

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **3 024 007**

(51) Int. Cl.:

H01M 4/485 (2010.01)
H01M 4/04 (2006.01)
H01M 4/1391 (2010.01)
H01M 4/131 (2010.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.12.2017 PCT/KR2017/015755**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **11.10.2018 WO18186561**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2017 E 17904750 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2025 EP 3591742**

(54) Título: **Aparato de litigación previa, método para fabricar una parte de electrodo negativo usando el mismo, y parte de electrodo negativo**

(30) Prioridad:

03.04.2017 KR 20170043030
26.12.2017 KR 20170179905

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

03.06.2025

(73) Titular/es:

LG ENERGY SOLUTION, LTD. (100.00%)
Tower 1, 108, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 07335, KR

(72) Inventor/es:

CHAE, OH BYONG;
KANG, YOON AH;
SONG, JUN HYUK;
KIM, EUN KYUNG y
WOO, SANG WOOK

(74) Agente/Representante:

BERTRÁN VALLS, Silvia

ES 3 024 007 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

Aparato de litiación previa, método para fabricar una parte de electrodo negativo usando el mismo, y parte de electrodo negativo

- 5 **Campo técnico**
- 10 La presente invención se refiere a un aparato de litiación previa, a un método de producción de una unidad de electrodo negativo usando el mismo, y a una unidad de electrodo negativo, y más particularmente, a un aparato de litiación previa que es capaz de mejorar el rendimiento de producción y la calidad de una unidad de electrodo negativo, a un método de fabricación de una unidad de electrodo negativo usando el mismo, y a una unidad de electrodo negativo.
- 15 **Antecedentes de la técnica**
- 20 Recientemente, con la rápida difusión de los aparatos electrónicos que usan baterías, tales como teléfonos móviles, ordenadores portátiles, vehículos eléctricos, y similares, ha aumentado rápidamente la demanda de baterías secundarias que sean pequeñas y ligeras y tengan una capacidad relativamente alta.
- 25 Generalmente, una batería secundaria incluye un electrodo positivo y un electrodo negativo, que están separados uno del otro, y un separador dispuesto el electrodo positivo y el electrodo negativo y recubierto con un electrolito. Una batería secundaria de este tipo es una batería que produce energía eléctrica a través de reacciones de oxidación y reducción cuando los iones se intercalan en o se desintercalan a partir de un electrodo positivo y un electrodo negativo en un estado en el que se llena con un electrolito entre el electrodo negativo y el electrodo positivo, cada uno de los cuales tiene una capa de material activo en la que los iones son capaces de intercalarse o desintercalarse.
- 30 Un electrodo de una batería secundaria, es decir, cada uno de un electrodo positivo y un electrodo negativo incluye un colector y una capa de material activo aplicada al colector. En general, una batería secundaria de litio incluye un colector que incluye un primer colector elaborado de aluminio, una capa de material activo de electrodo positivo formada sobre el primer colector y que contiene litio tal como LiCoO₂ y LiMn₂O₄, y un electrodo negativo elaborado de cobre, y una capa de material activo aplicada sobre el colector y elaborada de un material a base de carbono, por ejemplo, grafito.
- 35 En la capa de material activo negativo a base de carbono, se forma una capa de interfase sólido-electrolito (SEI) sobre una superficie de la capa activa de electrodo negativo durante un procedimiento de carga/descarga inicial (procedimiento de activación). Como resultado, se produce un fenómeno irreversible inicial y, además, la batería ve reducida su capacidad debido al agotamiento del electrolito mientras la capa de SEI se colapsa y se regenera durante el procedimiento de carga/descarga continua.
- 40 Para resolver el problema de reducción de capacidad asociado con la capa de material activo de electrodo negativo a base de carbono, debido al aumento de la demanda de una batería secundaria de alta capacidad, en los últimos años se ha desarrollado una tecnología en la que se aplica, a la capa de material activo de electrodo negativo, un material de óxido de silicio (SiO) que tiene una capacidad efectiva de 10 veces o más en comparación con la del material a base de carbono. Sin embargo, problemas tales como la reducción de la capacidad total de la batería y la degradación de la vida útil por ciclo se producen también como siempre debido a la gran reacción irreversible inicial.
- 45 Para resolver estos problemas, están llevándose a cabo activamente estudios con respecto a un método para intentar la litiación previa sobre la capa de material activo de electrodo negativo elaborada del material a base de óxido de silicio para cambiar el oxígeno existente en el material a base de óxido de silicio al óxido de litio. Según este método, la reacción irreversible inicial del material a base de óxido de silicio puede reducirse para mejorar la vida útil.
- 50 En el método de realizar la litiación previa sobre la capa de material activo de electrodo negativo, se troquela o corta un electrodo negativo para que tenga una longitud predeterminada o un área predeterminada, y se dispone una placa delgada que contiene litio frente al electrodo negativo, y luego, se aplica energía para dopar los iones de litio de la placa delgada que contiene metal en el electrodo negativo. El método de litiación previa tarda varios días, por ejemplo, diez días o más, en dopar de manera uniforme los iones de litio sobre el electrodo negativo.
- 55 Además, tal como se describió anteriormente, dado que el electrodo negativo de gran área se troquela o corta para formar la pluralidad de electrodos negativos, cada uno de los cuales tiene un área predeterminada inferior a la del electrodo negativo de gran área, y la pluralidad de electrodos negativos troquelados (o cortados) se sumergen individualmente en un baño para realizar la litiación previa, se tarda mucho tiempo en realizar la litiación previa sobre la pluralidad de electrodos y, por tanto, se deteriora la tasa de producción.
- 60 (Documento de patente 1) Publicación de patente coreana n.º 2006-0056969.
- 65

El documento JP H06 150 935 A describe la fabricación de un colector de electrodo negativo. Una lámina metálica de litio unida a una película de resina se corta en una dimensión fija mediante las cuchillas de un rodillo de estampación. La lámina metálica de litio cortada se fija a la porción sobresaliente de un dispositivo de transferencia sincronizando la alimentación de la película con el giro del dispositivo. Después de la transferencia de la lámina, el movimiento de la lámina se detiene momentáneamente hasta que la siguiente porción sobresaliente del dispositivo coincide con la punta de la siguiente lámina de litio cortada. En el punto de coincidencia, la lámina se fija a la porción sobresaliente del dispositivo, y esta operación continúa. La lámina transferida se transfiere de nuevo al orificio del adhesivo en el que los orificios están provistos de un patrón fijo sobre la superficie superior de un colector de electrodo negativo.

El documento JP 2003-297430 A describe un método de fabricación de una batería secundaria y un dispositivo para fabricar un electrodo de batería secundaria. El método de fabricación de una batería secundaria que aloja electrodos positivos y negativos y un electrolito en una carcasa comprende las etapas de: proporcionar una masa de litio entre rodillos para laminar la masa de litio para producir una lámina de litio; superponer la lámina de litio sobre el electrodo y presionar el electrodo y la película de litio para integrarlos; y cortar el electrodo continuo en cada longitud predeterminada. Además, se llevan a cabo al menos dos etapas entre las etapas de ensamblaje de electrodo, comprendiendo el ensamblaje de electrodo las etapas de: cortar el electrodo cruzando una cuchilla que tiene un plano a lo largo del contorno de la porción cortada sin la línea de corte con el electrodo continuo, realizándose la etapa de corte de electrodo de manera alterna con la etapa de corte; colocar el electrodo positivo y el electrodo negativo de manera alterna; disponer un separador que tiene una forma de hoja alargada continua a lo largo de cualquier lado de cualquier electrodo y el otro lado del otro electrodo; y superponer ambos electrodos mediante el separador.

25 Divulgación de la invención

Problema técnico

La presente invención proporciona un aparato de litiación previa que es capaz de reducir el tiempo de fabricación de una unidad de electrodo negativo, que incluye un procedimiento de litiación previa, y un método de producción de una unidad de electrodo negativo usando el mismo.

La presente invención proporciona un aparato de litiación previa que es capaz de mejorar la calidad de una unidad de electrodo negativo sometida a litiación previa, un método de producción de una unidad de electrodo negativo usando el mismo, y una unidad de electrodo negativo.

Solución técnica

La presente invención proporciona un aparato de litiación previa tal como se define en la reivindicación 1. El aparato de litiación previa somete a litiación previa una estructura de electrodo negativo que tiene una superficie sobre la que se dispone un electrodo negativo para producir una unidad de electrodo negativo de una batería secundaria de litio, en donde la litiación previa es una reacción o acción en la que un material activo de electrodo negativo que forma el electrodo negativo, que está elaborado de un material que comprende óxido de silicio (SiO), se reduce para formar óxido de litio, incluyendo el aparato de litiación previa: un primer rodillo que puede girar para enrollar o desenrollar la estructura de electrodo negativo alrededor o a partir del mismo antes de realizar la litiación previa; un segundo rodillo instalado para estar separado del primer rodillo y que puede girar para enrollar y recoger la estructura de electrodo negativo, sobre la que se realiza la litiación previa, alrededor del mismo; y un rodillo de litio que se extiende en una dirección en la que la estructura de electrodo negativo se transfiere desde el primer rodillo hasta el segundo rodillo y se dispone entre el primer rodillo y el segundo rodillo para entrar en contacto con al menos una de una superficie y una superficie posterior de la estructura de electrodo negativo mientras se transfiere desde el primer rodillo hasta el segundo rodillo, de modo que se proporcionan iones de litio al electrodo negativo, en donde el rodillo de litio incluye: una lámina de litio sobre la que se forma una película de litio para someter a litiación previa el electrodo negativo sobre una superficie circunferencial exterior del mismo, y un elemento elástico que tiene elasticidad en el interior de la lámina de litio.

El rodillo de litio incluye además un cuerpo de giro que puede girar a medida que se transfiere la estructura de electrodo negativo, el elemento elástico está instalado para rodear una superficie circunferencial exterior del cuerpo de giro, y la lámina de litio está instalada (dispuesta) para rodear una superficie circunferencial exterior del elemento elástico y proporciona iones de litio.

Además, la lámina de litio tiene una estructura en la que se forma la película de litio sobre una superficie de un soporte, y la lámina de litio se monta sobre el elemento elástico de modo que la película de litio se expone al exterior. El soporte se extiende a lo largo de la superficie circunferencial exterior del elemento elástico para rodear la superficie circunferencial exterior del elemento elástico, y una pluralidad de películas de litio se disponen de manera discontinua sobre una superficie del soporte para constituir un patrón. Cada una de la pluralidad de películas de litio tiene un área de superficie inferior a la de la unidad de electrodo negativo que va a producirse, y una pluralidad de

películas de litio discontinuas se disponen sobre un área individual correspondiente a la unidad de electrodo negativo sobre el soporte.

El elemento elástico puede incluir una almohadilla de silicona.

5 Cada una de la pluralidad de películas de litio discontinuas puede tener un área de superficie de $400 \mu\text{m}^2$ o menos.

