

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 969 537**

51 Int. Cl.:

**H01M 4/04** (2006.01)

**H01M 4/139** (2010.01)

**H01M 4/13** (2010.01)

**H01M 10/0525** (2010.01)

**H01M 4/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.03.2018 PCT/KR2018/002738**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2018 WO18182195**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2018 E 18774759 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2024 EP 3518323**

54 Título: **Método de fabricación de un electrodo de alta carga**

30 Prioridad:

**30.03.2017 KR 20170040485**

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

**21.05.2024**

73 Titular/es:

**LG ENERGY SOLUTION, LTD. (100.0%)  
Tower 1, 108, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu  
Seoul 07335, KR**

72 Inventor/es:

**MIN, JI WON;  
KIM, SEOK KOO;  
KIM, YONG JUN;  
DOELLE, JANIS y  
PARK, SE MI**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

ES 2 969 537 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

Método de fabricación de un electrodo de alta carga

5 **Sector de la técnica**

La presente divulgación se refiere a un método para la fabricación de un electrodo de alta carga, y más particularmente, a un método para la fabricación de un electrodo de alta carga mediante la aplicación de una lechada de electrodo en una película de liberación para producir de este modo una capa de electrodo que tiene la película de liberación unido a la misma, la perforación de la capa de electrodo que tiene la película de liberación unido a la misma a un tamaño de un electrodo unitario, y la separación y la eliminación de la película de liberación de la capa de electrodo perforado y luego el enrollado de la capa de electrodo a por lo menos dos capas en un colector de corriente.

15 **Estado de la técnica**

A medida que se desarrollan las tecnologías de los dispositivos móviles y aumenta la demanda de teléfonos móviles, la demanda de baterías secundarias como fuentes de energía ha incrementado rápidamente. En los últimos años, las baterías secundarias se utilizan actualmente para vehículos eléctricos (EV) y vehículos eléctricos híbridos (HEV) como fuentes de energía, y en particular hay una gran demanda de baterías secundarias de litio con alta densidad energética, alta tensión de descarga y estabilidad de salida.

En particular, una batería secundaria de litio utilizada como fuente de energía de un vehículo eléctrico (EV) o un vehículo eléctrico híbrido (HEV) requiere una característica capaz de exhibir un alto rendimiento en poco tiempo con una alta densidad energética.

En general, una batería secundaria de litio se fabrica utilizando un material capaz de insertar y desorber iones de litio como electrodo negativo y electrodo positivo, llenando una solución electrolítica orgánica o una solución electrolítica polimérica entre el electrodo positivo y el electrodo negativo, y se genera energía eléctrica mediante una reacción de oxidación y reducción en el momento de insertar y desorber iones de litio en el electrodo positivo y el electrodo negativo.

En este momento, el electrodo negativo y el electrodo positivo incluyen una capa de electrodo en el colector de corriente de cada electrodo. Por ejemplo, se prepara una lechada mezclando y agitando un aglutinante y un disolvente, y un agente conductor y un dispersante, si fuera necesario, y a continuación la lechada puede recubrirse sobre el colector de corriente de un material metálico, comprimirse y luego secarse para producir de este modo un electrodo.

Dichos electrodos convencionales se fabrican recubriendo la lechada de electrodo una vez sobre cada colector de corriente. Los electrodos convencionales se fabrican aplicando una lechada en la que se mezclan adecuadamente un material activo de electrodo, un aglutinante y un material conductor, sobre un colector de corriente de electrodo positivo/electrodo negativo, seguido de un proceso de tratamiento térmico. Es decir, se forma una capa de electrodo que incluye un aglutinante y un material conductor sobre un colector de corriente de electrodo positivo/electrodo negativo.

En esta estructura, si se aumenta el grosor de la capa de electrodo para aumentar la capacidad de la batería, la trayectoria de transferencia de iones de litio se hace larga, de modo que se produce la intercalación/desintercalación del litio en el material activo lejos del colector de corriente, y se restringe el movimiento de electrones a través del colector de corriente. Además, como el aglutinante contenido en la capa de electrodo es relativamente ligero, no se dispersa uniformemente en la capa de electrodo, y se produce el fenómeno de flotación en la superficie. Cuanto más gruesa es la capa de electrodo, mayor es la separación, por lo que no puede evitarse el deterioro de las características de ciclo de la batería y la reducción de la vida útil de la batería debido a la separación del colector de corriente y el material activo, que se genera en el proceso de carga/descarga.

Además, cuando se coloca una gran cantidad de lechada en el colector de corriente y se seca, una parte de la lechada no se seca, o si se golpea, surgen problemas como el daño de la capa de electrodo en las esquinas y la disminución de la resistencia del electrodo debido al aumento del grosor de la capa de electrodo.

Por tanto, existe la necesidad de una nueva estructura de método de fabricación de electrodos que pueda resolver los problemas anteriores con el fin de fabricar un electrodo de alta carga con densidad energética mejorada.

Los documentos KR 20160050255, KR 20170031439 y KR 101214727 divulgan una capa de electrodo de la batería secundaria.

