

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 446 320**

51 Int. Cl.:

H01M 10/04 (2006.01)

H01M 6/00 (2006.01)

H01M 2/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2003 E 10181460 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2013 EP 2323211**

54 Título: **Baterías que incluyen un diseño de placa plana**

30 Prioridad:

31.12.2002 US 437537 P
07.02.2003 US 360551

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.03.2014

73 Titular/es:

CARDIAC PACEMAKERS, INC. (100.0%)
4100 Hamline Avenue North
St. Paul MN 55112, US

72 Inventor/es:

O'PHELAN, MICHAEL J.;
VICTOR, TOM G.;
HAASL, BENJAMIN J.;
SWANSON, LAWRENCE D.;
KAVANAUGH, RICHARD J.;
BARR, GORDON A. y
DILLON, REILLY M.

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 446 320 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

Baterías que incluyen un diseño de placa plana.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a dispositivos médicos implantables, tales como desfibriladores y cardioversores, y más específicamente a una batería para dichos dispositivos.

10 **Antecedentes**

Los pacientes propensos a experimentar ritmos cardíacos irregulares en ocasiones tienen, implantados en sus cuerpos, dispositivos cardíacos en miniatura, tales como desfibriladores y cardioversores. Estos dispositivos detectan la aparición de ritmos cardíacos anormales y aplican una terapia eléctrica correctiva en el corazón. El desfibrilador o cardioversor incluye un conjunto de conductores eléctricos, los cuales se extienden desde el receptáculo de un dispositivo hacia el corazón. Dentro del receptáculo del dispositivo se encuentran una batería para suministrar alimentación, circuitería para detectar ritmos cardíacos anormales, y un condensador para entregar ráfagas de corriente eléctrica a través de los conductores al corazón. Puesto que los desfibriladores y cardioversores se implantan típicamente en la región izquierda del pecho o en el abdomen, es deseable un dispositivo de tamaño menor, el cual siga teniendo la capacidad de entregar el nivel requerido de energía eléctrica.

Los componentes básicos que constituyen una batería son un ánodo, un cátodo, un separador entre el ánodo y el cátodo, electrolito, y material de empacamiento, tal como la caja. Las baterías pueden tener un diseño de estilo enrollado, a modo de brazo de gitano, cuya forma puede ser cilíndrica o cilíndrica aplanada. Algunos diseños pliegan los componentes de la batería uno encima de otro.

Los ánodos y cátodos de la batería están en oposición mutua por toda ella. Este requisito de continua oposición crea ineficiencias en el empacamiento, tales como un volumen desaprovechado por las líneas de doblado o, en la configuración de enrollado, el propio volumen del mandril. Por otra parte, estos planteamientos de diseño plegado o enrollado se limitan a áreas de sección transversal simple debido a las restricciones de fabricación en la producción de una celda de la batería de este tipo. Resulta deseable mejorar la eficiencia de empacamiento de la batería particularmente para dispositivos implantables médicos, puesto que esto aportará una batería de menor tamaño. Además, la homogeneidad de una batería con respecto a la siguiente es una característica deseable para dispositivos médicos implantables. Un aumento de la homogeneidad permite que se pueda predecir el ciclo de vida de la batería y permite la sustitución de la batería en un momento oportuno sin urgencias.

El documento WO 03/060937 da a conocer un procedimiento de formación de una pila de condensadores. El documento EP 0 471 661 da a conocer un aparato para el ensamblaje de placas y separadores en un grupo de placas para acumuladores.

40 **Sumario**

Los problemas antes mencionados se solucionan con el procedimiento y el aparato destinados a formar una pila tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

45 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista explosionada en perspectiva de una batería plana según un ejemplo.

50 La figura 2 es una vista explosionada en perspectiva de la pila de la batería de la figura 1.

La figura 3 es una vista en perspectiva de un ánodo según un ejemplo.

55 La figura 4A es una vista frontal de un colector múltiple de ánodo según un ejemplo.

La figura 4B muestra una parte detallada del colector múltiple de ánodo de la figura 4A.

La figura 5 muestra una vista frontal de un colector de ánodo según un ejemplo.

60 La figura 6 muestra una vista frontal de un colector de ánodo según un ejemplo.

La figura 7 muestra una vista frontal de un colector de ánodo según un ejemplo.

La figura 8 muestra una vista frontal de un colector de ánodo según un ejemplo.

65 La figura 9 muestra una vista explosionada de un conjunto de cátodo según un ejemplo.

- La figura 10 es una vista frontal de un colector múltiple de cátodo según un ejemplo.
- 5 La figura 11A muestra una vista frontal de un colector de cátodo según un ejemplo.
- La figura 11B muestra una parte detallada del colector de cátodo de la figura 11A.
- La figura 12 muestra una vista frontal de un colector de cátodo según un ejemplo.
- 10 La figura 13 muestra una vista frontal de un colector de cátodo según un ejemplo.
- La figura 14 muestra una vista frontal de un colector de cátodo según un ejemplo.
- 15 La figura 15 muestra una vista en perspectiva de un dispositivo de sujeción de alineamiento para construir una pila de batería según un ejemplo.
- La figura 16 es una vista en perspectiva de una pila en batería en el dispositivo de sujeción de la figura 15.
- 20 La figura 17 es una vista superior de la figura 16.
- La figura 18A muestra una vista frontal en sección de un dispositivo de sujeción de pila para construir una pila de batería según una forma de realización.
- 25 La figura 18B muestra una vista en perspectiva de un dispositivo de sujeción de pila para construir una pila de batería según una forma de realización.
- La figura 18C muestra un detalle de los elementos superiores del dispositivo de sujeción de pila de la figura 18B.
- 30 La figura 18D muestra un elemento superior del dispositivo de sujeción de pila de la figura 18B, según una forma de realización.
- La figura 18E muestra un elemento superior del dispositivo de sujeción de pila de la figura 18B, según una forma de realización.
- 35 La figura 18F muestra una vista frontal esquemática del dispositivo de sujeción de pila de la figura 18B.
- La figura 18G muestra una vista frontal de parte de una pila de batería y un elemento superior de un dispositivo de sujeción de pila según una forma de realización.
- 40 La figura 19 es una vista superior de una pila de batería según un ejemplo.
- La figura 20 es una vista esquemática lateral de la pila de batería de la figura 19.
- 45 La figura 21 es una vista en perspectiva de la pila de batería de la figura 1.
- La figura 22A es una vista lateral de la pila de batería de la figura 1.
- La figura 22B es una vista en perspectiva de un elemento aislante según un ejemplo.
- 50 La figura 22C es una vista lateral del elemento aislante de la figura 22B.
- La figura 23A muestra una vista lateral de la pila de batería y la tapa de la caja de la batería de la figura 1.
- 55 La figura 23B muestra una sección transversal de la pila de batería de la figura 23A.
- La figura 23C muestra una sección transversal del conjunto de conductor pasante de la batería de la figura 23A.
- La figura 24A muestra una vista lateral de una batería según un ejemplo.
- 60 La figura 24B muestra una sección transversal de la batería de la figura 24A.
- La figura 24C muestra un detalle ampliado de la sección transversal de la figura 24B.
- 65 La figura 25 muestra una vista en perspectiva de una batería según un ejemplo.
- La figura 26A muestra una vista explosionada de la batería de la figura 25.

- La figura 26B muestra una pila de batería según un ejemplo.
- 5 La figura 27 muestra una vista explosionada de una pila de batería según un ejemplo.
- La figura 28 muestra una vista superior de un cátodo dentro de un separador sellado, según un ejemplo.
- La figura 29 es una vista lateral de un cátodo sellado dentro de un separador según un ejemplo.
- 10 La figura 30 muestra una vista lateral de un detalle de la parte superior del cátodo de la figura 29.
- La figura 31 muestra una vista lateral de un detalle de la parte inferior del cátodo de la figura 29.
- La figura 32 muestra una vista superior de un cátodo para una pila de batería según un ejemplo.
- 15 La figura 33 muestra una vista superior de un ánodo para una pila de batería según un ejemplo.
- La figura 34 muestra una vista superior de un separador para una pila de batería según un ejemplo.
- 20 La figura 35 muestra una vista superior de una pila de batería que tiene el cátodo, el ánodo, y el separador de las figuras 32 a 34.
- La figura 36A muestra una vista superior de los elementos de extensión de la pila de batería de la figura 35.
- 25 La figura 36B muestra una vista superior de un cátodo según un ejemplo.
- La figura 36C muestra una vista lateral del cátodo de la figura 36B.
- La figura 36D muestra una vista en detalle de la figura 36C.
- 30 La figura 36E muestra una vista parcial en perspectiva de una batería según un ejemplo.
- La figura 37 muestra una vista superior de una capa de cátodo según un ejemplo.
- 35 La figura 38 muestra una vista superior de una capa de ánodo según un ejemplo.
- La figura 39 muestra una vista en perspectiva de una pila de batería construida según un ejemplo.
- La figura 40 muestra una vista en perspectiva de la pila de batería de la figura 39.
- 40 La figura 41 muestra una vista en perspectiva de un dispositivo de sujeción de encintado según un ejemplo.
- La figura 42 muestra una vista superior del dispositivo de sujeción de encintado de la figura 41.
- 45 Las figuras 43A y 43B muestran vistas superiores de una pila de batería de ejemplo que se está encintando según un ejemplo.
- Las figuras 44A y 44B muestran vistas superiores de una pila de batería ejemplificativa que se está encintando de acuerdo con un ejemplo.
- 50 La figura 45 muestra una vista en sección de corte parcial de las conexiones de terminal de una batería según un ejemplo.
- La figura 46 muestra una vista superior parcial de una batería según un ejemplo.
- 55 La figura 47A muestra una vista en sección de la figura 46.
- La figura 47B muestra otra vista en sección de la figura 46.
- 60 La figura 48A muestra un terminal según un ejemplo.
- La figura 48B muestra una vista lateral del terminal de la figura 48A fijándose a una caja de acuerdo con un ejemplo.
- 65 La figura 48C muestra una vista del terminal de la figura 48A después de fijarse a la caja.

La figura 48D muestra una vista lateral en detalle de un terminal según un ejemplo.

Las figuras 49A, 49B, y 49C muestran una técnica de soldadura del tapón de relleno de acuerdo con un ejemplo.

5

La figura 50A muestra un tapón de relleno para una batería según un ejemplo.

Las figuras 50B y 50C muestran una técnica de soldadura del tapón de relleno según un ejemplo.

10

La figura 50D muestra un terminal del tapón de relleno para una batería según un ejemplo.

La figura 50E muestra un terminal del tapón de relleno para una batería según un ejemplo.

15

La figura 51 es un diagrama de flujo de un procedimiento de construcción de una batería, según un ejemplo.

La figura 52 muestra una vista esquemática de un sistema para fabricar ánodos, de acuerdo con un ejemplo.

La figura 53 muestra un sistema para construir cátodos, de acuerdo con un ejemplo.

20

La figura 54 muestra una vista esquemática de un dispositivo de sujeción para construir cátodos, de acuerdo con un ejemplo.

La figura 55 muestra una vista lateral del dispositivo de sujeción de la figura 54.

25

La figura 56 muestra una vista esquemática de un sistema para construir cátodos, de acuerdo con un ejemplo.

La figura 57 muestra una vista lateral del sistema de la figura 56.

30

La figura 58 muestra una vista superior de un dispositivo de sujeción de formación de cátodos según un ejemplo.

La figura 59 muestra una vista lateral del dispositivo de sujeción de la figura 58.

La figura 60 muestra una vista frontal del dispositivo de sujeción de la figura 58.

35

La figura 61 es un diagrama de bloques de un sistema de un dispositivo médico implantable según un ejemplo.

La figura 62 es un diagrama de una batería construida de acuerdo con un ejemplo.

Descripción de formas de realización

40

La figura 1 muestra una vista explosionada de una batería 18 según un ejemplo. La presente forma de realización muestra una batería en forma de D. En otros ejemplos, la batería 18 se puede diseñar según una variedad de formas planas de manera que se adapte a diversas formas del receptáculo. La descripción de la presente proporciona técnicas para fabricar una batería que tiene prácticamente cualquier forma arbitraria, tal como rectangular o no rectangular. Por otra parte, los bordes de la batería pueden ser curvados para permitir que la batería encaje en una caja curvada de formas atractivas, tal como se detallará posteriormente. La batería incluye una caja metálica 20 que define una cámara 22 la cual contiene una pila de batería 24. En una forma de realización, la caja 20 se fabrica a partir de un material conductor, tal como acero inoxidable. En otra opción, la caja 20 se fabrica usando un material no conductor, tal como una cerámica o un plástico.

50

La caja 20 incluye una base 26 y una tapa 28 posicionable sobre un canto superior 27 de la base 26. La pila de batería 24 tiene una zona recortada 34 por su periferia, posicionándose la zona recortada 34 cuando la pila 24 se instala en la caja 20 para proporcionar espacio para conexiones eléctricas. Un poste de conductor pasante 36 pasa a través de la tapa 28 a la pila 24 y está aislado eléctricamente de la caja 20 y la tapa 28. El poste de conductor pasante 36 está conectado a una pestaña de cátodo 35, mientras que una pestaña de ánodo 37 está fijada directamente entre la tapa 28 y la base 26 de tal manera que la propia caja actúa como terminal de ánodo. En algunas formas de realización, estas funciones están invertidas y la lengüeta de cátodo está conectada a la caja y la lengüeta de ánodo se conecta a un conductor pasante. En algunos ejemplos, se proporcionan dos conductores pasantes, uno para el ánodo y otro para el cátodo. La pila de batería 24 está cubierta con un elemento aislante 38 cuando se monta dentro de la caja 20. Posteriormente se describirán otros ejemplos de elementos aislantes, tales como el elemento 38. En un ejemplo, en la caja de la batería se coloca un acceso de relleno 43. Un tapón de relleno 41 y una cubierta opcional 45 sellan el acceso de relleno después de que la caja de la batería se haya llenado con el electrolito.

60

65

La pila de batería 24 está construida para proporcionar un almacenamiento óptimo de energía en un espacio pequeño y permite obtener una batería que presenta casi cualquier forma o factor de forma arbitrario. Esto permite

diseñar y dimensionar la batería 18 de modo que encaje dentro de un dispositivo médico implantable, por ejemplo, y que ocupe el menor volumen posible dentro del dispositivo. En un ejemplo, la pila 24 incluye una pluralidad de capas alternativas de ánodo y cátodo separadas por separadores. Tal como se detallará posteriormente, estas capas alternativas de electrodo están apiladas, alineadas, e interconectadas para permitir la máxima área de electrodo en un volumen mínimo con el mínimo espacio desaprovechado. Por ejemplo, en uno de los ejemplos, la batería 18 incluye una pila estratificada de electrodos, donde las interconexiones entre capas se esparcen para minimizar el volumen de las interconexiones.

La figura 2 ilustra una vista explosionada de la pila de batería 24 según un ejemplo. La pila de batería 24 incluye un conjunto de ánodo que incluye una pluralidad de sub-conjuntos de ánodo 100 a 100D y un conjunto de cátodo que incluye una pluralidad de sub-conjuntos de cátodo 300 a 300D, con capas separadoras 200 interpuestas entre cada una de las capas de los sub-conjuntos. Esta estructura estratificada plana, en apilamiento, omite el volumen desaprovechado del mandril de baterías enrolladas y el volumen desaprovechado de plegado de los bordes de baterías plegadas. Por otra parte, las capas discretas, planas, permiten que el diseñador de la batería realice la pila prácticamente con cualquier forma deseable. Esto permite que un diseñador de dispositivos médicos seleccione una batería que se pueda adaptar a un espacio dado dentro del dispositivo médico.

Un sub-conjunto de ánodo es una capa de colector múltiple de ánodo, de base, 100 que incluye una o más pestañas (A a E) que se extienden desde un borde del cuerpo de la capa de ánodo. Otras capas del sub-conjunto de ánodo en la pila 24 incluyen colectores de ánodo secundarios 100A a 100D, los cuales incluyen, cada uno de ellos, una pestaña de extensión, designada con A a D, respectivamente. En este ejemplo, cada uno de los colectores secundarios de sub-conjunto de ánodo 100A tiene una pestaña A que se solapa con la pestaña A de la capa de ánodo de base 100 y está alineada con esta última. De un modo similar, cada uno de los colectores secundarios de sub-conjunto de ánodo 100B a 100D incluye una pestaña de extensión (B a D, respectivamente) que coincide o se solapa verticalmente con las pestañas B a D de la capa de base 100, respectivamente, y que se alinea con estas últimas. En esta forma de realización, la pestaña E de la capa de base 100 incluye la pestaña 37 la cual conecta el conjunto de ánodo a la caja de la batería (figura 1). Esparciendo las interconexiones de ánodo para la capa de base 100 sobre cuatro áreas independientes, el espesor total requerido por las interconexiones se reduce y se requiere menos espacio entre la pila 24 y la caja 20 (figura 1).

El conjunto de cátodo de la batería 24 incluye una capa de colector múltiple de cátodo, de base, 300, la cual incluye una o más pestañas (A a D) que se extienden desde un borde del cuerpo de la capa de cátodo. Otras capas del sub-conjunto de cátodo en la pila 24 incluyen colectores de cátodo secundarios 300A a 300D, los cuales incluyen, cada uno de ellos, una pestaña de extensión, designada A a D, respectivamente. En este ejemplo, cada uno de los colectores secundarios de sub-conjunto de cátodo 300A tiene una pestaña A que se solapa y está alineada con la pestaña A de la capa de cátodo de base 300. De un modo similar, los colectores secundarios de sub-conjunto de cátodo 300B a 300D incluyen, cada uno de ellos, una pestaña de extensión (B a D, respectivamente) que se solapa, respectivamente, con las pestañas B a D de la capa de base 300 y se alinea sobre esta última. En este ejemplo, la capa de base 300 incluye la pestaña 35 la cual conecta el conjunto de cátodo al conductor pasante 36 (figura 1). Nuevamente, al esparcir las interconexiones de cátodo para la capa de base 300 sobre cuatro áreas independientes, el espesor total requerido por las interconexiones se reduce, y se requiere menos espacio entre la pila 24 y la caja 20 (figura 1).

Cada separador 200 separa un sub-conjunto de ánodo 100 a 100D con respecto a un sub-conjunto de cátodo 300 a 300D. Cada separador 200 incluye un primer borde 251, un área despejada definida por un segundo borde 252, y un borde plano 253. El área despejada de separador 200 permite la obtención de interconexiones para el conductor de paso. El separador 200, en una de las opciones, está realizado a partir de un rollo o lámina de material separador. Los materiales adecuados para el material separador incluyen, aunque sin carácter limitativo, un polietileno, tal como Tonen™, o un material separador tricapa (polipropileno, polietileno, polipropileno) tal como Celgard™ 2325, por ejemplo. También son adecuados otros materiales químicamente inertes, tales como materiales poliméricos porosos. En una forma de realización, cada capa separadora 200 se corta de manera que es ligeramente mayor que las capas de ánodo (o capas de cátodo) para absorber la desalineación durante la pila de capas, para evitar un subsiguiente cortocircuito entre electrodos de polaridad opuesta, y para actuar como borde más externo de cara al alineamiento.

Las figuras 3 a 8 muestran otros detalles de un conjunto de ánodo de la pila 24 según un ejemplo. La figura 3 muestra un material de ánodo 110. En este ejemplo, el ánodo 110 es un ánodo de litio (Li). Cada sub-conjunto de ánodo 100 a 100D incluye o bien uno o bien dos ánodos 110 sobre las superficies principales del sub-conjunto. En varios ejemplos, el material de ánodo 110 se puede presionar contra una malla o capa de base grabada, o sobre la superficie de una capa de base, o puede ser de litio puro y no tener ninguna capa de base. En un ejemplo, una lámina de litio se fija a una capa de base y a continuación se troquea con la forma deseada.

La figura 4A muestra la capa de base de colector múltiple de ánodo 100. La capa de colector 100 incluye un borde exterior 130, una sección recortada 132, un borde plano superior 134, y un borde 136. La capa de base 100 incluye también pestañas de extensión A a E. En un ejemplo, cada pestaña de extensión A a E es enteriza con la capa 100. Algunos ejemplos fijan pestañas independientes A a E a la capa 100. La figura 4B muestra un detalle de la capa de

- base 100. En un ejemplo, la capa 100 está formada con un cuerpo principal 120 que incluye un material de acero inoxidable, tal como 316L SST, o un material de níquel. En el material de acero inoxidable se incorpora opcionalmente una pluralidad de orificios 125. Uno o dos ánodos 110 (figura 3) están fijados a las superficies principales del cuerpo 120. Las pestañas A e E (figura 4A) no están cubiertas con material de ánodo. En un ejemplo, los ánodos se pueden formar fijando tiras de litio a una o las dos caras de tiras de acero inoxidable, dejando un borde abierto a lo largo de una parte de la tira de acero inoxidable para las pestañas. A continuación, una o más partes de ánodo de la forma deseada se seccionan de la tira.
- Las figuras 5 a 8 muestran sub-conjuntos de ánodo 100A a 100D. Cada una de estas capas secundarias de ánodo incluye un borde exterior 130, una sección recortada 132, un borde plano superior 134, y un borde 136 designados por las letras correspondientes A a D en las figuras respectivas. Cada capa incluye también una pestaña 140A a 140D, respectivamente, estando desplazada la pestaña de cada capa independiente con respecto a las capas previa y subsiguiente.
- Las figuras 9 a 14 muestran otros detalles de un conjunto de cátodo según un ejemplo. La figura 9 muestra una vista explosionada de un sub-conjunto de cátodo que tiene una lámina de colector metálica 301 y un material de cátodo 310 sobre una superficie principal, y un material de cátodo 312 sobre una segunda superficie principal. En un ejemplo, los cátodos 310 y 312 son MnO₂ (dióxido de manganeso). La relación de mezcla es de aproximadamente el 90% de MnO₂, el 5% de PTFE, y el 5% de carbono. Otro ejemplo proporciona una relación de mezcla del 90% de MnO₂, el 5% de aglomerante, y el 5% de carbono o grafito. En un ejemplo, el material de cátodo puede ser un polvo que se presiona contra una capa base de malla. En un ejemplo, se puede proporcionar una pasta de cátodo la cual se puede laminar, presionar, aplicar con rodillos, o montar de alguna otra manera sobre la superficie de una capa de base, tal como se detallará posteriormente. En varios ejemplos, el material de cátodo puede ser un polvo, pasta, o lechada (*slurry*) adherida.
- La figura 10 muestra el colector múltiple de cátodo de base 300. El colector 300 incluye un borde exterior 330, la sección recortada 332 que tiene la pestaña 35 en la misma, y el borde plano superior 334. La capa de colector 300 incluye también cuatro pestañas de extensión A a D.
- La figura 11A muestra la capa secundaria de sub-conjunto de cátodo 300A que tiene el borde exterior 330A, la sección recortada 332A, y el borde plano 334A. Una pestaña 340A se extiende desde el borde 334A. La figura 11B muestra un detalle del colector 300A. En este ejemplo, el colector 300A está formado con un cuerpo principal 320 que incluye una lámina de acero inoxidable. En el cuerpo principal se incorpora una pluralidad de estructuras rombales 305 mediante grabado, un proceso de metal expandido, por medio de un proceso mecánico, o por láser, por ejemplo. Uno o dos cátodos 310 y 312 (figura 9) se fijan a las superficies principales del cuerpo 320. La pestaña 340A no está cubierta con material de cátodo. En un ejemplo de formación de los cátodos, una capa de una pasta o lechada (*slurry*) se aplica a una o a las dos caras de una capa de base de acero inoxidable, sobre la tira se aplican rodillos o la misma se somete a presión para dosificar y fijar el material de cátodo a la capa de base, y a continuación uno o más cátodos se seccionan a partir de la tira. En un ejemplo, la capa de cátodo se aplica dejando las pestañas de cátodo descubiertas.
- Las figuras 12 a 14 muestran capas secundarias de sub-conjunto de cátodo 300B a 300D, respectivamente. Cada capa secundaria de cátodo incluye un borde exterior 330, una sección recortada 332 y un borde plano superior 334 mostrados mediante las letras correspondientes B a D en las figuras respectivas. Cada capa incluye también una pestaña 340B a 340D, respectivamente, estando desplazada la pestaña de cada capa independiente con respecto a las capas previa y subsiguiente.
- Nuevamente, cada pestaña de ánodo 140A a 140D y cada pestaña de cátodo 340A a 340D se corresponde con una pestaña A a D ya sea en la capa de ánodo de base 100 ó en la capa de cátodo de base 300.
- Además, estas interconexiones esparcidas de los ánodos y cátodos reducen el espesor total del espacio entre la pila y la caja, permitiendo un tamaño menor de la batería. Para garantizar que una pila de batería ocupe el menor volumen posible y para optimizar la uniformidad entre cada batería que se fabrica, es importante alinear cuidadosamente cada capa de la pila de batería cuando se construye dicha pila. En una forma de realización, la pila de batería 24 antes descrita se alinea usando un dispositivo de sujeción de alineamiento para proporcionar un área superficial óptima de la batería.
- La figura 15 ilustra un mecanismo o dispositivo de sujeción de alineamiento 400 usado para ensamblar la pila de batería 24, de acuerdo con un ejemplo. El mecanismo de alineamiento 400 incluye una pluralidad de elementos de alineamiento colocados de forma precisa 501 a 504. Los elementos de alineamiento 501 a 504 son elementos de alineamiento orientados verticalmente que se extienden desde una base 402. La base 402 sustenta sobre ella componentes de la batería, mientras que los elementos de alineamiento 501 a 504 alinean las capas de batería mientras las capas están siendo apiladas en ella.
- Las figuras 16 a 17 muestran un uso ejemplificativo del dispositivo de sujeción de alineamiento 400. La figura 16 muestra una vista en perspectiva de la pila 24 dentro del dispositivo de sujeción, y la figura 17 ilustra una vista

superior de la pila de batería 24 dentro del dispositivo de sujeción 400. La pila de batería 24 incluye una pluralidad de capas de electrodo discretas, estando alineada cada capa con respecto a la posición de los elementos de alineamiento 501 a 504. En la base 402 se puede proporcionar un canal de manera que contenga un elemento de fijación para envolver una parte de la pila de batería 24 una vez que el mismo ha sido apilado y alineado. En un ejemplo, en el canal se puede insertar una herramienta para sujetar la pila y la misma se puede retirar para el encintado. El alineamiento preciso de la pila de batería 24 se mantiene por medio de los elementos de alineamiento 501 a 504 cuando se envuelve la pila de batería 24.

