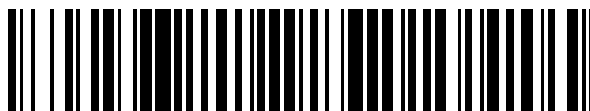


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 953 069**

51 Int. Cl.:

H01M 10/42 (2006.01)

H01M 4/62 (2006.01)

H01M 4/13 (2010.01)

H01M 4/139 (2010.01)

H01M 4/04 (2006.01)

H01M 10/052 (2010.01)

H01B 3/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.02.2019 PCT/KR2019/001461**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.08.2019 WO19151831**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2019 E 19748335 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2023 EP 3726631**

54 Título: **Composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio y método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio usando la misma**

30 Prioridad:

01.02.2018 KR 20180013009

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

07.11.2023

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**PARK, SUNG CHUL;
LEE, UNG JU;
CHUNG, KOO SEUNG;
JEONG, WON HEE;
YOO, JUNG WOO y
KIM, YOUNG JAE**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 953 069 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio y método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio usando la misma

5

[Sector de la técnica]**Referencia cruzada a la solicitud relacionada**

La presente solicitud reivindica prioridad a y el beneficio de la solicitud de patente coreana N.º 10-2018-0013009, presentada el 1 de febrero de 2018.

10

Campo técnico

La presente invención se refiere a una composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio y a un método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio usando la misma.

15

[Estado de la técnica]

A medida que aumenta el desarrollo y la demanda de dispositivos móviles, aumenta rápidamente la necesidad de una batería secundaria como fuente de energía y, por lo tanto, se han realizado muchos estudios sobre baterías capaces de cumplir las diversas demandas.

20

Normalmente, en términos de la forma de una batería, existe una alta demanda de una batería prismática y una batería de tipo bolsillo que se pueda aplicar a un producto, tal como un teléfono móvil, con un pequeño espesor, y en términos de un material, existe una alta demanda de una batería secundaria de litio, tal como una batería de polímero de litio y cobalto, con elevada densidad energética, elevada tensión de descarga y elevada seguridad.

25

Uno de los principales proyectos de investigación sobre baterías secundarias es mejorar la seguridad. La principal causa de los accidentes relacionados con la seguridad es provocada por la aparición de un estado de elevada temperatura anormal debido a un cortocircuito entre un electrodo positivo y un electrodo negativo. En otras palabras, para mantener el aislamiento eléctrico en una situación normal, se dispone un separador entre el electrodo positivo y el electrodo negativo, pero existe una limitación con solo un separador convencional en una situación de mal uso anormal en el que una batería se sobrecarga o sobredescarga, ocurre un cortocircuito interno debido al crecimiento dendrítico de un material de electrodo o impurezas, un objeto afilado, tal como una uña o un tornillo, perfora una batería, o la batería se deforma excesivamente debido a una fuerza externa.

30

35

En general, una película microporosa que consiste en una resina de poliolefina se usa principalmente como un separador, pero la película tiene una temperatura de resistencia térmica de aproximadamente 120 a 160 °C, que significa que la película tiene resistencia térmica insuficiente. Por lo tanto, cuando ocurre un cortocircuito interno, existe un problema en que una parte del cortocircuito se expande por encogimiento del separador debido al calor de reacción del cortocircuito, que conducen a la fuga térmica en la que cada vez se genera más calor de reacción.

40

Además, en general, una batería secundaria se produce en una forma prismática cortando un electrodo positivo y un electrodo negativo en un tamaño constante, y superponiendo los electrodos cortados capa a capa. Aquí, como existe una parte afilada de tipo aguja muy pequeña en el borde del electrodo positivo o electrodo negativo recubierta con un electrolito de polímero, cuando los electrodos están apilados, esta parte tiene un cortocircuito interno mínimo, que conduce a un efecto adverso sobre el rendimiento de la batería. Particularmente, puesto que el borde es más irregular que el interior cuando está recubierto con un electrolito de polímero, existe una elevada probabilidad de un cortocircuito debido a recubrimiento no uniforme. Además, cuando las capas de electrodo superior e inferior no coinciden ligeramente mientras los electrodos están apilados, puede ocurrir un cortocircuito entre el electrodo positivo y el electrodo negativo.

45

50

Como se ha descrito anteriormente, se han estudiado diversos métodos para reducir la deformación de celdas, un impacto externo o la probabilidad de un cortocircuito físico entre un electrodo positivo y un electrodo negativo.

55

Por ejemplo, para prevenir un cortocircuito en una batería completa causado por el contacto de una pestaña de electrodo con la porción superior de una unidad de electrodo debido al movimiento de la unidad de electrodo, se usa un método de fijación de una cinta aislante con un tamaño predeterminado a una pestaña de electrodo adyacente a la porción superior de un colector de corriente. Como cinta de aislamiento se usa, en general, una película de poliimida y, en general, se recomienda que el enrollado de la cinta de aislamiento avance desde la porción superior del colector de corriente hasta una longitud que se extiende ligeramente hacia abajo. Además, para prevenir el desenrollado, la cinta se enrolló, en general, aproximadamente 2 a 3 veces.

60

Sin embargo, el enrollado de la cinta de aislamiento es muy complicado, y cuando la cinta de aislamiento se enrolla desde la porción superior del colector de corriente a una longitud que se extiende ligeramente hacia abajo, dicha porción puede causar un aumento en el espesor de la unidad de electrodo. Además, existe el problema de que la cinta

65

tiende a desenrollarse cuando se dobla la cinta de electrodo.

La solicitud de patente coreana sin examinar N.º 10-2015-0031724 desvela una batería secundaria.

- 5 El documento de patente KR 20140015647A se refiere a una unidad de electrodo para una batería secundaria que tiene una porción en forma de V.

El documento de patente KR 20160125720A1 se refiere a una composición de electrodo aislante recubierta sobre una pestaña de electrodo para un electrodo de batería secundaria.

10

[Bibliografía del estado de la técnica]

[Literatura de patentes]

- 15 Publicación de solicitud de patente coreana sin examinar N.º 10-2015-0031724

[Objeto de la invención]

[Problema técnico]

20

La presente invención se refiere a proporcionar una composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio en la que una formación y posición de alineación de una capa aislante puede ser fácilmente determinada en la formación de la capa aislante, y se puede inhibir la erosión de una capa de material activo en la parte que solapa una capa de material activo de electrodo.

25

La presente invención también se refiere a proporcionar un método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio usando la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio.

30

La presente invención también se refiere a proporcionar un electrodo para una batería secundaria de litio que incluye una capa aislante formada de la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio.

35

La presente invención también se refiere a proporcionar una batería secundaria de litio que incluye el electrodo anteriormente descrito para una batería secundaria de litio.

[Solución técnica]

40

La presente invención proporciona una composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio, que incluye un polímero aglutinante; un colorante que incluye al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un colorante orgánico, un colorante soluble en aceite y un fósforo orgánico; y un disolvente, y tiene una viscosidad de 1.000 cP o más a 25 °C.

45

Además, la presente invención proporciona un método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio, que incluye formar una capa de material activo de electrodo sin secar aplicando una composición en suspensión de material activo sobre un colector de corriente de electrodo; formar una capa aislante sin secar aplicando la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio de manera que superponga la capa de material activo de electrodo sin secar en una región parcial; y simultáneamente secar la capa de material activo de electrodo sin secar y la capa aislante sin secar.

50

Además, la presente invención proporciona un electrodo para una batería secundaria de litio, que incluye un colector de corriente de electrodo; una capa de material activo de electrodo formada sobre el colector de corriente de electrodo; y una capa aislante formada sobre el colector de corriente de electrodo y que superpone la capa de material activo de electrodo en una región parcial, en donde el espesor de la capa aislante en la región que superpone la capa de material activo de electrodo se reduce cada vez más hacia la capa de material activo de electrodo, y la capa aislante se forma de la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio.

55

Además, la presente invención proporciona una batería secundaria de litio que incluye el electrodo descrito anteriormente para una batería secundaria de litio.

60

[Efectos ventajosos]

65

Usando un colorante, tal como un colorante orgánico, una composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio según la presente invención puede presentar estabilidad a los líquidos, y se puede determinar fácilmente una posición de alineación de la capa aislante en la formación de una capa aislante.

Además, en la composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio según la presente invención, el colorante puede ser disuelto fácilmente sin usar un dispersante y, por consiguiente, la viscosidad de la composición puede ajustarse fácilmente. Como resultado, la capa aislante así formada puede tener una fuerza adhesiva excelente en la región de superposición con una capa de material activo de electrodo e inhibir la erosión.

Por lo tanto, con un electrodo para una batería secundaria de litio preparado usando la composición para formar una capa aislante y una batería secundaria de litio que incluye al mismo, es posible evaluar fácilmente la calidad de la batería debido a la facilidad de detección de una posición de formación de capa de aislamiento, y garantizar la calidad y estabilidad de un producto.

[Descripción de las figuras]

La FIG. 1 es una imagen de microscopio electrónico de barrido (SEM) que muestra la región de superposición de una capa aislante y una capa de material activo de electrodo positivo en la sección transversal de un electrodo positivo preparado en el Ejemplo 1.

