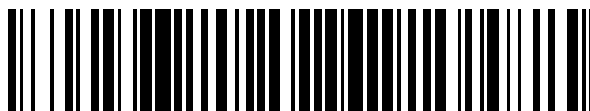


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 652 238**

51 Int. Cl.:

H01M 4/13	(2010.01)
H01M 4/04	(2006.01)
H01M 4/36	(2006.01)
H01M 4/62	(2006.01)
H01M 4/66	(2006.01)
H01M 10/44	(2006.01)
H01M 4/74	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.11.2012 PCT/KR2012/009386**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.05.2013 WO13073795**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2012 E 12850426 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.09.2017 EP 2784865**

54 Título: **Conjunto de electrodo, procedimiento para fabricación del mismo, y procedimiento de carga y descarga de batería**

30 Prioridad:

17.11.2011 KR 20110120523

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.02.2018

73 Titular/es:

**JENAX INC. (100.0%)
Jeonpo-dong 109 Dongseong-ro, Busanjin-gu
Busan 614-865, KR**

72 Inventor/es:

**KIM, CHANG HYEON y
SHIN, LEE HYUN**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 652 238 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

Conjunto de electrodo, procedimiento para fabricación del mismo, y procedimiento de carga y descarga de batería

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a una tecnología relacionada con las baterías, y más específicamente, a un conjunto de electrodo, un procedimiento de fabricación del mismo, y procedimientos de carga y descarga de una batería.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

15 Junto con el reciente crecimiento de las industrias relacionadas con los dispositivos electrónicos portátiles basado en desarrollos en tecnologías de fabricación de semiconductores y tecnologías de comunicación y en las crecientes demandas para desarrollar energías alternativas basadas en demandas de conservación del medio ambiente y el agotamiento de recursos, se están investigando activamente las tecnologías relacionadas con las baterías. Las baterías incluyen una batería primaria que puede utilizarse una vez para una vida útil particular y una batería secundaria que puede recargarse y utilizarse repetidamente. Como material de partida de una batería, el litio es el metal más ligero con el potencial estándar de reducción más bajo de entre todos los metales de la naturaleza. Por lo tanto, cuando una batería se fabrica utilizando litio, la batería no sólo puede presentar elevada densidad de energía, sino también presentar un voltaje elevado. Por lo tanto, se está centrando la atención en investigaciones sobre baterías primarias y baterías secundarias que utilizan el litio.

20
25 Una batería primaria se utiliza principalmente como fuente de alimentación principal o fuente de alimentación de reserva de un dispositivo electrónico portátil, mientras que la aplicación de una batería secundaria se está expandiendo de una batería para un dispositivo pequeño, tal como un teléfono móvil, un ordenador portátil, y un dispositivo de visualización móvil, a una batería de mediano tamaño o una batería de gran tamaño para un vehículo a motor electrónico y un vehículo a motor híbrido.

30 Se demanda que tales baterías ofrezcan pesos ligeros, volúmenes pequeños, elevadas densidades de energía, excelente eficiencia de velocidad de carga/descarga, extraordinarias características de funcionamiento cíclico, elevada estabilidad y elevada viabilidad económica.

35 El documento US 2010/330424 describe un electrodo negativo para baterías secundarias de litio. El documento KR 2004 0079117 describe un electrodo para una batería de litio, que tiene una capa conductora porosa que comprende carbono cristalino, carbono monocristalino y metal. El documento JP 2006 286427 describe placas de electrodo de batería secundaria de electrolito no acuoso representadas por baterías secundarias de iones de litio.

40 El documento JP 2007 048717 describe una batería con un material de electrodo positivo que contiene un material de carbono.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

45 PROBLEMA TÉCNICO

La presente invención proporciona un conjunto de electrodo para una batería que tiene no sólo una elevada densidad de energía, sino también excelente eficiencia de carga/descarga, velocidad de carga/descarga, y características de ciclo.

La presente invención también proporciona un procedimiento para fabricar fácilmente un conjunto de electrodo que tiene las ventajas expuestas anteriormente.

55 La presente invención también proporciona un procedimiento de carga o descarga de una batería utilizando el conjunto de electrodo que tiene las ventajas expuestas anteriormente.

SOLUCIÓN TÉCNICA

60 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un conjunto de electrodo de acuerdo con la

reivindicación 1.

En una realización, el colector de corriente puede incluir una hoja metálica, una malla metálica, o una combinación de las mismas.

5

El conjunto de electrodo puede incluir además una capa de red conductora porosa de base apilada entre el colector de corriente y la primera capa de material activo eléctrico y al menos oprimida parcialmente dentro de la primera capa de material activo eléctrico. Asimismo, el conjunto de electrodo puede incluir además una segunda capa de material activo eléctrico apilada sobre una superficie principal de la primera capa de red conductora porosa opuesta a una superficie principal de la primera capa de red conductora porosa que entra en contacto con la primera capa de material activo eléctrico. En este caso, el conjunto de electrodo puede incluir además una segunda capa de red conductora porosa apilada sobre una superficie principal de la segunda capa de material activo eléctrico opuesta a una superficie principal de la segunda capa de material activo eléctrico que entra en contacto con la primera capa de red conductora porosa.

10

En una realización, la segunda capa de red conductora porosa puede incluir una espuma metálica, fibras de carbono, una capa de fibras largas metálicas, y una combinación de las mismas. Asimismo, la capa de fibras largas metálicas puede tener una estructura similar al fieltro.

15

En una realización, el grosor de la primera capa de red conductora porosa puede ser de aproximadamente $0,5 \mu\text{m}$ a aproximadamente $100 \mu\text{m}$. Asimismo, la capa de fibras largas metálicas puede incluir una pluralidad de fibras largas metálicas segmentadas, y la pluralidad de fibras largas metálicas pueden tener una longitud media de aproximadamente $10 \mu\text{m}$ a aproximadamente 100mm .

20

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento de fabricación de un conjunto de electrodo, de acuerdo con la reivindicación 8.

En una realización, el procedimiento puede incluir además proporcionar una capa de red conductora porosa de base sobre el colector de corriente antes de que se proporcione la primera capa de lechada. Asimismo, el procedimiento puede incluir además aplicar una segunda capa de lechada que contiene un material activo eléctrico sobre la primera capa de red conductora porosa antes de que se seque la primera capa de lechada; y secar la segunda capa de lechada al mismo tiempo que se seca la primera capa de lechada, donde, en la presión de la primera capa de red conductora porosa, al menos otra porción de la primera capa de fibras largas metálicas puede ser oprimida dentro de la segunda capa de lechada.

30

En otra realización, el procedimiento puede incluir además proporcionar una segunda capa de red conductora porosa sobre la segunda capa de lechada antes del secado de la segunda capa de lechada al mismo tiempo que se seca la primera capa de lechada. En este caso, al menos una porción de la segunda capa de red conductora porosa puede ser oprimida dentro de la segunda capa de lechada.

35

El procedimiento de la reivindicación puede incluir además, después de la presión de la primera capa de red conductora porosa para oprimir al menos una porción de la primera capa de red conductora porosa dentro de la primera capa de lechada, proporcionar la segunda capa de lechada sobre la primera capa de red conductora porosa. Asimismo, el procedimiento puede incluir además proporcionar la segunda capa de red conductora porosa sobre la segunda capa de lechada, secar la segunda capa de lechada, y presionar la segunda capa de red conductora porosa para oprimir al menos una porción de la segunda capa de red conductora porosa dentro de la segunda capa de lechada.

40

En una realización, la primera capa de red conductora porosa puede proporcionarse cuando se aplica un campo eléctrico o un campo magnético a la primera capa de lechada. En este caso, puede utilizarse un imán eléctrico o un imán permanente para aplicar el campo magnético. Alternativamente, las fibras que constituyen una capa de red conductora porosa pueden cargarse. En este caso, se aplica un campo eléctrico.

45

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento de carga o descarga de una batería, incluyendo el procedimiento cargar una porción de la capacidad nominal de la batería a una primera tasa C de carga; y cargar una porción restante de la batería a una segunda tasa C de carga inferior a la primera tasa C de carga; o descargar una porción de la capacidad nominal de la batería a una primera tasa C de carga; y descargar una porción restante de la batería a una segunda tasa C de descarga inferior a la primera tasa C de descarga.

50

El procedimiento de carga o el procedimiento de descarga puede realizarse conjuntamente con una rejilla inteligente.

55

60

La batería incluye el conjunto de electrodo de la reivindicación 1.

