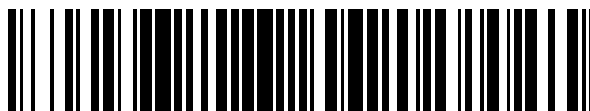


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 492**

51 Int. Cl.:
A61N 1/372 (2006.01)
A61N 1/378 (2006.01)
H05K 1/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08873014 .8**
96 Fecha de presentación: **21.11.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2247338**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.11.2010**

54 Título: **Bobina de comunicación de placa de circuito impreso para su uso en un sistema de dispositivo médico implantable**

30 Prioridad:
29.02.2008 US 40699

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.11.2012

73 Titular/es:
**BOSTON SCIENTIFIC NEUROMODULATION
CORPORATION (100.0%)
25155 Rye Canyon Loop
Valencia, CA 91355, US**

72 Inventor/es:
**CHEN, JOEY y
AGHASSIAN, DANIEL**

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 391 492 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

Bobina de comunicación de placa de circuito impreso para su uso en un sistema de dispositivo médico implantable.

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un controlador externo mejorado que tiene una aplicabilidad particular para los sistemas de dispositivos médicos implantables.

10 ANTECEDENTES

15 Los dispositivos de estimulación implantables son dispositivos que generan y entregan estímulos eléctricos a los nervios y tejidos del cuerpo para la terapia de diversos trastornos biológicos, tales como los marcapasos para tratar la arritmia cardíaca, los desfibriladores para tratar la fibrilación cardíaca, estimuladores cocleares para tratar la sordera, estimuladores retinales para tratar la ceguera, estimuladores de los músculos para producir un movimiento coordinado de los miembros, estimuladores de la médula espinal para tratar el dolor crónico, estimuladores para la parte cortical y profunda del cerebro para tratar los trastornos motores y psicológicos, y otros estimuladores neurales para tratar la incontinencia urinaria, apnea del sueño, subluxación del hombro, etc. La presente invención puede encontrar una aplicabilidad en la totalidad de dichas aplicaciones, si bien la descripción que sigue se enfocará en términos generales en el uso de la invención en un sistema SCS (Spinal Cord Stimulation, Estimulación de la Médula Espinal), tal como el revelado en la Patente de los Estados Unidos N.º 6.516.227.

20 La estimulación de la médula espinal es un método clínico bien aceptado para reducir el dolor en determinadas poblaciones de pacientes. Tal como se muestra en las Figuras 1A y 1B, típicamente un sistema de SCS incluye un IPG (Implantable Pulse Generator, Generador Implantable de Pulsos) 100, que incluye una caja biocompatible 30, formada por ejemplo de titanio. La caja 30 típicamente contiene el conjunto de circuitos y la fuente de energía eléctrica o batería necesaria para que el IPF funcione, si bien es también posible proveer energía a los IPGs por medio de una energía externa de RF y sin una batería. El IPG 100 está acoplado a los electrodos 106 por medio de uno o más conductores de electrodo (se muestran dos de dichos conductores, 102 y 104), de manera tal que los electrodos 106 forman un conjunto ordenado de electrodos 110. Los electrodos 106 son llevados sobre un cuerpo flexible 108, que también aloja los cables individuales de señales 112 y 114 acoplados a cada electrodo. En la forma de realización ilustrada, hay ocho electrodos sobre el conductor 102, denominados E₁-E₈, y ocho electrodos sobre el conductor 104, designados E₉-E₁₆, si bien la cantidad de conductores y electrodos depende de la aplicación, por lo que puede variar.

35 En la Figura 2, se muestran en sección transversal algunas porciones de un sistema IPG, que incluyen el IPG 100 y un controlador externo 12. Típicamente el IPG 100 incluye un conjunto de substrato electrónico 14 que incluye una PCB (Printed Circuit Board, Placa de circuito impreso) 16, junto con diversos componentes electrónicos 20, tales como microprocesadores, circuitos integrados, y condensadores montados en el PCB 16. En el IPG 100 se encuentran por lo general presentes dos bobinas: una bobina de telemetría 13 utilizada para transmitir/recibir datos hacia/desde el controlador externo 12; y una bobina de carga 18 para cargar o recargar la fuente de energía o batería 26 del IPG por medio de un cargador externo (no se muestra). La bobina de telemetría 13 puede estar montada dentro del conector cabecero 36, como se muestra.

40 Tal como se indicó en lo que precede, se utiliza un controlador externo 12, tal como un programador llevado en la mano o un programador para médico clínico, para enviar de manera inalámbrica datos hacia y para recibir datos desde el IPG 100. Por ejemplo, el controlador externo 12 puede enviar datos de programación al IPG 100 para configurar la terapia que el IPG proveerá al paciente. Asimismo, el controlador externo 12 puede actuar como un receptor de datos desde el IPG 100, tales como diversos datos que informen sobre el estado del IPG.

45 La comunicación de los datos hacia y desde el controlador externo 12 tiene lugar por medio de acoplamiento magnético inductivo. Cuando deban enviarse datos desde el controlador externo 12 al IPG 100, la bobina 17 recibe energía con una AC (Alternating Current, Corriente Alterna). Dicho suministro de energía eléctrica a la bobina 17 para transferir datos puede tener lugar mediante la utilización de un protocolo de FSK (Frequency Shift Keying, Manipulación del Desplazamiento de Frecuencias), por ejemplo tal como el revelado en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos N.º 11/780.369 presentada el 19 julio 2007 y publicada como US 2009/0024179 A1. El suministro de energía eléctrica a la bobina 17 induce un campo electromagnético, que a su vez induce una corriente eléctrica en la bobina de telemetría 13 del IPG; dicha corriente puede seguidamente ser demodulada a efectos de recuperar los datos originales. Típicamente, tales datos se comunican con una frecuencia de aproximadamente 125 kHz, que en un protocolo de FSK podría ser de 121 kHz para un "0" lógico y de 129 kHz para un "1" lógico. Como es bien sabido, la transmisión inductiva de los datos tiene lugar por vía transcutánea, es decir a través del tejido 25 del paciente, lo cual hace que sea particularmente útil en un sistema de dispositivo médico implantable.

