

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 884 131**

51 Int. Cl.:

H01M 10/0569 (2010.01)

H01M 4/58 (2010.01)

H01M 4/131 (2010.01)

H01M 4/36 (2006.01)

H01M 4/505 (2010.01)

H01M 4/525 (2010.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

H01M 10/0567 (2010.01)

H01M 4/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2019 PCT/CN2019/105138**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.03.2020 WO20057398**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2019 E 19862023 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.07.2021 EP 3678251**

54 Título: **Batería secundaria de iones de litio**

30 Prioridad:

19.09.2018 CN 201811094862

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

10.12.2021

73 Titular/es:

CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED (100.0%)

**No. 2, Xingang Road, Zhangwan Town, Jiaocheng District
Ningde, Fujian 352100, CN**

72 Inventor/es:

**LI, ZHIQIANG y
HAN, CHANGLONG**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 884 131 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 de iones de litio

5 **Campo técnico**

[0001] Esta aplicación pertenece al campo técnico de las baterías, y en particular se refiere a una batería secundaria de iones de litio.

10 **ANTECEDENTES**

15 [0002] Las baterías secundarias de iones de litio pueden proporcionar voltaje y corriente estables, tienen una plataforma de alto voltaje, alta densidad de energía y un amplio rango de temperatura sin efecto de memoria, y son amigables con el medio ambiente y fáciles de transportar. Se han convertido en la principal fuente de energía para diversos productos electrónicos de consumo, vehículos eléctricos y equipos mecánicos.

20 [0003] Con la creciente aplicación de baterías secundarias de iones de litio, tal como los descritos por CN 107 104 245 A, se plantean los requisitos más altos para el funcionamiento de la seguridad de las baterías secundarias de iones de litio. Por lo tanto, cómo mejorar aún más el rendimiento de seguridad de las baterías secundarias de iones de litio se ha convertido en un tema técnico importante en la investigación y el desarrollo de baterías.

RESUMEN

25 [0004] El material activo de electrodo positivo tiene una influencia importante en el funcionamiento de la seguridad de una batería secundaria de ion de litio. Los inventores han descubierto que el rendimiento de seguridad de una batería secundaria de iones de litio se puede mejorar utilizando un material activo de electrodo positivo que contiene un elemento de manganeso. Sin embargo, dado que el manganeso en el electrodo positivo experimenta fácilmente una reacción de desproporción, el Mn^{2+} generado se disuelve en el electrolito y migra a la interfaz del electrodo negativo, luego se somete a un intercambio iónico con litio en el electrodo negativo, ocupa la posición de intercalación de litio en el electrodo negativo y no es fácil de soltar de tal posición, dando como resultado una capacidad de almacenamiento de litio disminuida del electrodo negativo. Además, los iones de litio liberados por el intercambio iónico ya no pueden participar en la desintercalación entre el electrodo positivo y el electrodo negativo, provocando una pérdida de capacidad de la batería. Esto provoca el deterioro tanto en el rendimiento del ciclo como en el rendimiento del almacenamiento de las baterías secundarias de iones de litio, e incluso peor a altas temperaturas (por encima de 40°C).

35 [0005] Los inventores han llevado a cabo una gran cantidad de investigación, con el objetivo de mejorar los efectos adversos del material activo del electrodo positivo que contiene mangano sobre el electrodo negativo en una batería secundaria de ion litio, y la mejora de la estabilidad del electrodo negativo, proporcionando por ello una batería secundaria de iones litio con alto rendimiento de seguridad y rendimiento de ciclo y rendimiento de almacenamiento.

40 [0006] Por lo tanto, una realización de la presente solicitud proporciona una batería secundaria de ion litio que comprende un núcleo de la batería y un electrolito, en donde el núcleo de la batería comprende un material activo de electrodo positivo que se basa en litio y manganeso (también referido como "litio material activo de electrodo positivo a base de manganeso" en lo sucesivo), y el electrolito comprende un disolvente, una sal de litio y un aditivo, y el aditivo comprende carbonato de vinileno; en donde el porcentaje en peso q del electrolito basado en el peso total de la capa del material activo del electrodo positivo en el núcleo de la batería, el porcentaje en peso r de carbonato de vinileno presente en el electrolito, la densidad de compactación s de la capa del material activo de electrodo negativo en el núcleo de la batería y el porcentaje en peso p del elemento manganeso presente en el material activo del electrodo positivo satisface la fórmula (1):

50
$$0.05 \leq \frac{q \cdot r \cdot s}{p} \leq 6$$
 Formula (1)

en la fórmula (1), las unidades de q, r y p son % en peso, y la unidad de s es g/cm³.

55 [0007] En la batería secundaria de iones de litio proporcionada en la forma de realización de la presente solicitud, el electrodo positivo de material activo comprende un electrodo positivo de material activo a base de litio-manganeso. Dicho material activo de electrodo positivo tiene una mejor estabilidad estructural, puede resistir una fuerza destructiva estructural relativamente severa y reduce la fuga térmica causada por la destrucción estructural del material. Además, el electrolito en la superficie del material activo del electrodo positivo tiene un efecto de oxidación menor, lo que puede reducir las reacciones secundarias del electrolito en la superficie del material activo del electrodo positivo, suprimiendo así la generación de gas y reduciendo la generación de calor. Como resultado, el rendimiento de seguridad de la batería secundaria de iones de litio se mejora de manera efectiva.

65 [0008] Una película de interfaz densa con estructura más optimizada y composición en la interfaz del electrodo negativo se puede generar mediante el uso de una batería secundaria de ion litio que comprende un núcleo de la batería y un electrolito que satisface la fórmula de relación (1), mientras que el electrolito comprende un carbonato de vinileno aditivo. Esta

película interfaz puede proteger de manera eficaz el electrodo negativo, y reducir significativamente el intercambio de iones entre Mn^{2+} y de litio en el electrodo negativo, suprimiendo de este modo la destrucción del electrodo negativo causado por el manganeso y mejorando la estabilidad del electrodo negativo. Además, la batería secundaria de iones de litio también puede tener una menor resistencia interfacial del electrodo negativo y una viscosidad adecuada del electrolito. Por lo tanto, se mejora la relación de retención de capacidad de la batería secundaria de iones de litio durante el ciclo y el almacenamiento, de modo que la batería secundaria de iones de litio tiene un rendimiento de ciclo y un rendimiento de almacenamiento relativamente alto, y la batería también puede tener un rendimiento de seguridad y un rendimiento de ciclo y rendimiento de almacenamiento relativamente altos a alta temperatura.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0009] Con el fin de esclarecer los objetos, las soluciones técnicas y los efectos técnicos beneficiosos de esta aplicación, esta aplicación se describirá en más detalle a continuación con referencia a las realizaciones. Sin embargo, debe entenderse que las realizaciones de esta solicitud se proporcionan únicamente con el propósito de ilustrar la invención y no pretenden limitar el alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

