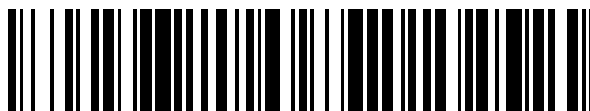


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 696 399**

51 Int. Cl.:

H01M 6/50 (2006.01)

H01M 12/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2014** **PCT/FR2014/053002**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.05.2015** **WO15075401**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2014** **E 14814939 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **26.01.2022** **EP 3072175**

54 Título: **Batería con electrodo de aire extraíble**

30 Prioridad:

22.11.2013 FR 1361516

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

12.05.2022

73 Titular/es:

ELECTRICITÉ DE FRANCE (100.0%)
22-30 Avenue de Wagram
75008 Paris, FR

72 Inventor/es:

TOUSSAINT, GWENAËLLE;
STEVENS, PHILIPPE y
DESHAYES, SOPHIE

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

DESCRIPCIÓN

Batería con electrodo de aire extraíble

5 **Campo de la invención**

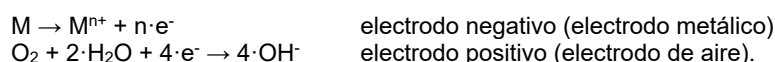
La presente invención se refiere al campo técnico de las baterías que comprenden un electrodo de aire y más particularmente a baterías que comprenden una carcasa y en el interior de esta última un electrodo de aire, un electrolito líquido y el electrodo negativo. Este electrodo negativo puede ser un electrodo metálico.

10

Estado de la técnica

Las baterías de metal-aire forman parte de las baterías que comprenden un electrodo de aire y usan un electrodo negativo metálico, por ejemplo, a base de cinc, de hierro o de litio, acoplado al electrodo de aire. Durante la descarga, se producen las siguientes reacciones:

15



20 Por lo tanto, el oxígeno se reduce al nivel del electrodo de aire y el metal del electrodo negativo se oxida. Lo más a menudo, se usa un electrolito acuoso alcalino.

Estas baterías de metal-aire tienen varias aplicaciones, por ejemplo, las baterías de cinc-aire se comercializan para un uso en prótesis auditivas.

25

Desde hace varias décadas se han realizado numerosos trabajos para la finalización y optimización de electrodos de aire que permiten preparar generadores electroquímicos de tipo metal-aire, conocidos por sus energías másicas elevadas, que pueden alcanzar varios cientos de Wh/kg.

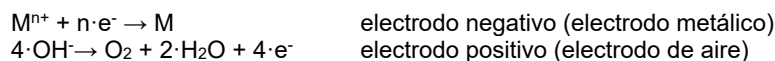
30 Los electrodos de aire también se usan en pilas de combustible alcalinas.

Un electrodo de aire permite usar, como agente oxidante para la reacción electroquímica, el aire de la atmósfera, disponible en cantidad ilimitada en cualquier lugar y en cualquier momento.

35 Un electrodo de aire es una estructura sólida porosa en contacto con el electrolito líquido, que generalmente es una solución alcalina. La superficie de contacto entre el electrodo de aire y el electrolito líquido es una superficie de contacto denominada "de triple contacto" en la que de forma simultánea están presentes el material sólido activo del electrodo, el oxidante gaseoso (aire) y el electrolito líquido.

40 Una descripción de los diferentes tipos de electrodos de aire para baterías de cinc-aire se presenta, por ejemplo, en el artículo bibliográfico de V. Neburchilov *et al.*, con el título "A review on air cathodes for zinc-air fuel cells" (en francés: "Inventaire des cathodes à air pour cellules à combustible zinc-air"), Journal of Power Sources, 195 (2010), páginas 1271 a 1291.

45 Cuando una batería de metal y aire se debe cargar eléctricamente, el sentido de la corriente se invierte y se producen las siguientes reacciones:



50

Por lo tanto, el oxígeno se produce al nivel del electrodo positivo y el metal se vuelve a depositar por reducción sobre el electrodo negativo.

Aunque estas baterías funcionan sin problema principal en fase de descarga, no son estables en fase de carga; el punto débil de la batería de metal-aire durante la fase de carga es el electrodo de aire que no está concebido para su uso en sentido inverso (es decir, en oxidación).

55

De hecho, el electrodo de aire tiene una estructura porosa y funciona en forma de electrodo volumétrico en el que la reacción electroquímica se produce en el volumen del electrodo, en la superficie de contacto entre un gas (el oxígeno del aire), un líquido (electrolito) y un sólido (el material activo del electrodo y opcionalmente un catalizador): es el triple contacto. Esta estructura porosa es importante ya que proporciona una gran superficie de reacción necesaria, y por lo tanto una gran densidad de corriente, ya que la densidad del oxígeno gaseoso es baja con respecto a un líquido. Por ejemplo, la densidad molar del oxígeno en el aire es igual a aproximadamente 0,03 mol/l mientras que el agua tiene una densidad de 55 mol/l.

65

Por lo tanto, de manera general, un electrodo de aire se fabrica a partir de granos de carbono de alta superficie, tal

como Vulcan® XC72 comercializado por la compañía Cabot. La superficie del carbono puede ser aumentada más por reacción con un gas, tal como CO₂, antes de su integración en el electrodo de aire. Los granos de carbono a continuación se aglomeran para formar el electrodo de aire con la ayuda de un polímero hidrófobo fluorado, tal como un copolímero de etileno-propileno fluorado (FEP) comercializado por la compañía Dupont. El documento WO 2000/036677 describe un electrodo de ese tipo para batería de metal-aire.

Esta gran superficie de reacción no es necesaria para la reacción inversa de oxidación a nivel del electrodo positivo durante la fase de carga ya que la concentración de material activo es mucho más elevada. Por el contrario, la estructura porosa del electrodo de aire presenta el inconveniente de ser frágil: los inventores han observado que la estructura porosa del electrodo de aire se destruyó mecánicamente por el desprendimiento de oxígeno gaseoso cuando se usaba para la oxidación del electrolito líquido en oxígeno. De hecho, la presión hidráulica generada en el seno del electrodo de aire mediante la producción de oxígeno gaseoso es suficiente para provocar una ruptura de los enlaces entre los granos de carbono que constituyen el electrodo de aire.

Los inventores también han observado que el catalizador, que se añade al electrodo de aire para mejorar el rendimiento energético de la reacción de reducción del oxígeno tal como el óxido de manganeso o de cobalto, no es estable en el potencial necesario para la reducción del oxígeno. Además, una corrosión por oxidación del carbono se produce en presencia de oxígeno y se acelera a potenciales elevados.

Para solucionar esto, ciertos autores usan un catalizador de reducción de oxígeno más resistente acoplado a un catalizador de desprendimiento de oxígeno en electrodos bifuncionales formados por dos capas acopladas eléctricamente (véase por ejemplo el documento de patente US 5306579). Desgraciadamente, estos electrodos bifuncionales tienen un periodo de duración bajo y un número de ciclos limitado porque la estructura de estos electrodos no resiste los desprendimientos de gases producidos durante largos periodos de tiempo y porque el catalizador no es estable y el carbono se corroe con los potenciales aplicados durante la carga.

Estas degradaciones del electrodo de aire durante la fase de carga reducen fuertemente su periodo de duración y son una de las principales razones que impiden el desarrollo comercial de acumuladores de metal-aire recargables eléctricamente.

