

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 994 590**

51 Int. Cl.:

<b>H01M 50/446</b>	(2011.01)	<b>H01M 50/491</b>	(2011.01)
<b>H01M 50/451</b>	(2011.01)	<b>H01M 50/494</b>	(2011.01)
<b>H01M 50/403</b>	(2011.01)	<b>H01M 50/443</b>	(2011.01)
<b>H01M 50/417</b>	(2011.01)		
<b>H01M 50/42</b>	(2011.01)		
<b>H01M 50/449</b>	(2011.01)		
<b>H01M 50/489</b>	(2011.01)		
<b>H01M 10/42</b>	(2006.01)		
<b>H01M 50/414</b>	(2011.01)		
<b>H01M 50/431</b>	(2011.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.11.2020 PCT/CN2020/132950**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **02.06.2022 WO22110222**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2020 E 20963110 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024 EP 4109661**

54 Título: **Separador, método de preparación del mismo y batería secundaria asociada, módulo de batería, paquete de baterías y dispositivo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.01.2025**

73 Titular/es:  
**CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY  
(HONG KONG) LIMITED (100.00%)  
Level 19, China Building, 29 Queen's Road  
Central  
Central, Central And Western District, HK**

72 Inventor/es:  
**CHENG, CONG;  
HONG, HAIYI;  
LAN, YUANYUAN;  
YANG, JIANRUI;  
LIU, NA y  
JIN, HAIZU**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 994 590 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, método de preparación del mismo y batería secundaria asociada, módulo de batería, paquete de baterías y dispositivo

5

**Campo técnico**

La presente solicitud se refiere a un separador para una batería secundaria tal como se especifica en cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el campo electroquímico y un método de preparación para el mismo tal como se especifica en cualquiera de las reivindicaciones 12-14, y a una batería secundaria tal como se especifica en la reivindicación 15, que comprende el separador, así como a un módulo de batería asociado, paquete de baterías, y dispositivo.

10

**Técnica anterior**

Las baterías secundarias se usan ampliamente en varios productos electrónicos de consumidor y vehículos eléctricos debido a sus extraordinarias características, tales como un peso ligero, ausencia de polución y ausencia de efecto memoria.

15

Con el continuo desarrollo en la nueva industria energética, los consumidores han propuesto requisitos más elevados para el uso de baterías secundarias. Por ejemplo, la densidad de energía de baterías secundarias está diseñada para ser cada vez más alta; sin embargo, el incremento de la densidad de energía de la batería a menudo va en detrimento de un rendimiento dinámico de equilibrio, rendimiento electroquímico, o rendimiento de seguridad, etc.

20

Por tanto, un desafío clave en el campo del diseño de baterías es crear baterías con alto rendimiento cíclico y alto rendimiento de seguridad.

25

El documento EP3704749 se refiere a un separador poroso que esta recubierto directamente con una composición de recubrimiento secado con una superficie irregular, y que comprende partículas poliméricas discretas, y opcionalmente partículas inorgánicas electroquímicamente estables.

30

El documento CN111954943 se refiere a un separador que incluye un sustrato y una capa de recubrimiento dispuesta sobre al menos una superficie del sustrato, en donde la capa de recubrimiento incluye primeras partículas orgánicas, segundas partículas orgánicas, y partículas inorgánicas; un diámetro promedio de partícula de las primeras partículas orgánicas es mayor que un diámetro de partícula promedio de las segundas partículas orgánicas y las partículas inorgánicas. Las primeras partículas orgánicas sobresalen de una superficie de la capa de recubrimiento hasta una altura de alrededor de 0,1  $\mu\text{m}$  hasta alrededor de 0,5  $\mu\text{m}$  y están distribuidas sobre la superficie de la capa de recubrimiento en una relación de área de alrededor del 5 % a alrededor del 15 % de un área superficial de la capa de recubrimiento. Una relación de peso de las partículas orgánicas respecto a las partículas inorgánicas en la capa de recubrimiento es de alrededor de 20:80 a alrededor de 40:60.

35

40

**Compendio de la invención**

Un objeto de la presente solicitud es proporcionar un separador para una batería secundaria tal como se especifica en cualquiera de las reivindicaciones 1-11, que tiene como objetivo habilitar una batería secundaria tal como se especifica en la reivindicación 15, que comprende el separador para que tenga mejor rendimiento cíclico y rendimiento de seguridad.

45

Para lograr el objetivo anterior, en un primer aspecto, la presente solicitud, proporciona un separador para una batería secundaria tal como se especifica en cualquiera de las reivindicaciones 1-11, que comprende: un sustrato y un recubrimiento proporcionados sobre al menos una superficie del sustrato, en donde el recubrimiento comprende partículas inorgánicas y partículas orgánicas; comprendiendo las partículas orgánicas primeras partículas orgánicas incrustadas en las partículas inorgánicas y formando protuberancias sobre la superficie del recubrimiento, en donde las primeras partículas orgánicas son partículas secundarias y tienen un tamaño de partícula promedio en número de  $\geq 13 \mu\text{m}$  y una cobertura de área sobre la superficie de recubrimiento de  $\leq 10\%$ ; en donde el tamaño de partícula promedio en número y la cobertura de área sobre la superficie de recubrimiento se mide tal como se describe en la descripción.

50

55

Comparado con la técnica anterior, la presente solicitud comprende al menos los siguientes efectos beneficiosos.

60

El separador para una batería secundaria tal como se especifica en cualquiera de las reivindicaciones 1-11, de la presente solicitud comprende partículas inorgánicas y primeras partículas orgánicas en el mismo recubrimiento, además, las primeras partículas orgánicas están diseñadas especialmente con una combinación de los dos aspectos, la batería puede combinar una densidad de energía más alta con un buen rendimiento cíclico y rendimiento de seguridad.

65

- 5 En cualquier realización de la presente solicitud, el área de cobertura de las primeras partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento es del 0,5%-8%; opcionalmente del 0,8%-5%. Cuando la cobertura de área de las primeras partículas orgánicas está dentro del intervalo dado, el rendimiento cíclico y rendimiento de seguridad de la batería pueden mejorarse adicionalmente.
- 10 En cualquier realización de la presente solicitud, las primeras partículas orgánicas tienen un tamaño de partícula promedio en número de 15  $\mu\text{m}$ - 25  $\mu\text{m}$ . Cuando el tamaño de partícula promedio en número de las primeras partículas orgánicas está dentro del intervalo dado, el rendimiento cíclico y rendimiento de seguridad de la batería pueden mejorarse adicionalmente.
- 15 En cualquier realización de la presente solicitud, las primeras partículas orgánicas comprenden uno o más de un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de olefina que contiene flúor, un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de olefina, un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de nitrilo insaturado, un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de óxido de alquileno, y compuestos modificados de estos homopolímeros o copolímeros.
- 20 En cualquier realización de la presente solicitud, las primeras partículas orgánicas comprenden uno o más de politetrafluoretileno, policlorotrifluoroetileno, fluoruro de polivinilo, fluoruro de polivinilideno, polietileno, polipropileno, poliacrilonitrilo, óxido de polietileno, un copolímero de diferentes unidades monoméricas de olefina que contienen flúor, un copolímero de una unidad monomérica de olefina que contiene flúor y una unidad monomérica de etileno, un copolímero de una unidad monomérica de olefina que contiene flúor y una unidad monomérica acrílica, un copolímero de una unidad monomérica de olefina que contiene flúor y una unidad monomérica de acrilato, y compuestos modificados de estos homopolímeros o copolímeros.
- 25 En cualquier realización de la presente invención las primeras partículas orgánicas comprenden uno o más de un copolímero de fluoruro de vinilideno-trifluoroetileno, un copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno, un copolímero de fluoruro de vinilideno-trifluoroetileno-hexafluoropropileno, un copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno-ácido acrílico, un copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno-acrilato, y compuestos modificados de estos copolímeros.
- 30 En cualquier realización de la presente solicitud, el porcentaje en masa de las primeras partículas orgánicas en el recubrimiento es  $\geq 12\%$ , opcionalmente, el porcentaje en masa de las primeras partículas orgánicas en el recubrimiento es del 15%-25%.
- 35 En cualquier realización de la presente solicitud, el porcentaje en masa de las partículas inorgánicas en el recubrimiento es  $\leq 80\%$ , opcionalmente, el porcentaje en masa de las partículas inorgánicas en el recubrimiento es del 65%-75%.
- 40 En cualquier realización de la presente solicitud, el recubrimiento comprende además segundas partículas orgánicas incrustadas en las partículas inorgánicas y que forman protuberancias sobre la superficie del recubrimiento, y las segundas partículas orgánicas son partículas primarias.
- 45 En cualquier realización de la presente solicitud, las segundas partículas orgánicas tienen un tamaño de partícula promedio en número de 2  $\mu\text{m}$ -8  $\mu\text{m}$ ; opcionalmente, las segundas partículas orgánicas tienen un tamaño de partícula promedio en número de 2,5  $\mu\text{m}$ -6  $\mu\text{m}$ .
- 50 En cualquier realización de la presente solicitud el porcentaje en masa de las segundas partículas orgánicas en el recubrimiento es inferior al de las primeras partículas orgánicas en el recubrimiento.
- 55 En cualquier realización de la presente solicitud, el porcentaje en masa de las segundas partículas orgánicas en el recubrimiento es  $\leq 8\%$ , opcionalmente, el porcentaje en masa de las segundas partículas orgánicas en el recubrimiento es del 2%-6%.
- 60 En cualquier realización de la presente solicitud, la suma de las coberturas de área de las primeras partículas orgánicas y las segundas partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento es  $\leq 15\%$ ; opcionalmente, la suma de las coberturas de área de las primeras partículas orgánicas y las segundas partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento es del 1%-8%.
- 65 En cualquier realización de la presente solicitud, la relación en cobertura de área de las primeras partículas orgánicas respecto a las segundas partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento es 1 : 1-20 : 1; opcionalmente 2:1-10 : 1.
- En cualquier realización de la presente solicitud, las segundas partículas orgánicas comprenden uno o más de un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de acrilato, un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica acrílica, un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de estireno, un compuesto de poliuretano, un compuesto de caucho, y compuestos modificados de estos homopolímeros o copolímeros.



la capa de partícula inorgánica; las primeras partículas orgánicas son partículas secundarias, y tienen un tamaño de partícula promedio en número de  $\geq 13 \mu\text{m}$  y una cobertura de área sobre la superficie de recubrimiento de  $\leq 10\%$ .

5 En cualquier realización de la presente solicitud, en la etapa (2), la pasta de recubrimiento comprende además segundas partículas orgánicas, y las segundas partículas orgánicas son partículas primarias.

En cualquier realización de la presente solicitud, en la etapa (2), las segundas partículas orgánicas están en un porcentaje del 8% o inferior al peso seco total del material de componente, opcionalmente 2%-6%.

10 En cualquier realización de la presente solicitud, en la etapa (2), las primeras partículas orgánicas se añaden in un porcentaje en masa del 12% o más del peso seco total del material de componente; opcionalmente 12%-30%.

En cualquier realización de la presente solicitud, en la etapa (2), la pasta de recubrimiento tiene un contenido sólido del 28%-45%, opcionalmente 30%-38%, basado en el peso de la pasta de recubrimiento.

15 En cualquier realización de la presente solicitud, el recubrimiento se lleva a cabo utilizando una máquina de recubrimiento, en donde la máquina de recubrimiento comprende un rodillo para rotograbado que tiene un número de líneas de 100 LPI-300 LPI, opcionalmente 125 LPI-190 LPI.

20 En cualquier realización de la presente solicitud, en la etapa (3), el recubrimiento se lleva a cabo a una velocidad de 30 m/min-90 m/min, opcionalmente de 50 m/min-70 m/min.

En cualquier realización de la presente solicitud, en la etapa (3), el recubrimiento se lleva a cabo a una relación de velocidad de línea de 0,8-2,5, opcionalmente 0,8-1,5.

25 En cualquier realización de la presente solicitud, en la etapa (3), el secado se lleva a cabo a una temperatura de 40°C a 70°C, opcionalmente de 50°C a 60°C.

30 En cualquier realización de la presente solicitud, en la etapa (3), el secado se lleva a cabo durante un periodo de 10 s-120 s, opcionalmente 20 s-80 s.

En un tercer aspecto, la presente solicitud proporciona una batería secundaria, que comprende un separador del primer aspecto de la presente solicitud o un separador preparado por el método según el segundo aspecto de la presente solicitud.

35 En un cuarto aspecto, la presente solicitud proporciona un módulo de batería, que comprende una batería secundaria del tercer aspecto de la presente solicitud.

En un quinto aspecto, la presente solicitud proporciona un paquete de baterías, que comprende un módulo de batería del cuarto aspecto de la presente solicitud.

40 En un sexto aspecto, la presente solicitud proporciona un dispositivo, que comprende al menos uno de una batería secundaria del tercer aspecto de la presente solicitud, un módulo de batería del cuarto aspecto de la presente solicitud, o un paquete de baterías del quinto aspecto de la presente solicitud.

45 **Breve descripción de los dibujos**

Para ilustrar las soluciones técnicas de la presente solicitud más claramente, los dibujos utilizados en la presente solicitud se describirán brevemente a continuación. Aparentemente, los dibujos descritos a continuación no son más que algunas realizaciones de la presente solicitud, y aquellos con conocimientos ordinarios en la técnica pueden derivar otros dibujos a partir de estos dibujos sin esfuerzos creativos.

55 La figura 1 es un diagrama esquemático estructural de un recubrimiento en una realización de un separador de la presente solicitud.

La figura 2 es una imagen de microscopio electrónico de barrido (SEM) en una realización de un separador de la presente solicitud.

