

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 025 283**

51 Int. Cl.:

H01M 4/13 (2010.01)
H01M 4/74 (2006.01)
H01M 4/139 (2010.01)
H01M 4/04 (2006.01)
H01M 10/0525 (2010.01)
H01M 4/66 (2006.01)
H01M 4/80 (2006.01)
H01M 4/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.09.2017** **PCT/KR2017/009672**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.03.2018** **WO18048166**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.09.2017** **E 17849050 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2025** **EP 3370281**

54 Título: **Electrodo que incluye un colector de corriente de electrodo con estructura de red tridimensional**

30 Prioridad:

09.09.2016 KR 20160116187
04.09.2017 KR 20170112505

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.06.2025

73 Titular/es:

LG ENERGY SOLUTION, LTD. (100.00%)
Tower 1, 108, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 07335, KR

72 Inventor/es:

MOK, EUN KYUNG;
YOU, MIN KYU y
UHM, IN SUNG

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 3 025 283 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

Electrodo que incluye un colector de corriente de electrodo con estructura de red tridimensional

5 **Sector de la técnica**

La presente divulgación se refiere a un electrodo que incluye un colector de corriente con una estructura de red tridimensional.

10 **Antecedentes de la invención**

Ya que el desarrollo técnico y la demanda de dispositivos móviles han aumentado, la demanda de baterías secundarias como fuente de energía ha aumentado rápidamente. Entre las baterías secundarias, las baterías secundarias de litio, que tienen una alta densidad energética, alta tensión de funcionamiento, una vida útil de ciclo larga y una baja tasa de autodescarga, se han comercializado y utilizado ampliamente.

Además, en consonancia con la creciente preocupación por las cuestiones medioambientales, la investigación sobre vehículos eléctricos (VE), vehículos eléctricos híbridos (VEH), que pueden sustituir a los vehículos que utilizan un combustible fósil, como los vehículos de gasolina, vehículos diésel y similares, se ha llevado a cabo activamente. Los combustibles fósiles son una de las principales causas de contaminación atmosférica. Como fuente de energía para los VE y los VEH, el interés por la investigación con baterías secundarias de litio, que tienen una alta densidad de energía y tensión de descarga, y su aplicación práctica va en aumento.

Además, de acuerdo con las tendencias de desarrollo de los dispositivos portátiles y dispositivos ponibles miniaturizados multifuncionales, cada vez es mayor la necesidad de miniaturizar y adelgazar la propia batería secundaria. Asimismo, para que los dispositivos ponibles y dispositivos portátiles puedan utilizarse durante mucho tiempo, se ha intentado aumentar la capacidad de la batería secundaria de varias maneras.

Un electrodo convencional se prepara aplicando una suspensión en la que un material activo de electrodos, un aglutinante y un material conductor se mezclan adecuadamente, en colectores de corriente de electrodos positivos y negativos, seguido de un proceso de tratamiento térmico. Es decir, el electrodo convencional tiene una estructura en la que se forma una capa de mezcla de electrodos que contiene el aglutinante y el material conductor en los colectores de corriente de electrodos positivo y negativo.

En esta estructura, cuando se aumenta el grosor de la capa de mezcla de electrodos para aumentar la capacidad de una batería, los electrones generados en una porción superior de un material activo no se desplazan rápidamente hacia un colector de corriente a medida que aumenta la distancia entre el colector de corriente y la porción superior del material activo, y también, la velocidad de movimiento de los iones de litio generados en un electrodo se ve limitada a medida que se alargan sus trayectorias de movimiento, por lo que aumenta considerablemente la resistencia en todo el electrodo. Asimismo, ya que un aumento del grosor de la capa de mezcla de electrodos puede reducir la tasa de impregnación de un electrolito con respecto a una capa de material activo, puede hacerse mayor un problema en que la resistencia del electrodo aumenta.

Asimismo, ya que el aglutinante contenido en la capa de mezcla de electrodos es relativamente ligero, el aglutinante puede no estar uniformemente disperso en la capa de mezcla de electrodos y, por tanto, el aglutinante puede estar separado de una superficie de la capa de mezcla de electrodos. En particular, cuanto más gruesa sea la capa de mezcla de electrodos, mayor será la separación del aglutinante de la capa de mezcla del material del electrodo, por lo que es imposible evitar el deterioro de las características del ciclo y de la vida útil de la batería debido a una separación del material activo y del colector de corriente, en donde la separación está causada por un cambio de volumen que se produce durante un proceso de carga y descarga de la batería.

Para resolver estos problemas, convencionalmente, una técnica en la que una capa de mezcla de electrodos preparada variando la porosidad, un tipo de material activo de electrodo o similar se aplica en múltiples capas se ha desarrollado. Sin embargo, incluso en esta estructura, la cantidad de carga es limitada, no se puede obtener la conductividad electrónica y la conductividad iónica deseadas, existe un problema funcional en el que la resistencia del electrodo disminuye debido al aumento del grosor de una capa de mezcla de electrodos, y no se pueden superar las limitaciones de miniaturización y adelgazamiento de una batería que se requieren en el futuro.

Por lo tanto, para preparar un electrodo de alta carga con una densidad energética mejorada, existe una gran necesidad de una técnica para un electrodo que tenga una estructura novedosa capaz de resolver los problemas anteriores.

Los documentos WO2012/111613 y US2003/0068554 divulgan una estructura porosa del electrodo.

65 **Explicación de la invención**

Problema técnico

La presente divulgación se proporciona para resolver los problemas descritos anteriormente de la técnica relacionada y los problemas técnicos que se han identificado en el pasado.

Los inventores de la presente solicitud han realizado intensas investigaciones y diversos experimentos y han confirmado que, como se describirá más adelante, cuando se utiliza un electrodo para una batería secundaria consistente en electrodos unitarios que tienen una estructura en la que una mezcla de electrodos que contiene un material activo de electrodo se introduce en los poros de un colector de corriente unitario con una estructura de red tridimensional, la resistencia en el interior del electrodo es pequeña incluso cuando se aumenta la cantidad de carga de la mezcla de electrodos, y puede evitarse la separación de una capa de mezcla de electrodos, completando así la presente divulgación.

Solución técnica

La presente invención proporciona un electrodo como se divulga en el conjunto de reivindicaciones adjunto para una batería secundaria en la que dos o más electrodos unitarios están laminados en un estado de estar en estrecho contacto entre sí, y electrodos unitarios mutuamente adyacentes están conectados eléctricamente a través de una mezcla de electrodos, en donde en cada uno de los electrodos unitarios, la mezcla de electrodos que contiene un material activo de electrodo se introduce en los poros de un colector de corriente unitario con una estructura de red tridimensional.

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente divulgación, el electrodo puede tener una estructura en la que se laminan de 2 a 10 electrodos unitarios.