En consecuencia, el periodo de duración del electrodo de aire es más corto que el del electrodo metálico para las baterías/pilas usadas alternativamente en modo de descarga y de carga. Sin embargo, sería una lástima tener que deshacerse de la batería/pila mientras que el electrodo metálico todavía se puede usar.

De manera general, el problema relacionado con los desprendimientos gaseosos durante la carga a nivel del electrodo de aire se conoce para cualquier batería que comprende un electrodo de aire.

Presentación de la invención

Por lo tanto, uno de los objetivos de la presente invención es solucionar al menos un inconveniente del estado de la técnica que se ha descrito anteriormente.

Para esto, la presente invención propone un compartimento catódico para batería de electrodo de aire, que comprende un electrodo de aire y que está adaptado para su inserción en una carcasa de la batería de manera extraíble. El electrodo de aire se encuentra en forma de placa y el compartimento catódico es estanco a los líquidos. El compartimento catódico comprende además una conexión eléctrica para unir el electrodo de aire a un polo positivo de una batería, y un casete hueco que presenta una llegada de aire y una salida de aire, con al menos una cara plana formada al menos en parte por el electrodo de aire, que comprende además un reborde sobre su cara formada al menos en parte por el electrodo de aire del casete, estando dicho reborde formado hacia el exterior del compartimento catódico.

Por lo tanto, el electrodo de aire está comprendido en un compartimento catódico extraíble. Entonces es posible seguir usando el electrodo negativo, en particular el electrodo metálico de una batería de metal-aire, de manera sencilla cuando el electrodo de aire se encuentra al final de su periodo de uso. De hecho, no es necesario desmontar el conjunto de la batería/pila para sustituir el electrodo de aire.

Otras características opcionales y no limitantes del compartimento catódico son las siguientes.

El compartimento catódico comprende un reborde sobre su cara formada al menos en parte por el electrodo de aire del casete para limitar la compresión del electrodo negativo, en particular cuando éste es metálico.

El compartimento catódico comprende de forma ventajosa además un electrodo de aire adicional en forma de una placa que forma al menos en parte otra cara del casete hueco, estando la otra cara enfrentada a la cara formada al menos en parte por el electrodo de aire.

El compartimento catódico comprende de forma ventajosa un refuerzo mecánico alveolado colocado en el interior del

casete apoyado sobre el electrodo de aire.

El compartimento catódico puede presentar una parte inferior y una parte superior, comprendiendo la parte inferior el o los electrodos de aire y teniendo la parte superior al menos una sección inferior en la sección de la parte inferior.

5 La invención también propone una batería recargable de acuerdo con la reivindicación 5 que comprende una carcasa y en el interior de esta última:

- un electrodo de aire;
- 10 - un electrodo negativo; y
- un electrolito; y

en la que el electrodo de aire se puede extraer fuera de la carcasa e integrarse en un compartimento.

15 Por lo tanto, cuando el electrodo de aire llega al final de su periodo de duración, es fácil sustituirlo.

Otras características opcionales y no limitantes de la batería son las que siguen a continuación.

20 En el caso en el que el electrodo negativo es un electrodo metálico, el electrolito es un electrolito líquido, el compartimento catódico es móvil en el interior de la carcasa. La batería comprende entonces un separador aislante eléctricamente entre el electrodo de aire y el electrodo metálico y un elemento flexible. El separador, el compartimento catódico y el electrodo metálico se colocan con el fin de que el elemento flexible se coloque sobre el compartimento catódico para que éste comprima el electrodo metálico por su cara formada al menos en parte por el electrodo de aire. Este elemento flexible puede ser la carcasa de la batería o un sistema de compresión colocado

25 contra una pared de la carcasa.

La batería comprende de forma ventajosa un segundo electrodo de aire integrado en un segundo compartimento catódico móvil y extraíble tal como se ha descrito anteriormente y un segundo separador aislante eléctricamente entre el segundo electrodo de aire y el electrodo metálico. Los dos compartimentos catódicos y el electrodo metálico se colocan con el fin de que el electrodo metálico se comprima entre los dos compartimentos catódicos por sus caras formadas al menos en parte por los electrodos de aire.

30 La batería puede comprender además un segundo electrodo positivo para la carga de la batería. En cuyo caso, el segundo electrodo positivo se coloca de forma ventajosa entre el compartimento catódico y el electrodo negativo. La batería comprende entonces al menos un espaciador colocado en contacto con el segundo electrodo positivo para facilitar la evacuación de las burbujas de oxígeno producidas en el segundo electrodo positivo durante la carga. Dos espaciadores se pueden colocar, por el contrario, a cada lado del electrodo positivo. Además, el espaciador se puede proporcionar contra una cara del segundo electrodo positivo girada hacia el electrodo negativo, respectivamente hacia el electrodo de aire. En este caso, la batería comprende además al menos una protección mecánica colocada entre el espaciador y el electrodo negativo, respectivamente el electrodo de aire para su protección contra el espaciador.

Dibujos

45 Otros objetivos, características y ventajas aparecerán a la vista de la descripción que sigue a continuación en referencia a los dibujos que se proporcionan a modo ilustrativo y no limitante, entre los cuales:

- la figura 1 representa de forma esquemática un compartimento catódico usado en la batería de acuerdo con la reivindicación 5;
- 50 - la figura 2 representa de forma esquemática en sección el compartimento catódico implementado en la batería de acuerdo con la reivindicación 5 que comprende un electrodo de aire y un refuerzo mecánico alveolado;
- la figura 3 representa de forma esquemática en sección el compartimento catódico implementado en la batería de acuerdo con la reivindicación 5 que comprende dos electrodos de aire y un refuerzo mecánico alveolado;
- la figura 4 representa de forma esquemática en sección el compartimento catódico de acuerdo con la invención que comprende un electrodo de aire, un refuerzo mecánico alveolado y en el que el casete presenta un reborde;
- 55 - la figura 5 representa de forma esquemática un modo de realización de una batería de acuerdo con la presente invención que comprende una carcasa, un electrodo metálico, dos compartimentos catódicos de la figura 2 y dos separadores;
- la figura 6 representa de forma esquemática un modo de realización de una batería de acuerdo con la presente invención que comprende una carcasa, un electrodo metálico, dos compartimentos catódicos de la figura 4 y dos separadores;
- 60 - la figura 7 representa de forma esquemática un modo de realización de una batería de acuerdo con la presente invención que comprende una carcasa, dos electrodos metálicos, dos compartimentos catódicos de la figura 2, un compartimento catódico de la figura 3 y cuatro separadores;
- 65 - la figura 8 representa de forma esquemática un modo de realización de una batería de acuerdo con la presente invención que comprende una carcasa, dos electrodos metálicos, dos compartimentos catódicos de la figura 2,

un compartimento catódico de la figura 3, cuatro separadores y un sistema de compresión;

- la figura 9 representa de forma esquemática un modo de realización de una batería de acuerdo con la presente invención que comprende una carcasa, un electrodo metálico, dos compartimentos catódicos de la figura 2, dos segundos electrodos positivos, y cuatro separadores;
- la figura 10 representa de forma esquemática un modo de realización de una batería de acuerdo con la presente invención que comprende una carcasa, un electrodo metálico, dos compartimentos catódicos de la figura 2, dos segundos electrodos positivos, cuatro protecciones mecánicas, y cuatro espaciadores;
- la figura 11 representa de forma esquemática una batería de acuerdo con la presente invención en la que el compartimento catódico presenta una parte superior y una parte inferior, disminuyendo la sección de la parte superior a medida que se aleja de la parte inferior; y
- la figura 12 representa de forma esquemática una batería de acuerdo con la presente invención en la que el compartimento catódico presenta una parte superior y una parte inferior, las dos rectangulares, siendo la sección de la parte superior inferior a la sección de la parte inferior formando de ese modo un saliente en la superficie de contacto de las mismas.

