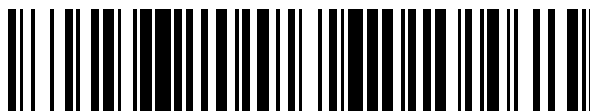


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 526 689**

51 Int. Cl.:

H01M 4/04 (2006.01)

H01M 4/13 (2010.01)

H01M 4/139 (2010.01)

H01M 4/62 (2006.01)

H01G 11/28 (2013.01)

H01G 11/38 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2013 E 13151796 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.11.2014 EP 2624338**

54 Título: **Composición ligante de electrodo, suspensión para el electrodo, electrodo y dispositivo de almacenamiento eléctrico**

30 Prioridad:

02.02.2012 JP 2012020703

19.06.2012 JP 2012137533

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.01.2015

73 Titular/es:

JSR CORPORATION (100.0%)
9-2, Higashi-shinbashi 1-chome, Minato-ku
Tokyo 105-8640, JP

72 Inventor/es:

KITAGUCHI, HIRONORI;
OTSUKA, YOSHIHARU;
FUJIHARA, NOBUYUKI;
MAEGAWA, MAKI;
HONDA, TATSUAKI;
ABE, TATSUYA y
MIYAUCHI, HIROYUKI

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 526 689 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

Composición ligante de electrodo, suspensión para el electrodo, electrodo y dispositivo de almacenamiento eléctrico

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención, se refiere a una composición ligante del electrodo, una suspensión para el electrodo que incluye la composición ligante y un material activo del electrodo, un electrodo que se produce mediante la aplicación de la suspensión a un colector, y secando la suspensión, y un dispositivo de almacenamiento eléctrico, que incluye un electrodo.

En los últimos años, se ha venido deseando un dispositivo de almacenamiento eléctrico, de alto voltaje, el cual tenga una alta densidad de energía, como suministro de potencia energética, para accionar un instrumento electrónico. De una forma particular, se espera que, una batería de iones de litio, o un condensador de iones de litio, sea un dispositivo de almacenamiento eléctrico de alto voltaje, que tenga una alta densidad de energía.

Un electrodo de utilidad para tal tipo de almacenamiento eléctrico, es el que se proporciona mediante la aplicación de una mezcla de un material activo del electrodo y partículas de polímero, la cual funcione como un ligante a la superficie del colector, y el secado de la mezcla. Se requieren las partículas de polímero, para exhibir una capacidad de ligar el material activo del electrodo, una capacidad de ligar el material activo del electrodo y el colector, resistencia al rayado, cuando se devana o bobina el electrodo, y resistencia a la caída de potencia eléctrica (es decir, no acontece una materia en polvo fina del material activo del electrodo, o similares, a partir de la capa de la composición del electrodo (a la cual se le hará referencia, en la parte que sigue de este documento, como "capa de material activo del electrodo") debido al corte o similares). Si las partículas de polímero satisfacen estas propiedades, es entonces posible, producir un dispositivo de almacenamiento eléctrico, el cual tenga una alta flexibilidad en el diseño estructural (como, por ejemplo, un procedimiento de plegado o doblado del electrodo, o un radio de bobinado del electrodo) y puede éste reducirse, en cuanto a lo referente a su tamaño. Se ha encontrado el hecho de que, una capacidad de ligar el material activo del electrodo, una capacidad de ligar el material activo del electrodo y el colector, y la resistencia a la caída de la potencia energética (eléctrica), tienen una relación casi proporcional. Así, por lo tanto, a estas propiedades, se les puede hacer referencia como "adherencia" ("adhesión").

Cuando se produce un electrodo positivo, resulta ventajoso el hecho de utilizar un polímero orgánico con contenido en flúor (como por ejemplo, poli(fluoruro de vinilideno)), el cual exhiba una adherencia ligeramente reducida, pero que exhiba una excelente resistencia a la oxidación. Cuando se produce un electrodo negativo, resulta ventajoso el hecho de utilizar un polímero de ácido (met)acrílico, el cual exhiba una resistencia a la oxidación ligeramente reducida, pero que exhiba una excelente adherencia.

Se han estudiado y propuesto varias técnicas, con objeto de mejorar las propiedades (como, por ejemplo, la resistencia a la oxidación y la adherencia), de un polímero que se utilice para el ligante del electrodo. Así, por ejemplo, la solicitud de patente japonesa JP-A-2011-3529, propone una técnica, que proporciona un ligante de electrodo negativo, con una resistencia a la oxidación y adherencia, mediante la utilización de poli(fluoruro de vinilideno), y un polímero de caucho, en combinación. La solicitud de patente japonesa JP-A-2010-55847, propone una técnica que mejora la adherencia, mediante la disolución de poli(fluoruro de vinilideno) en un disolvente orgánico específico, procediendo a aplicar las solución a la superficie del colector, y eliminando el disolvente orgánico, a una reducida temperatura. La solicitud de patente japonesa JP-A-2002-42819, propone una técnica que mejora la adherencia, mediante la utilización de un ligante de electrodo, el cual tiene una estructura que incluye una cadena principal, formada en un copolímero de fluoruro de vinilideno, y una cadena secundaria, que incluye un átomo de flúor.

Se han venido también proponiendo una técnica que mejora las propiedades anteriormente mencionadas, arriba, mediante el control de la composición de un ligante (véase la solicitud de patente japonesa JP-A-2000-299109), y una técnica que mejora las propiedades anteriormente mencionadas, arriba, mediante la utilización de un ligante del electrodo que tiene un grupo epoxi o un grupo hidroxilo (véase la solicitud de patente japonesa JP-A-2010-205722 y la solicitud de patente japonesa JP-A-2010-3703).

55 SUMARIO

El ligante de electrodo negativo dado a conocer en la solicitud de patente japonesa JP-A-2011-3529, el cual utiliza un polímero orgánico con contenido en flúor, y un polímero de caucho, exhibe una adherencia mejorada, pero, la resistencia a la oxidación del polímero orgánico, se deteriora, en una amplia extensión. Así, por lo tanto, un dispositivo de almacenamiento eléctrico producido mediante la utilización del ligante de electrodo negativo, tiene un problema, consistente en el hecho de que, las características de carga-descarga, se deterioran, de una forma irreversible, debido a los ciclos repetitivos de carga-descarga. El ligante de electrodo dado a conocer en la solicitud de patente japonesa JP-A-2010-55847, o en la solicitud de patente japonesa JP-A-2002-42819, el cual utiliza únicamente un polímero orgánico con contenido en flúor, no puede proporcionar una adherencia suficiente.

La composición ligante dada a conocer en la solicitud de patente japonesa JP-A-2000-299109, en la solicitud de patente japonesa JP-A-2010-205722, o en la solicitud de patente japonesa JP-A-2010-3703 exhibe una adherencia mejorada. No obstante, es difícil mantener unas buenas características de carga-descarga, durante un prolongado período de tiempo, debido al hecho de que, el ligante que se adhiere al material activo del electrodo, funciona como un componente de resistencia del electrodo.

Estas composiciones ligantes del electrodo, se evalúan meramente en términos de las propiedades de un dispositivo de almacenamiento eléctrico, y la estabilidad de almacenamiento de las composiciones del ligante del electrodo, la cual es importante para la utilización práctica, no ha sido estudiada.

La invención, puede resolver los problemas anteriormente mencionados, arriba, y puede proporcionar una composición ligante del electrodo para dispositivo de almacenamiento eléctrico, la cual exhiba una excelente estabilidad de almacenamiento, y puede producir un electrodo que exhiba unas excelentes características de adherencia y de carga-descarga.

La invención puede implementarse mediante los siguientes ejemplos de aplicación.

Ejemplo de Aplicación 1

En concordancia con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una composición ligante del electrodo, la cual se utiliza para producir un electrodo, el cual se utiliza para un dispositivo de almacenamiento eléctrico, incluyendo, la composición ligante, (A) un polímero (en lo sucesivo en este documento puede denominarse "polímero" (A)), (B) un (met)acrilato (en lo sucesivo en este documento puede denominarse "compuesto (B)"), y (C) agua (en lo sucesivo en este documento puede denominarse "medio líquido (C)"), siendo el polímero (A) partículas de polímero de dieno partículas de polímero que contiene flúor que incluyen (Ma) una unidad repetitiva derivada de un monómero basado en etileno que contiene flúor, y (Mb) una unidad repetitiva derivada de un éster de ácido carboxílico insaturado, siendo una concentración del compuesto (B) en la composición ligante del electrodo de 10 a 1.000 ppm.

Ejemplo de Aplicación 2

En la composición ligante del electrodo de acuerdo con el Ejemplo de Aplicación 1 el compuesto (B) puede ser al menos un compuesto seleccionado de entre el grupo que consiste en (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de etilo, (met)acrilato de butilo, (met)acrilato de ciclohexilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, (met)acrilato de 2-hidroxietilo, (met)acrilato de hidroximetilo y (met)acrilato de 4-hidroxibutilo.

Ejemplo de Aplicación 3

En la composición ligante del electrodo, de acuerdo con el Ejemplo de Aplicación 1 o 2, las partículas de polímero que contiene flúor, pueden tener únicamente un pico endotérmico, dentro de un intervalo de temperatura de -50 °C a +250 °C, cuando éstas se someten a calorimetría de exploración diferencial (DSC – del inglés, diferencial scanning calorimetry), de acuerdo con la norma JIS K 7121.

Ejemplo de Aplicación 4

En la composición ligante del electrodo, de acuerdo con el Ejemplo de Aplicación 3, las partículas de polímero que contiene flúor pueden tener únicamente un pico endotérmico, dentro de un intervalo de temperatura de -30 °C a +30 °C.

Ejemplo de Aplicación 5

En concordancia con un segundo aspecto de la invención, se proporciona una composición ligante del electrodo, la cual se utiliza para producir un electrodo, el cual se utiliza para un dispositivo de almacenamiento eléctrico, incluyendo, la composición ligante, (A) un polímero (en lo sucesivo en este documento puede denominarse "polímero" (A)), (B) un (met)acrilato (en lo sucesivo en este documento puede denominarse "compuesto (B)"), y (C) agua (en lo sucesivo en este documento puede denominarse "medio líquido (C)"), siendo el polímero (A) partículas de polímero de dieno que incluyen (Mc) una unidad repetitiva derivada de un compuesto de dieno conjugado, (Md) una unidad repetitiva derivada de un compuesto de vinilo aromático, (Me) una unidad repetitiva derivada de un compuesto de (met)acrilato, y (Mf) una unidad repetitiva derivada de un ácido carboxílico insaturado, y siendo una concentración del compuesto (B) en la composición ligante de 10 a 1.000 ppm.

Ejemplo de Aplicación 6

En la composición ligante del electrodo, de acuerdo con el Ejemplo de Aplicación 5, el compuesto (B) puede ser al menos un compuesto seleccionado de entre el grupo que consiste en (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de etilo,

(met)acrilato de butilo, (met)acrilato de ciclohexilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, (met)acrilato de 2-hidroxietilo, (met)acrilato de hidroximetilo y (met)acrilato de 4-hidroxibutilo.

Ejemplo de Aplicación 7

En la composición ligante del electrodo, de acuerdo con el Ejemplo de Aplicación 5 o 6, las partículas de polímero de dieno pueden tener únicamente un pico endotérmico, dentro de un intervalo de temperatura de -50 °C a +5 °C, cuando éstas se someten a calorimetría de exploración diferencial (DSC – del inglés, diferencial scanning calorimetry), de acuerdo con la norma JIS K 7121.

Ejemplo de Aplicación 8

En la composición ligante del electrodo, de acuerdo con uno cualquiera de los Ejemplos de Aplicación 1 a 7, las partículas de polímero que contiene flúor o las partículas de polímero de dieno, pueden tener un tamaño medio de partícula, numérico, de 50 nm a 400 nm.

Ejemplo de Aplicación 9

En concordancia con un tercer aspecto de la invención, se proporciona una suspensión para el electrodo, que incluye una composición ligante del electrodo de acuerdo con un cualquiera de los Ejemplos de aplicación 1 a 8, y un material activo del electrodo.

Ejemplo de Aplicación 10

En concordancia con un cuarto aspecto de la invención, se proporciona un electrodo, que incluye un colector, y una capa, la cual se encuentra formada mediante la aplicación de la suspensión para el electrodo, de acuerdo con el Ejemplo de Aplicación 9, a una superficie del colector, y secando la suspensión.

Ejemplo de Aplicación 11

En concordancia con un quinto aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de almacenamiento eléctrico, que incluye el electrodo de acuerdo con el Ejemplo de Aplicación 10.

La composición ligante del electrodo, exhibe una excelente estabilidad al almacenamiento, y puede producir un electrodo, el cual exhibe una excelente adherencia y unas excelentes características de carga-descarga. Un dispositivo de almacenamiento eléctrico, que incluye un electrodo, el cual se produce mediante la utilización de la composición ligante del electrodo, tiene unas excelentes características en cuanto o lo referente al factor de relación carga-descarga (es decir, características eléctricas).

DESCRIPCIÓN RESUMIDA DE VARIAS VISTAS DE LOS DIBUJOS

La figura 1, ilustra el gráfico de DSC (calorimetría de exploración diferencial) de las partículas de polímero obtenidas en los Ejemplo 3 y 14.

Descripción detallada de la realización

A continuación, se describen en detalle, realizaciones ejemplares de la invención. Deberá tomarse debida nota, en cuanto al hecho de que, la presente invención, no se encuentra limitada a las realizaciones ejemplares que se facilitan a continuación. Se pretende que la invención incluya diversas modificaciones que pueden realizarse de forma práctica sin alejarse del alcance de la invención. El término "ácido (met)acrílico", tal y como se utiliza aquí, en este documento, se refiere a "ácido acrílico" y a "ácido metacrílico". El término "(met)acrilato", tal y como se utiliza aquí, en este documento, se refiere a "acrilato" y a "metacrilato".

1. Composición ligante de electrodo

Una composición ligante del electrodo de acuerdo con una realización de la invención se utiliza para producir un electrodo, el cual se utiliza para un dispositivo de almacenamiento eléctrico, e incluye (A), un polímero (en lo sucesivo en este documento puede denominarse "polímero" (A)), (B) un (met)acrilato (en lo sucesivo en este documento puede denominarse "compuesto (B)"), y (C) agua (en lo sucesivo en este documento puede denominarse "medio líquido (C)"), siendo la concentración del compuesto (B) en la composición ligante del electrodo de 10 a 1.000 ppm.

Cada componente de la composición ligante del electrodo, de acuerdo con una realización de la presente invención, se describe en detalle, a continuación.

1.1. Polímero (A)

Es preferible que el polímero (A) incluido en la composición ligante del electrodo, de acuerdo con una realización de la presente invención, pueda dispersarse en el medio líquido (C), en forma de partículas (es decir, látex). Cuando la composición ligante del electrodo es un látex, una suspensión para el electrodo, preparada procediendo a mezclar la composición ligante del electrodo, con un material activo del electrodo, exhibe una buena estabilidad y una excelente aplicabilidad al colector. El polímero (A) que se dispersa en el medio líquido (C) en forma de partículas se denomina en lo sucesivo en este documento "partículas de polímero (A)".

Como partículas de polímero (A), pueden utilizarse partículas de látex que se encuentran comercialmente disponibles en el mercado. Cuando se utiliza una composición ligante del electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, con objeto de producir un electrodo positivo, es entonces preferible el hecho de que, las partículas de polímero (A), sean partículas de polímero que contiene flúor. Cuando se utiliza una composición ligante del electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, con objeto de producir un electrodo negativo, es entonces preferible el hecho de que, las partículas de polímero (A), sean partículas de polímero de dieno.

1.1.1. Partículas de polímero que contiene flúor

Cuando se utiliza una composición ligante del electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, con objeto de producir un electrodo positivo, es entonces preferible el hecho de que, las partículas de polímero (A), sean partículas de polímero que contiene flúor que incluyen (Ma) un monómero basado en etileno que contiene flúor, y (Mb) una unidad repetitiva derivada de un éster de ácido carboxílico insaturado.

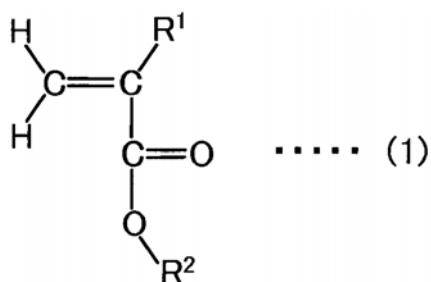
El término "aleación de polímeros", se define, en Iwanami Rikagaku Jiten (5ª Edición, Iwanami, Shoten, Publishers), como "un nombre general de polímeros multi-componente, los cuales se obtienen mediante la mezcla o la unión química de dos o más polímeros". El término "aleación de polímeros", el cual se define en Iwanami Rikagaku Jiten, se refiere a "una mezcla de polímeros, en la cual, se mezclan físicamente diferentes polímeros, un copolímero de bloque o de injerto, en el cual, diferentes componentes de copolímeros, se encuentran unidos de una forma covalente, un complejo de polímeros, en el cual, se encuentran asociados diferentes polímeros, debido a una fuerza intermolecular, una red de polímeros interpenetrantes (IPN – del inglés, interpenetrating polymer network -), en el cual, se encuentran eslabonados diferentes polímeros, y similares". Deberá tomarse debida nota, en cuanto al hecho de que, las partículas de aleación de polímeros que contiene flúor, incluidas en la composición ligante del electrodo, están formadas a base de una red de polímeros interpenetrantes (IPN), en la que los diferentes componentes del polímero no se encuentran unidos de una forma covalente.

Cuando las partículas de polímero que contiene flúor son partículas de aleación de polímero se considera que los segmentos duros formados de una resina cristalina se agregan en el polímero (Aa) que incluye la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero basado en etileno que contiene flúor para formar un punto pseudo-cristalino (como, por ejemplo, C-H...F-C), en la cadena principal. Así, por lo tanto, cuando el polímero (Aa) se utiliza solo, como la resina ligante, la resina ligante en cuestión, exhibe una adherencia y flexibilidad insuficientes, a pesar de una excelente resistencia a la oxidación. Por otro lado, el polímero (Ab) que incluye la unidad repetitiva (Mb) derivada de un éster de ácido carboxílico insaturado exhibe unas excelentes adherencia y flexibilidad, pero exhibe una pobre resistencia a la oxidación. Así, por lo tanto, cuando el polímero (Ab) se utiliza solo, como la resina ligante, cuando se forma un electrodo positivo, acontece entonces una descomposición oxidante, debido a los ciclos repetitivos de carga-descarga, y pueden no obtenerse unas excelentes características de carga-descarga.

Se ha encontrado el hecho de que, puede producirse un electrodo positivo, el cual exhibe una resistencia a la oxidación y una adherencia, al mismo tiempo que, de una forma simultánea exhiba unas excelentes características de carga-descarga, mediante la utilización de partículas de polímero que contiene flúor, que incluyan el polímero (Aa) y el polímero (Ab). Debe tomarse debida nota, en cuanto al hecho de que, puede mejorarse adicionalmente la resistencia a la oxidación, cuando las partículas de polímero que contiene flúor, incluyen el polímero (Aa) y el polímero (Ab).

1.1.1.1. Unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero basado en etileno que contiene flúor

Las partículas de polímero que contiene flúor incluyen la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero basado en etileno que contiene flúor. Los ejemplos del monómero basado en etileno que contiene flúor incluyen compuestos de olefina que contienen flúor, compuestos de (met)acrilato que contienen flúor, y similares. Los ejemplos de los compuestos de olefina que contienen flúor incluyen fluoruro de vinilideno, tetrafluoroetileno, hexafluoropropileno, trifluoruro de cloruro de etileno, éteres de vinilo de perfluoroalquilo y similares. Los ejemplos de los compuestos de (met)acrilato que contienen flúor incluyen un compuesto representado por la siguiente fórmula general (1), (met)acrilato de [4 [1-trifluorometil-2,2-bis [bis (trifluorometil) fluorometil] etinilo] benzoxi] 2-hidroxipropilo, y similares.



en la que R^1 representa un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, y R^2 representa un grupo hidrocarburo que contiene flúor que tiene de 1 a 18 átomo de carbono.

