

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 955 000**

51 Int. Cl.:

H01M 4/134 (2010.01)

H01M 4/38 (2006.01)

H01M 4/70 (2006.01)

H01M 4/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.10.2017 PCT/KR2017/011346**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.04.2018 WO18070843**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2017 E 17859641 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2023 EP 3444874**

54 Título: **Electrodo negativo para batería secundaria**

30 Prioridad:

14.10.2016 KR 20160133470

11.10.2017 KR 20170129710

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.11.2023

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CHO, JIN HYUN y
YUN, HYUN WOONG**

74 Agente/Representante:

BERTRÁN VALLS, Silvia

ES 2 955 000 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

Electrodo negativo para batería secundaria

5 Referencia cruzada a solicitud relacionada

La presente solicitud reivindica el beneficio de prioridad de las solicitudes de patente coreanas n.ºs 10-2016-0133470, presentada el 14 de octubre de 2016, y 10-2017-0129710, presentada el 11 de octubre de 2016.

10 Campo técnico

La presente invención se refiere a un electrodo negativo para una batería secundaria.

15 Antecedentes de la técnica

Las Baterías secundarias son recargables, a diferencia de las baterías primarias, y, además, la posibilidad de tamaño compacto y alta capacidad es alta. Por tanto, recientemente están llevándose a cabo muchos estudios sobre baterías secundarias. A medida que aumentan el desarrollo de la tecnología y las demandas de dispositivos móviles, están aumentando rápidamente las demandas de baterías secundarias como fuentes de energía.

20 Las baterías secundarias se clasifican en baterías de tipo botón, baterías de tipo cilíndrico, baterías de tipo prismático y baterías de tipo bolsa, según la forma de una carcasa de batería. En una batería secundaria de este tipo, un conjunto de electrodo montado en una carcasa de batería es un dispositivo de generación de potencia cargable y descargable que tiene una estructura en la que están apilados un electrodo y un separador.

25 El conjunto de electrodo puede clasificarse aproximadamente en un conjunto de electrodo de tipo rollo en el que un separador está interpuesto entre un electrodo positivo y un electrodo negativo, cada uno de los cuales se proporciona en forma de una lámina recubierta con un material activo, y después se enrollan el electrodo positivo, el separador y el electrodo negativo, un conjunto de electrodo de tipo apilado en el que se apilan secuencialmente una pluralidad de electrodos positivos y negativos con un separador entre los mismos, y un conjunto de electrodo de tipo apilado/plegado en el que se enrollan células unitarias de tipo apilado junto con una película de separación que tiene una larga longitud.

35 Cuando se usa un metal de litio para un electrodo negativo de una batería secundaria, pueden producirse los siguientes problemas. El metal de litio tiene una alta reactividad con un componente de electrolito. Por tanto, cuando el electrolito y el metal de litio entran en contacto entre sí, el electrolito puede descomponerse de manera espontánea para formar una capa de pasivación sobre una superficie del metal de litio. La capa de pasivación puede deslaminarse y derrumbarse a medida que avanza la carga y descarga continuas del metal de litio batería. Por tanto, puede generarse adicionalmente una capa de pasivación en un hueco generado mediante el fenómeno anteriormente descrito para formar el denominado "litio muerto (Li)", deteriorando de ese modo las características de vida útil de la batería. Además, cuando se repiten la deslaminación y el derrumbamiento de la capa de pasivación, puede producirse una diferencia local en la densidad de corriente distribuyendo de manera no uniforme la corriente cuando se realiza la carga y descarga y también formando dendrita de litio que tiene una fase de resina. Además, cuando la dendrita formada tal como se describió anteriormente crece de manera continua entrando en contacto con el electrodo positivo al pasar a través del separador, puede producirse un cortocircuito interno provocando la explosión de la batería.

50 El documento KR 2015 0000984 A se refiere a un electrodo negativo que usa litio como material activo de electrodo negativo inhibiendo la formación de litio sobre una resina. Un electrodo negativo comprende una placa de colector; una pluralidad de cavidades que incluyen una superficie interna conductora, que está eléctricamente conectada a la placa de colector y proporciona una posición de reacción electroquímica mediante la cual se depositan o se separan iones de litio, y una parte de abertura que expone la superficie interna conductora respectivamente; y patrones para aislar eléctricamente que pasivan eléctricamente partes de abertura adyacentes entre las cavidades y separan las partes de abertura.

55 El documento US 2006/110661 A1 se refiere a un ánodo para una batería secundaria de polímero de metal de litio que comprende un colector de corriente anódico que tiene una superficie sobre la que están formados una pluralidad de rebajes que tienen una forma predeterminada y a un método de preparación del mismo. La pluralidad de rebajes se forman sobre una superficie del colector de corriente anódico usando un método físico o un método químico. En una batería secundaria de polímero de metal de litio que emplea el ánodo, la oxidación/reducción de litio y la formación de dendrita se producen únicamente en los rebajes formados mediante formación de patrones de superficie del colector de corriente anódico. Por tanto, puede evitarse la expansión y contracción de una batería debido a un cambio en el grosor del ánodo de litio y puede mejorarse la estabilidad de ciclos y la vida útil de una batería.

