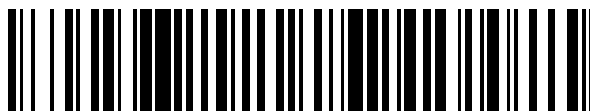


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 432 083**

51 Int. Cl.:

A61B 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2008** **E 12172645 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2013** **EP 2502552**

54 Título: **Un dispositivo multibiela que tiene un miembro de refuerzo**

30 Prioridad:

27.02.2007 US 891881 P

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

29.11.2013

73 Titular/es:

CARNEGIE MELLON UNIVERSITY (100.0%)
5000 Forbes Avenue
Pittsburgh, Pennsylvania 15213, US

72 Inventor/es:

ZUBIATE, BRETT y
CHOSSET, HOWIE

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 432 083 T3

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

DESCRIPCIÓN

Un dispositivo multibiela que tiene un miembro de refuerzo

Antecedentes

5 Esta solicitud revela una invención que se refiere, en general y en diversas realizaciones, a un dispositivo multibiela dirigible que tiene un miembro de refuerzo.

El documento US 2006/058582 revela ciertos sistemas de bloqueo de forma desechables, compuestos por un cuerpo alargado que define un lumen a través del cual pueden hacerse avanzar instrumentos endoscópicos.

Sumario

10 Un dispositivo multibiela dirigible puede incluir un primer mecanismo multibiela y un segundo mecanismo multibiela. Al menos uno del primer mecanismo multibiela y del segundo mecanismo multibiela puede incluir una primera biela, una pluralidad de bielas intermedias, una segunda biela acoplada móvil con una segunda de las bielas intermedias y un miembro de refuerzo. Una primera de las bielas intermedias puede estar acoplada móvil con la primera biela, y el miembro de refuerzo puede extenderse desde un primer extremo de una tercera de las bielas intermedias hacia un segundo extremo de la tercera de las bielas intermedias.

15 Breve descripción de los dibujos

Se describen en el presente documento diversas realizaciones de la invención a modo de ejemplo junto con las siguientes figuras.

Las figuras 1A y 1B ilustran diversas realizaciones de un dispositivo multibiela dirigible;

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

20 Las figuras 3A-3C ilustran diversas realizaciones de una biela proximal del mecanismo de núcleo;

Las figuras 4A-4C ilustran diversas realizaciones de una biela intermedia del mecanismo de núcleo;

Las figuras 5A-5C ilustran diversas realizaciones de una biela distal del mecanismo de núcleo;

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 biela proximal del mecanismo de manguito;

25 Las figuras 8A-8C ilustran diversas realizaciones de una biela intermedia del mecanismo de manguito;

Las figuras 9A-9D ilustran diversas realizaciones de una biela distal del mecanismo de manguito;

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

La figura 11 ilustra diversas realizaciones de un dispositivo multibiela dirigible que atraviesa una trayectoria con curvaturas estrechas;

30 La figura 12 ilustra diversas realizaciones de una porción de un dispositivo multibiela dirigible que tiene uno o más miembros de refuerzo;

La figura 13 ilustra un límite mecánico de ejemplo según diversas realizaciones; y

La figura 14 ilustra un límite mecánico de ejemplo según diversas realizaciones.

Descripción detallada

35 Se ha de comprender que al menos algunas de las figuras y descripciones de la invención se han simplificado para concentrarse en los elementos que son relevantes para una clara comprensión de la invención, al tiempo que se eliminan, por motivos de claridad, otros elementos que los expertos ordinarios en la técnica apreciarán que también pueden comprender una porción de la invención. Sin embargo, debido a que tales elementos son bien conocidos en la técnica, y dado que no facilitan necesariamente una mejor comprensión de la invención, no se proporciona en el presente documento una descripción de tales elementos.

40 Según diversas realizaciones, la invención descrita en el presente documento puede utilizarse para controlar el movimiento de un dispositivo multibiela, tal como el dispositivo multibiela dirigible aquí descrito. Por motivos de una fácil explicación, la invención se describirá en el contexto de su uso con diversas realizaciones del dispositivo multibiela dirigible aquí descrito. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que la invención puede utilizarse

con otros tipos de dispositivos multibielas.

Las figuras 1A y 1B ilustran diversas realizaciones de un dispositivo multibielas dirijible 10. Según diversas realizaciones, el dispositivo multibielas dirijible puede ser un robot serpiente, un robot continuo o similar. Diversas realizaciones del dispositivo 10 puede utilizarse para intervenciones médicas (por ejemplo, como un taladro robótico, dispositivo de posicionamiento, herramienta de ablación, soporte de cámara o instrumento, o sistema de guiado para intervenciones mínimamente invasivas), para aplicaciones de vigilancia, para aplicaciones de inspección, para aplicaciones de búsqueda y rescate, etc. Sólo por motivos de claridad, se describirá a continuación la utilidad del dispositivo 10 en el contexto de su aplicabilidad en intervenciones médicas. Sin embargo, una persona versada en la técnica apreciará que el dispositivo 10 puede utilizarse en una variedad de aplicaciones diferentes.

El dispositivo 10 comprende un primer mecanismo 12 y un segundo mecanismo 14. Según diversas realizaciones, un mecanismo puede ser un robot serpiente, un robot continuo o similares. Según diversas realizaciones, el segundo mecanismo 14 está estructurado y dispuesto para recibir y rodear al primer mecanismo 12, según se muestra en la figura 1B. De este modo, 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 considerarse el mecanismo exterior o el mecanismo de manguito. Según otras realizaciones, los mecanismos primero y segundo 12, 14 pueden estructurarse y disponerse para tener una relación distinta de una relación concéntrica. Por ejemplo, los expertos en la técnica apreciarán que, según diversas realizaciones, los mecanismos primero y segundo 12, 14 pueden estructurarse y disponerse para operar según una disposición de lado con lado, en donde el primer mecanismo 12 opera junto al segundo mecanismo 14. Según diversas realizaciones, pueden usarse configuraciones adicionales y/o alternativas dentro del alcance de esta revelación. Según diversas realizaciones un espacio tridimensional 250 puede disponerse entre los mecanismos primero y segundo. Este espacio se describirá con mayor detalle a continuación.

Según se describe con mayor detalle a continuación, el primer mecanismo 12 puede operar en un modo rígido o en un modo flexible, el segundo mecanismo 14 puede funcionar en un modo rígido o en un modo flexible, y los mecanismos primero y segundo 12, 14 pueden operar independientemente uno de otro. Tanto el primer mecanismo 12 como el segundo mecanismo 14 pueden ser mecanismos dirigibles. En consecuencia, se apreciará que el dispositivo 10 puede utilizarse para navegar por un espacio luminal así como por cualquier trayectoria tridimensional dentro de un espacio intracavidad. Según diversas realizaciones, el dispositivo 10 puede hacerse avanzar alternando la operación del primer mecanismo 12 y del segundo mecanismo 14 entre un modo flexible y un modo rígido.

Según diversas realizaciones, el dispositivo 10 también puede comprender uno o más cables. Según diversas realizaciones, uno o más de los cables pueden ser cables de dirección y/o cables de tensado. Por ejemplo, el dispositivo puede incluir tres cables de dirección y un cable de tensado.

La figura 2 ilustra diversas realizaciones del primer mecanismo 12 del dispositivo 10. El primer mecanismo 12 es un mecanismo multibielas e incluye un primer extremo 24 y un segundo extremo 26. El primer extremo 24 puede considerarse el extremo proximal y el segundo extremo 26 puede considerarse el extremo distal. El primer mecanismo 12 puede comprender una primera biela 28, una segunda biela 30 y una o más bielas intermedias 32 entre las bielas primera y segunda 28, 30. La primera biela 28 puede considerarse la biela proximal y la segunda biela 30 puede considerarse la biela distal.

Las figuras 3A-3C ilustran diversas realizaciones de la primera biela 28 (biela proximal interior) del primer mecanismo 12. La primera biela 28 incluye un primer extremo 34 y un segundo extremo 36 y define un eje longitudinal 38 que pasa por el centro del primer extremo 34 y el centro del segundo extremo 36 según se muestra en la figura 3B. La primera biela 28 puede fabricarse de cualquier material adecuado. Según diversas realizaciones, la primera biela 28 se fabrica de un material reforzado con fibra, tal como, por ejemplo, G10/FR4 Garolite®. La primera biela 28 tiene una forma exterior generalmente cilíndrica y se describe con mayor detalle a continuación.

La primera biela 28 comprende una primera porción 40 y una segunda porción 42. La primera porción 40 puede considerarse la porción proximal y la segunda porción 42 puede considerarse la porción distal. La primera porción 40 puede fabricarse integral con la segunda porción 42. La primera porción 40 tiene un exterior de forma cilíndrica, y se extiende desde el primer extremo 34 de la primera biela 28 hacia el segundo extremo 36 de la primera biela 28. Según 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 descritas a continuación. La segunda porción 42 tiene un exterior de forma cilíndrica en donde hace contacto con la primera porción 40, y se estrecha hacia el segundo extremo 36 de la primera biela 28. La segunda porción 42 puede conformarse como un hemisferio generalmente segmentado en el segundo extremo 36 de la primera biela 28. Según diversas realizaciones, el diámetro de la segunda porción 42 puede ser del orden de aproximadamente 4,75 milímetros en donde hace contacto con la primera porción 40. Son posibles otros tamaños.

La segunda porción 42 comprende una primera superficie 44. La primera superficie 44 puede considerarse 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 segunda acanaladura 50 paralela al eje longitudinal 38 a lo largo de la primera superficie 44. Cada una de las acanaladuras primera, segunda y tercera 46, 48, 50 se extiende a lo largo de la primera superficie 44 hacia el segundo extremo 36 de la primera biela 28. Las acanaladuras primera, segunda y tercera 46, 48, 50 pueden tener forma semitubular y puede estar separadas uniformemente alrededor de la primera superficie 44 de la segunda porción 42 de la primera biela 28, según se muestra en la figura 3C. Según diversas realizaciones, las acanaladuras primera, segunda y tercera 46, 48, 50 puede configurarse con la forma de un cilindro segmentado. El tamaño de cada una de las acanaladuras 46, 48, 50 puede ser idéntico entre ellas, o puede ser diferente entre ellas. Por ejemplo, según diversas realizaciones, las acanaladuras primera y segunda 46, 48 pueden configurarse como segmentos de un cilindro que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 1,25 milímetros, y la tercera acanaladura 50 puede configurarse como un segmento de un cilindro que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 2,50 milímetros. La longitud de la primera biela 28 puede ser del orden de aproximadamente 65 milímetros. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que la longitud o el diámetro de la primera biela 28 puede variar dependiendo de la aplicación.

La primera biela 28 también define un pasadizo 52 que se extiende desde el primer extremo 34 hasta el segundo extremo 36 a lo largo del eje longitudinal 38 según se muestra en la figura 3B. El pasadizo 52 tiene un tamaño suficiente para permitir que al menos un cable lo atraviese. Según diversas realizaciones, el pasadizo 52 puede ser de un tamaño suficiente para permitir que un cable de tensado lo atraviese. Según diversas realizaciones, el pasadizo 52 está configurado generalmente como 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 34. El diámetro del primer cilindro 54 es más grande que el diámetro del segundo cilindro 56. Por ejemplo, según 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. Otros tamaños son posibles.

Las figuras 4A-4C ilustran diversas realizaciones de una de las bielas intermedias 32 (biela intermedia interior) del primer mecanismo 12. La biela intermedia 32 es representativa de las otras bielas intermedias 32. La biela intermedia 32 incluye un primer extremo 58 y un segundo extremo 60, y define un eje longitudinal 62 que atraviesa el centro del primer extremo 58 y el centro del segundo extremo 60 según se muestra en la figura 4B. La biela intermedia 32 puede fabricarse de cualquier material adecuado. Según diversas realizaciones, la biela intermedia 32 está fabricada de un material reforzado con fibra tal como, por ejemplo G10/FR4 Garolite®. La biela intermedia 32 tiene un exterior generalmente en forma de bala y se describe con mayor detalle a continuación.

La biela intermedia 32 comprende una primera porción 64 y una segunda porción 66. La primera porción 64 puede considerarse la porción proximal y la segunda porción 66 puede considerarse la porción distal. La primera porción 64 puede fabricarse integral con la segunda porción 66. La primera porción 64 tiene generalmente un exterior con forma cilíndrica y se extiende desde el primer extremo 58 de la biela intermedia 32 hacia el segundo extremo 60 de la biela intermedia 32. Según diversas realizaciones, la segunda porción 66 tiene un exterior generalmente con forma cilíndrica en donde hace contacto con la primera porción 64 y se estrecha hacia el segundo extremo 60 de la biela intermedia 32. El exterior de la segunda porción 66 está configurado con la forma de un hemisferio generalmente segmentado. Según diversas realizaciones, el diámetro de la biela intermedia 32 puede ser del orden de aproximadamente 4,75 milímetros en su primer extremo 58. La longitud de la biela intermedia 32 puede ser del orden de aproximadamente 5,85 milímetros. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que la longitud o diámetro de la biela intermedia 32 puede variar basándose en la aplicación.

