

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 023 341**

51 Int. Cl.:

H01M 4/04 (2006.01)

B05C 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.09.2021** **PCT/KR2021/012842**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2022** **WO22060177**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2021** **E 21869799 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.04.2025** **EP 4148815**

54 Título: **Revestidor de matriz de doble ranura y método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo que utiliza el mismo**

30 Prioridad:

17.09.2020 KR 20200119919

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.05.2025

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

LEE, TAEK-SOO;
KANG, MIN-KYU;
KIM, YOUNG-GON;
JEON, SHIN-WOOK y
CHOY, SANG-HOON

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 3 023 341 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

Revestidor de matriz de doble ranura y método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo que utiliza el mismo

Sector de la técnica

La presente divulgación se refiere a un revestidor de matriz de doble ranura capaz de formar simultáneamente una estructura de doble capa y a un método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo que utiliza el mismo. La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente coreana n.º 10-2020-0119919, presentada el 17 de septiembre de 2020 en la República de Corea.

Estado de la técnica

Con el aumento del desarrollo tecnológico y la creciente demanda de dispositivos móviles, la demanda de baterías secundarias como fuente de energía está aumentando rápidamente, y las baterías secundarias incluyen esencialmente un conjunto de electrodos que es un elemento de generación de alimentación. El conjunto de electrodos incluye un electrodo positivo, un separador y un electrodo negativo apilados al menos una vez, y el electrodo positivo y el electrodo negativo están fabricados por revestimiento y secado de una pasta de material activo de electrodo positivo y de una pasta de material activo de electrodo negativo sobre un colector de corriente hecho con una lámina de aluminio y un colector de corriente hecho con una lámina de cobre, respectivamente. En general, la batería secundaria incluye el material activo de electrodo positivo, por ejemplo, óxido de cobalto que contiene litio (LiCoO_2) de estructura cristalina estratificada, óxido de manganeso que contiene litio, tal como LiMnO_2 de estructura cristalina estratificada, LiMn_2O_4 de estructura cristalina de espinela y óxido de níquel que contiene litio (LiNiO_2). Adicionalmente, el material activo de electrodo negativo incluye principalmente materiales a base de carbono y, recientemente, con la creciente demanda de baterías secundarias de litio de alta energía, se han hecho propuestas de mezclarlos con materiales a base de silicio y materiales a base de óxido de silicio que tienen una capacidad efectiva al menos 10 veces superior a la de los materiales a base de carbono. Para las características de carga/descarga uniforme de las baterías secundarias, es necesario revestir uniformemente la pasta de material activo del electrodo positivo y la pasta de material activo del electrodo negativo sobre el colector de corriente.

Para mejorar el rendimiento de las baterías secundarias, la atención está dirigida al desarrollo de una estructura de electrodo que tenga una capa de material activo de estructura de doble capa en el colector de corriente. Para formar la capa de material activo de estructura de doble capa en el colector de corriente, se puede utilizar un revestidor de matriz de doble ranura capaz de revestir simultáneamente dos tipos de pasta de material activo de electrodo.

La Figura 1 muestra un ejemplo de un método de revestimiento que utiliza el revestidor de matriz doble ranura, y la Figura 2 es un diagrama ampliado de la sección A de la Figura 1.

Con referencia a las Figuras 1 y 2, una capa de material activo de electrodo en una capa doble sobre el colector de corriente 15 se puede formar suministrando al mismo tiempo dos tipos de pastas de material activo de electrodo 30, 40 desde el revestidor de matriz de doble ranura 20 mientras el colector de corriente 15 se mueve por la rotación de un rodillo de revestimiento 10. Las pastas de material activo de electrodo 30, 40 suministradas desde el revestidor de matriz de doble ranura 20 se revisten sobre una superficie del colector de corriente 15 para formar la capa de material activo de electrodo.

El revestidor de matriz de doble ranura 20 se construye ensamblando tres miembros de placa, a saber, tres bloques de matriz 21, 22, 23. Se forma una ranura entre los bloques de matriz adyacentes, totalizando dos ranuras, para suministrar simultáneamente dos tipos de pastas de material activo de electrodo 30, 40 a través de los orificios de salida 24, 25, cada uno en comunicación con cada ranura, de modo que la primera pasta de material activo de electrodo 30 se reviste antes y la segunda pasta de material activo de electrodo 40 adicional se reviste continuamente sobre la primera pasta de material activo de electrodo 50, para formar simultáneamente la capa de material activo de electrodo de doble capa. Los números de referencia 26 y 27 indican los colectores en los que se recibe una solución de revestimiento.

Sin embargo, el proceso que utiliza el revestidor de matriz de doble ranura 20 tiene algunas dificultades para formar cada capa de material activo de electrodo con el grosor deseado debido a la utilización de pastas de material activo de electrodo 30, 40 suministradas simultáneamente desde diferentes orificios de salida 24, 25.

El espaciamiento G desde los orificios de salida 24, 25 hasta la superficie del colector de corriente 15 es un espaciamiento del revestimiento y es una variable muy importante para determinar la calidad del revestimiento de la capa de material activo del electrodo. En general, el grosor de cada capa de material activo de electrodo se ve afectado por la cantidad de pasta de material activo de electrodo suministrada a través de los orificios de salida 24, 25, el tipo de pasta de material activo del electrodo y el espaciamiento del revestimiento. Adicionalmente, un revestimiento estable requiere un espaciamiento del revestimiento uniforme en dirección de la anchura (dirección TD) del colector de corriente, y una desviación del espaciamiento del revestimiento en dirección de la anchura afecta significativamente

a la anchura de revestimiento y a la forma del límite de la región no revestida. El grosor de la capa de material activo de electrodo es un valor muy pequeño de unas pocas decenas de μm a unas pocas centenas de μm , e incluso un cambio de unos pocos μm afecta significativamente a la calidad del revestimiento, por lo que se requiere una gestión muy estricta y conseguir un revestimiento uniforme con estabilidad en dirección de la anchura del colector de corriente, es necesario un control muy estricto para conseguir una precisión dimensional uniforme en dirección de la anchura. Sin embargo, para aumentar la cantidad de producción, dado que la anchura del revestidor de matriz de doble ranura 20 aumenta al aumentar la anchura del colector de corriente, es más difícil revestir uniformemente en dirección de la anchura y es más necesario controlar con precisión el espaciamiento del revestimiento.

Adicionalmente, el proceso de revestimiento que utiliza el revestidor de doble ranura 20 tiene un problema, tal como la aparición de fugas y de un anillo lateral debido al suministro simultáneo de las pastas de material activo de electrodo 30, 40 desde los diferentes orificios de salida 24, 25. Entre ellas, la aparición de fugas se refiere a la inestabilidad provocada por la pérdida de parte de la solución de revestimiento aguas arriba, fuera de un labio del matriz 21a, como se muestra en la Figura 2. Se refiere a una pérdida de la solución de revestimiento previamente dosificada, lo que hace imposible estimar el grosor final del revestimiento. Debido a la aparición de fugas, la solución de revestimiento puede permanecer durante mucho tiempo y solidificarse o puede producirse una desviación del grosor del revestimiento a lo ancho. En particular, cuando la solución de revestimiento se suministra a alta presión con el espaciamiento del revestimiento G reducido a unos pocos cientos de μm para conseguir un revestimiento de película fina o reducir la desviación de grosor a lo ancho de la capa de revestimiento, la aparición de fugas se puede agravar.

Cuando se secan las pastas de material activo de electrodo 30, 40 después del revestimiento, la capa de revestimiento puede cambiar de forma debido a la tensión superficial de un componente líquido de la pasta, por lo que este hecho debe tenerse en cuenta al revestir. Por ejemplo, el flujo Marangoni tiene lugar hacia el interior desde los bordes de la capa de revestimiento durante el secado y después del secado, se puede producir un defecto de patrón de borde grueso, resultando en bordes gruesos. Para evitar el defecto de patrón de borde grueso, es necesario revestir el borde más fino. Cuando los orificios de salida 24, 25 están más cerca del colector de corriente 15 con el menor espaciamiento del revestimiento G, el borde puede revestirse más fino. Sin embargo, a medida que el espaciamiento del revestimiento G es menor, la aparición de fugas se agrava.

Existe un margen de ventana entre una zona de aparición de fugas y una zona de anillo lateral. Cuanto más ancho sea el margen de la ventana, más alta será la productividad. Dado que el espaciamiento del revestimiento G mencionado anteriormente afecta significativamente al tamaño y a la forma de los rebordes de revestimiento que se forman entre el colector de corriente 15 y el labio de matriz 21a durante el revestimiento y a la ubicación de la línea de contacto dinámico, el proceso convencional de revestimiento de ranuras evita la aparición de fugas ajustando repetidamente las condiciones iniciales tales como el espaciamiento del revestimiento, las propiedades de la solución de revestimiento, y el volumen y la velocidad del flujo de la solución de revestimiento. Sin embargo, no es fácil establecer las condiciones iniciales y se tarda mucho tiempo en encontrar las condiciones óptimas del proceso. Por consiguiente, el margen más ancho de la ventana facilita el control del espaciamiento del revestimiento o el establecimiento de las condiciones iniciales.

EP 0 572 329 B1, KR 2019 0019827 A y JP 2003 260400 A divulgan revestidores de matriz de doble ranura.

Objeto de la invención

Problema técnico

La presente divulgación está diseñada para resolver el problema descrito anteriormente y, por lo tanto, la presente divulgación está da a proporcionar un revestidor de matriz de doble ranura con alta productividad mediante la reducción de la aparición de fugas y la ampliación del margen de la ventana y un método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo utilizando el mismo.

Sin embargo, los problemas que debe resolver la presente divulgación no se limitan a los problemas anteriores, y los expertos en la materia apreciarán claramente otros problemas a partir de la siguiente descripción detallada.

La invención está definida por las reivindicaciones.

Solución técnica

Para resolver el problema descrito anteriormente, un revestidor de matriz de doble ranura de acuerdo con la presente divulgación es un revestidor de matriz de doble ranura que comprende una ranura inferior y una ranura superior, para el revestimiento por extrusión de una pasta de material activo de electrodo sobre una superficie de un colector de corriente en movimiento continuo a través de al menos una de la ranura inferior o de la ranura superior, comprendiendo el revestidor de matriz de doble ranura una placa inferior, una placa intermedia colocada sobre la placa inferior y una placa superior colocada sobre la placa intermedia, estando la ranura inferior formada entre la placa inferior y la placa intermedia, y estando la ranura superior formada entre la placa intermedia y la placa superior, en donde la placa inferior, la placa intermedia y la placa superior tienen un labio de matriz inferior, un labio de matriz intermedio y un

labio de matriz superior, formando, cada uno, un extremo delantero con respecto al colector de corriente, respectivamente, y un grosor del labio de matriz inferior es mayor que un grosor del labio de matriz superior y un grosor del labio de matriz intermedio.

