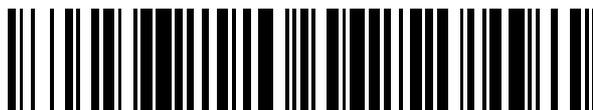


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 462 494**

51 Int. Cl.:

**C08K 5/01** (2006.01)

**H01M 4/62** (2006.01)

**C08L 51/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2013 E 13152624 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2014 EP 2626385**

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

30 Prioridad:

**13.02.2012 JP 2012028443**

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

**23.05.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MAEGAWA, MAKI;  
HONDA, TATSUAKI;  
ABE, TATSUYA y  
MIYAUCHI, HIROYUKI**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 462 494 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 de electrodo, electrodo y dispositivo de almacenamiento eléctrico

5 ANTECEDENTES Y TRASFONDO DE LA INVENCION

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

En años recientes, 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 una mezcla de un material activo de 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 de electrodo, una capacidad de ligar el material activo de electrodo y el colector, resistencia al rayado, cuando se devana o bobina el electrodo, y resistencia a la caída de potencia eléctrica (a saber, no acontece una materia en polvo fina del material activo del electrodo, o por el estilo, 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 por el estilo). 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 puede 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, la cual 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 un poli(fluoruro de vinilideno), en un disolvente orgánico específico, procediendo a aplicar la 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 un cadena principal, formada en un copolímero de fluoruro de vinilideno, y una cadena secundaria, la cual 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 el control de la cantidad de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, que permanece en las partículas, cuando se polimeriza el látex (véase la solicitud de patente japonesa JP-A-2002-319402).

RESUMEN DE LA INVENCION

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, ó 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.

5 La composición ligante dada a conocer en la solicitud de patente japonesa JP-A-2000-299109, ó en la solicitud de patente japonesa JP-A-2002-319402, exhibe una adherencia mejorada. No obstante, e es difícil de 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.

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

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

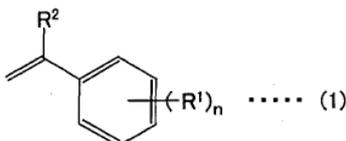
La invención, puede implementarse mediante los siguientes ejemplos de aplicación que se facilitan a continuación:

#### 20 Ejemplo de aplicación 1

En concordancia con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una composición ligante de 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 (al cual se le podrá hacer referencia, en la parte que sigue de este documento, como "polímero (A)", (B), un compuesto representado mediante una fórmula general (1)(al cual se le podrá hacer referencia, en la parte que sigue este documento, como "compuesto (B)", y C), un medio líquido (al cual se le podrá hacer referencia, en la parte que sigue de este documento, como "medio líquido (C)"),

30 consistiendo, el polímero (A) en partículas de polímero con contenido en flúor, el cual incluye (Ma) una unidad repetitiva derivada de un monómero a base de etileno, con contenido de flúor, y (Mb), una unidad repetitiva derivada de un éster de ácido carboxílico, insaturado, y

35 una concentración del compuesto (B), en la composición del ligante del electrodo, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van de 5 a 500 ppm,



en donde, R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup>, representan, de una forma independiente, un átomo de hidrógeno, un átomo de halógeno, o un grupo alquilo monovalente y, n, es un número entero de 0 a 5.

#### 45 Ejemplo de aplicación 2

En la composición ligante de electrodo, en concordancia con el Ejemplo de Aplicación 1, las partículas de polímero con contenido en flúor, pueden tener únicamente un pico endotérmico, dentro de unos márgenes de temperatura que van desde los -50°C hasta los +250°C, cuando éstas se someten a calorimetría de exploración diferencial (DSC – del inglés, diferencial scanning calorimetry), en concordancia la norma JIS K 7121.

#### Ejemplo de Aplicación 3

55 En la composición ligante de electrodo, en concordancia con el Ejemplo de Aplicación 2, las partículas de polímero con contenido en flúor, pueden tener únicamente un pico endotérmico, dentro de unos márgenes de temperatura que van desde los -30°C hasta los +30°C.

#### Ejemplo de Aplicación 4

60 En concordancia con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona una composición ligante de electrodo, la cual se utiliza para producir un electrodo utilizado para un dispositivo de almacenamiento eléctrico, incluyendo, la composición, (A), un polímero (al cual se le podrá hacer referencia, en la parte que sigue de este documento, como "polímero (A)", (B), un compuesto representado mediante una fórmula general (1)(al cual se le podrá hacer referencia, en la parte que sigue este documento, como "compuesto(B)", y C), un medio líquido (al cual se le podrá hacer referencia, en la parte que sigue de este documento, como "medio líquido (C)"),

5 consistiendo, el polímero (A) en partículas de polímero de dieno, el cual incluye (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

10 una concentración del compuesto (B), en la composición del ligante, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van de 5 a 500 ppm,



15 en donde, R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup>, representan, de una forma independiente, un átomo de hidrógeno, un átomo de halógeno, o un grupo alquilo monovalente y, n, es un número entero de 0 a 5.

Ejemplo de aplicación 5

20 En la composición ligante de electrodo, en concordancia con el Ejemplo de Aplicación 4, las partículas de polímero de dieno, pueden tener únicamente un pico endotérmico, dentro de unos márgenes de temperatura que van desde los -50°C hasta los +5°C, cuando éstas se someten a calorimetría de exploración diferencial (DSC – del inglés, diferencial scanning calorimetry), en concordancia la norma JIS K 7121.

25 Ejemplo de aplicación 6

30 En la composición ligante de electrodo, en concordancia con uno cualquiera de los Ejemplos de Aplicación 1 a 5, las partículas de polímero con contenido en flúor, o las partículas de dieno, pueden tener un tamaño medio de partícula, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los 50 nm hasta los 400 nm.

Ejemplo de aplicación 7

35 En concordancia con un tercer aspecto de la invención, se proporciona una suspensión para electrodo, la cual incluye una composición ligante de electrodo en concordancia con un cualquiera de los Ejemplos de aplicación 1 a 6, y un material activo de electrodo.

Ejemplo de aplicación 8

40 En concordancia con una cuarta forma de aplicación de la invención, se proporciona un electrodo, el cual incluye un colector, y una capa, la cual se encuentra formada mediante la aplicación de la suspensión de electrodo en concordancia con el Ejemplo de Aplicación 7, a una superficie del colector, y secando la suspensión.

45 Ejemplo de aplicación 9

En concordancia con un quinto aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de almacenamiento eléctrico, el cual incluye el electrodo en concordancia con el Ejemplo de Aplicación 8.

50 La composición ligante para electrodo, exhibe una excelente estabilidad al almacenaje, y puede producir un electrodo, el cual exhibe una excelente adherencia y unas excelentes características de carga-descarga. Un dispositivo de almacenaje eléctrico, el cual incluye un electrodo, el cual se produce mediante la utilización de la composición ligante para electrodo, tiene unas excelentes características en cuanto o lo referente al factor de relación carga-descarga.

55 DESCRIPCIÓN RESUMIDA DE VARIAS VISTAS DE LOS DIBUJOS

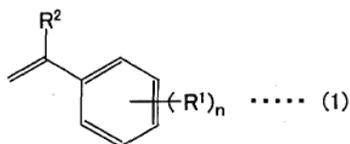
La figura 1, ilustra el gráfico de DSC (calorimetría de exploración diferencial) de las partículas de polímero obtenidas en el Ejemplo 3.

60 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA FORMA DE DE PRESENTACIÓN DE LA INVENCION

Abajo, a continuación, se describen en detalle, formas ejemplares de presentación de la presente invención. El término “(met)acrilato”, tal y como se utiliza aquí, en este documento, se refiere a “acrilato” y a “metacrilato”.

65 1. Composición ligante para electrodo

Con objeto de producir un electrodo, el cual se utiliza para un dispositivo de almacenamiento eléctrico, se utiliza una composición ligante para electrodo, la cual incluye, (A), un polímero (al cual se le podrá hacer referencia, en la parte que sigue de este documento, como "polímero (A)", (B), un compuesto representado mediante una fórmula general (1) (al cual se le podrá hacer referencia, en la parte que sigue de este documento, como "compuesto (B)", y C), un medio líquido (al cual se le podrá hacer referencia, en la parte que sigue de este documento, como "medio líquido (C)"), siendo, la concentración del compuesto (B), en la composición del ligante de electrodo, la correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van de 5 a 500 ppm.



en donde,  $R^1$  y  $R^2$ , representan, de una forma independiente, un átomo de hidrógeno, un átomo de halógeno, o un grupo alquilo monovalente y,  $n$ , es un número entero de 0 a 5.

Cada componente de la composición ligante para electrodo, en concordancia con una forma de presentación de la presente invención, se describe en detalle, abajo, a continuación.

### 1.1. Polímero A

Es preferible el hecho de que, el polímero (A) incluido en la composición ligante del electrodo, en concordancia con una forma de presentación de la presente invención, se disperse en el medio líquido (C), en forma de partículas (a saber, látex). Cuando la composición ligante del electrodo es un látex, una suspensión de electrodo, preparada procediendo a mezclar la composición ligante del electrodo, con un material activo de electrodo, exhibe una buena estabilidad y una excelente aplicabilidad al colector. Al polímero (A), el cual se dispersa en el medio líquido (C), en forma de partículas, se le hará referencia, en la parte que sigue de este documento, como "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 de electrodo en concordancia con una forma de presentación 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 con contenido en flúor. Cuando se utiliza una composición ligante de electrodo en concordancia con una forma de presentación 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 con contenido en flúor

Cuando se utiliza una composición ligante de electrodo en concordancia con una forma de presentación de la presente, con objeto de producir un electrodo positivo, es entonces preferible el hecho de que, las partículas de polímero (A), sean partículas de polímero con contenido en flúor, las cuales incluyan (Ma), una unidad repetitiva derivada de un éster de ácido carboxílico, insaturado. Es preferible el hecho de que, las partículas de polímero con contenido en flúor, sean partículas de aleaciones (mezclas) de polímeros, las cuales incluyan (Aa), un polímero que incluya una unidad repetitiva (Ma) derivadas de un monómero a base de etileno, con contenido en flúor, y (Ab), un polímero que incluya la unidad repetitiva (Mb) 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, inpenetrating polymer network -), en el cual, se encuentran eslabonados diferentes polímeros, y por el estilo". Deberá tomarse debida nota, en cuanto al hecho de que, las partículas de aleaciones de polímeros, incluidas en la composición ligante del electrodo, están formadas a base de una red de polímeros, no se encuentran unidos de una forma covalente.

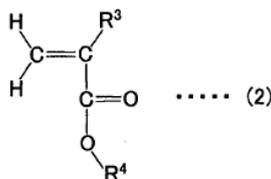
Cuando las partículas de polímero con contenido en flúor, son partículas de aleaciones de polímeros, se considera entonces el hecho de que, en la cadena principal, se forman segmentos fuertes, formados a base de un agregado de resina cristalina, en el polímero (Aa), el cual incluye la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero a base de etileno, con contenido en flúor, para formar un punto pseudos-cristalino (como, por ejemplo, C-H...F-C), el cual contiene flúor. 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 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 aleaciones de polímeros, 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 aleaciones de polímeros, incluyen el polímero (Aa) y el polímero (Ab).

