

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 995 042**

51 Int. Cl.:

H01M 50/403	(2011.01) C08K 5/17	(2006.01)
H01M 50/414	(2011.01) C08K 5/23	(2006.01)
H01M 50/446	(2011.01)	
H01M 50/449	(2011.01)	
H01M 50/489	(2011.01)	
H01M 50/494	(2011.01)	
C08J 5/18	(2006.01)	
C08J 7/04	(2010.01)	
C08K 5/00	(2006.01)	
C08K 5/14	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.04.2019 PCT/KR2019/004477**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **17.10.2019 WO19199137**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2019 E 19785657 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2024 EP 3663337**

54 Título: **Método para mejorar las propiedades de un separador a través de reticulación mediante tratamiento posterior y separador obtenido de ese modo**

30 Prioridad:

13.04.2018 KR 20180043356
12.04.2019 KR 20190042803

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.02.2025

73 Titular/es:

LG ENERGY SOLUTION, LTD. (100.00%)
Tower 1, 108, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 07335, KR

72 Inventor/es:

KIM, YOUNG BOK;
KIM, MIN JI;
NAM, KWAN WOO y
LEE, JE AN

74 Agente/Representante:

QUIRÓS MARÍN, María

ES 2 995 042 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

Método para mejorar las propiedades de un separador a través de reticulación mediante tratamiento posterior y separador obtenido de ese modo

Campo técnico

La presente invención se refiere a un método para mejorar las propiedades físicas de un separador por reticulación mediante tratamiento posterior. Particularmente, esta invención se refiere a un método que comprende formar sitios reticulables sobre una molécula de aglutinante a través de tratamiento posterior de un separador completado que incluye un sustrato de olefina o ningún sustrato de olefina, y reticular los sitios reticulables para mejorar las propiedades de aislamiento y las propiedades mecánicas del separador. El separador puede usarse para baterías, y particularmente para baterías secundarias.

Antecedentes de la técnica

Con las recientes tendencias hacia la reducción del peso y el aumento de la funcionalidad de los dispositivos portátiles, tales como teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles, ordenadores de tipo tableta y máquinas de juegos portátiles, está aumentando la demanda de una batería secundaria que sirva como fuente de alimentación de accionamiento de los mismos. En el pasado, se han usado baterías de níquel-cadmio, níquel-hidrógeno y níquel-zinc, pero actualmente se usan con mayor frecuencia baterías secundarias de litio, que tienen alta tensión de funcionamiento y alta densidad de energía por unidad de peso.

La demanda de baterías secundarias de litio ha aumentado con el crecimiento de mercados relacionados con el mercado de dispositivos portátiles. Las baterías secundarias de litio también han llegado a usarse como fuentes de alimentación para vehículos eléctricos (EV) y vehículos híbridos eléctricos (HEV).

Una batería secundaria de litio está configurada de manera que un conjunto de electrodos que tiene una estructura de electrodo positivo/separador/electrodo negativo, que puede cargarse y descargarse, está montado en una carcasa de batería. Cada uno del electrodo positivo y el electrodo negativo se fabrica aplicando una suspensión que incluye un material activo de electrodo a una superficie o ambas superficies de un colector de corriente metálico, secando la suspensión, y laminando el colector de corriente metálico que tiene la suspensión seca aplicada al mismo.

El separador es uno de los factores más importantes que afectan al rendimiento y a la vida útil de una batería secundaria. El separador debe aislar eléctricamente el electrodo positivo y el electrodo negativo entre sí y debe permitir que una disolución electrolítica pase sin problemas a través del separador. Además, es deseable que el separador muestre una alta resistencia mecánica y estabilidad a alta temperatura.

Se han realizado diversos intentos para aumentar la resistencia de aislamiento y la resistencia mecánica del separador. En el caso de una batería de iones de litio, un fenómeno de baja tensión debido a la autodescarga supone un problema, y una baja resistencia de aislamiento del separador es una causa importante.

La patente estadounidense n.º 8883354 divulga una capa de polímero microporosa que comprende partículas de boehmita de aluminio modificadas orgánicamente y un polímero orgánico. Sin embargo, existe el problema de que muestra una alta tasa de defectos en el procedimiento debido a una resistencia mecánica deficiente.

La publicación de solicitud de patente coreana n.º 2016-0140211 se refiere a un electrolito para una batería de litio, y a un electrodo negativo y a una batería de litio que incluyen el mismo, y divulga una capa intermedia que comprende un electrolito y un electrolito sólido entre un electrodo positivo y el electrodo negativo y que actúa como separador. El electrolito se interpone entre el electrodo positivo y el electrodo negativo o puede comprender el separador, lo que corresponde a la presente invención. Existe una diferencia con respecto a la presente invención de que se dispersa un material compuesto de nanopartículas con superficie modificada en un copolímero de bloque.

La publicación de solicitud de patente coreana n.º 2012-0093772 divulga un separador que comprende un aglutinante que incluye un grupo amina y una capa de recubrimiento de separador que incluye el mismo; y una unidad monomérica que tiene un grupo funcional reticulable. Sin embargo, este documento de patente no divulga una etapa específica de añadir una disolución que incluye una sustancia básica o una sustancia que tiene un grupo amina.

Journal of Power Sources 144(1):238-243, junio de 2005, divulga una reticulación de PVdF-HFP/PEGDMA (dimetacrilato de polietilenglicol). Sin embargo, este documento no de patente no divulga la aplicación del PVdF-HFP/PEGDMA a un separador, sino que se aplica sólo a un electrolito polimérico.

J Appl Electrochem 46:69, 2016, divulga nanopartículas de boehmita y un polímero de poli(fluoruro de vinilideno) como separadores para baterías secundarias de litio. Sin embargo, este documento no de patente menciona que es

inadecuado para su aplicación a un procedimiento de ensamblaje de celdas de batería, que tiene un alto esfuerzo.

Journal of Membrane Science, (471) 103, 2014, divulga una película cerámica porosa basada en aluminato de magnesio como separador para una batería secundaria de litio que tiene flexibilidad y estabilidad térmica. Sin embargo, este documento no de patente no divulga un método para mejorar la resistencia.

RSC Adv., 6, 102762-102772, 2016, se refiere a un método para mejorar las propiedades físicas de un separador de ósmosis directa y se refiere a un separador de material compuesto de película delgada (TFC) en el que se acoplan m-fenilendiamina (MPD) y cloruro de trimesoilo (TMC) con un soporte de PVDF electrohilado. El soporte de PVDF electrohilado se trató con trietilamina (TEA) con el fin de aumentar la hidrofilia y similares del soporte de PVDF electrohilado.

J. Appl. Polym. Sci. 8, 1415, 1964, divulga un mecanismo de reticulación mediante tratamiento posterior de un separador. Colloids and surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 297, 267, 2007, divulga el efecto de mejorar las propiedades mecánicas de un separador reticulado. "Effect of crosslinking on the electrical properties of LDPE and its lightning impulse ageing characteristics", International Symposium on High Voltage Engineering, Hannover, Alemania, 22 de Agosto de 2011, divulga que se mejoran las propiedades aislantes de un separador reticulado.

Mientras tanto, un método convencional para mejorar las propiedades de un separador es añadiendo medios o procedimientos adicionales durante el procedimiento de fabricación del separador. Sin embargo, todavía no se ha sugerido un método para mejorar las propiedades físicas de un separador a través del tratamiento posterior de un separador ya fabricado.

El documento KR 10-2016-0022619 divulga un método que comprende deshidrogenar un polímero hidrófilo que contiene un grupo hidroxilo, hacer reaccionar el polímero hidrófilo deshidrogenado con un monómero para obtener un polímero hidrófilo que tiene un grupo hidrófilo unido al sitio de deshidrogenación, poner en contacto un agente de reticulación con un separador, y formar una capa de recubrimiento hidrófila sobre la superficie del separador poniendo en contacto el polímero hidrófilo con el separador.

Divulgación

Problema técnico

La presente invención se ha realizado en vista de los problemas anteriores, y un objeto de la presente invención es proporcionar un método para mejorar las propiedades físicas de un separador, que sea capaz de aumentar el aislamiento, la resistencia a la tracción y el alargamiento. Particularmente, la presente invención se caracteriza porque se aplica a un separador ya fabricado.

Solución técnica

En un primer aspecto de la presente invención, los anteriores y otros objetos pueden lograrse mediante la provisión de un método para mejorar las propiedades físicas de un separador a través de tratamiento posterior, que comprende las etapas de a) preparar un separador que tiene una capa que comprende un aglutinante sobre un sustrato que comprende un sustrato de poliolefina o ningún sustrato de poliolefina; b) transformar el aglutinante en una parte de acoplamiento reticulable realizando desintercalación de algunos elementos del aglutinante; y c) tratar el separador con un iniciador de reticulación y/o un catalizador de reacción después del tratamiento de la etapa b); en el que, en la etapa b), se forman sitios de reticulación realizando desintercalación de algunos elementos del aglutinante para transformar un enlace sencillo en un doble enlace.