60 La figura 3 es una imagen de topografía de sección transversal pulida con iones (pulido de sección transversal, CP) en una realización de un separador de la presente solicitud.

La figura 4-1 es un diagrama esquemático estructural de una realización de un separador de la presente solicitud.

65 La figura 4-2 es un diagrama esquemático estructural de una realización adicional de un separador de la presente solicitud.

La figura 5 es un diagrama esquemático de una realización de una batería secundaria.

La figura 6 es una vista de un despiece de la figura 5.

La figura 7 es un diagrama esquemático de una realización de un módulo de batería.

La figura 8 es un diagrama esquemático de una realización de un paquete de baterías.

La figura 9 es una vista de un despiece de la figura 8.

La figura 10 es un diagrama esquemático de una realización de un dispositivo con una batería secundaria como una fuente de energía.

### **Descripción detallada de realizaciones**

La presente solicitud se describirá adicionalmente a continuación junto con realizaciones específicas. Debe entenderse que estas realizaciones específicas sólo pretenden ilustrar la presente solicitud, pero no limitar el alcance de la presente solicitud.

En aras de la brevedad, en el presente documento sólo se revelan específicamente determinados rangos numéricos. No obstante, cualquier límite inferior puede combinarse con cualquier límite superior para formar un intervalo no descrito explícitamente; y cualquier límite inferior puede combinarse con cualquier otro límite inferior para formar un intervalo no especificado, y cualquier límite superior puede combinarse igualmente con cualquier otro límite superior para formar un intervalo no especificado. Además, cada punto o valor individual revelado por sí mismo puede servir como límite inferior o superior en combinación con cualquier otro punto o valor individual o con otro límite inferior o superior para formar un intervalo no especificado.

En la descripción en el presente documento, debe señalarse que, a menos que se indique lo contrario, la recitación de intervalos numéricos mediante "no inferior a" y "no superior a" incluye todos los números dentro de ese intervalo, incluidos los puntos finales, la recitación de "más" en la frase "uno o más" comprende dos o más.

En la descripción en el presente documento, a menos que se indique lo contrario, el término "o" es inclusivo. Es decir, la frase "A o B" significa "A, B, o tanto A como B". Más concretamente, una condición "A o B" se cumple con cualquiera de las siguientes: A es verdadero (o presente) y B es falso (o no presente); A es falso (o no presente) y B es verdadero (o presente); o tanto A como B son verdaderos (o presentes).

A menos que se indique lo contrario, los términos utilizados en la presente solicitud tienen el significado conocido por un experto en la materia. Salvo que se indique lo contrario, los valores de los parámetros mencionados en la presente solicitud pueden medirse mediante varios métodos de medición de uso común en la técnica (por ejemplo, puede medirse según el método ilustrado en los ejemplos de la presente solicitud).

A menos que se indique lo contrario, las operaciones de la presente solicitud se llevan a cabo a temperatura ambiente y presión atmosférica.

### **Batería secundaria**

Una batería secundaria, se refiere a una batería que puede continuar utilizándose activando el material activo mediante carga después de que se haya descargado la batería.

Generalmente, la batería secundaria comprende una placa de electrodo positivo, una placa de electrodo negativo, un separador y un electrolito. Durante el proceso de carga/descarga de la batería, los iones activos se intercalan y desintercalan en vaivén entre la placa de electrodo positivo y la placa de electrodo negativo. El separador se proporciona entre la placa de electrodo positivo y la placa de electrodo negativo, y funciona para la separación. El electrolito está situado entre la placa de electrodo positivo y la placa de electrodo negativo y funciona para la conducción de iones.

### **[Separador]**

El separador proporcionado en la presente solicitud comprende: un sustrato y un recubrimiento proporcionado sobre al menos una superficie del sustrato. El recubrimiento comprende partículas inorgánicas y partículas orgánicas. Comprendiendo las partículas orgánicas primeras partículas orgánicas incrustadas en las partículas inorgánicas y formando protuberancias sobre la superficie del recubrimiento, en donde las primeras partículas orgánicas son partículas secundarias y tienen un tamaño de partícula promedio en número de  $\geq 13 \mu\text{m}$ . La cobertura de área de las primeras partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento es  $\leq 10\%$ .

Cabe señalar que el tamaño de partícula promedio en número de las partículas orgánicas se refiere a la media aritmética del tamaño de partícula de las partículas orgánicas contadas según el número de las partículas orgánicas en el recubrimiento del separador. El tamaño de partícula de la partícula orgánica se refiere a la distancia entre dos puntos sobre las partículas orgánicas que están más alejadas.

5 La cobertura de área de las partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento se refiere a la relación del área de las partículas orgánicas con respecto al área total del recubrimiento.

10 Sin querer ceñirnos a ninguna teoría, el separador de la presente solicitud comprende partículas inorgánicas y primeras partículas orgánicas específicas en el mismo recubrimiento, lo que reduce ampliamente el grosor total del separador, comparado con un separador que comprende dos recubrimientos, es decir, una capa de partículas inorgánicas y una capa de partículas orgánicas, mejorando así la densidad de energía de la batería; adicionalmente, las partículas orgánicas y partículas inorgánicas forman una estructura de recubrimiento específica, habilitando la formación de estructuras de poro suficientes y distribuidas de manera no uniforme entre las partículas inorgánicas y las partículas orgánicas, lo que puede garantizar que los canales de transmisión de iones no se bloqueen de tal manera que la batería tenga un buen rendimiento cíclico; mientras tanto, cuando la cobertura de área de las primeras partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento está dentro del intervalo dado, y la batería está en un entorno de trabajo normal (por ejemplo, 45°C o menos), puede evitarse eficazmente la formación de una película adhesiva densa a partir del hinchamiento de las primeras partículas orgánicas en el recubrimiento en el electrolito, lo que garantiza que el separador tenga huecos moderados, facilitando la transmisión de iones, mejorando así aún más el rendimiento cíclico de la batería; especialmente, cuando la batería se encuentra en un entorno de funcionamiento a alta temperatura (por ejemplo, 100°C o más), las primeras partículas orgánicas con una cobertura de área específica formarán una estructura de película adhesiva adecuada a alta temperatura, lo que reducirá rápidamente los canales de difusión de iones y retrasará el tiempo de propagación térmica, mejorando así eficazmente el rendimiento de seguridad de la batería.

25 Como se muestra en la figura 1-1, el separador comprende un sustrato (A) y un recubrimiento (B), comprendiendo el recubrimiento (B) primeras partículas orgánicas (B1) y partículas inorgánicas (B2), en donde las primeras partículas orgánicas (B1) son partículas secundarias, y las primeras partículas orgánicas están incrustadas en una capa de partícula inorgánica formada a partir de las partículas inorgánicas (B2) y forman protuberancias sobre la superficie de la capa de partícula inorgánica (B).

30 Mediante el estudio intensivo, los solicitantes han descubierto que sobre la base de que el separador de la presente solicitud cumple con las condiciones de diseño, si también se cumplen opcionalmente con una o más de las siguientes condiciones, el rendimiento de la batería secundaria puede mejorarse aún más.

35 En algunas realizaciones, la cobertura de área de las primeras partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento es del 0,5%-10%, opcionalmente del 0,5%-8%; por ejemplo, la cobertura de área de las primeras partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento puede ser del 0,5-7%, 0,5%-5%, 0,5%-3%, 0,8%-10%, 0,8%-8%, 0,8%-6%, 0,8%-5%, 0,8%-2,5%, 1%-8%, 1%-6%, 1%-3%, 1,5%-10%, 1,5%-5,5%, 1,5%-3,5%, 1,5%-2,5%, 1,8%-5,5%, 1,8%-3,5%, 2%-10%, y 4%-8%. Cuando la cobertura de área de las primeras partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento está dentro del intervalo dado, el rendimiento cíclico y rendimiento de seguridad de la batería pueden mejorarse adicionalmente.

40 En algunas realizaciones, las primeras partículas orgánicas pueden tener un tamaño de partícula promedio en número de 15 µm-25 µm. Cuando el tamaño de partícula promedio en número de las primeras partículas orgánicas está dentro del intervalo dado, las partículas orgánicas están habilitadas para tener suficientes huecos entre ellas; aunque las partículas orgánicas se hinchen en el electrolito, pueden formarse suficientes canales de transmisión de iones, mejorando así el rendimiento cíclico de la batería.

45 El tamaño de partícula promedio en número de las partículas orgánicas se refiere a la media aritmética del tamaño de partícula de las partículas orgánicas contadas según el número de las partículas orgánicas en el recubrimiento del separador.

50 En algunas realizaciones las primeras partículas orgánicas comprenden uno o más de un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de olefina que contiene flúor, un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de olefina, un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de nitrilo insaturado, un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de óxido de alquileno, y compuestos modificados de estos homopolímeros o copolímeros.

55 En algunas realizaciones, la unidad monomérica de olefina que contiene flúor puede seleccionarse de uno o más de difluoruroetileno, fluoruro de vinilideno, trifluoruroetileno, clorotrifluoruroetileno, tetrafluoruroetileno, y hexafluoropropileno.

60 En algunas realizaciones, la unidad monomérica de olefina puede seleccionarse de uno o más de etileno, propileno, butadieno, isopreno, etc.

En algunas realizaciones, la unidad monomérica de nitrilo insaturado puede seleccionarse de uno o más de acrilonitrilo, metilacrilonitrilo, etc.

5 En algunas realizaciones, la unidad monomérica de óxido de alquileo puede seleccionarse de uno o más de óxido de etileno, óxido de propileno, etc.

10 En algunas realizaciones, las primeras partículas orgánicas comprenden uno o más de politetrafluoretileno, policlorotrifluoroetileno, fluoruro de polivinilo, fluoruro de polivinilideno, polietileno, polipropileno, poliacrilonitrilo, óxido de polietileno, un copolímero de diferentes unidades monoméricas de olefina que contienen flúor, un copolímero de una unidad monomérica de olefina que contiene flúor y una unidad monomérica de etileno, un copolímero de una unidad monomérica de olefina que contiene flúor y una unidad monomérica acrílica, un copolímero de una unidad monomérica de olefina que contiene flúor y una unidad monomérica de acrilato, y compuestos modificados de estos homopolímeros o copolímeros.

15 En algunas realizaciones las primeras partículas orgánicas comprenden uno o más de un copolímero de fluoruro de vinilideno-trifluoroetileno, un copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno, un copolímero de fluoruro de vinilideno-trifluoroetileno-hexafluoropropileno, un copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno-ácido acrílico, un copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno-acrilato, y compuestos modificados de estos copolímeros.

20 En algunas realizaciones, las primeras partículas orgánicas tienen un peso molecular promedio en número de 300000-800000, por ejemplo, 400000-650000.

25 En algunas realizaciones, las partículas inorgánicas pueden comprender uno o más de bohemita ( $\gamma$ -AlOOH), óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ), sulfato de bario ( $BaSO_4$ ), óxido de magnesio ( $MgO$ ), hidróxido de magnesio ( $Mg(OH)_2$ ), dióxido de silicio ( $SiO_2$ ), dióxido de estaño ( $SnO_2$ ), óxido de titanio ( $TiO_2$ ), óxido de calcio ( $CaO$ ), óxido de zinc ( $ZnO$ ), óxido de zirconio ( $ZrO_2$ ), óxido de itrio ( $Y_2O_3$ ), óxido de níquel ( $NiO$ ), óxido de cerio ( $CeO_2$ ), titanato de circonio ( $SrTiO_3$ ), titanato de bario ( $BaTiO_3$ ), y fluoruro de magnesio ( $MgF_2$ ), por ejemplo las partículas inorgánicas pueden comprender uno o más de bohemita ( $\gamma$ -AlOOH) y óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ).

30 En algunas realizaciones, las partículas inorgánicas tienen un tamaño medio de partícula en volumen  $D_{V50} \leq 2,5 \mu m$ ; por ejemplo, las partículas inorgánicas pueden tener un tamaño medio de partícula en volumen de  $0,5 \mu m$ - $2,5 \mu m$ ,  $1,5 \mu m$ - $2,5 \mu m$ ,  $0,3 \mu m$ - $0,7 \mu m$ , etc. Cuando el tamaño de partícula promedio en volumen de las partículas inorgánicas se controla dentro del intervalo dado, la densidad de energía volumétrica de la batería puede mejorarse aún más, al tiempo que se garantiza un mejor rendimiento cíclico y un mejor rendimiento de seguridad del separador.

35 En algunas realizaciones, el porcentaje en masa de las primeras partículas orgánicas en el recubrimiento es  $\geq 12\%$ ; por ejemplo, el porcentaje en masa de las primeras partículas orgánicas en el recubrimiento es del 12%-30%, 15%-25%.

40 En algunas realizaciones, el porcentaje en masa de las partículas inorgánicas en el recubrimiento es  $\leq 80\%$ ; por ejemplo, el porcentaje en masa de las partículas inorgánicas en el recubrimiento es del 65%-75%.

45 Al seleccionar contenidos adecuados de las primeras partículas orgánicas y las partículas inorgánicas, se puede conseguir un mejor efecto sinérgico de los dos tipos de partículas, asegurando que el separador tenga además una estructura de poros adecuada al tiempo que se garantiza el rendimiento de seguridad, y al mismo tiempo se consigue un separador ligero, mejorando así aún más la densidad de energía de la batería.

50 En algunas realizaciones, el recubrimiento comprende además segundas partículas orgánicas incrustadas en las partículas inorgánicas y que forman protuberancias sobre la superficie del recubrimiento, y las segundas partículas orgánicas son partículas primarias. Cuando el recubrimiento comprende además las segundas partículas orgánicas, el rendimiento de seguridad de la batería puede mejorarse adicionalmente.

