

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 937 982**

51 Int. Cl.:

H01M 10/0567 (2010.01) **H01M 10/0568** (2010.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

H01M 10/42 (2006.01)

H01M 4/133 (2010.01)

H01M 4/36 (2006.01)

H01M 4/38 (2006.01)

H01M 4/48 (2010.01)

H01M 4/485 (2010.01)

H01M 4/525 (2010.01)

H01M 4/587 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2019** **PCT/CN2019/114197**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.05.2020** **WO20088484**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2019** **E 19880378 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.01.2023** **EP 3796451**

54 Título: **Disolución electrolítica, batería de iones de litio, módulo de baterías, paquete de baterías y aparato**

30 Prioridad:
30.10.2018 CN 201811275598

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.04.2023

73 Titular/es:
CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED (100.0%)
2 Xin'gang Road Zhangwan Town Jiaocheng District Ningde City Fujian PRC 352100, CN

72 Inventor/es:
ZHU, JIANWEI

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 937 982 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

Disolución electrolítica, batería de iones de litio, módulo de baterías, paquete de baterías y aparato

Campo técnico

- 5 Esta solicitud se relaciona con el campo de las baterías y, en particular, con una disolución electrolítica y una batería de iones de litio, un módulo de baterías, un paquete de baterías y un aparato que adopta la disolución electrolítica.

Antecedentes

- 10 Con el agotamiento creciente de la energía petroquímica y el deterioro del clima en la Tierra, el desarrollo de nuevas energías limpias y el fortalecimiento de la conservación de la energía y la reducción de emisiones se han convertido en las principales prioridades de todos los países del mundo. En los últimos años, se está acelerando la construcción de proyectos de vehículos eléctricos híbridos, proyectos de vehículos eléctricos de batería y proyectos de centrales eléctricas de nueva energía conectadas a la red. Las baterías de energía de alta densidad de energía se han convertido en una de las tecnologías centrales que se desarrollará vigorosamente. En virtud de ventajas como alto voltaje, capacidad ultra alta, buen rendimiento del ciclo y respeto al medio ambiente, los productos de baterías de iones de litio han sido aceptados más ampliamente por la sociedad.
- 15 Con la promoción de vehículos de nueva energía, las baterías de iones de litio de tipo potencia se han desarrollado enormemente. En vista de los altos requisitos impuestos por los vehículos de nueva energía en una gama de cruceros, también se requiere que las baterías de iones de litio tengan una alta densidad de energía, un alto rendimiento cíclico y una alta seguridad. Durante el proceso de carga y descarga de una batería de iones de litio, un material activo del electrodo negativo es grafito con un espacio interplanar pequeño, y algunos materiales activos del electrodo negativo
- 20 también incluyen un material a base de silicio con una tasa de expansión del volumen más alta. Por lo tanto, durante un proceso cíclico de la batería de iones de litio, el grafito y el material a base de silicio en una placa de electrodo negativo se encuentran en un proceso cíclico continuo de expansión y contracción de tamaño. Debido a que el efecto de unión de un aglutinante entre partículas disminuye gradualmente o incluso desaparece, la placa del electrodo negativo se expande de forma cíclica e irreversible y se vuelve demasiado gruesa. Esto no solo deteriora el rendimiento
- 25 cinético de la batería y hace que el material activo del electrodo negativo corra un alto riesgo de desprenderse, sino que también daña continuamente la película de la interfase de electrolito sólido (SEI) en una superficie de la placa del electrodo negativo y expone continuamente superficies nuevas del material activo del electrodo negativo masivamente. Es probable que el material activo del electrodo negativo expuesto desencadene reacciones secundarias con la disolución electrolítica y deteriore el rendimiento cíclico y el rendimiento durante el almacenamiento a alta temperatura de la batería. Por otro lado, durante el proceso de carga y descarga de la batería de iones de litio, el material activo del electrodo positivo en sí mismo no cambia significativamente de tamaño. Sin embargo, el material del electrodo positivo tiene un alto potencial y es altamente oxidante. Especialmente para un material ternario que contiene un alto contenido de níquel, el material del electrodo positivo es propenso a reacciones secundarias con la disolución electrolítica, lo que también deteriora el rendimiento, tal como el rendimiento durante el almacenamiento a alta
- 30 temperatura de la batería. En vista de la urgente necesidad de mejorar el rendimiento cíclico y el rendimiento a alta temperatura de las baterías eléctricas durante el servicio a largo plazo, es necesario desarrollar una nueva disolución electrolítica que armonice con un sistema de batería de alta capacidad en aplicaciones prácticas.

El documento KR 1020160052382 A describe una batería secundaria de litio.

El documento EP 2884557 A1 menciona una cinta de rollo de gelatina para una batería recargable.

- 40 El documento US 2009/130555 A1 se refiere a una batería de electrolito no acuoso.

El documento CN 103891036 A (EP 2770572 A1) establece una disolución electrolítica no acuosa y un dispositivo de almacenamiento de electricidad que utiliza la misma.

El documento CN 108306048 A describe un electrolito de batería de iones de litio y una batería de iones de litio preparada a partir del mismo.

- 45 El documento JP 2011 060464 A menciona un electrolito no acuoso y una batería que utiliza el electrolito.

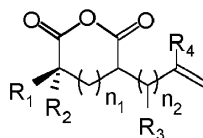
El documento CN 104466249 A se refiere a un electrolito de batería de iones de litio que tiene titanato de litio como cátodo.

Sumario

- 50 En vista de las desventajas de la técnica anterior descrita anteriormente, un objetivo de esta solicitud es proporcionar una disolución electrolítica como se especifica en cualquiera de las reivindicaciones 1-9 y una batería de iones de litio como se especifica en cualquiera de las reivindicaciones 10-13 y un aparato como se especifica en las reivindicaciones 14 ó 15 que adoptan la disolución electrolítica para resolver problemas del estado de la técnica.

Para lograr el objetivo anterior y otros objetivos relevantes, un primer aspecto de esta solicitud proporciona una

disolución electrolítica, que incluye un electrolito y un disolvente, y además incluye un aditivo A y un aditivo B. El aditivo A se selecciona de al menos uno de los compuestos cuya fórmula estructural química se denota por la Fórmula I:



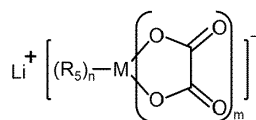
I

donde, R_1 , R_2 , R_3 y R_4 se seleccionan cada uno independientemente de: H; F; Cl; Br; I; grupos alifáticos $C_1 \sim C_{10}$ saturados o insaturados, sustituidos o no sustituidos; cicloalquilo $C_3 \sim C_9$ sustituidos o no sustituidos; alcoxis $C_1 \sim C_{10}$ sustituidos o no sustituidos; ariolos $C_6 \sim C_{20}$ sustituidos o no sustituidos; o heteroarilos $C_3 \sim C_{20}$ sustituidos o no sustituidos;

el valor de n_1 es 0, 1, 2, 3, 4 o 5;

el valor de n_2 es 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 o 9;

el aditivo B se selecciona de al menos uno de los compuestos cuya fórmula estructural química se denota por la fórmula II:



II

En la Fórmula II, R_5 es uno o más de F, Cl, Br o I; M es P o B; cuando M es P, $n + 2m = 6$, y m es 1 o 2; cuando M es B, $n + 2m = 4$ y m es 0 o 1.

Otro aspecto de esta solicitud describe usos de la disolución electrolítica en el campo de la preparación de una batería de iones de litio.

Un segundo aspecto de esta aplicación proporciona una batería de iones de litio, que incluye una placa de electrodo positivo, una placa de electrodo negativo, un separador y la disolución electrolítica descrita anteriormente, donde el separador está ubicado entre la placa de electrodo positivo y la placa de electrodo negativo.

Un tercer aspecto de esta solicitud proporciona un módulo de baterías, que incluye la batería de iones de litio según el segundo aspecto de esta solicitud.

Un cuarto aspecto de esta aplicación proporciona un paquete de baterías, que incluye el módulo de baterías según el tercer aspecto de esta aplicación.

Un quinto aspecto de esta solicitud proporciona un aparato que incluye la batería de iones de litio según el segundo aspecto de esta solicitud. La batería de iones de litio se utiliza como fuente de alimentación del aparato.

En la disolución electrolítica proporcionada en esta solicitud, el aditivo A y el aditivo B se introducen en la disolución electrolítica de una batería de iones de litio. Al usar el aditivo A y el aditivo B juntos, esta aplicación permite que se formen películas en las superficies de una placa de electrodo positivo y una placa de electrodo negativo al mismo tiempo, y permite la formación de una película orgánica en forma de malla, dura, altamente polimerizada, altamente ordenada y de baja resistencia sobre la superficie del electrodo negativo, lo que mejora significativamente el rendimiento cíclico y el rendimiento durante el almacenamiento a alta temperatura de la batería de iones de litio, y también asegura un excelente rendimiento cinético de la batería de iones de litio. Además, junto con la disolución electrolítica se usa un aditivo C formador de película en el electrodo positivo para optimizar los componentes de una película de la interfase de electrolito sólido (SEI) en una interfaz de electrodo positivo, garantizar una tasa de retención de la capacidad relativamente alta de la batería de litio durante los ciclos, y mejorar aún más el rendimiento durante el almacenamiento a alta temperatura de la batería.

El módulo de baterías, el paquete de baterías y el aparato proporcionado en esta solicitud incluyen la batería de iones de litio y, por lo tanto, tienen al menos las mismas ventajas que la batería de iones de litio.

Descripción de los dibujos

La FIG. 1 es una vista tridimensional de una implementación de una batería según esta solicitud;

la FIG. 2 es una vista en despiece ordenado de la FIG. 1;

la FIG. 3 es una vista tridimensional de una implementación de un módulo de batería;

la FIG. 4 es una vista tridimensional de una implementación de un paquete de baterías;

la FIG. 5 es una vista en despiece ordenado de la FIG. 4; y

la FIG. 6 es un diagrama esquemático de una implementación de un aparato cuya fuente de alimentación es una batería de iones de litio.

