

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 940 338**

51 Int. Cl.:

H01M 4/66 (2014.01)

H01M 4/02 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.11.2019** **PCT/CN2019/119744**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.01.2021** **WO21000504**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2019** **E 19932232 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.02.2023** **EP 3813166**

54 Título: **Colector de corriente de electrodo positivo, pieza de electrodo positivo, dispositivo electroquímico, módulo de batería, paquete de batería y aparato**

30 Prioridad:

01.07.2019 CN 201910586431

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

05.05.2023

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:

**LIANG, CHENGDU;
HUANG, QISEN y
WANG, SHIWEN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 940 338 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

Colector de corriente de electrodo positivo, pieza de electrodo positivo, dispositivo electroquímico, módulo de batería, paquete de batería y aparato

Campo de la técnica

- 5 Esta solicitud se refiere al campo de las tecnologías de aparatos electroquímicos y, en particular, a un colector de corriente positiva, una placa de electrodo positivo, un aparato electroquímico, un módulo de batería, un paquete de batería y un dispositivo.

Antecedentes de la técnica

- 10 Las baterías secundarias se usan cada vez más en vehículos eléctricos y productos electrónicos de consumo debido a sus ventajas de alta densidad de energía, voltaje de salida estable, ciclo de vida prolongado y baja contaminación ambiental. Con la amplia aplicación de las baterías secundarias, las personas han impuesto requisitos más altos en la densidad de energía y en el rendimiento electroquímico de las baterías. Durante la investigación, el inventor encuentra que un colector de corriente con una estructura compuesta de una capa de soporte y una capa conductora ayuda a reducir el peso del colector de corriente en comparación con un colector de corriente de metal convencional, mejorando así la densidad de energía por unidad de peso de batería. Sin embargo, cómo proporcionar un rendimiento electroquímico mayor y al mismo tiempo mejorar la densidad de energía por unidad de peso de batería se ha convertido en un problema técnico por resolver.

En base a esto, se propone esta solicitud. El Documento de Patente Europea de Número EP 34961186 describe invenciones con varias características en común con el objeto de la presente invención.

Sumario

- 20 Las realizaciones de esta solicitud proporcionan un colector de corriente positiva como se especifica en las reivindicaciones 1-8, una placa de electrodo positivo como se especifica en la reivindicación 9, un aparato electroquímico como se especifica en la reivindicación 10, un módulo de batería como se especifica en la reivindicación 11, un paquete de batería como se especifica en la reivindicación 12, y un dispositivo como se especifica en la reivindicación 13, de manera que el colector de corriente positiva tiene un peso más pequeño y un rendimiento eléctrico más alto, y luego el aparato electroquímico tiene una densidad de energía por unidad de peso más alta y un rendimiento electroquímico más alto.

- 30 Un primer aspecto de las realizaciones de esta solicitud proporciona un colector de corriente positiva que incluye una capa de soporte, con dos superficies opuestas en la dirección del espesor de la capa de soporte; y una capa conductora a base de aluminio, dispuesta sobre al menos una de las dos superficies de la capa de soporte. Un espesor D_1 de la capa conductora a base de aluminio es $300 \text{ nm} \leq D_1 \leq 2 \text{ }\mu\text{m}$, preferiblemente $500 \text{ nm} \leq D_1 \leq 1,5 \text{ }\mu\text{m}$; una densidad de la capa conductora a base de aluminio es de $2,5 \text{ g/cm}^3$ a $2,8 \text{ g/cm}^3$; y cuando la deformación por tracción del colector de corriente positiva es del 2,5 %, la tasa de crecimiento de la resistencia de la lámina T de la capa conductora a base de aluminio es $T \leq 10 \text{ \%}$, preferiblemente $T \leq 5 \text{ \%}$, más preferiblemente $T \leq 2 \text{ \%}$, o aún más preferiblemente $T \leq 1\%$, y en donde el alargamiento a la rotura de la capa de soporte es mayor o igual que el alargamiento a la rotura de la capa conductora a base de aluminio.

- 35 Un segundo aspecto de las realizaciones de esta solicitud proporciona una placa de electrodo positivo que incluye un colector de corriente positiva y una capa de material activo de electrodo positivo dispuesta sobre el colector de corriente positiva, y el colector de corriente positiva es el colector de corriente positiva según el primer aspecto de las realizaciones de esta solicitud.

- 40 Un tercer aspecto de las realizaciones de esta solicitud proporciona un aparato electroquímico que incluye una placa de electrodo positivo, una placa de electrodo negativo, un separador y un electrolito, donde la placa de electrodo positivo es la placa de electrodo positivo según el segundo aspecto de las realizaciones de esta solicitud.

- 45 Un cuarto aspecto de esta solicitud proporciona un módulo de batería que incluye el aparato electroquímico según el tercer aspecto de esta solicitud.

Un quinto aspecto de esta solicitud proporciona un paquete de batería que incluye el módulo de batería según el cuarto aspecto de esta solicitud.

Un sexto aspecto de esta solicitud proporciona un dispositivo que incluye el aparato electroquímico según el tercer aspecto de esta solicitud, y el aparato electroquímico sirve como una fuente de alimentación del dispositivo.

- 50 Preferiblemente, el dispositivo incluye un dispositivo móvil, un vehículo eléctrico, un tren eléctrico, un satélite, un barco y un sistema de almacenamiento de energía.

Según el colector de corriente positiva proporcionado en las realizaciones de esta solicitud, la capa conductora a base de aluminio con el espesor más pequeño se dispone sobre al menos una superficie de la capa de soporte, lo que

- reduce en gran medida el peso del colector de corriente positiva y, por lo tanto, mejora significativamente la densidad de energía por unidad de peso del aparato electroquímico. Además, cuando la densidad de la capa conductora a base de aluminio es de 2,5 g/cm³ a 2,8 g/cm³ y la deformación por tracción del colector de corriente positiva es del 2,5 %, la tasa de crecimiento de la resistencia de la lámina de la capa conductora a base de aluminio es menor del 10 %. En un proceso de procesamiento y en el uso de la placa de electrodo positivo y del aparato electroquímico, se puede evitar un fuerte aumento de la resistencia causado por la deformación por tracción para la capa conductora a base de aluminio con un espesor más pequeño, lo que garantiza una buena conductividad y rendimiento de recolección de corriente para el colector de corriente positiva y proporciona una baja impedancia y polarización más pequeña para el aparato electroquímico. Por lo tanto, el aparato electroquímico tiene un rendimiento electroquímico superior.
- El módulo de batería, el paquete de batería y el dispositivo en esta solicitud incluyen el aparato electroquímico descrito anteriormente y, por lo tanto, tienen al menos las mismas ventajas que el aparato electroquímico.

Breve descripción de los dibujos

- Para describir de forma más clara las soluciones técnicas en las realizaciones de esta solicitud, a continuación se presentan brevemente los dibujos adjuntos necesarios para describir las realizaciones de esta solicitud. Las personas con conocimientos ordinarios en la técnica aún pueden desarrollar otros dibujos a partir de estos dibujos adjuntos sin esfuerzos creativos.

- La Figura 1 ilustra un diagrama estructural esquemático de un colector de corriente positiva según una realización de esta solicitud;
- La Figura 2 ilustra un diagrama estructural esquemático de un colector de corriente positiva según otra realización de esta solicitud;
- La Figura 3 ilustra un diagrama estructural esquemático de un colector de corriente positiva según otra realización de esta solicitud;
- La Figura 4 ilustra un diagrama estructural esquemático de un colector de corriente positiva según otra realización de esta solicitud;
- La Figura 5 ilustra un diagrama estructural esquemático de un colector de corriente positiva según otra realización de esta solicitud;
- La Figura 6 ilustra un diagrama estructural esquemático de un colector de corriente positiva según otra realización de esta solicitud;
- La Figura 7 ilustra un diagrama estructural esquemático de un colector de corriente positiva según otra realización de esta solicitud;
- La Figura 8 ilustra un diagrama estructural esquemático de un colector de corriente positiva según otra realización de esta solicitud;
- La Figura 9 ilustra un diagrama estructural esquemático de un colector de corriente positiva según otra realización de esta solicitud;
- La Figura 10 ilustra un diagrama estructural esquemático de un aparato electroquímico según una realización de esta solicitud;
- La Figura 11 ilustra un diagrama estructural esquemático de un módulo de batería según una realización de esta solicitud;
- La Figura 12 ilustra un diagrama estructural esquemático de un paquete de baterías según una realización de esta solicitud;
- La Figura 13 es una vista en despiece ordenado de la Figura 12; y
- La Figura 14 es un diagrama esquemático de una implementación de un aparato electroquímico que sirve como una fuente de alimentación de un dispositivo.

A continuación se describen los números de referencia:

10. colector de corriente positiva;
101. capa de soporte;
- 101a. primera superficie; 101b. segunda superficie;
1011. primera subcapa; 1012. segunda subcapa; 1013. tercera subcapa;

102. capa conductora a base de aluminio;

103. capa protectora;

1. paquete de baterías;

2. envoltura superior;

5 3. envoltura inferior;

4. módulo de batería; y

5. aparato electroquímico.

Descripción de realizaciones

10 Para hacer más claros los objetivos, las soluciones técnicas y los efectos técnicos beneficiosos de esta solicitud, a continuación se describe adicionalmente esta solicitud en detalle con referencia a las realizaciones. Se debe entender que las realizaciones descritas en esta especificación están destinadas simplemente a interpretar esta solicitud en lugar de limitar esta solicitud.

15 Para simplificar, solo algunos intervalos numéricos se describen expresamente en esta especificación. Sin embargo, cualquier límite inferior se puede combinar con cualquier límite superior para formar un intervalo no indicado expresamente; cualquier límite inferior se puede combinar con cualquier otro límite inferior para formar un intervalo no indicado expresamente; y cualquier límite superior se puede combinar con cualquier otro límite superior para formar un intervalo no indicado expresamente. Además, aunque no se indique expresamente, cada punto o valor individual entre los extremos de un intervalo se incluye en el intervalo. Por lo tanto, cada punto o valor individual puede actuar como su propio límite inferior o límite superior para combinarse con cualquier otro punto o valor individual o combinarse con cualquier otro límite inferior o límite superior para formar un intervalo no indicado expresamente.

20

En la descripción de esta especificación, se debe señalar que, a menos que se indique lo contrario, "por encima" y "por debajo" significan la inclusión del número en sí, y "más" en "uno o más" significa al menos dos.

25 El contenido de la invención anterior de esta solicitud no pretende describir cada una de las realizaciones o implementaciones descritas de esta solicitud. La siguiente descripción ilustra realizaciones ejemplares con más detalle mediante el uso de los ejemplos. A lo largo de esta solicitud, se proporciona orientación mediante el uso de una serie de realizaciones y las realizaciones se pueden usar en varias combinaciones. En cada caso, la enumeración es solo representativa y no se debe interpretar como exhaustiva.

Colector de corriente positiva

30 Un primer aspecto de las realizaciones de esta solicitud proporciona un colector de corriente positiva 10. Haciendo referencia a la Figura 1 y a la Figura 2, el colector de corriente positiva 10 incluye una capa de soporte 101 y una capa conductora a base de aluminio 102 que están laminadas. La capa de soporte 101 tiene una primera superficie 101a y una segunda superficie 101b que son opuestas en la dirección del espesor de la capa de soporte 101, y la capa conductora a base de aluminio 102 se dispone sobre la primera superficie 101a, sobre la segunda superficie 101b o sobre ambas superficies de la capa de soporte 101.

35 En el colector de corriente positiva 10, el espesor D_1 de la capa conductora a base de aluminio 102 es de $300 \text{ nm} \leq D_1 \leq 2 \text{ }\mu\text{m}$, y una densidad de la capa conductora a base de aluminio 102 es de $2,5 \text{ g/cm}^3$ a $2,8 \text{ g/cm}^3$. Cuando la deformación por tracción del colector de corriente positiva 10 es del 2,5 %, la tasa de crecimiento de la resistencia de la lámina T de la capa conductora a base de aluminio 102 es $T \leq 10 \text{ }\%$.

