(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 783 425**

(51) Int. Cl.:

A61N 1/372 (2006.01)
A61N 1/05 (2006.01)
A61N 1/362 (2006.01)
A61N 1/39 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.05.2012 PCT/US2012/038196**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **22.11.2012 WO12158830**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2012 E 12723578 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 2709723**

(54) Título: **Formaciones gráficas definidas por el usuario usadas como una ayuda de visualización para la programación de estimulador**

(30) Prioridad:

17.05.2011 US 201161487015 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.09.2020

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

MOFFITT, MICHAEL A.;
ZOTTOLA, DENNIS y
CASSIDY, JIM

(74) Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 783 425 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

Formaciones gráficas definidas por el usuario usadas como una ayuda de visualización para la programación de estimulador

Campo de la invención

La presente invención se refiere a formas gráficas definidas por el usuario usadas como una ayuda de visualización, y más particularmente, a formas gráficas definidas por el usuario usadas como una ayuda de visualización para la programación de estimulador.

Antecedentes de la invención

Los sistemas de neuroestimulación implantables han demostrado ser terapéuticos en una amplia variedad de enfermedades y trastornos. Los marcapasos y Desfibriladores Cardíacos Implantables (ICDs) han demostrado ser altamente efectivos en el tratamiento de un número de condiciones cardíacas (por ejemplo, arritmias). Los sistemas de Estimulación de Médula Espinal (SCS) se han aceptado durante mucho tiempo como una modalidad terapéutica para el tratamiento de síndromes de dolor crónico, y la aplicación de estimulación de tejidos ha comenzado a expandirse a aplicaciones adicionales, tales como angina de pecho e incontinencia. Adicionalmente, en investigaciones recientes, los sistemas de Estimulación Nerviosa Periférica (PNS) han demostrado eficacia en el tratamiento de síndromes de dolor crónico e incontinencia, y actualmente están bajo investigación un número de aplicaciones adicionales. Más pertinente a las presentes invenciones descritas en la presente memoria, la Estimulación Cerebral Profunda (DBS) se ha aplicado terapéuticamente durante más de una década para el tratamiento de trastornos neurológicos, incluyendo la Enfermedad de Parkinson (PD), temblor esencial, distonía, y epilepsia, por nombrar unos pocos. Los detalles adicionales que discuten el tratamiento de enfermedades usando DBS se divulgan en las Patentes de los Estados Unidos Nos. 6.845.267, 6.845.267, y 6.950.707.

Cada uno de estos sistemas de neuroestimulación implantables típicamente incluye uno o más conductores de estimulación que llevan electrodos, que se implantan en el sitio de estimulación deseado, y un neuroestimulador implantado de manera remota desde el sitio de estimulación, pero acoplado ya sea directamente a los conductores de neuroestimulación o indirectamente a los conductores de neuroestimulación a través de una extensión de conductor. Un único conductor de estimulación puede contener electrodos de diferentes tamaños. El sistema de neuroestimulación puede comprender además un dispositivo de control externo portátil para instruir de manera remota al neuroestimulador para generar pulsos de estimulación eléctrica de acuerdo con los parámetros de estimulación eléctrica seleccionados.

La energía de estimulación eléctrica puede suministrarse desde el neuroestimulador a los electrodos en la forma de una forma de onda de pulso eléctrico. De este modo, la energía de estimulación puede suministrarse de manera controlable a los electrodos para estimular el tejido. La combinación de electrodos usados para suministrar los pulsos eléctricos al tejido dirigido constituye una combinación de electrodos, con los electrodos capaces de ser programados selectivamente para actuar como ánodos (positivos), cátodos (negativos), y/o libres (cero). En otras palabras, una combinación de electrodos representa la polaridad siendo positiva, negativa, o cero. Otros parámetros que pueden controlarse o variarse incluyen la amplitud, ancho, y tasa de los pulsos eléctricos proporcionados a través del conjunto de electrodos. Cada combinación de electrodos, junto con sus parámetros de pulso eléctrico, puede denominarse como un "conjunto de parámetros de estimulación".

Con algunos sistemas de neuroestimulación, y en particular, aquellos con fuentes de corriente y/o voltaje controladas independientemente, la distribución de la corriente a los electrodos (incluyendo el caso del neuroestimulador, que puede actuar como un electrodo) puede variar de tal manera que la corriente se suministra a través de numerosas configuraciones de electrodos diferentes. En diferentes configuraciones, los electrodos pueden proporcionar corriente o voltaje en diferentes porcentajes relativos de corriente o voltaje positivo y negativo para crear diferentes distribuciones de corriente eléctrica (es decir combinaciones de electrodos fraccionados).

Como se discutió brevemente arriba, se puede usar un dispositivo de control externo para instruir al neuroestimulador para generar pulsos de estimulación eléctrica de acuerdo con parámetros de estimulación seleccionados. Típicamente, los parámetros de estimulación programados en el neuroestimulador pueden ser ajustados por el usuario al manipular controles en el dispositivo de control externo de usuario para modificar la estimulación eléctrica provista por el sistema de neuroestimulador al paciente. De este modo, de acuerdo con los parámetros de estimulación programados por el dispositivo de control externo, se pueden suministrar pulsos eléctricos desde el neuroestimulador a los electrodos de estimulación para estimular o activar un volumen de tejido de acuerdo con el conjunto de parámetros de estimulación y proporcionar la terapia eficaz deseada para el paciente. El mejor conjunto de parámetros de estímulo típicamente será uno que suministre energía de estimulación al volumen de tejido que debe estimularse con el fin de proporcionar el beneficio terapéutico (por ejemplo, tratamiento de dolor), mientras que minimiza la cantidad de tejido no objetivo que se estimula. Un

conjunto de parámetros de estimulación típico puede incluir los electrodos que actúan como ánodos o cátodos, así como la amplitud, duración, y tasa de los pulsos de estimulación.

Para facilitar la selección de los parámetros de estimulación, el internista en general programa el dispositivo de control externo, y si corresponde el neuroestimulador, a través de un sistema de programación computarizado. Este sistema de programación puede ser un sistema de hardware/software autónomo, o puede definirse predominantemente mediante software que se ejecuta en un ordenador personal (PC) estándar. El PC o hardware personalizado puede controlar activamente las características de la estimulación eléctrica generada por el neuroestimulador para permitir que se determinen los parámetros óptimos de estimulación en base a la retroalimentación del paciente, u otros medios, y subsecuentemente programar el dispositivo de control externo con los parámetros óptimos de estimulación eléctrica.

Cuando se implantan conductores eléctricos dentro del paciente, el sistema de programación computarizado se puede usar para instruir al neurotransmisor para aplicar estimulación eléctrica para probar la colocación de los conductores y/o electrodos, asegurando de esa manera que los conductores y/o electrodos se implanten en ubicaciones efectivas dentro del paciente. Una vez que los conductores están posicionados correctamente, se puede realizar un procedimiento de ajuste, que puede denominarse como una sesión de navegación, usando el sistema de programación computarizado para programar el dispositivo de control externo, y si corresponde el neuroestimulador, con un conjunto de parámetros de estimulación que mejor aborda el trastorno o sitio doloroso.

La programación de un neuroestimulador (por ejemplo, un estimulador de DBS para tratar trastornos de movimiento) puede ser un proceso laborioso e intensivo en tiempo que puede tomar muchas sesiones de programación durante varios meses en completarse. Algunos centros de trastornos de movimiento pueden abstenerse de derivar pacientes para DBS debido a que los centros no pueden manejar el gran número de sesiones de programación de pacientes que se requieren. Actualmente, se están desarrollando sistemas de programación de neuroestimuladores para permitir a los usuarios visualizar las estructuras anatómicas físicas y campos de estimulación con el fin de ayudar en el proceso de programación de neuroestimulador. (Véase, por ejemplo, Patente de los Estados Unidos No. 7.346.382). Sin embargo, en algunos casos, las estructuras anatómicas relacionadas con el tratamiento de estimulación específico pueden no representar de manera precisa y correctamente el "objetivo de estimulación". Por ejemplo, en DBS para casos severos de Enfermedad de Parkinson (PD), algunos investigadores sostienen que el núcleo subtalámico (STN) mismo no es el objetivo de estimulación, sino que más bien una subsección del STN es el objetivo de estimulación correcto. Por el contrario, otros investigadores sostienen que los campos de Forel son el objetivo de estimulación correcto para el tratamiento de PD severa, y todavía otros investigadores sostienen que la zona inserta es el objetivo de estimulación correcto.

Otras técnicas de estimulación de DBS de técnica anterior eligen una región objetivo de estimulación en base a un análisis de datos de un estudio de población. Estas técnicas de DBS también permiten que la región objetivo sea visualizada por el programador de usuario durante la programación del neuroestimulador. Sin embargo, como se mencionó arriba previamente, en algunos casos, no todos los investigadores están de acuerdo en una región objetivo anatómica específica para un tratamiento de estimulación particular. Como tal, es altamente improbable que todos los investigadores estén de acuerdo en una región objetivo particular para un tratamiento de estimulación específico que se deriva de los datos de un estudio de población. Más probable, los investigadores individuales tendrán sus propias teorías sobre cuales regiones anatómicas deben usarse como el objetivo de estimulación para tratamientos de estimulación particulares.

De este modo, permanece una necesidad de un sistema de neuroestimulación que permita a un usuario definir una región objetivo de estimulación de una manera más flexible.

El documento US 2006/0017749 A1 divulga sistemas y dispositivos de estimulación cerebral. Un modelo calcula un volumen de región de influencia para una estimulación eléctrica simulada. Un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 se conoce del documento WO2007097860.

Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención, que se define en la reivindicación 1, se proporciona un sistema para programar un dispositivo de neuroestimulación acoplado a uno o más electrodos como se cita en la reivindicación independiente. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones.

El sistema comprende una interfaz de usuario configurada para permitir a un usuario seleccionar un conjunto de parámetros de estimulación y definir una forma gráfica representativa de una región anatómica de interés (por ejemplo, una región de terapia o una región de efectos secundarios). La forma gráfica definida puede ser, por ejemplo, una forma gráfica tridimensional, tal como un elipsoide, un cuboide, o una pirámide.

El sistema comprende además memoria configurada para almacenar la forma gráfica en registro con una referencia anatómica (por ejemplo, un atlas o uno o más puntos de referencia anatómicos, tales como un punto comisural posterior, punto comisural anterior, y/o un punto comisural medio), y circuitería de salida (por ejemplo, circuitería de telemetría) configurada para comunicarse con el dispositivo de neuroestimulación.

La memoria almacena una pluralidad de formas gráficas predefinidas que representan respectivamente regiones anatómicas de interés, y la interfaz de usuario está configurada además para permitir al usuario seleccionar la forma gráfica de la pluralidad de formas gráficas predefinidas. En otra realización, la interfaz de usuario está configurada para permitir al usuario definir la forma gráfica permitiendo al usuario dibujar una forma gráfica bidimensional. En este caso, el sistema puede comprender además un procesador configurado para extrapolar una forma gráfica tridimensional de la forma bidimensional dibujada.

En otra realización más, la interfaz de usuario está configurada para permitir al usuario definir la forma gráfica permitiendo al usuario importar una forma gráfica desde otro dispositivo. En otra realización más, el sistema comprende además un procesador configurado para generar un modelo de campo de estimulación en base al conjunto de parámetros de estimulación seleccionado, y la interfaz de usuario está configurada para permitir al usuario definir la forma gráfica permitiendo al usuario seleccionar el modelo de campo de estimulación como la forma gráfica. En otra realización más, la interfaz de usuario está configurada para permitir al usuario definir la forma gráfica permitiendo al usuario aplicar una función Booleana a una pluralidad de formas gráficas predefinidas para crear la forma gráfica definida. En otra realización más, la interfaz de usuario está configurada además para permitir al usuario definir una ubicación y/o cambiar un tamaño de la forma gráfica definida en relación con la representación del uno o más electrodos.

El sistema comprende además un controlador configurado para recuperar la forma gráfica registrada y referencia anatómica de la memoria, generando señales de visualización capaces de provocar que la interfaz de usuario muestre simultáneamente una representación de los electrodos en relación con la forma gráfica y referencia anatómica recuperadas, y programar el dispositivo de neuroestimulación con el conjunto de parámetros de estimulación seleccionado a través de la circuitería de salida. El sistema puede comprender opcionalmente un procesador configurado para generar un modelo de campo de estimulación en base al conjunto de parámetros de estimulación seleccionados, en cuyo caso, el controlador puede estar configurado para generar señales de visualización capaces de provocar que la interfaz de usuario muestre simultáneamente el modelo de campo de estimulación generado en relación con la forma gráfica y referencia anatómica recuperadas. En otra realización, el sistema comprende además un dispositivo de control externo que comprende la interfaz de usuario, memoria, circuitería de salida, y controlador.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos ilustran el diseño y utilidad de realizaciones preferentes de la presente invención, en las cuales se hace referencia a elementos similares mediante números de referencia comunes. Con el fin de apreciar mejor cómo se obtienen las ventajas y objetos mencionados anteriormente y otros de las presentes invenciones, se proporcionará una descripción más particular de las presentes invenciones de manera breve descritas anteriormente mediante referencia a realizaciones específicas de las mismas, que se ilustran en los dibujos acompañantes. Entendiendo que estos dibujos representan solo realizaciones típicas de la invención y por lo tanto no deben considerarse limitantes de su alcance, la invención se describirá y explicará con especificidad y detalle adicionales a través del uso de los dibujos acompañantes en los cuales:

La **figura 1** es una vista en planta de un sistema de Estimulación Cerebral Profunda (DBS) construido de acuerdo con una realización de las presentes invenciones;

La **figura 2** es una vista en perspectiva de la disposición del sistema de DBS de la **figura 1** con respecto a un paciente;

La **figura 3** es una vista de perfil de un generador de pulsos implantable (IPG) y conductores percutáneos usados en el sistema de DBS de la **figura 1**;

La **figura 4** es una vista frontal de un control remoto (RC) usado en el sistema de DBS de la **figura 1**;

La **figura 5** es un diagrama de bloques de los componentes internos del RC de la **figura 4**;

La **figura 6** es un diagrama de bloques de los componentes internos de un programador del internista (CP) usado en el sistema de DBS de la **figura 1**;

La **figura 7** es una vista en planta de una pantalla de programación generada por el CP de la **figura 6** para programar el IPG de la **figura 3**;

La **figura 8** es una vista en planta de una realización de una región anatómica de pantalla de definición de interés generada por el CP de la **figura 6** para definir una forma gráfica representativa de una región anatómica de interés para la visualización subsecuente en la pantalla de programación ilustrada en la **figura 7**;

La **figura 9** es una vista en planta de otra realización de una región anatómica de pantalla de definición de interés generada por el CP de la **figura 6** para definir una forma gráfica representativa de una región

anatómica de interés para visualización subsecuente en la pantalla de programación ilustrada en la **figura 7**;

La **figura 10** es una vista en planta de otra realización más de una región anatómica de pantalla de definición de interés generada por el CP de la **figura 6** para definir una forma gráfica representativa de una región anatómica de interés para la visualización subsecuente en la pantalla de programación ilustrada en la **figura 7**;

La **figura 11** es una vista en planta de otra realización más de una región anatómica de pantalla de definición de interés generada por el CP de la **figura 6** para definir una forma gráfica representativa de una región anatómica de interés para la visualización subsecuente en la pantalla de programación ilustrada en la **figura 7**;

La **figura 12** es una vista en planta de la región anatómica de pantalla de definición de interés de la **figura 11**, que muestra particularmente una forma gráfica resultante; y

La **figura 13** es una vista en planta de otra realización más de una región anatómica de pantalla de definición de interés generada por el CP de la **figura 6** para definir una forma gráfica representativa de una región anatómica de interés para la visualización subsecuente en la pantalla de programación ilustrada en la **figura 7**.