#### 1.1.1.1. Unidad repetitiva (Ma) derivada del monómero a base de etileno con contenido en flúor

Las partículas de polímero con contenido en flúor, incluyen a la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero a base de etileno, con contenido en flúor. Los ejemplos de monómero a base de etileno, con contenido en flúor, incluyen a los compuestos de olefinas con contenido en flúor y compuestos de (met)acrilatos con contenido en flúor. Los ejemplos de compuestos de olefinas con contenido en flúor, incluyen al fluoruro de vinilideno, al tetrafluoroetileno, al hexafluoropropileno, al trifluoruro-cloruro de etileno y a los éteres de perfluoroalquilvinilo. Los ejemplos de compuestos de (met)acrilato con contenido en flúor,, incluyen a un compuesto representado por la fórmula general (2), y (met)acrilato de [4[1-trifluorometil-2,2-bis[bis(trifluorometil)fluorometil]etiniloxi]benzoxi]2-hidroxipropilo,



en donde,  $\text{R}^3$ , representa un átomo de hidrógeno ó un grupo metilo, y  $\text{R}^4$ , representa un hidrocarburo con contenido en flúor, que tiene de 1 a 18 átomos de carbono.

Los ejemplos del grupo hidrocarburo con contenido en flúor, que tiene de 1 a 18 átomos de carbono, representado por  $\text{R}^4$ , en la fórmula general (2), incluye a grupos fluoroalquilo, que tienen de 2 a 12 átomos de carbono, grupos fluoroarilo, que tienen de 6 a 16 átomos de carbono, y grupos de fluoroaralquilo, que tienen de 7 a 18 átomos de carbono. Es preferible el hecho de que,  $\text{R}^4$ , represente un grupo fluoroalquilo, que tenga de 1 a 12 átomos de carbono. Los ejemplos específicos de un grupo hidrocarburo con contenido en cloro, que tenga de 1 a 18 átomos de carbono, representado por  $\text{r}^4$ , en la fórmula general (2), incluyen al grupo 2,2,2-trifluoroetilo a 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-octafluoropentilo, un grupo 1h,1h,9h-perfluoro-1-nonilo, un grupo 1h,1h,11h-perfluoroundecilo, y un grupo perfluorooctilo.

El monómero a base de etileno con contenido en flúor, de una forma preferible, es un compuesto de olefina con contenido en flúor y, de una forma más preferible, por lo menos un compuesto seleccionado de entre el grupo consistente en fluoruro de vinilideno, tetrafluoroetileno, y hexafluoropropileno. Estos monómeros a base de etileno con contenido en flúor, pueden utilizarse tanto solos como en combinación.

Un componente fluoropolímero que incluye la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero a base de etileno con contenido en flúor, se considera, generalmente, como exhibiendo una excelente resistencia a la oxidación, y puede utilizarse para una composición ligante para electrodo positivo. No obstante, tal tipo componente fluoropolímero, exhibe una pobre adherencia. Así, por lo tanto, se han realizado varios intentos, para mejorar la adherencia de un fluoropolímero, mediante modificación. Así, por ejemplo, se ha realizado un intento para mejorar la adherencia de un fluoropolímero, mediante la introducción de un grupo funcional en el interior de la cadena de polímero. No obstante, este intento, es difícil de realizar, puesto que, éste, requiere un control exacto y preciso las condiciones de las síntesis de polímero.

Se ha encontrado el hecho de que puede obtenerse una excelente adherencia, al mismo tiempo que mantener una suficiente resistencia a la oxidación, mediante la utilización de partículas de polímero con contenido en flúor, las cuales incluyen la unidad repetitiva (Ma) derivada de monómero a base de etileno con contenido en flúor, y la unidad repetitiva (Mb) derivada de un éster de ácido carboxílico, insaturado. Puede obtenerse una excelente adherencia, al mismo tiempo que evitar de una forma efectiva un deterioro en cuanto a lo referente a la resistencia a la oxidación, cuando las partículas de polímero con contenido en flúor, son partículas de aleaciones de polímeros, las cuales

incluyen el polímero (Aa), que incluye la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero a base de etileno con contenido en flúor, y el polímero (Ab), que incluye la unidad repetitiva (Mb) derivada de un éster carboxílico, insaturado.

5 Cuando las partículas de polímero con contenido en flúor, son partículas de aleaciones de polímeros, el polímero (Aa), puede incluir únicamente la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero a base de etileno, con contenido en flúor, o puede también incluir una unidad repetitiva derivada de un monómero insaturado copolimerizable, adicional, adicionalmente a la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero a base de etileno, con contenido en flúor. Los ejemplos del monómero insaturado adicional,, incluyen a los ésteres de alquilo de ácidos carboxílicos insaturados, los ésteres de ciclolaquilo de ácidos carboxílicos insaturados, los monómeros hidrofílicos, las olefinas halogenadas, los monómeros reticulados, las alfa-olefinas, los compuestos con contenido en grupos hidroxilo (excluyendo a los compuestos con contenido en grupos hidroxilo (excluyendo a los compuestos con contenido en grupos hidroxilo, los cuales caen en el ámbito de los monómeros hidrofílicos y los monómeros reticulables.). Los monómeros insaturados adicionales, pueden ser uno o más compuestos seleccionados de entre estos compuestos.

Los ejemplos de ésteres de alquilo de ácidos carboxílicos insaturados, 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 2-etilhexilo, (met)acrilato de n-octilo, (met)acrilato de nonilo, y (met)acrilato de decilo. Los ejemplos de ésteres de cicloalquilo de ácidos carboxílicos insaturados, incluyen al (met)acrilato de ciclohexilo. Estos compuestos, pueden utilizarse, bien ya sea solos, o bien ya sea en combinación.

Los ejemplos de monómeros hidrofílicos, incluyen a los ácidos carboxílicos insaturados, los ésteres de hidroxialquilo de ácidos carboxílicos insaturados, los ésteres de alcoholes polihídricos de ácidos carboxílicos insaturados, los compuestos de nitrilo alfa,beta insaturados, y los compuestos con contenido de grupos hidroxilo. Los ejemplos de los ácidos carboxílicos insaturados, incluyen a los ácidos consistentes en el ácido (met)acrílico, el ácido crotónico, el ácido maléico, el ácido fumárico, y el ácido itacónico. Los ejemplos de ésteres de hidroxialquilo de ácidos carboxílicos insaturados, incluyen al (met)acrilato de hidroximetilo y al (met)acrilato de hidroxietilo. Los ejemplos de ésteres de alcoholes polihídricos de ácidos carboxílicos insaturados, incluyen a los (met)acrilato de etilenglicol, di(met)acrilato de etilenglicol, di(met)acrilato de propilenglicol, tri(met)acrilato de trimetilolpropano, tetra(met)acrilato de pentaeritritol, y hexa(met)acrilato de dipentaeritritol. Los ejemplos de los compuestos de nitrilo alfa,beta insaturados, incluyen a los acrilonitrilo, metracrilonitrilo, alfa-cloroacrilonitrilo, alfa-etilacrilonitrilo, y cianuro de vinilideno. Los ejemplos de compuestos con contenido en grupos hidroxilo, incluyen a p-hidroxiestireno. Estos compuestos, pueden utilizarse bien ya sea solos, o bien ya sea en combinación.

La estabilidad a la dispersión de la suspensión para electrodo, utilizada para producir una capa de material activo para electrodo, se mejora, cuando el polímero (Aa), incluye una unidad estructural, derivada de un ácido carboxílico insaturado. Esto hace posible el producir una capa de material activo para electrodo, uniforme (homogéneo), en el cual, el material activo para electrodos, y las partículas de polímero, con contenido en flúor, se encuentran distribuidas de una forma uniforme. Como resultado de ello, la capa de material activo para electrodos, exhibe una resistencia uniforme y unas propiedades eléctricas uniformes. Así, por lo tanto, es posible el evitar, de una forma efectiva, una situación, en la cual, la capa de material activo del electrodo, se elimina localmente, del colector en curso, o el electrodo, se deteriora, debido a la concentración potencial, mediante la distribución irregular del material activo del electrodo, o el ligante.

La estabilidad de la dispersión, de la suspensión para electrodo, utilizada para producir un material activo de electrodo, se mejora, cuando el polímero (Aa), incluye una unidad estructural derivada de un ácido carboxílico insaturado. Esto hace posible el producir una capa de material activo de electrodo uniforme (homogéneo), en la cual, el material activo del electrodo y las partículas de polímero que contienen flúor, se distribuyen de una forma uniforme. Como resultado de ello, la capa de material activo del electrodo, exhibe una resistencia uniforme y unas propiedades eléctricas uniformes. Así, por lo tanto, es posible el evitar de una forma efectiva, una situación, en la cual, la capa de material activo del electrodo, se elimine localmente del colector de corriente, o en la que el electrodo se deteriore, debido a la concentración potencial local, provocada por una distribución irregular del material activo del electrodo o del ligante.

El contenido de unidades repetitivas (Ma) derivadas del monómero a base de etileno con contenido en 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 unidades repetitivas derivadas del fluoruro de vinilideno, en el polímero (Aa) es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 50%, en masa, hasta un 99%, en masa, siendo éste, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 80%, en masa, hasta un 98%, en masa. El contenido de

unidades repetitivas derivadas del tetrafluoroetileno, en el polímero (Aa) es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 1%, en masa, hasta un 50%, en masa, siendo éste, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 2%, en masa, hasta un 20%, en masa. El contenido de unidades repetitivas derivadas del hexafluoropropileno, en el polímero (Aa) es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 1%, en masa, hasta un 50%, en masa, siendo éste, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 2%, en masa, hasta un 20%, en masa.

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

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

Las partículas de polímero con contenido en flúor, incluyen a la unidad repetitiva (Mb) derivada de un éster de ácido carboxílico insaturado. No se ha utilizado un polímero que incluye una unidad repetitiva derivada de un éster de ácido carboxílico, insaturado, para producir un electrodo positivo, debido al hecho de que, se ha considerado el hecho de que, un polímero de este tipo, exhibe una pobre resistencia a la oxidación, a pesar de una excelente adherencia. Se encontró el hecho de que puede conseguirse una suficiente resistencia a la oxidación, al mismo tiempo que mantener una excelente adherencia, mediante la utilización de partículas de polímero con contenido en flúor, que incluyan la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero a base de etileno, con contenido en flúor, y la unidad repetitiva (Mb) derivada de un éster de ácido carboxílico, insaturado.

