

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 969 274**

51 Int. Cl.:

H01M 4/134 (2010.01)

H01M 4/64 (2006.01)

H01M 10/052 (2010.01)

H01M 10/04 (2006.01)

H01M 10/0583 (2010.01)

H01M 50/586 (2011.01)

H01M 50/595 (2011.01)

H01M 50/105 (2011.01)

H01M 50/531 (2011.01)

H01M 4/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.08.2019 PCT/KR2019/009814**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.02.2020 WO20036359**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.08.2019 E 19849820 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2023 EP 3745521**

54 Título: **Conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable y batería de metal de litio que comprende el mismo**

30 Prioridad:

13.08.2018 KR 20180094526

02.08.2019 KR 20190094560

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

17.05.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

JUN, YOUNGJIN

74 Agente/Representante:

BERTRÁN VALLS, Silvia

ES 2 969 274 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 de tipo apilable-plegable y batería de metal de litio que comprende el mismo

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable y a una batería de metal de litio que incluye el mismo.

10 **Antecedentes de la técnica**

Una batería de metal de litio corresponde a una batería para aplicar un material activo negativo realizado de un metal de litio (metal de Li) o un material de aleación de litio (aleación de Li), y teóricamente puede tener una capacidad energética muy alta debido a una característica del material activo negativo, pero las dendritas de litio crecen sobre una superficie de un electrodo negativo según la carga y descarga repetidas, y la seguridad de la batería se degrada.

15 Cuando la batería de metal de litio se realiza según un esquema de apilado-plegado generalmente conocido, una dendrita de litio y el litio muerto (litio que ya no puede participar en la carga y descarga) generados en la superficie del electrodo negativo durante un procedimiento de carga y descarga quedan expuestos en un lado superior y un lado inferior de un conjunto de electrodos, y puede generarse un cortocircuito fino o un cortocircuito completo dentro de la batería. La vida útil de la batería en la que se genera el cortocircuito no puede mantenerse de ninguna forma.

25 El documento US 2013/0059183 A1 describe un conjunto de electrodos que comprende una placa de electrodo positivo, una placa de electrodo negativo, un separador y un alojamiento, en el que el separador está unido a una porción de un área no recubierta del primer electrodo de un área no recubierta del primer electrodo del colector de corriente del primer electrodo. El documento KR 101 772 418 B1 se refiere a un método de fabricación de un conjunto de electrodos que incluye una capa aislante, y en detalle, después del procedimiento de perforar muescas en el extremo superior y el extremo inferior de la lámina de electrodo, se forma la capa aislante sobre la lámina de electrodo con muescas para minimizar la posibilidad de cortocircuitos físicos en los extremos abiertos del conjunto.

30 **Divulgación****Problema técnico**

35 La presente invención se ha realizado en un esfuerzo por proporcionar una batería de metal de litio de tipo apilable-plegable para impedir que una dendrita de litio y el litio muerto producidos en una superficie de un electrodo negativo queden expuestos en un procedimiento de carga y descarga uniendo una cinta aislante en un lado superior y un lado inferior de una película de separación plegable.

40 **Solución técnica**

Una realización a modo de ejemplo de la presente invención proporciona un conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable que incluye: una pluralidad de celdas unitarias que incluyen un electrodo negativo de metal de litio, un electrodo positivo y una película de separación proporcionada entre el electrodo negativo de metal de litio y el electrodo positivo; y una película de separación plegable proporcionada de manera continua entre celdas unitarias vecinas entre sí.

50 Sin embargo, el conjunto de electrodos, a diferencia del conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable generalmente conocido, incluye una cinta aislante unida respectivamente a un lado superior y a un lado inferior de la película de separación plegable, y tiene una configuración en la que la cinta aislante está expuesta al exterior en el lado superior y en el lado inferior que son porciones abiertas del conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable.

Descripción de los dibujos

55 La figura 1 muestra un conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable general en una vista desde la parte superior.

La figura 2A muestra la unión respectiva de una cinta aislante a un lado superior y a un lado inferior de una película de separación plegable antes del apilado-plegado de una batería de metal de litio según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

60 La figura 2B muestra una ampliación de una porción de la figura 2A para describir la anchura de la cinta aislante.

La figura 3 muestra un lado lateral apilado-plegado después de unir una cinta aislante respectivamente a un lado superior y a un lado inferior de una película de separación plegable según la figura 2A.

65 La figura 4A a la figura 4C muestran un resultado de estimación electroquímica en respectivas baterías de metal de

lito según una realización a modo de ejemplo de la presente invención y un ejemplo comparativo (en detalle, la figura 4A muestra un resultado de estimación de la capacidad de carga, la figura 4B muestra un resultado de estimación de la capacidad de descarga, la figura 4C muestra un resultado de estimación de OCV después de un tiempo de pausa de carga y descarga (30 minutos), y en los dibujos respectivos, el ejemplo comparativo 1 se indica como "Ref." y el ejemplo 1 como "Nuevo exp.").

Modo para la invención

En la presente memoria descriptiva, a menos que se indique explícitamente lo contrario, se entenderá que la palabra "comprender" y variaciones tales como "comprende" o "que comprende" implica la inclusión de los elementos indicados, pero no la exclusión de ningún otro elemento. Los términos "aproximadamente" y "sustancialmente" usados en la memoria descriptiva se usan para referirse al mismo valor o a un valor cercano a un error permisible específico en la fabricación y los materiales, y también se usan para impedir que un infractor sin escrúpulos utilice indebidamente la divulgación donde se mencionan valores exactos o absolutos para ayudar a comprender la presente memoria descriptiva. Tal como se usa en toda la presente memoria descriptiva, "etapa a" o "etapa de" no significa "etapa para".

En la presente memoria descriptiva, el término "combinación de estos" incluido en la expresión de una forma de Markush significa una o más mezclas o combinaciones seleccionadas de un grupo que consiste en componentes de configuración descritos en la representación de la forma de Markush, y significa incluir uno o más seleccionados del grupo formado por los componentes de configuración.

A continuación se describen en detalle realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención basándose en las definiciones anteriores. Sin embargo, éstas se presentan como ejemplos, y la presente invención no se limita a las mismas y sólo se define por el alcance de las reivindicaciones que se describirán más adelante.

Conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable

El conjunto de electrodos según una realización a modo de ejemplo se basa en un conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable que incluye una pluralidad de celdas unitarias que incluyen respectivamente: un electrodo negativo de metal de litio; un electrodo positivo; y una película de separación proporcionada entre el electrodo negativo de metal de litio y el electrodo positivo, y que incluye una película de separación plegable proporcionada de manera continua entre celdas unitarias vecinas entre sí.

Sin embargo, a diferencia del conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable convencional, el conjunto de electrodos según una realización a modo de ejemplo incluye cintas aislantes unidas a un lado superior y a un lado inferior de la película de separación plegable, y tiene una estructura en la que la cinta aislante está expuesta al exterior en el lado superior y en el lado inferior que son porciones abiertas del conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable.

Tal como se muestra en la figura 1, cuando la batería de metal de litio se realiza según un esquema de apilado-plegado generalmente conocido, una dendrita de litio y el litio muerto (litio que ya no puede participar en la carga y descarga) generados en la superficie del electrodo negativo durante un procedimiento de carga y descarga pueden quedar expuestos en un lado superior y un lado inferior del conjunto de electrodos.

En detalle, la dendrita de litio que ha crecido en la superficie del electrodo negativo según cargas y descargas repetidas crece o se empuja hacia fuera en una dirección horizontal bajo una condición de presurización y queda expuesta respectivamente al lado superior y al lado inferior, es decir, porciones abiertas del conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable entran en contacto con un electrodo positivo o un colector de corriente positivo, provocando de este modo un cortocircuito fino o un cortocircuito completo en la batería. Por consiguiente, ya se ha señalado que la vida útil de la batería en la que se genera un cortocircuito no puede mantenerse de ninguna forma.

Por el contrario, en una realización a modo de ejemplo de la presente invención, tal como se muestra en la figura 2A, el conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable se realiza uniendo una cinta aislante al lado superior y al lado inferior de la película de separación plegable, apilando una pluralidad de celdas unitarias sobre la película de separación plegable y plegando la misma.

En detalle, el conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable según una realización a modo de ejemplo de la presente invención es un conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable e incluye: una pluralidad de celdas unitarias; y una película de separación plegable incluida en las celdas unitarias y proporcionada de manera continua entre celdas unitarias adyacentes.

En particular, las celdas unitarias incluyen respectivamente un electrodo negativo de metal de litio y un electrodo positivo, una cinta aislante está unida respectivamente al lado superior y al lado inferior de la película de separación plegable, y la cinta aislante unida respectivamente al lado superior y al lado inferior se proporciona en el lado superior y en el lado inferior del conjunto de electrodos.

Dicho de otro modo, las cintas aislantes unidas respectivamente al lado superior y al lado inferior de la película de separación plegable se proporcionan en el lado superior y en el lado inferior que son porciones abiertas del conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable tal como se muestra en la figura 3.

5 El conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable realizado anteriormente puede mejorar la vida útil de la batería suprimiendo la exposición de la dendrita de litio y el litio muerto producidos en la superficie del electrodo negativo durante un procedimiento de carga y descarga.

10 Las celdas unitarias pueden realizarse en un conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable uniéndose a un primer lado de un lado de la película de separación plegable, alternativamente, o al primer y segundo lados de la misma, doblando la película de separación plegable o enrollando la misma.

15 En general, las celdas unitarias se clasifican en monoceldas y biceldas, y las monoceldas significan una estructura en la que los electrodos en los extremos respectivos se apilan para formar un electrodo positivo y un electrodo negativo, tal como electrodo positivo/película de separación/electrodo negativo o electrodo positivo/película de separación/electrodo negativo/película de separación/electrodo positivo/película de separación/electrodo negativo. Por el contrario, las biceldas representan una estructura en la que los electrodos en los extremos respectivos se apilan para formar un mismo electrodo, y se clasifican en una bicelda de tipo electrodo negativo formada por electrodo positivo/película de separación/electrodo negativo/película de separación/electrodo positivo y una bicelda de tipo electrodo positivo formada por electrodo negativo/película de separación/electrodo positivo/película de separación/electrodo negativo.

20 En el conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, las celdas unitarias pueden ser biceldas que incluyen dos del electrodo positivo o del electrodo negativo de metal de litio tal como se muestra en la figura 2A.

La realización respectiva de las celdas unitarias para dar biceldas puede mejorar la capacidad de la batería en comparación con la monocelda, y la realización a modo de ejemplo no se limita a esto.

30 Además, cuando la dendrita de litio crece sobre la superficie del electrodo negativo de metal de litio mientras se acciona la batería que incluye un conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable según una realización a modo de ejemplo, es necesario suprimir la protuberancia fuera del conjunto de electrodos.

35 Para esto, puede formarse la anchura de la cinta aislante para que sea equivalente a un espacio entre la longitud vertical del electrodo negativo de metal de litio y la longitud vertical de la película de separación plegable. En este caso, puede entenderse el concepto de "anchura de la cinta aislante" haciendo referencia a la figura 2B que es una porción ampliada de parte de la figura 2A.

40 Cuando la cinta aislante está unida respectivamente al lado superior y al lado inferior de la película de separación plegable, y la anchura de la cinta aislante es menor que el espacio entre la longitud vertical del electrodo negativo de metal de litio y la longitud vertical de la película de separación plegable, la dendrita de litio puede sobresalir fuera de la película de separación plegable, de manera similar al caso de no usar la cinta aislante, para generar así secuencialmente inconvenientes tales como un cortocircuito interno en la batería de metal de litio, degradación de la capacidad de descarga y reducción de la vida útil de la batería.

45 Por el contrario, cuando la cinta aislante está unida respectivamente al lado superior y al lado inferior de la película de separación plegable, y la anchura de la cinta aislante se controla para que sea igual al espacio entre la longitud vertical del electrodo negativo de metal de litio y la longitud vertical de la película de separación plegable, las dendritas de litio que han crecido sobre la superficie del electrodo negativo de metal de litio no pueden sobresalir fuera del conjunto de electrodos, y la vida útil de la batería de metal de litio puede mejorarse en comparación con el caso anterior.

Por ejemplo, la anchura de la cinta aislante puede ser de 500 μm a 5 mm, y puede ser modificable según los grosores respectivos del electrodo negativo y la película de separación establecidos en el diseño de las celdas.

55 Además, el grosor de la cinta aislante puede determinarse dentro de un intervalo que no influya en el aumento del grosor de todo el conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable. En detalle, cuando el grosor de la cinta aislante es equivalente a o menor que el grosor del electrodo negativo, puede no influir en el aumento del grosor de todo el conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable.

60 Con mayor detalle, el grosor de la cinta aislante puede ser de 0,1 a 1 (es decir, el grosor de la cinta aislante puede ser de 0,1 a 1 veces el grosor del electrodo negativo) como relación relativa con respecto al grosor del electrodo negativo de metal de litio y puede ocupar un grosor del 3 al 5 % del grosor total del conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable.

65 Con mayor detalle, puede ser de 20 a 100 μm . El grosor dentro de este intervalo es suficiente para suprimir la protuberancia de la dendrita, y puede ser adecuado para formar apropiadamente el grosor de todo el conjunto de

electrodos de tipo apilable-plegable después de ensamblarlo. Sin embargo, la realización a modo de ejemplo no se limita a esto.

La cinta aislante se usa generalmente en el campo de las baterías y puede incluir al menos uno de poliimida (PI), polipropileno (PP) y poli(tereftalato de etileno) (PET). Sin embargo, la realización a modo de ejemplo no se limita a esto.

La configuración del conjunto de electrodos excluyendo la cinta aislante puede seleccionarse apropiadamente dependiendo de un contenido conocido por un experto en la técnica.

Por ejemplo, puede incluir respectivas lengüetas de electrodo que sobresalen del electrodo negativo de metal de litio y del electrodo positivo, y parte o la totalidad de la protuberancia puede quedar expuesta al lado superior del conjunto de electrodos.

En la realización a modo de ejemplo, el electrodo positivo y el electrodo negativo de metal de litio incluidos en cada celda unitaria no están específicamente limitados, y pueden usarse electrodos que se fabrican mediante un método convencional conocido por un experto en la técnica.

El electrodo negativo de metal de litio puede incluir un colector de corriente negativo y una película delgada de metal de litio (metal de Li) proporcionada sobre el colector de corriente negativo. Puede generarse colocando la película delgada de metal de litio (metal de Li) sobre el colector de corriente negativo, incluyendo cobre, oro, níquel o una aleación de cobre, y aplicándole presión.

Además, el electrodo positivo puede fabricarse mezclando un material activo positivo, un aglutinante y un material conductor en un disolvente orgánico para fabricar una suspensión de material activo positivo y aplicándola al colector de corriente positivo.

En este caso pueden usarse aluminio y níquel, entre otros ejemplos no limitados del colector de corriente positivo.

Además, ejemplos no limitados del material activo positivo incluyen un óxido de litio y manganeso, un óxido de litio y cobalto, un óxido de litio y níquel, un óxido de litio y hierro, una mezcla de los mismos o un material compuesto de los mismos.

Batería de metal de litio, módulo de batería, bloque de baterías, etc.

En otra realización a modo de ejemplo de la presente invención, se proporciona una batería de metal de litio en la que se recibe en un alojamiento un conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable.

El alojamiento puede ser de tipo bolsa. Además, puede impregnarse un electrolito líquido en la película de separación plegable. Por ejemplo, después de que el conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable según la realización a modo de ejemplo se recibe en el alojamiento de tipo bolsa, puede inyectarse el electrolito líquido y puede proporcionarse de este modo la batería de metal de litio.

La batería de metal de litio puede usarse como una celda unitaria usada como fuente de energía de un dispositivo pequeño, y también puede usarse como una batería unitaria en un módulo de batería de escala media a grande que incluye una pluralidad de celdas de batería. Además, puede configurarse un bloque de baterías que incluye el módulo de batería.

El electrolito líquido puede usarse, tal como conoce un experto en la técnica, disolviendo una sal de litio en un disolvente orgánico no acuoso. Por ejemplo, los iones negativos de la sal de litio pueden seleccionarse entre F^- , Cl^- , Br^- , I^- , NO_3^- , $N(CN)_2^-$, BF_4^- , ClO_4^- , PF_6^- , $(CF_3)_2PF_4^-$, $(CF_3)_3PF_3^-$, $(CF_3)_4PF_2^-$, $(CF_3)_5PF^-$, $(CF_3)_6P^-$, $CF_3SO_3^-$, $CF_3CF_2SO_3^-$, $(CF_3SO_2)_2N^-$, $(FSO_2)_2N^-$, $CF_3CF_2(CF_3)_2CO^-$, $(CF_3SO_2)_2CH^-$, $(SF_5)_3C^-$, $(CF_3SO_2)_3C^-$, $CF_3(CF_2)_7SO_3^-$, $CF_3CO_2^-$, $CH_3CO_2^-$, SCN^- y $(CF_3CF_2SO_2)_2N^-$.

En el caso del disolvente orgánico no acuoso, normalmente puede usarse uno de o una mezcla de al menos dos de carbonato de propileno (PC), carbonato de etileno (EC), carbonato de dietilo (DEC), carbonato de dimetilo (DMC), carbonato de etilmetilo (EMC), carbonato de metilpropilo, carbonato de dipropilo, dimetilsulfóxido, acetonitrilo, dimetoxietano, dietoxietano, carbonato de vinileno, sulfolano, gamma-butirolactona, sulfito de propileno y tetrahidrofurano. En particular, el carbonato de etileno y el carbonato de propileno, que son carbonatos cíclicos de entre los disolventes orgánicos basados en carbonatos, son disolventes orgánicos con alta viscosidad, tienen una alta propiedad dieléctrica y disocian bien la sal de litio en el electrolito, por lo que pueden usarse preferiblemente, y cuando se mezcla un carbonato lineal con baja viscosidad y una propiedad dieléctrica baja tal como un carbonato de dimetilo o un carbonato de dietilo con el carbonato cíclico en una proporción apropiada, y entonces se usa, puede producirse una disolución de electrolito con alta conductividad eléctrica y puede usarse más preferiblemente.

De manera selectiva, el electrolito líquido puede incluir además un aditivo tal como un inhibidor de sobrecarga incluido en un electrolito líquido convencional.

A continuación se describirá un ejemplo según la presente invención, un ejemplo comparativo y un ejemplo experimental a modo de ejemplo para estimar los mismos. Sin embargo, el ejemplo que se describirá a continuación es una realización a modo de ejemplo de la presente invención, y la presente invención no se limita al ejemplo que se describirá.

Ejemplo comparativo 1: Preparación de una película de separación plegable porosa realizada de un material de polietileno al que no está unida cinta aislante.

Se prepara una película de separación porosa (anchura*altura*grosor: 461,5 mm * 54 mm * 12 µm, porosidad: 38 %) realizada de un material de polietileno, y se usa como película de separación plegable del ejemplo comparativo 1.

Ejemplo comparativo 2: Conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable que incluye una película de separación plegable del ejemplo comparativo 1, y fabricación de una batería de metal de litio que incluye el mismo.

Se fabrica una suspensión compuesta positiva mezclando LiNiCoMnO_2 (un material activo positivo), Super-P (un material conductor) y PVdF (un aglutinante) en una relación en peso de 96:2:2 en el disolvente de NMP (N-metil-2-pirrolidona). Se aplica la suspensión compuesta positiva en los lados respectivos o en un lado de una lámina de aluminio (grosor: 12 µm) en condiciones de 3 m/min usando una rasqueta. En este caso, "aplicar la suspensión compuesta positiva en los lados respectivos o en un lado de una lámina de aluminio (grosor: 12 µm)" significa preparar una pluralidad de hojas de láminas de aluminio, fabricar un electrodo positivo en los lados respectivos "aplicando la suspensión compuesta positiva" a los "lados respectivos" de algunas de las láminas de aluminio, y fabricar un electrodo positivo de un lado "aplicando la suspensión compuesta positiva" a "un lado" de las otras láminas de aluminio.

La cantidad de carga de la lámina de aluminio por hoja se establece para que sea idéntica, es decir, 0,478 g/25 cm².

La lámina de aluminio a la que se le aplica la suspensión compuesta positiva se seca durante 20 minutos en un horno de vacío a una temperatura de 50 °C, se comprime durante tres segundos (s) a una temperatura de 90 °C y en condiciones de presión de 5,0 MPa mediante el uso de una prensa de rodillos, y se obtiene como electrodo positivo.

De otra manera, se proporciona una lámina de litio (grosor: 20 µm) en los lados respectivos de una lámina de cobre (grosor: 8 µm), se comprime durante tres segundos (s) en condiciones de presión de 5,0 MPa y a una temperatura de 90 °C mediante el uso de una prensa de rodillos, y se obtiene como electrodo negativo de metal de litio.

Se ensamblan respectivamente siete biceldas de electrodo positivo (incluyendo entre ellas dos biceldas de electrodo positivo de un lado) y cuatro biceldas de electrodo negativo de metal de litio usando una película de separación porosa (anchura*altura*grosor: 461,5 mm * 54 mm * 12 µm, porosidad: 38 %) realizada del mismo material de polietileno que la película de separación plegable del ejemplo comparativo 1.

El conjunto de electrodos del ejemplo comparativo 2 se obtiene plegando secuencialmente la bicelda de electrodo positivo y la bicelda de electrodo negativo de metal de litio tal como se muestra en la figura 1 usando la película de separación plegable del ejemplo comparativo 1.

El conjunto de electrodos del ejemplo comparativo 2 se instala en el alojamiento de batería de tipo bolsa, y se instala un electrolito en el que se disuelve bis(flurosulfonil)imida de litio (LiFSI) 3,4 M que es un electrolito a base de éter de alta concentración en 1,2-dimetoxietano (DME) para completar la batería de metal de litio del ejemplo comparativo 2.

Ejemplo 1: Fabricación de una película de separación plegable en la que se une respectivamente una cinta aislante a un lado superior y a un lado inferior.

Se une respectivamente una cinta aislante de dos lados (grosor: 30 µm, anchura: 3 mm) realizada de un material de poliimida al lado superior y al lado inferior de la película de separación porosa realizada del mismo material de polietileno que en el ejemplo comparativo 1.

Ejemplo 2: Conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable que incluye una película de separación plegable del ejemplo 1, y fabricación de una batería de metal de litio que incluye el mismo.

Se fabrican el electrodo positivo y el electrodo negativo de manera similar al ejemplo comparativo 2, y se ensamblan respectivamente siete biceldas de electrodo positivo (incluyendo dos biceldas de electrodo positivo de un lado) y cuatro biceldas de electrodo negativo de metal de litio.

Sin embargo, la bicelda de electrodo positivo y la bicelda de electrodo negativo de metal de litio se pliegan secuencialmente tal como se muestra en la figura 1 usando la película de separación plegable del ejemplo 1 como película de separación plegable, y se obtienen como el conjunto de electrodos del ejemplo 2.

- 5 En este caso, la anchura de la cinta aislante corresponde al espacio entre la longitud vertical del electrodo negativo de metal de litio y la longitud vertical de la película de separación plegable.

Después de eso, se instala el conjunto de electrodos del ejemplo 2 en el alojamiento de batería de tipo bolsa usando el mismo método que en el ejemplo comparativo 2, y se inyecta el electrolito para completar la batería de metal de litio del ejemplo 2.

Ejemplo experimental 1

15 Las respectivas baterías de metal de litio del ejemplo 1 y del ejemplo comparativo 1 se cargan y descargan durante 180 ciclos en las siguientes condiciones.

Carga: 0,1 C, CC/CV, 4,25 V, corte de 1/20 C

20 Descarga: 0,5 C, CC, 3,0 V, corte

Una vez finalizado el ciclo de carga y descarga de las respectivas baterías de metal de litio, se estiman la capacidad de descarga, la retención de la capacidad de carga ($100 \% \times \{\text{capacidad de carga en el ciclo 180}\} / \{\text{capacidad de carga en el primer ciclo}\}$) y la tensión del circuito abierto (OCV) después de la carga y descarga y se muestran en las figuras 4A a 4C.

25 En detalle, la figura 4A muestra un resultado de estimación de la capacidad de carga, la figura 4B muestra un resultado de estimación de la capacidad de descarga y la figura 4C muestra un resultado de estimación de OCV, y en los dibujos respectivos, el ejemplo comparativo 1 se indica como "Ref." y el ejemplo 1 como "Nuevo exp."

30 Según el resultado de estimación, en el caso de usar una película de separación plegable a la que no está unida cinta aislante (ejemplo comparativo 1), se encuentra que se genera un fino cortocircuito interno por la interferencia causada por la protuberancia de la dendrita de litio después de aproximadamente 60 ciclos para aumentar la capacidad de carga y reducir abruptamente la capacidad de descarga (figuras 4A y 4B). Además, se encuentra el fenómeno de que disminuye la tensión después del tiempo de pausa de carga y descarga, lo que puede verse como una conexión a tierra de un cortocircuito interno (figura 4C).

Por el contrario, cuando se usa la película de separación plegable en la que se fija una cinta aislante respectivamente al lado superior y al lado inferior (ejemplo 1), no se encontró ningún fenómeno de cortocircuito interno en el gráfico de rendimiento de vida útil, y la retención de capacidad aproximadamente en el ciclo 180 se encuentra a un valor igual o superior al 90 %.

45 Según el resultado de estimación, la cinta aislante se fija respectivamente al lado superior y al lado inferior de la película de separación plegable, y se usa un método sencillo para permitir que la anchura de la cinta aislante sea igual al espacio entre la longitud vertical del electrodo negativo de metal de litio y la longitud vertical de la película de separación plegable, por lo que se impide de manera eficiente el cortocircuito interno de la batería de metal de litio, y se demuestra que la vida útil de la batería de metal de litio puede mejorarse sustancialmente en comparación con el caso cuando no se aplica la cinta aislante.

50 En el presente ejemplo experimental, se usa la cinta aislante realizada de un material de poliimida (PI) para facilitar la descripción, y cuando se reemplaza por una cinta aislante realizada de un material de polipropileno (PP) y poli(tereftalato de etileno) (PET) que tiene el mismo rendimiento de aislamiento, puede adquirirse un rendimiento de un nivel similar al del ejemplo 1.

Aplicabilidad industrial

55 Según la presente invención, la dendrita de litio y el litio muerto generados en la superficie del electrodo negativo pueden no quedar expuestos debido a las cintas aislantes unidas respectivamente al lado superior y al lado inferior de la película de separación plegable en el procedimiento de carga y descarga de la batería de metal de litio realizada como un tipo apilable-plegable y, como resultado, puede mejorarse la vida útil de la batería.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable que comprende:
5 una pluralidad de celdas unitarias que incluyen un electrodo negativo de metal de litio, un electrodo positivo y una película de separación proporcionada entre el electrodo negativo de metal de litio y el electrodo positivo;
una película de separación plegable proporcionada de manera continua entre celdas unitarias vecinas entre
10 sí; y
una cinta aislante unida respectivamente a un lado superior y a un lado inferior de la película de separación plegable,
15 en el que la cinta aislante está expuesta al exterior en el lado superior y en el lado inferior que son porciones abiertas del conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable.
2. Conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable según la reivindicación 1, en el que las celdas unitarias son biceldas que incluyen, respectivamente, dos del electrodo positivo o del electrodo negativo de metal de litio.
- 20 3. Conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable según la reivindicación 1, en el que la anchura de la cinta aislante es equivalente a un espacio entre la longitud vertical del electrodo negativo de metal de litio y la longitud vertical de la película de separación plegable.
- 25 4. Conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable según la reivindicación 1, en el que la relación de grosor de la cinta aislante con respecto al electrodo negativo de metal de litio es de 0,1 a 1.
5. Conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable según la reivindicación 1, en el que el grosor de la cinta aislante es de 20 a 100 μm .
- 30 6. Conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable según la reivindicación 1, en el que la cinta aislante incluye al menos uno de una poliimida (PI), un polipropileno (PP) y un poli(tereftalato de etileno) (PET).
7. Conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable según la reivindicación 1, en el que respectivas lengüetas de electrodo sobresalen del electrodo negativo de metal de litio y del electrodo positivo, y parte o la totalidad de las protuberancias están expuestas a un lado superior del conjunto de electrodos.
35
8. Conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable según la reivindicación 1, en el que el electrodo negativo de metal de litio incluye un colector de corriente negativo y una película delgada de metal de litio (metal de Li) proporcionada sobre el colector de corriente negativo.
40
9. Batería de metal de litio en la que se recibe en un alojamiento un conjunto de electrodos de tipo apilable-plegable según una cualquiera de la reivindicación 1 a la reivindicación 8.
- 45 10. Batería de metal de litio según la reivindicación 9, en la que el alojamiento es un alojamiento de tipo bolsa.

FIG. 1

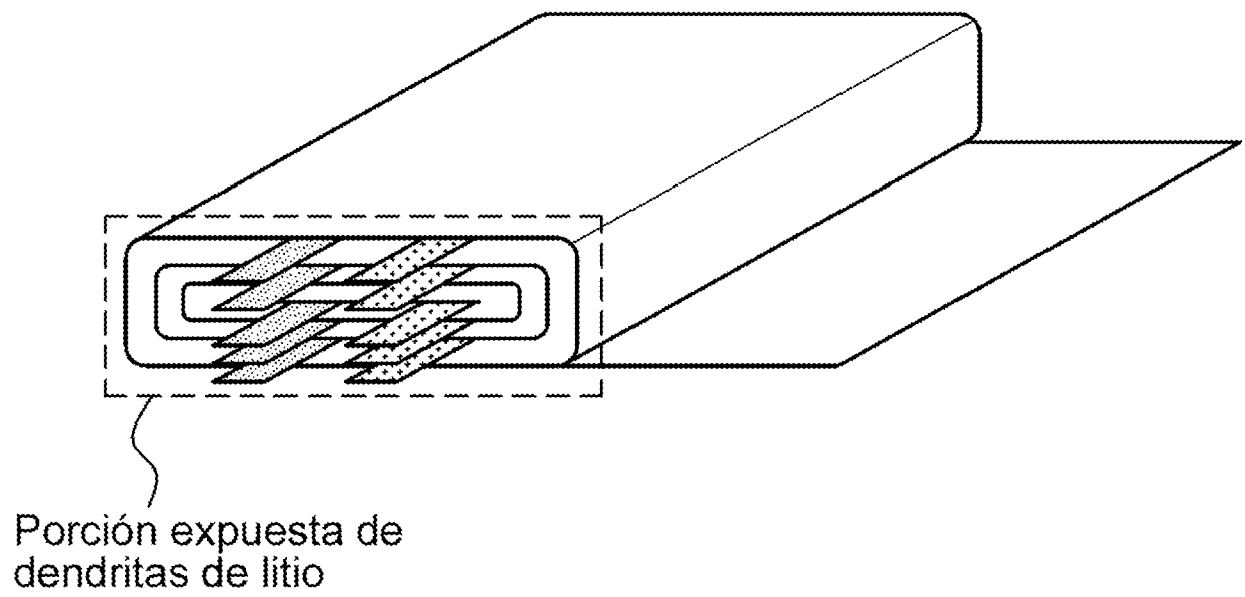


FIG. 2A

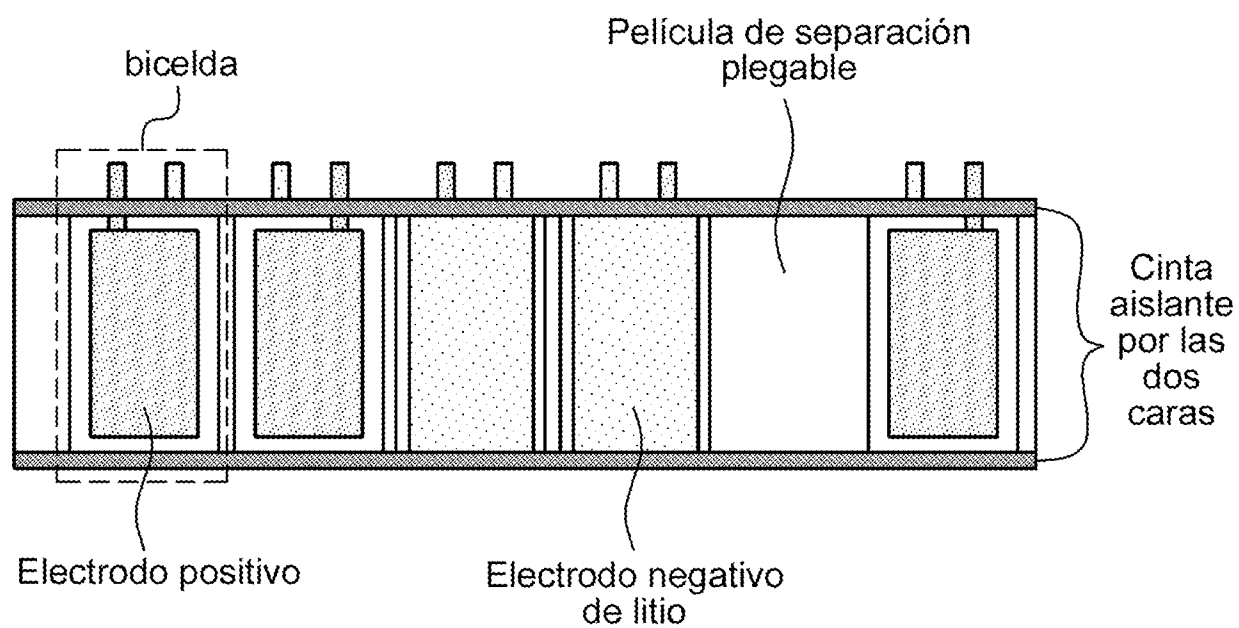


FIG. 2B

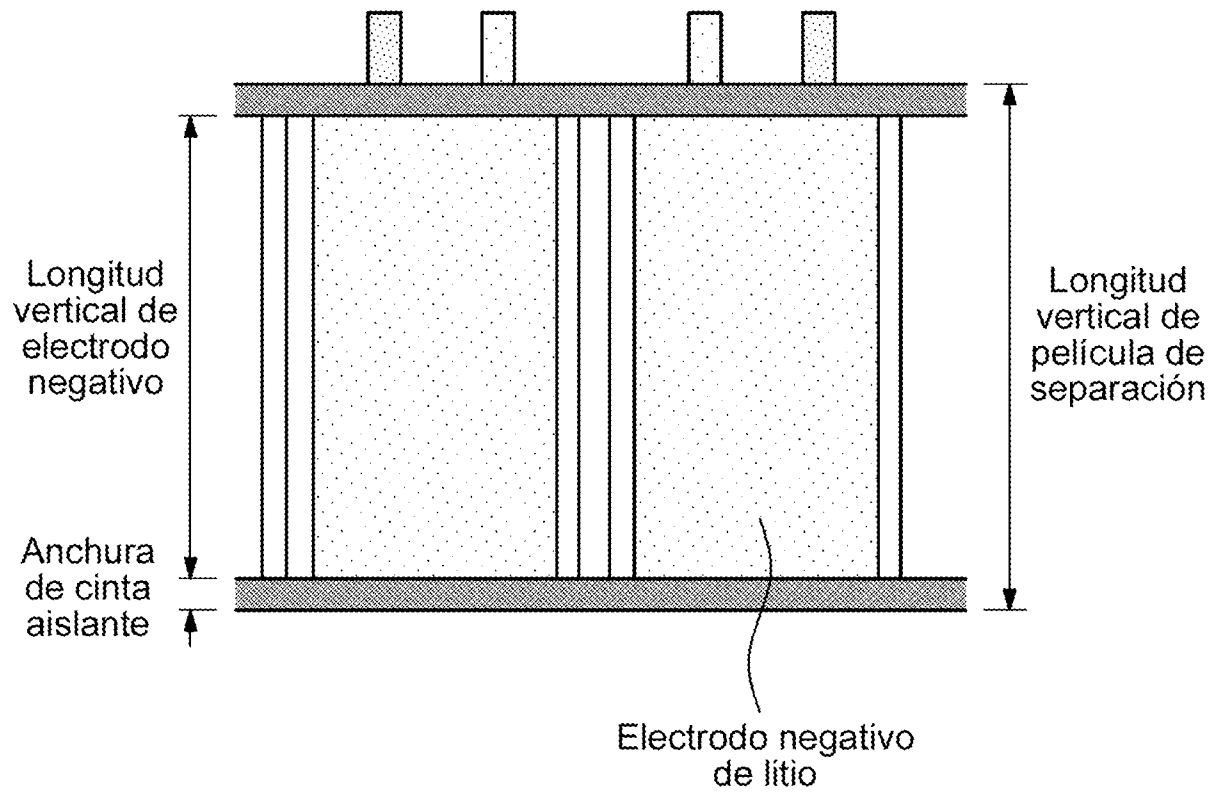


FIG. 3

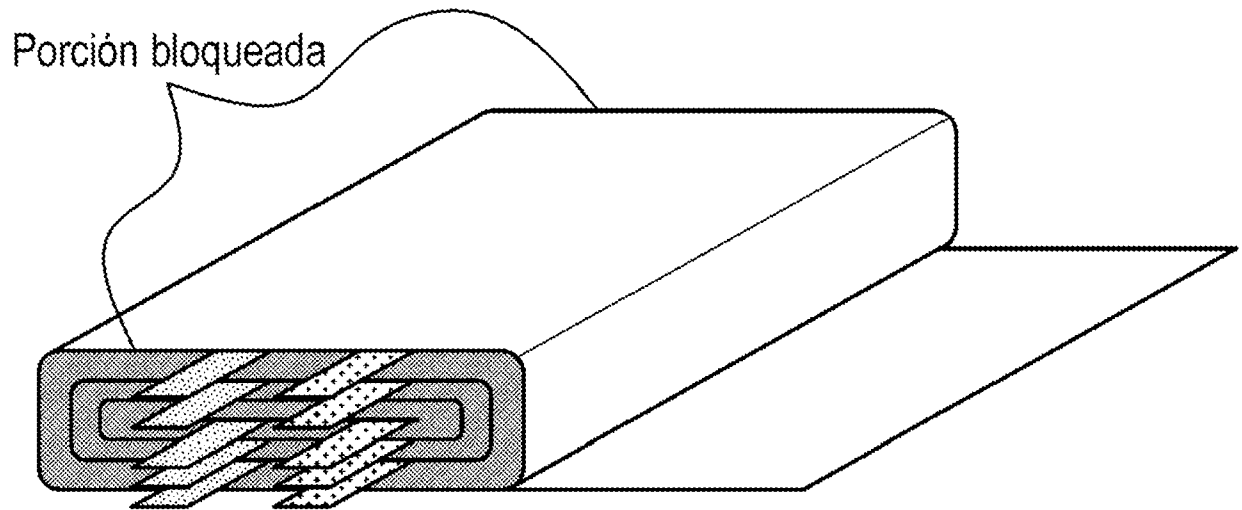


FIG. 4A

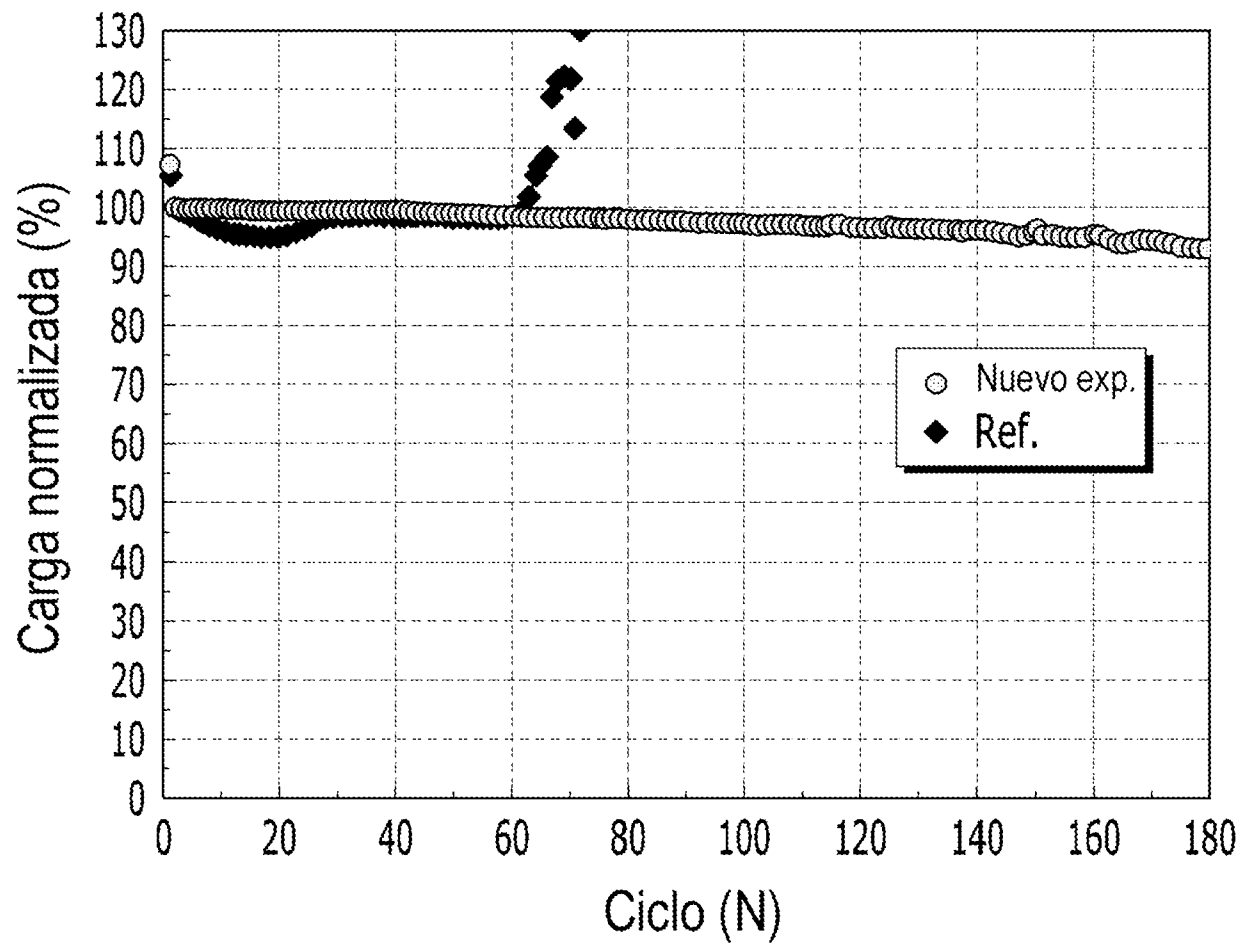


FIG. 4B

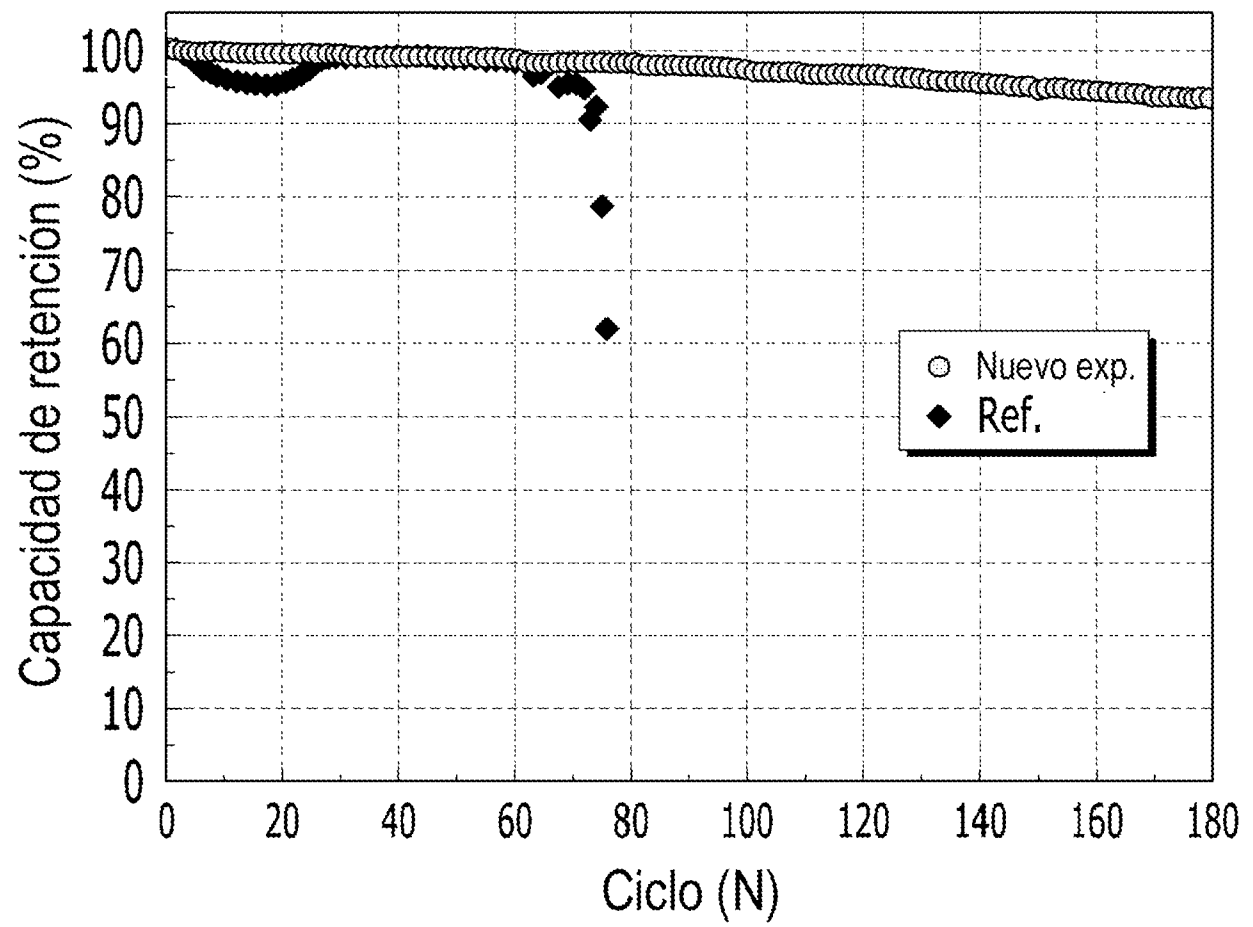


FIG. 4C

