera parte que forma una espiral plana; y (b) una segunda parte que forma una hélice.

[0009] De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, cada una de las bisagras eficaces se forma con una parte de conexión plana de material flexible que interconecta entre aquellos segmentos que son adyacentes.

[0010] De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, cada una de las partes de conexión planas está formada integralmente con aquellos segmentos que son adyacentes.

[0011] De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, todos los segmentos y las partes de conexión planas se forman integralmente.

[0012] De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, cada una de las partes de conexión planas está sesgada de forma elástica con el fin de desviar los segmentos para que el elemento alargado tienda a adoptar el estado completamente flexionado.

[0013] De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, cada uno de los segmentos se forma como un bloque de material no-hueco.

[0014] De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, cada uno de los segmentos se forma como un bloque de material hueco.

[0015] De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, la superficie de estribo de cada uno de los segmentos y la correspondiente superficie de estribo de cada uno de los segmentos que son adyacentes se configuran con mecanismos de bloqueo de forma que, en el estado completamente flexionado, los mecanismos de bloqueo ayudan a resistir la deformación torsional del elemento alargado.

De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, también se presenta al menos una disposición de fijación para fijar una parte del elemento alargado en relación al cuerpo de forma que el elemento alargado forme al menos parte de un implante

[0016] De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, también se presenta un elemento de perforación asociado a un extremo distal del elemento alargado.

De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, una longitud del elemento alargado es al menos diez veces mayor que cada dimensión transversal del elemento alargado.

[0017] De acuerdo con una característica adicional, la configuración curvada predefinida es tal que el elemento alargado sigue una trayectoria arqueada de forma que un extremo distal del elemento alargado vuelve a salir del cuerpo.

De acuerdo con una característica adicional, el elemento alargado se forma con una punta distal sólida configurada para desplazar y comprimir material del cuerpo cuando avance por el cuerpo.

De acuerdo con una característica adicional, el elemento alargado se forma con una punta distal hueca configurada para cortar una muestra de material del cuerpo. De acuerdo con una característica adicional, el elemento alargado se fija a una parte del cuerpo en al menos una región.

De acuerdo con una característica adicional, la configuración curvada incluye una parte considerablemente helicoidal.

De acuerdo con una característica adicional, el cuerpo es un cuerpo humano en el que se introduce el elemento alargado en la columna vertebral del cuerpo humano.

De acuerdo con una característica adicional, el elemento alargado se introduce de forma que pase a través de al menos dos vertebrae del cuerpo humano.

De acuerdo con una característica adicional, el elemento alargado se introduce a través de una

primera vértebra y un extremo distal del elemento alargado sale por medio de una segunda vértebra.
De acuerdo con una característica adicional, el elemento alargado engrana cuatro regiones corticales del hueso.

De acuerdo con una característica adicional, el elemento alargado se introduce a través de un
5 pedículo de una primera vértebra y adopta una estructura de refuerzo considerablemente helicoidal que pasa a través de una pluralidad de vértebras adyacentes.

De acuerdo con una característica adicional, el elemento alargado se introduce con el fin de aumentar un espaciado entre al menos parte de dos vértebras adyacentes.

[0018] De acuerdo con una característica adicional, la forma curvada predefinida incluye una
10 pluralidad de espiras donde cada una tiene un eje central alineado de forma considerablemente perpendicular en dirección extensional de la columna vertebral.

De acuerdo con una característica adicional, la forma curvada predefinida incluye una pluralidad de espiras con un diámetro que aumenta de manera secuencial de forma que un espaciado entre al menos la parte de las dos vértebras adyacentes varía de forma creciente durante la introducción del
15 elemento alargado.

De acuerdo con una característica adicional, la forma curvada predefinida incluye un pluralidad de espiras apiladas que se sitúan de forma considerable en un plano axial de manera que un espaciado entre al menos la parte de las dos vértebras adyacentes varía de forma creciente durante la introducción del elemento alargado.

De acuerdo con una característica adicional, el elemento alargado se forma con mecanismos de bloqueo laterales configurados de forma que las espiras sucesivas de la pluralidad de espiras apiladas se engranan entre sí con el fin de mantener un apilamiento considerablemente cilíndrico.

De acuerdo con una característica adicional, el elemento alargado tiene una parte distal configurada para formar una configuración espiral considerablemente plana.

De acuerdo con una característica adicional, el elemento alargado se introduce de forma ipsolateral entre las vértebras adyacentes de forma que al menos corrige de forma parcial la desalineación por escoliosis entre las vértebras adyacentes.

De acuerdo con una característica adicional, el elemento alargado se introduce en una única vértebra donde la configuración curvada predefinida se configura para aumentar una altura eficaz de la
30 vértebra.

De acuerdo con una característica adicional, la configuración curvada predefinida incluye una pluralidad de espiras que juntas forman al menos un recinto parcial, comprendiendo el método además el paso de introducir una cantidad de material de relleno estructural biocompatible en el al menos recinto parcial.

De acuerdo con una característica adicional, la configuración curvada predefinida incluye una pluralidad de espiras que juntas forman al menos un recinto parcial, comprendiendo el método además el paso de introducir una cantidad de un agente terapéutico en el al menos recinto parcial.

[0019] De acuerdo con una característica adicional, tras el paso de introducir el elemento alargado, el elemento alargado se fija mediante sujeción de forma directa o indirecta a un pedículo de una de las
40 vértebras.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0020] La presente invención se describe a modo de ejemplo únicamente, con referencia a los dibujos adjuntos, donde:

La FIG. 1 es una vista isométrica de una primera puesta en práctica de un dispositivo, creado y operativo de acuerdo con las instrucciones de la presente invención, para introducirlo en un cuerpo mediante un conducto considerablemente recto con el fin de formar una configuración curvada predefinida;

La FIG. 2 es una vista lateral del dispositivo de la figura 1 durante la inserción a lo largo de un conducto recto, conducto que se presenta en sección para mayor claridad de presentación;

La FIG. 3 es una vista similar a la figura 2 que muestra el dispositivo que se extiende más allá del conducto recto y que adopta una configuración curvada predefinida;

La FIG. 4 es una vista isométrica de una segunda puesta en práctica de un dispositivo, creado y operativo de acuerdo con las instrucciones de la presente invención, para introducirlo en un cuerpo mediante un conducto considerablemente recto para una configuración curvada predefinida, dispositivo que tiene un canal central hueco;

La FIG. 5 es una vista lateral del dispositivo de la figura 4 durante la inserción a lo largo de un conducto recto, conducto que se presenta en sección para mayor claridad de presentación;

La FIG. 6 es una vista similar a la figura 5 que muestra el dispositivo que se extiende más allá del conducto recto y que adopta una configuración curvada predefinida;

La FIG. 7 es una vista isométrica de una tercera puesta en práctica de un dispositivo, creado y operativo de acuerdo con las instrucciones de la presente invención, para introducirlo en un cuerpo mediante un conducto considerablemente recto con el fin de formar una configuración curvada predefinida, dispositivo que tiene una forma circular transversal;

La FIG. 8 es una vista isométrica de una cuarta puesta en práctica de un dispositivo, creado y operativo de acuerdo con las instrucciones de la presente invención, para introducirlo en un cuerpo mediante un conducto considerablemente recto con el fin de formar una configuración curvada predefinida, dispositivo que tiene una forma semicircular transversal;

La FIG. 9A es una vista frontal de una quinta puesta en práctica de un dispositivo, creado y operativo de acuerdo con las instrucciones de la presente invención, para introducirlo en un cuerpo mediante un conducto considerablemente recto con el fin de formar una configuración curvada predefinida, dispositivo que tiene bisagras eficaces oblicuas entre los segmentos adyacentes;

La FIG. 9B es una vista isométrica del dispositivo de la figura 9A;

La FIG. 10 es una vista similar a la figura 9A que muestra un dispositivo en su configuración curvada predefinida;

La FIG. 11 es una vista lateral de una sexta puesta en práctica de un dispositivo, creado y operativo de acuerdo con las instrucciones de la presente invención, para introducirlo en un cuerpo mediante un conducto considerablemente recto con el fin de formar una configuración curvada predefinida, dispositivo que tiene una primera región configurada para producir una configuración curvada predefinida con un primer radio de curvatura y una segunda región configurada para producir una configuración curvada predefinida con un segundo radio de

curvatura;

Las FIGS. 12A, 12B y 12C son vistas laterales del dispositivo de la figura 11 en las tres etapas durante su inserción a lo largo de un conducto recto, conducto que se presenta en sección para mayor claridad de presentación;

5 La FIG. 13 es una vista isométrica de una séptima puesta en práctica de un dispositivo, creado y operativo de acuerdo con las instrucciones de la presente invención, para introducirlo en un cuerpo mediante un conducto considerablemente recto con el fin de formar una configuración curvada predefinida, dispositivo que tiene una forma predefinida que se corresponde con una hélice cónica;

10 La FIG. 14 es una vista frontal de una octava puesta en práctica de un dispositivo, creado y operativo de acuerdo con las instrucciones de la presente invención, para introducirlo en un cuerpo mediante un conducto considerablemente recto con el fin de formar una configuración curvada predefinida, dispositivo que tiene una forma curvada predefinida que incluye una espiral plana con una hélice cilíndrica cerrada;

15 Las FIGS. 15A y 15B son una vista isométrica esquemática parcial y una vista lateral esquemática parcial de parte de un dispositivo de acuerdo con la presente invención que muestran una disposición para engranarse entre los segmentos adyacentes del dispositivo, dispositivo que se muestra en los estados recto y curvado, respectivamente;

20 Las FIGS. 16A y 16B son vistas isométricas esquemáticas parciales de parte de un dispositivo de acuerdo con la presente invención que muestran una disposición alternativa para engranarse entre los segmentos adyacentes del dispositivo, para un dispositivo sólido y hueco, respectivamente;

25 Las FIGS. 17A y 17B son vistas en sección isométricas de un dispositivo de acuerdo con la presente invención que muestran una disposición para engranarse entre las espiras adyacentes de una forma curvada predefinida correspondiente a una hélice cerrada;

Las FIGS. 18A y 18B son vistas laterales parciales esquemáticas de un dispositivo de acuerdo con la presente invención en su forma curvada predefinida y su forma recta, respectivamente, que muestran una puesta en práctica de la interconexión articulada para una forma curvada de forma arbitraria;

30 Las FIGS. 19A-19C son vistas isométricas esquemáticas longitudinales de sección transversal y de extremo, respectivamente, de un segmento individual para usarlo en una puesta en práctica adicional de un dispositivo de acuerdo con las instrucciones de la presente invención;

35 Las FIGS. 19D y 19E son vistas esquemáticas longitudinales de sección transversal de un dispositivo formado a partir de una pluralidad de los segmentos de las figuras 19A-19C, dispositivo que se muestra en su estado recto y en su forma curvada predefinida, respectivamente;

La FIG. 20A es una vista lateral esquemática de componentes de un ensamblaje de perforación, creado y operativo de acuerdo con las instrucciones de la presente invención;

40 La FIG. 20B es una vista lateral esquemática del ensamblaje de perforación de la figura 20A ensamblada;

La FIG. 20C es una vista esquemática de sección transversal a través del ensamblaje de

perforación de la figura 20B;

Las FIGS. 21A y 21B son vistas laterales esquemáticas, tomadas con ángulos ortogonales, que muestran el funcionamiento del ensamblaje de perforación de la figura 20A;

Las FIGS. 22A-22C son ilustraciones esquemáticas de una puesta en práctica de la presente invención para la fijación al hueso cervical posterior usando el engranado del hueso cortical por cuatro;

Las FIGS. 23A-23C son ilustraciones esquemáticas de una puesta en práctica de la presente invención para la fijación al hueso cervical anterior usando el engranado del hueso cortical por cuatro;

La FIG. 24 es una ilustración esquemática de una puesta en práctica de la presente invención para el refuerzo del disco intervertebral;

Las FIGS. 25A-25C son vistas laterales esquemáticas anterior y axial, respectivamente, que muestran una puesta en práctica de la presente invención para el reemplazo del disco intervertebral.

La FIG. 26A es una vista lateral esquemática que muestra una puesta en práctica de la presente invención para el reemplazo del disco intervertebral con restauración de altura ajustable;

Las FIGS. 26B y 26C son vistas axiales de sección transversal tomadas a lo largo de las líneas B-B y C-C, respectivamente, en la figura 26A;

Las FIGS. 27A-27C son vistas posteriores esquemáticas de dos vértebras adyacentes durante la corrección progresiva de la escoliosis como procedimiento mínimamente invasivo de acuerdo con la presente invención;

Las FIGS. 28A-28C son vistas sagitales esquemáticas de sección transversal que ilustran tres puestas en práctica diferentes de refuerzos del cuerpo vertebral de múltiples segmentos de acuerdo con la presente invención;

La FIG. 29A es una vista sagital de sección transversal que ilustra una columna vertebral con vértebras sanas;

La FIG. 29B es una vista similar a la figura 29A que ilustra una vértebra colapsada; y

La FIG. 29C es una vista de la columna vertebral de la figura 29B que ilustra de forma esquemática la restauración de la altura vertebral de acuerdo con las instrucciones de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN PREFERIDOS

[0021] La presente invención es un dispositivo para introducirlo en un cuerpo por un conducto considerablemente recto con el fin de formar una configuración curvada predefinida.

[0022] Los principios y el funcionamiento de los dispositivos de acuerdo con la presente invención se entenderán mejor haciendo referencia a los dibujos y la descripción adjunta.

[0023] En primer lugar, la presente invención presenta una familia de dispositivos basados en un concepto inventivo común pero que varía en la puesta en práctica específica y, más concretamente, en la forma curvada predefinida específica que los dispositivos han de adoptar cuando se insertan en un cuerpo. Los dispositivos se definen de forma geométrica por su estructura y de forma mecánica por sus propiedades, pero no se limita su uso en cualquier campo específico de la tecnología o

cualquier aplicación específica. Estos dispositivos se describirán a continuación en referencia a las figuras 1-19E. A continuación, en referencia a las figuras 20A-29C, se presentarán como un pequeño número de aplicaciones de ejemplo que utilizan estos dispositivos, principalmente en el campo del tratamiento médico del cuerpo humano.

