

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 549**

51 Int. Cl.:

H01M 4/74 (2006.01)

H01M 4/64 (2006.01)

H01M 4/04 (2006.01)

H01M 10/052 (2010.01)

H01M 10/058 (2010.01)

H01M 4/78 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.05.2021 PCT/KR2021/005538**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.11.2021 WO21230547**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2021 E 21803178 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2024 EP 3989326**

54 Título: **Conjunto de electrodos que tiene seguridad mejorada y batería secundaria de litio que lo comprende**

30 Prioridad:

14.05.2020 KR 20200057619

30.04.2021 KR 20210056840

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

29.10.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

JUNG, HYE RAN

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 984 549 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

Conjunto de electrodos que tiene seguridad mejorada y batería secundaria de litio que lo comprende

5 **[Sector de la técnica]**

Esta solicitud reivindica los derechos de prioridad basándose la solicitud de patente coreana n.º 10-2020-0057619 presentada el 14 de mayo de 2020 y la solicitud de patente coreana n.º 10-2021-0056840 presentada el 30 de abril de 2021.

10 La presente invención se refiere a un conjunto de electrodos de una nueva estructura para impedir la fuga térmica y a una batería secundaria de litio que lo incluye.

15 **[Estado de la técnica]**

A medida que se desarrollan tecnologías para dispositivos móviles y aumenta la demanda de dispositivos móviles, ha habido un rápido aumento en la demanda de baterías secundarias como fuente de energía. Entre tales baterías secundarias, las baterías secundarias de litio, que presentan una alta densidad de energía y potencial operativo, un ciclo de vida prolongado y una baja tasa de autodescarga se han comercializado y utilizado ampliamente.

20 Entre tales baterías secundarias, en términos de la forma de la batería, existe una gran demanda de una batería secundaria prismática y una batería secundaria de tipo bolsa que se pueda aplicar a productos tales como teléfonos móviles con un espesor pequeño. En cuanto a los materiales, existe una gran demanda de baterías secundarias de litio, como las baterías de iones de litio y las baterías de polímero de litio, que tienen una alta densidad de energía, tensión de descarga y estabilidad de salida.

En general, las baterías secundarias se forman de la siguiente manera. En primer lugar, un conjunto de electrodos, que está formado por un electrodo negativo, un electrodo positivo, y un separador interpuesto entre el electrodo negativo y el electrodo positivo, se prepara y el conjunto de electrodos se lamina o enrolla, que a continuación se construye en una caja de batería de una hoja laminada, en la que se inyecta o impregna una solución electrolítica, para preparar de este modo baterías secundarias.

35 Una de las principales tareas de investigación en estas baterías secundarias es mejorar la seguridad. Por ejemplo, las baterías secundarias pueden explotar debido a una alta temperatura o alta presión dentro de las baterías, que puede ser causada por estados de funcionamiento anómalos de las baterías, tales como una caída, una deformación por choque externo, una exposición a altas temperaturas, un estado de sobrecarga que excede una corriente y tensión permitidas, y un cortocircuito interno.

40 En particular, el espacio en el electrodo negativo, en el que los iones de litio excedentes desorbidos del electrodo positivo pueden volverse insuficientes debido a cargas/descargas repetidas y sobrecargas, permitiendo así que los iones de litio precipiten en la superficie del electrodo negativo como metal. Además, como impurezas metálicas, que se mezclan en el proceso de fabricación de baterías, se recristalizan, pueden pasar a través del separador y contactar directamente con el electrodo positivo, lo que puede provocar un cortocircuito interno. Además, el desgarramiento o plegado del separador también puede provocar un cortocircuito interno. Estas cuestiones conducen a problemas de seguridad.

45 Así pues, se están revisando alternativas para solucionar estos problemas.

El colector de corriente que tiene orificios se divulga en los documentos EP 2 605 322 B1, KR 2016 0089656 A y JP 2010 232404 A.

50 **[Objeto de la invención]**

[Problema técnico]

55 La presente invención se ha creado para resolver los problemas anteriores, y un objetivo de la presente invención es proporcionar una batería secundaria de litio y un conjunto de electrodos capaz de impedir un rápido aumento de temperatura cuando se produce un cortocircuito interno cuando el separador se rompe o se dobla.

[Solución técnica]

60 Un conjunto de electrodos de la presente invención para lograr el objetivo anterior se define en el conjunto de reivindicaciones adjunto. El conjunto de electrodos de la presente invención se genera mediante laminación en un orden de una capa de material activo de electrodo positivo/colector de corriente de electrodo positivo/separador colector de corriente de electrodo negativo/una capa de material activo de electrodo negativo, en donde una pluralidad de orificios pasantes, que están conectados a una superficie superior y una superficie inferior de los colectores de corriente, están perforados en los colectores de corriente. Una parte de una mezcla de electrodo positivo de la capa de material activo de electrodo positivo o una mezcla de electrodo negativo de la capa de material activo de electrodo

65

negativo se introduce en una parte de un interior del orificio pasante. En este momento, una profundidad, a la cual la mezcla de electrodo positivo o la mezcla de electrodo negativo se introduce en el orificio pasante, corresponde a del 1 % al 50 % del espesor del colector de corriente.

- 5 En una realización de la presente invención, cada espesor del colector de corriente de electrodo positivo y del colector de corriente de electrodo negativo está en un intervalo de 10 a 50 micrómetros.

En una realización de la presente invención, una suma total de áreas de los orificios pasantes corresponde a del 15 al 80 % de un área superficial de la superficie superior o de la superficie inferior del colector de corriente.

- 10 En una realización de la presente invención, los orificios pasantes están formados por una o más de formas circular, elíptica, poligonal y de hendidura.

- 15 En una realización de la presente invención, un diámetro del orificio pasante circular o un diámetro largo del orificio pasante elíptico o del orificio pasante poligonal está en el intervalo de 0,1 mm a 5 mm, y una longitud del orificio pasante en forma de hendidura está en el intervalo de 1 mm a 10 mm.

- 20 En una realización de la presente invención, un área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo negativo es relativamente mayor que un área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo positivo.

- 25 En una realización de la presente invención, el área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo negativo corresponde a del 101 % al 200 % del área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo positivo.

- En el conjunto de electrodos de acuerdo con una realización de la presente invención, los orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo positivo y en el colector de corriente de electrodo negativo están dispuestos para superponerse mutuamente.

- 30 En el presente documento, los orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo positivo y los orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo negativo pueden superponerse mutuamente en del 20 al 100 %, preferentemente del 40 al 100 % de una proporción de un área que se superpone con el orificio pasante formado en el colector de corriente de electrodo negativo en el área total del orificio pasante formado en el colector de corriente de electrodo positivo.