50 En las Figuras 3 y 4A-4C, se muestra con mayor detalle un controlador externo típico 12. En la Figura 3 se muestra una vista en planta del controlador externo, que incluye su interfaz de usuario. Por lo general, la interfaz de usuario permite al usuario enviar por telemetría datos (tales como un nuevo programa de terapia) desde el controlador externo 12 al IPG 100 o supervisar diversas formas de retroalimentación de estado desde el IPG 100, por ejemplo. La interfaz de usuario es un tanto similar a un teléfono celular o a otros controladores externos utilizados en la

especialidad, e incluye rasgos típicos tales como una pantalla 265, un botón de Intro o Seleccionar 270, y botones para navegar por el menú, 272. Es posible utilizar teclas blandas 278 para seleccionar diversas funciones, las cuales variarán en función del estado de las opciones de menú disponibles en cualquier instante de tiempo dado. También hay un altavoz incluido dentro de la carcasa 215 destinado a proveer indicaciones audibles al usuario (no se muestra). Como alternativa, un motor de vibración puede proveer retroalimentación a los usuarios que tienen disminuciones auditivas.

Las Figuras 4A-4C muestran diversas vistas del controlador externo 12, habiéndose retirado su carcasa exterior 215. En el lado inferior de la PCB (Placa de circuito impreso) principal 120, puede observarse una batería 126 que provee energía eléctrica al controlador externo 12. La batería 126 puede ser recargable por medio de un puerto de energía eléctrica 280 (Figura 3) acoplable a una fuente de corriente alterna 292 (por ejemplo, un tomacorriente de pared), o puede comprender una batería no recargable. Si el controlador externo 12 no contiene una batería 126, se utilizaría el puerto 280 como medio exclusivo para proveer energía eléctrica al dispositivo. Se ha provisto un puerto de datos 282 (Figura 3) para permitir que el controlador externo 210 se comuniquen con otros dispositivos tales como un ordenador 295. Un puerto de datos 282 de este tipo es útil por ejemplo para compartir datos con otra máquina, para permitir que el controlador externo 210 reciba actualizaciones de software, o para permitir que el programador externo 210 reciba un programa de terapia de partida provisto por un programador clínico. Es posible utilizar un botón de desbloqueo 281, oculto en la parte lateral de la carcasa, para desbloquear las teclas y botones, y se lo puede activar presionando y manteniendo presionado dicho botón durante algún tiempo (por ejemplo durante un segundo).

Tal como ya se mencionó en lo que precede, las Figuras 4A-4C muestran el conjunto de circuitos electrónicos dentro de la carcasa 215 del controlador externo 12. Como puede observarse en las diversas vistas, en términos generales los circuitos electrónicos están soportados por el PCB 120. En el ejemplo ilustrado, la parte frontal del PCB 120 (Figura 4A) incluye la pantalla 265 y los conmutadores 122 que interactúan con los diversos botones presentes sobre la carcasa 215 (ver Figura 3). La parte posterior del PCB (Figura 4B) incluye la batería 126 y la bobina de datos 17. En esta forma de realización, la parte posterior contiene gran parte del conjunto de circuitos (por ejemplo, circuitos integrados, condensadores, resistencias, etc.) necesarios para el funcionamiento del controlador externo 12. Por ejemplo, el microcontrolador principal del controlador externo 12 estaría situado en el lado posterior del PCB 120. Sin embargo, esto no es estrictamente necesario, y el conjunto de circuitos también podría aparecer sobre la parte frontal del PCB o en otra parte.

La bobina de datos 17 es tema de preocupación particular para los fabricantes de controladores externos 12. Como comprenderá una persona con pericia en la especialidad, la bobina 17 es por lo general de una fabricación difícil y costosa. Típicamente, las bobinas 17 están formadas por filamentos aislados de alambre de cobre macizo o en forma de filamentos. Dicho alambre se enrolla alrededor de una forma predefinida denominada mandril para formar la bobina 17. Es importante enrollar con precisión la bobina 17 con la cantidad correcta de espiras, para lograr la resistencia e inductancia correctas de la bobina. Una vez enrollada, típicamente se encola la bobina 17 sobre sí misma con un adhesivo para impedir que se deshaga. En función del tipo de aislación utilizado, para el encolado de los alambres también se utiliza disolvente o una aplicación de calor. A continuación es necesario desnudar los terminales del alambre para verificar su inductancia y resistencia, y para verificar que no haya espiras en cortocircuito resultantes de un daño en la aislación del alambre durante el arrollamiento. A continuación se fija la bobina terminada al PCB 120 con adhesivo, y se sueldan los terminales al PCB. En caso de necesidad, la bobina 17 puede requerir una estructura de montaje especial para elevar la bobina por encima del conjunto de circuitos sobre el PCB 120, como puede apreciarse mejor en la vista lateral de la Figura 4C. Aun si se lo fabrica y monta al PCB 120 con éxito, la bobina 17 sigue siendo un problema de fiabilidad, debido a su sensibilidad a los choques, golpes o impactos mecánicos, vibración, fluctuaciones de temperatura, y/o humedad. Adicionalmente, el mero espacio físico ocupado por la bobina 17 se añade al tamaño general del controlador externo 12, lo que no es deseable. En esta revelación se proveen formas de realización de una solución para mitigar los inconvenientes relacionados con la fabricación y fiabilidad de la bobina de comunicaciones en el controlador externo.