65

**Objeto de la invención**

**Problema técnico**

Un objeto de la presente divulgación es proporcionar un electrodo de alta carga que evite el fenómeno de elevación de aglutinante, que no cause el secado de la lechada de electrodo, y que no cause daños en la capa de electrodo ni reducción de la resistencia del electrodo en las esquinas durante la perforación.

**Solución técnica**

Según un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método de fabricación de un electrodo de alta carga tal como se define en el conjunto de reivindicaciones adjunto, incluyendo el método: aplicar una lechada de electrodo sobre una película de liberación para producir de este modo una capa de electrodo que tiene la película de liberación unida a la misma; perforar la capa de electrodo que tiene la película de liberación unida a la misma a un tamaño de un electrodo unitario; y separar y retirar la película de liberación de la capa de electrodo perforada y luego enrollar la capa de electrodo hasta al menos dos capas en un colector de corriente.

El electrodo puede incluir dos o más tipos de capas de electrodo realizadas de diferentes materiales.

El electrodo puede incluir dos o más capas de electrodo con diferentes grosores.

El grosor de la capa de electrodo puede encontrarse entre 40 y 150  $\mu\text{m}$ .

Según otro aspecto de la presente divulgación, se proporciona un electrodo de alta carga fabricado por el método descrito anteriormente.

Según otro aspecto adicional de la presente divulgación, se proporciona una batería secundaria que incluye el electrodo anteriormente descrito.

La batería puede ser cualquiera seleccionada entre una batería de iones de litio, una batería de polímero de litio y una batería de polímero de iones de litio.

Según otro aspecto adicional de la presente divulgación, se proporciona un paquete de batería que incluye al menos una batería secundaria descrita anteriormente.

Según otro aspecto adicional de la presente divulgación, se proporciona un dispositivo que incluye el paquete de batería descrito anteriormente como fuente de energía.

El dispositivo puede ser cualquiera seleccionado de un teléfono celular, un ordenador portátil, un teléfono inteligente, una tableta inteligente, un ultraportátil, un dispositivo electrónico portátil, un LEV (vehículo electrónico ligero), un vehículo eléctrico, un vehículo eléctrico híbrido enchufable y un dispositivo de almacenamiento de energía.

**Efecto de la invención**

Según la presente divulgación, un electrodo de alta carga se fabrica aplicando una lechada de electrodo sobre una película de liberación para producir de este modo una capa de electrodo que tiene la película de liberación unida a la misma, perforando la capa de electrodo que tiene la película de liberación unida a la misma a un tamaño de un electrodo unitario, y separando y retirando la película separadora de la capa de electrodo perforada y luego enrollando la capa de electrodo en al menos dos capas sobre un colector de corriente, para evitar de este modo el fenómeno de elevación de aglutinante, no provocar el secado de la lechada de electrodo, y no provocar daños en la capa de electrodo ni la reducción de la resistencia del electrodo en las esquinas de la perforación.

**Descripción de las figuras**

La figura 1 muestra un método de fabricación de un electrodo según la técnica convencional.

La figura 2 muestra un método de fabricación de un electrodo multicapa de un único componente según la presente divulgación.

La figura 3 muestra un método de fabricación de un electrodo multicapa con componentes heterogéneos según la presente divulgación.

**Descripción detallada de la invención**

El método de fabricación de electrodos de alta carga según la presente divulgación incluye fabricar una capa de electrodo que tiene una película de liberación unida a la misma aplicando una lechada de electrodo sobre la película de liberación, perforar la capa de electrodo en partes de un tamaño de un electrodo unitario, y elevar la capa de electrodo a un segundo piso o piso superior en un colector de corriente que va a enrollarse después de separar la

película de liberación de la capa de electrodo perforada y retirar la película de liberación.

Como película 11 de liberación puede utilizarse cualquier película de liberación capaz de separarse después de aplicar y secar la lechada 12 de electrodo. Por ejemplo, puede utilizarse una película de PET, una película de PE, una película acrílica, etc., y puede utilizarse un revestimiento de silicona o flúor en la superficie para mejorar la propiedad de liberación.

La capa de electrodo que presenta la película de liberación unida a la misma se fabrica aplicando la lechada de electrodo sobre la película 11 de liberación. En el caso del electrodo positivo, la lechada 12 de electrodo se fabrica mezclando un aglutinante y agentes conductores con materiales activos de electrodo y, si fuera necesario, puede añadirse a la mezcla un material de relleno. En el caso del electrodo negativo, el material de relleno puede añadirse adicionalmente a un material de electrodo negativo según sea necesario para hacer la lechada 12 de electrodo.

