

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 625**

51 Int. Cl.:

**H01M 2/08** (2006.01)

**H01M 10/04** (2006.01)

**H01M 6/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2008 E 08725512 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2012 EP 2122711**

54 Título: **Construcciones apiladas para baterías electroquímicas**

30 Prioridad:

**12.02.2007 US 901046 P**

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

**11.04.2013**

73 Titular/es:

**OGG, RANDY (50.0%)  
28005 NW 46th Avenue  
Newberry, FL 32669, US y  
G4 SYNERGETICS, INC. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**OGG, RANDY y  
HIGGINS, MARTIN PATRICK**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 400 625 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**

Construcciones apiladas para baterías electroquímicas.

Campo técnico de la invención

5 La presente invención se refiere, de modo general, a baterías y, más particularmente, a aparatos y métodos para mejorar las construcciones apiladas de baterías electroquímicas.

Antecedentes de la invención

10 Las baterías usuales se han fabricado como una batería de celdas enrolladas que tiene solamente dos electrodos o como una batería de celdas prismáticas estándar que tiene muchos conjuntos de placas en paralelo. En ambos tipos, el electrolito puede estar compartido en cualquier lugar dentro de la batería. Las estructuras de celdas enrolladas y celdas prismáticas adolecen de altas resistencias eléctricas debido a que sus trayectorias eléctricas tienen que cruzar múltiples conexiones y separarse distancias significativamente largas para cubrir el circuito completo desde una celda hasta la siguiente en una disposición en serie.

15 Recientemente, se han desarrollado diversos tipos de baterías con celdas selladas en una formación apilada que son capaces de proporcionar regímenes de descarga mayores y potenciales de voltaje mayores entre conectores externos que los de baterías enrolladas o prismáticas estándar, y tienen por lo tanto una alta demanda para ciertas aplicaciones. Ciertos tipos de estas baterías con celdas selladas en una formación apilada se han desarrollado para incluir, de modo general, un apilamiento de pares independientemente sellados de unidades de electrodo monopolar (MPU). Cada una de estas MPU puede estar provista de una capa de electrodo de material activo positivo o una capa de electrodo de material activo negativo, revestida en un primer lado de un colector de corriente (véase, por ejemplo, Klein, patente de EE. UU. número 5.393.617, expedida el 28 de febrero de 1995). Una MPU con una capa de electrodo de material activo positivo (es decir, una MPU positiva) y una MPU con una capa de electrodo de material activo negativo (es decir, una MPU negativa) pueden tener una capa de electrolito entre las mismas para aislar eléctricamente los colectores de corriente de esas dos MPU. Los colectores de corriente de este par de MPU positiva y negativa, junto con las capas de electrodo de material activo y el electrolito entre las mismas, pueden estar sellados como una única celda o un único segmento de celda. Una batería que incluye un apilamiento de dichas celdas, teniendo cada una de ellas una MPU positiva y una MPU negativa, se denominará en esta memoria una batería "monopolar apilada".

20 El lado del colector de corriente de la MPU positiva no revestida con una capa de electrodo en una primera celda puede estar acoplado eléctricamente con el lado del colector de corriente de la MPU negativa no revestida con una capa de electrodo en una segunda celda, de manera que las celdas primera y segunda están en una formación apilada. La configuración en serie de dichos segmentos de celda en un apilamiento puede hacer que el potencial de voltaje sea diferente entre colectores de corriente. No obstante, si los colectores de corriente de una celda particular contactan entre sí o si el electrolito común de las dos MPU en una celda particular está compartido con cualquier MPU adicional en el apilamiento, el voltaje y la energía de la batería se desvanecerán (es decir, se descargarán) rápidamente a cero. Por lo tanto, es deseable que una batería monopolar apilada tenga sellado independientemente el electrolito de cada una de sus celdas respecto a cada una de sus otras celdas. En consecuencia, sería ventajoso poder proporcionar una batería monopolar apilada con sellado mejorado de electrolito entre celdas adyacentes.

30 Otros tipos de estas baterías con celdas selladas en una formación apilada se han desarrollado para incluir, de modo general, una serie de unidades de electrodo bipolar (BPU) apiladas. Cada una de estas BPU puede estar provista de una capa de electrodo de material activo positivo y una capa de electrodo de material activo negativo, revestida en lados opuestos de un colector de corriente (véase, por ejemplo, Fukuzawa et al., publicación de patente de EE. UU. número 2004/0161667 A1, publicada el 19 de agosto de 2004). Dos BPU cualquiera pueden estar apiladas una encima de la otra con una capa de electrolito dispuesta entre la capa de electrodo de material activo positivo de una de las BPU y la capa de electrodo de material activo negativo de la otra de las BPU para aislar eléctricamente los colectores de corriente de esas dos BPU. Los colectores de corriente de dos BPU adyacentes cualquiera, junto con las capas de electrodo de material activo y el electrolito entre las mismas, pueden ser asimismo una única celda sellada o un único segmento de celda sellado. Una batería que incluye un apilamiento de dichas celdas, teniendo cada una de ellas una porción de una primera BPU y una porción de una segunda BPU, se denominará en esta memoria una batería "bipolar apilada".

35 Aunque el lado positivo de una primera BPU y el lado negativo de una segunda BPU pueden formar una primera celda, el lado positivo de la segunda BPU puede formar igualmente una segunda celda con el lado negativo de una tercera BPU o el lado negativo de una MPU negativa, por ejemplo. Por lo tanto, una BPU individual puede estar incluida en dos celdas diferentes de una batería bipolar apilada. La configuración en serie de dichas celdas en un apilamiento puede hacer que el potencial de voltaje sea diferente entre colectores de corriente. No obstante, si los colectores de corriente de una celda particular contactan entre sí o si el electrolito común de las dos BPU en una primera celda está compartido con cualquier otra celda en el apilamiento, el voltaje y la energía de la batería se desvanecerán (es decir, se descargarán) rápidamente a cero. Por lo tanto, es deseable que una batería bipolar apilada tenga sellado independientemente el electrolito de cada una de sus celdas respecto a cada una de sus otras

celdas. En consecuencia, sería asimismo ventajoso poder proporcionar una batería bipolar apilada con sellado mejorado de electrolito entre celdas adyacentes.

5 El documento WO 2006119289 describe una batería que comprende un apilamiento de una pluralidad de unidades de electrodo en una dirección de apilamiento, comprendiendo el apilamiento una primera unidad de electrodo, una segunda unidad de electrodo apilada sobre la parte superior de la primera unidad de electrodo en la dirección de apilamiento y una primera capa de electrolito dispuesta entre la primera unidad de electrodo y la segunda unidad de electrodo, comprendiendo además la batería una primera junta que tiene una superficie interior y una superficie exterior, en la que la primera junta está situada alrededor de la primera capa de electrodo, en la que la primera capa de electrolito está sellada mediante la superficie interior de la primera junta y las unidades de electrodo primera y  
10 segunda. La primera junta es compresible.

Puede ser deseable aumentar la cantidad de electrolito que es posible depositar dentro de un segmento de celda de la batería durante su fabricación de modo que, una vez que el electrolito está cargado y la batería está formada, cada segmento de celda puede llenarse sustancialmente de electrolito. El documento WO2006119289 no consigue hacerlo de esta manera.

15 Sumario de la invención

Por lo tanto, un objeto de esta invención es proporcionar baterías apiladas con sellado mejorado de electrolito entre celdas adyacentes y con la posibilidad de aumentar la cantidad de electrolito que es posible depositar dentro de un segmento de celda de la batería durante su fabricación.

20 De acuerdo con una primera realización de la invención, se ha previsto una batería que comprende un apilamiento de una pluralidad de unidades de electrodo en una dirección de apilamiento, comprendiendo el apilamiento una primera unidad de electrodo, una segunda unidad de electrodo apilada sobre la parte superior de la primera unidad de electrodo en la dirección de apilamiento, y una primera capa de electrolito dispuesta entre la primera unidad de electrodo y la segunda unidad de electrodo, comprendiendo además la batería una primera junta situada alrededor de la primera capa de electrolito, en la que la primera capa de electrolito está sellada mediante la primera junta y las unidades de electrodo primera y segunda, en la que la primera junta incluye un primer miembro de junta y un segundo miembro de junta, y en la que el primer miembro de junta es sustancialmente incompresible y el segundo miembro de junta es compresible.

25 De acuerdo con una segunda realización de la invención, se ha previsto una batería que comprende un apilamiento de una pluralidad de unidades de electrodo en una dirección de apilamiento, comprendiendo el apilamiento una primera unidad de electrodo, una segunda unidad de electrodo apilada sobre la parte superior de la primera unidad de electrodo en la dirección de apilamiento, y una primera capa de electrolito dispuesta entre la primera unidad de electrodo y la segunda unidad de electrodo, comprendiendo además la batería una junta compresible situada alrededor de la primera capa de electrolito y una junta sustancialmente incompresible situada alrededor de la junta compresible.

30 Se ha provisto una batería que incluye un apilamiento de una pluralidad de unidades de electrodo en una dirección de apilamiento. El apilamiento incluye una primera unidad de electrodo, una segunda unidad de electrodo apilada sobre la parte superior de la primera unidad de electrodo en la dirección de apilamiento, y una primera capa de electrolito dispuesta entre la primera unidad de electrodo y la segunda unidad de electrodo. La batería incluye además una primera junta que tiene una superficie interior y una superficie exterior, en la que la primera junta está situada alrededor de la primera capa de electrolito, en la que la primera capa de electrolito está sellada mediante la superficie interior de la primera junta y las unidades de electrodo primera y segunda, y en la que, al menos, una primera porción de la primera unidad de electrodo se extiende a lo largo de una porción de la superficie exterior de la primera junta.

35 Una batería incluye un apilamiento de una pluralidad de unidades de electrodo en una dirección de apilamiento. El apilamiento incluye una primera unidad de electrodo, una segunda unidad de electrodo apilada sobre la parte superior de la primera unidad de electrodo en la dirección de apilamiento, y una primera capa de electrolito dispuesta entre la primera unidad de electrodo y la segunda unidad de electrodo. La primera unidad de electrodo incluye un primer sustrato de electrodo y una primera capa activa en un primer lado del primer sustrato de electrodo. La primera capa activa incluye, al menos, una primera porción activa sobre una primera parte del primer lado y una segunda porción activa sobre una segunda parte del primer lado, en la que la primera porción activa de la primera capa activa se extiende hasta una primera altura por encima del primer lado del primer sustrato de electrodo, en la que la segunda porción activa de la primera capa activa se extiende hasta una segunda altura por encima del primer lado del primer sustrato de electrodo, y en la que la primera altura es diferente de la segunda altura.

40 Una batería incluye un apilamiento de una pluralidad de unidades de electrodo en una dirección de apilamiento. El apilamiento incluye una primera unidad de electrodo, una segunda unidad de electrodo apilada sobre la parte superior de la primera unidad de electrodo en la dirección de apilamiento, una primera capa de electrolito dispuesta entre la primera unidad de electrodo y la segunda unidad de electrodo, una tercera unidad de electrodo apilada sobre la parte superior de la segunda unidad de electrodo en la dirección de apilamiento, y una segunda capa de  
45  
50  
55

electrolito dispuesta entre la segunda unidad de electrodo y la tercera unidad de electrodo. La primera unidad de electrodo está separada de la segunda unidad de electrodo una primera distancia en la dirección de apilamiento, en la que la segunda unidad de electrodo está separada de la tercera unidad de electrodo una segunda distancia en la dirección de apilamiento, y en la que la primera distancia es diferente de la segunda distancia.

5 Una batería incluye un apilamiento de una pluralidad de unidades de electrodo en una dirección de apilamiento. El apilamiento incluye una primera unidad de electrodo, una segunda unidad de electrodo apilada sobre la parte superior de la primera unidad de electrodo en la dirección de apilamiento, y una primera capa de electrolito dispuesta entre la primera unidad de electrodo y la segunda unidad de electrodo. La batería incluye asimismo una primera junta situada alrededor de la primera capa de electrolito. La primera capa de electrolito está sellada mediante la primera junta y las unidades de electrodo primera y segunda. La primera junta incluye un primer miembro de junta y un segundo miembro de junta, y el segundo miembro de junta es compresible.

10 Una batería incluye un apilamiento de una pluralidad de unidades de electrodo en una dirección de apilamiento. El apilamiento incluye una primera unidad de electrodo, una segunda unidad de electrodo apilada sobre la parte superior de la primera unidad de electrodo en la dirección de apilamiento, y una primera capa de electrolito dispuesta entre la primera unidad de electrodo y la segunda unidad de electrodo. La batería incluye asimismo una primera junta situada alrededor de la primera unidad de electrodo y una segunda junta situada alrededor de la segunda unidad de electrodo. La primera porción de junta está acoplada a la segunda porción de junta alrededor de la capa de electrolito, y la primera capa de electrolito está sellada mediante la primera junta, la segunda junta, la primera unidad de electrodo y la segunda unidad de electrodo.

15 Una batería incluye un apilamiento de una pluralidad de unidades de electrodo en una dirección de apilamiento. El apilamiento incluye una primera unidad de electrodo, una segunda unidad de electrodo apilada sobre la parte superior de la primera unidad de electrodo en la dirección de apilamiento, y una primera capa de electrolito dispuesta entre la primera unidad de electrodo y la segunda unidad de electrodo. La batería incluye asimismo una primera junta situada alrededor de la primera capa de electrolito. La primera junta es, al menos, una de termofundida y soldada por ultrasonidos a la primera unidad de electrodo.

20 Una batería incluye un apilamiento de una pluralidad de unidades de electrodo en una dirección de apilamiento. El apilamiento incluye una primera unidad de electrodo, una segunda unidad de electrodo apilada sobre la parte superior de la primera unidad de electrodo en la dirección de apilamiento, y una primera capa de electrolito dispuesta entre la primera unidad de electrodo y la segunda unidad de electrodo. La batería incluye asimismo una primera junta situada alrededor de la primera capa de electrolito. La primera capa de electrolito está sellada mediante la primera junta y las unidades de electrodo primera y segunda. La primera unidad de electrodo es una unidad de electrodo monopolar y la segunda unidad de electrodo es una unidad de electrodo monopolar.

25 Breve descripción de los dibujos

30 La anterior y otras ventajas de la invención resultarán más evidentes al considerar la siguiente descripción detallada, tomada en unión con los dibujos que se acompañan, en los que caracteres de referencia semejantes hacen referencia a partes semejantes por todos los dibujos, y en los que:

35 la figura 1 es una vista, en sección transversal esquemática, de una estructura básica de una unidad de electrodo bipolar (BPU);

40 la figura 2 es una vista, en sección transversal esquemática, de una estructura básica de un apilamiento de varias BPU de la figura 1;

la figura 3 es una vista, en sección transversal esquemática, de una estructura básica de una batería bipolar apilada que implementa el apilamiento de varias BPU de la figura 2;

la figura 3A es un diagrama esquemático de circuito de la composición básica de la batería bipolar de la figura 3;

la figura 4 es una vista superior esquemática de la batería bipolar de la figura 3, según la línea IV-IV de la figura 3;

45 la figura 4A es una vista superior esquemática de la batería bipolar de las figuras 3 y 4, según la línea IVA-IVA de la figura 3;

la figura 4B es una vista, en sección transversal esquemática, de la batería bipolar de las figuras 3-4A, según la línea IVB-IVB de la figura 4A;

50 la figura 5 es una vista detallada, en sección transversal esquemática, de una porción particular de la batería bipolar de las figuras 3-4B;

la figura 5A es una vista inferior esquemática de la batería bipolar de las figuras 3-5, según la línea VA-VA de la figura 5;

- la figura 5B es una vista superior esquemática de la batería bipolar de las figuras 3-5A, según la línea VB-VB de la figura 5;
- la figura 5C es una vista superior esquemática de la batería bipolar de las figuras 3-5B, según la línea VC-VC de la figura 5;
- 5 la figura 6 es una vista detallada, en sección transversal esquemática, de una porción particular de la batería bipolar de las figuras 3-5C;
- la figura 7 es una vista superior esquemática de la batería bipolar de las figuras 3-6, según la línea VII-VII de la figura 6;
- 10 la figura 8 es una vista superior esquemática de la batería bipolar de las figuras 3-7, según la línea VIII-VIII de la figura 6;
- la figura 9 es una vista superior esquemática de la batería bipolar de las figuras 3-8, según la línea IX-IX de la figura 6;
- la figura 10 es una vista, en sección transversal esquemática, de ciertos elementos en una primera etapa de un método para formar una batería bipolar apilada;
- 15 la figura 11 es una vista superior esquemática de la batería de la figura 10, según la línea XI-XI de la figura 10;
- la figura 12 es una vista, en sección transversal esquemática, de ciertos elementos en una segunda etapa de un método para formar la batería bipolar apilada de las figuras 10 y 11;
- la figura 13 es una vista superior esquemática de la batería de las figuras 10-12, según la línea XIII-XIII de la figura 12;
- 20 la figura 14 es una vista, en sección transversal esquemática, de ciertos elementos en una tercera etapa de un método para formar la batería bipolar apilada de las figuras 10-13;
- la figura 15 es una vista superior esquemática de la batería de las figuras 10-14, según la línea XV-XV de la figura 14;
- 25 la figura 16 es una vista, en sección transversal esquemática, de ciertos elementos en una cuarta etapa de un método para formar la batería bipolar apilada de las figuras 10-15;
- la figura 17 es una vista superior esquemática de la batería de las figuras 10-16, según la línea XVII-XVII de la figura 16;
- la figura 18 es una vista, en sección transversal esquemática, de ciertos elementos en una quinta etapa de un método para formar la batería bipolar apilada de las figuras 10-17;
- 30 la figura 19 es una vista, en sección transversal esquemática, de ciertos elementos en una sexta etapa de un método para formar la batería bipolar apilada de las figuras 10-18;
- la figura 20 es una vista superior esquemática de la batería de las figuras 10-19, según la línea XX-XX de la figura 19;
- 35 la figura 21 es una vista, en sección transversal esquemática, de ciertos elementos en una sexta etapa, similar a la figura 19, de un método para formar una batería bipolar apilada;
- la figura 22 es una vista superior esquemática de la batería de la figura 21, según la línea XXII-XXII de la figura 21;
- la figura 23 es una vista, en sección transversal esquemática, de ciertos elementos en una tercera etapa, similar a la figura 14, de un método para formar una batería bipolar apilada, según una primera realización de la invención;
- 40 la figura 24 es una vista, en sección transversal esquemática, de ciertos elementos en una cuarta etapa, similar a la figura 16, de un método para formar la batería bipolar apilada de la figura 23, según una primera realización de la invención;
- la figura 25 es una vista, en sección transversal esquemática, de ciertos elementos en una sexta etapa, similar a la figura 19, de un método para formar la batería bipolar apilada de las figuras 23 y 24, según una primera realización de la invención;
- 45 la figura 26 es una vista, en sección transversal esquemática, de ciertos elementos en una cuarta etapa, similar a las figuras 16 y 24, de un método para formar una batería bipolar apilada, según una segunda realización de la invención;

la figura 27 es una vista, en sección transversal esquemática, de ciertos elementos en una sexta etapa, similar a las figuras 19 y 25, de un método para formar la batería bipolar apilada de la figura 26, según una segunda realización de la invención;

5 la figura 28 es una vista, en sección transversal esquemática, de ciertos elementos en una cuarta etapa, similar a las figuras 16, 24 y 26, de un método para formar una batería bipolar apilada;

la figura 29 es una vista superior esquemática de una batería bipolar apilada;

la figura 30 es una vista, en sección transversal esquemática, de la batería bipolar de la figura 29, según la línea XXX-XXX de dicha figura 29;

la figura 31 es una vista superior esquemática de una batería bipolar apilada;

10 la figura 32 es una vista, en sección transversal esquemática, de la batería bipolar de la figura 31, según la línea XXXII-XXXII de dicha figura 31;

la figura 33 es una vista, en sección transversal esquemática, de una estructura básica de una batería monopolar apilada;

15 la figura 34A es un diagrama esquemático de una estructura básica de celdas de batería de sustancia química única unidas;

la figura 34B es un diagrama esquemático de una estructura básica de celdas de batería de sustancia química única unidas.

#### Descripción detallada de la invención

20 Se proporcionan aparatos y métodos para baterías apiladas con sellado mejorado de electrolito entre celdas adyacentes, y se describen a continuación con referencia a las figuras 1-34B.

La figura 1 muestra una unidad bipolar o BPU 2 ilustrativa, pudiendo incluir la BPU 2 una capa de electrodo de material activo positivo 4 que puede estar dispuesta en un primer lado de un sustrato conductor impermeable o colector de corriente 6, y una capa de electrodo de material activo negativo 8 que puede estar dispuesta en el otro lado del sustrato conductor impermeable 6.

25 Como se muestra en la figura 2, por ejemplo, múltiples BPU 2 pueden estar apiladas de manera sustancialmente vertical en un apilamiento 20, con una capa de electrolito 10 que puede estar dispuesta entre dos BPU 2 adyacentes, de manera que una capa de electrodo positivo 4 de una BPU 2 puede estar opuesta a una capa de electrodo negativo 8 de una BPU 2 adyacente, a través de la capa de electrolito 10. Cada capa de electrolito 10 puede incluir un separador 9 que puede contener un electrolito 11 (véase, por ejemplo, la figura 6). El separador 9 puede separar eléctricamente la capa de electrodo positivo 4 y la capa de electrodo negativo 8 adyacente al mismo, al tiempo que permite la transferencia iónica entre las unidades de electrodo, como se describe con más detalle a continuación.

30 Si se sigue haciendo referencia al estado apilado de las BPU 2 en la figura 2, por ejemplo, los componentes incluidos en la capa de electrodo positivo 4 y el sustrato 6 de una primera BPU 2, la capa de electrodo negativo 8 y el sustrato 6 de una segunda BPU 2 adyacente a la primera BPU 2, y la capa de electrolito 10 entre las BPU primera y segunda 2 se denominará en esta memoria una única "celda" o un único "segmento de celda" 22. Cada sustrato impermeable 6 de cada segmento de celda 22 puede estar compartido por el segmento de celda 22 adyacente que se puede aplicar.

35 Como se muestra en las figuras 3 y 4, por ejemplo, unos terminales positivo y negativo pueden estar dispuestos, junto con el apilamiento 20 de una o más BPU 2, para constituir una batería bipolar apilada 50 de acuerdo con una realización de la invención. Una unidad de electrodo monopolar positiva o MPU positiva 12, que puede incluir una capa de electrodo de material activo positivo 14 dispuesta en un lado de un sustrato conductor impermeable 16, puede estar situada en un primer extremo del apilamiento 20 con una capa de electrolito dispuesta entre las mismas (es decir, la capa de electrolito 10e), de manera que la capa de electrodo positivo 14 de la MPU positiva 12 puede estar opuesta a una capa de electrodo negativo (es decir, la capa 8d) de la BPU (es decir, la BPU 2d) en dicho primer extremo del apilamiento 20 a través de la capa de electrolito 10e. Una unidad de electrodo monopolar negativa o MPU negativa 32, que puede incluir una capa de electrodo de material activo negativo 38 dispuesta en un lado de un sustrato conductor impermeable 36, puede estar situada en el segundo extremo del apilamiento 20 con una capa de electrolito dispuesta entre las mismas (es decir, la capa de electrolito 10a), de manera que la capa de electrodo negativo 38 de la MPU negativa 32 puede estar opuesta a una capa de electrodo positivo (es decir, la capa 4a) de la BPU (es decir, la BPU 2a) en dicho segundo extremo del apilamiento 20 a través de la capa de electrolito 10a. Las MPU 12 y 32 pueden estar provistas de unos cables de electrodo positivo y negativo 13 y 33 correspondientes, respectivamente.