Los ejemplos del grupo hidrocarburo que contiene flúor que tiene 1 a 18 átomos de carbono representados por R^2 en la fórmula general (1) incluyen grupos fluoroalquilo que tienen de 1 a 12 átomos de carbono, grupos fluoroarilquilo que tienen de 6 a 16 átomos de carbono, grupos fluoroaralquilo que tienen de 7 a 18 átomos de carbono, y similares. Es preferible que R^2 represente un grupo fluoroalquilo que tiene 1 a 12 átomos de carbono. Los ejemplos específicos de un grupo hidrocarburo que contiene flúor preferible que tiene de 1 a 18 átomos de carbono representado por R^2 en la fórmula general (1) incluyen un grupo 2,2,2-trifluoroetilo, un grupo 2,2,3,3,3-pentafluoropropilo, un grupo 1,1,1,3,3,3-hexafluoropropan-2-ilo, un grupo beta-(perfluorooctil) etilo, un grupo 2,2,3,3-tetrafluoropropilo, un grupo 2,2,3,4,4,4-hexafluorobutilo, un grupo 1h,1h,5h-octafluoropentil, un grupo 1h,1h,9h-perfluoro-1-nonilo, un grupo 1h,1h,11h-perfluoroundecilo, un grupo perfluorooctilo, y similares.

El monómero basado en etileno que contiene flúor es preferentemente un compuesto de olefina que contiene flúor, y más preferentemente al menos un compuesto seleccionado entre el grupo que consiste en fluoruro de vinilideno, tetrafluoroetileno y hexafluoropropileno. Estos monómeros basados en etileno que contiene flúor pueden usarse en solitario o en combinación.

Un componente fluoropolímero que incluye la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero basado en etileno que contiene flúor generalmente se considera que presenta una excelente resistencia a la oxidación y puede usarse para una composición ligante del electrodo positivo. Sin embargo, tal componente de fluoropolímero presenta una pobre adherencia. Por lo tanto, se han realizado varios intentos por mejorar la adherencia de un fluoropolímero mediante modificación. Por ejemplo, se ha hecho un intento de mejorar la adherencia de un fluoropolímero introduciendo un grupo funcional en la cadena de polímero. Sin embargo, este intento es difícil de conseguir puesto que requiere controlar con precisión las condiciones de síntesis del polímero.

Se descubrió que puede obtenerse una excelente adherencia mientras se mantiene una resistencia a la oxidación suficiente utilizando partículas de polímero que contiene flúor que incluyen la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero basado en etileno que contiene flúor, y la unidad repetitiva (Mb) derivada de un éster de ácido carboxílico insaturado. Puede obtenerse una adherencia excelente mientras se evita más eficazmente un deterioro en la resistencia a la oxidación cuando las partículas de polímero que contiene flúor son partículas de aleación de polímero que incluyen el polímero (Aa) que incluye la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero basado en etileno que contiene flúor y el polímero (Ab) que incluye la unidad repetitiva (Mb) derivada de un éster de ácido carboxílico insaturado.

Cuando las partículas de polímero que contiene flúor son partículas de aleación de polímero, el polímero (Aa) puede incluir únicamente la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero basado en etileno que contiene flúor, o puede incluir también una unidad repetitiva derivada de un monómero insaturado copolimerizable adicional además de la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero basado en etileno que contiene flúor. Los ejemplos de monómero insaturado adicional incluyen ésteres de alquilo de ácidos carboxílicos insaturados, ésteres de cicloalquilo de ácidos carboxílicos insaturados, monómeros hidrófilos, olefinas halogenadas, monómeros reticulables, alfa-olefinas, compuestos que contienen el grupo hidroxilo (excluyendo compuestos que contienen el grupo hidroxilo incluidos dentro de los monómeros hidrófilos y los monómeros reticulables) y similares. El monómero insaturado adicional puede ser uno o más compuestos seleccionados de entre estos compuestos.

Los ejemplos de los ésteres de alquilo de ácidos carboxílicos insaturados incluyen (met)acrilatos de metilo, (met)acrilato de etilo, (met)acrilato de n-propilo, (met)acrilato de i-propilo, (met)acrilato de n-butilo, (met)acrilato de i-butilo, (met)acrilato de n-amilo, (met)acrilato de i-amilo, (met)acrilato de hexilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, (met)acrilato de N-octilo, (met)acrilato de nonilo, (met)acrilato de decilo y similares. Los ejemplos de los ésteres de cicloalquilo de ácidos carboxílicos insaturados incluyen (met)acrilato de ciclohexilo y similares. Estos compuestos pueden usarse en solitario o en combinación.

Los ejemplos de los monómeros hidrófilos incluyen ácidos carboxílicos insaturados, ésteres de hidroxialquilo de ácidos carboxílicos insaturados, ésteres de alcohol polihídrico de ácidos carboxílicos insaturados, compuestos de nitrilo alfa,beta-insaturados, compuestos que contienen el grupo hidroxilo y similares. Los ejemplos de los ácidos

carboxílicos insaturados incluyen ácido (met)acrílico, ácido crotonico, ácido maleico, ácido fumárico, ácido itacónico y similares. Los ejemplos de los ésteres de hidroxialquilo de ácidos carboxílicos insaturados incluyen (met)acrilato de hidroximetilo, (met)acrilatos de hidroxietilo, (met)acrilato de hidroxibutilo y similares. Los ejemplos de ésteres de alcohol polihídrico de ácidos carboxílicos insaturados incluyen (met)acrilato de etilenglicol, di (met)acrilato de etilenglicol, di (met)acrilato de propilenglicol, tri (met)acrilato de trimetilolpropano, tetra (met)acrilato de pentaeritritol, hexa (met)acrilato de dipentaeritritol y similares. Los ejemplos de los compuestos de nitrilo alfa, beta-insaturado incluyen acrilonitrilo, metacrilonitrilo, alfa-cloroacrilonitrilo, alfa-etilacrilonitrilo, cianuro de vinilideno y similares. Los ejemplos de los compuestos que contienen el grupo hidroxilo incluyen p-hidroxiestireno y similares. Estos compuestos pueden usarse en solitario o en combinación.

La estabilidad de dispersión de la suspensión para el electrodo usada para producir una capa de material activo del electrodo mejora cuando el polímero (Aa) incluye una unidad estructural derivada de un ácido carboxílico insaturado. Esto hace posible producir una capa de material activo del electrodo uniforme (homogénea) en la que el material activo del electrodo y las partículas de polímero que contiene flúor están distribuidas uniformemente. Como resultado, la capa de material activo del electrodo presenta una resistencia uniforme y propiedades eléctricas uniformes. Por lo tanto, es posible evitar eficazmente una situación en la que la capa de material activa de electrodo se retira localmente del colector de corriente, o el electrodo se deteriora debido a la concentración de potencial local provocada por la distribución no uniforme del material activo del electrodo o el ligante.

El contenido de unidades repetitivas (Ma) derivadas de un monómero basado en etileno que contiene flúor en el polímero (Aa) es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 80 % en masa, o más, siendo éste, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 90 % en masa, o más, en base a la masa total del polímero (Aa).

El contenido de una unidad repetitiva derivada del fluoruro de vinilideno, en el polímero (Aa) es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 50 %, en masa, hasta un 99 %, en masa, siendo éste, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 80 %, en masa, hasta un 98 %, en masa. El contenido de una unidad repetitiva derivada del tetrafluoroetileno, en el polímero (Aa) es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 1 %, en masa, hasta un 50 %, en masa, siendo éste, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 2 %, en masa, hasta un 20 %, en masa. El contenido de una unidad repetitiva derivada del hexafluoropropileno, en el polímero (Aa) es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 1 %, en masa, hasta un 50 %, en masa, siendo éste, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 2 %, en masa, hasta un 20 %, en masa.

El polímero (Aa), puede fácilmente producirse, procediendo a someter el monómero basado en etileno que contiene flúor y un monómero insaturado, adicional, opcional a una polimerización en emulsión, de acuerdo con un procedimiento conocido.

1.1.1.2. Unidad repetitiva (Mb) derivada de un éster de ácido carboxílico insaturado

Las partículas de polímero que contiene flúor incluyen la unidad repetitiva (Mb) derivada de un éster de ácido carboxílico insaturado. Un polímero incluye una unidad repetitiva derivada de un éster de ácido carboxílico insaturado que no se ha utilizado para producir un electrodo positivo, debido al hecho de que, se ha considerado que, un polímero de este tipo, exhibe una pobre resistencia a la oxidación, a pesar de una excelente adherencia. Se descubrió que se puede obtener una resistencia a la oxidación suficiente, al mismo tiempo que mantiene una excelente adherencia, mediante la utilización de partículas de polímero que contiene flúor, las cuales incluyen la unidad repetitiva (Aa) derivada de un monómero basado en etileno que contiene flúor, y la unidad repetitiva (Mb) derivada de un éster de ácido carboxílico insaturado.

El éster de ácido carboxílico insaturado es, de forma preferible, un compuesto de (met)acrilato. Los ejemplos específicos del compuesto de (met)acrilato incluyen a los (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de etilo, (met)acrilato de n-propilo, (met)acrilato de i-propilo, (met)acrilato de n-butilo, (met)acrilato de i-butilo, (met)acrilato de n-amilo, (met)acrilato de i-amilo, (met)acrilato de hexilo, (met)acrilato de ciclohexilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, (met)acrilato de n-octilo, (met)acrilato de nonilo, (met)acrilato de decilo, (met)acrilato de hidroximetilo, (met)acrilato de hidroxietilo, (met)acrilato de hidroxibutilo, (met)acrilato de etilenglicol, di(met)acrilato de etilenglicol, di(met)acrilato de propilenglicol, tri(met)acrilato de trimetilolpropano, tetra(met)acrilato de pentaeritritol, hexa(met)acrilato de dipentaeritritol, (met)acrilato de alilo, di(met)acrilato de etileno, y similares. El compuesto de (met)acrilato, puede ser uno o más compuestos, seleccionados entre estos compuestos. Es preferible el hecho de utilizar uno o más de los compuestos de (met)acrilato seleccionados entre (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de etilo, y (met)acrilato de 2-etilhexilo. Es particularmente preferible, el hecho de utilizar (met)acrilato de metilo.

Cuando las partículas de polímero que contiene flúor son partículas de aleación de polímero, el polímero (Ab), puede incluir únicamente la unidad repetitiva (Mb) derivada de un éster de ácido carboxílico insaturado, o éste puede incluir

una unidad estructural, derivada de un monómero insaturado copolimerizable, adicional, adicionalmente a la unidad repetitiva (Mb) derivada de un éster de ácido carboxílico insaturado.

El contenido de la unidad repetitiva (Mb) derivada de un éster de ácido carboxílico, insaturado, en el polímero (Ab) es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 65 %, en masa, o más, siendo éste, de una forma más preferible, el correspondiente a un porcentaje del 75 %, en masa, o más, en base a la masa total del polímero (Ab).

Los ejemplos de monómeros insaturados adicionales, incluyen compuestos de nitrilo alfa, beta-insaturado, ácidos carboxílicos insaturados, compuestos de dieno conjugados, compuestos de vinilo aromáticos, y similares.

1.1.1.3. Preparación de partículas de polímero que contiene flúor

Las partículas de polímero que contiene flúor, pueden sintetizarse mediante un procedimiento arbitrario, siempre y cuando se respete el hecho de que, las partículas de polímero que contiene flúor resultantes, tengan la configuración y propiedades anteriormente mencionadas, arriba. Así, por ejemplo, las partículas de polímero que contiene flúor, pueden sintetizarse fácilmente, mediante un procedimiento conocido de polimerización en emulsión, o mediante una combinación de procedimientos conocidos de polimerización en emulsión.

Así, por ejemplo, el polímero (Aa) que incluye la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero basado en etileno que contiene flúor se sintetiza mediante un procedimiento conocido. Los monómeros utilizados para producir el polímero (Ab), se añaden al polímero (Aa) y, se absorben de una forma suficiente, en la estructura de la cadena (red) del polímero (Aa). Los monómeros, se polimerizan, entonces, en la estructura de la cadena del polímero (Aa), para sintetizar el polímero (Ab). Así, de este modo, pueden producirse fácilmente las partículas de polímero que contiene flúor. Cuando se procede a producir las partículas de polímero que contiene flúor, mediante el procedimiento descrito anteriormente, arriba, los monómeros que se utilizan para producir el polímero (Ab), pueden absorberse de una forma suficiente, en el polímero (Aa). En el caso en el que, la temperatura de absorción, sea demasiado baja, o que el tiempo de absorción, sea demasiado corto, pueden entonces producirse partículas del tipo núcleo – envoltura, o partículas, en las cuales, una parte de la capa superficial, tenga una estructura del tipo IPN (es decir, pueden no obtenerse las partículas de polímero que contiene flúor, utilizadas en la invención). En el caso en el que, la temperatura de absorción, sea demasiado alta, entonces, la presión, en el sistema de polimerización, puede incrementarse en una amplia extensión, dando como resultado dificultades en la manipulación del sistema de reacción y en el control de la reacción. Incluso en el caso en el que se incremente el tiempo de absorción, en una amplia extensión, no pueden obtenerse unos resultados ventajosos adicionales.

La temperatura de absorción es, de una forma preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo de 30 °C a 100 °C, siendo ésta, de una forma más preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo de 40 °C a 80 °C. El tiempo de absorción es, de una forma preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo de 1 hora a 12 horas, siendo éste, de una forma más preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo de 2 horas a 8 horas. Cuando la temperatura de absorción es baja, entonces, es preferible aumentar el tiempo de absorción. Cuando la temperatura de absorción es alta, entonces, el tiempo de absorción, es suficiente. Es preferible el hecho de emplear unas condiciones, en donde, un valor que se obtiene procediendo a multiplicar la temperatura de absorción (°C) por el tiempo de absorción (h), sea el correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo de 120 °C-hora a 300 °C-hora, siendo éste, de una forma preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo de 150 °C-hora a 250 °C-hora.

Es preferible el hecho de que, los monómeros que producen el polímero (Ab), se absorban en la estructura de la cadena del polímero (Aa), en un disolvente conocido (como por ejemplo, agua), el cual se utilice en la polimerización en emulsión.

Las partículas de polímero que contiene flúor incluyen, de una forma preferible, al polímero (Aa), en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 1 parte, en masa, hasta 60 partes, en masa, siendo dicha cantidad, de una forma más preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 5 partes, en masa, hasta 55 partes, en masa, de una forma todavía más preferible, de un valor comprendido dentro de un intervalo desde 10 partes, en masa, hasta 50 partes, en masa, y de una forma particularmente preferible, de un valor comprendido dentro de un intervalo desde 20 partes, en masa, hasta 40 partes, en masa, en base a 100 partes, en masa, de las partículas de polímero que contiene flúor. Cuando las partículas de polímero que contiene flúor incluyen al polímero (Aa), en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, mejora el equilibrio entre la resistencia a la oxidación y la adherencia.

Las partículas de polímero que contiene flúor, pueden producirse (por ejemplo, mediante la polimerización del polímero (Aa) y / o la polimerización del polímero (Ab), realizada en un estado, en el cual, los monómeros, se absorben en el polímero (Aa)), en presencia de un conocido emulsionante (tensioactivo), iniciador, modificante del peso molecular, y similares (descritos posteriormente).

1.1.2. Partículas de polímero de dieno

Cuando se utiliza la composición ligante del electrodo, de acuerdo con una realización de la invención, para producir un electrodo negativo, es entonces preferible el hecho de que, las partículas de polímero (A), sean partículas de polímero de dieno. Es más preferible si las partículas de polímero de dieno incluyen (Mc) una unidad repetitiva derivada de un compuesto de dieno conjugado, (Md) una unidad repetitiva derivada de un compuesto de vinilo, aromático (Me) una unidad repetitiva derivada de un compuesto de (met)acrilato, y (Mf) una unidad repetitiva derivada un ácido carboxílico insaturado.

1.1.2.1. Unidad repetitiva (Mc) derivada de un compuesto de dieno conjugado

Cuando las partículas del polímero de dieno incluyen la unidad repetitiva (Mc), derivada de un compuesto de dieno conjugado, puede entonces prepararse, de una forma fácil, una composición ligante del electrodo negativo, la cual exhiba unas excelentes viscoelasticidad y resistencia. De una forma específica, un polímero que incluya unidades repetitivas derivadas de un compuesto de dieno conjugado, exhibe una alta capacidad ligante. Puesto que, al polímero, se le proporciona una elasticidad de goma (caucho), debido al compuesto de dieno conjugado, el polímero, puede experimentar un cambio, en cuanto a lo referente al volumen de un electrodo. Se considera el hecho de que, el polímero, se dota, así, de esta forma, con una capacidad ligante y una durabilidad mejoradas, las cuales mantienen las características de carga-descarga, durante un prolongado transcurso de tiempo.

Los ejemplos de compuesto de dieno conjugado, incluyen 1,3-butadieno, 2-metil-1,3-butadieno, 2,3-dimetil-1,3-butadieno y 2-cloro-1,3-butadieno, y similares. El compuesto de dieno conjugado, puede ser uno o más compuestos seleccionados entre estos compuestos. Es particularmente preferible, el utilizar el 1,3-butadieno, como compuesto de dieno conjugado.

La unidad repetitiva (Mc) derivada de un compuesto de dieno conjugado se utiliza, de una forma preferible, en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 30 partes, en masa, hasta 60 partes, en masa, de una forma más preferible, en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 40 partes, en masa, hasta 55 partes, en masa, en base a 100 partes, en masa, del total de unidades repetitivas. Cuando la unidad repetitiva (Mc) se utiliza en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, se mejora adicionalmente la capacidad ligante.

1.1.2.2. Unidad repetitiva (Md) derivada de un compuesto de vinilo, aromático

Cuando las partículas de polímero de dieno incluyen la unidad repetitiva (Md), derivada de un compuesto de vinilo, aromático, las partículas de polímero de dieno exhiben una excelente afinidad al agente que imparte conductividad, incluido en la suspensión para el electrodo negativo.

Los ejemplos específicos de compuestos de vinilo, aromáticos, incluyen estireno, alfa-metilestireno, p-metilestireno, viniltolueno, cloroestireno, divinilbenceno, y similares. El compuesto de vinilo, aromático, puede ser uno o más compuestos seleccionados entre estos compuestos. Es particularmente preferible, el hecho de utilizar estireno, como compuesto de vinilo, aromático.

La unidad repetitiva (Md) derivada de un compuesto de vinilo, aromático se utiliza, de una forma preferible, en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 10 partes, en masa, hasta 40 partes, en masa, de una forma más preferible, en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 15 partes, en masa, hasta 30 partes, en masa, en base a 100 partes, en masa, del total de unidades repetitivas. Cuando la unidad repetitiva (Md) se utiliza en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, las partículas de polímero exhiben una moderada adherencia al grafito, el cual pueda utilizarse como un material activo del electrodo. Adicionalmente, además, la capa del electrodo resultante, exhibe una excelente flexibilidad y una buena adherencia al colector.

1.1.2.3. Unidad repetitiva (Me) derivada de un compuesto de (met)acrilato

Cuando las partículas del polímero de dieno incluyen la unidad repetitiva (Me) derivada de un compuesto de (met)acrilato, las partículas del polímero de dieno exhiben una buena afinidad a un electrolito. Esto hace posible el suprimir un incremento en la resistencia interna, la cual podría acontecer, cuando el ligante sirve como un componente de resistencia eléctrica en la batería. Es también posible el evitar un decrecimiento en la adherencia, debido a la absorción excesiva del electrolito.

Los ejemplos específicos del compuesto de (met)acrilato, incluyen (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de etilo, (met)acrilato de n-propilo, (met)acrilato de i-propilo, (met)acrilato de n-butilo, (met)acrilato de i-butilo, (met)acrilato de n-amilo, (met)acrilato de i-amilo, (met)acrilato de hexilo, (met)acrilato de ciclohexilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, (met)acrilato de n-octilo, (met)acrilato de nonilo, (met)acrilato de decilo, (met)acrilato de hidroximetilo, (met)acrilato de hidroxietilo, (met)acrilato de hidroxibutilo, (met)acrilato de etilenglicol, di(met)acrilato de etilenglicol, di(met)acrilato de propilenglicol, tri(met)acrilato de trimetilolpropano, tetra(met)acrilato de pentaeritritol, hexa(met)acrilato de dipentaeritritol, (met)acrilato de alilo, di(met)acrilato de etileno, y similares. El compuesto de (met)acrilato, puede ser uno o más compuestos, seleccionados entre estos compuestos. Es preferible el hecho de utilizar uno o más

compuestos de (met)acrilato, seleccionados entre (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de etilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, (met)acrilato de hidroximetilo, y (met)acrilato de hidroxietilo. Es particularmente preferible, el hecho de utilizar uno o más compuestos seleccionados entre (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de hidroximetilo y (met)acrilato de hidroxietilo.

