

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 995 484**

51 Int. Cl.:

H01M 10/052 (2010.01)

H01M 10/0565 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.07.2021 PCT/EP2021/070490**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.01.2022 WO22018190**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2021 E 21749137 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2024 EP 4186118**

54 Título: **Método y dispositivo de recubrimiento para formar capas funcionales de un dispositivo de almacenamiento electroquímico**

30 Prioridad:

22.07.2020 EP 20187223

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

10.02.2025

73 Titular/es:

**EIGHTINKS AG (100.00%)
c/o Dr. Paul BaadeWartstrasse 266c
8408 Winterthur, CH**

72 Inventor/es:

**WOOD, VANESSA y
BAADE, PAUL**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 995 484 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

Método y dispositivo de recubrimiento para formar capas funcionales de un dispositivo de almacenamiento electroquímico

5 **[0001]** La invención se refiere a un método y a un dispositivo de recubrimiento para formar capas funcionales de un dispositivo de almacenamiento electroquímico.

10 **[0002]** Los dispositivos de almacenamiento electroquímico en el sentido de la presente memoria descriptiva son dispositivos capaces de almacenar energía eléctrica debido a su composición química. Por ejemplo, estos dispositivos pueden ser baterías, en particular baterías de estado sólido, por ejemplo, baterías de iones de litio de estado sólido o baterías de iones de sodio de estado sólido, o condensadores, por ejemplo, supercondensadores. En estas baterías de estado sólido, las especies cargadas (por ejemplo, iones de litio o de sodio) que migran entre el ánodo y el cátodo de la batería durante la carga y la descarga están incrustadas en una matriz sólida (por ejemplo, compuesta por un material inorgánico, polímeros o una mezcla de material inorgánico y polímeros) que forma un electrolito de estado sólido.

15 **[0003]** Los dispositivos de almacenamiento electroquímico descritos anteriormente se estructuran a menudo en capas funcionales que cumplen diferentes funciones en el dispositivo de almacenamiento electroquímico. Las capas funcionales pueden ser capas electroquímicamente activas, es decir, pueden estar adaptadas para almacenar o transportar especies cargadas como iones o electrones, o pueden ser capas electroquímicamente pasivas (es decir, no adaptadas para almacenar o transportar especies cargadas). Las capas funcionales adaptadas para el almacenamiento de iones pueden ser anfitriones de intercalación, tal como capas anódicas o capas catódicas. Además, las capas funcionales configuradas para el transporte de iones pueden ser, por ejemplo, electrolitos de estado sólido, y las capas funcionales adaptadas para el transporte de electrones pueden servir, por ejemplo, como un colector de corriente. Un ejemplo no limitativo de capa electroquímicamente pasiva es una capa protectora (normalmente dispuesta sobre la capa más externa) que está adaptada para proteger las capas activas, por ejemplo, de la corrosión o la degradación).

20 **[0004]** Los electrolitos de estado sólido eliminan el uso de electrolitos líquidos inflamables orgánicos sustituyendo el líquido por un sólido, que no es tan fácilmente combustible. Esto reduce significativamente el riesgo de incendio durante el uso de dispositivos alimentados por dichos dispositivos de almacenamiento electroquímico en estado sólido. Además, algunos electrolitos en estado sólido son más estables electroquímicamente. Además, las baterías de electrolito sólido no necesitan un separador, ya que la integridad estructural del electrolito sólido evita cortocircuitos internos entre el ánodo y el cátodo. En algunas combinaciones de materiales activos (por ejemplo, con el uso de metal de litio), las baterías de electrolito de estado sólido pueden ser más densas energéticamente que las baterías de última generación con electrolitos líquidos. A pesar de estas ventajas, los costes de fabricación y el rendimiento de fabricación de los dispositivos de almacenamiento electroquímico que comprenden electrolitos de estado sólido no son óptimos cuando se utilizan métodos de la técnica anterior. Por lo tanto, las baterías de electrolitos en estado sólido no pueden competir económicamente con las baterías que utilizan electrolitos líquidos.

30 **[0005]** Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es proporcionar un método (así como un dispositivo de recubrimiento y una preparación) para generar capas funcionales de un dispositivo de almacenamiento electroquímico que sea capaz de reducir los tiempos y los costes de fabricación en comparación con los métodos de la técnica anterior.

35 **[0006]** Este objetivo se obtiene mediante el objeto de las reivindicaciones independientes. Realizaciones de la invención se especifican en las reivindicaciones dependientes y se describe a continuación.

40 **[0007]** Un primer aspecto de la invención se refiere a un método para generar capas funcionales de un dispositivo de almacenamiento electroquímico, que comprende:

- 45
- proporcionar una primera preparación en un primer depósito de un dispositivo de recubrimiento,
 - 50 • proporcionar una segunda preparación en un segundo depósito del dispositivo de recubrimiento,
 - colocar el dispositivo de recubrimiento sobre un sustrato y mover el dispositivo de recubrimiento con respecto al sustrato a lo largo de una dirección de recubrimiento,
 - 55 • dispensar la primera preparación desde el primer depósito a través de una primera ranura del dispositivo de recubrimiento sobre una superficie de recubrimiento del sustrato, en la que la primera ranura se extiende a lo largo de un eje lateral perpendicular a la dirección de recubrimiento y paralelo a la superficie de recubrimiento, y dispensar simultáneamente la segunda preparación desde el segundo depósito a través de una segunda ranura del dispositivo de recubrimiento sobre el sustrato, en la que la segunda ranura se extiende a lo largo del eje lateral,
 - 60 • en el que la primera preparación y la segunda preparación forman una cortina entre el dispositivo de recubrimiento y el sustrato, y
 - en el que una primera capa funcional del dispositivo de almacenamiento electroquímico se forma sobre la superficie de revestimiento del sustrato a partir de la primera preparación, y una segunda capa funcional del dispositivo de almacenamiento electroquímico se forma simultáneamente sobre la primera capa funcional a partir de la segunda preparación.
- 65

[0008] En ciertas realizaciones, la primera preparación y la segunda preparación forman conjuntamente una cortina entre el dispositivo de recubrimiento y el sustrato.

[0009] En particular, el dispositivo de recubrimiento puede comprender un cabezal o boquilla de recubrimiento que comprende al menos la primera ranura y la segunda ranura y opcionalmente también el primer y el segundo depósito (alternativamente, el primer y el segundo depósito pueden estar dispuestos fuera del cabezal o boquilla de recubrimiento y en conexión fluida con la primera o la segunda ranura). Por ejemplo, el primer y el segundo depósito pueden estar formados por una cavidad en el cabezal de recubrimiento o la boquilla o por un colector que se puede insertar en una cavidad del cabezal de recubrimiento o la boquilla. La primera y la segunda preparación pueden suministrarse al primer y al segundo depósito mediante bombas que transportan la primera y la segunda preparación desde un depósito de almacenamiento separado al primer o al segundo depósito respectivo del dispositivo de recubrimiento, por ejemplo, a través de una tubería o conducto. Por supuesto, el dispositivo de recubrimiento puede comprender uno o varios depósitos adicionales y ranuras asociadas para depositar capas funcionales adicionales del dispositivo de almacenamiento electroquímico, en particular simultáneamente con la primera y la segunda capa funcional.

[0010] El dispositivo de recubrimiento se mueve particularmente en relación con el sustrato colocando el sustrato (por ejemplo, en forma de película o banda) sobre una cinta transportadora y accionando la cinta transportadora de manera que el sustrato se mueva por debajo del cabezal o boquilla de recubrimiento del dispositivo de recubrimiento, en el que el dispositivo de recubrimiento permanece estacionario. Por supuesto, también es posible, dentro del alcance de la invención, mover el cabezal de recubrimiento o la boquilla del dispositivo de recubrimiento mientras el sustrato permanece inmóvil.

[0011] En particular, el dispositivo de recubrimiento está dispuesto de tal manera que la primera ranura está dispuesta más cerca de la superficie de recubrimiento del sustrato que la segunda ranura. De este modo, se garantiza que la segunda capa funcional se forme sobre la primera capa funcional.

[0012] En ciertas realizaciones, la primera y la segunda preparación (y opcionalmente la tercera y/o la al menos una preparación adicional) dispensadas desde la primera y la segunda ranura (y opcionalmente la tercera y/o la al menos una ranura adicional) del dispositivo de recubrimiento, en particular un troquel de recubrimiento, forman capas unas sobre otras en una superficie de dispensación (también denominada "corredera") del dispositivo de recubrimiento y fluyen hacia abajo desde la superficie de dispensación sobre la superficie de recubrimiento del sustrato en una cortina de capas. En otras palabras, la primera y la segunda preparación (y opcionalmente la tercera y/o la al menos una preparación adicional) se dispensan por recubrimiento de cortina deslizante. De este modo, es posible generar las capas funcionales simultáneamente.

