



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 986 196**

⑮ Int. Cl.:

H01M 50/446 (2011.01)
H01M 50/443 (2011.01)
H01M 50/451 (2011.01)
H01M 50/457 (2011.01)
H01M 50/489 (2011.01)
H01M 50/491 (2011.01)
H01M 10/052 (2010.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2008 E 21151643 (0)**

⑯ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024 EP 3832788**

⑮ Título: **Separador de material compuesto orgánico/inorgánico y dispositivo electroquímico que lo contiene**

⑯ Prioridad:

07.03.2007 KR 20070022320

⑯ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

08.11.2024

⑯ Titular/es:

LG ENERGY SOLUTION, LTD. (50.0%)
Tower 1, 108, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 07335, KR y
TORAY INDUSTRIES, INC. (50.0%)

⑯ Inventor/es:

PARK, JONG-HYEOK;
LEE, SANG-YOUNG;
HONG, JANG-HYUK;
NAM, MOON-JA;
YOO, JUNG-A;
KIM, SANG-SEOP y
HAN, CHANG-HUN

⑯ Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 986 196 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

Separador de material compuesto orgánico/inorgánico y dispositivo electroquímico que lo contiene

5 **Campo Técnico**

La presente invención se refiere a un separador de un dispositivo electroquímico tal como una batería secundaria de litio y un dispositivo electroquímico que lo contiene. Más en particular, la presente invención, se refiere a un separador de material compuesto orgánico-inorgánico que tiene una capa de recubrimiento poroso formada con una mezcla de 10 partículas inorgánicas y polímero en una superficie de un sustrato poroso, y un dispositivo electroquímico que lo contiene.

Antecedentes de la técnica

15 Recientemente se ha producido un interés creciente en la tecnología de almacenamiento de energía. Las baterías se han usado ampliamente como fuentes de energía en los campos de los teléfonos móviles, las videocámaras, los ordenadores portátiles, los PC y los vehículos eléctricos, de lo cual se ha derivado una investigación y un desarrollo intensos en ellas. A este respecto, los dispositivos electroquímicos son uno de los campos de mayor interés. En particular, el desarrollo de baterías secundarias recargables se ha situado en el foco de atención. Recientemente, se 20 ha producido una intensa investigación y desarrollo en un nuevo electrodo y una nueva batería que puedan mejorar la densidad de capacidad y la energía específica en el campo de las baterías secundarias,

25 Entre las baterías secundarias usadas en la actualidad, las baterías secundarias de litio desarrolladas a principios de la década de 1990 tienen una tensión de excitación más elevada y una densidad de energía muy superior a la de las baterías convencionales que usan una solución de electrolito líquido tales como las baterías de Ni-MH, las baterías de Ni-Cd y las baterías de H_2SO_4 -Pb. Por estos motivos, las baterías secundarias de litio se han usado ventajosamente. Sin embargo, dicha batería secundaria de litio tiene como inconvenientes que los electrolitos orgánicos usados en la misma pueden causar problemas relacionados con la seguridad tales como la ignición y explosión de las baterías y que los procedimientos para fabricar dicha batería son complicados. Recientemente, las baterías de polímero de iones 30 de litio se han considerado como una de las baterías de nueva generación debido a que resuelven los inconvenientes anteriores de las baterías de iones de litio. Sin embargo, las baterías de polímero de iones de litio tienen una capacidad de batería relativamente menor que la de las baterías de iones de litio y una capacidad de descarga insuficiente en baja temperatura, y por tanto estas ventajas de las baterías de polímero de iones de litio aún deben ser resueltas con urgencia.

35 Estos dispositivos electroquímicos han sido producidos por numerosas empresas, y la estabilidad de las baterías tiene diferentes fases en los dispositivos electroquímicos. En consecuencia, es importante evaluar más la estabilidad de las baterías electroquímicas. En primer lugar, debe considerarse que los errores en el funcionamiento del dispositivo electroquímico no deben causar daños a los usuarios. Para este fin, las Normativas de Seguridad regulan 40 estrictamente la ignición y la explosión en los dispositivos electroquímicos. En las características de estabilidad del dispositivo electroquímico, el sobrecalentamiento del dispositivo electroquímico puede causar inestabilidad térmica, y puede producirse una explosión cuando se perfora un separador. En particular, un sustrato poroso de poliolefina usado comúnmente como separador de un dispositivo electroquímico muestra un comportamiento de contracción térmica extrema a una temperatura de 100°C o superior debido a las características de su material y de su procedimiento de 45 fabricación tales como la elongación, con lo que puede producirse un cortocircuito eléctrico entre el cátodo y el ánodo.

50 Para resolver los problemas anteriores relacionados con la seguridad del dispositivo electroquímico, las publicaciones de patentes coreanas nº 10-2006-72065 abierta a inspección pública y nº 10-2007-231 describen un separador de material compuesto orgánico/inorgánico 10 que tiene una capa de recubrimiento poroso formada por el recubrimiento de al menos una superficie de un sustrato poroso 1 que tiene muchos poros con una mezcla de partículas inorgánicas 3 y un polímero aglutinante 5 (véase FIG. 1). En el separador de material compuesto orgánico/inorgánico, las partículas inorgánicas 3 en la capa de recubrimiento poroso formada en el sustrato poroso 1 actúan como una especie de espaciador que mantiene una forma física de la capa de recubrimiento poroso, de manera que las partículas inorgánicas restringen la contracción térmica del sustrato poroso cuando el dispositivo electroquímico se sobrecalienta. 55 Además, existen volúmenes intersticiales entre las partículas inorgánicas, lo que forma poros finos. Se describe otro separador de material compuesto orgánico/inorgánico en el documento WO2005/104273.

60 Como se menciona anteriormente, debe estar contenida al menos una cierta cantidad de partículas inorgánicas de manera que la capa de recubrimiento poroso formada en el separador de material compuesto orgánico/inorgánico pueda restringir la contracción térmica del sustrato poroso. Sin embargo, a medida que aumenta el contenido de partículas inorgánicas, el contenido de polímero aglutinante disminuye relativamente, lo que puede hacer que las partículas inorgánicas sean extraídas de la capa de recubrimiento poroso debido a la tensión generada en un procedimiento de ensamblaje de un dispositivo electroquímico tal como un bobinado. Las partículas inorgánicas extraídas actúan como un defecto local del dispositivo electroquímico, con lo que ejercen una influencia negativa en 65 la estabilidad del dispositivo electroquímico.