La unidad repetitiva (Me) derivada de un compuesto de (met)acrilato se utiliza, de una forma preferible, en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 5 partes, en masa, hasta 40 partes, en masa, de una forma más preferible, en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 10 partes, en masa, hasta 30 partes, en masa, en base a 100 partes, en masa, del total de unidades repetitivas. Las partículas del polímero de dieno que incluye la unidad repetitiva (Me), en una cantidad correspondiente a valor comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, tienen una moderada afinidad a un electrolito. Esto hace posible el suprimir un incremento en la resistencia interna, la cual podría acontecer, cuando el ligante sirve como un componente de resistencia eléctrica en el dispositivo de almacenamiento eléctrico. Es también posible el evitar un decrecimiento en la adherencia, debido a la absorción excesiva del electrolito.

1.1.2.4. Unidad repetitiva (Mf) derivada de un ácido carboxílico, insaturado

Cuando las partículas del polímero de dieno incluyen la unidad repetitiva (Mf), derivada de un ácido carboxílico insaturado, es entonces posible el mejorar la estabilidad de una suspensión el electrodo, mediante la utilización de una composición ligante de acuerdo con una realización de la invención.

Los ejemplos específicos del ácido carboxílico insaturado, incluyen a los ácidos mono- o dicarboxílicos, tales como los consistentes en el ácido acrílico, el ácido metacrílico, el ácido crotonico el ácido maleico, el ácido fumárico, y el ácido itacónico. El ácido carboxílico insaturado, puede ser uno o más compuestos seleccionados entre estos compuestos. Es preferible el hecho de utilizar uno o más ácidos carboxílicos insaturados, seleccionados entre el ácido acrílico, el ácido metacrílico y el ácido itacónico.

La unidad repetitiva (Mf) derivada del un ácido carboxílico insaturado se utiliza, de una forma preferible, en una cantidad correspondiente a un valor de 15 partes, en masa, o inferior y, de una forma más preferible, en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 0,3 partes, en masa, hasta 10 partes, en masa, en base a 100 partes, en masa, del total de unidades repetitivas. Cuando la unidad repetitiva (Mf) se utiliza en una cantidad comprendida dentro del intervalo anteriormente mencionado, entonces, las partículas de polímero de dieno, exhiben una excelente estabilidad de dispersión (es decir, difícilmente se forman agregados o grumos), cuando se preparara una suspensión para el electrodo. Es también posible el suprimir un incremento de la viscosidad de la suspensión, con el transcurso de tiempo.

1.1.2.5. Unidad repetitiva adicional

Las partículas de polímero de dieno puede incluir una unidad repetitiva adicional, distinta de las unidades repetitivas citadas anteriormente, arriba. Los ejemplos de la unidad repetitiva adicional, incluyen una unidad repetitiva derivada de un compuesto de nitrilo alfa,beta-insaturado.

Cuando las partículas de polímero de dieno incluyen una unidad repetitiva derivada de un compuesto de nitrilo alfa,beta-insaturado, es entonces posible el mejorar, de una forma adicional, la capacidad de hinchamiento de las partículas de polímero de dieno en un electrolito. De una forma más específica, un disolvente, penetra fácilmente, en la estructura de red formada en las cadenas de polímero, debido a la presencia del grupo nitrilo, y se incrementan el espacio inter-redes. Así, por lo tanto, un ión de litio solvatado, pasa fácilmente a través de la estructura de la red. Se considera el hecho de que, así, de este modo, se mejora la capacidad de difusión de los iones de litio, y decrece la resistencia del electrodo, de tal forma que se obtiene unas excelentes características de carga-descarga.

Los ejemplos específicos del compuesto de nitrilo alfa,beta-insaturado, incluyen acrilonitrilo, metacrilonitrilo, alfa-cloroacrilonitrilo, alfa-etilacrilonitrilo, cianuro de vinilideno, y similares. El compuesto de nitrilo alfa,beta-insaturado, puede consistir en uno o más compuestos, seleccionados entre estos compuestos. Es preferible el hecho de utilizar uno o más compuestos seleccionados entre el acrilonitrilo y el metacrilonitrilo. Es más preferible, el hecho de utilizar el acrilonitrilo.

La unidad repetitiva derivada de un compuesto de nitrilo alfa,beta-insaturado se utiliza, de forma preferible, en una cantidad correspondiente a un valor de 35 partes, en masa, o inferior y, de una forma más preferible, en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 10 partes, en masa, hasta 25 partes, en masa, en base a 100 partes, en masa, del total de unidades repetitivas. Las partículas de polímero de dieno que incluyen la unidad repetitiva derivada de un compuesto de nitrilo alfa,beta-insaturado, en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, exhiben una excelente afinidad a un electrolito, y tienen una moderada tasa de hinchamiento. Este hecho, contribuye a una mejora en las características de batería.

Las partículas de polímero de dieno pueden incluir, de una forma adicional, unidades repetitivas derivadas de compuestos con contenido en flúor, que contienen un enlace o eslabón etilénicamente insaturado, tal como el fluoruro

de vinilideno, el tetrafluoroetileno, y el hexafluoroetileno; la alquilamidas de un ácido carboxílico etilénicamente insaturado, tales como la (met)acrilamida y la N-metilacrilamida; los carboxilatos de vinilo, tales como el acetato de vinilo y el propionato de vinilo; los anhídridos dicarboxílicos etilénicamente insaturados; los ésteres de monoalquilo; las monoamidas; y las aminoalquilamidas de un ácido carboxílico etilénicamente insaturado, tal como la aminoetilacrilamida, la dimetilaminometilmetacrilamida, y la metilaminopropilmetacrilamida, y similares.

1.1.2.6. Producción de partículas de polímero de dieno

Las partículas de polímero de dieno, pueden sintetizarse mediante un procedimiento arbitrario. Las partículas de polímero de dieno, pueden sintetizarse fácilmente, por ejemplo, mediante el siguiente procedimiento de emulsión en dos etapas.

1.1.2.6.1. Etapa de polimerización correspondiente a la primera fase

Un componente monómero (I) el cual se utiliza para la etapa de polimerización en emulsión correspondiente a la primera fase, incluye un monómero de ácido no carboxílico (como, por ejemplo, un compuesto de nitrilo alfa,beta-insaturado, un compuesto de dieno conjugado, un compuesto aromático de vinilo, y un compuesto de (met)acrilato), y un monómero de ácido carboxílico (como, por ejemplo, ácido carboxílico insaturado), por ejemplo. El componente monómero (I), incluye, de una forma preferible, el monómero de ácido no carboxílico, en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 80 partes, en masa, hasta 92 partes, en masa y, de una forma más preferible, en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 82 partes, en masa, hasta 92 partes, en masa, en base a 100 partes, en masa, del monómero de ácido no carboxílico, y el monómero de ácido carboxílico. Si el componente monómero (I) incluye el monómero de ácido no carboxílico, en una cantidad comprendida dentro del intervalo anteriormente mencionado, entonces, las partículas de polímero, exhiben una excelente estabilidad de dispersión (es decir, difícilmente se forman agregados o grumos), cuando se preparara una suspensión para el electrodo. Es también posible el suprimir un incremento de la viscosidad de la suspensión, con el transcurso de tiempo.

El contenido de compuesto de (met)acrilato, en el monómero de ácido no carboxílico incluido en el compuesto monómero (I) es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 10 %, en masa, hasta un 30 %, en masa. Si el contenido del compuesto de (met)acrilato, es el correspondiente a un porcentaje que se encuentra comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, entonces, las partículas de polímero, exhiben una excelente estabilidad de dispersión (es decir, difícilmente se forman agregados o grumos), cuando se preparara una suspensión para el electrodo. Adicionalmente, además, puesto que las partículas de polímero resultantes, exhiben una moderada afinidad a un electrolito, es por lo tanto posible el evitar una disminución de la adherencia, debido a una excesiva absorción de un electrolito.

El contenido del compuesto de dieno conjugado, en el monómero de ácido no carboxílico, incluido en el componente monómero (I) es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 10 %, en masa, hasta un 50 %, en masa. El contenido de compuesto de vinilo, aromático, en el monómero de ácido no carboxílico es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 30 %, en masa, hasta un 70 %. El contenido de ácido itacónico, en el monómero de ácido itacónico es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 50 %, en masa, hasta un 85 %, en masa.

1.1.2.6.2. Etapa de polimerización correspondiente a la segunda fase

Un componente monómero (II) el cual se utiliza para la etapa de polimerización en emulsión correspondiente a la segunda fase, incluye un monómero de ácido no carboxílico (como, por ejemplo, un compuesto de nitrilo alfa,beta-insaturado, un compuesto de dieno conjugado, un compuesto aromático de vinilo, y un compuesto de (met)acrilato), y un monómero de ácido carboxílico (como, por ejemplo, ácido carboxílico insaturado), por ejemplo. El contenido de monómero de ácido no carboxílico, en el componente monómero (II) es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 94 %, en masa, hasta un 98 %, en masa, en base a la cantidad total (= 100 % en masa), del monómero de ácido no carboxílico, y el monómero de ácido carboxílico. Si el contenido del monómero de ácido no carboxílico es el correspondiente a un porcentaje que se encuentra comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, entonces, las partículas de polímero, exhiben una excelente estabilidad de dispersión (es decir, difícilmente se forman agregados o grumos), cuando se preparara una suspensión para el electrodo. Es también posible el suprimir un incremento de la viscosidad de la suspensión, con el transcurso de tiempo.

El contenido de compuesto de (met)acrilato, en el monómero de ácido no carboxílico incluido en el compuesto monómero (II) es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 15 %, en masa, o inferior. Si el contenido del compuesto de (met)acrilato, es el correspondiente a un porcentaje que se encuentra comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, entonces, las partículas de polímero resultantes, exhiben una moderada afinidad a un electrodo, de tal forma que, es posible, el evitar una disminución de la adherencia, debido a una excesiva absorción de un electrolito.

El factor de relación "(I)/(II)" del componente monómero (I), con respecto al componente monómero (II) es, de una forma preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 0,05 hasta 0,5 y, de una forma más preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 0,1 hasta 0,4. Cuando el factor de relación "(I)/(II)", es el correspondiente a un valor comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, entonces, las partículas de polímero, exhiben una excelente estabilidad de dispersión (es decir, difícilmente se forman agregados o grumos), cuando se preparara una suspensión para el electrodo. Es también posible el suprimir un incremento de la viscosidad de la suspensión, con el transcurso de tiempo.

1.1.2.6.3. Polimerización en emulsión

El componente monómero, se somete a una polimerización en emulsión, en un medio acuoso, en presencia de un emulsionante, un iniciador, y un modificante del peso molecular. Cada material utilizado para la emulsión, se describe a continuación.

Los ejemplos específicos del emulsionante, incluyen a tensioactivos aniónicos, tales como sales de sulfatos de alcoholes superiores, bencenosulfonatos de alquilo, disulfonatos de éteres de alquil-difenilo, sulfonatos alifáticos, carboxilatos alifáticos, dehidroabietatos, un condensado de ácido naftaleno-sulfónico – formalina, y sales de sulfatos de un tensioactivo no iónico; los tensioactivos no iónicos, tales como los alquil-ésteres de polietilenglicol, los alquil-fenil-ésteres de polietilenglicol, y los alquil-ésteres de polietilenglicol; los tensioactivos con contenido en flúor, tales como los perfluorobutilsulfonatos, los fosfatos que contienen grupos perfluoroalquilo, los carboxilatos que contienen grupos perfluoroalquilo, y aductos de oxiperfluoroalquilo – óxido de etileno; y similares. El emulsionante, puede ser uno o más compuestos seleccionados entre estos compuestos.

Los ejemplos específicos del iniciador, incluyen a los iniciadores solubles en agua, tales como el persulfato de litio, el sulfato potásico, el persulfato sódico, y el persulfato amónico; y a los iniciadores solubles en agua, tales como el hidroxiperóxido de cumeno, el peróxido de benzoilo, el hidroperóxido de terc-butilo, el peróxido de acetilo, el hidroperóxido de diisopropilbenceno, el hidroperóxido de 1,1,3,3-tetrametilbutilo, el azobiosobutilnitrilo, y el 1,1'-azobis(ciclohexanocarbonitrilo); y similares. Estos compuestos, pueden utilizarse de una forma apropiada, como el iniciador. Es particularmente preferible, el hecho de utilizar el persulfato de potasio, el persulfato de sodio, el hidroxiperóxido de cumeno, o el hidroperóxido de terc-butilo. El iniciador, se utiliza en una cantidad apropiada, teniendo en cuenta la composición del polímero, el valor pH del sistema de polimerización, el tipo de aditivo adicional, y similares.

Los ejemplos específicos de modificante del peso molecular, incluyen a los alquilmercaptanos, tales como el n-hexilmercaptano, el t-octilmercaptano, el n-dodecilmercaptano, el t-dodecilmercaptano, y el n-estearilmercaptano; a los compuestos de xantógeno, tales como el disulfuro de dimetilxantógeno y el disulfuro de diisopropilxantógeno; a los compuestos de tiuram, tales como el terpinoleno, el disulfuro de tetrametiltiuram, el disulfuro de tetraetiltiuram, el monosulfuro de tetrametiltiuram; los compuestos de fenoles, tales 2,6-di-terc-butil-4-metilfenol y el fenol estirenado; a los compuestos de alilo, tal como los alcoholes arílicos; a los compuestos de hidrocarburos halogenados, tales como el diclorometano, el dibromometano, y el tetrabromuro de carbono; los compuestos de éteres vinílicos, tales como el alfa-benciloxiestireno, el alfa-benciloxiacrilonitrilo, y la alfa-benciloxiacrilamida; al trifeniletano; al pentafeniletano; a la acroleína; a la metacroleína, al ácido tioglicólico; al ácido tiomálico, al tioglicolato de 2-etilhexilo; a los dímeros de alfa-metilestireno; y similares. El modificante del peso molecular, puede ser uno o más compuestos seleccionados de entre estos compuestos.

1.1.2.6.4. Condiciones de polimerización en emulsión

La etapa de polimerización en emulsión correspondiente a la primera fase, se realiza, de una forma preferible, a una temperatura comprendida dentro de un intervalo de 40 °C a 80 °C, durante un transcurso de tiempo que va desde las 2 horas hasta las 4 horas. La tasa (grado) de conversión de la polimerización, en la etapa de polimerización en emulsión, correspondiente a la primera fase es, de una forma preferible, la correspondiente a un porcentaje del 50 % o mayor, y siendo ésta, de una forma más preferible, la correspondiente a un porcentaje del 60 %, o mayor. La etapa de polimerización en emulsión correspondiente a la segunda etapa, se realiza, de una forma preferible, a una temperatura comprendida dentro de un intervalo de 40 °C a 80 °C, durante un transcurso de tiempo que va desde las 2 horas hasta las 6 horas.

Después de haberse completado la polimerización en emulsión, la dispersión resultante, se neutraliza, de una forma preferible, procediendo a añadir un neutralizador, de tal forma que se ajuste el pH de la dispersión, a un valor comprendido dentro de un intervalo desde aproximadamente 5 hasta aproximadamente 10. El neutralizador, no se encuentra particularmente limitado. Los ejemplos del neutralizador, incluyen a los hidróxidos de metales (tales como, por ejemplo, el hidróxido sódico y el hidróxido potásico) y al amoníaco. La dispersión, exhibe una excelente estabilidad al mezclado, como resultado de ajustar el pH de la dispersión, a un valor comprendido dentro de un intervalo de 5 a 10. El pH de la dispersión, se ajusta, de una forma preferible, a un valor comprendido dentro de un intervalo de 6 a 9 y, de una forma más preferible, de 7 a 8,5. La polimerización en emulsión, se realiza con una excelente estabilidad a la dispersión, cuando el contenido total de sólidos, en la mezcla de reacción, se ajusta a un porcentaje del 50 %, en

masa, o inferior. El contenido total de sólidos, se ajusta, de una forma preferible, a un porcentaje del 45 %, en masa, o inferior y, de una forma más preferible, a un porcentaje del 40 %, en masa, o inferior. La dispersión neutralizada, puede concentrarse, de tal forma que se incremente el contenido en sólidos de la dispersión, y mejorar adicionalmente la estabilidad de las partículas.

5

1.1.3. Propiedades de las partículas de polímero (A)

1.1.3.1. Contenido insoluble en tetrahidrofurano (THF)

El contenido insoluble en THF, en las partículas de polímero (A) es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 80 %, o más, y de una forma más preferible, el correspondiente a un porcentaje del 90 %, o más. Se considera el hecho de que, el contenido insoluble en THF, en las partículas de polímero (A), es casi proporcional al contenido de los componentes que son insolubles en un electrolito que se utiliza para un dispositivo de almacenamiento eléctrico. En el caso en el que, el contenido insoluble en THF, en las partículas de polímero (A), sea el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, se considera entonces el hecho de que, la elución de las partículas de polímero (A), en el interior de un electrolito, pueden suprimirse, incluso cuando un dispositivo de almacenamiento eléctrico, el cual se produce mediante la utilización de las partículas de polímero (A), se somete a ciclos repetitivos de carga-descarga, durante un prolongado transcurso de tiempo.

1.1.3.2. Temperatura de transición

Cuando las partículas de polímero (A) son partículas de polímero que contiene flúor, es preferible que las partículas de polímero (A) tengan sólo un pico endotérmico dentro de un intervalo de temperatura de -50 a +250 °C cuando se someten a calorimetría de exploración diferencial (DSC – del inglés, diferencial scanning calorimetry), de acuerdo con la norma JIS K 7121. Es más preferible que las partículas de polímero (A) tengan el único pico endotérmico dentro de un intervalo de temperatura de -30 a +30 °C. Cuando las partículas de polímero que contienen flúor tienen el único pico endotérmico dentro de un intervalo de temperatura de -30 a +30 °C las partículas de polímero que contiene flúor proporcionan excelente flexibilidad y adherencia a una capa de material activo del electrodo y mejoran adicionalmente la adherencia de la capa de material activo del electrodo.

El polímero (Aa) normalmente tiene un pico endotérmico (temperatura de fusión) a -50 a +250 °C. El polímero (Ab) normalmente tiene un pico endotérmico (temperatura de transición vítrea) que difiere de el del polímero (Aa). Por lo tanto, cuando el polímero (Aa) y el polímero (Ab) están presentes en las partículas en un estado de separación de fases (por ejemplo, como una estructura de núcleo-envoltura), se detectan dos picos endotérmicos dentro de un intervalo de -50 a +250 °C. Cuando las partículas solo tienen un pico endotérmico dentro de un intervalo de temperatura de -50 a +250 °C (es decir, cuando el polímero Aa y el polímero Ab no están presentes en las partículas en un estado de separación de fases) se considera que las partículas son partículas de aleación de polímeros.

Cuando las partículas de polímero (A) son partículas de polímero de dieno, es preferible que las partículas de polímero (A) tengan sólo un pico endotérmico dentro de un intervalo de temperatura de -50 a +5 °C cuando se someten a calorimetría de exploración diferencial (DSC – del inglés, diferencial scanning calorimetry), de acuerdo con la norma JIS K 7121. Las partículas de polímero (A) más preferentemente tienen el único pico endotérmico dentro de un intervalo de temperatura de -30 a 0 °C, y aún más preferentemente de -25 a -5 °C. Cuando las partículas de polímero de dieno tienen el único pico endotérmico dentro del intervalo de temperatura anterior, las partículas de polímero de dieno pueden proporcionar una flexibilidad y adherencia más excelente a la capa de material activo del electrodo (es decir, la adherencia de la capa de material activo del electrodo puede mejorarse).

1.1.3.3. Tamaño medio de partícula, numérico

Es preferible el hecho de que las partículas de polímero (A) tengan un tamaño medio de partícula, numérico, correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 50 nm hasta 400 nm y, de una forma más preferible, comprendido dentro de un intervalo desde 100 nm hasta 250 nm. Cuando las partículas de polímero (A), tienen un tamaño de medio de partícula, numérico, correspondiente a un valor comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, entonces, las partículas de polímero (A), se adsorben suficientemente, sobre la superficie de un material activo del electrodo y, éstas, se mueven, conjuntamente con el movimiento del material activo del electrodo. Esto hace posible en hecho de suprimir la migración de las partículas de polímero (A), o de las partículas de material activo del electrodo. Así, de este modo, puede suprimirse un deterioro de las características eléctricas.

Tómese nota de que, el tamaño medio de partícula, numérico de la partículas de polímero (A), se refiere a un tamaño de partícula (D50) a un porcentaje del 50 %, en la distribución de tamaño de partícula acumulativo, medido mediante la utilización de un analizador del tamaño de partícula, de dispersión de la luz. Los ejemplos de analizadores del tamaño de partícula mediante dispersión de la luz, incluyen a los Coulter LS230, Coulter LS 100, Coulter LS13 320 (fabricado por la firma Beckman Coulter, Inc.) y FPAR-1000 (Otsuka Electronics Co., Ltd.) y similares.