65

Divulgación de la invención**Problema técnico**

5 Un aspecto de la presente invención es proporcionar un electrodo negativo para una batería secundaria, que sea capaz de minimizar un fenómeno en el que se reduce la vida útil de la batería mientras se carga y descarga la batería.

Solución técnica

10 Un electrodo negativo para una batería secundaria según una realización de la presente divulgación comprende un colector de electrodo negativo y un material activo de electrodo negativo integrado con al menos una porción de una superficie del colector de electrodo negativo, en el que el colector de electrodo negativo tiene una pluralidad de surcos de recogida de corriente de prevención de deslaminación con los que está integrado el material activo de electrodo negativo, y el material activo de electrodo negativo está dispuesto sobre una superficie interna de cada uno de los surcos de recogida de corriente de prevención de deslaminación de modo que una parte de espacio en la que está formada una capa de pasivación se define durante la carga y descarga.

15 La invención se define mediante la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se definen realizaciones preferibles adicionales.

Efectos ventajosos

20 Según la presente invención, el material activo de electrodo negativo puede estar integrado de modo que la parte de espacio en la que está formada la capa de pasivación en el surco de recogida de corriente de prevención de deslaminación formado en el electrodo negativo para evitar que se deslamine la capa de pasivación. Por tanto, puede evitarse que se reduzca la vida útil de la batería.

25 Particularmente, la capa de pasivación realizada del metal de litio y formada sobre la superficie del material activo de electrodo negativo mediante la carga y descarga puede estar soportada por la pared interna del surco de recogida de corriente de prevención de deslaminación para evitar que se deslamine la capa de pasivación. Por tanto, cuando se repite la carga y descarga, puede evitarse que se repita el derrumbamiento y la generación de la capa de pasivación. Por tanto, puede evitarse que se genere el litio muerto, que crece de manera no uniforme a medida que se repite el derrumbamiento y la generación de la capa de pasivación. Como resultado, puede evitarse el aumento de la resistencia de la célula y el deterioro de la eficiencia de ciclo. Además, dado que se evita que crezca la dendrita de manera continua, puede evitarse que se produzca el cortocircuito por entrar la dendrita en contacto con el electrodo positivo pasando a través del separador, evitando de ese modo que explote la batería debido al cortocircuito interno.

Breve descripción de los dibujos

30 La figura 1 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de una batería secundaria a la que se le aplica un electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención.

35 La figura 2 es una vista en sección transversal parcial del electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención.

40 La figura 3 es una vista en sección transversal parcial que ilustra un estado en el que una capa de difusión de masa está dispuesta sobre el electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención.

45 La figura 4 es una vista en planta parcial que ilustra un ejemplo del electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención.

50 La figura 5 es una vista en planta parcial que ilustra otro ejemplo del electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención.

55 La figura 6 es una vista en sección transversal parcial de un electrodo negativo para una batería secundaria según otra realización de la presente invención.

Modo de llevar a cabo la invención

60 Los objetivos, ventajas específicas y características novedosas de la presente invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos. Debe observarse que los números de referencia se añaden a los componentes de los dibujos en la presente memoria descriptiva con los mismos números cuando sea posible, aunque se ilustren en otros dibujos. Además, la presente invención puede implementarse de diferentes formas y no debe interpretarse que se limite a las realizaciones expuestas en el

presente documento. En la siguiente descripción de la presente invención, se omitirán las descripciones detalladas de técnicas relacionadas que puedan confundir innecesariamente la esencia de la presente invención.

5 La figura 1 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de una batería secundaria a la que se le aplica un electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención, y la figura 2 es una vista en sección transversal parcial del electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención.

10 Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, un electrodo 10 negativo para una batería secundaria según una realización de la presente invención comprende un colector 11 de electrodo negativo y un material 12 activo de electrodo negativo integrado con el colector 11 de electrodo negativo.

15 A continuación en el presente documento, se describirá en más detalle el electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención con referencia a las figuras 1 a 5.

Haciendo referencia a la figura 1, la batería 100 secundaria a la que se le aplica el electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención comprende un conjunto 120 de electrodo y una carcasa 110 de batería que comprende una parte 111 de alojamiento que aloja el conjunto 120 de electrodo.

20 El conjunto 120 de electrodo puede ser un elemento de generación de potencia cargable y descargable y tener una estructura en la que un electrodo 30 y un separador 40 están combinados y apilados de manera alternante.

25 El electrodo 30 puede comprender un electrodo 20 positivo y un electrodo 10 negativo. En este caso, el conjunto 120 de electrodo puede tener una estructura en la que el electrodo 20 positivo/el separador 40/el electrodo 10 negativo están apilados de manera alternante. En este caso, el separador 40 puede estar dispuesto entre el electrodo 20 positivo y el electrodo 10 negativo y dispuesto fuera del electrodo 20 positivo y fuera del electrodo 10 negativo. En este caso, el separador 40 puede estar dispuesto para rodear todo el conjunto 110 de electrodo en el que están apilados el electrodo 20 positivo/el separador 40/el electrodo 10 negativo.

30 El separador 40 está realizado de un material aislante para aislar eléctricamente el electrodo 20 positivo con respecto al electrodo 10 negativo. En este caso, el separador 40 puede estar realizado, por ejemplo, de una película de resina basada en poliolefina tal como polietileno o polipropileno que tiene microporos.