55 Cabe observar que la morfología de partícula orgánica (partículas primarias y partículas secundarias) tiene un significado bien conocido en la técnica. Las partículas primarias se refieren a partículas que no forman un estado aglomerado. Una partícula secundaria se refiere a una partícula en un estado aglomerado formado por la agregación de dos o más partículas primarias.

60 Como se muestra en la figura 1-2, el separador comprende un sustrato (A) y un recubrimiento (B), comprendiendo el recubrimiento (B) primeras partículas orgánicas (B1), partículas inorgánicas (B2) y segundas partículas orgánicas (B3), en donde las primeras partículas orgánicas (B1) son partículas secundarias, las segundas partículas orgánicas (B3) son partículas primarias, y las primeras partículas orgánicas (B1) y las segundas partículas orgánicas (B3) están ambas incrustadas en una capa de partícula inorgánica formada a partir de las partículas inorgánicas (B2) y forman protuberancias sobre la superficie de la capa de partícula inorgánica.

65

- 5 En algunas realizaciones, las segundas partículas orgánicas tienen un tamaño de partícula promedio en número de  $2\ \mu\text{m}$ - $8\ \mu\text{m}$ ; por ejemplo, las segundas partículas orgánicas pueden tener un tamaño de partícula promedio en número de  $2,5\ \mu\text{m}$ - $8\ \mu\text{m}$ ,  $2,5\ \mu\text{m}$ - $6\ \mu\text{m}$ , y  $3,0\ \mu\text{m}$ - $5,5\ \mu\text{m}$ . Los inventores han descubierto que cuando el tamaño de partícula promedio en número de las segundas partículas orgánicas está dentro del intervalo dado, el rendimiento cíclico y rendimiento de seguridad de la batería puede mejorarse adicionalmente. Los inventores han descubierto a través de numerosos estudios que el tamaño de partícula promedio en número de las segundas partículas orgánicas es demasiado pequeño (por ejemplo, inferior a  $2\ \mu\text{m}$ ), las partículas se hincharán fácilmente en el electrolito para formar una estructura de película adhesiva, lo que bloqueará el canal de transmisión de iones durante el funcionamiento normal de la batería, afectando de este modo al rendimiento cíclico de la batería; si el tamaño de partícula promedio en número de las segundas partículas orgánicas es demasiado grande (por ejemplo, más de  $8\ \mu\text{m}$ ), las partículas provocarán un exceso de unión entre el separador y la placa de electrodos después del prensado térmico para la preparación de la batería, causando una infiltración deficiente del electrolito, lo que afectará al rendimiento cíclico de la batería.
- 10
- 15 En algunas realizaciones las segundas partículas orgánicas comprenden uno o más de un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de acrilato, un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica acrílica, un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de estireno, un compuesto de poliuretano, un compuesto de caucho, y compuestos modificados de estos homopolímeros o copolímeros.
- 20 En algunas realizaciones, las segundas partículas orgánicas comprenden uno o más de un copolímero de una unidad monomérica de acrilato y una unidad monomérica de estireno, un copolímero de una unidad monomérica acrílica y una unidad monomérica de estireno, un copolímero de una unidad monomérica acrílica, una unidad monomérica de acrilato y una unidad monomérica de estireno, un copolímero de una unidad monomérica de estireno y una unidad monomérica de nitrilo insaturado, un copolímero de una unidad monomérica de estireno, una unidad monomérica de olefina y una unidad monomérica de nitrilo insaturado, y compuestos modificados de estos copolímeros.
- 25 En algunas realizaciones, la unidad monomérica de acrilato puede seleccionarse a partir de uno o más de acrilato de metilo, acrilato de etilo, acrilato de propilo, acrilato de butilo, metacrilato de metilo, metacrilato de butilo, metacrilato de isooctilo, etc.
- 30 En algunas realizaciones, la unidad monomérica acrílica puede seleccionarse de uno o más de ácido acrílico, ácido metacrílico, etc.
- 35 En algunas realizaciones, la unidad monomérica de estireno puede seleccionarse de uno o más de estireno, metilestireno, etc.
- En algunas realizaciones, la unidad monomérica de nitrilo insaturado puede seleccionarse de uno o más de acrilonitrilo, metilacrilonitrilo, etc.
- 40 En algunas realizaciones, las segundas partículas orgánicas comprenden uno o más de un copolímero de acrilato de butilo estireno, un copolímero de metacrilato de butilo-metacrilato de isooctilo, un copolímero de metacrilato-ácido metacrílico estireno, un copolímero de acrilato de metilo-metacrilato de isooctilo-estireno, un copolímero de acrilato de butilo -acrilato de isooctilo-estireno, un copolímero de acrilato de butilo-metacrilato de isooctilo-estireno, un copolímero de metacrilato de butilo-metacrilato de isooctilo-estireno, un copolímero de metacrilato de butilo-acrilato de isooctilo-estireno, un copolímero de acrilonitrilo estireno, un copolímero de acrilonitrilo-butadieno-estireno, un copolímero de metacrilato de isooctilo-estireno-acrilonitrilo, un copolímero de acetato de vinilo estireno, un copolímero de estireno-acetato de vinilo-pirrolidona, y compuestos modificados de los copolímeros anteriores.
- 45 Un compuesto modificado del homopolímero o copolímero se refiere a un compuesto modificado obtenido por copolimerización de las unidades monoméricas en el homopolímero o copolímero con unidades monoméricas que contienen un grupo funcional específico. Por ejemplo, una unidad monomérica de olefina que contiene flúor puede copolimerizarse con un compuesto que contiene un grupo funcional carboxilo para obtener un compuesto modificado del mismo, etc.
- 50 En algunas realizaciones, las segundas partículas orgánicas tienen un peso molecular promedio en número de 10000-100000, por ejemplo, 20000-80000.
- 55 En algunas realizaciones, el porcentaje en masa de las segundas partículas orgánicas en el recubrimiento es inferior al de las primeras partículas orgánicas en el recubrimiento.
- 60 En algunas realizaciones, el porcentaje en masa de las segundas partículas orgánicas en el recubrimiento es  $\leq 8\%$ ; por ejemplo, del 2%-8%, 2%-6%, y 3%-6.5%.
- 65 En algunas realizaciones, la suma de las coberturas de área de las primeras partículas orgánicas y las segundas partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento es  $\leq 20\%$ , opcionalmente  $\leq 15\%$ ; opcionalmente, la suma de las coberturas de área de las primeras partículas orgánicas y las segundas partículas orgánicas sobre la superficie de

recubrimiento es 1%-20%, 1%-16%, 1%-13%, 1%-8%, 2%-15%, 2%-10%, 2,5%-12%, 3%-18%, 3,5%-9%, 4,5%-15% y 4,5%-8%. Cuando la suma de las coberturas de área de las primeras partículas orgánicas y las segundas partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento está dentro del intervalo expuesto, el rendimiento cíclico y rendimiento de seguridad de la batería puede seleccionarse adicionalmente.

5 En algunas realizaciones, la relación de cobertura de área de las primeras partículas orgánicas respecto a las segundas partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento es 1 : 1-20 : 1; opcionalmente 2: 1-10: 1 y 3: 1-5: 1. Cuando la relación está dentro del intervalo anterior, los contenidos de las primeras partículas orgánicas y las segundas partículas orgánicas pueden corresponderse de manera óptima, mejorando así adicionalmente la densidad de energía y el rendimiento cíclico de la batería. Si el contenido de las primeras partículas orgánicas es demasiado, la densidad de energía de la batería puede verse afectada; si el contenido de las segundas partículas orgánicas es demasiado, el rendimiento cíclico de la batería puede verse afectado.

10 Según algunas realizaciones, el recubrimiento puede comprender además otros compuestos orgánicos, por ejemplo, un polímero que mejora la resistencia al calor (denominado "adhesivo termorresistente" para abreviar), un dispersante, un agente humectante, otros tipos de aglutinantes, etc. Los otros compuestos orgánicos anteriores son todos sustancias no granulares en el recubrimiento. En la presente solicitud, los otros compuestos orgánicos anteriores no están limitados particularmente, y pueden seleccionarse de cualquier material conocido con rendimiento mejorado.

15 En la presente solicitud, el material del sustrato no está particularmente limitado, y puede seleccionarse de cualquier sustrato conocido con buena estabilidad química y mecánica, por ejemplo una o más fibras de vidrio, una tela no tejida, polietileno, polipropileno, y fluoruro de polivinilideno. El sustrato puede ser una película monocapa, una película de compuesto multicapa. Cuando el sustrato es una película de compuesto multicapa, los materiales de las capas respectivas pueden ser los mismos o diferentes.

20 En algunas realizaciones, el sustrato tiene un grosor de  $\leq 10 \mu\text{m}$ ; por ejemplo, el sustrato puede tener un grosor de  $5 \mu\text{m}$ - $10 \mu\text{m}$ ,  $5 \mu\text{m}$ - $9 \mu\text{m}$ , y  $7 \mu\text{m}$ - $9 \mu\text{m}$ . Cuando el grosor del sustrato se controla dentro del margen dado, la densidad de energía de la batería puede mejorarse adicionalmente garantizando al mismo tiempo el rendimiento de tasa y rendimiento de seguridad de la batería.

25 En algunas realizaciones, el separador tiene un peso de recubrimiento por una sola cara por unidad de superficie de  $\leq 3,0 \text{ g/m}^2$ ; por ejemplo, el separador puede tener un peso de recubrimiento de una sola cara por unidad de superficie de  $1,5 \text{ g/m}^2$ - $3,0 \text{ g/m}^2$ ,  $1,5 \text{ g/m}^2$ - $2,5 \text{ g/m}^2$ ,  $1,8 \text{ g/m}^2$ - $2,3 \text{ g/m}^2$ , etc. Cuando el peso de recubrimiento por una sola cara sobre el separador por unidad de superficie se controla dentro del intervalo dado, la densidad de energía de la batería puede mejorarse adicionalmente mientras que se garantiza el rendimiento cíclico y rendimiento de seguridad de la batería.

30 En algunas realizaciones, el separador puede tener una permeabilidad al aire de  $100 \text{ s/100 mL}$ - $300 \text{ s/100 mL}$ ; por ejemplo, el separador puede tener una permeabilidad al aire de  $150 \text{ s/100 mL}$ - $250 \text{ s/100 mL}$ ,  $170 \text{ s/100 mL}$ - $220 \text{ s/100 mL}$ .

35 En algunas realizaciones, el separador puede tener una resistencia a la tracción longitudinal (TD) de  $1000 \text{ kgf/cm}^2$ - $2500 \text{ kgf/cm}^2$ ; por ejemplo, el separador puede tener una resistencia a la tracción longitudinal de  $1400 \text{ kgf/cm}^2$ - $2000 \text{ kgf/cm}^2$ .

40 En algunas realizaciones, el separador puede tener un alargamiento a la rotura longitudinal del 50%-200%; por ejemplo, el separador puede tener un alargamiento a la rotura longitudinal del 100%-150%.

45 En algunas realizaciones, el separador puede tener una resistencia a la tracción transversal (MD) de  $1500 \text{ kgf/cm}^2$ - $3000 \text{ kgf/cm}^2$ ; por ejemplo, el separador puede tener una resistencia a la tracción transversal de  $1800 \text{ kgf/cm}^2$ - $2500 \text{ kgf/cm}^2$ .

50 En algunas realizaciones, opcionalmente, el separador puede tener un alargamiento a la rotura transversal del 50%-200%; por ejemplo, el separador puede tener un alargamiento a la rotura transversal del 100%-150%.

55 En algunas realizaciones, las partículas inorgánicas y las partículas orgánicas forman una estructura de poro no uniforme en el recubrimiento.

60 En algunas realizaciones, el espaciado entre dos partículas inorgánicas adyacentes cualesquiera se designa como L1, y el espaciado entre cualquier partícula inorgánica y una partícula orgánica adyacente se designa como L2, en donde  $L1 < L2$ .

#### **Método de medición para parámetros asociados**

65 Según algunas realizaciones, la cobertura de área de las partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento puede determinarse mediante un aparato y método conocido en la técnica. A modo de ejemplo, el área de cobertura

de las primeras partículas orgánicas en la superficie de recubrimiento puede medirse de acuerdo con el siguiente método: una muestra de prueba con un tamaño (por ejemplo, longitud X anchura = 50 mm X 100 mm) se selecciona aleatoriamente del separador, y el área de la muestra de prueba se calcula y se designa como S; la imagen SEM de las áreas de prueba se obtienen con un aumento (por ejemplo, 1000 x) utilizando un microscopio electrónico de barrido (por ejemplo, ZEISS Sigma 300), por ejemplo, haciendo referencia a la norma JY/T010-1996, y seleccionando aleatoriamente una pluralidad de (por ejemplo, 10) áreas de prueba diferentes en la muestra de prueba.

Cuando las partículas orgánicas en las áreas de prueba tienen una morfología de partícula secundaria, se registra el área de las partículas orgánicas (cabe señalar que, cuando la partícula orgánica tiene una forma irregular, la partícula orgánica puede circunscribirse para formar un círculo, y el área del círculo circunscrito sirve como área de la partícula orgánica), se calcula la suma de las áreas de las primeras partículas orgánicas en las áreas de prueba y se denota como S1. La cobertura de área de las primeras partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento =  $S1 / S \times 100\%$ .

Para garantizar la precisión de los resultados de prueba, se puede utilizar una pluralidad de (por ejemplo, 5) muestras de prueba para repetir la medición y, a continuación, se toma un valor medio de las coberturas de área de las muestras de prueba como resultado final de la medición.

La cobertura de área de las segundas partículas orgánicas puede medirse mediante el mismo método anterior.