La FIG. 2 es una imagen de SEM que muestra la región de superposición de una capa aislante y una capa de material activo de electrodo positivo en la sección transversal de un electrodo positivo preparado en el Ejemplo comparativo 1.

La FIG. 3 muestra el resultado de un experimento de evaluación de la elución de electrolito para el electrodo positivo preparado en el Ejemplo 1.

La FIG. 4 muestra el resultado de un experimento de evaluación de la elución de electrolito para el electrodo positivo preparado en el ejemplo 2.

La FIG. 5 es una imagen para confirmar la estabilidad a los líquidos de una composición para formar una capa aislante del Ejemplo 1.

La FIG. 6 es una imagen para confirmar la estabilidad a los líquidos de una composición para formar una capa aislante del Ejemplo comparativo 2.

La FIG. 7 es una imagen de inspección superficial para evaluar la capacidad de recubrimiento de la composición para formar una capa aislante del Ejemplo 1.

La FIG. 8 es una imagen de inspección superficial para evaluar la capacidad de recubrimiento de la composición para formar una capa aislante del Ejemplo 3.

La FIG. 9 es una imagen de microscopio óptico para evaluar la capacidad de recubrimiento de la composición para formar una capa aislante del ejemplo 1.

La FIG. 10 es una imagen de microscopio óptico para evaluar la capacidad de recubrimiento de la composición para formar una capa aislante del Ejemplo 3.

[Descripción detallada de la invención]

En lo sucesivo, la presente invención se describirá con más detalle para ayudar en el entendimiento de la presente invención. Aquí, los términos y las palabras usado en la memoria descriptiva y reivindicaciones no se deben interpretar como limitados a significados generales o de diccionario, y se deben interpretar con el significado y concepto según la idea técnica de la presente invención basándose en el principio de que los inventores han definido apropiadamente los conceptos de términos para explicar la invención de la mejor forma.

Los términos usados en la memoria descriptiva se usan únicamente para explicar ejemplos específicos, no para limitar la presente invención. Expresiones en singular incluyen referentes al plural, a menos que se indique claramente lo contrario en el contexto.

Los términos "incluir" y "tener" usados en el presente documento designan la presencia de características, números, etapas, componentes o una combinación de los mismos, y se debe entender que la posibilidad de la presencia o adición de una o varias de otras características, números, etapas, componentes, o una combinación de los mismos, no se excluye de antemano.

El "%" usado en el presente documento significa un porcentaje en peso (% en peso), a menos que se indique explícitamente lo contrario.

En la memoria descriptiva, el tamaño de partículas promedio (D_{50}) se puede definir como un tamaño de partículas correspondiente al 50 % en una curva de distribución acumulada basada en volumen del tamaño de partículas. El tamaño de partículas promedio (D_{50}) se puede medir usando un método de difracción láser. El método de difracción láser permite, en general, la medición de un tamaño de partículas en un intervalo de submicrómetros a varios mm, y puede obtenerse un resultado con alta reproducibilidad y alta resolución.

En lo sucesivo, la presente invención se describirá con detalle.

Composición para formar la capa aislante

Una composición para formar una capa aislante de la presente invención incluye (1) un polímero aglutinante, (2) un

colorante que incluye al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un colorante orgánico, un colorante soluble en aceite y un fósforo orgánico, y (3) un disolvente, y tiene una viscosidad de 1.000 cP o más a 25 °C.

5 Por ejemplo, la capa aislante se puede formar sobre la parte sin recubrir de un colector de corriente de electrodo, que no está recubierto con una capa de material activo de electrodo, o formar para que superponga parcialmente una capa de material activo de electrodo. Aquí, en general, para determinar dónde se aplica la capa aislante, la composición para formar una capa aislante se puede mezclar con un pigmento. Sin embargo, en general, un pigmento, tal como un pigmento inorgánico o un pigmento orgánico, es insoluble en agua o un disolvente orgánico y coagula fácilmente en una composición, de forma que es difícil distribuirlo uniformemente en la capa aislante. Para prevenir la coagulación del pigmento, se puede añadir un dispersante a la composición para formar una capa aislante. Sin embargo, para realizar un proceso de superposición de la capa de material activo de electrodo y la capa aislante, la composición para formar una capa aislante requiere un cierto nivel o más de viscosidad, y la composición que tiene una viscosidad que cumple dicho requisito puede tener problemas de dificultad en la dispersión del pigmento y la posibilidad de coagulación a pesar de la adición de un dispersante.

15 Sin embargo, puesto que la composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio de la presente invención usa un colorante orgánico que tiene excelente solubilidad y dispersabilidad incluso a un elevado nivel de viscosidad como un colorante, no se necesita un dispersante separado, y muestra excelente capacidad de recubrimiento.

20 Además, la composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio de la presente invención puede tener excelente estabilidad a los líquidos usando un colorante orgánico como un colorante, y es fácil de determinar una posición de alineación de una capa aislante en la formación de una capa aislante.

25 Además, la composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio según la presente invención puede disolver fácilmente un colorante sin usar un dispersante, controlándose así fácilmente la viscosidad de la composición y, por lo tanto, la capa aislante puede tener excelente fuerza adhesiva en una región de superposición con una capa de material activo de electrodo, y se puede inhibir la erosión de la capa aislante.

30 Por lo tanto, con un electrodo para una batería secundaria de litio preparado usando la composición para formar una capa aislante y una batería secundaria de litio que incluye al mismo, es posible detectar fácilmente una posición de formación de capa aislante para facilitar la evaluación de calidad y garantizar la calidad y estabilidad del producto.

35 El polímero aglutinante es un componente para conferir una capacidad de unión a un colector de corriente de electrodo y/o una capa de material activo de electrodo, por ejemplo, cuando se forma una capa aislante de la composición para formar una capa aislante.

40 El polímero aglutinante puede ser al menos un polímero aglutinante seleccionado del grupo que consiste en poli(fluoruro de vinilideno), poli(alcohol vinílico), caucho de estireno-butadieno, poli(óxido de etileno), carboxil metil celulosa, acetato de celulosa, acetato-butirato de celulosa, acetato-propionato de celulosa, cianoetilpululano, cianoetil poli(alcohol vinílico), cianoetil celulosa, cianoetil sacarosa, pululano, poli(metacrilato de metilo), poli(acrilato de butilo), poliacrilonitrilo, polivinilpirrolidona, poli(acetato de vinilo), polietileno-co-acetato de vinilo, poliarilato y un compuesto de bajo peso molecular que tiene un peso molecular de 10.000 g/mol o menos. Entre estos, el polímero aglutinante puede ser poli(fluoruro de vinilideno) en términos de una adhesividad, resistencia a productos químicos y estabilidad electroquímica.

45 El polímero de poli(fluoruro de vinilideno) puede tener un peso molecular medio ponderal de 400.000 a 1.500.000, y preferentemente 600.000 a 1.200.000 en términos de potenciar la fuerza adhesiva a la capa de material activo de electrodo descrita anteriormente y alcanzar una viscosidad deseada.

50 El polímero de poli(fluoruro de vinilideno) puede tener un punto de fusión de 150 a 180 °C, y preferentemente 165 a 175 °C en términos de potenciar la solubilidad de la composición.

55 Como polímero aglutinante, se usa preferentemente un material usado como aglutinante en una capa de material activo de electrodo que se va a describir más adelante, es decir, un material que es el mismo que el aglutinante para una capa de material activo de electrodo. En este caso, se pueden potenciar más la fuerza adhesiva o fuerza cohesiva entre la capa aislante y la capa de material activo de electrodo.

60 El polímero aglutinante se puede incluir en 5 a 15 partes en peso, preferentemente 7 a 12 partes en peso, y más preferentemente 7,5 a 10 partes en peso con respecto a 100 partes en peso del disolvente en términos de realizar una característica de viscosidad deseada y formar fácilmente la capa aislante.

65 El colorante se puede añadir en la composición para determinar una posición de formación de la capa aislante cuando la capa aislante se recubre usando la composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio usando un detector.

