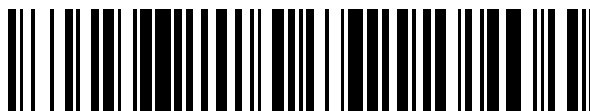


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 947 366**

51 Int. Cl.:

H01M 4/13 (2010.01)

H01M 4/62 (2006.01)

H01M 4/139 (2010.01)

H01M 4/04 (2006.01)

H01M 50/20 (2011.01)

H01M 10/052 (2010.01)

H01M 4/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.04.2018** **PCT/KR2018/004972**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.11.2018** **WO18199702**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2018** **E 18791400 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2023** **EP 3609000**

54 Título: **Cátodo, batería secundaria que comprende el mismo, y método para fabricar el mismo cátodo**

30 Prioridad:

28.04.2017 KR 20170055638

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

07.08.2023

73 Titular/es:

**LG ENERGY SOLUTION, LTD. (100.0%)
Tower 1, 108, Yeoui-daero Yeongdeungpo-gu
Seoul 07335, KR**

72 Inventor/es:

**KOO, CHANG WAN y
CHOY, SANG HOON**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 947 366 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

Cátodo, batería secundaria que comprende el mismo, y método para fabricar el mismo cátodo

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un electrodo positivo, a una batería secundaria que incluye el mismo, y a un método para fabricar el electrodo positivo. Específicamente, el método para fabricar un electrodo positivo incluye preparar una mezcla mezclando en seco un material activo del electrodo positivo, un material conductor seco y un aglutinante seco; aplicar una gran fuerza de cizallamiento a la mezcla; disponer la mezcla en un colector de corriente; y laminar el colector de corriente en el que se dispone la mezcla, en donde el material conductor seco es al menos uno de un nanotubo de carbono y una fibra de carbono, y la gran fuerza de cizallamiento puede ser de 50 N a 1000 N.

15 Estado de la técnica

Las demandas para el uso de energías alternativas o limpias están aumentando debido al rápido aumento en el uso de combustibles fósiles, y como parte de esta tendencia, el campo más activamente estudiado es un campo de generación y almacenamiento de electricidad que usa una reacción electroquímica.

20 Actualmente, un ejemplo convencional de un dispositivo electroquímico que usa tal energía electroquímica es una batería secundaria y las áreas de uso de la misma están aumentando cada vez más. En los últimos años, como el desarrollo tecnológico y la demanda de dispositivos portátiles como ordenadores portátiles, teléfonos móviles y cámaras han aumentado, la demanda de baterías secundarias como fuente de energía ha aumentado significativamente. Entre tales baterías secundarias, las baterías secundarias de litio con alta densidad de energía, es decir, las baterías secundarias de litio que tienen una alta capacidad, han sido objeto de considerable investigación y también han sido comercializadas y ampliamente usadas.

En general, una batería secundaria está compuesta por un electrodo positivo, un electrodo negativo, un electrolito y un separador. Entre estos, el electrodo positivo puede incluir un material activo del electrodo positivo y un material conductor. El material conductor puede servir para reducir la resistencia aumentando la conductividad eléctrica del electrodo positivo.

35 Mientras tanto, en un proceso de carga/descarga de una batería secundaria, el electrodo positivo se expande y contrae repetidamente, y a medida que continúa el ciclo, la estructura del electrodo positivo colapsa. Por lo tanto, se han realizado intentos para reducir un cambio en el volumen del electrodo positivo usando diversos métodos. La publicación abierta de patente japonesa n.º 2015-220225 divulga la reducción de un cambio en el volumen de un electrodo positivo a través de una combinación de un material activo del electrodo positivo y un material conductor usando un nanotubo de carbono como material conductor.

40 Sin embargo, todos de tales intentos convencionales se han aplicado a un electrodo positivo fabricado a través de una suspensión de electrodo positivo, la suspensión de electrodo positivo preparada usando un disolvente. Por tanto, cuando se considera una viscosidad adecuada para un proceso de fabricación de un electrodo positivo, hay problemas porque hay un límite superior en el contenido de un material conductor que se va a introducir en un disolvente, y un límite superior en el contenido de sólidos de la suspensión preparada de electrodo positivo.

45 De forma adicional, cuando un electrodo positivo se fabrica a través de una suspensión de electrodo positivo usando un disolvente, la suspensión de electrodo positivo aplicada en un colector de corriente debe secarse para eliminar el disolvente. Durante el proceso, el espesor del material activo del electrodo positivo se reduce de forma que existe el problema de que es difícil fabricar una capa de material activo del electrodo positivo que tenga un espesor uniforme. Un proceso que involucra un disolvente se describe en los documentos US 2014/315087 y US 2013/288111. Otros procesos se describen en los documentos US 2015/061176, US 2007/122698.

50 Por lo tanto, existe una demanda de un método para fabricar un electrodo positivo, el método capaz de aumentar el contenido de un material conductor en el electrodo positivo, sin verse afectado por un contenido sólido, y minimizar una desviación del espesor del electrodo positivo fabricado.

Documento de la técnica anterior

Documentos de patente

60 Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública n.º 2015-220225

Objeto de la invención

65

Problema técnico

Un aspecto de la presente invención proporciona un método para fabricar un electrodo positivo, el método capaz de aumentar el contenido de un material conductor en el electrodo positivo, sin verse afectado por un contenido sólido, y minimizar una desviación del espesor del electrodo positivo fabricado.

5 Solución técnica

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un método para fabricar un electrodo positivo, incluyendo el método preparar una mezcla mezclando en seco un material activo del electrodo positivo, un material conductor seco y un aglutinante seco, aplicar una gran fuerza de cizallamiento a la mezcla, disponer la mezcla en un colector de corriente, y laminar el colector de corriente en el que se dispone la mezcla, en donde el material conductor seco es al menos uno de un nanotubo de carbono y una fibra de carbono, y la gran fuerza de cizallamiento es de 50 N a 1000 N.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un electrodo positivo que tiene una desviación del espesor de 5 μm o menos e incluye un colector de corriente, y una capa de material activo del electrodo positivo dispuesta en el colector de corriente, en donde la capa de material activo del electrodo positivo incluye un material activo del electrodo positivo, un material conductor seco y un aglutinante seco, y el material conductor seco es al menos uno de un nanotubo de carbono y una fibra de carbono.