[0010] En aras de la brevedad, sólo ciertos intervalos numéricos se dan a conocer explícitamente en el presente documento. Sin embargo, cualquier límite inferior puede combinarse con cualquier límite superior para formar un rango que no se describe explícitamente; y cualquier límite inferior puede combinarse con otros límites inferiores para formar un rango no especificado, y cualquier límite superior puede combinarse con cualquier otro límite superior para formar un rango no especificado. Además, aunque no se especifica explícitamente, cada punto o valor único entre los puntos finales del rango se incluye en el rango. Por lo tanto, cada punto o valor único puede combinarse con cualquier otro punto o valor único o combinarse con otros límites inferiores o superiores para formar un rango que no se especifica explícitamente.

[0011] En la descripción de la presente solicitud, es de notar que, a menos se indique lo contrario, los términos "arriba" y "abajo" están incluidos el caso en que es igual a, y la palabra "más" en el fragmento "uno o más" significa dos o más.

[0012] Los contenidos anteriores de la aplicación no están destinados a describir todos y cada uno de los ejemplos o realizaciones descritos en este documento. A continuación se describirán más realizaciones ejemplares con más detalle a modo de ejemplo. En una pluralidad de lugares a lo largo de la presente solicitud, se proporciona una serie de ejemplos para dar enseñanzas, y estos ejemplos se pueden combinar de cualquier forma, si es posible. En cada ejemplo, la ejemplificación es solo para fines ilustrativos y no debe interpretarse como una enumeración.

[0013] Una realización de la presente solicitud proporciona una batería de iones de litio secundaria que comprende un núcleo de la batería y un electrolito.

[0014] El núcleo de la batería comprende una o más placas de electrodo más positivo, una o más placas de electrodo más negativo, y una separada entre las placas de electrodo positivo y placas de electrodo negativo.

[0015] La placa de electrodo positivo comprende un colector de corriente de electrodo positivo y una capa de material activo de electrodo positivo dispuesto sobre al menos una superficie del colector de corriente del electrodo positivo. Como ejemplo, el colector de corriente del electrodo positivo tiene dos superficies opuestas en la dirección del espesor del colector de corriente del electrodo positivo, y la capa de material activo del electrodo positivo está laminada en una o ambas de las dos superficies del colector de corriente del electrodo positivo.

[0016] La capa del material activo de electrodo positivo (también denominado como el "capa de material activo de electrodo positivo" en el presente documento) contiene un material activo del electrodo positivo, lo que puede llevar a cabo de-intercalación/intercalación reversible de iones de litio durante la operación. El colector de corriente del electrodo positivo recoge y conduce la corriente.

[0017] La placa de electrodo negativo comprende un colector de corriente de electrodo negativo y una capa de material activo de electrodo negativo dispuesto sobre al menos una superficie del colector de corriente del electrodo negativo. Como ejemplo, el colector de corriente del electrodo negativo tiene dos superficies opuestas en la dirección del espesor del colector de corriente del electrodo negativo, y la capa de material activo del electrodo negativo está laminada en una o ambas de las dos superficies del colector de corriente del electrodo negativo.

[0018] La capa de material activo de electrodo negativo (también denominado como el "capa de material activo de electrodo negativo" en el presente documento) contiene un material activo del electrodo negativo, que puede llevar a cabo de-intercalación/intercalación reversible de iones litio durante la operación. El colector de corriente del electrodo negativo recoge y conduce la corriente.

[0019] El electrolito comprende un disolvente, una sal de litio y un aditivo. El solvente transporta iones de litio entre los electrodos positivo y negativo de la batería.

[0020] La placa de electrodo positivo, el separador y la placa de electrodo negativo se apilan alternativamente, de modo que el separador se coloca entre la placa de electrodo positivo y la placa de electrodo negativo para tomar una función de aislar la placa de electrodo positivo y la placa de electrodo negativo, obteniendo así un núcleo de batería. También se puede obtener un núcleo de batería mediante enrollado. El núcleo de la batería se coloca en un paquete; después de la inyección de un electrolito, el electrolito se humedece suficientemente en los poros de la capa de material activo del electrodo positivo, la capa de material activo del electrodo negativo y el separador, y luego el paquete se sella para dar una batería secundaria de iones de litio.

[0021] Además, el material activo de electrodo positivo es un material activo del electrodo positivo a base de litio-manganeso; los aditivos en el electrolito comprenden carbonato de vinileno (CV); y el núcleo de la batería y el electrolito satisfacen la fórmula (1):

$$0.05 \leq \frac{q \cdot r \cdot s}{p} \leq 6 \quad \text{Formula (1)}$$

en la fórmula (1), q representa el porcentaje en peso del electrolito basado en el peso total de la capa de material activo del electrodo positivo en el núcleo de la batería, expresado en % en peso; r representa el porcentaje en peso de carbonato de vinileno presente en el electrolito, expresado en % en peso; s representa la densidad de compactación de la capa de material activo del electrodo negativo en el núcleo de la batería, expresada en g/cm³; y p representa el porcentaje en peso del elemento manganeso presente en el material activo del electrodo positivo, expresado en % en peso.

[0022] El peso total de la capa de material activo del electrodo positivo en el núcleo de la batería se refiere a la suma de los pesos de todas las capas de los materiales activos de electrodos positivos en los electrodos positivos en el núcleo de la batería.

