

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 589**

51 Int. Cl.:
B25J 17/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08780453 .0**
96 Fecha de presentación: **27.02.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2129499**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.12.2009**

54 Título: **Un dispositivo de múltiples piezas de ligadura que tiene un miembro de refuerzo**

30 Prioridad:
27.02.2007 US 891881 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.09.2012

73 Titular/es:
**CARNEGIE MELLON UNIVERSITY
5000 FORBES AVENUE
PITTSBURGH, PA 15213, US**

72 Inventor/es:
**ZUBIATE, Brett y
CHOSSET, Howie**

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

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).

ES 2 387 589 T3

DESCRIPCIÓN

Un dispositivo de múltiples piezas de ligadura que tiene un miembro de refuerzo.

ANTECEDENTES

- 5 Esta Solicitud divulga una invención que se refiere, en general y en diversas realizaciones, a un dispositivo de múltiples eslabones o piezas de ligadura y dirigible que tiene un miembro de refuerzo.

El documento US 2006/0058582 divulga ciertos sistemas de bloqueo de forma desechables, compuestos por un cuerpo alargado que define una cavidad interna a través de la cual pueden hacerse avanzar instrumentos endoscópicos. El cuerpo alargado puede colocarse bien en un estado rígido, bloqueado en su forma, o bien en un estado flexible, por el accionamiento de un conjunto de mango.

10 SUMARIO

- 15 Un dispositivo de múltiples eslabones o piezas de ligadura y dirigible puede incluir un primer mecanismo de múltiples piezas de ligadura y un segundo mecanismo de múltiples piezas de ligadura. Al menos uno de entre el primer mecanismo de múltiples piezas de ligadura y el segundo mecanismo de múltiples piezas de ligadura puede incluir una primera pieza de ligadura, una pluralidad de piezas de ligadura intermedias, una segunda pieza de ligadura, acoplada de forma móvil con una segunda de las piezas de ligadura intermedias, y un miembro de refuerzo. Una primera de las piezas de ligadura intermedias puede ser acoplada de forma móvil con la primera pieza de ligadura, y el miembro de refuerzo puede extenderse desde un primer extremo de una tercera de las piezas de ligadura intermedias hacia un segundo extremo de la tercera de las piezas de ligadura intermedias.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 20 Se describen en la presente memoria diversas realizaciones de la invención, a modo de ejemplo, en combinación con las siguientes figuras.

Las Figuras 1A y 1B ilustran diversas realizaciones de un dispositivo de múltiples eslabones o piezas de ligadura y dirigible;

La Figura 2 ilustra diversas realizaciones de un mecanismo de núcleo del dispositivo de la Figura 1;

- 25 Las Figuras 3A-3C ilustran diversas realizaciones de una pieza de ligadura proximal, o más cercana, del mecanismo de núcleo;

Las Figuras 4A-4C ilustran diversas realizaciones de una pieza de ligadura intermedia del mecanismo de núcleo;

Las Figuras 5A-5C ilustran diversas realizaciones de una pieza de ligadura distal, o más alejada, del mecanismo de núcleo;

- 30 La Figura 6 ilustra diversas realizaciones de un mecanismo de manguito del dispositivo de la Figura 1;

Las Figuras 7A-7C ilustran diversas realizaciones de una pieza de ligadura proximal del mecanismo de manguito;

Las Figuras 8A-8C ilustran diversas realizaciones de una pieza de ligadura intermedia del mecanismo de manguito;

Las Figuras 9A-9D ilustran diversas realizaciones de una pieza de ligadura distal del mecanismo de manguito;

La Figura 10 ilustra diversas realizaciones de una secuencia de movimiento del dispositivo de la Figura 1;

- 35 La Figura 11 ilustra diversas realizaciones de un dispositivo de múltiples piezas de ligadura y dirigible que atraviesa un camino o recorrido que tiene curvaturas acentuadas;

La Figura 12 ilustra diversas realizaciones de una porción de un dispositivo de múltiples piezas de ligadura y dirigible que tiene uno o más miembros de refuerzo;

La Figura 13 ilustra un límite mecánico proporcionado a modo de ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones;

- 40 La Figura 14 ilustra un límite mecánico proporcionado a modo de ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Ha de comprenderse que al menos algunas de las figuras y descripciones de la invención se han simplificado para concentrarse en elementos que son relevantes para una comprensión clara de la invención, al tiempo que se eliminan, para propósitos de claridad, otros elementos que las personas con conocimientos ordinarios de la técnica

apreciarán que pueden comprender también una porción de la invención. Sin embargo, debido a que tales elementos son bien conocidos en la técnica, y debido a que no facilitan necesariamente una mejor comprensión de la invención, no se ha proporcionado en la presente memoria una descripción de tales elementos.

De acuerdo con diversas realizaciones, la invención que aquí se describe puede ser utilizada para controlar el movimiento de un dispositivo de múltiples eslabones o piezas de ligadura tal como el dispositivo de múltiples piezas de ligadura y dirigible que se describe en esta memoria. Para propósitos de facilidad de explicación, la invención se describirá en el contexto de su uso con diversas realizaciones del dispositivo de múltiples piezas de ligadura y dirigible que se describe en esta memoria. Sin embargo, un experto de la técnica apreciará que la invención puede ser utilizada con otros tipos de dispositivos de múltiples piezas de ligadura.

Las Figuras 1A y 1B ilustran diversas realizaciones de un dispositivo dirigible de múltiples eslabones o piezas de ligadura. De acuerdo con las diversas realizaciones, el dispositivo de múltiples piezas de ligadura y dirigible puede ser un robot de tramos articulados, o de "serpiente", un robot continuo o un dispositivo similar. Diversas realizaciones del dispositivo 10 pueden utilizarse para procedimientos médicos (como, por ejemplo, un taladro robótico, un dispositivo de colocación, una herramienta de ablación, un soporte de una cámara o de un instrumento, o un sistema de guiado para procedimientos mínimamente invasivos), para aplicaciones de vigilancia o supervisión, para aplicaciones de inspección, para aplicaciones de búsqueda y rescate, etc. Para propósitos de claridad únicamente, se describirá más adelante en la presente memoria la utilidad del dispositivo 10 en el contexto de su aplicabilidad a procedimientos médicos. Sin embargo, una persona experta en la técnica apreciará que el dispositivo 10 puede ser utilizado en una variedad de aplicaciones diferentes.

El dispositivo 10 comprende un primer mecanismo 12 y un segundo mecanismo 14. De acuerdo con diversas realizaciones, un mecanismo puede ser un robot de tramos articulados, un robot continuo o un dispositivo similar. De acuerdo con diversas realizaciones, el segundo mecanismo 14 se ha estructurado y dispuesto para recibir y rodear el primer mecanismo 12, tal y como se muestra en la Figura 1B. De esta forma, el primer mecanismo y el segundo mecanismo pueden ser concéntricos. Para tales realizaciones, el primer mecanismo 12 puede considerarse el mecanismo interior o mecanismo de núcleo, y el segundo mecanismo 14 puede ser considerado el mecanismo exterior o mecanismo de manguito. De acuerdo con otras realizaciones, los primer y segundo mecanismos 12, 14 pueden haberse estructurado y dispuesto de manera que tengan una relación distinta de una relación concéntrica. Por ejemplo, un experto de la técnica apreciará que, de acuerdo con diversas realizaciones, los primer y segundo mecanismos 12, 14 pueden haberse estructurado y dispuesto para operar en una disposición lado con lado, de tal manera que el primer mecanismo 12 opera en posición adyacente al segundo mecanismo 14. De acuerdo con diversas realizaciones, es posible utilizar configuraciones adicionales y/o alternativas dentro del ámbito de esta invención. De acuerdo con diversas realizaciones, puede proporcionarse un espacio tridimensional 240 entre los primer y segundo mecanismos. Este espacio se describirá con mayor detalle más adelante.

Tal y como se describe con mayor detalle más adelante en la presente memoria, el primer mecanismo 12 puede funcionar en un modo rígido o en un modo flojo o flexible, el segundo mecanismo 14 puede funcionar, bien en un modo rígido o bien en un modo flojo o flexible, y los primer y segundo mecanismos 12, 14 pueden funcionar independientemente uno de otro. Tanto el primer mecanismo 12 como el segundo mecanismo 14 pueden ser mecanismos dirigibles. De acuerdo con ello, se apreciará que el dispositivo 10 puede ser utilizado para explorar o desplazarse por un espacio de cavidad interna así como para efectuar cualquier recorrido tridimensional dentro del espacio interior a una cavidad. De acuerdo con diversas realizaciones, el dispositivo 10 puede avanzar mediante la alternación del funcionamiento del primer mecanismo 12 y del segundo mecanismo 14 entre un modo flojo o flexible y un modo rígido.

De acuerdo con diversas realizaciones, el dispositivo 10 puede comprender también uno o más cables. De acuerdo con diversas realizaciones, uno o más de los cables pueden ser cables de dirección y/o cables tensores. Por ejemplo, el dispositivo puede incluir tres cables de dirección y un cable tensor.

La Figura 2 ilustra diversas realizaciones del primer mecanismo 12 del dispositivo 10. El primer mecanismo 12 es un mecanismo de múltiples piezas de ligadura que incluye un primer extremo 24 y un segundo extremo 26. El primer extremo 24 puede considerarse el extremo proximal, o más cercano, y el segundo extremo 26 puede considerarse el extremo distal, o más alejado. El primer mecanismo 12 puede comprender un primer eslabón o pieza de ligadura 28, una segunda pieza de ligadura 30 y una o más piezas de ligadura intermedias 32 entre las primera y segunda piezas de ligadura 28, 30. La primera pieza de ligadura 28 puede considerarse la pieza de ligadura proximal, o más cercana, y la segunda pieza de ligadura 30 puede ser considerada como la pieza de ligadura distal, o más alejada.

Las Figuras 3A-3C ilustran diversas realizaciones de la primera pieza de ligadura 28 (pieza de ligadura proximal interior) del primer mecanismo 12. La primera pieza de ligadura 28 incluye un primer extremo 34 y un segundo extremo 36, y define un eje longitudinal que pasa por el centro del primer extremo 34 y por el centro del segundo extremo 36, según se muestra en la Figura 3B. La primera pieza de ligadura 28 puede haberse fabricado de cualquier material adecuado. De acuerdo con diversas realizaciones, la primera pieza de ligadura 28 se ha fabricado

de un material reforzado con fibras tal como, por ejemplo, el G10/FR4 Garolite®. La primera pieza de ligadura 28 tiene un exterior conformado con una forma generalmente cilíndrica y se describe con mayor detalle más adelante en la presente memoria.

La primera pieza de ligadura 28 comprende una primera porción 40 y una segunda porción 42. La primera porción 40 puede considerarse como la porción proximal y la segunda porción 42 puede ser considerada como la porción distal. La primera porción 40 puede haberse fabricado integralmente o de una pieza con la segunda porción 42. La primera porción 40 tiene un exterior conformado con una forma cilíndrica y se extiende desde el primer extremo 34 de la primera pieza de ligadura 28 hacia el segundo extremo 36 de la primera pieza de ligadura 28. De acuerdo con diversas realizaciones, el diámetro de la primera porción 40 puede ser del orden de aproximadamente 6,35 milímetros. Son posibles otros tamaños.

La segunda porción 42 tiene un exterior de forma generalmente cilíndrica, con otras características que se describen más adelante. La segunda porción 42 tiene un exterior conformado con forma cilíndrica donde contacta con la primera porción 40, y converge o se estrecha gradualmente hacia el segundo extremo 36 de la primera pieza de ligadura 28. La segunda porción 42 puede haberse conformado con la forma de una semiesfera generalmente segmentada en el segundo extremo 36 de la primera pieza de ligadura 28. De acuerdo con diversas realizaciones, el diámetro de la segunda porción 42 puede ser del orden de aproximadamente 4,75 milímetros en el lugar donde contacta con la primera porción 40. Son posibles otros tamaños.

La segunda porción 42 comprende una primera superficie 44. La primera superficie 44 puede considerarse como la superficie exterior de la segunda porción 42. La segunda porción 42 define una primera acanaladura 46 paralela al eje longitudinal 38, a lo largo de la primera superficie 44, una segunda acanaladura 48 paralela al eje longitudinal 38, a lo largo de la primera superficie 44, y una tercera acanaladura 50 paralela al eje longitudinal 38, a lo largo de la primera superficie 44. Cada una de las primera, segunda y tercera acanaladuras 46, 48, 50 se extiende a lo largo de la primera superficie 44, en dirección al segundo extremo 36 de la primera pieza de ligadura 28. Las primera, segunda y tercera acanaladuras 46, 48, 50 pueden haberse conformado con forma de medio tubo o semitubular y pueden estar dispuestas equidistantes unas de otras en torno a la primera superficie 44 de la segunda porción 42 de la primera pieza de ligadura 28, tal y como se muestra en la Figura 3C. De acuerdo con diversas realizaciones, las primera, segunda y tercera acanaladuras 46, 48, 50 pueden haberse configurado con la forma de un cilindro segmentado. El tamaño de cada una de las acanaladuras 46, 48, 50 puede ser idéntico al de las demás o bien estos pueden ser distintos unos de otros. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, las primera y segunda acanaladuras 46, 48 pueden haberse configurado como segmentos de un cilindro que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 1,25 milímetros, y la tercera acanaladura 50 puede haberse configurado como un segmento de un cilindro que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 2,50 milímetros. La longitud de la primera pieza de ligadura 28 puede ser del orden de aproximadamente 65 milímetros. Sin embargo, un experto de la técnica apreciará que la longitud o el diámetro de la primera pieza de ligadura 28 puede variar basándose en la aplicación.

La primera pieza de ligadura 28 también define un paso 52 que se extiende desde el primer extremo 34 hasta el segundo extremo 36 a lo largo del eje longitudinal 38, tal y como se muestra en la Figura 3B. El paso 52 es de un tamaño suficiente para permitir el paso de al menos un cable a su través. De acuerdo con diversas realizaciones, el paso 52 puede ser de un tamaño suficiente para permitir que un cable tensor pase a su través. De acuerdo con diversas realizaciones, el paso 52 se ha configurado generalmente con una forma compleja que comprende una combinación de un primer cilindro 54 que se extiende desde el primer extremo 34 hacia el segundo extremo 36, y un segundo cilindro 56 que se extiende desde el primer cilindro 54 hacia el segundo extremo 36. El diámetro del primer cilindro 54 es mayor que el diámetro del segundo cilindro 56. Por ejemplo, de acuerdo con las diversas realizaciones, el primer cilindro 54 puede tener un diámetro del orden de aproximadamente 3,20 milímetros y el segundo cilindro 56 puede tener un diámetro del orden de aproximadamente 1,50 milímetros. Son posibles otros tamaños.

Las Figuras 4A-4C ilustran diversas realizaciones de una de las piezas de ligadura intermedias 32 (pieza de ligadura intermedia interior) del primer mecanismo 12. La pieza de ligadura intermedia 32 es representativa de las otras piezas de ligadura intermedias 12. La pieza de ligadura intermedia 32 incluye un primer extremo 58 y un segundo extremo 60, y define un eje longitudinal 62 que pasa por el centro del primer extremo 58 y por el centro del segundo extremo 60, tal como se muestra en la Figura 4B. La pieza de ligadura intermedia 32 puede haberse fabricado de cualquier material apropiado. De acuerdo con diversas realizaciones, la pieza de ligadura intermedia 32 se ha fabricado de un material reforzado con fibras, tal como, por ejemplo, el G10/FR4 Garolite®. La pieza de ligadura intermedia 32 tiene un exterior generalmente con forma de bala y se describe con mayor detalle más adelante en esta memoria.

La pieza de ligadura intermedia 32 comprende una primera porción 64 y una segunda porción 66. La primera porción 64 puede considerarse como la porción proximal y la segunda porción 66 puede ser considerada como la porción distal. La primera porción 64 puede haberse fabricado integral o de una pieza con la segunda porción 66. La primera porción 64 tiene un exterior conformado generalmente con forma cilíndrica y se extiende desde el primer extremo 58

de la pieza de ligadura intermedia 32 hacia el segundo extremo 60 de la pieza de ligadura intermedia 32. De acuerdo con diversas realizaciones, la segunda porción 66 tiene un exterior generalmente de forma cilíndrica en el lugar donde contacta con la primera porción 64, y converge o se estrecha gradualmente hacia el segundo extremo 60 de la pieza de ligadura intermedia 32. El exterior de la segunda porción 66 se ha configurado con la forma de una semiesfera generalmente segmentada. De acuerdo con diversas realizaciones, el diámetro de la pieza de ligadura intermedia 32 puede ser del orden de aproximadamente 4,75 milímetros en el primer extremo 58 del mismo. La longitud de la pieza de ligadura intermedia 32 puede ser del orden de aproximadamente 5,85 milímetros. Sin embargo, un experto de la técnica apreciará que la longitud o el diámetro de la pieza de ligadura intermedia 32 puede variar dependiendo de la aplicación.