10 La presente invención proporciona un método de producción de una unidad de electrodo negativo de una batería secundaria tal como se define en la reivindicación 4. El método incluye: un procedimiento de transferencia de estructura de electrodo negativo de transferir una estructura de electrodo negativo, en la que se forma un electrodo negativo, en una dirección de modo que se proporciona un electrolito sobre un colector formado para extenderse en una dirección, en donde la estructura de electrodo negativo tiene una configuración en la que el electrodo negativo que contiene el electrolito se forma sobre el colector, en donde el electrolito que incluye iones de litio (Li^+) se impregna o se proporciona en un material activo de electrodo negativo que forma el electrodo negativo; un procedimiento de litiación previa de electrodo negativo de permitir que al menos una superficie del electrodo negativo entre en contacto con una película de litio formada sobre una superficie circunferencial exterior de un rodillo de litio mientras se transfiere la estructura de electrodo negativo para someter a litiación previa el electrodo negativo de la estructura de electrodo negativo, en donde la litiación previa es una reacción o acción en la que el material activo de electrodo negativo que forma el electrodo negativo se reduce para formar óxido de litio; y un procedimiento de formación de unidades de electrodo negativo de cortar la estructura de electrodo negativo sobre la que se realiza la litiación previa del electrodo negativo para producir una pluralidad de unidades de electrodo negativo, en donde, en el procedimiento de litiación previa, un elemento elástico dispuesto en el interior del rodillo de litio se presiona en una dirección de un eje de giro del rodillo de litio según un grosor de una superficie del electrodo negativo que entra en contacto con la película de litio que rodea una superficie circunferencial exterior del elemento elástico para minimizar un hueco entre la al menos una superficie del electrodo negativo y la película de litio.

15

20

25

El electrodo negativo de la estructura de electrodo negativo está elaborado de un material que comprende óxido de silicio (SiO). En el procedimiento de litiación previa de electrodo negativo, se forma un área sometida a litiación previa que tiene un patrón de modo que se repiten de manera alterna áreas sometidas a litiación previa y áreas no sometidas a litiación previa sobre la una superficie del electrodo negativo. La formación del área sometida a litiación previa con patrón se realiza de modo que la estructura de electrodo negativo transferida en la una dirección entre en contacto con el rodillo de litio sobre el que se forman una pluralidad de películas de litio que tienen un patrón discontinuo sobre una superficie circunferencial exterior de la estructura de electrodo negativo para formar una pluralidad de áreas sometidas a litiación previa discontinuas. Cada una de la pluralidad de películas de litio tiene un área de superficie inferior a la de la unidad de electrodo negativo que va a producirse, y en la estructura de electrodo negativo se forma un patrón de las áreas sometidas a litiación previa de modo que las áreas sometidas a litiación previa y las áreas no sometidas a litiación previa se repiten de manera alterna varias veces dentro de un área individual correspondiente a la unidad de electrodo negativo que va a producirse.

40 Cada una de la pluralidad de regiones sometidas a litaciación puede tener un área de superficie de $400 \mu\text{m}^2$ o menos.

La presente invención proporciona una unidad de electrodo negativo de una batería secundaria tal como se define en la reivindicación 6, que se produce mediante el método anterior. La unidad de electrodo negativo incluye: un colector que tiene un área predeterminada; y un electrodo negativo recubierto con óxido de silicio sobre al menos una superficie del colector y que incluye un electrolito, en donde una superficie del electrodo negativo se somete a litaciación previa de manera discontinua de modo que las áreas sometidas a litaciación y las áreas no sometidas a litaciación previa del electrodo negativo se repiten de manera alterna varias veces.

45

50 En la forma repetida de manera alterna una pluralidad de veces de las áreas sometidas a litaciación y las áreas no sometidas a litaciación previa, cada una de las áreas sometidas a litaciación puede tener un área de superficie de $400 \mu\text{m}^2$ o menos.

Efectos ventajosos

55 El aparato de litaciación previa según la realización de la presente invención puede usarse para reducir el tiempo de procedimiento para la litaciación previa del electrodo negativo en comparación con la técnica relacionada y, por tanto, para mejorar la tasa de producción.

60 Además, el rodillo de litio incluye el elemento elástico para realizar de manera uniforme la litaciación previa sin el hueco.

Además, la estructura de electrodo negativo puede someterse a litaciación previa de la manera con patrón para reducir la cantidad de litio consumido en el rodillo de litio reduciendo la litaciación previa del área excepto para el área usada como unidad de electrodo negativo de la batería.

65

66 Además, la estructura de electrodo negativo puede someterse a litaciación previa de la manera con patrón para

realizar la litiación previa discontinua, evitando así la expansión de volumen del electrodo debido a la litiación previa excesiva en la posición específica según el grosor del electrodo durante la litaciación previa.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La figura 1 es una vista conceptual esquemática de una batería secundaria según un ejemplo ilustrativo, que no forma parte de la invención reivindicada, que incluye un electrodo negativo que se somete a litaciación previa a través de un método según el ejemplo ilustrativo.
- 10 La figura 2 es una vista conceptual esquemática de una batería secundaria que incluye un electrodo negativo que se somete a litaciación previa a través de un método según una realización de la presente invención.
- La figura 3 es una vista conceptual de un aparato de litaciación previa que incluye un rodillo de litio según el ejemplo ilustrativo.
- 15 La figura 4 es una vista sólida esquemática del rodillo de litio según el ejemplo ilustrativo.
- La figura 5 es una vista de una estructura de electrodo negativo que se somete a litaciación previa a través del rodillo de litio según el ejemplo ilustrativo.
- 20 La figura 6A es una vista esquemática que ilustra un rodillo de litio que no incluye ningún elemento elástico y un estado durante la litaciación previa usando el mismo.
- La figura 6B es una vista esquemática que ilustra un rodillo de litio que incluye el elemento elástico y un estado durante la litaciación previa usando el mismo.
- 25 La figura 7 es una vista de una estructura de electrodo negativo que se somete a litaciación previa a través de un aparato de litaciación previa según un ejemplo modificado del ejemplo ilustrativo.
- 30 La figura 8 es una vista conceptual del aparato de litaciación previa según el ejemplo modificado del ejemplo ilustrativo.
- La figura 9 es una vista conceptual de un aparato de litaciación previa que incluye un rodillo de litio según una realización de la presente invención.
- 35 La figura 10 es una vista sólida esquemática del rodillo de litio según la realización de la presente invención.
- La figura 11 es una vista de una estructura de electrodo negativo que se somete a litaciación previa a través del rodillo de litio, que no forma parte de la invención reivindicada.
- 40 La figura 12 es una vista desde arriba conceptual que ilustra un estado antes de que una lámina de litio se instale sobre un elemento eléctrico según la realización de la presente invención.
- La figura 13 es una vista conceptual de un aparato de litaciación previa que incluye un rodillo de litio según un ejemplo modificado de la realización.
- 45 La figura 14 es una vista sólida esquemática del rodillo de litio según el ejemplo modificado de la realización.
- La figura 15 es una vista de una estructura de electrodo negativo que se somete a litaciación previa a través del rodillo de litio según el ejemplo modificado de la realización.
- 50 La figura 16 es una vista desde arriba conceptual que ilustra un estado antes de que una lámina de litio se instale sobre un elemento eléctrico según el ejemplo modificado de la realización.
- Modo para llevar a cabo la invención**
- 55 A continuación en el presente documento, se describirán con detalle un ejemplo ilustrativo, que no forma parte de la invención reivindicada, y una realización de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, la presente invención puede realizarse de diferentes formas y no debe interpretarse como limitada a la realización expuesta en el presente documento. Más bien, el ejemplo ilustrativo y la realización se proporcionan de modo que la presente invención sea exhaustiva y completa, y transmita totalmente el alcance de la presente invención a los expertos en la técnica. En las figuras, números de referencia similares se refieren a elementos similares en todas ellas.
- 60 La presente invención se refiere a un aparato de litaciación previa que es capaz de reducir una disminución en la capacidad de la batería o mejorar la capacidad, a un método de producción de una unidad de electrodo negativo usando el mismo, y a una unidad de electrodo negativo. Además, la presente invención se refiere a un aparato de
- 65

litiación previa que es capaz de someter a litiación previa un electrodo negativo para mejorar la capacidad y aumentar así el tiempo de producción del electrodo negativo y mejorar el rendimiento de producción, a un método de producción de una unidad de electrodo negativo usando el mismo, y a una unidad de electrodo negativo.

- 5 La figura 1 es una vista conceptual esquemática de una batería secundaria que incluye un electrodo negativo que se somete a litiación previa a través de un método según el ejemplo ilustrativo. La figura 2 es una vista conceptual esquemática de una batería secundaria que incluye un electrodo negativo que se somete a litiación previa a través de un método según la realización de la presente invención. Más particularmente, la figura 2 es una vista conceptual esquemática de una batería secundaria que incluye un electrodo negativo que se somete a litiación previa a través de un método según un ejemplo modificado de la realización.
- 10

En primer lugar, haciendo referencia a las figuras 1 y 2, se describirá una batería secundaria que incluye un electrodo negativo sometido a litiación previa. A continuación en el presente documento, según la invención reivindicada, se describirá una batería secundaria de litio como un ejemplo de una batería secundaria que va a describirse en la realización.

15

Una batería secundaria, es decir, una batería secundaria de litio incluye colectores 210 y 110 primero y segundo, enfrentados entre sí y separados uno del otro, un electrodo 220 positivo y un electrodo 120 negativo, que están enfrentados entre sí y que están separados uno del otro entre el primer colector 210 y el segundo colector 110, y un separador 300 dispuesto entre el electrodo 220 positivo y el electrodo 120 negativo.

20

El primer colector 210 tiene un área y grosor predeterminados y está elaborado de una placa delgada de metal, por ejemplo, una placa delgada de Al, que tiene conductividad sin provocar ningún cambio químico en la batería correspondiente. El primer colector 210 puede formarse depositando una película delgada de Al sobre una superficie de un soporte conductor a través de un método tal como pulverización catódica o formarse a través de electrodeposición o deposición no electrolítica. El primer colector 210 puede estar formado por diversos materiales además de la placa delgada de Al, por ejemplo, al menos uno de Ni, C, Cu, STS (acero inoxidable), Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Zn, Mo, W, Ag, y Au. Además, el primer colector 210 según una realización puede tener un grosor de 3 µm a 500 µm, pero no se limita a ello. Por ejemplo, como primer colector 210 puede usarse una placa delgada de diversos grosores según la especificación de la batería secundaria que va a fabricarse. Además, el primer colector 210 tiene una superficie irregular para mejorar la fuerza de unión con una capa de material activo de electrodo positivo y puede fabricarse en diversas formas, tales como una película, una hoja, una lámina, un cuerpo poroso de red, un cuerpo de espuma, y un material textil no tejido.

25

30 El electrodo 200 positivo puede aplicarse a o formarse sobre una superficie del primer colector 210 orientada hacia el separador 300, puede ser una capa que incluye un material activo de electrodo positivo que es capaz de intercalar o desintercalar iones de litio de manera reversible, y puede denominarse capa de material activo de electrodo positivo. El material activo positivo usado como electrodo 220 positivo puede estar formado por al menos uno de LiCoO₂, LiNiO₂, LiNiCoO₂, LiMn₂O₄, LiFeO₂, V₂O₅, V₆O₁₃, TiS, y MoS. El electrodo 220 positivo formado como capa de material activo de electrodo positivo puede formarse aplicando el material activo de electrodo positivo sobre una superficie del primer colector 210 orientada hacia el separador 300, por ejemplo, puede tener un grosor de 50 µm a 100 µm. El grosor del electrodo 220 positivo no está limitado al intervalo de 50 µm a 100 µm y, por tanto, puede tener diversos grosores según las especificaciones de la batería secundaria que va a fabricarse.

