

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 982**

51 Int. Cl.:

A61N 1/05 (2006.01)

A61N 1/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2011** **E 11709614 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2016** **EP 2550059**

54 Título: **Separación radial helicoidal de contactos en un conductor cilíndrico**

30 Prioridad:

23.03.2010 US 316691 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.03.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MOFFITT, MICHAEL, ADAM y
PETERSON, DAVID, KARL LEE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 562 982 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

Separación radial helicoidal de contactos en un conductor cilíndrico

Campo

5 La descripción está dirigida a dispositivos y procedimientos para la estimulación cerebral, incluyendo una estimulación cerebral profunda. Además, la descripción está dirigida a dispositivos y procedimientos para la estimulación cerebral utilizando un conductor que tiene una pluralidad de electrodos dispuestos en un recorrido helicoidal sustancialmente predefinido en torno a un conductor sustancialmente cilíndrico. La invención está definida en las reivindicaciones adjuntas.

Antecedentes

10 La estimulación cerebral profunda puede ser útil para tratar una variedad de afecciones incluyendo, por ejemplo, la enfermedad de Parkinson, la distonía, el temblor esencial, el dolor crónico, la enfermedad de Huntington, discinesias y rigidez inducidas por levodopa, bradiquinesia, epilepsia y convulsiones, trastornos de la alimentación y trastornos del estado de ánimo. Normalmente, un conductor con un electrodo de estimulación en un extremo, o cerca del mismo, del conductor proporciona la estimulación a neuronas diana en el cerebro. Los barridos de formación de
15 imágenes por resonancia magnética (IRM) o de tomografía computadorizado (TC) pueden proporcionar un punto de referencia para determinar dónde se debería colocar el electrodo de estimulación para proporcionar el estímulo deseado a las neuronas diana.

Tras la inserción, se introduce corriente a lo largo de la longitud del conductor para estimular neuronas diana en el cerebro. Esta estimulación es proporcionada por medio de electrodos, normalmente en forma de anillos, dispuestos
20 en el conductor. La corriente se proyecta desde cada electrodo de forma similar y en todas las direcciones a cualquier longitud dada a lo largo del eje del conductor. Debido a la forma de los electrodos, la selectividad radial de la corriente es mínima. Esto tiene como resultado una estimulación no deseada del tejido neural contiguo, efectos secundarios no deseados y una mayor duración de tiempo para que se obtenga el efecto terapéutico apropiado. Además, los procedimientos actuales a menudo contienen vacíos o puntos muertos, regiones en las que no se
25 puede llevar a cabo una estimulación, dentro del perfil de estimulación. Estas regiones pueden requerir que se cambie el posicionamiento del conductor, y en algunos casos que se retire y se implante el conductor en una orientación distinta. El documento US-A- 2004/0098074 da a conocer un estimulador para proporcionar patrones controlados y direccionales de estimulación.

Breve resumen

30 Una realización es un dispositivo para una estimulación cerebral. El dispositivo incluye un conductor que tiene una superficie longitudinal, un extremo proximal y un extremo distal; y una pluralidad de electrodos dispuestos a lo largo de la superficie longitudinal del conductor cerca del extremo distal del conductor. La pluralidad de electrodos incluye al menos cuatro electrodos segmentados que tienen superficies expuestas, teniendo cada superficie expuesta un punto central. Los al menos cuatro electrodos segmentados están configurados y dispuestos de forma que cada uno
35 de los puntos centrales esté dispuesto en distintas posiciones longitudinales y en distintas posiciones radiales en torno a la superficie longitudinal del extremo distal del conductor.

Otra realización es un dispositivo para una estimulación cerebral. El dispositivo incluye un conductor que tiene una superficie longitudinal, un extremo proximal y un extremo distal; y una pluralidad de electrodos dispuestos a lo largo de la superficie longitudinal del conductor cerca del extremo distal del conductor. La pluralidad de electrodos incluye
40 al menos cuatro electrodos segmentados que tienen superficies expuestas teniendo cada superficie expuesta un punto central. Los puntos centrales de los al menos cuatro electrodos segmentados están dispuestos en un recorrido sustancialmente helicoidal en torno a la superficie longitudinal del conductor.

Otra realización más es un procedimiento para una estimulación cerebral que incluye la inserción de un dispositivo en el cráneo de un paciente. El dispositivo incluye un conductor que tiene una superficie longitudinal, un extremo proximal y un extremo distal y una pluralidad de electrodos dispuestos a lo largo de la superficie longitudinal del conductor cerca del extremo distal del conductor. La pluralidad de electrodos incluye al menos cuatro electrodos segmentados que tienen puntos centrales, estando dispuestos los al menos cuatro electrodos segmentados en un recorrido helicoidal en torno a la superficie longitudinal del conductor. El procedimiento también incluye la producción de al menos una de una corriente anódica o una corriente catódica en la pluralidad de electrodos para estimular una neurona diana utilizando la pluralidad de electrodos.
45
50

La presente invención está definida en las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones, los aspectos o ejemplos de la descripción que no se encuentran dentro del alcance de dichas reivindicaciones se proporcionan únicamente con fines ilustrativos y no forman parte de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

55 Para una mejor comprensión de la presente descripción, se hará referencia a los siguientes dibujos adjuntos.

En los dibujos, los números de referencia similares hacen referencia a partes similares en todas las diversas figuras, a no ser que se especifique lo contrario.

La FIG. 1 es un diagrama esquemático de la corriente radial dirigida a lo largo de los diversos niveles de electrodo a lo largo de la longitud de un conductor, según la descripción;

la FIG. 2A es una vista esquemática en perspectiva de una porción de un conductor que tiene una pluralidad de electrodos anulares, según la descripción;

la FIG. 2B es una vista esquemática en perspectiva de una porción de un conductor que tiene una pluralidad de electrodos segmentados y dos electrodos anulares, según la descripción;

la FIG. 3A es una vista esquemática en perspectiva de una porción de un conductor que tiene una pluralidad de electrodos e ilustra un perfil posible de estimulación, según la descripción;

la FIG. 3B es una vista esquemática en corte transversal de la porción del conductor de la FIG. 3A y el perfil asociado de estimulación, según la descripción;

la FIG. 4A es una vista esquemática en perspectiva de una realización de una porción de un conductor que tiene una pluralidad de electrodos dispuestos en un recorrido helicoidal, según la descripción;

la FIG. 4B es una vista esquemática en perspectiva de otra realización de una porción de un conductor que tiene una pluralidad de electrodos dispuestos en un recorrido helicoidal, según la descripción;

la FIG. 4C es una vista esquemática en perspectiva de una tercera realización de una porción de un conductor que tiene una pluralidad de electrodos dispuestos en un recorrido helicoidal, según la descripción;

la FIG. 5 es una vista esquemática de una realización de una porción de un conductor que tiene una pluralidad de electrodos con forma de diamante dispuestos en un recorrido helicoidal, según la descripción;

la FIG. 6 es una vista esquemática en perspectiva de una porción de un conductor que tiene una pluralidad de electrodos dispuestos en dos recorridos helicoidales, según la descripción; y

la FIG. 7 es una vista lateral esquemática de una realización de un conductor y un estilete, según la descripción.