35 El conjunto 100 de electrodo puede comprender un conector 50 de electrodo. En este caso, el conector 50 de electrodo puede estar eléctricamente conectado a una superficie lateral del electrodo 30.

La figura 3 es una vista en sección transversal parcial que ilustra un estado en el que una capa de pasivación está dispuesta sobre el electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención.

40 En más detalle, haciendo referencia a las figuras 2 y 3, el electrodo 10 negativo puede comprender un colector 11 de electrodo negativo y un material 12 activo de electrodo negativo integrado con el colector 11 de electrodo negativo.

45 El colector 11 de electrodo negativo puede estar realizado, por ejemplo, de lámina que comprende un material de cobre (Cu).

Además, el colector 11 de electrodo negativo puede tener una pluralidad de surcos 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación con los que está integrado el material 12 activo de electrodo negativo.

50 El material 12 activo de electrodo negativo puede estar integrado con al menos una porción de una superficie del colector 11 de electrodo negativo.

Además, el material 12 activo de electrodo negativo puede estar realizado, por ejemplo, de un material de metal de litio (Li).

55 Además, el material 12 activo de electrodo negativo puede estar dispuesto sobre una superficie interna del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación de modo que una parte 13a de espacio en la que está formada una capa S de pasivación se define en el surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación mientras se realiza la carga y descarga. En este caso, la capa de pasivación puede ser una interfase sólido-electrolito (SEI).

60 Particularmente, el material 12 activo de electrodo negativo está dispuesto en una porción inferior del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación, y la parte 13a de espacio puede definirse en una porción excepto por la porción, en la que está dispuesto el material 12 activo de electrodo negativo, en el surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación. Por tanto, la capa S de pasivación formada en la parte 13a de espacio del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación durante la carga y descarga puede estar soportada para evitarse que se deslamine por la superficie interna del surco 13 de recogida de corriente

de prevención de deslaminación. Es decir, ambos lados de la capa S de pasivación pueden estar soportados por una pared 14 interna, que está dispuesta en una superficie lateral interna del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación, para evitar que se deslamine la capa S de pasivación. Como resultado, la capa S de pasivación dispuesta sobre la superficie del material 12 activo de electrodo negativo puede servir como barrera cinética que evita que se produzca adicionalmente la reacción de reducción para evitar o reducir significativamente la reducción de vida útil de la batería. Particularmente, puede apilarse litio muerto que se genera mediante el derrumbamiento y la generación repetidos de la capa S de pasivación y una capa porosa para evitar que aumente la resistencia de una célula y evitar que se reduzca la vida útil de ciclo.

En el electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención, la capa S de pasivación puede estar dispuesta sobre una superficie externa del material 12 activo de electrodo negativo formado en el surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación. Por tanto, la capa S de pasivación puede estar dispuesta sobre la superficie externa del material 12 activo de electrodo negativo desde una fase inicial de la carga y descarga para evitar más eficazmente que se reduzca la vida útil de la batería.

En el electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención, cuando la anchura del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación es A, y la distancia entre los surcos 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación es B, puede satisfacerse la siguiente expresión condicional.

$$0,5 < A/B < 10 \quad (1)$$

Cuando el valor es menor que un intervalo que satisface la expresión condicional (1) (es decir, el valor de A/B es menor de 0,5), puede deteriorarse la flexibilidad de la superficie lateral del colector 11 de electrodo negativo. Es decir, cuando la capa S de pasivación se contrae y se expande durante la carga y descarga mientras se deteriora la flexibilidad de la pared 14 interna del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación definido en el colector 11 de electrodo negativo, puede no contraerse y expandirse la pared 14 interna deteriorando el efecto de la superficie lateral de la capa S de pasivación.

Además, cuando el valor es mayor que un intervalo que satisface la expresión condicional (1) (es decir, el valor de A/B es mayor de 10), es imposible servir como soporte debido a una limitación de la resistencia del colector 11 de electrodo negativo en la superficie lateral de la capa S de pasivación. Es decir, puede reducirse la resistencia de la pared 14 interna del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación definido en el colector 11 de electrodo negativo deteriorando el efecto de soporte de la pared 14 interna.

En el electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención, cuando la profundidad del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación es C, y el grosor total del colector 11 de electrodo negativo es E, puede satisfacerse la siguiente expresión condicional.

$$0,2 < C/E < 0,8 \quad (2)$$

Cuando el valor es menor que un intervalo que satisface la expresión condicional (2) (es decir, el valor de C/E es menor de 0,2), puede deteriorarse la tenacidad de la capa S de pasivación debido a una variación de volumen de la capa S de pasivación debido al deterioro de la flexibilidad del colector 11 de electrodo negativo. Es decir, cuando se deteriora la flexibilidad de la superficie lateral del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación definido en el colector 11 de electrodo negativo, puede deteriorarse la tenacidad de la capa S de pasivación debido a la variación de volumen de la capa S de pasivación, que se contrae y se expande durante la carga y descarga. Por tanto, la capa S de pasivación puede deslaminarse de, y derrumbarse sobre, la superficie del colector 11 de electrodo negativo del metal de litio.