[0023] En la presente solicitud, el cálculo de la fórmula (1) sólo implica el cálculo de los valores numéricos. Por ejemplo, en caso de que el porcentaje en peso q del electrolito basado en el peso total de la capa de material activo del electrodo positivo en el núcleo de la batería sea del 51% en peso, el porcentaje en peso r de carbonato de vinileno presente en el electrolito es del 2,2% en peso, la densidad de compactación s de la capa de material activo de electrodo negativo en el núcleo de la batería es de 1,6 g/cm³, y el porcentaje en peso p del elemento de manganeso presente en el material activo del electrodo positivo es del 30% en peso, a continuación,

$$\frac{q \cdot r \cdot s}{p} = \frac{51 \times 2.2 \times 1.6}{30} = 5.984$$

[0024] En la secundaria batería de ion de litio de formas de realización de la presente solicitud, el material activo del material activo de electrodo positivo comprende del electrodo positivo a base de litio-manganeso. El material activo de electrodo positivo a base de litio-manganeso tiene una mejor estabilidad estructural, puede soportar una fuerza destructiva estructural relativamente severa y reduce la fuga térmica causada por la destrucción estructural del material. Además, el electrolito en la superficie del material activo del electrodo positivo a base de litio-manganeso tiene un efecto de oxidación más bajo, lo que puede reducir las reacciones secundarias del electrolito en la superficie del material activo del electrodo positivo, suprimiendo así la generación de gas y reduciendo la generación de calor. Como resultado, el rendimiento de seguridad de la batería secundaria de iones de litio se mejora de manera efectiva. Se puede generar una película de interfaz densa con una estructura y composición más optimizadas en la interfaz del electrodo negativo utilizando una batería secundaria de iones de litio que comprende un núcleo de batería y un electrolito que satisface la fórmula de relación (1), mientras que el electrolito comprende un aditivo de carbonato de vinileno. Esta película de interfaz puede proteger eficazmente el electrodo negativo y reducir significativamente el intercambio iónico entre Mn²⁺ y litio en el electrodo negativo, suprimiendo así la destrucción del electrodo negativo causada por el manganeso y mejorando la estabilidad del electrodo negativo. Además, la fórmula de relación (1) satisfecha por un núcleo de batería y un electrolito también asegura que la batería secundaria de iones de litio tenga una menor resistencia interfacial del electrodo negativo y una viscosidad adecuada del electrolito. Por lo tanto, la batería secundaria de iones de litio de la presente solicitud no solo tiene una capacidad y rendimiento cinético relativamente altos, sino que también tiene una relación de retención de capacidad mejorada durante el ciclo y el almacenamiento, de modo que la batería secundaria de iones de litio tiene un rendimiento de ciclo y un rendimiento de almacenamiento relativamente altos.

[0025] Por lo tanto, la batería secundaria de iones de litio de realizaciones de la presente aplicación puede tener relativamente alta eficacia de la seguridad y el rendimiento de ciclo y el rendimiento de almacenamiento al mismo tiempo, y la batería también puede tener relativamente alta eficacia de la seguridad y el rendimiento de ciclo y el rendimiento de almacenamiento en alta temperatura.

[0026] Preferiblemente, el porcentaje en peso q del electrolito basado en el peso total de la capa de material activo del electrodo positivo en el núcleo de la batería, el porcentaje en peso r de carbonato de vinileno presente en el electrolito, la densidad de compactación s de la capa de material negativo de electrodo activo en el núcleo de la batería y el porcentaje en peso p del elemento manganeso presente en el material activo del electrodo positivo satisfacen la fórmula (2):

$$0.25 \leq \frac{q \cdot r \cdot s}{p} \leq 5$$

Formula (2)

5 en la fórmula (2), las unidades de q, r y p son % en peso, y la unidad de s es g/cm³.

10 **[0027]** En la batería secundaria de iones de litio en realizaciones de la presente solicitud, el porcentaje en peso q del electrolito basado en el peso total de la capa de material activo del electrodo positivo en el núcleo de la batería es preferiblemente de 20% en peso a 70% en peso. Por un lado, esto hace que las células de la batería se mojen completamente por el electrolito y asegura un ejercicio efectivo de la capacidad de la batería y mejora la capacidad y la relación de retención de capacidad de la batería; por otro lado, esto también facilita la mejora del rendimiento de seguridad de la batería.

15 **[0028]** En la batería secundaria de iones de litio en realizaciones de la presente solicitud, la relación entre el número de moléculas de vinileno de carbonato para el número de átomos de manganeso es preferiblemente de 0,1:100 a 1,3:100. Esto puede reducir aún más el intercambio de iones entre Mn²⁺ y litio en el electrodo negativo, mejorar el rendimiento del ciclo y el rendimiento de almacenamiento de la batería y facilitar una mayor capacidad de la batería.

20 **[0029]** En la batería secundaria de iones de litio en realizaciones de la presente solicitud, el porcentaje en peso p de elemento de manganeso presente en la capa de material activo del electrodo positivo es preferiblemente de 5% en peso a 50% en peso. Un porcentaje en peso adecuado p del elemento manganeso presente en la capa de material activo del electrodo positivo puede dar como resultado una batería que tiene un rendimiento de seguridad relativamente alto, una capacidad más alta y un rendimiento de almacenamiento a alta temperatura al mismo tiempo.

25 **[0030]** Más preferiblemente, el porcentaje en peso p de elemento de manganeso presente en el material activo del electrodo positivo es de 6% en peso a 35% en peso.

30 **[0031]** La capa de material activo del electrodo positivo tiene preferiblemente una densidad de compactación de 3,0 g/cm³ a 3,6 g/cm³. Una densidad de compactación adecuada de la capa de material activo del electrodo positivo puede conducir a una porosidad relativamente baja dentro de la capa de material activo del electrodo positivo bajo la condición de que el espesor de la placa del electrodo positivo sea constante. Esto es favorable para reducir la velocidad de disolución de Mn del material activo del electrodo positivo, mejorando así el rendimiento del ciclo y el rendimiento de almacenamiento de la batería. La capa de material activo del electrodo positivo que tiene una densidad de compactación de 3,0 g/cm³ a 3,6 g/cm³ también permite que la batería tenga una alta capacidad reversible.

35 **[0032]** En algunas realizaciones preferidas, el material activo del electrodo positivo comprende uno o más de primer material activo de electrodo positivo basado en litio-manganeso y segundo material activo de electrodo positivo basado en litio-manganeso.

40 **[0033]** El primer material activo del electrodo positivo de litio-manganeso basado en un compuesto de fórmula química (1):

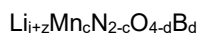


Fórmula química (1)

45 en la fórmula química (1), $-0,1 \leq x \leq 0,2$, $0 < a < 1$, $0 \leq b < 1$, $0 < a+b < 1$, $0 \leq y < 0,2$, y M es uno o más de Co, Fe, Cr, Ti, Zn, V, Al, Zr y Ce; A comprende uno o más de S, N, F, Cl, Br y I.

50 **[0034]** Además, preferiblemente, en la fórmula química (1), $0,5 \leq b < 1$. Además, preferiblemente, en la fórmula química (1), $0,5 \leq b < 1$, M es uno o ambos de Co y Al, y A es uno o ambos de S y F.