- El colorante incluye un colorante orgánico, un colorante soluble en aceite y/o un fósforo orgánico. Puesto que el colorante según la presente invención que incluye el colorante orgánico, colorante soluble en aceite y/o fósforo orgánico tiene excelente solubilidad en un disolvente, cuando se usa, el colorante o los fósforos se pueden distribuir uniformemente en una capa aislante. La composición para formar una capa aislante, en comparación con el uso de un pigmento como colorante, puede reducir significativamente la coagulación del colorante, y se puede disminuir considerablemente la separación de fases, una disminución en la estabilidad a los líquidos y la erosión en la región de superposición de la capa de material activo de electrodo y la capa aislante cuando se usa un dispersante para prevenir la coagulación del pigmento.
- El colorante orgánico puede ser be al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un colorante basado en antraquinona, un colorante basado en azo de anilino, un colorante basado en trifenilmetano, un colorante basado en azo de pirazol, un colorante basado en azo de piridona, un colorante basado en atrapiridona, un colorante basado en oxonol, un colorante de bencilideno y un colorante de xanteno, preferentemente, al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un colorante de bencilideno y un colorante basado en azo, y más preferentemente un colorante de bencilideno para potenciar la estabilidad a los líquidos y un efecto para prevenir la separación de fases.
- Como fósforo orgánico, por ejemplo, se puede usar un fósforo orgánico que tiene un grupo carboxilo, un grupo fosfato o ambos.
- El colorante soluble en aceite puede ser un compuesto basado en bencimidazolona, un compuesto basado en azo, un compuesto basado en quinoftalona, un compuesto basado en quinacridona, un compuesto basado en ftalocianina, un compuesto basado en diceto-pirrol-pirrol (DPP) o una combinación de dos o más de los mismos, y preferentemente, un compuesto basado en bencimidazolona, un compuesto basado en azo o una combinación de dos o más de los mismos para potenciar una propiedad de reconocimiento.
- El colorante puede incluir además un ion metálico, además del colorante orgánico, el colorante soluble en aceite y/o el fósforo orgánico. Específicamente, el colorante puede incluir un colorante orgánico, un colorante soluble en aceite y/o un fósforo orgánico, que forma(n) una estructura de sal compleja con un ion metálico. Puesto que el colorante orgánico, el colorante soluble en aceite y/o el fósforo orgánico forma(n) una estructura de sal compleja con el ion metálico, se puede mostrar excelente solubilidad o dispersabilidad en un disolvente orgánico y excelente resistencia y estabilidad a la luz y resistencia térmica, la claridad se puede potenciar más, y se puede realizar una distribución uniforme en la composición.
- El ion metálico no está particularmente limitado, en tanto que pueda formar una estructura de sal compleja con el colorante orgánico, el colorante soluble en aceite y/o el fósforo orgánico anteriormente descritos, y puede incluir, por ejemplo, ion (iones) cobre, cobalto, cromo, níquel y/o hierro, y preferentemente un ion cromo.
- La solubilidad del colorante en el disolvente puede ser 300 a 500 g/l, y preferentemente 350 a 450 g/l a 25 °C, y el intervalo mencionado anteriormente es preferible en términos de distribución uniforme y solubilidad potenciada del colorante.
- El colorante se puede incluir en 0,01 a 10 partes en peso, preferentemente 0,01 a 5 partes en peso, y más preferentemente 0,01 a 0,3 parte en peso, con respecto a 100 partes en peso del disolvente, y el intervalo mencionado anteriormente es preferible en términos de asegurar la visibilidad cuando se confirma la posición de formación de una capa aislante usando un detector y distribución uniforme en la capa aislante.
- El disolvente puede incluir metilpirrolidona (NMP) en términos de realizar la solubilidad de la solubilidad descrita anteriormente y un intervalo de viscosidad que se va a describir más adelante.
- El contenido de sólidos de la composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio puede ser del 5 al 15 % en peso, preferentemente 8 al 12 % en peso, y más preferentemente 8,5 al 10 % en peso. El intervalo mencionado anteriormente es preferible en términos de asegurar la capacidad de recubrimiento deseada y un intervalo de viscosidad.
- La viscosidad de la composición para formar una capa aislante puede ser 1.000 cP o más a 25 °C, y la elevada viscosidad es preferible en términos de realizar una propiedad cohesiva deseada cuando se realiza la región de superposición de la capa de material activo de electrodo y la capa aislante, y prevenir la erosión de la capa de material activo de electrodo. Cuando la viscosidad de la composición es inferior a 1.000 cP a 25 °C, la estabilidad a los líquidos puede deteriorarse significativamente, y puede ocurrir la erosión en la región de superposición.
- La composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio tiene preferentemente una viscosidad de 1.000 a 10.000 cP, y más preferentemente 5.000 a 8.000 cP a 25 °C, y cuando la viscosidad está dentro del intervalo mencionado anteriormente, se pueden potenciar más una propiedad cohesiva y un efecto para prevenir la erosión de una capa de material activo de electrodo en la región de superposición, y se puede realizar excelente capacidad de recubrimiento.

Puesto que la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio tiene una viscosidad en el intervalo mencionado anteriormente, se puede realizar una excelente fuerza cohesiva de la capa de material activo de electrodo y el excelente efecto de prevenir la erosión de una capa de material activo de electrodo en la región de superposición. Además, puesto que se usa como colorante un material orgánico que tiene excelente solubilidad en un disolvente, es posible distribuir uniformemente el colorante, y realizar un elevado intervalo de viscosidad debido a que no se usa un dispersante. Además, se puede mostrar excelente fuerza cohesiva a un colector de corriente de electrodo o capa de material activo de electrodo, y se puede determinar y monitorizar fácilmente una posición de alineación de la capa aislante.

10 **Electrodo para batería secundaria**

Además, la presente invención proporciona un electrodo para una batería secundaria de litio que incluye una capa aislante formada de la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio.

El electrodo para una batería secundaria de litio puede incluir un colector de corriente de electrodo; una capa de material activo de electrodo formada sobre el colector de corriente de electrodo; y una capa aislante formada sobre el colector de corriente de electrodo y que superpone la capa de material activo de electrodo en una región parcial. Aquí, un espesor de la capa aislante en la región que superpone la capa de material activo de electrodo se reduce cada vez más hacia la capa de material activo de electrodo, y la capa aislante se forma de la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio.

El electrodo para una batería secundaria de litio incluye una capa aislante formada de la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio, y la fuerza cohesiva entre la capa aislante y la capa de material activo de electrodo se puede potenciar, y se puede garantizar una capacidad aislante suficiente. Además, cuando se produce una batería secundaria de litio apilando una pluralidad de electrodos para una batería secundaria de litio, se puede prevenir el problema de reducir la capacidad o aumentar la resistencia debido al cortocircuito de la batería, y se puede potenciar la calidad y la estabilidad de la batería.

Además, en el electrodo para una batería secundaria de litio, puesto que la capa aislante formada de la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio tiene el colorante e intervalo de viscosidad descrito anteriormente, puede prevenir significativamente la erosión de la capa de material activo de electrodo en la región de superposición.

En lo sucesivo, se describirá con detalle el electrodo para una batería secundaria de litio según la presente invención.

El electrodo para una batería secundaria de litio incluye un colector de corriente de electrodo, una capa de material activo de electrodo y una capa aislante.

El colector de corriente de electrodo no está particularmente limitado en tanto que tenga elevada conductividad sin causar un cambio químico en una batería, y puede ser, por ejemplo, cobre, acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio, carbono calcinado, 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 puede tener, en general, un espesor de 3 a 500 μm , y se pueden formar irregularidades finas sobre la superficie del colector de corriente, reforzándose así la fuerza de unión con un electrodo material activo. Por ejemplo, el colector de corriente de electrodo se puede usar en diversas formas, tales como una película, una hoja, una lámina, una red, un cuerpo poroso, un cuerpo espumado, una tela no tejida, etc.

La capa de material activo de electrodo se forma sobre el colector de corriente de electrodo.

La capa de material activo de electrodo puede incluir un material activo de electrodo, y específicamente, un material activo de electrodo positivo o un material activo de electrodo negativo. Preferentemente, el material activo de electrodo incluye un material activo de electrodo positivo.

El material activo de electrodo positivo no está particularmente limitado, y puede ser, por ejemplo, un material activo de electrodo positivo usado generalmente. Específicamente, el material activo de electrodo positivo puede ser un compuesto en capas, tal como óxido de litio y cobalto (LiCo_2) u óxido de litio y níquel (LiNiO_2), o un compuesto sustituido con uno o más metales de transición; óxido de litio y hierro, tal como LiFe_3O_4 ; un óxido de litio y manganeso representado por $\text{Li}_{1+c_1}\text{Mn}_{2-c_1}\text{O}_4$ ($0 \leq c_1 \leq 0,33$), tal como LiMnO_3 , LiMn_2O_3 o LiMnO_2 ; óxido de litio y cobre (Li_2CuO_2); un óxido de vanadio, tal como LiV_5O_5 , V_2O_5 o $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$; un óxido de litio y níquel de sitio de Ni representado por $\text{LiNi}_{1-c_2}\text{M}_{c_2}\text{O}_2$ (en donde M es al menos uno cualquiera seleccionado del grupo que consiste en Co, Mn, Al, Cu, Fe, Mg, B y Ga, y $0,01 \leq c_2 \leq 0,3$); un óxido de material compuesto de litio y manganeso representado por $\text{LiMn}_{2-c_3}\text{M}_{c_3}\text{O}_2$ (en donde M es al menos uno cualquiera seleccionado del grupo que consiste en Co, Ni, Fe, Cr, Zn y Ta, y $0,01 \leq c_3 \leq 0,1$) o $\text{Li}_2\text{Mn}_3\text{MO}_8$ (en donde M es al menos uno cualquiera seleccionado del grupo que consiste en Fe, Co, Ni, Cu y Zn); o LiMn_2O_4 en el que una parte del Li de una fórmula está sustituido con un ion de metal alcalinotérreo, pero la presente invención no se limita a esto. El electrodo positivo puede ser un metal de Li.