Descripción detallada

La presente descripción está dirigida al área de dispositivos y procedimientos para la estimulación cerebral, incluyendo una estimulación cerebral profunda. Además, la descripción está dirigida a dispositivos y a un procedimiento para la estimulación cerebral que utilizan un conductor que tiene una pluralidad de electrodos dispuestos en un recorrido sustancialmente helicoidal en torno a un conductor sustancialmente cilíndrico.

El conductor para una estimulación cerebral profunda puede incluir electrodos de estimulación, electrodos de grabación o una combinación de ambos. Un profesional médico puede determinar la posición de las neuronas diana utilizando el o los electrodos de grabación y luego posicionar el o los electrodos de estimulación en consecuencia sin la retirada de un conductor de grabación ni la inserción de un conductor de estimulación. En algunas realizaciones, se pueden utilizar los mismos electrodos tanto para una grabación como para una estimulación. En algunas realizaciones, se pueden utilizar cables conductores separados; uno con electrodos de grabación que identifican neuronas diana, y un segundo conductor con electrodos de estimulación que sustituye el primero tras la identificación de la neurona diana. Un conductor puede incluir electrodos de grabación separados en torno a la circunferencia del conductor para determinar con más precisión la posición de las neuronas diana. En al menos algunas realizaciones, el conductor es girable de forma que los electrodos de estimulación puedan estar alineados con las neuronas diana después de que se han localizado las neuronas utilizando los electrodos de grabación.

Los dispositivos y cables conductores para una estimulación cerebral profunda están descritos en la técnica. Véanse, por ejemplo, la publicación de patente U.S. 2006/0149335 A1 ("Devices and Methods For Brain Stimulation"), y la solicitud de patente U.S., en tramitación como la presente, con n° de serie 12/237.888 ("Leads With Non-Circular- Shaped Distal Ends For Brain Stimulation Systems and Methods of Making and Using").

La FIG. 1 es un diagrama esquemático para ilustrar el direccionamiento radial de la corriente a lo largo de diversos niveles de electrodo a lo largo de la longitud de un conductor 110. Las configuraciones convencionales de conductor con electrodos anulares 220, tal como la mostrada en la FIG. 2A, solo pueden dirigir corriente a lo largo de la longitud del conductor (el eje z). Por lo tanto, como puede apreciarse en la FIG. 2A, se puede desplazar el centroide de estimulación a cualquier nivel a lo largo de la longitud del conductor (el eje z en la FIG. 1). En otras realizaciones, al colocar una pluralidad de electrodos segmentados en torno a la superficie del cuerpo del conductor, se puede dirigir corriente en el eje x, en el eje y, al igual que en el eje z. Como puede verse en la FIG. 2B, se pueden disponer múltiples conjuntos de electrodos segmentados 270 a lo largo de la longitud del conductor 250 además de los electrodos anulares 220, o en vez de ellos. El uso de múltiples conjuntos de electrodos segmentados puede permitir un direccionamiento tridimensional de la corriente. En algunas realizaciones, la distancia radial, r, y el ángulo θ en torno a la circunferencia del cuerpo 260 de conductor pueden estar dictados por el porcentaje de corriente anódica (reconociendo que la estimulación se produce principalmente cerca del cátodo, aunque los ánodos potentes también pueden provocar una estimulación) introducida a cada electrodo. En al menos algunas realizaciones, la configuración de los ánodos y cátodos a lo largo de la pluralidad de electrodos segmentados permite que se desplace el centroide de estimulación a una variedad de distintas ubicaciones a lo largo del cuerpo 260 del conductor. Se reconocerá que en al menos algunas realizaciones, se puede utilizar un ánodo o cátodo separado (tal como un ánodo o cátodo proporcionado en un generador implantable de impulsos acoplado al conductor).

Por lo tanto, los cables conductores radialmente segmentados convencionales, tales como los mostrados en la FIG. 2B, pueden ser útiles para mejorar la programabilidad de un estimulador cerebral profundo debido a que pueden ser controlados en múltiples dimensiones. Al proporcionar un mejor control, se puede minimizar o evitar la estimulación de regiones en las que no es deseable una terapia. Además, puede ser útil el control del centroide de estimulación para reducir el tiempo necesario para proporcionar una terapia.

Aunque los cables conductores radialmente segmentados pueden proporcionar un mejor control del área que está siendo estimulada, puede seguir habiendo presentes vacíos o puntos muertos, regiones en las que no puede conseguirse una estimulación selectiva, en el perfil de estimulación. Para estimular una región vacía o de punto muerto, el conductor puede tener que ser maniobrado en el interior del cuerpo del paciente. En algunos casos, el conductor puede necesitar ser retirado e implantado una segunda vez para conseguir la estimulación apropiada. Por lo tanto, los puntos muertos pueden ser a menudo la causa de una terapia ineficaz.

La FIG. 3A es una vista esquemática en perspectiva de una estimulación selectiva radial utilizando una porción de un conductor que tiene una pluralidad de electrodos segmentados. El conductor 300 incluye múltiples electrodos segmentados 320 dispuestos en el cuerpo 310 del conductor. Los electrodos segmentados 320 tienen capacidad para estimular una región 330 en torno al conductor 300. Como puede apreciarse en las FIGS. 3A y 3B, se puede controlar la región de estimulación 330 en los tres ejes, como se ha descrito anteriormente más arriba con referencia a la FIG. 1.

La FIG. 3B es un corte transversal esquemático de la porción del conductor 300 de la FIG. 3A y el perfil de estimulación asociado con la porción. Como puede verse en la FIG. 3B, la región de estimulación 330 está dispuesta circunferencialmente en torno al cuerpo 310 del conductor. Al controlar la cantidad de corriente dirigida a cada electrodo segmentado, se puede modificar el perfil de estimulación según se desee. Por ejemplo, en una realización, se puede controlar el perfil de estimulación, de forma que no se produzca estimulación fuera de la región diana 340. Este tipo de control puede ser útil cuando no se ha colocado un conductor 300 en el centro de la región diana 340. En tal situación, el control del perfil de estimulación puede ser útil para contener la estimulación dentro de la diana.

Como puede verse en la FIG. 3B, aunque los electrodos segmentados radialmente son útiles para controlar el perfil de estimulación, pueden seguir existiendo vacíos o puntos muertos en la región diana 340 cuando no se puede conseguir una estimulación. Estos puntos muertos están ubicados normalmente en regiones entre electrodos segmentados. Un punto muerto 350 puede tener como resultado una estimulación ineficaz y un mayor tiempo de tratamiento.

El número de electrodos y la posición de los electrodos dictarán los posibles perfiles de estimulación y el número de puntos muertos dentro de esos perfiles. El posicionamiento de los electrodos puede describirse haciendo referencia a los centros de los electrodos, denominados de aquí en adelante "puntos centrales". Los puntos centrales pueden estar ubicados en cualquier lugar en torno a la superficie del conductor. En algunas realizaciones, la distribución uniforme de los puntos centrales en torno a una extensión longitudinal predefinida del conductor conseguirá un perfil de estimulación y una selectividad de perfil más deseables.