40 Según el colector de corriente positiva 10 proporcionado en esta realización de esta solicitud, la capa conductora a base de aluminio 102 con un espesor menor se dispone sobre al menos una superficie de la capa de soporte 101, reduciendo en gran medida el peso del colector de corriente positiva 10 en comparación con un colector de corriente positiva de metal convencional (tal como una lámina de aluminio) y, por lo tanto, mejora significativamente la densidad de energía por unidad de peso de un aparato electroquímico.

45 Además, el colector de corriente positiva 10 a veces se estira durante el procesamiento y en el uso de una placa de electrodo positivo y del aparato electroquímico, por ejemplo, durante el enrollado o la expansión de la batería. Cuando la densidad de la capa conductora a base de aluminio 102 es de $2,5 \text{ g/cm}^3$ a $2,8 \text{ g/cm}^3$, y la deformación por tracción del colector de corriente positiva 10 es del 2,5 %, la tasa de crecimiento de la resistencia de la lámina T de la capa conductora a base de aluminio 102 es menor del 10 %. De esta manera, se puede evitar un aumento brusco de la resistencia causado por la deformación por tracción para la capa conductora 102 a base de aluminio con un espesor más pequeño, asegurando una buena conductividad y rendimiento de recolección de corriente para el colector de corriente positiva 10 y proporcionando una baja impedancia y una polarización más pequeña para el aparato electroquímico. Por lo tanto, el aparato electroquímico tiene un rendimiento electroquímico mayor, es decir, el aparato electroquímico tiene tanto un rendimiento de velocidad mayor como un rendimiento cíclico mayor. Con el colector de

50

corriente positiva 10 en esta realización de esta solicitud, el aparato electroquímico tiene una densidad de energía por unidad de peso mayor y un rendimiento electroquímico mayor.

En algunas implementaciones opcionales, el espesor D_1 de la capa conductora a base de aluminio 102 puede ser de 2 μm , 1,8 μm , 1,5 μm , 1,2 μm , 1 μm , 900 nm, 800 nm, 700 nm, 600 nm, 500 nm, 450 nm, 400 nm, 350 nm o 300 nm.

- 5 El espesor D_1 de la capa conductora a base de aluminio 102 puede estar en un intervalo formado por cualesquiera dos de los valores anteriores. Preferiblemente, D_1 es $500 \text{ nm} \leq D_1 \leq 1,5 \mu\text{m}$.

El espesor de la capa conductora a base de aluminio 102 es menor de 2 μm , preferiblemente menor de 1,5 μm . La capa conductora a base de aluminio 102 con un espesor significativamente reducido ayuda a mejorar la densidad de energía por unidad de peso del aparato electroquímico. El espesor de la capa conductora a base de aluminio 102 es más de 300 nm, preferiblemente más de 500 nm, de modo que el colector de corriente positiva 10 tiene una buena conductividad y rendimiento de recogida de corriente, y tampoco es propenso a sufrir daños durante el procesamiento y el uso del colector de corriente positiva 10. Por lo tanto, el colector de corriente positiva 10 tiene una buena estabilidad mecánica y una vida útil más larga.

- 10

En algunas implementaciones opcionales, la densidad de la capa conductora a base de aluminio 102 puede ser de 2,5 g/cm³, 2,52 g/cm³, 2,55 g/cm³, 2,57 g/cm³, 2,6 g/cm³, 2,63 g/cm³, 2,65 g/cm³, 2,67 g/cm³, 2,7 g/cm³, 2,75 g/cm³, 2,8 g/cm³, o similar.

- 15

En algunas implementaciones opcionales, cuando la deformación por tracción del colector de corriente positiva 10 es del 2,5 %, la tasa de crecimiento de la resistencia de la lámina T de la capa conductora 102 puede ser del 10 %, 9 %, 8 %, 7 %, 6 %, 5 %, 4 %, 3 %, 2 %, 1 %, 0,5 % o 0; preferiblemente $T \leq 5\%$, más preferiblemente $T \leq 2\%$, o aún más preferiblemente $T \leq 1\%$.

- 20

Según el colector de corriente positiva 10 en esta realización de esta solicitud, un espesor D_2 de la capa de soporte 101 es preferiblemente $1 \mu\text{m} \leq D_2 \leq 20 \mu\text{m}$, por ejemplo, puede ser 1 μm , 1,5 μm , 2 μm , 3 μm , 4 μm , 5 μm , 6 μm , 7 μm , 8 μm , 10 μm , 12 μm , 15 μm , 18 μm o 20 μm . El espesor D_2 de la capa de soporte 101 puede estar en un intervalo formado por cualesquiera dos de los valores anteriores. Preferiblemente D_2 es $2 \mu\text{m} \leq D_2 \leq 10 \mu\text{m}$, o más preferentemente D_2 es $2 \mu\text{m} \leq D_2 \leq 6 \mu\text{m}$.

- 25

El espesor D_2 de la capa de soporte 101 es preferiblemente más de 1 μm , o más preferiblemente más de 2 μm , de modo que la capa de soporte 101 tenga una resistencia mecánica suficiente y no sea propensa a romperse durante el procesamiento y el uso del colector de corriente positiva 10, para soportar bien y proteger la capa conductora 102, asegurando así una buena estabilidad mecánica y una vida útil más larga para el colector de corriente positiva 10. El espesor D_2 de la capa de soporte 101 es preferiblemente menor de 20 μm , más preferentemente menor de 10 μm , o aún más preferentemente menor de 6 μm , de modo que el aparato electroquímico tenga un volumen y un peso menores, mejorando la densidad de energía del aparato electroquímico.

- 30

En algunas realizaciones, preferiblemente, la resistividad volumétrica de la capa de soporte 101 es mayor o igual a $1,0 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{m}$. Debido a la resistividad volumétrica relativamente grande de la capa de soporte 101, se puede aumentar la resistencia a los cortocircuitos cuando se produce un cortocircuito interno en el aparato electroquímico en caso de excepciones tales como la penetración de clavos en el aparato electroquímico, mejorando así el comportamiento de seguridad por penetración de clavos del aparato electroquímico.

- 35

Un alargamiento a la rotura de la capa de soporte 101 es mayor que o igual al alargamiento a la rotura de la capa conductora a base de aluminio 102. Debido a que el alargamiento a la rotura de la capa de soporte 101 es mayor que o igual al alargamiento a la rotura de la capa conductora a base de aluminio 102, las rebabas de la capa de soporte 101 pueden cubrir las rebabas de la capa conductora a base de aluminio 102 en el caso de excepciones tal como la penetración de clavos en el aparato electroquímico. Además, la resistividad volumétrica relativamente grande de la capa de soporte 101 aumenta en gran medida la resistencia a los cortocircuitos. Por lo tanto, el cortocircuito interno del aparato electroquímico se puede controlar de manera efectiva, reduciendo sustancialmente la corriente de cortocircuito y el calor producido durante un cortocircuito, y mejorando el comportamiento de seguridad por penetración de clavos en el aparato electroquímico.

- 40
- 45

Además, el alargamiento a la rotura de la capa de soporte 101 es mayor que el alargamiento a la rotura de la capa conductora a base de aluminio 102. La capa conductora a base de aluminio 102 tiene una extensibilidad relativamente pequeña mientras que la capa de soporte 101 tiene una extensibilidad relativamente grande. En el caso de excepciones tal como la penetración de clavos en el aparato electroquímico, la capa conductora a base de aluminio 102 se ve obligada a extenderse para cortar una red conductora local, evitando un cortocircuito interno de gran alcance del aparato electroquímico o incluso un cortocircuito interno de todo el aparato electroquímico. De esta manera, el daño del aparato electroquímico causado por la penetración de clavo se puede limitar a un punto penetrado, formando solo un "punto de ruptura", sin afectar al funcionamiento normal del aparato electroquímico en un cierto período de tiempo.

- 50

Opcionalmente, el alargamiento a la rotura de la capa de soporte 101 es mayor o igual al 12 %. Además, el alargamiento a la rotura de la capa de soporte 101 es mayor o igual al 30 %.

- 55

En algunas realizaciones, el módulo de Young E de la capa de soporte 101 es preferiblemente $E \geq 1,9 \text{ GPa}$. La capa

- de soporte 101 tiene la rigidez adecuada para cumplir una función de soporte de la capa de soporte 101 para la capa conductora a base de aluminio 102, lo que garantiza una resistencia general del colector de corriente positiva 10. Durante el procesamiento del colector de corriente positiva 10, la capa de soporte 101 no se extiende o deforma excesivamente para evitar la rotura de la capa de soporte 101, mejorando la firmeza de unión entre la capa de soporte 101 y la capa conductora a base de aluminio 102 para evitar que se desprenda. De esta forma, el colector de corriente positiva 10 tiene una estabilidad mecánica mayor y una estabilidad operativa mayor, y el aparato electroquímico tiene un rendimiento electroquímico mayor, tal como un ciclo de vida más largo.
- El módulo de Young E de la capa de soporte 101 es más preferiblemente $4 \text{ GPa} \leq E \leq 20 \text{ GPa}$, de modo que la capa de soporte 101 tenga suficiente rigidez y también sea capaz de soportar la deformación hasta cierto punto, siendo flexible para su enrollado durante el procesamiento y el uso del colector de corriente positiva 10 para evitar mejor la rotura.
- En algunas implementaciones opcionales, el módulo de Young E de la capa de soporte 101 puede ser 1.9 GPa, 2.5 GPa, 4 GPa, 5 GPa, 6 GPa, 7 GPa, 8 GPa, 9 GPa, 10 GPa, 11 GPa, 12 GPa, 13 GPa, 14 GPa, 15 GPa, 16 GPa, 17 GPa, 18 GPa, 19 GPa o 20 GPa. El módulo de Young E de la capa de soporte 101 puede estar en un intervalo formado por dos cualesquiera de los valores anteriores.
- En algunas realizaciones, preferiblemente, la capa de soporte 101 usa uno o más de un material polimérico y un material compuesto a base de polímero. Debido a que la densidad del material polimérico y del material compuesto a base de polímero es obviamente menor que la densidad del metal, el colector de corriente positiva 10 es obviamente más ligero que el colector de corriente de metal convencional, por lo que aumenta la densidad de energía por unidad de peso del aparato electroquímico.
- El material polimérico es, por ejemplo, uno o más de poliamida (PA), poliimida (PI), poliésteres, poliolefinas, poliinos, polímeros de silicona, poliéteres, polioles, polisulfonas, polímeros de polisacáridos, polímeros de aminoácidos, nitrato de polisulfuro, polímeros aromáticos, polímeros heterocíclicos aromáticos, resina epoxi, resina de fenol-formaldehído, un derivado de los mismos, un producto reticulado de los mismos y un copolímero de los mismos.
- Además, el material polimérico es, por ejemplo, uno o más de policaprolactama (comúnmente denominado nailon 6), polihexametileno adipamida (comúnmente denominado nailon 66), politereftalamida (PPTA), poli(m-fenileno isoftalamida) (PMIA), poli(tereftalato de etileno) (PET), poli(tereftalato de butileno) (PBT), poli(naftalato de etileno) (PEN), policarbonato (PC), polietileno (PE), polipropileno (PP), poli(éter de p-fenileno) (PPE), poli(alcohol vinílico) (PVA), poliestireno (PS), poli(cloruro de vinilo) (PVC), poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF), poli(tetrafluoroetileno) (PTFE), poli(sulfonato de estireno) (PSS), poli(acetileno), polipirrol (PPy), polianilina (PAN), politiofeno (PT), polipiridina (PPY), caucho de silicona (Caucho de silicona), polioximetileno (POM), polifenilo, poli(óxido de fenileno) (PPO), poli(sulfuro de fenileno) (PPS), polietilenglicol (PEG), copolímero de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), celulosa, almidón, proteína, un derivado de los mismos, un producto reticulado de los mismos y un copolímero de los mismos.
- El material compuesto a base de polímeros puede incluir, por ejemplo, el material polimérico y un aditivo. Con el aditivo, se pueden ajustar la resistividad volumétrica, el alargamiento a la rotura y el módulo de Young del material polimérico. El aditivo puede ser uno o más de un material metálico y un material inorgánico no metálico.
- El aditivo del material metálico es, por ejemplo, uno o más de aluminio, aleación de aluminio, cobre, aleación de cobre, níquel, aleación de níquel, titanio, aleación de titanio, hierro, aleación de hierro, plata y aleación de plata.
- El aditivo del material inorgánico no metálico es, por ejemplo, uno o más de un material a base de carbono, óxido de aluminio, dióxido de silicio, nitrato de silicio, carburo de silicio, nitrato de boro, silicato y óxido de titanio, y para otro ejemplo, uno o más de un material de vidrio, un material cerámico y un material compuesto cerámico. El material a base de carbono es uno o más de grafito, carbono superconductor, negro de acetileno, negro de carbón, negro de Ketjen, puntos de carbono, nanotubos de carbono, grafeno y nanofibras de carbono.
- En algunas realizaciones, el aditivo puede ser uno o más de materiales a base de carbono revestidos de metal, tal como polvo de grafito revestido de níquel y fibra de carbono revestida de níquel.
- Preferiblemente, la capa de soporte 101 usa uno o más de un material polimérico aislante y un material compuesto a base de polímero aislante. La capa de soporte 101 tiene una resistividad volumétrica relativamente grande, mejorando así el comportamiento de seguridad del aparato electroquímico.
- Además, preferiblemente, la capa de soporte 101 usa uno o más de poli(tereftalato de etileno) (PET), poli(tereftalato de butileno) (PBT), poli(naftalato de etileno) (PEN), poli(sulfonato de estireno) (PSS) y poliimida (PI).
- En el colector de corriente positiva 10 en esta realización de esta solicitud, la capa de soporte 101 puede ser una estructura de una sola capa, o puede ser una estructura de capas compuestas de dos o más capas, tal como dos capas, tres capas o cuatro capas.
- Como un ejemplo de la estructura de capas compuestas de la capa de soporte 101, con referencia a la Figura 3, la capa de soporte 101 es una estructura de capas compuestas formada por laminación de una primera subcapa 1011, una segunda subcapa 1012 y una tercera subcapa 1013. La capa de soporte 101 de la estructura de capas compuestas