Estos analizadores del tamaño de partícula, mediante dispersión de la luz, pueden medir la distribución del tamaño de partícula de, no únicamente las partículas primarias de las partículas del polímero, sino también, las partículas

secundaria que se han formado, debido a la agregación de las partículas primarias. Así, por lo tanto, la distribución del tamaño de partícula, medida mediante el analizador del tamaño de partículas mediante la dispersión de la luz, puede utilizarse como un índice del estado de la dispersión de las partículas del polímero incluidas en una suspensión para el electrodo. El tamaño de medio de partícula de las partículas de polímero (A), pueden también medirse mediante la centrifugación de una suspensión para el electrodo, la cual incluya la composición ligante del electrodo, y un material activo del electrodo, con objeto de permitir que precipite el material activo del electrodo, y analizando el líquido sobrenadante, mediante el analizador del tamaño de partícula mediante dispersión de la luz.

1.2. (Met)acrilato (B)

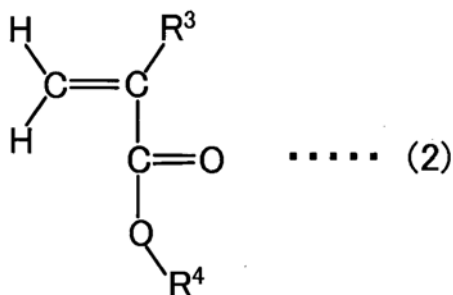
La composición ligante del electrodo de acuerdo con una realización de la invención incluye el (met)acrilato (B). La concentración del componente (B) en la composición ligante del electrodo es de 10 a 1000 ppm, preferentemente de 10 a 900 ppm y más preferentemente de 10 a 800 ppm. Cuando la concentración del componente (B) en la composición ligante del electrodo está dentro del intervalo anterior, la estabilidad durante el almacenamiento de la composición ligante del electrodo mejora. Además, cuando una suspensión para el electrodo preparada usando la composición ligante del electrodo se aplica a un colector para obtener un electrodo, un dispositivo de almacenamiento eléctrico que incluye el electrodo resultante presenta características de carga-descarga excelentes.

Se conjetura que las características de carga-descarga del dispositivo de almacenamiento eléctrico mejoran por el siguiente mecanismo. Específicamente, puesto que el componente (B) está incluido en la composición ligante del electrodo, el componente (B) permanece en la capa de material activo del electrodo que se forma aplicando una suspensión para el electrodo preparada usando la composición de ligante del electrodo a un colector, y secando la suspensión para el electrodo. Se conjetura que el componente (B) se electropolimeriza cuando se carga/descarga inicialmente el electrodo que incluye la capa de material activo del electrodo de manera que se forma una película protectora sobre la superficie de la capa de material activo del electrodo. Como resultado, se suprime la formación de dendritas sobre la superficie del electrodo debido a operaciones de carga-descarga repetidas, de manera que las características de carga/descarga del dispositivo de almacenamiento eléctrico mejoran.

Si la concentración del componente (B) en la composición ligante del electrodo es menor de 10 ppm, el componente (B) puede que no presente suficientemente el efecto anterior, de manera que puede que no se produzca un dispositivo de almacenamiento eléctrico que presenta buenas características de carga-descarga.

Puesto que el (met)acrilato se evapora fácilmente debido al calentamiento, se considera que el componente (B) que permanece en la capa de material activo del electrodo se retira gradualmente de la capa de material activo del electrodo cuando se seca (calentamiento) la suspensión para el electrodo que se ha aplicado al colector. Si la concentración del componente (B) en la composición ligante del electrodo supera 1000 ppm, una gran cantidad del componente (B) puede permanecer en la capa de material activo del electrodo incluso después de secar la suspensión del electrodo que se ha aplicado a la superficie del colector, y puede formar una película protectora innecesaria (es decir, puede aumentar la resistencia del electrodo), de manera que el dispositivo de almacenamiento eléctrico resultante puede no presentar características de carga-descarga suficientes.

Es preferible que el componente (B) incluido en la composición ligante del electrodo de acuerdo con una realización de la invención sea un compuesto representado por la siguiente fórmula general (2).



en la que R^3 representa un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, y R^4 representa un grupo alquilo lineal o ramificado que tiene de 1 a 8 átomos de carbono, un grupo cicloalquilo que tiene de 3 a 6 átomos de carbono o un grupo hidroxialquilo lineal o ramificado que tiene de 1 a 4 átomos de carbono.

Los ejemplos del grupo alquilo lineal o ramificado que tiene de 1 a 8 átomos de carbono incluyen un grupo metilo, un grupo etilo, un grupo propilo, un grupo isopropilo, un grupo butilo, un grupo isobutilo, un grupo sec-butilo, un grupo tert-butilo, un grupo pentilo, un grupo hexilo, un grupo heptilo, un grupo octilo, un grupo 2-etilhexilo y similares.

Los ejemplos del grupo cicloalquilo que tiene de 3 a 6 átomos de carbono incluyen un grupo ciclopropilo, un grupo ciclobutilo, un grupo ciclopentilo y un grupo ciclohexilo. Entre éstos, un grupo ciclohexilo es preferible.

Los ejemplos del grupo hidroxialquilo lineal o ramificado que tiene de 1 a 6 átomos de carbono incluyen un grupo hidroximetilo, un grupo hidroxietilo, un grupo hidroxipropilo, un grupo hidroxiisopropilo, un grupo hidroxibutilo, un grupo hidroxipentilo, un grupo hidroxipropilo y similares. Entre éstos, un grupo hidroximetilo, un grupo hidroxietilo, un hidroxipropilo y un grupo hidroxibutilo son preferibles.

Los ejemplos específicos del componente (B) incluido en la composición ligante del electrodo de acuerdo con una realización de la invención incluyen (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de etilo, (met)acrilato de N-propilo, (met)acrilato de i-propilo, (met)acrilato de n-butilo, (met)acrilato de i-butilo, (met)acrilato de n-amilo, (met)acrilato de i-amilo, (met)acrilato de hexilo, (met)acrilato de ciclohexilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, (met)acrilato de N-octilo, (met)acrilato de nonilo, (met)acrilato de decilo, (met)acrilato de hidroximetilo, (met)acrilato de hidroxietilo, (met)acrilato de hidroxibutilo, (met)acrilato de etilenglicol, di (met)acrilato de etilenglicol, di (met)acrilato de propilenglicol, tri (met)acrilato de trimetilolpropano, tetra (met)acrilato de pentaeritritol, hexa (met)acrilato de dipentaeritritol, (met)acrilato de alilo, di (met)acrilato de etileno y similares. El componente (B) puede ser uno o más compuestos seleccionados entre estos compuestos. Es preferible usar uno o más compuestos seleccionados entre (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de etilo, (met)acrilato de butilo, (met)acrilato de ciclohexilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, (met)acrilato de hidroximetilo, (met)acrilato de hidroxietilo y (met)acrilato de hidroxibutilo.

Es preferible que el componente (B) incluido en la composición ligante del electrodo de acuerdo con una realización de la invención tenga un punto de ebullición estándar de 50 a 150 °C. El componente (B) se retira gradualmente de la capa de material activo del electrodo por evaporación cuando se seca (calentamiento) de la suspensión para el electrodo que se ha aplicado a la superficie de un colector. Cuando el punto de ebullición estándar del componente (B) está dentro del intervalo anterior, la cantidad del componente (B) que permanece en la capa de material activo del electrodo puede reducirse.

1.3. Medio líquido (C)

La composición ligante del electrodo, de acuerdo con una realización de la presente invención, incluye el medio líquido (C). El medio líquido (C) es un medio acuoso, el cual contiene agua. El medio acuoso, puede incluir un medio no acuoso, distinto del agua. Los ejemplos de medios no acuosos, incluyen a los compuestos de imidas, a los hidrocarburos, a los alcoholes, a las cetonas, a los ésteres, a los compuestos de aminas, a las lactonas, a los sulfóxidos, a los compuestos de sulfonas, y similares. El medio no acuoso, puede consistir en uno o más compuesto, seleccionados entre estos compuestos. Cuando el medio líquido (C), incluye agua y el medio no acuoso distinto del agua, entonces, el contenido de agua, en el medio líquido (C) es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 90 %, en masa, o superior, siendo éste, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 98 %, en masa, o superior, en base a la cantidad total (100 %, en masa) del medio líquido (C). Cuando como el medio líquido (C), se utiliza un medio acuoso, entonces, la composición ligante del electrodo, de acuerdo con una realización de la presente invención, tiene un reducido impacto en el entorno medioambiental, y éste es altamente seguro, para el operario, en cuanto a lo referente a su utilización.

El medio acuoso, incluye, de una forma preferible, el medio no acuoso, en una cantidad correspondiente a 10 partes, en masa, o inferior y, de una forma más preferible, en una cantidad de 5 partes, en masa, o inferior, en base a 100 partes, en masa, del medio acuoso. Es particularmente preferible, el hecho de que, el medio acuoso, no contenga substancialmente el medio no acuoso. La expresión "no contenga substancialmente", tal como ésta se utiliza aquí, en este documento, significa el hecho de que, el medio no acuoso, no se añada, de una forma intencionada, como medio líquido. Así, por lo tanto, el medio líquido (C), puede incluir un medio no acuoso, el cual se encuentre inevitablemente mezclado en el medio líquido (C), cuando se prepara la composición ligante del electrodo.

1.4. Aditivo

La composición ligante del electrodo, de acuerdo con una realización de la presente invención, puede incluir, de una forma opcional, un aditivo, adicionalmente a los componentes (A), (B), y (C). Los ejemplos de aditivos, incluyen a un espesante. Cuando la composición ligante del electrodo, de acuerdo con una realización de la presente invención, incluye un espesante, es entonces posible el mejorar adicionalmente la aplicabilidad de la composición ligante del electrodo y las características de carga-descarga del dispositivo de almacenamiento eléctrico resultante, y similares.

Los ejemplos de espesantes, incluyen a los compuestos de celulosa, tales como los consistentes en la carboximetil celulosa, la metilcelulosa, la hidroxipropilcelulosa; las sales de amonio o las sales de metales alcalinos de los compuestos de celulosa; los ácidos policarboxílicos, tales como el ácido poli(met)acrílico, y un ácido poli(met)acrílico modificado; las sales de metales alcalinos de los ácidos policarboxílicos; los (co)polímeros a base de alcoholes polivinílicos, tales como el alcohol de polivinilo, un alcohol de polivinilo modificado, y un copolímero de etileno / alcohol vinílico; y polímeros solubles en agua, tales como producto saponificado de un copolímero de un éster vinílico y un ácido carboxílico insaturado (tales como, por ejemplo, el ácido (met)acrílico, el ácido maleico, o el ácido fumárico); y similares. Es particularmente preferible, el hecho de utilizar una sal de metal alcalino, de la carboximetilcelulosa, o una sal de metal alcalino del ácido poli(met)acrílico, o similares.

Los ejemplos de sales de metales alcalinos de la carboximetilcelulosa, comercialmente disponibles en el mercado, incluyen a los CMC1120, CMC1150, CMC2200, CMC2280 y CMC2450 (todos ellos, fabricados por la firma Daicel Chemical Industries), y similares.

5 Cuando la composición ligante del electrodo, de acuerdo con una realización de la presente invención, incluye el espesante, entonces, el contenido de espesante, en la composición ligante del electrodo es, de una forma preferible, la correspondiente a un porcentaje del 5 %, en masa, o inferior, siendo ésta, de una forma más preferible, la correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde 0,1 %, en masa, hasta 3 %, en masa, en base al contenido total de la composición ligante del electrodo.

10 2. Suspensión de electrodo

Puede prepararse una suspensión para el electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, mediante la utilización de una composición ligante del electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención. El término "suspensión para el electrodo" utilizado aquí, en este documento, se refiere a una dispersión la cual se aplica a la superficie de un colector, y que se seca, para formar una capa de material activo del electrodo, sobre la superficie del colector. La suspensión para el electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, incluye una composición ligante del electrodo, un material activo del electrodo, y agua. Cada componente de la suspensión para el electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, se describe, a continuación, de una forma detallada. Tómese debida nota en cuanto al hecho de que, los componentes de la composición ligante para el electrodo, son los mismos que se han descrito anteriormente, arriba, y se omite una descripción detallada de los mismos.

25 2.1. Material activo del electrodo

Un material para formar el material activo del electrodo incluido en la suspensión para el electrodo, no se encuentra particularmente limitado. Un material arbitrario, puede seleccionarse de una forma apropiada, en dependencia del tipo de dispositivo de almacenamiento eléctrico pretendido como objetivo.

30 Así, por ejemplo, cuando se produce un electrodo positivo de una batería secundaria de iones de litio, es preferible el uso de un óxido que contiene litio. El término "óxido" usado en este documento se refiere a un compuesto o una sal que incluye oxígeno y un elemento que tiene una electronegatividad menor que la del oxígeno. El término "óxido" usado en este documento incluye óxidos metálicos, fosfatos metálicos, nitratos metálicos, sales de oxo ácido de halógeno de metales, sulfonatos metálicos y similares.

35 Los ejemplos del óxido que contiene litio incluyen un óxido de metal complejo representado por la siguiente fórmula general (3a) o (3b), y un óxido que contiene litio que está representado por la siguiente fórmula general (4) y tiene la estructura de cristal de olivino. Es preferible que el óxido que contiene litio sea uno o más óxidos que contienen litio seleccionados entre estos óxidos que contienen litio.



45 en las que M^1 representa al menos un átomo de metal seleccionado entre el grupo que consiste en Co, Ni, y Mn, M^2 representa al menos un átomo de metal seleccionado entre el grupo que consiste en Al y Sn, O representa un átomo de oxígeno, x es un número que satisface $0,10 \geq x \geq 0$, y es un número que satisface $4,00 \geq y \geq 0,85$, y z es un número que satisface $2,00 \geq z \geq 0$.



50 en la que M^3 representa un ion de al menos un metal seleccionado entre el grupo que consiste en Mg, Ti, V, Nb, Ta, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Al, Ga, Ge, y Sn, X representa al menos un átomo seleccionado entre el grupo que consiste en Si, S, P, y V, y X es un número que satisface $0 < x < 1$.

55 x en la fórmula general (4) se selecciona dependiendo de la valencia de M^3 y X de manera que la valencia de la fórmula general (4) sea cero.

60 Los ejemplos del óxido metálico complejo representado por la fórmula general (3a) o (3b) incluyen LiCoO_2 , LiNiO_2 , $\text{LiNi}_y\text{Co}_{1-y}\text{O}_2$ ($y=0,01$ a $0,99$), LiMnO_2 , LiMn_2O_4 , $\text{LiCo}_x\text{Mn}_y\text{Ni}_z\text{O}_2$ ($x+y+z=1$), y similares. Estos óxidos de metal complejo pueden usarse en solitario o en combinación. Un dispositivo de almacenamiento eléctrico de alta tensión que tiene una alta densidad de energía puede obtenerse cuando se usa LiCoO_2 , LiMn_2O_4 , LiNiO_2 , o $\text{LiNi}_{0,33}\text{Mn}_{0,33}\text{Co}_{0,33}\text{O}_2$ debido a un alto potencial del electrodo y alta eficacia. Es particularmente preferible usar $\text{Li}_{1+x}\text{M}^1_y\text{M}^2_z\text{O}_2$ debido a la alta tasa de difusión del Li en un sólido y la alta velocidad de carga-descarga.

65 El óxido que contiene litio que está representado por la fórmula general (4) y tiene una estructura de cristal olivino difiere en el potencial del electrodo en dependencia del elemento de metal M^3 . Así, por lo tanto, el voltaje de la batería,

puede ajustarse apropiadamente, de una forma arbitraria, procediendo a seleccionar de una forma apropiada, el elemento de metal M. Los ejemplos de óxido que contiene litio, que tienen una estructura de cristal olivino, incluyen LiFePO_4 , LiCoPO_4 , $\text{Li}_{0,90}\text{Ti}_{0,05}\text{Nb}_{0,05}\text{Fe}_{0,30}\text{Co}_{0,30}\text{Mn}_{0,30}\text{PO}_4$, y similares. Entre éstos, es preferible el LiFePO_4 , debido al hecho de que, un compuesto de hierro que se utilice como materia prima, se encuentra fácilmente disponible en el mercado, y no es caro. Un compuesto, en el cual, el ión de Fe, de los compuestos anteriormente mencionados, arriba, se sustituye con un ión de Co, un ión de Ni, o un ión de Mn, tiene la misma estructura cristalina que la de los compuestos anteriormente citados, arriba, y unas funciones similares, como el material activo del electrodo.

Cuando se produce un electrodo negativo de un batería secundaria de iones de litio, puede entonces utilizarse carbono como el material activo (material activo del electrodo negativo), por ejemplo. Los ejemplos específicos de carbono, incluyen al material de carbono el cual se obtiene procediendo a la cocción de un compuesto de polímero orgánico (como, por ejemplo, resina fenólica, poliacrilonitrilo, o celulosa); se obtiene un material de carbono, procediendo a la cocción de carbón de coque o brea; grafito artificial; grafito natural; y similares.

Cuando se produce un electrodo de condensador de capa doble, puede entonces utilizarse carbono activo, fibras de carbono activo, sílice o alúmina, como material activo del electrodo, por ejemplo. Cuando se produce un electrodo de condensador de iones de litio, puede entonces utilizarse un material de carbono (como, por ejemplo, grafito, carbono no grafitizable, carbono duro o coque) o un semiconductor orgánico poliacético (PAS), o similares, como material activo del electrodo, por ejemplo.

El material activo del electrodo utilizado para un electrodo positivo tiene, de una forma preferible, un tamaño medio de partícula, numérico (Db), correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde los 0,4 micrómetros hasta los 10 micrómetros y, siendo éste, de una forma preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde los 0,5 micrómetros hasta los 7 micrómetros. El material activo del electrodo utilizado para un electrodo negativo tiene, de una forma preferible, un tamaño medio de partícula, numérico (Db), correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde los 3 micrómetros hasta los 30 micrómetros y, siendo éste, de una forma preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde los 5 micrómetros hasta los 25 micrómetros. En el caso en el que, el material activo del electrodo, tenga un tamaño medio de partícula, numérico (Db), correspondiente a un valor comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, entonces, disminuye la longitud de difusión de los iones de litio, en el material activo del electrodo. Esto hace posible el hecho de reducir la resistencia que acontece, debido a la inserción y a la extracción de los iones de litio, cuando se carga / descarga la batería, de tal forma que se mejoran adicionalmente las características de carga y descarga. Cuando la suspensión para el electrodo incluye un agente que imparte la conductividad (el cual se describe a continuación), y el material activo del electrodo, tiene un tamaño de partícula, numérico (Db), correspondiente a un valor comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, entonces, el área de contacto entre el material activo del electrodo y el agente que imparte la conductividad, se convierte en suficiente, de tal forma que, la conductividad del electrodo, se mejora, y la resistencia del electrodo, se reduce adicionalmente.

Tómese debida nota, en cuanto al hecho de que, el tamaño medio de partícula, numérico (Db), del material activo del electrodo, se refiere al tamaño de partícula (D50) a un 50 %, en una distribución del tamaño de partícula acumulativo, medido mediante un analizador del tamaño de partícula mediante difracción por láser. Los ejemplos del analizador del tamaño de partícula mediante difracción por láser, incluyen a los analizadores del tipo HORIBA de la serie LA300 y del tipo HORIBA de la serie LA-920 (fabricados por la firma HORIBA, Ltd.), y similares. El analizador del tamaño de partícula de difracción por láser, puede medir la distribución del tamaño de partícula de no únicamente las partículas primarias del material activo del electrodo, sino también, de las partículas secundarias que se forman debido a la agregación de las partículas primarias. Así, por lo tanto, el tamaño medio de partícula, numérico (Db), medido mediante un analizador del tamaño de partícula mediante difracción por láser, puede utilizarse como un índice del estado de dispersión del material activo del electrodo, en la suspensión para el electrodo. El tamaño medio de partícula, numérico (Db) del material activo del electrodo, puede también medirse mediante la centrifugación de la suspensión para el electrodo, para permitir que precipite el material activo del electrodo, y analizar el líquido sobrenadante, mediante el analizador del tamaño de partícula mediante difracción por láser.

2.2. Componentes opcionales

La suspensión para el electrodo, puede incluir un componente opcional, distinto de los componentes anteriormente citados, arriba. Los ejemplos de los componentes opcionales, incluyen a un agente para impartir conductividad, un medio no acuoso, y un espesante, y similares.