EFFECTOS VENTAJOSOS

5 De acuerdo con una realización de la presente invención, como una capa de material activo eléctrico está dispuesta entre un colector de corriente y una capa de red conductora, pueden mejorarse las velocidades y la eficiencia para cargar/descargar la capa de material activo eléctrico. Asimismo, como la capa de red conductora porosa puede modificarse fácilmente, puede reducirse la fatiga en una batería debida al cambio de volumen de la capa de material activo eléctrico durante el funcionamiento de la batería, y de este modo puede proporcionarse un conjunto de electrodo capaz de reducir o eliminar la irreversibilidad debida a los ciclos de carga/descarga.

Asimismo, de acuerdo con otra realización de la presente invención, un conjunto de electrodo que tiene las ventajas expuestas anteriormente puede fabricarse simplemente por medio de una operación de apilamiento, tal como laminación o recubrimiento, y una operación de presión, y de este modo puede proporcionarse un procedimiento de fabricación de un conjunto de electrodo con productividad mejorada y equipo simplificado.

Asimismo, de acuerdo con otra realización de la presente invención, cargando la capacidad restante por medio de una pluralidad de fases mientras que se reduce la tasa C de carga o descargando la capacidad restante por medio de una pluralidad de fases mientras que se reduce la tasa C de descarga, una batería puede cargarse muy cerca de su capacidad nominal o descargarse en un tiempo de carga/descarga reducido. El procedimiento de carga puede lograrse por medio de software, hardware, o una combinación de los mismos y puede incorporarse mediante el sistema de gestión de batería expuesto anteriormente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

25 La FIG. 1 es una vista en corte de un conjunto de electrodo (100) de acuerdo con una realización de la presente invención.

La FIG. 2A es un gráfico que muestra características de carga de un conjunto de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención tal como se muestra en la FIG. 1 y un conjunto de electrodo que incluye el colector de corriente y la capa de material activo eléctrico sin la capa de red conductora porosa 3D (30) de acuerdo con una realización comparativa, y la FIG. 2B es un gráfico que muestra características de descarga del conjunto de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención y el conjunto de electrodo de acuerdo con la realización comparativa.

35 Las FIGS. 3A a 3D son vistas en corte que muestran un procedimiento de fabricación de un conjunto de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención.

La FIG. 4A es un diagrama en corte que muestra un conjunto de electrodo de acuerdo con otra realización de la presente invención, y la FIG. 4B es un diagrama en corte que muestra un procedimiento de fabricación del conjunto de electrodo.

40 La FIG. 5 es un diagrama en corte que muestra un conjunto de electrodo de acuerdo con otra realización de la presente invención.

La FIG. 6 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de una batería que emplea una estructura de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención.

La FIG. 7 es un gráfico que muestra un procedimiento de carga que incluye una pluralidad de fases de carga de acuerdo con una realización de la presente invención.

MEJOR MODO DE LLEVAR A CABO LA INVENCION

45 A continuación se describirá la presente invención con mayor detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran realizaciones ejemplares de la invención.

50 Sin embargo, la invención puede incorporarse de muchas formas diferentes y no debe ser interpretada como limitada a las realizaciones expuestas en el presente documento; más bien, estas realizaciones se proporcionan de manera que esta descripción será exhaustiva y completa, y transmitirá completamente el concepto de la invención a los expertos en la técnica. Mientras tanto, la terminología utilizada en este documento tiene el objetivo de describir realizaciones particulares y no se pretende ser limitante de las realizaciones ejemplares.

Además, el grosor o los tamaños de las capas de los dibujos están exagerados por comodidad de explicación y claridad, y los mismos números de referencia indican los mismos elementos en los dibujos. Tal como se utiliza en este documento, el término "y/o" incluye cualquier y todas las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados.

- La terminología utilizada en el presente documento es con el fin de describir realizaciones particulares solamente y no pretende ser limitante de las realizaciones ejemplares. Tal como se utilizan en este documento, se pretende que las formas en singular "un", "una", "el" y "la" incluyan también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos "comprende" y/o "comprendiendo" utilizados en este documento especifican la presencia de características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, y/o componentes indicados, y/o grupos de los mismos, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes, y/o grupos de los mismos.
- 5
- 10 Se entenderá que, aunque los términos primero, segundo, tercero, etc., pueden utilizarse en este documento para describir diversos elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones, estos elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones no deberían estar limitados por estos términos. Estos términos se utilizan solamente para distinguir un elemento, componente, región, capa o sección de otra región, capa o sección. Así, un primer elemento, componente, región, capa o sección analizado más adelante podría llamarse un segundo elemento, componente, región, capa o sección sin apartarse de las enseñanzas de la presente invención.
- 15

El término capa de red conductora porosa se refiere a una estructura que incluye una red conductora constituida por vías de conducción unidimensionales y porosidades definidas por espacios entre las vías de conducción. La capa de red conductora porosa es plástica y electroconductora, y la presente invención se refiere a características y ventajas de la misma.

20

Asimismo, el término "fibra larga metálica" se refiere a una fibra metálica que se fabrica fibrizando un metal, tal como un acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio, cobre, o una aleación de los mismos, tiene un diámetro de varios μm a docenas de μm , y tiene una longitud de docenas de μm y una longitud superior a docenas de μm . La fibra larga metálica no sólo tiene las ventajas de resistencia térmica, plasticidad y electroconductividad de un metal sino que también tiene ventajas únicas de ser capaz de tejeduría y tratamiento de fieltro debido a una fibra. La presente invención se refiere a características y ventajas de la aplicación de tal fibra larga metálica a un conjunto de electrodo de una batería.

25

Las fibras largas metálicas pueden fabricarse manteniendo un metal o una aleación como un metal fundido en un contenedor adecuado y hacer salir a chorros el metal fundido a la atmósfera por agujeros de descarga del contenedor utilizando un gas comprimido o un dispositivo de presión, tal como un pistón, para una rápida solidificación. Alternativamente, las fibras largas metálicas pueden fabricarse utilizando el procedimiento de estirado de haz conocido en la técnica. Controlando el número de agujeros de descarga, el tamaño de los agujeros de descarga, y/o la inyección de metal fundido descargado, puede controlarse el grosor, la uniformidad, el tejido fibroso (por ejemplo, fieltro), y la relación de aspecto de la fibra larga metálica. La fibra larga metálica que constituye una batería de acuerdo con la presente invención puede incluir no sólo fibras largas metálicas fabricadas utilizando el procedimiento de fabricación expuesto anteriormente, pero también fibras largas metálicas fabricadas utilizando cualquier otro procedimiento de fabricación conocido en la técnica, y la presente invención no está limitada al mismo.

30

35

40

El término "capa de aislamiento" incluye una capa de aislamiento utilizada comúnmente en una batería de electrolito líquido que utiliza un electrolito líquido que tiene baja afinidad por la capa de aislamiento. Asimismo, la "capa de aislamiento" incluye un electrolito de polímero sólido intrínseco y/o un electrolito de polímero sólido en gel, que es un electrolito o son electrolitos ligados fuertemente a una capa de aislamiento, de modo que el electrolito y la capa de aislamiento se reconocen como un mismo elemento. Por lo tanto, la capa de aislamiento debería definirse basándose en las definiciones ofrecidas más adelante.

45

La FIG. 1 es una vista en corte de un conjunto de electrodo (100) de acuerdo con una realización de la presente invención.

50

Haciendo referencia a la FIG. 1, el conjunto de electrodo (100) puede incluir un colector de corriente (10), una capa de material activo eléctrico (20) sobre el colector de corriente (10), y una capa de red conductora porosa tridimensional (3D) 30 apilada sobre una superficie principal opuesta a la superficie principal de la capa de material activo eléctrico (20) que entra en contacto con el colector de corriente (10). El colector de corriente (10) puede ser una hoja metálica o una malla metálica que tenga una estructura bidimensional (2D). Preferentemente, el colector de corriente (10) puede ser una hoja metálica que tenga un área enfrentada continua con respecto a la capa de red conductora porosa 3D (30). El colector de corriente (10) puede contener aluminio o cobre basándose en la polaridad del conjunto de electrodo (100). Sin embargo, es simplemente un ejemplo, y el colector de corriente (10) puede incluir otros metales conocidos en la técnica o una aleación de los mismos.

