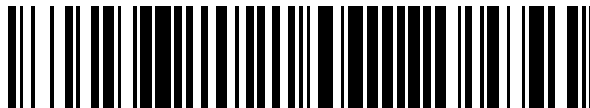


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 602 807**

51 Int. Cl.:

H01M 4/70 (2006.01)

H01M 2/02 (2006.01)

H01M 10/04 (2006.01)

A61N 1/37 (2006.01)

A61N 1/378 (2006.01)

H01M 2/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.04.2012 PCT/US2012/034613**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.11.2012 WO12154394**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2012 E 12718837 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016 EP 2707913**

54 Título: **Dispositivo médico implantable con batería recargable segura para TRM**

30 Prioridad:

10.05.2011 US 201161484489 P

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

22.02.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

MURTONEN, SALOMO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 602 807 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

Dispositivo médico implantable con batería recargable segura para TRM

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a una batería recargable mejorada para un dispositivo médico implantable, y un dispositivo médico implantable mejorado que incorpora dicha batería.

Antecedentes

10 Los dispositivos de estimulación implantables son dispositivos que generan y proporcionan estímulos eléctricos a los nervios y tejidos corporales para la terapia de diversos trastornos biológicos, tales como marcapasos para tratar arritmia cardíaca, desfibriladores para tratar la fibrilación cardíaca, estimuladores cocleares para tratar la sordera, estimuladores retinales para tratar la ceguera, estimuladores musculares para producir un movimiento coordinado de las extremidades, estimuladores medulares para tratar el dolor crónico, estimuladores cerebrales corticales y profundos para tratar trastornos motores y psicológicos, y otros estimuladores neuronales para tratar la incontinencia urinaria, la apnea del sueño, la subluxación del hombro, etc. La descripción a continuación se centrará generalmente en el uso de la invención dentro de un sistema de Estimulación Medular (EM), tal como el desvelado en la Patente de Estados Unidos N.º 6.516.227, que se incorpora en el presente por referencia en su totalidad.

15 Como se muestra en las Figuras 1A y 1B, un sistema de EM incluye habitualmente un Generador de Pulsos Implantable (GPI) 100, que incluye caja 30 biocompatible con el dispositivo formada de titanio, por ejemplo. La caja 30 contiene habitualmente la circuitería y la batería 26 necesarias para que funcione el GPI. El GPI 100 se acopla a electrodos 106 mediante uno o más cables de electrodos (dos de dichos cables 102 y 104 se muestran), de manera que los electrodos 106 forman una serie de electrodos 110. Los electrodos 106 son conducidos sobre un cuerpo flexible 108, que también aloja los alambres de señal individuales 112 y 114 acoplados a cada electrodo. En la realización ilustrada, hay ocho electrodos sobre el cable 102, etiquetados E₁-E₈, y ocho electrodos sobre el cable 104, etiquetados E₉-E₁₆, aunque el número de cables y electrodos es específico de la aplicación y, por tanto, puede variar. Los cables 102 y 104 se acoplan al GPI 100 utilizando conectores de cable 38a y 38b, que se fijan en un material colector 36.

20 Como se muestra en la Figura 2, el GPI 100 incluye habitualmente un conjunto de sustrato 14 electrónico que incluye una placa de circuito impreso (PCI) 16, junto con diversos componentes electrónicos 20, tales como microprocesadores, circuitos integrados y condensadores montados a la PCI 16. Dos bobinas están generalmente presentes en el GPI 100: una bobina 13 de telemetría utilizada para transmitir/recibir datos a/desde un control externo 12; y una bobina de carga 18 para cargar o recargar la batería del GPI 26 utilizando un cargador externo 50. La bobina 13 de telemetría puede montarse dentro del colector 36 del GPI 100 como se muestra.

25 Como se acaba de señalar, un control externo 12, tal como un programador portátil o el programador de un médico, se utiliza para enviar datos al, y recibir datos del, GPI 100. Por ejemplo, el control externo 12 puede enviar datos de programación al GPI 100 para prescribir la terapia que el GPI 100 proporcionará al paciente. Además, el control externo 12 puede actuar como receptor de datos del GPI 100, tales como diversos datos que comuniquen el estado del GPI. El control externo 12, como el GPI 100, también incluye una PCI 70 sobre la que se colocan componentes electrónicos 72 para controlar el funcionamiento del control externo 12. Una interfaz de usuario 74 similar a la utilizada para un ordenador, teléfono móvil u otro dispositivo electrónico portátil, y que incluya botones táctiles y una pantalla, por ejemplo, permite que un paciente o médico manejen el control externo 12.

30 La transferencia de datos móviles entre el GPI 100 y el control externo 12 se produce mediante acoplamiento inductivo. Para poner en marcha dicha funcionalidad, tanto el GPI 100 como el control externo 12 tienen bobinas 13 y 17, respectivamente. Ambas bobinas pueden actuar como el transmisor o el receptor, permitiendo así la comunicación bidireccional entre los dos dispositivos. Cuando van a enviarse datos desde el control externo 12 al GPI 100, por ejemplo, la bobina 17 se activa con corriente alterna (CA), que genera un campo magnético 29, que a su vez induce una tensión en la bobina 13 de telemetría del GPI. El campo magnético 29 generado habitualmente se modula utilizando un protocolo de comunicación, tal como un protocolo de Modulación por Desplazamiento de Frecuencia (FSK), que se conoce bien en la técnica. La potencia utilizada para activar la bobina 17 puede proceder de una batería 76 que, como la batería 26 del GPI es preferentemente recargable, pero la potencia también puede obtenerse enchufando el control externo 12 en una toma de corriente de pared (que no se muestra), etc. La tensión inducida en la bobina 13 puede demodularse entonces en el GPI 100 de vuelta al interior de las señales de los datos telemetrados. Para aumentar la densidad de flujo magnético y, por tanto, la eficiencia de la transferencia de datos, la bobina 13 de telemetría del GPI puede involucrarse alrededor de un núcleo de ferrita 13'.

35 El cargador externo 50 se utiliza para cargar (o recargar) la batería 26 del GPI. Específicamente, y de forma similar al control externo, la bobina 17' se activa con una corriente CA para crear un campo magnético 29. Este campo magnético 29 induce una corriente en la bobina de carga 18 dentro del GPI 100, corriente que se rectifica a niveles de CC, y que se utiliza para recargar la batería 26. El cargador externo 50 tendrá generalmente muchos de los mismos componentes que el control externo 12 y, por lo tanto, tendrá números de elementos similares, representados con símbolos principales. Sin embargo, aunque sea suficiente para los fines de esta divulgación ver el

control externo 12 y el cargador 50 como prácticamente iguales, un experto en la materia se dará cuenta de que los controles externos 12 y los cargadores 50 tendrán diferencias pertinentes como dictan sus funciones respectivas.

5 Como se sabe bien, la transmisión inductiva de datos o potencia puede producirse transcutáneamente, es decir, a través del tejido del paciente 25, haciendo que sea particularmente útil en el sistema de un dispositivo médico implantable. Durante la transmisión de datos o potencia, las bobinas 13 y 17, o 18 y 17', se extienden preferentemente a lo largo de un eje común en planos que son paralelos. Dicha orientación entre las bobinas mejorará generalmente el acoplamiento entre ellas, pero la desviación de las orientaciones ideales puede seguir generando una transferencia de datos o potencia con la fiabilidad adecuada.

10 En las Figuras 3A y 3B se muestra una batería recargable 26 para el GPI 100 ilustrado, que representa una batería de ion-litio 3.6V de 200 mAh, número de pieza QL02001-A, fabricada por Quallion, LLC. Como se muestra, la batería 26 generalmente tiene la forma de un cilindro "aplastado". La batería 26 incluye un alojamiento 150 externo; sus componentes internos pueden verse en corte transversal en la Figura 3B. Hay cuatro placas específicamente visibles que se han enrollado en espiral dentro del alojamiento 150: una placa anódica conductora 140, una placa catódica conductora 142, y dos placas separadoras 144. Un electrolito (que no se muestra) llena los espacios entre las diversas placas, como se sabe bien.