La biela intermedia 32 también comprende una primera superficie 68 que se extiende desde el primer extremo 58 de la biela intermedia 32 hasta el segundo extremo 60 de la biela intermedia 32. La primera superficie 68 puede considerarse la superficie exterior de la biela intermedia 32. La biela 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 acanaladuras primera, segunda y tercera 70, 72, 74 se extiende a lo largo de la primera superficie 68 desde el primer extremo 58 de la biela intermedia 32 hacia el segundo extremo 60 de la biela intermedia 32. Las acanaladuras primera, segunda y tercera 70, 72, 74 pueden tener forma semitubular y pueden estar espaciadas uniformemente alrededor de la primera superficie 68 de la biela intermedia 32, según se muestra en la figura 4C. Según diversas realizaciones, las acanaladuras primera, segunda y tercera 70, 72, 74 pueden configurarse con la forma de un cilindro segmentado. El tamaño de cada una de las acanaladuras 70, 72, 74 puede ser idéntico entre ellas o puede ser diferente entre ellas. Por ejemplo, según diversas realizaciones, las acanaladuras primera y segunda 70, 72 están configuradas como segmentos de un cilindro que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 1,75 milímetros en el primer extremo 58 de la biela intermedia 32, y la tercera acanaladura 74 está configurada como un segmento de un cilindro que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 2,50 milímetros en el primer extremo 58 de la biela intermedia 32. Cada una de las acanaladuras primera, segunda y tercera 70, 72, 74 está configurada para recibir y rodear parcialmente cualquier variedad de

herramientas o instrumentos (por ejemplo, herramientas de ablación) que puedan pasar desde el primer extremo 24 del dispositivo multibiela 10 hasta el segundo extremo 26 del dispositivo multibiela 10.

La biela intermedia 32 también define un pasadizo 76 que se extiende desde el primer extremo 58 hasta el segundo extremo 60 a lo largo del eje longitudinal 62 según se muestra en la figura 4B. El pasadizo 76 puede ser de un tamaño suficiente para permitir que lo atraviesen uno o más cables. Según diversas realizaciones, el pasadizo 76 puede ser de un tamaño suficiente para permitir que un cable de tensado lo atraviese. Según diversas realizaciones, el pasadizo 76 está configurado generalmente como una forma compleja que comprende una combinación de una primera semiesfera segmentada 78 que se extiende desde el primer extremo 58 hacia el 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 biela intermedia 32. Según 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 de aproximadamente 1,0 milímetros, y la tercera semiesfera segmentada 84 representa una porción de una esfera que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 2,25 milímetros. Otros tamaños son posibles.

La primera semiesfera segmentada 78 del pasadizo 76 está configurada para recibir el segundo extremo 36 de la primera biela 28 cuando la primera biela 28 está acoplada con la biela intermedia 32. Similarmente, para una biela intermedia dada 32, la primera semiesfera segmentada 78 del pasadizo 76 está configurada para recibir el segundo extremo 60 de otra biela intermedia 32 cuando la otra biela intermedia 32 está acoplada con la biela intermedia 32 dada. La tercera semiesfera segmentada 84 puede servir para reducir el pinzado o agarrotamiento de un cable cuando una biela intermedia 32 se mueve con respecto a una biela intermedia adyacente 32 acoplada con la misma. Similarmente, cuando la segunda biela 30 se acopla con una biela intermedia dada 32, la tercera semiesfera segmentada 84 puede servir para reducir el pinzado o agarrotamiento de un cable cuando la segunda biela 30 se mueve con respecto a la biela intermedia dada 32.

Con la estructura antes descrita, la primera biela 28 puede acoplarse con la biela intermedia 32 asentando el segundo extremo 36 de la primera biela 28 en la primera semiesfera segmentada 78 del pasadizo 76 de la biela intermedia 32. Como la configuración convexa del segundo extremo 36 de la primera biela se corresponde generalmente con la configuración cóncava de la primera semiesfera segmentada 78 del pasadizo 76 de la biela intermedia 32, la primera biela 28 puede acoplarse con la biela intermedia 32 de tal manera que el eje longitudinal 38 y las acanaladuras primera, segunda y tercera 46, 48, 50 de la primera biela 28 estén alineadas respectivamente con el eje longitudinal 62 y con las acanaladuras primera, segunda y tercera 70, 72, 74 de la biela intermedia 32. La biela intermedia 32 puede moverse con respecto a la primera biela 28 de tal manera que el eje longitudinal 62 de la biela intermedia 32 no esté alineado con el eje longitudinal 38 de la primera biela 28. Según diversas realizaciones, la configuración de la primera biela 28 y de la biela intermedia 32 permite que la biela intermedia 32 sea movida con respecto a la primera biela 28 acoplada con ella, de tal manera que el eje longitudinal 38 de la primera biela 28 y el eje longitudinal 62 de la biela intermedia 32 estén desalineados aproximadamente hasta 25° uno respecto del otro. Similarmente, una biela intermedia 32 puede estar acoplada con otra biela intermedia 32 y así sucesivamente, asentando el segundo extremo 60 de una biela intermedia 32 en la primera semiesfera segmentada 78 del pasadizo 76 de otra biela intermedia 32. Dado que la configuración convexa del segundo extremo 60 de la biela intermedia 32 se corresponde en general con la configuración cóncava de la primera semiesfera segmentada 78 del pasadizo 76 de la biela intermedia 32, las bielas intermedia 32 pueden acoplarse de tal manera que estén alineados los ejes longitudinales respectivos 62 y las acanaladuras primera, segunda y tercera 46, 48, 50 de las bielas intermedias 32. Las bielas intermedias acopladas 32 pueden moverse entre ellas de tal manera que no estén alineados los ejes longitudinales respectivos 62 de las bielas intermedias acopladas 32. Según diversas realizaciones, la configuración de las bielas intermedias 32 acopladas permite que una biela intermedia 32 sea movida con respecto a una biela intermedia adyacente 32 acoplada con ella de tal manera que los ejes longitudinales respectivos 62 estén desalineados hasta aproximadamente 25° entre ellos.

Las figuras 5A-5C ilustran diversas realizaciones de la segunda biela 30 (biela distal interior) del primer mecanismo 12. La segunda biela 30 incluye un primer extremo 86 y un segundo extremo 88, y define un eje longitudinal 90 que atraviesa el centro del primer extremo 86 y el centro del segundo extremo 88, según se muestra en la figura 5B. La segunda biela 30 puede fabricarse de cualquier material adecuado. Según diversas realizaciones, la segunda biela 30 se fabrica de un material termoplástico tal como, por ejemplo, Derlin®.

La segunda biela 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 fabricarse integral con la segunda porción 94. La primera porción 92 tiene un exterior con forma generalmente cilíndrica, y se extiende desde el primer extremo 86 de la segunda biela 30 hacia el segundo extremo 88 de la segunda biela 30. Según diversas realizaciones, la segunda porción 94 tiene un exterior con forma generalmente cilíndrica en donde hace contacto con la primera porción 92, y se estrecha hacia el segundo extremo 88 de la

segunda biela 30. El exterior de la segunda porción 64 está configurado con la forma de un cono generalmente segmentado. Según diversas realizaciones, el diámetro de la segunda biela 30 puede ser del orden de aproximadamente 4,75 milímetros en su primer extremo 86, y el estrechamiento de la segunda porción 94 puede tener un ángulo de aproximadamente 30° con respecto al exterior de la primera porción 92. La longitud de la segunda biela 30 puede ser del orden de aproximadamente 5,90 milímetros. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que la longitud o diámetro de la segunda biela 30 puede variar basándose en la aplicación.

La segunda biela 30 también comprende una primera superficie 96 que se extiende desde el primer extremo 86 de la segunda biela 30 hasta el segundo extremo 88 de la segunda biela 30. La primera superficie 96 puede considerarse la superficie exterior de la segunda biela 30. La segunda biela 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 acanaladuras primera, segunda y tercera 98, 100, 102 se extiende a lo largo de la primera superficie 96 desde el primer extremo 86 de la segunda biela 30 hacia el segundo extremo 88 de la segunda biela 30. Las acanaladuras primera, segunda y tercera 98, 100, 102 pueden tener forma semitubular y pueden espaciarse uniformemente alrededor de la primera superficie 96 de la segunda biela 30, según se muestra en la figura 5C. Según diversas realizaciones, las acanaladuras primera, segunda y tercera 98, 100, 102 pueden configurarse con la forma de un cilindro segmentado. El tamaño de cada una de las acanaladuras 98, 100, 102 puede ser idéntico entre ellas o puede ser diferente entre ellas. Por ejemplo, según diversas realizaciones, las acanaladuras primera y segunda 98, 100 están configuradas como segmentos de un cilindro que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 1,25 milímetros en el primer extremo 86 de la segunda biela 30, y la tercera acanaladura 102 está configurada 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 biela 30. Cada una de las acanaladuras primera, segunda y tercera 98, 100, 102 están configuradas para recibir y rodear parcialmente cualquier variedad de herramientas o instrumentos (por ejemplo, herramientas de ablación) que puedan pasar desde el primer extremo 24 del dispositivo multibiela 10 hasta el segundo extremo 26 del dispositivo multibiela 10.

La segunda biela 30 también define un pasadizo 104 que se extiende desde el primer extremo 86 hasta el segundo extremo 88 a lo largo del eje longitudinal 90 según se muestra en la figura 5B. El pasadizo 104 puede ser de un tamaño diferente para permitir que al menos un cable lo atraviese. Según diversas realizaciones, el pasadizo 104 puede ser de un tamaño suficiente para permitir que un cable de tensado lo atraviese. Según diversas realizaciones, el pasadizo 104 está 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, 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 biela 30. Según 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 1,0 milímetros. La primera semiesfera segmentada 106 del pasadizo 104 puede configurarse para recibir el segundo extremo 60 de una biela intermedia 32 cuando la biela intermedia 32 está acoplada con la segunda biela 30.

Con la estructura antes descrita, una biela intermedia 32 puede acoplarse con la segunda biela 30 asentando el segundo extremo 60 de la biela intermedia 32 en la primera semiesfera segmentada 106 del pasadizo 104 de la segunda biela 30. Como la configuración convexa del segundo extremo 60 de la biela intermedia 32 se corresponde generalmente con la configuración cóncava de la primera semiesfera segmentada 106 del pasadizo 104 de la segunda biela 30, la biela intermedia 32 puede acoplarse con la segunda biela 30 de tal modo que el eje longitudinal 62 y las acanaladuras primera, segunda y tercera 70, 72, 74 de la biela intermedia 32 estén alineadas respectivamente con el eje longitudinal 90 y con las acanaladuras primera, segunda y tercera 98, 100, 102 de la segunda biela 30. La segunda biela 30 puede moverse con respecto a la biela intermedia 32 acoplada con ella de tal manera que los ejes longitudinales respectivos 62, 90 no estén desalineados. Según diversas realizaciones, la configuración de la segunda biela 30 permite que una biela intermedia 32 acoplada con ella sea movida con respecto a la segunda biela 30 de tal manera que los ejes longitudinales respectivos 62, 90 estén desalineados hasta aproximadamente 25° entre ellos.

La figura 6 ilustra diversas realizaciones del segundo mecanismo 14 del dispositivo 10. El segundo mecanismo 14 es un mecanismo multibiela 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 considerarse el extremo distal. El segundo mecanismo 14 comprende una primera biela 124, una segunda biela 126 y cualquier número de bielas intermedias 128 entre las bielas primera y segunda 124, 126. La primera biela 124 puede considerarse la biela proximal y la segunda biela 126 puede considerarse la biela distal.

Las figuras 7A-7C ilustran diversas realizaciones de la primera biela 124 (biela proximal exterior) del segundo mecanismo 14. La primera biela 124 incluye un primer extremo 130 y un segundo extremo 132, y define un eje longitudinal 134 que atraviesa el centro del primer extremo 130 y el centro del segundo extremo 132, según se

muestra en la figura 7B. La primera biela 124 puede fabricarse de cualquier material adecuado. Según diversas realizaciones, la primera biela 124 se fabrica de un material de acero inoxidable tal como, por ejemplo, acero inoxidable 316. La primera biela 124 tiene un exterior generalmente con forma de bala y se describe con mayor detalle a continuación.

