

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 113**

51 Int. Cl.:

H01M 10/052 (2010.01)

H01M 10/0583 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.08.2014 PCT/GB2014/052474**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.02.2015 WO15022529**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.08.2014 E 14755703 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019 EP 3033793**

54 Título: **Celda de litio-azufre laminada**

30 Prioridad:

15.08.2013 EP 13180522
02.04.2014 GB 201405957

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.04.2019

73 Titular/es:

OXIS ENERGY LIMITED (100.0%)
E1 Culham Science Centre
Abingdon, Oxfordshire OX14 3DB, GB

72 Inventor/es:

LINDSTROM, OVE y
IVANOVA, MARIYA

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 711 113 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

Celda de litio-azufre laminada

5 Antecedentes

La presente invención se refiere a una celda de litio-azufre que comprende un laminado que se pliega en una configuración en zigzag.

10 Una celda de litio-azufre típica comprende un ánodo (electrodo negativo) formado a partir de metal de litio o una aleación de metal de litio y un cátodo (electrodo positivo) formado a partir de azufre elemental u otro material de azufre electroactivo. El azufre u otro material electroactivo que contiene azufre se puede mezclar con un material eléctricamente conductor, como el carbono, para mejorar su conductividad eléctrica. Típicamente, el carbono y el azufre se muelen y luego se mezclan con un solvente y aglutinante para formar una suspensión. La suspensión se aplica a un colector de corriente y luego se seca para eliminar el disolvente. La estructura resultante está programada para formar una lámina compuesta de material catódico depositado en un colector de corriente, que se corta en la forma deseada para formar un cátodo. Se aplica electrolito al cátodo. Luego se coloca un separador sobre el cátodo y se coloca un ánodo de litio sobre el separador.

20 Hasta la fecha, las celdas de litio-azufre se han producido mediante un proceso por lotes que comprende varios pasos que requieren mucho tiempo. Por ejemplo, las láminas compuestas de material catódico y las láminas de metal de litio o aleación de metal de litio deben cortarse en una forma deseada antes del ensamblaje de la celda. En particular, las láminas deben cortarse de tal manera que proporcionen porciones sobresalientes o pestañas a las que se puedan soldar los cables de contacto. Esto puede aumentar la complejidad del proceso general. Además, en los métodos conocidos de ensamblaje de celdas, las hojas individuales, precortadas de cátodo, separador y ánodo se colocan sobre otra en un proceso por lotes. Tales procesos pueden ser difíciles de automatizar. El documento WO 02/095849 A2 divulga una celda electroquímica de litio y un proceso para su producción.

30 Los presentes inventores han diseñado una celda de litio-azufre que se puede ensamblar de manera eficiente y efectiva. Los presentes inventores también han desarrollado un proceso eficiente y eficaz para fabricar una celda de litio-azufre.

Descripción

35 Antes de que se describan ejemplos particulares de la presente invención, debe entenderse que la presente divulgación no está limitada a la celda, el método o el material particular descrito en este documento. También debe entenderse que la terminología utilizada en este documento se utiliza para describir ejemplos particulares solamente y no pretende ser limitativa, ya que el alcance de la protección se definirá por las reivindicaciones y sus equivalentes.

40 Al describir y reivindicar la celda y el método de la presente invención, se utilizará la siguiente terminología: las formas singulares “uno”, “una” y “el” incluyen formas plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Así, por ejemplo, la referencia a “un ánodo” incluye la referencia a uno o más de tales elementos.

45 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona una celda electroquímica de litio-azufre que comprende un laminado que comprende:

- un ánodo de litio que comprende una capa de lámina de metal de litio o lámina de aleación de metal de litio;
- un cátodo que comprende un material de azufre activo;
- un separador poroso entre el ánodo de litio y el cátodo; y
- electrolito;

55 en donde:

el laminado se pliega en una configuración en zigzag; y
 el cátodo está desplazado con respecto al ánodo de litio en el laminado, de manera que el cátodo es accesible desde un lado del laminado y el ánodo de litio es accesible desde un lado opuesto del laminado.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un método para fabricar una celda de litio-azufre, comprendiendo dicho método:
 formar un laminado de i) un ánodo de litio que comprende una capa de metal de litio o una lámina de aleación de metal de litio, ii) un separador poroso; iii) electrolito y iv) un cátodo que comprende un material de azufre activo, por lo que el separador está dispuesto entre el ánodo de litio y el cátodo y el cátodo está desplazado con respecto al ánodo de

litio en el laminado, de modo que el cátodo es accesible desde un lado del laminado y el ánodo de litio es accesibles desde un lado opuesto del laminado; y

plegar el laminado en una configuración en zigzag.

5 La celda de la presente invención se puede ensamblar proporcionando el cátodo, el separador y el ánodo como hojas o bandas de material que se pueden laminar juntas para formar un laminado. Ventajosamente, por lo tanto, el laminado puede formarse como una banda de material de flujo (por ejemplo, flujo continuo). Al desplazar el cátodo con respecto al ánodo en el laminado, se puede acceder al cátodo desde un lado del laminado y se puede acceder al ánodo desde el otro. Ventajosamente, por lo tanto, se puede acceder al cátodo y al ánodo desde el laminado sin que sea necesario cortar el ánodo o el cátodo de ninguna manera particular antes de la laminación. En una realización, el cátodo, el separador y el ánodo se alimentan de rollos respectivos de material en banda. Por ejemplo, los rollos del cátodo y el material del ánodo pueden desplazarse uno respecto al otro para asegurar que estos componentes estén desplazados en el laminado resultante. Por consiguiente, el cátodo y el ánodo pueden desplazarse entre sí en una dirección perpendicular al eje longitudinal del laminado. El desplazamiento del cátodo y el ánodo en una dirección perpendicular al eje longitudinal del laminado puede facilitar la fabricación continua del laminado, ya que los rollos de material de cátodo y ánodo pueden desplazarse convenientemente en una dirección perpendicular al flujo del material de cátodo y ánodo (ver más abajo). Una ventaja de la celda de la presente invención es que puede fabricarse en un proceso continuo. Una ventaja adicional es que la celda se presta a la fabricación utilizando un proceso que puede automatizarse convenientemente.