[0013] Alternativamente, también es posible dispensar la primera y la segunda preparación desde ranuras situadas en un lado inferior del dispositivo de recubrimiento (particularmente el troquel de recubrimiento), en el que las ranuras están dispuestas adyacentes entre sí, de tal manera que se forma una cortina de capas a partir de la primera y la segunda preparación a la salida de las ranuras. Un dispositivo de recubrimiento de este tipo no contiene, en particular, una superficie dispensadora (corredera). Este método también se conoce como "revestimiento de cortina de ranura" y el troquel de revestimiento correspondiente se denomina "troquel de ranura". A diferencia del revestimiento por ranuras, el revestimiento por deslizamiento tiene la ventaja de que el número de ranuras y, en consecuencia, el número de capas generadas no está limitado por restricciones geométricas.

[0014] La primera preparación y la segunda preparación son particularmente un líquido o una suspensión, de tal manera que pueden dispensarse desde la ranura respectiva del dispositivo de recubrimiento. En este caso, el término lechada describe una composición que comprende un solvente líquido o monómero y partículas (en particular con un diámetro de 1 nm y 500 μm) suspendidas en el solvente líquido o monómero.

[0015] La primera preparación y la segunda preparación forman una cortina mientras se dispensan desde la ranura respectiva del dispositivo de recubrimiento sobre la superficie de recubrimiento del sustrato. Por lo tanto, el método descrito anteriormente puede describirse como un método de recubrimiento de cortina. En el ámbito de la presente especificación, el término "cortina" describe una lámina continua en caída libre de un material líquido o en suspensión. Para obtener dicha cortina, es necesario ajustar el caudal de la primera o segunda preparación dispensada desde la primera o segunda ranura respectiva, la velocidad de recubrimiento a la que se mueve el sustrato en relación con el dispositivo de recubrimiento y las propiedades reológicas (por ejemplo, la viscosidad) de la primera y segunda preparación (en particular, de manera que la primera y/o segunda preparación presenten un comportamiento de adelgazamiento por cizallamiento, es decir, una caída de la viscosidad a velocidades de cizallamiento crecientes).

[0016] Ventajosamente, el revestimiento por cortina se beneficia de un efecto denominado asistencia hidrodinámica: la cortina en caída libre crea un campo de presión en el punto de impacto sobre la superficie de revestimiento del sustrato, que permite la formación de una capa suficientemente fina (por ejemplo, 30 μm o menos, en particular 5 μm o menos) sin ningún defecto a velocidades de revestimiento muy elevadas (por ejemplo, de aproximadamente 40 m/min a más de 2500 m/min).

[0017] Además, los inventores descubrieron que es posible aplicar varias capas de material simultáneamente sobre el

sustrato mediante recubrimiento de cortina. Por lo tanto, ya no es necesario procesar por separado (por ejemplo, en seco o mediante prensado en caliente) las capas separadas, lo que mejora significativamente los tiempos de fabricación de los dispositivos de almacenamiento electroquímico resultantes.

5 **[0018]** En ciertas realizaciones, se proporciona una tercera preparación en un tercer depósito del dispositivo de recubrimiento, y en donde la tercera preparación se dispensa sobre el sustrato a través de una tercera ranura del dispositivo de recubrimiento simultáneamente a la primera preparación y a la segunda preparación, en donde la tercera preparación forma una cortina entre el dispositivo de recubrimiento y el sustrato, y en donde una tercera capa funcional del dispositivo de almacenamiento electroquímico se forma sobre la segunda capa funcional a partir de la tercera preparación.

10 **[0019]** En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación y la tercera preparación forman conjuntamente una cortina entre el dispositivo de recubrimiento y el sustrato.

15 **[0020]** En ciertas realizaciones, al menos una preparación adicional se proporciona en un depósito adicional del dispositivo de recubrimiento, en el que la preparación adicional se dispensa sobre el sustrato a través de una ranura adicional del dispositivo de recubrimiento simultáneamente a la primera preparación, la segunda preparación y la tercera preparación, en el que la preparación adicional forma una cortina entre el dispositivo de recubrimiento y el sustrato, y en el que una capa funcional adicional del dispositivo de almacenamiento electroquímico se forma sobre la tercera capa funcional a partir de la preparación adicional.

20 **[0021]** En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y la al menos una preparación adicional forman conjuntamente una cortina entre el dispositivo de recubrimiento y el sustrato.

25 **[0022]** En ciertas realizaciones, la primera preparación y la segunda preparación (y particularmente también la tercera preparación y la al menos una preparación adicional) presentan un comportamiento de adelgazamiento por cizallamiento, es decir, una caída de la viscosidad a velocidades de cizallamiento crecientes.

30 **[0023]** En ciertas realizaciones, la primera preparación y la segunda preparación (y particularmente también la tercera preparación y la al menos una preparación adicional) comprenden el mismo solvente o el mismo monómero polimerizable a la misma concentración de tal manera que no se produce difusión en una interfaz de la primera preparación y la segunda preparación (particularmente cualquiera de la primera, segunda, tercera y al menos una preparación adicional), particularmente en la capa funcional resultante del dispositivo de almacenamiento electroquímico. En ciertas realizaciones, la primera y la segunda preparación (y en particular también la tercera y la al menos una preparación adicional) comprenden la misma composición salina a la misma concentración, de manera que no se produce difusión en una interfaz de la primera y la segunda preparación (en particular cualquiera de la primera, segunda, tercera y al menos una preparación adicional).

35 **[0024]** Esto reduce particularmente los gradientes de difusión en las capas funcionales generadas tras la deposición sobre el sustrato y, combinado con el flujo laminar durante el recubrimiento de cortina, reduce al mínimo la mezcla entre las capas y mejora así la calidad de la interfaz de las capas funcionales resultantes, mejorando la calidad del dispositivo de almacenamiento electroquímico.

40 **[0025]** En ciertas realizaciones, la primera capa funcional, la segunda capa funcional, la tercera capa funcional y/o la al menos una capa funcional adicional forman un electrolito de estado sólido del dispositivo de almacenamiento electroquímico.

45 **[0026]** En ciertas realizaciones, el electrolito de estado sólido comprende un electrolito sólido inorgánico, por ejemplo, un material cerámico o de vidrio. Dicho electrolito inorgánico de estado sólido puede comprender litio o sodio en su composición estequiométrica.

50 **[0027]** En ciertas realizaciones, el electrolito sólido inorgánico se selecciona del grupo que consiste en LiPON, LiI, Li₃N, Li-β"-Al₂O₃, Li_{3-x}La_{2/3-x}1/3-2xTiO₃ (LLTO, perovskita), Li₃OCl (anti-perovskita), Li₁₄ZnGe₄O₁₆ (LiSICON), Li_{1.3}Ti_{1.7}Al_{0.3}(PO₄)₃ (NaSICON type), Li₇La₃Zr₂O₁₂ (granate), Thio-LiSICON, Li₆PS₅X (donde X designa Cl, Br o I), argiroditas, y Li₁₀MP₂S₁₂, (donde M designa Ge o Sn).

55 **[0028]** En ciertas realizaciones, el electrolito de estado sólido comprende un electrolito polimérico, en el que particularmente el electrolito de estado sólido comprende una mezcla de un polímero y una sal de ion metálico, más particularmente una sal de litio o una sal de sodio.

60 **[0029]** En ciertas realizaciones, el electrolito polimérico comprende una mezcla de un polímero y una sal metálica, una mezcla de diferentes polímeros, un copolímero en bloque o un electrolito polimérico conductor de un solo ion, en particular una sal polimérica de litio.

65 **[0030]** En ciertas realizaciones, el electrolito polimérico comprende un poliéter, en particular óxido de polietileno (PEO) u óxido de polipropileno (PPO), un polisiloxano, un policarbonato, un poliéster, un polinitrilo, un polialcohol, una poliamina o

poli(bis-(metoxietoxietoxi)fosfazeno (MEEP).

[0031] En ciertas realizaciones, el electrolito polimérico comprende una sal de ion metálico, en particular LiBF_4 , LiClO_4 , LiPF_6 , LiAsF_6 , LiCF_3SO_3 (trifluorometanosulfonato de litio (LiTf)), o $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ (bis (trifluorometanosulfonil)imida de litio (LiTFSI)).

[0032] En ciertas realizaciones, el electrolito polimérico comprende una sal de ion metálico, en particular NaBF_4 , NaClO_4 , NaPF_6 , NaAsF_6 , NaCF_3SO_3 (trifluorometanosulfonato sódico), o $\text{NaN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ (bis (trifluorometanosulfonil)imida sódica).

[0033] En ciertas realizaciones, el electrolito polimérico comprende una mezcla de un polímero y una sal metálica, en particular una mezcla de polietilenoóxido y LiBF_4 , una mezcla de polietilenoóxido y LiClO_4 , una mezcla de polietilenoóxido y LiPF_6 , una mezcla de polietilenoóxido y LiAsF_6 , una mezcla de polietilenoóxido y LiCF_3SO_3 , una mezcla de polietilenoóxido y $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$, una mezcla de polipropilenoóxido y LiClO_4 , una mezcla de poli(bis-(metoxietóxido)fosfazeno y LiCF_3SO_3 o una mezcla de una polisilicona y $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$.

[0034] En ciertas realizaciones, el electrolito polimérico comprende una relación de grupo funcional a portador de carga (por ejemplo, Óxido de Etileno a Litio) de 5:1 a 50:1. En otras palabras, el grupo funcional del polímero es de 5 a 50 veces más aparente que el ion metálico de la sal que es el portador de carga.