Descripción detallada de las realizaciones

La descripción que sigue se refiere a un sistema de estimulación cerebral profunda (DBS). Sin embargo, debe entenderse que aunque la invención se presta bien para aplicaciones en DBS, la invención, en sus aspectos más amplios, puede no ser tan limitada. En vez, la invención puede usarse con cualquier tipo de circuitería eléctrica implantable usada para estimular el tejido. Por ejemplo, la presente invención puede usarse como parte de un marcapasos, un desfibrilador, un estimulador coclear, un estimulador retiniano, un estimulador configurado para producir movimiento coordinado de extremidades, un estimulador cortical, un estimulador de médula espinal, estimulador de nervios periféricos, microestimulador, o en cualquier otro estimulador neural configurado para tratar la incontinencia urinaria, apnea del sueño, subluxación del hombro, dolor de cabeza, etc.

Volviendo primero a la **figura 1**, un sistema 10 de neuroestimulación de DBS ejemplar en general incluye al menos un conductor 12 de estimulación implantable (en este caso, dos), un neuroestimulador en la forma de un generador de pulsos implantable (IPG) 14, un controlador remoto RC 16 externo, un programador del internista (CP) 18, un Estimulador de Prueba Externo (ETS de electrodos) 20, y un cargador 22 externo.

El IPG 14 está físicamente conectado a través de una o más extensiones 24 de conductor percutáneas a los conductores 12 de neuroestimulación, que llevan una pluralidad de electrodos 26 dispuestos en un conjunto. En la realización ilustrada, los conductores 12 de neuroestimulación son conductores percutáneos, y para este fin, los electrodos 26 pueden estar dispuestos en línea a lo largo de los conductores 12 de neuroestimulación. En realizaciones alternativas, los electrodos 26 pueden estar dispuestos en un patrón bidimensional en un único conductor de paleta si, por ejemplo, se desea la estimulación cerebral cortical. Como se describirá con detalle adicional a continuación, el IPG 14 incluye la circuitería de generación de pulsos que suministra energía de estimulación eléctrica en la forma de una forma de onda de pulso eléctrico (es decir, una serie temporal de pulsos eléctricos) al conjunto 26 de electrodos de acuerdo con un conjunto de parámetros de estimulación.

El ETS 20 también puede conectarse físicamente a través de las extensiones 28 de conductor percutáneo y conductor 30 externo a los conductores 12 de neuroestimulación. El ETS 20, que tiene circuitería de generación de pulso similar como el IPG 14, también suministra energía de estimulación eléctrica en la forma de una forma de onda de pulso eléctrico al conjunto 26 de electrodos de acuerdo con un conjunto de parámetros de estimulación. La principal diferencia entre el ETS 20 y el IPG 14 es que el ETS 20 es un dispositivo no implantable que se usa a modo de prueba después de que se hayan implantado los conductores 12 de neuroestimulación y antes de la implantación del IPG 14, para probar la capacidad de respuesta de la estimulación que se debe proporcionar. De este modo, cualquier función descrita en la presente memoria con respecto al IPG 14 asimismo se puede realizar con respecto al ETS 20.

El RC 16 puede usarse para controlar telemétricamente el ETS 20 a través de un enlace 32 de comunicaciones de RF bidireccional. Una vez que se implantan el IPG 14 y conductores 12 de estimulación, el RC 16 puede usarse para controlar telemétricamente el IPG 14 a través de un enlace 34 de comunicaciones de RF bidireccional. Tal control permite encender o apagar el IPG 14 y programarlo con diferentes conjuntos de parámetros de estimulación. El IPG 14 también se puede operar para modificar los parámetros de estimulación programados para controlar activamente las características de la salida de energía de estimulación eléctrica por el IPG 14. Como se describirá con detalle adicional a continuación, el CP 18 proporciona parámetros de estimulación detallados por el internista para programar el IPG 14 y ETS 20 en el quirófano y en sesiones de seguimiento.

El CP 18 puede realizar esta función comunicándose indirectamente con el IPG 14 o ETS 20, a través del RC 16, a través de un enlace 36 de comunicaciones de IR. Alternativamente, el CP 18 puede comunicarse directamente con el IPG 14 o ETS 20 a través de un enlace de comunicaciones de RF (no se muestra). Los parámetros de estimulación detallados por el internista proporcionados por el CP 18 también se usan para programar el RC 16, de tal manera que los parámetros de estimulación pueden modificarse subsecuentemente mediante la operación del RC 16 en un modo independiente (es decir, sin la ayuda del CP 18).

El cargador 22 externo es un dispositivo portátil usado para cargar de manera transcutánea el IPG 14 a través de un enlace 38 inductivo. Por propósitos de brevedad, los detalles del cargador 22 externo no se describirán en la presente memoria. Los detalles de realizaciones ejemplares de cargadores externos se divulgan en la Patente de los Estados Unidos No. 6.895.280. Una vez que el IPG 14 ha sido programado, y su fuente de alimentación ha sido cargada por el cargador 22 externo o reabastecida de alguna otra manera, el IPG 14 puede funcionar según lo programado sin que el RC 16 o CP 18 esté presente.

Refiriéndose a la **figura 2**, el IPG 14 comprende una carcasa 40 exterior para alojar los componentes electrónicos y otros (descritos con detalle adicional a continuación), y un conector 42 al que se empareja el extremo proximal del conductor 12 de neuroestimulación de una manera que acopla eléctricamente los electrodos 26 a los electrónicos internos (descrita con detalle adicional a continuación) dentro de la carcasa 40 exterior. Aunque las extensiones 28 se conectarán típicamente entre el IPG 14 y los conductores 12 de neuroestimulación, las extensiones 28 no se muestran en la figura 2 por propósitos de brevedad. La carcasa 40 exterior está compuesta de un material biocompatible, eléctricamente conductor, tal como titanio, y forma un compartimento herméticamente sellado en el que los electrónicos internos están protegidos del tejido y fluidos corporales. En algunos casos, la carcasa 40 exterior puede servir como un electrodo.

Cada uno de los conductores 12 de neuroestimulación comprende un cuerpo 43 de conductor cilíndrico alargado, y los electrodos 26 toman la forma de electrodos de anillo montados alrededor del cuerpo 43 de conductor. Uno de los conductores 12 de neuroestimulación tiene ocho electrodos 26 (marcados E1-E8), y el otro conductor 12 de neuroestimulación tiene ocho electrodos 26 (marcados E9-E16). El número real y forma de conductores y electrodos variarán, por supuesto, de acuerdo con la aplicación prevista.

Detalles adicionales que describen la construcción y procedimiento de fabricación de conductores de estimulación percutánea se divulgan en las Patentes de los Estados Unidos Nos. 8.019.439 y 7.650.184.

Como se discutió de manera breve arriba, el IPG 14 incluye una batería y circuitería de generación de pulso que suministra la energía de estimulación eléctrica en la forma de una forma de onda de pulso eléctrico al conjunto 26 de electrodos de acuerdo con un conjunto de parámetros de estimulación programados en el IPG 14. Tales parámetros de estimulación pueden comprender combinaciones de electrodos, que definen los electrodos que se activan como ánodos (positivo), cátodos (negativo), y apagados (cero), porcentaje de energía de estimulación asignada a cada electrodo (configuraciones de electrodos fraccionados), y parámetros de pulso eléctrico, que definen la amplitud de pulso (medida en miliamperios o voltios dependiendo de si el IPG 14 suministra corriente constante o voltaje constante al conjunto 26 de electrodos), duración de pulso (medida en microsegundos), tasa de pulso (medida en pulsos por segundo), y tasa de ráfaga (medida como la estimulación en duración X y estimulación fuera de duración Y). El IPG 14 puede ser capaz de suministrar la energía de estimulación al conjunto 22 sobre múltiples canales o sobre un único canal.

La estimulación eléctrica ocurrirá entre dos (o más) electrodos activados, uno de los cuales puede ser el caso de IPG. La energía de simulación se puede transmitir al tejido de una manera monopolar o multipolar (por ejemplo, bipolar, tripolar, etc.). La estimulación monopolar ocurre cuando uno seleccionado de los electrodos 26 conductores se activa junto con la carcasa del IPG 14, de tal manera que la energía de estimulación se transmite entre el electrodo 26 seleccionado y la carcasa. La estimulación bipolar ocurre cuando dos de los electrodos 26 conductores se activan como ánodo y cátodo, de tal manera que la energía de estimulación se transmite entre los electrodos 26 seleccionados. La estimulación multipolar ocurre cuando al menos tres de los electrodos 26 conductores se activan, por ejemplo, dos como ánodos y el uno restante como un cátodo, o dos como cátodos y el uno restante como un ánodo.

En la realización ilustrada, el IPG 14 puede controlar individualmente la magnitud de la corriente eléctrica que fluye a través de cada uno de los electrodos. En este caso, se prefiere tener en uso generadores de corriente, en los que se pueden generar selectivamente amplitudes individuales reguladas por corriente de fuentes de corriente independientes para cada electrodo. Aunque este sistema es óptimo para aprovechar la invención, otros estimuladores que pueden usarse con la invención incluyen estimuladores que tienen salidas reguladas por voltaje. Aunque las amplitudes de electrodos programables individualmente son óptimas para lograr un control fino, también se puede usar una única fuente de salida conmutada a través electrodos, aunque con menos control fino en la programación. También se pueden usar dispositivos mixtos regulados por corriente y voltaje con la invención.

Detalles adicionales que discuten la estructura y función de los IPG se describen más completamente en las Patentes de los Estados Unidos Nos. 6.516.227 y 6.993.384.

Como se muestra en la **figura 3**, se introducen dos conductores 12 de neuroestimulación percutánea a través de un orificio 46 de buril (o alternativamente, dos orificios de buril respectivos) formados en el cráneo 48 de un paciente 44, y se introducen en el parénquima del cerebro 49 del paciente 44 de una manera convencional, de tal manera que los electrodos 26 sean adyacentes a una región de tejido objetivo, cuya estimulación tratará la disfunción (por ejemplo, el tálamo ventrolateral, segmento interno de globus pallidus, sustantia nigra de pars reticulata, núcleo subtalámico, o segmento externo de globus pallidus). De este modo, la energía de estimulación se puede transmitir desde los electrodos 26 a la región de tejido objetivo para cambiar el estado de la disfunción. Debido a la falta de espacio cerca de la ubicación donde los conductores 12 de neuroestimulación salen del orificio 46 de buril, el IPG 14 en general se implanta en un bolsillo hecho quirúrgicamente ya sea en el pecho, o en el abdomen. El IPG 14, por supuesto, también puede implantarse en otras ubicaciones del cuerpo del paciente. Las extensiones 24 de conductor facilitan la ubicación del IPG 14 lejos del punto de salida de los conductores 12 de neuroestimulación.

En la realización ilustrada, el IPG 14 puede controlar individualmente la magnitud de corriente eléctrica que fluye a través de cada uno de los electrodos. En este caso, se prefiere tener un generador de corriente, en el que se puedan generar selectivamente amplitudes individuales reguladas por corriente de fuentes de corriente independientes para cada electrodo. Aunque este sistema es óptimo para aprovechar la invención, otros estimuladores que pueden usarse con la invención incluyen estimuladores que tienen salidas reguladas por voltaje. Aunque las amplitudes de electrodos programables individualmente son óptimas para lograr el control fino, también se puede usar una única fuente de salida conmutada a través de electrodos, aunque con menos control fino en la programación. También se pueden usar dispositivos mixtos regulados por corriente y voltaje con la invención. Detalles adicionales que discuten la estructura detallada y función de los IPG se describen más completamente en las Patentes de los Estados Unidos Nos. 6.516.227 y 6.993.384.

Debe anotarse que en vez de un IPG, el sistema 10 de DBS puede utilizar alternativamente un receptor-estimulador implantable (no se muestra) conectado a los conductores 12 de neuroestimulación. En este caso, la fuente de alimentación, por ejemplo, una batería, para alimentar el receptor implantado, así como la circuitería de control para ordenar al receptor-estimulador, estarán contenidas en un controlador externo acoplado inductivamente al receptor-estimulador a través de un enlace electromagnético. Las señales de datos/potencia se acoplan de manera transcutánea desde una bobina de transmisión conectada por conductor colocada sobre el receptor estimulador implantado. El receptor-estimulador implantado recibe la señal y genera la estimulación de acuerdo con las señales de control.

Refiriéndose ahora a la **figura 4**, se describirá ahora una realización ejemplar de un RC 16. Como se discutió previamente, el RC 16 es capaz de comunicarse con el IPG 14, CP 18, o ETS 20. El RC 16 comprende un alojamiento 50, que aloja el conjunto de componentes internos (incluyendo una placa de circuito impreso (PCB)), y una pantalla 52 de visualización iluminada y almohadilla 54 de botón llevada por el exterior del alojamiento 50. En la realización ilustrada, la pantalla 52 de visualización es una pantalla de visualización de panel plano iluminada, y la almohadilla 54 de botón comprende un conmutador de membrana con cúpulas metálicas posicionadas sobre un circuito flexible, y un conector de teclado conectado directamente a una PCB. En una realización opcional, la pantalla 52 de visualización tiene capacidades de pantalla táctil. La almohadilla 54 de botón incluye una multitud de botones 56, 58, 60, y 62, que permiten ENCENDER y APAGAR el IPG 14, proporcionan el ajuste o configuración de parámetros de estimulación dentro del IPG 14, y proporcionan la selección entre pantallas.

En la realización ilustrada, el botón 56 sirve como un botón de ENCENDIDO/APAGADO que puede accionarse para ENCENDER y APAGAR el IPG 14. El botón 58 sirve como un botón de selección que permite que el RC 16 conmute entre pantallas de visualización y/o parámetros. Los botones 60 y 62 sirven como botones de arriba/abajo que pueden accionarse para aumentar o disminuir cualquiera de los parámetros de estimulación del pulso generado por el IPG 14, incluyendo amplitud de pulso, ancho de pulso, y tasa de pulso. Por ejemplo, el botón 58 de selección se puede accionar para colocar el RC 16 en un "Modo de Ajuste de Amplitud de Pulso", durante el cual la amplitud de pulso se puede ajustar a través de los botones 60, 62 de arriba/abajo, un "Modo de Ajuste de Ancho de Pulso" durante el cual el ancho de pulso se puede ajustar a través de los botones 60, 62 de arriba/abajo, y un "Modo de Ajuste de Tasa de Pulso", durante el cual la tasa de pulso se puede ajustar a través de los botones 60, 62 de arriba/abajo. Alternativamente, se pueden proporcionar botones de arriba/abajo dedicados para cada parámetro de estimulación. En vez de usar botones de arriba/abajo, se puede usar cualquier otro tipo de accionador, tal como un dial, barra deslizante, o un teclado, para aumentar o disminuir los parámetros de estimulación. Detalles adicionales de la funcionalidad y el conjunto de componentes internos del RC 16 se divulgan en la Patente de los Estados Unidos No. 6.895.280.