55

60

La capa de material activo eléctrico (20) sobre el colector de corriente (10) puede incluir partículas de material activo eléctrico y un material aglutinante. Las partículas de material activo eléctrico pueden ser partículas que tengan un tamaño medio de aproximadamente 0,1 μm a aproximadamente 100 μm . Según exija la ocasión, la distribución de tamaño de las partículas del material activo eléctrico puede controlarse mediante un proceso de filtro.

5

El material activo eléctrico puede seleccionarse adecuadamente basándose en la polaridad del conjunto de electrodo (100) y si una batería es una batería primaria o una batería secundaria. Por ejemplo, un material activo eléctrico para un cátodo puede seleccionarse de entre óxidos de sistema binario (o superiores), fosfatos, sulfuros, y fluoruros que contengan litio, níquel, cobalto, cromo, magnesio, estroncio, vanadio, lantano, cerio, hierro, cadmio, plomo, titanio, molibdeno, o manganeso, o una combinación de los mismos. Sin embargo, esos son simplemente ejemplos, y el material activo eléctrico para un cátodo puede estar formado de otros compuestos calcogenuros. Preferentemente, el material activo eléctrico para un cátodo puede ser un compuesto de sistema ternario que contenga al menos dos de entre metales adecuados para una batería secundaria de litio, tal como cobalto, cobre, níquel, manganeso, titanio y molibdeno, y al menos un átomo no metálico seleccionado de un grupo constituido por O, F, S, P y combinaciones de los mismos, por ejemplo $\text{Li}[\text{Ni}, \text{Mn}, \text{Co}]\text{O}_2$.

Un material activo eléctrico para un ánodo puede ser un material de carbono, por ejemplo, un carbono poco cristalino o un carbono muy cristalino. El carbono poco cristalino puede ser carbono blando o carbono duro, por ejemplo. El carbono muy cristalino puede ser grafito natural, grafito Kish, carbono pirolítico, fibra de carbono basada en brea de mesofase, microesferas de mesocarbono, breas de mesofase, o carbono plástico de alta temperatura, tal como coques derivados de petróleo o de brea de alquitrán de hulla, por ejemplo. Sin embargo, los materiales anteriormente señalados son simplemente ejemplos, y pueden aplicarse otros materiales basados en carbono, tales como materiales basados en diamante o materiales basados en carburo.

En otra realización, pueden utilizarse polvos de litio en lugar de los materiales basados en carbono señalados anteriormente. Alternativamente, un material activo eléctrico para un ánodo puede incluir un material basado en carbono y un material activo no basado en carbono adecuado para una batería de NaS, es decir, sodio o al menos uno de entre otros óxidos, carburos, nitruros, fosfuros, seleniuros y telururos. Alternativamente, para aumentar la capacidad de un ánodo, puede utilizarse un material no basado en carbono con elevada oclusión de iones de litio y capacidad de descarga, por ejemplo, un material monoatómico, tal como silicio, germanio, estaño, plomo, antimonio, bismuto, cinc, aluminio, hierro, o cadmio, un compuesto intermetálico de los mismos, o un óxido de los mismos.

En la otra realización, puede utilizarse un material activo eléctrico que contiene un metal de intercalación de Li altamente eficiente con elevada capacidad con elevada variación de volumen, tal como silicio (Si), bismuto (Bi), estaño (Sn), aluminio (Al) o una aleación de los mismos, o un compuesto intermetálico de los mismos.

En una realización, puede añadirse un aglutinante a la capa de material activo eléctrico (20) para ligar los materiales activos eléctricos en estado de partículas. Por ejemplo, el aglutinante puede ser un material basado en polímero que incluye copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno (PVdf-co-HFP), fluoruro de polivinilideno (PVdf), poliacrilonitrilo, polimetilmetacrilato, politetrafluoroetileno (PTFE), caucho de estireno-butadieno (SBR), poliimida, un polímero basado en poliuretano, un polímero basado en poliéster, y copolímero de etileno-propileno-dieno (EPDM). Según exija la ocasión, el aglutinante puede incluir otro material basado en polímero conductor, una brea de petróleo, y alquitrán de hulla. Sin embargo, la presente invención no está limitada al mismo, y puede utilizarse cualquier material como aglutinante siempre que el material no se disuelva en un electrodo y ofrezca una fuerza de unión predeterminada y estabilidad bajo un entorno electromecánico.

El aglutinante puede añadirse en una proporción de peso de aproximadamente el 0,5 % a aproximadamente el 5 % con respecto al peso de la mezcla total del material activo eléctrico y el aglutinante. Puesto que se utiliza un disolvente orgánico o agua como medio de dispersión para el aglutinante, el medio de dispersión tarda un tiempo en secarse, y el medio de dispersión puede permanecer en el material activo eléctrico después del secado y puede deteriorar las características de funcionamiento cíclico de una batería. Asimismo, puesto que el aglutinante es un no conductor, es preferible limitar la utilización del aglutinante. En el conjunto de electrodo (100) de acuerdo con la presente realización, el material activo eléctrico en el estado de partículas está ligado fuertemente entre el colector de corriente (10) y la capa de red conductora porosa 3D (30), y de este modo puede minimizarse la utilización del aglutinante.

En una realización, particularmente en caso de un material activo eléctrico para un cátodo, además puede añadirse externamente un conductor dentro de la capa de material activo eléctrico (20), junto con el material activo eléctrico y el aglutinante. El conductor puede mezclarse uniformemente con el material activo eléctrico y proporcionarse en el colector de corriente (10). El conductor puede añadirse en una proporción de peso de aproximadamente el 1 % a

aproximadamente el 15 % con respecto al peso de la mezcla total del material activo eléctrico, el aglutinante y el conductor. El conductor puede ser una nanoestructura con una gran área superficial específica y baja resistencia, por ejemplo, un carbono fino, tal como negro de humo, negro de acetileno, negro de Ketjen, o partículas de grafito ultrafinas, pasta de partículas de nanometal, pasta de óxido de indio y estaño (ITO), o nanotubos de carbono.

5

La capa de red conductora porosa 3D (30) es una capa de red conductora formada de una espuma metálica, una capa de fibras largas metálicas, una capa de fibras de carbono, o una combinación de las mismas. La capa de red conductora porosa 3D (30) es una capa de fibras largas metálicas, tal como una capa de fibras conductoras o una capa de fibras de carbono. La capa de red conductora porosa 3D (30) es una capa de fibras largas metálicas. Una porción de la capa de red conductora porosa 3D entera (30) dispuesta sobre la capa de material activo eléctrico (20) es oprimida dentro de la capa de material activo eléctrico (20) mediante una operación de presión descrita más adelante. Cuando una porción de la capa de red conductora porosa 3D (30) es oprimida dentro de la capa de material activo eléctrico (20), se forma una capa de red conductora porosa de alta densidad (30A) sobre una superficie de la capa de material activo eléctrico (20), y la porción oprimida de la capa de red conductora porosa 3D (30) puede mezclarse con un material activo eléctrico, un aglutinante, y otros materiales añadidos externamente en la capa de material activo eléctrico (20) y puede proporcionar una capa de red conductora porosa de baja densidad (30B). Tal como se describe anteriormente, a medida que al menos una porción de la capa de red conductora porosa 3D (30) es oprimida dentro de la capa de material activo eléctrico (20), puede asegurarse una adherencia mecánica entre la capa de red conductora porosa 3D (30) y la capa de material activo eléctrico (20).

20

La capa de red conductora porosa 3D (30) está formada de una capa de fibras largas metálicas, y la capa de fibras largas metálicas tiene una estructura similar al fieltro constituida por una pluralidad de fibras largas metálicas. Las fibras largas metálicas pueden incluir uno de entre un acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio y cobre, o una aleación de los mismos. La estructura similar al fieltro puede formar una estructura fibrosa porosa 3D formada cuando una pluralidad de fibras largas metálicas se doblan, se enredan unas con otras, o se enlazan por puentes unas con otras debido a las propiedades fibrosas de las fibras largas metálicas. Por lo tanto, la espuma metálica se forma químicamente o íntegramente para no separar las estructuras lineales 1D que proporcionan vías de conducción de unas a otras. La espuma metálica puede distinguirse de una capa de fibras largas metálicas en la cual las fibras largas metálicas están enredadas o enlazadas por puentes unas con otras.

