

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 937 332**

21 Número de solicitud: 202130893

51 Int. Cl.:

H01M 10/054 (2010.01)

H01M 4/46 (2006.01)

H01M 4/583 (2010.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

23.09.2021

43 Fecha de publicación de la solicitud:

27.03.2023

71 Solicitantes:

ALBUFERA ENERGY STORAGE, S.L. (100.0%)
C/ Faraday, 7, Parque Científico de Madrid
Campus de Cantoblanco
28049 Madrid (Madrid) ES

72 Inventor/es:

CHACÓN GUADALIX, Joaquín José;
DOMÍNGUEZ GONZÁLEZ, Cristina y
ALMODÓVAR LOSADA, Paloma

74 Agente/Representante:

SERRANO IRURZUN, Francisco Javier

54 Título: **Batería recargable bipolar de iones de aluminio y usos asociados**

57 Resumen:

Batería recargable bipolar de iones de aluminio y usos asociados.

La presente invención se refiere a una batería recargable bipolar de iones de aluminio y a sus usos asociados. Dicha batería es capaz de producir un voltaje hasta un 200% superior al de las baterías recargables de iones de aluminio convencionales gracias al tipo de materiales seleccionados para los electrodos y al apilamiento en tipo "sándwich" de las celdas electroquímicas que la conforman mediante el empleo de colectores de corriente de grafito compartidos entre celdas adyacentes. Esta configuración reduce de manera efectiva la resistencia interna logrando una mayor densidad de potencia y un mayor número de ciclos de carga y descarga sin un rápido deterioro de la capacidad de almacenamiento de energía de la batería.

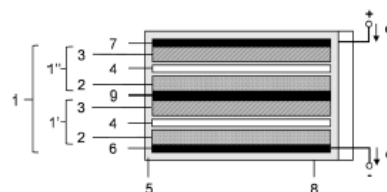


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

BATERÍA RECARGABLE BIPOLAR DE IONES DE ALUMINIO Y USOS ASOCIADOS

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se enmarca en el ámbito de las tecnologías de almacenamiento de energía eléctrica. Más concretamente, el objeto de la invención se refiere a una batería recargable bipolar de iones de aluminio y a sus usos asociados.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La producción sostenible y el almacenamiento eficiente de la energía eléctrica son necesidades urgentes de la sociedad moderna para mitigar los apremiantes desafíos globales; esto es, el acceso igualitario a la energía, la degradación ambiental y el cambio climático. Las tecnologías basadas en fuentes de energía renovable muestran un enorme potencial como solución a estos problemas energéticos y ambientales. Sin embargo, la electricidad que generan es intermitente y, hasta ahora, no se ha logrado su almacenamiento de una forma práctica, fácil y económica. Por tanto, resulta de vital importancia mejorar los sistemas de almacenamiento de energía eléctrica actuales para garantizar tanto el máximo aprovechamiento de cada megavatio verde generado, como una entrega estable y continua de electricidad a los sistemas de red.

Dentro de los sistemas de almacenamiento de energía eléctrica, se encuentran las baterías. Las baterías son dispositivos que consisten en varias celdas electroquímicas conectadas en serie o en paralelo capaces de producir corriente eléctrica a partir de las reacciones químicas que se producen en su interior. Si dichas reacciones son reversibles, las baterías reciben el nombre de baterías recargables o baterías secundarias.

Hasta la fecha, las baterías recargables de iones de litio han sido las más comercializadas a nivel mundial, usándose como fuente de alimentación de dispositivos electrónicos portátiles y vehículos híbridos y eléctricos debido a su elevada capacidad energética y resistencia a la descarga. Sin embargo, el alto coste asociado a su fabricación, los riesgos de inflamabilidad de las mismas, así como las reservas limitadas de este metal en la corteza terrestre han desencadenado la búsqueda de sistemas de almacenamiento alternativos para aplicaciones a gran escala [Larcher et al. Nature Chemistry, 2015, 7 (1), 19-29].

Actualmente, las baterías recargables de iones de aluminio se erigen como una de las alternativas más prometedoras y seguras para el almacenamiento de energía eléctrica a gran escala debido a su bajo coste, baja inflamabilidad y alta capacidad de almacenamiento (8040 mAh cm⁻³, cuatro veces superior a la del litio). Sin embargo, pese a sus indiscutibles ventajas, el desarrollo comercial de este tipo de baterías se ha visto limitado; principalmente, por su baja densidad de potencia (inferior a 250 W kg⁻¹) y por un número de ciclos de carga y descarga insuficientes (menos de 100 ciclos) con un rápido deterioro de su capacidad de almacenamiento de energía (entre un 26% y un 85% en 100 ciclos) [véase, por ejemplo, Jayaprakash et al. Chemical Communications, 2011, 47 (47), 12610-12612; Rani et al. Journal of The Electrochemical Society, 2013, 160 (10), A1781; Hudak et al. J. Phys. Chem. C, 2014, 118, 5203–5215].

