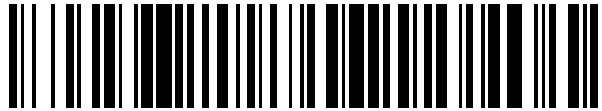


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 436**

51 Int. Cl.:

<b>H01M 2/38</b>	(2006.01)
<b>H01M 10/42</b>	(2006.01)
<b>H01M 10/44</b>	(2006.01)
<b>H01M 10/46</b>	(2006.01)
<b>H01M 12/08</b>	(2006.01)
<b>H02J 7/00</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.12.2010 PCT/IL2010/001047**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2011 WO11073975**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2010 E 10837159 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2016 EP 2514066**

54 Título: **Batería de cinc-aire**

30 Prioridad:

**14.12.2009 US 286151 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**31.03.2017**

73 Titular/es:

**PHINERGY LTD. (100.0%)  
2 Yodfat St. P.O. Box 1290  
71291 LOD, IL**

72 Inventor/es:

**GOLDSTEIN, JONATHAN RUSSEL**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 607 436 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 de cinc-aire

Campo de la invención

5 Esta invención proporciona celdas de cinc-aire, baterías de cinc-aire y un aparato para recargarlas, que es un sistema de peso bajo, volumen bajo o mayor energía, o con una combinación de estas características.

Antecedentes de la invención

10 Se sabe que las baterías de metal-aire presentan características notables que las hacen convenientes para una serie de usos importantes y que las baterías recargables de cinc-aire son bien conocidas en la técnica. En un propuesta, la batería se recarga sólo por aplicación de una corriente eléctrica; sin embargo, el electrodo de cinc (en condiciones prácticamente relevantes de electrolito limitado) no conserva una forma compacta en ciclos repetidos de carga-descarga, formando dendritas de cinc, que cortocircuitan a la celda, o el electrodo sufre cambio de forma del cinc, en la que el cinc tiende a redistribuirse sobre la parte inferior de la placa con el consiguiente cese de capacidad y deformación de la pila.

15 Los electrodos de aire basados en carbono unido por un polímero tienen una duración limitada cuando están expuestos a los rigores de ciclos de carga-descarga, especialmente en evolución erosiva de oxígeno en carga. Los diseños anteriores necesitaban frecuentemente también llevar una bomba de electrolito, cinc en exceso y electrolito en exceso en la batería como medio de prolongar la duración del ciclo, pero esto disminuye las densidades de energía obtenibles a aproximadamente 100-150 Wh/kg.

20 En otra propuesta, la batería se recarga mecánicamente reemplazando ánodos y electrolito en la celda y los ánodos gastados en cada ciclo se convierten en ánodos de cinc fuera en un proceso de reciclado. Se han conseguido densidades de energía de 250 Wh/kg.

25 Los electrodos de aire tienen, hasta la fecha, una duración limitada del ciclo cuando se exponen al shock físico masivo de sustitución de ánodos de cinc en cada celda y, en dicho sistema de desmontaje estructurado, es difícil evitar fuga de electrolito y también la necesidad de que cinc en exceso y electrolito en exceso de la celda influyan negativamente en la densidad de energía.

Hasta la fecha, se carece de una batería de cinc-aire de alta energía, con una cantidad mínima útil de cinc y de electrolito alcalino, que sea compacta y recargable.

Resumen de la invención

30 Esta invención proporciona, en algunas realizaciones, una celda de cinc-aire, una batería de cinc-aire y un aparato para recargarlas, que consigue mejores relaciones de energía/peso y energía/volumen para el sistema, y que tiene un peso bajo, volumen bajo o mayor energía o una combinación de estas características.

En una realización, la presente invención proporciona un aparato para cargar una celda de cinc-aire o una batería de cinc-aire, comprendiendo el citado aparato:

- un depósito, comprendiendo el citado depósito:
- 35                    un fluido electrolito que contiene cinc,
- una alimentación de exportación conectada funcionalmente al citado depósito,
- un drenaje de fluido, y
- opcionalmente, un segundo depósito de descarga,

en el que:

40 el citado aparato se puede conectar funcionalmente a las citadas celda de zinc-aire o batería de cinc-aire que se desean cargar,

45 el citado depósito del citado aparato está situado externamente a un dispositivo que contiene una celda de cinc-aire o una batería de cinc-aire que se desean cargar y la citada alimentación de exportación permite el aporte del citado fluido electrolito que contiene cinc desde el citado depósito a las citadas celda de cinc-aire o batería de cinc-aire que se desean cargar,

el citado drenaje de fluido se puede conectar funcionalmente al citado dispositivo que contiene las citadas celda de cinc-aire o batería de cinc-aire y facilita el drenaje de por lo menos una porción de un fluido electrolito situado en una celda de zinc-aire o batería de cinc-aire descargada o cargada no totalmente en el citado dispositivo, y

el citado fluido electrolito drenado se envía al citado depósito u opcionalmente el citado fluido electrolito drenado se envía al citado segundo depósito de descarga.

5 En algunas realizaciones, el aparato comprende además por lo menos un elemento de bombeo, elemento de bombeo que facilita el aporte del citado fluido electrolito alcalino que contiene cinc desde el citado depósito a la citada celda de cinc-aire o batería de cinc-aire que se desean cargar, o bomba que facilita el drenaje de por lo menos una porción de un fluido electrolito situado en una celda de cinc-aire o batería de cinc-aire descargada o cargada no totalmente en el citado dispositivo o una combinación de aquellos.

En algunas realizaciones, el aparato comprende además una fuente de energía para aplicar un voltaje, fuente de energía que se puede conectar funcionalmente a la citada celda de cinc-aire o batería de cinc-aire.

10 En algunas realizaciones, el aparato comprende además un controlador para modular la presión del fluido, flujo del fluido, capacidad del fluido, temperatura del electrolito, voltaje, concentración de cinc en la solución aplicada de electrolito o una combinación de estas características.

En algunas realizaciones, cualquier celda de cinc-aire se puede usar conjuntamente con los aparatos de esta invención.

15 En algunas realizaciones, la celda de cinc-aire comprende:

- como ánodo de la citada celda, por lo menos una estructura que incorpora cinc,
- como cátodo de la citada celda, por lo menos una estructura porosa capaz de absorber oxígeno del aire,
- una carcasa en la que están situados los citados ánodo y cátodo y que comprende además un fluido electrolito, y

20 – una entrada y salida en la citada carcasa, en la que las citadas entrada y salida están construidas de modo que permitan intercambio del citado fluido electrolito presente en la citada celda con un fluido electrolito situado en un depósito exterior,

en el que los citados ánodo y cátodo se pueden conectar eléctricamente a través de una carga y en el que el citado fluido electrolito que contiene cinc presente en el citado depósito está compuesto de óxido de cinc.

25 En algunas realizaciones, de acuerdo con este aspecto, la celda de cinc-aire comprende además por lo menos un primer separador situado en la citada celda entre el citado ánodo y el citado cátodo.

En algunas realizaciones, la celda de cinc-aire comprende:

- una carcasa,
- 30 – como cátodo de la citada celda situada en la citada carcasa, por lo menos una estructura porosa capaz de absorber oxígeno del aire,
- una suspensión que consiste esencialmente en cinc y solución de electrolito, situada en la citada carcasa,
- un separador situado entre la citada estructura porosa y la citada suspensión,
- por lo menos un electrodo colector de la corriente, situado en la citada carcasa y en contacto con la citada suspensión,

35 – que comprende opcionalmente uno o más tubos porosos situados en la citada carcasa y en contacto con la citada suspensión, que facilitan el paso de la solución de electrolito a través de ellos, y

40 – que comprende una entrada y una salida en la citada carcasa, en la que las citadas entrada y salida están construidas de modo que permiten intercambio de la citada suspensión, introducción e intercambio de fluido electrolito o una combinación de estos presentes en la citada celda con una suspensión, un fluido electrolito o una combinación de estos situados en un depósito exterior.

45 En algunas realizaciones, la solución puede comprender además otros elementos como, por ejemplo, óxido de cinc en solución, inhibidores de la corrosión, diluyentes para permitir la máxima solubilidad del óxido de cinc como, por ejemplo, silicato sódico, conductores inertes, adyuvantes de la fluidez, agentes gelificantes y otros materiales, como puede ser apreciado por los expertos en la técnica. En algunas realizaciones, cuando en las celdas se usan aleaciones de cinc como las aquí descritas, la solución puede comprender además algunos de los componentes de la aleación.

En algunas de las realizaciones, de acuerdo con la invención, los mismos principios aquí descritos para un aparato para recargar una batería de cinc-aire se pueden adaptar también a otras baterías de metal-aire; por ejemplo, cuando el cátodo comprende una suspensión del metal en una solución, dicha suspensión puede comprender

aluminio o hierro en una solución alcalina de hidróxido potásico y, por lo tanto, la celda de aire sería una celda de hierro-aire o de aluminio-aire, celda que funcionaría igual que una celda de cinc-aire y que podría ser intercambiable en el aparato y de acuerdo con los métodos de esta invención. Son factibles otras suspensiones a base de aluminio, magnesio o silicio y los electrolitos se pueden seleccionar de hidróxido potásico, hidróxido sódico, soluciones de sales y líquidos iónicos.

- 5
- En algunas realizaciones, la celda de cinc-aire comprende:
- por lo menos un ánodo que contiene cinc,
  - como cátodo de la citada celda, por lo menos una estructura porosa capaz de absorber oxígeno del aire,
  - 10 – opcionalmente, por lo menos un primer separador situado en la citada celda entre el citado ánodo y el citado cátodo,
  - una carcasa en la que están situados los citados ánodo y cátodo, que comprende además un fluido electrolito alcalino,
  - una entrada, y
  - una salida,
  - 15 en la que la citada entrada y la citada salida están situadas en y transversales a la citada carcasa, en la que las citadas entrada y salida están construidas de modo que permiten intercambio del citado fluido electrolito presente en la citada celda con un fluido electrolito situado en un depósito exterior y en la que los citados ánodo y cátodo se pueden conectar eléctricamente a través de una carga y el citado fluido de electrolitos que contiene óxido de cinc está compuesto de óxido de cinc.
  - 20 En algunas realizaciones, el aparato comprende además un sustrato metálico flotante eléctricamente, recubierto con un electrocatalizador, que facilita el desprendimiento de hidrógeno en presencia de cinc, con lo que se evita la acumulación de partículas de cinc en la citada carcasa.
- En algunas realizaciones, el aparato comprende además un regulador de la temperatura, regulador de la temperatura que controla la temperatura del fluido electrolito en el depósito.
- 25 En algunas realizaciones, el aparato comprende además un regulador del flujo, regulador del flujo que controla la velocidad de flujo o presión del fluido electrolito enviado desde el citado depósito o del fluido enviado al citado depósito.
- En algunas realizaciones, el aparato comprende además un filtro, filtro que está conectado funcionalmente al citado drenaje de fluido y filtra así fluido electrolito enviado desde la citada celda de aire y la citada alimentación de exportación y filtra así fluido electrolito enviado a la citada celda de aire, o una combinación de estas funciones.
- 30 En algunas realizaciones, la invención proporciona un método para recargar una celda de cinc-aire o batería de cinc-aire, comprendiendo el citado método:
- poner en contacto una celda de cinc-aire o batería de cinc-aire con el aparato de acuerdo con la reivindicación 1, de modo que:
  - 35 la citada alimentación de exportación del citado aparato está conectada funcionalmente a la citada celda de cinc-aire y fluido de electrolitos que contiene óxido de cinc disuelto puede así ser enviado desde el citado depósito a la citada celda de cinc-aire, y el citado drenaje de fluido está conectado funcionalmente a la citada celda de cinc-aire, por lo que fluido electrolito de la citada celda de cinc-aire puede ser transportado fuera de la citada celda de cinc-aire,
  - 40 – favorecer el envío de fluido electrolito que contiene óxido de cinc disuelto desde el citado depósito a la citada celda de cinc-aire mediante la citada alimentación de exportación, y
  - favorecer el envío de fluido electrolito desde la citada celda de cinc-aire al citado aparato mediante el citado drenaje de fluido.
- 45 En algunas realizaciones, el aparato comprende además una fuente de energía y el citado método comprende además aplicar un voltaje a la citada celda de cinc-aire. En algunas realizaciones, el método comprende además aplicar un voltaje a la citada celda de cinc-aire, seguido del envío del citado fluido electrolito que contiene óxido de cinc desde el citado depósito a la citada celda de cinc-aire mediante la citada alimentación de exportación.
- En algunas realizaciones, esta invención proporciona una celda de cinc-aire que comprende:
- un ánodo que contiene cinc y que comprende:

por lo menos un soporte poroso eléctricamente conductor, para la incorporación de cinc a aquél,  
una estera porosa a base de un polímero, situada en la proximidad del citado soporte poroso, y