5 Haciendo referencia ahora a los dibujos, la figuras 1-3 muestran una primera ilustración básica de un dispositivo, creado y operativo de acuerdo con las instrucciones de la presente invención, para introducirlo en un cuerpo por un conducto considerablemente recto **20** que adopta dentro del cuerpo una configuración curvada predefinida.

En términos generales, el dispositivo de cada modo de realización de la presente invención incluye un
 10 elemento alargado **10** formado principalmente a partir de una pluralidad de segmentos **12** interconectados de forma secuencial de manera que forman una bisagra eficaz **14** entre los segmentos adyacentes **12**. Los segmentos **12** y las bisagras eficaces **14** están configurados de forma que: (a) cuando el elemento alargado **10** está limitado a un estado considerablemente recto, las bisagras eficaces **14** transmiten fuerzas de compresión desde cada segmento **12** al siguiente de
 15 forma que el elemento alargado **10** puede ser empujado para que avance a través del conducto considerablemente recto **20**; y (b) cuando el elemento alargado **10** no está limitado a un estado considerablemente recto, las bisagras eficaces **14** permiten la desviación de cada segmento **12** en relación al segmento adyacente **12** hasta que al menos una superficie de estribo **16** de cada uno de los segmentos llega al estribo con al menos una superficie de estribo correspondiente **18** de cada
 20 segmento adyacente, definiendo así un estado completamente flexionado del elemento alargado **10** que se corresponde con una configuración curvada predefinida del elemento alargado.

Por lo tanto, quedará claro rápidamente que el dispositivo de la presente invención definido de esta manera es capaz de poder ser insertado en un cuerpo a cualquier profundidad deseada, puesto que inicialmente sigue una trayectoria considerablemente recta y, a continuación, se despliega dentro del
 25 cuerpo con el fin de formar una estructura curvada predefinida en la que los segmentos adyacentes están interconectados con una bisagra eficaz y se limita por al menos una superficie adicional, proporcionando así una estabilidad mecánica considerable. Por lo tanto, se puede introducir una amplia variedad de estructuras curvadas o retorcidas de forma temporal o permanente por una abertura de inserción que tiene las dimensiones correspondientes a las dimensiones transversales del
 30 elemento alargado que conforma la figura final.

[0024] Por lo tanto, los dispositivos de la presente invención pueden usarse para una amplia variedad de aplicaciones, entre las que se incluyen sin carácter limitativo: formar un canal curvado a través de un cuerpo; cortar una muestra de material de un cuerpo; presentar una estructura de fijación curvada en un cuerpo, unir dos partes de un cuerpo; alinear dos partes de un cuerpo; formar una
 35 estructura de refuerzo en un cuerpo; rellenar una región de un cuerpo y expandir un espaciado entre partes de un cuerpo.

[0025] La transición desde la configuración considerablemente recta del dispositivo a la configuración curvada predefinida puede conseguirse de diferentes formas. De acuerdo con un primer conjunto de puestas en práctica, el elemento alargado **10** está sesgado de forma elástica de forma que tienda a
 40 desviarse hacia su estado curvado predefinido. Esto puede conseguirse sesgando previamente las bisagras eficaces **14** o añadiendo muelles adicionales u otros elementos elásticos (no mostrados). En

un conjunto alternativo de puestas en práctica, la geometría del elemento alargado **10** se elige de forma que la resistencia mecánica durante la inserción del elemento **10** en el cuerpo provoca la desviación del dispositivo a su estado curvado. De acuerdo con cualquiera de las opciones anteriores, la flexión del dispositivo es progresiva, se da de forma continua cuando el dispositivo se extiende más allá del conducto de distribución **20**.

[0026] Como ya se ha mencionado anteriormente, la presente invención puede usarse en una amplia variedad de campos de aplicación entre los que se incluyen, sin carácter limitativo, la construcción, minería, aplicaciones industriales, carpintería y medicina. Por consiguiente, el “cuerpo” en el que se despliega el dispositivo puede ser cualquier cuerpo, entre los que se incluye, sin carácter limitativo: un cuerpo humano, un cuerpo animal, madera, otros materiales biológicos, paredes, muebles, minerales y otros objetos inanimados. Claramente, se deben elegir las dimensiones, materiales y otros parámetros de diseño para el dispositivo de la presente invención para hacerlo adecuado a la aplicación prevista, como será evidente generalmente para alguien experto en el campo de las aplicaciones para las que se va a usar.

[0027] Centrándonos ahora en las características estructurales de las puestas en práctica específicas del dispositivo de la presente invención, el elemento alargado **10** como se muestra en la figura 1 se forma preferiblemente a partir de una única varilla alargada de sección transversal rectangular a partir de la que se cortan ranuras transversales con el fin de subdividir el elemento alargado en segmentos **12**. El puente de conexión relativamente estrecho de material que queda debajo de las ranuras hace que las interconexiones sean flexibles, proporcionando así bisagras eficaces **14**. Las ranuras se muestran aquí como ranuras en forma de V, correspondientes a las superficies de extremo en pendiente de los segmentos **12**. También se pueden usar otras formas para las ranuras, como las ranuras en forma de U, las ranuras rectangulares y ranuras con formas más complejas.

[0028] Se entenderá que la estructura mostrada presenta todas las características estructurales del dispositivo de la presente invención de forma directa y fácil de fabricar, simplemente formando ranuras colocadas y moldeadas adecuadamente en una varilla rectangular. Por lo tanto, las bisagras eficaces **14** se forman de manera integral como partes de conexión planas de material flexible que se interconectan entre los segmentos adyacentes. El término “plano” se usa en este contexto para hacer referencia a la forma en sección transversal, concretamente, aquella en sección transversal a lo largo del eje eficaz de la bisagra, el grosor de la bisagra integrante es considerablemente menor que su ancho, proporcionando así una dirección bien definida de flexión. La bisagra integrante puede tener una longitud significativa que se extiende entre segmentos **12** (como se muestra en determinados ejemplos a continuación) o puede tener una longitud mínima (tal y como aquí se muestra). Las bisagras eficaces **14** proporcionan preferiblemente resistencia al movimiento relativo de los segmentos adyacentes **12** diferente al movimiento con bisagra previsto, evitando así una deformación torsional no deseada del elemento alargado **10**.

[0029] Claramente, si el dispositivo se crea cortando ranuras en una varilla de material inicialmente recta y a menos que el elemento alargado se trate además para cambiar sus propiedades, el estado relajado del elemento alargado estará en la configuración enderezada. De acuerdo con una opción preferida de forma específica aquí ilustrada, el elemento alargado **10** termina en punta distal biselada

22 inclinada que tiende a desviar el elemento alargado al estado completamente flexionado al tiempo que el elemento alargado avanza por un medio. Concretamente, la punta distal biselada **22** tiene preferiblemente un borde delantero en el lado a partir del cual se cortan las ranuras y una superficie biselada encarada alejada del lado de las ranuras. Esta forma, cuando se avanza por un medio

5 comprimible o desplazable, tiende a ser desviada de manera que sigue una trayectoria curvada, doblando así el elemento alargado **10** de forma progresiva hacia su forma curvada completamente flexionada al tiempo que avanza más allá del conducto de distribución **20**, como se muestra en la figura 3.

[0030] Las dimensiones del dispositivo de la presente invención se eligen de acuerdo con la aplicación prevista y la forma curvada predefinida requerida que ha de formarse. Por lo tanto, por un

10 lado, se puede usar un elemento con un ancho y una altura de un metro o más para usarlo a la hora de vaciar un túnel subterráneo o un túnel submarino. Por otro lado, determinadas aplicaciones médicas delicadas pueden usar un elemento alargado con un ancho y una altura de 5 milímetros o menos. Para una amplia variedad de aplicaciones domésticas y médicas, las dimensiones laterales

15 de 1-30 mm son adecuadas.

[0031] En cuanto a la dimensiones relativas, el elemento alargado **10** se denomina "alargado" con el sentido de que el largo es considerablemente mayor que tanto el ancho como el alto. Más preferiblemente, un largo del elemento alargado **10** es al menos diez veces mayor que cada dimensión transversal (altura y ancho) del elemento alargado. Preferiblemente, el dispositivo está

20 configurado para formar una configuración curvada predefinida que incluye un arco que gira a través de un ángulo de al menos 180 ° y, en muchos casos, pasa por una o más revoluciones completas como se mostrará en un número de ejemplos a continuación.

[0032] Los materiales para el dispositivo de la presente invención se eligen de acuerdo con la aplicación prevista y con las propiedades mecánicas y otras que sean necesarias y puede ser

25 cualquier material adecuado. Para muchas aplicaciones, son adecuados varios metales y aleaciones de metal (referidos de forma colectiva como materiales metálicos). Para algunas aplicaciones, son adecuados varios plásticos y materiales polímeros. Otras posibilidades incluyen, sin carácter limitativo, materiales compuestos y materiales de cerámica. Para aplicaciones médicas, se usan biocompatibles, normalmente tanto materiales metálicos como polímeros como PEEK.

[0033] Cabe observar que los términos "bidimensional" y "plano" se usan para hacer referencia a la geometría de la configuración curvada predefinida de determinados modos de realización tal como los de las figuras 1-8 y 11-12C, mientras que los términos "tridimensional" y "no plano" se usan para hacer referencia a la geometría de la configuración curvada predefinida de los modos de realización

30 como los de las figuras 9A-10, 13 y 14. Estos términos se usan para clasificar la naturaleza de la curvatura mostrada, es decir, que un círculo o espiral plana es una geometría "plana" mientras que una hélice o cono es una geometría "no plana". Claramente, incluso la puesta en práctica de la geometría "plana" también ocupa espacio en tres dimensiones debido al ancho de los elementos.

En los ejemplos de las figuras 1-3, el elemento alargado **10** se corta de una varilla sólida de manera que cada segmento **12** se forma como un bloque de material no hueco. Aunque se cree que la

40 construcción unitaria con las bisagras eficaces **14** formadas de forma integral con los segmentos **12** es más beneficiosa, es necesario mencionar que las puestas en práctica alternativas de las bisagras

eficaces **14** entran dentro del ámbito de la presente invención. A modo de ejemplo, una primera puesta en práctica alternativa emplea una tira flexible como segmento principal para el dispositivo al que se fijan los segmentos **12** (bloques separados) mediante cualquier técnica de fijación adecuada. Un ejemplo de este tipo se muestra a continuación en referencia a las figuras 19a-19E. Una segunda
 5 puesta en práctica alternativa emplea una disposición de bisagras interconectadas pivotante, ya sea del tipo con o sin pasador de bisagra, para conectarse entre los segmentos separados inicialmente **12**.

[0034] El conducto considerablemente recto **20** puede ser cualquier conducto adecuado, preferiblemente ajustado a la forma externa del elemento alargado **10** en su configuración
 10 considerablemente recta. El conducto **20** puede fabricarse a partir de materiales similares al elemento alargado **10** o puede ser de cualquier otro material que sea compatible con la aplicación prevista. Además, aunque el conducto **20** es el ejemplo preferido de una estructura para limitar el elemento alargado a una configuración considerablemente recta durante una primera parte de la inserción en un cuerpo, debería mencionarse que también entran otras alternativas dentro del ámbito general de la
 15 presente invención. Por lo tanto, por ejemplo, en puestas en práctica huecas (tal como las que se describen a continuación en referencia a las figuras 4-6), puede conseguirse un efecto equivalente usando una vía desplegada de forma central que pasa al menos de forma parcial dentro del elemento alargado **10** que limita una parte del elemento alargado **10** a su configuración recta.

[0035] Haciendo ahora referencia a las figuras 4-6, estas muestran una segunda puesta en práctica
 20 del dispositivo de la presente invención. Esta puesta en práctica es generalmente similar a la de las figuras 1-3, distinguiéndose en dos aspectos como se describirá a continuación.

[0036] En primer lugar, en esta puesta en práctica, las ranuras se forman como ranuras rectangulares para que las superficies de estribo **16** y **18** estén solo a lo largo de los bordes superiores de los segmentos adyacentes. Esta forma tiene determinadas ventajas de simplicidad de
 25 fabricación y también es menos sensible a la presencia de cuerpos extraños entre las superficies de estribo que interfieren con la configuración curvada. Por otro lado, la estructura curvada tiene aberturas laterales triangulares entre los segmentos adyacentes que pueden no ser deseadas en determinadas aplicaciones.

[0037] En segundo lugar, esta puesta en práctica se forma a partir de una varilla hueca, lo que tiene
 30 como resultado un elemento alargado **10** en el que cada segmento **12** es un bloque hueco de material. El canal central resultante a través del elemento alargado **10** puede ser útil para una amplia variedad de funciones, entre las que se incluyen, sin carácter limitativo: cortar una muestra de material de un cuerpo; excavar un volumen de material de un cuerpo; insertar una herramienta flexible a través del elemento alargado **10** con el fin de alcanzar una ubicación diana en un cuerpo; distribuir
 35 una cantidad de fluido u otro material a una ubicación diana dentro de un cuerpo; proporcionar un eje impulsor para una herramienta de perforación u otra herramienta ubicada en el extremo distal del elemento alargado **10**; transmitir iluminación y/o imágenes a/de una ubicación diana en un cuerpo; rellenar con cemento para fijar una configuración desplegada del elemento alargado **10** y rellenar el elemento alargado **10** con otros materiales para impartir propiedades deseadas al elemento alargado
 40 **10** y las regiones circundantes de un cuerpo.

[0038] En todos los otros aspectos, la estructura y función de la puesta en práctica de las figuras 4-6

puede comprenderse completamente por analogía con la estructura y función de la puesta en práctica de las figuras 1-3 descritas anteriormente.

[0039] Haciendo ahora referencia a las figuras 7 y 8, debería mencionarse que el elemento alargado **10** puede ponerse en práctica con una amplia variedad de formas transversales diferentes. Así, a modo de ejemplo, la figura 7 muestra una puesta en práctica en la que el elemento alargado **10** es considerablemente circular en sección transversal. En este caso, las bisagras eficaces **14** se forman preferiblemente como bisagras integrantes dejando una parte correspondiente a una cuerda del círculo que hace de conexión entre los segmentos adyacentes **12**. La figura 8 muestra una puesta en práctica en la que elemento alargado **10** es considerablemente semicircular. Las bisagras eficaces **14** que interconectan los segmentos **12** se forman preferiblemente en el lado plano del elemento alargado.