25 En una realización, el cátodo que comprende un material de azufre activo se proporciona como una banda de material, preferiblemente como un flujo continuo de material de banda. El electrolito se puede aplicar al cátodo, por ejemplo, poniendo en contacto el electrolito con el material de azufre activo. Esta etapa de contacto puede llevarse a cabo de cualquier manera adecuada, por ejemplo, pulverizando, extruyendo, vertiendo y/o extendiendo el electrolito sobre el material de azufre activo. El electrolito puede, en ciertas realizaciones, aplicarse (por ejemplo, mediante pulverización) a una banda móvil del cátodo, por ejemplo, como una pulverización continua o intermitente.

30 Antes o después (preferiblemente después) de que el electrolito se aplique al cátodo, se puede aplicar un separador poroso al cátodo, por ejemplo, como un flujo (por ejemplo, flujo continuo) de material en banda. Una vez que se aplica electrolito al cátodo, es deseable que empape en los poros del separador. En consecuencia, el electrolito puede humedecer el cátodo y el separador. El ánodo de litio se puede laminar sobre el separador como un flujo continuo de material en banda para formar el laminado. Preferiblemente, el laminado se forma como un flujo (por ejemplo, flujo continuo) de material en banda, por lo que la banda del material del ánodo de litio y la banda del material del cátodo están desplazadas entre sí en una dirección perpendicular a la dirección del flujo. En una realización preferida, por lo tanto, el cátodo está desplazado con respecto al ánodo en una dirección perpendicular al eje longitudinal del laminado. El laminado puede plegarse a lo largo de su longitud (es decir, a lo largo del eje longitudinal del laminado) en una configuración en zigzag antes o después de cortar el material laminado a una longitud predeterminada. Al desplazar el ánodo con respecto al cátodo en una dirección perpendicular al eje longitudinal del laminado, el cátodo puede ser accesible desde un lado del laminado, mientras que el ánodo puede ser accesible desde el lado opuesto del laminado. Preferiblemente, el laminado se pliega antes del corte.

45 Preferiblemente, el laminado comprende además un ánodo de litio adicional y un separador poroso adicional que contiene electrolito. El cátodo está dispuesto preferiblemente entre los ánodos de litio y un separador poroso está dispuesto entre el cátodo y cada ánodo de litio. En una realización preferida, los ánodos de litio están dispuestos, de manera que ambos ánodos de litio son accesibles desde el lado opuesto del laminado. Por ejemplo, los ánodos de litio pueden estar alineados entre sí. Los ánodos pueden contactarse entre sí en el lado relevante del laminado. Esto puede permitir que se use un solo cable de contacto para suministrar y extraer la corriente de los ánodos en la celda. El cable de contacto puede soldarse en el(los) ánodo(s).

50 Cuando el laminado comprende dos ánodos de litio y dos separadores porosos, se puede aplicar un ánodo de litio y un separador poroso a cada lado del cátodo. En una realización, el cátodo comprende una capa que comprende una mezcla de material de azufre activo y un material electroconductor depositado en cada lado de un colector de corriente. El electrolito puede, ventajosamente, aplicarse a la capa a ambos lados del colector de corriente. Antes o después de la aplicación del electrolito, se puede aplicar un separador poroso a ambos lados del colector de corriente. Posteriormente, se puede aplicar un ánodo de litio a cada separador para formar el laminado. Como se mencionó anteriormente, el cátodo, los separadores y los ánodos se pueden proporcionar como bandas continuas de material. Ventajosamente, por lo tanto, el laminado puede formarse como una banda continua.

60 Como se discutió anteriormente, el ánodo de litio comprende una capa de lámina de metal de litio o lámina de aleación de metal de litio. La capa de lámina de metal de litio o lámina de aleación de metal de litio puede tener un espesor de 20 a 120 μm , preferiblemente de 30 a 50 μm . La capa de lámina de metal de litio o lámina de aleación de metal de litio puede colocarse inicialmente en contacto con un sustrato de soporte. En otras palabras, el ánodo puede proporcionarse inicialmente como un precursor de ánodo que comprende una capa de lámina metálica de litio o lámina de aleación soportada sobre un sustrato. Los sustratos adecuados incluyen aquellos formados de un material polimérico, tal como polipropileno. El sustrato puede servir para soportar la capa de lámina durante la fabricación de

la celda y, en particular, durante la etapa de laminación. Preferiblemente, la lámina se coloca simplemente en contacto con el sustrato sin unión. En una realización, se proporcionan un rollo de material de sustrato y un rollo de lámina de metal de litio o lámina de aleación de metal de litio. Se puede dispensar material desde cada uno de estos rollos para producir el precursor de ánodo como un flujo de material en banda. Esta banda se puede introducir en el proceso de laminación, por ejemplo, de manera continua. De manera deseable, el sustrato se retira del laminado, por ejemplo, antes de la etapa de plegado. Esto se puede lograr simplemente recolectando el material del sustrato en un rollo una vez que se produce el laminado de la celda.