- 5 – un conjunto exterior de recubrimiento, malla o cable metálico, situado en la proximidad de la citada estera porosa a base de un polímero y distal al citado soporte poroso y que comprende un electrocatalizador para el desprendimiento de hidrógeno en presencia de cinc y, como cátodo de la citada celda, por lo menos una estructura porosa capaz de absorber oxígeno del aire,
- una carcasa en la que están situados los citados ánodo y cátodo y que comprende además un fluido electrolito alcalino,
- 10 – opcionalmente, una entrada y una salida de la citada carcasa, en la que las citadas entrada y salida están construidas de modo que permiten intercambio del citado fluido electrolito presente en la citada celda con un fluido electrolito situado en un depósito exterior, y
- opcionalmente, por lo menos un primer separador situado en la citada celda entre el citado ánodo y el citado cátodo.

en la que los citados ánodo y cátodo se pueden conectar eléctricamente a través de una carga.

15 En algunas realizaciones, esta invención proporciona una celda de metal-aire, que comprende:

- una carcasa que comprende una entrada y una salida,
- como cátodo de la citada celda, por lo menos una estructura porosa capaz de absorber oxígeno del aire, situada en la citada carcasa,
- 20 – una suspensión que consiste en una solución de hidróxido potásico y cinc, hierro o aluminio, situada en la citada carcasa,
- un separador situado entre la citada estructura porosa y la citada suspensión,
- conductores alargados situados en la citada carcasa y en contacto con la citada suspensión,
- por lo menos un tubo poroso que está situado en la citada carcasa, en contacto con la citada suspensión, y atraviesa a la citada carcasa de modo que una porción del citado tubo poroso sobresale de la citada carcasa, en el que el citado tubo poroso está construido de modo que facilita el paso de la solución de hidróxido potásico a través de aquél, y
- 25

30 en la que los citados ánodo y cátodo se pueden conectar eléctricamente a través de una carga y en la que las citadas entrada y salida permiten intercambio de la citada suspensión, introducción e intercambio del fluido de electrolitos o una combinación de estas funciones en la citada celda con una suspensión, con un fluido electrolito o con una combinación de estos, situados en un depósito exterior. En algunas realizaciones, de acuerdo con este aspecto, la celda de metal-aire puede comprender además por lo menos un agitador.

Breve descripción de los dibujos

En la presente memoria se describen diversas realizaciones de aparatos, celdas de cinc-aire y baterías de cinc-aire con referencia a las figuras en las que:

- 35 la figura 1 representa esquemáticamente aplicaciones de una batería de metal-aire de acuerdo con esta invención,
- la figura 2 representa esquemáticamente aplicaciones de aparatos/estaciones de carga de acuerdo con esta invención,
- la figura 3 representa una celda simple de metal-aire,
- 40 la figura 4 representa una celda simple de metal-aire, conectada funcionalmente a una realización de un aparato como el descrito en la presente memoria,
- la figura 5 representa otra realización de una celda de metal-aire, que comprende electrodos auxiliares, para uso e incorporación con los aparatos/métodos de esta invención,
- la figura 6A representa una vista en sección transversal de una realización de una celda de cinc-aire que comprende, como ánodo, una suspensión de cinc/KOH,
- 45 la figura 6B representa una vista longitudinal de una realización de una celda de cinc-aire que comprende, como ánodo, una suspensión de cinc/KOH,

la figura 7 representa una realización de un ánodo estratificado de una celda de metal-aire de esta invención, y

la figura 8 representa una realización de una celda primaria de esta invención, del tipo de suspensión recombustible.

Descripción detallada de la invención

5 Esta invención proporciona, en algunas realizaciones, un sistema, batería y celda que pueden tener mejores relaciones de energía/peso o energía/volumen. La invención proporciona, en algunas realizaciones, un elemento mínimo o, en algunas realizaciones, una celda de metal-aire de volumen bajo, que se puede conectar a una estación de carga, que permite diseñar una batería y celdas de metal-aire como baterías primarias compactas, con sus inherentes mayores densidades de energía, que son totalmente recargables y, por lo tanto, respetuosas con el medio ambiente, y de coste eficaz.

10 Algunas características clave de las celdas que consiguen alta densidad de energía son el metal de la presente invención, por ejemplo, el cinc, con lo que se puede necesitar poco cinc de repuesto en la celda para mantener la capacidad de diseño puesto que, en cada ciclo, el cinc puede retornar a su estado original para la siguiente descarga y la distancia del electrolito y el interelectrodo se pueden mantener al mínimo, lo cual supone un diseño de celda de volumen bajo. En algunas realizaciones, el contenido de electrolito se puede mantener tan bajo como 0,5

15  $\text{cm}^3/\text{Ah}$ , básicamente un electrolito insuficiente en la celda en la que el producto de la reacción de descarga es principalmente  $\text{ZnO}$  (véase la ecuación 1). De acuerdo con esta realización, dicho diseño del aparato y de la celda proporciona el beneficio adicional de reducir la necesidad de elementos auxiliares, como se discutirá más adelante, para conseguir densidades de energía al nivel de la batería (energía por unidad de peso) del orden de 350 Wh/kg y de energía por unidad de volumen (energía específica) del orden de 800 W.h/l.

20 
$$2 \text{ Zn} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ ZnO}$$
 Ecuación 1

Los aparatos, métodos, baterías y celdas de esta invención permiten una configuración primaria de la celda que, a su vez, proporciona ahorros de peso con respecto a sistemas recargables de cinc-aire de la técnica anterior, también en cuanto a elementos auxiliares necesarios presentes en el dispositivo en el que se utiliza la celda/batería. Dichos elementos auxiliares pueden incluir, por ejemplo, una bomba, sistema de gestión del calor, sistema de gestión del

25 agua, sistemas de depuración de  $\text{CO}_2$  o cualquier otro elemento auxiliar presente típicamente en otros dispositivos de baterías.

De acuerdo con los aparatos/sistemas/baterías y celdas de esta invención, puesto que la batería retorna al sistema de recarga en cada ciclo, en el que se pueden tratar o reponer de nuevo el agua, electrolito cargado de  $\text{CO}_2$ , etc., se puede prescindir de dichos sistemas auxiliares o estos pueden ser mínimos. Se debe indicar que, puesto que el sistema de recarga comprende un depósito exterior de electrolito, para alimentar la celda en el modo de recarga eléctrica/hidráulica, los mecanismos de control de la temperatura pueden estar situados, en la recarga, en el exterior.

30

Así, en algunas realizaciones, la invención proporciona una celda de metal-aire que comprende:

- por lo menos un ánodo que contiene un metal,
- como cátodo de la citada celda, por lo menos una estructura porosa capaz de absorber oxígeno del aire,

35

- opcionalmente, por lo menos un primer separador situado en la citada celda entre el citado ánodo y el citado cátodo,
- una carcasa en la que están situados los citados ánodo y cátodo y que comprende además un fluido electrolito alcalino,
- una entrada, y

40

- una salida,

en la que la citada entrada y la citada salida están situadas en y transversales a la citada carcasa, en la que las citadas entrada y salida están construidas de modo que permiten intercambio del citado fluido electrolitos presente en la citada celda con un fluido electrolito situado en un depósito exterior y en la que los citados ánodo y cátodo se pueden conectar eléctricamente a través de una carga.

45 En algunas realizaciones, la invención proporciona una celda de cinc-aire que comprende:

- por lo menos un ánodo que contiene cinc,
- como cátodo de la citada celda, por lo menos una estructura porosa capaz de absorber oxígeno del aire,
- opcionalmente, por lo menos un primer separador situado en la citada celda entre el citado ánodo y el citado cátodo,

- una carcasa en la que están situados los citados ánodo y cátodo y que comprende además un fluido electrolito alcalino,
- una entrada, y
- una salida,

5 en la que la citada entrada y la citada salida están situadas en y transversales a la citada carcasa, en la que las citadas entrada y salida están construidas de modo que permiten intercambio del citado fluido electrolito presente en la citada celda con un fluido electrolito situado en un depósito exterior y en la que los citados ánodo y cátodo se pueden conectar eléctricamente a través de una carga.

10 De acuerdo con este aspecto, y en algunas realizaciones, la estructura de la celda o la estructura de la batería que comprenden las celdas de metal-aire permiten la regeneración o renovación del ánodo metálico, por ejemplo, un ánodo de cinc, por intercambio o bombeo de la solución de electrolito alcalino. En algunas realizaciones, de acuerdo con este aspecto, la solución de electrolito alcalino puede comprender hidróxido potásico. En algunas realizaciones, la celda puede comprender por lo menos un electrodo de aire y una celda mínima recargable de cinc-aire como la descrita en la presente memoria. Dicha celda de cinc-aire o de metal-aire se denomina mínima porque su estructura y gestión es similar a la de una batería primaria situada en un dispositivo que utiliza la celda/batería y dicha celda/batería es recargable por conexión a un aparato exterior, como se describe en la presente memoria. El aparato permite la recogida de subproductos agregados o en partículas, por ejemplo, sumergidos o presentes en el fondo de las celdas/baterías de la invención y, en el diseño de las celdas/baterías de esta invención, se permite la limpieza de las superficies.

20 De acuerdo con este aspecto, y en una realización, la renovación o regeneración de las superficies de las celdas/baterías, incluida la superficie del ánodo, se puede realizar mediante aplicación de la solución de electrolito que contiene, por ejemplo, óxido de cinc disuelto muy por debajo de su solubilidad máxima, lo cual permite separar óxido de cinc del ánodo de cinc, por ejemplo, antes de volver a chapar el cinc. En otra realización, el chapado del cinc se puede realizar cargando los electrodos cuando la celda está conectada a una estación de carga como se describe en la presente memoria, simultáneamente con la aplicación de la solución de electrolito.