5 Los números de referencia son los siguientes:

1: Paquete de baterías;

2: Parte superior del contenedor;

3: Parte inferior del contenedor;

4: Módulo de baterías;

10 5: Batería;

51: Carcasa;

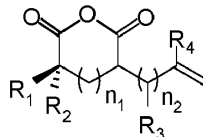
52: Montaje de electrodos;

53: Montaje de la tapa superior.

Descripción de realizaciones

15 A continuación se describe en detalle una disolución electrolítica, una batería de iones de litio, un módulo de baterías, un paquete de baterías y un aparato según esta solicitud.

Un primer aspecto de esta solicitud proporciona una disolución electrolítica, que incluye un electrolito y un disolvente, y además incluye un aditivo A y un aditivo B. El aditivo A se selecciona de al menos uno de los compuestos cuya fórmula estructural química se denota mediante la Fórmula I:



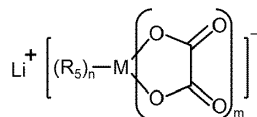
I

donde, R₁, R₂, R₃ y R₄ se seleccionan cada uno independientemente de: H; F; Cl; Br; I; grupos alifáticos C₁~C₁₀, C₁~C₆ o C₁~C₃ saturados o insaturados, sustituidos o no sustituidos; cicloalquilo C₃~C₉ o C₃~C₆ sustituidos o no sustituidos; alcoxis C₁~C₁₀, C₁~C₆ o C₁~C₃ sustituidos o no sustituidos; arilos C₆~C₂₀ o C₆~C₁₂ sustituidos o no sustituidos; o heteroarilos C₃~C₂₀ o C₆~C₁₂ sustituidos o no sustituidos;

25 el valor de n₁ es 0, 1, 2, 3, 4 o 5;

el valor de n₂ es 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 o 9;

el aditivo B se selecciona de al menos uno de los compuestos cuya fórmula estructural química se denota por la Fórmula II:



II

30 En la Fórmula II, R₅ es uno o más de F, Cl, Br o I; M es P o B; cuando M es P, n + 2m = 6, y m es 1 o 2; cuando M es B, n + 2m = 4 y m es 0 o 1.

En esta solicitud, los grupos alifáticos generalmente significan compuestos de cadena hidrocarbonada tales como un alquilo, un alqueno y un alquino. Los grupos alifáticos pueden ser, pero sin limitación, metilo, etilo, vinilo, etinilo, propilo, propenilo, propinilo, butilo, butenilo, butinilo, pentilo, hexilo, heptilo, octilo, nonilo y decilo. Los grupos alifáticos pueden estar mono o polisustituidos. Los sustituyentes de los grupos alifáticos incluyen, pero sin limitación, átomos de halógeno tales como F, Cl y Br. Los grupos alifáticos sustituidos pueden ser específicamente, pero sin limitación, fluoroetileno, fluoropropilo o clorobutilo.

En esta solicitud, el cicloalquilo pretende ser un hidrocarburo cíclico saturado o insaturado (pero no aromático), que incluye, pero no se limita a, ciclopropilo, ciclobutilo, ciclopentilo, ciclohexilo o cicloheptilo. Los cicloalquilos incluyen además un cicloalquilo saturado, en el que, opcionalmente, al menos un átomo de carbono puede estar reemplazado por un heteroátomo. Por ejemplo, el heteroátomo puede ser S, N, P u O. Además, los cicloalquilos mono o poliinsaturados (por ejemplo, monoinsaturados) cuyos anillos no contienen ningún heteroátomo también son cicloalquilos a menos que estén en un sistema aromático. Los cicloalquilos pueden estar mono o polisustituídos. Los sustituyentes de los cicloalquilos incluyen, pero sin limitación, átomos de halógeno tales como F, Cl y Br. Los cicloalquilos sustituidos pueden ser específicamente, pero sin limitación, 2-fluorociclopentilo o 3-fluorociclohexilo.

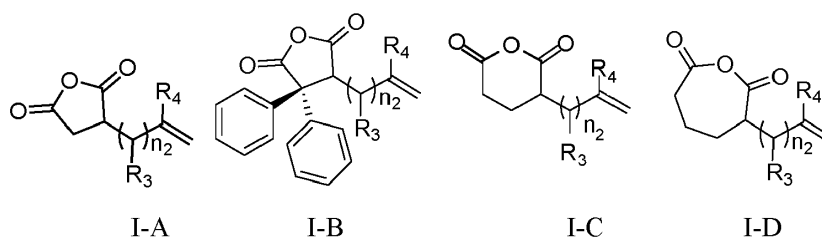
En esta solicitud, los alcoxis incluyen, pero sin limitación, metoxi, etoxi y propoxi. Los alcoxis pueden estar mono o polisustituídos. Los sustituyentes de los alcoxis incluyen, pero sin limitación, átomos de halógeno tales como F, Cl y Br. Los alcoxis sustituidos pueden ser, pero sin limitación, fluoropropoxi o trifluoroetoxi.

En esta solicitud, un arilo generalmente significa un sistema cerrado de anillos con al menos un anillo aromático y generalmente no incluye heteroátomos (por ejemplo, N u O). El arilo incluye, pero sin limitación, fenilo, naftilo, fluorantenilo, fluorenilo, tetrahidronaftilo, indanilo o antracenilo. Los arilos pueden estar mono o polisustituídos. Los sustituyentes de los arilos incluyen, pero sin limitación, átomos de halógeno tales como F, Cl y Br. Los arilos sustituidos pueden ser específicamente, pero sin limitación, monofluorofenilo, fluoroetilnaftilo o naftilo tetrafluorosustituído.

En esta solicitud, un heteroarilo significa un sistema heterocíclico, incluye al menos un anillo aromático y opcionalmente incluye uno o más heteroátomos seleccionados de N, O, S o similares. El arilo heterocíclico incluye, pero sin limitación, furilo, tienilo y similares. El arilo heterocíclico puede estar mono o polisustituído. Los sustituyentes de un anillo heteroaromático incluyen, pero sin limitación, átomos de halógeno tales como F, Cl y Br. El heteroarilo sustituido puede ser específicamente, pero sin limitación, fluorometilfurano o trifluoroetilfeno.

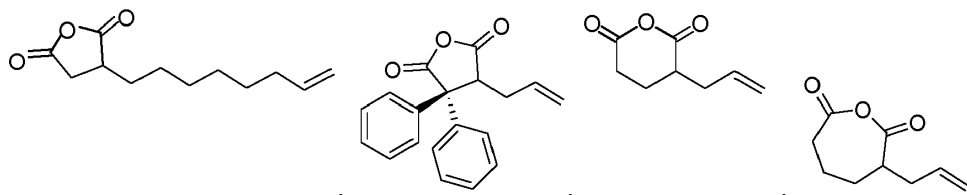
En la disolución electrolítica proporcionada en esta solicitud, generalmente el aditivo A puede ser un compuesto tipo anhídrido cíclico de ácido que contiene un enlace insaturado, incluir una estructura bifuncional única de olefina y anhídrido de ácido y desencadenar la polimerización por apertura del anillo a través de radicales libres en un proceso de carga y descarga de la batería de iones de litio para formar compuestos de cadena larga de alto peso molecular y altamente ordenados. Los compuestos de cadena larga de alto peso molecular chocan entre sí de manera efectiva y reactivan, a través de los radicales libres, dos enlaces en una estructura de cadena lateral para polimerizar por segunda vez y formar una película orgánica en forma de malla, dura, altamente polimerizada y ordenada. La película orgánica en forma de malla cubre la superficie del electrodo negativo para reducir efectivamente las posiciones activas en la superficie del electrodo negativo, evitar que un disolvente electrolítico se descomponga reductivamente en la superficie del electrodo negativo y reducir la ocurrencia de mala resistencia de la batería en el proceso de carga/descarga de la batería de litio. Sin embargo, cuando la disolución electrolítica incluye solo el componente aditivo A, debido a la alta resistencia de los componentes de la película de la SEI, la resistencia inicial de la batería con corriente continua es relativamente alta, y la batería incurre en un problema de deterioro abrupto del rendimiento durante el almacenamiento a alta temperatura. El aditivo B es una sal de fosfato de litio o una sal de borato de litio que contiene oxalato, y puede formar una película sobre el electrodo positivo y el electrodo negativo al mismo tiempo. Esto mejora significativamente la compatibilidad de la interfaz entre el electrodo negativo y la disolución electrolítica, asegura una baja resistencia interna de una celda de batería y mejora el rendimiento durante el almacenamiento a alta temperatura de la celda de batería. En la disolución electrolítica proporcionada en esta aplicación, la conductividad de la disolución electrolítica puede ser de 7,2 mS/cm~8,5 mS/cm, 7,2 mS/cm~7,3 mS/cm, 7,3 mS/cm~7,4 mS/cm, 7,4 mS/cm~7,5 mS/cm, 7,5 mS/cm~7,6 mS/cm, 7,6 mS/cm~7,7 mS/cm, 7,7 mS/cm~7,8 mS/cm, 7,8 mS/cm~7,9 mS/cm, 7,9 mS/cm~8,0 mS/cm, 8,0 mS/cm~8,1 mS/cm, 8,1 mS/cm~8,2 mS/cm, 8,2 mS/cm~8,3 mS/cm, 8,3 mS/cm~8,4 mS/cm, u 8,4 mS/cm~8,5 mS/cm. Con un efecto sinérgico del aditivo A y el aditivo B, se logra un efecto de interacción más eficaz en un rango de conductividad adecuado. Cuando la conductividad en la disolución electrolítica está en un rango de 7,2 mS/cm~8,5 mS/cm, la velocidad de la reacción electroquímica en las interfaces de los electrodos positivo y negativo de la batería de litio es moderada. Por lo tanto, el aditivo B puede descomponerse completamente para formar una película durante la formación de la batería. Después de agregar el aditivo A que se reduce fácilmente en una película, la película de la SEI formada es muy dura, la resistencia en la interfaz del electrodo negativo se reduce significativamente y el rendimiento cinético de los ciclos de la celda de la batería es excelente.