En una realización preferida, el ánodo de litio comprende una capa discontinua de lámina metálica de litio o lámina de aleación de litio. Por ejemplo, la capa de lámina metálica de litio o lámina de aleación de litio puede estar ausente a intervalos, preferiblemente intervalos regulares a lo largo de la longitud del ánodo. En un ejemplo, el ánodo de litio comprende una serie de regiones o tiras de ancho sustancialmente uniforme a lo largo de la longitud del ánodo en el que la capa de lámina de metal de litio o lámina de aleación de litio. Estas regiones "vacías" pueden estar separadas ventajosamente por una cantidad sustancialmente uniforme. Preferiblemente, las regiones vacías coinciden con los puntos a lo largo de los cuales se corta el laminado para su uso. Ventajosamente, los huecos reducen o eliminan el riesgo de cortocircuito en la celda ensamblada, ya que se reduce o elimina el riesgo de que el ánodo se presione en contacto con el cátodo durante el corte.

Las regiones vacías del ánodo de litio pueden prepararse utilizando cualquier método adecuado. Por ejemplo, cuando el ánodo de litio comprende inicialmente una capa de lámina de metal de litio o una lámina de aleación de litio colocada sobre un sustrato, las secciones de la capa se pueden eliminar cortando o raspando. En una realización, las secciones de la capa se eliminan pasando el ánodo de litio entre un par de rodillos, uno de los cuales está provisto de cortadores configurados para cortar o raspar secciones de la capa de metal de litio o aleación de litio del sustrato de ánodo no conductor. Esto permite que las secciones se retiren del ánodo de litio, ya que se alimenta una banda continua de material de ánodo de litio entre los rodillos. Por consiguiente, las regiones vacías pueden formarse a medida que el material se alimenta al proceso de laminación en un proceso continuo. Una vez que se forma el laminado, el sustrato se puede quitar, por ejemplo, mediante pelado.

Una vez que se forma el laminado, los cables de contacto se pueden unir al ánodo y cátodo accesibles del laminado. El laminado puede entonces sellarse en un recipiente hermético al aire y a la humedad.

Como se describió anteriormente, el cátodo comprende un material de azufre electroactivo. Preferiblemente, el material de azufre electroactivo se mezcla con un material electroconductor. Esta mezcla forma una capa electroactiva, que puede ponerse en contacto con un colector de corriente.

La mezcla de material de azufre electroactivo y material electroconductor se puede aplicar al colector de corriente en forma de una suspensión en un disolvente (por ejemplo, agua o un disolvente orgánico). El disolvente se puede eliminar y la estructura resultante se puede calandrar para formar una estructura compuesta. En una realización preferida, el material de azufre electroactivo y, opcionalmente, el material electroconductor no cubren toda el área del colector de corriente. Por ejemplo, los bordes del colector de corriente pueden permanecer expuestos, de modo que el colector de corriente del cátodo sea accesible desde un lado del laminado. Ventajosamente, esto permite que los cables de contacto se suelden o se unan al cátodo de una manera conveniente.

El material de azufre electroactivo puede comprender azufre elemental, compuestos orgánicos a base de azufre, compuestos inorgánicos a base de azufre y polímeros que contienen azufre. Preferiblemente, se usa azufre elemental.

El material electroconductor sólido puede ser cualquier material conductor adecuado. Preferiblemente, este material electroconductor sólido puede estar formado de carbono. Los ejemplos incluyen negro de humo, fibra de carbono y nanotubos de carbono. Otros materiales adecuados incluyen metal (por ejemplo, escamas, limaduras y polvos) y polímeros conductores. Preferiblemente, se emplea negro de carbono.

La relación en peso de material de azufre electroactivo (por ejemplo, azufre elemental) a material electroconductor (por ejemplo, carbono) puede ser de 1 a 30:1; preferiblemente 2 a 8:1, más preferiblemente 5 a 7:1.

La mezcla de material de azufre electroactivo y material electroconductor puede ser una mezcla de partículas. La mezcla puede tener un tamaño de partícula promedio de 50 nm a 20 micras, preferiblemente de 100 nm a 5 micras.

La mezcla de material de azufre electroactivo y material electroconductor (es decir, la capa electroactiva) puede incluir opcionalmente un aglutinante. Los aglutinantes adecuados pueden formarse a partir de al menos uno de, por ejemplo, óxido de polietileno, politetrafluoroetileno, fluoruro de polivinilideno, caucho de etileno-propileno-dieno, metacrilato (por ejemplo, metacrilato curable por UV) y ésteres divinílicos (por ejemplo, ésteres divinílicos curables por calor).

Los colectores de corriente adecuados incluyen sustratos metálicos, tales como lámina, lámina o malla formada por un metal o aleación metálica. En una realización preferida, el colector de corriente es una lámina de aluminio.

El separador puede ser cualquier sustrato poroso adecuado que permita que los iones se muevan entre los electrodos de la celda. La porosidad del sustrato debe ser al menos del 30%, preferiblemente al menos del 50%, por ejemplo, por encima del 60%. Los separadores adecuados incluyen una malla formada de un material polimérico. Los polímeros adecuados incluyen polipropileno, nailon y polietileno. El polipropileno no tejido es particularmente preferido. Es posible emplear un separador de múltiples capas.

