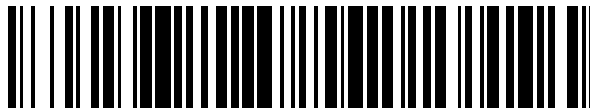


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 209**

51 Int. Cl.:
H01M 10/39 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09172049 .0**
96 Fecha de presentación: **02.10.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2178150**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.04.2010**

54 Título: **Dispositivo de almacenamiento de energía y procedimiento asociado**

30 Prioridad:
07.10.2008 US 246518

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.10.2012

73 Titular/es:
**General Electric Company
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:
**Mahalingam, Sakethraman;
Salasoo, Lembit;
Browall, Kenneth Walter;
Kane, Ajit Wasant y
Devarajan, Ashalatha**

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 388 209 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

Dispositivo de almacenamiento de energía y procedimiento asociado

Antecedentes

Campo técnico

- 5 La invención incluye realizaciones que se refieren a un cierre para un dispositivo de almacenamiento de energía. La invención incluye realizaciones que se refieren a un procedimiento de cierre de una celda electroquímica.

Discusión de la técnica anterior

- 10 Se ha emprendido trabajo de desarrollo en baterías/celdas recargables de alta temperatura usando sodio para los electrodos negativos. El ánodo de sodio líquido está separado de un cátodo por un electrolito sólido conductor de iones sodio y cerrado uno del otro a presión atmosférica. El material adecuado para electrolito sólido incluye beta alúmina y beta² alúmina, conocido como electrolito separador de beta alúmina (BASE). Mientras se carga y descarga la celda, los volúmenes de los compartimentos/cámaras del ánodo y el cátodo cambian debido al paso de iones sodio por el separador y así los niveles de presión en los dos electrodos. El cambio en los niveles de presión en ambos lados del separador durante la carga y descarga reduce la fiabilidad y la vida del separador debido a fatiga.
- 15 También, la transferencia iónica puede causar una degradación del separador. Esto puede dar como resultado agrietamiento del separador que puede causar fallo de la celda.

Puede ser deseable tener un dispositivo de almacenamiento de energía que difiera de los que están disponibles en la actualidad. Puede ser deseable tener un procedimiento de cierre de una celda electroquímica que difiera de los procedimientos que están disponibles en la actualidad.

Breve descripción

- 20 Según una realización de la invención, se proporciona un dispositivo de almacenamiento de energía. El dispositivo de almacenamiento de energía incluye un separador que tiene una primera superficie y una segunda superficie. La primera superficie define al menos una porción de una cámara catódica y la segunda superficie define una cámara anódica. La cámara catódica se dispone para que incluya, en su uso, un haluro de metal alcalino que forme un ión que sea capaz de conducción por el separador. La cámara anódica tiene un volumen que se dispone para que se llene, en su uso, con un fluido consumible. La cantidad del fluido consumible es, en su uso, mayor que 90 por ciento en volumen del volumen de la cámara anódica. Además, el fluido consumible es reactivo con una especie iónica del haluro de metal alcalino.

El fluido consumible puede ser oxígeno.

- 30 Al menos una de, la cámara catódica o la cámara anódica, se puede cerrar bajo vacío parcial en relación con la presión estándar. La cámara anódica se puede llenar con un fluido que sea mayor que 90 por ciento en peso.

- 35 Según una realización de la invención, se proporciona un procedimiento para conformar (cerrar) un dispositivo de almacenamiento de energía. El procedimiento incluye llenar una cámara anódica con un fluido consumible. El fluido consumible se consume durante el funcionamiento del dispositivo. El procedimiento incluye cargar el dispositivo de almacenamiento de energía y reducir una presión en la cámara anódica en la reacción del fluido consumible en un estado físico fluido o sólido.

Descripción detallada

- 40 La invención incluye realizaciones que se refieren a un dispositivo de almacenamiento de energía que tiene una cámara interna cerrada. La invención incluye realizaciones que se refieren a un procedimiento de cierre de una celda electroquímica en el dispositivo de almacenamiento de energía.

- 45 Como se usa en la presente memoria, material catódico es el material que suministra electrones durante la carga y está presente como parte de una reacción redox. El material anódico acepta electrones durante la carga y está presente como parte de la reacción redox. Se puede aplicar lenguaje de aproximación, como se usa en la presente memoria por toda la memoria descriptiva y las reivindicaciones, para modificar cualquier representación cuantitativa que pueda variar de manera admisible sin dar como resultado un cambio en la función básica a la que puede estar relacionado. De acuerdo con esto, un valor modificado por un término tal como "aproximadamente" no está limitado al valor preciso especificado. En algunos casos, el lenguaje de aproximación puede corresponder a la precisión de un instrumento para medir el valor.