- 5 Se debe hacer notar que el sustrato y la capa de electrodo de cada MPU pueden formar un segmento de celda 22, por ejemplo, con el sustrato y la capa de electrodo de su BPU 2 adyacente, y la capa de electrolito 10 entre los mismos, como se muestra en la figura 3 (véanse, por ejemplo, los segmentos 22a y 22e). El número de BPU 2 apiladas en el apilamiento 20 pueden ser una o más, y puede determinarse apropiadamente para que se corresponda con un voltaje deseado para la batería 50. Cada BPU 2 puede proporcionar cualquier potencial deseado, de manera que puede conseguirse un voltaje deseado para la batería 50 añadiendo eficazmente los potenciales proporcionados por cada componente BPU 2. Se entenderá que cada BPU 2 no tiene que proporcionar potenciales idénticos.
- 10 La batería bipolar 50 puede estar estructurada de manera que el apilamiento 20 de las BPU y sus MPU positiva y negativa 12 y 32 respectivas puede estar encapsulado (por ejemplo, sellado de manera hermética), al menos parcialmente, en una caja o cuerpo envolvente 40 a presión reducida de la batería. Los sustratos conductores 16 y 36 de las MPU (o, al menos, sus cables de electrodo 13 y 33 respectivos) se pueden extraer de la caja 40 de la batería, para mitigar impactos desde el exterior tras el uso y para impedir la degradación medioambiental, por ejemplo. Unas escotaduras 42 pueden estar dispuestas en las MPU 12 y 32 para una carcasa de perfil bajo y una superficie plana.
- 15 A efectos de impedir que se combine el electrolito de un primer segmento de celda (véase, por ejemplo, el electrolito 11a del segmento de celda 22a de la figura 6) con el electrolito de otro segmento de celda (véase, por ejemplo, el electrolito 11b del segmento de celda 22b de la figura 6A), pueden apilarse medios de junta o sellado con las capas de electrolito entre unidades de electrodo adyacentes para sellar el electrolito dentro de su segmento de celda particular. Unos medios de junta o unos medios de sellado pueden ser cualquier material adecuado macizo o viscoso que sea compresible o incompresible, o combinaciones del mismo, por ejemplo, que puede interactuar con unidades de electrodo adyacentes de una celda particular para sellar el electrolito entre las mismas. En una disposición adecuada, como se muestra en las figuras 3-4B, por ejemplo, la batería bipolar de la invención puede incluir una junta o un sellado 60 que puede estar situado como una barrera alrededor de la capa de electrolito 10 y unas capas de electrodo de material activo 4/14 y 8/38 de cada segmento de celda 22. Los medios de junta o sellado pueden ser continuos y cerrados y pueden sellar el electrolito entre la junta y las unidades de electrodo adyacentes de esa celda (es decir, las BPU o la BPU y la MPU adyacentes a la junta o al sellado). Los medios de junta o sellado pueden proporcionar una separación apropiada entre las unidades de electrodo adyacentes de esa celda, por ejemplo.
- 20 Como se describirá con más detalle a continuación, en un planteamiento adecuado, puede aplicarse presión a las partes superior e inferior de la caja 40 en la dirección de las flechas P1 y P2 para comprimir y sujetar segmentos de celda 22 y juntas 60 en la configuración sellada mostrada en las figuras 3-4B, por ejemplo. En otro planteamiento adecuado, puede aplicarse presión a los lados de la caja 40 en la dirección de las flechas P3 y P4 para comprimir y sujetar segmentos de celda 22 y juntas 60 en la configuración sellada mostrada en las figuras 3-4B, por ejemplo. En otro planteamiento adecuado adicional, puede aplicarse presión a las partes superior e inferior de la caja 40 y puede aplicarse asimismo presión a los lados de la caja 40 para comprimir y sujetar segmentos de celda 22 y juntas 60 en la configuración sellada mostrada en las figuras 3-4B, por ejemplo. Tal batería bipolar 50 puede incluir múltiples segmentos de celda 22 apilados y conectados en serie, como se muestra en la figura 3A, para proporcionar el voltaje deseado.
- 30 Haciendo referencia a continuación a la figura 6, se muestra una vista en despiece ordenado de dos segmentos de celda 22 particulares de la batería 50. El segmento de celda 22a puede incluir un sustrato 36 y una capa de electrodo negativo 38 de una MPU 32, una capa de electrolito 10a, así como una capa de electrodo positivo 4a y un sustrato 6a de una BPU 2a. El segmento de celda 22b puede incluir un sustrato 6a y una capa de electrodo negativo 8a de una BPU 2a, una capa de electrolito 10b, así como una capa de electrodo positivo 4b y un sustrato 6b de una BPU 2b. Como se ha descrito anteriormente, cada capa de electrolito 10 puede incluir un separador 9 y un electrolito 11. Unos medios de sellado o una junta 60 pueden estar dispuestos alrededor de una capa de electrolito 10 de cada segmento de celda 22 de manera que el separador 9 y el electrolito 11 de dicho segmento pueden estar sellados dentro del espacio definido por la junta 60 y las unidades de electrodo adyacentes de dicho segmento de celda particular.
- 40 Como se muestra en las figuras 6-8, por ejemplo, la junta 60a puede rodear la capa de electrolito 10a de manera que su separador 9a y su electrolito 11a pueden estar completamente sellados dentro del espacio definido por la junta 60a, la MPU 32 y la BPU 2a del segmento de celda 22a. Igualmente, como se muestra en las figuras 6, 8 y 9, por ejemplo, la junta 60b puede rodear la capa de electrolito 10b de manera que su separador 9b y su electrolito 11b pueden estar completamente sellados dentro del espacio definido por la junta 60b, la BPU 2a y la BPU 2b del segmento de celda 22b.
- 50 Los medios de sellado o junta de cada segmento de celda pueden formar sellados con diversas porciones de las unidades de electrodo de la celda, para sellar su electrolito. Como se muestra en las figuras 6-9, por ejemplo, una junta puede formar un sellado con una porción de las partes superior o inferior de un sustrato (véase, por ejemplo, la junta 60a que contacta con el lado inferior del sustrato 36 y el lado superior del sustrato 6a). Adicionalmente, una junta puede formar un sellado con una porción de la superficie externa o el borde externo de un sustrato (véase, por ejemplo, la porción 60aa de la junta 60a que contacta con el borde externo del sustrato 6a). De modo similar, una
- 60

superficie externa o un borde externo de una junta puede formar un sellado con una porción de un sustrato (véanse, por ejemplo, el borde externo de la junta 60b que contacta con la porción 6bb del sustrato 6b y el borde externo de la junta 60c que contacta con la porción 6bc del sustrato 6b). Además, una junta puede formar un sellado con una porción de una capa de electrodo de material activo (véase, por ejemplo, la junta 60a que contacta con una porción de la capa de electrodo 38 y una porción de la capa de electrodo 4a).

En caso de que una porción de un sustrato se extienda más allá de una junta y de la porción sellada, al menos, de uno de los segmentos de celda definidos por el sustrato (por ejemplo, las porciones de sustrato 6bb y 6bc de los segmentos de celda 22b y 22c, y las porciones del sustrato 36 que se extienden más allá de los bordes externos de la junta 60a del segmento de celda 22a), dicha porción del sustrato puede ser una aleta de enfriamiento para uno o más segmentos de celda adyacentes del mismo. Por ejemplo, tal porción de sustrato externa a la porción sellada de uno o más segmentos de celda adyacentes del mismo puede estar expuesta al entorno ambiental para el apilamiento de celdas o puede contactar con el cuerpo envolvente o la caja del apilamiento de celdas (por ejemplo, como se muestra en la figura 6). El entorno ambiental y/o el cuerpo envolvente pueden estar considerablemente más fríos que las porciones selladas de los segmentos de celda. Este frío puede transferirse, a través del sustrato, desde sus porciones externas a la porción sellada de los segmentos de celda adyacentes hasta las propias porciones selladas.

Para crear un sellado mejor, una o más porciones del área superficial de la junta y del área superficial de una unidad adyacente de electrodo que contactan entre sí pueden estar, cada una, acanaladas, biseladas o conformadas de manera recíproca o correspondiente. Al menos una porción de una superficie de una junta puede estar conformada correspondientemente, al menos, a una porción de una superficie de una unidad de electrodo, de manera que las dos superficies pueden coincidir entre sí para restringir ciertos tipos de movimiento relativo entre las dos superficies y para autoalinearse la junta y la unidad de electrodo durante la fabricación de la batería, por ejemplo. Como se muestra en las figuras 6-9, por ejemplo, unos medios fiadores o medios de acanaladura 70 pueden estar formados a lo largo o mediante porciones conformadas de manera correspondiente o recíproca de una junta y de un sustrato en su área respectiva de contacto coincidente entre sí. Estos medios de acanaladura o fiadores formados por la coincidencia de las porciones conformadas de manera recíproca de una junta y de un sustrato adyacente, por ejemplo, pueden aumentar por ello el tamaño de su área de contacto coincidente y pueden proporcionar por ello una mayor trayectoria de resistencia para cualquier fluido (por ejemplo, un electrolito) que intente romper el sellado creado entre el área de contacto coincidente de la junta y el sustrato.

La forma en sección transversal vertical de una acanaladura entre las porciones superficiales conformadas correspondientemente de una junta y un sustrato adyacente (por ejemplo, la forma de las porciones superficiales coincidentes de la junta y el sustrato sustancialmente en línea con la dirección del apilamiento vertical 20) pueden tener cualquier forma adecuada. Por ejemplo, la forma en sección transversal vertical de una acanaladura puede ser, pero no está limitada a sinusoidal (véase, por ejemplo, la acanaladura 70a entre el sustrato 36 y la junta 60a en la figura 6), en forma de V (véase, por ejemplo, la acanaladura 70b entre la junta 60a y el sustrato 6a en la figura 6), rectangular (véase, por ejemplo, la acanaladura 70c entre la junta 60b y el sustrato 6b en la figura 6), o combinaciones de las mismas, por ejemplo. Estas formas en sección transversal vertical de las acanaladuras en línea con la dirección del apilamiento vertical pueden proporcionar un mayor área superficial para el sellado. Además, estas formas en sección transversal vertical de las acanaladuras pueden proporcionar un aspecto vertical al sellado de manera que, a medida que las presiones internas al segmento de celda aumentan y ejercen una fuerza contra las juntas, puede aumentar asimismo la fuerza de sellado entre las porciones en forma de acanaladura de la junta y los electrodos adyacentes.

Además, la forma o trayectoria en sección transversal horizontal de una acanaladura entre las porciones superficiales conformadas correspondientemente de una junta y un sustrato adyacente alrededor de la capa o capas de electrodo de su sustrato asociado (por ejemplo, la forma o trayectoria de las porciones superficiales coincidentes de la junta y el sustrato sustancialmente perpendiculares a la dirección del apilamiento vertical 20) pueden tener cualquier diseño adecuado. Por ejemplo, la trayectoria en sección transversal horizontal de una acanaladura puede ser continua alrededor de la capa o capas de electrodo y sustancialmente equidistante a las mismas de su sustrato asociado (véase, por ejemplo, la acanaladura 70a, que puede ser continua alrededor de la capa de electrodo 38 y estar separada uniformemente de la misma en todos los puntos en las porciones superficiales coincidentes de la junta 60a y el sustrato 36, como se muestra en las figuras 6 y 7). Alternativamente, la trayectoria en sección transversal horizontal de una acanaladura puede ser continua alrededor de la capa o capas de electrodo, pero no equidistante a las mismas, de su sustrato asociado (véase, por ejemplo, la acanaladura 70b, que puede ser continua alrededor de las capas de electrodo 4a y 8a, pero no estar separada uniformemente de las mismas, en todos los puntos en las porciones superficiales coincidentes de la junta 60a y el sustrato 6a, como se muestra en las figuras 6 y 8). La trayectoria en sección transversal horizontal de una acanaladura puede ser no continua o estar segmentada alrededor de la capa o capas de electrodo de su sustrato asociado (véase, por ejemplo, la acanaladura 70c, que puede extenderse solamente alrededor de una porción de las capas de electrodo 4b y 8b en las porciones superficiales coincidentes de la junta 60b y el sustrato 6b, como se muestra en las figuras 6 y 9), por ejemplo.

Se debe entender que las formas, tamaños y trayectorias de las acanaladuras proporcionadas por las porciones superficiales conformadas correspondientemente de las juntas y las unidades de electrodo adyacentes descritas en esta memoria son solamente a título de ejemplo, y puede utilizarse cualquiera de diversos tamaños, formas y

diseños de trayectoria adecuados para crear tales acanaladuras. Además, puede no crearse ninguna acanaladura entre una junta y una unidad adyacente de electrodo de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente invención, de manera que el área superficial de la junta y el área superficial de una unidad adyacente de electrodo que contactan entre sí son, ambas, sustancialmente aplastadas o planas.

5 Los sustratos utilizados para formar las unidades de electrodo de la invención (por ejemplo, los sustratos 6, 16 y 36) pueden estar formados por cualquier material adecuado conductor e impermeable, incluyendo, pero sin estar limitado a una lámina metálica no perforada, una lámina de aluminio, una lámina de acero inoxidable, un material de revestimiento que comprende níquel y aluminio, un material de revestimiento que comprende cobre y aluminio, acero chapado con níquel, cobre chapado con níquel, aluminio chapado con níquel, oro, plata, o combinaciones de los  
10 mismos, por ejemplo. Cada sustrato puede estar fabricado de dos o más hojas de láminas metálicas adheridas entre sí. El sustrato de cada BPU puede tener típicamente un grosor entre 1 y 5 milímetros, mientras que el sustrato de cada MPU puede tener un grosor entre 5 y 10 milímetros y actuar como terminales para la batería, por ejemplo. Puede combinarse espuma metalizada, por ejemplo, con cualquier material adecuado de sustrato en una película o lámina metálica plana, por ejemplo, de manera que puede reducirse la resistencia entre materiales activos de un  
15 segmento de celda expandiendo la matriz conductora por todo el electrodo.

Las capas de electrodo positivo dispuestas sobre estos sustratos para formar las unidades de electrodo de la invención (por ejemplo, las capas de electrodo positivo 4 y 14) pueden estar formadas por cualquier material activo adecuado, incluyendo, pero sin estar limitado a hidróxido de níquel ( $\text{Ni(OH)}_2$ ), cinc (Zn), o combinaciones de los  
20 mismos, por ejemplo. El material activo positivo puede estar sinterizado e impregnado, revestido con un aglomerante acuoso y prensado, revestido con un aglomerante orgánico y prensado, o contenido por cualquier otro método adecuado para contener el material activo positivo con otros productos químicos de soporte en una matriz conductora. La capa de electrodo positivo de la unidad de electrodo puede tener partículas, incluyendo, pero sin estar limitadas a hidruro metálico (MH), Pd, Ag, o combinaciones de los mismos, infundidos en su matriz para reducir el hinchamiento, por ejemplo. Esto puede aumentar su duración cíclica, mejorar la combinación y reducir la presión  
25 dentro del segmento de celda, por ejemplo. Estas partículas, tales como el MH, pueden estar asimismo en una unión de la pasta de material activo, tal como el  $\text{Ni(OH)}_2$ , para mejorar la conductividad eléctrica dentro del electrodo y para soportar la combinación.

Las capas de electrodo negativo dispuestas sobre estos sustratos para formar las unidades de electrodo de la invención (por ejemplo, las capas de electrodo negativo 8 y 38) pueden estar formadas por cualquier material activo adecuado, incluyendo, pero sin estar limitadas a MH, Cd, Mn, Ag, o combinaciones de los mismos, por ejemplo. El  
30 material activo negativo puede estar sinterizado, revestido con un aglomerante acuoso y prensado, revestido con un aglomerante orgánico y prensado, o contenido por cualquier otro método adecuado para contener el material activo negativo con otros productos químicos de soporte en una matriz conductora, por ejemplo. El lado del electrodo negativo puede tener productos químicos que incluyen, pero sin estar limitados a Ni, Zn, Al, o combinaciones de los  
35 mismos, infundidos dentro de la matriz de material de electrodo negativo para estabilizar la estructura, reducir la oxidación y prolongar su duración cíclica, por ejemplo.

Diversos aglomerantes adecuados, incluyendo, pero sin estar limitados a aglomerante CMC orgánico, caucho Creyton, PTFE (Teflón), o combinaciones de los mismos, por ejemplo, pueden mezclarse con las capas de material activo para sujetar las capas en sus sustratos. Se pueden utilizar asimismo aglomerantes ultraestables, tales como  
40 espuma de níquel de 200 ppi, con las construcciones de batería apilada de la invención.

El separador de cada capa de electrolito de la batería de la invención (por ejemplo, el separador 9 de cada capa de electrolito 10) puede estar formado por cualquier material adecuado que aisle eléctricamente sus dos unidades de electrodo adyacentes, al tiempo que permita la transferencia iónica entre dichas unidades de electrodo. El separador puede contener materiales superabsorbentes de celulosa para mejorar el llenado y actuar como depósito de  
45 electrolito a efectos de aumentar su duración cíclica, en la que el separador puede estar fabricado de un material de pañal poliabsorbente, por ejemplo. El separador podría liberar, por ello, electrolito previamente absorbido cuando se aplica carga a la batería. En ciertas realizaciones, el separador puede ser de una densidad menor y un grosor mayor que las celdas normales, de manera que la separación entre electrodos (IES) puede ser al principio mayor que lo normal y reducirse continuamente para mantener el régimen C y la capacidad de la batería por toda su duración, así como para prolongar la duración de la batería.  
50

El separador puede ser un material más delgado que el normal, unido a la superficie del material activo sobre las unidades de electrodo, para reducir el cortocircuito y mejorar la combinación. Este material separador podría pulverizarse, revestirse o prensarse, por ejemplo. El separador puede tener un agente de combinación fijado al mismo, en ciertas realizaciones. Este agente podría ser infundido dentro de la estructura del separador (por ejemplo, este se podría realizar capturando físicamente el agente en un proceso en húmedo utilizando un PVA para fijar el agente a las fibras del separador, o el agente podría ponerse en la misma mediante electrodeposición), o podría colocarse en capas sobre la superficie mediante deposición en fase vapor, por ejemplo. El separador puede estar fabricado de cualquier material o agente adecuado que soporte eficazmente la combinación, incluyendo, pero sin estar limitado a Pb, Ag, o combinaciones de los mismos, por ejemplo. Mientras que el separador puede presentar  
55 resistencia si los sustratos de una celda se acercan entre sí, un separador puede que no esté dispuesto en ciertas realizaciones de la invención que pueden utilizar sustratos suficientemente rígidos como para no desviarse.  
60

5 El electrolito de cada capa de electrolito de la batería de la invención (por ejemplo, el electrolito 11 de cada capa de electrolito 10) puede estar formado por cualquier compuesto químico adecuado que pueda ionizarse cuando se disuelve o se funde, para producir un medio eléctricamente conductor. El electrolito puede ser un electrolito estándar de cualquier producto químico adecuado, tal como, pero sin estar limitado a NiMH, por ejemplo. El electrolito puede contener productos químicos adicionales, incluyendo, pero sin estar limitados a hidróxido de litio (LiOH), hidróxido de sodio (NaOH), hidróxido de calcio (CaOH), hidróxido de potasio (KOH), o combinaciones de los mismos, por ejemplo. El electrolito puede contener asimismo aditivos para mejorar la combinación, tales como, pero sin estar limitados a  $\text{Ag}(\text{OH})_2$ , por ejemplo. El electrolito puede contener asimismo RbOH, por ejemplo, para mejorar el comportamiento a baja temperatura. En algunas realizaciones de la invención, el electrolito (por ejemplo, el electrolito 11) puede estar congelado dentro del separador (por ejemplo, el separador 9) y descongelarse a continuación después de que la batería esté completamente montada. Esto puede permitir que se introduzcan electrolitos particularmente viscosos en el apilamiento de unidades de electrodo de la batería antes de que las juntas hayan formado sellados sustancialmente estancos a los fluidos con las unidades de electrodo adyacentes a las mismas.

10 Los sellados o las juntas de la batería de la invención (por ejemplo, las juntas 60) pueden estar formados por cualquier material adecuado o combinación de materiales que pueda sellar eficazmente un electrolito dentro del espacio definido por la junta y las unidades de electrodo adyacentes a la misma. La junta puede estar formada a partir de una barrera de sellado maciza o un bucle de sellado macizo, o múltiples porciones de bucle capaces de formar un bucle de sellado macizo, que pueden estar fabricadas de cualquier material no conductor adecuado, incluyendo, pero sin estar limitado a nailon, polipropileno, material de tipo *cell gard*, caucho, PVOH, o combinaciones de los mismos, por ejemplo. Una junta formada a partir de una barrera de sellado maciza puede contactar con una porción de un electrodo adyacente para crear un sellado entre las mismas.

15 Alternativamente, la junta puede estar formada a partir de cualquier material viscoso adecuado o pasta adecuada, incluyendo, pero sin estar limitado a epoxi, alquitrán de brea, electrolito (por ejemplo, KOH), pegamento impermeable, adhesivos compresibles (por ejemplo, polímeros en dos partes, tales como adhesivos de la marca Loctite® puestos a disposición por la firma Henkel Corporation, que pueden estar formados a partir de silicio, plásticos acrílico y/o reforzados con fibra (FRP) y que pueden ser impermeables a los electrolitos), o combinaciones de los mismos, por ejemplo. Una junta formada a partir de un material viscoso puede contactar con una porción de un electrodo adyacente para crear un sellado entre las mismas. Una junta puede estar formada por una combinación de un bucle de sellado macizo y un material viscoso, de manera que el material viscoso puede mejorar el sellado entre el bucle de sellado macizo y una unidad adyacente de electrodo. Alternativa o adicionalmente, la propia unidad de electrodo puede ser tratada con material viscoso antes de un bucle de sellado macizo, un bucle de sellado macizo tratado con material viscoso adicional, una unidad adyacente de electrodo, o una unidad adyacente de electrodo tratada con material viscoso adicional, está sellada a la misma, por ejemplo.

20 Como se describe a continuación con más detalle, una junta formada por un bucle de sellado macizo y/o una pasta viscosa puede ser compresible para mejorar el sellado. La compresión puede ser alrededor del 5% en ciertas realizaciones, pero puede ser de cualquier elasticidad que se necesite para asegurar un sellado satisfactorio.

25 Además, medios de junta o sellado entre unidades de electrodo adyacentes pueden estar provistos de uno o más puntos débiles que pueden permitir que ciertos tipos de fluidos (es decir, ciertos líquidos o gases) escapen a su través (por ejemplo, si las presiones internas en el segmento de celda definido por dicha junta aumenta hasta más allá de un cierto umbral). Una vez que una cierta cantidad de fluido escapa o la presión interna disminuye, puede volver a sellarse el punto débil. Una junta formada, al menos parcialmente, por ciertos tipos de material viscoso adecuado o pasta adecuada, tal como brea, puede estar configurada o preparada para permitir que ciertos fluidos pasen a su través y configurada o preparada para impedir que ciertos fluidos distintos pasen a su través. Tal junta puede impedir que cualquier electrolito sea compartido entre dos segmentos de celda que podrían hacer que el voltaje y la energía de la batería se desvanezcan (es decir, se descarguen) rápidamente a cero.