tiene una primera superficie 101a y una segunda superficie 101b que son opuestas, y la capa conductora a base de aluminio 102 está laminada sobre la primera superficie 101a y sobre la segunda superficie 101b de la capa de soporte 101. Ciertamente, la capa conductora a base de aluminio 102 se puede disponer solo sobre la primera superficie 101a de la capa de soporte 101, o se puede disponer solo en la segunda superficie 101b de la capa de soporte 101.

- 5 Cuando la capa de soporte 101 es una estructura de capas compuestas de al menos dos capas, el material de cada subcapa puede ser el mismo o diferente.

En algunas realizaciones, un material de la capa conductora 102 es aluminio o una aleación de aluminio. La composición porcentual en peso del elemento de aluminio en la aleación de aluminio es preferentemente más del 90 %. La aleación de aluminio puede ser, por ejemplo, una aleación de aluminio y circonio.

- 10 En algunas realizaciones, la resistividad volumétrica de la capa conductora a base de aluminio 102 es preferiblemente de $2,5 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ a $7,8 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$, o más preferentemente de $2,5 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ a $3,8 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$, de modo que el colector de corriente positiva 10 tenga mejores conductividad y rendimiento del colector de corriente, mejorando el rendimiento del aparato electroquímico.

- 15 En algunas realizaciones, con referencia de la Figura 4 a la Figura 9, el colector de corriente positiva 10 incluye además opcionalmente una capa protectora 103. Específicamente, la capa conductora a base de aluminio 102 incluye dos superficies opuestas en la dirección del espesor de la capa conductora a base de aluminio 102, y la capa protectora 103 está laminada sobre una o sobre ambas superficies de la capa conductora a base de aluminio 102 para proteger la capa conductora a base de aluminio 102 de daños tales como corrosión química o daños mecánicos, asegurando así una estabilidad operativa mayor y una vida útil más larga para el colector de corriente positiva 10. Además, la capa protectora 103 puede mejorar aún más la resistencia mecánica del colector de corriente positiva 10.

Un material de la capa protectora 103 puede ser uno o más de metal, óxido de metal y carbono conductor. La capa protectora 103 hecha de material metálico es una capa protectora de metal. La capa protectora 103 hecha de material de óxido metálico es una capa protectora de óxido metálico.

- 25 El metal es, por ejemplo, uno o más de níquel, cromo, una aleación a base de níquel y una aleación a base de cobre. La aleación a base de níquel es una aleación formada añadiendo uno o más elementos diferentes al níquel puro, preferiblemente una aleación de níquel-cromo. La aleación de níquel-cromo es una aleación formada por metal níquel y metal cromo. Opcionalmente, la relación en peso de níquel a cromo en la aleación de níquel-cromo es de 1:99 a 99:1, por ejemplo, 9:1. La aleación a base de cobre es una aleación formada por la adición de uno o más elementos al cobre puro, preferiblemente una aleación de níquel-cobre. Opcionalmente, la relación en peso de níquel a cobre en la aleación de níquel-cobre es de 1:99 a 99:1, por ejemplo, 9:1.

El óxido metálico es, por ejemplo, uno o más de óxido de aluminio, óxido de cobalto, óxido de cromo y óxido de níquel.

El carbono conductor es, por ejemplo, uno o más de grafito, carbono superconductor, negro de acetileno, negro de carbón, negro de Ketjen, puntos de carbono, nanotubos de carbono, grafeno y nanofibras de carbono, preferiblemente uno o más de negro de carbón, nanotubos de carbono, negro de acetileno y grafeno.

- 35 Como en algunos ejemplos, con referencia a la Figura 4 y la Figura 5, el colector de corriente positiva 10 incluye la capa de soporte 101, la capa conductora a base de aluminio 102 y la capa protectora 103 que están laminadas. La capa de soporte 101 tiene la primera superficie 101a y la segunda superficie 101b que son opuestas en la dirección del espesor. La capa conductora a base de aluminio 102 está laminada sobre al menos una de la primera superficie 101a y la segunda superficie 101b de la capa de soporte 101, y la capa protectora 103 está laminada sobre una superficie de la capa conductora a base de aluminio 102 que mira hacia el lado contrario de la capa de soporte 101.

- 40 La capa protectora 103 (denominada capa protectora superior) se dispone sobre la superficie de la capa conductora a base de aluminio 102 que mira hacia el lado contrario de la capa de soporte 101, para proteger la capa conductora a base de aluminio 102 de la corrosión química y de los daños mecánicos. Esto también puede optimizar una interfaz entre el colector de corriente positiva 10 y una capa de material activo de electrodo positivo, aumenta la fuerza de unión entre el colector de corriente positiva 10 y la capa de material activo de electrodo positivo y mejora el rendimiento del aparato electroquímico.

- 45 Además, la capa protectora superior es preferiblemente una capa protectora de óxido de metal, tal como óxido de alúmina, óxido de cobalto, óxido de níquel u óxido de cromo. La capa protectora de óxido de metal presenta una alta dureza y una alta resistencia mecánica, es más grande en área superficial y tiene un rendimiento de resistencia a la corrosión mayor, para proteger mejor la capa conductora a base de aluminio 102, aumenta la fuerza de unión entre el colector de corriente positiva 10 y la capa de material activo de electrodo positivo, y también mejora la resistencia general del colector de corriente positiva 10. Además, esto ayuda a mejorar el comportamiento de seguridad por penetración de clavos del aparato electroquímico.

- 55 Como en algunos otros ejemplos, con referencia a la Figura 6 y la Figura 7, el colector de corriente positiva 10 incluye la capa de soporte 101, la capa conductora a base de aluminio 102 y la capa protectora 103 que están laminadas. La capa de soporte 101 tiene la primera superficie 101a y la segunda superficie 101b que son opuestas en la dirección

del espesor. La capa conductora a base de aluminio 102 está laminada sobre al menos una de la primera superficie 101a y la segunda superficie 101b de la capa de soporte 101, y la capa protectora 103 está laminada sobre una superficie de la capa conductora a base de aluminio 102 que mira hacia la capa de soporte 101.

5 La capa protectora 103 (denominada capa protectora inferior) se proporciona sobre la superficie de la capa conductora a base de aluminio 102 frente a la capa de soporte 101. La capa protectora inferior protege la capa conductora a base de aluminio 102 de la corrosión química y de los daños mecánicos, y también puede aumentar la fuerza de unión entre la capa conductora a base de aluminio 102 y la capa de soporte 101, evitando que la capa conductora a base de aluminio 102 se separe de la capa de soporte 101, y mejorando el papel de soporte y de protección de la capa de soporte 101 para la capa conductora a base de aluminio 102.

10 Además, la capa protectora inferior es preferiblemente una capa protectora de óxido de metal, tal como óxido de aluminio, óxido de cobalto, óxido de níquel u óxido de cromo, para desempeñar mejor el papel de protección, aumentar aún más la fuerza de unión entre la capa conductora a base de aluminio 102 y la capa de soporte 101, y también para ayudar a mejorar la resistencia general del colector de corriente positiva 10.

15 Como en algunos ejemplos adicionales, con referencia a la Figura 8 y la Figura 9, el colector de corriente positiva 10 incluye la capa de soporte 101, la capa conductora a base de aluminio 102 y la capa protectora 103 que están laminadas. La capa de soporte 101 tiene la primera superficie 101a y la segunda superficie 101b que son opuestas en la dirección del espesor. La capa conductora a base de aluminio 102 está laminada sobre al menos una de la primera superficie 101a y la segunda superficie 101b de la capa de soporte 101, y la capa protectora 103 está laminada sobre la superficie de la capa conductora a base de aluminio 102 que mira hacia el lado contrario de la capa de soporte 101 y sobre la superficie que mira hacia la capa de soporte 101.

La capa protectora 103 se proporciona sobre dos superficies de la capa conductora a base de aluminio 102, es decir, una capa protectora superior y una capa protectora inferior se disponen respectivamente sobre las dos superficies de la capa conductora 102, para proteger mejor a la capa conductora de aluminio 102. Además, tanto la capa protectora superior como la capa protectora inferior son capas protectoras de óxido metálico.

25 Se puede entender que la capa protectora 103 sobre las dos superficies de la capa conductora a base de aluminio 102 pueden ser del mismo o diferente material y espesor.

Preferiblemente, un espesor D_3 de la capa protectora 103 es $1 \text{ nm} \leq D_3 \leq 200 \text{ nm}$ y $D_3 \leq 0,1 D_1$. La capa protectora 103 con el espesor D_3 en el intervalo anterior puede proteger eficazmente la capa conductora a base de aluminio 102 y también hacer que el aparato electroquímico tenga una densidad de energía mayor.

30 En algunas realizaciones, el espesor D_3 de la capa protectora 103 puede ser 200 nm, 180 nm, 150 nm, 120 nm, 100 nm, 80 nm, 60 nm, 55 nm, 50 nm, 45 nm, 40 nm, 30 nm, 20 nm, 18 nm, 15 nm, 12 nm, 10 nm, 8 nm, 5 nm, 2 nm, o, 1 nm y el espesor D_3 de la capa protectora 103 puede estar en un intervalo formado por cualesquiera dos de los valores anteriores. Preferiblemente, $5 \text{ nm} \leq D_3 \leq 200 \text{ nm}$, o más preferentemente, $10 \text{ nm} \leq D_3 \leq 200 \text{ nm}$.