Descripción de la invención**Problema Técnico**

- 5 La presente invención está diseñada para resolver los problemas de la técnica anterior, y por tanto un objeto de la invención es proporcionar un separador de material compuesto orgánico/inorgánico, que tenga una buena estabilidad térmica de manera que restrinja los cortocircuitos eléctricos entre el cátodo y el ánodo incluso cuando un dispositivo electroquímico se sobrecalienta, y que además pueda mejorar la estabilidad del dispositivo electroquímico previniendo la extracción de partículas inorgánicas en una capa de recubrimiento poroso formada en un sustrato poroso durante un procedimiento de ensamblaje del dispositivo electroquímico.

Solución Técnica

- 15 Para alcanzar el primer objeto, la presente invención proporciona un separador de material compuesto orgánico/inorgánico, que incluye un sustrato poroso de poliolefina que tiene una pluralidad de poros; y una capa de recubrimiento poroso formada en al menos una superficie del sustrato poroso de poliolefina con una pluralidad de partículas inorgánicas y un polímero aglutinante, donde el polímero aglutinante es un copolímero que incluye: (a) una primera unidad monomérica que tiene un ángulo de contacto con una gota de agua en el intervalo de 0° a 49°, y (b) una segunda unidad monomérica que tiene un ángulo de contacto con una gota de agua en el intervalo de 50° a 130° donde la primera unidad monomérica tiene una relación molar en el intervalo del 1 al 20% en moles basándose en todo el copolímero.

20 El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la presente invención tiene una excelente resistencia al desprendimiento, de manera que puede impedir que las partículas inorgánicas en la capa de revestimiento poroso sean extraídas durante un procedimiento de ensamblaje de un dispositivo electroquímico. Además, aunque un dispositivo electroquímico se sobrecaliente, la contracción térmica se restringe, lo que permite prevenir posibles cortocircuitos entre el cátodo y el ánodo. En consecuencia, se mejora enormemente la seguridad del dispositivo electroquímico.

25 30 En el separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la presente invención, la primera unidad monomérica es preferentemente una unidad monomérica que tiene al menos un grupo funcional seleccionado de entre el grupo que consiste en OH, COOH, MAH (anhídrido maleico) y SO₃H, y la segunda unidad monomérica es preferentemente una unidad monomérica que tiene al menos un grupo funcional seleccionado de entre el grupo que consiste en F, Cl, CN, acrilato, acetato y éster.

35 40 45 El copolímero puede ser un copolímero seleccionado de entre el grupo que consiste en copolímero de acrilonitrilo-anhídrido maleico, copolímero de acrilonitrilo-alcohol vinílico, copolímero de cianoetileno-alcohol vinílico, copolímero de cianoetileno-celulosa, copolímero de cianoetileno-sacarosa, copolímero de acrilonitrilo-ácido acrílico, copolímero de acrilonitrilo-ácido maleico anhídrico, copolímero de acrilato-ácido acrílico y copolímero de acrilato-ácido maleico anhídrico, o sus mezclas.

40 45 50 El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la presente invención puede usarse para un dispositivo electroquímico tal como una batería secundaria de litio o un dispositivo de supercapacidad interpuesto entre un cátodo y un ánodo.

45 Breve Descripción de los Dibujos

Estas y otras características, aspectos y ventajas de realizaciones preferidas de la presente invención se describirán de forma más completa en la siguiente descripción detallada, acompañada de los dibujos adjuntos. En los dibujos:

- 50 La FIG. 1 es una vista en sección transversal esquemática que muestra un separador de material compuesto orgánico/inorgánico;
 La FIG. 2 es una fotografía que muestra una superficie de una capa de recubrimiento poroso y una superficie de una película porosa de polietileno de un separador de material compuesto orgánico/inorgánico según una realización de la presente invención, tomada por un SEM (microscopio electrónico de barrido);
 55 La FIG. 3 es una fotografía que muestra un separador de material compuesto orgánico/inorgánico según una realización de la presente invención, tomada después de dejar el separador solo en un horno a 150°C durante 1 hora;
 La FIG. 4 es una fotografía que muestra un dispositivo de ensayo usado para medir una fuerza de desprendimiento de una capa de recubrimiento poroso del separador de material compuesto orgánico/inorgánico; y
 60 La FIG. 5 es un gráfico que muestra los resultados de la medida de las fuerzas de desprendimiento de capas de recubrimiento poroso según las realizaciones de la presente invención y ejemplos comparativos.

Mejor Modo de Llevar a Cabo la Invención

- 65 A continuación, se describirán en detalle realizaciones preferidas de la presente invención en referencia a los dibujos adjuntos. Antes de la descripción, debe entenderse que los términos usados en la memoria descriptiva y en las

reivindicaciones adjuntas no deben considerarse limitativos de los significados generales y de los diccionarios, sino que se interpretarán basándose en los significados y conceptos correspondientes a los aspectos técnicos de la presente invención sobre la base del principio de que el autor de la invención se permite definir los términos apropiadamente para explicar la invención de la mejor manera. Por tanto, la descripción propuesta en esta invención es tan solo un ejemplo preferible únicamente con fines de ilustración, y no pretende limitar el alcance de la invención, de manera que debe entenderse que sería posible realizar otros equivalentes y modificaciones en la misma sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones.

5 Un separador de material compuesto orgánico/inorgánico de la presente invención incluye un sustrato poroso que tiene una pluralidad de poros; y una capa de recubrimiento poroso formada con una pluralidad de partículas inorgánicas y un polímero aglutinante. En este caso, el polímero aglutinante es un copolímero que incluye (a) una primera unidad monomérica que tiene un ángulo de contacto con una gota de agua en el intervalo de 0° a 49°; y (b) una segunda unidad monomérica que tiene un ángulo de contacto con una gota de agua en el intervalo de 50° a 130°. Este polímero puede expresarse del modo siguiente: (primera unidad monomérica)_m - (segunda unidad monomérica)_n (0 < m < 1, 0 < n < 1). En este momento, el copolímero que incluye la primera unidad monomérica y la segunda unidad monomérica puede ser cualquier clase de copolímero tal como un copolímero aleatorio o un copolímero de bloque. La primera unidad monomérica tiene una relación molar en el intervalo del 1 al 20% en moles basándose en todo el polímero, y todo el copolímero tiene preferentemente un ángulo de contacto con una gota de agua en el intervalo de 30° a 80°. Para los expertos en la materia debe ser evidente que el copolímero anterior puede incluir además otra unidad monomérica sin obstaculizar el objeto de la presente invención, y con el mismo puede mezclarse otro polímero aglutinante además del copolímero anterior sin obstaculizar el objeto de la presente invención.