30 Como se ha mencionado anteriormente, un beneficio de utilizar baterías diseñadas con celdas selladas en una formación apilada (por ejemplo, la batería bipolar 50) puede ser un régimen de descarga aumentado de la batería. Dicho régimen de descarga aumentado puede permitir la utilización de ciertos electrolitos menos corrosivos (por ejemplo, eliminando o reduciendo la estimulación, la mejora de la conductividad y/o el componente o componentes químicamente reactivos del electrolito) que, de otro modo, no podrían ser factibles en diseños de baterías prismáticas o enrolladas. Esta libertad de acción, que puede estar proporcionada por el diseño de la batería apilada, para utilizar electrolitos menos corrosivos, puede permitir que se utilicen ciertos epoxis (por ejemplo, el epoxi J-B Weld) cuando se forma un sellado con juntas que, de otro modo, puede ser corroído por electrolitos más corrosivos.

35 La caja o cuerpo envolvente de la batería de la invención (por ejemplo, la caja 40) puede estar formado por cualquier material no conductor adecuado que pueda sellarse a las unidades de electrodo terminales (por ejemplo, las MPU 12 y 32) para exponer sus sustratos conductores (por ejemplo, los sustratos 16 y 36) o sus cables asociados (es decir, los cables 13 y 33). El cuerpo envolvente puede estar formado asimismo para crear, soportar y/o mantener los sellados entre las juntas y las unidades de electrodo adyacentes a las mismas para aislar los electrolitos dentro de sus segmentos de celda respectivos. El cuerpo envolvente puede crear y/o mantener el soporte requerido para estos sellados, de manera que los sellados pueden resistir la expansión de la batería cuando aumentan las presiones

internas en los segmentos de celda. El cuerpo envolvente puede estar fabricado de cualquier material adecuado, incluyendo, pero sin estar limitado a nailon, cualquier otro material polímero o elástico, incluyendo materiales compuestos reforzados, o material de envolver por retracción, o cualquier material rígido, tal como acero revestido con esmalte o cualquier otro metal, o combinaciones de los mismos, por ejemplo. En ciertas realizaciones, el cuerpo envolvente puede estar formado por un armazón exterior de elementos sujetadores de tensión, por ejemplo, que pueden mantener una presión continua sobre los sellados de las celdas apiladas. Una barrera no conductora puede estar dispuesta entre el apilamiento y el cuerpo envolvente para impedir que la batería se cortocircuite.

Si se sigue haciendo referencia a la figura 3, por ejemplo, la batería bipolar 50 de la invención puede incluir una pluralidad de segmentos de celda (por ejemplo, los segmentos de celda 22a-22e) formados por las MPU 12 y 32, y el apilamiento de una o más BPU 2 (por ejemplo, las BPU 2a-2d) entre los mismos. Los grosores y materiales de cada uno de los sustratos (por ejemplo, los sustratos 6a-6d, 16 y 36), las capas de electrodo (por ejemplo, las capas positivas 4a-d y 14, y las capas negativas 8a-8d y 38), las capas de electrolito (por ejemplo, las capas 10a-10e) y las juntas (por ejemplo, las juntas 60a-60e) pueden diferir entre sí, no solamente de segmento de celda a segmento de celda, sino también dentro de un segmento de celda particular. Esta variación de formas geométricas y sustancias químicas, no solamente al nivel de apilamiento, sino también al nivel de celda individual, puede crear baterías con gran cantidad de beneficios y características de comportamiento diferentes.

Por ejemplo, un lado particular de un sustrato particular de una unidad de electrodo particular puede estar revestido con una variedad de materiales activos a lo largo de sus porciones diferentes para formar una capa de electrodo de material activo positivo. Como se muestra en las figuras 4A y 4B, por ejemplo, un lado del sustrato 6a de la BPU 2a puede incluir una porción más exterior 4a', una porción intermedia 4a'' y una porción más interior 4a''' para formar la capa de electrodo de material activo positivo 4a. Cada una de las porciones 4a'-4a''' puede estar revestida por un material activo diferente, puede ser de un grosor diferente (por ejemplo, los grosores 4at', 4at'' y 4at''') y/o puede ser de una altura diferente (por ejemplo, las alturas 4ah', 4ah'' y 4ah'''), por ejemplo.

Cuando existe la necesidad de que un sistema de baterías proporcione un comportamiento óptimo con respecto a diversos parámetros de funcionamiento, puede ser beneficioso accionar y controlar simultáneamente la utilización de dos baterías independientes que tengan, cada una, sus propios puntos fuertes y debilidades. Por ejemplo, en caso de vehículos eléctricos (EV) y vehículos eléctricos híbridos (HEV), existe la necesidad de un sistema de baterías que no solamente proporcione capacidades de almacenamiento de energía específicamente adecuadas para viajes de larga distancia, sino que también proporcione regímenes de carga y descarga específicamente adecuados para acelerar y desacelerar de modo seguro en una carretera de libre tránsito. Una batería de cinc y manganeso, que es conocida por sus robustas capacidades de almacenamiento de energía, puede controlarse en tándem con una batería de hidruro metálico de níquel, que es conocida por sus altas capacidades de régimen de carga/descarga, por ejemplo, para proporcionar un sistema de baterías adecuado para cualquier vehículo eléctrico. Según ciertas realizaciones de la invención, pueden utilizarse diversas sustancias químicas y formas geométricas dentro de segmentos de celda particulares de una batería para optimizarla con vistas a múltiples funciones, tales como almacenamiento de energía, regulación de la autodescarga para una larga duración útil antes de la venta y altos regímenes de carga/descarga, como se describirá a continuación con respecto al segmento de celda 22b y a las figuras 5-5C, por ejemplo.

Como se muestra, un lado del sustrato 6a de la BPU 2a puede incluir una porción más exterior 8a' y una porción más interior 8a'' para formar una capa de electrodo de material activo negativo 8a. La porción más exterior 8a' puede estar fabricada de un material más exterior negativo, puede tener un grosor más exterior (por ejemplo, el grosor más exterior 8at'), y puede tener una altura más exterior (por ejemplo, la altura más exterior 8ah'), mientras que la porción más interior 8a'' puede estar fabricada de un material más interior negativo, puede tener un grosor más interior (por ejemplo, el grosor más interior 8at''), y puede tener una altura más interior (por ejemplo, la altura más interior 8ah''), por ejemplo. La forma geométrica de la porción más exterior 8a' (por ejemplo, la altura 8ah' y el grosor 8at') puede constituir el 80% de los materiales activos negativos de la capa de electrodo negativo 8a, mientras que la forma geométrica de la porción más interior 8a'' (por ejemplo, la altura 8ah'' y el grosor 8at'') puede constituir el 20% de los materiales activos negativos de la capa de electrodo negativo 8a, por ejemplo.

De modo similar, un lado del sustrato 6b de la BPU 2b puede incluir una porción más exterior 4b' y una porción más interior 4b'' para formar la capa de electrodo de material activo positivo 4b. La porción más exterior 4b' puede estar fabricada de un material más exterior positivo, puede tener un grosor más exterior (por ejemplo, el grosor más exterior 4bt'), y puede tener una altura más exterior (por ejemplo, la altura más exterior 4bh'), mientras que la porción más interior 4b'' puede estar fabricada de un material más interior positivo, puede tener un grosor más interior (por ejemplo, el grosor más interior 4bt''), y puede tener una altura más interior (por ejemplo, la altura más interior 4bh''), por ejemplo. La forma geométrica de la porción más exterior 4b' (por ejemplo, la altura 4bh' y el grosor 4bt') puede constituir el 80% de los materiales activos positivos de la capa de electrodo positivo 4b, mientras que la forma geométrica de la porción más interior 4b'' (por ejemplo, la altura 4bh'' y el grosor 4bt'') puede constituir el 20% de los materiales activos positivos de la capa de electrodo positivo 4b, por ejemplo.

Además, el electrodo 2a y el electrodo 2b pueden estar separados por diversas formas geométricas y por diversos materiales separadores a lo largo de diversas porciones de los mismos. Por ejemplo, la porción más exterior 8a' y la porción más exterior 4b' pueden estar separadas una distancia más exterior od, debido a sus formas geométricas

(por ejemplo, la altura 8ah' y la altura 4bh'), mientras que la porción más interior 8a" y la porción más interior 4b" pueden estar separadas solamente una distancia más interior id, una vez que la batería está apilada, sellada y sujeta por el cuerpo envolvente 40, por ejemplo.

5 Dos porciones separadoras (por ejemplo, la porción separadora más exterior 9b' y la porción separadora más interior 9b") del separador 9b pueden estar dispuestas en la capa de electrolito 10b del segmento de celda 22b. Dichas porciones separadoras más exterior y más interior pueden tener alturas diferentes (por ejemplo, una altura separadora más exterior 9bh' y una altura separadora más interior 9bh"). Dichas alturas pueden o no pueden corresponder a las diferentes distancias entre las porciones de electrodo más exteriores 8a' y 4b' (por ejemplo, la distancia más exterior od) y las porciones de electrodo más interiores 8a" y 4b" (por ejemplo, la distancia más interior id), respectivamente, según realizaciones diferentes de la invención. Por ejemplo, en ciertas realizaciones, la distancia entre ciertas porciones de las capas de electrodo puede ser mayor que la distancia entre ciertas porciones distintas de las capas de electrodo. Por ejemplo, la distancia más exterior od entre las porciones de electrodo más exteriores 8a' y 4b' puede ser aproximadamente 5 milímetros, mientras que la distancia más interior id entre las porciones de electrodo más interiores 8a" y 4b" puede ser aproximadamente 1 milímetro.

15 Además, cada una de las porciones separadoras más exterior y más interior 9b' y 9b" puede estar fabricada de diferentes materiales separadores de manera que cada porción separadora puede estar diseñada para controlar las dendritas específicas que pueden crearse sobre sus porciones de electrodo respectivas (por ejemplo, las porciones más exteriores 8a'/4b' y las porciones más interiores 8a"/4b"), que pueden tener, a su vez, sustancias químicas diferentes. Los materiales activos de cada una de las diversas porciones de la celda pueden tener densidades diferentes. Cada una de las diversas porciones separadoras de la celda puede estar fabricada de materiales diferentes y/o cada una puede estar provista de sus propios tratamientos superficiales exclusivos, y sus propias porosidades, propiedades de tracción y/o propiedades de compresión exclusivas, por ejemplo. Un segmento de celda puede diferenciar la dispersión y concentración de electrolito utilizando agentes o tratamientos de estimulación diferentes sobre el separador, por ejemplo. Por lo tanto, pueden crearse una o más zonas de concentración en ciertas porciones del separador (por ejemplo, la porción 9b' o 9b") para una mejor transferencia iónica a su través (por ejemplo, para una mejor transmisión de potencia o calor, un mejor rendimiento electroquímico o una mejor combinación de gases dentro de la celda). Igualmente, pueden utilizarse diversos sistemas de aglomerante, tales como CMC, Crayton, espuma metálica, PTFE y PVOH, por ejemplo, para aplicar cada una de las diversas porciones de electrodo de material activo a un sustrato del segmento de celda de múltiples sustancias químicas para conseguir un equilibrio de potencia, densidad de energía y/o duración cíclica de la celda, por ejemplo.

35 Cuando existe la necesidad de que una batería pueda proporcionar capacidades de almacenamiento de energía específicamente adecuadas, así como regímenes de carga y descarga específicamente adecuados, como se ha descrito anteriormente con respecto al campo técnico de los vehículos eléctricos, por ejemplo, las formas geométricas y sustancias químicas de cada una de la capa de electrodo de material activo negativo 8a y la capa de electrodo de material activo positivo 4b pueden modificarse dentro del segmento de celda 22b. Por ejemplo, la porción más exterior 4b' y la porción más exterior 8a', cada una de cuyas formas geométricas puede constituir el 80% de los materiales activos de su capa de electrodo respectiva, pueden estar sustancialmente fabricadas de cinc y manganeso (ZnMn) y pueden funcionar como un primer componente de la celda 22b, dirigido principalmente hacia el almacenamiento de energía. Por otro lado, la porción más interior 4b" y la porción más interior 8a", cada una de cuyas formas geométricas puede constituir el 20% de los materiales activos de su capa de electrodo respectiva, por ejemplo, pueden estar sustancialmente fabricadas de hidruro metálico de níquel (NiMH) y pueden funcionar como un segundo componente de la celda 22b, dirigido principalmente hacia regímenes de carga/descarga rápidos.

45 Debido al comportamiento de estas sustancias químicas combinadas, pueden corresponderse entre sí en un único segmento de celda. Por ejemplo, la porción de NiMH de la celda puede limitar la sobredescarga de la porción de ZnMn bajo descarga de pulsos y puede prolongar por lo tanto la duración cíclica de dicha porción de ZnMn, puesto que la porción de ZnMn puede que no sea excitada hasta un bajo voltaje que forma dendritas. Igualmente, la porción de ZnMn de la celda puede prolongar su duración útil antes de la venta y puede reducir la autodescarga de la porción de NiMH de la celda manteniendo dicha porción de NiMH a un alto estado de carga. Esto es contrario a la tendencia natural de una celda de NiMH a autodescargarse, por lo que el electrodo de MH se corroe a un bajo estado de carga y reduce la duración del NiMH. Por lo tanto, dos o más sustancias químicas modificadas dispuestas dentro de un segmento de celda pueden actuar como controlador entre las funciones de las diversas sustancias químicas.

55 Como otro ejemplo, la combinación de múltiples sustancias electroquímicas en la misma celda puede aprovecharse de las diversas propiedades electroquímicas del calentamiento y enfriamiento para regular la temperatura de la celda. En una realización, una primera porción de los materiales activos de un segmento de celda puede estar fabricada de níquel y cadmio (NiCad) y una segunda porción puede estar fabricada de cinc y manganeso, por ejemplo. En la descarga de tal celda, la porción de NiCad puede ser exotérmica y puede calentar las otras porciones de la celda (por ejemplo, la porción de ZnMn) en condiciones frías. En la recarga, la porción de NiCad de la celda puede ser endotérmica y puede enfriar las otras porciones de la celda absorbiendo calor. De esta manera, la porción de sustancia química NiCad puede ayudar a enfriar la otra porción o porciones de sustancia química de la celda que pueden estar típicamente calientes al final de una descarga, aumentando por ello el régimen de recarga y prolongando la duración cíclica de la celda al reducir los esfuerzos térmicos. Las diversas sustancias químicas de la

celda pueden estar situadas de manera que la sustancia o sustancias químicas de enfriamiento (por ejemplo, NiCad) pueden estar en el centro de la celda o, al menos, internas a las otras sustancias químicas de la celda que necesitan enfriamiento, en oposición a colocar la porción o porciones de sustancia química de enfriamiento en el borde de la celda, en el que puede ser más fácil eliminar el calor.

5 Adicionalmente, además de variar los materiales y las formas geométricas de los sustratos, las capas de electrodo, la capa de electrolito o las juntas dentro de un segmento de celda particular, como se ha descrito anteriormente (véanse, por ejemplo, las figuras 4-5C), los materiales y las formas geométricas de los sustratos, las capas de electrodo, las capas de electrolito y las juntas pueden variar a lo largo de la altura del apilamiento de segmento de celda a segmento de celda. Con referencia adicional a la figura 3, por ejemplo, el electrolito 11 utilizado en cada una de las capas de electrolito 10 de la batería 50 puede variar basándose en lo cerca que su segmento de celda 22 respectivo esté de la porción intermedia del apilamiento de segmentos de celda. Por ejemplo, el segmento de celda más interior 22c (es decir, el segmento de celda intermedio de los cinco (5) segmentos 22 en la batería 50) puede incluir una capa de electrolito (es decir, la capa de electrolito 10c) que está formada por un primer electrolito, mientras que los segmentos de celda intermedios 22b y 22d (es decir, los segmentos de celda adyacentes a los segmentos de celda terminales en la batería 50) pueden incluir capas de electrolito (es decir, las capas de electrolito 10b y 10d, respectivamente) que están formadas, cada una, por un segundo electrolito, mientras que los segmentos de celda más exteriores 22a y 22e (es decir, los segmentos de celda más exteriores en la batería 50) pueden incluir capas de electrolito (es decir, las capas de electrolito 10a y 10e, respectivamente) que están formadas, cada una, por un tercer electrolito. Utilizando electrolitos de mayor conductividad en los apilamientos internos, la resistencia podría ser más baja, de manera que el calor generado podría ser menor. Esto podría proporcionar un control térmico de la batería por diseño, en vez de por métodos de enfriamiento externo.

Como otro ejemplo, los materiales activos utilizados como capas de electrodo en cada uno de los segmentos de celda de la batería 50 pueden variar asimismo basándose en lo cerca que su segmento de celda 22 respectivo esté de la porción intermedia del apilamiento de segmentos de celda. Por ejemplo, el segmento de celda más interior 22c puede incluir capas de electrodo (es decir, las capas 8b y 4c) formadas por un primer tipo de materiales activos que tienen una primera temperatura y/o un comportamiento en régimen, mientras que los segmentos de celda intermedios 22b y 22d pueden incluir capas de electrodo (es decir, las capas 8a/4b y las capas 8c/4d) formadas por un segundo tipo de materiales activos que tienen una segunda temperatura y/o un comportamiento en régimen, mientras que los segmentos de celda más exteriores 22a y 22e pueden incluir capas de electrodo (es decir, las capas 8d/4a y las capas 8d/14) formadas por un tercer tipo de materiales activos que tienen una tercera temperatura y/o un comportamiento en régimen. Como un ejemplo, un apilamiento de batería podría gestionarse térmicamente construyendo los segmentos de celda más interiores con electrodos de níquel y cadmio, que pueden mejorar la toma de calor, mientras que los segmentos de celda más exteriores podrían estar provistos de electrodos de hidruro metálico de níquel, que puede que tengan que ser más fríos, por ejemplo. Alternativamente, las sustancias químicas o las formas geométricas de la batería pueden ser asimétricas, en las que los segmentos de celda en un extremo del apilamiento pueden estar fabricados con un primer material activo y una primera altura, mientras que los segmentos de celda en el otro extremo del apilamiento pueden ser de un segundo material activo y de una segunda altura.

Además, las formas geométricas de cada uno de los segmentos de celda de la batería 50 pueden variar asimismo a lo largo del apilamiento de segmentos de celda. Además de variar la distancia entre los materiales activos dentro de un segmento de celda particular (véanse, por ejemplo, las distancias id y od de la figura 5), ciertos segmentos de celda 22 pueden tener una primera distancia entre los materiales activos de esos segmentos (véase, por ejemplo, la distancia id u od de la figura 5), mientras que otros segmentos de celda pueden tener una segunda distancia entre los materiales activos de esos segmentos. En todo caso, los segmentos de celda o sus porciones con menores distancias entre capas de electrodo de material activo pueden tener mayor potencia, por ejemplo, mientras que los segmentos de celda o sus porciones con mayores distancias entre capas de electrodo de material activo pueden tener más espacio para un crecimiento dendrítico, una duración cíclica más larga y/o más reserva de electrolito, por ejemplo. Estas porciones con mayores distancias entre capas de electrodo de material activo pueden regular la aceptación de carga de la batería para asegurar que las porciones con menores distancias entre capas de electrodo de material activo puedan cargarse primero, por ejemplo.

50 El intervalo de voltaje de una primera sustancia química puede funcionar eléctricamente dentro del intervalo de voltaje de una segunda sustancia química, cuando las sustancias químicas primera y segunda se han de combinar y equilibrar en un segmento de celda particular para compartir un electrolito común. Por ejemplo, el NiMH puede tener un intervalo de voltaje de entre aproximadamente 1,50 VDC y aproximadamente 0,80 VDC, mientras que el ZnMn puede tener un intervalo de voltaje de entre aproximadamente 1,75 VDC y aproximadamente 0,60 VDC. Por lo tanto, las capacidades de concordancia pueden equilibrar múltiples sustancias electroquímicas dentro de una única celda. Las sustancias químicas mezcladas pueden asimismo hacerse concordar electrónicamente realizando un equilibrado electroquímico con electrónica de control, de manera similar al modo en el que se realiza comúnmente el equilibrado de celdas dentro de un grupo de baterías de sustancia química única, por ejemplo. El diferencial de voltaje entre dos o más sustancias electroquímicas puede ajustarse, continuamente o mediante pulsos, por sus perfiles de descarga y recarga completos, por ejemplo.

No obstante, cuando se utilizan diseños diferentes de una celda a la siguiente, la resistencia puede ser diferente entre las celdas y puede requerirse asimismo un equilibrado de voltaje. Cuando se equilibran diversas celdas de

diseños diferentes, puede realizarse un equilibrado de capacidades externas colocando en paralelo un cierto número de celdas únicas, mientras que puede realizarse un equilibrado de voltajes externos colocando en serie un cierto número de celdas únicas. Por ejemplo, cualquier tipo de celda de batería puede combinarse con cualquier otro tipo de celda de batería de una sustancia electroquímica diferente para formar un grupo de baterías de sustancias electroquímicas mezcladas. Como se muestra en las figuras 34A y 34B, por ejemplo, varias primeras celdas de batería 850 de una primera sustancia electroquímica pueden estar unidas de diversos modos con varias segundas celdas de batería 950 de una segunda sustancia electroquímica para formar un grupo de baterías de sustancias electroquímicas mezcladas. Cada celda de batería 850 y 950 puede ser cualquiera de diversos tipos de celdas de batería, incluyendo, pero sin estar limitadas a celdas de batería prismáticas, celdas de batería enrolladas, celdas de batería MPU o celdas de batería BPU. En la figura 34A, por ejemplo, un grupo de baterías 900 puede formarse y equilibrarse uniendo externamente tres celdas de batería AA 850 de NiMH de 1,2 V en serie con dos celdas de batería AA 950 de ZnMn de 1,5 V mediante barras articuladas 875. Mientras que, en la figura 34B, por ejemplo, un grupo de baterías 900' puede formarse y equilibrarse uniendo externamente tres celdas de batería AA 850 de NiMH de 1,2 V en paralelo con dos celdas de batería AA 950 de ZnMn de 1,5 V mediante barras articuladas 875.

Uno de los muchos beneficios de combinar múltiples sustancias electroquímicas en una batería, como se ha descrito anteriormente con respecto a múltiples sustancias químicas dentro de una única celda (véanse, por ejemplo, las figuras 1-9), o como se ha descrito anteriormente con respecto a múltiples celdas de sustancia química única unidas con otras múltiples celdas de sustancia química única (véanse, por ejemplo, las figuras 34A y 34B), es que puede omitirse la etapa de formación o carga de la batería. Por ejemplo, con respecto al segmento de celda 22b de las figuras 5-5C, en el que una primera porción de los electrodos de material activo puede ser de ZnMn y otra porción puede ser de NiMH, la porción de ZnMn, en su estado natural, ya puede estar cargada cuando se dispone sobre los sustratos del segmento de celda, mientras que la porción de NiMH puede que tenga que formarse o cargarse una vez dispuesta sobre los sustratos. Debido a las sustancias químicas mezcladas de tal celda, la porción de ZnMn del segmento de celda puede actuar como cargador natural y puede formar la porción de NiMH de esa celda, de manera que puede estar preparada para su utilización estándar de carga/descarga sin requerir la etapa usual de carga. Por lo tanto, disponiendo y mezclando ciertas sustancias electroquímicas con otras sustancias electroquímicas, dentro de una celda o entre diferentes celdas en una batería, una o más de las múltiples sustancias electroquímicas pueden ser capaces de cargar naturalmente una o más de las otras sustancias electroquímicas en la batería, de manera que puede omitirse la etapa usual y compleja de formación/carga de celdas en la fabricación de la batería.