15 La Figura 4 muestra la placa anódica 140, la placa catódica 142 y las placas separadoras 144 desenrolladas como láminas separadas para simplificar. La placa anódica 140 incluye materiales anódicos tales como grafito, por ejemplo. La placa anódica 140 también puede incluir un sustrato sobre el que se coloca el material anódico, tal como un sustrato de titanio. Sin embargo, la delineación de dichas capas en la placa anódica 140 no se muestra en la Figura 4 para simplificar. La placa catódica 142 incluye materiales catódicos basados en litio tales como LiC_6 , $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$, LiCoO_2 , o LiNiCoO_2 , por ejemplo. Nuevamente, la placa catódica 142 puede incluir un sustrato sobre el que se colocan los materiales catódicos, tal como aluminio. Las placas separadoras 144 pueden comprender numerosos materiales, tales como polietileno. Otros detalles relativos a las batería de ion-litio y sus materiales pueden encontrarse en la Patente de Estados Unidos N.º 6.553.263 y también en http://en.wikipedia.org/wiki/Lithium_ion_batería, cuya copia se incluye en la Exposición de la Descripción de la Información presentada con el presente documento, ambas de las cuales se incorporan en el presente por referencia en su totalidad.

20 Como es habitual, la placa anódica 140 y la placa catódica 142 se acoplan a dos terminales de batería externa 132 y 130, respectivamente, como se muestra en las Figuras 3A y 4. El terminal de batería catódica 130 se acopla a la caja de la batería 150, mientras que el terminal de la batería anódica 132 se aísla de la caja de la batería mediante un aislador 133 (Figura 3A). Que el alojamiento 150 de la batería se acople al ánodo o al cátodo depende del diseño, y puede variar. Los terminales 130 y 132 de batería se conectan finalmente de forma eléctrica a la PCI 16 (Figura 2) en el GPI 100, tal como mediante soldadura.

25 El inventor ha observado que un dispositivo médico implantable que tiene una batería de ion-litio recargable, tal como la batería 26, puede interferir con el uso de la tomografía por resonancia magnética (TRM) de un paciente. En particular, al inventor le preocupa que cuando se está realizando una operación de TRM en un paciente con un dispositivo implantable, tal como el GPI 100, los campos magnéticos de la TRM puedan interferir con la batería 26. Como consecuencia de dicha interferencia, la batería 26 puede calentarse excesivamente e incluso puede vibrar.

30 La Figura 5 muestra un corte transversal de una máquina 500 de TRM con un paciente 545 dentro. La máquina 500 de TRM incluye un imán estático 502 y tres imanes gradientes 504, 506 y 508. Los tres imanes gradientes 504, 506 y 508 están alineados cada uno en planos X, Y y Z respectivamente. Los imanes gradientes 504, 506 y 508 generan un campo magnético alterno X 520, un campo magnético alterno Y 530, y un campo magnético alterno Z 540, respectivamente. El imán estático 502 genera un campo magnético estático 550 de entre 0,5-teslas y 3,0-teslas o más, o de entre 5.000 y 30.000 gauss o más, que es un campo magnético muy potente.

35 Cuando un paciente que tiene un GPI 100 con una batería 26 está situado dentro de la máquina 500 de TRM, los campos magnéticos alternos 520, 530, y 540 de la TRM inducen corrientes circulantes en las placas conductoras 140 y 142 y el alojamiento 150 de la batería 26. Estas corrientes se conocen como corrientes de Foucault, y se muestran genéricamente en la Figura 6 como una corriente 606 sensible a uno de los campos 602 magnéticos alternos (por ejemplo, 520, 530, o 540) de la máquina 500. (Las corrientes de Foucault 606 solamente se muestran en una superficie principal de la batería 26 en la Figura 6 por comodidad, pero queda entendido que la pluralidad de campos alternos 520, 530, y 540 ocasionarían otras corrientes de Foucault en otras superficies de la batería 26). Dichas corrientes de Foucault 606 pueden calentar la batería 26, que a su vez puede calentar el GPI 100. Dicho calentamiento puede causar molestias al paciente y también puede reducir la vida de la batería.

40 El inventor considera que las corrientes de Foucault 606 en la batería 26 son problemáticas de otra manera que se refiere al entorno de la TRM. De acuerdo con un principio conocido como la Ley de Lenz, las corrientes de Foucault 606 inducen un campo magnético alterno 604 que se opone generalmente al campo 602 que lo creó. Este campo magnético alterno 604 inducido puede reaccionar con el potente campo magnético estático 550 en la máquina 500 de TRM. En términos generales, el campo magnético estático 550 tendrá polos norte y sur fijos, mientras que el campo magnético alterno 604 inducido tendrá polos norte y sur que se alternen. Estos dos campos 604 y 550

reaccionarán entre sí para ejercer una fuerza mecánica en la batería 26 que empuje y tire de la batería 26 a lo largo de un eje con una frecuencia correspondiente a la del campo alterno 604. Dicho de otro modo, el campo magnético alterno 604 inducido provocaría que la batería 26 vibrase en presencia del campo magnético estático 550. Cuanto mayor sea la magnitud de las corrientes de Foucault 606, más fuerte será el campo magnético alterno 604 inducido y, por tanto, más fuerte será la fuerza vibratoria sobre la batería 26. Dichas vibraciones pueden debilitar las fijaciones mecánicas de la batería 26 dentro del alojamiento 30 del GPI 100, y pueden ocasionar la rotura de las juntas de soldadura o dañar otros componentes en el GPI 100.

Además, los campos magnéticos alternos 604 inducidos generados por las corrientes de Foucault 606 en la batería 26 pueden provocar distorsiones en el área que rodea el GPI, afectando así negativamente la calidad de la imagen de la TRM.

Dadas las deficiencias de la batería recargable de la técnica anterior, sería beneficioso proporcionar una batería recargable mejorada para un dispositivo médico implantable, y esta divulgación ofrece dicha solución.

El documento US6067474 desvela una batería recargable de la técnica anterior.

Breve descripción de los dibujos

Las Figuras 1A y 1B muestran un generador de pulsos implantable (GPI), y la manera en que una serie de electrodos se acopla al GPI de acuerdo con la técnica anterior.

La Figura 2 muestra la relación entre el GPI y un control externo y un cargador externo.

Las Figuras 3A y 3B muestran una batería recargable de la técnica anterior para un GPI que tiene una estructura ánodo/separador/cátodo en espiral.

La Figura 4 muestra placas desenrolladas de la batería de la técnica anterior de la Figura 3 para simplificar.

La Figura 5 muestra la estructura de imanes en una TRM y su posición con respecto a un paciente situado dentro de la máquina de TRM.

La Figura 6 muestra los efectos de un campo magnético alterno en la producción de corrientes de Foucault en una batería recargable de la técnica anterior.

Las Figuras 7-11 muestran diferentes realizaciones de diseños mejorados para una placa anódica y/o catódica conductora para una batería recargable mejorada que tiene hendiduras practicadas en su interior.

Las Figuras 12A-12C muestra otra realización en la que las placas anódicas y catódicas tienen hendiduras complementarias formadas en su interior.

Descripción detallada

La siguiente descripción se refiere al uso de la invención dentro de un sistema de estimulación medular (EM). Sin embargo, queda entendido que la invención no es tan limitada. Por el contrario, la invención puede utilizarse con cualquier tipo de sistema de dispositivo médico implantable que pueda beneficiarse de un diseño de batería mejorado. Por ejemplo, la presente invención puede utilizarse como parte de un sistema que emplee un sensor implantable, una bomba implantable, un marcapasos, un desfibrilador, un estimulador coclear, un estimulador retinal, un estimulador configurado para producir un movimiento coordinado de las extremidades, un estimulador cerebral cortical y profundo, o en cualquier otro estimulador neuronal para tratar cualquiera de una variedad de afecciones.

Se desvelan diseños de batería recargable mejorada para un dispositivo médico implantable. La batería recargable mejorada está diseñada para reducir corrientes de Foucault en las placas conductoras dentro del alojamiento de la batería, reduciendo así el calentamiento excesivo y las vibraciones causados cuando la batería se coloca en un alto campo magnético, tal como dentro de una máquina de TRM.

La Figura 7 muestra una primera realización para reducir corrientes de Foucault en las placas conductoras de una batería para un dispositivo médico implantable, lo que conlleva practicar una serie de hendiduras 820 estrechas en la placa 842 conductora de la batería. La placa 842 conductora es representativa de la placa anódica 140 (Figura 4) o la placa catódica 142 de la batería mejorada, o de ambas, y puede fabricarse de los mismos materiales anódicos o catódicos comentados anteriormente en los Antecedentes.

Las hendiduras 820 se practican horizontalmente sobre la superficie de la placa 842 paralela a sus extremos largos 836 para dividir el área de la superficie. Las hendiduras 820 crean discontinuidades eléctricas en el área de la superficie, que aumenta la resistencia a las corrientes dentro de un plano de la placa, e impide así el flujo de corrientes de Foucault en la placa 842. En particular, las hendiduras 820 impiden el flujo de corriente en perpendicular hacia las hendiduras, es decir, verticalmente en las Figuras 7-8.