La figura 2 es una imagen de microscopio electrónico de barrido (SEM) de una realización de un separador de la presente solicitud. La cobertura de área de las partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento puede calcularse según el método descrito anteriormente.

Según algunas realizaciones, el tamaño de partícula y tamaño de partícula promedio en número de las partículas orgánicas puede medirse mediante un aparato y método conocidos en la técnica. Por ejemplo, un microscopio electrónico de barrido (por ejemplo, ZEISS Sigma 300) se utiliza para obtener una imagen SEM del separador, por ejemplo, haciendo referencia a la norma JY/T010-1996. A modo de ejemplo, la medición puede llevarse a cabo de la siguiente manera: una muestra de prueba con longitud X anchura = 50 mm X 100 mm se selecciona aleatoriamente del separador y una pluralidad de (por ejemplo, 5) áreas de prueba se seleccionan aleatoriamente en la muestra de prueba; en un aumento (por ejemplo, 500 x cuando se miden las primeras partículas orgánicas y 1000 x cuando se miden las segundas partículas orgánicas), los tamaños de partícula (es decir, la distancia entre dos puntos que están más alejados se toma como el tamaño de partícula de la partícula orgánica) de las partículas orgánicas respectivas en las áreas de prueba respectivas se leen, para ser los tamaños de partícula de las partículas orgánicas en la presente solicitud. Se registran los números y los valores de tamaño de las partículas orgánicas en las áreas de prueba respectivas, y se toma la media aritmética de los tamaños de partícula de las partículas orgánicas en las áreas de prueba, como el tamaño de partícula promedio en número orgánicas en la muestra de prueba. Con el fin de garantizar la precisión de los resultados de la prueba, la medición anterior puede llevarse a cabo en una pluralidad de (por ejemplo, 10) muestras de prueba, y un valor medio de las muestras de prueba se toma como el resultado final de la prueba.

Según algunas realizaciones, la morfología de las partículas orgánicas puede determinarse mediante un aparato y método conocido en la técnica. Por ejemplo, un microscopio electrónico de barrido (por ejemplo, ZEISS Sigma 300) puede utilizarse para la determinación. Como ejemplo, se realizan las siguientes etapas: en primer lugar, un separador se corta para formar una muestra de prueba con un tamaño, (por ejemplo, 6 mm x 6 mm), y la muestra de prueba se intercala mediante dos hojas conductoras eléctrica y térmicamente (por ejemplo, láminas de cobre), y la muestra de prueba se pega y se fija a las hojas mediante un adhesivo (por ejemplo, una cinta adhesiva de doble cara), y se prensa con un bloque de hierro plano con una masa (por ejemplo, alrededor de 400 g) durante un periodo de tiempo (por ejemplo, 1 h), de tal manera que los espacios entre la muestra de prueba y las láminas de cobre sean lo más pequeños posible, los bordes se recortan utilizando tijeras; la muestra de prueba se pega sobre una platina de muestra con un adhesivo conductor, con la muestra sobresaliendo ligeramente del borde de la platina de muestra. A continuación, la platina de muestra se monta en un portamuestras y se bloquea para su fijación; se enciende la potencia de un pulidor de sección transversal de iones de argón (por ejemplo, IB-19500CP) para realizar el vacío (por ejemplo, 10 Pa-4Pa); se ajustan el caudal de argón (por ejemplo, 0,15 MPa), la tensión (por ejemplo, 8 KV) y el tiempo de pulido (por ejemplo, 2 horas) y la platina de muestra se ajusta a un modo de balanceo para iniciar el pulido; después de la finalización del pulido, la imagen de topografía de sección transversal pulida con iones (CP) de la muestra de prueba se obtiene mediante el uso de un microscopio electrónico de barrido (por ejemplo, ZEISS Sigma 300).

La figura 3 son imágenes de topografía en sección transversal pulida con iones (CP) de separadores en realizaciones de la presente solicitud. De la figura 3 puede verse que el recubrimiento del separador comprende tanto las primeras partículas orgánicas como las segundas partículas orgánicas. Las primeras partículas orgánicas son partículas secundarias compuestas por una pluralidad de partículas primarias y tienen una sección transversal irregular no sólida. Las segundas partículas orgánicas son partículas primarias no aglomeradas y tienen una sección transversal esférica no sólida.

5 Según algunas realizaciones, el tipo de material de las partículas orgánicas puede determinarse mediante un aparato y método conocidos en la técnica. Por ejemplo, puede medirse el espectro de infrarrojo del material para determinar los picos característicos contenidos en él, y así determinar el tipo de material. Específicamente, las partículas orgánicas pueden analizarse mediante espectroscopía infrarroja utilizando instrumentos y métodos conocidos en la técnica, por ejemplo un espectrómetro de infrarrojos, por ejemplo, puede determinarse por un espectrómetro infrarrojo por transformada de Fourier IS10 de Nicolet, USA, y según las reglas generales GB/T6040-2002 para análisis de espectro infrarrojo.

10 Según algunas realizaciones, el tamaño de partícula promedio en volumen  $Dv_{50}$  de las partículas inorgánicas tiene el significado conocido en la técnica y puede determinarse por un instrumento y método conocidos en la técnica. Por ejemplo, puede determinarse haciendo referencia al método de difracción láser de la distribución del tamaño de partículas GB/T 19077-2016, utilizando un analizador láser de tamaño de partículas (por ejemplo, Master Size 3000).

15 Según algunas realizaciones, la permeabilidad al aire, resistencia a la tracción transversal (MD), resistencia a la tracción longitudinal (TD), alargamiento a la rotura transversal, y alargamiento a la rotura longitudinal del separador todas tienen significados conocidos en la técnica y pueden determinarse según métodos conocidos en la técnica. Por ejemplo, todas ellas pueden determinarse haciendo referencia a la norma GB/T 36363-2018.

20 Según algunas realizaciones, el espaciado entre dos partículas inorgánicas adyacentes cualesquiera se determina seleccionando aleatoriamente dos partículas inorgánicas en el recubrimiento (cuando las partículas inorgánicas son de forma irregular, las partículas pueden circunscribirse para formar un círculo) en la imagen SEM del separador, y midiendo el espaciado entre los centros de los círculos de las dos partículas inorgánicas como el espaciado entre las dos partículas inorgánicas, designado como L1.

25 Según algunas realizaciones, el espaciado entre cualquier partícula inorgánica y una partícula orgánica adyacente se determina seleccionando aleatoriamente una partícula inorgánica y una partícula orgánica en el recubrimiento (cuando la partícula inorgánica o partícula orgánica son de forma irregular, la partícula puede circunscribirse para formar un círculo) en la imagen SEM del separador, y midiendo el espaciado entre los centros de círculos de la partícula inorgánica y la partícula orgánica como el espaciado entre la partícula inorgánica y la partícula orgánica, designado como L2. La partícula orgánica mencionada puede ser una primera partícula orgánica, o una segunda partícula orgánica.

35 El espaciado puede determinarse utilizando un instrumento conocido en la técnica. Por ejemplo, puede determinarse mediante un microscopio electrónico de barrido. Como ejemplo, el espaciado L2 entre cualquier partícula inorgánica y una partícula orgánica adyacente puede medirse de la siguiente manera: se fabrica un separador en una muestra de prueba con longitud X anchura = 50 mm X 100 mm; el separador se mide con un microscopio electrónico de barrido (por ejemplo, ZEISS Sigma300). La medición puede llevarse a cabo haciendo referencia a la norma JY/T010-1996. Se selecciona aleatoriamente un área en la muestra de prueba para escanearla, con el fin de obtener una imagen SEM del separador bajo un determinado aumento (por ejemplo, 3000 x); en la imagen SEM, se seleccionan aleatoriamente una partícula inorgánica y una partícula orgánica adyacente (cuando la partícula inorgánica o la partícula orgánica es un cuerpo irregular, la partícula puede circunscribirse para formar un círculo), para medir la distancia entre los centros de los círculos de la partícula inorgánica (o el círculo circunscrito de la misma) y la partícula orgánica (o el círculo circunscrito de la misma), como el espaciado entre la partícula inorgánica y la partícula orgánica adyacente de la presente solicitud, denotado como L2. Para garantizar la precisión de los resultados de medición, se pueden seleccionar varios grupos de partículas adyacentes (por ejemplo, 10 grupos) en la muestra de prueba para repetir la medición, y se toma una media de los resultados de prueba en los grupos como resultado final.

45 De forma similar, el espaciado entre dos partículas inorgánicas adyacentes L1 cualesquiera puede medirse también según el método anterior.

50 La presente solicitud también proporciona un método para preparar el separador anterior, que comprende al menos las etapas de:

- 55 (1) proporcionar un sustrato;
- (2) proporcionar una pasta de recubrimiento, que comprende un material de componente y un disolvente, en donde el material de componente comprende partículas inorgánicas y partículas orgánicas, y las partículas orgánicas comprenden primeras partículas orgánicas;
- 60 (3) recubrir al menos un lado del sustrato de la etapa (1) con la pasta de recubrimiento de la etapa (2), para formar un recubrimiento, y secar el mismo para obtener el separador;

65 en donde el separador comprende: un sustrato; y un recubrimiento formado sobre al menos una superficie del sustrato; el recubrimiento comprende partículas inorgánicas y partículas orgánicas; las partículas orgánicas comprenden primeras partículas orgánicas incrustadas en las partículas inorgánicas y que forman protuberancias sobre la superficie

de la capa de partícula inorgánica; y las primeras partículas orgánicas son partículas secundarias, tienen un tamaño de partícula promedio en número de  $\geq 13 \mu\text{m}$  y una cobertura de área sobre la superficie de recubrimiento de  $\leq 10\%$ .

La propiedad y composición del recubrimiento tienen el mismo significado que en el separador.

El recubrimiento puede proporcionarse sobre solo una superficie del sustrato, o sobre ambas superficies del sustrato.

Como se muestra en la figura 4-1, el separador comprende un sustrato (A) y un recubrimiento (B), y el recubrimiento (B) se proporciona sobre solo una superficie del sustrato (A).

Como se muestra en la figura 4-2, el separador comprende un sustrato (A) y un recubrimiento (B), y el recubrimiento (B) se proporciona sobre ambas superficies del sustrato (A) al mismo tiempo.

En una realización de la presente solicitud, el material del sustrato no está particularmente limitado, y puede seleccionarse de cualquier sustrato conocido con buena estabilidad química y mecánica, por ejemplo una o más fibras de vidrio, una tela no tejida, polietileno, polipropileno, y fluoruro de polivinilideno. El sustrato puede ser una película monocapa, una película de compuesto multicapa. Cuando el sustrato es una película de compuesto multicapa, los materiales de las capas respectivas pueden ser los mismos o diferentes.

En algunas realizaciones, en la etapa (2), el disolvente puede ser agua, por ejemplo, agua desionizada.

En algunas realizaciones, en la etapa (2), el material de componente también puede comprender las segundas partículas orgánicas antes mencionadas. Para los parámetros de las segundas partículas orgánicas, puede hacerse referencia al contenido antes mencionado, y no se repetirá en este caso.

En algunas realizaciones, en la etapa (2), el material de componente también puede comprender otros componentes orgánicos, por ejemplo, un polímero que mejora la resistencia al calor, un dispersante, un agente humectante, otros tipos de aglutinantes, etc. Los otros compuestos orgánicos anteriores son todas sustancias no granulares en el recubrimiento. En la presente solicitud, los otros compuestos orgánicos anteriores no están limitados particularmente, y pueden seleccionarse de cualquier material conocido con rendimiento mejorado.

En algunas realizaciones, en la etapa (2), un material de componente se añade al disolvente y se agita uniformemente para obtener una pasta de recubrimiento.

En algunas realizaciones, en la etapa (2), las primeras partículas orgánicas se añaden en un porcentaje en masa del 12% o más del peso seco total del material de componente; por ejemplo, del 12%-30%, 15%-30%, 15%-25%, 15%-20% y del 16%-22%.

En algunas realizaciones, en la etapa (2), las segundas partículas orgánicas se añaden en un porcentaje en masa del 8% o inferior al peso seco total del material de componente, por ejemplo, 2%-10%, 2%-6%, 3%-7% y 3%-5%.

Cabe señalar que cuando el material de componente está en un estado sólido, el peso seco del material de componente es la masa del material de componente que se añade. Cuando el material de componente está en una suspensión, una emulsión o solución, el peso seco del material de componente es un producto de la masa del material de componente que se añade y el contenido sólido del material de componente. El peso seco total de los ingredientes de material de componente es la suma de los pesos secos de los ingredientes de material de componente.

En algunas realizaciones, en la etapa (2), el contenido sólido de la pasta de recubrimiento puede controlarse al 28%-45%, por ejemplo, 30%-38%, basándose en el peso de la pasta de recubrimiento. Cuando el contenido sólido de la pasta de recubrimiento está dentro del intervalo anterior, el problema de superficie de película del recubrimiento puede reducirse eficazmente y la probabilidad de recubrimiento no uniforme puede reducirse, mejorando adicionalmente de este modo el rendimiento cíclico y rendimiento de seguridad de la batería.

En algunas realizaciones, en la etapa (3), el recubrimiento se lleva a cabo mediante una máquina de recubrimiento.

En una realización de la presente solicitud, el modelo de la máquina de recubrimiento no está particularmente limitado, y puede utilizarse una máquina de recubrimiento disponible en el mercado.

En algunas realizaciones, en la etapa (3), el recubrimiento puede llevarse a cabo mediante un proceso, tal como recubrimiento de transferencia, pulverización rotatoria, recubrimiento por inmersión, etc.; por ejemplo, el recubrimiento se lleva a cabo mediante recubrimiento por transferencia.