35 Además, cuando la capa protectora 103 se dispone sobre las dos superficies de la capa conductora a base de aluminio 102, un espesor D_a de la capa protectora superior es $1 \text{ nm} \leq D_a \leq 200 \text{ nm}$ y $D_a \leq 0,1 D_1$, y un espesor D_b de la capa protectora inferior es $1 \text{ nm} \leq D_b \leq 200 \text{ nm}$ y $D_b \leq 0,1 D_1$. Preferiblemente, D_a y D_b satisfacen $D_a > D_b$, de modo que la capa protectora 103 protege mejor a la capa conductora a base de aluminio 102, y el aparato electroquímico tiene una densidad de energía mayor. Más preferiblemente, $0,5 D_a \leq D_b \leq 0,8 D_a$.

40 La capa conductora a base de aluminio 102 se puede formar sobre la capa de soporte 101 por medio de al menos uno de entre laminación mecánica, unión, deposición de vapor (deposición de vapor), recubrimiento sin corriente eléctrica (recubrimiento sin corriente) y galvanoplastia (recubrimiento galvánico). Preferiblemente, se usan deposición de vapor y galvanoplastia, es decir, la capa conductora a base de aluminio 102 es preferiblemente una capa de deposición de vapor o una capa de galvanoplastia, para aumentar la fuerza de unión entre la capa conductora a base de aluminio 102 y la capa de soporte 101, y hacer que la capa de soporte 101 desempeñe efectivamente un papel de soporte para la capa conductora a base de aluminio 102.

Preferiblemente, la fuerza de unión entre la capa de soporte 101 y la capa conductora a base de aluminio 102 es $F \geq 100 \text{ N/m}$, o más preferiblemente $F \geq 400 \text{ N/m}$.

50 Por ejemplo, la capa conductora a base de aluminio 102 se forma sobre la capa de soporte 101 usando el método de deposición de vapor. Las condiciones del proceso de deposición de vapor, tales como la temperatura de deposición, la velocidad de deposición y la condición atmosférica de una cámara de deposición, se controlan adecuadamente para hacer que la tasa de crecimiento de la resistencia de la lámina de la capa conductora 102 a base de aluminio cumpla con el requisito mencionado anteriormente cuando se estire el colector de corriente positiva 10.

55 El método de deposición de vapor es preferiblemente un método de deposición física de vapor (del inglés Physical Vapor Deposition, PVD). El método de deposición física de vapor es preferiblemente al menos uno de un método de evaporación y un método de bombardeo iónico. El método de evaporación es preferiblemente al menos uno de un método de evaporación al vacío, un método de evaporación térmica y un método de evaporación por haz de electrones.

El método de bombardeo iónico es preferiblemente un método de bombardeo iónico con magnetrón.

Como un ejemplo, para formar la capa conductora a base de aluminio 102 usando el método de evaporación al vacío incluye: colocar la capa de soporte 101 con superficie limpia en una cámara de recubrimiento al vacío, fundir y evaporar un alambre de metal de alta pureza en una cámara de evaporación de metales a una temperatura alta de 1.300°C a 2.000°C, y procesar el metal evaporado usando un sistema de enfriamiento en la cámara de recubrimiento al vacío, para finalmente obtener una deposición sobre la capa de soporte 101 para formar la capa conductora a base de aluminio 102.

Un proceso de formación de la capa conductora a base de aluminio 102 usando el método de laminado mecánico puede incluir: colocar una lámina de aluminio o una lámina de aleación de aluminio en un rodillo mecánico, laminar la lámina de aluminio o la lámina de aleación de aluminio hasta un espesor predeterminado aplicando una presión de 20 t a 40 t, colocar la lámina de aluminio o la lámina de aleación de aluminio sobre una superficie de la capa de soporte 101 con superficie limpia, y luego colocar los dos en el rodillo mecánico, para combinarlos firmemente aplicando una presión de 30 t a 50 t.

Un proceso de formación de la capa conductora a base de aluminio 102 mediante unión puede incluir: colocar una lámina de aluminio o una lámina de aleación de aluminio en el rodillo mecánico, laminar la lámina de aluminio o la lámina de aleación de aluminio hasta un espesor predeterminado aplicando una presión de 20 t a 40 t, revestir una disolución mixta de poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF) y N-metilpirrolidona (NMP) sobre una superficie de la capa de soporte con superficie limpia 101, finalmente unir la capa conductora a base de aluminio 102 con el espesor predeterminado a la superficie de la capa de soporte 101, y secar ambas con calor para que los dos se combinen estrechamente.

Cuando el colector de corriente positiva 10 tiene la capa protectora 103, la capa protectora 103 se puede formar sobre la capa conductora a base de aluminio 102 usando al menos uno de los métodos de deposición de vapor, un método de formación in situ y un método de revestimiento. El método de deposición de vapor puede ser el método de deposición de vapor descrito anteriormente. El método de formación in situ es preferiblemente un método de pasivación in situ, por ejemplo, un método para formar una capa de pasivación de óxido metálico en un lugar original sobre la superficie metálica. El método de revestimiento es preferiblemente al menos uno de los siguientes: revestimiento por rodillo, revestimiento por extrusión, revestimiento por cuchilla y revestimiento por huecogrado.

Preferiblemente, la capa protectora 103 se forma sobre la capa conductora 102 a base de aluminio usando al menos uno de método de deposición de vapor y método de formación in situ, para proporcionar una mayor fuerza de unión entre la capa conductora 102 a base de aluminio y la capa protectora 103, para hacer que la capa protectora 103 proteja mejor al colector de corriente positiva 10 y asegurar un rendimiento operativo mayor para el colector de corriente positiva 10.

En esta realización de esta solicitud, la deformación por tracción del colector de corriente positiva se establece en ϵ , y $\epsilon = \Delta L/L \times 100\%$, donde ΔL es un alargamiento obtenido al estirar el colector de corriente positiva, y L es una longitud original del colector de corriente positiva, es decir, una longitud antes de estirar.

Cuando la deformación por tracción ϵ del colector de corriente positiva es del 2,5 %, la tasa de crecimiento de la resistencia de la lámina T de la capa conductora a base de aluminio se puede determinar mediante medición usando un método conocido en la técnica: en un ejemplo, cortar el colector de corriente positiva para obtener una muestra de 20 mm×200 mm, medir la resistencia de una lámina en una región central de la muestra usando un método de cuatro sondas, registrar la resistencia de la lámina como R_1 , estirar la región central de la muestra usando un probador de tensión GOTECH, configurar los ajustes iniciales para obtener una longitud de muestra de 50 mm entre mordazas, estirar la muestra a una velocidad de 50 mm/min y a una distancia de estiramiento del 2,5 % de la longitud original de la muestra, sacar la muestra estirada, probar la resistencia de la lámina de la capa conductora a base de aluminio entre las mordazas, registrar la resistencia de la lámina como R_2 , y calcular, según una fórmula $T = (R_2 - R_1)/R_1 \times 100\%$, la tasa de crecimiento de la resistencia de la lámina T de la capa conductora a base de aluminio cuando la deformación por tracción del colector de corriente positiva es del 2,5 %.

La resistencia de la lámina de la capa conductora a base de aluminio se prueba usando el método de cuatro sondas de la siguiente manera: usando el probador eléctrico doble de cuatro sondas RTS-9 en un entorno de prueba con una temperatura normal de $23 \pm 2^\circ\text{C}$, 0,1 MPa y una humedad relativa del $\leq 65\%$. La prueba se lleva a cabo de la siguiente manera: limpiar una superficie de la muestra, colocar la muestra horizontalmente en un banco de prueba, colocar las cuatro sondas para que las sondas estén en buen contacto con la superficie de la capa conductora a base de aluminio, ajustar en modo prueba automática, calibrar un intervalo de corriente de la muestra, medir la resistencia de la lámina en un intervalo de corriente apropiado y recoger de 8 a 10 puntos de datos de la misma muestra para la precisión de la medición de datos y el análisis de errores; finalmente, obtener un valor medio como valor de la resistencia de la lámina de la capa conductora a base de aluminio.

La resistividad volumétrica de la capa de soporte es una resistividad volumétrica a 20°C y se puede determinar mediante medición usando un método conocido en la técnica. En un ejemplo, la prueba se realiza en una habitación con una temperatura constante, una presión normal y una humedad baja (20°C , 0,1 MPa, HR $\leq 20\%$). Se prepara una muestra de la capa de soporte en forma de disco con un diámetro de 20 mm (el tamaño de la muestra se puede ajustar

en función del tamaño real de un instrumento de prueba). La prueba se realiza usando un método de resistividad superficial de tres electrodos (GBT1410-2006) con un probador de resistencia de aislamiento (con una precisión de 10 Ω). El método de prueba es el siguiente: colocar la muestra en forma de disco entre dos electrodos y aplicar una diferencia de potencial entre los dos electrodos para distribuir la corriente generada en la muestra en forma de disco, y usar un picoamperímetro o electrómetro para medir y evitar errores de medición causados por la inclusión de una corriente de fuga de superficie durante la medición. Una lectura es la resistividad volumétrica en unidades de $\Omega \cdot m$.

El alargamiento a la rotura de la capa de soporte se puede determinar mediante la medición usando un método conocido en la técnica: en un ejemplo, cortar la capa de soporte para obtener una muestra de 15 mm×200 mm, realizar una prueba de tensión a una temperatura y presión normales (25°C, 0,1 MPa) usando un probador de tensión GOTECH, configurar los ajustes iniciales para obtener una longitud de muestra de 50 mm entre mordazas, estirar la muestra a una velocidad de 50 mm/min, y registrar un desplazamiento del dispositivo y (mm) en el punto de rotura por estiramiento; calcular finalmente el alargamiento a la rotura en base a $(y/50) \times 100\%$. El alargamiento a la rotura de la capa conductora a base de aluminio se puede determinar fácilmente mediante la medición usando el mismo método.

El módulo de Young E de la capa de soporte se puede determinar mediante medición usando un método conocido en la técnica: en un ejemplo, cortar la capa de soporte para obtener una muestra de 15 mm×200 mm, medir un espesor de muestra l (μm) usando un micrómetro, realizar una prueba de tensión a una temperatura y presión normales (25°C, 0,1 MPa) usando un probador de tensión GOTECH, configurar los ajustes iniciales para obtener una longitud de muestra de 50 mm entre mordazas, estirar la muestra a una velocidad de 50 mm/min, registrar una carga Q (N) y un desplazamiento del dispositivo z (mm) en el punto de rotura por estiramiento, donde la tensión ξ (GPa) = $Q/(15 \times l)$ y la deformación $\eta = z/50$, dibujar una curva tensión-deformación, y obtener una curva lineal inicial, donde la pendiente de la curva es el módulo de Young E.

La densidad de la capa conductora a base de aluminio se puede determinar mediante medición usando un método conocido en la técnica: en un ejemplo, cortar un colector de corriente positiva con un área de 10 cm^2 , usar una balanza con una precisión de 0,0001 g para obtener un peso indicado por m_1 en unidades de g, y medir el espesor en 20 posiciones usando un micrómetro para obtener un valor promedio denotado por d_1 en unidades de μm ; sumergir el colector de corriente positiva en una disolución de NaOH de 1 mol/L durante 1 min, esperar hasta que la capa conductora a base de aluminio se disuelva por completo, sacar la capa de soporte para enjuagarla con agua desionizada 5 veces, introducir la capa de soporte en una estufa a 100 °C durante 20 min, usar la misma balanza para obtener un peso denotado por m_2 en unidades de g, medir el espesor en 20 posiciones usando el mismo micrómetro para obtener un valor promedio denotado por d_2 en unidades de μm , y calcular la densidad de la capa conductora a base de aluminio en unidades de g/cm^3 según la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad de la capa conductora a base de aluminio} = \frac{(m_1 - m_2)}{(d_1 - d_2)/1.000}$$

Para obtener la densidad de la capa conductora a base de aluminio y usar un valor promedio como resultado se prueban por separado cinco colectores de corriente positiva del mismo tamaño.

