

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 926 653**

51 Int. Cl.:

**H01M 4/133** (2010.01)

**H01M 4/139** (2010.01)

**H01M 4/36** (2006.01)

**H01M 4/587** (2010.01)

**H01M 4/02** (2006.01)

**H01M 4/38** (2006.01)

**H01M 10/0525** (2010.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.12.2019** **PCT/CN2019/123729**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.06.2021** **WO21109133**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2019** **E 19929189 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2022** **EP 3859827**

54 Título: **Batería secundaria y aparato que incluye la batería secundaria**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.10.2022**

73 Titular/es:

**CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO.,  
LIMITED (100.0%)  
No. 2, Xin'gang Road, Zhangwan Town Jiaocheng  
District  
Ningde City, Fujian 352100, CN**

72 Inventor/es:

**KANG, MENG;  
DONG, XIAOBIN;  
WANG, JIAZHENG y  
HE, LIBING**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 926 653 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

Batería secundaria y aparato que incluye la batería secundaria

### Campo técnico

5 Esta solicitud se refiere al campo de las tecnologías electroquímicas, y más específicamente, a una batería secundaria y a un aparato que incluye la batería secundaria.

### Antecedentes

10 Los vehículos de nueva generación de energía representan una dirección de desarrollo de la industria automotriz mundial. Como un nuevo tipo de baterías eléctricas de alta tensión y alta densidad de energía, las baterías secundarias de iones de litio tienen características sobresalientes, tales como peso ligero, alta densidad de energía, libres de contaminación, sin efecto memoria y larga vida útil, por lo que se aplican ampliamente a los vehículos de nueva generación de energía.

15 A medida que crece gradualmente la demanda en el mercado de las baterías eléctricas, se requieren cada vez más baterías eléctricas con más altas densidades de energía. Sin embargo, un enfoque técnico de la técnica anterior utilizado para mejorar la densidad de energía de las baterías conduce normalmente a un rendimiento deteriorado de las baterías en otros aspectos. Por lo tanto, existe una necesidad urgente de una nueva tecnología que pueda mejorar la densidad de energía de las baterías, sin degradación o incluso con mejora de otras prestaciones eléctricas de las baterías.

### Compendio

Un objetivo de esta solicitud es proporcionar una batería secundaria, donde la batería tiene tanto un buen rendimiento de carga rápida como un rendimiento de ciclo bajo la premisa de una densidad de energía relativamente alta.

20 Para lograr el objetivo de la invención anterior, un primer aspecto de esta solicitud proporciona una batería secundaria que incluye una placa de electrodos negativos, donde la placa de electrodos negativos incluye un colector de corriente negativa y capas de película negativa, donde las capas de película negativa incluyen una primera capa de película negativa y una segunda capa de película negativa, la primera capa de película negativa está dispuesta sobre al menos una superficie del colector de corriente negativa e incluye un primer material activo negativo, y la segunda capa de película negativa está dispuesta sobre la primera capa de película negativa e incluye un segundo material activo negativo;

el primer material activo negativo incluye grafito natural y el segundo material activo negativo incluye grafito artificial;

el primer material activo negativo satisface  $4,0 \leq \text{COI}_1 \leq 7,0$ , preferiblemente,  $4,3 \leq \text{COI}_1 \leq 5,5$ ; y

el segundo material activo negativo satisface  $2,2 \leq \text{COI}_2 \leq 4,2$ , preferiblemente,  $2,5 \leq \text{COI}_2 \leq 3,6$ , donde

30  $\text{COI}_1$  es una relación del área pico del pico de difracción característico 004 al área pico del pico de difracción característico 110 en un patrón de difracción de rayos X del primer material activo negativo; y

$\text{COI}_2$  es una relación del área pico de un pico de difracción característico 004 al área pico del pico de difracción característico 110 en un patrón de difracción de rayos X del segundo material activo negativo.

Un segundo aspecto de esta solicitud proporciona un aparato que incluye la batería secundaria en el primer aspecto de esta solicitud.

35 Esta solicitud proporciona al menos los siguientes efectos beneficiosos:

La placa de electrodos negativos de la batería secundaria en esta solicitud incluye una estructura multicapa, y cada capa incluye un material activo negativo específico y un intervalo de COI específico. En virtud de un efecto conjunto de los mismos, la batería puede tener tanto un buen rendimiento de carga rápida como un rendimiento de ciclo bajo la premisa de una densidad de energía relativamente alta. El aparato de esta solicitud incluye la batería secundaria y, por lo tanto, proporciona al menos las mismas ventajas que la batería secundaria.

### Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una realización de una batería secundaria de esta solicitud.

La Figura 2 es un diagrama esquemático de una realización de un módulo de batería.

La Figura 3 es un diagrama esquemático de una realización de un paquete de baterías.

45 La Figura 4 es un diagrama en despiece de la Figura 3.

La Figura 5 es un diagrama esquemático de una realización de un aparato que utiliza la batería secundaria de esta solicitud como fuente de alimentación.

Los números de referencia en los dibujos adjuntos se describen como sigue:

1. paquete de batería;
2. cuerpo de recinto superior;
3. cuerpo de recinto inferior;
- 5 4. módulo de batería; y
5. batería secundaria.

### Descripción detallada

10 A continuación se describe adicionalmente esta solicitud con referencia a las realizaciones específicas. Debe entenderse que estas realizaciones específicas pretenden simplemente ilustrar esta solicitud pero no limitar el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

15 Por razones de brevedad, esta memoria descriptiva describe específicamente solo algunos intervalos numéricos. Sin embargo, cualquier límite inferior puede combinarse con cualquier límite superior para formar un intervalo no especificado, cualquier límite inferior puede combinarse con otro límite inferior para formar un intervalo no especificado, y así mismo, cualquier límite superior puede combinarse con cualquier otro límite superior para formar un intervalo no especificado. De forma adicional, cada punto descrito individualmente o valor numérico único, como un límite inferior o un límite superior, puede combinarse con cualquier otro punto o valor numérico único o combinarse con otro límite inferior o límite superior para formar un intervalo no especificado.

En las descripciones de esta memoria descriptiva, debe observarse que, a menos que se especifique lo contrario, "no más de" o "no menos de" incluye el número presente, y "más" en "uno o más" significa dos o más de dos.

20 A menos que se especifique lo contrario, los términos utilizados en esta solicitud tienen significados bien conocidos generalmente entendidos por un experto en la técnica. A menos que se especifique lo contrario, los valores numéricos de los parámetros mencionados en esta solicitud se pueden medir utilizando diversos métodos de medición comúnmente utilizados en la técnica (por ejemplo, la prueba se puede realizar según un método proporcionado en los ejemplos de esta solicitud).

25 En una batería secundaria, para aumentar la densidad de energía de una batería, una práctica habitual es aumentar el espesor de una capa de película de una placa de electrodo. Sin embargo, el aumento del espesor tiene un impacto tanto en el rendimiento del ciclo como en el rendimiento de carga rápida de la batería. Esto se debe a que el material activo negativo se hincha durante el ciclo, dando como resultado una disminución en la fuerza de unión entre una sustancia activa y un sustrato, e incluso el desprendimiento de la película. Este fenómeno es más grave cuando se aumenta el espesor. De forma adicional, el aumento en el espesor provoca una trayectoria de difusión alargada de iones activos, afectando el rendimiento de carga rápida de la batería. Por lo tanto, cómo hacer que la batería tenga un buen rendimiento de ciclo y un rendimiento de carga rápido bajo la premisa de una densidad de energía relativamente alta es un gran desafío técnico.