La pieza de ligadura intermedia 32 también comprende una primera superficie 68 que se extiende desde el primer extremo 58 de la pieza de ligadura 32 hasta el segundo extremo 60 de la pieza de ligadura intermedia 32. La primera superficie 68 puede considerarse la superficie exterior de la pieza de ligadura intermedia 32. La pieza de ligadura intermedia 32 también define una primera acanaladura 70 paralela al eje longitudinal 62, a lo largo de la primera superficie 68, una segunda acanaladura 72 paralela al eje longitudinal 62, a lo largo de la primera superficie 68, y una tercera acanaladura 74 paralela al eje longitudinal 62, a lo largo de la primera superficie 68. Cada una de las primera, segunda y tercera acanaladuras 70, 72, 74 se extiende a lo largo de la primera superficie 68 desde el primer extremo 58 de la pieza de ligadura intermedia 32, en dirección hacia el segundo extremo 60 de la pieza de ligadura intermedia 32. Las primera, segunda y tercera acanaladuras 70, 72, 74 pueden haberse conformado con forma de medio tubo o semitubular y pueden estar uniformemente distribuidas o equidistantes entre sí en torno a la primera superficie 68 de la pieza de ligadura intermedia 32, tal y como se muestra en la Figura 4C. De acuerdo con diversas realizaciones, las primera, segunda y tercera acanaladuras 70, 72, 74 pueden haberse configurado con la forma de un cilindro segmentado. El tamaño de cada una de las acanaladuras 70, 72, 74 pueden ser idéntico al de las demás, o bien estos pueden ser distintos unos de otros. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, las primera y segunda acanaladuras 70, 72 se han configurado como segmentos de un cilindro que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 1,75 milímetros en el primer extremo 58 de la pieza de ligadura intermedia 32, y la tercera acanaladura 74 se ha configurado como un segmento de un cilindro que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 2,50 milímetros en el primer extremo 58 de la pieza de ligadura intermedia 32. Las primera, segunda y tercera acanaladuras 70, 72, 74 se han configurado, cada una de ellas, para recibir y rodear parcialmente cualquiera de una variedad de herramientas o instrumentos (por ejemplo, herramientas de ablación) que puedan pasar del primer extremo 24 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura al segundo extremo 26 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura.

La pieza de ligadura intermedia 32 también define un paso 76 que se extiende desde el primer extremo 58 hasta el segundo extremo 60, a lo largo del eje longitudinal 62, tal como se muestra en la Figura 4B. El paso 76 puede ser de un tamaño suficiente como para permitir que uno o más cables pasen a través de él. De acuerdo con diversas realizaciones, el paso 76 puede ser de un tamaño suficiente como para permitir el paso de un cable tensor a su través. De acuerdo con diversas realizaciones, el paso 76 se ha configurado, generalmente, como una forma compleja que comprende una combinación de una primera semiesfera segmentada 78 que se extiende desde un primer extremo 58 en dirección al segundo extremo 60, una segunda semiesfera segmentada 80 que se extiende desde la primera semiesfera segmentada 78 hacia el segundo extremo 60, un cilindro 82 que se extiende desde la segunda semiesfera segmentada 80 hacia el segundo extremo 60, y una tercera semiesfera segmentada 84, que se extiende desde el cilindro 82 hasta el segundo extremo 60 de la pieza de ligadura intermedia 32. De acuerdo con diversas realizaciones, la primera semiesfera segmentada 78 representa una porción de una esfera que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 4,75 milímetros, la segunda semiesfera segmentada 80 representa una porción de una esfera que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 2,25 milímetros, el cilindro 82 puede tener un diámetro del orden aproximadamente 1,0 milímetros, y la tercera semiesfera segmentada 84 representa una porción de una esfera que tiene un diámetro de aproximadamente 2,25 milímetros. Son posibles otros tamaños.

La primera semiesfera segmentada 78 del paso 76 se ha configurado para recibir el segundo extremo 36 de la primera pieza de ligadura 28 cuando la primera pieza de ligadura 28 se acopla con la pieza de ligadura intermedia 32. Similarmente, para una pieza de ligadura intermedia 32 dada, la primera semiesfera segmentada 78 del paso 76 se ha configurado para recibir el segundo extremo 60 de otra pieza de ligadura intermedia 32 cuando la otra pieza de ligadura intermedia 32 se acopla a la pieza de ligadura intermedia dada 32. La tercera semiesfera segmentada 84 puede servir para reducir el pinzamiento o apresamiento de un cable cuando una pieza de ligadura intermedia 32 se mueve con respecto a una pieza de ligadura intermedia 32 adyacente, acoplada a la misma. De forma similar, cuando la segunda pieza de ligadura 30 se acopla a una pieza de ligadura intermedia 32 dada, la tercera semiesfera segmentada 84 puede servir para reducir el pinzamiento o apresamiento de un cable cuando la segunda pieza de ligadura 30 se mueve con respecto a la pieza de ligadura intermedia 32 dada.

Con la estructura anteriormente descrita, la primera pieza de ligadura 28 puede ser acoplada a la pieza de ligadura intermedia 32 asentando el segundo extremo 36 de la primera pieza de ligadura 28 dentro de la primera semiesfera segmentada 78 del paso 76 de la pieza de ligadura intermedia 32. Como la configuración convexa del segundo extremo 36 de la primera pieza de ligadura 28 se corresponde generalmente con la configuración cóncava de la

primera semiesfera segmentada 78 del paso 76 de la pieza de ligadura intermedia 32, la primera pieza de ligadura 28 puede ser acoplada a la pieza de ligadura intermedia 32 de manera tal, que el eje longitudinal 38 y las primera, segunda y tercera acanaladuras 46, 48, 50 de la primera pieza de ligadura 28 se alinean, respectivamente, con el eje longitudinal 62 y con las primera, segunda y tercera acanaladuras 70, 72, 74 de la pieza de ligadura intermedia 32. La pieza de ligadura intermedia 32 puede ser movida en relación con la primera pieza de ligadura 28 de manera tal, que el eje longitudinal 62 de la pieza de ligadura intermedia 32 no se alinea con el eje longitudinal 38 de la primera pieza de ligadura 28. De acuerdo con diversas realizaciones, la configuración de la primera pieza de ligadura 28 y de la pieza de ligadura intermedia 32 hace posible que la pieza de ligadura intermedia 32 sea movida con respecto a la primera pieza de ligadura 28 acoplada con la misma, de tal manera que el eje longitudinal 38 de la primera pieza de ligadura 28 y el eje longitudinal 62 de la pieza de ligadura intermedia 32 se encuentren en una desalineación de hasta aproximadamente 25° uno con respecto al otro. Similarmente, una pieza de ligadura intermedia 32 puede ser acoplada a otra pieza de ligadura intermedia 32, y así sucesivamente, al asentar el segundo extremo 60 de la pieza de ligadura intermedia 32 dentro de la primera semiesfera segmentada 78 del paso 76 de otra pieza de ligadura intermedia 32. Como la configuración convexa del segundo extremo 60 de la pieza de ligadura intermedia 32 se corresponde generalmente con la configuración cóncava de la primera semiesfera segmentada 78 del paso 76 de la pieza de ligadura intermedia 32, las piezas de ligadura intermedias 32 pueden ser acopladas de tal manera que los respectivos ejes longitudinales de 62 y las respectivas primera, segunda y tercera acanaladuras 46, 48, 50 de las piezas de ligadura intermedias 32 queden alineados. Las piezas de ligadura intermedias 32 acopladas pueden ser movidas unas con respecto a otras de tal manera que los respectivos ejes longitudinales 62 de las piezas de ligadura intermedias 32 acopladas no estén alienados. De acuerdo con diversas realizaciones, la configuración de las piezas de ligadura intermedias 32 acopladas hace posible que una de las piezas de ligadura intermedias 32 sea movida con respecto a una pieza de ligadura intermedia 32 adyacente, acoplada a la misma, de tal modo que los respectivos ejes longitudinales 62 se encuentren en una desalineación de hasta aproximadamente 25° uno con respecto a otro.

Las Figuras 5A-5C ilustran diversas realizaciones de la segunda pieza de ligadura 30 (pieza de ligadura distal interior) del primer mecanismo 12. La segunda pieza de ligadura 30 incluye un primer extremo 86 y un segundo extremo 88, y define un eje longitudinal 90 que pasa por el centro del primer extremo 86 y por el centro del segundo extremo 88, tal y como se muestra en la Figura 5B. La segunda pieza de ligadura 30 puede fabricarse de cualquier material adecuado. De acuerdo con diversas realizaciones, la segunda pieza de ligadura 30 se fabrica de un material termoplástico tal como, por ejemplo, el Delrin®.

La segunda pieza de ligadura 30 comprende una primera porción 92 y una segunda porción 94. La primera porción 92 puede considerarse la porción proximal y la segunda porción 94 puede considerarse la porción distal. La primera porción 92 puede haberse fabricado integral o de una pieza con la segunda porción 94. La primera porción 92 tiene un exterior conformado con una forma generalmente cilíndrica y se extiende desde el primer extremo 86 de la segunda pieza de ligadura 30, en dirección al segundo extremo 88 de la segunda pieza de ligadura 30. De acuerdo con diversas realizaciones, la segunda porción 94 tiene un exterior conformado con una forma generalmente cilíndrica en el lugar donde contacta con la primera porción 92, y converge o se estrecha gradualmente hacia el segundo extremo 88 de la segunda pieza de ligadura 30. El exterior de la segunda porción 94 se ha configurado con la forma de un cono generalmente segmentado. De acuerdo con diversas realizaciones, el diámetro de la segunda pieza de ligadura 30 puede ser del orden de aproximadamente 4,75 milímetros en el primer extremo 86 del mismo, y la convergencia o estrechamiento gradual de la segunda porción 94 puede ser en un ángulo de aproximadamente 30° con respecto al exterior de la primera porción 92. La longitud de la segunda pieza de ligadura 30 puede ser del orden de aproximadamente 5,90 milímetros. Sin embargo, un experto de la técnica apreciará que la longitud o el diámetro de la segunda pieza de ligadura 30 puede variar basándose en la aplicación.

La segunda pieza de ligadura 30 también comprende una primera superficie 96 que se extiende desde el primer extremo 86 de la segunda pieza de ligadura 30 hasta el segundo extremo 88 de la segunda pieza de ligadura 30. La primera superficie 96 puede considerarse como la superficie exterior de la segunda pieza de ligadura 30. La segunda pieza de ligadura 30 también define una primera acanaladura 98 paralela al eje longitudinal 90, a lo largo de la primera superficie 96, una segunda acanaladura 100 paralela al eje longitudinal 90, a lo largo de la primera superficie 96, y una tercera acanaladura 102 paralela al eje longitudinal 90, a lo largo de la primera superficie 96. Cada una de las primera, segunda y tercera acanaladuras 98, 100, 102 se extiende a lo largo de la primera superficie 96, desde el primer extremo 86 de la segunda pieza de ligadura 30 hacia el segundo extremo 88 de la segunda pieza de ligadura 30. Las primera, segunda y tercera acanaladuras 98, 100, 102 pueden haberse conformado con una forma de medio tubo o semitubular y pueden haberse distribuido equidistantes entre sí en torno a la primera superficie 96 de la segunda pieza de ligadura 30, tal como se muestra en la Figura 5C. De acuerdo con diversas realizaciones, las primera, segunda y tercera acanaladuras 98, 100, 102 pueden haberse configurado con la forma de un cilindro segmentado. El tamaño de cada una de las acanaladuras 98, 100, 102 puede ser idéntico al de las demás, o bien estos pueden ser diferentes unos de otros. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, las primera y segunda acanaladuras 98, 100 se han configurado como segmentos de un cilindro que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 1,25 milímetros en el primer extremo 86 de la segunda pieza de ligadura 30, y la tercera acanaladura 102 se ha configurado como un segmento de un cilindro que tiene un diámetro del

orden de aproximadamente 2,50 milímetros en el primer extremo 86 de la segunda pieza de ligadura 30. Las primera, segunda y tercera acanaladuras 98, 100, 102 se han configurado, cada una de ellas, para recibir y rodear parcialmente cualquiera de una variedad de herramientas o instrumentos (por ejemplo, herramientas de ablación) que puedan pasar del primer extremo 24 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura al segundo extremo 26 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura.

La segunda pieza de ligadura 30 define también un paso 104 que se extiende desde el primer extremo 86 hasta el segundo extremo 88 a lo largo del eje longitudinal 90, tal y como se muestra en la Figura 5B. El paso 104 puede ser de un tamaño suficiente para permitir el paso de al menos un cable a su través. De acuerdo con diversas realizaciones, el paso 104 puede ser de un tamaño suficiente para permitir el paso a través de él de un cable tensor. De acuerdo con diversas realizaciones, el paso 104 se ha configurado, generalmente, como una forma compleja que comprende una combinación de una primera semiesfera segmentada 106 que se extiende desde el primer extremo 86 hacia el segundo extremo 88, y una segunda semiesfera segmentada 108 que se extiende desde la primera semiesfera segmentada 106 hacia el segundo extremo 88, y un cilindro 110 que se extiende desde la segunda semiesfera segmentada 108 hasta el segundo extremo 88 de la segunda pieza de ligadura 30. De acuerdo con diversas realizaciones, la primera semiesfera segmentada 106 representa una porción de una esfera que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 4,75 milímetros, la segunda semiesfera segmentada 108 representa una porción de una esfera que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 2,50 milímetros, y el cilindro 110 puede tener un diámetro del orden de aproximadamente 10 milímetros. La primera semiesfera segmentada 106 del paso 104 puede haberse configurado para recibir el segundo extremo 60 de una pieza de ligadura intermedia 32 cuando la pieza de ligadura intermedia 32 se acopla a la segunda pieza de ligadura 30.

Con la estructura anteriormente descrita, una pieza de ligadura intermedia 32 puede ser acoplada a la segunda pieza de ligadura 30 asentando el segundo extremo 60 de la pieza de ligadura intermedia 32 dentro de la primera semiesfera segmentada 106 del paso 104 de la segunda pieza de ligadura 30. Como la configuración convexa del segundo extremo 60 de la pieza de ligadura intermedia 32 se corresponde generalmente con la configuración cóncava de la primera semiesfera segmentada 106 del paso 104 de la segunda pieza de ligadura 30, la pieza de ligadura intermedia 32 puede ser acoplada a la segunda pieza de ligadura 30 de manera tal, que el eje longitudinal 62 y las primera, segunda y tercera acanaladuras 70, 72, 74 de la pieza de ligadura intermedia 32 se alinean, respectivamente, con el eje longitudinal 90 y con las primera, segunda y tercera acanaladuras 98, 100, 102 de la segunda acanaladura 30. La segunda pieza de ligadura 30 puede ser movida con respecto a la pieza de ligadura intermedia 32 acoplada con la misma, de tal modo que los ejes longitudinales respectivos 62, 90 no están alineados. De acuerdo con diversas realizaciones, la configuración de la segunda pieza de ligadura 30 permite que una pieza de ligadura intermedia 32 acoplada a la misma sea movida con respecto a la segunda pieza de ligadura 30 manera tal, que los ejes longitudinales respectivos 62, 90 se encuentren desalineados en hasta aproximadamente 25° uno con respecto al otro.

La Figura 6 ilustra diversas realizaciones del segundo mecanismo 14 del dispositivo 10. El segundo mecanismo 14 es un mecanismo de múltiples eslabones o piezas de ligadura e incluye un primer extremo 120 y un segundo extremo 122. El primer extremo 120 puede considerarse el extremo proximal y el segundo extremo 122 puede ser considerado el extremo distal. El segundo mecanismo 14 comprende una primera pieza de ligadura 124, una segunda pieza de ligadura 126 y cualquier número de piezas de ligadura intermedias 128 entre las primera y segunda piezas de ligadura 124, 126. La primera pieza de ligadura 124 puede considerarse la pieza de ligadura proximal, y la segunda pieza de ligadura 126 puede considerarse la pieza de ligadura distal.

