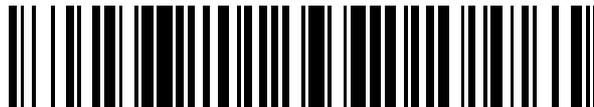


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 959**

51 Int. Cl.:

A61N 1/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2011 E 11774168 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.12.2014 EP 2654876**

54 Título: **Método y conjunto para fabricar un conductor eléctrico que incluye el retirar los conectores elevados mediante amolado**

30 Prioridad:

23.12.2010 US 201061426784 P

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

09.03.2015

73 Titular/es:

**BOSTON SCIENTIFIC NEUROMODULATION
CORPORATION (100.0%)
25155 Rye Canyon Loop
Valencia, CA 92355, US**

72 Inventor/es:

PIANCA, ANNE MARGARET

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 530 959 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

Método y conjunto para fabricar un conductor eléctrico que incluye el retirar los conectores elevados mediante amolado

5

CAMPO

La presente invención se dirige a un conjunto para formar un conductor eléctrico de estimulación eléctrica con múltiples conjuntos de electrodos segmentados, así como a un método para fabricar el conductor eléctrico.

10 ANTECEDENTES

La estimulación eléctrica puede ser útil para tratar una variedad de condiciones. La estimulación del cerebro profundo puede ser útil para tratar, por ejemplo, la enfermedad de Parkinson, la distonia, el temblor esencial, el dolor crónico, la enfermedad de Huntington, las disquinesias y la rigidez inducidas por levodopa, la branquiquinesia, la epilepsia y los espasmos, los desórdenes alimenticios y los desórdenes anímicos. Típicamente, un conductor eléctrico con un electrodo estimulador en, o cerca de, la punta del conductor proporciona la estimulación a las neuronas diana del cerebro. La formación de imágenes por resonancia magnética (MRI) o las exploraciones por tomografía computerizada pueden proporcionar un punto de arranque para determinar dónde debe posicionarse el electrodo estimulador para proporcionar el estímulo deseado a las neuronas diana.

15

20

Después de que el conductor eléctrico se implanta en el cerebro del paciente, pueden entregarse la corriente eléctrica de estímulo a través de unos electrodos seleccionados del conductor eléctrico para estimular neuronas diana del cerebro. Típicamente, los electrodos están formados como anillos dispuestos en una porción distal del conductor eléctrico. La corriente de estímulo se proyecta por igual desde los electrodos anulares en todas las direcciones. Debido a la forma anular de estos electrodos, la corriente de estímulo no puede dirigirse hacia una o más posiciones específicas alrededor del electrodo anular (por ejemplo, en uno o más lados, o puntos, alrededor del conductor eléctrico). En consecuencia, la estimulación no dirigida puede dar como resultado una estimulación no deseada del tejido neural vecino, dando como resultado potencial efectos secundarios no deseados.

25

BREVE SUMARIO

30

Una realización es un método para fabricar un conductor eléctrico de estimulación que incluye proporcionar un conjunto de electrodo previo que comprende una pluralidad de electrodos segmentados y una pluralidad de conectores elevados. Cada uno de los electrodos segmentados se acopla con al menos otro de los electrodos segmentados por al menos uno de los conectores elevados. El método incluye además transformar el conjunto de electrodo previo en un tubo, definiendo el tubo un eje longitudinal. Cada uno de los conectores elevados se dispone en un radio con respecto al eje longitudinal que es mayor que un radio de cualquiera de los electrodos segmentados con respecto al eje longitudinal. El método también incluye formar al menos una porción de un cuerpo de conductor eléctrico alrededor de los electrodos segmentados del conjunto de electrodo previo y amolar el tubo que comprende el conjunto de electrodo previo y la porción del cuerpo de conductor eléctrico para retirar la pluralidad de conectores elevados, dejando la pluralidad de electrodos segmentados y la porción del cuerpo de conductor eléctrico.

35

40

45

Otra realización es un conjunto para formar un conductor eléctrico de estimulación que incluye un cuerpo de conductor eléctrico que tiene un extremo distal y un extremo proximal; y un conjunto de electrodo previo formado en un tubo alrededor de una porción del extremo distal del cuerpo de conductor eléctrico y que comprende una pluralidad de electrodos segmentados y una pluralidad de conectores elevados. Cada uno de los electrodos segmentados está acoplado con al menos otro de los electrodos segmentados mediante al menos uno de los conectores elevados. El tubo define un eje longitudinal y cada uno de los conectores elevados está dispuesto en un radio con respecto al eje longitudinal que es mayor que un radio de cualquiera de los electrodos segmentados con respecto al eje longitudinal.

50

Los siguientes aspectos son realizaciones preferidas de la presente invención.

Como primer aspecto, un método para fabricar un conductor eléctrico de estimulación, comprendiendo el método:

55

proporcionar un conjunto de electrodo previo que comprende una pluralidad de electrodos segmentados y una pluralidad de conectores elevados, en donde cada uno de los electrodos segmentados se acopla con al menos otro de los electrodos segmentados mediante al menos uno de los conectores elevados;

60

transformar el conjunto de electrodo previo en un tubo, definiendo el tubo un eje longitudinal, en donde cada uno de los conectores elevados se dispone en un radio con respecto al eje longitudinal que es mayor que un radio de cualquiera de los electrodos segmentados con respecto al eje longitudinal;

transformar al menos una porción de un cuerpo de conductor eléctrico alrededor de los electrodos segmentados del conjunto de electrodo previo; y

amolar el tubo que comprende el conjunto de electrodo previo y una porción del cuerpo de conductor eléctrico para eliminar la pluralidad de conectores elevados, dejando la pluralidad de electrodos segmentados y la

porción del cuerpo de conductor eléctrico.

5 Como segundo aspecto, el método del primer aspecto en el que proporcionar un conjunto de electrodo previo comprende estampar una chapa metálica para formar la pluralidad de electrodos segmentados y la pluralidad de conectores elevados.

Como tercer aspecto, el método del segundo aspecto en el que estampar la chapa metálica comprende formar una pluralidad de huecos entre los electrodos segmentados y los conectores elevados.

10 Como cuarto aspecto, el método del segundo aspecto en el que estampar la chapa metálica comprende estampar la chapa metálica para formar la pluralidad de electrodos segmentados y una pluralidad de conectores y posteriormente doblar la pluralidad de conectores para formar la pluralidad de conectores elevados.

15 Como quinto aspecto, el método del primer aspecto en el que proporcionar un conjunto de electrodo previo comprende formar una lengüeta que se extiende desde al menos uno de la pluralidad de electrodos segmentados.

Como sexto aspecto, el método del primer aspecto en el que transformar el conjunto de electrodo previo en un tubo comprende envolver el conjunto de electrodo previo alrededor de un cuerpo cilíndrico.

20 Como séptimo aspecto, el método del sexto aspecto en el que envolver el conjunto de electrodo previo comprende envolver el conjunto de electrodo previo alrededor de un tubo de conductor eléctrico que define al menos un lumen a través del tubo de conductor eléctrico.

25 Como octavo aspecto, el método del primer aspecto que comprende además fijar un cable conductor a al menos uno de los electrodos antes de transformar el conjunto de electrodo previo en el tubo.

Como noveno aspecto, el método del primer aspecto que comprende además fijar un cable conductor a al menos uno de los electrodos después de transformar el conjunto de electrodo previo en el tubo.

30 Como décimo aspecto, el método del primer aspecto que comprende además fijar un cable conductor a cada uno de los electrodos.

35 Como undécimo aspecto, el método del primer aspecto en el que formar la porción del cuerpo de conductor eléctrico comprende moldear la porción del cuerpo de conductor eléctrico alrededor de los electrodos segmentados.

40 Como duodécimo aspecto, el método del undécimo aspecto en el que moldear la porción del cuerpo de conductor eléctrico comprende disponer un entubado de polímero alrededor del conjunto de electrodo previo; disponer un entubado termoencogible sobre el entubado de polímero; calentar el entubado de polímero para que vuelva a fluir el entubado de polímero alrededor de los electrodos segmentados; y retirar el entubado termoencogible.

40 Como decimotercer aspecto, el método del primer aspecto en el que formar la porción del cuerpo de conductor eléctrico comprende formar un material polímero por debajo de los conectores.

45 Como decimocuarto aspecto, el método del primer aspecto en el que amolar el tubo comprende amolar el tubo que contiene el conjunto de electrodo previo y la porción del cuerpo de conductor eléctrico para formar un conductor eléctrico isodiamétrico.