- 50 Según una realización de la invención, se proporciona un dispositivo de almacenamiento de energía. El dispositivo de almacenamiento de energía comprende un separador que tiene una primera superficie y una segunda superficie. La primera superficie define al menos una porción de una cámara catódica y la segunda superficie define una cámara anódica. La cámara catódica comprende un haluro de metal alcalino que forma un ión que es capaz de conducción por el separador. La cámara anódica tiene un volumen que se llena con un fluido consumible. La cantidad del fluido consumible es mayor que 90 por ciento en volumen del volumen de la cámara anódica. Además, el fluido consumible es reactivo con una especie iónica del haluro de metal alcalino.

El separador está dispuesto dentro de una caja. El separador puede tener un perfil transversal normal al eje que es un círculo, un triángulo, un cuadrado, una cruz o una estrella.

- 60 El separador es un electrolito sólido conductor de iones de metal alcalino que conduce iones de metal alcalino durante su uso. Los materiales adecuados para los separadores pueden incluir una beta²-alúmina de metal alcalino, beta²-alúmina de metal alcalino, beta²-galato de metal alcalino o beta²-galato de metal alcalino. En una realización, el separador incluye una beta alúmina. En una realización, una porción del separador es alfa alúmina y otra porción del separador es beta alúmina. La alfa alúmina puede ser relativamente más susceptible de unión (por ejemplo, unión por compresión) que la beta alúmina y puede ayudar al cierre y/o fabricación del dispositivo de almacenamiento de

energía.

El separador se puede estabilizar por la adición de pequeñas cantidades de, pero no se limita a, litia, magnesia, óxido de cinc, itria u óxidos similares. Estos estabilizantes se pueden usar solos o combinados entre sí o con otros materiales. El separador, a veces referido como electrolito separador de beta alúmina (BASE) puede incluir uno o más dopantes. Los dopantes adecuados pueden incluir óxido de un metal de transición seleccionado de: hierro, níquel, cobre, cromo, manganeso, cobalto o molibdeno. Un separador que tiene los dopantes se refiere como electrolito separador de beta" alúmina y presenta mayor conductividad de iones sodio que la beta alúmina. La conductividad de iones sodio de una forma de electrolito separador de beta" alúmina a 300 grados Celsius es en un intervalo de desde aproximadamente 0,2 ohm-1 cm-1 a aproximadamente 0,4 ohm-1 cm-1.

La cantidad del estabilizante a la beta" alúmina puede ser mayor que 0,5 por ciento en peso. En una realización, la cantidad está en un intervalo de desde aproximadamente 0,5 por ciento en peso a aproximadamente 1 por ciento en peso, de aproximadamente 1 por ciento en peso a aproximadamente 2 por ciento en peso, de aproximadamente 2 por ciento en peso a aproximadamente 3 por ciento en peso, de aproximadamente 3 por ciento en peso a aproximadamente 4 por ciento en peso, de aproximadamente 4 por ciento en peso a aproximadamente 5 por ciento en peso, de aproximadamente 5 por ciento en peso a aproximadamente 10 por ciento en peso, de aproximadamente 10 por ciento en peso, de aproximadamente 15 por ciento en peso, de aproximadamente 15 por ciento en peso a aproximadamente 20 por ciento en peso o mayor que aproximadamente 20 por ciento en peso basado en el peso total del material de beta" alúmina.

El separador puede ser un envase tubular en una realización con al menos una pared. La pared puede tener un espesor y una conductividad iónica y la resistencia a través de la pared puede depender en parte del espesor. El espesor adecuado puede ser menor que 5 milímetros. En una realización, el espesor está en un intervalo de desde aproximadamente 5 milímetros a aproximadamente 4 milímetros, de aproximadamente 4 milímetros a aproximadamente 3 milímetros, de aproximadamente 3 milímetros a aproximadamente 2 milímetros, de aproximadamente 2 milímetros a aproximadamente 1,5 milímetros, de aproximadamente 1,5 milímetros a aproximadamente 1,25 milímetros, de aproximadamente 1,25 milímetros a aproximadamente 1,1 milímetros, de aproximadamente 1,1 milímetros a aproximadamente 1 milímetro, de aproximadamente 1 milímetro a aproximadamente 0,75 milímetros, de aproximadamente 0,75 milímetros a aproximadamente 0,6 milímetros, de aproximadamente 0,6 milímetros a aproximadamente 0,5 milímetros, de aproximadamente 0,5 milímetros a aproximadamente 0,4 milímetros, de aproximadamente 0,4 milímetros a aproximadamente 0,3 milímetros o menor que aproximadamente 0,3 milímetros.