En la disolución electrolítica proporcionada en esta solicitud, R₁ y R₂ en el compuesto indicado por la Fórmula I puede cada uno seleccionarse independientemente de hidrógeno o fenilo y el valor de n₁ puede ser 0 o 1. Específicamente, el aditivo A puede seleccionarse de uno o más compuestos cuya fórmula estructural química se denota mediante la Fórmula I-A, Fórmula I-B, Fórmula I-C y Fórmula I-D:



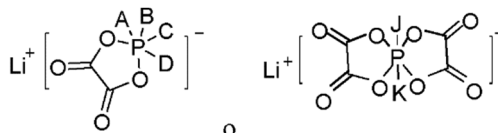
donde, R₃ y R₄ se seleccionan cada uno independientemente de: H; F; Cl; Br; I; grupos alifáticos C₁~C₁₀, C₁~C₆ o C₁~C₃ saturados o insaturados, sustituidos o no sustituidos; cicloalquilos C₃~C₉ o C₃~C₆ sustituidos o no sustituidos; alcoxis C₁~C₁₀, C₁~C₆ o C₁~C₃ sustituidos o no sustituidos; arilos C₆~C₂₀ o C₆~C₁₂ sustituidos o no sustituidos; o heteroarilos C₃~C₂₀ o C₃~C₁₂ sustituidos o no sustituidos; y el valor de n₂ es 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 o 9.

- 5 En la disolución electrolítica proporcionada en esta solicitud, el valor de n₂ en el compuesto indicado por la fórmula I puede ser 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 o 9. R₃ puede seleccionarse de hidrógeno (H), un átomo de halógeno o un alquilo sustituido con un átomo de halógeno. Cada átomo de halógeno puede seleccionarse independientemente de F o Br. R₄ puede seleccionarse de H. Más específicamente, el aditivo A puede seleccionarse de uno o más compuestos indicados por:



- 10 En la disolución electrolítica proporcionada en esta aplicación, la película endurecida en forma de malla formada por el aditivo A ayuda a mejorar el rendimiento cíclico y las características de almacenamiento a alta temperatura de la batería de iones de litio, y mitiga la generación de gas de la batería de iones de litio a alta temperatura. Con un alto contenido del aditivo A en la disolución electrolítica, la película de la SEI formada es demasiado gruesa, da lugar a una resistencia inicial relativamente alta y afecta gravemente al rendimiento cinético, tal como a la potencia de salida de la batería de iones de litio. Por el contrario, si el contenido es demasiado bajo, no se forma una película de la SEI eficaz sobre la superficie de un material de electrodo negativo, lo que reduce la resistencia durante los ciclos de carga y descarga y genera más reacciones secundarias. Un experto en la materia puede seleccionar una cantidad adecuada del aditivo A. Por ejemplo, la masa del aditivo A es 0,01%~10%, 0,01%~6%, 0,01%~0,05%, 0,05%~0,1%, 0,1%~0,3%, 0,3%~0,5%, 0,5%~1%, 1%~2%, 2%~3%, 3%~4%, 4%~5%, 5%~6%, 6%~7%, 7%~8%, 8%~9%, o 9%~10% de la masa total de la disolución electrolítica.

En la disolución electrolítica proporcionada en esta solicitud, el aditivo B se selecciona de al menos una de las sales de fosfato de litio que contienen oxalato denotadas por la Fórmula II-A o II-B:



donde A, B, C, D, J y K se seleccionan cada uno independientemente de F, Cl, Br o I.

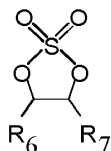
En la disolución electrolítica proporcionada en esta solicitud, un experto en la materia puede seleccionar una cantidad adecuada del aditivo B. Por ejemplo, la masa del aditivo B es 0,01%~10%, 0,01%~5%, 0,01%~0,05%, 0,05%~0,1%, 0,1%~0,3%, 0,3%~0,5%, 0,5%~1%, 1%~2%, 2%~3%, 3%~4%, 4%~5%, 5%~6%, 6%~7%, 7%~8%, 8%~9%, o 9%~10% de la masa total de la disolución electrolítica. Como aditivo para reducir una resistencia inicial en la formación de una película, el aditivo B puede descomponerse en la superficie de la placa del electrodo negativo y participar en la formación de la SEI, mitigando así de manera efectiva el problema de una alta resistencia de la interfaz de la película de la SEI formada sólo por la descomposición del aditivo A, y formando una película de la SEI orgánica en forma de malla dura altamente polimerizada, altamente ordenada y de baja resistencia.

En la disolución electrolítica proporcionada en esta aplicación, la relación en masa del aditivo A al aditivo B puede ser 1:0,1~10, 1:0,1~0,2, 1:0,2~0,3, 1:0,3~0,4, 1:0,4~0,5, 1:0,5~0,6, 1:0,6~0,7, 1:0,7~0,8, 1:0,8~0,9, 1:0,9~1, 1:1~1,1, 1:1,1~1,3, 1:1,3~1,5, 1:1,5~2, 1:2~3, 1:3~4, 1:4~5, 1:5~6, 1:6~7, 1:7~8, 1:8~9 o 1:9~10. El contenido relativo del aditivo A en relación con el aditivo B en la disolución electrolítica afecta a la calidad de la formación de la película y la resistencia de la interfaz de la película de la SEI en las superficies de los electrodos positivo y negativo. Si el contenido relativo del aditivo A es demasiado alto, el contenido del aditivo B es demasiado bajo para descomponerse en una película en la interfaz del electrodo negativo. En consecuencia, la resistencia inicial de la película formada sobre el electrodo negativo sigue siendo alta y se deteriora el rendimiento cinético. Si el contenido relativo del aditivo A es demasiado bajo, no se puede formar una película orgánica en forma de malla, rugosa, altamente polimerizada y altamente ordenada en la superficie del electrodo negativo, se producen muchos efectos secundarios, tales como la generación severa de gas a alta temperatura, y el rendimiento cíclico y el rendimiento a alta temperatura no mejoran significativamente.

La disolución electrolítica proporcionada en esta solicitud puede incluir además un aditivo C. El aditivo C se selecciona

de al menos uno de un compuesto tipo sulfito cíclico que contiene un grupo S=O o un compuesto tipo sulfato cíclico que contiene un grupo S=O. El aditivo C introducido en la disolución electrolítica puede optimizar los componentes de la película de la SEI en la interfaz del electrodo positivo, garantizar una tasa de retención de la capacidad relativamente alta de la batería de litio durante los ciclos y mejorar aún más el rendimiento durante el almacenamiento de la batería.

- 5 En la disolución electrolítica proporcionada en esta solicitud, la fórmula estructural química del compuesto enlazado que contiene S=O se denota mediante la Fórmula III:



III

- 10 donde, R₆ y R₇ se seleccionan cada uno independientemente de: H; F; Cl; Br; I; grupos alifáticos C₁~C₁₀, C₁~C₆ o C₁~C₃, saturados o insaturados, sustituidos o no sustituidos; cicloalquilos C₃~C₉ o C₃~C₆ sustituidos o no sustituidos; alcoxis C₁~C₁₀, C₁~C₆ o C₁~C₃ sustituidos o no sustituidos; arilos C₆~C₂₀ o C₆~C₁₂ sustituidos o no sustituidos; o heteroarilos C₃~C₂₀ o C₃~C₁₂ sustituidos o no sustituidos. En una implementación deseada de esta aplicación, R₆ y R₇ se seleccionan cada uno independientemente de hidrógeno.

- 15 En la disolución electrolítica proporcionada en esta aplicación, la masa del aditivo C es 0,1%~8% de la masa total de la disolución electrolítica. En la disolución electrolítica proporcionada en esta aplicación, el aditivo C puede formar una película sobre el electrodo positivo, lo que ayuda a mejorar el rendimiento durante el almacenamiento de la batería de litio. Un contenido demasiado alto del aditivo C no puede mejorar significativamente el rendimiento durante el almacenamiento a alta temperatura de la batería de litio, y un contenido demasiado bajo no puede ajustar de manera efectiva los componentes de la película de la SEI en la interfaz del electrodo positivo, y existen muchos defectos tales como un mal rendimiento durante el almacenamiento a alta temperatura de la batería. A modo de ejemplo, la masa del aditivo C es 0,1%~5%, 0,1%~0,3%, 0,3%~0,5%, 0,5%~0,7%, 0,7%~1%, 1%~2%, 2%~3%, 3%~4%, o 4%~5% de la masa total de la disolución electrolítica.

- 25 En la disolución electrolítica proporcionada en esta solicitud, un experto en la materia puede elegir un electrolito adecuado para los aditivos anteriores. Generalmente, el electrolito puede ser un electrolito aplicable a una batería de iones de litio. Por ejemplo, el electrolito puede ser, entre otros, uno o más de una sal compleja de un ácido de Lewis y LiF, una imina o una sal de litio metilada, una sal de litio que contiene una estructura S(=O)₂O, una sal de litio que contiene una estructura P=O o Cl=O, o una sal de litio que utiliza un ligando oxalato como anión. Para otro ejemplo, la sal compleja del ácido de Lewis y LiF puede ser, pero sin limitación, uno o más de LiPF₆, LiBF₄, LiAsF₆, LiSbF₆, LiPF₄(CF₃)₂, LiPF₃(C₂F₅)₃, LiPF₃(CF₃)₃, LiPF₃(iso-C₃F₇)₃ o LiPF₅(iso-C₃F₇), ejemplarmente puede ser LiPF₆, LiBF₄, LiAsF₆, o similares, y deseablemente puede ser LiPF₆, LiBF₄ o similares. Para otro ejemplo, la imina o la sal de litio metilada puede ser, pero sin limitación, uno o más de LiN(SO₂F)₂, LiN(SO₂R_F)₂, LiN(SO₂F)(SO₂R_F) (donde R_F es C_nF_{2n+1}, y n' es 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10), (CF₂)₂(SO₂)₂NLi(cíclico), (CF₂)₃(SO₂)₂NLi(cíclico) o LiC(SO₂CF₃)₃, ejemplarmente puede ser LiN(SO₂F)₂, LiN(SO₂CF₃)₂, o LiN(SO₂C₂F₅)₂, y deseablemente puede ser LiN(SO₂F)₂ o LiN(SO₂CF₃)₂. Para otro ejemplo, la sal de litio que contiene una estructura S(=O)₂O puede ser, pero sin limitación, uno o más de LiSO₃F, LiCF₃SO₃, CH₃SO₄Li, C₂H₅SO₄Li, C₃H₇SO₄Li, trifluoro((metilsulfonil)oxi)borato de litio (LiTFMSB) o pentafluoro((metilsulfonil)oxi)fosfato de litio (LiPFMSB) y, a modo de ejemplo, puede ser LiSO₃F, CH₃SO₄Li, C₂H₅SO₄Li, LiTFMSB o similares. Para otro ejemplo, la sal de litio que contiene una estructura P=O o Cl=O puede ser, pero sin limitación, una o más de LiPO₂F₂, Li₂PO₃F, o LiClO₄, y ejemplarmente, puede ser LiPO₂F₂, Li₂PO₃F, o similares. Para otro ejemplo, la sal de litio que utiliza un ligando de oxalato como anión puede ser, pero sin limitación, uno o más de borato de bis[oxalato-O,O']litio (LiBOB), borato de difluoro[oxalato-O,O']litio, fosfato de difluorobis[oxalato-O,O']litio (LiPFO) y fosfato de tetrafluoro[oxalato-O,O']litio y, a modo de ejemplo, pueden ser LiBOB, LiPFO o similares. En algunas implementaciones ejemplares de esta aplicación, el electrolito puede ser, pero sin limitación, LiPF₆, LiBF₄, LiSO₃F, trifluoro((metilsulfonil)oxi)borato de litio (LiTFMSB), LiPO₂F₂, LiN(SO₂CF₃)₂, LiN(SO₂F)₂, borato de bis[oxalato-O,O']litio (LiBOB) y fosfato de difluorobis[oxalato-O,O']litio (LiPFO) y, a modo de ejemplo, puede ser LiPF₆.