30

Las fibras largas metálicas pueden ser segmentadas, y la longitud media de las fibras largas metálicas segmentadas puede ser de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 100 μm . Asimismo, las fibras largas metálicas tienen grosores de aproximadamente 1 μm a aproximadamente 10 μm . Cuando los grosores de las fibras largas metálicas son inferiores o iguales a 1 μm , es difícil formar una estructura utilizando fibras largas metálicas y disponer artificialmente las fibras largas metálicas, y de este modo es difícil asegurar la posibilidad de mecanizado. Por otra parte, si los grosores de las fibras largas metálicas son iguales o superiores a 100 μm , puede ser difícil oprimir las fibras largas metálicas dentro de una capa de material activo eléctrico. Como resultado, puede deteriorarse el efecto de división de voltaje tal como se describe más adelante. Asimismo, a medida que aumenta la robustez de las fibras largas metálicas, la posibilidad de mecanizado de un conjunto de electrodo puede deteriorarse durante una operación para empaquetar una batería.

El grosor de la capa de material activo eléctrico (20) puede depender del tamaño de las partículas de un material activo eléctrico y puede tener un grosor de aproximadamente 20 μm a aproximadamente 400 μm para tener una capacidad adecuada. Asimismo, el grosor de la capa de red conductora porosa 3D (30) es de aproximadamente 0,5 μm a aproximadamente 100 μm y puede ser de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 40 μm . Puesto que el grosor de la capa de red conductora porosa 3D (30) puede convertirse en un factor que aumenta el volumen de una batería, el grosor de la capa de red conductora porosa 3D (30) puede estar limitado dentro del intervalo tal como se describe anteriormente en cuanto a densidad de energía.

La FIG. 2A es un gráfico que muestra características de carga de un conjunto de electrodo (100 de la FIG. 1) de acuerdo con una realización de la presente invención tal como se muestra en la FIG. 1 y un conjunto de electrodo que incluye el colector de corriente (10) y la capa de material activo eléctrico (20) sin la capa de red conductora porosa 3D (30) de acuerdo con una realización comparativa, y la FIG. 2B es un gráfico que muestra características de descarga del conjunto de electrodo (100 de la FIG. 1) de acuerdo con una realización de la presente invención y el conjunto de electrodo de acuerdo con la realización comparativa. En estos gráficos, una curva R1 indica valores medidos con respecto al conjunto de electrodo (100) de la FIG. 1, mientras que una curva R2 indica valores medidos con respecto al conjunto de electrodo de acuerdo con la realización comparativa.

En los conjuntos de electrodo expuestos anteriormente para evaluación, se utiliza fosfato de iones de litio como material activo eléctrico para un cátodo, donde se forma una lechada dispersando el fosfato de iones de litio en un

60

disolvente de N-metil-pirrolidona (PMP). A continuación, se fabrica un conjunto de cátodo recubriendo una hoja de aluminio con la lechada. Las capas de material activo eléctrico aplicadas a ambas muestras tienen el mismo grosor de aproximadamente 40 μm , y se forma una capa de red conductora porosa que utiliza una capa de fibras largas metálicas de acuerdo con una realización de la presente invención que tendrá un grosor de aproximadamente 10 μm . Una batería que emplea la muestra es una semibatería que utiliza un metal basado en litio como ánodo.

Haciendo referencia a la FIG. 2A, la capacidad de una batería que emplea el conjunto de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención (la curva R1) disminuye lentamente a medida que aumenta la velocidad de carga, donde el 40 % o más de la capacidad nominal se mantiene a una velocidad de carga de tasa C de 40. Sin embargo, una batería que emplea el conjunto de electrodo de acuerdo con la realización comparativa (la curva R2) presenta una disminución rápida de la capacidad a medida que aumenta la velocidad de carga y apenas se carga a la velocidad de carga de tasa C de 40.

Haciendo referencia a la FIG. 2B, similar a la FIG. 2A, la capacidad de la batería que emplea el conjunto de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención (la curva R1) disminuye lentamente a medida que aumenta la velocidad de descarga. Sin embargo, la batería que emplea el conjunto de electrodo de acuerdo con la realización comparativa (la curva R2) presenta una disminución rápida de la capacidad a medida que aumenta la velocidad de descarga y apenas se descarga a la velocidad de carga de tasa C de 50.

Generalmente, una batería utilizada por una herramienta de accionamiento eléctrico requiere una característica de salida de aproximadamente tasa C de 10, y un vehículo eléctrico híbrido (HEV) requiere una característica de salida de aproximadamente tasa C de 40 basándose en su rendimiento. De acuerdo con una realización de la presente invención, puede obtenerse una característica de salida elevada para un dispositivo electrónico o un dispositivo de potencia que requiera elevada potencia de salida en respuesta a tal necesidad. Asimismo, haciendo referencia al caso que corresponde a tasa C de 40 en la FIG. 2A, una batería de alta capacidad puede cargarse al 40 % o más en minutos, de acuerdo con una realización de la presente invención. Generalmente, cuando se reduce el grosor de un material activo eléctrico, se reduce la resistencia de un electrodo o la resistencia de los iones de litio, y de este modo puede mejorarse el rendimiento de tasa. Sin embargo, en este caso, se reduce una cantidad del material activo eléctrico, y de este modo también se reduce la capacidad de una batería. Sin embargo, de acuerdo con una realización de la presente invención, el rendimiento de tasa puede mejorarse sin reducir el grosor de un material activo eléctrico. La razón de ello puede ser que la capa de red conductora porosa como electrodo intermedio está dispuesta entre el colector de corriente (10) y la capa de material activo eléctrico, proporcionando así un efecto de división de voltaje dentro de una estructura de electrodo. Asimismo, el efecto puede obtenerse basándose en la reducción efectiva de la resistencia dentro del conjunto de electrodo debido a la capa de red conductora porosa.

Cuando la capa de red conductora porosa (30) es una capa de fibras largas metálicas que tiene una estructura similar al fieltro, algunos de los hilos que constituyen la capa de fibras largas metálicas pueden penetrar en la capa de material activo eléctrico (20). Como resultado, no sólo puede reducirse la resistencia dentro del conjunto de electrodo (100), sino que también puede formarse localmente un campo eléctrico intenso dentro de la capa de material activo eléctrico (20). Tal campo eléctrico intenso contribuye a mejoras en las velocidades y la eficiencia para cargar/descargar el conjunto de electrodo.

Las FIGS. 3A a 3D son vistas en corte que muestran un procedimiento de fabricación de un conjunto de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención.

Haciendo referencia la FIG. 3A, se prepara el colector de corriente (10). El colector de corriente (10) puede ser una hoja metálica o una malla metálica tal como se describe anteriormente. Haciendo referencia a la FIG. 3B, sobre el colector de corriente (10) se aplica una capa de lechada (20L) que incluye un material activo eléctrico y un aglutinante y que incluye selectivamente un conductor y un disolvente adecuado.

A continuación, haciendo referencia a la FIG. 3C, se forma una capa de red conductora porosa (30L) sobre la capa de lechada (20L). La capa de red conductora porosa (30L) puede tener una estructura que incluye una hoja metálica, fibras de carbono, una capa de fibras largas metálicas, o una combinación de fibras de carbono y fibras largas metálicas. La capa de fibras largas metálicas puede tener una estructura similar al fieltro que está constituida por una pluralidad de fibras largas metálicas. En una realización, la hoja metálica o la capa de fibras largas metálicas se proporciona en la forma de ser enrollada alrededor de un rodillo giratorio, y la hoja metálica o la capa de fibras largas metálicas puede laminarse sobre la capa de lechada (20L) desenrollando el rodillo giratorio antes de que se seque la capa de lechada (20L).

De acuerdo con otra realización de la presente invención, la capa de red conductora porosa (30L) puede

proporcionarse disponiendo irregularmente una pluralidad de fibras largas metálicas sobre la capa de lechada (20L). Por ejemplo, las fibras largas metálicas o las fibras de carbono pueden aplicarse irregularmente sobre la capa de lechada (20L) utilizando un dispositivo rociador, tal como un pulverizador de aire o una pistola tipo corona, en húmedo o en seco. En este punto, puede aplicarse un campo magnético a la capa de lechada (20L) utilizando un imán eléctrico o un imán permanente o puede aplicarse un campo eléctrico a la capa de lechada (20 L) después de que las fibras se carguen, ayudando así a que las fibras sean oprimidas dentro, o depositadas en la capa de lechada (20L).

A continuación, se seca la estructura que incluye la capa de red conductora porosa (30L). Una operación de secado puede ser secado por aire caliente, secado natural, o secado al vacío.