Se puede disponer un material facilitador de cationes sobre al menos una superficie del separador, en una realización. El material facilitador de cationes puede incluir, por ejemplo, selenio. Al menos una superficie del separador tiene una rugosidad superficial RMS en un intervalo de mayor que aproximadamente 10 nanómetros. En una realización, la rugosidad superficial RMS está en el intervalo de desde aproximadamente 10 nanómetros a aproximadamente 20 nanómetros, de aproximadamente 20 nanómetros a aproximadamente 30 nanómetros, de aproximadamente 30 nanómetros a aproximadamente 40 nanómetros, de aproximadamente 40 nanómetros a aproximadamente 50 nanómetros, de aproximadamente 50 nanómetros a aproximadamente 60 nanómetros, de aproximadamente 60 nanómetros a aproximadamente 70 nanómetros, de aproximadamente 70 nanómetros a aproximadamente 80 nanómetros, de aproximadamente 80 nanómetros a aproximadamente 90 nanómetros, de aproximadamente 90 nanómetros a aproximadamente 100 nanómetros. En otra realización, un material que absorbe iones de metal alcalino puede quedar en contacto con la superficie del separador.

Opcionalmente, se puede disponer una o más estructuras de separación con el volumen. Las estructuras de separación soportan el separador dentro del volumen de la caja. Las estructuras de separación pueden proteger el separador de vibraciones causadas por el movimiento de la celda durante el uso y reducir así o eliminar el movimiento del separador con respecto a la caja. Si están presentes, las estructuras de separación pueden actuar como un colector de corriente para la caja. La utilización de las estructuras de separación como un colector de corriente puede ser útil si el nivel del ánodo fundido se eleva y cae durante la carga y descarga. Las estructuras de separación pueden proporcionar un hueco delgado adyacente al separador para facilitar la puesta en contacto de una capa delgada de material anódico fundido contra una superficie del separador. Esta puesta en contacto puede ser independiente del estado de carga de la batería e independiente de la altura de cabeza de material anódico.

El separador puede tener una primera superficie y una segunda superficie. La primera superficie puede definir una porción de una cámara catódica y la segunda superficie puede definir una cámara anódica. Las dos cámaras pueden estar en comunicación iónica entre sí a través del separador.

La cámara catódica puede contener un material catódico. El material catódico puede existir en forma elemental o como una sal dependiendo de un estado de carga. Esto es, el material catódico presente en forma elemental y/o forma de sal y la relación del porcentaje en peso del material catódico en forma elemental al porcentaje en peso de la forma de sal puede basarse en el estado de carga. El material catódico pueden contener un metal alcalino y la forma de sal del material catódico puede ser un haluro. Los materiales adecuados para uso como material catódico pueden incluir: aluminio, níquel, cinc, cobre, cromo, estaño, arsénio, tungsteno, molibdeno y hierro. En una realización, el material catódico puede incluir dos o más metales seleccionados de aluminio, níquel, cinc, cobre, cromo, estaño, arsénio, tungsteno, molibdeno y hierro. El haluro del metal alcalino puede incluir cloro, flúor y yodo.

En una realización, el material catódico puede contener dos de los materiales catódicos, un primer material catódico y un segundo material catódico. El primer material catódico puede incluir: aluminio, níquel, cinc, cobre, cromo y hierro.

El segundo material catódico es diferente del primer material catódico y puede incluir: aluminio, níquel, cinc, cobre, cromo y hierro. Otro segundo material catódico adecuado puede incluir estaño y/o arsénio. Otros segundos materiales catódicos adecuados pueden incluir: tungsteno, titanio, niobio, molibdeno, tántalo y vanadio. El primer material catódico puede estar presente en relación con los segundos metales por una relación en que es menor que aproximadamente 100:1. En una realización, el primer material catódico puede estar presente en relación con los metales aditivos por una relación que está en un intervalo de aproximadamente 100:1 a aproximadamente 50:1, de aproximadamente 50:1 a aproximadamente 1:1 o de aproximadamente 1:1 a aproximadamente 1:50, de aproximadamente 1:50 a aproximadamente 1:95.