2.2.1. Agente para impartir conductividad

Una batería secundaria de iones de litio, puede incluir carbono, o similares, como el agente para impartir conductividad. Una batería secundaria de níquel-hidrógeno, puede incluir óxido de cobalto, como el agente para impartir conductividad, incluido en el electrodo positivo, y puede incluir níquel en polvo, óxido de cobalto, óxido de titanio, o carbono, o similares, como el agente para impartir conductividad, en el electrodo negativo. Los ejemplos de carbono, incluyen al grafito, al carbono activo, al negro de acetileno, al negro de horno, al grafito, a las fibras de carbono, a los fullerenos, y similares. Entre éstos, el negro de acetileno o el negro de horno, son los que se prefieren.

El agente para impartir conductividad, se utiliza, de una forma preferible, en una cantidad correspondiente a 20 partes, en masa, o inferior, de una forma más preferible, en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde 1 parte, en masa, hasta 15 partes, en masa, y de una forma particularmente preferible, en una cantidad comprendida dentro de un intervalo desde las 2 partes, en masa, hasta las 10 partes, en masa, en base a 100 partes, en masa, del material activo del electrodo.

2.2.2. Medio no acuoso

La suspensión para el electrodo, puede incluir un medio no acuoso, el cual tenga un punto de ebullición normal, correspondiente a una temperatura comprendida dentro de un intervalo desde los 80 °C, hasta los 350 °C, desde el punto de vista de mejorar la aplicabilidad de la suspensión para el electrodo. Los ejemplos específicos del medio no acuoso, incluyen a los compuestos de amida, tales como la N-metilpirrolidona, la dimetilformamida, y la N,N-dimetilacetamida; a los hidrocarburos tales como el tolueno, al xileno, al n-dodecano, y la tetralina; a los alcoholes, tales como el 2-etil-1-hexanol, el 1-nonanol, y el lauril-alcohol; a las cetonas, tales como la metiletilcetona, la ciclohexanona, la forona, la acetofenona, y al isofoforona; a los ésteres tales como el acetato de bencilo, el butirato de isopentilo, el lactato de metilo, el lactato de etilo, y el lactato de butilo; a los compuestos de amina, tales como la o-toluidina, la m-toluidina, y la p-toluidina; a las lactonas, tales como la gamma-butirolactona, y la delta-butirolactona; y a los compuestos de sulfóxido / sulfona, tales como el dimetilsulfóxido y el sulfolano; y similares. El medio no acuoso, puede consistir en uno o más compuesto, seleccionados entre estos compuestos. Es preferible el hecho de utilizar la N-metilpirrolidona, como el medio no acuoso, en términos de estabilidad de las partículas de polímero, y de la procesabilidad, cuando se aplica la suspensión para el electrodo.

2.2.3. Espesante

La suspensión para el electrodo, puede incluir un espesante, con objeto de mejorar la aplicabilidad de la suspensión para el electrodo. Los ejemplos específicos del espesante, incluyen a los compuestos anteriormente mencionados, arriba, en la sección "Aditivo 1.4."

El contenido del espesante, en la suspensión para el electrodo es, de una forma preferible, la correspondiente a un porcentaje del 20 %, en masa, o inferior, de una forma más preferible, la correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 0,1 %, en masa, hasta un 15 %, en masa, y de una forma particularmente preferible, la correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 0,5 %, en masa, hasta un 20 %, en masa, en base al contenido sólido total, de la suspensión para el electrodo.

2.3. Procedimiento para preparar la suspensión para el electrodo

La suspensión para el electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, puede prepararse procediendo a mezclar la composición ligante del electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, el material activo del electrodo, agua, y un aditivo opcional. Los componentes, pueden mezclarse mediante agitación, utilizando técnicas conocidas (como, por ejemplo, técnicas de utilización de agitador, un desaireador, un molino de bolas o un homogeneizador a alta presión, o similares).

Es preferible el hecho de que, por lo menos una parte del proceso de preparación de la suspensión para el electrodo (es decir, la operación de mezclado de los componentes), se lleve a cabo bajo presión reducida. Esto hace posible el hecho de evitar la formación de burbujas, en la capa del electrodo resultante. Es preferible el hecho de mezclar los componentes, bajo la acción de una presión reducida (presión absoluta), correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde los aproximadamente $5,0 \times 10^3$ Pa hasta los $5,0 \times 10^5$ Pa.

Cuando se procede a mezclar (agitar) los componentes, con objeto de preparar la suspensión para el electrodo, es entonces necesario el hecho de seleccionar un mezclador, el cual sea capaz de agitar los componentes, de tal forma que, no permanezcan agregados del material activo del electrodo, en la suspensión resultante, y seleccionar unas condiciones de dispersión necesarias y suficientes. El grado de dispersión, puede medirse mediante la utilización de un medidor de molido. Es preferible el hecho de que, los componentes, se mezclen y se dispersen, de tal forma que, la dispersión resultante, no incluya agregados que tengan un tamaño de partícula, correspondiente a un valor de 100 micrómetros, o más. Los ejemplos del mezclador que satisface las condiciones dadas anteriormente, arriba, incluyen a un molino de bolas, un molino de arena, un dispersador de pigmentos, un molinillo, un dispersador ultrasónico, un homogeneizador, un mezclador planetario, y un mezclador del tipo Hobart, y similares.

2.4. Propiedades de la suspensión para el electrodo

El factor de relación "Da / Db", del tamaño medio de partícula, numérico (Da), de las partículas de polímero (A) incluidas en la composición ligante del electrodo con respecto al tamaño medio de partícula, numérico (Db) del material activo del electrodo es, de una forma preferible, de un valor comprendido dentro de un intervalo desde 0,01 hasta 1,0 y, de una forma más preferible, de un valor comprendido dentro de un intervalo desde 0,05 hasta 0,5, cuando se produce un electrodo positivo. El factor de relación "Da / Db" es, de una forma preferible, de un valor comprendido dentro de un intervalo desde 0,002 hasta 0,13 y, de una forma más preferible, de un valor comprendido dentro de un intervalo desde

0,003 hasta 0,1, cuando se produce un electrodo negativo. El significado técnico del rango correspondiente al intervalo anteriormente mencionado, se describe a continuación.

Se ha confirmado el hecho de que, por lo menos una de las partículas de polímero, y el material activo del electrodo, migra, cuando se seca una película formada mediante la aplicación de la suspensión para el electrodo, a la superficie de un colector. De una forma específica, las partículas, se mueven, a lo largo de la dirección del espesor de la película, debido a la tensión superficial. De una forma más específica, por lo menos una de las partículas de polímero (A) y el material activo del electrodo, se mueve hacia el lado de la película que no entra en contacto con el colector (es decir, una interfase gas – sólido, en la cual se evapora el agua). Cuando ha acontecido la migración, la distribución de las partículas de polímero (A) y el material activo del electrodo, se convierte en no uniforme, en la dirección del espesor de la película, de tal forma que puede acontecer un deterioro de las características del electrodo y una disminución de la adherencia, y similares. Así, por ejemplo, cuando las partículas de polímero (A), las cuales funcionan como un ligante, han sangrado (se han movido), hacia la interfase gas – sólido, de la capa de material activo del electrodo, y la cantidad de las partículas de polímero (A) en la interfase entre el colector y la capa de material activo del electrodo, ha disminuido de una forma relativa, entonces, se impide la penetración de un electrolito, en la capa de material activo del electrodo, de tal forma que, pueden no lograrse unas características eléctricas suficientes. Adicionalmente, además, la adherencia entre el colector y el material activo del electrodo, pueden disminuir, de tal forma que, la capa de material activo del electrodo, puede eliminarse del colector. Cuando las partículas de polímero (A) han sangrado, la homogeneidad de la superficie de la capa de material activo del electrodo, puede deteriorarse.

Cuando el factor de relación "Da / Db", es el correspondiente a un valor comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, es entonces posible el evitar los problemas anteriormente planteados, arriba, y producir fácilmente un electrodo, el cual exhiba unas excelentes características eléctricas y una excelente adherencia. En el caso en el que, el factor de relación "Da / Db", sea inferior que el correspondiente al valor comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, entonces, la diferencia en el tamaño medio de partícula, entre las partículas de polímero (A) y el material activo del electrodo, puede convertirse en reducida. Esto puede hacer disminuir el área de contacto entre las partículas de polímero (A) y el material activo del electrodo, de tal forma que la resistencia a la caída de la materia en polvo, puede convertirse en insuficiente. En el caso en el que, el factor de relación "Da / Db", exceda, con respecto al valor correspondiente al intervalo anteriormente mencionado, entonces, la diferencia en el tamaño medio de partícula, entre las partículas de polímero (A) y el material activo del electrodo, puede incrementarse en una extensión demasiado grande. Como resultado de ello, la adherencia de las partículas de polímero (A), puede convertirse en insuficiente, de tal forma que, la adherencia entre el colector y la capa de material activo del electrodo, puede convertirse en insuficiente.

El contenido de sólidos (es decir, el factor de relación de la masa total de los componentes, distintos del disolvente, con respecto a la masa total de la suspensión) de la suspensión de acuerdo con una realización de la invención es, de una forma preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde un 20 %, en masa, hasta un 80 %, en masa y, de una forma preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde un 30 %, en masa, hasta un 75 %, en masa.

La suspensión para el electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, tiene, de una forma preferible, una capacidad de formación de hilos, correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 30 % hasta un 80 %, de una forma más preferible, la correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 33 % hasta un 79 % y, de una forma todavía más preferible, la correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 35 % hasta un 78 %. En caso en el que, la capacidad de formación de hilos, sea la correspondiente a un porcentaje inferior a un 30 %, entonces, las propiedades de nivelación de la suspensión para el electrodo, puede ser suficiente, como para producir un electrodo que tenga un espesor uniforme. En el caso en el que, para producir una batería, se utilice un electrodo el cual tenga un espesor no uniforme, entonces, puede acontecer una distribución en plano, de la reacción de carga-descarga, de tal forma que sea difícil lograr unas características estables de la batería. En el caso en el que, la capacidad de formación de hilos, exceda de un porcentaje del 80 %, puede entonces acontecer fácilmente un goteo, cuando se procede a aplicar la suspensión para el electrodo al colector, de tal forma que pueda resultar difícil, la obtención de un electrodo con una calidad estable. En el caso en el que, la capacidad de formación de hilos, sea la correspondiente a un valor comprendido dentro del intervalo anteriormente mencionado, es entonces posible el evitar tales tipos de problemas, y producir entonces, de una forma fácil, un electrodo que exhiba unas excelentes características eléctricas, y una excelente adherencia.

El término "capacidad de formación de hilos", tal y como se utiliza aquí, en este documento, se refiere a un valor medido de la forma que se describe a continuación.

Se puso a disposición una copa de Zahn ("Copa de viscosidad Zahn nº5", fabricada por la firma Taiyu Kizai Co., Ltd.), la cual tenía un orificio (diámetro: 5,2 mm), en el fondo de ésta. Se procede a verter 40 g de la suspensión para el electrodo, en la copa de Zahn, en un estado, en el cual, el orificio se encuentra cerrado. Cuando se procedió a abrir el orificio, la solución del electrodo, empezó a fluir, saliendo del orificio. La capacidad de formación de hilos, se calcula mediante la siguiente expresión (2), cuando al tiempo, en el cual se abre el orificio, se le hace referencia como T_0 , al tiempo cuando la suspensión para el electrodo, ya no fluye más, del orificio, tal y como si formara un hilo, se le hace

referencia como T_A , y al tiempo, cuando la suspensión para el electrodo, ya no fluye más del orificio, se le hace referencia como T_B .

$$\text{Capacidad de formación de hilos (\%)} = ((T_A - T_0) / (T_B - T_0)) \times 100 \quad (5)$$

3. Electrodo

Un electrodo de acuerdo con una realización de la presente invención, incluye un colector, y una capa que se forma mediante la aplicación de la suspensión para el electrodo, de acuerdo con una realización de la presente invención, a superficie del colector, y secando la suspensión. El electrodo, puede producirse procediendo a aplicar la suspensión para el electrodo, a la superficie de un colector arbitrario (como, por ejemplo, una lámina metálica), para formar una película, y secando la película para formar una capa de material activo del electrodo. El electrodo de esta forma producido, tiene una estructura, en la cual, una capa de material activo del electrodo, que incluye el polímero (A), el material activo del electrodo, y un componente opcional, se une al colector. El electrodo, exhibe una excelente adherencia, entre el colector y la capa de material activo del electrodo, y tiene unas excelentes características del factor de relación carga-descarga (es decir, las características eléctricas). Así, por lo tanto, el electrodo, puede ser apropiado como un electrodo utilizado para dispositivo de almacenamiento eléctrico.

El colector, no se encuentra particularmente limitado, siempre y cuando que, el colector, esté fabricado a base de un material conductor. Para la batería secundaria de iones de litio, puede utilizarse un colector fabricado a base de metal (como, por ejemplo, a base de hierro, de cobre, de aluminio, de níquel, o de acero inoxidable). Los efectos de la suspensión para el electrodo, la cual se preparara mediante la utilización de una composición ligante del electrodo, se obtienen, de una forma más efectiva, cuando se utiliza un colector de aluminio, para el electrodo positivo, y mediante la utilización de un colector de cobre, para el electrodo negativo. Para una batería secundaria del tipo níquel-hidrógeno, se utiliza un colector fabricado a base de un metal perforado, un metal expandido, una tela metálica, un metal espumado, fibras de metal sinterizado, o una hoja de resina recubierta con metal, o similares. La forma y el espesor del colector no están particularmente limitados. Es preferible el hecho de utilizar un colector del tipo semejante a una hoja, el cual tenga un espesor correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde los 0,001 mm hasta los aproximadamente 0,5 mm.

La suspensión para el electrodo, puede aplicarse al colector, mediante un procedimiento arbitrario de aplicación. Los ejemplos del procedimiento de aplicación, incluyen un procedimiento de cuchilla de racleta, un procedimiento de bañado, un procedimiento de rodillo inverso, un procedimiento de rodillo directo, un procedimiento de (hueco)grabado, un procedimiento de extrusión, un procedimiento de inmersión, o un procedimiento de recubrimiento a brocha, o similares. La cantidad de suspensión para el electrodo, aplicada al colector, no se encuentra particularmente limitada. Es preferible el hecho de que, la suspensión para el electrodo, se aplique al colector, de tal forma que, la capa de material activo del electrodo obtenida mediante la eliminación del medio líquido (agua y un medio no acuoso opcional) tiene un espesor de 0,005 a 5 mm, y más preferentemente de 0,01 a 2 mm. Cuando el espesor de la capa de material activo del electrodo está dentro del intervalo anterior, la solución de electrolito puede absorberse eficazmente en la capa de material activo del electrodo. Como resultado, los iones metálicos se transfieren fácilmente entre el material activo del electrodo incluido en la capa de material activo del electrodo y la solución de electrolito debido a la carga/descarga, de manera que la resistencia del electrodo puede reducirse adicionalmente. Además, la capa de material activo del electrodo no se retira del colector (es decir, el electrodo del dispositivo de almacenamiento eléctrico presenta flexibilidad) incluso aunque el electrodo se doble o retuerza.

La película formada mediante la aplicación de la suspensión para el electrodo, puede secarse (es decir que, puede procederse a la eliminación del agua y de un medio opcional no acuoso), mediante un procedimiento arbitrario. Así, por ejemplo, la película, puede secarse mediante la utilización de aire templado, aire caliente, o aire con reducido contenido de humedad, ésta puede secarse bajo la acción del vacío, o puede secarse mediante la aplicación de una (basta) radiación infrarroja, haces de electrones, o similares. La velocidad de secado, puede ajustarse, de una forma apropiada, de tal forma que, el medio líquido, puede eliminarse tan rápidamente como sea posible, que no acontezcan grietas en la capa del material activo del electrodo, debido a la concentración de esfuerzos o estrés, y que, la capa de material activo del electrodo, no se elimine del colector.

Es preferible el hecho de incrementar la densidad de la capa de material activo del electrodo prensando el colector secado de manera que la porosidad caiga dentro del intervalo siguiente. El colector puede prensarse usando una prensa de troquel, una prensa de rodillo o similares. Las condiciones de la prensa se ajustan apropiadamente dependiendo del tipo de prensa y de la porosidad y densidad deseadas de la capa de material activo del electrodo. Las condiciones de la prensa pueden ajustarse fácilmente por una persona experta en la materia realizando algunos experimentos preliminares. Cuando se usa una prensa de rodillo, la presión lineal de la prensa de rodillo puede ajustarse a 0,1 a 10 t/cm, y preferentemente de 0,5 a 5 t/cm, la temperatura de rodillo puede ajustarse de 20 a 100 °C y la temperatura de alimentación (velocidad rotacional del rodillo) del colector secado puede ajustarse de 1 a 80 m/min y preferentemente de 5 a 50 m/min.

La densidad de la capa de material activo del electrodo después del prensado preferentemente es de 1,5 a 5,0 g/cm³, más preferentemente de 1,5 a 4,0 g/cm³, y particularmente preferentemente de 1,6 a 3,8 g/cm³. Cuando el material

activo del electrodo es el óxido metálico complejo representado por la fórmula general (3a) o (3b), la densidad de la capa de material activo del electrodo preferentemente es de 2,0 a 4,0 g/cm³, y más preferentemente de 3,0 a 3,5 g/cm³. Cuando el material activo del electrodo es el compuesto que está representado por la fórmula general (4) y tiene una estructura de cristal olivino, la densidad de la capa de material activo del electrodo preferentemente es de 1,5 a 2,5 g/cm³, más preferentemente de 1,6 a 2,4 g/cm³, aún más preferentemente de 1,7 a 2,2 g/cm³, y particularmente preferentemente de 1,8 a 2,1 g/cm³. Cuando la densidad de la capa de material activo del electrodo está dentro del intervalo anterior, la capacidad de unión entre el colector y la capa de material activo del electrodo mejora, de manera que se obtiene un electrodo que presenta una excelente resistencia al desprendimiento y características eléctricas. Si la densidad de la capa de material activo del electrodo es menor que el intervalo anterior, el polímero (A) incluido en la capa de material activo del electrodo puede que no funcione suficientemente como un ligante, por lo que la capa de material activo del electrodo puede agregarse o puede retirarse (es decir, las resistencias fall-off puede deteriorarse). Si la densidad de la capa de material activo del electrodo supera el intervalo anterior, el polímero (A) incluido en la capa de material activo del electrodo puede funcionar como un ligante a una extensión excesiva, de manera que el material activo del electrodo puede unirse demasiado fuertemente. Como resultado, la capa de material activo del electrodo puede que no sea capaz de seguir el colector flexible de manera que el colector y la capa de material activo del electrodo pueden experimentar separación interfacial. Obsérvese que la densidad de la capa de material activo del electrodo se refiere a la densidad volumétrica de la capa de material activo del electrodo y puede medirse mediante el siguiente método. Específicamente, cuando el electrodo incluye la capa de material activo del electrodo que tiene un área C (cm²) y espesor D (micrómetros) que se proporciona en un lado del colector, la masa del colector es A (g), y la masa del electrodo del dispositivo de almacenamiento eléctrico es B (g), la densidad de la capa de material activo del electrodo se define mediante la siguiente expresión (6).

$$\text{Densidad (g/cm}^3\text{) de la capa de material activo del electrodo} \\ = (B \text{ (g)} - A \text{ (g)}) / (C \text{ (cm}^2\text{)} \times D \text{ (micrómetros)} \times 10^{-4}) \quad (6)$$

La porosidad de la capa de material activo del electrodo después del prensado preferentemente es de 10 a 50 %, más preferentemente de 15 a 45 %, y particularmente preferentemente de 20 a 40 %. Cuando la porosidad de la capa de material activo del electrodo está dentro del intervalo anterior, la capacidad de unión entre el colector y la capa de material activo del electrodo mejora, de manera que se obtiene un electrodo que presenta una excelente resistencia al desprendimiento y características eléctricas. Además, la solución de electrolito puede absorberse suficientemente en la capa de material activo del electrodo, de manera que la superficie del material activo del electrodo entra en contacto suficientemente con la solución del electrolito. Como resultado, los iones litio se transfieren fácilmente entre el material activo del electrodo y la solución del electrolito, de manera que pueden obtenerse características excelentes de carga/descarga. Obsérvese que la porosidad de la capa de material activo del electrodo se refiere a la relación del volumen de los poros (es decir, el volumen obtenido restando el volumen del sólido (por ejemplo, material activo del electrodo, agente que confiere conductividad y ligante) del volumen de la capa de material activo del electrodo) al volumen total de la capa de material activo del electrodo. Específicamente, cuando el electrodo incluye la capa de material activo del electrodo que tiene un área C (cm²) y un espesor D (micrómetros) que se proporciona en un lado del colector, la masa de la capa de material activo del electrodo es B (g) y el volumen de poros medido por porosimetría de mercurio es V (cm³/g), la porosidad de la capa de material activo del electrodo se define mediante la siguiente expresión (7).

$$\text{Porosidad (\%) de la capa de material activo del electrodo} \\ = ((V \text{ (cm}^3\text{/g)} \times B \text{ (g)}) / (C \text{ (cm}^2\text{)} \times D \text{ (micrómetros)} \times 10^{-4}) \times 100 \quad (7)$$

El volumen de poros puede medirse por porosimetría de mercurio usando un porosímetro de mercurio, por ejemplo. Los ejemplos de porosímetro de mercurio incluyen PoreMaster incluyen (fabricado por Quantachrome), AutoPore IV (fabricado por Shimadzu Corporation) y similares.