El separador debe colocarse entre los electrodos para evitar el contacto directo entre los electrodos. Los lados del separador no necesitan estar alineados con el ánodo o el cátodo. Por ejemplo, el separador puede estar desplazado con respecto al cátodo y/o ánodo. En una realización en la que la celda comprende primero y segundo ánodos a cada lado de un cátodo, un separador puede colocarse entre el cátodo y cada ánodo, de manera tal que, en la región del laminado desde donde se accede a los ánodos, los separadores se extiendan más allá del cátodo a una posición intermedia entre el cátodo y los ánodos. Esto permite que los ánodos se presionen juntos a lo largo del lado relevante del laminado sin que los ánodos y el cátodo entren en contacto directo. Ventajosamente, esto puede reducir o eliminar el riesgo de que se produzca un circuito de la celda.

Como se discutió anteriormente, la celda comprende un electrolito. El electrolito está presente o dispuesto entre los electrodos, lo que permite que la carga se transfiera entre el ánodo y el cátodo. Preferiblemente, el electrolito moja los poros del cátodo, así como los poros del separador. Preferiblemente, el electrolito comprende al menos una sal de litio y al menos un disolvente orgánico. Las sales de litio adecuadas incluyen al menos uno de hexafluorofosfato de litio (LiPF_6), hexafluoroarsenato de litio (LiAsF_6), perclorato de litio (LiClO_4), trifluorometanosulfonimida de litio ($\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$), borofluoruro de litio y trifluorometanosulfonato de litio ($\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$). Preferiblemente, la sal de litio es trifluorometanosulfonato de litio.

Los disolventes orgánicos adecuados son tetrahidrofurano, 2-metiltetrahidrofurano, dimetilcarbonato, dietilcarbonato, etilmetilcarbonato, metilpropilcarbonato, metilpropilpropionato, etilpropilpropionato, acetato de metilo, dimetoxietano, 1,3-dioxolano, diglima (2-metoxietil éter), tetraglima, carbonato de etileno, carbonato de propileno, γ -butirolactona, dioxolano, hexametilfosfoamida, piridina, dimetilsulfóxido, fosfato de tributilo, fosfato de trimetilo, N,N,N,N-tetraetil sulfamida y sulfona y sus mezclas. Preferiblemente, el disolvente orgánico es una sulfona o una mezcla de sulfonas. Ejemplos de sulfonas son dimetilsulfona y sulfolano. El sulfolano se puede emplear como único disolvente o en combinación, por ejemplo, con otras sulfonas.

El disolvente orgánico utilizado en el electrolito debe ser capaz de disolver las especies de polisulfuro, por ejemplo, de la fórmula donde S_n^{2-} , donde $n = 2$ a 12 , que se forman cuando el material de azufre electroactivo se reduce durante la descarga de la celda.

La concentración de sal de litio en el electrolito es preferiblemente de 0.1 a 5M, más preferiblemente de 0.5 a 3M, por ejemplo, 1M. La sal de litio está presente preferiblemente en una concentración que es al menos 70%, preferiblemente al menos 80%, más preferiblemente al menos 90%, por ejemplo, 95 a 99% de saturación.

A continuación, se describirán realizaciones de la presente invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista esquemática en sección transversal de un laminado que se puede usar en una celda según una realización de la presente invención;

La figura 2 es una vista en planta esquemática de un laminado plegado que puede usarse en una celda de acuerdo con una realización de la presente invención;

La figura 3 es una vista lateral esquemática de un laminado plegado que se puede usar en una celda de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 4 es una vista esquemática de un aparato que puede usarse para producir un laminado para uso en una celda de acuerdo con una realización de la presente invención;

Las figuras 5a y 5b son vistas esquemáticas de rodillos que pueden usarse para cortar un cátodo para su uso en una celda de acuerdo con una realización de la presente invención; y

las figuras 6a y 6b son vistas esquemáticas de un dispositivo de plegado que puede usarse para plegar un laminado para su uso en una celda según una realización de la presente invención.

En primer lugar, se hace referencia a la Figura 1, que representa una vista en sección transversal de un laminado para uso en una celda de acuerdo con una realización de la invención. El laminado 10 comprende un cátodo 12, separadores 14 y ánodos de litio 16. El cátodo 12 comprende una capa electroactiva (no mostrada) que comprende un material de azufre activo y un material electroconductor. Los ánodos 16 de litio están formados por una lámina de metal de litio o una lámina de aleación de litio, opcionalmente soportada por un sustrato no conductor (no mostrado). Como se puede ver en la Figura, el cátodo 12 y los ánodos 16 están desplazados en una dirección perpendicular al

eje longitudinal del laminado (cuyo eje longitudinal puede verse como saliendo o entrando en la página), de modo que el cátodo 12 es accesible desde un lado del laminado 10, mientras que los ánodos son accesibles desde el lado opuesto del laminado 10. Los ánodos 16 en esta realización están alineados. Los separadores 14 están colocados o dimensionados en relación con los ánodos 16 y el cátodo 12, de manera que, en la región del laminado 10 desde la cual se puede acceder a los ánodos 16 de litio, los separadores 14 se extienden más allá del cátodo 12 hasta una posición intermedia entre el cátodo 12 y los ánodos 16. Por consiguiente, los ánodos 16 de litio pueden presionarse juntos a lo largo de ese lado del laminado 10 sin que los ánodos 16 y el cátodo 12 entren en contacto directo. Esto tiene la ventaja de reducir o eliminar el riesgo de cortocircuito de la celda.

Ahora se hace referencia a las Figuras 2 y 3, que representan un laminado 10 para uso en una celda de acuerdo con una realización de la invención en una configuración plegada. Como se ve mejor esquemáticamente en la Figura 3, el laminado se pliega a lo largo de su longitud o eje longitudinal en una configuración en zigzag. Como se puede ver en la Figura 2, los ánodos 16 son accesibles desde un lado del laminado 10, mientras que el cátodo 12 es accesible desde el otro lado del laminado 10. Las lengüetas 18 de contacto pueden aplicarse a los ánodos 16 y al cátodo 12 para facilitar la conexión a los cables de contacto, por ejemplo, mediante soldadura.