Descripción

Una batería de electrodo de aire de acuerdo con la invención se describe a continuación en referencia a las figuras 1 a 12. De manera general el término "batería" se usa en el presente documento para designar cualquier elemento eléctrico que permite almacenar energía en forma química y restituirla en forma eléctrica. Por lo tanto, este término también engloba los términos "pila", "pila de combustible", "pila de combustible regenerativa" y "acumulador".

Una batería **1** de ese tipo comprende una carcasa **11** y, en el interior de esta última, un electrodo de aire extraíble **22**, un electrodo negativo **3** y un electrolito **4**.

El electrodo de aire **22** se puede retirar de ese modo de la carcasa **11**, por ejemplo, de manera corredera, para su sustitución cuando llega al final de su periodo de duración o se deteriora, por ejemplo, debido al hecho de que la estructura de granos de carbono aglomerados está demasiado deteriorada. El electrodo de aire **22** es móvil en el interior de la carcasa **11**, en particular para permitir la comprensión del electrodo negativo **3** tal como se describirá con más detalles a continuación.

El electrodo de aire **22** es de preferencia de un material poroso conductor de electrones. Este material poroso es por ejemplo un compuesto de negro de carbono, de un catalizador a base de óxido de manganeso o de cobalto, de un aglutinante hidrófobo tal como HFP (hexafluoropropileno) o PTFE (politetrafluoroetileno), y de un colector de corriente tal como un colector en forma de una rejilla de níquel. Un polímero conductor de aniones se puede añadir en el electrodo tal como se describe en el documento de patente WO 2010/128242 A1, en particular cuando el electrolito es acuoso. Este polímero tiene la función de impedir la carbonatación del electrolito acuoso por el CO₂ contenido en el aire. El aglutinante hidrófobo tiene la doble función de producir una estructura porosa integrada mecánicamente a partir de un polvo cuya percolación electrónica se asegura por contacto entre los granos de carbono, y de ser suficientemente hidrófobo como para impedir que el electrolito atraviese el electrodo cuando éste es líquido.

El electrodo negativo **3** es un electrodo metálico como en el caso de una batería de metal-aire. El material del electrodo metálico es de preferencia cinc, hierro o litio. El electrolito es un electrolito líquido.

La batería **1** comprende un compartimento catódico **2** que comprende un casete **21** hueco y una conexión eléctrica **23** para conectar el electrodo de aire **22** al polo positivo de la batería **1** (véanse las figuras 1 a 4). El compartimento catódico **2** está adaptado para su inserción en la carcasa **11** de la batería de manera extraíble. El compartimento catódico **2** es de preferencia estanco a los líquidos, por ejemplo, al electrolito líquido **4** de la batería **1**, en particular cuando el compartimento catódico **2** se proporciona para comprimir el electrodo negativo **3** como se describirá a continuación.

El casete **21** presenta de este modo una cavidad en la que el aire puede circular. El casete **21** también presenta una llegada de aire **24** y una salida de aire **25** para la circulación de aire en el casete **21** y en contacto con el electrodo de aire **22**. El aire usado para alimentar el casete **21** puede ser no tratado, o tratado para ser, por ejemplo, humidificado, secado, descarbonatado (supresión del CO₂) o enriquecido en oxígeno.

El electrodo de aire **22** se integra en el compartimento catódico **2** de manera estanca en forma de una placa que forma al menos en parte una de las caras del casete **21**. El casete **21** puede tener entonces forma cilíndrica con al menos una cara plana formada al menos en parte por el electrodo de aire **22**. En este caso el casete **21** se puede extraer de manera corredera perpendicularmente a la apotema del cilindro.

Por lo tanto, la sustitución del electrodo de aire **22** extraíble se puede realizar de manera fácil retirando simplemente el compartimento catódico **2**.

Como variante, un electrodo de aire **27** adicional se puede proporcionar en el compartimento catódico **2**. Este

segundo electrodo de aire **27** adicional forma al menos en parte una segunda cara del casete **21** enfrentada a la cara formada al menos en parte por el primer electrodo de aire **22** (véase la figura 3). En este caso, el casete **21** tiene de preferencia una forma cilíndrica con dos caras planas paralelas.

- 5 El compartimento catódico **2** puede comprender además un refuerzo mecánico **26** alveolado en el interior del casete **21** para su refuerzo. Este refuerzo mecánico **26** está apoyado sobre el electrodo de aire **22**.

Este refuerzo mecánico **26** es particularmente ventajoso cuando el electrodo negativo **3** es un electrodo metálico en forma de placa y cuando el compartimento catódico **2** y el electrodo metálico **3** se colocan de modo que el
10 compartimento catódico **2** comprime el electrodo metálico **3** por su cara formada al menos en parte por el electrodo de aire **22**, por ejemplo contra una pared de la carcasa **11**, impidiendo la deformación del electrodo de aire **22** durante la compresión del electrodo metálico **3**.

En un modo de realización de ese tipo, la batería **1** comprende un separador **5** que aísla eléctricamente el electrodo de aire **22** del electrodo metálico **3** y que se coloca entre los mismos. El separador **5** es un elemento de un material
15 aislante eléctricamente y conductor de iones, por ejemplo un polielectrolito, es decir, un polímero que comprende grupos cargados. Como variante, también puede ser de un material aislante eléctricamente impermeable al electrolito líquido, por ejemplo un fieltro. El separador **5** se puede proporcionar fijado al electrodo de aire **22** y/o al electrodo negativo **3**. Además, la batería **1** comprende un elemento flexible que actúa sobre el compartimento
20 catódico **2** para mantenerlo contra el electrodo negativo **3** a través del separador **5**.

La compresión del electrodo metálico **3** es ventajosa por las siguientes razones. Durante la fase de carga de una batería de metal-aire, el ion metálico se reduce en metal al nivel del electrodo negativo que se deposita ahí cuando lo permite el potencial a nivel de este electrodo negativo. Sin embargo, en ciertas condiciones, el metal se deposita
25 en forma de espuma poco adherente en la superficie del electrodo metálico. Esta espuma poco adherente se puede desprender del electrodo provocando una pérdida de materia activa y en consecuencia una disminución de la capacidad de la batería. Los inventores han observado que una compresión del electrodo metálico durante la fase de carga limitaba la formación de esta espuma poco adherente. Además, esta compresión también impide que el electrodo metálico se deforme durante los ciclos repetidos de carga y de descarga asegurando un reparto uniforme,
30 homogéneo y denso de la deposición de metal sobre el electrodo metálico.

El elemento flexible puede estar formado por la carcasa **11** de la batería. Los elementos que se colocan en el interior de la carcasa **11** se insertan en la misma con fuerza. El elemento flexible también se puede preparar en forma de un sistema de compresión **6**. Este sistema de compresión **6** se coloca contra una pared de la carcasa **11** y otro
35 elemento de la batería **1**, por ejemplo, el compartimento catódico **2** o el electrodo metálico **3**. El sistema de compresión **6** permite asegurar la compresión del electrodo metálico **3** una vez que el compartimento catódico **2** y el electrodo metálico **3** están en su lugar y después de su inserción. El sistema de compresión **6** se prepara de forma ventajosa con un material flexible, por ejemplo una espuma flexible. Un ejemplo de espuma flexible podría ser por ejemplo una espuma de poli(cloropreno) (también denominada Néoprène®), de preferencia las espumas de
40 neopreno comercializadas con la denominación Bulatex®, en particular Bulatex C166, por la compañía Hutchinson. Otro ejemplo de una espuma de ese tipo podría ser el producto Sylomer® G, una espuma de poli(éter uretano) comercializada por la compañía Plastiform's. La espuma tiene de preferencia una porosidad cerrada y aislada del electrolito líquido. Por lo tanto se coloca de preferencia en un estuche flexible, estanco, y estable en contacto con el electrolito líquido. Por ejemplo un estuche de polietileno extruido termosoldable.