35 Los inventores han encontrado a través de una gran cantidad de experimentos que el objetivo técnico de esta solicitud puede lograrse ajustando la composición y la estructura de una placa de electrodos negativos. Específicamente, una placa de electrodos negativos de esta solicitud incluye un colector de corriente negativa y capas de película negativa. Las capas de película negativa incluyen una primera capa de película negativa y una segunda capa de película negativa. La primera capa de película negativa está dispuesta sobre al menos una superficie del colector de corriente negativa e incluye un primer material activo negativo. La segunda capa de película negativa está dispuesta sobre la primera capa de película negativa e incluye un segundo material activo negativo. El primer material activo negativo incluye grafito natural y el segundo material activo negativo incluye grafito artificial. Un valor del índice de orientación (OI) del polvo  $COI_1$  del primer material activo negativo satisface  $4,0 \leq COI_1 \leq 7,0$ , y un valor del OI de  $COI_2$  del segundo material activo negativo satisface  $2,2 \leq COI_2 \leq 4,2$ , donde  $COI_1$  es una relación del área pico del pico de difracción característico 004 al área pico del pico de difracción característico 110 en un patrón de difracción de rayos X del primer material activo negativo, y  $COI_2$  es una relación del área pico del pico de difracción característico 004 al área pico del pico de difracción característico 110 en un patrón de difracción de rayos X del segundo material activo negativo. La batería puede tener un buen rendimiento de ciclo y un rendimiento de carga rápido bajo la premisa de una densidad de energía relativamente alta.

50 Los inventores han encontrado a través de la investigación que cuando la placa de electrodos negativos cumple con los requisitos de diseño anteriores ( $4,0 \leq COI_1 \leq 7,0$  y  $2,2 \leq COI_2 \leq 4,2$ ), por un lado, la fuerza de unión entre la capa de película negativa y el colector de corriente se mejora efectivamente, y se alivia el fenómeno de desprendimiento de película de la placa de electrodos, mejorando así el rendimiento del ciclo de la batería; por otro lado, los valores OI de los materiales activos de las capas superior e inferior de la película se controlan dentro de los intervalos dados, manteniendo así ricas estructuras de canales de poros para el material activo negativo de la segunda capa de película negativa durante el prensado con rodillo, para garantizar que los iones activos puedan migrar rápidamente a la capa

de película negativa y facilitar la transferencia de presión de la segunda capa de película negativa a la primera capa de película negativa durante el prensado con rodillo de la primera capa de película negativa, para asegurar que la primera capa de película negativa tenga una densidad de empaquetamiento relativa. Las estructuras de canales de poros de las capas superior e inferior se distribuyen más adecuadamente, mejorando así eficazmente el rendimiento dinámico de la batería. Incluso cuando se aumenta el espesor de una capa, se puede garantizar una tasa de difusión líquida de iones activos, mejorando así efectivamente el rendimiento de carga rápida de la batería. Los inventores han encontrado que cuando los valores de OI del polvo de los materiales activos de las capas superior e inferior están dentro de los intervalos dados, el material activo negativo en la segunda capa de película negativa puede proporcionar más entradas para la intercalación de litio para garantizar que los iones activos puedan intercalarse rápidamente en la sustancia activa negativa, y el material activo negativo en la primera capa de película negativa puede proporcionar más posiciones para la intercalación de litio para asegurar que se puedan intercalar más iones activos. Las entradas y las posiciones para la intercalación de litio en las capas superior e inferior se distribuyen de forma más adecuada, asegurando un diseño de alta densidad de energía con baja impedancia de intercambio de carga y alta tasa de difusión sólida de iones activos. Esto mejora efectivamente el rendimiento de carga rápida de la batería. En algunas realizaciones preferidas, el primer material activo negativo satisface  $4,3 \leq \text{COI}_1 \leq 5,5$ . En algunas realizaciones preferidas, el segundo material activo negativo satisface  $2,5 \leq \text{COI}_2 \leq 3,6$ .

Un experto en la técnica entiende que un valor de OI del polvo de un material activo negativo se utiliza para indicar un índice de orientación del material activo, es decir, un grado de anisotropía de la disposición de los granos de cristal en una capa de película negativa.

En esta solicitud, COI se define como una relación de área pico del pico de difracción característico (004) al pico de difracción característico (110) en un patrón de difracción de rayos X de un material. Es decir,  $\text{COI} = C_{004}/C_{110}$ , donde  $C_{004}$  es el área pico del pico de difracción característico 004, y  $C_{110}$  es el área pico del pico de difracción característico 110. Más específicamente,  $\text{COI}_1$  es una relación del área pico del pico de difracción característico 004 al área pico del pico de difracción característico 110 en un patrón de difracción de rayos X del primer material activo negativo, y  $\text{COI}_2$  es una relación del área pico del pico de difracción característico 004 al área pico del pico de difracción característico 110 en un patrón de difracción de rayos X del segundo material activo negativo.

Un valor de OI del polvo del grafito natural se puede caracterizar también por una relación del área pico del pico de difracción característico (003) al área pico del pico de difracción característico (110) en un patrón de difracción de rayos X del grafito natural. Es decir, el valor OI del polvo del grafito natural =  $C_{003}/C_{110}$ , donde  $C_{003}$  es el área pico del pico de difracción característico 003, y  $C_{110}$  es el área pico del pico de difracción característico 110. En este caso,  $C_{003}/C_{110}$  del grafito natural en esta solicitud debe satisfacer  $4,0 \leq C_{003}/C_{110} \leq 7,0$ .

Los valores de OI del polvo de los materiales activos negativos se pueden medir utilizando métodos bien conocidos en la técnica, por ejemplo, mediante el uso de un método descrito en las realizaciones de esta memoria descriptiva.

En algunas realizaciones, el rendimiento de carga rápida y la capacidad de la batería se pueden mejorar aún más cuando una relación del valor OI del polvo  $\text{COI}_1$  del material activo en la primera capa de película negativa al valor OI del polvo  $\text{COI}_2$  del material activo en la segunda capa de película negativa satisface  $1,1 \leq \text{COI}_1/\text{COI}_2 \leq 2,5$ , preferiblemente,  $1,3 \leq \text{COI}_1/\text{COI}_2 < 1,6$ .

Esto se debe a que cuando el valor OI del polvo del material activo en la primera capa de película negativa y el OI del polvo del material activo en la segunda capa de película negativa están dentro de los intervalos dados, la distribución de canales de poros en las capas superior e inferior de la película coincide mejor con la distribución de iones activos durante la carga, facilitando así mejor el diseño de células de batería con alta capacidad y carga rápida.

La placa de electrodos negativos como se ha descrito en esta solicitud incluye un colector de corriente y dos o más capas de película dispuestas en al menos una superficie del colector de corriente. La placa de electrodos negativos puede estar recubierta por ambos lados (es decir, se proporcionan capas de película en ambas superficies del colector de corriente) o se puede recubrir solo en un lado (es decir, las capas de película se proporcionan solo en una superficie del colector de corriente). La placa de electrodos negativos de esta solicitud se puede preparar usando diversos métodos comúnmente usados en la técnica. Normalmente, el colector de corriente negativa puede prepararse primero; después pueden prepararse suspensiones de material activo negativo, y las suspensiones de material activo negativo pueden aplicarse a una o ambas superficies del colector de corriente negativa; y finalmente, etapas posteriores al procesamiento tales como el secado, soldaduras de miembros conductores (orejetas de electrodos) y cortes para obtener la placa de electrodos negativos requerida se realizan.

Con respecto a la capa de película negativa como se ha descrito en esta solicitud, una primera suspensión de material activo y una segunda suspensión de material activo se pueden aplicar al colector de corriente negativa al mismo tiempo, o se pueden aplicar por separado en dos ocasiones. Preferiblemente, la primera suspensión de material activo y la segunda suspensión de material activo se aplican al colector de corriente negativa al mismo tiempo.

La capa de película negativa incluye por lo general un material activo negativo, un aglutinante opcional, un agente conductor opcional y otros aditivos opcionales. Las lechadas de capa de película se forman por lo general dispersando el material activo negativo, el agente conductor y aglutinante opcionales, y similares en un disolvente y agitándolos

uniformemente. El disolvente puede ser, por ejemplo, N-metilpirrolidona (NMP) o agua desionizada. Otros aditivos opcionales pueden ser, por ejemplo, un agente espesante y dispersante (tal como carboximetilcelulosa CMC) y un material termistor de PTC.

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

Por ejemplo, el aglutinante puede ser uno o más cauchos de estireno-butadieno (SBR), resina acrílica a base de agua, fluoruro de polivinilideno (PVDF), politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno acetato de vinilo (EVA), alcohol polivinílico (PVA) y butiral polivinílico (PVB).