El estado anterior de la técnica se provee en el documento US 2008/0046034 A1, en el que se revela una bobina transeptora de un dispositivo externo, en donde la bobina está formada en las pistas de una placa de circuito impreso de múltiples capas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las Figuras 1A y 1B muestran un IPG (Generador Implantado de Pulsos), y la manera en la cual un conjunto ordenado de electrodos está acoplado al IPG de acuerdo con el estado anterior de la técnica.

La Figura 2 muestra la comunicación inalámbrica de datos entre un controlador externo y un IPG.

La Figura 3 muestra un controlador externo típico del estado anterior de la técnica.

Las Figuras 4A-4C muestran desde diferentes puntos de vista los componentes internos del controlador externo de la Figura 3, que incluyen la incorporación de una bobina de comunicaciones enrollada tradicional.

Las Figuras 5A y 5B muestran desde diferentes puntos de vista los componentes internos del controlador externo mejorado de la invención que tiene una bobina de comunicaciones de PCB, desde diferentes puntos de vista.

La Figura 6 muestra en forma esquemática la bobina de comunicaciones de PCB de múltiples capas utilizada en el controlador externo mejorado.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5 La siguiente descripción se refiere al uso de la invención dentro de un sistema de SCS (Estimulación de la Médula Espinal). Sin embargo, la invención no se limita a esto. En cambio, es posible utilizar la invención con cualquier tipo de sistema de dispositivo médico implantable que podría beneficiarse de un diseño mejorado para un dispositivo externo que se comunica con un dispositivo implantable. Por ejemplo, la presente invención puede utilizarse como parte de un sistema en el que se emplea un sensor implantable, una bomba implantable, un marcapasos, un desfibrilador, un estimulador coclear, un estimulador retinal, un estimulador configurado para producir el movimiento coordinado de los miembros, un estimulador para la corteza y la parte profunda del cerebro, o en cualquier otro estimulador neural configurado por tratar cualquiera de entre una variedad de condiciones. La invención se define mediante la reivindicación 1.

15 Se revela un controlador externo mejorado que puede ser utilizado en un sistema de dispositivo médico implantable. La bobina de comunicaciones situada en el controlador externo ha sido formada en una PCB (Placa de circuito impreso), es decir, mediante la utilización de las diversas capas y vías de pistas del PCB. Tal como se ilustra, la bobina de PCB está formada en una pluralidad de capas de pistas en el PCB, y comprende una pluralidad de espiras en algunas capas, o en la totalidad de ellas. La bobina de comunicaciones está enrollada alrededor del otro conjunto de circuitos utilizado en el controlador externo; dicho conjunto de circuitos puede estar montado en la parte frontal y/o posterior del PCB. La geometría de la bobina está especialmente dimensionada para maximizar su inductancia, y por lo tanto para maximizar su capacidad de comunicarse en el intervalo inferior a los 4 MHz que no es atenuado de manera significativa por el cuerpo humano.

25 En las Figuras 5A y 5B se ilustra una forma de realización de un controlador externo mejorado 290. Las Figuras correspondientes similares 4B y 4C, 5A y 5B muestran vistas posterior y lateral de un controlador externo 290, habiéndose retirado su carcasa. (La carcasa, interfaz de usuario, y el lado frontal, ilustrados en las Figuras 3 y 4A, podrían ser iguales que en el estado anterior de la técnica, por lo que aquí no se reiteran tales aspectos). La fabricación del controlador externo mejorado 290, al igual que la del controlador externo 12, anteriormente descrita, se centra alrededor de una PCB (Placa de circuito impreso) 300. Sin embargo, y a diferencia del PCB 120 utilizado en el controlador externo 12 del estado anterior de la técnica, el PCB 300 en el controlador externo mejorado 290 incluye una bobina de comunicaciones 305. Esta bobina de comunicación 305 se fabrica utilizando las pistas sobre el PCB 300, a diferencia de los arrollamientos de hilos de cobre tal como se utilizaban para las bobinas de comunicaciones 17 en el estado anterior de la técnica. Tales pistas del PCB se explicarán con mayor detalle en lo que sigue.

40 La utilización de conductores de PCB para la bobina de comunicación 305 resuelve problemas significativos con el diseño y fabricación de los controladores externos. Como se mencionó en lo que precede, la construcción de bobinas tradicionales de hilo de cobre para comunicaciones 17 es por lo general difícil y no fiable. Además, deben utilizarse pasos de montaje especiales para fijar tales bobinas tradicionales de hilo de cobre a sus PCB. En cambio, las pistas para la bobina 305 se forman de la misma manera que las otras pistas sobre el PCB 300, con lo cual se obvia la necesidad de un proceso de fabricación separado para producir la bobina. Las pistas para la bobina en el PCB 300 pueden realizarse fácilmente con una buena precisión y repetitividad, con lo cual se reducen las preocupaciones acerca de la variabilidad de la resistencia e inductancia de la bobina durante su fabricación. Las pruebas de dichas magnitudes, en caso de ser necesario, se llevan a cabo fácilmente durante otras pruebas de fiabilidad estándar del PCB. Tales pistas son fiables en virtud del uso de técnicas establecidas de formación de PCB, y no son propensas a los modos de fallos mecánicos (por ejemplo, espiras en cortocircuito) experimentados por los arrollamientos tradicionales del estado anterior de la técnica; tampoco son sensibles a choques, golpes o impactos, vibraciones, fluctuaciones de temperatura y/o humedad. Las bobinas de PCB son también muy adecuadas para la producción en masa de muchos miles de unidades.