- 5 De acuerdo con la invención, el grosor del labio de matriz inferior : el grosor del labio de matriz superior es de 1,2 : 1 o más, o el grosor del labio de matriz inferior : el grosor del labio de matriz intermedio es de 1,2 : 1 o más.

10 En la presente divulgación, puede haber un orificio de salida inferior en comunicación con la ranura inferior formado entre el labio de matriz inferior y el labio de matriz intermedio, puede haber un orificio de salida superior en comunicación con la ranura superior formado entre el labio de matriz intermedio y el labio de matriz superior, la pasta que forma una capa de pasta inferior se puede suministrar sobre el colector de corriente a través del orificio de salida inferior y la pasta que forma una capa de pasta superior se puede suministrar en la capa de pasta inferior sobre el colector de corriente a través del orificio de salida superior, el orificio de salida superior está separado del orificio de salida inferior aguas abajo en una dirección de revestimiento.

15 En la presente divulgación, un labio de matriz más fino entre el labio de matriz superior y el labio de matriz intermedio tiene preferentemente un grosor de 80 μm o más.

20 En la presente invención, un labio de matriz más fino entre el labio de matriz superior y el labio de matriz intermedio tiene un grosor de 800 μm o más.

25 En la presente divulgación, una distancia entre el colector de corriente y el labio de matriz superior puede ser mayor que una distancia entre el colector de corriente y el labio de matriz inferior y una distancia entre el colector de corriente y el labio de matriz intermedio.

30 En la presente divulgación, preferentemente, el colector de corriente se mueve por rotación de un rodillo de revestimiento circular que tiene un diámetro de 350 a 400 mm, y el colector de corriente tiene una curvatura por el rodillo de revestimiento, y el labio de matriz inferior, el labio de matriz intermedio y el labio de matriz superior tienen un grosor tal que un promedio de aumentos de la curvatura en una ubicación correspondiente a una parte superior de placa inferior que es una región del labio de matriz inferior situada en el lado más aguas abajo a lo largo de una dirección de movimiento del colector de corriente, una parte inferior de placa intermedia que es una región del labio de matriz intermedio situada en el lado más aguas arriba a lo largo de la dirección de movimiento del colector de corriente, una parte superior de placa intermedia que es una región del labio de matriz intermedio situada en el lado más aguas abajo a lo largo de la dirección de movimiento del colector de corriente, y una parte inferior de placa superior que es una región del labio de matriz superior situada en el lado más aguas arriba a lo largo de la dirección de movimiento del colector de corriente no supera los 50 μm .

40 En la presente divulgación, el grosor del labio de matriz superior puede variar de 0,08 a 4,5 mm, el grosor del labio de matriz intermedio puede variar de 0,08 a 8,8 mm y el grosor del labio de matriz inferior puede variar de 1 a 4,5 mm. De acuerdo con la presente invención, el grosor del labio de matriz superior puede variar de 0,8 a 4,5 mm, el grosor del labio de matriz intermedio puede variar de 0,8 a 8,8 mm, y el grosor del labio de matriz inferior puede variar de 1 a 4,5 mm.

45 Un método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo de acuerdo con la presente divulgación comprende formar una capa de pasta de material activo de electrodo sobre un colector de corriente utilizando el revestidor de matriz de doble ranura de acuerdo con la presente divulgación suministrando una pasta de material activo de electrodo mientras el colector de corriente se mueve desde el labio de matriz inferior hasta el labio de matriz superior.

50 En el método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo de acuerdo con la presente divulgación, la capa de pasta de material activo de electrodo se puede formar con un grosor de 60 μm o más.

55 En el método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo de acuerdo con la presente divulgación, la pasta de material activo de electrodo puede tener una viscosidad de 1000 cps (mPa-s) o más.

Otro método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo de acuerdo con la presente divulgación es el siguiente. El método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo que utiliza un revestidor de matriz de doble ranura y que incluye una ranura inferior y una ranura superior, para el revestimiento simultáneo por extrusión de dos tipos de pastas de material activo de electrodo sobre una superficie de un colector de corriente en movimiento continuo a través de la ranura inferior y la ranura superior, incluyendo el revestidor de matriz de doble ranura una placa inferior, una placa intermedia colocada sobre la placa inferior y una placa superior colocada sobre la placa intermedia, estando la ranura inferior formada entre la placa inferior y la placa intermedia, y estando la ranura superior formada entre la placa intermedia y la placa superior, en donde la placa inferior, la placa intermedia y la placa superior tienen un labio de matriz inferior, un labio de matriz intermedio y un labio de matriz superior, formando cada uno un extremo delantero con respecto al colector de corriente, respectivamente, y un grosor del labio de matriz inferior es mayor que un grosor del labio de matriz superior y un grosor del labio de matriz intermedio, el método comprende suministrar

simultáneamente los dos tipos de pastas de material activo de electrodo sobre el colector de corriente que se mueve en dirección del labio de matriz inferior al labio de matriz superior a través de un orificio de salida inferior y un orificio de salida superior para formar una estructura de doble capa que incluye una capa de pasta inferior y una capa de pasta superior revestida sobre la capa de pasta inferior, en donde el orificio de salida inferior en comunicación con la ranura inferior está formado entre el labio de matriz inferior y el labio de matriz intermedio, el orificio de salida superior en comunicación con la ranura superior está formado entre el labio de matriz intermedio y el labio de matriz superior, y el orificio de salida superior está separado del orificio de salida inferior aguas abajo en una dirección de revestimiento.

Aquí, una relación de flujo de la pasta de material activo de electrodo que forma la capa de pasta inferior y la pasta de material activo de electrodo que forma la capa de pasta superior puede ser 1 : 1.

Efectos ventajosos

De acuerdo con la presente divulgación, entre el labio de matriz inferior, el labio de matriz intermedio y el labio de matriz superior de revestidor de doble ranura, el grosor del labio de matriz inferior es el mayor. Como el grosor del labio de matriz inferior es mayor, el margen de la ventana es más amplio. Por consiguiente, de acuerdo con la presente divulgación, la productividad aumenta, y la línea de contacto dinámica se puede utilizar en un amplio intervalo de aplicaciones de revestimiento de acuerdo con el producto revestido previsto y la calidad.

De acuerdo con la presente divulgación, es posible aumentar el límite de aparición de fugas. Adicionalmente, es posible reducir la zona de anillo lateral. Cuando se reduce el espaciamiento del revestimiento, la línea de contacto dinámica se mueve en dirección opuesta a la dirección de revestimiento, y cuando supera un nivel predeterminado, se producen fugas, pero la presente divulgación consigue un amplio margen de ventana aumentando el grosor del labio de matriz inferior, evitando de este modo la aparición de fugas incluso cuando se reduce el espaciamiento del revestimiento. Esto se debe a que no hay fugas de pasta de material activo de electrodo y una mayor cantidad de pasta de material activo de electrodo permanece en el labio de matriz inferior. De acuerdo con la presente divulgación, es posible evitar la aparición de fugas cuando el espaciamiento del revestimiento es pequeño o la pasta se suministra en gran cantidad en relación con la velocidad de movimiento del colector de corriente, formando de este modo una capa de pasta de material activo de electrodo con una buena calidad de revestimiento.

De acuerdo con la presente divulgación, es posible evitar la aparición de fugas sin tener que ajustar repetidamente las condiciones iniciales, tales como el espaciamiento del revestimiento, las propiedades de la solución de revestimiento, y el volumen y la velocidad del flujo de la solución de revestimiento para evitar la aparición de fugas. Para evitar la aparición de un borde grueso provocado por el flujo Marangoni durante el secado desde el borde, es necesario revestir finamente el borde en la etapa de revestimiento, pero cuando el espaciamiento del revestimiento o la distancia entre el rodillo de revestimiento y el labio de la matriz es menor, la aparición de fugas se agrava. De acuerdo con la presente divulgación, dado que se evita la aparición de fugas incluso cuando se reduce espaciamiento del revestimiento, es posible evitar un defecto de patrón tal como un borde grueso.

Descripción de las figuras

Los dibujos adjuntos ilustran una realización preferida de la presente divulgación y, junto con la descripción detallada de la presente divulgación, sirven para proporcionar una mejor comprensión de las características técnicas de la presente divulgación y, por tanto, no se debe interpretar que la presente divulgación está limitada a los dibujos.

La Figura 1 es una vista esquemática en sección transversal de un revestidor convencional de matriz de doble ranura.

La Figura 2 es un diagrama ampliado de la sección A de la Figura 1.

La Figura 3 es una vista esquemática en sección transversal de un revestidor de matriz de doble ranura de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La Figura 4 es una vista esquemática, despiezada, en perspectiva, de un revestidor de matriz de doble ranura de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La Figura 5 es un diagrama ampliado de la sección B de la Figura 3, que muestra un proceso de revestimiento de pasta de material activo de electrodo utilizando un revestidor de matriz de doble ranura de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La Figura 6 es un diagrama que ilustra un intervalo de grosor de cada labio de matriz en un revestidor de matriz de doble ranura de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La Figura 7 es un diagrama de simulación de varios ejemplos experimentales.

Descripción detallada de la invención

En lo sucesivo en el presente documento, se describirán en detalle las realizaciones preferidas de la presente divulgación con referencia a los dibujos adjuntos. Antes de la descripción, debería entenderse que no se debe interpretar que los términos o las palabras que se utilizan en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas están limitados a significados generales y del diccionario, sino que se deben interpretar en función de los significados y conceptos correspondientes a los aspectos técnicos de la presente divulgación, basándose en el principio de que el

inventor puede definir los términos de manera apropiada para una mejor explicación. Por lo tanto, las realizaciones descritas en el presente documento y las ilustraciones de los dibujos son solo algunas realizaciones preferidas de la presente divulgación y no describen totalmente las características técnicas de la presente divulgación, por lo que se debe entender que, a la hora de presentar la solicitud de patente, se podrían hacer en la misma una variedad de otros equivalentes y modificaciones.

Un revestidor de matriz de doble ranura de la presente divulgación es un aparato que incluye una ranura inferior y una ranura superior para revestir una solución de revestimiento en una capa doble sobre un sustrato. El "sustrato" descrito a continuación es un colector de corriente y la solución de revestimiento es una "pasta de material activo de electrodo". La pasta suministrada a través de la ranura inferior y la pasta suministrada a través de la ranura superior pueden ser pastas de material activo de electrodo que tengan las mismas o diferentes composiciones (tipos de un material activo, un material conductor y un aglutinante), cantidades (cantidades del material activo, el material conductor y el aglutinante) o propiedades. El revestidor de matriz de doble ranura de la presente divulgación está optimizado para electrodos fabricados por revestimiento simultáneo de dos tipos de pastas de material activo de electrodo, o revestimiento de patrones por revestimiento de dos tipos de pastas de material activo de electrodo de manera alternada, o revestimiento intermitente por suministro y parada de dos tipos de pastas de material activo de electrodo de manera alternada. Sin embargo, el ámbito de la presente divulgación no está necesariamente limitada a esto.

