

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 973 878**

51 Int. Cl.:

H01M 4/62 (2006.01)

H01M 4/13 (2010.01)

H01M 10/052 (2010.01)

C01B 32/174 (2007.01)

H01M 4/04 (2006.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2020** **E 23151463 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2024** **EP 4187649**

54 Título: **Dispersión de material conductor, y electrodo y batería secundaria de litio fabricados usando la misma**

30 Prioridad:

17.05.2019 KR 20190057722

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.06.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KIM, DONG HYUN;
YOO, HOUNG SIK;
KANG, SEONG KYUN;
KWON, GYE MIN y
CHOI, HYEON

74 Agente/Representante:

BERTRÁN VALLS, Silvia

ES 2 973 878 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

Dispersión de material conductor, y electrodo y batería secundaria de litio fabricados usando la misma

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a una dispersión de material conductor, y a un electrodo y a una batería secundaria de litio fabricados usando la dispersión. Más específicamente, la presente invención se refiere a una dispersión de material conductor, y a un electrodo y a una batería secundaria de litio fabricados usando la misma, en la que la dispersión de material conductor tiene bajas propiedades de viscosidad mediante el uso de un copolímero que incluye una unidad específica como dispersante auxiliar junto con un copolímero a base de nitrilo, que es un dispersante principal.

15 **Antecedentes de la técnica**

Una batería secundaria es una batería que puede usarse repetidamente a través de un procedimiento de descarga en el que la energía química se convierte en energía eléctrica y un procedimiento de carga en sentido inverso del mismo. La batería secundaria se compone de un electrodo positivo, un electrodo negativo, un electrolito y un separador, y en general, el electrodo positivo y el electrodo negativo se componen de un colector de corriente de electrodo y una capa de material activo de electrodo formada sobre el colector de corriente de electrodo. La capa de material activo de electrodo se prepara aplicando una composición de suspensión de electrodo que incluye un material activo de electrodo, un material conductor, un aglutinante, y similares, sobre el colector de corriente de electrodo, seguido de secado, y luego prensado con rodillo.

25 Un material conductor es para mejorar la conductividad del material activo de electrodo, y como material conductor se usan principalmente materiales de carbono finos tales como negro de carbono, negro de Ketjen, fullereno, grafeno, nanotubo de carbono (CNT), y similares.

30 Sin embargo, puesto que los materiales conductores de materiales de carbono se agregan fácilmente sin dispersarse uniformemente en una composición de suspensión de electrodo, cuando se fabrica un electrodo usando los mismos, un material conductor no se distribuye uniformemente en una capa de material activo de electrodo. Con el fin de superar una limitación de este tipo, recientemente se ha desarrollado un método en el que un material conductor se mezcla en primer lugar con un dispersante tal como polivinilpirrolidona (a continuación en el presente documento, PVP), caucho de acrilonitrilo-butadieno, y similares, en un disolvente para preparar una dispersión de material conductor, y luego la dispersión de material conductor se aplica a una composición de suspensión de electrodo.

35 Sin embargo, puesto que la viscosidad de una dispersión de material conductor que usa un dispersante de PVP aumenta rápidamente cuando aumenta el contenido de un material conductor, hay un límite para aumentar el contenido del material conductor y, por tanto, hay un límite para mejorar la conductividad eléctrica.

40 Mientras tanto, con el fin de disminuir la viscosidad de una dispersión de material conductor, es preferible usar un dispersante que tenga un bajo peso molecular promedio en peso. Sin embargo, en el caso de un dispersante de caucho de acrilonitrilo-butadieno, hay un problema porque la estabilidad en almacenamiento del mismo se degrada rápidamente debido a la gelificación cuando se disminuye el peso molecular promedio en peso.

45 Mientras tanto, el contenido de sólidos de una suspensión de electrodo positivo se determina según la cantidad de sólidos de una dispersión de material conductor, y cuando el contenido de sólidos de una suspensión de electrodo positivo es alto, hay efectos tales como el aumento en la productividad, la mejora en la eficiencia de secado del electrodo y la migración de aglutinante, la mejora en la fuerza de adhesión, y similares. Por tanto, es preferible aumentar el contenido de sólidos de la dispersión de material conductor, pero la viscosidad aumenta cuando aumenta el contenido de sólidos y, por tanto, hay un problema en la procesabilidad.

50 Por tanto, existe una demanda de desarrollar una dispersión de material conductor que tenga bajas propiedades de viscosidad incluso cuando el contenido de material conductor es alto.

Divulgación de la invención60 **Problema técnico**

Un aspecto de la presente invención proporciona una dispersión de material conductor que tiene bajas propiedades de viscosidad en comparación con una dispersión conductora existente mediante el uso de un copolímero que incluye una unidad específica como dispersante auxiliar junto con un dispersante de copolímero a base de nitrilo en la dispersión de material conductor.

65 Otro aspecto de la presente invención proporciona un electrodo y una batería secundaria de litio fabricados usando

la dispersión de material conductor.

Solución técnica

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona una dispersión de material conductor que incluye un material conductor a base de carbono, un dispersante y un medio de dispersión, en la que el dispersante incluye un dispersante principal y un dispersante auxiliar, siendo el dispersante principal un copolímero a base de nitrilo que incluye una unidad derivada de nitrilo α,β -insaturado y una unidad derivada de dieno conjugado, y siendo el dispersante auxiliar un copolímero que incluye una unidad de oxialquileno y al menos una de una unidad de estireno y una unidad de alquileno.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un electrodo que incluye una capa de material activo de electrodo formada por una composición de suspensión de electrodo que contiene un material activo de electrodo, la dispersión de material conductor de la invención, un aglutinante y un disolvente. En este caso, el electrodo puede ser un electrodo positivo.

Según aún otro aspecto de la presente invención, se proporciona una batería secundaria de litio que incluye un electrodo positivo, un electrodo negativo, un separador interpuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo, y un electrolito, en la que el electrodo positivo es el electrodo según la presente invención descrito anteriormente.

Efectos ventajosos

Una dispersión de material conductor según la presente invención usa un copolímero a base de nitrilo junto con un copolímero que incluye una unidad de oxialquileno y una unidad de estireno y/o una unidad de alquileno y, por tanto, tiene propiedades de viscosidad menores que una dispersión de material conductor que usa un dispersante de copolímero a base de nitrilo solo. Por consiguiente, el contenido de sólidos en la dispersión de material conductor puede aumentarse en comparación con una dispersión conductora existente, y como resultado, cuando se fabrica un electrodo, puede haber efectos tales como el aumento en la productividad, la mejora en la eficiencia de secado del electrodo y la migración de aglutinante, la mejora en la fuerza de adhesión, y similares.

Mejor modo para llevar a cabo la invención

Se entenderá que las palabras o los términos usados en la memoria descriptiva y las reivindicaciones de la presente invención no deben interpretarse como limitados a tener el significado definido en diccionarios habitualmente usados. Además, se entenderá que las palabras o los términos deben interpretarse como que tienen los significados que sean compatibles con sus significados en el contexto de la técnica relevante y la idea técnica de la invención, basándose en el principio de que un inventor puede definir de manera apropiada el significado de las palabras o los términos para explicar mejor la invención.

En la presente memoria descriptiva, se pretende que los términos "incluir", "comprender" o "tener" especifiquen la presencia de características, números, etapas, elementos o combinaciones de los mismos indicados, y no excluyan la presencia o adición de una o más de otras características, números, etapas, elementos o combinaciones de los mismos.

En la presente memoria descriptiva, el "área de superficie específica" se mide mediante un método BET y, específicamente, puede calcularse a partir de la cantidad de adsorción de gas de nitrógeno a la temperatura de nitrógeno líquido (77 K) usando el dispositivo Belsorp-mini II de BEL Japan Co.

En la presente memoria descriptiva, un "peso molecular promedio en peso (Mw)" se refiere a un valor de conversión para un poliestireno patrón medido mediante cromatografía de permeación en gel (CPG). Específicamente, el peso molecular promedio en peso es un valor convertido a partir de un valor medido en las siguientes condiciones usando CPG, y se usó un poliestireno patrón del sistema de Agilent para preparar una curva de calibración.

<Condiciones de medición>

Dispositivo de medición: Agilent GPC (serie 1200 de Agilent, EE.UU.)

Columna: dos conexiones PL Mixed B

Eluyente: tetrahidrofurano

Velocidad de flujo: 1,0 ml/min

Concentración: ~ 1 mg/ml (inyección de 100 μ l)

A continuación en el presente documento, se describirá con más detalle la presente invención.

Dispersión de material conductor

En primer lugar, se describirá una dispersión de material conductor según la presente invención.

La dispersión de material conductor según la presente invención incluye un material conductor a base de carbono, un dispersante y un medio de dispersión. En este caso, el dispersante incluye un dispersante principal y un dispersante auxiliar, y el dispersante principal es un copolímero a base de nitrilo y el dispersante auxiliar es un copolímero que incluye una unidad de oxialquileno y al menos una de una unidad de estireno y una unidad de alquileno.

A continuación en el presente documento, se describirá con detalle cada componente de la dispersión de material conductor según la presente invención.

(1) Material conductor a base de carbono

El material conductor a base de carbono es para mejorar la conductividad de un electrodo, y puede usarse un material conductor a base de carbono habitualmente usado en la técnica, por ejemplo, un nanotubo de carbono, negro de carbono, o similares.