Como se ha mencionado anteriormente, un método para producir la batería bipolar de la presente invención puede incluir, de modo general, las etapas de disponer una MPU y apilar una o más BPU sobre la misma con capas de electrolito y juntas entre las mismas, antes de rematar finalmente el apilamiento con otra MPU de polaridad opuesta. Por ejemplo, un método para producir una batería bipolar apilada 1050 según la invención se describe con respecto a las figuras 10-20. Por ejemplo, con respecto a las figuras 10 y 11, una MPU negativa 1032 puede estar inicialmente provista de un sustrato conductor impermeable 1036 y una capa de electrodo de material activo negativo 1038 revestida sobre el mismo. El sustrato 1036 puede estar provisto de una porción 1071 en forma de acanaladura, al menos parcialmente, alrededor de la capa negativa 1038.

A continuación, una junta 1060 puede apilarse sobre el sustrato 1036 alrededor de la capa de electrodo 1038 (véanse, por ejemplo, las figuras 12 y 13). Una porción 1061 en forma de acanaladura puede estar biselada hacia dentro del lado de la junta 1060 que contacta con el sustrato 1036, de manera que las porciones 1061 y 1071 en forma de acanaladura pueden alinearse para crear un área superficial de contacto acanalada o acanaladura 1070 entre la junta y el sustrato. Dichas porciones recíprocas en forma de acanaladura pueden ayudar a la autoalineación de la junta con respecto a la MPU cuando se apila sobre la misma, simplificando por ello esta etapa de producción. Dichas porciones recíprocas en forma de acanaladura en las superficies de la junta y la MPU pueden coincidir asimismo entre sí para restringir ciertos tipos de movimiento relativo entre las dos superficies. Por ejemplo, la interacción coincidente de las porciones 1061 y 1071 en forma de acanaladura, y por lo tanto del área superficial de contacto acanalada o acanaladura 1070 resultante, puede limitar que la junta 1060 y la MPU 1032 se muevan entre sí en una dirección sustancialmente perpendicular a la dirección del apilamiento vertical (es decir, la acanaladura 1070 puede impedir que la junta 1060 y la MPU 1032 se muevan horizontalmente desalineándose entre sí cuando están apiladas verticalmente).

Una vez que la junta 1060 se ha apilado sobre la parte superior de la MPU 1032, un receptáculo en forma de copa sustancialmente estanco a los fluidos (véase, por ejemplo, el espacio 1080) puede estar definido de esta manera por las paredes laterales interiores de la junta 1060 y las porciones de la MPU 1032 entre las mismas. El ángulo formado entre las paredes laterales interiores de la junta y las porciones de la unidad de electrodo entre las mismas (por ejemplo, el ángulo 1078 entre las paredes laterales interiores de la junta 1060 y las porciones de la MPU 1032 entre las mismas en la figura 13) pueden ser cualquier ángulo adecuado, incluyendo ángulos rectos, ángulos obtusos o ángulos agudos.

A continuación, un separador 1009 y un electrolito 1011 pueden ser depositados dentro de las paredes interiores de la junta 1060, sobre la parte superior de la capa de electrodo negativo 1038, para definir una capa de electrolito 1010 dentro del espacio 1080 (véanse, por ejemplo, las figuras 14 y 15). Cuando el electrolito a utilizar es muy viscoso, el sellado creado entre la junta y la MPU puede permitir que el electrolito sea inyectado fácilmente en el espacio 1080 sin posibilidad de fuga. Se debe entender que, si el electrolito no es viscoso al insertarlo en el apilamiento (por

ejemplo, en la realización en la que el electrolito está congelado dentro del separador), la capa de electrolito puede apilarse sobre la MPU antes de que la junta sea ajustada sobre la misma.

Una vez que el separador 1009 y el electrolito 1011 de la capa de electrolito 1010 han sido depositados dentro del espacio 1080 definido por la junta 1060 y la MPU 1032, una primera BPU 1102 puede apilarse sobre los mismos (véanse, por ejemplo, las figuras 16 y 17). Como se muestra en la figura 16, la BPU 1102 puede incluir un sustrato conductor impermeable 1106 que tiene una capa de electrodo positivo 1104 y una capa de electrodo negativo 1108 revestidas en sus lados opuestos. El sustrato 1106 puede estar provisto de una porción 1171 en forma de acanaladura en uno de sus lados, al menos parcialmente, alrededor de la capa de electrodo positivo 1104 y/o la capa de electrodo 1108 de la BPU 1102. Con la capa de electrodo positivo 1104 de la BPU 1102 dirigida hacia abajo, en dirección a la capa de electrodo negativo 1038 de la MPU 1032, la BPU 1102 puede apilarse sobre la junta 1060, de manera que una porción 1161 en forma de acanaladura dispuesta sobre la parte superior de la junta 1060 y una porción 1171 en forma de acanaladura del sustrato 1106 pueden alinearse y crear un área superficial de contacto acanalada o acanaladura 1170 entre la junta y el sustrato. Dichas porciones recíprocas en forma de acanaladura pueden ayudar a la autoalineación de la BPU con respecto a la junta, y por lo tanto a la MPU, cuando la BPU se apila sobre la junta, simplificando por ello esta etapa de producción. Una vez que la BPU 1102 se ha apilado sobre la parte superior de la junta 1060, y así sobre la MPU 1032, puede existir un primer segmento de celda 1022. Además, un sellado sustancialmente estanco a los fluidos puede estar definido por ello mediante el sustrato 1106, el sustrato 1036 y la junta 1060 alrededor de la capa de electrolito 1010 (y así del electrolito 1011).

Se debe hacer notar que, aunque la porción 1161 en forma de acanaladura sobre la parte superior de la junta 1060 (y así la porción 1171 en forma de acanaladura sobre la parte inferior del sustrato 1106) puede ser del mismo tamaño, configuración y forma (por ejemplo, ambas en sus secciones transversales horizontal y vertical) que los de la porción 1061 en forma de acanaladura sobre la parte inferior de la junta 1060, las porciones en forma de acanaladura sobre las partes superior e inferior de la junta pueden ser diferentes entre sí, como se muestra en la figura 16, por ejemplo. De modo similar, las porciones en forma de acanaladura dispuestas sobre las partes superior e inferior de cada sustrato de las unidades de electrodo pueden variar entre sí (véanse, por ejemplo, las porciones 1171 y 1271 en forma de acanaladura de la BPU 1102 en la figura 16).

Una vez que dicho primer segmento de celda 1022 se ha creado apilando la junta 1060, la capa de electrolito 1010 y la BPU 1102 sobre la parte superior de la MPU 1032, como se ha descrito anteriormente con respecto a las figuras 10-17, unas BPU adicionales pueden apilarse sobre el mismo de forma similar, si se desea. Una vez que la cantidad deseada de las BPU se ha apilado para la batería bipolar, una segunda MPU puede apilarse sobre las mismas. Con referencia a la figura 18, una MPU positiva 1012 puede estar apilada sobre la parte superior de la BPU que está más arriba (en esta realización, solamente se ha dispuesto una BPU, por lo tanto la BPU 1102 es la BPU que está más arriba). No obstante, antes de que la MPU 1012 se apile sobre la BPU 1102, una junta adicional (es decir, la junta 1160 con una parte inferior 1261 en forma de acanaladura y una parte superior 1361 en forma de acanaladura) y una capa de electrolito (es decir, la capa de electrolito 1110 con el separador 1109 y el electrolito 1111) pueden estar dispuestas como se ha descrito anteriormente con respecto a la junta 1060 y a la capa de electrolito 1010. Por ejemplo, las porciones 1261 y 1271 en forma de acanaladura pueden alinearse para crear un área superficial de contacto acanalada o acanaladura 1270 entre la junta 1160 y el sustrato 1106. Dichas porciones recíprocas en forma de acanaladura pueden ayudar a la autoalineación de la junta 1160 con respecto a la BPU 1102 cuando se apila sobre la misma, simplificando por ello esta etapa de producción.

La MPU positiva 1012 puede estar provista de un sustrato conductor impermeable 1016 y de una capa de electrodo de material activo positivo 1014 revestida sobre el mismo. El sustrato 1016 puede estar provisto de una porción 1371 en forma de acanaladura, al menos parcialmente, alrededor de la capa positiva 1014. Con la capa de electrodo positivo 1014 de la MPU 1012 dirigida hacia abajo, en dirección a la capa de electrodo negativo 1108 de la BPU 1102, la MPU 1012 puede apilarse sobre la junta 1160, de manera que la porción 1361 en forma de acanaladura dispuesta sobre la parte superior de la junta 1160 y la porción 1371 en forma de acanaladura del sustrato 1016 pueden alinearse y crear un área superficial de contacto acanalada o acanaladura 1370 entre la junta y el sustrato. Dichas porciones recíprocas en forma de acanaladura pueden ayudar a la autoalineación de la MPU positiva 1012 con respecto a la junta 1160, y por lo tanto a la BPU 1102, a la junta 1060 y a la MPU negativa 1032, cuando se apila sobre la misma. Esta característica de autoalineación de la batería bipolar de la invención puede simplificar significativamente esta etapa de producción. Una vez que la MPU 1012 se ha apilado firmemente sobre la parte superior de la junta 1160, y así sobre la BPU 1102, puede existir un segundo segmento de celda (es decir, el segmento 1122). Además, un sellado sustancialmente estanco a los fluidos puede estar definido por ello mediante el sustrato 1016, el sustrato 1106 y la junta 1160 alrededor de la capa de electrolito 1110 (y así del electrolito 1111).

Una vez que se fabrica un apilamiento para incluir una MPU positiva, una MPU negativa y, al menos, una BPU entre las mismas, formando por ello un apilamiento de segmentos de celda, como se ha descrito anteriormente con respecto a las figuras 10-18, por ejemplo, puede disponerse una caja o cuerpo envolvente para sellar el contenido del apilamiento a efectos de formar una batería bipolar apilada funcional de la invención. En una primera realización, como se muestra en las figuras 19 y 20, un cuerpo envolvente 1040 puede estar dispuesto alrededor del apilamiento de segmentos de celda (es decir, los segmentos de celda 1022 y 1122), de manera que las capas de electrodo terminales (es decir, la capa de electrodo positivo 1014 y la capa de electrodo negativo 1038) pueden estar expuestas (por ejemplo, a través, al menos, de una porción de los sustratos conductores 1016 y 1036,

respectivamente), y de manera que el cuerpo envolvente puede proporcionar una disposición de apriete en forma de C alrededor del contenido del apilamiento para conseguir una batería bipolar apilada 1050.

Por ejemplo, el cuerpo envolvente puede ejercer presión, tanto hacia abajo sobre el sustrato 1016 de la MPU 1012 en la dirección de las flechas  $P_D$ , como hacia arriba sobre el sustrato 1036 de la MPU 1032 en la dirección de las flechas  $P_U$ . En ciertas realizaciones de la invención, la presión ejercida mediante el cuerpo envolvente en la dirección de cada una de las flechas  $P_U$  y  $P_D$  pueden estar sustancialmente en línea o ser paralela con la dirección del apilamiento vertical de los segmentos de celda de la batería. Además, la presión de apriete ejercida mediante el cuerpo envolvente puede ser sustancialmente periférica o externa a cada uno de los materiales activos de las unidades de electrodo del apilamiento (por ejemplo, las capas de electrodo 1014, 1104, 1108 y 1038) en lugar de en línea con cualquiera de los materiales activos, de manera que las presiones de apriete en la dirección de las flechas  $P_D$  y  $P_U$  no hacen que las capas de electrodo de materiales activos negativo y positivo de un segmento de celda vayan una hacia la otra, lo que podría cortocircuitar potencialmente la batería.

Además, por ejemplo, la presión de apriete ejercida mediante el cuerpo envolvente puede estar, al menos, sustancialmente en línea con una parte, al menos, de una de las juntas en el apilamiento (por ejemplo, como se muestra en la figura 19). Esta presión puede mantener la relación sellada entre cada junta y las unidades de electrodo adyacentes a la misma en el apilamiento para crear barreras sustancialmente estancas a los fluidos alrededor de cada capa de electrolito. Se debe hacer notar que la coincidencia de las porciones en forma de acanaladura constituidas en las juntas y en sus unidades de electrodo adyacentes respectivas, como se ha descrito anteriormente de acuerdo con ciertas realizaciones de la invención, puede disminuir la magnitud de la presión de apriete que se requiere ejercer en la dirección de cada una de las flechas  $P_D$  y  $P_U$  para crear los sellados sustancialmente estancos a los fluidos. Sin tales porciones en forma de acanaladura, las porciones de sellado entre la junta y las unidades de electrodo adyacentes serían planas y susceptibles a deslizar (por ejemplo, horizontal o perpendicularmente a la dirección del apilamiento vertical) debido a la presión interna de la celda, por ejemplo, requiriendo por ello una presión de apriete aumentada para anular cualquier tendencia al deslizamiento.

Como se muestra en las figuras 21 y 22, un cuerpo envolvente 1040', que puede estar fabricado de material de envolver por sellado, material de envolver por retracción, cinta de sellar, o cualquier otro material deformable adecuado, puede estar dispuesto alrededor del apilamiento de segmentos de celda (es decir, los segmentos de celda 1022 y 1122). Un cuerpo envolvente 1040' puede estar dispuesto alrededor del apilamiento de manera que las capas de electrodo terminales (es decir, la capa de electrodo positivo 1014 y la capa de electrodo negativo 1038) pueden estar expuestas (por ejemplo, a través, al menos, de una porción de los sustratos conductores 1016 y 1036, respectivamente), y de manera que una disposición de apriete exclusivamente de los bordes exteriores puede disponerse envolviendo el cuerpo envolvente alrededor del contenido del apilamiento para proporcionar una batería bipolar apilada 1050'.

El apilamiento de segmentos de celda, cuando están envueltos mediante el cuerpo envolvente 1040', puede estar colocado en el interior de un recipiente 1060' cuya área, en sección transversal, puede ser similar en forma, pero algo mayor que la del apilamiento envuelto. Una vez que el apilamiento envuelto está colocado dentro del recipiente 1060', dicho recipiente 1060', alrededor del cuerpo envolvente 1040', puede llenarse con cualquier fluido 1070' adecuado que pueda expandirse cuando está a presión, tal como aire, agua o espuma, por ejemplo. El recipiente puede sellarse a continuación y su fluido encerrado 1070' puede ponerse a presión de manera que puede expandirse para proporcionar presión hacia dentro alrededor del área superficial del cuerpo envolvente 1040' en la dirección de las flechas  $P_S$ , que puede ser sustancialmente perpendicular a la dirección vertical del apilamiento de los segmentos de celda, para apretar el cuerpo envolvente 1040' alrededor del apilamiento de segmentos de celda.

Esta presión puede mantener la relación sellada entre cada junta y las unidades de electrodo adyacentes a la misma en el apilamiento para crear barreras sustancialmente estancas a los fluidos alrededor de cada capa de electrolito de la batería 1050', que pueden entonces retirarse posteriormente del recipiente 1060'. Se debe hacer notar que la coincidencia de las porciones en forma de acanaladura formadas en las juntas y en sus unidades de electrodo adyacentes respectivas, como se ha descrito anteriormente, disminuye la magnitud de la presión lateral que se requiere ejercer en la dirección de las flechas  $P_S$ , para crear los sellados sustancialmente estancos a los fluidos. La presión lateral puede empujar, al menos, una porción de una primera porción en forma de acanaladura contra, al menos, una porción de una segunda porción respectiva en forma de acanaladura en la dirección de una flecha  $P_S$  para aumentar más la estanqueidad del sellado en el área superficial de contacto acanalada o acanaladura (por ejemplo, la acanaladura 1070, 1170, 1270 ó 1370) creada entre dichas porciones en forma de acanaladura.

Por ejemplo, cuando una junta está siendo empujada lateral u horizontalmente por la presión lateral en la dirección de la flecha  $P_S$  (por ejemplo, por un cuerpo envolvente o por las presiones internas a la celda), la forma geométrica de una porción en forma de acanaladura de la junta puede interactuar con la forma geométrica de una porción recíproca en forma de acanaladura de una unidad de electrodo sobre la parte superior de la junta, para convertir, al menos, cierta cantidad de dicha presión lateral en presión vertical, haciendo entrar por ello la junta en la unidad de electrodo y disipando por ello la presión lateral sobre un área superficial mayor. Un cuerpo envolvente puede estar dispuesto alrededor del apilamiento para proporcionar una presión de apriete sobre las partes superior e inferior de dicho apilamiento (por ejemplo, en la dirección de las flechas  $P_D$  y  $P_U$  de las figuras 19 y 20), así como para

proporcionar una presión lateral en los lados del apilamiento (por ejemplo, en la dirección de las flechas P<sub>S</sub> de las figuras 21 y 22).

Independientemente de si el electrolito es muy viscoso, muy delgado o está incluso congelado dentro del separador, la cantidad de electrolito que es posible depositar dentro de una celda particular puede estar limitada por el espacio definido por la altura de la junta y las dimensiones de la unidad o unidades de electrodo entre las mismas. Por ejemplo, como se ha descrito anteriormente con respecto a las figuras 12-16, por ejemplo, se puede hacer notar que la cantidad de electrolito 1011 que es posible depositar dentro de las paredes interiores de la junta 1060 sobre la parte superior de la capa de electrodo negativo 1038 puede estar limitada por el espacio 1080 y, de esta manera, por la altura de la junta 1060. Cuando los materiales activos de las unidades de electrodo del segmento de celda (por ejemplo, las capas de electrodo de material activo 1038 y 1104) absorben algo de electrolito, puede haber menos electrolito presente que exista, junto con el separador, en el espacio entre las capas de electrodo. Puede ser deseable aumentar la cantidad de electrolito que es posible depositar dentro de un segmento de celda de la batería durante su fabricación de manera que, una vez que el electrolito está cargado y la batería está formada, cada segmento de celda puede llenarse sustancialmente de electrolito.

Una primera realización de un método para producir una batería, similar a la batería 1050 de las figuras 10-20, se describe a continuación con respecto a las figuras 23-26, por ejemplo, de manera que una cantidad mayor de electrolito es posible depositar dentro de un segmento de celda durante su formación. Por ejemplo, como se muestra en la figura 23, una MPU negativa 2032 puede estar inicialmente provista de un sustrato conductor impermeable 2036 y una capa de electrodo de material activo negativo 2038 revestida sobre el mismo. El sustrato 2036 puede estar provisto de una porción 2071 en forma de acanaladura, al menos parcialmente, alrededor de la capa negativa 2038. Una junta sustancialmente incompresible 2060 puede apilarse sobre el sustrato 2036 alrededor de la capa de electrodo 2038. Una porción 2061 en forma de acanaladura puede estar biselada hacia dentro del lado de la junta 2060 que contacta con el sustrato 2036, de manera que las porciones 2061 y 2071 en forma de acanaladura pueden alinearse para crear un área superficial de contacto acanalada o acanaladura 2070 entre la junta y el sustrato. Dichas porciones recíprocas en forma de acanaladura pueden ayudar a la autoalineación de la junta con respecto a la MPU cuando se apila sobre la misma, simplificando por ello esta etapa de producción. Dichas porciones recíprocas en forma de acanaladura en las superficies de la junta y la MPU pueden coincidir asimismo entre sí para restringir ciertos tipos de movimiento relativo entre las dos superficies.

Adicionalmente, junto con la junta sustancialmente incompresible 2060 que tiene una altura H, una junta compresible 2060' que tiene una altura H' puede apilarse asimismo sobre el sustrato 2036 alrededor de la capa de electrodo 2038, interna o externamente a dicha junta 2060. Una vez que la junta compresible 2060' se ha apilado sobre la parte superior de la MPU 2032, un receptáculo en forma de copa sustancialmente estanco a los fluidos (véase, por ejemplo, el espacio 2080') puede estar definido de esta manera por las paredes laterales interiores de la junta compresible 2060' y las porciones de la MPU 2032 entre las mismas. Unas porciones recíprocas en forma de acanaladura, similares a la porción 2071 en forma de acanaladura de una unidad de electrodo 2032 y la porción 2061 en forma de acanaladura de la junta 2060, pueden estar biseladas hacia dentro del sustrato 2036 y de la junta compresible 2060', de manera que las porciones en forma de acanaladura pueden alinearse para crear un área superficial de contacto acanalada o acanaladura 2070' entre la junta compresible 2060' y el sustrato 2036. Dichas porciones recíprocas en forma de acanaladura pueden ayudar a la autoalineación de la junta compresible 2060' con respecto a la MPU 2032 cuando se apila sobre la misma.

A continuación, un separador 2009 y un electrolito 2011 pueden ser depositados dentro de las paredes interiores de la junta 2060', sobre la parte superior de la capa de electrodo negativo 2038, para definir una capa de electrolito 2010 dentro del espacio 2080'. Cuando el electrolito a utilizar es muy viscoso, el sellado creado entre la junta y la MPU puede permitir que el electrolito sea inyectado fácilmente en un espacio 2080 sin posibilidad de fuga. Se debe entender que, si el electrolito no es viscoso al insertarlo en el apilamiento (por ejemplo, en la realización en la que el electrolito está congelado dentro del separador), la capa de electrolito puede apilarse sobre la MPU antes de que la junta sea ajustada sobre la misma.

La junta compresible 2060' puede tener una altura H' en su configuración descomprimida original de la figura 23, por ejemplo. Dicha altura descomprimida H' de la junta compresible 2060' puede ser mayor que la altura H de la junta incompresible 2060, de manera que el espacio 2080' (véase, por ejemplo, la figura 23) definido por la junta compresible 2060' y la MPU 2032 puede ser mayor que el espacio 2080 (véase, por ejemplo, la figura 25) definido por la junta incompresible 2060 y la MPU 2032. Disponiendo un espacio 2080' para el electrolito mayor que el espacio 2080, la junta compresible 2060' puede permitir que una cantidad aumentada de electrolito 2011 sea depositada dentro del segmento de celda (por ejemplo, el segmento de celda 2022 de la figura 24) durante su fabricación.