55 **[0035]** El segundo material activo de electrodo positivo basado en litio-manganeso es un compuesto de fórmula química (2):



Fórmula química (2)

60 en la fórmula química (2), $-0,1 \leq z \leq 0,2$, $0 < c \leq 2$, $0 \leq d < 1$, y N comprende uno o más de Ni, Fe, Cr, Ti, Zn, V, Al, Mg, Zr y Ce, y B comprende uno o más de S, N, F, Cl, Br y I.

65 **[0036]** En algunas realizaciones más preferidas, el material activo de electrodo positivo comprende el primer material activo de electrodo positivo a base de litio-manganeso y segundo material activo de electrodo positivo a base de litio-manganeso. El material activo del electrodo positivo que comprende tanto el primer material activo del electrodo positivo a base de litio-manganeso como el segundo material activo del electrodo positivo a base de litio-manganeso puede ejercer completamente el efecto sinérgico entre el primer material activo del electrodo positivo a base de litio-manganeso y el segundo material activo de material activo de electrodo positivo a base de litio-manganeso. Esto puede dar como

resultado un material activo de electrodo positivo que tiene una mayor capacidad en gramos y estabilidad estructural, al tiempo que reduce la oxidación del electrolito en la superficie del material activo del electrodo positivo. Esto también puede reducir efectivamente la polarización en la batería, reduciendo así la pérdida de capacidad debido a la polarización. En particular, dicho efecto sinérgico puede reducir adicionalmente la disolución de iones de manganeso del material activo del electrodo positivo, reduciendo así eficazmente la pérdida del material activo del electrodo positivo y mejorando la capacidad de esfuerzo y la relación de retención de capacidad de la batería. Como resultado, el rendimiento del ciclo y el rendimiento del almacenamiento de la batería se mejoran aún más.

[0037] Además, la relación en peso del primer material activo del electrodo positivo basado en litio-manganeso al segundo material activo del electrodo positivo basado en litio-manganeso es preferiblemente de 99,5: 0,5 a 1:4, más preferiblemente de 7:3 a 9:11. Una relación de peso adecuada del primer material activo de electrodo positivo a base de litio-manganeso y el segundo material activo de electrodo positivo a base de litio-manganeso puede ejercer mejor un efecto sinérgico entre el primer material activo de electrodo positivo a base de litio-manganeso y el segundo material activo de electrodo positivo a base de litio-manganeso.

[0038] Además, la capa de material activo de electrodo positivo puede comprender además un agente conductor y/o un aglutinante. En la presente solicitud, los tipos de agente conductor y aglutinante en la capa de material activo del electrodo positivo no están específicamente limitados y pueden seleccionarse de acuerdo con las demandas reales. Como ejemplo, el agente conductor usado para la capa de material activo del electrodo positivo puede ser uno o más de entre grafito, carbón superconductor, negro de acetileno, negro de carbón, negro de ketjen, puntos de carbón, nanotubos de carbón, grafeno y nanofibras de carbón; el aglutinante utilizado para la capa de material activo del electrodo positivo puede ser uno o más de caucho de butilostireno (SBR), resina acrílica a base de agua, carboximetilcelulosa (CMC), fluoruro de polivinilideno (PVDF), politetrafluoroetileno (PTFE), butiral polivinílico (PVB), copolímero de etileno-acetato de vinilo (EVA) y alcohol polivinílico (PVA).

[0039] En algunas formas de realización opcionales, la relación en masa del agente conductor al material activo del electrodo positivo en la capa de material activo del electrodo positivo es 1,5: 95,5 o más, y el porcentaje en peso del aglutinante en la capa de material activo de electrodo positivo es 2% en peso o menos. Al hacer que el contenido del agente conductor y el aglutinante en la capa de material activo del electrodo positivo esté dentro de un rango predeterminado, es beneficioso que el material activo del electrodo positivo esté completamente encapsulado por el agente conductor, formando una red de transporte de electrones rápida y uniforme, mejorando así la tasa de rendimiento y el rendimiento del ciclo de la batería secundaria de iones de litio.

[0040] El colector de corriente de electrodo positivo puede ser una lámina metálica o una lámina metálica porosa, por ejemplo, una lámina o una lámina porosa hecha de un metal tal como aluminio, cobre, níquel, titanio, o plata, o una aleación del mismo, como papel de aluminio.

[0041] La placa de electrodo positivo se puede preparar mediante el método de recubrimiento. Por ejemplo, el material activo del electrodo positivo, el aglutinante, el agente conductor y el disolvente orgánico se mezclan primero en una proporción predeterminada, en donde el disolvente orgánico puede ser N-metilpirrolidona (NMP), y la mezcla se agita hasta obtener un sistema uniforme para obtener una suspensión de electrodos positivos; luego, la suspensión se aplica sobre el colector de corriente del electrodo positivo, y después de secar, enrollar y similares, se obtiene una placa de electrodo positivo.

[0042] En la batería secundaria de iones de litio de realizaciones de la presente solicitud, la capa de material de electrodo activo negativo tiene una densidad de compactación s de preferentemente $1,3 \text{ g/cm}^3$ a $1,65 \text{ g/cm}^3$. Usando la capa de material activo del electrodo negativo con una densidad de compactación de $1,3 \text{ g/cm}^3$ a $1,65 \text{ g/cm}^3$, la tasa de difusión de Mn^{2+} en la capa de material activo del electrodo negativo es baja, por lo que el intercambio de iones entre Mn^{2+} y litio en el electrodo negativo se reduce, suprimiendo así la destrucción del manganeso en la placa del electrodo negativo y mejorando la estabilidad de la placa del electrodo negativo.

[0043] La densidad Q unilateral areal de la capa de material activo del electrodo negativo es preferiblemente de 70 g/m^2 a 140 g/m^2 . Una densidad de área Q de un solo lado adecuada de la capa de material activo del electrodo negativo puede garantizar que la capa de material activo del electrodo negativo tenga más sitios de intercalación de litio y una mayor capacidad en gramos, y al mismo tiempo, es beneficiosa para el electrolito que contiene una cantidad adecuada de carbonato de vinileno para asegurar una viscosidad más baja del electrolito y mejorar el rendimiento de humectación del electrolito en la batería. Además, la densidad de área Q unilateral de la capa de material activo del electrodo negativo también es adecuada para hacer que la capa de material activo del electrodo negativo tenga una ruta de migración corta de iones y electrones de litio. La batería secundaria de iones de litio resultante tiene un pequeño fenómeno de polarización y puede tener un rendimiento de velocidad y un rendimiento de ciclo más altos.