La Figura 3 es una vista esquemática en sección transversal del revestidor de matriz de doble ranura de acuerdo con una realización de la presente divulgación. La Figura 4 es una vista esquemática, despiezada, en perspectiva, del revestidor de matriz de doble ranura de acuerdo con una realización de la presente divulgación. La Figura 5 es un diagrama ampliado de la sección B de la Figura 3, que muestra un proceso de revestimiento de pasta de material activo de electrodo utilizando el revestidor de matriz de doble ranura de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

Con referencia a las Figuras 3 a 5, el revestidor de matriz de doble ranura 100 de acuerdo con la presente divulgación incluye una ranura inferior 101 y una ranura superior 102, y es un aparato capaz de revestir, simultáneamente, de forma alternada o intermitente un mismo tipo de pasta de material activo de electrodo o dos tipos diferentes de pastas de material activo de electrodo sobre un colector de corriente 300 a través de la ranura inferior 101 y la ranura superior 102.

El revestidor de matriz de doble ranura 100 incluye una placa inferior 110, una placa intermedia 120 colocada sobre la placa inferior 110 y una placa superior 130 colocada sobre la placa intermedia 120. La placa inferior 110, la placa intermedia 120 y la placa superior 130 se ensamblan entre sí mediante elementos de fijación tales como pernos. La placa inferior 110 es el bloque más bajo de entre los bloques del revestidor de matriz de doble ranura 100, y la superficie enfrentada a la placa intermedia 120 está inclinada a un ángulo de aproximadamente 30° a 60° respecto a la superficie inferior (plano X-Z).

La ranura inferior 101 se puede formar en una ubicación en la que la placa inferior 110 y la placa intermedia 120 están enfrentadas entre sí. Por ejemplo, un primer espaciador 113 se interpone entre la placa inferior 110 y la placa intermedia 120 para formar un espaciamiento entre medias, y se puede formar la ranura inferior 101 correspondiente a un paso para el flujo de una primera pasta de material activo de electrodo 150. En este caso, el grosor del primer espaciador 113 determina la anchura vertical (dirección del eje Y, un espaciamiento de ranura) de la ranura inferior 101.

Como se muestra en la Figura 4, el primer espaciador 113 tiene una primera porción de abertura 113a que está cortada por una zona y puede interponerse en la porción restante excepto por un lado en la zona del borde de la superficie enfrentada de cada una de la placa inferior 110 y la placa intermedia 120. Por consiguiente, un orificio de salida inferior 101a por el que sale la primera pasta de material activo de electrodo 150 solo está formado entre el extremo delantero de la placa inferior 110 y el extremo delantero de la placa intermedia 120. El extremo delantero de la placa inferior 110 y el extremo delantero de la placa intermedia 120 están definidos como un labio de matriz inferior 111 y un labio de matriz intermedio 121, respectivamente, y, en otras palabras, el orificio de salida inferior 101a está formado por la separación entre el labio de matriz inferior 111 y el labio de matriz intermedio 121.

Como referencia, el primer espaciador 113 actúa como una junta para evitar la aparición de fugas de la primera pasta de material activo de electrodo 150 a través del espaciamiento entre la placa inferior 110 y la placa intermedia 120, excepto en la zona en la que está formado el orificio de salida inferior 101a y, por tanto, el primer espaciador 113 está preferentemente hecho de un material que tiene capacidad de sellado.

La placa inferior 110 incluye un primer colector 112 que tiene una profundidad predeterminada en la superficie enfrentada a la placa intermedia 120, y el primer colector 112 está en comunicación con la ranura inferior 101. Aunque no se muestra en el dibujo, el primer colector 112 está conectado a una primera cámara de suministro de pasta de material activo de electrodo (no mostrada) instalada en el exterior con una tubería de suministro y se alimenta con la primera pasta de material activo de electrodo 150. Cuando el primer colector 112 está totalmente lleno con la primera pasta de material activo de electrodo 150, se guía el flujo de la primera pasta de material activo de electrodo 150 a lo largo de la ranura inferior 101 y sale por el orificio de salida inferior 101a.

La placa intermedia 120 es un bloque dispuesto en medio de los bloques de la matriz del revestidor de matriz de doble ranura 100, y está interpuesta entre la placa inferior 110 y la placa superior 130 para formar una doble ranura. La placa intermedia 120 de esta realización es un triángulo rectángulo en sección transversal, pero no está necesariamente limitado al mismo y, por ejemplo, la placa intermedia 120 puede ser, por ejemplo, un triángulo isósceles en sección transversal.

La placa superior 130 está colocada frente a la superficie superior de la placa intermedia 120 paralela a la superficie inferior. Como se ha descrito anteriormente, la ranura superior 102 está formada en una ubicación en la que la placa intermedia 120 y la placa superior 130 están enfrentadas entre sí.

Del mismo modo que con la ranura inferior 101 descrita anteriormente, se puede interponer un segundo espaciador 133 entre la placa intermedia 120 y la placa superior 130 para formar un espaciamiento intermedio. Por consiguiente, se forma la ranura superior 102 correspondiente a un paso de flujo de una segunda pasta de material activo de electrodo 160. En este caso, la anchura vertical (dirección del eje Y, un espaciamiento de ranura) de la ranura superior 102 está determinado por el segundo espaciador 133.

Además, el segundo espaciador 133 que tiene la estructura similar al primer espaciador 113 tiene una segunda porción de abertura 133a que está cortada por una zona, y se interpone en la porción restante excepto por un lado en la zona del borde de la superficie de revestimiento de cada una de la placa intermedia 120 y la placa superior 130. De igual manera, la dirección circunferencial excepto el lado frontal de la ranura superior 102 está bloqueada, y el orificio de salida superior 102a solo está formado entre el extremo delantero de la placa intermedia 120 y el extremo delantero de la placa superior 130. El extremo delantero de la placa superior 130 está definido como un labio de matriz superior 131 y, en otras palabras, el orificio de salida superior 102a está formado por la separación entre el labio de matriz intermedio 121 y el labio de matriz superior 131.

Además, la placa superior 130 incluye un segundo colector 132 que tiene una profundidad predeterminada en la superficie enfrentada a la placa intermedia 120, y el segundo colector 132 está en comunicación con la ranura superior 102. Aunque no se muestra en los dibujos, el segundo colector 132 está conectado a una cámara de suministro de la segunda pasta de material activo de electrodo 160 instalada en el exterior con una tubería de suministro y se alimenta con la segunda pasta de material activo de electrodo 160. Cuando la segunda pasta de material activo de electrodo 160 se suministra desde la fuente externa a lo largo de la tubería de suministro, y el segundo colector 132 se llena totalmente con la segunda pasta de material activo de electrodo 160, el flujo de la segunda pasta de material activo de electrodo 160 es guiado a lo largo de la ranura superior 102 en comunicación con el segundo colector 132 y sale por el orificio de salida superior 102a.

La ranura superior 102 y la ranura inferior 101 forman un ángulo predeterminado y el ángulo puede ser de aproximadamente 30° a 60°. La ranura superior 102 y la ranura inferior 101 pueden intersectarse en un punto y el orificio de salida superior 102a y el orificio de salida inferior 101a se pueden proporcionar cerca del punto de intersección. Por consiguiente, las ubicaciones por las que emerge la primera pasta de material activo de electrodo 150 y la segunda pasta de material activo de electrodo 160 pueden converger aproximadamente en un punto.

Los colectores primero y segundo 112, 132 están formados en la placa inferior 110 y en la placa superior 130, respectivamente. En este caso, la placa intermedia 120 que es la más vulnerable estructuralmente puede ser menos propensa a la deformación.

Entretanto, el revestidor de matriz de doble ranura 100 puede incluir además una primera válvula para abrir/cerrar el suministro a través del orificio de salida inferior 101a, una segunda válvula para abrir/cerrar el suministro a través del orificio de salida superior 102a, y una unidad de control de válvulas para controlar la apertura/cierre de la primera y segunda válvulas.

De acuerdo con el revestidor de matriz de doble ranura 100 que tiene la configuración descrita anteriormente, un rodillo de revestimiento giratorio 200 se coloca en la parte delantera del revestidor de matriz de doble ranura 100, y el rodillo de revestimiento 200 puede girar para mover el colector de corriente 300 que se va a revestir, mientras se ponen en contacto de forma continua la primera pasta de material activo de electrodo 150 y la segunda pasta de material activo de electrodo 160 con la superficie del colector de corriente 300, y de este modo el colector de corriente 300 puede revestirse simultáneamente en una estructura de doble capa. Como alternativa, el revestimiento de patrón puede formarse intermitentemente en el colector de corriente 300 realizando el suministro y detención la primera pasta de material activo de electrodo 150 y el suministro y detención de la segunda pasta de material activo de electrodo 160 de forma alternada controlando el cierre/apertura de las válvulas primera y segunda a través de la unidad de control de válvulas.

La primera pasta de material activo de electrodo 150 se reviste sobre el colector de corriente 300 para formar una capa de pasta inferior y, casi al mismo tiempo, la segunda pasta de material activo de electrodo 160 se reviste sobre la capa de pasta inferior para formar una capa de pasta superior.

Con referencia a las Figuras 5, se describirá en detalle la estructura del labio de la matriz del revestidor de matriz de doble ranura de acuerdo con una realización de la presente divulgación y un método para revestir una pasta de material activo de electrodo utilizando el revestidor de matriz de doble ranura. El revestidor de matriz de doble ranura 100 de acuerdo con la presente divulgación tiene una diferencia de grosor de labio entre las placas superior/intermedia/inferior.

El grosor del labio de matriz inferior D1 es mayor que el grosor del labio de matriz superior D3, y el grosor del labio de matriz inferior D1 es mayor que el grosor del labio de matriz intermedio D2. Por consiguiente, el grosor del labio de matriz inferior D1 es mayor que el grosor promedio del grosor del labio de matriz superior D3 y del grosor del labio de matriz intermedio D2. Como se ha descrito anteriormente, el grosor del labio de matriz inferior D1 es el mayor. $D1 > D2$, $D1 > D3$, $D1 > (D2 + D3)/2$. El grosor del labio de matriz superior D3 puede ser igual al grosor del labio de matriz intermedio D2.

