

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 397**

51 Int. Cl.:

**A61N 1/05** (2006.01)

**A61N 1/375** (2006.01)

**H01R 13/02** (2006.01)

**H01B 7/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2010 E 10729008 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2015 EP 2448630**

54 Título: **Ensamblados de contacto de múltiples elementos para sistemas de estimulación eléctrica y sistemas y procedimientos de fabricación y uso**

30 Prioridad:

**29.06.2009 US 494077**

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

**10.09.2015**

73 Titular/es:

**BOSTON SCIENTIFIC NEUROMODULATION CORPORATION (100.0%)  
25155 Rye Canyon Loop  
Valencia, CA 91355, US**

72 Inventor/es:

**MCDONALD, MATTHEW LEE y  
BARKER, JOHN MICHAEL**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 545 397 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

Ensamblados de contacto de múltiples elementos para sistemas de estimulación eléctrica y sistemas y procedimientos de fabricación y uso

5 La presente descripción está dirigida al campo de sistemas implantables de estimulación eléctrica y a procedimientos de fabricación y uso de los sistemas. La presente descripción también está dirigida a cables implantables de estimulación eléctrica (y a extensiones de cable) que presentan ensamblados de contacto de múltiples elementos, así como a procedimientos de fabricación y uso de los cables (y de las extensiones de cable), a ensamblados de contacto de múltiples elementos y a sistemas de estimulación eléctrica.

### Antecedentes

10 Los sistemas implantables de estimulación eléctrica tienen propiedades terapéuticas probadas en diversas enfermedades y afecciones. Por ejemplo, se han usado sistemas de estimulación de médula espinal como una modalidad terapéutica para el tratamiento de síndromes de dolor crónico. Se ha usado la estimulación de nervios periféricos para tratar síndrome de dolor crónico e incontinencia, además de otras aplicaciones que están bajo estudio. Se han aplicado sistemas de estimulación eléctrica funcional para recuperar parte de la funcionalidad de extremidades paralizadas en pacientes con lesiones en la médula espinal.

15 Se han desarrollado estimuladores para ofrecer terapia en diversos tratamientos. Un estimulador puede incluir un módulo de control (con un generador de impulsos), uno o más cables y una disposición de electrodos estimuladores en cada cable. Los electrodos estimuladores están en contacto con o cerca de los nervios, músculos u otro tejido que va a estimularse. El generador de impulsos del módulo de control genera impulsos eléctricos que son suministrados por los electrodos a los tejidos del cuerpo.

20 Los sistemas implantados convencionales de estimulación eléctrica son frecuentemente incompatibles con la formación de imágenes por resonancia magnética ("MRI") debido a los grandes impulsos de radiofrecuencia ("RF") usados durante la MRI. Los impulsos de RF pueden generar señales transitorias en los conductores y electrodos de un cable implantado. Estas señales pueden tener efectos nocivos que incluyen, por ejemplo, el calentamiento no deseado del tejido, lo que produce daños en el tejido, corrientes inducidas en el cable o el fallo prematuro de los componentes electrónicos. El documento US-2004/0106964 da a conocer un electrodo implantable que comprende un conductor que hace contacto con un anillo interno y un anillo externo colocado sobre el conductor y el anillo interno.

### Breve resumen

30 La presente invención se establece en las reivindicaciones adjuntas descritas posteriormente. Los ejemplos, realizaciones o aspectos de la presente descripción que no están dentro del alcance de dichas reivindicaciones se proporcionan solamente con fines ilustrativos y no forman parte de la presente invención. En una realización, un cable implantable incluye un cuerpo de cable que presenta un extremo distal, un extremo proximal y una longitud longitudinal. Una pluralidad de electrodos están dispuestos en el extremo distal del cuerpo de cable. Una pluralidad de terminales están dispuestos en el extremo proximal del cuerpo de cable. Una pluralidad de conductores están dispuestos en el cuerpo de cable de modo que cada conductor acopla eléctricamente al menos uno de los electrodos a al menos uno de los terminales. Al menos uno de los electrodos o al menos uno de los terminales incluye un ensamblado de contacto de múltiples elementos. El ensamblado de contacto de múltiples elementos incluye al menos un elemento interno conductivo y al menos un elemento externo conductivo dispuesto sobre el elemento interno. Al menos uno de la pluralidad de conductores está eléctricamente acoplado a uno de los ensamblados de contacto de múltiples elementos de modo que el conductor se coloca contra el al menos un elemento interno. El al menos un elemento externo incluye una región que hace contacto con el al menos un elemento interno.

35 En otra realización, un procedimiento para formar un cable implantable incluye disponer una pluralidad de conductores alargados en un cuerpo de cable de modo que los extremos de los conductores se extienden desde los extremos del cuerpo de cable. Un ensamblado de contacto de múltiples elementos está dispuesto en uno de los extremos del cuerpo de cable. El ensamblado de contacto de múltiples elementos incluye un elemento interno y un elemento externo dispuesto sobre el elemento interno. Un extremo de uno de la pluralidad de conductores está dispuesto dentro del ensamblado de contacto de múltiples elementos de modo que el conductor se coloca contra el al menos un elemento interno. Una región del al menos un elemento externo hace contacto con el al menos un elemento interno.

40 En otra realización adicional, un procedimiento para formar un cable implantable incluye disponer una pluralidad de conductores alargados en un cuerpo de cable del cable de modo que los extremos de los conductores se extienden desde los extremos del cuerpo de cable. Cada uno de los extremos de los conductores que se extienden desde un extremo del cuerpo de cable están unidos físicamente a uno de un elemento diferente de una pluralidad de elementos internos. Un elemento diferente de una pluralidad de elementos externos está dispuesto de manera individual sobre cada uno de los elementos internos para formar una pluralidad de ensamblados de contacto de múltiples elementos. Cada uno de los ensamblados de contacto de múltiples elementos incluye uno de los

elementos externos dispuesto alrededor de uno de los elementos internos. Cada uno de los elementos internos de los ensamblados de contacto de múltiples elementos hacen contacto con los elementos externos correspondientes.

### Breve descripción de los dibujos

5 Para entender mejor la presente invención se hará referencia a la siguiente descripción detallada, que ha de leerse junto con los dibujos adjuntos, en los que:

la FIG. 1 es una vista esquemática de una realización de un sistema de estimulación eléctrica, según la descripción;

la FIG. 2 es una vista esquemática de otra realización de un sistema de estimulación eléctrica, según la descripción;

10 la FIG. 3A es una vista esquemática de una realización de una parte proximal de un cable y un módulo de control de un sistema de estimulación eléctrica, según la descripción;

la FIG. 3B es una vista esquemática de una realización de una parte proximal de un cable y una extensión de cable de un sistema de estimulación eléctrica, según la descripción;

15 la FIG. 4 es una vista lateral esquemática de una realización de partes de una pluralidad de conductores dispuestos a lo largo de un manguito de colocación de conductor, estando configurados los conductores en unidades, según la descripción;

la FIG. 5 es una vista esquemática en sección transversal longitudinal de una realización de partes de una pluralidad de conductores dispuestos en un elemento alargado, según la descripción;

20 la FIG. 6A es una vista lateral esquemática de una realización de una pluralidad de partes de conductores formados en dos unidades que incluyen regiones alternas de una bobina y de múltiples bobinas, según la descripción;

la FIG. 6B es una vista esquemática en sección transversal longitudinal de una realización de las partes de conductores de la FIG. 6A, según la descripción;

25 la FIG. 7A es una vista esquemática desde un extremo de una realización de un elemento portador de conductor de un sistema de estimulación eléctrica, según la descripción;

la FIG. 7B es una vista esquemática desde un extremo de una realización de conductores dispuestos en el elemento portador de conductor de la FIG. 7A, según la descripción;

30 la FIG. 8A es una vista esquemática desde un extremo de una realización de un ensamblado de contacto de múltiples elementos dispuesto en un extremo del elemento portador de conductor de la FIG. 7A, donde uno de los conductores del elemento portador de conductor está colocado para acoplarse eléctricamente con el ensamblado de contacto de múltiples elementos, según la descripción;

la FIG. 8B es una vista lateral esquemática de una realización del ensamblado de contacto de múltiples elementos de la FIG. 8A dispuesto en un extremo del elemento portador de conductor de la FIG. 7A, según la descripción;

35 la FIG. 8C es una vista lateral esquemática de una realización de un segundo ensamblado de contacto de múltiples elementos dispuesto en un extremo del elemento portador de conductor de la FIG. 7A, según la descripción;

40 la FIG. 9A es una vista esquemática desde un extremo de una realización de un ensamblado de contacto de múltiples elementos dispuesto en un extremo de un elemento portador de conductor, donde uno de los conductores del elemento portador de conductor está situado para acoplarse eléctricamente con el ensamblado de contacto de múltiples elementos, según la descripción;

la FIG. 9B es una vista lateral esquemática de una realización del ensamblado de contacto de múltiples elementos de la FIG. 9A dispuesto en un extremo del elemento portador de conductor de la FIG. 9A, según la descripción; y

45 la FIG. 10 es una vista general esquemática de una realización de los componentes de un sistema de estimulación, que incluye un subensamblado electrónico dispuesto dentro de un módulo de control, según la descripción.

### Descripción detallada

50 La presente descripción está dirigida al campo de sistemas implantables de estimulación eléctrica y a procedimientos de fabricación y uso de los sistemas. La presente descripción también está dirigida a cables

implantables de estimulación eléctrica (y a extensiones de cable) que presentan ensamblados de contacto de múltiples elementos, así como a procedimientos de fabricación y uso de los cables (y de las extensiones de cable), a ensamblados de contacto de múltiples elementos y a sistemas de estimulación eléctrica.

5 Sistemas implantables de estimulación eléctrica adecuados incluyen, pero sin limitarse a, un cable de electrodo ("cable") con uno o más electrodos dispuestos en un extremo distal del cable y uno o más terminales dispuestos en uno o más extremos proximales del cable. Los cables incluyen, por ejemplo, cables percutáneos, cables de electrodos tipo paleta (*paddle leads*) y cables de tipo manguito (*cuff leads*). Ejemplos de sistemas de estimulación eléctrica con cables se encuentran, por ejemplo, en las patentes estadounidenses con n.º 6.181.969, 6.516.227, 6.609.029, 6.609.032 y 6.741.892; y en las patentes estadounidenses US 7949395 (10/353.101), US7066028 (10/503.281), 11/238.240, US 2007/0150036 11/319.291, US 2007/0161294 (11/327.880), US 2007/0219595 (11/375.638), US 7974706 (11/393.991) y US 7672734 (11/396.309).

15 La Figura 1 ilustra esquemáticamente una realización de un sistema de estimulación eléctrica 100. El sistema de estimulación eléctrica incluye un módulo de control (por ejemplo, un estimulador o un generador de impulsos) 102, un cuerpo de paleta 104 y al menos un cuerpo de cable 106 que acopla el módulo de control 102 al cuerpo de paleta 104. El cuerpo de paleta 104 y el uno o más cuerpos de cable 106 forman un cable. El cuerpo de paleta 104 incluye normalmente una disposición de electrodos 134. El módulo de control 102 incluye normalmente un subensamblado electrónico 110 y una fuente de alimentación óptica 120 dispuesta en un alojamiento sellado 114. El módulo de control 102 incluye normalmente un conector 144 (Figura 2 y 3A, véase también 322 y 350 de la Figura 3B) en el que el extremo proximal del uno o más cuerpos de cable 106 puede enchufarse para establecer una conexión eléctrica a través de contactos conductivos en el módulo de control 102 y terminales (por ejemplo, 310 en la Figura 3A y 336 en la Figura 3B) en cada uno del uno o más cuerpos de cable 106. Debe entenderse que el sistema de estimulación eléctrica puede incluir más, menos o diferentes componentes y puede tener varias configuraciones diferentes, incluyendo las configuraciones dadas a conocer en las referencias de sistemas de estimulación eléctrica enumeradas en el presente documento. Por ejemplo, en lugar de un cuerpo de paleta 104, los electrodos 134 pueden disponerse en una disposición en o cerca del extremo distal del cuerpo de cable 106 formando un cable percutáneo, como se ilustra en la Figura 2. Un cable percutáneo puede ser isodiamétrico a lo largo de la longitud del cable. Además, una o más extensiones de cable 312 (véase la Figura 3B) pueden estar dispuestas entre el uno o más cuerpos de cable 106 y el módulo de control 102 para ampliar la distancia entre el uno o más cuerpos de cable 106 y el módulo de control 102 de las realizaciones mostradas en las Figuras 1 y 2.