La resistividad volumétrica de la capa conductora a base de aluminio se establece en ρ y $\rho = R_s \times d$, donde una unidad de ρ es $\Omega \cdot m$, R_s es la resistencia de la lámina de la capa conductora a base de aluminio en unidades de Ω , y d es el espesor de la capa conductora a base de aluminio en unidades de m. Para medir la resistencia de la lámina R_s de la capa conductora a base de aluminio, consultar el método de cuatro sondas descrito anteriormente. Los detalles no se repiten aquí.

La fuerza de unión F entre la capa de soporte y la capa conductora a base de aluminio se puede probar usando un método conocido en la técnica: por ejemplo, seleccionar el colector de corriente positiva cuya capa conductora a base de aluminio se dispone sobre una superficie de la capa de soporte como una muestra a ser probada en un ancho h de 0,02 m, pegar uniformemente un adhesivo de doble cara 3M a una placa de acero inoxidable a una temperatura y presión normales (25°C, 0,1 MPa), pegar uniformemente la muestra que se va a analizar al adhesivo de doble cara, despegar la capa conductora a base de aluminio de la capa de soporte de la muestra a ensayar usando el probador de tensión GOTECH, obtener una fuerza de tracción máxima X (N) en base de las lecturas de un diagrama de fuerza de tracción y desplazamiento, y calcular la fuerza de unión F (N/m) entre la capa conductora a base de aluminio y la capa de soporte según $F = x/h$.

Placa de electrodo positivo

Un segundo aspecto de las realizaciones de esta solicitud proporciona una placa de electrodo positivo, que incluye un colector de corriente positiva y una capa de material activo de electrodo positivo que están laminadas, donde el colector de corriente positiva es el colector de corriente positiva 10 según el primer aspecto de las realizaciones de esta solicitud.

Con el colector de corriente positiva 10 en el primer aspecto de esta realización de esta solicitud, la placa de electrodo positivo en esta realización de esta solicitud tiene un peso menor y un rendimiento electroquímico más alto que una placa de electrodo positivo convencional.

Como un ejemplo, la placa de electrodo positivo incluye una capa de soporte 101, una capa conductora a base de

aluminio 102 y una capa de material activo de electrodo positivo que están laminadas. La capa de soporte 101 incluye una primera superficie 101a y/o una segunda superficie 101b que son opuestas, la capa conductora a base de aluminio 102 se dispone sobre la primera superficie 101a y/o sobre la segunda superficie 101b de la capa de soporte 101, y la capa de material activo de electrodo positivo se dispone sobre una superficie de la capa conductora a base de aluminio 102 que mira hacia el lado contrario de la capa de soporte 101.

Para la placa de electrodo positivo en esta realización de esta solicitud, la capa de material activo de electrodo positivo puede usar un material activo de electrodo positivo conocido en la técnica, que soporta la incrustación/desincrustación reversible de iones activos.

Por ejemplo, el material activo de electrodo positivo para la batería secundaria de iones de litio puede ser un óxido compuesto de metal de transición y litio, donde el metal de transición puede ser uno o más de Mn, Fe, Ni, Co, Cr, Ti, Zn, V, Al, Zr, Ce y Mg. Los elementos con alta electronegatividad, tales como uno o más de S, F, Cl e I, también se pueden añadir al óxido compuesto de metal de transición y litio, de modo que el material activo de electrodo positivo tenga una estabilidad estructural mayor y un rendimiento electroquímico mayor. Como un ejemplo, el óxido compuesto de metal de transición y litio es, por ejemplo, uno o más de LiMn_2O_4 , LiNiO_2 , LiCoO_2 , $\text{LiNi}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_2$ ($0 < y < 1$), $\text{LiNi}_a\text{Co}_b\text{Al}_{1-a-b}\text{O}_2$ ($0 < a < 1$, $0 < b < 1$, $0 < a+b < 1$), $\text{LiMn}_{1-m-n}\text{Ni}_m\text{Co}_n\text{O}_2$ ($0 < m < 1$, $0 < n < 1$, $0 < m+n < 1$), LiMPO_4 (M puede ser uno o más de Fe, Mn y Co), y $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$.

Opcionalmente, la capa de material activo de electrodo positivo puede incluir además un agente conductor. Como un ejemplo, el agente conductor es uno o más de grafito, carbono superconductor, negro de acetileno, negro de carbón, negro de Ketjen, puntos de carbono, nanotubos de carbono, grafeno y nanofibras de carbono.

Opcionalmente, la capa de material activo de electrodo positivo puede incluir además un ligante. Como un ejemplo, el ligante es uno o más de caucho de estireno-butadieno (SBR), resina acrílica a base de agua (resina acrílica a base de agua), carboximetilcelulosa (CMC), poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF), politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno y acetato de vinilo (EVA), poli(alcohol vinílico) (PVA) y poli(butiral de vinilo) (PVB).

La placa de electrodo positivo se puede preparar usando un método convencional en la técnica. Normalmente, el material activo de electrodo positivo y, opcionalmente, el agente conductor y el ligante se dispersan en un disolvente (tal como N-metilpirrolidona, NMP para abreviar) para obtener una pasta de electrodo positivo uniforme. La pasta de electrodo positivo se reviste sobre el colector de corriente positiva y se somete a procesos tales como el secado para obtener la placa de electrodo positivo.

Aparato electroquímico

Un tercer aspecto de las realizaciones de esta solicitud proporciona un aparato electroquímico, donde el aparato electroquímico incluye una placa de electrodo positivo, una placa de electrodo negativo, un separador y un electrolito, donde la placa de electrodo positivo es la placa de electrodo positivo según el segundo aspecto de las realizaciones de esta solicitud. En algunas realizaciones, consulte la Figura 10.

El aparato electroquímico puede ser una batería secundaria de iones de litio, una batería primaria de litio, una batería de iones de sodio o una batería de iones de magnesio, no limitándose a estas.

El aparato electroquímico usa la placa de electrodo positivo según el segundo aspecto de las realizaciones de esta solicitud, de modo que el aparato electroquímico en esta realización de esta solicitud tiene una densidad de energía por unidad de peso mayor y un rendimiento electroquímico mayor.

La placa de electrodo negativo puede incluir un colector de corriente negativa y una capa de material activo de electrodo negativo.

El colector de corriente negativa puede ser una lámina metálica o una lámina metálica porosa que incluya uno o más de cobre, aleación de cobre, níquel, aleación de níquel, hierro, aleación de hierro, titanio, aleación de titanio, plata y aleación de plata.

La capa de material activo de electrodo negativo puede usar un material activo de electrodo negativo conocido en la técnica, que soporta la incrustación/desincrustación reversible de iones activos.

Por ejemplo, el material activo de electrodo negativo para la batería secundaria de iones de litio puede ser uno o más de metal litio, grafito natural, grafito artificial, microesferas de carbono en mesofase (MCMB, por sus siglas en inglés, para abreviar), carbono duro, carbono blando, silicio, material compuesto de carbono-silicio, SiO , aleación de Li-Sn, aleación de Li-Sn-O, Sn, SnO , SnO_2 , titanato de litio con estructura de espinela y aleación de Li-Al.

Opcionalmente, la capa de material activo de electrodo negativo puede incluir además un ligante. Como un ejemplo, el ligante es uno o más de caucho de estireno-butadieno (SBR), resina acrílica a base de agua (resina acrílica a base de agua), carboximetilcelulosa (CMC), poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF), politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de etileno y acetato de vinilo (EVA), poli(alcohol vinílico) (PVA) y poli(butiral de vinilo) (PVB).

Opcionalmente, la capa de material activo de electrodo negativo puede incluir además un agente conductor. Como un

ejemplo, el agente conductor es uno o más de grafito, carbono superconductor, negro de acetileno, negro de carbón, negro de Ketjen, puntos de carbono, nanotubos de carbono, grafeno y nanofibras de carbono.

La placa de electrodo negativo se puede preparar usando un método convencional en la técnica. Normalmente, el material activo de electrodo negativo y, opcionalmente, el agente conductor y el ligante se dispersan en un disolvente. El disolvente puede ser NMP o agua desionizada para obtener una pasta de electrodo negativo uniforme. La pasta de electrodo negativo se reviste sobre el colector de corriente negativa y se somete a procesos tales como el secado para obtener la placa de electrodo negativo.

No existe una limitación particular sobre el separador mencionado anteriormente, y se puede seleccionar cualquier separador poroso conocido con estabilidad electroquímica y química, por ejemplo, membranas monocapa o multicapa hechas de uno o más de fibra de vidrio, tela no tejida, polietileno, polipropileno, y se puede usar poli(fluoruro de vinilideno).

El electrolito incluye un disolvente orgánico y una sal de electrolito. El disolvente orgánico, como un medio para transferir iones en reacciones electroquímicas, puede usar un disolvente orgánico para el electrolito del aparato electroquímico conocido en la técnica. La sal electrolítica, como una fuente de iones, puede ser una sal electrolítica para el electrolito del aparato electroquímico conocido en la técnica.

Por ejemplo, el disolvente orgánico usado en las baterías secundarias de iones de litio puede ser uno o más de carbonato de etileno (EC), carbonato de propileno (PC), carbonato de metilo y etilo (EMC), carbonato de dietilo (DEC), carbonato de dimetilo (DMC), carbonato de dipropilo (DPC), carbonato de metilo propilo (MPC), carbonato de etilo propilo (EPC), carbonato de butileno (BC), carbonato de fluoroetileno (FEC), formiato de metilo (MF), acetato de metilo (MA), acetato de etilo (EA), acetato de propilo (PA), propionato de metilo (MP), propionato de etilo (EP), propionato de propilo (PP), butirato de metilo (MB), butirato de etilo (EB), 1,4-butirolactona (GBL), sulfolano (SF), metil sulfonil metano (MSM), metil etil sulfona (EMS) y dietil sulfona (ESE).

Por ejemplo, la sal electrolítica usada en las baterías secundarias de iones de litio puede ser una o más de LiPF_6 (hexafluorofosfato de litio), LiBF_4 (tetrafluoroborato de litio), LiClO_4 (perclorato de litio), LiAsF_6 (hexafluoroborato de litio), LiFSI (bisfluorosulfonil imida de litio), LiTFSI (bis-trifluorometanosulfon imida de litio), LiTFS (trifluorometanosulfonato de litio), LiDFOB (difluorooxalatoborato de litio), LiBOB (bisoxalatoborato de litio), LiPO_2F_2 (difluorofosfato de litio), LiDFOP (difluorofosfato de litio) y LiTFOP (fosfato de tetrafluorooxalato de litio).

La placa de electrodo positivo, el separador y la placa de electrodo negativo se apilan en secuencia, de modo que el separador se aisle entre la placa de electrodo positivo y la placa de electrodo negativo para obtener un núcleo de batería, o se enrollan para obtener el núcleo de batería. Para preparar el aparato electroquímico, el núcleo de batería se coloca en un alojamiento de un envase, se inyecta el electrolito, y se sella.

Módulo de batería

Un cuarto aspecto de las realizaciones de esta solicitud proporciona un módulo de batería, donde el módulo de batería incluye uno cualquiera o más de los aparatos electroquímicos según el tercer aspecto de esta solicitud.

Además, se puede ajustar una cantidad de aparatos electroquímicos incluidos en el módulo de batería en función de la aplicación y de la capacidad del módulo de batería.

En algunas realizaciones, con referencia a la Figura 11, en un módulo de batería 4, se pueden disponer secuencialmente una pluralidad de aparatos electroquímicos 5 a lo largo de una dirección longitudinal del módulo de batería 4, o ciertamente, se pueden disponer de cualquier otra manera. Además, la pluralidad de aparatos electroquímicos 5 se puede asegurar mediante sujetadores.

Opcionalmente, el módulo de batería 4 puede incluir además una caja con un espacio de alojamiento, y la pluralidad de aparatos electroquímicos 5 se acomodan en el espacio de alojamiento.