El grosor del labio de matriz inferior D1 : el grosor del labio de matriz superior D3 es de 1,2 : 1 o más. Es decir, el grosor del labio de matriz inferior D1 es al menos 1,2 veces mayor que el grosor del labio de matriz superior D3. Cuando el grosor del labio de matriz inferior D1 es mayor que el grosor del labio de matriz superior D3, el margen de la ventana es más amplio, como estaba previsto, pero cuando el grosor del labio de matriz inferior D1 es al menos 1,2 veces mayor que el grosor del labio de matriz superior D3, es posible evitar la aparición de fugas. Cuando el grosor del labio de matriz inferior D1 es igual al grosor del labio de matriz superior D3 o el grosor del labio de matriz superior D3 es mayor que el grosor del labio de matriz inferior D1, se producen fugas.

El grosor del labio de matriz inferior D1 : el grosor del labio de matriz intermedio D2 puede ser 1,2 : 1 o más. Es decir, el grosor del labio de matriz inferior D1 es al menos 1,2 veces mayor que el grosor del labio de matriz intermedio D2. Cuando el grosor del labio de matriz inferior D1 es mayor que el grosor del labio de matriz intermedio D2, el margen de la ventana es más amplio, como estaba previsto, pero cuando el grosor del labio de matriz inferior D1 es al menos 1,2 veces mayor que el grosor del labio de matriz intermedio D2, es posible evitar la aparición de fugas. Cuando el grosor del labio de matriz inferior D1 es igual al grosor del labio de matriz intermedio D2, se producen fugas. Cuando el grosor del labio de matriz intermedio D2 es mayor que el grosor del labio de matriz inferior D1, no se producen fugas, pero se produce un defecto de patrón.

De acuerdo con la presente divulgación, el grosor del labio de matriz inferior 111 es el mayor. Los inventores han descubierto que a medida que el labio de matriz inferior 111 es más grueso, el margen de la ventana es más amplio. Por consiguiente, puede ser más fácil controlar el espaciamiento del revestimiento o establecer la condición inicial. Por consiguiente, de acuerdo con la presente divulgación, aumenta la productividad y la línea de contacto dinámica se puede utilizar en un amplio intervalo de aplicaciones de revestimiento de acuerdo con el producto revestido previsto y la calidad.

De acuerdo con la presente divulgación, con el margen de ventana más amplio, es posible aumentar el límite de aparición de fugas. Adicionalmente, es posible reducir la zona de anillo lateral. A medida que se reduce el espaciamiento del revestimiento, la línea de contacto dinámica se mueve en dirección opuesta a la dirección de revestimiento, y cuando supera un nivel predeterminado, se producen fugas, pero la presente divulgación puede reducir las fugas aumentando el grosor del labio de matriz inferior 111. Esto se debe a que no hay fugas de pasta de material activo de electrodo y a que una gran cantidad de pasta de material activo de electrodo permanece en el labio de matriz inferior 111. De acuerdo con la presente divulgación, es posible reducir la aparición de fugas cuando el espaciamiento del revestimiento es pequeño o se suministra una gran cantidad de pasta en relación con la velocidad de movimiento del colector de corriente 300.

De acuerdo con el revestidor de matriz de doble ranura de acuerdo con la presente divulgación y el método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo que utiliza el mismo, la formación de la capa de material activo de estructura de doble capa sobre el colector de corriente puede aumentar la eficiencia del procedimiento y reducir la tasa de defectos.

Resulta deseable que se satisfaga la condición del grosor del labio de matriz inferior 111, el labio de matriz superior 131 y el labio de matriz intermedio 121 y que el grosor del labio de matriz más fino de entre el labio de matriz superior 131 y el labio de matriz intermedio 121 sea igual o mayor que $80 \mu\text{m}$ ($0,08 \text{ mm}$). Cuando el grosor del labio de matriz más fino es menor de $80 \mu\text{m}$, el bloque de matriz es demasiado fino y cambia el espaciamiento de la ranura, lo que dificulta un revestimiento uniforme. Por tanto, el grosor es de al menos $80 \mu\text{m}$. Cuando el grosor del labio de matriz más fino es de $80 \mu\text{m}$, el grosor del labio de matriz inferior 111 puede ser igual o mayor de $96 \mu\text{m}$, es decir, 1,2 veces mayor que el grosor del labio de matriz más fino.

En la invención, el grosor del labio de matriz más fino es igual o mayor que $800 \mu\text{m}$. Puede ser un valor que tenga en cuenta la presión de la pasta de material activo del electrodo al salir. Más preferentemente, el grosor del labio de matriz más fino es igual o mayor que 1 mm . Este puede ser un valor establecido para un mecanizado preciso. Cuando el grosor del labio de matriz más fino es de $800 \mu\text{m}$, el grosor del labio de matriz inferior 111 puede ser igual o superior a $0,96 \text{ mm}$, es decir, 1,2 veces mayor que el grosor del labio de matriz más fino. Más preferentemente, el grosor del labio de matriz más fino es igual o mayor que 1 mm . Este también puede ser un valor establecido para un mecanizado

preciso. La distancia H3 entre el colector de corriente 300 y el labio de matriz superior 131 puede ser mayor que la distancia H2 entre el colector de corriente 300 y el labio de matriz intermedio 121 y que la distancia H1 entre el colector de corriente 300 y el labio de matriz inferior 111. Esta diferencia de distancia puede formarse haciendo retroceder el labio de matriz superior 131, que es el labio de la placa superior 130, en una dirección opuesta a la dirección de salida del labio de la matriz inferior 111, que es el labio de la placa inferior 110, y el labio de matriz intermedio 121, que es el labio de la placa intermedia 120, lejos del colector de corriente 300, para formar el escalón labial. Es posible reducir la zona de carga a través del escalón entre los labios. La distancia H1 entre el colector de corriente 300 y el labio de matriz inferior 111 puede ser igual a la distancia H2 entre el colector de corriente 300 y el labio de matriz intermedio 121.

Para formar el escalón labial, el revestidor de matriz de doble ranura 100 puede incluir además una unidad de control para hacer retroceder individualmente el labio de matriz superior 131 después de colocar el labio de matriz inferior 111, el labio de matriz intermedio 121 y el labio de matriz superior 131 en alineación lineal con respecto al colector de corriente 300. En esta configuración, el labio de matriz superior 131 está dispuesto en una posición más retrasada desde el colector de corriente 300 que el labio de matriz inferior 111 y el labio de matriz intermedio 121.

Por consiguiente, el paso predeterminado se forma entre el orificio de salida inferior 101a y el orificio de salida superior 102a. El paso es el resultado de restar la distancia H1 entre el colector de corriente 300 y el labio de matriz inferior 111 de la distancia H3 entre el colector de corriente 300 y el labio de matriz superior 131. El orificio de salida inferior 101a y el orificio de salida superior 102a están separados entre sí por el escalón a lo largo de la dirección horizontal, evitando de este modo que la segunda pasta de material activo de electrodo 160 que sale del orificio de salida superior 102a entre en el orificio de salida inferior 101a, o que la primera pasta de material activo de electrodo 150 que sale del orificio de salida inferior 101a entre en el orificio de salida superior 102a. Además, el labio de matriz intermedio 121 presiona hacia abajo la primera pasta de material activo de electrodo 150, pero el labio de matriz superior 131 no presiona hacia abajo la segunda pasta de material activo de electrodo 160 y, por tanto, la anchura de la capa de pasta inferior revestida con la primera pasta de material activo de electrodo 150 es igual a la anchura de la capa de pasta superior revestida con la segunda pasta de material activo de electrodo 160.

Como se muestra en el dibujo, cuando se establecen las posiciones de los labios, el orificio de salida superior 102a está separado del orificio de salida inferior 101a aguas abajo en la dirección de revestimiento. Se puede formar una capa de material activo con una estructura de doble capa sobre el colector de corriente 300 suministrando simultáneamente la primera y segunda pastas de material activo de electrodo 150, 160 a través del orificio de salida inferior 101a y del orificio de salida superior 102a mientras el colector de corriente 300 se mueve desde el labio de matriz inferior 111 hasta el labio de matriz superior 131.

La primera pasta de material activo de electrodo 150 que sale del orificio de salida inferior 101a se reviste sobre el colector de corriente 300 para formar la capa de pasta inferior y, al mismo tiempo, la segunda pasta de material activo de electrodo 160 que sale por el orificio de salida superior 102a se reviste sobre ella para formar la capa de pasta superior. El revestidor de matriz de doble ranura 100 de la presente divulgación puede formar una estructura de doble capa que incluye la capa de pasta superior sobre la capa de pasta inferior.

Cada uno de los grosores promedios de la capa de pasta inferior formada por la pasta de material activo de primer electrodo 150 que emerge a través del orificio de salida inferior 101a y el grosor promedio de la capa de pasta superior formada por la segunda pasta de material activo de electrodo 160 que emerge a través del orificio de salida superior 102a puede ser de $60\text{ }\mu\text{m}$ o más. Cada grosor promedio puede ser de $200\text{ }\mu\text{m}$ o menos. En general, el tamaño promedio de partícula del material activo de la batería secundaria es de aproximadamente $10\text{ }\mu\text{m}$, pero el tamaño de partícula sigue la distribución normal comúnmente utilizada, de modo que en general que $d(90)$ o $d(\text{máx})$ sea mayor que $10\text{ }\mu\text{m}$ (aquí, el tamaño promedio de partícula es $d(50)$, y se puede definir como el tamaño de partícula que corresponde a un porcentaje de masa acumulado del 50 % en la curva de distribución del tamaño de partícula medida por difracción láser. Se entenderá que $d(90)$ indica que el 90 % de la partícula total tiene un tamaño de partícula que es igual o menor que el valor descrito anteriormente). Dado que la capa de pasta incluye el material activo, es difícil formar la capa de pasta de menos de $40\text{ }\mu\text{m}$ de grosor. Adicionalmente, cuando el grosor de la capa de pasta es igual o mayor que $60\text{ }\mu\text{m}$, es posible revestir suavemente sin que el material activo obstruya el espaciamiento del revestimiento que se suele mantener. Adicionalmente, cuando el grosor de la capa de pasta es igual o mayor que $200\text{ }\mu\text{m}$, podría ser ventajoso, pero es difícil alcanzar de forma realista la cantidad de revestimiento realmente utilizada en la batería secundaria de más de $200\text{ }\mu\text{m}$.

Por ejemplo, el método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo de la presente divulgación se puede aplicar a la fabricación del electrodo positivo de la batería secundaria. El electrodo positivo incluye un colector de corriente y una capa de material activo de electrodo positivo formada sobre la superficie del colector de corriente. El colector de corriente puede incluir cualquier material que presente conductividad eléctrica, por ejemplo, Al, Cu, y se puede utilizar uno adecuado de acuerdo con la polaridad del colector de corriente del electrodo bien conocido en el campo de las baterías secundarias. La capa de material activo de electrodo positivo puede incluir además al menos una de las partículas de material activo de electrodo positivo, un material conductor o un aglutinante. Adicionalmente, el electrodo positivo puede incluir además diversos tipos de aditivos para potenciar o mejorar las propiedades electrolíticas y químicas.