Como decimoquinto aspecto, un conjunto para formar un conductor eléctrico de estimulación que comprende:

50 un cuerpo de conductor eléctrico que tiene un extremo distal y un extremo proximal; y
un conjunto de electrodo previo formado en un tubo alrededor de una porción del extremo distal del cuerpo de conductor eléctrico y que comprende una pluralidad de electrodos segmentados y una pluralidad de conectores elevados, en donde cada uno de los electrodos segmentados está acoplado con al menos otro de los electrodos segmentados mediante al menos uno de los conectores elevados, definiendo el tubo un eje longitudinal, en donde cada uno de los conectores elevados está dispuesto en un radio con respecto al eje longitudinal que es mayor que un radio de cualquiera de los electrodos segmentados con respecto al eje longitudinal.

60 Como decimosexto aspecto, el conjunto del decimoquinto aspecto que comprende además al menos un electrodo anular dispuesto alrededor de una porción del extremo distal del cuerpo de conductor eléctrico.

Como decimoséptimo aspecto, el conjunto del decimoquinto aspecto en el que los electrodos segmentados están dispuestos en filas y columnas y en el que cada electrodo segmentado se acopla directamente con un electrodo segmentado de una fila adyacente o de una columna adyacente usando uno de la pluralidad de conectores

elevados.

5 Como decimoctavo aspecto, el conjunto del decimoquinto aspecto en el que los electrodos segmentados están dispuestos en filas y columnas y en el que cada electrodo segmentado se acopla directamente con un electrodo segmentado de una fila adyacente usando uno de una pluralidad de conectores elevados y aquel se acopla directamente con un electrodo segmentado de una columna adyacente usando otro de la pluralidad de conectores elevados.

10 Como decimonoveno aspecto, el conjunto del decimoquinto aspecto en el que los electrodos segmentados están dispuestos en filas y columnas y en el que cada electrodo segmentado se acopla directamente con un electrodo segmentado de cada fila adyacente usando al menos uno de la pluralidad de conectores elevados y aquel se acopla directamente con un electrodo segmentado de cada columna adyacente usando al menos otro de la pluralidad de conectores elevados.

15 Como vigésimo aspecto, el conjunto del decimoquinto aspecto que además comprende una lengüeta que se extiende desde al menos uno de los electrodos segmentados dentro del cuerpo de conductor eléctrico.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 Se describen realizaciones de la presente invención con referencia a los siguientes dibujos. En los dibujos, los números de referencia iguales hacen referencia a partes iguales en todas las diversas figuras, a no ser que se especifique otra cosa.

25 Para una mejor comprensión de la presente invención, se hará referencia a la siguiente descripción detallada, que se ha de leer junto con los dibujos anexos, en los que:

La figura 1 es una vista lateral esquemática de un dispositivo para estimulación cerebral;
 La figura 2 es una vista en perspectiva esquemática de una porción de un conductor eléctrico que tiene una pluralidad de electrodos segmentados;
 30 La figura 3A es una vista en perspectiva de una porción de un conductor eléctrico que tiene una pluralidad de electrodos segmentados;
 La figura 3B es una vista en perspectiva de una porción de un conductor eléctrico que tiene una pluralidad de electrodos segmentados;
 La figura 4 es un diagrama esquemático de direccionamiento de corriente radial en diversos niveles de electrodo a lo largo de la longitud de un conductor eléctrico;
 35 La figura 5 es una vista en perspectiva de una porción de un conductor eléctrico que tiene una pluralidad de electrodos segmentados dispuestos en una orientación escalonada;
 La figura 6 es un diagrama de flujo de una realización de un método de fabricación de un conductor eléctrico, según la invención;
 La figura 7A es una vista en planta superior esquemática de una realización de un conjunto de electrodo previo, según la invención;
 40 La figura 7B es una vista lateral esquemática del conjunto de electrodo previo de la figura 7A, según la invención;
 La figura 8 es una vista en perspectiva esquemática de una realización de un conjunto de electrodo previo envuelto formando un tubo, según la invención;
 45 La figura 9 es una vista en sección transversal de una realización de un conjunto de electrodo previo envuelto alrededor de un tubo de conductor eléctrico, según la invención;
 La figura 10 es una vista en perspectiva esquemática del conjunto de electrodo previo de la figura 8 con una porción del cuerpo de conductor eléctrico formada alrededor de él, según la invención;
 La figura 11 es una vista en sección transversal de una realización de un conjunto de electrodo previo con una porción del cuerpo de conductor eléctrico formada alrededor de él, según la invención; y
 50 La figura 12 es una vista en sección transversal de un conductor eléctrico con los conectores elevados del conjunto de electrodo previo retirados.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

55 La presente invención está orientada a un conjunto para formar un conductor eléctrico de estimulación eléctrica con múltiples conductos de electrodos segmentados, así como a un método para fabricar el conductor eléctrico.

60 Un conductor eléctrico para estimulación del cerebro profundo puede incluir electrodos de estimulación, electrodos de registro o una combinación de ambos. Al menos algunos de los electrodos de estimulación, electrodos de registro, o ambos, se proporcionan con la forma de electrodos segmentados que se extienden sólo parcialmente alrededor de la circunferencia del conductor eléctrico. Estos electrodos segmentados pueden disponerse en conjuntos de electrodos, teniendo cada conjunto unos electrodos distribuidos radialmente alrededor del conductor eléctrico en una posición longitudinal particular.

Un médico puede determinar la posición de las neuronas diana usando el(los) electrodo(s) de registro y posicionar posteriormente el(los) electrodo(s) de estimulación de manera correspondiente sin retirar un conductor eléctrico de registro, ni insertar un conductor eléctrico de estimulación. En algunos casos, los mismos electrodos pueden usarse tanto para registro como para estimulación. En algunos casos, pueden usarse conductores eléctricos independientes; uno con electrodos de registro que identifican neuronas diana y un segundo conductor eléctrico con electrodos de estimulación que reemplazan al primero después de la identificación de las neuronas diana. Un conductor eléctrico puede incluir electrodos de registro separados alrededor de la circunferencia del conductor eléctrico para determinar con mayor precisión la posición de las neuronas diana. En al menos algunos casos, el conductor eléctrico es giratorio de modo los electrodos de estimulación puedan alinearse con las neuronas diana después de que éstas hayan sido localizadas usando los electrodos de registro. Con fines ilustrativos, los conductores eléctricos se describen en el presente documento con respecto a su uso para estimulación del cerebro profundo, pero se comprenderá que cualquiera de los conductores eléctricos puede usarse para aplicaciones distintas de la estimulación del cerebro profundo.

El documento US 2006/168805 A1 revela un método de fabricación de un conductor eléctrico que presenta electrodos segmentados.

Dispositivos y conductores eléctricos de estimulación del cerebro profundo se describen, por ejemplo, en la patente norteamericana número 7.809.446 (Dispositivos y métodos para estimulación del cerebro), la publicación de solicitud de patente norteamericana número 2010/0076535 A1 (Conductores eléctricos con extremos distales con forma no circular para sistemas de estimulación del cerebro y métodos de fabricación y uso de los mismos), la publicación de solicitud de patente norteamericana 2007/0150036 A1 (Conductores eléctricos de estimulación y métodos para fabricar conductores eléctricos), la publicación de solicitud de patente norteamericana número 2009/0276021 A1 (Electrodos para conductores eléctricos de estimulación y métodos de fabricación y uso de los mismos) y la publicación de solicitud de patente norteamericana número 2009/0187222 A1.

La figura 1 ilustra un dispositivo 100 para estimulación del cerebro. El dispositivo incluye un conductor eléctrico 110, una pluralidad de electrodos 125 dispuestos al menos parcialmente alrededor de una circunferencia del conductor eléctrico 110, una pluralidad de terminales 135, un conector 130 para conexión de los electrodos a una unidad de control, y un estilete 140 para ayudar a la inserción y posicionamiento del conductor eléctrico en el cerebro del paciente. El estilete 140 puede fabricarse de un material rígido. Ejemplos de materiales adecuados para el estilete incluyen, pero no se limitan a ellos, tungsteno, acero inoxidable y plástico. El estilete 140 puede tener un mango 150 para ayudar a la inserción dentro del conductor eléctrico 110, así como a la rotación del estilete 140 y el conductor eléctrico 110. El conector 130 encaja sobre un extremo proximal del conductor eléctrico 110, preferiblemente después de la retirada del estilete 140.