Una vez que el separador 2009 y el electrolito 2011 de la capa de electrolito 2010 han sido depositados dentro del espacio 2080' definido por la junta compresible 2060' y la MPU 2032, una primera BPU 2102 puede apilarse sobre los mismos (véase, por ejemplo, la figura 24). Como se muestra en la figura 24, por ejemplo, la BPU 2102 puede incluir un sustrato conductor impermeable 2106 que tiene una capa de electrodo positivo 2104 y una capa de electrodo negativo 2108 revestidas en sus lados opuestos. Con la capa de electrodo positivo 2104 de la BPU 2102 dirigida hacia abajo, en dirección a la capa de electrodo negativo 2038 de la MPU 2032, la BPU 2102 puede apilarse

sobre la junta compresible 2060'. Unas porciones recíprocas en forma de acanaladura pueden estar formadas hacia dentro del sustrato 2106 y de la junta compresible 2060', de manera que las porciones en forma de acanaladura pueden alinearse para crear un área superficial de contacto acanalada o acanaladura 2170' entre la junta compresible 2060' y el sustrato 2106. Dichas porciones recíprocas en forma de acanaladura pueden ayudar a la autoalineación de la BPU 2102 con respecto a la junta compresible 2060', y por lo tanto a la MPU 2032, cuando la BPU se apila sobre dicha junta, simplificando por ello esta etapa de producción.

Una vez que la BPU 2102 se ha apilado sobre la parte superior de la junta compresible 2060', y así sobre la MPU 2032, puede existir un primer segmento de celda 2022. Además, un sellado sustancialmente estanco a los fluidos puede estar definido por ello mediante el sustrato 2106, el sustrato 2036 y la junta compresible 2060' alrededor de la capa de electrolito 2010 (y así del electrolito 2011). Los materiales activos de las capas de electrodo 2038 y 2104, así como el separador 2009 del segmento de celda 2022, pueden ser capaces de empaparse o absorber el electrolito 2011 y puede cargarse el segmento de celda. Como se ha descrito anteriormente, no obstante, en ciertas realizaciones puede que no tenga que cargarse el segmento de celda (por ejemplo, en la que una porción de ZnMn del segmento de celda puede actuar como cargador natural para una porción de NiMH del segmento de celda).

Una vez que las capas de electrodo y el separador han absorbido una cantidad de electrolito y se ha cargado el segmento de celda 2022, naturalmente o de otro modo, pueden formarse segmentos de celda adicionales para completar el apilamiento de segmentos de celda y puede disponerse a continuación una caja o cuerpo envolvente para sellar el contenido del apilamiento a efectos de formar una batería bipolar apilada funcional de la invención, como se ha descrito anteriormente con respecto a la batería 1050. Por ejemplo, un cuerpo envolvente (no mostrado), similar al cuerpo envolvente 1040 de la figura 19, puede ejercer una presión de apriete sobre las partes superior e inferior del apilamiento de los segmentos de celda, incluyendo el segmento de celda 2022, en la dirección de las flechas  $P_U$  y  $P_D$  (véase, por ejemplo, la figura 25) para formar la batería 2050.

La presión de apriete del cuerpo envolvente o la caja en la dirección de las flechas  $P_U$  y  $P_D$  puede comprimir la junta compresible 2060' del segmento de celda 2022, de manera que dicha junta compresible 2060' se reduce a una configuración comprimida que tiene una altura  $H''$  sustancialmente igual a la altura  $H$  de la junta incompresible 2060. Por lo tanto, la altura  $H$  de la junta incompresible 2060 puede definir la altura del segmento de celda 2022 y, de esta manera, la distancia  $D$  sellada entre las capas de electrodo de material activo del segmento de celda (es decir, las capas 2038 y 2104). El sellado de electrolito 2011 dentro del segmento de celda 2022 mediante las juntas 2060 y 2060' y las unidades de electrodo 2032 y 2102 puede ser, por lo tanto, sustancialmente incompresible en la forma final de la batería 2050.

Como se muestra en la figura 25, por ejemplo, el sustrato 2106 puede estar provisto asimismo de una porción 2171 en forma de acanaladura en uno de sus lados, al menos parcialmente, alrededor de la capa de electrodo positivo 2104 y/o de la capa de electrodo 2108 de la BPU 2102. Dado que la presión de apriete del cuerpo envolvente en la dirección de las flechas  $P_U$  y  $P_D$  puede comprimir la junta compresible 2060', la BPU 2102 puede empujarse contra la junta sustancialmente incompresible 2060, de manera que una porción 2161 en forma de acanaladura dispuesta sobre la parte superior de la junta 2060 y una porción 2171 en forma de acanaladura del sustrato 2106 pueden alinearse y crear un área superficial de contacto acanalada o acanaladura 2170 entre la junta 2060 y el sustrato 2106. Dichas porciones recíprocas en forma de acanaladura pueden ayudar a la autoalineación de la BPU 2102 con respecto a la junta 2060, y por lo tanto a la MPU 2032, cuando el cuerpo envolvente comprime y sella el contenido del segmento de celda 2022 de la batería 2050, simplificando por ello esta etapa de producción.

La compresión de la junta compresible 2060' desde la altura descomprimida  $H'$  original de las figuras 23 y 24 hasta la altura comprimida  $H''$  de la figura 25 puede reducir de modo similar el espacio para el electrolito 2011, dentro del segmento de celda 2022, desde el tamaño descomprimido del espacio descomprimido 2080' de las figuras 23 y 24 hasta el tamaño comprimido del espacio comprimido 2080 de la figura 25. Por lo tanto, cualquier cantidad del espacio descomprimido 2080' que puede quedar sin utilizar por algo de electrolito 2011, que es absorbido por los materiales activos de las unidades de electrodo 2032 y 2102 y el separador 2009, puede eliminarse por la reducción de espacio descomprimido 2080' a espacio comprimido 2080, de modo que todo el espacio comprimido 2080 puede llenarse con electrolito 2011 o separador 2009. De esta manera, un segmento de celda de una batería de la invención puede estar provisto de una cantidad aumentada de electrolito durante la formación del segmento de celda de modo que, cuando la batería está completamente comprimida y sellada, el segmento de celda cargado puede llenarse completamente de electrolito después de la formación.

La junta compresible 2060' puede estar realizada, al menos parcialmente, de un material que puede impedir el paso de electrolito 2011 o absorber el mismo. En algunas realizaciones, la junta compresible 2060' puede estar realizada, al menos parcialmente, de un material que puede proteger el material activo de una o ambas unidades de electrodo del segmento de celda. Una junta compresible puede estar realizada, por ejemplo, de un polímero que puede contener materiales (por ejemplo, metales y/u óxidos) que pueden separarse por lixiviación del polímero con el paso del tiempo (por ejemplo, mediante accionamiento cíclico eléctrico o térmico) y entrar en el electrolito para proporcionar un revestimiento microscópico sobre los materiales activos positivos o negativos en la celda y/o para ralentizar la oxidación de los materiales activos de la celda. Los materiales de lixiviación pueden oxidarse en un estado reactivo menor que los materiales activos, para proteger la celda frente a la oxidación y a la pérdida de su capacidad, por ejemplo. Este tipo de junta compresible con materiales de lixiviación puede adaptarse a condiciones

extremas, tales como sobrecarga o sobredescarga, y puede utilizarse para bloquear trayectorias que, de otro modo, permitirían un crecimiento dendrítico y, de esta manera, harían que la batería se cortocircuitara. La junta compresible 2060' puede estar formada por una porción del sustrato 2036 y ser integral con el mismo, como su prolongación, de manera que no puede existir ningún conducto de paso de fluido entre los mismos. Tal junta compresible podría estar formada por un metal compresible, por ejemplo. Además, los sustratos podrían estar provistos de tales prolongaciones integrales con los mismos, pero sin ser compresibles. En cambio, tales prolongaciones de sustrato podrían ser iguales o más cortas que la junta del segmento de celda, de manera que las prolongaciones del sustrato pueden crear un espacio intrínsecamente sellado para que electrolito sea depositado antes incluso de disponer la junta.

En una segunda realización, en oposición a disponer una junta compresible y una junta incompresible en yuxtaposición, como se ha descrito anteriormente con respecto al segmento de celda 2022 de la batería 2050, puede disponerse una junta que tiene, al menos, una porción compresible para fabricar un segmento de celda que puede sobrellenarse con un electrolito durante la formación de la celda. Como se muestra en las figuras 26 y 27, por ejemplo, una junta 3060 puede estar dispuesta entre la BPU 3102 y la MPU 3032 para sellar el electrolito 3011 en el segmento de celda 3022. La junta 3060 puede incluir una porción compresible 3060' de la junta que tiene una altura descomprimida  $H'$  original y una porción sustancialmente incompresible 3060'' de la junta que tiene una altura  $H$ .

Después de que un electrolito 3011 es depositado en el espacio descomprimido 3080' del segmento de celda 3022, una presión de apriete de un cuerpo envolvente o caja (no mostrada) en la dirección de las flechas  $P_U$  y  $P_D$  puede comprimir una porción compresible de junta 3060' del segmento de celda 3022, de manera que la porción compresible de junta 3060' se reduce a una configuración comprimida que tiene una altura  $H''$  menor que la altura  $H'$ . Por lo tanto, la altura  $H$  de la porción incompresible 3060'' de la junta, junto con la altura comprimida  $H''$ , pueden definir la altura  $H'''$  del segmento de celda 3022 y, de esta manera, la distancia  $D$  sellada entre las capas de electrodo de material activo del segmento de celda (es decir, las capas 3038 y 32104). El sellado de electrolito 3011 dentro del segmento de celda 3022 por las porciones 3060' y 3060'' de la junta 3060 y las unidades de electrodo 3032 y 3102 puede ser, por lo tanto, sustancialmente incompresible en la forma final de la batería 3050.

La compresión de la porción compresible 3060' de la junta desde la altura descomprimida  $H'$  original de la figura 26 hasta la altura comprimida  $H''$  de la figura 27 puede reducir de modo similar el espacio para el electrolito 3011, dentro del segmento de celda 3022, desde el tamaño descomprimido del espacio descomprimido 3080' de la figura 26 hasta el tamaño comprimido del espacio comprimido 3080 de la figura 27. Por lo tanto, cualquier cantidad del espacio descomprimido 3080' que puede quedar sin utilizar por algo de electrolito 3011, que es absorbido por los materiales activos de las unidades de electrodo 3032 y 3102, puede eliminarse por la reducción del espacio descomprimido 3080' a espacio comprimido 3080, de manera que todo el espacio comprimido 3080 puede llenarse con electrolito 3011 o separador 3009.

La junta 3060 puede incluir una o más porciones compresibles e incompresibles distintas, como se muestra en las figuras 26 y 27, por ejemplo. Alternativamente, la junta 3060 puede ser sustancialmente compresible por toda su totalidad, desde una configuración descomprimida original que tiene una altura descomprimida (por ejemplo, la altura  $H$  más  $H'$ ) hasta una configuración comprimida que tiene una altura comprimida (por ejemplo, la altura  $H'''$ ). La altura comprimida de la junta 3060, sustancialmente compresible, puede estar determinada por la magnitud de la fuerza ejercida mediante el cuerpo envolvente de la batería y/o la composición de dicha junta 3060. Cuando la batería 3050 está completamente sellada y comprimida mediante su cuerpo envolvente, la altura comprimida de la junta 3060 puede definir la distancia  $D$  sellada entre las capas de electrodo de material activo del segmento de celda.

Como se ha descrito anteriormente, para crear un sellado mejor, una o más porciones del área superficial de la junta y del área superficial de una unidad adyacente de electrodo que contactan entre sí pueden estar, cada una, acanaladas, biseladas o conformadas de manera recíproca o correspondiente (por ejemplo, para formar una acanaladura (véanse, por ejemplo, las acanaladuras 70 de la figura 6)). Dichas acanaladuras pueden estar formadas a lo largo o mediante porciones conformadas de manera correspondiente o recíproca de diversos elementos, creando un sellado en el segmento de celda, incluyendo, pero sin estar limitadas a porciones conformadas de manera recíproca de un bucle de sellado macizo y un material viscoso, porciones conformadas de manera recíproca de un bucle de sellado macizo y una capa de electrodo, porciones conformadas de manera recíproca de un primer material viscoso y un segundo material viscoso, porciones conformadas de manera recíproca de un primer bucle de sellado macizo y un segundo bucle de sellado macizo, y combinaciones de las mismas, por ejemplo.

Aunque cada una de las realizaciones anteriormente descritas e ilustradas de una batería apilada muestra un segmento de celda que incluye una junta sellada a cada una de las unidades de electrodo primera y segunda para sellar un electrolito en las mismas, se debe hacer notar que cada unidad de electrodo de un segmento de celda puede estar sellada a su propia junta, y las juntas de dos electrodos adyacentes pueden sellarse a continuación entre sí para crear el segmento de celda sellado. Por ejemplo, como se muestra en la figura 28, un segmento de celda 4022 de la batería 4050 puede incluir una MPU 4032 y una BPU 4102, por ejemplo.

Una primera junta 4060 puede estar dispuesta para rodear completamente el borde externo del sustrato 4036 de la MPU 4032 alrededor de su capa de electrodo de material activo negativo 4038. Una acanaladura 4070 puede estar dispuesta entre la parte superior del sustrato 4036 alrededor de la capa de electrodo 4038 y de una porción de la

5 junta 4060, para ayudar a sellar las superficies de contacto del sustrato y la junta. De modo similar, una segunda  
 10 junta 4160 puede estar dispuesta para rodear completamente el borde externo del sustrato 4106 de la BPU 4102  
 alrededor de su capa de electrodo de material activo positivo 4104 y de su capa de electrodo de material activo  
 negativo 4108. Una primera acanaladura 4170 puede estar dispuesta entre la parte inferior del sustrato 4106  
 alrededor de la capa de electrodo 4104 y de una primera porción de junta 4160, mientras que una segunda  
 acanaladura 4270 puede estar dispuesta entre la parte superior del sustrato 4106 alrededor de la capa de electrodo  
 4108 y de una segunda porción de junta 4160. Cada una de las acanaladuras 4170 y 4270 puede ayudar a sellar las  
 superficies de contacto del sustrato 4106 y la junta 4160. Además, una acanaladura 4370 puede estar dispuesta  
 entre la parte superior de la junta 4060 y la parte inferior de la junta 4160, alrededor de las capas de electrodo 4038  
 y 4104, para ayudar a sellar las superficies de contacto de la junta 4060 y la junta 4160. Se ha de notar que este tipo  
 de sellado puede reducir el número de superficies de sellado de dos a una dentro de cada celda, y puede confiarse  
 en el material de la junta para formar un sellado en el borde de cada sustrato de una celda.

15 Una junta puede moldearse por inyección a una unidad de electrodo o a otra junta de manera que pueden fusionarse  
 entre sí para crear un sellado. En ciertas realizaciones, una junta puede soldarse por ultrasonidos a una unidad de  
 electrodo o a otra junta de manera que pueden formar unidas un sellado. Una junta puede fusionarse térmicamente  
 a una unidad de electrodo o a otra junta, o mediante flujo térmico, por lo que una junta o una unidad de electrodo  
 puede calentarse hasta fundirse en otra junta o unidad de electrodo. Adicionalmente, en vez de crear, o además de  
 20 ello, porciones en forma de acanaladura en superficies de juntas y/o unidades de electrodo para crear un sellado,  
 una junta y/o una unidad de electrodo pueden estar perforadas o tener uno o más agujeros que discurren a través de  
 una o más de sus porciones. Por ejemplo, como se muestra en la figura 21, un agujero o un conducto de paso o una  
 perforación 1175 puede estar dispuesto a través de una porción de sustrato 1106 de la BPU 1102, de manera que  
 una porción de la junta 1060 y/o de la junta 1160 puede moldearse al sustrato 1106 y a través del mismo. Esto  
 puede permitir que el material de una junta circule a través del sustrato y se agarre mejor al mismo para una mejor  
 25 manipulación de altas presiones. Alternativamente, un agujero o un conducto de paso o una perforación puede estar  
 dispuesto a través de una porción de una junta, de manera que una porción de una unidad de electrodo (por  
 ejemplo, un sustrato) puede moldearse a la junta y a través de la misma. Pueden realizarse agujeros a través de la  
 junta y de la unidad de electrodo, de manera que cada una de la junta y la unidad de electrodo puede moldearse a la  
 otra de la junta y la unidad de electrodo y a través de la misma, por ejemplo.

30 Aunque cada una de las realizaciones anteriormente descritas e ilustradas de la batería apilada muestra una batería  
 formada apilando sustratos que son redondos en una batería cilíndrica, se debe hacer notar que puede utilizarse  
 cualquiera de una amplia variedad de configuraciones para formar los sustratos de la batería apilada de la invención.  
 Por ejemplo, la batería apilada de la invención puede estar formada apilando unidades de electrodo que tienen  
 sustratos con áreas, en sección transversal, que son rectangulares (véase, por ejemplo, una batería rectangular  
 35 5050, que tiene un cuerpo envolvente 5040', una BPU 5102 y unas MPU 5012 y 5032, en las figuras 29 y 30, que  
 puede ser adecuada para su colocación por detrás de la pantalla de visualización de un ordenador portátil, por  
 ejemplo), triangulares, hexagonales o de cualquier otra forma imaginable, o combinaciones de las mismas. Además,  
 tal configuración puede incluir formas con uno o más espacios vacíos dentro de un plano, tal como una "figura en 8"  
 (véase, por ejemplo, la batería 6050, que tiene un cuerpo envolvente 6040', una BPU 6102 y unas MPU 6012 y  
 40 6032, en las figuras 31 y 32). Por ejemplo, un diseño tal como una "figura en 8", que tiene dos porciones circulares  
 distintas puede ser adecuado para celdas de doble sustancia química en las que se desean distintas zonas para  
 diferentes sustancias químicas de material activo, de manera que puede haber alguna separación física entre las  
 zonas para impedir la contaminación cruzada desde las dendritas, pero que pueden estar conectadas a través de un  
 sustrato común. Además, tal diseño de batería con "figura en 8", que tiene porciones huecas a su través, puede  
 45 permitir que otros dispositivos, tales como un motor electrónico, sean colocados dentro de los huecos de la  
 estructura de la batería, por ejemplo.

Además, aunque cada una de las realizaciones anteriormente descritas e ilustradas de una batería apilada muestran  
 una batería bipolar apilada formada apilando segmentos de celda realizados de dos BPU adyacentes o una BPU y  
 una MPU adyacente, se debe hacer notar que otros tipos de baterías apiladas, tales como baterías monopoles  
 50 apiladas, pueden estar formadas por cualquier método o pueden incluir cualquier aparato de la presente invención.  
 Por ejemplo, como se muestra en la figura 33, una batería monopolar apilada 750 de la invención puede estar  
 formada por cualquier método o puede incluir cualquier aparato de la presente invención, como se ha descrito  
 anteriormente con respecto a las figuras 1-32.

La figura 33, por ejemplo, muestra una pluralidad de segmentos de celda 722 en una formación apilada. Cada  
 55 segmento de celda 722 puede incluir una unidad de electrodo monopolar positivo o MPU positiva 712, una unidad de  
 electrodo monopolar negativo o MPU negativa 732 y una capa de electrolito 710 entre las mismas. Una capa de  
 electrodo positivo 714 de la MPU positiva 712 de cada segmento de celda 722 puede estar opuesta a una capa de  
 electrodo negativo 738 de la MPU negativa 732 de ese segmento de celda, mediante una capa de electrolito 710 de  
 ese segmento de celda. Además de tener una capa de electrodo de material activo positivo 712 formada sobre su  
 60 primera superficie, un sustrato 716 de una MPU positiva 712 de un primer segmento de celda 722 puede tener  
 asimismo una segunda superficie que puede estar acoplada eléctricamente a una segunda superficie de un sustrato  
 736 de una MPU negativa 732, adyacente de un segmento de celda 722 adyacente.

Si se sigue haciendo referencia a la figura 33, por ejemplo, unos terminales negativo y positivo (por ejemplo, una MPU negativa 732a y una MPU positiva 712e) pueden estar incluidos en los extremos respectivos del apilamiento de dos o más segmentos de celda 722, para constituir una batería monopolar apilada 750 de acuerdo con la invención. Las MPU 712e y 732a pueden estar provistas de unos cables de electrodo positivo y negativo 713 y 733 correspondientes, respectivamente.

El número de segmentos de celda 722 apilados puede ser dos o más, y pueden determinarse apropiadamente para que se correspondan con un voltaje deseado para la batería 750. Cada segmento de celda 722 puede proporcionar cualquier potencial deseado, de manera que puede conseguirse un voltaje deseado para la batería 750 añadiendo eficazmente los potenciales proporcionados por cada segmento de celda 722. Se entenderá que cada celda 722 no tiene que proporcionar potenciales idénticos.

La batería monopolar apilada 750 puede estar estructurada de manera que los apilamientos de los segmentos de celda 722 pueden estar encapsulados (por ejemplo, sellados de manera hermética), al menos parcialmente, en una caja o cuerpo envolvente 740 de la batería a presión reducida. Los sustratos conductores 716e y 736a de las MPU (o, al menos, sus cables de electrodo 713 y 733 respectivos) se pueden extraer de la caja 740 de la batería, para mitigar impactos desde el exterior tras el uso y para impedir la degradación medioambiental, por ejemplo. Unas escotaduras 742 pueden estar dispuestas en las MPU 712e y 732a para una carcasa de perfil bajo y una superficie plana.

Para impedir que el electrolito de un primer segmento de celda se combine con el electrolito de otro segmento de celda, pueden apilarse medios de junta o sellado con las capas de electrolito entre unidades de electrodo adyacentes, para sellar electrolito dentro de su segmento de celda particular. Por ejemplo, como se muestra en la figura 33, una batería monopolar apilada de la invención puede incluir una junta o un sellado 760, por ejemplo, que puede estar situado como una barrera alrededor de la capa de electrolito 710 y unas capas de electrodo de material activo 714 y 738 de cada segmento de celda 722. Los medios de junta o sellado pueden ser similares a cualquiera de los medios de junta o sellado descritos anteriormente con respecto a las figuras 1-32, por ejemplo, y pueden sellar electrolito entre la junta y las unidades de electrodo adyacentes de esa celda. Los medios de junta o sellado pueden proporcionar asimismo una separación apropiada entre las unidades de electrodo adyacentes de esa celda, por ejemplo.

Como se ha descrito anteriormente con respecto a las figuras 1-32, por ejemplo, en un planteamiento adecuado, puede aplicarse presión a las partes superior e inferior de la caja 740 en la dirección de las flechas P1 y P2 para comprimir y sujetar segmentos de celda 722 y juntas 760 en la configuración sellada mostrada en la figura 33, por ejemplo. En otro planteamiento adecuado, puede aplicarse presión a los lados de la caja 740 en la dirección de las flechas P3 y P4 para comprimir y sujetar segmentos de celda 722 y juntas 760 en la configuración sellada mostrada en la figura 33, por ejemplo. En otro planteamiento adecuado adicional, puede aplicarse presión a las partes superior e inferior de la caja 740 y puede aplicarse presión asimismo a los lados de la caja 740, para comprimir y sujetar segmentos de celda 722 y juntas 760 en la configuración sellada mostrada en la figura 33, por ejemplo.

Aunque se han descrito baterías apiladas con sellado mejorado de electrolito entre celdas adyacentes, por ejemplo, se debe entender que se pueden hacer muchos cambios en las mismas sin salirse del alcance de la presente invención. Se entenderá asimismo que diversos términos de dirección y orientación, tales como "horizontal" y "vertical", "superior" e "inferior" y "lateral", "longitud" y "anchura" y "altura" y "grosor", "interior" y "exterior", "interno" y "externo", y similares, se utilizan en esta memoria solamente por conveniencia, y que no se pretende ninguna limitación de dirección o de orientación fija o absoluta por el uso de estas palabras. Por ejemplo, los dispositivos de esta invención, así como sus componentes individuales, pueden tener cualquier orientación deseada. Si se reorientan, puede que tengan que utilizarse en su descripción diferentes términos de dirección o de orientación, pero que no alterarán su naturaleza fundamental mientras estén dentro del alcance de la presente invención. Los expertos en la técnica apreciarán que la invención puede ponerse en práctica mediante otras realizaciones distintas de las descritas, que se presentan con fines ilustrativos en lugar de limitativos, y la invención solamente está limitada por las reivindicaciones que siguen.