En algunas realizaciones, la máquina de recubrimiento comprende un rodillo para rotograbado; y el rodillo para rotograbado se usa para transferir la pasta de recubrimiento al sustrato.

En algunas realizaciones, el rodillo para rotograbado puede tener un número de líneas de 100 LPI-300 LPI, por ejemplo, 125 LPI-190 LPI (LPI representa líneas/pulgadas). Cuando el número de líneas del rodillo para rotograbado está dentro del intervalo anterior, es útil controlar el número de las primeras partículas orgánicas y las segundas partículas orgánicas, mejorando de este modo adicionalmente el rendimiento cíclico y seguridad del separador.

5 En algunas realizaciones, en la etapa (3), la velocidad de recubrimiento puede controlarse a 30 m/min-90 m/min, por ejemplo, 50 m/min-70 m/min. Cuando la velocidad para el revestimiento se encuentra dentro del intervalo anterior, es útil ajustar la altura media de las protuberancias, de forma que la relación de grosor de la altura media con respecto a la capa de partículas inorgánicas se controle dentro del intervalo dado; además, el problema de superficie de la película del revestimiento también puede reducirse eficazmente, y la probabilidad de revestimiento no uniforme puede reducirse, mejorando así aún más el rendimiento de ciclado y el rendimiento de seguridad de la batería.

10 En algunas realizaciones, en la etapa (3), la relación de velocidad de línea para el recubrimiento puede controlarse a 0,8-2.5, por ejemplo, 0,8-1,5, y 1,0-1,5.

15 En algunas realizaciones, en la etapa (3), el secado puede llevarse a cabo a una temperatura de 40°C-70°C, por ejemplo, de 50°C a 60°C.

20 En algunas realizaciones, en la etapa (3), el secado puede llevarse a cabo durante un periodo de 10 s-120 s, por ejemplo de 20 s-80 s, y de 20 s-40 s.

Al controlar los parámetros de proceso anteriores dentro de los rangos dados puede mejorarse adicionalmente el rendimiento operativo del separador en la presente solicitud. Los expertos en la técnica pueden ajustar y controlar de forma selectiva uno o varios de los parámetros de proceso anteriores en función de la producción real.

25 Para mejorar adicionalmente el rendimiento de la batería secundaria, las partículas inorgánicas y las partículas orgánicas también cumplen opcionalmente una o más de las condiciones de parámetro anteriormente mencionadas. No se repetirá aquí.

30 El sustrato anterior, primeras partículas orgánicas y segundas partículas orgánicas están disponibles en el mercado en su totalidad.

35 En el método para preparar el separador de la presente solicitud, el recubrimiento se prepara mediante un recubrimiento de una sola vez, lo que simplifica enormemente el proceso de producción de un separador; mientras tanto, el uso del separador preparado por el método anterior en una batería puede mejorar eficazmente el rendimiento cíclico y el rendimiento de seguridad de la batería.

**[placa de electrodo positivo]**

40 En una batería secundaria, una placa de electrodo positivo generalmente comprende un colector de corriente de electrodo positivo y una capa de película de electrodo positivo proporcionada sobre el colector de corriente de electrodo positivo, en donde la capa de película de electrodo positivo comprende un material activo de electrodo positivo.

45 El colector de corriente de electrodo positivo puede ser una lámina de metal convencional o un colector de corriente de compuesto (por ejemplo, un colector de corriente de compuesto puede formarse proporcionando un material metálico sobre un sustrato de polímero). Como ejemplo, el colector de corriente de electrodo positivo puede ser una lámina de aluminio.

50 Los tipos específicos de los materiales activos de electrodo positivo no están limitados, y pueden utilizarse materiales activos conocidos en la técnica que pueden utilizarse para el electrodo positivo de baterías secundarias, y un experto en la técnica puede seleccionar los materiales activos según los requisitos reales.

55 Como ejemplo, el material activo de electrodo positivo puede incluir, pero sin limitarse a, uno o más óxidos de metales de transición de litio, fosfatos que contienen litio con una estructura de olivino y sus compuestos modificados respectivos. Un ejemplo del óxido de metal de transición de litio puede incluir, pero sin limitarse a, uno o más de los óxidos de cobalto de litio, óxidos de níquel de litio, óxidos de manganeso de litio, óxidos de cobalto de níquel de litio, óxidos de cobalto de manganeso de litio, óxidos de manganeso de níquel de litio, óxidos de manganeso de cobalto de níquel de litio, óxidos de aluminio de cobalto de níquel de litio y los respectivos compuestos modificados de los mismos. Un ejemplo de los fosfatos que contienen litio con una estructura de olivino puede incluir, pero sin limitarse a, uno o más de fosfato de litio hierro, un compuesto de fosfato de litio hierro- carbono, un fosfato de manganeso-litio, un compuesto de fosfato de litio-manganeso-carbono, un fosfato de litio-hierro-manganeso, un compuesto de fosfato de litio-hierro-manganeso-carbono y compuestos modificados de los mismos. Todos estos materiales están disponibles en el mercado.

65 En algunas realizaciones, compuestos modificados de estos materiales pueden proceder de la modificación de dopaje y/o modificación de recubrimiento de superficie del material.

La capa de película de electrodo positivo normalmente comprende también opcionalmente un aglutinante, un agente conductor y otros agentes auxiliares opcionales.

5 Como ejemplo, el agente conductor puede ser uno o más de carbono superconductor, negro de acetileno, negro de carbón, negro Ketjen, puntos de carbono, nanotubos de carbono, Super P (SP), grafeno y nanofibras de carbono.

10 Como ejemplo, el aglutinante puede ser uno o más de un caucho estireno-butadieno (SBR), una resina acrílica a base de agua (resina acrílica a base de agua), fluoruro de polivinilideno (PVDF), politetrafluoretileno (PTFE), copolímero de etileno acetato de vinilo (EVA), ácido poliacrílico (PAA), carboximetilcelulosa (CMC), alcohol polivinílico (PVA) y butiral de polivinilo (PVB).

**[Placa de electrodo negativo]**

15 En una batería secundaria, una placa de electrodo negativo generalmente comprende un colector de corriente de electrodo negativo y una capa de película de electrodo negativo prevista en el colector de corriente de electrodo negativo, en donde la capa de película de electrodo negativo comprende un material activo de electrodo negativo.

20 El colector de corriente de electrodo negativo puede ser una lámina de metal convencional o un colector de corriente de compuesto (por ejemplo, un colector de corriente de compuesto puede formarse proporcionando un material metálico sobre un sustrato de polímero). Como ejemplo, el colector de corriente de electrodo negativo puede ser una lámina de cobre.

25 Los tipos específicos de los materiales activos de electrodo negativo no están limitados, y pueden utilizarse materiales activos conocidos en la técnica que pueden utilizarse para el electrodo negativo de baterías secundarias, y un experto en la técnica puede seleccionar los materiales activos según los requisitos reales. Como ejemplo, el material activo de electrodo negativo puede incluir, pero sin limitarse a, uno o más de grafito sintético, grafito natural, carbono duro, carbono blando, un material a base de silicio y un material a base de estaño. El material a base de silicio puede seleccionarse de uno o más de silicio elemental, un compuesto de óxido de silicio (por ejemplo, óxido de silicio (II)), un compuesto de silicio-carbono, un compuesto de silicio-nitrógeno, y una aleación de silicio. El material a base de estaño puede seleccionarse de uno o más de estaño elemental, un compuesto de óxido de estaño, y una aleación de estaño. Todos estos materiales están disponibles en el mercado.

35 En algunas realizaciones, para mejorar adicionalmente la densidad de energía de la batería, el material activo de electrodo negativo puede comprender un material basado en silicio.

La capa de película de electrodo negativo normalmente comprende también opcionalmente un aglutinante, un agente conductor y otros agentes auxiliares opcionales.

40 Como ejemplo, el agente conductor puede ser uno o más de carbono superconductor, negro de acetileno, negro de humo, negro Ketjen, puntos de carbono, nanotubos de carbono, grafeno y nanofibras de carbono.

45 Como ejemplo, el aglutinante puede ser uno o más de un caucho estireno-butadieno (SBR), una resina acrílica a base de agua (resina acrílica a base de agua), fluoruro de polivinilideno (PVDF), politetrafluoretileno (PTFE), un copolímero de etileno acetato de vinilo (EVA), alcohol polivinílico (PVA) y butiral de polivinilo (PVB).

A modo de ejemplo, otros agentes auxiliares opcionales pueden ser un agente espesante y dispersante (por ejemplo, carboximetilcelulosa de sodio, CMC-Na), un material termistor PTC, etc.

50 **[Electrolito]**

En la realización de la presente invención, la selección del electrolito no está particularmente limitada, y está dispuesto entre la placa de electrodo positivo y la placa de electrodo negativo y funciona para la conducción de iones. El electrolito puede comprender una sal electrolítica y un disolvente.

55 Como ejemplo, la sal electrolítica puede seleccionarse de uno o más de  $\text{LiPF}_6$  (hexafluorofosfato de litio),  $\text{LiBF}_4$  (tetrafluoroborato de litio),  $\text{LiClO}_4$  (perclorato de litio),  $\text{LiAsF}_6$  (hexafluoroarsenato de litio),  $\text{LiFSI}$  (bisfluorosulfonimida de litio),  $\text{LiTFSI}$  (bistrifluorometanosulfonimida de litio),  $\text{LiTFS}$  (trifluorometanosulfonato de litio),  $\text{LiDFOB}$  (difluorooxalato borato de litio),  $\text{LiBOB}$  (dioxalato borato de litio),  $\text{LiPO}_2\text{F}_2$  (difluorofosfato de litio),  $\text{LiDFOF}$  (bisoxalatodifluorofosfato) y  $\text{LiTFOP}$  (tetrafluorooxalato fosfato de litio).

60 Como ejemplo, el disolvente puede seleccionarse de uno o más de carbonato de etileno (EC), carbonato de propileno (PC), carbonato de etilo metilo (EMC), carbonato de dietilo (DEC), carbonato de dimetilo (DMC), carbonato de dipropilo (DPC), carbonato de metilo propilo (MPC), carbonato de etilo propilo (EPC), carbonato de butileno (BC), carbonato de fluoruroetileno (FEC), formiato de metilo (MF), acetato de metilo (MA), acetato de etilo (EA), acetato de propilo (PA),

propionato de metilo (MP), propionato de etilo (EP), propionato de propilo (PP), butirato de metilo (MB), butirato de etilo (EB), 1,4-butirolactona (GBL), sulfolano (SF), dimetil sulfona (MSM), metil etil sulfona (EMS) y dietil sulfona (ESE).

5 En algunas realizaciones, el electrolito comprende también un aditivo. Por ejemplo, el aditivo puede incluir un aditivo formador de película de electrodo negativo, un aditivo formador de película de electrodo positivo y también un aditivo que pueda mejorar determinado rendimiento de la batería, tal como un aditivo para mejorar el rendimiento de sobrecarga de una batería, un aditivo para mejorar el rendimiento a alta temperatura de una batería y un aditivo para mejorar el rendimiento a baja temperatura de una batería, etc.

10 En algunas realizaciones, la batería secundaria de la presente solicitud puede ser una batería secundaria de iones de litio.

15 En realizaciones de la presente solicitud, la forma de la batería secundaria no está limitada particularmente, puede ser una forma cilíndrica, una forma prismática o cualquier otra forma. La figura 5 muestra una batería secundaria 5 prismática como un ejemplo.

En algunas realizaciones, la batería secundaria puede comprender un paquete externo. El paquete externo se usa para empaquetar la placa de electrodo positivo, la placa de electrodo negativo y el electrolito.

20 En algunas realizaciones, haciendo referencia a la figura 6, el paquete externo puede incluir un alojamiento 51 y una placa de cubierta 53, en donde el alojamiento 51 puede incluir una placa inferior y placas laterales conectadas a la placa inferior, y la placa inferior y las placas laterales rodean y forman una cavidad de alojamiento. El alojamiento 51 tiene una abertura que comunica con la cavidad de alojamiento, y la placa de cubierta 53 puede cubrir la abertura para cerrar la cavidad de alojamiento.

25 La placa de electrodo positivo, la placa de electrodo negativo y el separador pueden formar un conjunto de electrodo 52 mediante un proceso de enrollado o un proceso de laminación. El conjunto 52 de electrodo se empaqueta en la cavidad de acomodación. El electrolito se infiltra en el conjunto de electrodo 52. El número de conjuntos de electrodo 52 incluidos en la batería secundaria 5 puede ser uno o más, y puede ajustarse según los requisitos.

30 En algunas realizaciones, el paquete externo de la batería secundaria puede ser una envoltura dura, por ejemplo, una envoltura de plástico dura, una envoltura de aluminio, una envoltura de acero, etc. El paquete externo de la batería secundaria también puede ser una bolsa blanda, tal como una bolsa blanda tipo bolsita. El material de la bolsa blanda puede ser un plástico, por ejemplo, que comprende uno o más de polipropileno (PP), tereftalato de polibutileno (PBT), succinato de polibutileno (PBS), etc.

35 En algunas realizaciones, la batería secundaria puede ensamblarse para formar un módulo de batería, y el número de las baterías secundarias contenidas en el módulo de batería puede ser múltiple, y el número específico puede ajustarse según la aplicación y capacidad del módulo de batería.

40 La figura 7 muestra un módulo de batería 4 como un ejemplo. Haciendo referencia a la figura 7, en el módulo de batería 4, una pluralidad de baterías secundarias 5 puede proporcionarse secuencialmente en la dirección de longitud del módulo de batería 4. Aparentemente, las baterías secundarias también pueden disponerse de cualquier otra manera. Además, la pluralidad de baterías secundarias 5 puede fijarse mediante fijadores.