La Figura 4 es una vista esquemática de un aparato que puede usarse para producir un laminado para uso en una celda de acuerdo con una realización de la presente invención. El aparato comprende un rollo 112 de la banda 114 de cátodo, rollos 116 de la banda 118 de separador y rollos 120 y banda 122 del ánodo. El aparato 100 también comprende rodillos de guía para guiar las bandas a través del aparato, así como un par de rodillos 124 de corte para preparar la banda 122 de ánodo para la laminación (véase más adelante). El aparato 100 también está provisto de unidades 126 de pulverización para aplicar electrolito a ambos lados de la banda 114 de cátodo, así como un dispositivo 128 de plegado, que pliega el laminado producido en una configuración en zigzag.

La banda 114 del cátodo comprende una capa electroactiva de un material de azufre activo (por ejemplo, azufre) y un material electroconductor (por ejemplo, carbono). La capa se deposita en ambos lados de un colector de corriente de, por ejemplo, papel de aluminio. Ventajosamente, los bordes de la banda 114 quedan sin cubrir por la capa electroactiva, de manera que el colector de corriente permanece accesible desde el laminado resultante.

En funcionamiento, la banda 114 de cátodo se alimenta continuamente desde el rodillo 112. El electrolito se pulveriza en ambos lados de la banda 114 móvil utilizando las unidades 126 de pulverización. La banda 118 de separación se alimenta continuamente desde los rodillos 116 y se lamina sobre la banda 114 de cátodo. Después de eso, la banda 122 de ánodo se alimenta continuamente desde los rodillos 120 y se lamina sobre la banda 118 separadora. El laminado resultante se alimenta continuamente como una banda al dispositivo 128 de plegado, que pliega el laminado en una configuración en zigzag. Las figuras 6a y 6b son vistas ampliadas del dispositivo 128 de plegado. El laminado plegado se puede cortar a la longitud deseada (no mostrado).

La banda 122 de ánodo comprende inicialmente una capa 132 de metal de litio o una lámina de aleación de litio soportada sobre el sustrato 134 de, por ejemplo, polipropileno (véase la Figura 5a). Antes de laminar la banda 122 de ánodo sobre la banda 118 de separación, se corta para eliminar secciones de la capa de metal de litio o aleación de litio a intervalos regulares a lo largo de la longitud de la banda 122. Como se puede ver en las Figuras 5a y 5b, esto se puede lograr utilizando los rodillos 124a y 124b de corte. El rodillo 124b está provisto de cuchillas 130, que están separadas en el rodillo 124b. A medida que la banda 122 de ánodo se alimenta a través de los rodillos 124, los cortadores 130 retiran una porción de la capa 132 de metal de litio o de aleación de litio del sustrato 134 para proporcionar una región o tira vacía donde la banda de ánodo carece de lámina de metal de litio o de lámina de aleación de litio. Al garantizar que la banda 122 de ánodo se alimenta a una velocidad constante a través de los rodillos 124a y 124b de corte, es posible garantizar que las regiones vacías tengan un tamaño sustancialmente uniforme y estén espaciadas de manera sustancialmente uniforme entre sí. Estos vacíos marcan los puntos en los que se debe cortar el laminado. Ventajosamente, los vacíos reducen o eliminan el riesgo de cortocircuito en la celda ensamblada, ya que se reduce o elimina el riesgo de que el ánodo se presione en contacto con el cátodo durante el corte.

Una vez que se forma el laminado, el sustrato 134 se retira del laminado. Los cables de contacto se pueden unir al laminado, por ejemplo, mediante soldadura. El laminado puede entonces sellarse en un recipiente hermético al aire y a la humedad (no mostrada).

REIVINDICACIONES

1. Una celda electroquímica de azufre y litio que comprende un laminado que comprende:
- 5 un ánodo de litio que comprende una capa de lámina de metal de litio o lámina de aleación de metal de litio;
- un cátodo que comprende un material de azufre activo;
- 10 un separador poroso dispuesto entre el ánodo de litio y el cátodo; y
- un electrolito;
- en donde:
- 15 el laminado se pliega en una configuración en zigzag; y
- el cátodo está desplazado con respecto al ánodo de litio en el laminado, de manera que el cátodo es accesible desde un lado del laminado y el ánodo de litio es accesible desde un lado opuesto del laminado.
- 20 2. Una celda según la reivindicación 1, en la que el cátodo está desplazado con respecto al ánodo de litio en una dirección perpendicular al eje longitudinal del laminado.
3. Una celda según la reivindicación 1 o 2, en la que la capa de lámina de metal de litio o lámina de aleación de litio está ausente en los extremos del laminado plegado.
- 25 4. Una celda según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el cátodo comprende una capa que comprende una mezcla de material de azufre activo y material electroconductor depositado en un colector de corriente.
5. Una celda según la reivindicación 4, en la que el colector de corriente está formado por una lámina metálica.
- 30 6. Una celda según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un ánodo de litio adicional y un separador poroso adicional, en el que
- el cátodo está dispuesto entre los ánodos de litio y un separador poroso está dispuesto entre el cátodo y cada ánodo de litio, y los ánodos de litio se disponen de tal manera que ambos ánodos de litio sean accesibles desde el lado opuesto o el extremo del laminado plegado.
- 35 7. Un método para fabricar una celda de litio-azufre, comprendiendo dicho método:
- 40 formar un laminado de i) un ánodo de litio que comprende una capa de metal de litio o lámina de aleación de metal de litio, ii) un separador poroso; iii) electrolito; y iv) un cátodo que comprende un material de azufre activo, por lo que el separador está dispuesto entre el ánodo de litio y el cátodo y el cátodo se desplaza con respecto al ánodo de litio en el laminado, de modo que el cátodo es accesible desde un lado del laminado y el ánodo de litio es accesible desde un lado opuesto del laminado; y
- 45 plegando el laminado en una configuración en zigzag.
8. Un método según la reivindicación 7, en el que el laminado comprende además un ánodo de litio adicional y un separador poroso adicional que contiene electrolito, en el que
- 50 el cátodo está dispuesto entre los ánodos de litio y un separador poroso está dispuesto entre el cátodo y cada ánodo de litio, y los ánodos de litio se disponen de tal manera que ambos ánodos de litio sean accesibles desde el lado opuesto del laminado.
- 55 9. Un método según la reivindicación 7 u 8, que comprende:
- proporcionar el cátodo que comprende un material de azufre activo como un flujo de material en banda;
- 60 aplicar electrolito al cátodo;
- laminar el separador poroso sobre el cátodo como un flujo de material en banda; y
- laminar el ánodo de litio en el separador como un flujo de material en banda para formar el laminado como un flujo de material en banda, por lo que la banda del material de ánodo de litio y la banda de material de cátodo se desplazan entre sí en una dirección perpendicular a la dirección del flujo;
- 65