Además, cuando el valor es mayor que un intervalo que satisface la expresión condicional (2) (es decir, el valor de C/E es mayor de 0,8), el colector 11 de electrodo negativo puede tener problemas en cuanto al procesamiento y la resistencia.

En el electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención, cuando la profundidad de la parte 13a de espacio del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación es D, puede satisfacerse la siguiente expresión condicional.

$$0,05 \mu\text{m} < D \quad (3)$$

Cuando el valor es menor que un intervalo que satisface la expresión condicional (3) (es decir, la profundidad D es menor de $0,05 \mu\text{m}$), el colector 11 de electrodo negativo puede no servir de manera suficiente como soporte lateral cuando crece la capa S de pasivación provocando la deslaminación de la capa S de pasivación. Es decir, la pared 14 interna del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación puede no servir de manera suficiente como soporte lateral de la capa S de pasivación.

En el electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención, cuando la anchura del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación es A, la distancia entre los surcos 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación es B, y la profundidad del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación es C, puede satisfacerse la siguiente expresión condicional.

$$10 \mu\text{m} < A < 1.000 \mu\text{m}, 10 \mu\text{m} < B < 1.000 \mu\text{m} \text{ y } 10 \mu\text{m} < C < 1.000 \mu\text{m}$$

En este caso, particularmente, el electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención puede satisfacer, por ejemplo, la siguiente expresión condicional: $10 \mu\text{m} < A < 100 \mu\text{m}$, $10 \mu\text{m} < B < 100 \mu\text{m}$ y $10 \mu\text{m} < C < 100 \mu\text{m}$.

En este caso, más particularmente, el electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención puede satisfacer, por ejemplo, la siguiente expresión condicional: $20 \mu\text{m} < A < 60 \mu\text{m}$, $20 \mu\text{m} < B < 60 \mu\text{m}$ y $20 \mu\text{m} < C < 60 \mu\text{m}$.

Tal como se describió anteriormente, en el electrodo 10 negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención, el colector 11 de electrodo negativo de cobre (Cu) sobre el que está formado el patrón puede usarse para ajustar la capa de pasivación para reducir el tamaño y también para formar un soporte de la capa S de pasivación, suprimiendo de ese modo la deslaminación y el derrumbamiento de la capa S de deslaminación para formar la capa S de deslaminación más estable. Este fenómeno puede suprimir la reacción secundaria entre el material 12 activo de electrodo negativo que comprende el metal de litio y el electrolito para distribuir corriente de manera uniforme, suprimiendo de ese modo el crecimiento no uniforme de la dendrita y minimizando la generación del litio muerto.

Además, cuando se forma la capa S de pasivación estable, puede mejorarse el rendimiento de la batería secundaria tal como se divulga en el tratado publicado por Jianming Zheng [Highly Stable Operation of Lithium Metal Batteries Enabled by the Formation of a Transient High-Concentration Electrolyte Layer (2016)]. Es decir, en el estado en el que la capa S de pasivación se deslaminada y se derrumba, y se forma la capa S de pasivación, en la que se minimiza el crecimiento de litio muerto, cuanto más avanza un ciclo, más puede minimizarse un grado de degradación de la capacidad de una batería para mantener la capacidad de la batería.

<Realizaciones 1 a 10, ejemplo comparativo 1>

Cuando la anchura del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación es A, la distancia entre los surcos 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación es B, y la profundidad del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación es C, se construyeron baterías secundarias de litio en las condiciones mostradas en la siguiente tabla.

[Tabla 1]

	C (unidad, μm)	A (unidad, μm)	B (unidad, μm)
Realización 1	20 μm)	20	20
Realización 2	40	40	40
Realización 3	60	60	60
Realización 4	40	20	60
Realización 5	10	10	10
Realización 6	100	100	100
Realización 7	200	200	200
Realización 8	500	500	500
Realización 9	1000	1000	1000
Realización 10	5000	5000	5000
Ejemplo comparativo 1 (sin formación de surco de recogida de corriente de prevención de deslaminación)	0	0	0

<Ejemplo experimental>

En la tabla 2 a continuación se muestran las capacidades de expresión y las tasas de mantenimiento de la capacidad cuando se aplican los patrones de la tabla 1. Además, se fabricó para evaluarse una célula en la que se usa níquel-cobalto-manganeso (NCM) como material activo de electrodo positivo, se usa metal de litio como material activo de electrodo negativo, se proporciona un separador de PE como separador y se usa carbonato de etileno/carbonato de etilo y metilo/carbonato de dimetilo (EC/EMC/DMC), LiPF_6 1 M, VC al 0,5% en peso como electrolito.

[Tabla 2]

	Capacidad de expresión (mAh)	Tasa de mantenimiento de la capacidad (%), ciclo 200
Realización 1	5,25	88,57
Realización 2	5,24	86,65
Realización 3	5,26	84,15
Realización 4	5,28	86,57
Realización 5	5,28	70,57
Realización 6	5,28	76,57
Realización 7	5,28	56,57
Realización 8	5,28	46,57
Realización 9	5,29	35,78
Realización 10	5,21	25,23
Ejemplo comparativo 1	5,24	20,46

Tal como se muestra en la tabla 2 anterior, cuando se comparan las tasas de mantenimiento de la capacidad según las realizaciones 1 a 10, en las que se forma el surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación, con la tasa de mantenimiento de la capacidad según el ejemplo comparativo 1, en el que no se forma el surco de recogida de corriente de prevención de deslaminación y, por tanto, no se proporciona ningún patrón, se observa que el rendimiento de ciclo es superior cuando se forma el surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación.