45 El sistema de compresión **6** se puede proporcionar de forma que sea extraíble y que entonces permita después de su retirada, retirar más fácilmente el o los compartimentos catódicos **2**.

La batería **1** puede comprender dos compartimentos catódicos **2** tal como se ha descrito anteriormente. En el caso de una batería **1** que comprende un electrodo metálico como electrodo negativo **3**, el electrodo metálico **3** en forma de placa se puede comprimir entre las caras formadas al menos en parte por un electrodo de aire **22** de los dos
50 compartimentos catódicos **2**. Los separadores **5** aíslan eléctricamente el electrodo metálico **3** de los electrodos de aire **22**.

Incluso en otra variante, el compartimento catódico **2** puede comprender dos electrodos de aire **22**, **27** de la manera que se ha descrito anteriormente y la batería **1** dos electrodos negativos **3** en forma de placa colocados a ambas partes del compartimento catódico **2** y opcionalmente, en el caso del electrodo metálico cada uno contra una cara formada al menos en parte por un electrodo de aire **22**, **27**. En este último caso, el compartimento catódico **2** puede comprimir al mismo tiempo ambos electrodos metálicos **3** de la misma manera que se ha descrito anteriormente.

60 El casete **21** del compartimento catódico **2** puede comprender, de manera ventajosa cuando el electrodo negativo **3** es un electrodo metálico, un reborde **28** sobre su cara formada al menos en parte por el electrodo de aire **22** para limitar la compresión del electrodo metálico **3**.

65 En el caso en el que el electrodo metálico **3** está comprimido entre el compartimento catódico **2** y una pared de la carcasa **11**, el compartimento catódico **2** comprime el electrodo metálico **3** en dirección de la pared de la carcasa **11**

hasta que el reborde **28** entra en contacto con la misma.

En el caso en el que el electrodo metálico **3** está comprimido entre dos compartimentos catódicos **2**, o bien uno solo de los dos compartimentos **2** presenta un reborde **28**, o bien los dos compartimentos catódicos **2** presentan un reborde **28**. En el primer caso, el reborde **28** entrará en contacto con la cara del casete **21** del otro compartimento catódico **2** sin reborde, como se ha mencionado anteriormente para el reborde **28** y la pared de la carcasa. En el segundo caso, los rebordes **28** se proporcionan sobre las caras de los casetes **21** con el fin de que se enfrenten, de modo que los dos compartimentos catódicos **2** comprimen el electrodo metálico **3** hasta que los dos rebordes **28** entran en contacto uno con el otro.

En el caso en el que el compartimento catódico **2** comprende dos electrodos de aire **22** que forman al menos en parte caras opuestas del cassette **21**, éste puede comprender un reborde **28** sobre una de las caras pero no sobre la otra, o un reborde **28** sobre cada una de las caras. El o los rebordes se comportan del mismo modo que se ha descrito anteriormente.

El compartimento catódico **2** puede comprender una parte inferior **2_{INF}** y una parte superior **2_{SUP}**, comprendiendo la parte inferior **2_{INF}** el o los electrodos de aire **22**. La parte superior **2_{SUP}** presenta al menos una sección perpendicular al plano del electrodo de aire inferior a la de la parte inferior **2_{INF}**. Por lo tanto, al nivel de la parte superior **2_{SUP}** del compartimento catódico **2**, un espacio más amplio se proporciona en la carcasa **11** de la batería **1** para recoger el electrolito líquido **4**. Esto permite a la vez un formato más compacto para la batería **1**. Del mismo modo, el volumen adicional creado por la diferencia de sección de las partes superior **2_{SUP}** e inferior **2_{INF}** del compartimento catódico **2** permite evitar que el nivel del electrolito **4** no ascienda demasiado alto y no se desborde durante la fase de carga ya que el desprendimiento de oxígeno gaseoso produce burbujas en el interior de la batería, lo que aumenta el nivel del electrolito.

Por ejemplo, la parte inferior **2_{INF}** presenta una forma rectangular y la parte superior **2_{SUP}** trapezoidal, en otros términos, los bordes de la parte superior están como recortados en forma inclinada de modo que la sección de la parte superior **2_{SUP}** disminuye a medida que se aleja de la parte inferior **2_{INF}**. La sección de la parte superior **2_{SUP}** a continuación puede permanecer constante (véase la figura 11).

Otro ejemplo, la parte inferior **2_{INF}** y la parte superior **2_{SUP}** presentan una forma rectangular que forma un saliente en la superficie de contacto entre las dos partes **2_{INF}**, **2_{SUP}** (véase la figura 12).

La batería **1** incluso puede comprender un segundo electrodo positivo **7** para la carga de la batería **1** (véase la figura 9). Este segundo electrodo positivo **7** se coloca de preferencia entre el electrodo negativo **3** y el electrodo de aire **2**. Un separador **5**, por ejemplo en forma de fieltro permeable al electrolito líquido, se puede usar entre el electrodo de aire **22** y este segundo electrodo positivo **7** y/o entre el electrodo negativo **3** y el segundo electrodo positivo **7**.

El segundo electrodo positivo **7** también se puede fijar sobre el casete **21** del compartimento catódico **2** para facilitar la inserción o la retirada del electrodo de aire **22** ya que entonces no hay necesidad de prestar atención a la colocación de la inserción del compartimento catódico **2** con respecto al segundo electrodo positivo **7**.

El segundo electrodo positivo **7** asegura una protección del electrodo de aire **22** durante la fase de carga de la batería **1**. De hecho, durante la fase de carga de la batería **1**, el electrodo de aire **22** se desconecta del polo positivo y el segundo electrodo positivo **7** se conecta al mismo. Por lo tanto, durante la fase de carga, el electrodo de aire **22** no se usa, es el segundo electrodo positivo **7** el que lo sustituye. Se puede decidir que el electrodo de aire **22** y el segundo electrodo positivo **7** se usen al mismo tiempo al comienzo de la carga y que solo el segundo electrodo positivo **7** se use cuando la tensión de carga sea superior a un valor dado. Más detalles con respecto al uso de un segundo electrodo positivo **7** se proporcionan por ejemplo en el documento WO 2012/156639.

Un espaciador **8** también se puede colocar en contacto con el segundo electrodo positivo **7** para mantener a distancia el segundo electrodo positivo **7** de los otros elementos de la batería con el fin de facilitar la evacuación de las burbujas de oxígeno producidas sobre el segundo electrodo positivo **7** durante la carga. Por ejemplo, el espaciador **8** se coloca entre el segundo electrodo positivo **7** y el electrodo negativo **3** y/o entre el segundo electrodo positivo **7** y el electrodo de aire **22**. Este espaciador **8** es permeable al electrolito cuando éste es líquido. Este espaciador **8** puede ser, por ejemplo, una rejilla de plástico. La presión de compresión sobre el electrodo metálico se podrá ejercer a través del espaciador **8**. Por el contrario, dos espaciadores **8** se pueden proporcionar y colocar a ambos lados del segundo electrodo positivo **7**.