en donde el electrolito se aplica al cátodo antes o después de que el separador poroso se lamine sobre el cátodo.

- 5
10. Un método según la reivindicación 9, que comprende además plegar la banda de material laminado en una configuración en zigzag y cortar el material laminado a una longitud predeterminada.
11. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, en el que el material en banda del ánodo comprende una capa discontinua de lámina metálica de litio o lámina de aleación de litio, y en el que el laminado se corta a lo largo de las discontinuidades de la capa.
- 10
12. Un método según la reivindicación 11, en el que el ánodo de litio se proporciona inicialmente como un precursor de ánodo que comprende una capa de lámina de metal de litio o una lámina de aleación de litio soportada sobre un sustrato y en el que, el precursor se proporciona como una banda de material y, a intervalos regulares a lo largo del material de banda, las secciones de la capa de lámina metálica de litio o la lámina de aleación de litio se eliminan del sustrato.
- 15
13. Un método según la reivindicación 12, en el que las secciones se eliminan antes de laminar el ánodo de litio sobre el separador.
- 20
14. Un método según la reivindicación 12 o 13, en el que las secciones se eliminan pasando el precursor entre un par de rodillos, uno de los cuales está provisto de cortadores configurados para cortar o raspar secciones de la capa de metal de litio o aleación de litio del sustrato.
- 25
15. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, que comprende además eliminar el sustrato del precursor de ánodo del laminado.