[0035] En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la al menos una preparación adicional comprende un polímero, en particular polietilenoóxido (PEO), polivinilideno fluoruro (PVdF), ácido poliacrílico (PAA), carboximetilcelulosa (CMC), caucho estireno-butadieno (SBR), poli(tetrafluoroetileno) (PTFE), polietileno (PE), poliestireno (PS), polipropileno (PP), gelatina, almidón, agar-agar, alginato, amilosa, goma arábica, carragenano, caseína, quitosano, (carbonil-beta) ciclodextrinas, caucho etileno propileno dieno monómero (EPDM), goma gellan, goma guar, goma karaya, celulosa, pectina, PEDOT-PSS, poli(acrilato de metilo) (PMA), poli (alcohol vinílico) (PVA), poli(acetato de vinilo) (PVAc), poli(acrilonitrilo) (PAN), poliisopreno (PIpr), polianilina (PANi), poliimida (PI), poliuretano (PU), butiral de polivinilo (PVB), polivinilpirrolidona (PVP), goma tara, goma tragacanto, TRD202A o goma xantana.

[0036] Añadiendo polímeros a la preparación respectiva, es posible proporcionar un aglutinante, afinar las propiedades reológicas de la preparación y particularmente proporcionar un conductor de iones sólido para obtener una capa electrolítica de estado sólido.

[0037] En ciertas realizaciones, la primera capa funcional, la segunda capa funcional, la tercera capa funcional o la al menos una capa funcional adicional forman un cátodo o un ánodo del dispositivo de almacenamiento electroquímico.

[0038] En ciertas realizaciones, la primera capa funcional, la segunda capa funcional, la tercera capa funcional o la al menos una capa funcional adicional forman un medio de transporte de electrones, en particular un colector de corriente, del dispositivo de almacenamiento electroquímico.

[0039] En ciertas realizaciones, la primera capa funcional, la segunda capa funcional, la tercera capa funcional o la al menos una capa funcional adicional forman una capa protectora del dispositivo de almacenamiento electroquímico. En ciertas realizaciones, la capa protectora es impermeable al aire y/o impermeable al agua, donde particularmente la capa protectora es una capa superior o una capa inferior de la pila de capas funcionales (es decir, la capa protectora se recubre sobre el sustrato como la primera capa funcional (inferior) o la última capa funcional (superior)). Esto protege ventajosamente las otras capas funcionales de la humedad y/o el aire, evitando así el mal funcionamiento del dispositivo de almacenamiento electroquímico y mejorando su vida útil.

[0040] En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la al menos una preparación adicional comprende un solvente. Este solvente se evapora especialmente tras la formación de la capa funcional respectiva, lo que da lugar a un mayor contenido sólido del dispositivo de almacenamiento electroquímico.

[0041] En ciertas realizaciones, el solvente comprende o consiste en agua, acetonitrilo, N-metil-2-pirrolidona, un alcohol, particularmente etanol o metanol, o tetrahidrofurano.

[0042] En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la al menos una preparación adicional comprende un monómero polimerizable, en el que particularmente la polimerización del monómero es facilitada o iniciada por iones metálicos. Alternativamente, la polimerización del monómero puede iniciarse mediante radiación electromagnética de una determinada longitud de onda (por ejemplo, fotopolimerización) o mediante la adición de radicales (polimerización radical). El monómero polimerizable puede servir como solvente, en particular para suspender las partículas y formar una suspensión, o el monómero puede proporcionarse además de un solvente. Una preparación que comprende un monómero polimerizable tiene la ventaja de que puede omitirse una etapa posterior de evaporación del solvente y sustituirse por una etapa de polimerización, lo que puede acelerar considerablemente la fabricación del dispositivo de almacenamiento electroquímico.

[0043] En ciertas realizaciones, la polimerización del monómero polimerizable se inicia posteriormente a la formación de

la primera capa funcional, la segunda capa funcional, la tercera capa funcional y/o la al menos una capa funcional adicional sobre la superficie de recubrimiento del sustrato.

5 **[0044]** En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la al menos una preparación adicional comprende un huésped de iones metálicos, en particular un material de conversión o un material de intercalación. En particular, una capa funcional que comprenda dicho huésped de iones metálicos puede servir como ánodo o cátodo del dispositivo de almacenamiento electroquímico.

10 **[0045]** En ciertas realizaciones, el huésped de iones metálicos comprende o consiste en un material activo catódico, particularmente óxido de litio níquel manganeso cobalto (Li-NMC, por ejemplo, $\text{Li}_a\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$), fosfato de litio y hierro (LFP, LiFePO_4), óxido de litio, níquel, cobalto y aluminio (Li-NCA, por ejemplo, $\text{Li}_a\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_z$), óxido de litio y cobalto (LCO, LiCoO_2), u óxido de litio y manganeso (LMO, LiMn_2O_4).

15 **[0046]** En ciertas realizaciones, el anfitrión de iones metálicos comprende o consiste en un material activo anódico, particularmente grafito, silicio, titanato de litio (LTO, $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$) u óxido de titanio (TiO_2).

20 **[0047]** En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la al menos una preparación adicional comprenden un precursor capaz de formar un huésped de iones metálicos, en particular un material de conversión o un material de intercalación. El huésped de iones metálicos puede formarse a partir del precursor mediante una reacción química que se inicia o se produce automáticamente después de formar la capa funcional respectiva del dispositivo de almacenamiento electroquímico por recubrimiento de cortina. Por ejemplo, el precursor puede ser un nitrato, un carbonato o un hidróxido.

25 **[0048]** En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la al menos una preparación adicional comprende un conductor iónico sólido, que comprende particularmente un material inorgánico (por ejemplo, un material cerámico o de vidrio) o un electrolito polimérico.

30 **[0049]** En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la al menos una preparación adicional comprenden un precursor capaz de formar un conductor iónico sólido, que comprende particularmente un material inorgánico (por ejemplo, un material cerámico o vítreo/amorfo) o un electrolito polimérico. El conductor iónico sólido puede formarse a partir del precursor mediante una reacción química que se inicia o se produce automáticamente después de formar la capa funcional respectiva del dispositivo de almacenamiento electroquímico por recubrimiento de cortina. En el caso de un electrolito polimérico, esta reacción química puede ser una reacción de polimerización y el precursor puede ser un monómero capaz de formar el polímero por polimerización. Alternativamente, en particular, el precursor puede ser un nitrato, un carbonato o un hidróxido.

40 **[0050]** En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la al menos una preparación adicional comprende un conductor electrónico sólido, en particular que comprende un metal (por ejemplo, aluminio o cobre) o carbono (por ejemplo, negro de humo).

45 **[0051]** En ciertas realizaciones, el conductor electrónico sólido comprende fibras eléctricamente conductoras, particularmente nanotubos de carbono. Estas fibras conductoras de la electricidad sirven simultáneamente como conductoras de electrones y mejoran las propiedades reológicas (viscosidad) de la preparación, lo que se traduce en una mayor estabilidad de la cortina durante el recubrimiento.

50 **[0052]** En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la al menos una preparación adicional comprende un tensioactivo.

55 **[0053]** En ciertas realizaciones, la primera capa funcional forma un cátodo o un ánodo y la segunda capa funcional forma un electrolito de estado sólido del dispositivo de almacenamiento electroquímico.

60 **[0054]** En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la al menos una preparación adicional comprende una viscosidad de bajo cizallamiento de 1 mPa s a 100000 mPa s, particularmente de 100 mPa s a 1000 mPa s.

65 **[0055]** En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la al menos una preparación adicional comprende iones de litio o iones de sodio.

[0056] En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la al menos una preparación adicional comprenden un metal líquido, particularmente litio líquido, galio líquido, o una mezcla de litio líquido y galio líquido (dando como resultado una aleación), o partículas metálicas (particularmente dando como resultado una pasta metálica). Ventajosamente, el litio y el galio tienen una temperatura de fusión relativamente baja, lo que facilita su fabricación. En particular, el metal forma un conductor electrónico, como un colector de corriente, así como un anfitrión para los iones metálicos (por ejemplo, en el que los iones forman un depósito en la capa de metal). La formación de un colector de corriente mediante el método según la presente invención tiene la ventaja de que puede formarse una capa de colector de corriente muy fina (por ejemplo, 5 μm o menos) en contraste con el método de la técnica anterior, lo que

mejora la calidad del dispositivo de almacenamiento electroquímico. En el caso de un colector de corriente y un anfitrión de iones metálicos combinados, el grosor del dispositivo de almacenamiento electroquímico puede reducirse aún más.

5 **[0057]** En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la al menos una preparación adicional comprende un metal líquido, en particular litio líquido, galio líquido o una mezcla de litio líquido y galio líquido, en las que la preparación se calienta antes de y/o durante la dispensación sobre la superficie de recubrimiento del sustrato.