Refiriéndose a la **figura 5**, se describirán ahora los componentes internos de un RC 16 ejemplar. El RC 16 en general incluye un controlador/procesador 64 (por ejemplo, un microcontrolador), memoria 66 que almacena un programa operativo para ejecución mediante el controlador/procesador 64, así como conjuntos de parámetros de estimulación en una tabla de consulta (descrita a continuación), circuitería de entrada/salida, y en particular, circuitería 68 de telemetría para generar parámetros de estimulación al IPG 14 y recibir información de estado del IPG 14, y circuitería 70 de entrada/salida para recibir señales de control de estimulación desde la almohadilla 54 de botón y transmitir información de estado a la pantalla 52 de visualización (se muestra en la **figura 4**). Además

de controlar otras funciones del RC 16, que no se describirán en la presente memoria por propósitos de brevedad, el controlador/procesador 64 genera nuevos conjuntos de parámetros de estimulación en respuesta a la operación de usuario de la almohadilla 54 de botón. Estos nuevos conjuntos de parámetros de estimulación luego serían transmitidos al IPG 14 (o ETS 20) a través de la circuitería 68 de telemetría. Detalles adicionales de la funcionalidad y el conjunto de componentes internos del RC 16 se divulgan en la Patente de los Estados Unidos No. 6.895.280. Notablemente, aunque el controlador/procesador 64 se muestra en la **figura 5** como un único dispositivo, las funciones de procesamiento y funciones de control pueden ser realizadas por un controlador y procesador por separado.

Como se discutió de manera breve arriba, el CP 18 simplifica enormemente la programación de múltiples combinaciones de electrodos, permitiendo que el médico o internista determine fácilmente los parámetros de estimulación deseados que van a ser programados en el IPG 14, así como en el RC 16. De este modo, la modificación de los parámetros de estimulación en la memoria programable del IPG 14 después de la implantación es realizada por un internista usando el CP 18, que puede comunicarse directamente con el IPG 14 o comunicarse indirectamente con el IPG 14 a través del RC 16. Es decir, el CP 18 se puede usar por el médico o internista para modificar los parámetros operativos del conjunto 26 de electrodos en el cerebro.

La apariencia general del CP 18 es la de un ordenador personal (PC) portátil, y de hecho, puede implantarse usando un PC que se haya configurado adecuadamente para incluir un dispositivo de programación direccional y programado para realizar las funciones descritas en la presente memoria. Alternativamente, el CP 18 puede tomar la forma de un miniordenador, asistente digital personal (PDA), teléfono inteligente, etc., o incluso un control remoto (RC) con funcionalidad ampliada. De este modo, las metodologías de programación se pueden realizar ejecutando instrucciones de software contenidas dentro del CP 18. Alternativamente, tales metodologías de programación se pueden realizar usando firmware o hardware. En cualquier caso, el CP 18 puede controlar activamente las características de la estimulación eléctrica generada por el IPG 14 para permitir que se determinen los parámetros óptimos de estimulación en base a la respuesta y retroalimentación del paciente y para subsecuentemente programar el IPG 14 con los parámetros óptimos de estimulación.

Refiriéndose a la **figura 6**, para permitir al usuario realizar estas funciones, el CP 18 incluye un dispositivo 72 de entrada de usuario estándar (por ejemplo, un teclado, ratón, palanca de mando, etc.) para permitir a un internista ingresar información y controlar el proceso y un monitor 76 de visualización alojado en una carcasa. En la realización ilustrada, el monitor 76 es una pantalla convencional. Alternativamente, en vez de ser convencional, el monitor 76 puede ser una pantalla digitalizadora, tal como pantalla táctil (no se muestra), y puede usarse en conjunto con un toque de dedo/lápiz óptico digitalizador activo o pasivo. El CP 18 en general incluye un controlador/procesador 80 (por ejemplo, una unidad de procesador central (CPU)) y memoria 82 que almacena un paquete 84 de programación de estimulación, que puede ser ejecutado por el controlador/procesador 80 para permitir al usuario programar el IPG 14, y RC 16. El CP 18 incluye además circuitería 86 de salida para descargar parámetros de estimulación al IPG 14 y RC 16 y para cargar parámetros de estimulación ya almacenados en la memoria 66 del RC 16, a través de la circuitería 68 de telemetría del RC 16. Notablemente, aunque el controlador/procesador 80 se muestra en la **figura 6** como un único dispositivo, las funciones de procesamiento y funciones de control pueden ser realizadas por un controlador y procesador por separado. De este modo, puede apreciarse que las funciones de control descritas a continuación como realizadas por el CP 18 pueden ser realizadas por un controlador, y las funciones de procesamiento descritas a continuación como realizadas por el CP 18 pueden ser realizadas por un procesador.

La ejecución del paquete 84 de programación por el controlador/procesador 80 proporciona una multitud de pantallas de visualización (no se muestran) que se pueden navegar a través mediante el uso del dispositivo 72 de entrada de usuario. Estas pantallas de visualización permiten al internista, entre otras funciones, seleccionar o ingresar la información de perfil de paciente (por ejemplo, nombre, fecha de nacimiento, identificación de paciente, médico, diagnóstico, y dirección), ingresar información de procedimiento (por ejemplo, programación/seguimiento, sistema de prueba de implante, IPG de implante, IPG y conductores de implante, IPG de reemplazo, IPG y conductores de reemplazo, conductores de reemplazo o revisión, explantes, etc.), generar un mapa terapéutico (por ejemplo, regiones corporales dirigidas a terapia, regiones corporales para minimización de efectos secundarios, junto con métricas (por ejemplo, Escala de Clasificación Unificada de Enfermedad De Parkinson (UPDRS) de éxito para dichos objetivos) del paciente, definir la configuración y orientación de los conductores, iniciar y controlar la salida de energía de estimulación eléctrica por los conductores 12, y seleccionar y programar el IPG 14 con parámetros de estimulación tanto en un entorno quirúrgico como en un entorno clínico. Detalles adicionales que discuten las funciones de CP descritas anteriormente se divulgan en las Publicaciones de Patentes de los Estados Unidos Nos. 2010/0010566 y 2010/0121409.

Más pertinente a las presentes invenciones, la ejecución del paquete 84 de programación proporciona una interfaz de usuario más intuitiva que permite al usuario determinar fácilmente la medida en que los electrodos específicos influyen en uno o más efectos clínicos (por ejemplo, un efecto terapéutico y/o efectos secundarios), modificar regiones anatómicas de interés (por ejemplo, una región de tejido de terapia y/o una región de tejido de efecto secundario) para que sean específicas para el paciente y/o que coincidan con un campo eléctrico, y de este modo la combinación de electrodos que mejor genera el campo eléctrico, a una región de tejido de terapia.

La interfaz de usuario incluye una serie de pantallas de programación con diversos elementos de control que pueden accionarse para realizar funciones que corresponden a los elementos de control. En la realización ilustrada, los elementos de control se implementan como un icono gráfico en el que se puede hacer clic con un ratón en el caso de un dispositivo de visualización convencional. Alternativamente, el dispositivo de visualización puede tener una pantalla digitalizadora (por ejemplo, una pantalla táctil) que puede tocarse o activarse de otro modo con un lápiz óptico digitalizador activo o pasivo. Más alternativamente, los elementos de control descritos en la presente memoria pueden implementarse como una palanca de mando, una almohadilla táctil, almohadilla de botón, grupo de teclas de flecha de teclado, ratón, dispositivo de seguimiento de bola rodante, conmutadores de brazo de tipo oscilantes horizontales o verticales, etc., que pueden presionarse o moverse de otra manera para accionar los elementos de control. Alternativamente, se pueden usar otras formas de ingresar información, tal como entrada de texto (por ejemplo, cuadros de texto) o micrófonos.

En particular, se puede generar una pantalla 100 de programación por el CP 18, como se muestra en la **figura 7**. La pantalla 100 de programación permite a un usuario realizar pruebas de parámetros de estimulación. Para este fin, la pantalla 100 de programación comprende un control 102 de encendido/apagado de estimulación en el que se puede hacer clic alternativamente para encender o apagar la estimulación. La pantalla 100 de programación incluye además diversos controles de parámetros de estimulación que pueden ser operados por el usuario para ajustar manualmente los parámetros de estimulación. En particular, la pantalla 100 de programación incluye un control 104 de ajuste de ancho de pulso (expresado en microsegundos (μs)), un control 106 de ajuste de tasa de pulso (expresado en pulsos por segundo (pps), y un control 108 de ajuste de amplitud de pulso (expresado en miliamperios (mA)). Cada control incluye una primera flecha en la que se puede hacer clic para disminuir el valor del parámetro de estimulación respectivo y una segunda flecha en la que se puede hacer clic para aumentar el valor del parámetro de estimulación respectivo. La pantalla 100 de programación también incluye control 110 de selección de estimulación multipolar/monopolar, que incluye cuadros de verificación en los que el usuario puede hacer clic alternativamente para proporcionar estimulación multipolar o monopolar. En una realización opcional, la carcasa 40 del IPG 14 puede tratarse como uno de los electrodos 26 conductores, de tal manera que tanto el electrodo 40 de carcasa como al menos uno de los electrodos 26 conectores se pueden usar para transmitir corriente eléctrica anódica al mismo tiempo. Adicionalmente, el electrodo de carcasa puede ser configurado con toda la programabilidad de un electrodo conductor, con fraccionamiento anódico y catódico completo.

La pantalla 100 de programación también incluye un control 112 de combinación de electrodos que tiene flechas en las que el usuario puede hacer clic para seleccionar una de cuatro diferentes combinaciones de 1-4 electrodos. Cada una de las combinaciones 1-4 de electrodos se puede crear usando una variedad de elementos de control. La pantalla 100 de programación también incluye un conjunto de elementos 116 de control de desplazamiento de campo de estimulación eléctrica axial y un conjunto de elementos 118 de control de forma de campo de estimulación eléctrica axial.

Cuando se acciona cualquiera de los elementos 116 de control de desplazamiento de campo de estimulación eléctrica axial, se generan señales de control en respuesta a las cuales el controlador/procesador 80 está configurado para generar conjuntos de parámetros de estimulación diseñados para desplazar axialmente el locus del campo de estimulación eléctrica en relación con el eje del conductor 12. Preferiblemente, las señales de control que se generan en respuesta al accionamiento de los elementos 116 de control de desplazamiento de campo de estimulación eléctrica axial o los elementos de control alternativos son direccionales, que significa que el locus del campo de estimulación eléctrica se desplazará en un dirección definida en respuesta a un accionamiento continuo de un único elemento de control independientemente de la posición actual del locus de campo de estimulación eléctrica del locus. Cuando se acciona cualquiera de los elementos 118 de control de forma de campo de estimulación eléctrica axial, se generan señales de control en respuesta a las cuales el controlador/procesador 80 está configurado para generar conjuntos de parámetros de estimulación diseñados para expandir o contraer axialmente el campo de estimulación eléctrica en relación con su locus.

Los elementos 116, 118 de control pueden accionarse continuamente (es decir, accionando continuamente uno de los elementos 116, 118 de control, por ejemplo, haciendo clic en uno de los elementos 116, 118 de control y manteniendo el clic (es decir, accionamiento continuo del control después del "clic" inicial), o accionando repetidamente uno de los elementos 116, 118 de control, por ejemplo, haciendo clic repetidamente y soltando uno de los elementos 116, 118 de control) para generar una serie de señales de control en respuesta a las cuales el controlador/procesador 80 está configurado para generar la pluralidad de conjuntos de parámetros de estimulación. La circuitería 86 de telemetría de salida está configurada para transmitir estos conjuntos de parámetros de estimulación al IPG 14.

Cada uno de los conjuntos de elementos 116, 118 de control toma la forma de una flecha doble (es decir, dos flechas de elementos de control que apuntan opuestamente) que puede accionarse para modificar el campo de estimulación eléctrica dependiendo del modo de operación. Por ejemplo, se puede hacer clic en un elemento 116a de control de flecha superior para desplazar axialmente el locus del campo de estimulación eléctrica (es decir, a lo largo del eje del conductor 12) en la dirección proximal; se puede hacer clic en un elemento 116b de control de flecha inferior para desplazar axialmente el locus del campo de estimulación eléctrica (es decir, a lo largo del eje del conductor 12) en la dirección distal; se puede hacer clic en un elemento 118a de control de flecha inferior para contraer axialmente el campo de estimulación eléctrica alrededor de su locus, y se puede

hacer clic en un elemento 118b de control de flecha superior para expandir axialmente el campo de estimulación eléctrica alrededor de su locus.

El locus del campo de estimulación eléctrica puede desplazarse, por ejemplo, gradualmente "dirigiendo" o desplazando la corriente eléctrica entre electrodos en un único canal de temporización. Por ejemplo, el locus del campo de estimulación eléctrica puede desplazarse gradualmente de manera axial en la dirección distal a lo largo del conductor 12 incluyendo gradualmente electrodos en un grupo de electrodos estimulantes y excluyendo gradualmente otros electrodos del grupo de electrodos estimulantes en el único canal de temporización.

Aunque la pantalla 100 de programación ilustra solo un conductor 12 de neuroestimulación con electrodos dispuestos en una sola dimensión, permitiendo de esa manera que la corriente eléctrica solo se dirija en una dimensión, debe apreciarse que la pantalla 100 de programación puede ilustrar adicionalmente el otro conductor 12 de neuroestimulación, disponiendo de esa manera los electrodos en dos dimensiones y permitiendo que la corriente eléctrica se dirija en dos dimensiones. En este caso, usando elementos de control apropiados (por ejemplo, flechas izquierda y derecha), el locus del campo de estimulación eléctrica puede desplazarse en la dirección transversal (perpendicular a la dirección axial, y en este caso, izquierda o derecha) y/o el campo de estimulación eléctrica puede expandirse o contraerse en la dirección transversal. Por supuesto, los electrodos se pueden disponer en tres dimensiones (por ejemplo, disponiendo tres conductores de neuroestimulación en tres dimensiones o usando electrodos en un único conductor de neuroestimulación que están dispuestos en tres dimensiones, por ejemplo, los conductores de neuroestimulación segmentados descritos en la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos Ser. No. 61/374.879), en cuyo caso, la corriente eléctrica puede ser dirigida en tres dimensiones.

Detalles adicionales que discuten diferentes técnicas para modificar un campo de estimulación eléctrica se divulgan en la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos 61/374.879, titulada "User Interface for Segmented Neurostimulation Leads".

La pantalla 100 de programación muestra representaciones gráficas tridimensionales del conductor 12' y electrodos 26'. En una realización opcional, los elementos 120 de control icónicos están vinculados gráficamente a las representaciones 26' de electrodos tridimensionales. El accionamiento continuo de los elementos 120 de control genera señales de control que provocan que el controlador/procesador 80 genere parámetros de estimulación diseñados para modificar el campo de estimulación eléctrica, cuyos parámetros de estimulación luego se transmiten desde la circuitería 86 de salida del CP 18 al IPG 14. En la realización ilustrada, cada uno de los elementos 120 de control tiene una flecha hacia arriba y una flecha hacia abajo que pueden accionarse respectivamente (por ejemplo, haciendo clic) para aumentar o disminuir respectivamente la corriente eléctrica que fluye a través del electrodo 26 que corresponde a la representación 26' gráfica de electrodo a la que está vinculado gráficamente el elemento 120 de control accionado.