10 En la presente invención, después de preparar una película de muestra usando un único monómero de un polímero aglutinante correspondiente, se dejó caer sobre ella una gota de agua destilada, y a continuación el ángulo de contacto formado en la gota de agua se fijó en 23 grados. Además, el ángulo de contacto con la gota de agua se midió usando un modelo de instrumento de medida del ángulo de contacto CA-DT-A (mfd, producido por Kyowa Kaimen Kagaku KK) con la condición de HR al 50%. Los ángulos de contacto se midieron en dos puntos (en concreto, puntos izquierdo y derecho) de cada una de las tres películas de muestra, y se promediaron seis valores medidos y se establecieron como ángulo de contacto. La gota de agua destilada tiene un diámetro de 2 mm, y el valor de ángulo de contacto mostrado en el instrumento de medida muestra un ángulo de contacto medido 1 minuto después de que se dejó caer la gota de agua destilada.

15 Entre las unidades monoméricas que constituyen el copolímero, la primera unidad monomérica que tiene un ángulo de contacto con una gota de agua en el intervalo de 0° a 49°, preferentemente de 5° a 30°, muestra una propiedad hidrófila relativamente mayor que la segunda unidad monomérica, por lo que la primera unidad monomérica se atribuye a una mejora en la característica de adhesión entre las partículas inorgánicas. Además, la segunda unidad monomérica que tiene un ángulo de contacto con una gota de agua en el intervalo de 50° a 130°, preferentemente de 70° a 120°, muestra una propiedad hidrófoba relativamente mayor que la primera unidad monomérica, por lo que la segunda unidad monomérica se atribuye a la mejora en una característica de adhesión entre las propiedades inorgánicas y el sustrato poroso. Así, cuando el polímero anterior se usa como un polímero aglutinante para la capa de recubrimiento poroso, es posible aumentar la resistencia al desprendimiento de la capa de recubrimiento poroso en lugar de en el caso de usar un polímero aglutinante convencional. En consecuencia, es posible reducir la relación de contenido del polímero aglutinante de la capa de recubrimiento poroso y aumentar la relación de contenido de partículas inorgánicas, lo que permite restringir aún más la contracción térmica del separador de material compuesto orgánico/inorgánico. 20 Además, se incrementa la porosidad de la capa de recubrimiento poroso, lo que se atribuye a una mejora del rendimiento del dispositivo electroquímico. Además, dado que la fuerza de adhesión entre la capa de recubrimiento poroso y el sustrato poroso es intensa, la capa de recubrimiento poroso puede mostrar suficientemente su función para restringir la contracción térmica del sustrato poroso incluso cuando el dispositivo electroquímico se recalienta. En consecuencia, se mejora enormemente la estabilidad del dispositivo electroquímico.

25 30 35 En el separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la presente invención, la capa de recubrimiento poroso tiene preferentemente una fuerza de desprendimiento de 5 gf/cm o superior con el fin de evitar la extracción de partículas inorgánicas en la capa de recubrimiento poroso durante el procedimiento de ensamblaje del dispositivo electroquímico.

40 45 50 55 En el separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la presente invención, la primera unidad monomérica es preferentemente una unidad monomérica que tiene al menos un grupo funcional seleccionado de entre el grupo que consiste en OH, COOH, MAH (anhídrido maleico) y SO₃H, y la segunda unidad monomérica es preferentemente una unidad monomérica que tiene al menos un grupo funcional seleccionado de entre el grupo que consiste en F, Cl, CN, acrilato, acetato y éster.

60 65 El copolímero que incluye la primera unidad monomérica y la segunda unidad monomérica puede emplear copolímero de acrilonitrilo-anhídrido maleico, copolímero de acrilonitrilo-alcohol vinílico, copolímero de cianoetileno-alcohol vinílico, copolímero de cianoetileno-celulosa, copolímero de cianoetileno-sacarosa, copolímero de acrilonitrilo-ácido acrílico, copolímero de acrilonitrilo-ácido maleico anhídrico, copolímero de acrilato-ácido acrílico o copolímero de acrilato-ácido maleico anhídrico, en solitario o en combinación.

