

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 974**

51 Int. Cl.:

H01M 10/0568 (2010.01)

H01M 10/0567 (2010.01)

H01M 10/0565 (2010.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

H01M 10/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.07.2019** **PCT/KR2019/009357**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.02.2020** **WO20036337**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2019** **E 19849608 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2024** **EP 3780235**

54 Título: **Electrolito para batería secundaria de litio**

30 Prioridad:

16.08.2018 KR 20180095688

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
02.07.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SHIN, WON KYUNG;
AHN, KYOUNG HO;
LEE, CHUL HAENG;
KIM, MIN JUNG y
LEE, JUNG HOON

74 Agente/Representante:

BERTRÁN VALLS, Silvia

ES 2 974 974 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

Electrolito para batería secundaria de litio

5 **Campo técnico**

Esta solicitud reivindica prioridad sobre la solicitud de patente coreana n.º 10-2018-0095688, presentada el 16 de agosto de 2018.

10 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un electrolito para una batería secundaria de litio y, más particularmente, a un electrolito para una batería secundaria de litio en el que se mejoran la conductividad iónica y la resistencia mecánica mientras que las características de capacidad son excelentes mediante el uso de una sal de litio de alta concentración.

Antecedentes de la técnica

Las aplicaciones de las baterías secundarias de litio se han ampliado rápidamente desde fuentes de energía de dispositivos portátiles, tales como teléfonos móviles, ordenadores portátiles, cámaras digitales y videocámaras, hasta fuentes de energía de dispositivos de tamaño mediano y grande, tales como herramientas eléctricas, bicicletas eléctricas y vehículos eléctricos híbridos (HEV) y vehículos eléctricos híbridos enchufables (HEV enchufables, PHEV). La apariencia y el tamaño de las baterías también han cambiado de diversas maneras a medida que estas áreas de aplicación se expanden y aumenta la demanda. Para satisfacer estas necesidades, los componentes de la batería deben poder lograr un rendimiento estable en condiciones de alta corriente.

Una batería secundaria de litio se prepara usando materiales capaces de intercalar y desintercalar iones de litio como un electrodo negativo y un electrodo positivo, incluyendo selectivamente un separador entre los dos electrodos, y disponiendo un electrolito entre ambos electrodos, en el que la electricidad se genera o consume mediante reacciones de oxidación y reducción provocadas por la intercalación y desintercalación de los iones de litio dentro y desde el electrodo positivo y el electrodo negativo.

Con la reciente expansión de las áreas de aplicación, la utilización y la importancia de las baterías secundarias de litio han aumentado gradualmente y, en particular, se requiere una mejora en las características de salida de la batería en un entorno que requiere una alta salida, tal como HEV/PHEV. Las características de salida de la batería son una medida de qué tan grande puede fluir una corriente para una tensión dada, en la que, en general, la salida que puede obtenerse de la batería cuando la corriente aumenta tiende a aumentar inicialmente y luego a disminuir después de alcanzar un valor máximo. Esto está relacionado con un fenómeno de polarización, en el que esto se debe a que la tensión de la batería disminuye cuando la corriente aumenta por encima de un cierto valor, y la capacidad obtenible en un intervalo de tensión dado también se reduce. Dado que el fenómeno de polarización está relacionado con la tasa de difusión de los iones de litio y la resistencia interna de la batería, es necesario mejorar la tasa de difusión de los iones de litio y las propiedades de conductividad eléctrica para mejorar las características de salida de la batería.

Recientemente, como método para mejorar las características de salida de la batería, se ha desarrollado un método para mejorar las características de salida de la batería aumentando el rendimiento de iones de litio (número de transferencia de Li^+) y se ha ideado un grado de disociación de los iones de litio usando un electrolito que contiene una sal de litio de alta concentración.

Dado que el uso de sal de litio de alta concentración no sólo mejora las características de salida de la batería, sino que también reduce la cantidad de disolvente libre que no se une a los iones de litio, también puede mejorarse la seguridad a altas temperaturas. Específicamente, en un caso en el que la batería está cargada, dado que el litio puede desintercalarse de un material activo de electrodo positivo, la batería se encuentra en un estado estructuralmente inestable, en el que, cuando la batería se expone a condiciones de alta temperatura, los radicales de oxígeno pueden generarse mientras su estructura colapsa. Dado que los radicales de oxígeno generados en este caso tienen una reactividad muy alta, los radicales de oxígeno pueden reaccionar con el disolvente libre, que no se une a los iones de litio, y provocar una reacción exotérmica. En tal caso, si se usa sal de litio de alta concentración en el electrolito, puede reducirse la cantidad de disolvente libre y puede suprimirse la reacción exotérmica para aumentar la seguridad de la batería a altas temperaturas.

Sin embargo, en el caso en el que se usa sal de litio de alta concentración, la viscosidad del electrolito aumenta. En este caso, dado que la movilidad de los iones en el electrolito es inversamente proporcional a la viscosidad del electrolito según la ley de Stokes, la conductividad iónica del electrolito puede más bien reducirse.

Además, en el caso de que se use un electrolito polimérico en gel, la seguridad de la batería debe poder mantenerse por encima de un determinado nivel al tener una resistencia mecánica por encima de un determinado nivel.

El documento EP 3 419 100 A1 describe un electrolito no acuoso que incluye una sal de litio que tiene una concentración de 4,1 M o más, un disolvente orgánico y un tensioactivo.

El documento WO 2016/053064 A1 describe un electrolito polimérico en gel y una batería secundaria de litio que comprende el mismo, comprendiendo el electrolito polimérico en gel una red polimérica y una disolución de electrolito impregnada en la red polimérica, en el que la red polimérica se forma teniendo un oligómero unido en una estructura tridimensional, comprendiendo el oligómero: una unidad A que se deriva de un monómero que comprende al menos uno o más de un acrilato o ácido acrílico copolimerizable; una unidad C que comprende uretano; y una unidad E que comprende siloxano.

El documento EP 3 203 565 A1 describe un electrolito polimérico en gel que incluye una red polimérica y una disolución de electrolito impregnada en la red polimérica, en el que la red polimérica se forma combinando un primer oligómero, que incluye la unidad A derivada de un monómero que incluye al menos un acrilato o ácido acrílico copolimerizable, la unidad C que incluye uretano y la unidad E que incluye siloxano, en una estructura tridimensional, y una batería secundaria de litio que incluye el electrolito polimérico en gel.

El documento JP H08 295715 A describe una composición que contiene un acrilato de uretano específico que tiene de 2 a 6 grupos funcionales polimerizables en la molécula y un peso molecular de 2.500 a 30.000, un disolvente orgánico no acuoso (por ejemplo, carbonato de propileno) y un electrolito de soporte (por ejemplo, sal de metal alcalino), que se solidifica mediante fotocurado o calentamiento para formar una matriz polimérica.

Por tanto, existe la necesidad de un electrolito para una batería secundaria de litio que pueda mantener la conductividad iónica de la batería por encima de un nivel predeterminado y que también pueda tener una excelente resistencia mecánica de la batería al tiempo que mejora las características de salida, las características de capacidad y la seguridad a altas temperaturas de la batería usando sal de litio de alta concentración.

(Documento de patente 1) Publicación de solicitud de patente coreana abierta a consulta por el público n.º 10-2016-0040127

Divulgación de la invención

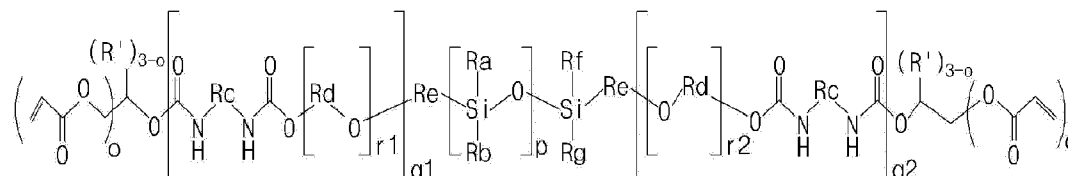
Problema técnico

Un aspecto de la presente invención proporciona un electrolito para una batería secundaria de litio que puede mejorar la resistencia mecánica y la seguridad a altas temperaturas al tiempo que mejora las características de salida y las características de capacidad de la batería secundaria de litio mediante el uso de una sal de litio de alta concentración.

Solución técnica

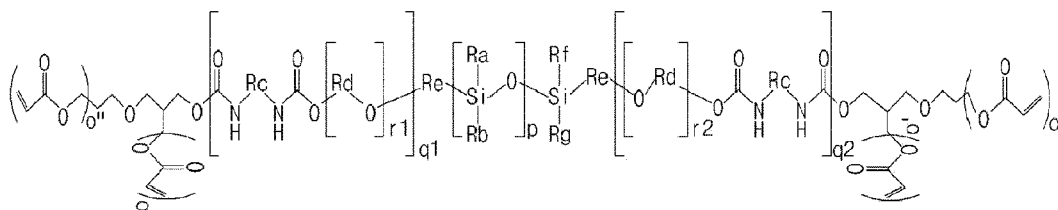
Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un electrolito para una batería secundaria de litio que incluye: una sal de litio presente en una concentración de 1,6 M a 5 M; una mezcla de oligómeros que incluye un primer oligómero representado por la fórmula 1a o la fórmula 1b y un segundo oligómero representado por la fórmula 2a o la fórmula 2b; y un disolvente orgánico.

[Fórmula 1a]



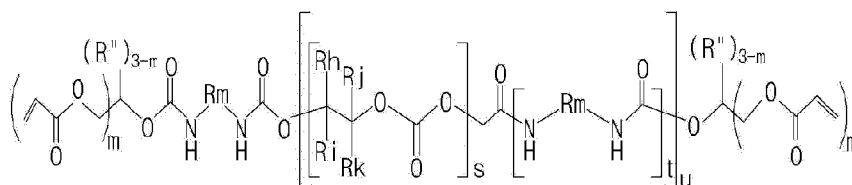
en la fórmula 1a, R_a , R_b , R_f y R_g son cada uno independientemente hidrógeno o un grupo alquilo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono, R_c es un grupo hidrocarburo alifático o un grupo hidrocarburo aromático, R_d y R_e son cada uno independientemente un grupo alqueno que tiene de 1 a 5 átomos de carbono, R' es hidrógeno o un grupo alquilo que tiene 1 a 3 átomos de carbono, o es un número entero de 1 a 3, p es un número entero de 1 a 50, q_1 y q_2 son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15, y r_1 y r_2 son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15.

[Fórmula 1b]



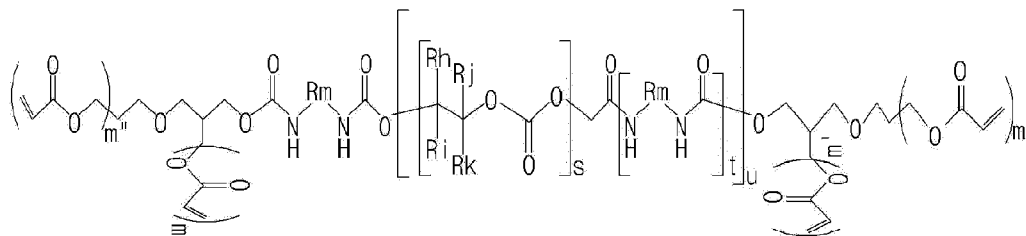
en la fórmula 1b, R_a , R_b , R_f y R_g son cada uno independientemente hidrógeno o un grupo alquilo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono, R_c es un grupo hidrocarburo alifático o un grupo hidrocarburo aromático, R_d y R_e son cada uno independientemente un grupo alquileo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono, o' es un número entero de 1 a 2, o'' es un número entero de 1 a 3, p es un número entero de 1 a 50, q_1 y q_2 son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15, y r_1 y r_2 son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15.

[Fórmula 2a]



en la fórmula 2a, R_h , R_i , R_j y R_k son cada uno independientemente un grupo alquilo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono, R_m es un grupo hidrocarburo alifático o un grupo hidrocarburo aromático, R'' es hidrógeno o un grupo alquilo que tiene 1 a 3 átomos de carbono, m es un número entero de 1 a 3, s es un número entero de 1 a 50, t es un número entero de 1 a 20, y u es un número entero de 1 a 10.

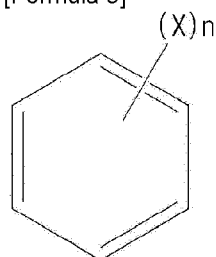
[Fórmula 2b]



en la fórmula 2b, R_h , R_i , R_j y R_k son cada uno independientemente un grupo alquilo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono, R_m es un grupo hidrocarburo alifático o un grupo hidrocarburo aromático, m' es un número entero de 1 a 2, m'' es un número entero de 1 a 3, s es un número entero de 1 a 50, t es un número entero de 1 a 20, y u es un número entero de 1 a 10.

En otro aspecto, el electrolito para una batería secundaria de litio puede incluir además un compuesto de benceno halogenado representado por la siguiente fórmula 3, y el compuesto de benceno halogenado representado por la fórmula 3 puede incluirse en una cantidad de 0,01 partes en peso o más a menos de 50 partes en peso basándose en 100 partes en peso del electrolito para una batería secundaria de litio.

[Fórmula 3]



En la fórmula 3, X es al menos un elemento de halógeno seleccionado del grupo que consiste en flúor (F), cloro (Cl) y bromo (Br), y n es un número entero de 1 a 3.

En un aspecto, el electrolito para una batería secundaria de litio puede ser un electrolito líquido.

En un caso en el que el electrolito para una batería secundaria de litio es un electrolito líquido, la mezcla de oligómeros puede incluirse en una cantidad de 0,01 partes en peso a 1 parte en peso basándose en 100 partes en peso del electrolito para una batería secundaria de litio.

En el caso de que el electrolito para una batería secundaria de litio es el electrolito líquido, el primer oligómero y el segundo oligómero pueden incluirse en una razón en peso de (1 a 50):(50 a 99) en la mezcla de oligómeros.

En otro aspecto, el electrolito para una batería secundaria de litio puede ser un electrolito polimérico en gel.

En un caso en el que el electrolito para una batería secundaria de litio es un electrolito polimérico en gel, la mezcla de oligómeros puede incluirse en una cantidad de 2 partes en peso a 10 partes en peso basándose en 100 partes en peso del electrolito para una batería secundaria de litio.

En el caso de que el electrolito para una batería secundaria de litio es el electrolito polimérico en gel, el primer oligómero y el segundo oligómero pueden incluirse en una razón en peso de (1 a 30):(70 a 99) en la mezcla de oligómeros.

En el caso de que el electrolito para una batería secundaria de litio es el electrolito polimérico en gel, el electrolito puede incluir además un iniciador de polimerización.

Efectos ventajosos

Dado que un electrolito para una batería secundaria de litio según la presente invención usa una sal de litio de alta concentración, el grado de disociación de los iones de litio es excelente y las características de capacidad y la seguridad a alta temperatura de la batería secundaria de litio pueden mejorarse mejorando la capacidad inicial de la batería. Además, en un caso en el que el electrolito de una batería secundaria de litio sea un electrolito polimérico en gel, también puede mejorarse la resistencia mecánica.

Modo para llevar a cabo la invención

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

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

La terminología usada en el presente documento tiene el propósito de describir realizaciones de ejemplo particulares únicamente y no pretende ser limitativa de la presente invención. En la memoria descriptiva, los términos de una forma singular pueden comprender formas plurales a menos que se indique lo contrario.

Se entenderá además que los términos “incluyen”, “comprenden” o “tienen”, cuando se usan en esta memoria descriptiva, especifican la presencia de características, números, etapas, elementos o combinaciones de los mismos indicados, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, números, etapas, elementos o combinaciones de los mismos.

En la presente memoria descriptiva, la expresión “peso molecular promedio en peso” puede indicar un valor equivalente de poliestireno convencional medido mediante cromatografía de permeación en gel (GPC) y, a menos que se especifique lo contrario, un peso molecular puede indicar el peso molecular promedio en peso. Por ejemplo, en la presente invención, las condiciones de GPC son las siguientes: el peso molecular promedio en peso se mide usando la serie 1200 de Agilent Technologies, en este caso puede usarse una columna B mixta PL de Agilent Technologies, y puede usarse tetrahidrofurano (THF) como disolvente.

Electrolito para batería secundaria de litio

Un electrolito para una batería secundaria de litio según la presente invención puede ser un electrolito para una batería secundaria de litio que incluye: una sal de litio presente en una concentración de 1,6 M a 5 M; una mezcla de oligómeros que incluye un primer oligómero representado por la fórmula 1a o la fórmula 1b y un segundo oligómero representado por la fórmula 2a o la fórmula 2b; y un disolvente orgánico.

La sal de litio puede incluirse en una concentración de 1,6 M a 5 M, preferiblemente de 1,6 M a 4 M, y más preferiblemente de 1,6 M a 3 M en el electrolito para una batería secundaria de litio. En un caso en el que la sal de litio se incluya dentro del intervalo de concentración anterior, dado que los iones de litio se suministran

suficientemente, las características de salida de la batería pueden mejorarse mejorando el rendimiento de iones de litio (número de transferencia de Li^+) y un grado de disociación de los iones de litio.

Además, en un caso en el que se usa una sal de litio de alta concentración, la seguridad a alta temperatura puede mejorarse reduciendo una cantidad de disolvente libre que no se une a los iones de litio. Específicamente, en un caso en el que la batería está cargada, dado que el litio puede desintercalarse de un material activo de electrodo positivo, la batería se encuentra en un estado estructuralmente inestable, en el que, cuando la batería se expone a condiciones de alta temperatura, los radicales de oxígeno pueden generarse mientras su estructura colapsa. Dado que los radicales de oxígeno generados en este caso tienen una reactividad muy alta, los radicales de oxígeno pueden reaccionar con el disolvente libre para provocar una reacción exotérmica. En este caso, si se usa sal de litio de alta concentración, dado que una gran cantidad de iones de litio pueden reaccionar con el disolvente libre para reducir la cantidad de disolvente libre, la reacción exotérmica puede suprimirse para aumentar la seguridad a alta temperatura de la batería.

Específicamente, cualquier compuesto capaz de proporcionar iones de litio y usado en una batería secundaria de litio puede usarse como sal de litio sin limitación particular. Específicamente, la sal de litio puede incluir Li^+ como catión, y uno seleccionado del grupo que consiste en F^- , Cl^- , Br^- , I^- , NO_3^- , $\text{N}(\text{CN})_2^-$, BF_4^- , ClO_4^- , AlO_4^- , AlCl_4^- , PF_6^- , SbF_6^- , AsF_6^- , $\text{BF}_2\text{C}_2\text{O}_4^-$, BC_4O_8^- , $(\text{CF}_3)_2\text{PF}_4^-$, $(\text{CF}_3)_3\text{PF}_3^-$, $(\text{CF}_3)_4\text{PF}_2^-$, $(\text{CF}_3)_5\text{PF}^-$, $(\text{CF}_3)_6\text{P}^-$, CF_3SO_3^- , $\text{C}_4\text{F}_9\text{SO}_3^-$, $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_3^-$, $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}^-$, $(\text{FSO}_2)_2\text{N}^-$, $\text{CF}_3\text{CF}_2(\text{CF}_3)_2\text{CO}^-$, $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{CH}^-$, $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_7\text{SO}_3^-$, CF_3CO_2^- , CH_3CO_2^- , SCN^- y $(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}^-$ o, si es necesario, puede usarse como anión una mezcla de dos o más de los mismos.

El electrolito para una batería secundaria de litio incluye una mezcla de oligómeros que incluye un primer oligómero representado por la fórmula 1a o la fórmula 1b y un segundo oligómero representado por la fórmula 2a o la fórmula 2b.

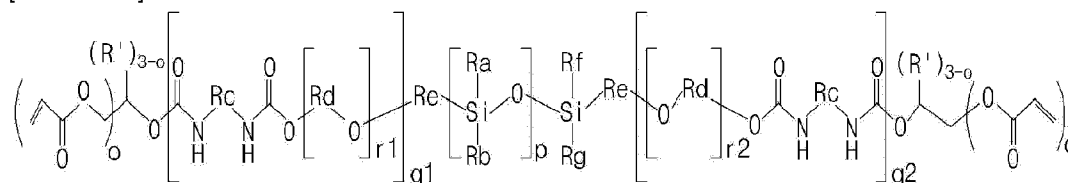
En primer lugar, se describirá el primer oligómero representado por la fórmula 1a o la fórmula 1b.

Dado que el primer oligómero representado por la fórmula 1a o la fórmula 1b incluye un grupo $-\text{Si}-\text{O}-$, puede actuar como tensioactivo para mejorar la humectación del electrolito. Dado que el primer oligómero puede suprimir la generación de calor y el fenómeno de ignición de la batería secundaria de litio al incluir un elemento de silicio con excelente retardo de llama, la seguridad térmica también es excelente. Sin embargo, en un caso en el que el electrolito para una batería secundaria de litio es un electrolito polimérico en gel, dado que la rigidez no es alta cuando se usa el primer oligómero solo, existe una limitación en el sentido de que la resistencia mecánica (módulo) del electrolito polimérico en gel es baja.

Por tanto, para abordar la limitación descrita anteriormente, puede proporcionarse un electrolito para una batería secundaria de litio que tenga una resistencia mecánica mejorada así como una excelente humectación y seguridad térmica del electrolito usando una mezcla de oligómeros que incluya el segundo oligómero representado por la fórmula 2a o fórmula 2b que se describirán a continuación juntas.

Específicamente, el primer oligómero puede ser un oligómero representado por la fórmula 1a a continuación.

[Fórmula 1a]



En la fórmula 1a, Ra , Rb , Rf y Rg son cada uno independientemente hidrógeno o un grupo alquilo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono, Rc es un grupo hidrocarburo alifático o un grupo hidrocarburo aromático, Rd y Re son cada uno independientemente un grupo alquileo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono, R' es hidrógeno o un grupo alquilo que tiene 1 a 3 átomos de carbono, o es un número entero de 1 a 3, p es un número entero de 1 a 50, $q1$ y $q2$ son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15, y $r1$ y $r2$ son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15. En este caso, p puede ser preferiblemente un número entero de 1 a 45, y puede ser más preferiblemente un número entero de 1 a 40.

En el oligómero representado por la fórmula 1a, el grupo hidrocarburo alifático incluye un grupo hidrocarburo alicíclico o un grupo hidrocarburo lineal.

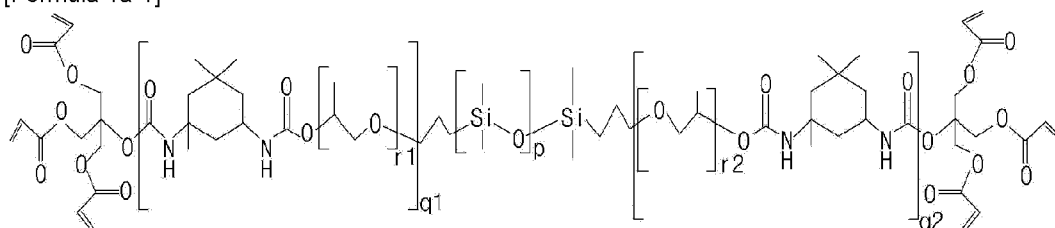
El grupo hidrocarburo alicíclico puede incluir al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un grupo cicloalquileno que tiene de 4 a 20 átomos de carbono; un grupo cicloalquileno que tiene de 4 a 20 átomos de carbono que contiene un grupo isocianato (NCO); un grupo cicloalquenileno que tiene de 4 a 20 átomos de carbono; y un grupo heterocicloalquileno que tiene de 2 a 20 átomos de carbono.

El grupo hidrocarburo lineal puede incluir al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un grupo alquileo que tiene de 1 a 20 átomos de carbono; un grupo alquileo que tiene de 1 a 20 átomos de carbono que contiene un grupo isocianato (NCO); un grupo alcoxileno que tiene de 1 a 20 átomos de carbono; un grupo alquenileno que tiene de 2 a 20 átomos de carbono; y un grupo alquinileno que tiene de 2 a 20 átomos de carbono.

Además, en el oligómero representado por la fórmula 1a, el grupo hidrocarburo aromático puede incluir un grupo arileno que tiene de 6 a 20 átomos de carbono; o un grupo heteroarileno que tiene de 2 a 20 átomos de carbono.

Como ejemplo específico, el oligómero representado por la fórmula 1a puede ser un oligómero representado por la fórmula 1a-1 a continuación.

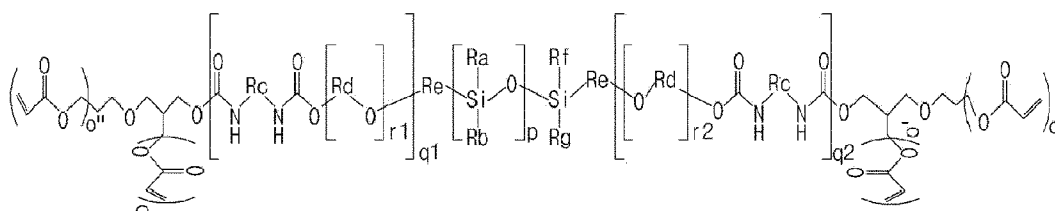
[Fórmula 1a-1]



En la fórmula 1a-1, p es un número entero de 1 a 50, q1 y q2 son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15, y r1 y r2 son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15. p puede ser preferiblemente un número entero de 1 a 45, y puede ser más preferiblemente un número entero de 1 a 40.

Además, el primer oligómero puede ser un oligómero representado por la fórmula 1b a continuación.

[Fórmula 1b]



En la fórmula 1b, Ra, Rb, Rf y Rg son cada uno independientemente hidrógeno o un grupo alquilo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono, Rc es un grupo hidrocarburo alifático o un grupo hidrocarburo aromático, Rd y Re son cada uno independientemente un grupo alquileo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono, o' es un número entero de 1 a 2, o'' es un número entero de 1 a 3, p es un número entero de 1 a 50, q1 y q2 son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15, y r1 y r2 son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15.

En este caso, p puede ser preferiblemente un número entero de 1 a 45, y puede ser más preferiblemente un número entero de 1 a 40.

En el oligómero representado por la fórmula 1b, el grupo hidrocarburo alifático incluye un grupo hidrocarburo alicíclico o un grupo hidrocarburo lineal.

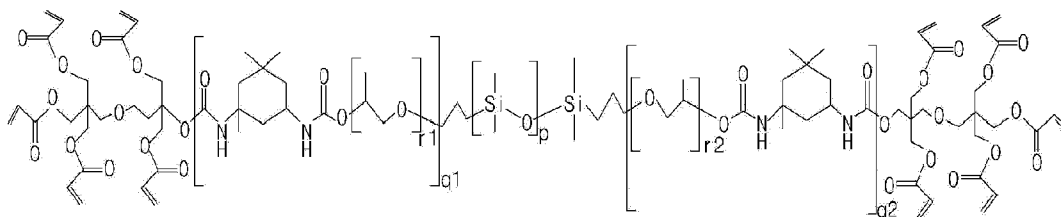
El grupo hidrocarburo alicíclico puede incluir al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un grupo cicloalquileo que tiene de 4 a 20 átomos de carbono; un grupo cicloalquileo que tiene de 4 a 20 átomos de carbono que contiene un grupo isocianato (NCO); un grupo cicloalquenileno que tiene de 4 a 20 átomos de carbono; y un grupo heterocicloalquileo que tiene de 2 a 20 átomos de carbono.

El grupo hidrocarburo lineal puede incluir al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un grupo alquileo que tiene de 1 a 20 átomos de carbono; un grupo alquileo que tiene de 1 a 20 átomos de carbono que contiene un grupo isocianato (NCO); un grupo alcoxileno que tiene de 1 a 20 átomos de carbono; un grupo alquenileno que tiene de 2 a 20 átomos de carbono; y un grupo alquinileno que tiene de 2 a 20 átomos de carbono.

Además, en el oligómero representado por la fórmula 1b, el grupo hidrocarburo aromático puede incluir un grupo arileno que tiene de 6 a 20 átomos de carbono; o un grupo heteroarileno que tiene de 2 a 20 átomos de carbono.

Como ejemplo específico, el oligómero representado por la fórmula 1b puede ser un oligómero representado por la fórmula 1b-1 a continuación.

[Fórmula 1b-1]



En la fórmula 1b-1, p es un número entero de 1 a 50, q1 y q2 son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15, y r1 y r2 son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15. p puede ser preferiblemente un número entero de 1 a 45, y puede ser más preferiblemente un número entero de 1 a 40.

En este caso, un peso molecular promedio en peso (Mw) del primer oligómero representado por la fórmula 1a o la fórmula 1b puede controlarse mediante el número de unidades de repetición, y puede estar en el intervalo de 1.000 g/mol a 100.000 g/mol, particularmente de 1.000 g/mol a 50.000 g/mol, y más particularmente de 1.000 g/mol a 10.000 g/mol. En un caso en el que el peso molecular promedio en peso del primer oligómero está dentro del intervalo anterior, la dispersabilidad en el electrolito es excelente, y, en un caso en el que el primer oligómero se usa en un electrolito polimérico en gel, dado que las propiedades mecánicas son excelentes después del curado, puede mantenerse de manera constante la forma de un polímero en gel.

A continuación, se describirá el segundo oligómero representado por la fórmula 2a o la fórmula 2b.

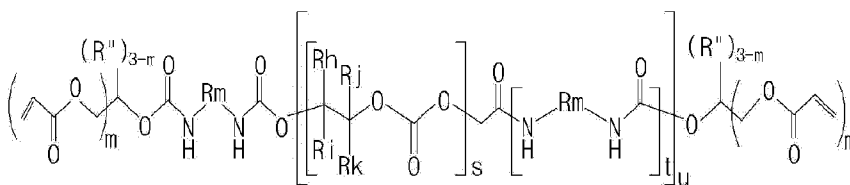
El segundo oligómero representado por la fórmula 2a o la fórmula 2b incluye un grupo carbonato, en el que, dado que el grupo carbonato tiene alta afinidad con el disolvente orgánico y tiene excelente capacidad para disolver la sal de litio, el grupo carbonato puede mejorar el índice de disolución de iones de litio (solvatación de iones de litio). Además, en un caso en el que el electrolito para una batería secundaria de litio es un electrolito polimérico en gel, dado que la rigidez es alta, también puede mejorarse el rendimiento mecánico del electrolito polimérico en gel.

Sin embargo, en un caso en el que el segundo oligómero se usa únicamente solo en el electrolito, dado que la tensión superficial y la viscosidad pueden aumentarse, existe la limitación de que la humectación del electrolito puede deteriorarse relativamente.

En este caso, en un caso en el que el primer oligómero que contiene el elemento de silicio se usa junto, dado que el primer oligómero puede actuar como tensioactivo, la tensión superficial del electrolito puede reducirse. Por tanto, en un caso en el que el primer oligómero y el segundo oligómero se usan juntos, ya que se mejora el grado de disociación de la sal de litio en el electrolito para mejorar las características de salida de la batería y para mantener bien simultáneamente la humectación del electrolito por encima de un nivel predeterminado y las propiedades interfaciales entre un electrodo y el electrolito. Además, en el caso de que el electrolito para una batería secundaria de litio es el electrolito polimérico en gel, el rendimiento mecánico puede mantenerse por encima de un determinado nivel cuando el primer y el segundo oligómero se usan juntos.

El segundo oligómero puede ser un oligómero representado por la fórmula 2a a continuación.

[Fórmula 2a]



En la fórmula 2a, R_h, R_i, R_j y R_k son cada uno independientemente un grupo alquilo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono, R_m es un grupo hidrocarburo alifático o un grupo hidrocarburo aromático, R' es hidrógeno o un grupo alquilo que tiene 1 a 3 átomos de carbono, m es un número entero de 1 a 3, s es un número entero de 1 a 50, t es un número entero de 1 a 20, y u es un número entero de 1 a 10. s puede ser preferiblemente un número entero de 1 a 45, y puede ser más preferiblemente un número entero de 1 a 40.

En el oligómero representado por la fórmula 2a, el grupo hidrocarburo alifático incluye un grupo hidrocarburo alicíclico o un grupo hidrocarburo lineal.

El grupo hidrocarburo alicíclico puede incluir al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un grupo cicloalquileo que tiene de 4 a 20 átomos de carbono; un grupo cicloalquileo que tiene de 4 a 20 átomos de carbono que contiene un grupo isocianato (NCO); un grupo cicloalquileo que tiene de 4 a 20 átomos de carbono;

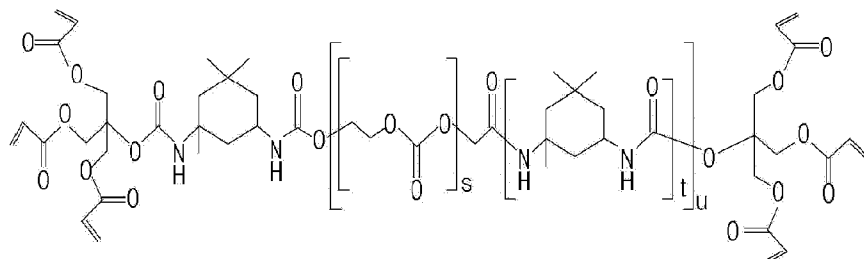
y un grupo heterocicloalquileo que tiene de 2 a 20 átomos de carbono.

El grupo hidrocarburo lineal puede incluir al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un grupo alquileo que tiene de 1 a 20 átomos de carbono; un grupo alquileo que tiene de 1 a 20 átomos de carbono que contiene un grupo isocianato (NCO); un grupo alcoxileo que tiene de 1 a 20 átomos de carbono; un grupo alqueno que tiene de 2 a 20 átomos de carbono; y un grupo alquino que tiene de 2 a 20 átomos de carbono.

Además, en el oligómero representado por la fórmula 2a, el grupo hidrocarburo aromático puede incluir un grupo arilo que tiene de 6 a 20 átomos de carbono; o un grupo heteroarilo que tiene de 2 a 20 átomos de carbono.

Como ejemplo específico, el oligómero representado por la fórmula 2a puede ser un oligómero representado por la fórmula 2a-1 a continuación.

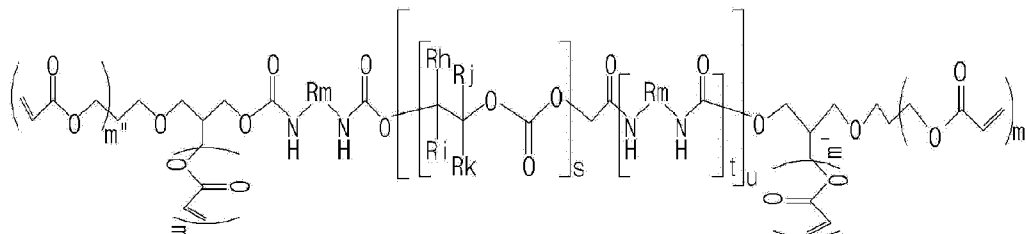
[Fórmula 2a-1]



s es un número entero de 1 a 50, t es un número entero de 1 a 20, y u es un número entero de 1 a 10. s puede ser preferiblemente un número entero de 1 a 45, y puede ser más preferiblemente un número entero de 1 a 40.

El segundo oligómero puede ser un oligómero representado por la fórmula 2b a continuación.

[Fórmula 2b-1]



En la fórmula 2b, R_h , R_i , R_j y R_k son cada uno independientemente un grupo alquilo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono, R_m es un grupo hidrocarburo alifático o un grupo hidrocarburo aromático, m' es un número entero de 1 a 2, m'' es un número entero de 1 a 3, s es un número entero de 1 a 50, t es un número entero de 1 a 20, y u es un número entero de 1 a 10. En este caso, s puede ser preferiblemente un número entero de 1 a 45, y puede ser más preferiblemente un número entero de 1 a 40.

En el oligómero representado por la fórmula 2b, el grupo hidrocarburo alifático incluye un grupo hidrocarburo alicíclico o un grupo hidrocarburo lineal.

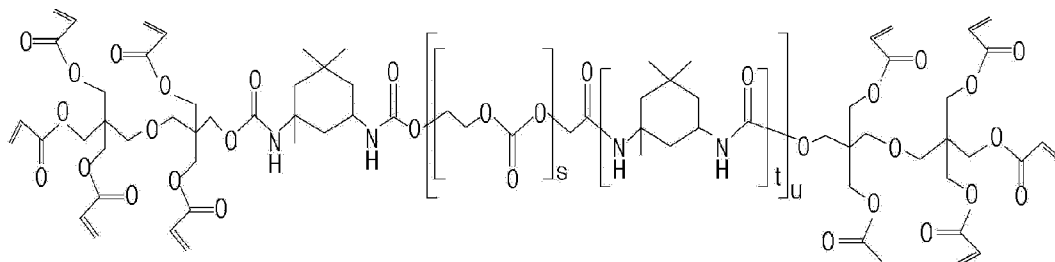
El grupo hidrocarburo alicíclico puede incluir al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un grupo cicloalquileo que tiene de 4 a 20 átomos de carbono; un grupo cicloalquileo que tiene de 4 a 20 átomos de carbono que contiene un grupo isocianato (NCO); un grupo cicloalqueno que tiene de 4 a 20 átomos de carbono; y un grupo heterocicloalquileo que tiene de 2 a 20 átomos de carbono.

El grupo hidrocarburo lineal puede incluir al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un grupo alquileo que tiene de 1 a 20 átomos de carbono; un grupo alquileo que tiene de 1 a 20 átomos de carbono que contiene un grupo isocianato (NCO); un grupo alcoxileo que tiene de 1 a 20 átomos de carbono; un grupo alqueno que tiene de 2 a 20 átomos de carbono; y un grupo alquino que tiene de 2 a 20 átomos de carbono.

Además, en el oligómero representado por la fórmula 2b, el grupo hidrocarburo aromático puede incluir un grupo arilo que tiene de 6 a 20 átomos de carbono; o un grupo heteroarilo que tiene de 2 a 20 átomos de carbono.

Como ejemplo específico, el oligómero representado por la fórmula 2b puede ser un oligómero representado por la fórmula 2b-1 a continuación.

[Fórmula 2b-1]

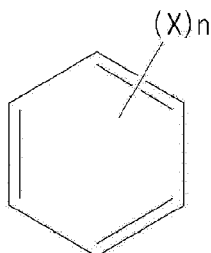


s es un número entero de 1 a 50, t es un número entero de 1 a 20, y u es un número entero de 1 a 10. s puede ser preferiblemente un número entero de 1 a 45, y puede ser más preferiblemente un número entero de 1 a 40.

En este caso, un peso molecular promedio en peso (Mw) del segundo oligómero representado por la fórmula 2a o la fórmula 2b puede controlarse mediante el número de unidades de repetición, y puede estar en el intervalo de 500 g/mol a 200.000 g/mol, particularmente de 1.000 g/mol a 150.000 g/mol, y más particularmente de 2.000 g/mol a 100.000 g/mol. En un caso en el que el peso molecular promedio en peso del segundo oligómero está dentro del intervalo anterior, la solubilidad y dispersabilidad en el electrolito pueden mantenerse por encima de un determinado nivel.

El electrolito para una batería secundaria de litio puede incluir además un compuesto de benceno halogenado representado por la siguiente fórmula 3 para mejorar adicionalmente características del ciclo de carga y descarga de la batería y mejorar la retardancia de llama del electrolito.

[Fórmula 3]



En la fórmula 3, X es al menos un elemento de halógeno seleccionado del grupo que consiste en flúor (F), cloro (Cl) y bromo (Br), y n es un número entero de 1 a 3.

En este caso, el compuesto de benceno halogenado representado por la fórmula 3 puede incluirse en una cantidad de 0,01 partes en peso o más a menos de 50 partes en peso, por ejemplo, 2 partes en peso a 40 partes en peso basándose en 100 partes en peso del electrolito para una batería secundaria de litio.

Ejemplos específicos del compuesto de benceno halogenado representado por la fórmula 3 pueden ser fluorobenceno, difluorobenceno, trifluorobenceno, clorobenceno, diclorobenceno, triclorobenceno, bromobenceno, dibromobenceno, clorofluorobenceno y bromofluorobenceno, y puede usarse una mezcla de al menos uno de los mismos.

Específicamente, el electrolito para una batería secundaria de litio puede ser un electrolito líquido o un electrolito polimérico en gel. En este caso, una cantidad de la mezcla de oligómeros incluida y una razón de mezclado entre el primer y el segundo oligómero también puede variar dependiendo del tipo del electrolito para una batería secundaria de litio.

Por ejemplo, en un caso en el que el electrolito para una batería secundaria de litio es un electrolito líquido, la mezcla de oligómeros puede incluirse en una cantidad de 0,01 partes en peso a 1 parte en peso, preferiblemente de 0,025 partes en peso a 0,75 partes en peso, y más preferiblemente de 0,05 partes en peso a 0,75 partes en peso basándose en 100 partes en peso del electrolito para una batería secundaria de litio. En un caso en el que la mezcla de oligómeros se incluye en una cantidad dentro del intervalo anterior, puede proporcionarse un electrolito que tiene excelente humectación y alto grado de disociación de la sal de litio.

En el caso de que el electrolito para una batería secundaria de litio es el electrolito líquido, el primer oligómero y el segundo oligómero se mezclan en una razón en peso de (1 a 50): (50 a 99), preferiblemente de (1 a 45): (55 a 99), y más preferiblemente de (1 a 40): (60 a 99). En un caso en el que el primer y el segundo oligómero se mezclan dentro del intervalo anterior, pueden mejorarse las características de movimiento de iones de litio debido a alta afinidad con

el disolvente orgánico y alto grado de disociación de la sal de litio mientras que la humectación del electrolito es excelente debido a baja tensión superficial del electrolito.

Como otro ejemplo, en un caso en el que el electrolito para una batería secundaria de litio es un electrolito polimérico en gel, la mezcla de oligómeros puede incluirse en una cantidad de 2 partes en peso a 10 partes en peso, preferiblemente 2 partes en peso a 9 partes en peso, y más preferiblemente de 2 partes en peso a 8 partes en peso basándose en 100 partes en peso del electrolito para una batería secundaria de litio. En un caso en el que la mezcla de oligómeros se incluye en una cantidad dentro del intervalo anterior, los oligómeros pueden formar de manera estable una estructura de red de polímero, y pueden mantener la humectación del electrolito por encima de un nivel predeterminado. Dado que la movilidad de los iones de litio se mejora, la conductividad iónica de los iones de litio puede mantenerse por encima de un nivel predeterminado incluso si la viscosidad se aumenta algo usando la sal de litio de alta concentración.

En el caso de que el electrolito para una batería secundaria de litio es el electrolito polimérico en gel, la mezcla de oligómeros puede incluir el primer oligómero y el segundo oligómero en una razón en peso de (1 a 30):(70 a 99), por ejemplo, de (5 a 30):(70 a 95).

En el caso de que el electrolito para una batería secundaria de litio es el electrolito polimérico en gel, diferente del caso en el que el electrolito para una batería secundaria de litio es el electrolito líquido, dado que se produce una reacción secundaria con un producto de descomposición de sal de litio cuando la cantidad del primer oligómero se incluye al mismo nivel que la del segundo oligómero, puede dañarse una matriz de polímero que constituye el electrolito polimérico en gel. Por tanto, con respecto al electrolito polimérico en gel, es deseable que el primer oligómero y el segundo oligómero se mezclen en el intervalo de razón en peso anterior.

En la mezcla de oligómeros, si el primer y el segundo oligómero se mezclan dentro del intervalo anterior, las características de movimiento de los iones de litio pueden mejorarse debido a la alta afinidad con el disolvente orgánico y el alto grado de disociación de la sal de litio mientras que la humectación del electrolito es excelente debido a la baja tensión superficial del electrolito.

En el caso de que el electrolito para una batería secundaria de litio es el electrolito polimérico en gel, el electrolito incluye además un iniciador de polimerización. Un método de fotopolimerización o polimerización térmica puede usarse dependiendo del tipo de reacción de polimerización, y un iniciador de polimerización típico conocido en la técnica puede usarse como iniciador de polimerización. Por ejemplo, el iniciador de polimerización puede incluir al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un compuesto a base de azo, un compuesto a base de peróxido, y una mezcla de los mismos.

Específicamente, el iniciador de polimerización incluye hidroperóxidos o peróxidos orgánicos, tales como peróxido de benzoílo, peróxido de acetilo, peróxido de dilauroilo, peróxido de di-terc-butilo, peroxi-2-etilhexanoato de t-butilo, hidroperóxido de cumilo y peróxido de hidrógeno, y al menos un compuesto a base de azo seleccionado del grupo que consiste en 2,2'-azobis(2-cianobutano), 2,2'-azobis(2-metilpropionato) de dimetilo, 2,2'-azobis(metilbutironitrilo), 2,2'-azobis(isobutironitrilo) (AIBN) y 2,2'-azobisdimetilvaleronitrilo (AMVN), pero la presente invención no se limita a los mismos.

El iniciador de polimerización puede incluirse en una cantidad del 0,1 % en peso al 5 % en peso, preferiblemente del 0,1 % en peso al 4 % en peso, y más preferiblemente del 0,1 % en peso al 3 % en peso basándose en el peso total de la mezcla de oligómeros. En un caso en el que el iniciador de polimerización se incluye en una cantidad dentro del intervalo anterior, puede minimizarse el resto de un iniciador de polimerización sin reaccionar, y la gelificación puede producirse por encima de un determinado nivel.

En el caso de que el electrolito para una batería secundaria de litio es el electrolito polimérico en gel, el electrolito polimérico en gel puede formarse mediante un procedimiento de curado. En este caso, para curarse para dar el electrolito polimérico en gel, el curado puede realizarse usando un haz de electrones (haz E), rayos γ y un procedimiento de envejecimiento a temperatura ambiente o alta temperatura. Según una realización de la presente invención, el curado puede realizarse mediante curado térmico. En este caso, el tiempo de curado requerido puede estar en el intervalo de aproximadamente 2 minutos a aproximadamente 48 horas, y la temperatura de curado térmico puede estar en el intervalo de 40 °C a 100 °C, por ejemplo, de 40 °C a 80 °C.

Cualquier disolvente orgánico usado normalmente en un electrolito para una batería secundaria de litio puede usarse como disolvente orgánico sin limitación. Por ejemplo, puede usarse un compuesto de éter, un compuesto de éster, un compuesto de amida, un compuesto de carbonato lineal o un compuesto de carbonato cíclico solo o como una mezcla de dos o más de los mismos.

Ejemplos específicos del compuesto de carbonato cíclico pueden ser uno cualquiera seleccionado del grupo que consiste en carbonato de etileno (EC), carbonato de propileno (PC), carbonato de 1,2-butileno, carbonato de 2,3-butileno, carbonato de 1,2-pentileno, carbonato de 2,3-pentileno, carbonato de vinileno y carbonato de fluoroetileno (FEC), o una mezcla de dos o más de los mismos. Además, ejemplos específicos del compuesto de carbonato lineal

pueden ser uno cualquiera seleccionado del grupo que consiste en carbonato de dimetilo (DMC), carbonato de dietilo (DEC), carbonato de dipropilo, carbonato de etilmetilo (EMC), carbonato de metilpropilo y carbonato de etilpropilo, o una mezcla de dos o más de los mismos, pero la presente invención no se limita a los mismos.

En particular, entre los disolventes orgánicos a base de carbonato, pueden usarse carbonatos cíclicos, tales como carbonato de etileno y carbonato de propileno, que se sabe que disocian bien la sal de litio en el electrolito debido a su alta permitividad como disolventes orgánicos altamente viscosos, y puede prepararse una disolución de electrolito que tiene alta conductividad eléctrica cuando el carbonato cíclico se mezcla con carbonato lineal de baja viscosidad y baja permitividad, tal como carbonato de dimetilo y carbonato de dietilo, en una razón apropiada.

Además, como compuesto de éster, puede usarse uno cualquiera seleccionado del grupo que consiste en dimetil éter, dietil éter, dipropil éter, metiletil éter, metilpropil éter y etilpropil éter, o una mezcla de dos o más de los mismos, pero la presente invención no se limita a los mismos.

Como compuesto de éster, puede usarse uno cualquiera seleccionado del grupo que consiste en ésteres lineales, tales como acetato de metilo, acetato de etilo, acetato de propilo, propionato de metilo, propionato de etilo, propionato de propilo y propionato de butilo; y pueden usarse ésteres cíclicos, tales como γ -butirolactona, γ -valerolactona, γ -caprolactona, σ -valerolactona y ε -caprolactona, o una mezcla de dos o más de los mismos, pero la presente invención no se limita a los mismos.

El electrolito para una batería secundaria de litio según la presente invención puede incluir además un aditivo. Como ejemplo específico del aditivo, puede usarse como aditivo al menos un compuesto seleccionado del grupo que consiste en carbonato de vinileno (VC), propanosultona (PS), poli(sulfuro de fenileno), succinonitrilo (SN), propenosultona (PRS), carbonato de vinileno, difluoro(oxalato)borato de litio (LiODFB), etilensulfato, adiponitrilo y bis(oxalato)borato de litio. En un caso en el que los compuestos enumerados anteriormente se usan juntos como aditivo, puede formarse una película estable tanto en el electrodo positivo como en el electrodo negativo al mismo tiempo. En este caso, dado que la descomposición del electrolito no sólo puede suprimirse incluso en condiciones de alta temperatura y alta presión mediante la película formada sobre el electrodo negativo, sino que también puede suprimirse la disolución del metal de transición incluido en el electrodo positivo mediante la película formada sobre el electrodo positivo, pueden mejorarse las características de alta temperatura y alta presión y la estabilidad de la batería.

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

La batería secundaria de litio según una realización de la presente invención incluye al menos un electrodo positivo, al menos un electrodo negativo, un separador que puede estar dispuesto selectivamente entre el electrodo positivo y el electrodo negativo, y el electrolito para una batería secundaria de litio. En este caso, dado que el electrolito para una batería secundaria de litio es el mismo que el descrito anteriormente, se omitirá una descripción detallada del mismo.

El electrodo positivo puede prepararse recubriendo un colector de electrodo positivo con una suspensión de material activo de electrodo positivo que incluye un material activo de electrodo positivo, un aglutinante para un electrodo, un agente conductor de electrodo y un disolvente.

El colector de electrodo positivo no está particularmente limitado siempre que tenga conductividad sin provocar cambios químicos adversos en la batería y, por ejemplo, puede usarse acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio, carbón cocido o aluminio o acero inoxidable con superficie tratada con uno de carbono, níquel, titanio, plata o similares.

El material activo de electrodo positivo es un compuesto capaz de intercalar y desintercalar litio, en el que el material activo de electrodo positivo puede incluir específicamente un óxido de metal compuesto de litio que incluye litio y al menos un metal tal como cobalto, manganeso, níquel o aluminio. Específicamente, el óxido de metal compuesto de litio puede incluir óxido a base de litio-manganeso (por ejemplo, LiMnO_2 , LiMn_2O_4 , etc.), óxido a base de litio-cobalto (por ejemplo, LiCoO_2 , etc.), óxido a base de litio-níquel (por ejemplo, LiNiO_2 , etc.), óxido a base de litio-níquel-manganeso (por ejemplo, $\text{LiNi}_{1-Y_1}\text{Mn}_{Y_1}\text{O}_2$ (donde $0 < Y_1 < 1$), $\text{LiMn}_{2-Z_1}\text{Ni}_{Z_1}\text{O}_4$ (donde $0 < Z_1 < 2$), etc.), óxido a base de litio-níquel-cobalto (por ejemplo, $\text{LiNi}_{1-Y_2}\text{Co}_{Y_2}\text{O}_2$ (donde $0 < Y_2 < 1$), óxido a base de litio-manganeso-cobalto (por ejemplo, $\text{LiCo}_{1-Y_3}\text{Mn}_{Y_3}\text{O}_2$ (donde $0 < Y_3 < 1$), $\text{LiMn}_{2-Z_2}\text{Co}_{Z_2}\text{O}_4$ (donde $0 < Z_2 < 2$), etc.), óxido a base de litio-níquel-manganeso-cobalto (por ejemplo, $\text{Li}(\text{Ni}_{p_1}\text{Co}_{q_1}\text{Mn}_{r_1})\text{O}_2$ (donde $0 < p_1 < 1$, $0 < q_1 < 1$, $0 < r_1 < 1$ y $p_1 + q_1 + r_1 = 1$) o $\text{Li}(\text{Ni}_{p_2}\text{Co}_{q_2}\text{Mn}_{r_2})\text{O}_4$ (donde $0 < p_2 < 2$, $0 < q_2 < 2$, $0 < r_2 < 2$, y $p_2 + q_2 + r_2 = 2$), etc.), u óxido de litio-níquel-cobalto-transición metal (M) (por ejemplo, $\text{Li}(\text{Ni}_{p_3}\text{Co}_{q_3}\text{Mn}_{r_3}\text{M}_{s_1})\text{O}_2$ (donde M se selecciona del grupo que consiste en aluminio (Al), hierro (Fe), vanadio (V), cromo (Cr), titanio (Ti), tántalo (Ta), magnesio (Mg) y molibdeno (Mo), y p_3 , q_3 , r_3 , y s_1 son fracciones atómicas de cada uno de los elementos independientes, en los que $0 < p_3 < 1$, $0 < q_3 < 1$, $0 < r_3 < 1$, $0 < s_1 < 1$ y $p_3 + q_3 + r_3 + s_1 = 1$), etc.), y puede incluirse uno cualquiera de los mismos o un compuesto de dos o más de los mismos.

Entre estos materiales, en cuanto a la mejora de las características de capacidad y estabilidad de la batería, el óxido de metal compuesto de litio puede incluir LiCoO_2 , LiMnO_2 , LiNiO_2 , óxido de litio-níquel-manganeso-cobalto (por

ejemplo, $\text{Li}(\text{Ni}_{0,6}\text{Mn}_{0,2}\text{Co}_{0,2})\text{O}_2$, $\text{Li}(\text{Ni}_{0,5}\text{Mn}_{0,3}\text{Co}_{0,2})\text{O}_2$ o $\text{Li}(\text{Ni}_{0,8}\text{Mn}_{0,1}\text{Co}_{0,1})\text{O}_2$, u óxido de litio-níquel-cobalto-aluminio (por ejemplo, $\text{LiNi}_{0,8}\text{Co}_{0,15}\text{Al}_{0,05}\text{O}_2$, etc.), y, en consideración de una mejora significativa debido al control de tipo y razón de contenido de elementos que constituyen el óxido de metal compuesto de litio, el óxido de metal compuesto de litio puede incluir $\text{Li}(\text{Ni}_{0,6}\text{Mn}_{0,2}\text{Co}_{0,2})\text{O}_2$, $\text{Li}(\text{Ni}_{0,5}\text{Mn}_{0,3}\text{Co}_{0,2})\text{O}_2$, $\text{Li}(\text{Ni}_{0,7}\text{Mn}_{0,15}\text{Co}_{0,15})\text{O}_2$ o $\text{Li}(\text{Ni}_{0,8}\text{Mn}_{0,1}\text{Co}_{0,1})\text{O}_2$, y puede usarse uno cualquiera de los mismos o una mezcla de dos o más de los mismos.

El material activo de electrodo positivo puede incluirse en una cantidad del 60 % en peso al 98 % en peso, preferiblemente del 70 % en peso al 98 % en peso, y más preferiblemente del 80 % en peso al 98 % en peso basándose en un peso total de un contenido sólido excluyendo el disolvente en la suspensión de material activo de electrodo positivo.

El aglutinante para un electrodo es un componente que ayuda en la unión entre el material activo de electrodo positivo y el agente conductor de electrodo y en la unión con el colector de corriente. Específicamente, el aglutinante puede incluir poli(fluoruro de vinilideno), poli(alcohol vinílico), carboximetilcelulosa (CMC), almidón, hidroxipropilcelulosa, celulosa regenerada, polivinilpirrolidona, tetrafluoroetileno, polietileno (PE), polipropileno, un terpolímero de etileno-propileno-dieno (EPDM), un EPDM sulfonado, un caucho de estireno-butadieno, un caucho fluorado, diversos copolímeros y similares. El aglutinante para un electrodo puede incluirse comúnmente en una cantidad del 1 % en peso al 20 % en peso, preferiblemente de 1 % en peso al 15 % en peso, y más preferiblemente del 1 % en peso al 10 % en peso basándose en el peso total del contenido sólido excluyendo el disolvente en la suspensión de material activo de electrodo positivo.

El agente conductor de electrodo es un componente para mejorar adicionalmente la conductividad del material activo de electrodo positivo. Puede usarse cualquier agente conductor de electrodos sin limitación particular siempre que tenga conductividad sin provocar cambios químicos adversos en la batería y, por ejemplo, un material conductor, tal como: grafito; un material a base de carbono tal como negro de humo, negro de acetileno, negro de Ketjen, negro de canal, negro de horno, negro de lámpara y negro térmico; fibras conductoras tales como fibras de carbono o fibras metálicas; polvo metálico tal como polvo de fluorocarbono, polvo de aluminio y polvo de níquel; fibras cortas monocristalinas conductoras tales como fibras cortas monocristalinas de óxido de zinc y fibras cortas monocristalinas de titanato de potasio; óxido metálico conductor tal como óxido de titanio; o derivados de polifenileno. Los ejemplos específicos de un agente conductor comercial pueden incluir productos a base de negro de acetileno (Chevron Chemical Company, negro de Denka (Denka Singapore Private Limited) o Gulf Oil Company), negro de Ketjen, productos a base de carbonato de etileno (EC) (ArmaK Company), Vulcan XC-72 (Cabot Company) y Super P (Timcal Graphite & Carbon). El agente conductor de electrodos puede incluirse en una cantidad del 1 % en peso al 20 % en peso, preferiblemente del 1 % en peso al 15 % en peso, y más preferiblemente del 1 % en peso al 10 % en peso basándose en el peso total del contenido sólido excluyendo el disolvente en la suspensión de material activo de electrodo positivo.

El disolvente puede incluir un disolvente orgánico, tal como N-metil-2-pirrolidona (NMP), y puede usarse en una cantidad tal que se obtenga la viscosidad deseable cuando se usa el material activo de electrodo positivo, así como selectivamente el aglutinante para un electrodo positivo y se incluye el agente conductor de electrodo positivo. Por ejemplo, el disolvente puede incluirse en una cantidad tal que una concentración de un contenido sólido que incluye el material activo de electrodo positivo, así como selectivamente el aglutinante para un electrodo positivo y el agente conductor de electrodo positivo esté en un intervalo del 60 % en peso al 95 % en peso, preferiblemente del 70 % en peso al 95 % en peso, y más preferiblemente del 70 % en peso al 90 % en peso.

Además, el electrodo negativo, por ejemplo, puede prepararse recubriendo un colector de electrodo negativo con una suspensión de material activo de electrodo negativo que incluye un material activo de electrodo negativo, un aglutinante para un electrodo negativo, un agente conductor de electrodo negativo y un disolvente. Puede usarse un propio colector de corriente metálico como electrodo negativo.

El colector de electrodo negativo generalmente tiene un grosor de 3 μm a 500 μm . El colector de electrodo negativo no está particularmente limitado siempre que tenga una alta conductividad sin provocar cambios químicos adversos en la batería y, por ejemplo, cobre, acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio, carbón cocido, cobre o acero inoxidable con superficie tratada con uno de carbono, níquel, titanio, plata o similar, una aleación de aluminio-cadmio o similar. Además, de manera similar al colector de electrodo positivo, el colector de electrodo negativo puede tener una rugosidad superficial fina para mejorar la fuerza de unión con el material activo de electrodo negativo, y el colector de electrodo negativo puede usarse en diversas formas tales como una película, una lámina, una hoja, una red, un cuerpo poroso, un cuerpo de espuma, un cuerpo de material textil no tejido y similares.

El material activo de electrodo negativo puede incluir al menos un material activo de electrodo negativo seleccionado del grupo que consiste en grafito natural, grafito artificial, un material carbonoso; óxido compuesto de titanio que contiene litio (LTO); metales (Me) tales como silicio (Si), estaño (Sn), litio (Li), zinc (Zn), Mg, cadmio (Cd), cerio (Ce), níquel (Ni) o Fe; aleaciones que se componen de metales (Me); óxidos (MeOx) de los metales (Me); y compuestos de metales (Me) y carbono.

El material activo de electrodo negativo puede incluirse en una cantidad del 60 % en peso al 98 % en peso,

preferiblemente del 70 % en peso al 98 % en peso, y más preferiblemente del 80 % en peso al 98 % en peso basándose en un peso total de un contenido sólido excluyendo el disolvente en la suspensión de material activo de electrodo negativo.

- 5 Dado que el aglutinante para un electrodo, el agente conductor de electrodo y el disolvente son los mismos que los descritos anteriormente, se omitirán descripciones detalladas de los mismos.

10 Una película polimérica porosa típica usada como separador típico, por ejemplo, una película polimérica porosa preparada a partir de un polímero a base de poliolefina, tal como un homopolímero de etileno, un homopolímero de propileno, un copolímero de etileno-buteno, un copolímero de etileno-hexeno y un copolímero de etileno-metacrilato puede usarse sola o en una laminación con la misma como separador. Además, puede usarse un material textil no tejido poroso típico, por ejemplo, un material textil no tejido formado por fibras de vidrio o fibras de poli(tereftalato de etileno) de alto punto de fusión, pero la presente invención no se limita a las mismas.

15 A continuación en el presente documento, la presente invención se describirá con detalle, según ejemplos específicos. Sin embargo, los siguientes ejemplos se presentan simplemente para ejemplificar la presente invención, y el alcance de la presente invención no se limita a los mismos. Será evidente para los expertos en la técnica que son posibles diversas modificaciones y alteraciones dentro del alcance de la presente invención. Tales modificaciones y alteraciones se sitúan dentro del alcance de las reivindicaciones incluidas en el presente documento.

Ejemplos

1. Ejemplo 1

25 (1) Preparación de electrolito líquido para batería secundaria de litio

Después de añadir el 0,05 % en peso del primer oligómero (peso molecular promedio en peso (Mw): 3.000 g/mol) representado por la fórmula 1b-1 y el 0,45 % en peso del segundo oligómero (peso molecular promedio en peso (Mw): 3.000 g/mol) representado por la fórmula 2b-1 a un disolvente orgánico que incluía carbonato de etileno (EC) y carbonato de dimetilo (DMC) en una razón en volumen de 1:9, se preparó un electrolito líquido para una batería secundaria de litio añadiendo LiPF_6 de modo que una concentración de LiPF_6 era de 2 M.

35 (2) Preparación de electrodo positivo

Se mezclaron un material activo de electrodo positivo ($\text{Li}(\text{Ni}_{0,8}\text{Co}_{0,1}\text{Mn}_{0,1})\text{O}_2$, NCM811), un agente conductor (nanotubos de carbono tipo haz) y un aglutinante (poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF)) en N-metil-2-pirrolidona (NMP), como disolvente, en una razón en peso de 97,7:0,3:2 para preparar una suspensión de material activo de electrodo positivo. Se recubrió un colector de electrodo positivo de 20 μm de grosor (película delgada de aluminio (Al)) con la suspensión de material activo de electrodo positivo, se secó y se presionó con rodillo para preparar un electrodo positivo.

(3) Preparación de electrodo negativo

45 Se mezclaron un material activo de electrodo negativo (grafito (AGP8)), un agente conductor (negro de humo) y un aglutinante (poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF)) en agua destilada, como disolvente, en una razón en peso de 97:0,5:2,5 para preparar una suspensión de material activo de electrodo negativo. Se recubrió un colector de electrodo negativo de 10 μm de grosor (película delgada de cobre (Cu)) con la suspensión de material activo de electrodo negativo, se secó y se presionó con rodillo para preparar un electrodo negativo.

50 (4) Preparación de la batería secundaria de litio

Después de preparar un conjunto de electrodos apilando secuencialmente el electrodo positivo y el electrodo negativo preparados mediante los métodos descritos anteriormente con una película de polietileno porosa, como separador, en el orden de electrodo positivo/separador/electrodo negativo, se acomodó el conjunto de electrodos en una carcasa de batería secundaria de tipo bolsa, y el electrolito líquido para una batería secundaria de litio se inyectó en la carcasa de batería secundaria de tipo bolsa para preparar una batería secundaria de litio.

2. Ejemplo 2

60 Se prepararon un electrolito líquido para una batería secundaria de litio y una batería secundaria de litio de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto que se añadió el 0,2 % en peso del primer oligómero y el 0,3 % en peso del segundo oligómero cuando se preparó el electrolito para una batería secundaria de litio.

65

3. Ejemplo 3

(1) Preparación de composición para electrolito polimérico en gel para batería secundaria de litio

Después de añadir el 0,5 % en peso del primer oligómero (peso molecular promedio en peso (Mw): 3.000 g/mol) representado por la fórmula 1b-1 y el 4,5 % en peso del segundo oligómero (peso molecular promedio en peso (Mw): 3.000 g/mol) representado por la fórmula 2b-1 a un disolvente orgánico que incluía carbonato de etileno (EC) y carbonato de dimetilo (DMC) en una razón en volumen de 1:9, se preparó una composición para un electrolito polimérico en gel para una batería secundaria de litio mediante añadiendo LiPF_6 de modo que la concentración de LiPF_6 era de 2 M, y añadiendo el 0,4 % en peso de 2,2'-azobis(isobutironitrilo) (AIBN), como iniciador de polimerización, basándose en el peso total de la primera y segunda mezcla de oligómeros.

(2) Electrolito polimérico en gel para batería secundaria de litio y preparación de batería secundaria de litio

Después de preparar un electrodo positivo y uno negativo de la misma manera que en el ejemplo 1, se preparó un conjunto de electrodos apilando secuencialmente el electrodo positivo y el electrodo negativo así preparados con un separador, el conjunto de electrodos se acomodó en una batería secundaria de tipo bolsa. En este caso, la composición para un electrolito polimérico en gel para una batería secundaria de litio según el ejemplo 3 se inyectó en la carcasa de la batería secundaria de tipo bolsa, y luego la carcasa de la batería secundaria de tipo bolsa se almacenó a 25 °C durante 3 días (envejecimiento a temperatura ambiente). Después de eso, la carcasa de batería secundaria de tipo bolsa se almacenó a 60 °C durante 24 horas (curando la composición para un electrolito polimérico en gel) para preparar una batería secundaria de litio en la que se formó el electrolito polimérico en gel para una batería secundaria de litio.

4. Ejemplo 4

Se prepararon un electrolito polimérico en gel para una batería secundaria de litio y una batería secundaria de litio de la misma manera que en el ejemplo 3 excepto que se añadió el 0,15 % en peso del primer oligómero y el 2,85 % en peso del segundo oligómero cuando se añadió una composición para un polímero en gel. Se preparó electrolito para una batería secundaria de litio.

[Ejemplos comparativos]

1. Ejemplo comparativo 1

Se preparó un electrolito líquido para una batería secundaria de litio y una batería secundaria de litio de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que no se añadieron ni el primer oligómero ni el segundo oligómero a un disolvente orgánico que incluye carbonato de etileno (EC) y carbonato de etilmetilo (EMC) a una razón en volumen de 3:7, y se añadió LiPF_6 de modo que la concentración del LiPF_6 fue de 1,2 M cuando se preparó el electrolito líquido para una batería secundaria de litio.

2. Ejemplo comparativo 2

Intentó prepararse un electrolito líquido para una batería secundaria de litio de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se añadió LiPF_6 de modo que la concentración del LiPF_6 fue de 5,5 M cuando se preparó el electrolito líquido para una batería secundaria de litio pero, dado que el LiPF_6 no estaba lo suficientemente disuelto en el electrolito, puede no prepararse el electrolito líquido para una batería secundaria de litio.

3. Ejemplo comparativo 3

Se preparó un electrolito líquido para una batería secundaria de litio y una batería secundaria de litio de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se añadió LiPF_6 de modo que la concentración del LiPF_6 fue de 1 M cuando se preparó el electrolito líquido para una batería secundaria de litio.

4. Ejemplo comparativo 4

Se preparó un electrolito líquido para una batería secundaria de litio y una batería secundaria de litio de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que no se añadieron ni el primer oligómero ni el segundo oligómero cuando se preparó el electrolito líquido para una batería secundaria de litio.

5. Ejemplo comparativo 5

Se preparó un electrolito líquido para una batería secundaria de litio y una batería secundaria de litio de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se añadió el 0,5 % en peso del primer oligómero solo cuando se preparó el electrolito líquido para una batería secundaria de litio.

6. Ejemplo comparativo 6

Se preparó un electrolito líquido para una batería secundaria de litio y una batería secundaria de litio de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se añadieron el 0,5 % en peso del segundo oligómero solo cuando se preparó el electrolito líquido para una batería secundaria de litio.

7. Ejemplo comparativo 7

Se preparó un electrolito polimérico en gel para una batería secundaria de litio y una batería secundaria de litio de la misma manera que en el ejemplo 3 excepto que se añadió el 5 % en peso del primer oligómero solo cuando se preparó una composición para un electrolito polimérico en gel para una batería secundaria de litio.

8. Ejemplo comparativo 8

Se preparó un electrolito polimérico en gel para una batería secundaria de litio y una batería secundaria de litio de la misma manera que en el ejemplo 3 excepto que se añadió el 5 % en peso del segundo oligómero solo cuando se preparó una composición para un electrolito polimérico en gel para una batería secundaria de litio.

[Ejemplos experimentales]

1. Ejemplo experimental 1: evaluación de la tensión superficial

Se midieron las tensiones superficiales de los electrolitos para una batería secundaria de litio, que se prepararon en los ejemplos 1 y 2 y los ejemplos comparativos 1 a 6. La tensión superficial se midió repetidamente tres veces o más mediante un método de anillo de Du Nouy usando un TENSÍOMETRO. Las tensiones superficiales medidas se presentan en la tabla 1 a continuación.

[Tabla 1]

	Tensión superficial (mN/m)
Ejemplo 1	26,7
Ejemplo 2	24,2
Ejemplo comparativo 1	30,8
Ejemplo comparativo 2	No medible
Ejemplo comparativo 3	25,5
Ejemplo comparativo 4	34
Ejemplo comparativo 5	23,2
Ejemplo comparativo 6	31,9

Con referencia a la tabla 1, puede confirmarse que las tensiones superficiales de los ejemplos fueron relativamente más bajas que las de los ejemplos comparativos. Con respecto a los ejemplos comparativos 3 y 5, puede confirmarse que las tensiones superficiales se mantuvieron a niveles similares en comparación con las de los ejemplos, pero las capacidades iniciales fueron menores que las de los ejemplos tal como se describirá a continuación.

2. Ejemplo experimental 2: medición de la conductividad iónica

Se midieron las conductividades iónicas de los electrolitos para una batería secundaria de litio, que se prepararon en los ejemplos 1 a 4 y los ejemplos comparativos 1 a 8.

Con respecto a los ejemplos 1 y 2 y los ejemplos comparativos 1 a 6, las conductividades iónicas a temperatura ambiente (25 °C) y baja temperatura (0 °C) se midieron usando un medidor de conductividad iónica tipo sonda (sonda: InLab 731, modelo: S470, fabricante: Mettler Toledo).

Se recubrió un sustrato de vidrio conductor de tipo banda con cada una de las composiciones para un electrolito polimérico en gel para una batería secundaria de litio que se prepararon en los ejemplos 3 y 4 y los ejemplos comparativos 7 y 8, se curó térmicamente a 65 °C durante 5 horas y luego se secó suficientemente. Posteriormente, después de recubrir cada una de las películas con un electrodo circular de platino (Pt) de 1 mm de diámetro mediante un método de pulverización catódica en atmósfera de argón, se midieron las conductividades iónicas a temperatura ambiente (25 °C) y baja temperatura (0 °C) usando un método de impedancia de corriente alterna. Las conductividades iónicas se midieron en un intervalo de frecuencia de 0,1 Hz a 100 MHz usando un instrumento de medición VMP3 y 4294^a. Las conductividades iónicas medidas se presentan en la tabla 2 a continuación.

[Tabla 2]

	Conductividad iónica a temperatura ambiente (25 °C, mS/cm)	Conductividad iónica a baja temperatura (0 °C, mS/cm)
Ejemplo 1	10,8	7
Ejemplo 2	10,2	6,8
Ejemplo 3	9,2	6,3
Ejemplo 4	9,0	6,3
Ejemplo comparativo 1	8,7	3,9
Ejemplo comparativo 2	No medible	No medible
Ejemplo comparativo 3	7,6	No medible
Ejemplo comparativo 4	10	5,2
Ejemplo comparativo 5	10,5	4,7
Ejemplo comparativo 6	11,2	6,5
Ejemplo comparativo 7	9,2	5,9
Ejemplo comparativo 8	9,0	6,1

- 5 Con referencia a la tabla 2, puede confirmarse que las conductividades iónicas a temperatura ambiente de los ejemplos se mantuvieron en niveles superiores o similares a las de los ejemplos comparativos. Con respecto a las conductividades iónicas a baja temperatura, puede confirmarse que los ejemplos tenían valores más altos. Dado que el electrolito del ejemplo comparativo 3 comenzó a congelarse a baja temperatura, puede confirmarse que fue difícil medir la conductividad iónica a baja temperatura.

10

3. Ejemplo experimental 3: capacidad inicial y medición de resistencia

- Después de realizar la formación en cada una de las baterías secundarias de litio preparadas en los ejemplos 1 a 4 y los ejemplos comparativos 1 a 8 a una corriente de 14 mA (tasa de 0,1 C), se repitió 3 veces la carga de corriente constante/tensión constante (CC/CV) a 47 mA (0,33 C, límite de 0,05 C) a 4,2 V y la descarga CC a 47 mA (0,33 C) a 3 V. En este caso, se midió la 3ª capacidad de descarga como capacidad inicial.

15

- Después de la medición de la capacidad inicial, se registró una caída de tensión generada cuando cada una de las baterías secundarias de litio completamente cargadas se descargó a una corriente de 350 mA (2,5 C) durante 10 segundos a temperatura ambiente (25 °C), y se midió un valor de resistencia DC calculado usando $R=V/I$ (ley de Ohm) como resistencia inicial. En este caso, los resultados de las capacidades iniciales medidas y las resistencias iniciales se presentan en la tabla 3 a continuación.

20

[Tabla 3]

25

	Capacidad inicial (Ah)	Resistencia inicial (Ohm)
Ejemplo 1	2,02	39
Ejemplo 2	2,00	40
Ejemplo 3	2,02	44
Ejemplo 4	2,02	43
Ejemplo comparativo 1	1,99	42
Ejemplo comparativo 2	No medible	No medible

Ejemplo comparativo 3	No medible	No medible
Ejemplo comparativo 4	1,96	48
Ejemplo comparativo 5	1,88	60
Ejemplo comparativo 6	1,95	55
Ejemplo comparativo 7	1,75	61
Ejemplo comparativo 8	1,93	49

Con referencia a la tabla 3, puede confirmarse que las capacidades iniciales de los ejemplos fueron mayores que las de los ejemplos comparativos.

5 4. Ejemplo experimental 4: evaluación de la retención de capacidad de la batería a temperatura ambiente

Después de realizar la formación en cada una de las baterías secundarias de litio preparadas en los ejemplos 1 a 4 y los ejemplos comparativos 1 a 8 a una corriente de 14 mA (tasa de 0,1 C), la capacidad de descarga en este caso se estableció como capacidad inicial. Después de eso, se realizaron 200 veces la carga CC/CV a 47 mA (0,33 C, límite de 0,05 C) a 4,2 V y la descarga CC a 47 mA (0,33 C) a 3 V a temperatura ambiente (25 °C), respectivamente. Después de eso, se compararon la 200ª capacidad de descarga y la capacidad inicial para calcular la retención de capacidad a temperatura ambiente, y los resultados de los mismos se presentan en la tabla 4.

[Tabla 4]

	Retención de capacidad a temperatura ambiente (%)
Ejemplo 1	92
Ejemplo 2	92
Ejemplo 3	95
Ejemplo 4	96
Ejemplo comparativo 1	88
Ejemplo comparativo 2	No medible
Ejemplo comparativo 3	No medible
Ejemplo comparativo 4	87
Ejemplo comparativo 5	88
Ejemplo comparativo 6	88
Ejemplo comparativo 7	74
Ejemplo comparativo 8	92

Con referencia a la tabla 4, puede confirmarse que las retenciones de capacidad a temperatura ambiente de los ejemplos fueron iguales o superiores a las de los ejemplos comparativos. En este caso, dado que las capacidades iniciales de los ejemplos fueron mayores que las de los ejemplos comparativos, puede confirmarse que los ejemplos pueden mantener capacidades mayores a tasas de retención más altas.

5. Ejemplo experimental 5: evaluación de seguridad a alta temperatura (prueba de caja caliente)

Se realizaron pruebas en las que las baterías secundarias de litio preparadas en los ejemplos 1 a 4 y los ejemplos comparativos 1 a 8 se cargaron completamente hasta un estado de carga (SOC) del 100 % y luego las baterías secundarias de litio se dejaron en reposo respectivamente a 150 °C durante 4 horas para confirmar la presencia de encendido y hora de inicio del encendido. Los resultados de los mismos se presentan en la tabla 5 a continuación.

[Tabla 5]

	Presencia de encendido	Hora de inicio del encendido (minutos)
Ejemplo 1	×	
Ejemplo 2	×	
Ejemplo 3	×	

Ejemplo 4	×	
Ejemplo comparativo 1	○	10 <
Ejemplo comparativo 2	No medible	No medible
Ejemplo comparativo 3	No medible	No medible
Ejemplo comparativo 4	○	60
Ejemplo comparativo 5	×	
Ejemplo comparativo 6	×	
Ejemplo comparativo 7	×	
Ejemplo comparativo 8	○	90

Con referencia a la tabla 5, puede confirmarse que el encendido no se produjo en todos los ejemplos.

6. Ejemplo experimental 6: medición de las propiedades mecánicas

Cada una de las composiciones para un electrolito polimérico en gel para una batería secundaria de litio, que se prepararon en los ejemplos 3 y 4 y los ejemplos comparativos 7 y 8, se recubrieron sobre un sustrato a 65 °C, se curaron térmicamente durante 5 horas y luego se secaron suficientemente para formar un electrolito polimérico en gel. Después de eso, se midió el módulo de elasticidad para cada uno de los electrolitos del polímero en gel en un intervalo de frecuencia de 0,1 Hz a 10 Hz usando un reómetro rotacional (DHR2). Los resultados medidos se presentan en la tabla 6 a continuación.

[Tabla 6]

	Módulo (Pa)
Ejemplo 3	12.000
Ejemplo 4	10.000
Ejemplo comparativo 7	7.000
Ejemplo comparativo 8	1.500

Con referencia a la tabla 6, puede confirmarse que las resistencias mecánicas de los electrolitos poliméricos en gel de los ejemplos también fueron mejores que las de los ejemplos comparativos.

REIVINDICACIONES

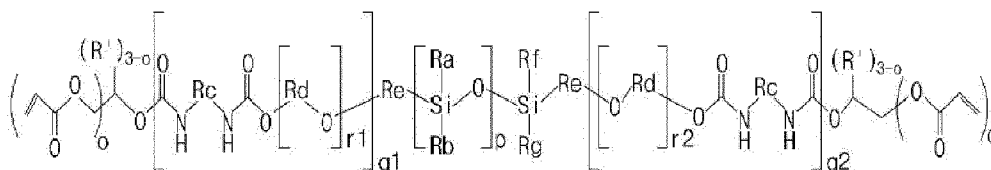
1. Electrolito para una batería secundaria de litio, comprendiendo el electrolito:

5 una sal de litio presente en una concentración de 1,6 M a 5 M;

una mezcla de oligómeros que incluye un primer oligómero representado por la fórmula 1a o la fórmula 1b y un segundo oligómero representado por la fórmula 2a o la fórmula 2b; y

10 un disolvente orgánico:

[Fórmula 1a]



15 en la que, en la fórmula 1a,

Ra, Rb, Rf y Rg son cada uno independientemente hidrógeno o un grupo alquilo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono,

20 Rc es un grupo hidrocarburo alifático o un grupo hidrocarburo aromático,

Rd y Re son cada uno independientemente un grupo alquileo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono,

R' es hidrógeno o un grupo alquilo que tiene 1 a 3 átomos de carbono,

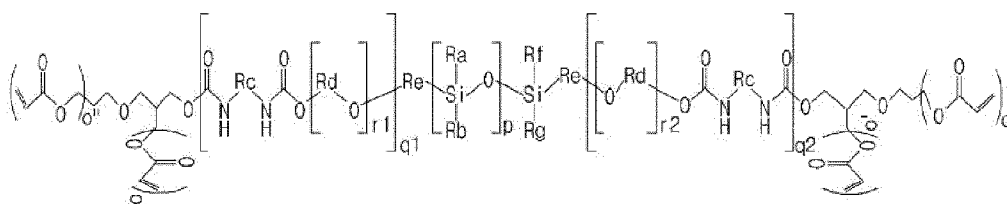
25 o es un número entero de 1 a 3,

p es un número entero de 1 a 50,

30 q1 y q2 son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15, y

r1 y r2 son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15;

[Fórmula 1b]



35 en la que, en la fórmula 1b,

40 Ra, Rb, Rf y Rg son cada uno independientemente hidrógeno o un grupo alquilo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono,

Rc es un grupo hidrocarburo alifático o un grupo hidrocarburo aromático,

Rd y Re son cada uno independientemente un grupo alquileo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono,

45 o' es un número entero de 1 a 2,

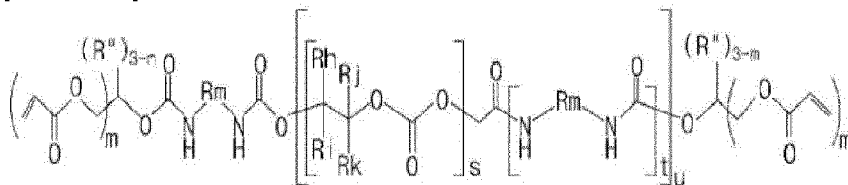
o'' es un número entero de 1 a 3,

50 p es un número entero de 1 a 50,

q1 y q2 son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15, y

r1 y r2 son cada uno independientemente un número entero de 1 a 15;

[Fórmula 2a]



en la que, en la fórmula 2a,

R_h, R_i, R_j y R_k son cada uno independientemente hidrógeno o un grupo alquilo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono,

R_m es un grupo hidrocarburo alifático o un grupo hidrocarburo aromático,

R'' es hidrógeno o un grupo alquilo que tiene 1 a 3 átomos de carbono,

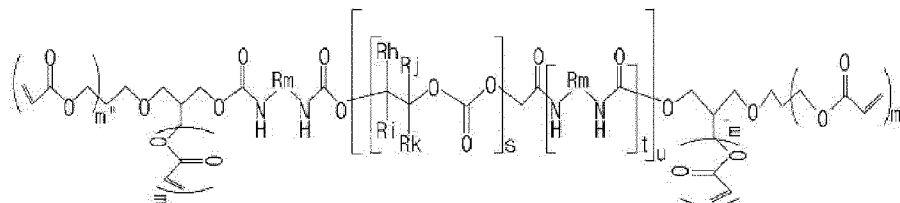
m es un número entero de 1 a 3,

s es un número entero de 1 a 50,

t es un número entero de 1 a 20, y

u es un número entero de 1 a 10;

[Fórmula 2b]



en la que, en la fórmula 2b,

R_h, R_i, R_j y R_k son cada uno independientemente hidrógeno o un grupo alquilo que tiene de 1 a 5 átomos de carbono,

R_m es un grupo hidrocarburo alifático o un grupo hidrocarburo aromático,

m' es un número entero de 1 a 2,

m'' es un número entero de 1 a 3,

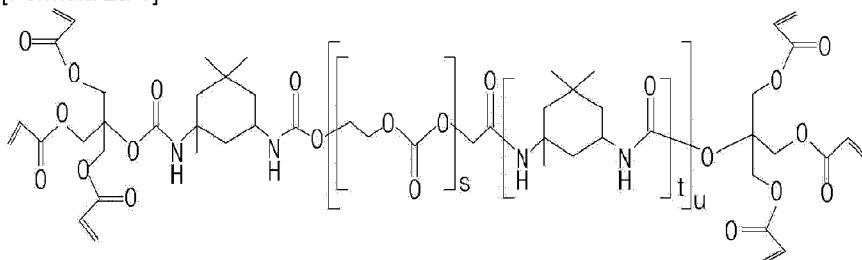
s es un número entero de 1 a 50,

t es un número entero de 1 a 20, y

u es un número entero de 1 a 10.

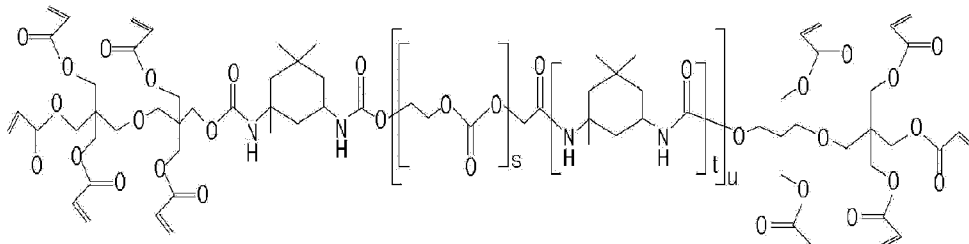
- Electrolito para una batería secundaria de litio según la reivindicación 1, en el que el segundo oligómero es un oligómero representado por la fórmula 2a-1 o la fórmula 2b-1:

[Fórmula 2a-1]



en la que, en la fórmula 2a-1, s es un número entero de 1 a 50, t es un número entero de 1 a 20, y u es un número entero de 1 a 10;

[Fórmula 2b-1]

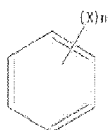


en la que, en la fórmula 2b-1, s es un número entero de 1 a 50, t es un número entero de 1 a 20, y u es un número entero de 1 a 10.

3. Electrolito para una batería secundaria de litio según la reivindicación 1, en el que la concentración de la sal de litio está en el intervalo de 1,6 M a 4 M.
4. Electrolito para una batería secundaria de litio según la reivindicación 1, en el que la concentración de la sal de litio está en el intervalo de 1,6 M a 3 M.
5. Electrolito para una batería secundaria de litio según la reivindicación 1, que comprende además un compuesto de benceno halogenado representado por la fórmula 3,

en el que el compuesto de benceno halogenado representado por la fórmula 3 está presente en una cantidad de 0,01 partes en peso o más a menos de 50 partes en peso basándose en 100 partes en peso del electrolito para una batería secundaria de litio:

[Fórmula 3]



en la que, en la fórmula 3, X es al menos un elemento de halógeno seleccionado del grupo que consiste en flúor (F), cloro (Cl) y bromo (Br), y n es un número entero de 1 a 3.

6. Electrolito para una batería secundaria de litio según la reivindicación 1, en el que el electrolito para una batería secundaria de litio es un electrolito líquido.
7. Electrolito para una batería secundaria de litio según la reivindicación 6, en el que la mezcla de oligómeros está presente en una cantidad de 0,01 partes en peso a 1 parte en peso basándose en 100 partes en peso del electrolito para una batería secundaria de litio.
8. Electrolito para una batería secundaria de litio según la reivindicación 6, en el que el primer oligómero y el segundo oligómero están presentes en una razón en peso de (1 a 50):(50 a 99) en la mezcla de oligómeros.
9. Electrolito para una batería secundaria de litio según la reivindicación 1, en el que el electrolito para una batería secundaria de litio es un electrolito polimérico en gel.

10. Electrolito para una batería secundaria de litio según la reivindicación 9, en el que la mezcla de oligómeros está presente en una cantidad de 2 partes en peso a 10 partes en peso basándose en 100 partes en peso del electrolito para una batería secundaria de litio.
- 5 11. Electrolito para una batería secundaria de litio según la reivindicación 9, en el que el primer oligómero y el segundo oligómero se incluyen en una razón en peso de (1 a 30):(70 a 99) en la mezcla de oligómeros.
12. Electrolito para una batería secundaria de litio según la reivindicación 9, que comprende además un iniciador de polimerización.