25 Las celdas que pueden ser convenientes para dicha recarga y que están presentes en una configuración de volumen bajo en los sistemas y aparatos/baterías de esta invención incluyen:

una celda de cinc-aire (I) que comprende:

- como ánodo de la citada celda, por lo menos una estructura que incorpora óxido de cinc,
- 30 – como cátodo de la citada celda, por lo menos una estructura porosa capaz de absorber oxígeno del aire,
- una carcasa en la que están situados los citados ánodo y cátodo y que comprende además un fluido electrolito alcalino,
- una entrada y una salida en la citada carcasa, en la que las citadas entrada y salida están construidas de modo que permiten intercambio del citado fluido electrolito con un fluido electrolito situado en un depósito exterior,
- 35 – por lo menos un primer separador situado en la citada celda entre el citado ánodo y el citado cátodo,

en la que los citados ánodo y cátodo se pueden conectar eléctricamente a través de una carga;

una celda de cinc-aire (II) que comprende:

- una carcasa,
- 40 – como cátodo de la citada celda situada en la citada carcasa, por lo menos una estructura porosa capaz de absorber oxígeno del aire,
- una suspensión que consiste esencialmente en zinc y solución de hidróxido potásico, situada en la citada carcasa,
- un separador situado entre la citada estructura porosa y la citada suspensión,
- 45 – que comprende opcionalmente por lo menos un sustrato alargado colector de corriente, situado en la citada carcasa y en contacto en la citada suspensión,
- que comprende opcionalmente tubos porosos situados en la citada carcasa, en contacto con la citada suspensión y que facilitan el paso de la solución de hidróxido potásico a través de aquellos, y

- que comprende opcionalmente una entrada y una salida en la citada carcasa, en la que las citadas entrada y salida están construidas de modo que permiten intercambio de la citada suspensión, introducción e intercambio del fluido electrolito o una combinación de estas funciones en la citada celda con una suspensión, con un fluido electrolito o con una combinación de estos situados en un depósito exterior, y

5 en la que los citados ánodo y cátodo se pueden conectar eléctricamente a través de una carga.

En algunas realizaciones, la solución de electrolito puede comprender además óxido de cinc, inhibidores de la corrosión, agentes antiespumantes, diluyentes para permitir la máxima solubilidad del óxido de cinc, por ejemplo, silicato sódico, conductores inertes o adyuvantes del flujo y, opcionalmente, componentes aleados en el cinc, cuando el ánodo comprende una suspensión de una aleación de cinc.

10 una celda de cinc-aire (III) que comprende:

- por lo menos un ánodo que contiene cinc,
- como cátodo de la citada celda, por lo menos una estructura porosa capaz de absorber oxígeno del aire,
- opcionalmente, por lo menos un primer separador situado en la citada celda entre el citado ánodo y el citado cátodo,

15 – una carcasa en la que están situados los citados ánodo y cátodo y que comprende además un fluido electrolito alcalino,

- una entrada, y

- una salida,

20 en la que la citada entrada y la citada salida están situadas en y transversales a la citada carcasa, en la que las citadas entrada y salida están construidas de modo que permiten intercambio del citado fluido electrolito presente en la citada celda con un fluido electrolito situado en un depósito exterior y en la que los citados ánodo y cátodo se pueden conectar eléctricamente a través de una carga.

25 La figura 1 proporciona un esquema para la aplicación de celdas/baterías de metal-aire diseñadas para uso de acuerdo con los métodos/aparatos/sistemas de la invención y la figura 2 proporciona un esquema para la incorporación de las celdas/baterías de metal-aire en los aparatos de esta invención para realizar la recarga de baterías de metal-aire/cinc-aire de volumen bajo de acuerdo con los métodos de esta invención.

30 Con referencia a la figura 3, una celda de cinc-aire está diseñada básicamente en modo primario (sólo modo de descarga) con una cantidad de volumen bajo de cinc y electrolito alcalino (KOH), útil para la capacidad deseada, lo cual significa alta densidad de energía. Como se representa, el electrodo de cinc **3-10** es el ánodo y está situado en el centro, entre dos electrodos de aire **3-20**, y un separador **3-30** está situado entre el electrodo de cinc y cada electrodo de aire. Los electrodos están situados en una carcasa cargada con un volumen bajo de solución de electrolito **3-40**.

35 En algunas realizaciones, en la presente memoria dichas celdas de cinc-aire se pueden denominar “celdas mínimas de cinc-aire”, que se debe entender se refieren a una celda de cinc-aire que comprende un espacio pequeño entre los electrodos, un volumen bajo de solución de electrolito y los componentes mínimos necesarios para el funcionamiento de la celda/batería y conseguir así la mayor densidad de energía posible para la configuración elegida.

40 En dicha condición de electrolito insuficiente en la descarga, el cinc forma óxido de cinc (ZnO). Sin embargo, la celda/batería puede estar conectada funcional e hidráulicamente a un aparato, que está situado externamente al dispositivo en el que se encuentra la celda/batería. El aparato comprende un depósito de solución del electrolito (por ejemplo, hidróxido potásico con óxido de cinc disuelto) y opcionalmente una bomba exterior.

45 En la figura 4 se presenta una realización de una conexión de una representación esquemática de un aparato de esta invención. La solución del electrolito se envía a través de la celda, por ejemplo, una alimentación de exportación **4-20** conectada funcionalmente al depósito **4-10** envía electrolito mientras que un drenaje de fluido **4-30** está conectado al dispositivo que contiene la celda de cinc-aire o la batería de cinc-aire y facilita la salida por drenaje de por lo menos una porción del fluido electrolito **4-40** situado en una celda de cinc-aire o batería de cinc-aire descargada o cargada no totalmente presente en el citado dispositivo. El drenaje del electrolito original contenido en la celda de cinc-aire/batería de cinc-aire puede ser simultáneo con el envío del fluido electrolito desde el depósito, o puede seguir a aquél, o se puede reciclar dicha introducción de solución del electrolito desde el depósito y drenaje de la solución del electrolito desde la celda/batería, en un modo de puesta en marcha y parada, y se debe entender que cualquiera de dichos medios de introducción del fluido electrolito desde la celda/batería y drenaje del fluido electrolito desde la celda/batería están comprendidos en una realización de la invención.



La solución del electrolito puede ser bombeada a través de la celda/batería **4-50** y, en algunas realizaciones, se hace pasar corriente de carga a través de la celda simultáneamente **4-60** o después de un intercambio inicial de solución del electrolito, como se describe. La corriente de carga se hace pasar a través de la celda de manera usual, esto es, electrodo negativo de cinc, electrodo positivo de aire, como se representa por ejemplo en la figura 4 (no se muestra la conexión eléctrica al electrodo de aire de la derecha). Como el electrolito está en un gran exceso y circula a través de la celda, se forma sobre la placa una deposición uniforme bien compactada de cinc, exenta de dendritas (como si la deposición tuviera lugar bajo condiciones óptimas de un baño de chapado). Se pueden ajustar los parámetros deseados del depósito, como espesor y porosidad, en base a las condiciones de carga y aditivos del electrolito, como es bien conocido en la técnica. Una vez depositado el cinc, se interrumpe la conexión hidráulica con el depósito exterior y con su bomba y la celda está preparada con electrodo de cinc refrescado y electrolito remanente (insuficiente) para descarga de alta densidad de energía en modo primario. Dicha batería de energía recargable es candidata para funcionar en tándem con una batería convencional de energía recargable eléctricamente en un sistema EV total.

En algunas realizaciones, el aparato que comprende una celda/batería de metal-aire/cinc-aire puede usar un controlador para la aplicación de una corriente/voltaje a los sistemas descritos en la presente memoria.

En algunas realizaciones, como el óxido de cinc es el producto de la descarga y es fácilmente soluble en electrolito en exceso, un modo de uso es hacer circular el electrolito en exceso a través de la celda antes de aplicar la corriente de carga. De acuerdo con este aspecto, se puede eliminar rápidamente el óxido de cinc presente sobre la placa antes de que comience la carga eléctrica, para conseguir mejor aptitud de ciclación de la placa de cinc.

En algunas realizaciones, de acuerdo con la invención se puede usar un soporte inerte, de geometría simple, para el cinc, como una lámina o chapa tratada convenientemente de cinc o de acero chapado con cinc. En algunas realizaciones, se puede incorporar una matriz soporte metálica muy porosa, como una estructura sinterizada, reticular, fibrosa, alveolar o esponjosa convenientemente tratada y, usando electrolito permeable en modo de circulación, se puede acumular uniformemente el depósito de cinc durante la carga. Dicha matriz conductora ofrece, en algunas realizaciones, una separación estable de ánodo-cátodo durante la descarga, mientras la matriz mantiene una distribución más uniforme de la conductividad eléctrica porque en la descarga se acumula óxido de cinc aislante. En algunas realizaciones, la invención puede usar electrodos de aire diseñados sólo para descarga y la celda puede incorporar electrodos auxiliares situados entre el electrodo de cinc y el electrodo de aire (por ejemplo, a base de una malla catalizada de peso ligero para la recarga, por ejemplo, como la representada en la figura 5) **5-30**. En esta realización, la celda comprende un electrodo de cinc **5-10**, dos electrodos de aire **5-20** y dos electrodos auxiliares de carga **5-30** que aplican corriente hacia el electrodo de cinc en el modo de carga.

En algunas realizaciones, el uso de electrodos auxiliares puede proporcionar el beneficio añadido de permitir mayores corrientes de carga y de recargar así más rápidamente la celda. En algunas realizaciones, se pueden diseñar configuraciones más sencillas, en las que se pueden usar electrodos de aire de tipo bifuncional.

En algunas realizaciones, se puede diseñar una celda modificada y un esquema modificado como el descrito en la presente memoria.

En otra realización, la celda de cinc-aire comprende:

- una carcasa que comprende una entrada y una salida,
- como cátodo de la citada celda situada en la citada carcasa, por lo menos una estructura porosa capaz de absorber oxígeno del aire,
- una suspensión que consiste en cinc y solución de hidróxido potásico o solución de hidróxido sódico, situada entre la citada estructura porosa y la citada suspensión,
- conductores alargados situados en la citada carcasa y en contacto con la citada suspensión,
- por lo menos un tubo poroso que está situado en la citada carcasa, en contacto con la citada suspensión, y que atraviesa la citada carcasa de modo que una porción del citado tubo poroso sobresale de la citada carcasa, en el que el citado tubo poroso está construido de modo que facilita el paso de la solución de hidróxido potásico o de la solución de hidróxido sódico, y

en la que los citados ánodo y cátodo se pueden conectar eléctricamente a través de una carga y en la que las citadas entrada y salida permiten intercambio de la citada suspensión, introducción e intercambio de fluido electrolito, o una combinación ambos, presente en la citada celda con una suspensión, con un fluido electrolito o con una combinación de ambos en un depósito exterior.

De acuerdo con este aspecto y en algunas realizaciones, el tubo poroso está compuesto de cualquier material resistente a los álcalis, por ejemplo, polipropileno, Teflón<sup>®</sup>, nailon, polietileno, poli(cloruro de vinilo), poliestireno, poli(óxido de fenileno), etc.

En algunas realizaciones, los conductores alargados son cables o tiras colectoras de corriente. En algunas realizaciones, el conductor alargado de esta invención puede ser una espuma o estera abierta metálica o a base de carbono que retiene y proporciona contacto conductor a partículas de cinc durante el bombeo a la celda o a la suspensión para la recarga y durante la posterior descarga.