Las hendiduras 820 empiezan a una distancia 852 lejos de un primer extremo corto 835, pero entonces terminan en el segundo extremo corto 830 opuesto. Esto evita que las corrientes de Foucault fluyan alrededor de las hendiduras 820 cercanas al extremo corto 830 al menos. Podrían seguir fluyendo corrientes de Foucault alrededor de los extremos de las hendiduras 820 cercanas al extremo corto 835, pero mantener la placa 842 sin cortes en su lugar también aporta algunos beneficios. En primer lugar, la parte sin cortes 852 proporciona un área de alta densidad de corriente, que puede evitar un sobrecalentamiento y daños a la placa 842. En segundo lugar, la parte sin cortes 852 hace que la placa 842 sea más fácil de manipular durante la fabricación de la batería, y mantiene la placa 842 en

una pieza. Sin embargo, esto no es estrictamente necesario y, en su lugar, las hendiduras 820 podrían prolongarse todo a lo largo desde el extremo 830 hasta el extremo 835. Si esto sucede, podría utilizarse cinta u otro adhesivo cerca del extremo 835 para mantener la placa 842 prácticamente intacta después de practicarse las hendiduras 820 para facilitar la posterior fabricación y manipulación.

5 El número y espaciado 837 de las hendiduras 820 está sujeto a las preferencias del diseñador, y puede determinarse según la susceptibilidad prevista de la placa 842 en cuestión a las corrientes de Foucault, que puede requerir la consideración de la conductividad de la placa 842, la frecuencia del campo magnético 602 perturbador (Figura 6), y otros factores. Cuanto mayor sea el número de hendiduras 820 y menor sea su espaciado 837, más efectiva será la batería al reducir los efectos adversos de las corrientes de Foucault mencionados anteriormente. Sin embargo, un número de hendiduras mayor y un espaciado menor pueden hacer que la placa 842 sea difícil de manipular durante la fabricación. Además, un gran número de hendiduras o un espaciado ajustado finalmente empezará a reducir efectivamente el área de la superficie de la placa 842, lo que podría aumentar la resistencia interna de la batería. La experimentación o la simulación pueden ayudar a establecer la cantidad de espaciado de las hendiduras.

15 Cabe señalar que, aunque las hendiduras 820 impiden el flujo de corriente dentro del plano de la placa 842, el área de la superficie de la placa permanece de otro modo igual. De por sí, el rendimiento de la batería (es decir, el flujo de iones dentro de la batería desde el cátodo a la placa anódica) no se ve afectado significativamente. Es decir, las hendiduras 820 no afectan significativamente a la corriente de la batería perpendicular al plano de la placa 842.

20 Las hendiduras 820 pueden formarse colocando una placa 842 finalizada de otro modo bajo un dispositivo de múltiples hojas (que no se muestra) y presionando después el dispositivo de múltiples hojas sobre la placa para crear múltiples hendiduras estrechas. Tanto las placas anódicas 140 como las catódicas 142 podrían cortarse simultáneamente, o cada placa podría cortarse individualmente y por separado. En otra realización más, la segunda placa se coloca bajo la hoja de forma que las hendiduras se desplazan una pequeña distancia de las hendiduras que se practicaron en la primera placa. También puede que las hendiduras 820 no se practiquen todo a lo largo de la placa 842, sino que, por el contrario, simplemente marquen o señalen las placas, lo que también aumentaría la resistencia a las corrientes dentro del plano de las placas.

25 Una vez se han cortado las placas 842, la batería 26 puede fabricarse utilizando etapas de fabricación tradicional. Suponiendo que se han cortado tanto la placa anódica 140 como la placa catódica 142, la placa anódica 140 cortada se coloca entre dos placas separadoras 144 (Figuras 3B y 4). La placa catódica 142 cortada se coloca entonces encima del segundo separador 144, y la estructura resultante se pliega después (por ejemplo, se enrolla) en una configuración (por ejemplo, una configuración espiral), tal como la mostrada en la Figura 3B. La configuración se coloca dentro del alojamiento 150 de una batería que es conforme a la forma de la batería 26 (Figuras 3A-3B). Las anódicas 140 y catódicas 142 se acoplan entonces a dos terminales de batería externa 132 y 130 (Figuras 3A y 4). Uno de estos terminales de batería se acopla después al alojamiento 150 de la batería, y entonces el alojamiento se sella herméticamente.

30 Las Figuras 8-11 muestran diferentes geometrías para que las hendiduras reduzcan las corrientes de Foucault en las placas conductoras de una batería para un dispositivo médico implantable. En la Figura 8, las hendiduras 822 en cada fila se forman en piezas en lugar de comprender un único corte entre los extremos 830 y 835, y las filas numeradas pares e impares están escalonadas. En este ejemplo, la corriente vertical en la placa 842 se desvía alrededor de las hendiduras, lo que aumenta la resistencia en esta dirección sobre la placa. En la Figura 9, las hendiduras 824 se realizan paralelas a los extremos cortos 830 y 835. En la Figura 10, se utilizan hendiduras 826 tanto verticales como horizontales. En la Figura 11, las hendiduras 828 horizontales y verticales se intersecan para formar cruces. Un experto en la materia entenderá que en cada uno de estos ejemplos, el flujo de las corrientes de Foucault en el plano de la placa 842 será interrumpido en diversas medidas como se prefiera. Siguen siendo posibles geometrías de hendiduras aparte de las mostradas.

35 La Figura 12A muestra otra realización más, y muestra que las hendiduras pueden realizarse de forma diferente, pero complementaria, sobre la placa anódica 940 y la placa catódica 942. Tanto la placa anódica como la catódica 940 y 942 se cortan con filas 902 alternas de hendiduras largas y filas 904 de hendiduras cortas. Sin embargo, las filas se desplazan entre las dos placas 940 y 942, de forma que la placa anódica 940 empieza con una fila 902 de hendiduras largas, mientras que la placa catódica 942 empieza con una fila 904 de hendiduras cortas. Esta disposición hace que las hendiduras sobre las placas sean complementarias: cuando estas placas están superpuestas, como lo estarían cuando se enroscan juntas para formar una batería finalizada, los huecos en las filas en una placa se llenan con las hendiduras de la otra placa. Una parte de dicha superposición se muestra a la derecha en la Figura 12A, que muestra específicamente la posición relativa de algunas de las hendiduras de la placa catódica sobre la placa anódica en líneas de puntos. El beneficio de dichas hendiduras complementarias se analizará en breve.

40 En la Figura 12A también se muestran áreas de enrollamiento 905 en las que las placas anódica y catódica 940 y 942 estarían dobladas al enrollarse juntas para formar la batería finalizada como se ha comentado anteriormente. Como se muestra, las áreas de enrollamiento corresponden a la posición de las hendiduras largas en las dos placas 940 y 942. Aunque no se muestra por comodidad, las partes de hendiduras largas aumentarían gradualmente en

longitud para admitir el aumento de tamaño en las estructuras resultantes a medida que se enrolla. Por ejemplo, si el extremo izquierdo como se muestra en la Figura 12A comprende la parte más interna de la estructura enrollada, entonces las hendiduras largas serían relativamente cortas en este extremo y crecerían constantemente hacia el extremo derecho de las placas. La estructura enrollada resultante se muestra en la Figura 12B.

5 La naturaleza complementaria de las hendiduras en las placas anódica y catódica 940 y 942 no permite que las corrientes de Foucault fluyan en los mismos lugares en las dos placas. Esto se debe a que una vía abierta alrededor de las hendiduras en una placa sería bloqueada por las hendiduras en la otra placa. Dicho posicionamiento diferente de las corrientes de Foucault en las dos placas 940 y 942 se muestra en la Figura 12C, que solamente muestra una pequeña parte de las placas y unas pocas hendiduras. En este ejemplo, las hendiduras en la placa anódica 940 y la placa catódica 942 se muestran superpuestas como lo estarían en una batería, dibujándose las hendiduras de la placa anódica 940 en líneas continuas y las hendiduras de la placa catódica 942 en líneas de puntos. También se muestran corrientes de Foucault fluyendo alrededor de las diversas hendiduras, nuevamente en líneas continuas o de puntos dependiendo de que se produzcan en la placa anódica o catódica. Como puede observarse, las corrientes de Foucault aparecen en distintos lugares en cada una de las placas, pero todas viajan en la misma dirección contraria a las agujas del reloj en este ejemplo en reacción al campo magnético alterno perturbador particular en cuestión (602; Figura 6). Cuando se considera un lugar superpuesto particular, la corriente de Foucault en una de las placas tiende a encontrarse con una corriente de la otra placa que está viajando en dirección opuesta. De por sí, el desplazamiento del lugar de las corrientes de Foucault en las placas 940 y 942 de esta manera tiende a neutralizar sus efectos. Por lo tanto, estas corrientes de Foucault producirán un campo magnético alterno inducido efectivo más pequeño (604; Figura 6) y, de por sí, no reaccionarán de forma tan potente a un alto campo magnético estático, tal como sucede en una máquina 500 de TRM como se ha señalado anteriormente.