- En el separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la presente invención, la partícula inorgánica usada para formar la capa de recubrimiento poroso no está limitada especialmente si es estable desde el punto de vista eléctrico y químico. Es decir, una partícula inorgánica que puede usarse en la presente invención no está especialmente limitada si la reacción de oxidación-reducción no tiene lugar en un intervalo de tensión operativa (por ejemplo, 0 a 5 V basándose en Li/Li⁺) de un dispositivo electroquímico aplicado. En particular, en el caso de que se use una partícula inorgánica con una alta capacidad de transferencia iónica, es posible mejorar el rendimiento aumentando la conductividad iónica en el dispositivo electroquímico.
- 10 Además, en el caso de que se use una partícula inorgánica con una alta constante dieléctrica, contribuye al aumento de la disociación de la sal de electrolito, por ejemplo, sal de litio, en el electrolito líquido, mejorando así la conductividad iónica del electrolito.
- 15 Debido a los motivos anteriores, se prefiere que las partículas inorgánicas incluyan partículas inorgánicas que tienen una constante dieléctrica de 5 o superior, preferentemente 10 o superior, partículas inorgánicas que tienen capacidad de transferencia de iones de litio, o sus mezclas. La partícula inorgánica que tiene una constante dieléctrica de 5 o superior es por ejemplo BaTiO₃ Pb(Zr,Ti)O₃ (PZT), Pb_{1-x}La_xZr_{1-y}Ti_yO₃ (PLZT), PB(Mg₃Nb_{2/3})O₃-PbTiO₃ (PMN-PT), óxido de hafnio (HfO₂), SrTiO₃, SnO₂, CeO₂, MgO, NiO, CaO, ZnO, ZrO₂, SiO₂, Y₂O₃, Al₂O₃, SiC y TiO₂, pero no se limita a ello.
- 20 En particular, las partículas inorgánicas tales como BaTiO₃, Pb (Zr,Ti)O₃ (PZT), Pb_{1-x}La_xZr_{1-y}Ti_yO₃ (PLZT), PB(Mg₃Nb_{2/3})O₃-PbTiO₃ (PMN-PT), óxido de hafnio (HfO₂) muestran una alta constante dieléctrica de 100 o superior y tienen piezoelectricidad ya que se generan cargas para establecer una diferencia de potencial entre las dos superficies cuando se aplica una cierta presión para extenderlas o contraerlas aplicando una cierta presión sobre las mismas, de manera que las partículas inorgánicas anteriores pueden evitar la generación de un cortocircuito interno de los dos electrodos causado por un impacto externo y así mejorar aún más la estabilidad del dispositivo electroquímico. Además, en el caso de que las partículas inorgánicas que tienen una alta constante dieléctrica se mezclan con las partículas inorgánicas que tienen capacidad de transferencia de iones de litio, su efecto sinérgico puede duplicarse.
- 25
- 30 En la presente invención, la partícula inorgánica que tiene capacidad de transferencia de iones de litio se refiere a una partícula inorgánica que contiene un átomo de litio y que tiene una función para mover un ion de litio sin almacenar el litio. La partícula inorgánica que tiene capacidad de transferencia de iones de litio puede transferir y mover iones de litio debido a una clase de defecto que existe en la estructura de la partícula, con lo que es posible mejorar la conductividad de los iones de litio en la batería y también mejorar el rendimiento de la batería. La partícula inorgánica que tiene capacidad de transferencia de iones de litio es cualquier partícula inorgánica o una mezcla de al menos dos partículas inorgánicas seleccionadas de entre el grupo que consiste en fosfato de litio (Li₃PO₄), fosfato de litio-titánio (Li_xTi_y(PO₄)₃, 0 < x < 2, 0 < y < 3), fosfato de litio-aluminio-titánio (Li_xAl_yTi_z(PO₄)₃, 0 < x < 2, 0 < y < 1, 0 < z < 3), (Li_xAl_yTi_z)_xO_y tipo vidrio (0 < x < 4, 0 < y < 13), titanato de litio-lantano (Li_xLa_yTiO₃, 0 < x < 2, 0 < y < 3), tiofosfato de litio-germanio (Li_xGe_yP_zS_w, 0 < x < 4, 0 < y < 1, 0 < z < 1, 0 < w < 5), nitruros de litio (Li_xN_y, 0 < x < 4, 0 < y < 2), SiS₂ (Li_xSi_yS_z, 0 < x < 3, 0 < y < 2, 0 < z < 4) tipo vidrio, y P₂S₅ (Li_xP_yS_z, 0 < x < 3, 0 < y < 3, 0 < z < 7) tipo vidrio, pero sin limitarse a ello.
- 35
- 40
- 45 En el separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la presente invención, el tamaño de las partículas inorgánicas en la capa de recubrimiento poroso no está limitado especialmente, pero está preferentemente en el intervalo de 0,001 a 100, si es posible, para formar una capa de recubrimiento de un espesor uniforme y garantizar una porosidad adecuada. Si el tamaño de partícula es menor que 0,001 µm, se deteriora una propiedad de dispersión, de manera que no es fácil controlar las propiedades del separador de material compuesto orgánico/inorgánico. Si el tamaño de partícula es superior a 100, el espesor de la capa de recubrimiento poroso se incrementa, lo que puede deteriorar las propiedades mecánicas. Además, debido al tamaño excesivamente grande del poro, la posibilidad de cortocircuito interno se incrementa mientras se carga o descarga una batería.
- 50
- 55 En el separador de material compuesto orgánico/inorgánico recubierto con la capa de recubrimiento poroso según la presente invención, una relación en peso de las partículas inorgánicas y el polímero aglutinante está en el intervalo de 50:50 a 99:1, más preferentemente de 70:30 a 95:5. Si la relación en peso entre las partículas orgánicas y el polímero aglutinante es inferior a 50:50, el contenido de polímero es tan grande que la estabilidad térmica del separador de material compuesto orgánico/inorgánico puede no mejorarse demasiado. Además, el tamaño de poro y la porosidad pueden disminuir debido a la disminución del volumen intersticial formado entre las partículas inorgánicas, causando con ello el deterioro del rendimiento de una batería. Si la relación en peso es superior a 99:1, la resistencia al desprendimiento de la capa de recubrimiento poroso puede debilitarse ya que el contenido de polímero aglutinante es tan pequeño que el espesor de la capa de recubrimiento poroso compuesta por las partículas inorgánicas y el polímero aglutinante no está limitado especialmente, sino que está preferentemente en el intervalo de 0,01 a 20 µm. Además, el tamaño de poro y porosidad no están limitados especialmente, pero el tamaño de poro está comprendido preferentemente entre 0,001 y 100 y la porosidad está comprendida preferentemente entre el 10 y el 90%. El tamaño de poro y la porosidad dependen principalmente del tamaño de las partículas inorgánicas. Por ejemplo, en el caso de que las partículas inorgánicas tengan un diámetro de 1 µm o menos, el poro formado es también aproximadamente
- 60
- 65

de 1 μm o menos. Los poros tal como se menciona anteriormente se llenan más adelante con electrolito, y el electrolito de relleno desempeña el papel de transferir iones. En el caso de que el tamaño de poro y la porosidad sean respectivamente inferiores al 0,001 y el 10%, la capa de recubrimiento poroso puede actuar como una capa de resistencia. En el caso de que el tamaño de poro y porosidad sean mayores que 10 μm y el 90%, las propiedades mecánicas pueden deteriorarse.

El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la presente invención puede incluir además otros aditivos como componentes de la capa de recubrimiento poroso, además de las partículas inorgánicas y el polímero.

10 Además, en el separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la presente invención, el sustrato poroso que tiene una pluralidad de poros puede adoptar cualquier clase de sustrato poroso si se usa comúnmente como separador de un dispositivo electroquímico como un sustrato poroso de poliolefina. Por ejemplo, el sustrato poroso puede ser una tela no tejida o una membrana formada usando un polímero de poliolefina que contiene polietileno tal como HDPE (polietileno de alta densidad), LLDPE (polietileno lineal de baja densidad), LDPE (polietileno de baja densidad) y UHMWPE (polietileno de peso molecular ultraalto), polipropileno, polibutileno o polipenteno, en solitario o en combinación. El sustrato poroso tiene preferentemente un espesor de 5 a 50 μm , aunque no se limita al mismo, y también el tamaño de poro y porosidad del sustrato poroso son preferentemente de 0,01 a 50 μm y del 10 al 95%, respectivamente, aunque sin limitarse a ellos.

20 A continuación, se explica un procedimiento para fabricar un separador de material compuesto orgánico/inorgánico que tiene una capa de recubrimiento poroso según la presente invención a modo de ejemplo, pero la presente invención no se limita al mismo.

25 En primer lugar, se disuelve un copolímero que incluye las unidades monoméricas primera y segunda con los ángulos de contacto con una gota de agua mencionados anteriormente en un disolvente para preparar una solución de polímero aglutinante,

30 Posteriormente, se añaden partículas inorgánicas a la solución de polímero aglutinante y después se dispersan en el mismo. El disolvente tiene preferentemente un parámetro de solubilidad similar al del polímero aglutinante usado y un bajo punto de ebullición. Así ayudará a una mezcla uniforme y una sencilla retirada del disolvente con posterioridad. Un ejemplo no limitativo de disolvente utilizable incluye acetona, tetrahidrofurano, cloruro de metileno, cloroformo, dimetilformamida, N-metil-2-pirrolidona (NMP), ciclohexano, agua y mezclas de los mismos. Se prefiere que las partículas inorgánicas se pulvericen después de ser añadidas a la solución de polímero aglutinante. En este momento, el tiempo requerido para la pulverización es adecuadamente de 1 a 20 horas, y el tamaño de partícula de las partículas pulverizadas oscila entre 0,001 y 100, como se menciona anteriormente. Pueden usarse procedimientos de pulverización convencionales, y se prefiere en particular un procedimiento que use un molino de bolas,

35 Despues de eso, el sustrato poroso de poliolefina se recubre con la solución de polímero aglutinante donde se dispersan las partículas inorgánicas, en la condición de humedad del 10 al 80%, y después se seca.