Paquete de batería

Un quinto aspecto de las realizaciones de esta solicitud proporciona un paquete de batería, donde el paquete de batería incluye uno cualquiera o más de los módulos de batería según el cuarto aspecto de esta solicitud. Es decir, el paquete de batería incluye uno o más aparatos electroquímicos según el tercer aspecto de esta solicitud.

Se puede ajustar una cantidad de módulos de batería en el paquete de batería en función de la aplicación y de la capacidad del paquete de batería.

En algunas realizaciones, con referencia a la Figura 12 y a la Figura 13, el paquete de batería 1 puede incluir una caja de batería y una pluralidad de módulos de batería 4 dispuestos en la caja de batería. La caja de batería incluye una envoltura superior 2 y una envoltura inferior 3. La envoltura superior 2 puede cubrir la envoltura inferior 3 para formar un espacio cerrado para acomodar los módulos de batería 4. La pluralidad de módulos de batería 4 se pueden disponer en la caja de batería de cualquier manera.

Dispositivo

Un sexto aspecto de las realizaciones de esta solicitud proporciona un dispositivo, donde el dispositivo incluye uno cualquiera o más de los aparatos electroquímicos según el tercer aspecto de esta solicitud. El aparato electroquímico se puede usar como fuente de alimentación para el dispositivo.

- 5 Preferiblemente, el dispositivo puede ser, pero no se limita a, un dispositivo móvil (por ejemplo, un teléfono móvil o una computadora portátil), un vehículo eléctrico (por ejemplo, un vehículo totalmente eléctrico, un vehículo eléctrico híbrido, un vehículo eléctrico híbrido enchufable, una bicicleta eléctrica, un patinete eléctrico, un vehículo de golf eléctrico o un camión eléctrico), un tren eléctrico, un barco, un satélite, un sistema de almacenamiento de energía, etc.

- 10 Por ejemplo, la Figura 14 ilustra un dispositivo que incluye el aparato electroquímico de esta solicitud. El dispositivo es un vehículo completamente eléctrico, un vehículo eléctrico híbrido, un vehículo eléctrico híbrido enchufable y similares, y el aparato electroquímico de esta solicitud suministra energía al dispositivo.

El módulo de batería, el paquete de batería y el dispositivo en esta solicitud incluyen el aparato electroquímico proporcionado en esta solicitud y, por lo tanto, tienen al menos las mismas ventajas que el aparato electroquímico. Los detalles no se describen aquí de nuevo.

15 Realizaciones

- El contenido descrito en esta solicitud se describe con más detalle en las siguientes realizaciones. Estas realizaciones se destinan únicamente a fines ilustrativos ya que varias modificaciones y cambios realizados sin apartarse del alcance del contenido descritos en esta solicitud son evidentes para los expertos en la técnica. A menos que se indique lo contrario, todas las partes, porcentajes y relaciones dadas en las siguientes realizaciones se basan en pesos, todos los reactivos usados en las realizaciones están disponibles comercialmente o se sintetizan de manera convencional y se pueden usar directamente sin procesamiento adicional, y todos los instrumentos usados en las realizaciones están disponibles comercialmente.

Método de preparación

Preparación del colector de corriente positiva

- 25 Seleccionar una capa de soporte con un espesor predeterminado, realizar un tratamiento de limpieza de la superficie, colocar la capa de soporte con la superficie limpia en una cámara de recubrimiento al vacío, fundir y evaporar un alambre de aluminio de alta pureza en una cámara de evaporación de metal a una temperatura alta de 1.300°C a 2.000°C y procesar el aluminio evaporado usando un sistema de enfriamiento en la cámara de revestimiento al vacío, para finalmente obtener una deposición sobre las dos superficies de la capa de soporte para formar una capa conductora a base de aluminio.

Se puede ajustar un material, el espesor y la densidad de la capa conductora y las condiciones de procesamiento de la preparación (tales como vacío, atmósfera, humedad y temperatura), y se pueden ajustar un material y un espesor de la capa de soporte para obtener diferentes valores de T para el colector de corriente positiva.

Preparación de la placa de electrodo positivo

- 35 Agitar completamente y mezclar un material activo de electrodo positivo $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ (NCM333 para abreviar), negro de carbono conductor y poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF) en una cantidad adecuada de disolvente de N-metilpirrolidona (NMP) en una relación de peso de 93:2:5 para obtener una pasta de electrodo positivo uniforme, revestir la pasta de electrodo positivo sobre el colector de corriente positiva y realizar procesos tales como el secado para obtener la placa de electrodo positivo.

- 40 Colector de corriente positiva convencional

Una lámina de aluminio con un espesor de 12 μm .

Placa de electrodo positivo convencional

A diferencia de la placa de electrodo positivo en las realizaciones anteriores de esta solicitud, se usa un colector de corriente positiva convencional.

- 45 Colector de corriente negativa

Una lámina de cobre con un espesor de 8 μm .

Preparación de la placa de electrodo negativo

- 50 Agitar completamente y mezclar un material activo de electrodo negativo de grafito, negro de carbono conductor, un espesante de carboximetilcelulosa sódica (CMC) y una emulsión de ligante de caucho de estireno-butadieno (SBR) en una cantidad adecuada de agua desionizada en una relación en peso de 96,5:1,0:1,0:1,5 para obtener una pasta

de electrodo negativo uniforme, revestir la pasta de electrodo negativo sobre el colector de corriente negativa y realizar procesos tales como el secado para obtener la placa de electrodo negativo.

Preparación del electrolito

- 5 Mezclar uniformemente carbonato de etileno (EC) y carbonato de metilo y etilo (EMC) en una relación en volumen de 3:7 para obtener un disolvente orgánico y luego disolver uniformemente 1 mol/L de LiPF_6 en el disolvente orgánico.

Preparación de la batería secundaria de iones de litio

- 10 Laminar la placa de electrodo positivo, el separador (película compuesta de PP/PE/PP) y la placa de electrodo negativo en esta secuencia, enrollar todos en un núcleo de batería, empacar el núcleo de batería en un espacio de alojamiento de un envase, inyectar el electrolito en el núcleo de la batería, y realizar procesos tales como sellado, espera, prensado en caliente, prensado en frío y conformado, para obtener la batería secundaria de iones de litio.

Método de prueba

1. Realizar pruebas en el colector de corriente positiva usando el método de prueba descrito anteriormente.

2. Prueba de rendimiento de la batería

(1) Prueba de rendimiento cíclico

- 15 A 45 °C, cargar la batería secundaria de iones de litio a 4,2 V a una velocidad de corriente constante de 1 C, cargar la batería a una corriente menor de o igual a 0,05 C a un voltaje constante y luego descargar la batería a 2,8 V a una velocidad de corriente constante de 1C. Esto es un ciclo de carga y descarga, y una capacidad de descarga en ese momento es una capacidad de descarga del primer ciclo. La batería secundaria de iones de litio se carga y descarga durante 1.000 ciclos usando el método anterior y se registra una capacidad de descarga de 1.000 ciclos.

- 20 Tasa de retención de la capacidad (%) de la batería secundaria de iones de litio a 45°C y 1C/1C =

Capacidad de descarga del ciclo 1.000 / Capacidad de descarga del ciclo 1 x 100 %

Resultado de la prueba

1. Rendimiento eléctrico del colector de corriente positiva de esta solicitud.

Tabla 1

Número de serie	Capa conductora				Capa de soporte				T %
	Material	D ₁ μm	Densidad g/cm ³	Resistividad volumétrica Ω·m	Material	D ₂ μm	Resistividad volumétrica Ω·m	E GPa	
Colector de corriente positiva 1	Al	2,0	2,6	$3,7 \times 10^{-8}$	PET	10	$2,1 \times 10^{14}$	4,2	3
Colector de corriente positiva 2	Al	1,5	2,6	$3,7 \times 10^{-8}$	PET	10	$2,1 \times 10^{14}$	4,2	5
Colector de corriente positiva 3	Al	1,2	2,7	$2,7 \times 10^{-8}$	PET	10	$2,1 \times 10^{14}$	4,2	0
Colector de corriente positiva 4	Al	1,0	2,6	$3,7 \times 10^{-8}$	PET	10	$2,1 \times 10^{14}$	4,2	7
Colector de corriente positiva 5	Al	0,9	2,5	$5,5 \times 10^{-8}$	PET	10	$2,1 \times 10^{14}$	4,2	53
Colector de corriente positiva 6	Al	0,9	2,6	$3,7 \times 10^{-8}$	PI	10	$2,1 \times 10^{14}$	1,9	37
Colector de corriente positiva 7	Al	0,9	2,7	$2,7 \times 10^{-8}$	PP	10	$2,1 \times 10^{14}$	2,2	0
Colector de corriente positiva 8	Al	0,8	2,7	$2,7 \times 10^{-8}$	PPS	10	$2,1 \times 10^{14}$	4,0	0
Colector de corriente positiva 9	Aleación de aluminio	1,0	2,8	$3,0 \times 10^{-8}$	PET	10	$2,1 \times 10^{14}$	4,2	2

ES 2 940 338 T3

Colector de corriente positiva 10	Al	0,6	2,6	$3,7 \times 10^{-8}$	PEN	10	$2,1 \times 10^{14}$	5,1	10
Colector de corriente positiva 11	Al	0,5	2,6	$3,7 \times 10^{-8}$	PEN	10	$2,1 \times 10^{14}$	5,1	15
Colector de corriente positiva 12	Al	0,3	2,6	$3,7 \times 10^{-8}$	PEN	10	$2,1 \times 10^{14}$	5,1	21
Colector de corriente positiva convencional	Al	12	/	$2,8 \times 10^{-8}$	/	/	/	/	/
Colector de corriente de comparación 1	Al	0,9	2,4	$7,2 \times 10^{-8}$	PET	10	$2,1 \times 10^{14}$	9,1	92
Colector de corriente de comparación 2	Aleación de aluminio	1,0	2,3	$15,1 \times 10^{-8}$	PET	10	$2,1 \times 10^{14}$	4,2	210

En la Tabla 1, la aleación de aluminio usa la aleación de aluminio 7049 (aleación de aluminio y zinc fabricada por American Company Finkl Steel).

- 5 Se realiza una prueba de sobrecorriente en los colectores de corriente positiva de la Tabla 1. El colector de corriente positiva se corta a un ancho de 100 mm, y una capa de material activo de electrodo positivo de 80 mm de ancho se reviste en el centro de la dirección del ancho y se enrolla para formar un placa de electrodo positivo. La placa de electrodo obtenida por laminación se corta en tiras de 100 mm×30 mm en la dirección de la anchura, con 10 piezas para cada placa de electrodo. Durante la prueba, las áreas conductoras sin revestimiento sobre ambos lados de la muestra de la placa de electrodo se conectan a los terminales positivo y negativo de una máquina de carga y descarga, y luego la máquina de carga y descarga se configura para permitir que pase una corriente de 1,2 A a través de la placa de electrodo durante 10 s. La prueba tiene éxito si la placa de electrodo no se hincha; de lo contrario, la prueba falla. Se probaron 10 muestras en cada conjunto de muestras y los resultados de la prueba de sobrecorriente se muestran en la Tabla 2 dada a continuación.