Aunque en las Figuras 12A y 12B se ha mostrado el uso de hendiduras largas y cortas, debe entenderse que las hendiduras complementarias también podrían ser de la misma longitud, y que las hendiduras no tienen que aparecer en áreas de enrollamiento 905 prediseñadas. Además, pueden formarse hendiduras complementarias en las dos placas 940 y 942 de otras maneras. Por ejemplo, las hendiduras en una de las placas podrían trasladarse tanto en direcciones horizontales como verticales desde sus lugares en la otra placa.

Como se ha mencionado anteriormente, también pueden formarse corrientes de Foucault en el alojamiento 150 de la batería (Figura 1), así como en las placas conductoras que comprenden el ánodo y el cátodo. Dado que el alojamiento 150 de la batería es normalmente hermético en un dispositivo médico implantable, puede que no sea aconsejable el uso de los tipos de hendiduras desvelados en el presente documento para proporcionar resistencias adicionales a las corrientes de Foucault. Dicho esto, el alojamiento 150 de la batería podría formarse con hendiduras como se desvela en el presente documento si se toman medidas adicionales para garantizar una buena hermeticidad, tales como recubriendo el alojamiento una vez formadas las hendiduras.

El alojamiento 150 de la batería también puede combatir las corrientes de Foucault mediante el uso de materiales de alta resistencia eléctrica, tales como metales amorfos. Un metal amorfo es un material metálico con una estructura a escala atómica desordenada. Normalmente, los metales amorfos son aleaciones más que metales puros. Contrariamente a la mayoría de los metales que son cristalinos y, por tanto, tienen una disposición de átomos muy ordenada, las aleaciones amorfas son no cristalinas. Ejemplos de metales amorfos que pueden utilizarse en el alojamiento 150 de la batería incluyen las aleaciones de boro, silicio, fósforo y otros formadores de vidrio con metales magnéticos (hierro, cobalto, níquel). Fabricando el alojamiento 150 de la batería de dichos materiales, se reduce la cantidad de corrientes de Foucault generadas en el alojamiento, limitando así el calentamiento y la vibración de la batería.

Aunque las realizaciones del diseño de la batería mejorada desveladas en el presente documento han implicado hasta este momento el uso de hendiduras en las placas anódica y/o catódica para reducir los efectos de las corrientes de Foucault, debe entenderse que pueden utilizarse estructuras que no sean hendiduras para formar las discontinuidades deseadas. Por ejemplo, también podrían utilizarse orificios o ranuras. Sin embargo, en la medida en que la formación de una discontinuidad elimina área de superficie de las placas anódica o catódica, dicha eliminación aumentará la resistencia interna de la batería resultante, que puede ser aceptable o no en una aplicación determinada.

50 Aunque las realizaciones descritas en el presente documento se refieren a diseños de baterías recargables, la presente invención no está limitada al uso en dichas baterías. Las realizaciones de la presente invención también pueden utilizarse en baterías primarias, condensadores, supercondensadores y cualquier otro dispositivo que tenga electrodos de papel de aluminio. Además, las realizaciones de la presente invención no solamente pueden ponerse en marcha en baterías o condensadores bobinados, sino también en baterías que tienen electrodos con pilas de capas. Por último, aunque la batería desvelada fue desarrollada teniendo en cuenta el problema particular del funcionamiento seguro y fiable en un entorno de TRM, el diseño de batería desvelado no se limita a dicho entorno.

REIVINDICACIONES

1. Una batería recargable, que comprende:

una placa anódica acoplada a un terminal anódico de la batería, en la que la placa anódica tiene extremos largos y extremos cortos; y

5 una placa catódica acoplada a un terminal catódico de la batería, en la que la placa catódica tiene extremos largos y extremos cortos;

en la que la placa anódica o la placa catódica, o ambas, comprenden una pluralidad de hendiduras para aumentar la resistencia a las corrientes dentro de un plano de la placa, and

10 en la que las hendiduras comprenden una geometría en la placa anódica o la placa catódica, o ambas, en la que se encuentran, geometría en la que o bien:

(a) las hendiduras forman una o más filas de hendiduras (822) paralelas, en las que las filas numeradas pares e impares están escalonadas, o

(b) una o más hendiduras (826, 828) son paralelas a los extremos cortos y una o más hendiduras (826, 828) son paralelas a los extremos largos.

15 2. La batería recargable de la reivindicación 1, en la que en (a) cada una de las hendiduras son paralelas a los extremos largos de la placa anódica o catódica sobre la que se encuentran.

3. La batería recargable de la reivindicación 1, en la que en (a) cada una de las hendiduras son paralelas a los extremos cortos de la placa anódica o catódica sobre la que se encuentran.

20 4. La batería recargable de la reivindicación 1, en la que la placa anódica comprende un primer sustrato con un material anódico, y en la que la placa catódica comprende un segundo sustrato con un material catódico.

5. La batería recargable de la reivindicación 1, en la que las hendiduras no se prolongan todo a lo largo de la placa anódica o la placa catódica, o ambas, que comprenden las hendiduras.

6. La batería recargable de la reivindicación 1, en la que en (b) algunas de las hendiduras forman una o más filas de hendiduras paralelas en la placa anódica o catódica sobre la que se encuentran.

25

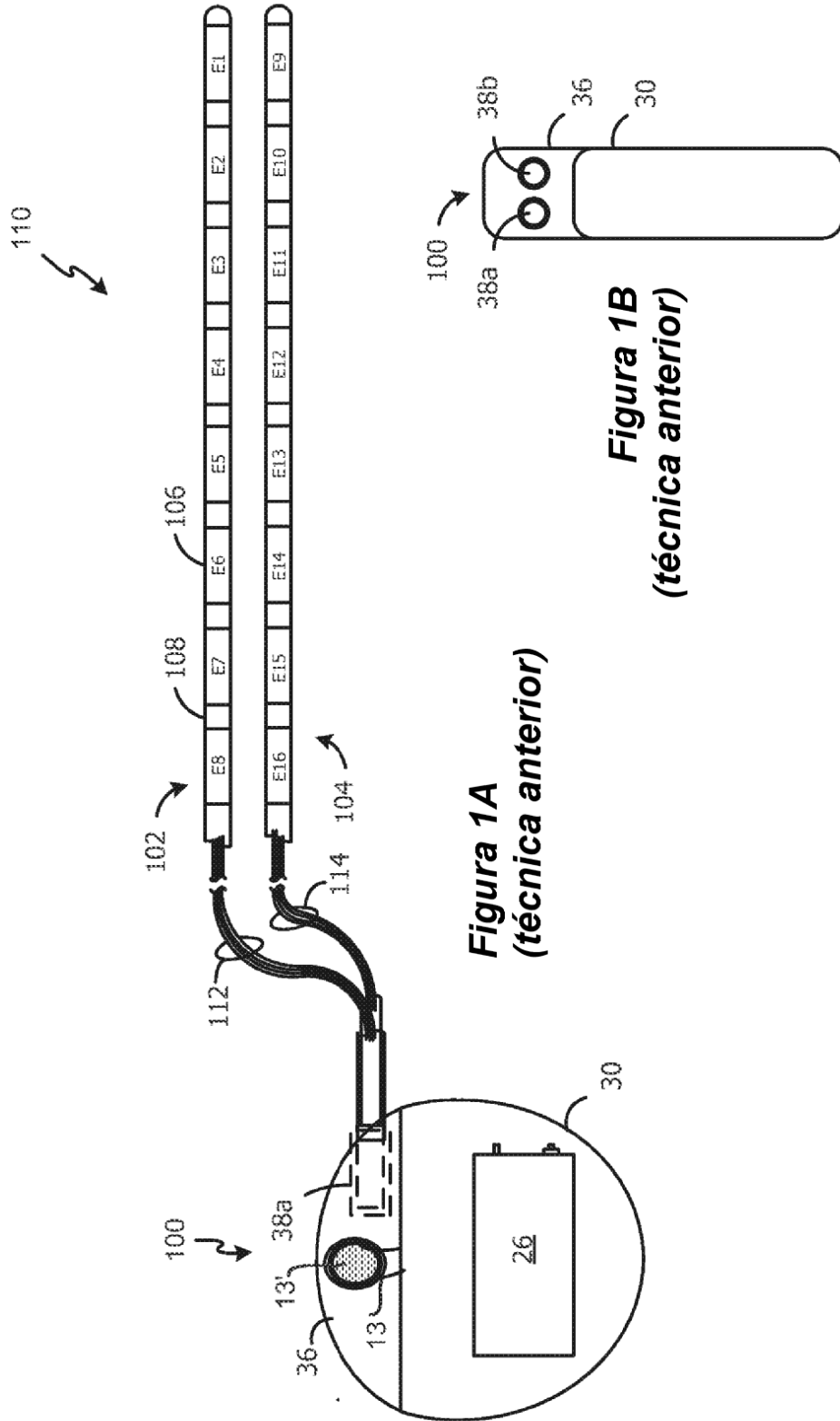


Figura 1A
(técnica anterior)