10 En la placa de electrodos negativos como se ha descrito en esta solicitud, el material activo negativo puede incluir además uno o más de carbono blando, carbono duro, un material a base de silicio y un material a base de estaño. En algunas realizaciones, el primer material activo negativo puede incluir además uno o más de grafito artificial, carbono blando, carbono duro, un material a base de silicio y un material a base de estaño. En algunas realizaciones, el segundo material activo negativo puede incluir además uno o más de grafito natural, carbono blando, carbono duro, un material a base de silicio y un material a base de estaño.

15 Para optimizar aún más el rendimiento de la batería, otros parámetros del material activo negativo y de la placa de electrodos pueden controlarse y ajustarse adicionalmente. Por ejemplo, el grado de grafitización y el diámetro de partícula del primer material activo negativo y el segundo material activo negativo pueden controlarse dentro de un intervalo específico, y/o placa de electrodo CW, PD, el espesor de la placa de electrodos y el área de superficie específica activa pueden controlarse dentro de un intervalo específico, para optimizar aún más una densidad de  
20 energía, potencia a baja temperatura y rendimiento de carga rápida de las células de la batería.

Preferiblemente, el grafito natural en el primer material activo negativo tiene una forma esférica o una forma casi esférica.

Preferiblemente, el grafito artificial en el segundo material activo negativo tiene forma de escamas o forma de bloque.

Preferiblemente, un diámetro medio de partícula  $D_{v50}$  del primer material activo es  $9\text{ }\mu\text{m}$ - $16\text{ }\mu\text{m}$ , más preferiblemente,  $11\text{ }\mu\text{m}$ - $14\text{ }\mu\text{m}$ .

25 Preferiblemente, un diámetro medio de partícula  $D_{v50}$  del segundo material activo es  $11\text{ }\mu\text{m}$ - $19\text{ }\mu\text{m}$ , más preferiblemente,  $13\text{ }\mu\text{m}$ - $17\text{ }\mu\text{m}$ .

Preferiblemente, una distribución de diámetro de partícula del primer material activo satisface  $0,8 \leq (D_{v90} - D_{v10})/D_{v50} \leq 1,5$ , más preferiblemente,  $0,9 \leq (D_{v90} - D_{v10})/D_{v50} \leq 1,3$ .

30 Preferiblemente, una distribución del diámetro de partícula del segundo material activo satisface  $0,9 \leq (D_{v90} - D_{v10})/D_{v50} \leq 2$ , más preferiblemente,  $1,1 \leq (D_{v90} - D_{v10})/D_{v50} \leq 1,6$ .

35 En esta solicitud,  $D_{v10}$  es el diámetro de partícula correspondiente cuando un porcentaje de volumen acumulativo de partículas de material o polvo alcanza el 10%,  $D_{v90}$  es el diámetro de partícula correspondiente cuando un porcentaje de volumen acumulativo de partículas de material o polvo alcanza el 90%, y  $D_{v50}$  es el diámetro de partícula correspondiente cuando un porcentaje de volumen acumulativo de partículas de material o polvo alcanza el 50%, es decir, un diámetro medio de partícula de distribución de volumen. La unidad de  $D_{v10}$ ,  $D_{v90}$  y  $D_{v50}$  es  $\mu\text{m}$ .

Preferiblemente, un grado de grafitización del primer material activo es el 95%-99%, más preferiblemente, el 96%-98%.

Preferiblemente, un grado de grafitización del segundo material activo es el 90%-95%, más preferiblemente, el 92%-94%.

Preferiblemente, un área de superficie específica (BET) del primer material activo es de  $1,6\text{ m}^2/\text{g}$ - $4,0\text{ m}^2/\text{g}$ , más preferiblemente,  $2,1\text{ m}^2/\text{g}$ - $2,7\text{ m}^2/\text{g}$ .

40 Preferiblemente, un área de superficie específica (BET) del segundo material activo es de  $0,6\text{ m}^2/\text{g}$ - $2,2\text{ m}^2/\text{g}$ , más preferiblemente,  $0,7\text{ m}^2/\text{g}$ - $1,3\text{ m}^2/\text{g}$ .

Preferiblemente, una densidad aparente del primer material activo es de  $0,8\text{ g}/\text{cm}^3$ - $1,3\text{ g}/\text{cm}^3$ , más preferiblemente,  $0,9\text{ g}/\text{cm}^3$ - $1,2\text{ g}/\text{cm}^3$ .

45 Preferiblemente, una densidad aparente del segundo material activo es de  $0,7\text{ g}/\text{cm}^3$ - $1,4\text{ g}/\text{cm}^3$ , más preferiblemente,  $0,8\text{ g}/\text{cm}^3$ - $1,2\text{ g}/\text{cm}^3$ .

Preferiblemente, una densidad del polvo compactado del primer material activo bajo una fuerza de 30.000 N es de  $1,7\text{ g}/\text{cm}^3$ - $2,0\text{ g}/\text{cm}^3$ , más preferiblemente,  $1,8\text{ g}/\text{cm}^3$ - $1,9\text{ g}/\text{cm}^3$ .

Preferiblemente, una densidad del polvo compactado del segundo material activo bajo una fuerza de 30.000 N es de  $1,65\text{ g}/\text{cm}^3$ - $1,85\text{ g}/\text{cm}^3$ , más preferiblemente,  $1,71\text{ g}/\text{cm}^3$ - $1,80\text{ g}/\text{cm}^3$ .

50 Preferiblemente, una superficie del primer material activo negativo y/o del segundo material activo negativo se recubre

con una capa de recubrimiento. Más preferiblemente, las superficies del primer material activo negativo y del segundo material activo negativo están ambas recubiertas con una capa de recubrimiento.

Además, la fuerza de unión entre la capa de película negativa y el colector de corriente satisface  $6 \text{ N/m} \leq F \leq 30 \text{ N/m}$ , preferiblemente,  $10 \text{ N/m} \leq F \leq 20 \text{ N/m}$ .

- 5 En algunas realizaciones preferidas, un porcentaje en masa del grafito natural en el primer material activo negativo es  $\geq 60\%$ , más preferiblemente,  $\geq 80\%$ .

En algunas realizaciones preferidas, un porcentaje en masa del grafito artificial en el segundo material activo negativo es  $\geq 70\%$ , más preferiblemente,  $\geq 90\%$ .

- 10 En algunas realizaciones preferidas, una relación de masa de la primera capa de película negativa a la segunda capa de película negativa es 1:3-9:5, más preferiblemente, 1:2-3:2.

- 15 En la batería secundaria de esta solicitud, la capa de película negativa se puede proporcionar en una superficie del colector de corriente negativa, o se puede proporcionar en ambas superficies del colector de corriente negativa. Cabe señalar que todos los parámetros de la capa de película negativa que se dan en esta solicitud se refieren a intervalos de parámetros de una capa de película en una sola superficie. Cuando se proporcionan capas de película negativa en una batería en ambas superficies del colector de corriente negativa y si los parámetros de una capa de película en cualquier superficie satisfacen los intervalos de esta solicitud, dicha batería cae dentro del alcance de protección de esta solicitud. De forma adicional, los intervalos de espesor de capa de película, una densidad compactada, una densidad superficial, y similares, como se ha descrito en esta solicitud, se refieren a parámetros de una placa de electrodos/capa de película prensada en frío utilizada para su montaje en una batería.

- 20 Para placa de electrodos negativos como se ha descrito en esta solicitud, el colector de corriente negativa puede ser una lámina de metal convencional o un colector de corriente compuesto. Un material de la lámina de metal puede ser uno o más de cobre, aleación de cobre, níquel, aleación de níquel, titanio, aleación de titanio, plata y aleación de plata. Por ejemplo, se puede utilizar una lámina de cobre con un espesor de 5-30  $\mu\text{m}$ . El colector de corriente compuesto generalmente se forma sintetizando un material de metal (cobre, aleación de cobre, níquel, aleación de níquel, titanio, aleación de titanio, plata, aleación de plata, o similar) sobre un sustrato de polímero.