- 35 Una batería secundaria de litio de acuerdo con la presente invención incluye el conjunto de electrodos.

[Efectos ventajosos]

- 40 En un conjunto de electrodos de acuerdo con la presente invención, un separador, que se interpone entre un electrodo positivo y un electrodo negativo, se enfrenta directamente a un colector de corriente de electrodo positivo y a un colector de corriente de electrodo negativo. Así pues, incluso cuando se produce un cortocircuito interno por el desgarro o plegado del separador, el colector de corriente de electrodo positivo y el colector de corriente de electrodo negativo, que están hechos de un material metálico, contactan entre sí para conectarse eléctricamente, lo que impide un rápido aumento de la temperatura de las baterías debido a las características del material, mejorando así la seguridad.

[Descripción de las figuras]

- 50 La figura 1 es una vista en sección transversal de un conjunto de electrodos.

La figura 2 es un diagrama esquemático plano que muestra colectores de corriente que tienen diversos tipos de orificios pasantes formados en ellos.

- 55 La figura 3 es un diagrama esquemático plano que muestra colectores de corriente que tienen orificios pasantes, formados de dos o más formas diferentes, formados sobre ellos.

- 60 La figura 4 es una vista en sección transversal de un electrodo de una estructura en la que una parte de una mezcla de electrodo se introduce a través de orificios de un colector de corriente.

- La figura 5 es un diagrama esquemático en sección transversal que ilustra una forma de disposición de orificios pasantes formados respectivamente en un colector de corriente de electrodo positivo y un colector de corriente de electrodo negativo.

- 65 La figura 6 es un diagrama esquemático en sección transversal que ilustra una forma de disposición de orificios pasantes formados respectivamente en un colector de corriente de electrodo positivo y un colector de corriente de

electrodo negativo.

[Descripción detallada de la invención]

5 A continuación en el presente documento, la presente invención se describirá en detalle con referencia a los dibujos. Los términos y palabras usados en la presente memoria descriptiva y las reivindicaciones no deben interpretarse como limitados a términos ordinarios o de diccionario y el inventor puede definir adecuadamente el concepto de los términos para describir mejor su invención. Los términos y palabras deben interpretarse como significado y concepto consistente con la idea técnica de la presente invención.

10 La figura 1 es una vista en sección transversal de un conjunto de electrodos.

Haciendo referencia a la figura 1, un conjunto de electrodos se genera mediante laminación en un orden de una capa de material activo de electrodo positivo 110/colector de corriente de electrodo positivo 120/separador 200/colector de corriente de electrodo negativo 320/una capa de material activo de electrodo negativo 310, y una pluralidad de orificios pasantes 121 y 321, que están conectados a una superficie superior y una superficie inferior de los colectores de corriente, están perforados en los colectores de corriente 120 y 320.

20 Un conjunto de electrodos general se genera mediante laminación en un orden de un colector de corriente de electrodo positivo/una capa de material activo de electrodo positivo/un separador/una capa de material activo de electrodo negativo/un colector de corriente de electrodo negativo, en el que la capa de material activo de electrodo positivo está orientada hacia una superficie del separador, y la capa de material activo de electrodo negativo está orientada hacia otra superficie del separador. Sin embargo, el separador puede romperse o doblarse debido al problema del proceso de fabricación de las baterías, y cuando dicho separador se interpone entre un electrodo positivo y un electrodo negativo, el electrodo positivo contacta directamente con el electrodo negativo durante el funcionamiento de las baterías, lo que hace que el electrodo positivo esté conectado eléctricamente al electrodo negativo. Esto provoca un rápido aumento de temperatura debido a la resistencia, aumentando de este modo el peligro.

30 En un conjunto de electrodos de la presente invención, un colector de corriente de electrodo positivo está orientado hacia una superficie de un separador, y un colector de corriente de electrodo negativo está orientado hacia otra superficie del separador. Así pues, incluso si el electrodo positivo se enfrenta al electrodo negativo por el desgarro o plegado del separador, el colector de corriente de electrodo positivo se enfrenta al colector de corriente de electrodo negativo, lo que reduce el peligro porque la temperatura no aumenta rápidamente ya que los colectores de corriente están hechos de un metal que tiene conductividad eléctrica y conductividad térmica muy altas. Además, una pluralidad de orificios pasantes, que están conectados a la superficie superior y a la superficie inferior, están perforados en el colector de corriente de electrodo positivo y en el colector de corriente de electrodo negativo para que los iones de litio puedan moverse entre el electrodo positivo y el electrodo negativo.

40 En baterías secundarias de acuerdo con la presente invención, colectores de corriente que tienen orificios pasantes formados en ellos pueden estar hechos de cualquier metal que tenga conductividad sin provocar cambios químicos en las baterías. Por ejemplo, los colectores de corriente pueden estar hechos de un metal seleccionado del grupo que consiste en aluminio, aleación de aluminio, níquel, cobre, acero inoxidable, níquel, titanio y carbono calcinado, o una lámina de aleación de los mismos, preferentemente lámina de aluminio o lámina de cobre.

45 En un ejemplo específico, el espesor de cada uno del colector de corriente de electrodo positivo y del colector de corriente de electrodo negativo puede estar en un intervalo de 10 a 100 micrómetros, preferentemente de 10 a 50 micrómetros, más preferentemente de 15 a 30 micrómetros.

50 Cuando el espesor de los colectores de corriente es inferior a 10 micrómetros, es difícil aumentar la cantidad de materiales activos en una cantidad deseada, y cuando es superior a 100 micrómetros, el espesor de todo el electrodo aumenta, reduciendo así la cantidad de la mezcla de electrodo aplicada, lo que no es preferible.

55 En un ejemplo específico, cualquier estructura que consiste en una o más unidades que incluyen un electrodo positivo, un electrodo negativo y un separador de una caja de batería sin deterioro del rendimiento de las celdas de batería puede usarse como conjunto de electrodos. Específicamente, algunos ejemplos de los mismos incluyen un conjunto de electrodos de tipo "rollo de gelatina", que se forma laminando secuencialmente una placa de electrodo positivo, un separador y una placa de electrodo negativo y enrollándolos, un conjunto de electrodos de tipo pila, que se forma laminando una o más placas de electrodo positivo y una o más placas de electrodo negativo mientras se interpone un separador entre ellas, un conjunto de electrodos del tipo plegado en pila, que se forma a medida que celdas unitarias de tipo pila que incluyen una placa de electrodo positivo y una placa de electrodo negativo se enrollan en una hoja separada, y un conjunto de electrodos de tipo pila de laminación, que está formado a medida que celdas unitarias de tipo pila que incluyen una placa de electrodo positivo y una placa de electrodo negativo, se apilan mientras se interpone un separador entre ellas.