El material activo de electrodo negativo no está particularmente limitado, y puede ser, por ejemplo, un compuesto que permite la intercalación y desintercalación reversible de litio. Un ejemplo específico del material activo de electrodo negativo puede ser un material basado en carbono, tal como grafito artificial, grafito natural, fibra de carbono grafitizada o carbono amorfo; un compuesto metálico que permite la aleación con litio, tal como Si, Al, Sn, Pb, Zn, Bi, In, Mg, Ga, Cd, una aleación de Si, una aleación de Sn o una aleación de Al; un óxido metálico capaz de dopar y desdopar litio, tal como SiO_β ($0 < \beta < 2$), SnO_2 , óxido de vanadio u óxido de litio y vanadio; o un material compuesto que incluye el compuesto metálico y el material basado en carbono, tal como un material compuesto de Si-C o un material compuesto de Sn-C, y se puede usar uno cualquiera o una mezcla de dos o más de los mismos. Además, como material activo de electrodo negativo, se puede usar una película fina de litio metálico. Además, como material de carbono, se puede usar tanto carbono de baja cristalinidad como un carbono de alta cristalinidad. Los ejemplos representativos del carbono de baja cristalinidad incluyen carbono blando y carbono duro, y ejemplos representativos del carbono de alta cristalinidad incluyen grafito natural o artificial amorfo, de tipo hoja, de tipo escama, esférico o de tipo fibra, grafito Kish, carbono pirolítico, fibra de carbono mesofásica basada en brea, microperlas de mesocarbono, breas mesofásicas y carbono activado de elevada temperatura, tal como petróleo o coques derivados de brea de alquitrán de hulla.

El material activo de electrodo se puede incluir en 80 a 99,5 % en peso y preferentemente 88 a 99 % en peso, con respecto al peso total de la capa de material activo de electrodo.

La capa de material activo de electrodo puede incluir además un aglutinante para una capa de material activo de electrodo.

El aglutinante para una capa de material activo de electrodo puede servir para potenciar la cohesión entre los materiales activos de electrodo y una fuerza adhesiva entre un material activo de electrodo y un colector de corriente de electrodo.

El aglutinante para una capa de material activo de electrodo puede ser, específicamente, al menos uno seleccionado del grupo que consiste en poli(fluoruro de vinilideno), poli(alcohol vinílico), caucho de estireno-butadieno, poli(óxido de etileno), carboxil metil celulosa, acetato de celulosa, acetato-butirato de celulosa, acetato-propionato de celulosa, cianoetilpululano, cianoetil poli(alcohol vinílico), cianoetil celulosa, cianoetil sacarosa, pululano, poli(metacrilato de metilo), poli(acrilato de butilo), poliacrilonitrilo, polivinilpirrolidona, poli(acetato de vinilo), polietileno-co-acetato de vinilo, poliarilato y un compuesto de bajo peso molecular que tiene un peso molecular de 10.000 g/mol o menos, y lo más preferentemente, poli(fluoruro de vinilideno) en términos de adhesividad, resistencia a productos químicos y estabilidad electroquímica.

El aglutinante para una capa de material activo de electrodo puede ser el mismo material que un polímero aglutinante incluido en la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio. En este caso, como se describirá más adelante, se puede potenciar más una fuerza de unión en la región de superposición de una capa de material activo de electrodo y una capa aislante, se puede esperar la potenciación de la seguridad y calidad del producto, y el aglutinante para una capa de material activo de electrodo es preferible en términos de potenciación de una fuerza adhesiva, una fuerza cohesiva y procesabilidad, tal como soldabilidad.

El aglutinante para una capa de material activo de electrodo se puede incluir en 0,1 a 10 % en peso, y preferentemente 0,5 a 5 % en peso, con respecto al peso total de la capa de material activo de electrodo.

La capa de material activo de electrodo puede incluir además un material conductor, además de los componentes descritos anteriormente. El material conductor no está particularmente limitado, en tanto que tenga una conductividad sin causar un cambio químico en una batería y, por ejemplo, se puede usar grafito, tal como grafito natural o grafito artificial; negro de carbón, tal como negro de acetileno, negro Ketjen, negro de canal, negro de horno, negro de lámpara o negro térmico; una fibra conductora, tal como una fibra de carbono o una fibra metálica; un tubo conductor, tal como un nanotubo de carbono; un polvo metálico, tal como polvo de fluorocarburo, polvo de aluminio o polvo de níquel; una fibra cortada monocristalina conductora que consiste en óxido de cinc o titanato de potasio; un óxido metálico conductor, tal como óxido de titanio; o un polímero conductor, tal como un derivado de polifenileno.

El material conductor se puede incluir en 0,1 a 20 % en peso, y preferentemente 0,3 a 10 % en peso, con respecto al peso total de la capa de material activo de electrodo.

La capa aislante se forma sobre un colector de corriente de electrodo para superponer la capa de material activo de electrodo en una región parcial. Por ejemplo, la capa de material activo de electrodo y la capa aislante pueden estar apiladas o formadas para superponerse la una sobre la otra en una región parcial.

La capa aislante se puede formar de la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio. Por consiguiente, puesto que la capa aislante tiene un elevado intervalo de viscosidad, es posible prevenir significativamente la erosión de la capa de material activo de electrodo en la región de superposición, y realizar una fuerza cohesiva excelente entre la capa de material activo de electrodo y el colector de corriente de electrodo. Además, el electrodo para una batería secundaria de litio puede tener un bajo riesgo de cortocircuito interno

de la batería, y puede ser una mejora significativa en el aumento en la resistencia o una reducción en la capacidad debido al cortocircuito.

5 Componentes y contenidos incluidos en la capa aislante o la composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio se han descrito anteriormente.

En la región en la que se superponen la capa de material activo de electrodo y la capa aislante, la capa de material activo de electrodo se puede formar oblicuamente.

10 Una longitud de la región en la que la capa de material activo de electrodo y la capa aislante se superponen puede ser de 0,05 a 1,3 mm, y preferentemente 0,1 a 1,0 mm. En este caso, la reducción en la capacidad debido a la superposición de la capa de material activo de electrodo y la capa aislante se puede minimizar, y preferentemente, se potencia más la fuerza cohesiva o fuerza adhesiva entre la capa de material activo de electrodo y la capa aislante.

15 Para prevenir la reducción en la capacidad debido a la superposición de la capa de material activo de electrodo y la capa aislante, el espesor de la capa aislante en la región que superpone la capa de material activo de electrodo se puede reducir cada vez más hacia la capa de material activo de electrodo.

20 En la región en la que se superponen la capa de material activo de electrodo y la capa aislante, cuando un espesor de la capa aislante en el extremo de la capa de material activo de electrodo es A_0 , y un espesor de la capa aislante en el extremo de la capa aislante es A, A/A_0 puede ser 0,05 a inferior a 1, y preferentemente 0,1 a 0,7. Cuando el espesor está en el intervalo mencionado anteriormente, se puede minimizar la reducción en la capacidad debido a la superposición de la capa de material activo de electrodo y la capa aislante, se pueden potenciar más la fuerza cohesiva o fuerza adhesiva entre la capa aislante y la capa de material activo de electrodo y se puede prevenir la rotura de la interfase debido a la erosión entre la capa aislante y la capa de material activo.

A_0 puede ser 3 a 20 μm , y preferentemente 5 a 12 μm , y A puede ser 0,15 μm a inferior a 20 μm , y preferentemente 1 a 5 μm .

30 En la capa de material activo de electrodo o la capa aislante en una región en la que no se superpone la capa de material activo de electrodo y capa aislante, por ejemplo, la región que excluye la región de superposición, una relación (d_2/d_1) del espesor (d_2) de la capa aislante con respecto al espesor (d_1) de la capa de material activo de electrodo puede ser 0,02 a 0,4, y preferentemente 0,05 a 0,1.

35 Como el electrodo para una batería secundaria de litio tiene la relación de espesor descrita anteriormente entre la capa de material activo de electrodo y la capa aislante, se puede mostrar una excelente capacidad aislante y excelente fuerza adhesiva, y en la producción de una batería secundaria de litio mediante el apilado de una pluralidad de electrodos, se puede prevenir un cortocircuito de un pestaña de electrodo, y así se puede prevenir la reducción en la capacidad o el aumento en la resistencia debido a un cortocircuito.

40 En la región en la que no se superpone la capa de material activo de electrodo y la capa aislante, el espesor de la capa aislante puede ser 3 a 20 μm , y el espesor de la capa de material activo de electrodo puede ser 50 a 150 μm . Dentro de los intervalos anteriores, se pueden realizar de forma más excelente la capacidad aislante, adhesividad y procesabilidad mencionadas anteriormente.

45 El electrodo para una batería secundaria de litio puede ser un electrodo positivo para una batería secundaria de litio o un electrodo negativo para una batería secundaria de litio, y preferentemente un electrodo positivo para una batería secundaria de litio.

50 El electrodo descrito anteriormente para una batería secundaria de litio puede incluir una capa aislante formada de la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio para potenciar la fuerza cohesiva entre la capa aislante y la capa de material activo de electrodo o el colector de corriente de electrodo, y tener una propiedad aislante suficiente. Además, se puede prevenir significativamente la erosión de la capa de material activo de electrodo en la región de superposición usando la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio. Además, cuando una batería secundaria de litio se produce por apilamiento de una pluralidad de electrodos para una batería secundaria de litio, debido a la excelentes soldabilidad y estabilidad del proceso, se puede prevenir el problema de reducir la capacidad o aumentar la resistencia debido al cortocircuito de la batería, y se puede potenciar la calidad y estabilidad de la batería.