- 25 Además de la capa de película, la placa de electrodos negativos como se ha descrito en esta solicitud puede comprender además otras capas funcionales adicionales. Por ejemplo, en algunas realizaciones preferidas, la placa de electrodos negativos como se ha descrito en esta solicitud incluye además una capa de imprimación conductora (por ejemplo, que consiste en un agente conductor y un aglutinante) intercalada entre el colector de corriente y la primera capa de película y dispuesta sobre una superficie del colector de corriente). En algunas otras realizaciones, la placa de electrodos negativos como se ha descrito en esta solicitud incluye además una capa protectora que cubre una superficie de la segunda capa de película.

- 30 Excepto por el uso de la placa de electrodos negativos como se ha descrito en esta solicitud, un método de construcción y preparación de la batería secundaria como se ha descrito en esta solicitud es bien conocido. Por ejemplo, habitualmente, la batería secundaria incluye principalmente una placa de electrodos negativos (es decir, la placa de electrodos negativos como se ha descrito en esta solicitud), una placa de electrodos positivos, un separador y un electrolito. Los iones activos se mueven entre los electrodos positivos y negativos usando el electrolito como medio, para implementar la carga y descarga de la batería. Para evitar un cortocircuito entre los electrodos positivos y negativos a través del electrolito, los electrodos positivos y negativos necesitan ser separados por el separador.

- 35 En la batería secundaria de esta solicitud, la placa de electrodos positivos incluye un colector de corriente positiva y una capa de material activo positivo que se proporciona sobre una superficie del colector de corriente positivo y que incluye un material activo positivo. El material activo positivo puede ser óxidos compuestos de metales de transición, incluyendo óxido de litio hierro fósforo, óxido de fósforo de litio hierro manganeso, óxido de cobalto de litio, óxido de litio y níquel, óxido de manganeso de litio, óxido de litio níquel manganeso, óxido de litio, níquel, cobalto y manganeso, óxido de litio, níquel, cobalto y aluminio, un compuesto obtenido mediante la adición de otro metal de transición o no metal de transición a estos óxidos de metal de transición de litio, o una mezcla de dos o más de las sustancias anteriores. Sin embargo, esta solicitud no se limita a estos materiales, y se pueden usar también otros materiales convencionales bien conocidos que se pueden usar como materiales activos positivos para baterías secundarias. Un tipo de estos materiales activos positivos puede usarse solo, o dos o más tipos pueden usarse en combinación.

- 40 En la batería secundaria de esta solicitud, los tipos y composiciones específicos del separador y el electrolito no están específicamente limitados y pueden seleccionarse según las necesidades reales.

Específicamente, el separador puede ser seleccionado, por ejemplo, de una película de polietileno, una película de polipropileno, una película de fluoruro de polivinilideno, telas no tejidas y una película compuesta multicapa de las mismas.

- 45 Específicamente, el electrolito normalmente incluye un disolvente orgánico y una sal de electrolito. El disolvente orgánico se puede seleccionar de carbonatos de cadena (por ejemplo, carbonato de dimetilo DMC, carbonato de dietilo DEC, carbonato de metilo y etilo EMC, carbonato de metilo propilo MPC, carbonato de dipropilo DPC), carbonatos

cíclicos (por ejemplo, carbonato de etileno CE, carbonato de propileno PC, carbonato de vinileno), otros ácidos carboxílicos de cadena (por ejemplo, propionato de metilo), otros ésteres cíclicos (por ejemplo,  $\gamma$ -butirolactona), éteres de cadena (por ejemplo, dimetoxietano, éter dietílico, éter dimetílico del dietilenglicol, éter dimetílico de trietilenglicol), éteres cíclicos (por ejemplo, tetrahidrofurano, 2-metiltetrahidrofurano), nitrilos (por ejemplo, acetonitrilo, propionitrilo), o un disolvente mixto de los mismos. Por ejemplo, la sal electrolítica es una sal de litio inorgánica como  $\text{LiClO}_4$ ,  $\text{LiPF}_6$ ,  $\text{LiBF}_4$ ,  $\text{LiAsF}_6$ , o  $\text{LiSbF}_6$ ; o una sal de litio orgánica como  $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ ,  $\text{LiCF}_3\text{CO}_2$ ,  $\text{Li}_2\text{C}_2\text{F}_4(\text{SO}_3)_2$ ,  $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ ,  $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$ , o  $\text{LiC}_n\text{F}_{2n+1}\text{SO}_3$  ( $n \geq 2$ ).

A continuación se describe brevemente el método de construcción y preparación de la batería secundaria de esta solicitud.

En primer lugar, la placa de electrodos positivos de la batería se puede preparar según un método convencional en la técnica. Esta solicitud no limita un material activo positivo usado para la placa de electrodos positivos. Normalmente, un agente conductor (por ejemplo, un material de carbono tal como el negro de humo), un aglutinante (por ejemplo, PVDF), y similares deben añadirse al material activo positivo anterior. Si fuera necesario, se pueden añadir también otros aditivos, por ejemplo, un material termistor de PTC. Normalmente, una placa de electrodos positivos se obtiene mezclando y dispersando estos materiales en un disolvente (por ejemplo, NMP), agitándolos uniformemente, aplicándolos uniformemente sobre un colector de corriente positiva y secando el colector de corriente positiva. Se puede utilizar una lámina de metal como una lámina de aluminio o una placa de metal poroso como colector de corriente positiva. Normalmente se utiliza una lámina de aluminio con un espesor de 8-30  $\mu\text{m}$ . Normalmente, durante la preparación de la placa de electrodos positivos, no se forma un recubrimiento positivo en una parte del colector de corriente, dejando la parte del colector de corriente como parte conductora positiva. Aparentemente, una parte conductora se puede agregar más tarde.

Después, la placa de electrodos negativos en esta solicitud se puede preparar (como una placa de electrodos negativos) como se ha descrito anteriormente.

Finalmente, la placa de electrodos positivos, un separador, y la placa de electrodos negativos se puede apilar en orden, para que el separador se coloque entre las placas de electrodos positivos y negativos como medio de separación, seguido de bobinado (o laminación) para obtener un núcleo de batería desnudo; y el núcleo de batería desnudo se coloca en un paquete exterior, seco. Después de la inyección del electrolito, un procedimiento que incluye el empaquetado al vacío, soporte, formación, y conformación y similares para obtener la batería secundaria.

En un ejemplo, la batería secundaria puede incluir un paquete exterior y un núcleo de batería y un electrolito que están empaquetados en el paquete exterior. Puede haber uno o más núcleos de batería en la batería secundaria, de acuerdo a las necesidades.

En algunas realizaciones, el paquete exterior de la batería secundaria puede ser un paquete blando (por ejemplo, una bolsa, cuyo material puede ser plástico, tal como uno o más de polipropileno PP, tereftalato de polibutileno PBT, succinato de polibutileno PBS), o puede ser una carcasa dura (por ejemplo, una carcasa de aluminio).

La forma de la batería secundaria en esta solicitud no está particularmente limitada y puede tener una forma cilíndrica, una forma cuadrada, o cualquier otra forma. La Figura 1 muestra una batería secundaria 5 de estructura cuadrada como ejemplo.

En algunas realizaciones, las baterías secundarias pueden ensamblarse en un módulo de batería, y el módulo de batería puede incluir una pluralidad de baterías secundarias. Se puede ajustar una cantidad específica basándose en la aplicación y la capacidad del módulo de batería.

La Figura 2 muestra un módulo de batería 4 como ejemplo. Haciendo referencia a la Figura 2, en el módulo de batería 4, una pluralidad de baterías secundarias 5 puede disponerse secuencialmente a lo largo de una dirección longitudinal del módulo de batería 4. Aparentemente, puede disponerse de cualquier otra forma. Además, la pluralidad de baterías secundarias 5 pueden fijarse mediante sujeciones.

Opcionalmente, el módulo de batería 4 puede incluir además un alojamiento con un espacio de alojamiento, y la pluralidad de baterías secundarias 5 se alojan en el espacio de alojamiento.

En algunas realizaciones, los módulos de batería se pueden ensamblar además en un paquete de baterías, y la cantidad de módulos de batería incluidos en el paquete de baterías se puede ajustar basándose en la aplicación y la capacidad del paquete de baterías.