El éster de ácido carboxílico, insaturado es, de una 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 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. Los compuestos de (met)acrilato, pueden 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, y (met)acrilato de 2-etilhexilo. Es particularmente preferible, el hecho de utilizar (met)acrilato de metilo.

Cuando las partículas de polímero con contenido en flúor, son partículas de aleaciones de polímeros, 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 a los compuestos de nitrilo alfa, beta-insaturados, ácidos carboxílicos insaturados, compuestos de dieno, conjugados y compuestos de vinilo, aromáticos.

#### 1.1.1.3. Preparación de partículas de polímero con contenido en flúor

Las partículas de polímero con contenido en flúor, pueden sintetizarse mediante un procedimiento arbitrario, siempre y cuando se respete el hecho de que, las partículas de polímero con contenido en flúor, resultantes, tengan la configuración y las propiedades anteriormente mencionadas, arriba. Así, por ejemplo, las partículas de polímero con contenido en flúor, puede 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), el cual incluye la unidad repetitiva (Ma) derivada de un monómero a base de etileno, con contenido en 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 con contenido en flúor. Cuando se procede a producir la partículas de aleaciones de polímeros, 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 (polímeros interpenetrantes; IPN – del inglés, interpenetrating polymer network -), (a saber, pueden no obtenerse las partículas de polímero con contenido en 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 unos márgenes que van desde los 30°C hasta los 100°C, siendo ésta, de una forma más preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los 40°C hasta los 80°C. El tiempo de absorción es, de una forma preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde 1 hora hasta 12 horas, siendo éste, de una forma más preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde 2 horas hasta 8 horas. 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 unos márgenes que van desde los 120°C-hora hasta los 300°C-hora, siendo éste, de una forma preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los 150°C-hora hasta los 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 con contenido en flúor, incluyen, de una forma preferible, al polímero (Aa), en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van 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 unos márgenes que van desde 5 partes, en masa, hasta 55 partes, en masa, de una forma todavía más preferible, de un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde 10 partes, en masa, hasta 50 partes, en masa, y de una forma particularmente preferible, de un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde 20 partes, en masa, hasta 40 partes, en masa, en base a 100 partes, en masa, de las partículas de polímero con contenido en flúor. Cuando las partículas de polímero con contenido en flúor, incluyen al polímero (Aa), en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de los márgenes anteriormente mencionados, arriba, mejora el equilibrio entre la resistencia a la oxidación y la adherencia.

Las partículas de polímero con contenido en flúor, puede 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 y modificante del peso molecular.

### 1.1.2. Partículas de polímero de dieno

Cuando se utiliza la composición ligante del electrodo, en concordancia con una forma de presentación 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. 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. Unidades repetitivas (Mc) derivadas de un compuesto de dieno conjugado

Cuando las partículas de polímero, incluyen una unidad repetitiva (Mc), derivada de un compuesto de dieno conjugado, puede entonces prepararse, de una forma fácil, una composición ligante de 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 canto 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 a los 1,3-butadieno, 2-metil-1,3-butadieno, 2,3-dimetil-1,3-butadieno y 2-cloro-1,3-butadieno. 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 del un compuesto de dieno conjugado, se utiliza, de una forma preferible, en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van 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 unos márgenes que van 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 los márgenes anteriormente mencionados, arriba, 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, incluyen una unidad repetitiva (Md), derivadas 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 del electrodo negativo.

Los ejemplos específicos de compuestos de vinilo, aromáticos, incluyen a al estireno, al alfa-metilestireno, al p-metilestireno, al viniltolueno, al cloroestireno, y al divinilbenceno. El compuesto de vinilo, aromático, puede consistir en 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 del un compuesto de vinilo, aromático, se utiliza, de una forma preferible, en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van 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 unos márgenes que van 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 los márgenes anteriormente mencionados, 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 de polímero de dieno, incluyen a 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 de compuestos 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 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, y di(met)acrilato de etileno. 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, y (met)acrilato de 2-etilhexilo, (met)acrilato de hidroximetilo, y (met)acrilato de hidroxietilo. Es particularmente preferible, el hecho de utilizar (met)acrilato de metilo ó (met)acrilato de hidroximetilo.

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

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

Cuando las partículas de polímero de dieno, incluyen a 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 en concordancia con una forma de presentación de la invención.

Los ejemplos específicos del ácido carboxílico insaturado, incluyen a los ácidos (anhídridos) mono- ó dicarboxílicos, tales como los consistentes en el ácido acrílico, el ácido metacrílico, el ácido crotonico el ácido maléico, 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 unos márgenes que van 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 correspondiente a valor comprendido dentro de los márgenes indicados anteriormente, arriba, las partículas del polímero de dieno, exhiben una excelente estabilidad a la dispersión (es decir, difícilmente se forman agregados o grumos), cuando se procede a preparar una suspensión del electrodo. Es también posible, el hecho de suprimir un incremento en la viscosidad de la suspensión, con el transcurso de tiempo.

#### 1.1.2.5. Unidad repetitiva adicional

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

Cuando las partículas del 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 al acrilonitrilo, al metacrilonitrilo, al alfa-cloroacrilonitrilo, al alfa-etilacrilonitrilo, y al cianuro de vinilideno. 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.

Las unidades repetitivas derivadas de un compuesto de nitrilo alfa,beta-insaturado es, se utilizan, de una 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 unos márgenes que van 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, las cuales incluyen la unidad repetitiva derivada de un compuesto de nitrilo alfa,beta-insaturado, en una cantidad correspondiente a un valor comprendido dentro de los márgenes anteriormente citados, arriba, 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 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, tale 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.

#### 1.1.2.6. Producción de partículas de polímeros de dieno

Las partículas de polímero de dieno, pueden sintetizarse mediante un procedimiento arbitrario. Las partículas de polímeros 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, un compuesto de (met)acrilato, y

otro monómero copolimerizable), 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 unos márgenes que van 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 unos márgenes que van 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 de los márgenes anteriormente mencionados, arriba, entonces, las partículas de polímero, exhiben una excelente estabilidad de dispersión (es decir, difícilmente se forman agregados o grumos), cuando se preparara una suspensión del 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 unos márgenes que van desde un 14%, 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 de los márgenes anteriormente citados, arriba, entonces, las partículas de polímero, exhiben una excelente estabilidad de dispersión (es decir, difícilmente se forman agregados o grumos), cuando se preparara una suspensión del 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 unos márgenes que van desde un 10%, en masa, hasta un 60%, 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 unos márgenes que van desde un 20%, en masa, hasta un 50%. El contenido de ácido itacónico, en el monómero de ácido itacónico es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van 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, un compuesto de (met)acrilato, y otro monómero copolimerizable), 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 unos márgenes que van desde un 94%, en masa, hasta un 98%, en masa y, de una forma más preferible, el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 96%, 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 componente monómero del ácido no carboxílico, es el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de los márgenes anteriormente mencionados, arriba, entonces, las partículas de polímero, exhiben una excelente estabilidad de dispersión (es decir, difícilmente se forman agregados o grumos), cuando se preparara una suspensión del 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 11,5%, en masa, o inferior. Si el contenido del compuesto de (met)acrilato, es el correspondiente a un porcentaje que se encuentra comprendido dentro de los márgenes anteriormente citados, arriba, 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 unos márgenes que van desde 0,05 hasta 0,5 y, de una forma más preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde 0,1 hasta 0,4. Cuando el factor de relación "(I)/(II)", es el correspondiente a un valor comprendido dentro de los márgenes anteriormente mencionados, arriba, entonces, las partículas de polímero, exhiben una excelente estabilidad de dispersión (es decir, difícilmente se forman agregados o grumos), cuando se preparara una suspensión del 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 abajo, a continuación.

5 Los ejemplos específicos del emulsionante, incluyen a tensioactivos aniónicos, tales como sales de sulfatos de alcoholes superiores, benzenosulfonatos 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 óxiperfluoroalquilo – óxido de etileno. El emulsionante, puede ser uno o más compuestos seleccionados entre estos compuestos.

15 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 tert.-butilo, el peróxido de acetilo, el hidroperóxido de diisopropilbenceno, el hidroperóxido de 1,1,3,3-tetrametilbutilo, el azobiosobutilnitrilo, y el 1,1'-azobis(ciclohexancarbonitrilo). 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 tert.-butilo. El iniciador, se utiliza en una cantidad apropiada, teniendo en cuenta la composición del polímero, el valor pH del sistema de polimerización, y el tipo de aditivo adicional.

25 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-tert.-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 trifenetano; 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 por el estilo. El modificante del peso molecular, puede ser uno o más compuestos seleccionados de entre estos compuestos.

#### 35 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 unos márgenes que van desde los 40°C hasta los 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% ó 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 unos márgenes que van desde los 40°C hasta los 80°C, durante un transcurso de tiempo que va desde las 2 horas hasta las 6 horas.

45 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 unos márgenes que van 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 unos márgenes que van de 5 a 10. El pH de la dispersión, se ajusta, de una forma preferible, a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van de 6 a 9 y, de una forma más preferible, de 5 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.

#### 60 1.1.3. Propiedades de las partículas de polímero (A)

##### 1.1.3.1. Contenido insoluble en tetrahidrofurano (THF)

65 El contenido insoluble en THF, en las partículas de polímero (A) es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 80%, ó más, y de una forma más preferible, el correspondiente a un porcentaje del 90%, ó 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 de los márgenes anteriormente mencionados, arriba, 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 partículas de polímero (A), se somete a ciclos repetitivos de carga – descarga, durante un prolongado transcurso de tiempo.

#### 10 1.1.3.2. Temperatura de transición

15 Cuando las partículas de polímero (A), son partículas de polímero con contenido en flúor, es entonces preferible el hecho de que, las partículas de polímero (A), tengan únicamente un pico endotérmico, correspondiente a una temperatura comprendida dentro de unos márgenes que van desde los -50°C hasta los +250°C, cuando éstas se someten a calorimetría de exploración diferencial (DSC – del inglés, diferencial scanning calorimetry)), en concordancia la norma JIS K 7121. Es más preferible el hecho de que, las partículas de polímero (A), tengan únicamente un pico endotérmico, correspondiente a una temperatura comprendida dentro de unos márgenes que van desde los -30°C hasta los +30°C. Cuando las partículas de polímero con contenido en flúor, tienen únicamente un pico endotérmico, correspondiente a una temperatura comprendida dentro de unos márgenes que van desde los -30°C hasta los +30°C, entonces, la partículas de polímero con contenido en flúor, proporcionan unas excelentes flexibilidad y pegajosidad (adherencia), a una capa de material activo del electrodo, y mejoran adicionalmente la adherencia de la capa del material activo del electrodo.