La unidad de control (no mostrada) es típicamente un generador de impulsos implantable que puede implantarse dentro del cuerpo de un paciente, por ejemplo por debajo del área de la clavícula del paciente. El generador de impulsos puede tener ocho canales de estimulación que pueden programarse independientemente para controlar la magnitud del estímulo de corriente de cada canal. En algunos casos, el generador de impulsos puede tener más de ocho canales de estimulación (por ejemplo, 16, 32, o más canales de estimulación). La unidad de control puede tener uno, dos, tres, cuatro o más puertos de conector para recibir la pluralidad de terminales 135 en el extremo proximal del conductor eléctrico 110.

En un ejemplo de operación, el acceso a la posición deseada en el cerebro puede lograrse taladrando un agujero en la calavera o cráneo del paciente con un taladro craneal (denominado comúnmente fresa), y coagulando y haciendo una incisión en la duramadre, o cubierta del cerebro. El conductor eléctrico 110 puede insertarse dentro del cráneo y el tejido cerebral con la ayuda del estilete 140. El conductor eléctrico 110 puede guiarse hacia el lugar diana dentro del cerebro usando, por ejemplo, un bastidor estereotáctico y un sistema de motor de microaccionamiento. En algunos casos, el sistema de motor de microaccionamiento puede ser total o parcialmente automático. El sistema de motor de microaccionamiento puede configurarse para realizar una o más de las siguientes acciones (solas o en combinación): insertar el conductor eléctrico 110, retraer el conductor eléctrico 110 o girar el conductor eléctrico 110.

En algunos casos, unos dispositivos de mediciones acoplados con los músculos u otros tejidos estimulados por las neuronas diana, o una unidad sensible al paciente o médico, pueden acoplarse con la unidad de control o el sistema de motor de microaccionamiento. El dispositivo de medición, el usuario o el médico pueden indicar una respuesta por los músculos diana u otros tejidos al(los) electrodo(s) de estimulación o registro para identificar adicionalmente las neuronas diana y facilitar el posicionamiento del(los) electrodo(s) de estimulación. Por ejemplo, si las neuronas diana están dirigidas a un músculo que experimenta temblores, puede usarse un dispositivo de medición para observar el músculo e indicar cambios en la frecuencia o amplitud del temblor en respuesta a la estimulación de las neuronas. Alternativamente, el paciente o el médico pueden observar el músculo y proporcionar realimentación.

El conductor eléctrico 110 para estimulación del cerebro profundo puede incluir electrodos de estimulación, electrodos de registro, o ambos. En al menos algunos casos, el conductor eléctrico 110 es giratorio de modo que los

electrodos de estimulación puedan alinearse con las neuronas diana después de que se hayan situado las neuronas usando los electrodos de registro.

5 Los electrodos de estimulación pueden disponerse en la circunferencia del conductor eléctrico 110 para estimular las neuronas diana. Los electrodos de estimulación pueden tener forma anular de modo que se proyecte corriente por igual desde cada electrodo en todas las direcciones desde la posición del electrodo a lo largo de un tramo del conductor eléctrico 110. Sin embargo, los electrodos anulares no permiten típicamente que la corriente de estímulo se dirija sólo a un lado del conductor eléctrico. Sin embargo, los electrodos segmentados pueden usarse para dirigir corriente de estímulo hacia un lado del conductor eléctrico o incluso hacia una porción de un lado del mismo.

10 Cuando se usan electrodos segmentados en conjunción con un generador de impulsos implantable que entrega un estímulo de corriente constante, puede lograrse el direccionamiento de la corriente para que entregue con mayor precisión el estímulo en una posición alrededor de un eje del conductor eléctrico (es decir, posicionamiento radial alrededor del eje del conductor eléctrico).

15 Para lograr el direccionamiento de la corriente, pueden utilizarse electrodos segmentados además de los electrodos anulares o como alternativa a los mismos. Aunque la siguiente descripción discute los electrodos de estimulación, se comprenderá que todas las configuraciones de los electrodos de estimulación discutidas pueden utilizarse también para disponer los electrodos de registro.

20 La figura 2 ilustra una porción distal de un conductor eléctrico 200 para estimulación del cerebro. El conductor eléctrico 200 incluye un cuerpo 210 de conductor eléctrico, uno o más electrodos anulares opcionales 220 y una pluralidad de conjuntos de electrodos segmentados 230. El cuerpo 210 de conductor eléctrico puede formarse de un material biocompatible no conductor, tal como, por ejemplo, un material polímero. Materiales polímeros adecuados incluyen, pero no se limitan a ellos, silicona, poliuretano, poliurea, poliuretano-urea y polietileno. Una vez implantado

25 en el cuerpo, el conductor eléctrico 200 puede estar en contacto con el tejido corporal durante extensos periodos de tiempo. En al menos algunos casos, el conductor eléctrico 200 tiene un diámetro en sección transversal de no más de 1,5 mm, el cual puede estar en el rango de 1 a 1,5 mm. En al menos algunos casos, el conductor eléctrico 200 tiene una longitud de al menos 10 cm; la longitud del conductor eléctrico 200 puede estar en el rango de 25 a 70 cm.

30 Los electrodos pueden fabricarse usando un metal, aleación óxido conductor o cualquier otro material biocompatible conductor adecuado. Ejemplos de materiales adecuados incluyen, pero no se limitan a ellos, platino, aleación platino-iridio, iridio, titanio, tungsteno, paladio y paladio-rodio. Preferiblemente, los electrodos están fabricados de un material que es biocompatible y no se corroe sustancialmente bajo condiciones operativas esperadas en el entorno operativo durante el periodo de uso esperado.

35 Cada uno de los electrodos puede usarse o no (APAGADO). Cuando se usa el electrodo, éste puede usarse como ánodo o cátodo y llevar corriente anódica o catódica. En algunos casos, un electrodo podría ser un ánodo durante un periodo de tiempo y un cátodo durante un periodo de tiempo.

40 Los electrodos de estimulación con la forma de electrodos anulares 220 pueden disponerse en cualquier parte del cuerpo 210 de conductor eléctrico, usualmente cerca de un extremo distal del conductor eléctrico 200. En la figura 2, el conductor eléctrico 200 incluye dos electrodos anulares 220. Puede disponerse cualquier número de electrodos anulares 220 a lo largo de la longitud del cuerpo 210 de conductor eléctrico, incluyendo, por ejemplo, uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez, once, doce, trece, catorce, quince, dieciséis o más electrodos anulares

45 220. Se comprenderá que puede disponerse cualquier número de electrodos anulares a lo largo de la longitud del cuerpo 210 de conductor eléctrico. En algunos casos, los electrodos anulares 220 son sustancialmente cilíndricos y se envuelven alrededor de toda la circunferencia del cuerpo 210 de conductor eléctrico. En algunos casos, los diámetros exteriores de los electrodos anulares 220 son sustancialmente iguales al diámetro exterior del cuerpo 210 de conductor eléctrico. La longitud de los electrodos anulares 220 puede variar según el tratamiento deseado y la localización de las neuronas diana. En algunos casos, las longitudes de los electrodos anulares 220 son menores o iguales que los diámetros de los electrodos anulares 220. En otros casos, las longitudes de los electrodos anulares 220 son mayores que los diámetros de los electrodos anulares 220.

50 Los conductores eléctricos de estimulación del cerebro profundo pueden incluir uno o más conjuntos de electrodos segmentados. Los electrodos segmentados pueden ofrecer un direccionamiento de corriente superior al de los electrodos anulares debido a que las estructuras diana en la estimulación del cerebro profundo no son típicamente simétricas alrededor del eje de la formación de electrodos distal. Por el contrario, una diana puede estar situada en un lado de un plano que discurre a través del eje del conductor eléctrico. Mediante el uso de una formación de electrodos radialmente segmentados (RSEA), puede realizarse el direccionamiento de corriente no sólo a lo largo de

55 un tramo del conductor eléctrico, sino también alrededor de una circunferencia del conductor eléctrico. Esto proporciona una dianización tridimensional precisa y una entrega precisa del estímulo de corriente al tejido objetivo neural, mientras que potencialmente se evita la estimulación de otro tejido.

En la figura 2, se muestra el conductor eléctrico 200 teniendo una pluralidad de electrodos segmentados 230. Puede

disponerse cualquier número de electrodos segmentados 230 en el cuerpo 210 de conductor eléctrico, incluyendo, por ejemplo, uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez, once, doce, trece, catorce, quince, dieciséis o más electrodos segmentados 230. Se entenderá que puede disponerse cualquier número de electrodos segmentados 230 a lo largo de la longitud del cuerpo 210 de conductor eléctrico.