La primera biela 124 comprende una primera porción 136 y una segunda porción 138. La primera porción 136 puede considerarse la porción proximal y la segunda porción 138 puede considerarse la porción distal. La primera porción 136 puede fabricarse integral con la segunda porción 138. La primera porción 136 tiene un exterior con forma cilíndrica y se extiende desde el primer extremo 130 de la primera biela 124 hacia el segundo extremo 132 de la primera biela 124. Según diversas realizaciones, el diámetro de la primera porción 136 puede ser del orden de aproximadamente 12,70 milímetros. Otros tamaños son posibles.

La segunda porción 138 tiene un exterior generalmente con forma cilíndrica. La segunda porción 138 tiene un exterior con forma cilíndrica en donde hace contacto con la primera porción 136, y se estrecha hacia el segundo extremo 132 de la primera biela 124. La segunda porción 138 puede configurarse con la forma de una semiesfera generalmente segmentada en el segundo extremo 132 de la primera biela 124. Según diversas realizaciones, el diámetro de la segunda porción 138 puede ser del orden de aproximadamente 9,50 milímetros en donde hace contacto con la primera porción 136. Otros tamaños y formas son posibles.

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 acanaladuras primera, segunda y tercera 142, 144, 146 es oblicua con respecto al eje longitudinal 134 y se extiende a lo largo de la primera superficie 140 hacia el segundo extremo 132 de la primera biela 124. Según diversas realizaciones, cada una de las acanaladuras 142, 144, 146 está orientada bajo un ángulo del orden de aproximadamente 15° con respecto al eje longitudinal 134. Según se muestra en la figura 7C, las acanaladuras primera, segunda y tercera 142, 144, 146 pueden estar espaciadas uniformemente alrededor de la primera superficie 140 de la primera biela 124. Según diversas realizaciones, las acanaladuras 142, 144, 146 pueden estar configuradas con la forma de un cilindro segmentado. El tamaño de cada una de las acanaladuras 142, 144, 146 puede ser idéntico entre ellas o puede ser diferente entre ellas. Por ejemplo, según diversas realizaciones, cada una de las acanaladuras 142, 144, 146 está configurada como segmentos de cilindros respectivos que tienen diámetros del orden de aproximadamente 3,0 milímetros. Cada una de las acanaladuras primera, segunda y tercera 142, 144, 146 está configurada como segmentos de cilindros respectivos que tienen diámetros del orden de aproximadamente 3,0 milímetros. Cada una de las acanaladuras primera, segunda y tercera 142, 144, 146 está configurada para facilitar la introducción de diversas herramientas o instrumentos (por ejemplo, herramientas de ablación) dentro del dispositivo multibiela 10. La longitud de la primera biela 124 puede ser del orden de aproximadamente 18,5 milímetros. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que la longitud o diámetro de la primera biela 124 puede variar basándose en la aplicación.

La primera biela 124 también define un pasadizo 148 que se extiende desde el primer extremo 130 hasta el segundo extremo 132 a lo largo del eje longitudinal 134 según se muestra en la figura 7B. El pasadizo 148 es de un tamaño suficiente para permitir que lo atravesase el primer mecanismo 12. Según diversas realizaciones, el pasadizo 148 está configurado generalmente como una forma compleja que comprende una combinación de un cono segmentado 150 que se extiende desde el primer extremo 130 hacia el segundo extremo 132, y un cilindro 152 que se extiende desde el cono segmentado 150 hasta el segundo extremo 132 de la primera biela 124. Según diversas realizaciones, el cono segmentado 150 tiene un diámetro del orden de aproximadamente 7,0 milímetros en el primer extremo 130 de la primera biela 124, y puede estrecharse bajo 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 biela 124 también define un primer agujero pasante 154, un segundo agujero pasante 156, y un tercer agujero pasante 158. (Véase figura 7C). El primer agujero pasante 154 es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 134, se extiende desde la primera porción 136 hacia el segundo extremo 132, y está posicionado entre el pasadizo 148 y la primera superficie 140. El segundo agujero pasante 156 es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 134, se extiende desde la primera porción 136 hasta el segundo extremo 132, y está posicionado entre el pasadizo 148 y la primera superficie 140. El tercer agujero pasante 158 es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 134, se extiende desde la primera porción 136 hasta el segundo extremo 132, y está posicionado entre el pasadizo 148 y la primera superficie 140. Los agujeros pasantes primero, segundo y tercero 154, 156, 158 están configurados generalmente de forma cilíndrica. Según diversas realizaciones, los agujeros pasantes 154, 156, 158 están espaciados uniformemente entre ellos, según se muestra en la figura 7C. El tamaño de cada uno de los agujeros pasantes 154, 156, 158 puede ser idéntico entre ellos o puede ser diferente entre ellos. Por ejemplo, según diversas realizaciones, cada uno de los diámetros respectivos asociados con los agujeros pasantes 154, 156, 158 puede ser del orden de aproximadamente 1,20 milímetros. El primer agujero pasante 154 está configurado para recibir y rodear un cable. El segundo agujero pasante 156 está configurado para recibir y rodear un cable. El tercer

agujero pasante 158 está configurado para recibir y rodear un cable. Los agujeros pasantes primero, segundo y tercero 154, 156, 158 pueden servir como caminos de guía para el movimiento de los cables.

Las figuras 8A-8C ilustran diversas realizaciones de una de las bielas intermedias 128 (biela intermedia exterior) del segundo mecanismo 14. La biela intermedia 128 es representativa de las otras bielas intermedias 128. La biela intermedia 128 incluye un primer extremo 160 y un segundo extremo 162, y define un eje longitudinal 164 que atraviesa el centro del primer extremo 160 y el centro del segundo extremo 162, según se muestra en la figura 8C. La biela intermedia 128 puede fabricarse de cualquier material adecuado. Según diversas realizaciones, la biela intermedia 128 está fabricada de un material termoplástico polímero tal como, por ejemplo, polisulfona. La biela intermedia 128 tiene un exterior generalmente con forma de bala y se describe con mayor detalle a continuación.

La biela intermedia 128 comprende una primera porción 166 y una segunda porción 168. La primera porción 166 puede considerarse la porción proximal y la segunda porción 168 puede considerarse la porción distal. La primera porción 166 puede fabricarse integral con la segunda porción 168. La primera porción 166 tiene un exterior generalmente con forma cilíndrica y se extiende desde el primer extremo 160 de la biela intermedia 128 hacia el segundo extremo 162 de la biela intermedia 128. Según diversas realizaciones, la segunda porción 168 tiene un exterior generalmente con forma cilíndrica en donde hace contacto con la primera porción 166, y se estrecha hacia el segundo extremo 162 de la biela intermedia 128. El exterior de la segunda porción 168 está configurado con la forma de una semiesfera generalmente segmentada. Según diversas realizaciones, el diámetro de la biela intermedia 128 es del orden de aproximadamente 9,65 milímetros en su primer extremo 160. La longitud de la biela intermedia 128 puede ser del orden de aproximadamente 8,40 milímetros. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que las dimensiones de la biela intermedia 128 pueden variar basándose en la aplicación.

La biela intermedia 128 también comprende una primera superficie 170 que se extiende desde el primer extremo 160 de la biela intermedia 128 hasta el segundo extremo 162 de la biela intermedia 128, y una segunda superficie 170 que se extiende desde el primer extremo 160 de la biela intermedia 128 hasta el segundo extremo 162 de la biela intermedia 128. La primera superficie 170 puede considerarse la superficie exterior de la biela intermedia 128 y la segunda superficie 172 puede considerarse la superficie interior de la biela intermedia 128. La biela intermedia 128 también define una primera acanaladura 174 paralela sustancialmente 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 acanaladuras primera, segunda y tercera 174, 176, 178 se extienden a lo largo de la segunda superficie 172 hacia el segundo extremo 162 de la biela intermedia 128. Las acanaladuras primera, segunda y tercera 174, 176, 178 pueden tener forma semitubular y pueden estar espaciadas uniformemente alrededor de la segunda superficie 172 de la biela intermedia 128, según se muestra en la figura 8C. Según diversas realizaciones, las acanaladuras primera, segunda y tercera 174, 176, 178 pueden configurarse con la forma de un cilindro segmentado. El tamaño de cada una de las acanaladuras 174, 176, 178 puede ser idéntico entre ellas o puede ser diferente entre ellas. Por ejemplo, según diversas realizaciones, las acanaladuras primera y segunda 174, 176 están configuradas como segmentos de cilindros que tienen diámetros del orden de aproximadamente 1,75 milímetros en el primer extremo 160 de la biela intermedia 128, y la tercera acanaladura 178 está configurada como un segmento de un cilindro que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 2,50 milímetros en el primer extremo 160 de la biela intermedia 128. Cada una de las acanaladuras primera, segunda y tercera 174, 176, 178 está configurada para recibir y rodear parcialmente cualquier variedad de herramientas o instrumentos (por ejemplo, herramientas de ablación) que puedan pasar desde el primer extremo 24 del dispositivo multibiela 10 hasta el segundo extremo 26 del dispositivo multibiela.

La biela intermedia 128 también define un pasadizo 180 que se extiende desde el primer extremo 160 hasta el segundo extremo 162 a lo largo del eje longitudinal 164 según se muestra en la figura 8B. El pasadizo 180 es de un tamaño suficiente para permitir que el primer mecanismo 12 lo atraviese. Según diversas realizaciones, el pasadizo 180 está configurado generalmente como 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 cono segmentado 188 que se extiende desde el cilindro 186 hasta el segundo extremo 162 de la biela intermedia 128. Según 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 se estrecha bajo 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 bajo un ángulo del orden de aproximadamente 15° con respecto al eje longitudinal 164. La semiesfera segmentada 182 del pasadizo 180 está configurada para recibir el segundo extremo 132 de la primera biela 124 cuando la primera biela 124 está acoplada con la biela intermedia 128. Similarmente, para una biela intermedia dada 128, la semiesfera segmentada 182 del pasadizo 180 está configurada para recibir el segundo extremo 162 de otra biela intermedia 128 cuando la otra biela intermedia 128 está acoplada con la biela intermedia dada 128.

La primera biela intermedia 128 también define un primer agujero pasante 190, un segundo agujero pasante 192, y

un tercer agujero pasante 194. (Véase figura 8C). El primer agujero pasante 190 es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 164, se extiende desde la primera porción 166 hacia el segundo extremo 162, y está posicionado entre el pasadizo 180 y la primera superficie 170. El segundo agujero pasante 192 es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 164, se extiende desde la primera porción 166 hasta el segundo extremo 162, y está posicionado entre el pasadizo 180 y la primera superficie 170. El tercer agujero pasante 194 es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 164, se extiende desde la primera porción 166 hasta el segundo extremo 162, y está posicionado entre el pasadizo 180 y la primera superficie 170. Los agujeros pasantes primero, segundo y tercero 190, 192, 194 están configurados generalmente de forma cilíndrica. Según diversas realizaciones, los agujeros pasantes 190, 192, 194 están espaciados uniformemente entre ellos. El tamaño de cada uno de los agujeros pasantes 190, 192, 194 puede ser idéntico entre ellos o puede ser diferente entre ellos. Por ejemplo, según diversas realizaciones, cada uno de los diámetros respectivos asociados con los agujeros pasantes 190, 192, 194 puede ser del orden de aproximadamente 1,25 milímetros. El primer agujero pasante 190 está configurado para recibir y rodear un cable. El segundo agujero pasante 192 está configurado para recibir y rodear un cable. El tercer agujero pasante 194 está configurado para recibir y rodear un cable. Los agujeros pasantes primero, segundo y tercero 190, 192, 194 pueden servir como caminos de guía para el movimiento de los cables.

Según se muestra en la figura 8C, la biela intermedia 128 también define unas depresiones primera, segunda y tercera 196, 198, 200 en su segundo extremo 162 que resultan, en parte, de la combinación del estrechamiento asociado con la segunda porción 168 y de la configuración y orientación de las acanaladuras primera, segunda y tercera 174, 176, 178. Las depresiones primera, segunda y tercera 196, 198, 200 pueden estar espaciadas uniformemente alrededor del segundo extremo 162 de la biela intermedia 128 según se muestra en la figura 8C. Las depresiones primera, segunda y tercera 196, 198, 200 pueden servir para reducir el pinzado o agarrotamiento de diversas herramientas o instrumentos (por ejemplo, herramientas de ablación) cuando se mueve una biela intermedia 128 del segundo mecanismo 14 con respecto a otra biela intermedia 128 acoplada con ella.

La biela intermedia 128 también define unas depresiones cuarta, quinta y sexta 202, 204, 206 en su segundo extremo 162 que resultan de la combinación del estrechamiento asociado con la segunda porción 168 y de la configuración y orientación de los agujeros pasantes primero, segundo y tercero 190, 192, 193. Las depresiones cuarta, quinta y sexta 202, 204, 206 pueden estar espaciadas uniformemente alrededor del segundo extremo 162 de la biela intermedia 128 y pueden estar espaciadas uniformemente respecto de las depresiones primera, segunda y tercera 196, 198, 200, según se muestra en la figura 8C. Las depresiones cuarta, quinta y sexta 202, 204, 206 pueden servir para reducir el pinzado o agarrotamiento de los cables cuando se mueve una biela intermedia 128 del segundo mecanismo 14 con respecto a otra biela intermedia 128 acoplada con ella.