En un ejemplo, para alinear las capas de la pila de batería 24, se fija una capa separadora 200 a cada capa de electrodo respectiva de la pila. Los separadores 200 se pueden dimensionar de tal manera que sobresalen ligeramente por los bordes de cada capa de electrodos. A continuación, cada capa se coloca entre elementos de alineamiento 501 a 504. Uno o más puntos de los bordes del perímetro exterior (251 a 253, etcétera) de cada capa separadora se apoyan contra cada uno de los elementos 501 a 504, alineando de forma precisa esa capa. Esta técnica ayuda a reducir divergencias en el alineamiento las cuales pueden ser resultado de acumulaciones de tolerancias variables entre capas del conjunto y el dispositivo de sujeción de alineamiento usado. Por otra parte, usando los bordes exteriores, no se desaprovecha ninguna área dentro del cuerpo de cada capa mediante el uso, por ejemplo, de orificios de alineamiento.

En un ejemplo, cada capa separadora 200 está alineada con respecto a la pluralidad de elementos de alineamiento 501 a 504 por la colocación del separador de modo que el borde exterior 251 y el borde 253 se extienden para entrar en contacto con los elementos de alineamiento 501, 502, 503, y 504. En un ejemplo, la capa separadora 200 se fija a continuación a un conjunto de ánodo 100 a 100D ó un conjunto de cátodo 300 a 300D mientras el separador está posicionado en el dispositivo de sujeción. A continuación, estas capas de sub-conjunto se colocan de una en una en el dispositivo de sujeción 400 entre elementos 501 a 504. Los bordes de los separadores 200 entran en contacto con los elementos 501 a 504 y alinean las capas de electrodo.

En un ejemplo, cada sub-capa o serie de sub-capas se presiona para ayudar a reducir la deformación y por lo tanto para reducir la altura total de la pila de batería 24. Un elemento de fijación 351 (figura 21) puede envolver una parte de la pila 24 para mantener el alineamiento de las capas, una con respecto a otra. En un ejemplo, el elemento de fijación incluye una cinta que envuelve una parte central de la pila de batería 24. A continuación la pila de batería 24 se puede sujetar y recocer.

En algunos ejemplos, las capas de sub-conjunto de ánodo 100 a 100D y las capas de sub-conjunto de cátodo 300 a 300D se alinean una con respecto a otra dentro de la caja 20, en lugar de usar el mecanismo de alineamiento externo 400, y a continuación se acoplan entre sí en la posición alineada. Por ejemplo, un borde exterior de un separador del sub-conjunto de ánodo y un borde exterior de un separador de un sub-conjunto de cátodo pueden entrar en contacto con una superficie interior de la caja 20, y se alinearían allí dentro.

Entre otras ventajas, el uso del dispositivo de sujeción de alineamiento antes descrito proporciona una batería que logra un uso eficiente del espacio dentro de la caja, permite un incremento del área superficial anódica y catódica, y un incremento de la capacidad para una batería de un conjunto dado de dimensiones. La variación de las dimensiones exteriores de una pila de batería 24 con respecto a otra pila de batería 24 se reduce debido a que cada uno de ellos se forma dentro de elementos de alineamiento posicionados de la misma manera. Por otra parte, se eliminan las variaciones de dimensión de la pila de batería que son resultado de la variación de los puntos de referencia de una caja a otra o de un aparato de alineamiento a otro. Esto proporciona una uniformidad dimensional mejorada en la producción y permite una reducción de tolerancias entre la pila de batería y la caja de la misma. Esto permite un uso más eficiente del espacio interno de la caja de la batería.

Además, se pueden usar múltiples puntos para llevar a cabo el alineamiento, reduciendo el efecto de la tolerancia acumulada entre la capa conductora o separador que se esté alineando y el elemento de alineamiento en una posición cualquiera. Esto también facilita el alineamiento de componentes que, durante ciertas etapas en el proceso de fabricación, tienen partes que se extienden más allá de las dimensiones definidas por la caja y posteriormente se forman para encajar dentro de esta última.

La estructura de pila de batería antes descrita proporciona una mayor área superficial catódica/anódica puesto que, mediante el alineamiento con el separador, el área superficial de cátodo/ánodo se optimiza al no tener que proporcionar muescas de alineamiento accesorias u otras características de alineamiento dentro de o sobre los propios electrodos, las cuales reducen el área superficial del electrodo. No obstante, en algunas formas de realización, se pueden proporcionar una o más características, tales como orificios o muescas, en la superficie de cada uno de los conjuntos de cátodo 300 a 300D, los conjuntos de ánodo 100 a 100D, y los separadores 200, que permitan un alineamiento interno de la pila. Por ejemplo, el dispositivo de sujeción 400 puede incluir un poste central y cada capa se monta sobre el poste central de tal manera que cada capa queda alineada.

La figura 18A muestra una vista lateral en sección de un mecanismo de alineamiento 600 para formar una pila de batería de acuerdo con una forma de realización. El mecanismo de alineamiento 600 incluye en general una base 610, una base de asiento 620, y un primer y segundo elementos superiores 634 y 636. Durante el uso, el dispositivo

de sujeción 600 ayuda a mantener continuamente en compresión todas las capas de una pila de batería 624 a medida que se está formando la pila de batería. En una forma de realización, tal como se detallará posteriormente, a medida que cada capa independiente de la pila de batería se coloca sobre la base de asiento 620, dicha base de asiento impulsa hacia arriba la pila mientras los elementos superiores 634 y 636 proporcionan una fuerza de contención, hacia abajo, sobre la pila, de tal modo que este último queda prensado entre la base de asiento 620 y los elementos superiores 634 y 636. Este prensado o compresión mantiene cada capa de la pila de batería en la posición en la que se colocó en la pila, conservando así el alineamiento de la pila de la batería.

La base 610 incluye una cavidad interior 640. En una forma de realización, la cavidad interior 640 está conformada para alojar la base de asiento 620 dentro de ella con el fin de permitir que la base de asiento se traslade hacia arriba y hacia abajo. La base de asiento 620 y la cavidad 640 están conformadas para alojar la pila de batería ejemplificativo 624. Tal como se ha indicado anteriormente, las baterías planas se pueden constituir prácticamente con cualquier forma. Por consiguiente, la base de asiento 620 puede tener prácticamente cualquier forma.

La base de asiento 620 incluye una superficie superior plana para sustentar una superficie inferior de la pila de batería 624. En una forma de realización, el área superficial de la superficie de la base de asiento es ligeramente mayor que el área superficial de la pila de batería. En una forma de realización, en la superficie superior de la base de asiento 620 se proporciona una ranura longitudinal recta 627. Junto con una ranura correspondiente en la base de asiento 610, la ranura 627 proporciona un espacio para que en el mismo se disponga un agente adhesivo, tal como una cinta, mientras se está formando una pila de batería en el dispositivo de sujeción 600. Después de que se ha formado la pila, se puede hacer que la cinta envuelva la pila de batería para unir este último y para mantener el alineamiento del mismo. La ranura 627 también se puede usar como característica de agarre de la pila. Por ejemplo, en el canal de la ranura 627 se puede insertar una herramienta para coger la pila y extraerla con el fin de encintarlo. Algunas formas de realización omiten la ranura 627.

El dispositivo de sujeción 600 incluye uno o más elementos coercitivos o de empuje, tales como los resortes 626, que están situados por debajo de la base de asiento 620 para impulsar la base de asiento 620 hacia arriba. Durante el uso, la fuerza del resorte crece a medida que se forma la pila hasta que la fuerza es aproximadamente 2 libras (0,9072 kg) cuando la base de asiento está totalmente hundida. En otros ejemplos, la fuerza en la zona alta puede ir de 1/4 libras (0,1134 kg) a aproximadamente 3 libras (1,3608 kg), aproximadamente 4 libras (1,8144 kg), o más, en función del material que se esté apilando. Además, la fuerza en la zona baja (es decir, cuando la pila está vacía) puede variar. Por ejemplo, se puede aplicar una pre-carga sobre los resortes para impulsar la base de asiento contra la parte inferior de los elementos 634 y 636 antes de que se coloque en ella ninguna capa de la batería. Esta fuerza de pre-carga puede ir de cero, menos de aproximadamente 1/4 libras (0,1134 kg) a aproximadamente 1/4 libras (0,1134 kg), aproximadamente 1/2 libras (0,2268 kg), o más, en función de la aplicación. En una realización, el resorte se omite y debajo de la base de asiento 620 se ubica un mecanismo de amortiguación de aire comprimido para impulsar la base de asiento hacia arriba. El mecanismo de aire comprimido puede tener reglajes ajustables de presión del aire, y permitir una fuerza ascendente constante en la base de asiento.

En una realización, cada elemento superior 634 y 636 es un elemento plano, delgado, tal como una tira metálica o una tira de plástico. En este ejemplo, los elementos superiores 634 y 636 están ubicados de manera que entran en contacto con los bordes laterales superiores de la pila de batería cuando se está formando esta última. Esto ayuda a evitar que los bordes de una capa dada se enrosquen hacia arriba. Esto ayuda a evitar el desalineamiento de la pila puesto que cualquier desviación con respecto a la planicidad puede ser un motivo de desalineamiento.

En un uso ejemplificativo, un brazo de posicionamiento por vacío, controlado robóticamente, 660 coloca cada capa nueva 624X encima de la capa previa. Algunas realizaciones prevén una colocación manual de cada capa. Para alinear las capas se puede usar un sistema de alineamiento por visión. Los elementos superiores 634 y 636 se fijan de manera móvil al dispositivo de sujeción de manera que pueden salir y entrar en la pila girando. Por ejemplo, los elementos superiores 634 y 636 se pueden sacar de en medio cuando se esté colocando una capa nueva sobre la pila y el brazo 660 mantenga comprimida dicha pila. Después de que la capa nueva se haya colocado correctamente, los elementos 634 y 636 se mueven nuevamente sobre los bordes de la parte superior de la pila, y el brazo 660 se retira y a continuación los brazos mantienen comprimida la pila. A continuación, este proceso se repite hasta que se ha formado la pila.

El dispositivo de sujeción 600 permite un alineamiento preciso de una pila de batería que tiene un perfil curvado o no uniforme (véanse, por ejemplo, las figuras 21 y 22, donde las partes superior e inferior de la pila 24 tienen un área menor que la parte central, dando como resultado una pila de batería de perfil curvado). En una pila de batería de perfil curvado de este tipo, los bordes no son uniformes para proporcionar un alineamiento preciso cuando se lleva a cabo una pila en un dispositivo de sujeción tal como el dispositivo de sujeción 400. No obstante, prensando la pila, el dispositivo de sujeción 600 permite un alineamiento preciso con independencia del perfil de los bordes de la pila.

Otros detalles de algunas realizaciones del mecanismo de alineamiento 600 se describen en la solicitud publicada U.S. 2003-0134483 (publicada el 17 de julio de 2003), en trámite y cedida con la presente, titulada METHOD OF CONSTRUCTING A CAPACITOR STACK FOR FLAT CAPACITOR.

Las figuras 18B a 18F muestran un dispositivo de sujeción de pila 670 según una realización. El dispositivo de sujeción de pila 670 incluye algunas características similares a las descritas anteriormente para el dispositivo de sujeción 600, y ciertos detalles se omitirán para abreviar. El dispositivo de sujeción 670 incluye una base 672 para sujetar una pila mientras el mismo se está construyendo capa a capa. Una realización incluye resortes u otros elementos coercitivos (tales como un mecanismo de amortiguación de aire comprimido, según se ha descrito anteriormente) debajo de la base 672 para impulsar la base y la pila de la batería hacia arriba (tal como se ha descrito anteriormente para el dispositivo de sujeción 600). El dispositivo de sujeción 670 incluye un elemento de posicionamiento 671B para aplicar cada capa de ánodo, cátodo, o separadora en la pila. En algunas realizaciones, el elemento de posicionamiento 671B puede incluir elementos de posicionamiento manuales, elementos de posicionamiento por vacío, elementos de posicionamiento controlados robóticamente, sistemas de alineamiento por visión y otros tales como se ha descrito anteriormente. En una realización, un elemento de sujeción superior 671A está acoplado de forma giratoria al dispositivo de sujeción 670 para aplicar una presión desde encima sobre la pila cuando los elementos superiores 673 y 674 se alejan y el elemento de posicionamiento 671B se aleja. Otras realizaciones omiten el elemento 671A y utilizan la técnica que se describe posteriormente. En la parte superior de la base 672 se puede proporcionar una ranura o canal para permitir la inserción de una tira de cinta o una herramienta para extraer la pila del dispositivo de sujeción.

El dispositivo de sujeción 670 incluye elementos superiores 673 y 674 que están situados en caras opuestas de la pila. Cada elemento superior 673 y 674 incluye, respectivamente, un elemento de contacto 675 y 676. Cada uno de los elementos de contacto 675 y 676 se mantiene en tensión y se sustenta al montarse en los brazos 680 y 681 por cada uno de los extremos de los elementos de contacto. Los elementos de contacto 675 y 676 entran en contacto con la superficie superior de la capa superior de la pila de batería a medida que el mismo se está construyendo. La fuerza de compresión o sujeción entre los elementos de contacto 675 y 676 y la base de asiento 672 mantiene alineada la pila de la batería a medida que el mismo se está construyendo capa a capa.

La figura 18C muestra una vista de elementos de contacto que se extienden a través de una superficie superior de una capa superior 677 de un apila de batería 678. Debe observarse que la pila de batería se puede orientar según cualquier manera deseable (por ejemplo, la pila se puede girar 90 grados con respecto a la figura 18C). La figura 18D muestra una realización de un elemento de contacto 675B. El elemento de contacto 675B incluye una tira delgada de plástico, tal como una lámina pelicular de mylar, polietileno, o polipropileno, por ejemplo. Varias realizaciones disponen de elementos de contacto que tienen un espesor de aproximadamente 0,001 pulgadas o menor, hasta aproximadamente 0,005 pulgadas. Esta lámina de material delgada, sustentada por los extremos, es más resistente y está mejor sustentada que un elemento montado en voladizo y el espesor del material permite una deformación mínima de cada capa nueva a medida que la misma se coloca encima de la pila.

La figura 18E muestra un elemento de contacto 675C que incluye un rollo de material plástico delgado. En este ejemplo, la lámina del elemento 675C se puede regular y se puede tirar de ella a través de los brazos 680 y 681 cada vez o cada cierto número de veces que se use. Esto puede proporcionar material limpio para entrar en contacto con la pila de la batería y permitir que la lámina mantenga su resistencia.

La figura 18F muestra un uso ejemplificativo del dispositivo de sujeción 670 en la colocación de la capa superior 677 sobre una pila de batería 678. En este ejemplo, cada capa de la pila de batería se alinea y coloca sobre la pila, que reposa sobre la base de asiento 672. Por claridad, en la figura 18F se muestra únicamente el elemento de contacto 675. En una realización, se usa un segundo elemento de contacto 676 en la cara opuesta de la pila tal como se muestra en la figura 18B.

Durante su uso, el elemento de posicionamiento 671B coloca la capa 677 encima de la pila y mantiene en su posición la capa, tal como se alineó originalmente, encima de la pila. En dicha posición, el borde de la capa 677 se encuentra entonces encima del elemento de contacto 675. A continuación, el elemento de contacto 675 se mueve hacia fuera a la posición 1, hacia arriba a la posición 2 y a continuación de vuelta a las posiciones 3 y 4, donde la parte inferior del elemento de contacto 675 a continuación entra en contacto con la capa 677 y la mantiene presionada sobre la pila 678. A continuación, el elemento de posicionamiento 671B se aleja para coger la siguiente capa con el elemento de contacto 675 (y 676) que mantiene la pila alineada. Este proceso continúa entonces hasta que se forma la pila de la batería, con el elemento 671B y los elementos 675 y 676 manteniendo alternativamente la pila en compresión.

Tal como con el dispositivo de sujeción 600, el dispositivo de sujeción 670 permite un alineamiento preciso de una pila de batería que tiene un perfil curvado o no uniforme (véanse las figuras 21 y 22). En una pila de este tipo, los bordes no son uniformes para proporcionar un alineamiento preciso cuando se lleva a cabo la pila en un dispositivo de sujeción tal como el dispositivo de sujeción 400. No obstante, prensando o al menos sujetando la pila de manera que no se mueva, el dispositivo de sujeción 670 permite un alineamiento preciso con independencia del perfil de los bordes de la pila puesto que esta última no tiene nunca la oportunidad de moverse una vez que en la pila se ha alineado y colocado una capa. Por otra parte, los elementos de contacto delgados 675 y 676 proporcionan la mínima deformación de la capa cuando los mismos se alejan de la pila. Por ejemplo, la figura 18G muestra cómo cada capa superior 677 es deformada por el elemento de contacto 675 cuando la misma se está colocando sobre la pila 678

por medio del elemento de posicionamiento. Al proporcionar un elemento de contacto delgado, esta deformación se puede minimizar.

5 En algunos ejemplos, los bordes de las capas de cátodo y las capas de ánodo de la pila de batería 24 antes descrito son en general concurrentes o están alineados entre sí dentro de la pila 24. En otros ejemplos, una pila de batería puede incluir capas de ánodo y de cátodo que tienen bordes desplazados por lo menos parcialmente.

10 Por ejemplo, las figuras 19 y 20 muestran unas vistas superior y lateral de una pila de batería 724 según un ejemplo. La pila de batería 724 incluye una capa de ánodo 701, un separador 702, y una capa de cátodo 703 que están configurados en una estructura estratificada análoga a la de la pila de batería 24 antes descrita. La superficie inferior que se muestra en la figura 19 es la capa de cátodo, y la superficie superior es la capa de ánodo con el separador interpuesto entre ellas. En un ejemplo, el separador 702 se puede extender más allá tanto de la capa de ánodo 701 como de la capa de cátodo 703.

15 Algunos procesos de corte y de punzonado con matriz usados para realizar las capas de la batería de ánodo y cátodo pueden producir rebabas sobre las capas, que pueden dar como resultado un cortocircuito si una rebaba de una parte de borde de una capa de ánodo hace contacto con una capa de cátodo adyacente o viceversa. Cuando las dimensiones de las capas de cátodo y de ánodo son las mismas de manera que los bordes de cada capa están alineados, entonces una rebaba en una parte de borde de la capa de cátodo puede contactar con una rebaba en una parte de reborde de la capa de ánodo. Las rebabas sobre partes de borde solapadas de las capas de ánodo y de cátodo pueden entonces hacer contacto y provocar un cortocircuito cruzando únicamente la mitad del espesor del separador entre las dos capas.

25 Por consiguiente, en un ejemplo, la pila de la batería se construye con capas que tienen partes de borde que están desplazadas una con respecto a otra. En un ejemplo, esto se realiza haciendo que una capa de cátodo tenga una dimensión diferente a la capa de ánodo de modo que partes de sus bordes están desplazadas en la estructura estratificada (es decir, o bien la capa de ánodo o bien la capa de cátodo es menor que la otra). Las capas de ánodo y de cátodo pueden tener la misma forma general, por ejemplo, aunque con diferentes áreas superficiales de manera que el perímetro de una capa esté circundado por el perímetro de la otra capa.

30 La capacidad de una batería basada en litio se determina por la cantidad de material de cátodo (tal como MnO_2) que se puede empacar de manera segura en el dispositivo. Además, puede resultar deseable hacer que el ánodo se sitúe en total oposición al cátodo. Por consiguiente, la alteración del área superficial de la capa de ánodo no afecta apreciablemente a la capacidad del dispositivo. Se muestra una disposición de este tipo en las figuras 19 y 20 en donde la capa de ánodo 701 tiene la misma forma general que la capa de cátodo 703 aunque con un área superficial menor, de tal manera que las partes de borde de la capa de ánodo están desplazadas hacia dentro con respecto a los bordes de la capa de cátodo. En esta estructura, únicamente una rebaba de borde de la capa de ánodo que cruza el espesor completo del separador puede producir un cortocircuito. Esto se sitúa en contraposición con el caso en el que las partes de borde de las dos capas están alineadas en lugar de desplazadas. El desplazamiento de las partes de borde da como resultado una mayor tolerancia para las rebabas de borde y permite el uso de un proceso de fabricación menos restringido y un separador más delgado.

45 La pila de batería 724 puede incluir una pluralidad de elementos de electrodo que están apilados uno sobre otro, siendo cada elemento de electrodo una estructura estratificada tal como se muestra en la figura 19. Las capas de ánodo 701 se apilan sobre capas de cátodo 703 de una manera alternada, con el separador 702 interpuesto entre cada capa de ánodo y cada capa de cátodo.

50 En un ejemplo, la estructura desplazada que se ha descrito anteriormente se puede incorporar en una batería cilíndrica. Por ejemplo, las capas de ánodo y de cátodo se cortan a partir de una lámina con una anchura y una longitud deseadas. Se hace que la capa de ánodo sea más estrecha que la capa de cátodo de modo que los bordes de la capa de ánodo estén desplazados hacia dentro con respecto a los bordes de la capa de cátodo. A continuación, se produce la configuración cilíndrica enrollando las capas para obtener capas concéntricas de ánodo y cátodo que están separadas por separadores.

55 El desplazamiento de las partes de borde de la capa de ánodo y la capa de cátodo se puede lograr usando una variedad de capas de cátodo o de ánodo con diferentes formas y/o dimensiones.

60 En un ejemplo, por ejemplo, una batería usada en desfibriladores implantables y diseñada para funcionar a un voltaje nominal de aproximadamente entre 2,75 voltios y 3,4 voltios, incluye una relación del área superficial de la capa de ánodo con respecto al área superficial de la capa de cátodo de aproximadamente 1,2 ó mayor. En algunos ejemplos, la relación está entre aproximadamente 1,3 y aproximadamente 1,4. En varios ejemplos del presente sistema, una relación de la capacidad de Li/MnO_2 puede variar entre aproximadamente 0,85 y 1,7.

65 En referencia nuevamente a la figura 16, una vez que se ha obtenido la pila 24 tal como se muestra, las capas del sub-conjunto de ánodo se interconectan por medio de pestañas de ánodo A a D y las capas del sub-conjunto de cátodo se interconectan por medio de pestañas de cátodo A a D. Las interconexiones se pueden realizar por

soldadura, enclavamiento (*staking*), u otras técnicas. Cada pestaña de las diversas capas de electrodo está acoplada eléctricamente a las otras pestañas a través de la capa de base de colector múltiple 100 ó 300. Cada capa de electrodo secundaria tiene por lo menos una pestaña de extensión posicionada para solaparse, ser concurrente, o coincidir con una de la pluralidad de las posiciones de las pestañas A a D.

En este ejemplo, las capas de cátodo están posicionadas de manera que incluyen cuatro grupos de pestañas 350A a 350D. De modo similar, las capas de ánodo están posicionadas de manera que incluyen cuatro grupos de pestañas de ánodo 150A a 150D. Los grupos de pestañas están en contacto eléctrico mutuo a través de la capa de base 100 ó 300. De este modo, cada capa de cátodo está conectada eléctricamente a la pestaña 35 y finalmente a través del conductor pasante 36, y cada capa de ánodo está conectada a la pestaña 37 y a continuación a la caja.

En otras palabras, desde la perspectiva de una vista superior, las pestañas de ánodo A a D y las pestañas de cátodo A a D están posicionadas en común o son concurrentes, respectivamente, con las pestañas de base de ánodo y cátodo A a D.