En el nanotubo de carbono, una lámina de grafito tiene una forma cilíndrica de un diámetro a escala nanométrica y tiene una estructura de enlaces sp^2 , y muestra propiedades conductoras o semiconductoras dependiendo del ángulo y de la estructura a los que se lamina la superficie de grafito. El nanotubo de carbono puede clasificarse como nanotubo de carbono de pared única (SWCNT), nanotubo de carbono de pared doble (DWCNT) y nanotubo de carbono de pared múltiple (MWCNT) dependiendo del número de enlaces que forman una pared. Un nanotubo de carbono de este tipo puede seleccionarse de manera apropiada según el uso de la dispersión.

Además, el nanotubo de carbono puede tener una forma secundaria en la que se agregan o disponen una pluralidad de nanotubos de carbono. Por ejemplo, el nanotubo de carbono puede ser un nanotubo de carbono de tipo haz en forma de un haz o una cuerda en el que o una pluralidad de nanotubos de carbono se disponen o alinean en paralelo en una dirección predeterminada, o puede ser un nanotubo de carbono de tipo enmarañado en forma de una esfera o patata en la que se enmarañan una pluralidad de nanotubos de carbono sin una determinada direccionalidad. En cuanto a la dispersabilidad, es más preferible que el nanotubo de carbono sea un nanotubo de carbono de tipo haz.

Mientras tanto, como negro de carbono, puede usarse negro de horno, negro de canal, negro térmico, negro de acetileno, negro de Ketjen, negro de carbono hueco, o similares, disponibles comercialmente. El tipo del nanotubo de carbono no está particularmente limitado.

El negro de carbono puede haberse tratado en superficie, según sea necesario, mediante un método conocido en la técnica. Por ejemplo, el negro de carbono puede haberse tratado en superficie mediante gas de acetileno y, por tanto, está libre de impurezas. Además, el negro de carbono puede tener una pureza del 99,5% o superior.

Mientras tanto, el material conductor a base de carbono usado en la presente invención puede tener un área de superficie específica BET de $1000 \text{ m}^2/\text{g}$ o menos, preferiblemente de 30 a $1000 \text{ m}^2/\text{g}$. Cuando el área de superficie específica BET del material conductor a base de carbono es mayor de $1000 \text{ m}^2/\text{g}$, la dispersión no puede lograrse suavemente.

Específicamente, cuando el material conductor a base de carbono es un nanotubo de carbono, el área de superficie específica BET del nanotubo de carbono puede ser de 100 a $1000 \text{ m}^2/\text{g}$, de 150 a $800 \text{ m}^2/\text{g}$, de 150 a $500 \text{ m}^2/\text{g}$, de 150 a $300 \text{ m}^2/\text{g}$ o de 150 a $200 \text{ m}^2/\text{g}$.

Cuando el material conductor a base de carbono es negro de carbono, el área de superficie específica BET del negro de carbono puede ser de 30 a $1000 \text{ m}^2/\text{g}$, preferiblemente de 30 a $400 \text{ m}^2/\text{g}$, más preferiblemente de 30 a $380 \text{ m}^2/\text{g}$, incluso más preferiblemente de 30 a $150 \text{ m}^2/\text{g}$.

Mientras tanto, el contenido del material conductor a base de carbono en la dispersión de material conductor puede ser del 0,1 al 30% en peso, preferiblemente del 1 al 30% en peso. Específicamente, cuando el material conductor a base de carbono es un nanotubo de carbono, el contenido del material conductor a base de carbono en la dispersión de material conductor puede ser del 0,1 al 10% en peso, preferiblemente del 1 al 8% en peso, y cuando el material conductor a base de carbono es negro de carbono, el contenido del material conductor a base de carbono en la dispersión de material conductor puede ser del 1 al 30% en peso, preferiblemente del 1 al 25% en peso. Cuando el contenido del material conductor a base de carbono es demasiado bajo, puede haber problemas porque se reduce la cantidad de carga durante la fabricación de un electrodo, de modo que aumenta el coste de procedimiento, y se produce la migración de aglutinante durante la fabricación del electrodo, de modo que se reduce la fuerza de adhesión. Mientras tanto, cuando el contenido del material conductor a base de carbono es demasiado

alto, hay un problema porque aumenta la viscosidad de la dispersión de material conductor.

(2) Dispersante

- 5 Un dispersante de material conductor según la presente invención incluye dos clases de dispersantes. Específicamente, el dispersante de material conductor según la presente invención incluye un copolímero a base de nitrilo como dispersante principal y, como dispersante auxiliar, un copolímero que incluye una unidad de oxialquileno y al menos una de una unidad de estireno y una unidad de alquileno.

10 2-1) Dispersante principal

El dispersante principal es para mejorar la dispersabilidad del material conductor en una dispersión de material conductor, y es un copolímero que tiene una unidad derivada de nitrilo α,β -insaturado y una unidad derivada de dieno conjugado. En este caso, la unidad derivada de dieno conjugado puede estar parcial o completamente hidrogenada. Un método para someter la unidad derivada de dieno conjugado a hidrogenación puede realizarse mediante un método de hidrogenación conocido en la técnica, por ejemplo, mediante una reacción de hidrogenación catalítica usando un sistema de catalizador tal como Rh, Ru, Pd e Ir, y la tasa de hidrogenación puede ajustarse ajustando la cantidad de catalizador, la presión de hidrógeno de reacción, el tiempo de reacción, y similares.

20 El copolímero a base de nitrilo puede prepararse copolimerizando un monómero de nitrilo α,β -insaturado y un monómero a base de dieno conjugado, y luego hidrogenando un doble enlace C=C en el copolímero. La reacción de polimerización y el procedimiento de hidrogenación de los monómeros pueden realizarse según un método típico conocido en la técnica.

25 Como monómero de nitrilo α,β -insaturado, por ejemplo, puede usarse acrilonitrilo o metacrilonitrilo, y puede usarse uno cualquiera de los mismos o una mezcla de dos o más de los mismos.

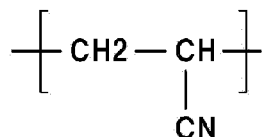
Como monómero a base de dieno conjugado, por ejemplo, pueden usarse monómeros a base de dieno conjugado que tienen de 4 a 6 átomos de carbono, tales como 1,3-butadieno, isopreno, 2,3-metilbutadieno, o similares, y puede usarse uno cualquiera de los mismos o una mezcla de dos o más de los mismos.

Mientras tanto, el copolímero a base de nitrilo puede incluir una unidad derivada de nitrilo α,β -insaturado: una unidad derivada de dieno conjugado en una razón en peso de 10 a 50:de 50 a 90, preferiblemente de 20 a 40:de 60 a 80 y más preferiblemente de 25 a 40:de 60 a 75. Cuando el contenido de cada unidad en el copolímero a base de nitrilo satisface el intervalo anterior, la dispersabilidad y las propiedades a alta temperatura son excelente. En este caso, el contenido de la unidad derivada de nitrilo α,β -insaturado puede ser el valor mediana de un valor que va a cuantificarse midiendo la cantidad de nitrógeno generado según un método de horno de molino de la norma JIS K 6364 y calculando su cantidad de unión a partir del peso molecular de nitrilo α,β -insaturado. El contenido de la unidad derivada de dieno conjugado puede ser un valor obtenido restando el peso de la unidad derivada de nitrilo α,β -insaturado del peso de todos los copolímeros.

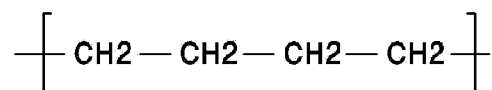
Mientras tanto, el copolímero a base de nitrilo de la presente invención puede tener una tasa de hidrogenación de la unidad derivada de dieno conjugado del 80% o superior, preferiblemente del 90%. Esto es porque, cuando se usa un dispersante que tiene unidades de dieno conjugado no hidrogenadas, la reactividad con una disolución de electrolito puede aumentar debido a los dobles enlaces en el dieno conjugado, de modo que pueden deteriorarse las propiedades a alta temperatura.

Según una realización, el copolímero a base de nitrilo puede incluir una unidad de repetición representada por la [Fórmula 1] a continuación y una unidad de repetición representada por la [Fórmula 2] a continuación.

[Fórmula 1]



[Fórmula 2]



En este caso, el contenido de la unidad de repetición representada por la [Fórmula 1] anterior puede ser del 10 al

50% en peso, preferiblemente del 20 al 40% en peso y más preferiblemente del 25 al 40% en peso, y el contenido de la unidad de repetición representada por la [Fórmula 2] anterior puede ser del 50 al 90% en peso, preferiblemente del 60 al 80% en peso y más preferiblemente del 60 al 75% en peso.

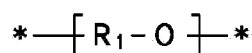
Mientras tanto, el peso molecular promedio en peso del dispersante principal puede ser de 10.000 a 500.000 g/mol, preferiblemente de 20.000 a 400.000 g/mol, más preferiblemente de 20.000 a 300.000 g/mol y aún más preferiblemente de 20.000 a 100.000 g/mol. Cuando el peso molecular promedio en peso del dispersante principal satisface el intervalo anterior, un material conductor puede dispersarse uniformemente con una pequeña cantidad de dispersante, y puede prevenirse que la viscosidad de la disolución aumente excesivamente cuando se dispersa el material conductor, lo que es ventajoso en el procesamiento.