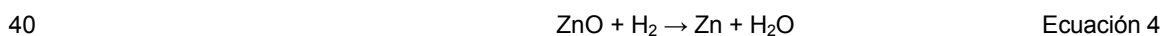
5 De acuerdo con este aspecto, y en algunas realizaciones, el material activo de cinc es una suspensión de polvo de cinc/KOH o de polvo de cinc/NaOH, o una suspensión de otro metal como la descrita en la presente memoria, que pueda ser bombeada a la celda o hacia fuera de la celda. El colector alargado de corriente para dicha suspensión fluyente del ánodo puede ser una estructura abierta similar a un cepillo de alambres **6-40** y el espacio anódico puede contener, en algunas realizaciones, por lo menos un tubo poroso de varias paredes **6-50** (véase la figura 6A, vista desde arriba). Como se representa en esta ilustración, los electrodos de aire **6-20** están situados al final de la carcasa, con una suspensión que contiene cinc/KOH o cinc/NaOH situada entre ellos **6-10**, y los conductores alargados **6-40** están situados en la suspensión, como lo está el tubo poroso de varias paredes **6-50**. La figura 6B muestra una vista longitudinal de una realización de este aspecto de la invención, en la que un par de separadores **6-30** están situados próximos a la suspensión, humedecidos por la suspensión pero separando de la suspensión los electrodos de aire **6-20**. No se muestra la conexión eléctrica al electrodo de aire de la derecha. Se muestra el posicionamiento del colector de corriente **6-40** y el tubo poroso de varias paredes **6-50** para la entrada y salida de electrolito para la renovación de la suspensión. También es evidente en esta ilustración el posicionamiento de la entrada **6-60** y salida **6-70** en la carcasa. También es posible incluir en dichas celdas/baterías un sustrato o placa porosa adicional **6-80**, debajo del cual hay electrolito libre **6-90** y se puede tomar energía de los terminales **6-100**. Así, en una realización, de acuerdo con este aspecto, la celda puede ser inundada con electrolito que se introduce, tanto en el compartimento principal como en el compartimento creado debajo del sustrato o placa porosa.

Durante la descarga de la celda, el cinc presente en la suspensión se puede convertir en óxido de cinc, como antes. Para realizar "recarga", primero se debe bombear electrolito desde un depósito exterior a través del ánodo agotado mediante los tubos porosos de varias paredes, que disuelve rápidamente al óxido de cinc, diluyendo la suspensión y permitiendo su fácil bombeo hacia fuera de la celda. La celda puede entonces ser recargada sencillamente bombeando hacia ella suspensión nueva desde un depósito exterior sin necesidad de ninguna recarga eléctrica. De acuerdo con este aspecto, la recarga puede ser muy rápida (minutos). La suspensión agotada separada de la celda puede ser regenerada externamente por electrolisis en una celda de regeneración, regenerando polvo de cinc sobre el cátodo (por ejemplo, separable por decapado periódico) y desprendiendo oxígeno desde un ánodo inerte. El polvo de cinc puede ser transformado en suspensión nueva mediante mezclado con hidróxido potásico, que incluye los aditivos necesarios (por ejemplo, espesante, polvo conductor eléctrico inerte, etc.).

Cuando se regenera externamente cinc procedente de una suspensión descargada, el óxido de cinc producido en la descarga se disuelve en electrolito en exceso y, de esta solución, se puede regenerar electrolíticamente polvo de cinc añadiendo electrolito y aditivos. En una ruta electrolítica, se deposita cinc sobre el cátodo de una celda de regeneración y se desprende oxígeno desde el ánodo de esta celda. La reacción en la celda es:



En una ruta alternativa para la regeneración de la suspensión a partir del electrolito, se deposita cinc sobre el cátodo de una celda de regeneración, como antes, pero el ánodo de esa celda es un electrodo poroso para la oxidación de hidrógeno. La reacción en la celda es:



El hidrógeno puede ser obtenido normalmente por reformado de gas natural y la celda puede ser accionada por un potencial mucho menor que el requerido en la ecuación 3 y dicho proceso es superior energéticamente al de la ecuación 3.

45 Cuando en la presente memoria se describen suspensiones de cinc/KOH, hay que indicar que son posibles configuraciones de celdas de suspensión de metal adicional/aire, que incluyen el uso de hierro, aluminio, magnesio, silicio y otros metales, como debe ser apreciado por los expertos en la técnica. También son aplicables electrolitos alternativos al KOH, como NaOH, soluciones de sales o líquidos iónicos y representan realizaciones contempladas para cualquier aspecto de la invención descrita en la presente memoria. En algunas realizaciones, dichos electrolitos se pueden incorporar en cualquier sistema descrito en la presente memoria o, en algunas realizaciones, dichos electrolitos se pueden incorporar en cualquier suspensión, como la descrita en la presente memoria. Cuando la regeneración de los componentes elementales no se realiza con facilidad electroquímicamente, después de la separación de la suspensión de la celda/batería, pueden ser necesarias etapas adicionales y dichas etapas/métodos son bien conocidos en la técnica.

55 En otras realizaciones, se pueden utilizar electrodos de aire convencionales a base de carbono unido a un polímero y electrodos de aire robustos de la técnica anterior, del tipo primario o bifuncionales, que se incorporan en los materiales y métodos de esta invención.

En algunas realizaciones, la invención proporciona una celda de metal-aire que, en algunas realizaciones, es una celda de cinc-aire con volumen bajo de cinc y electrolito, que está conectada a un depósito exterior que comprende

una solución de un electrolito alcalino, por ejemplo, KOH con ZnO disuelto, que es bombeado a través de la celda durante la recarga eléctrica, cuando los electrodos de aire son sencillamente los más bifuncionales.

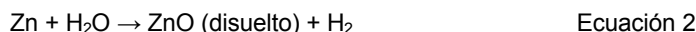
5 En algunas realizaciones, la etapa de bombeo precede a la etapa de recarga para permitir la eliminación del ZnO del sustrato del electrodo de cinc. En algunas realizaciones, cuando se produce la carga, se pueden usar, en lugar de los electrodos de aire, electrodos auxiliares (no los propios electrodos de aire) para realizar la carga.

En algunas realizaciones, las celdas/baterías para uso de acuerdo con los métodos/aparatos de esta invención comprenden un ánodo, que no es una placa plana sino una estructura porosa perfeccionada, por ejemplo, que comprende un metal o una aleación metálica, estructura que permite la carga rápida del sustrato (ánodo) de cinc. En algunas realizaciones, el ánodo es una esponja de grafito/carbono en la que están las placas de cinc en carga.

10 En algunas realizaciones, las celdas/baterías para uso de acuerdo con los métodos/aparatos de esta invención comprenden una celda primaria de cinc-aire con un depósito de cinc de alta capacidad sobre el ánodo, descargada sólo parcialmente en cada ciclo, en la que el ZnO resultante producido sobre el ánodo se elimina cada vez circulando electrolito desde el depósito y que sólo requiere recarga eléctrica una vez cada muy pocos ciclos.

15 En algunas realizaciones, las celdas/baterías para uso de acuerdo con los métodos/aparatos de esta invención comprenden una celda primaria de cinc-aire con un ánodo compuesto de una suspensión de polvo de cinc/KOH, celda que se recarga reemplazando suavemente el ánodo agotado de cinc/KOH con suspensión nueva y la suspensión agotada se elimina bombeándola (para su regeneración fuera) por exposición a electrolito que circula a través de tuberías porosas en el ánodo (para una recarga muy rápida).

20 En algunas realizaciones, el chapado repetido y descarga repetida del cinc en la celda, cuando se usan celdas convencionales de cinc-aire, pueden originar cinc metálico depositado sobre el ánodo durante la carga que se separa del ánodo y cae al fondo de la celda. Como el cinc metálico no es soluble directamente en KOH, podría interferir con transferencia de electrolito entre celdas durante el bombeo, incluso originando un cortocircuito. Esto se podría tratar (véase la figura 7) fijando sobre la base interna de una celda una malla metálica eléctrica flotante recubierta con un electrocatalizador del desprendimiento de hidrógeno (por ejemplo, composiciones de metales catalíticos o composiciones de óxidos metálicos catalíticos, como es conocido en la técnica). Las partículas de cinc que caen a la base de la celda contactan con la malla, oxidándose espontáneamente a ZnO en el electrolito de la celda (junto con desprendimiento de hidrógeno) y se disuelve (véase la ecuación 2).



En algunas realizaciones, la invención proporciona una celda de cinc-aire que comprende:

- 30 – un ánodo que contiene cinc y que comprende:
- por lo menos un soporte poroso conductor eléctrico para la incorporación de cinc en él,
  - una estera porosa a base de un polímero, situada próxima al citado soporte poroso, y
  - un conjunto de malla o cable de recubrimiento exterior, situado próximo a la citada estera porosa a base de un polímero y distal al citado soporte poroso y que comprende un electrocatalizador del desprendimiento de hidrógeno en presencia de cinc en por lo menos una estructura porosa capaz de absorber oxígeno del aire como cátodo de la citada celda,
  - una carcasa en la que están situados los citados ánodo y cátodo y que comprende además un fluido electrolito alcalino,
  - opcionalmente, una entrada y una salida en la citada carcasa, en la que las citadas entrada y salida están construidas de modo que permiten intercambio del citado fluido electrolito presente en la citada celda con un fluido electrolito situado en un depósito exterior, y
  - opcionalmente, por lo menos un primer separador situado en la citada celda entre el citado ánodo y el citado cátodo,

en la que los citados ánodo y cátodo se pueden conectar eléctricamente por medio de una carga.

45 En algunas realizaciones, la estera porosa a base de un polímero está compuesta de Teflón<sup>®</sup>, nailon, polipropileno o polietileno o, en algunas realizaciones, la estera está compuesta de cualquier material resistente a los álcalis y que no tiene conexión a ningún estímulo externo.

50 Con referencia a la figura 7, se muestra el soporte poroso **7-10** para la incorporación de cinc, envuelto por una estera porosa **7-20** de plástico, que envuelve eficazmente al ánodo, sobre el que está colocado otro recubrimiento o malla exterior **7-30** para la separación de dendritas de cinc.

Con referencia a la figura 8, la invención proporciona otra realización de medios adicionales para fijar una celda de aire-cinc con alta densidad de energía y mínimos componentes auxiliares. De acuerdo con este aspecto, y en algunas realizaciones, una propuesta de celda cilíndrica autónoma puede ser considerada como celda primaria del tipo de suspensión recombustible. La pared exterior del cilindro (vertical) comprende un electrodo **8-30** cuyo interior va provisto de una capa **6-40** de un separador y después una malla metálica abierta colocada próxima **8-50** que actúa como colector de la corriente del ánodo y que presiona contra el separador. La celda con forma de tubo va provista de una válvula situada en la parte superior **8-10** para llenar la celda y una válvula situada en el fondo **8-80** para vaciar la celda después de la descarga. La celda está llena de suspensión de partículas de cinc **8-60** y de un volumen limitado de solución de KOH, con un tamaño de las partículas de cinc seleccionado desde 50 micrómetros hasta unos pocos milímetros. La celda va provista en su centro de un medio de agitación **8-70**, por ejemplo, una paleta, agitador o tornillo de un material ligero, como plástico, cuyo eje sale a través de un cierre hermético **8-20** de la parte superior de la celda a un medio que proporciona rotación, como un motor o turbina (no mostrado). El medio de agitación puede funcionar durante la descarga pero también durante el drenaje después de la descarga. Durante la descarga la agitación fuerza a las partículas de cinc a chocar con la malla colectora de corriente, permitiendo corrientes altas y continuando la ablación del óxido de cinc descargado sobre la superficie de las partículas de cinc. Igualmente, en el drenaje, la agitación ayuda a separar los productos viscosos de descarga presentes en la celda. Esta propuesta de celda puede usar electrodos de aire convencionales a base de carbono unido a un polímero o electrodos de aire robustos de la técnica anterior. En una batería de varias celdas es posible que muchos tubos independientes de este tipo, conectados eléctricamente, se puedan llenar y vaciar rápidamente de suspensión en una estación de carga sin necesidad de emplomar entre tubos, un depósito de almacenamiento de suspensión o una bomba exterior de suspensión.