Recientemente, se han desarrollado varias baterías recargables de iones de aluminio que intentan dar solución a las limitaciones anteriormente expuestas. La primera de ellas consiste en una celda electroquímica tipo “Swagelok” o “pouch” con una lámina de aluminio puro como ánodo, una lámina de grafito pirolítico (~17 µm de espesor) o espuma de grafito tridimensional como cátodo, y una disolución de cloruro de aluminio (AlCl₃) en 1-etil-cloruro de 3-metilimidazolio como electrolito. Dicha celda proporciona tiempos de carga de alrededor un minuto con una densidad de potencia de 3000 W kg⁻¹, y soporta más de 7500 ciclos de carga/descarga sin deterioro de su capacidad de almacenamiento (70 mA h g⁻¹, aprox.) [Lin et al. Nature, 2015, 520 (7547), 324-328]. La segunda, también con un ánodo de aluminio puro y un cátodo de grafito, pero usando como electrolito una disolución de AlCl₃/urea, posee una capacidad específica de 93 mA h g⁻¹ a 100 mA g⁻¹, y de 75 mA h g⁻¹ a 200 mA g⁻¹ después de 500 ciclos, no observándose un deterioro mayor de su capacidad incluso a 1000 mA g⁻¹ [Jiao et al. ChemComm, 2017, 53 (15), 2331-2334]. Sin embargo, ninguno de estos modelos de batería excede los 2.2-2.5 V como voltaje máximo de operación.

La presente invención propone una solución a las limitaciones anteriormente expuestas, mediante una novedosa batería recargable bipolar de iones de aluminio con una eficiencia mejorada frente a las baterías recargables de iones de aluminio conocidas.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCION

A la luz de los problemas del estado de la técnica expuestos en la sección anterior, el objeto de la presente invención se refiere a una batería recargable bipolar de iones de aluminio y a sus usos asociados. Dicha batería es capaz de producir un voltaje hasta un 200% superior al de las baterías recargables de iones de aluminio convencionales gracias al tipo de materiales seleccionados para los electrodos y al apilamiento en tipo “sándwich” de las celdas electroquímicas que la conforman (en lugar de la estructura en serie convencional) mediante el empleo de colectores de corriente de grafito compartidos entre celdas adyacentes. Esta configuración reduce de manera efectiva la resistencia interna logrando una mayor densidad de potencia y un mayor número de ciclos de carga y descarga sin un rápido deterioro de la capacidad de almacenamiento de energía de la batería.

En el ámbito de interpretación de la presente invención, se entenderá por “celda electroquímica”, a un dispositivo de almacenamiento energético capaz de obtener energía eléctrica a partir de reacciones redox que tienen lugar dentro del mismo y que consta de dos electrodos, uno positivo y otro negativo, separados por una membrana o lámina porosa que evita el cortocircuito entre dichos electrodos, y por “batería”, al conjunto de dos o más celdas electroquímicas conectadas entre sí. Asimismo, se entenderá por “batería recargable” a una batería en la que las reacciones redox son reversibles y que, por tanto, permite diversos ciclos de carga y descarga; esto es, proporcionar una corriente eléctrica estable y controlada a una carga externa por agotamiento de los materiales de las células electroquímicas que la componen (“descarga”) y ser nuevamente recargada por medio de una fuente de energía externa para regenerar los materiales consumidos (“carga”).

Asimismo, en la presente invención se entiende por “reacción de oxidación” a una reacción química en la que se ceden electrones y por “reacción de reducción” a aquella en la que se captan electrones.