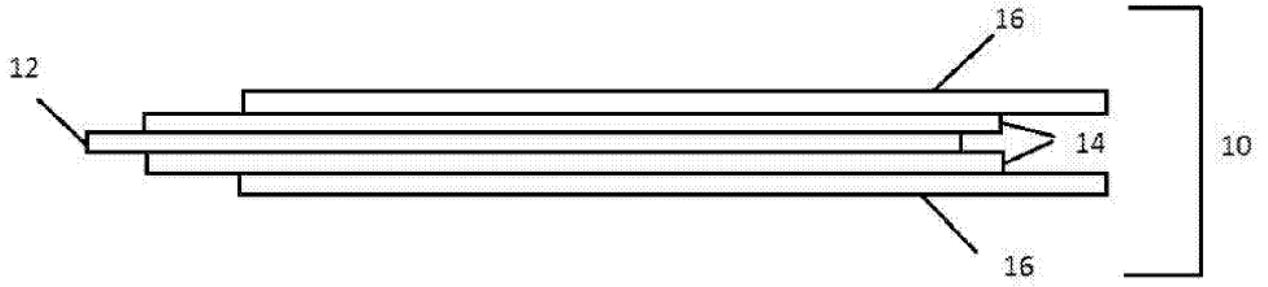


Figura 1

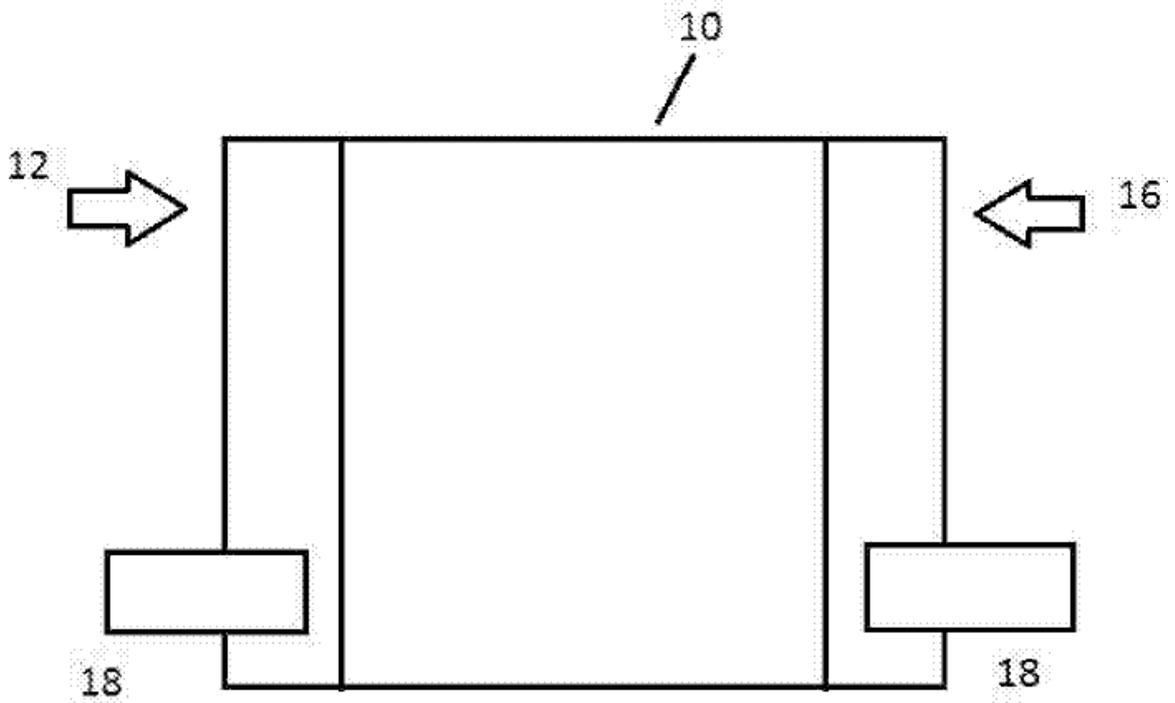


Figura 2



Figura 3

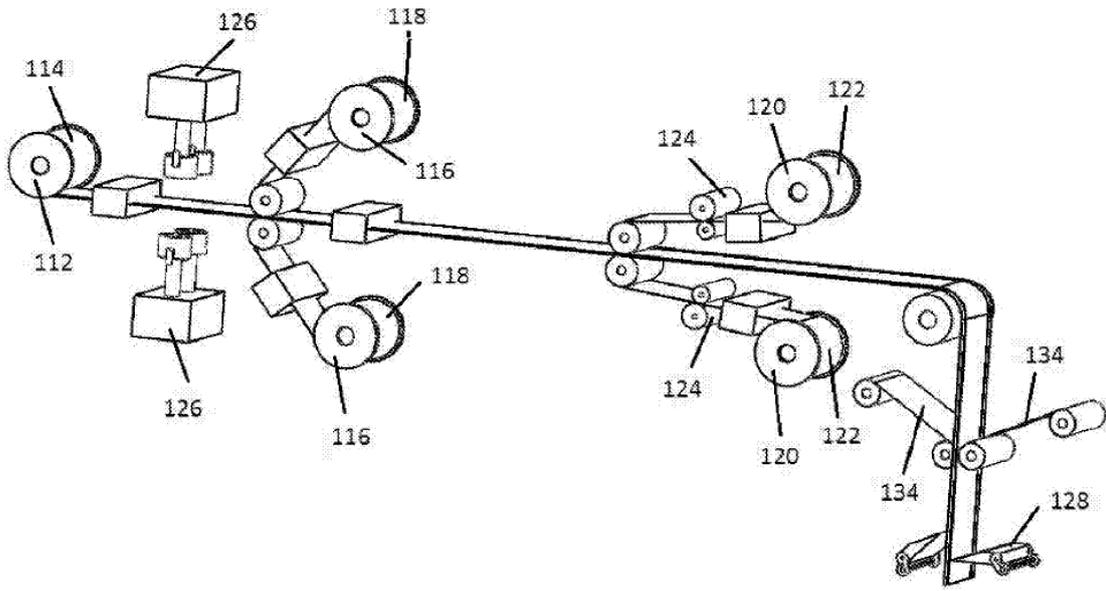


Figura 4