35

40 El separador 300 se dispone entre el electrodo 220 positivo y el electrodo 120 negativo. En la batería secundaria, se evita que el electrodo positivo y el electrodo 120 negativo entren físicamente en contacto entre sí para evitar que se produzca una descarga repentina debido a un cortocircuito eléctrico o evitar que la batería secundaria se incendie o explote debido al calor generado por el cortocircuito eléctrico. Es preferible que como separador 300 se use una película delgada aislante que tenga una alta permeabilidad iónica y resistencia mecánica. Por ejemplo, como separador puede usarse una hoja o material textil no tejido formado por un polímero a base de olefina, tal como polipropileno, una fibra de vidrio, o polietileno, que tiene resistencia química e hidrofobia. Además, el separador 300 puede tener generalmente un grosor de 5 µm a 300 µm.

45

50 Puede proporcionarse o impregnarse un electrolito en al menos una de las porciones interiores o exteriores del separador 300. Como electrolito puede usarse un electrolito sólido inorgánico, un electrolito sólido orgánico, un disolvente orgánico no acuoso, o similares. Cuando se usa un electrolito sólido tal como un polímero como electrolito, el electrolito sólido puede funcionar también como separador.

55

60 Por ejemplo, el electrolito sólido inorgánico puede incluir un nitruro a base de Li tal como Li₃N, LiI, Li₅NI₂, Li₃N-LiI-LiOH, LiSiO₄, LiSiO₄-LiI-LiOH, Li₂SiS₃, Li₄SiO₄, Li₄SiO₄-LiI-LiOH, y Li₃PO₄-Li₂S-SiS₂, un haluro, o un sulfato.

65 Por ejemplo, el electrolito sólido orgánico puede incluir un copolímero que incluye un derivado de polietileno, un derivado de polí(óxido de etileno), un derivado de polí(óxido de propileno), un polímero de éster de ácido fosfórico, lisina de poliagitación, poli(sulfuro de éster), poli(alcohol vinílico), poli(fluoruro de vinilideno), o un dispersante iónico.

- Por ejemplo, el disolvente orgánico no acuoso puede incluir un disolvente orgánico aprótico tal como N-metil-2-pirrolidona, carbonato de propileno, carbonato de etíleno, carbonato de butíleno, carbonato de dimetilo, carbonato de dietilo, gamma-butirolactona, 1,2-dimetoxietano, tetrahidroxi-franc, 2-metil-tetrahidrofurano, dimetilsulfóxido, 1,3-dioxolano, formamida, dimetilformamida, dioxolano, acetonitrilo, nitrometano, formiato de metilo, acetato de metilo, triéster de ácido fosfórico, trimetoximetano, derivados de dioxolano, sulfolano, metilsulfolano, 1,3-dimetil-2-imidazolidinona, un derivado de carbonato de propileno, un derivado de tetrahidrofurano, éter, propionato de metilo, y propionato de etilo.
- El segundo colector 110 puede tener un área y tamaño predeterminados, es decir, tener un grosor predeterminado para proporcionar una propiedad flexible y estar elaborado de una placa delgada de metal o una placa delgada de Cu, que tiene conductividad sin provocar ningún cambio químico en la batería correspondiente. El segundo colector 110 puede formarse depositando una película delgada de Cu sobre una superficie de un soporte conductor a través de un método tal como pulverización catódica o formarse a través de electrodeposición o deposición no electrolítica. El segundo colector 110 puede estar formado por diversos materiales además de la placa delgada de Al, por ejemplo, al menos uno de STS (acero inoxidable), Al, Ni, Ti, C, Cr, Mn, Fe, Co, Zn, Mo, W, Ag, y Au. Además, el segundo colector 110 según una realización puede tener un grosor de 3 µm a 500 µm, pero no se limita a ello. Por ejemplo, como primer colector puede usarse una placa delgada que tiene diversos grosores según la especificación de la batería secundaria que va a fabricarse.
- Tal como se describió anteriormente, el segundo colector 110 puede tener un grosor predeterminado para proporcionar una propiedad flexible, por ejemplo, la placa delgada de metal puede tener forma de película, hoja, o lámina. Además, el segundo colector 110 puede tener flexibilidad y puede aplicarse en diversas formas, tales como un cuerpo poroso de red, un cuerpo de espuma, y un material textil no tejido.
- El electrodo 120 negativo puede aplicarse a o formarse sobre una superficie del segundo colector 110 orientada hacia el separador 300 y puede ser una capa que incluye un material activo de electrodo negativo que es capaz de intercalar o desintercalar iones de litio de manera reversible mientras se mantienen las propiedades estructurales y eléctricas. Aunque en la técnica relacionada se usa un material a base de carbono, según la presente invención, a la capa de material activo de electrodo negativo, es decir, al electrodo 120 negativo, se le aplica un material de óxido de silicio (SiO) que tiene una capacidad efectiva diez veces mayor o más que la del material a base de carbono para mejorar la capacidad de la batería. El electrodo 120 negativo se forma aplicando el material activo de electrodo negativo sobre una superficie del segundo colector 110 orientada hacia el separador 300, por ejemplo, puede tener un grosor de 50 µm a 100 µm. El grosor del electrodo negativo no está limitado al intervalo de 50 µm a 100 µm y, por tanto, puede tener diversos grosores según las especificaciones de la batería secundaria que va a fabricarse.
- Además, se impregna o se proporciona un electrolito que incluye iones de litio (Li⁺) en el electrodo 120 negativo, es decir, la capa de material activo de electrodo negativo. Para ello, en una realización, el segundo colector 110 que incluye el electrodo 120 negativo puede sumergirse o introducirse en un baño que contiene sales de electrolito que incluyen iones de litio (Li⁺). En este caso, las sales de electrolito pueden incluir al menos uno de LiPF₆, LiBF₄, LiSbF₆, LiAsF₅, LiClO₄, LiN, LiN(SO₂CF₃)₂, LiN(SO₂C₂F₅)₂, LiC(SO₂CF₃)₂, LiPF₄(CF₃)₂, LiPF₃(C₂F₅)₃, LiPF₃(CF₃)₃.
- Tal como se describió anteriormente, una estructura laminada del segundo colector 110 y el electrodo 120 negativo pueden tener un grosor de varios µm a varios cientos de µm y tener una propiedad flexible.
- El electrodo 120 negativo según la presente invención se forma aplicando la capa de material activo de electrodo negativo elaborada del material de óxido de silicio (SiO). Después de que el electrodo 120 negativo contenga el electrolito, el electrodo 120 negativo se somete a litiación previa a través de un método descrito a continuación según una realización. En este caso, la litiación previa significa una reacción o acción en la que el material activo de electrodo negativo que forma el electrodo 120 negativo, es decir, óxido de silicio (SiO), se reduce para formar óxido de litio. En este caso, la tensión de una unidad que proporciona iones de litio desde el exterior es de 0 V, y el propio electrodo 120 negativo tiene una tensión predeterminada, por ejemplo, de 3 V. Por tanto, los iones de litio proporcionados desde el exterior por una diferencia de potencial de los mismos se inyectan a través del electrolito del electrodo 120 negativo, y el óxido de silicio (SiO) que es el material activo de electrodo negativo reacciona con los iones de litio para realizar la reacción de reducción, formando así el óxido de litio.
- Dado que el electrodo 120 negativo o la capa de material activo de electrodo negativo se somete a litiación previa para realizar previamente una reacción de formación de película que se produce durante la carga inicial, puede fabricarse una batería secundaria de alta capacidad sin reducir la capacidad, y puede compensarse el consumo de los iones de litio, que se produce a medida que aumenta el número de ciclos, para mejorar la vida útil.
- Generalmente, la litiación previa del electrodo 120 negativo puede realizarse sobre toda la superficie del electrodo negativo tal como se describe en el ejemplo ilustrativo de la figura 1. Sin embargo, según la invención reivindicada, tal como se describe en el ejemplo ilustrativo de la figura 2 y la figura 11 que se describirá a continuación, el electrodo 120 negativo se divide en una pluralidad de áreas, y entonces una porción de la pluralidad de áreas se somete a litiación previa, y la porción restante de la pluralidad de áreas no se somete a litiación previa (a continuación en el presente documento, denominada no litiación previa), de modo que la pluralidad de áreas

sometidas a litiación previa están separadas unas de otras. Dicho de otro modo, el electrodo 120 negativo incluye la pluralidad de áreas sometidas a litaciación previa y las áreas no sometidas a litaciación previa restantes, en donde la pluralidad de áreas sometidas a litaciación previa están separadas unas de otras con las áreas no sometidas a litaciación previa entre las mismas, de modo que la pluralidad de áreas sometidas a litaciación previa forman un patrón predeterminado. El método de litaciación previa puede denominarse litaciación previa que tiene una forma con patrón o un patrón de litaciación previa.

Además, en general, a diferencia de la invención reivindicada, en la litaciación previa que tiene la forma con patrón o el patrón de litaciación previa tal como se describió anteriormente, cada una de la pluralidad de áreas sometidas a litaciación previa puede tener un área de superficie igual o correspondiente a la de una unidad 100 de electrodo negativo que va a usarse en la batería secundaria que va a fabricarse (véase la figura 11). Sin embargo, según la invención reivindicada, cada una de la pluralidad de áreas sometidas a litaciación previa tiene un área de superficie significativamente inferior a la de la unidad 100 de electrodo negativo que va a fabricarse (véanse las figuras 2 a 15).

En la formación del electrodo 120 negativo aplicando el material activo de electrodo negativo al segundo colector 110, puede producirse una diferencia en el grosor de las áreas. Además, cuando la litaciación previa se realiza sobre toda la superficie o un gran área del electrodo 120 negativo, la carga de corriente puede concentrarse en una porción relativamente gruesa y, por tanto, la litaciación previa puede producirse de manera activa o intensiva para provocar una expansión de volumen debido a la formación de una gran cantidad de óxido de litio en la posición descrita anteriormente. Por tanto, una diferencia en el grosor del área sobre la que se produce de manera activa o intensiva la litaciación previa y del área sobre la que no se produce de manera activa o intensiva la litaciación previa es relativamente grande. Pueden producirse fallos de contacto entre el electrodo 120 negativo y el separador 300 debido a la desviación de grosor cuando se laminan el electrodo 120 negativo y el segundo colector 110 o el electrodo 120 negativo y el separador 300 y, por tanto, esto puede influir negativamente en el rendimiento de la batería secundaria.