20 Efectos ventajosos

Un método para preparar un electrodo positivo de acuerdo con una realización de la presente invención fabrica un electrodo positivo a través de un método en seco en el que no se usa un disolvente, siendo el método así capaz de aumentar el contenido de un material conductor en el electrodo positivo, sin requerir una etapa de fabricación de una suspensión de electrodo positivo, sin verse afectado por un contenido sólido de la suspensión de electrodo positivo. En consecuencia, el proceso puede simplificarse y la resistencia del electrodo positivo fabricado puede minimizarse.

De forma adicional, un electrodo positivo de acuerdo con otra realización de la presente invención se fabrica mediante el método de fabricación y, por tanto, puede incluirse en ella una capa de material activo del electrodo positivo con desviación del espesor minimizada. En consecuencia, la variación de capacidad de una batería puede reducirse y las propiedades de vida útil de la batería pueden mejorarse.

Modo de llevar a cabo la invención

En lo sucesivo en el presente documento, la presente invención se describirá con más detalle para facilitar la comprensión de la presente invención.

Se entenderá que las palabras o términos utilizados en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones no se interpretarán con el significado definido en los diccionarios de uso común. Se entenderá además que las palabras o términos deben interpretarse en el sentido de que tienen un significado coherente con su significado en el contexto de la técnica relevante y la idea técnica de la invención, basándose en el principio de que un inventor puede definir adecuadamente el significado de las palabras o términos para explicar mejor la invención.

La terminología usada en el presente documento solo tiene el fin de describir ejemplos de realizaciones particulares y no pretende ser una limitación de la presente invención. En la memoria descriptiva, los términos de una forma singular pueden incluir formas plurales a menos que se indique lo contrario.

Debe comprenderse adicionalmente que los términos "incluye", "comprende", o "tiene" cuando se usa en esta memoria descriptiva, especifican la presencia de características declaradas, números, etapas, elementos, o combinaciones de los mismos, pero no excluyen la presencia o adición de una o varias características adicionales, números, etapas, elementos o combinaciones de los mismos.

<Electrodo positivo>

Un electrodo positivo de acuerdo con una realización de la presente invención incluye un colector de corriente y una capa de material activo del electrodo positivo dispuesta en el colector de corriente, en donde la capa de material activo del electrodo positivo incluye un material activo del electrodo positivo, un material conductor seco y un aglutinante seco, y el material conductor seco es al menos uno de un nanotubo de carbono y una fibra de carbono. Una desviación del espesor del electrodo positivo puede ser de 5 μm o menos.

El colector de corriente del electrodo positivo no está particularmente limitado siempre que tenga conductividad sin causar cambios químicos adversos en la batería y, por ejemplo, acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio, carbono cocido, o aluminio o acero inoxidable que tiene una superficie tratada con uno de carbón, níquel, titanio, puede usarse plata o similar. De forma adicional, el colector de corriente del electrodo positivo puede tener normalmente un espesor de 3 μm a 500 μm , y se pueden formar irregularidades microscópicas en la superficie del colector de corriente para mejorar la adhesión del material activo del electrodo positivo. El colector de corriente del electrodo positivo, por

ejemplo, se puede usar en diversas formas tal como la de una película, una hoja, una lámina, una red, un cuerpo poroso, un cuerpo de espuma, un cuerpo de tela no tejida, y similares.

5 La capa de material activo del electrodo positivo puede disponerse sobre el colector de corriente. Específicamente, la capa de material activo del electrodo positivo puede estar dispuesta en un lado o en ambos lados del colector de corriente.

10 El material conductor seco puede impartir conductividad al electrodo positivo. En este punto, el material conductor seco se refiere a un material conductor en forma de polvo y similares, en el que no se usa un disolvente.

15 El material conductor seco puede incluir al menos uno de un nanotubo de carbono y una fibra de carbono, específicamente, al menos uno de un nanotubo de carbono y una fibra de carbono. Las longitudes de los nanotubos de carbono y de la fibra de carbono son mayores que las de un material conductor que suele ser esférico o con forma de placa. En el nanotubo de carbono y la fibra de carbono, la longitud más larga puede denominarse la mayor distancia entre dos puntos en un nanotubo de carbono o una fibra de carbono. Puesto que la longitud del nanotubo de carbono y la fibra de carbono es mayor que la de un material conductor convencional, se puede formar una red conductora en la capa de material activo del electrodo positivo, para que la resistencia del electrodo positivo se reduzca. Es más, el nanotubo de carbono y la fibra de carbono pueden combinarse con el material activo del electrodo positivo, de forma que el volumen del material activo del electrodo positivo pueda controlarse para que no cambie excesivamente durante la carga/descarga de una batería secundaria. Por tanto, se puede mejorar la vida útil y la estabilidad de la batería secundaria.

25 El nanotubo de carbono puede ser un nanotubo de carbono de tipo haz. El nanotubo de carbono de tipo haz puede incluir una pluralidad de cuerpos unitarios de nanotubos de carbono. Específicamente, en este punto, "una forma de haz" se refiere a, a menos que se indique lo contrario, una forma secundaria en forma de haz o cuerda en la que se agregan una pluralidad de cuerpos unitarios de nanotubos de carbono (en donde los ejes en la dirección longitudinal de los cuerpos unitarios de nanotubos de carbono se disponen para estar sustancialmente paralelos en la misma orientación, o entrelazados). El cuerpo unitario de nanotubos de carbono es una hoja de grafito que tiene la forma de un cilindro de un diámetro de tamaño nanométrico y tiene n sp^2 estructura de unión. En este momento, dependiendo del ángulo y la estructura en la que se enrolla la superficie de grafito, se pueden exhibir las propiedades de un conductor o un semiconductor. El cuerpo unitario de nanotubos de carbono puede clasificarse en un cuerpo unitario de nanotubos de carbono de pared simple (SWCNT), un cuerpo unitario de nanotubos de carbono de pared doble (DWCNT) y un nanotubo de carbono de pared múltiple (MWCNT) dependiendo del número de enlaces que forman una pared. Específicamente, el cuerpo unitario de nanotubos de carbono puede ser un cuerpo unitario de nanotubos de carbono de pared múltiple. En comparación con un cuerpo de unidad de nanotubos de carbono de pared simple y un cuerpo de unidad de nanotubos de carbono de pared doble, el cuerpo unitario de nanotubos de carbono es preferible porque se requiere menos energía para la dispersión y las condiciones de dispersión son fácilmente controlables.