Así pues, la batería objeto de la presente invención comprende:

- una pluralidad de celdas electroquímicas apiladas en serie, cada una de las cuales comprende a su vez:
 - un primer electrodo, que comprende una lámina de aluminio que experimenta una reacción de oxidación durante la descarga de la batería, y una reacción de reducción durante la carga de la batería;
 - un segundo electrodo, que comprende un material carbonoso que experimenta una reacción de reducción durante la descarga de la batería y una reacción de oxidación durante la carga de la batería; y,

- una membrana de separación, dispuesta como espaciador mecánico entre el primer y el segundo electrodo pero permitiendo el intercambio iónico entre dichos electrodos;
- un electrolito, en el que se encuentran sumergidas la pluralidad de celdas electroquímicas y que transporta los iones liberados en el primer electrodo y en el segundo electrodo durante los ciclos de carga y descarga de la batería;
- un primer colector de corriente, que comprende una lámina de grafito dispuesta en contacto con el primer electrodo de una celda dispuesta en un primer extremo de la serie de celdas electroquímicas;
- un segundo colector de corriente, que comprende una lámina de grafito dispuesta en contacto con el segundo electrodo de una celda dispuesta en un segundo extremo de la serie de celdas electroquímicas; y,
- una carcasa que aloja la pluralidad de celdas electroquímicas, el electrolito, el primer colector de corriente y el segundo colector de corriente.

Ventajosamente, en la pluralidad de celdas electroquímicas apiladas que conforman la batería, las celdas consecutivas se encuentran conectadas mediante una lámina de grafito dispuesta entre dichas celdas consecutivas.

En una realización preferente de la invención, el grosor de la lámina de grafito está comprendido entre 0.1 y 10 mm.

En una realización preferente de la invención, el primer electrodo comprende una lámina de aluminio puro. Alternativamente, el primer electrodo comprende una lámina de una aleación de aluminio; preferentemente, una aleación de aluminio y magnesio, aluminio y cinc, aluminio y estaño, o aluminio y galio y, más preferentemente, con un porcentaje en peso de magnesio, cinc, estaño o galio inferior al 5%.

En una realización preferente de la invención, el primer electrodo comprende un recubrimiento hidrofóbico y/o anticorrosivo.

En una realización preferente de la invención, el segundo electrodo comprende uno o más de los siguientes materiales carbonosos: carbono amorfo, grafito, grafito expandido, grafeno, óxido de grafeno, óxido de grafeno reducido, o grafito expandido o grafeno dopados con hidrógeno, azufre, nitrógeno o potasio.

En una realización preferente de la invención, el segundo electrodo está depositado en

forma de pintura sobre la lámina de grafito mediante un aditivo aglutinante. Preferentemente, el aditivo aglutinante comprende fluoruro de polivinilideno (PVDF), politetrafluoroetileno (PTFE), alginato sódico, carboximetilcelulosa (CMC) o caucho estireno-butadieno (SBR). Más preferentemente, la relación en peso entre el aditivo aglutinante y el material carbonoso es igual o inferior al 15%. Esta unión carbono-carbono entre el electrodo y la lámina de grafito permite reducir la resistencia interna de la celda y aumentar la conductividad, al eliminar la interfase que se crea en las baterías convencionales por depositar el material activo del electrodo sobre un sustrato de diferente material; por ejemplo, baterías de iones de litio o iones aluminio donde el material activo carbonoso de los electrodos se deposita sobre láminas de cobre (véase, por ejemplo, Lahiri et al. J. Mater. Chem., 2011, 21(35), 13621-13626, y CN109354008A). En consecuencia, se consigue aumentar la densidad de potencia y voltaje de la batería. Asimismo, la deposición del material activo del electrodo en forma de pintura favorece esa reducción de la resistencia interna de la celda ya que proporciona una mejor adhesión entre el material carbonoso del electrodo y la lámina de grafito.

En una realización preferente de la invención, el segundo electrodo de la celda dispuesta en el segundo extremo de la serie de celdas electroquímicas está depositado en forma de pintura sobre la lámina de grafito del segundo colector de corriente mediante un aditivo aglutinante. Preferentemente, el aditivo aglutinante comprende fluoruro de polivinilideno (PVDF), politetrafluoroetileno (PTFE), alginato sódico, carboximetilcelulosa (CMC) o caucho estireno-butadieno (SBR). Más preferentemente, la relación en peso entre el aditivo aglutinante y el material carbonoso es igual o inferior al 15%. Al igual que en la realización anterior, esta configuración permite reducir la resistencia interna de la celda y, en consecuencia, mejorar la conductividad, densidad de potencia y voltaje de la batería.

En una realización preferente de la invención, el electrolito comprende una disolución de un halogenuro de aluminio en un líquido iónico. Preferentemente, el halogenuro de aluminio comprende cloruro de aluminio, bromuro de aluminio o yoduro de aluminio, mientras que el líquido iónico comprende urea, acetamida, cloruro de 1 -etil- 3-metilimidazolio, bromuro de 1 -etil- 3-metilimidazolio o yoduro de 1 -etil- 3-metilimidazolio. Más preferentemente, la relación en peso entre el halogenuro de aluminio y el líquido iónico está comprendida entre 1:1 y 3:1.