La Figura 3 y la Figura 4 muestran un paquete de batería 1 como ejemplo. Haciendo referencia a la Figura 3 y a la Figura 4, el paquete de batería 1 puede incluir un recinto de batería y una pluralidad de módulos de batería 4 dispuestos en el recinto de batería. El recinto de batería incluye un cuerpo de recinto superior 2 y un cuerpo de recinto inferior 3. El cuerpo de recinto superior 2 puede cubrir el cuerpo de recinto inferior 3 y formar un espacio cerrado para alojar los módulos de batería 4. La pluralidad de módulos de batería 4 puede disponerse en el recinto de batería de cualquier forma.

Un segundo aspecto de esta solicitud proporciona un aparato. El aparato incluye la batería secundaria en el primer aspecto de esta solicitud, y la batería secundaria suministra energía al aparato. El aparato puede ser, pero sin limitación, un dispositivo móvil (por ejemplo, un teléfono móvil o un ordenador portátil), un vehículo eléctrico (por ejemplo, un vehículo completamente eléctrico, un vehículo eléctrico híbrido, un vehículo eléctrico híbrido enchufable, una bicicleta eléctrica, un patinete eléctrico, un vehículo de golf eléctrico, o un camión eléctrico), un tren eléctrico, un barco, un satélite, un sistema de almacenamiento de energía, y similares.

Una batería secundaria, un módulo de batería o un paquete de batería se puede seleccionar para el aparato según los requisitos para usar el aparato.

La Figura 5 muestra un aparato como ejemplo. El aparato es un vehículo completamente eléctrico, un vehículo eléctrico híbrido, un vehículo eléctrico híbrido enchufable, o similar. Para cumplir con un requisito del aparato de alta potencia y alta densidad de energía de una batería secundaria, se puede utilizar una batería o un módulo de batería.

En otro ejemplo, el aparato puede ser un teléfono móvil, una tableta, un ordenador portátil, o similar. El aparato requiere por lo general ligereza y delgadez, y se puede usar una batería secundaria como fuente de alimentación.

Los efectos beneficiosos de esta solicitud se describen adicionalmente a continuación con referencia a las realizaciones.

### Ejemplos

Para hacer que los objetivos de la invención, las soluciones técnicas y los efectos técnicos beneficiosos de esta solicitud sean más evidentes, esta solicitud se describe más adelante en detalle con referencia a las realizaciones. Sin embargo, debe entenderse que las realizaciones de esta solicitud están destinadas simplemente a explicar esta solicitud, pero no a limitar esta solicitud, y las realizaciones de esta solicitud no se limitan a las realizaciones dadas en esta memoria descriptiva. En realizaciones en las que no se especifican condiciones experimentales específicas o condiciones operativas, la preparación se realiza según las condiciones convencionales o según las condiciones recomendadas por un proveedor de materiales.

#### I. Preparación de una batería

##### Ejemplo 1

##### 1. Preparación de una placa de electrodos positivos, incluyendo las siguientes etapas de:

Agitar completamente y mezclar uniformemente una sustancia activa ternaria de litio-níquel-cobalto-manganeso  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$  (NCM523), negro de humo conductor Super-P y un aglutinante de fluoruro de polivinilideno (PVDF) en una relación en peso de 94:3:3 en un disolvente de N-metilpirrolidona, para obtener una suspensión; aplicar la suspensión sobre un sustrato de lámina de aluminio y secar, prensar en frío, desprender y cortar para obtener una placa de electrodos positivos.

##### 2. Preparación de una placa de electrodos negativos, incluyendo las siguientes etapas de:

Etapla 1. Preparación de una suspensión negativa 1: Pesar un primer material activo negativo de grafito natural, un aglutinante SBR, un agente espesante CMC y negro de humo conductor en una relación de peso de 96,2:1,8:1,2:0,8, añadirlos y agua desionizada en un tanque de mezcla y mezclarlos para obtener una primera suspensión negativa; El grafito natural tenía un valor OI del polvo  $\text{COI}_1$  de 4,5,  $\text{Dv}_{50}$  de 12,5, un grado de grafitización del 96,5%, y  $(\text{Dv}_{90} - \text{Dv}_{10})/\text{Dv}_{50}$  de 0,95.

Etapla 2. Preparación de una suspensión negativa 2: Pesar un segundo material activo negativo de grafito artificial, un aglutinante SBR, un agente espesante CMC-Na y negro de humo conductor en una relación de peso de 96,2:1,8:1,2:0,8, añadirlos y agua desionizada en un tanque de mezcla y mezclarlos para obtener una segunda suspensión negativa; El grafito artificial tenía un valor OI del polvo  $\text{COI}_2$  de 2,9,  $\text{Dv}_{50}$  de 15,0, un grado de grafitización del 91,8%, y  $(\text{Dv}_{90} - \text{Dv}_{10})/\text{Dv}_{50}$  de 1,22.

Etapla 3. Extrudir simultáneamente la suspensión negativa 1 y la suspensión negativa 2 mediante el uso de un dispositivo de recubrimiento de doble cámara. Aplicar la suspensión negativa 1 sobre ambas superficies de un colector de corriente para formar una primera capa de película negativa y aplicar la suspensión negativa 2 sobre la primera capa de película negativa para formar una segunda capa de película negativa. La relación de masa de la primera capa de película negativa a la segunda capa de película negativa fue de 1:1.

Etapla 4. Cocer de las películas húmedas recubiertas en un horno en diferentes zonas de temperatura para obtener una placa de electrodos seca y prensar en frío para obtener las capas de película negativa requeridas y desprender y cortar después para obtener una placa de electrodos negativa.

##### 3. Separador

Se utilizó película de PE como separador.

#### 4. Preparación de un electrolito, incluyendo las siguientes etapas de:

Mezclar carbonato de etileno (EC), carbonato de metilo y etilo (EMC) y carbonato de dietilo (DEC) en una relación volumen de 1:1:1, y disolver después una sal de litio  $\text{LiPF}_6$  completamente seca en el disolvente orgánico mixto basado en una proporción de 1 mol/l, para obtener un electrolito.

#### 5. Preparación de una batería, incluyendo las siguientes etapas de:

Apilar la placa de electrodos positivos, el separador y la placa de electrodos negativos en orden, y devanar para obtener un núcleo de batería. Colocar el núcleo de batería en un paquete exterior, añadir el electrolito y realizar un procedimiento que incluye el empaquetado, soporte, formación y envejecimiento para obtener una batería secundaria.

Los métodos de preparación de los ejemplos 2 a 18 y los ejemplos comparativos 1 a 4 fueron similares a los del ejemplo 1, pero se variaron la composición y los parámetros del producto de la placa de electrodos negativos. Para obtener detalles sobre los diferentes parámetros del producto, véase las tablas 1 a 3.

#### II. Método de prueba de parámetros de rendimiento

##### 1. Pruebas de parámetros para un material activo negativo y una capa de película negativa

###### (1) Prueba de IO

Se puede obtener un OI del polvo del material activo negativo usando un difractómetro de rayos X del polvo (X'pert PRO). Se obtiene un patrón de difracción de rayos X según las reglas generales para un método de análisis de difracción de rayos X y un método de determinación de parámetros de red de grafito en JIS K 0131-1996 y JB/T4220-2011 respectivamente.  $\text{COI} = C_{004}/C_{110}$ , donde  $C_{004}$  es un área de pico de un pico de difracción característico 004, y  $C_{110}$  es un área de pico de un pico de difracción característico 110.

Específicamente, un método para probar el OI del polvo del material activo negativo es el siguiente: colocar una cantidad específica de los polvos de material activo negativo en el difractómetro de rayos X del polvo, obtener el área pico del pico de difracción del plano cristalino 004 y el área pico del pico de difracción del plano cristalino 110 utilizando el método de análisis de difracción de rayos X, y obtener además el COI del material activo negativo.

###### (2) Diámetro de partícula del material activo negativo

En cuanto al diámetro de partícula  $D_{v50}$  del material activo negativo, la distribución del diámetro de partículas se puede medir utilizando un instrumento de medición de la distribución del diámetro de partículas por difracción láser (Mastersizer 3000) y según un método de distribución del diámetro de partículas por difracción láser (para más detalles, véase GB/T 19077-2016), y un valor medio  $D_{v50}$  de distribución de volumen se utiliza para representar el diámetro medio de partículas.