Las pestañas de base y las pestañas secundarias complementarias pueden ser elementos independientes fijados o soldados a las láminas metálicas, o las pestañas pueden ser enterizas con la capa de hojas. Los ánodos y cátodos de base se muestran con cuatro pestañas, y los electrodos secundarios se muestran con una pestaña, aunque se puede proporcionar un número cualquiera de pestañas según se requiera. En algunos ejemplos, las capas secundarias incluyen dos o más pestañas para crear redundancia.

Nuevamente, puesto que las pestañas de extensión están esparcidas, se reduce el tamaño necesario para encajar la pila dentro de la caja de la batería. Por otra parte, las interconexiones enterizas proporcionan una resistencia reducida de las mismas. Esto da como resultado un área superficial máxima optimizada de la batería, por unidad de volumen de esta última. Por otra parte, la batería tiene en este caso una impedancia reducida debido a las interconexiones enterizas. Por ejemplo, puesto que la batería dispone de una interconexión en cada capa, se trata en efecto de un esquema de interconexión múltiple en paralelo que tiene una impedancia menor que la de una batería enrollada o plegada con solamente una o dos pestañas.

En un ejemplo, la pila de batería 24 incluye las pestañas complementarias de cada grupo de capas secundarias, soldadas a la pestaña correspondiente de la capa de base. Estos grupos se pliegan contra la pila de la batería, formando los grupos de pestañas de ánodo 150A a 150D y los grupos de pestañas de cátodo 350A a 350D. Nuevamente, los grupos de pestañas 350A a 350D se conectan eléctricamente a una conexión de cátodo externa por medio de la pestaña 35 la cual proporciona una conexión eléctrica externa. Los grupos de pestañas 150A a 150D se conectan eléctricamente a la pestaña 37.

En este ejemplo, los grupos de pestañas 150A a 150D y 350A a 350D están plegados en su posición sobre una superficie superior 32 de la pila de batería 24. Los grupos de pestañas se pliegan sobre la parte superior de la pila y se encintan. Alternativamente, los grupos de pestañas se cortan justo más allá de la soldadura y se encintan contra una cara 30 de la pila (véase la figura 21). Cada grupo de pestañas 150A a 150D y 350A a 350D tiene un espesor que es menor que la suma de la capa de base y la totalidad de las capas secundarias.

En un ejemplo, el espesor de los grupos de pestañas es aproximadamente igual a o menor que el espacio entre el cuerpo principal de la pila 24 y la tapa 28 de la caja 20 (figura 1). En algunos ejemplos, el espacio es meramente un ajuste con apriete de línea a línea. La presente estructura de cátodo y ánodo prevé que las interconexiones de cátodo y las interconexiones de ánodo encajen dentro del espacio disponible limitado.

Por ejemplo, en una o más de las realizaciones antes descritas, las interconexiones de los electrodos se esparcen o distribuyen sobre múltiples ubicaciones. Por ejemplo, las capas de cátodo o ánodo se pueden esparcir sobre cuatro ubicaciones con cuatro grupos de pestañas, siendo el espesor de cada grupo de pestañas en cada ubicación de aproximadamente 0,006 pulgadas después de la soldadura (suponiendo que en cada ubicación hay cuatro capas a 0,001 pulgada ($2,54 \cdot 10^{-3}$ cm) por capa). Este espesor del grupo de pestañas permite colocar la unidad apilada en el receptáculo, con los grupos de pestañas ocupando el espacio entre el receptáculo y el borde de la pila o el espacio despejado entre la tapa y la parte superior de la pila. Estos espacios despejados se prevén para insertar la pila en el receptáculo. Como comparación, si las pestañas de cátodo aparecieran todas ellas en una ubicación, el espesor sería mayor que 0,015 pulgadas y haría que resultase difícil, cuando no prácticamente imposible, plegar las pestañas en conjunto sobre la pila, tal como en la figura 21. De este modo, este espesor requeriría que parte de la pila se retirase o que la caja se ampliase para dejar espacio con el fin de encaminar y conectar las conexiones de las capas de cátodo, reduciéndose así la eficiencia de empacamiento de la batería.

El ejemplo antes descrito muestra la capa de base y la capa secundaria como capas de cátodo y de ánodo. No obstante, en algunos ejemplos únicamente la capa de ánodo o de cátodo está dispuesta con la presente configuración, y la otra está dispuesta de una manera diferente.

La figura 22A muestra una vista frontal de la pila 24 de la figura 21. En este caso, puede observarse que, en un ejemplo, el presente sistema permite el uso de capas no uniformes de una batería. En este ejemplo, se designan en

general una parte de pila superior 24A, una parte de pila central 24B y una parte de pila inferior 24C. Cada una de las partes de pila 24A a 24C incluye una o más capas de cátodo, capas separadoras, y capas de ánodo. Las capas de la parte superior 24A tienen por lo menos una dimensión que es menor que las capas similares de la parte de pila central 24B. De modo similar, la parte de pila inferior 24C incluye por lo menos una dimensión menor que las capas similares de la parte de pila central 24B. Esta diferencia de dimensión da como resultado el perfil curvado de la pila 24.

Las partes 24A a 24C están escalonadas de manera que sus bordes perimetrales en general (o por lo menos una parte de un lateral de la pila) definen un perfil que en general se adapta o es sustancialmente concordante con una parte interior curvada, adyacente, de la caja de batería 20 (figura 1) sin desaprovechar ningún espacio dentro de la caja. La figura 21 muestra que las partes 24A a 24C pueden estar escalonadas en dos dimensiones. Tal como se ha descrito anteriormente, el dispositivo de sujeción 600 (figura 18) se puede usar para formar la pila de perfil curvado o escalonado 24.

En varios ejemplos, la pila 24 puede presentar una variedad de perfiles y puede estar curvado a lo largo de cero, 1, 2, 3, ó más lados de la batería. La pila puede estar curvada a lo largo de una parte superior, una parte inferior, o de ambas partes.

De este modo, la pila de perfil curvado permite una caja de batería con perfil curvado (figura 1). Esto ventajosamente saca provecho de que el receptáculo de un dispositivo médico implantable puede incluir una superficie exterior curvada y una superficie interior curvada. Así, la presente conformación proporciona una cantidad óptima de energía de batería empacada de una manera que saca provecho de la conformación preferida de un dispositivo médico implantable. Esto permite que la pila de batería 24 encaje de forma ajustada dentro de una caja curvada con el menor espacio desaprovechado posible. Habitualmente, una caja curvada representa una opción mejor dentro de un dispositivo médico implantable. De este modo, esta estructura permite un dispositivo médico de menor tamaño sin reducir la energía disponible de la batería al incrementar la densidad de energía volumétrica y gravimétrica de la batería.

La figura 22B es una vista en perspectiva de una funda aislante o elemento aislante 50 según una realización, y la figura 22C es una vista lateral del elemento aislante 50. En este ejemplo, el elemento aislante 50 está conformado y dimensionado para contener una pila de batería con la forma de la pila de batería 24 (figuras 1 y 21), por ejemplo. Otros ejemplos pueden darle la forma necesaria al elemento aislante 50 de manera que se adapte a y cubra las superficies exteriores de una pila de batería. En un ejemplo, el elemento aislante 50 se usa en lugar del elemento aislante 38 (figura 1) para aislar la pila de batería con respecto a la caja 20.

En un ejemplo, el elemento aislante 50 incluye un cuerpo aislante principal 52 el cual define una forma de copa e incluye una superficie superior 61 y una superficie inferior opuesta 62 y que tiene una abertura 54 a lo largo de un lateral del cuerpo. Una o más solapas 55 y 56 se extienden desde un borde de la abertura 54. Las solapas 55 y 56 están dimensionadas para plegarse sobre la abertura 54 y cubrir esta última, después de que se haya insertado una pila de batería en el cuerpo principal 52. En un ejemplo, una primera parte de solapa 57 cubre la superficie expuesta de la pila de batería y una segunda parte de solapa 58 se puede fijar a la superficie superior del cuerpo principal 52. Así, una pila de batería, tal como la pila 24, se puede insertar a través de la abertura 54 en el área hueca dentro del cuerpo principal 52. Las solapas 55 y 56 se pliegan sobre la parte expuesta de la pila y la pila de batería queda separada con respecto a la caja de la batería y aislado de esta última. Se pueden proporcionar uno o más intersticios o espacios 59 y 60 entre las solapas 55 y 56 ó de forma adyacente a estas últimas, para proporcionar espacio para que las pestañas de extensión 37 y 35 (figura 1) se extiendan desde la pila.

En un ejemplo, las solapas 55 y 56 se forman de manera enteriza con el cuerpo 52. Esta estructura enteriza permite un uso del elemento aislante 50 durante la fabricación, que es más eficiente que el de una construcción de dos o más partes. Las solapas enterizas proporcionan ahorros de costes en el conjunto tanto de las partes de las piezas como de la fabricación. Por otra parte, la estructura enteriza del elemento aislante 50 reduce las ineficiencias volumétricas de aislantes formados por dos partes, ya que la presente estructura reduce o elimina cualquier zona solapada de la estructura aislante cuando la misma se monta en torno a la pila de batería. Por ejemplo, cuando el borde de las solapas 55 y 56 se encuentra con la superficie superior 61 se obtiene como resultado solamente una única costura superior.

La figura 23A muestra una vista lateral de la pila de batería 24 y la tapa de caja de batería 28. El conductor pasante 36 se extiende a través de un orificio de conductor pasante 45 en la tapa 28 y se conecta a la pestaña 35. La figura 23B muestra una sección transversal de la conexión. La pestaña 35 envuelve el conductor pasante 36 y se fija por la sección 35X. Esto permite un área de alivio de tensiones de la fijación de la pestaña.

La figura 23C muestra una sección transversal del conjunto de conductor pasante 40 de la batería 18. El conjunto de conductor pasante 40 incluye una parte de zuncho 42 conformada de manera enteriza a partir de una pared 43 de la tapa 28. En otros ejemplos, el elemento de zuncho se puede conformar a partir de la base 26 de la caja 20. La parte de zuncho 42 incluye una estructura anular formada de manera enteriza, que define el orificio de conductor pasante 45 el cual tiene una superficie cilíndrica 45S encarada hacia dentro. Un elemento aislante anular 44 está situado

dentro de la parte de zuncho 42. En un ejemplo, el elemento aislante anular 44 puede ser, por ejemplo, un elemento de vidrio, un elemento de epoxi, un elemento cerámico, o un elemento compuesto. En un ejemplo, el elemento anular 44 incluye un vidrio TA23 ó un vidrio equivalente. El poste de conductor pasante 36 se extiende a través del elemento anular 44. El poste de conductor pasante 36 puede incluir un material de molibdeno. El elemento anular 44 aísla eléctricamente el conductor pasante 36 con respecto a la tapa 28 y proporciona un sellado hermético de la batería 18.

El elemento anular 44 tiene una superficie exterior que se apoya hacia dentro, encarada a la superficie cilíndrica 45S. El elemento anular 44 incluye un orificio interno 48. El poste de conductor pasante 36 se extiende a través del orificio interno 48 y se fija con vidrio en la caja de la batería. Esto permite que el poste de conductor pasante tenga un extremo conectado a una parte del conjunto de electrodo, tal como la pestaña de cátodo 35, y un segundo extremo expuesto externamente al alojamiento para proporcionar un terminal de cátodo para la batería. La estructura entera del zuncho proporciona facilidad de fabricación de una batería puesto que no es necesario que el zuncho se suelde en la caja. Por otra parte, puede constituir un planteamiento rentable y ventajoso desde el punto de vista del tamaño para una batería sellada herméticamente. Instalando el conductor pasante directamente en el orificio de conductor pasante de la caja, se elimina una etapa difícil de soldadura ya que la caja y el zuncho del conductor pasante constituyen un conjunto combinado en lugar de dos subconjuntos independientes que es necesario unir entre sí.

La figura 24A muestra una vista lateral de la batería 18 después de que la batería se haya ensamblado. La figura 24B muestra una sección transversal de la batería 18, y la figura 24C muestra un detalle ampliado de la sección transversal de la figura 24B. En este caso, puede observarse que las conexiones de las pestañas de la presente realización se han escalonado. El espacio 60 entre la pila 24 y la tapa 28 puede ser de tamaño reducido para permitir un uso óptimo del espacio dentro de la caja de la batería.

La figura 25 muestra un conjunto de batería 800 según un ejemplo, y la figura 26A muestra una vista explosionada de la batería 800. La batería 800 se puede construir usando algunas características y técnicas antes descritas, y la descripción anterior se incorpora en este caso a título de referencia. La batería 800 es una batería apilada, plana, que tiene una forma no rectangular. Nuevamente, las técnicas antes descritas y que se describen posteriormente permiten la fabricación de prácticamente cualquier batería con una forma arbitraria para permitir que un diseñador encaje la batería en un espacio dado, dentro, por ejemplo, de un dispositivo médico implantable. Una pila de batería 814 está montada dentro de una caja de batería 802. En una realización, la caja 802 es una caja de tipo bivalvo, de dos partes, que tiene una primera parte 803 y una segunda parte 804. La caja 802 puede ser una caja metálica fabricada a partir de un material conductor, tal como acero inoxidable. En otra opción, la caja 802 se fabrica usando un material no conductor, tal como una cerámica o un plástico.

La pila de batería 814 tiene una zona 815 por su periferia, la cual está deprimida con respecto a la forma de la caja 802. Esta zona deprimida 815 se posiciona cuando se instala la pila 814 en la caja 802 para proporcionar espacio para conexiones eléctricas. Un poste de conductor pasante 808 pasa a través de la caja 802 a la pila 814 y está aislado eléctricamente con respecto a la caja 802. El poste de conductor pasante 808 está conectado a una pestaña de cátodo 824, mientras que una pestaña de ánodo 822 está fijada directamente a la caja 802. Un terminal de ánodo 810 está conectado a la superficie exterior de la caja 802. En algunos ejemplos, estas funciones están invertidas y la pestaña de cátodo está conectada a la caja y la pestaña de ánodo se conecta a un conductor pasante. En algunos ejemplos, se proporcionan dos conductores pasantes, uno para el ánodo y otro para el cátodo. La pila de batería 814 está envuelta por una tira de cinta 828 para ayudar a mantener la pila junta y alineada. La pila 814 se cubre con uno o más elementos aislantes 811 y 812 cuando se monta dentro de la caja 802. En otros ejemplos, también se pueden usar otros elementos aislantes, tales como el elemento aislante enterizo, de una sola pieza, que se ha descrito anteriormente. En la caja se proporciona un acceso de rellenado 806. En un ejemplo, un elemento aislante anular 827 está posicionado por debajo de un zuncho de conductor pasante y en torno al mismo (véase también la figura 47A) para evitar cualquier cortocircuito entre la interconexión 824 y la caja. El elemento aislante 827 ayuda también a minimizar el potencial de corrosión galvánica. Un material ejemplificativo para el elemento 827 es un material de polietileno.

La primera parte 803 de la caja de tipo bivalvo 802 incluye un labio 825 el cual está deprimido para permitir que el borde 826 de la segunda parte 804 se monte de forma encastrable en torno al labio 825.

La pila de batería 814 está construida para proporcionar un almacenamiento óptimo de energía en un pequeño espacio. Esto permite que la batería 800 tenga unas dimensiones tales que encajen dentro de, por ejemplo, un dispositivo médico implantable, y que ocupe el menor volumen posible dentro del dispositivo. En un ejemplo, la pila 814 incluye una pluralidad de capas alternativas de ánodo y cátodo separadas por separadores. Tal como se detallará posteriormente, estas capas alternativas de electrodo se apilan, alinean, e interconectan para permitir un área de electrodo máxima en un volumen mínimo sin ningún espacio desaprovechado.

En un ejemplo, la pila 814 puede incluir una o más partes o perfiles escalonados. Por ejemplo, la pila 814 puede incluir capas no uniformes de ánodo o cátodo. La pila 814 incluye una parte superior 820, una parte central 818 y una parte inferior 816. Cada una de las partes de pila 816 a 820 incluye una o más capas de cátodo, capas

separadoras, y capas de ánodo. En un ejemplo, las capas de la parte superior 820 tienen por lo menos una dimensión que es menor que la de las capas similares en la parte de pila central 818. De modo similar, la parte de pila inferior 816 incluye por lo menos una dimensión menor que la de capas similares en la parte de pila central 818. Esta diferencia de dimensiones da como resultado el perfil curvado de la pila 814.

Las partes 816 a 820 están escalonadas de manera que sus bordes perimetrales en general (o por lo menos una parte del lateral de la pila) definen un perfil que, en general, se adapta o es sustancialmente concordante con una parte interior curvada, adyacente, de la caja de batería 802. En varios ejemplos, la pila 814 puede tener una variedad de perfiles y puede estar curvado a lo largo de cero, 1, 2, 3, o más lados de la batería. La pila puede estar curvada a lo largo de una parte superior, una parte inferior, o de ambas partes.

De este modo, la pila de perfil curvado 814 permite una caja de batería de perfil curvado 802. Esto saca provecho de un alojamiento de dispositivo médico implantable, el cual puede incluir una superficie exterior curvada y una superficie interior curvada. Así, la presente conformación proporciona una cantidad óptima de energía de la batería empacada de una manera que saca provecho de la conformación preferida de un dispositivo médico implantable. Esto permite que la pila de batería 814 encaje de forma ajustada dentro de una caja curvada con el menor espacio desaprovechado posible. Una caja curvada habitualmente constituye una mejor opción dentro de un dispositivo médico implantable. Así, esta estructura permite un dispositivo médico de menor tamaño sin reducir la potencia de la batería. (Véase la figura 22A y la argumentación adjunta para otros detalles).

La figura 26B muestra la pila de batería 814 según un ejemplo. En este ejemplo, los elementos aislantes 811 y 812 (figura 26A) se omiten y la pila 814 se aísla envolviendo el borde periférico de la pila con un elemento aislante, tal como una tira aislante 811B. En un ejemplo, la tira 811B incluye una tira de cinta de poliimida que envuelve dos veces el borde de la pila. Las dos envolturas proporcionan un incremento de la resistencia al calor a lo largo de la línea de soldadura de la caja de batería 803, 804 (figura 26A) y la capacidad de hacer frente a variaciones en la altura de la pila de batería. En este ejemplo, las superficies superior e inferior de la pila 814 no necesitan aislarse de la caja de batería ya que se encuentran en el mismo potencial eléctrico que la caja. Este diseño hace que mejore también la densidad de empacamiento de la batería 802.

La figura 27 muestra una vista explosionada de la pila de batería 814 según un ejemplo. La pila de batería 814 incluye un conjunto de ánodo que incluye una pluralidad de sub-conjuntos de ánodo 840, 842, y 844, y un conjunto de cátodo que incluye una pluralidad de sub-conjuntos de cátodo 841 y 843. Los sub-conjuntos de ánodo 840 y 844, situados cerca de la parte superior e inferior de la pila 814, tienen un tamaño menor que los otros conjuntos de ánodo, y los sub-conjuntos de cátodo 841 tienen un tamaño menor que los otros sub-conjuntos de cátodo para adaptarse a un borde curvado de la caja de batería. En este ejemplo, los ánodos 840 y 844 tienen litio fijado a un único lado del ánodo. Cada sub-conjunto de ánodo incluye una pestaña que se extiende desde el cuerpo del ánodo en una ubicación A. Cada sub-conjunto de cátodo incluye una pestaña que se extiende desde el cuerpo del cátodo en una ubicación B. Para formar la pila 814, se puede usar un dispositivo de sujeción de pila, tal como los correspondientes antes descritos, tales como los dispositivos de sujeción 600 ó 670, por ejemplo. Después del apilamiento, las pestañas de ánodo se juntan y se sueldan para conectar cada una de las capas de ánodo a un conjunto de ánodo. De modo similar, todas las pestañas de cátodo se juntan y se sueldan para formar un conjunto de cátodo.

En algunos ejemplos, las capas de ánodo y de cátodo de la pila 814 están separadas por un separador tal como se ha descrito anteriormente. En otros ejemplos, cada uno de los sub-conjuntos de cátodo 841 y 843 incluye un separador termosellado 846 que se forma de manera que sustancialmente rodea, encapsula, o envuelve el elemento de cátodo del sub-conjunto al mismo tiempo que permite que la pestaña de extensión del cátodo se abra.

Las figuras 28, 29, 30 y 31 muestran un ejemplo de un conjunto de cátodo encapsulado 843. (La presente técnica de encapsulación es también aplicable a los ánodos aquí descritos). La figura 28 muestra una vista superior del sub-conjunto de cátodo 843 el cual incluye un cátodo 853 interpuesto entre dos capas de material separador 847, con una capa de material separador a cada lado del cátodo. En un ejemplo, el material separador es polietileno, tal como Tonen™, o un material separador tricapa (polipropileno, polietileno, polipropileno) tal como Celgard™ 2325.

Para formar el conjunto de cátodo encapsulado 843, la zona periférica 848, justo por fuera del borde exterior del cátodo se sella de manera que fija entre sí las dos capas del separador 847 y, de este modo, encapsula el cátodo 853 entre los separadores 847. Una de las técnicas de sellado de las capas incluye el termosellado. Esto puede incluir una línea delgada termosellada en torno a la periferia completa tal como se muestra en forma de la zona 848 en la figura 28. En este ejemplo, la periferia total del cátodo está encapsulada dentro de la vaina separadora excepto por el conductor 849. En un ejemplo, el proceso de termosellado también corta el sub-conjunto de cátodo sellado 843 con respecto a la lámina. En algunos ejemplos, el proceso de encapsulación incluye soldadura por ultrasonidos, sellado por ultrasonidos, sellado con matriz en caliente, o sellado por inducción, de los separadores entre sí a lo largo de la periferia del cátodo para formar el sub-conjunto de cátodo encapsulado.

Cuando está encapsulado, el cátodo 853 queda inmovilizado dentro de la estructura de tipo vaina separadora, de tal manera que el cátodo 853 no se mueve cuando el sub-conjunto 843 es cogido por el material separador 847. Esto

ahorra tiempo en la fabricación. Por ejemplo, en lugar de apilar y alinear cuidadosamente un ánodo, un separador, y un cátodo, la operación de pila incluye apilar y alinear un ánodo y un conjunto de cátodo encapsulado 843. Esto ahorra tiempo de fabricación y hace que el alineamiento sea más sencillo puesto que cada separador no se debe alinear con cada ánodo y cada cátodo debido a que el separador se alinea automáticamente durante el proceso de encapsulación. En otras palabras, reduce a la mitad el número de elementos individuales a apilar.

La figura 30 muestra un detalle de la parte de pestaña del sub-conjunto de cátodo encapsulado 843. El cátodo 853 incluye una capa de base 851 que tiene material de cátodo 852 presionado, o montado de otra manera, sobre uno o ambos lados de la capa de base. Las dos capas separadoras 847 se sellan por la zona 850 con la pestaña 849 que se extiende desde la zona sellada.

La figura 31 muestra un detalle de una parte inferior del sub-conjunto de cátodo encapsulado 843. La zona sellada 848 de capas separadoras 847 forma un reborde 851 en torno a la periferia del conjunto encapsulado 843. El reborde 847, que se extiende en torno a la periferia del sub-conjunto de cátodo (véase la figura 28), ofrece una protección contra cortocircuitos alrededor de la periferia completa del cátodo en lugar de solamente las superficies principales del cátodo como cuando entre cada cátodo y cada capa de ánodo se coloca una única capa separadora. Por otra parte, la estructura encapsulada evita que cualquier material de cátodo desprendido flote alrededor de la celda una vez construida.

En un ejemplo, la pila 814 se forma usando los ánodos y cátodos mostrados en la figuras 32 a 33. Las figuras 32 a 36 muestran una técnica de interconexión de cátodos y ánodos de acuerdo con una forma de realización. La figura 32 muestra un cátodo 860 que tiene un material de cátodo 861 montado sobre una capa de base y una parte de conexión no recubierta o parte de pestaña 862 que tiene una parte proximal 863 conectada al cuerpo principal del cátodo 860 y una parte distal 864 que se extiende desde el mismo. La figura 33 muestra un ánodo 865 que tiene un material de ánodo 866 montado sobre una capa de base y una parte de conexión no recubierta o parte de pestaña 867 que tiene una parte proximal 868 conectada al cuerpo principal del ánodo 865 y una parte distal 869 que se extiende desde el mismo. En un ejemplo, los elementos de conexión 862 y 867 incluyen uno o más elementos independientes fijados al ánodo o cátodo mediante soldadura, enclavamiento (*staking*), u otro procedimiento de conexión. En otros ejemplos, los elementos de conexión 862 y 867 pueden ser partes enterizas del ánodo o el cátodo, y se pueden troquelar, cortar por láser, o conformar de otra manera a partir de las capas de base.