[0044] La densidad de área Q unilateral de la capa de material activo del electrodo negativo se puede calcular de acuerdo con la ecuación $Q = m_a/s_a$, en donde m_a es la masa de la capa de material activo del electrodo negativo; s_a , donde m_a es el área de la capa de material activo del electrodo negativo.

[0045] La densidad de compactación de la capa de material activo de electrodo negativo se puede calcular según la ecuación $s=Q/d_a$, en donde d_a es el espesor de la capa de material activo del electrodo negativo.

[0046] El tipo de material activo de electrodo negativo no se limita específicamente en la presente solicitud, y puede ser seleccionado de acuerdo a las demandas reales. Por ejemplo, el material activo del electrodo negativo puede ser uno o más de grafito natural, grafito artificial, microesfera de carbono mesofásico (MCMB), carbono duro, carbono blando, silicio, compuesto de siliciocarbono, SiO, aleación de Li-Sn, aleación Li-Sn-O, Sn, SnO, SnO₂, titanato de litio Li₄Ti₅O₁₂ con estructura de espinela, aleación Li-Al y litio metálico.

[0047] La capa de material activo del electrodo negativo puede comprender además un agente conductor y/o un aglutinante. En la presente solicitud, los tipos de agente conductor y aglutinante en la capa de material activo del electrodo negativo no están específicamente limitados y pueden seleccionarse de acuerdo con las demandas reales. Como ejemplo, el agente conductor usado para la capa de material activo del electrodo negativo puede ser uno o más de entre grafito, carbón superconductor, negro de acetileno, negro de carbón, negro de ketjen, puntos de carbón, nanotubos de carbón, grafeno y nanofibras de carbón; el aglutinante utilizado para la capa de material activo del electrodo negativo puede ser uno o más de caucho de butilestireno (SBR), fluoruro de polivinilideno (PVDF), politetrafluoroetileno (PTFE), butiral polivinílico (PVB), resina acrílica a base de agua y carboximetilcelulosa (CMC).

[0048] La capa de material activo de electrodo negativo opcionalmente puede comprender además un espesante tal como carboximetil celulosa (CMC).

[0049] El colector de corriente del electrodo negativo puede ser una hoja de metal o una hoja de metal porosa, por ejemplo, una hoja o una hoja porosa hecha de un metal como cobre, níquel, titanio o hierro, o una de sus aleaciones, como una hoja de cobre.

[0050] La placa de electrodo negativo se puede preparar de acuerdo con un método convencional en la técnica. Normalmente, el material activo del electrodo negativo y el agente conductor, aglutinante y espesante opcionales se dispersan en un disolvente para formar una suspensión uniforme del electrodo negativo, y el disolvente puede ser N-metilpirrolidona (NMP) o agua desionizada. Luego, la suspensión de electrodo negativo se aplica sobre el colector de corriente del electrodo negativo, y después del secado, prensado en frío y similares, se obtiene una placa de electrodo negativo.

[0051] En la batería secundaria de iones de litio de realizaciones de la presente solicitud, el porcentaje en peso r de carbonato de vinileno presente en el electrolito es preferiblemente de 0,01% en peso hasta 3,5% en peso. Un porcentaje en peso adecuado r de carbonato de vinileno presente en el electrolito puede reducir eficazmente el intercambio iónico entre Mn²⁺ y litio en el electrodo negativo y mejorar la estabilidad del electrodo negativo mientras se obtiene un gran esfuerzo de la capacidad de la batería. Además, el porcentaje en peso r de carbonato de vinileno presente en el electrolito dentro del rango anterior también puede resultar en un espesor relativamente pequeño de película de interfaz del electrodo negativo, para asegurar una resistencia interfacial relativamente baja del electrodo negativo, obteniendo así una batería con rendimiento cinético y rendimiento de ciclo relativamente altos.

[0052] El disolvente en el electrolito puede ser un disolvente orgánico no acuoso, tal como uno o más de carbonato de etileno (CE), carbonato de propileno (PC), carbonato de etil metilo (CEA), carbonato de dietilo (CDE), carbonato de dimetilo (DMC), carbonato de dipropilo (DPC), carbonato de metil propilo (MPC), carbonato de etil propilo (EPC), metil formiato (MF), metil acetato (MA), etil acetato (EA), propil acetato (PA), propionato de metilo (MP), propionato de etilo (EP), propionato de propilo (PP), butirato de metilo (MB) y butirato de etilo (EB), preferiblemente dos o más de ellos.

[0053] En algunas realizaciones preferidas, uno o más, preferiblemente dos o más, de carbonato de etileno (CE), propileno carbonato (PC), y carbonato de dietilo (CDE) se usan como el disolvente en el electrolito.

[0054] En otras realizaciones preferidas, el disolvente del electrolito comprende primer disolvente y segundo disolvente. El primer disolvente se selecciona de uno o más de entre carbonato de etileno (CE), carbonato de propileno (PC) y carbonato de dietilo (CDE); el segundo disolvente se selecciona de uno o más de carbonato de dimetilo (DMC), metilcarbonato de etilo (CEA), 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) y butirato de metilo (MB).

[0055] Además, preferiblemente, la relación en peso del segundo disolvente para el primer disolvente en el electrolito es de 0 a 4. Por el uso de un electrolito con la relación en peso del segundo disolvente para el primer disolvente de 0 a 4, la sal de litio puede disociarse suficientemente, y el propio electrolito tiene una alta estabilidad a alta temperatura. Además, la relación en peso del segundo disolvente al primer disolvente en el electrolito es mayor que 0 y menor o igual a 4. Esto es beneficioso para reducir la tensión superficial del electrolito y mejorar la conductividad iónica.

[0056] En el electrolito, la sal de litio puede seleccionarse de uno o más de LiPF₆ (hexafluorofosfato de litio), LiBF₄ (tetrafluoroborato de litio), LiClO₄ (perclorato de litio), LiAsF₆ (hexafluoroarsenato de litio), LiFSI (bisfluorosulfonimida de litio), LiTFSI (bistrifluorometanosulfonimida de litio), LiTFS (triflato de litio), LiDFOB (difluorooxalato de borato de litio), LiBOB (bisoxalato de borato de litio), LiPO₂F₂ (difluorofosfato de litio), LiDFOP (difluorooxalatofosfato de litio) y LiTofosfato

de litio seleccionados de uno o más (hexafluorofosfato de litio), LiBF_4 (tetrafluoroborato de litio), LiBOB (bisoxalatoborato de litio), LiDFOB (difluorooxalato borato de litio), LiTFSI (bistrifluorometanosulfonimida de litio) y LiFSI (bisfluorosulfonimida de litio).