55 De acuerdo con la invención, el PCB 300 es un PCB de múltiples capas, que tiene pistas en una pluralidad de capas del PCB. Tales PCB de múltiples niveles se encuentran en todas partes en la industria electrónica, y se los prefiere para maximizar la flexibilidad para la interconexión de los diversos componentes (por ejemplo, circuitos integrados) montados en el PCB. En la Figura 6 se muestra una bobina 305, a título de ejemplo, formada mediante la utilización de un PCB de múltiples capas 300. Como se muestra, la bobina 305 ha sido compuesta en un PCB 300 que tiene seis capas: una capa 310a próxima al lado posterior; una capa 310f próxima al lado frontal; y cuatro capas 310b-e entre las mismas. Una persona con pericia en la especialidad comprenderá que entre cada una de las capas 310 hay capas de aislación 320a-320g. Sin embargo estas capas de aislación no se muestran en la Figura 6 de manera tal que es posible apreciar mejor la estructura de la bobina en tres dimensiones. Si bien se ilustran seis capas 310 a-f, esta cantidad se da meramente a título de ejemplo y podría comprender diferentes números de capas, de uno a una cantidad muy superior. La cantidad de capas elegida puede depender de la inductancia requerida por la bobina 305, como se explicará con mayor detalle en lo que sigue. Si es posible proveer una cantidad suficiente de espiras, la bobina 305 puede construirse en una sola capa de pistas. Cualquier material estándar para el PCB 300 es aceptable, inclusive los PCB basados en FR4 estándar en la industria.

La bobina 305 mostrada en la Figura 6 tiene dos terminales 350a y 350b en ambos extremos que permiten acoplar la bobina al conjunto de circuitos de comunicaciones adecuado 360 sobre el lado posterior del PCB. Si bien en términos generales se ilustra en las figuras, el conjunto de circuitos de comunicaciones 360 comprende un conjunto de circuitos para compilar un programa de terapia para el IPG 100; dicho programa es finalmente emitido al IPG en forma de una señal inalámbrica por el conjunto de circuitos de comunicaciones, mediante la activación de la bobina 305. Empezando desde el terminal 350a, puede observarse que las pistas en la capa 310a realizan dos giros en el sentido antihorario que se se enrollan en espiral hacia dentro. En este momento, las pistas se encuentran por medio de una vía 330a que conecta las pistas en la capa 310a con las pistas en la capa 310b. Tales vías intercapa, y cómo fabricarlas, son bien conocidos y no requieren explicación adicional. Seguidamente, las pistas en la capa 310b efectúan nuevamente dos giros en el sentido antihorario, si bien esta vez se enrollan en espiral hacia fuera. Las pistas 310b se encuentran seguidamente con la siguiente vía 330b para conectarse con las pistas en la capa 310c; dichas pistas en la capa 310c nuevamente efectúan dos giros en sentido antihorario que se se enrollan en espiral hacia dentro, y así sucesivamente. El efecto global es una bobina 305 que es esencialmente similar a un arrollamiento de cobre tradicional, pero construido con mayor precisión y fiabilidad. Debería entenderse que la bobina ilustrada 305 en la Figura 6 es tan sólo una manera de realizar una bobina de PCB 305 adecuada.

Obsérvese que en la capa (frontal) 310f las espiras se detienen poco antes de completar dos espiras para permitir que una vía 340 encamine dicho extremo de la bobina de regreso a la capa (posterior) 310a en el terminal 350b. Debido a que las espiras se detienen antes de completarse, el terminal 350b se halla dentro de las espiras en la capa 310a. Esto hace que sea posible conectar la bobina 305 al conjunto de circuitos 360 del controlador externo situado en el PCB 300 dentro de las espiras en la capa 310a, como puede verse mejor en la Figura 5A. De acuerdo con la invención, se hace que la bobina 350 pase alrededor de, o abarque, el conjunto de circuitos 360 del controlador externo, lo que incluiría un conjunto de circuitos estándar tal como un microcontrolador, un conjunto de circuitos de comunicaciones para la interacción con la bobina, etc. Si bien dicho conjunto de circuitos 360 del controlador externo puede presentarse principalmente en el lado posterior del PCB 300 como se muestra en la vista lateral de la Figura 5B, parte de este conjunto de circuitos 360 (tales como los conmutadores 122) también podría presentarse en el lado frontal, como se muestra en la Figura 6. Si bien no es estrictamente necesario que la totalidad del conjunto de circuito 360 del controlador externo esté situado dentro de la bobina 305, se prefiere una disposición de este tipo; si hay por lo menos una porción del conjunto de circuitos 360 situado fuera de la bobina 305 en el PCB 300, puede ser difícil acoplar dicho conjunto de circuitos al conjunto de circuitos remanente 360 dentro de la bobina, por cuanto las espiras de la bobina impiden la interconectividad con por lo menos algunas capas. Dicho esto, por lo menos algunas porciones del conjunto de circuitos 360 del controlador externo pueden estar también situadas fuera de la bobina 305 en el PCB 300 que sin embargo no forma parte de la invención. Por ejemplo, y con referencia la Figura 5B, obsérvese que la batería 126 y la pantalla 265 pueden estar situados fuera de la bobina 305. Para conectar dicho conjunto de circuitos a otro conjunto de circuitos 360 dentro de la bobina, puede ser ventajoso no tener espiras completas de la bobina en la capa más externa 310 a, a efectos de permitir la interconectividad.