Figura 1B
(técnica anterior)

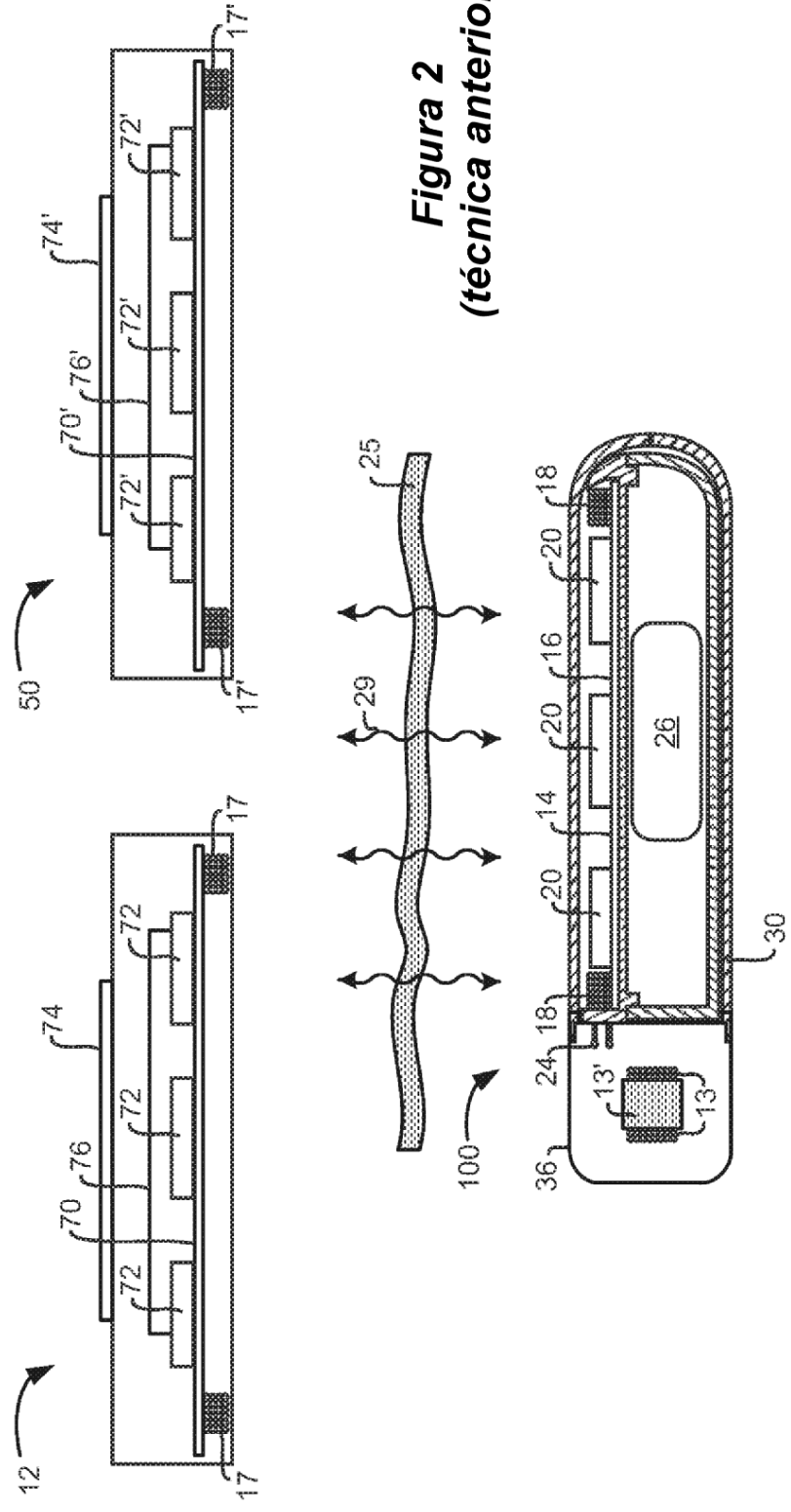


Figura 2
(técnica anterior)

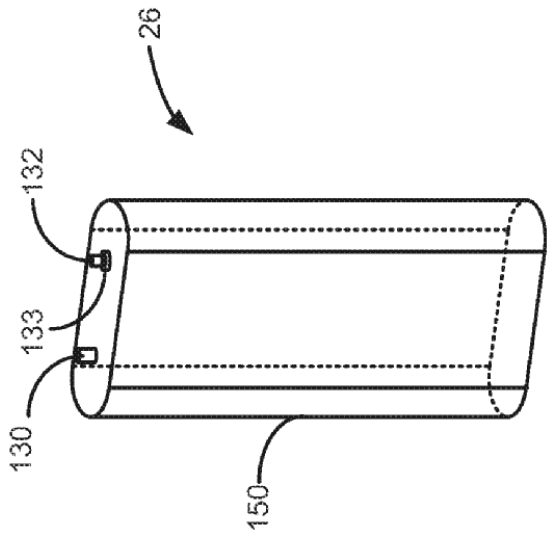


Figura 3A
(técnica anterior)

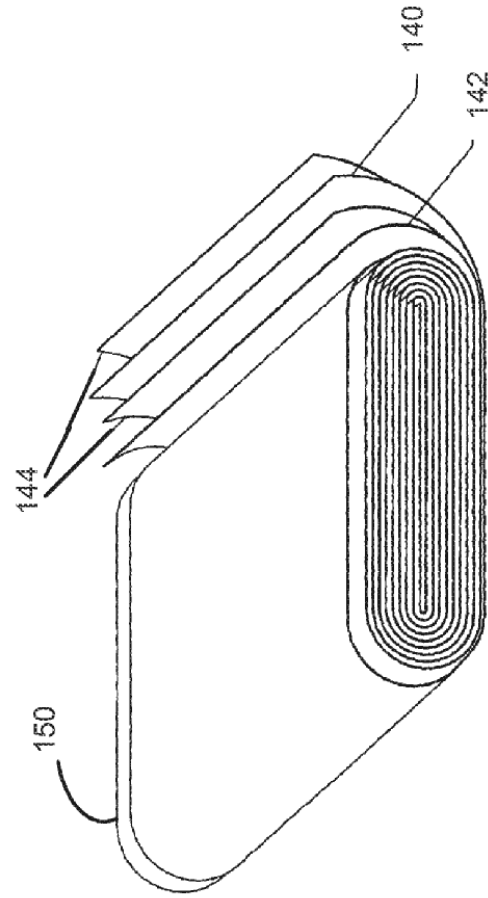


Figura 3B
(técnica anterior)