En un ejemplo, se proporciona una capa adicional de material en cualquiera o los dos elementos de conexión 862 y 867 para dotarlos de un espesor aproximadamente igual a o ligeramente mayor que el espesor ya sea del cátodo 860 ó del ánodo 865. Este material adicional minimiza el movimiento de los elementos de conexión cuando los mismos se prensan entre sí. Se describe posteriormente una estructura similar para la figura 36B, cuya descripción se incorpora en este caso a título de referencia.

La figura 34 muestra un separador según un ejemplo. El separador 870 incluye una zona recortada 873 que permite que los elementos de conexión 862 y 867 se extiendan más allá del separador. En algunos ejemplos, se omite un separador discreto y el cátodo 860 se puede encapsular dentro de una vaina o bolsa separadora, tal como se ha descrito anteriormente.

La figura 35 muestra una vista superior de una pila de batería 871 que incluye capas alternativas de ánodos 865, separadores 870 y cátodos 860. En la pila 871, los elementos de conexión 862 y 867 están sobrepuestos y subyacen uno con respecto al otro. Tal como se usa en la presente, sobreponerse y subyacer se refieren a la posición o ubicación de partes de los cátodos y ánodos que se posicionan comúnmente desde una vista superior. En el ejemplo de la figura 35, se observa que los elementos de conexión 862 y 867 tienen algunas partes posicionadas en común una con respecto a otra y algunas partes que están posicionadas de manera exclusiva una con respecto a otra.

Por ejemplo, las secciones proximales 868 y 863 están posicionadas o ubicadas de forma exclusiva. Esto significa que por lo menos una parte de las secciones proximales 868 y 863 no se sobrepone o no subyace con respecto a una parte de las secciones proximales de la otra sección proximal. A la inversa, las secciones distales 864 y 869 están posicionadas en común y cada una de ellas incluye por lo menos una parte que se sobrepone o subyace con respecto a otra.

Cuando se apilan tal como se muestra en la figura 35, los bordes de las secciones distales 864 y 869 forman una superficie 874. Esta superficie 874 facilita la soldadura de los bordes u otro tipo de conexión de los elementos de conexión 862 y 867 entre sí, tal como se describirá posteriormente. Otros ejemplos dejan uno o más intersticios en la superficie 874 cuando los ánodos y cátodos se apilan.

Después de apilarse tal como se ha descrito anteriormente, por lo menos partes de los elementos de conexión 862 y 867 se conectan entre sí. En un ejemplo, las secciones distales 864 y 867 se sueldan por los bordes a lo largo de la superficie 874. En un ejemplo, las secciones distales 864 y 867 se sueldan con aporte a lo largo de la superficie 874. En algunos ejemplos, partes de las secciones distales 864 y 867 se enclavan (*staked*), se estampan, se sueldan por

láser, o se conectan por medio de un adhesivo eléctricamente conductor. En un ejemplo, las mismas se sueldan por puntos.

5 Después de conectarse, partes de los elementos de conexión 867 y 864 se retiran o separan de manera que secciones proximales 863 y 868 quedan aisladas eléctricamente entre sí.

10 La figura 36A muestra una parte de pila 871 después de que partes de secciones distales 864 y 869 se hayan retirado de la pila, formando una separación 872 entre elementos de conexión de ánodo 867 y elementos de conexión de cátodo 862. La separación 872 en la presente forma de realización aísla eléctricamente la sección 862 con respecto a la sección 867. Secciones proximales 863 de cada cátodo en la pila siguen acopladas entre sí igual que lo hacen las secciones proximales 868 de cada ánodo en la pila. En varios ejemplos, la separación 872 se forma mediante corte por láser, punzonado, y/o corte con herramientas o máquinas. En algunos ejemplos, en la separación 872 se inserta un material eléctricamente aislante.

15 El ejemplo de interconexión de la batería de las figuras 32 a 36A puede ayudar a evitar errores durante las etapas de fabricación, los cuales pueden provocar defectos en la batería o reducir la fiabilidad de la misma después de que se haya construido. También puede ayudar a reducir el espacio de las interconexiones dentro de la batería, lo cual puede resultar importante si la batería se usa en una aplicación tal como un dispositivo médico implantable. Esta sencilla técnica de interconexión permite realizar interconexiones con el menor número de etapas posibles.

20 Las figuras 36B, 36C, y 36D muestran un cátodo 843B según un ejemplo. En este ejemplo, el cátodo 843B incluye una pestaña de conexión 844B que se extiende desde el cuerpo principal del cátodo. La figura 36C muestra una vista lateral del cátodo 843B. La figura 36D muestra un detalle de la pestaña de conexión 844B. La pestaña de conexión 844B incluye una o más capas adicionales de un material conductor 845B en cada lado de una capa de base 848B. El material 845B es suficientemente grueso para conseguir que la pestaña de conexión 844B presente aproximadamente el mismo espesor que el propio cátodo incluyendo la capa de base 848B y un material de cátodo 847B. De este modo, una pila de cátodos, tales como el cátodo 843B, da como resultado que las pestañas de cátodo correspondientes a cátodos adyacentes estén en general niveladas entre sí. Se proporciona un área de cuello 846B para dejar espacio para el separador termosellado, tal como se ha descrito anteriormente. Por otra parte, el área de cuello 846B también permite obtener flexibilidad en la junta con el fin de absorber variaciones de tolerancias de fabricación.

35 La figura 36E muestra una parte de una batería 849B que tiene una pila de batería 850B construido con el uso de cátodos 843B y ánodos 851B configurados de manera similar que tienen pestañas de conexión más gruesas 860B, las cuales se pueden construir usando material adicional en uno o los dos lados de la capa de base de ánodo. En un ejemplo, los cátodos 843B se construyen con un material de cátodo en pasta tal como se ha descrito anteriormente. En algunos aspectos, la pila 850B es similar a la pila 814 antes descrita, y la descripción anterior se incorpora en este caso a título de referencia. La pila 850B permite que los elementos de conexión de cátodo 843B se conecten mediante soldadura de bordes, soldadura por puntos, enclavamiento (*staking*), soldadura por láser, etcétera. De modo similar, los elementos de conexión de ánodo 851B se conectan entre sí. Nuevamente, la estructura de pestañas más gruesas de los elementos de conexión 843B y 851B permite que las interconexiones se realicen sin tener que prensar entre sí las pestañas, lo cual puede dañar la estructura.

45 Las figuras 37 a 40 muestran una pila de batería 884 construida según un ejemplo. La pila de batería 884 incluye algunas características que se han descrito anteriormente para la pila de batería 24 mostrada y descrita en las figuras 2 a 14, y la descripción anterior se incorpora en este caso a título de referencia.

50 La figura 37 muestra una capa de cátodo de base 880 que tiene una pestaña terminal 881 y una o más patas o extensiones A, B, y C. La figura 38 muestra una capa de cátodo de base 882 que tiene una pestaña terminal 883. Y unas o más patas o extensiones D, E, y F.

55 La figura 39 muestra una pila de batería 884 que presenta una pila secuencial de capas de cátodo y capas de ánodo alternativas, separadas por un separador. La pila 884 incluye la capa de cátodo de base 880 y una pluralidad de capas de cátodo que incluyen una pestaña ubicada en una de las posiciones A, B, o C. De modo similar, la pila 884 incluye la capa de ánodo de base 882 y una pluralidad de capas de ánodo que incluyen, cada una de ellas, una pestaña ubicada en una de las posiciones D, E, o F.

60 La figura 40 muestra la pila 884 después de que las pestañas respectivas se hayan conectado entre sí y hayan envuelto la pila. Tal como se ha indicado anteriormente, esparciendo las interconexiones de cátodo y ánodo sobre áreas independientes, se reduce el espesor total requerido por las interconexiones y se necesita menos espacio entre la pila 884 y la caja de la batería. Entonces las pestañas terminales 883 y 884 se pueden fijar a un conductor pasante o a la caja, según se ha descrito anteriormente.

65 Después de apilarse, cualquiera de las pilas de batería antes descritas se puede encintar en torno a la superficie exterior de la pila para mantener el mismo en estricto alineamiento. Por ejemplo, la pila 814 incluye una cinta 828.

- 5 La figura 41 muestra un dispositivo de sujeción de encintado 890 según un ejemplo. El dispositivo de sujeción de encintado 890 incluye un dispensador de cinta 891 que sustenta un rollo de cinta 892. El dispositivo de sujeción de encintado 890 incluye un dispositivo de sujeción 893 para mantener la pila, que incluye un elemento de sujeción de pila 894. Un elemento rotatorio 895 está acoplado operativamente al elemento de sujeción de pila 894 y hace girar la pila con respecto a un primer eje 896. En un ejemplo, el primer eje recorre el eje largo de la pila de batería. El elemento rotatorio 895 puede incluir una manivela manual o motorizada. Un elemento de regulación 898 se puede usar para regular y medir la cantidad de rotación del elemento rotatorio 895.
- 10 Uno o ambos de entre el dispensador 891 y el dispositivo de sujeción 893 son giratorios en torno a un segundo eje vertical 899 de manera que los dos elementos 891 y 893 son giratorios uno con respecto a otro en torno al segundo eje 899. El segundo eje 899 es aproximadamente perpendicular al primer eje 896, y en general vertical con respecto a la superficie de trabajo. En un ejemplo, el segundo eje 899 está aproximadamente en intersección con el primer eje 896.
- 15 La figura 42 muestra una vista superior del dispositivo de sujeción 890. A medida que la cinta 892 sale del dispensador de cinta 891, la cinta forma un ángulo con respecto a la pila 897. Al hacer girar la pila o dispensador con respecto al segundo eje 899, se puede variar el ángulo de la cinta con respecto a la pila.
- 20 Las figuras 43A y 43B muestran un ejemplo de un proceso de encintado. Durante el uso, la cinta 892 se aplica a una primera superficie 897A de la pila 897. A continuación, la pila se hace girar según el eje 896. Cuando la tira de cinta 892 llega al borde de la pila 897, la posición de dispensación de la cinta oscila sobre un arco en torno al eje 899 para corresponderse con el ángulo de la primera tira con respecto a la línea tangente del perfil del borde y la pila continúa girando en torno al eje 896.
- 25 Por ejemplo, la tira 892 comienza con la sección 1 que cruza la superficie 897A de la pila 897. En este ejemplo, la sección 1 tiene un ángulo de aproximadamente 10 grados con respecto a una línea perpendicular del borde de la pila, que, en este ejemplo, es la línea tangente del borde. Cuando la tira de cinta llega al borde de la pila, el dispensador se hace girar con respecto a la pila de tal manera que la tira se posiciona por el lado 897B, orientada en forma de la sección 2 (figura 43B) que está aproximadamente a 10 grados en el otro lado de la perpendicular con respecto a la tira 1. De este modo, se produce un ángulo de 20 grados entre las dos tiras con aproximadamente 10 grados a cada lado de una línea perpendicular a la línea tangente. Cuando a continuación la pila se hace girar suficientemente según el eje 896 de tal manera que la cinta llega al borde de la pila, el dispensador se hace girar con respecto a la pila de tal modo que a continuación la tira queda orientada según la sección 3. (figura 43A). Se puede continuar con este proceso a través de 2, 3, 4, o más rotaciones.
- 30
- 35 Tal como puede observarse por medio de las líneas de puntos que muestran la tira 2 en la figura 43A, la orientación de la cinta cambia a medida que da la vuelta a cada borde de manera que cada lado es el ángulo correspondiente del otro lado con respecto a la perpendicular de la línea tangente del borde. Por ejemplo, se muestra una línea tangente 893 en el borde entre las tiras 2 y 3. Los ángulos de las tiras 2 y 3 son aproximadamente iguales con respecto a esta línea tangente. Esta técnica ayuda a eliminar el fruncido de la cinta en los bordes. Por otra parte, esta solución sencilla y elegante facilita el encintado y la fabricación de una pila de batería que presenta formas no rectangulares, ni normalizadas.
- 40
- 45 Las figuras 44A y 44B muestran otra envoltura ejemplificativa de acuerdo con un ejemplo. En este ejemplo, la tira de cinta comienza a aproximadamente 10 grados desviada de la perpendicular. La tira 2 se aplica a aproximadamente 10 grados en el otro lado de la perpendicular. (figura 44B). Las tiras 3 y 4 se orientan de modo similar según se ha descrito anteriormente.
- 50 En general, el grado de rotación del dispensador con respecto a la pila depende de la forma de la pila. Este sistema es genérico por cuanto puede envolver prácticamente una pila con cualquier forma. Nuevamente, esto es útil para su uso en pilas complejas, o con formas extrañas. Por otra parte, el dispositivo de sujeción 890 permite encintar una pila 897 en un dispositivo de sujeción que tiene solamente dos ejes de rotación. Este simple dispositivo de sujeción permite el encintado de una pila que tiene una geometría arbitrariamente compleja en una operación de encintado con múltiples pasadas y con un solo trozo.
- 55 Debido a la compleja geometría del perfil exterior de la pila, una simple operación de encintado puede resultar dificultosa. Este sistema simplifica el equipo necesario para dispensar y aplicar un único trozo continuo de cinta en torno a la pila y para efectuar múltiples envolturas sin requerir muchos ejes de movimiento.
- 60 En referencia nuevamente a la configuración general de la batería 800 mostrada en las figuras 25 y 26, la figura 45 muestra otros detalles de la batería 800 según un ejemplo. La pila 814 se muestra insertada en la caja 802 con una parte de la mitad 804 de la caja ilustrada en una forma seccionada. Los subconjuntos de capa de ánodo de la pila 814 tienen sus pestañas o elementos de extensión 817 juntos e interconectados. A continuación, una pestaña 822 se fija a los ánodos por ejemplo mediante soldadura, y se fija directamente a la caja 802, por ejemplo mediante soldadura. Los elementos de extensión o pestañas 819 de los sub-conjuntos de cátodo se juntan e interconectan, y un elemento de conexión 824 se conecta a las pestañas del cátodo. El poste de conductor pasante 808 se conecta a
- 65

la pestaña 824 y se extiende a través de un orificio de conductor pasante 809 en la caja de la batería. La parte de pila superior 820 está deprimida con respecto a la parte de pila central 818 para permitir el máximo tamaño de la pila con la caja de bordes curvados 802.

5 La figura 46 muestra una vista superior de una parte de la batería 800. El poste de conductor pasante 808 se comunica con el exterior de la batería al conectarse a los cátodos por medio de la conexión 824. La figura 47A muestra una sección transversal de la figura 46. En un ejemplo, el orificio de conductor pasante 809 es una estructura cilíndrica entera con la caja 804. El orificio 809 incluye una superficie encarada hacia dentro, que define una parte de zuncho 809A. El poste de conductor pasante 808 está aislado eléctricamente con respecto a la caja 804 por el elemento aislante anular 813. En un ejemplo, el elemento aislante anular 813 puede ser un elemento de vidrio, un elemento cerámico, un elemento de epoxi, o un elemento compuesto, por ejemplo. En un ejemplo, el elemento anular 813 incluye vidrio TA23, o un equivalente. El poste de conductor pasante 808 se extiende a través de un orificio en el elemento anular 813. El poste de conductor pasante 808 puede incluir un material de molibdeno. El elemento anular 813 aísla eléctricamente el conductor pasante 808 con respecto a la caja 802 y proporciona un sellado hermético de la batería 800.

El elemento aislante anular 813 tiene una superficie exterior que se apoya contra la superficie cilíndrica encarada hacia dentro de la parte de zuncho 809A. El elemento anular 813 incluye un orificio interior a través del cual se extiende el poste de conductor pasante 808. En un ejemplo, el elemento anular 813 se fija con vidrio en la caja de la batería. La estructura de zuncho entera de esta forma de realización facilita la fabricación de una batería puesto que no es necesario que el zuncho se suelde a la caja. Por otra parte, puede constituir un planteamiento rentable y ventajoso desde el punto de vista del tamaño, para una batería sellada herméticamente. Instalando el conductor pasante directamente en la caja, se elimina una etapa dificultosa de soldadura puesto que la caja y el zuncho de conductor pasante constituyen un conjunto combinado en lugar de dos subconjuntos independientes que es necesario unir entre sí.

La figura 47B muestra una sección transversal de la figura 46. El terminal de ánodo 810 está fijado directamente a la caja 802 para completar la conexión desde los ánodos a través de la pestaña 822 y por medio de la caja 802 al terminal 810.

La figura 48A muestra un terminal 810B según un ejemplo. El terminal 810B incluye una base 64 que tiene una superficie 66. Una extensión terminal principal 63 se extiende desde una superficie de la base 64 y un tetón o protusión 65 se extiende desde la superficie opuesta 66. El terminal 810B se puede formar con un metal, tal como níquel recubierto con oro.

La figura 48B muestra una vista lateral del terminal 810B fijándose a una caja 802 de acuerdo con un ejemplo. La caja 802 es de metal, tal como 304L ó 316L SST. Un dispositivo de sujeción 68 se usa para sujetar el terminal 810B. El dispositivo de sujeción 68 y la caja 802 tienen cargas opuestas. Por ejemplo, el dispositivo de sujeción 68 se puede cargar negativamente, mientras que la caja 802 se carga positivamente mediante un electrodo 67, o viceversa. El terminal 810B se posiciona de tal manera que la protusión 65 está encarada a la caja 802 y es la parte más próxima del terminal 810B a la caja. A medida que el terminal se acerca más a la caja, la protusión 65 concentra o aglutina el campo eléctrico desarrollado entre la caja y el terminal con cargas opuestas. Cuando el terminal está suficientemente cerca, se envía una chispa o arco entre la protusión y la caja. Esta chispa vaporiza el tetón y suelda el terminal a la caja. Uno de los ejemplos usa una máquina de soldadura HCD125 MicroJoin™ ajustada a un nivel de potencia de 30-40 vatios-s con una fuerza de 5 libras (2,2680 kg) y una anchura de impulso en el valor de ajuste n.º 4 de la máquina.

La figura 48C muestra una vista del terminal 810B después de fijarse a la caja 802. La protusión se ha evaporizado y la superficie 66 de la base 64 queda fijada de forma ajustada a la caja 802.

En algunos ejemplos, también se puede usar soldadura por resistencia para fijar el terminal 810B a la caja. Por ejemplo, el terminal 810B y la caja se pueden acercar hasta contactar y se aplica una corriente. A continuación, la protusión 65 se funde y se desmorona, y la superficie 66 y la caja 802 quedan fijadas de forma ajustada.

La figura 48D muestra otros detalles del terminal 810B según un ejemplo. En un ejemplo, la base 64 incluye una superficie posterior achaflanada 64S, por ejemplo de aproximadamente 45 grados. La superficie frontal 66 puede tener un ángulo de aproximadamente 3 grados. En este ejemplo, la base 64 tiene un diámetro de aproximadamente entre 0,05 cm y 0,07 cm (entre 0,022 y 0,030 pulgadas) y la protusión 65 tiene un diámetro de aproximadamente entre 0,01 cm y 0,02 cm (entre 0,005 y 0,008 pulgadas).

Después de que la pila se ha montado dentro de la caja de la batería, la caja se puede cerrar soldándola. La caja se llena con un electrolito a través, por ejemplo, de un acceso de rellenado. A continuación, el acceso de rellenado se sella.

Las figuras 49A a 49B muestran una técnica para montar un tapón de bola de rellenado 41 en un acceso de rellenado 901, de acuerdo con un ejemplo. El tapón de rellenado 41 se muestra mientras se monta en una caja de

batería 803. El acceso de relleno 901 de la caja de la batería se ha usado para rellenar la caja de la batería con electrolito. Uno de los problemas durante el montaje de tapones de relleno es que el electrolito puede salir por alrededor del tapón antes de que el mismo se suelde a la caja. Cuando este fluido se sale, dificulta la soldadura. La presente técnica minimiza la salida del electrolito y permite obtener una batería sellada herméticamente.

5 En un ejemplo, un primer electrodo de soldadura 902 está adaptado para ser usado como un aplicador para forzar la bola 41 en el acceso 901. Por ejemplo, al electrodo 902 se le puede dotar de una punta redondeada de manera que se corresponda con la forma del tapón de relleno. En un ejemplo, el tapón 41 puede ser una bola con forma esférica que tenga un diámetro ligeramente mayor que el acceso 901 de manera que se produzca un ajuste con apriete entre el tapón 41 y las paredes 901A que definen el acceso 901. Por ejemplo, en un ejemplo el tapón 41 tiene un diámetro de aproximadamente 0,026 pulgadas y el acceso 901 tiene un diámetro de aproximadamente 0,6 cm (0,025 pulgadas). Cuando el aplicador/electrodo 902 fuerza el tapón 41 hacia el acceso 901, contra la caja 803 se aplica un segundo electrodo de soldadura 903. Entre el electrodo 902 y 903 se produce una corriente que viaja a través del tapón 41 y la caja 803. Esta suelda la periferia del tapón 41 a la caja por la posición de soldadura 905. Esta técnica de soldadura sella la bola dentro del acceso sin permitir ninguna salida de electrolito a través del intersticio entre la bola y las paredes del acceso.

20 En un ejemplo, después de que se ha formado la soldadura 905, los electrodos 903 y 902 se retiran y la batería se sella. En otros ejemplos, tal como se muestra en la figura 49C, se proporciona una etapa opcional de soldadura por láser por medio de un soldador de láser 907 para sellar adicionalmente la periferia superior del tapón con forma de bola 41 en la caja.

25 Las figuras 50A muestran un tapón de relleno 910 según un ejemplo. El tapón 910 es un tapón con forma de boina que tiene una parte superior 911. En un ejemplo, la parte superior 911 se expande hacia fuera en dirección a la parte de boina 912 que define una zona achaflanada 916 entre la parte superior 911 y la parte de boina 912. El tapón 910 incluye una sección de cintura 913 que se expande hacia una sección ensanchada 914 y a continuación una sección estrechada 915. En un ejemplo, la sección ensanchada 914 es ligeramente más ancha que el diámetro del acceso de relleno 901. Por ejemplo, la sección ensanchada 914 puede ser de aproximadamente 0,026 pulgadas y el acceso de relleno 901 puede ser de aproximadamente 0,025 pulgadas de diámetro.

30 Las figuras 50B y 50C muestran un ejemplo de tapón 910 que se está montando en el acceso de relleno 901. Un electrodo aplicador 917 está adaptado para insertar y forzar el tapón 910 en el acceso de relleno 901 en un ajuste con apriete. Durante el forzamiento del tapón 910 en el acceso 901 por parte del aplicador/electrodo 917, o después del mismo, se aplica un segundo electrodo de soldadura 903 contra la caja 803. Entre los electrodos 910 y 903 se produce una corriente que viaja a través del tapón 910 y la caja 803. Esta suelda la parte ensanchada 914 del tapón 910 a una pared 901A de la caja por la posición de soldadura 919. Nuevamente, esta técnica de soldadura mientras se produce un forzamiento sella el tapón dentro del acceso sin permitir ninguna salida de electrolito a través del intersticio entre el tapón y las paredes del acceso.

40 En un ejemplo, tal como se muestra en la figura 50C, un soldador de láser 907 proporciona una etapa opcional de soldadura por láser para soldar por láser la periferia de la boina 912 del tapón 910 a la superficie exterior de la caja 803. Al proporcionar una zona achaflanada 916, se mejora la etapa de soldadura por láser. La figura 50C muestra cómo encaja el tapón 910 dentro del acceso 901. La parte de boina 912 reposa contra la superficie exterior de la caja 803. La parte de cintura 913 está situada por dentro de las paredes del acceso 901 y sin tocar las mismas. En un ejemplo, el tapón 910 se forma a partir de acero inoxidable.

50 La figura 50D muestra un terminal 810C según un ejemplo. El terminal 810C es un tapón de relleno/terminal combinado. El terminal 810C incluye una parte terminal alargada 63C y una parte de tapón esférica 41C. La parte de tapón 41C tiene unas dimensiones tales que se produce un ajuste con apriete dentro del orificio de relleno 901. En un ejemplo, el terminal 810C se puede fijar dentro del orificio de relleno 901 y se puede acoplar a la caja 803 usando las técnicas antes descritas. Por ejemplo, se puede usar un dispositivo de sujeción de soldadura 902 para situar el terminal 810C dentro del orificio de relleno 901 y en contacto con la caja 803 a medida que un segundo electrodo de soldadura 903 se lleva contra la caja con el fin de soldar la parte de bola esférica 41C dentro del orificio, como en las figuras 49A a 49C. El terminal combinado 810C permite la eliminación de terminales y tapones de llenado independientes (tales como el terminal 810 y el tapón 41 antes descritos). Al combinar los dos elementos, se facilita la fabricación.

60 La figura 50E muestra un terminal 810D según un ejemplo. El terminal 810D es un tapón de relleno/terminal combinado. El terminal 810D incluye una parte terminal alargada 63D y una parte de tapón 910D. La parte de tapón 910D es similar al tapón 910 antes descrito, y la descripción anterior se incorpora en este caso a título de referencia. Igual que con el terminal 810C, el terminal 810D se puede fijar dentro del orificio de relleno de una caja de batería.

