

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 505**

51 Int. Cl.:

A61M 1/36 (2006.01)
A61B 18/14 (2006.01)
A61M 25/01 (2006.01)
A61N 2/06 (2006.01)
A61N 2/10 (2006.01)
A61B 17/11 (2006.01)
A61B 34/00 (2006.01)
A61B 17/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2014** **PCT/US2014/029731**
87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014** **WO14153229**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2014** **E 14770396 (1)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019** **EP 2968852**

54 Título: **Dispositivos para la formación de fístulas**

30 Prioridad:

14.03.2013 US 201361785509 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.02.2020

73 Titular/es:

TVA MEDICAL, INC. (100.0%)
IP Law Group, 7000 Bee Cave Road, Suite 250
Austin, TX 78746, US

72 Inventor/es:

PATE, THOMAS, DIFFLEY

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 743 505 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

Dispositivos para la formación de fístulas

5 CAMPO

La presente divulgación se refiere a dispositivos y procedimientos para formar una fístula.

10 Los dispositivos y procedimientos se pueden usar para formar una fístula entre dos vasos sanguíneos. Un dispositivo de la técnica anterior se describe en el documento US2012/302935 A1.

ANTECEDENTES

15 Una fístula es, en general, un conducto formado entre dos órganos internos. La formación de una fístula entre dos vasos sanguíneos puede tener una o más funciones beneficiosas. Por ejemplo, la formación de una fístula entre una arteria y una vena puede proporcionar acceso al sistema vascular para los pacientes en hemodiálisis. Específicamente, la formación de una fístula entre una arteria y una vena permite que la sangre circule rápidamente entre los vasos al tiempo que elude los capilares. En otros casos, se puede formar una fístula entre dos venas para formar una fístula venovenosa. Se puede usar dicha fístula venovenosa para ayudar a tratar la hipertensión venosa portal. En general, la formación de fístulas requiere la disección quirúrgica de una vena objetivo y el corte transversal y el movimiento de la vena para la anastomosis quirúrgica a la arteria. Por lo tanto, puede ser útil encontrar modos mejorados para formar una fístula entre dos vasos sanguíneos.

25 BREVE SUMARIO

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un sistema para crear una fístula entre dos vasos como se define por la reivindicación 1. Se exponen rasgos característicos opcionales en las reivindicaciones dependientes.

30 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 es una representación ilustrativa de una variación de un sistema descrito aquí que comprende un primer catéter y un segundo catéter.

35 Las FIGS. 2A-2B, 3A-3B y 4 son representaciones ilustrativas de variaciones de matrices magnéticas que tienen patrones de magnetización adecuados para su uso con los catéteres descritos aquí.

Las FIGS. 5A-5B son representaciones ilustrativas de una vista en perspectiva y una vista lateral en sección transversal, respectivamente, de una variación de un dispositivo de control magnético como se describe aquí.

40 Las FIGS. 6A-6B y 7-10 son representaciones ilustrativas de variaciones de matrices magnéticas que tienen patrones de magnetización adecuados para su uso con dispositivos de control magnéticos descritos aquí.

Las FIGS. 11A-11C son representaciones ilustrativas de un procedimiento de manipulación de uno o más catéteres usando uno o más imanes colocados externamente.

45

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

50 En general, aquí se describen sistemas, dispositivos y procedimientos para formar una fístula entre los vasos sanguíneos. La fístula puede ser, por ejemplo, una fístula arteriovenosa entre una arteria y una vena, o una fístula venovenosa entre dos venas. En general, para formar una fístula entre dos vasos sanguíneos, uno o más catéteres se pueden empujar de manera mínimamente invasiva a través del sistema vascular hasta un sitio de formación de fístulas objetivo. Típicamente, se puede colocar un catéter en cada uno de los dos vasos sanguíneos, de modo que un primer catéter se pueda posicionar en un primer vaso sanguíneo y un segundo catéter se pueda posicionar en un segundo vaso sanguíneo. En consecuencia, los sistemas descritos aquí pueden comprender un primer catéter y un segundo catéter.

60 Los primer y segundo catéteres pueden tener uno o más elementos magnéticos, que se pueden configurar para contribuir al posicionamiento y/o alineación de los catéteres. Por ejemplo, en algunos casos, el primer catéter puede comprender uno o más elementos magnéticos que pueden estar atraídos por uno o más elementos magnéticos del segundo catéter, que pueden actuar para aproximar los primer y segundo catéteres hacia sí. En algunas variaciones, los elementos magnéticos pueden tener patrones de magnetización de modo que la intensidad de un campo magnético generado por el elemento magnético sea mayor en un lado del imán que en un lado opuesto.

65 En algunas variaciones, los sistemas también pueden comprender un dispositivo de control magnético para aplicar una fuerza magnética a los primer y segundo catéteres usando un imán externo posicionado en el exterior del cuerpo. El dispositivo de control magnético puede comprender un elemento de control que puede ayudar a ajustar la

posición del imán externo de una manera controlada. En algunos casos, el imán externo puede tener un patrón de magnetización de modo que la intensidad del campo magnético generado por el imán externo sea mayor en un lado del imán que en un lado opuesto. Se debe apreciar que cada catéter puede tener o no la misma configuración de elementos, y que algunos catéteres pueden ser diferentes y/o complementarios a otros catéteres.

5

Dispositivos

Catéteres

10 Como se menciona anteriormente, los sistemas descritos aquí comprenden típicamente un primer catéter y un segundo catéter. Se puede usar cualquier catéter o catéteres adecuados con los sistemas descritos aquí para formar las fístulas usando los procedimientos descritos aquí. Por ejemplo, en algunas variaciones, el sistema puede comprender uno o más de los catéteres descritos en la solicitud de patente de EE. UU. con n.º de serie 13/298.169, presentada el 16 de noviembre de 2011 y titulada "DISPOSITIVOS Y PROCEDIMIENTOS PARA FORMAR UNA

15 FÍSTULA". En general, cada catéter puede tener un extremo proximal, un extremo distal y una parte intermedia que conecta los extremos proximal y distal. El extremo proximal puede comprender uno o más adaptadores o mangos, que se pueden utilizar para ayudar a contribuir a empujar, posicionar y/o controlar el catéter dentro del sistema vascular, y se pueden usar además para accionar uno o más componentes del catéter y/o introducir uno o más líquidos o sustancias en y/o a través del catéter. El catéter puede comprender uno o más elementos que pueden contribuir a la formación de fístulas. Por ejemplo, una o más partes (por ejemplo, el extremo distal y/o la parte intermedia) del catéter pueden comprender uno o más elementos, tales como imanes, que pueden ayudar a alinear el catéter con otro catéter posicionado en un vaso sanguíneo relacionado y/o ayudar a llevar a los catéteres a un acercamiento más próximo, como se describirá con más detalle a continuación. A medida que los catéteres se llevan a un acercamiento más próximo, los vasos sanguíneos dentro de los que se posicionan los catéteres se pueden llevar a un acercamiento más próximo, lo que puede contribuir a la formación de fístulas. Adicionalmente o de forma

20 25 alternativa, una o más partes (por ejemplo, el extremo distal y/o una parte intermedia) del catéter pueden comprender uno o más mecanismos para formar una fístula.

Los catéteres pueden comprender adicionalmente uno o más lúmenes o conductos que se extienden al menos parcialmente a lo largo o a través del catéter, y se pueden usar para hacer pasar uno o más cables guía, uno o más fármacos o líquidos (por ejemplo, agentes de contraste, líquidos de perfusión), combinaciones de los mismos, o similares, al menos parcialmente a lo largo o a través del catéter, pero no es necesario que comprendan estos lúmenes o conductos. La punta distal del catéter se puede configurar para contribuir a empujar el catéter y/o para que sea atraumático. En algunas variaciones, la punta puede comprender una o más partes de intercambio rápido u otros lúmenes para empujar el catéter sobre un cable guía. Todavía en otras variaciones, la parte de punta puede tener un cable guía acoplado a o de otro modo formado de forma integral con el catéter.

30 35

Adicionalmente, en algunas variaciones, los catéteres pueden comprender además uno o más elementos expandibles externos (por ejemplo, un globo, jaula expandible, malla o similares) que pueden ayudar a posicionar un catéter dentro de un vaso sanguíneo, pero no es necesario que comprendan uno o más elementos expandibles externos. Adicionalmente o de forma alternativa, el uno o más elementos expandibles pueden afectar a la circulación de sangre a través de uno o más vasos sanguíneos (por ejemplo, ocluyendo temporalmente la circulación sanguínea a través del vaso sanguíneo, dilatando una o más partes de un vaso sanguíneo, constriñendo una o más partes de un vaso sanguíneo o similares). En algunos casos, uno o más elementos expandibles pueden actuar para anclar temporalmente una parte del catéter en relación con un vaso sanguíneo. En variaciones donde el catéter comprende uno o más elementos que cambian de forma, como se describirá con más detalle a continuación, el uso de un elemento expandible para anclar temporalmente una parte del catéter en relación con un vaso sanguíneo puede contribuir a alterar la forma del catéter. Se debe apreciar que los catéteres descritos aquí pueden tener cualquier combinación de los elementos mencionados anteriormente.

40 45 50

La FIG. 1 muestra una variación ilustrativa de un sistema de catéteres que se puede usar para formar una fístula entre dos vasos. Como se muestra allí, el sistema puede comprender un primer catéter (101) y un segundo catéter (103). El primer catéter (101) puede comprender un cuerpo de catéter (105), uno o más elementos magnéticos (107) y un elemento formador de fístulas (109) que se puede activar para formar una fístula. En algunas variaciones, se puede empujar el elemento formador de fístulas (109) para que sobresalga fuera de una abertura (111) en el cuerpo de catéter (105). En algunas variaciones, el primer catéter (101) puede comprender un alojamiento (113), que puede ayudar a proteger otros componentes del primer catéter (101) durante la formación de fístulas. Por ejemplo, cuando el elemento formador de fístulas (109) comprende un electrodo configurado para ressecar tejido, el alojamiento (113) puede comprender uno o más materiales aislantes que pueden resguardar o de otro modo proteger uno o más componentes del primer catéter (101) del calor que se puede generar por electrodo durante su uso.

55 60

Como se muestra en la FIG. 1, el segundo catéter (103) también puede comprender un cuerpo de catéter (115) y uno o más elementos magnéticos (107). En variaciones donde el primer catéter (101) comprende un elemento formador de fístulas (109) configurado para que sobresalga fuera del cuerpo de catéter (105) del primer catéter (101), tal como la variación representada en la FIG. 1, el cuerpo de catéter (115) del segundo catéter (103) puede comprender un rebajo (117) en el mismo, que se puede configurar para recibir el elemento formador de fístulas (109)

65

a medida que pasa a través del tejido. En algunas de estas variaciones, el rebajo (117) se puede recubrir por un material aislante (no mostrado), que se puede configurar para proteger uno o más componentes del segundo catéter (103) del daño por el elemento formador de fistulas (109) (por ejemplo, el material aislante puede resguardar uno o más componentes del segundo catéter (103) del calor que se puede generar por el elemento formador de fistulas (109)). Aunque se muestra en la FIG. 1 como que tiene un rebajo (117), también se debe apreciar que en algunas variaciones el segundo catéter (103) puede no comprender un rebajo (117). En algunas variaciones, el segundo catéter puede comprender un elemento formador de fistulas (no mostrado) además de o en lugar del elemento formador de fistulas (109) del primer catéter (109), como se describirá con detalle a continuación.

10 Elementos formadores de fistulas

Como se menciona anteriormente, los catéteres descritos aquí pueden comprender uno o más elementos para formar una fistula. El elemento formador de fistulas puede comprender cualquier elemento que pueda formar una fistula entre dos vasos, tal como los elementos descritos en la solicitud de patente de EE. UU. con n.º de serie 13/298.169. Por ejemplo, el elemento formador de fistulas puede comprender uno o más mecanismos eléctricos (por ejemplo, electrodos o mecanismos de electrocauterización); uno o más mecanismos mecánicos (por ejemplo, hojas, bisturís, agujas o similares); uno o más dispositivos químicos (por ejemplo, dispositivos liberadores de enzimas); uno o más dispositivos de cauterización criogénica; uno o más dispositivos de resección con láser; y/o combinaciones de los mismos, y similares. Un catéter puede tener cualquier número adecuado (por ejemplo, cero, uno, dos, tres o cuatro o más) y una combinación de estos elementos formadores de fistulas. Los elementos formadores de fistulas se pueden localizar en o sobre cualquier parte adecuada del catéter (por ejemplo, el extremo distal, una parte intermedia o combinaciones de los mismos). En variaciones donde un catéter comprende dos o más elementos formadores de fistulas, se pueden usar múltiples elementos formadores de fistulas para crear múltiples fistulas, simultánea o bien secuencialmente. En otras variaciones, múltiples elementos formadores de fistulas pueden interactuar para formar una única fistula.

En variaciones donde se usa un sistema que comprende múltiples catéteres para crear una fistula entre dos vasos sanguíneos, cada catéter puede comprender un elemento formador de fistulas, pero no es necesario. De hecho, en algunas de estas variaciones, solo un catéter puede comprender un elemento formador de fistulas. En algunos de estos casos, el otro catéter todavía puede ayudar a alinear los catéteres y/o acercar los vasos sanguíneos, pero puede no contribuir directamente a la extirpación del tejido. En variaciones donde múltiples catéteres comprenden cada uno un elemento formador de fistulas, los catéteres pueden tener elementos formadores de fistulas complementarios. Por ejemplo, en variaciones donde dos o más catéteres comprenden electrodos, un catéter puede comprender un electrodo que actúa como un electrodo activo, mientras que otro catéter puede comprender un electrodo que actúa como un electrodo pasivo o de conexión a tierra.

En algunas variaciones de los catéteres descritos aquí, un catéter puede comprender uno o más electrodos para su uso en la formación de una fistula. Cuando un elemento formador de fistulas comprende un electrodo, se puede usar para resecar o de otro modo extirpar el tejido en contacto con el electrodo para formar la fistula. Si un elemento formador de fistulas comprende un electrodo, el electrodo se puede configurar como se describe en la solicitud de patente de EE. UU. con n.º de serie 13/298.169.

En el modo de realización mostrado en la FIG. 1, el elemento formador de fistulas (109) del primer catéter (101) puede comprender un electrodo. El electrodo se puede mover selectivamente desde una posición en la que el electrodo se retiene o de otro modo mantiene en el cuerpo de catéter (105) a una posición en la que el electrodo se extiende lejos del cuerpo de catéter (105) (por ejemplo, a través de la abertura (111)), y el electrodo también se puede mover selectivamente de vuelta a una posición retraída/de perfil bajo (la misma posición o bien una diferente que la posición retraída previa) tras de la resección de tejido. Esto puede permitir que el electrodo se mantenga en una configuración de perfil bajo durante el posicionamiento del catéter. En algunas variaciones, el electrodo se puede desviar hacia una posición extendida cuando no está de otro modo impedido por el cuerpo de catéter (105).

Elementos magnéticos

Como se menciona anteriormente, los primer y segundo catéteres de los sistemas descritos aquí pueden comprender uno o más elementos magnéticos. En general, los elementos magnéticos se pueden configurar para que estén atraídos por uno o más campos magnéticos (por ejemplo, producidos por uno o más elementos magnéticos de otro catéter, producidos por uno o más imanes posicionados externamente al cuerpo). El elemento o elementos magnéticos pueden ayudar a alinear o de otro modo reposicionar los catéteres cuando se colocan en el sistema vascular. En algunos casos, un sistema puede comprender primer y segundo catéteres, teniendo cada uno uno o más elementos magnéticos, de modo que los elementos magnéticos del primer catéter puedan estar atraídos por los elementos magnéticos del segundo catéter para llevar a los catéteres a un acercamiento más próximo. Adicionalmente o de forma alternativa, se puede posicionar uno o más elementos magnéticos externos en el exterior del cuerpo, y pueden atraer al uno o más elementos magnéticos de los primer y/o segundo catéteres para ayudar a reposicionar los primer y/o segundo catéteres, como se describirá con más detalle a continuación. En otros casos, uno o más elementos magnéticos puede ayudar a garantizar que uno o más catéteres estén en alineación axial o rotacional apropiada en relación con otro catéter o catéteres, tal como se describe con más detalle en la solicitud de

patente de EE. UU. con n.º de serie 13/298.169, lo que puede facilitar la alineación de uno o más elementos formadores de fístulas en relación con un sitio de formación de fístulas objetivo.

5 Cuando los catéteres descritos aquí comprenden un elemento magnético, se debe apreciar que el elemento magnético se puede configurar para generar un campo magnético, pero no es necesario. Por ejemplo, en algunas variaciones, un catéter puede tener un elemento magnético formado a partir de uno o más materiales ferromagnéticos configurados para magnetizarse temporalmente cuando se exponen a un campo magnético. En estas variaciones, cuando el elemento magnético se coloca en un campo magnético (tal como el producido por un elemento magnético de otro catéter), la magnetización temporal puede proporcionar una fuerza de atracción al catéter para mover o reposicionar el catéter. Los ejemplos de materiales ferromagnéticos adecuados que se pueden magnetizar temporalmente son, pero no se limitan a, cobalto, gadolinio, hierro, níquel, aleaciones de estos metales con o sin otros metales, tales como alnico, compuestos químicos tales como ferritas y/o una combinación de cualquiera de estos metales o sus aleaciones.