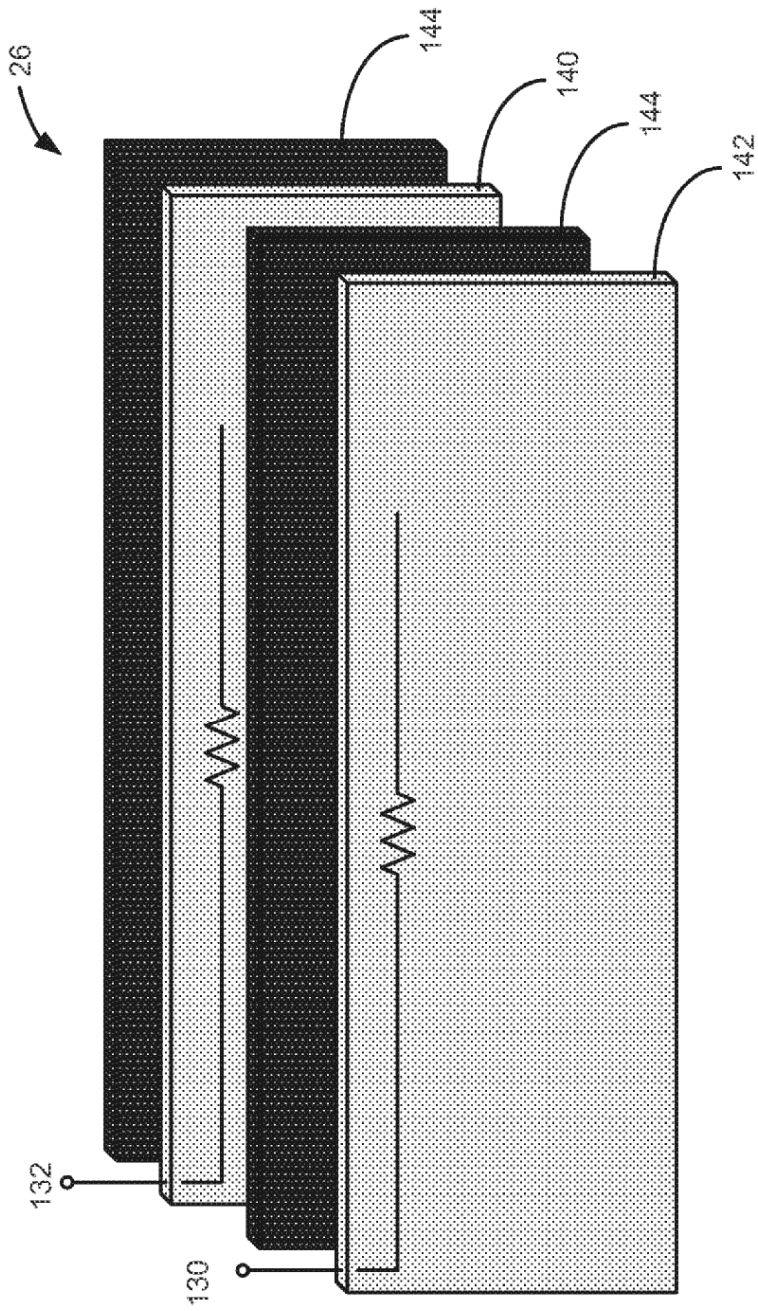


Figura 4
(técnica anterior)

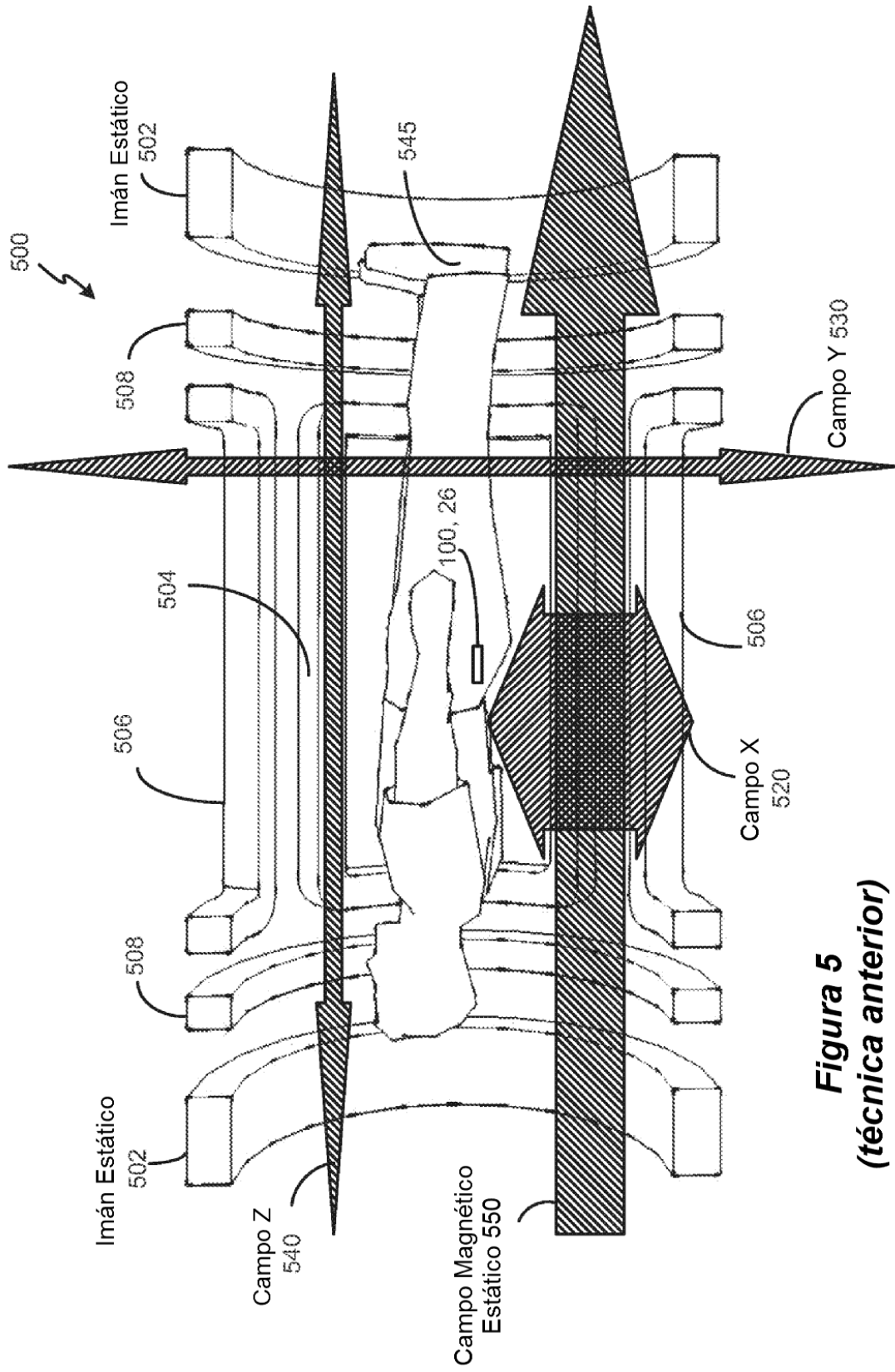


Figura 5
(técnica anterior)