65 En varios ejemplos de las técnicas y estructuras de las figuras 49A a 49C y 50A a 50E, se puede usar un soldador con electrodos en paralelo para llevar a cabo la soldadura. Varios ejemplos utilizan una corriente de entre aproximadamente 10 y aproximadamente 45 vatios-s o superior. Uno de los ejemplos usa un soldador HCD 125

MicroJoin™ con ajustes de 30 vatios-s y 2 libras (0,9072 kg) de fuerza y la anchura del impulso en el valor de ajuste n.º 4.

La figura 51 muestra un procedimiento para fabricar una batería de acuerdo con un ejemplo. El procedimiento de la figura 51 es un ejemplo y se entiende que diferentes etapas se pueden omitir, combinar, y/o el orden se puede cambiar dentro del alcance de uno o más ejemplos. Entre otras etapas, el procedimiento 51 incluye ensamblar un subconjunto de ánodo (930A), ensamblar un subconjunto de cátodo (930B), apilar una pluralidad de subconjuntos de ánodo y cátodo en una pila de batería (930C), soldar las pestañas de cada uno de los subconjuntos de ánodo entre sí y soldar cada una de las pestañas de cada uno de los subconjuntos de cátodo entre sí y encintar la pila (930D), proporcionar una caja de batería para sujetar la pila (930E), aislar la superficie exterior de la pila e insertar la pila en la caja (930F), soldar los ánodos a la caja (930G), soldar los cátodos a un conductor pasante (930H), ensamblar el conjunto de conductor pasante incluyendo la fijación del conductor pasante con vidrio a través de un elemento aislante de conductor pasante (930I), cerrar la caja soldándola y llenar la caja con electrolito (930J), e insertar y soldar un tapón de relleno en la caja (930K).

En un ejemplo, ensamblar el sub-conjunto de ánodo (930A) puede incluir formar una pluralidad de capas de ánodo discretas tales como los diversos ánodos antes descritos. La figura 52 muestra una representación esquemática de un sistema de ensamblaje de ánodos 940 según un ejemplo. El sistema 940 incluye un primer carrete 941 que sustenta un rollo de material metálico de ánodo de base, tal como un metal expandido, un metal macizo, o un metal grabado. Un par de carretes 942A y 942B proporciona una capa de litio en cualquiera de los lados o en los dos lados del material de base. Uno o más cepillos 946A y 946B limpian las capas de litio. El litio se lamina sobre la capa de base en una fase 943. Un mecanismo de troquelado 944 corta los ánodos individuales, y un sistema robótico 945 lo retira.

La figura 53 muestra un sistema esquemático 950 para formar capas de cátodo según un ejemplo. Un primer carrete 951 sustenta un material de cátodo de base. Un sistema de troquelado 952 corta la capa con una forma deseada. Se puede proporcionar un sistema de termosellado 954 para sellar los separadores en torno al cátodo. A continuación, el conjunto de cátodo puede ser transferido por un sistema robótico 953.

La figura 54 muestra una representación esquemática de un dispositivo de sujeción 1960 para formar un cátodo de acuerdo con un ejemplo. El dispositivo de sujeción 1960 proporciona una técnica para cargar una cantidad precisa, predeterminada, de un polvo para cátodo sobre una tira portadora de cátodo con el fin de usarla en la fabricación de capas de cátodo de una batería. El dispositivo de sujeción 1960 incluye en general un par de matrices o elementos de sujeción 1961A y 1961B. Uno o más vástagos de guía 1964 se extienden desde la superficie interior de uno de los elementos de sujeción 1961A y 1961B. El elemento de sujeción opuesto incluye orificios correspondientes que se acoplan a los orificios de guía para mantener alineados el par de elementos 1961A y 1961B cuando los mismos se juntan. Cada uno de los elementos de sujeción 1961A y 1961B incluye una parte recortada o de cavidad 1969.

Una tira portadora de cátodo 1966 incluye una sección de base de cátodo 1967 y uno o más orificios de guía 1968. Los orificios de guía 1968 se acoplan a vástagos de guía 1964 para mantener la tira portadora de cátodo 1966 alineada de manera ajustada en el dispositivo de sujeción 1960.

El dispositivo de sujeción 1960 incluye un par de elementos de punzón o cabezales de presión 1962A y 1962B. Cada elemento de punzón 1962A y 1962B está asociado a uno de los elementos de sujeción 1961A ó 1961B, de tal manera que cada elemento de punzón se mueve de un lado a otro a través de la parte recortada 1969.

Durante su uso, una cantidad preestablecida de material de matriz de MnO₂ se vierte en la cavidad del elemento de sujeción inferior 1961B. En un ejemplo, el polvo de MnO₂ incluye una mezcla del 90% de MnO₂ puro, el 5% de polvo de carbono, y un 5% de aglomerante en lechada (*slurry*) de PTFE. Se usa una herramienta de bordes planos para esparcir uniformemente el polvo de MnO₂ en la cavidad. La tira de colector 1966 se coloca en posición sobre la cavidad. Sobre la tira de colector se coloca un calce 1980 y el mismo se fija bajándolo para mantenerlo en su posición. Una cantidad preestablecida de material de matriz de MnO₂ se vierte en la cavidad 1981 del calce. La herramienta de bordes planos se usa para esparcir el polvo uniformemente en la cavidad del calce. A continuación, el elemento de sujeción superior 1961A se posiciona sobre el elemento de sujeción inferior y se fija en el mismo.

La figura 55 muestra una prensa 1963 que aplica fuerza sobre los elementos de punzón 1962A y 1962B. El dispositivo de sujeción 1960 se coloca en la prensa 1963 y la prensa se hace funcionar en ciclos con varias presiones por pasos desde una presión baja a una presión alta hasta que el polvo se compacta a la densidad deseada. En un ejemplo, se usa una presión de aproximadamente 3,3.10⁵ kPa (48.000 psi). En un ejemplo, se usa una presión de aproximadamente entre 22.10⁴ kPa y 28.10⁴ kPa (entre 16 y 21 toneladas por pulgada cuadrada).

En un ejemplo, el dispositivo de sujeción 1960 se monta en un sistema de vibración el cual se acciona para hacer vibrar el dispositivo de sujeción después de que el polvo se haya colocado dentro de las cavidades. La vibración asienta el polvo para llenar todos los espacios y consigue que el polvo tenga una densidad en general uniforme dentro del dispositivo de sujeción.

Puesto que el tamaño de las cavidades del dispositivo de sujeción y la densidad del cátodo en polvo son conocidos, sobre la tira portadora se compacta una cantidad precisa de polvo. Los cátodos de la batería que posteriormente se troquelan o extraen de la tira contienen entonces cantidades precisas del cátodo en polvo, y dicho cátodo en polvo se distribuye uniformemente por las superficies del portador de cátodo con una densidad uniforme. Esto hace que mejore la homogeneidad y fiabilidad de las baterías. En un ejemplo, el polvo tiene una densidad de prensado de aproximadamente 2,7 g/cm³ y el cátodo tiene un espesor total (incluyendo el metal de base) de aproximadamente 0,0182 pulgadas. Otros ejemplos van desde aproximadamente 2,5 a 3,2 g/cm³.

La figura 56 muestra una representación esquemática de un dispositivo de sujeción 960 para formar un cátodo de acuerdo con un ejemplo. El dispositivo de sujeción 960 proporciona una técnica para cargar una cantidad precisa, predeterminada, de un cátodo en polvo sobre una tira portadora de cátodo para su uso en la fabricación de capas de cátodo de una batería. El dispositivo de sujeción 960 en general incluye un par de elementos de sujeción 961A y 961B. Uno o más vástagos de guía 964 se extienden desde la superficie interior de uno de los elementos de sujeción 961A y 961B. El elemento de sujeción opuesto incluye orificios correspondientes que se acoplan a los vástagos de guía para mantener alineados el par de elementos 961A y 961B cuando los mismos se juntan. Cada uno de los elementos de sujeción 961A y 961B incluye una parte recortada 969. Cuando los elementos de sujeción 961A y 961B se juntan, las partes recortadas 969 definen una cavidad 970.

Una tira portadora de cátodo 966 incluye una sección de base de cátodo 967 y uno o más orificios de guía 968. Los orificios de guía 968 se acoplan a vástagos de guía 964 para mantener la tira portadora de cátodo 966 alineada de forma ajustada en el dispositivo de sujeción 960, de tal manera que la sección de base de cátodo 967 queda situada dentro de la cavidad 970.

El dispositivo de sujeción 960 incluye un par de elementos de punzón o cabezales de presión 962A y 962B. Cada elemento de punzón 962A y 962B está asociado a uno de los elementos de sujeción 961A ó 961B, de tal manera que cada elemento de punzón se mueve de un lado a otro a través de la parte recortada 969. Una prensa 963 aplica fuerza sobre los elementos de punzón 962A y 962B. Una superficie de punzón 971A y 971B de cada elemento respectivo 962A y 962B se aproxima una a la otra dentro de la cavidad 970.

La figura 57 muestra un ejemplo de tira portadora 966 montada con una orientación sustancialmente vertical dentro del dispositivo de sujeción 960. Los elementos 961A y 961B se sujetan juntos para mantener la tira portadora 966 en su posición. Dentro de la cavidad 970 se coloca o deposita un cátodo en polvo 972, tal como una mezcla de MnO₂. En una forma de realización, la cavidad 970 tiene una anchura de aproximadamente entre 0,07 cm y 0,1 cm (entre 0,030 y 0,040 pulgadas). En un ejemplo, el polvo 972 incluye una mezcla de 90% de MnO₂ puro, al 5% de polvo de carbono, y el 5% de aglomerante en lechada (*slurry*) de PTFE.

En un ejemplo, el dispositivo de sujeción 960 se monta en un sistema de vibración 974 el cual se acciona para hacer vibrar el dispositivo de sujeción o bien mientras el polvo se coloca dentro de la cavidad 970 ó bien después de su colocación. La vibración asienta el polvo de manera que llena todos los espacios y consigue que el polvo tenga una densidad en general uniforme dentro de la cavidad 970. En una forma de realización, una cantidad precisa de polvo 972 se coloca dentro de la cavidad 970. La cantidad de cátodo en polvo se puede hacer variar en función de la aplicación del cátodo.

Después de que se active la cavidad 970, se activa la prensa 963 y los elementos de punzón 962A y 962B presionan el polvo hacia dentro del portador de base 966 y sobre el mismo. En un ejemplo, se utiliza una prensa 963 de 50 toneladas. En un ejemplo, para presionar el polvo se usa una presión de aproximadamente 3,3·10⁵ kPa (48.000 psi). Otro ejemplo hace uso de una presión de aproximadamente entre 22·10⁴ kPa y 28·10⁴ kPa (entre 16 y 21 toneladas por pulgada cuadrada).

En un ejemplo, el cátodo en polvo 972 se tamiza antes de depositarlo en la cavidad para evitar que algún trozo del polvo de mayor tamaño obstruya la cavidad.

Puesto que el tamaño de la cavidad 970 y la densidad de compactación del cátodo en polvo son conocidos, sobre la tira portadora se compacta una cantidad precisa de polvo. Los cátodos de batería que posteriormente se troquelan o extraen de la tira, contienen entonces cantidades precisas del cátodo en polvo, y dicho cátodo en polvo se distribuye uniformemente por las superficies del portador de cátodo con una densidad uniforme. Esto hace que mejore la homogeneidad y la fiabilidad de las baterías. En un ejemplo, el polvo tiene una densidad de prensado de aproximadamente 2,7 g/cm³ y el cátodo tiene un espesor total (incluyendo el metal de base) de aproximadamente 0,046 cm (0,0182 pulgadas). Otros ejemplos van desde aproximadamente 2,5 a 3,2 g/cm³.

Las figuras 58, 59, y 60 muestran una vista superior, lateral y frontal de un dispositivo de sujeción de formación de cátodos 974 según un ejemplo. El dispositivo de sujeción 974 incluye pestañas de base 975 para montar el dispositivo de sujeción en una superficie. Las sujeciones 976A y 976B mantienen una tira portadora dentro del dispositivo de sujeción con un elemento de guía 984 para sujetar la tira portadora y para mantener las dos mitades del dispositivo de sujeción 974 alineadas.

Un par de cabezales de punzón 977A y 977B tiene, cada uno de ellos, un elemento de punzón 983A y 983B asociado al mismo. El área entre los elementos de punzón 983A y 983B define la cavidad del dispositivo de sujeción. Un resorte 980 está posicionado entre cada cabezal de punzón 977A y 977B y su elemento de punzón asociado 983A y 983B. Un par de elementos de tapón 978A y 978B está situado en la parte superior del dispositivo de sujeción, y cada elemento de tapón tiene un tornillo ajustable a mano u otro elemento de retención 979 acoplado a través del tapón a un elemento de bloque 981 ó 982 situado debajo del tapón. Un vástago de guía 982 proporciona un alineamiento adicional entre las dos mitades del dispositivo de sujeción. Alrededor del vástago de guía 982 se puede usar un casquillo 982.

Tal como se ha indicado anteriormente, algunas formas de realización usan una pasta de cátodo (tal como una pasta de MnO₂) la cual se aplica como recubrimiento sobre uno o más lados de una capa de base de cátodo, tal como una tira de acero inoxidable o una tira de malla, y a continuación se aplican rodillos o presión. A continuación, de la tira se pueden seccionar cátodos individuales. En algunos ejemplos, en la capa de base se realiza por lo menos parcialmente un cortado o hendido previo con la forma del cátodo deseada.

En referencia nuevamente a la figura 51, la formación de un sub-conjunto de cátodo (930D) puede incluir encapsular cada cátodo en una vaina separadora, tal como se ha descrito anteriormente.

En un ejemplo, el presente sistema proporciona una pila de electrodos de batería que tiene 12 sub-conjuntos de ánodo y 11 sub-conjuntos de cátodo (con separadores sellados). Los dos sub-conjuntos de ánodos situados en los extremos de la pila tienen un tamaño menor para adaptarse a un borde de caja redondeado. Estos dos sub-conjuntos de ánodo extremos tienen litio fijado a solamente un lado de su placa de base de colector. Las dos capas exteriores del sub-conjunto de cátodo son también de un tamaño menor con el fin de adaptarse al radio de la caja. Cada capa de sub-conjunto de ánodo y cátodo incluye una pestaña de extensión que se extiende fuera de la pila. Las pestañas de extensión se sueldan entre sí cuando se ha completado la pila, con el fin de conectar las capas una con otra. En un ejemplo, las pestañas de extensión se sueldan con tres soldaduras por puntos y los extremos de las pestañas se grapan. Una pestaña de cinta se suelda a las extensiones de cátodo para conectarlas al conductor pasante. La celda se aísla y se inserta en la caja. La extensión de cinta se suelda al conductor pasante y la extensión de ánodo se suelda directamente a la caja. Las partes de la caja se juntan y se sueldan por su superficie de separación.

La figura 61 ilustra una de las muchas aplicaciones de la batería. Por ejemplo, una aplicación incluye un dispositivo médico implantable 990 que proporciona estímulos terapéuticos a un músculo cardíaco, por ejemplo, un desfibrilador o un dispositivo de terapia de resincronización cardíaca (CRTD). El dispositivo médico 990 está acoplado a un sistema de conductores 991. El sistema de conductores 991 es implantable en un paciente y está en contacto eléctrico con partes estratégicas del corazón del paciente. El dispositivo médico 990 incluye circuitería 992 la cual puede incluir circuitería de monitorización, circuitería de terapia, y un condensador acoplado a una batería 993. La circuitería 992 está diseñada para monitorizar la actividad cardíaca a través de uno o más de los conductores del sistema de conductores 991. La circuitería de terapia puede entregar un impulso de energía a través de uno o más de los conductores del sistema de conductores 991 al corazón, donde el dispositivo médico 990 funciona de acuerdo con principios bien conocidos y entendidos. La energía del dispositivo se produce cargando el condensador mediante el uso de la batería 993.

Además de desfibriladores implantables, la batería se puede incorporar en otros sistemas de gestión del ritmo cardíaco, tales como marcapasos, marcapasos-desfibriladores combinados, dispositivos para insuficiencia cardíaca congestiva, y dispositivos de administración de fármacos para diagnosticar o tratar arritmias cardíacas. Por otra parte, la batería también se puede incorporar en aplicaciones no médicas. Una o más enseñanzas de la presente exposición se pueden incorporar en baterías cilíndricas.

La figura 62 muestra un diagrama de rendimiento de una batería ejemplificativa construida de acuerdo con un ejemplo. La batería de la figura 62 se construyó con ánodos y cátodos que presentan los valores mostrados en el Diagrama A, de más abajo, y se formó al estilo de la pila de batería de la figura 27.

Diagrama A

Tipo	Cantidad	Área (cm ²)	Área Total (cm ²)	Volumen (cc)	Masa de material activo (g)	Capacidad estimada (A-h)
Ánodo-pequeño	2 superficies (2 capas de ánodo)	7,526	15,05	0,1147	0,0612	0,236
Ánodo-grande	20 superficies (10 capas de ánodo)	8,013	160,26	1,2211	0,652	2,517
Total		15,539	175,31	1,3358	0,7132	2,753
Cátodo-pequeño	4 superficies (2 capas de cátodo)	7,796	31,184	0,6812	1,6552	0,3724
Cátodo-	18 superficies	8,29	149,22	3,2596	7,9207	1,7821

Tipo	Cantidad	Área (cm ²)	Área Total (cm ²)	Volumen (cc)	Masa de material activo (g)	Capacidad estimada (A-h)
grande	(9 capas de cátodo)					
Total		16,086	180,404	3,9407	9,576	2,1546
Relación Li/MnO ₂	1,278					
Densidad de corriente del cátodo	0,017 a/cm ²					

Se usó un total de 12 ánodos de litio, de manera que los ánodos en cada extremo de la pila únicamente tenían una superficie con litio y presentaban un área menor que los otros ánodos. El diagrama indica que los dos ánodos extremos proporcionan, cada uno de ellos, una superficie de ánodo, de modo que el resto de los ánodos proporciona dos superficies de ánodo cada uno. Se usó un total de 11 cátodos de MnO₂, de manera que los dos cátodos extremos presentaban un área superficial menor. Todos los cátodos tenían las dos superficies con MnO₂, de manera que el diagrama indica cuatro superficies de cátodo pequeñas y 18 superficies de cátodo grandes. Los cátodos se prepararon usando una cantidad, medida de manera precisa, de cátodo en polvo presionado en la capa de base, tal como se ha descrito anteriormente.

Después de presionarse, los cátodos se termosellaron entre dos separadores, tal como se ha descrito anteriormente. A continuación, los ánodos y cátodos se apilaron de manera alternada usando el dispositivo de sujeción de la figura 18B. La pila a continuación se encintó usando el dispositivo de sujeción de la figura 41. A continuación, la periferia exterior de la pila se encintó mediante una envoltura doble de una cinta aislante como la figura 26B. Las pestañas de extensión de ánodo y cátodo se juntaron y se soldaron. Las pestañas de cátodo se conectaron al conductor pasante y las pestañas de ánodo se conectaron a la caja. Las partes de la caja se juntaron y se soldaron alrededor de su superficie de separación. La batería se llenó con electrolito y se selló usando técnicas antes descritas.

La batería del diagrama A y la figura 62 se diseñó para un dispositivo médico implantable, tal como un desfibrilador. La batería se diseñó para tener una capacidad de aproximadamente 2,0 amperios-hora con una duración de entre 6 y 7 años y un nivel de corriente de pico de aproximadamente 3 amperios. Usando los procedimientos y estructuras descritos en la presente, la batería se construyó con dichas especificaciones al mismo tiempo que presentando un diseño de formas atractivas, adecuado para encajar en un espacio de diseño dentro de la caja de un desfibrilador, aunque con solamente un volumen total de 8,64 cm³.

En varios ejemplos, se pueden construir baterías para aplicaciones diferentes usando varios parámetros de diseño. Por ejemplo, algunos ejemplos tienen un volumen de batería total menor que aproximadamente 9,0 cm³. Algunos ejemplos tienen un volumen de batería total de entre aproximadamente 8,0 cm³ y 9,0 cm³. Algunos ejemplos tienen un volumen de batería total de entre aproximadamente 8,5 cm³ y 9,0 cm³. Algunas baterías tienen una potencia de aproximadamente entre 2 y 5 amperios y una capacidad de aproximadamente 2,0 amperios-hora o mayor. Se pueden fabricar otras baterías usando las técnicas de la presente para diferentes aplicaciones. Varios ejemplos incluyen baterías que tienen tamaños comprendidos entre aproximadamente 3,0 cm³ y aproximadamente 12 cm³. En general, la capacidad en amperios-hora/cm³ de estas baterías de diferente tamaño aumenta a escala, linealmente.

En referencia nuevamente a la figura 62, se observa que el tiempo de carga A de la batería es sustancialmente constante durante la vida útil de la misma. Por ejemplo, con un consumo de corriente de entre 2 y 4 amperios, en una realización, el tiempo de carga es en general de aproximadamente 6 y 7 segundos. Algunos ejemplos, tienen un tiempo de carga sustancialmente constante de entre aproximadamente 5 y 10 segundos. La línea C de la figura 62 indica el voltaje en circuito abierto (OCV) de la batería. La línea B indica el Promedio del Impulso Uno (*Pulse One Average* (P1A)) de la batería. En un ejemplo, el P1A se puede usar para disparar el ERI (indicador de sustitución electiva). Esto dispara un reloj de 3 meses hasta el EOL (fin de vida útil). En el presente ejemplo, el EOL se produce aproximadamente cuando el OCV llega a 2,75 voltios o cuando el P1A llega a 1,75 voltios.

La batería de la figura 62 también se puede construir usando una construcción con pasta de cátodo, tal como se ha descrito anteriormente. Por otra parte, las otras técnicas de interconexión de ánodos y cátodos, antes descritas, también se pueden usar para construir una batería de las características deseadas.

En uno o más ejemplos, los procedimientos y estructuras antes descritos proporcionan una batería que hace un uso eficiente del espacio dentro de la caja, un incremento del área superficial de los electrodos y un incremento de la capacidad para una batería de un conjunto dado de dimensiones. En un ejemplo, se reduce la variación de las dimensiones exteriores de una pila de batería con respecto a otra pila de batería ya que cada una de ellas se forma con una serie, alineada de manera precisa, de capas de electrodo. Las variaciones de las dimensiones de la pila de la batería, resultantes de la variación de los puntos de referencia de una caja a otra o de un aparato de alineamiento a otro, se pueden reducir o eliminar. Esto proporciona una mejora de la homogeneidad de las dimensiones en la

producción y permite una reducción de las tolerancias entre la pila de la batería y la caja de la misma. Esto permite un uso más eficiente del espacio interno de la caja de batería.

5 En uno o más ejemplos, para las estructuras de cátodo antes descritas se pueden usar diferentes perfiles químicos de la batería. Por ejemplo, de acuerdo con algunos ejemplos se puede utilizar óxido de vanadio plata (SVO), monofluoruro de carbono (Cfx) y vanadio carbono (CVO). Además de baterías primarias, las baterías según algunos ejemplos se pueden formar como baterías de tipo secundario o baterías recargables, tales como de iones litio.

10 Debe entenderse que la descripción anterior pretende ser ilustrativa, y no limitativa. Aquellos con conocimientos en la materia les resultarán evidentes muchas otras formas de realización al leer y entender la descripción anterior. Debería indicarse que las formas de realización descritas en diferentes partes de la descripción o a las que se hace referencia en diferentes dibujos se pueden combinar para constituir formas de realización adicionales de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de formación de una pila de batería, comprendiendo el procedimiento:

5 colocar una primera capa de batería sobre una base de asiento (672) que tiene aplicada en ella una fuerza ascendente aplicada de forma continua, de tal manera que la base de asiento fuerza a la primera capa de batería en sentido ascendente, mientras un par de elementos superiores (673, 674) aplican una fuerza descendente en una o más superficies de borde superiores de la primera capa de batería, incluyendo el par de elementos superiores una película de plástico que se mantiene en tensión mediante un par de brazos (680, 681);

10 alinear y colocar una segunda capa de batería encima de la primera capa de batería usando un elemento de posicionamiento para presionar una parte central de la segunda capa de batería hacia una parte central de la primera capa de batería, mientras una o más superficies de bordes superiores de la segunda capa de batería permanecen por encima del par de elementos superiores;

15 mover el par de elementos superiores de manera que una o más superficies de bordes superiores de la segunda capa de batería caigan contra una superficie superior de la primera capa de batería;

20 mover el par de elementos superiores hacia atrás de manera que el par de elementos superiores esté situado encima de dicha una o más superficies de bordes superiores de la segunda capa de batería;

 retirar el elemento de posicionamiento; y

25 alinear y colocar repetidamente una pluralidad de capas de batería sobre unas capas de batería colocadas previamente hasta que se forme una pila de batería.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la utilización de un elemento de posicionamiento incluye la utilización de un brazo robótico controlado (660) para colocar cada capa de batería.