Además del iniciador de reticulación en la etapa c), puede añadirse un agente de reticulación al mismo tiempo.

El separador que tiene la capa de recubrimiento que comprende el aglutinante sobre un sustrato que comprende un sustrato de poliolefina o ningún sustrato de poliolefina puede tener una capa de recubrimiento que comprende un aglutinante sobre un sustrato de poliolefina. Alternativamente, el separador puede no comprender ningún sustrato de poliolefina, y comprender partículas inorgánicas y un aglutinante para su acoplamiento entre las partículas inorgánicas.

Las partículas inorgánicas pueden ser partículas inorgánicas altamente dieléctricas que tienen una constante dieléctrica de 1 o más, partículas inorgánicas que tienen piezoelectricidad, partículas inorgánicas que tienen capacidad de transferencia de iones de litio, alúmina hidratada, o una mezcla de dos o más de las mismas.

Los ejemplos del aglutinante incluyen al menos uno seleccionado de un grupo que consiste en PVdF, TFE, y poliimida.

En la etapa b), puede añadirse una disolución que comprende una sustancia básica o una sustancia que incluye un grupo amina al separador. La sustancia básica o la sustancia que incluye un grupo amina puede ser al menos una

seleccionada de entre óxido de metal alcalino, óxido de metal alcalinotérreo, zeolita, caliza, carbonato de sodio, amoníaco, mono-alquilamina, bi-alquilamina, y tri-alquilamina, en las que el alquilo puede contener de 1 a 10 átomos de carbono.

5 Como iniciador de reticulación, puede usarse un compuesto basado en azo o un compuesto basado en peróxido.

El agente de reticulación puede seleccionarse de diaminoalcanos que tienen de 1 a 15 átomos de carbono. Los ejemplos específicos del diaminoalcano pueden incluir 1,6-diaminohexano y 1,5-diaminopentano.

10 Efectos ventajosos de la invención

El método para mejorar las propiedades físicas de un separador según la presente invención es ventajoso porque es capaz de proporcionar un separador con aislamiento y resistencia a la tracción mejorados en comparación con los separadores convencionales. La presente invención puede aplicarse a un separador que incluye un sustrato de poliolefina o ningún sustrato de poliolefina. En particular, mientras que el método convencional se aplica a un procedimiento para fabricar un separador, la presente invención proporciona un enfoque completamente diferente porque mejora las propiedades físicas de un separador ya fabricado. La presente invención es ventajosa porque no es necesario cambiar la composición ni las condiciones de procedimiento de un separador de producción en serie convencional.

20 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un gráfico que muestra la medición comparativa de la resistencia a la tracción y el alargamiento de un separador GEN1.

La figura 2 es un gráfico que muestra la medición comparativa de la resistencia volumétrica y la resistencia de un separador GEN1.

La figura 3 es un gráfico que muestra la medición comparativa de la resistencia a la tracción y el alargamiento de un separador BA1.

La figura 4 es un gráfico que muestra la medición comparativa de la resistencia volumétrica y la resistencia de un separador BA1.

La figura 5 es un gráfico que muestra la medición comparativa de la resistencia a la tracción y el alargamiento de un separador BA1 tratado después del recubrimiento y durante el recubrimiento.

La figura 6 es un gráfico que muestra la medición comparativa de la resistencia volumétrica y la resistencia de un separador BA1 tratado después del recubrimiento y durante el recubrimiento.

40 Mejor modo

A continuación en el presente documento, se describirá con detalle la presente invención. Cabe señalar que no debe interpretarse que los términos o las expresiones usados en esta memoria descriptiva y las reivindicaciones tienen significados habituales y basados en diccionario, sino que tienen significados y conceptos que coinciden con la idea técnica de la presente invención basándose en el principio de que los inventores pueden definir apropiadamente los conceptos de los términos con el fin de explicar la invención en el mejor método. Por consiguiente, las realizaciones descritas en esta memoria descriptiva son simplemente las realizaciones más preferidas y no cubren todas las ideas técnicas de la presente invención y, por tanto, debe entenderse que puede haber diversas modificaciones capaces de sustituir a las realizaciones en el momento de presentación de la presente solicitud.

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un método para mejorar las propiedades físicas de un separador mediante tratamiento posterior, que comprende las etapas de a) preparar un separador que tiene una capa que comprende un aglutinante sobre un sustrato que incluye un sustrato de poliolefina o ningún sustrato de poliolefina; b) transformar el aglutinante en una parte de acoplamiento reticulable realizando desintercalación de algunos elementos del aglutinante; y c) tratar el separador con un iniciador de reticulación y/o un catalizador de reacción después del tratamiento de la etapa b).

En la etapa b), se forman sitios de reticulación realizando desintercalación de algunos elementos del aglutinante para transformar un enlace sencillo en un doble enlace. Los elementos pueden ser H, F o Cl.

En la etapa b), puede añadirse una disolución que contiene una sustancia básica o una sustancia que incluye un grupo amina al separador.

En la etapa c), además del iniciador de reticulación, puede añadirse selectivamente un agente de reticulación al mismo tiempo.

La etapa c) puede comprender una etapa de acoplar el iniciador de reticulación a la parte de acoplamiento, acoplar entre los aglutinantes en la parte de acoplamiento, formar una reticulación independiente entre los iniciadores de reticulación, acoplar el agente de reticulación a la parte de acoplamiento, o formar una reticulación independiente entre los agentes de reticulación.

Pueden desintercalarse H, F, Cl y similares en los polímeros aglutinantes para formar un doble enlace para transformarse en una parte de acoplamiento reticulable en la etapa b). Puede formarse una reticulación mediante acoplamiento entre los sitios de reticulación formados en la etapa b), pueden acoplarse el iniciador de reticulación, el agente de reticulación y/o el catalizador de reacción inyectados en la etapa c) a los sitios de reticulación, o puede formarse una reticulación independiente entre el iniciador de reticulación y el agente de reticulación.

1) Tipo de separador

El separador que tiene una capa que comprende un aglutinante sobre un sustrato que incluye un sustrato de poliolefina o ningún sustrato de poliolefina puede ser un separador que tiene una capa de recubrimiento que comprende un aglutinante sobre un sustrato de poliolefina, o un separador que no comprende ningún sustrato de poliolefina y que comprende partículas inorgánicas y un aglutinante para su acoplamiento entre las partículas inorgánicas.

El sustrato de poliolefina puede ser polietileno, polipropileno, y similares como sustrato de poliolefina usado en un separador convencional. Los expertos habituales en la técnica conocen bien los detalles técnicos del sustrato de poliolefina, y se omitirá una descripción detallada del mismo.

En una estructura que no incluye ningún sustrato de separador basado en poliolefina, se omite un sustrato de separador convencional, y un separador está fabricado de materiales que constituyen una capa inorgánica. Dado que el separador no incluye ningún sustrato de separador de poliolefina, la resistencia global del separador fabricado únicamente de una capa inorgánica de este tipo es baja. Por consiguiente, existe el problema de que puede dañarse el separador interpuesto entre conjuntos de electrodos, mediante lo cual puede producirse un cortocircuito. El método para mejorar las propiedades físicas de un separador según la presente invención puede aplicarse al separador que no tiene ningún sustrato de separador basado en poliolefina, que ya se ha completado, aumentando de ese modo la resistencia mecánica y las características de aislamiento.

2) Partículas inorgánicas

Las partículas inorgánicas según la presente invención pueden formar espacios vacíos entre las partículas inorgánicas, y de ese modo pueden formar microporos y mantener una forma física como espaciador. Las características físicas de las partículas inorgánicas no cambian generalmente a una temperatura de 200 °C o más.

Las partículas inorgánicas no están particularmente restringidas, siempre que las partículas inorgánicas sean electroquímicamente estables. Dicho de otro modo, las partículas inorgánicas que pueden usarse en la presente invención no están particularmente restringidas siempre que las partículas inorgánicas no se oxiden y/o reduzcan dentro del intervalo de tensión de funcionamiento (por ejemplo, de 0 a 5 V basándose en Li/Li^+) de una batería a la que se le aplican las partículas inorgánicas. Particularmente, en el caso en el que se usen partículas inorgánicas que tienen alta capacidad de transferencia de iones de electrolito, es posible mejorar el rendimiento de un dispositivo electroquímico. Por consiguiente, es preferible que la capacidad de transferencia de iones de electrolito de las partículas inorgánicas sea lo más alta posible. Además, en el caso en el que las partículas inorgánicas tengan alta densidad, puede resultar difícil dispersar las partículas inorgánicas en el momento de formar el separador poroso, y puede aumentar el peso de una batería en el momento de fabricar la batería. Por estos motivos, es preferible que la densidad de las partículas inorgánicas sea baja. Además, en el caso en el que las partículas inorgánicas tengan alta permitividad, puede aumentar el grado de disociación de la sal de electrolito, tal como sal de litio, en un electrolito líquido, mejorando de ese modo la conductividad iónica de la disolución electrolítica.