El accionamiento de cualquiera de los elementos 120 de control dirige esencialmente la corriente eléctrica desde otros electrodos activos al electrodo asociado con el elemento 120 de control accionado o desde el electrodo asociado con el elemento 120 de control accionado a otros electrodos activos. De esta manera, el locus del campo de estimulación eléctrica se puede desplazar, la forma del campo de estimulación eléctrica se puede modificar, y si existen dos campos de estimulación eléctrica separados actuales, la corriente eléctrica se puede desplazar desde uno de los campos de estimulación eléctrica (disminuyendo efectivamente su tamaño) a otro de los campos de estimulación eléctrica (aumentando efectivamente su tamaño).

El elemento 120 de control también incluye un indicador 122 que proporciona una indicación de la cantidad de corriente eléctrica que fluye a través de cada uno de los electrodos 26 en términos de un valor de corriente fraccionada. Los indicadores 122 pueden realizar esta función cuando los elementos 120 de control respectivos son accionados o cuando los elementos 116 de control de desplazamiento de campo de estimulación eléctrica axial y elementos 118 de control de forma de campo de estimulación eléctrica axial son accionados.

La pantalla 100 de programación muestra las representaciones gráficas tridimensionales del conductor 12' y electrodos 26' en registro con regiones anatómicas de interés, y en particular, una región 124 de tejido de terapia, cuya estimulación se conoce o se cree que proporciona la terapia necesaria para el paciente, y una región 126 de tejido de efectos secundarios, cuya estimulación se conoce o se cree que proporciona un efecto secundario indeseable para el paciente. Como se describirá con detalle adicional a continuación, las regiones anatómicas de interés pueden estar definidas por el usuario y tener una posición espacial vinculada a una referencia, por ejemplo, un atlas o puntos de referencia, tales como el punto comisural posterior, punto comisural anterior, punto comisural medio, y/o plano sagital medio. Al tener la forma vinculada a una referencia anatómica, se puede transformar con la referencia anatómica (por ejemplo, si se registra un atlas en los datos radiográficos de paciente entonces la forma también podría someterse al registro y estaría disponible en la forma específica de paciente para usar con ese paciente). En la realización ilustrada, las regiones anatómicas de interés se muestran como bidimensionales, aunque en otras realizaciones, las regiones anatómicas de interés pueden ser tridimensional en naturaleza.

Diversas regiones anatómicas de interés, que pueden estar asociadas con diferentes dolencias que van a ser tratadas, pueden almacenarse en la memoria 82 y subsecuentemente recuperarse a través de la operación de elementos 128a, 128b, 128c de selección de terapia. Por ejemplo, si el elemento 128a de selección de terapia, las regiones anatómicas de interés asociadas con la Enfermedad de Parkinson pueden recuperarse de la memoria 82 y mostrarse en la pantalla 100 de programación. Si el elemento 128b de selección de terapia, las regiones anatómicas de interés asociadas con el Temblor Esencial pueden recuperarse de la memoria 82 y mostrarse en la pantalla 100 de programación. Si el elemento 128c de selección de terapia, las regiones anatómicas de interés asociadas con la Distonía pueden recuperarse de la memoria 82 y mostrarse en la pantalla 100 de programación.

En base al conjunto de parámetros de estimulación de corriente, el CP 18 puede estimar un modelo de campo de estimulación (SFM) 130 resultante, que se puede mostrar en la pantalla 100 de programación con el conductor 12' gráfico y regiones anatómicas de interés 124, 126. Detalles adicionales que discuten la técnica para calcular la estimación de un SFM130 se divulgan en A.M.M. Frankemolle, et al., Reversing Cognitive-Motor Impairments in Parkinson's Disease Patients Using a Computational Modelling Approach to Deep Brain Stimulation Programming, Brain 2010; pp. 1-16).

Alternativamente, en vez de calcular y mostrar un SFM, el CP 18 puede calcular un campo eléctrico (no se muestra) a partir del conjunto de parámetros de estimulación de corriente, que puede mostrarse en relación con el conductor 12' gráfico y regiones anatómicas de interés 124, 126. En la realización ilustrada, aunque el conductor 12' gráfico, regiones anatómicas de interés 124, 126, y el SFM 130 se muestran en una vista oblicua, se pueden mostrar alternativamente en uno cualquiera o más de los planos tradicionales de sección (por ejemplo, axial, coronal, y sagital).

Refiriéndose ahora a la **figura 8**, se describirá una región anatómica de pantalla 200 de definición de interés. La pantalla 200 incluye un listado de formas 206 gráficas predefinidas. En la realización ilustrada, las formas 206 gráficas predefinidas enumeradas pueden almacenarse en la memoria 82 durante la fabricación, pero alternativamente pueden definirse por el usuario y luego almacenarlas en la memoria. Cada forma gráfica del listado 206 de formas gráficas representa una región anatómica de interés, tal como una región de terapia, una región de efectos secundarios, u otra información de referencia relevante, que puede ser usada como una ayuda de visualización por el usuario cuando se programa el IPG 14. Como se describirá con detalle adicional a continuación, en base a la forma y ubicación de una región anatómica de interés, se selecciona una forma gráfica del listado 206 de formas gráficas y se ubica en la pantalla 200 en relación con una referencia anatómica, tal como un atlas o uno o más puntos anatómicos de referencia. Preferiblemente, la forma gráfica y su ubicación se eligen para que coincidan mejor con la forma y ubicación de la referencia anatómica.

El listado 206 de formas gráficas puede contener muchos tipos diferentes de formas gráficas predefinidas. Los tipos de formas gráficas que pueden estar en el listado 206 de formas gráficas incluyen, pero no se limitan a, formas bidimensionales regulares (por ejemplo, círculo, cuadrado, y triángulo), formas bidimensionales irregulares, formas tridimensionales regulares (por ejemplo, elipsoide, cuboide, y pirámide), y formas tridimensionales irregulares. Adicionalmente de los propósitos de esta especificación, una "forma regular" es una forma simétrica que tiene lados de longitudes iguales y ángulos de tamaños iguales, mientras que una "forma irregular" tiene lados con diferentes longitudes y ángulos de diferentes tamaños. Además, las formas que tienen lados redondeados y son simétricas (por ejemplo, un círculo, un óvalo, una esfera, y un elipsoide) se consideran "formas regulares". El usuario puede seleccionar una o más de estas formas gráficas del listado 206 para mostrar en la pantalla 200 en relación con una referencia, tal como un atlas o puntos de referencia anatómicos.

La pantalla 200 también incluye una barra 206a deslizante, que puede deslizarse hacia arriba y hacia abajo. Cuando el usuario desliza la barra 206a deslizante hacia arriba y hacia abajo, el usuario puede desplazarse hacia arriba y hacia abajo a través de todo el listado 206 de formas gráficas predefinidas. Cada forma gráfica en el listado 206 tiene su propio cuadro de verificación en el que el usuario puede hacer clic alternativamente para mostrar o no mostrar esa forma gráfica particular en la pantalla 200. En este ejemplo, se muestra el cuadro de verificación de una forma gráfica elipsoide que va a ser verificada en el listado 206. En respuesta al cuadro de verificación de un elipsoide en el listado 206 que se está verificando, se muestra una forma 202 gráfica elipsoide en la pantalla 200. Si el cuadro de verificación para la forma gráfica cuboidal está verificado, se muestra una forma 204 gráfica cuboidal en la pantalla 200. Se debe anotar que en realizaciones alternativas, el listado 206 de formas gráficas puede implementarse en la pantalla 200 mediante un menú desplegable, o algún otro medio, en vez de una lista de barra deslizante con cuadros de verificación como se muestra en la **figura 8**.

En vez de proporcionar un medio para que el usuario seleccione una o más formas predefinidas, la pantalla 200 puede proporcionar alternativamente otros medios para que el usuario defina nuevas formas gráficas. Una forma para que el usuario defina una nueva forma gráfica es que el usuario simplemente dibuje una forma gráfica bidimensional en la pantalla 200 usando una pantalla de almohadilla táctil, palanca de mando, botones de flecha, entrada de texto, y/o algún otro medio. Este procedimiento puede ser particularmente útil cuando el usuario desea definir un volumen de interés usando una imagen radiográfica o un atlas como una referencia. Por ejemplo, el usuario puede definir (por ejemplo, dibujando) una región en una o más secciones de un volumen radiográfico, o tal vez en una o más secciones de atlas, y las áreas definidas en las secciones pueden ser

convertidas en volúmenes 3D mediante extrapolación o interpolación (o dejadas como áreas 2D). Por ejemplo, como se muestra en la **figura 13**, se puede dibujar una forma 236 gráfica bidimensional en una vista axial de una MRI y/o se puede dibujar una forma 238 gráfica bidimensional en una vista coronal de una MRI. Se pueden dibujar formas 236, 238 gráficas bidimensionales adicionales en diferentes vistas axiales o coronales de la MRI. Un volumen 3D se puede extrapolar o interpolar a partir de las formas 236, 238 bidimensionales.

Otra forma más para que el usuario defina una nueva forma gráfica es que el usuario importe una forma gráfica junto con la referencia anatómica espacialmente vinculada desde otro dispositivo. Los tipos de dispositivos que se pueden usar para obtener una forma gráfica incluyen, pero no se limitan a, otro CP que se usa para capturar un modelo de campo de estimulación que se puede usar como una forma gráfica que representa una región de terapia estimada, o capturar una forma gráfica definida por el usuario que representa una región de interés, o como se describe a continuación, el CP podría realizar análisis (por ejemplo, evaluaciones estadísticas) sobre datos de múltiples pacientes y capturar los datos y/o formas espaciales resultantes. Adicionalmente, podría usarse un ordenador que ejecute un software de diseño asistido por ordenador (CAD) para crear una forma gráfica generada por CAD que sea importable al CP 18.

Por ejemplo, un CP diferente habilitado con la pantalla 100 de programación ilustrada en la **figura 7** puede usarse para capturar un modelo de campo de estimulación específico durante una sesión de programación para un paciente, y luego ser importado al CP 18 actual como una forma gráfica para la representación como una región anatómica de interés. Alternativamente, en vez de basar la forma gráfica en una única sesión de programación, la forma gráfica se puede obtener de un análisis de población de modelos de campo de estimulación. En cualquier caso, la forma gráfica y la referencia anatómica espacialmente vinculada se pueden guardar en la forma de un archivo (por ejemplo, en una memoria dedo, disco duro, etc.), como un código de texto (por ejemplo, un código comprimido que define la forma gráfica candidata), como un código gráfico, código de audio, u otro formato codificado. La forma gráfica generada por el otro CP puede representarse en una variedad de maneras.

Por ejemplo, la forma gráfica puede ser un indicador de posición en relación con la referencia anatómica, un indicador de orientación (por ejemplo, angular, tal como azimut y elevación) en relación con la referencia anatómica, una malla con nodos y elementos (superficie o volumen), primitivas geométricas con definiciones apropiadas (por ejemplo, diámetro de esfera; longitudes de ejes elipsoides; longitudes laterales hexagonales; altura de pirámide, radio inferior, radio superior; etc.), otras manipulaciones de primitivas geométricas, tales como parámetros de deformación (por ejemplo, cantidad de deformación, dirección de deformación, etc.) o Booleanos de primitivas geométricas, identificación de elementos, vóxeles, o nodos que se incluyen con o excluyen de la forma gráfica, definición de propiedades de rejilla (por ejemplo, resolución, tamaño, posición, orientación, etc.), definición de propiedades de rejilla (por ejemplo, resolución, tamaño, posición, orientación, etc.) además de valores de rejilla, valores (variable discreta o continua) para puntos de rejilla (o elementos o vóxeles), o un umbral, que puede ser útil donde se han asignado valores (se le puede dar al usuario la capacidad de cambiar el umbral).

El CP 18 actual puede aceptar la forma gráfica y la referencia anatómica del otro CP en la forma de un archivo (por ejemplo, desde una memoria dedo, descarga en línea, etc.) como un código de entrada de texto (por ejemplo, un código comprimido que define una forma gráfica candidata), como un código de entrada gráfico, código de entrada de audio, u otro formato codificado. Una vez ingresada, la forma gráfica candidata se puede visualizar en la pantalla 200. Alternativamente, el CP 18 actual puede usar la forma gráfica importada del otro CP para permitir la modificación de una forma gráfica almacenada actualmente en el CP 18 actual, y en particular, modificaciones de tamaño, forma, posición, color, y/o iluminación de la forma gráfica en relación con la referencia anatómica.

Otra forma para que un usuario defina una nueva forma gráfica es capturar el SFM que es usado por un paciente, tal vez desde la pantalla 100 de programación. Este procedimiento podría ser útil cuando un paciente particular tiene una respuesta particularmente positiva, y el internista quisiera reproducir esa estimulación en otros pacientes. Nótese que el SFM podría ser capturado inicialmente en el sistema de coordenadas del paciente, y luego transformarse fácilmente de vuelta en atlas-espacio o un espacio-MCP general, haciendo de este modo fácil de usar con pacientes subsiguientes.

Otra forma más para que el usuario defina una nueva forma gráfica es que el usuario aplique al menos una función Booleana a una pluralidad de formas gráficas predefinidas seleccionadas usando elementos de control gráfico, como se describirá con detalle adicional a continuación.

Además de permitir al usuario seleccionar una de las formas gráficas del listado 206, la pantalla 200 incluye un cuadro 208 de control de modificación de forma gráfica usado para dimensionar y/o trasladar las formas gráficas seleccionadas en relación con una referencia anatómica, tal como un atlas o puntos de referencia anatómicos. La rotación también se puede usar para mover la forma gráfica.

Por ejemplo, el usuario puede especificar un tamaño y/o posición de una forma o formas gráficas seleccionadas. En particular, se puede usar un menú 210 desplegable para seleccionar la forma gráfica específica que el

usuario desea modificar. El usuario puede usar los cuadros 212 de entrada de texto para ingresar valores numéricos para especificar la ubicación del centro de la forma gráfica seleccionada y/o el tamaño de la forma gráfica seleccionada. Para un caso de ejemplo, un usuario puede desear modificar la ubicación y tamaño de una forma gráfica elipsoidal. Con el fin de hacerlo, el usuario primero debe seleccionar la forma elipsoide usando el menú 210 desplegable para modificar la forma. Luego, el usuario puede especificar las coordenadas anterior, lateral, y dorsal para la ubicación del punto central de la forma gráfica elipsoidal seleccionada escribiendo los valores numéricos específicos en los cuadros 212 de entrada de texto apropiados. Luego el usuario puede especificar el tamaño de la forma elipsoidal seleccionada en relación con el eje anterior-posterior (AP), medial-lateral (ML), y dorsal-ventral (DV) escribiendo los valores numéricos específicos en los cuadros 212 de entrada de texto apropiados. La referencia anatómica se registrará en el sistema de coordenadas definido por los ejes AP, ML, y DV, y de este modo, la forma gráfica modificada se registrará con la referencia anatómica.