30 3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el uso de un elemento de posicionamiento incluye la utilización de una herramienta controlada manualmente.

4. Aparato para formar una pila de batería, comprendiendo el aparato:

35 una base de asiento (672) para mantener una pila de capas de batería individuales; y

 un elemento superior (673) móvil por encima de la pila para mantener presionada cada una de las capas individuales, a medida que las capas son colocadas sobre la pila por medio de un elemento de posicionamiento, incluyendo el elemento superior una película de plástico mantenida en tensión por un par de brazos (680, 681);

40 en el que, el elemento superior está adaptado para moverse mientras el elemento de posicionamiento mantiene presionada cada capa de batería a medida que cada capa de batería sea colocada sobre la pila de tal manera que la pila sea mantenida presionada continuamente o bien por el elemento de posicionamiento o bien por el elemento superior.

45 5. Aparato según la reivindicación 4, en el que el elemento de posicionamiento incluye un brazo de posicionamiento robótico controlado (660).

50 6. Aparato según la reivindicación 4, en el que el elemento de posicionamiento incluye una herramienta manipulada manualmente.

7. Aparato según la reivindicación 4, en el que la película de plástico incluye un rollo de película de plástico (675C) que está configurado para ser indexado de manera que proporcione una sección nueva de película de plástico.

55 8. Aparato según la reivindicación 4, en el que la película de plástico tiene un espesor de aproximadamente 0,01 cm (0,0039 pulgadas) o menos.

60 9. Aparato según la reivindicación 4, en el que la película de plástico tiene un espesor de aproximadamente 0,0025 cm (0,00098 pulgadas) o menos.

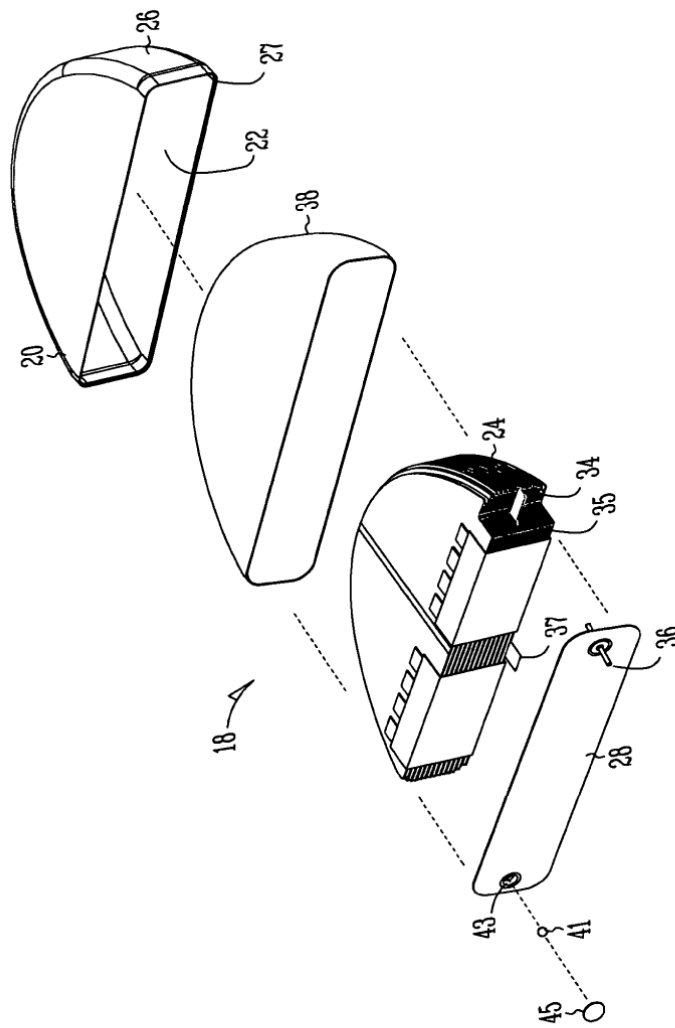


Fig. 1

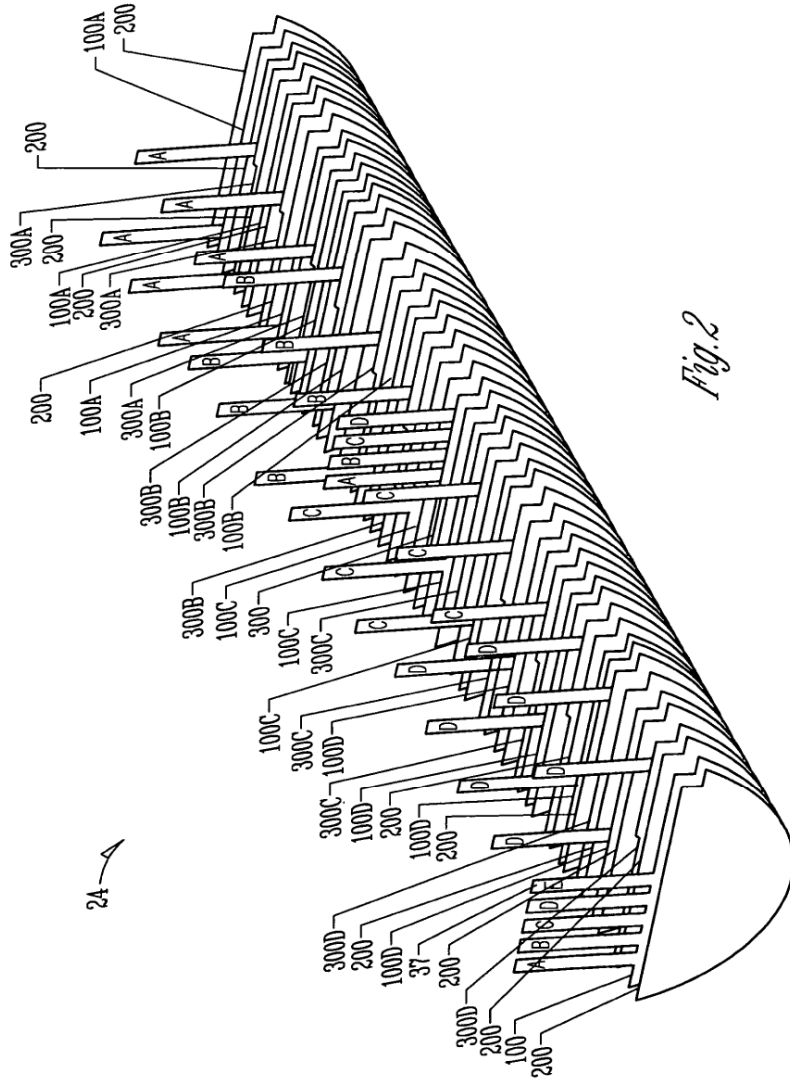


Fig. 2

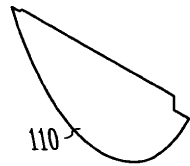


Fig. 3

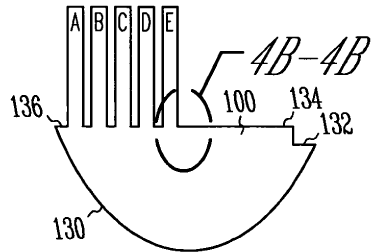


Fig. 4A

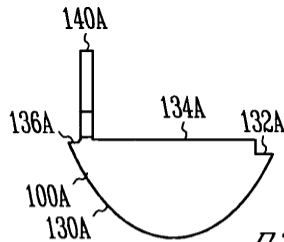


Fig. 5

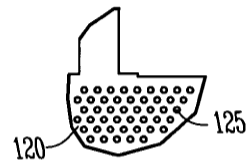


Fig. 4B

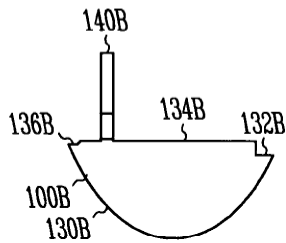


Fig. 6

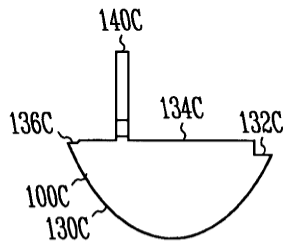


Fig. 7

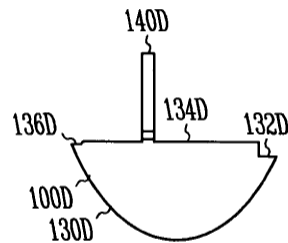
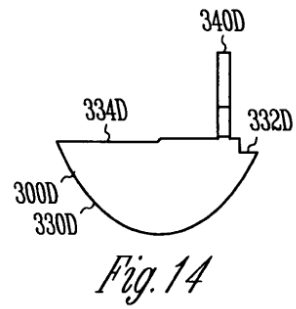
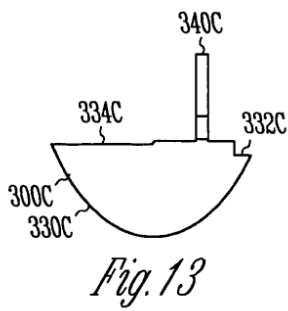
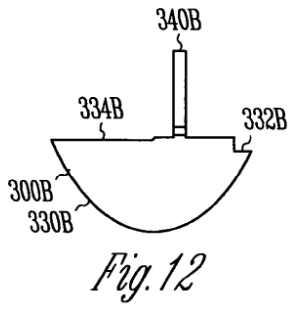
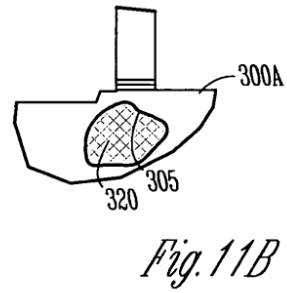
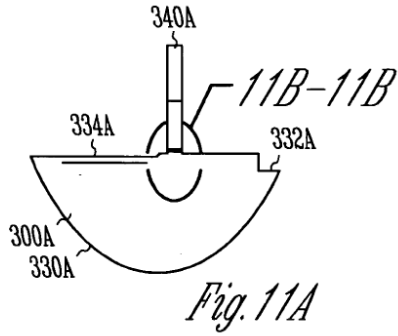
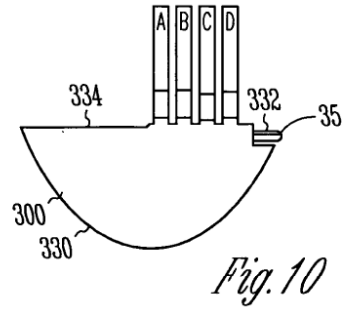
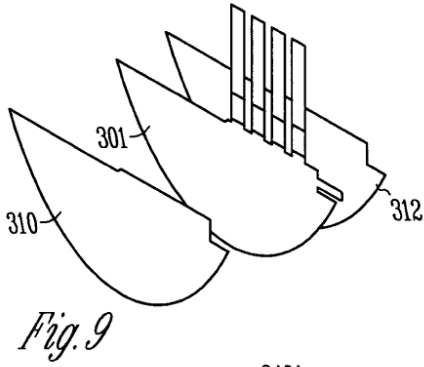