En una realización preferente de la invención, la membrana de separación comprende una lámina porosa de materiales cerámicos, microfibras de vidrio, polipropileno o cualquier combinación posible de las mismas.

En una realización preferente de la invención, la carcasa comprende politetrafluoroetileno (PTFE), cloruro de polivinilo (PVC), tereftalato de polietileno (PET).

- 5 Es también objeto de la presente invención el uso una batería según cualquiera de las configuraciones anteriormente descritas como pila de botón, cilíndrica o prismática para aplicaciones estacionarias o como acumulador de energía para vehículos eléctricos o híbridos.

10 DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 muestra un esquema de los elementos que integran la batería electroquímica objeto de la presente invención durante la carga de la misma, según una realización preferente de la misma.

15

La Figura 2 muestra las curvas de carga (a) y descarga (b) galvanostática de la batería bipolar objeto de la presente invención según una realización preferente de la misma bajo una densidad de corriente de $50 \text{ mA} \cdot \text{g}^{-1}$.

- 20 La Figura 3 muestra el rendimiento cíclico a largo plazo de la batería bipolar objeto de la presente invención, según una realización preferente de la misma, a lo largo de 150 ciclos de carga/descarga galvanostática a $50 \text{ mA} \cdot \text{g}^{-1}$. Las curvas a y b representan la capacidad específica de la batería en estado de carga y descarga, respectivamente, y la curva c, la eficiencia coulombica de la misma. En el gráfico interior, se observa la estabilidad de la
- 25 capacidad específica de dicha batería a lo largo de más de 6000 ciclos de carga/descarga.

REFERENCIAS NUMÉRICAS UTILIZADAS EN LAS FIGURAS

- 30 Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características técnicas de la invención, las citadas figuras se acompañan de una serie de referencias numéricas donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se representa lo siguiente:

(1)	Pluralidad de celdas electroquímicas
(1')	Celda dispuesta en un primer extremo de la serie de celdas electroquímicas
(1'')	Celda dispuesta en un segundo extremo de la serie de celdas electroquímicas

(2)	Primer electrodo
(3)	Segundo electrodo
(4)	Membrana de separación
(5)	Electrolito
(6)	Primer colector de corriente
(7)	Segundo colector de corriente
(8)	Carcasa
(9)	Lámina de grafito

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Como se ha descrito en secciones anteriores, la batería recargable bipolar de iones de aluminio objeto de la presente invención comprende:

- una pluralidad de celdas electroquímicas (1) apiladas en serie, cada una de ellas compuestas por un primer electrodo (2) de aluminio, un segundo electrodo (3) de material carbonoso y una membrana de separación (4);
- un electrolito (5), en el que se encuentran sumergidas la pluralidad de celdas electroquímicas (1) y que transporta los iones liberados en el primer electrodo (2) y en el segundo electrodo (3) durante los ciclos de carga y descarga de la batería;
- un primer colector de corriente (6), que comprende una lámina de grafito dispuesta en contacto con el primer electrodo (2) de una celda (1') dispuesta en un primer extremo de la serie de celdas electroquímicas (1);
- un segundo colector de corriente (7), que comprende una lámina de grafito dispuesta en contacto con el segundo electrodo (3) de una celda (1'') dispuesta en un segundo extremo de la serie de celdas electroquímicas (1); y,
- una carcasa (8) que aloja la pluralidad de celdas electroquímicas (1), el electrolito (5), el primer colector de corriente (6) y el segundo colector de corriente (7).

Dicha batería es capaz de producir un voltaje hasta un 200% superior al de las baterías de aluminio convencionales gracias a que, en la pluralidad de celdas electroquímicas (1) apiladas, las celdas consecutivas se encuentran conectadas mediante una lámina de grafito (9) dispuesta entre dichas celdas (1) consecutivas (Fig.1). El grosor de dicha lámina está comprendido, preferentemente, entre 0.1 y 10 mm. De esta manera, se consigue reducir de manera efectiva la resistencia interna logrando una mayor densidad de potencia y un mayor

número de ciclos de carga y descarga sin un rápido deterioro de la capacidad de almacenamiento de energía de la batería.