En este caso, se observa que las tasas de mantenimiento de la capacidad según las realizaciones 1 a 8, en las que se forma el surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación con un patrón que tiene un tamaño de 1000 μm o menos, son mayores que según el ejemplo comparativo 1 en el que no se forma el surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación y, por tanto, no se proporciona ningún patrón.

En este caso, se observa que las tasas de mantenimiento de la capacidad según las realizaciones 1 a 6, en las que se forma el surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación con un patrón que tiene un tamaño de 10 μm a 100 μm , son significativamente mayores que según el ejemplo comparativo 1 en el que no se forma el surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación y, por tanto, no se proporciona ningún patrón.

Particularmente, en el caso de las realizaciones 1 a 4, en las que se proporciona el surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación como un patrón que tiene un tamaño de 20 μm a 60 μm , se observa que la tasa de mantenimiento de la capacidad es notablemente superior incluso después de haber transcurrido 200 ciclos.

La figura 4 es una vista en planta parcial que ilustra un ejemplo del electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención, y la figura 5 es una vista en planta parcial que ilustra otro ejemplo del electrodo negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la figura 4, en el electrodo 10 negativo para la batería secundaria según una realización de la presente invención, el surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación puede tener, por ejemplo, una forma rectangular.

Además, haciendo referencia a la figura 5, en un electrodo 10' negativo para una batería secundaria según una realización de la presente invención, un surco 13' de recogida de corriente de prevención de deslaminación puede tener, como otro ejemplo, una forma circular.

La figura 6 es una vista en sección transversal parcial de un electrodo negativo para una batería secundaria según otra realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la figura 6, en un electrodo 10'' negativo para una batería secundaria según otra realización de la presente invención, puede proporcionarse además una parte 15 de prevención de separación en un colector 11 de electrodo negativo.

La parte 15 de prevención de separación puede estar dispuesta en un extremo superior de un surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación del colector 11 de electrodo negativo para sobresalir, evitando de ese modo que la capa S de pasivación (véase la figura 3) se separe del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación. Es decir, la parte 15 de prevención de separación puede extenderse desde un extremo superior de una pared 14 interna del colector 11 de electrodo negativo hasta una parte 13a de espacio del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación para sujetar una superficie lateral superior de la capa S de pasivación, evitando de ese modo que la capa S de pasivación se separe del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación.

Por ejemplo, la parte 15 de prevención de separación puede tener una forma que sobresale o está escalonada en una dirección en la que la parte 15 de prevención de separación está orientada hacia el extremo superior del surco 13 de recogida de corriente de prevención de deslaminación.

5 Aunque la presente invención se ha mostrado y descrito particularmente con referencia a realizaciones a modo de ejemplo de la misma, los expertos habituales en la técnica entenderán que pueden realizarse diversos cambios en cuanto a la forma y detalles de las mismas sin alejarse del alcance de la invención.

Además, el alcance de protección de la presente invención se aclarará mediante las reivindicaciones adjuntas.

10

REIVINDICACIONES

1. Electrodo negativo para una batería secundaria que comprende:
 - 5 un colector (11) de electrodo negativo; y
 - un material (12) activo de electrodo negativo integrado con al menos una porción de una superficie del colector (11) de electrodo negativo,
 - 10 en el que el colector (11) de electrodo negativo tiene una pluralidad de surcos (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación con los que está integrado el material (12) activo de electrodo negativo, y
 - el material (12) activo de electrodo negativo está dispuesto sobre una superficie interna de cada uno de los surcos (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación de modo que una parte (13a) de espacio en la que está formada una capa (S) de pasivación se define durante la carga y descarga en el que el material (12) activo de electrodo negativo está dispuesto sobre una porción inferior del surco (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación,
 - 15 la parte (13a) de espacio está definida en el surco (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación excepto por una porción en la que está dispuesto el material (12) activo de electrodo negativo, y
 - 20 la capa (S) de pasivación formada en la parte (13a) de espacio del surco (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación durante la carga y descarga está soportada para evitarse que se deslamine mediante una pared (14) interna del surco de recogida de corriente de prevención de deslaminación en el que, o bien
 - 25
 - i) cuando la anchura del surco (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación es A, y la distancia entre la pluralidad de surcos (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación es B, se satisface la siguiente expresión condicional: $0,5 < A/B < 10$; o bien
 - 30
 - ii) en el que, cuando la profundidad del surco (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación es C, y un grosor total del colector (11) de electrodo negativo es E, se satisface la siguiente expresión condicional: $0,2 < C/E < 0,8$; o bien
 - 35
 - iii) en el que, cuando la profundidad de la parte (13a) de espacio del surco (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación es D, se satisface la siguiente expresión condicional: $0,05 \mu\text{m} < D$.
 2. Electrodo negativo según la reivindicación 1, en el que, cuando la anchura del surco (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación es A, la distancia entre la pluralidad de los surcos (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación es B, y la profundidad del surco (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación es C, se satisface la siguiente expresión condicional: $10 \mu\text{m} < A < 1.000 \mu\text{m}$, $10 \mu\text{m} < B < 1.000 \mu\text{m}$ y $10 \mu\text{m} < C < 1.000 \mu\text{m}$.
 - 40 3. Electrodo negativo según la reivindicación 1, en el que la anchura del surco (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación es A, la distancia entre la pluralidad de surcos (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación es B, y la profundidad del surco (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación es C, se satisface la siguiente expresión condicional: $10 \mu\text{m} < A < 100 \mu\text{m}$, $10 \mu\text{m} < B < 100 \mu\text{m}$ y $10 \mu\text{m} < C < 100 \mu\text{m}$.
 - 45 4. Electrodo negativo según la reivindicación 1, en el que, cuando la anchura del surco (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación es A, la distancia entre la pluralidad de surcos (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación es B, y la profundidad del surco (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación es C, se satisface la siguiente expresión condicional: $20 \mu\text{m} < A < 60 \mu\text{m}$, $20 \mu\text{m} < B < 60 \mu\text{m}$ y $20 \mu\text{m} < C < 60 \mu\text{m}$.
 - 50 5. Electrodo negativo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el material (12) activo de electrodo negativo está realizado de un metal de litio.
 - 55 6. Electrodo negativo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el colector (11) de electrodo negativo está realizado de cobre (Cu).
 - 60 7. Electrodo negativo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la capa (S) de pasivación está dispuesta sobre una superficie externa del material (12) activo de electrodo negativo.
 - 65 8. Electrodo negativo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el colector (11) de