Los electrodos segmentados 230 pueden agruparse en conjuntos de electrodos segmentados, en donde cada conjunto se dispone alrededor de una circunferencia del conductor eléctrico 200 en una porción longitudinal particular del conductor eléctrico 200. El conductor eléctrico 200 puede tener cualquier número de electrodos segmentados 230 en un conjunto dado de electrodos segmentados. El conductor eléctrico 200 puede tener uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho o más electrodos segmentados 230 en un conjunto dado. En al menos algunos casos, cada conjunto de electrodos segmentados 230 del conductor eléctrico 200 contiene el mismo número de electrodos segmentados 230. Los electrodos segmentados 230 dispuestos en el conductor eléctrico 200 pueden incluir un número de electrodos diferente del de al menos otro conjunto de electrodos segmentados 230 dispuestos en el conductor eléctrico 200.

Los electrodos segmentados 230 pueden variar en tamaño y forma. En algunos casos, todos los electrodos segmentados 230 tienen el mismo tamaño, forma, diámetro, anchura o área o cualquier combinación de los mismos. En algunos casos, los electrodos segmentados 230 de cada conjunto circunferencial (o incluso todos los electrodos segmentados dispuestos en el conductor eléctrico 200) pueden ser idénticos en tamaño y forma.

Cada conjunto de electrodos segmentados 230 puede estar dispuesto alrededor de la circunferencia del cuerpo 210 de conductor eléctrico para producir una forma sustancialmente cilíndrica alrededor del cuerpo 210 de conductor eléctrico. La separación entre electrodos individuales de un conjunto dado de electrodos segmentados puede ser igual a, o diferente de, la separación entre electrodos individuales de otro conjunto de electrodos segmentados del conductor eléctrico 200. En al menos algunos casos, unos espacios, huecos o escotaduras iguales están dispuestos entre cada electrodos segmentado 230 alrededor de la circunferencia del cuerpo 210 de conductor eléctrico. En otros casos, los espacios, los huecos o las escotaduras entre los electrodos segmentados 230 pueden diferir en tamaño o forma. En otros casos, los espacios, los huecos o las escotaduras entre electrodos segmentados 230 pueden ser uniformes para un conjunto particular de los electrodos segmentados 230, o para todos los conjuntos de los electrodos segmentados 230. Los conjuntos de los electrodos segmentados 230 pueden estar posicionados a intervalos irregulares o regulares a lo largo de un tramo del cuerpo 210 de conductor eléctrico.

Los cables conductores que se fijan a los electrodos anulares 220 o a los electrodos segmentados 230 se extienden a lo largo del cuerpo 210 de conductor eléctrico. Estos cables conductores pueden extenderse a través del material de conductor eléctrico 200 o a lo largo de uno o más lúmenes definidos por el conductor eléctrico 200, o por ambos. Los cables conductores se presentan en un conector (mediante terminales) para acoplar los electrodos 220, 230 a una unidad de control (no mostrada).

Cuando el conductor eléctrico 200 incluye tanto los electrodos anulares 220 como los electrodos segmentados 230, los electrodos anulares 220 y los electrodos segmentados 230 pueden estar dispuestos según cualquier configuración adecuada. Por ejemplo, cuando el conductor eléctrico 200 incluye dos conjuntos de electrodos anulares 220 y dos conjuntos de electrodos segmentados 230 (véase, por ejemplo, la figura 2). Alternativamente, los dos conjuntos de electrodos anulares 220 pueden disponerse proximalmente a los dos conjuntos de electrodos segmentados 230 (véase, por ejemplo, la figura 3A), o los dos conjuntos de electrodos anulares 220 pueden disponerse distalmente con respecto a los dos conjuntos de electrodos segmentados 230 (véase, por ejemplo, la figura 3B). Se comprenderá que también son posibles otras configuraciones (por ejemplo, alternando electrodos anulares y segmentados, o similares).

Variando la localización de los electrodos segmentados 230, puede seleccionarse una cobertura diferente de las neuronas diana. Por ejemplo, la disposición de electrodos de la figura 3A puede ser útil si el médico anticipa que la diana neural estará más cerca de una punta distal del cuerpo 210 de conductor eléctrico, mientras que la disposición de electrodos de la figura 3B puede ser útil si el médico anticipa que la diana neural estará más cerca de un extremo proximal del cuerpo 210 de conductor eléctrico.

Puede disponerse en el conductor eléctrico 200 cualquier combinación de electrodos anulares 220 y electrodos segmentados 230. Por ejemplo, el conductor eléctrico puede incluir un primer electrodo anular 120, dos conjuntos de electrodos segmentados, estando formado cada conjunto por tres electrodos segmentados 230, y un electrodo anular final 120 en el extremo del conductor eléctrico. Esta configuración puede denominarse sencillamente configuración 1-3-3-1. Puede ser útil hacer referencia a los electrodos con esta notación taquigráfica. De este modo, la configuración de la figura 3A puede denominarse configuración 1-1-3-3, mientras que la configuración de la figura 3B puede denominarse configuración 3-3-1-1. Otras configuraciones de ocho electrodos incluyen, por ejemplo, una configuración 2-2-2-2, en donde están dispuestos cuatro conjuntos de electrodos segmentados en el conductor eléctrico, y una configuración 4-4, en donde dos conjuntos de electrodos segmentados, teniendo cada uno de ellos

cuatro electrodos segmentados 230, están dispuestos en el conductor eléctrico. En algunos casos, el conductor eléctrico incluye 16 electrodos. Configuraciones posibles de un conductor eléctrico de 16 electrodos incluyen, pero sin limitación, 4-4-4-4; 8-8; 3-3-3-3-1 (y todas las reorganizaciones de esta configuración); y 2-2-2-2-2-2-2.

5 La figura 4 es un diagrama esquemático para ilustrar el direccionamiento de corriente radial en diversos niveles de electrodo a lo largo de la longitud del conductor eléctrico 200. Aunque las configuraciones de conductor eléctrico convencionales con electrodos anulares sólo son capaces de dirigir corriente a lo largo de la longitud del conductor eléctrico (el eje z), la configuración de electrodos segmentados es capaz de dirigir corriente en el eje x, el eje y y el eje y. De este modo, el centroide de estimulación puede dirigirse en cualquier dirección del espacio tridimensional que rodea al conductor eléctrico 200. En algunos casos, la distancia radial r y el ángulo θ alrededor de la circunferencia del conductor eléctrico 200 pueden estar dictados por el porcentaje de corriente anódica (reconociendo que la estimulación ocurre predominantemente cerca del cátodo, aunque ánodos fuertes también pueden provocar estimulación) introducida en cada electrodo. En al menos algunos casos, la configuración de ánodos y cátodos a lo largo de los electrodos segmentados permite que el centroide de estimulación sea desplazado hacia una variedad de localizaciones diferentes a lo largo del conductor eléctrico 200.

Según puede apreciarse en la figura 4, el centroide de estimulación puede desplazarse en cada nivel a lo largo de la longitud del conductor eléctrico 200. El uso de conjuntos múltiples de electrodos segmentados en niveles diferentes a lo largo de la longitud del conductor eléctrico permite un direccionamiento de corriente tridimensional. En algunos casos, los conjuntos de electrodos segmentados se desplazan colectivamente (es decir, el centroide de estimulación es similar en cada nivel a lo largo de la longitud del conductor eléctrico). En al menos algunos otros casos, cada conjunto de electrodos segmentados se controla independientemente. Cada conjunto de electrodos segmentados puede contener dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho o más electrodos segmentados. Se comprenderá que pueden producirse perfiles de estimulación diferentes variando el número de electrodos segmentados en cada nivel. Por ejemplo, cuando cada conjunto de electrodos segmentados incluye sólo dos electrodos segmentados, pueden formarse huecos uniformemente distribuidos (incapacidad para estimular selectivamente) en el perfil de estimulación. En algunos casos, se utilizan al menos tres electrodos segmentados 230 de un conjunto para una verdadera selectividad de 360°.