En algunas realizaciones, la invención proporciona un aparato para cargar una celda de cinc-aire o batería de cinc-aire, comprendiendo el citado aparato:

- un depósito, comprendiendo el citado depósito:
- un fluido electrolito alcalino que contiene cinc,
- una alimentación de exportación conectada funcionalmente al citado depósito
- un drenaje de fluido, y
- opcionalmente, un segundo depósito de descarga,

en el que:

- el citado aparato se puede conectar opcionalmente a la citada celda de cinc-aire o batería de cinc-aire que se desean cargar,
- el citado depósito del citado aparato está situado externamente a un dispositivo que contiene una celda de cinc-aire o batería de cinc-aire que se desean cargar y la citada alimentación de exportación permite el aporte del citado fluido electrolito que contiene cinc desde el citado depósito a la citada celda de cinc-aire o batería de cinc-aire que se desean cargar,
- el citado drenaje de fluido se puede conectar funcionalmente al citado dispositivo que contiene la citada celda de cinc-aire o batería de cinc-aire y facilita el drenaje de por lo menos una porción de un fluido electrolito situado en una celda de cinc-aire o batería de cinc-aire descargada o cargada no totalmente en el citado dispositivo, y
- el citado fluido electrolito drenado se envía al citado depósito u opcionalmente el citado fluido electrolito drenado se envía al citado segundo depósito de descarga.

El aparato de esta invención incorpora un depósito, que comprende un fluido electrolito alcalino que contiene cinc. Los expertos en la técnica deben apreciar que el término "fluido electrolito alcalino que contiene cinc" puede ser cualquier fluido electrolito apropiado para uso de acuerdo con las celdas de cinc-aire o baterías de cinc-aire descritas en la presente memoria y que contienen una forma apropiada de cinc o de un compuesto que contenga cinc, por ejemplo, óxido de cinc. Se debe apreciar que el término "fluido electrolito alcalino que contiene cinc" a incorporar en los aparatos de esta invención puede contener cinc elemental u óxido de cinc que sean apropiados y convenientes para la correspondiente celda de cinc-aire o batería de cinc-aire que se ha de acoplar a un aparato como el descrito en la presente memoria, como debe ser entendido por los expertos en la técnica.

En algunas realizaciones, por ejemplo, en la representada en la figura 4, el fluido electrolito transportado a la celda de metal-aire desde el depósito es concurrente con el drenaje de fluido electrolito al mismo depósito o, en algunas realizaciones, el fluido electrolito drenado se drena opcionalmente a un segundo depósito de descarga.

En la presente memoria, el término "depósito" se refiere a cualquier receptáculo capaz de almacenar una solución de un electrolito alcalino que se ha de aportar a las celdas de metal-aire/cinc-aire aquí descritas. En algunas

realizaciones, dicho depósito se diseña para colocarlo en una estación de servicio, para recargar varias celdas de metal-aire/cinc-aire, según sea necesario, con un volumen y dimensión factibles para su uso en masa. En algunas realizaciones, dicho depósito puede estar bajo o sobre el suelo, según sea necesario.

5 En algunas realizaciones, el drenaje es una tubería, tubo, sifón u otro medio mediante el cual se pueda drenar fluido desde la indicada fuente y enviarlo al recipiente deseado. En algunas realizaciones, el drenaje puede estar conectado a una bomba para acelerar el drenaje de fluido o, en algunas realizaciones, también puede estar conectado opcionalmente a un filtro, un convertidor u otros materiales y ser aportado después al depósito deseado.

10 En algunas realizaciones, la alimentación de exportación es igualmente una tubería, tubo, sifón u otro medio mediante el cual se pueda aportar fluido a la celda/batería de metal-aire o cinc-aire desde el depósito. En algunas realizaciones, la alimentación de exportación también puede estar conectada a una bomba, a un filtro o a otra maquinaria para ayudar al aporte de fluido electrolito de un contenido deseado y, por ejemplo, de una pureza deseada.

15 En algunas realizaciones, tanto la alimentación de exportación como el drenaje están conectados respectivamente a una entrada y salida de una celda/batería de metal-aire/cinc-aire mediante una válvula que regula el flujo de fluido electrolito hacia y fuera de la celda/batería de metal-aire/cinc-aire.

20 Se debe entender que la celda/batería de metal-aire/cinc-aire puede ser cualquier celda/batería apropiada de metal-aire/cinc-aire, incluida cualquier realización descrita y/o ejemplificada en la presente memoria y representa un aspecto diseñado de la invención. Cualquier celda/batería de metal-aire/cinc-aire conocida en la técnica puede ser utilizada de acuerdo con los aparatos y/o métodos de esta invención y, en algunas realizaciones, puede ser modificada para ser versiones más compactadas de la misma y usada de acuerdo con la invención descrita en la presente memoria.

25 En algunas realizaciones, cuando los aparatos de esta invención están conectados funcionalmente a una realización de la celda/batería de metal-aire/cinc-aire aquí descrita, por ejemplo, en la figura 6, o a otras realizaciones de dicha celda/batería de metal-aire/cinc-aire, que usa como ánodo de la celda/batería de metal-aire/cinc-aire una suspensión que contiene cinc-KOH, entonces la alimentación de exportación y el drenaje serán de un material y tamaño que sean apropiados para el intercambio de la suspensión, como se describe en la presente memoria.

30 En algunas realizaciones, cuando se aplica la celda/batería de metal-aire/cinc-aire a los aparatos de esta invención, se permite cualquier concentración apropiada de la solución de electrolito y ejemplos de concentraciones de la suspensión acuosa de KOH comunes en muchos sistemas de baterías alcalinas están en el intervalo de 20 a 45% en peso. Normalmente, el óxido de cinc se disuelve químicamente en dichas soluciones hasta una concentración de 100 mg/l o, si resulta de la descarga del ánodo de cinc de una celda y se ayuda por aditivos diluyentes disueltos, como silicato sódico, puede alcanzar 200 mg/l. En algunas realizaciones, la alimentación de la solución a la celda/batería desde el depósito durante la recarga puede tener concentraciones menores que estos límites de solubilidad, más similares a la de baños alcalinos de chapado con cinc y se puede desear mantener el nivel de óxido de cinc entre 10 y 50 mg/l para mantener una buena calidad del chapado y la aptitud de ser un buen medio de disolución del óxido de cinc descargado en los ánodos de la celda.

40 El depósito puede cambiar el contenido de ion cinc entre estos límites extremos, dependiendo del tamaño del depósito y número de celdas/baterías en servicio, por ejemplo, entre un máximo de 50 mg/l antes de la carga de la celda/batería y un mínimo de 10 mg/l después de la carga de la celda/batería. Ventajosamente se puede precalentar la solución (el óxido de cinc se disuelve más rápidamente que en soluciones frías) y, en algunas realizaciones, puede contener también aditivos, por ejemplo, para conseguir y mantener características deseables de chapado con cinc, como porosidad, e inhibir autodescarga sobre el ánodo de cinc. En algunas realizaciones, el depósito se puede mantener relativamente compacto incorporando una carga que contiene óxido de cinc en fase sólida a través del cual pasa opcionalmente solución de KOH para conseguir la concentración deseada de óxido de cinc.

45 En algunas realizaciones, la composición de la solución se puede mantener dentro de los límites especificados en la estación exterior de carga y se puede evitar la acumulación de impurezas (como carbonatos, iones metálicos extraños) al nivel del depósito.

En algunas realizaciones, el aparato puede comprender además un regulador de la temperatura, regulador de la temperatura que controla la temperatura del fluido electrolito en el depósito.

50 En algunas realizaciones, el aparato puede comprender además un regulador del flujo, regulador del flujo que controla la velocidad de flujo o presión del fluido electrolito enviado desde el citado depósito o del fluido enviado al citado depósito.

55 En algunas realizaciones, el aparato puede comprender además un filtro, filtro que está conectado funcionalmente al citado drenaje de fluido y por el que filtra fluido electrolito enviado desde la citada celda de aire y la citada alimentación de exportación y por el que filtra fluido electrolito enviado a la citada celda de aire, o realiza una combinación de estas funciones.

Se debe entender que se puede realizar cualquier combinación de los aparatos y celdas/baterías de metal-aire o cinc-aire descritas en la presente memoria y estas realizaciones representan aspectos permitidos de esta invención.

En algunas realizaciones, esta invención proporciona un método para recargar una celda de cinc-aire o batería de cinc-aire, comprendiendo el citado método

- 5 – poner en contacto una celda de cinc-aire o batería de cinc-aire con un aparato de esta invención, de modo que:

la citada alimentación de exportación del citado aparato esté conectada funcionalmente a la citada celda de cinc-aire y fluido electrolito pueda así ser enviado desde el citado depósito a la citada celda de cinc-aire, y

- 10 el citado drenaje de fluido está conectado funcionalmente a la citada celda de cinc-air y fluido electrolito pueda ser sacado de la citada celda de cinc-aire,

- favorecer el envío de fluido electrolito que contiene cinc desde el citado depósito a la citada celda de cinc-aire mediante la citada alimentación de exportación, y

- 15 – favorecer el envío de fluido electrolito desde la citada celda de cinc-aire al citado aparato mediante el citado drenaje de fluido.

En algunas realizaciones, la celda comprende un ánodo de cinc y el método elimina del citado ánodo óxido de cinc acumulado, como se describe en las realizaciones de la presente memoria.

- 20 En algunas realizaciones, cuando el fluido electrolito enviado desde el citado depósito a la citada celda de aire es una suspensión que contiene cinc y el citado fluido electrolito enviado desde la citada celda de cinc-aire al citado aparato es una suspensión que contiene cinc, entonces los elementos del aparato serán apropiados para destinarse al aporte y drenaje de dicha suspensión.

- 25 En algunas realizaciones, el aparato comprende además una fuente de energía y el citado método comprende además aplicar un voltaje a la citada celda de cinc-aire. En algunas realizaciones, el voltaje se aplica después de una circulación previa de fluido electrolito para eliminar de los ánodos ZnO acumulado, como se describe en la presente memoria.

- 30 En algunas realizaciones, la celda de cinc-aire comprende electrodos auxiliares y la citada fuente de energía aplica un voltaje a los citados electrodos auxiliares. En algunas realizaciones, el aparato comprende además un regulador de la temperatura y el citado regulador de la temperatura controla la temperatura del citado fluido electrolito enviado desde el citado depósito. En algunas realizaciones, la celda de cinc-aire comprende un ánodo metálico chapado con cinc y el citado método favorece el rechapado del citado ánodo con cinc.