Según diversas realizaciones, una biela intermedia 128 también puede definir 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 biela intermedia 128. La biela intermedia 128 puede tener cualquier número de tales aberturas, y cualquier número de las bielas intermedias 128 puede tener tales aberturas. Haciendo referencia a las figuras 2 y 4, la abertura puede utilizarse como un punto de salida para una herramienta o instrumento que pueda pasar desde el primer extremo 24 del dispositivo multibiela 10 hacia el segundo extremo 26 del dispositivo multibiela 10. Para tales realizaciones, la biela intermedia respectiva 128 puede estar posicionada próxima a la segunda biela 126 del segundo mecanismo 14. La abertura puede orientarse bajo cualquier ángulo con respecto al eje longitudinal 134 de la biela intermedia 128. Cuando el primer mecanismo 12 se retira del segundo mecanismo 14, y se hace avanzar una herramienta o instrumento relativamente grandes desde el primer extremo 120 del segundo mecanismo 14 hasta el segundo extremo 122 del segundo mecanismo 14, puede no existir suficiente espacio para que una segunda herramienta instrumento (por ejemplo, un cable de fibra óptica) atravesase el segundo extremo 122 del segundo mecanismo 14. En tales casos, la segunda herramienta o instrumento puede salir a través de una abertura de una de las bielas intermedias 128.

Con la estructura antes descrita, la primera biela 124 puede acoplarse a la biela intermedia 128 asentando el segundo extremo 132 de la primera biela 124 en la primera semiesfera segmentada 182 del pasadizo 180 de la biela intermedia 128. Como la configuración convexa del segundo extremo 132 de la primera biela 124 se corresponde generalmente con la configuración cóncava de la primera semiesfera segmentada 182 del pasadizo 180 de la biela intermedia 128, la primera biela 124 puede acoplarse con la biela intermedia 128 de tal manera que el eje longitudinal 134, las acanaladuras primera, segunda y tercera 142, 144, 146 y los agujeros pasantes primero, segundo y tercero 190, 192, 194 de la primera biela 124 estén alineados respectivamente con el eje longitudinal 164, con las acanaladuras primera, segunda y tercera 174, 176, 178 y con los agujeros pasantes primero, segundo y tercero 154, 156, 158 de la biela intermedia 128. La biela intermedia 128 puede moverse con respecto a la primera biela 124 de tal manera que el eje longitudinal 164 de la biela intermedia 128 no esté alineado con el eje longitudinal 134 de la primera biela 124. Según diversas realizaciones, la configuración de la primera biela 124 y de la biela intermedia 128 permite que la biela intermedia 128 sea movida con respecto a la primera biela 124 acoplada con ella, de tal manera que el eje longitudinal 134 de la primera biela 124 y el eje longitudinal 164 de la biela intermedia 128 estén desalineados aproximadamente hasta 10° uno respecto del otro. Similarmente, una biela intermedia 128 puede estar acoplada con otra biela intermedia 128, y así sucesivamente, asentando el segundo extremo 162 de una biela intermedia 128 de la semiesfera segmentada 182 del pasadizo 180 de otra biela intermedia 128. Dado que

la configuración convexa del segundo extremo 162 de la biela intermedia 128 se corresponde en general con la configuración cóncava de la semiesfera segmentada 182 del pasadizo 180 de la biela intermedia 128, las bielas intermedias 128 pueden acoplarse de tal manera que estén alineados los ejes longitudinales respectivos 164, las acanaladuras primera, segunda y tercera respectivas 174, 176, 178, y los agujeros pasantes primero, segundo y tercero respectivos 190, 192, 194 de las bielas intermedias 128. Las bielas intermedias acopladas 128 pueden moverse entre ellas de tal manera que no estén alienados los ejes longitudinales respectivos 164 de las bielas intermedias acopladas 128. Según diversas realizaciones, la configuración de las bielas intermedias acopladas 128 permite que otra biela intermedia 128 sea movida con respecto a una biela intermedia adyacente 128 acoplada con ella de tal manera que los ejes longitudinales respectivos 164 estén desalineados hasta aproximadamente 10° entre ellos.

Las figuras 9A-9D ilustran diversas realizaciones de la segunda biela 126 (biela distal exterior) del segundo mecanismo 14. La segunda biela 126 incluye un primer extremo 208 y un segundo extremo 210, y define un eje longitudinal 212 que atraviesa el centro del primer extremo 208 y el centro del segundo extremo 210 según se muestra en la figura 9C. La segunda biela 126 puede fabricarse de cualquier material adecuado. Según diversas realizaciones, la segunda biela 126 se fabrica a partir de un material termoplástico tal como, por ejemplo, Delrin®.

La segunda biela 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 considerarse la porción distal. La primera porción 214 puede fabricarse integral con la segunda porción 216. La primera porción 214 tiene un exterior con forma generalmente cilíndrica y se extiende desde el primer extremo 208 de la segunda biela 126 hacia el segundo extremo 210 de la segunda biela 126. Según diversas realizaciones, el diámetro de la primera porción 214 es del orden de aproximadamente 4,80 milímetros.

Según diversas realizaciones, la segunda porción 216 tiene un exterior con forma generalmente cilíndrica en donde hace contacto con la primera porción 214, y se estrecha hacia el segundo extremo 210 de la segunda biela 126. El exterior de la segunda porción 216 está configurado con la forma de un cono generalmente segmentado. Según diversas realizaciones, el exterior de la segunda porción 216 se estrecha desde la primera porción 214 hasta el segundo extremo 210 de la segunda biela 126 bajo un ángulo de aproximadamente 20° con respecto al exterior de la primera porción 214. La longitud de la segunda biela 126 puede ser del orden de aproximadamente 15 milímetros. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que la longitud de la segunda biela 126 puede variar basándose en la aplicación.

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

La segunda biela 126 también define una primera lumbrera 222, una segunda lumbrera 224 y una tercera lumbrera 226. (Véase 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 lumbreras primera, segunda y tercera 222, 224, 226 pueden tener forma cilíndrica y puede estar espaciadas uniformemente alrededor del eje longitudinal 212 de la segunda biela 126, según se muestra en la figura 9D. El tamaño de cada una de las lumbreras 222, 224, 226 puede ser idéntico entre ellas o puede ser diferente entre ellas. Por ejemplo, según diversas realizaciones, las lumbreras primera y segunda 222, 224 están configuradas como cilindros que tienen diámetros del orden de aproximadamente 1,50 milímetros, y la tercera lumbrera 226 está configurada como un cilindro que tiene un diámetro del orden de aproximadamente 2,50 milímetros. Son posibles otras dimensiones. Cada una de las lumbreras primera, segunda y tercera 222, 224, 226 está configurada para recibir y rodear cualquier variedad de herramientas o instrumentos (por ejemplo, herramientas de ablación) que puedan pasar desde el primer extremo 24 del dispositivo multibiela 10 hasta el segundo extremo 26 del dispositivo multibiela 10.

La segunda biela 126 también define un primer agujero pasante 228, un segundo agujero pasante 230 y un tercer agujero pasante 232. (Véase figura 9B). El primer agujero pasante 228 se extiende desde la segunda superficie 220 hasta la primera superficie 218 y es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 212. El segundo agujero pasante 230 se extiende desde la segunda superficie 220 hasta la primera superficie 218 y es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 212. El tercer agujero pasante 232 se extiende desde la segunda superficie 220 hasta la primera superficie 218 y es sustancialmente paralelo al eje longitudinal 212. Los agujeros pasantes primero, segundo y tercero 228, 230, 232 tienen una forma generalmente cilíndrica. Según diversas realizaciones, los agujeros pasantes 228, 230, 232 pueden estar espaciados uniformemente entre ellos, según se muestra en la figura 9D. El tamaño de cada uno de los agujeros pasantes 228, 230, 232 puede ser idéntico entre ellos o puede ser diferente entre ellos. Por ejemplo, según diversas realizaciones, los diámetros respectivos asociados con los agujeros pasantes 228, 230,

232 puede ser cada uno de ellos del orden de aproximadamente 1,25 milímetros. El primer agujero pasante 228 está configurado para recibir y rodear un cable. El segundo agujero pasante 230 está configurado para recibir y rodear un cable. El tercer agujero pasante 232 está configurado para recibir y rodear un cable.

La segunda biela 126 también define un rebajo 234 que se extiende desde el primer extremo 208 hacia el segundo extremo 210 a lo largo del eje longitudinal 212, según se muestra en la figura 9C. Según diversas realizaciones, el rebajo 234 está configurado como 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 esfera segmentada 238 que se extiende desde la primera semiesfera segmentada 236 hacia el segundo extremo 210 de la segunda biela 126. Según diversas realizaciones, la primera esfera segmentada 238 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 del rebajo 234 está configurada para recibir el segundo extremo 162 de una biela intermedia 128 cuando la biela intermedia 128 está acoplada con la segunda biela 126.

Con la estructura anteriormente descrita, una biela intermedia 128 puede acoplarse con la segunda biela 126 asentando el segundo extremo 162 de la biela intermedia 128 en la primera semiesfera segmentada 236 del rebajo 234 de la segunda biela 126. Como la configuración convexa del segundo extremo 162 de la biela intermedia 128 se corresponde generalmente con la configuración cóncava de la primera semiesfera segmentada 236 del rebajo 234 de la segunda biela 126, la biela intermedia 128 puede acoplarse con la segunda biela 126 de tal manera que el eje longitudinal 164, las acanaladuras primera, segunda y tercera 174, 176, 178, y los agujeros pasantes primero, segundo y tercero 190, 192, 194 de la biela intermedia 128 estén alineados respectivamente con el eje longitudinal 212, las lumbreras primera, segunda y tercera 222, 224, 226, y los agujeros pasantes primero, segundo y tercero 228, 230, 232 de la segunda biela 126. La segunda biela 126 puede moverse con respecto a la biela intermedia 128 acoplada con ella de tal manera que los ejes longitudinales respectivos 164, 212 no estén alineados. Según diversas realizaciones, la configuración de la segunda biela 126 permite que una biela intermedia 128 acoplada con ella sea movida con respecto a la segunda biela 126 de tal manera que los ejes longitudinales respectivos 164, 212 estén desalineados hasta aproximadamente 10° entre ellos.

Cuando se inserta el primer mecanismo 12 dentro del segundo mecanismo 14, las acanaladuras primera, segunda y tercera 70, 72, 74 de las bielas intermedias 32 del primer mecanismo 12 pueden estar alineadas sustancialmente con las acanaladuras primera, segunda y tercera 174, 176, 178 de las bielas intermedias 128 del segundo mecanismo 14, y las acanaladuras primera, segunda y tercera 98, 100, 102 de la segunda biela 30 del primer mecanismo 12 pueden estar alineadas sustancialmente con las lumbreras primera, segunda y tercera 222, 224, 226 de la segunda biela 126 del segundo mecanismo 14. La combinación de las primeras acanaladuras 70 de las bielas intermedias 32 del primer mecanismo 12 alineado con las primeras acanaladuras 174 de las bielas intermedias 128 del segundo mecanismo 14 permite que las primeras acanaladuras respectivas 70, 174 sirvan colectivamente como una primera lumbrera de trabajo que está alineada con la primera lumbrera 222 de la segunda biela 126 del segundo mecanismo 14. La primera acanaladura 70 puede considerarse la porción interior de la primera lumbrera de trabajo y la primera acanaladura 174 puede considerarse la porción exterior de la primera lumbrera de trabajo.

Similarmente, la combinación de las segundas acanaladuras 72 de las bielas intermedias 32 del primer mecanismo 12 alineado con las segundas acanaladuras 176 de las bielas intermedias 128 del segundo mecanismo 14 permite que las segundas acanaladuras respectivas 72, 176 sirvan colectivamente como una segunda lumbrera de trabajo que está sustancialmente alineada con la segunda lumbrera 224 de la segunda biela 126 del segundo mecanismo 14, y la combinación de las terceras acanaladuras 74 de las bielas intermedias 32 del primer mecanismo 12 alineados con las terceras acanaladuras 178 de las bielas intermedias 128 del segundo mecanismo 14 permite que las terceras acanaladuras 74, 178 sirvan colectivamente como una tercera lumbrera de trabajo que está sustancialmente alineada con la tercera lumbrera 226 de la segunda biela 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 considerarse la porción interior de la tercera lumbrera de trabajo y la tercera acanaladura 178 puede considerarse la porción exterior de la tercera lumbrera de trabajo. Las lumbreras de trabajo primera, segunda y tercera pueden utilizarse para hacer pasar diversas herramientas o instrumentos (por ejemplo, herramientas de ablación) desde el primer extremo 24 del dispositivo multibiela 10 hasta el segundo extremo 26 del dispositivo multibiela 10. Para los tamaños de ejemplo descritos anteriormente, la tercera lumbrera de trabajo es más grande que las lumbreras de trabajo primera o segunda. En consecuencia, la tercera lumbrera de trabajo puede utilizarse para portar una herramienta o instrumento que resulte demasiado grande para que sea portada por las lumbreras de trabajo primera o segunda.