Haciendo referencia a la FIG. 3D, después de secarse la capa de lechada (20L), la estructura puede ser presionada utilizando un dispositivo de presión, tal como una prensa de rodillo, oprimiendo así al menos una porción de la capa de red conductora porosa (30) dentro de la capa de material activo eléctrico (20). Cuando sólo se oprime una porción de la capa de red conductora porosa (30) dentro de la capa de material activo eléctrico (20), una porción de la capa de red conductora porosa (30) que permanece sobre una superficie de la capa de material activo eléctrico (20) se convierte en una capa de red conductora porosa de alta densidad (30A). Por otra parte, la porción de la capa de red conductora porosa (30) oprimida dentro de la capa de material activo eléctrico (20) se mezcla con un material activo eléctrico, puede proporcionarse un aglutinante, y otros materiales añadidos externamente dentro de la capa de material activo eléctrico (20), y de este modo una capa de red conductora porosa de baja densidad (30B), dentro de la capa de material activo eléctrico (20).

En este caso, comparada con la densidad de la capa de red conductora porosa (30) antes de la operación de presión, la densidad de la capa de red conductora porosa (30A) sobre la capa de material activo eléctrico (20) se vuelve más alta que la densidad de la capa de red conductora porosa (30) durante la laminación debido a la operación de presión, mientras que la densidad de la capa de red conductora porosa (30B) oprimida dentro de la capa de material activo eléctrico (20) puede disminuir. Tal como se describe anteriormente, de acuerdo con una realización de la presente invención, la densidad de la porción de la capa de red conductora porosa (30A) sobre una superficie de la capa de material activo eléctrico (20) se vuelve diferente de la densidad de la porción cercana de la capa de red conductora porosa (30B) dentro de la capa de material activo eléctrico (20).

La FIG. 4A es un diagrama en corte que muestra un conjunto de electrodo (200) de acuerdo con otra realización de la presente invención, y la FIG. 4B es un diagrama en corte que muestra un procedimiento de fabricación del conjunto de electrodo (200):

Haciendo referencia a la FIG. 4A, el conjunto de electrodo (200) es idéntico al conjunto de electrodo (100) mostrado en la FIG. 1A excepto que el conjunto de electrodo (200) comprende además una capa de red conductora porosa de base (40) apilada entre el colector de corriente (10) y la capa de material activo eléctrico (20) y parcialmente oprimida dentro de la capa de material activo eléctrico (20).

La capa de red conductora porosa de base (40) puede estar formada de una hoja metálica, fibras de carbono, una capa de fibras largas metálicas, o una combinación de las mismas. Preferentemente, la capa de red conductora porosa de base (40) puede estar formada de una capa de fibras largas metálicas o fibras de carbono. Más preferentemente, la capa de red conductora porosa de base (40) puede estar formada de una capa de fibras largas metálicas. La capa de fibras largas metálicas puede tener una estructura similar al fieltro. Una porción de la capa de red conductora porosa de base entera (40) puede ser oprimida dentro de la capa de material activo eléctrico (20) mediante una operación de presión tal como se describe anteriormente.

Cuando sólo una porción de la capa de red conductora porosa de base (40) es oprimida dentro de la capa de material activo eléctrico (20), se forma una capa de red conductora porosa de alta densidad (40A) entre el colector de corriente (10) y la capa de material activo eléctrico (20), y la porción oprimida de la capa de red conductora porosa de base (40) puede mezclarse con un material activo eléctrico, un aglutinante, y otros materiales añadidos externamente en la capa de material activo eléctrico (20) y puede proporcionar una capa de red conductora porosa de baja densidad (40B). Debido a la porción oprimida de la capa de red conductora porosa de base, puede asegurarse una adherencia mecánica entre la capa de red conductora porosa de base (40) y la capa de material activo eléctrico (20) y puede reducirse la resistencia dentro de la capa de material activo eléctrico (20).

Las fibras largas metálicas pueden contener uno de entre un acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio y cobre, o una aleación de los mismos. La estructura similar al fieltro tal como se describe anteriormente es una estructura fibrosa porosa formada cuando una pluralidad de fibras largas metálicas se doblan, se enredan unas con otras, o se

enlazan por puentes unas con otras debido a las propiedades fibrosas de las fibras largas metálicas.

De manera similar a la capa de red conductora porosa (30) tal como se describe anteriormente, las fibras largas metálicas que constituyen la capa de red conductora porosa de base (40) pueden ser segmentadas, y la longitud media de las fibras largas metálicas segmentadas puede ser de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 100 mm. Las fibras largas metálicas tienen grosores de aproximadamente 1 μm a aproximadamente 10 μm . Cuando los grosores de las fibras largas metálicas son inferiores o iguales a 1 μm , las fibras largas metálicas tienen robustez insuficiente y pueden romperse fácilmente a medida que se enredan durante un proceso de enlace por puentes, y de este modo puede resultar difícil formar una red conductora. Por otra parte, cuando los grosores de las fibras largas metálicas son iguales o superiores a 10 μm , las fibras largas metálicas pueden ser demasiado gruesas para ser oprimidas dentro de la capa de material activo eléctrico (20), y de este modo puede aumentarse el grosor de un electrodo. Como resultado, puede aumentarse una distancia entre un ánodo y un cátodo. En este caso, puede aumentarse la resistencia interna contra el movimiento de los iones de litio.

Haciendo referencia a la FIG. 4B, para proporcionar el conjunto de electrodo (200), puede formarse una capa de red conductora porosa de base (40L) sobre el colector de corriente (10) antes de que se aplique la capa de lechada (20L) que contiene un material activo eléctrico sobre el colector de corriente (10). A continuación, tal como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 3B y 3C, puede aplicarse la capa de lechada (20L) que contiene el material activo eléctrico sobre la capa de red conductora porosa de base (40L), y la capa de red conductora porosa (30L) puede apilarse sobre la capa de lechada (20L) que contiene el material activo eléctrico.

A continuación, se seca la estructura que incluye la capa de red conductora porosa (30L), y, tal como se muestra en la FIG. 3D, la estructura es presionada utilizando un dispositivo de presión, tal como una prensa de rodillo, y de este modo puede fabricarse el conjunto de electrodo (200) que incluye la capa de material activo eléctrico (20 de la FIG. 4A) que tiene oprimida dentro de la misma una porción de la capa de red conductora porosa (30) y una porción de la capa de red conductora porosa de base (40).

La FIG. 5 es un diagrama en corte que muestra un conjunto de electrodo (300) de acuerdo con otra realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la FIG. 5, el conjunto de electrodo (300) es similar al conjunto de electrodo (200) mostrado en la FIG. 4A excepto que el conjunto de electrodo (300) tiene una pluralidad de estructuras apiladas que incluyen además una segunda capa de material activo eléctrico (50) y una segunda capa de red conductora porosa (60). La segunda capa de material activo eléctrico (50) está apilada sobre una superficie principal de una primera capa de red conductora porosa (30) opuesta a la superficie principal de la primera capa de red conductora porosa (30) que entra en contacto con una primera capa de material activo eléctrico (20).

En una realización, la capa de red conductora porosa de base (40) y/o la segunda capa de red conductora porosa (60) pueden omitirse. En este caso, puede obtenerse una estructura de conjunto de electrodo en la que la capa de red conductora porosa (30) está enterrada completamente en las capas de material activo eléctrico (20) y (50). La capa de red conductora porosa enterrada (30) puede funcionar como una capa de electrodo intermedia.

En cuanto a un procedimiento de fabricación, las capas de material activo eléctrico (20) y (50) pueden proporcionarse en forma de una lechada tal como se describe anteriormente, y las capas de red conductora porosa (30) y (60) pueden apilarse antes de que se seque la lechada. A continuación, mediante una operación de presión, porciones de las capas de red conductora porosa (30) y (60) pueden ser oprimidas dentro de las capas de material activo eléctrico (20) y (50). Como resultado, en el conjunto de electrodo (300) pueden proporcionarse capas de red conductora porosa de alta densidad (30A), (40A) y (60A) y capas de red conductora porosa de baja densidad (30B), (40B) y (60B).