2-2) Dispersante auxiliar

El dispersante auxiliar es para mejorar la dispersabilidad de un material conductor ayudando al dispersante principal, y es un copolímero que incluye una unidad de oxialquileno y una unidad de estireno y/o una unidad de alquileno.

La unidad de oxialquileno puede estar representada por la fórmula 3 a continuación.

[Fórmula 3]

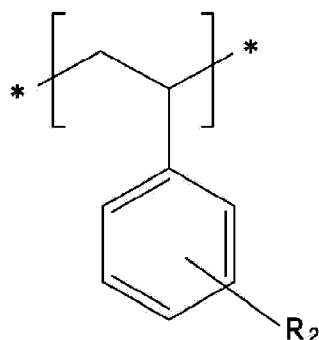


En la fórmula 3 anterior, R_1 es un grupo alquileno que tiene de 1 a 20 átomos de carbono, preferiblemente un grupo alquileno que tiene de 2 a 10 átomos de carbono y más preferiblemente un grupo alquileno que tiene de 2 a 5 átomos de carbono.

La unidad de oxialquileno puede incluirse en una cantidad del 5 al 85% en peso, preferiblemente del 9 al 85% en peso basado en el peso total del copolímero. Cuando el contenido de la unidad de oxialquileno en el copolímero de dispersante auxiliar es mayor del 85% en peso, el efecto de mejora de la viscosidad de la dispersión de material conductor es insignificante.

La unidad de estireno puede estar representada por la fórmula 4 a continuación.

[Fórmula 4]

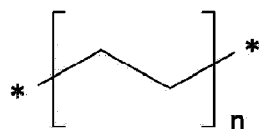


En la fórmula 4 anterior, R_2 puede ser hidrógeno, halógeno, un grupo alquilo que tiene de 1 a 10 átomos de carbono, un grupo alcóxido que tiene de 1 a 10 átomos de carbono, o una combinación de los mismos.

La unidad de estireno puede incluirse en una cantidad del 70% en peso o menos, preferiblemente del 5 al 50% en peso y más preferiblemente del 10 al 40% en peso basado en el peso total del copolímero. Cuando el contenido de la unidad de estireno satisface el intervalo anterior, el efecto de reducción de la viscosidad de la dispersión de material conductor es más excelente.

La unidad de alquileno puede estar representada por la [Fórmula 5] a continuación.

[Fórmula 5]



En la fórmula 5 anterior, n puede ser un número entero de 1 a 50, preferiblemente un número entero de 3 a 30.

La unidad de alquileno puede incluirse en una cantidad del 90% en peso o menos, preferiblemente del 0% en peso al 85% en peso y más preferiblemente del 15 al 60% en peso basado en el peso total del copolímero. Cuando el contenido de la unidad de alquileno satisface el intervalo anterior, el efecto de reducción de la viscosidad de la dispersión de material conductor es más excelente.

Específicamente, el copolímero de dispersante auxiliar según la presente invención puede ser un copolímero que incluye una unidad de oxialquileno y una unidad de estireno, un copolímero que incluye una unidad de oxialquileno y una unidad de alquileno, o un copolímero que incluye una unidad de oxialquileno, una unidad de estireno y una unidad de alquileno.

Según la investigación de los presentes inventores, cuando se usa un copolímero que incluye la combinación anteriormente descrita de unidades específicas junto con un copolímero a base de nitrilo que es un dispersante principal, en comparación con un caso en el que se usa solo un copolímero a base de nitrilo o un caso en el que se usa un tipo diferente de dispersante auxiliar con un copolímero a base de nitrilo, se reduce significativamente la viscosidad de una dispersión de material conductor.

Mientras tanto, el copolímero de dispersante auxiliar anteriormente descrito de la invención puede prepararse mediante un método de preparación de copolímero bien conocido en la técnica. Por ejemplo, el copolímero de dispersante auxiliar puede prepararse polimerizando compuestos capaces de inducir cada una de las unidades, o puede prepararse haciendo reaccionar un compuesto que incluye cada una de las unidades a través de una reacción ácido-base, y similares.

Un compuesto capaz de inducir una unidad de oxialquileno puede ser, por ejemplo, polialquilenglicol tal como polietilenglicol y polipropilenglicol, o un compuesto a base de óxido de alquileno tal como un (poli)óxido de etileno y un (poli)óxido de propileno, pero no se limita a los mismos.

Un compuesto capaz de inducir una unidad de estireno puede ser, por ejemplo, estireno, α -metilestireno, viniltolueno, clorometilestireno, cloroestireno, bromoestireno, vinilbencenosulfonato, metoximetilestireno, (met)acrilato de bencilo, y similares, pero no se limita a los mismos.

Un compuesto capaz de inducir una unidad de alquileno puede ser, por ejemplo, un monómero de (met)acrilato de alquilo, un monómero de alqueno, y similares. Los ejemplos del monómero de (met)acrilato de alquilo puede incluir (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de propilo, (met)acrilato de isopropilo, (met)acrilato de n-butilo, (met)acrilato de isobutilo, (met)acrilato de n-amilo, (met)acrilato de isoamilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, (met)acrilato de 2-etilbutilo, (met)acrilato de pentilo, (met)acrilato de hexilo, (met)acrilato de ciclohexilo, (met)acrilato de n-octilo, (met)acrilato de isooctilo, (met)acrilato de isononilo, (met)acrilato de decilo, (met)acrilato de dodecilo, (met)acrilato de tridecilo, (met)acrilato de tetradecilo, (met)acrilato de octadecilo, (met)acrilato de isobornilo, y similares, pero no se limitan a los mismos.

Los ejemplos del monómero de alqueno pueden incluir propeno, buteno, penteno, hexeno, hepteno, octeno, noneno, deceno, dodeceno, trideceno, tetradeceno, octadeceno, y similares, pero no se limitan a los mismos.

Mientras tanto, como compuesto que incluye cada una de las unidades, por ejemplo, puede usarse polialquilenglicol, un copolímero de polialquilenol-estireno, un copolímero de estireno-anhídrido maleico, polialquilenimina, un tensioactivo que incluye unidades de oxialquileno y/o alquileno, y similares, pero la presente invención no se limita a los mismos.

Mientras tanto, el peso molecular promedio en peso del dispersante auxiliar puede ser de 800 a 50.000 g/mol, preferiblemente de 800 a 30.000 g/mol. Cuando el peso molecular promedio en peso del dispersante auxiliar satisface el intervalo anterior, el efecto de reducción de la viscosidad de la dispersión de material conductor es excelente.

Mientras tanto, en la dispersión de material conductor de la presente invención, el dispersante principal y el dispersante auxiliar pueden incluirse en una razón en peso de 30:70 a 90:10, preferiblemente de 50:50 a 90:10 y más preferiblemente de 60:40 a 90:10. Cuando el contenido del dispersante principal es menor que el intervalo anterior, la dispersión de un material conductor no se logra suavemente, de modo que el efecto de mejora de la viscosidad es insignificante. Además, cuando la razón del dispersante principal de todos los dispersantes es del 50% o superior, el efecto de mejora de la viscosidad es más excelente.

(3) Medio de dispersión

El medio de dispersión puede ser un disolvente orgánico que incluye uno cualquiera de los mismos o dos o más heteroátomos seleccionados del grupo que consiste en un átomo de nitrógeno (N) y un átomo de oxígeno (O) que

tienen un par de electrones sin compartir.

Específicamente, el medio de dispersión puede ser un disolvente orgánico polar a base de amida tal como dimetilformamida (DMF), dietilformamida, dimetilacetamida (DMAc) y N-metilpirrolidona (NMP); un alcohol tal como metanol, etanol, 1-propanol, 2-propanol (alcohol isopropílico), 1-butanol (n-butanol), 2-metil-1-propanol (isobutanol), 2-butanol (sec-butanol), 1-metil-2-propanol (terc-butanol), pentanol, hexanol, heptanol y octanol; un glicol tal como etilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, propilenglicol, 1,3-propanodiol, 1,3-butanodiol, 1,5-pentanodiol y hexilenglicol; un alcohol polihidroxilado tal como glicerina, trimetilolpropano, pentaeritritol y sorbitol; un éter de glicol tal como monometil éter de etilenglicol, monometil éter de dietilenglicol, monometil éter de trietilenglicol, monometil éter de tetraetilenglicol, monoetil éter de etilenglicol, monoetil éter de dietilenglicol, monoetil éter de trietilenglicol, monoetil éter de tetraetilenglicol, monobutil éter de etilenglicol, monobutil éter de dietilenglicol, monobutil éter de trietilenglicol y monobutil éter de tetraetilenglicol; una cetona tal como acetona, metil etil cetona, metil propil cetona y ciclopentanona; un éster tal como acetato de etilo, γ -butil-lactona y ϵ -propil-lactona. Puede usarse uno cualquiera de los mismos o una mezcla de dos o más de los mismos. Cuando se tiene en cuenta la miscibilidad con una suspensión de electrodo, la N-metilpirrolidona (NMP) es particularmente preferible de entre los anteriores.