Fig. 8



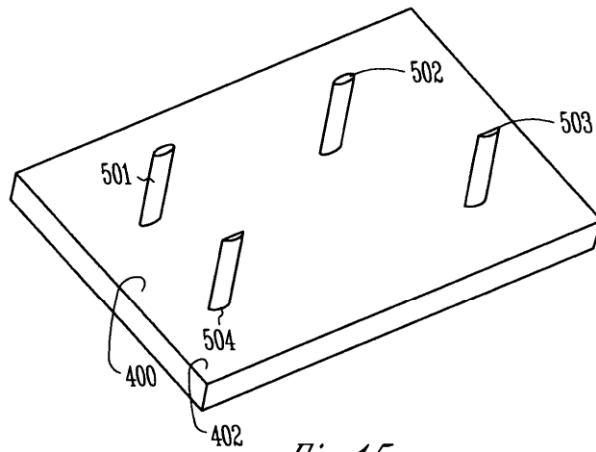


Fig. 15

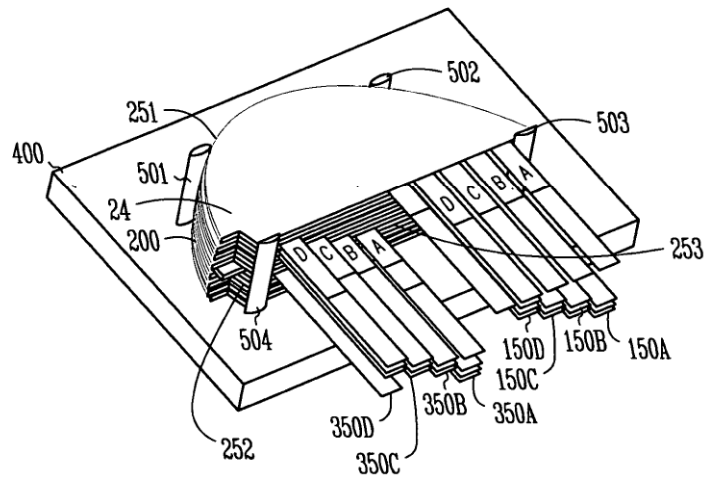


Fig. 16

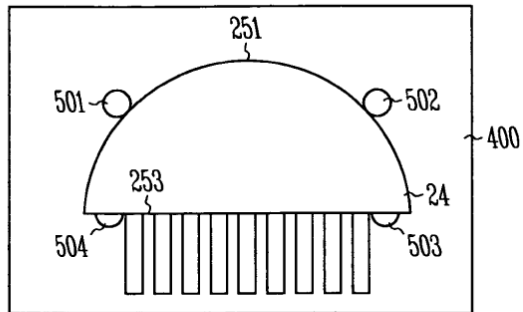


Fig. 17

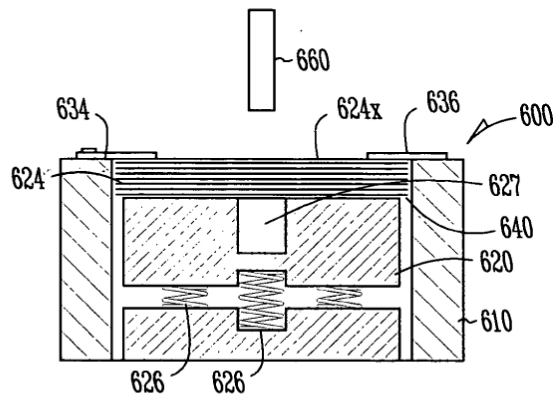


Fig. 18A

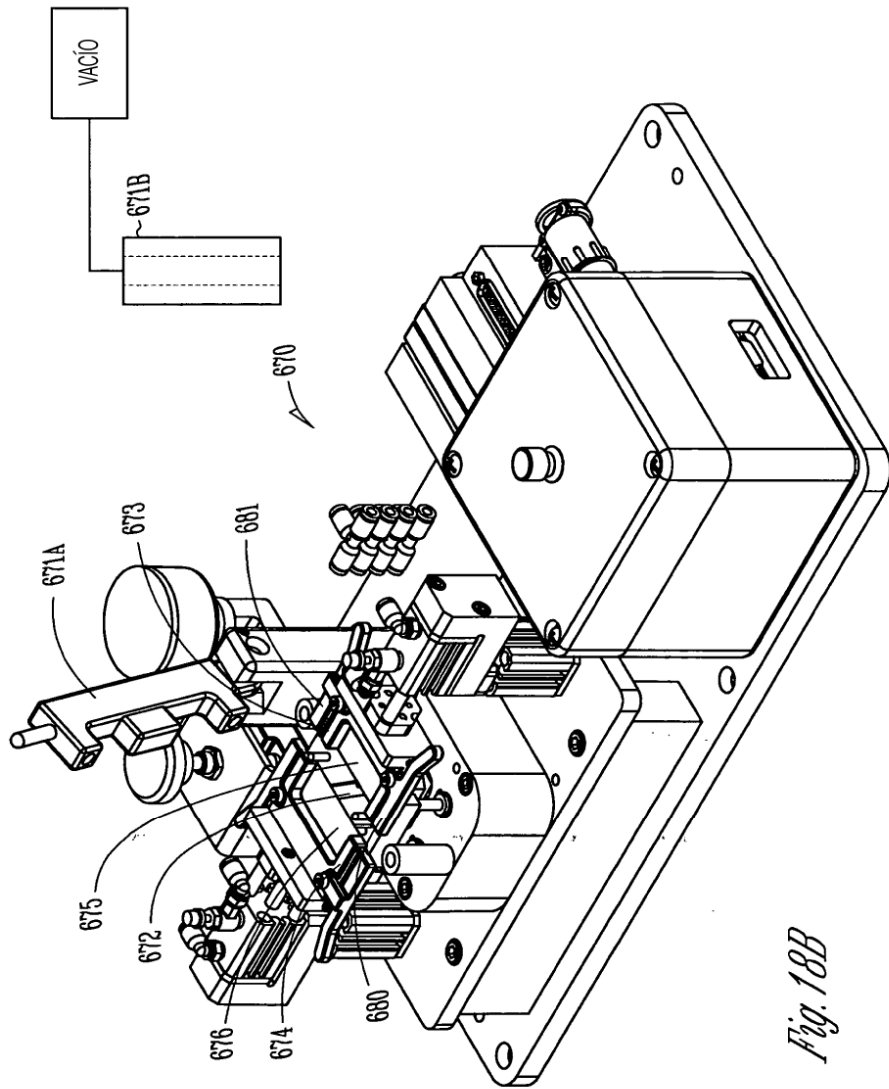


Fig. 18B

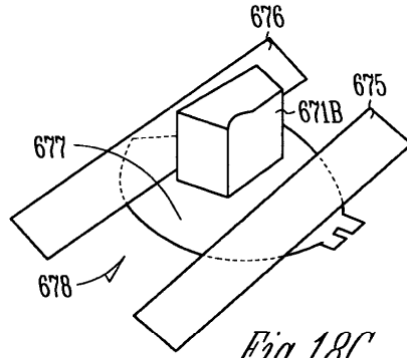


Fig. 18C

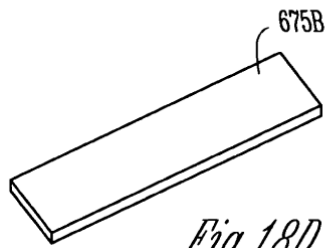


Fig. 18D

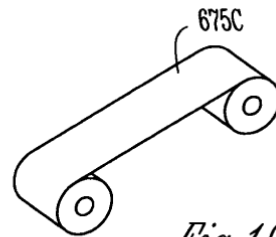


Fig. 18E

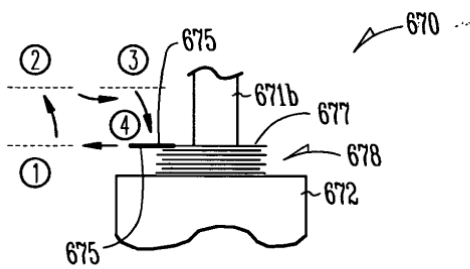


Fig. 18F

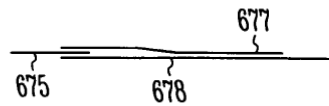


Fig. 18G

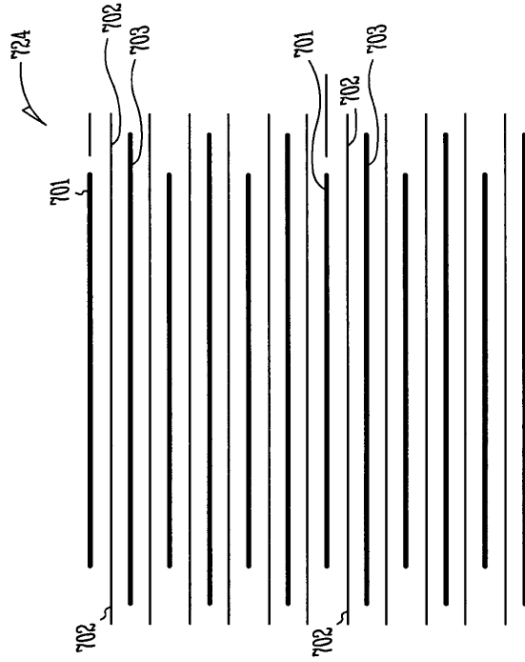


Fig. 20

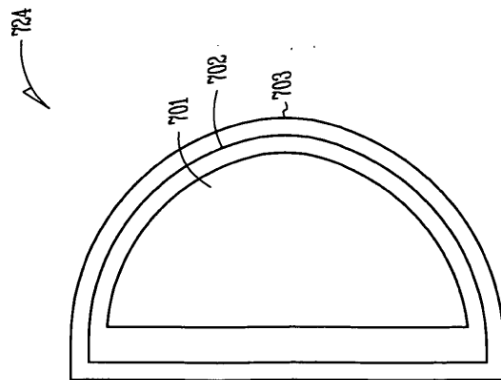


Fig. 19

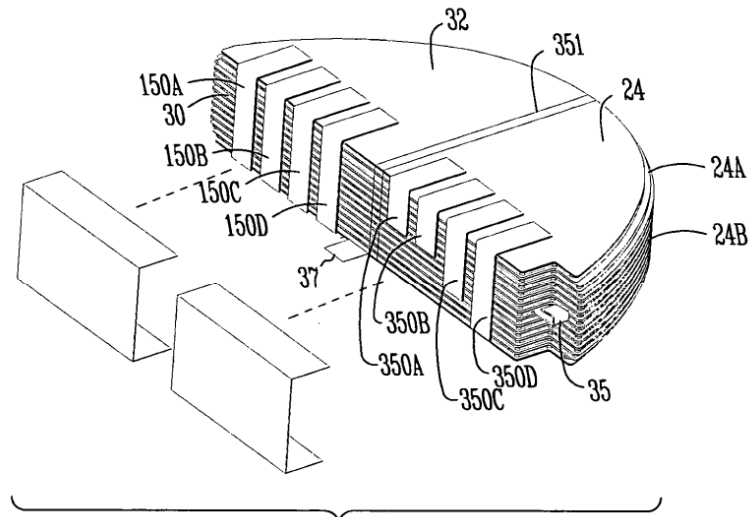


Fig. 21

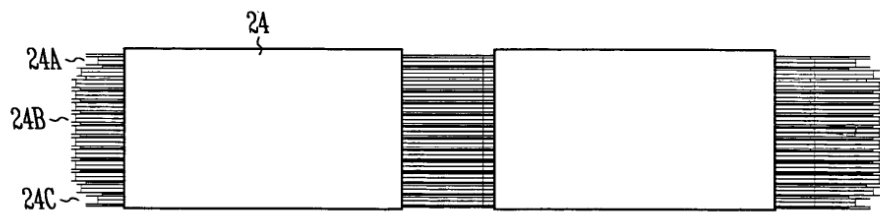


Fig. 22A

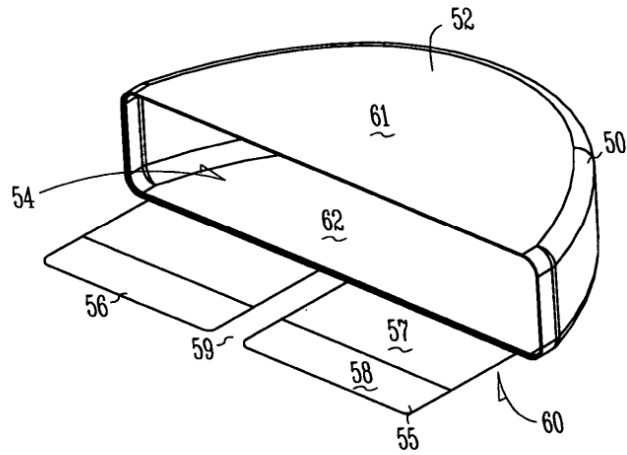


Fig. 22B

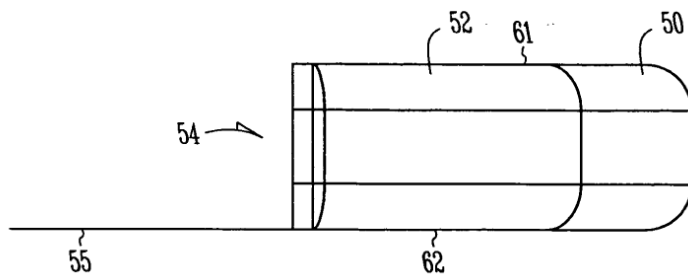
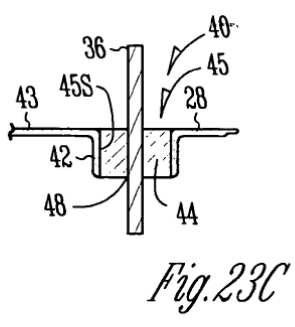
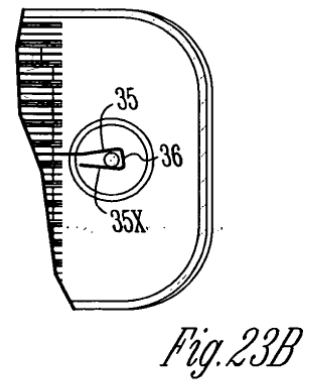
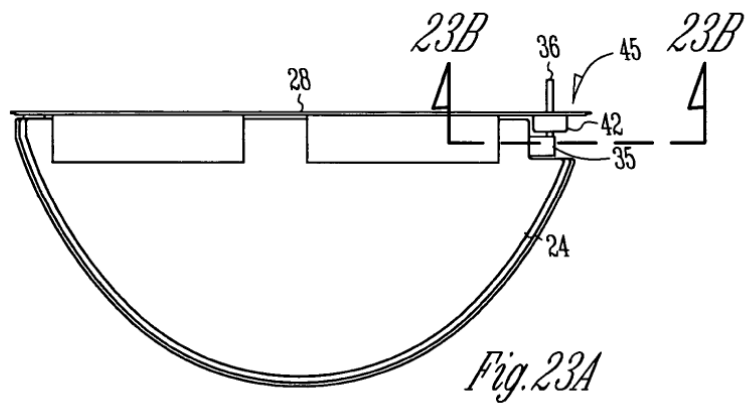
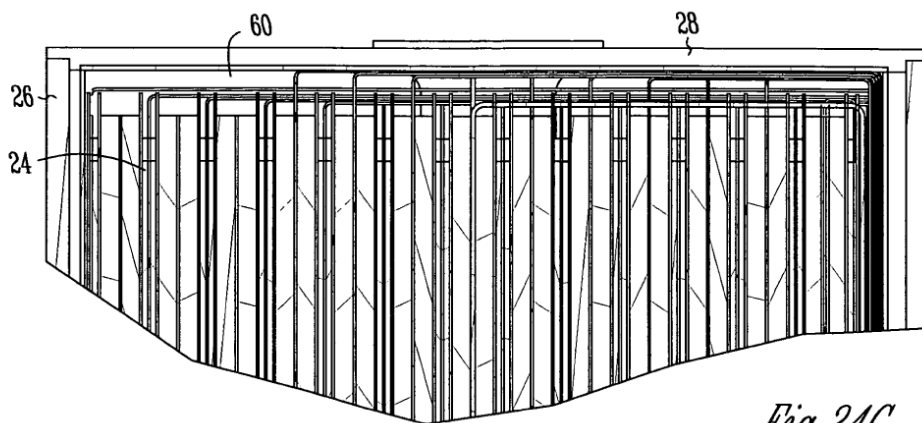
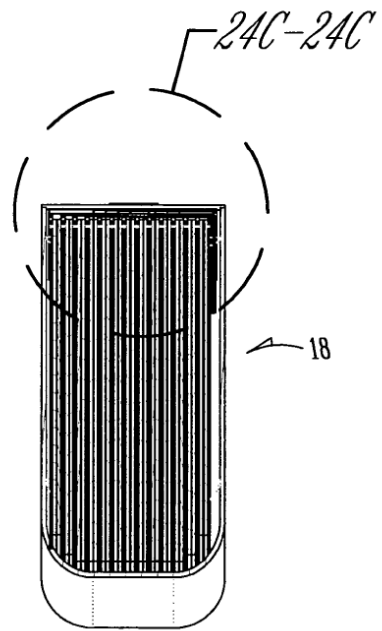
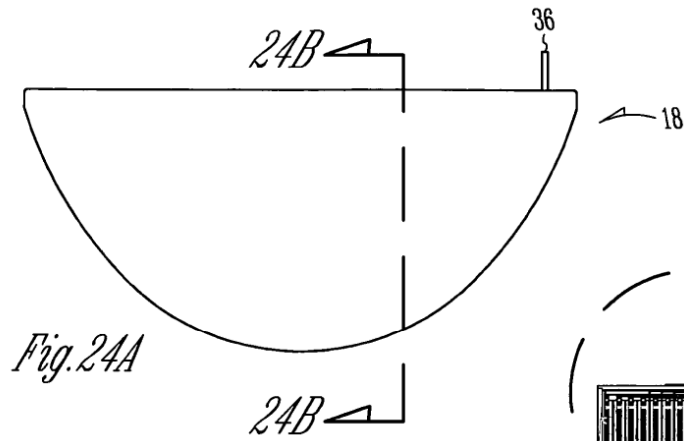
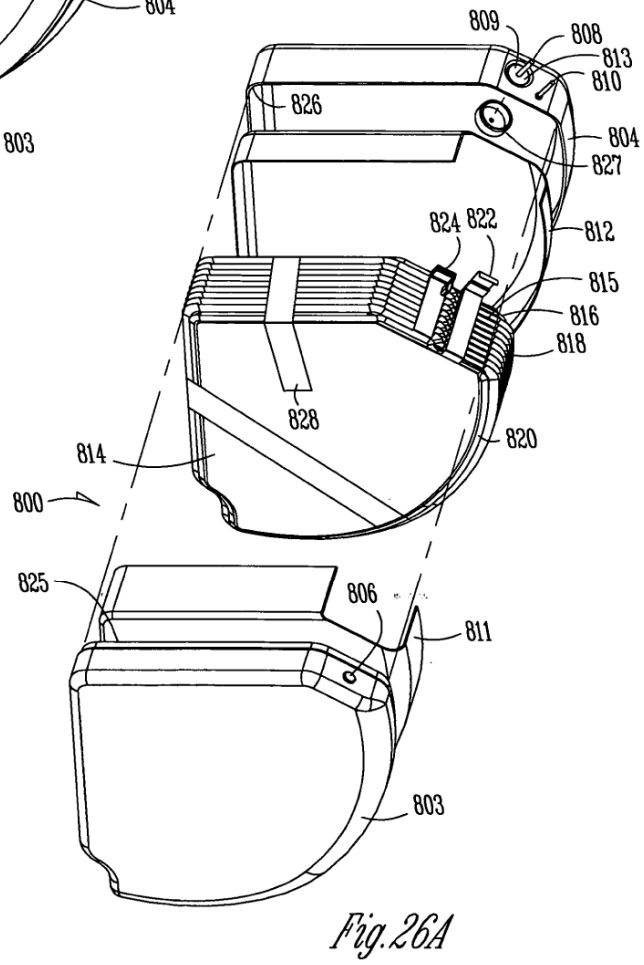
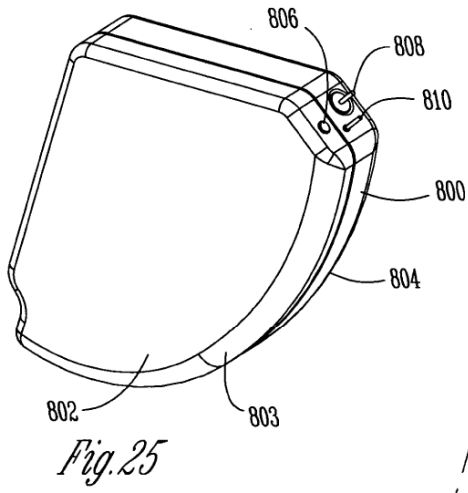