El material activo de electrodo positivo según la presente divulgación puede utilizarse junto con un compuesto que utilice material de intercalación de litio como elemento principal, por ejemplo compuestos estratificados como óxido de cobalto de litio ( $\text{LiCoO}_2$ ) y óxido de níquel de litio ( $\text{LiNiO}_2$ ), y compuestos sustituidos con uno o más metales de transición; óxido de manganeso de litio ( $\text{LiMnO}_2$ ) como  $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$  (en este caso,  $x$  se encuentra entre 0 y 0,33),  $\text{LiMnO}_3$ ,  $\text{LiMn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{LiMnO}_2$ , etc.; óxido de cobre de litio ( $\text{Li}_2\text{CuO}_2$ ); óxido de vanadio como  $\text{LiV}_3\text{O}_8$ ,  $\text{LiFe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$ ; óxido de níquel litiado expresado con la fórmula química  $\text{LiNi}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$  (en este caso,  $M = \text{Co}, \text{Mn}, \text{Al}, \text{Cu}, \text{Fe}, \text{Mg}, \text{B}$  o  $\text{Ga}$  y,  $x =$  entre 0,01 y 0,33); óxido compuesto de litio y manganeso expresado con la fórmula química  $\text{LiMn}_2-x\text{M}_x\text{O}_2$  (en este caso,  $M = \text{Co}, \text{Ni}, \text{Fe}, \text{Cr}, \text{Zn}$  o  $\text{Ta}$ ,  $x =$  entre 0,01 y 0,1) o  $\text{Li}_2\text{Mn}_3\text{MO}_8$  (en este caso,  $M = \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Cu}$  o  $\text{Zn}$ );  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  en donde parte del litio se sustituye por iones de metales alcalinotérreos; compuesto disulfuro; u óxido compuesto formado por la combinación de los mismos  $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$ .

El agente conductor suele añadirse en una cantidad del 1 al 50 % en peso en base al peso total de la mezcla que incluye el material activo de electrodo positivo. Dicho agente conductor no está particularmente limitado siempre que tenga conductividad eléctrica sin causar un cambio químico en la batería, y entre sus ejemplos se incluyen grafito como grafito natural y grafito artificial; negro de carbón como negro de carbón, negro de acetileno, negro de Ketjen, negro de canal, negro de horno, negro de lámpara y negro de verano; fibras conductoras como la fibra de carbono y la fibra metálica; polvos metálicos como el fluoruro de carbono, el aluminio y el níquel en polvo; whisky conductor como el óxido de zinc y el titanato de potasio; óxidos conductores como el óxido de titanio; materiales conductores como los derivados del polifenileno y similares.

El aglutinante es un componente que ayuda a la unión del material activo y el material conductor y a la unión con el colector 1 de corriente, y suele añadirse en una cantidad del 1 al 50 % en peso en base al peso total de la mezcla que contiene el material activo de electrodo positivo. Ejemplos de tales aglutinantes son el fluoruro de polivinilideno, el alcohol polivinílico, la carboximetilcelulosa (CMC), el almidón, la hidroxilpropilcelulosa, la celulosa regenerada, la polivinilpirrolidona, el tetrafluoroetileno, el polietileno, el polipropileno, el terpolímero de etileno-propileno-dieno (EPDM), el EPDM sulfonado, el caucho de estireno-butileno, el caucho fluorado, diversos copolímeros y similares.

El material de relleno se utiliza opcionalmente como componente para inhibir la expansión de un electrodo positivo, y no está particularmente limitado siempre que sea un material fibroso que no provoque un cambio químico en la batería. Ejemplos del material de relleno incluyen polímeros de olefina como polietileno y polipropileno; materiales fibrosos como fibras de vidrio y fibras de carbono.

El material de electrodo negativo puede incluir carbono amorfo o carbono cristalino, específicamente carbono como carbono no grafitizado o carbono grafitado;  $\text{Li}_x\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{Li}_x\text{WO}_2$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{Sn}_x\text{Me}_{1-x}\text{Me}'_y\text{O}_z$  ( $\text{Me}: \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Pb}, \text{Ge}; \text{Me}': \text{Al}, \text{B}, \text{P}, \text{Si},$  elementos del grupo 1, grupo 2, grupo 3 de la tabla periódica, halógeno; óxidos complejos metálicos como  $0 < x \leq 1$ ;  $1 \leq y \leq 3$ ;  $1 \leq z \leq 8$ ); litio metálico; aleación de litio; aleaciones a base de silicio; aleación de estaño; óxidos como  $\text{SnO}$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{Pb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{GeO}$ ,  $\text{GeO}_2$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_5$ ; polímero conductor como el poliacetileno; material del grupo Li-Co-Ni.

La lechada 12 de electrodo se aplica sobre la película 11 de liberación y se recubre para formar la capa de electrodo, y el grosor de la capa de electrodo está preferiblemente entre  $40 \mu\text{m}$  y  $150 \mu\text{m}$ . Si el grosor es inferior a  $40 \mu\text{m}$ , la capa de electrodo puede no separarse fácilmente de la película 11 de liberación, y si el grosor es superior a  $150 \mu\text{m}$ , puede generarse un hueco a partir del aglutinante, que no se ajusta a los electrodos de alta carga.

La figura 1 muestra un método de fabricación de un electrodo según la técnica convencional. En el pasado, (a) una lechada 2 de electrodo en el colector 1 de corriente de electrodo se apila gruesa, (b) se enrolla (3), y (c) se perfora (4) para hacer un electrodo unitario de un solo piso. Sin embargo, en este caso, una única capa de electrodo se vuelve gruesa y, por tanto, cuando se seca la capa de electrodo, es posible que la capa de electrodo solo se seque parcialmente o que no se seque, y cuando se perfora la capa de electrodo, el borde del electrodo puede resultar dañado. Además, puede generarse un hueco a partir del aglutinante, que no se ajusta a la alta carga.