Es preferible que la bobina de PCB 305 permanezca sustancialmente sin obstrucciones por estructuras que podrían interferir con el campo magnético que produce. Por ejemplo, la batería 126 podría proveer una interferencia de este tipo, y por ello es preferible que la batería 126 no sobresalga por arriba de la bobina 305. Como alternativa, la bobina 305 podría ir alrededor de la batería 126, es decir alrededor de la periferia completa del PCB 300, a efectos de evitar dicha interferencia.

Cuando se la utiliza en un controlador externo 290 para un sistema de dispositivo médico implantable, una bobina adecuada 305 puede tener de dos a cuatro espiras por capa sobre un PCB 300 de seis capas, es decir entre 12 y 24 espiras en total. Las pistas que comprenden la bobina pueden tener un ancho de aproximadamente 1 a 2 mm, y cada espira (si en términos generales se construye como un cuadrado como se muestra en la Figura 5) puede abarcar un área de aproximadamente 4 cm por 6 cm. Construido de esta manera, la inductancia de la bobina resultante 305 puede ser de aproximadamente 50 microhenrios. Con las frecuencias de comunicaciones consideradas para el sistema de dispositivo médico implantable ilustrado (por ejemplo, de 50-500 kHz), dicha elevada inductancia es deseable, como se explica con mayor detalle en lo que sigue. También es posible incrementar la inductancia en mayor grado aun incrementando el área de la bobina, incrementando la cantidad de espiras en cada capa, o incrementando la cantidad de capas. El incremento del ancho y espesor de las pistas (cantidad de cobre) reduce la resistencia e incrementa el factor de calidad "Q" de la bobina, lo que mejora su eficiencia. Para una bobina de comunicaciones de telemetría, un factor "Q" = 10 es suficiente para proveer el ancho de banda requerido para las velocidades típicas de los datos de telemetría. Una bobina con un "Q" más elevado es más eficiente, pero reduce el ancho de banda. En términos generales, una bobina de PCB puede tener una mayor capacidad para manipular la potencia, debido a su superficie potencialmente más grande.

Dando que la bobina de PCB revelada se comunica mediante acoplamiento magnético, no opera como una antena de comunicaciones típica (por ejemplo, una antena de microbanda o de parche) que podría hallarse por ejemplo en teléfonos celulares y que típicamente opera con frecuencias mucho más elevadas. En lugar de ello, las bobinas de PCB reveladas producen un campo magnético; dicho campo magnético lleva la comunicación por acoplamiento magnético inductivo en la bobina receptora. Se cree que el uso de una bobina de PCB para comunicaciones es novedoso en un sistema de dispositivo médico implantable. Afortunadamente, una bobina de PCB soportará la comunicación a las frecuencias relativamente bajas (inferiores a 4 MHz) impuestas por el entorno del cuerpo

humano mencionado en lo que precede, por lo que es adecuada para ser utilizada en un sistema de dispositivo médico implantable. En cambio, se da por entendido que una antena de comunicaciones tradicional que opera con menos de 4 MHz, no es implantable en un PCB, por cuanto dicha radiación inferior a 10 MHz comprendería una longitud de onda de muchos metros, lo que es ampliamente excesivo para ser implementado en una placa de circuito impreso típico. En otras palabras, no sería posible modificar meramente una antena de comunicaciones de PCB tradicional para hacerla operar con menos de 4 MHz en un sistema de dispositivo médico implantable.

La maximización de la inductancia de la bobina 305 de PCB es por lo general beneficiosa en el sistema ilustrado para las comunicaciones de un dispositivo médico implantable. Esto se debe a que las comunicaciones entre el controlador externo 290 y el IPG 100 por lo general no superarán los 4 MHz, y en lugar de ello tendrán típicamente un intervalo de 50 a 500 kHz. Esto se debe a que el cuerpo de un paciente humano en el que se implante el IPG 100 por lo general atenuará los campos eléctricos que superen los 4 MHz. Por supuesto, dicha atenuación no es deseable por cuanto si es demasiado severa afectará las intensidades de las señales o requerirá baterías de mayor potencia a efectos de compensar dicha pérdida de intensidad de la señal. Las comunicaciones en el intervalo inferior a los 10 MHz requerirán el uso de una bobina con una inductancia relativamente elevada, por ejemplo de 50 microhenrios, como se mencionó en lo que precede.