Por tanto, en una realización de la presente invención, cuando el electrodo 120 negativo se somete a litaciación previa, el electrodo 120 negativo puede someterse a litaciación previa de modo que la pluralidad de áreas sometidas a litaciación previa se forman para ser discontinuas, evitando o suprimiendo así el fenómeno en el que la litaciación previa se produce de manera relativamente considerable o intensiva en una porción o un área específica del electrodo 120 negativo. Por tanto, puede reducirse la desviación de grosor para cada posición o área del electrodo negativo sometido a litaciación previa. En una realización, cuando el electrodo negativo se somete a litaciación previa de modo que la pluralidad de áreas sometidas a litaciación previa son discontinuas, cada una de la pluralidad de áreas sometidas a litaciación previa puede tener un área de superficie de $400 \mu\text{m}^2$ o menos para reducir más eficientemente la desviación de grosor.

En una realización de la presente invención, el electrodo 120 negativo de gran área puede someterse a litaciación previa en un método de rodillo a rodillo que se describirá más adelante para reducir el tiempo de litaciación previa del electrodo 120 negativo, mejorando así las tasas de producción del electrodo 120 negativo y de la batería secundaria que incluye el electrodo 120 negativo.

A continuación en el presente documento, se describirán un aparato y un método de litaciación previa según el ejemplo ilustrativo y la realización. En este caso, una estructura en la que se forma un electrodo 120 negativo sobre un segundo colector 110 usando un material activo de electrodo negativo se denomina "estructura (10) de electrodo negativo".

La figura 3 es una vista conceptual de un aparato de litaciación previa que incluye un rodillo de litio según el ejemplo ilustrativo. La figura 4 es una vista sólida esquemática del rodillo de litio según el ejemplo ilustrativo. La figura 5 es una vista de una estructura de electrodo negativo que se somete a litaciación previa a través del rodillo de litio según el ejemplo ilustrativo. La figura 6A es una vista esquemática que ilustra un rodillo de litio que no incluye ningún elemento elástico y un estado durante la litaciación previa usando el mismo, y la figura 6B es una vista esquemática que ilustra un rodillo de litio que incluye el elemento elástico y un estado durante la litaciación previa usando el mismo.

La figura 7 es una vista de una estructura de electrodo negativo que se somete a litaciación previa a través de un aparato de litaciación previa según un ejemplo modificado del ejemplo ilustrativo. La figura 8 es una vista conceptual del aparato de litaciación previa según el ejemplo modificado del ejemplo ilustrativo.

La figura 9 es una vista conceptual de un aparato de litaciación previa que incluye un rodillo de litio según una realización de la presente invención. La figura 10 es una vista sólida esquemática del rodillo de litio según la realización de la presente invención. La figura 11 es una vista de una estructura de electrodo negativo que se somete a litaciación previa a través del rodillo de litio, que no forma parte de la invención reivindicada. La figura 12 es una vista desde arriba conceptual que ilustra un estado antes de que una lámina de litio se instale en un elemento eléctrico según la realización de la presente invención.

La figura 13 es una vista conceptual de un aparato de litaciación previa que incluye un rodillo de litio según un ejemplo modificado de la realización. La figura 14 es una vista sólida esquemática del rodillo de litio según el ejemplo

modificado de la realización. La figura 15 es una vista de una estructura de electrodo negativo que se somete a litiación previa a través del rodillo de litio según el ejemplo modificado de la realización. La figura 16 es una vista desde arriba conceptual que ilustra un estado antes de que una lámina de litio se instale en un elemento eléctrico según el ejemplo modificado de la realización.

- 5 Haciendo referencia a la figura 3, un aparato de litiación previa según el ejemplo ilustrativo incluye un primer rodillo 1000a alrededor del cual se enrolla una estructura 10 de electrodo negativo antes de la litiación previa, un segundo rodillo 1000b dispuesto para estar separado del primer rodillo 1000a para recoger la estructura 10 de electrodo negativo sobre la que se realiza la litiación previa, y un rodillo (a continuación en el presente documento, denominado rodillo 2000 de litio) dispuesto entre el primer rodillo 1000a y el segundo rodillo 1000b e instalado para entrar en contacto con una superficie de un electrodo 1 negativo cuando la estructura 10 de electrodo negativo desenrollada a partir del primer rodillo 1000a se transfiere al segundo rodillo 1000b de modo que se proporcionan iones de litio al electrodo 120 negativo, y un rodillo 3000 de soporte dispuesto para orientarse hacia el rodillo 2000 de litio en una dirección orientada hacia una superficie posterior de la estructura 10 de electrodo negativo. Además, aunque no se muestra, el aparato de litiación previa puede incluir una unidad de accionamiento que hace girar los rodillos 1000a y 1000b primero y segundo.

20 La estructura 10 de electrodo negativo tiene una configuración en la que un electrodo 120 negativo que contiene un electrolito se forma sobre un segundo colector 110 de gran área. La estructura 10 de electrodo negativo se aprieta o tensa mediante el primer rodillo 1000a y el segundo rodillo 1000b para la litiación previa. Un área antes de realizar la litiación previa se enrolla alrededor del primer rodillo 1000a, y un área sobre la que se realiza la litiación previa se enrolla alrededor del segundo rodillo 1000b.

25 El primer rodillo 1000a puede estar dispuesto sobre un lado del rodillo 2000 de litio y puede ser un rodillo para esperar la estructura 10 de electrodo negativo antes de realizar la litiación previa. Es decir, la estructura 10 de electrodo negativo que tiene una longitud predeterminada puede enrollarse alrededor del primer rodillo 1000a, y el primer rodillo 1000a puede girar para desenrollar la estructura 10 de electrodo negativo.

30 El segundo rodillo 1000b puede estar dispuesto sobre otro lado del rodillo 2000 de litio y puede ser un rodillo para recoger la estructura 10 de electrodo negativo sobre la que se realiza la litiación previa. Es decir, la estructura 10 de electrodo negativo a través del rodillo 2000 de litio puede enrollarse alrededor del segundo rodillo 1000b a través del giro del segundo rodillo 1000b.

35 El rodillo 2000 de litio está instalado y configurado para entrar en contacto con una superficie de la estructura 10 de electrodo negativo durante la litiación previa mientras se orienta hacia la una superficie de la estructura 10 de electrodo negativo entre el primer rodillo 1000a y el segundo rodillo 1000b, es decir, una trayectoria móvil de la estructura 10 de electrodo negativo. Además, cuando la estructura 10 de electrodo negativo se transfiere desde el primer rodillo 1000a hasta el segundo rodillo 1000b, dado que el rodillo 200 de litio entra en contacto con las superficies circunferenciales exteriores de los rodillos 1000a y 1000b primero y segundo, el rodillo 2000 de litio puede moverse conjuntamente o sincronizarse con la estructura 10 de electrodo negativo para girar.

40 Tal como se ilustra en las figuras 3 y 4, el rodillo 2000 de litio incluye un cuerpo de giro que se extiende en una dirección que cruza o es perpendicular a una dirección de movimiento de la estructura 10 de electrodo negativo, un elemento 2200 elástico instalado para rodear una superficie circunferencial exterior del cuerpo 210 de giro, y una lámina 2000 de litio instalada para rodear una superficie circunferencial exterior del elemento 2200 elástico y proporcionar iones de litio.

45 El cuerpo 2100 de giro tiene un diámetro predeterminado y una sección transversal que tiene una forma que puede girar fácilmente, es decir, una forma circular.

50 El elemento 2200 elástico tiene una fuerza elástica para poder deformarse y restablecerse según la aplicación y liberación de fuerza desde el exterior. El elemento 2200 elástico se extiende en una dirección correspondiente al cuerpo 2100 de giro para rodear la superficie circunferencial exterior del cuerpo 2100 de giro. Dicho de otro modo, el elemento 2200 elástico se fabrica en una forma hueca, y el cuerpo 2100 de giro se inserta en una abertura del elemento 2200 elástico. El elemento 2200 elástico según una realización se proporciona como una almohadilla de silicona, pero no se limita a ello. Por ejemplo, el elemento 2200 elástico está elaborado de un material que puede instalarse para rodear la superficie circunferencial exterior del cuerpo de giro mientras tiene la elasticidad, por ejemplo, caucho, y tiene diversas formas.

60 El elemento 2200 elástico puede realizar la litiación previa sobre toda el área de la una superficie del electrodo 120 negativo sin ningún hueco o espacio.

65 Es decir, cuando se forma una capa de material activo de electrodo negativo sobre un segundo colector 110, es difícil formar una capa de material activo de electrodo negativo que tenga el mismo grosor completo en toda el área. Por tanto, puede producirse una diferencia de grosor de la capa de material activo de electrodo negativo o del electrodo 120 negativo según su área o posición. Dicho de otro modo, el electrodo 120 negativo puede formarse

sobresaliendo relativamente con respecto a un área o una posición del mismo.

Sin embargo, por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 6, cuando el rodillo 2000 de litio no incluye el elemento 2200 elástico, cuando la estructura 10 de electrodo negativo se mueve a un lado inferior del rodillo 2000 de litio, sólo una porción de un área de electrodo negativo dispuesta para corresponder al lado inferior del rodillo 2000 de litio puede entrar en contacto con la lámina 2300 de litio, y la porción restante puede no entrar en contacto con la lámina 2300 de litio. Por tanto, puede producirse un área sobre la que no se realiza la litiaciόn previa. Cuando el procedimiento de litiaciόn previa se realiza de manera continua tal como se describió anteriormente, la litiaciόn previa no se realiza de manera uniforme sobre el electrodo 120 negativo de gran área.

Sin embargo, tal como se ilustra en la figura 6B, en el caso en el que el rodillo de litio incluye el elemento 2200 elástico, cuando la estructura 10 de electrodo negativo se mueve al lado inferior del rodillo 2000 de litio, la lámina 2300 de litio correspondiente a un área relativamente gruesa del área del electrodo 120 negativo, que corresponde al lado inferior del rodillo 2000 de litio, y el elemento 2200 elástico se comprimen para tener un rebaje hacia el interior. Por tanto, toda el área del electrodo 120 negativo correspondiente al lado inferior del rodillo 2000 de litio puede entrar en contacto con la lámina 2300 de litio y, por tanto, la litiaciόn previa puede realizarse de manera uniforme sobre el electrodo 120 negativo de gran área.

La lámina 2300 de litio se extiende en una dirección correspondiente al cuerpo 2100 de giro o al elemento 2200 elástico para rodear la superficie circunferencial exterior del elemento 2200 elástico. La lámina 2300 de litio puede formarse depositando, aplicando, o recubriendo con una película de litio una superficie de un soporte 2310 que tiene una forma de película o placa delgada flexible. En este caso, la lámina 2300 de litio está montada sobre el elemento 2200 elástico de modo que la película 2320 de litio está expuesta al exterior.

La lámina 2300 de litio según el ejemplo ilustrativo tiene una estructura en la que la película 2320 de litio se forma sobre toda la superficie del soporte 2310. Cuando la lámina 2300 de litio se instala para rodear toda la superficie circunferencial exterior del elemento 2200 elástico, toda la superficie circunferencial exterior del elemento 2200 elástico puede estar rodeada por la película 2320 de litio. Además, cuando el electrodo 120 negativo se somete a litiaciόn previa usando el rodillo 2000 de litio sobre el que se forma la lámina 2300 de litio, toda la una superficie del electrodo 120 negativo se somete a litaciόn previa tal como se ilustra en la figura 5.