45 Opcionalmente, el módulo de batería 4 puede comprender también un alojamiento con un espacio de alojamiento, y una pluralidad de baterías secundarias 5 se alojan en el espacio de alojamiento.

50 En algunas realizaciones, el módulo de batería anterior puede ensamblarse para formar un paquete de baterías, y el número de módulos de batería incluidos en el paquete de baterías puede ajustarse según la aplicación y capacidad del paquete de baterías.

55 La figura 8 y figura 9 muestran un paquete de baterías 1 como un ejemplo. Haciendo referencia a la figura 8 y figura 9, el paquete de baterías 1 puede incluir una carcasa de batería y una pluralidad de módulos de batería 4 proporcionados en la carcasa de batería. La carcasa de batería comprende un cuerpo de carcasa superior 2 y a cuerpo de carcasa inferior 3, en donde el cuerpo de carcasa superior 2 puede cubrir el cuerpo de carcasa inferior 3 para formar un espacio cerrado para alojar los módulos de batería 4. Una pluralidad de módulos de batería 4 puede estar dispuesta en la carcasa de batería de cualquier manera.

60 **[dispositivo]**

65 La presente solicitud también proporciona un dispositivo, que comprende al menos uno de la batería secundaria, módulo de batería, o paquete de baterías de la presente solicitud. La batería secundaria, módulo de batería o paquete de baterías puede utilizarse como una fuente de energía del dispositivo, o como una unidad de almacenamiento de energía del dispositivo. El dispositivo puede ser, pero sin limitarse a un dispositivo móvil (como un teléfono móvil, un ordenador portátil, etc.), un vehículo eléctrico (como un vehículo eléctrico de batería, un vehículo eléctrico híbrido, un

vehículo eléctrico híbrido enchufable, una bicicleta eléctrica, un patinete eléctrico, un carrito de golf eléctrico, un camión eléctrico, etc.), un tren eléctrico, un barco, un satélite, un sistema de almacenamiento de energía, etc.

5 El dispositivo puede comprender la batería secundaria, el módulo de batería o el paquete de baterías seleccionado según sus requisitos de uso.

10 La figura 10 muestra un dispositivo como un ejemplo. El dispositivo puede ser un vehículo eléctrico de batería, un vehículo eléctrico híbrido, un vehículo eléctrico híbrido enchufable, etc. Para cumplir los requisitos del dispositivo en cuanto a una alta potencia y una alta densidad de energía de una batería secundaria, puede utilizarse un paquete de baterías o un módulo de baterías.

15 Por ejemplo, el dispositivo puede ser un teléfono móvil, una tableta, un ordenador portátil, etc. Por lo general, se requiere que el dispositivo sea delgado y ligero, y se puede utilizar una batería secundaria como fuente de alimentación.

Los efectos beneficiosos de la presente aplicación se describirán más adelante junto con algunos ejemplos.

### **Ejemplos**

20 Para resolver los problemas técnicos por la presente solicitud, las soluciones técnicas y aclarar los efectos beneficiosos, a continuación se dará una descripción más detallada de la presente solicitud haciendo referencia a los ejemplos y a los dibujos adjuntos. Aparentemente, las realizaciones descritas son sólo algunas de las realizaciones de la presente solicitud, pero no todas las realizaciones. La siguiente descripción de al menos un ejemplo de realización es meramente ilustrativa en sí y no limita en modo alguno ni la presente solicitud y ni la aplicación de la misma. Todas las demás realizaciones obtenidas por un experto en la materia basándose en las realizaciones de la presente solicitud sin ningún esfuerzo creativo entrarán dentro del ámbito de protección de la presente solicitud.

### **I. Preparación de separador**

30 Todas las materias primas utilizadas en la presente solicitud están disponibles en el mercado:

por ejemplo: el sustrato puede adquirirse en Shanghai Enjie New Materials Co., Ltd.;

35 las partículas inorgánicas pueden adquirirse en Estone Materials Technology Co Ltd.;

las primeras partículas orgánicas pueden adquirirse en Arkema (Changshu) Chemical Co., Ltd.;

las segundas partículas orgánicas pueden adquirirse en Sichuan Indile Technology Co., Ltd.;

40 el adhesivo termorresistente puede adquirirse en Sichuan Indile Technology Co., Ltd.;

el agente humectante puede adquirirse en Dow Chemical Company; y

45 el dispersante puede adquirirse en Changshu Weyi Technology Co., Ltd.

Separador 1:

(1) se proporciona un sustrato de PE, por ejemplo, el sustrato con un grosor de 7  $\mu\text{m}$ , y una porosidad de 40%;

50 (2) formulación de la pasta de recubrimiento: partículas inorgánicas de óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), primeras partículas orgánicas de un copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno de vinilideno (con un peso molecular promedio en número de 550000), un adhesivo termorresistente de un copolímero de ácido acrílico-acrilonitrilo, un dispersante de carboximetilcelulosa de sodio (CMC-Na) y un agente humectante de un poliéter modificado con organosilicio se mezclan uniformemente en una relación de masa de 60 : 30 : 8 : 1,5 : 0,5 (relación de peso seco) en un disolvente de agua desionizada, para obtener una pasta de recubrimiento con un contenido sólido del 36% basado en el peso de la pasta de recubrimiento, en donde las partículas inorgánicas de óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) tienen un tamaño de partícula promedio en volumen  $Dv50$  de 1  $\mu\text{m}$ , las primeras partículas orgánicas son partículas secundarias y tienen un tamaño de partícula promedio en número de 15  $\mu\text{m}$ ;

60 (3) las dos superficies del sustrato de PE se recubren con la pasta de recubrimiento formulada en la etapa (2) mediante recubrimiento por rodillo, seguido de procedimientos de secado y corte en tiras para obtener un separador 1, en donde el rodillo de huecograbado de la máquina de recubrimiento tiene un número de líneas de 190 LPI, y el recubrimiento se lleva a cabo a una velocidad de 60m/min, y una relación de velocidad de línea de 1,2 y el separador tiene un peso de recubrimiento por una sola cara por unidad de superficie de 2,3 g/m<sup>2</sup> en el separador 1, las primeras partículas orgánicas están incrustadas en la capa de partículas

65

inorgánicas y forman protuberancias sobre la superficie de la capa de partículas inorgánicas; y el área de cobertura de las primeras partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento es del 10%.

5 Los métodos de preparación para separadores 2-19 y separadores comparativos 1-3 son similares a los de para el separador 1, salvo que: el tamaño de partícula promedio en número, tipo y porcentaje en masa de las primeras partículas orgánicas están ajustados, ver Tabla 1 para más detalle.

10 Los métodos de preparación para separadores 20-33 son similares a los de para el separador 1, salvo que: en el recubrimiento, se añaden adicionalmente segundas partículas orgánicas, y el tamaño de partícula promedio en número y tipos del mismo se ajustan, ver Tabla 2 para detalles.

## II. Preparación de la batería

### Ejemplo 1

15

#### 1. Preparación de placa de electrodo positivo

20 Un material activo de electrodo positivo de  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$  (NCM523), un agente conductor de negro de humo (Super P), un aglutinante de fluoruro de polivinilideno (PVDF) se mezclan uniformemente en una relación de masa de 96.2 : 2,7 : 1.1 en una cantidad adecuada de un disolvente de N-metil pirrolidona (NMP), para obtener una pasta de electrodo positivo; a continuación, la pasta de electrodo positivo se recubre sobre un colector de corriente de electrodo positivo de lámina de aluminio, seguido de procedimientos de secado, prensado en frío, corte y corte en tiras, etc., para obtener una placa de electrodo positivo. Opcionalmente, la placa de electrodo positivo tiene una densidad de área de una sola cara de 0,207 mg/mm<sup>2</sup>, y una densidad compactada de 3,5 g/cm<sup>3</sup>.

25

#### 2. Preparación de placa de electrodo negativo

30 Un material activo de electrodo negativo de grafito sintético, un agente conductor de negro de humo (Super P), un aglutinante de un caucho estireno-butadieno (SBR) y carboximetilcelulosa de sodio (CMC-Na) se mezclan uniformemente a una relación de masa de 96.4 : 0,7 : 1,8 : 1.1 en una cantidad adecuada de un disolvente de agua desionizada para obtener una pasta de electrodo negativo; a continuación, la pasta de electrodo positivo se recubre sobre un colector de corriente de electrodo negativo de lámina de cobre, seguido de procedimientos de secado, prensado en frío, corte y corte en tiras, etc., para obtener una placa de electrodo negativo. Opcionalmente, la placa de electrodo negativo tiene una densidad de área de una sola cara de 0,126 mg/mm<sup>2</sup>, y una densidad compactada de 1,7 g/cm<sup>3</sup>.

35

El separador es un separador 1 preparado anteriormente.

#### 4. Preparación de electrolito

40

Carbonato de etileno (EC) y carbonato de etilo y metilo (EMC) en una relación de masa de 30 : 70 se mezclan para obtener un disolvente orgánico; después una sal electrolítica secada completamente de  $\text{LiPF}_6$  se disuelve en el disolvente mezclado anteriormente, con una concentración de sal electrolítica de 1,0 mol/L, y se mezclan uniformemente para obtener un electrolito.

45

#### 5. Preparación de batería secundaria

50 La placa de electrodo positivo, el separador, y la placa de electrodo negativo se laminan secuencialmente de tal manera que el separador está situado entre la placa de electrodo positivo y la placa de electrodo negativo y funciona para la separación, y después se enrollan para obtener un conjunto de electrodo; el conjunto de electrodo se coloca en un paquete exterior; el electrolito preparado antes se inyecta en la batería secundaria secada, seguido de los procedimientos de envasado al vacío, dejar en reposo, formación, y conformación, etc., para obtener una batería secundaria.

55 Los métodos de preparación para las baterías secundarias en ejemplos 2-33 y ejemplos comparativos 1-3 son similares a los de para la batería secundaria en el ejemplo 1, excepto en que se usan separadores diferentes, ver tabla 1 y tabla 2 para más detalle.

## III. Prueba de rendimiento de batería

60

### 1. Rendimiento cíclico a 45°C

65 A 45°C, las baterías secundarias preparadas en los ejemplos y ejemplos comparativos se cargan a una tasa de corriente constante de 1 C hasta una tensión fin de carga de 4,2 V, después se cargan a una tensión constante a una corriente de  $\leq 0,05\text{C}$ , se dejan en reposo durante 30 min, después se descargan a una tasa de corriente constante de 0,33 C hasta una tensión fin de descarga de 2,8 V, y se dejan en reposo durante 30 min; la capacidad de batería de

C0 se registra en este momento. La batería se carga y se descarga durante 1500 ciclos según este método, y la capacidad de batería después de 1500 ciclos se registra como C1.

La tasa de retención de capacidad cíclica de la batería a 45°C =  $C1/C0 \times 100\%$

5

## 2. Rendimiento de propagación térmica

A 25°C, las baterías secundarias preparadas en los ejemplos y ejemplos comparativos se cargan a una tasa de corriente constante de 1 C hasta una tensión de fin de carga de 4,2 V, luego se cargan a una tensión constante hasta una corriente de  $\leq 0,05C$ , y se dejan en reposo durante 10 min; a continuación, se fija firmemente una placa calefactora metálica a la superficie de la batería, se sujeta la batería con un soporte en un lugar en el que la batería no entre en contacto con la placa calefactora, se intercala una almohadilla de aislamiento térmico de 3 mm entre el soporte y la batería, y se calienta a una temperatura constante de 200°C hasta que se produce el desbordamiento térmico de la batería; se registra el tiempo en el que se produce el desbordamiento térmico de la batería.

10

15

## 3. Prueba de rendimiento de SOH ante fisura

A 25°C, las baterías secundarias preparadas en los ejemplos y ejemplos comparativos se cargan a una tasa de corriente constante de 0,5C hasta una tensión fin de carga de 4,25 V, después se cargan a una tensión constante a una corriente de  $\leq 0,05C$ , se dejan en reposo durante 30 min, después se descargan a una tasa de corriente constante de 0,33C hasta una tensión fin de descarga de 2,8 V, y se dejan en reposo durante 30 min; la capacidad de batería de C0 se registra en este momento.

20

25

De acuerdo con este método, la batería se somete a pruebas de carga y descarga cíclicas; cuando la capacidad de la batería se desvanece en un 1% sobre la base de C0, la batería se somete a pruebas de TC por rayos X (tomografía computarizada por rayos X); cuando se observa una rotura producida en una esquina de la placa del electrodo positivo o de la placa del electrodo negativo de la batería, se registra la capacidad C1 de la batería en ese momento.

Fisura

30

SOH ante fisura=  $C1/C0 \times 100\%$

El rendimiento de batería probado de los ejemplos y ejemplos comparativos se reproduce en las tablas 1 y 2.