La figura 2 muestra un método de fabricación de un electrodo 17 multicapa con único componente según la presente divulgación. (a) La lechada 12 de electrodo se aplica sobre la película 11 de liberación se recubre a continuación

para perforarse 13 en los tamaños unitarios de electrodo. (c) La capa 15 de electrodo perforada se apila como 2 o más capas en el colector de corriente de electrodo, (d) y a continuación se enrolla (16) mediante un rodillo para formar un electrodo 17 multicapa con único componente. Según la presente divulgación, la lechada 12 de electrodo se aplica fina sobre la película 11 de liberación, y de este modo, cuando se seca la capa de electrodo, no se produce el problema de que la capa de electrodo se seque solo parcialmente o no se seque.

La capa de electrodo revestida se perfora 13 en el electrodo de tamaño unitario, y como el grosor de la capa de electrodo es meramente de unos 40 y 150  $\mu\text{m}$ , el borde del electrodo no se daña al perforar.

La película 11 de liberación se retira de la capa 15 de electrodo perforada y la capa 15 de electrodo se apila como 2 o más capas en el colector 14 de corriente de electrodo y se enrolla 16 para convertirse en un electrodo unitario. Dado que una capa de electrodo es delgada, la carga es baja, pero si se hace un electrodo unitario formando 2 o más capas y luego se enrolla, puede hacerse un electrodo de alta carga. Una capa de electrodo puede fabricarse con diferentes grosores o diferentes componentes. Por tanto, la capa de electrodo de dos o más tipos de componentes puede apilarse como 2 o más capas y enrollarse a continuación para fabricar un electrodo de alta carga de un electrodo 18 multicapa de componentes heterogéneos, y un electrodo de alta carga de un electrodo 17 multicapa de único componente puede fabricarse apilando dos grosores diferentes de capas de electrodo como 2 o más capas y enrollando las capas de electrodo. Además, puede fabricarse un electrodo de alta carga apilando las capas de electrodo que son diferentes tanto en el grosor como en los componentes.

La figura 3 muestra un método de fabricación de un electrodo 18 multicapa de elementos heterogéneos según la presente divulgación. (a) Las lechadas 12 de electrodo de componentes heterogéneos se aplican respectivamente sobre la película 11 de liberación que va a recubrirse, y (b) la capa de electrodo se perfora 13 por tamaños de electrodo unitarios. (c) La capa 15 de electrodo perforada se apila como 2 o más capas en el colector 14 de corriente de electrodo y (d) se enrolla 16 con el rodillo para (e) hacer un electrodo 18 multicapa con componentes heterogéneos.

En comparación con la técnica convencional de fabricar un electrodo de alta carga con una única capa de electrodo, el método de fabricación de un electrodo de alta carga según la presente divulgación no genera el problema de que la lechada 12 de electrodo se seque solo parcialmente o no se seque y el problema de que el borde del electrodo se dañe cuando se perfora, y puede evitarse el fenómeno de que se genere un hueco a partir del aglutinante. El método de fabricación de un electrodo según la presente divulgación puede aplicarse tanto al electrodo positivo como al electrodo negativo.

La capa de electrodo se fabrica aplicando la lechada 12 de electrodo y el electrodo unitario se fabrica perforando 13 la capa de electrodo y apilando la capa 15 de electrodo perforada como dos o más capas, por lo que pueden diseñarse varios tipos de electrodos según sea necesario. El electrodo puede diseñarse en función del rendimiento deseado, tal como la estabilidad de la batería y la vida útil del ciclo. Además, se aumenta el número de capas 15 de electrodo apiladas en el colector 14 de corriente para fabricar fácilmente un electrodo de alta carga, y pueden fabricarse diversas cargas de electrodos a partir de electrodos de baja carga hasta electrodos de alta carga, según el número de capas 15 de electrodo. Además, el problema de la reducción de la resistencia del electrodo puede ocurrir menos en comparación con cuando el electrodo está fabricado mediante una única capa de electrodo.

Mientras tanto, la presente divulgación también se caracteriza por proporcionar una batería secundaria que incluye una batería de alta carga realizada por el método anterior.

La batería secundaria según la presente divulgación incluye un conjunto de electrodo que se fabrica por laminación de electrodos de diferentes polaridades en un estado separado por un separador, y el conjunto de electrodo incluye un electrodo positivo que incluye materiales activos de electrodo positivo, un electrodo negativo que incluye materiales activos de electrodo negativo, y un separador.

Específicamente, el electrodo positivo, por ejemplo, se fabrica aplicando la mezcla de los materiales activos de electrodo positivo, un agente conductor y un aglutinante sobre el colector 1 de corriente de electrodo positivo y, a continuación, secando el colector 1 de corriente de electrodo positivo, y puede añadirse un material de relleno a la mezcla.