15 En los casos donde el elemento magnético está configurado para generar un campo magnético, el elemento magnético puede comprender un imán permanente o un electroimán. Cuando un elemento magnético comprende un imán permanente, el imán puede estar fabricado de cualquier material adecuado que pueda generar un campo magnético. En algunos casos, los elementos magnéticos pueden ser imanes permanentes fabricados de materiales ferromagnéticos. Por ejemplo, en algunas variaciones, los elementos magnéticos pueden comprender uno o más imanes de tierras raras (por ejemplo, imanes de samario-cobalto o imanes de neodimio), y/o cobalto, gadolinio, hierro, níquel, aleaciones de estos metales con o sin otros metales, tales como alnico, compuestos químicos tales como ferritas y/o una combinación de cualquiera de estos metales o sus aleaciones. Cuando un elemento magnético comprende un electroimán, el electroimán se puede activar selectivamente para producir un campo magnético. Por ejemplo, cuando uno o más catéteres de los sistemas descritos aquí comprenden uno o más electroimanes, los electroimanes se pueden activar antes de la formación de fístulas para llevar a los vasos sanguíneos dentro de los que se localizan los catéteres a un acercamiento más próximo; pueden permanecer activados durante la formación de fístulas para mantener a los vasos en un acercamiento más próximo durante el procedimiento de formación de fístulas; y, a continuación, se pueden desactivar después de que se complete el procedimiento de formación de fístulas. Cuando un catéter comprende múltiples elementos magnéticos basados en electroimanes, estos elementos magnéticos se pueden activar independientemente o se pueden activar como un grupo.

35 Cuando los sistemas descritos aquí comprenden un primer catéter y un segundo catéter, comprendiendo cada uno uno o más elementos magnéticos, cada catéter puede comprender cualquier combinación de imanes permanentes, elementos ferromagnéticos o electroimanes. Por ejemplo, en algunas variaciones, el primer catéter puede incluir solo imanes permanentes. En estas variaciones, el segundo catéter puede incluir solo imanes permanentes, solo elementos ferromagnéticos, solo electroimanes, o una mezcla de algunos o todos de estos elementos. En otras variaciones, el primer catéter puede incluir solo elementos ferromagnéticos. Nuevamente, el segundo catéter puede incluir solo imanes permanentes, solo elementos ferromagnéticos, solo electroimanes, o una mezcla de algunos o todos de estos elementos. Todavía en otras variaciones, el primer catéter puede incluir imanes permanentes y elementos ferromagnéticos. En estas variaciones, el segundo catéter puede incluir solo imanes permanentes, elementos ferromagnéticos, solo electroimanes, o una mezcla de algunos o todos de estos elementos.

45 Cuando los catéteres de los sistemas descritos aquí comprenden uno o más elementos magnéticos, cada catéter puede comprender cualquier número de elementos magnéticos individuales (por ejemplo, uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete u ocho o más, etc.). En variaciones donde un catéter comprende una pluralidad de elementos magnéticos, estos elementos magnéticos se pueden agrupar en una o más matrices. Los elementos o matrices magnéticos se pueden localizar en el interior o en el exterior de un cuerpo de catéter o ambos. Los elementos o matrices magnéticos se pueden posicionar en cualquier lugar a lo largo de la longitud del catéter. En algunas variaciones donde el sistema comprende un primer catéter que tiene un elemento formador de fístulas (tal como el primer catéter (101) mostrado en la FIG. 1), el primer catéter puede comprender uno o más elementos o matrices magnéticos proximales a un elemento formador de fístulas. Adicionalmente o de forma alternativa, el primer catéter puede comprender uno o más elementos o matrices magnéticos distales a un elemento formador de fístulas. En algunas variaciones en las que un sistema comprende un segundo catéter que comprende un elemento formador de fístulas, el segundo catéter puede comprender uno o más elementos o matrices magnéticos proximales al elemento formador de fístulas. Adicionalmente o de forma alternativa, cuando el segundo catéter comprende un elemento formador de fístulas, el segundo catéter puede comprender uno o más elementos o matrices magnéticos distales al elemento formador de fístulas. En variaciones donde tanto el primer como el segundo catéteres comprenden uno o más elementos o matrices magnéticos, cada elemento o matriz magnético en el primer catéter se puede configurar para alinearse con uno o más elementos o matrices magnéticos en un segundo catéter. Cada elemento magnético se puede fijar en o sobre un catéter mediante cualquier procedimiento adecuado. Por ejemplo, en algunas variaciones, uno o más elementos magnéticos pueden estar encajados en, adheridos a o ajustados con fricción dentro de un catéter.

65 Cada elemento magnético incluido en los catéteres descritos aquí puede tener cualquier tamaño y forma adecuados. Por ejemplo, cada elemento magnético puede ser cilíndrico, semicilíndrico, con forma de tubo, con forma de caja, plano, esférico o similares. En general, las dimensiones de los elementos magnéticos se pueden restringir por el

tamaño de los catéteres que portan los elementos magnéticos, que, a su vez, se pueden restringir por las dimensiones anatómicas de los vasos a través de los que se pueden empujar los catéteres descritos aquí. Por ejemplo, si el catéter se va a empujar a través de un vaso sanguíneo que tiene un diámetro interno de aproximadamente 3 mm, puede ser deseable configurar cualquier elemento magnético para que tenga un diámetro externo de menos de aproximadamente 3 mm para reducir el riesgo de lesiones en las paredes del vaso durante el empuje y la manipulación del catéter. Cada elemento magnético puede tener cualquier longitud adecuada (por ejemplo, aproximadamente 5 mm, aproximadamente 10 mm, aproximadamente 15 mm, aproximadamente 20 mm o similares), aunque se debe apreciar que en algunos casos los imanes más largos pueden limitar la flexibilidad del catéter para maniobrar a través del tejido.

Como se menciona anteriormente, cuando dos catéteres comprenden cada uno uno o más elementos magnéticos, los elementos magnéticos de los catéteres pueden producir una fuerza de atracción entre los catéteres que puede actuar para aproximar los catéteres en un acercamiento más próximo. Una vez que se han posicionado los primer y segundo catéteres, la fuerza de atracción también puede actuar para mantener el posicionamiento relativo entre los catéteres. Cuando los primer y segundo catéteres se colocan en vasos sanguíneos respectivos, el tejido posicionado entre los vasos sanguíneos puede limitar la capacidad de los primer y segundo catéteres de llevarse hacia sí. En consecuencia, puede ser deseable maximizar la fuerza de atracción entre los primer y segundo catéteres para ayudar a los primer y segundo catéteres a desplazar el tejido entre los vasos sanguíneos.

En algunas variaciones, para incrementar la fuerza de atracción entre dos catéteres, puede ser deseable focalizar la intensidad de un campo magnético generado por un elemento magnético o matriz de elementos magnéticos. En algunos casos, puede ser deseable focalizar el campo magnético producido por un elemento magnético o una matriz de elementos magnéticos de modo que la intensidad del campo magnético sea mayor en un lado del imán que la intensidad del campo magnético producido en un lado opuesto del imán. En otras palabras, estos elementos magnéticos concentrados localmente pueden tener una distribución de flujo magnético que sea mayor en un lado del elemento magnético que en un lado opuesto del elemento magnético. En algunas variaciones, se pueden configurar uno o más elementos magnéticos para tener una distribución de flujo sustancialmente unilateral. En estas variaciones, se puede configurar el uno o más elementos magnéticos de modo que los elementos magnéticos produzcan un campo magnético en un primer lado de los elementos magnéticos, pero no produzcan un campo magnético significativo en un segundo lado de los elementos magnéticos. En consecuencia, la distribución de flujo de los elementos magnéticos se limita al primer lado de los elementos magnéticos, también conocida como una disposición de "flujo unilateral". Aunque una disposición de flujo unilateral idealmente no produce ninguna distribución de flujo en el segundo lado de los elementos magnéticos, se debe apreciar que, en la práctica, una disposición de flujo unilateral puede producir un campo de dispersión insignificante en el segundo lado de los elementos magnéticos (por ejemplo, debido a imperfecciones en el procedimiento de mecanizado o debido al ensamblaje de elementos magnéticos de forma individual). Cuando uno o más elementos magnéticos están configurados como una disposición de flujo unilateral, la intensidad del campo magnético producido en el primer lado de los elementos magnéticos puede ser el doble de la intensidad de un campo magnético producido por un imán estándar de un tamaño, forma y construcción similares. En otras variaciones, se pueden configurar uno o más elementos magnéticos para producir un campo magnético que sea más intenso en un primer lado de los elementos magnéticos que en un segundo lado de los elementos magnéticos opuesto al primer lado de los elementos magnéticos, pero en menor medida que una disposición unilateral. Por ejemplo, en algunas variaciones, se pueden configurar uno o más elementos magnéticos para generar un campo magnético que tenga una distribución de flujo en un primer lado de los elementos magnéticos que sea aproximadamente 1,5 veces más que la distribución de flujo en un segundo lado de los elementos magnéticos, aproximadamente 2 veces más que la distribución de flujo en un segundo lado de los elementos magnéticos, aproximadamente 3 veces más que la distribución de flujo en un segundo lado de los elementos magnéticos, aproximadamente 5 veces más que la distribución de flujo en un segundo lado de los elementos magnéticos o similares.

En general, para crear un campo magnético focalizado como se describe inmediata y anteriormente, un catéter puede comprender uno o más imanes que tengan un patrón de magnetización, tal como una matriz Halbach, configurado para generar el campo magnético deseado. En general, el uno o más imanes pueden comprender una matriz de regiones, donde cada región tenga una polaridad específica. El sentido de la polaridad de cada región respectiva se puede disponer selectivamente para producir un patrón de polaridades magnéticas, que puede alterar el campo magnético global producido por la matriz. La matriz se puede formar a partir de uno o múltiples imanes discretos, como se explicará con más detalle a continuación.

La FIG. 2A representa una variación de un par de matrices magnéticas que se pueden configurar para producir campos magnéticos focalizados. Se muestran una primera matriz magnética (201) y una segunda matriz magnética (203). La primera matriz magnética (201) se puede configurar para producir un campo magnético (no mostrado) que sea más intenso en un primer lado (es decir, el lado derecho de la matriz como se representa en la FIG. 2A) de la matriz que en un segundo lado opuesto (es decir, el lado izquierdo de la matriz como se representa en la FIG. 2A) de la matriz. La segunda matriz magnética (203) se puede configurar para producir un campo magnético (no mostrado) que sea más intenso en un primer lado (es decir, el lado izquierdo de la matriz como se representa en la FIG. 2A) de la matriz que en un segundo lado opuesto (es decir, el lado derecho de la matriz como se representa en la FIG. 2A) de la matriz. Cuando la primera matriz magnética (201) y la segunda matriz magnética (203) se

posicionan de modo que el primer lado de la primera matriz magnética (201) esté orientado hacia el primer lado de la segunda matriz magnética (203) (tal como se muestra en la FIG. 2A), el campo magnético producido por la primera matriz magnética (201) puede atraer a la segunda matriz magnética (203) hacia la primera matriz magnética (201), mientras que el campo magnético producido por la segunda matriz magnética (203), a su vez, puede atraer a la primera matriz magnética (201) hacia la segunda matriz magnética (203). Debido a que los campos producidos por estas matrices magnéticas están localizados, la fuerza de atracción proporcionada por las matrices puede ser mayor que la producida por otros imanes de tamaños similares.

En general, cada una de las matrices magnéticas (201) y (203) se dividen en una pluralidad de regiones (215), en las que cada región tiene una polaridad magnética (representada mediante flechas (213)). El sentido de las polaridades de las regiones (215) puede cambiar de una región a la siguiente de acuerdo con un patrón de magnetización. Por ejemplo, en la variación de la primera matriz magnética (201) representada en la FIG. 2A, la primera matriz magnética (201) puede tener un extremo proximal (205) y un extremo distal (209), y puede tener un patrón de magnetización en el que la polaridad de cada región se gire 90 grados en sentido horario desde la polaridad de una región inmediatamente precedente cuando se observa el patrón de magnetización en un sentido de proximal a distal. Las cuatro regiones (215a), (215b), (215c) y (215d) de la primera matriz magnética (201) que tienen polaridades respectivas (213a), (213b), (213c) y (213d) están marcadas en la FIG. 2A para ayudar a ilustrar este patrón. Como se muestra allí, la región (215a) tiene una polaridad (213a) en un primer sentido (por ejemplo, a la izquierda, como se muestra en la FIG. 2A). La región (215b), la siguiente región distal a la región (215a), tiene una polaridad (213b) en un sentido que se gira 90 grados en sentido horario en relación con la polaridad (213a) de la región (215a) (por ejemplo, hacia el extremo distal (209) como se representa en la FIG. 2A). De forma similar, la región (215c), la siguiente región distal a la región (215b), tiene una polaridad (213c) en un sentido que se gira 90 grados en sentido horario en relación con la polaridad (213b) de la región (215b) (por ejemplo, hacia la derecha como se representa en la FIG. 2A). Finalmente, la región (215d), la siguiente región distal a la región (215c), tiene una polaridad (213d) en un sentido que se gira 90 grados en sentido horario en relación con la polaridad (213c) de la región (215c) (por ejemplo, hacia el extremo proximal (205) como se representa en la FIG. 2A). Este patrón se puede continuar a lo largo de la longitud de la primera matriz magnética (201). En la primera matriz magnética (201) mostrada en la FIG. 2A, cada región (215) puede producir un campo magnético, pero las polaridades alternas entre regiones adyacentes pueden anular al menos parcialmente el campo magnético producido en el lado izquierdo de la matriz magnética (201) al tiempo que aumentan el campo magnético producido en el lado derecho de la matriz magnética (201). Se debe apreciar que las matrices magnéticas descritas aquí que tienen patrones de magnetización pueden tener cualquier número adecuado de regiones (por ejemplo, dos o más regiones, tres o más regiones, cuatro o más regiones, cinco o más regiones, diez o más regiones o similares).

De forma similar, en la variación de la segunda matriz magnética (203) representada en la FIG. 2A, la segunda matriz magnética (203) puede tener un extremo proximal (207) y un extremo distal (211), y puede tener un patrón de magnetización en el que la polaridad de cada región se gire 90 grados desde la polaridad de una región inmediatamente precedente cuando se observa el patrón de magnetización en un sentido de proximal a distal. En la segunda matriz magnética (203), la polaridad de cada región se gira 90 grados en sentido antihorario desde una región inmediatamente precedente, en lugar de en sentido horario como en la primera matriz magnética (201). En estos casos, cada región (215) puede producir nuevamente un campo magnético, pero las polaridades alternas entre regiones adyacentes pueden anular al menos parcialmente el campo magnético producido en el lado derecho de la matriz magnética (203) al tiempo que aumentan el campo magnético producido en el lado izquierdo de la matriz magnética (203).

Aunque las primera y segunda matrices magnéticas (201) y (203) se muestran en la FIG. 2A como que tienen regiones que tienen cada una una longitud igual al ancho de la región, se debe apreciar que en algunas o todas de las regiones de las matrices magnéticas descritas aquí se puede tener una longitud que sea diferente al ancho de la región. Por ejemplo, en algunas variaciones, algunas o todas de las regiones de una matriz magnética pueden tener longitudes mayores que sus anchos. En otras variaciones, algunas o todas de las regiones de una matriz magnética pueden tener longitudes más cortas que sus anchos. Adicionalmente, aunque que cada una de las regiones (215) de las primera y segunda matrices magnéticas (201) y (203) se muestran en la FIG. 2A como que tienen la misma longitud, se debe apreciar que diferentes regiones pueden tener diferentes longitudes.

Las matrices magnéticas descritas aquí que tienen patrones de magnetización que se pueden formar a partir de uno o más imanes. Por ejemplo, en algunas variaciones, una matriz magnética puede comprender un único imán. En estas variaciones, se puede magnetizar el imán de modo que tenga distintas regiones con diferentes polaridades. Por ejemplo, en algunos casos, la primera matriz magnética (201) y/o la segunda matriz magnética (203) se pueden formar a partir de un único imán, de modo que cada región del imán se magnetice con una polarización específica. En otras variaciones, una matriz magnética puede comprender una pluralidad de imanes. En estas variaciones, cada región de la matriz se puede formar a partir de un único imán o a partir de múltiples imanes. Por ejemplo, la FIG. 2B muestra una parte de una primera matriz magnética (221) y una segunda matriz magnética (223). La primera matriz magnética (221) se muestra como que tiene una primera región (225), una segunda región (227) y una tercera región (229), en la que cada región tiene una polaridad (representada mediante flechas (237)) que se gira 90 grados en sentido horario en relación con la de la región inmediatamente precedente cuando se observa el patrón de magnetización en un sentido de proximal a distal, similar al patrón de magnetización de la primera matriz magnética

(201) descrita anteriormente con respecto a la FIG. 2A. De forma similar, la segunda matriz magnética (223) se muestra como que tiene una primera región (231), una segunda región (233) y una tercera región (235), en la que cada región tiene una polaridad que se gira 90 grados en sentido antihorario en relación con la de la región inmediatamente precedente cuando se observa el patrón de magnetización en un sentido de proximal a distal, similar al patrón de magnetización de la segunda matriz magnética (203) descrita anteriormente con respecto a la FIG. 2A. Como se muestra en la FIG. 2B, las primera y tercera regiones (225) y (229) de la primera matriz magnética (221) se pueden formar cada una a partir de un único imán, aunque la segunda región (227) se puede formar a partir de una pluralidad de imanes individuales (por ejemplo, tres imanes, que están designados en la FIG. 2B como (227a), (227b) y (227c)). De forma similar, las primera y tercera regiones (231) y (235) de la segunda matriz magnética (223) se pueden formar cada una a partir de un único imán, mientras que la segunda región (233) se puede formar a partir de una pluralidad de imanes individuales (por ejemplo, tres imanes, que están designados en la FIG. 2B como (233a), (233b) y (233c)). Aunque las segundas regiones (227) y (233) se muestran como que cada una comprende tres imanes, una región individual puede estar compuesta por cualquier número adecuado de imanes (por ejemplo, uno, dos, tres o cuatro o más imanes).