electrodo negativo comprende además una parte (15) de prevención de separación que sobresale desde un extremo superior del surco (13) de recogida de corriente de prevención de deslaminación evitando de ese modo que la capa (S) de pasivación se separe del surco de recogida de corriente de prevención de deslaminación.

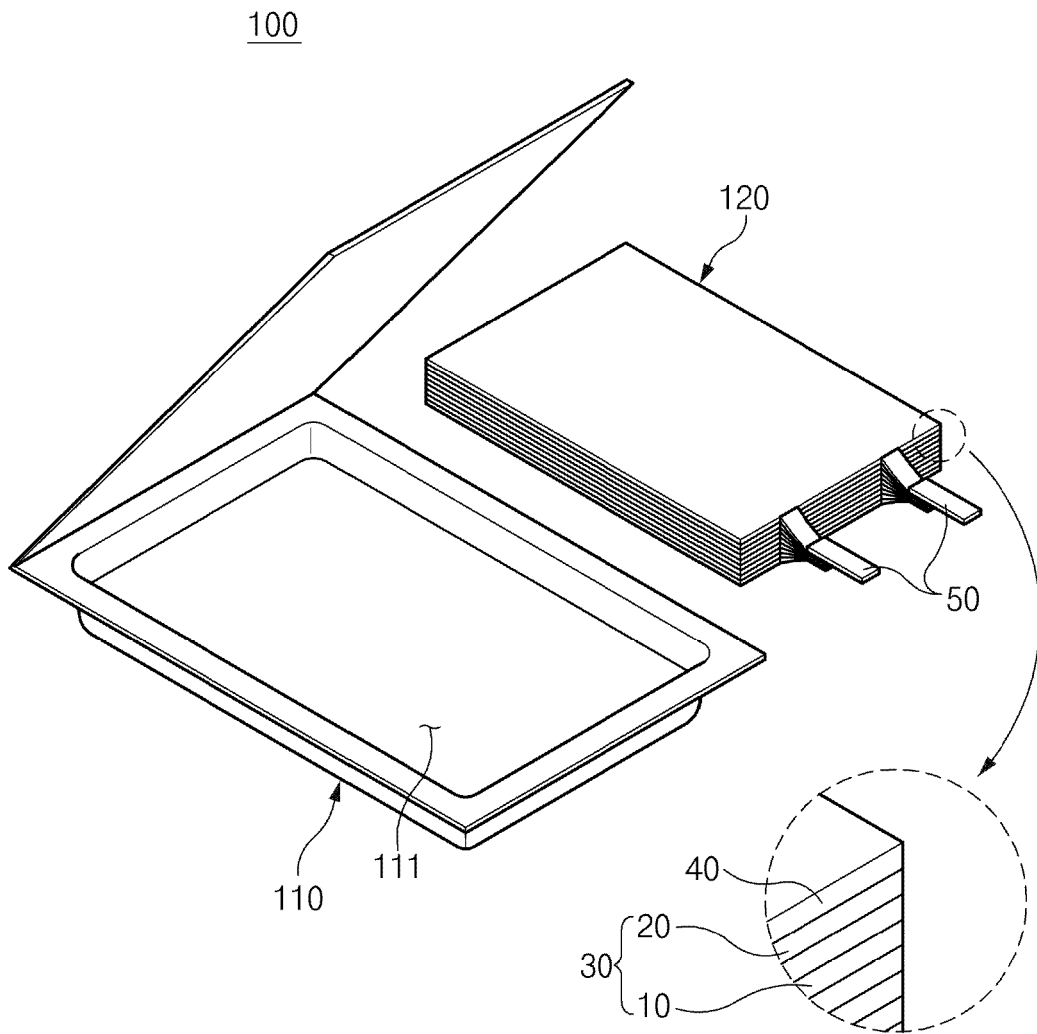


FIG. 1

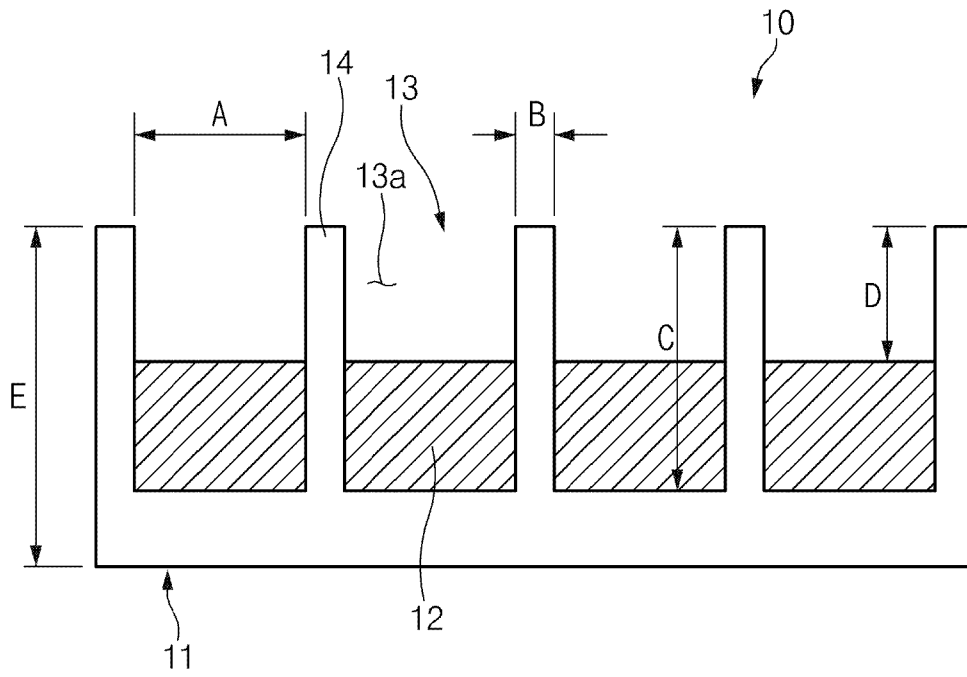