65 La figura 2 ilustra esquemáticamente orificios pasantes formados en un colector de corriente.

Haciendo referencia a la figura 2, los orificios pasantes 121 formados en los colectores de corriente 120 están formados por orificios pasantes circulares 121a, orificios pasantes elípticos 121b, orificios pasantes poligonales 121c u orificios pasantes en forma de hendidura 121d, y los orificios pasantes formados en uno de los colectores de corriente están formados de la misma forma. La forma de los orificios pasantes debe ser la misma por comodidad del proceso de fabricación.

Al mismo tiempo, la suma total de áreas de los orificios pasantes se puede seleccionar dentro de un intervalo en el que la resistencia no se debilita demasiado de acuerdo con el espesor del colector de corriente o el material del colector de corriente y puede corresponder a del 10 al 90 %, preferentemente del 15 al 80 %, y más preferentemente del 20 al 60 % del área superficial de la superficie superior o la superficie inferior del colector de corriente.

Cuando la suma total de las áreas de los orificios pasantes corresponda a menos del 10 % de la superficie superior o de la superficie inferior del colector de corriente, es difícil lograr el rendimiento eléctrico de la batería, tal como la capacidad deseada, ya que el paso de movimiento se estrecha y, a la inversa, cuando la suma total corresponda a más del 90% de la misma, la resistencia del colector de corriente puede verse debilitada.

Además, el tamaño de los orificios pasantes 121a, 121b, 121c y 121d pueden seleccionarse de un intervalo apropiado considerando el área y el espesor del colector de corriente y la capacidad de la batería. El diámetro d_1 del orificio pasante circular 121a o el diámetro largo d_2 del orificio pasante elíptico 121b o el diámetro largo d_3 del orificio pasante poligonal 121c puede estar en un intervalo de 0,1 mm a 5 mm, específicamente de 0,5 mm a 4 mm, y más específicamente de 1 mm a 3 mm. Además, la longitud d_4 del orificio pasante en forma de hendidura 121d puede estar en el intervalo de 1 mm a 10 mm, específicamente de 2 mm a 8 mm, y más específicamente de 4 mm a 7 mm.

Cuando el tamaño de los orificios pasantes es demasiado pequeño, es difícil aumentar la tasa de utilización de los materiales activos mediante el movimiento de iones de litio, y cuando el tamaño de los orificios pasantes es demasiado grande, la resistencia del colector de corriente puede verse debilitada.

En otro ejemplo específico, en los colectores de corriente están perforados dos o más orificios pasantes, y los orificios pasantes pueden estar formados de dos o más formas diferentes. Por ejemplo, orificios pasantes circulares, orificios pasantes elípticos u orificios pasantes poligonales pueden estar situados en lados hacia arriba, hacia abajo, derecho, izquierdo o diagonal en la línea recta de los orificios pasantes en forma de hendidura y, a la inversa, orificios pasantes en forma de hendidura pueden estar situados en lados hacia arriba, hacia abajo, derecho, izquierdo o diagonal en la línea recta de orificios pasantes circulares, orificios pasantes elípticos u orificios pasantes poligonales. Cuando se usan dichas formas, es posible aumentar la cantidad de materiales activos introducidos en los orificios pasantes e impedir el deterioro de la resistencia del colector de corriente.

La figura 3 muestra esquemáticamente un colector de corriente que tiene orificios pasantes formados en dos o más formas diferentes.

Haciendo referencia a la figura 3, orificios pasantes formados por orificios pasantes circulares 121a y orificios pasantes poligonales 121c de dos o más formas diferentes están formados en un colector de corriente 210. Los orificios pasantes circulares 121a y los orificios pasantes poligonales 121c están formados a intervalos regulares en una dirección longitudinal L del colector de corriente 120, y los orificios pasantes de diferentes formas están situados para que no se superpongan en la sección transversal en la dirección de la anchura W o la sección transversal en la dirección longitudinal.

Líneas formadas por orificios pasantes circulares 121a y líneas formadas por orificios pasantes poligonales 121c están formadas de forma alterna en el colector de corriente 120.

Como otro ejemplo, orificios pasantes formados por orificios pasantes en forma de hendidura 121d y orificios pasantes circulares 121a de dos o más formas diferentes están formados en los colectores de corriente 120. Los orificios pasantes en forma de hendidura 121d y los orificios pasantes circulares 121a están formados a intervalos regulares en una dirección longitudinal L del colector de corriente 120, y los orificios pasantes de diferentes formas están situados para que no se superpongan en la sección transversal en la dirección de anchura W o la sección transversal en la dirección longitudinal del colector de corriente 120. Análogamente, al permitir que orificios pasantes de diferentes formas estén situados en diferentes líneas, es posible aumentar la capacidad de las baterías e impedir el deterioro de la resistencia del colector de corriente.

Las figuras 5 y 6 ilustran una forma de disposición de orificios pasantes formados respectivamente en un colector de corriente de electrodo positivo y un colector de corriente de electrodo negativo de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención. Haciendo referencia a las figuras 5 y 6, orificios pasantes 121, que están formados en un colector de corriente de electrodo positivo 120, y orificios pasantes 321, que están formados en un colector de corriente de electrodo negativo 320, están dispuestos para superponerse mutuamente. Haciendo referencia a estas figuras, los orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo positivo tienen regiones S que se superponen con orificios pasantes 321 formados en su correspondiente colector de corriente de electrodo negativo, y los iones de litio pueden moverse entre el electrodo positivo y el electrodo negativo a través de los orificios pasantes de las regiones S

superpuestas.

La figura 5 ilustra una realización en la que orificios pasantes de un colector de corriente de electrodo positivo y orificios pasantes de su correspondiente colector de corriente de electrodo negativo se superponen mutuamente en un 100 %.

5 La figura 6 ilustra una realización en la que orificios pasantes de un colector de corriente de electrodo positivo y orificios pasantes de su correspondiente colector de corriente de electrodo negativo están dispuestos superpuestos menos del 100 %.