Tal como se ilustra en la figura 5, en la litaciόn previa sobre el electrodo 120 negativo de la estructura 10 de electrodo negativo, el electrodo 120 negativo se forma sólo sobre una superficie de la una superficie y una superficie posterior del segundo colector 110 y, por tanto, la una superficie del electrodo 120 negativo se somete a litaciόn previa.

Sin embargo, esto no se limita a ello. Tal como se describe en un ejemplo modificado de la estructura 10 de electrodo negativo según el ejemplo ilustrativo de la figura 7, el electrodo 120 negativo puede formarse sobre la una superficie y la superficie posterior del segundo colector 110 que constituye la estructura 10 de electrodo negativo, y la totalidad de los dos electrodos 120 negativos pueden someterse a litaciόn previa.

Para ello, tal como se describe en el ejemplo modificado de la figura 8, el rodillo 300 de soporte puede cambiarse al rodillo de litio en el aparato de litaciόn previa según el ejemplo ilustrativo.

Además, según el ejemplo ilustrativo mencionado anteriormente, en el electrodo 120 negativo de la estructura 10 de electrodo negativo que se extiende en una dirección, la litaciόn previa se realiza de manera continua desde un punto de partida hasta un punto final de la litaciόn previa (véase la figura 5). Además, para ello, tal como se ilustra en las figuras 3 y 4, el rodillo de litio sobre el que se forma la película 2320 de litio se usa sobre toda la una superficie del soporte 2310.

Sin embargo, según la invención reivindicada, la litaciόn previa no se realiza de manera continua desde el punto de partida hasta el punto final de la litaciόn previa del electrodo 120 negativo, sino que se realiza de manera discontinua.

Tal como se muestra en la figura 11, en la litaciόn previa del electrodo 120 negativo de la estructura 10 de electrodo negativo, la litaciόn previa puede realizarse de manera discontinua. Dicho de otro modo, el electrodo 120 negativo de gran área sobre el que finaliza el procedimiento de litaciόn previa puede incluir una pluralidad de áreas sometidas a litaciόn previa, y las áreas sometidas a litaciόn previa pueden estar dispuestas para estar separadas unas de otras con un área no sometida a litaciόn previa entre las mismas. Dicho de otro modo, la estructura 10 de electrodo negativo de gran área en la que finaliza el procedimiento de litaciόn previa puede tener un patrón para tener la pluralidad de áreas sometidas a litaciόn previa separadas unas de otras.

En este caso, en general, a diferencia de la invención reivindicada, cada una de la pluralidad de áreas sometidas a litaciόn previa puede tener un área de superficie igual o correspondiente a la unidad 100 de electrodo negativo que va a usarse en la batería secundaria que va a fabricarse. Después de eso, si finaliza la limitaciόn previa que tiene la estructura con patrón, cuando la estructura de electrodo negativo se corta a lo largo de las áreas sometidas a

litiación previa (véase C en la figura 11), la unidad 100 de electrodo negativo según el ejemplo ilustrativo se proporciona en pluralidad tal como se ilustra en la figura 1.

Tal como se describió anteriormente, para realizar la litación previa a través del método para que la estructura 10 de electrodo negativo tenga un patrón tal como se muestra en la figura 11, se prepara una lámina 2300 de litio que tiene un patrón tal como se describe en la realización de las figuras 9, 10, y 12. Es decir, en el rodillo 2000 de litio, la película 2320 de litio no se forma sobre toda la una superficie del soporte 2310, sino que la película 2320 de litio que tiene un área de superficie similar o igual a la de la unidad 100 de electrodo negativo que va a producirse se forma en pluralidad sobre el soporte 2310 de modo que la pluralidad de películas 2320 de litio están separadas unas de otras en una dirección.

En este caso, según la invención reivindicada, cada una de la pluralidad de películas 2320 de litio tiene un área de superficie inferior a la de la unidad 100 de electrodo negativo que va a producirse. Esto se debe a que los iones de litio difunden cuando se inyectan los iones de litio debido a una diferencia de potencial entre la una superficie del electrodo 120 negativo y la película 2320 de litio del rodillo 2000 de litio, que entran en contacto entre sí.

Según el rodillo 2000 de litio tal como se describió anteriormente, mientras la estructura de electrodo negativo pasa entre el rodillo 2000 de litio y el rodillo 3000 de soporte, el contacto entre una superficie del electrodo 120 negativo y un área predeterminada de la película 2320 de litio y el no contacto entre una superficie del electrodo 120 negativo y un área predeterminada de la película 2320 de litio se repiten de manera alterna varias veces. Por tanto, tal como se ilustra en la figura 11, a medida que la litación previa se realiza de manera discontinua sobre el electrodo 120 negativo de gran área, el electrodo 120 negativo puede someterse a litación previa en la forma con patrón. Cuando finaliza la litación previa de la estructura 10 de electrodo negativo, se realiza el corte con respecto al área sometida a litación previa (véase C en la figura 11) y, por tanto, la unidad 100 de electrodo negativo se proporciona en pluralidad tal como se describe en el ejemplo ilustrativo.

Cuando la estructura 10 de electrodo negativo se somete a litación previa, la litación previa se realiza en la estructura con patrón de modo que la litación previa se realiza en un área usada como unidad 100 de electrodo negativo de la batería secundaria. Por tanto, cuando la batería secundaria se fabrica realmente, dado que un área que no actúa como electrodo 120 negativo no se somete a litación previa, puede reducirse el consumo de un material de litio para formar la película 230 de litio sobre la lámina 2300 de litio.

En la descripción anterior, la litación previa se realiza a través del método de formación de patrón de modo que la pluralidad de áreas sometidas a litación previa estén separadas unas de otras, y se hace que las áreas sometidas a litación previa tengan un patrón para tener el área correspondiente a o tener la misma área de superficie que la unidad de electrodo negativo que va a producirse.

Sin embargo, según la presente invención, la litación previa se realiza en la forma con patrón, es decir, se hace que el electrodo 120 negativo de la unidad 100 de electrodo negativo tenga un patrón para dividirse en la pluralidad de áreas sometidas a litación previa. Es decir, el electrodo 120 negativo tiene la pluralidad de áreas sometidas a litación previa y la pluralidad de áreas no sometidas a litación previa, y al igual que la estructura 10 de electrodo negativo según el ejemplo modificado de la realización de la figura 5, cada una de la pluralidad de áreas sometidas a litación previa tiene un área de superficie que es significativamente inferior a la de la unidad 100 de electrodo negativo que va a producirse, por ejemplo, tienen un área de superficie de $400 \mu\text{m}^2$ o menos.

Por tanto, tal como se ilustra en la figura 15, cuando la estructura 10 de electrodo negativo sobre la que finaliza la litación previa se corta para tener la misma área que la unidad de electrodo negativo que va a producirse (véase C en la figura 15), el electrodo 120 negativo de cada una de la pluralidad de unidades 100 de electrodo negativo se forma para tener la pluralidad de áreas sometidas a litación previa, cada una de las cuales puede tener una superficie de $400 \mu\text{m}^2$ o menos.

Tal como se describió anteriormente, la litación previa de la estructura 10 de electrodo negativo se realiza para formar el patrón, la carga de corriente puede concentrarse en una porción o un área específica del electrodo 120 negativo debido a una diferencia de grosor relativa del electrodo 120 negativo durante el contacto entre el rodillo 2000 de litio y el electrodo 120 negativo para evitar o reducir un fenómeno en el que la litación previa se produce de manera relativamente considerable o concentrada y, por tanto, pueden evitarse una desviación de grosor y el deterioro del rendimiento debido a la expansión de volumen del área parcial.

Tal como se ilustra en la figura 15, para realizar la litación previa a través del método para formar un patrón en la estructura 14 de electrodo negativo tal como se describe en la realización de la figura 15, se prepara la lámina 2300 de litio que tiene un patrón tal como se ilustra en las figuras 13, 14, y 16. Es decir, la pluralidad de películas 2320 de litio se forman de manera discontinua sobre una superficie del soporte 2310. En este caso, cada una de las películas de litio tiene un área de superficie que es significativamente inferior a la de la película 2320 de litio según la realización, y la pluralidad de películas de litio se forman sobre un área correspondiente a la unidad 100 de electrodo negativo que va a producirse sobre el soporte 2310. En este caso, una película de litio puede tener un área de superficie de $400 \mu\text{m}^2$ o menos.

Según el rodillo 2000 de litio tal como se describió anteriormente, mientras la estructura de electrodo negativo pasa entre el rodillo 2000 de litio y el rodillo 3000 de soporte, el contacto entre una superficie del electrodo 120 negativo y una longitud predeterminada de la película 2320 de litio y el no contacto entre una superficie del electrodo 120 negativo y una longitud predeterminada de la película 2320 de litio se repiten de manera alterna varias veces. Por tanto, tal como se ilustra en la figura 15, a medida que la litiación previa se realiza de manera discontinua sobre el electrodo 120 negativo de gran área, el electrodo 120 negativo puede someterse a litiación previa en la forma con patrón. Cuando finaliza la litiación previa de la estructura 10 de electrodo negativo, se realiza el corte según el área de superficie de la unidad de electrodo negativo de la batería 100 secundaria que va a fabricarse (véase C en la figura 15), y cada una de la pluralidad de unidades 100 de electrodo negativo que se cortan para dividirse incluyen una pluralidad de áreas sometidas a litiación previa.

Tal como se describió anteriormente, cuando se realiza la litiación previa, la carga de corriente puede concentrarse en una porción o un área específica del electrodo 120 negativo debido a una diferencia de grosor relativa del electrodo 120 negativo para evitar o reducir un fenómeno en el que la litiación previa se produce de manera relativamente considerable o concentrada y, por tanto, puede evitarse el deterioro del rendimiento debido a la expansión de volumen del área parcial.

A continuación en el presente documento, se describirá una desviación de grosor del electrodo negativo según del primer al décimo ejemplos experimentales con referencia a la tabla 1.

La tabla 1 muestra una desviación de grosor del electrodo negativo durante la litiación previa continua, durante la litiación previa discontinua, y según un área de superficie de un área sometida a litiación previa durante la litiación previa discontinua. A continuación en el presente documento, "un área sometida a litiación" de la pluralidad de áreas sometidas a litiación, que se someten a litiación previa, durante la litiación previa discontinua se denomina "patrón".

Para los experimentos, se aplicó un material activo de electrodo negativo a un colector (es decir, un segundo colector) elaborado de cobre y luego se secó y laminó. En este caso, el material activo de electrodo negativo puede ser una mezcla que contiene grafito y SiO, y la razón de mezclado de grafito:SiO basada en peso puede ser de 3:5 (grafito:SiO = 3:5).

Después de aplicar el material activo del electrodo negativo al colector, se realizó la litiación previa sobre la capa activa de electrodo negativo.

En este caso, en del primer al noveno ejemplos experimentales, la litiación previa se realizó de manera discontinua para formar una pluralidad de áreas sometidas a litiación previa y una pluralidad de áreas no sometidas a litiación previa restantes, y en el décimo ejemplo experimental, la litiación previa se realizó de manera continua.