###### (3) Densidad superficial de la capa de película negativa

La densidad superficial de la capa de película negativa =  $m/s$ , donde  $m$  representa el peso de la capa de película y  $s$  representa el área de la capa de película,  $m$  puede obtenerse pesando usando una balanza electrónica con una precisión de 0,01 g o más precisa.

###### (4) Densidad compactada de la capa de película negativa

La densidad compactada de la capa de película negativa =  $m/V$ , donde  $m$  representa el peso de la capa de película y  $V$  representa el volumen de la capa de película.  $m$  puede obtenerse pesando utilizando una balanza electrónica con una resolución de 0,01 g o más precisa. El producto del área superficial de la capa de película y el espesor de la capa de película es el volumen  $V$  de la capa de película. El espesor de la capa de película se puede medir utilizando un micrómetro espiral con una resolución de 0,5  $\mu\text{m}$ .

#### 2. Prueba de rendimiento de la batería

##### (1) Prueba de rendimiento de carga rápida

A una temperatura normal, cargar y descargar una batería de iones de litio preparada (que incluye tres electrodos) por primera vez con una corriente de 1C (es decir, un valor de corriente en el que una capacidad teórica se descarga completamente en 1 h), donde la carga es una carga a corriente constante y tensión constante, una tensión final es de 4,2 V, una corriente de corte es de 0,05 C y una tensión de fin de descarga de 2,8 V; y registrar una capacidad teórica de la batería como  $C_0$ . Cargar después la batería a una tensión de corte completamente eléctrico de 4,2 V o un potencial de corte negativo de 0 V secuencialmente con corrientes constantes de 0,5  $C_0$ , 1  $C_0$ , 1,5  $C_0$ , 2  $C_0$ , 2,5  $C_0$ , 3  $C_0$ , 3,5  $C_0$ , 4  $C_0$  y 4,5  $C_0$ . Después de completar cada carga, la batería debe descargarse a 2,8 V en 1C $_0$ . Registrar los potenciales de ánodo correspondientes cuando la batería esté cargada al 10%, 20%, 30%, ..., y el 80% de los estados SOC a diferentes tasas de carga, dibujar curvas de potencial de tasa-ánodo bajo diferentes estados SOC, y realizar un ajuste lineal para obtener las tasas de carga correspondientes bajo diferentes estados SOC cuando

un potencial de ánodo es 0 V, donde tales tasas de carga son ventanas de carga bajo los estados SOC, y se denotan como  $C_{10\%SOC}$ ,  $C_{20\%SOC}$ ,  $C_{30\%SOC}$ ,  $C_{40\%SOC}$ ,  $C_{50\%SOC}$ ,  $C_{60\%SOC}$ ,  $C_{70\%SOC}$ , y  $C_{80\%SOC}$ . Calcular. Basándose en una fórmula  $(60/C_{20\%SOC} + 60/C_{30\%SOC} + 60/C_{40\%SOC} + 60/C_{50\%SOC} + 60/C_{60\%SOC} + 60/C_{70\%SOC} + 60/C_{80\%SOC}) \times 10\%$ , se obtiene un tiempo de carga T para cargar la batería del 10% SOC al 80% SOC. Un tiempo más corto indica un mejor rendimiento de carga rápida de la batería.

#### (2) Prueba de rendimiento del ciclo

A una temperatura normal, cargar y descargar una célula de batería de iones de litio preparada por primera vez con una corriente de 1C (es decir, un valor de corriente en el que la capacidad teórica se descarga completamente en 1 h), donde la carga es una carga a corriente constante y tensión constante, una tensión final es de 4,2 V, una corriente de corte es de 0,05 C y una tensión de fin de descarga de 2,8 V; y registrar una capacidad de descarga  $C_b$  en el primer ciclo de la célula de batería. Realizar después una prueba de ciclo de vida a una temperatura normal. Realizar un ciclo 1C/1C y registrar una capacidad de descarga  $C_e$  de la celda de la batería en cualquier momento, donde una relación de  $C_e$  a  $C_b$  es una tasa de retención de capacidad después del ciclo. Detener la prueba cuando la tasa de retención de capacidad sea inferior o igual al 80% y registrar la cantidad de ciclos.

#### (3) Prueba de fuerza de unión

Obtener una placa de electrodos negativos recubierta y prensada en frío y cortar la misma en una muestra de prueba con una longitud de 100 mm y una anchura de 10 mm. Obtener una placa de acero inoxidable con una anchura de 25 mm, unir una cinta adhesiva de doble cara (con una anchura de 11 mm), unir la muestra de prueba a la cinta adhesiva de doble cara en la placa de acero inoxidable y hacer rodar un rodillo de compresión de 2000 g hacia delante y hacia atrás sobre una superficie de la muestra de prueba tres veces (300 mm/min). Doblar la muestra de prueba en 180 grados, separar manualmente una membrana negativa y un colector de corriente de la muestra de prueba en 25 mm mediante pelado, y fijar la muestra de prueba en una máquina de prueba, de forma que una superficie que se pela sea consistente con una línea de fuerza de la máquina de prueba. Realizar un pelado continuo a 300 mm/min utilizando la máquina de prueba, para obtener una curva de la fuerza de pelado. Use un valor promedio de un segmento estable como fuerza de pelado  $F_0$ . En este caso, la fuerza de unión F entre la membrana negativa y el colector de corriente de la muestra de prueba =  $F_0/\text{la anchura de la muestra de prueba}$  (una unidad de medición de F es N/m).

### III. Resultados de prueba de los Ejemplos y Ejemplos Comparativos

Las baterías de los Ejemplos y los Ejemplos Comparativos se prepararon según el método anterior y se midieron los parámetros de rendimiento. Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla 1**

|                       | Primer material activo | Ol del primer material activo, COI <sub>1</sub> | Diámetro medio de partícula D <sub>v50</sub> del primer material activo (µm) | Segundo material activo | Ol del segundo material activo, COI <sub>2</sub> | Diámetro medio de partícula D <sub>v50</sub> del segundo material activo (µm) | COI <sub>1</sub> /COI <sub>2</sub> | Fuerza de unión entre la capa de película negativa y el colector de corriente (N/m) | Rendimiento de carga rápida (minuto) | Rendimiento de ciclo (cantidad de ciclos) |
|-----------------------|------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|
| Ejemplos 1            | Grafito natural        | 4,0                                             | 13,7                                                                         | Grafito artificial      | 3                                                | 15,1                                                                          | 1,33                               | 9                                                                                   | 20,5                                 | 1664                                      |
| Ejemplo 2             | Grafito natural        | 4,3                                             | 13,0                                                                         | Grafito artificial      | 3                                                | 15,1                                                                          | 1,43                               | 12                                                                                  | 18,8                                 | 1805                                      |
| Ejemplo 3             | Grafito natural        | 5,0                                             | 12,5                                                                         | Grafito artificial      | 3                                                | 15,1                                                                          | 1,67                               | 15                                                                                  | 15,1                                 | 2120                                      |
| Ejemplo 4             | Grafito natural        | 5,5                                             | 12,5                                                                         | Grafito artificial      | 3                                                | 15,1                                                                          | 1,83                               | 20                                                                                  | 19,2                                 | 1830                                      |
| Ejemplo 5             | Grafito natural        | 7,0                                             | 12,5                                                                         | Grafito artificial      | 3                                                | 15,1                                                                          | 2,33                               | 25                                                                                  | 20,7                                 | 1501                                      |
| Ejemplo comparativo 1 | Grafito natural        | 3,8                                             | 14,2                                                                         | Grafito artificial      | 3                                                | 15,1                                                                          | 1,27                               | 5                                                                                   | 25,6                                 | 635                                       |
| Ejemplo comparativo 2 | Grafito natural        | 7,2                                             | 12,5                                                                         | Grafito artificial      | 3                                                | 15,1                                                                          | 2,40                               | 35                                                                                  | 24,3                                 | 760                                       |