En algunas realizaciones, los puntos centrales están dispuestos en un recorrido helicoidal en torno a un conductor cilíndrico. La FIG. 4A es una vista esquemática de una realización de una porción de un conductor 400 que tiene una pluralidad de electrodos dispuestos en un recorrido helicoidal 415 en torno al cuerpo 410 del conductor. Se muestra que los puntos centrales de cada uno de los electrodos 450 indican la ubicación del electrodo 450. La FIG. 4A muestra una realización, en la que un conductor 400 tiene ocho electrodos 450, teniendo cada uno un punto central, dispuestos a lo largo de un recorrido helicoidal 415 con una extensión longitudinal de 6 mm.

Como puede verse en la FIG. 4A, los puntos centrales de los electrodos 450 pueden estar dispuestos en un recorrido helicoidal 415 en torno al cuerpo 410 del conductor. La disposición de los electrodos puede describirse con referencia al número de electrodos dispuestos en una vuelta completa del recorrido helicoidal. En algunas realizaciones, los electrodos pueden estar dispuestos de forma que cada revolución completa del recorrido helicoidal 415 incluya dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, diez, doce, catorce o dieciséis electrodos 450.

El recorrido helicoidal 415 puede tener cualquier número de vueltas en torno al cuerpo 410 del conductor. En algunas realizaciones el recorrido helicoidal 415 forma una vuelta completa en torno a la circunferencia del cuerpo 410 del conductor. En algunas otras realizaciones, el recorrido helicoidal 415 forma dos, tres, cuatro o cinco vueltas o revoluciones completos en torno al cuerpo 410 del conductor. Se comprenderá que el número de vueltas del recorrido helicoidal 415 puede ser proporcional al número de electrodos 450 dispuestos en el conductor 400 y también se comprenderá que el recorrido helicoidal 415 también puede incluir una vuelta parcial, además de la una o más vueltas completas. Por ejemplo, en realizaciones que tienen ocho electrodos 450, el recorrido helicoidal 415 puede formar dos revoluciones en torno al cuerpo 410 del conductor, de forma que cada revolución incluya cuatro electrodos 450. Puede disponerse cualquier número de electrodos en el conductor 400. En algunas realizaciones, puede haber dispuestos uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez, doce, catorce o dieciséis electrodos en el conductor 400. De forma similar, en al menos algunas realizaciones, el número de revoluciones formadas por el recorrido helicoidal 415 puede oscilar entre media revolución y cinco revoluciones completas.

En algunas realizaciones, los electrodos 450 están dispuestos en torno a la superficie longitudinal del extremo distal del conductor 400, de forma que no haya dispuestos dos electrodos cualesquiera 450 en la misma posición radial. En algunas realizaciones, los electrodos 450 están dispuestos a lo largo de la superficie longitudinal del extremo distal del conductor 400, de forma que no haya dispuestos dos electrodos cualesquiera en la misma posición longitudinal. En algunas realizaciones, en las realizaciones que tienen un recorrido helicoidal 415 de electrodos 450, los electrodos pueden estar dispuestos en torno al recorrido helicoidal 415 de forma que los electrodos 450 estén dispuestos en distintas posiciones longitudinales y en distintas posiciones radiales.

La FIG. 4B es una vista esquemática en perspectiva de otra realización de una porción de un conductor 400 que tiene una pluralidad de electrodos dispuestos en un recorrido helicoidal 415. Como puede apreciarse en la FIG. 4B, el recorrido helicoidal 415 de la FIG. 4B es similar al recorrido helicoidal 415 de la FIG. 4A. Sin embargo, el número de electrodos dispuestos en el conductor 400 de la FIG. 4B es menor que el número de electrodos dispuestos en el conductor 400 de la FIG. 4A. Específicamente, el conductor 400 de la FIG. 4B solo incluye la mitad del número de electrodos dispuestos en el conductor 400 de la FIG. 4A. Por lo tanto, al incluir menos electrodos 450 a lo largo del recorrido helicoidal 415, se puede conseguir un distinto perfil de estimulación. Se apreciará que la distancia entre los puntos centrales de los electrodos 450 en la FIG. 4B es el doble de la distancia entre puntos centrales de los electrodos 450 en la FIG. 4A a lo largo de los recorridos helicoidales 415.

En al menos algunas otras realizaciones, también se puede modificar el propio recorrido helicoidal 415 para conseguir un distinto perfil de estimulación. La FIG. 4C es una vista esquemática en perspectiva de una tercera realización de una porción de un conductor 400 que tiene una pluralidad de electrodos 450 dispuestos en un recorrido helicoidal 415. Como puede verse en la FIG. 4C, el recorrido helicoidal 415 incluye más vueltas a lo largo de una longitud dada del cuerpo 400 del conductor que los recorridos helicoidales 415 de las FIGS. 4A y 4B. Con un recorrido helicoidal predefinido 415, puede haber dispuesto cualquier número de electrodos 450 a lo largo del recorrido helicoidal 415 según se desee.

Por lo tanto, en algunas realizaciones, se puede ajustar la separación de los electrodos 450 cambiando el ángulo helicoidal, definido como el ángulo entre el recorrido helicoidal 415 y una línea axial del conductor 400. En algunas realizaciones, el ángulo helicoidal es entre 5 y 90 grados. Por lo tanto, se puede ajustar la separación de los electrodos 450 escogiendo el ángulo helicoidal apropiado, el número de electrodos, el número de revoluciones deseado o cualquier combinación de los mismos. En vez de escoger el ángulo helicoidal, se pueden escoger la extensión longitudinal del recorrido helicoidal 415 y el número de revoluciones para obtener el recorrido helicoidal 415. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la extensión longitudinal del recorrido helicoidal 415 está entre 3 mm y 15 mm. En algunas realizaciones la extensión longitudinal no es más de 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm o 40 mm. En algunas realizaciones, la extensión longitudinal es al menos 1 mm, 2 mm, 3 mm, 5 mm o 10 mm. Al escoger la extensión longitudinal y el número de revoluciones del recorrido helicoidal 415, se puede definir el recorrido helicoidal 415 y se pueden distribuir los electrodos.

En algunas realizaciones, los electrodos 450 están distribuidos uniformemente en torno al recorrido helicoidal 415, de forma que cada punto central del electrodo 450 se encuentre a la misma distancia desde el punto central del electrodo contiguo 450 más cercano a lo largo del recorrido helicoidal 415. Por ejemplo, se puede escoger la ubicación de los electrodos 415 de forma que la distancia entre los puntos centrales adyacentes de los electrodos 450 a lo largo del recorrido helicoidal 415 sea de 2 a 4 mm de separación (por ejemplo, 2 a 2,6 mm de separación). En al menos algunas realizaciones, se escoge el propio recorrido helicoidal 415 de forma que los electrodos 450 estén distribuidos uniformemente en torno a la superficie del conductor, de forma que cada electrodo 450 se encuentre alejado la misma distancia de los cuatro electrodos 450 más cercanos. Por ejemplo, puede haber formado un conductor 400 en el que el punto central de cada electrodo 450 se encuentre alejado 2,43 mm de los puntos centrales de los cuatro electrodos 450 más cercanos. Al reducir la distancia entre electrodos 450, se puede reducir el número de vacíos o puntos muertos en el perfil de estimulación.