[0040] Haciendo referencia ahora a las figuras 9A, 9B y 10, estas ilustran una puesta en práctica del dispositivo de la presente invención generalmente similar al de las figuras 1-3 pero donde la configuración curvada predefinida es una hélice. Con el fin de conseguir este resultado, las ranuras entre los segmentos adyacentes **12** y, por lo tanto, los ejes de las bisagras eficaces **14**, tienen un ángulo oblicuo en relación a la dirección de alargamiento del elemento alargado **10**. Esto se ve de forma más clara en la vista en planta de la figura 9A donde el ángulo α indica la inclinación de los ejes de las bisagras eficaces en relación a una línea perpendicular a la dirección de extensión del elemento alargado **10**. El resultado de este ángulo oblicuo de las bisagras eficaces **14** es que la configuración curvada predefinida incluye un componente lateral de curvatura, formando así una hélice como se muestra en la figura **10**. Variar el ángulo de inclinación α varía la pendiente de la hélice de forma que la hélice puede designarse para estar tanto abierta como se muestra (es decir, con espacio entre las espiras adyacentes de la hélice) o cerrada (es decir, donde las espiras adyacentes se tocan la una a la otra).

[0041] Por lo que respecta a las figuras 11 y 12A-12C, debería mencionarse que la configuración curvada predefinida de los dispositivos de la presente invención no tienen porqué ser una configuración uniforme con una curvatura constante a lo largo del elemento alargado **10**. Por lo tanto, a modo de ejemplo, la figura 11 muestra un elemento alargado **10** que produce una configuración curvada predefinida (visible en la figura 12C) que incluye una primera región **24** que tiene un primer radio de curvatura R_1 y una segunda región **26** que tiene un segundo radio de curvatura R_2 mayor que el R_1 . Con el fin de conseguir este resultado, el tamaño de los segmentos **12** y su espaciado varía entre las regiones **24** y **26** de forma que tenga lugar un mayor grado de desviación entre los segmentos adyacentes **12** y/o los segmentos que están separados de forma más cercana en la región **24**.

[0042] Las figuras 12A-12C ilustran la secuencia de despliegue del dispositivo de la figura 11 cuando avanza por el conducto **20**. Como la punta distal del elemento alargado **10** avanza primero más allá del conducto **20**, ocupa una dimensión de altura h_1 que se corresponde de forma considerable con la correspondiente dimensión del dispositivo en su configuración considerablemente recta. (La dimensión de arriba-abajo como se muestra se indica aquí para mayor facilidad como "altura" aunque el dispositivo puede usarse obviamente en cualquier orientación). Cuando avanza, la región **24** empieza a adoptar su configuración curvada predefinida, definiendo así una parte de una forma

considerablemente circular de diámetro (y, por lo tanto, altura) h_2 que es dos veces más pequeño que el radio de curvatura R_1 . A continuación, al tiempo que el elemento alargado avanza más, la región **26** se extiende de forma progresiva más allá del conducto **20** con el fin de formar un arco de radio R_2 y, por tanto, elevar la altura general a h_3 (dos veces R_2). El efecto general es una abertura gradual de una forma que aquí se denomina como espiral. Obviamente, este efecto puede continuarse, por ejemplo, formando una tercera región del elemento alargado **10** con más segmentos separados de forma cercana configurados para proporcionar un radio de curvatura aún mayor.

[0043] Puede observarse que el aumento gradual en la altura eficaz del dispositivo y, en concreto, durante la transición de h_2 de la figura 12B a h_3 de la figura 12C, hace que el dispositivo sea útil como mecanismo para elevar una parte de un cuerpo o para separar entre dos partes de un cuerpo. Un ejemplo de dicha aplicación se ilustrará a continuación.

[0044] Cabe observar que el término “espiral” se usa aquí en su sentido coloquial para hacer referencia a cualquier forma que hace espirales hacia dentro y hacia fuera y no está limitado a una espiral geométrica que aquí se refiere como “espiral perfecta”. Se puede preferir la espiral formada a partir de un aumento escalonado en radios de curvatura como aquí se describe debido a su simplicidad de fabricación. Sin embargo, se entenderá que es posible variar el tamaño de los segmentos y/o espaciado entre segmentos de forma continua con el fin de conseguir una aproximación cercana a una espiral perfecta o cualquier otro perfil de curvatura que varíe deseado.

[0045] Por lo que respecta a las figuras 13 y 14, cabe observar que los principios de progresión lateral descrita anteriormente en referencia a las figuras 9A-10 y de curvatura variable descrita anteriormente en referencia a las figuras 11-12C pueden combinarse para conseguir una variedad ilimitada de forma eficaz de estructuras tridimensionales retorcidas en las que el radio de curvatura y la progresión axial se eligen de forma arbitraria de acuerdo con una aplicación deseada específica. Las figuras 13 y 14 ilustran dos ejemplos de importancia concreta que combinan estos principios.

[0046] Concretamente, la figura 13 ilustra de forma esquemática una configuración curvada predefinida de un elemento alargado **10** que se forma como una espiral cónica, es decir, una serie de espiras con un radio de curvatura que aumenta de forma secuencial combinado con una progresión axial. Como ocurría anteriormente, la variación del radio de curvatura puede ser continua (es decir, que varía entre cada par de segmentos adyacentes) o puede variarse en pasos, tal como cada pocos segmentos o cada 90° o 180° de una espira.

[0047] La figura 14 muestra un ejemplo preferido adicional en el que una parte distal del elemento alargado **10** se configura para formar una espiral plana **30** (similar a la figura 12C) y una segunda parte del elemento alargado **10** forma una hélice **32**. En este caso, la hélice **32** es preferiblemente una hélice cerrada, es decir, donde cada espira entra en contacto con las espiras adyacentes (referidas como “espiras apiladas”). Este contacto entre espiras hace que la forma sea estructuralmente fuerte de forma que el dispositivo pueda usarse para elevar parte de un cuerpo o separar entre dos partes de un cuerpo, incluso cuando existan fuerzas considerables. Al mismo tiempo, la presencia de la espiral plana en el extremo distal asegura que una superficie plana entra en contacto con el cuerpo para elevarlo, evitando así una abrasión pesada del cuerpo elevado por el extremo delantero del elemento alargado. Una aplicación de esta puesta en práctica del dispositivo se describirá a continuación.

[0048] Por lo que respecta a las figuras 15A-17B, cabe observar que se pueden hacer varias modificaciones de la forma de los segmentos **12** con el fin de proporcionar varias forma de interconexión, mejorando así la estabilidad mecánica de las configuraciones curvadas predefinidas de la presente invención. Por lo tanto, las figuras 15A y 15B muestran una posible modificación en la que las superficies de estribo **16** y las correspondientes superficies de estribo **18** se configuran con mecanismos de bloqueo de forma que, en el estado completamente flexionado de la figura 15B, los mecanismos de bloqueo ayudan a resistir la deformación torsional del elemento alargado. En el ejemplo aquí mostrado, las superficies de estribo **16** se forman con ranuras **34** mientras las superficies de estribo complementarias **18** se forman con bordes salientes **36** configurados para engranarse con las ranuras **34**.

[0049] Las figuras 16A y 16B ilustran el mismo concepto puesto en práctica sin ranuras y bordes afilados, pero con superficies de estribo curvadas de forma convexa y cóncava **16** y **18**. La figura 16B ilustra la misma estructura que la figura 16A puesta en práctica en un modo de realización hueco.

[0050] Por lo que respecta a las figuras 17A y 17B, estas ilustran una opción adicional específicamente para formas helicoidales cerradas tal como la hélice **32** de la figura 14 con el fin de estabilizar de forma adicional el apilamiento de espiras resultante. De acuerdo con esta característica, las superficies laterales de los segmentos **12** se forman con mecanismos de bloqueo complementarios para inhibir el desplazamiento lateral de las espiras sucesivas de la hélice. En el ejemplo de la figura 17A, estos mecanismos de bloqueo complementarios se ponen en práctica como tal como bordes **38** y ranuras **40**. En el ejemplo de la figura 17B, se presenta un único escalón o resalte **42**. Esta segunda opción es también útil para estabilizar una espiral cónica cerrada donde la diferencia en dimensiones radiales entre las espiras adyacentes es igual al ancho del escalón único.

[0051] Por lo que respecta a las figuras 18A y 18B, estas muestran de forma esquemática un enfoque alternativo para poner en práctica el dispositivo de la presente invención que facilita la formación de elementos alargados con configuraciones curvadas predefinidas formadas de manera arbitraria en dos o tres dimensiones y que están inclinadas a sus configuraciones curvadas. De forma específica, de acuerdo con este enfoque, un elemento alargado, que normalmente tiene una sección transversal uniforme, se forma primero en la configuración curvada predefinida deseada mediante técnicas conocidas. Estas pueden incluir técnicas de modelado de barra o alambre para material metálico y moldeado o extrusión para materiales poliméricos. Para formas tridimensionales, se prefiere normalmente una sección transversal redonda. A continuación, se corta el elemento alargado para formar una pluralidad de hendiduras **44** desde el interior de la curvatura local del elemento hacia fuera y, en el caso de una sección transversal redonda, un correspondiente canal de eliminación **46** desde el lado opuesto del elemento. Más preferiblemente, se forma un calibre redondo **48** en la base de cada hendidura **44** con el fin de extender los esfuerzos en el material. Por lo tanto, esta estructura define un elemento alargado **10** con una pluralidad de segmentos **12** formados entre las hendiduras **44** y las bisagras eficaces **14** formadas entre los calibres **48** y los canales de eliminación **46**, lo que permite que el elemento se abra hasta una configuración considerablemente recta como se muestra en la figura 18B. Aunque el ejemplo aquí mostrado para mayor simplicidad de representación visual es una forma bidimensional con retorno de curvatura, se entenderá que la curvatura y las correspondientes direcciones del eje de bisagras definidas por hendiduras **44** y canales de

eliminación **46** pueden rotarse con ángulos elegidos de forma arbitraria, lo que permite que se produzca prácticamente cualquier forma curvada tridimensional. Las estructuras resultantes pueden abrirse hasta una configuración considerablemente recta según sea necesario, pero están inclinadas previamente de forma natural para regresar a su configuración curvada predefinida.

[0052] Por lo que respecta a las figuras 19A-19E, como se ha mencionado anteriormente, los dispositivos de la presente invención pueden ponerse en práctica usando una amplia variedad de estructuras para los segmentos **12** y las bisagras eficaces **14**. A modo de otro ejemplo no limitativo preferido para determinadas aplicaciones, las figuras 19A-19C muestran una puesta en práctica de un segmento **12** formado como un bloque separado y las figuras 19D y 19E muestran un elemento alargado **10** formado a partir de una serie de dichos bloques colocados en estribo a lo largo de un elemento de resorte de hoja **60**. El resorte de hoja **60** pasa por los canales **62** formados en cada segmento **12**, alineando así los segmentos. Preferiblemente, el resorte de hoja está inclinado previamente a una forma curvada para que vuelva de forma elástica a la forma curvada de la figura 19E y pueda enderezarse a la forma de la figura 19D. En el ejemplo aquí mostrado, cada segmento **10** además presenta una abertura central considerablemente cilíndrica **64**, aberturas **64** que están alineadas en el elemento alargado para formar un elemento "hueco" en el sentido usado anteriormente. Este canal central redondo es particularmente adecuado para aplicaciones tal como el eje de broca flexible descrito a continuación en referencia a las figuras 20A-21B.

[0053] Por lo que respecta a las aplicaciones para los dispositivos de la presente invención, cabe observar que la invención puede usarse en cualquier situación donde es útil presentar una estructura con una forma curvada predefinida que puede enderezarse en una estructura alargada para una distribución práctica, tal como a lo largo del conducto. Entre los ejemplos de tipos de aplicación para los que la presente invención es útil se incluyen, sin carácter limitativo, excavar o perforar para formar un túnel; extraer material; fijar a un cuerpo; fijar dos cuerpos juntos; proporcionar una estructura de refuerzo; como estructura de relleno; como mandril de expansión y como implante médico.

[0054] Dependiendo de las propiedades físicas del cuerpo en el que se introduce el dispositivo, este puede formar su propio canal mediante uno o más procesos entre los que se incluyen, comprimir el material, desplazar el material o, en el caso de los modos de realización huecos tales como en las figuras 4-6, cortar un núcleo de material que entra en el vacío del dispositivo. De forma opcional, puede presentarse un mecanismo (no mostrado) para avanzar de forma mecánica el dispositivo en el material. En otros casos, puede ser necesario o preferible presentar el dispositivo con capacidades de perforación. Una configuración adecuada para la puesta en práctica de la presente invención junto con una broca se ilustra de forma esquemática en las figuras 20A-21B.

[0055] Por lo tanto, por lo que respecta a las figuras 20A-20C, estas muestran un accesorio de perforación curvado, puesto en práctica de acuerdo con las instrucciones de la presente invención, para usarse con una broca convencional o ligeramente modificada. El accesorio incluye un elemento perforador rotatorio **50** formado a partir de un eje impulsor del que al menos una parte **52** es flexible y que termina en una fresa de perforación **54**. La parte flexible **52** del eje puede ponerse en práctica como un resorte helicoidal tal y como se muestra, o como varios elementos impulsores flexibles y eficaces para transmitir poder rotacional a la fresa de perforación. El elemento perforador **50** se coloca en una puesta en práctica hueca del elemento alargado **10** que se fija alrededor de la parte

flexible **52** pero que no gira. Alrededor del elemento alargado **10** se encuentra un conducto externo **56** urgido por un resorte **58** hacia la fresa de perforación **54**. Como puede verse en la figura 20C, el elemento alargado **10** y el conducto externo **56** del modo de realización preferido aquí mostrado se ponen en práctica con secciones transversales rectangulares.