20 25 30 Los sistemas de estimulación eléctrica o componentes del sistema de estimulación eléctrica, que incluyen uno o más de los cuerpos de cable 106, el cuerpo de paleta 104 y el módulo de control 102, se implantan normalmente en el cuerpo de un paciente. El sistema de estimulación eléctrica puede usarse en diversas aplicaciones incluyendo, pero sin limitarse a, la estimulación cerebral, la estimulación neural de la médula espinal, músculos, etc.

35 Los electrodos 134 pueden formarse usando cualquier material conductor biocompatible. Ejemplos de materiales adecuados incluyen metales, aleaciones, polímeros conductivos, carbón conductor y similares, así como combinaciones de los mismos. El número de electrodos 134 en la disposición de electrodos 134 puede variar. Por ejemplo, puede haber dos, cuatro, seis, ocho, diez, doce, catorce, dieciséis o más electrodos 134. Como se apreciará, también puede usarse otro número de electrodos 134.

40 45 Los electrodos del cuerpo de paleta 104 o uno o más cuerpos de paleta 106 están dispuestos normalmente en, o separados por, un material biocompatible no conductor que incluye, por ejemplo, silicona, poliuretano, polieteretercetona ("PEEK"), epoxi y similares, o combinaciones de los mismos. El cuerpo de paleta 104 y uno o más cuerpos de cable 106 pueden formarse con la forma deseada mediante cualquier proceso incluyendo, por ejemplo, moldeo (incluyendo moldeo por inyección), colada y similares. Electrodos e hilos de conexión pueden estar dispuestos sobre o dentro de un cuerpo de paleta, ya sea antes o después de un proceso de moldeo o colada. El material no conductor se extiende normalmente desde el extremo distal del cable hasta el extremo proximal de cada uno del uno o más cuerpos de cable 106. El material biocompatible no conductor del cuerpo de paleta 104 y del uno o más cuerpos de cable 106 puede ser el mismo o diferente. El cuerpo de paleta 104 y el uno o más cuerpos de cable 106 pueden ser una estructura unitaria o pueden formarse como dos estructuras distintas que están acopladas entre sí de manera permanente o separable.

50 55 60 Los terminales (por ejemplo, 310 en la Figura 3A y 336 en la Figura 3B) están dispuestos normalmente en el extremo proximal del uno o más cuerpos de cable 106 para conectarse a contactos conductivos correspondientes (por ejemplo, 314 en la Figura 3A y 340 en la Figura 3B) en conectores (por ejemplo, 144 en las Figuras 1 a 3A y 322 y 350 en la Figura 3B) dispuestos en, por ejemplo, el módulo de control 102 (o a otros dispositivos, tales como contactos conductivos en una extensión de cable, un cable de quirófano o un adaptador). Hilos conductivos ("conductores") (no mostrados) se extienden desde los terminales (por ejemplo, 310 en la Figura 3A y 336 en la Figura 3B) hasta los electrodos 134. Normalmente, uno o más electrodos 134 están eléctricamente acoplados a un terminal (por ejemplo, 310 en la Figura 3A y 336 en la Figura 3B). En algunas realizaciones, cada terminal (por ejemplo, 310 en la Figura 3A y 336 en la Figura 3B) solo está conectado a un electrodo 134. Los hilos conductivos pueden estar incorporados en el material no conductor del cable o pueden estar dispuestos en uno o más diámetros interiores (no mostrados) que se extienden a lo largo del cable. En algunas realizaciones hay un diámetro interior individual para cada hilo conductor. En otras realizaciones, dos o más hilos conductivos pueden extenderse a través

de un diámetro interior. También puede haber uno o más diámetros interiores (no mostrados) que se abren en, o cerca de, el extremo proximal del cable, por ejemplo, para insertar una varilla de estilete para facilitar la colocación del cable dentro del cuerpo de un paciente. Además, también puede haber uno o más diámetros interiores (no mostrados) que se abren en, o cerca de, el extremo distal del cable, por ejemplo, para introducir fármacos o medicamentos en el lugar de implantación del cuerpo de paleta 104. En al menos una realización, el uno o más diámetros interiores puede(n) llenarse continuamente, o de manera regular, con un fluido salino, epidural o similar. En al menos algunas realizaciones, el uno o más diámetros interiores pueden sellarse de manera permanente o separable en el extremo distal.

En al menos algunas realizaciones, los cables se acoplan a conectores dispuestos en módulos de control. En la Figura 3A, un cable 308 se muestra configurado y dispuesto para insertarse en el módulo de control 102. El conector 144 incluye un alojamiento de conector 302. El alojamiento de conector 302 define al menos un orificio 304 dentro del cual puede insertarse un extremo proximal 306 de un cable 308 con terminales 310, como se muestra mediante la flecha de dirección 312. El alojamiento de conector 302 incluye además una pluralidad de contactos conductivos 314 para cada orificio 304. Cuando el cable 308 se inserta en el orificio 304, los contactos conductivos 314 pueden alinearse con los terminales 310 en el cable 308 para acoplar eléctricamente el módulo de control 102 a los electrodos (134 de la Figura 1) dispuestos en un extremo distal del cable 308. Ejemplos de conectores en módulos de control se encuentran en, por ejemplo, la patente estadounidense n.º 7.244.150 y la solicitud de patente estadounidense con número de serie US 8224450 (1/532.844).

En la Figura 3B, un conector 322 está dispuesto en una extensión de cable 324. El conector 322 se muestra dispuesto en un extremo distal 326 de la extensión de cable 324. El conector 322 incluye un alojamiento de conector 328. El alojamiento de conector 328 define al menos un orificio 330 dentro del cual puede insertarse un extremo proximal 332 de un cable 334 con terminales 336, como se muestra mediante la flecha de dirección 338. El alojamiento de conector 328 incluye además una pluralidad de contactos conductivos 340. Cuando el cable 334 se inserta en el orificio 330, los contactos conductivos 340 dispuestos en el alojamiento de conector 328 pueden alinearse con los terminales 336 en el cable 334 para acoplar eléctricamente la extensión de cable 324 a los electrodos (134 de la Figura 1) dispuestos en un extremo distal (no mostrado) del cable 334.

En al menos algunas realizaciones, el extremo proximal de una extensión de cable está configurado y dispuesto de manera similar a un extremo proximal de un cable. La extensión de cable 324 puede incluir una pluralidad de hilos conductivos (no mostrados) que acoplan eléctricamente los contactos conductivos 340 a un extremo proximal 348 de la extensión de cable 324 que es opuesto al extremo distal 326. En al menos algunas realizaciones, los hilos conductivos dispuestos en la extensión de cable 324 pueden acoplarse eléctricamente a una pluralidad de terminales (no mostrados) dispuestos en el extremo proximal 348 de la extensión de cable 324. En al menos algunas realizaciones, el extremo proximal 348 de la extensión de cable 324 está configurado y dispuesto para insertarse en un conector dispuesto en otra extensión de cable. En otras realizaciones, el extremo proximal 348 de la extensión de cable 324 está configurado y dispuesto para insertarse en un conector dispuesto en un módulo de control. Como un ejemplo, en la Figura 3B el extremo proximal 348 de la extensión de cable 324 se inserta en un conector 350 dispuesto en un módulo de control 352.

Uno o más de los conductores que conectan al menos un terminal a un electrodo (u otro contacto conductivo) puede(n) estar dispuesto(s) en una trayectoria de conductor para eliminar o reducir el efecto de la radiación de RF, tal como la generada durante la formación de imágenes por resonancia magnética ("MRI"). La trayectoria de conductor incluye una pluralidad de unidades dispuestas en serie. En algunas realizaciones, las unidades están dispuestas a lo largo de un único conductor continuo. En otras realizaciones, las unidades son elementos conductivos individuales acoplados eléctricamente entre sí.

Cada unidad incluye al menos tres segmentos de conductor que se solapan al menos parcialmente entre sí para formar una región de múltiples bobinas. En primer lugar, cada unidad incluye un primer segmento de conductor que se extiende en una primera dirección a lo largo de una longitud longitudinal de un elemento alargado (por ejemplo, un cable o una extensión de cable) desde un punto inicial hasta una primera posición. En segundo lugar, cada unidad incluye un segundo segmento de conductor que se extiende desde la primera posición hacia (y posiblemente superando) el punto inicial hasta una segunda posición. En tercer lugar, cada unidad incluye un tercer segmento de conductor que se extiende en la primera dirección desde la segunda posición hasta un punto final. En al menos algunas realizaciones, la primera posición está entre la segunda posición y el punto final. En al menos algunas realizaciones, la segunda posición está entre el punto inicial y la primera posición. En al menos algunas realizaciones, la unidad puede incluir una región de una sola bobina que flanquea al menos un extremo de la región de múltiples bobinas.

Las unidades pueden ser eléctricamente continuas de modo que el punto final de una primera unidad es el punto inicial de la siguiente unidad consecutiva. Al menos uno de los puntos iniciales puede ser un terminal o un electrodo (u otro contacto conductivo). Asimismo, al menos uno de los puntos finales puede ser un terminal o un electrodo (u otro contacto conductivo). En realizaciones preferidas, cada segmento de conductor está bobinado. En al menos algunas realizaciones, los segmentos de conductor están bobinados alrededor de un manguito de colocación de conductor. En al menos algunas realizaciones, el manguito de colocación de conductor define un diámetro interior

que está configurado y dispuesto opcionalmente para alojar un elemento de enderezamiento (por ejemplo, un estilete o similar).

5 En al menos algunas realizaciones, al menos uno del primer, segundo o tercer segmento de conductor es sustancialmente recto. En al menos algunas realizaciones, el primer y tercer segmento de conductor son sustancialmente rectos y el segundo segmento de conductor está bobinado. En al menos algunas otras realizaciones, los tres segmentos de conductor son sustancialmente rectos. Debe entenderse que el término "segmento de conductor sustancialmente recto" significa que el segmento de conductor no está bobinado. Un "segmento de conductor sustancialmente recto" puede estar curvado, en particular cuando el propio cable está curvado (véase, por ejemplo, la Figura 1).

10 En al menos algunas realizaciones, todos los segmentos de conductor están formados a partir de la misma longitud de material conductor (por ejemplo, hilo o similar). Los conductores pueden tener un único filamento o tener múltiples filamentos. En realizaciones preferidas, los conductores tienen múltiples filamentos. En al menos algunas realizaciones, dos o más de los segmentos de conductor pueden ser piezas individuales de material conductor que están eléctricamente acopladas (por ejemplo, soldadas) entre sí. En al menos algunas realizaciones, una capa de aislante ("aislante de conductores") está dispuesta sobre cada uno de los segmentos de conductor.

15 En al menos algunas realizaciones, la longitud de conductor usada en el segundo segmento de conductor es al menos 1,5, 1,75, 1,9, 2, 2,1, 2,25 o 2,5 veces la longitud del primer segmento de conductor o del tercer segmento de conductor. Sin embargo, debe reconocerse que esta proporción de longitudes de segmentos de conductor puede variar entre las diversas realizaciones, particularmente si el grosor del conductor o el grosor de la capa de aislante de conductor es diferente para los diferentes segmentos.