- 45 En la disolución electrolítica proporcionada en esta solicitud, el experto en la materia puede elegir un disolvente adecuado para los aditivos anteriores. El disolvente de la disolución electrolítica es generalmente un disolvente no acuoso, a modo de ejemplo un disolvente orgánico, y específicamente puede ser, pero sin limitación, uno o más de carbonato de etileno, carbonato de propileno, carbonato de buteno, carbonato de penteno, carbonato de dimetilo, carbonato de dietilo, carbonato de dipropilo, carbonato de metilo y etilo, o un derivado halogenado del mismo.

- 50 Un segundo aspecto de esta solicitud proporciona un método para preparar la disolución electrolítica según el primer aspecto de esta solicitud. Un experto en la técnica puede elegir un método adecuado para preparar el electrolito usando el electrolito, la disolución y los aditivos anteriores. Por ejemplo, el método de preparación puede incluir: disolver un electrolito y un aditivo en un disolvente en, por ejemplo, condiciones anhidras.

Un tercer aspecto de esta solicitud permite el uso de la disolución electrolítica según la primera realización de esta solicitud en el campo de la preparación de una batería de iones de litio. La disolución electrolítica proporcionada en esta solicitud se puede aplicar a una batería de iones de litio para que sirva como disolución electrolítica de la batería de iones de litio, a fin de mitigar los problemas de generación de gas de la batería de iones de litio durante el almacenamiento y también para garantizar una relativamente alta tasa de retención de la capacidad de la batería de litio durante los ciclos y mejorar el rendimiento durante el almacenamiento a alta temperatura de la batería de iones de litio.

Un cuarto aspecto de esta solicitud proporciona una batería de iones de litio, que incluye una placa de electrodo positivo, una placa de electrodo negativo, un separador y la disolución electrolítica proporcionada en el primer aspecto de esta solicitud. El separador está ubicado entre la placa del electrodo positivo y la placa del electrodo negativo. La FIG. 1 es una vista tridimensional de una implementación de una batería de iones de litio 5. La FIG. 2 es una vista en despiece ordenado de la FIG. 1. Haciendo referencia a la FIG. 1 y la FIG. 2, la batería de iones de litio 5 incluye una carcasa 51, un conjunto de electrodos 52, un conjunto de cubierta superior 53 y una disolución electrolítica (no mostrada). El conjunto de electrodos 52 generalmente incluye una placa de electrodo positivo, una placa de electrodo negativo y un separador. El separador generalmente se encuentra entre la placa de electrodo positivo y la placa de electrodo negativo. La placa de electrodo positivo, el separador y la placa de electrodo negativo se pueden colocar en capas para que sean adecuados para cortar en un tamaño objetivo y apilarse en secuencia, y también se pueden enrollar en un tamaño objetivo para formar el conjunto de electrodos 52. En la batería de iones de litio 5, la cantidad de conjuntos de electrodos 52 no está limitada y puede ser uno o más. Es necesario señalar que la batería que se muestra en la FIG. 1 es, pero sin limitación, una batería en forma de lata. La batería de iones de litio 5 también puede ser una batería en forma de bolsa. Es decir, la carcasa 51 se reemplaza con una película laminada de metal y el conjunto de cubierta superior 53 se cancela.

Un experto en la materia entiende el método para preparar una batería de iones de litio utilizando una placa de electrodo positivo, una placa de electrodo negativo y un separador. Por ejemplo, el método puede ser el método descrito en una realización de esta solicitud.

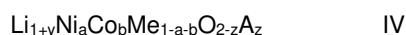
En la batería de iones de litio proporcionada en esta solicitud, la placa de electrodo negativo generalmente incluye un colector de corriente del electrodo negativo y una sustancia activa del electrodo negativo. La placa de electrodo negativo aplicable a la batería de iones de litio es conocida por un experto en la materia. Por ejemplo, el colector de corriente del electrodo negativo puede ser, pero sin limitación, una hoja de metal (tal como una hoja de cobre). Para otro ejemplo, la sustancia activa del electrodo negativo puede ser, pero sin limitación, uno o más de grafito natural, grafito artificial, carbono blando, carbono duro, microesferas de mesocarbono, nanocarbono, silicio de sustancia simple, un compuesto de silicio-oxígeno, un material compuesto de silicio-carbono, una aleación de silicio, un metal de litio, estaño elemental, un compuesto de estaño-oxígeno, un material compuesto de estaño-carbono, una aleación de estaño o un óxido titanato de litio. En una implementación ejemplar de esta solicitud, la sustancia activa del electrodo negativo incluye ejemplarmente SiOx, donde x es 0,9~1,8, 0,9~1,0, 1,0~1,2, 1,2~1,4, 1,4~1,6 o 1,6~1,8. Deseablemente, la sustancia activa del electrodo negativo incluye un material compuesto de silicio-carbono que contiene SiOx y similares. En la batería de iones de litio, con respecto a 1 gramo de material SiOx, la masa del compuesto indicado por la Fórmula I es 0,0005 g~0,01 g, 0,0006 g~0,009 g, 0,0007 g~0,008 g, 0,0008 g~0,007 g, 0,0009 g~0,006 g, 0,001 g~0,005 g, 0,0015 g~0,005 g, 0,002 g~0,005 g, 0,0025 g~0,005 g, 0,003 g~0,005 g, 0,0035 g~0,005 g, o 0,004 g~0,005 g. La disolución electrolítica proporcionada en esta solicitud es particularmente adecuada para un sistema químico en el que la sustancia activa del electrodo negativo contiene SiOx. Debido a que la sustancia activa del electrodo negativo que contiene SiOx exhibe una tasa de expansión del volumen relativamente alta durante los ciclos, la película de la SEI formada por un aditivo formador de película convencional en la superficie del electrodo negativo no es dura. Durante los ciclos posteriores de carga y descarga, la película de la SEI formada en la superficie de un electrodo negativo de silicio sufre procesos repetidos de "formación-ruptura-reformación sobre una superficie nueva". La película de la SEI continúa engrosándose, consumiendo de este drásticamente los iones de litio en la disolución electrolítica y deteriorando drásticamente el rendimiento cíclico de la batería. A través de una investigación meticulosa, el solicitante encuentra que, cuando la masa del aditivo A en la disolución electrolítica es de 0,0005 g ~ 0,01 g con respecto a 1 gramo de material SiOx, una cantidad apropiada del aditivo A puede formar una película en forma de malla endurecida de baja resistencia sobre la superficie del material de SiOx, lo que ayuda a mejorar la calidad de la película del electrodo negativo que contiene silicio y también garantiza una alta conductividad iónica de la batería. Cuando el contenido del aditivo A en la disolución electrolítica es superior a 0,01 g con respecto a 1 gramo de material SiOx, la película de la SEI formada es demasiado gruesa, da lugar a una resistencia inicial relativamente alta y deteriora gravemente el rendimiento cinético, tal como la potencia de salida de la batería de iones de litio. Por el contrario, si el contenido es demasiado bajo, no se forma una película de la SEI efectiva en la superficie del SiOx material, reduciendo así la resistencia durante los ciclos de carga y descarga e incurriendo en más reacciones secundarias.

En la batería de iones de litio proporcionada en esta solicitud, el grosor de la capa de sustancia activa en un solo lado de la placa del electrodo negativo puede ser de 30 μm ~85 μm , 30 μm ~35 μm , 35 μm ~40 μm , 40 μm ~45 μm , 45 μm ~50 μm , 50 μm ~55 μm , 55 μm ~60 μm , 60 μm ~65 μm , 65 μm ~70 μm , 70 μm ~75 μm , 75 μm ~80 μm , u 80 μm ~85 μm . El electrodo negativo incluye el material de SiOx de una alta tasa de expansión del volumen. Por lo tanto, cuando el grosor de la placa de electrodos está en el rango anterior, se acorta la distancia de transmisión de iones de litio en la placa de electrodos y se optimiza aún más el rendimiento cinético de la batería.

En la batería de iones de litio proporcionada en esta solicitud, la placa de electrodo positivo generalmente incluye un

colector de corriente del electrodo positivo y una sustancia activa del electrodo positivo. La placa de electrodo positivo aplicable a la batería de iones de litio es conocida por un experto en la materia. Por ejemplo, el colector de corriente del electrodo positivo puede ser, sin limitación, una hoja de metal (tal como una hoja de aluminio). Para otro ejemplo, la sustancia activa del electrodo positivo puede ser, pero sin limitación, uno o más de un óxido de litio cobalto, un óxido de litio níquel, un óxido de litio manganeso, un óxido de litio níquel manganeso, un óxido de litio níquel cobalto manganeso, un óxido de litio, níquel, cobalto y aluminio, o un compuesto obtenido mediante la adición de otro metal de transición o un metal que no es de transición a dichos óxidos de litio y metal de transición. Más específicamente, la sustancia activa del electrodo positivo puede ser, pero sin limitación, uno o más de un óxido que contiene litio en capas, un óxido que contiene litio de tipo espinela, un compuesto de fosfato que contiene litio de tipo olivino.