[0056] Las figuras 21A y 21B ilustran el funcionamiento del accesorio perforador. Al tiempo que la broca se avanza por un cuerpo, el conducto externo **56** se contiene, tanto por ser demasiado grande para seguir al elemento perforador en el agujero o por una pestaña (no mostrada) ubicada para definir la profundidad de perforación recta. Una vez que el conducto externo **56** deja de avanzar, el consecuente avance del elemento perforador **50** permite que la parte del elemento alargado **10** más allá del conducto adopte su configuración curvada predefinida, en este caso, un arco de un círculo, doblando así la parte flexible **52** de manera que la fresa de perforación **54** siga una trayectoria arqueada como se ve en la figura 21B. Cabe observar que puede usarse un accesorio perforador y el correspondiente método de perforación de acuerdo con estos principios en una amplia variedad de aplicaciones.

[0057] Por ejemplo, en aplicaciones domésticas, se pueden usar los canales perforados arqueados para fijar a una pared u otro objeto. De forma similar, en aplicaciones dentales, esta forma de perforación puede ser importante para implantes de fijación en el hueso. Otros ejemplos no limitativos de aplicaciones se tratarán a continuación.

Como aclaración, cabe destacar que esta técnica de perforación puede usarse para perforar estructuras tridimensionales más complejas. Por ejemplo, si se usa un elemento alargado hueco helicoidal, se puede perforar un calibre helicoidal en el material sólido. Dicho calibre puede ser útil para varias aplicaciones, entre las que se incluyen, sin carácter limitativo, formar una canal de refrigeración helicoidal para bombear un refrigerante en una pared cilíndrica de un cilindro.

Por lo que respecta a las figuras 22A-22C y 23A-23C, estas ilustran otra aplicación médica de la técnica de perforación arqueada para proporcionar fijación al hueso. En concreto, los ejemplos ilustrados en estas figuras hacen referencia a la fijación en las vértebras cervicales, que se consideran muy problemáticas debido a la falta de volumen de hueso esponjoso. A diferencia de enfoques convencionales, este ejemplo preferido consigue una fijación eficaz usando cuatro regiones no colineales de engranado que pasan a través del hueso cortical (superficies). Esta forma de fijación se denomina aquí como "engranado del hueso cortical por cuatro". Las cuatro regiones de engranado se muestran mediante las líneas numeradas en las figuras 22A y 23A. En el caso de las figuras 22A-22C, se muestra la fijación al hueso cervical por acceso posterior, mientras que en el caso de las figuras 23A-23C se muestra la fijación al hueso cervical por aproximación anterior. En ambos casos, el elemento de fijación puede ser el elemento alargado **10** insertado durante la perforación. De forma alternativa, todo el conjunto perforador puede retirarse e insertarse un elemento de fijación distinto en el canal.

Por lo que respecta a la figura 24, esta ilustra una técnica relacionada y la correspondiente estructura para el refuerzo de disco intervertebral. De forma específica, se muestra un elemento alargado **10** de acuerdo con la presente invención que pasa de forma vertical en un área semicircular entre tornillos pediculares **66** en vértebras adyacentes de forma vertical. Las propiedades del elemento alargado **10** y, en concreto, la capacidad de abrirse hacia un estado de curvatura inferior permiten movimiento

relativo importante entre las vértebras para flexión o traslado. Al mismo tiempo, la oposición del elemento contra doblarse de forma más ajustada que su forma curvada predefinida proporciona una capacidad de soporte de carga vertical significativa, manteniendo así el espaciado entre las vértebras y liberando la presión del disco intervertebral (no mostrado). De forma opcional, puede incorporarse material elástico adicional **68** en el elemento alargado **10** con el fin de proporcionar un efecto amortiguador adicional.

Por lo que respecta a las figuras 25A-25C, estas ilustran una aplicación de un elemento alargado helicoidal de la presente invención como un reemplazo del disco intervertebral. En este caso, el elemento **10** se inserta preferiblemente mediante un único tornillo pedicular **66** al que se fija tras la inserción. La huella externa del implante helicoidal es aproximadamente cilíndrica y se coloca con su eje dirigido de forma lateral, proporcionando así apoyo entre las vértebras adyacentes mientras que permite el movimiento de flexión.

Haciendo referencia ahora a las figuras 26A-26C, estas ilustran una puesta en práctica preferida adicional que emplea la estructura de la figura 14 para el reemplazo del disco intervertebral con restauración de altura ajustable. En este caso, el dispositivo se introduce directamente entre los pedículos en el volumen intervertebral, preferiblemente evacuado previamente por una discectomía. Cuando el elemento alargado se introduce, la parte distal del elemento alargado forma primero una espiral plana, proporcionando así una superficie de contacto no abrasiva para la vértebra superior (o inferior). A continuación, cuando el elemento avanza más, la hélice cerrada comienza a acumular, elevando de forma gradual la vértebra superior lejos de la inferior hasta que se consigue la restauración de altura deseada. Después, se fija el elemento alargado a un único tornillo pedicular **66** y se corta para proporcionar un reemplazo del disco fijado.

Haciendo referencia ahora a las figuras 27A-27C, estas muestran de forma esquemática un procedimiento mínimamente invasivo para la corrección progresiva de escoliosis. En la puesta en práctica aquí mostrada, se introduce una puesta en práctica de espiral de un elemento alargado por un tornillo pedicular de distribución en un lado de la columna vertebral donde es necesaria una separación vertebral. Al tiempo que se forman las sucesivas espiras de la espiral, el diámetro creciente de la estructura eleva de forma progresiva el lado de la vértebra superior lejos de la vértebra inferior. Este proceso puede llevarse a cabo en paralelo para un número de vértebras. Si el procedimiento se lleva a cabo usando solo anestesia local, se le puede pedir al paciente que se levante entre los ajustes de la corrección vertebral y los ajustes pueden llevarse a cabo de forma repetitiva hasta que se consiga la corrección óptima. Aquí también, una vez se ha conseguido la corrección necesaria, los elementos se fijan al tornillo pedicular y se cortan, quedando como implantes.

Haciendo ahora referencia a las figuras 28A-28C, estas ilustran el uso de puestas en práctica helicoidales alargadas de la presente invención como refuerzos del cuerpo vertebral con múltiples segmentos. Concretamente, al utilizar un elemento alargado **10** con una forma helicoidal ajustada, se puede introducir un elemento de refuerzo por un único tornillo pedicular que, a continuación, se extenderá de forma vertical por los cuerpos vertebrales y los discos de las múltiples vértebras adyacentes. Esto proporciona refuerzo y apoyo para la columna vertebral mientras que conserva la flexibilidad. El elemento puede extenderse hacia arriba como se muestra en la figura 28A o hacia

abajo como se muestra en la figura 28B. Puesto que solo se necesita un pedículo para la introducción de cada elemento, se puede además introducir un elemento por medio de un primer pedículo que se extiende hacia arriba y un segundo por medio del otro pedículo que se extiende hacia abajo, como se muestra en la figura 28C.

5 Haciendo ahora referencia a las figuras 29A-29C, a continuación se describirá una puesta en práctica de la presente invención para la restauración de altura vertebral. Al igual que en la restauración de altura para un disco intervertebral descrita anteriormente en referencia a las figuras 26A-26C, este aspecto también se pone en práctica de forma provechosa usando la forma del elemento alargado descrito anteriormente en referencia a la figura 14 y de forma análoga a la descrita en las figuras 36A-
10 26C.

Las figuras 29A y 29B comparan una columna vertebral con vértebras sanas frente a otra con vértebras colapsadas. La figura 29C ilustra la columna vertebral de la figura 29B tras la introducción de un elemento alargado **10**. Las líneas negras encima de las vértebras adyacentes a las vértebras colapsadas de las figuras 29B y 29C muestran claramente que se ha conseguido la restauración de
15 altura vertebral. De forma opcional, el volumen interno en el elemento desplegado puede llenarse con material biocompatible adecuado con el fin de impartir: propiedades terapéuticas o estructurales adicionales. Entre los ejemplos de materiales de relleno se encuentran, sin carácter limitativo, cemento óseo, rellenos biocompatibles flexibles y agentes osteoinductores para promover el crecimiento óseo, incluyendo injertos óseos y médula ósea. Entre los ejemplos de materiales
20 terapéuticos que pueden introducirse en el volumen interno se encuentran, sin carácter limitativo, antibióticos, agentes antineoplásicos y agentes antimetabólicos.

Aunque solo se ha presentado un conjunto de ejemplos de aplicaciones muy limitado, queda claro que se puede usar en otros muchos procedimientos y tratamientos en el campo médico, así como en otros campos. Por ejemplo, las diferentes puestas en práctica huecas del elemento alargado pueden
25 usarse de forma opcional para tomar muestras de tejido, tal como para una biopsia o para eliminar tejido, tal como para una discectomía.

[0058] Se entenderá que las descripciones anteriores buscan únicamente servir de ejemplos y que pueden realizarse otros muchos modos de realización dentro del alcance de la presente invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Reivindicaciones

1. Un dispositivo destinado a introducirse en un cuerpo a lo largo de una estructura de restricción de elemento alargado considerablemente recto (20), donde el dispositivo adopta dentro del cuerpo una configuración curvada predefinida, dispositivo que comprende:

un elemento alargado (10) formado principalmente a partir de una pluralidad de segmentos (12) interconectados de forma secuencial de manera que forman una bisagra eficaz (14) entre aquellos segmentos que son adyacentes (12), estando los segmentos (12) y las bisagras eficaces (14) configurados de forma que:

(a) cuando el elemento alargado (10) está limitado a un estado considerablemente recto, las bisagras eficaces (14) transmiten fuerzas de compresión desde cada segmento (12) al siguiente de forma que el elemento alargado puede ser empujado para que avance a través de la estructura de restricción de elemento alargado considerablemente recto (20); y

(b) cuando el elemento alargado (10) no está limitado a un estado considerablemente recto, las bisagras eficaces (14) permiten la desviación de cada segmento (12) en relación a los segmentos adyacentes (12) hasta que al menos una superficie de estribo de cada uno de los segmentos (12) llega al estribo con al menos una superficie de estribo correspondiente de cada segmento adyacente (12), definiendo así un estado completamente flexionado del elemento alargado (10), donde el estado completamente flexionado se corresponde con una configuración curvada predefinida del elemento alargado (10),

caracterizado porque el dispositivo se configura para realizar una transición, de forma progresiva, al tiempo que el dispositivo se extiende más allá de la estructura de restricción de elemento alargado (20) entre la configuración considerablemente recta dentro de la estructura de restricción de elemento alargado y la configuración curvada predefinida más allá de la estructura de restricción de elemento alargado (20), donde el elemento alargado (10) incluye además una punta distal biselada (22) inclinada de forma que tienda a desviar el elemento alargado (10) en el estado completamente flexionado cuando el elemento alargado (10) avanza por un medio.

2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, donde la configuración curvada predefinida incluye un arco que gira a través de un ángulo de al menos 180°.
3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, donde la configuración curvada predefinida incluye una primera región que tiene un primer radio de curvatura y una segunda región que tiene un segundo radio de curvatura mayor que el primer radio de curvatura.
4. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, donde la configuración curvada predefinida incluye una espiral cónica.
5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, donde la configuración curvada predefinida incluye una hélice.
6. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, donde las superficies laterales de los segmentos se forman con mecanismos de bloqueo complementarios de forma que inhiban el desplazamiento lateral de las espiras sucesivas de la hélice.

7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, donde la configuración curvada predefinida incluye:
 - (a) una primera parte que forma una espiral plana; y
 - (b) una segunda parte que forma una hélice.
- 5 8. Dispositivo de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, donde cada una de las bisagras eficaces (14) se forma con una parte de conexión plana de material flexible que interconecta aquellos segmentos que son adyacentes (12).
9. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, donde cada una de las partes de conexión planas está formada integralmente con aquellos segmentos que son adyacentes (12).
- 10 10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, donde se forman integralmente todos los segmentos (12) y las partes de conexión planas.
11. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-10, donde cada una de las partes de conexión planas está sesgada de forma elástica con el fin de desviar los segmentos (12) para que el elemento alargado (10) tienda a asumir el estado completamente flexionado.
- 15 12. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones, donde cada uno de los segmentos (12) se forma como un bloque de material no-hueco.
13. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11, donde cada uno de los segmentos (12) se forma como un bloque de material hueco.
14. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la superficie de estribo de cada uno de los segmentos (12) y la correspondiente superficie de estribo de cada uno de los segmentos que son adyacentes (12) se configura con mecanismos de bloqueo de forma que, en el estado completamente flexionado, los mecanismos de bloqueo ayudan a resistir la deformación torsional del elemento alargado (10).
- 20 15. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la estructura de restricción de elemento alargado considerablemente recto se pone en práctica como un conducto (20) que tiene una sección transversal rectangular.
- 25 16. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además al menos una disposición de fijación para fijar una parte del elemento alargado (10) en relación al cuerpo de forma que el elemento alargado (10) forme al menos parte de un implante.
- 30 17. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un elemento de perforación asociado a un extremo distal del elemento alargado (10).
18. Dispositivo de acuerdo con cualquier reivindicación, donde una longitud del elemento alargado (10) es al menos diez veces mayor que cada dimensión transversal del elemento alargado (10).
19. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 13, donde el dispositivo es al menos parte de un instrumento quirúrgico.
- 35 20. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-16 y 18, donde el dispositivo es al menos parte de un implante.