En otra realización, las operaciones para secar las lechadas pueden realizarse secuencialmente en el orden de apilamiento de la estructura apilada. Por ejemplo, al menos una porción de la primera capa de red conductora porosa (30) puede oprimirse dentro de la primera capa de material activo eléctrico (20) apilando sucesivamente una capa de lechada para formar la primera capa de material activo eléctrico (20) y la primera capa de red conductora porosa (30), secando las mismas, y presionando las mismas. A continuación, la segunda capa de red conductora porosa (60) puede oprimirse dentro de la segunda capa de material activo eléctrico (50) apilando sucesivamente una capa de lechada para formar la segunda capa de material activo eléctrico (50) y la segunda capa de red conductora porosa (60) sobre la primera capa de red conductora porosa (30) y secando las mismas. En este punto, la primera capa de red conductora porosa (30) también se oprime dentro de la segunda capa de material activo eléctrico (50).

De acuerdo con las realizaciones expuestas anteriormente, aunque la capacidad de carga/descarga se aumenta aumentando el grosor de las capas de material activo eléctrico apilando la pluralidad de capas de material activo eléctrico (20) y (50), puede obtenerse un efecto de división de grosor de las capas de material activo eléctrico en conjunto debido a que las capas de red conductora porosa (30) y (60) funcionan como un electrodo intermedio. La resistencia dentro del conjunto de electrodo (300) puede reducirse y, de este modo, pueden mejorarse las velocidades de carga/descarga y la eficiencia. El grosor del conjunto de electrodo en conjunto excluyendo el colector de corriente (10) puede ser de aproximadamente 300 μm a aproximadamente 600 μm .

La FIG. 6 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de una batería (1000) que emplea una estructura de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la FIG. 6, la batería (1000) puede ser una batería cilíndrica común. Para aumentar un área de reacción de la batería, el cátodo y el ánodo (100A) y (100B) que utilizan estructuras de electrodo tal como se describen anteriormente pueden estar apilados alternamente como una estructura de rollo empaquetada dentro de una carcasa (800). Las pestañas (150A) y (150B) pueden combinarse respectivamente con primeras porciones de extremo de estructuras de electrodo (100A) y (100B). La pluralidad de pestañas (150A) y (150B) pueden estar dispuestas repetidamente a un intervalo constante para minimizar la resistencia.

Cada una de las estructuras de electrodo (100A) y (100B) incluye colectores de corriente (10a) y (10b) que corresponden a las polaridades adecuadas tal como se describe anteriormente y capas de electrodo activo (15a) y (15b) que incluyen capas de material activo eléctrico que tienen las polaridades correspondientes y capas de red conductora porosa. Las capas de electrodo activo (15a) y (15b) pueden estar apiladas sobre dos superficies principales opuestas del colector de corriente (10), respectivamente. Para el aislamiento entre el cátodo y el ánodo (100A) y (100B), puede estar dispuesto un separador (500) entre el cátodo y el ánodo (100A) y (100B).

El separador (500) puede ser una película porosa fina basada en polímero, una tela, un fieltro, una cerámica, una película de electrolito de polímero sólido intrínseco, una película de electrolito de polímero sólido en gel, o una combinación de los mismos, por ejemplo. La película de electrolito de polímero sólido intrínseco puede incluir un material de polímero lineal o un material de polímero enlazado por puentes. La película de electrolito de polímero sólido en gel puede ser un polímero que contiene un plastificante que incluye una sal, un polímero que contiene relleno, un polímero puro, o una combinación de los mismos. Por ejemplo, la capa de electrolito sólido puede incluir una matriz de polímero formada de polietileno, polipropileno, poliimida, polisulfona, poliuretano, cloruro de polivinilo, poliestireno, óxido de polietileno, óxido de polipropileno, polibutadieno, celulosa, carboximetilcelulosa, nailon, poliacrilonitrilo, fluoruro de polivinilideno, politetrafluoroetileno, copolímero de fluoruro de vinilideno y hexafluoropropileno, copolímero de fluoruro de vinilideno y trifluoroetileno, copolímero de fluoruro de vinilideno y tetrafluoroetileno, polimetacrilato, polietilacrilato, polimetilmetacrilato, polietilmetacrilato, polibutilacrilato, polibutilmetacrilato, acetato de polivinilo, alcohol de polivinilo, o una combinación de los mismos, un aglutinante, y un líquido electrolito. Los materiales señalados anteriormente con respecto al separador (500) son simplemente ejemplos, y un material para formar el separador (500) puede ser un material que sea fácilmente deformable, tenga excelente robustez mecánica, no se desgarre o rompa debido a deformación de las estructuras de electrodo (100A) y (100B), y presente aislamiento de electrones arbitraria y apropiada y excelente conducción de iones.

El separador (500) puede ser una capa individual o una capa múltiple, donde la capa múltiple puede ser una estructura apilada de capas individuales iguales o una estructura apilada de capas individuales formadas de materiales diferentes. Por ejemplo, la estructura apilada puede tener una estructura que incluye una capa de recubrimiento cerámico sobre una superficie de una película de electrolito de polímero, tal como poliolefina. El grosor del separador (500) es de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 300 μm considerando la durabilidad, la función de apagado, y la seguridad de una batería, puede ser preferentemente de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 40 μm , y puede ser más preferentemente de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 25 μm .

La batería (1000) está conectada eléctricamente a terminales de electrodo externos (600) y (700) por medio de las pestañas (150A) y (150B) combinadas respectivamente con las estructuras de electrodo (100A) y (100B). Dentro de la carcasa (800), un electrolito acuoso adecuado que contiene una sal, tal como hidróxido de potasio (KOH), bromuro de potasio (KBr), cloruro de potasio (KCl), cloruro de cinc (ZnCl_2), o ácido sulfúrico (H_2SO_4) o un electrolito no acuoso que contiene una sal de litio (por ejemplo, LiClO_4 o LiPF_6), tal como carbonato de etileno, carbonato de propileno, carbonato de dimetilo, o carbonato de dietilo, es absorbido por las estructuras de electrodo (100A) y (100B) y/o el separador (500), completando así la batería (1000). Aunque no se muestra, además puede adherirse un sistema de gestión de batería adecuado para controlar la estabilidad y/o las características de suministro de energía durante la utilización de la batería (1000).

El conjunto de electrodo expuesto anteriormente puede ser no sólo una batería cilíndrica tal como se describe anteriormente, sino que también puede tener cualquiera de diversos volúmenes para controlar la capacidad de una batería. Asimismo, de acuerdo con una realización de la presente invención, basándose en la facilidad de formación de una red conductora porosa, una batería que tiene diversas formas aparte de la forma cilíndrica tal como se describe anteriormente puede proporcionarse por medio de una deformación tridimensional de un conjunto de electrodo, tal como apilamiento, flexión o enrollamiento.

Asimismo, una batería de acuerdo con una realización de la presente invención puede aplicarse como una batería de pequeño tamaño para ser adherida a una prenda de vestir o una bolsa o integrarse con una tela de una prenda de vestir o una bolsa. Alternativamente, una batería de acuerdo con una realización de la presente invención puede presentar una elevada capacidad y/o una elevada potencia de salida y puede aplicarse como una batería de mediano tamaño o gran tamaño para una fuente de energía de un automóvil o almacenamiento de energía.

La FIG. 7 es un gráfico que muestra un procedimiento de carga que incluye una pluralidad de fases de carga de acuerdo con una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la FIG. 7, una batería puede cargarse en 4 fases, por ejemplo. La batería utilizada en este documento es una semibatería que incluye una estructura de conjunto de electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención tal como se muestra en la FIG. 1.

En una primera fase P1, la batería se carga a tasa C de 60, donde el 35 % de la capacidad nominal de la batería se carga en 1 minuto. A continuación, en la siguiente fase P2, cuando la batería se carga durante 1 minuto 30 segundos a tasa C de 20, se carga el 65 % de la capacidad nominal de la batería. En la siguiente fase P3, cuando la batería se carga durante 3 minutos a tasa C de 5, se carga el 85 % de la capacidad nominal de la batería. En la fase final P4, la batería se carga durante 7 minutos a tasa C de 1, y se carga el 97 % (cerca del 100 %) de la capacidad nominal de la batería.

De acuerdo con la presente realización, el 97 % de la capacidad nominal de la batería puede cargarse en 12 minutos y 30 segundos en total, y de este modo puede reducirse el tiempo de carga total. Aunque la carga se realiza en 4 fases en la realización expuesta anteriormente, es simplemente un ejemplo, y la presente invención no se limita a la misma. Por ejemplo, la carga puede realizarse en 2 fases, 3 fases, o 5 o más fases mientras que se reducen gradualmente las tasas C. Asimismo, las tasas C en las fases de carga de alta velocidad pueden ser valores arbitrarios menores o iguales que tasa C de 100, mientras que la tasa C en la fase de carga lenta final puede ser un valor arbitrario igual o mayor que tasa C de 0,1.