Tabla 2

|                       | Primer material activo | Ol del primer material activo, COI <sub>1</sub> | Diámetro medio de partícula Dv50 del primer material activo (µm) | Segundo material activo | Ol del segundo material activo, COI <sub>2</sub> | Diámetro medio de partícula Dv50 del segundo material activo (µm) | COI <sub>1</sub> /COI <sub>2</sub> | Fuerza de unión entre la capa de película negativa y el colector de corriente (N/m) | Rendimiento de carga rápida (minuto) | Rendimiento de ciclo (cantidad de ciclos) |
|-----------------------|------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|
| Ejemplo 6             | Grafito natural        | 5                                               | 12,5                                                             | Grafito artificial      | 2,2                                              | 15,8                                                              | 2,27                               | 15,5                                                                                | 19,7                                 | 1784                                      |
| Ejemplo 7             | Grafito natural        | 5                                               | 12,5                                                             | Grafito artificial      | 2,5                                              | 15,5                                                              | 2,00                               | 15,3                                                                                | 17,4                                 | 1843                                      |
| Ejemplo 8             | Grafito natural        | 5                                               | 12,5                                                             | Grafito artificial      | 3                                                | 15,1                                                              | 1,67                               | 15,0                                                                                | 15,1                                 | 2120                                      |
| Ejemplo 9             | Grafito natural        | 5                                               | 12,5                                                             | Grafito artificial      | 3,6                                              | 15,1                                                              | 1,39                               | 14,8                                                                                | 19,5                                 | 1790                                      |
| Ejemplo 10            | Grafito natural        | 5                                               | 12,5                                                             | Grafito artificial      | 4,2                                              | 15,1                                                              | 1,19                               | 14,1                                                                                | 21,6                                 | 1295                                      |
| Ejemplo comparativo 3 | Grafito natural        | 5                                               | 12,5                                                             | Grafito artificial      | 2                                                | 16,3                                                              | 2,50                               | 15,1                                                                                | 24,7                                 | 707                                       |
| Ejemplo comparativo 4 | Grafito natural        | 5                                               | 12,5                                                             | Grafito artificial      | 4,5                                              | 15,1                                                              | 1,11                               | 14,5                                                                                | 26,5                                 | 434                                       |

Tabla 3

|            | Primer material activo | Ol del primer material activo, COI <sub>1</sub> | Diámetro medio de partícula Dv50 del primer material activo (µm) | Segundo material activo | Ol del segundo material activo, COI <sub>2</sub> | Diámetro medio de partícula Dv50 del segundo material activo (µm) | COI <sub>1</sub> /COI <sub>2</sub> | Fuerza de unión entre la capa de película negativa y el colector de corriente (N/m) | Rendimiento de carga rápida (minuto) | Rendimiento de ciclo (cantidad de ciclos) |
|------------|------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|
| Ejemplo 11 | Grafito natural        | 6,5                                             | 12,5                                                             | Grafito artificial      | 2,4                                              | 15,7                                                              | 2,71                               | 24,3                                                                                | 20,1                                 | 1714                                      |
| Ejemplo 12 | Grafito natural        | 6,1                                             | 12,5                                                             | Grafito artificial      | 2,5                                              | 15,5                                                              | 2,44                               | 23,1                                                                                | 19,1                                 | 1820                                      |
| Ejemplo 13 | Grafito natural        | 5,0                                             | 12,5                                                             | Grafito artificial      | 2,8                                              | 15,1                                                              | 1,79                               | 18,6                                                                                | 14,9                                 | 2223                                      |
| Ejemplo 14 | Grafito natural        | 4,9                                             | 12,5                                                             | Grafito artificial      | 2,9                                              | 15,1                                                              | 1,69                               | 18,4                                                                                | 14,6                                 | 2248                                      |
| Ejemplo 15 | Grafito natural        | 4,6                                             | 12,5                                                             | Grafito artificial      | 3,3                                              | 15,1                                                              | 1,39                               | 16,0                                                                                | 17,3                                 | 2135                                      |
| Ejemplo 16 | Grafito natural        | 4,5                                             | 12,5                                                             | Grafito artificial      | 3,4                                              | 15,1                                                              | 1,32                               | 13,5                                                                                | 18,9                                 | 1803                                      |
| Ejemplo 17 | Grafito natural        | 4,3                                             | 13                                                               | Grafito artificial      | 3,8                                              | 15,1                                                              | 1,13                               | 10,1                                                                                | 19,2                                 | 1787                                      |
| Ejemplo 18 | Grafito natural        | 4,1                                             | 13,5                                                             | Grafito artificial      | 3,9                                              | 15,1                                                              | 1,05                               | 8,6                                                                                 | 21,5                                 | 1608                                      |

Se puede aprender de los datos de los Ejemplos 1 a 5 y de los Ejemplos comparativos 1 a 2 que, cuando se utiliza grafito natural como primer material activo negativo para la primera capa de película negativa y se utiliza grafito artificial como segundo material activo negativo para la segunda capa de película negativa, los valores  $OI$  del polvo de los dos materiales activos negativos deben estar dentro de los intervalos de esta solicitud para que coincidan, para lograr tanto un buen rendimiento de carga rápida como un buen rendimiento de ciclo. El  $COI_1$  en el Ejemplo comparativo 1 es demasiado pequeño y el  $COI_1$  en el Ejemplo comparativo 2 es demasiado grande. En los Ejemplos comparativos 1 y 2, el rendimiento del ciclo de la batería se deterioró significativamente y el rendimiento de carga rápida fue relativamente bajo. Se puede aprender de los datos de fuerza de unión de la capa de película de los Ejemplos comparativos y de los Ejemplos que, un  $COI_1$  mayor indica una fuerza de unión más fuerte de la capa de película. Para garantizar un buen rendimiento de carga rápida y rendimiento de ciclo, el  $COI_1$  debe estar en un intervalo de 4,0 a 7,0, preferiblemente, en un intervalo de 4,3 a 5,5.

Se puede aprender de los datos de los Ejemplos 6 a 10 y de los Ejemplos comparativos 3 a 4 que, cuando se utiliza grafito natural como primer material activo negativo para la primera capa de película negativa y se utiliza grafito artificial como segundo material activo negativo para la segunda capa de película negativa, los valores  $OI$  del polvo de los dos materiales activos negativos deben estar dentro de los intervalos de esta solicitud para que coincidan, para lograr tanto un buen rendimiento de carga rápida como un buen rendimiento de ciclo. El  $COI_2$  en el Ejemplo comparativo 3 es demasiado pequeño y el  $COI_2$  en el Ejemplo comparativo 2 es demasiado grande. En los Ejemplos comparativos 2 y 3, el rendimiento del ciclo de la batería se deterioró significativamente y el rendimiento de carga rápida fue relativamente bajo. Para garantizar un buen rendimiento de carga rápida y rendimiento de ciclo, el  $COI_2$  debe estar en un intervalo de 2,2 a 4,2, preferiblemente, en un intervalo de 2,5 a 3,6.

Se puede aprender de una comparación entre el Ejemplo 13 y el Ejemplo 3, y una comparación entre el Ejemplo 2 y el Ejemplo 14 que, dentro de un intervalo específico, un  $COI_1/COI_2$  mayor indica una carga rápida y rendimiento de ciclo mejores. Sin embargo, se puede aprender de todos los Ejemplos y Ejemplos comparativos que el rendimiento general es relativamente bueno cuando el valor de  $COI_1/COI_2$  está en un intervalo de 1,1 a 2,5, especialmente cuando  $1,3 \leq COI_1/COI_2 \leq 1,6$ .