La dispersión de material conductor de la presente invención que incluye los componentes anteriores puede prepararse mezclando un material conductor a base de carbono, un dispersante principal, un dispersante auxiliar y un medio de dispersión. En este caso, el mezclado puede realizarse mediante un método de mezclado típico, específicamente, mediante el uso de un dispositivo de mezclado tal como un homogeneizador, un molino de perlas, un molino de bolas, un molino de cesta, un molino de atrición, un agitador de uso general, una mezcladora ClearMixer, un molino de espigas, una mezcladora TK, o similares. El orden de mezclado de cada componente no está particularmente limitado. Es decir, la dispersión de material conductor de la presente invención puede prepararse añadiendo un material conductor a base de carbono a un medio de dispersión y luego añadiendo un dispersante principal y un dispersante auxiliar a los mismos, seguido de mezclado, puede prepararse añadiendo en primer lugar un dispersante principal y un dispersante auxiliar a un medio de dispersión y luego mezclando un material conductor a base de carbono con los mismos, o puede prepararse añadiendo un dispersante principal, un dispersante auxiliar y un material conductor a base de carbono a un medio de dispersión, seguido de mezclado.

Mientras tanto, en el procedimiento de mezclado anterior, puede realizarse procesamiento de dispersión por cavitación con el fin de aumentar la dispersabilidad del material conductor a base de carbono. El procesamiento de dispersión por cavitación es un método de procesamiento de dispersión que usa ondas de choque generadas por la ruptura de burbujas de vacío formadas en agua cuando se aplica alta energía a un líquido. Según el método, puede lograrse la dispersión sin dañar las propiedades del material conductor a base de carbono. Específicamente, el procesamiento de dispersión por cavitación puede realizarse mediante ultrasonidos, un molino de inyección o un procesamiento de dispersión por cizalladura.

Mientras tanto, la dispersabilidad de un material conductor se ve afectada por el tipo y el área de superficie específica de un material conductor usado y, por tanto, es necesario ajustar de manera apropiada el contenido del material conductor y de un dispersante según un valor de área de superficie específica del material conductor usado con el fin de obtener un excelente efecto de reducción de la viscosidad. Por tanto, los presentes inventores han llevado a cabo repetidamente una investigación y han descubierto que, cuando el área de superficie específica de un material conductor y el contenido de cada componente satisfacen una relación específica representada por la ecuación (1) a continuación, puede obtenerse un efecto de reducción de la viscosidad.

Específicamente, es preferible que la dispersión de material conductor según la presente invención esté configurada de tal manera que el área de superficie específica de un material conductor y el contenido del material conductor y de los dispersantes en la dispersión de material conductor satisfagan la ecuación (1) a continuación.

Ecuación (1): $0,07A \leq \{(W1+W2)/W3\} \times 100 \leq 0,3A$

En este caso, en la ecuación (1) anterior, W1 representa el % en peso de un dispersante principal en una dispersión de material conductor, W2 representa el % en peso de un dispersante auxiliar en la dispersión de material conductor, W3 representa el % en peso de un material conductor en la dispersión de material conductor y A es el valor de área de superficie específica BET (unidad: m^2/g) del material conductor usado.

Cuando la dispersión de material conductor satisface la ecuación (1) anterior, el material conductor puede humedecerse suficientemente, de modo que puede maximizarse el efecto de reducción de la viscosidad de la dispersión de material conductor.

Según una realización, la dispersión de material conductor según la presente invención puede incluir un copolímero a base de nitrilo que tiene un peso molecular promedio en peso de 10.000 a 100.000 g/mol como dispersante principal, un copolímero que tiene una unidad de oxialquileño, una unidad de estireno y una unidad de alquileño como dispersante auxiliar y un nanonubo de carbono que tiene un área de superficie específica BET de 150 a 200 m^2/g como material conductor a base de carbono. Cuando el dispersante principal, el dispersante auxiliar y el material conductor a base de carbono satisfacen la combinación anterior, el efecto de reducción de la viscosidad es

excelente.

Electrodo

5 A continuación, se describirá un electrodo según la presente invención.

El electrodo según la presente invención incluye una capa de material activo de electrodo formada por una composición de suspensión de electrodo que contiene un material activo de electrodo, una dispersión de material conductor y un aglutinante. Específicamente, el electrodo incluye un colector de corriente de electrodo y una capa de material activo de electrodo formada sobre el colector de corriente de electrodo, en el que la capa de material activo de electrodo está formada por una composición de suspensión de electrodo que contiene un material activo de electrodo, una dispersión de material conductor y un aglutinante.

En este caso, la dispersión de material conductor es la dispersión de material conductor según la presente invención descrita anteriormente. La descripción de la dispersión de material conductor es la misma que la descrita anteriormente y, por tanto, se omitirá una descripción detallada de la misma. A continuación en el presente documento, sólo se describirán los demás componentes.

El colector de corriente de electrodo no está particularmente limitado siempre que tenga conductividad sin provocar un cambio químico en una batería. Por ejemplo, puede usarse cobre, acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio, una aleación de los mismos, cobre, acero inoxidable, aluminio, níquel o titanio que se trata en superficie con uno de carbono, níquel, titanio, plata y similares, carbono cocido, o similares.

El colector de electrodo puede tener normalmente un grosor de 3 μm a 500 μm , y pueden formarse irregularidades microscópicas en la superficie del colector de corriente de electrodo para mejorar la adhesión de un material activo de electrodo negativo. Además, el colector de corriente de electrodo puede usarse en diversas formas, tales como una película, una lámina, una hoja, una red, un cuerpo poroso, una espuma y un cuerpo no tejido.

Mientras tanto, el material activo de electrodo (a) incluido en la capa de material activo de electrodo puede ser un material activo de electrodo positivo o un material activo de electrodo negativo habitualmente usado en la técnica, y el tipo del mismo no está particularmente limitado.

Por ejemplo, como material activo de electrodo positivo, puede usarse un óxido de litio que contiene uno o más metales, tales como cobalto, manganeso, níquel o aluminio, y litio. Más específicamente, el óxido de litio puede ser un óxido a base de litio-manganeso (por ejemplo, LiMnO_2 , LiMn_2O , etc.), un óxido a base de litio-cobalto (por ejemplo, LiCoO_2 , etc.), un óxido a base de litio-níquel (por ejemplo, LiNiO_2 , etc.), un óxido a base de litio-níquel-manganeso (por ejemplo, $\text{LiNi}_{1-Y1}\text{Mn}_{Y1}\text{O}_2$ (en la que $0 < Y1 < 1$), $\text{LiNi}_{Z1}\text{Mn}_{2-Z1}\text{O}_4$ (en la que $0 < Z1 < 2$), etc.), un óxido a base de litio-níquel-cobalto (por ejemplo, $\text{LiNi}_{1-Y2}\text{Co}_{Y2}\text{O}_2$ (en la que $0 < Y2 < 1$), etc.), un óxido a base de litio-manganeso-cobalto (por ejemplo, $\text{LiCo}_{1-Y3}\text{Mn}_{Y3}\text{O}_2$ (en la que $0 < Y3 < 1$), $\text{LiMn}_{2-Z2}\text{Co}_{Z2}\text{O}_4$ (en la que $0 < Z2 < 2$, etc.), un óxido a base de litio-níquel-cobalto-manganeso (por ejemplo, $\text{Li}(\text{Ni}_{P1}\text{Co}_{Q1}\text{Mn}_{R1})\text{O}_2$ (en la que $0 < P1 < 1$, $0 < Q1 < 1$, $0 < R1 < 1$, $P1+Q1+R1=1$) o $\text{Li}(\text{Ni}_{P2}\text{Co}_{Q2}\text{Mn}_{R2})\text{O}_4$ (en la que $0 < P2 < 2$, $0 < Q2 < 2$, $0 < R2 < 2$, $P2+Q2+R2=2$), etc.) o un óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso-otro metal (M) (por ejemplo, $\text{Li}(\text{Ni}_{P3}\text{Co}_{Q3}\text{Mn}_{R3}\text{M}^1_S)\text{O}_2$ (en la que M^1 se selecciona del grupo que consiste en Al, Cu, Fe, V, Cr, Ti, Zr, Zn, Ta, Nb, Mg, B, W y Mo, y P3, Q3, R3 y S son, cada uno, una fracción atómica de elementos independientes, y $0 < P3 < 1$, $0 < Q3 < 1$, $0 < R3 < 1$, $0 < S < 1$, $P3+Q3+R3+S=1$), etc.) y similares, y puede incluirse uno cualquiera de los mismos o un compuesto de dos o más de los mismos.

Mientras tanto, un material activo de electrodo negativo puede ser un material carbonoso tal como grafito artificial, grafito natural, fibra de carbono grafitizado y carbono amorfo; un compuesto metálico que puede formar una aleación con litio tal como Si, Al, Sn, Pb, Zn, Bi, In, Mg, Ga, Cd, una aleación de Si, y una aleación de Sn o una aleación de Al; un óxido de metal que puede no estar dopado o estar dopado con litio tal como SiO_v ($0 < v < 2$), SnO_2 , un óxido de vanadio y un óxido de litio-vanadio; o un material compuesto que incluye el compuesto metálico y el material carbonoso, tal como un material compuesto de Si-C o un material compuesto de Sn-C, y como material activo de electrodo negativo puede usarse uno cualquiera de los mismos o una mezcla de dos o más de los mismos. Además, puede usarse una película delgada de metal-litio. Además, como material de carbono, pueden usarse todos de carbono de baja cristalinidad, carbono de alta cristalinidad, y similares.

El material activo de electrodo puede incluirse en una cantidad del 70 al 99% en peso, preferiblemente del 80 al 98% en peso, basado en el contenido total de sólidos en la composición de suspensión de electrodo. Cuando el contenido del material activo de electrodo positivo satisface el intervalo anterior, pueden implementarse una densidad de energía, una fuerza de adhesión al electrodo y una conductividad eléctrica excelentes.

El aglutinante es para garantizar la fuerza de adhesión entre los materiales activos de electrodo o entre un material activo de electrodo y un colector de corriente. Puede usarse cualquier aglutinante habitualmente usado en la técnica, y el tipo del mismo no está particularmente limitado. El aglutinante puede ser, por ejemplo, poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF), un copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno (PVDF-co-HFP), poli(alcohol vinílico), poliacrilonitrilo, carboximetilcelulosa (CMC), almidón, hidroxipropilcelulosa, celulosa regenerada, polivinilpirrolidona,

politetrafluoroetileno, polietileno, polipropileno, un monómero de etileno-propileno-dieno (EPDM), un EPDM sulfonado, caucho de estireno-butadieno (SBR), caucho fluorado, o diversos copolímeros de los mismos, y similares, y puede usarse uno cualquiera de los mismos o una mezcla de dos o más de los mismos.

El aglutinante puede incluirse en una cantidad del 5% en peso o menos basado en el contenido total de sólidos en la composición de suspensión de electrodo, y puede incluirse preferiblemente en una cantidad del 1 al 3% en peso. Cuando el contenido de aglutinante satisface el intervalo anterior, es posible implementar una excelente fuerza de adhesión al electrodo al tiempo que se minimiza el aumento en la resistencia del electrodo.

Mientras tanto, la composición de suspensión de electrodo puede incluir además un disolvente, si es necesario, para controlar la viscosidad y similares. En este caso, el disolvente puede ser agua, un disolvente orgánico o una mezcla de los mismos. El disolvente orgánico puede ser, por ejemplo, un disolvente orgánico polar a base de amida tal como dimetilformamida (DMF), dietilformamida, dimetilacetamida (DMAc) y N-metilpirrolidona (NMP); un alcohol tal como metanol, etanol, 1-propanol, 2-propanol (alcohol isopropílico), 1-butanol (n-butanol), 2-metil-1-propanol (isobutanol), 2-butanol (sec-butanol), 1-metil-2-propanol (terc-butanol), pentanol, hexanol, heptanol y octanol; un glicol tal como etilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, propilenglicol, 1,3-propanodiol, 1,3-butanodiol, 1,5-pentanodiol y hexilenglicol; un alcohol polihidroxilado tal como glicerina, trimetilolpropano, pentaeritritol y sorbitol; un éter de glicol tal como monometil éter de etilenglicol, monometil éter de dietilenglicol, monometil éter de trietilenglicol, monometil éter de tetraetilenglicol, monoetil éter de etilenglicol, monoetil éter de dietilenglicol, monoetil éter de trietilenglicol, monoetil éter de tetraetilenglicol, monobutil éter de etilenglicol, monobutil éter de dietilenglicol, monobutil éter de trietilenglicol y monobutil éter de tetraetilenglicol; una cetona tal como acetona, metil etil cetona, metil propil cetona y ciclopentanona; y un éster tal como acetato de etilo, γ -butil-lactona y ϵ -propil-lactona. Puede usarse uno cualquiera de los mismos y una mezcla de dos o más de los mismos, pero el disolvente orgánico no se limita a los mismos.

El disolvente puede incluirse en un contenido de tal manera que el contenido de sólidos en una suspensión de electrodo se vuelve del 60 al 85% en peso, preferiblemente del 65 al 80% en peso. Cuando el contenido de sólidos de la suspensión de electrodo es menor del 60% en peso, puede reducirse la cantidad de carga de electrodo, aumentando de ese modo el coste de procedimiento, puede producirse la migración de aglutinante, degradándose de ese modo la fuerza de adhesión al electrodo, y pueden generarse defectos de recubrimiento. Mientras tanto, cuando el contenido de sólidos de la suspensión de electrodo es mayor del 85% en peso, la viscosidad de la suspensión de electrodo se vuelve demasiado alta, de modo que puede deteriorarse la procesabilidad y pueden generarse defectos de recubrimiento.

El electrodo según la presente invención puede fabricarse formando una capa de material activo de electrodo aplicando una composición de suspensión de electrodo que incluye los componentes anteriores, seguido de secado. Específicamente, la capa de material activo de electrodo puede formarse mediante un método en el que se aplica una suspensión de electrodo sobre un colector de corriente de electrodo y luego se seca, o mediante un método en el que se aplica una suspensión de electrodo sobre un soporte independiente y luego se lamina una película obtenida al desprenderse del soporte sobre un colector de corriente de electrodo. Si es necesario, después de formar una capa de material activo de electrodo a través del método anterior, puede realizarse adicionalmente un procedimiento de prensado con rodillo de la misma. En este caso, el secado y el prensado con rodillo pueden realizarse en condiciones apropiadas teniendo en cuenta las propiedades físicas de un electrodo que va a fabricarse finalmente, y no están particularmente limitadas.

Batería secundaria de litio

A continuación, se describirá una batería secundaria según la presente invención.

La batería secundaria según la presente invención incluye el electrodo de la presente invención descrito anteriormente. En este caso, el electrodo puede ser al menos uno de entre un electrodo positivo y un electrodo negativo. Específicamente, la batería secundaria según la presente invención puede incluir un electrodo positivo, un electrodo negativo, un separador interpuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo, y un electrolito. En este caso, al menos uno de entre el electrodo positivo y el electrodo negativo puede ser el electrodo de la presente invención descrito anteriormente. Preferiblemente, el electrodo de la presente invención puede ser un electrodo positivo.

Puesto que el electrodo según la presente invención se ha descrito anteriormente, se omitirá una descripción detallada del mismo. A continuación en el presente documento, sólo se describirán los demás componentes.

El separador es para separar el electrodo negativo y el electrodo positivo y para proporcionar un trayecto de movimiento para los iones de litio. Puede usarse cualquier separador sin particular limitación siempre que sea un separador normalmente usado en una batería secundaria de litio. Específicamente, como separador, puede usarse una película de polímero porosa, por ejemplo, una película de polímero porosa fabricada usando un polímero a base de poliolefina tal como un homopolímero de etileno, un homopolímero de propileno, un copolímero de etileno/buteno, un copolímero de etileno/hexeno y un copolímero de etileno/metacrilato, o una estructura laminada que tiene dos o

más capas de los mismos. Además, puede usarse un material textil no tejido poroso típico, por ejemplo, un material textil no tejido formado por fibra de vidrio que tiene un alto punto de fusión, fibra de poli(tereftalato de etileno), o similares. Además, puede usarse un separador recubierto que incluye un componente cerámico o un material polimérico para garantizar la resistencia al calor o la resistencia mecánica, y puede usarse selectivamente en una estructura de una sola capa o de múltiples capas.

El electrolito puede ser un electrolito líquido orgánico, un electrolito líquido inorgánico, un electrolito polimérico sólido, un electrolito polimérico de tipo gel, un electrolito inorgánico sólido, un electrolito inorgánico de tipo fundido, y similares, que puede usarse en la preparación de una batería secundaria de litio, pero no se limita a los mismos.

Específicamente, el electrolito puede incluir un disolvente orgánico no acuoso y una sal de litio.

Como disolvente orgánico no acuoso, por ejemplo, puede usarse un disolvente orgánico aprótico, tal como N-metil-2-pirrolidona, carbonato de propileno, carbonato de etileno, carbonato de butileno, carbonato de dimetilo, carbonato de dietilo, γ -butirolactona, 1,2-dimetoxietano, tetrahidrofurano, 2-metiltetrahidrofurano, dimetilsulfóxido, 1,3-dioxolano, formamida, dimetilformamida, dioxolano, acetonitrilo, nitrometano, formiato de metilo, acetato de metilo, triéster fosfato, trimetoximetano, un derivado de dioxolano, sulfolano, metilsulfolano, 1,3-dimetil-2-imidazolidinona, un derivado de carbonato de propileno, un derivado de tetrahidrofurano, éter, propionato de metilo y propionato de etilo.

En particular, entre los disolventes orgánicos a base de carbonato, puede usarse preferiblemente un carbonato cíclico tal como carbonato de etileno y carbonato de propileno puesto que es un disolvente orgánico de alta viscosidad y tiene una constante dieléctrica alta para disociar bien una sal de litio. Puede usarse más preferiblemente un carbonato cíclico de este tipo puesto que, cuando se mezcla con un carbonato lineal de baja viscosidad y baja constante dieléctrica tal como carbonato de dimetilo y carbonato de dietilo en una razón apropiada, se prepara un electrolito que tienen una alta conductividad eléctrica.

Como sal de metal, puede usarse una sal de litio. La sal de litio es un material que se disuelve fácilmente en la disolución de electrolito no acuoso. Por ejemplo, como anión de la sal de litio, pueden usarse uno o más seleccionados del grupo que consiste en F^- , Cl^- , I^- , NO_3^- , $N(CN)_2^-$, BF_4^- , ClO_4^- , PF_6^- , $(CF_3)_2PF_4^-$, $(CF_3)_3PF_3^-$, $(CF_3)_4PF_2^-$, $(CF_3)_5PF^-$, $(CF_3)_6P^-$, $CF_3SO_3^-$, $CF_3CF_2SO_3^-$, $(CF_3SO_2)_2N^-$, $(FSO_2)_2N^-$, $CF_3CF_2(CF_3)_2CO^-$, $(CF_3SO_2)_2CH^-$, $(SF_5)_3C^-$, $(CF_3SO_2)_3C^-$, $CF_3(CF_2)_7SO_3^-$, $CF_3CO_2^-$, $CH_3CO_2^-$, SCN^- y $(CF_3CF_2SO_2)_2N^-$.

En el electrolito, con el fin de mejorar las propiedades de vida útil de una batería, para suprimir la disminución en la capacidad de la batería y para mejorar la capacidad de descarga de la batería, pueden incluirse adicionalmente uno o más aditivos, por ejemplo, un compuesto a base de carbonato de halo-alquileno tal como carbonato de difluoroetileno, piridina, trietilfosfito, trietanolamina, éter cíclico, etilendiamina, n-glíma, triamida hexafluorofórica, un derivado de nitrobenzoceno, azufre, un colorante de quinona-imina, oxazolidinona N-sustituida, imidazolidina N,N-sustituida, dialquil éter de etilenglicol, una sal de amonio, pirrol, 2-metoxietanol o tricloruro de aluminio, y similares, distintos de los componentes de electrolito anteriores.

Modo para llevar a cabo la invención

A continuación en el presente documento, se describirán con detalle ejemplos de la presente invención de modo que los expertos en la técnica puedan llevar a cabo fácilmente la presente invención. Sin embargo, la presente invención puede realizarse de muchas formas diferentes, y no se limita a los ejemplos expuestos en el presente documento.

Las especificaciones de cada componente usado en los siguientes ejemplos y ejemplos comparativos son las siguientes.

(A) Dispersante principal

(A1) Se usó caucho de acrilonitrilo-butadieno hidrogenado (H-NBR) que tiene un peso molecular promedio en peso de 260.000 g/mol (la razón en peso de acrilonitrilo:butadieno hidrogenado = 34:66).

(A2) Se usó caucho de acrilonitrilo-butadieno hidrogenado (H-NBR) que tiene un peso molecular promedio en peso de 34.000 g/mol (la razón en peso de acrilonitrilo:butadieno hidrogenado = 34:66).

(B) Dispersante auxiliar

Como dispersante auxiliar, se usó un copolímero de cada uno de los siguientes (B1) a (B24), y la razón en peso de una unidad de oxialquileno, una unidad de estireno, una unidad de alquileno y otras unidades en el copolímero de cada uno de los siguientes (B1) a (B24) y el peso molecular promedio en peso de los copolímeros son tal como se describen en la tabla 1 a continuación. En este caso, el contenido de cada unidad en los copolímeros se midió a través de resonancia magnética nuclear (RMN).

(B1) Se usó Ethomeen 18/25 de Akzonobel Co., Ltd.

(B2) Se usó un copolímero de polietilenglicol y estireno (razón en peso de unidad de oxialquileno:unidad de estireno = 71,8:28,2, peso molecular promedio en peso: 1,250 g/mol).

5 (B3) Se usó un copolímero preparado mezclando 10 g de polietilenimina (fabricante Sigma-Aldrich, peso molecular de 1800 g/mol) y 10 g de AKYPO RO90 (ácido carboxílico Oleth-10, fabricante KAO chemicals) con 20 g de NMP y luego haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

10 (B4) Se usó un copolímero preparado mezclando 10 g de polietilenimina (fabricante Sigma-Aldrich, peso molecular de 1800 g/mol) y 6,6 g de AKYPO RO90 (ácido carboxílico Oleth-10, fabricante KAO chemicals) con 20 g de NMP y luego haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

15 (B5) Se usó un copolímero preparado mezclando 10 g de polietilenimina (fabricante Sigma-Aldrich, peso molecular de 1800 g/mol) y 3,3 g de AKYPO RO90 (ácido carboxílico Oleth-10, fabricante KAO chemicals) con 20 g de NMP y luego haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

20 (B6) Se usó un copolímero de estireno-anhídrido maleico (Sigma-Aldrich Co. Ltd., poli(estireno-co-anhídrido maleico)), razón en peso de unidad de estireno:unidad de anhídrido maleico = 75:25, peso molecular promedio en peso: 1.900 g/mol).

25 (B7) Se usó un copolímero preparado disolviendo 10 g de un copolímero de estireno-anhídrido maleico (Sigma-Aldrich Co. Ltd., poli(estireno-co-anhídrido maleico)), razón en peso de unidad de estireno:unidad de anhídrido maleico = 75:25, peso molecular promedio en peso: 1.900 g/mol) en 112,4 g de NMP, seguido de la adición de 0,459 g de agua a los mismos y el mezclado de los mismos a 80°C durante 10 minutos, y luego añadiendo 18,2 g de Ethomeen O/12 de Akzonobel Co., Ltd. a los mismos y haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

30 (B8) Se usó un copolímero preparado disolviendo 5 g de un copolímero de estireno-anhídrido maleico (Sigma-Aldrich Co. Ltd., poli(estireno-co-anhídrido maleico)), razón en peso de unidad de estireno:unidad de anhídrido maleico = 75:25, peso molecular promedio en peso: 1.900 g/mol) en 114,6 g de NMP, seguido de la adición de 0,23 g de agua a los mismos y el mezclado de los mismos a 80°C durante 10 minutos, y luego añadiendo 23,7 g de Ethomeen O/12 de Akzonobel Co., Ltd. a los mismos y haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

35 (B9) Se usó un copolímero preparado disolviendo 10 g de un copolímero de estireno-anhídrido maleico (Sigma-Aldrich Co. Ltd., poli(estireno-co-anhídrido maleico)), razón en peso de unidad de estireno:unidad de anhídrido maleico = 75:25, peso molecular promedio en peso: 1.900 g/mol) en 125,1 g de NMP, seguido de la adición de 0,45 g de agua a los mismos y el mezclado de los mismos a 80°C durante 10 minutos, y luego añadiendo 21,4 g de Ethomeen C/15 de Akzonobel Co., Ltd. a los mismos y haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

40 (B10) Se usó un copolímero preparado disolviendo 5 g de un copolímero de estireno-anhídrido maleico (Sigma-Aldrich Co. Ltd., poli(estireno-co-anhídrido maleico)), razón en peso de unidad de estireno:unidad de anhídrido maleico = 75:25, peso molecular promedio en peso: 1.900 g/mol) en 107,4 g de NMP, seguido de la adición de 0,23 g de agua a los mismos y el mezclado de los mismos a 80°C durante 10 minutos, y luego añadiendo 21,9 g de Ethomeen C/25 de Akzonobel Co., Ltd. a los mismos y haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

45 (B11) Se usó un copolímero preparado disolviendo 5 g de un copolímero de estireno-anhídrido maleico (Sigma-Aldrich Co. Ltd., poli(estireno-co-anhídrido maleico)), razón en peso de unidad de estireno:unidad de anhídrido maleico = 75:25, peso molecular promedio en peso: 1.900 g/mol) en 113,1 g de NMP, seguido de la adición de 0,23 g de agua a los mismos y el mezclado de los mismos a 80°C durante 10 minutos, y luego añadiendo 21,9 g de Ethomeen T/25 de Akzonobel Co., Ltd. a los mismos y haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

50 (B12) Se usó un copolímero preparado disolviendo 7 g de un copolímero de estireno-anhídrido maleico (Sigma-Aldrich Co. Ltd., poli(estireno-co-anhídrido maleico)), razón molar de unidad de estireno:unidad de anhídrido maleico = 1,3:1, peso molecular promedio en peso: 1.600 g/mol) en 113,2 g de NMP, seguido de la adición de 0,54 g de agua a los mismos y el mezclado de los mismos a 80°C durante 10 minutos, y luego añadiendo 21,4 g de Ethomeen O/12 de Akzonobel Co., Ltd. a los mismos y haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

60 (B13) Se usó un copolímero preparado disolviendo 4 g de un copolímero de estireno-anhídrido maleico (Sigma-Aldrich Co. Ltd., poli(estireno-co-anhídrido maleico)), razón molar de unidad de estireno:unidad de anhídrido maleico = 1,3:1, peso molecular promedio en peso: 1.600 g/mol) en 143,2 g de NMP, seguido de la adición de 0,309 g de agua a los mismos y el mezclado de los mismos a 80°C durante 10 minutos, y luego añadiendo 31,9 g de Ethomeen 18/25 de Akzonobel Co., Ltd. a los mismos y haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

65 (B14) Se usó un copolímero preparado disolviendo 7 g de un copolímero de estireno-anhídrido maleico (Sigma-Aldrich Co. Ltd., poli(estireno-co-anhídrido maleico)), razón molar de unidad de estireno:unidad de anhídrido maleico = 1,3:1, peso molecular promedio en peso: 1.600 g/mol) en 128,1 g de NMP, seguido de la adición de 0,54 g de agua a los mismos y el mezclado de los mismos a 80°C durante 10 minutos, y luego añadiendo 25,2 g de Ethomeen

C/15 de Akzonobel Co., Ltd. a los mismos y haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

(B15) Se usó un copolímero preparado disolviendo 4 g de un copolímero de estireno-anhídrido maleico (Sigma-Aldrich Co. Ltd., poli(estireno-co-anhídrido maleico)), razón molar de unidad de estireno:unidad de anhídrido maleico = 1,3:1, peso molecular promedio en peso: 1.600g/mol) en 133,6 g de NMP, seguido de la adición de 0,309 g de agua a los mismos y el mezclado de los mismos a 80°C durante 10 minutos, y luego añadiendo 5 g de Ethomeen C/25 de Akzonobel Co., Ltd. a los mismos y haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

(B16) Se usó un copolímero preparado disolviendo 4 g de un copolímero de estireno-anhídrido maleico (Sigma-Aldrich Co. Ltd., poli(estireno-co-anhídrido maleico)), razón molar de unidad de estireno:unidad de anhídrido maleico = 1,3:1, peso molecular promedio en peso: 1.600g/mol) en 141,2 g de NMP, seguido de la adición de 0,309 g de agua a los mismos y el mezclado de los mismos a 80°C durante 10 minutos, y luego añadiendo 31,4 g de Ethomeen T/25 de Akzonobel Co., Ltd. a los mismos y haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

(B17) Se mezclaron 8 g de un monómero de estireno, 12,08 g de metacrilato de dimetilaminoetilo y 2,9 g de NMP en un matraz de 100 ml y se realizó burbujeo con nitrógeno sobre la mezcla durante 10 minutos. Además, el burbujeo se realizó sobre azobisisobutironitrilo (AIBN) disuelto al 10% en peso en NMP para extraer 21,02 g del azobisisobutironitrilo, y luego se añadió el azobisisobutironitrilo extraído al matraz, seguido de calentamiento y mezclado a 90°C para realizar una reacción de polimerización durante 5 horas para preparar una disolución de polimerización. Se usó un copolímero preparado mezclando 1 g de la disolución de polimerización y 1,55 g de AKYPO RO20 (ácido carboxílico Oleth, fabricante KAO chemicals) y luego haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

(B18) Se usó un copolímero preparado mezclando 1 g de la disolución de polimerización preparada en (B17) y 2,04 g de AKYPO RO50 (ácido carboxílico Oleth, fabricante KAO chemicals) y luego haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

(B19) Se usó un copolímero preparado mezclando 2 g de la disolución de polimerización preparada en (B17) y 1,64 g de AKYPO RO50 (ácido carboxílico Oleth, fabricante KAO chemicals) y luego haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

(B20) Se usó un copolímero preparado mezclando 2 g de la disolución de polimerización preparada en (B17) y 1,65 g de AKYPO RO20 (ácido carboxílico Oleth, fabricante KAO chemicals) y luego haciendo reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

(B21) Se usó un polímero de poliestireno (Sigma-Aldrich Co. Ltd., peso molecular promedio en peso: 35,00 g/mol).

(B22) Se mezclaron 5,27 g de un monómero de estireno, 19,97 g de metacrilato de dimetilaminoetilo y 24,82 g de NMP en un matraz de 100 ml y se realizó burbujeo con nitrógeno sobre la mezcla durante 10 minutos. Además, el burbujeo se realizó sobre azobisisobutironitrilo (AIBN) disuelto al 10% en peso en NMP para extraer 0,52 g del azobisisobutironitrilo, y luego se añadió el azobisisobutironitrilo extraído al matraz, seguido de calentamiento y mezclado a 90°C para realizar una reacción de polimerización durante 5 horas para preparar un copolímero. Se usó el copolímero preparado tal como se describió anteriormente.

(B23) Se mezclaron 8 g de un monómero de estireno, 12,08 g de metacrilato de dimetilaminoetilo y 2,9 g de NMP en un matraz de 100 ml y se realizó burbujeo con nitrógeno sobre la mezcla durante 10 minutos. Además, el burbujeo se realizó sobre azobisisobutironitrilo (AIBN) disuelto al 10% en peso en NMP para extraer 21,02 g del azobisisobutironitrilo, y luego se añadió el azobisisobutironitrilo extraído al matraz, seguido de calentamiento y mezclado a 90°C para realizar una reacción de polimerización durante 5 horas para preparar un copolímero. Se usó el copolímero preparado tal como se describió anteriormente.

(B24) Se usó un copolímero preparado disolviendo 5 g de un poli(ácido acrílico) (Wako pure chemical Co., Ltd., peso molecular 1.800 g/mol) en 94,3 g de NMP y luego añadiendo 18,6 g de oleilamina (Sigma-Aldrich Co., Ltd.) a los mismos, seguido de hacer reaccionar la mezcla a 80°C durante 20 horas.

[Tabla 1]

Dispersante auxiliar	Composición (razón en peso)				Peso molecular promedio en peso (Mw, g/mol)
	Oxialquileno	Estireno	Alquileno	Otros	
B1	73,6	0	25,4	0	960
B2	71,8	28,2	0	0	1.250
B3	32,6	0	67,4	0	3.500
B4	25,9	0	74,1	0	2.990

B5	16,2	0	83,8	0	2.390
B6	0	75	0	25	1.900
B7	15,7	26,2	48	10,1	5.450
B8	57,9	13	24,1	5	11.000
B9	35,3	23,6	32	9,1	6.050
B10	61,8	13,8	19	5,4	10.310
B11	58,9	13,1	22,9	5,1	10.860
B12	18,3	15	55,9	11,8	6.620
B13	62,6	6,4	25,6	5,4	14.470
B14	40,4	12,4	36,7	10,5	7.470
B15	67	6,9	20,3	5,8	13.510
B16	63,4	6,5	24,6	5,5	14.280
B17	12,9	15,3	47,9	23,9	8.170
B18	27,1	12,8	40,1	20	9.760
B19	18,1	21,5	26,8	33,6	5.380
B20	9,6	21,3	35,7	33,4	5.850
B21	0	100	0	0	35.000
B22	0	20,5	0	79,5	4.040
B23	0	39	0	61	3.200
B24	0	31,1	53,1	15,8	4.580

(C) Material conductor

(C1) Se usó un nanonubo de carbono (CNT, fabricante: LG Chem) que tiene un área de superficie específica BET de 185 m²/g.

(C2) Se usó un nanonubo de carbono (CNT, fabricante: LG Chem) que tiene un área de superficie específica BET de 250 m²/g.

(C3) Se usó negro de carbono (fabricante: DENKA) que tiene un área de superficie específica BET de 130 m²/g.

Ejemplos 1 a 34

En un recipiente de 1 l, se añadieron los componentes enumerados en la tabla 2 a continuación a N-metilpirrolidona como dispersante principal (A), dispersante auxiliar (B) y material conductor (C) al % en peso descrito en la [Tabla 2] a continuación para preparar 500 g de una disolución mixta. Después de eso, se mezcló la disolución mixta a 5.000 rpm durante 60 minutos usando un propulsor de tipo sierra (VMA-GETZMANN Co., Ltd., DISPERMAT CN20) que tenía un diámetro de 80 mm, y luego se sometió a molienda durante 60 minutos usando un molino de perlas (Netzsch Co., Ltd., Mini-Cer) relleno con 500 g de perlas de zircona de 1 mm.

Ejemplos comparativos 1 a 5

En un recipiente de 1 l, se añadieron los componentes enumerados en la tabla 3 a continuación a N-metilpirrolidona como dispersante principal (A), dispersante auxiliar (B) y material conductor (C) al % en peso descrito en la [Tabla 3] a continuación para preparar 500 g de una disolución mixta. Después de eso, se mezcló la disolución mixta a 5.000 rpm durante 60 minutos usando un propulsor de tipo sierra (VMA-GETZMANN Co., Ltd., DISPERMAT CN20) que tenía un diámetro de 80 mm, y luego se sometió a molienda durante 60 minutos usando un molino de perlas (Netzsch Co., Ltd., Mini-Cer) relleno con 500 g de perlas de zircona de 1 mm.

Se midió la viscosidad de la dispersión de material conductor preparada en cada uno de los ejemplos y ejemplos comparativos a 25°C y 1 rpm usando un viscosímetro (TOKI Co., Ltd., viscosímetro TV-22), y luego, según la ecuación (2) a continuación, se midió la tasa de reducción de viscosidad con respecto a una disolución de referencia.

Ecuación (2): Tasa de reducción de viscosidad (%) = {(Viscosidad de disolución de referencia – Viscosidad de dispersión de material conductor)/Viscosidad de disolución de referencia}x100

ES 2 973 878 T3

En la ecuación (2) anterior, como disolución de referencia, se usaron diferentes disoluciones dependiendo del tipo de material conductor usado en la preparación de una dispersión de material conductor.

5 Específicamente, cuando se midió la tasa de reducción de viscosidad de una dispersión de material conductor en la que se usó un componente (C1) como material conductor, se usó una disolución en la que se mezclaron el 3,77% en peso de un material conductor (C1) y el 0,76% en peso de un dispersante principal (A1) en N-metilpirrolidona como disolución de referencia, y la viscosidad de la disolución de referencia fue de 17,09 Pa·s.

10 Cuando se midió la tasa de reducción de viscosidad de una dispersión de material conductor en la que se usó un componente (C2) como material conductor, se usó una disolución en la que se mezclaron el 1,85% en peso de un material conductor (C2) y el 0,37% en peso de un dispersante principal (A1) en N-metilpirrolidona como disolución de referencia, y la viscosidad de la disolución de referencia fue de 8,61 Pa·s.