5 Durante la descarga de dicha batería; esto es, cuando la batería está conectada a una carga externa a través del primer (6) y del segundo (7) colector de corriente, la lámina de aluminio que conforma el primer electrodo (2) de cada una de las células electroquímicas (1) experimenta una reacción de oxidación en la que se liberan iones de aluminio que se desplazan al segundo electrodo (3) de cada una de las células electroquímicas a través del electrolito (5), uniéndose dichos iones de aluminio al material carbonoso que conforma
10 dichos segundos electrodos (3) y generándose una corriente eléctrica que se suministra a la carga externa a través del primer colector de corriente (6).

De manera opuesta, durante la carga de la batería de la invención mediante la corriente eléctrica suministrada por una fuente de energía externa conectada a dicha batería a través
15 del primer (6) y segundo (7) colector de corriente, los iones de aluminio se separan del material carbonoso del segundo electrodo (3) de cada una de las células electroquímicas para unirse de nuevo al primer electrodo (2) a través del electrolito (5).

El primer electrodo (2) comprende una lámina de aluminio puro o, alternativamente, una
20 lámina de una aleación de aluminio; preferentemente, una aleación de aluminio y magnesio, aluminio y cinc, aluminio y estaño, o aluminio y galio y, más preferentemente, con un porcentaje en peso de magnesio, cinc, estaño o galio inferior al 5%. Adicionalmente, dicho electrodo (2) puede comprender un recubrimiento hidrofóbico y/o anticorrosivo.

25 El segundo electrodo (3) puede comprender uno o más de los siguientes materiales carbonosos: carbono amorfo, grafito, grafito expandido, grafeno, óxido de grafeno, óxido de grafeno reducido, o grafito expandido o grafeno dopados con hidrógeno, azufre, nitrógeno o potasio. Opcionalmente, dicho segundo electrodo (3) puede estar depositado en forma de pintura sobre la lámina de grafito (9) mediante un aditivo aglutinante, preferentemente,
30 fluoruro de polivinilideno (PVDF), politetrafluoroetileno (PTFE), alginato sódico, carboximetilcelulosa (CMC) o caucho estireno-butadieno (SBR). La relación en peso entre el aditivo aglutinante y el material carbonoso es igual o inferior al 15%. Esta configuración permite reducir la resistencia interna de la celda y, en consecuencia, mejorar la conductividad, densidad de potencia y voltaje de la batería.

35 En una realización preferente de la invención, el segundo electrodo (3) de la celda (1")

dispuesta en el segundo extremo de la serie de celdas electroquímicas (1) está depositado en forma de pintura sobre la lámina de grafito del segundo colector de corriente (7) mediante un aditivo aglutinante. Preferentemente, el aditivo aglutinante comprende fluoruro de polivinilideno (PVDF), politetrafluoroetileno (PTFE), alginato sódico, carboximetilcelulosa (CMC) o caucho estireno-butadieno (SBR). Más preferentemente, la relación en peso entre el aditivo aglutinante y el material carbonoso es igual o inferior al 15%. Al igual que en la realización anterior, esta configuración reduce la resistencia interna de la celda.

El electrolito (5) comprende una disolución de un halogenuro de aluminio en un líquido iónico. Preferentemente, el halogenuro de aluminio comprende cloruro de aluminio, bromuro de aluminio o yoduro de aluminio, mientras que el líquido iónico comprende urea, acetamida, cloruro de 1 -etil- 3-metilimidazolio, bromuro de 1 -etil- 3-metilimidazolio o yoduro de 1 -etil- 3-metilimidazolio. Más preferentemente, la relación en peso entre el halogenuro de aluminio y el líquido iónico está comprendida entre 1:1 y 3:1.

La membrana de separación (4) comprende una lámina porosa de materiales cerámicos, microfibras de vidrio, polipropileno o cualquier combinación posible de las mismas.

La carcasa (8) comprende politetrafluoroetileno (PTFE), cloruro de polivinilo (PVC), tereftalato de polietileno (PET), o cualquier combinación posible de los mismos.

Es también objeto de la presente invención el uso una batería según cualquiera de las configuraciones anteriormente descritas como pila de botón, cilíndrica o prismática para aplicaciones estacionarias o como acumulador de energía para vehículos eléctricos o híbridos.