- El material activo no está limitado a un tipo particular y puede incluir cualquier material utilizado para materiales activos de electrodo positivo de baterías secundarias de iones de litio. Su ejemplo no limitativo puede incluir al menos uno de los compuestos estratificados o compuestos con uno o más sustituyentes de metales de transición, tal como el óxido compuesto de litio y manganeso (LiMn_2O_4 , LiMnO_2), óxido de cobalto y litio (LiCoO_2), óxidos de litio y níquel (LiNiO_2); 5 óxido de litio y manganeso de fórmula $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ (x es 0 ~ 0,33), LiMnO_3 , LiMn_2O_3 , LiMnO_2 ; óxido de litio y cobre (Li_2CuO_2); óxido de vanadio, por ejemplo, LiV_3O_8 , LiV_3O_4 , V_2O_5 , $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$; óxido de litio-níquel ubicado en Ni representado por la fórmula química $\text{LiNi}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$ ($M = \text{Co, Mn, Al, Cu, Fe, Mg, B o Ga, } x = 0,01 \sim 0,3$); óxido compuesto de litio y manganeso representado por la fórmula $\text{LiMn}_{2-x}\text{M}_x\text{O}_2$ ($M = \text{Co, Ni, Fe, Cr, Zn o Ta, } x = 0,01 \sim 0,1$) o $\text{Li}_2\text{Mn}_3\text{MO}_8$ 10 ($M = \text{Fe, Co, Ni, Cu o Zn}$); LiMn_2O_4 con sustitución parcial de ion de metal alcalinotérreo por Li en la fórmula; compuestos de disulfuro; o $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$. En la presente divulgación, el electrodo positivo puede incluir un material electrolítico sólido, por ejemplo, al menos uno de un electrolito sólido a base de polímeros, un electrolito sólido a base de óxido o un electrolito sólido a base de sulfuro.
- 15 El material conductor normalmente se puede añadir en una cantidad del 1 % en peso al 20 % en peso sobre el peso total de la mezcla que incluye el material activo del electrodo. El material conductor no se limita a un tipo particular, y puede incluir cualquier material que tenga propiedades conductoras sin provocar ningún cambio químico en la batería correspondiente, por ejemplo, al menos uno seleccionado de entre grafito, por ejemplo, grafito natural o grafito artificial; negro de humo, por ejemplo, negro de humo, negro de acetileno, negro Ketjen, negro de canal, negro de horno, negro 20 de lámpara, negro térmico; fibras conductoras, por ejemplo, fibras de carbono o fibras metálicas; polvo metálico, por ejemplo, fluoruro de carbono, polvo de aluminio y níquel; triquitas conductoras, por ejemplo, óxido de zinc y titanato de potasio; óxido de metal conductor, por ejemplo, óxido de titanio; y materiales conductores, por ejemplo, derivados de polifenileno.
- 25 El aglutinante no está limitado a un tipo particular y puede incluir cualquier material que ayude a la unión del material activo y el material conductor y a la unión con el colector de corriente, por ejemplo, fluoruro de polivinilideno polivinilalcohol, carboximetilcelulosa (CMC), almidón, hidroxipropilcelulosa, celulosa regenerada, polivinilpirrolidona, tetrafluoroetileno, polietileno, polipropileno, monómero de etileno-propileno-dieno (EPDM), EPDM sulfonado, caucho 30 puede estar incluido en el intervalo de 1 % en peso a 30 % en peso o de 1 % en peso a 10 % en peso basándose en 100 % en peso de la capa de electrodo.
- El electrodo puede ser un electrodo negativo. El electrodo negativo incluye un colector de corriente y una capa de material activo de electrodo negativo formada sobre la superficie del colector de corriente. La capa de material activo 35 de electrodo negativo puede incluir además al menos una de las partículas de material activo de electrodo negativo, un material conductor o un aglutinante. Adicionalmente, el electrodo negativo puede incluir además una variedad de aditivos para potenciar o perfeccionar las propiedades eléctricas y químicas.
- 40 El material activo de electrodo negativo puede incluir materiales de carbono, por ejemplo, grafito, carbono amorfo, carbono en fase de diamante, fullereno, nanotubos de carbono y nanocuernos de carbono, materiales de metal de litio, materiales a base de aleaciones, por ejemplo, materiales a base de silicio o aleaciones de estaño, materiales a base de óxido, por ejemplo, Nb_2O_5 , $\text{Li}_5\text{Ti}_4\text{O}_{12}$, TiO_2 o un compuesto de los mismos. Para el material conductor, el aglutinante y el colector de corriente de electrodo negativo, se puede hacer referencia al electrodo positivo.
- 45 En particular, el electrodo fabricado de acuerdo con la presente divulgación es preferentemente un electrodo positivo. Preferentemente, el electrodo positivo tiene una estructura en la que una capa de material activo inferior y una capa de material activo superior están formadas sobre un colector de corriente en un orden secuencial. La capa de material activo inferior contiene un material conductor en mayor cantidad, y la capa de material activo superior contiene un material conductor en menor cantidad. En este caso, la cantidad de material conductor en la capa de material activo 50 inferior puede ajustarse al intervalo de entre 0,5 y 5 % en peso. Es posible aumentar la cantidad de material activo en la superficie del electrodo y reducir la conductividad eléctrica a un nivel predeterminado reduciendo la cantidad de material conductor en la capa de material activo superior. En particular, cuando la cantidad de material conductor en la capa de material activo superior se controla a un nivel muy bajo de 0,02% en peso o menos, es posible reducir la reacción de generación de calor en caso de cortocircuito interno de la celda.
- 55 En otro ejemplo, el tamaño medio de partícula P1 del material activo que forma la capa de material activo inferior varía entre el 50 y el 95 % del tamaño de partícula promedio P2 del material activo que forma la capa de material activo superior. En este caso, se aplica un material activo de menor tamaño de partícula en la capa de material activo inferior y se aplica un material activo de mayor tamaño de partícula en la capa de material activo superior, lo que facilita la humectación de la solución electrolítica e induce el movimiento suave de iones u orificios. 60
- Aquí, una relación de flujo entre la primera pasta de material activo de electrodo 150 y la segunda pasta de material activo de electrodo 160 puede ser 1 : 1. La primera y segunda pastas de material activo de electrodo 150, 160 pueden incluir grafito, un material conductor, CMC y un aglutinante. La viscosidad de la primera y segunda pastas de material activo de electrodo 150, 160 puede ser igual o superior a 1000 cps (mPa-s).

La viscosidad de la pasta para formar un electrodo de batería secundaria puede ser de 2000 cps (mPa-s) a 30000 cps (mPa-s).

Por ejemplo, la pasta de material activo del electrodo negativo puede tener una viscosidad de 2000 cps (mPa-s) a 4000 cps (mPa-s). La pasta de material activo del electrodo positivo puede tener una viscosidad de 8000 cps (mPa-s) a 30000 cps (mPa-s). Dado que el revestidor de matriz de doble ranura 100 de la presente divulgación está configurado para revestir una solución de revestimiento que tenga una viscosidad de 1000 cps (mPa-s) o más, el revestidor de matriz de doble ranura 100 de la presente divulgación es diferente de la estructura de un dispositivo de revestimiento de una solución de revestimiento que tenga una menor viscosidad, tal como una solución de resina de uso común, por ejemplo, una emulsión fotosensible, un fluido magnético, una solución antirreflectante, una solución antirreflejos, una solución para mejorar el ángulo de visión y una solución de tintado para el filtro de color, y no se puede llegar a él modificando tal dispositivo. Dado que el revestidor de matriz de doble ranura 100 de la presente divulgación está configurado para revestir la pasta que incluye el material activo de la batería secundaria que tiene un tamaño de partícula promedio de aproximadamente $10\ \mu\text{m}$, el revestidor de matriz de doble ranura 100 de la presente divulgación es diferente de la estructura de un dispositivo para revestir una solución de revestimiento sin partículas del tamaño de partícula descrito anteriormente y no se puede llegar a él modificando tal dispositivo. El revestidor de matriz de doble ranura 100 de la presente divulgación es óptimo para un revestidor para un electrodo.

Aunque la Figura 5 se muestra independientemente de la curvatura del rodillo de revestimiento 200, en realidad, el colector de corriente 300 colocado sobre el rodillo de revestimiento 200 también tiene una curvatura debido a la curvatura del rodillo de revestimiento 200 y, por tanto, el espaciamiento del revestimiento entre los labios de matriz 111, 121, 131 y el colector de corriente 300 varía dependiendo de la ubicación. Como el labio de matriz inferior 111 es más grueso, el margen de ventana es más amplio, pero aumenta la desviación del espaciamiento del revestimiento. Lo mismo ocurre con los otros labios de matriz 121, 131. Por consiguiente, los inventores proponen un intervalo preferido de grosor de cada labio de matriz 111, 121, 131 incluyendo el labio de matriz inferior 111 más grueso. Es decir, dado que el rodillo de revestimiento 200 es circular, cuando los labios de matriz 111, 121, 131 son demasiado gruesos, el espaciamiento del revestimiento en cada posición cambia. Para conseguir una uniformidad del revestimiento a la par que se evitan bordes gruesos haciendo que el labio de matriz inferior 111 sea más grueso, la presente divulgación propone un valor máximo apropiado del grosor de cada labio de matriz 111, 121, 131.

La Figura 6 es un diagrama que ilustra el intervalo de grosor de cada labio de matriz en el revestidor de matriz de doble ranura, de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

Los labios de matriz 111, 121, 131 están alineados en una línea. Una región del labio de matriz inferior 111 situada en el lado más aguas arriba a lo largo de la dirección de movimiento del colector de corriente está definida como la parte inferior 111a de la placa inferior, y una región del labio de matriz inferior 111 situada en el lado más aguas abajo está definida como la parte superior 111b de la placa inferior. Una región del labio de matriz intermedio 121 situada en el lado más aguas arriba a lo largo de la dirección de movimiento del colector de corriente está definida como una parte inferior 121a de la placa intermedia, y una región del labio de matriz intermedio 121 situada en el lado más aguas abajo está definida como una parte superior 121b de la placa intermedia. Una región del labio de matriz superior 131 situada en el lado más aguas arriba a lo largo de la dirección de movimiento del colector de corriente está definida como una parte inferior 131a de la placa superior y una región del labio de matriz superior 131 situada en el lado más aguas abajo está definida como una parte superior 131b de la placa superior.