40 La longitud media de los nanotubos de carbono es de 1 - 50 μm , preferiblemente de 1 μm a 100 μm , específicamente, de 5 μm a 50 μm . Cuando se satisface el intervalo de longitud anterior, la conductividad de un electrodo es excelente y se mejora la flexibilidad del electrodo, de forma que se pueda mejorar su estabilidad mecánica.

45 El diámetro medio de los cuerpos unitarios de nanotubos de carbono es de 5 nm a 100 nm, específicamente, de 10 nm a 50 nm. Cuando se satisface el rango de diámetro anterior, el material conductor en un electrodo puede dispersarse uniformemente, de forma que se pueda mejorar la conductividad del electrodo. El diámetro se refiere al diámetro medio de las secciones transversales cuando los cuerpos unitarios de nanotubos de carbono se cortan en la dirección del eje corto entre la dirección del eje largo y la dirección del eje corto del cuerpo unitario de nanotubos de carbono.

50 La longitud media de las fibras de carbono puede ser de 1 μm a 50 μm , específicamente, de 2 μm a 10 μm . Cuando se satisface el intervalo de longitud anterior, la conductividad de un electrodo es excelente y se mejora la flexibilidad del electrodo, de forma que se pueda mejorar su estabilidad mecánica.

55 El diámetro medio de las fibras de carbono puede ser de 5 nm a 500 nm, específicamente, de 50 nm a 300 nm. Cuando se satisface el rango de diámetro anterior, el material conductor en un electrodo puede dispersarse uniformemente, de forma que se pueda mejorar la conductividad del electrodo. El diámetro se refiere al diámetro medio de las secciones transversales que se muestran cuando las fibras de carbono se cortan en la dirección del eje corto entre la dirección del eje largo y la dirección del eje corto de la fibra de carbono.

60 El material conductor seco puede estar presente en una cantidad del 1 % en peso al 10 % en peso, específicamente del 2 % en peso al 4 % en peso basándose en el peso total de la capa de material activo del electrodo positivo. Cuando se satisface el intervalo anterior, la conductividad de un electrodo es excelente y la flexibilidad del electrodo puede mejorarse.

65 El material activo del electrodo positivo puede ser un material activo del electrodo positivo comúnmente utilizado en la

técnica. Específicamente, el material activo del electrodo positivo puede ser al menos cualquiera seleccionado del grupo que consiste en un compuesto estratificado como el óxido de litio y cobalto (LiCoO_2) y óxido de litio y níquel (LiNiO_2), o un compuesto sustituido con uno o más metales de transición; un óxido de hierro y litio como LiFe_3O_4 ; un óxido de manganeso de litio como $\text{Li}_{1+a1}\text{Mn}_{2-a1}\text{O}_4$ ($0 \leq a1 \leq 0,33$), LiMnO_3 , LiMn_2O_3 , y LiMnO_2 ; óxido de litio y cobre (Li_2CuO_2); un óxido de vanadio tal como LiV_3O_8 , V_2O_5 , y $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$; un óxido de litio-níquel de tipo sitio Ni representado por $\text{LiNi}_{1-a2}\text{M}_{a2}\text{O}_2$ (en donde M es al menos cualquiera seleccionado del grupo que consiste en Co, Mn, Al, Cu, Fe, Mg, B o Ga, y $0,01 \leq a2 \leq 0,3$) incluyendo fórmulas como $\text{Li}[\text{Ni}_{0,6}\text{Mn}_{0,2}\text{Co}_{0,2}]\text{O}_2$ y $\text{Li}[\text{Ni}_{0,5}\text{Mn}_{0,3}\text{Co}_{0,2}]\text{O}_2$; un óxido compuesto de manganeso y litio representado por la fórmula $\text{LiMn}_{2-a3}\text{M}_{a3}\text{O}_2$ (en donde, M es al menos cualquiera seleccionado del grupo que consiste en Co, Ni, Fe, Cr, Zn, o Ta, y $0,01 \leq a3 \leq 0,1$), o por la fórmula $\text{Li}_2\text{Mn}_3\text{MO}_8$ (en donde, M es al menos cualquiera seleccionado del grupo que consiste en Fe, Co, Ni, Cu o Zn); LiMn_2O_4 que tiene una parte de Li en la fórmula sustituida con un ion de metal alcalinotérreo, o similar. Más específicamente, el material activo del electrodo positivo puede ser al menos cualquiera de $\text{Li}[\text{Ni}_{0,6}\text{Mn}_{0,2}\text{Co}_{0,2}]\text{O}_2$ y $\text{Li}[\text{Ni}_{0,5}\text{Mn}_{0,3}\text{Co}_{0,2}]\text{O}_2$.

El aglutinante seco sirve para mejorar la unión entre los materiales activos del electrodo positivo y la adhesión entre el material activo del electrodo positivo y el colector de corriente. En este punto, el aglutinante seco se refiere a un aglutinante en forma de polvo y similares, en el que no se usa un disolvente.

El aglutinante seco puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en fluoruro de polivinilideno (PVDF), un copolímero de fluoruro de polivinilideno-hexafluoropropileno (PVDF-HFP), alcohol de polivinilo, poliácridonitrilo, carboximetilcelulosa (CMC), almidón, hidroxipropilcelulosa, celulosa regenerada, polivinilpirrolidona, tetrafluoroetileno (PT-FE), polietileno, polipropileno, un monómero de etileno-propileno-dieno (EPDM), un EPDM sulfonado, caucho de estireno-butadieno (SBR), caucho de flúor, o varios copolímeros del mismo. Es más, con el fin de mejorar aún más la adhesión del electrodo positivo mediante la aplicación de una gran fuerza de cizallamiento de modo que se obtenga una aglomeración suave junto con el material activo del electrodo positivo y el material conductor seco, el aglutinante seco puede ser al menos uno de fluoruro de polivinilideno-hexafluoropropileno y politetrafluoroetileno. El aglutinante seco puede incluirse en una cantidad del 2 % en peso al 10 % en peso basándose en el peso total de la capa de material activo del electrodo positivo.