Ejemplo de realización de la invención

A continuación, se ilustrará la efectividad de la batería descrita en la presente invención mediante un ejemplo de realización preferente de la misma. En concreto, se ha fabricado una batería recargable bipolar de iones de aluminio que comprende:

- dos celdas electroquímicas (1, 1') apiladas en serie y conectadas mediante una lámina de grafito (9) de grosor 0.2 mm, cada una de las cuales comprende a su vez:
 - una lámina de aluminio puro como primer electrodo (2);

- grafito expandido depositado en forma de pintura sobre una lámina de grafito (9) mediante PVDF como segundo electrodo (3), siendo la relación en peso aglutinante/material carbonoso igual a 13.6%;
- una lámina porosa de microfibras de vidrio como membrana de separación (4);
- una disolución de cloruro de aluminio en urea (relación en peso 3:1) como electrolito (5);
- una lámina de grafito como primer colector de corriente (6), de grosor 0.2 mm;
- una lámina de grafito como segundo colector de corriente (6), de grosor 0.2 mm; y,
- una carcasa (8) de PET que aloja la pluralidad de celdas electroquímicas (1), el electrolito (5), el primer colector de corriente (6) y el segundo colector de corriente (7),

En la Figura 2 se muestran las curvas de carga (a) y descarga (b) galvanostática de esta batería, la cual devuelve una capacidad específica de $\sim 100 \text{ mA h g}^{-1}$ bajo una densidad de corriente de carga/descarga de $50 \text{ mA} \cdot \text{g}^{-1}$. Ello supone un aumento de hasta el 200% sobre el voltaje máximo que pueden soportar las baterías recargables de iones de aluminio conocidas (4.8 V vs 2.4 V).

Además, este diseño de batería permite disminuir el coste de almacenamiento de la energía (inferior a 100 €/kWh), gracias a sus bajos costes de fabricación y mantenimiento y a que soporta un mayor número de ciclos de carga y descarga sin degradarse que las baterías de iones de aluminio desarrolladas hasta la fecha. Concretamente, y como se puede observar en la Figura 3, la batería presenta una capacidad específica estable a lo largo de más de 6000 ciclos de carga/descarga al 80% de profundidad de carga (DOD, por sus siglas en inglés).

REIVINDICACIONES

1. Batería recargable bipolar de iones de aluminio que comprende:

- una pluralidad de celdas electroquímicas (1) apiladas en serie, cada una de las cuales comprende a su vez:

- un primer electrodo (2), que comprende una lámina de aluminio que experimenta una reacción de oxidación durante la descarga de la batería, y una reacción de reducción durante la carga de la batería;

- un segundo electrodo (3), que comprende un material carbonoso que experimenta una reacción de reducción durante la descarga de la batería y una reacción de oxidación durante la carga de la batería; y,

- una membrana de separación (4), dispuesta como espaciador mecánico entre el primer (2) y el segundo (3) electrodo pero permitiendo el intercambio iónico entre dichos electrodos;

- un electrolito (5), en el que se encuentran sumergidas la pluralidad de celdas electroquímicas (1) y que transporta los iones liberados en el primer electrodo (2) y en el segundo electrodo (3) durante los ciclos de carga y descarga de la batería;

- un primer colector de corriente (6), que comprende una lámina de grafito dispuesta en contacto con el primer electrodo (2) de una celda (1') dispuesta en un primer extremo de la serie de celdas electroquímicas (1);

- un segundo colector de corriente (7), que comprende una lámina de grafito dispuesta en contacto con el segundo electrodo (3) de una celda (1'') dispuesta en un segundo extremo de la serie de celdas electroquímicas (1); y,

- una carcasa (8) que aloja la pluralidad de celdas electroquímicas (1), el electrolito (5), el primer colector de corriente (6) y el segundo colector de corriente (7),

estando dicha batería **caracterizada por que**, en la pluralidad de celdas electroquímicas (1) apiladas, las celdas consecutivas se encuentran conectadas mediante una lámina de grafito (9) dispuesta entre dichas celdas (1) consecutivas.

2. Batería según la reivindicación anterior, donde el grosor de la lámina de grafito (9) está comprendido entre 0.1 y 10 mm.

3. Batería según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el primer electrodo (2) comprende una lámina de aluminio puro.