5 El material catódico puede ser autosoportado o líquido/fundido, pero en una realización el material catódico se dispone en una estructura de soporte conductora de manera electrónica. La estructura de soporte puede ser una espuma, una malla, un tejido, un fieltro o una pluralidad de partículas, fibras, filamentos, empaquetados. En una realización, se puede formar una estructura de soporte adecuada a partir de carbono. Una forma de carbono adecuada es espuma reticulada. Se puede formar una estructura de soporte a partir de un metal.

10 El material catódico se puede asegurar a una superficie externa de la estructura de soporte. La estructura de soporte puede tener un área alta. El material catódico en la estructura de soporte puede ser adyacente a la primera superficie del separador y extenderse lejos de esa superficie del separador. La estructura de soporte se puede extender lejos de la primera superficie a un espesor que es mayor que aproximadamente 0,01 milímetros. En una realización, el espesor está en un intervalo de desde aproximadamente 0,01 milímetros a aproximadamente 0,1 milímetros, de aproximadamente 0,1 milímetros a aproximadamente 1 milímetro, de aproximadamente 1 milímetro a aproximadamente 5 milímetros, de aproximadamente 5 milímetros a aproximadamente 10 milímetros, de aproximadamente 10 milímetros a aproximadamente 15 milímetros, de aproximadamente 15 milímetros a aproximadamente 20 milímetros. Para una celda electroquímica de mayor capacidad, el espesor puede ser mayor que 20 milímetros.

15 Se puede disponer un aditivo que contenga azufre o fósforo en el material catódico. La presencia de azufre o fósforo en el cátodo puede reducir o evitar la recristalización de sales y el crecimiento del grano. Por ejemplo, se puede disponer azufre elemental, sulfuro de sodio o sulfuro de trifenilo en el cátodo.

20 El material iónico transportado por el separador entre la cámara anódica y la cámara catódica es un metal alcalino en una realización. El material iónico adecuado puede incluir uno o más de sodio, litio y potasio. La cámara anódica puede admitir y almacenar un depósito de un material anódico. El material anódico está fundido durante su uso. Los aditivos adecuados para uso en el material anódico pueden incluir un eliminador de oxígeno metal. Los eliminadores de oxígeno metal adecuados pueden incluir uno o más de manganeso, vanadio, circonio, aluminio o titanio. Otros aditivos útiles pueden incluir materiales que aumenten la humectación de la superficie del separador por el material anódico fundido. Adicionalmente, algunos aditivos pueden aumentar el contacto o la humectación del separador con respecto al colector de corriente, para asegurar un flujo de la corriente sustancialmente uniforme por todo el separador.

25 Otros aditivos pueden afectar a la realización. Dichos aditivos de realización pueden aumentar la conductividad iónica, aumentar o disminuir la solubilidad de las especies catódicas cargadas, reducir la presión de vapor sobre el electrodo, mejorar la humectación del electrolito sólido por el electrolito fundido o evitar la maduración de los microdominios del cátodo, para nombrar diversas utilidades. En una realización, el aditivo puede estar presente en una cantidad que es menor que aproximadamente 5 moles por ciento comparado con los moles totales combinados de haluro de metal alcalino, haluro de aluminio y haluro de cinc.

30 La cámara anódica puede contener además un fluido consumible. La cantidad del fluido consumible en el volumen de la cámara anódica puede ser mayor que aproximadamente 90 por ciento en volumen. En una realización, la cantidad del fluido consumible puede estar en un intervalo de desde aproximadamente 90 por ciento en volumen a 92 por ciento en volumen, de aproximadamente 92 por ciento en volumen a 94 por ciento en volumen, de aproximadamente 94 por ciento en volumen a 96 por ciento en volumen, de aproximadamente 96 por ciento en volumen a 98 por ciento en volumen. En una realización, la cantidad del fluido consumible puede ser mayor que aproximadamente 98 por ciento en volumen. El fluido consumible se puede llenar en el volumen de la cámara anódica antes de cerrar la cámara anódica, mientras se fabrica el dispositivo.