20 La Figura 4 ilustra esquemáticamente una realización de una pluralidad de conductores 402. Los conductores 402 están configurados en una pluralidad de unidades, tal como la unidad 404. Cada unidad incluye un primer segmento de conductor 404a, un segundo segmento de conductor 404b y un tercer segmento de conductor 404c. En al menos algunas realizaciones, el aislante de conductor está dispuesto sobre los conductores 402 para aislar eléctricamente cada uno de los conductores 402 entre sí.

25 Muchos números diferentes de unidades pueden estar dispuestas a lo largo de las longitudes longitudinales de los conductores 402 incluyendo, por ejemplo, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez, doce, quince, veinte, veinticinco, treinta, cuarenta, cincuenta o más unidades. Debe entenderse que también pueden usarse otros muchos números de unidades. Cuando una pluralidad de unidades están acopladas entre sí en serie a lo largo de una longitud longitudinal de uno o más conductores, la pluralidad de unidades forman una serie repetida de regiones de una sola bobina, tal como las regiones de una sola bobina 406, separadas entre sí por una región de múltiples bobinas, tal como la región de múltiples bobinas 408.

30 En al menos algunas realizaciones, los conductores 402 están dispuestos a lo largo de un manguito de colocación de conductor 410. El manguito de colocación de conductor 410 puede formarse a partir de cualquier material biocompatible adecuado que incluye, por ejemplo, uno o más polímeros. En al menos algunas realizaciones, el aislante de conductor está dispuesto sobre los conductores 402 para encapsular los conductores 402 y aislar eléctricamente los conductores 402 entre sí.

35 En al menos algunas realizaciones, uno o más conductores que presentan una o más unidades pueden estar dispuestos en un elemento alargado (por ejemplo, un cable o una extensión de cable). En al menos algunas realizaciones, los extremos de los conductores 402 pueden acoplarse a terminales, electrodos o contactos conductivos. En realizaciones preferidas, cada uno de los conductores en un elemento alargado están configurados en unidades. En al menos algunas realizaciones, solamente un subconjunto de los conductores dispuestos en un elemento alargado incluyen una o más unidades, presentando los conductores restantes una disposición diferente (por ejemplo, un único segmento de conductor entre el / los terminal(es) y electrodo(s) / contacto(s) conductivo(s)).

40 Conductores, tales como los conductores 402, pueden estar dispuestos en un diámetro interior de un elemento alargado (por ejemplo, un cable, una extensión de cable, o similar). La Figura 5 es una vista esquemática en sección transversal longitudinal de una realización de partes de una pluralidad de conductores 502 dispuestos en un elemento alargado 504. Las partes ilustradas de los conductores 502 incluyen una unidad 506, mostrada entre dos líneas discontinuas verticales. La unidad 506 incluye un primer segmento de conductor 506a, un segundo segmento de conductor 506b y un tercer segmento de conductor 506c. En al menos algunas realizaciones, los conductores 502 están dispuestos sobre un manguito de colocación de conductor 508. En al menos algunas realizaciones, el manguito de colocación de conductor 508 define un diámetro interior 510. El elemento alargado 504 incluye un cuerpo 512 y un diámetro interior 514 dentro del cual están dispuestos los conductores 502.

45 La Figura 6A ilustra esquemáticamente una vista lateral de una realización de una pluralidad de conductores 602, donde cada uno incluye unidades 604 y 606. En la Figura 6A, el primer, el segundo y el tercer segmento de conductor 604a, 604b (no mostrados en la Figura 6A) y 604c, respectivamente, de la unidad 604, y el primer, el segundo y el tercer segmento de conductor 606a, 606b (no mostrados en la Figura 6A), y 606c, respectivamente, de la unidad 606, están bobinados. Los conductores 602 están dispuestos de modo que los conductores incluyen

regiones de múltiples bobinas 608 y regiones de una sola bobina 610. En al menos algunas realizaciones, los conductores 602 pueden bobinarse alrededor de uno o más objetos, tal como un manguito de colocación de conductor 612.

5 La Figura 6B es una vista esquemática en sección transversal longitudinal de la pluralidad de conductores 602 dispuestos en una capa externa 614 de un cuerpo 615 de un cable 616. Cuando la capa externa 614 del cuerpo 615 es isodiamétrica a lo largo de la longitud longitudinal del cable 616, pueden formarse espacios abiertos 618 entre las regiones de una sola bobina, tal como la región de una sola bobina 606a, y la capa externa 614.

10 Normalmente, uno o más contactos (por ejemplo, terminales, electrodos, contactos conectivos o similares) están dispuestos en extremos opuestos de un elemento alargado (por ejemplo, un cable, una extensión de cable o similar). Los contactos dispuestos en extremos opuestos del elemento alargado están acoplados eléctricamente entre sí mediante conductores alargados que se extienden a lo largo de una longitud longitudinal del elemento alargado. Por ejemplo, terminales dispuestos en un extremo proximal del conductor pueden acoplarse, a través de conductores, a electrodos (o contactos conectivos) dispuestos en un extremo distal del elemento alargado. Durante la formación del elemento alargado, los conductores pueden colocarse a lo largo de un cuerpo del elemento alargado en cualquier número de disposiciones diferentes incluyendo, por ejemplo, configurarse en una o más unidades (como se ha descrito anteriormente con referencia a las Figuras 4 a 6B), enrollarse alrededor de un manguito o husillo, extenderse de manera sustancialmente recta, colocarse en uno o más elementos portadores de conductor o de manera similar.

20 Es deseable que las conexiones entre los conductores y los contactos sean lo suficientemente fuertes como para mantener una conexión eléctrica viable durante la implantación y a lo largo de la vida útil del sistema de estimulación eléctrica dentro del cuerpo de un paciente. Una pérdida de conexión eléctrica entre un conductor y un contacto puede dar como resultado la pérdida de estimulación terapéutica y puede necesitar incluso una extirpación no deseada del sistema de estimulación eléctrica del paciente.

25 La conexión entre el conductor y el contacto se realiza algunas veces mediante un procedimiento de acoplamiento basado en calor (por ejemplo, soldadura con láser, soldadura por resistencia, soldadura fuerte, soldadura blanda o similar). Sin embargo, un procedimiento de acoplamiento basado en calor puede no proporcionar por sí mismo la suficiente resistencia como para mantener una conexión eléctrica entre el conductor y el contacto a lo largo de la vida útil del sistema de estimulación eléctrica.

30 En algunos casos, el conductor también puede fijarse mecánicamente al contacto. Sin embargo, el calor producido por el procedimiento de acoplamiento basado en calor normalmente recuece el contacto en una región del contacto muy próxima al emplazamiento del acoplamiento basado en calor. El recocido puede reducir la resistencia a la rotura del conductor. Un intento conocido de separar la fijación mecánica y el acoplamiento basado en calor requiere engarzar manguitos en los extremos de los conductores y después acoplar los manguitos a los contactos. Desafortunadamente, fabricar y manejar manguitos que sean suficientemente pequeños como para fijarse a los extremos de conductores es tedioso y complejo.

35 En al menos algunas realizaciones se utilizan ensamblados de contacto de múltiples elementos ("ensamblados de contacto") que se acoplan eléctricamente a los contactos. Los ensamblados de contacto incluyen un elemento externo rígido (o semirrígido) conformado de manera cilíndrica y un elemento interno rígido (o semirrígido) dispuesto en el elemento externo. En al menos algunas realizaciones, el elemento interno está dispuesto de manera concéntrica en el elemento externo.

40 Los contactos se acoplan eléctricamente a los ensamblados de contacto colocando los conductores contra los elementos internos y haciendo que los elementos externos hagan contacto con los elementos internos. En al menos algunas realizaciones, los elementos externos se deforman mecánicamente para acoplar eléctricamente los conductores a al menos uno de los elementos internos o los elementos externos. En al menos algunas realizaciones, los conductores también se acoplan eléctricamente a los ensamblados de contacto uniendo físicamente los conductores a los ensamblados de contacto. En al menos algunas realizaciones, los conductores están unidos físicamente a los ensamblados de contacto mediante uno o más procedimientos de acoplamiento basados en calor.

45 En al menos algunas realizaciones, tanto los elementos internos como los elementos externos están formados a partir de materiales conductivos. En al menos algunas realizaciones, un ensamblado de contacto está colocado en un extremo de un cuerpo de un elemento alargado y uno de los conductores está colocado en el ensamblado de contacto de modo que el conductor es o bien interno o bien externo al elemento interno. En al menos algunas realizaciones, el elemento externo está deformado mecánicamente (por ejemplo, curvado, engarzado, estampado, doblado, plegado o similar) para empujar contra uno o más del conductor y el elemento interno, acoplando así eléctricamente el conductor al elemento interno y/o al elemento externo. En al menos algunas realizaciones, el conductor también se une físicamente al elemento interno y/o al elemento externo mediante un procedimiento de acoplamiento basado en calor (por ejemplo, soldadura con láser, soldadura por resistencia, soldadura fuerte, soldadura blanda o similar), ya sea antes o después de deformar mecánicamente el elemento externo. En al menos algunas realizaciones, el elemento externo y el elemento interno se unen físicamente entre sí (por ejemplo,

mediante un procedimiento de acoplamiento basado en calor) después de deformarse mecánicamente el elemento externo.

5 Como se ha analizado anteriormente, los conductores pueden colocarse a lo largo del cuerpo del elemento alargado en cualquier número de disposiciones diferentes incluyendo, por ejemplo, configurarse en una o más unidades, enrollarse alrededor de un manguito o husillo, extenderse de manera sustancialmente recta, colocarse en uno o más elementos portadores de conductor o de manera similar. Debe entenderse que cuando uno o más conductores están bobinados (por ejemplo, configurados en una o más unidades, o de manera similar), las bobinas pueden extenderse hacia los electrodos, terminales o ambos.

10 En al menos algunas realizaciones, un elemento portador de conductor puede usarse para retener uno o más conductores a lo largo de al menos una parte de un elemento alargado. La Figura 7A es una vista desde un extremo esquemática de una realización de un elemento portador de conductor 702 que incluye múltiples diámetros interiores. El elemento portador de conductor 702 define un diámetro interior central 704 y diámetros interiores de conductor 706 a 713. El elemento portador de conductor 702 puede incluir muchas configuraciones diferentes y muchos números y tamaños diferentes de diámetros interiores de conductor.

15 En al menos algunas realizaciones, uno o más conductores se extienden a lo largo de al menos una parte de una longitud longitudinal del cuerpo de cable dentro de uno de los diámetros interiores de conductor 706 a 713. En al menos algunas realizaciones, los extremos de los conductores se extienden desde un extremo del elemento portador de conductor 702. La Figura 7B es una vista esquemática desde un extremo de una realización de los conductores 720 a 727 dispuestos en el elemento portador de conductor 702. En al menos algunas realizaciones, un aislante 730 está dispuesto alrededor de una longitud longitudinal de uno o más de los conductores 720 a 727. Los extremos de los conductores 720 a 727 se extienden desde el extremo del elemento portador de conductor 702. Los extremos de los conductores 720 a 727 que se extienden en un extremo del elemento portador de conductor 702 se acoplan normalmente a terminales y los extremos de los conductores 720 a 727 que se extienden en el otro extremo del elemento portador de conductor 702 se acoplan normalmente a electrodos (o contactos de conector).

20 Un ensamblado de contacto puede estar dispuesto en un extremo del elemento portador de conductor 702 que, a su vez, puede estar dispuesto en un cuerpo de cable o un cuerpo de extensión de cable. El extremo de uno de los conductores 720 a 727 que se extienden desde el elemento portador de conductor 702 puede estar acoplado al ensamblado de conductor. Las Figuras 7B a 9B muestran conductores que se extienden a lo largo de diámetros interiores definidos en elementos portadores de conductor.