En una realización alternativa mostrada en la **figura 9**, la pantalla 200 puede incluir un cuadro 218 de control de modificación de forma gráfica diferente que se puede usar para dimensionar y/o trasladar las formas gráficas seleccionadas en relación con una referencia anatómica, tal como un atlas o puntos de referencia anatómicos. El cuadro 218 de control de modificación de forma incluye controles 220 de botón para especificar un tamaño y/o posición de una forma o formas gráficas seleccionadas. Similar a la **figura 8**, el cuadro 218 de modificación de forma gráfica de la **figura 9** incluye un menú 210 desplegable que permite al usuario seleccionar la forma gráfica específica que el usuario desea modificar. El cuadro 218 de modificación de forma gráfica también incluye un banco de cuadros 220 de verificación en los que el usuario puede hacer clic alternativamente para elegir modificar el tamaño o modificar la ubicación de la forma gráfica seleccionada en la pantalla 200.

Si el cuadro de verificación para dimensionar la forma está verificado, los controles 222 de botón se conmutarán a un modo para modificar el tamaño de la forma gráfica seleccionada. Por el contrario, si el cuadro de verificación para trasladar la forma está verificado, los controles 222 de botón se conmutarán a un modo para modificar la ubicación de la forma gráfica seleccionada. Por ejemplo, la cuadro 218 de control de modificación de forma gráfica muestra que el cuadro de verificación para modificar el tamaño de la forma gráfica seleccionada está verificado y, de este modo, los controles 222 de botón se conmutan a un modo para modificar el tamaño de la forma gráfica elipsoidal seleccionada. Al accionar continuamente los botones 222 (es decir, al accionar continuamente uno de los botones 222 haciendo clic en el botón 222 y manteniendo el clic) o al accionar repetidamente los botones 222 (es decir, al hacer clic y soltar repetidamente uno de los botones 222), el usuario puede alterar el tamaño y/o la ubicación de la forma gráfica seleccionada en consecuencia.

El cuadro 218 de control de modificación de forma gráfica también incluye un botón 224 para Restablecer Tamaño de Forma, que permite al usuario restablecer el tamaño de la forma gráfica seleccionada a su tamaño original después de que el usuario haya ampliado la forma gráfica seleccionada usando uno o más de los controles 222 de botón. Como tal, simplemente accionando este botón 224 (es decir haciendo clic en el botón 224), el usuario puede reducir instantáneamente la forma gráfica seleccionada de vuelta al tamaño que originalmente tenía antes de que fuera ampliada por el usuario.

En una realización alternativa mostrada en la **figura 10**, la pantalla 200 puede incluir el cuadro 226 de control de barra deslizante que puede usarse para especificar un tamaño y/o posición de una forma o formas gráficas seleccionadas. Similar a las realizaciones de las **figuras 8** y **9**, se proporciona un menú 210 desplegable que permite al usuario seleccionar la forma gráfica específica que el usuarios quisiera modificar. También, similar a la **figura 9**, el cuadro 226 de modificación de forma gráfica de la **figura 10** incluye un banco de cuadros 220 de verificación en los que el usuario puede hacer clic alternativamente para elegir modificar el tamaño o modificar la ubicación de la forma gráfica seleccionada en el pantalla 200. Una vez que el usuario ha seleccionado la forma gráfica y verificado el cuadro de verificación adecuado, el usuario puede deslizar los controles 228 deslizantes hacia la izquierda y/o la derecha para modificar el tamaño y/o la ubicación de la forma gráfica seleccionada en consecuencia.

Por ejemplo, si un usuario desea modificar el tamaño de una forma gráfica elipsoidal, el usuario primero debe seleccionar la forma elipsoide usando el menú 210 desplegable para modificar la forma. Luego, el usuario debe hacer clic en la cuadro 220 de verificación de forma de tamaño con el fin de elegir modificar el tamaño de la forma gráfica elipsoidal seleccionada. Después de que el usuario haya hecho clic en la cuadro 220 de verificación de forma de tamaño, los controles 228 deslizantes estarán en un modo para modificar el tamaño de la forma elipsoidal. El usuario puede luego especificar el tamaño de la forma elipsoidal en relación con el eje ML, AP, y DV deslizando cada barra 228 deslizante correspondiente en consecuencia.

Refiriéndose a cualquiera de las realizaciones ilustradas en las **figuras 8-10**, la pantalla 200 incluye el cuadro 214 de control de forma gráfica de función Booleana, que se usa para emplear funciones Booleanas para definir una nueva forma o formas gráficas. El cuadro 214 de control de forma gráfica de función Booleana incluye tres menús 215 desplegables para la Forma A, Forma B, y Forma C, respectivamente. Cada uno de estos menús desplegables es para seleccionar una forma gráfica específica a la que se va a aplicar una función Booleana. En este ejemplo, se selecciona un elipsoide para la Forma A, se selecciona un cuboide para la Forma B, y no se selecciona ninguna forma para la Forma C. Debe anotarse que para otras realizaciones, se pueden emplear diversos números de menús desplegables.

El cuadro 214 de control de forma gráfica de función Booleana también incluye cuadros 216 de verificación para seleccionar una función Booleana específica que va a ser aplicada a las formas gráficas seleccionadas para la Forma A, Forma B, y Forma C. En este ejemplo, se verifica un cuadro de verificación para la función Booleana A - (A ∩ B) y, de este modo, esta función booleana será aplicada a la Forma elipsoide A y Forma cuboide B, como se muestra en la figura 11. Debe anotarse que en otras realizaciones de la presente divulgación, se pueden implementar diversas funciones Booleanas diferentes en el cuadro 214 de control de forma gráfica de función Booleana que se representa en la figura 11. Los diferentes tipos de funciones Booleanas que pueden emplearse por el cuadro 214 de control de forma gráfica de función Booleana incluyen, pero no se limitan a, A U C, A ∩ C, B U C, B ∩ C, C - (A ∩ C), C - (B ∩ C), A ∩ C U B, y A U C n B.

El ejemplo ilustrado en las figuras 11 y 12 muestra cómo un usuario puede aplicar una función Booleana a dos formas gráficas seleccionadas de los menús 215 desplegables con el fin de generar una nueva forma gráfica. En particular, la pantalla 200 muestra una forma 230 gráfica elipsoidal seleccionada y una forma 232 gráfica cuboidal seleccionada. El cuadro 214 de control de forma gráfica de función Booleana muestra que el usuario seleccionó el elipsoide para la Forma A y el cuboide para la Forma B. También, el cuadro 214 de control de forma gráfica de función Booleana muestra que el usuario seleccionó la función Booleana A - (A ∩ B) que va a ser aplicada a la Forma A (es decir el elipsoide) y a la Forma B (es decir el cuboide). La pantalla 200 de programación representada en la figura 12 muestra la forma 234 gráfica resultante (es decir un elipse-cuboide) que se crea después de que esa función Booleana particular se aplica al elipsoide y al cuboide.

Aunque las técnicas anteriores se han descrito como siendo implementadas en el CP 18, debe anotarse que esta técnica puede implementarse de manera alternativa o adicionalmente en el RC 16, y las funciones de procesamiento de la técnica incluso se pueden realizar en el IPG 14. Aunque se han mostrado y descrito realizaciones particulares de las presentes invenciones, se entenderá que no se pretende limitar las presentes invenciones a las realizaciones preferentes, y será obvio para los expertos en la técnica que se pueden hacer diversos cambios y modificaciones sin apartarse del alcance de la presente invención como se define por las reivindicaciones. De este modo, las presentes invenciones están previstas a cubrir alternativas, modificaciones, y equivalentes, que pueden incluirse dentro del alcance de las presentes invenciones como se define por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) para programar un dispositivo (14) de neuroestimulación acoplado a uno o más electrodos (26), que comprende:

una interfaz (72, 74) de usuario configurada para permitir a un usuario seleccionar un conjunto de parámetros de estimulación y seleccionar una de una pluralidad de diferentes formas (202, 204, 206, 232, 234) gráficas, cada una representativa de una región de terapia o una región de efectos secundarios, **caracterizado porque** la pluralidad de diferentes formas gráficas están predefinidas, y dicha pluralidad de formas gráficas comprende al menos uno de los siguientes: un círculo, un óvalo, un cuadrado, un triángulo, un elipsoide, un cuboide, una pirámide, o una esfera;

memoria (82) configurada para almacenar la forma gráfica predefinida seleccionada con una posición espacial vinculada a una referencia anatómica;

circuitería (86) de salida configurada para comunicarse con el dispositivo (14) de neuroestimulación; y

un controlador (80) configurado para recuperar la forma gráfica vinculada y la referencia anatómica de la memoria (82), generando señales de visualización capaces de provocar que la interfaz (72, 74) de usuario muestre simultáneamente una representación del uno o más electrodos (26) en relación con la forma gráfica recuperada, y programando el dispositivo (14) de neuroestimulación con el conjunto de parámetros de estimulación seleccionados a través de la circuitería (86) de salida.

2. El sistema (10) de la reivindicación 1, en el que las señales de visualización pueden provocar que la interfaz (72, 74) de usuario muestre además la representación del uno o más electrodos (26) en relación con la referencia anatómica.

3. El sistema (10) de la reivindicación 2, en el que la referencia anatómica es un atlas.

4. El sistema (10) de la reivindicación 3, en el que la referencia anatómica comprende uno o más puntos de referencia anatómicos.

5. El sistema (10) de la reivindicación 4, en el que el uno o más puntos de referencia anatómicos comprenden al menos uno de un punto comisural posterior, punto comisural anterior, y un punto comisural medio.

6. El sistema (10) de la reivindicación 1, en el que al menos una de las formas gráficas predefinidas es una forma gráfica tridimensional.

7. El sistema (10) de la reivindicación 1, en el que al menos una de las formas gráficas predefinidas es una forma geométrica tridimensional regular.

8. El sistema (10) de la reivindicación 7, en el que la forma geométrica tridimensional regular es una de un elipsoide, un cuboide, o una pirámide.

9. El sistema (10) de la reivindicación 1, en el que la memoria (82) almacena la pluralidad de formas (202, 204, 206, 232, 234) gráficas predefinidas.

10. El sistema (10) de la reivindicación 1, en el que la interfaz (72, 74) de usuario está configurada para permitir al usuario definir otra forma (236, 238) gráfica permitiendo al usuario dibujar una forma gráfica bidimensional.

11. El sistema (10) de la reivindicación 10, que comprende además un procesador (80) configurado para extrapolar una forma gráfica tridimensional a partir de la forma bidimensional dibujada.

12. El sistema (10) de la reivindicación 1, en el que la interfaz (72, 74) de usuario está configurada para permitir al usuario definir otra forma gráfica permitiendo al usuario importar una forma gráfica desde otro dispositivo.

13. El sistema (10) de la reivindicación 1, que comprende además un procesador (80) configurado para generar un modelo (130) de campo de estimulación en base al conjunto de parámetros de estimulación seleccionados, y la interfaz (72, 74) de usuario está configurada para permitir al usuario definir otra forma gráfica permitiendo al usuario seleccionar el modelo (130) de campo de estimulación como la otra forma gráfica.

14. El sistema (10) de la reivindicación 1, en el que la interfaz (72, 74) de usuario está configurada para permitir al usuario definir otra forma gráfica permitiendo al usuario aplicar una función Booleana a una pluralidad de formas gráficas predefinidas para crear la otra forma (234) gráfica definida.

15. El sistema (10) de la reivindicación 1, en el que la interfaz (72, 74) de usuario está configurada además para permitir al usuario definir una ubicación de la forma gráfica predefinida en relación con la representación del uno o más electrodos (26).

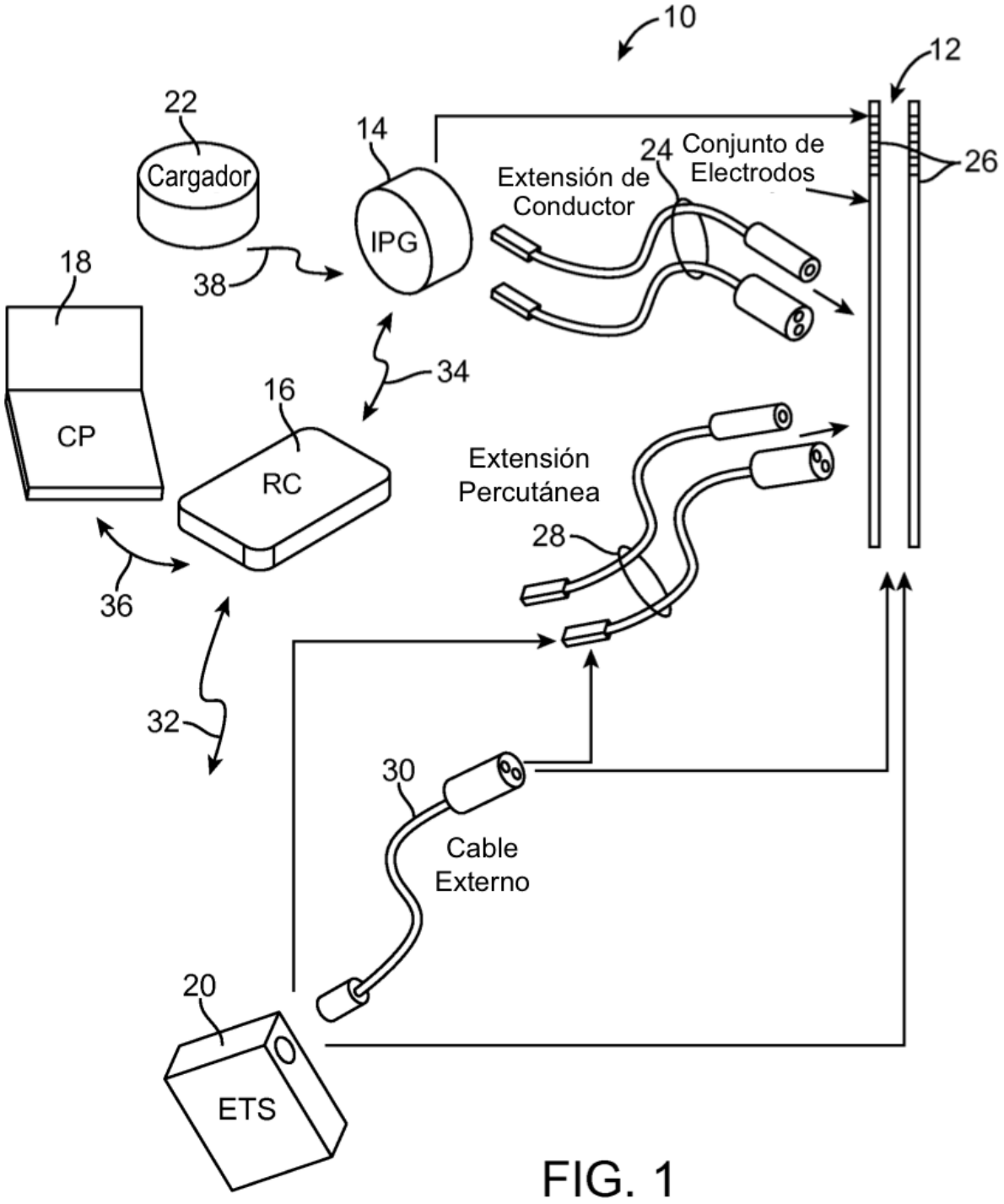
10
12
22
Cargador
14
IPG
24
Conjunto de Electrodos
26
Extensión de Conductor
18
38
CP
34
16
RC
Extensión Percutánea
28
36
32
30
Cable Externo
20
ETS