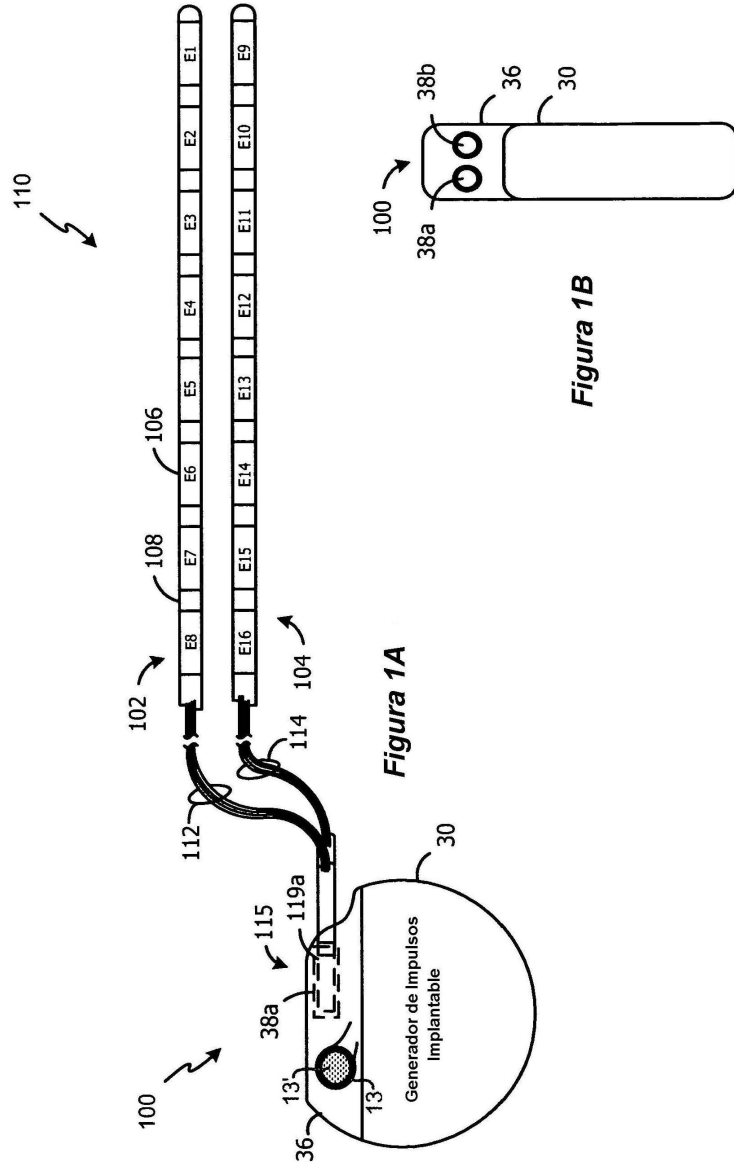
Además de proveer una mejor fiabilidad en comparación con las bobinas enrolladas tradicionales, el controlador externo 290 también se beneficia del perfil más esbelto que provee la bobina de PCB 305. La naturaleza más estrecha del conjunto de circuitos resultante con el uso de la bobina de PCB 305 es evidente si se compara la Figura 5B con la Figura 4C.

Si bien se ha ilustrado la invención en el contexto de un controlador externo utilizado para enviar y recibir datos hacia y desde un IPG 100, también podría utilizarse una bobina de PCB para reemplazar la bobina utilizada en un cargador externo utilizado para cargar de forma inalámbrica la batería dentro del IPG. Un ejemplo de un cargador externo se provee en la Solicitud de Patente de los EE.UU. N° 11/460.955 presentada el 28 de julio de 2006 y publicada como Patente de Estados Unidos 2008/0027500 A1. Como comprenderá una persona que examine dicha solicitud de patente, un cargador externo activa una bobina cargadora para que emita una señal inalámbrica que comprende un campo magnético que transmite energía eléctrica a la bobina de carga en el IPG 100; dicha señal puede ser rectificadora y utilizada para cargar la batería en el IPG o para de alguna otra manera proveer energía eléctrica al IPG.

En otras solicitudes de patente asignadas al Solicitante se analizan los beneficios de un controlador externo o de una carga externa que tiene por lo menos dos bobinas ortogonales. Véase, por ejemplo, la Solicitud de Patente de los Estados Unidos Serie N° 11/853.624 presentada el 11 septiembre de 2007 y publicada como US 2009/0069869 A1; y la Solicitud de Patente de los Estados Unidos Serie N° 11/622.395 presentada el 11 de enero de 2007 y publicada como US 2008/0172109 A 1. Las bobinas de PCB reveladas en la presente pueden, de acuerdo con dichas Solicitudes de Patente, ser colocadas ortogonalmente para mejorar la direccionalidad de la comunicación. Esto puede lograrse mediante dos o más bobinas de PCB rígidas fijadas ortogonalmente entre sí. Adicionalmente, las dos bobinas de PCB pueden ser incorporadas en un único sustrato que sea flexible, de manera tal que el sustrato puede ser curvado para alinear las dos o más bobinas colocadas sobre él, ortogonalmente entre sí.

REIVINDICACIONES

1. Un controlador externo (290) para comunicarse con un dispositivo médico implantable (100), que comprende:
- 5 una placa de circuito impreso (PCB) (300), teniendo el PCB una pluralidad de capas de pistas (310a-f);
una bobina de comunicaciones (305) para emitir el programa de terapia por medio de acoplamiento magnético hacia el dispositivo médico implantable, en donde la bobina de comunicaciones comprende una pluralidad de espiras en las pistas en la pluralidad de capas del PCB, en donde unas vías conectan la pluralidad de espiras entre las capas; y
- 10 un conjunto de circuitos (360) del controlador externo, acoplado al PCB y a la bobina de comunicaciones para compilar un programa de terapia para el dispositivo médico implantable y para activar la bobina de comunicaciones, **caracterizado porque** el conjunto de circuitos del controlador externo se halla dentro de la bobina de comunicaciones.
- 15 2. El controlador externo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el programa de terapia es emitido por la bobina de comunicaciones a una frecuencia inferior a 4 MHz.
3. El controlador externo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el conjunto de circuitos del controlador externo comprende un conjunto de circuitos de comunicaciones para su interacción con la bobina.
- 20 4. El controlador externo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el conjunto de circuitos del controlador externo comprende un microcontrolador.
5. El controlador externo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada una de las pluralidades de espiras en cada capa está enrollada en sentido antihorario, y en donde la pluralidad de espiras se alterna en capas sucesivas entre sus arrollamientos hacia dentro y hacia fuera .
- 25 6. Un sistema, que comprende:
- 30 un dispositivo externo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 5, para enviar una señal inalámbrica a un dispositivo médico implantable; y
un dispositivo médico implantable, en donde el dispositivo médico implantable comprende una segunda bobina para recibir la señal inalámbrica emitida desde la primera bobina.
- 35 7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la señal inalámbrica comprende:
- a) datos,
b) energía eléctrica, o
- 40 c) una señal con una frecuencia inferior a 10 MHz.