25 En algunas realizaciones, el elemento portador de conductor 702 se extiende por toda la longitud de un cuerpo de cable (o un cuerpo de extensión de cable). En otras realizaciones, uno o más elementos portadores de conductor se extiende(n) a lo largo de partes de la longitud de un cuerpo de cable (o un cuerpo de extensión de cable). En al menos algunas realizaciones, un cuerpo de cable (o un cuerpo de extensión de cable) incluye además una o más capas externas dispuestas sobre el uno o más elementos portadores de conductor. En al menos algunas realizaciones, los ensamblados de contacto están acoplados a conductores que se extienden a lo largo de cuerpos de cable (o cuerpos de extensión de cable) que no incluyen elementos portadores de conductor.

30 Las Figuras 8A y 8B son una vista desde un extremo y una vista lateral esquemáticas, respectivamente, de una realización de un primer ensamblado de contacto 802 dispuesto en un extremo del elemento portador de conductor 702. El primer ensamblado de contacto 802 incluye un elemento interno 804 y un elemento externo 806. En al menos algunas realizaciones, el elemento externo 806 funciona como un contacto (por ejemplo, un terminal, un electrodo o similar).

35 En realizaciones preferidas, el conductor es isodiamétrico. Por consiguiente, en al menos algunas realizaciones, el elemento externo 806 tiene un diámetro que es igual a un diámetro de un cuerpo de cable (o un cuerpo de extensión de cable). En al menos algunas realizaciones, el elemento interno 804 tiene un diámetro que es igual al diámetro del elemento portador de conductor 702.

40 El elemento interno 804 y el elemento externo 806 pueden formarse usando cualquier material biocompatible conductivo rígido o semirrígido. Ejemplos de materiales adecuados incluyen platino, iridio, platiniridio, titanio, aleaciones de cualquiera de los metales antes mencionados, superaleaciones (por ejemplo, MP35N y similares), acero inoxidable y similares, así como combinaciones de los mismos. Debe entenderse que el elemento interno 804 y el elemento externo 806 pueden formarse a partir del mismo material o de materiales diferentes.

45 En al menos algunas realizaciones, el elemento interno 804 está dispuesto dentro del elemento externo 806, de manera que el elemento interno 804 y el elemento externo 806 son concéntricos entre sí. En al menos algunas realizaciones, el elemento externo 806 es cilíndrico. En al menos algunas realizaciones, el elemento interno 804 también es cilíndrico. En al menos algunas realizaciones, el elemento interno 804 tiene forma de C. En al menos algunas realizaciones, el elemento externo 806 tiene forma de C.

50 En al menos algunas realizaciones, el primer ensamblado de contacto 802 está dispuesto en un extremo del elemento portador de conductor 702. En al menos algunas realizaciones, uno de los conductores 720 a 727 que se extiende desde el extremo del elemento portador de conductor 702 está acoplado al primer ensamblado de contacto



802 y los conductores restantes 720 a 727 se extienden a través del elemento interno 804. En al menos algunas realizaciones, los conductores restantes 720 a 727 que se extienden a través del primer ensamblado de contacto 802 están acoplados a uno o más contactos adicionales colocados posteriormente de manera lateral desde el primer ensamblado de contacto 802. Para facilitar la ilustración, en la Figura 8B y en otras figuras solo se muestran algunos conductores para representar los conductores 721 a 727.

En las Figuras 8A y 8B, el conductor 720 se muestra acoplado al primer ensamblado de contacto 802. El conductor 720 está colocado contra el elemento interno 804 de modo que el conductor 720 está dispuesto de manera externa al elemento interno 804 y de manera interna al elemento externo 806. Una vez que el conductor 720 está dispuesto de manera externa al elemento interno 804 y de manera interna al elemento externo 806, el elemento externo 806 se deforma (por ejemplo, se deforma de manera mecánica) para empujar el conductor 720 contra al menos uno del elemento interno 804 o el elemento externo 806, acoplado de ese modo eléctricamente el conductor 720 al elemento interno 804 y/o al elemento externo 806. En al menos algunas realizaciones, el elemento externo 806 está deformado mecánicamente (por ejemplo, curvado, engarzado, estampado, doblado, plegado o similar). En al menos algunas realizaciones, el conductor 720 está colocado contra el elemento interno 804 de modo que el conductor 720 está dispuesto de manera interna al elemento interno 804.

En al menos algunas realizaciones, el conductor 720 también se acopla eléctricamente al elemento interno 804 y/o al elemento externo 806 uniendo físicamente el conductor 720 al elemento interno 804 y/o al elemento externo 806. En al menos algunas realizaciones, el conductor 720 está unido físicamente al elemento interno 804 y/o al elemento externo 806 mediante un procedimiento de acoplamiento basado en calor (por ejemplo, soldadura con láser, soldadura por resistencia, soldadura fuerte, soldadura blanda o similar). El conductor 720 puede acoplarse eléctricamente, mediante el procedimiento de acoplamiento basado en calor, al elemento interno 804 y/o al elemento externo 806, ya sea antes o después de acoplar eléctricamente el conductor 720 al elemento interno 804 y/o al elemento externo 806 mediante deformación mecánica del elemento externo 806. En al menos algunas realizaciones, el elemento interno 804 y el elemento externo 806 se acoplan entre sí, a través del procedimiento de acoplamiento basado en calor, después de acoplar eléctricamente el conductor 720 al elemento interno 804 y/o al elemento 806 mediante deformación mecánica del elemento externo 806.

Como se ha analizado anteriormente, un aislante 730 puede estar dispuesto a lo largo de la longitud longitudinal de uno o más de los conductores 720 a 727. En al menos algunas realizaciones, el aislante 730 del conductor 720 se retira de al menos una parte de la región del conductor 720 acoplado al primer ensamblado de contacto 802 antes de la deformación mecánica del elemento externo 806. En otras realizaciones, el proceso de deformación mecánica retira una cantidad suficiente de aislante 730 para proporcionar una conexión eléctrica adecuada entre el conductor 720 y al menos uno de entre el elemento interno 804 y el elemento externo 806 sin necesidad de retirar una parte del aislante 730 antes de llevar a cabo el proceso de deformación mecánica.

En al menos algunas realizaciones, una vez que un primer extremo del primer ensamblado de contacto 802 está colocado contra el elemento portador de conductor 702 y se ha establecido una conexión eléctrica entre el conductor 720 y el primer ensamblado de contacto 802, un separador 808 puede colocarse de manera adyacente a un segundo extremo del primer ensamblado de contacto 802 opuesto al primer extremo. Los conductores 721 a 727 que se extienden a través del elemento interno 804 del ensamblado de contacto 802 también se extienden a través del separador 808. En al menos algunas realizaciones, cuando una punta (no mostrada) del conductor 720 se extiende más allá del segundo extremo del primer ensamblado de contacto 802, la punta del conductor 720 puede retirarse o doblarse de modo que la punta del conductor 720 no impida que el separador 808 haga contacto con el primer ensamblado de contacto 802.

Un ensamblado de contacto adicional puede colocarse en el extremo opuesto del separador desde el primer ensamblado de contacto, y otro conductor puede acoplarse al ensamblado de contacto adicional. Debe entenderse que cualquier número de ensamblados de contacto puede acoplarse a conductores y separarse entre sí mediante separadores. En al menos algunas realizaciones, el número de ensamblados de contacto es igual al número de conductores. Debe entenderse además que el mismo proceso puede repetirse en un extremo opuesto del elemento portador de conductor 702.

La Figura 8C es una vista lateral esquemática de una realización de un segundo ensamblado de contacto 820 dispuesto en un extremo del elemento portador de conductor 702. El conductor 721 está colocado entre, y está eléctricamente acoplado a, un elemento interno 822 y un elemento externo 824 del segundo ensamblado de contacto 820. Los conductores restantes 722 a 727 se extienden a través del elemento interno 822. El separador 808 separa el primer ensamblado de contacto 802 del segundo ensamblado de contacto 820.

En al menos algunas realizaciones, ambos elementos externos 806 y 824 funcionan como terminales o como electrodos. En realizaciones preferidas, si uno o más ensamblados de contacto adicionales están dispuestos en el mismo extremo del elemento portador de conductor 702 y están separados entre sí mediante separadores, el / los elemento(s) externo(s) de esos ensamblados de contacto adicionales también funciona(n) como los elementos externos 806 y 824. En al menos algunas realizaciones, uno o más ensamblados de contacto dispuestos en el extremo opuesto del elemento portador de conductor 702 tienen elementos externos que funcionan de manera

complementaria como terminales o electrodos, dependiendo de la funcionalidad de los elementos externos 806 y 824.

En una realización alternativa, un conductor se une físicamente a un elemento interno en forma de C a través de un procedimiento de acoplamiento basado en calor. Después, un elemento externo se coloca sobre el elemento interno (y el conductor acoplado eléctricamente), y al menos una parte del elemento externo y el elemento interno se unen físicamente entre sí. En al menos algunas realizaciones, el elemento interno es sustancialmente plano cuando el conductor está unido físicamente al elemento interno. En este caso, el elemento interno se curva adoptando forma de C después de unir físicamente el conductor al elemento interno. En algunas realizaciones, el conductor se acopla eléctricamente a una superficie interna del elemento interno. En otras realizaciones, el conductor se acopla eléctricamente a una superficie externa del elemento interno.

La Figura 9A es una vista esquemática desde un extremo de una realización de un ensamblado de contacto 902 dispuesto en un extremo de un elemento portador de conductor 904. El ensamblado de contacto 902 incluye un elemento interno en forma de C 906 y un elemento externo cilíndrico 908. Conductores, tal como el conductor 910, están dispuestos en el elemento portador de conductor 904. La Figura 9B es una vista lateral esquemática de una realización del ensamblado de contacto 902 dispuesto en un extremo del elemento portador de conductor 904 y del conductor 910 acoplado al elemento interno 906 que, a su vez, está acoplado al elemento externo 908. En realizaciones preferidas, el diámetro del elemento externo 908 es igual al diámetro de un cuerpo de cable (o cuerpo de extensión de cable) en el que está dispuesto el elemento portador de conductor 904.

En las Figuras 9A y 9B, el conductor 910 se muestra eléctricamente acoplado a una superficie interna 912 del elemento interno 906. Debe entenderse que, en cambio, el conductor 910 puede estar acoplado eléctricamente a una superficie externa del elemento interno 906. En al menos algunas realizaciones, el elemento externo 908 está dispuesto sobre el elemento interno 906 de modo que el elemento interno 906 está comprimido dentro del elemento externo 908.

Una vez que el elemento externo 908 esté dispuesto sobre el elemento interno 906, el elemento externo 908 se acopla eléctricamente al elemento interno 906. En algunas realizaciones, el elemento externo 908 está deformado mecánicamente para empujar contra el elemento interno 906. En otras realizaciones, el elemento externo está unido físicamente al elemento interno 906 mediante un procedimiento de acoplamiento basado en calor (por ejemplo, soldadura con láser, soldadura por resistencia, soldadura fuerte, soldadura blanda o similar). En al menos algunas realizaciones, el elemento externo 908 y el elemento interno 906 están acoplados eléctricamente mediante deformación mecánica del elemento externo 908 y unión física.

En al menos algunas realizaciones, cada uno de los conductores del elemento portador de conductor 904 están físicamente unidos a un elemento interno diferente. Los elementos internos están dispuestos a lo largo de un eje del extremo del elemento portador de conductor 904 de modo que los conductores acoplados a los elementos internos más laterales se extienden a través de cada uno de los elementos internos más centrales. Elementos externos están colocados sobre, y acoplados eléctricamente a, cada elemento interno. En al menos algunas realizaciones, al menos uno de los elementos puede cerrarse para formar una trayectoria transversal continua.