25 El polímero (Aa), tiene, normalmente, un pico endotérmico (temperatura de fusión), a una temperatura comprendida dentro de unos márgenes que van desde los -50°C hasta los +250°C. El polímero (Ab), tiene, normalmente, un pico endotérmico (temperatura de transición vítrea), el cual difiere con respecto al del polímero (Aa). Así, por lo tanto, cuando el polímero (Aa) y el polímero (Ab), se encuentran presentes en la partículas, en un estado de separación de fases (por ejemplo, como una estructura del tipo núcleo – envoltura), se detectan dos picos endotérmicos, comprendidos dentro de unos márgenes que de temperatura que van desde los -50°C hasta los +250°C. Cuando las partículas, tienen únicamente un pico endotérmico, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes de temperatura que van desde los -50°C hasta los +250°C (es decir, cuando el polímero (Aa) y el polímero (Ab), no se encuentran presentes en las partículas, en una estado de separación de fases), se considera entonces el hecho de que, las partículas, son partículas de aleaciones de polímeros.

35 Cuando las partículas de polímero (A), son partículas de dieno, es entonces preferible el hecho de que, las partículas de polímero (A), tengan únicamente un pico endotérmico, correspondiente a una temperatura comprendida dentro de unos márgenes que van desde los -50°C hasta los +5°C, cuando éstas se someten a calorimetría de exploración diferencial (DSC – del inglés, diferencial scanning calorimetry)), en concordancia la norma JIS K 7121. Es más preferible el hecho de que, las partículas de polímero (A), tengan únicamente un pico endotérmico, correspondiente a una temperatura comprendida dentro de unos márgenes que van desde los -30°C hasta los 0°C y, es todavía más preferible, que el pico, sea el correspondiente a una temperatura comprendida dentro de unos márgenes que van desde los -25°C hasta los -5°C. Cuando las partículas de polímero de dieno, tienen únicamente un pico endotérmico, correspondiente a una temperatura comprendida dentro de los márgenes indicados anteriormente, arriba, entonces, las partículas de polímero, pueden proporcionar unas más excelentes flexibilidad y pegajosidad (adherencia), a la capa de material activo del electrodo, (es decir que, puede mejorarse la adherencia de la capa de material activo del electrodo).

#### 40 1.1.3.3. Tamaño medio de partícula, numérico

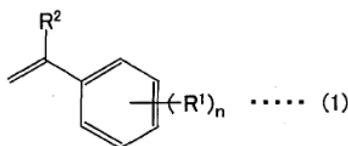
50 Es preferible el hecho de que, las partículas de polímero (A), tengan un tamaño medio de partícula, numérico, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde 400 nm hasta 400 nm y, de una forma más preferible, comprendido dentro de unos márgenes que van desde 100 nm hasta 250 nm. Cuando las partículas de polímero (A), tienen un tamaño de medio de partícula, numérico, correspondiente a un valor comprendido dentro de los márgenes anteriormente mencionados, arriba, entonces, la partícula de polímero (A), se absorben suficientemente, sobre la superficie de un material activo de 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.

60 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.). 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 la suspensión del electrodo. El tamaño de medio de partícula de las partículas de polímero (A), pueden también medirse mediante la centrifugación de una suspensión del 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. Compuesto (B)

La composición ligante de electrodo, en concordancia con una forma de presentación de la presente invención, incluye al compuesto (B), representado mediante la siguiente fórmula general (1)



en donde, R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup>, representan, de una forma independiente, un átomo de hidrógeno, un átomo de halógeno, o un grupo alquilo monovalente y, n, es un número entero de 0 a 5.

La concentración del componente (B), en la composición ligante de electrodo, es la correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde 5 hasta 500 ppm, siendo ésta, de una forma preferible, de 5 a 400 ppm y, de una forma más preferible, de 5 a 300 ppm. Cuando la concentración del componente (B), en la composición ligante de electrodo, se encuentra dentro de los márgenes anteriormente mencionados, arriba, entonces, se mejora la estabilidad al almacenaje de la composición ligante de electrodo. Adicionalmente, además, cuando una suspensión de electrodo, preparada mediante la utilización de la composición ligante de electrodo, se aplica a un colector, para obtener un electrodo, entonces, un dispositivo de almacenamiento eléctrico, que incluya el electrodo resultante, exhibe unas excelentes características de carga – descarga.

Se conjetura el hecho de que, las características de carga – descarga de un dispositivo de almacenamiento eléctrico, se mejoran, mediante el siguiente mecanismo. De una forma específica, puesto que, el componente (B), se encuentra incluido en la composición ligante de electrodo, el componente (B), permanece en la capa de material activo del electrodo, la cual se forma mediante la aplicación de una suspensión de electrodo, preparada mediante una composición ligante de electrodo, a un colector, y secando la suspensión de electrodo. Se conjetura el hecho de que, el componente (B), se electropolimeriza, cuando se carga / descarga, inicialmente, el electrodo, el cual incluye la capa de material activo del electrodo, de tal modo que se forme una película protectora, sobre la superficie de la capa de material activo del electrodo. Como resultado de ello, se suprime la formación de dendritas, sobre la superficie del electrodo, debido a las operaciones repetitivas de carga / descarga, de tal forma que se mejoran las características de carga / descarga del dispositivo de almacenamiento eléctrico.

Si la concentración del componente (B), en la composición ligante del electrodo, es inferior a 5 ppm, entonces, el componente (B), puede no exhibir de una forma suficiente, el efecto anteriormente mencionado, arriba, de tal forma que, puede no producirse un dispositivo de almacenamiento eléctrico, el cual exhiba unas buenas características de carga – descarga.

Puesto que, el compuesto representado mediante la fórmula general (1), se evapora fácilmente, debido al calentamiento, se considera el hecho de que, el componente (B) que permanece en la capa de material activo del electrodo, se elimina gradualmente de la capa de material activo del electrodo, cuando se seca (se calienta) la suspensión del electrodo, la cual se ha aplicado al colector. Si la concentración del componente (B), en la composición ligante del electrodo, excede de un valor de 500 ppm, entonces puede permanecer una gran cantidad del componente (B), en la capa de material activo del electrodo, incluso después haberse secado la suspensión del electrodo, que se ha aplicado a la superficie del colector, y puede formar una película protectora innecesaria (a saber, puede incrementarse la resistencia del electrodo), de tal forma que, el dispositivo de almacenamiento eléctrico resultante, puede no exhibir unas suficientes características de carga – descarga.

Adicionalmente, además, las partículas de polímero (A), pueden agregarse, debido a la interacción entre las partículas de polímero (A), y del componente (B), de tal forma que puede deteriorarse la estabilidad al almacenaje de la composición ligante del electrodo.

El componente (B) incluido en la composición ligante de electrodo, en concordancia con una forma de presentación de la presente invención es, de una forma preferible, el compuesto representado mediante la fórmula general (1), en la cual, R<sup>1</sup>, representa hidrógeno, o un átomo de metilo. Es más preferible, el hecho de que, el componente (B), sea

el compuesto representado mediante la fórmula (1), en la cual,  $R^1$ , representa un átomo de hidrógeno, puesto que se desarrolla fácilmente una electropolimerización.  $R^2$ , de una forma preferible, representa un átomo de hidrógeno, o un grupo metilo y, de una forma más preferible, ésta representa un átomo de hidrógeno, desde el punto de vista de la resistencia a la oxidación. Los ejemplos específicos del componente (B), incluyen al estireno, al alfa-metil-estireno, al o-metilestireno, al m-metilestireno, al p-metilestireno, al o-cloroestireno, al m-cloroestireno, y al p-cloroestireno. El componente (B), puede ser uno o más compuestos, seleccionado entre estos compuestos. Es particularmente preferible, el hecho de que, el componente (B), sea uno o más compuestos seleccionados entre estireno y p-metilestireno, desde el punto de vista de una mejora en canto a lo referente a la resistencia a la oxidación.

Es preferible el hecho de que, el componente (B), incluido en la composición ligante de electrodo, en concordancia con una forma de presentación de la invención, tenga un presión de vapor correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde 0,1 kPa hasta 0,9 kPa. Cuando el componente (B), tiene una presión de vapor correspondiente a un valor comprendido dentro de los márgenes anteriormente mencionados, arriba, es entonces preferible el formar la película protectora, cuando la concentración del componente (B), sea la correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde 5 ppm hasta 500 ppm. Es también posible, el hecho de reducir la cantidad del componente (B), la cual permanece en la capa de material activo del electrodo.

### 1.3. Medio líquido (C)

La composición ligante de electrodo, en concordancia con una forma de presentación de la presente invención, incluye el medio líquido (C). El medio líquido (C) es, de una forma preferible, 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, y a los compuestos de sulfonas. 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, en concordancia con una forma de presentación 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 de electrodo.

### 1.4. Aditivo

La composición ligante de electrodo, en concordancia con una forma de presentación 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, en concordancia con una forma de presentación 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.

Los ejemplos de espesantes, incluyen a los compuestos de celulosa, tales como los consistentes en la 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 maléico, o el ácido fumárico). Es particularmente preferible, el hecho de utilizar una sal de metal alcalino, de la carboximetilcelulosa, ó una sal de metal alcalino del ácido poli(met)acrílico.

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).

5 Cuando la composición ligante de electrodo, en concordancia con una forma de presentación 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 unos márgenes que van desde 0,1%, en masa, hasta 3%, en masa, en base al contenido total de la composición ligante del electrodo.

## 2. Suspensión para electrodo

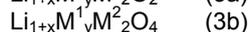
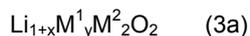
10 Puede prepararse un electrodo en concordancia con una forma de presentación de la presente invención, mediante la utilización de una composición ligante en concordancia con una forma de presentación de la presente invención. El término "suspensión para electrodo" utilizado aquí, en este documento, 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 de electrodo en concordancia con una forma de presentación de la presente invención, incluye una composición ligante para electrodo, un material activo del electrodo, y agua. Cada componente de la suspensión para electrodo en concordancia con una forma de presentación de la presente invención, se describe, abajo, a continuación, de una forma detallada. Tómese debida n 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 que, por lo tanto, se omite una descripción detallada de éstos.

### 2.1. Material activo del electrodo

20 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 e de dispositivo de almacenamiento eléctrico pretendido como objetivo.

25 Así, por ejemplo, cuando se produce un electrodo positivo de una batería secundaria de iones de litio, es entonces preferible el uso de utilizar un óxido con contenido en litio. El término "óxido", tal y como se utiliza aquí, en este documento, se refiere a un compuesto o a una sal, la cual incluye oxígeno, y un elemento que tiene una electronegatividad más pequeña que la del oxígeno. El término "óxido", tal y como se utiliza aquí, en este documento, incluye a óxidos de metales, a fosfatos de metales, a nitratos de metales, a sales metálicas de oxácidos de halógenos, y a sulfonatos de metales.

30 Los ejemplos de óxido con contenido en litio, incluyen a un complejo de óxido metálico, representado por las siguiente fórmula general (3a) ó (3b), y un óxido con contenido en litio, el cual viene representado por la siguiente fórmula general (4), y que tiene una estructura de metal olivino. Es preferible el hecho de que, el óxido con contenido en litio, sea el consistente en uno o más óxidos, seleccionados entre estos óxidos con contenido en litio.