En este caso, una protección mecánica **9** permeable al electrolito líquido, por ejemplo, un fieltro, se puede proporcionar entre el espaciador **8** y el electrodo metálico **3** o el electrodo de aire **22** para proteger el electrodo metálico **3** o el electrodo de aire **22** del espaciador.

De manera general, el número de compartimentos catódicos **2** posible y el de los electrodos metálicos **3** se adaptan a las necesidades. El único límite impuesto es que cada electrodo de aire **2** se acople a un electrodo metálico **3** con un separador **5** entre ellos. Algunos modos de realización ilustrativos se describen a continuación y se pueden

combinar los unos con los otros. Aunque estos ejemplos ilustrativos hacen referencia a una batería de metal-aire, los párrafos que siguen a continuación se pueden adaptar fácilmente a otros tipos de baterías que comprenden un electrodo de aire.

5 En un primer modo de realización (figura 5), la batería **1** comprende dos compartimentos catódicos **2**, presentando cada uno un solo electrodo de aire **22** que forma una parte de una cara del casete **21**, y un refuerzo mecánico **26**. La batería **1** también comprende un electrodo metálico **3**. Este electrodo metálico **3** se coloca entre los dos compartimentos catódicos **2** de modo que se comprime entre los mismos.

10 En un segundo modo de realización (figura 6), la batería **1** es idéntica a la del primer modo de realización con la excepción del hecho de que cada uno de los compartimentos catódicos **2** comprende un reborde **28**. Estos rebordes **28** se colocan con el fin de enfrentarse el uno con el otro.

15 En un tercer modo de realización (figura 7), la batería **1** comprende dos compartimentos catódicos **2**, cada uno presentando un solo electrodo de aire **22** que forma al menos una parte de una cara del casete **21**, y un refuerzo mecánico **26**. La batería **1** comprende además un compartimento catódico **2** que presenta dos electrodos de aire **22** que forman al menos una parte de las dos caras opuestas del casete **21**. La batería **1** comprende además dos electrodos metálicos **3** y cuatro separadores **5**. Los compartimentos catódicos **2**, los electrodos metálicos **3** y los separadores **5** se colocan en el siguiente orden: un primer compartimento catódico con un solo electrodo de aire
20 contra una primera pared de la carcasa, un primer separador, un primer electrodo metálico, un segundo separador, el compartimento catódico con dos electrodos de aire, un tercer separador, un segundo electrodo metálico, un cuarto separador y por último el segundo compartimento catódico con un solo electrodo de aire contra una segunda pared de la carcasa opuesta a la primera parte.

25 En un cuarto modo de realización (figura 8), la batería **1** es idéntica a la del tercer modo de realización con la excepción del hecho de que comprende además un sistema de compresión **6** colocado a continuación del segundo compartimento catódico **2**, entre éste y la segunda pared de la carcasa **11**.

30 En un quinto modo de realización (figura 9), la batería **1** es idéntica a la del primer modo de realización con la excepción del hecho de que comprende además dos segundos electrodos positivos **7**. Los elementos de la batería se colocan en el interior de la carcasa con el fin de presentarse en el siguiente orden: un primer compartimento catódico **2** con un electrodo de aire, un primer separador **5**, un primer segundo electrodo positivo **7**, un segundo separador **5**, el electrodo metálico **3**, un tercer separador **5**, un segundo segundo electrodo positivo **7**, un cuarto separador **5** y un segundo compartimento catódico **2** con un electrodo de aire.
35

En un sexto modo de realización (figura 10), la batería **1** es análoga a la del quinto modo de realización con la excepción del hecho de que los separadores se sustituyeron por montajes que comprendía cada uno un espaciador **8** y una protección mecánica **9**, siendo el espaciador **8** colocado contra un segundo electrodo positivo **7** y la protección mecánica **9** contra un electrodo metálico **3** o un electrodo de aire **22**.
40

REIVINDICACIONES

1. Compartimento catódico (2) para batería de electrodo de aire, que comprende un electrodo de aire y adaptado para su inserción en una carcasa de la batería de manera extraíble, en el que el electrodo de aire está en forma de placa, y en el que el compartimento catódico (2) es estanco a los líquidos y comprende además una conexión eléctrica (23) para unir el electrodo de aire a un polo positivo de una batería, y un casete (21) hueco que presenta una llegada de aire (24) y una salida de aire (25), con al menos una cara plana formada al menos en parte por el electrodo de aire (22), que comprende además un reborde (28) sobre su cara formada al menos en parte por el electrodo de aire (22) del casete (21), estando dicho reborde formado hacia el exterior del compartimento catódico.
2. Compartimento catódico (2) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un electrodo de aire adicional (27) en forma de una placa que forma al menos en parte otra cara del casete (21) hueco, la otra cara estando enfrentada a la cara formada al menos en parte por el electrodo de aire (22).
3. Compartimento catódico (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, que comprende además un refuerzo mecánico (26) alveolado colocado en el interior del casete (21) en apoyo contra el electrodo de aire (22).
4. Compartimento catódico (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, que presenta una parte inferior (2_{INF}) y una parte superior (2_{SUP}), comprendiendo la parte inferior (2_{INF}) el o los electrodos de aire (22, 27) y teniendo la parte superior (2_{SUP}) al menos una sección perpendicular al plano del electrodo de aire inferior a la sección de la parte inferior.
5. Batería (1) recargable que comprende una carcasa (11) y en el interior de esta última:
 - un electrodo de aire (22);
 - un electrodo negativo (3); y
 - un electrolito;
 en la que el electrodo de aire (22) se puede extraer fuera de la carcasa e integrar en un compartimento catódico (2), comprendiendo dicho compartimento catódico un electrodo de aire y estando adaptado para insertarse en una carcasa de la batería de manera extraíble, en el que el electrodo de aire está en forma de placa, y siendo dicho compartimento catódico (2) estanco a los líquidos y comprendiendo además una conexión eléctrica (23) para unir el electrodo de aire a un polo positivo de una batería, y un casete (21) hueco que presenta una llegada de aire (24) y una salida de aire (25), con al menos una cara plana formada al menos en parte por el electrodo de aire (22), en la que el electrodo negativo es un electrodo metálico, el electrolito un electrolito líquido, y que comprende además un separador (5) eléctricamente aislante entre el electrodo de aire (22) y el electrodo metálico (3) y un elemento flexible, en la que el compartimento catódico (2) es móvil en el interior de la carcasa (11), en la que, el separador (5), el compartimento catódico (2) y el electrodo metálico (3) se colocan de modo que el elemento flexible actúa sobre el compartimento catódico (2) de modo que comprime el electrodo metálico (3) por su cara formada al menos en parte por el electrodo de aire (22).
6. Batería (1) de acuerdo con la reivindicación 5, en la que el elemento flexible está formado por la carcasa (11) o es un sistema de compresión (6) colocado contra una pared de la carcasa.
7. Batería (1) de acuerdo con la reivindicación 5 o la reivindicación 6, que comprende además un segundo electrodo de aire (22) integrado en un segundo compartimento catódico (2) móvil y extraíble de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4 y un segundo separador (5) entre el segundo electrodo de aire (22) y el electrodo metálico (3), en la que los dos compartimentos catódicos (2), el electrodo metálico (3), los separadores (5) y el elemento flexible se colocan con el fin de que el electrodo metálico (3) se comprima entre los dos compartimentos catódicos (2) por sus caras formadas al menos en parte por los electrodos de aire (22).
8. Batería (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, que comprende además un segundo electrodo positivo (7) para la carga de la batería.
9. Batería (1) de acuerdo con la reivindicación 8, en la que el segundo electrodo positivo (7) se coloca entre el compartimento catódico (2) y el electrodo negativo (3), y en la que la batería (1) comprende además al menos un espaciador (8) colocado en contacto con el segundo electrodo positivo (7) para facilitar la evacuación de las burbujas de oxígeno producidas en el segundo electrodo positivo (7) durante la carga.
10. Batería (1) de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende dos espaciadores (8) colocados en cada parte del electrodo positivo (7).
11. Batería (1) de acuerdo con la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en la que al menos un espaciador (8) se puede proporcionar contra una cara del segundo electrodo positivo girado hacia el electrodo negativo (3), respectivamente hacia el electrodo de aire (22),

y que comprende además al menos una protección mecánica (9) colocada entre el espaciador (8) y el electrodo negativo (3), respectivamente el electrodo de aire (22).