El colector 1 de corriente de electrodo positivo suele tener un grosor de 3 a 500  $\mu\text{m}$ . El colector 1 de corriente de electrodo positivo no está particularmente limitado siempre que tenga una alta conductividad sin causar cambios químicos en la batería. Ejemplos del colector 1 de corriente de electrodo positivo incluyen acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio, carbono calcinado y acero inoxidable o aluminio cuya superficie ha sido tratada con carbono, níquel, titanio, plata o similares. El colector 1 de corriente puede tener finas irregularidades en su superficie para aumentar la adherencia del material activo de electrodo positivo, y son posibles diversas formas como una película, una hoja, una lámina, una red, un cuerpo poroso, una espuma y un material textil no tejido.

El electrodo negativo puede formarse aplicando un material de electrodo negativo sobre el colector 1 de corriente de electrodo negativo y secando el material de electrodo negativo. Si fuera necesario, el electrodo negativo puede

incluir además los componentes descritos anteriormente.

El colector 1 de corriente de electrodo negativo suele tener un grosor de 3 a 500  $\mu\text{m}$ . El colector 1 de corriente de electrodo negativo no está particularmente limitado mientras tenga conductividad sin causar cambios químicos en la batería, y ejemplos de ello incluyen cobre, acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio, carbono calcinado, y cobre o acero inoxidable cuya superficie ha sido tratada con carbono, níquel, titanio o plata, y una aleación de aluminio y cadmio. Además, al igual que el colector 1 de corriente de electrodo positivo, pueden formarse finos desniveles en la superficie para mejorar la fuerza de adherencia del material activo de electrodo negativo, y puede utilizarse en diversas formas, como películas, láminas, hojas, redes, cuerpos porosos, espumas, etc.

Tanto un separador a base de poliolefina comúnmente conocido como separador para aislar los electrodos entre el electrodo positivo y el electrodo negativo, como un separador compuesto que tenga una capa compuesta orgánica e inorgánica formada sobre el sustrato a base de olefina pueden utilizarse y no están particularmente limitados.

El electrolito según la presente divulgación es un electrolito no acuoso que contiene una sal de litio, que se compone de un electrolito no acuoso y litio. Como electrolito no acuoso, se utilizan un electrolito no acuoso, un electrolito sólido, un electrolito sólido inorgánico y similares.

Ejemplos del electrolito no acuoso incluyen N-metil-2-pirrolidinona, carbonato de propileno, carbonato de etileno, carbonato de butileno, carbonato de dimetilo, carbonato de dietilo, gamma-butilolactona, 1,2-dimetoxietano, tetrahidroxi-franc, 2-metiltetrahidrofurano, dimetilsulfóxido, 1,3-dioxolano, formamida, dimetilformamida, dioxolano, acetonitrilo, nitrometano, formiato de metilo, acetato de metilo, triéster de ácido fosfórico, trimetoximetano, derivados del dioxolano, sulfolano, metilsulfolano, 1,3-dimetil-2-imidazolidinona, derivados de carbonato de propileno, derivados de tetrahidrofurano, éter, pirofosfato de metilo, propionato de etilo y similares.

Ejemplos del electrolito sólido orgánico incluyen polímeros tales como un derivado de polietileno, un derivado de óxido de polietileno, un derivado de óxido de polipropileno, un polímero de éster de fosfato, una lisina de agitación, un sulfuro de poliéster, un alcohol polivinílico, un fluoruro de polivinilideno y un grupo de disociación iónica.

Ejemplos de electrolito sólido inorgánico incluyen nitruros de Li como  $\text{Li}_3\text{N}$ ,  $\text{LiI}$ ,  $\text{Li}_5\text{NI}_2$ ,  $\text{Li}_3\text{N-LiI-LiOH}$ ,  $\text{LiSiO}_4$ ,  $\text{Li}_2\text{SiO}_4$ ,  $\text{LiI-LiOH}$ ,  $\text{Li}_2\text{SiS}_3$ ,  $\text{Li}_4\text{SiO}_4$ ,  $\text{Li}_4\text{SiO}_4\text{-LiI-LiOH}$ ,  $\text{Li}_3\text{PO}_4\text{-Li}_2\text{S-SiS}_2$ , haluros, sulfatos, etc.

La sal de litio es una sustancia soluble en el electrolito no acuoso, y entre sus ejemplos se incluyen  $\text{LiCl}$ ,  $\text{LiBr}$ ,  $\text{LiI}$ ,  $\text{LiClO}_4$ ,  $\text{LiBF}_4$ ,  $\text{LiB}_{10}\text{Cl}_{10}$ ,  $\text{LiPF}_6$ ,  $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ ,  $\text{LiCF}_3\text{CO}_2$ ,  $\text{LiAsF}_6$ ,  $\text{LiSbF}_6$ ,  $\text{LiAlCl}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{Li}$ ,  $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$ ,  $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{NLi}$ , cloroborano de litio, carboxilato alifático inferior de litio, 4-fenilborato de litio, imida y similares.

Para mejorar las características de carga/descarga y la resistencia a la llama, piridina, trietilfosfito, trietanolamina, éteres cíclicos, etilendiamina, glima, triamida hexahidratada, derivados de nitrobenzoceno, azufre, colorantes de quinona imina, oxazolidinonas N-sustituidas, N, imidazolidinas N-sustituidas, éter dialquílico de etilenglicol, sal de amonio, pirrol, 2-metoxietanol, tricloruro de aluminio, etc. pueden añadirse al electrolito no acuoso. En algunos casos, puede añadirse además un disolvente que contenga halógenos, como el tetracloruro de carbono o el trifluoruro de etileno, para conferir no inflamabilidad, o puede añadirse además un gas de dióxido de carbono para mejorar las características de almacenamiento a alta temperatura.