Fig. 22C







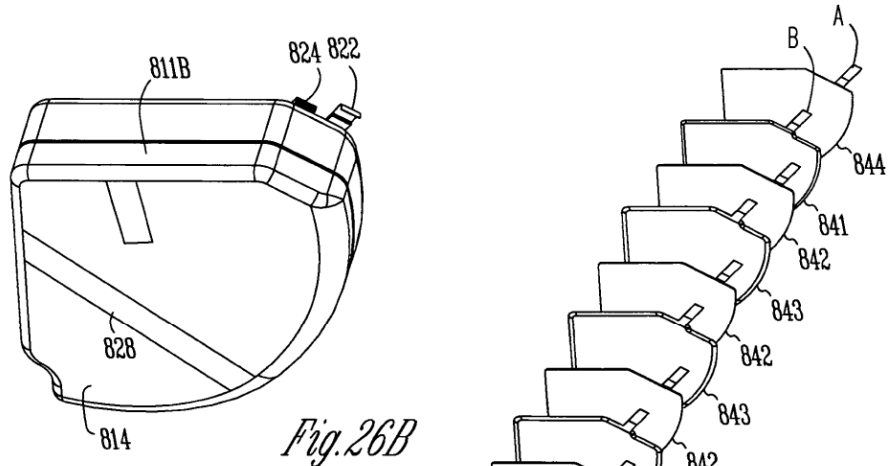


Fig. 26B

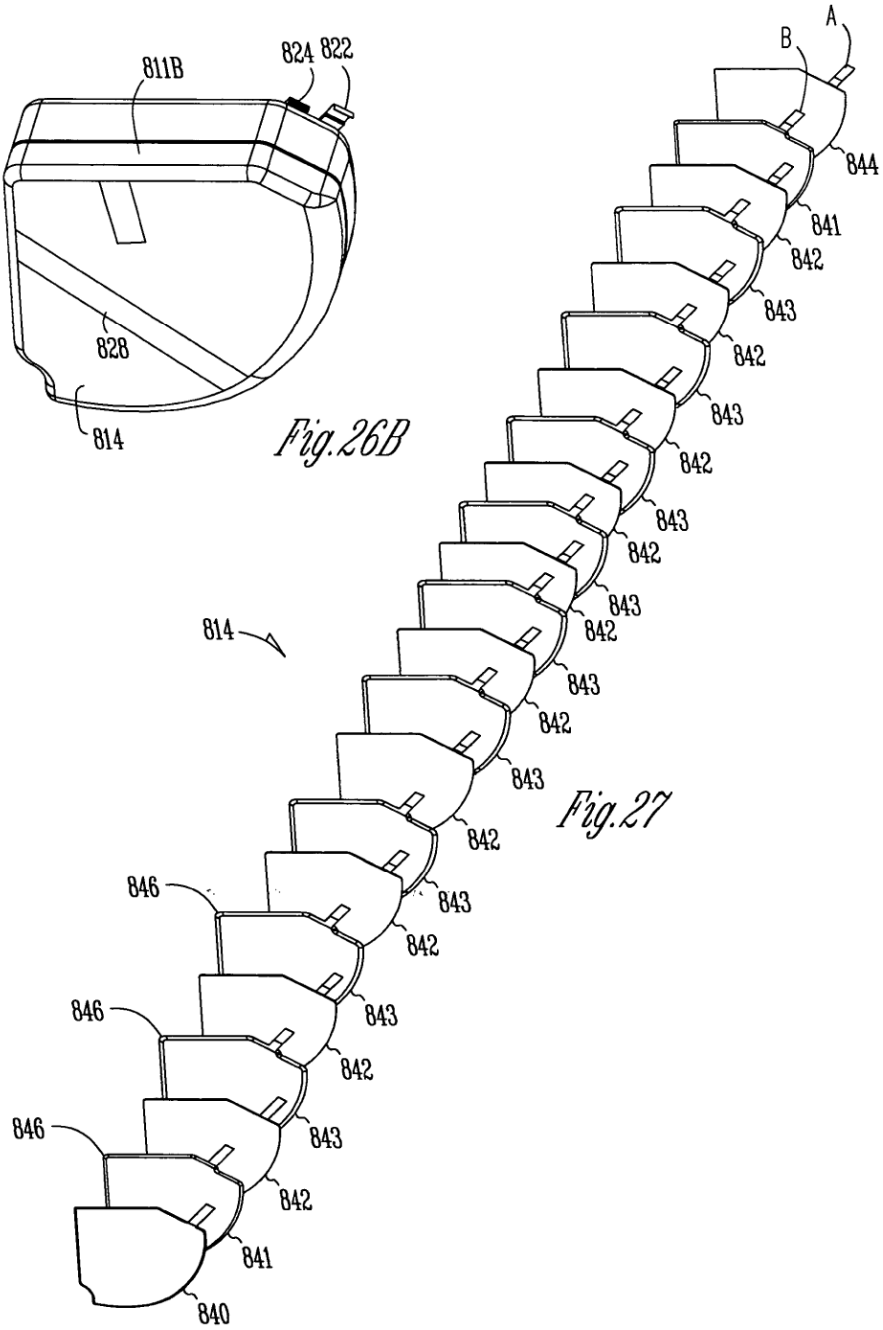


Fig. 27

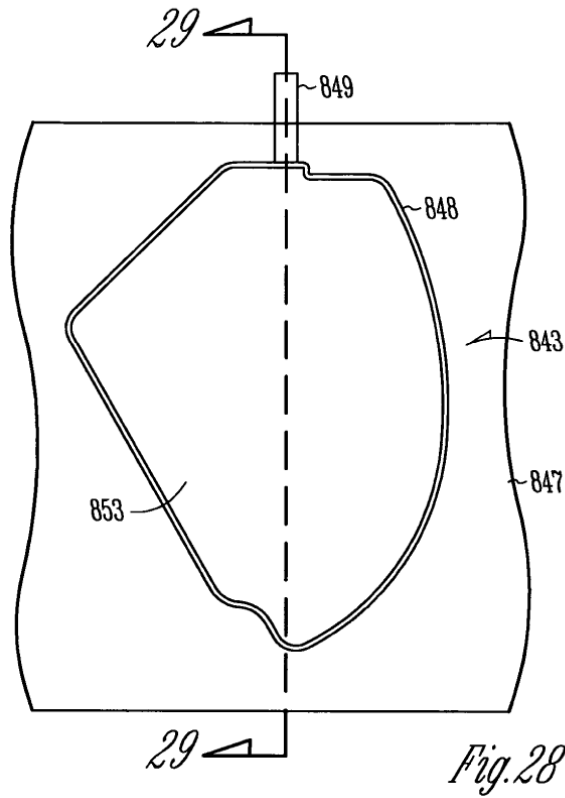


Fig. 28



Fig. 29

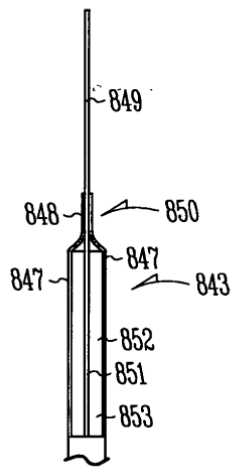


Fig. 30

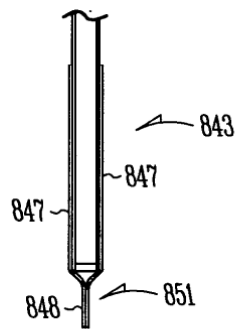


Fig. 31

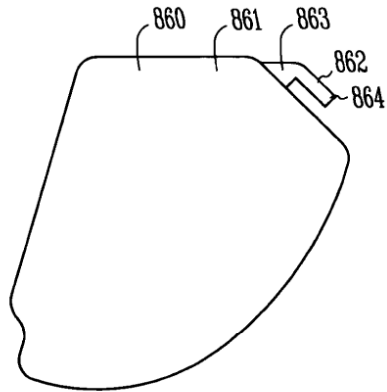


Fig. 32

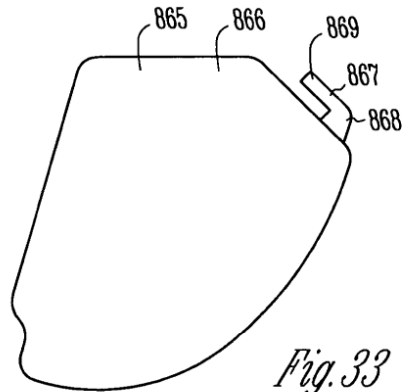


Fig. 33

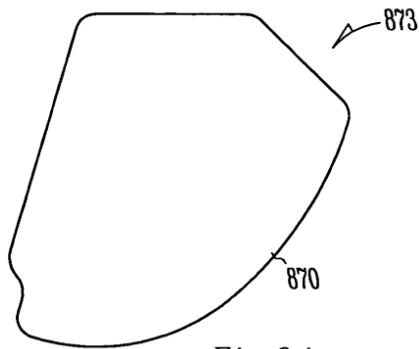


Fig. 34

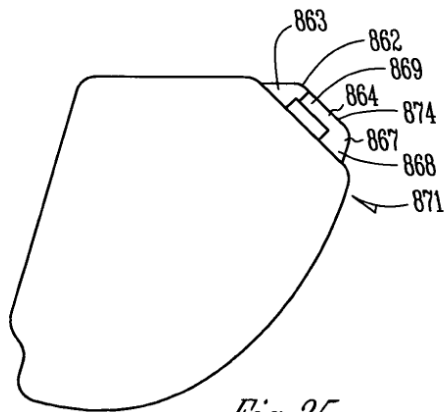


Fig. 35

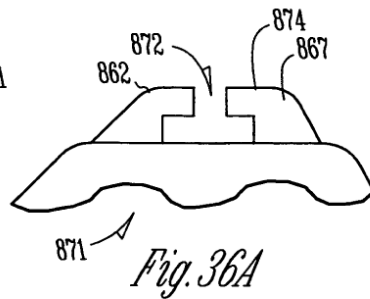


Fig. 36A

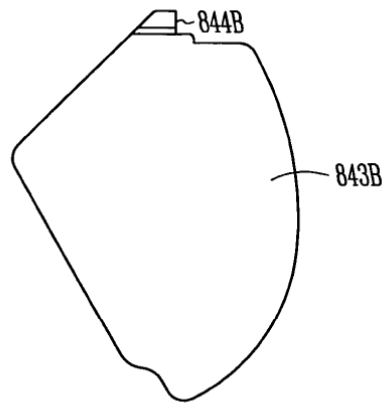


Fig. 36B

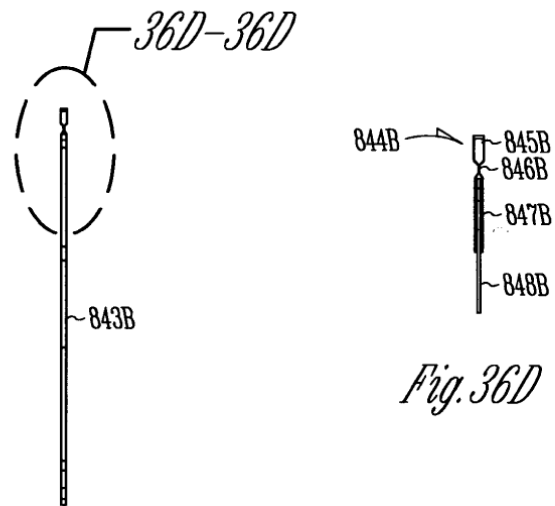


Fig. 36C

Fig. 36D

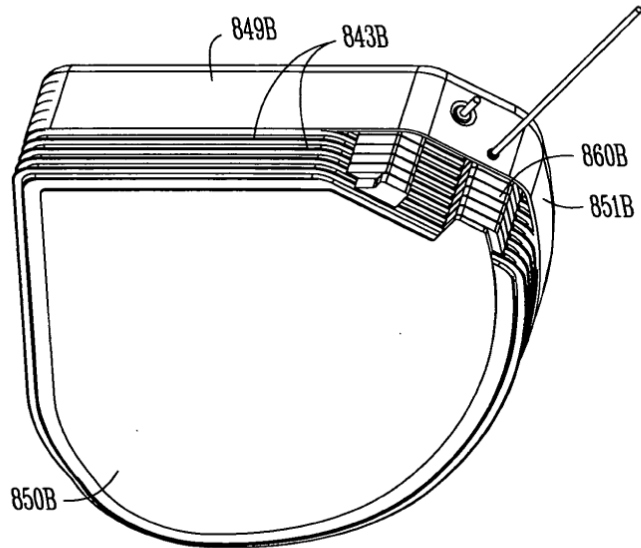


Fig. 36E

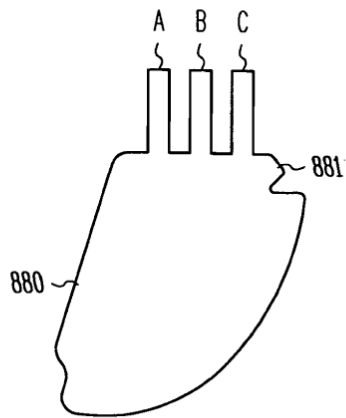


Fig. 37

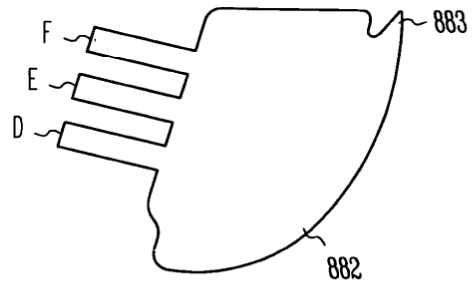


Fig. 38

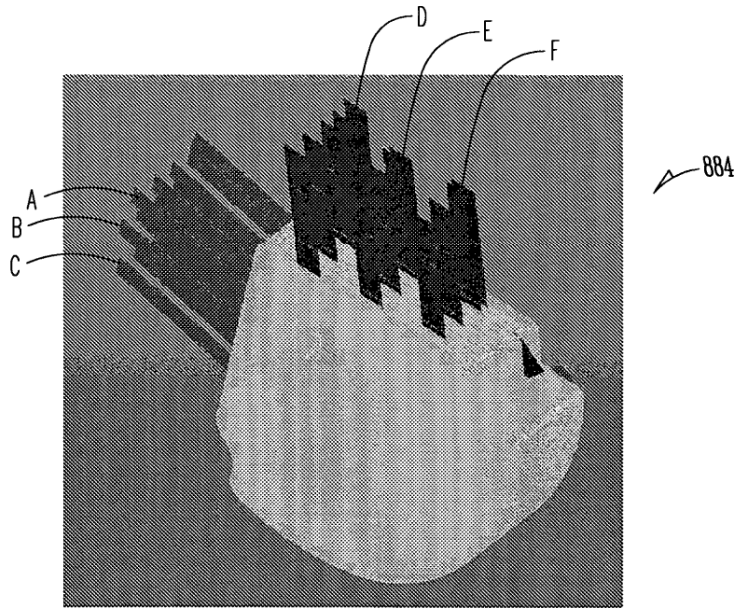


Fig. 39

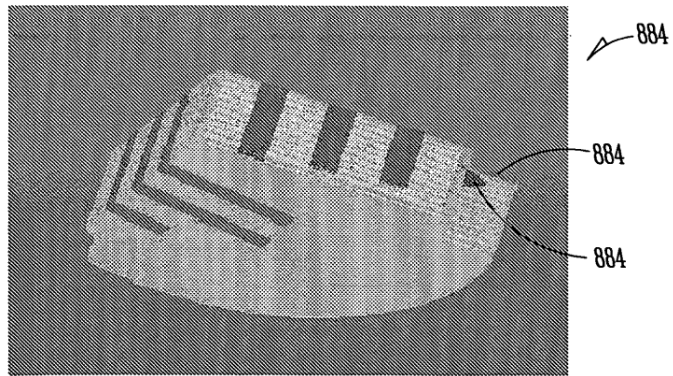


Fig. 40

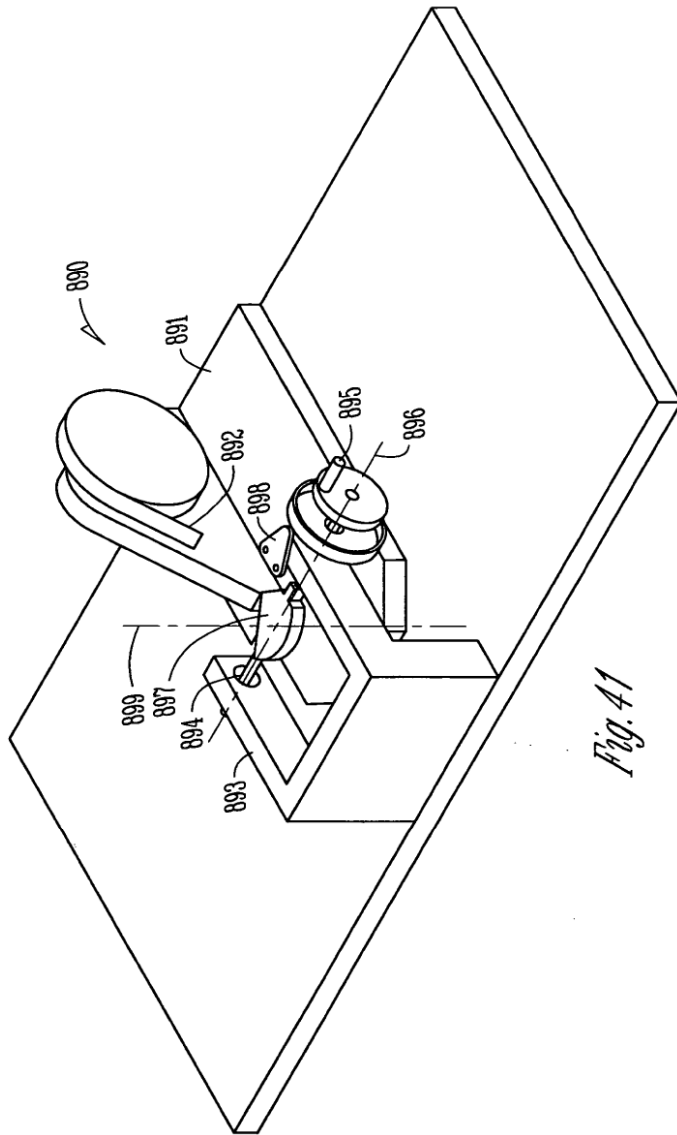


Fig. 41

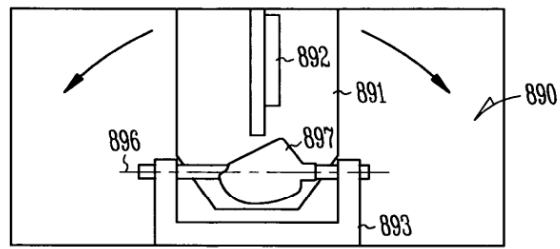


Fig. 42

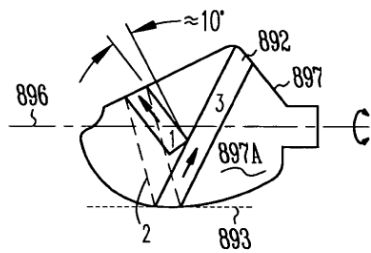


Fig. 43A

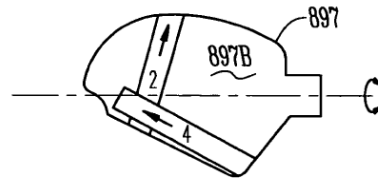


Fig. 43B

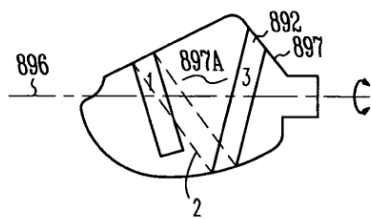


Fig. 44A

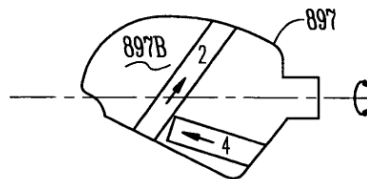


Fig. 44B

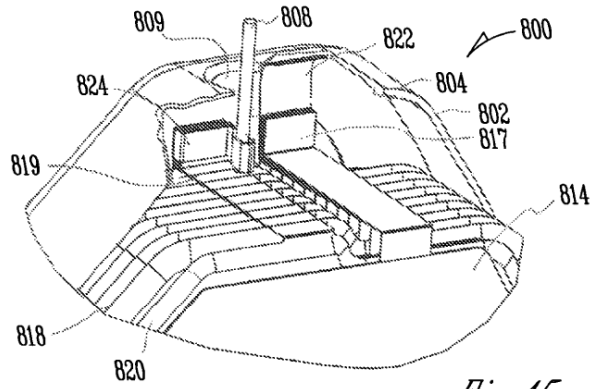


Fig. 45

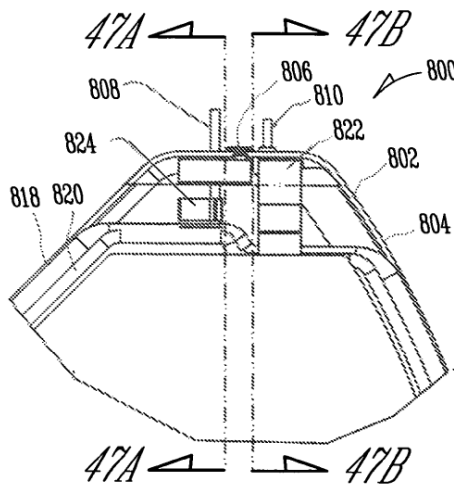


Fig. 46

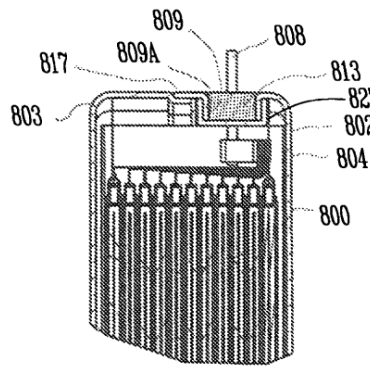


Fig. 47A

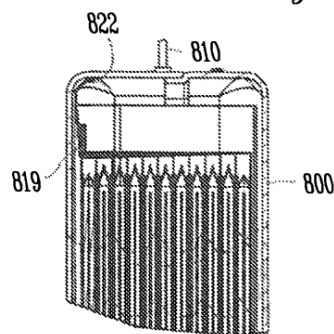
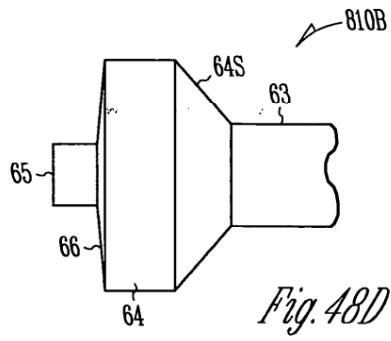
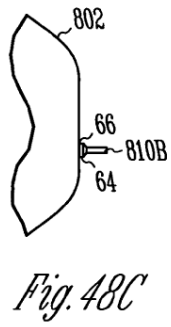
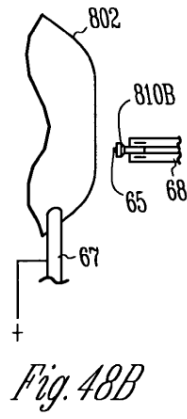
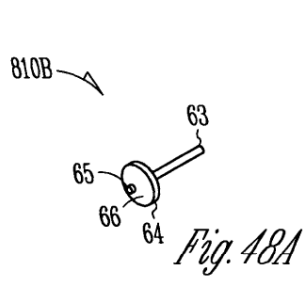


Fig. 47B



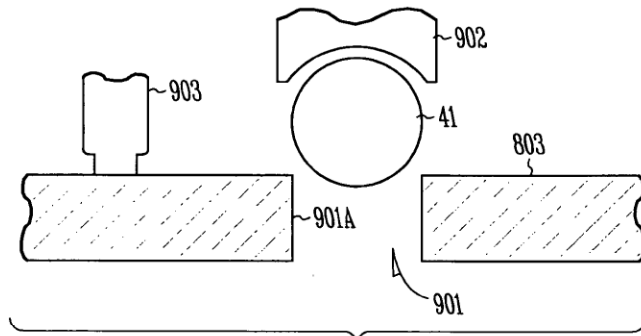


Fig. 49A

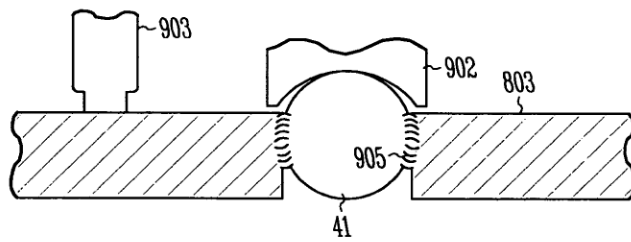


Fig. 49B

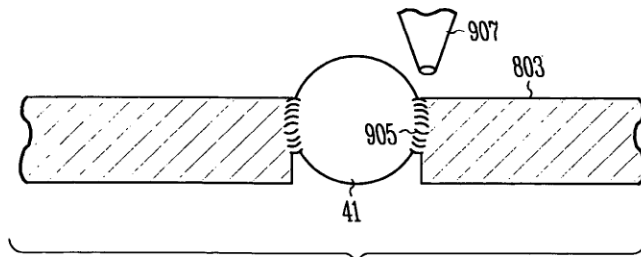


Fig. 49C

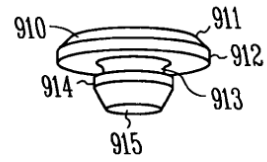


Fig. 50A

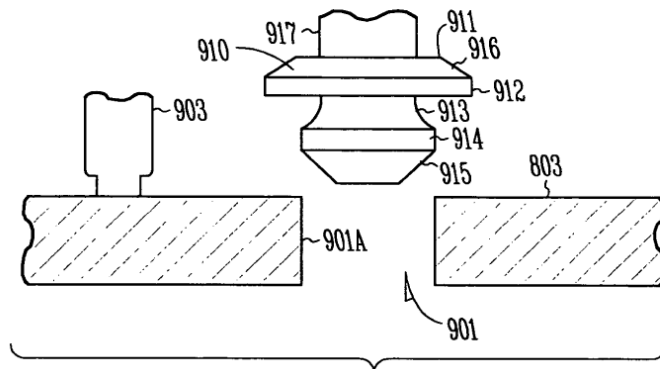


Fig. 50B

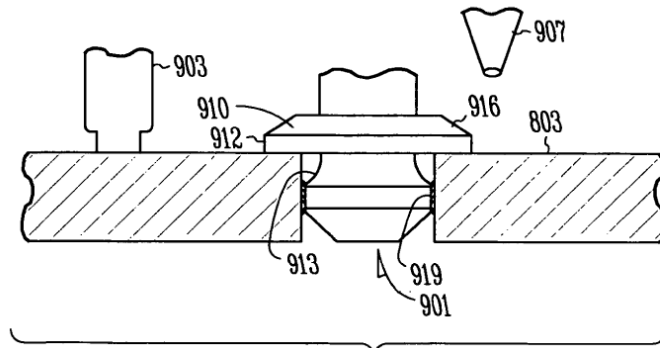


Fig. 50C

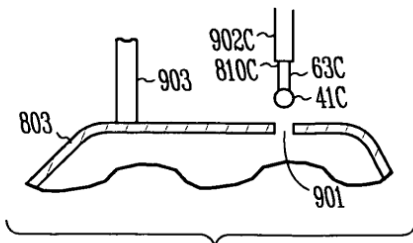


Fig. 50D

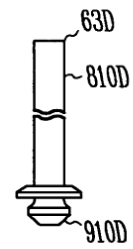


Fig. 50E

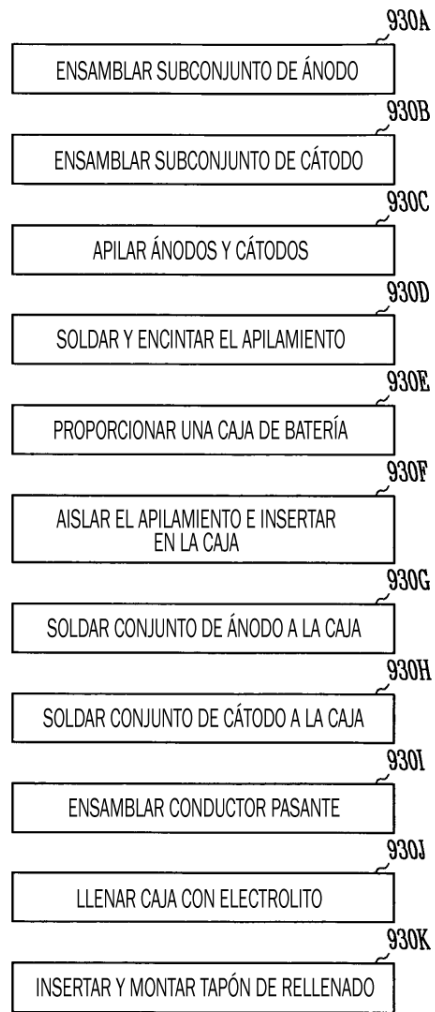


Fig. 51

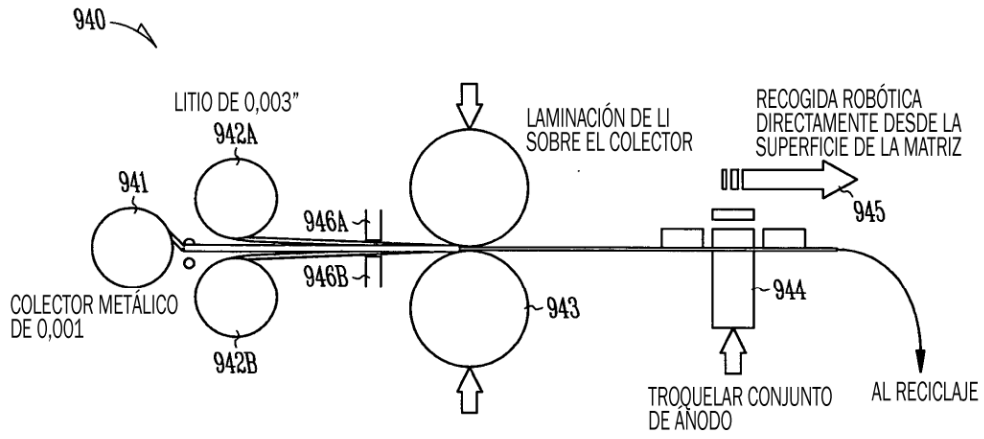


Fig. 52

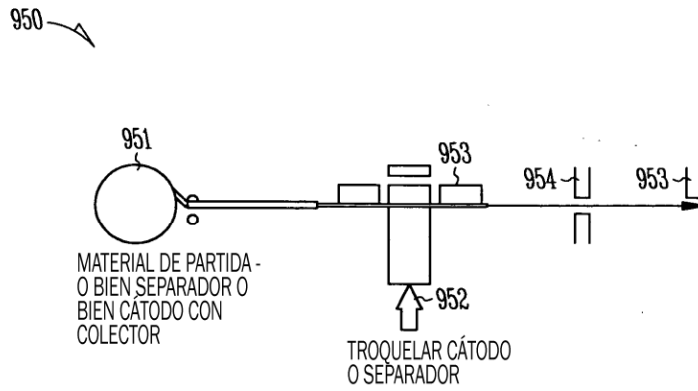


Fig. 53

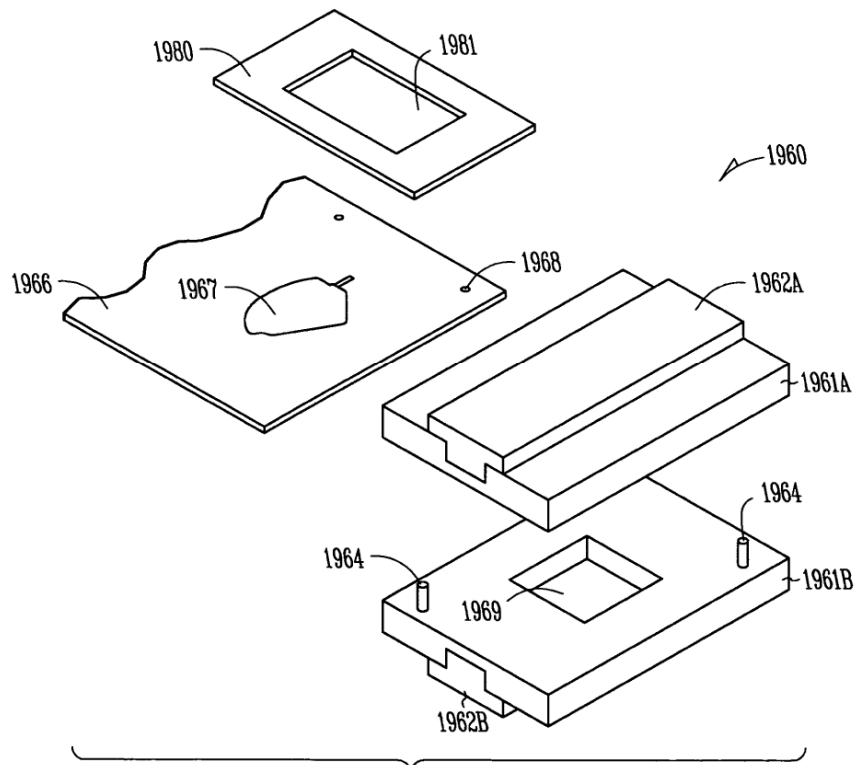


Fig. 54

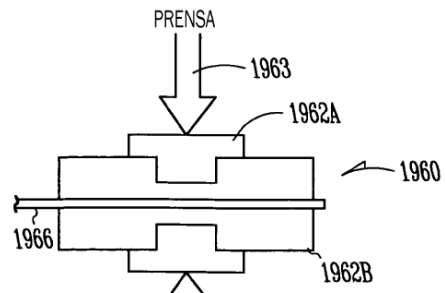


Fig. 55

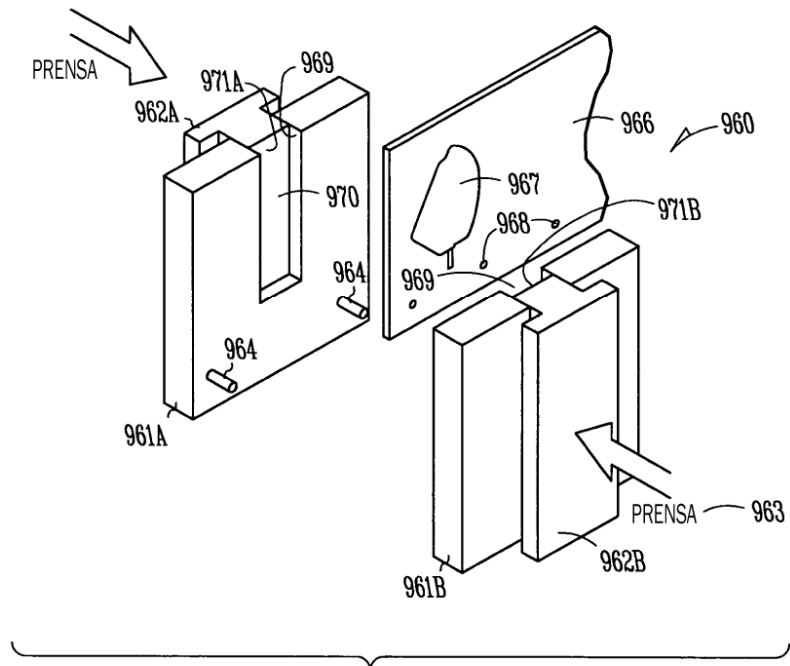


Fig. 56

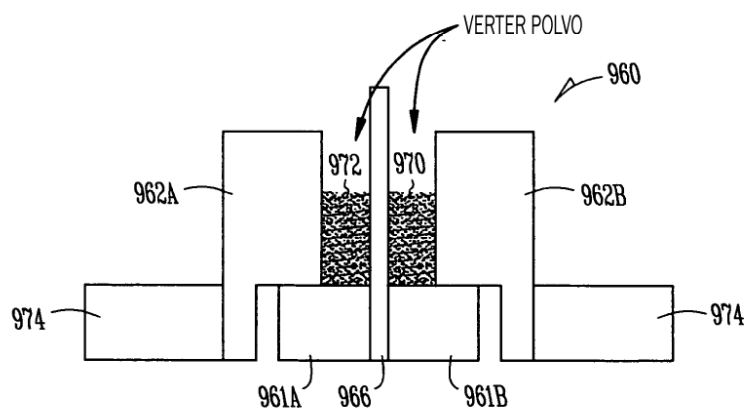


Fig. 57

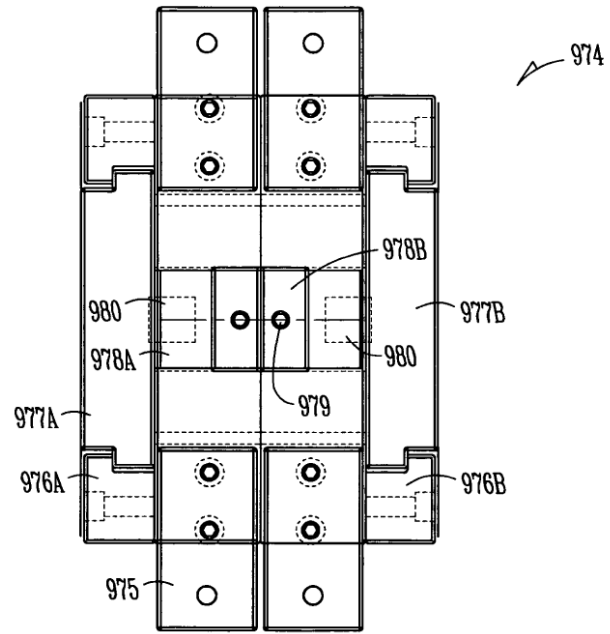


Fig. 58

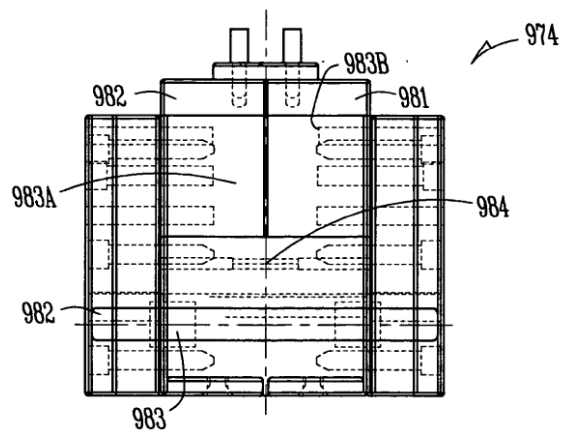


Fig. 59

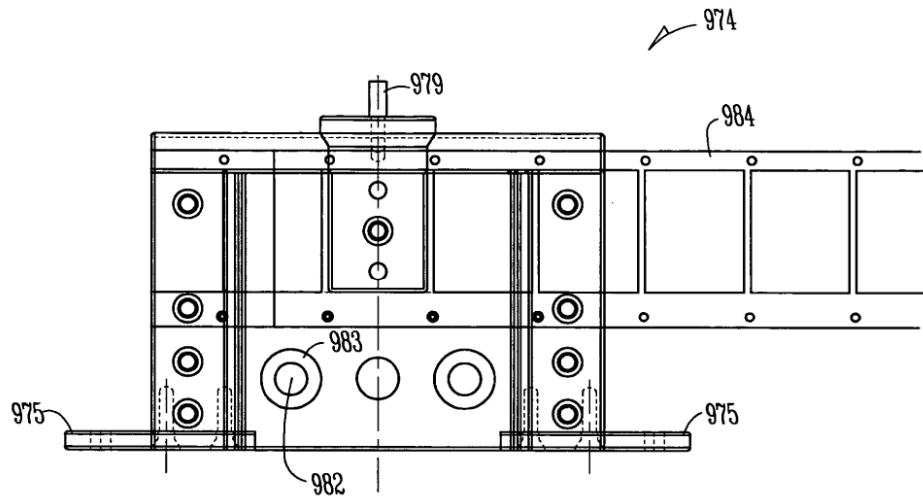


Fig. 60

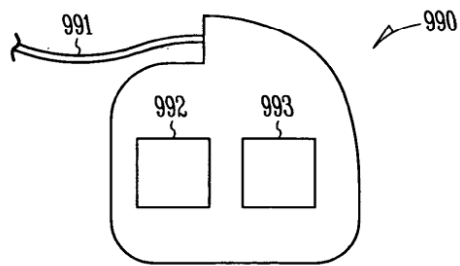


Fig. 61

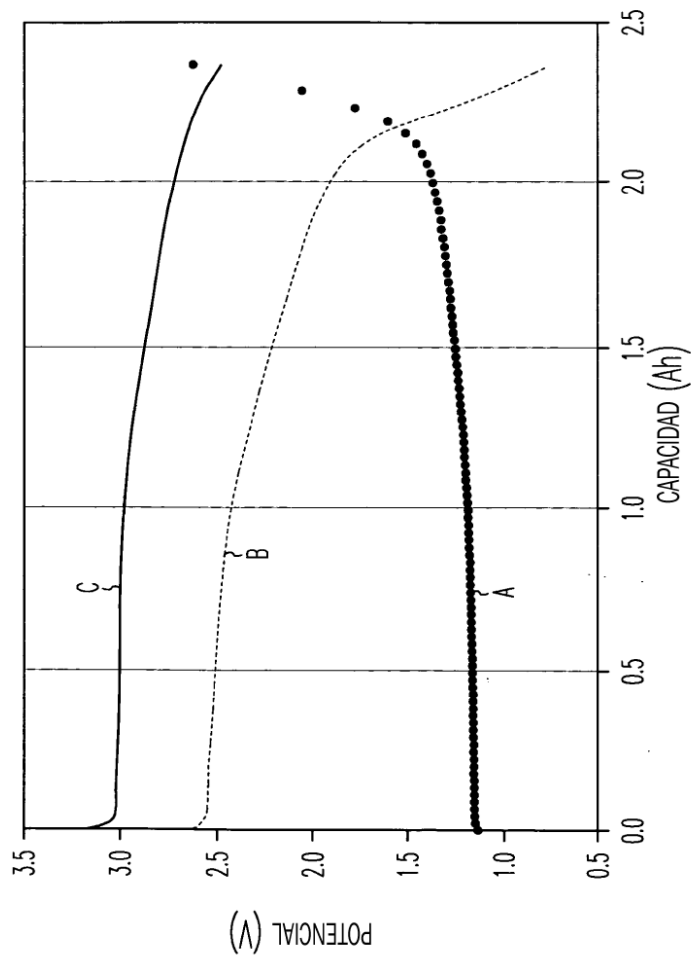


Fig. 6.2