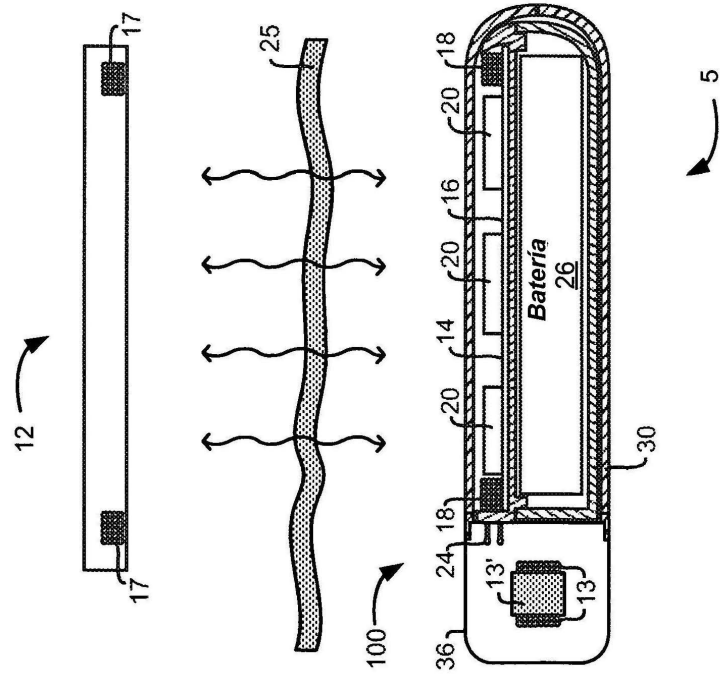
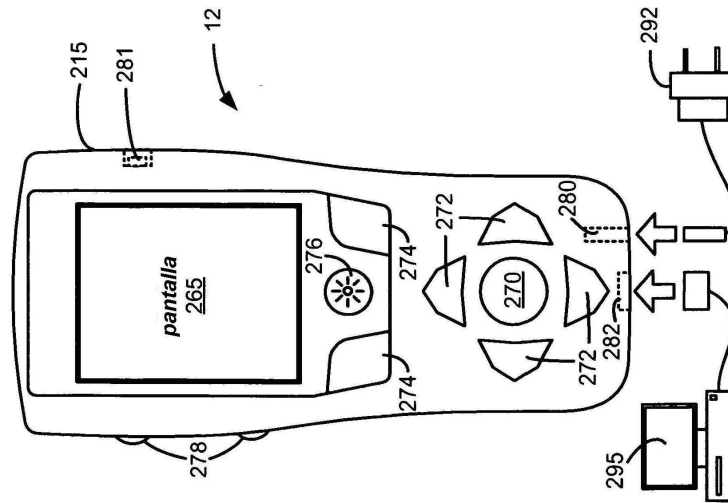
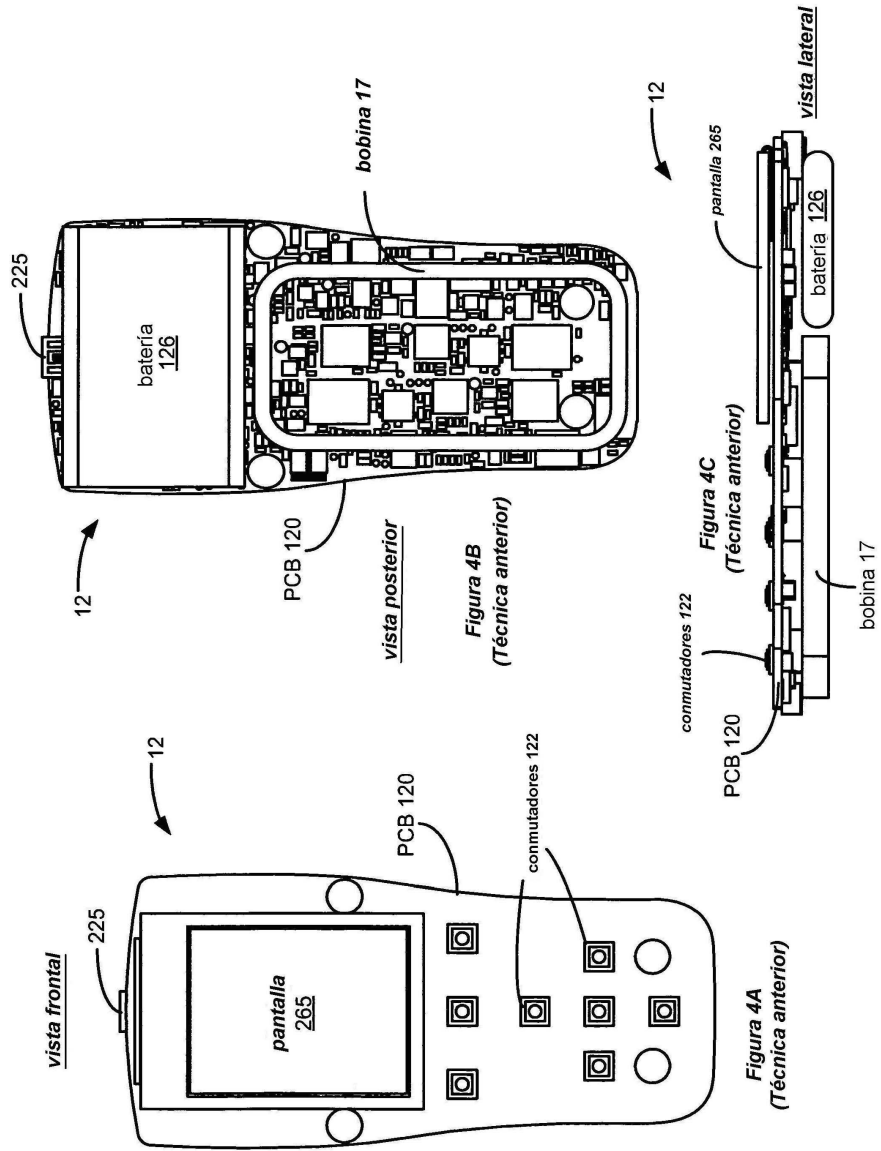