Por los motivos descritos anteriormente, las partículas inorgánicas pueden ser partículas inorgánicas altamente dieléctricas que tienen una constante dieléctrica de 1 o más, preferiblemente de 10 o más, partículas inorgánicas que tienen piezoelectricidad, partículas inorgánicas que tienen capacidad de transferencia de iones de litio, alúmina hidratada, o una mezcla de dos o más de las mismas.

Los ejemplos de las partículas inorgánicas que tienen una constante dieléctrica de 1 o más pueden incluir SrTiO_3 , SnO_2 , CeO_2 , MgO , NiO , CaO , ZnO , ZrO_2 , Y_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , SiC , o una mezcla de los mismos. Sin embargo, la presente invención no se limita a los mismos.

Las partículas inorgánicas que tienen piezoelectricidad son un material que no es conductor a presión normal pero, cuando se aplica una presión predeterminada al mismo, muestra conductividad debido a un cambio en la estructura interna del mismo. En el caso en el que las partículas inorgánicas tengan un alto valor dieléctrico, por ejemplo, una constante dieléctrica de 100 o más, y las partículas inorgánicas se tensionen o compriman con una presión

predeterminada, se generan cargas eléctricas. Una cara se carga como polo positivo y la otra cara se carga como polo negativo, mediante lo cual se genera una diferencia de potencial entre las dos caras.

En el caso en el que se usan partículas inorgánicas que tienen las características mencionadas anteriormente, puede producirse un cortocircuito en ambos electrodos en el caso de un impacto externo, tal como aplastamiento local o un impacto con un clavo. En este momento, sin embargo, el electrodo positivo y el electrodo negativo pueden no entrar en contacto entre sí de forma directa debido a las partículas inorgánicas recubiertas sobre el separador poroso, y pueden producirse diferencias de potencial en las partículas debido a la piezoelectricidad de las partículas inorgánicas. Por consiguiente, se logra la migración de electrones, concretamente, el flujo de corriente fino, entre los dos electrodos, mediante lo cual se reduce gradualmente la tensión de la batería y, por tanto, puede mejorarse la estabilidad de la batería.

Los ejemplos de las partículas inorgánicas que tienen piezoelectricidad pueden incluir BaTiO_3 , $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ (PZT), $\text{Pb}_{1-x}\text{La}_x\text{Zr}_{1-y}\text{Ti}_y\text{O}_3$ (PLZT), $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ - PbTiO_3 (PMN-PT), hafnia (HfO_2), y una mezcla de los mismos. Sin embargo, la presente invención no se limita a los mismos.

Las partículas inorgánicas que tienen capacidad de transferencia de iones de litio son partículas inorgánicas que contienen elementos de litio y transportan iones de litio sin almacenar litio. Las partículas inorgánicas que tienen capacidad de transferencia de iones de litio pueden transferir y transportar iones de litio debido a una clase de defecto presente en una estructura de partícula. Por consiguiente, puede mejorarse la conductividad de iones de litio en la batería y, por tanto, puede mejorarse el rendimiento de la batería.

Los ejemplos de las partículas inorgánicas que tienen capacidad de transferencia de iones de litio pueden incluir fosfato de litio (Li_3PO_4), fosfato de litio-titanio ($\text{Li}_x\text{Ti}_y(\text{PO}_4)_3$, donde $0 < x < 2$ y $0 < y < 3$), fosfato de litio-aluminio-titanio ($\text{Li}_x\text{Al}_y\text{Ti}_z(\text{PO}_4)_3$, donde $0 < x < 2$, $0 < y < 1$, y $0 < z < 3$), vidrio basado en $(\text{LiAlTiP})_x\text{O}_y$ (donde $0 < x < 4$ y $0 < y < 13$) tal como $14\text{Li}_2\text{O}-9\text{Al}_2\text{O}_3-38\text{TiO}_2-39\text{P}_2\text{O}_5$, titanato de litio-lantano ($\text{Li}_x\text{La}_y\text{TiO}_3$, donde $0 < x < 2$ y $0 < y < 3$), tiosulfato de litio-germanio ($\text{Li}_x\text{Ge}_y\text{P}_z\text{S}_w$, donde $0 < x < 4$, $0 < y < 1$, $0 < z < 1$, y $0 < w < 5$) tal como $\text{Li}_{3,25}\text{Ge}_{0,25}\text{P}_{0,75}\text{S}_4$, nitrato de litio (Li_xN_y , donde $0 < x < 4$ y $0 < y < 2$) tal como Li_3N , vidrio basado en SiS_2 ($\text{Li}_x\text{Si}_y\text{S}_z$, donde $0 < x < 3$, $0 < y < 2$, y $0 < z < 4$) tal como Li_3PO_4 - Li_2S - SiS_2 , vidrio basado en P_2S_5 (Li_xPyS_z , donde $0 < x < 3$, $0 < y < 3$, y $0 < z < 7$) tal como $\text{LiI-Li}_2\text{S-P}_2\text{S}_5$, y una mezcla de los mismos. Sin embargo, la presente invención no se limita a los mismos.

La alúmina hidratada puede clasificarse como alúmina hidratada cristalina o alúmina hidratada de tipo gel dependiendo del método de fabricación de la misma. Los ejemplos de la alúmina hidratada cristalina pueden incluir gibbsita $\gamma\text{-Al}(\text{OH})_3$, bayerita $\text{Al}(\text{OH})_3$, diáspora $\alpha\text{-AlOOH}$, y boehmita $\gamma\text{-AlOOH}$, y la alúmina hidratada de tipo gel puede ser hidróxido de aluminio, que se prepara depositando una disolución acuosa que contiene iones de aluminio usando amoníaco. Preferiblemente, puede usarse boehmita $\gamma\text{-AlOOH}$ como alúmina hidratada de tipo gel.

En el caso en el que se usan juntas las partículas inorgánicas que tienen alta permitividad, las partículas inorgánicas que tienen piezoelectricidad, las partículas inorgánicas que tienen capacidad de transferencia de iones de litio y la alúmina hidratada, pueden mejorarse adicionalmente los efectos obtenidos a través de estos componentes.

El tamaño de cada una de las partículas inorgánicas no está particularmente restringido. Sin embargo, con el fin de formar una película que tenga un grosor uniforme y lograr una porosidad apropiada, cada una de las partículas inorgánicas puede tener un tamaño de $0,001\text{ }\mu\text{m}$ a $10\text{ }\mu\text{m}$. En el caso en el que el tamaño de cada una de las partículas inorgánicas sea inferior a $0,001\text{ }\mu\text{m}$, se reduce la dispersibilidad, lo cual resulta difícil ajustar las propiedades físicas del separador poroso. En el caso en el que el tamaño de cada una de las partículas inorgánicas sea superior a $10\text{ }\mu\text{m}$, se aumenta el grosor de un separador fabricado con el mismo contenido de un cuerpo sólido, mediante lo cual se deterioran las propiedades mecánicas del separador. Además, puede producirse fácilmente un cortocircuito en la batería cuando se carga y descarga la batería debido a poros con un tamaño excesivamente grande.

3) Aglutinante

El aglutinante también puede denominarse habitualmente aglutinante polimérico y puede convertirse en un gel cuando el aglutinante se impregna con una disolución electrolítica líquida, mediante lo cual el aglutinante puede tener una característica de mostrar una alta tasa de impregnación de disolución electrolítica. De hecho, para el polímero aglutinante que tiene una alta tasa de impregnación de disolución electrolítica, una disolución electrolítica inyectada después del montaje de una batería penetra en el polímero, y el polímero impregnado con la disolución electrolítica muestra capacidad de transferencia de iones de electrolito. Además, en comparación con un separador basado en poliolefina hidrófobo convencional, puede mejorarse la humectación del separador poroso en la disolución electrolítica, y es posible usar disoluciones electrolíticas polares para baterías, que ha resultado difícil de usar convencionalmente. Por consiguiente, el aglutinante puede tener un polímero con parámetro de solubilidad de $15\text{ MPa}^{1/2}$ a $45\text{ MPa}^{1/2}$, preferiblemente de $15\text{ MPa}^{1/2}$ a $25\text{ MPa}^{1/2}$ y de $30\text{ MPa}^{1/2}$ a $45\text{ MPa}^{1/2}$. En el caso en el que el parámetro de solubilidad del aglutinante sea inferior a $15\text{ MPa}^{1/2}$ y superior a $45\text{ MPa}^{1/2}$, resulta difícil impregnar el aglutinante con una disolución electrolítica convencional para baterías.