La desviación del espesor del electrodo positivo puede ser de $5 \mu\text{m}$ o menos, específicamente de $0,001 \mu\text{m}$ a $5 \mu\text{m}$, y más específicamente, de $0,01 \mu\text{m}$ a $4 \mu\text{m}$. Cuando la desviación del espesor es superior a $5 \mu\text{m}$, al fabricar un electrodo, pueden ocurrir problemas tales como que se deteriore la planitud de una celda o que la cantidad de aplicación no sea uniforme. La desviación del espesor se puede medir de la siguiente manera. Se puede aplicar una fuerza de $0,5 \text{ N}$ a $1,0 \text{ N}$ sobre una porción de un electrodo positivo y las otras porciones usando una punta de 5 mm para medir el espesor del mismo, y la desviación del espesor se puede medir como un promedio de la diferencia entre el espesor de la porción y el espesor de las otras porciones. De acuerdo con la presente invención, un electrodo positivo se fabrica por un método en seco en el que no se usa un disolvente, y por tanto, puede resolverse un problema en el que aumenta la desviación del espesor del electrodo positivo. Por lo tanto, la desviación del espesor del electrodo positivo se obtiene mediante un método de fabricación que es una de las características técnicas de la presente invención.

La adhesión del electrodo de la capa de material activo del electrodo positivo puede ser de $35 \text{ gf}/20 \text{ mm}$ a $200 \text{ gf}/20 \text{ mm}$, específicamente, de $50 \text{ gf}/20 \text{ mm}$ a $150 \text{ gf}/20 \text{ mm}$. En la presente invención, un electrodo positivo no usa un disolvente, y un material activo del electrodo positivo, un material conductor seco y un aglutinante seco se disponen en un colector de corriente y se enrollan después, para que la adhesión del electrodo pueda satisfacer el rango anterior. La adhesión del electrodo se puede medir de la siguiente manera. El electrodo positivo se presiona a $20 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$ y después se fija en una parte central de un portaobjetos de $25 \text{ mm} \times 75 \text{ mm}$ usando una cinta. Mientras se retira un colector de corriente usando UTM, se puede medir la resistencia al desprendimiento a 90 grados para medir la adhesión del electrodo.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, se proporciona un dispositivo electroquímico que incluye el electrodo positivo. El dispositivo electroquímico puede ser específicamente una batería o un condensador, más específicamente, una batería secundaria.

La batería secundaria incluye específicamente un electrodo positivo, un electrodo negativo dispuesto frente al electrodo positivo, un separador dispuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo, y un electrolito. El electrodo positivo es como se ha descrito anteriormente. También, la batería secundaria puede incluir además selectivamente una caja de batería que aloja un conjunto de electrodos del electrodo positivo, el electrodo negativo, y el separador, y un miembro de sellado para sellar la caja de la batería.

En la batería secundaria, el electrodo negativo incluye un colector de corriente del electrodo negativo y una capa de material activo del electrodo negativo dispuesta en el colector de corriente del electrodo negativo.

El colector de corriente del electrodo negativo no está particularmente limitado siempre que tenga una alta conductividad sin causar un cambio químico en la batería. Por ejemplo, cobre, acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio, carbono cocido, cobre o acero inoxidable que tiene una superficie tratada con uno de carbono, níquel, titanio, plata y similares, y una aleación de aluminio y cadmio pueden usarse. También, el colector del electrodo negativo

puede tener normalmente un espesor de 3 μm a 500 μm , y como en el caso del colector de corriente del electrodo positivo, se pueden preparar irregularidades microscópicas en la superficie del colector de corriente del electrodo negativo para mejorar la adhesión de un material activo del electrodo negativo. El colector de corriente del electrodo negativo se puede usar en diversas formas tal como una película, una hoja, una lámina, una red, un cuerpo poroso, un cuerpo de espuma y un cuerpo de tela no tejida.

La capa de material activo del electrodo negativo incluye selectivamente un aglutinante y un material conductor además del material activo del electrodo negativo. La capa de material activo del electrodo negativo puede prepararse mediante, por ejemplo, aplicando el material activo del electrodo negativo y, una composición para preparar una capa de material activo del electrodo negativo que incluye selectivamente un aglutinante y un material conductor en el colector de corriente del electrodo negativo, y luego se seca. Como alternativa, la capa de material activo del electrodo negativo puede prepararse colando la composición para formar un electrodo negativo en un soporte separado y después laminando una película separada del soporte sobre el colector de corriente del electrodo negativo.

Como material activo del electrodo negativo, se puede usar un compuesto capaz de intercalar y desintercalar reversiblemente el litio. Los ejemplos específicos pueden ser un material carbonoso tal como grafito artificial, grafito natural, fibra de carbono grafitada y carbono amorfo; un compuesto metálico aleado con litio tal como Si, Al, Sn, Pb, Zn, Bi, In, Mg, Ga, Cd, una aleación de Si, una aleación de Sn o una aleación de Al; un óxido de metal que se puede dopar y no dopar con litio tal como SiO_x ($0 < x < 2$), SnO_2 , un óxido de vanadio y un óxido de litio y vanadio; o un compuesto que incluye el compuesto metálico y el material carbonoso tal como un compuesto de Si-C o un compuesto de Sn-C, y puede usarse cualquiera de los mismos o una mezcla de dos o más de los mismos. También, como material activo del electrodo negativo, se puede usar una película fina de litio metálica. De forma adicional, como el material de carbono, carbono poco cristalino, carbono altamente cristalino y similares se pueden usar. Los ejemplos convencionales de carbono poco cristalino son el carbono blando y el carbono duro, y los ejemplos convencionales de carbono altamente cristalino pueden ser grafito natural o grafito artificial irregular, plano, escamoso, esférico o fibroso, grafito Kish, carbón pirolítico, fibras de carbono a base de brea de mesofase, microesferas de meso-carbono, breas de mesofase y carbono cocido a alta temperatura, tales como coques derivados de brea de alquitrán de hulla o petróleo.

También, el aglutinante y el material conductor pueden ser los mismos que los descritos anteriormente en la descripción del electrodo positivo.