De forma alternativa, se puede definir la separación entre electrodos por medio del ángulo radial entre ellos en torno al cuerpo del conductor. En algunas realizaciones, el ángulo radial entre puntos centrales adyacentes es el mismo para cada uno de los electrodos. Por ejemplo, el ángulo radial entre puntos centrales adyacentes a lo largo del recorrido helicoidal puede ser entre 10 y 270 grados. En algunas realizaciones, el ángulo radial entre electrodos adyacentes a lo largo del recorrido helicoidal es de al menos 30 grados. En al menos algunas otras realizaciones, la separación angular radial entre puntos centrales adyacentes a lo largo del recorrido helicoidal es de al menos 15 grados, al menos 30 grados, al menos 45 grados, al menos 60 grados, al menos 72 grados, al menos 90 grados, al menos 120 grados o 180 grados.

En algunas realizaciones, los electrodos también pueden estar dispuestos en torno a la superficie longitudinal del conductor, de forma que se minimice la suma de las distancias entre los puntos centrales de los electrodos. Por ejemplo, en algunas realizaciones se escoge primero una extensión longitudinal. Esta extensión longitudinal define la longitud del recorrido helicoidal en torno al que estarán dispuestos los electrodos. A continuación, se puede definir una función de coste como la maximización de la distancia mínima desde cualquier punto central hasta cualquier otro punto central. Evaluando la función de coste, se puede obtener un recorrido helicoidal resultante y se pueden disponer los electrodos en el recorrido según se desee.

Con independencia del parámetro o del procedimiento utilizado para ubicar los electrodos, al distribuir uniformemente los puntos centrales en torno al conductor, aumenta la probabilidad de poder estimular un punto diana dado, sin estimular puntos no deseados, y pueden realizarse menos ajustes a la ubicación del conductor tras su implantación. Es decir, aumenta la capacidad para estimular de forma selectiva.

5 La FIG. 5 es una vista esquemática de una realización de una porción de un conductor que tiene electrodos segmentados con forma de diamante dispuestos en un recorrido helicoidal. De forma similar a las FIGS. 4A, 4B y 4C, la FIG. 5 muestra un conductor 500 que tiene una pluralidad de electrodos 520 dispuestos en un recorrido helicoidal 500 en torno al cuerpo 510 del conductor. El conductor 500 incluye electrodos (con dos electrodos dispuestos en la porción posterior), aunque puede haber dispuesto un número cualquiera de electrodos en el conductor 500. Los electrodos de la FIG. 5 están dispuestos en el cuerpo 510 del conductor en torno a un recorrido helicoidal 550 que tiene una extensión longitudinal de 7,5 mm. Debido a que el número de revoluciones es el mismo que en la FIG. 4, y a que se aumenta la extensión longitudinal, el recorrido helicoidal de la FIG. 5 tendrá un ángulo helicoidal mayor, lo que tiene como resultado una mayor separación entre los electrodos 520.

15 Los electrodos pueden tener cualquier forma y tamaño adecuados. Los electrodos pueden tener la misma forma o pueden tener distintas formas. La forma en corte transversal del electrodo también puede variar. En algunas realizaciones, como en la FIG. 5, los electrodos 520 tienen forma de diamante. En al menos algunas otras realizaciones, los electrodos pueden tener un corte transversal que es un círculo (véanse, por ejemplo, las FIGS. 4A, 4B, 4C y 6), un óvalo, un rectángulo, un cuadrado o un triángulo. Además, es posible crear un conductor que tiene múltiples electrodos de distintas formas. Por ejemplo, un único conductor puede tener tanto electrodos circulares como electrodos con forma de diamante. Los electrodos pueden estar dispuestos en cualquier configuración deseada. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los electrodos alternan entre una primera forma y una segunda forma.

25 La FIG. 6 es una vista esquemática en perspectiva de una porción de un conductor que tiene una pluralidad de electrodos dispuestos en dos recorridos helicoidales. Se puede denominar a esta realización una disposición de "doble hélice". En esta realización, hay definido un primer recorrido helicoidal 615 a lo largo de la circunferencia del cuerpo 610 del conductor. Hay dispuesto un primer conjunto de electrodos 650 en el primer recorrido helicoidal 615. Entonces, se puede definir un segundo recorrido helicoidal 625 a lo largo de la circunferencia del cuerpo 610 del conductor. Entonces, se puede disponer un segundo conjunto de electrodos 650 en el segundo recorrido helicoidal 650.

30 Como se puede ver en la FIG. 6, en algunas realizaciones, el segundo recorrido helicoidal 625 puede estar definido para girar en una dirección contraria al primer recorrido helicoidal 615. Por ejemplo, la orientación del primer recorrido helicoidal 615 puede estar definido de forma que el recorrido helicoidal gire en contra del sentido de las agujas del reloj desde el extremo proximal del cuerpo 610 del conductor hasta el extremo distal del cuerpo 610 del conductor. Entonces, el segundo recorrido helicoidal 625 puede estar definido para girar en el sentido de las agujas del reloj desde el extremo proximal del cuerpo 610 del conductor hasta el extremo distal del cuerpo 610 del conductor. En al menos algunas otras realizaciones, se pueden definir el primer recorrido helicoidal 615 y el segundo recorrido helicoidal 625 para que giren en la misma dirección.

40 En algunas realizaciones, el primer recorrido helicoidal 615 y el segundo recorrido helicoidal 625 pueden ser congruentes. De forma alternativa, el primer recorrido helicoidal 615 y el segundo recorrido helicoidal 625 pueden incluir un número distinto de vueltas, distintos ángulos helicoidales o pueden abarcar distintas longitudes del cuerpo 610 del conductor. Además, el número de electrodos 650 dispuestos en el primer recorrido helicoidal 615 y en el segundo recorrido helicoidal 625 pueden ser distintos. La distancia entre puntos centrales de los electrodos 650 a lo largo de los recorridos helicoidales también puede ser distinta para los dos recorridos.

45 En algunas realizaciones, la forma de los electrodos dispuestos a lo largo de los dos recorridos helicoidales es distinta. Por ejemplo, los electrodos en el primer recorrido helicoidal 615 puede ser circular, mientras que los electrodos dispuestos en el segundo recorrido helicoidal 625 tienen forma de diamante, según se ve en la FIG. 5. Cada recorrido helicoidal también puede incluir dos, tres o más formas de electrodos.