35

Tabla 1

N.º	Primera partícula orgánica			Separador		Rendimiento de batería		
	Tipo	Morfología	Tamaño de partícula promedio en número /µm	Relación de masa de componentes en el recubrimiento	Cobertura de área de primera partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento %	Tasa de retención de capacidad de ciclaje después de 1500 ciclos	Tiempo de propagación térmica	SOH ante fisura %
Ejemplo 1	Separador 1 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	15,0	60 : 30 : 8 : 1,5 : 0,5	10,0	88,2	515	61,7
Ejemplo 2	Separador 2 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	15,0	62 : 28 : 8 : 1,5 : 0,5	8,5	88,5	523	62,0
Ejemplo 3	Separador 3 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	15,0	65 : 25 : 8 : 1,5 : 0,5	7,8	88,9	535	62,2
Ejemplo 4	Separador 4 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	15,0	68 : 22 : 8 : 1,5 : 0,5	6,5	89,1	538	63,8
Ejemplo 5	Separador 5 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	15,0	70 : 20 : 8 : 1,5 : 0,5	5,0	91,7	559	65,1
Ejemplo 6	Separador 6 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	15,0	72 : 18 : 8 : 1,5 : 0,5	4,2	89,2	508	67,7
Ejemplo 7	Separador 7 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	15,0	75 : 15 : 8 : 1,5 : 0,5	3,7	87,9	512	69,9
Ejemplo 8	Separador 8 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	15,0	77 : 13 : 8 : 1,5 : 0,5	2,5	86,1	490	71,1

N.º	Primera partícula orgánica			Separador		Rendimiento de batería			
	Tipo	Morfología	Tamaño de partícula promedio en número (µm)	Relación de masa de componentes en el recubrimiento		Cobertura de área de primera partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento (%)	Tasa de retención de capacidad de ciclo después de 1500 ciclos	Tiempo de propagación térmica	SOH antes de fisura (%)
				Partícula inorgánica: primera partícula orgánica: agente termorresistente: dispersante: agente humectante					
Ejemplo 9	Separador 9 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	15,0	78 : 12 : 8 : 1,5 : 0,5	2,0	86,0	461	71,9	
Ejemplo 10	Separador 10 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	15,0	80 : 10 : 8 : 1,5 : 0,5	1,5	84,1	433	73,7	
Ejemplo 11	Separador 11 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	13,0	70 : 20 : 8 : 1,5 : 0,5	3,9	82,9	374	68,2	
Ejemplo 12	Separador 12 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	16,5	70 : 20 : 8 : 1,5 : 0,5	5,5	84,7	365	65,3	
Ejemplo 13	Separador 13 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	17,3	70 : 20 : 8 : 1,5 : 0,5	6,1	86,4	371	65,7	
Ejemplo 14	Separador 14 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	18,5	70 : 20 : 8 : 1,5 : 0,5	7,2	84,7	337	63,9	
Ejemplo 15	Separador 15 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	20,2	70 : 20 : 8 : 1,5 : 0,5	8,8	82,5	431	61,3	
Ejemplo 16	Separador 16 Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	22,5	70 : 20 : 8 : 1,5 : 0,5	10,6	81,2	421	60,9	

N.º	Separador				Rendimiento de batería		
	Primera partícula orgánica		Relación de masa de componentes en el recubrimiento	Cobertura de área de primera partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento /%	Tasa de retención de capacidad cíclica después de 1500 ciclos	Tiempo de propagación térmica	SOH antes de fisura /%
	Tipo	Morfología					
Ejemplo 17	Separador 17	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	70 : 20 : 8 : 1.5 : 0.5	79.4	313	58.1
Ejemplo 18	Separador 18	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	70 : 20 : 8 : 1.5 : 0.5	76.9	284	56.4
Ejemplo 19	Separador 19	Copolímero de fluoruro de vinilideno-tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	70 : 20 : 8 : 1.5 : 0.5	82.7	261	57.8
Ejemplo comparativo 1	Separador comparativo 1	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	70 : 20 : 8 : 1.5 : 0.5	76.9	313	75.5
Ejemplo comparativo 2	Separador comparativo 2	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	70 : 20 : 8 : 1.5 : 0.5	66.4	284	82.1
Ejemplo comparativo 3	Separador comparativo 3	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	50 : 40 : 8 : 1.5 : 0.5	70.7	103	65.9

Tabla 2

N.º	Separador				Recubrimiento de batería						
	Primera partícula orgánica		Segunda partícula orgánica		Relación de masa de componentes en el recubrimiento	Cobertura de área de primera partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento %	Cobertura de área de segunda partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento %				
	Tipo	Morfología	Tamaño de partícula promedio en número $\mu\text{m}$	Tipo				Morfología	Tamaño de partícula promedio en número $\mu\text{m}$		
Ejemplo 20	Copolimero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	15,0	Copolimero de metacrilato de butilo-acrilato de isooctilo-estireno	Partícula primaria	2,0	70:20:4:4:1.5:0.5	5	116,2	530	74,9
Ejemplo 21	Copolimero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno	Partícula secundaria	15,0	Copolimero de metacrilato de butilo-acrilato de isooctilo-estireno	Partícula primaria	2,5	70:20:4:4:1.5:0.5	5	87,5	541	72,1

N.º	Separador				Recubrimiento de batería						
	Primera partícula orgánica		Segunda partícula orgánica		Relación de masa de componentes en el recubrimiento	Cobertura de área de primera partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento %	Cobertura de área de segunda partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento %				
	Tipo	Morfología	Tamaño de partícula promedio en número /µm	Tamaño de partícula promedio en número /µm				Tasa de retención de capacidad cíclica % después de 1500 ciclos	Tiempo de propagación térmica /s	SOH antes de fisura %	
Ejemplo 22	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoruropropileno	Partícula secundaria	15,0	Partícula primaria	3,5	70 : 20 : 4 : 4 : 1,5 : 0,5	5	1,5	89,9	537	69,3
Ejemplo 23	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoruropropileno	Partícula secundaria	15,0	Partícula primaria	4,5	70 : 20 : 4 : 4 : 1,5 : 0,5	5	2	91,1	559	67,5
Ejemplo 24	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoruropropileno	Partícula secundaria	15,0	Partícula primaria	5,0	70 : 20 : 4 : 4 : 1,5 : 0,5	5	2,5	92,2	561	65,6

N.º	Separador				Recubrimiento de batería						
	Primera partícula orgánica		Segunda partícula orgánica		Relación de masa de componentes en el recubrimiento	Cobertura de área de primera partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento %	Cobertura de área de segunda partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento %				
	Tipo	Morfología	Tamaño de partícula promedio en número /µm	Morfología				Tamaño de partícula promedio en número /µm			
Ejemplo 25	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoruropropileno	Partícula secundaria	15,0	Copolímero de metacrilato de butilo-acrilato de isooctilo-estireno	Partícula primaria	5,5	70 : 20 : 4 : 4 : 1,5 : 0,5	5	89,7	550	65,7
Ejemplo 26	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoruropropileno	Partícula secundaria	15,0	Copolímero de metacrilato de butilo-acrilato de isooctilo-estireno	Partícula primaria	6,0	70 : 20 : 4 : 4 : 15 : 0,5	5	RR,2	50R	65,9
Ejemplo 27	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoruropropileno	Partícula secundaria	15,0	Copolímero de metacrilato de butilo-acrilato de isooctilo-estireno	Partícula primaria	7,0	70 : 20 : 4 : 4 : 1,5 : 0,5	5	R6,7	502	63,8

N.º	Separador				Rendimiento de batería							
	Primera partícula orgánica		Segunda partícula orgánica		Relación de masa de componentes en el recubrimiento	Cobertura de área de primera partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento %	Cobertura de área de segunda partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento %					
	Tipo	Morfología	Tamaño de partícula promedio en número /µm	Tamaño de partícula promedio en número /µm				Tasa de retención de capacidad cíclica % después de 1500 ciclos	Tiempo de propagación térmica /s	SOH antes de fisura %		
Ejemplo 28	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoruropropileno	Partícula secundaria	15,0	Copolímero de estireno-acetato de vinilo-pirrolidona	Partícula primaria	3,0	70 : 20 : 4 : 4 : 1,5 : 0,5	5	12	88,6	527	66,3
Ejemplo 29	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoruropropileno	Partícula secundaria	15,0	Copolímero de estireno-acetato de vinilo-pirrolidona	Partícula primaria	5,0	70 : 20 : 4 : 4 : 1,5 : 0,5	5	2,5	88	543	68,5
Ejemplo 30	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoruropropileno	Partícula secundaria	15,0	Copolímero de metacrilato de butilo-acriato de isooctilo-estireno	Partícula primaria	5,0	70 : 22 : 2,4 : 1,5 : 0,5	6,5	2,0	86,2	530	70,6

N.º	Primera partícula orgánica				Separador				Segunda partícula orgánica			Relación de masa de componentes en el recubrimiento			Cobertura de área de primera partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento %	Cobertura de área de segunda partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento %	Tasa de retención de capacidad cíclica % después de 1500 ciclos	Tiempo de propagación térmica /s	SOH antes de fisura %
	Primera partícula orgánica		Segunda partícula orgánica		Separador		Segunda partícula orgánica		Relación de masa de componentes en el recubrimiento			Cobertura de área de primera partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento %	Cobertura de área de segunda partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento %	Tasa de retención de capacidad cíclica % después de 1500 ciclos	Tiempo de propagación térmica /s	SOH antes de fisura %			
	Tipo	Morfología	Tamaño de partícula promedio en número /µm	Morfología	Tipo	Morfología	Tamaño de partícula promedio en número /µm	Relación de masa de componentes en el recubrimiento	Cobertura de área de primera partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento %	Cobertura de área de segunda partícula orgánica sobre la superficie de recubrimiento %	Tasa de retención de capacidad cíclica % después de 1500 ciclos	Tiempo de propagación térmica /s	SOH antes de fisura %						
Ejemplo 31	Separador 31	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoruropropileno	Partícula secundaria	15.0	Partícula primaria	Copolímero de metacrilato de butilo-acrilato de isooctilo-estireno	5.0	70 : 18 : 6 : 4 : 1.5 : 0.5	4.2	3.0	R7.3	538	67.5						
Ejemplo 32	Separador 32	Copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoruropropileno	Partícula secundaria	15.0	Partícula primaria	Copolímero de metacrilato de butilo-acrilato de isooctilo-estireno	5.0	70 : 16 : 8 : 4 : 1.5 : 0.5	3.8	4.0	89.5	521	65.5						

5 De la tabla 1 puede verse que las baterías secundarias que comprenden el separador de la presente solicitud consiguen excelentes mejoras en términos de tasa de retención de la capacidad cíclica, rendimiento de propagación térmica y SOH ante fisura; por ejemplo, la tasa de retención de la capacidad cíclica de la batería secundaria resultante después de 1500 ciclos puede ser de hasta el 91,7%, el rendimiento de propagación térmica de la batería secundaria puede ser de hasta 559 segundos, y el valor de SOH ante fisura puede ser de hasta el 70%. En el caso de utilizar únicamente las primeras partículas orgánicas, en los ejemplos comparativos 1 y 2 en los que se utilizan partículas con un tamaño de partícula inferior a 13  $\mu\text{m}$ , la tasa de retención de la capacidad cíclica y el tiempo de propagación térmica de la batería secundaria son peores que los de la batería secundaria que comprende el separador de la presente solicitud. Mientras tanto, aunque se utilicen las primeras partículas orgánicas con un tamaño medio de partícula dentro del intervalo de la presente invención, si el porcentaje de masa de las mismas en el separador es demasiado alto, se producirá una reducción tanto del rendimiento cíclico como del rendimiento de seguridad de la pila secundaria resultante, véase el ejemplo comparativo 3.

10 En la figura 2 puede verse que, añadiendo además segundas partículas orgánicas con un tamaño medio de partícula específico y de un tipo específico en una cantidad específica, el separador resultante sigue cumpliendo con los requisitos de la pila secundaria en cuanto a rendimiento de seguridad y rendimiento cíclico.

15 Los presentes inventores también realizaron experimentos utilizando las partículas inorgánicas, las primeras partículas orgánicas y las segundas partículas orgánicas comprendidas en el intervalo de la presente solicitud, pero en otras cantidades y con otros materiales, otros sustratos, otros parámetros del proceso de recubrimiento y otras condiciones del proceso, y obtuvieron mejoras similares en términos de rendimiento cíclico y rendimiento de seguridad de las baterías a las de los ejemplos 1-32.