60 **Método de preparación del electrodo**

Además, la presente invención proporciona un método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio usando la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio.

65 El método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio incluye formar una capa de material

activo de electrodo sin secar aplicando una composición en suspensión de material activo sobre un colector de corriente de electrodo; formar una capa aislante sin secar aplicando la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio de manera que superponga la capa de material activo de electrodo sin secar en una región parcial; y simultáneamente secar la capa de material activo de electrodo sin secar y la capa aislante sin secar.

En el método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio, puesto que la capa aislante sin secar o la capa aislante se forma aplicando la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio, la presencia de la fuerza cohesiva con la capa de material activo de electrodo o el colector de corriente de electrodo es excelente. Además, puesto que la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio tiene una alta viscosidad, se puede prevenir significativamente la erosión de la capa de material activo de electrodo en la región de superposición con la capa de material activo de electrodo. Por lo tanto, el electrodo para una batería secundaria de litio así producida puede mejorar la estabilidad, y significativamente mejorar un cortocircuito, un aumento en la resistencia y una reducción en la capacidad debido a un cortocircuito interno.

Además, el método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio puede usar un método de recubrimiento de húmedo sobre húmedo. Por ejemplo, según el método de preparación, el electrodo descrito anteriormente para una batería secundaria de litio se puede preparar formando una capa de material activo de electrodo sin secar aplicando una composición en suspensión de material activo sobre un colector de corriente de electrodo pero no secando la suspensión composición, formando una capa aislante sin secar aplicando la composición para formar una capa aislante para que superponga parcialmente la capa de material activo de electrodo sin secar, y simultáneamente secando la capa de material activo de electrodo sin secar y la capa aislante sin secar. Por lo tanto, la capa de material activo de electrodo y la capa aislante, preparadas como se ha descrito anteriormente, se pueden adherir entre sí con excelente fuerza cohesiva, y la región de superposición se forma alargada, potenciando así la fuerza cohesiva, la soldabilidad y procesabilidad y, en consecuencia, se pueden prevenir los defectos de la batería secundaria de litio preparada como se ha descrito anteriormente y tener excelente calidad y estabilidad.

En lo sucesivo, se describirá con detalle el método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio.

El método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio incluye formar una capa de material activo de electrodo sin secar aplicando una composición en suspensión de material activo sobre un colector de corriente de electrodo.

El colector de corriente de electrodo puede ser el mismo que el colector de corriente de electrodo descrito anteriormente en términos de un tipo, un material y un espesor del mismo.

La composición en suspensión de material activo se puede aplicar sobre el colector de corriente de electrodo, formando así la capa de material activo de electrodo sin secar. Por ejemplo, la capa de material activo de electrodo sin secar puede ser secada simultáneamente con una capa aislante sin secar que se va a describir a continuación, formando así una capa de material activo de electrodo.

La composición en suspensión de material activo puede ser una composición en suspensión de material activo de electrodo positivo o una composición en suspensión de material activo de electrodo negativo, y preferentemente, una composición en suspensión de material activo de electrodo positivo.

La composición en suspensión de material activo de electrodo positivo puede incluir un material activo de electrodo positivo, un aglutinante y/o un material conductor, y la composición en suspensión de material activo de electrodo negativo puede incluir un material activo de electrodo negativo, un aglutinante y/o un material conductor. El material activo de electrodo positivo, el material activo de electrodo negativo, el aglutinante y/o el material conductor pueden ser el material activo de electrodo positivo descrito anteriormente, el material activo de electrodo negativo, el aglutinante y/o el material conductor.

La composición en suspensión de material activo se puede aplicar sobre el colector de corriente de electrodo, formando así una capa de material activo de electrodo sin secar. El "sin secar" usado en el presente documento engloba el caso en que la composición en suspensión de material activo se aplica y todavía no está seca, y el caso en que la composición en suspensión de material activo no está sustancialmente seca, puesto que no se ha realizado un proceso de secado.

El método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio incluye formar una capa aislante sin secar aplicando la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio de manera que superponga la capa de material activo de electrodo sin secar en una región parcial.

La composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio se puede aplicar sobre el colector de corriente de electrodo de manera que superponga la capa de material activo de electrodo

sin secar en una región parcial, formando así una capa aislante sin secar. Por ejemplo, la capa aislante sin secar puede ser secada simultáneamente con la capa de material activo de electrodo sin secar que se va a describir a continuación, formando así la capa aislante descrita anteriormente, y puede formar una región de superposición con la capa de material activo de electrodo.

5 Componentes y contenidos incluidos en la capa aislante o la composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio se han descrito anteriormente.

10 La composición en suspensión de material activo puede incluir además un aglutinante para una capa de material activo de electrodo. Componentes del aglutinante específicos para una capa de material activo de electrodo son los mismos que se han descrito anteriormente.

15 El aglutinante para una capa de material activo de electrodo es preferentemente el mismo material que el polímero aglutinante incluido en la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio. En este caso, como se va a describir a continuación, se puede potenciar más una fuerza de unión en la región en la que se superponen la capa de material activo de electrodo y la capa aislante, se puede esperar potenciación de la estabilidad y la calidad de un producto, y así el aglutinante para una capa de material activo de electrodo es preferible en términos de potenciar la fuerza adhesiva, la fuerza cohesiva y la procesabilidad, tal como la soldabilidad.

20 El método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio incluye simultáneamente secar la capa de material activo de electrodo sin secar y la capa aislante sin secar.

25 En el método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio, en vez de formar una capa de material activo de electrodo aplicando y secando una composición en suspensión de material activo y luego aplicando la composición para formar una capa aislante, la capa de material activo de electrodo sin secar y la capa aislante sin secar se secan simultáneamente, potenciándose así más la fuerza cohesiva o la fuerza adhesiva entre una capa de material activo de electrodo y una capa aislante. Además, por este motivo, una región de superposición de la capa de material activo de electrodo sin secar y la capa aislante sin secar o una región de superposición de la capa de material activo de electrodo y la capa aislante se vuelve relativamente más larga, y un espesor de la capa aislante en la región de superposición puede ser más pequeño, potenciando así significativamente la procesabilidad, la soldabilidad y la calidad y estabilidad de una batería.

30 Además, el método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio usa la composición descrita anteriormente para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio, previniendo así significativamente la erosión de la capa de material activo de electrodo en la región de superposición.

35 El proceso de secado no tiene limitación particular, en tanto que la capa de material activo de electrodo sin secar y la capa aislante sin secar puedan ser secadas suficientemente, y se puede usar un método de secado conocido convencionalmente en la técnica. Por ejemplo, se puede aplicar un método de secado seleccionado de un método de convección, un método de calentamiento directo y un método de calentamiento por inducción, y específicamente, se realiza a 50 a 180 °C durante 1 a 5 minutos.

40 La diferencia en la viscosidad entre la composición en suspensión de material activo y la composición para formar una capa aislante puede ser 5.000 cP o menos a 25 °C, preferentemente, 2.000 cP o menos, y más preferentemente, 1.000 cP o menos. Puesto que la diferencia en la viscosidad entre la composición en suspensión de material activo y la composición para formar una capa aislante está controlada dentro del intervalo descrito anteriormente, después de secar la capa de material activo de electrodo sin secar y la capa aislante sin secar, la fuerza adhesiva o la fuerza cohesiva entre ellas se puede potenciar adicionalmente, y se previene eficazmente la erosión en la región de superposición.

45 La viscosidad de la composición para formar una capa aislante puede ser 1.000 a 10.000 cP, y preferentemente 5.000 a 8.000 cP a 25 °C. Dentro del intervalo anterior, se puede potenciar más la fuerza cohesiva con la capa de material activo de electrodo sin secar o la capa de material activo de electrodo.

50 La viscosidad de la composición en suspensión de material activo puede ser 5.000 a 15.000 cP, y preferentemente 5.000 a 13.000 cP a 25 °C, y dentro del intervalo anterior, se puede potenciar la fuerza cohesiva de la capa de material activo de electrodo sin secar o capa de material activo de electrodo, y así se puede potenciar más la capacidad de recubrimiento y procesabilidad.

55 El intervalo de viscosidad anterior se puede lograr controlando adecuadamente los componentes y los contenidos de sólidos de la composición en suspensión de material activo o la composición para formar una capa aislante.

Batería secundaria

60 Además, la presente invención proporciona una batería secundaria de litio que incluye el electrodo descrito

anteriormente para una batería secundaria de litio.

La batería secundaria de litio incluye específicamente un electrodo positivo, un electrodo negativo situado orientado hacia el electrodo positivo, un separador interpuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo, y un electrolito.

5 Aquí, como el electrodo positivo y/o el electrodo negativo, se pueden usar el (los) electrodo(s) descrito(s) anteriormente para una batería secundaria de litio. Además, la batería secundaria de litio puede incluir selectivamente un estuche de batería que aloja una unidad de electrodo que incluye el electrodo positivo, el electrodo negativo y el separador, y un miembro de sellado para sellar el estuche de batería.