10 En el presente documento, el grado, al cual orificios pasantes del colector de corriente de electrodo positivo y orificios pasantes de su correspondiente colector de corriente de electrodo negativo se superponen mutuamente, puede corresponder a una proporción del área que se superpone con los orificios pasantes de su correspondiente colector de corriente de electrodo negativo del 20 al 100 %, preferentemente del 40 al 100 %, y más preferentemente del 70 al 100 %, o idealmente cerca del 100 %, en los orificios pasantes del colector de corriente de electrodo positivo. La proporción del área donde los orificios pasantes del colector de corriente de electrodo positivo se superponen con los orificios pasantes de su correspondiente colector de corriente de electrodo negativo se puede calcular de la siguiente manera. En primer lugar, se retiran un electrodo positivo y un electrodo negativo del conjunto de electrodos preparado de acuerdo con la presente invención, que a continuación se corta en un tamaño determinado para preparar de este modo la muestra. A continuación, se seleccionan 10 orificios pasantes entre los orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo positivo, y se mide el área (H) del orificio pasante del colector de corriente de electrodo positivo para cada uno de los orificios pasantes seleccionados. A continuación, se mide el área (h) de la porción donde los orificios pasantes del colector de corriente de electrodo positivo se superponen con los orificios pasantes del colector de corriente de electrodo negativo. Por lo tanto, se calculan las proporciones porcentuales de h/H, que a continuación se promedian.

25 En la presente invención, a medida que el grado, al cual los orificios pasantes del colector de corriente de electrodo positivo se superponen con los orificios pasantes del colector de corriente de electrodo negativo, se hace más pequeño, el colector de corriente de electrodo positivo puede contactar directamente con la capa de mezcla de electrodo negativo introducida en los orificios pasantes del colector de corriente de electrodo negativo, o el colector de corriente de electrodo negativo puede contactar directamente con la capa de mezcla de electrodo positivo introducida en los orificios pasantes del colector de corriente de electrodo positivo, de modo que pueden estar conectados eléctricamente, lo cual no es deseable en términos de seguridad. Además, dado que el área de sección transversal de la trayectoria de movimiento de los iones de litio se reduce, no es deseable en términos de rendimiento de la batería. Por lo tanto, en la presente invención, los orificios pasantes de un colector de corriente de electrodo positivo y los orificios pasantes de su correspondiente colector de corriente de electrodo negativo están dispuestos preferentemente casi superpuestos.

40 El electrodo que constituye el conjunto de electrodos de acuerdo con la presente invención puede tener una forma en la que una capa de material activo de electrodo que incluye un material activo de electrodo se aplica sobre un colector de corriente que tiene orificios pasantes formados en él. La capa de material activo de electrodo puede estar formada por una mezcla de electrodo que incluye un aglutinante y un material conductor así como un material activo de electrodo y, cuando sea necesario, se puede añadir un material de relleno a la mezcla.

45 El electrodo positivo de la presente invención incluye una capa de material activo de electrodo positivo formada sobre el colector de corriente de electrodo positivo.

50 Cualquier material activo de electrodo positivo utilizable en el campo técnico relacionado puede usarse como material activo de electrodo positivo contenido en la capa de material activo de electrodo positivo de la presente invención. Algunos ejemplos de los materiales activos de electrodo positivo incluyen: un metal de litio; óxido a base de litio y cobalto tal como LiCoO_2 ; óxido a base de litio y manganeso tal como $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ (en el presente documento x es de 0 a 0,33), LiMnO_3 , LiMn_2O_3 y LiMnO_2 ; óxido de litio y cobre tal como Li_2CuO_2 ; óxido de vanadio tal como LiVO_2 ; óxido a base de litio y níquel expresado como $\text{LiNi}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$ (en el presente documento, M = Co, Mn, Al, Cu, Fe, Mg, B o Ga, y x = 0,01 a 0,3); óxido compuesto de litio y manganeso expresado como $\text{LiMn}_{2-x}\text{M}_x\text{O}_2$ (en el presente documento, M = Co, Ni, Fe, Cr, Zn o Ta, x = 0,01 a 0,1) o $\text{Li}_2\text{Mn}_3\text{MO}_8$ (en el presente documento, M = Fe, Co, Ni, Cu o Zn); óxido a base de litio-níquel-manganeso-cobalto expresado como $\text{Li}(\text{Ni}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c)\text{O}_2$ (en el presente documento, $0 < a < 1$, $0 < b < 1$, $0 < c < 1$, $a+b+c=1$); un compuesto de azufre o disulfuro; y fosfato tal como LiFePO_4 , LiMnPO_4 , LiCoPO_4 y LiNiPO_4 ; y $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$, pero la presente invención no se limita a estos ejemplos.

60 El electrodo negativo de la presente invención incluye una capa de material activo de electrodo negativo formada sobre el colector de corriente de electrodo negativo.

65 Se pueden usar materiales conocidos en el campo técnico relacionado como material activo de electrodo negativo contenido en la capa de material activo de electrodo negativo de la presente invención. Algunos ejemplos de los materiales incluyen carbonos tales como grafito natural, grafito artificial, grafito hinchable, fibra de carbono, carbono no grafitizable, negro de carbono, nanotubo de carbono, fullereno, carbón activado y materiales de grafito; un metal, que puede estar aleado con litio, tal como Al, Si, Sn, Ag, Bi, Mg, Zn, In, Ge, Pb, Pd, Pt y Ti; un compuesto que contiene Al, Si, Sn, Ag, Bi, Mg, Zn, In, Ge, Pb, Pd, P y Ti; un metal tal como Al, Si, Sn, Ag, Bi, Mg, Zn, In, Ge, Pb, Pd, P o Ti, su

compuesto y un material compuesto de carbono; y nitruro que contiene litio, pero la presente invención no se limita a estos ejemplos.

El aglutinante se añade en una cantidad del 1 al 30 % en peso, sobre la base del peso total de la mezcla de electrodo que contiene un material activo de electrodo, como un componente que ayuda a la unión entre el material activo y el material conductor y a la unión al colector de corriente. Los ejemplos de aglutinantes de este tipo pueden incluir fluoruro de polivinilideno, alcohol polivinílico, carboximetilcelulosa (CMC), almidón, hidroxipropilcelulosa, celulosa regenerada, polivinilpirrolidona, tetrafluoroetileno, polietileno, polipropileno, monómero de etileno-propileno-dieno (EPDM), EPDM sulfonado, caucho de estireno butileno, caucho de flúor, diversos copolímeros de los mismos y similares.