Figura 2
(Técnica anterior)

Figura 3
(Técnica anterior)





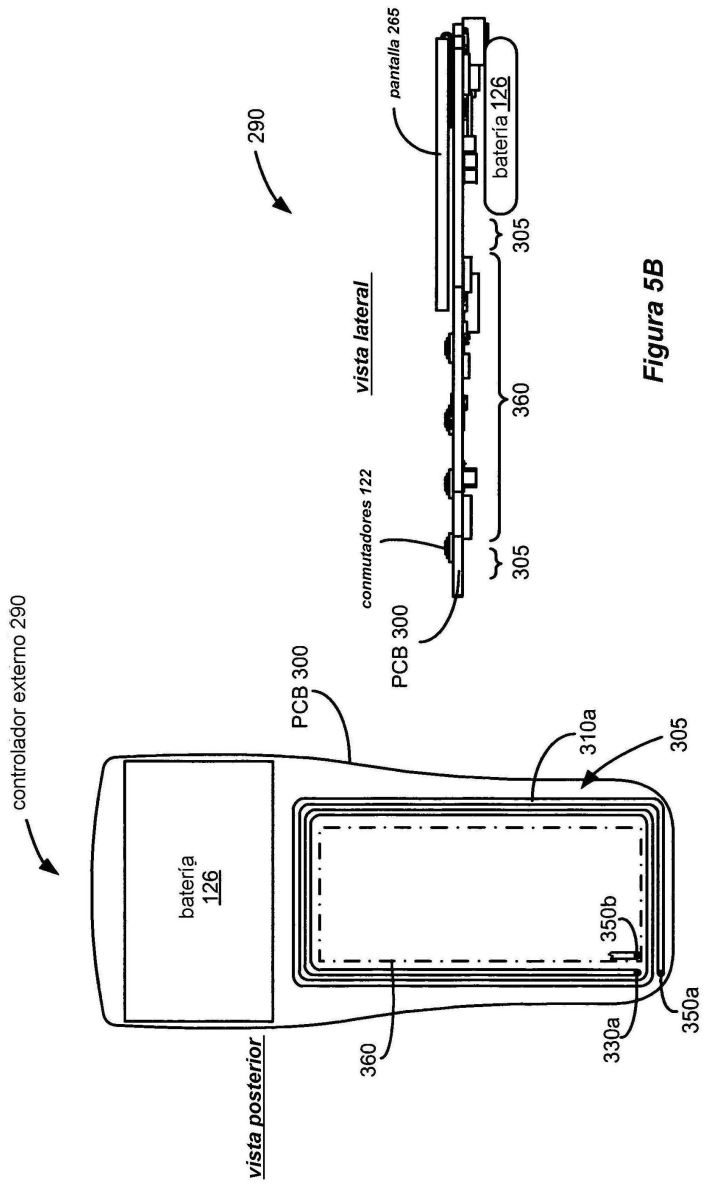


Figura 5A

Figura 5B

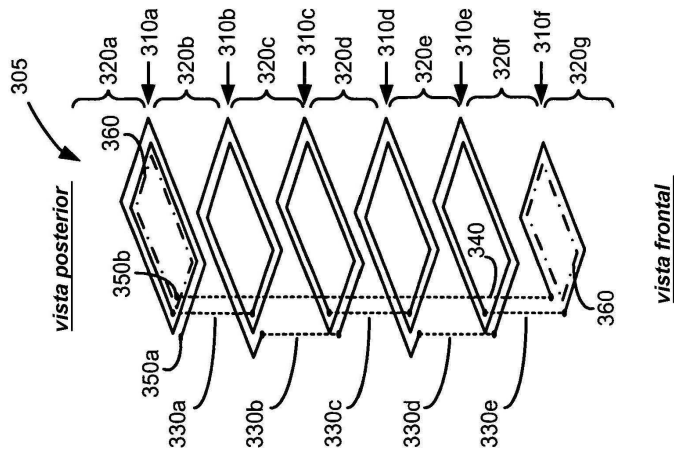


Figura 6