Un espaciamiento del revestimiento de parte inferior de placa intermedia G2a que es el espaciamiento del revestimiento en la parte inferior 121a de la placa intermedia es el espaciamiento del revestimiento objetivo PV + un aumento de curvatura en una ubicación correspondiente a la parte inferior 121a de la placa intermedia. De igual manera, un espaciamiento del revestimiento de parte superior de placa inferior G1b que es el espaciamiento del revestimiento en la parte superior 111b de la placa inferior es el espaciamiento del revestimiento objetivo PV + un aumento de curvatura en una ubicación correspondiente a la parte superior 111b de la placa inferior. Un espaciamiento del revestimiento de parte inferior de placa superior G3a que es el espaciamiento del revestimiento en la parte inferior 131a de la placa superior es el espaciamiento del revestimiento objetivo PV + un aumento de curvatura en una ubicación correspondiente a la parte inferior 131a de la placa superior. De igual manera, un espaciamiento del revestimiento de parte superior de placa intermedia G2b que es el espaciamiento del revestimiento en la parte superior 121b de la placa intermedia es el espaciamiento del revestimiento objetivo PV + un aumento de curvatura en una ubicación correspondiente a la parte superior 121b de la placa intermedia.

Cuando un promedio del aumento de curvatura en la ubicación correspondiente a la parte inferior 121a de la placa intermedia y el aumento de curvatura en la ubicación correspondiente a la parte superior 111b de la placa inferior es AV' , y un promedio del aumento de curvatura en la ubicación correspondiente a la parte inferior 131a de la placa superior y el aumento de curvatura en la ubicación correspondiente a la parte superior 121b de la placa intermedia es AV , AV' y AV cambian en función del diámetro del rodillo de revestimiento 200, del grosor de cada labio de matriz 111, 121, 131, del grosor del espaciador 113, 133 utilizado y de en qué parte del revestidor de matriz de doble ranura 100 se centra el rodillo de revestimiento 200.

En caso de que el grosor del espaciador 113, 133 sea de 0,2 a 3 mm, el diámetro del rodillo de revestimiento 200 es

de 350 a 400 mm y el rodillo de revestimiento 200 está centrado sobre la parte inferior 131a de la placa superior o en la parte superior 111b de la placa inferior, cuando AV' y AV son iguales o menores de 50 μm , la calidad del revestimiento no se ve afectada. Cuando AV' y AV no superan 50 μm , el máximo del grosor D3 del labio de matriz superior 131 es de 4,5 mm. El máximo del grosor D2 del labio de matriz intermedio 121 es de 8,8 mm. El máximo del grosor D1 del labio de matriz inferior 111 es de 4,5 mm.

Por consiguiente, cuando se considera junto con el valor mínimo de cada labio de matriz descrito anteriormente, el grosor D3 del labio de matriz superior 131 puede variar de 0,08 a 4,5 mm, el grosor D2 del labio de matriz intermedio 121 puede variar de 0,08 a 8,8 mm y el grosor D1 del labio de matriz inferior 111 puede variar de 1 a 4,5 mm.

En lo sucesivo en el presente documento, la presente divulgación se describirá con más detalle a través de ejemplos experimentales.

(Ejemplo experimental)

Para una evaluación de calidad del electrodo, se forma una capa de pasta de material activo de electrodo de estructura de doble capa con labios de matriz 111, 121, 131 de grosores variables. Las pastas de material activo de electrodo 150, 160 son una mezcla de grafito : material conductor : CMC : aglutinante en una relación de 95 : 1 : 1 : 3 en agua. El espaciamiento del revestimiento es de 80 μm , y la relación de flujo de la pasta de la capa superior y de la pasta de la capa inferior es de 1 : 1. La velocidad de revestimiento es de 40 m/mín.

La tabla 1 resume el grosor del labio de matriz y la relación de espesores, así como los resultados de calidad del electrodo.

[Tabla 1]

N. °	Grosor de labio de matriz (mm)			Relación de grosores de labio de matriz			Calidad del electrodo	
	Superior	Intermedio	Inferior	Inferior/Superior	Inferior/Intermedio	Inferior/(Promedio de superior e intermedio)	Simulación	Prueba real
1	1	1	1	1	1	1	Fugas	Fugas
2	2	2	2	1	1	1	Fugas	Fugas
3	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	Bien	Bien
4	1	1	2	2	2	2	Bien	Bien
5	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	Bien	Bien
6	1,5	0,5	1,2	0,8	2,4	1,2	Fugas	Ninguna
7	0,5	1,5	1,2	2,4	0,8	1,2	Bien	Borde grueso

En el ejemplo experimental 1, en contraste con la presente divulgación, el labio de matriz superior 131, el labio de matriz intermedio 121 y el labio de matriz inferior 111 tienen un mismo grosor de 1 mm. Como resultado de la simulación y de la prueba real, se produjeron fugas. En la simulación se utilizó el modelo de viscosidad de Carreau-Yasuda.

En el ejemplo experimental 2, cada uno del labio de matriz superior 131, del labio de matriz intermedio 121 y del labio de matriz inferior 111 tiene un grosor de 2 mm. Cada labio de matriz es dos veces más grueso que en el ejemplo experimental 1, pero su relación es igualmente 1 : 1 : 1. Del mismo modo que el ejemplo experimental 1, como resultado de la simulación y de la prueba real, se produjeron fugas. (c) de la Figura 7 muestra que se produjeron fugas de la primera pasta de material activo de electrodo 150 en el labio de matriz inferior 111 como resultado de la simulación del ejemplo experimental 2.

En los ejemplos experimentales 3 a 5, el labio de matriz inferior 111 es el más grueso. Es decir, se cumple el requisito de grosor del labio de matriz de la presente divulgación. Como resultado de la simulación y de la prueba real en los ejemplos experimentales 3 a 5, no se produjeron fugas ni anillos laterales y la calidad del revestimiento es buena. (a) de la Figura 7 muestra el ejemplo experimental 3 y (b) muestra el ejemplo experimental 4. La flecha indica la línea de contacto dinámico. El labio de matriz inferior 111 del ejemplo experimental 4 es más grueso que el del ejemplo experimental 3. En el ejemplo experimental 4, se puede observar que la línea de contacto dinámico está dispuesta en una posición más interna que el labio de matriz inferior 111. Es decir, el margen de la ventana es más amplio. Por consiguiente, de acuerdo con la presente divulgación, como se muestra en los ejemplos experimentales 3 a 5, es posible evitar la aparición de fugas y conseguir un margen de ventana más amplio con el aumento de grosor del labio de matriz inferior 111. El grosor del labio de matriz inferior 111 no aumenta ilimitadamente, y se ajusta para colocar la línea de contacto dinámico en una posición adecuada de acuerdo con el producto revestido previsto y la calidad al revestir.

En el ejemplo experimental 6, en contraste con la presente divulgación, el labio de matriz superior 131 es el más grueso. Como resultado de la simulación, se produjeron fugas.

En el ejemplo experimental 7, en contraste con la presente divulgación, el grosor del labio de matriz intermedio 121 es el mayor. Como resultado de la simulación, no se produjeron fugas, pero en la prueba real, se produjo un defecto de patrón de borde grueso, dando como resultado un borde de electrodo grueso.

5 Si bien la presente divulgación se ha descrito anteriormente con respecto a un número limitado de realizaciones y dibujos, la presente divulgación no está limitada a los mismos, y es obvio para los expertos en la materia que se puede realizar una variedad de cambios y modificaciones en la misma dentro de los aspectos técnicos de la presente divulgación y de las reivindicaciones adjuntas y de su alcance equivalente.

10 Aunque en el presente documento se utilizan términos que indican direcciones tales como arriba, abajo, izquierda y derecha, estos términos se utilizan únicamente para facilitar la descripción, y es evidente para los expertos en la materia que estos términos pueden cambiar dependiendo de la posición de un objeto objetivo o de un observador.

REIVINDICACIONES

1. Revestidor de matriz de doble ranura (100) que comprende una ranura inferior (101) y una ranura superior (102), para el revestimiento por extrusión de una pasta de material activo de electrodo sobre una superficie de un colector de corriente (300) en movimiento continuo a través de al menos una de la ranura inferior (101) o de la ranura superior (102), comprendiendo el revestidor de matriz de doble ranura (100):

una placa inferior (110), una placa intermedia (120) colocada sobre la placa inferior (110) y una placa superior (130) colocada sobre la placa intermedia (120), estando formada la ranura inferior (101) entre la placa inferior (110) y la placa intermedia (120), y estando formada la ranura superior (102) entre la placa intermedia (120) y la placa superior (130),

en donde la placa inferior (110), la placa intermedia (120) y la placa superior (130) tienen un labio de matriz inferior (111), un labio de matriz intermedio (121) y un labio de matriz superior (131), formando, cada uno, un extremo delantero con respecto al colector de corriente (300), respectivamente, y **caracterizado por que**

un grosor **D1** del labio de matriz inferior (111) es mayor que un grosor **D3** del labio de matriz superior (131) y un grosor **D2** del labio de matriz intermedio (121),

en donde el grosor D1 del labio de matriz inferior es 1,2 veces el grosor D3 del labio de matriz superior o más, o

en donde el grosor D1 del labio de matriz inferior es 1,2 veces el grosor D2 del labio de matriz intermedio o más, y

en donde un labio de matriz más fino entre el labio de matriz superior (131) y el labio de matriz intermedio (121) tiene un grosor de 800 μm o más.

2. El revestidor de matriz de doble ranura (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde un orificio de salida inferior (101a) en comunicación con la ranura inferior (101) está formado entre el labio de matriz inferior (111) y el labio de matriz intermedio (121), un orificio de salida superior (102a) en comunicación con la ranura superior (102) está formado entre el labio de matriz intermedio (121) y el labio de matriz superior (131), la pasta (150) que forma una capa de pasta inferior se puede suministrar sobre el colector de corriente (300) a través del orificio de salida inferior (101a), y la pasta (160) que forma una capa de pasta superior se puede suministrar sobre la capa de pasta inferior sobre el colector de corriente (300) a través del orificio de salida superior (102a), estando el orificio de salida superior (102a) separado del orificio de salida inferior (101a) aguas abajo en una dirección de revestimiento.

3. El revestidor de matriz de doble ranura (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde éste está configurado de modo que una distancia **H3** entre el colector de corriente (300) y el labio de matriz superior (131) es mayor que una distancia **H1** entre el colector de corriente (300) y el labio de matriz inferior (111) y una distancia **H2** entre el colector de corriente (300) y el labio de matriz intermedio (121).