En algunas realizaciones, el aparato comprende además un depurador conectado opcionalmente al citado depósito y otros elementos conocidos en la técnica y usados para recargar celdas/baterías de metal-aire/cinc-aire.

- 35 En algunas realizaciones, la invención se puede aplicar a vehículos eléctricos de emisión cero de uso individual o en flotas. Estos vehículos pueden ser accionados por una batería de cinc-aire de alta energía que requiere una estación de carga periódica, que puede contener los aparatos de acuerdo con la presente invención (por ejemplo, cinc-aire, 80 kWh, 200 kg), en tándem con una batería de pequeña potencia (por ejemplo, Li-ion, 100 kWh, 125 kg), que puede aceptar ser cargada en casa o en el trabajo así como frenado regenerativo. Dicha combinación puede permitir un intervalo de 40 km sólo con la batería de litio-ion y de 400 km con ambas baterías. En algunas realizaciones, la batería de Li-ion se puede usar en viajes cortos y la batería de cinc-aire se puede usar en viajes largos.

- 40 En algunas realizaciones, para recargar la batería de cinc-aire el vehículo puede entrar en una estación de cambio de baterías y tener su batería reemplazada mecánicamente. Se debe entender que la estación de cambio se puede seleccionar de acuerdo con la ruta tomada y alertada para un cambio inminente de la batería.

- 45 En la estación, las baterías pueden ser recargadas in situ, si hay infraestructura disponible o, en algunas realizaciones, las baterías descargadas pueden ser enviadas diariamente para su recarga a un centro urbano dedicado de recarga.

En el centro urbano de recarga, las baterías se pueden conectar a máquinas de recarga que incorporan los aparatos de esta invención. Estas máquinas de recarga deben estar diseñadas de acuerdo con el tipo de batería de cinc-aire enviadas para su recarga.

- 50 En el tipo recargado eléctricamente de la presente invención, las celdas/baterías pueden estar conectadas individualmente a electrolito bombeado desde un depósito de electrolito y se debe comenzar la carga eléctrica. La carga puede durar 1-5 horas y se puede realizar preferiblemente usando electricidad en las horas de menor consumo.

En la batería de cinc-aire con reemplazamiento de la suspensión de la presente invención, las máquinas deben reemplazar la suspensión en las celdas/baterías. Este reemplazamiento puede durar 10-30 minutos para proporcionar una batería nueva y la suspensión descargada puede ser procesada in situ por regeneración electroquímica, realizada preferiblemente usando electricidad en horas de menor consumo e hidrógeno.

- 5 Los ejemplos proporcionados a continuación son sólo con fines ilustrativos y no deben ser considerados en modo alguno como limitativos de la invención.

Aunque se han presentado diversas realizaciones de la presente invención, es posible usar diversas alternativas, modificaciones y equivalentes. Se debe entender que cualquier característica aquí descrita se puede combinar con otra característica aquí descrita. Se debe entender que el artículo "uno" se refiere a una cantidad de uno o más del ítem que sigue al artículo, excepto cuando se especifique expresamente lo contrario.

Los ejemplos siguientes son para ilustrar pero no limitar la presente invención-

### Ejemplos

#### Ejemplo 1

Se construyó una celda de cinc-aire a partir de dos electrodos de aire bifuncionales (10 cm x 10 cm x 0,1 cm de espesor) que bordeaban a un ánodo central de cinc (como en la figura 1). Los electrodos de aire se unieron por los bordes usando resina epoxídica formando un perfil estrecho de plástico con forma de U de modo que el volumen interior de la celda fue aproximadamente 40 cm<sup>3</sup> y la celda, que estaba provista de aberturas de entrada y salida de electrolito, se cerró con una cubierta de plástico. El soporte del ánodo de cinc fue una malla de níquel (10 cm x 10 cm x 0,05 cm de espesor; 20 orificios por centímetro) colocada en el centro, que había sido recubierta con indio para asegurar un recubrimiento adherente de cinc sobre el electrochapado de cinc e inhibir autodescarga de cinc. En los bordes de los electrodos de aire, en el interior de la celda, se unieron separadores de Celgard<sup>®</sup> (polipropileno microporoso) para evitar cortocircuitos del ánodo/cátodo. En la base de la celda se unió una malla de níquel recubierta con níquel poroso como electrocatalizador del desprendimiento de hidrógeno, para digerir cualesquiera partículas de cinc que pudieran caer desde el ánodo. El espacio inicial entre el aire y los electrodos de cinc era aproximadamente 1 mm y se usó en la celda 30 cm<sup>3</sup> de electrolito (30% en peso de KOH que contenía 50 mg/l de ZnO disuelto). Para cargarla, la celda se conectó hidráulicamente (usando tubos de carga conectados con las aberturas de entrada y salida) a un depósito grande exterior de electrolito (2 litros de solución de KOH del 30% en peso que contenía 50 g/ml de óxido de cinc disuelto a 50°C) que se bombeó a través de la celda usando una bomba exterior a un caudal de bombeo de 50 cm<sup>3</sup>/min. Los electrodos de la celda se conectaron a una fuente de corriente continua y la celda se cargó a 12 A. Después de 5,5 horas se formó sobre el soporte del ánodo un depósito compacto, poroso, uniforme, de color gris. En este momento se desconectó el sistema de circulación del electrolito y la celda se descargó a 10 A en aire estático usando sólo el electrolito que permanecía en la celda. El OCV de la celda fue 1,45 V y la celda proporcionó 50 Ah a un voltaje medio de trabajo de 1,25 V hasta un corte de 0,9 V y se pudo ver que el ánodo había cambiado de aspecto al color blanco del óxido de cinc. Para recargar la celda, se volvió a conectar como antes el sistema de circulación del electrolito pero el electrolito continuó circulando durante 10 minutos antes de comenzar la recarga eléctrica para separar del soporte del ánodo óxido de cinc residual. Después de recargar la celda como antes, el OCV de la celda fue 1,45 V y la celda proporcionó de nuevo 50 Ah a un voltaje medio de trabajo de 1,25 V hasta un corte de 0,9 V, demostrando la buena aptitud de recarga del sistema. La densidad de energía del sistema fue 350 Wh/kg y la energía por volumen 800 Wh/l.

#### Ejemplo 2

Se construyó una celda de cinc-aire a partir de dos electrodos de aire primarios (10 cm x 10 cm x 0,1 cm de espesor) que bordeaban a un ánodo central de cinc (como en la figura 3). Los electrodos de aire se unieron por los bordes usando resina epoxídica formando un perfil estrecho de plástico con forma de U de modo que el volumen interior de la celda fue aproximadamente 50 cm<sup>3</sup> y la celda, que estaba provista de aberturas de entrada y salida de electrolito, se cerró con una cubierta de plástico. El soporte del ánodo de cinc fue una placa porosa a base de fibras de acero (10 cm x 10 cm x 0,3 cm de espesor) colocada en el centro, que había sido recubierta con indio para asegurar un recubrimiento adherente de cinc sobre el electrochapado de cinc e inhibir autodescarga de cinc. Entre los electrodos de aire y el ánodo de cinc había dos electrodos auxiliares de carga de malla de níquel que habían sido recubiertos con un electrocatalizador del desprendimiento de oxígeno y se envolvieron en una capa de separadores de Celgard<sup>®</sup> (polipropileno microporoso) para evitar cortocircuitos del ánodo/cátodo. En la base de la celda se unió una malla de níquel recubierta con níquel poroso como electrocatalizador del desprendimiento de hidrógeno, para digerir cualesquiera partículas ocasionales de cinc que pudieran caer desde el ánodo. El espacio entre el aire y los electrodos de cinc fue aproximadamente 1 mm y se usó en la celda aproximadamente 50 cm<sup>3</sup> de electrolito (30% en peso de KOH que contenía 50 mg/l de ZnO disuelto). Para cargarla, la celda se conectó hidráulicamente (usando tubos de carga conectados con las aberturas de entrada y salida) a un depósito grande exterior de electrolito (5 litros de solución de KOH del 30% en peso que contenía 50 g/l de óxido de cinc a 50°C) que se bombeó a través de la celda usando una bomba exterior a un caudal de bombeo de 30 cm<sup>3</sup>/min. El cinc y los electrodos auxiliares de carga se conectaron a una fuente de corriente continua y la celda se cargó a 50 A. Después de 2,2 horas se formó sobre el soporte del ánodo un depósito compacto, poroso, uniforme, de color gris de cinc metálico. En este momento se

desconectó el sistema de circulación del electrolito y la celda se descargó a 20 A usando aire en circulación y sólo el electrolito que permanecía en la celda. El OCV de la celda fue 1,45 V y la celda proporcionó 100 Ah a un voltaje medio de trabajo de 1,25 V hasta un corte de 0,9 V y se pudo ver que el ánodo había cambiado de aspecto al color blanco del óxido de cinc. Para recargar la celda, se volvió a conectar como antes el sistema de circulación del electrolito pero el electrolito continuó circulando durante 20 minutos antes de comenzar la recarga eléctrica para separar del soporte del ánodo óxido de cinc. Después de recargar la celda como antes, el OCV de la celda fue 1,45 V y la celda proporcionó de nuevo 100 Ah a un voltaje medio de trabajo de 1,25 V hasta un corte de 0,9 V, demostrando la buena aptitud de recarga del sistema. La densidad de energía del sistema fue 450 Wh/kg y la energía por volumen 1.000 Wh/l.

### 10 Ejemplo 3

Se construyó una celda de cinc-aire a partir de dos electrodos de aire primarios (10 cm x 10 cm x 0,1 cm de espesor) que bordeaban a un ánodo central de suspensión de cinc (como en la figura 4). Los electrodos de aire se unieron por los bordes usando resina epoxídica formando un perfil estrecho de plástico con forma de U de modo que el volumen interior de la celda fue aproximadamente 80 cm<sup>3</sup> y la celda, que estaba provista de aberturas de entrada y salida de electrolito, se cerró con una cubierta de plástico. En los bordes de los electrodos de aire, en el interior de la celda, se unieron separadores de Celgard<sup>®</sup> (polipropileno microporoso) para evitar cortocircuitos del ánodo/cátodo. La suspensión del ánodo llenó el volumen entre los dos electrodos de aire y se introdujo en la celda en cinco segundos mediante una bomba de dosificación de la suspensión. Estaba compuesta de una suspensión de polvo de cinc (66% en peso) en 34% en peso de electrolito (30% en peso de KOH que contenía 50 g/l de ZnO disuelto). El colector de corriente del ánodo fue una estructura del tipo de cepillo de cables de níquel que se sumergió en la suspensión, donde los cables habían sido recubiertos con indio para limitar autodescarga del ánodo de cinc. También había 4 tubos de plástico poroso sumergidos en la suspensión. La celda se descargó a temperatura ambiente a 10 A en aire estático. El OCV de la celda fue 1,45 V y la celda proporcionó 50 Ah a un voltaje medio de trabajo de 1,25 V hasta un corte de 0,9 V. La suspensión descargada fue ahora más viscosa que antes de la descarga y fue difícil separarla de la celda pero, pasando electrolito a 50°C durante 5 minutos a través de los tubos porosos del ánodo, la suspensión descargada se diluyó y se pudo bombear usando la bomba de suspensión. De los productos de descarga de la celda se pudo regenerar electroquímicamente la suspensión. De nuevo, el OCV de la celda fue 1,45 V y la celda proporcionó 50 Ah a un voltaje medio de trabajo de 1,25 V hasta un corte de 0,9 V, demostrando la buena aptitud de recarga del sistema. La densidad de energía del sistema fue 4050 Wh/kg y la energía por volumen 800 Wh/l.