La batería es una cualquiera seleccionada entre una batería de iones de litio, una batería de polímero de litio y una batería de polímero de iones de litio. Se trata de una clasificación en función de las características de la disolución electrolítica. Los electrodos positivo y negativo y los electrolitos son los descritos anteriormente.

La presente divulgación puede proporcionar un paquete de batería que incluye una o más baterías secundarias.

Además, también puede proporcionarse un dispositivo que incluya el paquete de batería como fuente de energía, y por tanto el dispositivo puede ser uno seleccionado de un grupo que consiste en un teléfono móvil, un ordenador portátil, un teléfono inteligente, un bloc inteligente, una red, un dispositivo electrónico portátil, un vehículo electrónico ligero (LEV), un coche eléctrico, un coche eléctrico híbrido, un coche eléctrico híbrido enchufable y un dispositivo de almacenamiento de energía.

La presente divulgación se describirá en detalle a través de las siguientes realizaciones. Sin embargo, las siguientes realizaciones y ejemplos experimentales se explican para ilustrar la presente divulgación, y el alcance de la presente divulgación no se limita a estas realizaciones y ejemplos experimentales.

<Realización 1>

Se mezclaron  $\text{LiNi}_{0,55}\text{Mn}_{0,30}\text{Co}_{0,15}\text{O}_2$  (material activo de electrodo positivo), negro denka (agente conductor) y fluoruro de polivinilideno (PVDF) (aglutinante) en una proporción de 96:2:2 y se añadió NMP (N-metilpirrolidona) para formar una lechada. La lechada se aplicó sobre la película de PET para formar una capa de electrodo. El grosor de la capa del electrodo se fijó en 120  $\mu\text{m}$ . La capa de electrodo se perforó con el tamaño de electrodo unitario para eliminar la

película de liberación y luego se apiló en el colector de corriente de lámina de aluminio como dos pisos y se enrolló para hacer n electrodo positivo.

5 Se fabricó un conjunto de electrodo utilizando el electrodo positivo fabricado, después se introdujo el conjunto de electrodo en una bolsa de aluminio y se conectó a un cable de electrodo. A continuación, se inyectó en el electrolito una disolución compuesta del grupo carbonato que contenía 1M LiPF<sub>6</sub> y se selló para ensamblar una batería secundaria de litio.

10 <Realizaciones 2~8>

El electrodo positivo y la batería secundaria de litio se fabricaron con el mismo método que en la realización 1, excepto por tener el grosor y el número de capas que se muestran en la tabla 1 a continuación.

15 <Realización 9>

20 Se mezclaron LiNi<sub>0,55</sub>Mn<sub>0,30</sub>Co<sub>0,15</sub>O<sub>2</sub> (material activo de electrodo positivo), negro denka (agente conductor) y fluoruro de polivinilideno (PVDF) (aglutinante) en una proporción de 96:2:2 y se añadió NMP (N-metilpirrolidona) para formar una lechada. La lechada se aplicó sobre la película de PET para formar una primera capa de electrodo. El grosor de la primera capa del electrodo se fijó en 120 μm.

25 El LiCoO<sub>2</sub> (material activo de electrodo positivo), el negro denka (agente conductor) y el fluoruro de polivinilideno (PVDF) (aglutinante) se mezclaron en una proporción de 80:5:15 y, a continuación, se añadió NMP (N-metilpirrolidona) para formar una lechada. La lechada se aplicó sobre la película de PET para formar una segunda capa de electrodo. El grosor de la segunda capa de electrodo se fijó en 120 μm.

La primera capa de electrodo y la segunda capa de electrodo se perforaron con el tamaño de electrodo unitario para eliminar la película de liberación y se apilaron alternativamente en el colector de corriente de lámina de aluminio para hacer un total de dos pisos con el fin de enrollarse para realizar un electrodo.

30 Se realizó un ensamblado de electrodo utilizando el electrodo positivo realizado, que se colocó en una bolsa de aluminio y se conectó el cable del electrodo, a continuación, la disolución compuesta del grupo carbonato que contiene 1M LiPF<sub>6</sub> se inyectó en el electrolito y se selló para ensamblar una batería secundaria de litio.

35 <Realizaciones 10~13>

Se fabricó un electrodo positivo y una batería secundaria de litio por el mismo método que en la realización 9, excepto por tener el grosor y el número de capas que se muestran en la tabla 1 a continuación.

40 <Ejemplos comparativos 1 a 5>

45 Se mezclaron LiNi<sub>0,55</sub>Mn<sub>0,30</sub>Co<sub>0,15</sub>O<sub>2</sub> (material activo de electrodo positivo), negro denka (material conductor) y fluoruro de polivinilideno (PVDF) (aglutinante) en una proporción de 96:2:2 y se añadió NMP (N-metilpirrolidona) para formar una lechada. La lechada se aplicó sobre la película de PET del colector de corriente de lámina de aluminio para enrollarla y perforarla para realizar un electrodo positivo. En el electrodo, el grosor de la capa de electrodo se muestra en la tabla 1 a continuación.