4. Dispositivo de almacenamiento eléctrico

Un dispositivo de almacenamiento eléctrico de acuerdo con una realización de la presente invención, incluye al electrodo de acuerdo con una realización de la invención y una solución de electrolito, y éste puede producirse mediante un procedimiento normal, mediante la utilización de varias partes (tales como, por ejemplo, un separador). De una forma más específica, el dispositivo de almacenamiento eléctrico, puede producirse procediendo a emplazar un electrodo negativo o un electrodo positivo, vía un separador, para formar un laminado, enrollando (bobinando) y doblando el laminado, para la obtención de la forma de una batería, emplazando el laminado en una caja de batería, inyectando una solución de electrolito al interior de la caja de batería, y sellando la caja de batería, por ejemplo. La batería, puede tener una forma arbitraria, (como por ejemplo, una forma de moneda, una forma de botón, una forma de hoja, una forma de cilindro, una forma cuadrada, o una forma plana).

La solución del electrolito, puede ser en forma de un líquido o en forma de un gel. La solución de electrolito puede seleccionarse entre las soluciones de electrolitos conocidas utilizadas para un dispositivo de almacenamiento eléctrico, en dependencia del tipo de material activo del electrodo, de tal forma que, la función de la batería, se logre de una forma efectiva. El electrolito puede ser una solución preparada procediendo a disolver un electrolito, en un disolvente apropiado.

Como electrolito utilizado para una batería secundaria de iones de litio, se puede utilizar una sal de litio arbitraria. Los ejemplos específicos de la sal de litio, incluyen LiClO_4 , LiBF_4 , LiPF_6 , LiCF_3CO_2 , LiAsF_6 , LiSbF_6 , $\text{LiB}_{10}\text{Cl}_{10}$, LiAlCl_4 , LiCl , LiBr , $\text{LiB}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$, LiCF_3SO_3 , LiCH_3SO_3 , $\text{LiC}_4\text{F}_9\text{SO}_3$, $\text{Li}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}$, carboxilato de litio, y similares. Cuando se produce una batería secundaria del tipo níquel-hidrógeno, puede entonces utilizarse una solución acuosa de hidróxido potásico (concentración: 5 mol/l, o más), como solución del electrolito, por ejemplo.

El disolvente utilizado para disolver el electrolito, no se encuentra limitado, de una forma particular. Los ejemplos específicos del disolvente, incluyen compuestos a base de carbonatos, tales como el carbonato de propileno, el carbonato de etileno, el carbonato de butileno, el carbonato de dimetilo, el carbonato de metiletilo, y carbonato de dietilo; a los compuestos a base de lactonas, tales como la gamma-butilolactona; los compuestos a base de éter, tales como el trimetoximetano, el 1,2-dimetoxietano, el éter dietílico, el 2-etoxietano, el tetrahidrofurano, y el 2-metiltetrahidrofurano; y los compuestos a base de sulfóxidos, tales como el dimetilsulfóxido; y similares. El disolvente puede ser uno o más compuestos seleccionados entre estos compuestos. La concentración del electrolito en la solución del electrolito es, de una forma preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde los 0,5 mol/l hasta los 3,0 mol/l y, de una forma más preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de un intervalo desde los 0,7 mol/l hasta los 2,0 mol/l.

5. Ejemplos

La invención, se describe ahora de una forma adicional, mediante vía de ejemplos. Deberá tomarse debida nota, en cuanto al hecho de que, la presente invención, no se encuentra limitada a los ejemplos que se facilitan a continuación. En los ejemplos y en los ejemplos comparativos, la unidad "parte", se refiere a "partes en masa" y, la unidad "%", se refiere a "% de masa", a menos de que se especifique de otro modo.

5.1. Ejemplo 1

5.1.1. Producción de partículas de polímero (A)

En un autoclave, (con un volumen interno de aproximadamente 6 l), equipado con un agitador electromagnético, en el cual se ha procedido reemplazar de una forma suficiente la atmósfera interna, con nitrógeno, se cargaron 2,5 l de agua purificada desoxidada, y 25 g de prefluorodecanoato amónico (emulsionante). La mezcla, se calentó, a una temperatura de 60 °C, mediante agitación, a una velocidad angular de 350 revoluciones por minuto. Se procedió, a continuación, a cargar el autoclave, con una mezcla de gas monómero de fluoruro de vinilideno (VDF) (70 %) y hexafluorometileno (HFP) (30 %), hasta que, la presión interna, alcanzara un valor de 20 kg/cm². A continuación, se procedió a inyectar, en el autoclave, 25 g de una solución de CFC-113, la cual contenía un porcentaje del 20 % de peroxidicarbonato de diisopropilo (iniciador), mediante la utilización de gas nitrógeno, con objeto de iniciar la polimerización. La presión interna, se mantuvo a un nivel de 20 kg/cm², durante la polimerización, inyectando sucesivamente una mezcla de gases de VDF (60,2 %) y HFP (39,8 %). Puesto que la tasa de polimerización decrece, a medida que avanza la polimerización, se procedió a añadir, otra vez, 25 g de una solución de CFC-113, con un contenido del 20 % de peroxidicarbonato de diisopropanol, mediante la utilización de gas nitrógeno, cuando había transcurrido un transcurso de tiempo de 3 horas y, los monómeros se polimerizaron durante un transcurso de tiempo adicional de 3 horas. La mezcla de reacción, se enfrió, a continuación, sin agitación, y se procedió a retirar los monómeros no reaccionados, con objeto de obtener una dispersión acuosa, la cual contenía partículas finas de un polímero (Aa) (contenido: 40 %). El factor de relación en masa de, del VDF y HFP, en el polímero (Aa), determinado mediante análisis de ¹⁹F-NMR, era el correspondiente a un valor de 21/4.

En un matraz separable de 7 l de capacidad, en el cual, la atmósfera interna, se había reemplazado de una forma suficiente, con nitrógeno, se cargaron 1600 g de la dispersión acuosa que contenía las partículas finas del polímero (Aa) (polímero (Aa): 25 partes en masa), 0,5 partes, en masa, de un emulsionante del tipo "Adeka Reasoap SR 1025" (fabricado por parte de la firma Adeka Corporation), 30 partes, en masa, de metacrilato de metilo (MMA), 40 partes, en masa, de acrilato de 2-etilhexilo (EHA), 5 partes, en masa, de ácido metacrílico (MAA), y 130 partes, en masa, de agua. La mezcla, se agitó, a una temperatura de 70 °C, durante un transcurso de tiempo de 3 horas, de tal forma que, los monómeros, se absorbieran, en el polímero (Aa). Después de haber procedido a la adición de 20 ml de una solución de tetrahidrofurano, la cual contenía 0,5 partes, en masa, de azobisisobutironitrilo (iniciador soluble en agua), la mezcla, se hizo reaccionar, a una temperatura de 75 °C, durante un transcurso de tiempo de 3 horas y, a continuación, se hizo reaccionar, a una temperatura de 85 °C, durante un transcurso de tiempo de 2 horas. Después de haber procedido a enfriar la mezcla, con objeto de terminar la reacción, se procedió a ajustar el pH de la mezcla, a un valor de 7, mediante la utilización de una solución acuosa 2,5 N de hidróxido sódico, con objeto de obtener una dispersión acuosa, que contenía partículas de polímero (A) (contenido: 40 %).

Se procedió a pesar aproximadamente 10 g de la dispersión acuosa resultante, en una placa de petri, de teflón, (diámetro: 8 cm), y ésta se secó, a una temperatura de 120 °C, durante un transcurso de tiempo de 1 hora, para formar una película. A continuación, se procedió a sumergir 1 g de la película (de polímero) resultante, en 400 ml de tetrahidrofurano (THF), a lo que le siguió un régimen de agitación, a una temperatura de 50 °C, durante un transcurso de tiempo de 3 horas. Después de haber procedido a filtrar la fase de THF, a través de una tela metálica (de un tamaño

de malla correspondiente a 300 mesh), se evaporó el THF contenido en el filtrado y se procedió a medir el peso Y (g), del residuo. El contenido insoluble en THF, en la partículas de polímero, calculado mediante la siguiente expresión (8), proporcionó un resultado del un porcentaje del 85 %.

$$5 \quad \text{Contenido insoluble en THF (\%)} = ((1 - Y) / 1) \times 100 \quad (8)$$

Las partículas finas resultantes, se sometieron a calorimetría de exploración diferencial, mediante la utilización de un calorímetro de exploración diferencial (DSC – [del inglés, differential scanning calorimeter] -). Se confirmó el hecho de que, las partículas finas, tenían únicamente una temperatura de transición vítrea (Tg), a una temperatura de -5 °C. Puesto que, las partículas de polímero (A), tenían únicamente una Tg, a pesar el hecho de utilizar dos tipos de polímeros, se considera el hecho de que, las partículas de polímero (A), eran partículas de polímero que contiene flúor.

5.1.2. Preparación de la composición ligante del electrodo

15 Se procedió a añadir 31 g de metacrilato de hidroxietilo que contenía agua (1 %), a 1000 g de la dispersión acuosa que contenía las partículas de polímero (A). La mezcla, se agitó, a una velocidad angular de 300 r. p. m., con objeto de preparar la composición ligante del electrodo. En los ejemplos y ejemplos comparativos, cuando el componente (B) era insoluble en agua, una dispersión (suspensión) preparada por dispersión del componente (B) en agua usando ondas de ultrasonido se añadió cuando se preparaba la composición ligante del electrodo.

20 La distribución del tamaño de partícula de la composición ligante del electrodo, se midió, mediante la utilización de un analizador del tamaño de partícula mediante la dispersión dinámica de la luz ("FPAR-1000", fabricado por parte de la firma Otsuka Electronics Co., Ltd.) y, el tamaño de partícula modal, se determinó a partir de la distribución del tamaño de partícula. Se calculó que el tamaño medio de partícula, numérico, era el correspondiente a un valor de 330 nm.

25 El contenido del componente (B), en la composición ligante del electrodo, puede determinarse analizando la composición ligante del electrodo, mediante el siguiente procedimiento. De forma específica, se procedió a pesar 0,2 g de la composición ligante del electrodo, y ésta se diluyó en un valor de 20 veces, mediante la utilización de una solución preparada disolviendo tetradecano (100 ppm) en tetrahidrofurano (solución estándar interna), con objeto de obtener una muestra de medición. Se procedió a determinar cuantitativamente la muestra de medición, mediante la utilización de un sistema de cromatografía ("GC6890N", fabricado por parte de la firma Agilent Technologies) (columna: HP-1 (30 m x 0,25 mm (DI) x 1,0 micrómetros (espesor) fabricada por parte de la firma Agilent Technologies). Se confirmó así, de este modo, el hecho de que, el contenido de metacrilato de hidroxietilo era el correspondiente a una cantidad de 300 ppm.

35 5.1.3. Evaluación de la estabilidad al almacenamiento de la composición ligante del electrodo

Se almacena, normalmente, una gran cantidad de la composición ligante del electrodo, para su uso en una fábrica del dispositivo de almacenamiento eléctrico. La composición ligante del electrodo, almacenada, se utiliza, porción a porción, en la cantidad que sea necesaria. Así, por lo tanto, es necesario el hecho de evitar una situación, en la cual, las propiedades de la composición ligante del electrodo, cambien, durante el almacenamiento correspondiente a un prolongado transcurso de tiempo, debido a la precipitación de las partículas de polímero, o similares.

45 La composición ligante del electrodo, puede someterse a un entorno medio ambiental de bajas temperaturas (de aproximadamente 0 °C), debido a un cambio en la temperatura ambiente, durante el almacenamiento, debido al hecho de que es difícil el controlar, de una forma precisa, la temperatura de almacenamiento, en términos de costes. Así, por lo tanto, no es aceptable una composición ligante del electrodo, la cual se congele a una temperatura de 0 °C, cuando se evalúa la temperatura de congelación. Se requiere el hecho de que, la composición ligante del electrodo, tenga una temperatura de congelación de 0,5 °C, o inferior. Cuando la composición ligante el electrodo, tiene una temperatura de congelación de 0,5 °C o inferior, se determina entonces el hecho de que, la composición ligante del electrodo, exhibe una excelente estabilidad.

Evaluación de la precipitación

55 Se procedió a colocar 100 g de la composición ligante del electrodo, en una botella de polietileno y, ésta, se almacenó a una temperatura de 2 °C, durante un transcurso de tiempo de 1 mes, en un refrigerador (frigorífico). Cuando hubo transcurrido un período de tiempo de 1 mes, la composición ligante del electrodo, se observó a simple vista. Los casos en donde no se observaba ninguna precipitación, se evaluaron como "Aceptable" y, los casos en donde se observaba precipitación, se evaluaron como "Inaceptable". Los resultados de la evaluación de la precipitación, se muestran en Tabla 1.

Evaluación de la temperatura de congelación

65 Se procedió a colocar 1000 g de la composición ligante del electrodo, en una botella de polietileno y, ésta, se almacenó a una temperatura de -10 °C, en un refrigerador. Se midió la temperatura (temperatura de congelación), a la cual la composición ligante del electrodo, comenzaba a congelarse. Se encontró que, la temperatura de congelación de la

composición ligante del electrodo, era la correspondiente a un valor de $-1,0^{\circ}\text{C}$. Los resultados de la evaluación de la temperatura de congelación, se muestran en la Tabla 1.

5.1.4. Preparación y evaluación de la suspensión para el electrodo

Se procedió a cargar un mezclador planetario de doble husillo helicoidal ("TK HIVIS MIX 2P-0,3", fabricado por parte de la firma PRIMIX Corporation), con 1 parte, en masa (contenido de sólidos), de un espesante ("CMC1120", fabricado por parte de la firma Daicel Chemical Industries), 100 partes, en masa, de un material activo del electrodo (tamaño de partícula (D50): 0,5 micrómetros) (el material activo del electrodo, se obtuvo mediante el molido de un fosfato de litio y hierro (LiFePO_4), comercialmente disponible en el mercado, mediante la utilización un mortero de ágata, y clasificando el producto molido, mediante la utilización de un tamiz), 5 partes, en masa, de negro de acetileno, y 68 partes, en masa, de agua. La mezcla, se agitó, a una velocidad angular de 60 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 1 hora. La composición ligante del electrodo se almacenó de la forma que se ha descrito en la sección "5.1.3. Evaluación de la estabilidad al almacenamiento de la composición ligante del electrodo", a la mezcla, de tal forma que, la cantidad de las partículas de polímero, fuese la correspondiente a 1 parte, en masa, y la mezcla, se agitó, durante un transcurso de tiempo de 1 hora, con objeto de obtener una pasta. Después de haber procedido a la adición de agua, a la pasta, con objeto de ajustar el contenido de sólidos, a un porcentaje del 50 %, la mezcla, se agitó, a una velocidad angular de 200 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 2 minutos, agitándose, a continuación, a una velocidad angular de 1800 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 5 minutos, y agitándose, a continuación, a una velocidad angular de 1800 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 1,5 minutos, bajo la acción del vacío (a aproximadamente $4,0 \times 10^{-3}$ Pa), mediante la utilización de un agitador / desaireador (mezclador del tipo "THINKY Mixer (Awatori Rentarou)", fabricado por parte de la firma THINKY Corporation), para preparar la suspensión para el electrodo.

Medición de la capacidad de formación de hilos

Se procedió a evaluar la capacidad de formación de hilos de la suspensión para el electrodo, de la forma que describe a continuación.

Se puso a disposición una copa de Zahn ("Copa de viscosidad Zahn nº5", fabricada por la firma Taiyu Kizai Co., Ltd.), la cual tenía un orificio (diámetro: 5,2 mm), en el fondo de ésta. Se procedió a verter 40 g de la suspensión para el electrodo, en la copa de Zahn, en un estado, en el cual, el orificio se encontraba cerrado. Cuando se procedió a abrir el orificio, la solución del electrodo, empezó a fluir, saliendo del orificio. Al tiempo en el cual se abrió el orificio, se le hace referencia como T_0 . Se procedió a medir, a simple vista, el tiempo (T_A), durante el cual la suspensión para el electrodo fluía continuamente, saliendo del orificio, en forma de un hilo. Se procedió a medir, también, el transcurso de tiempo (T_B), transcurrido hasta que, la suspensión para el electrodo, ya no fluía más, saliendo del orificio. La capacidad de formación de hilos de la suspensión para el electrodo, se calculó, procediendo a sustituir los valores T_0 , T_A , y T_B , en la siguiente expresión (5).

$$\text{Capacidad de formación de hilos (\%)} = ((T_A - T_0) / (T_B - T_0)) \times 100 \quad (5)$$

Un caso, en donde, la suspensión para el electrodo, tuviera una capacidad de formación de hilos correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de un intervalo desde un 30 % hasta un 80 %, se evaluaría como "Aceptable". Los resultados de la medición de la capacidad de formación de hilos, se muestran en la Tabla 1.

5.1.5. Producción y evaluación del electrodo

Se procedió a aplicar la suspensión para el electrodo de la forma que describe a continuación, de una forma uniforme, a la superficie de un colector de lámina de cobre (espesor: 30 micrómetros), mediante un procedimiento de racleta, de tal forma que, la película, tuviera un espesor correspondiente a un valor de 100 micrómetros, después del secado. Se procedió, a continuación, al secado, a una temperatura de 120°C , durante un transcurso de tiempo de 20 minutos. La película, se sometió a prensado, mediante la utilización de una prensa de rodillo, de tal forma que, la capa de material activo del electrodo resultante, tuviera la densidad que se muestra en la Tabla 1, con objeto de obtener un electrodo (electrodo positivo).

Medición de la tasa de agrietamiento

Se procedió a cortar el electrodo, convirtiéndolo en una placa de electrodo (con unas dimensiones de, anchura: 2 cm, longitud: 10 cm) y, la placa de electrodo, se sometió al siguiente ensayo de doblado, en el cual, la placa de electrodo, se dobló 100 veces y, en la dirección de la anchura, a lo largo de una barra redonda (diámetro: 2 mm). Se midió, a simple vista, el tamaño de una grieta que aconteciera a lo largo de la barra redonda, con objeto de calcular la tasa de agrietamiento. La tasa de agrietamiento, se calculó mediante la siguiente expresión (9).

$$\text{Tasa de agrietamiento (\%)} = (\text{longitud (mm) de la grieta} / \text{longitud (mm) de la placa de electrodo}) \times 100 \quad (9)$$

Una placa de electrodo que exhiba unas excelentes flexibilidad y adherencia, tiene una reducida tasa de agrietamiento. Es deseable el hecho de que, la tasa de agrietamiento del electrodo, sea la correspondiente a un valor del 0 %. No obstante, el electrodo, puede tener una tasa de agrietamiento de hasta un 20 %, cuando se procede a enrollar la placa

de electrodo, conjuntamente con un separador, en una forma en espiral. Si el electrodo tiene una tasa de agrietamiento superior a un 20 %, entonces, el electrodo, puede romperse fácilmente (es decir, las placas de electrodo, no pueden producirse), dando como resultado un descenso de la productividad. Así, por lo tanto, el valor del umbral correspondiente a la tasa de agrietamiento, es de un 20 %. Los resultados de las mediciones de la tasa de agrietamiento, se muestran en la Tabla 1.

5.1.6. Producción y evaluación del dispositivo de almacenamiento eléctrico

Producción de un contra-electrodo (electrodo negativo)

Se procedió a cargar un mezclador planetario de doble husillo helicoidal ("TK HIVIS MIX 2P-03", fabricado por parte de la firma PRIMIX Corporation), con 4 partes, en masa) (contenido de sólidos) de poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF), 100 partes, en masa, de grafito (material activo del electrodo negativo), y 80 partes, en masa, de N-metilpirrolidona (NMP). La mezcla, se agitó, a una velocidad angular de 60 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 1 hora. Después de la adición de 20 partes, en masa, de NMP, la mezcla, se agitó, a una velocidad angular de 200 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 2 minutos, agitándose, a continuación, a una velocidad angular de 1800 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 5 minutos, y agitándose, a continuación, a una velocidad angular de 1800 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 1,5 minutos, bajo la acción del vacío, mediante la utilización de un agitador / desaireador (mezclador del tipo "THINKY Mixer (*Awatori Rentarou*)", fabricado por parte de la firma THINKY Corporation), para preparar la suspensión para el electrodo.