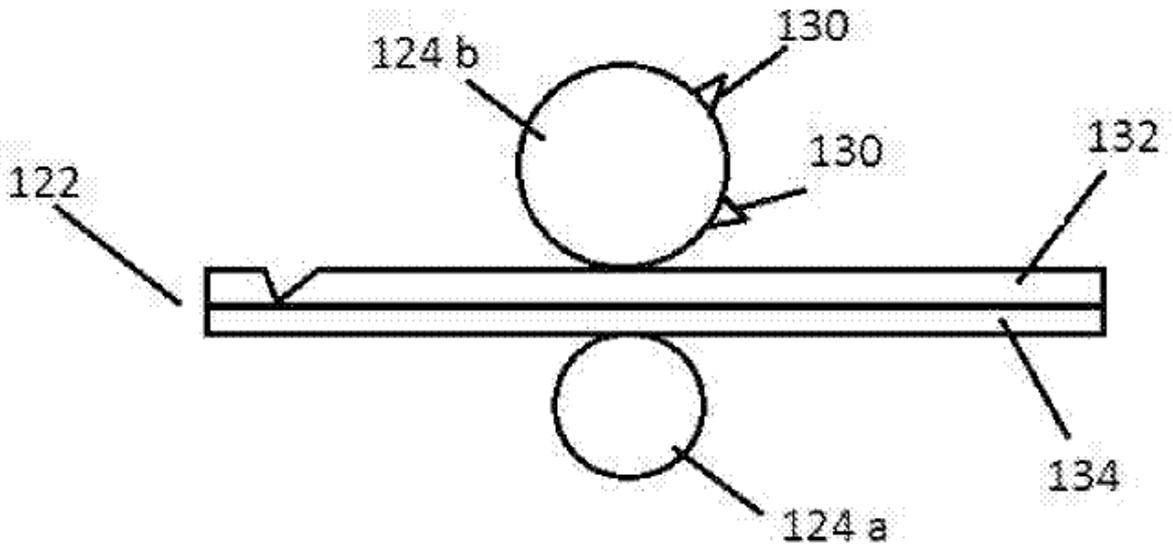


Figura 5a

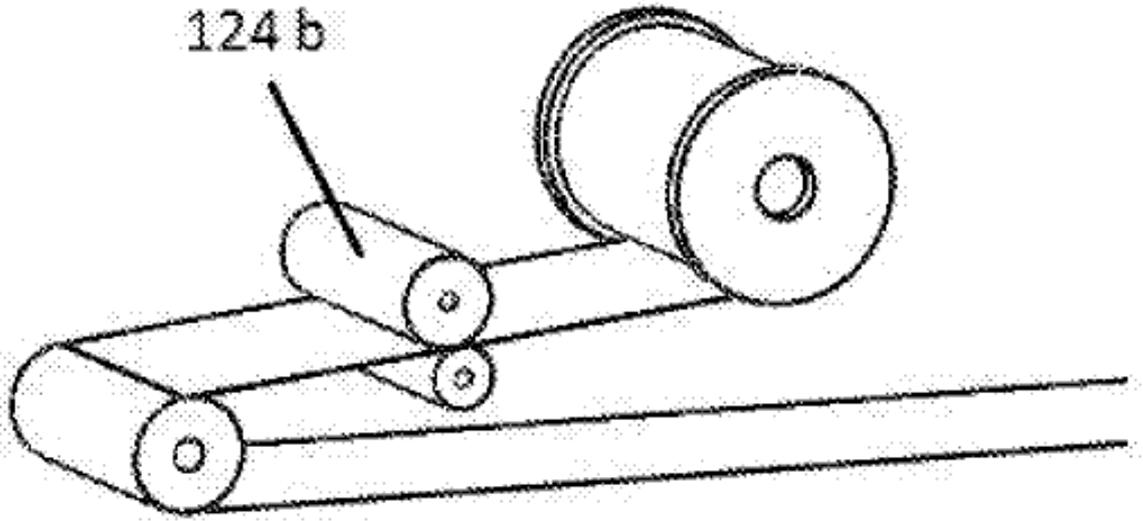


Figura 5b

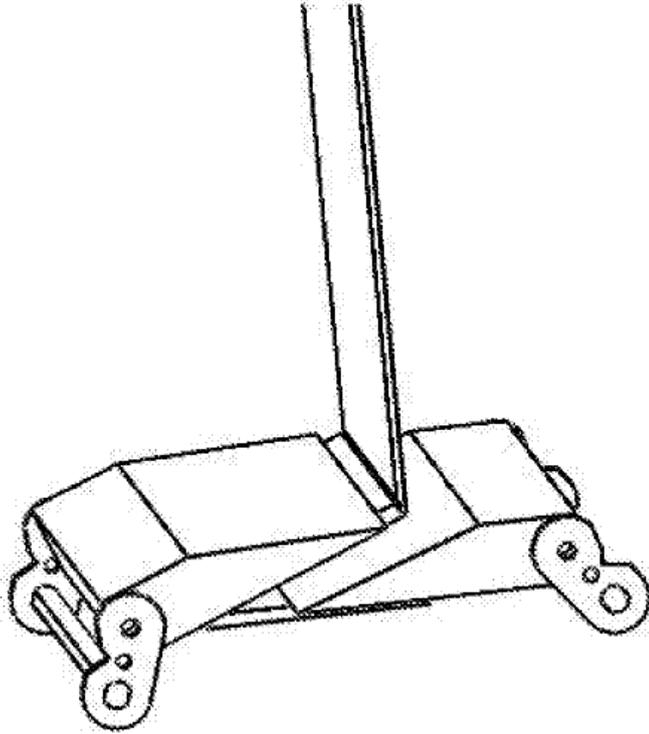


Figura 6a

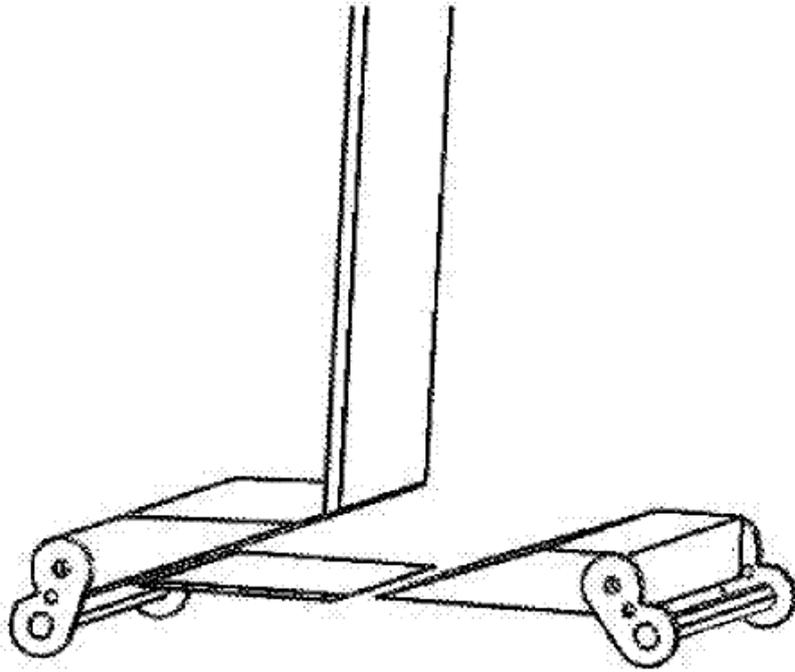


Figura 6b