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

Dado que el diámetro del pasadizo 180 de la biela 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 figura 1B). Según diversas realizaciones, el espacio 240 puede utilizarse para llevar cableado, herramientas, instrumentos, etc. desde el primer extremo 24 del dispositivo multibiela 10 hacia el segundo extremo 26 del dispositivo multibiela 10.

Según diversas realizaciones, pueden fabricarse uno o más cables de dirección a partir de cualquier material adecuado. Por ejemplo, según diversas realizaciones, los cables de dirección pueden fabricarse de un cable de fibra de polietileno tal como, por ejemplo Spectra^(MR). Los cables de dirección pueden utilizarse para controlar el movimiento del dispositivo multibiela 10. Por ejemplo, aplicando una tensión sustancialmente igual a cada uno de los cables de dirección, el primer mecanismo 12 y el segundo mecanismo 14 pueden dirigirse en una dirección tal que los ejes longitudinales respectivos 38, 62, 90, 134, 164, 212 de cada una de las bielas 28, 30, 32, 124, 126, 128 estén todos ellos alineados. Aplicando una tensión diferente a uno o más de los cables de dirección, el primer mecanismo 12 y/o el segundo mecanismo 14 pueden ser dirigidos en una dirección tal que los ejes longitudinales respectivos 38, 62, 90, 134, 164, 212 de cada una de las bielas 28, 30, 32, 124, 126, 128 estén todos ellos alineados. Los cables 16, 18, 20 también pueden utilizarse 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 colocarse en un estado "rígido", y cuando se retira la tensión de los cables de gobierno, el segundo mecanismo 14 puede colocarse en un estado "flexible". Según diversas realizaciones, pueden fijarse uno o más de los cables de dirección en el primer extremo 130 de la primera biela 124 del segundo mecanismo 14 a unas poleas respectivas (no mostradas) mediante, por ejemplo, unos nudos de retén respectivos. Los cables de dirección pueden fijarse al segundo extremo 132 de la segunda biela 126 del segundo mecanismo 14 mediante, por ejemplo, unos nudos de retén respectivos. Los expertos en la técnica apreciarán que, según otras realizaciones, los estados "rígido" y "flexible" pueden lograrse sometiendo a los mecanismos primero y/o segundo 12, 14 a una fuerza de torsión, o por cualquier otra manera conocida en la técnica.

Según diversas realizaciones, pueden fabricarse uno o más cables de tensado a partir de cualquier material adecuado. Por ejemplo, según diversas realizaciones, los cables de tensado pueden fabricarse de un cable de fibra de polietileno tal como, por ejemplo, Spectra®. Los cables de tensado pueden utilizarse para controlar el estado relativo del primer mecanismo 12. Por ejemplo, cuando se tira fuerte del cable de tensado, el primer mecanismo 12 puede colocarse en un estado "rígido", mientras que cuando se deja suelto el cable de tensado, el primer mecanismo 12 puede colocarse en un estado "flexible". Según diversas realizaciones, el cable de tensado puede fijarse en el primer extremo 34 de la primera biela 28 del primer mecanismo 12 a una polea (no mostrada) mediante, por ejemplo, un nudo de retén. El cable de tensado puede fijarse al segundo extremo 88 de la segunda biela 30 del primer mecanismo 12 mediante, por ejemplo, un nudo de retén.

La figura 10 ilustra diversas realizaciones de una secuencia de movimiento del dispositivo dirigible multibiela 10. Al comienzo de la secuencia, el segundo mecanismo 14 rodea al primer mecanismo 12, según se muestra en el paso "a" de la figura 10, los ejes longitudinales 38, 62, 90 de las bielas 28, 30, 32 del primer mecanismo 12 están alineados sustancialmente con los ejes longitudinales respectivos 134, 164, 212 de las bielas 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. Por lo tanto, al tirar fuerte de un cable de tensado, el primer mecanismo 12 se coloca en el modo rígido. Así, al no tirar fuerte de los cables de dirección, el segundo mecanismo 14 se coloca en el modo flexible.

El segundo mecanismo 14 es hecho avanzar entonces de modo que su segunda biela 126 se posicione aproximadamente una biela por delante del segundo extremo 24 del primer mecanismo 12 según se muestra en el paso "b" de la figura 10. Los cables 16, 18, 20 pueden utilizarse para orientar la segunda biela 126 hacia una orientación particular, en donde el eje longitudinal 134 de la primera biela 124 ya no está alineado con los ejes longitudinales 164 de las bielas intermedias 128 del segundo mecanismo 14 o el eje longitudinal 90 de la segunda biela 30 del primer mecanismo 12. Después de que la segunda biela 126 esté en la posición y orientación deseadas, se tira de los cables de dirección con idéntica fuerza con el fin de colocar el segundo mecanismo 14 en el modo rígido, manteniendo así la posición y orientación del segundo mecanismo 14.

La fuerza de tracción del cable de tensado se libera entonces para colocar el primer mecanismo 12 en el modo flexible. Después de que el primer mecanismo 12 sea colocado en el modo flexible, el primer mecanismo 12 se hace avanzar de modo que su segunda biela 30 esté sustancialmente en la misma posición que el segundo extremo 122 del segundo mecanismo 14, según se muestra en el paso "c" de la figura 10. Después de que la segunda biela 30 del primer mecanismo 12 esté en la posición y orientación deseadas, se tira fuerte del cable de tensado para colocar el primer mecanismo 12 de vuelta al modo rígido, manteniendo así la posición y orientación del primer mecanismo 12.

Las fuerzas de tracción de los cables de gobierno se liberan entonces para colocar el segundo mecanismo 14 de vuelta al modo flexible. Después de haber colocado de nuevo el segundo mecanismo 14 en el modo flexible, se hace avanzar el segundo mecanismo 14 de modo que su segunda biela 126 esté posicionada una vez más

aproximadamente una biela por delante del segundo extremo 26 del primer mecanismo 12, según se muestra en el paso "d" de la figura 10. Después de que la segunda biela 126 está en la posición y orientación deseadas, se tira de los cables de gobierno con idéntica fuerza con el fin de colocar el segundo mecanismo 14 en el modo rígido, manteniendo así la posición y orientación del segundo mecanismo 14.

5 La fuerza de tracción del cable de tensado se libera entonces para colocar el primer mecanismo 12 de vuelta al modo flexible. Después de haber colocado de nuevo el primer mecanismo 12 en el modo flexible, se hace avanzar el primer mecanismo 12 de modo que su segunda biela 30 esté posicionada una vez más en sustancialmente la misma posición que el segundo extremo 122 del segundo mecanismo 14, según se muestra en el paso "e" de la figura 10. Después de que la segunda biela 30 del primer mecanismo 12 está en la posición y orientación deseadas, se tira fuerte del cable de tensado para colocar otra vez el primer mecanismo 12 en el modo rígido, manteniendo así la posición y orientación del primer mecanismo 12. La secuencia de movimiento general descrita anteriormente, puede repetirse cualquier número de veces, y la segunda biela 126 del segundo mecanismo 14 puede hacerse avanzar en cualquier dirección y orientación. Los expertos en la técnica apreciarán que puede utilizarse cualquier número de secuencias de movimiento con el dispositivo multibiela 10. Por ejemplo, según diversas realizaciones, puede hacerse avanzar el segundo mecanismo 14 cualquier número de bielas por delante del primer mecanismo 12.

Los tamaños de ejemplo descritos anteriormente son generalmente relativos entre ellos, y los expertos en la técnica apreciarán que el dispositivo multibiela 10 puede aumentarse o reducirse a escala. Por ejemplo, aunque el diámetro en la porción más grande de la biela intermedia 128 del dispositivo multibiela 10 es del orden de aproximadamente 9,65 milímetros para las realizaciones antes descritas, los expertos en la técnica apreciarán que, para otras realizaciones, la biela intermedia 128 puede reducirse a escala de tal manera que el diámetro en la porción más grande de la biela intermedia 128 del dispositivo multibiela 10 sea del orden de aproximadamente 1,0 milímetros. Para tales realizaciones, cada uno de los otros componentes del dispositivo multibiela 10 también se reducirían proporcionalmente a escala.

La combinación de la configuración única de las bielas respectivas 28, 30, 32 que comprende el primer mecanismo 12 y la configuración única de las bielas respectivas 124, 126, 128 que comprende el segundo mecanismo 14 proporciona al dispositivo multibiela 10 la capacidad de atravesar una trayectoria definida por la circunferencia de un círculo que tiene un radio relativamente pequeño. Por ejemplo, para los tamaños de ejemplo descritos anteriormente, el dispositivo multibiela 10 puede atravesar una trayectoria definida por la circunferencia de un círculo que tiene un radio del orden de aproximadamente 45 milímetros. Se muestra en la figura 11 un ejemplo del dispositivo multibiela 10 navegando por tales curvaturas estrechas. Para realizaciones, en las que la porción más grande de la biela intermedia 128 del dispositivo multibiela 10 es del orden de aproximadamente 1,0 milímetros, el dispositivo multibiela 10 puede atravesar una trayectoria definida por la circunferencia de un círculo que tenga un radio significativamente menor de 45 milímetros. Los expertos en la técnica apreciarán que la capacidad de navegar por tales curvaturas estrechas hace adecuado al dispositivo multibiela 10 para uso en una serie de intervenciones mínimamente invasivas, tanto en espacios lumbales como en espacios intracavidad.

La figura 12 ilustra diversas realizaciones de una porción de un dispositivo dirigible multibiela 10. El dispositivo 10 puede incluir uno o más miembros de refuerzo 302 en contacto con al menos una porción de una o más bielas intermedias respectivas 128 (biela intermedia exterior) del segundo mecanismo 14. Según diversas realizaciones, la primera biela 28 puede incluir uno o más miembros de refuerzo 302 en contacto con al menos una porción de la primera biela 28. Similarmente, la segunda biela 30 puede incluir uno o más miembros de refuerzo 302 en contacto con al menos una porción de la segunda biela 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 fabricarse de cualquier material adecuado. Por ejemplo, un miembro de refuerzo 302 puede fabricarse de un material termoplástico polímero, una malla, un entubado de contracción, un metal, una fibra, etc. Según diversas realizaciones, el miembro de refuerzo 302 puede fabricarse de un material que comprende una pluralidad de fibras que pueden laminarse o embutirse de cualquier otra manera dentro del material. Las fibras pueden alinearse de tal manera que permanezcan según una configuración sustancialmente circunferencial. En diversas realizaciones, la fibra puede incluir un vidrio, un nilón, etc.

El miembro de refuerzo 302 puede conectarse a una biela intermedia 128, una primera biela 28 y/o una segunda biela 30 de cualquier manera adecuada. Según diversas realizaciones, el miembro de refuerzo 302 puede ser un encajarse por presión en una primera superficie 170 de una biela intermedia 128 cerca de su primer extremo 160. Según diversas realizaciones, el miembro de refuerzo 302 puede formarse integral con la biela intermedia 128 próxima a su primer extremo 160. Según diversas realizaciones, el miembro de refuerzo puede encajarse por presión en una primera superficie 44 de la primera biela 28. El miembro de refuerzo puede formarse integral con la primera biela 28. Similarmente, el miembro de refuerzo 302 puede encajarse por presión en una superficie de la segunda biela 30. Alternativamente, el miembro de refuerzo 302 puede formarse integral con la segunda biela 30.

El miembro de refuerzo 302 puede ser de cualquier tamaño adecuado, y puede operar para reducir los esfuerzos

experimentados por una o más bielas cuando se aplican fuerzas a los cables.

En diversas realizaciones, un miembro de refuerzo 302 puede extenderse desde el primer extremo 160 de una biela intermedia 128 hacia el segundo extremo 162 de la biela intermedia 128. La altura de un miembro de refuerzo 302 y el área de superficie de la biela intermedia que está rodeada por el miembro de refuerzo 302 puede depender de uno o más del grosor del miembro de refuerzo 302 y del diámetro del dispositivo 10. Por ejemplo, un miembro de refuerzo 302 que tenga un cierto grosor puede rodear menos área de superficie de una biela intermedia 128 que un miembro de refuerzo 302 que tenga un grosor menor. En una realización, un miembro de refuerzo 302 puede rodear al menos un diez por ciento del área de superficie de una biela intermedia 128. Según diversas realizaciones, los miembros de refuerzo 302 de la primera biela 28 y/o de la segunda biela 30 pueden tener configuraciones similares.