La suspensión del contra-electrodo (electrodo negativo) de esta forma preparada, se aplicó, de una forma uniforme, sobre la superficie de un colector de lámina de cobre, mediante un procedimiento de cuchilla de racleta, de tal forma que, la película, tuviese un espesor de 150 micrómetros, después del secado. Se procedió, a continuación, al secado, a una temperatura de 120 °C, durante un transcurso de tiempo de 20 minutos. Se procedió, a continuación, a someter la película a prensado, mediante la utilización de una prensa de rodillo, de tal forma que, la película, tuviera una densidad de 1,5 g/cm³, para obtener el contra-electrodo (electrodo negativo).

Montaje de la célula de la batería de iones de litio

En una caja provista de guantes, en la cual, la atmósfera interna, se había sustituido por argón (Ar), de tal forma que, el punto de rocío, fuera el correspondiente a una temperatura de -80 °C, se procedió a emplazar un electrodo negativo (diámetro: 15,95 mm), preparado mediante el punzado del electrodo negativo producido de la forma que se ha descrito anteriormente, arriba, sobre una célula de moneda o botón de dos electrodos (del tipo "HS Flat Cell", fabricada por parte de la firma Hohsen Corp.). Se emplazó un separador (del tipo "Celgard # 2400", fabricado por parte de la firma Celgard, LLC) (diámetro: 24 mm), preparado mediante el punzado de una membrana porosa de polipropileno, sobre el electrodo negativo, y se procedió a inyectar 500 microlitros de una solución de electrolito, al interior de la célula del tipo botón, de dos electrodos, al mismo tiempo que, simultáneamente, se evitaba la entrada de aire. Se emplazó un electrodo positivo (diámetro: 16,16 mm), preparado procediendo a punzar el electrodo positivo producido de la forma que se ha descrito anteriormente, arriba, sobre el separador y, la caja exterior de la célula del tipo botón de dos electrodos, se estanqueizó contra la entrada de aire, de una forma segura, mediante la utilización de un tornillo, para montar la célula de la batería de iones de litio (dispositivo de almacenamiento eléctrico). Deberá tomarse debida nota, en cuanto al hecho de que, la solución del electrolito, se preparó procediendo a disolver el LiPF₆ en carbonato de etileno / carbonato de etilmetilo (factor de relación en masa = 1 : 1), a una concentración de 1 mol/l.

Evaluación de las características de la tasa de carga-descarga

Se procedió a cargar el dispositivo de almacenamiento eléctrico, a una corriente constante de 0,2 C, hasta que, el voltaje, alcanzara un valor de 4,2 V. El dispositivo de almacenamiento eléctrico, se cargó, de una forma continua, a un voltaje constante de 4,2 V. Se procedió a cortar la corriente (es decir, se determinó el hecho de que, el dispositivo de almacenamiento eléctrico, se había cargado de una forma completa), cuando el valor alcanzado de la corriente, alcanzó un valor de 0,01 C, y se midió la capacidad de carga a 0,2 C. Se procedió, a continuación, a descargar el dispositivo de almacenamiento eléctrico, a una corriente constante de 0,2 C. La corriente, se cortó (es decir, se determinó el hecho de que, el dispositivo de almacenamiento eléctrico, se encontraba completamente descargado), cuando, el voltaje, hubo alcanzado un valor de 2,7 V, y se procedió a medir la capacidad de descarga, a 0,2 C.

Se procedió a cargar el dispositivo de almacenamiento eléctrico, a una corriente constante de 3 C, hasta que, el voltaje, alcanzara un valor de 4,2 V. El dispositivo de almacenamiento eléctrico, se cargó, de una forma continua, a un voltaje constante de 4,2 V. Se procedió a cortar la corriente (es decir, se determinó el hecho de que, el dispositivo de almacenamiento eléctrico, se había cargado de una forma completa), cuando el valor alcanzado de la corriente, alcanzó un valor de 0,01 C, y se midió la capacidad de carga a 3 C. Se procedió, a continuación, a descargar el dispositivo de almacenamiento eléctrico, a una corriente constante de 3 C. La corriente, se cortó (es decir, se determinó el hecho de que, el dispositivo de almacenamiento eléctrico, se encontraba completamente descargado), cuando, el voltaje, hubo alcanzado un valor de 2,7 V, y se procedió a medir la capacidad de descarga, a 3 C.

Se procedió a determinar la tasa de carga (%) del dispositivo de almacenamiento eléctrico, mediante el cálculo de la tasa (%) de la capacidad de carga, a 3 C, para la capacidad de carga, a 0,2 C. Se procedió a determinar la tasa de descarga (%) del dispositivo de almacenamiento eléctrico, mediante el cálculo de la tasa (%) de la capacidad de descarga, a 3 C, para la capacidad de descarga, a 0,2 C. Cuando la tasa de carga, y la tasa de carga, eran de un valor del 80 %, o más, se evaluaron las características de la tasa de carga-descarga, calificándolas como "Aceptable". La tasa de carga y la tasa de descarga, determinadas así, de este modo, se muestran en la Tabla 1.

Deberá tomarse debida nota, en cuanto al hecho de que, "1 C", se refiere a un valor de corriente, el cual requiere un transcurso de tiempo de 1 hora, con objeto de cargar de una forma completa, una célula que tenga una capacitancia eléctrica constante. Así, por ejemplo, "0,1 C", se refiere a un valor de corriente, el cual requiere un transcurso de tiempo de 0,1 horas, para descargar completamente una célula.

5.2. Ejemplos 2 a 5 y 12 a 16, y Ejemplos Comparativos 1 a 3 y 6 a 8

Se procedió a preparar una dispersión que contenía las partículas de polímero (A), que tenían la composición mostrada en la Tabla 1, de la misma forma que en la sección "5.1.1. Producción de partículas de polímero (A)", en el Ejemplo 1, excepto en cuanto a lo referente al hecho de cambiar la composición del monómero y la cantidad del emulsionante. Se procedió a eliminar el agua, bajo la acción de presión reducida, o se añadió agua, en dependencia del contenido de sólidos de la dispersión acuosa, para obtener una dispersión acuosa, la cual tuviera un contenido de sólidos correspondiente a un porcentaje del 40 %. Las partículas finas obtenidas en los Ejemplos 2 a 5 y 12 a 16 y en los Ejemplos Comparativos 1 a 3 y 6 a 8, se sometieron a calorimetría de exploración diferencial, mediante la utilización de calorímetro de exploración diferencial (DSC – del inglés, differential scanning calorimeter). Se observó únicamente una temperatura de transición vítrea (Tg), a la temperatura mostrada en la Tabla 1. Puesto que, las partículas de polímero (A), tenían únicamente una Tg, a pesar del hecho de utilizar dos tipos de polímeros, se considera el hecho de que, las partículas de polímero (A), eran partículas de aleación de polímeros.

Se procedió a preparar una composición ligante del electrodo, de la misma forma que en la sección "5.1.2. Preparación de la composición ligante del electrodo", en el Ejemplo 1, excepto en cuanto a lo referente al hecho de cambiar el tipo y la cantidad del componente (B), tal y como se muestra en la Tabla 1. La composición ligante del electrodo, se evaluó de la misma forma que en la sección "5.1.3. Evaluación de la estabilidad al almacenamiento de la composición ligante del electrodo", en el Ejemplo 1. Los resultados, se muestran en la Tabla 1.

Se procedió a preparar una suspensión para el electrodo, de la misma forma que en la sección "5.1.4. Preparación y evaluación de la suspensión para el electrodo", en el Ejemplo 1, se procedió a producir y a evaluar un electrodo, de la misma forma que en la sección "5.1.5. Producción y evaluación del electrodo", en el Ejemplo 1, y se procedió a producir y evaluar un dispositivo de almacenamiento eléctrico, de la misma forma que en la sección "5.1.6. Producción y evaluación de un dispositivo de almacenamiento eléctrico", en el Ejemplo 1. Los resultados, se muestran en la Tabla 1 y la Tabla 2.

5.3. Ejemplos 6 y 17

5.3.1. Producción de partículas de polímero (A)

Se cargó un matraz separable 71 con 150 partes en masa de agua y 0,2 partes en masa de dodecibencenosulfonato sódico, y la atmósfera interna del matraz separable se reemplaza suficientemente con nitrógeno. Otro recipiente se cargó con 60 partes en masa de agua, 0,8 partes en masa (contenido sólido) de un emulsionante de éter sulfato ("Adeka Reasoap SR1025" fabricado por Adeka Corporation) (emulsionante), 20 partes en masa de metacrilato 2,2,2-trifluoroetilo (TFEMA) (monómero), 10 partes en masa de acrilonitrilo (AN) (monómero), 25 partes en masa de metacrilato de metilo (MMA) (monómero), 40 partes en masa de acrilato de 2-etilhexilo (EHA) (monómero) y 5 partes en masa de ácido acrílico (MAA) (monómero). La mezcla se agitó suficientemente para obtener una emulsión de monómero que contenía la mezcla de monómero. El interior del matraz separable se calentó después a 60 °C, y se añadieron 0,5 partes en masa de persulfato de amonio (iniciador) al matraz separable. Cuando la temperatura dentro del matraz separable alcanzó 70 °C, la emulsión de monómero se añadió lentamente al matraz separable durante 3 horas mientras se mantenía la temperatura dentro del matraz separable a 70 °C. Después de aumentar la temperatura dentro del matraz separable a 85 °C, los monómeros se polimerizaron a 85 °C durante 3 horas. Después de enfriar el matraz separable para terminar la reacción, el pH de la mezcla se ajustó a 7,6 usando amoníaco acuoso para obtener una dispersión acuosa que contenía partículas de polímero (a) (contenido: 30 %).

La dispersión acuosa se evaluó de la misma manera que en el Ejemplo 1. El contenido insoluble en THF en la dispersión acuosa era del 78 %, el tamaño medio de partícula, numérico, era 110 nm, y se observó una única temperatura de transición vítrea a 8 °C. Una composición ligante del electrodo, una suspensión para el electrodo, un electrodo y un dispositivo de almacenamiento eléctrico se produjeron y evaluaron de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que se usó la dispersión acuosa resultante.

5.4. Ejemplos 7, 8, 18 y 19

Una dispersión acuosa que contenía partículas de polímero (A) que tenían un tamaño medio de partícula, numérico, mostrado en la Tabla 1 o 2 se obtuvo de la misma manera que en los Ejemplos 6 y 17, excepto que los tipos y las cantidades (partes) de los monómeros se cambiaron como se muestra en la Tabla 1 o 2. Una composición de ligante del electrodo, una suspensión para el electrodo, un electrodo y un dispositivo de almacenamiento eléctrico se produjeron y evaluaron de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que se usó la dispersión acuosa resultante.

5.5. Ejemplo 9

5.5.1. Producción de partículas de polímero (A)

En un autoclave ajustable en cuanto a lo referente a su temperatura y equipado con un agitador, se cargaron 200 partes, en masa, de agua, 0,6 partes, en masa, de dodecilmecenosulfonato sódico, 1,0 partes, en masa, de persulfato sódico, 0,5 partes, en masa, de hidrógenosulfato sódico, 0,2 partes, en masa, de un dímero de alfa-metilestireno, 0,2 partes, en masa, de dodecilmercaptano, y los componentes de la primera fase de polimerización mostrados en la Tabla 3. La mezcla, se calentó, a una temperatura de 70 °C, y ésta se polimerizó, durante un transcurso de tiempo de 2 horas. Después de confirmar el hecho de que, la tasa de conversión de la polimerización, era la correspondiente a un porcentaje del 80 %, o más, se procedió a añadir, a la mezcla, los componentes de la segunda fase de polimerización mostrados en la Tabla 3, en un transcurso de tiempo de 6 horas, al mismo tiempo que se mantenía la temperatura de la reacción, a un nivel de 70 °C. Cuando hubo transcurrido un período de tiempo de 3 horas, a partir del inicio de la adición de los componentes de la polimerización correspondientes a la segunda fase, se procedió a añadir, a la mezcla, 1,0 partes, en masa de dímero de alfa-metilestireno y 0,3 partes, en masa, de dodecilmercaptano. Después de la adición de los componentes de la segunda fase de polimerización, la mezcla, se calentó, a una temperatura de 80 °C, y ésta se hizo reaccionar, durante un transcurso de tiempo de 2 horas. Después de haber completado la polimerización, se procedió a ajustar el pH del látex resultante, a un valor de 7,5, mediante la adición de 5 partes, en masa (contenido sólido) de tripolifosfato potásico. Se procedió a retirar los monómeros residuales, mediante destilación por vapor, y se concentró el residuo, bajo la acción de presión reducida, hasta que, el contenido de sólidos, hubiera alcanzado un porcentaje correspondiente a un valor del 50 %, para obtener una dispersión acuosa, la cual contenía las partículas de polímero (A) (contenido: 50 %). La dispersión acuosa se evaluó de la misma manera que en el Ejemplo 1. El contenido de insolubles en THF en la dispersión acuosa era del 90 %, y solo se observó una temperatura de transición vítrea a -20 °C.

5.5.2. Preparación de la composición ligante del electrodo

Se procedió a añadir 25 g de agua con contenido en metacrilato de hidroxietilo (2 %), a 1000 g de la dispersión acuosa que contenía las partículas de polímero (A). La mezcla, se agitó, a una velocidad angular de 300 r. p. m., con objeto de preparar la composición ligante del electrodo.

La distribución del tamaño de partícula de la composición ligante del electrodo, se midió, mediante la utilización de analizador del tamaño de partícula mediante la dispersión dinámica de la luz ("FPAR-1000", fabricado por parte de la firma Otsuka Electronics Co., Ltd.) y, el tamaño de partícula modal, se determinó a partir de la distribución del tamaño de partícula. Se calculó que el tamaño medio de partícula, numérico, era el correspondiente a un valor de 200 nm.

El contenido de componente (B), en la composición ligante del electrodo, puede determinarse procediendo a analizar la composición ligante, mediante el procedimiento que se facilita a continuación. De forma específica, se procedió a pesar 0,2 g de la composición ligante del electrodo, y ésta se diluyó en un valor de 20 veces, mediante la utilización de una solución preparada disolviendo tetradecano (100 ppm) en tetrahidrofurano (solución estándar interna), con objeto de preparar una muestra de medición. Se procedió a determinar cuantitativamente la muestra de medición, mediante la utilización de un sistema de cromatografía ("GC6890N", fabricado por parte de la firma Agilent Technologies) (columna: columna: HP-1 (30 m x 0,25 mm (DI) x 1,0 micrómetros (espesor) fabricada por parte de la firma Agilent Technologies). Se confirmó así, de este modo, el hecho de que, el contenido de metacrilato de hidroxietilo era el correspondiente a una cantidad de 500 ppm.

5.5.3. Evaluación de la estabilidad al almacenamiento, de la composición ligante del electrodo

Se procedió a evaluar la estabilidad al almacenamiento de la composición ligante del electrodo, de la misma forma que en la sección "5.1.3. Evaluación de la estabilidad al almacenamiento de la composición ligante del electrodo". Los resultados, se muestran en la Tabla 1.

5.5.4. Preparación y evaluación de la suspensión para el electrodo

Se procedió a cargar un mezclador planetario de doble husillo helicoidal ("TK HIVIS MIX 2P-0,3", fabricado por parte de la firma PRIMIX Corporation), con 1 parte, en masa (contenido de sólidos), de un espesante ("CMC2200", fabricado por parte de la firma Daicel Chemical Industries), 100 partes, en masa, (contenido de sólidos) de grafito (material del electrodo negativo), y 68 partes, en masa, de agua. La mezcla, se agitó, a una velocidad angular de 60 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 1 hora. Después de haber procedido a la adición de 2 partes, en masa, (contenido de sólidos) de la composición ligante del electrodo, almacenada de la forma que se ha descrito en la sección "5.5.3.

Evaluación de la estabilidad al almacenamiento de la composición ligante del electrodo", la mezcla, se agitó, durante un transcurso de tiempo de 1 hora, para obtener una pasta. Después de haber procedido a la adición de agua, a la pasta, con objeto de ajustar el contenido de sólidos a un porcentaje del 50 %, la mezcla, se agitó, a una velocidad angular de 200 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 2 minutos, ésta se agitó a una velocidad angular de 1.800 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 5 minutos, y se agitó, a la velocidad angular de 1.800 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 1,5 minutos, bajo la acción del vacío, mediante la utilización de un agitador / desaireador (mezclador del tipo "THINKY Mixer (*Awatori Rentarou*)", fabricado por parte de la firma THINKY Corporation), para preparar la suspensión para el electrodo. Se procedió a evaluar la capacidad de formación de hilos de la suspensión para el electrodo, de la misma forma que en la sección "5.1.4. Preparación y evaluación de la suspensión para el electrodo". Los resultados, se muestran en la Tabla 1.

5.5.5. Producción y evaluación del electrodo

Se procedió a aplicar la suspensión para el electrodo preparada en la sección "5.5.4. Preparación y evaluación de la suspensión para el electrodo", de una forma uniforme, a la superficie e un colector de lámina de cobre (espesor: 20 micrómetros), mediante un procedimiento de racleta, de tal forma que, la película, tuviera una espesor correspondiente a un valor de 80 micrómetros, después del secado. Se procedió, a continuación, al secado, a una temperatura de 120 °C, durante un transcurso de tiempo de 20 minutos. A continuación, la película, se prensó, mediante la utilización de una prensa de rodillo, de tal forma que, la capa de electrodo, tuviese la densidad que se muestra en la Tabla 1, con objeto de obtener un electrodo (electrodo negativo). La tasa de agrietamiento del electrodo, se evaluó de la misma forma que en la sección "5.1.5. Producción y evaluación del electrodo". Los resultados, se muestran en la Tabla 1.

5.5.6. Producción y evaluación del dispositivo de almacenamiento eléctrico

25 Producción del contra-electrodo (electrodo positivo)

Se procedió a cargar un mezclador planetario de doble husillo helicoidal ("TK HIVIS MIX 2P-03", fabricado por parte de la firma PRIMIX Corporation), con 4,0 partes, en masa) (contenido de sólidos) de un ligando de electrodo del dispositivo electroquímico ("KF Polymer #120", fabricado por parte de la firma Kureha Corporation), 3,0 partes en masa de un adyuvante conductor ("DENKA BLACK" producto prensado al 50 %, fabricado por parte de la firma Denki Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha), 100 partes, en masa, de LiCoO_2 (tamaño de partícula: 5 micrómetros, fabricado por parte de la firma Hayashi Kasei Co., Ltd.) (material activo del electrodo positivo), y 36 partes, en masa, de N-metilpirrolidona (NMP). A continuación, la mezcla, se agitó, a una velocidad angular de 60 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 2 horas para preparar una pasta. Después de la adición de NMP, a la pasta, con objeto de ajustar el contenido de sólidos a un porcentaje correspondiente a un valor de 65 %, la mezcla, se agitó, a una velocidad angular de 200 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 2 minutos, agitándose, a continuación, a una velocidad angular de 1.800 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 5 minutos, y agitándose, a continuación, a una velocidad angular de 1.800 r. p. m., durante un transcurso de tiempo de 1,5 minutos, bajo la acción del vacío, mediante la utilización de un agitador / desaireador (mezclador del tipo "THINKY Mixer (*Awatori Rentarou*)", fabricado por parte de la firma THINKY Corporation), para preparar la suspensión para el electrodo. La suspensión para el electrodo, se aplicó, de una forma uniforme, sobre la superficie de un colector de lámina de cobre, mediante un procedimiento de cuchilla de racleta, de tal forma que, la película, tuviese un espesor de 80 micrómetros, después del secado. Se procedió, a continuación, al secado, a una temperatura de 120 °C, durante un transcurso de tiempo de 20 minutos. Se procedió, a continuación, a someter la película a prensado, mediante la utilización de una prensa de rodillo, de tal forma que, la capa de electrodo resultante, tuviera una densidad de 3,0 g/cm³, para obtener el contra-electrodo (electrodo positivo).