40 Para recubrir el sustrato poroso con la solución de polímero aglutinante donde se dispersan las partículas inorgánicas, puede usarse un procedimiento de recubrimiento común bien conocido en la técnica. Por ejemplo, pueden usarse diversos procedimientos tales como recubrimiento por inmersión, recubrimiento con troquel, recubrimiento con rodillo, recubrimiento con coma o sus combinaciones. Además, la capa de recubrimiento poroso puede formarse 45 selectivamente en las dos superficies o solo en una superficie del sustrato poroso.

50 El separador de material compuesto orgánico/inorgánico fabricado como se menciona anteriormente puede usarse como separador de un dispositivo electroquímico. En concreto, el separador de material compuesto orgánico/inorgánico puede usarse de manera útil como un separador interpuesto entre un cátodo y un ánodo. En este momento, en el caso de que se use un polímero gelificable como un componente de polímero aglutinante cuando se impregna un electrolito líquido, después de ensamblar una batería usando el separador, el electrolito inyectado y el polímero pueden hacerse reaccionar y después gelificarse, con lo que se forma un electrolito de material compuesto orgánico/inorgánico de tipo gel.

55 El dispositivo electroquímico puede ser cualquier dispositivo donde puedan producirse reacciones electroquímicas, y un ejemplo específico de los dispositivos electroquímicos incluye todas las clases de baterías primarias, baterías secundarias, células de combustible, células solares o capacitores tales como un supercapacitor. En particular, entre las baterías secundarias, se prefieren baterías secundarias de litio que incluyen una batería secundaria de metal de litio, una batería secundaria de iones de litio, una batería secundaria de polímero de litio o una batería secundaria de polímero de iones de litio,

60 El dispositivo electroquímico puede fabricarse según procedimientos comunes bien conocidos en la técnica. Como una realización del procedimiento para fabricar un dispositivo electroquímico, un dispositivo electroquímico puede fabricarse interponiendo el separador de material compuesto orgánico/inorgánico mencionado anteriormente entre un cátodo y un ánodo e inyectando en el mismo una solución de electrolito.

No existen limitaciones especiales en los electrodos que pueden usarse junto con un separador de material compuesto orgánico/inorgánico de la presente invención, y los electrodos pueden fabricarse depositando materiales activos de los electrodos en un colector de corriente según uno de los procedimientos comunes bien conocidos en la técnica.

5 Entre los materiales activos de los electrodos, un ejemplo no limitativo de materiales activos de cátodo puede incluir cualquier material activo de cátodo convencional usado actualmente en un cátodo de un dispositivo electroquímico convencional. En particular, como materiales activos de cátodo se prefieren óxidos de litio-manganoso, óxidos de litio-cobalto, óxidos de litio-níquel, óxidos de litio-hierro u óxidos de materiales compuestos de litio de los mismos. Además, una muestra no limitativa de materiales activos de ánodo puede incluir cualquier material activo de ánodo convencional usado actualmente en un ánodo de un dispositivo electroquímico convencional. En particular, como materiales activos de ánodo se prefieren materiales de intercalación de litio tales como metal de litio, aleaciones de litio, carbono, coque de petróleo, carbón activado, grafito u otros materiales de carbono. Un ejemplo no limitativo de un colector de corriente de cátodo incluye una lámina formada por aluminio, níquel o una combinación de los mismos. Un ejemplo no limitativo de un colector de corriente de ánodo incluye una lámina formada por aleaciones de cobre, oro, níquel, cobre o una combinación de las mismas.

10 15 La solución de electrolito que puede usarse en la presente invención incluye una sal representada por la fórmula de A^+B^- donde A^+ representa un catión de metal alcalino seleccionado de entre el grupo que consiste en Li^+ , Na^+ , K^+ y combinaciones de los mismos, y B^- representa una sal que contiene un anión seleccionado de entre el grupo que consiste en PF_6^- , BF_4^- , Cl^- , Br^- , I^- , CIO_4^- , AsF_6^- , $CH_3CO_2^-$, $CF_3SO_3^-$, $N(CF_3SO_2)_2^-$, $C(CF_2SO_2)_3^-$ y combinaciones de los mismos. La sal puede estar disuelta o disociada en un disolvente orgánico seleccionado de entre el grupo que consiste en carbonato de propileno (PC), carbonato de etileno (EC), carbonato de dietilo (DEC), carbonato de dimetilo (DMC), carbonato de dipropilo (DPC), dimetilsulfóxido, acetonitrilo, dimetroxietano, tetrahidrofurano, N-metil-2-pirrolidona (NMP), carbonato de etilmétilo (EMC), gamma-butilrolactona (γ -butirolactona) y mezclas de los mismos. Sin embargo, la solución de electrolito que puede usarse en la presente invención no se limita a los ejemplos anteriores.

20 25 Más en particular, la solución de electrolito puede inyectarse en una etapa adecuada durante el procedimiento de fabricación de una batería, según el procedimiento de fabricación y las propiedades deseadas de un producto final. En otras palabras, la solución de electrolito puede inyectarse antes de que se ensamble una batería o durante una etapa final del procedimiento de ensamblaje de una batería.

30 35 Para aplicar el separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la presente invención en una batería, puede usarse un procedimiento de apilado (o laminación) o un procedimiento de plegado además de un procedimiento de bobinado que se usa muy comúnmente. El separador de material compuesto orgánico/inorgánico de la presente invención tiene una excelente resistencia al desprendimiento, con lo que las partículas inorgánicas no se extraen fácilmente durante el procedimiento de ensamblaje de la batería.