15 Cuando se midió la tasa de reducción de viscosidad de una dispersión de material conductor en la que se usó un componente (C3) como material conductor, se usó una disolución en la que se mezclaron el 14,45% en peso de un material conductor (C3) y el 1,45% en peso de un dispersante principal (A1) en N-metilpirrolidona como disolución de referencia, y la viscosidad de la disolución de referencia fue de 6,36 Pa·s.

Los resultados de medición se muestran en la [Tabla 2] y la [Tabla 3] a continuación.

20

[Tabla 2]

	(A) Dispersante principal		(B) Dispersante auxiliar		(C) Material conductor		Tasa de reducción de viscosidad (%)
	Tipo	Contenido (%) en peso)	Tipo	Contenido (%) en peso)	Tipo	Contenido (%) en peso)	
Ejemplo 1	A1	0,76	B1	0,38	C1	3,81	26,3
Ejemplo 2	A1	0,76	B2	0,38	C1	3,81	30,0
Ejemplo 3	A1	0,76	B3	0,38	C1	3,81	27,8
Ejemplo 4	A1	0,76	B4	0,38	C1	3,81	23,7
Ejemplo 5	A1	0,76	B5	0,38	C1	3,81	25,4
Ejemplo 6	A1	0,76	B1 B6	0,31 0,07	C1	3,81	34,1
Ejemplo 7	A1	0,76	B7	0,38	C1	3,81	48,4
Ejemplo 8	A1	0,76	B8	0,38	C1	3,81	42,6
Ejemplo 9	A1	0,76	B9	0,38	C1	3,81	42,9
Ejemplo 10	A1	0,76	B10	0,38	C1	3,81	41,7
Ejemplo 11	A1	0,76	B11	0,38	C1	3,81	41,2
Ejemplo 12	A1	0,76	B12	0,38	C1	3,81	45,1
Ejemplo 13	A1	0,76	B13	0,38	C1	3,81	41,7
Ejemplo 14	A1	0,76	B14	0,38	C1	3,81	45,1
Ejemplo 15	A1	0,76	B15	0,38	C1	3,81	38,2
Ejemplo 16	A1	0,76	B16	0,38	C1	3,81	40,9
Ejemplo 17	A1	0,76	B17	0,38	C1	3,81	28,2
Ejemplo 18	A1	0,76	B18	0,38	C1	3,81	32,0
Ejemplo 19	A1	0,76	B19	0,38	C1	3,81	29,3
Ejemplo 20	A1	0,76	B20	0,38	C1	3,81	25,9
Ejemplo 21	A1	0,76	B2 B27	0,19 0,19	C1	3,81	21,1
Ejemplo 22	A2	0,71	B7	0,24	C1	4,72	57,3
Ejemplo 23	A2	0,53	B7	0,18	C1	4,72	37,6
Ejemplo 24	A2	0,89	B7	0,3	C1	4,72	81,4
Ejemplo 25	A2	1,07	B7	0,36	C1	4,73	85,8

Ejemplo 26	A2	1,76	B7	0,59	C1	4,7	89,7
Ejemplo 27	A2	0,57	B7	0,19	C1	3,78	97,6
Ejemplo 28	A2	0,37	B7	0,37	C1	3,74	97,7
Ejemplo 29	A2	0,94	B7	0,19	C1	3,74	45,9
Ejemplo 30	A2	0,28	B7	0,09	C2	1,86	40,8
Ejemplo 31	A2	0,35	B7	0,12	C2	1,86	56,1
Ejemplo 32	A2	0,42	B7	0,14	C2	1,87	65,4
Ejemplo 33	A2	0,7	B7	0,23	C2	1,86	86,9
Ejemplo 34	A2	1,05	B7	0,35	C3	13,95	84,3

[Tabla 3]

	(A) Dispersante principal		(B) Dispersante auxiliar		(C) Material conductor		Tasa de reducción de viscosidad (%)
	Tipo	Contenido (%) en peso)	Tipo	Contenido (%) en peso)	Tipo	Contenido (%) en peso)	
Ejemplo comparativo 1	A1	0,76	B21	0,38	C1	3,81	-19,2
Ejemplo comparativo 2	A1	0,76	B6	0,38	C1	3,81	-11,2
Ejemplo comparativo 3	A1	0,76	B22	0,38	C1	3,81	-3,2
Ejemplo comparativo 4	A1	0,76	B23	0,38	C1	3,81	-17,2
Ejemplo comparativo 5	A1	0,76	B24	0,38	C1	3,81	-9,7

5 A partir de la tabla 2 anterior, puede confirmarse que, cuando se usó el copolímero que incluye una unidad de oxialquileno y una unidad de estireno y/o una unidad de alquileno, la viscosidad de la dispersión de material conductor se redujo en un 20% o superior en comparación con la disolución de referencia.

10 Sin embargo, tal como se muestra en la tabla 3, en el caso de los ejemplos comparativos 1 a 5 en los que se usó el copolímero que no satisface la composición de la presente invención como dispersante auxiliar, la viscosidad de la dispersión de material conductor más bien aumentó.

REIVINDICACIONES

1. Dispersión de material conductor que comprende
 - un material conductor a base de carbono;
 - un dispersante; y
 - un medio de dispersión;
 en la que el dispersante incluye un dispersante principal y un dispersante auxiliar, en la que
 - el dispersante principal es un copolímero a base de nitrilo que incluye una unidad derivada de nitrilo α,β -insaturado y una unidad derivada de dieno conjugado; y
 - el dispersante auxiliar es un copolímero que incluye una unidad de oxialquileno y al menos una de una unidad de estireno y una unidad de alquileno.
2. Dispersión de material conductor según la reivindicación 1, que satisface la ecuación (1) a continuación cuando el contenido del dispersante principal es W1 (% en peso), el contenido del dispersante auxiliar es W2 (% en peso), el contenido del material conductor a base de carbono es W3 (% en peso) y el valor de área de superficie específica BET del material conductor es A (m^2/g) en la dispersión de material conductor:

$$\text{Ecuación (1): } 0,07A \leq \{(W1+W2)/W3\} \times 100 \leq 0,3A$$
 en la que el área de superficie específica BET se mide de la manera expuesta en la descripción.
3. Dispersión de material conductor según la reivindicación 1 ó 2, en la que el copolímero a base de nitrilo incluye una unidad derivada de nitrilo α,β -insaturado y una unidad derivada de dieno conjugado en una razón en peso de 10 a 50:de 50 a 90.
4. Dispersión de material conductor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el copolímero a base de nitrilo incluye una unidad de repetición representada por la fórmula 1 a continuación y una unidad de repetición representada por la fórmula 2 a continuación:

[Fórmula 1]

$$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CN}}{\text{CH}} \right]$$

[Fórmula 2]

$$\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]$$
5. Dispersión de material conductor según la reivindicación 4, en la que el contenido de la unidad de repetición representada por la fórmula 1 en el copolímero a base de nitrilo es del 10 al 50% en peso, y el contenido de la unidad de repetición representada por la fórmula 2 en el copolímero a base de nitrilo es del 50 al 90% en peso.
6. Dispersión de material conductor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el copolímero a base de nitrilo tiene una tasa de hidrogenación de la unidad derivada de dieno conjugado del 80% o superior.
7. Dispersión de material conductor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que el copolímero a base de nitrilo tiene un peso molecular promedio en peso de 20.000 a 300.000 g/mol, tal como se mide de la manera expuesta en la descripción.
8. Dispersión de material conductor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que el dispersante auxiliar comprende una unidad de oxialquileno en una cantidad del 9% en peso al 85% en peso basado en el peso total del copolímero.

9. Dispersión de material conductor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que el dispersante auxiliar es un copolímero que tiene un peso molecular promedio en peso de 800 a 30.000 g/mol, tal como se mide de la manera expuesta en la descripción.
- 5 10. Dispersión de material conductor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que el dispersante principal y el dispersante auxiliar se incluyen en una razón en peso de 30:70 a 90:10
- 10 11. Dispersión de material conductor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en la que el material conductor a base de carbono es un nanotubo de carbono que tiene un área de superficie específica BET de 100 a 1000 m²/g o negro de carbono que tiene un área de superficie específica BET de 30 a 1000 m²/g, en la que la superficie específica BET se mide de la manera expuesta en la descripción.
- 15 12. Dispersión de material conductor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en la que el medio de dispersión es un disolvente orgánico que incluye uno o más heteroátomos seleccionados de un átomo de nitrógeno y un átomo de oxígeno.
- 20 13. Dispersión de material conductor según la reivindicación 1 ó 2, en la que
el dispersante principal es un copolímero a base de nitrilo que tiene un peso molecular promedio en peso de 20.000 a 100.000 g/mol;
el dispersante auxiliar es un copolímero que incluye una unidad de oxialquileno, una unidad de estireno y una unidad de alquileno; y
25 el material conductor a base de carbono es un nanotubo de carbono que tiene un área de superficie específica BET de 100 a 1000 m²/g;
en la que el peso molecular promedio en peso y el área de superficie específica BET se miden de la manera expuesta en la descripción.
- 30 14. Electrodo que comprende una capa de material activo de electrodo formada por una composición de suspensión de electrodo que contiene un material activo de electrodo, la dispersión de material conductor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, un aglutinante y un disolvente, en el que el electrodo es preferiblemente un electrodo positivo.
- 35 15. Batería secundaria de litio que comprende un electrodo positivo, un electrodo negativo, un separador interpuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo, y un electrolito, en la que el electrodo positivo es el electrodo según la reivindicación 14.