Las Figuras 7A-7C ilustran diversas realizaciones de la primera pieza de ligadura 124 (pieza de ligadura proximal exterior) del segundo mecanismo 14. La primera pieza de ligadura 124 incluye un primer extremo 130 y un segundo extremo 132, y define un eje longitudinal 134 que pasa por el centro del primer extremo 130 y por el centro del segundo extremo 132, tal como se muestra en la Figura 7B. La primera pieza de ligadura 124 puede haberse fabricado de cualquier material adecuado. De acuerdo con diversas realizaciones, la primera pieza de ligadura 124 se ha fabricado de un material de acero inoxidable, tal como, por ejemplo, el acero inoxidable 316. La primera pieza de ligadura 124 tiene un exterior con forma generalmente bala y se describe con mayor detalle más adelante en la presente memoria.

La primera pieza de ligadura 124 comprende una primera porción 136 y una segunda porción 138. La primera porción 136 puede considerarse como la porción proximal y la segunda porción 138 puede ser considerada como la porción distal. La primera porción 136 puede haberse fabricado integral o de una pieza con la segunda porción 138. La primera porción 136 tiene un exterior conformado con forma cilíndrica y se extiende desde el primer extremo 130 de la primera pieza de ligadura 124 hacia el segundo extremo 132 de la primera pieza de ligadura 124. De acuerdo con diversas realizaciones, el diámetro de la primera porción 136 puede ser del orden de aproximadamente 12,70 milímetros. Son posibles otros tamaños.

La segunda porción 138 tiene un exterior conformado con forma generalmente cilíndrica. La segunda porción 138 tiene un exterior conformado cilíndricamente en el lugar donde contacta con la primera porción 136, y se estrecha o

converge gradualmente hacia el segundo extremo 132 de la primera pieza de ligadura 124. La segunda porción 138 puede haberse conformado con la forma de una semiesfera generalmente segmentada en el segundo extremo 132 de la primera pieza de ligadura 124. De acuerdo con diversas realizaciones, el diámetro de la segunda porción 138 puede ser del orden de aproximadamente 9,50 milímetros en el lugar donde contacta con la primera porción 136. Son posibles otros tamaños y formas.

La segunda porción 138 comprende una primera superficie 140. La primera superficie 140 puede considerarse la superficie exterior de la segunda porción 138. La segunda porción 138 define una primera acanaladura 142 a lo largo de la primera superficie 140, una segunda acanaladura 144 a lo largo de la primera superficie 140, y una tercera acanaladura 146 a lo largo de la primera superficie 140. Cada una de las primera, segunda y tercera acanaladuras 142, 144, 146 son oblicuas con respecto al eje longitudinal 134 y se extienden a lo largo de la primera superficie 140, hacia el segundo extremo 132 de la primera pieza de ligadura 124. De acuerdo con diversas realizaciones, cada una de las acanaladuras 142, 144, 146 está orientada en un ángulo del orden de aproximadamente 15° con respecto al eje longitudinal 134. Tal y como se muestra en la Figura 7C, las primera, segunda y tercera acanaladuras 142, 144, 146 pueden estar dispuestas equidistancias entre sí en torno a la primera superficie 140 de la primera pieza de ligadura 124. De acuerdo con diversas realizaciones, las primera, segunda y tercera acanaladuras 142, 144, 146 pueden haberse configurado con la forma de un cilindro segmentado. El tamaño de cada una de las acanaladuras 142, 144, 146 puede ser idéntico al de las demás, o bien estos pueden ser diferentes unos de otros. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, cada una de las acanaladuras 142, 144, 146 está configurada como un segmento de un respectivo cilindro que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 3,0 milímetros. Las primera, segunda y tercera acanaladuras 142, 144, 146 se han configurado, cada una de ellas, con vistas a facilitar la introducción de diversas herramientas o instrumentos (por ejemplo, herramientas de ablación) dentro del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura. La longitud de la primera pieza de ligadura 124 puede ser del orden de aproximadamente 18,5 milímetros. Sin embargo, un experto de la técnica apreciará que la longitud o el diámetro de la primera pieza de ligadura 124 puede variar dependiendo de la aplicación.

La primera pieza de ligadura 124 también define un paso 148 que se extiende desde el primer extremo 130 hasta el segundo extremo 132, a lo largo del eje longitudinal 134, tal y como se muestra en la Figura 7B. El paso 148 es de un tamaño suficiente para permitir que el primer mecanismo 12 pase a su través. De acuerdo con diversas realizaciones, el paso 148 se ha configurado generalmente como una forma compleja que comprende una combinación de un cono segmentado 150 que se extiende desde el primer extremo 130 en dirección al segundo extremo 132, y un cilindro 152 que se extiende desde el cono segmentado 150 hasta el segundo extremo 132 de la primera pieza de ligadura 124. De acuerdo con diversas realizaciones, el cono segmentado 150 tiene un diámetro del orden de aproximadamente 7,0 milímetros en el primer extremo 130 de la primera pieza de ligadura 124, y puede estrecharse gradualmente en un ángulo del orden de aproximadamente 45° con respecto al eje longitudinal 134. El cilindro 152 puede tener un diámetro del orden de aproximadamente 5,50 milímetros. Son posibles otras dimensiones.

La primera pieza de ligadura 124 también define un primer orificio pasante 154, un segundo orificio pasante 156 y un tercer orificio pasante 158 (véase la Figura 7C). El primer orificio pasante 154 es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 134, se extiende desde la primera porción 136 hacia el segundo extremo 132 y está ubicado entre el paso 148 y la primera superficie 140. El segundo orificio pasante 156 es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 134, se extiende desde la primera porción 136 hasta el segundo extremo 132 y está ubicado entre el paso 148 y la primera superficie 140. El tercer orificio pasante 158 es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 134, se extiende desde la primera porción 136 hasta el segundo extremo 132 y está situado entre el paso 148 y la primera superficie 140. Los primer, segundo y tercer orificios pasantes 154, 156, 158 se han conformado con una forma generalmente cilíndrica. De acuerdo con diversas realizaciones, los orificios pasantes 154, 156, 158 se han dispuesto equidistantes unos de otros tal como se muestra en la Figura 7C. El tamaño de cada uno de los orificios pasantes 154, 156, 158 puede ser idéntico a los demás, o bien estos pueden ser diferentes unos de otros. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, los diámetros respectivos asociados con los orificios pasantes 154, 156, 158 pueden ser, cada uno de ellos, del orden de aproximadamente 1,20 milímetros. El primer orificio pasante 154 se ha configurado para recibir y rodear un cable. El segundo orificio pasante 156 se ha configurado para recibir y rodear un cable. El tercer orificio pasante 158 se ha configurado para recibir y rodear un cable. Los primer, segundo y tercer orificios pasantes 154, 156, 158 pueden servir como recorridos de guía para el movimiento de los cables.

Las Figuras 8A-8C ilustran diversas realizaciones de uno de los eslabones o piezas de ligadura intermedias 128 (la pieza de ligadura intermedia exterior) del segundo mecanismo 14. La pieza de ligadura intermedia 128 es representativa de las otras piezas de ligadura intermedias 128. La pieza de ligadura intermedia 128 incluye un primer extremo 160 y un segundo extremo 162, y define un eje longitudinal 164 que pasa por el centro del primer extremo 160 y por centro del segundo extremo 162, tal como se muestra en la Figura 8C. La pieza de ligadura intermedia 128 puede haberse fabricado de cualquier material adecuado. De acuerdo con diversas realizaciones, la pieza de ligadura intermedia 128 se ha fabricado de un material termoplástico polimérico tal como, por ejemplo, la polisulfona. La pieza de ligadura intermedia 128 tiene un exterior generalmente con forma de bala y se describe con mayor

detalle más adelante en la presente memoria.

La pieza de ligadura intermedia 128 comprende una primera porción 166 y una segunda porción 168. La primera porción 166 puede ser considerada como la porción proximal y la segunda porción 168 puede considerarse la porción distal. La primera porción 166 puede haberse fabricado integral o de una pieza con la segunda porción 168. La primera porción 166 tiene un exterior con forma generalmente cilíndrica y se extiende desde el primer extremo 160 de la pieza de ligadura intermedia 128 hacia el segundo extremo 162 de la pieza de ligadura intermedia 128. De acuerdo con diversas realizaciones, la segunda porción 168 tiene un exterior conformado con forma generalmente cilíndrica en el lugar donde contacta con la primera porción 166, y se estrecha gradualmente hacia el segundo extremo 162 de la pieza de ligadura intermedia 128. El exterior de la segunda porción 168 se ha configurado con la forma de una semiesfera generalmente segmentada. De acuerdo con diversas realizaciones, el diámetro de la pieza de ligadura intermedia 128 es del orden de aproximadamente 9,65 milímetros en el primer extremo 160 de la misma. La longitud de la pieza de ligadura intermedia 128 puede ser del orden de aproximadamente 8,40 milímetros. Sin embargo, un experto de la técnica apreciará que las dimensiones de la pieza de ligadura intermedia 128 pueden variar en función de la aplicación.

La pieza de ligadura intermedia 128 también comprende una primera superficie 170 que se extiende desde el primer extremo 160 de la pieza de ligadura intermedia 128 hasta el segundo extremo 162 de la pieza de ligadura intermedia 128, y una segunda superficie 170 que se extiende desde el primer extremo 160 de la pieza de ligadura intermedia 128 hasta el segundo extremo 162 de la pieza de ligadura intermedia 128. La primera superficie 170 puede considerarse la superficie exterior de la pieza de ligadura intermedia 128, y la segunda superficie 172 puede considerarse la superficie interior de la pieza de ligadura intermedia 128. La pieza de ligadura intermedia 32 también define una primera acanaladura 174 sustancialmente paralela al eje longitudinal 164, a lo largo de la segunda superficie 172, una segunda acanaladura 176 sustancialmente paralela al eje longitudinal 164, a lo largo de la segunda superficie 172, y una tercera acanaladura 178 sustancialmente paralela al eje longitudinal 164, a lo largo de la segunda superficie 172. Cada una de las primera, segunda y tercera acanaladuras 174, 176, 178 se extiende a lo largo de la segunda superficie 172, en dirección al segundo extremo 162 de la pieza de ligadura intermedia 128. Las primera, segunda y tercera acanaladuras 174, 176, 178 pueden haberse conformado con una forma semitubular y pueden haberse dispuesto equidistantes entre sí en torno en torno a la segunda superficie 172 de la pieza de ligadura intermedia 128, tal como se muestra en la Figura 8C. De acuerdo con diversas realizaciones, las primera, segunda y tercera acanaladuras 174, 176, 178 pueden haberse configurado con la forma de un cilindro segmentado. El tamaño de cada una de las acanaladuras 174, 176, 178 puede ser idéntico al de las demás, o bien estos pueden ser diferentes unos de otros. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, las primera y segunda acanaladuras 174, 176 se han configurado como segmentos de cilindros que tienen diámetros del orden de aproximadamente 1,75 milímetros en el primer extremo 160 de la pieza de ligadura intermedia 128, y la tercera acanaladura 178 se ha configurado como un segmento de un cilindro que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 2,50 milímetros en el primer extremo 160 de la pieza de ligadura intermedia 128. Las primera, segunda y tercera acanaladuras 174, 176, 178 se han configurado, cada una de ellas, para recibir y rodear parcialmente cualquiera de una variedad de herramientas o instrumentos (por ejemplo, herramientas de ablación) que puedan pasar desde el primer extremo 24 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura hasta el segundo extremo 26 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura.

La pieza de ligadura intermedia 128 también define un paso 180 que se extiende desde el primer extremo 160 hasta el segundo extremo 162 a lo largo del eje longitudinal 164, tal como se muestra en la Figura 8B. El paso 180 es de un tamaño suficiente para permitir que el primer mecanismo 12 pase a través de él. De acuerdo con diversas realizaciones, el paso 180 se ha configurado generalmente con una forma compleja que comprende una combinación de una semiesfera segmentada 182 que se extiende desde el primer extremo 160 hacia el segundo extremo 162, un primer cono segmentado 184 que se extiende desde la semiesfera segmentada 182 hacia el segundo extremo 162, un cilindro 186 que se extiende desde el primer cono segmentado 184 hacia el segundo extremo 162, y un segundo cono segmentado 188 que se extiende desde el cilindro 186 hasta el segundo extremo 162 de la pieza de ligadura intermedia 128. De acuerdo con diversas realizaciones, la semiesfera segmentada 182 representa una porción de una esfera que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 9,65 milímetros, el primer cono segmentado 184 converge o se estrecha gradualmente en un ángulo del orden de aproximadamente 15° con respecto al eje longitudinal 164, el cilindro 186 tiene un diámetro del orden de aproximadamente 5,50 milímetros, y el segundo cono segmentado 188 se estrecha gradualmente en un ángulo del orden de aproximadamente 15° con respecto al eje longitudinal 164. La semiesfera segmentada 182 del paso 180 se ha configurado para recibir el segundo extremo 132 de la primera pieza de ligadura 124 cuando la primera pieza de ligadura 124 se acopla a la pieza de ligadura intermedia 128. De forma similar, para una pieza de ligadura intermedia 128 dada, la semiesfera segmentada 182 del paso 180 se ha configurado para recibir el segundo extremo 162 de otra pieza de ligadura intermedia 128 cuando la otra pieza de ligadura intermedia 128 se acopla a la pieza de ligadura intermedia 128 dada.

La pieza de ligadura intermedia 128 también define un primer orificio pasante 190, un segundo orificio pasante 192 y un tercer orificio pasante 194. El primer orificio pasante 190 es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 164, se

extiende desde la primera porción 166 hacia el segundo extremo 162, y está situado entre el paso 180 y la primera superficie 170. El segundo orificio pasante 192 es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 164, se extiende desde la primera porción 166 hasta el segundo extremo 162 y está ubicado entre el paso 180 y la primera superficie 170. El tercer orificio pasante 194 es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 164, se extiende desde la primera porción 166 hasta el segundo extremo 162 y está ubicado entre el paso 180 y la primera superficie 170. Los primer, segundo y tercer orificios pasantes 190, 192, 194 se han conformado generalmente con forma cilíndrica. De acuerdo con diversas realizaciones, los orificios pasantes 190, 192, 194 están uniformemente espaciados unos de otros. El tamaño de cada uno de los orificios pasantes 190, 192, 194 puede ser idéntico al de los demás, o bien estos pueden ser diferentes unos de otros. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, los diámetros respectivos asociados con los orificios pasantes 190, 192, 194 pueden ser del orden de aproximadamente 1,25 milímetros. El primer orificio pasante 190 se ha configurado para recibir y rodear un cable. El segundo orificio pasante 192 se ha configurado para recibir y rodear un cable. El tercer orificio pasante 194 se ha configurado para recibir y rodear un cable. Los primer, segundo y tercer orificios pasantes 190, 192 y 194 pueden servir como recorridos de guía para el movimiento de los cables.

Como se ha mostrado en la Figura 8C, la pieza de ligadura intermedia 128 también define unas primera, segunda y tercera entalladuras o incisiones 196, 198, 200 en el segundo extremo 162 de la misma, que resultan, en parte, de la combinación del estrechamiento gradual asociado con la segunda porción 168 y de la configuración y orientación de las primera, segunda y tercera acanaladuras 174, 176, 178. Las primera, segunda y tercera incisiones 196, 198, 200 pueden estar repartidas de forma equidistante alrededor del segundo extremo 162 de la pieza de ligadura intermedia 128, tal como se muestra en la Figura 8C. Las primera, segunda y tercera incisiones 196, 198, 200 pueden servir para reducir el pinzamiento o apresamiento de diversas herramientas o instrumentos (por ejemplo, herramientas de ablación) cuando una pieza de ligadura intermedia 128 del segundo mecanismo 14 es movida con respecto a otra pieza de ligadura intermedia 128 acoplada a la misma.

La pieza de ligadura intermedia 128 también define unas cuarta, quinta y sexta incisiones 202, 204 y 206 en el segundo extremo 162 de la misma, que resultan de la combinación del estrechamiento gradual asociado con la segunda porción 168 y con la configuración y orientación de los primer, segundo y tercer orificios pasantes 190, 192, 194. Las cuarta, quinta y sexta incisiones 202, 204, 206 pueden estar distribuidas de forma equidistante entre sí alrededor del segundo extremo 162 de la pieza de ligadura intermedia 128, y pueden haberse repartido de forma equidistante entre sí desde las primera, segunda y tercera incisiones 196, 198, 200, tal y como se muestra en la Figura 8C. Las cuarta, quinta y sexta incisiones 202, 204, 206 pueden servir para reducir el pinzamiento o apresamiento de los cables cuando una pieza de ligadura intermedia 128 del segundo mecanismo 14 es movida con respecto a otra pieza de ligadura intermedia 128 acoplada a la misma.