30 Como se indicó previamente, las configuraciones anteriores también pueden usarse mientras se utilizan electrodos de registro. En algunos casos, los dispositivos de medición acoplados con los músculos u otros tejidos estimulados por las neuronas diana o una unidad sensible al paciente o médico pueden acoplarse con la unidad de control o el sistema de motor de microaccionamiento. El dispositivo de medición, el usuario o el médico pueden indicar una respuesta de los músculos diana u otros tejidos a los electrodos de estimulación o registro para identificar adicionalmente las neuronas diana y facilitar el posicionamiento de los electrodos de estimulación. Por ejemplo, si las neuronas diana se dirigen a un músculo que experimenta temblores, puede usarse un dispositivo de medición para observar el músculo e indicar cambios en la frecuencia o amplitud del temblor en respuesta a la estimulación de las neuronas. Alternativamente, el paciente o el médico pueden observar el músculo y proporcionar realimentación.

40 La fiabilidad y durabilidad del conductor eléctrico dependerá mucho del diseño y método de fabricación. Las técnicas de fabricación discutidas a continuación proporcionan métodos que pueden producir conductores eléctricos fabricables y fiables.

45 Cuando el conductor eléctrico 200 incluye una pluralidad de conjuntos de electrodos segmentados 230, puede ser deseable formar el conductor eléctrico 200 de tal manera que los electrodos correspondientes de conjuntos diferentes de electrodos segmentados 230 estén alineados radialmente entre ellos a lo largo de la longitud del conductor eléctrico 200 (véanse, por ejemplo, los electrodos segmentados 230 mostrados en la figura 2). El alineamiento radial entre electrodos correspondientes de conjuntos diferentes de electrodos segmentados 230 a lo largo de la longitud del conductor eléctrico 200 puede reducir la incertidumbre relativa a la localización u orientación entre electrodos segmentados correspondientes de conjuntos diferentes de electrodos segmentados. En consecuencia, puede resultar beneficioso realizar formaciones de electrodos de tal manera que los electrodos correspondientes de conjuntos diferentes de electrodos segmentados a lo largo de la longitud del conductor eléctrico 200 estén alineados radialmente entre ellos y que no se desplacen radialmente entre ellos durante la fabricación del conductor eléctrico 200.

55 La figura 5 es una vista lateral del conductor eléctrico 200 que tiene una pluralidad de conjuntos de electrodos segmentados. Según se muestra en la figura 5, los electrodos individuales de los dos conjuntos de electrodos segmentados 230 están escalonados entre ellos a lo largo de la longitud del cuerpo 210 de conductor eléctrico. En algunos casos, el posicionamiento escalonado de electrodos correspondientes de conjuntos diferentes de electrodos segmentados a lo largo del conductor eléctrico 200 puede diseñarse para una aplicación específica.

60 Los retos de la fabricación de conductores eléctricos con electrodos segmentados incluyen obtener y mantener la alineación deseada de electrodos dentro de un conjunto de electrodos y entre el conjunto de electrodos. Pueden existir retos para mantener una separación radial deseada entre electrodos de un conjunto y una separación axial

entre electrodos en conjuntos diferentes. Además, pueden existir retos para evitar el desalojamiento de un electrodo del cuerpo de conductor eléctrico.

5 Puede fabricarse un conductor eléctrico segmentado según una variedad de maneras diferentes que pueden abordar (por ejemplo, eliminar o reducir) estos retos. La figura 6 es un diagrama de flujo de una porción de una realización de un método de fabricación de un conductor eléctrico con electrodos segmentados. En un primer paso 602 se proporciona un conjunto de electrodo previo con electrodos y conectores elevados. Preferiblemente, el conjunto de electrodo previo es un conjunto metálico con electrodos metálicos y conectores metálicos que acoplan a los electrodos entre ellos. Preferiblemente, los electrodos y conectores se han forma a partir de una sola chapa metálica.

10 Las figuras 7A y 7B ilustran una realización de un conjunto 700 de electrodo previo con electrodos 702 y conectores elevados 704. Cada electrodo 702 está acoplado directamente con al menos otro electrodo por al menos uno, dos o tres de los conectores elevados 704. En al menos algunas realizaciones, los electrodos 702 están dispuestos en un conjunto de filas, en un conjunto de columnas, o en filas y columnas. Los electrodos de una fila o columna dadas pueden alinearse con, o escalonarse con respecto a, electrodos de una fila o columna adyacente. Típicamente, los electrodos de cada fila o columna se acoplan directamente con los electrodos de una fila o columna adyacente usando al menos uno, dos o tres conectores. En algunas realizaciones, cada electrodo de una fila o columna se acopla directamente por un conector con un electrodo de una fila o columna adyacente. En al menos algunas realizaciones, los electrodos están dispuestos en filas y columnas y cada electrodo se acopla directamente por un conector con un electrodo de una columna adyacente y se acopla directamente por un conector con un electrodo de una fila adyacente, según se ilustra, por ejemplo, en la figura 7A. En al menos algunas realizaciones, los electrodos están dispuestos en filas y columnas y cada electrodo se acopla directamente por al menos un conector con un electrodo en cada columna adyacente y se acopla directamente por al menos un conector con un electrodo en cada fila adyacente, según se ilustra, por ejemplo, en la figura 7A. Aunque las figuras 7A y 7B ilustran electrodos acoplados con otros electrodos usando un solo conector entre dos electrodos, se comprenderá que pueden usarse múltiples conectores entre dos electrodos.

15 Se proporcionan los conectores elevados 704 para mantener los electrodos 702 en alineación durante la fabricación del conductor eléctrico y aquellos se retirarán durante la fabricación según se describe a continuación. Preferiblemente, los electrodos 702 y los conectores 704 están fabricados del mismo material. En al menos algunas realizaciones, los electrodos 702 y los conectores 704 se han formado a partir de una sola chapa metálica. Preferiblemente, el conjunto de electrodo previo incluye unos huecos 706 entre los electrodos 702 y los conectores 704. Preferiblemente, los conectores elevados 704 se elevan por encima de los electrodos 702 en un grado mayor que el grosor de los conectores 704 y pueden elevarse al menos dos veces, tres veces, cuatro veces o diez veces el grosor de los conectores 704. Esto puede facilitar la retirada de los conectores más tarde durante el proceso de fabricación.

20 Los conectores elevados 704 pueden ser de cualquier tamaño, anchura, longitud y grosor adecuados. La longitud de los conectores 704 es la distancia de separación entre los dos electrodos acoplados por el conector. La anchura y el grosor pueden seleccionarse para proporcionar una cantidad deseada de estabilidad cuando se mantienen los electrodos en la disposición deseada. Se reconocerá que este factor se contrapesa por el esfuerzo adicional al formar un tubo (véase a continuación) con un conjunto de electrodo previo con conectores más anchos o más gruesos; así como por la cantidad de material adicional que será retirada con la retirada de los conectores. En algunas realizaciones, la anchura del conector elevado no es más de la mitad, un tercio o un cuarto de la longitud del conector. Se reconocerá que la anchura y grosor de cada uno de los conectores elevados puede ser uniforme o puede variar a lo largo de la longitud de los conectores. También se reconocerá que los conectores elevados pueden tener las mismas longitudes, anchuras y grosores, o que puede existir alguna variación en estos parámetros entre conectores.

25 El conjunto 700 de electrodo previo con los electrodos 702 y los conectores 704 puede formarse por cualquier método adecuado. Por ejemplo, el conjunto 700 de electrodo previo puede formarse estampando una chapa metálica u otro material conductor, o mecanizando o moldeando metal u otro material conductor según la forma deseada. Preferiblemente, la estampación o moldeo del conjunto 700 de electrodo previo da como resultado que los conectores 704 sean elevados con respecto a los electrodos, según se ilustra en las figuras 7A y 7B. Si no es así, los conectores 704 pueden elevarse en un paso separado mediante, por ejemplo, estampación (por ejemplo, un segundo paso de estampación) o mediante doblado de otra manera del conjunto de electrodo previo para formar los conectores elevados. Los huecos 706 entre electrodos y entre conectores pueden formarse cuando se forma el conjunto de electrodo previo por estampación o moldeo. Alternativa o adicionalmente, algunos o todos los huecos pueden formarse antes de la estampación o después de la estampación o moldeo; por ejemplo, pueden formarse los huecos por estampación o corte.

30 Opcionalmente, los electrodos 702 pueden incluir unas lengüetas 710. Las lengüetas pueden doblarse hacia abajo durante la fabricación para enclavar los electrodos con el material del cuerpo de conductor eléctrico descrito a

continuación. Las lengüetas pueden sobresalir dentro del cuerpo de conductor eléctrico y proporcionar un mecanismo de anclaje para impedir el desalojo de los segmentos de electrodo individuales.