En al menos algunas realizaciones, el elemento interno 906 tiene una longitud longitudinal 914 (mostrada en la Figura 9B como una flecha de dos cabezas) que no es igual a una longitud longitudinal 916 (también mostrada en la Figura 9B como una flecha de dos cabezas) del elemento externo 908. En al menos algunas realizaciones, la longitud longitudinal 916 del elemento externo 908 es mayor que la longitud longitudinal 914 del elemento interno 906. Puede resultar ventajoso el que el elemento externo 908 del ensamblado de contacto 902 tenga mayor longitud que el elemento interno 906 de modo que, cuando el conductor 910 se acople al elemento interno 906, pero no todavía al elemento externo 908, la posición axial del elemento interno 906 puede ajustarse sin necesidad de ajustar axialmente el elemento externo 908. Por tanto, el elemento externo 908 puede colocarse según se desee sin necesidad de ajustar axialmente el elemento externo 908 para adaptar el posicionamiento del acoplamiento eléctrico del elemento externo 908 con el conductor 910.

La Figura 10 es una vista general esquemática de una realización de los componentes de un sistema de estimulación eléctrica 1000 que incluye un subensamblado electrónico 1010 dispuesto dentro de un módulo de control. Debe entenderse que el sistema de estimulación eléctrica puede incluir más, menos o diferentes componentes y puede tener varias configuraciones diferentes, incluyendo las configuraciones dadas a conocer en las referencias de estimuladores citadas en el presente documento.

Algunos de los componentes (por ejemplo, una fuente de alimentación 1012, una antena 1018, un receptor 1002 y un procesador 1004) del sistema de estimulación eléctrica pueden instalarse en una o más placas de circuito o medios portadores similares dentro de un alojamiento sellado de un generador de impulsos implantable, si se desea. Puede usarse cualquier fuente de alimentación 1012 incluyendo, por ejemplo, una batería, tal como una batería primaria o una batería recargable. Ejemplos de otras fuentes de alimentación incluyen supercondensadores, baterías nucleares o atómicas, resonadores mecánicos, colectores de infrarrojos, fuentes de energía alimentadas térmicamente, fuentes de energía alimentadas por flexión, fuentes de alimentación de bioenergía, células de

combustible, células bioeléctricas, bombas de presión osmótica y similares, incluyendo las fuentes de alimentación descritas en la publicación de solicitud de patente estadounidense n.º 2004/0059392.

5 Como otra alternativa, la energía puede suministrarse mediante una fuente de alimentación externa a través de un acoplamiento inductivo a través de la antena opcional 1018 o una antena secundaria. La fuente de alimentación externa puede estar en un dispositivo que está montado en la piel del usuario o en una unidad dispuesta cerca del usuario de manera permanente o periódica.

10 Si la fuente de alimentación 1012 es una batería recargable, la batería puede recargarse usando la antena opcional 1018, si se desea. Puede proporcionarse energía a la batería para su recarga acoplado de manera inductiva la batería a través de la antena a una unidad de recarga 1016 externa al usuario. Ejemplos de tales disposiciones pueden encontrarse en las referencias indicadas anteriormente.

15 En una realización, la corriente eléctrica es emitida por los electrodos 134 presentes en cuerpo de paleta o de cable para estimular las fibras nerviosas, las fibras musculares u otros tejidos corporales cercanos al sistema de estimulación eléctrica. Un procesador 1004 está incluido generalmente para controlar las características eléctricas y de temporización del sistema de estimulación eléctrica. Por ejemplo, el procesador 1004 puede controlar, si se desea, uno o más de entre la la temporización, frecuencia, intensidad, duración y forma de onda de los impulsos. Además, el procesador 1004 puede seleccionar los electrodos que pueden usarse para proporcionar la estimulación, si se desea. En algunas realizaciones, el procesador 1004 puede seleccionar qué electrodo(s) actuará(n) como cátodo(s) y qué electrodo(s) actuará(n) como ánodo(s). En algunas realizaciones, el procesador 1004 puede usarse para identificar los electrodos que proporcionarán la estimulación más útil del tejido deseado.

20 Puede usarse cualquier procesador y puede ser tan simple como un dispositivo electrónico que, por ejemplo, produzca impulsos a intervalos regulares, o el procesador puede ser capaz de recibir e interpretar instrucciones procedentes de una unidad de programación externa 1008 que, por ejemplo, permite modificar las características de los impulsos. En la realización ilustrada, el procesador 1004 está acoplado a un receptor 1002 que, a su vez, está acoplado a la antena opcional 1018. Esto permite al procesador 1004 recibir instrucciones desde una fuente externa para, por ejemplo, controlar las características de los impulsos y la selección de electrodos, si se desea.

25 En una realización, la antena 1018 puede recibir señales (por ejemplo, señales de RF) desde una unidad de telemetría externa 1006 que está programada mediante una unidad de programación 1008. La unidad de programación 1008 puede ser externa a, o formar parte de, la unidad de telemetría 1006. La unidad de telemetría 1006 puede ser un dispositivo colocado sobre la piel del usuario o puede ser transportada por el usuario y tener una forma similar a un buscapersonas, un teléfono celular o un control remoto, si se desea. Como otra alternativa, la unidad de telemetría 1006 puede no estar colocada o ser transportada por el usuario, sino que puede estar disponible solamente en una estación doméstica o en la consulta del médico. La unidad de programación 1008 puede ser cualquier unidad que pueda proporcionar información a la unidad de telemetría 1006 para la transmisión al sistema de estimulación eléctrica 1000. La unidad de programación 1008 puede ser parte de la unidad de telemetría 1006 o puede proporcionar señales o información a la unidad de telemetría 1006 a través de una conexión inalámbrica o cableada. Un ejemplo de una unidad de programación adecuada es un ordenador manejado por el usuario o un médico para enviar señales a la unidad de telemetría 1006.

30 Las señales enviadas al procesador 1004 a través de la antena 1018 y el receptor 1002 pueden usarse para modificar o dirigir de otro modo el funcionamiento del sistema de estimulación eléctrica. Por ejemplo, las señales pueden usarse para modificar los impulsos del sistema de estimulación eléctrica, por ejemplo modificando uno o más de entre la duración del impulso, la frecuencia del impulso, la forma de onda del impulso y la intensidad del impulso. Las señales también pueden controlar el sistema de estimulación eléctrica 1000 para interrumpir el funcionamiento, iniciar el funcionamiento, empezar a cargar la batería o dejar de cargar la batería. En otras realizaciones, el sistema de estimulación no incluye una antena 1018 o el receptor 1002, y el procesador 1004 funciona de la manera programada.

35 Opcionalmente, el sistema de estimulación eléctrica 1000 puede incluir un transmisor (no mostrado) acoplado al procesador 1004 y a la antena 1018 para transmitir señales a la unidad de telemetría 1006 u otra unidad capaz de recibir las señales. Por ejemplo, el sistema de estimulación eléctrica 1000 puede transmitir señales que indican si el sistema de estimulación eléctrica 1000 está funcionando correctamente o no, o que indican cuándo necesita cargarse la batería o el nivel de carga restante en la batería. El procesador 1004 también puede transmitir información acerca de las características de los impulsos de modo que un usuario o un médico pueda determinar o verificar las características.

40 La memoria descriptiva, ejemplos y datos anteriores proporcionan una descripción de la fabricación y uso de la composición de la invención. La invención está determinada por las siguientes reivindicaciones adjuntas.

55

**REIVINDICACIONES**

- 1 Un cable implantable, que comprende:
- 5 un cuerpo de cable que presenta un extremo distal, un extremo proximal y una longitud longitudinal;  
una pluralidad de electrodos dispuestos en el extremo distal del cuerpo de cable;  
una pluralidad de terminales dispuestos en el extremo proximal del cuerpo de cable;  
una pluralidad de conductores dispuestos en el cuerpo de cable, cada conductor acopla eléctricamente al  
menos uno de los electrodos a al menos uno de los terminales; y  
un elemento portador de conductor que se extiende a lo largo de al menos una parte de la longitud  
10 longitudinal del cuerpo de cable, presentando el elemento portador de conductor un diámetro externo y  
definiendo una pluralidad de diámetros interiores de conductor, en el que al menos uno de la pluralidad de  
conductores se extiende a lo largo de al menos una parte de la longitud longitudinal del cuerpo de cable  
dentro de uno de los diámetros interiores de conductor;  
una capa externa isodiamétrica del cuerpo de cable dispuesta sobre el elemento portador de conductor, y  
15 que presenta un diámetro externo;  
en el que al menos uno de los electrodos o al menos uno de los terminales comprende un ensamblado de  
contacto de múltiples elementos, comprendiendo el ensamblado de contacto de múltiples elementos  
al menos un elemento interno conductivo, en el que el al menos un elemento interno tiene un diámetro, y  
al menos un elemento externo conductivo que presenta un diámetro externo y que está dispuesto sobre el  
elemento interno;
- 20 en el que al menos uno de la pluralidad de conductores está eléctricamente acoplado a uno de los  
ensamblados de contacto de múltiples elementos de modo que el conductor esté colocado contra el al  
menos un elemento interno, y en el que el al menos un elemento externo comprende una región que está  
en contacto con el al menos un elemento interno;
- 25 en el que el diámetro del al menos un elemento interno es igual al diámetro externo del elemento portador  
de conductor, y en el que el diámetro externo del al menos un elemento externo es igual al diámetro externo  
de la capa externa isodiamétrica del cuerpo de cable.
- 2 El cable según la reivindicación 1, en el que la región del al menos un elemento externo en contacto con el al  
menos un elemento interno está deformado mecánicamente para acoplar eléctricamente el al menos uno de la  
30 pluralidad de conductores a al menos uno del al menos un elemento interno o del al menos un elemento  
externo.
- 3 El cable según la reivindicación 1, en el que el al menos uno de la pluralidad de conductores también está  
acoplado eléctricamente al uno de los ensamblados de contacto de múltiples elementos uniendo físicamente el  
al menos uno de la pluralidad de conductores a al menos uno del al menos un elemento interno o del al menos  
un elemento externo.
- 35 4 El cable según la reivindicación 3, en el que el al menos uno de la pluralidad de conductores está unido  
físicamente a al menos uno del al menos un elemento interno o del al menos un elemento externo mediante al  
menos uno de entre soldadura con láser, soldadura por resistencia, soldadura fuerte o soldadura blanda del al  
menos uno de la pluralidad de conductores a al menos uno del al menos un elemento interno o del al menos un  
elemento externo.
- 40 5 El cable según la reivindicación 1, en el que el al menos un conductor está colocado de manera externa al al  
menos un elemento interno y de manera interna al al menos un elemento externo.
- 6 El cable según la reivindicación 1, en el que el al menos un elemento interno está unido físicamente al al  
menos un elemento externo.
- 7 El cable según la reivindicación 1, en el que el al menos un elemento interno tiene una forma cilíndrica o de C.
- 45 8 El cable según la reivindicación 1, en el que el al menos un elemento interno tiene una longitud longitudinal que  
es diferente de una longitud longitudinal del al menos un elemento externo.
- 9 Un sistema de estimulación eléctrica, que comprende:
- 50 el cable según la reivindicación 1;  
un módulo de control configurado y dispuesto para acoplarse eléctricamente al extremo proximal del cable,  
comprendiendo el módulo de control  
un alojamiento, y  
un subensamblado electrónico dispuesto en el alojamiento; y  
un conector para recibir el cable, presentando el conector un extremo proximal, un extremo distal y una  
longitud longitudinal, estando el conector configurado y dispuesto para recibir el cable, comprendiendo el  
55 conector