**REIVINDICACIONES**

1. Una batería, que comprende:  
un apilamiento de una pluralidad de unidades de electrodo en una dirección de apilamiento, comprendiendo el apilamiento:
- 5 una primera unidad de electrodo;  
una segunda unidad de electrodo apilada sobre la parte superior de la primera unidad de electrodo en la dirección de apilamiento; y  
una primera capa de electrolito dispuesta entre la primera unidad de electrodo y la segunda unidad de electrodo, comprendiendo además la batería:
- 10 una primera junta situada alrededor de la primera capa de electrolito, en la que la primera capa de electrolito está sellada mediante la primera junta y las unidades de electrodo primera y segunda, en la que la primera junta incluye un primer miembro de junta y un segundo miembro de junta, y en la que el primer miembro de junta es sustancialmente incompresible y el segundo miembro de junta es compresible.
- 15 2. La batería según la reivindicación 1, en la que el segundo miembro de junta está apilado sobre la parte superior del primer miembro de junta en la dirección de apilamiento.
3. La batería según la reivindicación 1, en la que el segundo miembro de junta está situado alrededor de la primera capa de electrolito y en la que el primer miembro de junta está situado alrededor del segundo miembro de junta.
4. La batería según la reivindicación 1, en la que la altura del segundo miembro de junta está configurada para disminuir desde una primera longitud hasta una segunda longitud cuando la capa de electrolito está sellada mediante la primera junta y las unidades de electrodo primera y segunda.
- 20 5. La batería según la reivindicación 1, en la que un espacio definido por la primera junta y las unidades de electrodo primera y segunda está configurado para disminuir desde un primer volumen hasta un segundo volumen cuando la capa de electrolito está sellada mediante la primera junta y las unidades de electrodo primera y segunda.
- 25 6. La batería según la reivindicación 5, en la que la primera capa de electrolito comprende un material de electrolito que tiene un volumen igual al primer volumen o mayor que el segundo volumen.
7. Una batería, que comprende:  
un apilamiento de una pluralidad de unidades de electrodo en una dirección de apilamiento, comprendiendo el apilamiento:  
una primera unidad de electrodo;
- 30 una segunda unidad de electrodo apilada sobre la parte superior de la primera unidad de electrodo en la dirección de apilamiento; y  
una primera capa de electrolito dispuesta entre la primera unidad de electrodo y la segunda unidad de electrodo, comprendiendo además la batería:  
una junta compresible situada alrededor de la primera capa de electrolito, y
- 35 una junta sustancialmente incompresible situada alrededor de la junta compresible.
8. La batería según la reivindicación 7, en la que la primera capa de electrolito está sellada mediante la junta compresible y las unidades de electrodo primera y segunda.
9. La batería según la reivindicación 7, en la que la primera capa de electrolito está sellada mediante la junta sustancialmente incompresible y las unidades de electrodo primera y segunda.
- 40 10. La batería según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que la primera unidad de electrodo es una unidad de electrodo monopolar y en la que la segunda unidad de electrodo es una unidad de electrodo monopolar.

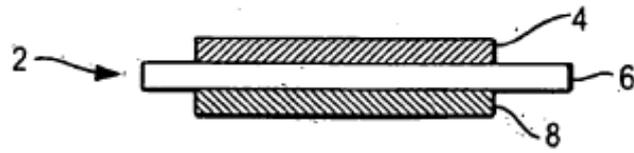


FIG. 1

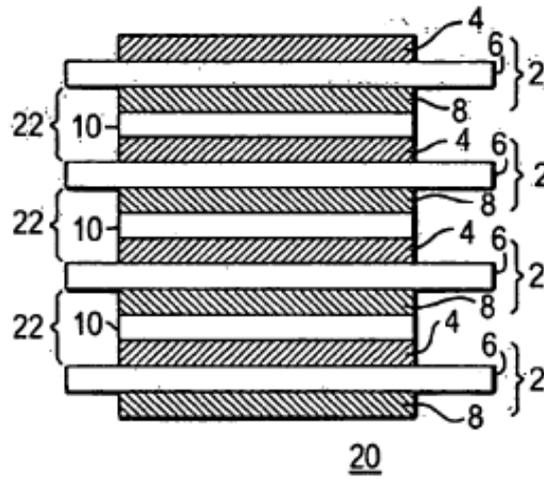


FIG. 2

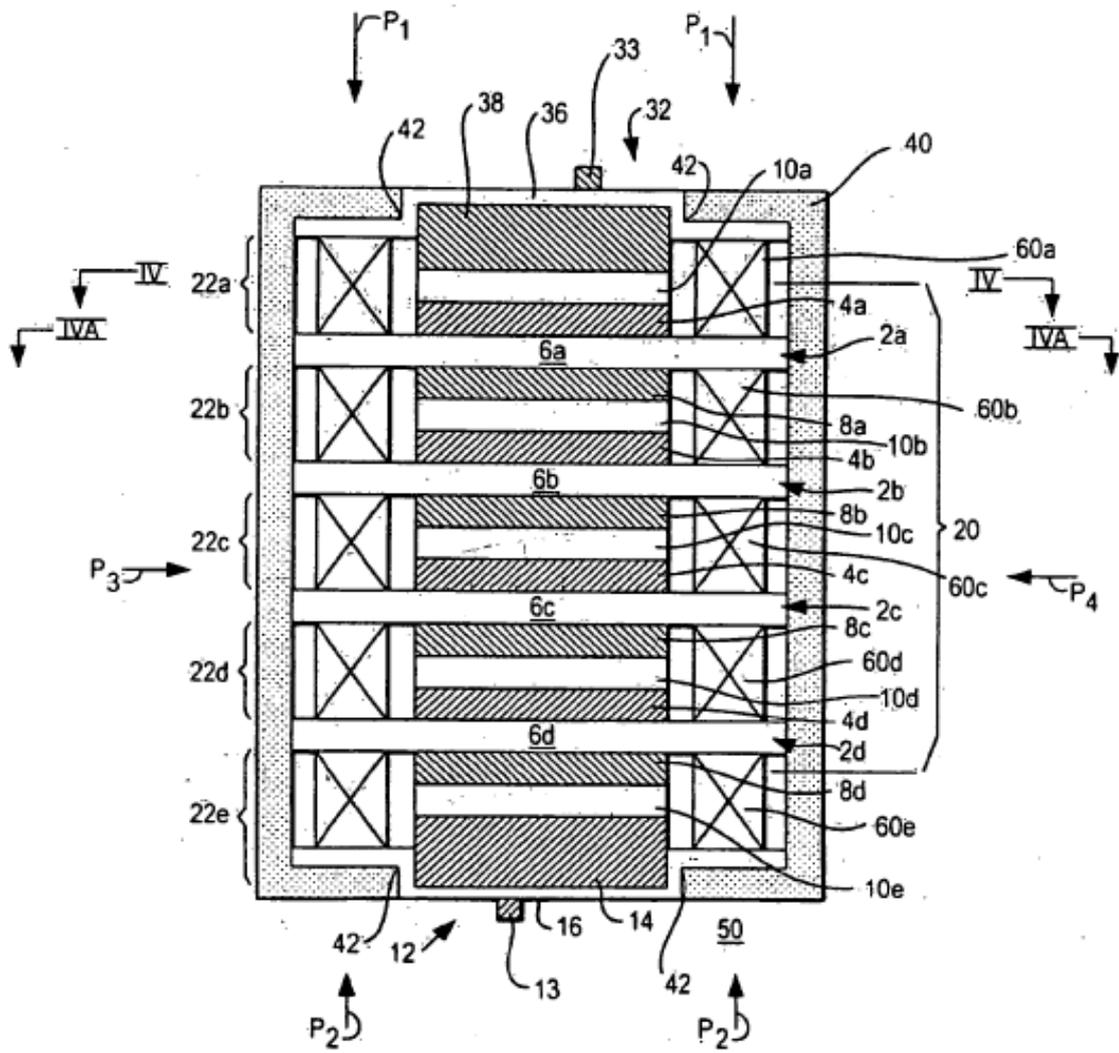


FIG. 3

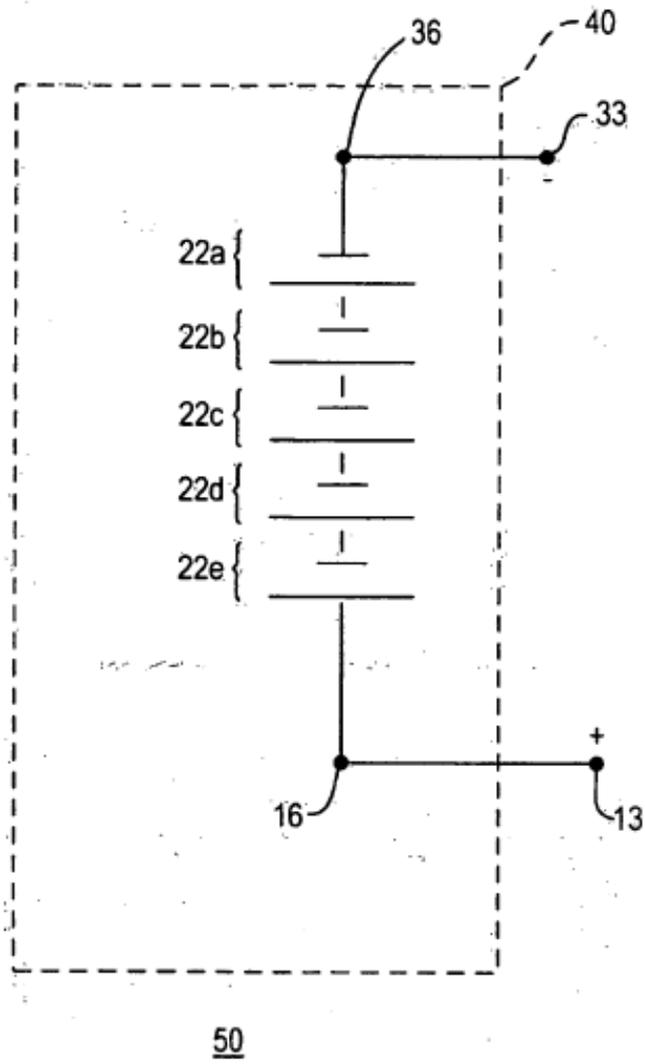


FIG. 3A

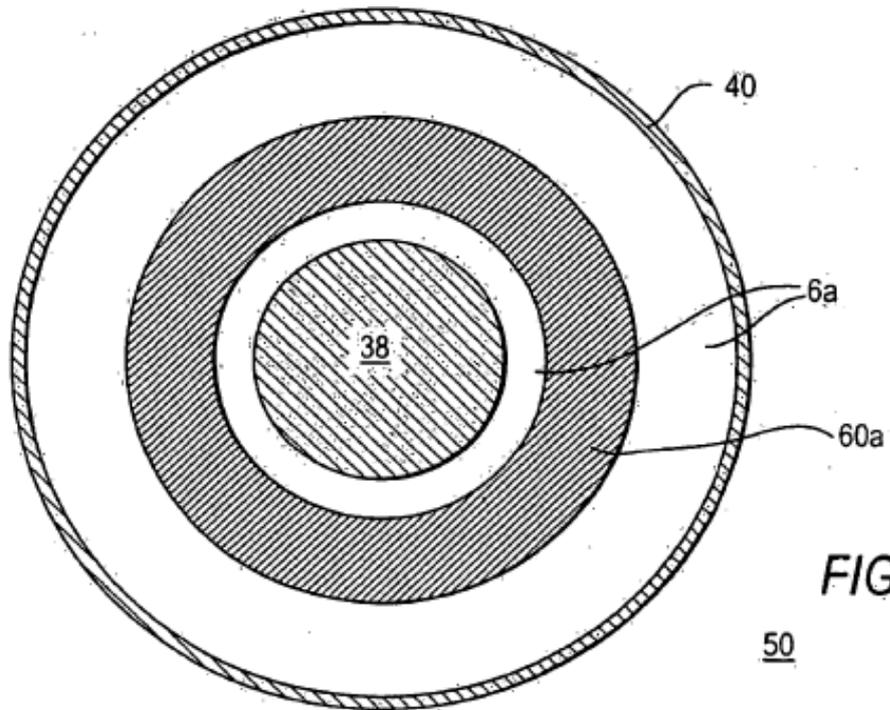


FIG. 4

50

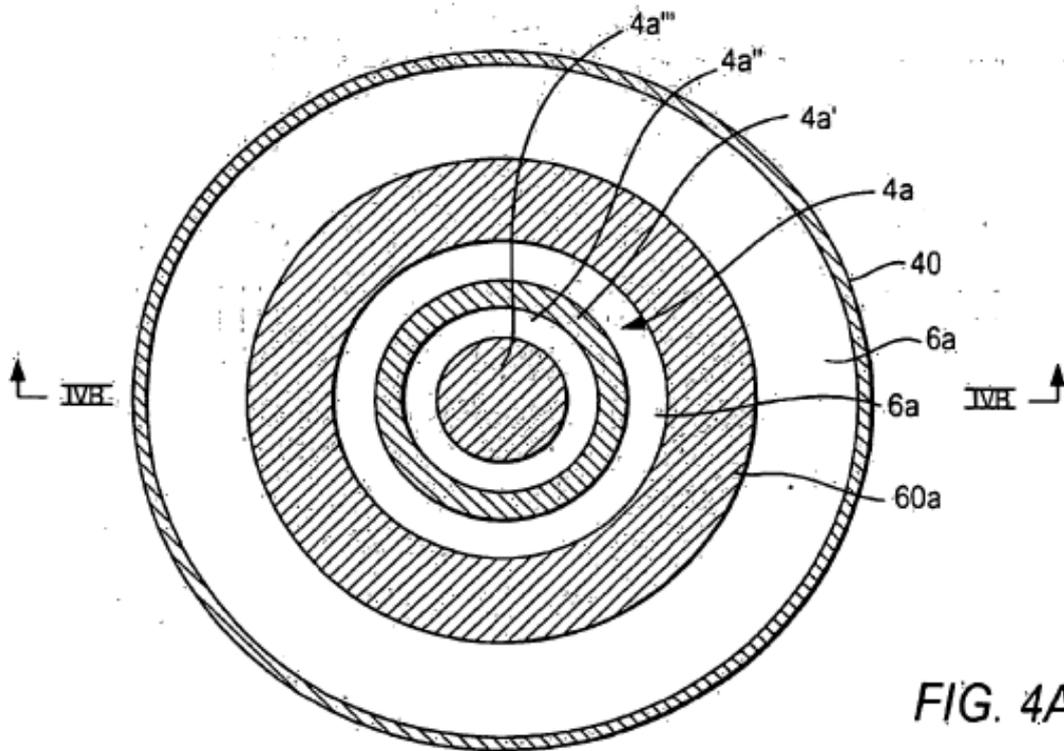


FIG. 4A

50

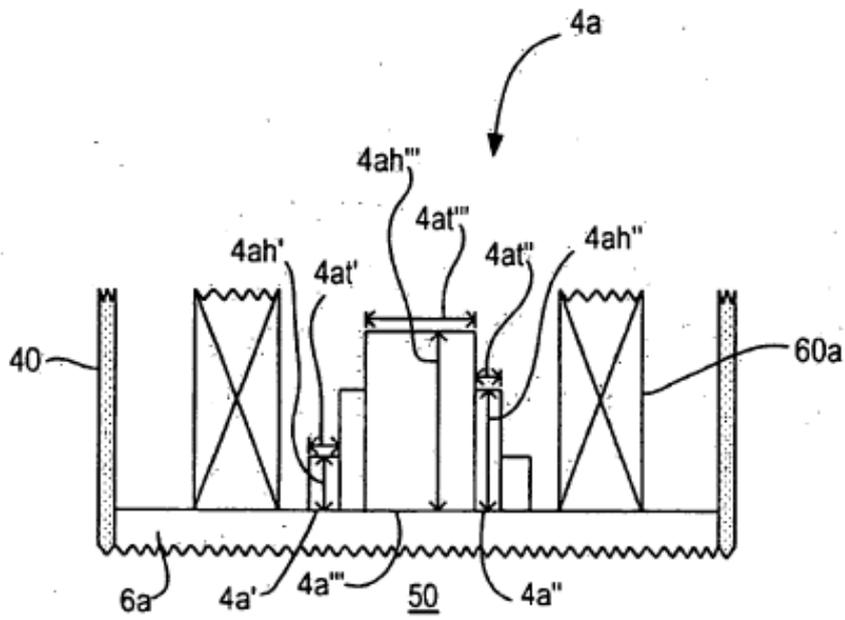


FIG. 4B



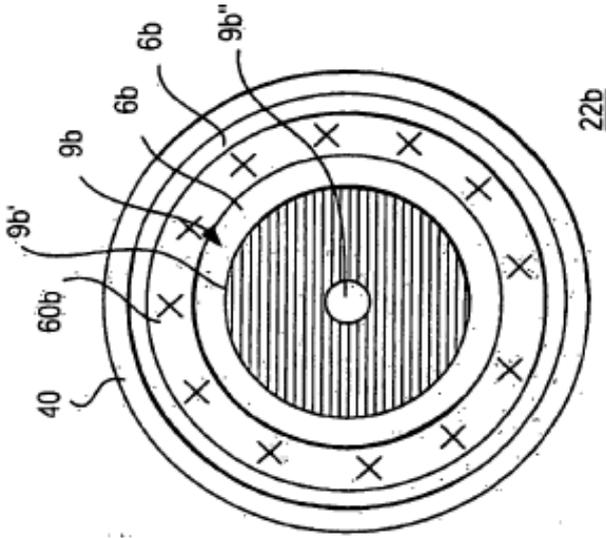


FIG. 5B

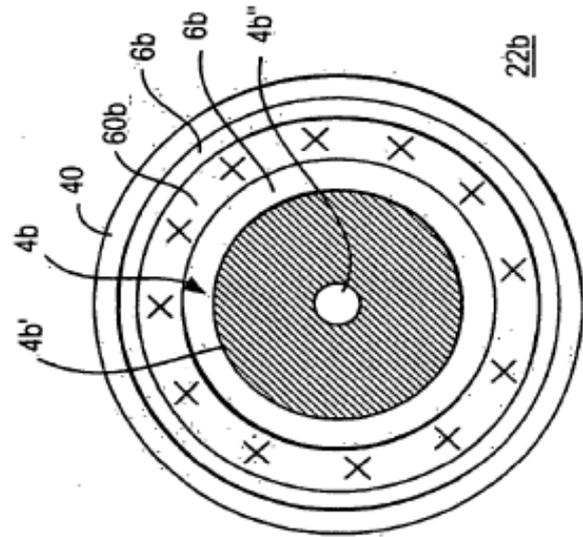


FIG. 5C

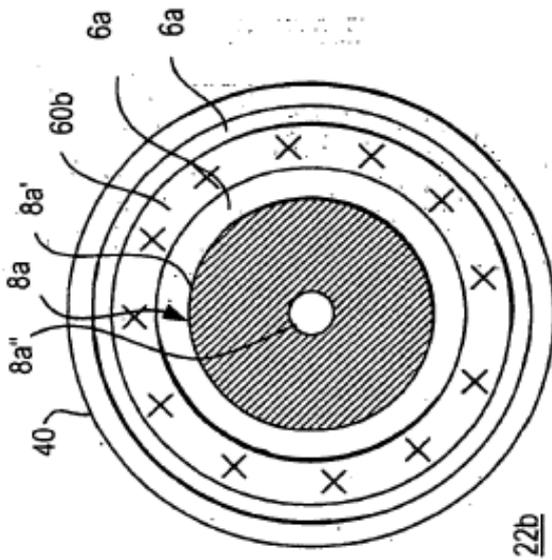
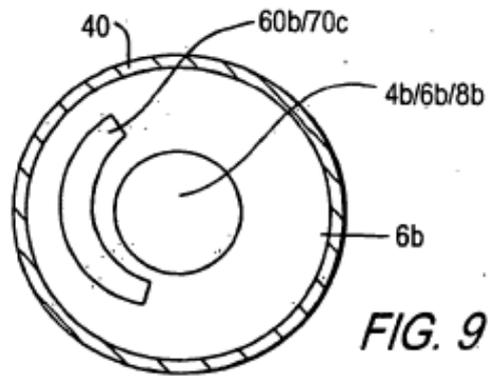
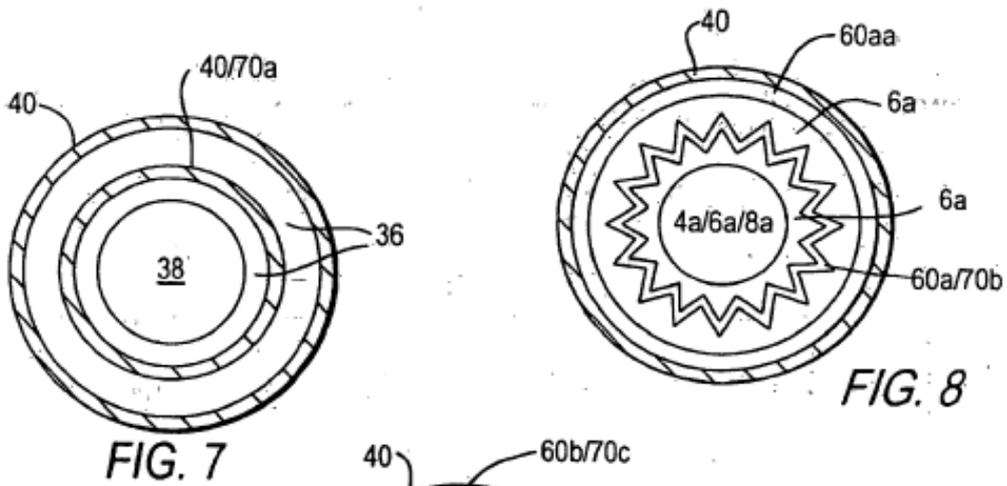
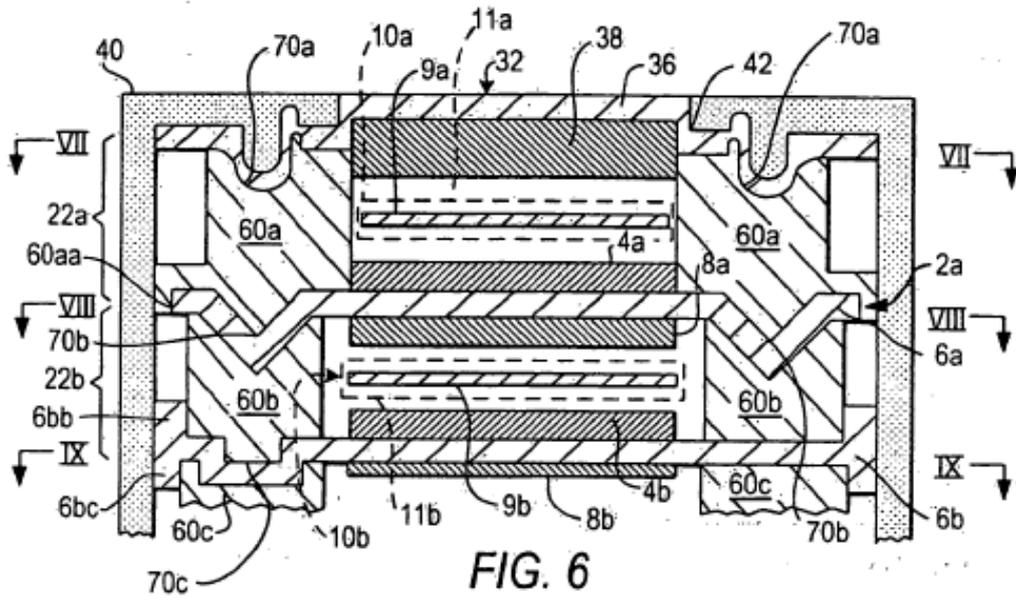