Tabla 2

Número de placa de electrodo positivo	Número de colector de corriente positiva	Tasa de aprobación de la prueba de sobrecorriente (%)
Placa de electrodo positivo 1	Colector de corriente positiva 1	100
Placa de electrodo positivo 2	Colector de corriente positiva 2	100
Placa de electrodo positivo 3	Colector de corriente positiva 3	100
Placa de electrodo positivo 4	Colector de corriente positiva 4	100
Placa de electrodo positivo 5	Colector de corriente positiva 5	60
Placa de electrodo positivo 6	Colector de corriente positiva 6	70
Placa de electrodo positivo 7	Colector de corriente positiva 7	100
Placa de electrodo positivo 8	Colector de corriente positiva 8	100
Placa de electrodo positivo 9	Colector de corriente positiva 9	100
Placa de electrodo positivo 10	Colector de corriente positiva 10	100
Placa de electrodo positivo 11	Colector de corriente positiva 11	90
Placa de electrodo positivo 12	Colector de corriente positiva 12	80
Placa de electrodo positivo convencional	Colector de corriente positiva convencional	100
Placa de electrodo de comparación 1	Colector de corriente de comparación 1	0
Placa de electrodo de comparación 2	Colector de corriente de comparación 2	0

A partir de los datos de la Tabla 2 se puede ver que cuando la densidad de la capa conductora a base de aluminio del colector de corriente positiva no es de 2,5 g/cm³ a 2,8 g/cm³, la deformación por tracción del colector de corriente

positiva es del 2,5 % y la tasa de crecimiento de la resistencia de la lámina T de la capa conductora a base de aluminio es mayor del 10 %, el colector de corriente positiva tiene un rendimiento eléctrico deficiente. Por ejemplo, las placas de electrodos de comparación 1 y 2 tienen una baja tasa de aprobación en la prueba de sobrecorriente, con poco valor práctico para los productos de batería. En el colector de corriente positiva en las realizaciones de esta solicitud, cuando la densidad de la capa conductora a base de aluminio es de 2,5 g/cm³ a 2,8 g/cm³, la deformación por tracción del colector de corriente positiva es del 2,5%, y la tasa de crecimiento de la resistencia de la lámina T de la capa conductora a base de aluminio es menor del 10 %, el colector de corriente positiva tiene un rendimiento eléctrico mejor y una tasa de aprobación significativamente mayor de hasta el 100 % en la prueba de sobrecorriente.

Por lo tanto, el rendimiento electroquímico de la batería se puede mejorar usando el colector de corriente positiva en las realizaciones de esta solicitud.

Preferiblemente $T \leq 5 \%$, más preferiblemente $T \leq 2 \%$, o aún más preferiblemente $T \leq 1 \%$.

2. Impacto de la capa protectora en el rendimiento electroquímico del aparato electroquímico.

Tabla 3

Número de placa de electrodo positivo	Capa protectora inferior		Capa protectora superior	
	Material	D _b (nm)	Material	D _a (nm)
Colector de corriente positiva 4	/	/	/	/
Colector de corriente positiva 4-1	/	/	Níquel	1
Colector de corriente positiva 4-2	/	/	Óxido de níquel	10
Colector de corriente positiva 4-3	/	/	Óxido de aluminio	50
Colector de corriente positiva 4-4	/	/	Óxido de níquel	100
Colector de corriente positiva 4-5	Níquel	5	/	/
Colector de corriente positiva 4-6	Óxido de aluminio	20	/	/
Colector de corriente positiva 4-7	Óxido de aluminio	80	/	/
Colector de corriente positiva 4-8	Óxido de níquel	100	/	/
Colector de corriente positiva 4-9	Níquel	5	Níquel	10
Colector de corriente positiva 4-10	Óxido de níquel	8	Óxido de níquel	10
Colector de corriente positiva 4-11	Óxido de aluminio	20	Óxido de níquel	50
Colector de corriente positiva 4-12	Óxido de níquel	30	Óxido de aluminio	50
Colector de corriente positiva 4-13	Óxido de aluminio	50	Óxido de aluminio	100

En la Tabla 3, se dispone una capa protectora sobre el colector de corriente positiva 4 para todos los colectores de corriente positiva de 4-1 a 4-13.

Tabla 4

Número de batería	Número de colector de corriente positiva	Tasa de retención de la capacidad después de 1.000 ciclos a 45°C y 1C/1C (%)
Batería convencional 1	Colector de corriente positiva convencional	86,5
Batería 4	Colector de corriente positiva 4	77,3
Batería 4-1	Colector de corriente positiva 4-1	78,1
Batería 4-2	Colector de corriente positiva 4-2	79,4
Batería 4-3	Colector de corriente positiva 4-3	79,9
Batería 4-4	Colector de corriente positiva 4-4	78,9
Batería 4-5	Colector de corriente positiva 4-5	78,2
Batería 4-6	Colector de corriente positiva 4-6	79,5
Batería 4-7	Colector de corriente positiva 4-7	80,6
Batería 4-8	Colector de corriente positiva 4-8	79,8

Batería 4-9	Colector de corriente positiva 4-9	81,8
Batería 4-10	Colector de corriente positiva 4-10	83,9
Batería 4-11	Colector de corriente positiva 4-11	87,1
Batería 4-12	Colector de corriente positiva 4-12	87,6
Batería 4-13	Colector de corriente positiva 4-13	87,3

La batería que usa el colector de corriente positiva de esta solicitud tiene un buen ciclo de vida y, especialmente para la batería hecha con el colector de corriente positiva provisto de la capa protectora se mejora adicionalmente la tasa de retención de la capacidad después de 1.000 ciclos a 45°C y 1C/1C, lo que indica una mejor fiabilidad de la batería.

- 5 3. Papel del colector de corriente positiva de esta solicitud en la mejora de la densidad de energía por unidad de peso del aparato electroquímico

Tabla 5

Número de colector de corriente positiva	Capa de soporte		Capa conductora a base de aluminio		Espesor del colector de corriente positiva (μm)	Composición porcentual en peso del colector de corriente positiva (%)
	Material	D ₂ (μm)	Material	D ₁ (μm)		
Colector de corriente positiva 41	PET	10	Al	0,5	11	50
Colector de corriente positiva 42	PI	6	Al	0,3	6,6	30
Colector de corriente positiva 43	PI	5	Al	1,5	8,0	45,8
Colector de corriente positiva 44	PET	4	Al	0,9	5,8	31,7
Colector de corriente positiva 45	PI	3	Al	0,2	3,4	16,7
Colector de corriente positiva 46	PI	1	Al	0,4	1,8	10,8
Colector de corriente positiva convencional	/	/	Al	/	12	100

- 10 En la Tabla 5, la composición porcentual en peso del colector de corriente positiva se refiere a un porcentaje obtenido al dividir el peso del colector de corriente positiva por unidad de área por el peso del colector de corriente positiva convencional por unidad de área.

En comparación con el colector de corriente positiva de lámina de aluminio convencional, los pesos de los colectores de corriente positiva en las realizaciones de esta solicitud se reducen todos en diferentes grados, mejorando así la densidad de energía por unidad de peso de la batería.

- 15 Las descripciones anteriores son simplemente realizaciones específicas de esta solicitud, pero no pretenden limitar el alcance de la protección de esta solicitud.

La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un colector de corriente positiva (10), que comprende:

una capa de soporte (101), con dos superficies opuestas en la dirección del espesor de la capa de soporte (101); y

una capa conductora a base de aluminio (102), dispuesta sobre al menos una de las dos superficies de la capa de soporte (101); en donde

un espesor D_1 de la capa conductora a base de aluminio (102) es $300 \text{ nm} \leq D_1 \leq 2 \text{ }\mu\text{m}$, preferiblemente $500 \text{ nm} \leq D_1 \leq 1,5 \text{ }\mu\text{m}$;

una densidad de la capa conductora a base de aluminio (102) es de $2,5 \text{ g/cm}^3$ a $2,8 \text{ g/cm}^3$; y

cuando la deformación por tracción del colector de corriente positiva (10) es del 2,5 %, la tasa de crecimiento de la resistencia de la lámina T de la capa conductora a base de aluminio (102) es $T \leq 10 \text{ } \%$, preferentemente $T \leq 5 \text{ } \%$, preferentemente $T \leq 2 \text{ } \%$, preferiblemente $T \leq 1 \text{ } \%$;

en donde el alargamiento a la rotura de la capa de soporte (101) es mayor o igual al alargamiento a la rotura de la capa conductora a base de aluminio (102).

2. El colector de corriente positiva (10) según la reivindicación 1, en donde

una resistividad volumétrica de la capa de soporte (101) es mayor o igual a $1,0 \times 10^{-5} \text{ }\Omega \cdot \text{m}$; y/o

una resistividad volumétrica de la capa conductora a base de aluminio (102) es de $2,5 \times 10^{-8} \text{ }\Omega \cdot \text{m}$ a $7,8 \times 10^{-8} \text{ }\Omega \cdot \text{m}$, preferiblemente de $2,5 \times 10^{-8} \text{ }\Omega \cdot \text{m}$ a $3,8 \times 10^{-8} \text{ }\Omega \cdot \text{m}$.

3. El colector de corriente positiva (10) según la reivindicación 1 o 2, en donde un material de la capa conductora a base de aluminio (102) es aluminio o una aleación de aluminio; y preferiblemente, la composición porcentual en peso del elemento de aluminio en la aleación de aluminio es más del 90 %.

4. El colector de corriente positiva (10) según la reivindicación 1, que comprende además una capa protectora (103), en donde la capa protectora (103) se dispone sobre al menos una de las dos superficies que miran hacia la capa conductora a base de aluminio (102) en una dirección del espesor de la capa conductora a base de aluminio (102);

la capa protectora (103) comprende uno o más de metal, óxido de metal y carbono conductor, comprendiendo preferiblemente uno o más de níquel, cromo, aleación a base de níquel, aleación a base de cobre, óxido de aluminio, óxido de cobalto, óxido de cromo, níquel óxido, grafito, carbono superconductor, negro de acetileno, negro de carbón, negro de Ketjen, puntos de carbono, nanotubos de carbono, grafeno y nanofibras de carbono; y

preferiblemente, un espesor D_3 de la capa protectora (103) es $1 \text{ nm} \leq D_3 \leq 200 \text{ nm}$, y $D_3 \leq 0,1 D_1$.

5. El colector de corriente positiva (10) según la reivindicación 4, en donde la capa protectora (103) comprende una capa protectora superior dispuesta sobre una superficie de la capa conductora a base de aluminio (102) que mira hacia la capa de soporte (101) y una capa protectora inferior dispuesta sobre una superficie de la capa conductora a base de aluminio (102) que mira hacia el lado contrario de la capa de soporte (101);

un espesor D_a de la capa protectora superior es $1 \text{ nm} \leq D_a \leq 200 \text{ nm}$ y $D_a \leq 0,1 D_1$, un espesor D_b de la capa protectora inferior es $1 \text{ nm} \leq D_b \leq 200 \text{ nm}$ y $D_b \leq 0,1 D_1$, y D_a y D_b cumplen $D_a > D_b$, preferiblemente, $0,5 D_a \leq D_b \leq 0,8 D_a$; y

preferiblemente, tanto la capa protectora superior como la capa protectora inferior son capas protectoras de óxido metálico.

6. El colector de corriente positiva (10) según la reivindicación 1, en donde la capa de soporte (101) comprende uno o más de un material polimérico y un material compuesto a base de polímero;

preferiblemente, el material polimérico es uno o más de poliamida, poliimida, poli(tereftalato de etileno), poli(tereftalato de butileno), poli(naftalato de etileno), policarbonato, polietileno, polipropileno, poli(éter de p-fenileno), copolímero de acrilonitrilo-butadieno-estireno, poli(alcohol vinílico), poliestireno, poli(cloruro de vinilo), poli(fluoruro de vinilideno), politetrafluoroetileno, sulfonato de poliestireno sódico, poli(acetileno), goma de silicona, poliformaldehído, óxido de polifenileno, sulfona de polifenileno, polietilenglicol, material polimérico de poli(sulfuro de nitrógeno), polifenilo, polipirrol, polianilina, politiofeno, polipiridina, celulosa, almidón, proteína, resina epoxi, resina de fenol-formaldehído, un derivado de los materiales anteriores, un producto reticulado de los materiales anteriores y un copolímero de los materiales anteriores;

preferiblemente, el material compuesto a base de polímero comprende el material polimérico y un aditivo, y el aditivo comprende uno o más de un material metálico y un material inorgánico no metálico; y/o

un espesor D_2 de la capa de soporte (101) es $1 \mu\text{m} \leq D_2 \leq 20 \mu\text{m}$, preferiblemente $2 \mu\text{m} \leq D_2 \leq 10 \mu\text{m}$, o más preferiblemente $2 \mu\text{m} \leq D_2 \leq 6 \mu\text{m}$.