Montaje de la célula de la batería de iones de litio

En una caja provista de guantes, en la cual, la atmósfera interior, se había sustituido por argón (Ar), de tal forma que, el punto de rocío, fuera el correspondiente a una temperatura de -80 °C, se procedió a emplazar un electrodo negativo (diámetro: 15,95 mm), preparado mediante el punzado del electrodo negativo, producido de la forma que se ha descrito anteriormente, arriba, sobre una célula de moneda o botón de dos electrodos (del tipo "HS Flat Cell", fabricada por parte de la firma Hohsen Corp.). Se emplazó un separador (del tipo "Celgard # 2400", fabricado por parte de la firma Celgard, LLC) (diámetro: 24 mm), preparado mediante el punzado de una membrana porosa de polipropileno, sobre el electrodo negativo, y se procedió a inyectar 500 microlitros de una solución de electrolito, al interior de la célula del tipo botón, de dos electrodos, al mismo tiempo que, simultáneamente, se evitaba la entrada de aire. Se emplazó un electrodo positivo (diámetro: 16,16 mm), preparado procediendo a punzar el electrodo positivo producido en la sección "producción de un contra-electrodo (electrodo positivo), sobre el separador y, la caja exterior de la célula del tipo botón de dos electrodos, se estancó contra la entrada de aire, de una forma segura, mediante la utilización de un tornillo, para montar la célula de la batería de iones de litio (dispositivo de almacenamiento eléctrico). Deberá tomarse debida nota, en cuanto al hecho de que, la solución del electrolito, se preparó procediendo a disolver el LiPF_6 en carbonato de etileno / carbonato de etilmetilo (factor de relación en masa = 1 : 1), a una concentración de 1 mol/l. Las características de carga-descarga del dispositivo de almacenamiento eléctrico, se evaluaron de la misma forma que en la sección "5.1.6. Preparación y evaluación del dispositivo de almacenamiento eléctrico". Los resultados, se muestran en la Tabla 1.

5.6. Ejemplos 10, 11 y 20, y Ejemplos Comparativos 4, 5, 9 y 10

Se procedió a preparar una dispersión que contenía las partículas de polímero (A), que tenían la composición mostrada en la Tabla 1 o 2, de la misma forma que en la sección "5.5.1. Producción de partículas de polímero (A)", en el Ejemplo 9, excepto en cuanto a lo referente al hecho de cambiar la composición del monómero y la cantidad del emulsionante. Se procedió a eliminar el agua, bajo la acción de presión reducida, o se añadió agua, en dependencia del contenido de sólidos de la dispersión acuosa, para obtener una dispersión acuosa, la cual tuviera un contenido de sólidos correspondiente a un porcentaje del 50 %.

Se procedió a preparar una composición ligante del electrodo, de la misma forma que en la sección "5.5.2. Preparación de la composición ligante del electrodo", en el Ejemplo 9, excepto en cuanto a lo referente al hecho de cambiar el tipo y la cantidad del componente (B), tal y como se muestra en la Tabla 1 o 2. Se procedió a evaluar la composición ligante del electrodo, de la misma forma que en la sección "5.5.3. Evaluación de la estabilidad al almacenamiento de la composición ligante del electrodo", en el Ejemplo 9. Los resultados, se muestran en la Tablas 1 y 2.

Se procedió a preparar una suspensión para el electrodo, de la misma forma que en la sección "5.5.4. Preparación y evaluación de la suspensión para el electrodo", en el Ejemplo 9, se procedió a producir y a evaluar un electrodo, de la misma forma que en la sección "5.5.5. Producción y evaluación del electrodo", en el Ejemplo 9, y se procedió a producir y evaluar un dispositivo de almacenamiento eléctrico, de la misma forma que en la sección "5.5.6. Producción y evaluación de un dispositivo de almacenamiento eléctrico", en el Ejemplo 9. Los resultados, se muestran en la Tabla 1.

5.7. Evaluación de los resultados

Las composiciones ligantes del electrodo de los Ejemplos 1 a 11 y Ejemplos Comparativos 1 a 5 y los resultados de evaluación de los mismos se muestran en la Tabla 1. Las composiciones ligantes del electrodo de los Ejemplos 12 a 22 y Ejemplos Comparativos 6 a 10 y los resultados de evaluación de las mismas se muestran en la Tabla 2. El contenido del componente de polimerización de la primera etapa y el componente de polimerización de la segunda etapa cuando se preparan las dispersiones acuosas que contienen las partículas de polímero (A) de los ejemplos 9 a 11 y 20 a 22 y Ejemplos Comparativos 4, 5, 9 y 10 se muestra en la Tabla 3.

TABLA 1

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 7	Ejemplo 8	Ejemplo Comp. 1	Ejemplo Comp. 2	Ejemplo Comp. 3	Ejemplo 9	Ejemplo 10	Ejemplo 11	Ejemplo Comp. 4	Ejemplo Comp. 5
	Partículas de polímero que contiene flúor								Partículas de polímero de dieno							
Partículas de polímero																
VDF (partes en masa)	21	20	24	21	21	-	-	-	21	20	24	-	-	-	-	-
HFP (partes en masa)	4	5	1	4	4	-	-	-	4	5	1	-	-	-	-	-
TFEMA (partes en masa)	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TFEA (partes en masa)	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFIPA (partes en masa)	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-
MMA (partes en masa)	30	30	30	30	30	25	9	30	30	30	30	12	12	12	12	12
EHA (partes en masa)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	-	-	-	-	-
HEMA (partes en masa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3
MAA (partes en masa)	5	-	5	5	5	-	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-
AA (partes en masa)	-	5	-	-	-	5	5	5	-	5	-	1	1	1	1	1
TA (partes en masa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3
DVB (partes en masa)	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TMPTMA (partes en masa)	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AN (partes en masa)	-	-	-	-	-	10	25	5	-	-	-	12	12	12	12	12
BD (partes en masa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	49	49	49	49
ST (partes en masa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	23	20	23	20
Metacrilato de metilo (ppm)	-	50	-	-	-	-	-	500	3	1200	-	-	-	-	-	-
Metacrilato de hidroximetilo (ppm)	-	-	-	700	-	-	-	-	-	-	-	-	200	-	5	1100
Metacrilato de hidroxietilo (ppm)	300	-	-	-	-	600	-	-	-	-	-	500	-	-	-	-
Metacrilato de 2-etilhexilo (ppm)	-	-	500	-	-	-	200	-	-	-	-	-	-	800	-	-
Acrilato de etilo (ppm)	-	-	-	-	300	-	-	-	-	-	2000	-	-	-	-	-

	Componente (C)	Ejemplo 1		Ejemplo 2		Ejemplo 3		Ejemplo 4		Ejemplo 5		Ejemplo 6		Ejemplo 7		Ejemplo 8		Ejemplo 1 Comp. 1		Ejemplo 2 Comp. 2		Ejemplo 3 Comp. 3		Ejemplo 9		Ejemplo 10		Ejemplo 11		Ejemplo 4 Comp. 4		Ejemplo 5 Comp. 5	
		Agua		Agua		Agua		Agua		Agua		Agua		Agua		Agua		Agua		Agua		Agua		Agua		Agua		Agua		Agua		Agua	
Propiedades de las partículas de polímero	Tamaño medio de partícula numérico (nm)	330		210		330		330		330		110		250		300		330		330		330		200		90		120		200		90	
	Contenido insoluble en THF (%)	85		95		95		85		85		78		75		70		85		85		85		90		90		90		90		91	
Estabilidad durante el almacenamiento de la composición ligante	Tg (°C)	-5		-5		1		-5		-5		8		2		-9		-5		-5		-5		-20		-20		-20		-20		-21	
	Temperatura de congelación (°C)	-1,0		-0,8		0,9		-1,0		-0,8		-0,7		-0,5		-0,8		-0,2		-0,9		0,1		-0,9		-0,6		-0,7		-0,3		-0,8	
Propiedades de la suspensión	Capacidad formación hilos (%)	70		55		77		75		65		40		40		51		40		10		52		71		62		74		70		9	
	Densidad de la capa de material activo (g/cm ³)	1,5		1,9		2,2		1,5		1,8		3,8		2,7		3,4		1,4		1,9		2,2		1,6		1,6		1,7		1,5		1,6	
Propiedades del electrodo	Tasa de agrietamiento (%)	12		4		10		14		12		18		16		19		12		5		5		0		2		3		0		2	
	Tasa de carga (%)	91		88		94		89		93		80		81		80		45		61		39		90		88		89		48		60	
Propiedades del dispositivo de almacenamiento eléctrico	Tasa de descarga (%)	86		86		85		87		93		81		81		82		48		57		42		91		87		88		49		59	

TABLA 2

		Ejemplo 12	Ejemplo 13	Ejemplo 14	Ejemplo 15	Ejemplo 16	Ejemplo 17	Ejemplo 18	Ejemplo 19	Ejemplo Comp. 6	Ejemplo Comp. 7	Ejemplo Comp. 8	Ejemplo 20	Ejemplo 21	Ejemplo 22	Ejemplo Comp. 9	Ejemplo Comp. 10		
	Partículas de polímero	Partículas de polímero que contiene flúor													Partículas de polímero de dieno				
Componente (A)	VDF (partes en masa)	21	20	24	21	21	-	-	-	21	20	24	-	-	-	-			
	HFP (partes en masa)	4	5	1	4	4	-	-	-	4	5	1	-	-	-	-			
	TFEMA (partes en masa)	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	TFEA (partes en masa)	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	HFIPA (partes en masa)	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-			
	MMA (partes en masa)	30	30	30	30	25	9	30	40	30	30	30	12	12	12	12			
	EHA (partes en masa)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	-	-	-	-			
	HEMA (partes en masa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-			
	MAA (partes en masa)	5	-	5	5	-	-	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-		
	AAI (partes en masa)	-	5	-	-	5	5	5	5	-	5	-	1	1	1	1	1		
	TA (partes en masa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3		
	DVB (partes en masa)	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	TMPTMA (partes en masa)	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Componente (B)	AN (partes en masa)	-	-	-	-	10	25	5	-	-	-	-	12	12	12	12			
	BD (partes en masa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	49	49	49			
	ST (partes en masa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	23	20	23			
	Acrlato de metilo (ppm)	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Metacrilato de etilo (ppm)	-	-	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Acrlato de butilo (ppm)	-	-	-	800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Metacrilato de butilo (ppm)	-	-	-	-	-	-	200	-	-	-	-	500	-	-	-			
	Acrlato de 2-etil-hexilo (ppm)	500	-	-	-	-	-	-	-	5	-	600	-	-	-	-			
	Acrlato de ciclohexilo (ppm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1200	-	-	200	-	-			

	Ejemplo 12	Ejemplo 13	Ejemplo 14	Ejemplo 15	Ejemplo 16	Ejemplo 17	Ejemplo 18	Ejemplo 19	Ejemplo Comp. 6	Ejemplo Comp. 7	Ejemplo Comp. 8	Ejemplo 20	Ejemplo 21	Ejemplo 22	Ejemplo Comp. 9	Ejemplo Comp. 10
Metacrilato de ciclohexilo (ppm)	-	-	-	-	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acrlato de 2-hidroxietilo (ppm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	800	-	-
Metacrilato de hidroximetilo (ppm)	-	-	-	-	-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1100
Acrlato de 4-hidroxibutilo (ppm)	-	-	-	-	-	-	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metacrilato de 4-hidroxibutilo (ppm)	-	-	-	-	-	-	-	400	-	-	800	-	-	-	-	-
Componente (C)	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua
Tamaño medio de partícula numérico(nm)	330	210	330	330	330	110	250	300	330	330	330	200	90	120	200	90
Propiedades de las partículas de polímero	85	95	95	85	85	78	75	70	85	85	85	90	90	90	90	91
Contenido insoluble en THF (%)	-5	-5	1	-5	-5	8	2	-9	-5	-5	-5	-20	-20	-20	-20	-21
Tg(°C)	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
Estabilidad durante el almacenamiento de la composición ligante	70	50	75	80	70	45	40	50	40	15	50	70	60	75	70	10
Capacidad de formación de hilos (%)	1,5	1,8	2,2	1,6	1,8	3,6	2,6	3,4	1,3	1,9	2,2	1,6	1,6	1,7	1,5	1,6
Densidad de la capa de material activo (g/cm ³)	12	5	12	11	13	17	17	18	12	8	5	0	2	3	0	2
Tasa de agrietamiento (%)	91	88	83	88	94	81	83	82	48	60	42	91	89	88	59	48
Tasa de carga (%)	86	86	85	86	94	82	83	84	50	58	45	92	87	87	57	49
Propiedades del dispositivo de almacenamiento eléctrico																

TABLA 3

	Ejemplo 9	Ejemplo 10	Ejemplo 11	Ejemplo Comp. 4	Ejemplo Comp. 5	Ejemplo 20	Ejemplo 21	Ejemplo 22	Ejemplo Comp. 9	Ejemplo Comp. 10
Componente de polimerización de la primera fase	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	
	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	
	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	
Total	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	
	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	
	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2
Componente de polimerización de la segunda fase	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3	
	11,0	11,0	11,0	8,0	11,0	11,0	8,0	11,0	8,0	
	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	
Total	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	
	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8
Componente de polimerización de la primera fase + componente de polimerización de la segunda fase	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	
	0	3,0	0,0	3,0	0	0	3,0	0,0	3,0	
	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	
	23,0	20,0	23,0	20,0	23,0	23,0	20,0	23,0	20,0	
	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	
Total	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	
	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85	
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

La abreviatura de cada componente que se muestra en las Tablas 1 a 3, tiene el siguiente significado.

- 5 VDF: fluoruro de vinilideno
 HFP: hexafluoruro de propileno
 TFEMA: metacrilato de 2,2,2-trifluorometilo
 TFEA: acrilato de 2,2,2-trifluorometilo
 HFIPA: acrilato de 1,1,1,3,3,3-hexafluoroisopropilo
 MMA: metacrilato de metilo
 10 EHA: acrilato de 2-etilhexilo
 HEMA: metacrilato de 2-hidroxietilo
 MAA: ácido metacrílico
 AA: ácido acrílico
 TA: ácido itacónico
 DVB: divinilbenceno
 15 TMPTMA: trimetacrilato de trimetilolpropano
 AN: acrilonitrilo
 BD: 1,3-butadieno
 ST: estireno
- 20 Tal y como se aclara en la Tabla 1 y la Tabla 2, las composiciones ligantes del electrodo de los Ejemplos 1 a 22, exhibían una excelente estabilidad al almacenamiento. La suspensión para el electrodo preparada mediante la utilización de las composiciones ligantes del electrodo de los Ejemplos 1 a 22, exhibían una excelente adherencia, entre el colector y la capa de material activo del electrodo, y produjeron un electrodo, el cual tenía una reducida tasa de agrietamiento, y exhibía una excelente adherencia. El dispositivo de almacenamiento eléctrico (batería de iones de litio) que incluía el electrodo, exhibía unas excelentes características de la tasa de carga-descarga.
- 25 Por otro lado, las composiciones ligantes de los Ejemplos Comparativos 1 a 10, no pudieron producir un electrodo que exhibiera unas excelentes características, y no pudo producir un dispositivo de almacenamiento eléctrico, el cual exhibiera unas excelentes características de carga-descarga.
- 30 Se considera el hecho de que, las partículas de polímero (A) utilizadas en los Ejemplos 1 a 5 y 12 a 16, y en los Ejemplos Comparativos 1 a 3 y 6 a 8, eran partículas de polímero que contiene flúor, en base al gráfico de DSC (calorimetría de exploración diferencial).
- 35 La Figura 1, ilustra el gráfico de DSC de las partículas de polímero (A) producidas en los Ejemplos 3 y 14. Puesto que, las partículas de polímero de los Ejemplos 3 y 14, se polimerizaron en procedimientos de múltiples fases, mediante la adición del monómero, a las partículas de siembra, se considera el hecho de que, las partículas de polímero de los Ejemplos 3 y 14, eran partículas de polímero que contenían por lo menos dos clases de polímeros. Tal y como se aclara, a raíz de la Figura 1, las partículas de polímero de los Ejemplos 3 y 14, tenían únicamente una Tg (temperatura de transición vítrea), en lugar de dos Tg, derivadas de las dos clases de polímeros. Este hecho, sugiere que, las partículas de polímero producidas en los Ejemplos 3 y 14, eran partículas de polímero que contiene flúor.
- 40 La invención, no se encuentra limitada a las realizaciones que se han facilitado anteriormente. Puede procederse a realizar diversas modificaciones y variaciones de las realizaciones anteriores. La invención incluye otras diversas configuraciones sustancialmente iguales a las configuraciones descritas en conexión con las realizaciones anteriores (tal y como una configuración que tiene la misma función, método, y resultados, o una configuración que tiene el mismo objetivo y resultados). La invención incluye también configuraciones en las que se procede a reemplazar una porción insustancial descrita en las realizaciones anteriores. La invención incluye también una configuración que tiene los mismos efectos que aquellos de las configuraciones descritas en conexión con las realizaciones anteriores, o una configuración capaz de conseguir el mismo objetivo que el de las configuraciones descritas en conexión con las realizaciones anteriores. La presente invención incluye también una configuración en la que se añade una técnica conocida a las configuraciones descritas en conexión con las realizaciones anteriores.
- 45 Aunque solo algunas realizaciones de la presente invención se han descrito en detalle anteriormente, los expertos en la materia apreciarán fácilmente que son posibles muchas modificaciones en las realizaciones sin alejarse materialmente de las novedosas enseñanzas y ventajas de esta invención. Por consiguiente, se pretende que todas estas modificaciones estén incluidas dentro del alcance de esta invención.
- 50 Se usa una composición ligante del electrodo para producir un electrodo usado para un dispositivo de almacenamiento eléctrico e incluye (A) un polímero, acrilatos (B) un (met)acrilato y (C) agua, siendo el polímero (A) partículas de polímero que contiene flúor o partículas de polímero de dieno, y siendo una concentración del (met)acrilato (B) en la composición de ligante del electrodo de 10 a 1.000 ppm.
- 60

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una composición ligante del electrodo que se usa para producir un electrodo usado para un dispositivo de almacenamiento eléctrico, comprendiendo la composición ligante (A) un polímero, (B) un (met)acrilato, y (C) agua, siendo el polímero (A) partículas de polímero que contiene flúor que incluyen (Ma) una unidad repetitiva derivada de un monómero basado en etileno que contiene flúor, y (Mb) una unidad repetitiva derivada de un éster de ácido carboxílico insaturado, y
siendo una concentración de (met)acrilato (B) en la composición ligante del electrodo de 10 a 1.000 ppm.
- 10 2. La composición ligante del electrodo de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el (met)acrilato (B) es al menos un compuesto seleccionado entre un grupo que consiste en (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de etilo, (met)acrilato de butilo, (met)acrilato de ciclohexilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, (met)acrilato de 2-hidroxietilo, (met)acrilato de hidroximetilo y (met)acrilato de 4-hidroxibutilo.
- 15 3. La composición ligante del electrodo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que las partículas de polímero que contiene flúor tienen un único pico endotérmico dentro de un intervalo de temperatura de -50 a +250 °C cuando se someten a calorimetría de exploración diferencial (DSC) de acuerdo con la norma JIS K 7121.
- 20 4. La composición ligante del electrodo de acuerdo con la reivindicación 3, en la que las partículas de polímero que contiene flúor tienen un único pico endotérmico dentro de un intervalo de temperatura de -30 a +30 °C.
- 25 5. Una composición ligante del electrodo que se usa para producir un electrodo usado para un dispositivo de almacenamiento eléctrico, comprendiendo la composición ligante (A) un polímero, (B) un (met)acrilato, y (C) agua, siendo el polímero (A) partículas de polímero de dieno que incluyen (Mc) una unidad repetitiva derivada de un compuesto de dieno conjugado, (Md) una unidad repetitiva derivada de un compuesto aromático de vinilo, (Me) una unidad repetitiva derivada de un compuesto de (met)acrilato, y (Mf) una unidad repetitiva derivada de un ácido carboxílico insaturado, y
siendo una concentración del (met)acrilato (B) en la composición ligante de 10 a 1.000 ppm.
- 30 6. La composición ligante del electrodo de acuerdo con la reivindicación 5, en la que el (met)acrilato (B) es al menos un compuesto seleccionado de un grupo que consiste en (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de etilo, (met)acrilato de butilo, (met)acrilato de ciclohexilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, (met)acrilato de 2-hidroxietilo, (met)acrilato de hidroximetilo y (met)acrilato de 4-hidroxibutilo.
- 35 7. La composición ligante del electrodo de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en la que las partículas de polímero de dieno tienen un único pico endotérmico dentro de un intervalo de temperatura de -50 a +5 °C cuando se someten a calorimetría de exploración diferencial (DSC) de acuerdo con la norma JIS K 7121.
- 40 8. La composición ligante del electrodo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que las partículas de polímero que contiene flúor o las partículas de polímero de dieno tienen un tamaño medio de partícula, numérico, de 50 a 400 nm.
- 45 9. Una suspensión de electrodo que comprende la composición ligante del electrodo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, y un material activo del electrodo.
- 50 10. Un electrodo que comprende un colector y una capa que se forma aplicando la suspensión de electrodo de acuerdo con la reivindicación 9 a una superficie del colector, y secando la suspensión.
11. Un dispositivo de almacenamiento eléctrico que comprende el electrodo de acuerdo con la reivindicación 10.

FIG. 1