En los patrones de magnetización representados en las FIGS. 2A y 2B anteriores, la polarización de cada región se muestra como que es paralela o perpendicular a un eje longitudinal de la matriz magnética. Se debe apreciar, sin embargo, que en algunas variaciones, las polaridades de las regiones dentro de un patrón de magnetización se pueden encontrar en cualquier ángulo adecuado. Por ejemplo, en algunas variaciones, una matriz magnética puede comprender una pluralidad de regiones donde cada región tiene una polaridad que se gira 90 grados en relación con una región inmediatamente precedente, y en la que la polaridad de cada región tiene un ángulo de 45 grados en relación con el eje longitudinal de la matriz magnética. Adicionalmente, aunque las matrices magnéticas descritas anteriormente tienen patrones de magnetización en los que cada región tiene una polaridad que se gira 90 grados en relación con la polaridad de una región inmediatamente precedente, se debe apreciar que el ángulo entre regiones adyacentes puede ser de cualquier valor adecuado. Por ejemplo, en algunas variaciones, una o más matrices magnéticas pueden tener un patrón de magnetización en el que haya un giro de 30 grados entre las polaridades de regiones adyacentes. La FIG. 3A muestra una de dichas variaciones de un par de matrices magnéticas. Se muestran una primera matriz magnética (301) que tiene un extremo proximal (305) y una extremidad distal (309) y una segunda matriz magnética (303) que tiene un extremo proximal (307) y un extremo distal (311). Cada una de las matrices puede comprender una pluralidad de regiones (315), teniendo cada una una polaridad (indicada mediante flechas (313)). La primera matriz magnética (301) puede tener un patrón de magnetización en el que la polaridad de cada región se gira 30 grados en sentido horario desde la polaridad de una región inmediatamente precedente cuando se observa el patrón de magnetización en un sentido de proximal a distal. Cada región (315) de la primera matriz magnética (301) puede producir un campo magnético, pero las polaridades giratorias entre regiones adyacentes pueden anular al menos parcialmente el campo magnético producido en el lado izquierdo de la matriz magnética (301) al tiempo que aumentan el campo magnético producido en el lado derecho de la matriz magnética (301). De forma similar, la segunda matriz magnética (303) puede tener un patrón de magnetización en el que la polaridad de cada región se gira 30 grados en sentido antihorario desde la polaridad de una región inmediatamente precedente cuando se observa el patrón de magnetización en un sentido de proximal a distal. Cada región (315) de la segunda matriz magnética (303) puede producir un campo magnético, pero las polaridades giratorias entre regiones adyacentes pueden anular al menos parcialmente el campo magnético producido en el lado derecho de la matriz magnética (303) al tiempo que aumentan el campo magnético producido en el lado izquierdo de la matriz magnética (303). Como se menciona anteriormente, las matrices magnéticas se pueden formar a partir de un único imán (por ejemplo, una sola pieza de material) que puede tener diferentes regiones del imán con diferentes polaridades como se analiza anteriormente. En estas variaciones, se puede lograr la polaridad de las regiones individuales sometiendo el imán a un patrón de campo magnético complejo para establecer el patrón magnético de las matrices magnéticas.

Por ejemplo, en otras variaciones, una o más matrices magnéticas pueden tener un patrón de magnetización en el que haya un giro de 15 grados entre las polaridades de regiones adyacentes. La FIG. 3B muestra una de dichas variaciones de un par de matrices magnéticas. Se muestran una primera matriz magnética (321) que tiene un extremo proximal (325) y una extremidad distal (329) y una segunda matriz magnética (323) que tiene un extremo proximal (327) y un extremo distal (331). Cada una de las matrices puede comprender una pluralidad de regiones (335), teniendo cada una una polaridad (indicada mediante flechas (333)). La primera matriz magnética (321) puede tener un patrón de magnetización en el que la polaridad de cada región se gira 15 grados en sentido horario desde la polaridad de una región inmediatamente precedente cuando se observa el patrón de magnetización en un sentido de proximal a distal. Cada región (335) de la primera matriz magnética (321) puede producir un campo magnético, pero las polaridades giratorias entre regiones adyacentes pueden anular al menos parcialmente el campo magnético producido en el lado izquierdo de la matriz magnética (321) al tiempo que aumentan el campo magnético producido en el lado derecho de la matriz magnética (321). De forma similar, la segunda matriz magnética (323) puede tener un patrón de magnetización en el que la polaridad de cada región se gira 15 grados en sentido antihorario desde la polaridad de una región inmediatamente precedente cuando se observa el patrón de magnetización en un sentido de proximal a distal. Cada región (335) de la segunda matriz magnética (323) puede producir un campo magnético, pero las polaridades giratorias entre regiones adyacentes pueden anular al menos parcialmente el campo magnético producido en el lado derecho de la matriz magnética (323) al tiempo que aumentan el campo magnético producido en el lado izquierdo de la matriz magnética (323).

Todavía en otras variaciones, una o más matrices magnéticas pueden tener un patrón de magnetización en el que haya un giro de 45 grados entre las polaridades de regiones adyacentes. La FIG. 4 muestra una de dichas variaciones de un par de matrices magnéticas. Se muestran una primera matriz magnética (401) que tiene un extremo proximal (405) y una extremidad distal (409) y una segunda matriz magnética (403) que tiene un extremo proximal (407) y un extremo distal (411). Cada una de las matrices puede comprender una pluralidad de regiones (415), teniendo cada una una polaridad (indicada mediante flechas (413)). La primera matriz magnética (401) puede tener un patrón de magnetización en el que la polaridad de cada región se gira 45 grados en sentido horario desde la polaridad de una región inmediatamente precedente cuando se observa el patrón de magnetización en un sentido de proximal a distal. Cada región (415) de la primera matriz magnética (401) puede producir un campo magnético, pero las polaridades giratorias entre regiones adyacentes pueden anular al menos parcialmente el campo magnético producido en el lado izquierdo de la matriz magnética (401) al tiempo que aumentan el campo magnético producido en el lado derecho de la matriz magnética (401). De forma similar, la segunda matriz magnética (403) puede tener un patrón de magnetización en el que la polaridad de cada región se gira 45 grados en sentido antihorario desde la polaridad de una región inmediatamente precedente cuando se observa el patrón de magnetización en un sentido de proximal a distal. Cada región (415) de la segunda matriz magnética (403) puede producir un campo magnético, pero las polaridades giratorias entre regiones adyacentes pueden anular al menos parcialmente el campo magnético producido en el lado derecho de la matriz magnética (403) al tiempo que aumentan el campo magnético producido en el lado izquierdo de la matriz magnética (403). Como se menciona anteriormente, las matrices magnéticas mostradas en la FIG. 4 se pueden formar cada una a partir de un único imán o a partir de una pluralidad de elementos magnéticos individuales.

La capacidad de generar campos magnéticos concentrados localmente puede permitir que los catéteres descritos aquí incrementen la fuerza de atracción entre los catéteres cuando se restringe de otro modo el tamaño de los catéteres (y los elementos magnéticos de los mismos). Debido a que los elementos magnéticos de los catéteres descritos se pueden empujar dentro del cuerpo, la anatomía del paciente puede imponer restricciones a las dimensiones de los catéteres y los elementos magnéticos, tal como se analiza. En consecuencia, una matriz magnética que genera un campo magnético local puede ayudar a maximizar la fuerza de atracción entre dos catéteres, lo que puede permitir que los catéteres superen la deformación y/o la resistencia adicionales (por ejemplo, mediante el tejido entre los vasos) para ayudar a llevar a los catéteres a una yuxtaposición.

Se debe apreciar que aunque las matrices magnéticas analizadas anteriormente con respecto a las FIGS. 2A-2B, 3A-3B y 4 se han descrito como pares, un sistema de catéteres puede utilizar cualquier combinación de matrices magnéticas como se describe aquí. Por ejemplo, cuando los sistemas descritos aquí comprenden un primer catéter y un segundo catéter, bien el primer y/o el segundo catéter pueden tener uno o más elementos magnéticos que producen un campo magnético concentrado localmente. Por ejemplo, en algunas variaciones, un primer catéter de un sistema puede comprender uno o más elementos magnéticos que producen un campo magnético concentrado localmente. El primer catéter puede incluir cualquiera de las matrices magnéticas analizadas anteriormente con respecto a las FIGS. 2A-2B, 3A-3B y 4. El segundo catéter también puede comprender uno o más elementos magnéticos que producen un campo magnético concentrado localmente, pero no es necesario. En variaciones donde cada uno de los primer y segundo catéteres incluye uno o más elementos magnéticos que producen un campo magnético concentrado localmente, los catéteres pueden comprender cualquier combinación de las matrices magnéticas descritas anteriormente con respecto a las FIGS. 2A-2B, 3A-3B y 4. Por ejemplo, en algunas variaciones, el primer catéter puede comprender una primera matriz magnética que tenga un patrón de magnetización que tenga un primer ángulo entre las polaridades de regiones adyacentes, y el segundo catéter puede comprender una segunda matriz magnética que tenga un segundo ángulo entre las polaridades de regiones adyacentes. En algunas variaciones, el primer ángulo de la primera matriz magnética puede ser un giro en sentido horario entre regiones adyacentes en un sentido de proximal a distal, mientras que el segundo ángulo de la segunda matriz magnética puede ser un giro en sentido antihorario entre regiones adyacentes en un sentido de proximal a distal. En otras variaciones, tanto el primer ángulo de la primera matriz magnética como el segundo ángulo de la segunda matriz magnética pueden ser un giro en sentido horario (o ambos pueden ser un giro en sentido antihorario) entre regiones adyacentes en un sentido de proximal a distal. El primer ángulo y segundo ángulo pueden ser de cualquier valor adecuado, tal como se describe con más detalle anteriormente, y el primer ángulo puede ser el mismo que o diferente al segundo ángulo.

Dispositivo de control magnético

En otro modo de realización, los sistemas descritos pueden comprender un dispositivo de control magnético. Este dispositivo de control magnético se puede posicionar externamente al cuerpo, y puede proporcionar una o más fuerzas magnéticas a uno o más catéteres posicionados en el cuerpo. En general, el dispositivo de control magnético puede comprender un imán configurado para incrementar la fuerza de atracción entre dos catéteres para ayudar a llevar a los catéteres hacia sí.

Las FIGS. 5A y 5B muestran un modo de realización de un dispositivo de control magnético como se describe aquí. La FIG. 5A y 5B representan una vista en perspectiva y una vista en perspectiva en sección transversal, respectivamente, del dispositivo de control magnético (501). Como se muestra allí, el dispositivo de control

magnético (501) puede comprender un alojamiento (503) que tiene una superficie de contacto distal (505), un imán (507) movable en relación con el alojamiento (503) y un elemento de control (509) para manipular el imán (507). En algunas variaciones, el dispositivo de control magnético (501) puede comprender un resorte (521) u otra estructura configurada para desviar el imán (507) hacia una posición específica, como se describirá con más detalle a continuación, pero no es necesario.

En general, el imán (507) del dispositivo de control magnético (501) puede estar alojado al menos parcialmente dentro del alojamiento (503). El imán (507) puede ser movable en relación con el alojamiento (503) (como se describirá más adelante) y se puede configurar para incrementar la fuerza de atracción entre dos catéteres que se pueden posicionar en el cuerpo cuando el imán (507) se posiciona cerca de los catéteres. Debido a que el imán (507) está configurado para posicionarse externamente al cuerpo, el imán (507) puede no estar sujeto a las mismas restricciones de tamaño que los elementos magnéticos de los catéteres descritos aquí.

El imán (507) del dispositivo de control magnético puede incluir una disposición de uno o más imanes individuales, que se pueden configurar para generar cualquier campo magnético adecuado. Por ejemplo, las FIGS. 6A-6B y 7-10 ilustran variaciones de disposiciones magnéticas que pueden ser adecuadas para su uso con los dispositivos de control magnéticos descritos aquí. La FIG. 6A muestra una variación en la que una disposición magnética (607) puede comprender un primer elemento magnético (609) posicionado en un primer lado de una línea central (610) y un segundo elemento magnético (611) posicionado en el otro lado de la línea central (610) y acoplado al primer elemento magnético (609) de modo que la polaridad (indicada mediante la flecha (615)) del primer elemento magnético (609) sea opuesta a la polaridad (indicada mediante la flecha (617)) del segundo elemento magnético (611). La disposición magnética (607) puede crear un campo magnético (representado en la FIG. 6A mediante líneas de campo (619)), que se puede configurar para aproximar los elementos magnéticos a la línea central (610) de la disposición magnética (607).

Por ejemplo, cuando un primer catéter (601) y un segundo catéter (603) se posicionan en el cuerpo por debajo de la superficie de la piel (representada en la FIG. 6A como la línea (613)), la disposición magnética (607) se puede posicionar cerca de la piel (613) de modo que la línea central (610) pase entre el primer catéter (601) y el segundo catéter (603). Por ejemplo, cuando los primer y segundo catéteres se posicionan en un plano sustancialmente paralelo a la piel (613), esto puede incluir posicionar la disposición magnética (607) de modo que la línea central (610) sea sustancialmente perpendicular a la piel (613). Los primer y segundo catéteres (601) y (603) pueden comprender cada uno uno o más elementos magnéticos (no mostrados), que pueden responder al campo magnético producido por la disposición magnética (607). Por ejemplo, en algunas variaciones, los primer y segundo catéteres (601) y (603) incluyen elementos magnéticos, teniendo cada uno una polaridad (indicada en las FIGS. 6A mediante flechas (616)), de modo que el campo magnético producido por la disposición magnética (607) pueda aproximar de cada uno de los primer y segundo catéteres (601) y (603) a la línea central (610). Puesto que la línea central se posiciona entre los primer y segundo catéteres, esto puede mover los catéteres hacia sí para llevarlos a un acercamiento más próximo.

Cada uno del primer elemento magnético (609) y el segundo elemento magnético (611) se puede formar a partir de uno o más imanes individuales. Por ejemplo, en la variación de la disposición magnética (607) representada en la FIG. 6A, el primer elemento magnético (609) se puede formar a partir de un único imán y el segundo elemento magnético (611) se puede formar a partir de un único imán. En otras variaciones, uno o más de los elementos magnéticos se pueden formar a partir de múltiples imanes individuales. Por ejemplo, la FIG. 6B representa una variación de la matriz magnética (607) de la FIG. 2A, excepto porque el primer elemento magnético (609) se forma a partir de tres imanes individuales (designados como (609a), (609b) y (609c)) y el segundo elemento magnético (611) se forma a partir de tres imanes individuales (designados como (611a), (611b), (611c)). Aunque cada uno de los primer y segundo elementos magnéticos se muestra en la FIG. 2B como que está formado a partir de tres imanes individuales, se debe apreciar que los elementos magnéticos se pueden formar a partir de cualquier número adecuado de imanes individuales (por ejemplo, uno, dos, tres o cuatro o más imanes).

La matriz magnética (607) puede tener cualquier dimensión adecuada. Por ejemplo, la matriz de imanes puede tener cualquier altura adecuada, tal como, por ejemplo, entre aproximadamente 5 mm y aproximadamente 25 mm, entre aproximadamente 10 mm y aproximadamente 20 mm o similares. De forma similar, la matriz puede tener cualquier ancho adecuado, tal como, por ejemplo, entre aproximadamente 5 mm y 35 mm, entre aproximadamente 8 mm y 28 mm, entre aproximadamente 10 mm y aproximadamente 20 mm o similares. La matriz puede tener además cualquier profundidad adecuada, tal como, por ejemplo, entre aproximadamente 5 mm y aproximadamente 40 mm, aproximadamente 8 mm y aproximadamente 28 mm, entre aproximadamente 10 mm y aproximadamente 20 mm o similares. Aunque la variación de la matriz magnética (607) mostrada en la FIG. 6A tiene una altura que es mayor que su ancho, en algunos casos, el ancho del imán (607) puede ser mayor que o igual a su altura.

En otros modos de realización, la matriz magnética puede tener un patrón de magnetización que puede generar un campo magnético concentrado localmente en un lado de la matriz. Por ejemplo, la FIG. 7 ilustra una matriz magnética (707) que comprende una línea central (710) y un patrón de magnetización con tres regiones. Específicamente, la matriz magnética (707) puede comprender tres regiones (707a), (707b), (707c), donde la polaridad (indicada en la FIG. 7 mediante flechas (708)) de cada región en la matriz magnética (707) se gira noventa

grados en relación con regiones adyacentes. En la variación de la matriz magnética (707) mostrada en la FIG. 7, la polaridad de la región izquierda (707a) puede estar en un primer sentido (por ejemplo, paralelo a la línea central (710)), la polaridad de la región en el centro (707b) se puede girar noventa grados en sentido horario desde la de la región izquierda (707a) (por ejemplo, en un sentido perpendicular a la línea central (710)), y la polaridad de la región derecha (707c) se puede girar noventa grados en sentido horario desde la de la región en el centro (707b) (por ejemplo, en un sentido paralelo a la línea central (710), pero opuesto al primer sentido). En estas variaciones, la matriz magnética (707) puede producir un campo magnético más intenso en un lado de la matriz magnética (707) (por ejemplo, el lado inferior de la matriz (707) como se muestra en la FIG. 7) que en un lado opuesto de la matriz (707) (por ejemplo, el lado superior de la matriz (707) como se muestra en la FIG. 7). El campo magnético creado por la matriz magnética (707) se puede configurar para aproximar los elementos magnéticos a la línea central (710) de la matriz magnética (707).