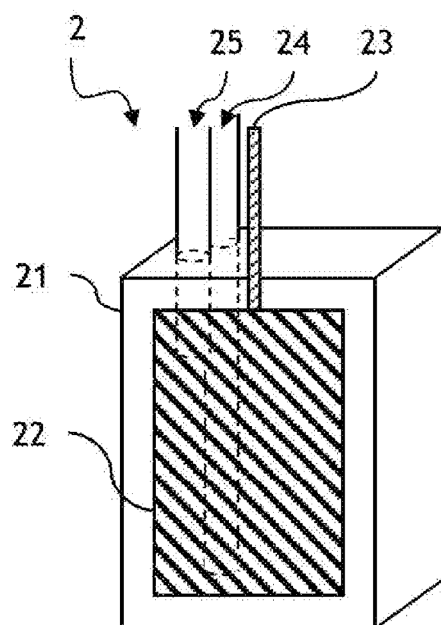


FIG. 1

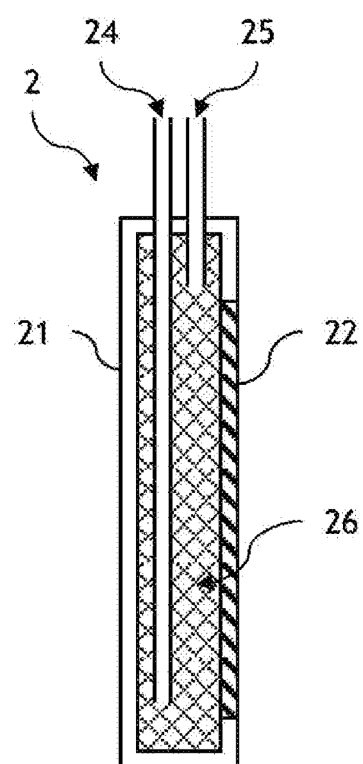


FIG. 2

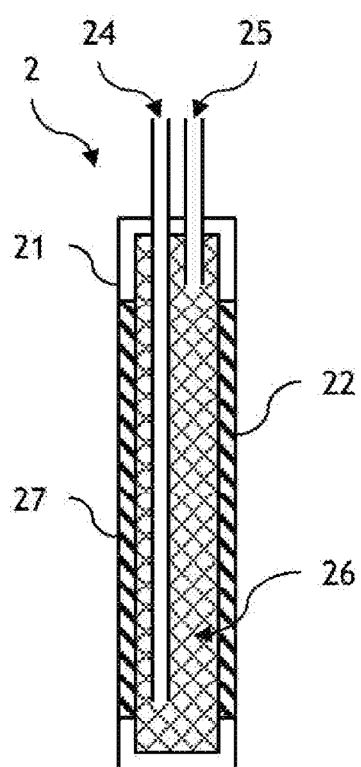


FIG. 3

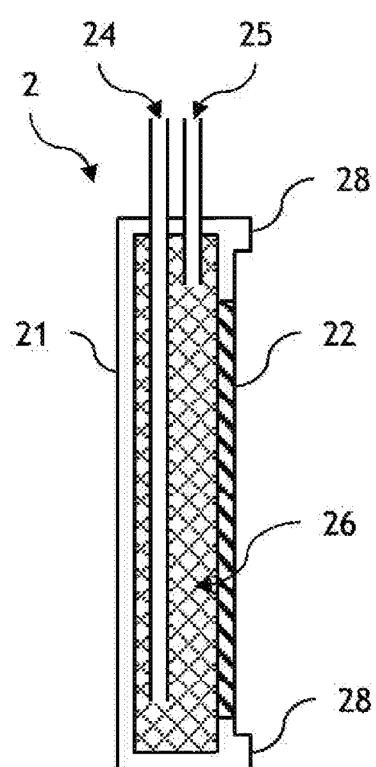


FIG. 4