Tal como se describe anteriormente, cargando la capacidad restante de una batería por medio de una pluralidad de fases mientras que se reduce la tasa C, la batería puede cargarse a un nivel cercano a la capacidad nominal de la batería en un tiempo de carga reducido. El procedimiento de carga puede lograrse por medio de software, hardware, o una combinación de los mismos y puede incorporarse mediante el sistema de gestión de batería expuesto anteriormente.

Aunque la realización expuesta anteriormente se ofrece en relación con un procedimiento de carga, la misma realización puede aplicarse a un procedimiento de descarga. En otras palabras, una batería puede descargarse en una pluralidad de fases. Por ejemplo, la batería puede descargarse a una tasa C elevada en la fase de descarga inicial, y luego la batería puede descargarse mientras que se reduce gradualmente la tasa C. Descargando una batería tal como se describe anteriormente, puede obtenerse una gran energía de la batería en un corto periodo de tiempo.

Las características de carga/descarga expuestas anteriormente pueden incorporar un sistema de gestión de energía eficiente conjuntamente con un sistema de rejilla inteligente. Por ejemplo, la energía puede almacenarse y descargarse desde una sola batería independientemente de las características de carga de diversas fuentes de energía, tales como energía nuclear, energía solar, y energía hidroeléctrica, y diversos consumidores de energía, tales como instalaciones y hogares.

De acuerdo con una realización de la presente invención, puesto que una capa de material activo eléctrico está dispuesta entre un colector de corriente y una capa de red conductora, pueden mejorarse las velocidades y la eficiencia para cargar/descargar la capa de material activo eléctrico. Asimismo, puesto que la capa de red conductora porosa puede deformarse fácilmente, puede reducirse la fatiga en una batería debida al cambio de volumen de la capa de material activo eléctrico durante el funcionamiento de la batería, y de este modo puede proporcionarse un conjunto de electrodo capaz de reducir o eliminar la irreversibilidad debida a los ciclos de

carga/descarga.

Asimismo, de acuerdo con otra realización de la presente invención, un conjunto de electrodo que tiene las ventajas expuestas anteriormente puede fabricarse simplemente por medio de una operación de apilamiento, tal como laminación o recubrimiento, y una operación de presión, y de este modo puede proporcionarse un procedimiento de fabricación de un conjunto de electrodo con productividad mejorada utilizando equipo simplificado.

Asimismo, de acuerdo con otra realización de la presente invención, cargando la capacidad restante por medio de una pluralidad de fases mientras que se reduce la tasa C de carga o descargando la capacidad restante por medio de una pluralidad de fases mientras que se reduce la tasa C de descarga, una batería puede cargarse muy cerca de su capacidad nominal o descargarse en un tiempo de carga/descarga reducido. El procedimiento de carga puede lograrse por medio de software, hardware, o una combinación de los mismos y puede incorporarse mediante el sistema de gestión de batería expuesto anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de electrodo (100) que comprende:
- 5 un colector de corriente (10); y
una primera capa de material activo eléctrico (20) apilada sobre el colector de corriente; y:
una primera capa de red conductora porosa (30) apilada como una capa superior expuesta sobre una superficie principal de la primera capa de material activo eléctrico opuesta a una superficie principal de la primera capa de material activo eléctrico que entra en contacto con el colector de corriente y parcialmente oprimida dentro de la
- 10 primera capa de material activo eléctrico, **caracterizado porque** la primera capa de red conductora porosa incluye una estructura similar al fieltro constituida por una pluralidad de fibras largas metálicas segmentadas, y la pluralidad de fibras largas metálicas tienen grosores de 1 μm a 10 μm , donde la estructura similar al fieltro incluye una capa de red conductora porosa de alta densidad (30A) formada sobre una superficie de la capa de material activo eléctrico y una capa de red conductora porosa de baja densidad (30B) oprimida dentro de la primera capa de material activo
- 15 eléctrico.
2. El conjunto de electrodo de acuerdo con la reivindicación 1, donde el colector de corriente (10) comprende una hoja metálica, una malla metálica, o una combinación de las mismas.
- 20 3. El conjunto de electrodo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la pluralidad de fibras largas metálicas tienen una longitud media de 10 μm a 100 mm.
4. El conjunto de electrodo (200) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una capa de red conductora porosa de base (40) apilada entre el colector de corriente (10) y la
- 25 primera capa de material activo eléctrico (20), y al menos oprimida parcialmente dentro de la primera capa de material activo eléctrico.
5. El conjunto de electrodo (300) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una segunda capa de material activo eléctrico (50) apilada sobre una superficie principal de la
- 30 primera capa de red conductora porosa (30) opuesta a una superficie principal de la primera capa de red conductora porosa (30) en contacto con la primera capa de material activo eléctrico (20).
6. El conjunto de electrodo de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además una segunda capa de red conductora porosa (60) apilada sobre una superficie principal de la segunda capa de material activo
- 35 eléctrico (50) opuesta a una superficie principal de la segunda capa de material activo eléctrico (50) en contacto con la primera capa de red conductora porosa (30), y donde la segunda capa de red conductora porosa comprende opcionalmente una espuma metálica, fibras de carbono, una capa de fibras largas metálicas, y una combinación de las mismas, y donde la capa de fibras largas metálicas tiene opcionalmente una estructura similar al fieltro.
- 40 7. El conjunto de electrodo de acuerdo con la reivindicación 1, donde el grosor de la primera capa de red conductora porosa (30) es de aproximadamente 0,5 μm a aproximadamente 100 μm .
8. Un procedimiento de fabricación de un conjunto de electrodo, comprendiendo el procedimiento:
- 45 proporcionar un colector de corriente (10);
proporcionar una primera capa de lechada (20L) que contiene un material activo eléctrico sobre el colector de corriente;
proporcionar una primera capa de red conductora porosa (30L) sobre la primera capa de lechada (20L);
secar la primera capa de lechada (20L) que tiene provista sobre la misma la primera capa de red conductora porosa
- 50 (30L); y:
presionar la primera capa de red conductora porosa (30L) para oprimir al menos una porción de la primera capa de red conductora porosa (30L) dentro de la primera capa de lechada (20L) **caracterizado porque** la primera capa de red conductora porosa (30L) dispuesta sobre la superficie superior de la primera capa de lechada (20L) incluye una estructura similar al fieltro constituida por una pluralidad de fibras largas metálicas segmentadas, y la pluralidad de
- 55 fibras largas metálicas tienen grosores de 1 μm a 10 μm , donde la estructura similar al fieltro incluye una capa de red conductora porosa de alta densidad (30A) formada sobre una superficie de la primera capa de lechada, y una capa de red conductora porosa de baja densidad (30B) oprimida dentro de la primera capa de lechada.
9. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además proporcionar una capa
- 60 de red conductora porosa de base (40, 40L) sobre el colector de corriente (10) antes de que se proporcione la

primera capa de lechada (20L).

10. El procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 8-9, que comprende además:

5 aplicar una segunda capa de lechada (50) que contiene un material activo eléctrico sobre la primera capa de red conductora porosa (30L) antes de que se seque la primera capa de lechada; y
secar la segunda capa de lechada al mismo tiempo que se seca la primera capa de lechada,
donde, en la presión de la primera capa de red conductora porosa (30L), al menos otra porción de la primera capa
de red conductora porosa es oprimida dentro de la segunda capa de lechada, y opcionalmente el procedimiento
10 comprende además proporcionar una segunda capa de red conductora porosa (60) sobre la segunda capa de lechada (50) antes del secado de la segunda capa de lechada al mismo tiempo que se seca la primera capa de lechada,
donde al menos una porción de la segunda capa de red conductora porosa (60) es oprimida dentro de la segunda
capa de lechada (50).

15

11. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además:

después de la presión de la primera capa de red conductora porosa (30L) para oprimir al menos una porción de la
primera capa de red conductora porosa (30L) dentro de la primera capa de lechada (20L), proporcionar la segunda
20 capa de lechada (50) sobre la primera capa de red conductora porosa (30L);
proporcionar la segunda capa de red conductora porosa (60) sobre la segunda capa de lechada (50);
secar la segunda capa de lechada (50); y
presionar la segunda capa de red conductora porosa (60) para oprimir al menos una porción de la segunda capa de
red conductora porosa (60) dentro de la segunda capa de lechada (50).