Además, en del primer al noveno ejemplos experimentales, cuando la litiación previa se realiza de manera discontinua, las áreas de los patrones eran diferentes entre sí, y cada uno de los patrones tenía una forma cuadrada. Después de eso, se midió el grosor para cada área o posición del electrodo negativo sometido a litiación previa para calcular una desviación entre un grosor máximo y un grosor mínimo.

[Tabla 1]

	Primer ejemplo experimental (área de patrón de 25 μm^2)	Segundo ejemplo experimental (área de patrón de 100 μm^2)	Tercer ejemplo experimental (área de patrón de 255 μm^2)	Cuarto ejemplo experimental (área de patrón de 400 μm^2)	Quinto ejemplo experimental (área de patrón de 625 μm^2)	Sexto ejemplo experimental (área de patrón de 900 μm^2)	Séptimo ejemplo experimental (área de patrón de 1600 μm^2)	Octavo ejemplo experimental (área de patrón de 2500 μm^2)	Noveno ejemplo experimental (área de patrón de 10000 μm^2)	Décimo ejemplo experimental (sin patrón)
Desviación de grosor	2,3 μm	2,2 μm	2,4 μm	2,3 μm	3,2 μm	5,3 μm	6,4 μm	8,1 μm	9,5 μm	12,7 μm

Con referencia a la tabla 1, se observa que del primer al noveno ejemplos experimentales en los que la litiación previa se realiza de manera discontinua tienen una desviación de grosor inferior a la del décimo ejemplo experimental en el que la litiación previa se realiza de manera continua. Por tanto, se observa que, cuando la litiación previa se realiza de manera discontinua, se evita un fenómeno en el que la litiación previa se produce excesivamente en una posición específica para expandir el volumen.

Además, cuando se compara con del primer al noveno ejemplos experimentales en los que la litación previa se realiza de manera discontinua, si el área de superficie del patrón es inferior a $400 \mu\text{m}^2$ tal como se describe en del primer al cuarto ejemplos experimentales, la desviación de grosor es inferior a $2,5 \mu\text{m}$, y un aumento en la desviación de grosor debido al aumento del área de superficie es menor. Sin embargo, tal como se describe en del quinto al noveno ejemplos experimentales, se observa que, cuando el área de superficie del patrón supera $400 \mu\text{m}^2$, la desviación de grosor supera $3 \mu\text{m}$, un aumento en la desviación de grosor debido al aumento del área de superficie es mayor que en del primer al cuarto ejemplos experimentales. Esto se debe a que, cuando el área de superficie del patrón supera $400 \mu\text{m}^2$, un grado de concentración de carga de corriente o iones en una posición o un área específica durante la litación previa es grande.

Por tanto, se observa que, cuando el área de superficie del patrón es inferior a $400 \mu\text{m}^2$ durante la litación previa discontinua, puede evitarse eficazmente que el fenómeno en el que la carga de corriente o iones se concentre en la posición o el área específica del electrodo para formar un grosor más uniforme.

A continuación en el presente documento, se describirá un funcionamiento del aparato de litación previa según el ejemplo ilustrativo y del método de litación previa usando el mismo con referencia a las figuras 3 a 5 y 6B.

En primer lugar, sobre un segundo colector 110 se prepara una estructura 10 de electrodo negativo de gran área formada sobre un electrodo 120 negativo. Además, se dispone un extremo de la estructura 10 de electrodo negativo para corresponderse con un primer rodillo 1000a, y se dispone el otro extremo para corresponderse con un segundo rodillo 1000b, y se tensa el segundo colector 110 entre el primer rodillo 1000a y el segundo rodillo 1000b. En este caso, se enrolla la mayor parte de la estructura 10 de electrodo negativo que incluye un extremo de la misma alrededor del primer rodillo 1000a, y se enrolla la parte restante que incluye el otro extremo de la misma alrededor del segundo rodillo 1000b. Además, un área frontal de la estructura 10 de electrodo negativo que incluye el área o el otro extremo enrollado alrededor del segundo rodillo 1000b puede ser un área sobre la que no se realiza inicialmente la litación previa o un área adicional sobre la que no se forma la capa activa de electrodo negativo.

Además, cada uno del primer rodillo 1000a y el segundo rodillo 1000b gira para permitir que la estructura 10 de electrodo negativo enrollada alrededor del primer rodillo 1000a se mueva a una dirección en la que se disponen el rodillo 2000 de litio y el segundo rodillo 1000b. Es decir, la estructura 10 de electrodo negativo que se desenrolla a partir del primer rodillo 1000a puede pasar entre el rodillo 2000 de litio y el rodillo 3000 de soporte y luego recuperarse mientras se enrolla alrededor del segundo rodillo 1000b.

Cuando la estructura 10 de electrodo negativo pasa entre el rodillo 2000 de litio y el rodillo 3000 de soporte, una superficie de la estructura 10 de electrodo negativo, es decir, una superficie del electrodo 120 negativo entra en contacto con una lámina 2300 de litio, y una superficie posterior de la estructura 10 de electrodo negativo entra en contacto con el rodillo de soporte. En este caso, dado que el electrodo negativo de la estructura 10 de electrodo negativo tiene una tensión predeterminada, por ejemplo, una tensión de 3 V, y la lámina de litio tiene una tensión de 0 V, los iones de litio de la lámina de litio se inyectan en el electrodo negativo debido a una diferencia de potencial entre los mismos para reaccionar con el oxígeno del óxido de silicio, avanzando así la litación previa para formar óxido de litio.

En este caso, dado que la estructura 10 de electrodo negativo entra en contacto con el rodillo 2000 de litio y el rodillo 3000 de soporte mientras se mueve, y se aplica una presión al rodillo 2000 de litio y al rodillo 3000 de soporte, la litación previa se produce de manera estable, y se mejora la tasa de litación previa en comparación con un caso en el que no se aplica la presión.

Además, dado que el rodillo 2000 de litio según una realización incluye un elemento 2200 elástico entre un cuerpo de giro y la lámina 2300 de litio, aunque el electrodo 120 negativo tenga un grosor algo no uniforme, o sobresalga una posición predeterminada del electrodo 120 negativo, la litación previa puede realizarse sin ningún hueco o espacio. Es decir, tal como se ilustra en la figura 6B, la lámina de litio correspondiente a un área que tiene un grosor relativamente grueso del área del electrodo 120 negativo, que corresponde a un lado inferior del rodillo 2000 de litio, y el elemento 2200 elástico se comprimen para tener un rebaje hacia el interior. Por tanto, toda el área del electrodo 120 negativo correspondiente al lado inferior del rodillo 2000 de litio puede entrar en contacto con la lámina 2300 de litio y, por tanto, la litación previa puede realizarse de manera uniforme sobre el electrodo negativo de gran área.

Tal como se describió anteriormente, la litación previa se realiza sobre toda el área del electrodo negativo, tal como se ilustra en las figuras 1 a 5, según la forma del rodillo 2000 de litio o de la lámina 2300 de litio según el ejemplo ilustrativo. Después de eso, cuando la estructura 10 de electrodo negativo se corta en un área predeterminada (véase C en la figura 5), se proporcionan una pluralidad de unidades 100 de electrodo negativo, y cada una de las unidades 100 de electrodo negativo se lamine sobre un separador 300 y un electrodo 100 positivo para fabricar una batería secundaria.

65 Aplicabilidad industrial

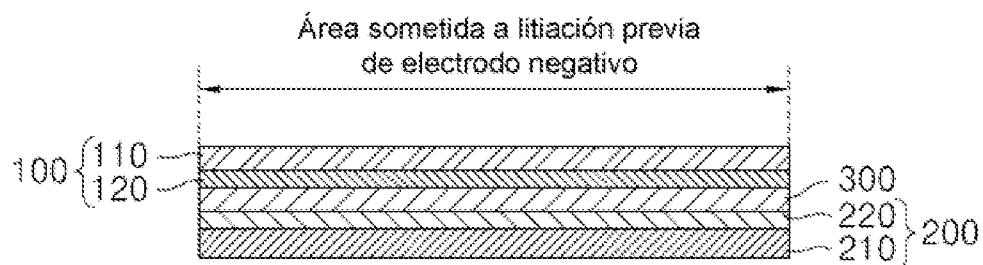
- 5 Según el aparato de litiación previa según la realización de la presente invención, puede reducirse el tiempo de procedimiento para someter a litiación previa el electrodo negativo en comparación con la técnica relacionada y, por tanto, puede mejorarse la tasa de producción. Además, el rodillo de litio incluye el elemento elástico para realizar de manera uniforme la litiación a fondo. Además, la estructura de electrodo negativo puede someterse a litiación previa de la manera con patrón para reducir la cantidad de litio consumido en el rodillo de litio reduciendo la litiación previa del área excepto para el área usada como unidad de electrodo negativo de la batería.

REIVINDICACIONES

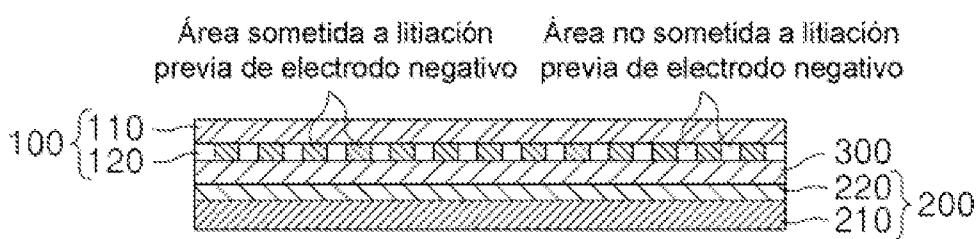
1. Aparato de litiación previa que somete a litiación previa una estructura (10) de electrodo negativo que tiene una superficie sobre la que se dispone un electrodo (120) negativo para producir una unidad (100) de electrodo negativo de una batería secundaria de litio, en donde la litiación previa es una reacción o acción en la que un material activo de electrodo negativo que forma el electrodo (120) negativo, que está elaborado de un material que comprende óxido de silicio (SiO), se reduce para formar óxido de litio, comprendiendo el aparato de litiación previa:
- 5 un primer rodillo (1000a) que puede girar para enrollar o desenrollar la estructura (10) de electrodo negativo alrededor o a partir del mismo antes de realizar la litiación previa;
- 10 un segundo rodillo (1000b) instalado para estar separado del primer rodillo (1000a) y que puede girar para enrollar y recoger la estructura (10) de electrodo negativo, sobre la que se realiza la litiación previa, alrededor del mismo; y
- 15 un rodillo (2000) de litio que se extiende perpendicular a una dirección en la que la estructura (10) de electrodo negativo se transfiere desde el primer rodillo (1000a) hasta el segundo rodillo (1000b) y se dispone entre el primer rodillo (1000a) y el segundo rodillo (1000b) para entrar en contacto con al menos una de una superficie y una superficie posterior de la estructura (10) de electrodo negativo mientras se transfiere desde el primer rodillo (1000a) hasta el segundo rodillo (1000b), de modo que se proporcionan iones de litio al electrodo (120) negativo,
- 20 en donde el rodillo (2000) de litio comprende:
- 25 una lámina (2300) de litio sobre la que se forma una película (2320) de litio para someter a litiación previa el electrodo (120) negativo sobre una superficie circunferencial exterior de la misma, y
- 30 un elemento (2200) elástico que tiene elasticidad en el interior de la lámina (2300) de litio,
- 35 en donde el rodillo (2000) de litio comprende un cuerpo (2100) de giro que puede girar a medida que se transfiere la estructura (10) de electrodo negativo,
- 40 el elemento (2200) elástico se instala para rodear una superficie circunferencial exterior del cuerpo (2100) de giro, y
- 45 la lámina (2300) de litio se instala para rodear una superficie circunferencial exterior del elemento (2200) elástico y proporciona iones de litio,
- 50 en donde la lámina (2300) de litio tiene una estructura en la que la película (2320) de litio se forma sobre una superficie de un soporte (2310), y la lámina (2300) de litio se monta sobre el elemento elástico de modo que la película (2320) de litio se expone al exterior,
- 55 en donde el soporte (2310) se extiende a lo largo de la superficie circunferencial exterior del elemento (2200) elástico para rodear la superficie circunferencial exterior del elemento (2200) elástico, y
- 60 una pluralidad de películas (2320) de litio se disponen de manera discontinua sobre una superficie del soporte (2310) para constituir un patrón,
- 65 en donde cada una de la pluralidad de películas (2320) de litio tiene un área de superficie inferior a la de la unidad (100) de electrodo negativo que va a producirse, y
- 70 una pluralidad de películas (2320) de litio discontinuas se disponen sobre un área individual correspondiente a la unidad (100) de electrodo negativo sobre el soporte (2310).
- 75 2. Aparato de litiación previa según la reivindicación 1, en donde el elemento (2200) elástico comprende una almohadilla de silicona.
- 80 3. Aparato de litiación previa según la reivindicación 1, en donde cada una de la pluralidad de películas (2320) de litio discontinuas tiene un área de superficie de $400 \mu\text{m}^2$ o menos.
- 85 4. Método de producción de una unidad (100) de electrodo negativo de una batería secundaria, comprendiendo el método:
- 90 un procedimiento de transferencia de estructura de electrodo negativo de transferir una estructura (10) de electrodo negativo, en la que se forma un electrodo (120) negativo, en una dirección de modo que se