De acuerdo con diversas realizaciones, una pieza de ligadura intermedia 128 puede definir también una abertura (no mostrada) que se extiende desde la segunda superficie 172 o desde una de las acanaladuras 174, 176, 178 hasta la primera superficie 170 de la pieza de ligadura intermedia 128. La pieza de ligadura intermedia 128 puede tener cualquier número de tales aberturas, y cualquier número de las piezas de ligadura intermedias 128 pueden tener tales aberturas. Haciendo referencia a las Figuras 2 y 4, la abertura puede ser utilizada como un punto o lugar de salida para una herramienta o instrumento que pase desde el primer extremo 24 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura hacia el segundo extremo 26 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura. Para tales realizaciones, la pieza de ligadura intermedia 128 respectiva puede situarse próxima a la segunda pieza de ligadura 126 del segundo mecanismo 14. La abertura puede estar orientada en cualquier ángulo con respecto al eje longitudinal 134 de la pieza de ligadura intermedia 128. Cuando el primer mecanismo 12 es retirado del segundo mecanismo 14 y una herramienta o instrumento relativamente grande se hace avanzar desde el primer extremo 120 del segundo mecanismo 14 hasta el segundo extremo 122 del segundo mecanismo 14, puede que no haya espacio suficiente para que una segunda herramienta o instrumento (por ejemplo, un cable de fibra óptica) pase a través del segundo extremo 122 del segundo mecanismo 14. Para tales casos, la segunda herramienta o instrumento puede salir a través de una abertura de una de los eslabones o piezas de ligadura intermedias 128.

Con la estructura anteriormente descrita, la primera pieza de ligadura 124 puede ser acoplada a la pieza de ligadura intermedia 128 asentando el segundo extremo 132 de la primera pieza de ligadura 124 dentro de la semiesfera segmentada 182 del paso 180 de la pieza de ligadura intermedia 128. Como la configuración convexa del segundo extremo 132 de la primera pieza de ligadura 124 se corresponde generalmente con la configuración cóncava de la semiesfera segmentada 182 del paso 180 de la pieza de ligadura intermedia 128, la primera pieza de ligadura 124 puede ser acoplada a la pieza de ligadura intermedia 128 de un modo tal, que el eje longitudinal 134, las primera, segunda y tercera acanaladuras 142, 144, 146 y los primer, segundo y tercer orificios pasantes 154, 156, 158 de la primera pieza de ligadura se alineen, respectivamente, con el eje longitudinal 164, con las primera, segunda y tercera acanaladuras 174, 176, 178 y con los primer, segundo y tercer orificios pasantes 190, 192, 194 de la pieza de ligadura intermedia 128. La pieza de ligadura intermedia 128 puede ser movida con respecto a la primera pieza de ligadura 124 de tal manera que el eje longitudinal 164 de la pieza de ligadura intermedia 128 no esté alineado con el eje longitudinal 134 de la primera pieza de ligadura 124. De acuerdo con diversas realizaciones, la configuración de la primera pieza de ligadura 124 y de la pieza de ligadura intermedia 128 hace posible que la pieza de ligadura

intermedia 128 sea movida con respecto a la primera pieza de ligadura 124 acoplada a la misma, de tal manera que el eje longitudinal 134 de la primera pieza de ligadura 124 y el eje longitudinal 164 de la pieza de ligadura intermedia 128 estén desalineados en hasta aproximadamente 10° uno con respecto al otro. Similarmente, una pieza de ligadura intermedia 128 puede ser acoplada a otra pieza de ligadura intermedia 128, y así sucesivamente, asentando el segundo extremo 162 de una pieza de ligadura intermedia 128 dentro de la semiesfera segmentada 182 del paso 180 de otra pieza de ligadura intermedia 128. Como la configuración convexa del segundo extremo 162 de la pieza de ligadura intermedia se corresponde generalmente con la configuración cóncava de la semiesfera segmentada 182 del paso 180 de la pieza de ligadura intermedia 128, las piezas de ligadura intermedias 128 pueden ser acopladas de tal manera que los respectivos ejes longitudinales 164, las respectivas primera, segunda y tercera acanaladuras 174, 176, 178 y los respectivos primer, segundo y tercer orificios pasantes 190, 192, 194 de las piezas de ligadura intermedias 128 queden alineados. Las piezas de ligadura intermedias 128 acopladas pueden ser movidas unas con respecto a otras de tal modo que los respectivos ejes longitudinales 164 de las piezas de ligadura intermedias 128 acopladas no queden alineados. De acuerdo con diversas realizaciones, la configuración de las piezas de ligadura intermedias 128 acopladas permite que una pieza de ligadura intermedia 128 se mueva con respecto a otra pieza de ligadura intermedia 128 acoplada a la misma, de tal manera que los respectivos ejes longitudinales 164 queden desalineados en hasta aproximadamente 10° uno con otro.

Las Figuras 9A-9D ilustran diversas realizaciones de la segunda pieza de ligadura 126 (pieza de ligadura distal exterior) del segundo mecanismo 14. La segunda pieza de ligadura 126 incluye un primer extremo 208 y un segundo extremo 210, y define un eje longitudinal 212 que pasa por el centro del primer extremo 208 y por el centro del segundo extremo 210, tal y como se muestra en la Figura 9C. La segunda pieza de ligadura 126 puede ser fabricada de cualquier material adecuado. De acuerdo con diversas realizaciones, la segunda pieza de ligadura 126 se ha hecho de un material termoplástico tal como, por ejemplo, el Delrin®.

La segunda pieza de ligadura 126 comprende una primera porción 214 y una segunda porción 216. La primera porción 214 puede considerarse la porción proximal y la segunda porción 216 puede ser considerada como la porción distal. La primera porción 214 puede fabricarse integral o de una pieza con la segunda porción 216. La primera porción 214 tiene un exterior conformado con una forma generalmente cilíndrica y se extiende desde el primer extremo 208 de la segunda pieza de ligadura 126 hacia el segundo extremo 210 de la segunda pieza de ligadura 126. De acuerdo con diversas realizaciones, el diámetro de la primera porción 214 es del orden de aproximadamente 4,80 milímetros.

De acuerdo con diversas realizaciones, la segunda porción 216 tiene un exterior conformado con forma generalmente cilíndrica en el lugar donde contacta con la primera porción 214, y converge o se estrecha gradualmente hacia el segundo extremo 210 de la segunda pieza de ligadura 126. El exterior de la segunda porción 216 se ha configurado con la forma de un cono generalmente segmentado. De acuerdo con diversas realizaciones, el exterior de la segunda porción 216 se estrecha gradualmente desde la primera porción 214 hasta el segundo extremo 210 de la segunda pieza de ligadura 126, en un ángulo del orden de aproximadamente 20° con respecto al exterior de la primera porción 214. La longitud de la segunda pieza de ligadura 126 puede ser del orden de aproximadamente 15 milímetros. Sin embargo, un experto de la técnica apreciará que la longitud de la segunda pieza de ligadura 126 puede variar dependiendo de la aplicación.

La segunda pieza de ligadura 126 también comprende una primera superficie 218 que se extiende desde el primer extremo 208 de la segunda pieza de ligadura 126 hasta el segundo extremo 210 de la segunda pieza de ligadura, y una segunda superficie 220 que se extiende desde el primer extremo 208 de la segunda pieza de ligadura 126 hacia el segundo extremo 210 de la segunda pieza de ligadura 126. La primera superficie 218 puede considerarse la superficie exterior de la segunda pieza de ligadura 126, y la segunda superficie 220 puede ser considerada como la superficie interior de la segunda pieza de ligadura 126.

La segunda pieza de ligadura 126 también define un primer acceso o lumbrera 222, una segunda lumbrera 224 y una tercera lumbrera 226. (Véase la Figura 9B.) La primera lumbrera 222 se extiende desde la segunda superficie 220 hasta la primera superficie 218 y es sustancialmente paralela al eje longitudinal 212. La segunda lumbrera 224 se extiende desde la segunda superficie 220 hasta la primera superficie 218 y es sustancialmente paralela al eje longitudinal 212. La tercera lumbrera 226 se extiende desde la segunda superficie 220 hasta la primera superficie 218 y es sustancialmente paralela al eje longitudinal 212. Las primera, segunda y tercera lumbreras 222, 224, 226 pueden haberse conformado con una forma cilíndrica y pueden estar dispuestas de forma equidistante entre sí en torno al eje longitudinal 212 de la segunda pieza de ligadura 126, tal y como se muestra en la Figura 9D. El tamaño de cada una de las lumbreras 222, 224, 226 puede ser idéntico al de las demás, o bien estos pueden ser diferentes unos de otros. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, las primera y segunda lumbreras 222, 224 se han configurado como cilindros que tienen diámetros del orden de aproximadamente 1,50 milímetros, y la tercera lumbrera 226 se ha configurado como un cilindro que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 2,50 milímetros. Son posibles otras dimensiones. Las primera, segunda y tercera lumbreras 222, 224, 226 se han configurado, cada una de ellas, con vistas a recibir y rodear cualquiera de una variedad de herramientas o instrumentos (por ejemplo, herramientas de ablación) que puedan pasar desde el primer extremo 24 del dispositivo

10 de múltiples piezas de ligadura hasta el segundo extremo 26 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura.

La segunda pieza de ligadura 126 también define un primer orificio pasante 228, un segundo orificio pasante 230 y un tercer orificio pasante 232. (Véase la Figura 9B). El primer orificio pasante 228 se extiende desde la segunda superficie 220 hasta la primera superficie 218 y es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 212. El segundo orificio pasante 230 se extiende desde la segunda superficie 220 hasta la primera superficie 218 y es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 212. El tercer orificio pasante 232 se extiende desde la segunda superficie 220 hasta la primera superficie 218 y es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 212. Los primer, segundo y tercer orificios pasantes 228, 230, 232 se han conformado con una forma generalmente cilíndrica. De acuerdo con diversas realizaciones, los orificios pasantes 228, 230, 232 están distribuidos de forma equidistante unos de otros, tal y como se muestra en la Figura 9D. El tamaño de cada uno de los orificios pasantes 228, 230, 232 puede ser idéntico al de los demás, o bien estos pueden ser diferentes unos de otros. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, los diámetros respectivos asociados con los orificios pasantes 228, 230, 232 pueden ser, cada uno de ellos, del orden de aproximadamente 1,25 milímetros. El primer orificio pasante 228 se ha configurado para recibir y rodear un cable. El segundo orificio pasante 230 se ha configurado para recibir y rodear un cable. El tercer orificio pasante 232 se ha configurado a fin de recibir y rodear un cable.

La segunda pieza de ligadura 126 también define un rebaje 234 que se extiende desde el primer extremo 208 hacia el segundo extremo 210 a lo largo del eje longitudinal 212, tal y como se muestra en la Figura 9C. De acuerdo con diversas realizaciones, el rebaje 234 se ha configurado generalmente con una forma compleja que comprende una combinación de una primera semiesfera segmentada 236 que se extiende desde el primer extremo 208 hacia el segundo extremo 210, y una segunda semiesfera segmentada 238 que se extiende desde la primera semiesfera segmentada 236 hacia el segundo extremo 210 de la segunda pieza de ligadura 126. De acuerdo con diversas realizaciones, la primera semiesfera segmentada 236 representa una porción de una esfera que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 9,50 milímetros, y la segunda semiesfera segmentada 238 representa una porción de una esfera que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 7,0 milímetros. La primera semiesfera segmentada 236 el rebaje 234 se ha configurado para recibir el segundo extremo 162 de una pieza de ligadura intermedia 128 cuando la pieza de ligadura intermedia 128 se acopla a la segunda pieza de ligadura 126.

Con la estructura anteriormente descrita, una pieza de ligadura intermedia 128 puede ser acoplada a la segunda pieza de ligadura 126 asentando el segundo extremo 162 de la pieza de ligadura intermedia 128 dentro de la primera semiesfera segmentada 236 del rebaje 234 de la segunda pieza de ligadura 126. Como la configuración convexa del segundo extremo 162 de la pieza de ligadura intermedia 128 se corresponde generalmente con la configuración cóncava de la primera semiesfera segmentada 236 del rebaje 234 de la segunda pieza de ligadura 126, la pieza de ligadura intermedia 128 puede ser acoplada a la segunda pieza de ligadura 126 de tal manera que el eje longitudinal 164 de las primera, segunda y tercera acanaladuras 174, 176, 178 y los primer, segundo y tercer orificios pasantes 190, 192, 194 de la pieza de ligadura intermedia 128 se alineen, respectivamente, con el eje longitudinal 212, con las primera, segunda y tercera lumbreras 222, 224, 226 y con los primer, segundo y tercer orificios pasantes 228, 230, 232 de la segunda pieza de ligadura 126. La segunda pieza de ligadura 126 puede ser movida con respecto a la pieza de ligadura intermedia 128 acoplada a la misma, de tal manera que los ejes longitudinales respectivos 164, 212 no queden alineados. De acuerdo con diversas realizaciones, la configuración de la segunda pieza de ligadura 126 hace posible que una pieza de ligadura intermedia 128 acoplada a la misma sea movida con respecto a la segunda pieza de ligadura 126 de tal modo que los respectivos ejes longitudinales 164, 212 queden desalineados en hasta aproximadamente 10° uno con respecto al otro.

Cuando el primer mecanismo 12 es insertado dentro del segundo mecanismo 14, las primera, segunda y tercera acanaladuras 70, 72, 74 de las piezas de ligadura intermedias 32 del primer mecanismo 12 pueden ser sustancialmente alineadas con las primera, segunda y tercera acanaladuras 174, 176, 178 de las piezas de ligadura intermedias 128 del segundo mecanismo 14, y las primera, segunda y tercera acanaladuras 98, 100, 102 de la segunda pieza de ligadura 30 del primer mecanismo 12 pueden quedar sustancialmente alineadas con las primera, segunda y tercera lumbreras 222, 224, 226 de la segunda pieza de ligadura 126 del segundo mecanismo 14. La combinación de las primeras acanaladuras 70 de las piezas de ligadura intermedias 32 del primer mecanismo 12, alineadas con las primeras acanaladuras 174 de las piezas de ligadura intermedias 128 del segundo mecanismo 14, hace posible que las respectivas primeras acanaladuras 70, 174 sirvan, en conjunto, como una primera lumbrera de trabajo que está sustancialmente alineada con la primera lumbrera 222 de la segunda pieza de ligadura 126 del segundo mecanismo 14. La primera acanaladura 70 puede considerarse como la porción interior de la primera lumbrera de trabajo, y la segunda acanaladura 174 puede ser considerada como la porción exterior de la primera lumbrera de trabajo.

De forma similar, la combinación de las segundas acanaladuras 72 de las piezas de ligadura intermedias 32 del primer mecanismo 12, alineadas con las segundas acanaladuras 176 de las piezas de ligadura intermedias 128 del segundo mecanismo 14, permite que las respectivas segundas acanaladuras 72, 176 sirvan, en su conjunto, como una segunda lumbrera de trabajo que está sustancialmente alineada con la segunda lumbrera 224 de la segunda pieza de ligadura 126 del segundo mecanismo 14, y la combinación de las terceras acanaladuras 74 de las piezas

de ligadura intermedias 32 del primer mecanismo 12, alineadas con las terceras acanaladuras 178 de las piezas de ligadura intermedias 128 del segundo mecanismo 14, permite que las respectivas terceras acanaladuras 74, 178 sirvan, en su conjunto, como una tercera lumbrera de trabajo que está sustancialmente alineada con la tercera lumbrera 226 de la segunda pieza de ligadura 126 del segundo mecanismo 14. La segunda acanaladura 72 puede considerarse la porción interior de la segunda lumbrera de trabajo, y la segunda acanaladura 176 puede considerarse la porción exterior de la segunda lumbrera de trabajo. La tercera acanaladura 74 puede ser considerada como la porción interior de la tercera lumbrera de trabajo, y la tercera acanaladura 178 puede ser considerada como la porción exterior de la tercera lumbrera de trabajo. Las primera, segunda y tercera lumbreras de trabajo pueden ser utilizadas para hacer pasar diversas herramientas o instrumentos (por ejemplo, herramientas de ablación) desde el primer extremo 24 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura hasta el segundo extremo 26 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura. Para los tamaños proporcionados a modo de ejemplo que se han descrito anteriormente en esta memoria, la tercera lumbrera de trabajo es más grande que las primera y segunda lumbreras de trabajo. De acuerdo con ello, la tercera lumbrera de trabajo puede ser utilizada para portar una herramienta o instrumento particular que sea demasiado grande para ser portado por las primera o segunda lumbreras de trabajo.