## REIVINDICACIONES

1. Una batería secundaria (5), que comprende una placa de electrodos negativos, en donde la placa de electrodos negativos comprende un colector de corriente negativa y capas de película negativa, en donde las capas de película comprenden incluyen una primera capa de película negativa y una segunda capa de película negativa, la primera capa de película negativa está dispuesta sobre al menos una superficie del colector de corriente negativa y comprende un primer material activo negativo, y la segunda capa de película negativa está dispuesta sobre la primera capa de película negativa y comprende un segundo material activo negativo;
- 5 el primer material activo negativo comprende grafito natural y el segundo material activo negativo comprende grafito artificial;
- 10 el primer material activo negativo tiene un valor  $OI\ COI_1$  del polvo que satisface  $4,0 \leq COI_1 \leq 7,0$ ; y
- el segundo material activo negativo tiene un valor  $OI\ COI_2$  del polvo que satisface  $2,2 \leq COI_2 \leq 4,2$ ,  
en donde
- $COI_1$  es una relación del área pico del pico de difracción característico 004 al área pico del pico de difracción característico 110 en un patrón de difracción de rayos X del primer material activo negativo medida por el método definido en la descripción; y
- 15  $COI_2$  es una relación del área pico del pico de difracción característico 004 al área pico del pico de difracción característico 110 en un patrón de difracción de rayos X del segundo material activo negativo medida por el método definido en la descripción.
2. La batería secundaria (5) según la reivindicación 1, en donde el primer material activo negativo satisface  $4,3 \leq COI_1 \leq 5,5$ .
- 20 3. La batería secundaria (5) según la reivindicación 1 o 2, en donde el segundo material activo negativo satisface  $2,5 \leq COI_2 \leq 3,6$ .
4. La batería secundaria (5) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el primer material activo negativo y el segundo material activo negativo satisfacen además  $1,1 \leq COI_1/COI_2 \leq 2,5$ , preferiblemente,  $1,3 \leq COI_1/COI_2 \leq 1,6$ .
- 25 5. La batería secundaria (5) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el grafito artificial tiene forma de escama.
6. La batería secundaria (5) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde un porcentaje en masa del grafito natural en el primer material activo negativo es  $\geq 60\%$ , preferiblemente  $80\%-100\%$ ; y/o
- 30 un porcentaje en masa del grafito artificial en el segundo material activo negativo es  $\geq 70\%$ , preferiblemente  $90\%-100\%$ .
7. La batería secundaria (5) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el primer material activo negativo satisface uno o más de los siguientes (1) a (5):
- (1) un diámetro de partícula promedio medido por el método definido en la descripción  $Dv_{50}$  de  $9\ \mu m-16\ \mu m$ , preferiblemente  $11\ \mu m-14\ \mu m$ ;
- 35 (2) una distribución del diámetro de partículas medida por el método definido en la descripción que satisfaga  $0,8 \leq (Dv_{90} - Dv_{10})/Dv_{50} \leq 1,5$ , preferiblemente  $0,9 < (Dv_{90}-Dv_{10})/Dv_{50} \leq 1,3$ ;
- (3) una superficie específica BET de  $1,6\ m^2/g-4,0\ m^2/g$ , preferiblemente  $2,1\ m^2/g-2,7\ m^2/g$ ;
- (4) una densidad aparente de  $0,8\ g/cm^3-1,3\ g/cm^3$ , preferiblemente  $0,9\ g/cm^3-1,2\ g/cm^3$ ; y
- 40 (5) una densidad del polvo compactado de  $1,7\ g/cm^3-2,0\ g/cm^3$ , preferiblemente  $1,8\ g/cm^3-1,9\ g/cm^3$  bajo una fuerza de  $30.000\ N$ , medida por el método definido en la descripción.
8. La batería secundaria (5) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el segundo material activo negativo satisface uno o más de los siguientes (1) a (5):
- (1) un diámetro de partícula promedio medido por el método definido en la descripción  $Dv_{50}$  de  $11\ \mu m-19\ \mu m$ , preferiblemente  $13\ \mu m-17\ \mu m$ ;
- 45 (2) una distribución del diámetro de partículas medida por el método definido en la descripción que satisfaga  $0,9 \leq (Dv_{90} - Dv_{10})/Dv_{50} \leq 2$ , preferiblemente,  $1,1 \leq (Dv_{90} - Dv_{10})/Dv_{50} \leq 1,6$ ;

(3) una superficie específica BET de  $0,6 \text{ m}^2/\text{g}$ - $2,2 \text{ m}^2/\text{g}$ , preferiblemente  $0,7 \text{ m}^2/\text{g}$ - $1,3 \text{ m}^2/\text{g}$ ;

(4) una densidad aparente de  $0,7 \text{ g}/\text{cm}^3$ - $1,4 \text{ g}/\text{cm}^3$ , preferiblemente  $0,8 \text{ g}/\text{cm}^3$ - $1,2 \text{ g}/\text{cm}^3$ ; y

(5) una densidad del polvo compactado bajo una fuerza de 30.000 N es de  $1,65 \text{ g}/\text{cm}^3$ - $1,85 \text{ g}/\text{cm}^3$ , preferiblemente  $1,71 \text{ g}/\text{cm}^3$ - $1,80 \text{ g}/\text{cm}^3$  medida por el método definido en la descripción.

- 5 9. La batería secundaria (5) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde una superficie del primer material activo negativo y/o del segundo material activo negativo se recubre con una capa de recubrimiento, preferiblemente, las superficies del primer material activo negativo y del segundo material activo negativo están ambas recubiertas con una capa de recubrimiento.
- 10 10. La batería secundaria (5) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde una relación de masa de la primera capa de película negativa a la segunda capa de película negativa es 1:3-9:5, preferiblemente 1:2-3:2.
11. La batería secundaria (5) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde el primer material activo negativo comprende además uno o más de grafito artificial, carbono blando, carbono duro, un material a base de silicio y un material a base de estaño; y/o el segundo material activo negativo comprende además uno o más de grafito natural, carbono blando, carbono duro, un material a base de silicio y un material a base de estaño.
- 15 12. Un aparato, que comprende la batería secundaria (5) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

5

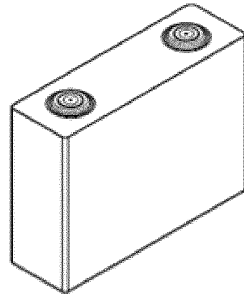


FIG. 1

4

5

5

5

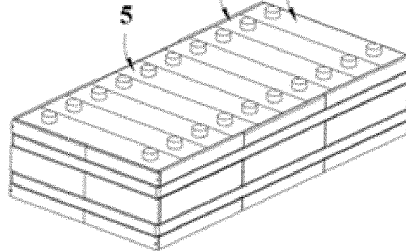


FIG. 2

1

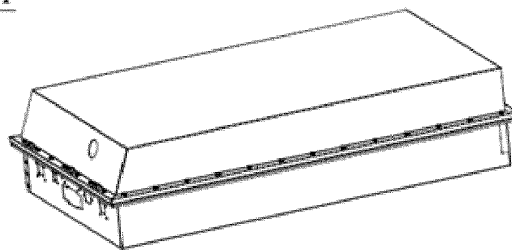


FIG. 3

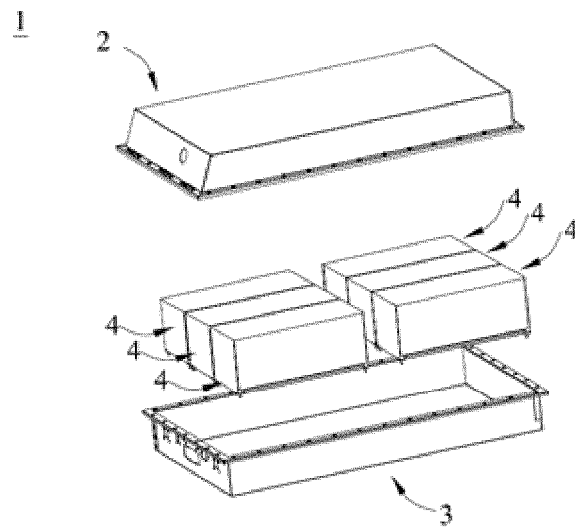


FIG. 4

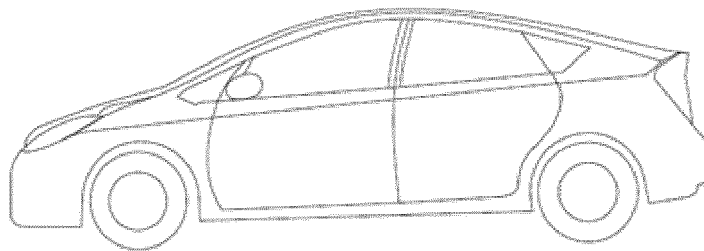


FIG. 5