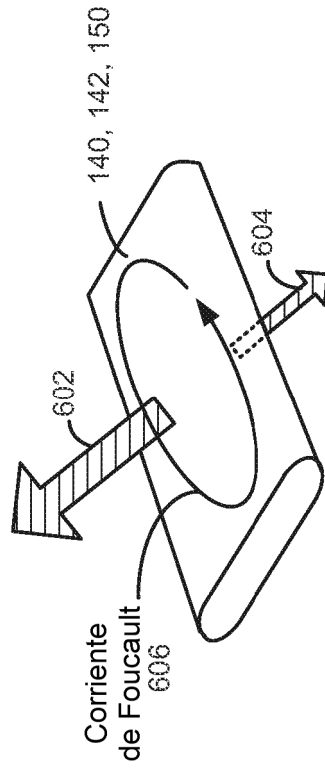
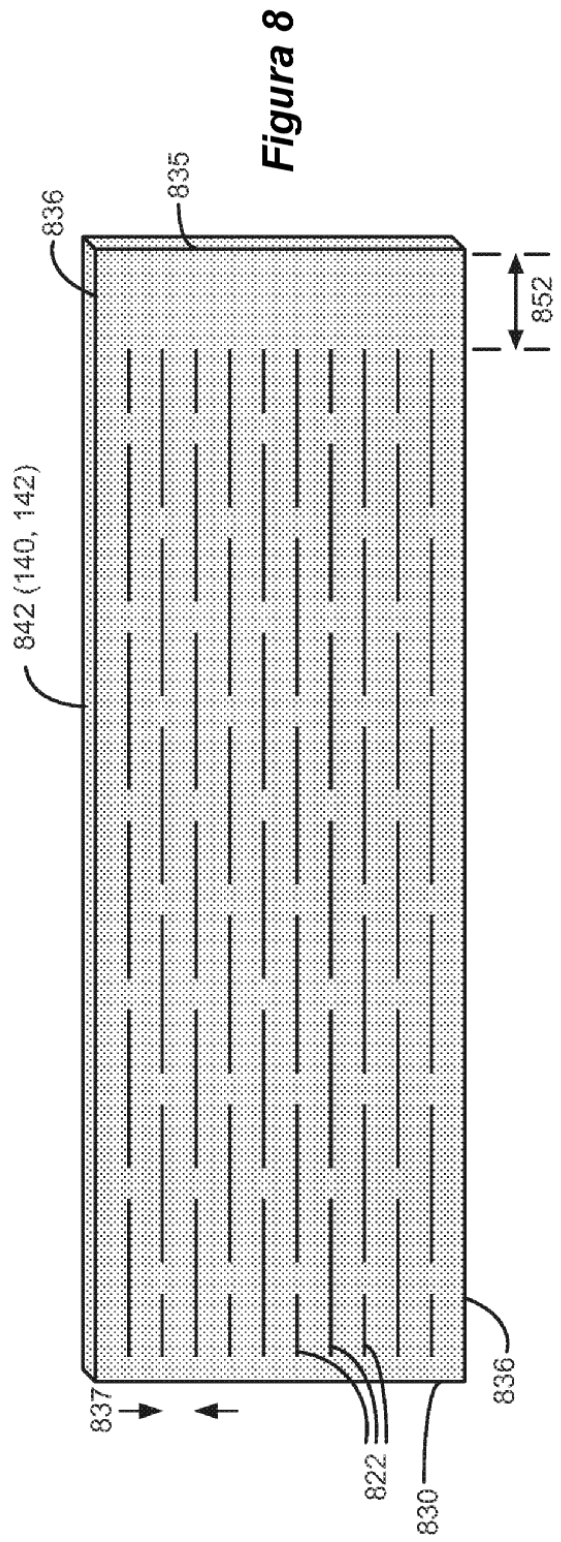
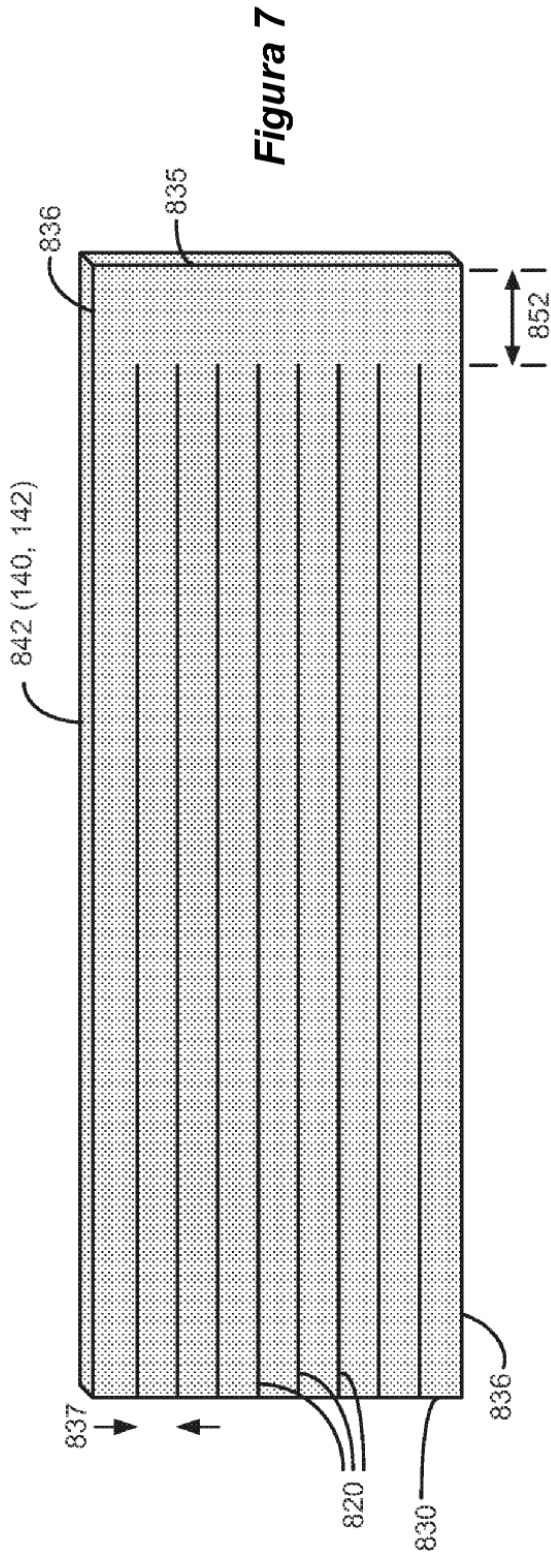
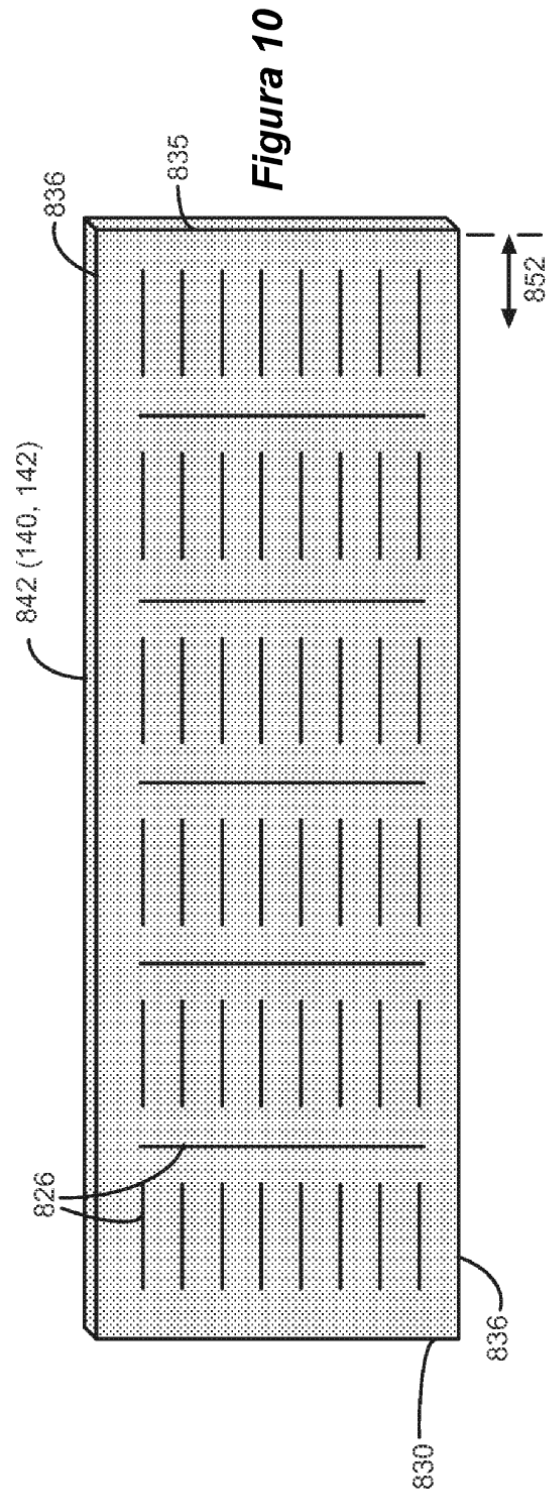
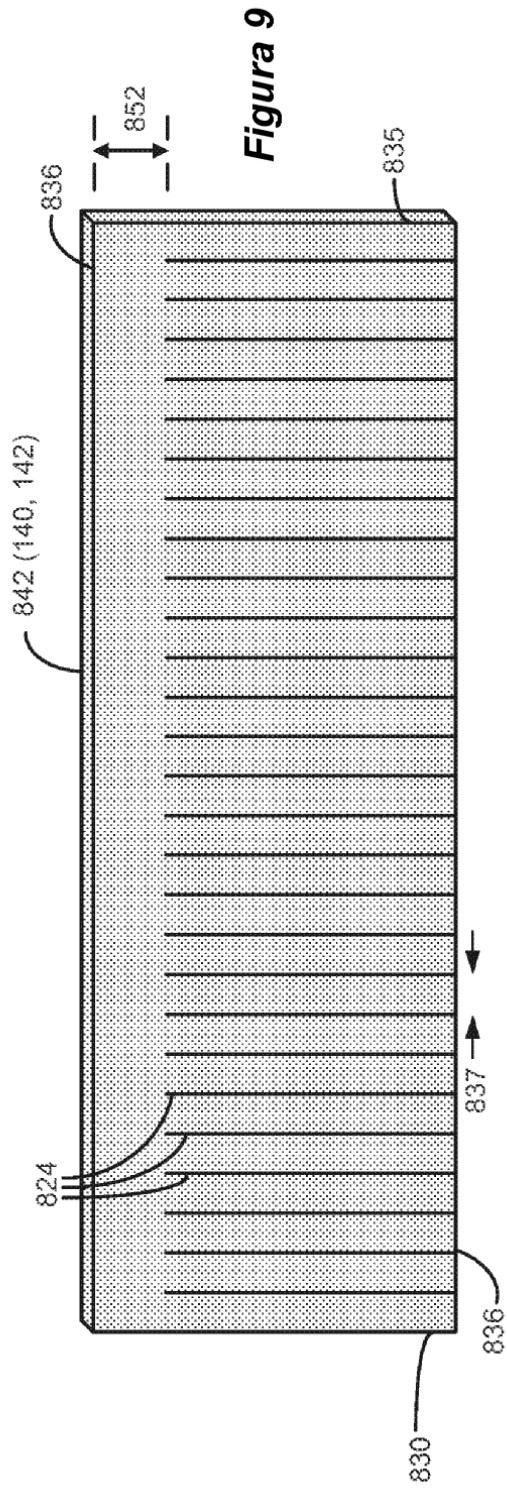