Por ejemplo, cuando un primer catéter (701) y un segundo catéter (703) se posicionan en el cuerpo por debajo de la superficie de la piel (representada en la FIG. 7 como la línea (713)), la disposición magnética se puede posicionar cerca de la piel (713) de modo que la línea central (710) pase entre el primer catéter (701) y el segundo catéter (703). Por ejemplo, cuando los primer y segundo catéteres se posicionan en un plano sustancialmente paralelo a la piel (713), esto puede incluir posicionar la disposición magnética (707) de modo que la línea central sea sustancialmente perpendicular a la piel (713). Los primer y segundo catéteres (701) y (703) pueden comprender cada uno uno o más elementos magnéticos (no mostrados), que pueden responder al campo magnético producido por la disposición magnética (707). Por ejemplo, en algunas variaciones, los primer y segundo catéteres (701) y (703) incluyen elementos magnéticos, teniendo cada uno una polaridad (indicada en la FIG. 7 mediante flechas (716)), de modo que el campo magnético producido por la disposición magnética (707) pueda aproximar de cada uno de los primer y segundo catéteres (701) y (703) a la línea central (710). Puesto que la línea central se posiciona entre los primer y segundo catéteres, esto puede mover los catéteres hacia sí para llevarlos a un acercamiento más próximo. La matriz magnética (707) puede tener cualquier dimensión adecuada, tal como las descritas anteriormente con respecto a la matriz magnética (607) de las FIGS. 6A y 6B.

En la matriz magnética (707) mostrada en la FIG. 7, la matriz magnética se puede formar a partir de uno o más imanes. En algunos casos, la matriz magnética (707) se puede formar a partir de un único imán de modo que las regiones (707a), (707b), (707c) sean partes del mismo imán que tiene diferentes polaridades. En algunas variaciones, una o más de las regiones (707a), (707b), (707c) pueden estar formadas por uno o más imanes separados. En algunas de estas variaciones, cada una de las regiones se forma a partir de uno o más imanes separados. Cuando se forma una región específica a partir de uno o más imanes separados, se debe apreciar que la región se puede formar a partir de un único imán o se puede formar a partir de una pluralidad de imanes, tal como se describe con más detalle anteriormente. Adicionalmente, aunque solo se muestran tres regiones en la matriz magnética (707), la matriz magnética (707) puede incluir cualquier número de regiones, en la que cada región tiene una polaridad que se gira 90 grados en sentido horario en relación con una polaridad de la región adyacente a su izquierda.

Aunque las polaridades en regiones adyacentes de la matriz magnética (707) se giran en 90 grados, se debe apreciar que las matrices magnéticas descritas aquí pueden tener patrones de magnetización en los que las regiones adyacentes tienen polarizaciones que se giran en cualquier ángulo adecuado (por ejemplo, de aproximadamente 15 grados, aproximadamente 30 grados, aproximadamente 45 grados, aproximadamente 60 grados o similares). Por ejemplo, la FIG. 8 muestra una variación de una matriz magnética (807) que comprende cinco regiones (807a), (807b), (807c), (807d), (807e), en la que cada región se gira cuarenta y cinco grados en sentido horario en relación con la región a su izquierda (cuando se ve desde la orientación mostrada en la FIG. 8). En estas variaciones, la matriz magnética (807) puede producir un campo magnético más intenso en un lado de la matriz magnética (807) (por ejemplo, el lado inferior de la matriz (807) como se muestra en la FIG. 8) que en un lado opuesto de la matriz (807) (por ejemplo, el lado superior de la matriz (807) como se muestra en la FIG. 8). El campo magnético creado por la matriz magnética (807) se puede configurar para aproximar los elementos magnéticos a una línea central (810) de la matriz magnética (807).

En los casos en que los dos catéteres posicionados en el cuerpo se encuentran en un plano que es sustancialmente perpendicular a la superficie de la piel, puede ser difícil posicionar un imán externo de modo que una línea central del imán pase entre los catéteres. En consecuencia, algunos de los imanes adecuados para su uso con los dispositivos de control magnéticos descritos aquí se pueden configurar para llevar a los imanes a un acercamiento más próximo cuando los catéteres están alineados sustancialmente perpendiculares a la superficie de la piel. Por ejemplo, la FIG. 9 muestra un imán (907) que comprende una única polaridad (indicada en la FIG. 9 mediante flechas (915)), que se puede configurar para incrementar la fuerza de atracción entre un primer catéter (901) y un segundo catéter (903) que se posicionan en un plano (910) que es sustancialmente perpendicular a la superficie de la piel (913). En estas variaciones, el imán (907) se puede posicionar cerca de la superficie de la piel (913) de modo que el sentido de la polaridad (915) del imán (907) esté alineado con el plano (910) de los primer y segundo catéteres. En estos casos, el imán (907) puede generar un campo magnético que puede repeler a los primer y segundo catéteres. Puesto que el primer catéter (901) se posiciona más próximo al imán (907) que al segundo catéter (903), la fuerza aplicada por el imán (907) al primer catéter puede ser mayor que la fuerza aplicada por el imán al segundo catéter, lo que puede provocar que el primer catéter se mueva hacia el segundo catéter. En otros

casos, el imán (907) se puede configurar para atraer tanto al primer (901) como al segundo catéter (903) hacia la piel. Puesto que el primer catéter (901) se posiciona más próximo a la piel, el tejido alrededor de la piel puede proporcionar una mayor resistencia al movimiento hacia el imán que la que se puede sentir por el segundo catéter (903), lo que puede conducir el segundo catéter (903) hacia el primer catéter (901).

La FIG. 10 ilustra otra variación de una matriz magnética (1007) configurada para incrementar la fuerza de atracción entre dos catéteres alineados sustancialmente perpendiculares a una superficie de la piel. Como se muestra allí, la matriz magnética (1007) puede comprender un patrón de magnetización que comprende tres regiones (1007a), (1007b), (1007c), donde la polaridad de cada región en la matriz magnética (1007) se gira noventa grados en sentido horario en relación con la región a su izquierda (cuando se ve desde la orientación mostrada en la FIG. 10). Es decir, la primera región (1007a) puede tener una polaridad en un primer sentido (por ejemplo, hacia la izquierda en la orientación mostrada en la FIG. 10), la segunda región (1007b) puede tener una polaridad que se gira noventa grados en sentido horario desde la polaridad de la primera región (1007a) (por ejemplo, hacia la parte superior del imán (1007) en la orientación mostrada en la FIG. 10) y la tercera región (1007c) puede tener una polaridad que se gira noventa grados desde la polaridad de la segunda región (1007b) (por ejemplo, hacia la derecha en la orientación mostrada en la FIG. 10). En estas variaciones, las polaridades giratorias de las regiones pueden aumentar el campo magnético proporcionado por un primer lado de la matriz magnética (1007) (por ejemplo, el lado inferior en la orientación mostrada en la FIG. 10), que se puede configurar para incrementar la fuerza de atracción entre un primer catéter (1001) y un segundo catéter (1003) que se posicionan en un plano (1010) que es sustancialmente perpendicular a la superficie de la piel (1013). En estas variaciones, el imán (1007) se puede posicionar cerca de la piel (1013) de modo que el sentido de la polaridad de la segunda región (1007b) esté alineado con el plano (1010) de los primer y segundo catéteres. En estos casos, la matriz magnética (1007) puede generar un campo magnético que puede repeler a los primer y segundo catéteres. Puesto que el primer catéter (1001) se posiciona más próximo a la matriz magnética (1007) que al segundo catéter (1003), la fuerza aplicada por la matriz magnética (1007) al primer catéter puede ser mayor que la fuerza aplicada por el imán al segundo catéter, lo que puede provocar que el primer catéter se mueva hacia el segundo catéter. En otras variaciones, la matriz magnética (1007) se puede configurar para atraer tanto a los primer (1001) como segundo (1003) catéteres hacia la piel del paciente, lo que puede conducir el segundo catéter (1003) hacia el primer catéter (1001) como se analiza anteriormente con respecto a la matriz magnética (907) de la FIG. 9. Las regiones individuales de la matriz magnética (1007) se pueden formar a partir de uno o más imanes individuales, tal como se describe con más detalle anteriormente.

Como con las matrices magnéticas analizadas anteriormente, las matrices magnéticas (907) y (1007) mostradas en las FIGS. 9 y 10, respectivamente, pueden tener cualquier dimensión adecuada, y específicamente pueden tener cualquier altura (por ejemplo, entre aproximadamente 5 mm y aproximadamente 160 mm, entre aproximadamente 10 mm y aproximadamente 150 mm, entre aproximadamente 20 mm y aproximadamente 140 mm, entre aproximadamente 40 mm y aproximadamente 120 mm, entre aproximadamente 75 mm y aproximadamente 85 mm, etc.), ancho (por ejemplo, entre aproximadamente 5 mm y aproximadamente 50 mm, entre aproximadamente 10 mm y aproximadamente 40 mm, entre aproximadamente 18 mm y aproximadamente 25 mm) y profundidad (por ejemplo, entre aproximadamente 5 mm y aproximadamente 50 mm, entre aproximadamente 10 mm y aproximadamente 40 mm, entre aproximadamente 18 mm y aproximadamente 25 mm) adecuados. Aunque la variación del imán (907) mostrado en la FIG. 9 tenga una altura que es mayor que su ancho, en algunos casos el ancho del imán (907) puede ser mayor que su altura.

Volviendo a las FIGS. 5A y 5B, el dispositivo de control magnético (501) puede comprender, además del imán (507), un alojamiento (503) que tiene una superficie de contacto (505), un extremo distal del alojamiento que está configurado para colocarse contra la piel. El alojamiento (503) puede alojar al menos parcialmente el imán (507) y el imán (507) puede ser móvil en relación con la superficie de contacto (505) del alojamiento para ajustar la distancia entre el imán (507) y la superficie de contacto (505). En uso, la superficie de contacto (505) se puede colocar contra una superficie de la piel y puede actuar como un tope que puede limitar el movimiento de uno o más catéteres o tejido en relación con el imán (507), como se describirá con más detalle a continuación. La superficie de contacto (505) se puede formar a partir de uno o más materiales rígidos (por ejemplo, un plástico duro o similar) o se puede formar a partir de uno o más materiales flexibles.

Como se menciona anteriormente, el dispositivo de control magnético (501) puede comprender un elemento de control (509) configurado para mover selectivamente el imán (507) en relación con el alojamiento (503) y la superficie de contacto (505). Específicamente, el imán (507) se puede fijar al elemento de control (509) (por ejemplo, por medio de uno o más adhesivos, unión, soldadura o similares) y el elemento de control (509) puede comprender un deslizador que se conecta de forma deslizante al alojamiento (503). El elemento de control (509) se puede empujar hacia la superficie de contacto (505) para mover el imán (507) hacia la superficie de contacto (505), y se puede retirar de la superficie de contacto (505) para mover el imán (507) lejos de la superficie de contacto (505). Se debe apreciar que, aunque se muestra en las FIGS. 5A y 5B como que comprende un deslizador, el elemento de control (509) puede ser cualquier elemento o combinación de elementos que pueda mover el imán (507) en relación con la superficie de contacto (505), tal como, por ejemplo, una o más botones, disparadores, manivelas, palancas o similares. Por ejemplo, en una variación, el elemento de control puede tener una configuración similar a una grapadora o una sujeción de apriete que tiene dos miembros conectados mediante una conexión en pivote. Cuando

un operador comprime la configuración similar a una grapadora o aprieta la sujeción presionando los miembros entre sí, el imán se puede mover más próximo a la superficie de contacto. También se debe apreciar que en algunos modos de realización, el imán se puede fijar en relación con la superficie de contacto del dispositivo de control magnético.

En algunas variaciones, el dispositivo de control magnético (501) puede comprender un resorte (521) configurado para desviar el elemento de control (509) lejos de la superficie de contacto (505). En estas variaciones, un usuario puede aplicar una fuerza al elemento de control (509) para superar la desviación proporcionada por el resorte (521) y empujar el elemento de control (509) e imán (507) hacia la superficie de contacto (505). Cuando la fuerza se libera, el resorte (521) puede devolver al elemento de control (509) e imán (507) a sus posiciones originales. Adicionalmente o de forma alternativa, el dispositivo de control magnético (501) puede comprender uno o más mecanismos configurados para mantener temporalmente una posición del elemento de control (509). Por ejemplo, en algunas variaciones, el alojamiento puede comprender una serie de dientes (no mostrados) que se pueden configurar para permitir el movimiento en un solo sentido del elemento de control (509) en relación con los dientes. En esta variación, los dientes pueden engranar el elemento de control (509) y/o el imán (507) de modo que el elemento de control (509) se pueda mover de forma progresiva hacia la superficie de contacto (505), pero se pueda prevenir que se mueva lejos de la superficie de contacto (505). Cada empuje progresivo puede crear un sonido audible a medida que el elemento de control (509) y/o imán (507) se empuja más allá de cada diente individual, lo que puede proporcionar información al usuario. Los dientes también pueden ser movibles para liberar el engranaje entre los dientes y el elemento de control (509) y/o el imán (507), lo que puede permitir la retracción del elemento de control (509) e imán (507) en relación con la superficie de contacto (505). En variaciones donde el dispositivo de control magnético (501) comprende un resorte (521) como se muestra en las FIGS. 5A y 5B, el resorte (521) puede devolver al elemento de control (509) e imán (507) a sus posiciones originales cuando los dientes se desengranan del elemento de control (509) y/o imán (507).

El alojamiento y/o elemento de control pueden tener una o más sujeciones o anillos configurados para ayudar al usuario a agarrar o sostener el alojamiento y/o elementos de control, lo que puede proporcionar una interfaz de usuario intuitiva y ergonómica, y, en algunos casos, puede permitir que el dispositivo de control magnético (501) se manipule con una única mano. Por ejemplo, en el modo de realización mostrado en las FIGS. 5A y 5B, el alojamiento (503) puede comprender dos anillos (513) y el elemento de control (509) puede comprender un anillo (519) de modo que los anillos puedan permitir que un usuario sujete el dispositivo de control magnético (501) de una manera similar a una jeringa. Por ejemplo, un usuario puede colocar uno o más dedos en uno o más de los anillos (513) del alojamiento (503) y puede colocar un pulgar en el anillo (519) del elemento de control (509), y puede "apretar" el anillo (519) del elemento de control (509) hacia los anillos (513) del alojamiento (503) para empujar el elemento de control (509) (y con él, el imán (507)) hacia la superficie de contacto (505). Aunque el alojamiento (503) se muestra en las FIGS. 5A y 5B como que tiene dos anillos, se debe apreciar que no es necesario que el alojamiento tenga anillos (519), puede tener un anillo o puede tener tres o más anillos.

En algunas variaciones, el dispositivo de control magnético puede comprender uno o más elementos configurados para asegurar de forma liberable el dispositivo de control magnético al cuerpo. Por ejemplo, en algunas variaciones, el dispositivo de control magnético puede comprender una o más correas (por ejemplo, una correa elástica o similar) que se pueden conectar al alojamiento de modo que la correa se pueda posicionar alrededor de una extremidad (por ejemplo, un brazo) de un paciente para conectar temporalmente el dispositivo de control magnético a la extremidad, lo que puede permitir que el dispositivo de control magnético permanezca en su lugar sin la necesidad de ser sostenido por un usuario.

Sistemas

También se describen aquí sistemas para formar una fístula entre dos vasos sanguíneos. En general, los sistemas pueden comprender un primer catéter, que puede comprender uno o más elementos formadores de fístulas y uno o más elementos magnéticos. El primer catéter puede comprender cualquiera de uno o más de cualquiera de los elementos formadores de fístulas o combinación de elementos formadores de fístulas como se describe con más detalle anteriormente y en la solicitud de patente de EE. UU. con n.º de serie 13/298.169. El primer catéter puede comprender uno o más elementos magnéticos, que pueden ser cualquiera de los elementos magnéticos descritos con más detalle anteriormente. En algunas variaciones, el elemento magnético puede ser un imán permanente o un electroimán que genera un flujo magnético concentrado localmente, o puede ser un material ferromagnético que se puede magnetizar temporalmente en presencia de un campo magnético. El primer catéter puede comprender cualquier cuerpo de catéter adecuado y puede comprender uno o más elementos, tales como uno o más elementos que cambian de forma o globos, tal como se describe con más detalle en la solicitud de patente de EE. UU. con n.º de serie 13/298.169.

Los sistemas descritos aquí también pueden comprender un segundo catéter. En algunas variaciones, el segundo catéter puede comprender un elemento formador de fístulas y uno o más elementos magnéticos, pero no es necesario. En variaciones donde el segundo catéter sí comprende un elemento formador de fístulas, el segundo catéter puede comprender cualquiera de uno o más de cualquiera de los elementos formadores de fístulas o combinación de elementos formadores de fístulas como se describe con más detalle anteriormente y en la solicitud

de patente de EE. UU. con n.º de serie 13/298.169. El elemento formador de fístulas del segundo catéter puede ser igual o diferente al elemento formador de fístulas del primer catéter. El segundo catéter puede comprender uno o más elementos magnéticos, que pueden ser cualquiera de los elementos magnéticos descritos con más detalle anteriormente. En algunas variaciones, el elemento magnético puede ser un imán permanente o un electroimán que genera un flujo magnético concentrado localmente, o puede ser un material ferromagnético que se puede magnetizar temporalmente en presencia de un campo magnético. El primer catéter puede comprender cualquier cuerpo de catéter adecuado y puede comprender uno o más elementos, tales como uno o más elementos que cambian de forma o globos, tal como se describe con más detalle en la solicitud de patente de EE. UU. con n.º de serie 13/298.169.

Los sistemas descritos aquí pueden comprender además un dispositivo de control magnético, tal como se describe con más detalle anteriormente, que se puede usar para controlar uno o más elementos magnéticos de los primer y/o segundo catéteres desde una posición externa al cuerpo. El dispositivo de control magnético puede comprender cualquier elemento o combinaciones de elementos como se describe con más detalle anteriormente.