FIG. 1

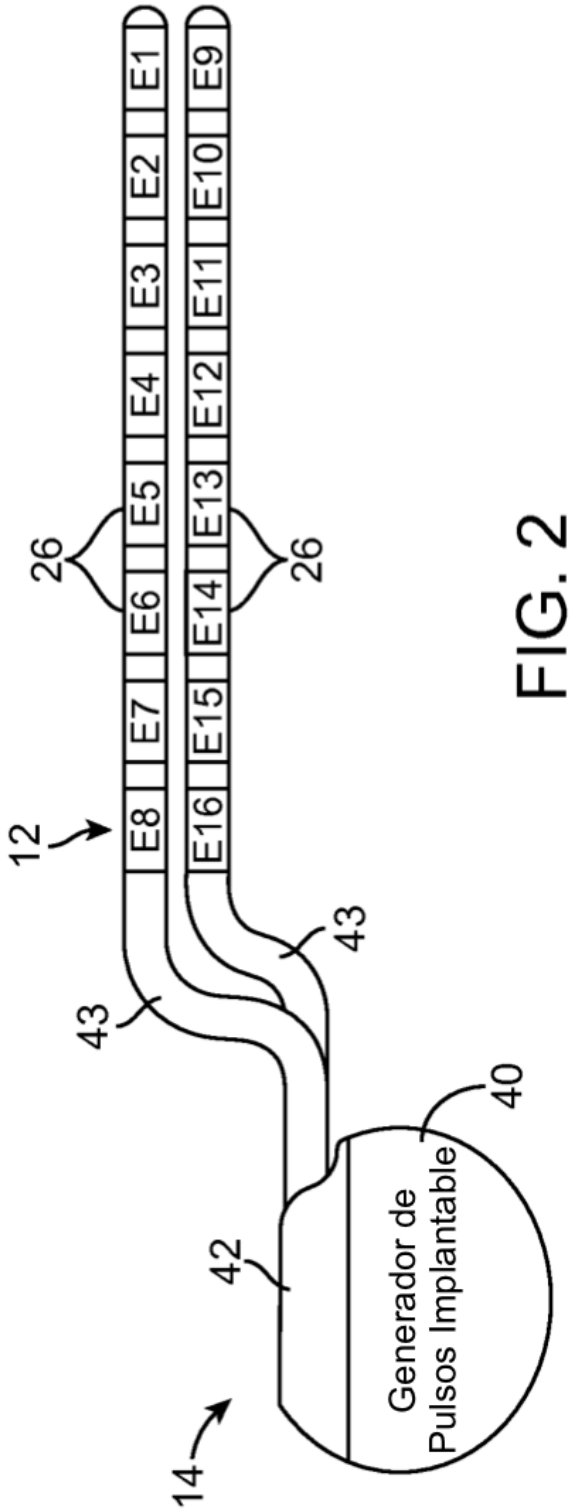
E1
E2
E3
E4
E5
E6
E7
E8
E9
E10
E11
E12
E13
E14
E15
E16
26
26
12
43
43
42
40
14
Generador de
Pulsos Implantable

FIG. 2

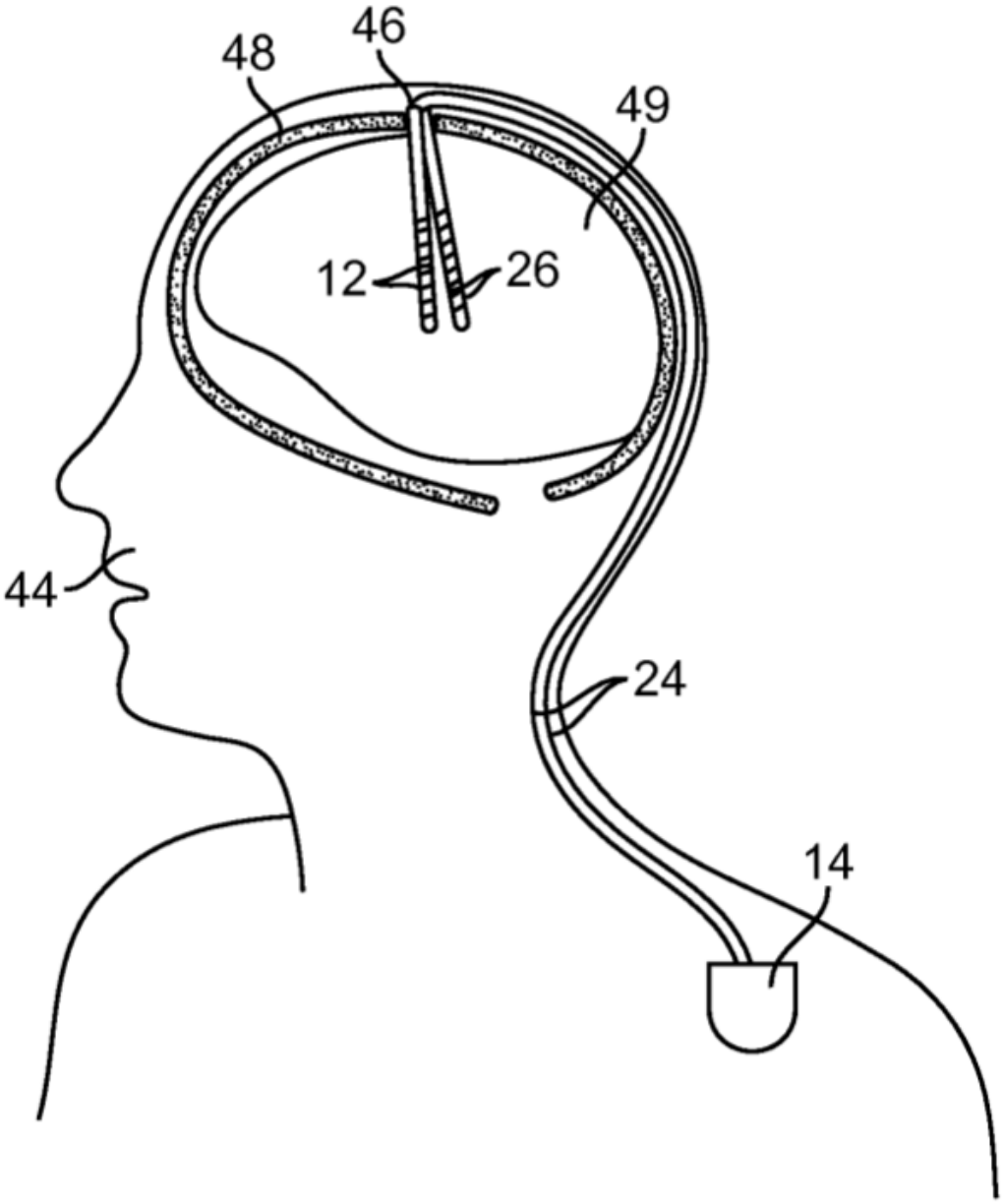

FIG. 3

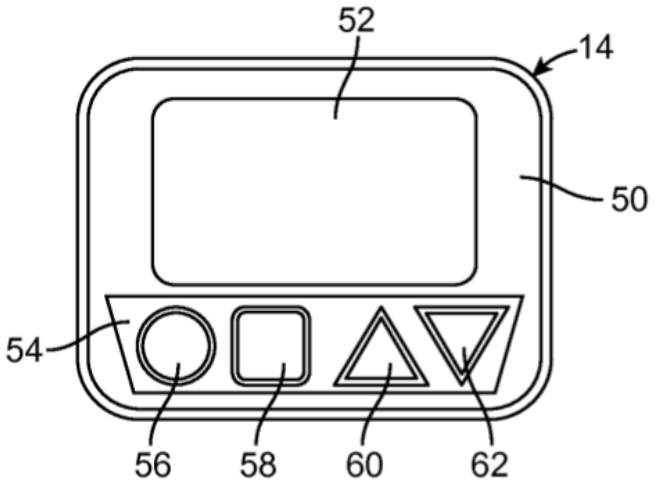
52
14
50
54
56
58
60
62

FIG. 4

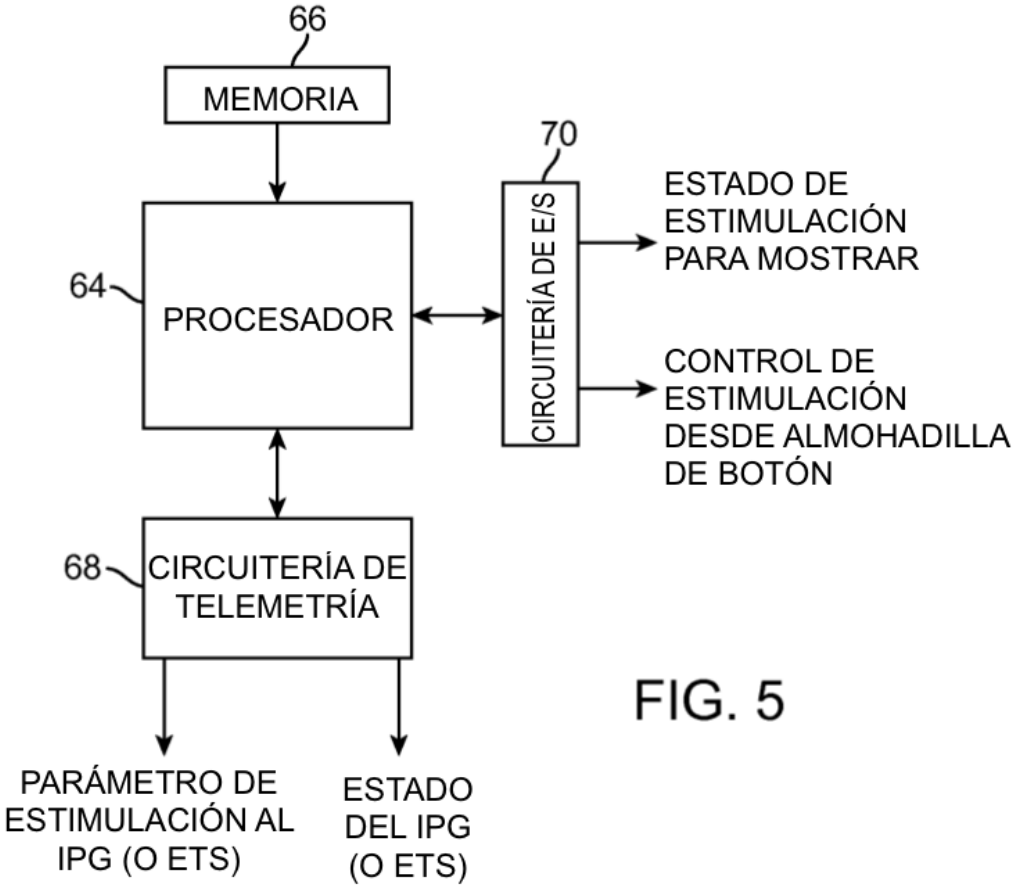
66
MEMORIA
70
CIRCUITERÍA DE E/S
ESTADO DE ESTIMULACIÓN PARA MOSTRAR
64
PROCESADOR
CONTROL DE ESTIMULACIÓN DESDE ALMOHADILLA DE BOTÓN
68
CIRCUITERÍA DE TELEMETRÍA
PARÁMETRO DE ESTIMULACIÓN AL IPG (O ETS)
ESTADO DEL IPG (O ETS)

FIG. 5

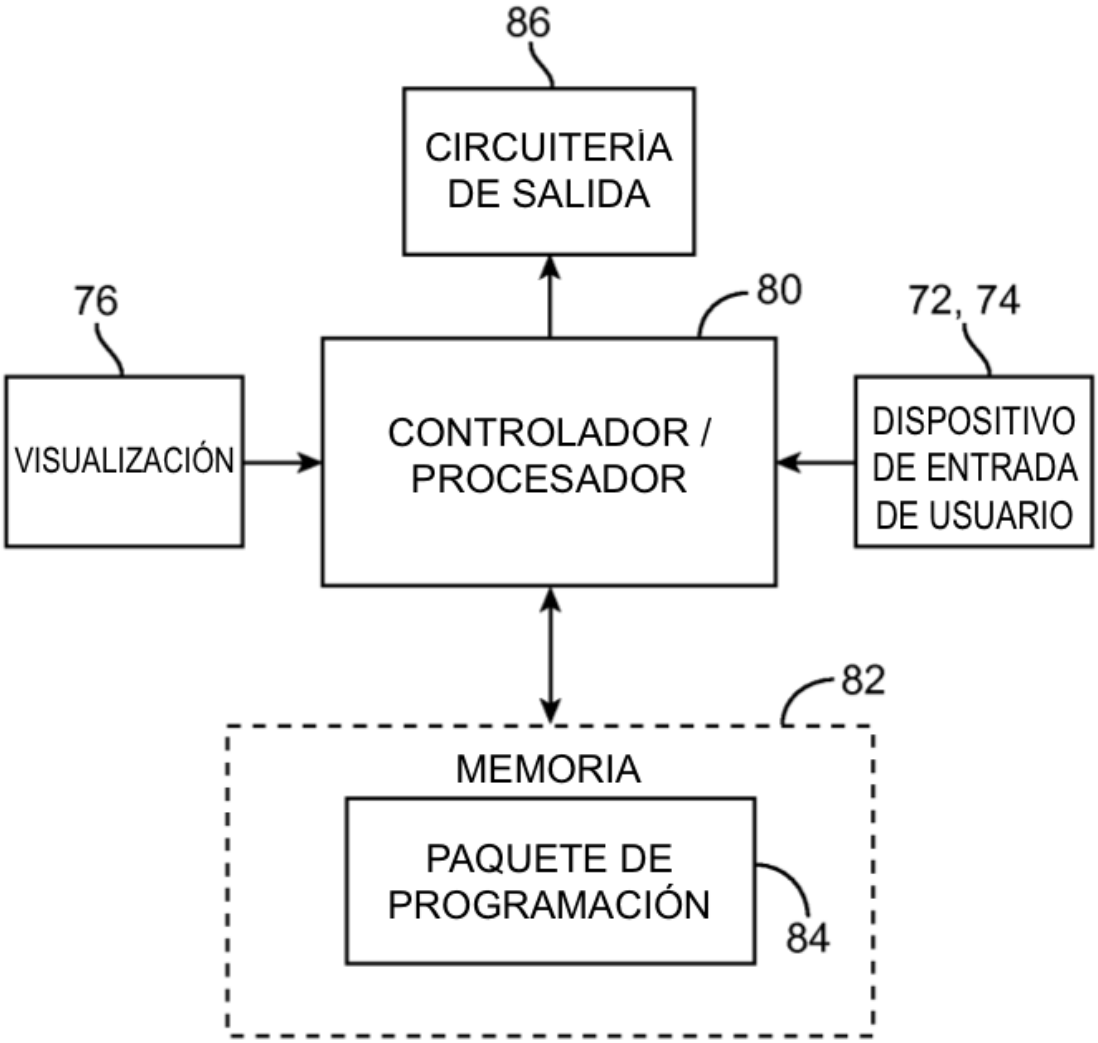
86
CIRCUITERÍA DE SALIDA
76
VISUALIZACIÓN
80
CONTROLADOR / PROCESADOR
72, 74
DISPOSITIVO DE ENTRADA DE USUARIO
82
MEMORIA
PAQUETE DE PROGRAMACIÓN
84