## REIVINDICACIONES

1. Un separador para una batería secundaria, que comprende:  
un sustrato; y
- 5 un recubrimiento proporcionado sobre al menos una superficie del sustrato;  
en donde el recubrimiento comprende partículas inorgánicas y partículas orgánicas, las partículas orgánicas comprenden primeras partículas orgánicas incrustadas en las partículas inorgánicas y forman protuberancias sobre la superficie del recubrimiento;  
las primeras partículas orgánicas son partículas secundarias, tienen un tamaño de partícula promedio en número de
- 10  $\geq 13 \mu\text{m}$  y una cobertura de área sobre la superficie de recubrimiento de  $\leq 10\%$ , en donde el tamaño de partícula promedio en número y la cobertura de área sobre la superficie de recubrimiento se mide tal como se describe en la descripción.
2. El separador según la reivindicación 1, en donde la cobertura de área de las primeras partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento es del 0,5%-8%; opcionalmente del 0,8%-5%.
3. El separador según las reivindicaciones 1 - 2, en donde las primeras partículas orgánicas tienen un tamaño de partícula promedio en número de  $15 \mu\text{m}$ - $25 \mu\text{m}$ .
- 20 4. El separador según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde las primeras partículas orgánicas comprenden uno o más de un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de olefina que contiene flúor, un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de olefina, un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de nitrilo insaturado, un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de óxido de alquileno, y compuestos modificados de estos homopolímeros o copolímeros,
- 25 opcionalmente, las primeras partículas orgánicas comprenden uno o más de politetrafluoretileno, policlorotrifluoroetileno, fluoruro de polivinilo, fluoruro de polivinilideno, polietileno, polipropileno, poliacrilonitrilo, óxido de polietileno, un copolímero de diferentes unidades monoméricas de olefina que contienen flúor, un copolímero de una unidad monomérica de olefina que contiene flúor y una unidad monomérica de olefina, un copolímero de una unidad monomérica de olefina que contiene flúor y una unidad monomérica acrílica, un copolímero de una unidad monomérica de olefina que contiene flúor y una unidad monomérica de acrilato, y compuestos modificados de estos homopolímeros o copolímeros;
- 30 y/o  
en donde las primeras partículas orgánicas comprenden uno o más de un copolímero de fluoruro de vinilideno-trifluoroetileno, un copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno, un copolímero de fluoruro de vinilideno-trifluoroetileno-hexafluoropropileno, un copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno-ácido acrílico, un copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno-acrilato, y compuestos modificados de estos copolímeros.
- 35 5. El separador según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde el separador cumple al menos uno de los siguientes (1)-(2):  
(1) el porcentaje en masa de las primeras partículas orgánicas en el recubrimiento es  $\geq 12\%$ , opcionalmente, el porcentaje en masa de las primeras partículas orgánicas en el recubrimiento es del 15%-25%; y  
(2) el porcentaje en masa de las partículas inorgánicas en el recubrimiento es  $\leq 80\%$ , opcionalmente, el porcentaje en masa de las partículas inorgánicas en el recubrimiento es del 65%-75%.
- 40 6. El separador según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde el recubrimiento comprende además segundas partículas orgánicas incrustadas en las partículas inorgánicas y forman protuberancias sobre la superficie del recubrimiento, en donde las segundas partículas orgánicas son partículas primarias; y,
- 50 en donde preferiblemente, las segundas partículas orgánicas tienen un tamaño de partícula promedio en número de  $2 \mu\text{m}$ - $8 \mu\text{m}$ ; opcionalmente, las segundas partículas orgánicas tienen un tamaño de partícula promedio en número de  $2,5 \mu\text{m}$ - $6 \mu\text{m}$ .
7. El separador según la reivindicación 6, en donde el porcentaje en masa de las segundas partículas orgánicas en el recubrimiento es inferior al de las primeras partículas orgánicas en el recubrimiento;  
opcionalmente, el porcentaje en masa de las segundas partículas orgánicas en el recubrimiento es  $\leq 8\%$ ;  
opcionalmente, el porcentaje en masa de las segundas partículas orgánicas en el recubrimiento es del 2%-6%.
- 55 8. El separador según una cualquiera de las reivindicaciones 6-7, en donde las segundas partículas orgánicas comprenden uno o más de un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de acrilato, un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica acrílica, un homopolímero o copolímero de una unidad monomérica de estireno, un compuesto de poliuretano, un compuesto de caucho, y compuestos modificados de estos homopolímeros o copolímeros,
- 60 opcionalmente, las segundas partículas orgánicas comprenden uno o más de un copolímero de una unidad monomérica de acrilato y una unidad monomérica de estireno, un copolímero de una unidad monomérica acrílica y una unidad monomérica de estireno, un copolímero de una unidad monomérica acrílica, una unidad monomérica de
- 65

acrilato y una unidad monomérica de estireno, un copolímero de una unidad monomérica de estireno y una unidad monomérica de nitrilo insaturado, un copolímero de una unidad monomérica de estireno, una unidad monomérica de olefina y una unidad monomérica de nitrilo insaturado, y compuestos modificados de estos copolímeros;

y/o

- 5 en donde las segundas partículas orgánicas comprenden uno o más de un copolímero de acrilato de butilo-estireno, un copolímero de metacrilato de butilo-metacrilato de isooctilo, un copolímero de metacrilato de isooctilo-estireno, un copolímero de metacrilato-ácido metacrílico-estireno, un copolímero de acrilato de metilo-metacrilato de isooctilo-estireno, un copolímero de metacrilato de butilo-metacrilato de isooctilo-estireno, un copolímero de estireno-acrilonitrilo, un copolímero de estireno-butadieno-acrilonitrilo, un copolímero acrilato de metilo-estireno-acrilonitrilo, un copolímero metacrilato de isooctilo-estireno-acrilonitrilo, un copolímero de estireno-acetato de vinilo, un copolímero de estireno-acetato de vinilo-pirrolidona y compuestos modificados de estos copolímeros.

9. El separador según una cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en donde la suma de las coberturas de área de las primeras partículas orgánicas y las segundas partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento es  $\leq 15\%$ ; opcionalmente, la suma de las coberturas de área de las primeras partículas orgánicas y las segundas partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento es del 1%-8%;

y/o

en donde la relación en cobertura de área de las primeras partículas orgánicas respecto a las segundas partículas orgánicas sobre la superficie de recubrimiento es 1 : 1-20 : 1; opcionalmente 2 : 1-10 : 1.

10. El separador según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en donde el separador cumple al menos con una o más de las siguientes (1)-(5):

(1) el separador tiene una permeabilidad al aire de 100 s/100 mL-300 s/100 mL, opcionalmente, el separador tiene una permeabilidad al aire de 150 s/100 mL-250 s/100 mL;

(2) el separador tiene una resistencia a la tracción transversal (MD) de 147,1 MPa - 294,2 MP (1500 kgf/cm<sup>2</sup>-3000 kgf/cm<sup>2</sup>); opcionalmente, el separador tiene una resistencia a la tracción transversal de 176,5 MPa - 245,2 MPa (1800 kgf/cm<sup>2</sup>-2500 kgf/cm<sup>2</sup>);

(3) el separador tiene una resistencia a la tracción longitudinal (TD) de 98,1 MPa - 245,2 MPa (1000 kgf/cm<sup>2</sup>-2500 kgf/cm<sup>2</sup>); opcionalmente, el separador tiene una resistencia a la tracción longitudinal de 137,3 MPa - 245,2 MPa a (1400 kgf/cm<sup>2</sup>-2000 kgf/cm<sup>2</sup>);

(4) el separador tiene un alargamiento a la rotura transversal del 50%-200%; opcionalmente, el separador tiene un alargamiento a la rotura transversal del 100%-150%; y

(5) el separador tiene un alargamiento a la rotura longitudinal del 50%-200%; opcionalmente, el separador tiene un alargamiento a la rotura longitudinal del 100%. 150%, en donde todos los parámetros están determinados según la norma GB/T 36363-2018.

11. El separador según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en donde las partículas inorgánicas y las partículas orgánicas forman una estructura de poro no uniforme en el recubrimiento;

y/o

en donde el espaciado entre dos partículas inorgánicas adyacentes cualesquiera se designa como L1, y el espaciado entre cualquier partícula inorgánica y una partícula orgánica adyacente se designa como L2, con  $L1 < L2$ , en donde el espaciado se mide como se describe en la descripción.

12. Un método para preparar un separador para una batería secundaria según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, que comprende al menos las etapas de:

(1) proporcionar un sustrato;

(2) proporcionar una pasta de recubrimiento, que comprende un material de componente y un disolvente, en donde el material de componente comprende partículas inorgánicas y partículas orgánicas, y las partículas orgánicas comprenden primeras partículas orgánicas; y

(3) recubrir al menos un lado del sustrato de la etapa (1) con la pasta de recubrimiento de la etapa (2), para formar un recubrimiento, y secar el mismo para obtener el separador;

en donde el separador comprende: un sustrato; y un recubrimiento proporcionado sobre al menos una superficie del sustrato; el recubrimiento comprende partículas inorgánicas y partículas orgánicas; las partículas orgánicas comprenden primeras partículas orgánicas incrustadas en las partículas inorgánicas y forman protuberancias sobre la superficie de la capa de partícula inorgánica; las primeras partículas orgánicas son partículas secundarias, y tienen un tamaño de partícula promedio en número de  $\geq 13 \mu\text{m}$  y una cobertura de área sobre la superficie de recubrimiento de  $\leq 10\%$ .

13. El método de preparación según la reivindicación 12, en donde en la etapa (2), la pasta de recubrimiento comprende además segundas partículas orgánicas, y las segundas partículas orgánicas son partículas primarias;

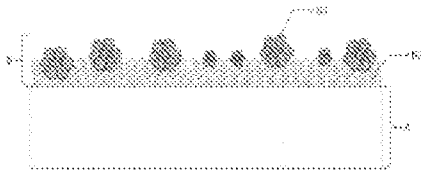
y/o

en donde las segundas partículas orgánicas están en un porcentaje del 8% o inferior al peso seco total del material de componente, opcionalmente del 2%-6%.

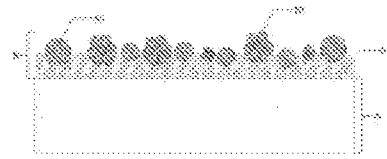
14. El método de preparación según una cualquiera de las reivindicaciones 12-13, en donde el método cumple con una o más de las siguientes (1) - (7):

## ES 2 994 590 T3

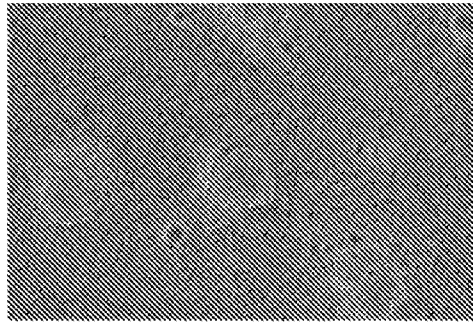
- (1) en la etapa (2), las primeras partículas orgánicas se añaden en un porcentaje en masa del 12% o más del peso seco total del material de componente; opcionalmente del 12%-30%;
- (2) en la etapa (2), la pasta de recubrimiento tiene un contenido sólido del 28%-45%, opcionalmente del 30%-38%, basado en el peso de la pasta de recubrimiento;
- 5 (3) en la etapa (3), el recubrimiento se lleva a cabo utilizando a máquina de recubrimiento, en donde la máquina de recubrimiento comprende a rodillo para rotograbado que tiene un número de líneas de 100 LPI-300 LPI, opcionalmente 125 LPI-190 LPI;
- (4) en la etapa (3), el recubrimiento se lleva a cabo a una velocidad de 30 m/min-90 m/min, opcionalmente de 50 m/min-70 m/min;
- 10 (5) en la etapa (3), el recubrimiento se lleva a cabo a una relación de velocidad de línea de 0,8-2,5, opcionalmente 0,8-1,5;
- (6) en la etapa (3), el secado se lleva a cabo a una temperatura de 40°C a 70°C, opcionalmente de 50°C a 60°C; y
- (7) en la etapa (3), el secado se lleva a cabo durante un periodo de 10 s-120 s, opcionalmente 20 s-80 s.
- 15 15. Una batería secundaria, que comprende un separador según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11.



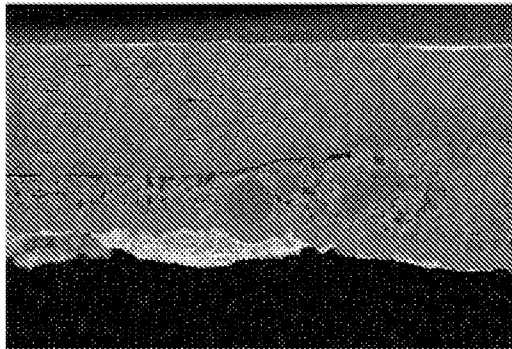
*Fig. 1-1*



*Fig. 1-2*



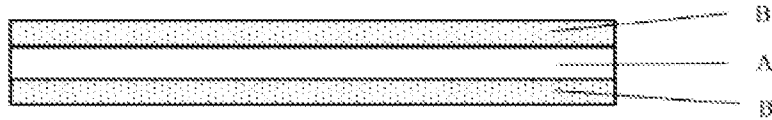
*Fig. 2*



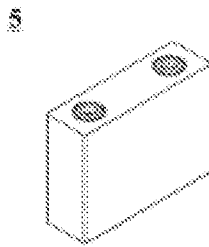
*Fig. 3*



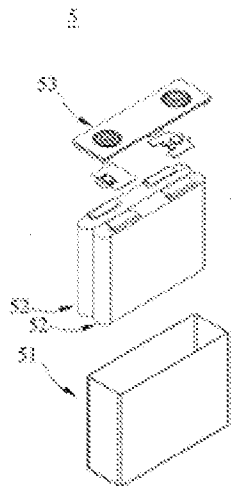
*Fig. 4-1*



*Fig. 4-2*



*Fig. 5*



*Fig. 6*

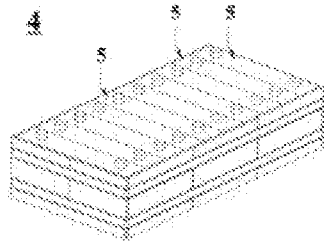


Fig. 7

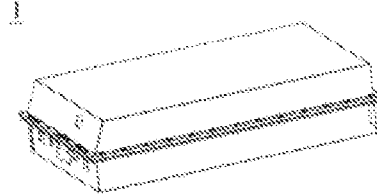


Fig. 8

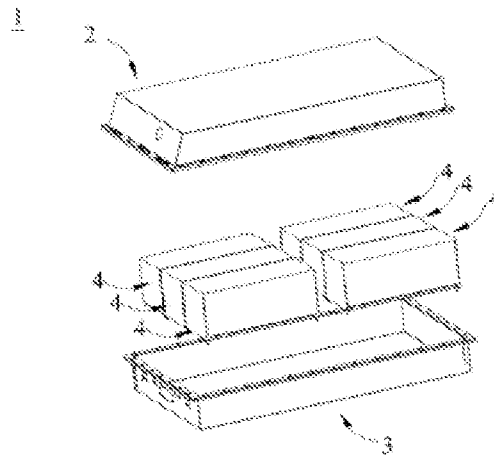


Fig. 9

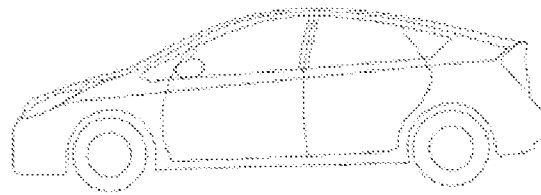


Fig. 10