El material conductor se añade habitualmente en una cantidad del 1 al 30 % en peso basándose en el peso total de la mezcla que incluye el material activo de electrodo positivo. Un material conductor de este tipo no está particularmente limitado siempre que tenga conductividad eléctrica sin causar un cambio químico en la batería, y ejemplos del mismo incluyen grafito tal como grafito natural y grafito artificial; negro de carbón tal como negro de carbón, negro de acetileno, negro Ketjen, negro de canal, negro de horno, negro de lámpara y negro verano; fibras conductoras tales como fibra de carbono y fibra metálica; polvos metálicos tales como fluoruro de carbono, polvo de aluminio y níquel; hilos conductores tales como óxido de zinc o titanato de potasio; óxidos de metal conductor tales como óxido de titanio; y materiales conductores tales como derivados de polifenileno y similares. El material de relleno se usa opcionalmente como componente para inhibir la expansión de un electrodo y no está particularmente limitado siempre que sea un material fibroso sin provocar un cambio químico en la batería. Ejemplos del material de relleno incluyen polímeros de olefina tales como polietileno y polipropileno; materiales fibrosos tales como fibras de vidrio y fibras de carbono.

De acuerdo con la invención, una parte de una mezcla de electrodo positivo de la capa de material activo de electrodo positivo o una mezcla de electrodo negativo de la capa de material activo de electrodo negativo se introduce en una parte del orificio pasante.

La figura 4 es una vista en sección transversal de un electrodo de una estructura en la que una mezcla de electrodo se introduce en una parte de orificios pasantes. Haciendo referencia a la figura 4, una parte de la mezcla de electrodo positivo que constituye la capa de material activo de electrodo positivo 110 se introduce en los orificios pasantes 121 formados en el colector de corriente de electrodo positivo 120. La mezcla de electrodo positivo se aplica sobre el colector de corriente que tiene orificios pasantes, que a continuación se seca y se enrolla. En el proceso de enrollamiento, una parte de la mezcla de electrodo positivo contenida en la capa de material activo de electrodo positivo llena una parte de los orificios pasantes mediante fuerza de presión. Análogamente, cuando la mezcla de la capa de material activo de electrodo se introduce en una parte de los orificios pasantes, se puede mejorar la conductividad iónica de los iones de litio, lo cual es deseable en términos de características eléctricas de la batería.

En este momento, la profundidad h_2 , a la cual la capa de material activo de electrodo positivo o la capa de material activo de electrodo negativo se introduce en los orificios pasantes, corresponde a del 1 al 50 % del espesor h_1 del colector de corriente, puede corresponder a específicamente del 5 al 40 %, y más específicamente del 10 al 30 %. Cuando el espesor, al cual la mezcla se introdujo en la capa de material activo, es demasiado grande, la capa de material activo de electrodo positivo puede entrar en contacto directamente con la capa de material activo de electrodo negativo cuando el separador está dañado, lo que no resulta deseable.

Al mismo tiempo, en una batería secundaria de litio, la eficacia de un material activo de electrodo negativo puede ser relativamente menor que la de un material activo de electrodo positivo. Incluso si la capacidad teórica del material activo de electrodo negativo es la misma que la del material activo de electrodo positivo, se genera capacidad irreversible en el material activo de electrodo negativo durante la carga/descarga inicial y, por tanto, la eficacia operativa del material activo de electrodo negativo se vuelve menor que la del material activo de electrodo positivo. Por consiguiente, es preferible que el espesor de la capa de mezcla de electrodo negativo se forme para que sea mayor que el de la capa de mezcla de electrodo positivo. Análogamente, ya que es necesario aumentar aún más la capacidad del electrodo negativo en comparación con la del electrodo positivo, el área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo negativo puede formarse para que sea mayor que el área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo positivo. Específicamente, el área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo negativo puede corresponder a del 101 al 200 %, específicamente del 105 al 170%, y más específicamente del 110 al 150% del área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo positivo.

Si el área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo negativo corresponde a menos del 101 % del área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo positivo, el electrodo positivo puede desperdiciarse innecesariamente debido a que el electrodo negativo tiene una eficacia operativa relativamente baja, y si el área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo negativo corresponde a más del 200 % del área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo positivo, el colector de corriente de electrodo negativo puede fabricarse para que sea débil y el electrodo negativo puede desperdiciarse ya que no está equilibrado con la eficacia operativa del electrodo positivo.

La presente invención proporciona una batería secundaria en la que el conjunto de electrodos de acuerdo con la

reivindicación 1 está sellado en una caja de batería junto con un electrolito.

El electrolito puede incluir, aunque no de forma limitativa, un disolvente orgánico no acuoso que contiene una sal de litio, un electrolito sólido orgánico, un electrolito sólido inorgánico, y similares.

5 Algunos ejemplos del disolvente orgánico no acuoso pueden incluir n-metil-2-pirrolidona, carbonato de propileno, carbonato de etileno, carbonato de butileno, carbonato de dimetilo, carbonato de dietilo, carbonato de etilo y metilo, gamma-butillactona, 1,2-dimetoxietano, 1,2-dietoxietano, tetrahidroxifurano, 2-metiltetrahidrofurano, dimetilsulfóxido, 1,3-dioxolano, 4-metil-1,3-dioxeno, éter dietílico, formamida, dimetilformamida, dioxolano, acetonitrilo, nitrometano, 10 formiato de metilo, acetato de metilo, triéster de ácido fosfórico, trimetoximetano, derivados de dioxolano, sulfolano, metil sulfolano, 1,3-dimetil-2-imidazolidinona, derivados de carbonato de propileno, derivados de tetrahidrofurano, éter, propionato de metilo y ácido propiónico de etilo.

15 La sal de litio es un material que se puede disolver fácilmente en el electrolito no acuoso. Algunos ejemplos de sal de litio pueden incluir LiCl, LiBr, LiI, LiClO₄, LiBF₄, LiB₁₀Cl₁₀, LiPF₆, LiAsF₆, LiSbF₆, LiAlCl₄, LiSCN, LiC₄BO₈, LiCF₃CO₂, LiCH₃SO₃, LiCF₃SO₃, LiN(SO₂CF₃)₂, LiN(SO₂C₂F₅)₂, LiC₄F₉SO₃, LiC(CF₃SO₂)₃, (CF₃SO₂)₂NLi, litio de cloroborano, litio de ácido carboxílico alifático bajo e imida de litio de ácido 4 fenilbórico.

20 Los ejemplos del electrolito sólido orgánico incluyen un electrolito polimérico tal 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, un polímero que incluye un grupo de disociación iónica y similares.

25 Ejemplos de electrolito sólido inorgánico incluyen nitruros, haluros y sulfatos de Li tales como Li₃N, LiI, Li₅Nl₂, Li₃N-LiI-LiOH, LiSiO₄, LiSiO₄-LiI-LiOH, Li₂SiS₃, Li₄SiO₄, Li₄SiO₄-LiI-LiOH y Li₃PO₄-Li₂S-SiS₂.