50 El conjunto de electrodo se realizó utilizando el electrodo positivo realizado y luego se colocó en la bolsa de aluminio y se conectó al cable del electrodo, luego la disolución compuesta del grupo carbonato que contiene 1M LiPF<sub>6</sub> se inyectó en el electrolito y se selló para ensamblar una batería secundaria de litio.

55 El caso de producirse una grieta o daño en el borde del electrodo o en la superficie del electrodo en el proceso de fabricación o perforación de una capa de electrodo se indica como "O" y el caso de que se produzca una grieta o daño se indica como "X" en la tabla 1 a continuación.

[Tabla 1]

	Componentes de la capa de electrodo	N.º de capas de electrodos	Grosor de capa de electrodo	Grosor de capa de electrodo total	Grieta	Daños en el borde
Realización 1	Único	2	120	240	X	X
			120			
			80			

ES 2 969 537 T3

Realización 2	Único	3	80	240	X	X
			80			
Realización 3	Único	4	60	240	X	X
			60			
			60			
			60			
Realización 4	Único	5	48	240	X	X
			48			
			48			
			48			
			48			
Realización 5	Único	6	40	240	X	X
			40			
			40			
			40			
			40			
			40			
Realización 6	Único	3	100	240	X	X
			40			
			100			
Realización 7	Único	4	80	240	X	X
			40			
			80			
			40			
Realización 8	Único	5	40	240	X	X
			60			
			40			
			60			
			40			
Realización 9	Heterogéneos	2	120	240	X	X
			120			
Realización 10	Heterogéneos	3	80	240	X	X
			80			
			80			
Realización 11	Heterogéneos	4	60	240	X	X
			60			
			60			
			60			
			48			
			48			

Realización 12	Heterogéneos	5	48	240	X	X
			48			
			48			
Realización 13	Heterogéneos	6	40	240	X	X
			40			
			40			
			40			
			40			
			40			
Ejemplo comparativo 1	Único	1	240	240	s	s
Ejemplo comparativo 2	Único	1	200	200	s	s
Ejemplo comparativo 3	Único	1	160	160	s	X
Ejemplo comparativo 4	Único	1	120	120	X	X
Ejemplo comparativo 5	Único	1	280	280	s	s

Como se observa en la tabla 1, no se encontró grieta o daño en los electrodos de las realizaciones a 13 según la presente divulgación, pero se encontró una grieta o daño en el electrodo de los ejemplos comparativos 1 a 5 de la técnica anterior.

5

Además, se realizaron experimentos sobre la capacidad de la batería, la característica de velocidad y la característica de ciclo para las baterías secundarias de litio fabricadas en las realizaciones 1 a 13 y los ejemplos comparativos 1 a 5, y los resultados se muestran en la tabla 2 a continuación.

10

[Tabla 2]

	Capacidad (mAh)	Tasa (1C/0,2C)	Característica del ciclo (% , tasa de mantenimiento de la capacidad 300 veces)
Realización 1	2.960	0.78	84
Realización 2	2.980	0.80	82
Realización 3	3.000	0.82	80
Realización 4	3.020	0.84	78
Realización 5	2.960	0.86	76
Realización 6	2.980	0,78	84
Realización 7	3.000	0,80	82
Realización 8	3.020	0,82	80
Realización 9	2.960	0,78	84
Realización 10	2.980	0,80	82
Realización 11	3.000	0,82	80
Realización 12	3.020	0,84	78
Realización 13	2.980	0,86	76
Ejemplo comparativo 1	2.800	0,68	76

Ejemplo comparativo 2	2.820	0,70	74
Ejemplo comparativo 3	2.840	0,72	72
Ejemplo comparativo 4	2.860	0,74	70
Ejemplo comparativo 5	2.800	0,68	76

Como se muestra en la tabla 2 anterior, la capacidad de la batería, la característica de velocidad y la característica de ciclo de la batería de las realizaciones 1 a 13 según la presente divulgación se mejoraron en comparación con los ejemplos comparativos 1 a 5 de la técnica anterior.

5

**Descripción de símbolos**

1: Colector de corriente de electrodo

10

2: Lechada de electrodo

3: Rodillo

4: Perforación

15

5: Electrodo de única capa

11: Película de liberación

20

12: Lechada de electrodo

13: Perforación

14: Colector de corriente de electrodo

25

15: Capa de electrodo perforada

16: Rodillo

30

17: Electrodo multicapa con único componente

18: Electrodo multicapa con componentes heterogéneos

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de fabricación de un electrodo de alta carga, comprendiendo el método:

5 aplicar una lechada (12) de electrodo sobre una película (11) de liberación para producir una capa de electrodo que tiene la película de liberación unida a la misma;

10 perforar la capa de electrodo hasta un tamaño de electrodo unitario para formar capas (15) de electrodo perforadas que tienen la película de liberación unida a las mismas;

15 separar y retirar la película de liberación de las capas de electrodo perforadas;

apilar al menos dos capas (15) de electrodo perforadas sobre un colector (14) de corriente; y

a continuación, enrollar las capas (15) de electrodo perforadas sobre el colector (14) de corriente.