FIG. 6

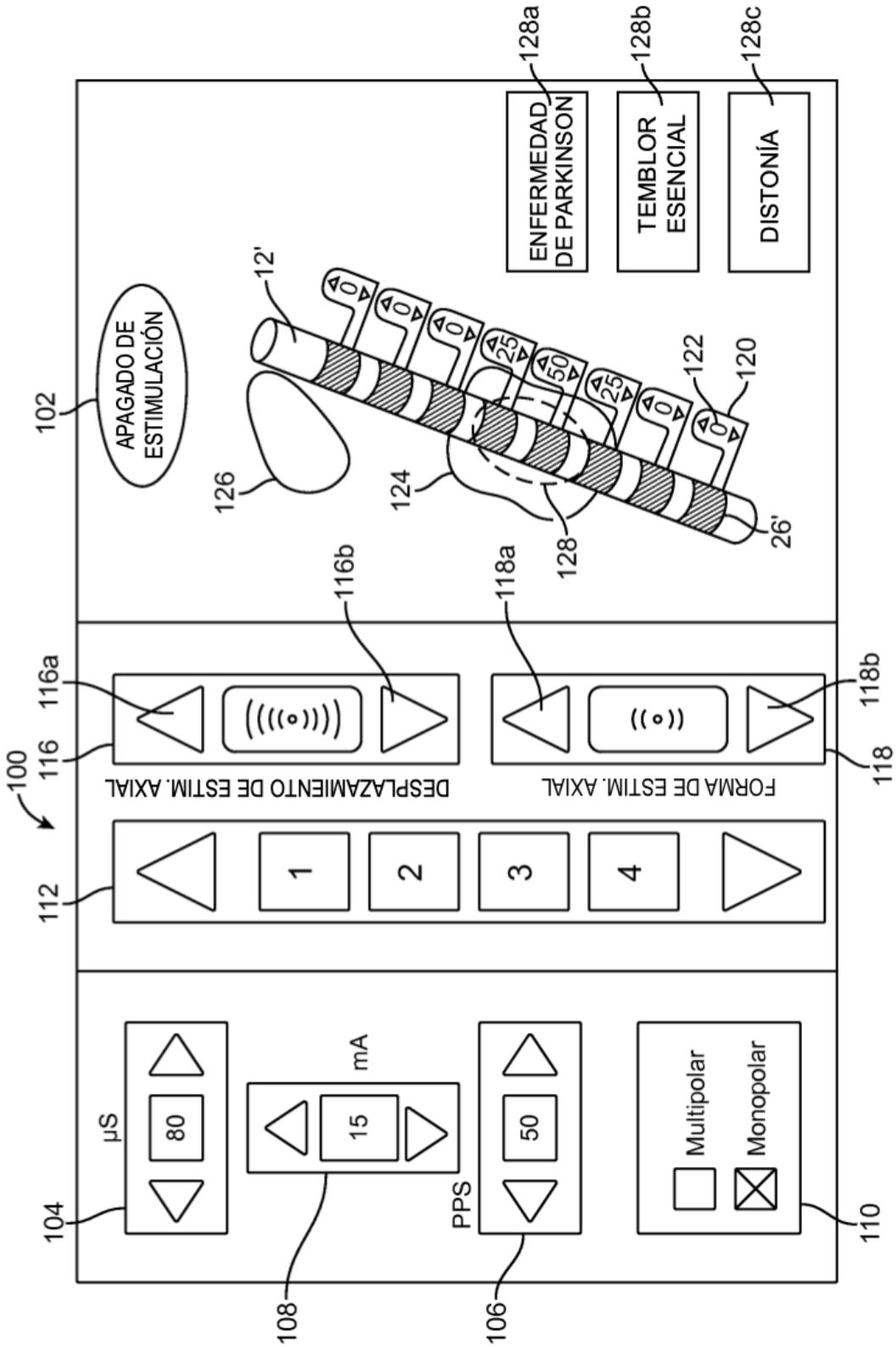
100
102
APAGADO DE ESTIMULACIÓN
104
µS
80
108
mA
15
106
PPS
50
110
Multipolar
Monopolar
112
1
2
3
4
116
116a
116b
DESPLAZAMIENTO DE ESTIM. AXIAL
118
118a
118b
FORMA DE ESTIM. AXIAL
12'
26'
120
122
124
126
128
128a
ENFERMEDAD DE PARKINSON
128b
TEMBLOR ESENCIAL
128c
DISTONÍA

FIG. 7

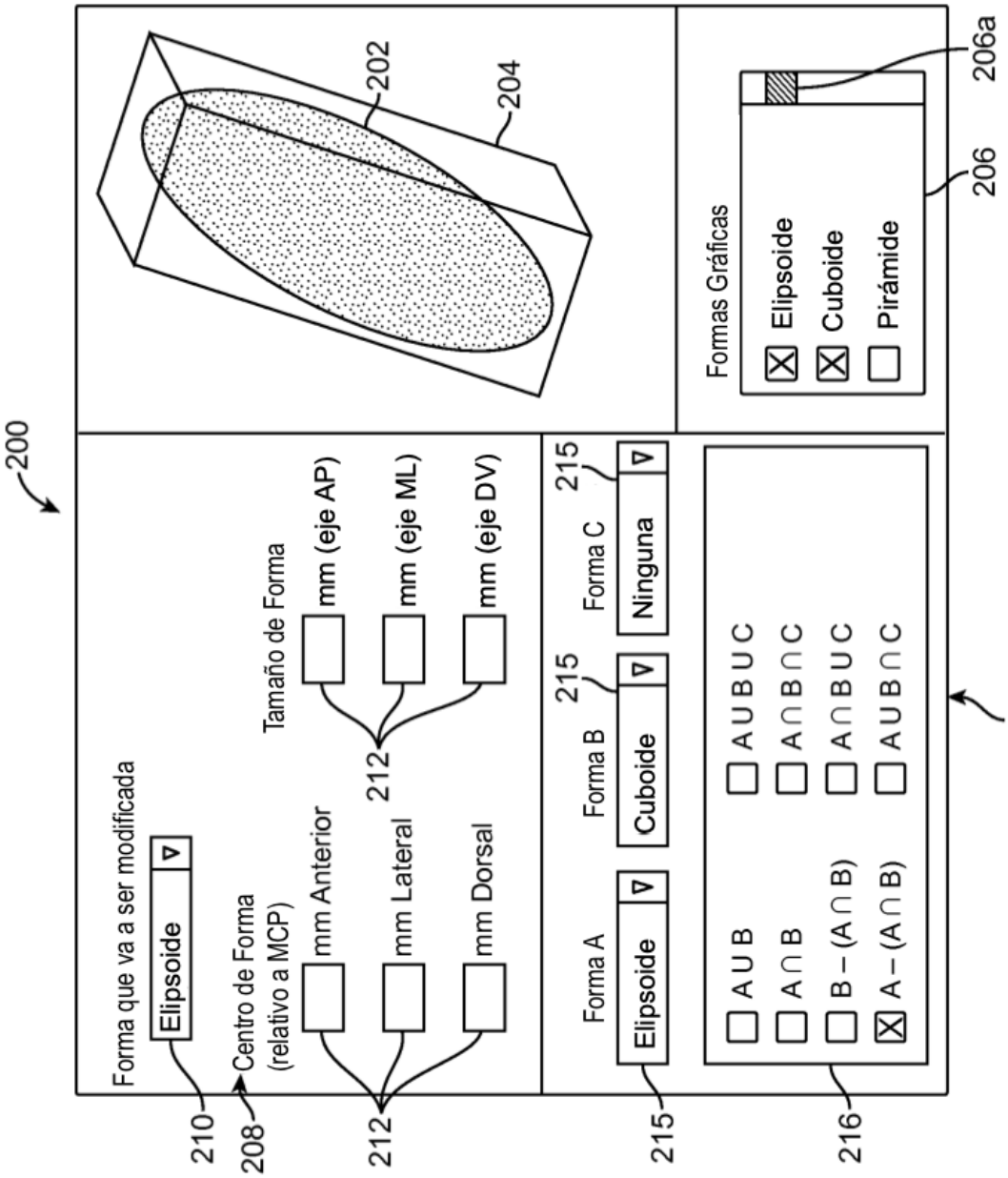
200
202
204
Formas Gráficas
Elipsoide
Cuboide
Pirámide
206a
206
Forma que va a ser modificada
Elipsoide
Centro de Forma
(relativo a MCP)
mm Anterior
mm Lateral
mm Dorsal
Tamaño de Forma
mm (eje AP)
mm (eje ML)
mm (eje DV)
Forma A
Elipsoide
Forma B
Cuboide
Forma C
Ninguna
A U B
A ∩ B
B – (A ∩ B)
A – (A ∩ B)
A U B U C
A ∩ B ∩ C
A ∩ B U C
A U B ∩ C
210
208
212
212
215
215
215
216
214

FIG. 8

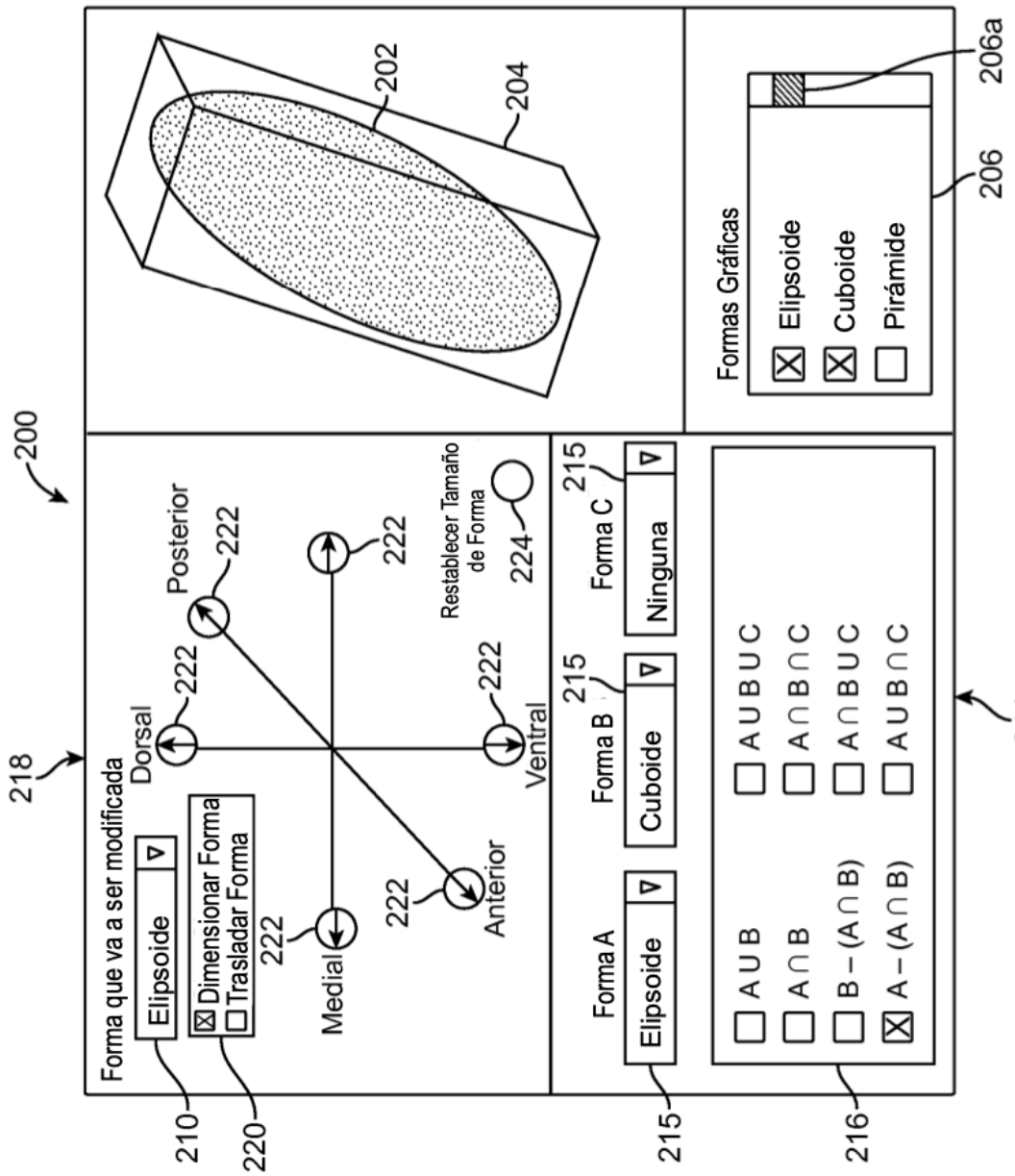
200
218
Forma que va a ser modificada
Elipsoide
Dimensionar Forma
Trasladar Forma
210
220
Dorsal
Posterior
Medial
Anterior
Ventral
222
Restablecer Tamaño de Forma
224
Forma A
Elipsoide
Forma B
Cuboide
Forma C
Ninguna
215
A U B
A ∩ B
B – (A ∩ B)
A – (A ∩ B)
A U B U C
A ∩ B ∩ C
A ∩ B U C
A U B ∩ C
216
214
202
204
Formas Gráficas
Elipsoide
Cuboide
Pirámide
206
206a

FIG. 9

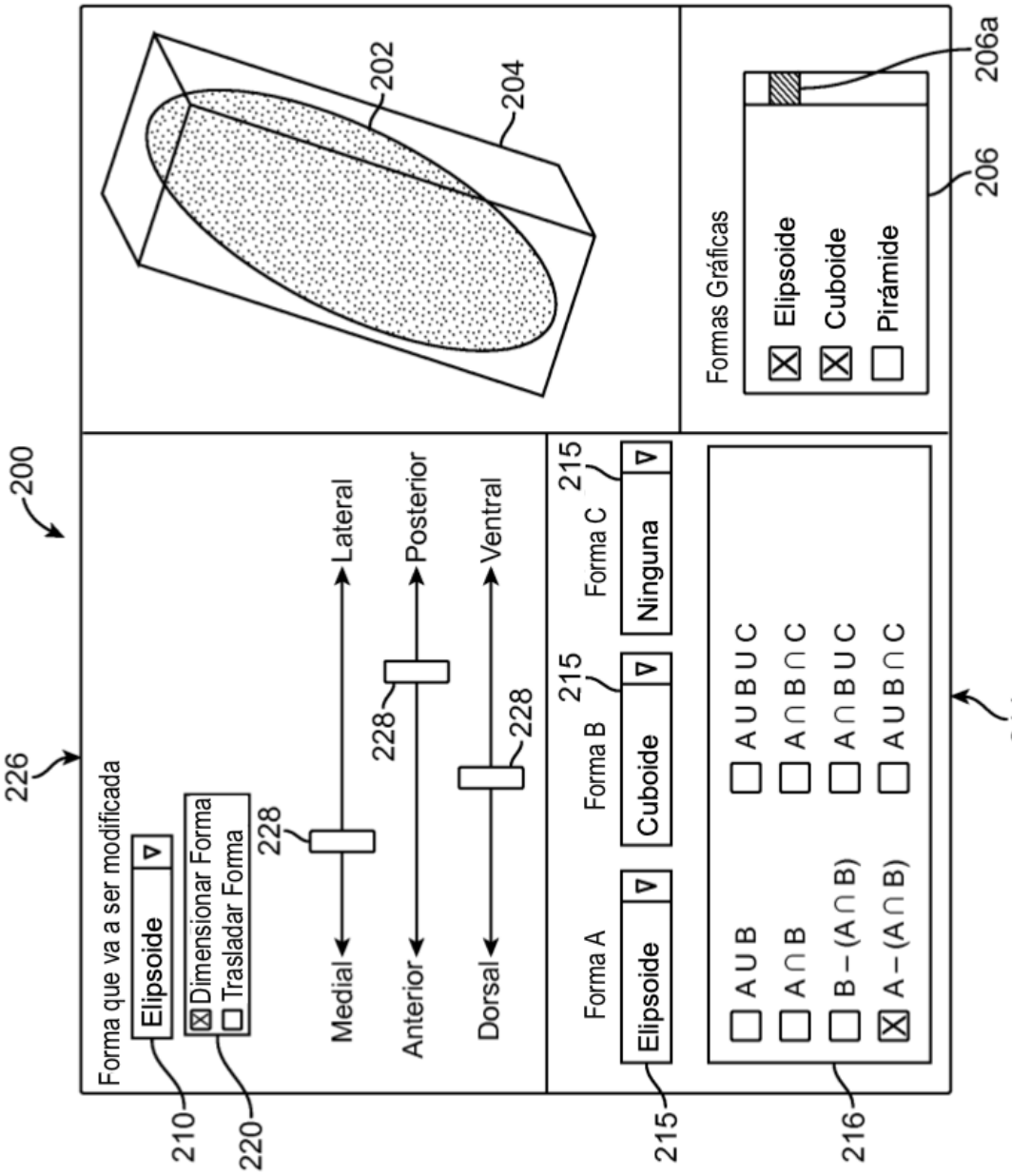
200
226
Forma que va a ser modificada
Elipsoide
Dimensionar Forma
Trasladar Forma
210
220
228
Medial
Lateral
Anterior
Posterior
Dorsal
Ventral
Forma A
Elipsoide
Forma B
Cuboide
Forma C
Ninguna
215
A U B
A ∩ B
B – (A ∩ B)
A – (A ∩ B)
A U B U C
A ∩ B ∩ C
A ∩ B U C
A U B ∩ C
216
214
202
204
Formas Gráficas
Elipsoide
Cuboide
Pirámide
206
206a

FIG. 10

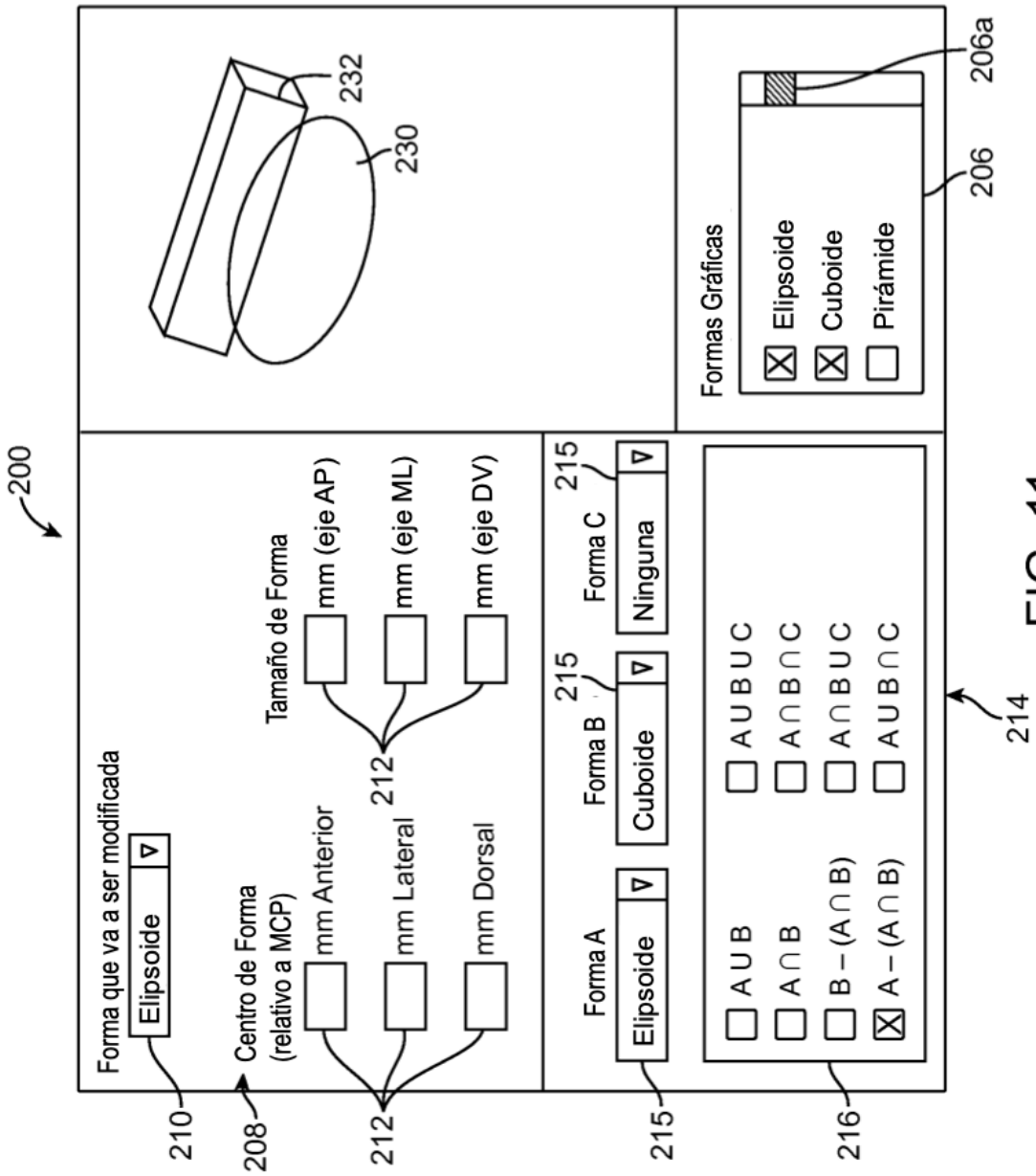
200
232
230
Formas Gráficas
Elipsoide
Cuboide
Pirámide
206a
206
Forma que va a ser modificada
Elipsoide
Centro de Forma
(relativo a MCP)
mm Anterior
mm Lateral
mm Dorsal
Tamaño de Forma
mm (eje AP)
mm (eje ML)
mm (eje DV)
212
Forma A
Elipsoide
Forma B
Cuboide
Forma C
Ninguna
215
A U B
A ∩ B
B – (A ∩ B)
A – (A ∩ B)
A U B U C
A ∩ B ∩ C
A ∩ B U C
A U B ∩ C
210
208
212
215
216
214

FIG. 11

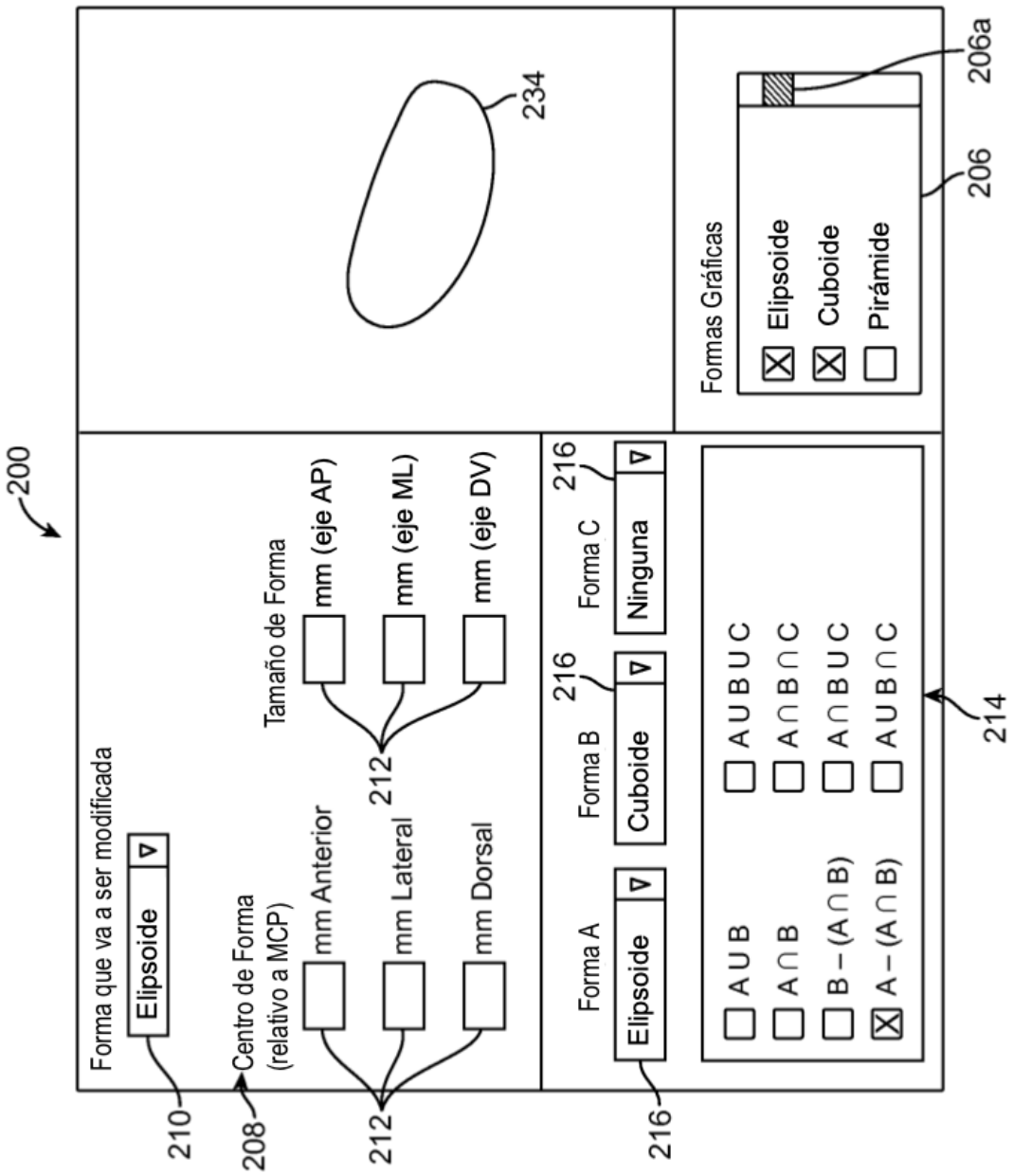
200
Forma que va a ser modificada
Elipsoide
210
Centro de Forma
(relativo a MCP)
208
Tamaño de Forma
mm Anterior
mm Lateral
mm Dorsal
212
mm (eje AP)
mm (eje ML)
mm (eje DV)
212
Forma A
Elipsoide
216
Forma B
Cuboide
216
Forma C
Ninguna
216
A U B
A ∩ B
B – (A ∩ B)
A – (A ∩ B)
A U B U C
A ∩ B ∩ C
A ∩ B U C
A U B ∩ C
214
234
Formas Gráficas
Elipsoide
Cuboide
Pirámide
206
206a

FIG. 12

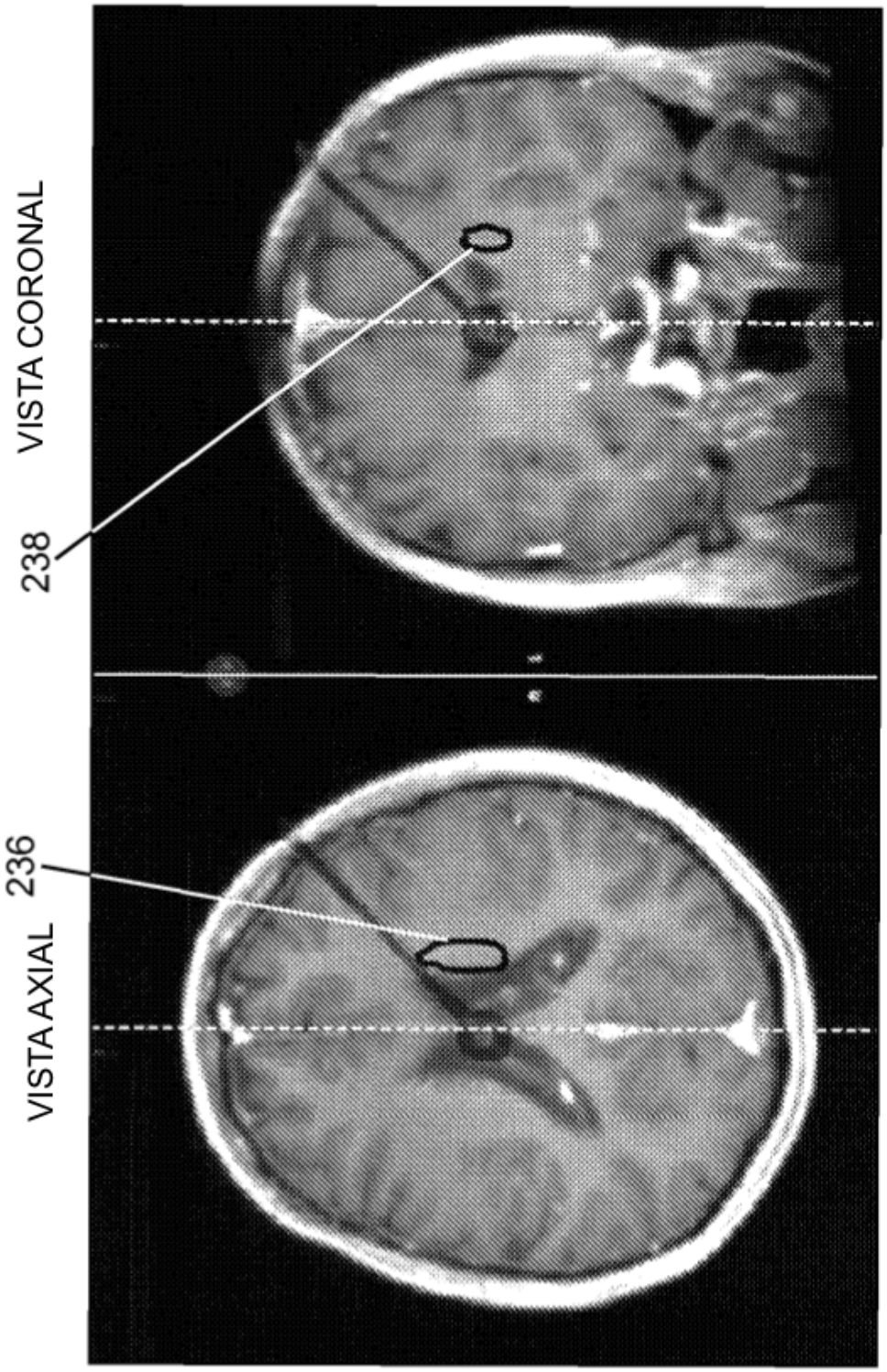

FIG. 13