Fig 1

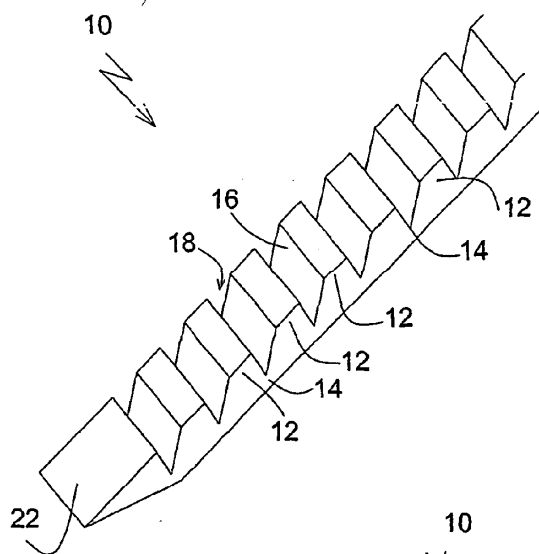


Fig 2

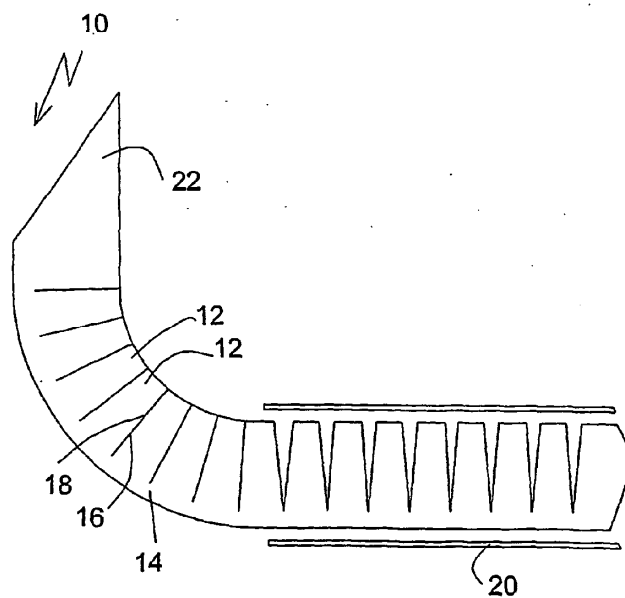
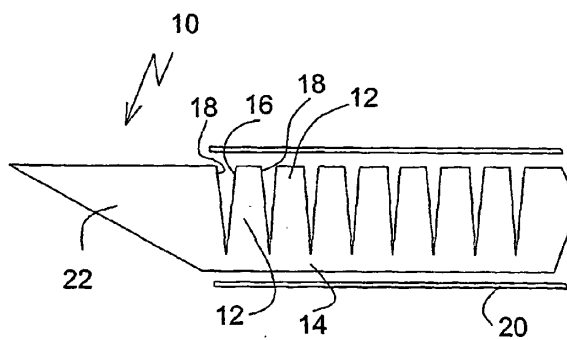


Fig 3

Fig 4

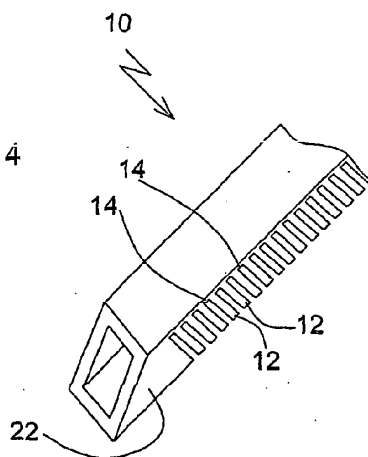


Fig 5

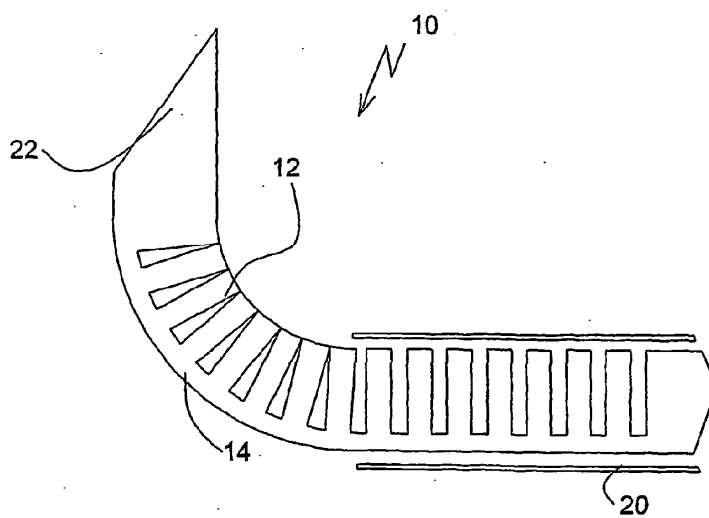
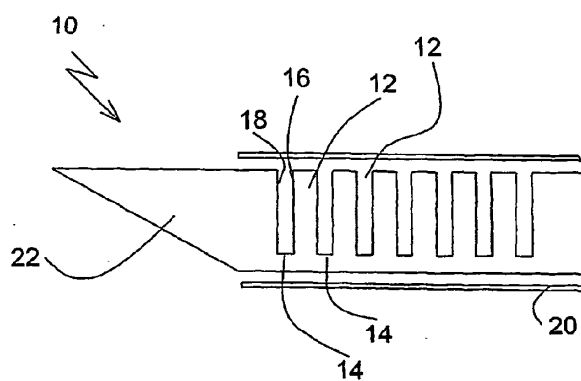
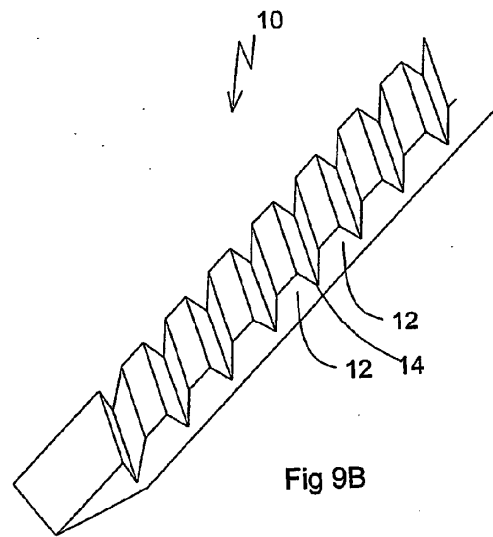
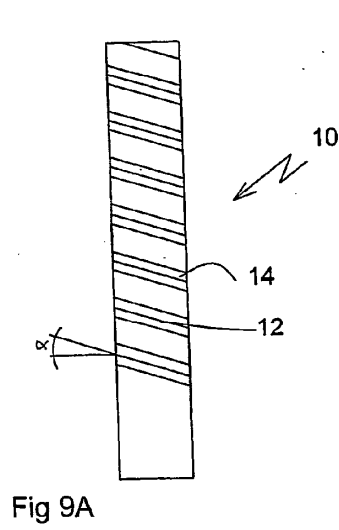
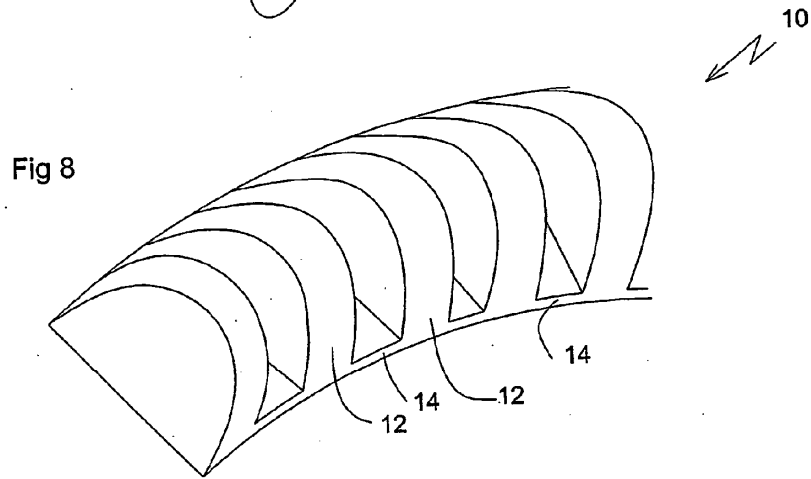
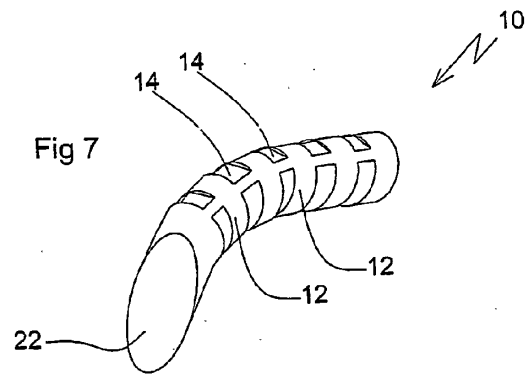


Fig 6



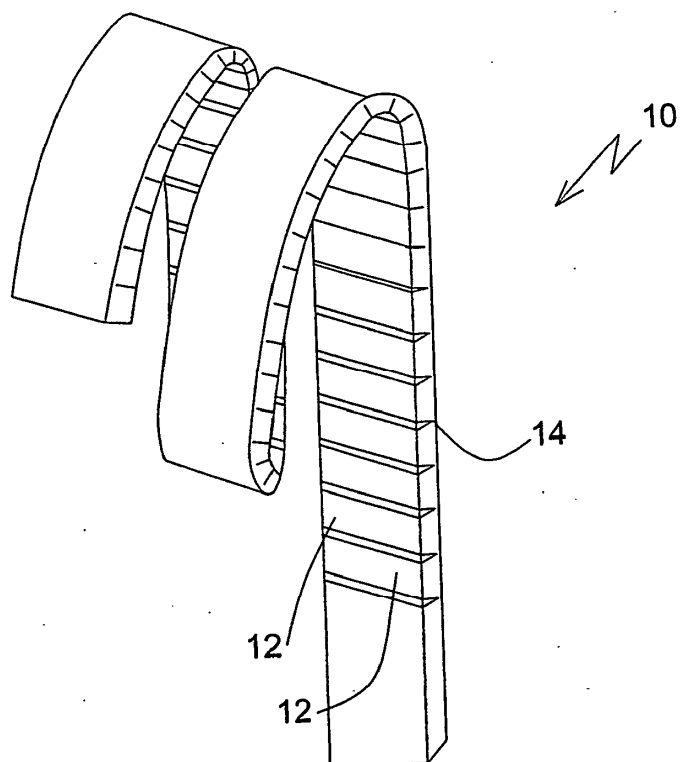


Fig 10

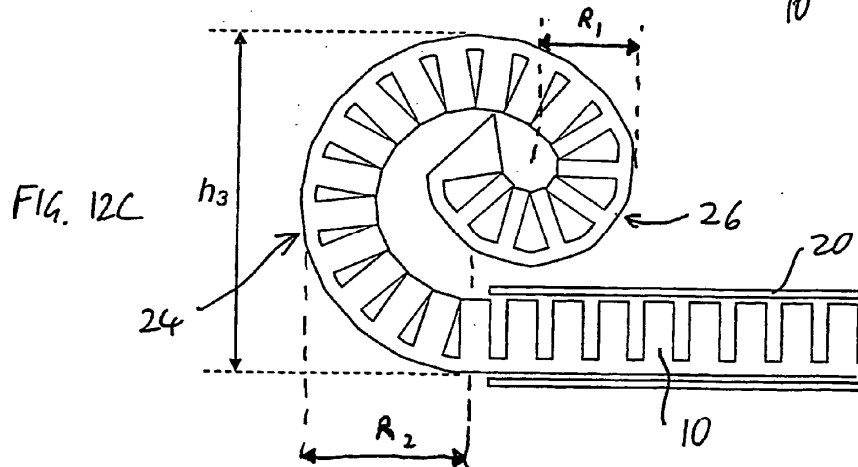
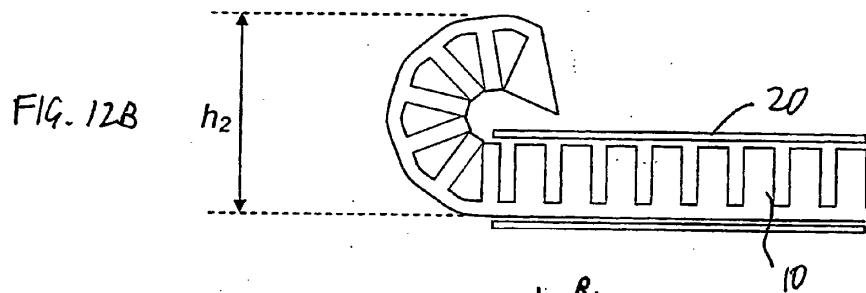
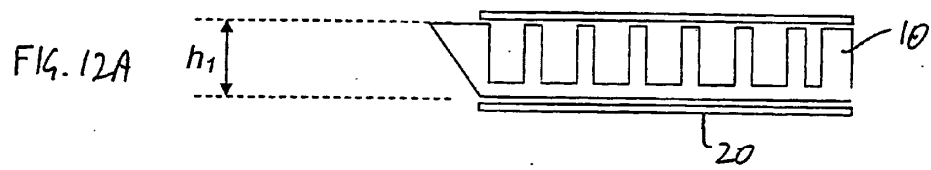
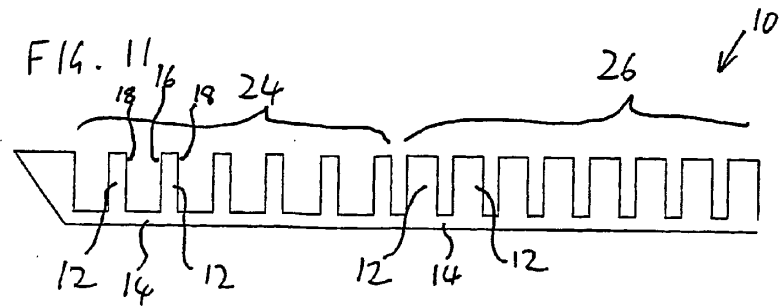