Específicamente, el aglutinante puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en poli(fluoruro de vinilideno), poli(fluoruro de vinilideno)-hexafluoropropileno, poli(fluoruro de vinilideno)-tricloroetileno, poli(fluoruro de vinilideno)-clorotrifluoroetileno, poli(metacrilato de metilo), poli(acrilonitrilo), polivinilpirrolidona, poli(acetato de vinilo), copolímero de etileno-acetato de vinilo, poli(óxido de etileno), acetato de celulosa, acetato-butirato de celulosa, acetato-propionato de celulosa, cianoetil-pululano, cianoetil-poli(alcohol vinílico), cianoetil-celulosa, cianoetil-sacarosa, pululano, carboximetilcelulosa, copolímero de acrilonitrilo-butadieno-estireno, terpolímero de etileno-propileno-dieno (EPDM), EPDM sulfonado, caucho de estireno-butadieno (SBR), TFE, caucho fluorado, y poliimida. Preferiblemente, el aglutinante puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en PVdF, TFE, y poliimida.

4) Sustancia básica o sustancia que tiene un grupo amina

La sustancia básica o la sustancia que tiene un grupo amina es preferiblemente al menos una seleccionada del grupo de entre óxido de metal alcalino, óxido de metal alcalinotérreo, zeolita, caliza, carbonato de sodio, amoníaco, mono-alquilamina, bi-alquilamina, y tri-alquilamina.

5) Iniciador de reticulación

El iniciador de reticulación puede ser un compuesto basado en azo o un compuesto basado en peróxido. Específicamente, el compuesto basado en azo puede ser al menos uno seleccionado de entre 2,2'-azobis(2-metilbutironitrilo), 2,2'-azobis(isobutironitrilo), 2,2'-azobis(2,4-dimetilvaleronitrilo), y 2,2'-azobis(4-metoxi-2,4-dimetilvaleronitrilo). Preferiblemente, el compuesto basado en azo es 2,2'-azobis(isobutironitrilo) (AIBN).

El compuesto basado en peróxido puede ser al menos uno seleccionado de entre peroxineodecanoato de tetrametilbutilo, peroxidicarbonato de bis(4-butilciclohexilo), peroxidicarbonato de di(2-etilhexilo), peroxineodecanoato de butilo, peroxidicarbonato de dipropilo, peroxidicarbonato de diisopropilo, peroxidicarbonato de dietoxietilo, peroxidicarbonato de dietoxihexilo, peroxidicarbonato de hexilo, peroxidicarbonato de dimetoxibutilo, peroxidicarbonato de bis(3-metoxi-3-metoxibutilo), peroxidicarbonato de dibutilo, peroxidicarbonato de dicetilo, peroxidicarbonato de dimiristilo, peroxipivalato de 1,1,3,3-tetrametilbutilo, peroxipivalato de hexilo, peroxipivalato de butilo, peróxido de trimetilhexanoilo, peroxineodecanoato de dimetilhidroxibutilo, peroxineodecanoato de amilo, Atofina, peroxineodecanoato de butilo, peroxineoheptanoato de t-butilo, peroxipivalato de amilo, peroxipivalato de t-butilo, peroxi-2-etilhexanoato de t-amilo, peróxido de lauroilo, peróxido de dilauroilo, peróxido de didecanoilo, peróxido de benzoilo, y peróxido de dibenzoilo.

La cantidad del iniciador de reticulación, el agente de reticulación y/o el catalizador de reacción puede ser superior al 0 % en peso e igual o inferior al 5 % en peso, preferiblemente superior al 0,2 % en peso e igual o inferior al 5 % en peso, más preferiblemente superior al 0,5 % en peso e igual o inferior al 5 % en peso, y lo más preferiblemente superior al 1 % en peso e igual o inferior al 2 % en peso basándose en el peso total de un cuerpo sólido en el separador.

En el caso en el que la cantidad del iniciador de reticulación, el agente de reticulación y/o el catalizador de reacción en el separador sea inferior al límite inferior, no puede realizarse completamente la reticulación.

En la presente invención, el iniciador de reticulación puede reaccionar a una temperatura específica para hacer que el agente de reticulación forme una estructura reticulada. A medida que aumenta la densidad del separador de la presente invención debido a las características de la estructura reticulada, pueden mejorarse las propiedades físicas relacionadas con la rigidez del separador. Por consiguiente, cuando se ve afectada la migración de electrones, puede aumentarse la resistencia de aislamiento.

La temperatura de reacción del iniciador de reticulación puede ser de 40 °C a 150 °C, preferiblemente de 50 °C a 130 °C. La velocidad de reacción del iniciador de reticulación es lenta a temperaturas inferiores al intervalo de temperatura de reacción anterior. El iniciador de reticulación reacciona cuando la temperatura de reacción del iniciador de reticulación alcanza el intervalo de temperatura de reacción anterior, mediante lo cual se forma una estructura con forma de red tridimensional a través de la reticulación.

En el caso en el que la temperatura de reacción del iniciador de reticulación sea inferior a 40 °C, resulta difícil que el iniciador de reticulación realice una reacción de reticulación, lo cual es indeseable. En el caso en el que la temperatura de reacción del iniciador de reticulación sea superior a 150 °C, puede deformarse o puede fundirse el separador convencional, lo cual también es indeseable.

5) Agente de reticulación

El agente de reticulación puede seleccionarse de diaminoalcanos que tienen de 1 a 15 átomos de carbono. Particularmente, el agente de reticulación puede ser al menos uno de 1,6-diaminohexano y 1,5-diaminopentano.

6) Construcción y aplicación del conjunto de electrodos

Un dispositivo electroquímico puede incluir un electrodo positivo, un electrodo negativo, el separador interpuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo, y un electrolito. En este caso, el dispositivo electroquímico puede ser una batería secundaria de litio.

El electrodo positivo puede fabricarse aplicando una mezcla de un material activo de electrodo positivo, un agente conductor y un aglutinante a un colector de corriente de electrodo positivo y secando la mezcla. Puede añadirse adicionalmente una carga a la mezcla según sea necesario.

En general, el colector de corriente de electrodo positivo se fabrica para tener un grosor de 3 μm a 500 μm . El colector de corriente de electrodo positivo no está particularmente restringido, siempre que el colector de corriente de electrodo positivo muestre alta conductividad mientras que el colector de corriente de electrodo positivo no induzca ningún cambio químico en una batería a la que se aplica el colector de corriente de electrodo positivo. Por ejemplo, el colector de corriente de electrodo positivo puede estar fabricado de acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio, o carbono plástico. Alternativamente, el colector de corriente de electrodo positivo puede estar fabricado de aluminio o acero inoxidable, cuya superficie se trata con carbono, níquel, titanio, o plata. Además, el colector de corriente de electrodo positivo puede tener un patrón irregular a escala micrométrica formado sobre la superficie del mismo para aumentar la fuerza de adhesión del material activo de electrodo positivo. El colector de corriente de electrodo positivo puede estar configurado en diversas formas, tales como las de una película, una lámina, una hoja, una red, un cuerpo poroso, un cuerpo de espuma, y un cuerpo de material textil no tejido.

El material activo de electrodo positivo puede ser, pero no se limita a, un compuesto en capas, tal como un óxido de litio-cobalto (LiCoO_2) o un óxido de litio-níquel (LiNiO_2), o un compuesto sustituido con uno o más metales de transición; un óxido de litio-manganeso representado por la fórmula química $\text{Li}_{1-x}\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ (donde $x = \text{de } 0 \text{ a } 0,33$) o un óxido de litio-manganeso, tal como LiMnO_3 , LiMn_2O_3 , o LiMnO_2 ; un óxido de litio-cobre (Li_2CuO_2); un óxido de vanadio, tal como LiV_3O_8 , V_2O_5 , o $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$; un óxido de litio-níquel con sitios de Ni representado por la fórmula química $\text{LiNi}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$ (donde $\text{M} = \text{Co, Mn, Al, Cu, Fe, Mg, B, o Ga}$, y $x = \text{de } 0,01 \text{ a } 0,3$); un óxido compuesto de litio-manganeso representado por la fórmula química $\text{LiMn}_{2-x}\text{M}_x\text{O}_2$ (donde $\text{M} = \text{Co, Ni, Fe, Cr, Zn, o Ta}$, y $x = \text{de } 0,01 \text{ a } 0,1$) o la fórmula química $\text{Li}_2\text{Mn}_3\text{MO}_8$ (donde $\text{M} = \text{Fe, Co, Ni, Cu, o Zn}$); LiMn_2O_4 que tiene Li de una fórmula química parcialmente reemplazada por iones de metales alcalinotérreos; un compuesto de disulfuro; o $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$.