Aunque se ha descrito e ilustrado, no se pretende que esta memoria esté limitada a los detalles mostrados puesto que se pueden hacer diversas modificaciones y sustituciones sin salirse en modo alguno del espíritu de la presente memoria. Como tal, se pueden realizar por personas expertas en la técnica modificaciones y equivalentes de la invención aquí descrita usando sólo experimentación rutinaria y dichas modificaciones y equivalentes están dentro del espíritu y alcance de la memoria definida por las siguientes reivindicaciones.



**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato para cargar una celda de cinc-aire o batería de cinc-aire, comprendiendo el citado aparato:

- un depósito, comprendiendo el citado depósito:
  - un fluido electrolito alcalino, que contiene óxido de cinc disuelto y
  - 5                   óxido de cinc en fase sólida,
- una alimentación de exportación conectada funcionalmente al citado depósito
- un drenaje de fluido,
- un cargador, en el que el citado cargador se puede conectar funcionalmente a la citada celda de cinc-aire o batería de cinc-aire, y
- 10 – opcionalmente, un segundo depósito de descarga

en el que:

- el citado aparato se puede conectar opcionalmente a la citada celda de cinc-aire o batería de cinc-aire que se desean cargar,
- el citado depósito del citado aparato está situado externamente a un dispositivo que contiene una celda de cinc-aire o batería de cinc-aire que se desean cargar y la citada alimentación de exportación permite el aporte del citado fluido electrolito desde el citado depósito a la citada celda de cinc-aire o batería de cinc-aire que se desean cargar,
- el citado drenaje de fluido se puede conectar funcionalmente al citado dispositivo que contiene la citada celda de cinc-aire o batería de cinc-aire y facilita el drenaje de por lo menos una porción de un fluido electrolito situado en una celda de cinc-aire o batería de cinc-aire descargada o cargada no totalmente en el citado dispositivo,
- el citado fluido electrolitos drenado se envía al citado depósito u opcionalmente el citado fluido electrolito drenado se envía al citado segundo depósito de descarga, y
- el citado cargador aplica una corriente a la citada celda de cinc-aire,

25 en el que la citada celda de cinc-aire o batería de cinc-aire comprende un ánodo de estructura porosa.

2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además por lo menos un elemento de bombeo, elemento de bombeo que facilita el aporte del citado fluido electrolito alcalino que contiene óxido de cinc disuelto desde el citado depósito a la citada celda de cinc-aire o batería de cinc-aire que se desean cargar, o bomba que facilita el drenaje de por lo menos una porción de un fluido electrolito situado en una celda de cinc-aire o batería de cinc-aire descargada o cargada no totalmente en el citado dispositivo o en una combinación de aquellas.

3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el citado aparato comprende una fuente de energía para aplicar un voltaje, fuente de energía que se puede conectar funcionalmente a la citada celda de cinc-aire o batería de cinc-aire.

4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el citado aparato comprende además un primer controlador del citado cargador de modo que se puede aplicar una corriente de carga a la citada celda de cinc-aire o a la citada batería de cinc-aire simultáneamente con o después del citado aporte del citado fluido electrolito que contiene cinc.

5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un primer controlador del citado cargador, de modo que se puede aplicar una corriente de carga a la citada celda de cinc-aire o batería de cinc-aire simultáneamente con o después del citado aporte del citado fluido electrolito que contiene cinc.

6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además, y conectada funcionalmente a aquél, una celda de cinc-aire que comprende:

- como ánodo de la citada celda, por lo menos una estructura que incorpora cinc,
- como cátodo de la citada celda, por lo menos una estructura porosa capaz de absorber oxígeno del aire,
- una carcasa en la que están situados los citados ánodo y cátodo, que comprende además un fluido electrolito, y

- una entrada y una salida en la citada carcasa, en la que las citadas entrada y salida están construidas de modo que permiten intercambio del citado fluido electrolito presente en la citada celda con un fluido electrolito situado en un depósito exterior,

en el que los citados ánodo y cátodo se pueden conectar eléctricamente a través de una carga.

- 5 7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además por lo menos un separador situado entre el citado ánodo y el citado cátodo, en el que la citada estructura que incorpora cinc es una estructura porosa, o en el que la citada estructura que incorpora cinc es un sustrato conductor que comprende un recubrimiento de cinc o chapado de cinc, o en el que el citado fluido electrolito es hidróxido potásico o hidróxido sódico, o en el que la citada celda comprende además por lo menos un electrodo auxiliar, o en el que el citado aparato se puede conectar
- 10 funcionalmente a una batería que comprende dos o más de las citadas celdas de cinc-aire, en el que las citadas dos o más celdas de cinc-aire están conectadas hidráulicamente.

8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además, y conectado funcionalmente a aquél, una celda de cinc-aire que comprende:

- por lo menos un ánodo que contiene cinc,
- 15 – como cátodo de la citada celda, por lo menos una estructura porosa capaz de absorber oxígeno del aire,
- opcionalmente, por lo menos un primer separador situado en la citada celda entre el citado ánodo y el citado cátodo,
- una carcasa en la que están situados los citados ánodo y cátodo, que comprende además un fluido de electrolitos alcalino,
- 20 – una entrada, y
- una salida,

en el que la citada entrada y la citada salida están situadas en y transversales a la citada carcasa, en el que las citadas entrada y salida están construidas de modo que permiten intercambio del citado fluido electrolito presente en la citada celda con fluido electrolito alcalino que contiene óxido de cinc disuelto situado en un depósito exterior y en el que los citados ánodo y cátodo se pueden conectar eléctricamente a través de una carga.

25

9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además un sustrato metálico eléctricamente flotante recubierto con un electrocatalizador, que facilita el desprendimiento de hidrógeno en presencia de cinc, con lo que se impide la acumulación de partículas de cinc en la citada carcasa, o en el que el citado fluido electrolito alcalino es hidróxido potásico o hidróxido sódico, o en el que la citada celda comprende además por lo menos un
- 30 cátodo auxiliar situado entre un electrodo de cinc y un electrodo de aire, o en el que el citado aparato se puede conectar opcionalmente a una batería que comprende dos o más de las citadas celdas de cinc-aire, en el que las citadas dos o más celdas están conectadas hidráulicamente.

10. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un regulador del flujo, regulador del flujo que controla la velocidad de flujo o presión del fluido electrolito enviado desde el citado depósito o de un fluido enviado al citado depósito, que comprende además un filtro, filtro que está conectado funcionalmente al citado drenaje de fluido y filtra así fluido electrolito enviado desde la citada celda de aire, la citada alimentación de exportación y filtra así fluido electrolito enviado a la citada celda de aire, o una combinación de estas funciones.

35

11. Un método para recargar una celda de cinc-aire o batería de cinc-aire, comprendiendo el citado método:

- 40 – poner en contacto una celda de cinc-aire o batería de cinc-aire con el aparato de acuerdo con la reivindicación 1, de modo que:

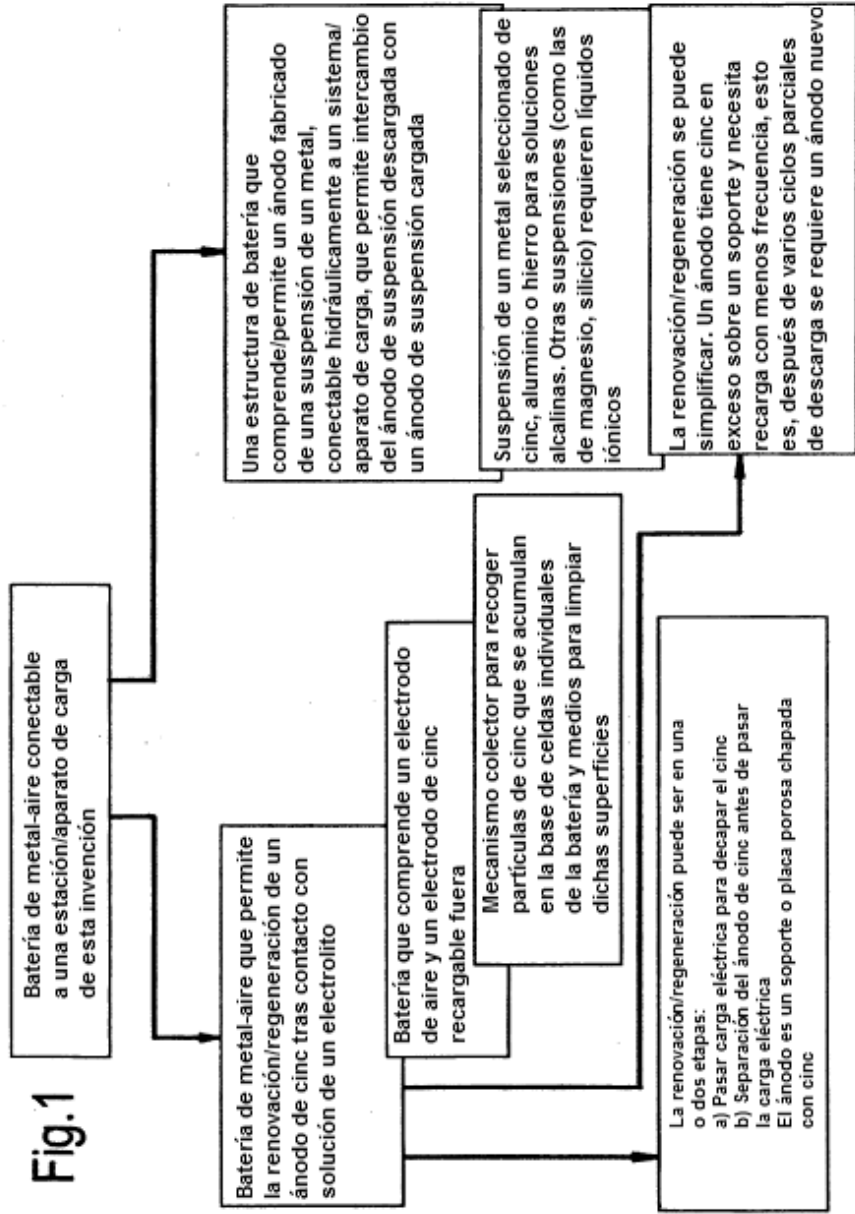
la citada alimentación de exportación del citado aparato está conectada funcionalmente a la citada celda de cinc-aire y fluido de electrolitos que contiene óxido de cinc disuelto puede así ser enviado desde el citado depósito a la citada celda de cinc-aire, y el citado drenaje de fluido está conectado funcionalmente a la citada celda de cinc-aire, por lo que fluido electrolito de la citada celda de cinc-aire puede ser enviado fuera de la citada celda de cinc-aire,