FIG. 2

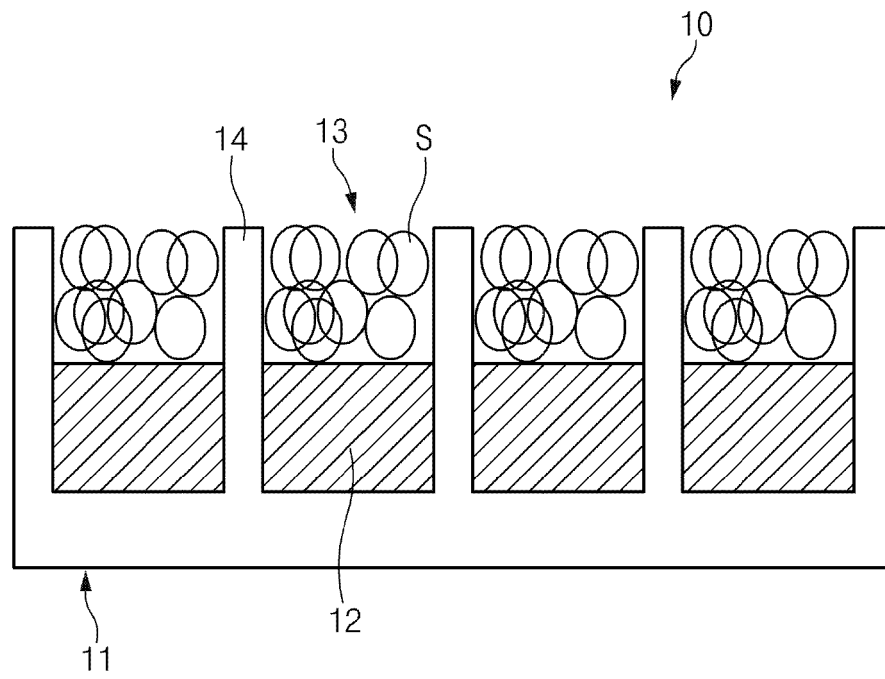


FIG. 3

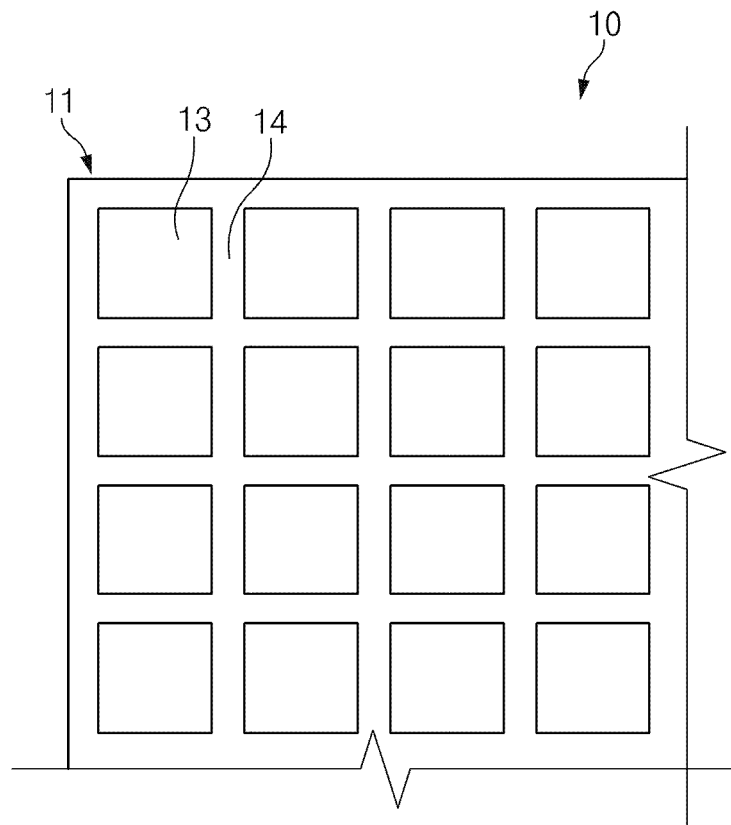


FIG. 4

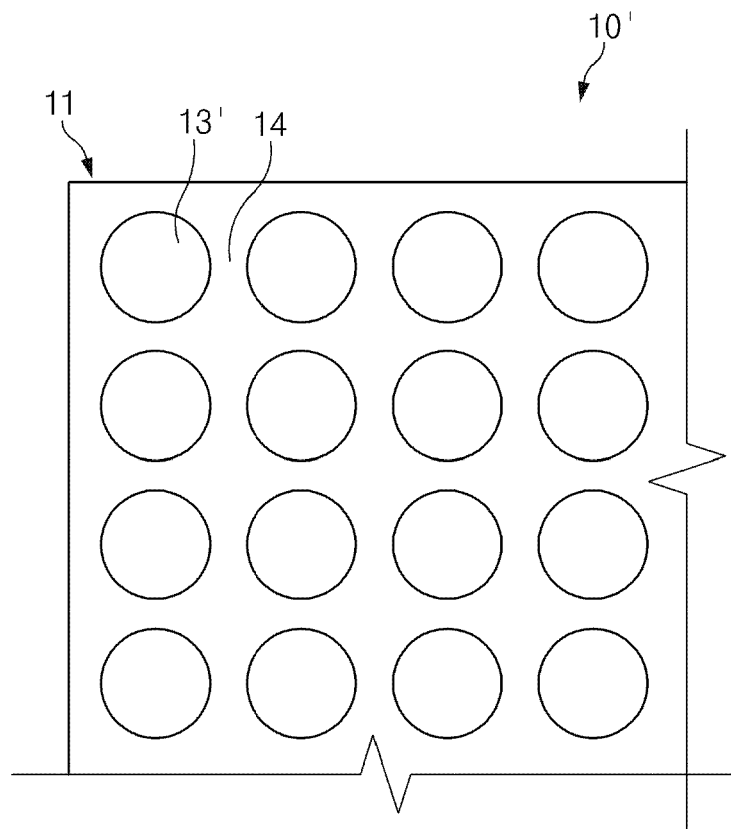


FIG. 5

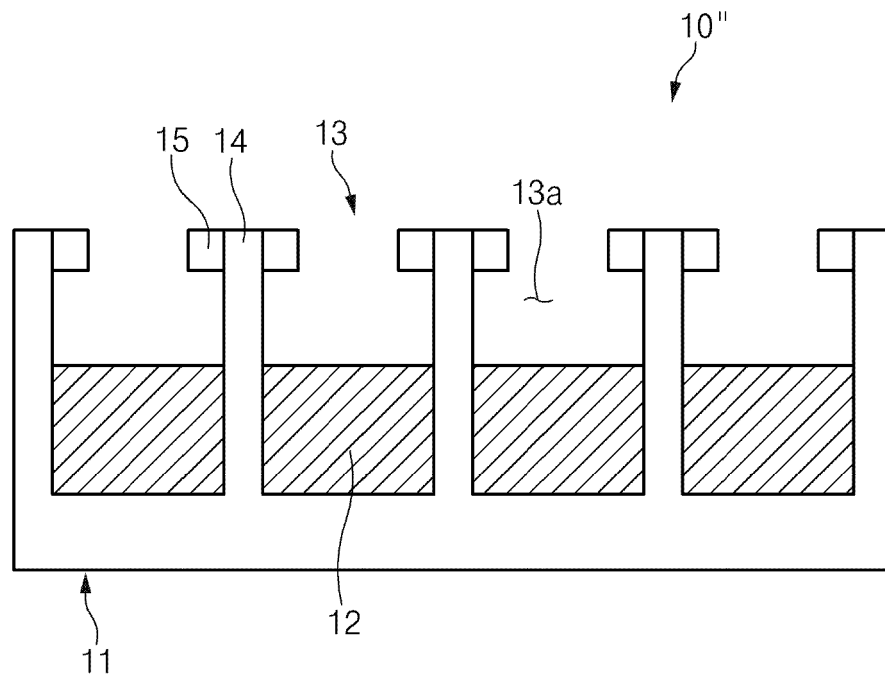


FIG. 6