[0057] El electrolito también puede comprender opcionalmente otros aditivos, tales como uno o más de carbonato de fluoroetileno (FEC), sulfato de etileno (DTD), succinonitrilo (SN), adiponitrilo (ADN), sal cuaternaria de amonio cíclica de sulfonato, tri(trimetilsilil) fosfato (TMSP) y tris (trimetilsilil) borato (TMSB).

[0058] El electrolito anterior puede ser preparado de acuerdo con un método convencional en la técnica. Puede obtenerse un electrolito mezclando uniformemente un disolvente y una sal de litio y un aditivo. Aquí, la secuencia en donde se añaden los materiales no está particularmente limitada. Por ejemplo, se puede obtener un electrolito añadiendo una sal de litio y un aditivo en un disolvente y mezclando uniformemente. Aquí, la sal de litio se puede agregar primero al solvente, y luego el aditivo se puede agregar al solvente.

[0059] El separador en la batería secundaria de iones de litio de realizaciones de la presente solicitud no está particularmente limitado, y cualquier separador conocido que tiene una estructura porosa y una estabilidad electroquímica y estabilidad química se puede utilizar. Por ejemplo, el separador se selecciona de una película monocapa o película multicapa de una o más de fibra de vidrio, tela no tejida, polietileno (PE), polipropileno (PP) y fluoruro de polivinilideno (PVDF).

Ejemplos

[0060] La presente descripción se describe más particularmente en los siguientes ejemplos que se pretenden como ilustraciones solamente, ya que numerosas modificaciones y variaciones dentro del alcance de la presente descripción serán evidentes para los expertos en la técnica. A menos que se indique lo contrario, todas las partes, porcentajes y proporciones indicadas en los siguientes ejemplos se expresan en peso, y todos los reactivos utilizados en los ejemplos están disponibles comercialmente y se utilizan directamente sin tratamiento adicional, y los instrumentos utilizados en los ejemplos están disponibles comercialmente.

Ejemplo 1

Preparación de la placa de electrodo positivo

[0061] Un primer material activo de electrodo positivo a base de litio-manganeso $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$, un segundo material activo de electrodo positivo basado en litio-manganeso LiMn_2O_4 , un negro de carbón conductor y un aglutinante PVDF se dispersaron en un disolvente NMP y se mezclaron uniformemente para obtener una suspensión de electrodos positivos; luego, la suspensión de electrodo positivo se revistió uniformemente sobre una hoja de aluminio colectora de corriente de electrodo positivo; y después de secar, prensar en frío, cortar y recortar, se obtuvo una placa de electrodo positivo, en donde la relación en peso η del primer material activo de electrodo positivo a base de litio-manganeso $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$ al segundo material activo del electrodo positivo a base de litio-manganeso LiMn_2O_4 fue 46:54 y la relación en peso del material activo del electrodo positivo, el negro de humo conductor y el aglutinante PVDF fue 96:2:2.

Preparación de la placa de electrodo negativo

[0062] Un material activo de electrodo negativo de grafito y un negro de carbón conductor, un espesante CMC y un aglutinante SBR se dispersaron en un agua desionizada disolvente a una relación en peso de 96:1:1:2 y se mezcla de manera uniforme para obtener una suspensión de electrodos negativos; luego, la suspensión del electrodo negativo se revistió uniformemente sobre una lámina de cobre colectora de corriente negativa; y después de secar, prensar en frío, cortar y recortar, se obtuvo una placa de electrodo negativo.

Preparación de electrolito

[0063] Carbonato de etileno (CE) y carbonato de dietilo (CDE) como el primer disolvente se mezclaron uniformemente con carbonato de etil metilo (CEA) como el segundo disolvente a una relación en peso de 17:5:78 para obtener un disolvente orgánico no acuoso con una relación en peso del segundo disolvente al primer disolvente de aproximadamente 3,5. A continuación, se disolvió 1 mol/L de LiPF_6 y 0,42% en peso de carbonato de vinileno basado en el peso del electrolito en el disolvente orgánico no acuoso anterior y se mezcló uniformemente para obtener un electrolito.

Preparación de la batería secundaria de iones de litio

[0064] La placa de electrodo positivo, un separador y la placa de electrodo negativo se apilaron en orden. Se utilizó una película compuesta de PP/PE/PP como separador para realizar una acción de aislamiento entre la placa de electrodo positivo y la placa de electrodo negativo. Luego, la pila se arrolló en un núcleo de batería y se empaquetó en una carcasa blanda. Se fabricó una batería de paquete blando después del sellado del lado superior y la inyección de electrolito.

Ejemplos 2-12 y Ejemplos Comparativos 1-2

[0065] A diferencia del Ejemplo 1, se ajustaron los parámetros relacionados con las etapas de preparación de la placa de electrodo positivo, la placa de electrodo negativo y el electrolito, como se muestra en la Tabla 1.

Sección de prueba

(1) Ensayo de choque térmico de batería secundaria de ion litio

[0066] Batería secundaria de iones de litio frescas se dejaron reposar a 25°C durante 5 minutos, y se cargó en una corriente constante de 1C a una tensión de 4,2 V, y después se cargó en un voltaje constante hasta que la corriente fue de 0,05°C o menos, y luego se dejó reposar durante 5 minutos. Luego, la batería secundaria de iones de litio se colocó en un horno y la temperatura del horno se fijó para que se elevara de 25°C a 130°C a una velocidad de calentamiento de 2°C/min, y se mantuvo durante 2 horas. La temperatura de la superficie de la batería y el estado de la batería durante el proceso de calentamiento y el proceso de conservación del calor fueron monitoreados y registrados.

(2) Prueba de rendimiento del ciclo de alta temperatura de la batería secundaria de iones de litio

[0067] Se dejó que la batería secundaria de iones de litio reposar durante 5 minutos a 45°C, y se cargó a una corriente constante de 1C a una tensión de 4,2 V, y luego se cargó a un voltaje constante hasta que la corriente fue de 0,05°C o menos, y luego se dejó reposar durante 5 minutos y se descargó a una corriente constante de 1°C a 3,0 V. Este fue un ciclo de carga/descarga. La capacidad de descarga en este momento era la capacidad de descarga en el primer ciclo de la batería secundaria de iones de litio. La batería secundaria de iones de litio se sometió a 500 ciclos de carga/descarga de acuerdo con el método anterior. Se registró la capacidad de descarga en cada ciclo.

[0068] La relación de retención de la capacidad (%) de la batería secundaria de iones de litio después de 500 ciclos 1C/1C a 45°C = capacidad de descarga a la capacidad de 500° ciclo/descarga en el primer ciclo de x 100%.