30 Además, el electrolito puede contener además otros aditivos para mejorar las características de carga y descarga y el retardo de llama. Algunos ejemplos del aditivo incluyen piridina, trietilfosfito, trietanolamina, éter cíclico, etilendiamina, n-glima, triamida de hexafosfato, derivados de nitrobenzoceno, azufre, colorante de quinona imina, oxazolidinona N-sustituida, N, imidazolidina N-sustituida, éter dialquílico de etilenglicol, sales de amonio, pirrol, 2-metoxietanol, tricloruro de aluminio, carbonato de fluoroetileno (FEC), propenesultona (PRS) y carbonato de vinileno (VC).

35 La batería secundaria se puede usar como una celda de batería usada como fuente de alimentación de un dispositivo pequeño y también se puede usar como una batería unitaria para un paquete de baterías que incluye una pluralidad de celdas de batería usadas como fuente de alimentación de un dispositivo mediano-grande que requiere seguridad a altas temperaturas, características de ciclo logarítmico y características de alta velocidad, etc., y un dispositivo de tamaño mediano-grande que incluye la batería como su fuente de alimentación.

40 Los ejemplos preferidos del dispositivo de tamaño mediano incluyen una herramienta eléctrica que se mueve recibiendo energía desde un módulo de batería, un dispositivo móvil y un dispositivo portátil; un vehículo eléctrico tal como un vehículo eléctrico (EV), un vehículo eléctrico híbrido (HEV) o un vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV); un vehículo eléctrico de dos ruedas, tal como una bicicleta eléctrica o un scooter eléctrico; un carrito de golf eléctrico; y un sistema de almacenamiento de energía, pero la presente invención no se limita a estos ejemplos.

45 A continuación en el presente documento, se presentan ejemplos preferidos para proporcionar una realización deseada, pero los siguientes ejemplos son ilustrativos de la presente invención.

El alcance de protección se define en las reivindicaciones adjuntas.

50 Ejemplo 1 - no de acuerdo con la invención

55 Se fabricó un electrodo positivo usando LCO(LiCoO₂) como material activo de electrodo positivo. Se mezclaron LCO, Super-P y PVDF en la proporción en peso de LCO: Super P: PVDF = 95:2,5:2,5 mientras se usaba N-metilpirrolidona (NMP) como disolvente, para preparar de este modo una suspensión, con la que a continuación se recubrió una lámina de aluminio de un espesor de 20 µm, para fabricar de este modo un electrodo positivo de un espesor de 70 µm. En este momento, en la lámina de aluminio se forman una pluralidad de orificios pasantes circulares (diámetro de 1 mm), y la suma total de las áreas superficiales de los orificios pasantes circulares corresponde al 50 % del área superficial superior de la lámina de aluminio.

60 Se fabricó un electrodo negativo usando grafito artificial como material activo de electrodo negativo. Se mezclaron grafito artificial, Super-P y PVDF en la proporción en peso de grafito artificial: Super P: PVDF = 95:2,5:2,5 mientras se usaba N-metilpirrolidona (NMP) como disolvente, para preparar de este modo una suspensión, con la que a continuación se recubrió una lámina de cobre de un espesor de 20 µm, para fabricar de este modo un electrodo negativo de un espesor de 70 µm. En este momento, en la lámina de cobre se forman una pluralidad de orificios pasantes circulares (diámetro de 1 mm), y la suma total de las áreas superficiales de los orificios pasantes circulares corresponde al 60 % del área superficial superior de la lámina de cobre.

5 A continuación, se interpuso un separador entre el electrodo positivo y el electrodo negativo de modo que la laminación se pueda realizar en el orden de una capa de material activo de electrodo positivo/una capa de lámina de aluminio/un separador/una capa de lámina de cobre/una capa de material activo de electrodo negativo. En este momento, el separador está hecho de polietileno que tiene un espesor de 20 µm, y en una porción del separador están formados orificios pasantes cuadrados que tienen una anchura de 10 mm y una longitud de 10 mm. Además, la proporción, a la cual orificios pasantes formados en la capa de lámina de aluminio se superponen con orificios pasantes formados en la lámina de cobre, se fijó en el 100 %.

10 A continuación, una solución de electrolito que contenía LiPF₆ 1,0 M como una sal de litio y carbonato de vinileno (VC) del 2 % en peso como aditivo se inyectó en un disolvente que consistía en carbonato de etileno (EC): carbonato de dietilo (DEC): carbonato de dimetilo (DMC) = 1: 2: 1 (v/v), para fabricar de este modo una batería secundaria de litio.

15 Ejemplo 2 - no de acuerdo con la invención

Se fabricó una batería secundaria de litio de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que la proporción, a la cual orificios pasantes formados en la lámina de aluminio se superponen con orificios pasantes formados en la lámina de cobre, se ajustó al 80 % en el ejemplo 1.

20 Ejemplo 3 - no de acuerdo con la invención

Se fabricó una batería secundaria de litio de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que la proporción, a la cual orificios pasantes formados en la lámina de aluminio se superponen con orificios pasantes formados en la lámina de cobre, se ajustó al 65 % en el ejemplo 1.

25 Ejemplo 4 - no de acuerdo con la invención

30 Se fabricó una batería secundaria de litio de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que la proporción, a la cual orificios pasantes formados en la lámina de aluminio se superponen con orificios pasantes formados en la lámina de cobre, se ajustó al 50 % en el ejemplo 1.

Ejemplo comparativo

35 Se fabricó un electrodo positivo usando LCO(LiCoO₂) como material activo de electrodo positivo. Se mezclaron LCO, Super-P y PVDF en la proporción en peso de LCO: Super P: PVDF = 95:2,5:2,5 mientras se usaba N-metilpirrolidona (NMP) como disolvente, para preparar de este modo una suspensión, con la que a continuación se recubrió una lámina de aluminio de un espesor de 20 µm, para fabricar de este modo un electrodo positivo de un espesor de 70 µm.

40 Se fabricó un electrodo negativo usando grafito artificial como material activo de electrodo negativo. Se mezclaron grafito artificial, Super-P y PVDF en la proporción en peso de grafito artificial: Super P: PVDF = 95:2,5:2,5 mientras se usaba N-metilpirrolidona (NMP) como disolvente, para preparar de este modo una suspensión, con la que a continuación se recubrió una lámina de cobre de un espesor de 20 µm, para fabricar de este modo un electrodo negativo de un espesor de 70 µm.

45 A continuación, se interpuso un separador entre el electrodo positivo y el electrodo negativo de manera que la laminación se pueda realizar en el orden de una capa de lámina de aluminio/una capa de material activo de electrodo positivo/un separador una capa de material activo de electrodo negativo/una lámina de cobre. En este momento, el separador está hecho de polietileno que tiene un espesor de 20 µm, y en una porción del separador están formados orificios pasantes cuadrados que tienen una anchura de 10 mm y una longitud de 10 mm. A continuación se prepararon baterías secundarias de litio de la misma manera que en el ejemplo anterior.

50

Ejemplo experimental: Medición de temperatura

55 Después de cargar completamente las baterías de los ejemplos 1 a 4 y un ejemplo comparativo, las baterías se presionaron con la presión de 1 MPa durante aproximadamente 30 minutos. Además, midiendo la temperatura de las baterías mientras se presionan las baterías, los aumentos máximos de temperatura se muestran en la tabla 1.

[Tabla 1]

	Ejemplo 1 *	Ejemplo 2 *	Ejemplo 3 *	Ejemplo 4 *	Ejemplo comparativo
Aumento máximo de temperatura (°C)	32,1	43,2	50,5	57,0	65,2
* No de acuerdo con la invención.					

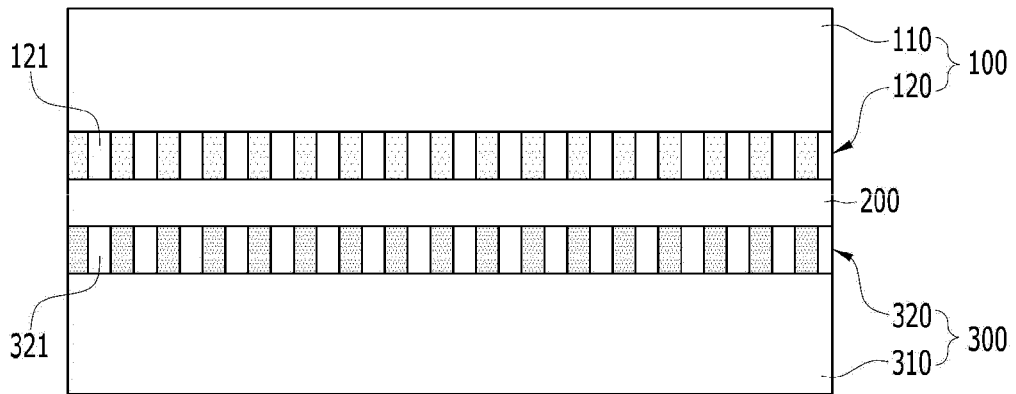
60 Como se muestra en la tabla 1 anterior, un aumento de temperatura en una batería secundaria que incluye un conjunto de electrodos en el momento de un cortocircuito interno de acuerdo con un ejemplo fue menor que un aumento de

temperatura en una batería secundaria que incluye un conjunto de electrodos que tiene una estructura convencional de acuerdo con un ejemplo comparativo. Por lo tanto, de acuerdo con un conjunto de electrodos y una batería secundaria de litio de los ejemplos, se puede impedir un rápido aumento de temperatura cuando se produce un cortocircuito interno, mejorando de este modo la seguridad.