Según diversas realizaciones, uno o más miembros de refuerzo 302 pueden interferir con el rango de movimiento de una articulación. Una articulación puede ser el punto en el que se encuentran dos bielas adyacentes. Como tal, el uno o más miembros de refuerzo 302 pueden limitar mecánicamente el rango de movimiento de una articulación. La figura 13 ilustra un límite mecánico de ejemplo según diversas realizaciones. Según se ilustra, el grosor 1300 de pared del miembro de refuerzo 302 puede mantenerse constante, mientras que el tramo longitudinal 1305 del miembro de refuerzo 302 puede aumentarse hasta el punto en el que el miembro de refuerzo 302 interfiera con el movimiento de la biela adyacente 1310.

Según se ilustra en la figura 14, puede lograrse un resultado similar aumentando el grosor 1400 de pared de un miembro de refuerzo 302, manteniendo constante al mismo tiempo el tramo longitudinal 1405 del miembro de refuerzo 302. Según se ilustra, el grosor 1400 de pared puede aumentarse hasta el punto en el que el miembro de refuerzo pueda interferir con el movimiento de las bielas adyacentes 1410.

Según diversas realizaciones, uno o más miembros de refuerzo 302 pueden limitar mecánicamente el rango de movimiento de una articulación aumentando tanto el grosor de pared del miembro de refuerzo como el tramo longitudinal del miembro de refuerzo 302.

Según 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 bielas intermedias respectivas 32 (biela intermedia interior) del primer mecanismo 12.

Según 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 bielas intermedias respectivas 128 (biela intermedia exterior) del segundo mecanismo 14 y las bielas intermedias respectivas 32 (biela intermedia interior) del primer mecanismo 12.

Aunque se han descrito en el presente documento varias realizaciones de la invención a modo de ejemplo, los expertos en la técnica apreciarán que pueden realizarse diversas modificaciones, alteraciones y adaptaciones en las realizaciones descritas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo multibiela dirigible (10) que comprende:
un primer mecanismo multibiela (12) que comprende:
una primera biela (28),
5 una pluralidad de bielas intermedias (32), en donde una primera de las bielas intermedias (32) está acoplada móvil con la primera biela (28), en donde la pluralidad de bielas intermedias (32) comprende una primera pluralidad de acanaladuras (70, 72, 74), en donde al menos una de las bielas intermedias (32) comprende un miembro de refuerzo (302), y
10 una segunda biela (30) acoplada móvil con una segunda de las bielas intermedias (32); **caracterizado** por que el dispositivo multibiela dirigible (10) comprende además
un segundo mecanismo multibiela (14) que comprende una pluralidad de bielas intermedias (128) que comprende una segunda pluralidad de acanaladuras (174, 176, 178), en donde el segundo mecanismo multibiela (14) rodea concéntricamente al primer mecanismo multibiela (12), y en donde la primera pluralidad de acanaladuras (70, 72, 74) y la segunda pluralidad de acanaladuras (174, 176, 178) cooperan para definir al menos una lumbrera de trabajo a lo largo de un tramo del dispositivo multibiela dirigible (10).
15
2. El dispositivo (10) según la reivindicación 1, en el que el miembro de refuerzo (302) rodea la al menos una de las bielas intermedias (32).
3. El dispositivo (10) según la reivindicación 1, en el que el miembro de refuerzo (302) es un miembro de refuerzo circunferencial.
20 4. El dispositivo (10) según la reivindicación 1, en el que el miembro de refuerzo (302) es un collar metálico.
5. El dispositivo (10) según la reivindicación 1, en el que el miembro de refuerzo (302) está configurado para limitar mecánicamente un rango de movimiento de una articulación asociada con la al menos una de las bielas intermedias (32) y una biela adyacente (1310, 1410).
6. El dispositivo (10) según la reivindicación 1, en el que el miembro de refuerzo (302) está compuesto por al menos uno de:
25 un material termoplástico polímero;
un metal;
una fibra; o
una malla.
30 7. El dispositivo (10) según la reivindicación 1, en el que al menos una de las bielas intermedias (128) del segundo mecanismo comprende un segundo miembro de refuerzo (302).
8. El dispositivo (10) según la reivindicación 7, en el que el segundo miembro de refuerzo (302) se extiende desde un primer extremo (160) hacia un segundo extremo (162) de la al menos una de las bielas intermedias (128).
9. El dispositivo (10) según la reivindicación 7, en el que el segundo miembro de refuerzo (302) rodea al menos un diez por ciento de un área de superficie de una primera superficie de la al menos una de las bielas intermedias (128).
35 10. El dispositivo (10) según la reivindicación 7, en el que el segundo miembro de refuerzo (302) está conectado a una superficie (170) de la al menos una de las bielas intermedias (128).
11. El dispositivo (10) según la reivindicación 7, en el que el segundo miembro de refuerzo (302) está formado integral con la al menos una de las bielas intermedias (128).
40 12. El dispositivo (10) según la reivindicación 7, en el que el segundo miembro de refuerzo (302) es un miembro de refuerzo circunferencial.
13. El dispositivo (10) según la reivindicación 7, en el que el segundo miembro de refuerzo (302) está compuesto por al menos uno de:
45 un material termoplástico polímero;

un metal;
una fibra; o
una malla.