FIG. 13

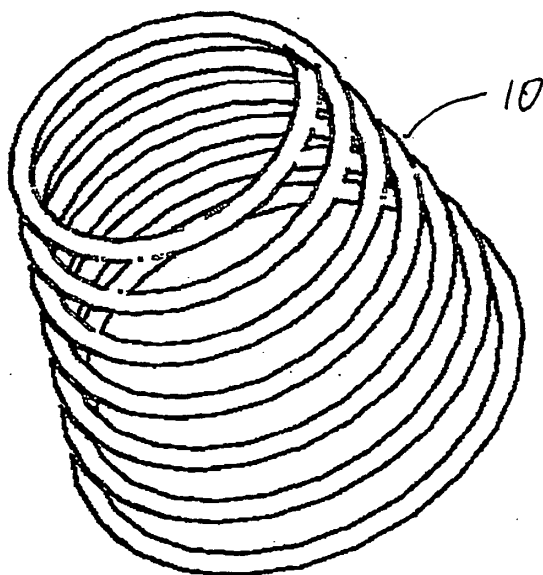
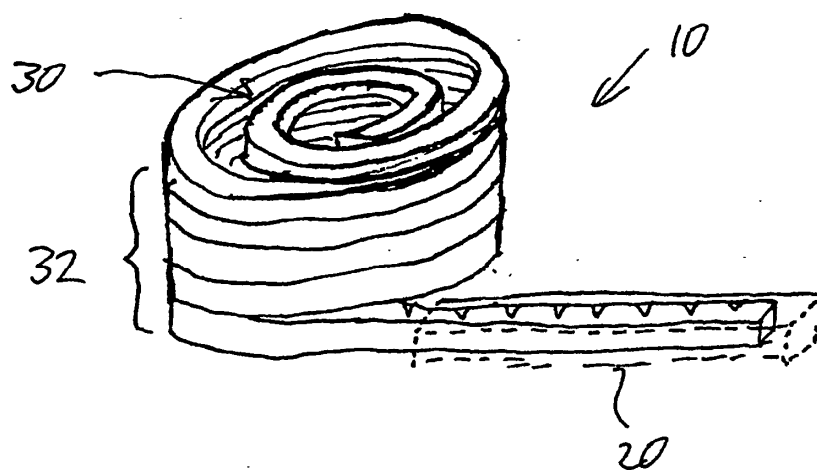


FIG. 14



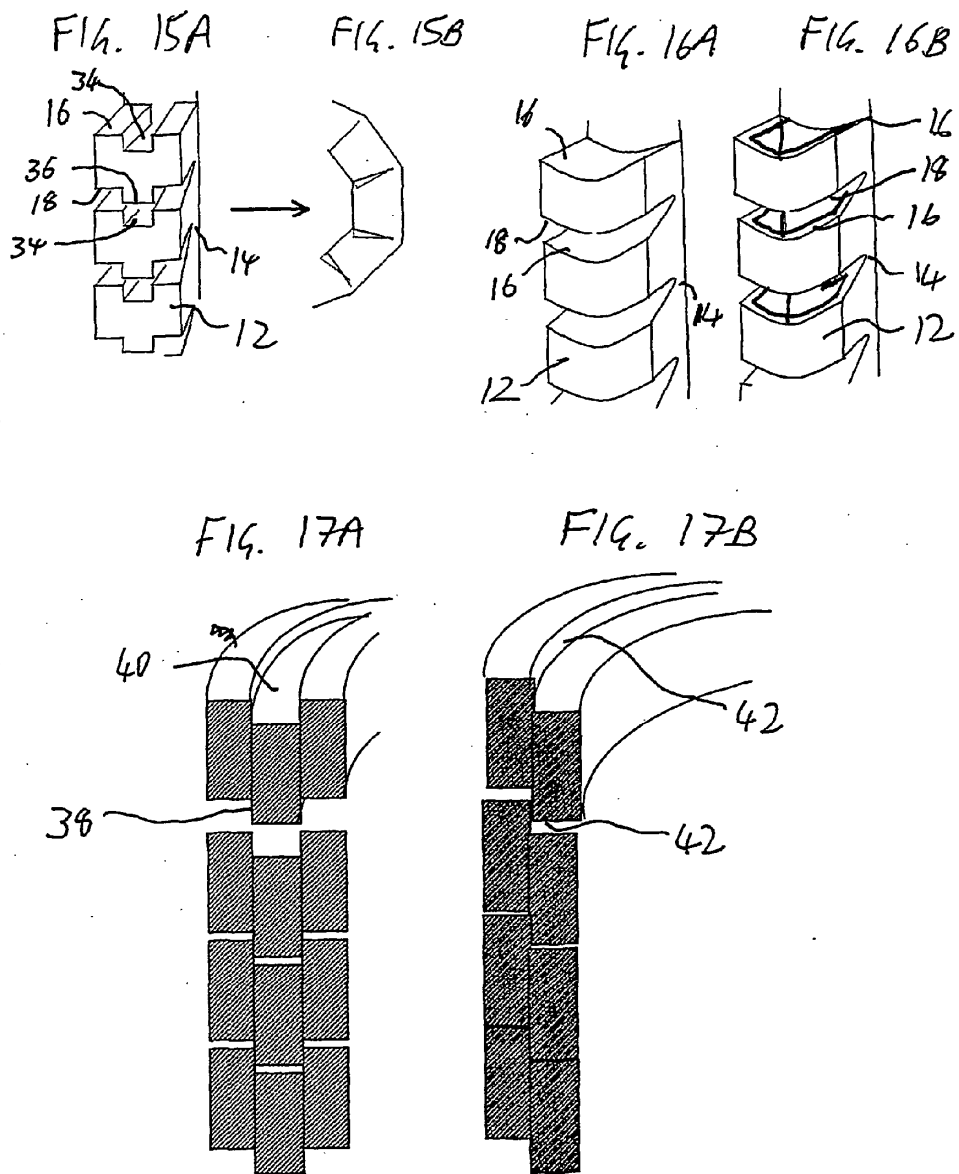


FIG. 18A

10

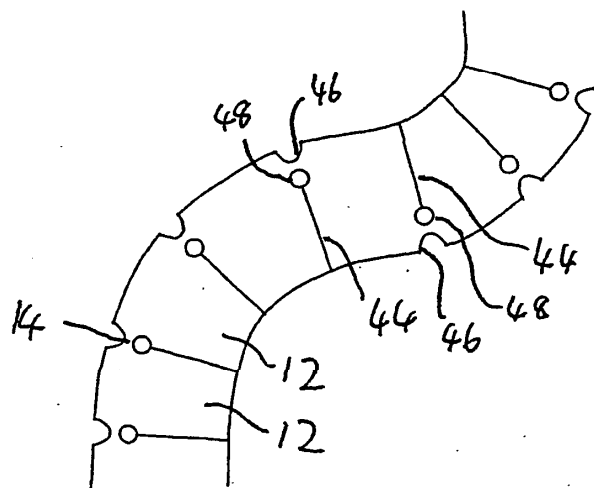
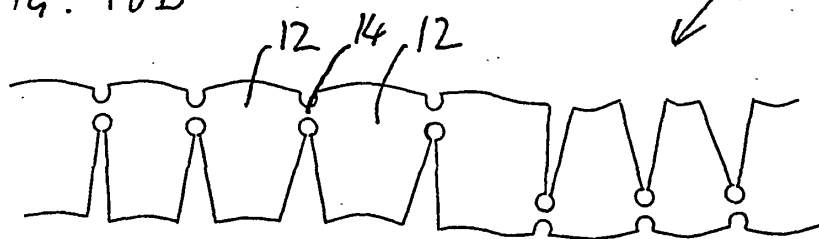
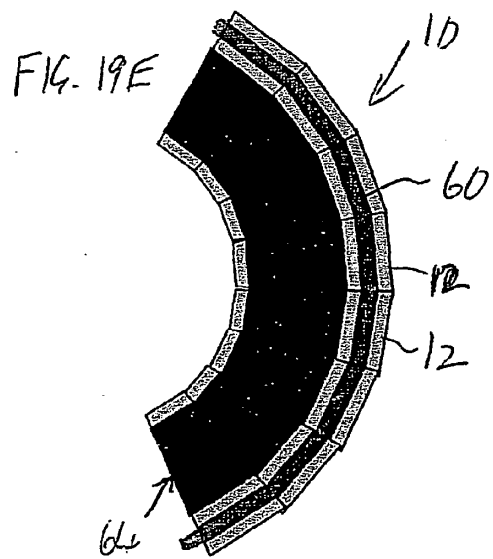
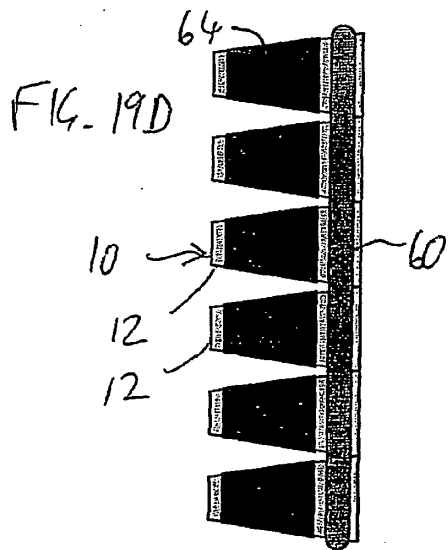
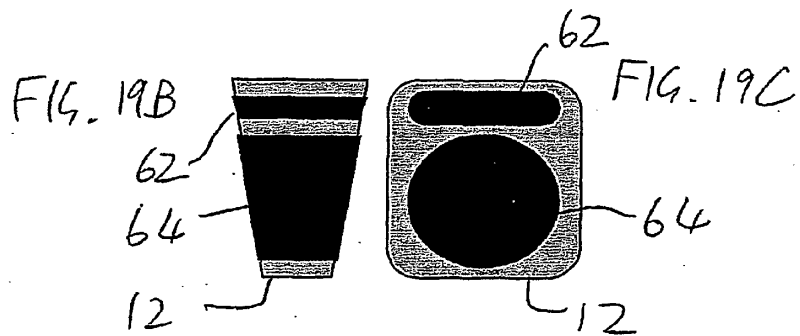
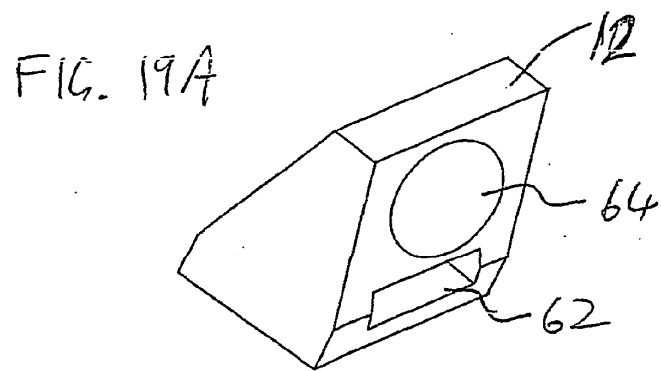
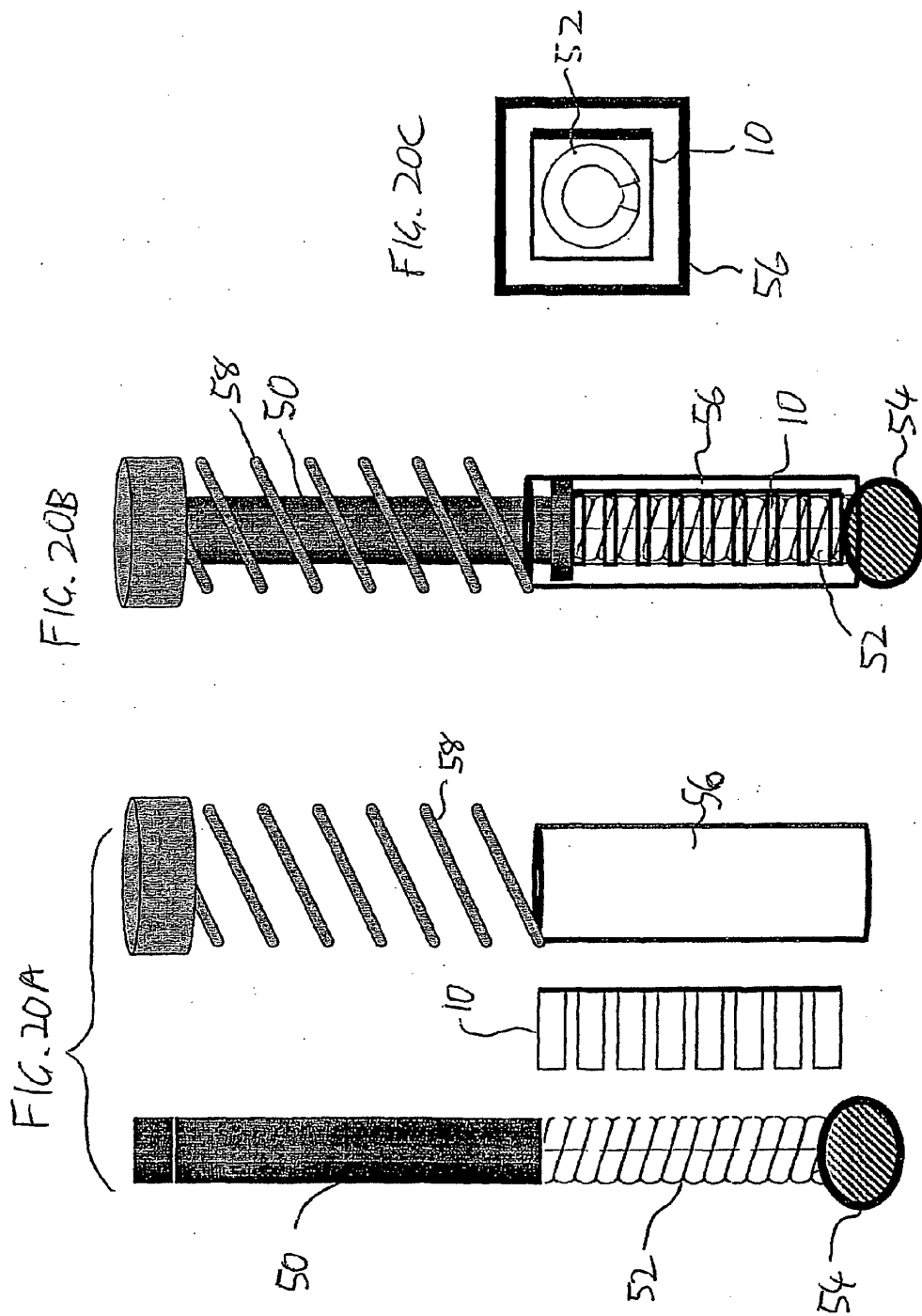