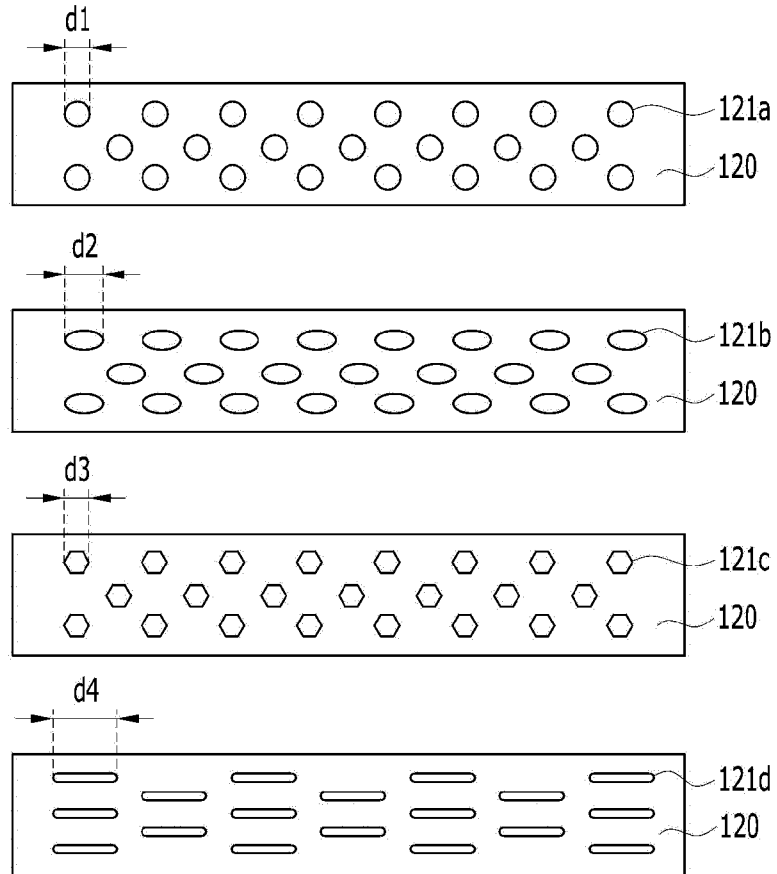
REIVINDICACIONES

- 5 1. Un conjunto de electrodos que comprende un laminado en el orden de una capa de material activo de electrodo positivo/colector de corriente de electrodo positivo/separador/colector de corriente de electrodo negativo/una capa de material activo de electrodo negativo,
- 10 en donde el colector de corriente de electrodo positivo y el colector de corriente de electrodo negativo tienen una pluralidad de orificios pasantes para estar conectados a una superficie superior y una superficie inferior del colector de corriente de electrodo positivo y del colector de corriente de electrodo negativo, una parte de una mezcla de electrodo positivo de la capa de material activo de electrodo positivo o una mezcla de electrodo negativo de la capa de material activo de electrodo negativo se introduce en una parte de un interior del orificio pasante, y una profundidad, a la cual la mezcla de electrodo positivo o la mezcla de electrodo negativo se introduce en el orificio pasante, corresponde a del 1 % al 50 % del espesor del colector de corriente.
- 15 2. El conjunto de electrodos de la reivindicación 1, en donde cada espesor del colector de corriente de electrodo positivo y del colector de corriente de electrodo negativo está en un intervalo de 10 a 50 micrómetros.
- 20 3. El conjunto de electrodos de la reivindicación 1, en donde una suma total de áreas de los orificios pasantes corresponde a del 15 al 80 % de un área superficial de la superficie superior o de la superficie inferior del colector de corriente.
- 25 4. El conjunto de electrodos de la reivindicación 1, en donde los orificios pasantes están formados por una o más de formas circular, elíptica, poligonal y de hendidura.
- 30 5. El conjunto de electrodos de la reivindicación 4, en donde un diámetro del orificio pasante circular o un diámetro largo del orificio pasante elíptico o del orificio pasante poligonal está en el intervalo de 0,1 mm a 5 mm, y una longitud del orificio pasante en forma de hendidura está en el intervalo de 1 mm a 10 mm.
- 35 6. El conjunto de electrodos de la reivindicación 1, en donde un área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo negativo es mayor que un área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo positivo.
- 40 7. El conjunto de electrodos de la reivindicación 6, en donde el área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo negativo corresponde a del 101 % al 200 % del área total de orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo positivo.
- 45 8. El conjunto de electrodos de la reivindicación 1, en donde los orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo positivo y en el colector de corriente de electrodo negativo están dispuestos para superponerse mutuamente.
- 50 9. El conjunto de electrodos de la reivindicación 8, en donde los orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo positivo y los orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo negativo se superponen mutuamente en del 20 al 100 % de una proporción de un área que se superpone con el orificio pasante formado en el colector de corriente de electrodo negativo en el área total del orificio pasante formado en el colector de corriente de electrodo positivo.
10. El conjunto de electrodos de la reivindicación 8, en donde los orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo positivo y los orificios pasantes formados en el colector de corriente de electrodo negativo se superponen mutuamente en del 40 al 100 % de una proporción de un área que se superpone con el orificio pasante formado en el colector de corriente de electrodo negativo en el área total del orificio pasante formado en el colector de corriente de electrodo positivo.
11. Una batería secundaria de litio que comprende el conjunto de electrodos de acuerdo con la reivindicación 1.

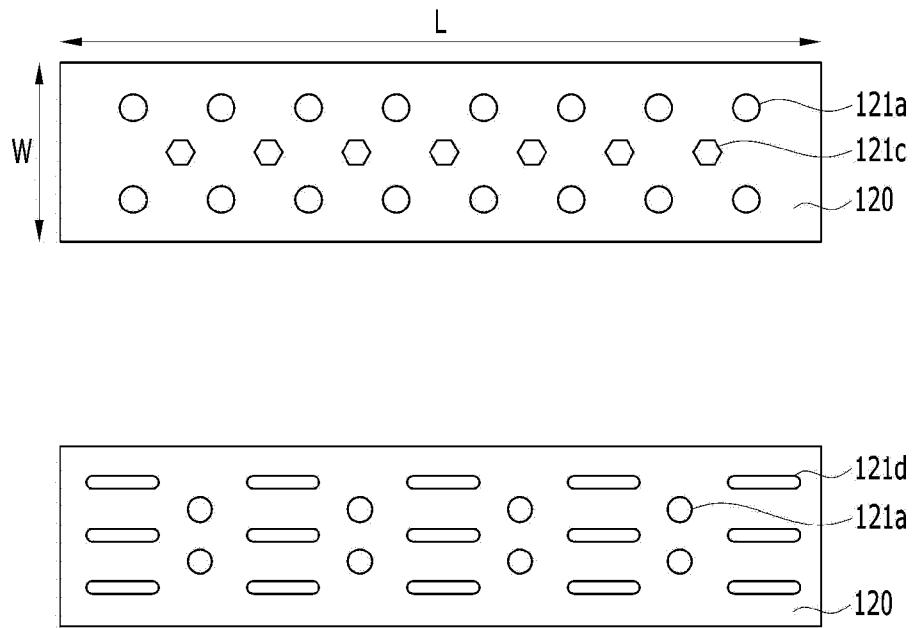
【FIG. 1】



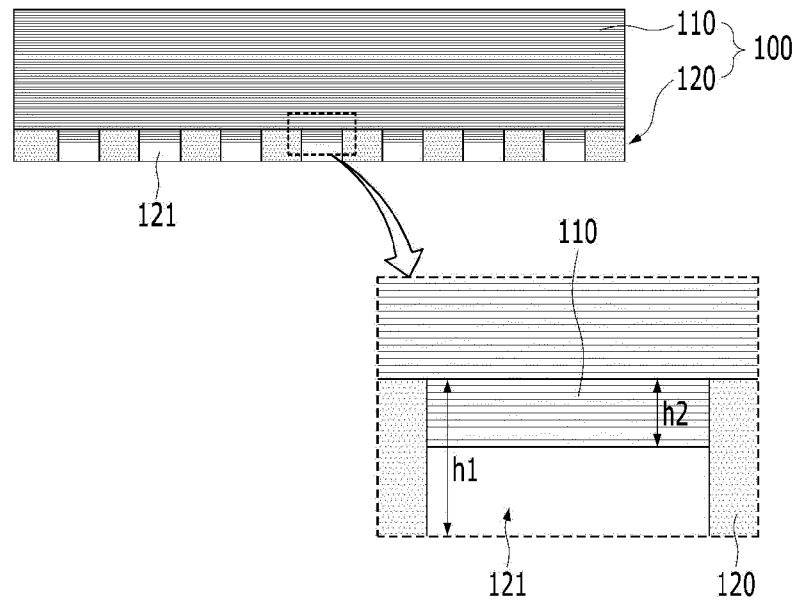
【FIG. 2】



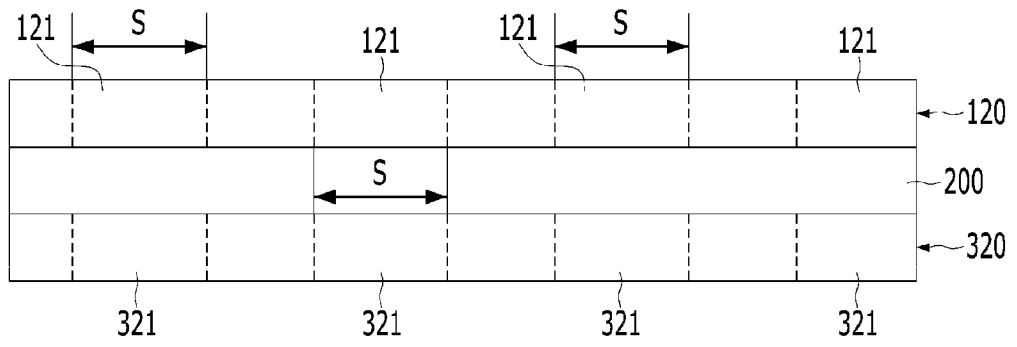
【FIG. 3】



【FIG. 4】



【FIG. 5】



【FIG. 6】