Procedimientos

También se describen aquí procedimientos para crear una fístula entre dos vasos sanguíneos. Los dos vasos sanguíneos pueden ser dos vasos sanguíneos estrechamente asociados, tales como una vena y una arteria, dos venas, etc. En general, en estos procedimientos se pueden activar uno o más elementos formadores de fístulas para agujerear, perforar o de otro modo crear un conducto entre los dos vasos sanguíneos de modo que la sangre pueda circular directamente entre los dos vasos sanguíneos adyacentes. Cuando se forma dicha fístula, se puede crear la hemostasia sin ser necesario un dispositivo o estructura separado (por ejemplo, una sutura, endoprótesis vascular, derivación o similares) que conecte o una los vasos sanguíneos.

En general, los procedimientos descritos aquí comprenden acceder a un primer vaso sanguíneo con un primer catéter e introducir el primer catéter en una localización objetivo dentro de un vaso sanguíneo. Se puede acceder a un segundo vaso sanguíneo con un segundo catéter, y el segundo catéter se puede empujar en una localización objetivo dentro del segundo vaso. En algunos de estos procedimientos, un primer catéter se puede empujar en una arteria y un segundo catéter se empuja en una vena. En otros procedimientos, un primer catéter se puede empujar en una primera vena y un segundo catéter se empuja en una segunda vena. Aún en otros procedimientos, un primer catéter se puede empujar en una primera arteria y un segundo catéter se empuja en una segunda arteria. Los catéteres se pueden empujar de cualquier manera adecuada, como se describe con más detalle en la solicitud de patente de EE. UU. con n.º de serie 13/298.169 y se puede usar cualquiera de los catéteres descritos en esa solicitud.

Una vez que los primer y/o segundo catéteres se han empujado en los vasos sanguíneos respectivos, los catéteres se pueden ajustar para afectar al posicionamiento de los catéteres dentro de los vasos sanguíneos y/o al posicionamiento de los vasos sanguíneos entre sí. En las variaciones donde un primer catéter se ha empujado en un primer vaso sanguíneo y un segundo catéter se ha empujado en un segundo vaso sanguíneo, los primer y segundo catéteres se pueden ajustar para llevar al menos a una parte de los primer y segundo catéteres hacia sí, lo que puede actuar para llevar a los vasos sanguíneos a un acercamiento más próximo. El ajuste de los catéteres puede comprender usar uno o más elementos de alineación magnéticos, miembros que cambian de forma, marcadores o globos o miembros expandibles, como se describe con más detalle en la solicitud de patente de EE. UU. con n.º de serie 13/298.169.

En variaciones donde los primer y segundo catéteres comprenden uno o más elementos magnéticos, los elementos magnéticos pueden dar como resultado una fuerza de atracción entre los primer y segundo catéteres, que puede aproximar los catéteres hacia sí. Por ejemplo, los primer y/o segundo catéteres pueden comprender uno o más elementos magnéticos que tienen un patrón de magnetización tal como se describe con más detalle anteriormente. Adicionalmente o de forma alternativa, un imán se puede posicionar externamente al cuerpo y puede actuar para llevar el primer catéter más próximo al segundo catéter. Por ejemplo, las FIGS. 11A-11C representan un procedimiento mediante el que se puede usar el dispositivo de control magnético (501) descrito anteriormente con respecto a las FIGS. 5A y 5B para llevar a un primer catéter hacia un segundo catéter. Por ejemplo, se puede colocar un primer catéter (1101) en un primer vaso sanguíneo (no mostrado) y se puede colocar un segundo catéter (1103) en un segundo vaso sanguíneo (no mostrado), tal como se muestra en la FIG. 11A. El dispositivo de control magnético (501) se puede posicionar para colocar la superficie de contacto (505) contra la superficie de la piel (1113) de un paciente cerca de los primer y segundo catéteres, tal como se muestra en la FIG. 11 A. En variaciones en las que el dispositivo de control magnético (501) comprende un elemento de aseguramiento, el elemento de aseguramiento se puede usar para asegurar el dispositivo de control magnético (501) en el paciente.

El imán (507) se puede configurar para generar un campo magnético configurado para mover el primer catéter (1101) hacia el segundo catéter (1103), tal como se describe con más detalle anteriormente. Específicamente, el imán (507) se puede empujar (por ejemplo, usando un elemento de control (509) como se analiza anteriormente) hacia la superficie de contacto (505) desde una posición retraída (como se muestra en la FIG. 11 A) a una posición extendida (como se muestra en la FIG. 11B). A medida que el imán (507) se acerca a la posición extendida, la

distancia entre el imán (507) y los primer y segundo catéteres puede disminuir. Esto, a su vez, puede incrementar la magnitud de la fuerza que el imán (507) aplica a los primer y segundo catéteres. A medida que se incrementa la fuerza aplicada a los primer y segundo catéteres, los primer y segundo catéteres se pueden empujar conjuntamente, como se muestra en la FIG. 11B.

5 Una vez que los primer y segundo catéteres (1101) y (1103) se han movido a una proximidad más próxima, el imán (507) se puede mover lejos de la superficie de contacto (505) (por ejemplo, retrayendo un elemento de control (509), permitiendo la desviación por el resorte proporcionada por el resorte (521) para retraer el elemento de control (509), etc.) para mover el imán (507) lejos de los catéteres (1101) y (1103), tal como se muestra en la FIG. 11C. Cuando el
10 imán (507) aplica una fuerza de atracción a los primer y/o segundo catéteres, el movimiento del imán (507) lejos de la superficie de la piel (1113) puede aproximar los primer y/o segundo catéteres a la superficie de la piel (1113). En estos casos, la superficie de contacto (505) puede actuar como un tope para presionar contra la superficie de la piel (1113) y limitar el movimiento del tejido hacia el alojamiento (503) a medida que el imán (507) se retrae (lo que, a su vez, reduce la probabilidad de que los primer y/o segundo catéteres puedan dañar el tejido al aproximarse a la
15 superficie de la piel (1113). Con el imán (507) retirado, el dispositivo de control magnético (501) se puede extraer de su posición en relación con la superficie de la piel (1113). El dispositivo de control magnético (501) se puede extraer antes, durante o después de la formación de fistulas.

Una vez que el catéter o catéteres se hayan posicionado y ajustado, se pueden usar uno o más elementos
20 formadores de fistulas para crear una fistula entre los dos vasos sanguíneos. Por ejemplo, en algunas variaciones, uno de los primer y segundo catéteres comprende un elemento formador de fistulas (por ejemplo, un electrodo, una hoja de corte o similares), aunque el otro catéter no comprende ningún elemento formador de fistulas. En otras variaciones, ambos catéteres comprenden un elemento formador de fistulas. En algunas de estas variaciones, los elementos formadores de fistulas de los primer y segundo catéteres actúan para formar diferentes fistulas. En otras
25 variaciones, los elementos formadores de fistulas de los primer y segundo catéteres interactúan para formar la misma fistula. Por ejemplo, en algunas variaciones, los primer y segundo catéteres comprenden cada uno al menos un electrodo. Se puede usar cualquiera de los procedimientos para usar los elementos formadores de fistulas para crear una o más fistulas descritas en la solicitud de patente de EE. UU. con n.º de serie 13/298.169. Adicionalmente, se pueden usar uno o más globos para modificar una fistula después de que se haya formado la fistula, para afectar
30 a la circulación sanguínea en relación con la fistula, o para determinar que la fistula se haya formado apropiadamente, como se describe con más detalle en la solicitud de patente de EE. UU. con n.º de serie 13/298.169.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para crear una fístula entre dos vasos, que comprende:
5 un primer catéter (101) que comprende un primer elemento magnético (201); y
un segundo catéter (103) que comprende un segundo elemento magnético (203);
10 en el que al menos uno de los primer (101) y segundo (103) catéteres comprende un elemento formador de fístulas (109), caracterizado por que el primer elemento magnético (201) está configurado para producir un primer campo magnético que sea más intenso en un primer lado del primer elemento magnético (201) que en un segundo lado del primer elemento magnético (201);
15 y por que el primer elemento magnético (201) comprende una pluralidad de regiones (215), teniendo cada una una polaridad, y en el que la pluralidad de regiones (215) del primer elemento magnético (201) está configurada de modo que la polaridad de cada región (215) se gire un primer ángulo en relación con la polaridad de una región inmediatamente precedente (215) en un sentido de proximal a distal.
2. El sistema de la reivindicación 1, en el que el elemento formador de fístulas es un electrodo.
- 20 3. El sistema de la reivindicación 1, en el que el segundo elemento magnético comprende una pluralidad de regiones, teniendo cada una una polaridad, y en el que la pluralidad de regiones del segundo elemento magnético está configurada de modo que la polaridad de cada región se gire un segundo ángulo en relación con la polaridad de una región inmediatamente precedente en un sentido de proximal a distal.
- 25 4. El sistema de la reivindicación 3, en el que el primer ángulo es el mismo que el segundo ángulo.
5. El sistema de la reivindicación 3, en el que el primer ángulo es de aproximadamente 90 grados.
- 30 6. El sistema de la reivindicación 3, en el que el primer ángulo es de aproximadamente 45 grados.
7. El sistema de la reivindicación 3, en el que el primer ángulo es de aproximadamente 30 grados.
- 35 8. El sistema de la reivindicación 3, en el que la pluralidad de regiones del primer elemento magnético está configurada de modo que la polaridad de cada región se gire un primer ángulo en sentido horario en relación con la polaridad de una región inmediatamente precedente en un sentido de proximal a distal, y en el que la pluralidad de regiones del segundo elemento magnético está configurada de modo que la polaridad de cada región se gire un segundo ángulo en sentido antihorario en relación con la polaridad de una región inmediatamente precedente en un sentido de proximal a distal.
- 40 9. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además:
un dispositivo para aplicar un segundo campo magnético a una parte del cuerpo, que comprende: un alojamiento;
45 un imán, en el que el imán es movable en relación con el alojamiento; y
un elemento de control conectado de forma fija al imán y conectado de forma movable al alojamiento, en el que el movimiento del elemento de control mueve el imán en relación con el alojamiento.
- 50 10. El sistema de la reivindicación 9, en el que el alojamiento comprende además uno o más anillos.
11. El sistema de la reivindicación 9, en el que el alojamiento comprende una superficie de contacto para su colocación contra la piel y en el que el movimiento del elemento de control mueve el imán en relación con la superficie de contacto.
- 55 12. El sistema de la reivindicación 9, en el que el segundo campo magnético, cuando se aplica simultáneamente a los primer y segundo elementos magnéticos, puede incrementar una fuerza de atracción entre los primer y segundo elementos magnéticos.
- 60 13. El sistema de la reivindicación 9, en el que el imán comprende una pluralidad de regiones, teniendo cada una una polaridad, y en el que la pluralidad de regiones del imán está configurada de modo que la polaridad de cada región se gire un primer ángulo en relación con la polaridad de una región inmediatamente precedente en un sentido de izquierda a derecha.
- 65

14. El sistema de la reivindicación 13, en el que la pluralidad de regiones del imán está configurada de modo que la polaridad de cada región se gire un primer ángulo en sentido horario en relación con la polaridad de una región inmediatamente precedente en un sentido de izquierda a derecha.