FIG. 5A



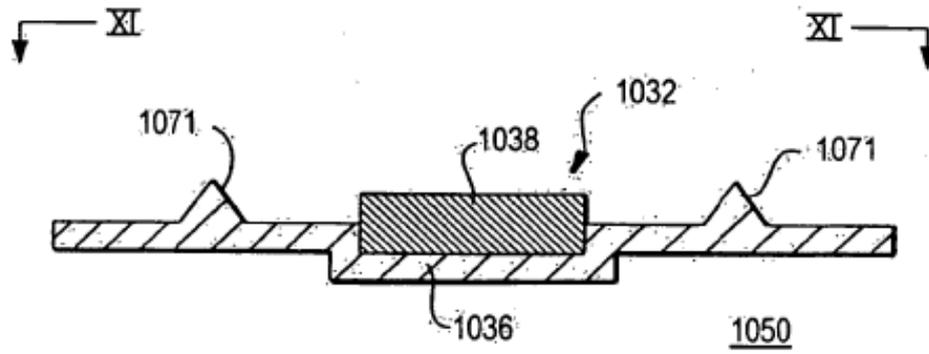


FIG. 10

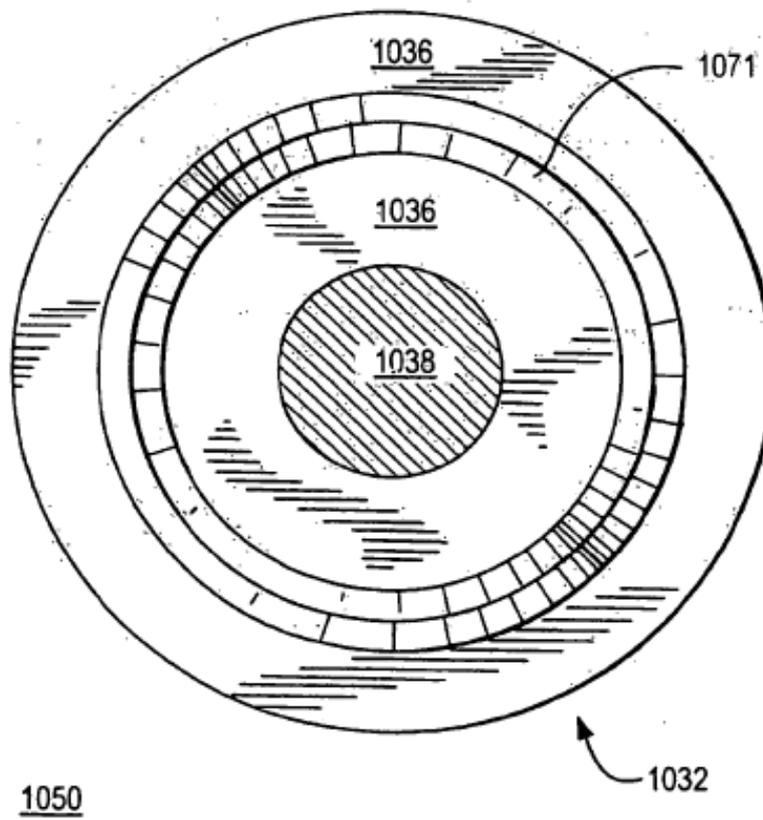
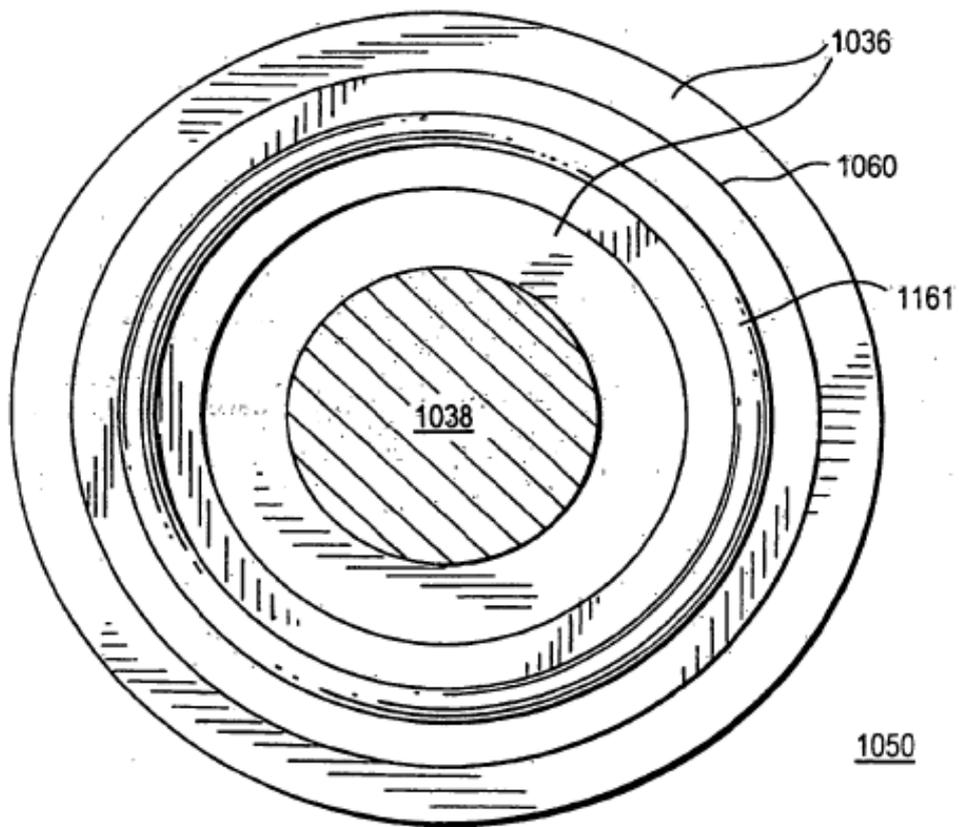
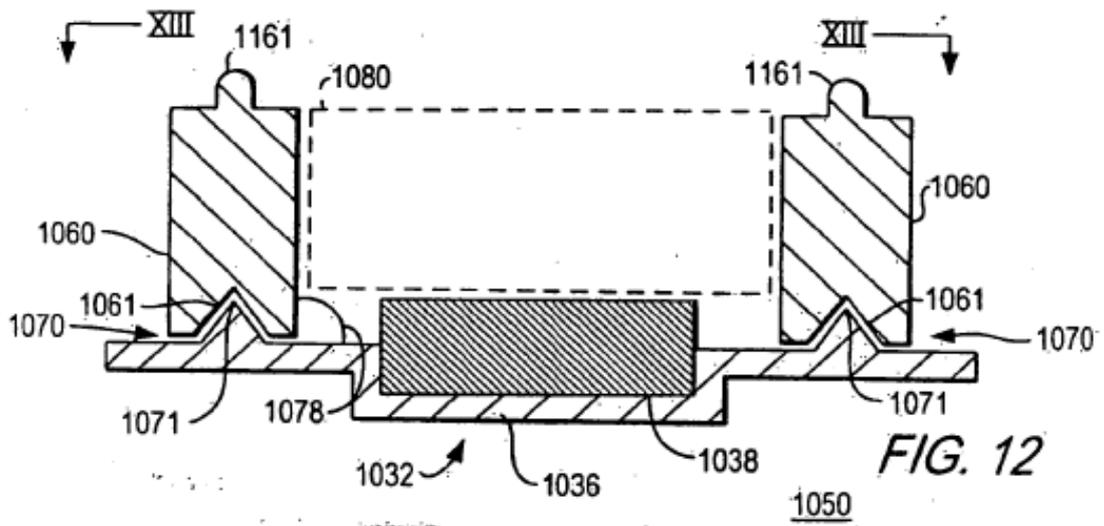
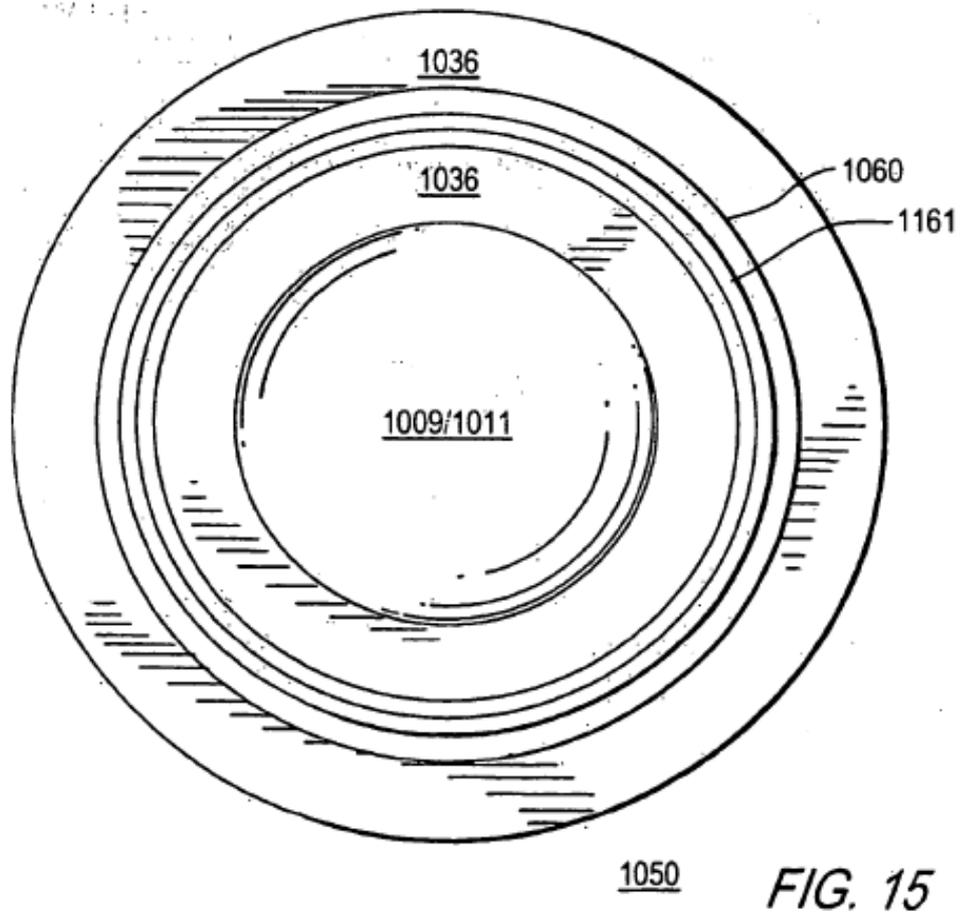
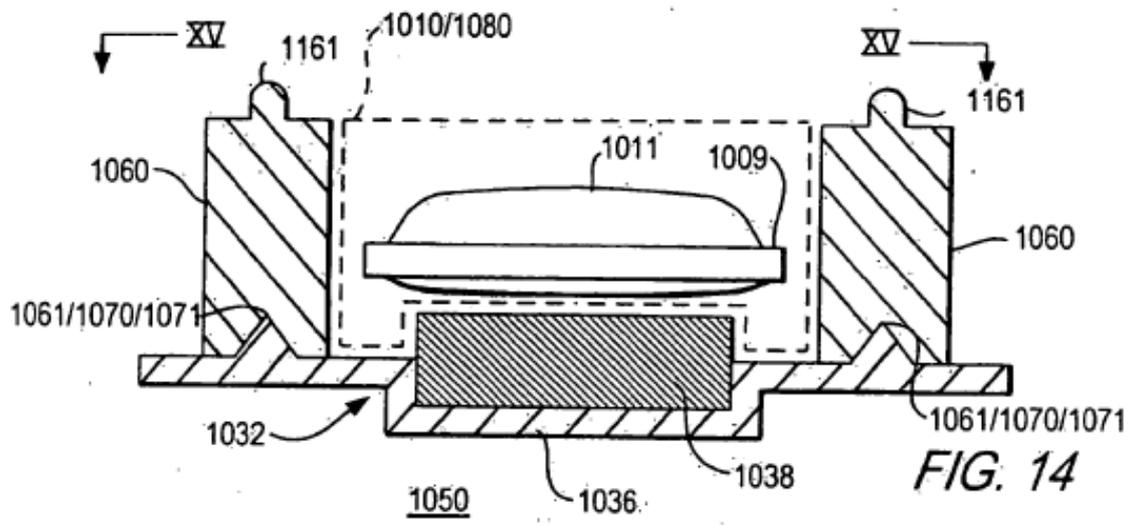
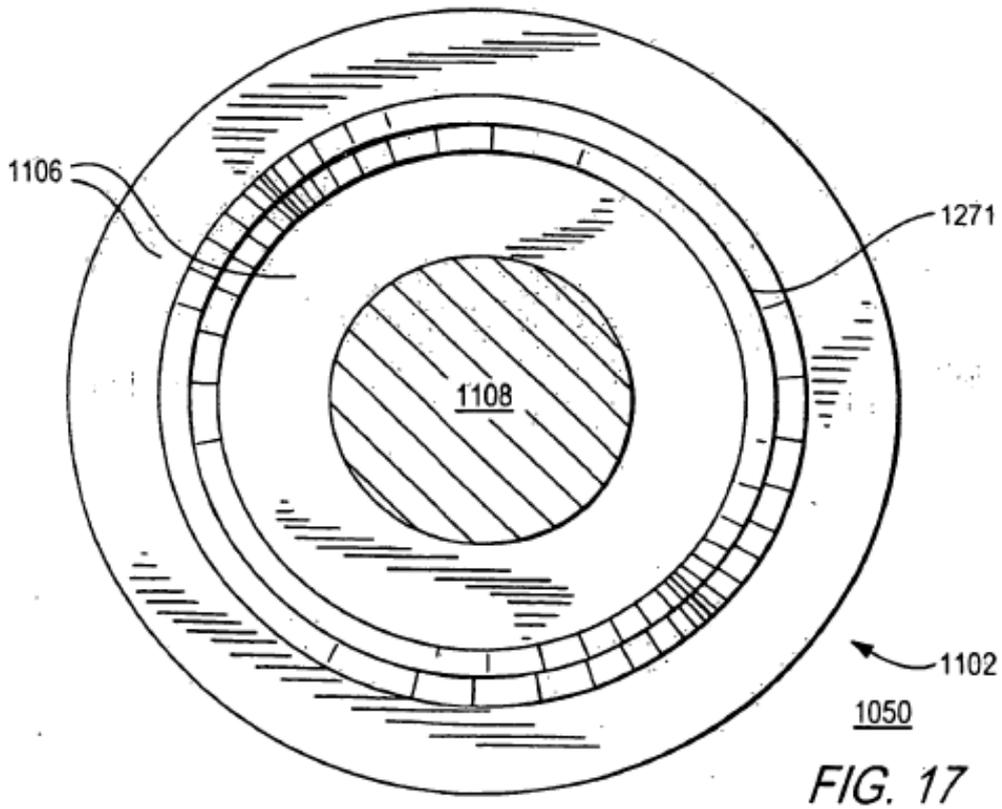
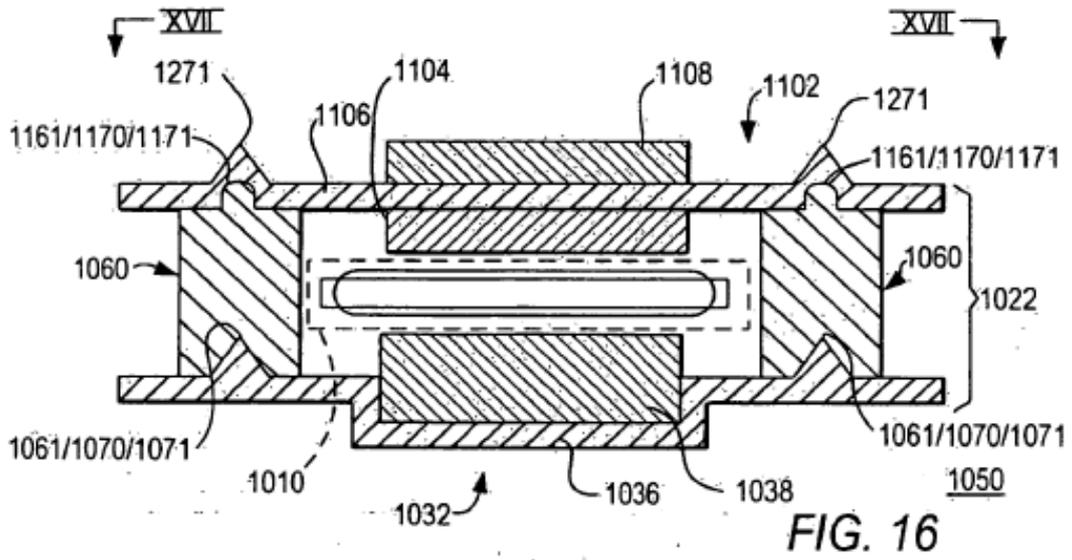