35 La cámara catódica y la anódica se pueden cerrar al separador por una estructura de cierre. Un cierre de un dispositivo proporciona (mantiene) un cierre entre los contenidos del dispositivo y el entorno, también evita la fuga y contaminación. También, la estructura de cierre aísla la cámara catódica y la cámara anódica del entorno externo y entre sí.

40 La estructura de cierre puede ser de una composición vítrea, un cermet o una combinación de los mismos. Las composiciones de cierre vítreo adecuadas pueden incluir, pero no limitarse a, fosfatos, silicatos, boratos, germinatos, vanadatos, circonatos, arseniatos y sus diversas formas, por ejemplo, borosilicatos, silicato de aluminio, silicato de calcio, silicatos de álcalis binarios, boratos alcalinos o una combinación de dos o más de los mismos. El cermet puede contener alúmina y un metal refractario. El metal refractario adecuado puede incluir uno o más de: molibdeno, renio, tántalo o tungsteno. Alternativamente, las porciones finales del separador pueden incluir alfa alúmina. La alfa alúmina se puede unir directamente a la tapa que encierra la segunda cámara. Los procedimientos de unión adecuados pueden incluir unión por compresión térmica, unión por difusión o metalización de película delgada, cada una de éstas se puede usar junto con técnicas de soldadura o soldadura dura.

45 La estructura de cierre está operativa para mantener un cierre entre el contenido y el entorno en un intervalo de temperatura. Cada una de, la cámara catódica y la cámara anódica, se cierra a una temperatura mayor que aproximadamente 100 grados Celsius. En una realización, el intervalo de temperatura operativo es de aproximadamente 100 grados Celsius a aproximadamente 200 grados Celsius, de aproximadamente 200 grados Celsius a aproximadamente 300 grados Celsius, de aproximadamente 300 grados Celsius a 400 grados Celsius, de aproximadamente 400 grados Celsius a aproximadamente 500 grados Celsius, de aproximadamente 500 grados Celsius a aproximadamente 600 grados Celsius. El separador puede no atacarse o picarse en presencia de un halógeno y el material anódico.

50 La estructura de cierre mantiene los niveles de presión dentro de la cámara catódica y la cámara anódica cuando se cierra a presión atmosférica estándar. Los niveles de presión dependen de las columnas de aire por encima del material catódico y el material anódico en las cámaras. Los volúmenes de las columnas de aire cambian en el transporte de iones de metal alcalino por el separador durante la carga y descarga de la celda electroquímica. Esto da como resultado la compresión o expansión de las columnas de aire en la cámara anódica y la cámara catódica. Estos cambios en las columnas de aire causan cambio de los niveles de presión en los dos lados del separador que afecta a la resistencia del separador y reduce su fiabilidad.

55 La cámara catódica y la cámara anódica se pueden cerrar bajo vacío parcial en relación con la presión estándar. Eso significa que el nivel de presión dentro de la cámara es menor que la presión estándar. La presión estándar puede

ser la presión del entorno fuera del dispositivo que es presión atmosférica. Una reducción en la presión atmosférica en un sistema cerrado se puede denominar un vacío parcial. El vacío es el diferencial de presión producido por evacuación del aire del sistema. Un vacío de 133,3 Pa a $1,3 \times 10^{-1}$ Pa (1 Torr a 10^{-3} Torr) se puede considerar vacío parcial. Un Torr, la unidad de presión convencional en el vacío, es la presión equivalente de una lectura de manómetro de 1 mm de mercurio líquido; $1 \text{ Torr} = 1/760 \text{ atm} = 1,333 \times 10^{-3} \text{ bar} = 133,3 \text{ Pa}$.

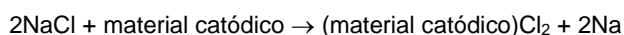
En una realización, una de, la cámara catódica o la cámara anódica, se cierra bajo vacío parcial en relación con la presión estándar. En otra realización, la cámara catódica y la cámara anódica se cierran bajo vacío parcial en relación con la presión estándar. En una realización, sólo se cierra la cámara catódica bajo vacío parcial en relación con la presión estándar. El nivel de presión en el interior de la cámara que se cierra bajo vacío parcial puede ser menor que aproximadamente 133,3 Pa (1 Torr). En una realización, el nivel de presión en el interior de la cámara que se cierra bajo vacío parcial puede estar en un intervalo de desde aproximadamente 133,3 Pa (1 Torr) a aproximadamente 13,3 Pa (10^{-1} Torr), de aproximadamente 13,3 Pa (10^{-1} Torr) a aproximadamente 1,3 Pa (10^{-2} Torr), de aproximadamente 1,3 Pa (10^{-2} Torr) a aproximadamente $1,3 \times 10^{-1}$ Pa (10^{-3} Torr). En una realización, el vacío parcial se puede llevar dentro de la cámara usando una bomba de vacío.