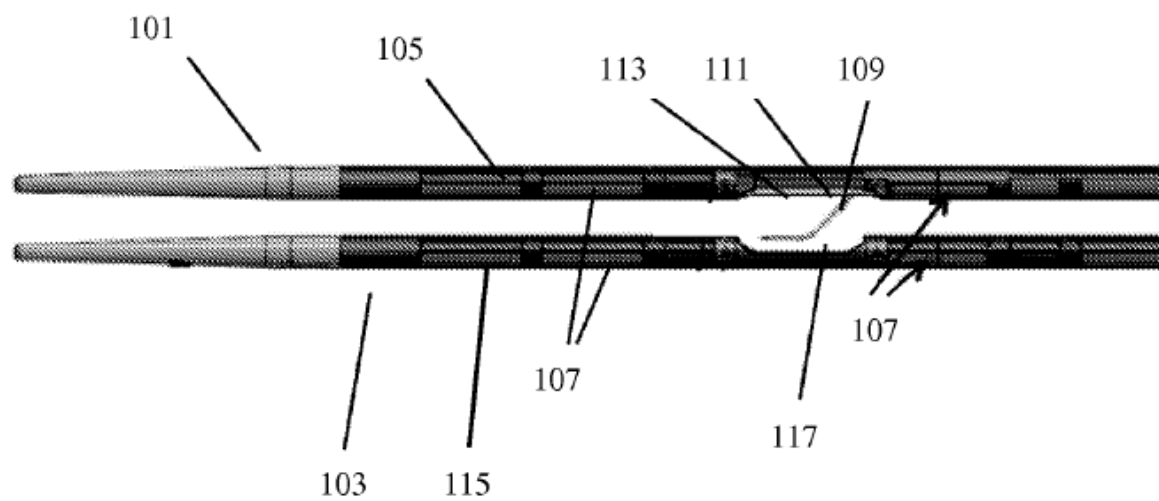


FIG. 1

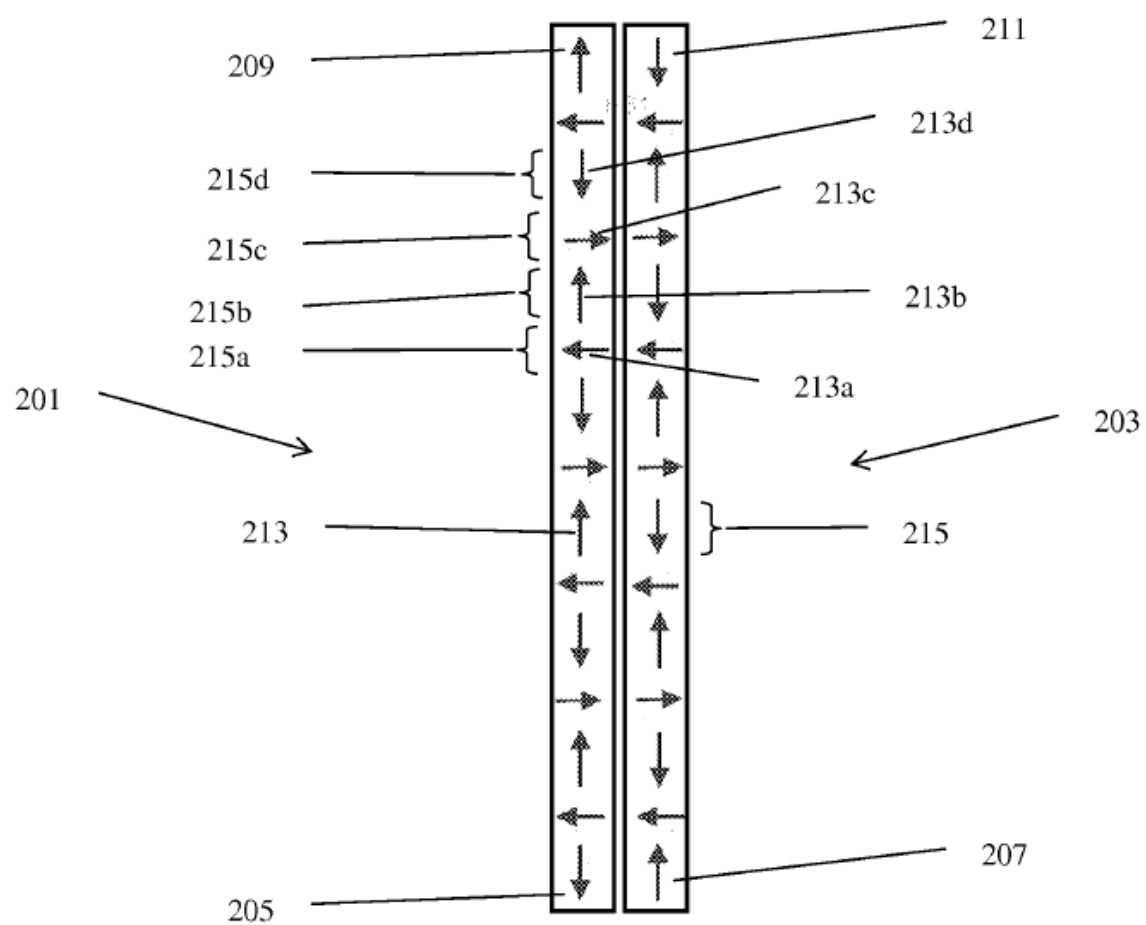


FIG. 2A

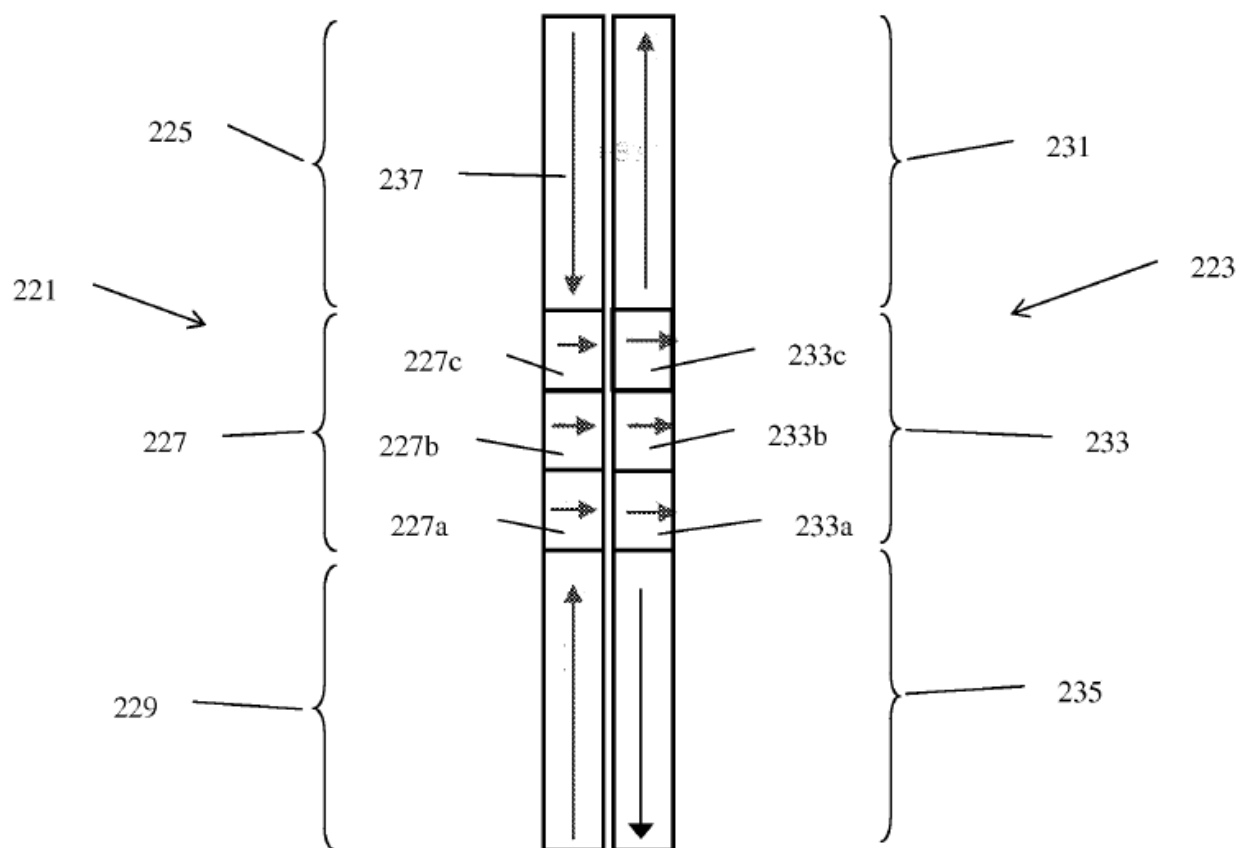


FIG. 2B

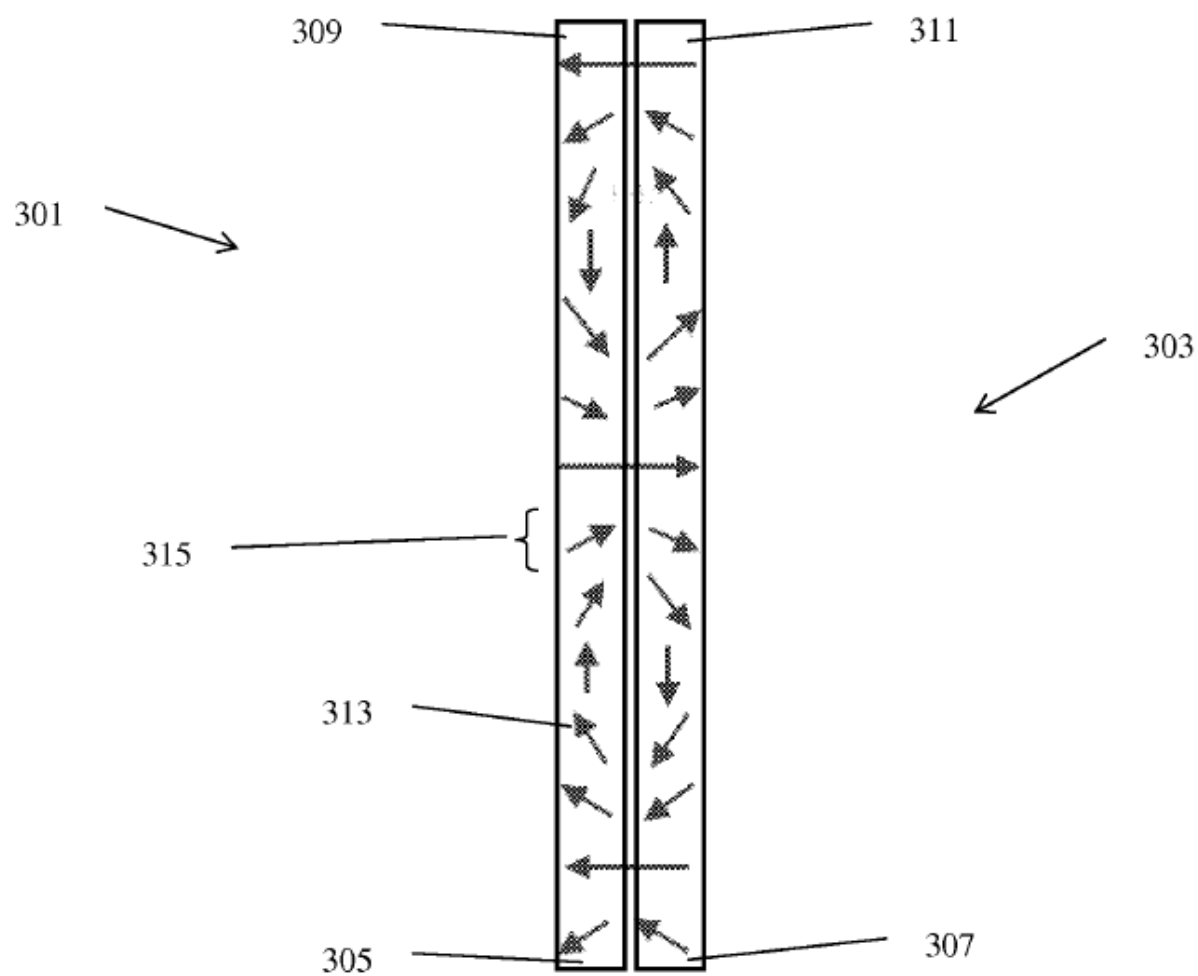


FIG. 3A

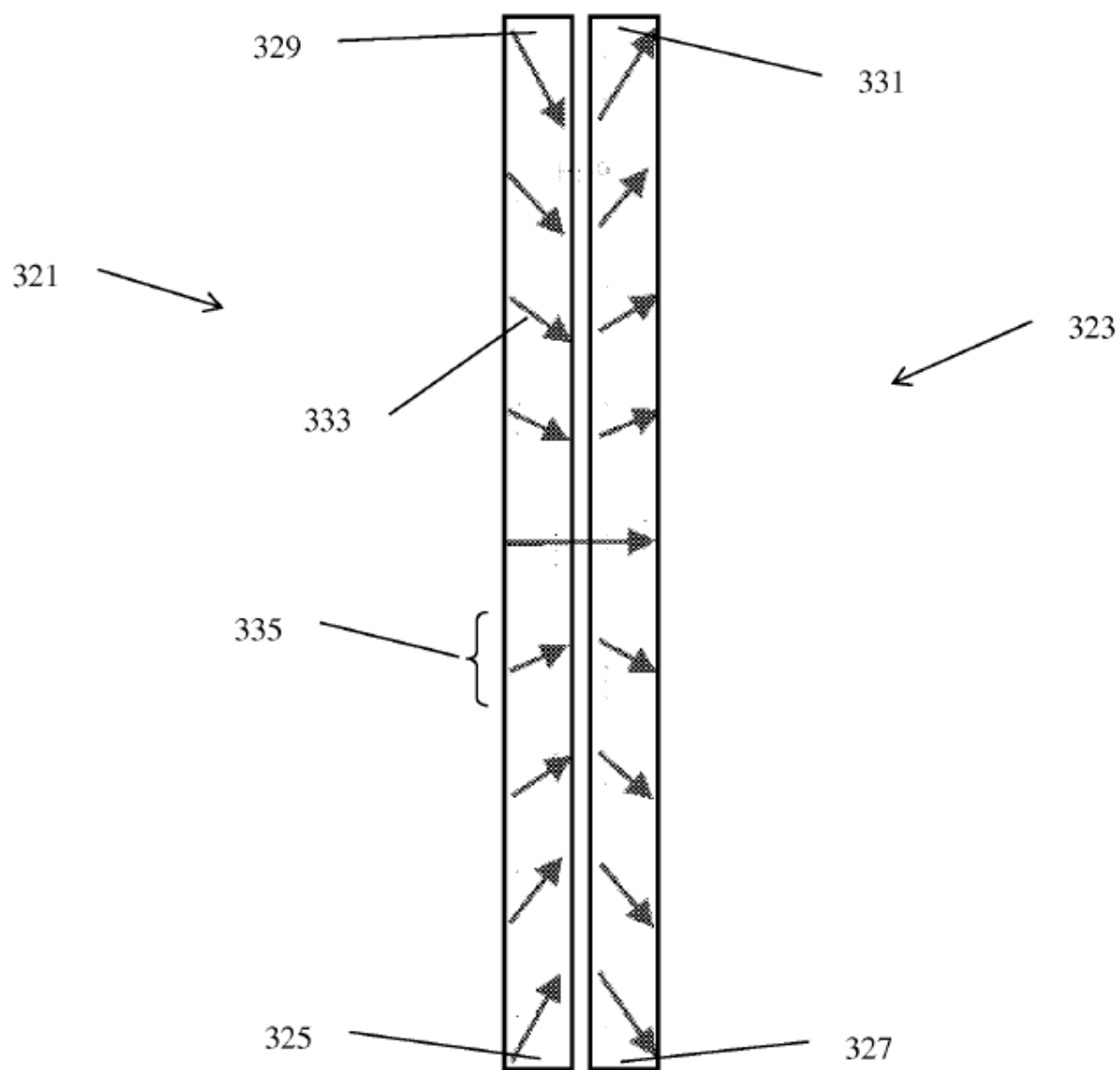


FIG. 3B

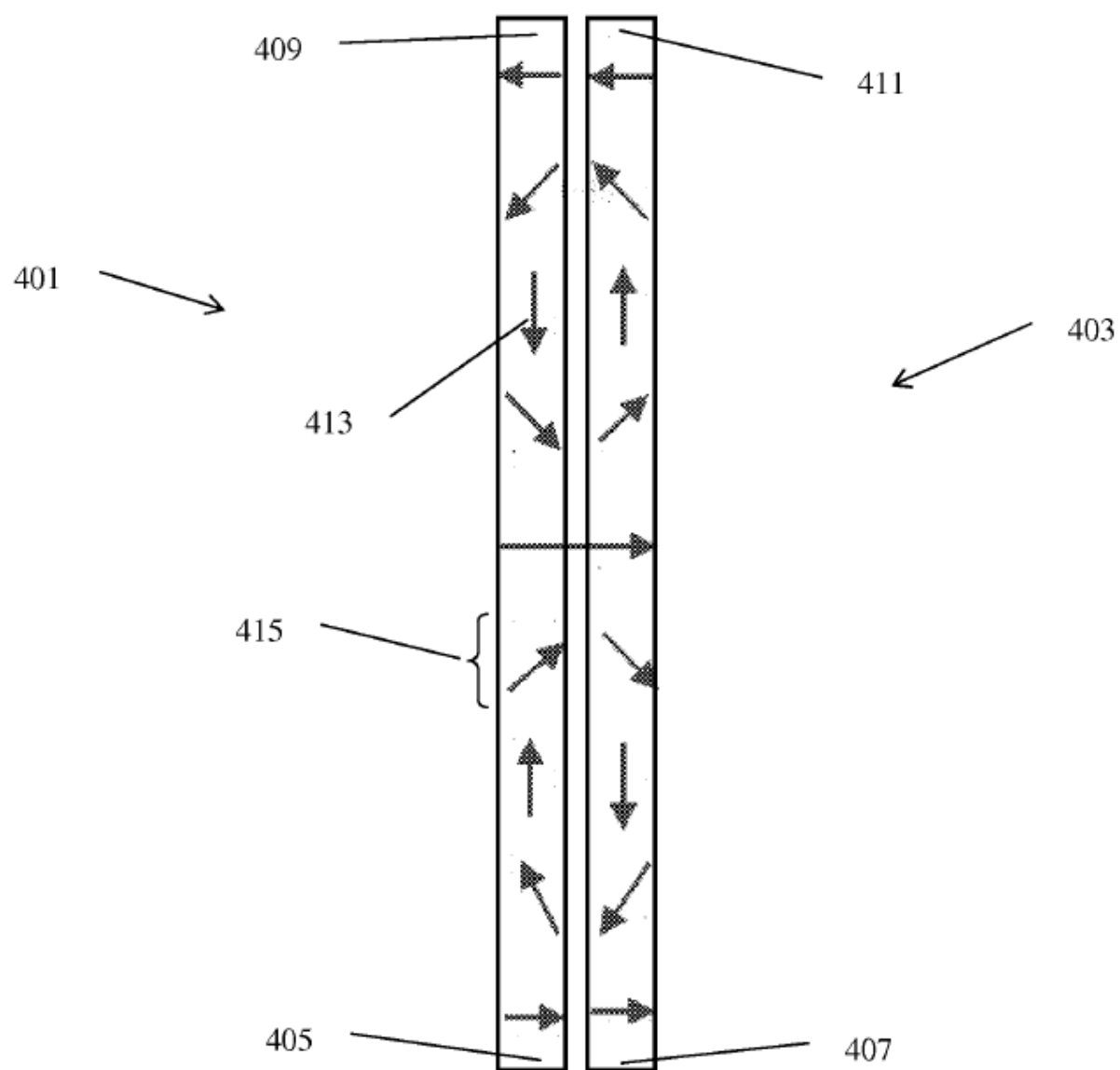


FIG. 4

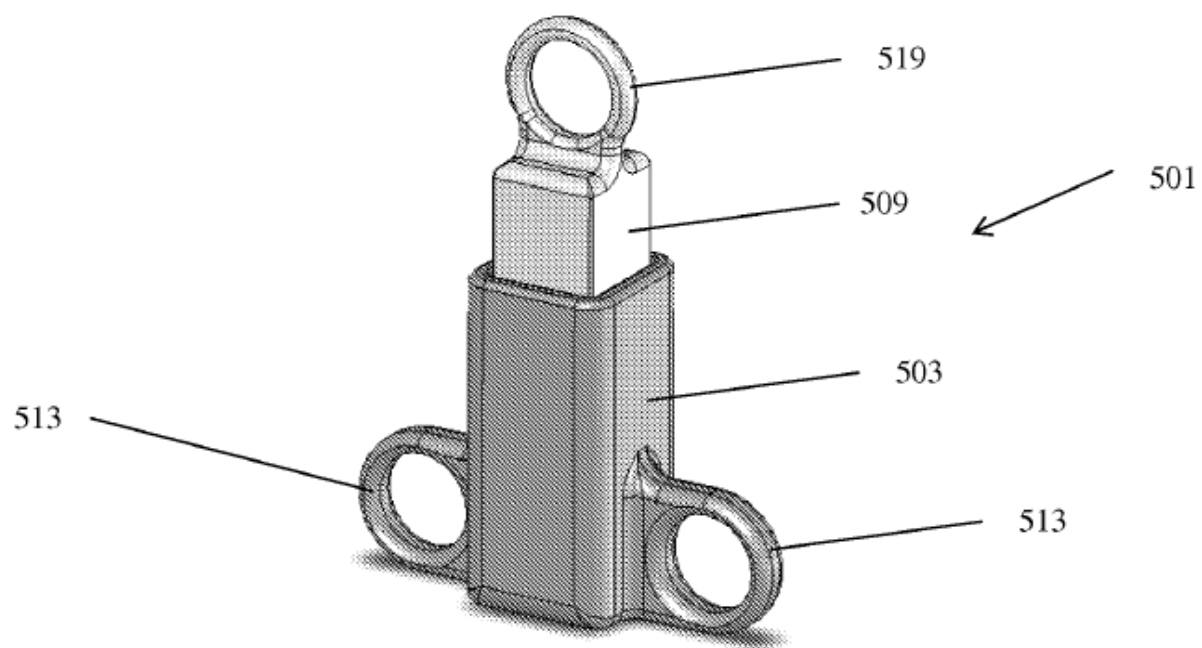


FIG. 5A

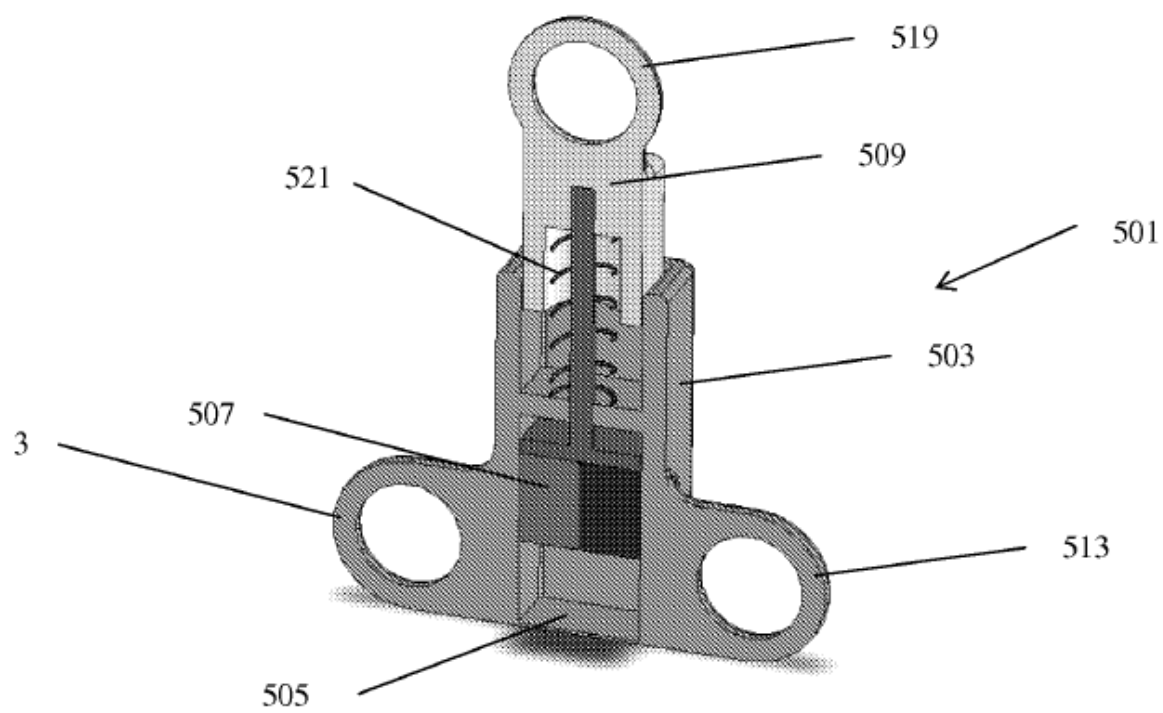
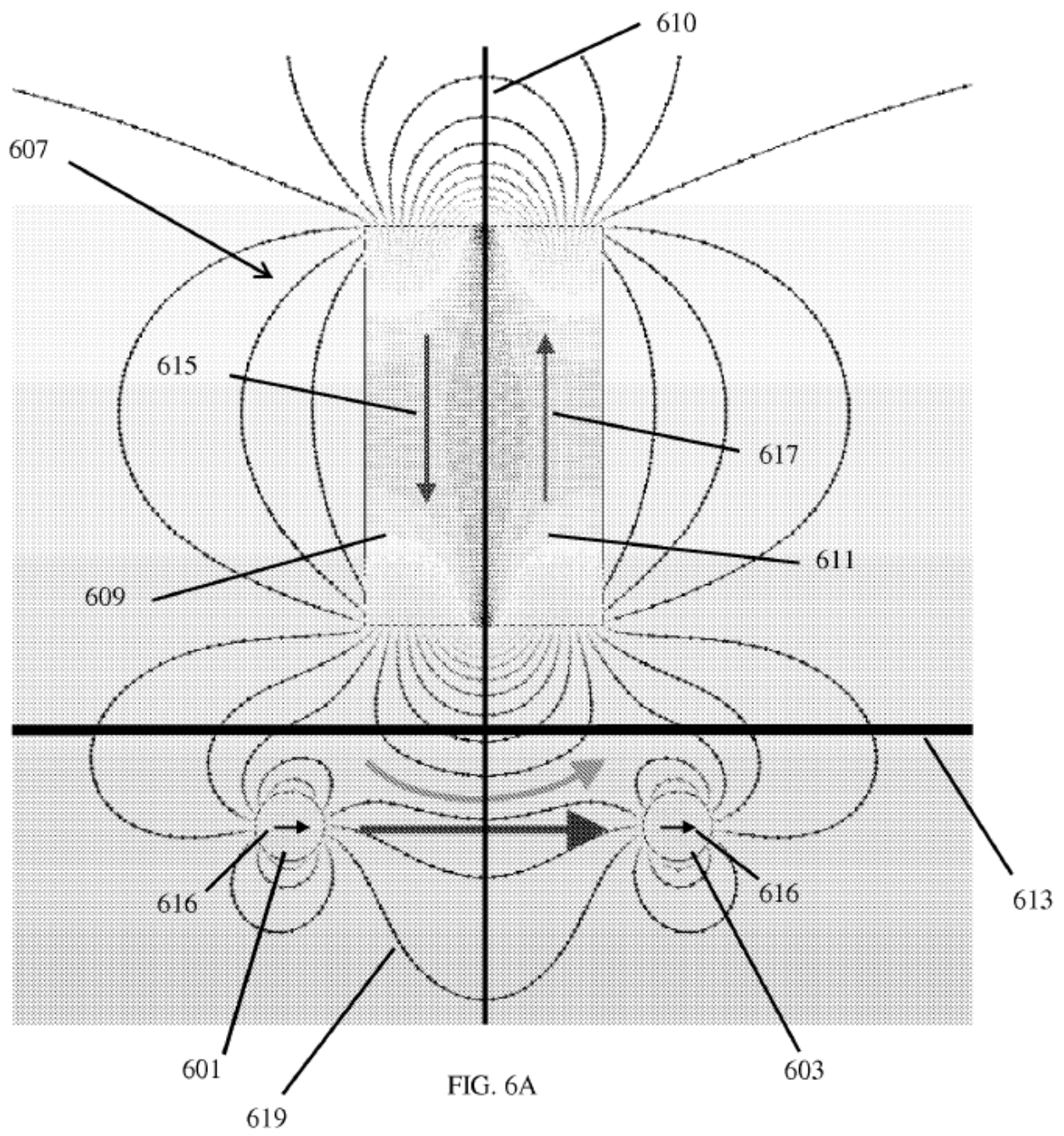