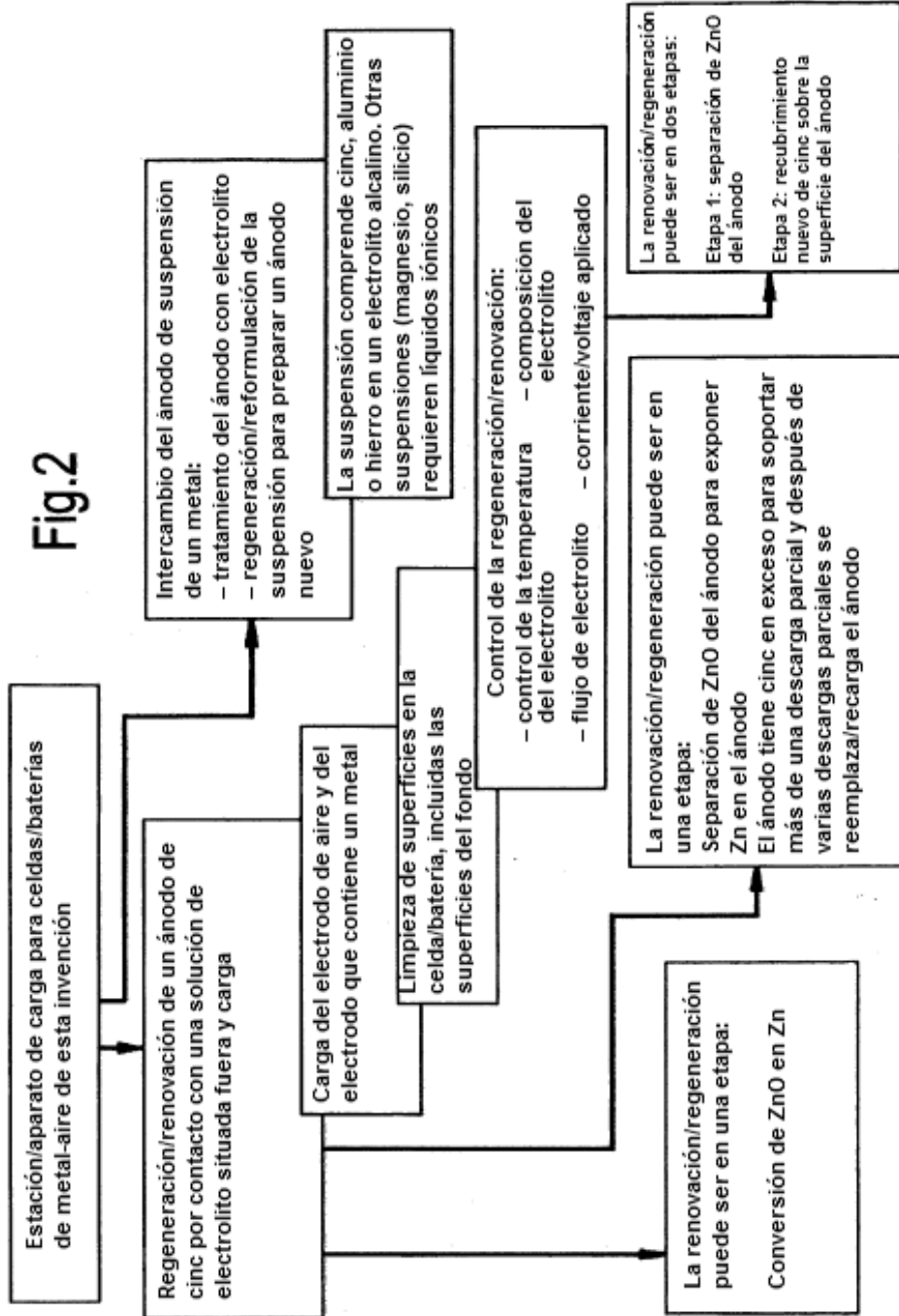
45

- favorecer el envío de fluido electrolito que contiene óxido de cinc disuelto desde el citado depósito a la citada celda de cinc-aire mediante la citada alimentación de exportación, y

- favorecer el envío de fluido electrolito desde la citada celda de cinc-aire al citado aparato mediante el citado drenaje de fluido.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la citada celda de aire comprende un ánodo de cinc, el citado fluido electrolito enviado desde la citada celda de cinc-aire contiene óxido de cinc y el citado método decapa óxido de cinc acumulado sobre el citado ánodo.
- 5 13. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el citado aparato comprende un regulador de la temperatura y el citado regulador de la temperatura controla la temperatura del citado fluido electrolito que contiene óxido de cinc disuelto enviado desde el citado depósito.
14. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la citada celda de cinc-aire comprende un ánodo metálico chapado con cinc, el citado electrolito comprende óxido de cinc y el citado método favorece el rechapado del citado ánodo con cinc.
- 10 15. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el citado aparato comprende además un depurador conectado funcionalmente al citado depósito.





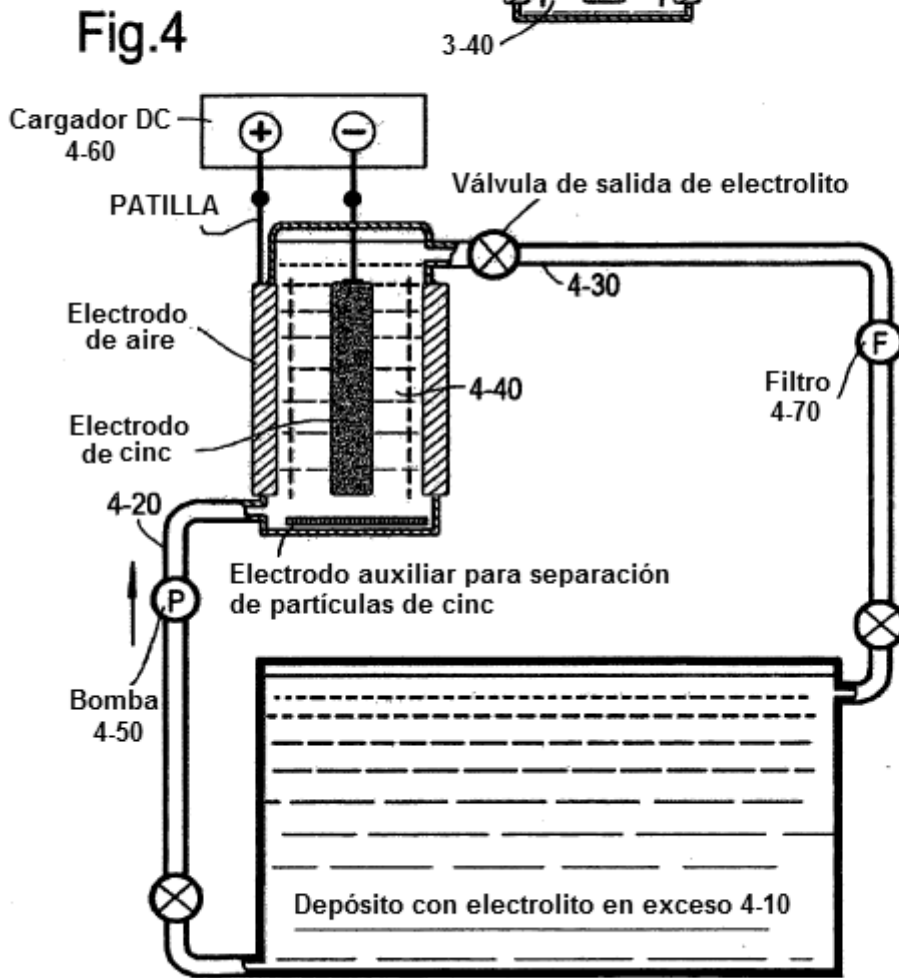
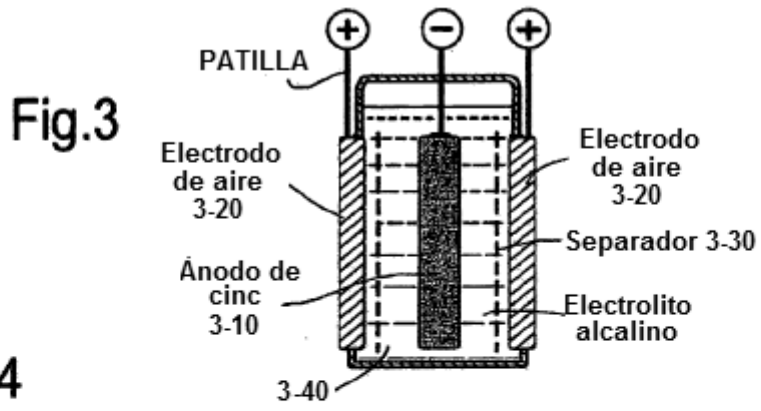


Fig.5

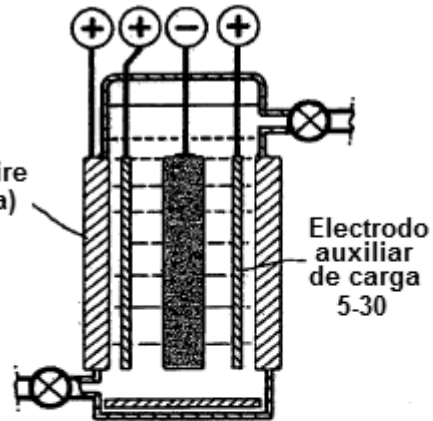


Fig.6A

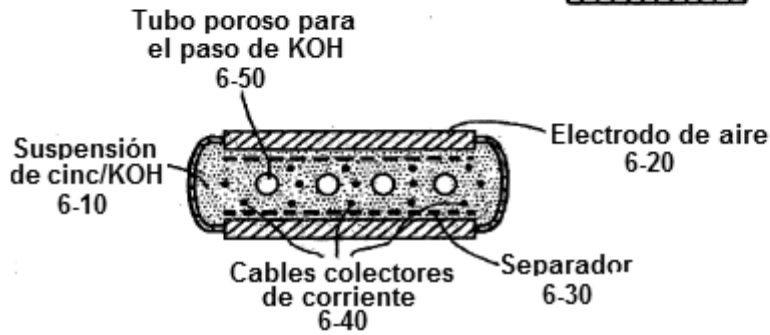


Fig.6B

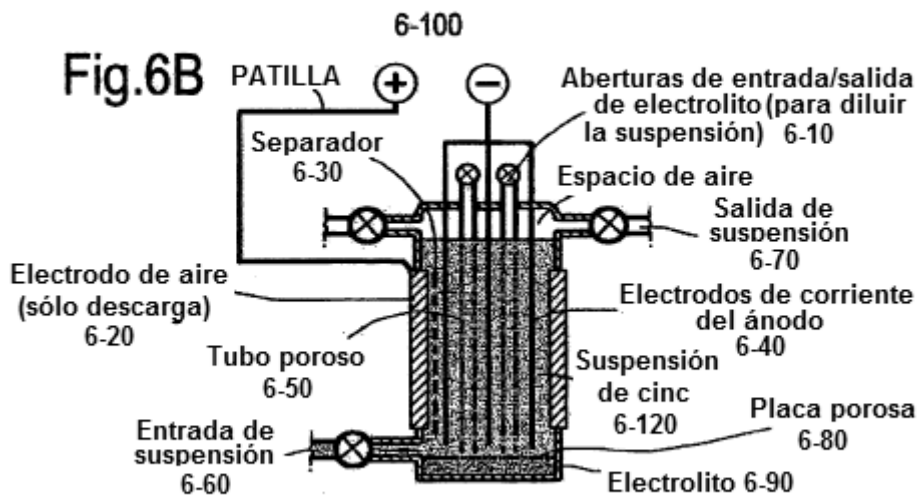


Fig.7