4. Batería según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, donde el primer electrodo (2) comprende una lámina de una aleación de aluminio.
- 5 5. Batería según la reivindicación anterior, donde la aleación de aluminio comprende aluminio y magnesio, aluminio y cinc, aluminio y estaño, o aluminio y galio.
6. Batería según la reivindicación anterior, donde el porcentaje en peso de magnesio, cinc, estaño o galio en la aleación es inferior al 5%.
- 10 7. Batería según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el primer electrodo (2) comprende un recubrimiento hidrofóbico y/o anticorrosivo.
8. Batería según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el segundo electrodo (3) comprende uno o más de los siguientes materiales carbonosos: carbono amorfo, grafito, grafito expandido, grafeno, óxido de grafeno, óxido de grafeno reducido, o grafito expandido o grafeno dopados con hidrógeno, azufre, nitrógeno o potasio.
- 15 9. Batería según la reivindicación anterior, donde el segundo electrodo (3) está depositado en forma de pintura sobre la lámina de grafito (9) mediante un aditivo aglutinante.
- 20 10. Batería según la reivindicación anterior, donde el segundo electrodo (3) de la celda (1'') dispuesta en el segundo extremo de la serie de celdas electroquímicas (1) está depositado en forma de pintura sobre la lámina de grafito del segundo colector de corriente (7) mediante un aditivo aglutinante.
- 25 11. Batería según cualquiera de las reivindicaciones 9-10, donde el aditivo aglutinante comprende fluoruro de polivinilideno (PVDF), politetrafluoroetileno (PTFE), alginato sódico, carboximetilcelulosa (CMC) o caucho estireno-butadieno (SBR).
- 30 12. Batería según cualquiera de las reivindicaciones 9-11, donde la relación en peso entre el aditivo aglutinante y el material carbonoso es igual o inferior al 15%.
13. Batería según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el electrolito (5) comprende una disolución de un halogenuro de aluminio en un líquido iónico.
- 35 14. Batería según la reivindicación anterior, donde el halogenuro de aluminio comprende cloruro de aluminio, bromuro de aluminio o yoduro de aluminio.

15. Batería según cualquiera de las reivindicaciones 13-14, donde el líquido iónico comprende urea, acetamida, cloruro de 1 -etil- 3-metilimidazolio, bromuro de 1 -etil- 3-metilimidazolio o yoduro de 1 -etil- 3-metilimidazolio.
- 5
16. Batería según cualquiera de las reivindicaciones 13-15, donde la relación en peso entre el halogenuro de aluminio y el líquido iónico está comprendida entre 1:1 y 3:1.
- 10
17. Batería según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la membrana de separación (4) comprende una lámina porosa de materiales cerámicos, microfibras de vidrio, polipropileno, o cualquier combinación posible de los mismos.
- 15
18. Batería según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la carcasa (8) comprende politetrafluoroetileno (PTFE), cloruro de polivinilo (PVC), tereftalato de polietileno (PET), o cualquier combinación posible de los mismos.
19. Uso de una batería según cualquiera de las reivindicaciones anteriores como pila de botón, cilíndrica o prismática para aplicaciones estacionarias.
20. Uso de una batería según cualquiera de las reivindicaciones 1-18 como acumulador de energía para vehículos eléctricos o híbridos.