El nivel de presión/ vacío parcial dentro de la cámara anódica también puede depender del contenido (en peso) del fluido consumible cargado en la cámara anódica. El contenido del fluido consumible cargado en la cámara anódica puede ser mayor que 90 por ciento en peso. En una realización, el contenido del fluido consumible puede estar en un intervalo de desde aproximadamente 90 por ciento en peso a 92 por ciento en peso, de aproximadamente 92 por ciento en peso a 94 por ciento en peso, de aproximadamente 94 por ciento en peso a 96 por ciento en peso, de aproximadamente 96 por ciento en peso a 98 por ciento en peso. En una realización, el contenido del fluido consumible puede ser mayor que aproximadamente 98 por ciento en peso.

Con el fluido consumible se puede llenar el volumen de la cámara anódica antes de que se cierre la cámara anódica, mientras se fabrica la celda. El fluido consumible puede ser reactivo con una especie iónica del haluro de metal alcalino. Una cantidad del fluido consumible puede reaccionar con el metal alcalino y puede consumirse durante la carga de la celda electroquímica. En una realización, en la reacción con metal alcalino, el fluido consumible se puede consumir en un fluido. Según otra realización, el fluido consumible se puede consumir en un sólido. Cada vez se puede consumir más cantidad del fluido consumible durante la carga en ciclos posteriores. En una realización, el fluido consumible puede ser un líquido. En otra realización, el fluido consumible puede ser un gas. El gas puede reaccionar con el metal alcalino y formar un sólido. El consumo del gas en el sólido puede bajar el nivel de presión y crear vacío parcial dentro de la cámara anódica. En una realización, el gas puede ser oxígeno.

Bajo vacío parcial, la cámara catódica y la cámara anódica pueden tener menos presión dentro de las cámaras comparado con la presión estándar y así el cambio de los niveles de presión puede ser mínimo en el transporte de metal alcalino desde la cámara catódica a la cámara anódica y viceversa. Menor es la diferencia en los niveles de presión de la cámara catódica y la cámara anódica, menor es la presión diferencial durante el funcionamiento del dispositivo. La reducción de la presión diferencial entre las cámaras proporciona (conduce) menos tensión en el separador y aumenta la fiabilidad del separador. Esto da como resultado una vida más larga del separador.

La celda electroquímica se puede ensamblar en el estado descargado. Aplicar un voltaje entre la cámara anódica y la cámara catódica de la celda electroquímica e invertir la reacción electroquímica puede cargar la celda electroquímica. La reacción de la celda es como sigue:



Durante la carga, se descompone el cloruro de sodio en la cámara catódica por potencial eléctrico aplicado para formar iones sodio e iones cloruro. Los iones sodio, bajo la influencia de potencial eléctrico aplicado, conducen por el separador y se combinan con electrones del circuito externo para formar el sodio en la cámara anódica y reaccionan iones cloruro con el metal de transición en el primer material para formar cloruro de metal y donar electrones de vuelta al circuito externo. El sodio formado en el interior de la cámara anódica durante la carga inicial reacciona con oxígeno dentro de la cámara anódica y forma óxido de sodio. El óxido de sodio es un sólido a la temperatura de funcionamiento de la celda. Así, el consumo de oxígeno por el sodio evacúa la cámara anódica. A medida que se consume todo el oxígeno y continúa la carga, el sodio en forma líquida empieza a llenar el interior de la cámara anódica. Durante la descarga, los iones sodio se conducen de vuelta por el separador invirtiendo la reacción y se generan electrones.

Las realizaciones descritas en la presente memoria pueden ser ejemplos de composiciones, estructuras, sistemas y procedimientos con elementos que corresponden a los elementos de la invención citados en las reivindicaciones. Esta descripción escrita puede permitir a los expertos en la materia hacer y usar realizaciones con elementos alternativos que asimismo correspondan a los elementos de la invención citados en las reivindicaciones. El alcance de la invención incluye así composiciones, estructuras, sistemas y procedimientos que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones e incluye además otras estructuras, sistemas y procedimientos con diferencias no sustanciales del lenguaje literal de las reivindicaciones. Aunque sólo se han ilustrado y descrito en la presente memoria ciertas características y realizaciones, un experto en la materia pertinente puede realizar muchas modificaciones y cambios. Las reivindicaciones adjuntas cubren todas esas modificaciones y cambios.