Mientras tanto, en la batería secundaria de litio, el separador separa el electrodo negativo y el electrodo positivo y proporciona una trayectoria de movimiento para los iones de litio. Se puede usar cualquier separador sin limitación particular siempre que se use normalmente como separador en una batería secundaria de litio. Particularmente, se puede usar un separador que tenga una alta capacidad de retención de humedad para un electrolito, así como una baja resistencia al movimiento de los iones del electrolito. Específicamente, una película de polímero poroso, por ejemplo, una película de polímero poroso preparada a partir de un polímero a base de poliolefina, tal como un homopolímero de etileno, un homopolímero de propileno, un copolímero de etileno/buteno, un copolímero de etileno/hexeno y un copolímero de etileno/metacrilato, o una estructura laminada que tenga dos o más capas de los mismos se pueden usar. También, una tela no tejida porosa convencional, por ejemplo, se puede utilizar una tela no tejida formada por fibras de vidrio de alto punto de fusión o fibras de tereftalato de polietileno. Es más, se puede usar un separador revestido que incluye un componente cerámico o un material polimérico para asegurar la resistencia al calor o la resistencia mecánica, y se puede usar selectivamente como una estructura de capa única o multicapa.

También, el electrolito usado en la presente invención puede ser un electrolito líquido orgánico, un electrolito líquido inorgánico, un electrolito de polímero sólido, un electrolito de polímero tipo gel, un electrolito inorgánico sólido, o un electrolito inorgánico del tipo fundido, que se puede utilizar en la preparación de una batería secundaria de litio, pero no se limita a esto.

Específicamente, el electrolito puede incluir un disolvente orgánico y una sal de litio.

Como disolvente orgánico, se puede utilizar cualquier disolvente orgánico sin limitación particular siempre que pueda servir como medio a través del cual se puedan mover los iones implicados en una reacción electroquímica de la batería. Específicamente, un disolvente a base de éster tal como acetato de metilo, acetato de etilo, γ -butirolactona y ϵ -caprolactona; un disolvente a base de éter tal como éter dibutílico o tetrahidrofurano; un disolvente a base de cetona tal como ciclohexanona; un disolvente a base de hidrocarburo aromático tal como benceno y fluorobenceno; un disolvente a base de carbonato como el carbonato de dimetilo (DMC), carbonato de dietilo (DEC), carbonato de metiletilo (MEC), carbonato de etilmetilo (EMC), carbonato de etileno (EC) y carbonato de propileno (PC); un disolvente a base de alcohol tal como alcohol etílico y alcohol isopropílico; nitrilos tales como R-CN (donde R es un grupo hidrocarburo C2 a C20 lineal, ramificado o cíclico y puede incluir un anillo aromático de doble enlace o enlace éter); amidas tales como dimetilformamida; dioxolanos tales como 1,3-dioxolano; o sulfolanos se pueden usar como disolvente orgánico. Entre estos disolventes, es preferible un disolvente a base de carbonato, y una mezcla de un carbonato cíclico (por ejemplo, carbonato de etileno o carbonato de propileno) que tiene alta conductividad iónica y alta constante dieléctrica, lo que puede aumentar el rendimiento de carga/descarga de la batería, y un compuesto basado en carbonato lineal de baja viscosidad (por ejemplo, carbonato de etilmetilo, carbonato de dimetilo o carbonato

de dietilo) es más preferible. En este caso, cuando un carbonato cíclico y un carbonato de cadena se mezclan en una proporción de volumen de aproximadamente 1:1 a aproximadamente 1:9, el rendimiento del electrolito puede ser excelente.

5 Como la sal de litio, se puede usar cualquier compuesto sin limitación particular siempre que pueda proporcionar iones de litio usados en una batería secundaria de litio. Específicamente, LiPF_6 , LiClO_4 , LiAsF_6 , LiBF_4 , LiSbF_6 , LiAlO_4 , LiAlCl_4 , LiCF_3SO_3 , $\text{LiC}_4\text{F}_9\text{SO}_3$, $\text{LiN}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_3)_2$, $\text{LiN}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2$, $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$, LiCl , LiI , o $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ se pueden usar como la sal de litio. La sal de litio se puede usar en un intervalo de concentración de 0,1 M a 2,0 M. Cuando la concentración de la sal de litio se incluye dentro del intervalo anterior, el electrolito tiene la conductividad y la viscosidad adecuadas para que el electrolito pueda mostrar un rendimiento excelente y los iones de litio se puedan mover de forma efectiva.

15 Para mejorar las propiedades de vida útil de la batería, suprimir el deterioro de la capacidad de la batería y mejorar la capacidad de descarga de la batería, uno o más aditivos, por ejemplo, un compuesto a base de carbonato de haloalqueno tal como carbonato de difluoroetileno, piridina, fosfito de trietilo, trietanolamina, éter cíclico, etilendiamina, n-glilima, triamida hexafosfórica, un derivado de nitrobenzoceno, azufre, un colorante de quinona imina, oxazolidinona N-sustituida, imidazolidina N,N-sustituida, éter dialquílico de etilenglicol, una sal de amonio, pirrol, 2-metoxietanol o tricloruro de aluminio pueden incluirse además en el electrolito además de los componentes electrolíticos anteriores. En este momento, el aditivo se puede incluir en una cantidad del 0,1 % en peso al 5 % en peso basándose en el peso total del electrolito.

20 Como se ha descrito anteriormente, la batería secundaria que incluye el material activo del electrodo positivo de acuerdo con la presente invención exhibe de forma estable una excelente capacidad de descarga, propiedades de salida y retención de capacidad, por lo que es útil para dispositivos portátiles como un teléfono móvil, un ordenador portátil y una cámara digital, y para automóviles eléctricos tal como un vehículo eléctrico híbrido (HEV).

25 Por tanto, de acuerdo con otra realización de la presente invención, se proporciona un módulo de batería que incluye la batería secundaria como celda unitaria y un paquete de batería que incluye el módulo de batería.

30 El módulo de batería o el paquete de batería puede usarse como fuente de energía de al menos un dispositivo de tamaño mediano y grande de una herramienta eléctrica; coches eléctricos, incluido un vehículo eléctrico (EV), un vehículo eléctrico híbrido (HEV) y un vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV); o un sistema de almacenamiento de energía.