Modo de la Invención

40 A continuación, se describirán en detalle varios ejemplos preferidos de la presente invención para una mejor comprensión. Sin embargo, los ejemplos de la presente invención pueden modificarse de distintas formas, y no deben interpretarse como limitativos del alcance de la invención. Los ejemplos de la presente invención se ofrecen solo para entender mejor de la invención para los expertos en la materia

Ejemplo 1

45 Se añadió el 5% en peso de copolímero de butilacrilato-ácido acrílico que contenía el 5% en moles de unidad de ácido acrílico (el ángulo de contacto de la unidad de butilacrilato con respecto a una gota de agua era de 80° y el ángulo de contacto de la unidad de ácido acrílico con respecto a una gota de agua era de 10°) a acetona y se disolvió a 50°C durante aproximadamente 12 horas para preparar una solución de polímero aglutinante. Se añadió polvo de $BaTiO_3$ a la solución preparada de polímero aglutinante en una relación en peso de mezcla polimérica mezcla / $BaTiO_3$ = 10/90, y a continuación se pulverizó el polvo de $BaTiO_3$ y se dispersó durante 12 horas o más mediante moliuración en molino de bolas para preparar una suspensión espesa. En la suspensión espesa preparada, el diámetro de $BaTiO_3$ puede controlarse según un tamaño (o diámetro) de perlas usadas y el tiempo de la moliuración en molino de bolas, pero en este ejemplo 1, el polvo de $BaTiO_3$ se pulverizó en aproximadamente 400 nm para preparar la suspensión espesa. La suspensión espesa preparada se usó para el recubrimiento de un separador poroso de polietileno (que tenía una porosidad del 45%) con un espesor de 12 μm por medio de recubrimiento por inmersión, y se controló que el espesor de recubrimiento contenido fuera de aproximadamente 8 μm . El tamaño de poro en la capa de recubrimiento poroso formada en el separador poroso de polietileno estuvo en el nivel de 0,4 μm , y la porosidad estuvo en el nivel del 57%.

Ejemplo 2

60 65 Se preparó un separador de material compuesto orgánico/inorgánico de la misma manera que en el ejemplo 1, con la salvedad de que se usó copolímero de acrilonitrilo-ácido acrílico que contenía el 5% en moles de unidad de ácido acrílico (el ángulo de contacto de la unidad de acrilonitrilo con respecto a una gota de agua fue de 85°) en lugar del copolímero de butilacrilato-ácido acrílico.

Ejemplo 3

Se preparó un separador de material compuesto orgánico/inorgánico de la misma manera que en el ejemplo 1, con la salvedad de que se usó polvo de Al_2O_3 en lugar de polvo de BaTiO_3 .

Ejemplo 4

Se preparó un separador de material compuesto orgánico/inorgánico de la misma manera que en el ejemplo 1, con la salvedad de que la relación de contenido de polímero aglutinante / BaTiO_3 se cambió a 5/95.

Ejemplo comparativo 1

Se preparó un separador de material compuesto orgánico/inorgánico de la misma manera que en el ejemplo 1, con la salvedad de que se usó homopolímero de butilacrilato en lugar del copolímero de butilacrilato-ácido acrílico.

Ejemplo comparativo 2

Se preparó un separador de material compuesto orgánico/inorgánico, de la misma manera que en el ejemplo 1, con la salvedad de que se usó homopolímero de ácido acrílico en lugar del copolímero de butilacrilato-ácido acrílico. Sin embargo, dado que el homopolímero de ácido acrílico no se disolvió en acetona que es un disolvente, fue imposible preparar una suspensión espesa para formar una capa de recubrimiento poroso.

Ejemplo comparativo 3

Se preparó un separador de material compuesto orgánico/inorgánico de la misma manera que en el ejemplo 1, con la salvedad de que se usó homopolímero de acrilonitrilo en lugar del copolímero de butilacrilato-ácido acrílico.

Preparación del Ánodo

Se añadió respectivamente el 96% en peso de polvo de carbono como un material activo del ánodo, el 3% en peso de polifluoruro de vinilideno (PVdF) como agente de copulación y el 1% en peso de negro de carbono como material conductor a N-metil-2 pirrolidona (NMP) como disolvente para preparar una suspensión espesa de mezcla de ánodo. Se aplicó la suspensión espesa de mezcla de ánodo a una película de cobre (Cu), que es un colector de corriente de ánodo con un espesor de 10 μm , y a continuación se secó para preparar un ánodo, y después se llevó a cabo un prensado con rodillo sobre la misma.

Preparación del Cátodo

Se añadió respectivamente el 92% en peso de óxido de material compuesto de litio-cobalto como material activo de cátodo, el 4% en peso de negro de carbono como material conductor y el 4% en peso de PVdF como agente de copulación a N-metil-2 pirrolidona (NMP) como disolvente para preparar una suspensión espesa de mezcla de cátodo. Se aplicó la suspensión espesa de mezcla de cátodo a una película de aluminio (Al), que es un colector de corriente de cátodo con un espesor de 200, y a continuación se secó para preparar un cátodo, y después se llevó a cabo un prensado con rodillo sobre la misma,

Fabricación de Batería

Se fabricó una batería usando el separador de material compuesto orgánico/inorgánico y los electrodos preparados como anteriormente, y a continuación se sometió a ensayo su rendimiento y su seguridad.

Se ensambló la batería en un modo de apilamiento del ánodo, el cátodo y el separador poroso de material compuesto orgánico/inorgánico, y después un electrolito (carbonato de etileno (EC) / carbonato de etilmetilo (EMC) = 1/2 (una relación de volumen), 1 mol de hexafluorofosfato de litio (LiPF_6)).

Ánálisis de Superficie del Separador de Material Compuesto Orgánico/inorgánico

La FIG. 2 es una fotografía que muestra una superficie de la capa de recubrimiento poroso y una superficie de la película porosa de polietileno del separador de material compuesto orgánico/inorgánico fabricado según el ejemplo 1, tomada usando SEM (microscopio electrónico de barrido). Al mirar la FIG. 2, se encontraría que la capa de recubrimiento poroso y la película porosa de polietileno muestran un tamaño de poro uniforme de aproximadamente 1 μm o menos.

Evaluación de la Contracción Térmica del Separador de Material Compuesto Orgánico/inorgánico

Las películas porosas de material compuesto orgánico/inorgánico recubiertas con material activo de electrodo, fabricadas según los ejemplos 1 a 4 y los ejemplos comparativos 1 a 3, se guardaron a 150°C durante 1 hora, y a continuación se evaluaron sus contracciones térmicas y después se recogieron en la siguiente tabla 1.

Como resultado del experimento, los ejemplos 1 a 4 mostraron una contracción térmica sustancialmente menor que el 10%, pero los ejemplos comparativos 1 a 3 mostraron una contracción térmica del 60% o superior. Por su parte, la

FIG. 3 es una fotografía que muestra el separador de material compuesto orgánico/inorgánico según el ejemplo 1 de la presente invención, tomada después de dejar el separador en solitario en un horno a 150°C durante 1 hora.

Tabla 1

Condición	Ejemplos				Ejemplos comparativos	
	1	2	3	4	1	3
Contracción térmica	<10%	<10%	<10%	<5%	60%	60%

5 **Evaluación de la Resistencia al Desprendimiento del Separador de Material Compuesto Orgánico/inorgánico**
Se realizó el siguiente experimento para evaluar las resistencias al desprendimiento de las capas de recubrimiento poroso formadas en los separadores de material compuesto orgánico/inorgánico según los ejemplos y los ejemplos comparativos. El término fuerza de desprendimiento de la capa de recubrimiento poroso usado en esta invención se refiere a una fuerza de desprendimiento medida según el ensayo siguiente.