- 10 En una implementación ejemplar de esta solicitud, la sustancia activa positiva incluye una sustancia activa positiva ternaria con alto contenido de níquel, y específicamente, incluye al menos uno de los compuestos indicados por la Fórmula IV:



- 15 donde, $-0,1 \leq y \leq 0,2$, $0,5 < a < 0,9$, $0 < b < 0,5$, $0,5 < a+b < 1$, $0 \leq z < 0,2$, Me incluye uno o más de Mn, Fe, Cr, Ti, Zn, V, Al, Zr o Ce, y A incluye uno o más de S, N, F, Cl, Br o I.

En la batería de iones de litio proporcionada en esta solicitud, el separador puede ser cualquiera de varios separadores aplicables a las baterías de iones de litio en la técnica, y específicamente puede ser, pero sin limitación, uno o más de polietileno, polipropileno, poli(fluoruro de vinilideno) o una película de material compuesto multicapa de los mismos.

- 20 La disolución electrolítica proporcionada en esta solicitud se puede aplicar a una batería de iones de litio para mitigar los problemas de generación de gas de la batería de iones de litio durante el almacenamiento y también para garantizar una tasa de retención de la capacidad relativamente alta de la batería de iones de litio durante los ciclos y mejorar el rendimiento durante el almacenamiento a alta temperatura de la batería de iones de litio. El aditivo A se puede usar como inhibidor de la generación de gas y el aditivo B se puede usar como aditivo para reducir la resistencia inicial durante la formación de la película. Las ventajas de los dos aditivos son complementarias entre sí. El aditivo C se puede usar como un aditivo formador de película de electrodo positivo y es adecuado para usar en la disolución electrolítica. Con la batería de iones de litio preparada, el problema de generación de gas de la batería de iones de litio durante el almacenamiento a alta temperatura se mitiga significativamente sin dañar el rendimiento cíclico.

Un quinto aspecto de esta solicitud proporciona un módulo de baterías, que incluye la batería de iones de litio según el cuarto aspecto de esta solicitud.

- 30 Además, la cantidad de baterías de iones de litio incluidas en el módulo de baterías se puede ajustar según la aplicación y la capacidad del módulo de baterías. La FIG. 3 es una vista tridimensional de una implementación del módulo de baterías 4. Haciendo referencia a la FIG. 3, el módulo de baterías 4 incluye una pluralidad de baterías de iones de litio 5. La pluralidad de baterías 5 está dispuesta en una dirección longitudinal.

- 35 Un sexto aspecto de esta solicitud proporciona un paquete de baterías, que incluye la batería de iones de litio según el cuarto aspecto de esta solicitud o el módulo de baterías según el quinto aspecto de esta solicitud. La FIG. 4 es una vista tridimensional de una implementación de un paquete de baterías 1. La FIG. 5 es una vista en despiece ordenado de la FIG. 4. Haciendo referencia a la FIG. 4 y la FIG. 5, el paquete de baterías 1 incluye una parte superior 2 del contenedor, una parte inferior 3 de contenedor y un módulo de baterías 4. La parte superior 2 del contenedor y la parte inferior 3 del contenedor se ensamblan juntas para formar un espacio para acomodar el módulo de baterías 4. El módulo de baterías 4 se encaja en un espacio formado al ensamblar la parte superior 2 del contenedor y la parte inferior 3 del contenedor conjuntamente. Un electrodo de salida del módulo de baterías 4 sale de la parte superior 2 del contenedor o de la parte inferior 3 del contenedor o entre la parte superior 2 del contenedor y la parte inferior 3 del contenedor para suministrar energía al exterior o para cargarse desde fuera. La cantidad y disposición de los módulos de baterías 4 puede determinarse según las necesidades reales.

- 45 Según un séptimo aspecto de esta solicitud, esta solicitud proporciona un aparato, que incluye la batería de iones de litio según el cuarto aspecto de esta solicitud, o el módulo de baterías según el quinto aspecto, o el paquete de baterías según el sexto aspecto. La batería de iones de litio se puede utilizar como fuente de alimentación para el aparato.

- 50 En implementaciones ejemplares de esta aplicación, el aparato incluye un vehículo eléctrico puro, un vehículo eléctrico híbrido, un vehículo eléctrico híbrido enchufable, una bicicleta eléctrica, un scooter eléctrico, un carrito de golf eléctrico, un camión eléctrico y un sistema de almacenamiento de energía. La FIG. 6 es un diagrama esquemático de una implementación de un aparato que utiliza una batería de iones de litio como fuente de alimentación.

El módulo de baterías, el paquete de baterías y el aparato incluyen la batería de iones de litio proporcionada en esta solicitud y, por lo tanto, tienen al menos las mismas ventajas que la batería de iones de litio, cuyos detalles se omiten aquí.

- 55 A continuación se describe la implementación de esta aplicación con referencia a realizaciones específicas. Un experto en la materia puede conocer fácilmente otras ventajas y efectos de esta solicitud a partir del contenido divulgado en

esta memoria descriptiva. Esta aplicación también puede implementarse o aplicarse de otras maneras diferentes. Desde una perspectiva de diferentes puntos de vista y aplicaciones, los detalles de esta memoria descriptiva pueden modificarse o cambiarse sin apartarse del espíritu de esta solicitud.

5 Debe señalarse que, a menos que en este documento se especifique explícitamente lo contrario, los equipos o aparatos de proceso mencionados en las siguientes realizaciones son equipos o aparatos convencionales en la técnica.

Además, comprensiblemente, a menos que en el presente documento se especifique lo contrario, una combinación de una o más etapas del método mencionados en esta solicitud no excluirá otras etapas del método existentes antes o después de la combinación de etapas, ni impedirá que se inserten otras etapas del método entre las etapas mencionadas explícitamente. Además, comprensiblemente, a menos que se especifique lo contrario en este documento, una combinación o relación de conexión entre uno o más dispositivos/aparatos mencionados en este documento no impedirá que otros dispositivos/aparatos existan antes o después de los dispositivos/aparatos combinados, ni impedirá que se inserten otros dispositivos/aparatos entre dos dispositivos/aparatos mencionados explícitamente en este documento. Además, a menos que se especifique lo contrario, los números de referencia de las etapas del método solo pretenden facilitar la identificación en lugar de limitar el orden de disposición de las etapas del método o limitar el alcance de la aplicabilidad de esta solicitud. Cualquier cambio o ajuste de la relación relativa entre los números de referencia estará dentro del ámbito de aplicabilidad de esta solicitud en la medida en que no se realice ningún cambio sustancial en el contenido técnico de la misma.

Realización 1

Se prepara una batería de iones de litio (batería para abreviar) S1 de acuerdo con el siguiente método:

20 (1) Preparación de una placa de electrodo positivo

Se mezclan óxido de litio, níquel, cobalto y manganeso ($\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$), un aglutinante (poli(fluoruro de vinilideno) y un agente conductor (negro de carbón conductor) en una relación en masa de 98:1:1, y se agrega la mezcla a un sistema disolvente de N-metilpirrolidona (NMP); se agita la mezcla con una mezcladora de vacío hasta que el sistema se vuelva homogéneo y transparente, de modo que se obtenga una suspensión de electrodo positivo; se recubre una hoja de aluminio de 12 μm de espesor con la suspensión de electrodo positivo de manera homogénea; se seca la hoja de aluminio al aire a temperatura ambiente, y se reubica la hoja de aluminio en un horno a 120 °C para secarla durante 1 hora, y luego se realiza un calandrado en frío y un corte longitudinal para obtener una placa de electrodo positivo.

(2) Preparación de una placa de electrodo negativo

30 Se mezclan grafito artificial, un agente conductor (negro de carbón conductor) y un aglutinante (poliacrilato) en una relación en masa de 98:1:1 y se agrega la mezcla a agua desionizada; se agita la mezcla con un mezclador de vacío para obtener una suspensión de electrodo negativo; se recubre una hoja de aluminio con la suspensión de electrodo negativo de manera homogénea; se seca la hoja de aluminio al aire a temperatura ambiente, y se reubica la hoja de aluminio en un horno a 120 °C para secarla durante 1 hora, y luego se realiza un calandrado en frío y un corte longitudinal para obtener una placa de electrodo negativo.

35 (3) Preparación de una disolución electrolítica

Se mezclan homogéneamente carbonato de etileno (EC) y carbonato de dietilo (DEC) rectificados, deshidratados y purificados en un cuarto de secado para formar un disolvente orgánico; se disuelve una sal de litio completamente seca, LiPF_6 , en el disolvente orgánico, y luego se agrega un aditivo al disolvente orgánico, y se mezclan homogéneamente para obtener una disolución electrolítica. La concentración de la sal de litio es de 1 mol/L, el contenido de la sal de litio es 12,5% de la masa total de la disolución electrolítica y la relación en masa de EC a DEC es EC:DEC = 1:1. Los tipos específicos y el contenido del aditivo se muestran en la Tabla 1.

(4) Preparación de una batería de iones de litio

Se apilan secuencialmente una placa de electrodo positivo de 0,278 mm de espesor con hendiduras convencionales, una placa de electrodo negativo de 0,109 mm de espesor y una película porosa de poliolefina de película fina de alta resistencia de 0,016 mm de espesor que se ha sometido a un tratamiento cerámico, de modo que se coloque un separador entre la placa de electrodo positivo y la placa de electrodo negativo para fines de separación; se enrollan los materiales apilados para obtener una celda de batería simple; se deja la celda simple de una capacidad de 2,6 Ah en una hoja de embalaje exterior; se inyectan 10,8 gramos de la disolución electrolítica preparada en una celda seca; y se realizan etapas tales como el envasado al vacío, el reposo, la formación y la remodelación para obtener una batería de iones de litio (S1 para abreviar).