- un alojamiento de conector que define un orificio en el extremo distal del conector, estando el orificio configurado y dispuesto para recibir el extremo proximal del cable, y una pluralidad de contactos de conector dispuestos en el alojamiento de conector, estando los contactos de conector configurados y dispuestos para acoplarse al al menos uno de la pluralidad de terminales dispuestos en el extremo proximal del cable.
- 5
- 10 El sistema de estimulación eléctrica según la reivindicación 9, en el que el conector está dispuesto en el módulo de control.
- 11 El sistema de estimulación eléctrica según la reivindicación 9, que comprende además una extensión de cable que presenta un extremo proximal y un extremo distal, estando dispuesto el conector en el extremo distal de la extensión de cable.
- 10
- 12 El sistema de estimulación eléctrica según la reivindicación 11, en el que la extensión de cable comprende:
- un cuerpo de extensión de cable que presenta un extremo distal, un extremo proximal y una longitud longitudinal;
- una pluralidad de electrodos dispuestos en el extremo distal del cuerpo de extensión de cable;
- 15 una pluralidad de terminales dispuestos en el extremo proximal del cuerpo de extensión de cable; y una pluralidad de conductores dispuestos en el cuerpo de extensión de cable, cada conductor acopla eléctricamente al menos uno de los electrodos a al menos uno de los terminales;
- en el que al menos uno de los electrodos o al menos uno de los terminales comprende un ensamblado de contacto de múltiples elementos, comprendiendo el ensamblado de contacto de múltiples elementos
- 20 al menos un elemento interno conductivo, y al menos un elemento externo conductivo dispuesto sobre el elemento interno;
- en el que al menos uno de la pluralidad de conductores está acoplado eléctricamente a uno de los ensamblados de contacto de múltiples elementos de manera que el conductor está colocado contra el al menos un elemento interno, y en el que el al menos un elemento externo comprende una región que está
- 25 en contacto con el al menos un elemento interno.
- 13 Un procedimiento de formación del cable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo el procedimiento:
- disponer una pluralidad de conductores alargados en diámetros interiores de conductor definidos en un elemento portador de conductor de un cuerpo de cable del cable de manera que los extremos de los
- 30 conductores se extienden desde los extremos del elemento portador de conductor;
- disponer un ensamblado de contacto de múltiples elementos en uno de los extremos del elemento portador de conductor, comprendiendo el ensamblado de contacto de múltiples elementos al menos un elemento interno conductivo y al menos un elemento externo conductivo dispuesto sobre el elemento interno, en el que el al menos un elemento interno tiene un diámetro que es igual al diámetro externo del elemento
- 35 portador de conductor, y en el que el diámetro externo del al menos un elemento externo es igual al diámetro externo de la capa externa isodiamétrica del cuerpo de cable;
- disponer un extremo de uno de la pluralidad de conductores en el ensamblado de contacto de múltiples elementos de modo que el conductor esté colocado contra el al menos un elemento interno; y
- hacer que una región del al menos un elemento externo haga contacto con el al menos un elemento interno.
- 40
- 14 El procedimiento según la reivindicación 13, que comprende además unir físicamente el elemento interno al elemento externo mediante al menos uno de entre soldadura con láser, soldadura por resistencia, soldadura fuerte o por soldadura del conductor al elemento externo.
- 15 El procedimiento según la reivindicación 13, que comprende además extender los conductores restantes a través de una parte del ensamblado de contacto de múltiples elementos que es interna al elemento interno, extendiendo preferiblemente los conductores restantes a través de un separador situado en un extremo del ensamblado de contacto de múltiples elementos opuesto al cuerpo de cable y acoplando eléctricamente al menos uno de los conductores restantes a otro ensamblado de contacto de múltiples elementos dispuesto en un extremo opuesto del separador.
- 45
- 16 El procedimiento según la reivindicación 13, que comprende además:
- unir físicamente cada uno de los extremos de los conductores que se extienden desde un extremo del elemento portador de conductor a uno de un elemento diferente de una pluralidad de elementos internos, en el que los elementos internos tienen diámetros que son iguales al diámetro externo del elemento portador de conductor;
- 50 disponer de manera individual un elemento diferente de una pluralidad de elementos externos sobre cada uno de los elementos internos para formar una pluralidad de ensamblados de contacto de múltiples elementos, comprendiendo cada uno de los ensamblados de contacto de múltiples elementos uno de los elementos externos dispuesto alrededor de uno de los elementos internos, y en el que los elementos
- 55

externos tienen diámetros externos que son iguales al diámetro externo de la capa externa isodiamétrica del cuerpo de cable y;  
hacer que cada uno de los elementos internos de los ensamblados de contacto de múltiples elementos hagan contacto con los elementos externos correspondientes.

- 5 17 El procedimiento según la reivindicación 16, en el que unir físicamente cada uno de los extremos de los conductores que se extienden desde un extremo del cuerpo de cable a uno de un elemento diferente de la pluralidad de elementos internos, comprende:
- 10 (i) que al menos uno de la pluralidad de elementos internos sea sustancialmente plano cuando el conductor esté unido físicamente al al menos un elemento interno y que el al menos un elemento interno se curve posteriormente en forma de C; o
- (ii) que el conductor se una físicamente a la al menos una superficie interna o a la superficie externa del elemento interno; o
- (iii) al menos uno de entre soldadura con láser, soldadura por resistencia, soldadura fuerte o soldadura blanda del elemento interno al elemento externo correspondiente.
- 15 18 El procedimiento según la reivindicación 16, en el que hacer que cada uno de los elementos internos de los ensamblados de contacto de múltiples elementos haga contacto con los elementos externos correspondientes comprende deformar mecánicamente el elemento externo de modo que el conductor haga contacto con al menos una de la superficie interna o la superficie externa del elemento interno.