(3) Prueba de rendimiento de almacenamiento a alta temperatura de la batería secundaria de iones de litio

[0069] A 25°C, la batería secundaria de iones de litio nueva se dejó reposar durante 5 minutos, y se cargó a una corriente constante de 1C a un voltaje de 4,2 V, y luego se cargó a un voltaje constante hasta que la corriente fue de 0,05C o menos, y luego se dejó reposar durante 5 minutos. Luego, la batería se descargó a una corriente constante de 1 C a un voltaje de 3,0 V. Se ensayó la capacidad de descarga inicial de la batería secundaria de iones de litio.

[0070] A 25°C, una batería secundaria de iones de litio fresco se dejó reposar durante 5 minutos, y se cargó a una constante corriente de 1C a una tensión de 4,2 V, y luego se cargó a una tensión constante hasta que la corriente era 0,05C o menos, y luego se dejó reposar durante 5 minutos. Luego, la batería secundaria de iones de litio completamente cargada se colocó en un horno a 60°C durante 60 días.

[0071] Después del almacenamiento a alta temperatura durante 60 días, la batería secundaria de iones de litio se enfrió de forma natural hasta 25°C. Luego, la batería se descargó a una corriente constante de 1 C a un voltaje de 3,0 V, y se cargó a una corriente constante de 1C a un voltaje de 4,2 V, luego se cargó nuevamente a un voltaje constante hasta que la corriente fue de 0,05C o menos, y luego se dejó reposar durante 5 minutos, y se descargó a una corriente constante de 1 C a un voltaje de 3,0 V. Luego, se ensayó la capacidad de descarga de la batería secundaria de iones de litio después del almacenamiento a alta temperatura durante 60 días.

[0072] La relación de retención de la capacidad (%) de la batería secundaria de iones de litio después del almacenamiento a alta temperatura durante 60 días = capacidad de descarga después del almacenamiento a alta temperatura durante 60 días/capacidad de descarga inicial x 100%.

[0073] Los resultados del ensayo de los Ejemplos 1-16 y Ejemplos Comparativos 1-2 se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1

	Placa de electrodo positivo		Placa de electrodo negativo		r% en peso	q% en peso	$\frac{q \cdot r \cdot s}{p}$
	I/II	Relación de peso η	P% en peso	Densidad de compactación $n \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$	Densidad de compactación $n \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$	densidad de área unilateral $Q \cdot \text{m}^{-2}$	
Ejemplo 1	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	46:54	35	3,2	1,44	100	0,85
Ejemplo 2	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	25:75	47	3,1	1,35	100	0,05
Ejemplo 3	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	55:45	30	3,2	1,60	100	5,98
Ejemplo 4	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	90:10	11	3,3	1,37	100	5,17
Ejemplo 5	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	98:2	6,7	3,2	1,42	100	5,19
Ejemplo 6	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	55:45	30	3,2	1,32	90	1,79
Ejemplo 7	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	46:54	35	3,5	1,40	100	2,56
Ejemplo 8	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	46:54	35	3,4	1,37	120	3,43
Ejemplo 9	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	99,5:0,5	5,9	3,6	1,65	70	0,10
Ejemplo 10	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	46:54	35	3,1	1,35	100	0,25
Ejemplo 11	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	70:30	22	3,6	1,65	70	0,50
Ejemplo 12	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	60:40	27,7	3,0	1,53	140	4,97
Ejemplo 13	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	20:80	49,8	3,6	1,50	100	5,27
Ejemplo 14	$\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	62:38	30	3,3	1,32	100	4,43
Ejemplo 15	$\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	71:29	30	3,2	1,49	100	1,99
Ejemplo 16	$\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	74:26	30	3,1	1,50	100	2,00
Ejemplo com parativo 1	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	55:45	30	3,2	1,30	100	0,03
Ejemplo com parativo 2	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$	55:45	30	3,2	1,46	100	6,81

En la Tabla 1, I representa el primer material activo de electrodo positivo a base de litio-manganeso; II representa el segundo material activo de electrodo positivo a base de litio-manganeso; La relación en peso η es la relación en peso del primer material activo de electrodo positivo basado en litio-manganeso y el segundo material activo de electrodo positivo basado en litio-manganeso; p representa el porcentaje en peso del elemento manganeso presente en el material activo del electrodo positivo; r representa el porcentaje en peso de carbonato de vinileno CV presente en el electrolito; q representa el porcentaje en peso del electrolito basado en el peso total de la capa de material activo del electrodo positivo en el núcleo de la batería.

Tabla 2

	Prueba de choque térmico		Relación de retención de capacidad (%) después de 500 ciclos 1C/1C a 45°C	Relación de retención de capacidad (%) después del almacenamiento a 60°C durante 60 días
	Temperatura máxima de la superficie de la batería/°C	Estado de la batería durante la prueba de choque térmico		
Ejemplo 1	138,6	sin fuego desnudo, sin humo	88,5	94,8
Ejemplo 2	138,3	sin fuego desnudo, sin humo	78,6	85,1
Ejemplo 3	138,3	sin fuego desnudo, sin humo	79,3	84,2
Ejemplo 4	141,3	sin fuego desnudo, sin humo	83,2	86,5
Ejemplo 5	148,7	sin fuego desnudo, sin humo	83,8	87,3
Ejemplo 6	138,9	sin fuego desnudo, sin humo	87,9	94,0
Ejemplo 7	138,7	sin fuego desnudo, sin humo	87,2	93,4
Ejemplo 8	138,8	sin fuego desnudo, sin humo	86,5	92,1
Ejemplo 9	158,1	sin fuego desnudo, sin humo	80,9	87,5
Ejemplo 10	138,1	sin fuego desnudo, sin humo	84,7	90,9
Ejemplo 11	139,5	sin fuego desnudo, sin humo	86,9	92,3
Ejemplo 12	138,6	sin fuego desnudo, sin humo	86,2	92,6
Ejemplo 13	137,7	sin fuego desnudo, sin humo	81,3	85,7
Ejemplo 14	132,0	sin fuego desnudo, sin humo	88,3	95,3
Ejemplo 15	129,8	sin fuego desnudo, sin humo	89,2	95,2
Ejemplo 16	127,5	sin fuego desnudo, sin humo	89,7	94,5
Ejemplo comparativo 1	138,1	sin fuego desnudo, sin humo	69,8	75,9
Ejemplo comparativo 2	138,5	sin fuego desnudo, sin humo	69,5	74,4

[0074] El análisis de la comparación de los Ejemplos 1 a 13 y los Ejemplos Comparativos 1 a 2 muestra que cuando el núcleo de la batería y el electrolito en la batería secundaria de iones de litio satisfacen $0,05 \leq q \cdot r \cdot s/p \leq 6$, la batería secundaria de iones de litio tiene una relación de retención de capacidad significativamente mayor después de 400 ciclos 1C/1C a 45°C y una relación de retención de capacidad significativamente mayor después de almacenamiento a 60°C durante 60 días. Por lo tanto, utilizando el núcleo de la batería y el electrolito en la batería secundaria de iones de litio, que satisfacen $0,05 \leq q \cdot r \cdot s/p \leq 6$, el rendimiento de almacenamiento y el rendimiento del ciclo de la batería secundaria de iones de litio se pueden aumentar significativamente mientras se mantiene un rendimiento de seguridad relativamente alto.