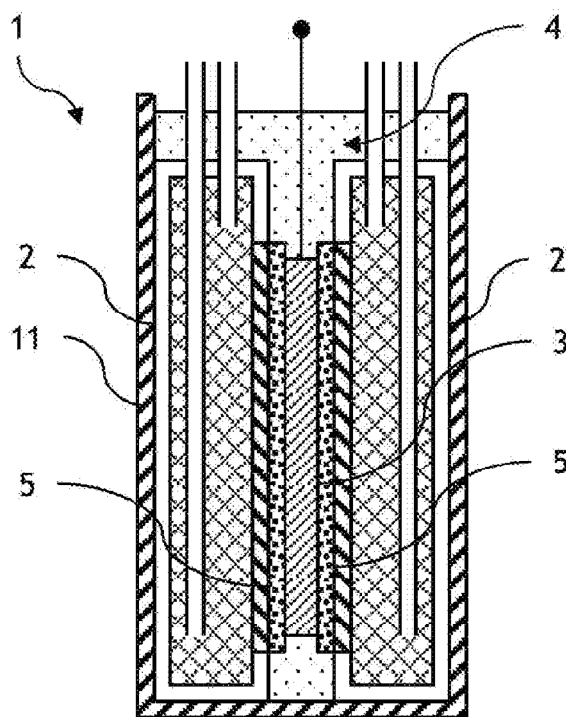


FIG. 5

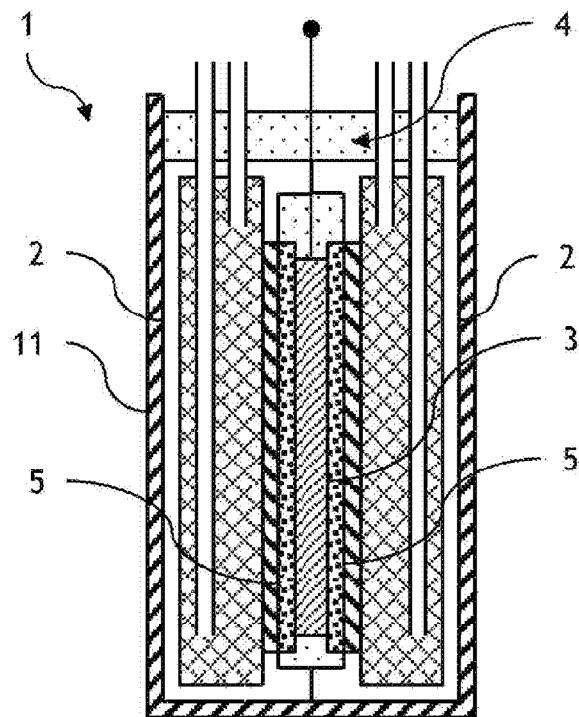


FIG. 6

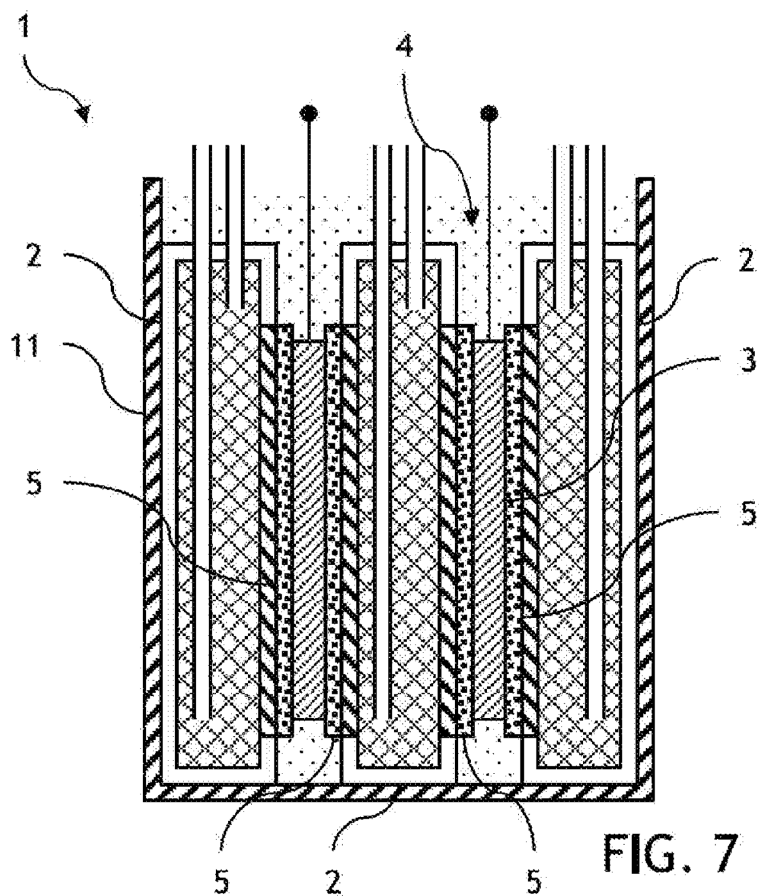


FIG. 7

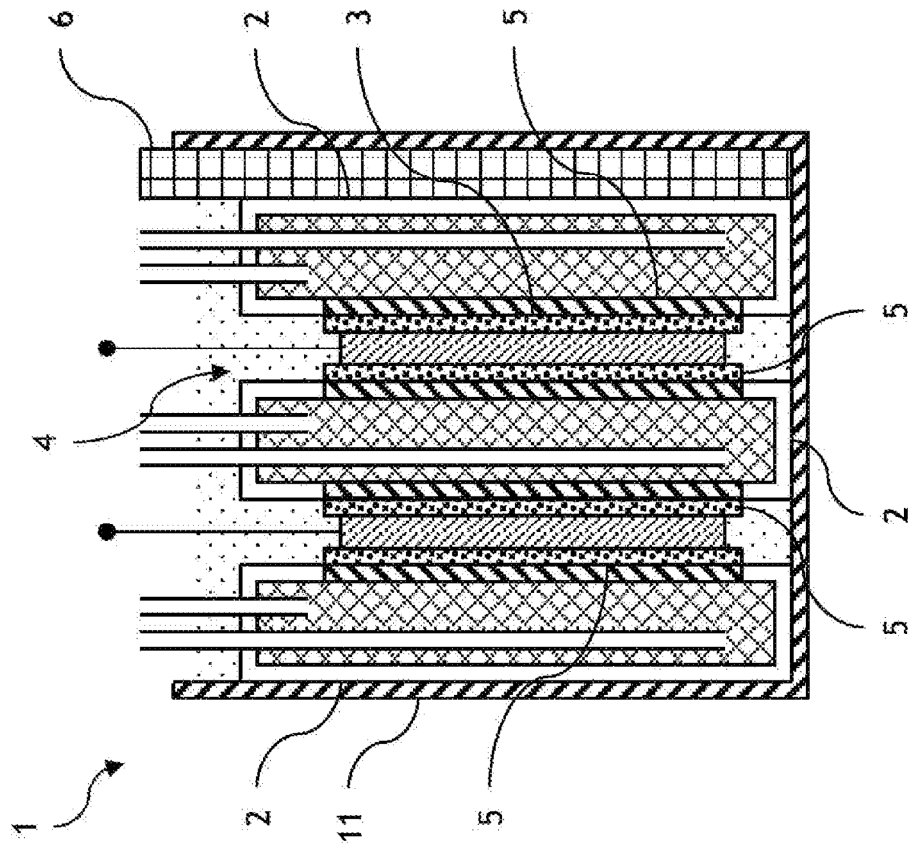


FIG. 8