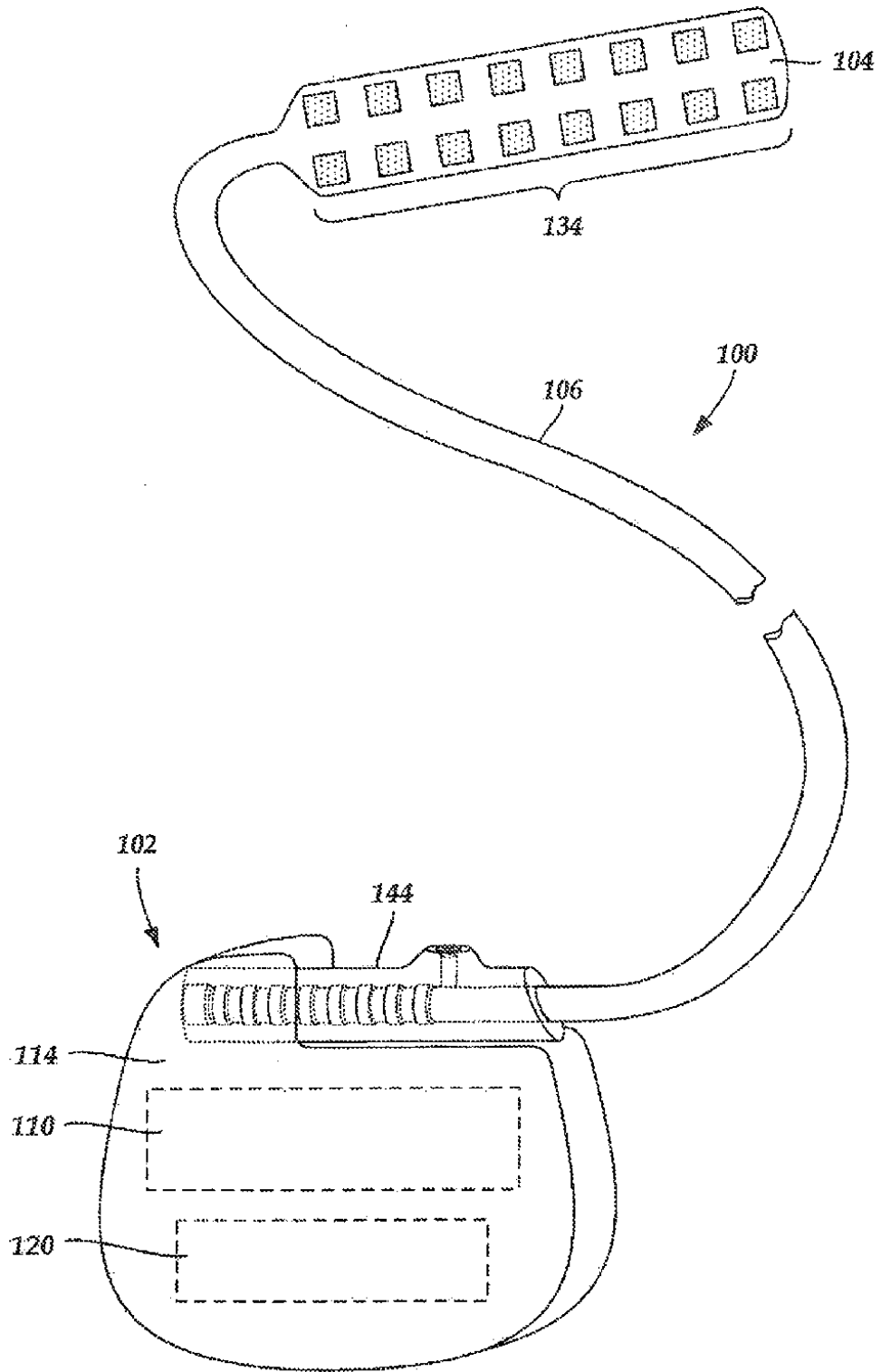


Fig. 1

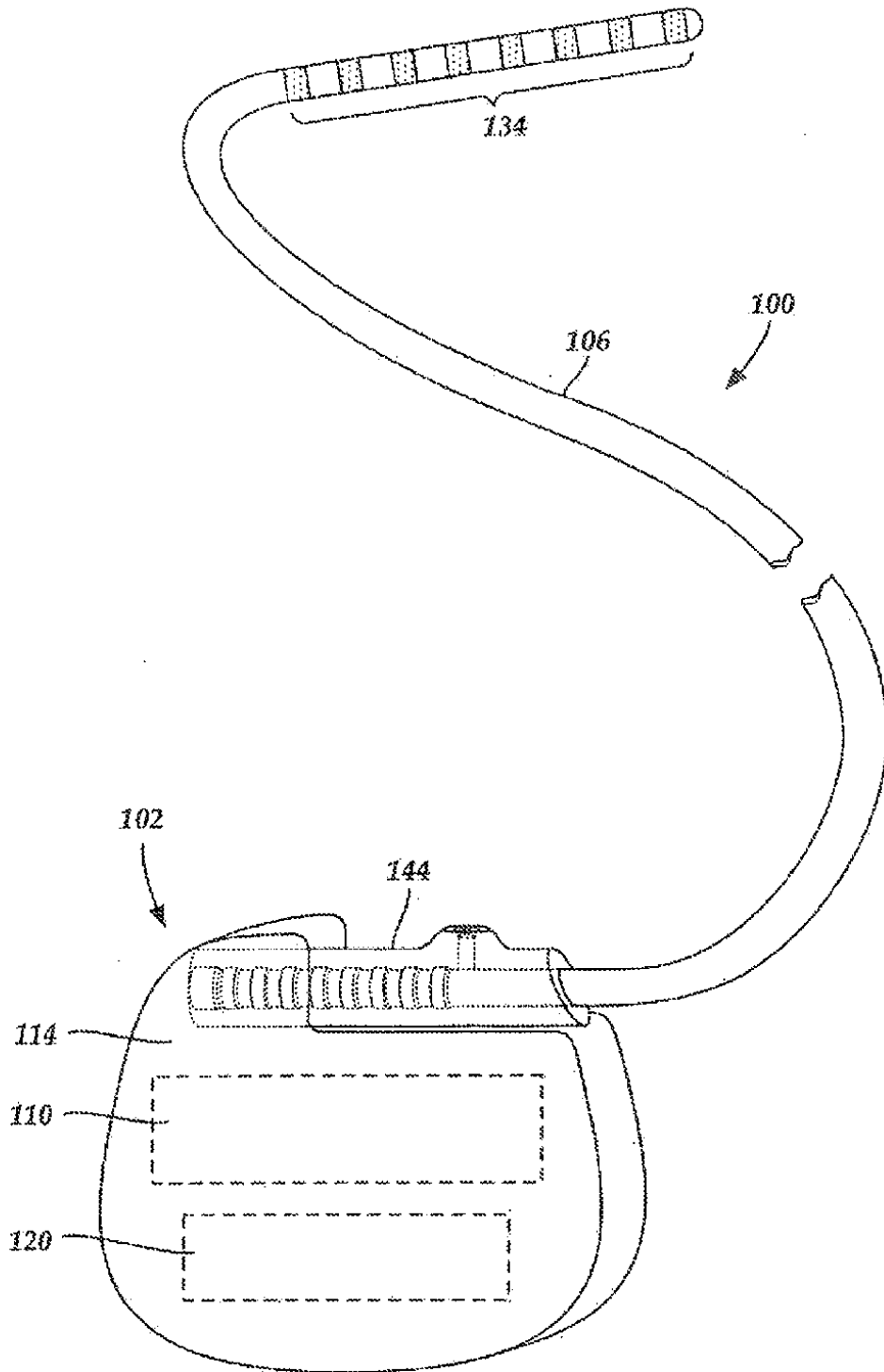


Fig. 2



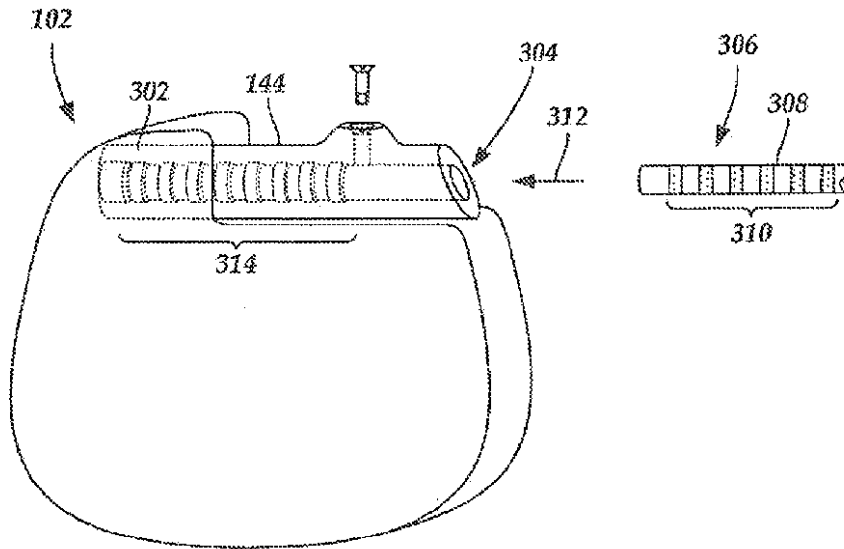


Fig. 3A

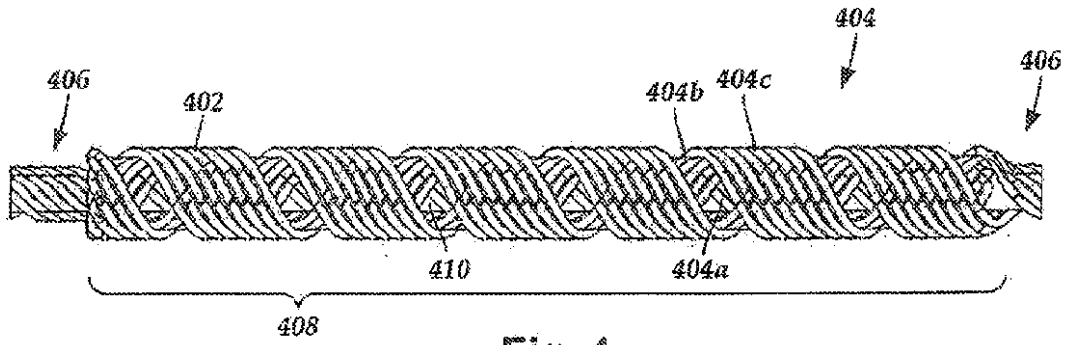


Fig. 4

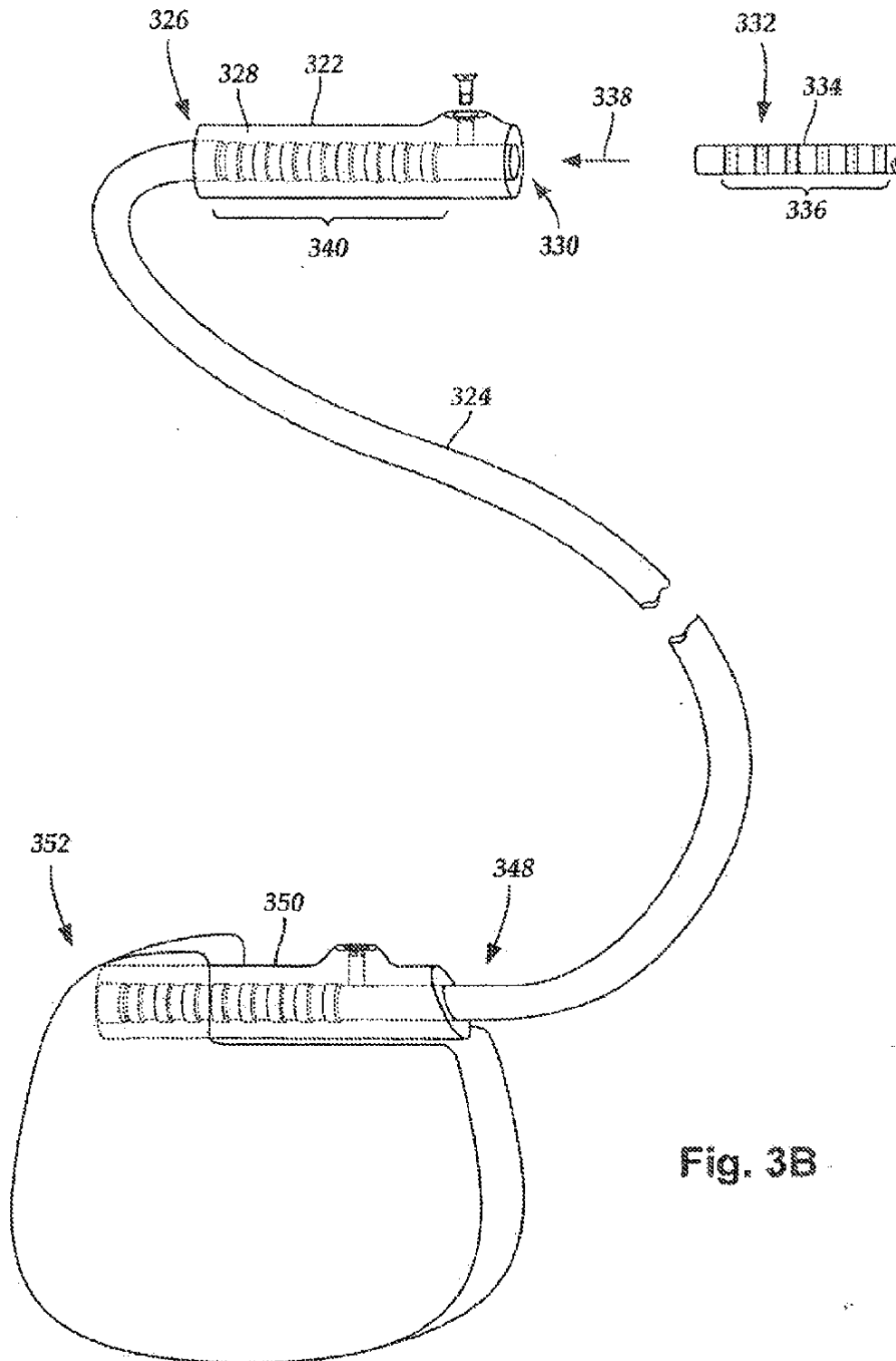


Fig. 3B

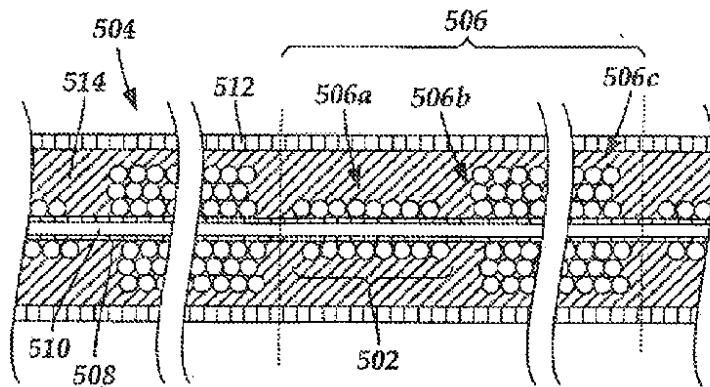


Fig. 5

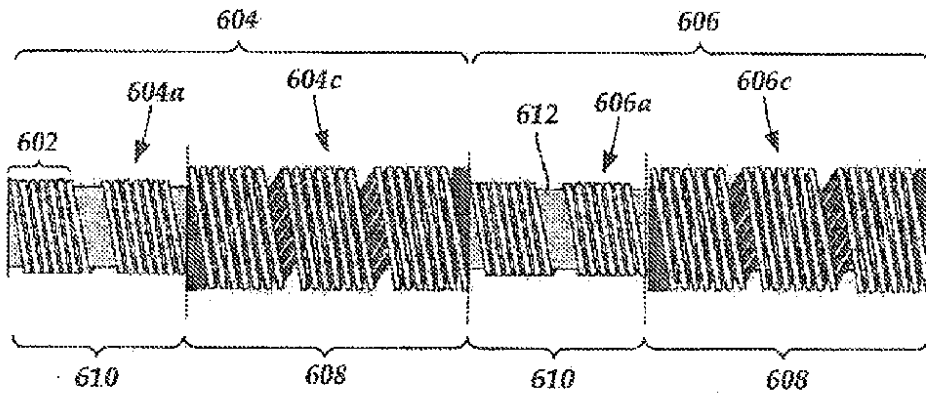


Fig. 6A

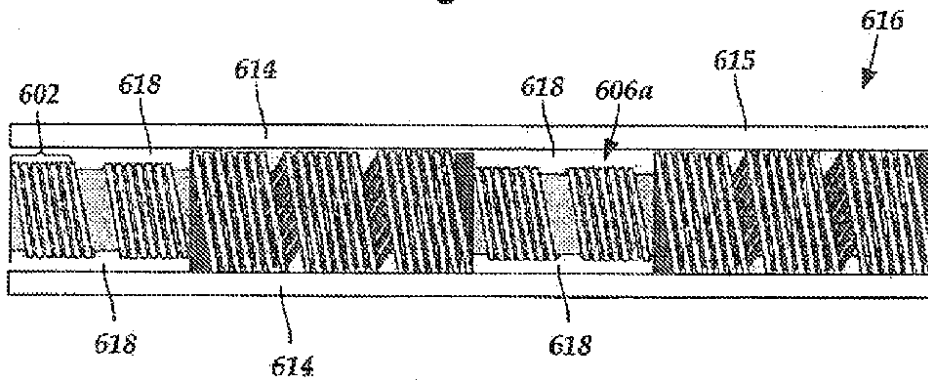


Fig. 6B