10 **[0058]** En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la al menos una preparación adicional comprende un primer polímero que tiene un peso molecular de 1000 g mol^{-1} a $100000 \text{ g mol}^{-1}$ y un segundo polímero que tiene un peso molecular de $300000 \text{ g mol}^{-1}$ a $1200000 \text{ g mol}^{-1}$. En particular, esta distribución bimodal de tamaños permite obtener propiedades reológicas óptimas y, al mismo tiempo, proporciona condiciones óptimas para un electrolito polimérico de un dispositivo de almacenamiento electroquímico en estado sólido. También permite un mayor contenido en sólidos de las preparaciones y, por tanto, tiempos de secado más cortos.

15 **[0059]** En ciertas realizaciones, el dispositivo de recubrimiento, en particular el cabezal de recubrimiento o la boquilla, comprende una superficie de dispensación configurada para recibir la primera y la segunda preparación (y opcionalmente la tercera y/o la al menos una preparación adicional) dispensadas desde la primera y la segunda ranura (y opcionalmente la tercera y/o la al menos una ranura adicional) del dispositivo de recubrimiento, en particular, la primera preparación y la segunda preparación (y, opcionalmente, la tercera preparación y la al menos otra preparación) forman capas superpuestas en la superficie de dispensación, en la que las capas forman una cortina de capas entre el dispositivo de recubrimiento y la superficie de recubrimiento del sustrato.

20 **[0060]** En ciertas realizaciones, el primer depósito y la primera ranura, el segundo depósito y la segunda ranura, el tercer depósito y la tercera ranura y/o el al menos un depósito adicional y la al menos una ranura adicional están divididos en una primera sección y una segunda sección a lo largo del eje lateral, en donde la primera sección y la segunda sección están separadas físicamente, impidiendo el flujo de la preparación respectiva entre la primera y la segunda sección. En particular, la primera sección forma una sección final del depósito respectivo a lo largo del eje lateral.

25 **[0061]** En ciertas realizaciones, el primer depósito y la primera ranura, el segundo depósito y la segunda ranura, el tercer depósito y la tercera ranura y/o el al menos un depósito adicional y la al menos una ranura adicional comprenden además una tercera sección que está separada físicamente de la primera sección y la segunda sección, en donde particularmente la segunda sección está dispuesta entre la primera sección y la tercera sección, en donde la primera sección y la segunda sección forman secciones extremas opuestas del depósito respectivo a lo largo del eje lateral.

30 **[0062]** Por ejemplo, la separación física entre las secciones puede obtenerse mediante paredes integrales del cabezal de recubrimiento o boquilla que separan las secciones del depósito respectivo, mediante la colocación de colectores separados en las secciones respectivas de un rebaje en el cabezal de recubrimiento o boquilla o mediante la inserción de separadores en el depósito respectivo.

35 **[0063]** En ciertas realizaciones, la primera, la segunda, la tercera o la al menos una preparación adicional se proporciona en la primera sección del depósito respectivo a un primer caudal y la segunda preparación se proporciona en la segunda sección del depósito respectivo a un segundo caudal, de tal manera que la capa funcional formada por la preparación respectiva dispensada desde la primera sección de la ranura respectiva comprende un espesor mayor perpendicular a la superficie de recubrimiento que la capa funcional formada por la preparación respectiva dispensada desde la segunda sección de la ranura respectiva, en particular en el caso en que el primer caudal es mayor que el segundo caudal.

40 **[0064]** En ciertas realizaciones, la superficie de dispensación comprende un rebaje que comprende una anchura a lo largo del eje lateral correspondiente a la anchura de la primera sección del depósito respectivo y la ranura respectiva, en donde particularmente el rebaje se extiende desde la ranura respectiva a lo largo de toda la superficie de dispensación en la dirección de recubrimiento. En particular, una profundidad del rebaje perpendicular a la superficie de dispensación corresponde a la diferencia de grosor entre la capa funcional formada por la preparación respectiva dispensada desde la primera sección y la capa funcional formada por la preparación respectiva dispensada desde la segunda sección.

45 **[0065]** En ciertas realizaciones, la primera, la segunda, la tercera o la al menos una preparación adicional se proporciona en la tercera sección del depósito respectivo a un tercer caudal, de tal manera que la capa funcional formada por la preparación respectiva dispensada desde la tercera sección de la ranura respectiva comprende un mayor espesor perpendicular a la superficie de recubrimiento que la capa funcional formada por la preparación respectiva dispensada desde la segunda sección de la ranura respectiva, donde particularmente el tercer caudal es igual al primer caudal y el espesor de la capa funcional formada por la preparación respectiva dispensada desde la tercera sección es igual al espesor de la capa funcional formada por la preparación respectiva dispensada desde la primera sección.

50 **[0066]** En ciertas realizaciones, la superficie de dispensación comprende un rebaje que comprende una anchura a lo largo del eje lateral correspondiente a la anchura de la tercera sección del depósito respectivo y la ranura respectiva, en donde particularmente el rebaje se extiende desde la ranura respectiva a lo largo de toda la superficie de dispensación en la dirección de recubrimiento. En particular, una profundidad del rebaje perpendicular a la superficie de dispensación

corresponde a la diferencia de grosor entre la capa funcional formada por la preparación respectiva dispensada desde la tercera sección y la capa funcional formada por la preparación respectiva dispensada desde la segunda sección.

5 **[0067]** En ciertas realizaciones, la segunda preparación se proporciona en la primera sección a un primer caudal y la segunda preparación se proporciona en la segunda sección a un segundo caudal, de tal manera que la segunda capa funcional formada por la segunda preparación dispensada desde la primera sección de la segunda ranura comprende un mayor espesor perpendicular a la superficie de recubrimiento que la segunda capa funcional formada por la segunda preparación dispensada desde la segunda sección de la segunda ranura. En particular, la primera ranura comprende una anchura que se extiende a lo largo del eje lateral que es igual a la anchura de la segunda sección de la segunda ranura, en particular de tal manera que la primera capa funcional formada por la primera preparación está incrustada por la segunda capa funcional formada por la segunda preparación.

15 **[0068]** En ciertas realizaciones, la segunda preparación se proporciona en la tercera sección del segundo depósito a un tercer caudal, de tal manera que la capa funcional formada por la segunda preparación dispensada desde la tercera sección de la segunda ranura comprende un mayor espesor perpendicular a la superficie de recubrimiento que la capa funcional formada por la segunda preparación dispensada desde la segunda sección de la segunda ranura, donde particularmente el tercer caudal es igual al primer caudal y el espesor de la capa funcional formada por la segunda preparación dispensada desde la tercera sección es igual al espesor de la capa funcional formada por la segunda preparación dispensada desde la primera sección.

20 **[0069]** Proporcionando las preparaciones en las diferentes secciones del depósito respectivo a diferentes velocidades de flujo como se ha descrito anteriormente, se puede utilizar para incrustar lateralmente una capa funcional adyacente aplicada a través de una ranura separada o formar interconexiones entre capas funcionales, particularmente si esta ranura comprende una anchura que es igual a la anchura de la segunda sección (media). El caudal necesario para obtener un espesor predefinido depende de la anchura de la ranura a lo largo del eje lateral. Mediante el rebaje opcional en la superficie de dispensación correspondiente a la anchura de la primera y/o tercera sección, una capa funcional inferior puede ser incrustada por una capa funcional superior manteniendo una superficie lisa de la capa superior, lo que resulta ventajoso para la deposición de otras capas sobre la capa superior.

25 **[0070]** En ciertas realizaciones, la primera o segunda preparación se dispensa desde la primera sección y una preparación adicional se dispensa desde la segunda sección, de tal manera que la primera o segunda preparación y la preparación adicional se disponen en un patrón predefinido sobre la superficie de recubrimiento del sustrato para formar conjuntamente la primera o segunda capa funcional del dispositivo de almacenamiento electroquímico.

30 **[0071]** Por ejemplo, esto puede aplicarse para incrustar lateralmente un electrolito sólido de una batería de electrolito sólido por ejemplo por una capa de material activo (ánodo o cátodo) o por una capa protectora o para formar interconexiones entre capas en un único paso de fabricación.

35 **[0072]** Por supuesto, los depósitos y las ranuras asociadas pueden dividirse en secciones adicionales (además de la primera, la segunda y la tercera sección) para obtener ciertos patrones de las capas funcionales y permitir la interconexión entre capas.

40 **[0073]** En ciertas realizaciones, las capas funcionales se excitan química, térmica, óptica o mecánicamente para cambiar la composición y/o la estructura de las capas funcionales.

45 **[0074]** En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la al menos una preparación adicional comprende un solvente, en el que el solvente se evapora posteriormente a la formación de las capas funcionales sobre la superficie de recubrimiento del sustrato.

50 **[0075]** En ciertas realizaciones, las capas funcionales se secan posteriormente a la formación de las capas funcionales sobre la superficie de recubrimiento del sustrato.

55 **[0076]** En ciertas realizaciones, las capas funcionales se exponen a un campo eléctrico y/o a un campo magnético durante el secado de las capas funcionales. En particular, esto da lugar a la formación de una red de conductividad en una capa funcional de electrolito sólido (por ejemplo, mediante la formación de canales de iones de litio) con una morfología y direccionalidad definidas, lo que mejora la calidad del dispositivo de almacenamiento electroquímico.