El agente conductor se añade generalmente en una cantidad del 1 al 30 % en peso basándose en el peso total del compuesto que incluye el material activo de electrodo positivo. El agente conductor no está particularmente restringido, siempre que el agente conductor muestre alta conductividad sin inducir ningún cambio químico en una batería a la que se aplica el agente conductor. Por ejemplo, como agente conductor puede usarse grafito, tal como grafito natural o grafito artificial; negro de carbono, tal como negro de carbono, negro de acetileno, negro de Ketjen, negro de canal, negro de horno, negro de lámpara, o negro Summer; fibra conductora, tal como fibra de carbono o fibra metálica; polvo metálico, tal como polvo de aluminio o polvo de níquel; polvo de fluoruro de carbono; fibra corta monocristalina conductora, tal como un óxido de zinc o titanato de potasio; un óxido metálico conductor, tal como un óxido de titanio; o materiales conductores, tales como derivados de polifenileno.

El aglutinante es un componente que ayuda en la unión entre el material activo y el agente conductor y en la unión con el colector de corriente. El aglutinante se añade generalmente en una cantidad del 1 al 30 % en peso basándose en el peso total del compuesto que incluye el material activo de electrodo positivo. Como ejemplos del aglutinante, pueden usarse poli(fluoruro de vinilideno), poli(alcohol vinílico), carboximetilcelulosa (CMC), almidón, hidroxipropilcelulosa, celulosa regenerada, polivinilpirrolidona, tetrafluoroetileno, polietileno, polipropileno, terpolímero de etileno-propileno-dieno (EPDM), EPDM sulfonado, caucho de estireno-butadieno, caucho fluorado, y diversos copolímeros.

La carga es un componente opcional usado para inhibir la expansión del electrodo positivo. No hay limitación particular para la carga, siempre que no provoque cambios químicos en una batería a la que se aplica la carga y esté fabricada de un material fibroso. Como ejemplos de la carga, pueden usarse polímeros de olefina, tales como polietileno y polipropileno; y materiales fibrosos, tales como fibra de vidrio y fibra de carbono.

El electrodo negativo puede fabricarse aplicando un material de electrodo negativo a un colector de corriente de electrodo negativo y secando el mismo. Además, pueden incluirse selectivamente los componentes descritos anteriormente según sea necesario.

En general, el colector de corriente de electrodo negativo se fabrica para tener un grosor de 3 μm a 500 μm . El colector de corriente de electrodo negativo no está particularmente restringido, siempre que el colector de corriente de electrodo negativo muestre alta conductividad mientras que el colector de corriente de electrodo negativo no induzca ningún cambio químico en una batería a la que se aplica el colector de corriente de electrodo negativo. Por ejemplo, el colector de corriente de electrodo negativo puede estar fabricado de cobre, acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio, o carbono plástico. Alternativamente, el colector de corriente de electrodo negativo puede estar fabricado de cobre o acero inoxidable, cuya superficie se trata con carbono, níquel, titanio, o plata, o una aleación de

aluminio-cadmio. Además, el colector de corriente de electrodo negativo puede tener un patrón irregular a escala micrométrica formado sobre la superficie del mismo para aumentar la fuerza de adhesión del material activo de electrodo negativo, de la misma manera que el colector de corriente de electrodo positivo. El colector de corriente de electrodo negativo puede estar configurado en diversas formas, tales como las de una película, una lámina, una hoja, una red, un cuerpo poroso, un cuerpo de espuma, y un cuerpo de material textil no tejido.

Como material activo de electrodo negativo, por ejemplo, puede usarse carbono, tal como un carbono duro o un carbono basado en grafito; un óxido compuesto metálico, tal como $\text{Li}_x\text{Fe}_2\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$), Li_xWO_2 ($0 \leq x \leq 1$), $\text{Sn}_x\text{Me}_{1-x}\text{Me}'_y\text{O}_z$ (Me: Mn, Fe, Pb, Ge; Me': Al, B, P, Si, elementos de los grupos 1, 2 y 3 de la tabla periódica, halógeno; $0 < x \leq 1$; $1 \leq y \leq 3$; $1 \leq z \leq 8$); metal de litio; aleación de litio; aleación basada en silicio; aleación basada en estaño; un óxido metálico, tal como SnO , SnO_2 , PbO , PbO_2 , Pb_2O_3 , Pb_3O_4 , Sb_2O_3 , Sb_2O_4 , Sb_2O_5 , GeO , GeO_2 , Bi_2O_3 , Bi_2O_4 , o Bi_2O_5 ; un polímero conductor, tal como poliacetileno; o un material basado en Li-Co-Ni.

Un dispositivo electroquímico tal como se describió anteriormente puede incorporarse en un bloque de baterías. Específicamente, el bloque de baterías puede usarse como fuente de alimentación para un dispositivo que requiere la capacidad de soportar altas temperaturas, una larga vida útil, características de alta tasa, etc. Los ejemplos específicos del dispositivo pueden incluir un dispositivo electrónico móvil, un dispositivo electrónico ponible, una herramienta eléctrica accionada por un motor alimentado por batería; un automóvil eléctrico, tal como un vehículo eléctrico (EV), un vehículo híbrido eléctrico (HEV), o un vehículo híbrido eléctrico enchufable (PHEV); un vehículo eléctrico de dos ruedas, tal como una bicicleta eléctrica (E-bike) o una escúter eléctrica (E-scooter); un carrito de golf eléctrico; y un sistema de almacenamiento de energía.

La estructura y el método de fabricación del dispositivo se conocen bien en la técnica a la que pertenece la presente invención, y se omitirá una descripción detallada de los mismos.

Ejemplos

A continuación en el presente documento, se describirá con detalle la presente invención con referencia a los ejemplos y al ejemplo experimental siguientes; sin embargo, la presente invención no está limitada por los ejemplos y el ejemplo experimental. Los ejemplos pueden modificarse de otras diversas formas, y no debe interpretarse que el alcance de la presente invención está limitado por los ejemplos, que se describirán con detalle. Los ejemplos se proporcionan con el fin de explicar más completamente la presente invención a una persona que tenga un conocimiento medio en la técnica a la que pertenece la presente invención.

<Método de fabricación>

(Fabricación de los separadores 1 y 2)

Para el propósito de los experimentos, se usaron dos clases de separadores, CSP gen1 (separador 1) y BA1_B09PA1 (separador 2), que ya estaban producidos. El separador CSP gen1 está fabricado sólo de partículas de óxido de aluminio Al_2O_3 y aglutinante de PVDF. El separador BA1_B09PA1 tiene una capa de recubrimiento que comprende partículas inorgánicas de Al_2O_3 y aglutinante de PVDF sobre un sustrato de polietileno.

Se usó trietilamina (TEA) como material para formar sitios de reticulación. Después de cortar cada uno de los separadores a un tamaño de 10 cm x 10 cm, se sumergieron los separadores en disolución de TEA al 99 % a temperatura ambiental durante 5 minutos, y luego se sacaron los separadores y se secaron en una campana extractora.

Con el fin de realizar reticulación, se sumergieron los separadores que tenían sitios de reticulación en una disolución en la que se disolvió el 1,5 % en peso de 2,2'-azobis(isobutironitrilo) (AIBN) en un disolvente de etanol y se trataron a 60 °C durante 30 minutos. Luego se lavaron los separadores con etanol y se secaron en una campana extractora.

<Experimento comparativo 1>

Se prepararon los ejemplos comparativos 1 y 2 sin realizar ningún tratamiento a los separadores 1 y 2. Se prepararon los ejemplos comparativos 3 y 4 realizando sólo tratamiento con TEA a los separadores 1 y 2. Se prepararon los ejemplos 1 y 2 realizando tratamiento con TEA y AIBN a los separadores 1 y 2. Se midieron respectivamente la resistencia a la tracción, el alargamiento, la resistencia de aislamiento y la resistencia de los separadores de los ejemplos comparativos 1-4 y los ejemplos 1 y 2 con las siguientes condiciones.