Volviendo a la figura 6, en el paso 604, el conjunto de electrodo previo se transforma en un tubo, según se ilustra, por ejemplo, en la figura 8. En al menos algunas realizaciones, el conjunto 700 de electrodo previo se envuelve alrededor de un mandril u otro elemento cilíndrico para facilitar la formación del tubo. En una realización, el conjunto 700 de electrodo previo se envuelve alrededor de un tubo 712 de conductor eléctrico que incluye un lumen central 714 y opcionalmente uno o más lúmenes de conductores 716, según se ilustra, por ejemplo, en la figura 9. Aunque las realizaciones ilustradas en las figuras 8 y 9 muestran un tubo con una sección transversal circular, se comprenderá que pueden formarse otros tipos de tubos, incluyendo, pero sin limitarse a ellos, tubos con secciones transversales cuadradas, rectangulares, ovals, triangulares, hexagonales u octogonales. En otra realización, el conjunto de electrodo previo puede formarse o enrollarse con la configuración de un cilindro.

El tubo formado por el conjunto de electrodo previo define un eje longitudinal a lo largo del tubo. Cada uno de los conectores elevados está dispuesto en un radio con respecto al eje longitudinal que es mayor que un radio de cualquiera de los electrodos.

El conjunto de electrodo previo puede mantenerse en la forma cilíndrica por cualquier método adecuado. Por ejemplo, pueden fijarse correas o sujetadores al conjunto de electrodo previo, o puedan envolverse estos alrededor del conjunto de electrodo previo, para mantenerlo en la forma cilíndrica. Alternativa o adicionalmente, pueden solaparse dos o más porciones del conjunto de electrodo previo y las regiones solapadas del portador pueden fijarse entre ellas por soldadura autógena, soldadura de aporte o aplicación de adhesivo. En otras realizaciones, el proceso de formación hará que el metal se deforme y, de ahí, que el material adopte un cambio permanente de forma debido, por ejemplo, a la deformación del material.

En al menos algunas realizaciones, los cables conductores (no mostrados) se fijan a los electrodos individuales 702 antes o después de transformar el conjunto de electrodo previo en un tubo. Los cables conductores pueden ser, por ejemplo, cables aislados con una porción del aislante retirado para hacer contacto con los electrodos 702. Puede fijarse un cable conductor diferente a cada electrodo 702. En otras realizaciones, el mismo cable conductor puede fijarse a dos o más de los electrodos.

Los cables conductores pueden fijarse por cualquier método adecuado, incluyendo, pero sin limitación, soldadura autógena, soldadura de aporte, redondeado, enchavetado o usando un adhesivo conductor. Los cables conductores pueden fijarse a cualquier parte adecuada de los electrodos 702. En algunas realizaciones, los cables conductores están dispuestos en los lúmenes de conductores 716 (véase, por ejemplo, la figura 9). Pueden disponerse uno o más cables conductores en cada lumen de conductor. En al menos algunas realizaciones, cada lumen de conductor tiene un solo cable conductor dispuesto en su interior. Pueden exponerse porciones de los lúmenes de conductores (por ejemplo, erosionando o retirando una porción del tubo de conductor eléctrico) con el fin de proporcionar acceso para la fijación del cable conductor al electrodo.

Volviendo a la figura 6, en el paso 606, se forma al menos una porción del cuerpo de conductor alrededor del conjunto de electrodo previo. La figura 10 ilustra una realización del conjunto 700 de electrodo previo con una porción 720 del cuerpo de conductor eléctrico formada alrededor de los electrodos 702 y de los conectores 704 del conjunto de electrodo previo. La figura 11 es una vista en sección transversal que ilustra los electrodos 702 y los conectores 704 con una porción 720 del cuerpo de conductor eléctrico. Según se ilustra en la figura 11, se forma preferiblemente por debajo de los conectores 704 una porción del cuerpo 720 de conductor eléctrico. Preferiblemente, la porción del cuerpo de conductor eléctrico que se forma es capaz de retener los electrodos 702 dentro del conductor eléctrico y en la orientación y configuración deseadas después de la retirada de los conectores, según se describe a continuación. Opcionalmente, la formación del cuerpo de conductor eléctrico también puede incorporar otros electrodos, tales como unos electrodos anulares 722, dentro de la estructura del cable conductor. En algunos casos, la porción del cuerpo de conductor eléctrico puede incorporar estructuras preexistentes, tales como el tubo 712 de conductor eléctrico de la figura 9, dentro del cuerpo de conductor eléctrico durante su formación, según se ilustra, por ejemplo, en la figura 11.

La porción del cuerpo de conductor eléctrico puede formarse por cualquier método adecuado, incluyendo, pero sin limitación, moldeo de la porción del cuerpo de conductor eléctrico alrededor del conjunto de electrodo previo. Como otro ejemplo, un material polímero, tal como un entubado de polímero (por ejemplo, entubado de poliuretano o silicona), puede colocarse sobre el conjunto de electrodo previo y calentarse posteriormente para permitir que el material del entubado de polímero vuelva a fluir y forme la porción del cuerpo de conductor eléctrico. En algunos casos, puede colocarse temporalmente un tubo termoencogible sobre el entubado de polímero, antes del reflujo, de modo que el material del entubado de polímero esté retenido durante el reflujo. El entubado termoencogible puede retirarse entonces (por ejemplo, recortarse) después del reflujo del entubado de polímero.

Volviendo a la figura 6, en el paso 608, se retiran los conectores mediante amolado. Las figuras 2 y 12 ilustran

ejemplos de un conductor eléctrico después de la retirada de los conectores. En algunos casos, los conectores se retiran por amolado sin puntos. Opcionalmente, el amolado también puede retirar porciones del cuerpo de conductor eléctrico, de los electrodos, o de ambos. En al menos algunos casos, el amolado proporciona un conductor eléctrico que es isodiamétrico en el extremo distal o a lo largo de todo el conductor eléctrico.

5

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar un conductor eléctrico de estimulación, que comprende:

5 proporcionar un conjunto (706) de electrodo previo que comprende una pluralidad de electrodos segmentados (702) y una pluralidad de conectores (704), en donde cada uno de los electrodos segmentados se acopla al menos otro de los electrodos segmentados por al menos uno de los conectores; transformar (604) el conjunto de electrodo previo en un tubo, definiendo el tubo un eje longitudinal; formar (606) al menos una porción (720) de un cuerpo de conductor eléctrico alrededor de los electrodos segmentados del conjunto de electrodo previo; y

10 amolar (608) el tubo que comprende el conjunto de electrodo previo y la porción del cuerpo de conductor eléctrico para retirar la pluralidad de conectores, dejando la pluralidad de electrodos segmentados y la porción del cuerpo de conductor eléctrico, **caracterizado por que** los conectores son conectores elevados y por que cada uno de los conectores elevados se dispone en un radio con respecto al eje longitudinal que es mayor que un radio de cualquiera de los electrodos segmentados con respecto al eje longitudinal.

15

2. El método según la reivindicación 1, en el que proporcionar un conjunto (700) de electrodo previo comprende estampar una chapa metálica para formar la pluralidad de electrodos segmentados (702) y la pluralidad de conectores elevados (704), en el que estampar la chapa metálica comprende formar una pluralidad de huecos (706) entre los electrodos segmentados y los conectores elevados, o en el que estampar la chapa metálica comprende estampar la chapa metálica para formar la pluralidad de electrodos segmentados y una pluralidad de conectores y posteriormente doblar la pluralidad de conectores para formar la pluralidad de conectores elevados.

20

3. El método según la reivindicación 1, en el que proporcionar un conjunto (700) de electrodo previo comprende formar una lengüeta (710) que se extiende desde al menos uno de la pluralidad de electrodos segmentados (702).

25

4. El método según la reivindicación 1, en el que transformar (604) el conjunto (700) de electrodo previo en un tubo comprende envolver el conjunto de electrodo previo alrededor de un cuerpo cilíndrico y en el que envolver el conjunto de electrodo previo comprende preferiblemente envolver el conjunto de electrodo previo alrededor de un tubo (712) de conductor eléctrico que define al menos un lumen (714, 716) a través del tubo de conductor eléctrico.

30

5. El método según la reivindicación 1, que además comprende fijar un cable conductor a al menos uno de los electrodos (702) antes de transformar el conjunto (700) de electrodo previo en el tubo.

35

6. El método según la reivindicación 1, que además comprende fijar un cable conductor a al menos uno y preferiblemente a cada uno de los electrodos después de transformar el conjunto (700) de electrodo previo en el tubo.