Se definen aspectos de la presente invención en las siguientes cláusulas numeradas:

1. Un dispositivo de almacenamiento de energía, que comprende:

un separador que tiene una primera superficie que define al menos una porción de una cámara catódica y una segunda superficie que define una cámara anódica, la cámara catódica comprende un haluro de metal alcalino y forma un ión que es capaz de conducción por el separador y

el volumen de la cámara anódica se llena con un fluido consumible en una cantidad mayor que 90 por ciento en volumen y el fluido consumible es reactivo con una especie iónica del haluro de metal alcalino.

2. El dispositivo de almacenamiento de energía como se define en la cláusula 1, en el que el fluido consumible comprende oxígeno.

3. El dispositivo de almacenamiento de energía como se define en la cláusula 2, en el que el oxígeno en la cámara anódica es consumible durante una carga inicial del dispositivo.
4. El dispositivo de almacenamiento de energía como se define en la cláusula 3, en el que el consumo del oxígeno durante la carga del dispositivo evacúa la cámara anódica ciclo por ciclo.
- 5 5. El dispositivo de almacenamiento de energía como se define en la cláusula 4, en el que la evacuación de la cámara anódica reduce la diferencia de presión entre la cámara catódica y la cámara anódica por el separador.
6. El dispositivo de almacenamiento de energía como se define en una cualquiera de las cláusulas precedentes, en el que la cámara anódica comprende uno o más metales seleccionados del grupo que consiste en sodio, litio y potasio.
- 10 7. El dispositivo de almacenamiento de energía como se define en una cualquiera de las cláusulas precedentes, en el que la cámara anódica comprende sodio.
8. El dispositivo de almacenamiento de energía como se define en una cualquiera de las cláusulas precedentes, en el que el haluro de metal alcalino comprende al menos uno de litio, sodio o potasio.
- 15 9. El dispositivo de almacenamiento de energía como se define en una cualquiera de las cláusulas precedentes, en el que el haluro de metal alcalino comprende al menos uno de cloro, flúor o yodo.
10. El dispositivo de almacenamiento de energía como se define en una cualquiera de las cláusulas precedentes, en el que el separador es un conductor de iones de metal alcalino y comprende al menos uno de: beta-alúmina de metal alcalino, beta"-alúmina de metal alcalino, beta-galato de metal alcalino o beta"-galato de metal alcalino.
11. Un dispositivo de almacenamiento de energía, que comprende:
- 20 un separador que tiene una primera superficie que define al menos una porción de una cámara catódica y una segunda superficie que define una cámara anódica, la cámara catódica comprende un haluro de metal alcalino y forma un ión que es capaz de conducción por el separador y el volumen de la cámara anódica se llena con oxígeno en una cantidad mayor que 90 por ciento en volumen.
12. Un dispositivo de almacenamiento de energía, que comprende:
- 25 un separador que tiene una primera superficie que define al menos una porción de una cámara catódica y una segunda superficie que define una cámara anódica, la cámara catódica comprende un haluro de metal alcalino y forma un ión que es capaz de conducción por el separador, en el que al menos una de, la cámara catódica o la cámara anódica, se cierra bajo vacío parcial en relación con la presión estándar y la cámara anódica se llena con un fluido que es mayor que el 90 por ciento en peso.
- 30 13. El dispositivo de almacenamiento de energía como se define en la cláusula 12, en el que cada una de, la cámara catódica y la cámara anódica, se cierra a una temperatura en un intervalo de desde aproximadamente 100 grados Celsius a aproximadamente 600 grados Celsius.
14. El dispositivo de almacenamiento de energía como se define en una cualquiera de las cláusulas precedentes, en el que cada una de, la cámara catódica y la cámara anódica, se cierra bajo vacío parcial.
- 35 15. El dispositivo de almacenamiento de energía como se define en una cualquiera de las cláusulas precedentes, en el que la cámara catódica y la anódica se cierran por una estructura de cierre.
16. El dispositivo de almacenamiento de energía como se define en la cláusula 15, en el que la estructura de cierre comprende una composición vítrea.
- 40 17. El dispositivo de almacenamiento de energía como se define en la cláusula 15, en el que la estructura de cierre comprende un cermet.
18. Un procedimiento, que comprende:
- llenar una cámara anódica en un dispositivo de almacenamiento de energía con un fluido consumible que se tiene que consumir por reacción en un estado físico fluido o sólido;
- cargar el dispositivo de almacenamiento de energía para hacer reaccionar el fluido consumible y
- 45 reducir una presión en la cámara anódica en la reacción del fluido consumible en un estado físico fluido o sólido.
19. El procedimiento como se define en la cláusula 18, que comprende además reducir una diferencia de presión de la cámara anódica a través de un separador en relación con una cámara catódica creando vacío dentro de la cámara anódica al consumirse el fluido consumible.
- 50 20. El procedimiento como se define en la cláusula 18, que comprende además seleccionar que el fluido consumible sea oxígeno.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de almacenamiento de energía, que comprende:
 - 5 un separador que tiene una primera superficie que define al menos una porción de una cámara catódica y una segunda superficie que define una cámara anódica, estando la cámara catódica dispuesta para comprender, en uso, un haluro de metal alcalino dispuesto para formar un ión capaz de conducción por el separador y
 - 10 estando el volumen de la cámara anódica para ser llenado, en uso, con un fluido consumible en una cantidad mayor que el 90 por ciento en volumen y el fluido consumible es reactivo con una especie iónica del haluro de metal alcalino.
 2. El dispositivo de almacenamiento de energía definido en la reivindicación 1, en el que el fluido consumible comprende oxígeno.
 3. El dispositivo de almacenamiento de energía definido en la reivindicación 2, en el que, en su uso, el oxígeno en la cámara anódica es consumible durante una carga inicial del dispositivo.
 4. El dispositivo de almacenamiento de energía definido en la reivindicación 3, en el que el consumo del oxígeno durante la carga del dispositivo evacúa la cámara anódica ciclo por ciclo.
 - 15 5. El dispositivo de almacenamiento de energía definido en la reivindicación 4, en el que la evacuación de la cámara anódica reduce la diferencia de presión entre la cámara catódica y la cámara anódica a través del separador.
 6. El dispositivo de almacenamiento de energía definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la cámara anódica comprende uno o más metales seleccionados del grupo que consiste en sodio, litio y potasio.
 7. El dispositivo de almacenamiento de energía definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el haluro de metal alcalino comprende al menos uno de: litio, sodio, potasio, cloro, flúor o yodo.
 8. El dispositivo de almacenamiento de energía definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el separador es un conductor de iones de metal alcalino y comprende al menos uno de: beta-alúmina de metal alcalino, beta"-alúmina de metal alcalino, beta-galato de metal alcalino o beta"-galato de metal alcalino.
 9. Un dispositivo de almacenamiento de energía definido en cualquier reivindicación precedente, en el que al menos una de, la cámara catódica o la cámara anódica, está cerrada a vacío parcial en relación con la presión estándar y la cámara anódica está dispuesta para llenarse, en uso, con un fluido que es mayor que el 90 por ciento en peso.
 10. El dispositivo de almacenamiento de energía definido en la reivindicación 9, en el que cada una de, la cámara catódica y la cámara anódica, está cerrada a una temperatura en un intervalo de desde aproximadamente 100 grados Celsius a aproximadamente 600 grados Celsius.
 - 30 11. El dispositivo de almacenamiento de energía definido en la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en el que cada una de, la cámara catódica y la cámara anódica, está cerrada bajo vacío parcial.
12. Un procedimiento, que comprende:
 - 35 llenar una cámara anódica en un dispositivo de almacenamiento de energía con un fluido consumible que se tiene que consumir por reacción en un estado físico fluido o sólido; cargar el dispositivo de almacenamiento de energía para hacer reaccionar el fluido consumible y reducir una presión en la cámara anódica en la reacción del fluido consumible en un estado físico fluido o sólido.
 13. El procedimiento definido en la reivindicación 12, que comprende además reducir una diferencia de presión de la cámara anódica a través de un separador en relación con una cámara catódica creando vacío dentro de la cámara anódica al consumirse el fluido consumible.
 - 40 14. El procedimiento definido en la reivindicación 12 o la reivindicación 13, que comprende además seleccionar el fluido consumible para que sea oxígeno.