35 Un método para fabricar un electrodo positivo de acuerdo con otra realización de la presente invención incluye, preparar una mezcla mezclando en seco un material activo del electrodo positivo, un material conductor seco y un aglutinante seco; aplicar una gran fuerza de cizallamiento a la mezcla; disponer la mezcla en un colector de corriente; y laminar el colector de corriente en el que se dispone la mezcla, en donde el material conductor seco es al menos uno de un nanotubo de carbono y una fibra de carbono, y la gran fuerza de cizallamiento es de 50 N a 1000 N. En este punto, el material activo del electrodo positivo, el material conductor seco y el aglutinante seco son los mismos que el material activo del electrodo positivo, el material conductor seco y el aglutinante seco descritos anteriormente, y por lo tanto, se omitirán las descripciones de los mismos.

45 La mezcla se puede preparar mezclando en seco el material activo del electrodo positivo, el material conductor seco y el aglutinante seco.

50 La mezcla en seco se refiere a la mezcla sin disolvente. El disolvente se refiere a un disolvente normalmente usado en la preparación de una suspensión de electrodos positivos, y puede ser, por ejemplo, agua, N-metil-2-pirrolidona (NMP) y similares. Aunque no necesariamente limitado a esto, la mezcla en seco se puede realizar mezclando de 600 rpm a 1800 rpm durante 40 minutos a 60 minutos a temperatura ambiente o menos usando una máquina agitadora.

55 El método para fabricar un electrodo positivo de la presente realización puede incluir una etapa de aplicación de una gran fuerza de cizallamiento a la mezcla. La etapa de aplicar una gran fuerza de cizallamiento puede realizarse antes de disponer la mezcla en el colector de corriente. La etapa de aplicar una fuerza de cizallamiento elevada puede incluir comprimir la mezcla mediante cizallamiento para aplicarle una fuerza de cizallamiento elevada. Específicamente, cuando se usa un dispositivo para aplicar fuerza de cizallamiento, por ejemplo, Nobilta (Hosokawa Micron Corporation), es posible aplicar una gran fuerza de cizallamiento a la mezcla comprimiéndola mediante cizallamiento utilizando una cuchilla en el dispositivo. Sin embargo, la presente invención no está limitada a esto. Al aplicar una gran fuerza de cizallamiento a la mezcla, el material activo del electrodo positivo, el aglutinante seco, el material conductor seco (específicamente, un nanotubo de carbono o una fibra de carbono) en la mezcla pueden enredarse entre sí, de tal forma que se pueden formar gránulos en los que el material conductor seco, el material activo del electrodo positivo y el aglutinante seco se agregan. En consecuencia, el material activo positivo y el aglutinante seco son soportados por los materiales conductores secos por la presencia de los gránulos, de forma que la adherencia entre y el material activo positivo, el aglutinante seco y el material conductor de secado puede aumentarse. Por tanto, se facilita un proceso de disposición de la mezcla sobre el colector de corriente, y se puede mejorar la adhesión del electrodo positivo fabricado.

65

La gran fuerza de cizallamiento puede ser de 50 N a 1000 N, concretamente de 100 N a 500 N, más específicamente de 100 N a 300 N. La presente invención aplica una gran fuerza de cizallamiento en el intervalo anterior para inducir el enredo del nanotubo de carbono, la fibra de carbono, y similares.

5 La disposición de la mezcla en el colector de corriente puede incluir disponer la mezcla en el colector de corriente de la siguiente manera. Específicamente, la mezcla se puede disponer con un espesor uniforme sobre el colector de corriente mediante un método de dispersión. Más específicamente, cuando se usa el método de dispersión, la mezcla se puede mover a través de un rodillo de alimentación, y cuando la mezcla se aplica en el colector de corriente, la mezcla se puede aplicar en una cantidad predeterminada usando un cepillo.

10 La laminación del colector de corriente en el que se dispone la mezcla puede incluir aplicar presión al colector de corriente. En este momento, la presión puede incluir fuerza de compresión. La presión se puede aplicar a través de un método de prensa por rodillos. Un dispositivo para prensar rodillos puede incluir un rodillo para aplicar presión sobre la mezcla y el colector de corriente, y una correa para mover el colector de corriente. Mientras el colector de corriente es movido por una correa, la mezcla y el colector de corriente reciben presión del rodillo. En este momento, la presión incluye la fuerza de compresión. Antes de aplicar la presión, la correa se puede precalentar a 50 °C a 100 °C para que el calor se pueda transferir al colector de corriente en el que se dispone la mezcla. De forma adicional, cuando se aplica la presión, la temperatura del rollo puede ser de 50 °C a 150 °C.

15 En lo sucesivo en el presente documento, las realizaciones preferidas de la presente invención se describirán en detalle para facilitar la comprensión de la presente invención. Sin embargo, las realizaciones son meramente ilustrativas de la presente invención y, por tanto, será evidente para los expertos en la materia que se pueden realizar diversas modificaciones y variaciones sin apartarse del alcance ni del espíritu de la presente invención como se divulga en las reivindicaciones adjuntas. Es obvio que tales variaciones y modificaciones caen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Ejemplos y Ejemplos Comparativos

Ejemplo 1: Fabricación del electrodo positivo

30 96 g de $\text{Li}[\text{Ni}_{0,6}\text{Mn}_{0,2}\text{Co}_{0,2}]\text{O}_2$ como una partícula de material activo del electrodo positivo, 3 g de nanotubos de carbono (tipo haz) con un diámetro de cuerpo unitario de 10 nm y una longitud de 50 μm como material conductor, y 1,5 g de PVDF-HFP y 1,5 g de PTFE como aglutinante se mezclaron sin disolvente durante 25 minutos a 1800 rpm utilizando Nobilta (Hosokawa Micron Corporation). A continuación, se aplicó una fuerza de cizallamiento de 250 N a la mezcla utilizando Nobilta (Hosokawa Micron Corporation). Después de esto, la mezcla se dispuso en una cantidad de carga de 52 mg/cm^2 en un lado de un colector de corriente de aluminio que tiene un espesor de 15 μm utilizando un método de dispersión para fabricar un electrodo preliminar. El electrodo preliminar se colocó en una correa de un dispositivo de prensa de rodillos y la correa se precalentó a 60 °C. Después de esto, el electrodo preliminar se rodó utilizando un rodillo de 60 °C para fabricar un electrodo positivo del Ejemplo 1.