<Condiciones de medición de la resistencia de aislamiento>

Tensión aplicada: 100 V

Tiempo de medición: 3 s

Tamaño y forma del electrodo: 19,6 cm² circular

<Condiciones de medición de la resistencia a la tracción>

5 Anchura del separador: 2 cm

Velocidad de tracción: 500 mm/min

<Resultado del experimento>

10 Las figuras 1 a 4 muestran los resultados de medición de las propiedades físicas de los ejemplos comparativos 1-4 y los ejemplos 1 y 2 según la presente invención, respectivamente. En el separador Gen1, Sin tratar es el ejemplo comparativo 1 al que no se le aplicó tratamiento, TEA es el ejemplo comparativo 3, y TEA+AIBN es el ejemplo 1. En el separador BA1, Sin tratar es el ejemplo comparativo 2 al que no se le aplicó tratamiento, TEA es el ejemplo comparativo 4, y TEA+AIBN es el ejemplo 2.

15 La propiedad de aislamiento (resistencia volumétrica) y la resistencia mecánica del separador después del tratamiento con TEA para formar sitios de reticulación mostraron una disminución en el ejemplo comparativo 3, y la propiedad de aislamiento (resistencia volumétrica) disminuyó en el ejemplo comparativo 4. Además, la propiedad de aislamiento (resistencia volumétrica) y la resistencia mecánica del separador después del tratamiento con disolución de AIBN para formar sitios de reticulación aumentaron en los ejemplos 1 y 2. Particularmente, puede confirmarse que se aumentan la propiedad de aislamiento y la resistencia mecánica en todos los separadores en el caso de tratamiento con AIBN. Puede observarse que el método para mejorar las propiedades físicas de un separador a través de tratamiento posterior según la presente invención puede aplicarse al separador ya producido tal como se describió anteriormente para mejorar las propiedades físicas del separador.

<Experimento comparativo 2>

30 Antes de formar la capa de recubrimiento fabricada de partículas inorgánicas de Al₂O₃ y aglutinante de PVDF sobre el separador 2, se preparó el ejemplo comparativo 5 recubriendo el separador 2 con una suspensión después de preparar la suspensión mediante la adición de trietilamina (TEA), que es un material para formar sitios de reticulación, y 2,2'-azobis(isobutironitrilo) (AIBN) para la reticulación en el procedimiento de preparación de suspensión del material de capa de recubrimiento. Se midieron respectivamente la resistencia a la tracción, el alargamiento, la resistencia de aislamiento y la resistencia de los separadores del ejemplo comparativo 5 y el ejemplo 2, que realizaban tratamiento con trietilamina (TEA) y 2,2'-azobis(isobutironitrilo) (AIBN) al separador 2 según la presente invención, con las siguientes condiciones.

<Condiciones de medición de la resistencia de aislamiento>

40 Tensión aplicada: 100 V

Tiempo de medición: 3 s

45 Tamaño y forma del electrodo: 19,6 cm² circular

<Condiciones de medición de la resistencia a la tracción>

Anchura del separador: 1,5 cm

50 Velocidad de tracción: 500 mm/min

<Resultado del experimento>

55 Las figuras 5 y 6 muestran los resultados de medición de las propiedades físicas del ejemplo comparativo 5 (durante el recubrimiento) y del ejemplo 2 (después del recubrimiento) según la presente invención, respectivamente. La reticulación durante el procedimiento en el separador BA1 es el ejemplo comparativo 5 en el que se añadieron TEA y AIBN en el procedimiento de preparación de suspensión de la capa de recubrimiento. La reticulación mediante tratamiento posterior en el separador BA1 es el ejemplo 2 en el que se realizó tratamiento con TEA y AIBN después de formar la capa de recubrimiento.

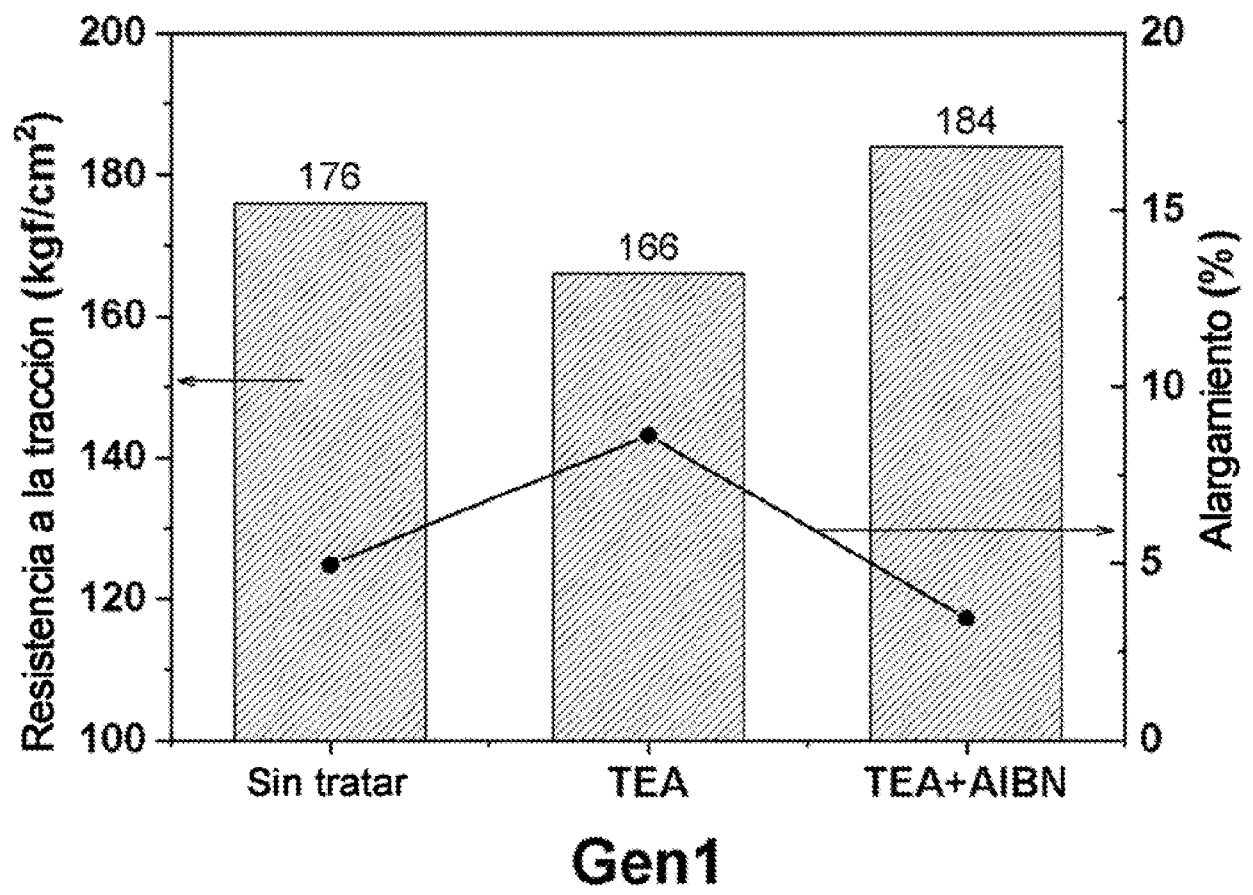
60 Puede confirmarse que se aumentan las propiedades de aislamiento (resistencia volumétrica) y la resistencia mecánica del ejemplo 2, en el que se realizó tratamiento con TEA y AIBN después de formar la capa de recubrimiento, en comparación con el ejemplo comparativo 5, en el que se añadieron TEA y AIBN en el procedimiento de preparación de suspensión de la capa de recubrimiento. Por consiguiente, puede observarse que el separador al que se le realiza reticulación mediante tratamiento posterior es superior al separador al que se le realiza reticulación durante el procedimiento de recubrimiento.