4. El revestidor de matriz de doble ranura (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde éste está configurado de modo que cuando el colector de corriente (300) se mueve por la rotación de un rodillo de revestimiento circular (200) que tiene un diámetro de 350 a 400 mm y el colector de corriente (300) tiene una curvatura por el rodillo de revestimiento (200), y

el labio de matriz inferior (111), el labio de matriz intermedio (121) y el labio de matriz superior (131) tienen un grosor tal que un promedio de aumentos de la curvatura en una ubicación correspondiente a una parte superior de placa inferior (111b) que es una región del labio de matriz inferior (111) situada en el lado más aguas abajo a lo largo de una dirección de movimiento del colector de corriente (300), una parte inferior de placa intermedia (121a) que es una región del labio de matriz intermedio (121) situada en el lado más aguas arriba a lo largo de la dirección de movimiento del colector de corriente (300), una parte superior de placa intermedia (121b) que es una región del labio de matriz intermedio (121) situada en el lado más aguas abajo a lo largo de la dirección de movimiento del colector de corriente, y una parte inferior de placa superior (131a) que es una región del labio de matriz superior (131) situada en el lado más aguas arriba a lo largo de la dirección de movimiento del colector de corriente (300) no supera los 50 μm .

5. El revestidor de matriz de doble ranura (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el grosor D3 del labio de matriz superior (131) varía de 0,8 a 4,5 mm, el grosor D2 del labio de matriz intermedio (121) varía de 0,8 a 8,8 mm, y el grosor del labio de matriz inferior (111) varía de 1 a 4,5 mm.

6. Un método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo, que comprende:

formar una capa de pasta de material activo de electrodo sobre un colector de corriente (300) utilizando el revestidor de matriz de doble ranura (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 suministrando una pasta de material activo de electrodo mientras el colector de corriente (300) se mueve desde el labio de matriz inferior (111) hasta el labio de matriz superior (131).

7. El método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la capa de pasta de material activo de electrodo se forma con un grosor de 60 μm o más.

8. El método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la pasta de material activo de electrodo tiene una viscosidad de 1000 cps (mPa-s) o más.

9. Un método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo utilizando un revestidor de matriz de doble

ranura de acuerdo con la reivindicación 1, para el revestimiento simultáneo por extrusión de dos tipos de pastas de material activo de electrodo sobre una superficie de un colector de corriente (300) en movimiento continuo a través de la ranura inferior (101) y la ranura superior (102), comprendiendo el método:

- 5 suministrar simultáneamente los dos tipos de pastas de material activo de electrodo sobre el colector de corriente (300) que se mueve en dirección del labio de matriz inferior (111) al labio de matriz superior (131) a través de un orificio de salida inferior (101a) y un orificio de salida superior (102a) para formar una estructura de doble capa que incluye una capa de pasta inferior y una capa de pasta superior revestida sobre la capa de pasta inferior, en donde el orificio de salida inferior (101a) en comunicación con la ranura inferior (101) está formado entre el labio de matriz inferior (111) y el labio de matriz intermedio (121), el orificio de salida superior (102a) en comunicación con la ranura superior (102) está formado entre el labio de matriz intermedio (121) y el labio de matriz superior (131), y el orificio de salida superior (102a) está separado del orificio de salida inferior (101a) aguas abajo en una dirección de revestimiento.

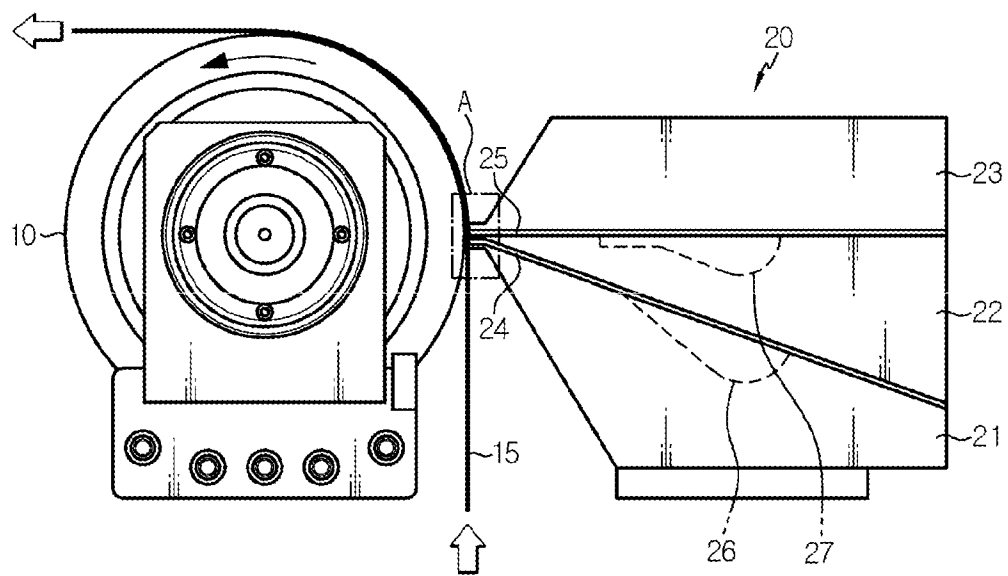
10. El método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo de acuerdo con la reivindicación 9, en donde cada una de la capa de pasta inferior y la capa de pasta superior se forma con un grosor de 60 μm o más.

11. El método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo de acuerdo con la reivindicación 9, en donde la pasta de material activo de electrodo tiene una viscosidad de 1000 cps (mPa-s) o más.

12. El método de revestimiento de una pasta de material activo de electrodo de acuerdo con la reivindicación 9, en donde una relación de flujo entre la pasta de material activo de electrodo que forma la capa de pasta inferior y la pasta de material activo de electrodo que forma la capa de pasta superior es 1 : 1.