Cuando las respectivas acanaladuras 70, 72, 74, 174, 176, 178 de las respectivas piezas de ligadura intermedias 32, 128 se alinean y rodean, colectivamente, las diversas herramientas e instrumentos, la combinación de las acanaladuras 70, 72, 74, 174, 176, 178 y las herramientas e instrumentos puede servir para limitar o impedir la rotación del primer mecanismo 12 con respecto al segundo mecanismo 14.

Como el diámetro del paso 180 de la pieza de ligadura intermedia 128 del segundo mecanismo 14 es más grande que el diámetro de cualquier porción del primer mecanismo 12, existe un espacio tridimensional 240 entre el primer mecanismo 12 y el segundo mecanismo 14 cuando el primer mecanismo 12 es recibido por el segundo mecanismo 14. (Véase la Figura 1B). De acuerdo con diversas realizaciones, el espacio 240 puede ser utilizado para portar alambre o hilo, herramientas, instrumentos, etc. desde el primer extremo 24 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura hacia el segundo extremo 26 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura.

De acuerdo con diversas realizaciones, pueden fabricarse uno o más cables de dirección o guiado de cualquier material adecuado. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, los cables de dirección pueden haberse fabricado a partir de un cable de fibra de polietileno tal como, por ejemplo, el Spectra®. Los cables de dirección pueden ser utilizados para controlar el movimiento del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura. Por ejemplo, mediante la aplicación de una tensión sustancialmente igual a cada uno de los cables de dirección, el primer mecanismo 12 y/o el segundo mecanismo 14 pueden ser conducidos o guiados en una dirección tal, que los respectivos ejes longitudinales 38, 62, 90, 134, 164, 212 de cada una de las piezas de ligadura 28, 30, 32, 124, 126, 128 están alineados. Al aplicar una tensión diferente a uno o más de los cables de dirección, el primer mecanismo 12 y/o el segundo mecanismo 14 pueden ser conducidos en una dirección tal, que los respectivos ejes longitudinales 38, 62, 90, 134, 164, 212 de cada una de las piezas de ligadura 28, 30, 32, 124, 126, 128 no están alineados. Los cables 16, 18, 20 pueden ser también utilizados para controlar el estado relativo del segundo mecanismo 14. Por ejemplo, cuando se aplica una tensión uniforme a los cables de dirección, el segundo mecanismo 14 puede ser colocado en un estado "rígido", y cuando se elimina o relaja una tensión de los cables de dirección, el segundo mecanismo 14 puede ser colocado en un estado "flojo" o flexible. De acuerdo con diversas realizaciones, uno o más de los cables de dirección pueden estar fijados, en el primer extremo 130 de la primera pieza de ligadura 124 del segundo mecanismo 14, a respectivas poleas (no mostradas) por, por ejemplo, respectivos nudos retenedores. Los cables de dirección pueden ser fijados al segundo extremo 132 de la segunda pieza de ligadura 126 del segundo mecanismo 14 por, por ejemplo, respectivos nudos retenedores. Un experto de la técnica apreciará que, de acuerdo con otras realizaciones, los estados "rígido" y "flojo" pueden conseguirse sometiendo al primer y/o al segundo mecanismos 12, 14 a una fuerza de torsión, o de cualquier otra manera conocida en la técnica.

De acuerdo con diversas realizaciones, uno o más cables tensores pueden haberse fabricado de cualquier material apropiado. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, los cables tensores pueden haberse fabricado de un cable de fibra de polietileno, tal como, por ejemplo, Spectra®. Los cables tensores pueden ser utilizados para controlar el estado relativo del primer mecanismo 12. Por ejemplo, cuando se tira del cable tensor hasta tensarlo, el primer mecanismo 12 puede situarse en un estado "rígido", en tanto que, cuando el segundo cable tensor se deja suelto, el primer mecanismo 12 puede situarse en un estado "flojo". De acuerdo con diversas realizaciones, el cable tensor puede ser fijado, en el primer extremo 34 de la primera pieza de ligadura 28 del primer mecanismo 12, a una polea (no mostrada) mediante, por ejemplo, un nudo retenedor. El cable tensor puede ser fijado al segundo extremo 88 de la segunda pieza de ligadura 30 del primer mecanismo 12 por, por ejemplo, un nudo retenedor.

La Figura 10 ilustra diversas realizaciones de una secuencia dinámica del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura y dirigible. Al comienzo de la secuencia, el segundo mecanismo 14 rodea al primer mecanismo 12, tal como se muestra en la etapa "a" de la Figura 10, los ejes longitudinales 38, 62, 90 de las piezas de ligadura 28, 30, 32 del primer mecanismo 12 están sustancialmente alineadas con los ejes longitudinales respectivos 134, 164, 212 de las piezas de ligadura 124, 126, 128 del segundo mecanismo, y el segundo extremo 26 del primer mecanismo 12 está

sustancialmente en la misma posición que el segundo extremo 122 del segundo mecanismo 14. Se tira hasta tensarlo de un cable tensor, con lo que se sitúa el primer mecanismo 12 en el modo rígido. No se tira de los cables de tensión y estos no se tensa, con lo que se sitúa el segundo mecanismo 14 en el modo flojo.

El segundo mecanismo 14 se hace entonces avanzar de tal modo que su segunda pieza de ligadura 126 se coloca aproximadamente una pieza de ligadura por delante del segundo extremo 24 del primer mecanismo 12, tal como se muestra en la etapa "b" de la Figura 10. Los cables 16, 18, 20 pueden ser utilizados para orientar la segunda pieza de ligadura 126 según una orientación particular en la que el eje longitudinal 134 de la primera pieza de ligadura 124 ya no está alineado con los ejes longitudinales 164 de las piezas de ligadura intermedias 128 del segundo mecanismo 14 o con el eje longitudinal 90 de la segunda pieza de ligadura 30 del primer mecanismo 12. Una vez que la segunda pieza de ligadura 126 se encuentra en la posición y orientación deseadas, se tira de los cables de dirección con una fuerza idéntica con el fin de situar el segundo mecanismo 14 en el modo rígido, con lo que se conserva la posición y la orientación del segundo mecanismo 14.

La fuerza de tracción del cable tensor es entonces liberada con el fin de situar el primer mecanismo 12 en el modo flojo. Una vez que el primer mecanismo 12 se ha colocado en el modo flojo, el primer mecanismo 12 se hace avanzar de tal modo que la segunda pieza de ligadura 30 se encuentre sustancialmente en la misma posición que el segundo extremo 122 del segundo mecanismo 14, tal como se muestra en la etapa "c" de la Figura 10. Una vez que la segunda pieza de ligadura 30 del primer mecanismo 12 se encuentra en la posición y orientación deseadas, se tira del cable tensor hasta tensarlo, a fin de situar el primer mecanismo 12 de nuevo en el modo rígido, por lo que se conserva la posición y la orientación del primer mecanismo 12.

Las fuerzas de tracción de los cables tensores son entonces liberadas para situar el segundo mecanismo 14 de nuevo en el modo flojo. Una vez que el segundo mecanismo 14 se ha situado de nuevo en el modo flojo, el segundo mecanismo 14 se hace avanzar de tal modo que su segunda pieza de ligadura 126 se sitúe una vez más aproximadamente una pieza de ligadura por delante del segundo extremo 26 del primer mecanismo 12, tal como se muestra en la etapa "d" de la Figura 10. Una vez que la segunda pieza de ligadura 126 se encuentra en la posición y orientación deseadas, se tira de los cables de dirección con idéntica fuerza con el fin de situar el segundo mecanismo 14 en el modo rígido, con lo que se conserva la posición y la orientación del segundo mecanismo 14.

La fuerza de tracción del cable tensor es entonces liberada con el fin de situar el primer mecanismo 12 de nuevo en el modo flojo. Una vez que el primer mecanismo 12 se ha situado de nuevo en el modo flojo, el primer mecanismo 12 se hace avanzar de tal manera que su segunda pieza de ligadura 30 esté una vez más sustancialmente en la misma posición que el segundo extremo 122 del segundo mecanismo 14, tal como se muestra en la etapa "e" de la Figura 10. Una vez que la segunda pieza de ligadura 30 del primer mecanismo 12 se encuentra en la posición y orientación deseadas, se tira del cable tensor hasta tensarlo con el fin de situar el primer mecanismo 12 de nuevo en el modo rígido, con lo que se conserva la posición y orientación del primer mecanismo 12. La secuencia dinámica general descrita en lo anterior puede repetirse cualquier número de veces, y la segunda pieza de ligadura 126 del segundo mecanismo 14 puede hacerse avanzar en cualquier dirección y orientación. Un experto de la técnica apreciará que puede utilizarse cualquier número de secuencias dinámicas con el dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, el segundo mecanismo 14 puede hacerse avanzar un número cualquiera de piezas de ligadura por delante del primer mecanismo 12.

Los tamaños proporcionados a modo de ejemplo y que se han descrito anteriormente en la presente memoria son generalmente relativos entre sí, y un experto de la técnica apreciará que el dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura puede ser aumentado en escala o reducido en escala. Por ejemplo, si bien el diámetro en la porción más ancha de la pieza de ligadura intermedia 128 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura es del orden de aproximadamente 9,65 milímetros para las realizaciones que se han descrito anteriormente en esta memoria, un experto de la técnica apreciará que, para otras realizaciones, el eslabón o pieza de ligadura intermedia 128 puede reducirse en escala, de tal manera que el diámetro en la porción más ancha de la pieza de ligadura intermedia 128 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura sea del orden de aproximadamente 1,0 milímetros. Para tales realizaciones, cada uno de los otros componentes del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura se reducirá también en escala proporcionalmente.

La combinación de la configuración única de las respectivas piezas de ligadura 28, 30, 32 que comprenden el primer mecanismo 12 y la configuración única de las respectivas piezas de ligadura 124, 126, 128 que comprenden el segundo mecanismo 14, proporciona al dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura la capacidad de atravesar un recorrido definido por la circunferencia de un círculo que tiene un radio relativamente pequeño. Por ejemplo, para los tamaños proporcionados a modo de ejemplo y que se han descrito anteriormente en esta memoria, el dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura puede atravesar un recorrido definido por la circunferencia de un círculo que tiene un radio del orden de aproximadamente 45 milímetros. Un ejemplo del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura que se desplaza por tales curvaturas acentuadas se muestra en la Figura 11. Para realizaciones en las que la porción más ancha de la pieza de ligadura intermedia 128 del dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura es del orden de aproximadamente 1,0 milímetros, el dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura puede

atravesar un recorrido definido por la circunferencia de un círculo que tiene un radio significativamente más pequeño que 45 milímetros. Un experto de la técnica apreciará que la capacidad para desplazarse por tales curvaturas acentuadas hace que el dispositivo 10 de múltiples etapas sea adecuado para su uso en un diversos procedimientos mínimamente invasivos diferentes, tanto dentro de espacios entre órganos como en espacios internos a cavidades.

5 La Figura 12 ilustra diversas realizaciones de una porción de un dispositivo 10 de múltiples piezas de ligadura. El dispositivo 10 puede incluir uno o más miembros de refuerzo 302 en contacto con al menos una porción de una o más piezas de ligadura intermedias 128 respectivas (piezas de ligadura intermedias exteriores) del segundo mecanismo 14. De acuerdo con diversas realizaciones, la primera pieza de ligadura 28 puede incluir uno o más miembros de refuerzo 302 en contacto con al menos una porción de la primera pieza de ligadura 28. Similarmente, 10 la segunda pieza de ligadura 30 puede incluir uno o más miembros de refuerzo 302 en contacto con al menos una porción de la segunda pieza de ligadura 30. En diversas realizaciones, el miembro de refuerzo 302 puede ser un miembro de refuerzo circunferencial.

En diversas realizaciones, el miembro de refuerzo 302 puede haberse fabricado de cualquier material adecuado. Por ejemplo, un miembro de refuerzo 302 puede haberse fabricado de un material termoplástico polimérico, una malla, un tubo de contracción, un metal, una fibra, etc. De acuerdo con diversas realizaciones, el miembro de refuerzo 302 puede haberse fabricado de un material que comprende una pluralidad de fibras que pueden disponerse 15 estratificadas o en capas, o de otro modo embebidas en el seno del material. Las fibras pueden ser alineadas de tal manera que se extiendan en una configuración sustancialmente circunferencial. En diversas realizaciones, la fibra puede incluir vidrio, nilón, etc.

20 El miembro de refuerzo 302 puede conectarse o unirse a una pieza de ligadura intermedia 128, a una primera pieza de ligadura 28 y/o a una segunda pieza de ligadura 30, de cualquier manera adecuada. De acuerdo con diversas realizaciones, el miembro de refuerzo 302 puede ajustarse a presión en una primera superficie 170 de una pieza de ligadura intermedia 128, próxima al primer extremo 160 de la misma. De acuerdo con otras realizaciones, el miembro de refuerzo 302 puede haberse formado integral o de una pieza con la pieza de ligadura intermedia 128, 25 próximo al primer extremo 160 de la misma. De acuerdo con diversas realizaciones, el miembro de refuerzo puede ser ajustado a presión en una primera superficie 44 de la primera pieza de ligadura 28. El miembro de refuerzo puede haberse formado integral o de una pieza con la primera pieza de ligadura 28. Similarmente, el miembro de refuerzo 302 puede ser ajustado a presión en una superficie de la segunda pieza de ligadura 30. Alternativamente, el miembro de refuerzo 302 puede haberse formado integral con la segunda pieza de ligadura 30.

30 El miembro de refuerzo 302 puede ser de cualquier tamaño apropiado y puede funcionar para reducir los esfuerzos experimentados por una o más piezas de ligadura cuando se aplican fuerzas a los cables.

En diversas realizaciones, un miembro de refuerzo 302 puede extenderse desde el primer extremo 160 de una pieza de ligadura intermedia 128 hacia el segundo extremo 162 de la pieza de ligadura intermedia 128. La altura de un miembro de refuerzo 302 y el área superficial de la pieza de ligadura intermedia que está rodeada por el miembro de 35 refuerzo 302 pueden depender de uno o más de entre el espesor del miembro de refuerzo 302 y el diámetro del dispositivo 10. Por ejemplo, un miembro de refuerzo 302 que tiene un cierto espesor puede rodear menos área superficial de una pieza de ligadura intermedia 128 que un miembro de refuerzo 302 que tiene un espesor más pequeño. En una realización, un miembro de refuerzo 302 puede rodear al menos el diez por ciento del área superficial de una pieza de ligadura intermedia 128. De acuerdo con diversas realizaciones, los miembros de 40 refuerzo 302 de la primera pieza de ligadura 28 y/o de la segunda pieza de ligadura 30 pueden tener configuraciones similares.

De acuerdo con diversas realizaciones, uno o más miembros de refuerzo 302 pueden interponerse o interferir con el intervalo de movimiento de una junta de unión. Una junta de unión puede ser un punto donde se encuentran dos 45 piezas de ligadura adyacentes. De esta forma, los uno o más miembros de refuerzo 302 pueden limitar mecánicamente el intervalo de movimiento de una junta de unión. La Figura 12 ilustra un límite mecánico proporcionado a modo de ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones. Como se ilustra, el espesor 1300 de pared del miembro de refuerzo 302 puede mantenerse constante a la vez que la longitud o dimensión en sentido longitudinal 1305 del miembro de refuerzo 302 puede ser aumentada hasta el punto de que el miembro de refuerzo 302 interfiere con el movimiento de la pieza de ligadura adyacente 1310.

50 Como se ilustra en la Figura 14, puede conseguirse un resultado similar aumentando el espesor 1400 de pared de un miembro de refuerzo 302 al tiempo que se mantiene constante la longitud o dimensión en sentido longitudinal 1405 del miembro de refuerzo 302. Como se ilustra, el espesor 1400 de pared puede ser incrementado hasta el punto de que el miembro de refuerzo puede interferir con el movimiento de las piezas de ligadura 1410 adyacentes.

De acuerdo con diversas realizaciones, uno o más miembros de refuerzo 302 pueden limitar mecánicamente el 55 intervalo de movimiento de una junta de unión al aumentar tanto el espesor de pared del miembro de refuerzo como la dimensión en sentido longitudinal del miembro de refuerzo 302.