55 El método de preparación de las Realizaciones 2~33 (las baterías de las realizaciones se numeran como S2~S33) y de las Realizaciones Comparativas 1~12 (las baterías en las realizaciones comparativas se numeran como D1~D12) es casi el mismo que en la Realización 1 excepto una diferencia en una fórmula de la disolución electrolítica. Los tipos y dosis de aditivos en la disolución electrolítica en las Realizaciones Comparativas 1~12 y las Realizaciones 1~33 se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

Número de batería	Sustancia activa negativa, porcentaje en masa de SiOx	Masa del aditivo A con respecto a 1 gramo de SiOx (g)	Tipo y dosificación del aditivo (% en peso)						
			Aditivo A				Aditivo B		Aditivo C
			Mol. 1	Mol. 2	Mol. 3	Mol.4	LiDFOP	LiTFOP	DTD
D1	Grafito artificial, 0%	-	0,5	-	-	-	-	-	-
D2	Grafito artificial, 0%	-	-	0,5	-	-	-	-	-
D3	Grafito artificial, 0%	-	-	-	0,5	-	-	-	-
D4	Grafito artificial, 0%	-	-	-	-	-	-	-	-
D5	Grafito artificial, 0%	-	-	-	-	-	0,5	-	-
D6	Grafito artificial, 0%	-	-	-	-	-	-	0,5	-
D7	Grafito artificial, 0%	-	-	-	-	-	-	-	0,5
D8	Grafito artificial, 0%	-	0,5	-	-	-	-	-	0,5
D9	Grafito artificial, 0%	-	-	-	-	-	0,5	-	0,5
D10	Material compuesto de silicio-carbono, 5%	-	0,5	-	-	-	-	-	-
D11	Material compuesto de silicio-carbono, 5%	-	-	-	-	-	0,5	-	-
D12	Material compuesto de silicio-carbono, 5%	-	-	-	-	-	-	-	-
S1	Grafito artificial, 0%	-	0,1	-	-	-	0,5	-	-
S2	Grafito artificial, 0%	-	0,5	-	-	-	0,5	-	-
S3	Grafito artificial, 0%	-	3	-	-	-	0,5	-	-
S4	Grafito artificial, 0%	-	0,25	0,25	-	-	0,5	-	-
S5	Grafito artificial, 0%	-	0,25	-	-	-	0,5	-	-
S6	Grafito artificial, 0%	-	1	-	-	-	0,5	-	-
S7	Grafito artificial, 0%	-	5	-	-	-	0,5	-	-
S8	Grafito artificial, 0%	-	6	-	-	-	0,5	-	-
S9	Grafito artificial, 0%	-	1	-	-	-	0,5	-	0,5
S10	Grafito artificial, 0%	-	0,5	-	-	-	0,5	-	0,5
S11	Grafito artificial, 0%	-	0,5	-	-	-	5	-	0,5
S12	Grafito artificial, 0%	-	0,5	-	-	-	-	0,5	0,5
S13	Grafito artificial, 0%	-	-	0,5	-	-	0,5	-	0,5
S14	Grafito artificial, 0%	-	-	-	0,5	-	0,5	-	0,5
S15	Grafito artificial, 0%	-	-	0,5	-	-	-	0,1	0,5
S16	Grafito artificial, 0%	-	-	0,5	-	-	-	0,5	0,5
S17	Grafito artificial, 0%	-	-	0,5	-	-	-	5	0,5
S18	Grafito artificial, 0%	-	-	-	0,5	-	-	0,5	0,5
S19	Grafito artificial, 0%	-	-	-	0,5	-	-	0,1	0,5
S20	Grafito artificial, 0%	-	-	-	0,5	-	-	5	0,5
S21	Grafito artificial, 0%	-	-	-	-	0,5	0,5	-	0,5
S22	Grafito artificial, 0%	-	0,01	-	-	-	0,5	-	0,5
S23	Grafito artificial, 0%	-	-	0,01	-	-	0,5	-	0,5
S24	Grafito artificial, 0%	-	10	-	-	-	0,5	-	0,5
S25	Grafito artificial, 0%	-	-	10	-	-	0,5	-	0,5
S26	Grafito artificial, 0%	-	-	-	10	-	0,5	-	0,5
S27	Grafito artificial, 0%	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-	0,5
S28	Grafito artificial, 0%	-	1	1	-	-	2	-	0,5

Número de batería	Sustancia activa negativa, porcentaje en masa de SiOx	Masa del aditivo A con respecto a 1 gramo de SiOx (g)	Tipo y dosificación del aditivo (% en peso)						
			Aditivo A				Aditivo B		Aditivo C
			Mol. 1	Mol. 2	Mol. 3	Mol. 4	LiDFOP	LiTFOP	
S29	Grafito artificial, 0%	-	-	-	2	2	3	-	0,5
S30	Material compuesto de silicio-carbono, 5%	0,0005	0,02	-	-	-	0,5	-	0,5
S31	Material compuesto de silicio-carbono, 5%	0,003	0,12	-	-	-	0,5	-	0,5
S32	Material compuesto de silicio-carbono, 5%	0,005	0,2	-	-	-	0,5	-	0,5
S33	Material compuesto de silicio-carbono, 5%	0,01	0,4	-	-	-	0,5	-	0,5

Nota: "-" en la Tabla 1 significa que no se agrega ninguna sustancia; LiDFOP: difluorodioxalato fosfato de litio; LiTFOP: tetrafluorooxalato fosfato de litio; DTD: sulfato de vinilo;

Mol. 1: anhídrido 2-octeno-succínico;

5 Mol. 2: anhídrido 1-alil-2,2'-difenil-succínico;

Mol. 3: anhídrido 1-alil-glutárico;

Mol. 4: anhídrido 1-alil-adípico.

Ensayo de rendimiento

Se realizaron los siguientes ensayos en las baterías S1~S33 y las baterías D1~D12:

10 (1) Ensayo de rendimiento durante el almacenamiento de una batería de iones de litio a 60 °C

Se cargó la batería de iones de litio a 4,2 V a temperatura ambiente usando una corriente constante de 1 C, luego se cargó la batería a una corriente de 0,05 C con un voltaje constante de 4,2 V; se determinó el volumen de la batería V0; luego se dejó la batería de iones de litio en un termostato a 60 °C y se almacenó la batería durante 20 días; se sacó la batería el día enésimo, y se midió el volumen de la batería, y se registró el valor medido como Vn; y se calculó la tasa de expansión del volumen de la batería de iones de litio el día 20 de acuerdo con la siguiente fórmula. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

La tasa de expansión del volumen de la batería de iones de litio almacenada a alta temperatura durante n días (%) = $(V_n - V_0) / V_0 \times 100\%$, donde n es el número de días de almacenamiento de la batería de iones de litio a alta temperatura.

(2) Ensayo de la resistencia con corriente continua de la batería de iones de litio a 25 °C

20 Se cargó de la batería a 25 °C hasta un estado de carga (SOC) del 50% usando voltaje constante/ corriente constante de 0,5 C (se cargó la batería a 3,85 V con una corriente constante de 0,5 C y luego se cargó la batería a 0,05 C con voltaje constante de 3,85 V); se dejó descansar la batería durante 10 minutos y luego se descargó la batería durante 10 segundos con una corriente constante de 0,1 C, y se registró el voltaje U1 después de la descarga; y se descargó la batería durante 30 segundos con una corriente constante de 4 C y se registró el voltaje U2 después de la descarga.

25 Se calculó la resistencia con corriente continua de la batería de iones de litio según la fórmula: $DCR = (U_2 - U_1) / (4 C - 0,1 C)$.

(3) Ensayo de la tasa de retención de la capacidad de la batería de iones de litio almacenada a 60 °C durante 60 días

30 Se cargó la batería a 4,2 V con una corriente constante de 1 C, luego se cargó la batería a una corriente de 0,05 C con un voltaje constante de 4,2 V; se dejó reposar la batería durante 10 minutos, luego se descargó la batería a un voltaje de corte de 2,8 V con una corriente constante de 1 C y se registró la capacidad de prealmacenamiento CAP 1; se cargó la batería a un voltaje de corte de 4,2 V con una corriente constante de 1 C, luego se cargó la batería a una corriente de 0,05 C con un voltaje constante de 4,2 V; se dejó la batería de iones de litio en un horno a 60 °C durante 60 días, se sacó y se descargó a 2,8 V con corriente constante de 1 C, y se registró una capacidad post-almacenamiento CAP 2; se calculó la tasa de retención de la capacidad durante el almacenamiento de la batería secundaria de iones de litio de acuerdo con la siguiente fórmula:

ES 2 937 982 T3

Tasa de retención de la capacidad durante el almacenamiento de la batería secundaria de iones de litio (%) = CPA2/CAP1

5 La Tabla 2 muestra los resultados de los ensayos de rendimiento eléctrico de la batería obtenidos de las Realizaciones Comparativas 1~12 y las Realizaciones 1~33, incluidas la tasa de expansión del volumen de las muestras D1~D12 y S1~S33 ensayadas después de haber sido almacenadas a 60 °C durante 20 días, la resistencia con corriente continua a 25 °C y la tasa de retención de la capacidad de las muestras analizadas después de haber sido almacenadas a 60 °C durante 60 días.