50 Los dos recorridos helicoidales también pueden estar configurados de forma que estimulen los tejidos diana de forma distinta. Por ejemplo, el conjunto de electrodos 650 dispuesto en el primer recorrido helicoidal 615 puede estar configurado para estimular el tejido a una primera frecuencia, mientras que el segundo conjunto de electrodos 650 dispuesto en el segundo recorrido helicoidal 625 estimula a una segunda frecuencia. Se comprenderá que se puede modificar cualquier parámetro del perfil de estimulación. En algunas realizaciones, el primer recorrido helicoidal 615 y el segundo recorrido helicoidal 625 estimulan a distintas magnitudes, duraciones o cualquier combinación de las mismas. En otra realización, el conjunto de electrodos 650 dispuestos en el primer recorrido helicoidal 615 pueden ser electrodos de estimulación y el segundo conjunto de electrodos 650 dispuestos en el segundo recorrido helicoidal 625 pueden ser electrodos de grabación. El tamaño y la forma de estos electrodos puede ser idéntica o distinta.

De esta forma, se pueden conseguir distintos perfiles de estimulación para tratar el tejido diana. Por ejemplo, se pueden activar los conjuntos primero y segundo de electrodos 650 de forma alternante. De forma alternativa, los dos

conjuntos de electrodos 650 pueden ser activados simultáneamente. En realizaciones en las que cada electrodo está acoplado a un conductor separado o designado, se pueden activar los electrodos en solo un lado del conductor 610.

5 La FIG. 7 ilustra una realización de un dispositivo 700 para una estimulación cerebral. El dispositivo incluye un conductor 710, una pluralidad de electrodos 720 dispuestos helicoidalmente en torno al cuerpo 710 del conductor, un conector 730 para la conexión de los electrodos a una unidad de control, y un estilete 760 para ayudar en la inserción y el posicionamiento del conductor en el cerebro del paciente. El estilete 760 puede estar fabricado de un material rígido. Ejemplos de materiales adecuados incluyen tungsteno, acero inoxidable o plástico. El estilete 760 puede tener un mango 770 para ayudar a la inserción en el conductor, al igual que la rotación del estilete y del conductor. El conector 730 encaja sobre el extremo proximal del conductor 710, preferentemente tras la retirada del estilete 760.

15 En un ejemplo de operación, se puede lograr el acceso a la posición deseada en el cerebro taladrando un agujero en la cabeza o cráneo del paciente con un taladro craneal (denominado habitualmente trépano), y coagulando y creando una incisión en la duramadre, o revestimiento cerebral. Se puede insertar el conductor 710 en el cráneo y en el tejido cerebral con la ayuda del estilete 760. Se puede guiar el conductor hasta la ubicación diana en el cerebro utilizando, por ejemplo, una estructura estereotáctica y un sistema motor de microaccionamiento. En algunas realizaciones, el sistema motor de microaccionamiento puede ser completa o parcialmente automático. El sistema motor de microaccionamiento puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las siguientes acciones (solas o en combinación): girar el conductor, insertar el conductor o retraer el conductor. En algunas realizaciones, dispositivos de medición acoplados a los músculos u otros tejidos estimulados por las neuronas diana o una unidad sensible al paciente o al clínico pueden ser conectados a la unidad de control o al sistema motor de microaccionamiento. El dispositivo de medición, el usuario o el clínico puede indicar una respuesta mediante los músculos diana u otros tejidos al o a los electrodos de estimulación o de grabación para identificar adicionalmente las neuronas diana y facilitar el posicionamiento del o de los electrodos de estimulación. Por ejemplo, si las neuronas diana están dirigidas a un músculo que experimenta temblores, se puede utilizar un dispositivo de medición para observar el músculo e indicar cambios en la frecuencia o amplitud de los temblores en respuesta a la estimulación de las neuronas. De forma alternativa, el paciente o el clínico puede observar el músculo y proporcionar información de retorno.

30 Se comprenderá que el conductor 710 para una estimulación cerebral profunda puede incluir electrodos de estimulación, electrodos de grabación o ambos. En al menos algunas realizaciones, el conductor es girable, de forma que se puedan alinear los electrodos de estimulación con las neuronas diana después de que se han localizado las neuronas utilizando los electrodos de grabación.

35 Los electrodos de estimulación pueden estar dispuestos en la circunferencia del conductor para estimular las neuronas diana. Aunque la siguiente descripción presenta electrodos de estimulación, se comprenderá que se pueden utilizar todas las configuraciones de los electrodos de estimulación presentados también para disponer los electrodos de grabación.

40 Como se ha indicado anteriormente, también se pueden utilizar las anteriores configuraciones mientras se utilizan los electrodos de grabación. En algunas realizaciones, dispositivos de medición acoplados a los músculos u otros tejidos estimulados por las neuronas diana o una unidad sensible al paciente o al clínico pueden ser conectados a la unidad de control o al sistema motor de microaccionamiento. El dispositivo de medición, el usuario o el clínico pueden indicar una respuesta mediante los músculos diana u otros tejidos a los electrodos de estimulación o de grabación para identificar adicionalmente las neuronas diana y facilitar el posicionamiento de los electrodos de estimulación. Por ejemplo, si las neuronas diana están dirigidas a un músculo que experimenta temblores, se puede utilizar un dispositivo de medición para observar el músculo e indicar cambios en la frecuencia o amplitud de los temblores en respuesta a la estimulación de las neuronas. De forma alternativa, el paciente o el clínico puede observar el músculo u otro parámetro fisiológico o respuesta subjetiva del paciente o cualquier combinación de los mismos y proporcionar información de retorno.

La invención solo reside en las siguientes reivindicaciones:

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de estimulación cerebral, que comprende:
 - un conductor que tiene una superficie longitudinal, un extremo proximal y un extremo distal; y
 - una pluralidad de electrodos dispuestos a lo largo de la superficie longitudinal del conductor cerca del extremo distal del conductor, comprendiendo la pluralidad de electrodos un primer conjunto de electrodos y un segundo conjunto de electrodos, comprendiendo cada uno de los conjuntos primero y segundo de electrodos al menos cuatro electrodos segmentados que tienen superficies expuestas, teniendo cada superficie expuesta un punto central;
 - en el que los al menos cuatro electrodos segmentados del primer conjunto de electrodos están dispuestos en un primer recorrido helicoidal en torno al conductor y los al menos cuatro electrodos segmentados del segundo conjunto de electrodos están dispuestos en un segundo recorrido helicoidal distinto del primer recorrido helicoidal en torno al conductor, en el que la distancia entre los puntos centrales del primer conjunto de electrodos a lo largo del primer recorrido helicoidal es distinta de la distancia entre los puntos centrales del segundo conjunto de electrodos a lo largo del segundo recorrido helicoidal.
2. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que cada uno de los puntos centrales de los al menos cuatro electrodos segmentados del primer conjunto están distribuidos uniformemente en torno a una porción de la superficie longitudinal del conductor.
3. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que cada uno de los puntos centrales de los al menos cuatro electrodos segmentados del primer conjunto están dispuestos separados radialmente 72 grados del más cercano de los electrodos segmentados del primer conjunto.
4. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que cada uno de los puntos centrales de los al menos cuatro electrodos segmentados del primer conjunto están dispuestos separados radialmente 90 grados del más cercano de los electrodos segmentados del primer conjunto.
5. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que los puntos centrales adyacentes de los al menos cuatro electrodos segmentados del primer conjunto están dispuestos separados radialmente 120 grados del más cercano de los electrodos segmentados del primer conjunto.
6. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la pluralidad de electrodos comprende exactamente ocho electrodos segmentados.
7. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que los electrodos segmentados del primer conjunto tienen una forma distinta de la de los electrodos segmentados del segundo conjunto.
8. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que los electrodos segmentados del segundo conjunto tienen forma de diamante.
9. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que los electrodos segmentados del primer conjunto son circulares.
10. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que los al menos cuatro electrodos segmentados del primer conjunto están dispuestos en una disposición que comprende al menos una revolución completa en torno a la superficie longitudinal.
11. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que los al menos cuatro electrodos segmentados del primer conjunto están dispuestos en una disposición que comprende dos revoluciones completas alrededor de la superficie longitudinal.
12. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que los al menos cuatro electrodos segmentados del segundo conjunto están configurados y dispuestos de forma que los puntos centrales estén distribuidos uniformemente en torno a una porción de la superficie longitudinal del conductor.
13. Un dispositivo de estimulación implantable, que comprende:
 - el dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-12; y
 - un módulo de control acoplable al conductor.
14. El dispositivo de estimulación implantable de la reivindicación 13, en el que el dispositivo de estimulación implantable es un estimulador cerebral profundo.
15. El dispositivo de estimulación implantable de la reivindicación 13, en el que el módulo de control está configurado y dispuesto para estimular tejido a una primera frecuencia utilizando el primer conjunto de