10 Se usó una cinta adhesiva de doble cara para fijar cada separador de material compuesto orgánico/inorgánico según los ejemplos 1 a 4 y los ejemplos comparativos 1 a 3 en una placa de vidrio, y a continuación se acopló firmemente una cinta (una cinta transparente producida por 3M) a la capa de recubrimiento poroso expuesta.

15 Posteriormente, como se muestra en la FIG. 4, se midió la fuerza requerida para desprender la cinta usando un dispositivo de medida de la fuerza de tracción para evaluar la fuerza de desprendimiento de la capa de recubrimiento poroso. La FIG. 5 muestra un gráfico obtenido de forma consiguiente.

20 **Ensayo de Rendimiento de Baterías**

Se cargaron baterías que tenían respectivamente capacidades de cátodo y ánodo de 30 mAh con 0,5C y después se descargaron con 1,0C, y sus capacidades de descarga se recogen en la siguiente tabla 2. Debe entenderse que el rendimiento de las células según los ejemplos 1 a 4 mejora enormemente en comparación con los ejemplos comparativos 1 a 3.

Tabla 2

Condición	Ejemplos				Ejemplos comparativos	
	1	2	3	4	1	3
Capacidad	30,14	30,12	30,18	30,21	28,43	28,50

25 **Aplicabilidad Industrial**

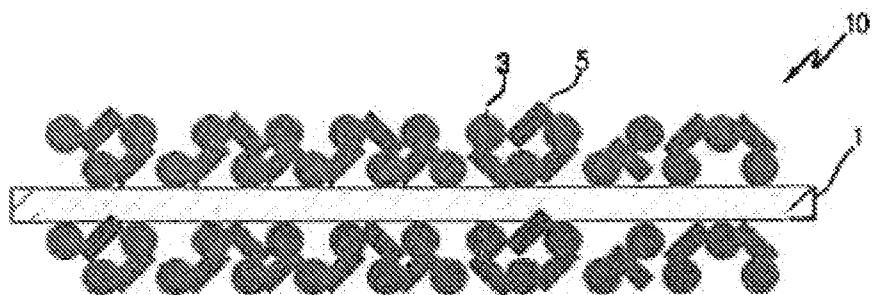
30 Tal como se describe anteriormente, el separador de material compuesto orgánico/inorgánico recubierto con una capa de recubrimiento poroso según la presente invención tiene una estabilidad térmica excelente, con lo que puede restringir un cortocircuito eléctrico entre un cátodo y un ánodo. Además, puede resolverse el problema de que las partículas inorgánicas en la capa de recubrimiento poroso formadas en un sustrato poroso sean extraídas durante un procedimiento de ensamblaje de un dispositivo electroquímico. Además, dado que la fuerza de adhesión entre la capa de recubrimiento poroso y el sustrato poroso es fuerte, la capa de recubrimiento poroso puede mostrar suficientemente su función para restringir la contracción térmica del sustrato poroso incluso cuando el dispositivo electroquímico se recalienta. En consecuencia, la presente invención permite mejorar enormemente y de forma segura el dispositivo electroquímico y atribuirle un mejor rendimiento de batería.