De acuerdo con la presente invención, el colector de corriente unitario con estructura de red tridimensional es un fieltro metálico conductor.

De acuerdo con la presente invención, el grosor medio del colector de corriente unitario con estructura de red tridimensional se sitúa entre 30 μm y 400 μm .

De acuerdo con la presente invención, el diámetro medio de poros en el colector de corriente unitario con estructura de red tridimensional se sitúa entre 1 μm y 100 μm .

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente divulgación, un colector de corriente unitario con una estructura de red tridimensional y una mezcla de electrodos puede mezclarse en los electrodos unitarios.

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente divulgación, un grosor de una capa de mezcla de electrodos aplicada sobre una superficie exterior de un lado del colector de corriente unitario puede oscilar entre 10 μm y 100 μm .

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente divulgación, un grosor del electrodo puede estar comprendido entre 50 μm y 500 μm .

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente divulgación, los electrodos unitarios pueden estar unidos mutuamente por un aglutinante en una mezcla de electrodos.

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente divulgación, un colector de corriente general puede interponerse adicionalmente entre los electrodos unitarios.

La presente divulgación proporciona una celda de batería que consiste en el electrodo para una batería secundaria.

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente divulgación, el electrodo para una batería secundaria puede prepararse mediante un método que incluye: (a) un proceso de preparación de un colector de corriente unitario con una estructura de red tridimensional y una suspensión de electrodos; (b) un proceso de recubrimiento del colector de corriente unitario con la suspensión de electrodos; (c) un proceso de secado de la suspensión de electrodos para formar una capa de mezcla de electrodos; (d) un proceso de enrollado de electrodos unitarios; y (e) un proceso de laminación de los electrodos unitarios.

De acuerdo con otra realización a modo de ejemplo de la presente divulgación, el electrodo para una batería secundaria puede prepararse mediante un método que incluye: (a) un proceso de preparación de un colector de corriente unitario con una estructura de red tridimensional y una suspensión de electrodos; (b) un proceso de recubrimiento del colector de corriente unitario con la suspensión de electrodos; (c) un proceso de secado de la suspensión de electrodos para formar una capa de mezcla de electrodos; (d) un proceso de laminación de electrodos unitarios; y (e) un proceso de enrollado de los electrodos unitarios laminados.

Efectos ventajosos

Como se ha descrito anteriormente, un electrodo para una batería secundaria de acuerdo con la presente divulgación tiene una estructura en la que se laminan electrodos unitarios que tienen una estructura en la que se impregna una mezcla de electrodos y se aplica sobre un colector de corriente unitario con una estructura de red tridimensional, y los electrodos unitarios se conectan entre sí a través de una mezcla de electrodos. Una estructura en la que la mezcla de electrodos que contiene un material activo de electrodo se desplaza hacia los poros formados en el colector de corriente unitario para llenar el interior del colector de corriente unitario puede aliviar un aumento del grosor total de un electrodo y acortar una distancia física entre el colector de corriente y el material activo de electrodo. Por consiguiente, se puede evitar que aumente la resistencia interna debida a una larga trayectoria móvil de los iones de litio, incluso cuando se aumenta una cantidad de carga de la mezcla de electrodos, y por lo tanto se puede proporcionar una batería de alta capacidad en comparación con un caso en el que se utiliza un colector de corriente general que tiene el mismo grosor.

Además, incluso cuando se aumenta la cantidad de carga de la mezcla del electrodo, la distancia entre el colector de corriente y el material activo del electrodo es corta, lo que permite obtener una batería de alto rendimiento y gran capacidad.

Asimismo, el interior del colector de corriente se llena con la mezcla de electrodos que contiene el material activo de electrodo y, por último, el aglutinante se dispersa uniformemente en el electrodo, con lo que puede evitarse la separación del material activo de electrodo, lo que mejora el rendimiento y prolonga la vida útil del electrodo.

Asimismo, ya que el fieltro metálico conductor se utiliza como colector de corriente, el electrodo de una batería secundaria de acuerdo con la presente divulgación tiene la ventaja de ser adecuado para su uso en una batería flexible debido a la flexibilidad del propio fieltro metálico.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente un colector de corriente unitario de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La figura 2 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente un electrodo en el que están laminados los colectores de corriente unitarios de la figura 1.

La figura 3 es una vista ampliada de una parte de la figura 2 y es una vista en perspectiva que muestra que una mezcla de electrodos se introduce en los poros del colector de corriente unitario.

La figura 4 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente un estado en el que el colector de corriente unitario de la figura 1 está recubierto con la mezcla de electrodos.

La figura 5 es una sección vertical tomada a lo largo de la línea A - A' de la figura 4.

La figura 6 es una sección vertical de un electrodo en el que están laminados los colectores de corriente unitarios de la figura 4.

Realización preferente de la invención

La presente divulgación se refiere a un electrodo para una batería secundaria en la que dos o más electrodos unitarios están laminados en un estado de estar en estrecho contacto entre sí, y electrodos unitarios mutuamente adyacentes están conectados eléctricamente a través de una mezcla de electrodos, en donde en cada uno de los electrodos unitarios, la mezcla de electrodos que contiene un material activo de electrodo se introduce en los poros de un colector de corriente unitario con una estructura de red tridimensional.

La figura 1 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente un colector de corriente unitario de acuerdo con una realización de la presente divulgación, y la figura 2 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente un electrodo en el que están laminados los colectores de corriente unitarios de la figura 1.

Haciendo referencia a las figuras 1, 2 y 3, un electrodo unitario 10 incluye un colector de corriente unitario 11 con una estructura de red tridimensional que tiene poros 13, los poros 13 están formados como poros abiertos que atraviesan una superficie exterior y el interior del colector de corriente unitario, y entre los poros se filtra una mezcla de electrodos que contiene un material activo de electrodo.

Como se ha descrito anteriormente, un electrodo para una batería secundaria de la presente divulgación tiene una estructura en la que se forman poros abiertos en un colector de corriente unitario propiamente dicho, y por tanto cuando se aplica una mezcla de electrodos sobre el colector de corriente unitario, la mezcla de electrodos que contiene un material activo de electrodo fluye hacia los poros abiertos. Es decir, la mezcla de electrodos que contiene el material

activo de electrodo no solo se aplica sobre el colector de corriente unitario, sino que también llena los poros de un colector de corriente. Por consiguiente, incluso cuando se carga la misma cantidad de mezcla de electrodos, es posible evitar un aumento del grosor total del electrodo en comparación con un electrodo en el que se forma una capa de recubrimiento solo en un colector de corriente. Asimismo, es posible evitar que aumente la resistencia interna, ya que

Además, la capa de mezcla de electrodos que contiene el material activo de electrodo penetra en el colector de corriente unitario de modo que aumenta la adherencia entre el colector de corriente y el material activo de electrodo, y el interior del colector de corriente se llena con la mezcla de electrodos que contiene el material activo de electrodo de modo que un aglutinante se dispersa uniformemente en el electrodo. Por tanto, es posible evitar que el material activo de electrodo se separe durante la carga y descarga repetitivas, mejorando así el rendimiento del electrodo, prolongando su vida útil y evitando que se reduzca la tasa de impregnación de un electrolito debido a la formación de una capa de mezcla gruesa.

Un electrodo para una batería secundaria de acuerdo con la presente divulgación tiene una estructura en la que los electrodos unitarios están conectados eléctricamente a electrodos unitarios adyacentes a través de una mezcla de electrodos en un estado en el que los electrodos unitarios están laminados. Además, en el electrodo para una batería secundaria de acuerdo con la presente divulgación, ya que el aumento del grosor del electrodo es pequeño incluso cuando se aplica la mezcla de electrodos, para proporcionar una batería secundaria de gran capacidad, el electrodo puede tener una estructura en la que se laminan de 2 a 10 electrodos unitarios y, preferentemente, puede tener una estructura en la que se laminan de 4 a 10 electrodos unitarios.

En cuanto a la figura 2, un electrodo 100 de la presente divulgación se forma laminando la pluralidad de electrodos unitarios 10, y así cuando se laminan de 2 a 10 colectores de corriente unitarios que tienen un grosor medio de 30 μm a 400 μm , el grosor total de los electrodos se forma de 50 μm a 500 μm .

En un ejemplo específico, cuando se considera que el colector de corriente unitario tiene una estructura en la que se forman poros abiertos, puede debilitarse la resistencia y, por lo tanto, el colector de corriente unitario puede formarse más grueso que un colector de corriente general. El grosor medio de los colectores de corriente unitarios oscila entre 30 μm y 400 μm , preferentemente, entre 30 μm y 350 μm , y más preferentemente, entre 40 μm y 300 μm .

Cuando el grosor medio de los colectores de corriente unitarios es inferior a 30 μm , la resistencia del colector de corriente disminuye considerablemente, lo que no es preferible. Cuando el grosor medio del colector de corriente unitario es mayor de 400 μm , es difícil que la capa de mezcla de electrodos penetre en el colector de corriente, lo que tampoco es preferible.

El colector de corriente unitario está fabricado con un material de alta conductividad eléctrica, es decir, fieltro metálico conductor con una estructura de red tridimensional. Dado que el electrodo de la presente divulgación utiliza fieltro metálico conductor como colector de corriente, tiene la ventaja de ser adecuado para su uso en una batería flexible debido a la flexibilidad del propio fieltro metálico.

El material de alta conductividad eléctrica, sin estar particularmente limitado mientras el material no tenga un efecto químico al reaccionar con una mezcla de electrodos, puede ser, por ejemplo, al menos uno seleccionado del grupo que consiste en aluminio (Al), magnesio (Mg), hierro (Fe), níquel (Ni), cromo (Cr), cobre (Cu), acero inoxidable, o una aleación del mismo, y específicamente, puede variar en función del potencial de un electrodo y de los componentes constituyentes de una mezcla de electrodos.

La relación de aspecto de las fibras metálicas que constituyen el fieltro metálico conductor puede estar comprendida entre 10 y 1000, preferentemente, entre 10 y 500, y más preferentemente, entre 30 y 150.

Aunque los poros 13 pueden estar formados en varios tamaños en el colector unitario de corriente 11, el diámetro medio de los poros 13 está comprendido entre 1 μm y 100 μm , preferentemente, entre 10 μm y 90 μm , y más preferentemente, entre 20 μm y 80 μm , en consideración de los diámetros de las partículas de un material activo del electrodo, un agente conductor, y un aglutinante contenido en la mezcla de electrodos.

Cuando el diámetro medio de los poros abiertos es inferior a 1 μm , es difícil que la mezcla de electrodos que tiene un tamaño de partícula superior a 1 μm se mueva dentro de los poros y, por lo tanto, el rango de diámetro de partícula de un material activo de electrodo aplicable puede ser limitado, lo que no es preferible. Cuando el diámetro medio de los poros abiertos es mayor de 100 μm , la resistencia del colector de corriente puede debilitarse, lo que tampoco es preferible.

Además, los poros abiertos pueden tener una estructura en la que una mezcla de electrodos que contiene un material activo de electrodo se introduce en al menos una parte de los poros abiertos, y por lo tanto puede incluirse un proceso de enrollado de la suspensión de electrodos después de recubrir el colector de corriente unitario con la suspensión de electrodos para inducir la introducción de la mezcla de electrodos en los poros.

En un caso en el que el colector de corriente unitario con una estructura de red tridimensional está recubierto con la mezcla de electrodos, es preferible que la viscosidad de la mezcla de electrodos se encuentre dentro de un determinado intervalo para que la mezcla de electrodos pueda desplazarse e introducirse en los poros del colector de corriente unitario, por ejemplo, la viscosidad de la mezcla de electrodos puede seleccionarse dentro de un intervalo de 2000 mPa·s (2000 cP) o más a 12 000 mPa·s (12 000 cP) o menos en consideración de un tamaño de los poros abiertos formados en el colector de corriente y un método de recubrimiento.

Específicamente, cuando se utiliza un método de recubrimiento que incluye un método de aplicación de presión, puede utilizarse una mezcla de electrodos que tenga una viscosidad elevada, pero cuando se utiliza un método de recubrimiento que no incluye un proceso de aplicación de presión, se utiliza preferentemente una mezcla de electrodos de baja viscosidad.

Al mismo tiempo, cuando el colector de corriente unitario se recubre con la mezcla de electrodos, un exceso de mezcla de electrodos que no se introduce en los poros abiertos formados en el colector de corriente puede formar una capa de recubrimiento mientras se aplica en una superficie o en ambas superficies del colector de corriente unitario.

La figura 4 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente un estado en el que el colector de corriente unitario de la figura 1 está recubierto con la mezcla de electrodos, y la figura 5 es una sección vertical tomada a lo largo de la línea A - A' de la figura 4.

Con referencia a las figuras 4 y 5, ya que un colector de corriente unitario 201 está recubierto con una mezcla de electrodos 202, la viscosidad de la mezcla de electrodos puede seleccionarse dentro de un intervalo de 2000 mPa·s (2000 cP) a 12 000 mPa·s (12 000 cP) según el método de recubrimiento, y la mezcla de electrodos 202 se introduce en al menos una parte de los poros 203. Además, cuando una cantidad de recubrimiento de la mezcla de electrodos es mayor que una cantidad que puede introducirse en los poros abiertos formados en el colector de corriente, el exceso de mezcla de electrodos que no se introduce en los poros forma una capa de mezcla de electrodos 204 en la superficie exterior del colector de corriente. Cuando se enrollan los electrodos unitarios formados con una superficie exterior de un lado del colector de corriente unitario recubierta con la capa de mezcla de electrodos, la capa de mezcla de electrodos puede estar formada uniformemente con un grosor d.

Un grosor de la capa de mezcla de electrodos aplicada sobre la superficie exterior de un lado del colector de corriente unitario puede oscilar entre 10 µm y 100 µm, y preferentemente, entre 10 µm y 80 µm. Cuando el grosor de la capa de mezcla de electrodos aplicada en la superficie exterior de un lado del colector de corriente unitario es inferior a 10 µm, puede debilitarse la fuerza de unión entre electrodos unitarios adyacentes, lo que no es preferible. Cuando la capa de mezcla de electrodos tiene un grosor superior a 100 µm, puede producirse un problema de disminución de la tasa de impregnación de un electrolito o de la movilidad de los iones de litio, lo que tampoco es preferible.

Como se ha descrito anteriormente, una pluralidad de electrodos unitarios formados mediante la aplicación de la mezcla de electrodos sobre el colector de corriente de electrodo en el que se forman los poros abiertos se laminan para formar un electrodo. Aquí, el grosor del electrodo puede ajustarse libremente para tener la capacidad deseada en función del grosor del colector de corriente del electrodo o del grosor de la capa de mezcla de electrodos aplicada sobre la superficie exterior del colector de corriente, y puede estar comprendido entre 50 µm y 500 µm, preferentemente, entre 100 µm y 500 µm, y más preferentemente, entre 200 µm y 450 µm.

Cuando el grosor del electrodo es inferior a 50 µm, es difícil lograr el propósito de proporcionar una batería de alta capacidad, lo que no es preferible. Cuando el grosor del electrodo es mayor de 500 µm, a medida que aumenta el número de electrodos unitarios laminados, el electrodo puede inclinarse o empujarse hacia un lado en el momento de enrollarlo después de laminarlo o utilizar una batería secundaria, lo que tampoco es preferible.

En cuanto a la figura 6, el electrodo 300 se forma laminando cinco electrodos unitarios 310, 320, 330, 340 y 350 en un estado de estar en estrecho contacto entre sí, y los electrodos unitarios adyacentes entre sí en un estado laminado están conectados eléctricamente a través de la mezcla de electrodos.

Los electrodos unitarios pueden estar unidos entre sí por un aglutinante en la mezcla de electrodos para evitar un fenómeno en el que los electrodos unitarios se empujan unos contra otros en el estado laminado, y una fuerza de unión entre la mezcla de electrodos y el colector de corriente unitario puede aumentar debido a la presencia del aglutinante.

Para evitar un fenómeno en el que se reduce la conductividad eléctrica en un estado en el que se laminan electrodos unitarios preparados individualmente, un colector de corriente general sin estructura porosa puede interponerse entre electrodos unitarios laminados de diversas formas. Aquí, al menos uno de los colectores de corriente generales puede interponerse en un electrodo, para el colector de corriente general, por ejemplo, se puede utilizar un colector de corriente de aluminio como electrodo positivo, y se puede utilizar un colector de corriente de lámina de cobre como electrodo negativo.

En el electrodo 300 de acuerdo con la presente divulgación, el electrodo unitario puede enrollarse para reducir un grosor del electrodo unitario introduciendo la mezcla de electrodo en los poros del colector de corriente, y en este caso, se puede utilizar un método en el que un electrodo unitario individual se enrolla y luego se lamina, o los electrodos unitarios se pueden enrollar en un estado en el que el electrodo unitario se lamina sin enrollar individualmente el electrodo unitario.

La presente divulgación proporciona una celda de batería que tiene una estructura en la que al menos uno de los electrodos positivo y negativo hechos del electrodo descrito anteriormente para una batería secundaria y un electrolito se ensamblan en una caja de celda, y dado que el electrolito puede introducirse en los poros abiertos de un colector de corriente unitario en el electrodo para una batería secundaria, una mezcla de electrodos introducida en los poros abiertos del colector de corriente unitario puede impregnarse en el electrolito, evitando así que se reduzca la capacidad.

La presente divulgación también proporciona un método de preparación de un electrodo para una batería secundaria, que incluye:

(a) un proceso de preparación de un colector de corriente unitario con una estructura de red tridimensional y una suspensión de electrodos;

(b) un proceso de recubrimiento del colector de corriente unitario con la suspensión de electrodos;

(c) un proceso de secado de la suspensión de electrodos para formar una capa de mezcla de electrodos;

(d) un proceso de enrollado de electrodos unitarios; y

(e) un proceso de laminación de los electrodos unitarios.

Como se ha descrito anteriormente, en el electrodo de una batería secundaria, ya que el colector de corriente unitario que tiene una estructura porosa está recubierto con la suspensión de electrodos, la suspensión de electrodos se desplaza hacia los poros del colector de corriente unitario y, de este modo, el interior del colector de corriente unitario puede llenarse con la suspensión de electrodos. Puesto que la suspensión de electrodos se seca y los electrodos unitarios se enrollan en un estado en el que el colector de corriente unitario se llena con la suspensión de electrodos como se ha descrito anteriormente, los electrodos unitarios pueden estar formados con un grosor uniforme.

La presente divulgación también proporciona un método de preparación de un electrodo para una batería secundaria, que incluye:

(a) un proceso de preparación de un colector de corriente unitario con una estructura de red tridimensional y una suspensión de electrodos;

(b) un proceso de recubrimiento del colector de corriente unitario con la suspensión de electrodos;

(c) un proceso de secado de la suspensión de electrodos para formar una capa de mezcla de electrodos;

(d) un proceso de laminación de electrodos unitarios; y

(e) un proceso de enrollado de los electrodos unitarios laminados.

Como se ha descrito anteriormente, en el electrodo de una batería secundaria, ya que el colector de corriente unitario que tiene una estructura porosa está recubierto con la suspensión de electrodos, la suspensión de electrodos se desplaza hacia los poros del colector de corriente unitario y, de este modo, el interior del colector de corriente unitario puede llenarse con la suspensión de electrodos. La suspensión de electrodos se seca en un estado en el que el colector de corriente unitario se llena con la suspensión de electrodos, y los electrodos unitarios en los que se forma la capa de mezcla de electrodos se laminan, a continuación, se enrollan los electrodos unitarios laminados.

De esta manera, se omite el proceso de enrollado de electrodos unitarios individuales y el enrollado se realiza en los electrodos unitarios laminados, con lo que puede mejorarse la eficacia del proceso de preparación.

La presente divulgación también proporciona una batería secundaria de litio que incluye el electrodo.

La batería secundaria de litio puede constar de un electrodo positivo, un electrodo negativo, un separador, y un electrolito no acuoso que contiene una sal de litio, y prepararse insertando un separador poroso entre el electrodo positivo y el electrodo negativo e introduciendo el electrolito, que es un método convencional conocido en la técnica.

El electrodo de acuerdo con la presente divulgación puede ser al menos uno seleccionado entre el electrodo positivo y el electrodo negativo. Es decir, tanto el electrodo positivo como el electrodo negativo pueden tener la estructura del

electrodo según la presente divulgación, o solo uno del electrodo positivo y el electrodo negativo puede tener la estructura del electrodo según la presente divulgación, y la presente divulgación no está particularmente limitada a ello y puede seleccionarse adecuadamente según sea necesario.

5 Específicamente, el electrodo positivo, por ejemplo, puede prepararse recubriendo un colector de corriente unitario con una estructura de red tridimensional de la presente divulgación con una suspensión de mezcla de un material activo de electrodo positivo, un material conductor y un aglutinante y, a continuación, secando la mezcla, se puede añadir adicionalmente una carga a la mezcla según sea necesario.

10 Ejemplos del material activo del electrodo positivo pueden incluir, por ejemplo, un compuesto en capas de óxido de litio y cobalto (LiCoO_2), óxido de litio y níquel (LiNiO_2), etc., o un compuesto sustituido con uno o más metales de transición; óxido de litio y manganeso como $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_2\text{O}_4$ (en el que x es de 0 a 0,33), LiMnO_3 , LiMn_2O_3 , LiMnO_2 , etc.; óxido de litio y cobre (Li_2CuO_2); óxido de vanadio tal como LiV_3O_8 , LiFe_3O_4 , V_2O_5 , CuZV_2O_7 , etc.; óxido de níquel y litio de tipo Ni representado por la fórmula química $\text{LiNi}_{1-x}\text{MxO}_2$ (en la que, $\text{M}=\text{Co}$, Mn , Al , Cu , Fe , Mg , B o Ga , $x=0,01$ a 0,3); óxido complejo de litio y manganeso representado por la fórmula química LiMn_2O_4 (en la que $\text{M}=\text{Co}$, Ni , Fe , Cr , Zn o Ta , y $x=0,01$ a 0,1) o $\text{Li}_2\text{Mn}_3\text{MO}_8$ (en la que, $\text{M}=\text{Fe}$, Co , Ni , Cu o Zn); óxido compuesto de manganeso y litio estructurado con espinelas representado por $\text{LiNi}_x\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$; LiMn_2O_4 en la que una porción de Li se sustituye con iones de metales alcalinotérreos; un compuesto de disulfuro; $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$, y similares. Sin embargo, la presente divulgación puede no estar limitada a lo mismo.

20 El agente conductor se añade generalmente de modo que el agente conductor tenga del 1 al 30 % en peso basándose en el peso total de la suspensión que incluye el material activo de electrodo positivo. El agente conductor no está particularmente restringido siempre que el agente conductor muestre una alta conductividad mientras el agente conductor no induce ningún cambio químico en una batería a la que se aplica el agente conductor. Por ejemplo, grafito, tal como grafito natural o grafito artificial; negro de carbón, como el negro de carbón, negro de acetileno, negro Ketjen, negro de canal, negro de horno, negro de lámpara, negro termal; fibra conductora, tal como fibra de carbono o fibra metálica; polvo metálico, tal como polvo de fluoruro de carbono, polvo de aluminio o polvo de níquel; triquita conductora, tal como óxido de zinc o titanato de potasio; óxido de metal conductor, tal como óxido de titanio; o derivados del polifenileno pueden usarse como el agente conductor.

30 El aglutinante es un componente que ayuda en la unión entre el material activo y el agente conductor y en la unión con el colector de corriente. El aglutinante se añade generalmente en una cantidad del 1 al 30 % en peso basándose en el peso total de la mezcla que incluye el material activo de electrodo positivo. Como ejemplos del aglutinante, puede usarse fluoruro de polivinilideno, alcohol polivinílico, carboximetilcelulosa (CMC), almidón, hidroxipropilcelulosa, celulosa regenerada, polivinilpirolidona, tetrafluoroetileno, polietileno, polipropileno, terpolímero de etileno-propileno-dieno (EPDM), EPDM sulfonado, caucho de estireno butadieno, caucho fluorado y diversos copolímeros.

40 La carga es un componente opcional utilizado para inhibir la expansión del electrodo positivo. No existe un límite particular para la carga siempre que la carga no provoque cambios químicos en una batería a la que se aplica la carga y esté hecha de un material fibroso. Como ejemplos de la carga, pueden usarse polímeros de olefina, tales como polietileno y polipropileno; y materiales fibrosos, tales como fibra de vidrio y fibra de carbono.

45 Específicamente, el electrodo negativo, por ejemplo, puede prepararse recubriendo un colector de corriente unitario con una estructura de red tridimensional de la presente divulgación con una suspensión de mezcla de un material activo de electrodo negativo, un material conductor y un aglutinante y, a continuación, secando la mezcla, también se puede añadir una carga a la mezcla, según las necesidades.

50 Como material activo del electrodo negativo, por ejemplo, puede usarse carbono, tal como un carbono no grafitante o un carbono a base de grafito; un óxido compuesto de metal, tal como $\text{Li}_x\text{Fe}_2\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$), Li_xWO_2 ($0 \leq x \leq 1$), $\text{Sn}_x\text{Me}_{1-x}\text{Me}'_y\text{O}_z$ (Me : Mn , Fe , Pb , Ge ; Me' : Al , B , P , Si , elementos del grupo 1, 2 y 3 de la tabla periódica, halógeno; $0 \leq x \leq 1$; $1 \leq y \leq 3$; $1 \leq z \leq 8$); metal de litio; aleación de litio; aleación a base de silicio; aleación a base de estaño; un óxido de metal, tal como SnO , SnO_2 , PbO , PbO_2 , Pb_2O_3 , Pb_3O_4 , Sb_2O_3 , Sb_2O_4 , Sb_2O_5 , GeO , GeO_2 , Bi_2O_3 , Bi_2O_4 , o Bi_2O_5 ; polímero conductor, tal como poliacetileno; o un material a base de Li-Co-Ni ; óxido de titanio; óxido de litio y titanio, etc.

55 Cuando el electrodo según la presente divulgación es un electrodo positivo y contiene un óxido de metal de transición de litio generalmente utilizado como material activo de electrodo positivo, el electrodo positivo puede tener una cantidad de carga de hasta $700 \text{ mg}/25 \text{ cm}^2$ o más. Cuando el electrodo según la presente divulgación es un electrodo negativo y contiene un material de carbono generalmente utilizado como material activo de electrodo negativo, el electrodo negativo puede tener una cantidad de carga de hasta $300 \text{ mg}/25 \text{ cm}^2$ o más.

A continuación se describirán otros componentes de la batería secundaria de acuerdo con la presente divulgación.

65 El separador está dispuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo. Como separador, por ejemplo, se puede usar una película delgada aislante que muestre alta permeabilidad a los iones y alta resistencia mecánica. El separador generalmente tiene un diámetro de poro de $0,01$ a $10 \text{ }\mu\text{m}$ y un grosor de 5 a $300 \text{ }\mu\text{m}$. Como material para el separador,

por ejemplo, se utiliza una lámina o tela no tejida hecha de polímero de olefina, tal como polipropileno, que exhibe resistencia química e hidrofobicidad, fibra de vidrio o polietileno. En un caso en el que un electrolito sólido, como el polímero, se utiliza como electrolito, el electrolito sólido puede funcionar como separador.

- 5 El electrolito no acuoso que contiene una sal de litio puede estar compuesto por un electrolito no acuoso y una sal de litio. Como electrolito no acuoso, un disolvente orgánico no acuoso, un electrolito sólido orgánico o un electrolito sólido inorgánico se puede usar, pero no limitado a los mismos.

- 10 Como ejemplos del disolvente orgánico no acuoso, se puede hacer mención de disolventes orgánicos no próticos, tal como N-metil-2-pirrolidinona, carbonato de propileno, carbonato de etileno, carbonato de butileno, carbonato de dimetilo, carbonato de dietilo, gamma-butirolactona, 1,2-dimetoxietano, tetrahidroxi franco, 2-metiltetrahidrofurano, dimetilsulfóxido, 1,3-dioxolano, formamida, dimetilformamida, dioxolano, acetonitrilo, nitrometano, formiato de metilo, acetato de metilo, triéster de ácido fosfórico, trimetoxi metano, derivados de dioxolano, sulfolano, metil sulfolano, 1,3-dimetil-2-imidazolidinona, derivados de carbonato de propileno, derivados de tetrahidrofurano, éter, propionato de metilo y propionato de etilo.

- 20 Como ejemplos del electrolito sólido orgánico, se puede hacer mención de derivados de polietileno, derivados de óxido de polietileno, derivados de óxido de polipropileno, polímeros de éster de ácido fosfórico, lisina de poliagitación, sulfuro de poliéster, alcoholes de polivinilo, fluoruro de polivinilideno y polímeros que contienen grupos de disociación iónica.

- Como ejemplos del electrolito sólido inorgánico, se puede hacer mención de nitruros, haluros y sulfatos de litio (Li), tal como Li_3N , LiI , Li_5Nl_2 , $\text{Li}_3\text{N-LiI-LiOH}$, LiSiO_4 , $\text{LiSiO}_4\text{-LiI-LiOH}$, Li_2SiS_3 , Li_4SiO_4 , $\text{Li}_4\text{SiO}_4\text{-LiI-LiOH}$, y $\text{Li}_3\text{PO}_4\text{-Li}_2\text{S-SiS}_2$.

- 25 La sal de litio es un material que es fácilmente soluble en el electrolito no acuoso mencionado anteriormente y puede incluir, por ejemplo, LiCl , LiBr , LiI , LiClO_4 , LiBF_4 , $\text{LiB}_{10}\text{Cl}_{10}$, LiPF_6 , LiCF_3SO_3 , LiCF_3CO_2 , LiAsF_6 , LiSbF_6 , LiAlCl_4 , $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{Li}$, $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$, $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{NLi}$, cloroborano litio, litio de ácido carboxílico alifático inferior, tetrafenilborato de litio e imida.

- 30 Asimismo, con el fin de mejorar las características de carga y descarga y la retardancia de llama, por ejemplo, piridina, trietilfosfito, trietanolamina, éter cíclico, etilendiamina, n-glina, triamida hexafosfórica, derivados de nitrobenzono, azufre, colorantes de quinona imina, oxazolidinona N-sustituida, imidazolidina N,N-sustituida, éter dialquílico de etilenglicol, sales de amonio, pirrol, 2-metoxietanol, tricloruro de aluminio o similares se pueden añadir a la solución electrolítica. De acuerdo con las circunstancias, para impartir incombustibilidad, la solución electrolítica no acuosa puede incluir además disolventes que contienen halógeno, tales como tetracloruro de carbono y trifluoruro de etileno.
- 35 Así mismo, para mejorar las características de almacenamiento a alta temperatura, la solución electrolítica no acuosa puede incluir además gas dióxido de carbono, y puede incluir además carbonato de fluoroetileno (FEC), propeno sulfona (PRS), etc.

- 40 En un ejemplo específico, una sal de litio como LiPF_6 , LiClO_4 , LiBF_4 , o $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ se añade a un disolvente mixto de un carbonato cíclico tal como carbonato de etileno (EC) o carbonato de propileno (PC) que es un disolvente de alto dieléctrico y un carbonato lineal tal como carbonato de dietilo (DEC), carbonato de dimetilo (DMC) o carbonato de etilmetilo (EMC), que es un disolvente de baja viscosidad, para preparar un electrolito no acuoso que contenga una sal de litio.

- 45 La presente divulgación también proporciona una batería secundaria en la que un conjunto de electrodo hecho del electrodo para una batería secundaria está sellado dentro de una caja de batería junto con un electrolito. Aquí, la batería secundaria puede utilizarse para una celda de batería que se utiliza como fuente de alimentación de un pequeño dispositivo. La batería secundaria también puede utilizarse preferentemente como celda unitaria en un paquete de baterías, que incluye una pluralidad de celdas de batería, utilizadas como fuente de alimentación de un dispositivo de tamaño medio o grande en el que la estabilidad a alta temperatura, características de ciclo largo, características de alta velocidad, y similares son necesarios y en un dispositivo que incluye el paquete de baterías como fuente de alimentación.
- 50

- 55 El dispositivo puede ser cualquiera seleccionado entre un dispositivo electrónico móvil, una herramienta eléctrica accionada por motores a batería; un vehículo eléctrico que incluye un vehículo eléctrico (VE), un vehículo eléctrico híbrido (HEV), un vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV), etc.; una motocicleta eléctrica que incluye una bicicleta eléctrica (E-bike) y un scooter eléctrico (E-scooter); un carrito de golf eléctrico; sistemas de almacenamiento de energía, aunque no de forma limitativa.

- 60 Dado que los dispositivos o aparatos descritos anteriormente son bien conocidos en la técnica, se omitirá una descripción detallada de los mismos en el presente documento.

- 65 En lo sucesivo en el presente documento, la presente divulgación se describirá con referencia a los Ejemplos, pero los siguientes Ejemplos pretenden ilustrar la presente divulgación y el alcance de la presente divulgación no está limitado a los mismos.

<Ejemplo 1>

Preparación del electrodo positivo

- 5 LiNi_{0,55}Mn_{0,30}Co_{0,15}O₂ como material activo del electrodo positivo, negro Denka, como material conductor, y el fluoruro de polivinilideno, como aglutinante se mezclaron en una relación ponderal de 96:2:2, y se añadió N-metilpirrolidona (NMP) a la mezcla para preparar una suspensión.

- 10 La suspensión se aplicó sobre un fieltro de aluminio con un diámetro medio de poro de 20 µm, una relación de aspecto de 100, y un grosor de 40 µm para obtener un electrodo positivo unitario. El electrodo positivo unitario se secó en un horno de vacío a 120 °C y, a continuación, se laminaron y enrollaron dos electrodos positivos unitarios secos para preparar un electrodo positivo. Aquí, el grosor de un electrodo que incluye un colector de corriente era de 75 µm.

Preparación de la batería secundaria de litio

- 15 Se fijó metal de litio (40 µm) a una lámina de cobre (Cu) como contraelectrodo y se utilizó, y se interpuso un separador de poliolefina entre el electrodo positivo y el contraelectrodo, y luego se inyectó un electrolito en el que se disolvió hexafluorofosfato de litio (LiPF₆) 1M en un disolvente en el que se mezclaron carbonato de etileno (EC) y carbonato de etilmetilo (DEC) en una relación de volumen de 50:50 para preparar una semicelda de tipo bolsa.

<Ejemplos 2 a 4 >

- 25 Se preparó una batería secundaria de litio de la misma manera que en el Ejemplo 1, salvo que se modificó el diámetro medio de los poros del colector de corriente, como se indica en la Tabla 1.

<Ejemplo 5>

- 30 Se preparó una batería secundaria de litio de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que el grosor del fieltro de aluminio se cambió a 55 µm, y el grosor del electrodo que incluye el colector de corriente se ajustó a 102 µm.

<Ejemplos 6 a 8 >

- 35 Se preparó una batería secundaria de litio de la misma manera que en el Ejemplo 5, salvo que se modificó el diámetro medio de los poros del colector de corriente, como se indica en la Tabla 1.

<Ejemplo comparativo 1>

Preparación del electrodo positivo

- 40 LiNi_{0,55}Mn_{0,30}Co_{0,15}O₂ como material activo del electrodo positivo, negro Denka, como material conductor, y el fluoruro de polivinilideno, como aglutinante se mezclaron en una relación ponderal de 96:2:2, y se añadió N-metilpirrolidona (NMP) a la mezcla para preparar una suspensión. La suspensión del electrodo positivo se aplicó en tres capas entre dos piezas de aluminio y en las superficies exteriores de las mismas, seguido de un secado en horno de vacío a 120 °C para preparar un electrodo positivo. Aquí, un grosor del electrodo, incluido el grosor del colector de corriente, era de 75 µm, y un grosor del colector de corriente era de 12 µm.

Preparación de la batería secundaria de litio

- 50 Se fijó metal de litio (40 µm) a una lámina de cobre (Cu) como contraelectrodo y se utilizó, y se interpuso un separador de poliolefina entre el electrodo positivo y el contraelectrodo, y luego se inyectó un electrolito en el que se disolvió hexafluorofosfato de litio (LiPF₆) 1M en un disolvente en el que se mezclaron carbonato de etileno (EC) y carbonato de etilmetilo (DEC) en una relación de volumen de 50:50 para preparar una semicelda de tipo bolsa.

<Ejemplo comparativo 2>

- 55 Se preparó una batería secundaria de litio de la misma manera que en el Ejemplo comparativo 1, salvo que se modificó el grosor del electrodo que incluye el colector de corriente, como se muestra en la Tabla 1.

<Ejemplo experimental> Evaluación de las características de vida útil

- 60 Para evaluar las características de vida útil del electrodo de acuerdo con la presente divulgación, se llevó a cabo el siguiente experimento.

- 65 El experimento se llevó a cabo bajo la condición de 1/3 C ↔ 1/3 C (una carga/descarga) entre 4,2 V a 2,5 V para las baterías preparadas en los Ejemplos y Ejemplos comparativos. Las características de vida útil se evaluaron a partir de una tasa de retención de la capacidad de descarga, y la tasa de retención de la capacidad de descarga se expresó

como una relación porcentual de una capacidad después de repetir la carga y la descarga 200 veces con respecto a una capacidad inicial. En la Tabla 1 se muestra el resultado.

[Tabla 1]

	Diámetro medio de los poros del colector de corriente (μm)	Grosor del electrodo incluido el colector de corriente (μm)	Características de vida útil		
			Capacidad de descarga inicial (mAh/cm^2)	Capacidad tras 200 ciclos (mAh/cm^2)	Índice de retención de capacidad de descarga a 200 veces (%)
Ejemplo 1	20	75	3,431	3,163	92,2
Ejemplo 2	30	75	3,864	3,578	92,6
Ejemplo 3	50	75	3,715	3,444	92,7
Ejemplo 4	80	75	3,449	3,197	92,7
Ejemplo 5	20	102	3,313	2,932	88,5
Ejemplo 6	30	102	3,753	3,318	88,4
Ejemplo 7	50	102	3,623	3,224	89,0
Ejemplo 8	80	102	3,330	2,957	88,8
Ejemplo comparativo 1	-	75	3,643	3,356	92,1
Ejemplo comparativo 2	-	102	3,446	2,939	85,3

5 Haciendo referencia a la Tabla 1, puede confirmarse que las baterías de los Ejemplos 1 a 4 tienen características de vida útil similares o mejores que la batería del Ejemplo comparativo 1, a pesar de que el grosor del electrodo era el mismo en los Ejemplos 1 a 4 y en el Ejemplo comparativo 1.

10 Asimismo, el fenómeno que marca tal diferencia se hace más evidente en la carga elevada. En los Ejemplos 5 a 8 y el Ejemplo comparativo 2, los electrodos son electrodos de alta carga que tienen el mismo grosor de electrodo. Aquí, se confirmó que las características de vida útil en los Ejemplos 5 a 8 eran mejores que las del Ejemplo comparativo 2, mientras que las características de vida útil del electrodo eran significativamente inferiores en el Ejemplo comparativo 2.

15 Esto se debe no solo a que una distancia física entre el colector de corriente del electrodo y el material activo del electrodo de la presente divulgación disminuye en comparación con el electrodo del Ejemplo comparativo, se acorta la distancia de reacción, disminuyendo así la resistencia en el electrodo, sino también una estructura de red tridimensional que sirve de soporte para soportar la capa de material activo, reduciendo así la posibilidad de separación de la capa de material activo y el colector de corriente en el electrodo.

20

Los expertos en la materia entenderán que pueden introducirse diversas modificaciones sin apartarse del alcance de las presentes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un electrodo (100) para una batería secundaria en el que

5 dos o más electrodos unitarios (10; 201) están laminados en un estado de estrecho contacto entre sí, y los electrodos unitarios (10, 201) mutuamente adyacentes están conectados eléctricamente a través de una mezcla de electrodos (202),
 10 en donde en cada uno de los electrodos unitarios, la mezcla de electrodos (202) que contiene un material activo de electrodo se introduce en los poros (203) de un colector de corriente unitario (11) con una estructura de red tridimensional,
 el colector de corriente unitario (11) con estructura de red tridimensional es un fieltro metálico conductor, un grosor medio del colector de corriente unitario (11) con estructura de red tridimensional se sitúa entre 30 μm y 400 μm , y
 15 un diámetro medio de poros (203) en el colector de corriente unitario (11) con estructura de red tridimensional se sitúa entre 1 μm y 100 μm .

2. El electrodo (100) de la reivindicación 1, en donde el electrodo tiene una estructura en la que se laminan de 2 a 10 electrodos unitarios.

20 3. El electrodo (100) de la reivindicación 1, en donde un colector de corriente unitario (11) con una estructura de red tridimensional y una mezcla de electrodos se mezclan en los electrodos unitarios.

4. El electrodo (100) de la reivindicación 1, en donde el grosor de una capa de mezcla de electrodos aplicada sobre una superficie exterior de un lado del colector de corriente unitario (11) oscila entre 10 μm y 100 μm .

25 5. El electrodo (100) de la reivindicación 1, en donde el grosor del electrodo oscila entre 50 μm y 500 μm .

6. El electrodo de la reivindicación 1, en donde los electrodos unitarios están unidos mutuamente por un aglutinante en una mezcla de electrodos.

30 7. Una celda de batería que consiste en el electrodo (100) para una batería secundaria, en donde un electrodo positivo, un electrodo negativo y una solución electrolítica se construyen en una caja de celda y al menos uno del electrodo positivo y el electrodo negativo se prepara de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

35 8. La celda de batería de la reivindicación 7, en donde el electrolito se introduce en los poros abiertos de un colector de corriente unitario (11) en el electrodo (100) para una batería secundaria.

9. Un método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 que comprende:

40 (a) un proceso de preparación de un colector de corriente unitario (11) con una estructura de red tridimensional y una suspensión de electrodos;
 (b) un proceso de recubrimiento del colector de corriente unitario (11) con la suspensión de electrodos;
 (c) un proceso de secado de la suspensión de electrodos para formar una capa de mezcla de electrodos;
 45 (d) un proceso de enrollado de electrodos unitarios (10; 201); y
 (e) un proceso de laminación de los electrodos unitarios (10; 201).

10. Método de preparación de un electrodo (100) para una batería secundaria de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 que comprende:

50 (a) un proceso de preparación de un colector de corriente unitario (11) con una estructura de red tridimensional y una suspensión de electrodos;
 (b) un proceso de recubrimiento del colector de corriente unitario (11) con la suspensión de electrodos;
 (c) un proceso de secado de la suspensión de electrodos para formar una capa de mezcla de electrodos;
 55 (d) un proceso de laminado de electrodos unitarios (10; 201); y
 (e) un proceso de enrollado de los electrodos unitarios laminados (10; 201).

FIG. 1

10



FIG. 2

100



FIG. 3

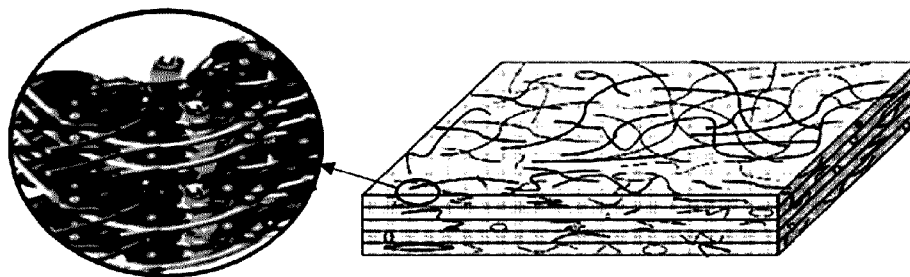


FIG. 4

200

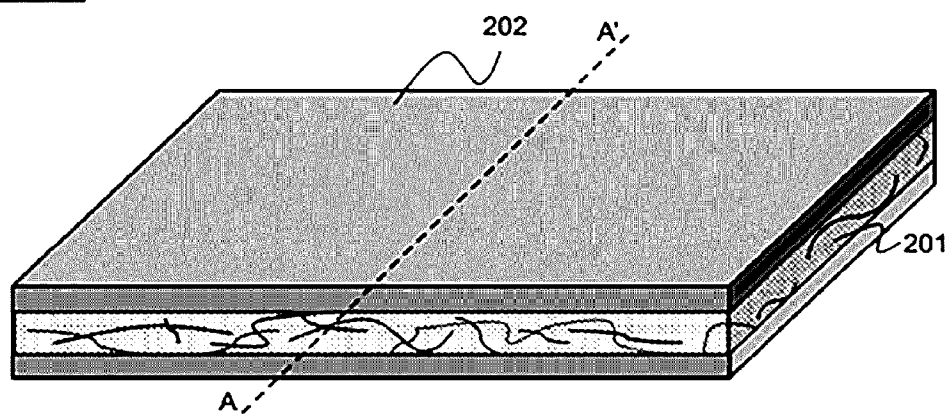


FIG. 5

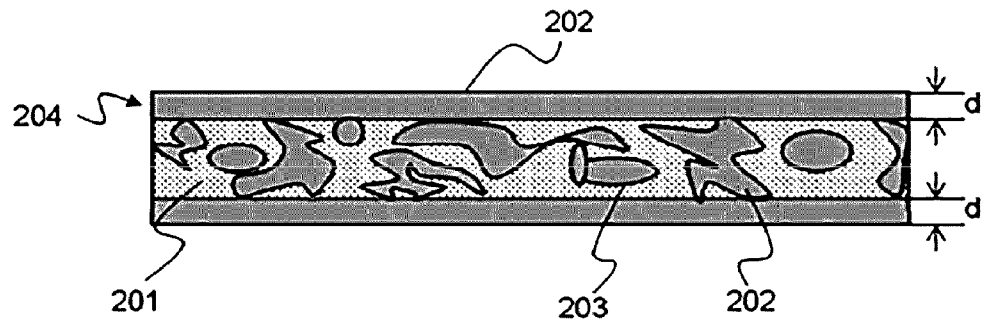


FIG. 6

300