electrodos segmentados y para estimular tejido a una segunda frecuencia, distinta de la primera frecuencia, utilizando el segundo conjunto de electrodos segmentados.

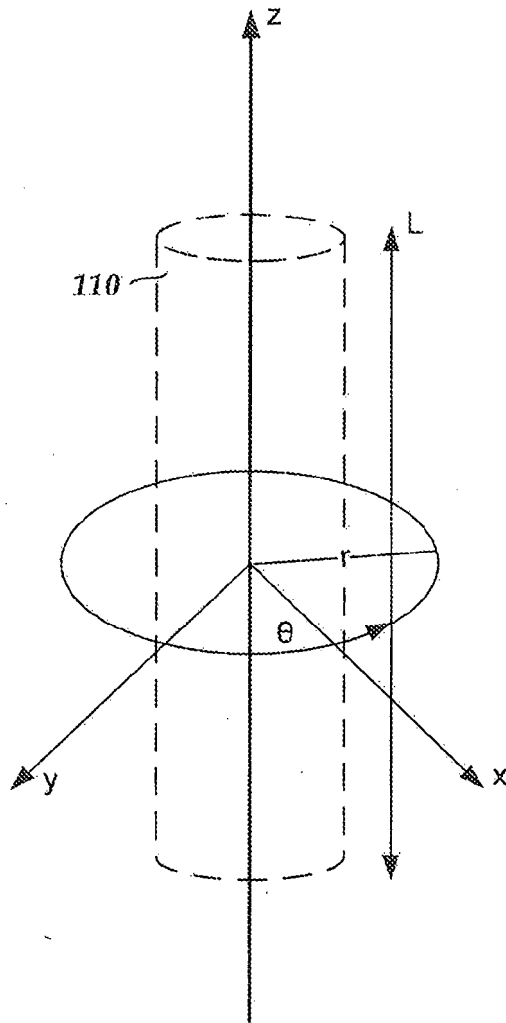
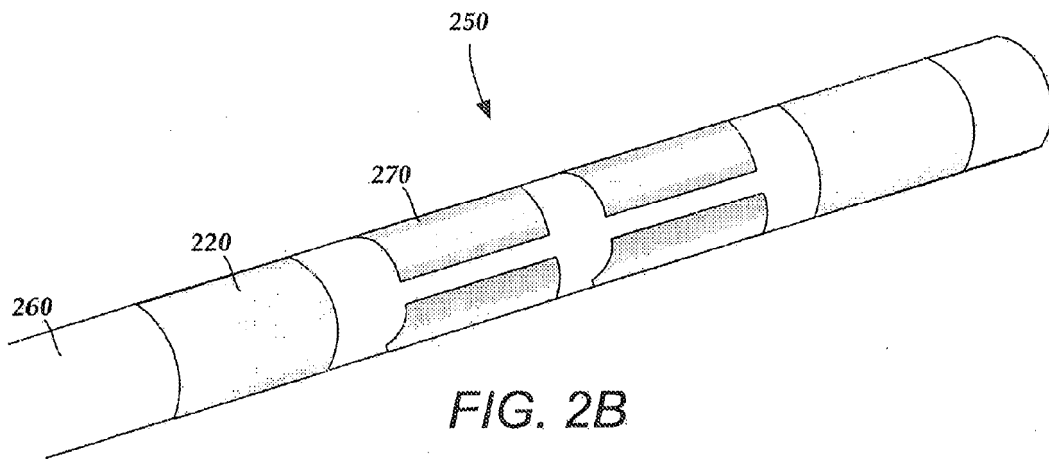
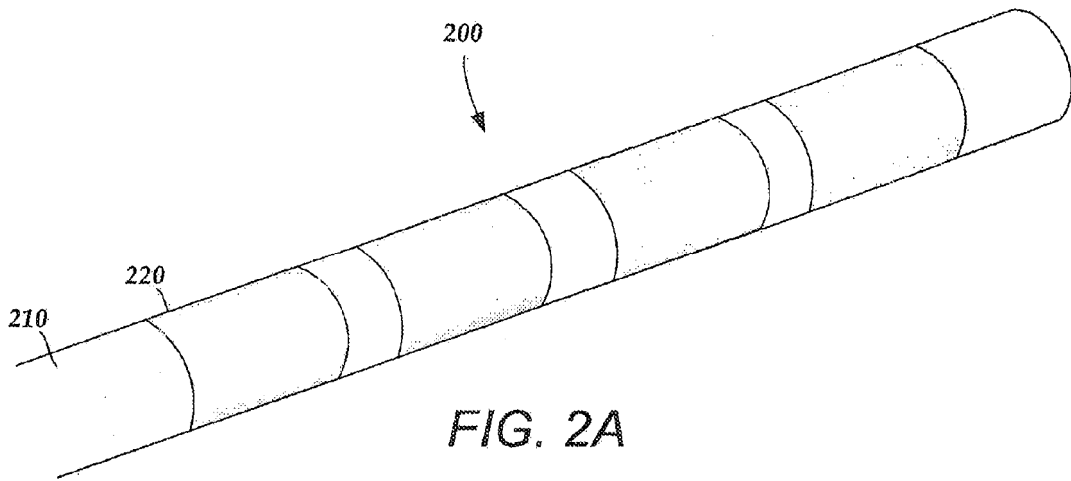