REIVINDICACIONES

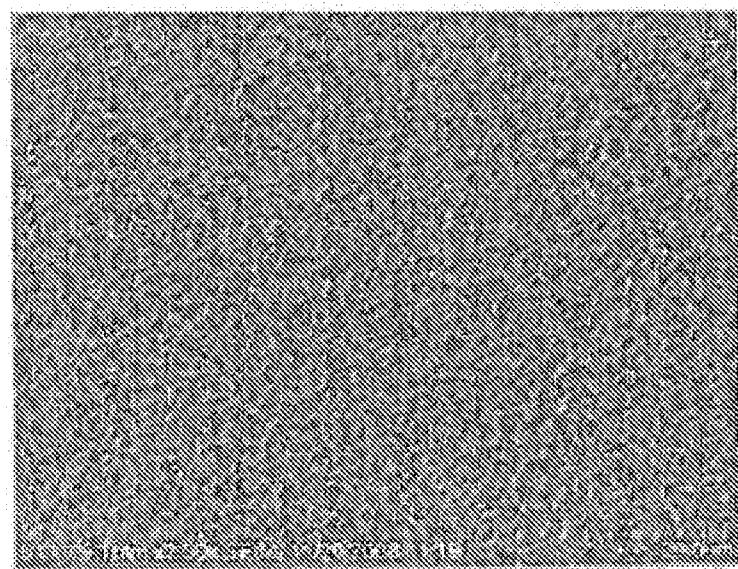
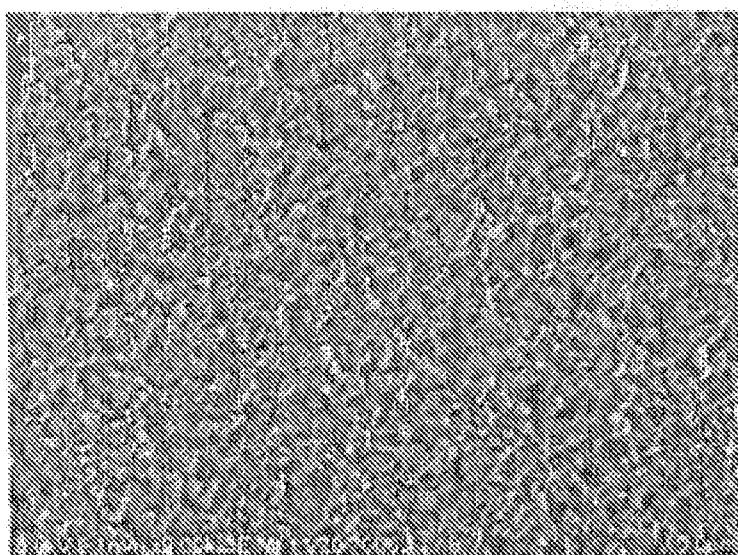
1. Un separador de material compuesto orgánico/inorgánico, que incluye un sustrato poroso de poliolefina que tiene una pluralidad de poros; y una capa de recubrimiento poroso formada en al menos una superficie del sustrato poroso de poliolefina con una pluralidad de partículas inorgánicas y un polímero aglutinante,
- 5 donde el polímero aglutinante es un copolímero que incluye:
- 10 (a) una primera unidad monomérica que tiene un ángulo de contacto con una gota de agua, medido según el procedimiento descrito en la descripción, en el intervalo de 0° a 49°; y
- (b) una segunda unidad monomérica que tiene un ángulo de contacto con una gota de agua, medido según el procedimiento descrito en la descripción, en el intervalo de 50° a 130°
- 15 **caracterizado porque** la primera unidad monomérica tiene una relación molar en el intervalo del 1 al 20% en moles basándose en todo el copolímero.
- 20 2. El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la reivindicación 1, donde la primera unidad monomérica tiene un ángulo de contacto con una gota de agua en el intervalo de 5° a 30°, y la segunda unidad monomérica tiene un ángulo de contacto con una gota de agua en el intervalo de 70° a 120°.
- 25 3. El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la reivindicación 1, donde el copolímero tiene un ángulo de contacto con una gota de agua en el intervalo de 30° a 80°.
- 30 4. El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la reivindicación 1, donde la primera unidad monomérica es una unidad monomérica que tiene al menos un grupo funcional seleccionado de entre el grupo que consiste en OH, COOH, MAH (anhídrido maleico) y SO₃H, y la segunda unidad monomérica es una unidad monomérica que tiene al menos un grupo funcional seleccionado de entre el grupo que consiste en F, Cl, CN, acrilato, acetato y éster.
- 35 5. El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la reivindicación 1, donde el copolímero es un copolímero seleccionado de entre el grupo que consiste en copolímero de acrilonitrilo-anhídrido maleico, copolímero de acrilonitrilo-alcohol vinílico, copolímero de cianoetileno-alcohol vinílico, copolímero de cianoetileno-celulosa, copolímero de cianoetileno-sacarosa, copolímero de acrilonitrilo-ácido acrílico, copolímero de acrilonitrilo-ácido maleico anhídrico, copolímero de acrilato-ácido acrílico y copolímero de acrilato-ácido maleico anhídrico.
- 40 6. El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la reivindicación 1, donde la capa de recubrimiento poroso tiene una fuerza de desprendimiento de 5 gf/cm o superior.
7. El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la reivindicación 1, donde las partículas inorgánicas tienen un tamaño en el intervalo de 0,001 a 10 µm.
- 45 8. El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la reivindicación 1, donde las partículas inorgánicas se seleccionan de entre el grupo que consiste en partículas inorgánicas que tienen una constante dieléctrica de 5 o superior, partículas inorgánicas que tienen capacidad de transferencia de iones de litio, o sus mezclas
9. El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la reivindicación 8, donde la partícula inorgánica que tiene una constante dieléctrica de 5 o superior es una partícula inorgánica seleccionada de entre el grupo que consiste en BaTiO₃, Pb(Zr,Ti)O₃ (PZT), Pb_{1-x}La_xZr_{1-y}Ti_yO₃ (PLZT), PB(Mg₃Nb_{2/3})O₃-PbTiO₃ (PMN-PT), óxido de hafnio (HfO₂), SrTiO₃, SnO₂, CeO₂, MgO, NiO, CaO, ZnO, ZrO₂, SiO₂, Y₂O₃, Al₂O₃, SiC y TiO₂.
- 50 10. El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la reivindicación 9, donde la partícula inorgánica que tiene una constante dieléctrica de 5 o superior es una partícula inorgánica piezoelectrónica seleccionada de entre el grupo que consiste en BaTiO₃, Pb(Zr,Ti)O₃ (PZT), Pb_{1-x}La_xZr_{1-y}Ti_yO₃ (PLZT), PB(Mg₃Nb_{2/3})O₃-PbTiO₃ (PMN-PT) y óxido de hafnio (HfO₂).
- 55 11. El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la reivindicación 8, donde la partícula inorgánica que tiene una conductividad de iones de litio es una partícula inorgánica seleccionada de entre el grupo que consiste en fosfato de litio (Li₃PO₄), fosfato de litio-titanio (Li_xTi_y(PO₄)₃, 0 < x < 2, 0 < y < 3), fosfato de litio-aluminio-titanio (Li_xAl_yTi_z(PO₄)₃, 0 < x < 2, 0 < y < 1, 0 < z < 3), (LiAlTiP)_xO_y tipo vidrio (0 < x < 4, 0 < y < 13), titanato de litio-lantano (Li_xLa_yTiO₃, 0 < x < 2, 0 < y < 3), tiofosfato de litio-germanio (Li_xGe_yP_zSw, 0 < x < 4, 0 < y < 1, 0 < z < 1, 0 < w < 5), nitruros de litio (Li_xNy, 0 < x < 4, 0 < y < 2), SiS₂ (Li_xSi_yS_z, 0 < x < 3, 0 < y < 2, 0 < z < 4) tipo vidrio, y P₂S₅ (Li_xP_yS_z, 0 < x < 3, 0 < y < 3, 0 < z < 7) tipo vidrio.

12. El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la reivindicación 1, donde una relación en peso de las partículas inorgánicas y el polímero aglutinante está en el intervalo de 50:50 a 99:1.
- 5 13. El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la reivindicación 1, donde la capa de recubrimiento poroso tiene un espesor de 0,01 a 20 µm, un tamaño de poro de 0,001 a 10 µm y una porosidad del 10 al 90%.
- 10 14. El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la reivindicación 1, donde el sustrato poroso de poliolefina se forma usando un polímero seleccionado de entre el grupo que consiste en polietileno, polipropileno, polibutileno y polipenteno.
- 15 15. El separador de material compuesto orgánico/inorgánico según la reivindicación 1, donde el sustrato poroso tiene un espesor de 5 a 50 µm, un tamaño de poro de 0,01 a 50 µm y una porosidad del 10 al 95%.
- 20 16. Un dispositivo electroquímico que incluye un cátodo, un ánodo y un separador interpuesto entre el cátodo y el ánodo, donde el separador es el separador de material compuesto orgánico/inorgánico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15.
17. El dispositivo electroquímico según la reivindicación 16, donde el dispositivo electroquímico es una batería secundaria de litio.

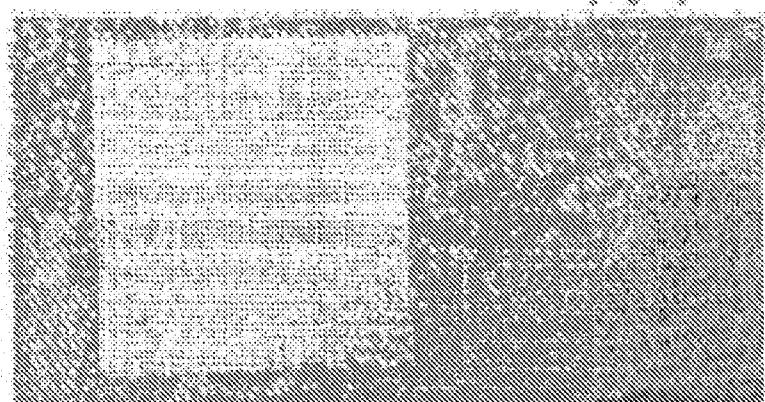
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]