De acuerdo con diversas realizaciones, uno o más miembros de refuerzo similares al miembro de refuerzo 302 pueden rodear y estar en contacto con una o más de las piezas de ligadura intermedias respectivas 12 (pieza de ligadura intermedia interior) del primer mecanismo 12.

5 De acuerdo con diversas realizaciones, uno o más miembros de refuerzo similares al miembro de refuerzo 302 pueden rodear y estar en contacto con una o más de las respectivas piezas de ligadura intermedias 128 (pieza de ligadura intermedia exterior) del segundo mecanismo 14 y las respectivas piezas de ligadura intermedias 32 (pieza de ligadura intermedia interior) del primer mecanismo 12.

10 Si bien se han descrito aquí, en calidad de ejemplo, diversas realizaciones de la invención, los expertos de la técnica apreciarán que pueden realizarse diversas modificaciones, alteraciones y adaptaciones en las realizaciones descritas, sin apartarse del ámbito de la invención definido por las reivindicaciones que se acompañan.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un dispositivo (10) de múltiples piezas de ligadura o eslabones y dirigible, que comprende:
un primer mecanismo (12) de múltiples piezas de ligadura;
caracterizado por que el dispositivo (10) de múltiples piezas de ligadura y dirigible comprende, de manera adicional:
5 un segundo mecanismo (12) de múltiples piezas de pieza de ligadura o eslabones,
de tal manera que el segundo mecanismo (14) de múltiples piezas de ligadura rodea concéntricamente el primer mecanismo (12) de múltiples piezas de ligadura, y de modo que el segundo mecanismo (14) de múltiples piezas de ligadura comprende:
una primera pieza de ligadura (28, 124);
10 una pluralidad de piezas de ligadura intermedias (32, 128), de tal manera que una primera de las piezas de ligadura intermedias (32, 128) está acoplada de forma movable a la primera pieza de ligadura (28, 124), de modo que la pluralidad de piezas de ligadura intermedias comprende una primera pluralidad de acanaladuras (174, 176, 178);
una segunda pieza de ligadura (30, 126), acoplada de forma movable a una segunda de las piezas de ligadura intermedias (32, 128); y
15 un miembro de refuerzo (302), de tal manera que el miembro de refuerzo (302) se extiende desde un primer extremo de una tercera de las piezas de ligadura intermedias (32, 128) hacia un segundo extremo de la tercera de las piezas de ligadura intermedias (32, 128), de tal modo que el primer mecanismo (12) de múltiples piezas de ligadura comprende una segunda pluralidad de acanaladuras (70, 72, 74), de tal manera que la primera pluralidad de acanaladuras (174, 176, 178) y la segunda pluralidad de acanaladuras (70, 72, 74) cooperan para definir al menos
20 una lumbrera de trabajo a lo largo de una longitud del dispositivo (10) de múltiples piezas de pieza de ligadura y dirigible.
2.- El dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el miembro de refuerzo (302) está conectado o unido a una primera superficie de la tercera de las piezas de ligadura intermedias (32, 128).
3.- El dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el miembro de refuerzo (302) se ha formado
25 integral o de una pieza con la tercera de las piezas de ligadura intermedias (32, 128).
4.- El dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la primera pieza de ligadura (28, 124) comprende uno o más miembros de refuerzo (302).
5.- El dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la segunda pieza de ligadura (30, 126) comprende uno o más miembros de refuerzo (302).
30 6.- El dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el miembro de refuerzo (302) comprende un collar de metal.
7.- El dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual un espesor de pared asociado con el miembro de refuerzo (302) es tal, que el miembro de refuerzo (302) se interpone o interfiere con un intervalo de movimiento asociado con una o más piezas de ligadura adyacentes.
35 8.- El dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual una longitud o dimensión en sentido longitudinal asociada con el miembro de refuerzo (302) es tal, que el miembro de refuerzo (302) interfiere con un intervalo de movimiento asociado con una o más piezas de ligadura adyacentes.
9.- El dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el miembro de refuerzo (302) rodea al menos el
40 diez por ciento de un área superficial de una primera superficie de la tercera de las piezas de ligadura intermedias (32, 128).
10.- El dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el miembro de refuerzo (302) está compuesto por al menos uno de los siguientes:
un material termoplástico polimérico;
un metal;
45 una fibra; y

una malla.

- 11.- El dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual al menos uno de entre el primer mecanismo (12) de múltiples piezas de ligadura y el segundo mecanismo (14) de múltiples piezas de ligadura comprende una pluralidad de miembros de refuerzo (302).
- 5 12.- El dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el miembro de refuerzo (302) es un miembro de refuerzo circunferencial.
- 13.- El dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el primer mecanismo (12) de múltiples piezas de ligadura y el segundo mecanismo (14) de múltiples piezas de ligadura comprenden:
- un primer eslabón o pieza de ligadura (28, 124);
- 10 una pluralidad de eslabones o piezas de ligadura intermedias (32, 128), en la que una primera de las piezas de ligadura intermedias (32, 128) está acoplada de forma movable a la primera pieza de ligadura (28, 124);
- un segundo eslabón o pieza de ligadura (30, 126), acoplado de forma movable a una segunda de las piezas de ligadura intermedias (32, 128); y
- 15 un miembro de refuerzo (302), de tal manera que el miembro de refuerzo (302) se extiende desde un primer extremo de una tercera de las piezas de ligadura intermedias (32, 128) hacia un segundo extremo de la tercera de las piezas de ligadura intermedias (32, 128).
- 14.- El dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el miembro de refuerzo (302) se ha configurado para reducir los esfuerzos experimentados por uno o más de: la primera pieza de ligadura (28, 124), al menos una de la pluralidad de piezas de ligadura intermedias (32, 128) y la segunda pieza de ligadura (30, 126), cuando se aplica una fuerza a un cable del dispositivo (10), al limitar mecánicamente el intervalo de movimiento de las piezas de ligadura adyacentes.
- 20

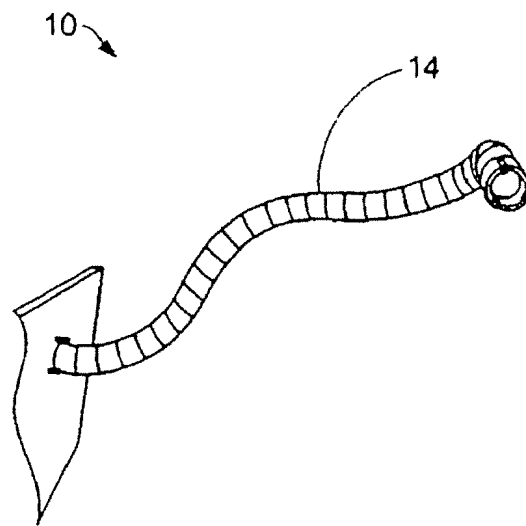


FIG. 1A

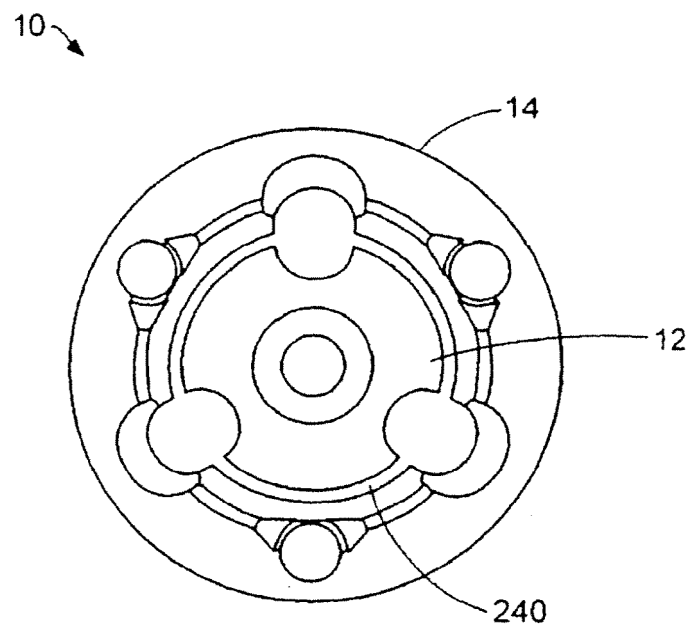


FIG. 1B

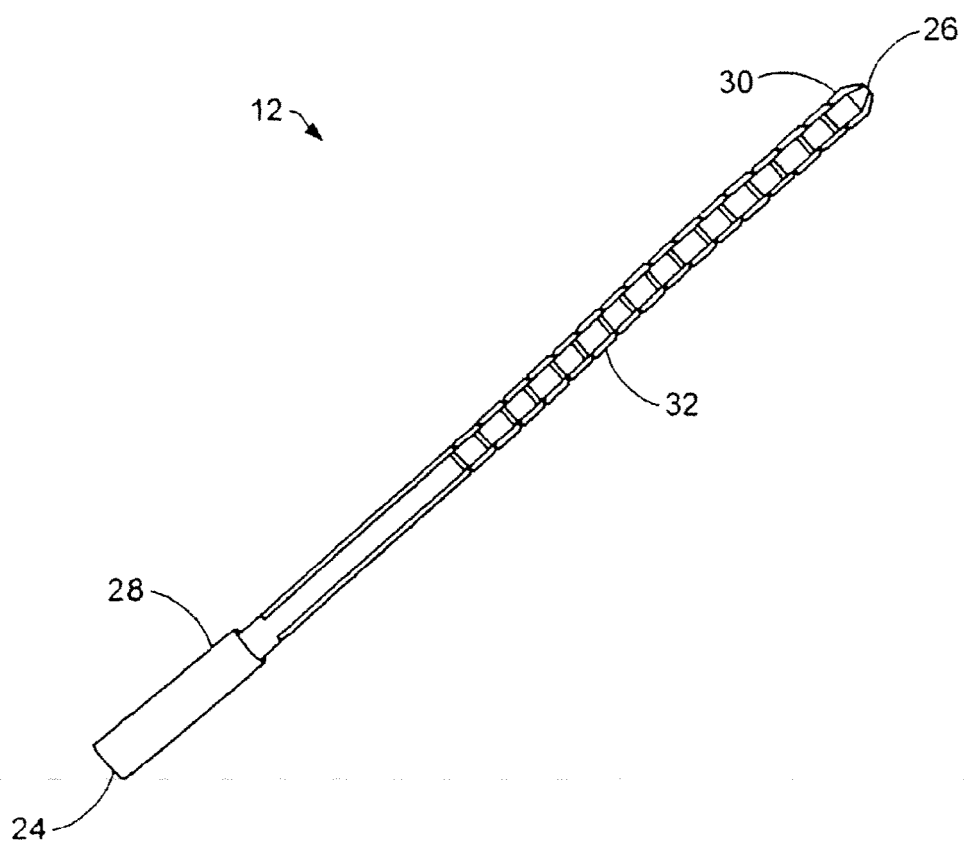


FIG. 2

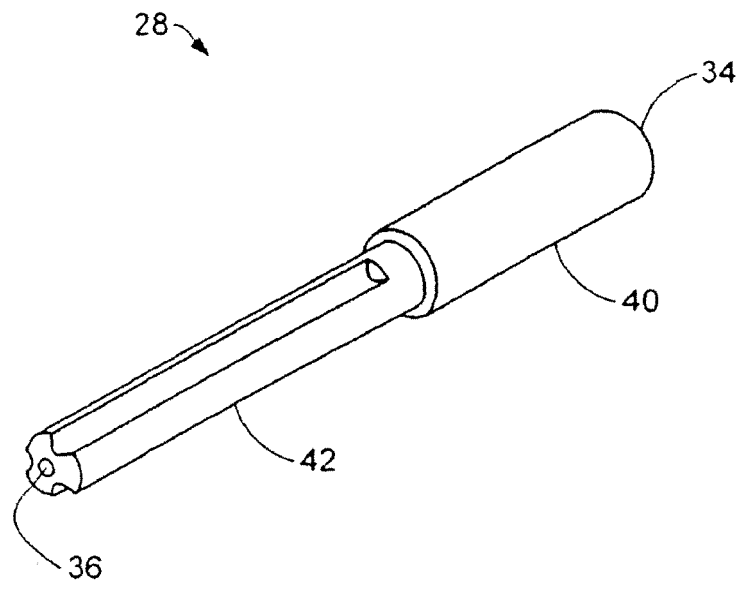


FIG. 3A

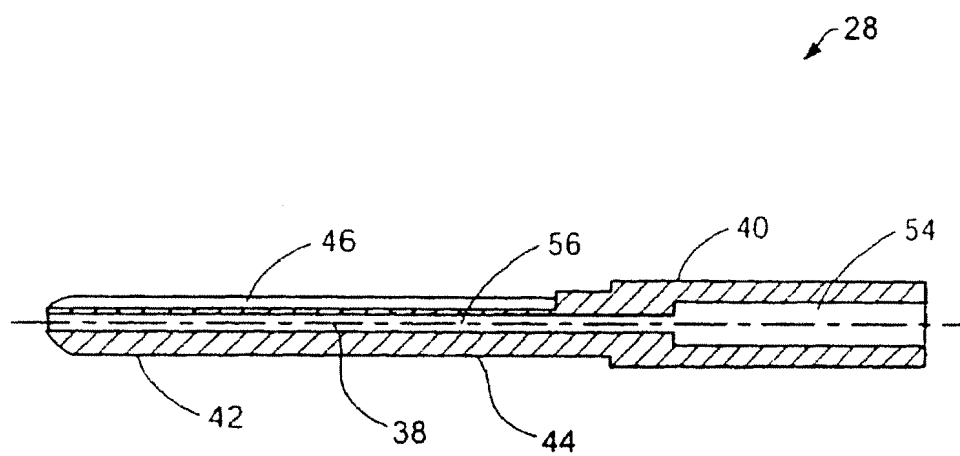


FIG. 3B

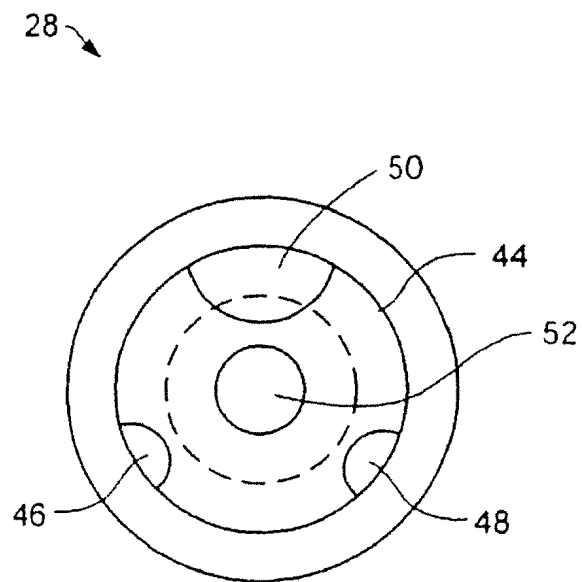


FIG. 3C

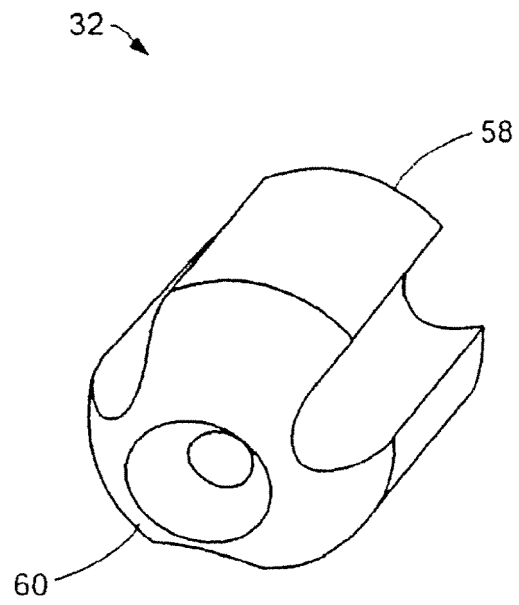


FIG. 4A

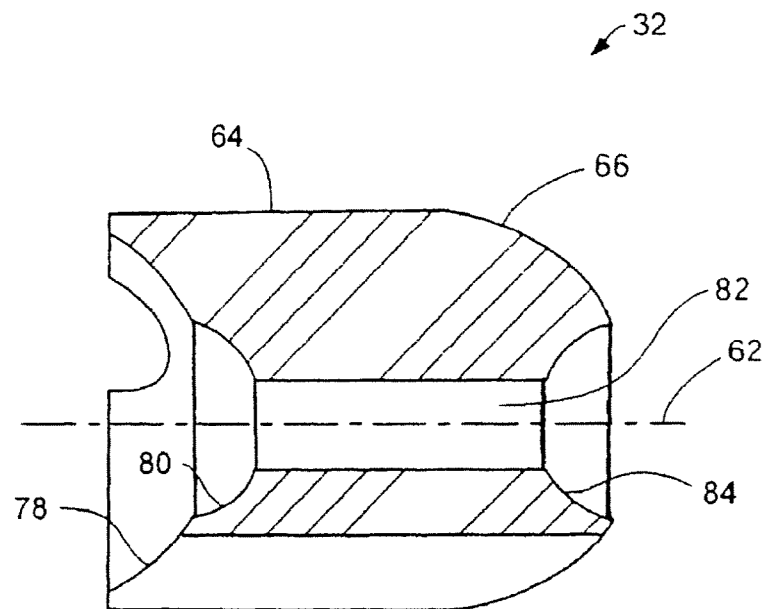


FIG. 4B

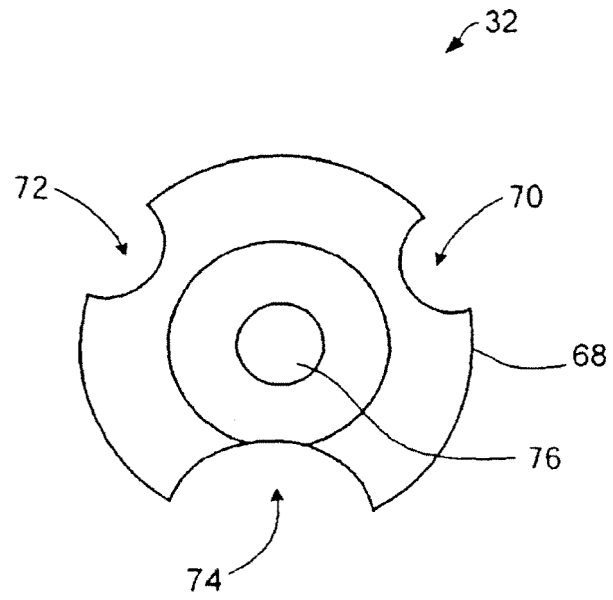


FIG. 4C

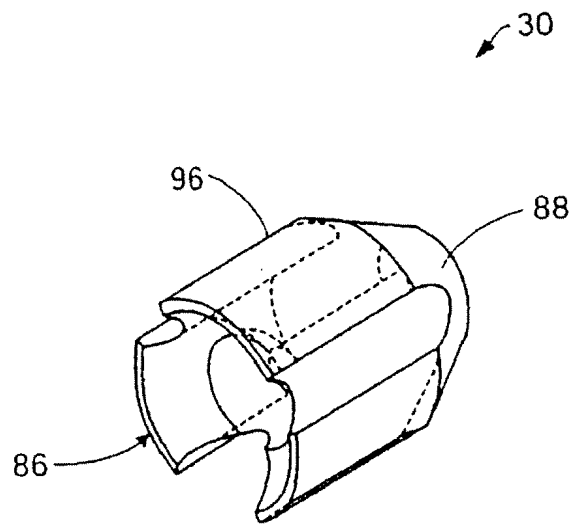


FIG. 5A

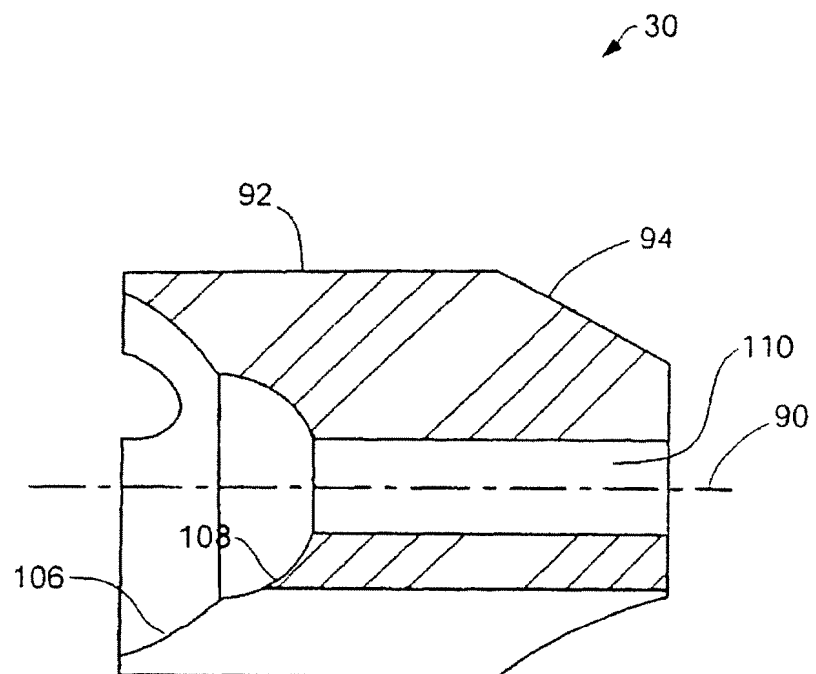


FIG. 5B

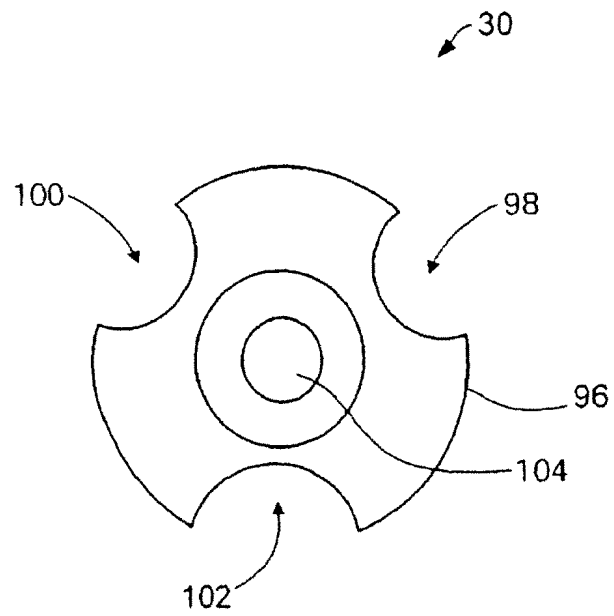


FIG. 5C

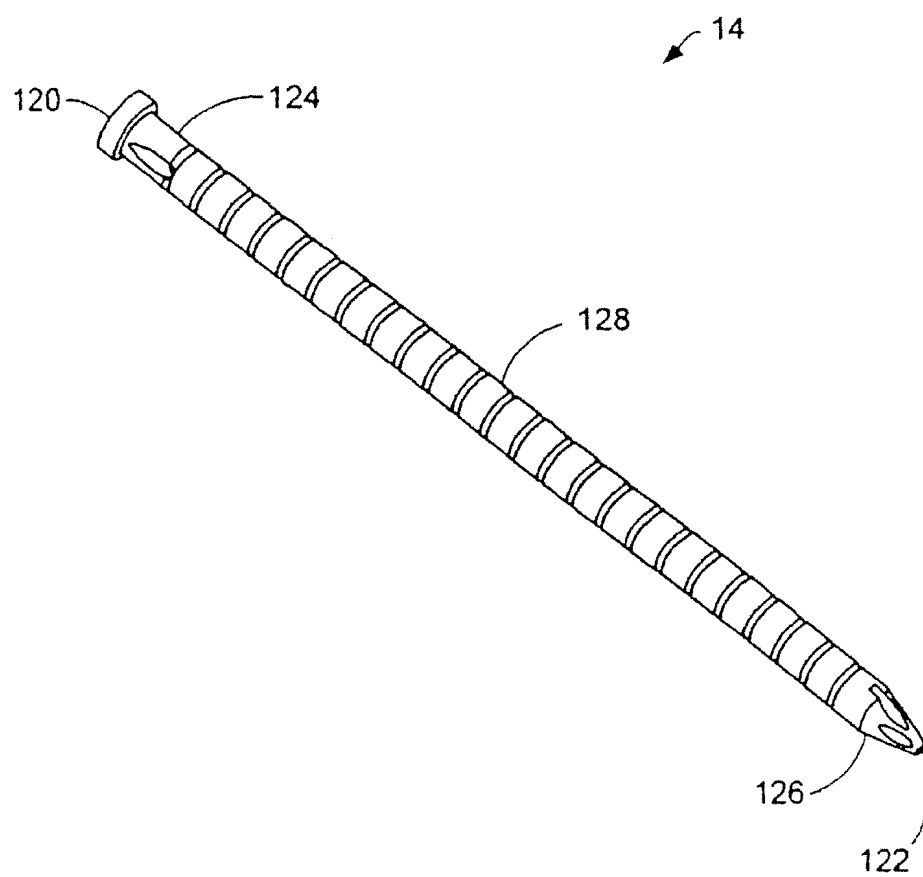


FIG. 6

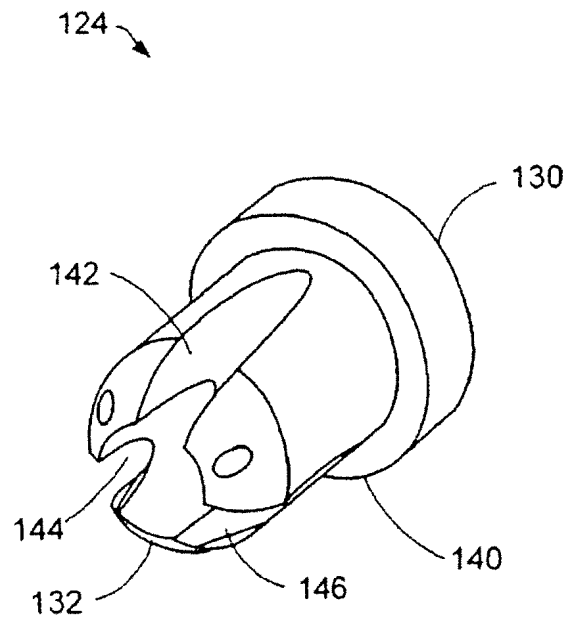