FIG. 1

TÉCNICA RELACIONADA



TÉCNICA RELACIONADA

FIG. 2

TÉCNICA RELACIONADA

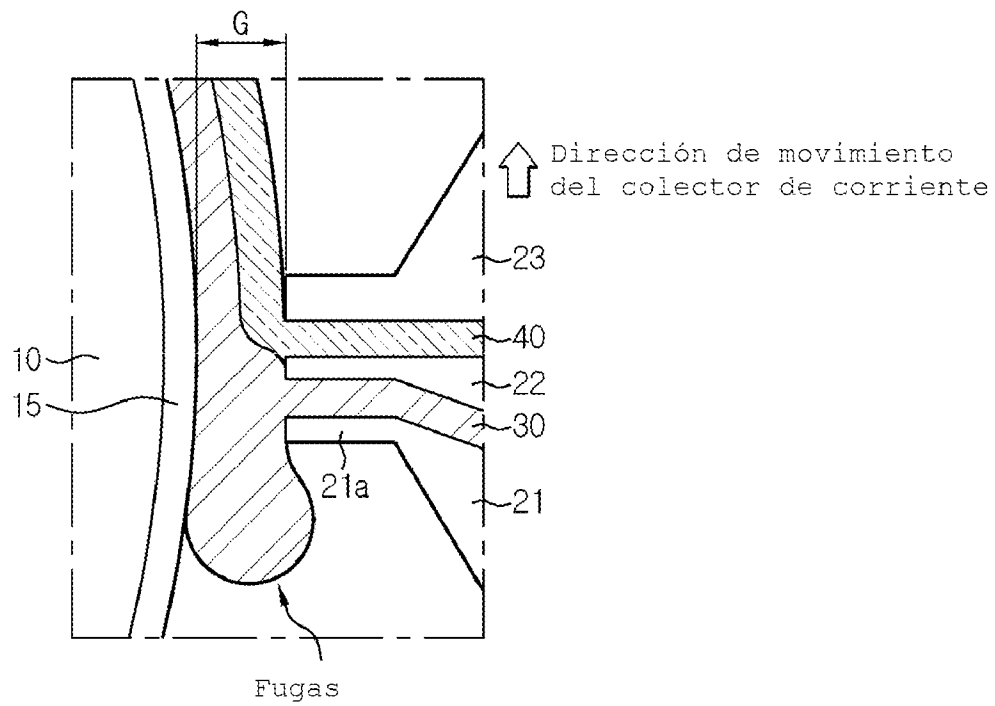


FIG. 3

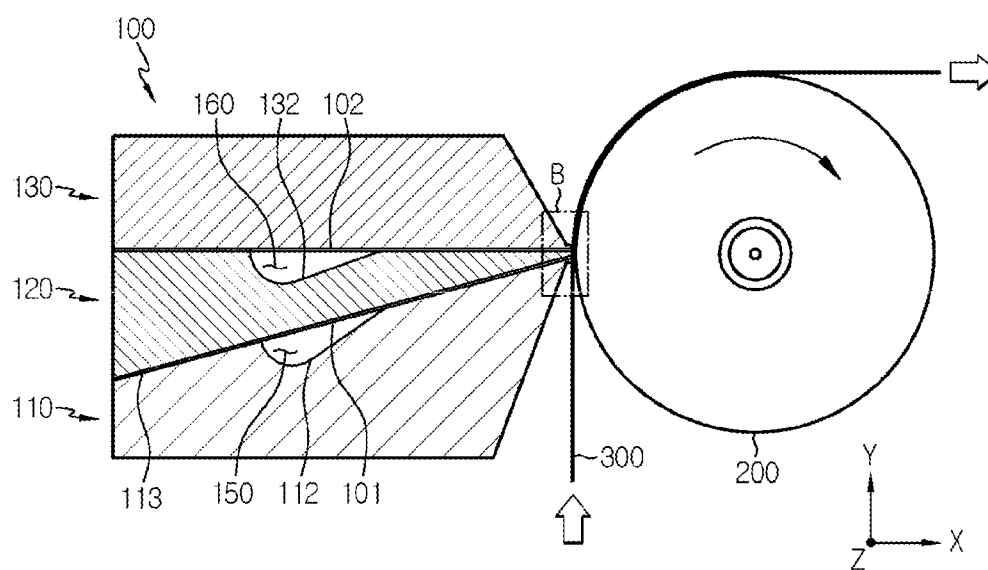


FIG. 4

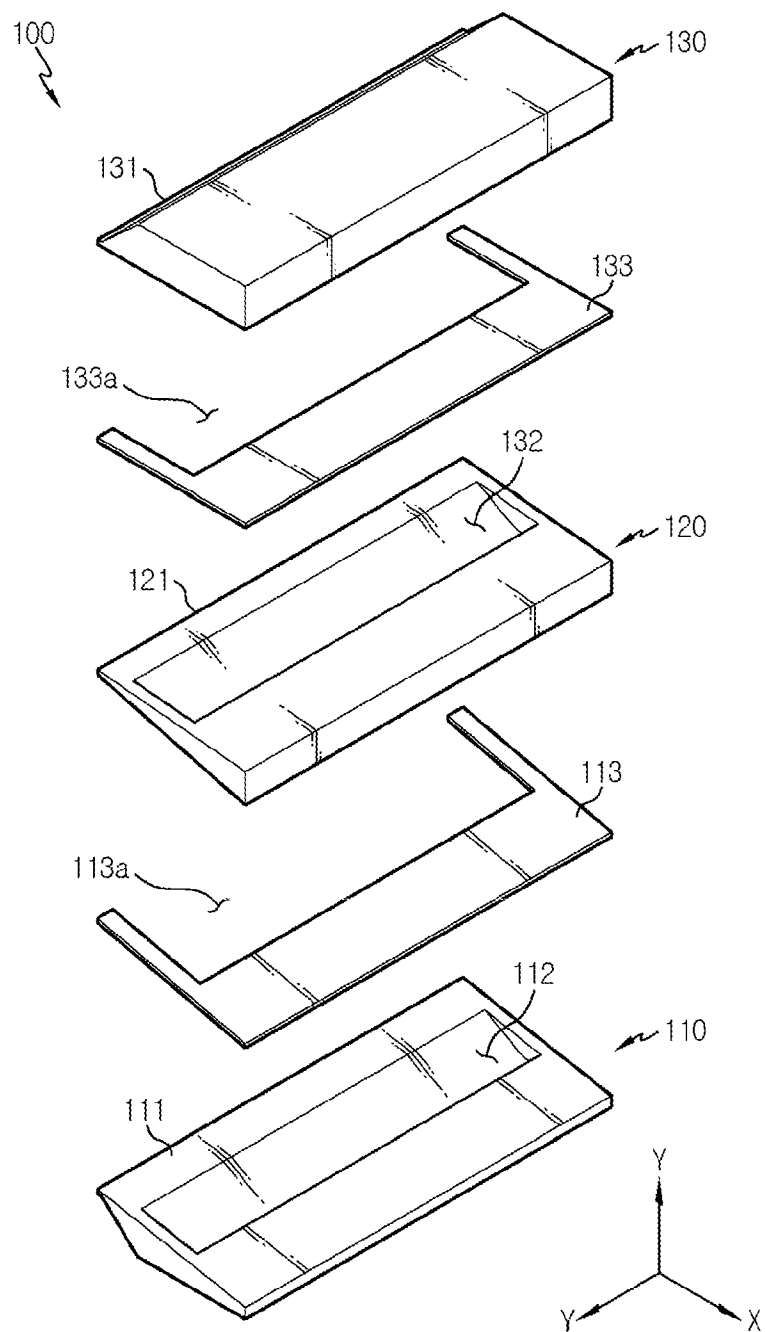


FIG. 5

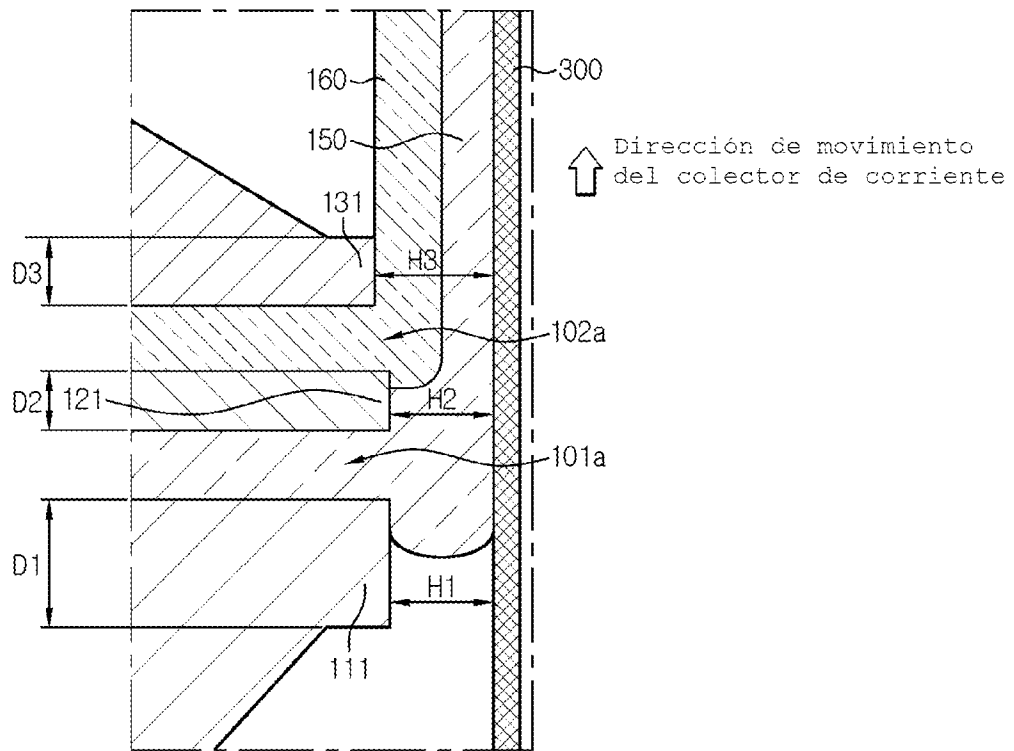


FIG. 6

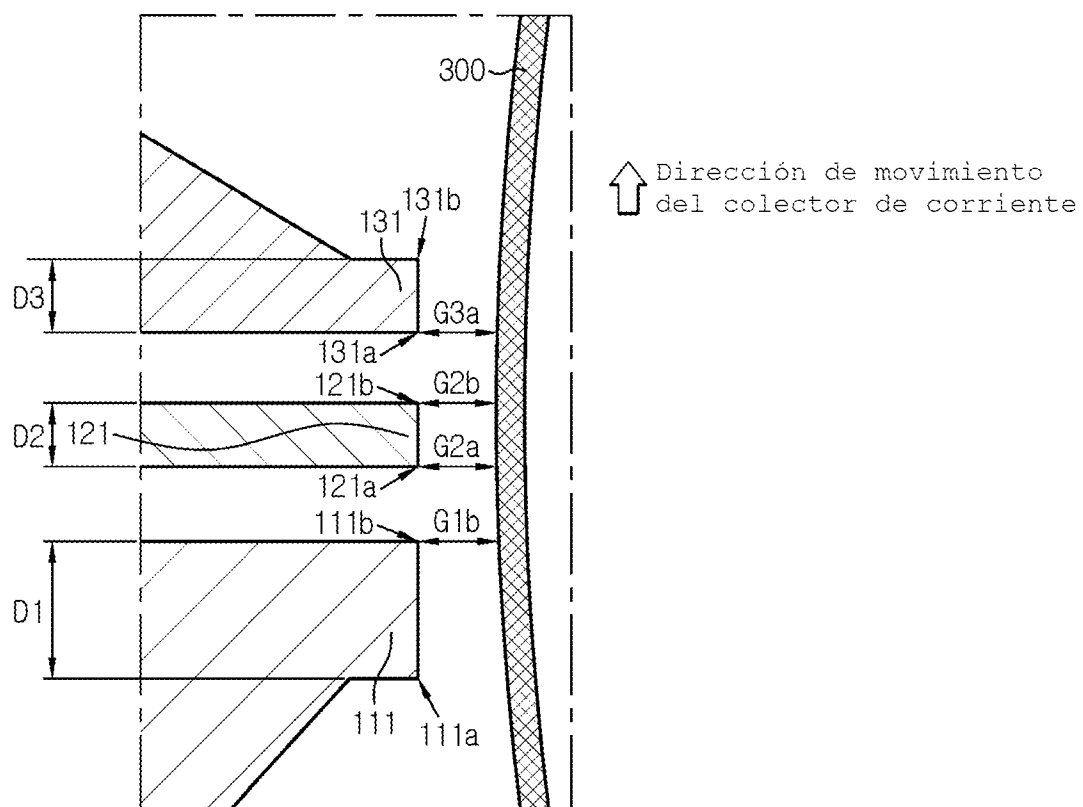
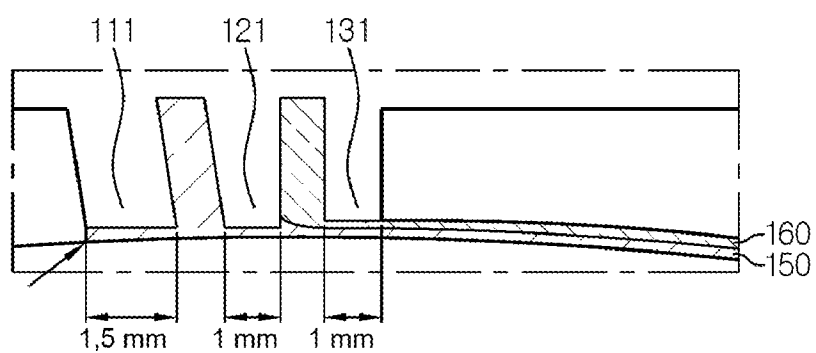
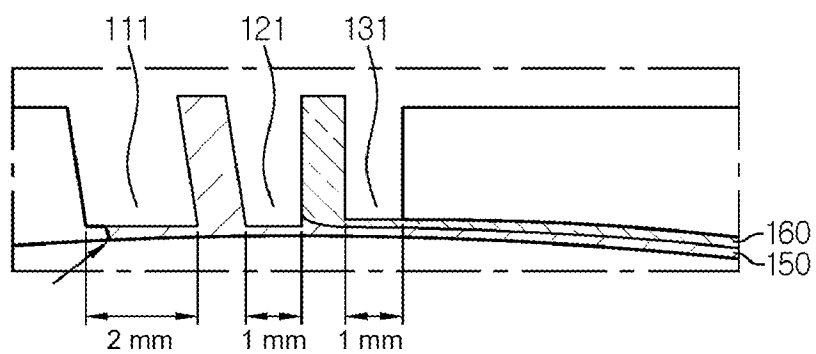


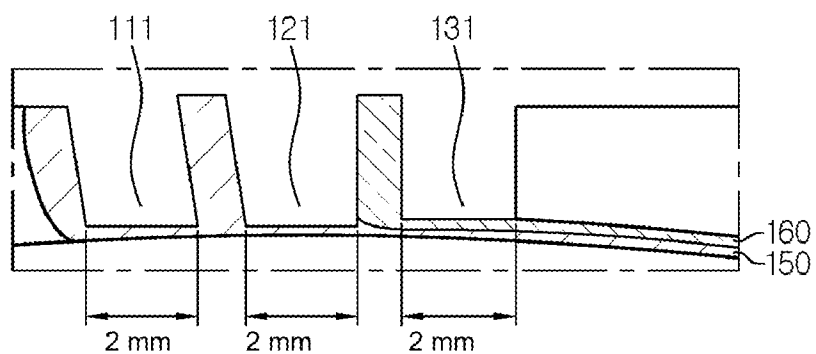
FIG. 7



(a)



(b)



(c)