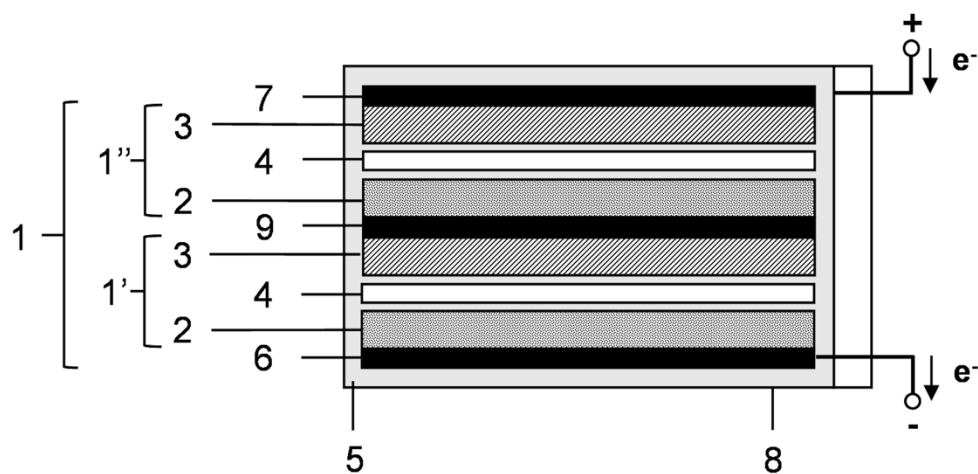


FIG. 1

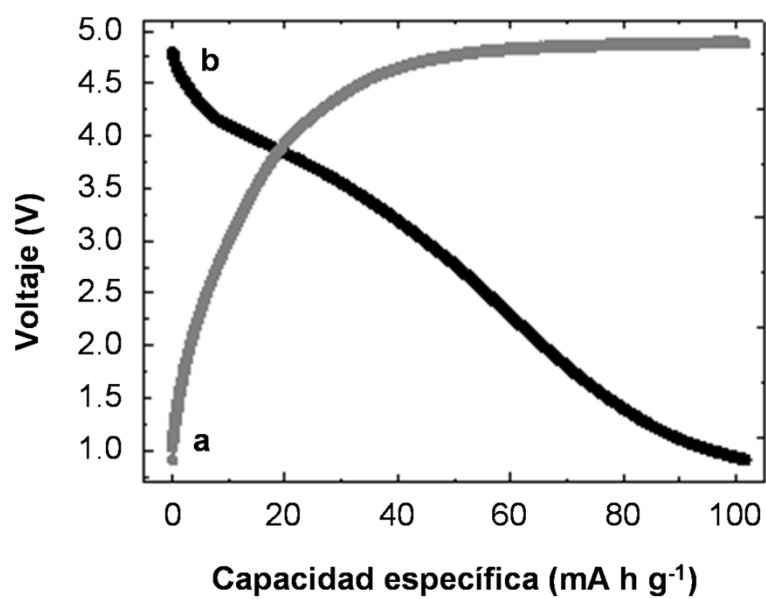
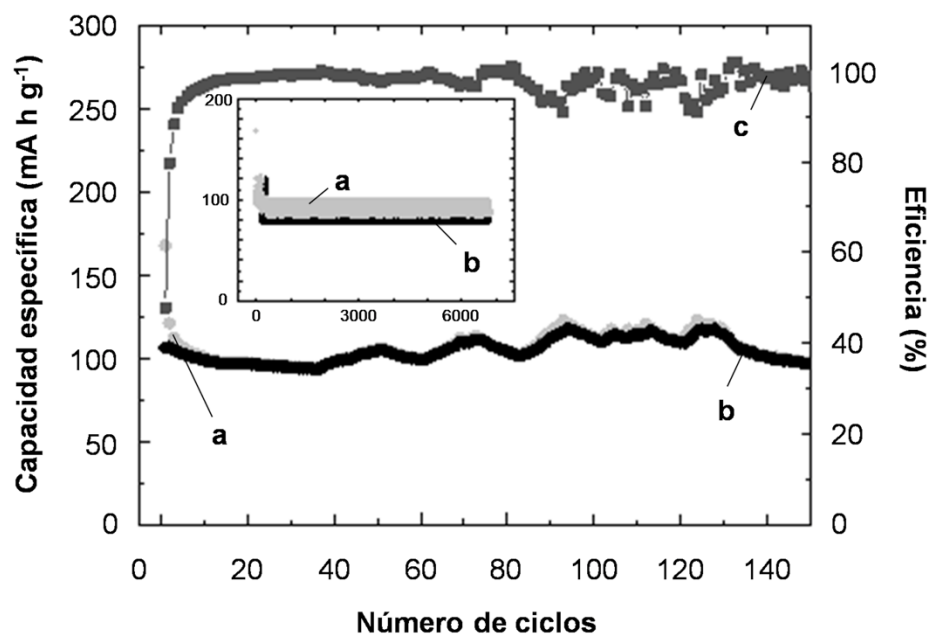


FIG. 2

**FIG. 3**



- ②① N.º solicitud: 202130893
②② Fecha de presentación de la solicitud: 23.09.2021
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	CN 108807837 A (SHEN GUANG) 13/11/2018, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE.	1-20
A	US 2017033331 A1 (CHAMBERLAIN JOHN C et al.) 02/02/2017, figs., resumen.	1-20
A	US 2021091383 A1 (HOUSE EVAN et al.) 25/03/2021, Fig. 7, resumen.	1-20
A	EP 3229309 A1 (ALBUFERA ENERGY STORAGE S L) 11/10/2017, ejemplos, fig.1.	1-20
A	CN 109378444 A (HANGZHOU GAOXI TECH CO LTD et al.) 22/02/2019, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE.	1-20
Categoría de los documentos citados X: de particular relevancia Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría A: refleja el estado de la técnica O: referido a divulgación no escrita P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud		
El presente informe ha sido realizado ☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:		
Fecha de realización del informe 14.06.2022	Examinador M. d. García Poza	Página 1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

H01M10/054 (2010.01)**H01M4/46** (2006.01)**H01M4/583** (2010.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H01M

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI