

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 485**

51 Int. Cl.:  
**H01M 10/0525** (2010.01)  
**H01M 10/04** (2006.01)  
**H01M 10/0585** (2010.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08171789 .4**  
96 Fecha de presentación: **16.12.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2073300**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.06.2009**

54 Título: **Batería multipolar con estanqueidad mejorada entre placas**

30 Prioridad:  
**21.12.2007 FR 0760248**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.08.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.08.2012**

73 Titular/es:  
**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET  
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES  
BÂTIMENT "LE PONANT D" 25, RUE LEBLANC  
75015 PARIS, FR**

72 Inventor/es:  
**Chami, Marianne;  
Martinet, Sébastien y  
Mourzagh, Djamel**

74 Agente/Representante:  
**Linage González, Rafael**

ES 2 386 485 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

Batería multipolar con estanqueidad mejorada entre placas

5 **Campo técnico y técnica anterior**

La presente invención se refiere a una batería multipolar cuyas propiedades de estanqueidad frente al electrolito se han mejorado y a un procedimiento de realización de una batería de este tipo.

- 10 Existen acumuladores de ión litio que utilizan el par óxido de cobalto litiado  $\text{LiCoO}_2$  para el electrodo positivo (cátodo) y el grafito para el electrodo negativo (ánodo). Estos acumuladores ofrecen una tensión nominal del orden de 3,6 V, mientras que la mayoría de los acumuladores del tipo Ni-Cd, Ni-MH, etc. ofrece una tensión nominal del orden de 1,5 V. Además, estos acumuladores ofrecen una densidad de energía muy alta de aproximadamente entre 300 y 400  $\text{Wh}\cdot\text{l}^{-1}$  y de aproximadamente entre 160 y 200  $\text{Wh}\cdot\text{kg}^{-1}$ , una baja autodescarga y un tiempo de vida útil elevado, del orden de 500 ciclos, e incluso de 800 ciclos.

No obstante, los acumuladores de ión litio actuales en la configuración habitual no ofrecen un buen comportamiento en potencia, principalmente a causa del grafito que se utiliza en el electrodo negativo.

- 20 Se ha propuesto, entonces, sustituir este último por óxido de titanio ( $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ ) en una celda de ión litio de tipo monopolar. No obstante, este acumulador solo presenta una tensión nominal del orden de 2,5 V y, por consiguiente, la densidad de energía de la batería se ve reducida.

- 25 Con el fin de realizar una batería que conserve una densidad de energía comparable a la de los acumuladores de ión litio clásicos, se prevé realizar una batería que comprende una multitud de celdas en serie, lo que permite aumentar la tensión del sistema global.

Cada celda comprende un ánodo, un cátodo y un electrolito.

- 30 Para ello, se estructura la batería con la forma de una batería bipolar, p. ej. una batería que presenta unos colectores de corriente que permiten una conexión entre un ánodo de una celda y un cátodo de una celda adyacente. Esta estructura permite reducir la resistencia eléctrica del conjunto con respecto a una batería compuesta por una multitud de celdas monopolares conectadas en serie mediante unos conectores exteriores.

- 35 Esta estructura bipolar también permite limitar las masas y las dimensiones improductivas.

En consecuencia, una batería bipolar está formada por un apilamiento de celdas de acuerdo con un eje longitudinal entre las que se intercalan unas placas colectoras.

- 40 Se realiza una estanqueidad al nivel de cada celda con el fin de confinar al electrolito que, por lo general, es líquido. Esta estanqueidad se obtiene realizando una pared que une dos placas conductoras y que rodea cada celda.

- 45 Esta estanqueidad tiene una gran importancia ya que la circulación de electrolito entre las celdas causada por una fuga puede provocar la aparición de corrientes iónicas o de puentes iónicos, provocando la circulación de los iones de  $\text{Li}_4$ , lo que implica por tanto un mal funcionamiento general de la batería.

- 50 Esta pared está, por ejemplo, realizada por medio de una cola o de un material polímero termoactivable, la cola o el polímero siendo resistentes frente al electrolito. La realización de estas paredes se describe, por ejemplo, en el documento US 5 595 839. Con el fin de activar el polímero, unos dispositivos de calentamiento entran en contacto con los extremos longitudinales del apilamiento.

- 55 Este procedimiento es eficaz en el caso de un número reducido de celdas apiladas, por ejemplo dos. Ahora bien, en el caso de un número mayor de celdas, por ejemplo superior o igual a tres, lo que es preciso para obtener la densidad de energía requerida, este procedimiento tiene un gran inconveniente.

- 60 En efecto, el calentamiento del polímero, destinado a formar las paredes de las celdas intermedias entre las dos celdas situadas al nivel de los extremos longitudinales del apilamiento, se obtiene mediante conducción. En consecuencia, para obtener un calentamiento suficiente del polímero de las celdas intermedias, se requiere un tiempo de calentamiento importante. Ahora bien, ese tiempo de calentamiento es excesivamente largo para el polímero de las celdas de los extremos. Esto crea entonces una disparidad entre las celdas de los extremos y las celdas intermedias, en efecto las celdas de los extremos tienen unas paredes menos altas que las de las celdas intermedias, ya que estas se han calentado durante más tiempo. En consecuencia, la altura de las celdas de los extremos es más baja que la de las celdas de los extremos, la resistencia interna de la batería se ve, por lo tanto, aumentada.

- 65 Se ha propuesto, por ejemplo en el documento US 2004/0091771, utilizar varios polímeros con unas temperaturas

de fusión diferentes, su temperatura de fusión decreciendo a medida que se aleja de los extremos del apilamiento. Ahora bien, este procedimiento de sellado precisa, por una parte, el empleo de varios polímeros, lo que exige una atención especial durante la realización de las estanqueidades en la colocación de los diferentes tipos de polímeros, y un control especialmente riguroso de la temperatura. Ahora bien, a menudo sucede que algunos polímeros utilizados para formar las paredes en el centro del apilamiento se desplazan provocando una fuga de electrolito.

Ese documento también propone utilizar un electrolito de tipo gel, lo que permite evitar el flujo en caso de ruptura de estanqueidad. Ahora bien, de manera general, un electrolito en forma de gel ofrece peores prestaciones que un electrolito líquido.

También se conoce del documento JP 2005 3100588 una batería bipolar formada por un apilamiento de celdas. La estanqueidad de las celdas se obtiene mediante calentamiento, pero este documento no ofrece ninguna indicación acerca de la manera en que se realiza este calentamiento. Por otra parte, la superficie de la materia activa de cada celda varía con la superficie de las placas colectoras. Existe, entonces, un riesgo de deterioro de la materia activa durante el calentamiento.

El documento JP 2006 139994 también describe una batería bipolar que comprende un apilamiento de celdas, las celdas estando de tal modo que una zona de cada una de las placas colectoras de cargas de cada una de las celdas esté libre con respecto a la zona superior permitiendo una conexión más fácil con un cable. El problema del deterioro de la materia activa durante la realización de las estanqueidades laterales de las celdas también se plantea.

Es por ello un objetivo de la presente invención proporcionar una batería bipolar que ofrece una alta tensión nominal y una alta densidad de energía, en la que los electrolitos, de preferencia líquidos, de las diferentes celdas están aislados de manera segura evitando un mal funcionamiento prematuro de la batería.

Es también un objetivo de la presente invención proporcionar un procedimiento de realización simple de una batería bipolar con una alta tensión nominal y una alta densidad de energía, que permite garantizar un confinamiento del electrolito dentro de las diferentes celdas.

### Exposición de la invención

Los objetivos que se han mencionado anteriormente se consiguen mediante una batería bipolar formada por un apilamiento de celdas cuya estructura permite un calentamiento repartido al nivel de cada celda, y que evita un aporte demasiado importante de calor a las celdas de los extremos.

Para ello, se prevé dejar libre una zona de al menos una placa colectora de cada celda en la perpendicular del material destinado a formar la pared.

Se ha comprobado, de manera sorprendente, que el hecho de liberar esta zona permitía obtener un calentamiento eficaz de las paredes intermedias sin requerir un sobrecalentamiento de las paredes de los extremos.

En algunas realizaciones, estas zonas libres permiten que un dispositivo de calentamiento entre en contacto con cada placa colectora en la perpendicular de este material, para realizar un calentamiento individual de cada material.

En otras palabras, las juntas que se colocan entre las placas interconectoras están desplazadas transversalmente con el fin de que dos juntas no se encuentren en la perpendicular la una de la otra de acuerdo con el eje de apilamiento.

Las zonas libres de las placas colectoras realizadas de este modo permiten ensamblar unos apilamientos intermedios. Por ejemplo, se prevé realizar unos conjuntos de dos celdas, a continuación se ensamblan estos conjuntos, una celda se define entonces entre los dos conjuntos, al aplicar el dispositivo de calentamiento sobre una de las zonas libres de una de las placas colectoras de los extremos de uno de los conjuntos. Este procedimiento de ensamblaje no produce de nuevo el calentamiento de una junta de pared ya solidarizada con las placas colectoras asociadas.

En un procedimiento particular de realización, el dispositivo de calentamiento accede directamente a la zona que hay que calentar de cada placa y calienta una junta sin calentar la otra junta. Se realiza, por lo tanto, la estanqueidad de cada celda de manera separada. Ya sea de manera separada en el tiempo, utilizando el mismo dispositivo de calentamiento para todas las celdas, este entrando en contacto de forma sucesiva con las placas colectoras, ya sea de manera separada en la aplicación de los dispositivos, previendo una multitud de dispositivos de calentamiento dedicados cada uno a una celda, todas o parte de las estanqueidades siendo realizadas entonces de manera simultánea.

De este modo se evita el sobrecalentamiento de una parte del material destinado a formar las paredes de las celdas de los extremos. El procedimiento de realización es simple ya que no necesita la utilización de varios polímeros, además la temperatura de calentamiento se puede mantener idéntica para todas las celdas.

La presente invención tiene por lo tanto principalmente por objeto un procedimiento de fabricación de una batería bipolar que comprende al menos tres celdas provistas de cuatro placas colectoras con unas superficies diferentes, que comprenden las etapas que se definen en la reivindicación 1.

5 La presente invención también tiene por objeto una batería bipolar de acuerdo con la reivindicación 9, que se obtiene mediante el procedimiento de acuerdo con la presente invención.

10 La presente invención también tiene por objeto una batería bipolar de acuerdo con la reivindicación 12, que se obtiene mediante el procedimiento de acuerdo con la presente invención.

Las paredes pueden estar situadas de manera ventajosa en la perpendicular de los bordes exteriores de una de las placas colectoras que une, lo que permite evitar los contactos en los bordes de las placas.

15 De manera ventajosa, los extremos de las placas colectoras están recubiertos por una capa que forma una barrera suplementaria para el flujo del electrolito.

En un ejemplo de realización, las paredes laterales sucesivas tienen una sección creciente en un sentido dado, las placas colectoras sucesivas presentando una superficie creciente en dicho sentido dado.

20 En otro ejemplo de realización, la batería comprende unas paredes con una sección más grande y unas paredes con una sección más pequeña, dichas paredes con una sección más grande y dichas paredes con una sección más pequeña sucediéndose de manera alterna, y unas placas colectoras con una sección más grande y unas placas colectoras con una sección más pequeña, las placas colectoras con una sección más grande y las placas colectoras con una sección más pequeña sucediéndose de manera alterna.

Las paredes son, por ejemplo, de polímero termoactivable, de tipo epoxi, o de cola de tipo poliacrílica, de poliuretano.

30 La capa que se deposita sobre el contorno de las placas interconectoras es, por ejemplo, una cola de tipo poliacrílica, de poliuretano.

De manera ventajosa, los cátodos son de  $\text{LiFePO}_4$  y los ánodos son de  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ .

35 Durante la etapa b), la aplicación de un calentamiento a las placas intermedias se puede realizar de manera simultánea para solidarizar todas las paredes laterales con las placas colectoras correspondientes de manera simultánea, la aplicación de un calentamiento a las placas intermedias se puede realizar de manera sucesiva para cada pared lateral.

40 De manera ventajosa, previamente a la etapa a), está prevista una etapa a0) de realización de un conjunto de una placa colectora y de un ánodo, de un conjunto de una placa colectora y de un cátodo, y de unos conjuntos de placas colectoras con un ánodo en una cara y un cátodo en otra cara.

45 Tras la etapa a0) y antes de la etapa a), se puede prever una etapa de corte de las placas colectoras con la superficie requerida.

Las placas colectoras están, por ejemplo, cortadas de tal modo que se obtengan unas placas colectoras con una superficie decreciente.

50 La etapa b) se realiza de manera ventajosa en primer lugar al nivel de las placas con las superficies más pequeñas.

El procedimiento de fabricación de acuerdo con la invención también puede comprender una etapa que sigue a la etapa b) de depósito de una capa de material resistente frente al electrolito sobre el contorno exterior libre de cada placa colectora y en contacto con las paredes laterales.

55 **Breve descripción de los dibujos**

La presente invención se entenderá mejor con la descripción que se da a continuación y los dibujos que se anexan, en los que:

60 - la figura 1 es una vista en sección longitudinal de un primer ejemplo de realización de un apilamiento de celdas de una batería bipolar de acuerdo con la presente invención;

65 - la figura 2 es una vista en sección longitudinal de un segundo ejemplo de realización de un apilamiento de celdas de una batería bipolar de acuerdo con la presente invención;

- las figuras 2A y 2B son unas representaciones en las etapas intermedias de realización del apilamiento de la figura 2;

5 - la figura 3 es una vista en sección longitudinal de un tercer ejemplo de realización de un apilamiento de celdas de una batería bipolar de acuerdo con la presente invención;

10 - la figura 4 es una representación gráfica de una curva de ciclado de una batería de acuerdo con la presente invención, que representa la evolución de la tensión y de la intensidad en función del tiempo durante tres ciclos de carga/descarga;

- la figura 5 es una representación gráfica de la evolución de la tensión en V en función del tiempo en segundos en los bornes de una batería bipolar de acuerdo con la presente invención compuesta por un apilamiento de trece celdas.

### 15 **Exposición detallada de modos de realización particulares**

En la presente descripción, las expresiones “pared lateral con una sección más grande” y “pared lateral con una sección más pequeña” se utilizan para describir las dimensiones relativas de dos paredes laterales sucesivas, una pared lateral con una sección más grande delimita con su cara interior una zona central con una superficie más grande que la superficie externa que delimita la cara externa de la pared lateral con una sección más pequeña de tal modo que no haya ninguna superposición entre las dos paredes laterales sucesivas, según la dirección longitudinal. De hecho, la pared lateral con una sección más grande presenta unas dimensiones interiores superiores a las dimensiones externas de la pared lateral con una sección más pequeña de tal modo que no exista recubrimiento entre las dos paredes laterales sucesivas.

25 En la figura 1, se puede observar un primer ejemplo de realización de un apilamiento de celdas para batería bipolar de acuerdo con la presente invención.

30 Se llamará “celda”, en la presente descripción, a un conjunto que comprende un ánodo 2.1 de un material eléctricamente conductor, un cátodo 2.2 de un material eléctricamente conductor y un electrolito 2.3 situado entre el ánodo y el cátodo.

35 En toda la descripción, se considerará el caso de un apilamiento de celdas con forma rectangular. Este apilamiento presenta un eje longitudinal X. Pero un apilamiento con una sección circular u ovalada o de cualquier otra forma no se sale del marco de la presente invención.

De manera ventajosa, el electrolito es líquido y está contenido dentro de un material microporoso dieléctrico con el cual están en contacto el ánodo y el cátodo.

40 En la figura 1, se puede observar un apilamiento con una multitud de celdas 2, 4, 6 conectadas eléctricamente en serie. En el ejemplo representado, únicamente están apiladas tres celdas.

45 La celda 2 está formada por un ánodo 2.1 de un material eléctricamente conductor, un cátodo 2.2 de un material eléctricamente conductor y un electrolito 2.3 situado entre el ánodo y el cátodo.

El ánodo 2.1 está soportado por una placa colectora de corriente A, esta última estando, por lo tanto, en contacto eléctrico con el ánodo 2.1, y el cátodo 2.2 está soportado por una placa colectora de corriente B, esta última encontrándose en contacto eléctrico con el cátodo 2.2.

50 La celda 4 está formada por un ánodo 4.1 de un material eléctricamente conductor, un cátodo 4.2 de un material eléctricamente conductor y un electrolito 4.3 situado entre el ánodo y el cátodo.

El ánodo 4.1 está soportado por la placa colectora B sobre una superficie opuesta a la que recibe el cátodo 2.2

55 El cátodo 4.2 está soportado por una placa colectora C y se encuentra en contacto eléctrico con esta.

La celda 6 está formada por un ánodo 6.1 de un material eléctricamente conductor, un cátodo 6.2 de un material eléctricamente conductor y un electrolito 6.3 situado entre el ánodo y el cátodo.

60 El ánodo 6.1 está soportado por la placa colectora C sobre una cara opuesta a la que recibe al cátodo 4.2.

El cátodo 6.2 está soportado por una placa colectora D.

Las placas colectoras B y C garantizan la conexión eléctrica en serie de las celdas 2, 4, 6.

65 Los cátodos son, por ejemplo, de  $\text{LiFePO}_4$  y los ánodos son, por ejemplo, de  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ .

5 Las placas colectoras A, B, C, D son de manera ventajosa de aluminio, lo que permite reducir la masa de la batería de manera importante, en efecto la densidad del aluminio es tres veces inferior a la del cobre. Pero se sobreentiende que unos colectores de cobre o de cualquier otro material conductor eléctrico no se salen del marco de la presente invención.

10 Cada celda 2, 4, 6 está rodeada por una pared 2.4, 4.4, 6.4 que garantiza el confinamiento del electrolito 2.3, 4.3, 6.3 dentro de la celda y que evitan la circulación de electrolito entre las celdas. En el ejemplo que se describe, cada pared rodea la celda y presenta, por lo tanto, la forma de un rectángulo hueco.

Estas paredes son, por ejemplo, a base de un polímero termoactivable de tipo epoxi, o de una cola, de tipo poliacrílico o de poliuretano.

15 De acuerdo con la presente invención, las paredes están de tal modo que dos paredes sucesivas no estén superpuestas de acuerdo con el eje X.

En el ejemplo que se representa en la figura 1, las paredes tienen una sección general rectangular hueca en su centro.

20 Las paredes forman, de hecho, unas juntas cuya forma general es la de un marco rectangular que rodea la celda.

Se prevé que la pared de una celda inferior de acuerdo con el sentido indicado por la flecha 12 tenga unas dimensiones interiores más grandes que las de la pared superior. De manera más particular, se prevé que la longitud y la anchura del hueco de la pared inferior sean más grandes que la longitud y que la anchura externa de la pared superior.

De este modo, la pared 2.4 y la pared 4.4 no están superpuestas si se mira según la flecha 12.

30 Del mismo modo, las paredes 4.4 y 6.4 no están superpuestas.

Por otra parte, en el ejemplo que se representa, las placas conductoras A, B, C también presentan una superficie creciente según la flecha 12.

35 Las dimensiones externas de cada pared 2.4, 4.4 y 6.4 son, de manera ventajosa, tales que sean prácticamente iguales a las de la placa colectoras con unas dimensiones más pequeñas de las dos placas colectoras entre las que se extiende. Unos salientes 14, 15, 18 están, por lo tanto, definidos en el contorno exterior de las placas con una superficie más grande de cada celda.

40 Esta realización escalonada evita la deformación de los bordes de placas y, en consecuencia, los riesgos de cortocircuito.

De este modo, el apilamiento que se representa en la figura 1 presenta prácticamente la forma de una pirámide escalonada.

45 Las paredes 4.2, 6.2, están situadas por debajo de los salientes 14, 16 en las figura 1; se puede entonces aplicar un dispositivo de calentamiento sobre cada saliente 14, 16 para calentar el material que forma la pared y garantizar su solidarización con las dos placas colectoras.

50 De este modo, la operación de confinamiento del electrolito se realiza al nivel de cada celda y no solo al nivel de los extremos longitudinales del apilamiento.

55 De manera ventajosa, se prevé utilizar unos electrodos del mismo tamaño para todas las celdas, lo que permite simplificar la fabricación y reducir sus costes. Únicamente varía el tamaño de las placas colectoras. Por otra parte, la superficie del apilamiento ánodo/electrolito/cátodo, también denominada materia activa, es de manera ventajosa invariable para todo el apilamiento, de tal modo que se tenga un apilamiento preciso de todos los apilamientos entre sí. Esto permite tener la materia activa de cada celda alejada de la zona en la que se aplica el calentamiento para realizar las estanqueidades. Además, este apilamiento preciso permite obtener una batería cuyas prestaciones se ven mejoradas, con respecto a una batería cuyo tamaño de la materia activa variaría de una celda a otra.

60 Se prevé fijar un electrodo sobre una placa colectoras, a continuación cortar la placa colectoras a la medida deseada. De este modo, solo se utiliza un tamaño inicial de placa colectoras y un único tamaño de electrodo.

65 Gracias a la estructura del apilamiento de acuerdo con la presente invención, los salientes 14, 16 forman, por otra parte, una barrera adicional en caso de fuga al nivel de las paredes 2.4, 4.4. En efecto, en caso de fuga, el electrolito debería recorrer el saliente, lo que reduce más aun el riesgo de circulación de electrolito de una celda a otra.

De manera ventajosa, se prevé recubrir por completo los salientes 14, 16, 18 con unas capas 20, 22, 24 respectivamente de un material resistente al electrolito, por ejemplo del tipo cola, como un poliacrílico o un poliuretano.

5 Las capas 20, 22, 24 están en contacto por su contorno interior con la cara externa de las paredes 2.4, 4.4., 6.4.

En caso de fuga entre las paredes 2.4, 4.4, 6.4 y la placa colectora inferior B, C, D, la capa 20, 22, 24 forma un obstáculo adicional para el flujo del electrolito.

10 En el ejemplo que se representa, la placa D tiene unas dimensiones superiores a las de la placa C y delimitan un saliente. No obstante, se podría prever que las placas C y D sean del mismo tamaño. Por el contrario, este saliente permite de manera ventajosa la aplicación de una capa de cola, con el fin de aumentar aun más el nivel de estanqueidad.

15 Se puede prever aumentar el número de celdas apiladas para alcanzar la tensión y la densidad de energía requeridas, la superficie de las placas colectoras creciendo en una dirección dada del apilamiento.

A continuación se va a explicar el procedimiento de fabricación de este apilamiento.

20 Por ejemplo, en primer lugar se realizan unos conjuntos formados por una placa colectora y un electrodo y unos conjuntos con unos electrodos sobre las dos caras de una placa colectora.

De este modo, se forma para realizar el apilamiento de la figura 1:

25 - un conjunto 26 que comprende la placa colectora A y el ánodo 2.1;

- un conjunto 28 que comprende la placa colectora B, el cátodo 2.2 y el ánodo 4.1;

30 - un conjunto 30 que comprende la placa colectora C, el cátodo 4.2 y el ánodo 6.1;

- un conjunto 32 que comprende la placa colectora D y el cátodo 6.2.

Por ejemplo, todas las placas en esta fase de realización tienen la misma superficie.

35 A continuación, las placas colectoras A, B, C, D se cortan de tal modo que las superficies de las placas A, B, C y D sean decrecientes en ese orden.

A continuación, se apilan los conjuntos 32, 30, 28, 26, en ese orden, situando al electrolito entre el ánodo y el cátodo de cada celda.

40 Para ello, se coloca en primer lugar el conjunto 32.

45 A continuación se sitúa la pared 6.4 sobre la placa colectora C alrededor del cátodo 6.2, la pared se presenta con la forma de un rectángulo hueco realizado en una película, por ejemplo de polímero. De manera ventajosa, esta película tiene prácticamente el espesor de la celda, p. ej. el espesor del apilamiento ánodo-electrolito-cátodo, con el fin de evitar las distorsiones geométricas.

50 El electrolito se coloca a continuación sobre el cátodo 6.2, se puede prever colocar el electrolito antes que la pared 6.4.

Se coloca a continuación el conjunto 30 sobre el conjunto 32 y la pared 6.4. A continuación se coloca la pared 4.4. y el electrolito, el conjunto 28, la pared 2.3 y el electrolito y, por último, el conjunto 26.

A continuación, se realiza el sellado de las paredes sobre las placas colectoras con las que están en contacto.

55 Para ello, y gracias a la configuración particular de la invención, al calentar las placas colectoras de los extremos A y B del apilamiento, se obtiene un reparto uniforme de la temperatura al nivel de las paredes 2.4., 4.4 y 6.4. En particular, la pared 4.4 se calienta lo suficiente como para solidarizarse con las placas colectoras B y C, sin que se aporte una cantidad excesiva de calor a las paredes 2.4 y 6.4. El sellado se realiza entonces sin deformación.

60 Este procedimiento de realización se aplica a un apilamiento de más de tres celdas, pero es especialmente ventajoso en el caso de un apilamiento de tres celdas.

65 El dispositivo de calentamiento está formado, por ejemplo, por dos elementos destinados a estar en contacto plano con las placas colectoras de los extremos A y B al menos en la perpendicular de las paredes 2.4 y 6.4. Estos dos elementos tienen, por ejemplo, la forma de marco que corresponde al de las paredes. De manera ventajosa, se evita

calentar la parte central de la celda en la perpendicular de los apilamientos ánodo-electrolito-cátodo.

También se puede realizar un sellado individual, previendo que el dispositivo de calentamiento entre en contacto con el contorno de cada placa colectora en la perpendicular de la pared.

5 Para ello, se prevé aplicar el dispositivo de calentamiento sobre las placas de los extremos y las placas colectoras intermedias, de manera simultánea o sucesiva.

10 En este caso particular, la cantidad de calor que aporta el dispositivo de calentamiento se transmite mediante conducción al material de las paredes 2.4, 4.4, 6.4 que se funde y se fija a las placas colectoras al enfriarse.

15 El dispositivo de calentamiento presenta en este caso, de preferencia, una forma que garantiza un contacto de la superficie con los salientes y que garantice un contacto en todo el saliente. De este modo, en el ejemplo representado de un apilamiento con forma de una pirámide escalonada, el dispositivo de calentamiento comprende al menos una superficie formada por un contorno rectangular.

20 Para la realización del procedimiento particular anterior, el dispositivo de calentamiento puede presentar una forma interior que se corresponda con la forma externa del apilamiento, es decir con una multitud de escalones que se corresponden con los salientes del apilamiento, o este puede comprender una única superficie de calentamiento que se aplica de manera sucesiva en cada saliente, en este caso esta superficie se puede modificar de tal modo que se ajuste a las dimensiones de los salientes.

25 El sellado se realiza, por lo general, sin ejercer una fuerza axial sobre el apilamiento. Pero se podría prever el aplicar esta fuerza.

De este modo, gracias a la invención, cada pared se calienta de manera suficiente como para sellarla a las dos placas colectoras que esta une, y no experimenta ningún calentamiento innecesario.

30 Por último, de manera ventajosa, las capas 20, 22, 24 se depositan sobre los contornos de las placas colectoras, reduciendo aun más los riesgos de fuga.

35 En este ejemplo, las capas 20, 22, 24 recubren todo el contorno exterior de las placas colectoras, pero se podría prever realizar unas capas que solo cubran parcialmente el contorno exterior de las placas. No obstante, tal y como se verá en el ejemplo que se representa en la figura 3, esta cobertura total permite evitar los riesgos de cortocircuito entre placas.

40 En el procedimiento que se acaba de describir, se apilan todas las placas, los electrolitos y las paredes antes de realizar el sellado. No obstante, se podría realizar el sellado a medida que se vayan apilando las placas. En ese caso, la invención permite evitar aun más un calentamiento adicional de una pared cuando esta ya ha sido sellada en una etapa previa.

45 En la figura 2, se puede observar un segundo ejemplo de realización de un apilamiento de celdas para una batería bipolar, en el que se repite una estructura con el fin de limitar la sección máxima de las placas colectoras. En el ejemplo representado, el apilamiento comprende doce celdas y trece placas interconectoras designadas desde A a M de arriba a abajo.

El apilamiento de la figura 2 está compuesto por una sucesión de dos estructuras idénticas 26.

50 La estructura 26 comprende un apilamiento de seis celdas conectadas en serie mediante unas placas colectoras A, B, C, D, E, F, G. Las paredes que unen las placas A y B, B y C, y C y D en este orden tienen una sección creciente según la flecha 12, y las paredes que unen las placas D y E, E y F, F y G, en este orden, tienen una sección decreciente. La estructura 26 tiene, por lo tanto, vista de frente, prácticamente el contorno de un hexágono regular. Además, las placas A, B, C y D tienen una superficie creciente en este orden, y las placas D, E, F y G tienen una superficie decreciente en este orden.

55 En el ejemplo representado, las paredes 106.4 y 108.4 están alineadas si se miran según la flecha 12. No obstante, estas paredes están, cada una, asociadas a un saliente diferente, de este modo el material que compone cada una de estas paredes se puede calentar por separado al nivel del saliente asociado.

60 El contorno exterior D1 de la placa colectora D que está situada en el centro del apilamiento está recubierta en estas dos caras por una capa 28 para mejorar la estanqueidad.

65 Gracias a esta configuración, se prepara para cada pared una zona sobre una placa conductora con la que puede entrar en contacto el dispositivo de calentamiento simbolizado por la flecha 15, limitando la extensión transversal del apilamiento.

Como para la pila de la figura 1 se selecciona, de manera preferente, un tamaño de materia activa idéntico para todas las celdas, los conjuntos ánodo/electrolito/cátodo apilándose de tal modo que estén alineados entre sí.

A continuación se va a describir el procedimiento de realización de este apilamiento.

5 Tal y como está representado en la figura 2A, se comienza realizando el apilamiento central formado por las placas F, G y H. Estas tres placas presentan unas superficies iguales.

10 El apilamiento se realiza de manera similar a la que se ha descrito para el apilamiento de la figura 1, situando las paredes cortadas dentro de una película entre dos placas colectoras.

A continuación, el dispositivo de calentamiento se aplica sobre el contorno exterior de las placas F y G, simbolizado por las flechas 15.

15 Se sigue con el apilamiento de las placas hacia arriba tal y como está representado en la figura 2B, el sellado se realiza calentando de forma individual al nivel de los extremos periféricos libres de las placas colectoras A, B, C, D, E y F, como para el apilamiento de la figura 1.

20 Cuando la placa colectora A se ha sellado, se le da la vuelta al apilamiento parcial de tal modo que la placa A forme el extremo inferior del apilamiento. A continuación se sigue con el apilamiento de las placas provistas de los electrodos y el sellado.

En la figura 3, se puede observar otro ejemplo de realización de un apilamiento de acuerdo con la presente invención, que comprende dos tipos de placa colectora con una superficie diferente.

25 De este modo, el apilamiento comprende unas placas A, con una superficie más pequeña, y unas placas B, con una superficie más grande, alternas.

30 En este ejemplo de realización, el sellado se realiza a medida que las placas colectoras se van apilando y no al final como en el ejemplo de la figura 1.

De acuerdo con la presente invención, las paredes de dos celdas sucesivas no están superpuestas lo que evita, durante el sellado de la segunda pared, calentar de nuevo la primera pared sellada.

35 Las paredes se designan con las referencias desde 1.002 a 1.006.

Por ejemplo, se apilan las placas colectoras A1, B1 y la pared 1.002. Se realiza el sellado de este ensamblado aplicando el dispositivo de calentamiento sobre una de las placas A1, B1 en la perpendicular de la pared 1.002.

40 A continuación se apila la placa A2 y la pared 1.004, esta no encontrándose en la perpendicular de la pared 1.002. Durante el sellado, el dispositivo de calentamiento se aplica sobre la placa A2 en la perpendicular de la pared 1.004 que no está en la perpendicular de la pared 1.002, por lo tanto, esta no se ve sometida de nuevo a un calentamiento o en todo caso solo a un calentamiento reducido.

45 Se sigue con el apilamiento de las placas y de las paredes y con su sellado paso a paso.

A continuación se deposita la cola sobre el contorno exterior libre de las placas con el fin de formar una segunda barrera de estanqueidad.

50 Esta capa presenta, además, la ventaja de garantizar un aislamiento eléctrico entre dos placas colectoras. En efecto, durante el sellado y dados los reducidos espesores de las placas, del orden de entre 20  $\mu\text{m}$  y 70  $\mu\text{m}$ , sus contornos exteriores se deforman y pueden entrar en contacto una con otra y provocar un cortocircuito. Pero, gracias a la presencia de la capa de cola, este cortocircuito se evita incluso en caso de contacto entre las placas.

55 Como para la pila de la figura 1, se selecciona de manera preferente un tamaño de materia activa idéntico para todas las celdas, los conjuntos ánodo/electrolito/cátodo apilándose de tal modo que estén alineados entre sí.

A título de ejemplo, podemos dar los siguientes valores para las dimensiones de un apilamiento de celdas de acuerdo con la presente invención.

60 Las paredes tienen una altura de alrededor de 1 mm. La capacidad de la batería es proporcional a la superficie de los electrodos. Se pueden considerar unas placas colectoras con una superficie que puede variar desde el  $\text{cm}^2$  hasta el  $\text{m}^2$ .

65 En la figura 4 se puede observar un gráfico que representa la evolución de la tensión U en voltios y de la intensidad i en mA en los bornes de la batería en función del tiempo en horas, denominada curva de ciclado, con el fin de

demostrar la ausencia de corriente iónica en la batería de acuerdo con la presente invención y, por lo tanto, la estanqueidad de las paredes frente al electrolito. La batería, de acuerdo con la presente invención, que se utiliza en este caso comprende seis celdas con un tamaño creciente entre  $22 \times 20 \text{ cm}^2$  y  $16 \times 14 \text{ cm}^2$ .

5 Esta curva representa varios ciclos de carga y de descarga de la batería.

10 Con el fin de verificar que no se produce ninguna corriente iónica en el ensamblado durante el ciclado, se anotan los tiempos de carga y descarga para un mismo régimen aplicado. Si estos últimos son idénticos, la batería bipolar funciona correctamente, no hay por lo tanto desplazamiento de electrolito de una celda a otra, la estanqueidad de los compartimentos es, por lo tanto, efectiva.

15 Como se puede comprobar, los tiempos  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  de carga-descarga de los tres ciclos son idénticos, se trata del tiempo medido entre dos pasadas con una intensidad nula en un mismo ciclo. Por consiguiente, el procedimiento de realización de una batería de acuerdo con la presente invención permite evitar de forma eficaz la presencia de fugas y, por lo tanto, la aparición de corriente iónica.

Una batería de acuerdo con la presente invención puede comprender una multitud de apilamientos conectados en paralelo o en serie, con el fin de alcanzar la tensión nominal y la densidad de energía requeridas.

20 En la figura 5, se puede observar una representación gráfica de la evolución de la tensión  $U$  en voltios en los bornes de una batería bipolar de acuerdo con la presente invención en función del tiempo  $t$  en segundos, que comprende un apilamiento de trece celdas conectadas en serie, cada celda presentando una tensión unitaria de 1,9 V. La batería tiene entonces una tensión de 24,9 V y una capacidad de 0,7 Ah.

25 La tensión de 24 V en los bornes de la pila puede estar garantizada durante al menos un periodo de 60.000 segundos.

No se ha descrito el entorno del apilamiento, pero este es tradicional y conocido para el experto en la materia.

30 La batería de acuerdo con la presente invención también se puede utilizar, en particular, como fuente de energía eléctrica en un vehículo automóvil eléctrico, permitiendo no recurrir ya a las energías fósiles.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de fabricación de una batería bipolar que comprende al menos tres celdas provistas de cuatro placas colectoras con superficies diferentes, que comprende las etapas de:
  - a) apilamiento de acuerdo con un eje longitudinal de una sucesión de las placas colectoras con superficies diferentes, entre cada par de placas colectoras estando situados un ánodo, un electrolito, un cátodo, en este orden de acuerdo con el eje longitudinal y una pared lateral que rodea el ánodo, el electrolito y el cátodo, de las paredes laterales de dos celdas adyacentes, una siendo una pared lateral con una sección más grande y la otra siendo una pared lateral con una sección más pequeña, la pared lateral con una sección más grande delimitando con su cara interior una zona central con una superficie más grande que la superficie externa delimitada por la cara externa de la pared lateral con una sección más pequeña, de tal modo que no haya ninguna superposición entre las paredes laterales de dos celdas adyacentes;
  - b) aporte de calor mediante la aplicación de un dispositivo de calentamiento en el contorno exterior libre de las dos placas colectoras de los extremos del apilamiento, al menos en la perpendicular de las paredes laterales de los extremos del apilamiento, para solidarizar cada pared lateral con dichas placas colectoras que están yuxtapuestas a esta, y/o en el contorno exterior libre de las placas colectoras intermedias del apilamiento al menos en la perpendicular de una pared lateral para solidarizar dicha pared lateral con dicha placa colectora y una placa colectora siguiente de tal modo que las zonas en las que se aplica el calor no estén alineadas de acuerdo con el eje longitudinal.
2. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, durante la etapa b), el aporte de calor a las placas intermedias se realiza de forma simultánea para solidarizar todas las paredes laterales con las placas colectoras correspondientes de forma simultánea.
3. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el aporte de calor a las placas intermedias se realiza de forma sucesiva para cada pared lateral.
4. Procedimiento de fabricación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, previamente a la etapa a), está prevista una etapa a0) de realización de un conjunto de una placa colectora y de un ánodo, de un conjunto de una placa colectora y de un cátodo, y de unos conjuntos de placas colectoras con un ánodo en una cara y un cátodo en otra cara.
5. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 4, en el que, tras la etapa a0) y antes de la etapa a), está prevista una etapa de corte de las placas colectoras con la superficie requerida.
6. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 4, en el que las placas colectoras se cortan de tal modo que se obtengan unas placas colectoras con una superficie decreciente.
7. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la etapa b) se realiza en primer lugar al nivel de las placas con superficies más pequeñas.
8. Procedimiento de fabricación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende una etapa que sigue a la etapa b) de depósito de una capa de material resistente frente al electrolito sobre el contorno exterior libre de cada placa colectora y en contacto con las paredes laterales.
9. Batería bipolar que se obtiene mediante el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende al menos tres celdas electroquímicas apiladas de acuerdo con un eje longitudinal, cada celda estando compuesta por un ánodo, por un cátodo y por un electrolito situado entre el ánodo y el cátodo, una placa colectora (B, C) de corriente conectando eléctricamente un ánodo de una celda y un cátodo de una celda adyacente, una placa colectora de corriente sobre el ánodo (A) de una celda situada en un primer extremo longitudinal del apilamiento, una placa colectora (D) de corriente sobre el cátodo situada en un segundo extremo longitudinal del apilamiento, una pared lateral (2.4, 4.4, 6.4) estanca frente al electrolito rodeando cada celda entre cada par de placas colectoras (A, B, C, D) sucesivas, cada par de placas colectoras formando con una pared lateral (2.4, 4.4, 6.4) un compartimento estanco para cada celda, de acuerdo con un eje longitudinal de una sucesión de las placas colectoras con unas superficies diferentes, entre cada par de placas colectoras estando situados un ánodo, un electrolito, un cátodo, en este orden de acuerdo con un eje longitudinal, y una pared lateral que rodea el ánodo, el electrolito y el cátodo, de las paredes laterales de dos celdas adyacentes, una siendo una pared lateral con una sección más grande y la otra siendo una pared lateral con una sección más pequeña, la pared lateral con una sección más grande delimitando con su cara interior una zona central con una superficie más grande que la superficie externa que delimita la cara externa de la pared lateral con una sección más pequeña, de tal modo que no haya ninguna superposición entre las paredes colectoras de dos celdas adyacentes, las placas colectoras siendo de tamaños diferentes, en la cual dichas placas colectoras se apilan de tal modo que sus tamaños sean rigurosamente crecientes o rigurosamente decrecientes.