FIG. 18B

10







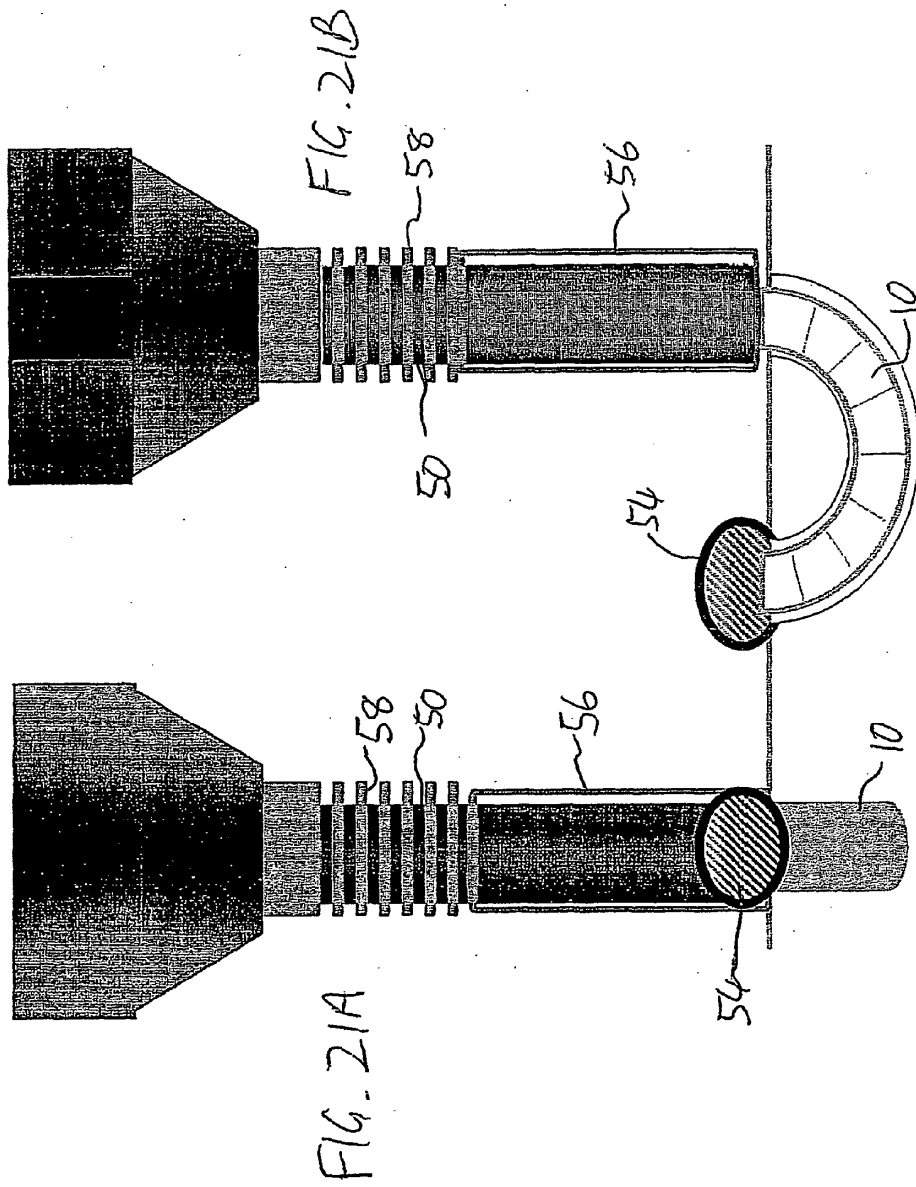


FIG. 22C

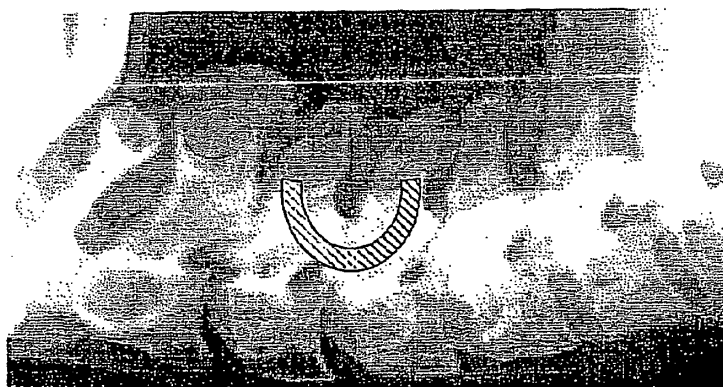


FIG. 22B

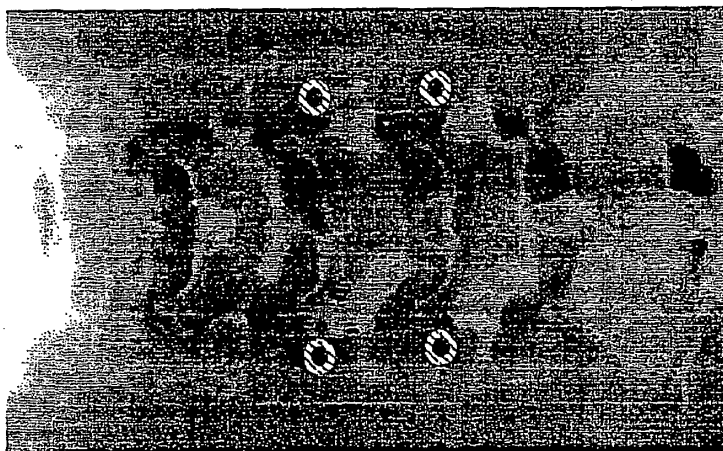


FIG. 22A

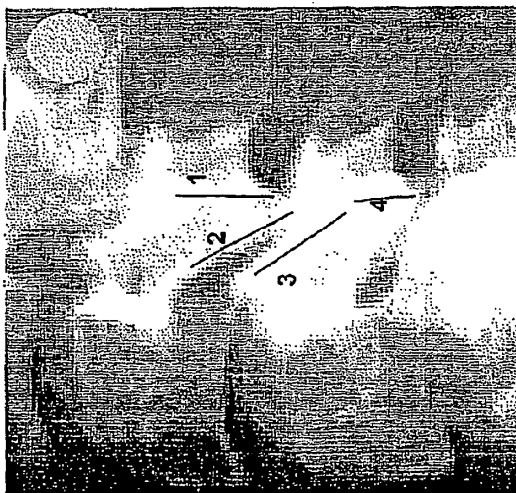


FIG. 23C



FIG. 23B

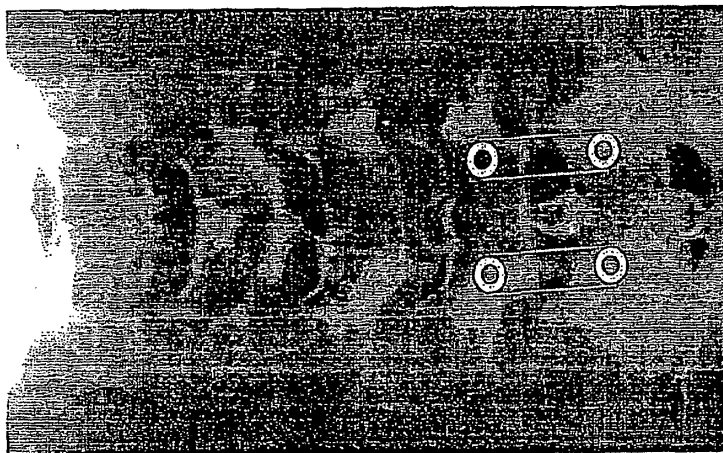


FIG. 23A



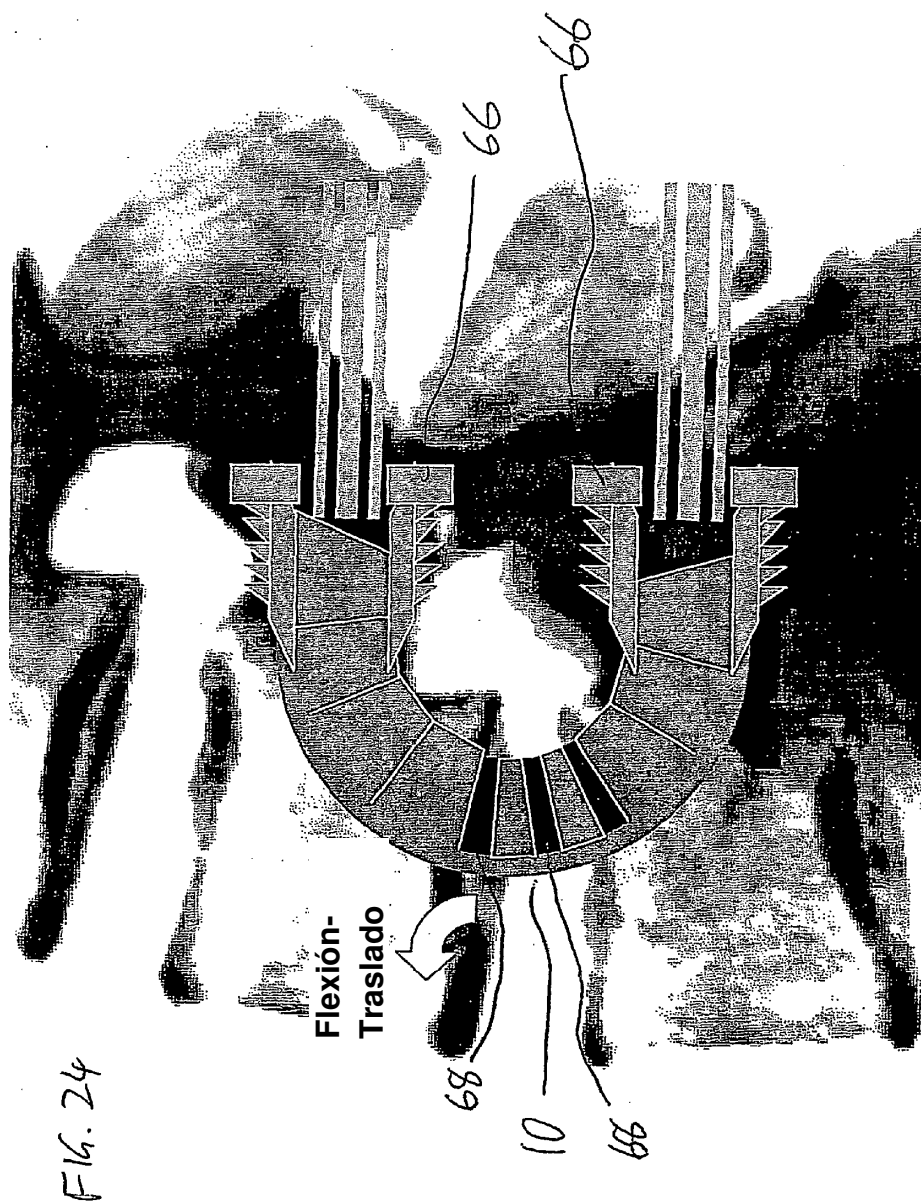


FIG. 25B

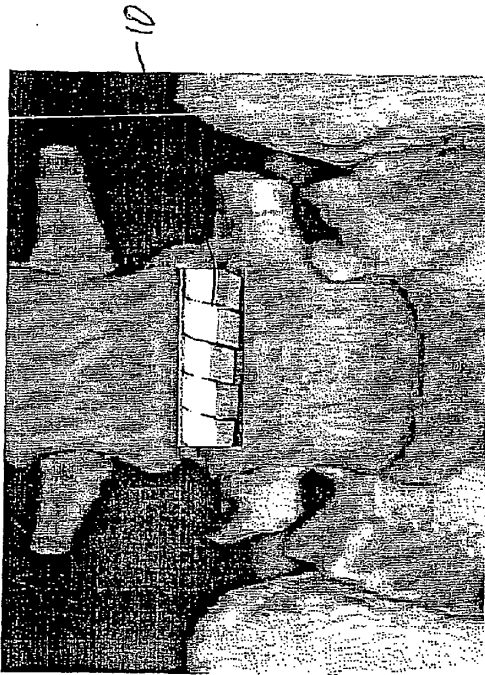


FIG. 25C

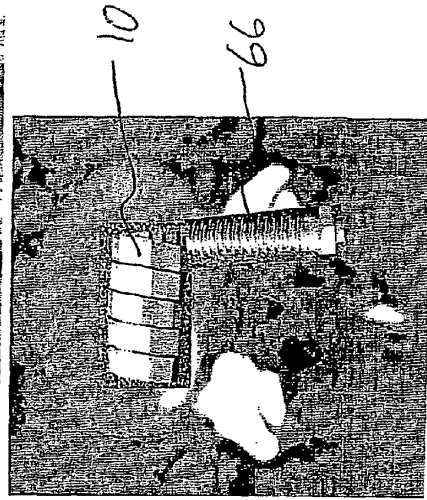
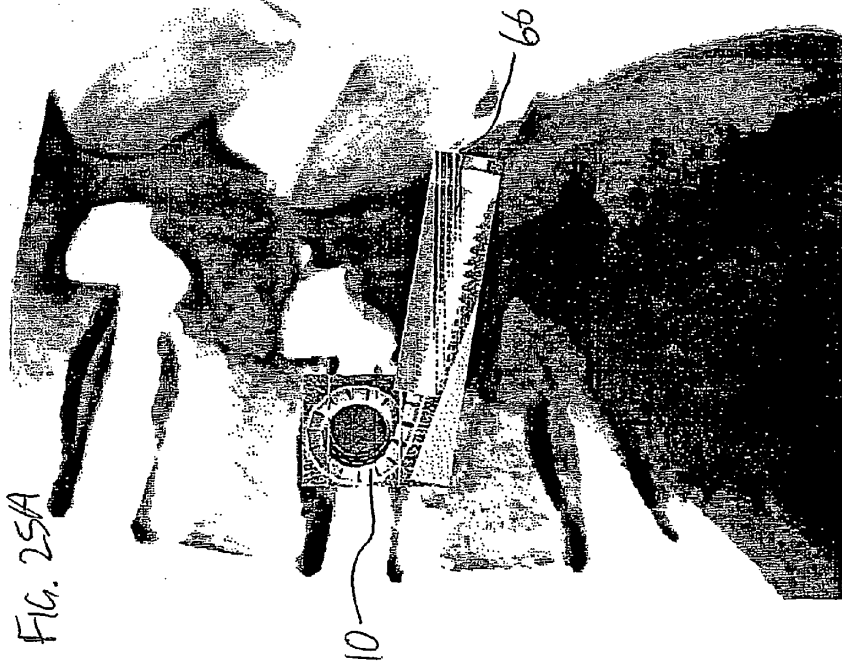