40 en donde,  $M^1$ , representa por lo menos un átomo metálico, seleccionado de entre el grupo consistente en Co, Ni y Mn,  $M^2$  representa por lo menos un átomo de metal, seleccionado de entre el grupo consistente en Al y Sn, O representa un átomo de oxígeno, x es un número el cual satisface  $0,10 \leq x \leq 0$ , y es un número, el cual satisface  $4,00 \leq y \geq 0,85$ , y z es un número, el cual satisface  $2,00 \leq z \geq 0$ .



45 en donde,  $M^3$ , representa un ión de por lo menos un metal, seleccionado de entre el grupo consistente en Mg, Ti, V, Nb, Ta, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Al, Ga, Ge y Sn, X representa por lo menos un átomo seleccionado de entre el grupo consistente en Si, S, P, y V, y x, es un número el cual satisface  $0 < x < 0$ .

50 x, en la fórmula general (4), se selecciona en dependencia de la valencia de  $M^3$  y X, de tal forma que, la valencia de la fórmula general (4), sea cero.

55 Los ejemplos del complejo de óxido metálico representado por la fórmula general (3a) o (3b), incluyen a los  $LiCoO_2$ ,  $LiNiO_2$ ,  $LiNi_yCo_{1-y}O_2$  ( $y=0,1$  a  $0,99$ ),  $LiMnO_2$ ,  $LiMn_2O_4$  y  $LiCo_xMn_yNi_zO_2$  ( $x + y + z = 1$ ). Estos complejos de óxido metálicos, pueden utilizarse, bien ya sea solos, o bien ya sea en combinación. Puede obtenerse un dispositivo de almacenamiento eléctrico de alto voltaje, el cual tenga una densidad energética, cuando se utilizan  $LiCoO_2$ ,  $LiMn_2O_4$ ,  $LiNiO_2$ , ó  $LiNi_{0,33}Mn_{0,33}Co_{0,33}O_2$ , debido al alto potencial de electrodo, y la alta eficacia. Es particularmente preferible, el hecho de utilizar  $Li_{1+x}M^1_yM^2_zO_2$ , debido a la alta tasa de difusión de Li, en un sólido, y a una alta tasa de carga -descarga.

60 El óxido con contenido litio, el cual se encuentra representado en la fórmula general (4) y el cual 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, de una forma arbitraria, procediendo a seleccionar de una forma apropiada, el

elemento de metal M. Los ejemplos de óxido con contenido en litio, que tienen una estructura de cristal olivino, incluyen a los  $\text{LiFePO}_4$ ,  $\text{LiCoPO}_4$  y  $\text{Li}_{0,90}\text{Ti}_{0,05}\text{Nb}_{0,05}\text{Fe}_{0,30}\text{Co}_{0,30}\text{Mn}_{0,30}\text{PO}_4$ . Entre éstos, es preferible el  $\text{LiFePO}_4$ , debido al hecho de que, un compuesto de hierro que se utilice como primera material, 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, ó 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 como el material activo del electrodo (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, ó celulosa); se obtiene un material de carbono, procediendo a la cocción de carbón de coque o brea; grafito artificial y grafito natural.

Cuando se produce una electrodo de condensador de capa doble, puede entonces utilizarse carbón activo, fibras de carbono activo, sílice ó 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) ó un semiconductor orgánico poliacémico (PAS), 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 unos márgenes que van desde los 0,4 micrómetros hasta los 10 micrómetros y, siendo éste, de una forma preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van 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 unos márgenes que van desde los 3 micrómetros hasta los 30 micrómetros y, siendo éste, de una forma preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van 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 de los márgenes anteriormente citados, arriba, 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 del electrodo incluye un agente que imparte la conductividad (el cual se describe abajo, a continuación), y el material activo del electrodo, tiene un tamaño de partícula, numérico (Db), correspondiente a un valor comprendido dentro de los márgenes anteriormente citados, arriba, 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.). 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 del 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 del 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.

### 2.2.1. Agente para impartir conductividad

Una batería secundaria de iones de litio, puede incluir carbono, 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, ó carbono, como el agente para impartir conductividad, en el electrodo negativo. Los ejemplos de carbono, incluyen al

grafito, al carbón activo, al negro de acetileno, al negro de horno, al grafito, a las fibras de carbono, y a los fullerenos. 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 unos márgenes que van desde 1 parte, en masa, hasta 15 partes, en masa, y de una forma particularmente preferible, en una cantidad comprendida dentro de unos márgenes que van 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 unos márgenes que van 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, incluye 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 isoforona; 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. El medio no acuoso, puede ser uno o más compuestos, 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 "1.4. Aditivo".

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 unos márgenes que van 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 unos márgenes que van desde un 0,5%, en masa, hasta un 20%, en masa, en base al contenido sólido total, de la suspensión para electrodo.

### 2.3. Procedimiento para preparar la suspensión para el electrodo

La suspensión para electrodo en concordancia con una forma de presentación de la presente invención, puede prepararse procediendo a mezclar la composición ligante del electrodo en concordancia con una forma de presentación 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).

Es preferible el hecho de que, por lo menos una parte del proceso de preparación de la suspensión para el electrodo (a saber, 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 unos márgenes que van desde los aproximadamente  $5,0 \times 10^3$  Pa hasta los  $5 \times 10^5$  Pa.

Cuando se procede a mezclar (agitar) los componentes, con objeto de preparar la suspensión de 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 necesarias y suficientes condiciones de dispersión. 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.

### 2.4. Propiedades de la suspensión de electrodo

El factor de relación "Da / Db", del tamaño medio de partícula, numérico (Da), de las partículas de polímero (A), incluido 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 unos márgenes que van

desde 0,01 hasta 1,0 y, de una forma más preferible, de un valor comprendido dentro de unos márgenes que van 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 unos márgenes que van desde 0,002 hasta 0,13 y, de una forma más preferible, de un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde 0,003 hasta 0,1, cuando se produce un electrodo negativo. El significado técnico del rango correspondiente a los márgenes anteriormente mencionados, arriba, se describe abajo, a continuación.

Se ha confirmado el hecho de que, por lo menos una de las partículas de polímero (A), y el material activo del electrodo, migra, cuando se seca una película formada mediante la aplicación de la suspensión del 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 (a saber, 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. 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 electrodo. 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 de los márgenes anteriormente citados, arriba, es entonces posible el evitar los problemas anteriormente planteados, arriba, y producir fácilmente un electrodo, el cual exhiba unas excelentes características eléctrica 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 de los márgenes anteriormente citados, arriba, 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 a los márgenes anteriormente mencionados, arriba, 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 (a saber, 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 en concordancia con una forma de presentación de la invención es, de una forma preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 20%, en masa, hasta un 80%, en masa y, de una forma preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 30%, en masa, hasta un 75%, en masa.

La suspensión para el electrodo en concordancia con una forma de presentación de la presente invención, tiene, de una forma preferible, una capacidad de formación de hilos, correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 30% hasta un 80%, de una forma más preferible, la correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 33% hasta un 79% y, de una forma todavía más preferible, la correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 35% hasta un 78%. En caso en el que, la capacidad, sea la correspondiente a un porcentaje inferior a un 30%, entonces, las propiedades de nivelación de la suspensión del 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 del 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 de los márgenes anteriormente citados, arriba, 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 abajo, a continuación.

De una forma específica, se pone a disposición una copa de Zahn (“Copa de viscosidad Zahn nº5”, fabricada por la firma Taiyu Kizai Co., Ltd.), la cual tiene un orificio (diámetro: 5,2 mm), en el fondo de ésta. Se procede a verter 40 g de la suspensión del electrodo, en la copa de Zahn, en un estado, en el cual, el orificio se encuentra cerrado. La capacidad de formación de hilos, se calcula mediante la siguiente expresión (5), cuando al tiempo, en el cual se abre el orificio, se le hace referencia como  $T_0$ , al tiempo cuando la suspensión del 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 del 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 en concordancia con la presente invención, incluye un colector, y una capa que se forma mediante la aplicación de la suspensión del electrodo, en concordancia con una forma de presentación de la presente invención, a superficie del colector, y secando la suspensión. El electrodo, puede producirse procediendo a aplicar la superficie del electrodo, a la superficie de un colector arbitrario (como, por ejemplo, un folio metálico), 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, la cual 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 (a saber, las características eléctricas). Así, por lo tanto, el electrodo, puede ser apropiado como un electrodo utilizado para un 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 de electrodo, la cual se preparara mediante la utilización de una composición ligante para 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. 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 unos márgenes que van desde los 0,001 mm hasta los aproximadamente 0,5 mm.

La suspensión del electrodo, puede aplicarse al colector, mediante un procedimiento arbitrario de aplicación. Los ejemplos del procedimiento de aplicación, incluye a un procedimiento de cuchilla de raqueta, un procedimiento de bañado, un procedimiento de rodillo inverso, un procedimiento de rodillo directo, un procedimiento de (hueco)gravado, un procedimiento de extrusión, un procedimiento de inmersión, o un procedimiento de recubrimiento a brocha. La cantidad de suspensión del electrodo, aplicada al colector, no se encuentra particularmente limitada. Es preferible el hecho de que, la suspensión del 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), tenga un espesor correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los aproximadamente 0,005 mm hasta los 5 mm y, siendo dicho espesor, de una forma preferible, el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los aproximadamente 0,001 mm hasta los 2 mm. Cuando el espesor de la capa de material activo del electrodo, sea el correspondiente a un valor comprendido dentro los márgenes anteriormente mencionados, arriba, entonces, la solución el electrolito, puede absorberse, de una forma efectiva, en la capa del material activo del electrodo. Como resultado de ello, los iones metálicos, se transfieren, de una forma fácil, entre el material activo del electrodo incluido en la capa de material activo del electrodo y la solución del electrolito, debido a la carga – descarga, de tal forma que, la resistencia del electrodo, pueda reducirse adicionalmente. Adicionalmente, además, la capa de material activo del electrodo, no se elimina del colector (a saber, el electrodo de del dispositivo de almacenamiento eléctrico, exhibe flexibilidad), incluso en el caso en el que, el electrodo, se doble o se gire.

La película formada mediante la aplicación de la suspensión del 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 (vasta) radiación infrarroja o haces de electrones. 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, procediendo a prensar el colector secado, de tal forma que, la porosidad, se encuentre dentro de los márgenes que se indican a continuación. Así, por ejemplo, el colector, puede prensarse mediante la utilización de una prensa de estampado, o

una prensa de rodillo. Las condiciones de la prensa, se ajustan, de una forma apropiada, en dependencia del tipo de prensa, y la porosidad y densidad deseadas, de la capa de material activo del electrodo. Las condiciones de la prensa, pueden ajustarse fácilmente, por parte de una persona especializada en el arte especializado de la técnica, mediante la realización de algunos experimentos preliminares. Cuando se procede a utilizar una prensa de rodillo, la presión lineal de la prensa de rodillo, puede ajustarse a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde las 0,1 t/cm hasta las 10 t/cm y, de una forma preferible, a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde las 0,5 t/cm hasta las 10 t/cm, la temperatura del rodillo, puede ajustarse a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los 20 °C hasta los 100 °C, y la velocidad de alimentación (velocidad rotativa del rodillo), del colector secado, puede ajustarse a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los 80 m/minuto hasta los 80 m/minuto y, de una forma preferible, a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los 5 m/minuto hasta los 50 m/minuto.