60 **[0077]** En ciertas realizaciones, al menos dos capas funcionales adyacentes se reticulán posteriormente a la formación de las capas funcionales sobre la superficie de recubrimiento del sustrato. En otras palabras, la interfaz de las capas adyacentes está unida por una reacción química entre los grupos químicos de las capas, lo que da como resultado una mayor estabilidad mecánica y, en particular, menos reacciones químicas posteriores entre las capas y/o una mejor conductividad iónica a través de la interfaz de las capas.

65 **[0078]** En ciertas realizaciones, se aplica presión y/o calor a las capas funcionales posteriormente a la formación de las capas funcionales sobre la superficie de recubrimiento del sustrato.

[0079] En ciertas realizaciones, las capas funcionales se calandran posteriormente a la formación de las capas funcionales sobre la superficie de recubrimiento del sustrato. El calandrado puede realizarse pasando la pila de capas funcionales entre dos rodillos separados por un pequeño espacio, con o sin calentamiento adicional, lo que produce la compactación de las capas.

[0080] En ciertas realizaciones, se produce una reacción química en al menos una de las capas funcionales posteriormente a la formación de las capas funcionales sobre la superficie de recubrimiento del sustrato, en donde particularmente la reacción química implica la polimerización del monómero, la formación de un huésped de iones metálicos a partir de un precursor, la formación de un conductor de iones sólido a partir de un precursor, o la formación de un conductor electrónico sólido a partir de un precursor.

[0081] En ciertas realizaciones, las capas funcionales se sinterizan posteriormente a la formación de las capas funcionales sobre la superficie de recubrimiento del sustrato, en particular aplicando calor, radiación (por ejemplo, radiación infrarroja, luz, por ejemplo, luz láser o microondas).

[0082] En ciertas realizaciones, el sustrato se retira de las capas funcionales posteriormente a la formación de las capas funcionales sobre la superficie de recubrimiento del sustrato. En otras palabras, el sustrato se utiliza como capa de sacrificio, que se deslaminada o se elimina de otro modo tras el recubrimiento de cortina de las capas funcionales del dispositivo de almacenamiento electroquímico. Esto tiene la ventaja de que se reduce el peso total del dispositivo de almacenamiento electroquímico. Además, la eliminación del sustrato rígido permite adaptar la forma de la pila de capas funcionales del dispositivo de almacenamiento electroquímico, o incluso realizar un dispositivo de almacenamiento electroquímico flexible en función de los componentes utilizados de las capas funcionales, por ejemplo para integrar el dispositivo de almacenamiento electroquímico en textiles o dispositivos para llevar puestos.

[0083] En ciertas realizaciones, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación o la al menos una preparación adicional comprende un polímero, en el que la primera preparación y/o la segunda preparación se dispensan sobre la superficie de recubrimiento del sustrato a una temperatura superior al punto de fusión del polímero. En particular, la primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o el al menos otra preparación no contienen un solvente. Utilizando esta preparación sin solventes, se puede formar una capa funcional con un alto contenido en sólidos mediante enfriamiento (lo que da lugar a la solidificación del polímero) en lugar de evaporar el solvente, lo que mejora la velocidad del método de fabricación.

[0084] Un segundo aspecto de la invención se refiere a un dispositivo de recubrimiento para generar capas funcionales de un dispositivo de almacenamiento electroquímico que comprende

- un primer depósito para recibir una primera preparación,
- una primera ranura para dispensar la primera preparación desde el primer depósito sobre una superficie de recubrimiento de un sustrato, de forma que la primera preparación forme una cortina entre el dispositivo de recubrimiento y el sustrato durante la dispensación de la primera preparación sobre la superficie de recubrimiento,
- un segundo depósito para recibir una segunda preparación,
- una segunda ranura que se extiende paralela a la primera ranura para dispensar la segunda preparación desde el segundo depósito sobre la superficie de recubrimiento simultáneamente a la primera preparación, de forma que la segunda preparación forme una cortina entre el dispositivo de recubrimiento y la superficie de recubrimiento durante la dispensación de la segunda preparación sobre la superficie de recubrimiento,
- en el que el dispositivo de recubrimiento está configurado para colocarse sobre el sustrato y moverse en relación con el sustrato a lo largo de una dirección de recubrimiento.

[0085] En ciertas realizaciones, la primera ranura y la segunda ranura están configuradas y dispuestas de tal manera que una primera capa funcional del dispositivo de almacenamiento electroquímico puede formarse sobre la superficie de recubrimiento a partir de la primera preparación, y una segunda capa funcional del dispositivo de almacenamiento electroquímico puede formarse simultáneamente (con la primera capa funcional) sobre la primera capa funcional a partir de la segunda preparación.

[0086] En ciertas realizaciones, el dispositivo de recubrimiento comprende un tercer depósito para recibir una tercera preparación, una tercera ranura para dispensar la tercera preparación desde el tercer depósito sobre la superficie de recubrimiento del sustrato, de tal manera que la tercera preparación forma una cortina entre el dispositivo de recubrimiento y el sustrato durante la dispensación de la tercera preparación sobre la superficie de recubrimiento, particularmente en donde la tercera ranura está configurada y dispuesta de tal manera que una tercera capa funcional del dispositivo de almacenamiento electroquímico puede formarse simultáneamente con la primera y la segunda capa funcional sobre la segunda capa funcional.

[0087] En ciertas realizaciones, el dispositivo de recubrimiento comprende al menos un depósito adicional para recibir una preparación adicional, al menos una ranura adicional para dispensar la preparación adicional desde el depósito

adicional sobre la superficie de recubrimiento del sustrato, de tal manera que la preparación adicional forma una cortina entre el dispositivo de recubrimiento y el sustrato durante la dispensación de la preparación adicional sobre la superficie de recubrimiento, en particular, en el que la al menos una ranura adicional está configurada y dispuesta de tal manera que una capa funcional adicional del dispositivo de almacenamiento electroquímico puede formarse simultáneamente con la primera, la segunda (y opcionalmente la tercera) capa funcional, más particularmente en la tercera capa funcional.

5
10
15
[0088] En ciertas realizaciones, el dispositivo de recubrimiento, en particular el cabezal de recubrimiento o la boquilla, comprende una superficie de dispensación configurada para recibir la primera y la segunda preparación (y opcionalmente la tercera y/o la al menos una preparación adicional) dispensadas desde la primera y la segunda ranura (y opcionalmente la tercera y/o la al menos una ranura adicional) del dispositivo de recubrimiento, en particular, la superficie de dispensación está dispuesta de tal manera que la primera preparación y la segunda preparación (y, opcionalmente, la tercera preparación y el al menos una preparación adicional) forman capas una sobre otra en la superficie de dispensación y que las capas forman una cortina de capas entre el dispositivo de recubrimiento y la superficie de recubrimiento del sustrato. De este modo, es posible generar las capas funcionales simultáneamente.

20
25
30
[0089] En particular, el dispositivo de recubrimiento puede comprender un cabezal o boquilla de recubrimiento que comprende al menos la primera ranura, la segunda ranura, la tercera ranura y/o la al menos una ranura adicional y opcionalmente también el primer depósito, el segundo depósito, el tercer depósito y/o el al menos un depósito adicional (alternativamente, el primero, el segundo, el tercero y/o el al menos un depósito adicional pueden estar dispuestos fuera del cabezal o boquilla de recubrimiento y en conexión fluida con la respectiva primera, segunda, tercera o ranura adicional). Por ejemplo, el primero, el segundo, el tercero y/o el al menos un depósito adicional pueden estar formados por una cavidad en el cabezal de recubrimiento o la boquilla o por un colector que es insertable en una cavidad del cabezal de recubrimiento o la boquilla. La primera preparación, la segunda preparación, la tercera preparación y/o la cuarta preparación pueden suministrarse al primer, segundo, tercer o depósito adicional respectivo mediante bombas que transportan la preparación respectiva desde un depósito de almacenamiento separado al depósito respectivo del dispositivo de recubrimiento, por ejemplo, a través de una tubería o conducto.

35
40
[0090] En ciertas realizaciones, el dispositivo de recubrimiento comprende guías de borde configuradas para evitar la formación de cuello de la cortina entre el dispositivo de recubrimiento y la superficie de recubrimiento del sustrato. En este caso, el adelgazamiento de la cortina a lo largo del eje lateral como resultado de la tensión superficial se denomina "formación del cuello". En particular, las guías de borde comprenden o consisten en lengüetas o placas que se extienden desde ambos extremos laterales de la superficie de dispensación en dirección vertical hacia la superficie de recubrimiento.

45
50
[0091] En ciertas realizaciones, el dispositivo de recubrimiento comprende un mecanismo transportador, por ejemplo una cinta transportadora, configurado para mover el sustrato (por ejemplo en forma de película o banda) con respecto al dispositivo de recubrimiento, en particular con respecto al cabezal o boquilla de recubrimiento, en contra de la dirección de recubrimiento, en el que el dispositivo de recubrimiento, en particular el cabezal o boquilla de recubrimiento, permanece estacionario. En particular, en caso de que el sustrato sea una banda, una película o una lámina, el sustrato puede desplazarse por sí mismo sin necesidad de una cinta transportadora adicional.

[0092] En ciertas realizaciones, el dispositivo de recubrimiento comprende un accionador configurado para mover el cabezal o boquilla de recubrimiento con respecto al sustrato a lo largo de la dirección de recubrimiento.

55
60
[0093] En ciertas realizaciones, el primer depósito, el segundo depósito, el tercer depósito y/o el depósito adicional comprenden una entrada de bomba respectiva para conectar una bomba al depósito respectivo, de tal manera que puede proporcionarse una preparación en el depósito respectivo por medio de la bomba. Las entradas de la bomba del primer, segundo, tercer y/o depósito adicional pueden estar conectadas a la misma bomba o a bombas separadas.

[0094] En ciertas realizaciones, el dispositivo de recubrimiento comprende al menos una bomba conectada a la entrada de bomba del primer depósito, el segundo depósito, el tercer depósito y/o el depósito adicional.

65
[0095] En ciertas realizaciones, el primer depósito (y también la primera ranura), el segundo depósito (y también la segunda ranura), el tercer depósito (y también la tercera ranura) y/o el depósito adicional (y también la ranura adicional) están divididos en una (respectiva) primera sección y una (respectiva) segunda sección a lo largo del eje lateral, en el que la primera sección y la segunda sección están separadas físicamente. En particular, el primer depósito, el segundo depósito, el tercer depósito y/o el al menos un depósito adicional comprenden una primera entrada de bomba conectada a la primera sección y una segunda entrada de bomba conectada a la segunda sección, en las que la primera entrada de bomba y la segunda entrada de bomba están configuradas para conectarse a bombas respectivas para proporcionar preparaciones respectivas en la primera sección y la segunda sección. En particular, la primera sección forma una primera sección final del primer, segundo, tercer o depósito adicional a lo largo del eje lateral. En otras palabras, la primera sección está limitada por una pared que forma un extremo del respectivo primer, segundo, tercer o depósito adicional a lo largo del eje lateral.

[0096] En ciertas realizaciones, el primer depósito, el segundo depósito, el tercer depósito y/o el depósito adicional comprenden una tercera sección, en la que la segunda sección está dispuesta entre la primera sección y la tercera sección a lo largo del eje lateral. En particular, la tercera sección forma una segunda sección final del depósito respectivo opuesta

a la primera sección final. En particular, el depósito respectivo comprende una tercera entrada de bomba conectada a la tercera sección.

5 **[0097]** En ciertas realizaciones, la primera sección y/o la tercera sección de la segunda ranura se extiende más allá de la primera ranura a lo largo del eje lateral, de tal manera que la segunda capa funcional puede formarse lateralmente con respecto a la primera capa funcional, en particular incrustando de este modo la primera capa funcional. En otras palabras, la segunda ranura tiene una anchura mayor que la primera.

10 **[0098]** En ciertas realizaciones, el dispositivo de recubrimiento comprende una primera bomba conectada a la primera entrada de bomba, que está conectada a la primera sección de la primera, la segunda, la tercera y/o el al menos un depósito adicional y una segunda bomba conectada a la segunda entrada de bomba, que está conectada a la segunda sección de la primera, la segunda, la tercera y/o el al menos un depósito adicional. En particular, el dispositivo de recubrimiento comprende una tercera bomba conectada a la entrada de la tercera bomba que está conectada a la tercera sección del primer, segundo, tercer y/o el al menos un depósito adicional.

15 **[0099]** Utilizando esta configuración, pueden proporcionarse diferentes preparaciones en las secciones de los depósitos y dispensarse desde las secciones de ranura asociadas para obtener una capa funcional que comprenda un patrón predefinido de materiales, por ejemplo, incrustando ciertas capas o formando interconexiones entre capas.

20 **[0100]** En ciertas realizaciones, el dispositivo de recubrimiento comprende un controlador de bomba configurado para establecer un primer caudal de la primera bomba y un segundo caudal de la segunda bomba, en particular de tal manera que la capa funcional formada por la preparación respectiva dispensada desde la primera sección de la ranura respectiva comprende un mayor espesor perpendicular a la superficie de recubrimiento que la capa funcional formada por la preparación, en particular la segunda preparación, dispensada desde la segunda sección de la ranura respectiva.

25 **[0101]** En ciertas realizaciones, la superficie de dispensación comprende un rebaje que comprende una anchura a lo largo del eje lateral correspondiente a la anchura de la primera sección del depósito respectivo y la ranura respectiva, en donde particularmente el rebaje se extiende desde la ranura respectiva a lo largo de toda la superficie de dispensación en la dirección de recubrimiento. Esto permite obtener una capa funcional superior que incrusta una capa funcional inferior manteniendo una superficie lisa de la capa funcional superior en caso de que la profundidad del rebaje corresponda a la diferencia de grosor de la capa funcional dispensada desde la primera sección de la ranura respectiva y la capa funcional dispensada desde la segunda sección de la ranura respectiva.

35 **[0102]** En ciertas realizaciones, el dispositivo de recubrimiento comprende además una tercera bomba conectada a la tercera entrada de bomba conectada a la tercera sección de la primera, la segunda, la tercera y/o el al menos un depósito adicional, en donde el controlador de bomba está configurado para establecer un tercer caudal de la tercera bomba, en particular, de manera que la capa funcional formada por la preparación respectiva dispensada desde la tercera sección de la ranura respectiva comprenda un espesor mayor perpendicular a la superficie de recubrimiento que la capa funcional formada por la preparación dispensada desde la segunda sección de la ranura respectiva, en donde, en particular, el tercer caudal es igual al primer caudal. Alternativamente, en ciertas realizaciones, la primera bomba está conectada además a la tercera entrada de la bomba conectada a la tercera sección del primer, segundo, tercer o el al menos un depósito adicional (además de la primera entrada de la bomba conectada a la primera sección), en particular de forma que las capas funcionales formadas por la preparación dispensada desde la primera sección y la tercera sección tengan el mismo espesor.

45 **[0103]** En ciertas realizaciones, la superficie de dispensación comprende un rebaje que comprende una anchura a lo largo del eje lateral correspondiente a la anchura de la tercera sección del depósito respectivo y la ranura respectiva, en donde particularmente el rebaje se extiende desde la ranura respectiva a lo largo de toda la superficie de dispensación en la dirección de recubrimiento. Esto permite obtener una capa funcional superior que incrusta una capa funcional inferior manteniendo una superficie lisa de la capa funcional superior en caso de que la profundidad del rebaje corresponda a la diferencia de grosor de la capa funcional dispensada desde la tercera sección de la ranura respectiva y la capa funcional dispensada desde la segunda sección de la ranura respectiva.

55 **[0104]** En ciertas realizaciones, el dispositivo de recubrimiento comprende una primera bomba conectada a la primera entrada de bomba, que está conectada a la primera sección del segundo depósito y una segunda bomba conectada a la segunda entrada de bomba, que está conectada a la segunda sección del segundo depósito, en donde el dispositivo de recubrimiento comprende un controlador de bomba configurado para establecer un primer caudal de la primera bomba y un segundo caudal de la segunda bomba, de tal manera que la capa funcional formada por la segunda preparación dispensada desde la primera sección de la ranura respectiva comprende un espesor mayor perpendicular a la superficie de recubrimiento que la capa funcional formada por la segunda preparación dispensada desde la segunda sección, en donde particularmente la primera ranura comprende una anchura que se extiende a lo largo del eje lateral que es igual a la anchura de la segunda sección de la segunda ranura, particularmente de tal manera que la primera capa funcional formada por la primera preparación está incrustada por la segunda capa funcional formada por la segunda preparación.

65 **[0105]** Las realizaciones descritas anteriormente con un depósito dividido (y ranura) permiten aplicar diferentes preparaciones en una capa funcional del dispositivo de almacenamiento electroquímico en un patrón predefinido. Por

- ejemplo, esto puede aplicarse para incrustar lateralmente un electrolito sólido de una batería de electrolito sólido, por ejemplo, mediante una capa de material activo (ánodo o cátodo) o mediante una capa protectora, o para formar interconexiones entre dos capas separadas por otra capa en un solo paso de fabricación. Alternativamente, es posible aplicar las preparaciones de las distintas secciones a diferentes caudales. Por ejemplo, puede aplicarse un caudal mayor en la(s) sección(es) exterior(es) (primera y/o tercera) del depósito respectivo) que en la sección central (segunda). Esto se puede utilizar para incrustar lateralmente una capa funcional anterior aplicada a través de una ranura separada, en particular si esta ranura comprende una anchura que es igual a la anchura de la segunda sección (media).
- 5
- [0106]** Además, se proporciona una preparación (es decir, la primera, la segunda, la tercera o la al menos una preparación adicional mencionada anteriormente) para formar una capa funcional de un dispositivo de almacenamiento electroquímico.
- 10
- [0107]** En ciertas realizaciones, la preparación presenta un comportamiento de adelgazamiento por cizallamiento, es decir, una caída de la viscosidad a velocidades de cizallamiento crecientes.
- 15
- [0108]** En ciertas realizaciones, la preparación es un líquido o una suspensión.
- [0109]** En ciertas realizaciones, la preparación comprende un solvente.
- [0110]** En ciertas realizaciones, la preparación comprende un monómero polimerizable, en el que particularmente la polimerización del monómero es iniciada o facilitada por iones metálicos, más particularmente iones de litio. Alternativamente, la polimerización del monómero puede iniciarse mediante radiación electromagnética de una determinada longitud de onda (por ejemplo, fotopolimerización) o mediante la adición de radicales (polimerización radical).
- 20
- [0111]** En ciertas realizaciones, la preparación comprende un huésped de iones metálicos o un precursor capaz de formar un huésped de iones metálicos, en particular un material de conversión o un material de intercalación.
- 25
- [0112]** En ciertas realizaciones, la preparación comprende un conductor iónico sólido o un precursor capaz de formar un conductor iónico sólido, que comprende particularmente un material inorgánico que comprende iones metálicos, más particularmente iones de litio o iones de sodio.
- 30
- [0113]** En ciertas realizaciones, la preparación comprende un conductor electrónico sólido o un precursor capaz de formar un conductor electrónico sólido que comprende particularmente un metal o carbono,
- [0114]** En ciertas realizaciones, la preparación comprende una viscosidad de bajo cizallamiento de 1 mPa s a 100000 mPa s, particularmente de 100 mPa s a 1000 mPa s, de tal manera que la preparación es capaz de formar una cortina entre un dispositivo de recubrimiento y una superficie de recubrimiento de un sustrato cuando la preparación se dispensa desde una ranura del dispositivo de recubrimiento sobre la superficie de recubrimiento.
- 35
- [0115]** En ciertas realizaciones, la preparación comprende un primer polímero que tiene un peso molecular de 1000 g mol⁻¹ a 100000 g mol⁻¹ y un segundo polímero que tiene un peso molecular de 300000 g mol⁻¹ a 1200000 g mol⁻¹. En particular, esta distribución bimodal de tamaños permite obtener propiedades reológicas óptimas y, al mismo tiempo, proporcionar condiciones óptimas para un electrolito polimérico de un dispositivo de almacenamiento electroquímico en estado sólido. También permite un mayor contenido en sólidos de las preparaciones y, por tanto, tiempos de secado más cortos.
- 40
- [0116]** En ciertas realizaciones, la preparación comprende un polímero, en particular polietilenoóxido (PEO), polivinilideno fluoruro (PVdF), ácido poliacrílico (PAA), carboximetilcelulosa (CMC), caucho estireno-butadieno (SBR), poli(tetrafluoroetileno) (PTFE), polietileno (PE), poliestireno (PS), polipropileno (PP), gelatina, almidón, agar-agar, alginato, amilosa, goma arábiga, carragenano, caseína, quitosano, (carbonil-beta) ciclodextrinas, caucho monómero de etileno propileno dieno (EPDM), goma gellan, goma guar, goma karaya, celulosa, pectina, PEDOT-PSS, poli(acrilato de metilo) (PMA), poli (alcohol vinílico) (PVA), poli (acetato de vinilo) (PVAc), poliacrilonitrilo (PAN), poliisopreno (PIpr), polianilina (PANi), poliimida (PI), poliuretano (PU), butiral de polivinilo (PVB), polivinilpirrolidona (PVP), goma tara, goma tragacanto, TRD202A o goma xantana.
- 45
- [0117]** Añadiendo polímeros a la preparación, es posible proporcionar un aglutinante, afinar las propiedades reológicas de la preparación y particularmente también proporcionar un conductor de iones sólido para obtener una capa electrolítica de estado sólido.
- 50
- [0118]** En ciertas realizaciones, la preparación comprende un solvente. Este solvente se evapora especialmente tras la formación de la capa funcional respectiva, lo que da lugar a un mayor contenido sólido del dispositivo de almacenamiento electroquímico. En ciertas realizaciones, el solvente comprende o consiste en agua, acetonitrilo, N-metil-2-pirrolidona, un alcohol, en particular etanol o metanol, o tetrahidrofurano.
- 55
- [0119]** En ciertas realizaciones, la preparación comprende un monómero polimerizable, en el que particularmente la polimerización del monómero es facilitada o iniciada por iones metálicos. El monómero polimerizable puede servir como solvente, en particular para suspender las partículas y formar una suspensión, o el monómero puede proporcionarse además de un solvente. Una preparación que comprende un monómero polimerizable tiene la ventaja de que puede
- 60
- 65

omitirse una etapa posterior de evaporación del solvente y sustituirse por una etapa de polimerización, lo que puede acelerar considerablemente la fabricación del dispositivo de almacenamiento electroquímico.

[0120] En ciertas realizaciones, la preparación comprende un huésped de iones metálicos, en particular un material de conversión o un material de intercalación. En particular, una capa funcional que comprenda dicho huésped de iones metálicos puede servir como ánodo o cátodo del dispositivo de almacenamiento electroquímico.

[0121] En ciertas realizaciones, el anfitrión de iones metálicos comprende o consiste en un material activo catódico, particularmente óxido de litio níquel manganeso cobalto (Li-NMC, por ejemplo, $\text{Li}_a\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$), fosfato de hierro de litio (LFP, LiFePO_4), óxido de níquel cobalto aluminio (Li-NCA, e.g. $\text{Li}_a\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_z$), óxido de litio y cobalto (LCO, LiCoO_2), u óxido de litio y manganeso (LMO, LiMn_2O_4).

[0122] En ciertas realizaciones, el anfitrión de iones metálicos comprende o consiste en un material activo anódico, particularmente grafito, silicio, titanato de litio (LTO, $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$) u óxido de titanio (TiO_2).

[0123] En ciertas realizaciones, la preparación comprende un precursor capaz de formar un huésped de iones metálicos, en particular un material de conversión o un material de intercalación. El huésped de iones metálicos puede formarse a partir del precursor mediante una reacción química que se inicia o se produce automáticamente después de formar la capa funcional respectiva del dispositivo de almacenamiento electroquímico por recubrimiento de cortina. Por ejemplo, el precursor puede ser un nitrato, un carbonato o un hidróxido.

[0124] En ciertas realizaciones, la preparación comprende un conductor iónico sólido, que comprende particularmente un material inorgánico (por ejemplo, un material cerámico o de vidrio) o un electrolito polimérico.

[0125] En ciertas realizaciones, la preparación comprende un precursor capaz de formar un conductor iónico sólido, que comprende particularmente un material inorgánico (por ejemplo, un material cerámico o de vidrio) o un electrolito polimérico. El conductor iónico sólido puede formarse a partir del precursor mediante una reacción química que se inicia o se produce automáticamente después de formar la capa funcional respectiva del dispositivo de almacenamiento electroquímico por recubrimiento de cortina. En el caso de un electrolito polimérico, esta reacción química puede ser una reacción de polimerización y el precursor puede ser un monómero capaz de formar el polímero por polimerización. Alternativamente, en particular, el precursor puede ser un nitrato, un carbonato o un hidróxido.

[0126] En ciertas realizaciones, la preparación comprende un conductor electrónico sólido, que comprende particularmente un metal (por ejemplo, aluminio o cobre) o carbono (por ejemplo, negro de carbono). En ciertas realizaciones, el conductor electrónico sólido comprende fibras conductoras de la electricidad, en particular nanotubos de carbono. Estas fibras conductoras de la electricidad sirven simultáneamente como conductoras de electrones y mejoran las propiedades reológicas (viscosidad) de la preparación, lo que se traduce en una mayor estabilidad de la cortina durante el recubrimiento.

[0127] En ciertas realizaciones, la preparación comprende un tensioactivo.

[0128] En ciertas realizaciones, la preparación comprende iones de litio o iones de sodio.

[0129] En ciertas realizaciones, la preparación comprende un metal líquido, particularmente litio líquido, galio líquido o una mezcla de litio líquido y galio líquido, o partículas metálicas (particularmente dando lugar a una pasta metálica). En particular, el metal forma un conductor electrónico, como un colector de corriente. La formación de un colector de corriente mediante el método según la presente invención tiene la ventaja de que puede formarse una capa de colector de corriente muy fina (por ejemplo, 30 μm o menos, en particular 5 μm o menos) en contraste con el método de la técnica anterior, lo que mejora la calidad del dispositivo de almacenamiento electroquímico.

[0130] Dondequiera que alternativas para características separables únicas se expongan en el presente documento como "realizaciones", debe entenderse que tales alternativas pueden combinarse libremente para formar realizaciones discretas de la invención divulgada en el presente documento.

[0131] La invención se ilustra además mediante los siguientes ejemplos y figuras, de los que pueden extraerse otras realizaciones y ventajas. Estos ejemplos pretenden ilustrar la invención, pero no limitar su alcance.