25

12. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, donde el colector de corriente (10) comprende una hoja metálica, una malla metálica, o una combinación de las mismas.

13. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, donde

30

la pluralidad de fibras largas metálicas tienen longitudes de aproximadamente 50 μm a aproximadamente 100 mm.

14. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, donde la primera capa de red conductora porosa (30L) se proporciona cuando se aplica un campo eléctrico o un campo magnético a la primera capa de lechada (20L).

35

15. Un procedimiento de carga o descarga de una batería, comprendiendo el procedimiento:

cargar una porción de la capacidad nominal de la batería a una primera tasa C de carga; y
40 cargar una porción restante de la batería a una segunda tasa C de carga inferior a la primera tasa C de carga; o
descargar una porción de la capacidad nominal de la batería a una primera tasa C de descarga; y
descargar una porción restante de la batería a una segunda tasa C de descarga inferior a la primera tasa C de
descarga,
donde la batería comprende el conjunto de electrodo de acuerdo con la reivindicación 1.

45

FIG. 1

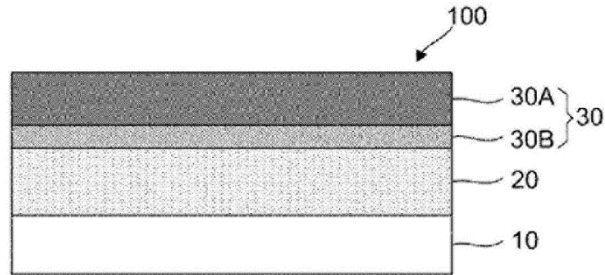


FIG. 2A

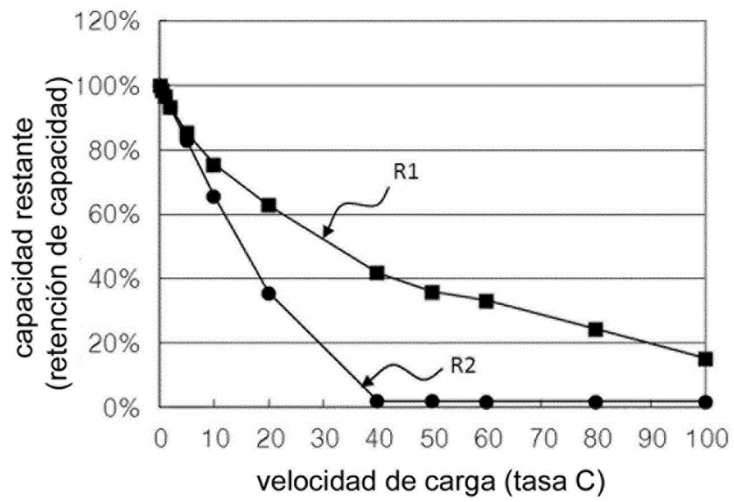


FIG. 2B

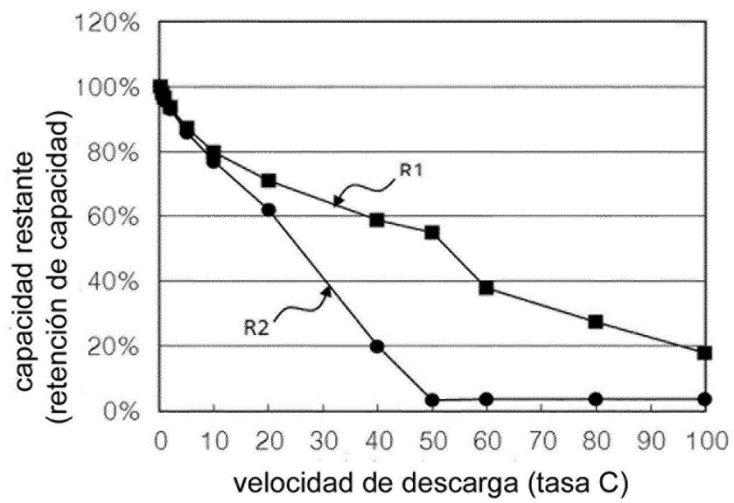


FIG. 3A

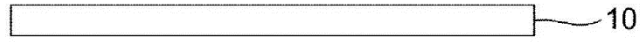


FIG. 3B



FIG. 3C

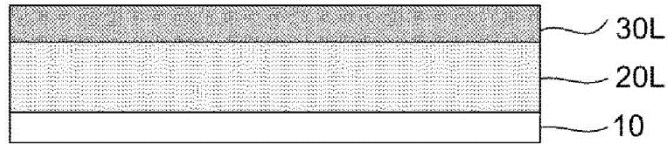


FIG. 3D

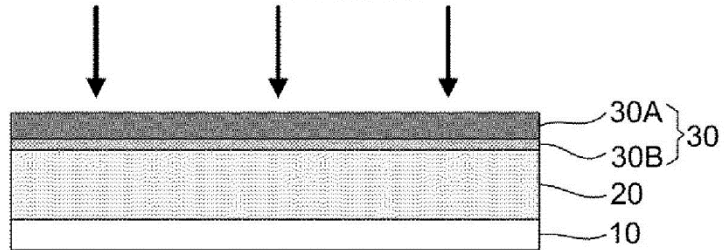


FIG. 4A

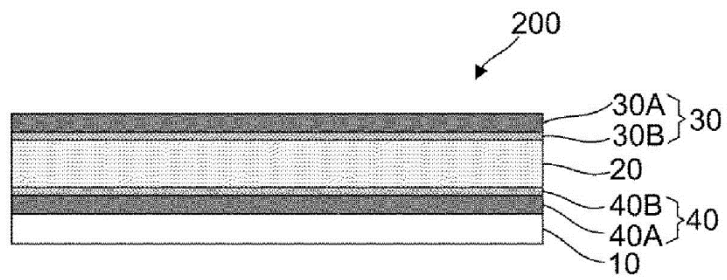


FIG. 4B

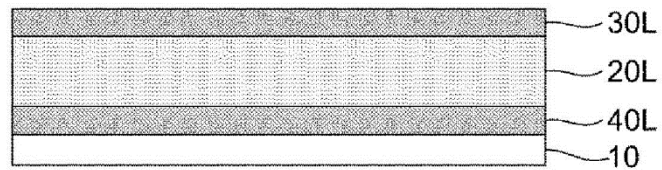


FIG. 5

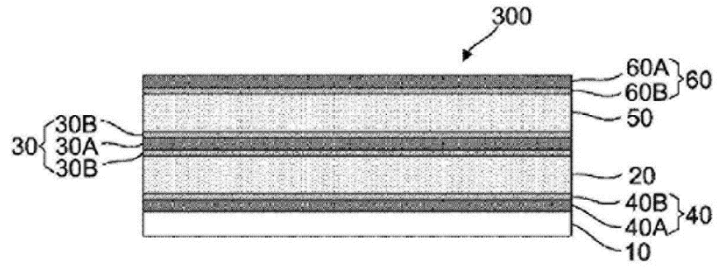


FIG. 6

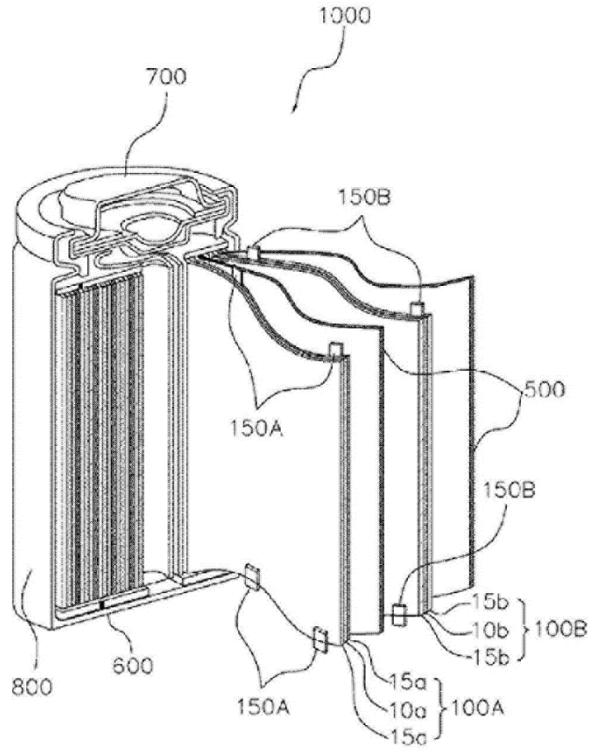


FIG. 7