La densidad de la capa de material activo del electrodo, después del prensado es, de una forma preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los 1,5 g/cm<sup>3</sup> hasta los 5,0 g/cm<sup>3</sup>, de una forma más preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los 1,5 g/cm<sup>3</sup> hasta los 4,0 g/cm<sup>3</sup> y, de una forma particularmente preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los 1,6 g/cm<sup>3</sup> hasta los 3,8 g/cm<sup>3</sup>. Cuando el material activo del electrodo, es el complejo de óxido metálico representado mediante la fórmula general (3a) ó (3b), la densidad del electrodo es, entonces, de una forma preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los 2,0 g/cm<sup>3</sup> hasta los 4,0 g/cm<sup>3</sup> y, de una forma más preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los 3,0 g/cm<sup>3</sup> hasta los 3,5 g/cm<sup>3</sup>. Cuando el material activo del electrodo, es el compuesto que viene representado mediante la fórmula (4), y tiene una estructura de cristal olivino, entonces, la densidad del material activo del electrodo es, de una forma preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los 1,5 g/cm<sup>3</sup> hasta los 2,5 g/cm<sup>3</sup>, de una forma más preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los 1,6 g/cm<sup>3</sup> hasta los 2,4 g/cm<sup>3</sup>, de una forma todavía más preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los 1,7 g/cm<sup>3</sup> hasta los 2,2 g/cm<sup>3</sup> y, de una forma particularmente preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde los 1,8 g/cm<sup>3</sup> hasta los 2,1 g/cm<sup>3</sup>. Cuando la densidad de la capa de material activo del electrodo, es la correspondiente a un valor comprendido dentro de los márgenes anteriormente mencionados, arriba, se mejora la capacidad de unión entre el colector y la capa de material activo del electrodo, de tal forma que, un electrodo, exhibe una excelente disminución de la resistencia y unas excelentes características eléctricas. En el caso en el que, la densidad del material activo del electrodo, sea inferior a la correspondiente un valor comprendido dentro de los márgenes anteriormente mencionados, arriba, entonces, el polímero (A) incluido en el material activo del electrodo, puede no funcionar de una forma suficiente, como un ligante, de tal forma que, la capa de material activo del electrodo, puede agregarse o puede eliminarse (a saber, que la disminución de la resistencia, puede deteriorarse). En el caso en el que, la densidad del material activo del electrodo, exceda de un valor comprendido dentro de los márgenes anteriormente mencionados, arriba, entonces, el polímero (A) incluido en el material activo del electrodo, puede funcionar como un ligante, en una extensión excesiva, de tal forma que, el material activo del electrodo, puede unirse de una forma demasiado fuerte. Como resultado de ello, la capa de material activo del electrodo, puede no ser capaz de seguir al colector flexible, de tal forma que, el colector y la capa de material activo del electrodo, puede experimentar una separación interfacial. Deberá tomarse debida nota, en cuanto al hecho de que, la densidad de la capa de material activo del electrodo, se refiere a la densidad aparente del material activo del electrodo, y que, ésta, puede medirse mediante el procedimiento que se facilita abajo, a continuación. De una forma específica, cuando el electrodo incluye a la capa de material activo del electrodo, que tenga un área C (cm<sup>2</sup>) y un espesor D (micrómetros), la cual se encuentra provista en un lado del colector, la masa del colector A (g), y el electrodo del dispositivo de almacenamiento eléctrico, es B (g), entonces, la densidad de la capa de material activo del electrodo, se define mediante la siguiente expresión (6).

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

La porosidad de la capa de material activo del electrodo, después del prensado es, de una forma preferible, la correspondiente a un porcentaje del 50%, siendo ésta, de una forma preferible, la correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 15% hasta un 45%, y, de una forma particularmente preferible, la correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 20% hasta un 40%. Cuando la porosidad de la capa de material activo del electrodo, es la correspondiente a un valor comprendido dentro de los márgenes anteriormente mencionados, arriba, entonces, se mejora la capacidad de unión entre el colector y el electrodo, de tal forma que, un electrodo exhibe una excelente caída de la resistencia, y unas excelentes características eléctricas. Adicionalmente, además, la solución del electrolito, puede absorberse de una forma suficiente, en la capa de material activo del electrodo, de tal forma que, la superficie de material activo del electrodo, entre en contacto, de una forma suficiente, con la solución del electrolito. Como resultado de ello, los iones de litio, se transfieren, de una forma fácil, entre el material activo del electrodo, y la solución del electrolito, de tal forma que pueden obtenerse unas excelentes características de carga – descarga. Deberá tomarse debida nota, en cuanto al hecho de que, la porosidad de la capa de material activo del electrodo, se refiere al factor de relación,

del volumen de poros (a saber, el volumen obtenido substrayendo el volumen del sólido (como, por ejemplo, el material activo del electrodo, el agente que imparte conductividad, como ligante), del volumen de la capa de material activo del electrodo), con respecto al volumen total de la capa de material activo del electrodo. De una forma específica, cuando electrodo incluye la capa de material activo del electrodo, que tenga un área  $C$  ( $\text{cm}^2$ ) y un espesor  $D$  (micrómetros), la cual se encuentre provista sobre uno de los lados del colector, la masa del la capa de material activo del electrodo, es  $B$  (g), y volumen de poros, medido mediante porosimetría con mercurio, es  $V$  ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ), entonces, la porosidad de la capa de material activo del electrodo, se define mediante la siguiente expresión (7).

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

El volumen de poros, puede medirse mediante porosimetría de mercurio, mediante la utilización de un porosímetro, por ejemplo. Los ejemplos de porosímetros de mercurio, incluyen al porosímetro del tipo PoroMaster (fabricado por parte de la firma Quantachrome) y al porosímetro del tipo AutoPore IV (fabricado por parte de la firma Shimadzu Corporation).

#### 4. Dispositivo de almacenamiento eléctrico

Un dispositivo de almacenamiento eléctrico en concordancia con una forma de presentación de la presente invención, incluye al electrodo en concordancia y a 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 en laminando 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 del electrolito, puede seleccionarse entre las conocidas soluciones de electrolitos 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 a los  $\text{LiClO}_4$ ,  $\text{LiBF}_4$ ,  $\text{LiPF}_6$ ,  $\text{LiCF}_3\text{CO}_2$ ,  $\text{LiAsF}_6$ ,  $\text{LiSbF}_6$ ,  $\text{LiB}_{10}\text{Cl}_{10}$ ,  $\text{LiAlCl}_4$ ,  $\text{LiCl}$ ,  $\text{LiBr}$ ,  $\text{LiB}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ ,  $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ ,  $\text{LiCH}_3\text{SO}_3$ ,  $\text{LiC}_4\text{F}_9\text{SO}_3$ ,  $\text{Li}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}$ , y carboxilato de litio. Cuando se produce un batería secundaria del tipo níquel – hidrógeno, puede entonces utilizarse una solución acuosa de hidróxido potásico (concentración: 5 mol / l, ó 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 a los 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-butirolactona; a 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 a los compuestos a base de sulfóxidos, tales como el dimetilsulfóxido. El disolvente, puede ser uno o más compuestos seleccionados entre estos compuestos. La concentración del electrolito, en la solución de electrolito es, de una forma preferible, la correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van 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 unos márgenes que van 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 abajo, 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 las partículas de polímero (A)

En una autoclave, (con un volumen interno de aproximadamente 6 l), equipado con un agitador electromagnético, en la 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 la 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 / cm<sup>2</sup>. A continuación, se procedió a inyectar, en la 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/cm<sup>2</sup>, 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 e 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 HPF, en el polímero (Aa), determinado mediante análisis de <sup>19</sup>F-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 10 g de la dispersión acuosa resultante, en una placa de petri, de teflón, (diámetro de la placa: 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%.

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

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 aleación de polímeros.

#### 5.1.2. Preparación de la composición ligante del electrodo

Se procedió a añadir 5 g de una suspensión acuosa con contenido en estireno (1%), a 1000 g de la suspensión 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 en los ejemplos comparativos, cuando el componente (B), era insoluble en agua, se procedió a añadir una dispersión (suspensión), preparada mediante la dispersión del componente (B), en agua, mediante la utilización de ondas ultrasónicas, cuando se preparó 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 330 nm.

El contenido del componente (B), en la composición ligante del electrodo, puede determinarse mediante la composición ligante del electrodo, mediante el siguiente procedimiento. De una 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 mediante la disolución del 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 (ID) 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 estireno, era de 50 ppm.

#### 5.1.3. Evaluación de la estabilidad al almacenaje 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.

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 almacenaje, en términos de costes. Así, por lo tanto, no es aceptable una composición ligante de 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, ó inferior. Cuando la composición ligante el electrodo, tiene una temperatura de congelación de 0,5 °C ó inferior, se determina entonces el hecho de que, la composición ligante del electrodo, exhibe una excelente estabilidad.

#### Evaluación de la precipitación

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 con el ojo desnudo. 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

Se procedió a colocar 1000 g de la composición eléctrica del electrodo, en una botella de polietileno y, ésta, se almacenó 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 -0,7 °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 del 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<sub>4</sub>), 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. Se procedió a añadir la composición ligante del electrodo, almacenada de la forma que se ha descrito en la sección "5.1.3. Evaluación de la estabilidad al almacenaje 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 x 10<sup>3</sup> 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 del electrodo.

#### Medición de la capacidad de formación de hilos

Se procedió a evaluar la capacidad de formación de hilos de la suspensión del electrodo, de la forma que describe abajo, 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 del 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, con el ojo desnudo, el tiempo ( $T_A$ ), durante el cual la suspensión del 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 de electrodo, ya no fluía más, saliendo del orificio. La capacidad de formación de hilos de la suspensión del 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 del electrodo, tuviera una capacidad de formación de hilos correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van 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

La suspensión del electrodo preparada de la forma que se ha descrito anteriormente, arriba, se aplicó, de una forma uniforme, a la superficie de un colector de folio de aluminio (espesor: 30 micrómetros), mediante un procedimiento de raqueta, de tal forma que, la película, tuviera una 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 test de ensayo, 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, con el ojo desnudo, 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).

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

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 (a saber, 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

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). A continuación, 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 del 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 folio de cobre, mediante un procedimiento de cuchilla de raqueta, 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/cm<sup>3</sup>, 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 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 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  $\text{LiPF}_6$  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 (a saber, 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 (a saber, 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.