FIG. 1



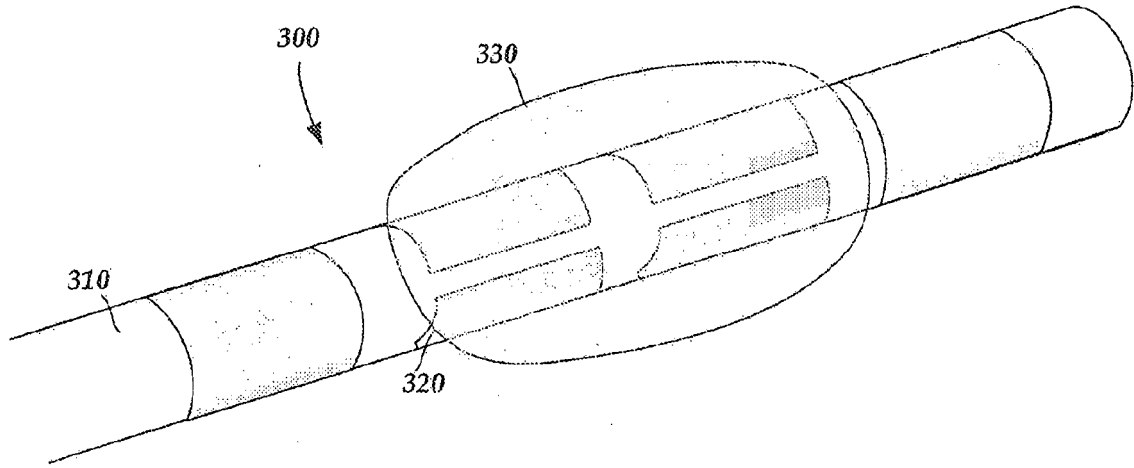


FIG. 3A

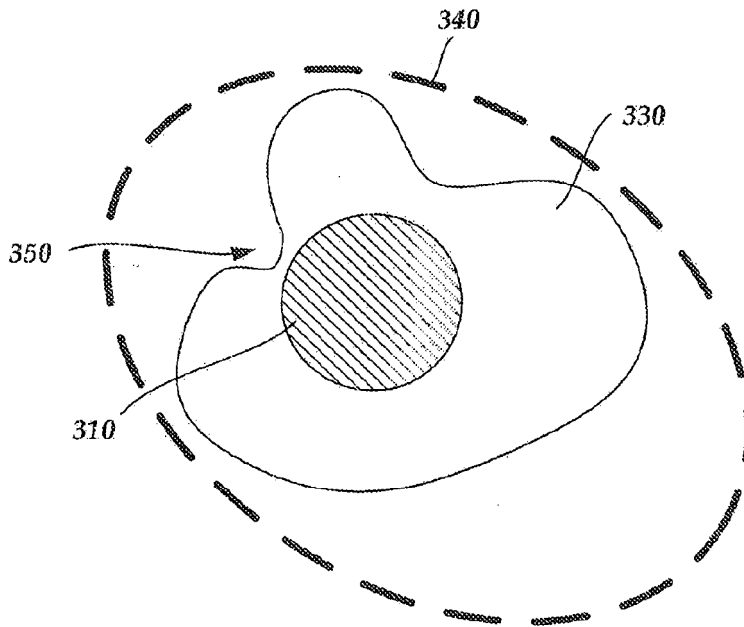


FIG. 3B

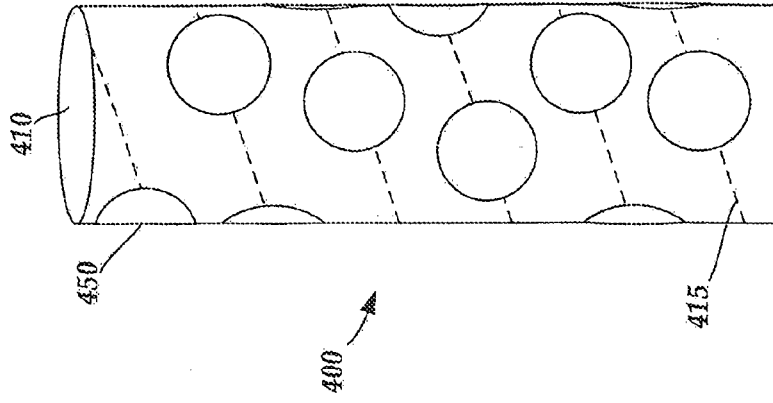


FIG. 4A

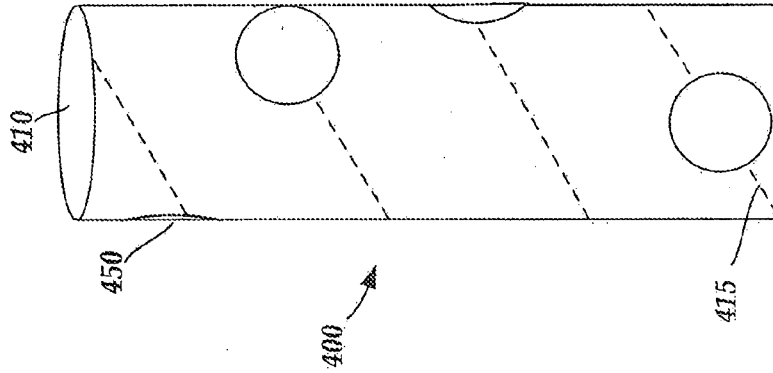