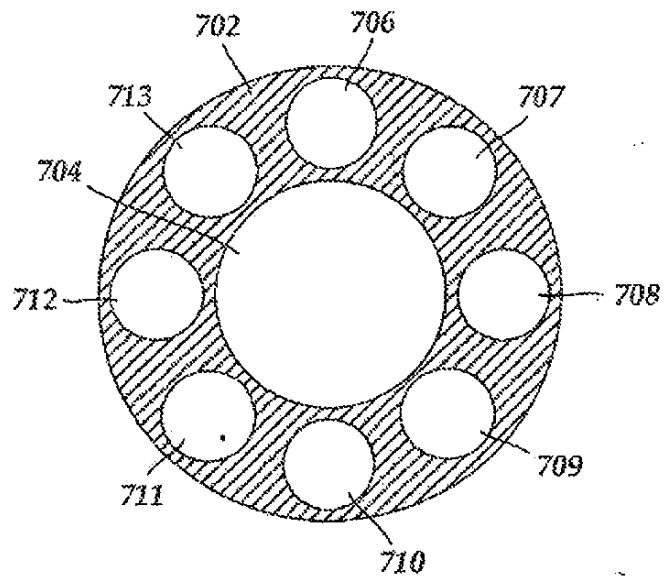


Fig. 7A

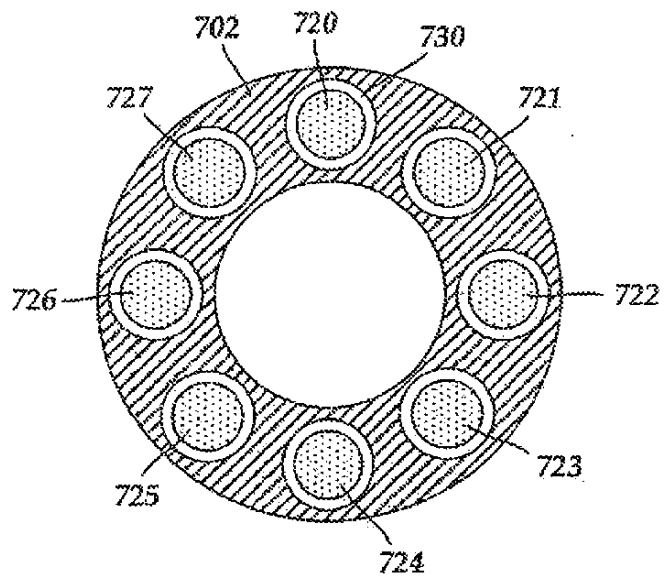


Fig. 7B

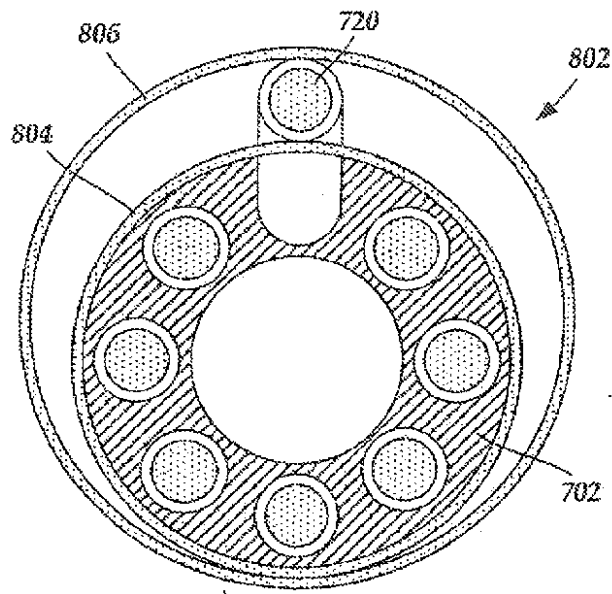


Fig. 8A

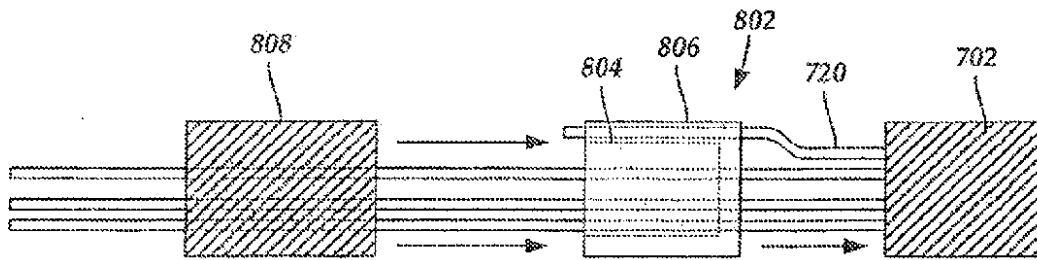


Fig. 8B

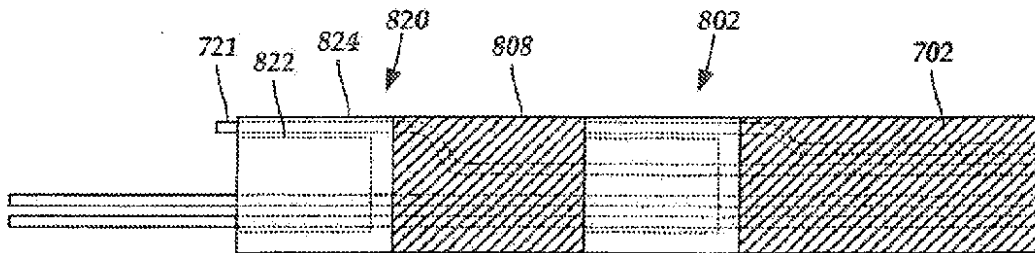


Fig. 8C

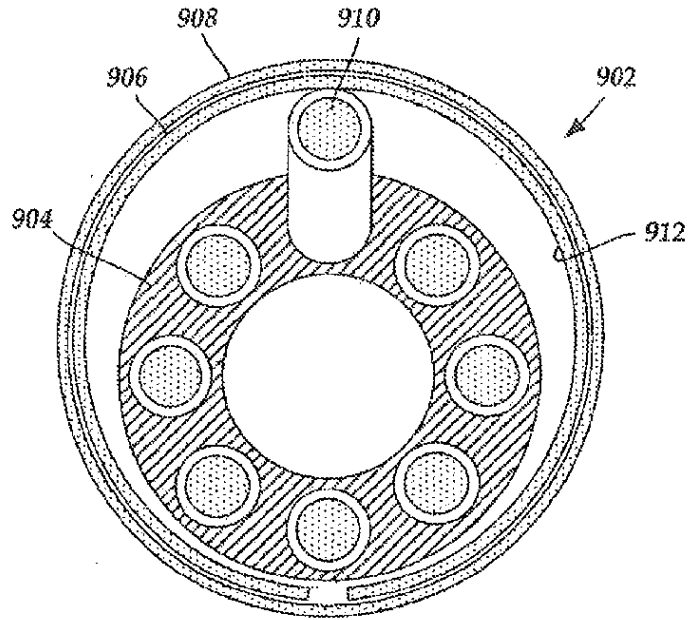


Fig. 9A

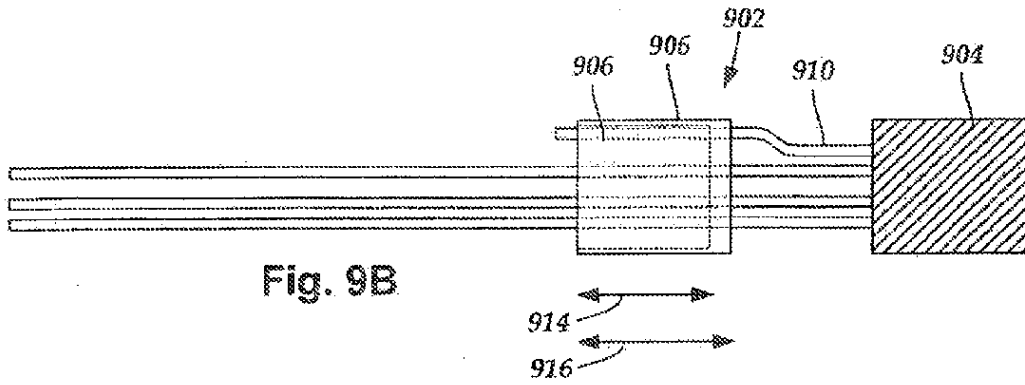


Fig. 9B

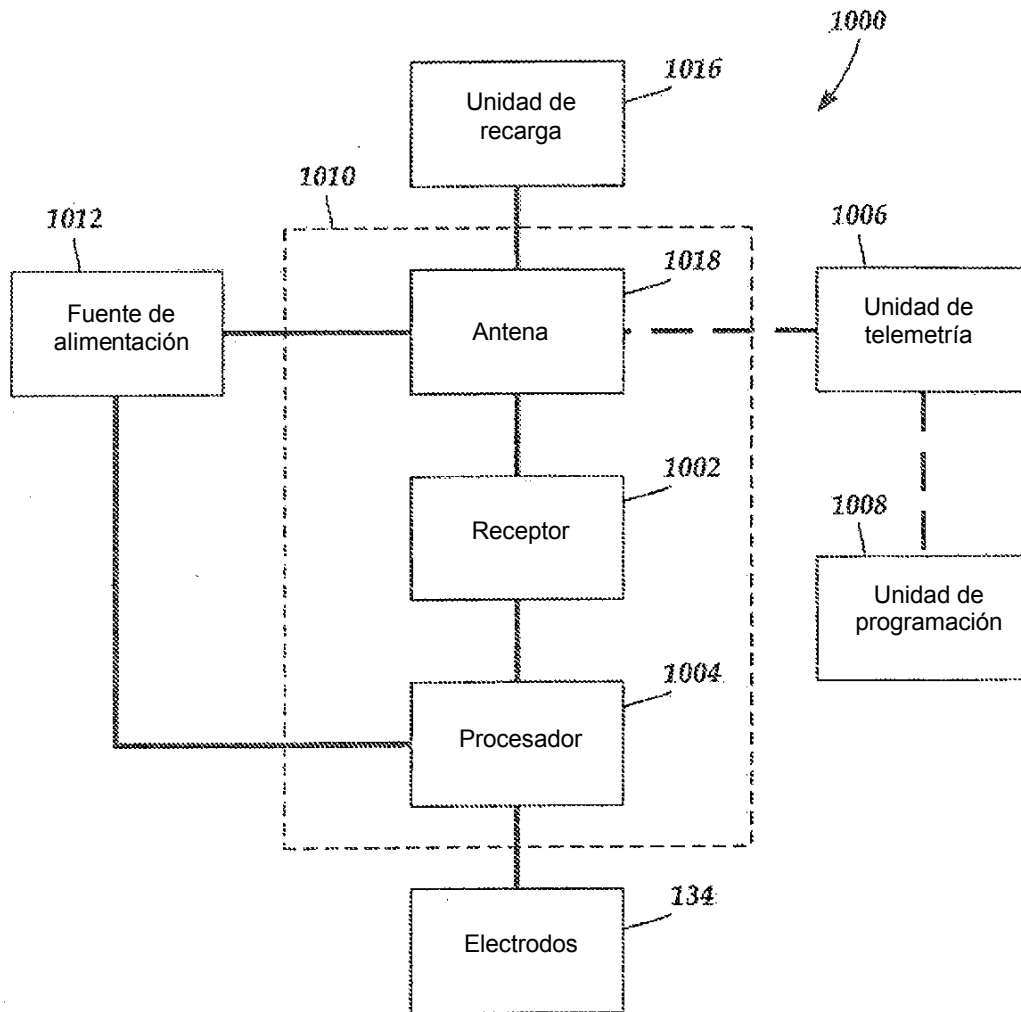


Fig. 10