10 Mientras tanto, en la batería secundaria de litio, un separador no está particularmente limitado en tanto que, en general, se use en una batería secundaria de litio para separar un electrodo negativo de un electrodo positivo y proporcionar una trayectoria móvil para los iones litio, y particularmente, el separador tiene una baja resistencia a la movilidad iónica de un electrolito y una excelente capacidad de impregnación de electrolito. Específicamente, se puede usar una película de polímero poroso, por ejemplo, una película de polímero poroso preparada de un polímero basado en poliolefina, tal como un homopolímero de etileno, un homopolímero de propileno, un copolímero de etileno/buteno, un copolímero de etileno/hexeno y un copolímero de etileno/metacrilato, o una estructura apilada que incluye dos o más capas de los mismos. Además, se puede usar una tela no tejida porosa convencional, por ejemplo, una tela no tejida formada de una fibra de vidrio de alto punto de fusión una fibra de poli(tereftalato de etileno). Además, se puede usar un separador recubierto que incluye un componente cerámico o un material de polímero para garantizar la resistencia térmica o resistencia mecánica, y se puede usar selectivamente en una estructura de una sola capa o multicapa.

25 Además, el electrolito usado en la presente invención puede ser un electrolito líquido orgánico, un electrolito líquido inorgánico, un electrolito de polímero sólido, un electrolito de polímero de tipo gel, un electrolito inorgánico sólido, o un electrolito inorgánico de tipo fusión, que se pueden usar en la producción de una batería secundaria de litio, pero la presente invención no se limita a estos.

Específicamente, el electrolito puede incluir un disolvente orgánico y una sal de litio.

30 El disolvente orgánico no está particularmente limitado, en tanto que pueda servir de medio que permite la movilidad de iones implicados en una reacción electroquímica de una batería. Específicamente, el disolvente orgánico puede ser un disolvente basado en éster, tal como acetato de metilo, acetato de etilo, γ -butirolactona o ϵ -caprolactona; un disolvente basado en éter, tal como dibutil éter o tetrahidrofurano; un disolvente basado en cetona, tal como ciclohexanona; un disolvente basado en hidrocarburo aromático, tal como benceno o fluorobenceno; un disolvente basado en carbonato, tal como carbonato de dimetilo (DMC), carbonato de dietilo (DEC), carbonato de metilmetilo (MEC), carbonato de etilmetilo (EMC), carbonato de etileno (EC) o carbonato de propileno (PC); un disolvente basado en alcohol, tal como alcohol etílico o alcohol isopropílico; un disolvente basado en nitrilo, tal como R-CN (R es un grupo hidrocarburo C2 a C20 lineal, ramificado o cíclico, y puede incluir un anillo aromático de doble enlace o un enlace éter); un disolvente basado en amida, tal como dimetilformamida; un disolvente basado en dioxolano, tal como 1,3-dioxolano; o un disolvente basado en sulfolano. Entre estos, se usa preferentemente un disolvente basado en carbonato, y una mezcla de un carbonato cíclico que tiene elevada conductividad iónica y elevada permitividad para aumentar el rendimiento de carga/descarga de una batería (por ejemplo, carbonato de etileno o carbonato de propileno) y se usa más preferentemente un compuesto basado en carbonato lineal de baja viscosidad (por ejemplo, carbonato de etilmetilo, carbonato de dimetilo o carbonato de dietilo). En este caso, usando una mezcla de un carbonato cíclico y un carbonato de tipo cadena en una relación en volumen de aproximadamente 1:1 a aproximadamente 1:9, la disolución de electrolito puede mostrar excelente rendimiento.

50 La sal de litio no está particularmente limitada, en tanto que sea un compuesto capaz de proporcionar un ion litio usado en una batería secundaria de litio. Específicamente, la sal de litio puede ser LiPF_6 , LiClO_4 , LiAsF_6 , LiBF_4 , LiSbF_6 , LiAlO_4 , LiAlCl_4 , LiCF_3SO_3 , $\text{LiC}_4\text{F}_9\text{SO}_3$, $\text{LiN}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_3)_2$, $\text{LiN}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2$, $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$, LiCl , LiI o $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$. La concentración de la sal de litio está preferentemente en el intervalo de 0,1 a 2,0 M. Cuando la concentración de la sal de litio se incluye en el intervalo mencionado anteriormente, el electrolito tiene conductividad y viscosidad adecuadas y así puede mostrar excelente rendimiento electrolítico. Por lo tanto, los iones litio pueden migrar eficazmente.

55 Para potenciar una característica de vida útil de la batería, inhibir una disminución en la capacidad de la batería y potenciar la capacidad de descarga de la batería, el electrolito puede incluir además uno o más tipos de aditivos, por ejemplo, un compuesto basado en carbonato de haloalquileno, tal como carbonato de difluoroetileno, piridina, trietilfosfito, trietanolamina, éter cíclico, etilendiamina, n-glima, triamida hexafosfórica, un derivado de nitrobenzeno, azufre, un colorante de quinona imina, oxazolidinona N-sustituida, imidazolidina N,N-sustituida, dialquil éter de etilenglicol, una sal de amonio, pirrol, 2-metoxietanol o tricloruro de aluminio, además de los componentes del electrolito. Aquí, el (los) aditivo(s) se pueden incluir en 0,1 a 5 % en peso con respecto al peso total del electrolito.

65 Las baterías secundarias de litio según los ejemplos son útiles en dispositivos portátiles, tales como un teléfono móvil, un ordenador portátil y una cámara digital y en el campo de los automóviles eléctricos, tales como un vehículo híbrido eléctrico (HEV).

Por lo tanto, según otra realización a modo de ejemplo de la presente invención, se proporcionan un módulo de batería que incluye la batería secundaria de litio como celda unidad, y un conjunto de batería que incluye la misma.

5 El módulo de batería o conjunto de batería se pueden usar como una fuente de energía de uno cualquiera o más dispositivos de tamaño medio-grande que incluyen una herramienta eléctrica; un vehículo de motor eléctrico, tal como un vehículo eléctrico (EV), un vehículo híbrido eléctrico y un vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV); y un sistema de almacenamiento de energía

10 La forma de la batería secundaria de litio según la presente invención no está particularmente limitada, pero puede ser una forma cilíndrica usando una lata, una forma prismática, una forma de bolsa o una forma de moneda.

15 La batería secundaria de litio según la presente invención no solo se puede usar en una celda de batería usada como fuente de energía de un dispositivo pequeño, sino que también se puede usar preferentemente como una batería unitaria en módulos de tamaño medio-grande que incluyen una pluralidad de celdas de batería.

20 En lo sucesivo, las realizaciones de la presente invención se describirán con detalle con referencia a los dibujos adjuntos de manera que los expertos habituales en la técnica puedan llevar a cabo fácilmente la presente invención. Sin embargo, la presente invención se puede implementar en una variedad de formas diferentes, y no se limita a las realizaciones descritas en el presente documento.

Ejemplos y ejemplos comparativos

Ejemplo 1: Preparación de una composición para formar una capa aislante para batería secundaria de litio

25 Se preparó una composición para formar una capa aislante disolviendo 9 partes en peso de poli(fluoruro de vinilideno) (nombre comercial: KF9700, fabricante: Kureha, peso molecular medio ponderal: 880.000) como polímero aglutinante y 0,1 partes en peso de un colorante orgánico basado en bencilideno, Yellow 081 (fabricado por BASF) como colorante en 100 partes en peso de metilpirrolidona (NMP). Aquí, la viscosidad de la composición para formar una capa aislante era 6.000 cP.

30

Ejemplo 2: Preparación de una composición para formar una capa aislante para batería secundaria de litio

35 Se preparó una composición para formar una capa aislante disolviendo 9 partes en peso de poli(fluoruro de vinilideno) (nombre comercial: KF9700, fabricante: Kureha, peso molecular medio ponderal: 880.000) como polímero aglutinante y 0,1 partes en peso de un colorante orgánico basado en azo, Red 395 (fabricado por BASF) como colorante en 100 partes en peso de NMP. Aquí, la viscosidad de la composición para formar una capa aislante era 6.000 cP.

Ejemplo 3: Preparación de una composición para formar una capa aislante para batería secundaria de litio

40 Se preparó una composición para formar una capa aislante disolviendo 10,5 partes en peso de poli(fluoruro de vinilideno) (nombre comercial: KF9700, fabricante: Kureha, peso molecular medio ponderal: 880.000) como polímero aglutinante y 0,1 partes en peso de un colorante orgánico basado en bencilideno, Yellow 081 (fabricado por BASF) como colorante en 100 partes en peso de NMP. Aquí, la viscosidad de la composición para formar una capa aislante era 12.000 cP.

45

Ejemplo comparativo 1: Preparación de una composición para formar una capa aislante para batería secundaria de litio

50 Se preparó una composición para formar una capa aislante disolviendo 12 partes en peso de poli(fluoruro de vinilideno) (nombre comercial: KF1100, fabricante: Kureha, peso molecular medio ponderal: 280.000) como polímero aglutinante y 0,1 partes en peso de un colorante orgánico basado en bencilideno, Yellow 081 (fabricado por BASF) como colorante en 100 partes en peso de NMP. Aquí, la viscosidad de la composición para formar una capa aislante era 670 cP.