[0075] Con referencia a los Ejemplos 1 a 16, puede verse que la batería secundaria de iones de litio de las realizaciones de la presente solicitud puede simultáneamente tener un rendimiento de seguridad relativamente alto y un rendimiento de almacenamiento y ciclo de funcionamiento, y la batería también puede tener rendimiento seguridad relativamente alto y el rendimiento de almacenamiento y el ciclo de funcionamiento a alta temperatura

[0076] Las descripciones mencionadas anteriormente sólo muestran implementaciones particulares de la presente solicitud y no pretenden limitar el alcance de protección de las presentes reivindicaciones. Cualquier modificación o reemplazo que un experto en la técnica pueda descubrir fácilmente dentro del alcance técnico descrito en la presente invención se situará dentro del alcance de protección de las presentes reivindicaciones. Por lo tanto, el alcance de protección de la presente invención estará sujeto al alcance de protección de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una batería secundaria de iones de litio que comprende un núcleo de batería y un electrolito, en donde:

el núcleo de batería comprende un material activo de electrodo positivo a base de litio-manganeso; el electrolito comprende un disolvente, una sal de litio y un aditivo, y el aditivo comprende carbonato de vinileno; y en donde el porcentaje en peso q del electrolito basado en el peso total de la capa de material activo del electrodo positivo en el núcleo de la batería, el porcentaje en peso r de carbonato de vinileno presente en el electrolito, la densidad de compactación s de la capa de material activo del electrodo negativo en la batería núcleo y el porcentaje en peso p del elemento manganeso presente en el material activo del electrodo positivo satisface la fórmula (1):

$$0.05 \leq \frac{q \cdot r \cdot s}{p} \leq 6 \quad \text{Formula (1)}$$

en la fórmula (1), las unidades de q, r y p son % en peso, y la unidad de s es g/cm³.

2. La batería secundaria de iones de litio de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el porcentaje en peso q del electrolito basado en el peso total de la capa de material activo del electrodo positivo en el núcleo de la batería, el porcentaje en peso r de carbonato de vinileno presente en el electrolito, la densidad de compactación s de la capa de material activo del electrodo negativo en el núcleo de la batería y el porcentaje en peso p del elemento manganeso presente en el material activo del electrodo positivo satisfacen la fórmula (2):

$$0.25 \leq \frac{q \cdot r \cdot s}{p} \leq 5 \quad \text{Formula (2)}$$

en la fórmula (2), las unidades de q, r, y p son % en peso, y la unidad de s es g/cm³.

3. Batería secundaria de iones de litio según la reivindicación 1, en donde en la batería secundaria de iones de litio, la relación entre el número de moléculas de carbonato de vinileno y el número de átomos de manganeso es de 0,1:100 a 1,3:100.

4. La batería secundaria de iones de litio de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el porcentaje en peso q del electrolito basado en el peso total de la capa de material activo del electrodo positivo en el núcleo de la batería es del 20% en peso al 70% en peso.

5. Batería secundaria de iones de litio según la reivindicación 1, en donde el porcentaje en peso r de carbonato de vinileno presente en el electrolito es de 0,01% en peso a 3,5% en peso.

6. Batería secundaria de iones de litio según la reivindicación 1, en donde:

la capa de material activo del electrodo negativo en el núcleo de la batería tiene una densidad de compactación s de 1,3 g/cm³ a 1,65 g/cm³; y/o, la capa de material activo del electrodo positivo tiene una densidad de compactación de 3,0 g/cm³ a 3,6 g/cm³.

7. La batería secundaria de iones de litio de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el porcentaje en peso p del elemento manganeso presente en el material activo del electrodo positivo es de 5% en peso a 50% en peso, preferiblemente de 6% en peso a 35% en peso.

8. La batería secundaria de iones de litio de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la densidad de área Q unilateral de la capa de material activo del electrodo negativo es de 70 g/m² a 140 g/m².

9. La batería secundaria de iones de litio de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el material activo del electrodo positivo a base de litio-manganeso comprende uno o más del primer material activo del electrodo positivo a base de litio-manganeso representado por la fórmula química (1) y segundo material activo de electrodo positivo a base de litio-manganeso representado por la fórmula química (2),



en la fórmula química (1), $-0,1 \leq x \leq 0,2$, $0 < a < 1$, $0 \leq b < 1$, $0 < a+b < 1$, $0 \leq y < 0,2$, y M es uno o más de Co, Fe, Cr, Ti, Zn, V, Al, Zr y Ce; A comprende uno o más de S, N, F, Cl, Br e I;



en la fórmula química (2), $-0,1 \leq z \leq 0,2$, $0 < c \leq 2$, $0 \leq d < 1$, y N comprende uno o más de Ni, Fe, Cr, Ti, Zn, V, Al, Mg, Zr y Ce, y B comprende uno o más de S, N, F, Cl, Br e I.

10. La batería secundaria de iones de litio de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde:

5

la relación en peso del segundo disolvente al primer disolvente en el electrolito es de 0 a 4; y en donde el primer disolvente se selecciona de uno o más de carbonato de etileno, carbonato de propileno y carbonato de dietilo, y el segundo disolvente se selecciona de uno o más de carbonato de dimetilo, carbonato de etil metilo, formiato de metilo, acetato de metilo, acetato de etilo, acetato de propilo, propionato de metilo, propionato de etilo, propionato de propilo y butirato de metilo; y/o,

10

la sal de litio se selecciona de uno o más de hexafluorofosfato de litio, tetrafluoroborato de litio, borato de bisoxalato de litio, borato de difluorooxalato de litio, bistrifluorometanosulfonimida de litio y bisfluorosulfonimida de litio.

15