REIVINDICACIONES

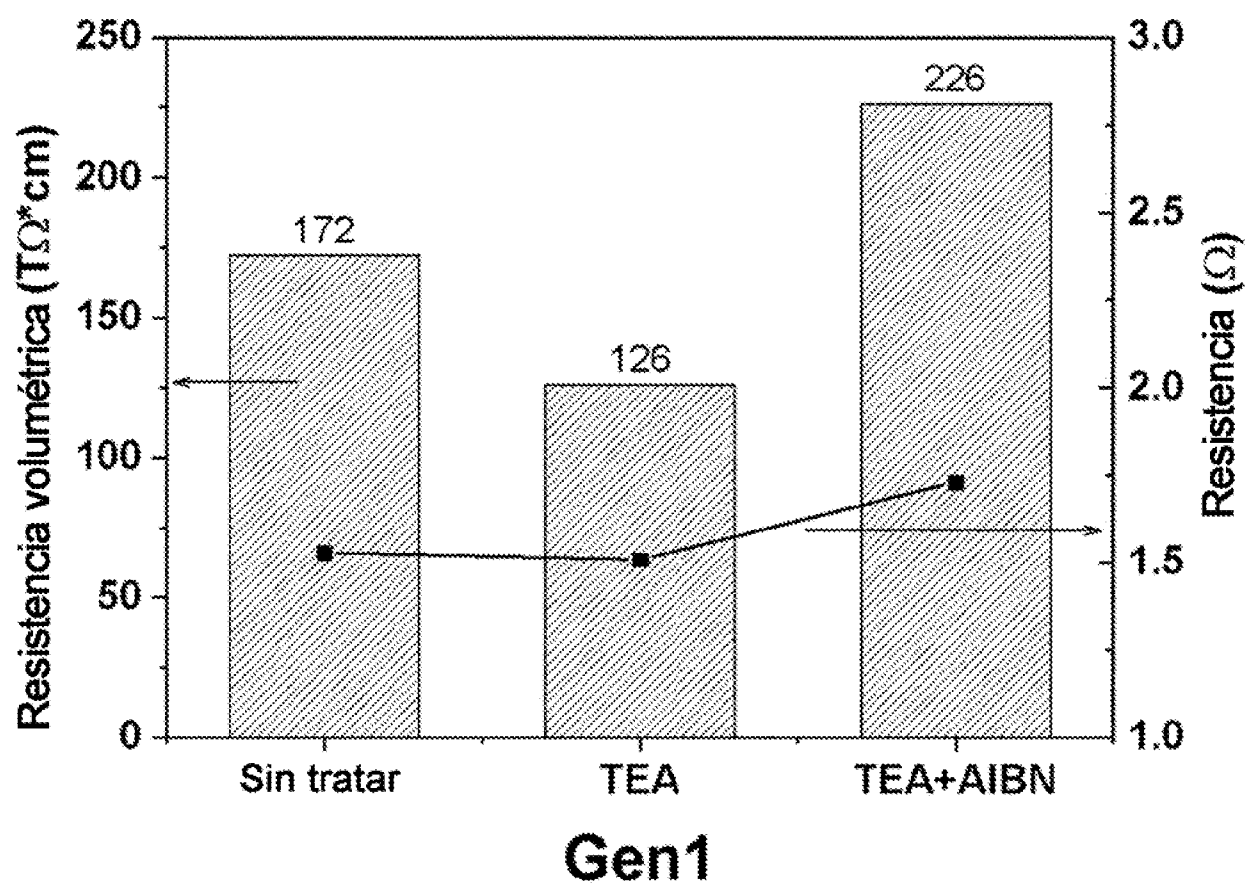
1. Método para mejorar las propiedades físicas de un separador mediante tratamiento posterior, que comprende las etapas de:
 - a) preparar un separador que tiene una capa que comprende un aglutinante sobre un sustrato que comprende un sustrato de poliolefina o ningún sustrato de poliolefina;
 - b) transformar el aglutinante en una parte de acoplamiento reticulable realizando desintercalación de algunos elementos del aglutinante; y
 - c) tratar el separador con un iniciador de reticulación y/o un catalizador de reacción después de la etapa b);
 en el que, en la etapa b), se forman sitios de reticulación realizando desintercalación de algunos elementos del aglutinante para transformar un enlace sencillo en un doble enlace.
2. Método según la reivindicación 1, en el que se añade un agente de reticulación al mismo tiempo que un iniciador de reticulación en la etapa c).
3. Método según la reivindicación 1, en el que
 - el separador tiene una capa de recubrimiento que comprende un aglutinante sobre un sustrato de poliolefina, o
 - el separador no comprende ningún sustrato de poliolefina, y comprende partículas inorgánicas y un aglutinante para su acoplamiento entre las partículas inorgánicas.
4. Método según la reivindicación 3, en el que las partículas inorgánicas son partículas inorgánicas altamente dieléctricas que tienen una constante dieléctrica de 1 o más, partículas inorgánicas que tienen piezoelectricidad, partículas inorgánicas que tienen capacidad de transferencia de iones de litio, alúmina hidratada, o una mezcla de dos o más de las mismas.
5. Método según la reivindicación 3, en el que el aglutinante es al menos uno de poli(fluoruro de vinilideno) (PVdF), poli(fluoruro de vinilideno)-hexafluoropropileno, poli(fluoruro de vinilideno)-tricloroetileno, poli(fluoruro de vinilideno)-clorotrifluoroetileno, poli(metacrilato de metilo), poli(acrilonitrilo), polivinilpirrolidona, poli(acetato de vinilo), copolímero de etileno-acetato de vinilo, poli(óxido de etileno), acetato de celulosa, acetato-butilato de celulosa, acetato-propionato de celulosa, cianoetil-pululano, cianoetil-poli(alcohol vinílico), cianoetil-celulosa, cianoetil-sacarosa, pululano, carboximetilcelulosa, copolímero de acrilonitrilo-butadieno-estireno, terpolímero de etileno-propileno-dieno (EPDM), EPDM sulfonado, caucho de estireno-butadieno (SBR), tetrafluoroetileno (TFE), caucho fluorado, y poliimida.
6. Método según la reivindicación 1, en el que los elementos desintercalados del aglutinante son H, F o Cl.
7. Método según la reivindicación 1, en el que, en la etapa b), se añade una disolución que comprende una sustancia básica o una sustancia que tiene un grupo amina al separador.
8. Método según la reivindicación 7, en el que la sustancia básica o la sustancia que tiene un grupo amina es al menos una de óxido de metal alcalino, óxido de metal alcalinotérreo, zeolita, caliza, carbonato de sodio, amoniaco, mono-alquilamina, bi-alquilamina, y tri-alquilamina, y el alquilo contiene de 1 a 10 átomos de carbono.
9. Método según la reivindicación 2, en el que la etapa c) comprende acoplar el iniciador de reticulación a la parte de acoplamiento, acoplar entre los aglutinantes en la parte de acoplamiento, formar una reticulación independiente entre los iniciadores de reticulación, acoplar el agente de reticulación a la parte de acoplamiento, o formar una reticulación independiente entre los agentes de reticulación.
10. Método según la reivindicación 1, en el que el iniciador de reticulación es un compuesto basado en azo o un compuesto basado en peróxido.
11. Método según la reivindicación 2, en el que el agente de reticulación se selecciona de diaminoalcanos que tienen de 1 a 15 átomos de carbono.
12. Método según la reivindicación 2, en el que la temperatura de tratamiento del iniciador de reticulación, el agente de reticulación y/o el catalizador de reacción es de 40 °C a 150 °C.
13. Método según la reivindicación 2, en el que la cantidad del iniciador de reticulación, el agente de

reticulación y/o el catalizador de reacción es superior al 0 % en peso e igual o inferior al 5 % en peso basándose en el peso total de un cuerpo sólido en el separador.

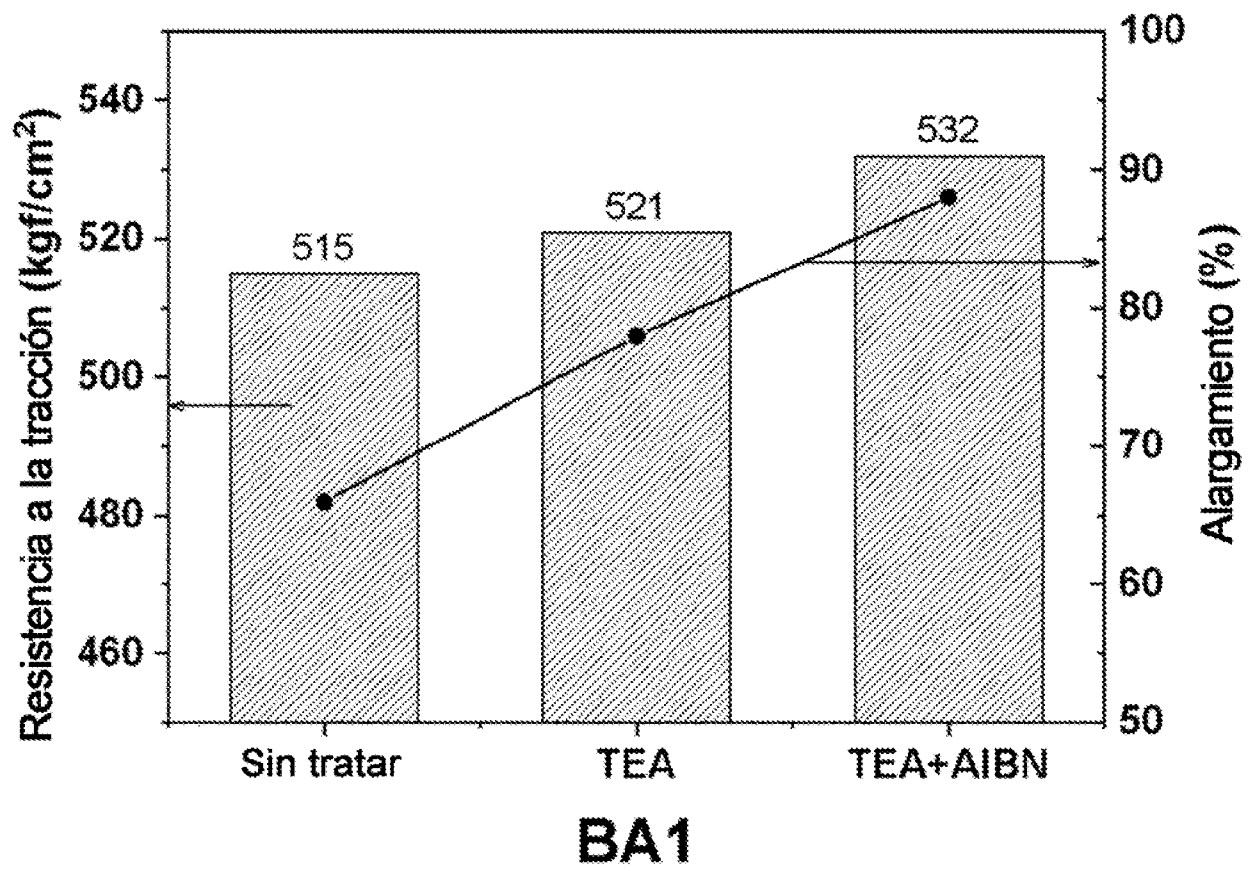
[FIG. 1]