2. El método según la reivindicación 1, en el que las etapas de aplicar, perforar, y separar y retirar se repiten con al menos otra lechada de electrodo realizada de diferentes materiales, y

20 la etapa de apilar apila las capas (15) de electrodos perforadas realizadas de los diferentes materiales.

3. El método según la reivindicación 1, en el que las etapas de aplicar, perforar, y separar y retirar se repiten con al menos otra lechada de electrodo para formar dos o más capas (15) de electrodo perforadas que tienen diferentes grosores, y

25 la etapa de apilar apila las capas (15) de electrodo perforadas que tienen diferentes grosores.

4. El método según la reivindicación 1, en el que el grosor de la capa (15) de electrodo perforada está comprendido entre 40 y 150  $\mu\text{m}$ .

30

Fig. 1

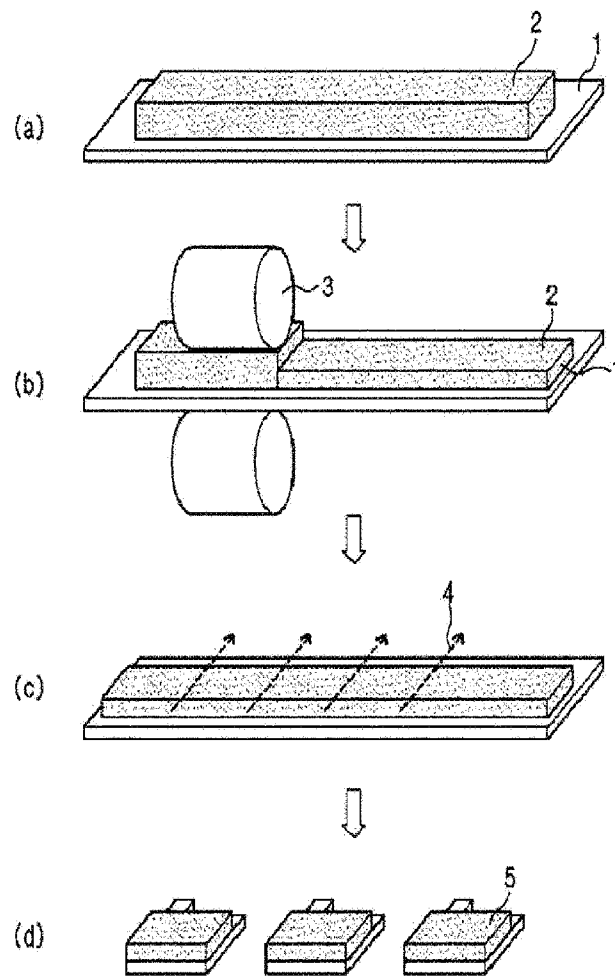


Fig. 2

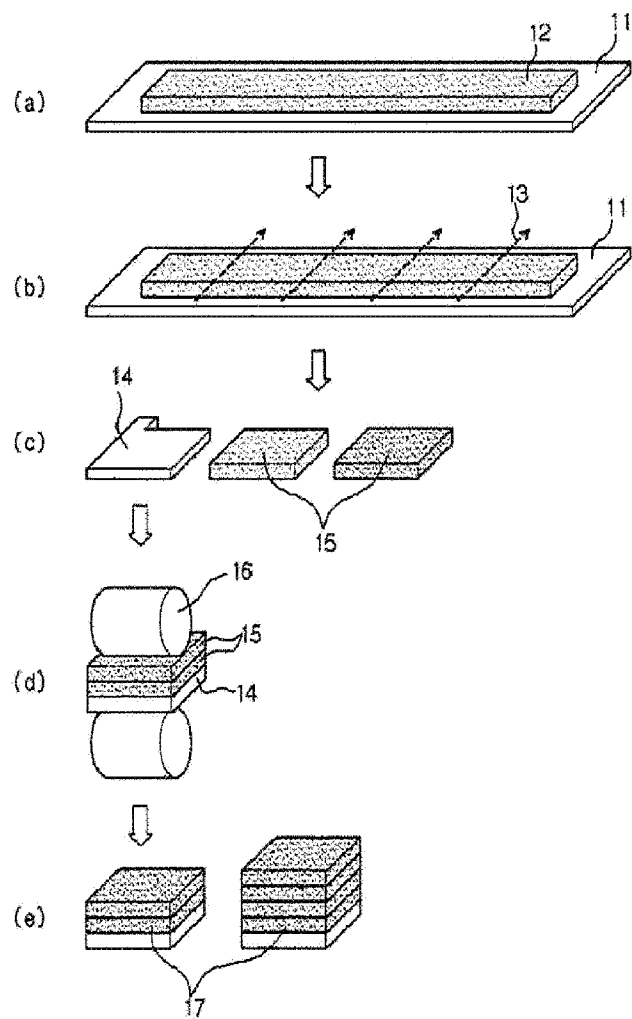


Fig. 3