FIG. 11



**FIG. 13**







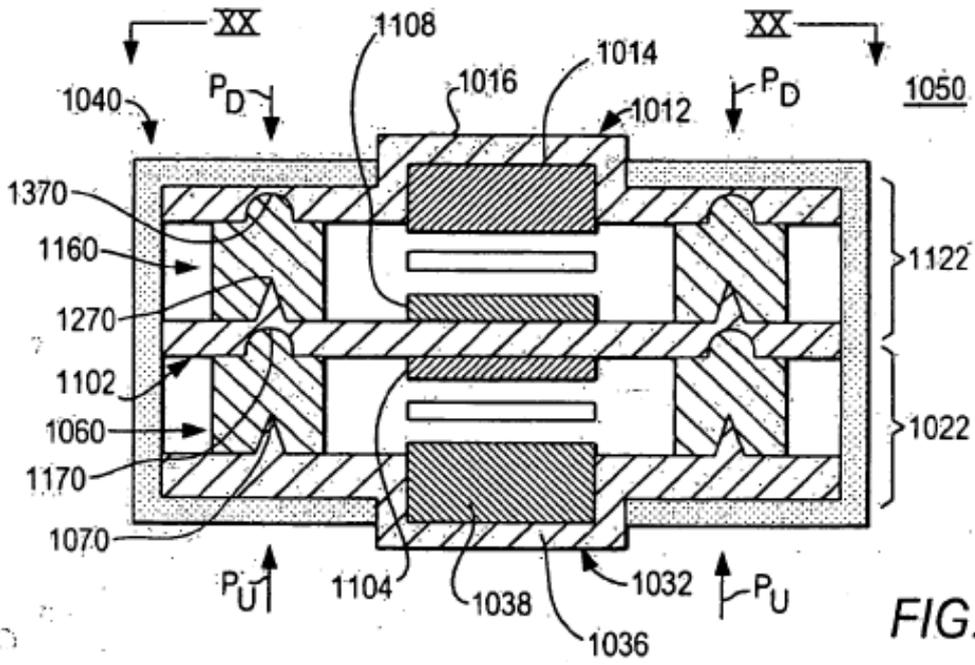


FIG. 19

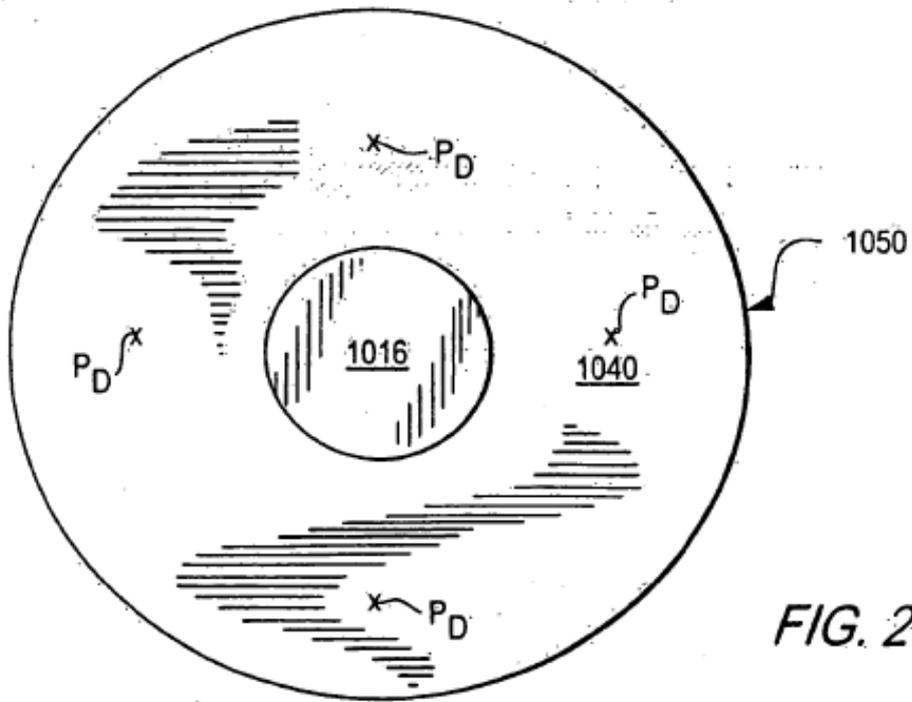
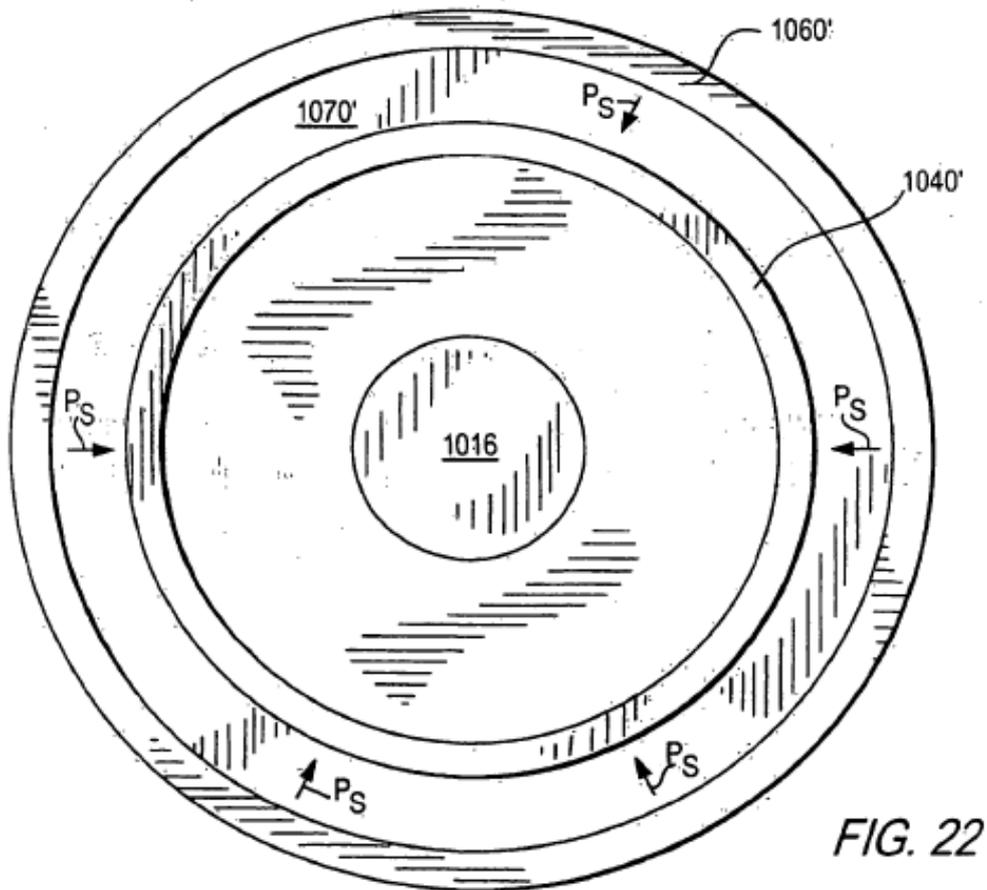
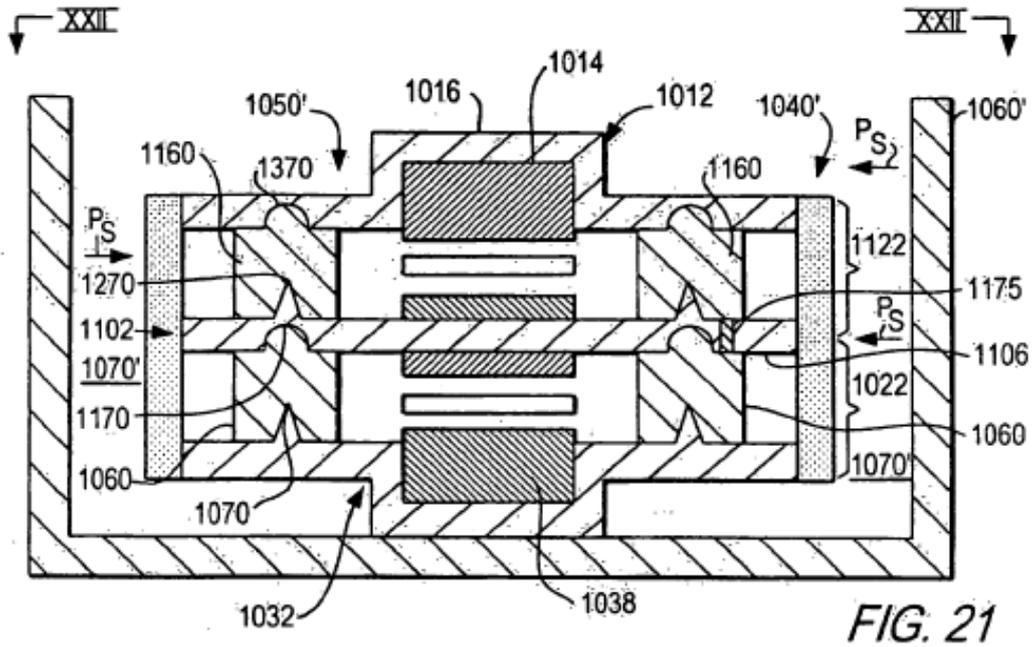


FIG. 20



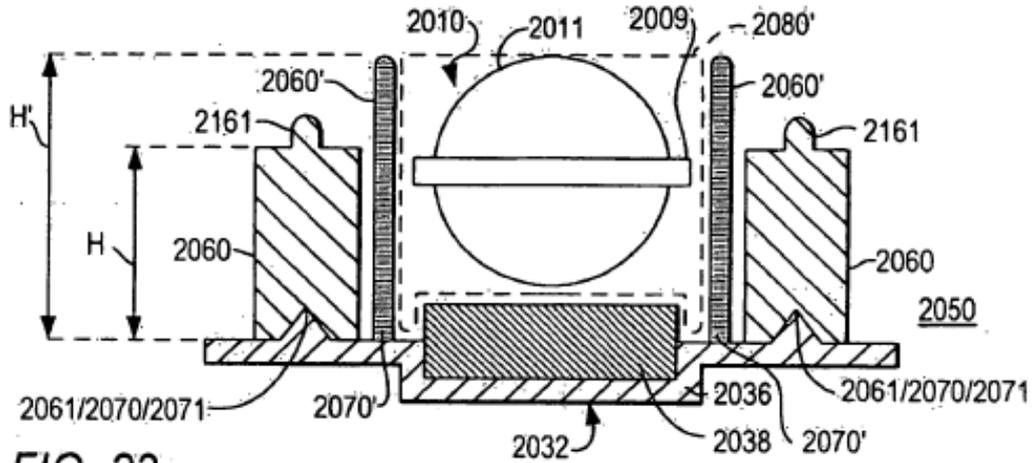


FIG. 23

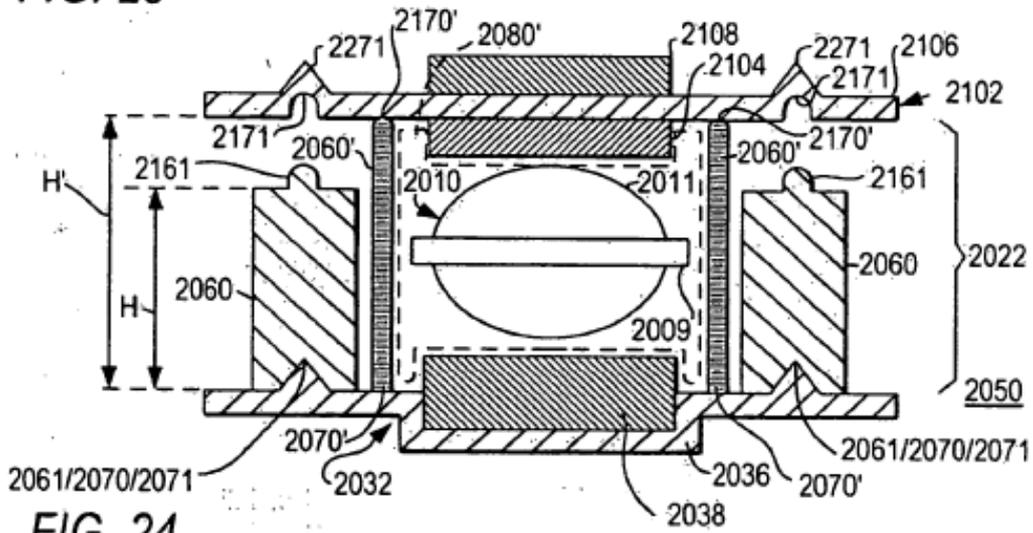


FIG. 24

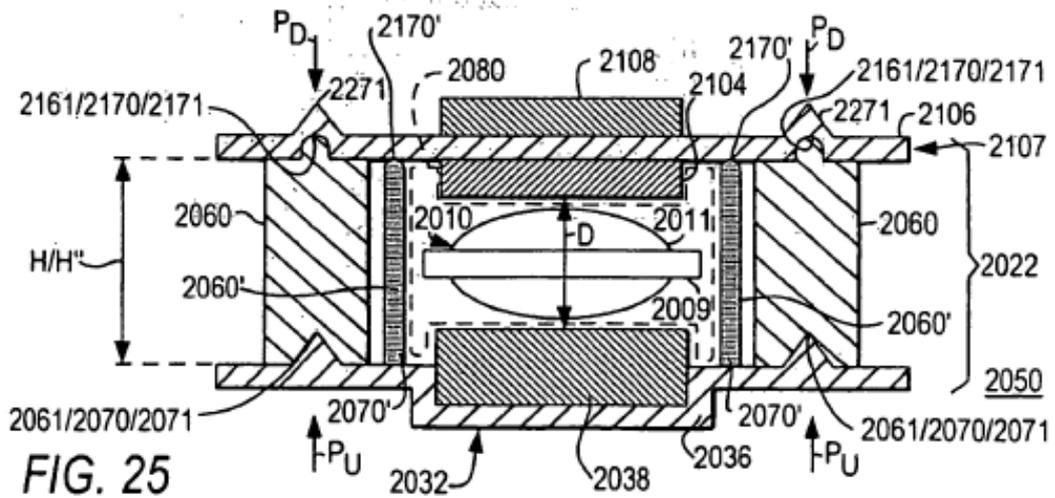


FIG. 25

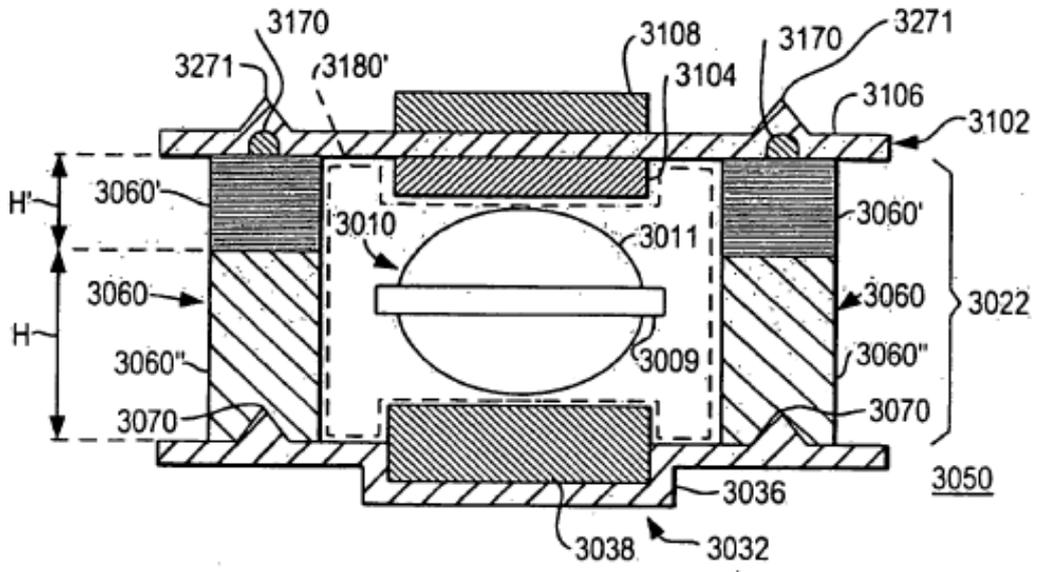


FIG. 26

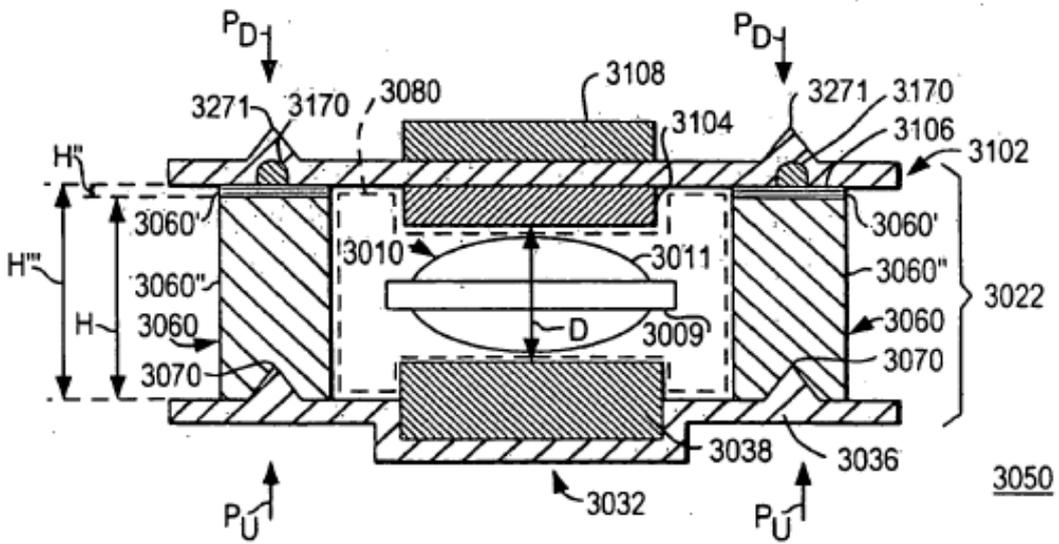


FIG. 27



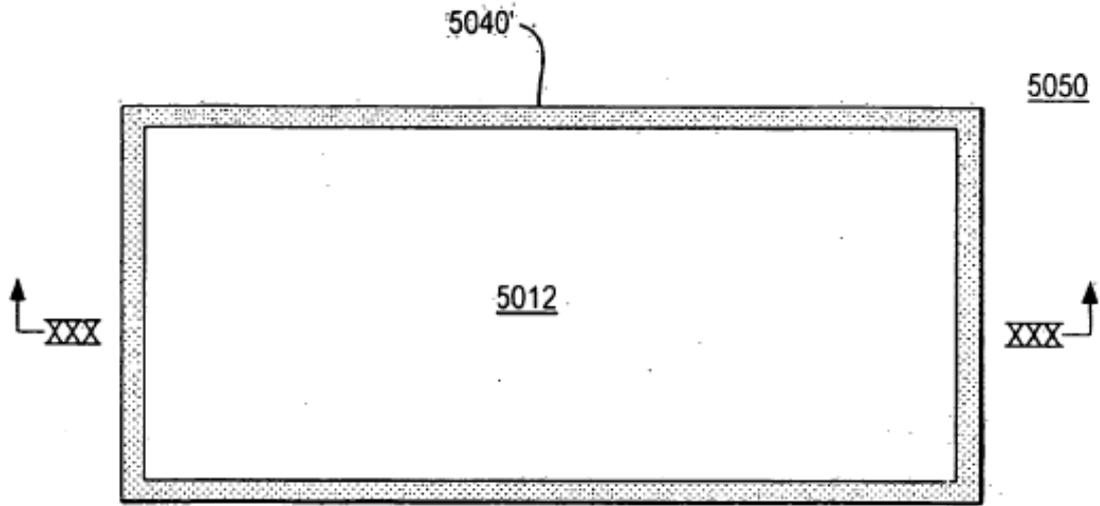


FIG. 29

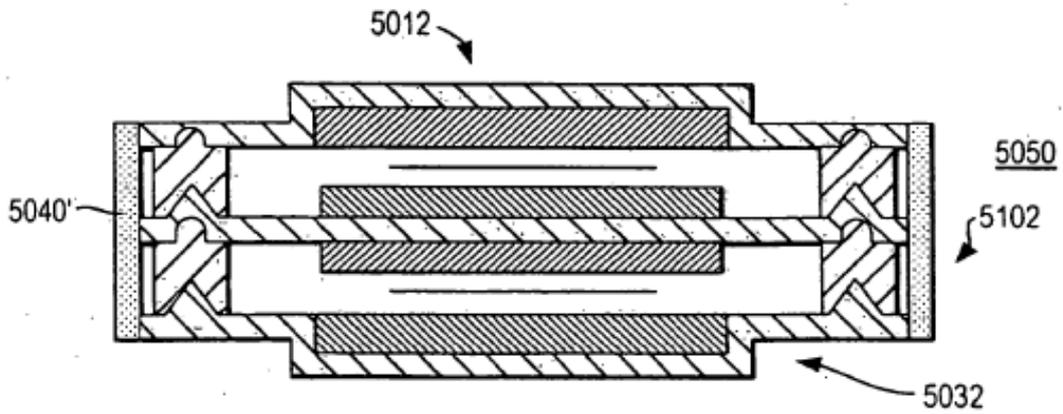
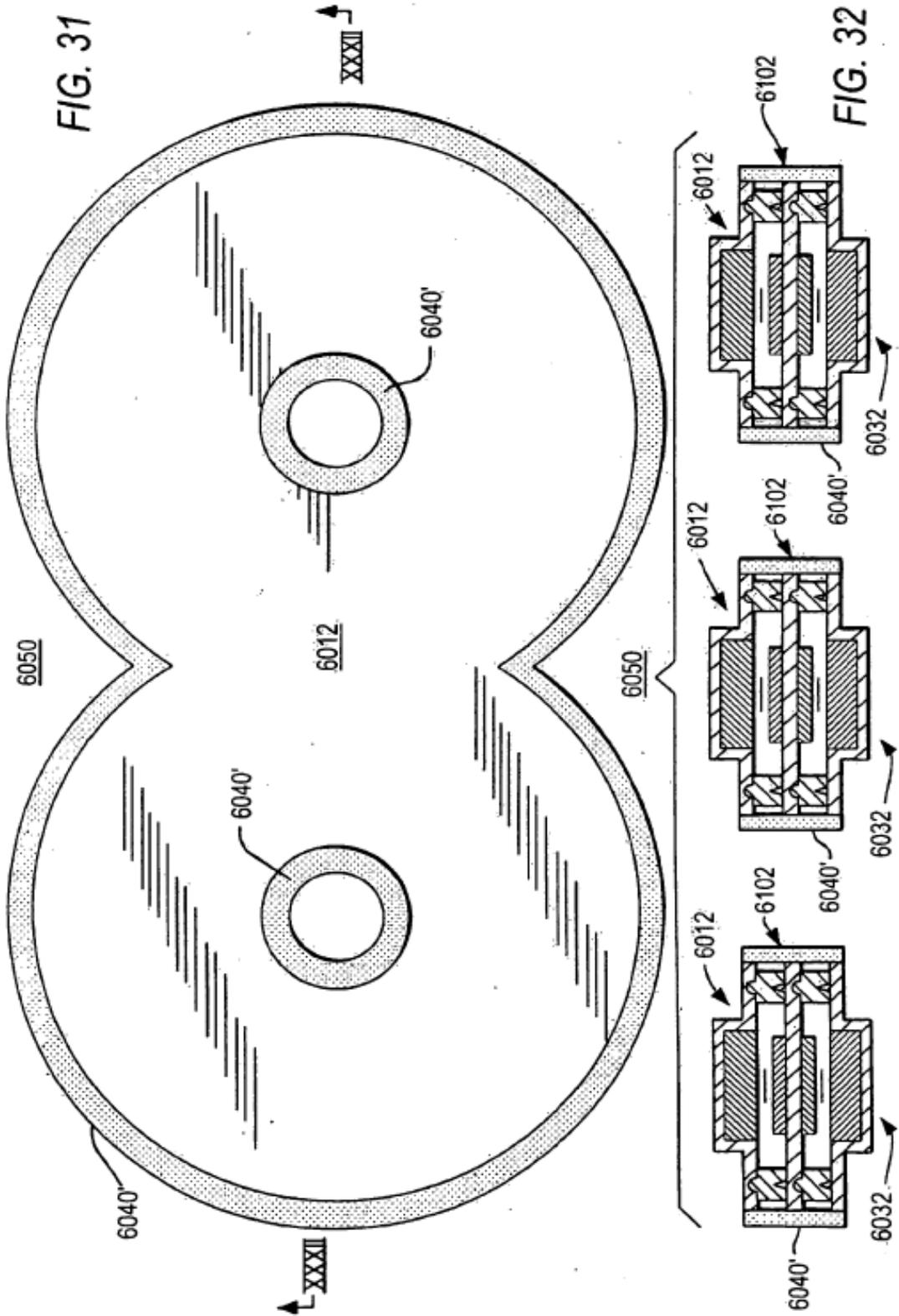


FIG. 30





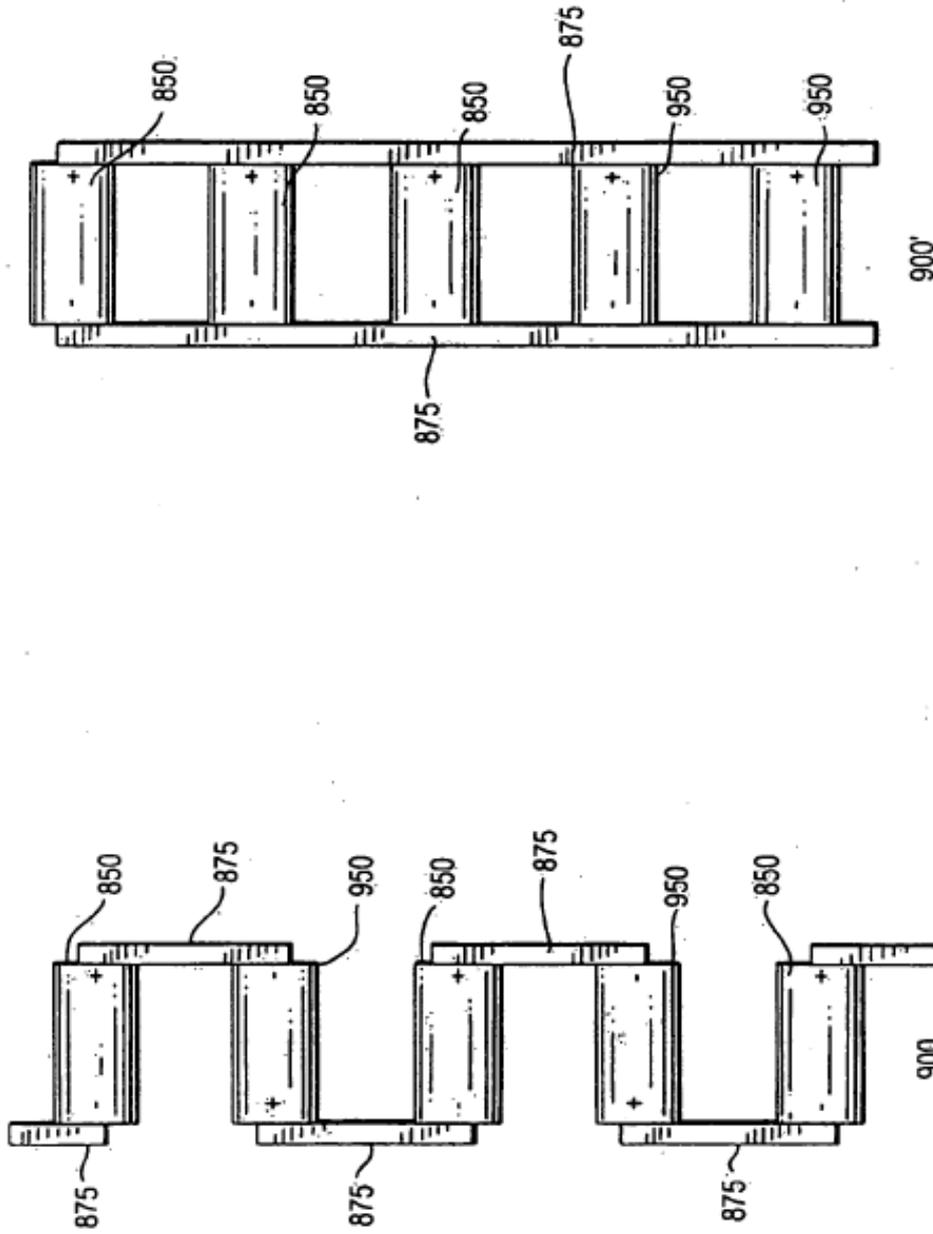


FIG. 34B

FIG. 34A