40

7. El método según la reivindicación 1, en el que formar (606) la porción (720) del cuerpo de conductor eléctrico comprende moldear la porción del cuerpo de conductor eléctrico alrededor de los electrodos segmentados (702), y en el que moldear la porción del cuerpo de conductor eléctrico comprende preferiblemente disponer un entubado de polímero alrededor del conjunto (700) de electrodo previo; disponer un entubado termoencogible sobre el entubado de polímero; calentar el entubado de polímero para que vuelva a fluir el entubado de polímero alrededor de los electrodos segmentados; y retirar el entubado termoencogible.

45

8. El método según la reivindicación 1, en el que formar (606) la porción (720) del cuerpo de conductor eléctrico comprende formar un material polímero por debajo de los conectores (704).

50

9. El método según la reivindicación 1, en el que amolar (608) el tubo comprende amolar el tubo que comprende el conjunto (700) de electrodo previo y la porción (720) del cuerpo de conductor eléctrico para formar un conductor eléctrico isodiamétrico.

55

10. Un conjunto para formar un conductor eléctrico de estimulación, que comprende:

un cuerpo de conductor eléctrico que tiene un extremo distal y un extremo proximal; y un conjunto (700) de electrodo previo formado en un tubo alrededor de una porción del extremo distal del cuerpo de conductor eléctrico y que comprende una pluralidad de electrodos segmentados (702) y una pluralidad de conectores (704), en donde cada uno de los electrodos segmentados está acoplado con al menos otro de los electrodos segmentados mediante al menos uno de los conectores, definiendo el tubo un eje longitudinal, **caracterizado** por que los conectores son conectores elevados y por que cada uno de los conectores elevados está dispuesto en un radio con respecto al eje longitudinal que es mayor que un radio de cualquiera de los electrodos segmentados con respecto al eje longitudinal.

60

11. El conjunto según la reivindicación 10, que además comprende al menos un electrodo anular (722) dispuesto

alrededor de una porción del extremo distal del cuerpo de conductor eléctrico.

5 12. El conjunto según la reivindicación 10, en el que los electrodos segmentados (702) están dispuestos en filas y columnas y en el que cada electrodo segmentado se acopla directamente con un electrodo segmentado de una fila adyacente o una columna adyacente usando uno de la pluralidad de conectores elevados (704).

10 13. El conjunto según la reivindicación 10, en el que los electrodos segmentados (702) están dispuestos en filas y columnas y en el que cada electrodo segmentado se acopla directamente con un electrodo segmentado de una fila adyacente usando uno de la pluralidad de conectores elevados (704) y se acopla directamente con un electrodo segmentado de una columna adyacente usando otro de la pluralidad de conectores elevados.

15 14. El conjunto según la reivindicación 10, en el que los electrodos segmentados (702) están dispuestos en filas y columnas y en el que cada electrodo segmentado se acopla directamente con un electrodo segmentado de cada fila adyacente usando al menos uno de la pluralidad de conectores elevados (704) y se acopla directamente con un electrodo segmentado de cada columna adyacente usando al menos otro de la pluralidad de conectores elevados.

15 15. El conjunto según la reivindicación 10, que además comprende una lengüeta (710) que se extiende desde al menos uno de los electrodos segmentados (702) dentro del cuerpo de conductor eléctrico.