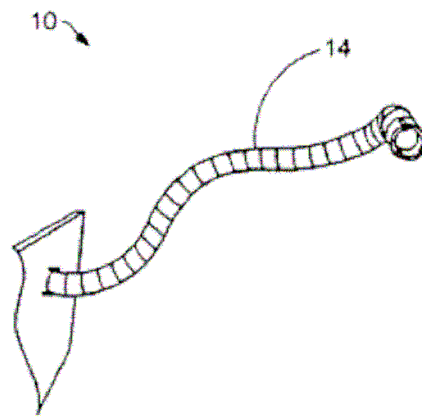


FIG. 1A

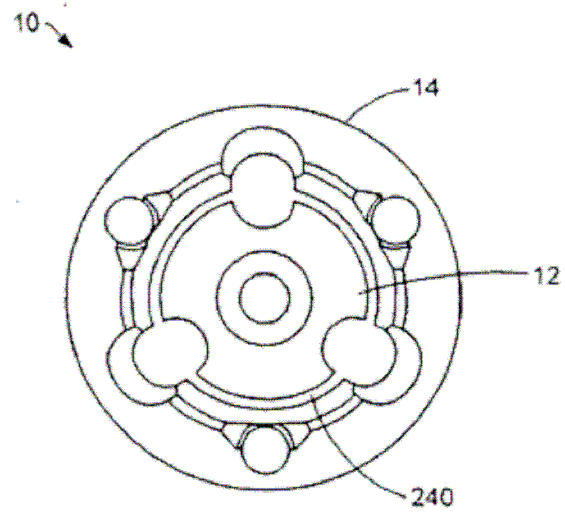


FIG. 1B

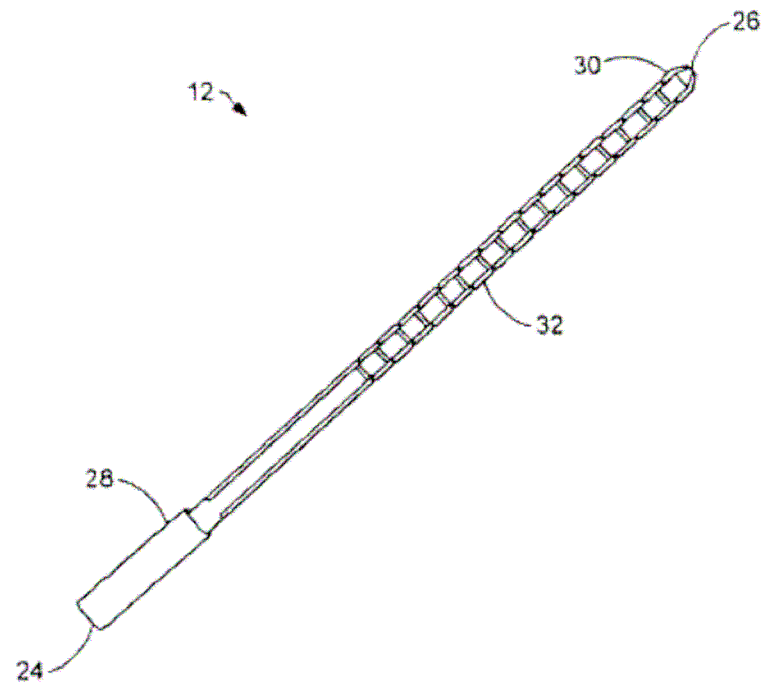


FIG. 2

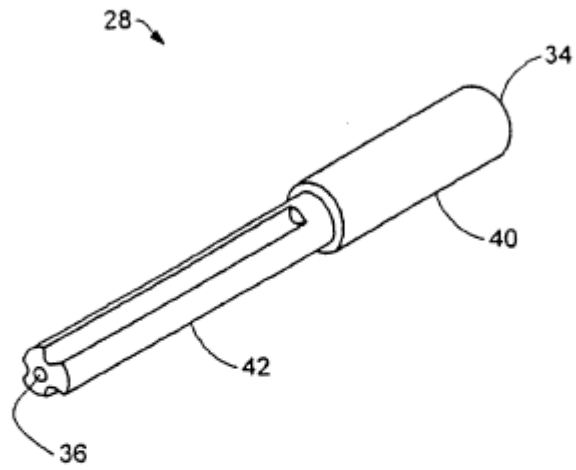


FIG. 3A

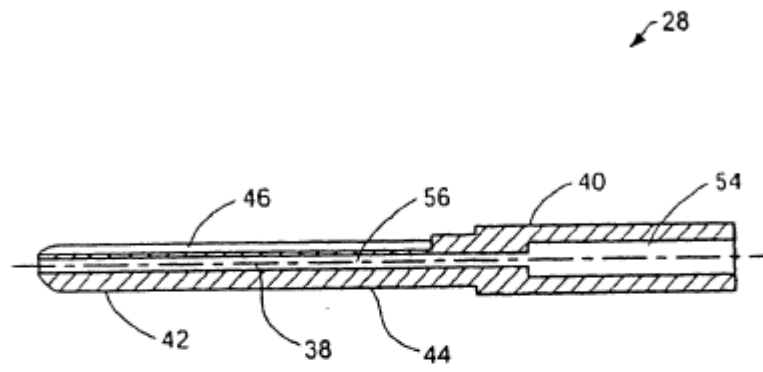


FIG. 3B

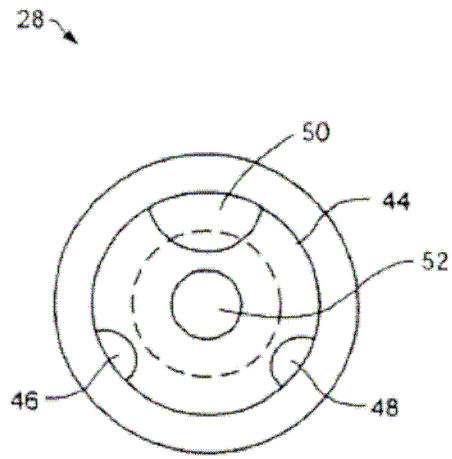


FIG. 3C

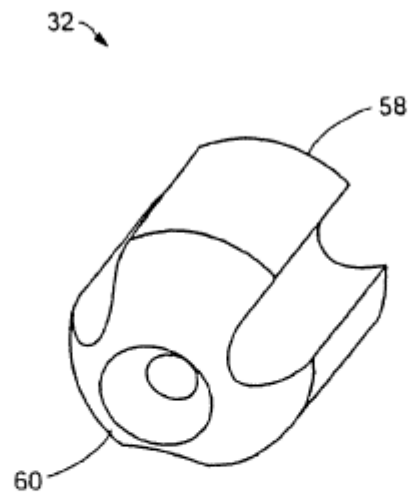


FIG. 4A

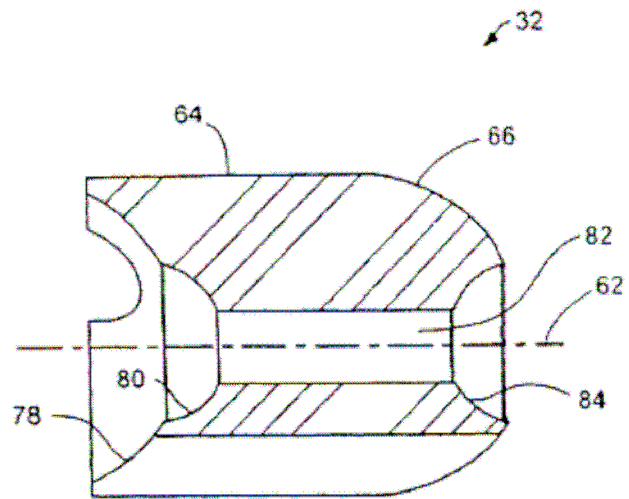


FIG. 4B

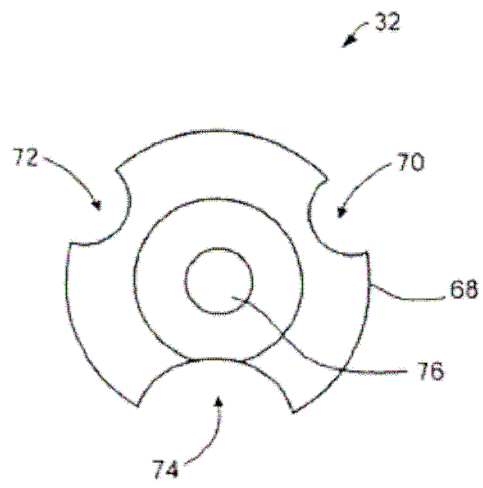


FIG. 4C

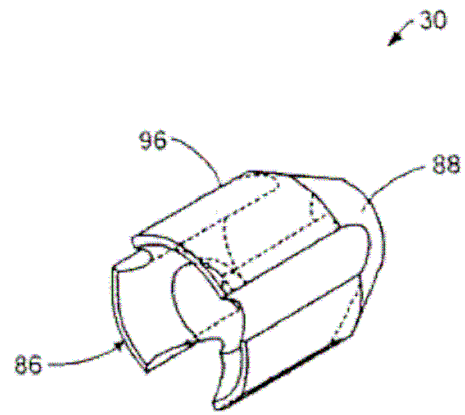


FIG. 5A

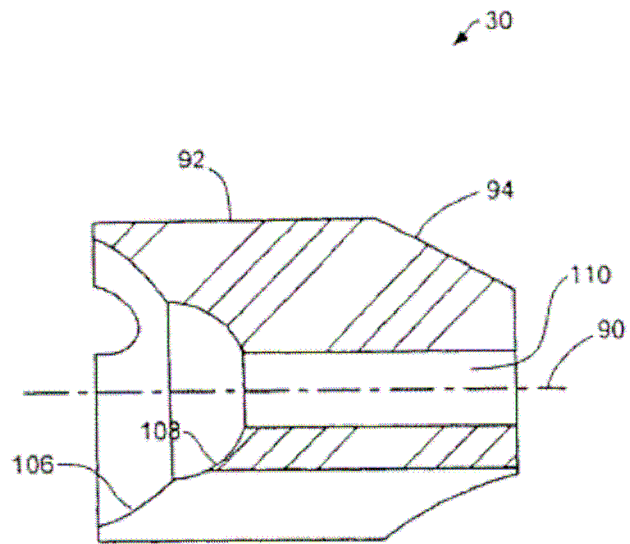


FIG. 5B

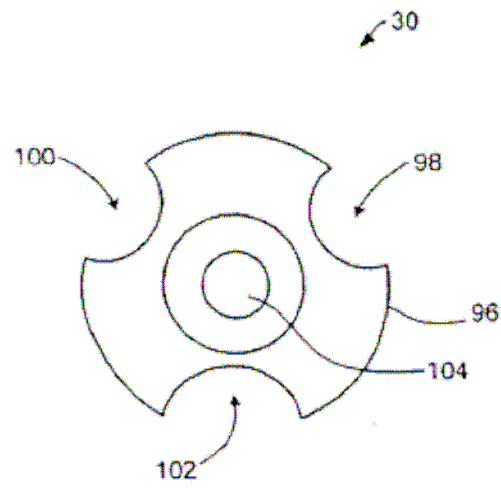


FIG. 5C

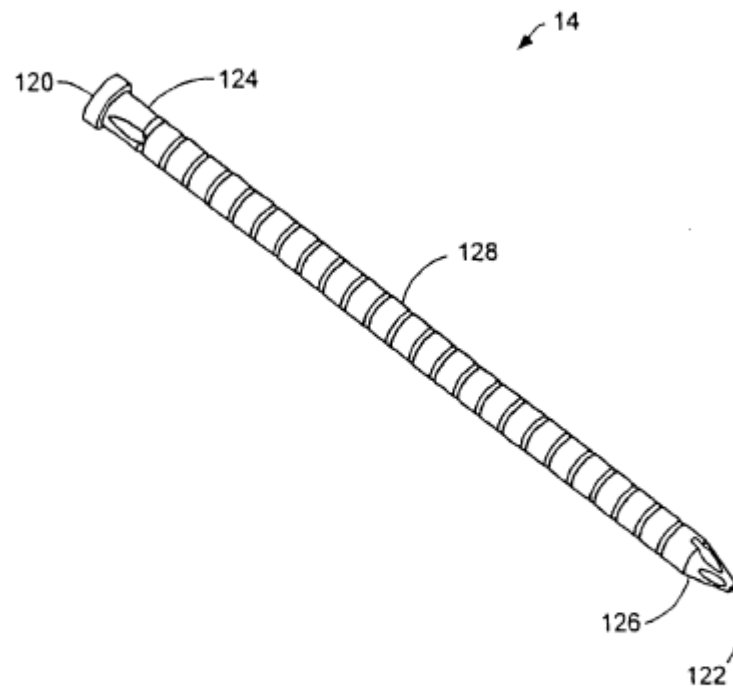


FIG. 6

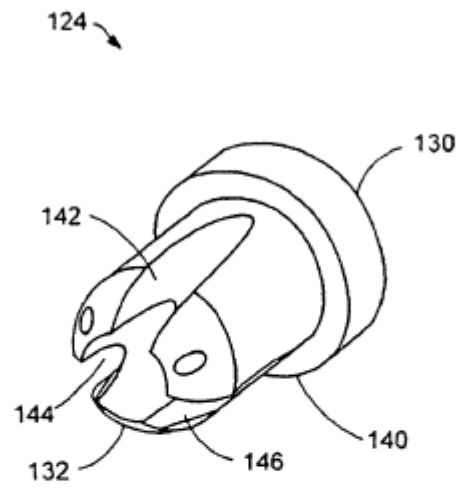


FIG. 7A