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

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 Ejemplos Comparativos 1 y 2

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 en los Ejemplos Comparativos 1 y 2, 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 ( $T_g$ ), a la temperatura mostrada en la Tabla 1. Puesto que, las partículas de polímero (A), tenían únicamente una  $T_g$ , 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 del 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 y a evaluar una suspensión de electrodo, de la misma forma que en la sección “5.1.4. Preparación y evaluación de la suspensión del 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.

### 5.3. Ejemplo 6

#### 5.3.1. Producción de partículas de polímero (A)

En un matraz separable de 7 l de capacidad, se cargaron 150 partes, en masa, de agua, y 0,2 partes, en masa, de dodecilsulfonato sódico y, la atmósfera interna del matraz separable, se reemplazó, de una forma suficiente, con nitrógeno. Otro recipiente contenedor, se cargó con 60 partes, en masa, de agua, 0,8 partes, en masa (contenido de sólido) de un emulsionante de sulfato de éter del tipo (“Adeka Reasoap SR 1025”, fabricado por parte de la firma Adeka Corporal(emulsionante), 20 partes, en masa, de metacrilato de 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 (monómero). La mezcla, se agitó, de una forma suficiente, como para obtener una emulsión de monómero, la cual contenía mezcla de monómeros. El interior del matraz separable, se calentó, a continuación, a una temperatura de 60 °C, y se procedió a añadir 0,5 partes, en masa, de persulfato amónico (iniciador), al matraz separable. Cuando la temperatura en el interior del matraz separable, hubo alcanzado un nivel de 70 °C, entonces, se procedió a añadir la emulsión de monómero, lentamente, al matraz separable, en un transcurso de tiempo de 3 horas, al mismo tiempo que se mantenía la temperatura en el interior del matraz separable, a un nivel de 70 °C. Después de haber procedido a incrementar la temperatura, en el interior del matraz separable, a un nivel de 85 °C, se procedió a polimerizar los monómeros, a una temperatura de 85 °C, durante un transcurso de tiempo de 3 horas. Después de haber procedido a enfriar el matraz separable, con objeto de terminar la reacción, se procedió a ajustar el pH de la mezcla, a un valor de 7,6, mediante la utilización de amoníaco acuoso, para obtener una dispersión acuosa que contenía las partículas de polímero (A) (contenido: 30%).

### 5.4. Ejemplos 7 y 8

Se obtuvo una dispersión acuosa que contenía las partículas polímero (A), las cuales tenían el tamaño medio de partícula que se muestra en la Tabla 1, procediendo de la misma forma que en el Ejemplo 6, excepto en cuanto a lo referente al hecho de que, los tipos y las cantidades (partes) de los monómeros, se cambiaron, de la forma mostrada en la Tabla 1. Se procedió a producir una composición ligante de electrodo, una suspensión de electrodo, un electrodo, y un dispositivo de almacenamiento eléctrico, y éstos se evaluaron de la misma forma que en el Ejemplo 1, excepto en cuanto a lo referente al hecho de que se utilizó una dispersión acuosa.

### 5.5. Ejemplo 9

#### 5.5.1 Producción de partículas de polímero (A)

En una autoclave ajustable en cuanto a lo referente a su temperatura y equipada con un agitador, se cargaron 200 partes, en masa, de agua, 0,6 partes, en masa, de dodecilsulfonato sódico, 1,0 partes, en masa, de persulfato sódico, 0,5 partes, en masa, de hidrógenosulfito 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 2. 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%, ó más, se procedió a añadir, a la mezcla, los componentes de la segunda fase de polimerización mostrados en la Tabla 2, 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

5 tripolifosfato sódico. 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 forma que en el Ejemplo 1. El contenido insoluble en THF, en la dispersión acuosa, era de un porcentaje del 9%, y únicamente se observó una temperatura de transición vítrea, a -20°C.

#### 5.5.2. Preparación de la composición ligante del electrodo

10 Se procedió a añadir una suspensión acuosa de 3 g de alfa-metilestireno (1%) a 1000 g de la dispersión acuosa que contenía las partículas de polímero (A). La mezcla, se agitó, a una velocidad angular de 400 r. p. m., para preparar una composición ligante de electrodo.

15 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 dispersión de la luz ("FPAR-1000" fabricado por parte de la firma Otsuka Electronics Co., Ltd.) y se determinó el tamaño de partícula modal, 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.

20 El contenido de componente (B), en la composición ligante de electrodo, puede determinarse procediendo a analizar la composición ligante, mediante el procedimiento que se facilita a continuación. De una 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, mediante la disolución de tetradecano (100 ppm) en tetrahidrofurano (solución estándar interna), como un objeto de obtener la muestra de medición. La muestra de medición, se determinó de una forma cuantitativa, mediante la utilización de un sistema de cromatografía de gas ("GC6890N", fabricado por parte de la firma Agilent Technologies (columna: HP-1 (30 x 20 nm (ID) 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 alfa-metilestireno, era el correspondiente a una cantidad de 30 ppm.

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

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

#### 5.5.4. Preparación y evaluación de la suspensión del electrodo

35 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 500%, 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 del electrodo. Se procedió a evaluar la capacidad de formación de hilos de la suspensión del electrodo, de la misma forma que en la sección "5.1.4. Preparación y evaluación de la suspensión del electrodo". Los resultados obtenidos, se muestran en la Tabla 1.

#### 5.5.5. Producción y evaluación del electrodo

55 Se procedió a aplicar el electrodo preparado en la sección "5.5.4. Preparación y evaluación de la suspensión del electrodo", de una forma uniforme, a la superficie e un colector de folio de cobre (espesor: 20 micrómetros), mediante un procedimiento de cuchilla de raqueta, de tal forma que, la película, tuviera un espesor de 80 micrómetros, después del secado. Se procedió, a continuación, a secar la película, 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 obtenidos, se muestran en la Tabla 1.

65

### 5.5.6. Producción y evaluación del dispositivo de almacenamiento eléctrico

#### Producción del contra-electrodo (electrodo positivo)

5 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 Kabushiki Kaisha), 100 partes, en masa, de  $\text{LiCoO}_2$  (tamaño de partícula, 5 micrómetros, fabricado por parte de la firma Hayashi Kasei Co., Ltd.) (material activo de 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. 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 del electrodo. La suspensión del electrodo, se aplicó, de una forma uniforme, sobre la superficie de un colector de folio de cobre, mediante un procedimiento de cuchilla de raqueta, 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/cm<sup>3</sup>, para obtener el contra-electrodo (electrodo positivo).

25

#### 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 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  $\text{LiPF}_6$  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 obtenidos, se muestran en la Tabla 1.

45

#### 5.6. Ejemplos 10 y 11 y Ejemplos comparativos 3 y 4.

Se procedió a preparar una dispersión que contenía las partículas de polímero (A), que tenía la composición que se muestra en la Tabla 1, 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 que se cambió la composición del polímero y la cantidad del emulsionante. El agua, se eliminó, mediante bajo la acción de presión reducida, o se añadió, en dependencia del contenido de la dispersión acuosa, con objeto de obtener una dispersión acuosa, la cual tenía un contenido de sólidos correspondiente a un porcentaje del 50%.

55 Se procedió a preparar una composición ligante de 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 que se cambió el tipo y la cantidad del componente (B), de la forma que se muestra en la Tabla 1. La composición ligante del electrodo, se evaluó de la misma forma que en la sección "5.5.3. Evaluación de la estabilidad al almacenaje de una composición ligante de electrodo", en el Ejemplo 9. Los resultados obtenidos, se muestran en la Tabla 1.

60

Se procedió a preparar una suspensión de electrodo, de la misma forma que en la sección "5.5.4. Preparación y evaluación de la suspensión del electrodo" en el Ejemplo 9, también se procedió a la producción y a la evaluación de un electrodo, de la misma forma que en la sección "5.5.5. Producción y evaluación de un electrodo", en el Ejemplo 9, y también se produjo y se avaluó un dispositivo de almacenamiento eléctrico, de la misma forma que en la sección

65

“5.5.6. Producción y evaluación del dispositivo de almacenamiento eléctrico”, en el Ejemplo 9. Los resultados obtenidos, se muestran en la tabla 1.

5.7. Evaluación de los resultados

Las composiciones ligantes de electrodo de los Ejemplos 1 a 11, y de los Ejemplos comparativos 1 a 4, y los resultados de evaluación de éstos, se muestran en la Tabla 1. El contenido del componente de la primera fase de polimerización y del componente de la segunda fase de polimerización, cuando se preparan las dispersiones acuosas que contienen las partículas de polímero (A) de los Ejemplos 9 a 11 y de los Ejemplos Comparativos 3 y 4, se muestran en la Tabla 2.

TABLA 1

		Ej.1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4	Ej. 5	Ej. 6	Ej. 7	Ej. 8	Ej. comp. 1	Ej. comp. 2
Componente (A)	Partic.de polímero	Partículas de polímero con contenido en flúor									
	VDF (par tes e n masa)	21	20 24	21		21	-	-	-	21	20
	HFP (par tes e n masa)	4	5 1 4			4	-	-	-	4	5
	TFEMA ( p. en masa)	-	---			-	20	-	-	-	-
	TFEA(partes e n masa)	-	---			-	-	20	-	-	-
	HFIPA (p .en masa)	-	---			-	-	-	-	-	-
	MMA (part es en masa)	30	30 30	30		30	25	9	30	30	30
	EHA (p artes en masa)	40	40 40	40		40	40	40	40	40	40
	HEMA (p. en masa)	-	---			-	-	-	-	-	-
	MAA (p artes en masa)	5 -		5	5	5	-	-	-	5	-
	AA ( partes en masa)	- 5		-	-	-	5	5	5	-	5
	TA (p artes en masa)	-	---			-	-	-	-	-	-
	DVB ( partes e n masa)	-	---			-	-	0,5	-	-	-
	TMPTMA ( p. en masa)	-	---			-	-	0,5	-	-	-
	AN (par tes en masa)	-	---			-	10	25	5	-	-
BD (par tes e n masa)	-	---			-	-	-	-	-	-	
ST (part es e n masa)	-	---			-	-	-	-	-	-	
Componente (B)	Estireno (ppm)	50	---			7	-	-	100	100	-
	Alfa-metilestireno (ppm)	--		-	300	-	-	400	-	-	-
	p-metilestireno (ppm)	- 100		-	-	-	400	-	-	-	-
	p-cloroestireno (ppm)	-	- 400	-		-	-	-	-	-	-
Componente (C)		Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua
Propiedades de las partículas de polímero	Tamaño medio de partícula, numérico	330	210	330	330	330	110	250	330	330	330
	Contenido insoluble en THF (%)	85	95	95	85	85	78	75	70	85	85
	Tg (°C)	-5	-5	1	-5	-5	8	2	-9	-5	-5
Estabilidad al almacenaje	Precipitación	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

de la comp. ligante											
	Temperatura de congelación (°C)	-0,7	-0,6	-0,7	-0,7	-0,5	-0,8	-0,6	-0,7	-0,1	-0,9
Propiedades de la suspensión	Capacidad de formación de hilos	70	55	80	78	68	40	40	51	15	45
Prop. del electrodo	Densidad de la capa de material activo (g/cm <sup>3</sup> )	1,6	1,8	2,4	1,7	2	3,8	2,7	3,4	1,8	1,6
	Tasa de agrietamiento (%)	13	5 6 9			8	18	16	19	1	15
Propiedades del dispositivo de almacenamiento. Eléct.	Tasa de carga (%)	90	91	86	87	92	85	83	90	40	52
	Tasa de descarga(%)	88	90	84	86	91	81	81	85	41	50