Ejemplo comparativo 2: Preparación de una composición para formar una capa aislante para batería secundaria de litio

55 Se preparó una composición para formar una capa aislante disolviendo 6 partes en peso de poli(fluoruro de vinilideno) (nombre comercial: KF9700, fabricante: Kureha, peso molecular medio ponderal: 880.000) como polímero aglutinante, 0,08 parte en peso de un pigmento (nombre comercial: Yellow 139, fabricante: BASF) como colorante y 1,5 partes en peso de CR-V (fabricante: Shin-Etsu Chemical) como dispersante en 100 partes en peso de NMP. Aquí, la viscosidad de la composición para formar una capa aislante era 1.000 cP.

60

Ejemplos experimentales

65 **Ejemplo experimental 1: Evaluación por observación de microscopio electrónico de barrido (SEM)**

Se preparó un electrodo positivo para una batería secundaria de litio usando cada una de las composiciones para formar una capa aislante preparada por el Ejemplo 1 y Ejemplo comparativo 1.

- 5 Específicamente, se preparó una composición en suspensión de material activo de electrodo positivo que tiene una viscosidad de 8.000 cP a 25 °C mezclando $\text{LiNi}_{0,6}\text{Mn}_{0,2}\text{Co}_{0,2}\text{O}_2$ como material activo de electrodo positivo, negro de carbón como material conductor y poli(fluoruro de vinilideno) (PVdF) como aglutinante para una capa de material activo de electrodo en una relación ponderal de 97,3:1,5:1,2 y añadiendo la mezcla a un disolvente de NMP de manera que el contenido de sólidos fuera del 69 % en peso.
- 10 Después, se formó una capa de material activo de electrodo positivo sin secar aplicando la composición en suspensión de material activo de electrodo positivo sobre un colector de corriente de aluminio, y se formó una capa aislante sin secar aplicando la composición para formar una capa aislante sobre el colector de corriente de aluminio de manera que superpusiera la capa de material activo de electrodo positivo sin secar en una región parcial.
- 15 Después, se preparó un electrodo positivo para una batería secundaria de litio formando una capa de material activo de electrodo positivo y una capa aislante secando simultáneamente la capa de material activo de electrodo positivo sin secar y la capa aislante sin secar a 160 °C (durante aproximadamente 3 minutos), respectivamente, y laminando la capa formada de material activo de electrodo positivo y capa aislante.
- 20 Posteriormente, se observó una sección transversal de la región de superposición de la capa de material activo de electrodo positivo y la capa aislante en la sección transversal del electrodo positivo por un SEM. La imagen del SEM del Ejemplo 1 se muestra en la FIG. 1, y la imagen de SEM del Ejemplo comparativo 1 se muestra en la FIG. 2. Con referencia a las FIG. 1 y 2, se puede observar que, en el electrodo positivo del Ejemplo 1, la región de superposición de la capa aislante y la capa de material activo de electrodo se formó con una excelente fuerza cohesiva, y no ocurrió erosión. Sin embargo, se puede observar que fue difícil aplicar el electrodo positivo del Ejemplo comparativo 1 a un producto debido a la erosión que ocurrió en la región de superposición de la capa aislante y la capa de material activo de electrodo.
- 25

Ejemplo experimental 2: Evaluación de la elución de electrolito

- 30 Se recubrió una lámina de aluminio con las composiciones para formar una capa aislante de los Ejemplos 1 y 2 y se cortó en un tamaño de 5 cm × 5 cm, y entonces la lámina cortada se sumergió en un disolvente de electrolito no acuoso preparado disolviendo 1,0 mol de LiPF_6 y mezclando carbonato de etileno (EC) y carbonato de etilmetilo (EMC) en una relación en volumen de 3:7 a temperatura ambiente durante 18 horas, para realizar una prueba para confirmar si un colorante se eluyó en la disolución de electrolito. Después de la prueba, el resultado del Ejemplo 1 se muestra en la FIG. 3, y el resultado del Ejemplo 2 se muestra en la FIG. 4.
- 35

- Con referencia a las FIG. 3 y 4, se confirmó que, en el caso de la composición para formar una capa aislante del Ejemplo 1, no ocurrió un fenómeno de un colorante que tiñera o se eluyera en el electrolito disolución, pero en el caso de la composición para formar una capa aislante del Ejemplo 2 usando un colorante, se observó que un colorante se eluyó ligeramente en la disolución de electrolito.
- 40

Ejemplo experimental 3: Evaluación de la estabilidad a los líquidos

- 45 Se almacenaron las composiciones para formar una capa aislante según el Ejemplo 1 y Ejemplo comparativo 2 a temperatura ambiente (25 °C) durante 31 días para evaluar la estabilidad a los líquidos de las composiciones. El resultado de la observación del Ejemplo 1 se muestra en la FIG. 5, y el resultado de la observación del Ejemplo comparativo 1 se muestra en la FIG. 6.

- 50 Con referencia a las FIG. 5 y 6, se puede confirmar que la composición para formar una capa aislante del Ejemplo 1 no mostró separación de fases incluso 31 días después del almacenamiento, por lo que mostró excelente estabilidad a los líquidos, pero la composición para formar una capa aislante del Ejemplo comparativo 2 mostró separación de fases con el tiempo, por lo que mostró estabilidad deteriorada.

Ejemplo experimental 4: Evaluación de la capacidad de recubrimiento

- Se formó una capa aislante recubriendo una lámina de aluminio con cada una de las composiciones para formar una capa aislante de los Ejemplos 1 y 3 a una anchura de 3,8 mm y secando la lámina recubierta para observar la aparición de la capa aislante usando un aparato de inspección superficial (fabricado por ANSYS). La imagen de inspección superficial del Ejemplo 1 se muestra en la FIG. 7, y la imagen de inspección superficial del Ejemplo 3 se muestra en la FIG. 8.
- 60

- Con referencia a las FIG. 7 y 8, se evaluó que las composiciones para formar una capa aislante de los Ejemplos 1 y 3 mostraron, en general, excelente capacidad de recubrimiento debido a los elevados niveles de viscosidad. Sin embargo, la capa aislante se formó sin burbujas en el Ejemplo 1, mientras que en el Ejemplo 3 se encontraron burbujas en la capa aislante debido a una viscosidad ligeramente elevada de la composición.
- 65

Ejemplo experimental 5: Evaluación de la capacidad de recubrimiento

5 Se formó una capa aislante recubriendo una lámina de aluminio con cada una de las composiciones para formar una capa aislante de los Ejemplos 1 y 3 a una anchura de 3,8 mm y secando la lámina recubierta para observar la aparición de la capa aislante usando un microscopio óptico. La imagen del microscopio óptico del Ejemplo 1 se muestra en la FIG. 9, y la imagen del microscopio óptico del Ejemplo 3 se muestra en la FIG. 10. En las FIG. 9 y 10, la parte amarilla representa la parte recubierta con la composición para formar una capa aislante.

10 Con referencia a las FIG. 9 y 10, se evaluó, en general, que las composiciones para formar una capa aislante de los Ejemplos 1 y 3 tenían excelente capacidad de recubrimiento debido a los excelentes niveles de viscosidad.

15 Aunque se puede confirmar que, en el Ejemplo 1, la composición para formar una capa aislante tenía una anchura de recubrimiento uniforme, en el Ejemplo 3, la uniformidad de la anchura recubierta se redujo ligeramente debido a una viscosidad ligeramente elevada, y la lámina de aluminio se expuso debido a la formación de una forma de onda. En comparación con el área recubierta del Ejemplo 1, se calculó que el área de la lámina de aluminio expuesta por la forma de onda en el Ejemplo 3 era aproximadamente del 30 %, lo que confirma que, en comparación con el Ejemplo 1, el Ejemplo 3 mostró una ligera disminución en la capacidad de recubrimiento.

REIVINDICACIONES

1. Una composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio, que comprende:
 - 5 un polímero aglutinante;
 - un colorante que incluye al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un colorante orgánico, un colorante soluble en aceite y un fósforo orgánico; y
 - un disolvente,
 - en donde la composición tiene una viscosidad de 1.000 cP o más a 25 °C.
- 10 2. La composición según la reivindicación 1, en donde la viscosidad es 1.000 a 10.000 cP a 25 °C.
3. La composición según la reivindicación 1, en donde la solubilidad del colorante en el disolvente es 300 a 500 g/l a 25 °C.
- 15 4. La composición según la reivindicación 1, en donde el colorante está contenido en 0,01 a 10 partes en peso con respecto a las 100 partes en peso del disolvente.
5. La composición según la reivindicación 1, en donde el colorante comprende además un ion metálico,
- 20 formando el ion metálico una estructura de sal compleja con al menos uno seleccionado del grupo que consiste en el colorante orgánico, el colorante soluble en aceite y el fósforo orgánico.
6. La composición según la reivindicación 5, en donde el ion metálico es un ion de al menos un metal seleccionado del grupo que consiste en cobre, cobalto, cromo, níquel y hierro.
- 25 7. La composición según la reivindicación 1, en donde el polímero aglutinante está contenido en 5 a 15 partes en peso con respecto a 100 partes en peso del disolvente.
8. La composición según la reivindicación 1, en donde un contenido de sólidos de la composición para formar una
- 30 capa aislante para una batería secundaria de litio es 5 al 15 % en peso.
9. Un electrodo para una batería secundaria de litio, que comprende:
 - un colector de corriente de electrodo;
 - 35 una capa de material activo de electrodo formada sobre el colector de corriente de electrodo; y
 - una capa aislante formada sobre el colector de corriente de electrodo y que superpone la capa de material activo de electrodo en una región parcial,
 - en donde la capa aislante se forma de la composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio según la reivindicación 1.
- 40 10. Un método de preparación de un electrodo para una batería secundaria de litio, que comprende:
 - formar una capa de material activo de electrodo sin secar aplicando una composición en suspensión de material
 - 45 activo sobre un colector de corriente de electrodo;
 - formar una capa aislante sin secar aplicando la composición para formar una capa aislante para una batería secundaria de litio según la reivindicación 1 de manera que superponga la capa de material activo de electrodo sin secar en una región parcial; y
 - simultáneamente secar la capa de material activo de electrodo sin secar y la capa aislante sin secar.
- 50 11. El método según la reivindicación 10, en donde una diferencia en viscosidad entre la composición en suspensión de material activo y la composición para formar una capa aislante es 5.000 cP o menos a 25 °C.
12. El método según la reivindicación 11, en donde una viscosidad de la composición en suspensión de material activo es 5.000 a 15.000 cP a 25 °C.
- 55 13. El método según la reivindicación 10, en donde la composición en suspensión de material activo comprende el mismo material de polímero que el polímero aglutinante.
14. Una batería secundaria de litio que comprende el electrodo para una batería secundaria de litio según la
- 60 reivindicación 9.

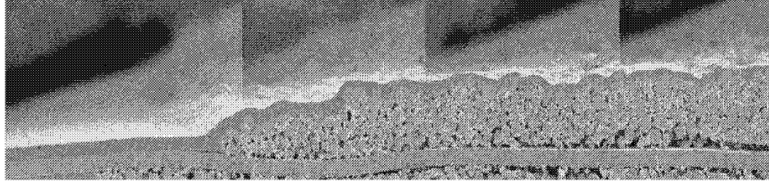


FIG. 1

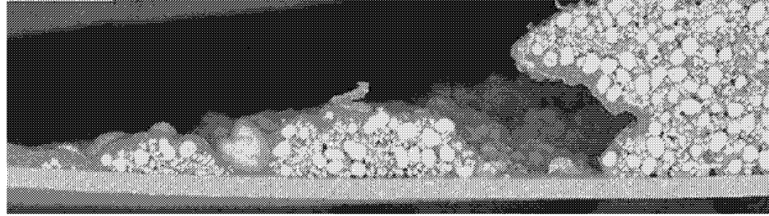


FIG.2

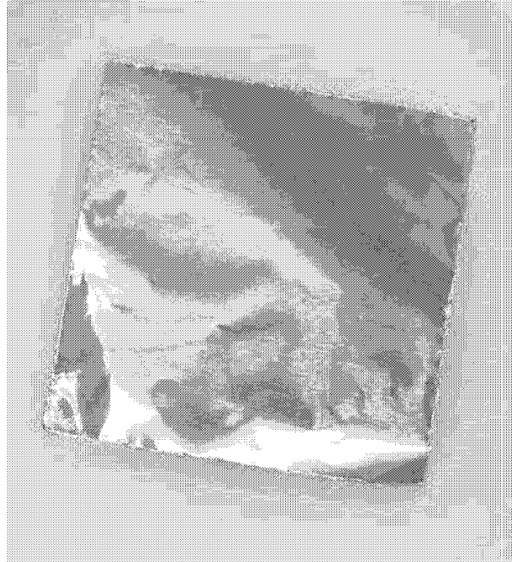


FIG.3



FIG. 4

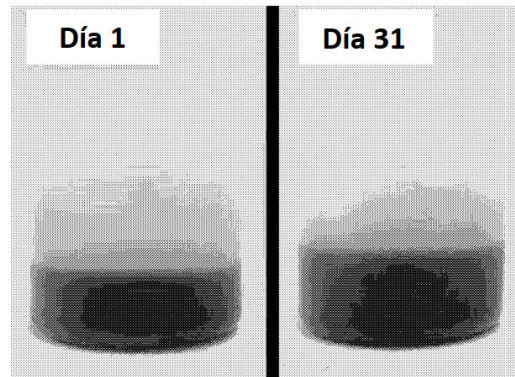


FIG.5

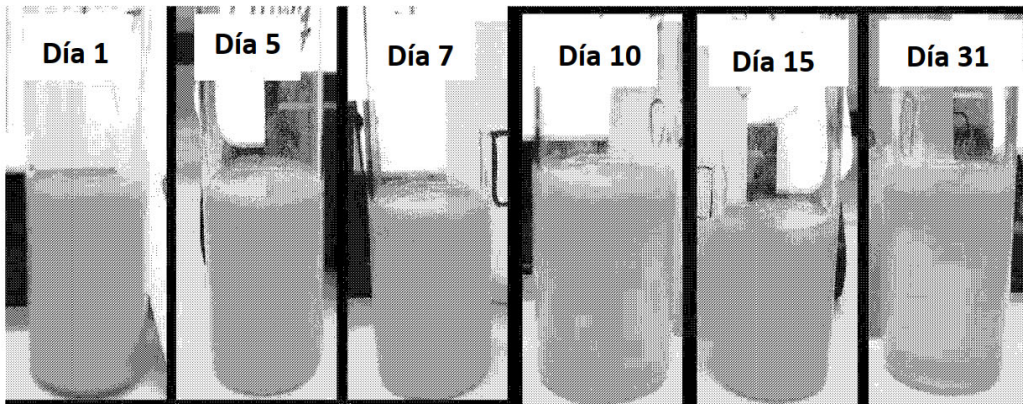


FIG.6

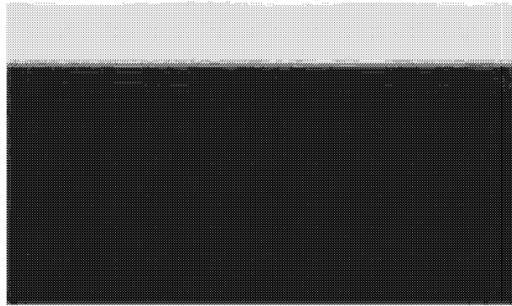


FIG.7

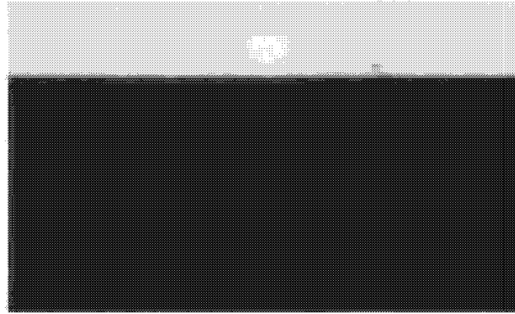


FIG.8

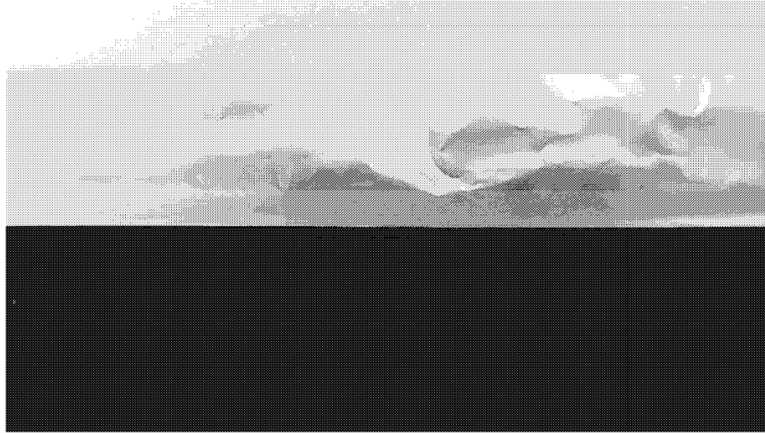


FIG.9

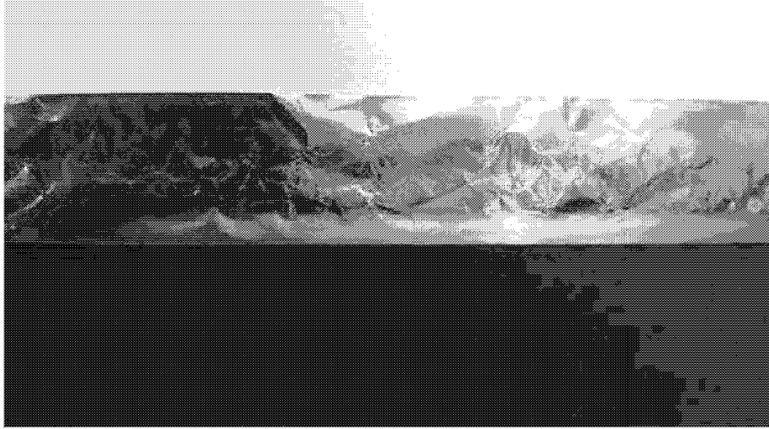


FIG.10