Tabla 2

Número de batería	Tasa de expansión del volumen después de ser almacenada a 60 °C				RCD 25 °C (mhom)	Tasa de retención de la capacidad después de almacenarse a 60 °C durante 60 días
	5 días	10 días	15 días	20 días	SOC 50% a 4C 30S	
D1	5,3%	9,6%	12,5%	15,8%	185	75%
D2	5,7%	9,5%	12,1%	15,1%	191	76%
D3	4,9%	9,1%	12,7%	15,4%	189	75%
D4	21,6%	36,6%	44,6%	60,8%	138	64%
D5	19,9%	34,8%	42,6%	58,9%	109	65%
D6	19,1%	34,1%	42,2%	57,3%	115	66%
D7	15,8%	30,8%	40,6%	52,1%	148	79%
D8	5,8%	9,9%	12,7%	15,7%	207	82%
D9	14,1%	28,6%	39,6%	50,8%	114	74%
D10	8,9%	11,1%	17,2%	26,9%	278	70%
D11	17,6%	33,1%	39,6%	52,8%	228	69%
D12	17,7%	32,2%	40,7%	53,8%	241	68%
S1	6,3%	11,9%	14,7%	18,1%	152	79%
S2	5,6%	9,8%	12,8%	15,2%	161	81%
S3	5,3%	9,4%	12,0%	15,0%	167	80%
S4	5,4%	9,0%	12,8%	15,3%	159	80%
S5	5,3%	9,4%	12,0%	14,8%	154	80%
S6	5,4%	9,0%	12,8%	15,3%	165	81%
S7	4,0%	7,6%	11,4%	13,4%	172	80%
S8	4,2%	7,5%	11,3%	13,2%	174	80%
S9	4,9%	8,9%	12,6%	14,7%	166	83%
S10	5,7%	9,4%	13,3%	15,0%	163	84%
S11	5,1%	8,9%	12,7%	15,1%	159	83%
S12	5,2%	9,1%	12,9%	15,3%	164	83%
S13	6,1%	9,5%	13,8%	15,2%	163	83%
S14	6,0%	9,3%	12,2%	15,7%	165	83%
S15	5,2%	8,9%	12,3%	15,3%	171	84%
S16	5,3%	8,2%	12,8%	15,9%	166	83%
S17	5,9%	8,6%	13,0%	14,7%	165	84%
S18	5,2%	8,9%	12,8%	15,1%	163	83%
S19	5,4%	9,2%	12,7%	15,8%	173	83%
S20	5,8%	12,3%	15,4%	15,3%	159	83%
S21	5,6%	12,1%	14,3%	15,2%	166	83%
S22	16,6%	28,4%	36,0%	40,7%	115	80%
S23	17,1%	27,7%	35,9%	40,2%	113	80%
S24	5,3%	9,6%	12,5%	14,3%	181	85%
S25	5,2%	9,7%	12,9%	14,3%	183	85%
S26	5,1%	9,8%	12,8%	14,5%	182	85%

Número de batería	Tasa de expansión del volumen después de ser almacenada a 60 °C				RCD 25 °C (mhom)	Tasa de retención de la capacidad después de almacenarse a 60 °C durante 60 días
	5 días	10 días	15 días	20 días	SOC 50% a 4C 30S	
S27	6,1%	10,1%	12,9%	15,7%	168	83%
S28	6,1%	9,5%	12,6%	15,9%	165	84%
S29	5,4%	9,8%	11,9%	15,2%	160	85%
S30	8,5%	12,4%	19,2%	26,8%	238	77%
S31	7,7%	11,5%	18,2%	25,8%	240	78%
S32	7,3%	11,6%	18,0%	25,4%	246	79%
S33	6,5%	11,5%	17,2%	24,6%	250	79%

Como puede verse en la Tabla 2, cuando la disolución electrolítica (D1~D3) incluye solo el aditivo A, el problema de generación de gas de la batería se mitiga moderadamente. Sin embargo, debido a la alta resistencia de los componentes de la película de la SEI formados por la descomposición del aditivo A, la resistencia inicial con corriente continua de la batería es relativamente alta y la batería incurre en un problema de deterioro abrupto del rendimiento durante el almacenamiento a alta temperatura. Cuando la disolución electrolítica (D5~D7) incluye solo el aditivo B o el aditivo C, la película de la SEI formada en las superficies de los electrodos positivo y negativo no es dura. La película de la SEI es propensa a romperse cuando el volumen de la sustancia activa aumenta y disminuye durante una intercalación y desintercalación de iones de litio. En consecuencia, la disolución electrolítica es propensa a reacciones secundarias de la sustancia activa en una superficie nueva y el problema de generación de gas de la batería sigue siendo grave.

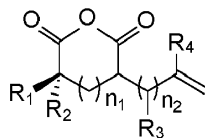
Las baterías S1~S8 son muestras cuyas disoluciones electrolíticas contienen tanto el aditivo A como el aditivo B. Después de almacenarse a alta temperatura, todas las baterías tienen una tasa de expansión del volumen baja y una baja resistencia con corriente continua. Evidentemente, con el aditivo A usado junto con el aditivo B (incluyendo el mezclado) se forma una película de la SEI dura de alta conductividad iónica en las superficies de los electrodos positivo y negativo al mismo tiempo, y la compatibilidad de la interfaz entre los electrodos positivo y negativo y la disolución electrolítica se mejora significativamente. Esto no solo mitiga significativamente el problema de generación de gas de la celda de la batería a alta temperatura, sino que también asegura una resistencia interna relativamente baja de la celda de la batería y mejora el rendimiento durante el almacenamiento a alta temperatura de la celda de la batería. Además, cuando el contenido del aditivo A alcanza el 0,5%, como se describe en la Realización S2, los efectos de suprimir la generación de gas de la celda de la batería a 60 °C son significativos. Cuando se añade un alto contenido (>6%) del aditivo A, frente a una dosificación convencional del 0,5%, la resistencia con corriente continua de la celda de la batería en este sistema aumenta ligeramente pero sin reducir significativamente la generación de gas a alta temperatura. Finalmente, el mejor rango de la relación de contenido relativo del aditivo A al aditivo B en la disolución electrolítica es 0,5~6. Cuando la relación de contenido del aditivo A al aditivo B en la disolución electrolítica de la batería de iones de litio se encuentra en dicho rango, se pueden formar películas en las superficies de la placa del electrodo positivo y la placa del electrodo negativo al mismo tiempo, y se optimiza aún más los componentes y la estructura de las películas de la SEI formadas en la superficie del electrodo negativo. Se forma una película orgánica en forma de malla, dura, altamente polimerizada, altamente ordenada y de baja resistencia, lo que mejora significativamente el rendimiento cíclico y el rendimiento durante el almacenamiento a alta temperatura de la batería de iones de litio y también garantiza un excelente rendimiento cinético de la batería de iones de litio.

Como se puede aprender de las Realizaciones S30~S33 y las Realizaciones Comparativas D10~D12, la fórmula de la disolución electrolítica es especialmente prominente para mejorar el rendimiento durante el almacenamiento a alta temperatura y el rendimiento cíclico de un sistema de batería con una sustancia activa del electrodo negativo que contiene SiOx. Cuando la masa del aditivo A es de 0,0005 g~0,01 g con respecto a 1 gramo de material SiOx, el aditivo A puede formar una película en forma de malla endurecida de baja resistencia sobre la superficie del material SiOx. Esto ayuda a mejorar la calidad de la película de la sustancia activa del electrodo negativo que contiene silicio, evita el problema de "formación-rotura-reformación sobre una superficie nueva" repetida de la película de la SEI sobre la superficie de silicio en ciclos posteriores de carga y descarga, y asegura una alta conductividad iónica y un alto rendimiento cíclico de la batería.

En conclusión, esta aplicación supera eficazmente varias desventajas de la técnica anterior y tiene un alto valor de comercialización.

REIVINDICACIONES

1. Una disolución electrolítica, que comprende un electrolito y un disolvente, y que además comprende un aditivo A y un aditivo B, en donde el aditivo A se selecciona de al menos uno de los compuestos cuya fórmula química estructural se denota mediante la Fórmula I:



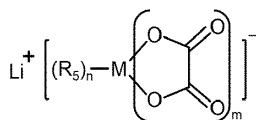
I

en donde, R₁, R₂, R₃ y R₄ se seleccionan cada uno independientemente de: H; F; Cl; Br; I; grupos alifáticos C₁~C₁₀ saturados o insaturados, sustituidos o no sustituidos; cicloalquilos C₃~C₉ sustituidos o no sustituidos; alcoxis C₁~C₁₀ sustituidos o no sustituidos; arilos C₆~C₂₀ sustituidos o no sustituidos; o heteroarilos C₃~C₂₀ sustituidos o no sustituidos; en donde los sustituyentes para dichos grupos alifáticos, dichos cicloalquilos, dichos alcoxis, dichos arilos y dichos heteroarilos son átomos de halógeno;

el valor de n₁ es 0, 1, 2, 3, 4 o 5;

el valor de n₂ es 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 o 9;

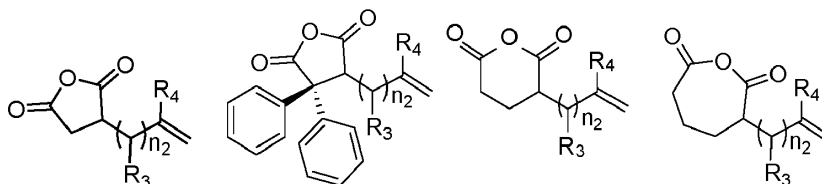
el aditivo B se selecciona de al menos uno de los compuestos cuya fórmula química estructural se denota por la fórmula II:



II

En la Fórmula II, R₅ es uno o más de F, Cl, Br o I; M es P o B; cuando M es P, n + 2m = 6, y m es 1 o 2; cuando M es B, n + 2m = 4 y m es 0 o 1.

2. La disolución electrolítica según la reivindicación 1, en la que el aditivo A se selecciona de uno o más compuestos cuya fórmula estructural química se denota por la Fórmula I-A, Fórmula I-B, Fórmula I-C o Fórmula I-D:



I-A

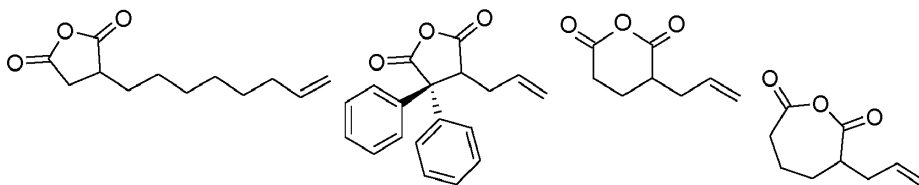
I-B

I-C

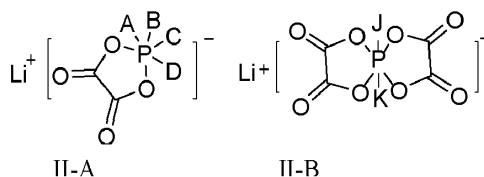
I-D

en donde, R₃ y R₄ se seleccionan cada uno independientemente de: H; F; Cl; Br; I; grupos alifáticos C₁~C₁₀ saturados o insaturados, sustituidos o no sustituidos; cicloalquilos C₃~C₉ sustituidos o no sustituidos; alcoxis C₁~C₁₀ sustituidos o no sustituidos; arilos C₆~C₂₀ sustituidos o no sustituidos; o heteroarilos C₃~C₂₀ sustituidos o no sustituidos; en donde los sustituyentes para dichos grupos alifáticos, dichos cicloalquilos, dichos alcoxis, dichos arilos y dichos heteroarilos son átomos de halógeno; y el valor de n₂ es 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 o 9.