10. Batería bipolar de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende al menos un primer sub-conjunto de celdas que comprenden unas placas colectoras con unos tamaños rigurosamente crecientes y un segundo sub-conjunto de celdas que comprende unas placas colectoras con unos tamaños rigurosamente decrecientes.
- 5 11. Batería bipolar de acuerdo con la reivindicación anterior, que comprende varios primeros y segundos sub-conjuntos que se suceden longitudinalmente de manera alterna.
12. Batería bipolar que se obtiene mediante el procedimiento de la reivindicación 1 a 8, que comprende al menos tres celdas electroquímicas apiladas de acuerdo con un eje longitudinal, cada celda estando compuesta por un ánodo, por un cátodo y por un electrolito situado entre el ánodo y el cátodo, una placa colectora (B, C) de corriente conectando eléctricamente un ánodo de una celda y un cátodo de una celda adyacente, una placa colectora de corriente sobre el ánodo (A) de una celda situada en un primer extremo longitudinal del apilamiento, una placa colectora (D) de corriente sobre el cátodo situada en un segundo extremo longitudinal del apilamiento, una pared lateral (2.4, 4.4, 6.4) estanca frente al electrolito rodeando cada celda entre cada par de placas colectoras (A, B, C, D) sucesivas, cada par de placas colectoras formando con una pared lateral (2.4, 4.4, 6.4) un compartimento estanco para cada celda, las paredes laterales (2.4, 4.4, 6.4) de dos celdas adyacentes estando desplazadas transversalmente entre sí con respecto al eje longitudinal (X) de tal modo que no haya ninguna superposición entre estas, dicha batería comprendiendo unas paredes laterales con una sección transversal más grande y unas paredes laterales con una sección transversal más pequeña, una pared lateral con una sección más grande delimitando con su cara interior una zona central con una superficie más grande que la superficie externa que delimita la cara externa de la pared lateral con un sección más pequeña, dichas paredes con una sección transversal más grande y dichas paredes con una sección transversal más pequeña sucediéndose de forma alterna, y unas placas colectoras con una sección transversal más grande y unas placas colectoras con una sección transversal más pequeña, las placas colectoras con una sección transversal más grande y las placas colectoras con una sección transversal más pequeña sucediéndose de forma alterna, de tal modo que una pared con una sección transversal más grande se encuentre entre una placa colectora con una sección transversal más grande y una placa colectora con una sección transversal más pequeña y entre dos celdas que comprenden, cada una, dos paredes laterales con una sección transversal más pequeña, y de tal modo que un pared con una sección transversal más pequeña se encuentre entre una placa colectora con una sección transversal más grande y una placa colectora con una sección transversal más pequeña y entre dos celdas que comprenden, cada una, dos paredes laterales con una sección más grande.
- 10  
15  
20  
25  
30
13. Batería de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 12, en la que las paredes (2.4, 4.4, 6.4) están situadas en la perpendicular de los bordes exteriores de una de las placas colectoras (A, B, C) que esta une.
- 35 14. Batería de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 13, en la que los extremos de las placas colectoras (B, C, D) están recubiertos por una capa (20, 22, 24) que forma una barrera adicional para el flujo del electrolito.
15. Batería bipolar de acuerdo con la reivindicación 14, en la que dicha capa (20, 22, 24) es una cola de tipo poliacrítica o de poliuretano.
- 40 16. Batería de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 15, en la que las paredes (2.4, 4.4, 6.4) son de polímero termoactivable, de tipo epoxi, o de cola de tipo poliacrítica o de poliuretano.
- 45 17. Batería de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 16, en la que los cátodos son de  $\text{LiFePO}_4$  y los ánodos son de  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ .

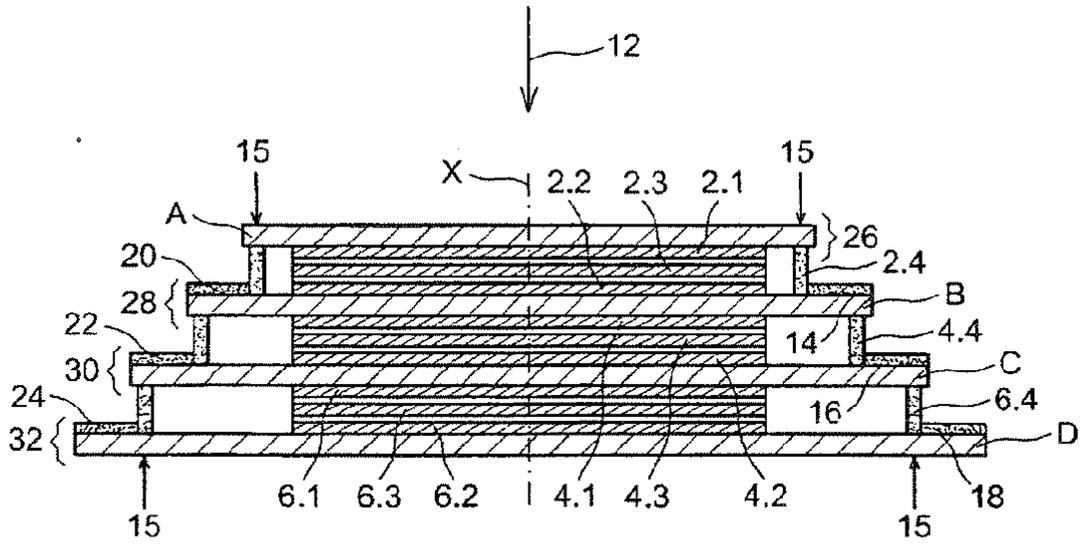


FIG. 1

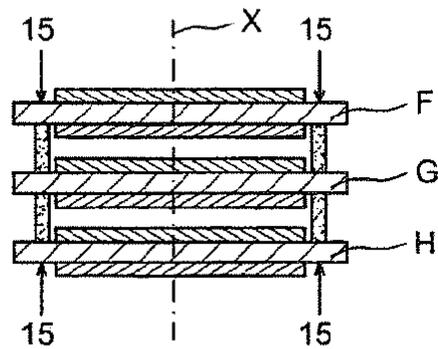


FIG. 2A

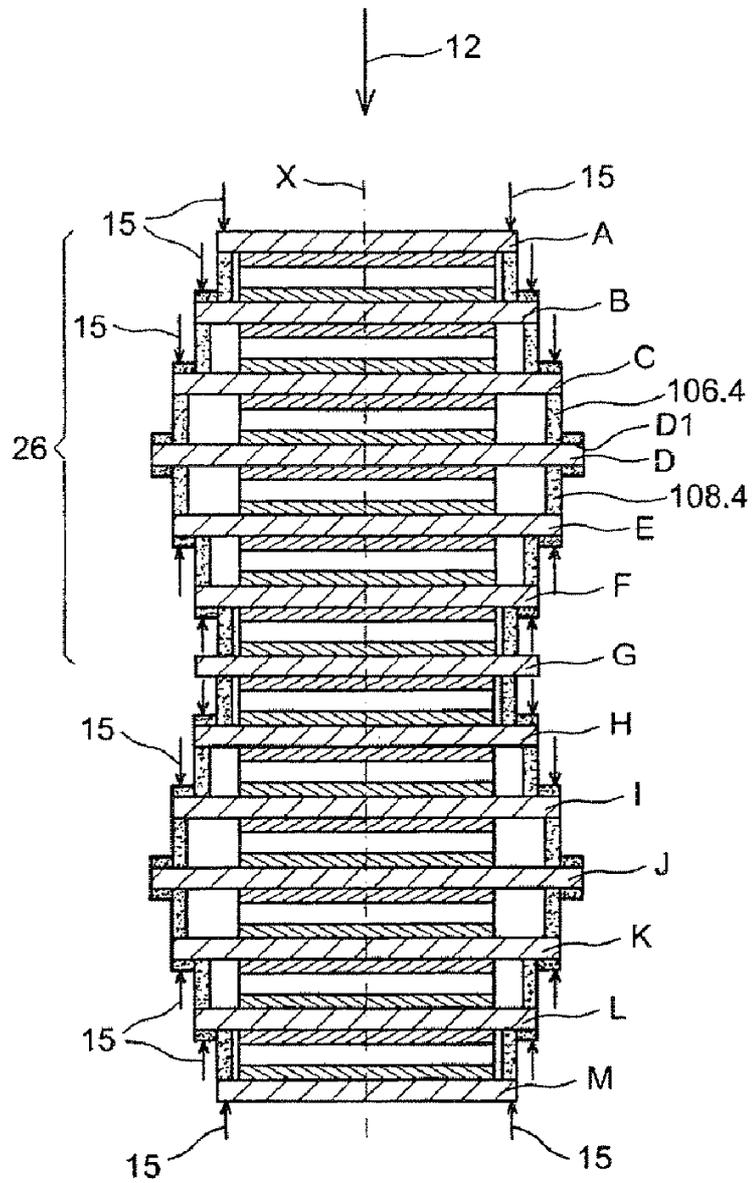


FIG. 2

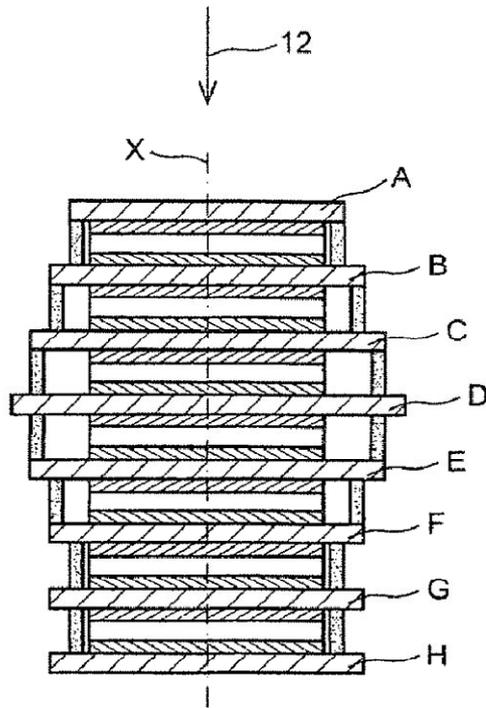


FIG. 2B

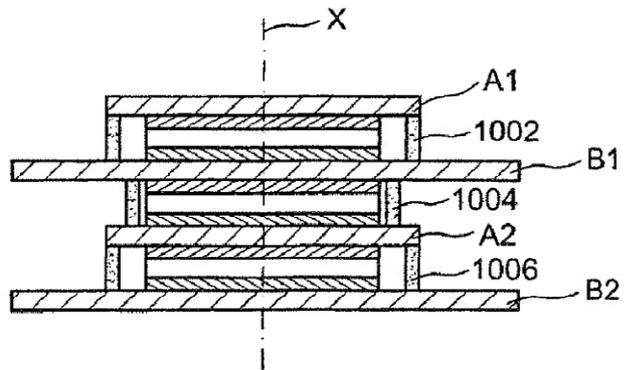


FIG. 3

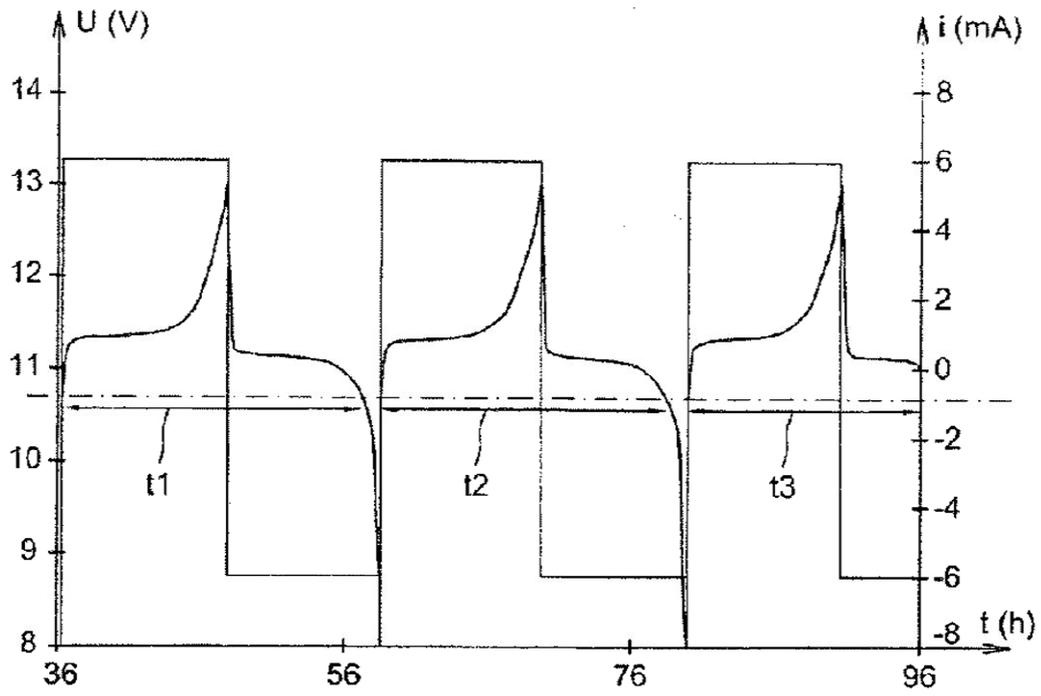


FIG. 4

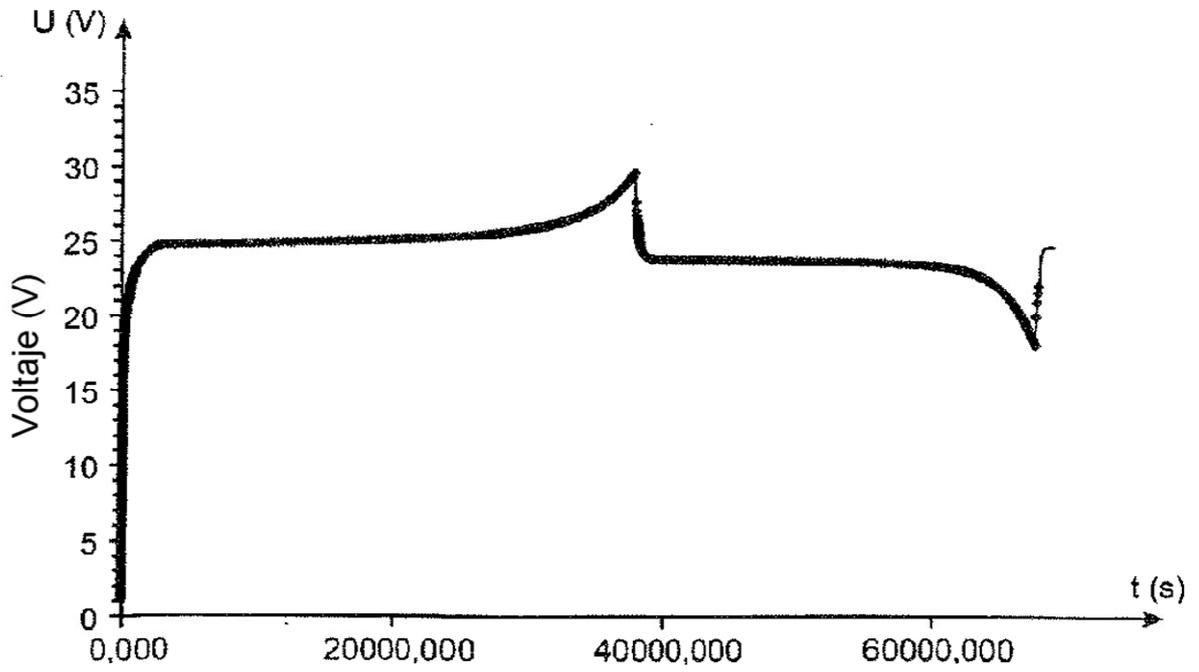


FIG. 5