TABLA 1 (Continuación)

		Ejemplo 9	Ejemplo 10	Ejemplo 11	Ejemplo Comp. 3	Ejemplo Comp.. 4
Componente (A)	Partículas de polímero	Partículas de polímero de dieno				
	VDF (partes en masa)	-	----			
	HFP (partes en masa)	-	----			
	TFEMA (p. en masa)	-	----			
	TFEA(partes en masa)	-	----			
	HFIPA (p.en masa)	-	----			
	MMA (partes en masa)	12	12 12 12 12			
	EHA (partes en masa)	-	----			
	HEMA (p. en masa)	-	- 3		- 3	
	MAA (partes en masa)	-	----			
	AA (partes en masa)	1	1 1 1 1			
	TA (partes en masa)	3	3 3 3 3			
	DVB (partes en masa)	-	----			
	TMPTMA (p. en masa)	-	----			
	AN (partes en masa)	12	12 12 12 12			
BD (partes en masa)	49	49 49 49 49				
ST (partes en masa)	23	23 20 23 20				
Componente (B)	Estireno (ppm)	-	----			
	Alfa-metilestireno (ppm)	30	-- 750			1
	p-metilestireno (ppm)	-	150	---		
	p-cloroestireno (ppm)	-	- 250		--	
Componente (C)	Agua	Agua A	gua A	gua A	gua	
Propiedades	Tamaño medio de					

de las partículas de polímero	partícula, numérico	200	90	120 200 90		
	Contenido insoluble en THF (%)	90	90	90	90	91
	Tg (°C)	-20	-20 -20	-20	-21	
Estabilidad al almacenaje de la comp. ligante	Precipitación	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
	Temperatura de congelación (°C)	-0,7	-0,6	-0,9	-0,1	-0,7
Propiedades de la suspensión	Capacidad de formación de hilos	72	60	75	25	65
Prop. del electrodo	Densidad de la capa de material activo (g/cm <sup>3</sup> )	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	Tasa de agrietamiento (%)	0	2 1 0 1			
Propiedades del dispositivo de almacenamiento Eléct.	Tasa de carga (%)	90	88 89 50 62			
	Tasa de descarga(%)	88	87	87	46	60

5

10

TABLA 2

		Ejemplo 9	Ejemplo 10	Ejemplo 11	Ejemplo Comparativo. 3	Ejemplo Comparativo. 4
Componente de polimerización de la primera fase	AN (partes)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HEMA (partes)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BD (partes)	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
	ST (partes)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
	MMA (partes)	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
	AA (partes)	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
	TA (partes)	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35
Total		24,2	24,2	24,2	24,2	24,2
Componente de polimerización de la segunda fase	AN (partes)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
	HEMA (partes)	0,0	0,0	3,0	0,0	3,0
	BD (partes)	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3
	ST (partes)	11,0	11,0	8,0	11,0	8,0
	MMA (partes)	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
	AA (partes)	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
TA (partes)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
Total		75,8	75,8	75,8	75,8	75,8
Componente de polimerización de la primera fase + Componente de polimerización	AN (partes)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
	HEMA (partes)	0	0	3,0	0	3,0
	BD (partes)	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
	ST (partes)	23,0	23,0	20,0	23,0	20,0
	MMA (partes)	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
	AA (partes)	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
TA (partes)	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85	

de la primera fase						
Total	100	100	100	100	100	100

La abreviación de cada componente que se muestra en las Tablas 1 y 2, tiene el siguiente significado.

- 5 VDF: fluoruro de vinilideno
- HFP: hexafluoruro de propileno
- TFEMA: metacrilato de 2,2,2-trifluoroetilo
- TEFA: acrilato de 2,2,2-trifluoroetilo
- HFIPA: acrilato de 1,1,1,3,3,3-hexafluoroisopropilo
- 10 NMA: metacrilato de metilo
- EHA: acrilato de 2-etilhexilo
- HEMA: metacrilato de 2-hidroxietilo
- MAA: ácido metacrílico
- AA: ácido acrílico
- TA: ácido itacónico
- 15 DVB: divinilbenceno
- TMPTMA: trimetacrilato de trimetilolpropano
- AN: acrilonitrilo
- BD: 1,3-butadieno
- ST: estireno

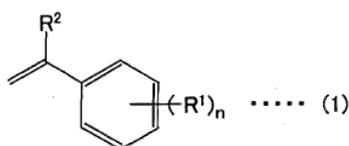
20 Tal y como se aclara en la Tabla 1, la composición ligante de electrodo de los Ejemplos 1 a 11, exhibían una excelente estabilidad al almacenamiento. La suspensión de electrodo preparada mediante la utilización de las composiciones ligantes de electrodo de los Ejemplos 1 a 11, exhibían una excelente 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 secundaria de iones de litio), exhibían unas excelentes características de la tasa de carga – descarga.

25 Por otro lado, la composición ligante de los Ejemplos Comparativos 1 a 4, 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. Puesto que, la concentración del componente (B), en las composiciones ligantes de los Ejemplos Comparativos 1 y 3, era demasiado alta, las partículas de polímero (A), se agregaron, y precipitaron, y se deterioró la estabilidad al almacenaje.

30 Se considera el hecho de que, las partículas de polímero (A) utilizadas en los Ejemplos 1 a 5, y en los Ejemplos Comparativos 1 y 2, eran partículas de aleación de polímeros, en base al gráfico de DSC (calorimetría de exploración diferencial).

35 La Figura 1, ilustra el gráfico de DSC de loa partículas de polímero (A), producidas en el Ejemplo 3. Puesto que, las partículas de polímero del Ejemplo 3, se polimerizaron procedimientos de múltiples fases, mediante la adición del monómero, a las partículas de siembra, se considera el hecho de que, las partículas de polímero del Ejemplo 3, 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 del Ejemplo 3, tenían únicamente una Tg (temperatura de transición vítrea), en lugar de dos Tg, derivada de las dos clases de polímeros. Este hecho, sugiere que, las partículas de polímero producidas en el Ejemplo 3, eran partículas de aleación de polímero.

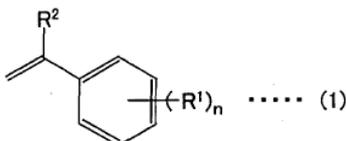
40 Se utiliza una composición ligante de electrodo, para producir un electrodo que es de utilidad para un dispositivo de almacenamiento eléctrico, e incluye (A) un polímero, (B) un compuesto representado mediante la siguiente fórmula general (1), y (C), un medio líquido, siendo, el polímero A), partículas de polímero con contenido en flúor, o partículas de polímero de dieno, y con una concentración del compuesto (B), en la composición del ligante del electrodo, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van de 5 a 500 ppm,



60 en donde, R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup>, representan, de una forma independiente, un átomo de hidrógeno, un átomo de halógeno, o un grupo alquilo monovalente y, n, es un número entero de 0 a 5.

## REIVINDICACIONES

1.- Composición ligante de 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, (B) un compuesto representado mediante una fórmula general (1), y (C) un medio líquido, consistiendo, el polímero (A) en partículas de polímero con contenido en flúor, el cual incluye (Ma) una unidad repetitiva derivada de un monómero a base de etileno, con contenido de flúor, y (Mb), una unidad repetitiva derivada de un éster de ácido carboxílico, insaturado, y una concentración del compuesto (B), en la composición del ligante del electrodo, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van de 5 a 500 ppm,

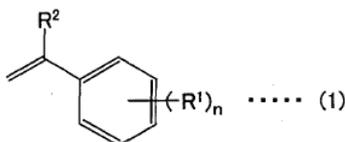


en donde,  $\text{R}^1$  y  $\text{R}^2$ , representan, de una forma independiente, un átomo de hidrógeno, un átomo de halógeno, o un grupo alquilo monovalente y, n, es un número entero de 0 a 5.

2.- La composición ligante de electrodo, según la reivindicación 1, en donde, las partículas de polímero con contenido en flúor, tienen únicamente un pico endotérmico, dentro de unos márgenes de temperatura que van desde los  $-50^\circ\text{C}$  hasta los  $+250^\circ\text{C}$ , cuando éstas se someten a calorimetría de exploración diferencial (DSC), en concordancia la norma JIS K 7121.

3.- La composición ligante de electrodo, según la reivindicación 2, en donde, las partículas de polímero con contenido en flúor, tienen únicamente un pico endotérmico, dentro de unos márgenes de temperatura que van desde los  $-30^\circ\text{C}$  hasta los  $+30^\circ\text{C}$ .

4.- Una composición ligante de electrodo, la cual se utiliza para producir un electrodo utilizado para un dispositivo de almacenamiento eléctrico, incluyendo, la composición, (A) un polímero, (B) un compuesto representado mediante una fórmula general (1), y (C) un medio líquido, consistiendo, el polímero (A) en partículas de polímero de dieno, el cual incluye (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 una concentración del compuesto (B), en la composición del ligante, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van de 5 a 500 ppm,



en donde,  $\text{R}^1$  y  $\text{R}^2$ , representan, de una forma independiente, un átomo de hidrógeno, un átomo de halógeno, o un grupo alquilo monovalente y, n, es un número entero de 0 a 5.

5.- La composición ligante de electrodo, según la reivindicación 4, en donde, las partículas de polímero de dieno, tienen únicamente un pico endotérmico, dentro de unos márgenes de temperatura que van desde los  $-50^\circ\text{C}$  hasta los  $+50^\circ\text{C}$ , cuando éstas se someten a calorimetría de exploración diferencial (DSC), en concordancia la norma JIS K 7121.

6.- La composición ligante de electrodo, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde, las partículas de polímero con contenido en flúor, o las partículas de polímero de dieno, tienen un tamaño medio de partícula, numérico, comprendido dentro de unos márgenes que van desde 50 hasta 400 nm.

7.- Una suspensión de electrodo, la cual comprende la composición ligante de electrodo, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, y un material activo de electrodo.

8.- Un electrodo que comprende un colector, y una capa la cual se forma procediendo a aplicar la suspensión de electrodo según la reivindicación 7, a la superficie del colector, y secando la suspensión.

9.- Un dispositivo de almacenamiento eléctrico, el cual comprende el electrodo según la reivindicación 8

FIG 1