- proporciona un electrolito sobre un colector (110) formado para extenderse en una dirección, en donde la estructura (10) de electrodo negativo tiene una configuración en la que el electrodo (120) negativo que contiene el electrolito se forma sobre el colector (110), en donde el electrolito que incluye iones de litio (Li^+) se impregna o se proporciona en un material activo de electrodo negativo que forma el electrodo (120) negativo;
- un procedimiento de litiación previa de electrodo negativo de permitir que al menos una superficie del electrodo (120) negativo entre en contacto con una película (2320) de litio formada sobre una superficie circunferencial exterior de un rodillo (2000) de litio mientras se transfiere la estructura (10) de electrodo negativo para someter a litiación previa el electrodo (120) negativo de la estructura (10) de electrodo negativo, en donde la litiación previa es una reacción o acción en la que el material activo de electrodo negativo que forma el electrodo (120) negativo se reduce para formar óxido de litio; y
- un procedimiento de formación de unidades de electrodo negativo de cortar la estructura (10) de electrodo negativo sobre la que se realiza la litiación previa del electrodo (120) negativo para producir una pluralidad de unidades (100) de electrodo negativo,
- en donde, en el procedimiento de litiación previa, un elemento (2200) elástico dispuesto en el interior del rodillo (2000) de litio se presiona en una dirección de un eje de giro del rodillo (2000) de litio según un grosor de una superficie del electrodo (120) negativo que entra en contacto con la película (2320) de litio que rodea una superficie circunferencial exterior del elemento (2200) elástico para minimizar un hueco entre la al menos una superficie del electrodo (120) negativo y la película (2320) de litio,
- en donde el electrodo (120) negativo de la estructura (10) de electrodo negativo está elaborado de un material que comprende óxido de silicio (SiO_2),
- en donde, en el procedimiento de litiación previa de electrodo negativo, se forma un área sometida a litiación previa que tiene un patrón de modo que se repiten de manera alterna áreas sometidas a litiación previa y áreas no sometidas a litiación previa sobre la una superficie del electrodo (120) negativo,
- en donde la formación del área sometida a litiación previa con patrón se realiza de modo que la estructura (10) de electrodo negativo transferida en la una dirección entre en contacto con el rodillo (2000) de litio sobre el que se forman una pluralidad de películas (2320) de litio que tienen un patrón discontinuo sobre una superficie circunferencial exterior de la estructura (10) de electrodo negativo para formar una pluralidad de áreas sometidas a litiación previa discontinuas,
- en donde cada una de la pluralidad de películas (2320) de litio tiene un área de superficie inferior a la de la unidad (100) de electrodo negativo que va a producirse, y
- en la estructura (10) de electrodo negativo, se forma un patrón de las áreas sometidas a litiación previa de modo que las áreas sometidas a litiación previa y las áreas no sometidas a litiación previa se repiten de manera alterna varias veces dentro de un área individual correspondiente a la unidad (100) de electrodo negativo que va a producirse.
- 45 5. Método según la reivindicación 4, en donde cada una de la pluralidad de regiones sometidas a litiación tiene un área de superficie de $400 \mu\text{m}^2$ o menos.
6. Unidad (100) de electrodo negativo de una batería secundaria producida mediante el método según la reivindicación 4, que comprende:
- 50 un colector (110) que tiene un área predeterminada; y
- un electrodo (120) negativo recubierto con óxido de silicio sobre al menos una superficie del colector (110) y que comprende un electrolito,
- 55 en donde una superficie del electrodo (120) negativo se somete a litiación previa de manera discontinua, de modo que las áreas sometidas a litiación y las áreas no sometidas a litiación previa del electrodo (120) negativo se repiten de manera alterna varias veces.
- 60 7. Unidad de electrodo negativo según la reivindicación 6, en donde, en la forma repetida de manera alterna una pluralidad de veces de las áreas sometidas a litiación y las áreas no sometidas a litiación previa, cada una de las áreas sometidas a litiación tiene un área de superficie de $400 \mu\text{m}^2$ o menos.

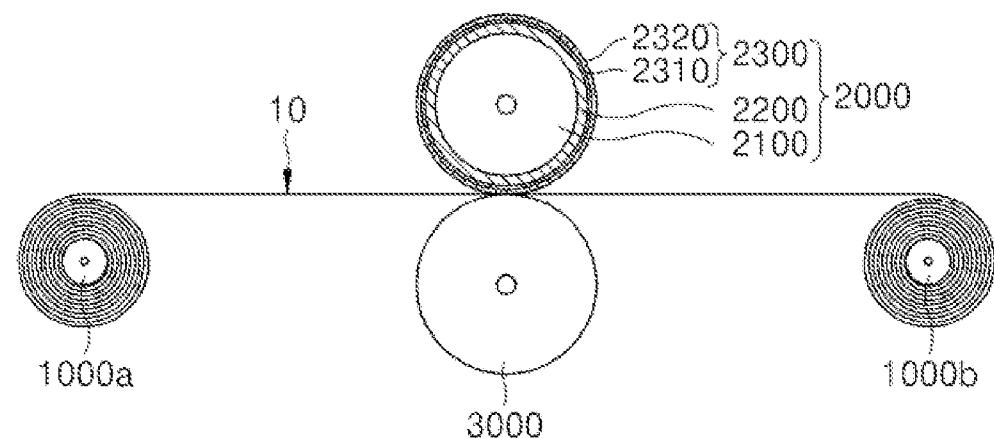
[FIG. 1]



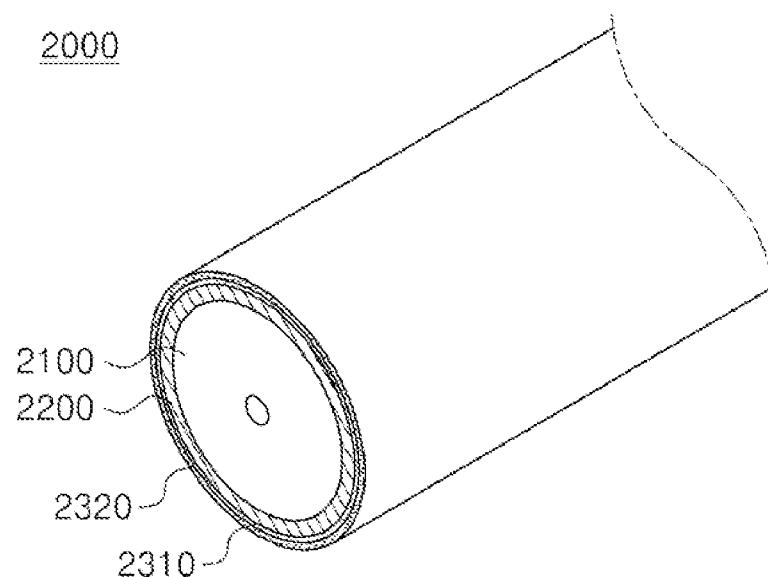
[FIG. 2]



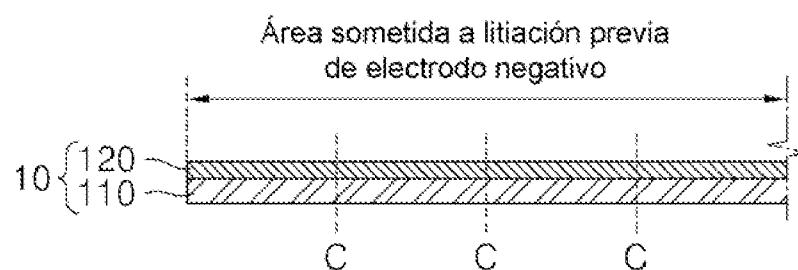
[FIG. 3]



[FIG. 4]

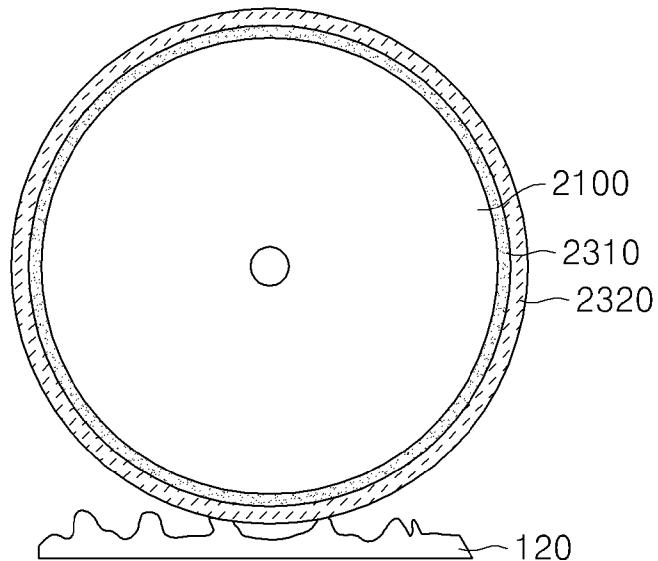


[FIG. 5]