Ejemplo 2: Fabricación del electrodo positivo

45 Se preparó un electrodo positivo del Ejemplo 2 de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto que se usaron 3 g de fibra de carbono con un diámetro de 150 nm y una longitud de 10 μm como material conductor en lugar del nanotubo de carbono del Ejemplo 1.

Ejemplo 3: Fabricación del electrodo positivo

50 Se preparó un electrodo positivo del Ejemplo 3 de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto que se usaron 3 g de fibra de carbono con un diámetro de 100 nm y una longitud de 5 μm como material conductor en lugar de un nanotubo de carbono del Ejemplo 1.

Ejemplo 4: Fabricación del electrodo positivo

55 Se preparó un electrodo positivo del Ejemplo 4 de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto que se utilizó un nanotubo de carbono que tenía una longitud de 80 μm .

Ejemplo Comparativo 1: Fabricación del electrodo positivo

60 96 g de $\text{Li}[\text{Ni}_{0,6}\text{Mn}_{0,2}\text{Co}_{0,2}]\text{O}_2$ como una partícula de material activo del electrodo positivo, 3 g de nanotubos de carbono con un diámetro de 10 nm y una longitud de 50 μm como material conductor, y 1,5 g de PVDF-HFP y 1,5 g de PTFE como aglutinante se añadieron a 1,5 g de NMP como disolvente y se agitó para preparar una suspensión de electrodo positivo del 5 % en peso de mezcla sólida. La suspensión de electrodo positivo se aplicó en una cantidad de carga de 52 mg/cm^2 en un lado de un colector de corriente de aluminio que tenía un espesor de 350 μm , y después se dejó secar. En este momento, el secado se realizó en un horno de convección a 60 °C. Después de esto, el colector de corriente en el que se aplica y se seca la suspensión del electrodo positivo se pasó por un rodillo a temperatura

ambiente, se dejó secar durante 12 horas en un horno de vacío a 80 °C para fabricar un electrodo positivo del Ejemplo Comparativo 1.

Ejemplo Comparativo 2: Fabricación del electrodo positivo

5 Se preparó un electrodo positivo del Ejemplo Comparativo 2 de la misma manera que en el Ejemplo Comparativo 1 excepto que se usaron 3 g de fibra de carbono con un diámetro de 150 nm y una longitud de 10 µm como material conductor en lugar del nanotubo de carbono del Ejemplo Comparativo 1.

Ejemplo Comparativo 3: Fabricación del electrodo positivo

10 Se preparó un electrodo positivo del Ejemplo Comparativo 3 de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto que una fuerza de cizallamiento de 1200 N, no de 250 N, se aplicó.

Ejemplo Comparativo 4: Fabricación del electrodo positivo

15 Se preparó un electrodo positivo del Ejemplo Comparativo 4 de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto que una fuerza de cizallamiento de 25 N, no de 250 N, se aplicó.

Ejemplo Experimental 1: Evaluación de la adhesión de electrodo del electrodo positivo

20 Cada uno de los electrodos positivos de los Ejemplos 1 a 4 y de los Ejemplos Comparativos 1 a 4 se prensó a 20 mm x 150 mm y se fijó después en una porción central de un portaobjetos de 25 mm x 75 mm usando una cinta. Mientras se retira el colector de corriente usando UTM, se midió la resistencia al desprendimiento a 90 grados.

25 La evaluación se realizó midiendo la resistencia al desprendimiento de cinco o más y calculando un valor medio. Los resultados se muestran en la Tabla 1 a continuación.

Ejemplo Experimental 2: Evaluación de la desviación del espesor del electrodo positivo

30 Una porción de cada uno de los electrodos positivos de los Ejemplos 1 a 4 y de los Ejemplos Comparativos 1 a 4, y las otras porciones de los mismos separadas de una porción a intervalos de 10 mm se aplicaron con una fuerza de 1,0 N utilizando una punta de 5 mm para medir el espesor de los mismos (estándar de medición del espesor: 100 mm). La desviación del espesor se midió como una media de la diferencia entre el espesor de la porción y el espesor de las otras porciones.

[Tabla 1]

	Adhesión del electrodo positivo (gf/20mm)	Desviación del espesor del electrodo positivo (µm)
Ejemplo 1	65	4
Ejemplo 2	84	3
Ejemplo 3	115	2
Ejemplo 4	56	5
Ejemplo comparativo 1	15	7
Ejemplo comparativo 2	23	6
Ejemplo comparativo 3	21	6
Ejemplo comparativo 4	17	6,5

40 En los casos de los Ejemplos 1 a 4, se confirmó que el espesor del electrodo positivo era pequeño y la adhesión del electrodo positivo era alta en comparación con los Ejemplos Comparativos 1 a 4, ya que el electrodo positivo se fabricó mediante el método de secado.

Ejemplos 5 a 8 y Ejemplos Comparativos 5 a 8: Fabricación de batería secundaria

45 Usando el electrodo positivo fabricado en los Ejemplos 1 a 4 y en los Ejemplos Comparativos 1 a 4, se fabricaron cada una de las baterías de los Ejemplos 5 a 8 y de los Ejemplos Comparativos 5 a 8. El método de fabricación específico es el siguiente

(1) Fabricación del electrodo negativo

50 Grafito natural como material activo del electrodo negativo, negro de humo como material conductor y PVdF como

aglutinante se mezclaron en N-metilpirrolidona como disolvente en una proporción en peso de 85:10:5 para preparar una composición para formar un electrodo negativo, y la composición se aplicó en un colector de corriente de cobre para fabricar un electrodo negativo.