FIG. 25A



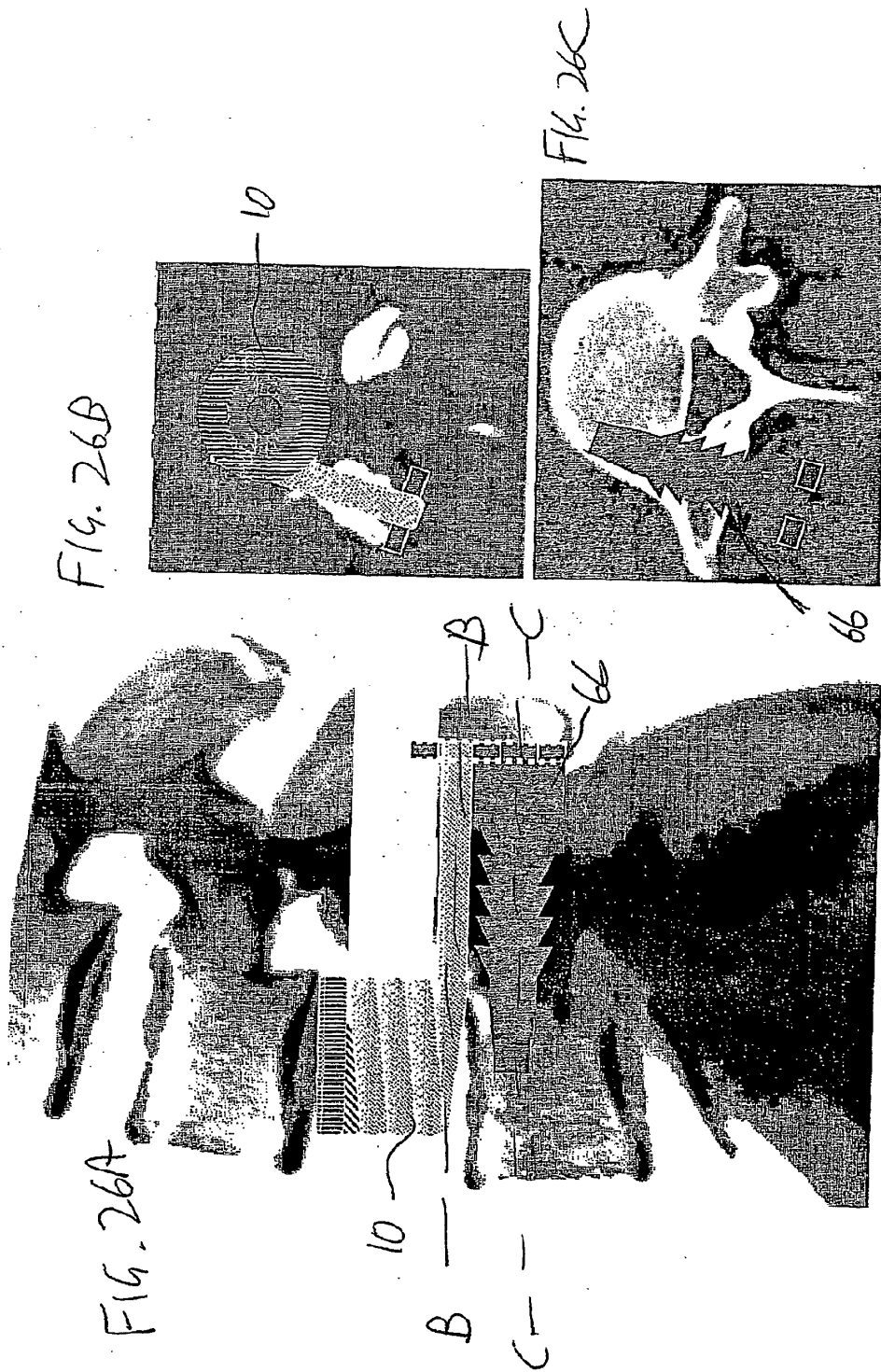


Fig. 27C

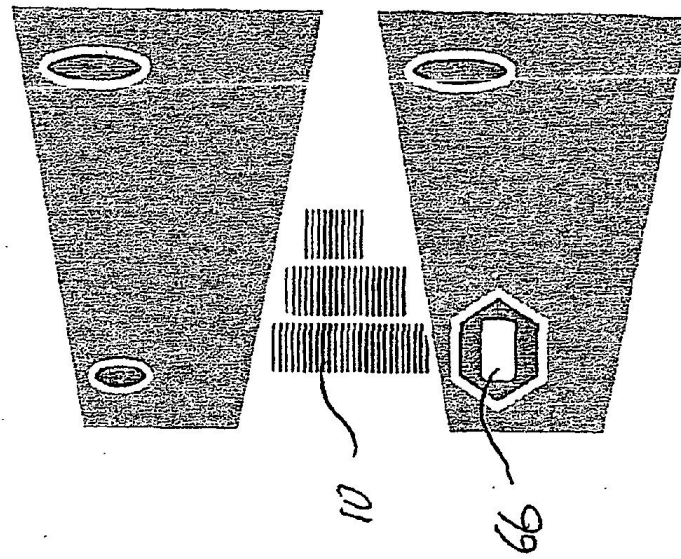


Fig. 27B

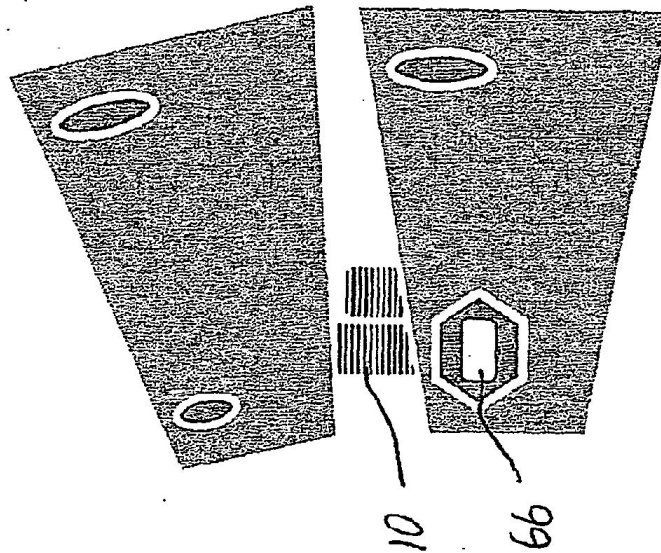


Fig. 27A

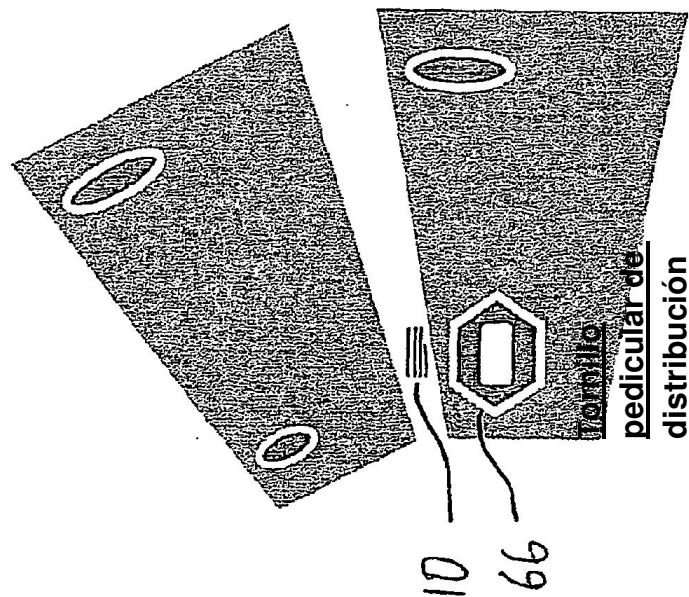


FIG. 28C

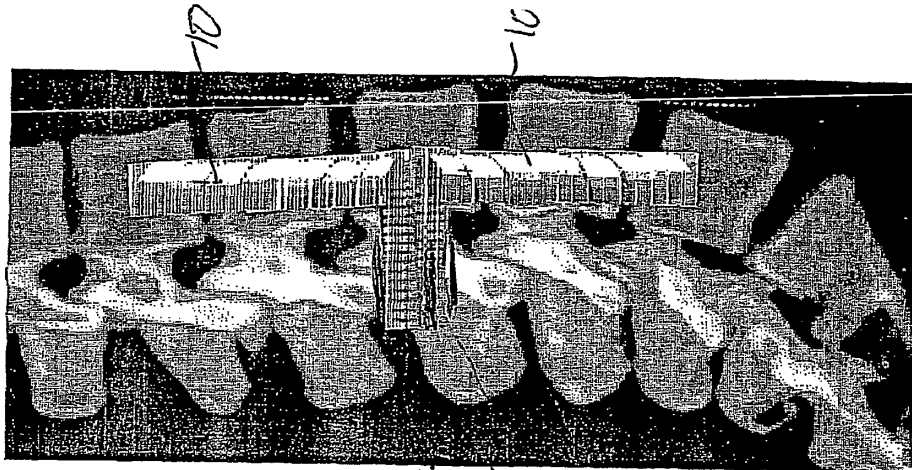


FIG. 28B

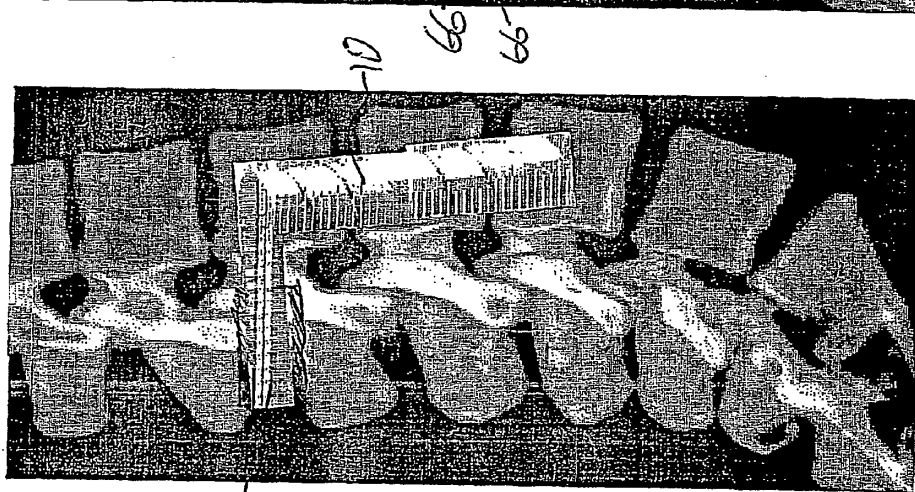


FIG. 28A

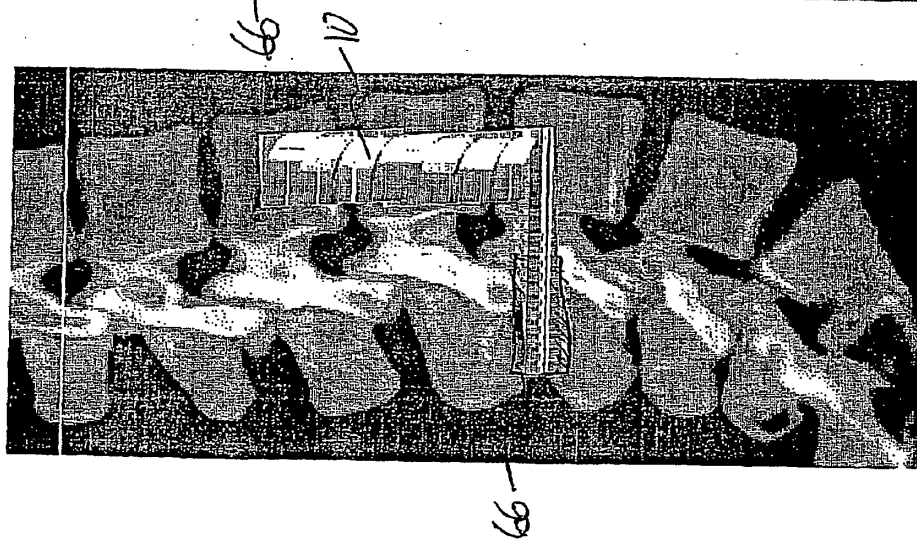


FIG. 29C

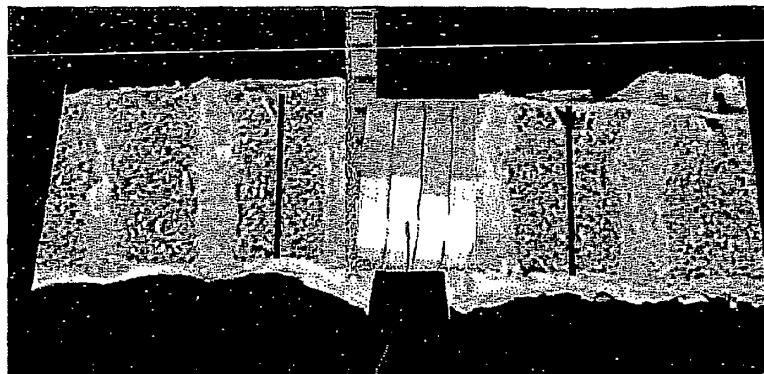


FIG. 29B

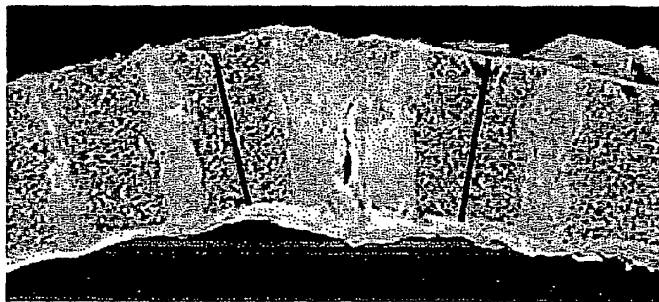
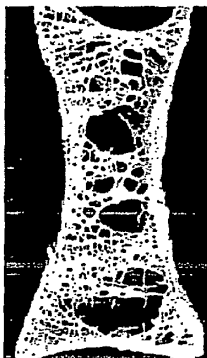


FIG. 29A