FIG. 7A

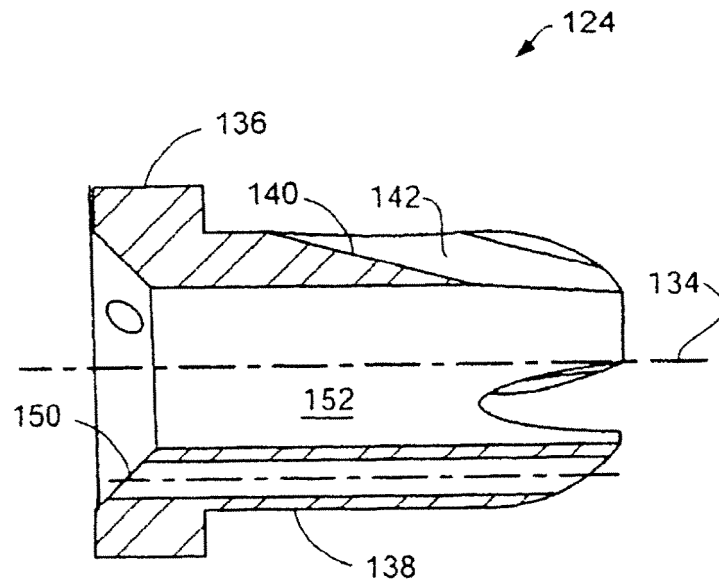


FIG. 7B

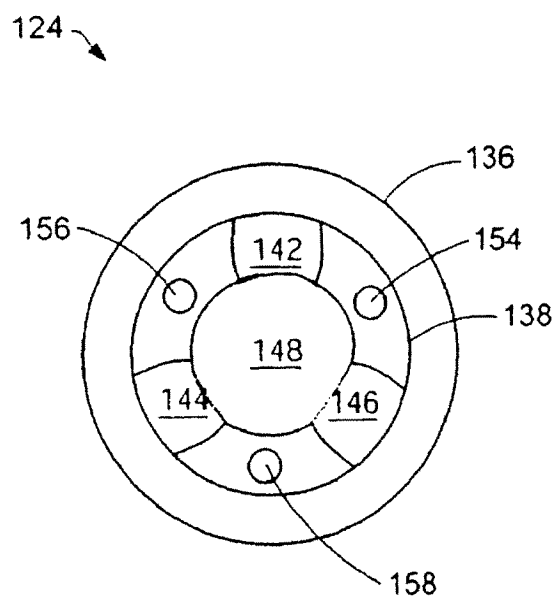


FIG. 7C

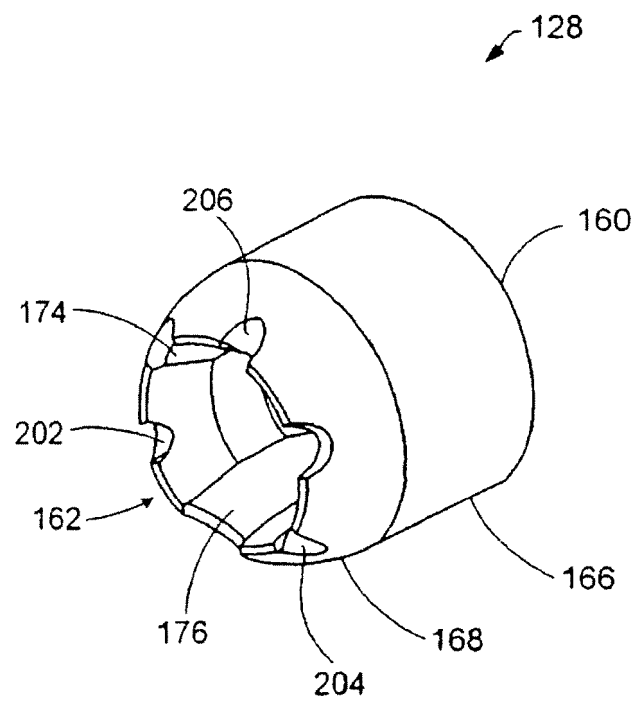


FIG. 8A

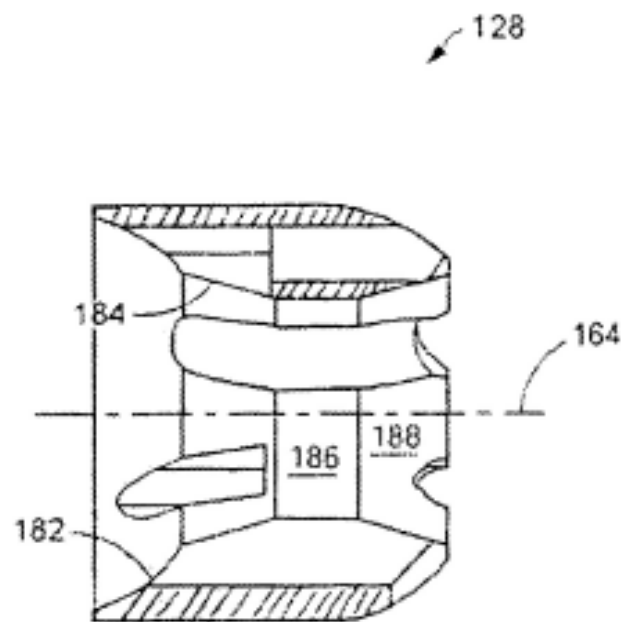


FIG. 8B

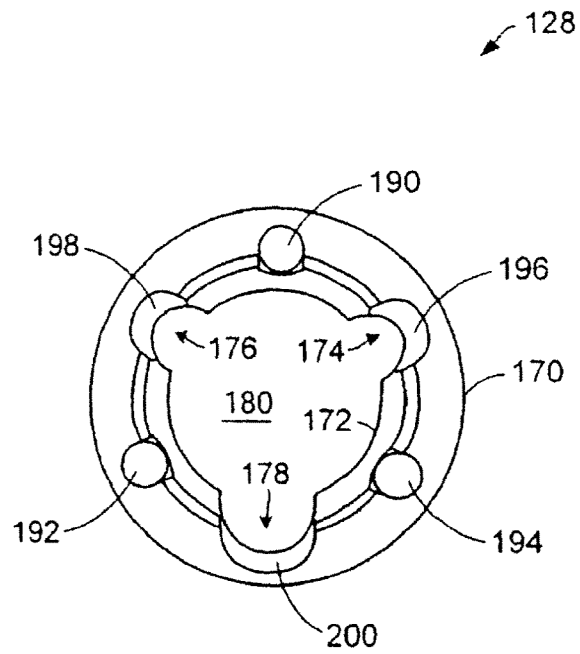


FIG. 8C

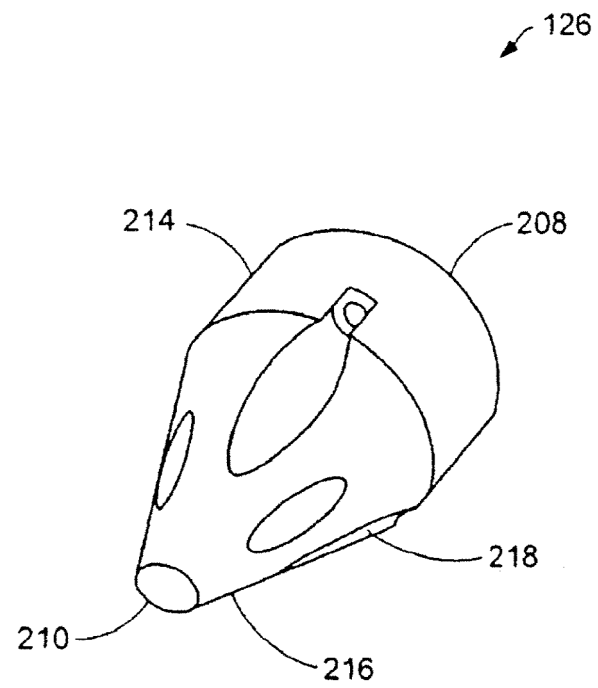


FIG. 9A

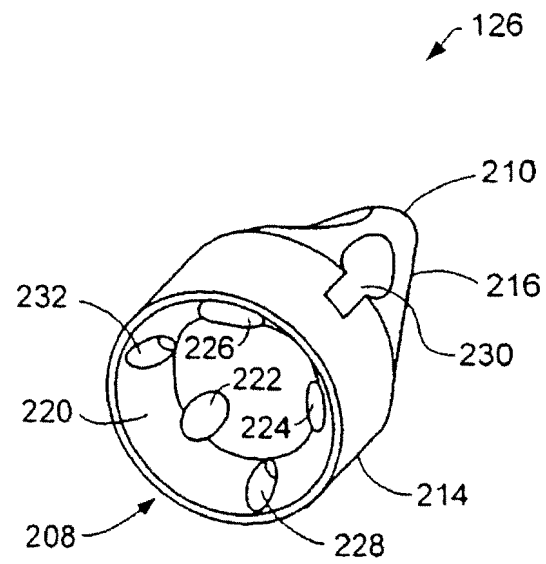


FIG. 9B

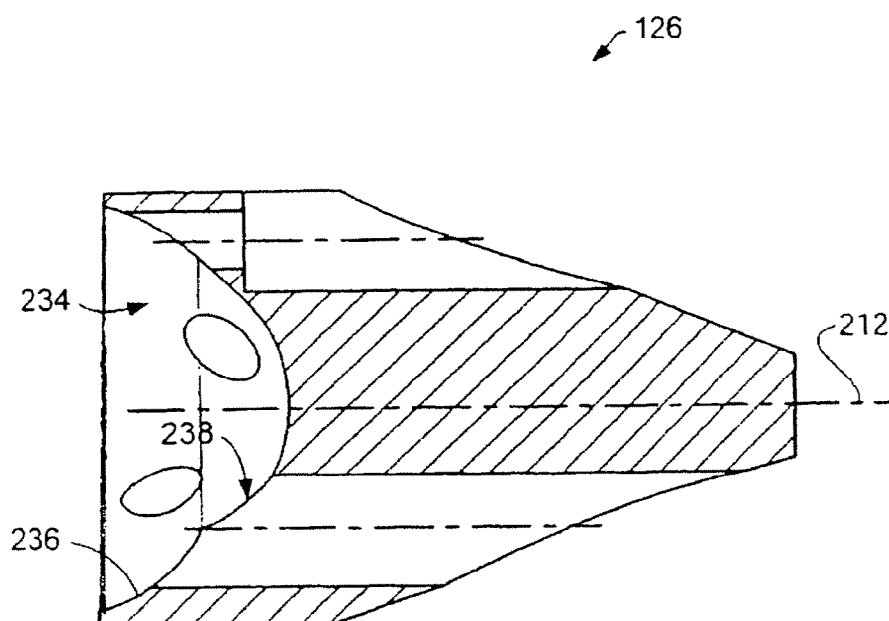


FIG. 9C

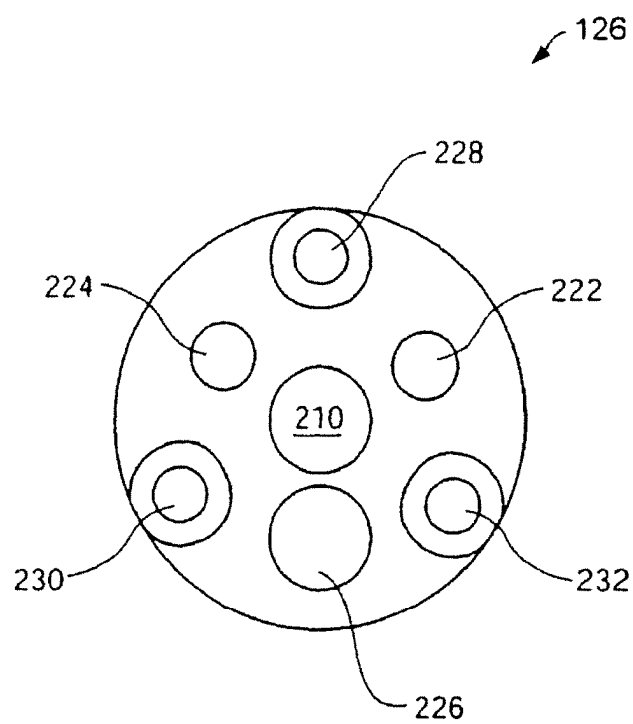


FIG. 9D

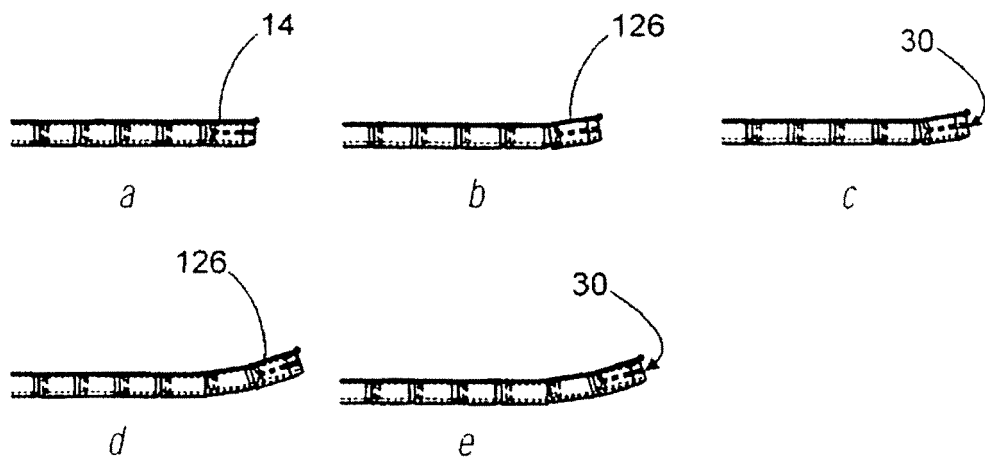


FIG. 10

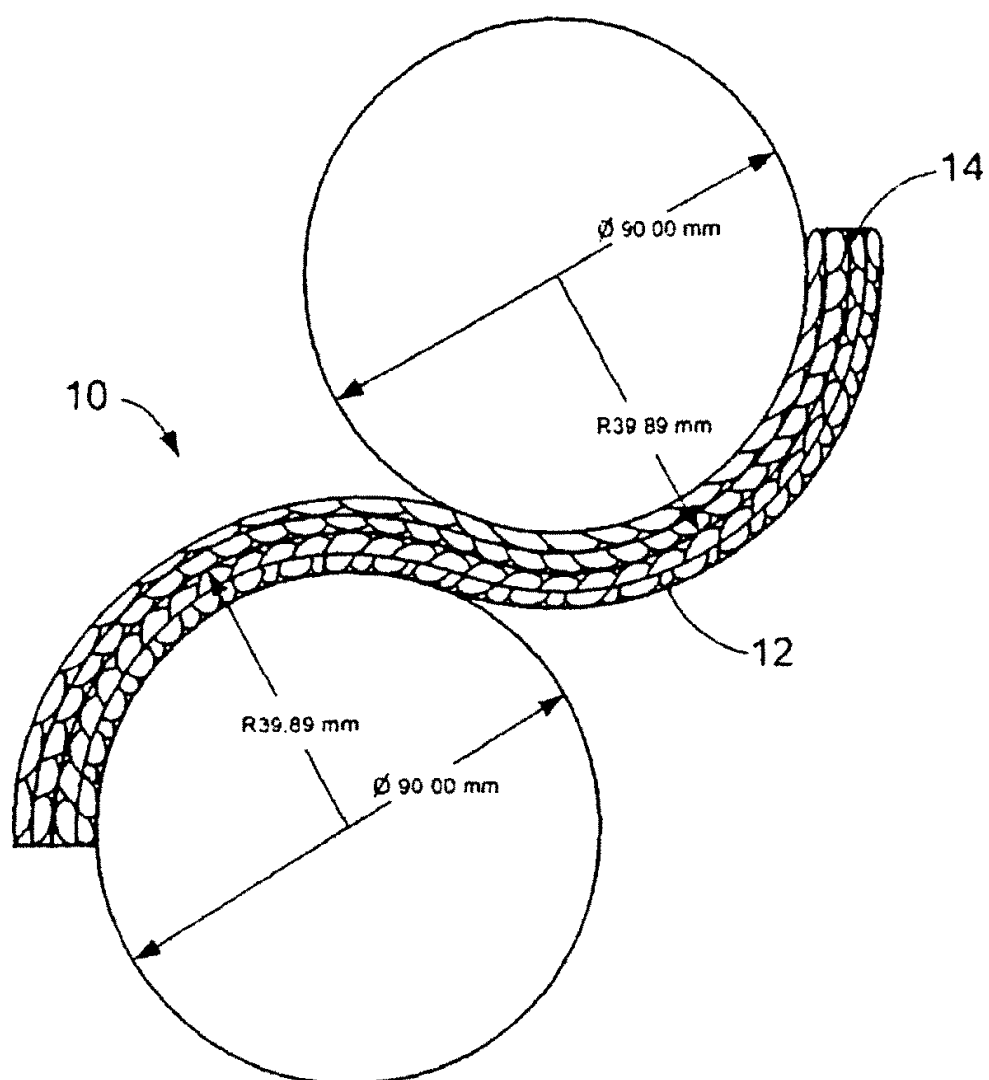


FIG. 11

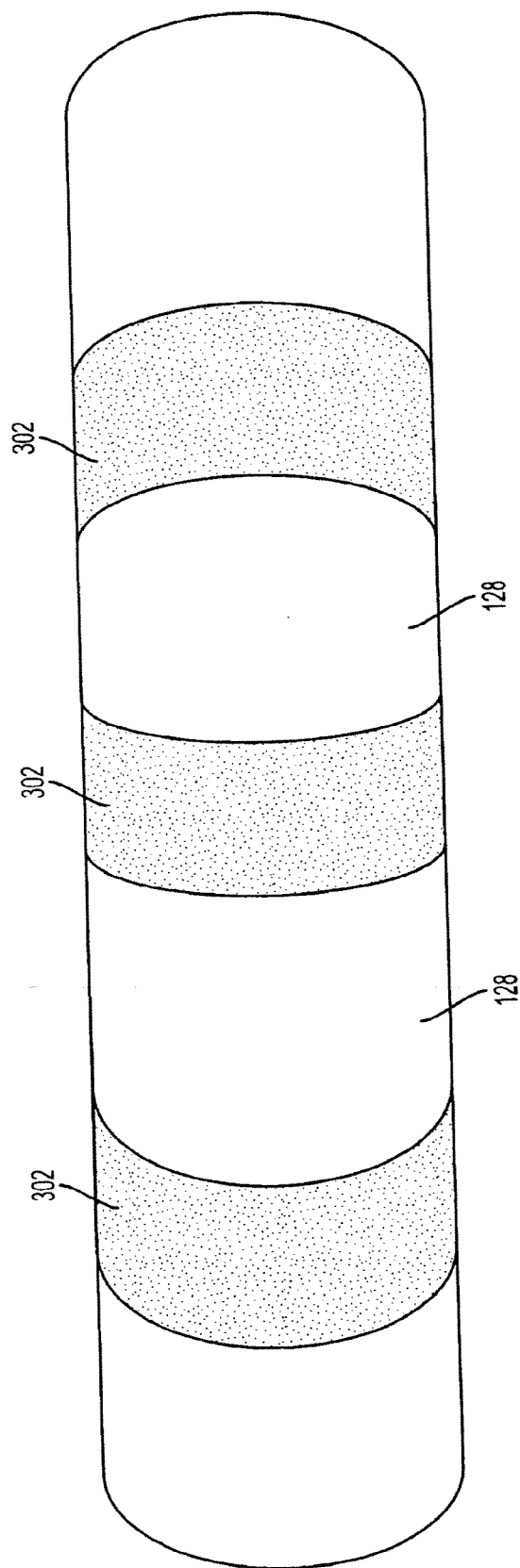


FIG. 12

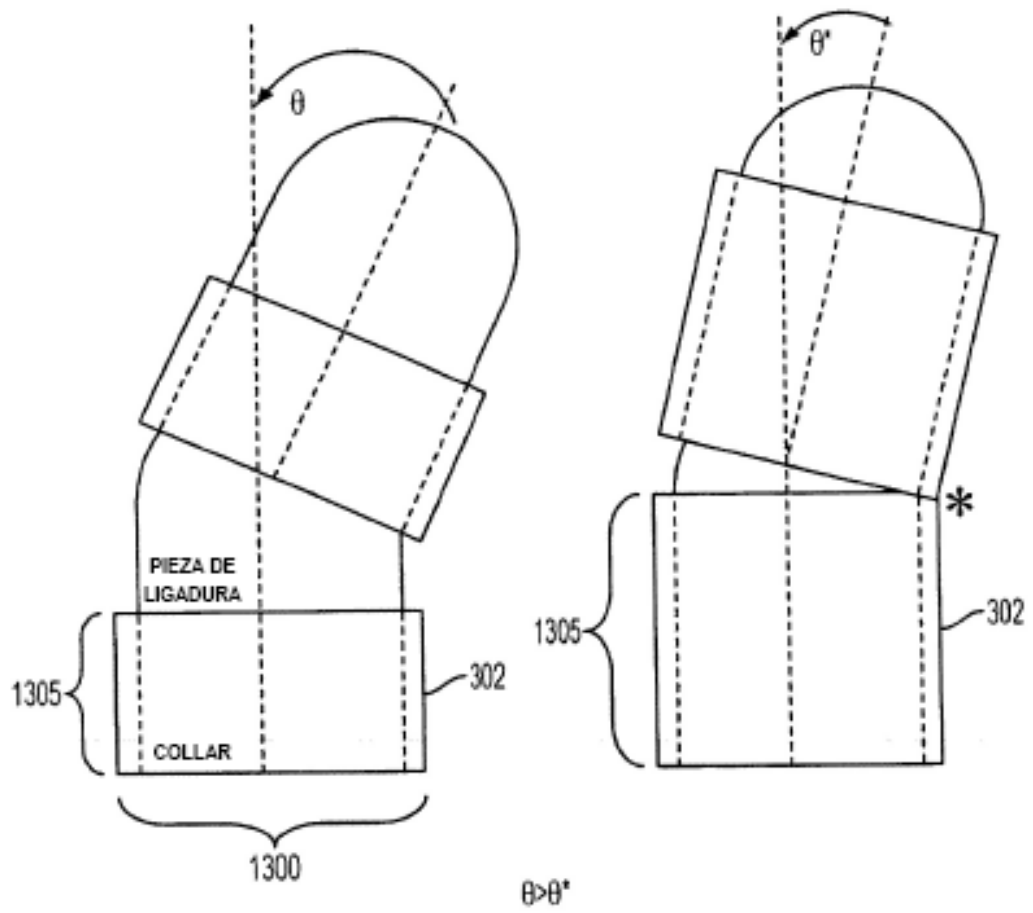


FIG. 13