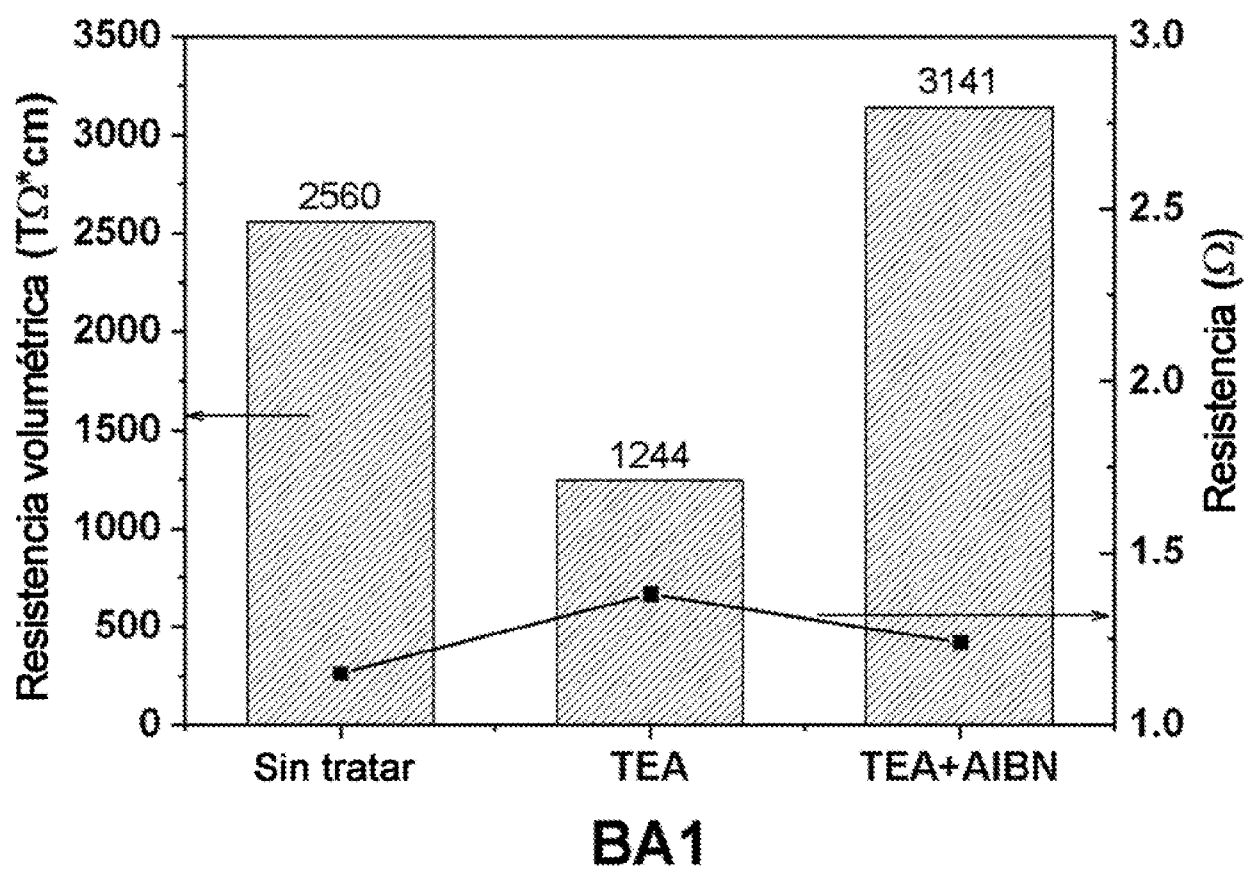
【FIG. 2】



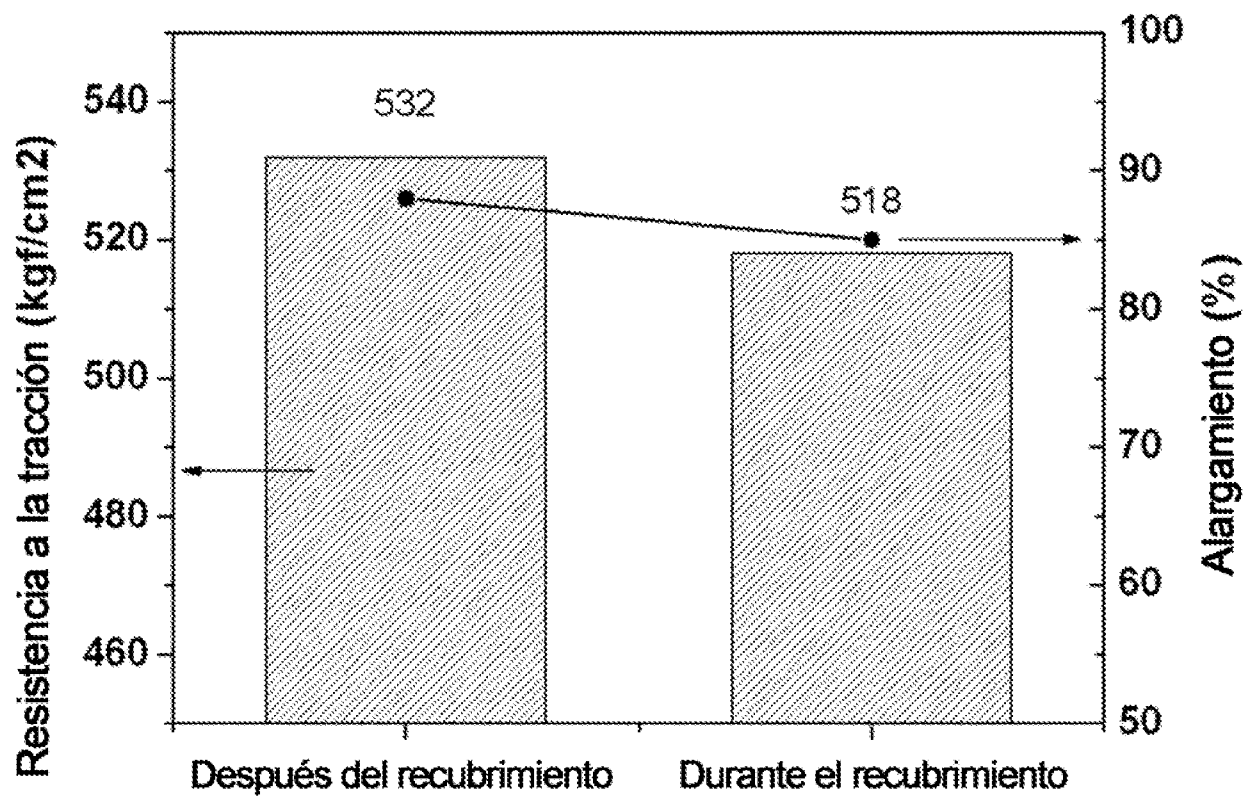
[FIG. 3]



[FIG. 4]



【FIG. 5】



【FIG. 6】