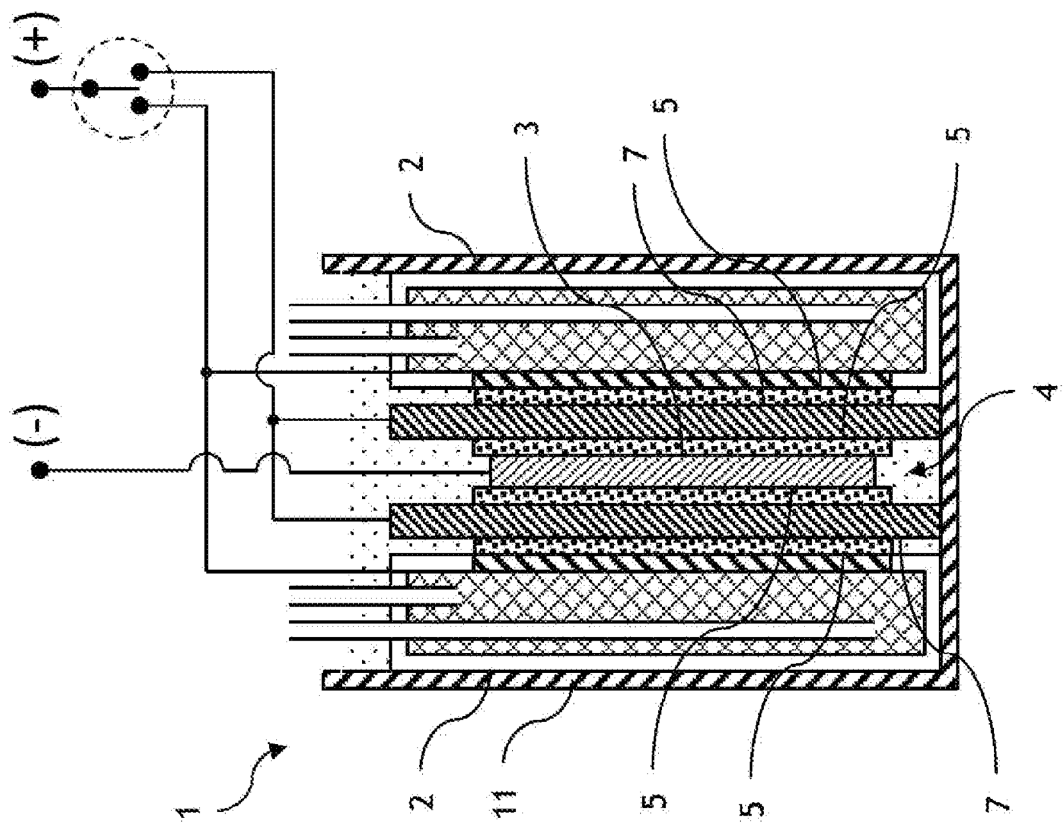


FIG. 9

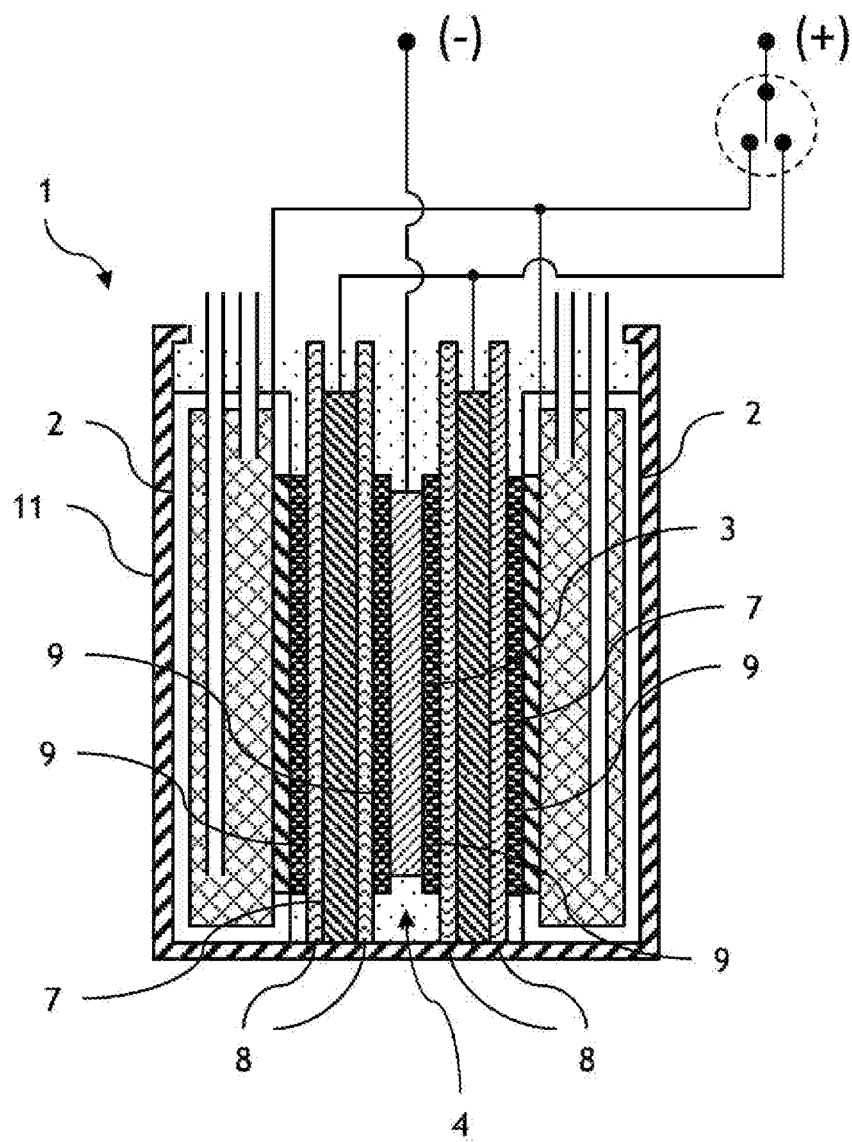


FIG. 10

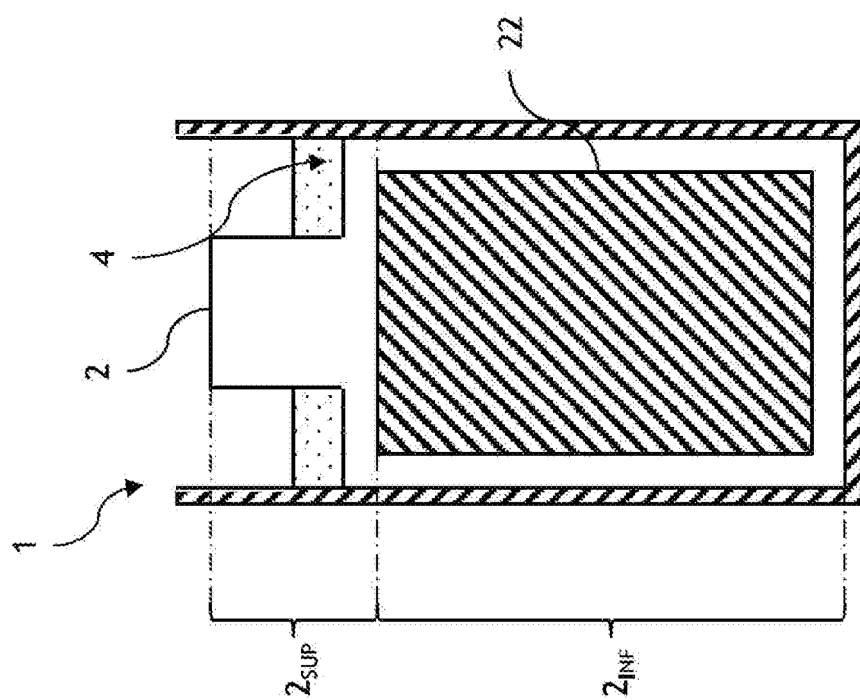


FIG. 12

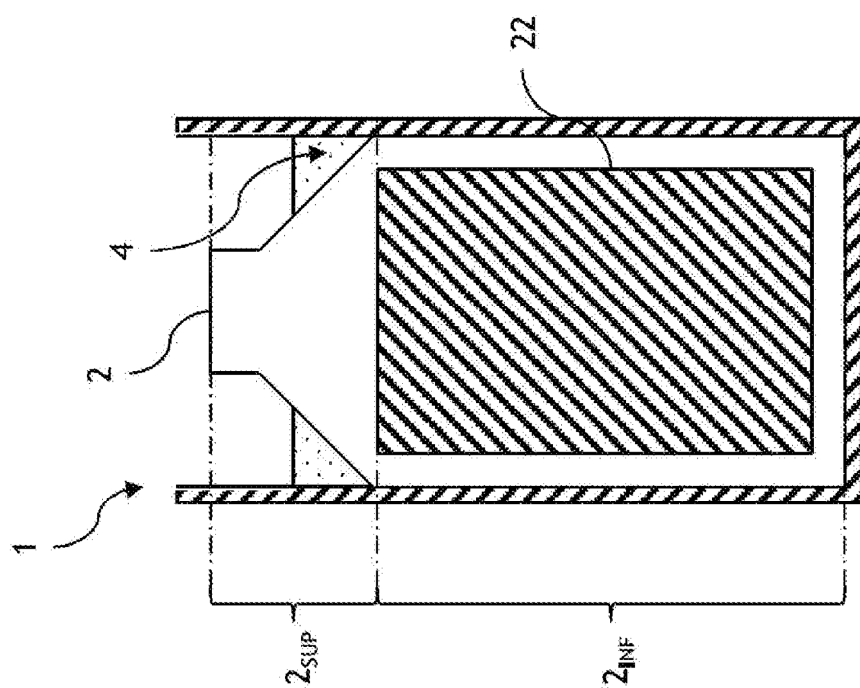


FIG. 11