3. La disolución electrolítica según la reivindicación 1, en la que el aditivo A se selecciona de al menos uno de los compuestos denotados por:



4. La disolución electrolítica según la reivindicación 1, en la que el aditivo B se selecciona de al menos uno de los compuestos denotados por:



en donde A, B, C, D, J y K se seleccionan cada uno independientemente de F, Cl, Br o I.

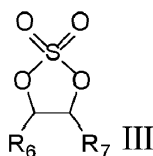
5. La disolución electrolítica según la reivindicación 1, en la que la masa del aditivo A es 0,01%~10%, a modo de ejemplo 0,1%~6%, de la masa total de la disolución electrolítica; y/o

5 la masa del aditivo B es 0,01%~10%, a modo de ejemplo 0,1%~5%, de la masa total de la disolución electrolítica; y/o la relación de masa del aditivo A al aditivo B es 1:(0,1~10).

6. La disolución electrolítica según la reivindicación 1, en la que el electrolito se selecciona de uno o más de LiPF_6 , LiBF_4 , $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{F})_2$, $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$, LiClO_4 , LiAsF_6 , $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$, $\text{LiBF}_2(\text{C}_2\text{O}_4)$, $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{R}_\text{F})_2$, o $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{F})(\text{SO}_2\text{R}_\text{F})$, en donde R_F es $\text{C}_n\text{F}_{2n+1}$, y n es 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10.

10 7. La disolución electrolítica según la reivindicación 1, en la que la disolución electrolítica comprende además un aditivo C, y el aditivo C se selecciona de al menos uno de un compuesto tipo sulfito cíclico que contiene un grupo $\text{S}=\text{O}$ o un compuesto tipo sulfato cíclico que contiene un grupo $\text{S}=\text{O}$.

8. La disolución electrolítica según la reivindicación 7, en la que la fórmula química estructural del compuesto tipo sulfato cíclico que contiene un grupo $\text{S}=\text{O}$ se denota mediante la fórmula III:



15 en donde, R_6 y R_7 se seleccionan cada uno independientemente de: H; F; Cl; Br; I; grupos alifáticos $\text{C}_1\sim\text{C}_{10}$ saturados o insaturados, sustituidos o no sustituidos; cicloalquilos $\text{C}_3\sim\text{C}_9$ sustituidos o no sustituidos; alcoxis $\text{C}_1\sim\text{C}_{10}$ sustituidos o no sustituidos; arilos $\text{C}_6\sim\text{C}_{20}$ sustituidos o no sustituidos; o heteroarilos $\text{C}_3\sim\text{C}_{20}$ sustituidos o no sustituidos; a modo de ejemplo, R_6 y R_7 se seleccionan cada uno independientemente de H; y en donde los sustituyentes para dichos grupos alifáticos, dichos cicloalquilos, dichos alcoxis, dichos arilos y dichos heteroarilos son átomos de halógeno;

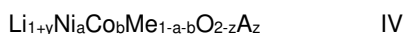
20 9. La disolución electrolítica según la reivindicación 7, en la que la masa del aditivo C es 0,1%~8%, a modo de ejemplo 0,1%~5%, de la masa total de la disolución electrolítica.

25 10. Una batería de iones de litio (5), que comprende una placa de electrodo positivo, una placa de electrodo negativo, un separador y la disolución electrolítica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que el separador está ubicado entre la placa de electrodo positivo y la placa de electrodo negativo.

30 11. La batería de iones de litio (5) según la reivindicación 10, en la que el material activo del electrodo negativo comprendido en la placa de electrodo negativo se selecciona de uno o más de grafito natural, grafito artificial, carbono blando, carbono duro, microesferas de mesocarbono, nanocarbono, silicio de sustancia simple, un compuesto de silicio-oxígeno, un material compuesto de silicio-carbono, una aleación de silicio, estaño elemental, un compuesto de estaño-oxígeno, un material compuesto de estaño-carbono, una aleación de estaño o un óxido titanato de litio; a modo de ejemplo, el material activo del electrodo negativo comprende SiO_x (x : 0,9~1,8); y deseablemente, con respecto a 1 gramo de SiO_x , la masa del compuesto denotado por la Fórmula I es 0,0005 g ~ 0,01 g.

12. La batería de iones de litio (5) según la reivindicación 11, en la que el espesor de una capa de sustancia activa en un solo lado de la placa de electrodo negativo es 30 μm ~ 85 μm .

35 13. La batería de iones de litio (5) según la reivindicación 10, en la que la placa de electrodo positivo comprende una sustancia activa del electrodo positivo, y la sustancia activa del electrodo positivo comprende al menos uno de los compuestos denotados por la fórmula IV:



40 en la Fórmula IV, $-0,1 \leq y \leq 0,2$, $0,5 < a < 0,9$, $0 < b < 0,5$, $0,5 < a+b < 1$, $0 \leq z < 0,2$, Me comprende uno o más de Mn, Fe, Cr, Ti, Zn, V, Al, Zr o Ce, y A comprende uno o más de S, N, F, Cl, Br o I.

14. Un aparato, que comprende la batería de iones de litio (5) según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13.

15. El aparato según la reivindicación 14, en donde el aparato comprende un vehículo eléctrico, un vehículo eléctrico híbrido, un vehículo eléctrico híbrido enchufable, una bicicleta eléctrica, un scooter eléctrico, un carrito de golf eléctrico, un camión eléctrico, un barco eléctrico y un sistema de almacenamiento de energía.

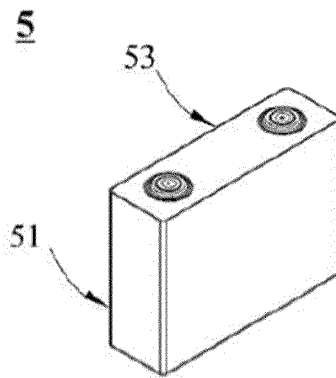


FIG. 1

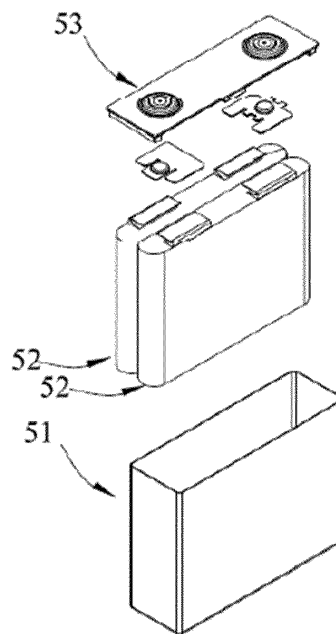


FIG. 2

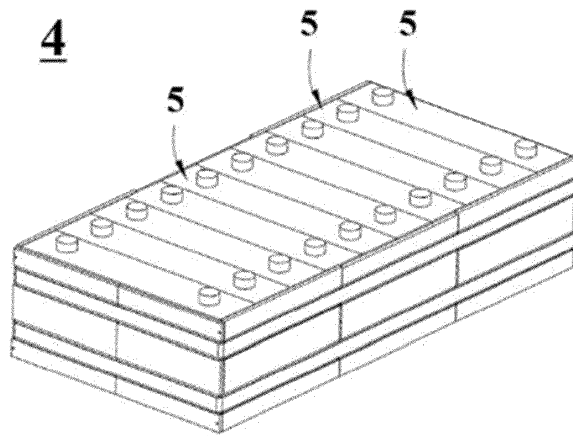


FIG. 3

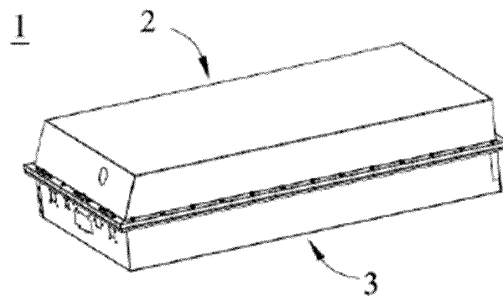


FIG. 4

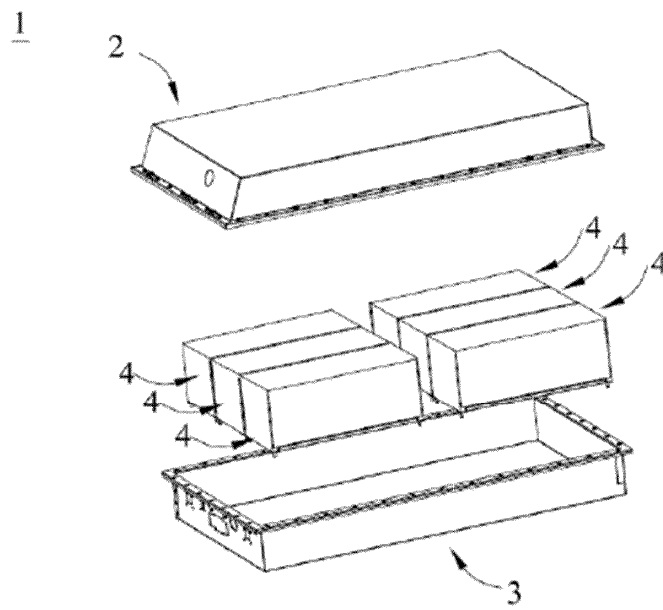


FIG. 5

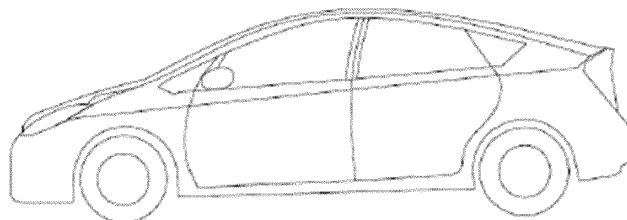


FIG. 6