7. El colector de corriente positiva (10) según la reivindicación 1, en donde el módulo de Young E de la capa de soporte (101) es $E \geq 1,9 \text{ GPa}$, preferiblemente $4 \text{ GPa} \leq E \leq 20 \text{ GPa}$.
- 5 8. El colector de corriente positiva (10) según la reivindicación 1 o 7, en donde la capa conductora a base de aluminio (102) es una capa de deposición de vapor o una capa de galvanoplastia.
9. Una placa de electrodo positivo, en donde la placa de electrodo positivo comprende un colector de corriente positiva (10) y una capa de material activo de electrodo positivo dispuesta sobre el colector de corriente positiva (10), en donde el colector de corriente positiva (10) es el colector de corriente positiva (10) según una cualquiera de las
- 10 reivindicaciones 1 a 8.
10. Un aparato electroquímico (5), en donde el aparato electroquímico (5) comprende una placa de electrodo positivo, una placa de electrodo negativo, un separador y un electrolito, en donde la placa de electrodo positivo es la placa de electrodo positivo según la reivindicación 9.
11. Un módulo de batería (4), que comprende el aparato electroquímico (5) según la reivindicación 10.
- 15 12. Un paquete de batería (1), que comprende el módulo de batería (4) según la reivindicación 11.
13. Un dispositivo, que comprende el aparato electroquímico (5) según la reivindicación 10, en donde el aparato electroquímico (5) sirve como fuente de alimentación del dispositivo; y preferiblemente, el dispositivo comprende un dispositivo móvil, un vehículo eléctrico, un tren eléctrico, un satélite, un barco y un sistema de almacenamiento de energía.

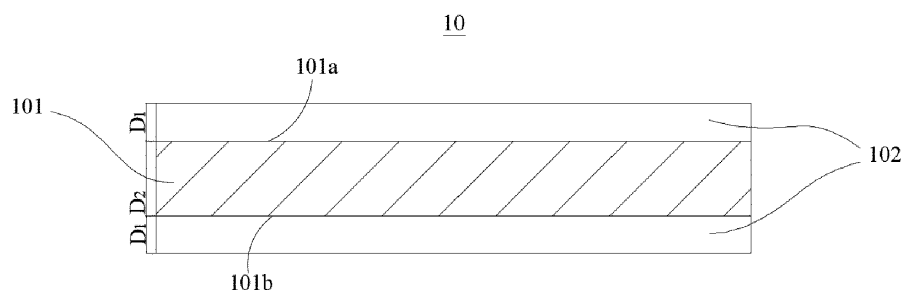


FIG. 1

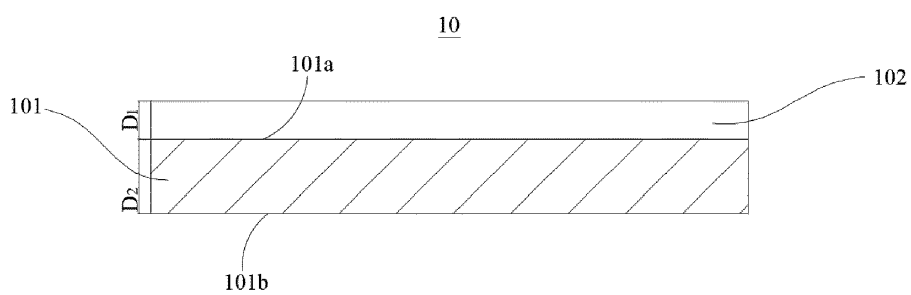


FIG. 2

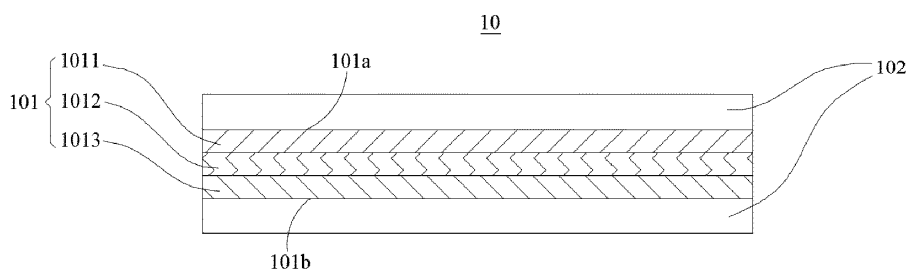


FIG. 3

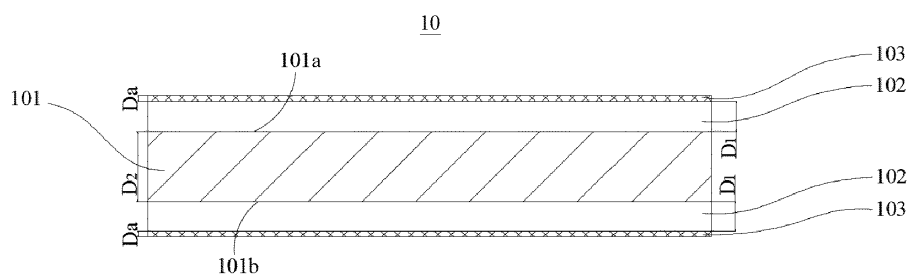


FIG. 4

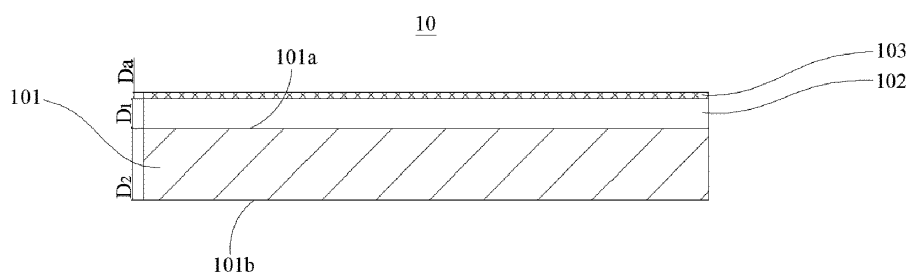


FIG. 5

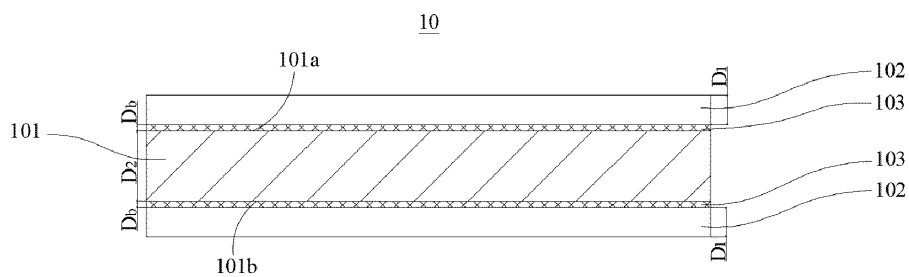


FIG. 6

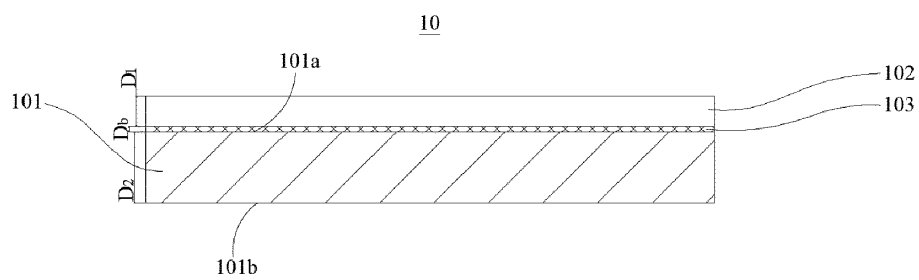


FIG. 7

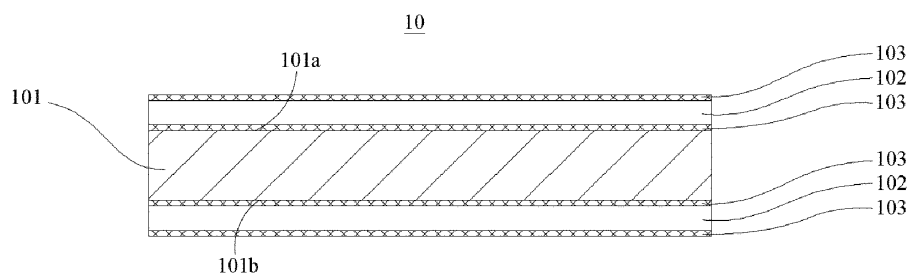


FIG. 8

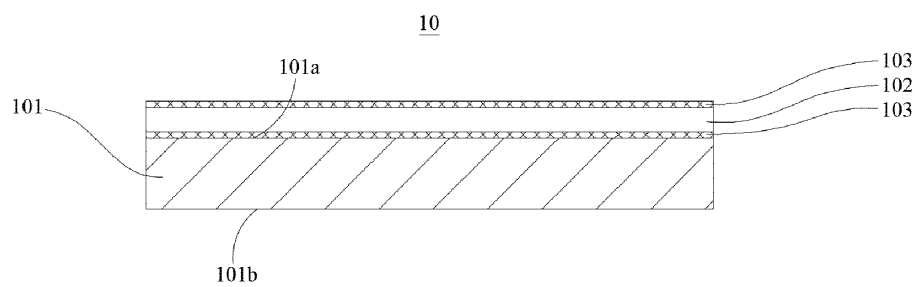


FIG. 9

5

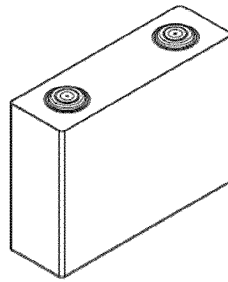


FIG. 10

4

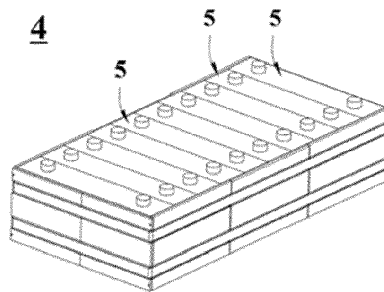


FIG. 11

1

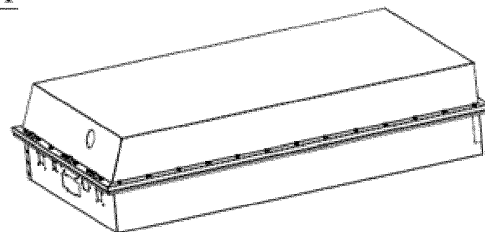


FIG. 12

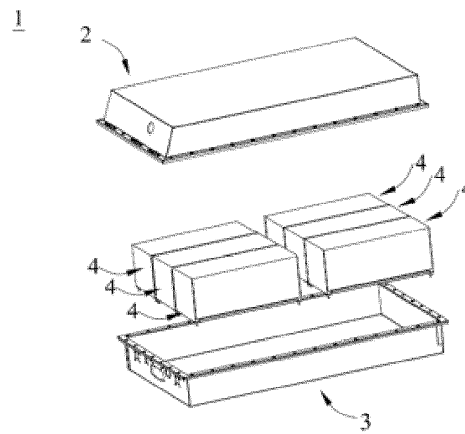


FIG. 13

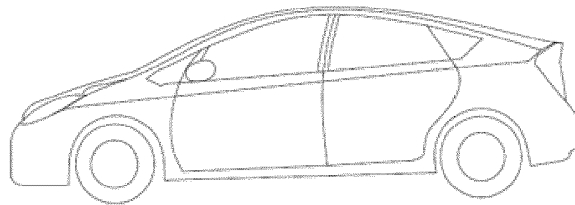


FIG. 14