Figura 6
(técnica anterior)





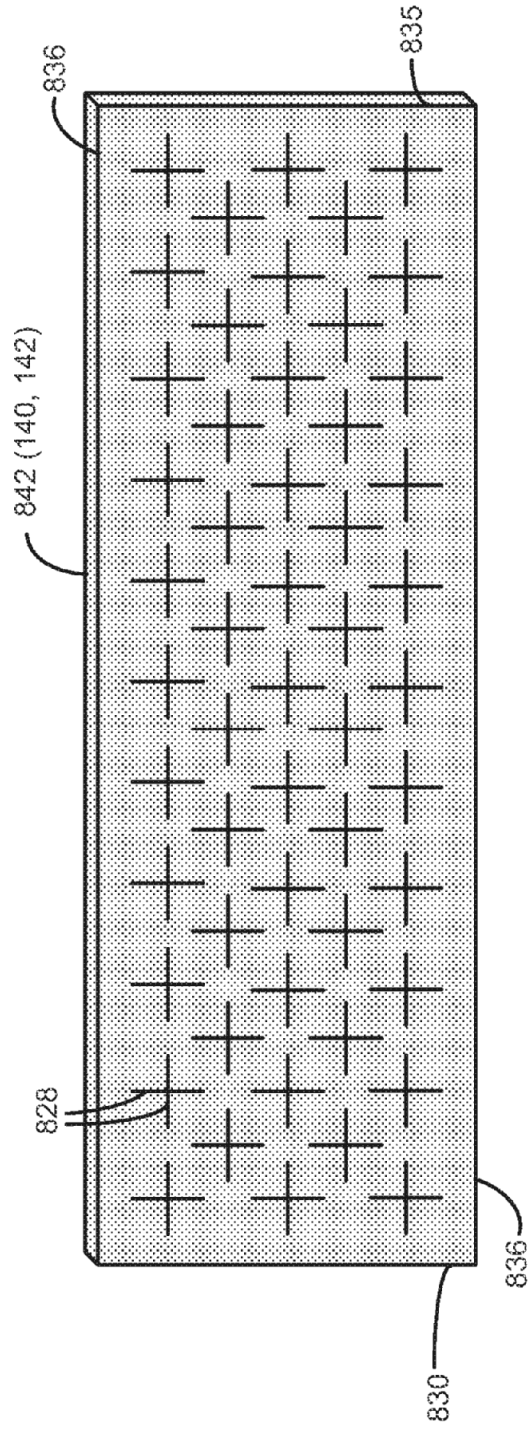


Figure 11

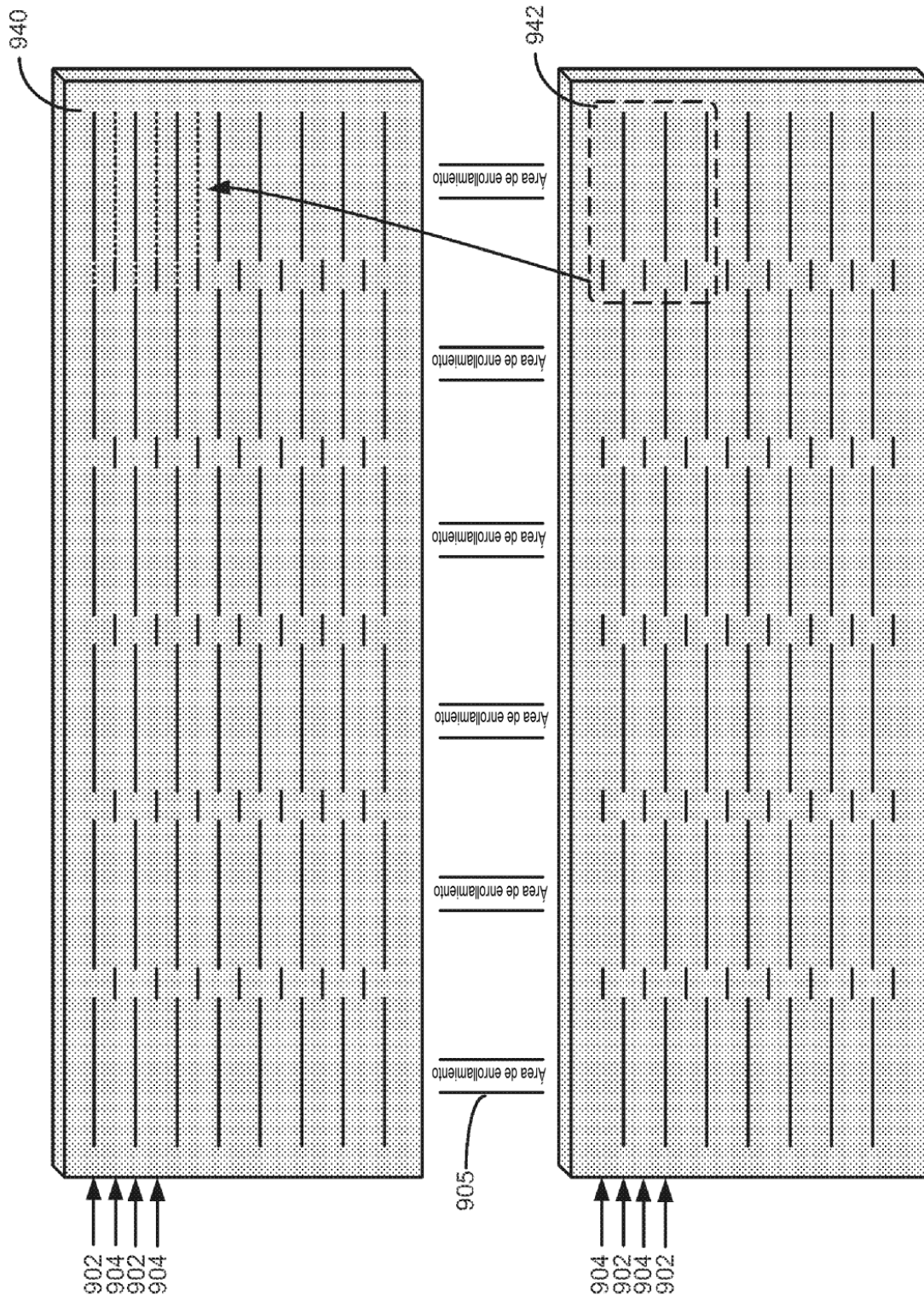


Figura 12A

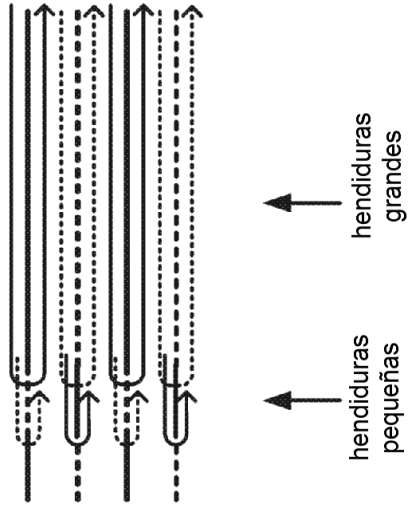


Figura 12C

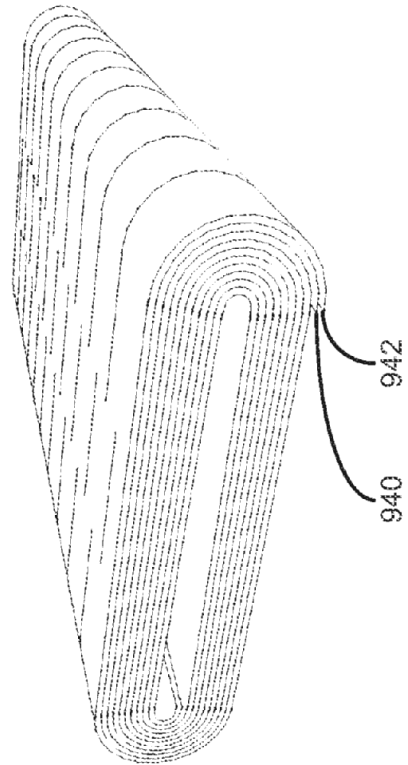


Figura 12B