5 (2) Fabricación de la batería

Disponiendo un separador de polietileno poroso entre el electrodo positivo y el electrodo negativo fabricado en los Ejemplos 1 a 4 y en los Ejemplos Comparativos 1 a 4, se fabricó un conjunto de electrodos. Después, el conjunto de electrodos se colocó dentro de una carcasa y se inyectó un electrolito en la carcasa para fabricar una batería secundaria de litio. En este momento, el electrolito se preparó disolviendo hexafluorofosfato de litio (LiPF₆) de concentración 1,0 M en un disolvente orgánico de carbonato de etileno/carbonato de dimetilo/carbonato de etilmetilo (relación de volumen de mezcla de EC/DMC/EMC = 3/4/3). Como tal, se preparó la batería secundaria de los Ejemplos 5 a 8 y de los Ejemplos Comparativos 5 a 8.

15 Ejemplo Experimental 3: Evaluación de la retención de capacidad

Para cada una de las baterías secundarias de los Ejemplos 5 a 8 y de los Ejemplos Comparativos 5 a 8, la retención de capacidad se evaluó realizando carga/descarga y los resultados se muestran en la Tabla 2. El primer y segundo ciclos se realizaron cargando/descargando a 0,1 C, y del tercer ciclo al 49º ciclo, la carga/descarga se realizaron a 0,5 C. El 50º ciclo se terminó en el estado de carga (estado en el que el litio estaba en el electrodo negativo).

Condición de carga: CC (corriente constante)/CV (tensión constante) (corte de corriente de 5 mV/0,005 C)

Condición de descarga: Condición CC (corriente constante) 1,5 V

25 La retención de capacidad se derivó mediante el siguiente cálculo, respectivamente.

$$\text{Retención de capacidad (\%)} = (\text{capacidad de descarga de 49 veces} / \text{capacidad de descarga de 1 vez}) \times 100$$

[Tabla 2]

	Retención de capacidad (%)
Ejemplo 5	80
Ejemplo 6	82
Ejemplo 7	81
Ejemplo 8	77
Ejemplo comparativo 5	70
Ejemplo comparativo 6	73
Ejemplo comparativo 7	75
Ejemplo comparativo 8	73

30 En los casos de los Ejemplos 5 a 8, se confirmó que se mejoró la retención de capacidad en comparación con los Ejemplos Comparativos 5 a 8, ya que la irregularidad de capacidad de la batería se resolvió utilizando el electrodo positivo que tenía una pequeña desviación del espesor.

REIVINDICACIONES

1. Un electrodo positivo, que comprende:

5 un colector de corriente; y
 una capa de material activo del electrodo positivo dispuesta en el colector de corriente, en donde
 la capa de material activo del electrodo positivo comprende gránulos en los que un material activo del electrodo
 positivo, un material conductor seco y un aglutinante seco se agregan,
 10 el material conductor seco es al menos uno de un nanotubo de carbono y una fibra de carbono, y
 el electrodo positivo tiene una desviación del espesor de 5 μm o menos,

en donde el nanotubo de carbono es un nanotubo de carbono en forma de haz en el que se agrega una pluralidad de
 cuerpos unitarios de nanotubos de carbono, y los diámetros medios de los cuerpos unitarios de nanotubos de carbono
 son de 5 nm a 100 nm,
 15 en donde la longitud media de la fibra de carbono es de 1 μm a 50 μm .

2. El electrodo positivo de la reivindicación 1, en donde la adhesión del electrodo de la capa de material activo del
 electrodo positivo es de 343 mN/20 mm (35 gf/20 mm) a 1961 mN/20 mm (200 gf/20 mm).

20 3. El electrodo positivo de la reivindicación 1, en donde el material conductor seco está presente en una cantidad del
 1 % en peso al 10 % en peso basándose en el peso total de la capa de material activo del electrodo positivo.

4. Una batería secundaria que comprende:

25 el electrodo positivo de la reivindicación 1;
 un electrodo negativo;
 un separador dispuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo; y
 un electrolito.

30 5. Un método para fabricar un electrodo positivo, que comprende:

preparar una mezcla mezclando en seco un material activo del electrodo positivo, un material conductor seco y un
 aglutinante seco;
 35 aplicar una gran fuerza de cizallamiento a la mezcla de tal forma que se formen gránulos, en los que el material
 conductor seco, el material activo del electrodo positivo y el aglutinante seco se agregan;
 disponer la mezcla en un colector de corriente; y
 laminar el colector de corriente en el que se dispone la mezcla, en donde
 el material conductor seco es al menos uno de un nanotubo de carbono y una fibra de carbono, y
 40 la fuerza de cizallamiento alta es de 50 N a 1000 N,
 en donde el método es un método en seco, en el que no se usa un disolvente, y
 en donde el nanotubo de carbono es un nanotubo de carbono en forma de haz en el que se agrega una pluralidad
 de cuerpos unitarios de nanotubos de carbono, y los diámetros medios de los cuerpos unitarios de nanotubos de
 carbono son de 5 nm a 100 nm,
 45 en donde la longitud media de la fibra de carbono es de 1 μm a 50 μm .

6. El método de la reivindicación 5, en donde el material conductor seco es un nanotubo de carbono, y la longitud
 media del nanotubo de carbono es de 1 μm a 100 μm .

50 7. El método de la reivindicación 5, en donde el material conductor seco es fibra de carbono y el diámetro medio de la
 fibra de carbono es de 5 nm a 500 nm.

8. El método de la reivindicación 5, en donde la aplicación de una fuerza de cizallamiento elevada a la mezcla
 comprende comprimir la mezcla mediante cizallamiento para aplicarle una gran fuerza de cizallamiento.

55 9. El método de la reivindicación 5, en donde la disposición de la mezcla comprende disponer la mezcla en un espesor
 uniforme en el colector de corriente mediante un método de dispersión.

60 10. El método de la reivindicación 5, en donde la laminación del colector de corriente en el que se dispone la mezcla
 comprende colocar el colector de corriente en el que se dispone la mezcla sobre una correa, y laminar el colector de
 corriente en el que se dispone la mezcla a través de un rodillo.

11. El método de la reivindicación 10, en donde la colocación del colector de corriente en el que se dispone la mezcla
 sobre una correa comprende precalentar la correa de 50 °C a 100 °C.

65 12. El método de la reivindicación 10, en donde la temperatura del rodillo es de 50 °C a 150 °C en la laminación del
 colector de corriente en el que se dispone la mezcla a través de un rodillo.

13. El método de la reivindicación 5, en donde el aglutinante seco es al menos uno de fluoruro de polivinilideno-hexafluoropropileno y politetrafluoroetileno.