FIG. 5B



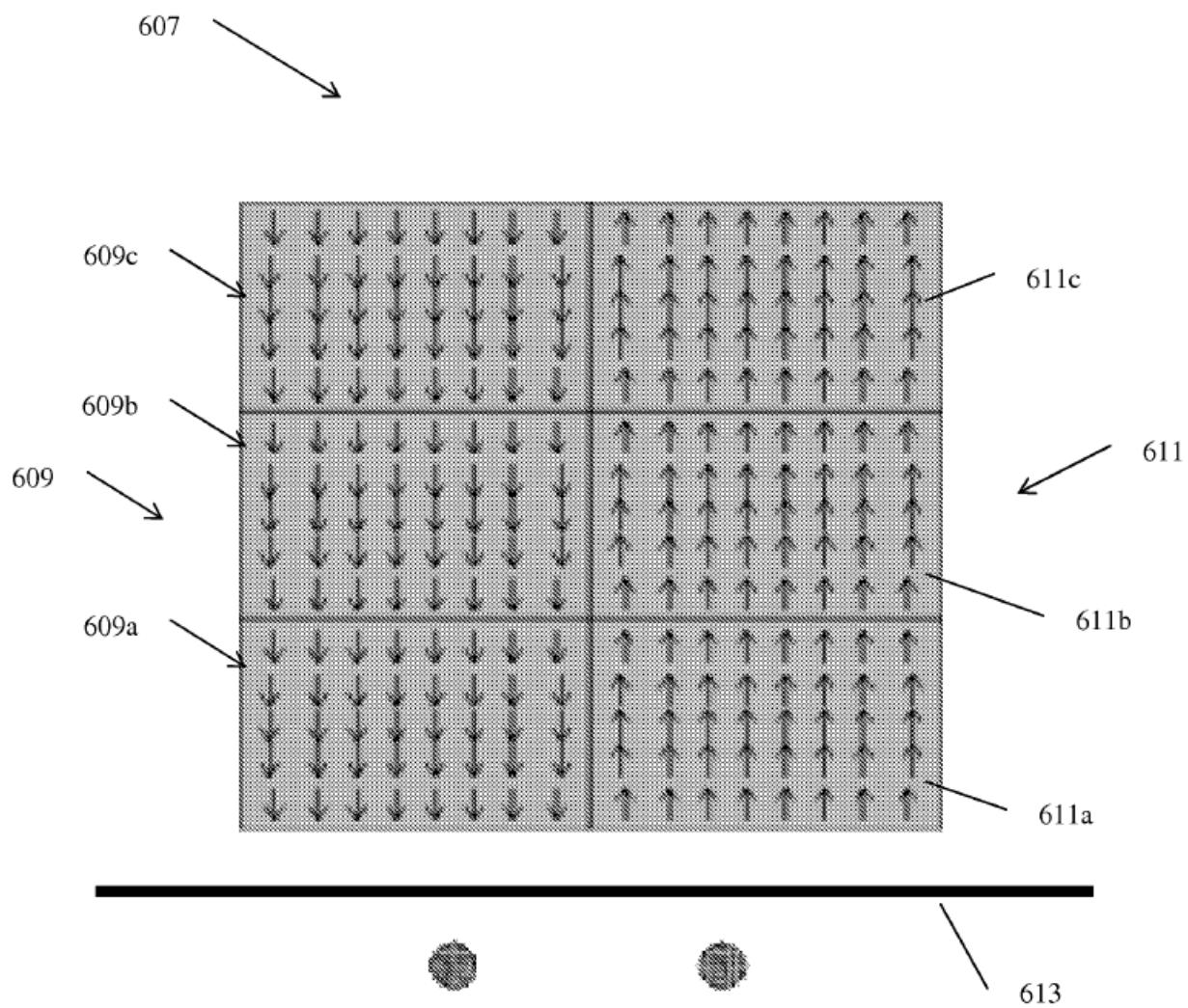


FIG. 6B

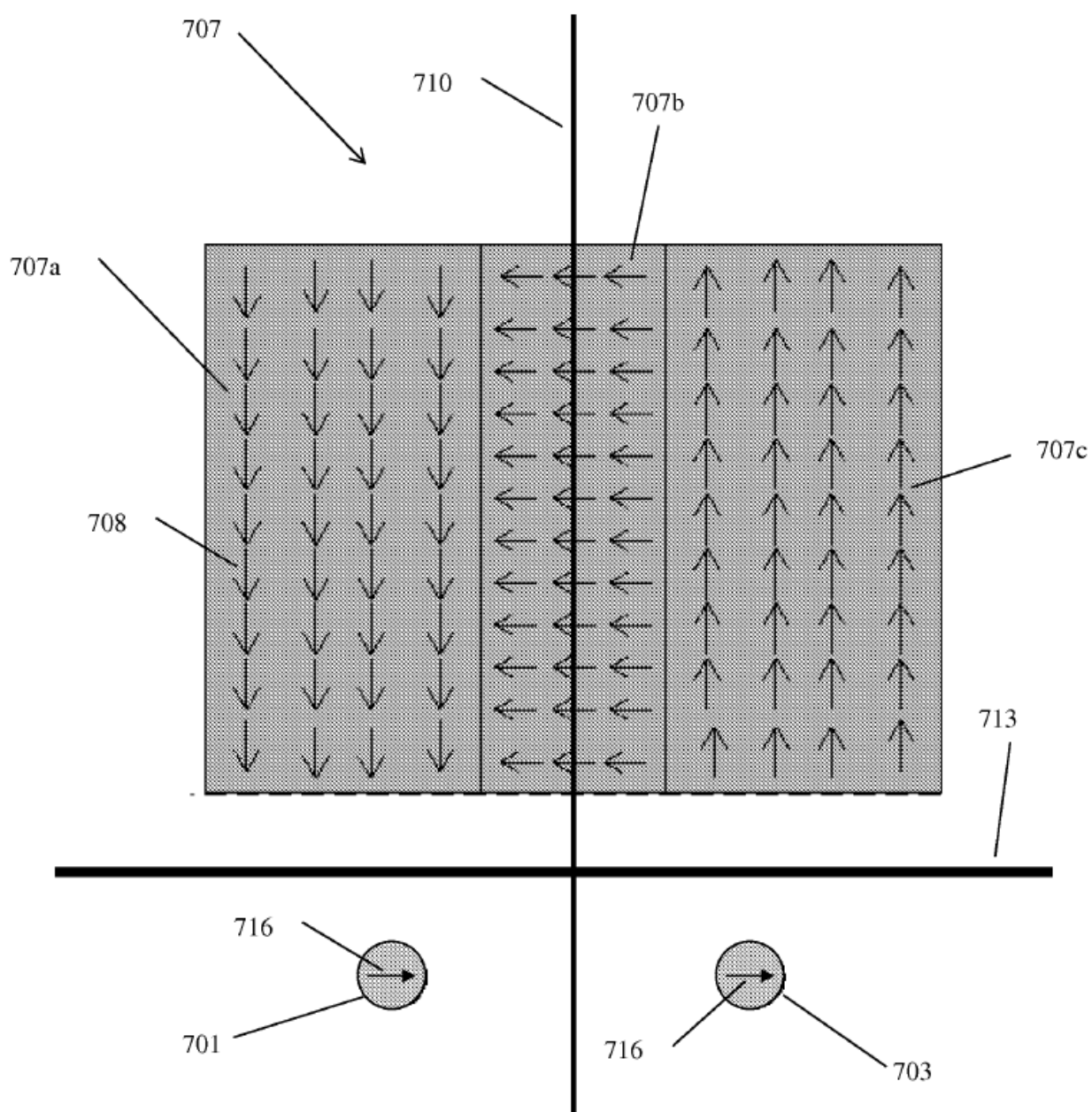


FIG. 7

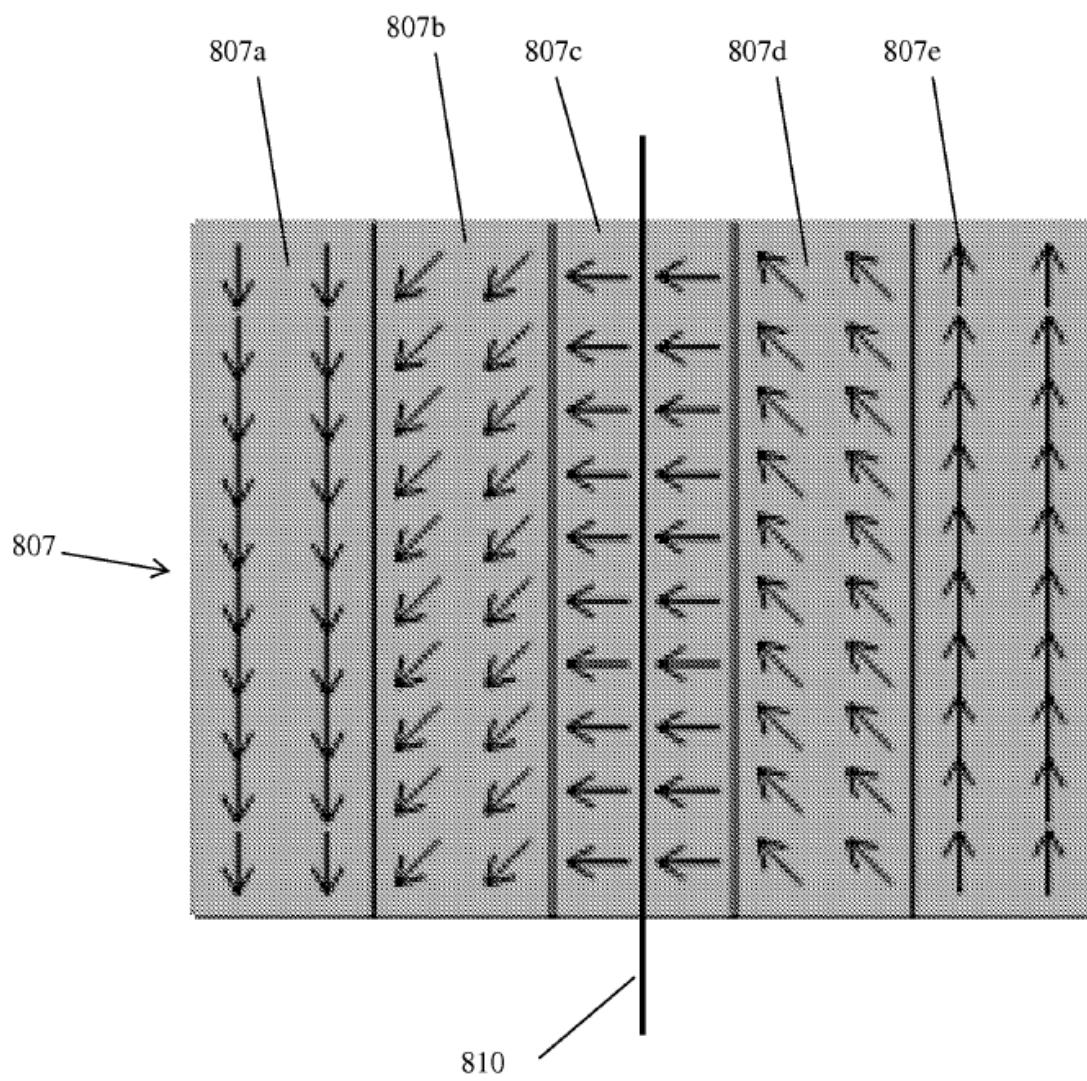


FIG. 8

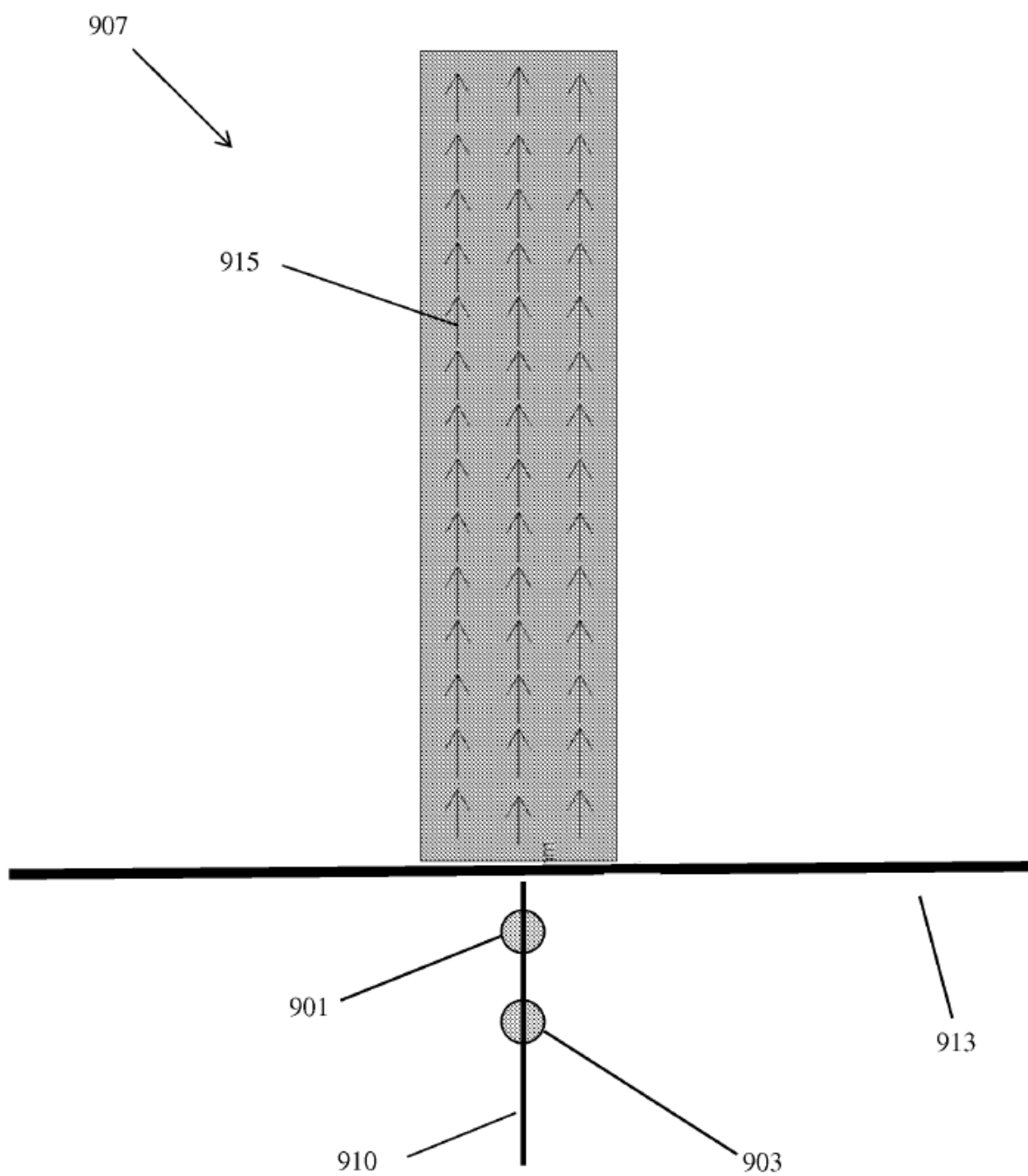