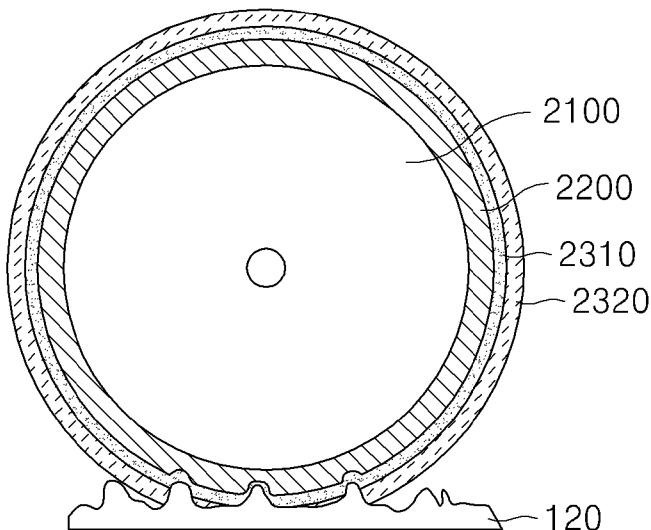


[FIG. 6]

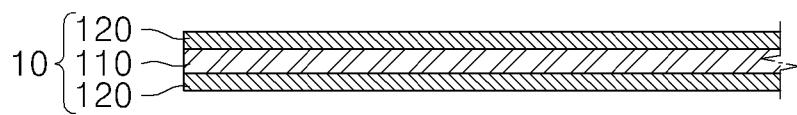
(a)



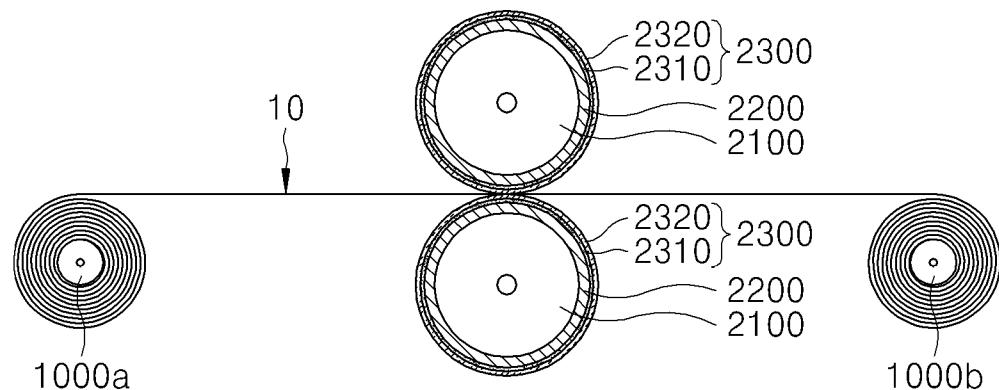
(b)



[FIG. 7]

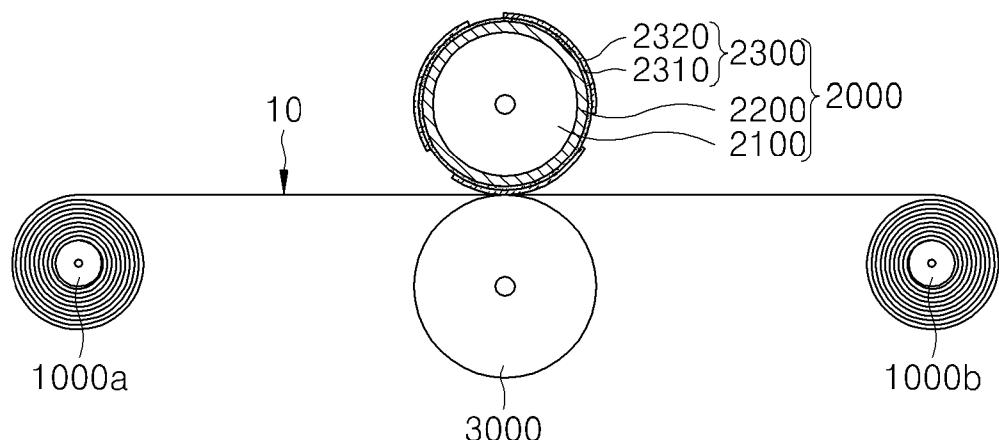


[FIG. 8]

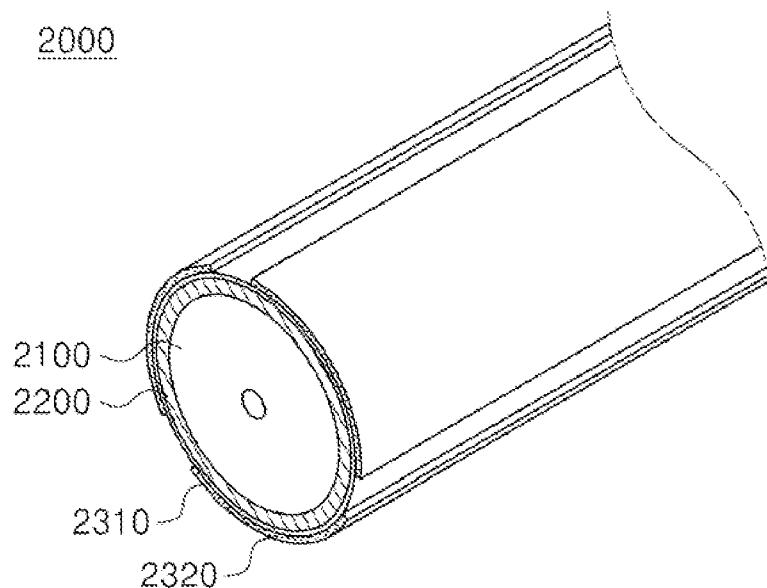


2000 : 2100, 2200, 2300

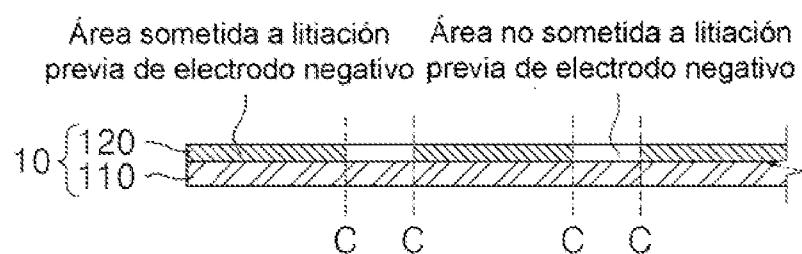
[FIG. 9]



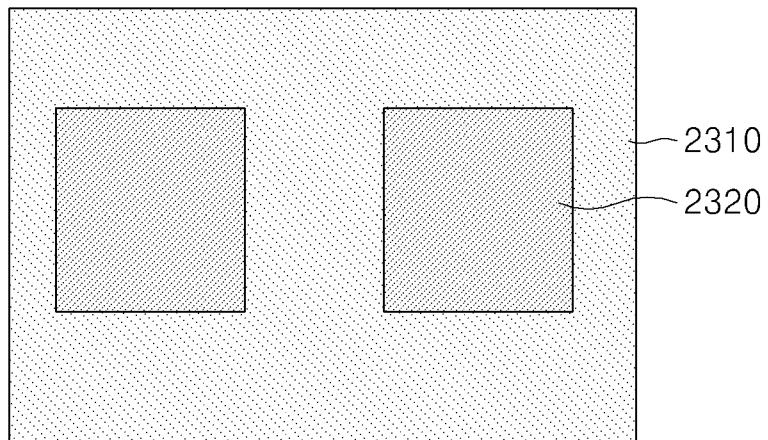
[FIG. 10]



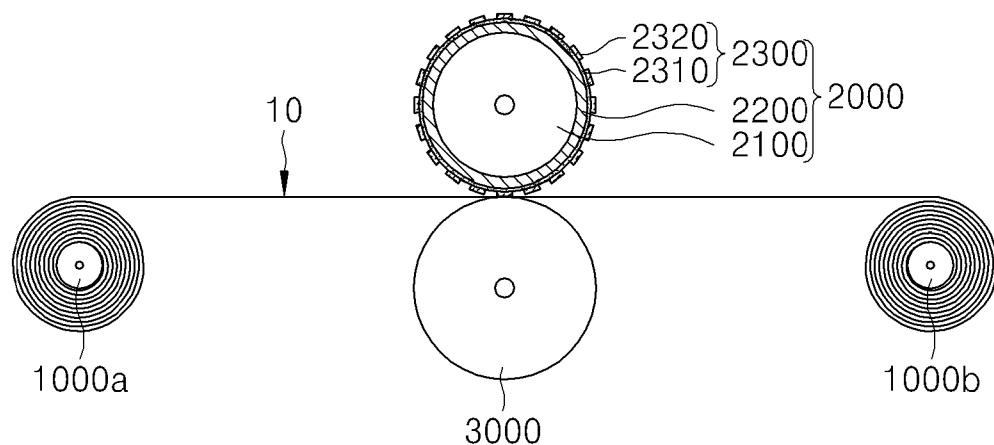
[FIG. 11]



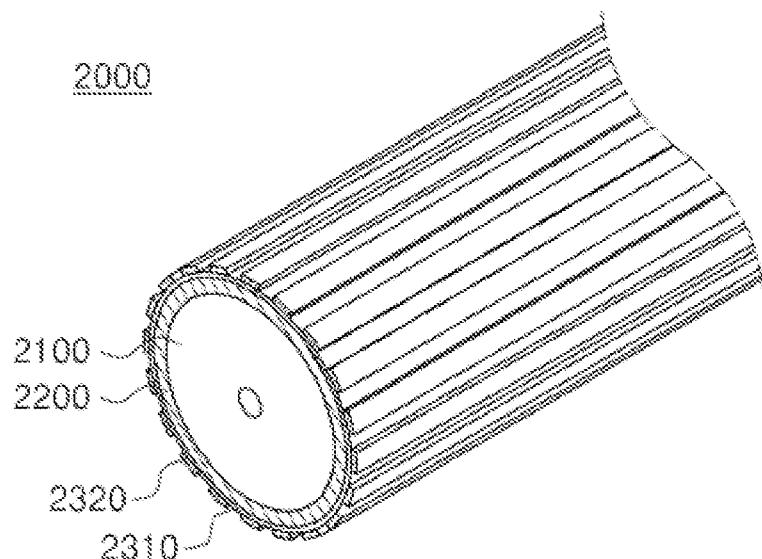
[FIG. 12]



[FIG. 13]

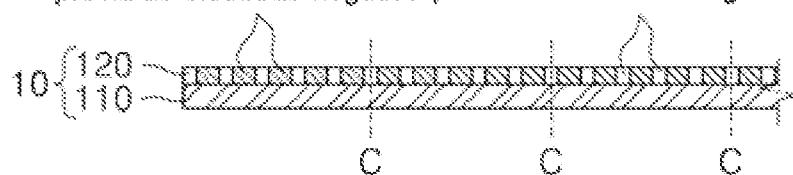


[FIG. 14]



[FIG. 15]

Área sometida a litiación Área no sometida a litiación
previa de electrodo negativo previa de electrodo negativo



[FIG. 16]