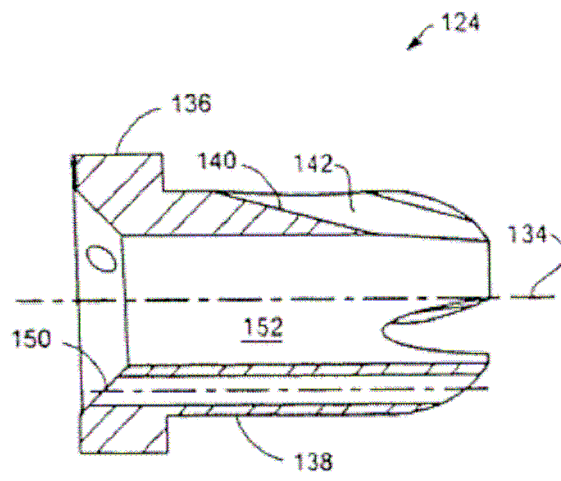


FIG. 7B

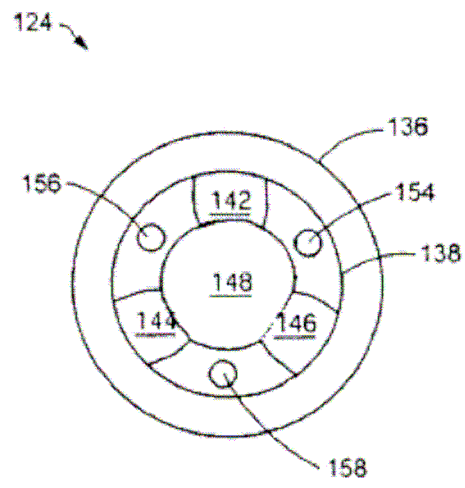


FIG. 7C

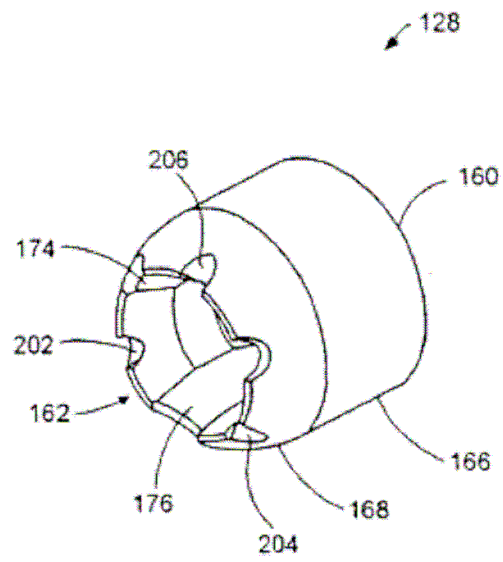


FIG. 8A

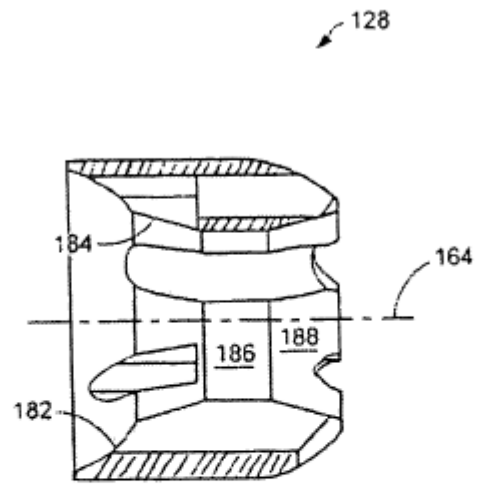


FIG. 8B

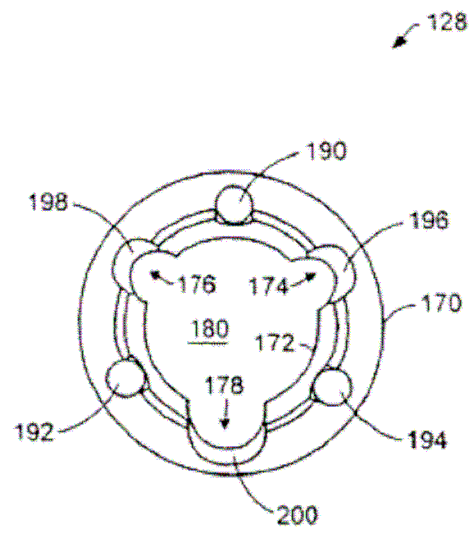


FIG. 8C

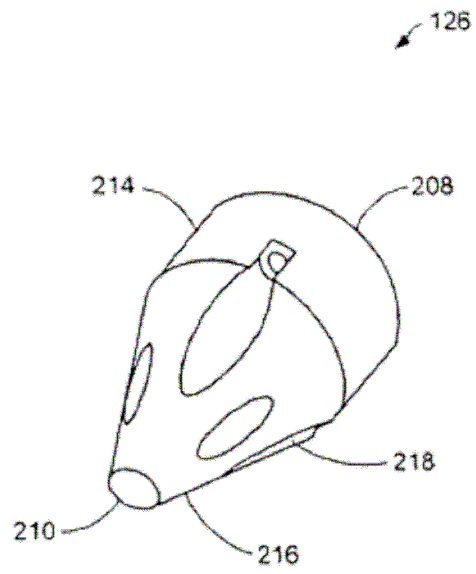


FIG. 9A

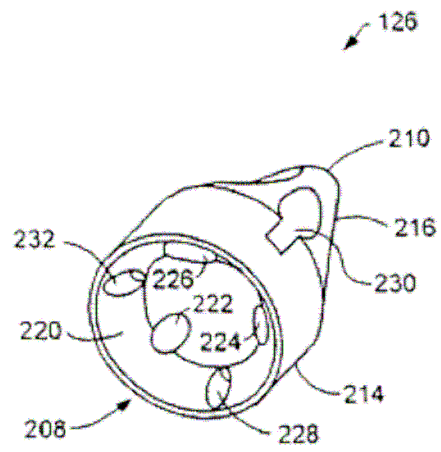


FIG. 9B

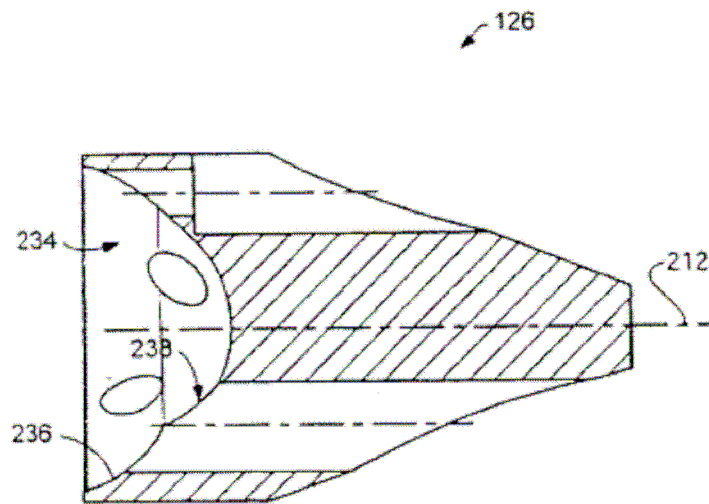


FIG. 9C

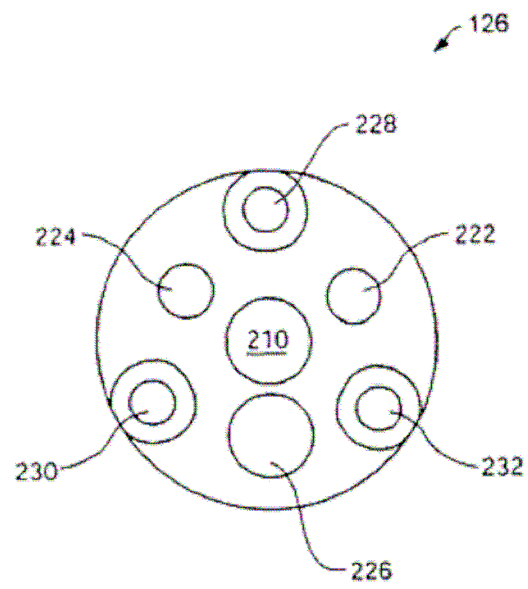


FIG. 9D

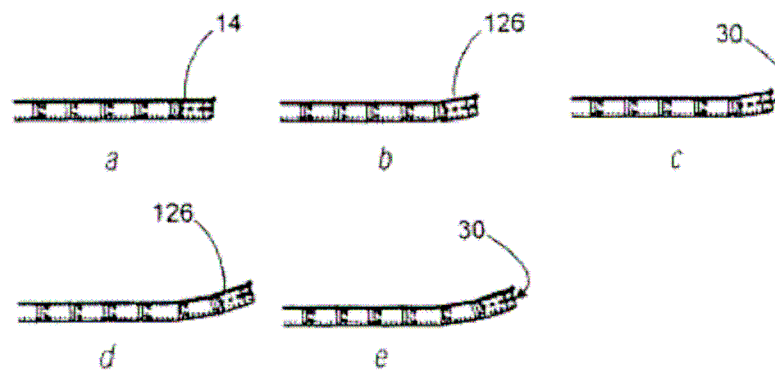


FIG. 10

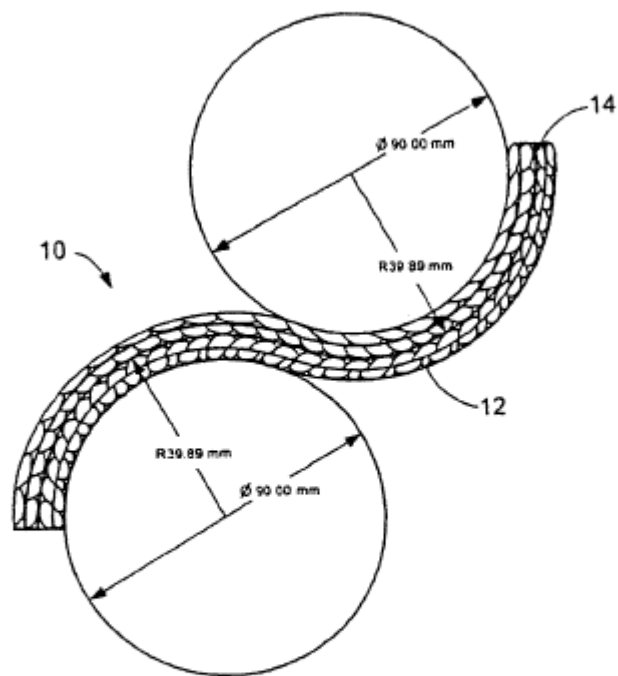


FIG. 11

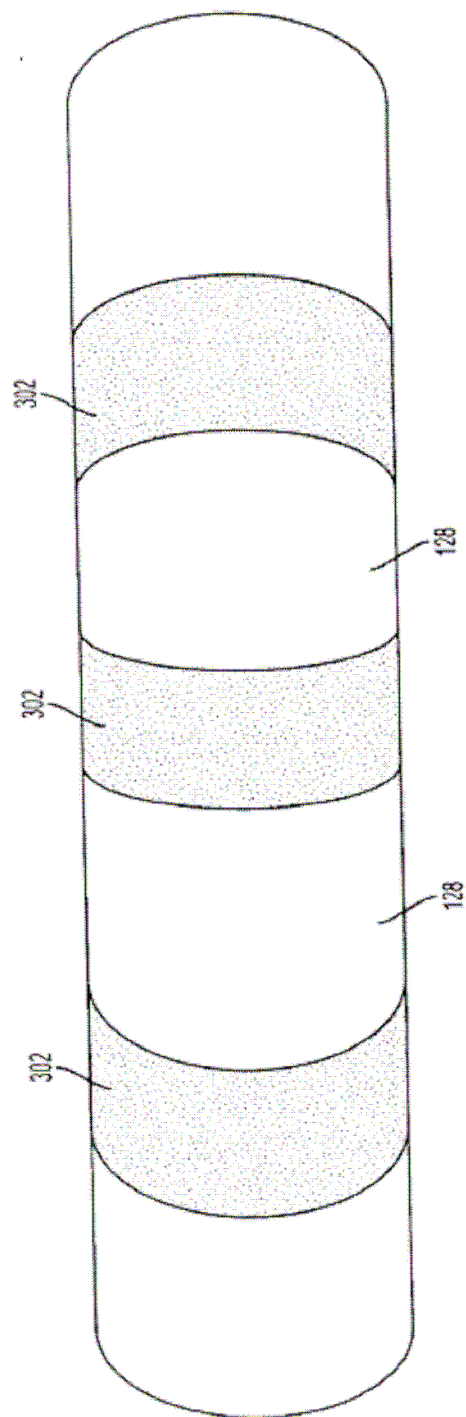


FIG. 12

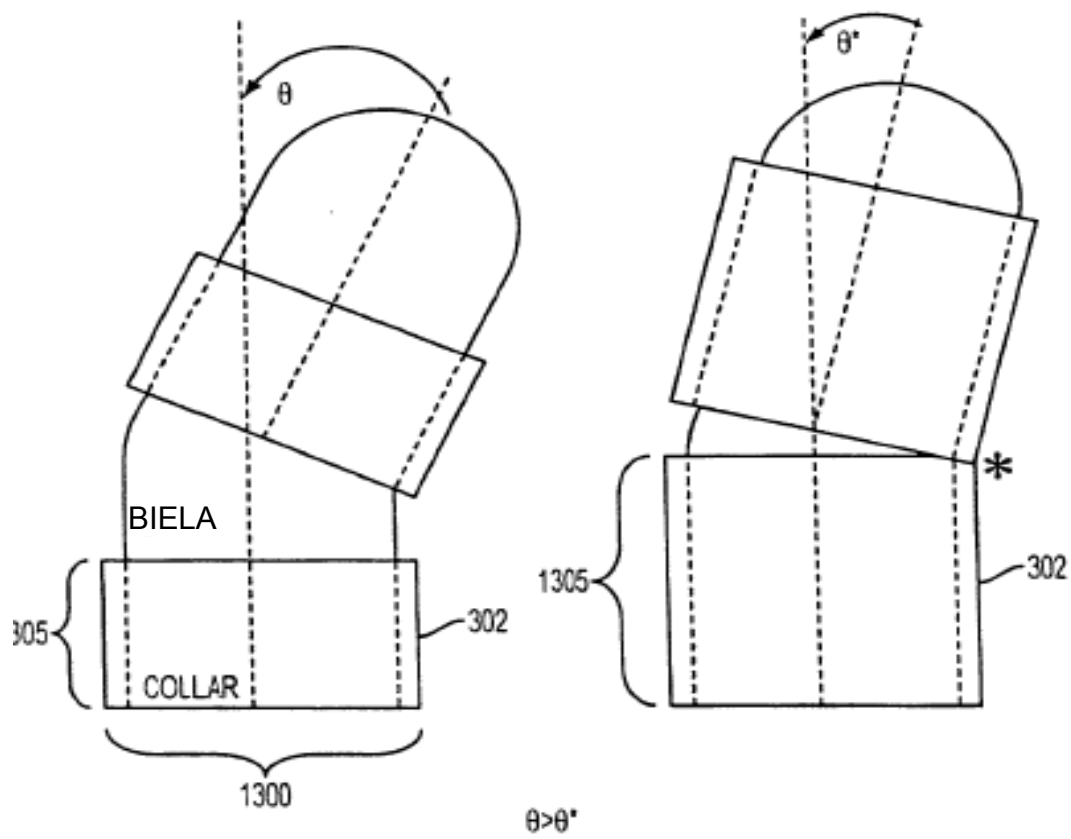


FIG. 13

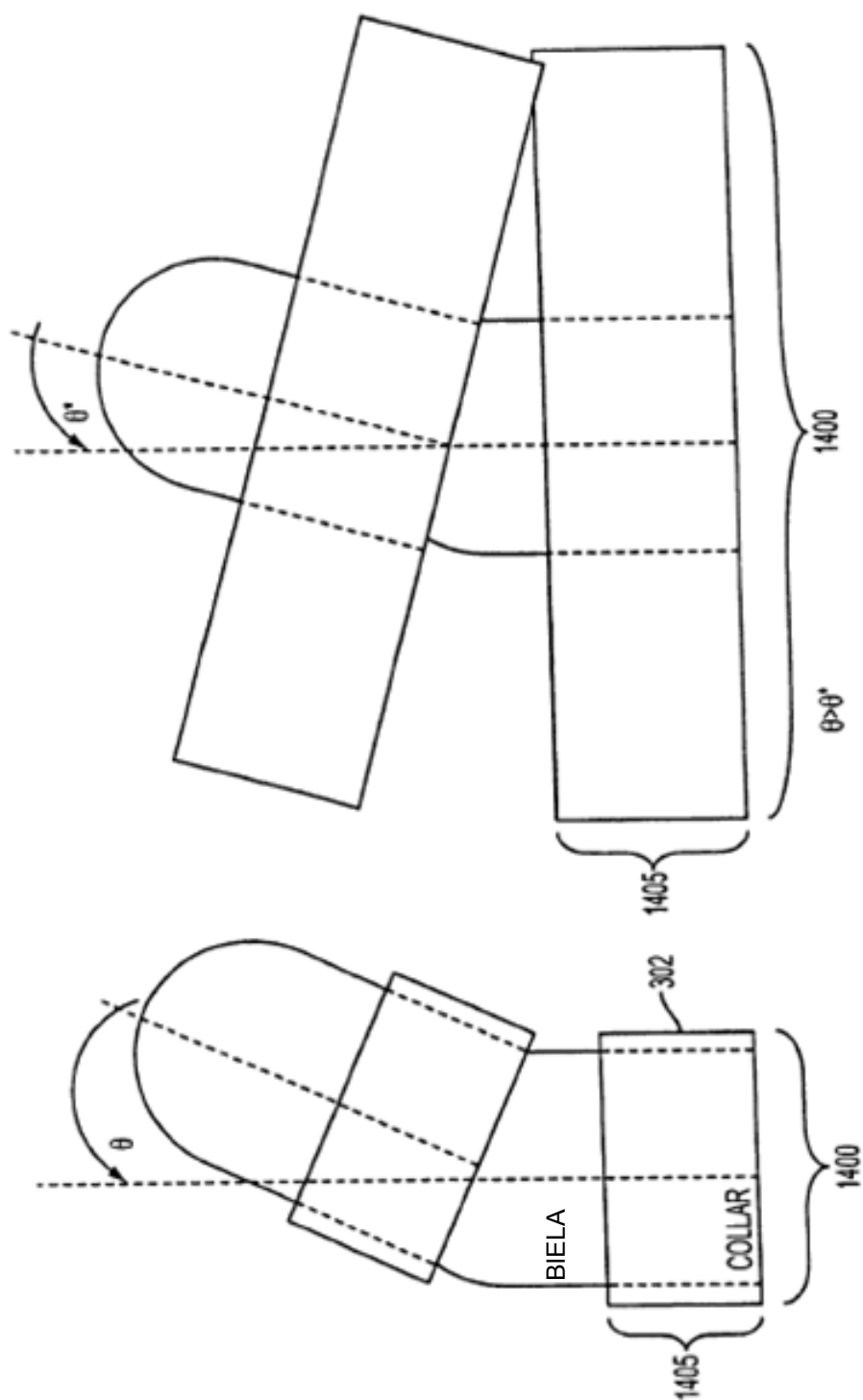


FIG. 14