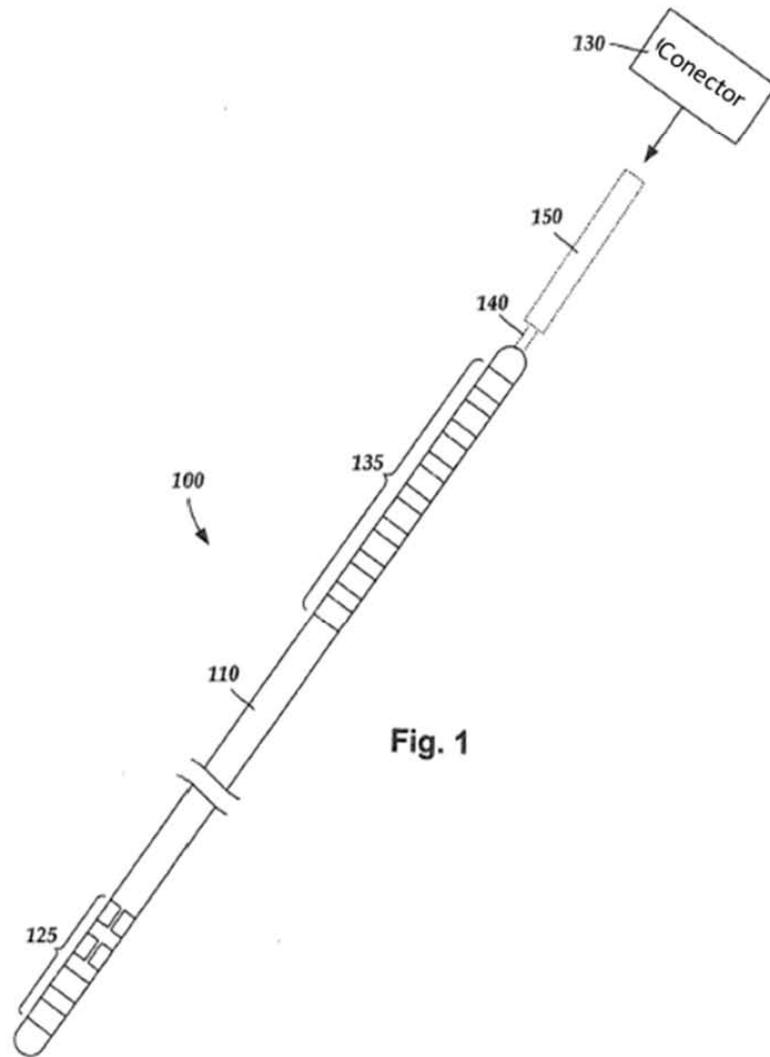


Fig. 1

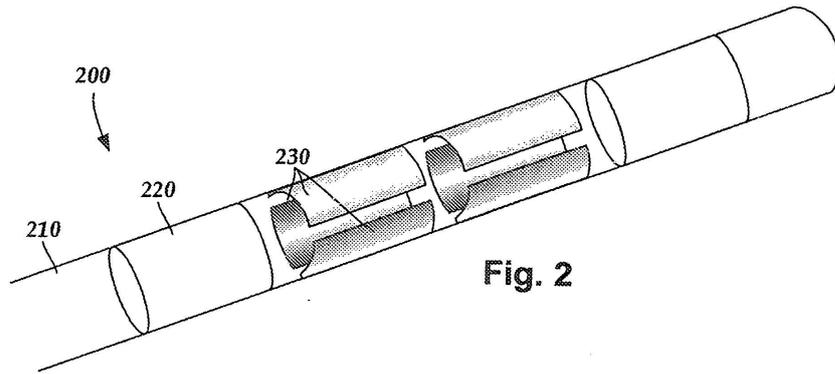


Fig. 2

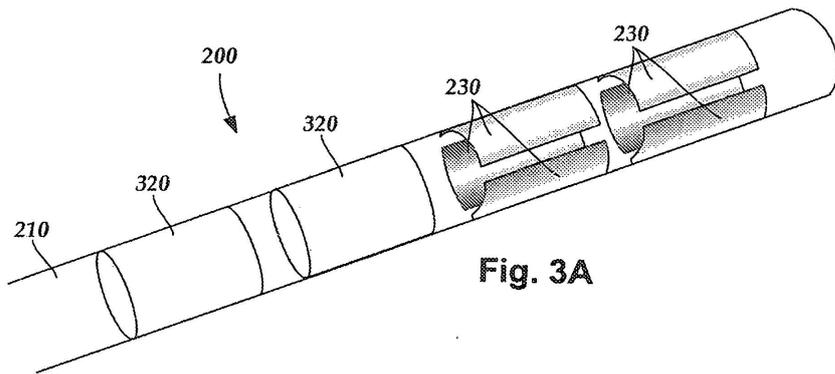


Fig. 3A

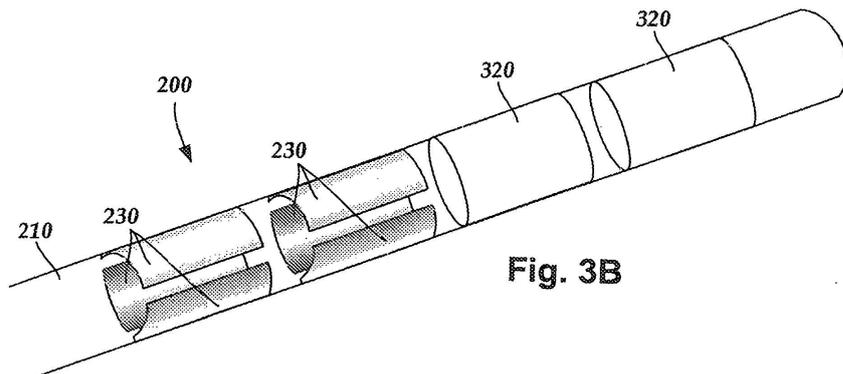


Fig. 3B

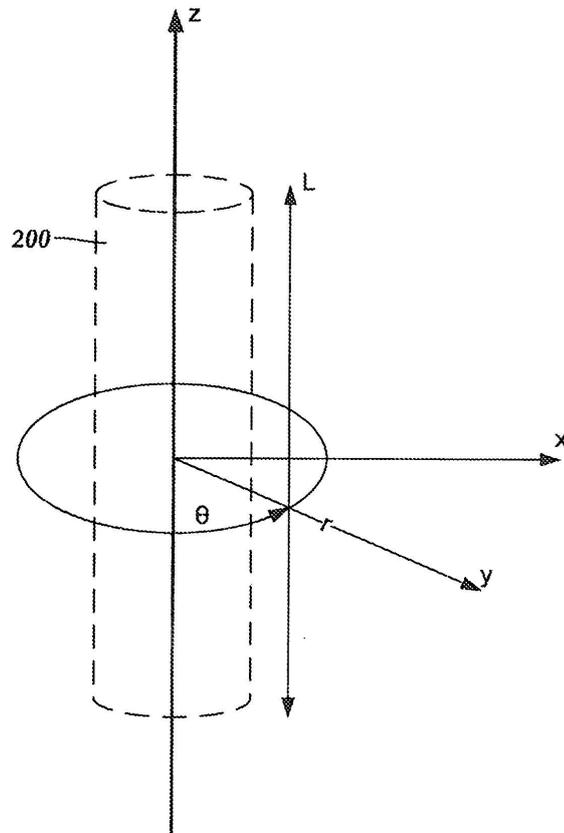


Fig. 4

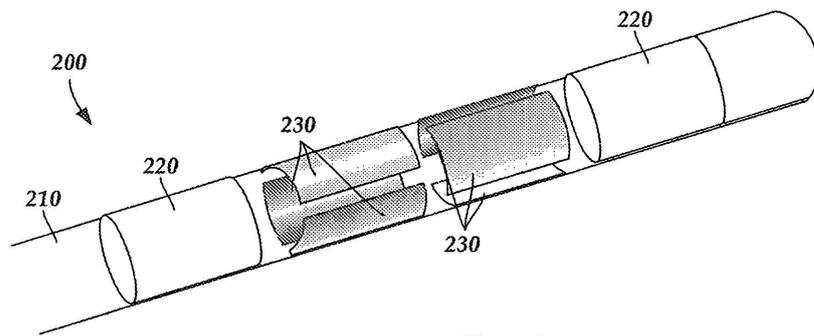


Fig. 5

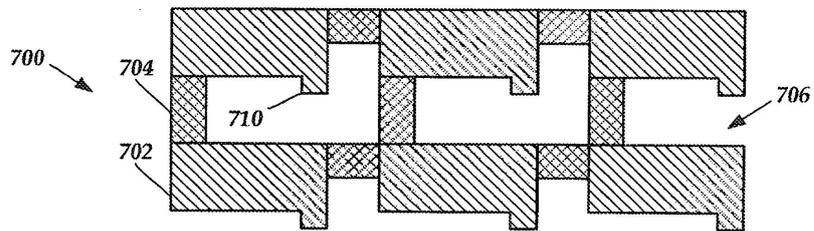


Fig. 7A

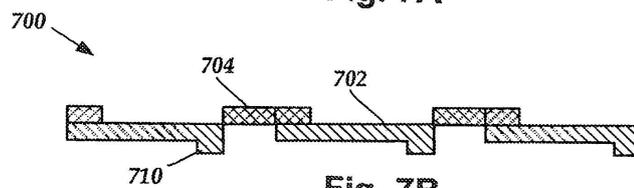


Fig. 7B



Fig. 6

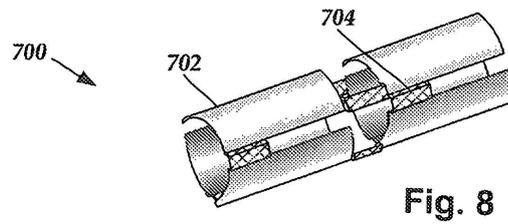


Fig. 8

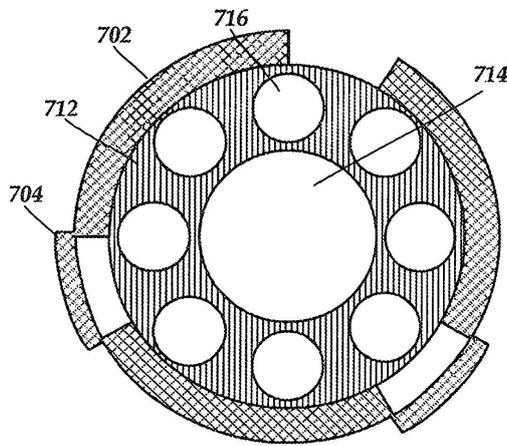


Fig. 9

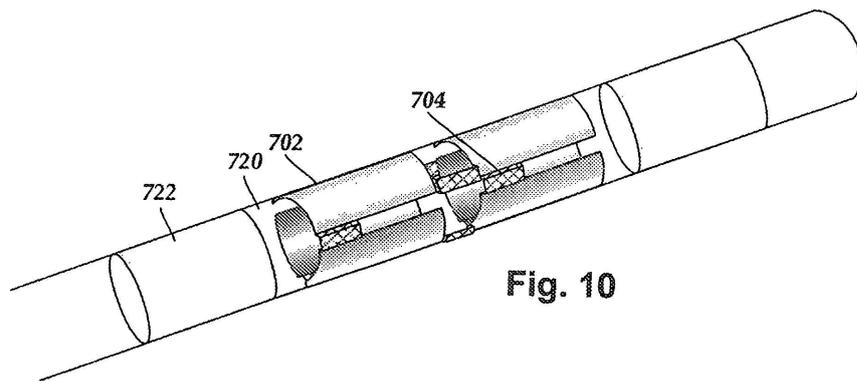


Fig. 10

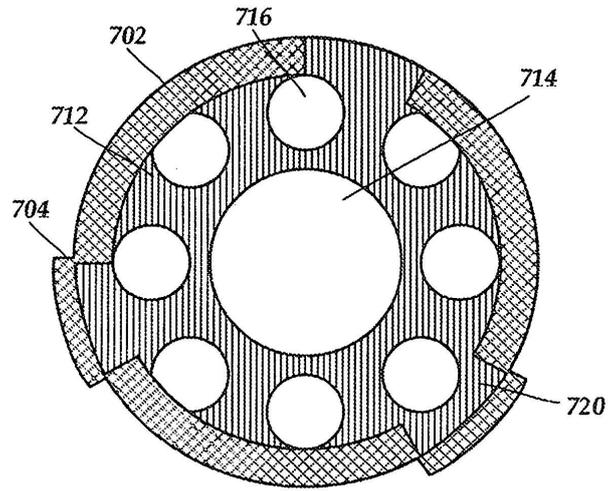


Fig. 11

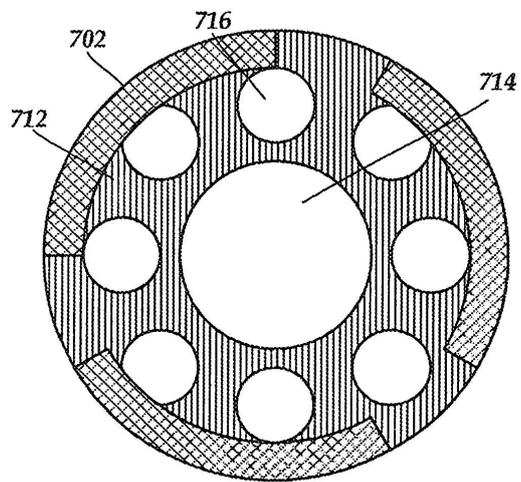


Fig. 12