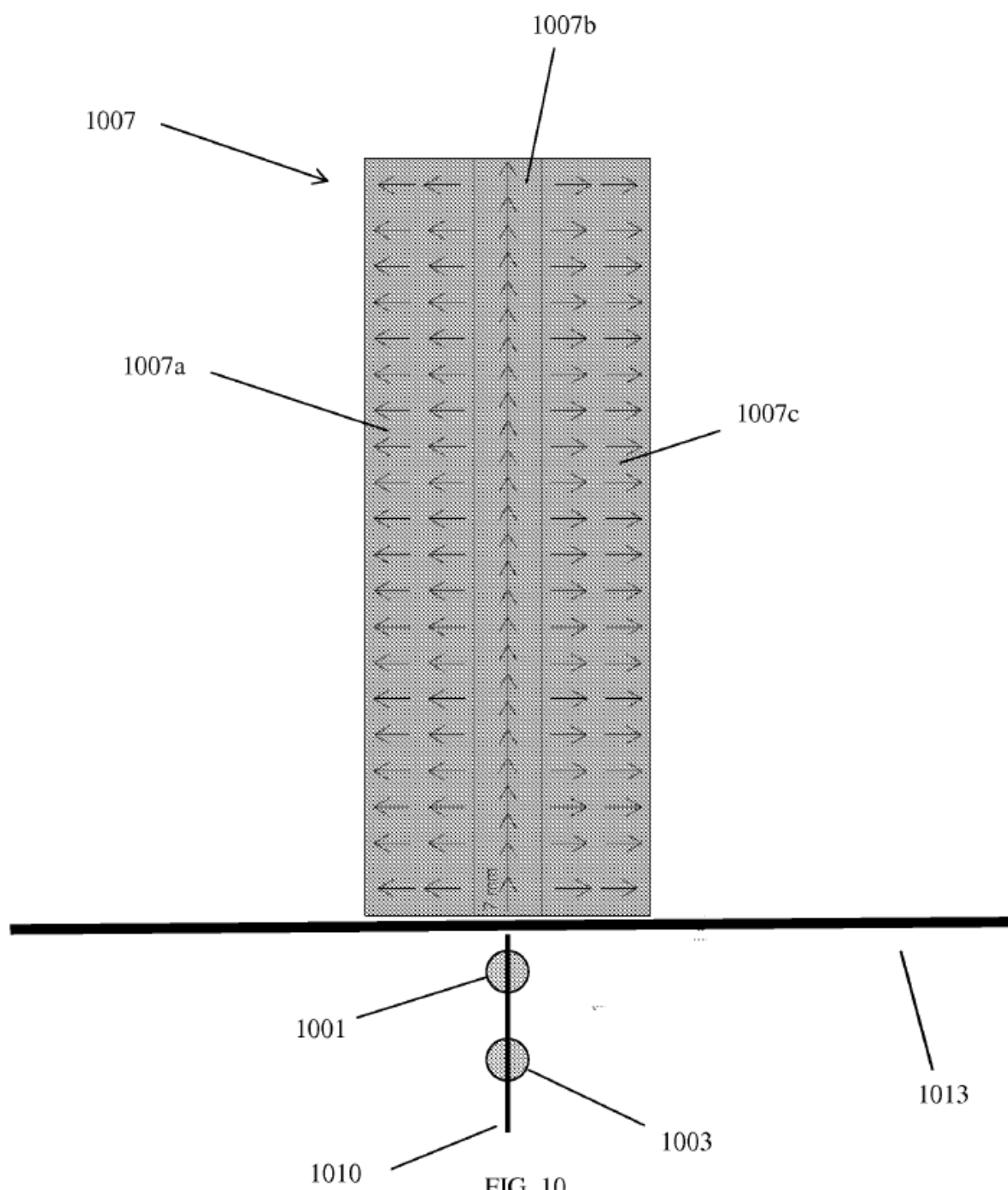


FIG. 9



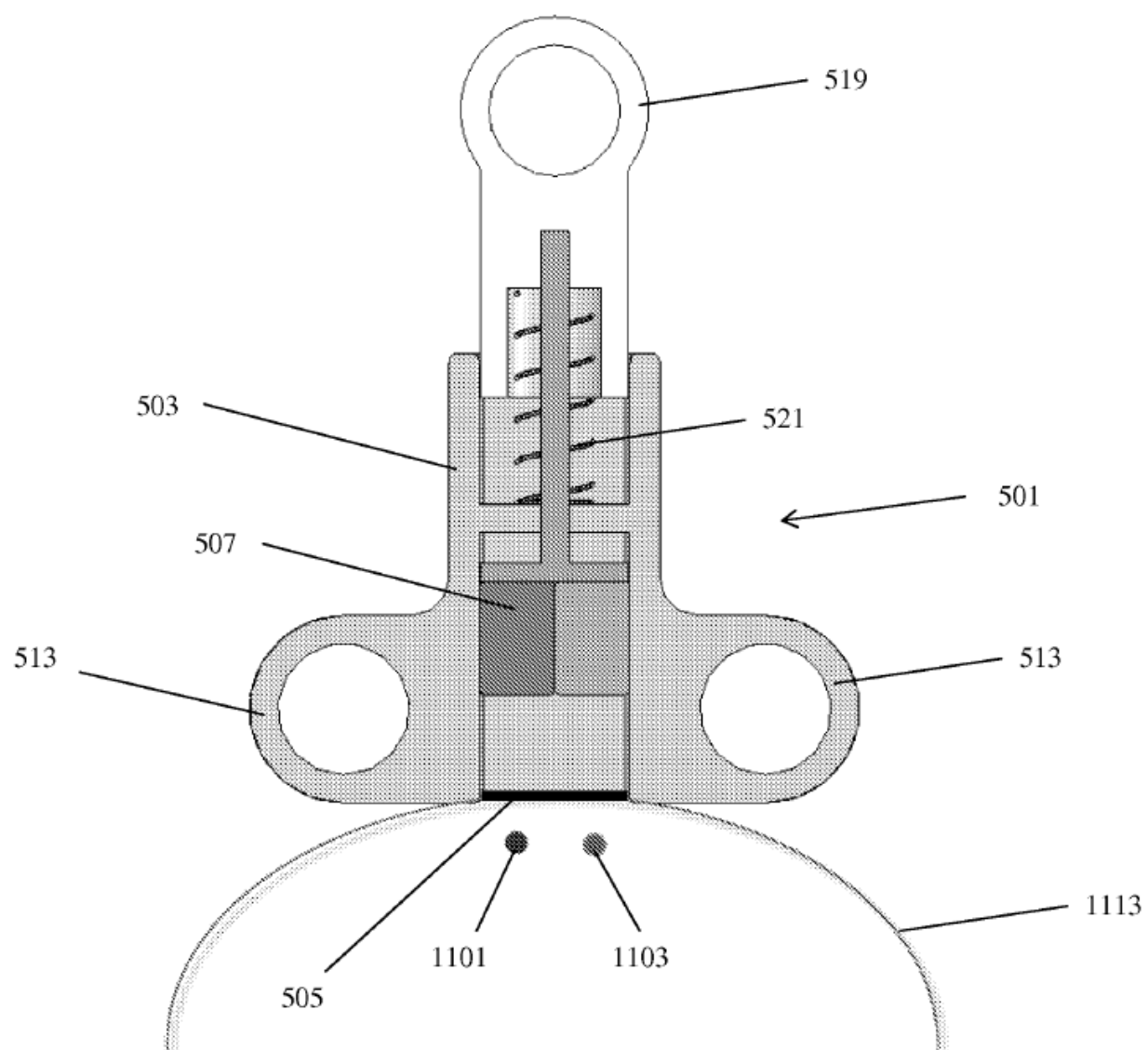


FIG. 11A

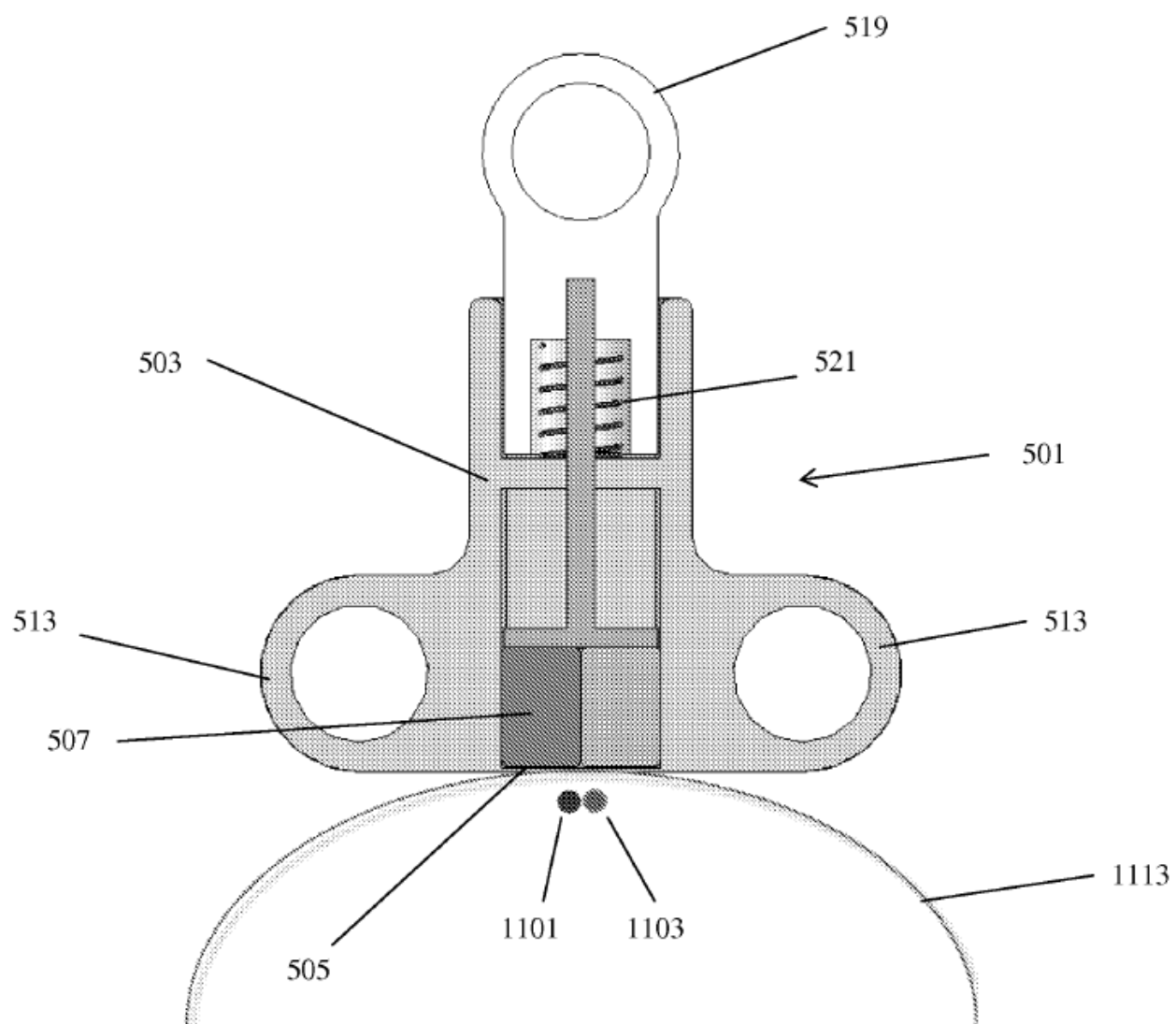


FIG. 11B

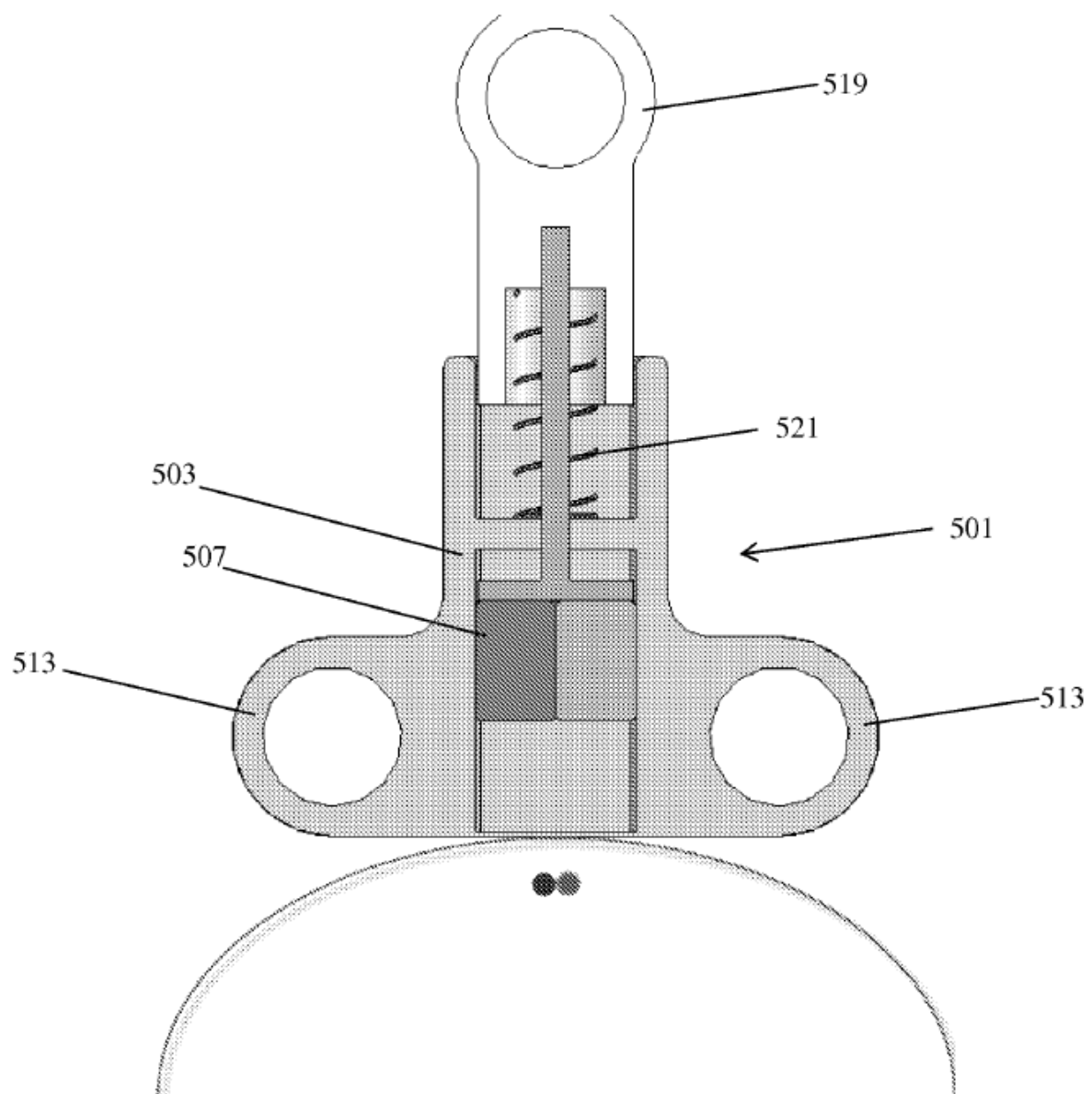


FIG. 11C