FIG. 4B

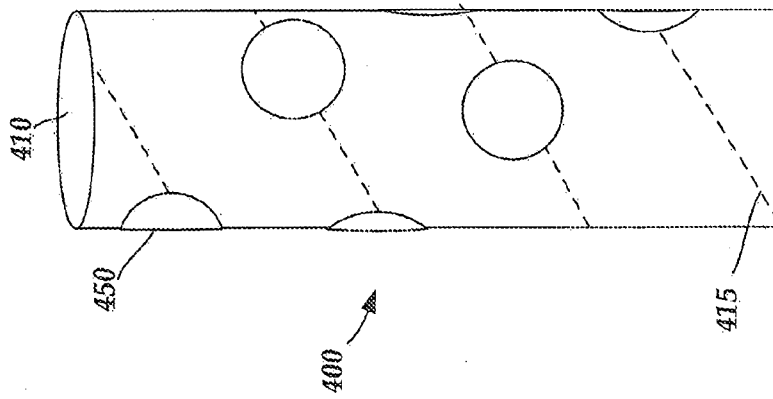


FIG. 4C

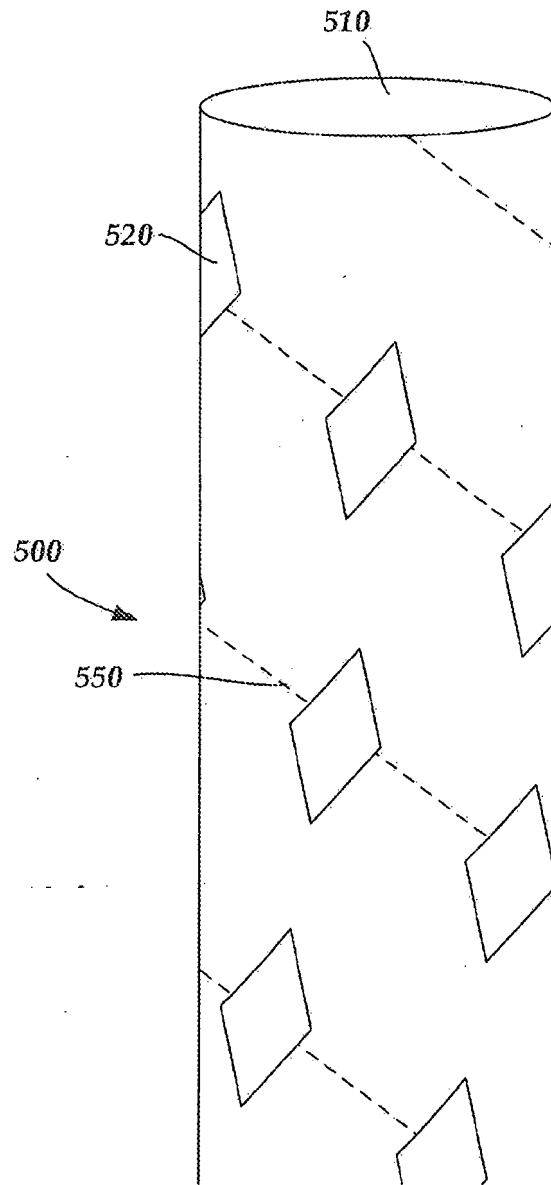


FIG. 5

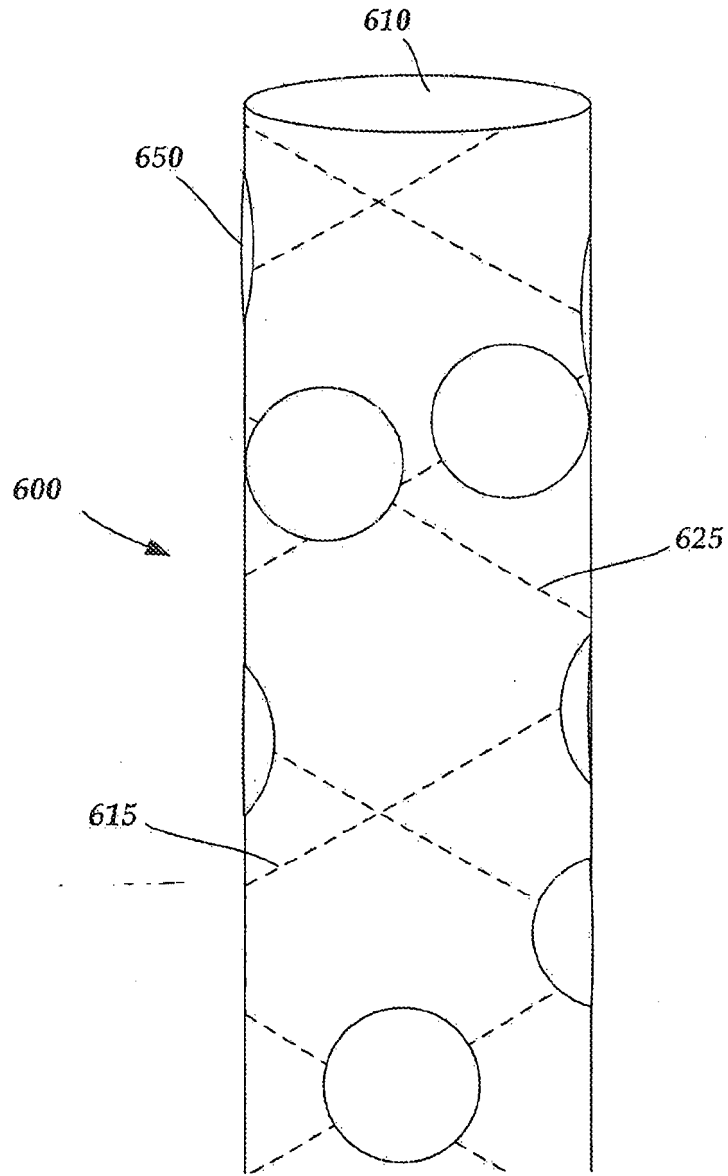


FIG. 6

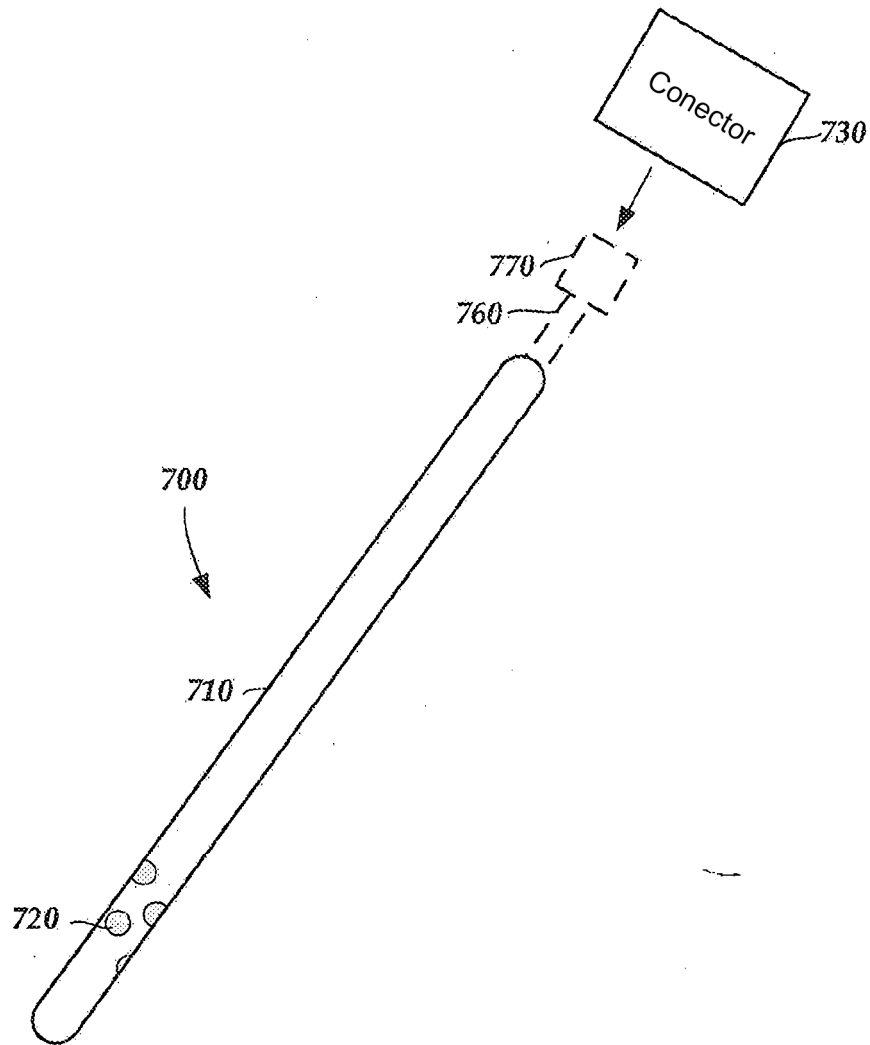


FIG. 7