La figura 1 muestra una vista en sección transversal de una parte de un dispositivo de recubrimiento según una realización de la invención en un plano paralelo a la dirección de recubrimiento;

La figura 2 muestra una vista esquemática en perspectiva parcialmente cortada de una parte de un dispositivo de recubrimiento según una realización de la invención y la cortina y las capas funcionales formadas durante el método según la invención;

La figura 3 muestra una vista esquemática en perspectiva de un dispositivo de recubrimiento según una realización de la invención con colectores divididos y entradas de bomba asociadas;

La figura 4 muestra una vista esquemática en perspectiva de un dispositivo de recubrimiento según una realización de la invención y la cortina y las capas funcionales formadas durante una primera realización del método según la invención;

La figura 5 muestra una vista en sección de las capas funcionales perpendiculares a la dirección de recubrimiento,

habiéndose formado las capas funcionales según la realización del método representado en la figura 4;
 La figura 6 muestra una vista esquemática en perspectiva de un dispositivo de recubrimiento según una realización de la invención y la cortina y las capas funcionales formadas durante una segunda realización del método según la invención;
 La figura 7 muestra una vista en sección de las capas funcionales perpendiculares a la dirección de recubrimiento,
 5 habiéndose formado las capas funcionales según la realización del método representado en la figura 6.

[0132] La figura 1 muestra una vista en sección transversal de un cabezal de recubrimiento 4 de un dispositivo de recubrimiento 1 según una realización de la invención en un plano paralelo a una dirección de recubrimiento C, y la figura 2 muestra una vista en perspectiva correspondiente del cabezal de recubrimiento 4. Como se muestra en las figuras 1 y 2, el cabezal de recubrimiento 4 comprende un primer depósito 10, un segundo depósito 20 y un tercer depósito 30 para recibir respectivamente una primera preparación P1, una segunda preparación P2 y una tercera preparación P3. En el ejemplo representado, los depósitos 10, 20, 30 están formados por cavidades cilíndricas en un cuerpo principal del cabezal de recubrimiento 4, extendiéndose las cavidades a lo largo de un eje lateral L que debe disponerse perpendicular a la dirección de recubrimiento C al realizar el método según la invención. Cada uno de los depósitos 10, 20, 30 se ramifica en una ranura asociada 11, 21, 31 en una superficie de dispensación 2 o deslizamiento del cabezal de recubrimiento 4. La superficie de dispensación 2 comprende una sección curvada convexa 2a en la que está dispuesto un labio 3 que forma el extremo inferior del cabezal de recubrimiento 4 en la disposición mostrada en las figuras 1 y 2.

[0133] Según una realización del método de recubrimiento de cortina según la invención, se proporciona una primera preparación P1 en el primer depósito 10, se proporciona una segunda preparación P2 en el segundo depósito 20 y se proporciona una tercera preparación P3 en el tercer depósito 30 a través de respectivas entradas de bomba (no mostradas en la figura 1, por ejemplo, véase la figura 3) en los depósitos 10, 20, 30, que están conectados a una bomba respectiva (no mostrada). Al generar un flujo de las respectivas preparaciones P1, P2, P3, las preparaciones P1, P2, P3 se dispensan desde las ranuras 11, 21, 31, y, debido a la disposición inclinada del cabezal de recubrimiento 4 fluyen hacia abajo sobre la superficie dispensadora 2 hacia la sección curva 2 a y el labio 3.

[0134] En la posición de la primera ranura 11, la segunda preparación P2 forma una capa sobre la primera preparación P1 que se dispensa desde la primera ranura 11. De forma similar, en la posición de la segunda ranura 21, la tercera preparación P3 forma una capa sobre la segunda preparación P2 que se dispensa desde la segunda ranura 21. Siempre que la composición y las propiedades reológicas de la primera preparación P1, la segunda preparación P2 y la tercera preparación P3 se ajusten en consecuencia, y que se produzca un flujo laminar, estas capas formadas en la parte superior de la superficie de dispensación 2 no se mezclan y forman una cortina estratificada compuesta por un primer segmento 310 de la primera preparación P1, un segundo segmento 320 de la segunda preparación P2 y un tercer segmento 330 de la tercera preparación P3, fluyendo la cortina hacia abajo desde el labio 3 del cabezal de recubrimiento 4 sobre una superficie de recubrimiento 210 de un sustrato 200.

[0135] El sustrato 200 se mueve contra la dirección de recubrimiento C con respecto al cabezal de recubrimiento 4, por ejemplo, mediante un mecanismo transportador. De este modo, las capas funcionales 110, 120, 130 se forman una encima de la otra en la superficie de recubrimiento 210.

[0136] En particular, la primera preparación P1, la segunda preparación P2 y la tercera preparación P3 son lechadas que tienen propiedades reológicas apropiadas (es decir, una viscosidad apropiada y preferiblemente un comportamiento de adelgazamiento por cizallamiento) para ser utilizadas para el recubrimiento de cortina. Para obtener una cortina estable, el caudal de las preparaciones P1, P2, P3, así como la velocidad de recubrimiento a la que el sustrato 200 se mueve con respecto al cabezal de recubrimiento 4 en dirección contraria a la dirección de recubrimiento C, deben ajustarse adecuadamente.

[0137] En particular, el cabezal de recubrimiento 4 comprende guías de borde formadas por lengüetas que se extienden desde ambos bordes laterales del labio 3 hacia la superficie de recubrimiento 210 en dirección vertical (no mostradas) para guiar los bordes de la cortina 310, 320, 330 y evitar la formación de cuellos.

[0138] Las capas funcionales 110, 120, 130 del dispositivo de almacenamiento electroquímico pueden ser, por ejemplo, un cátodo 110, un electrolito de estado sólido 120 y un ánodo 130 de una batería de iones metálicos de estado sólido, por ejemplo, una batería de iones de litio de estado sólido o una batería de iones de sodio de estado sólido. Según este ejemplo, la primera preparación P1 contiene un huésped de iones metálicos (material de conversión o intercalación) adecuado para formar un cátodo de una batería de iones de estado sólido, por ejemplo, NMC, LFP, NCA, LCO o LMO). La segunda preparación P2 contiene un conductor iónico sólido, por ejemplo, una matriz inorgánica que contiene iones metálicos, un electrolito polimérico tal como una mezcla de un polímero y una sal de ion metálico, o una mezcla de una matriz inorgánica que contiene sal metálica y un electrolito polimérico. La tercera preparación P3 contiene un huésped de iones metálicos adecuado para formar un ánodo de la batería de iones de estado sólido, como grafito, silicio, LTO o TiO₂.

[0139] Alternativamente, para formar un conductor electrónico sólido, tal como una capa colectora de corriente, la preparación dispensada puede, por ejemplo, contener metales o negro de humo.

[0140] Para sintonizar las propiedades reológicas de la primera preparación P1, de la segunda preparación P2 y de la tercera preparación P3, estas preparaciones pueden contener polímeros, en particular una mezcla de dos polímeros de

pesos moleculares diferentes.

[0141] Además, las preparaciones P1, P2, P3 pueden contener solventes o monómeros polimerizables, y opcionalmente tensioactivos.

[0142] El método de recubrimiento por cortina descrito tiene la ventaja de que pueden formarse simultáneamente varias capas muy finas (por ejemplo, < 30 μm) de un dispositivo de almacenamiento electroquímico a altas velocidades de recubrimiento (por ejemplo, de 40 m/min a 2500 m/min), lo que mejora significativamente los tiempos de fabricación de dispositivos de almacenamiento electroquímico, tales como baterías de iones de estado sólido.

[0143] Un protocolo ejemplar para generar una preparación de lodo según la invención para formar una capa de electrolito sólido es como sigue: Se disuelven 2,67 g de PEO (M_v 600 000) en 77 g de acetonitrilo. Se añaden 1,67 g de LiTFSI y se agita con una espátula. Se añaden 12 g de polvo LLZO (d_{media} 400 nm) y se agita de nuevo con una espátula. Estas proporciones de masa se eligen especialmente para obtener partes volumétricas aproximadamente iguales de cerámica y polímero dentro de las películas secas. La relación molar EO:Li es de 10,4 : 1. El contenido total de sólidos de la lechada es de 17,5 % en peso $(m_{PEO} + m_{LiTFSI} + m_{LLZO})/m_{total}$. La viscosidad estacionaria a bajo cizallamiento es de unos 130 mPas.

[0144] Además, un protocolo ejemplar para generar una preparación de lodo según la invención para formar una capa catódica es como sigue: 6 g de acetonitrilo, 0,25 g de PEO (M_v 35 000), 0,167 g de PEO (M_v 600 000), 0,27 g de LiTFSI, 1,1 g de LFP (anfritrón) (d_{media} 1 micrómetro), 0,1375 de negro de humo (60 nm).

[0145] Tras el recubrimiento de cortina, pueden realizarse una serie de etapas de procesado posterior en la pila de capas funcionales, en particular las siguientes etapas:

- 1) Evaporación del solvente
- 2) Secado
- 3) reticulación
- 4) prensado en caliente
- 5) calandrado
- 6) iniciar reacciones químicas entre los componentes de las capas funcionales
- 7) sinterización
- 8) iniciar otras reacciones químicas entre los componentes de las capas funcionales
- 9) presionar

[0146] Las figuras 3 a 7 muestran otros ejemplos del dispositivo de recubrimiento 1 y del método de recubrimiento de cortina según la invención que pueden utilizarse ventajosamente para generar capas funcionales estructuradas 110, 120, 130 de un dispositivo de almacenamiento electroquímico.

[0147] La figura 3 es una vista en perspectiva semitransparente de un cabezal de recubrimiento 4, en la que sólo se ha dibujado un depósito 10 y la ranura asociada 11 por simplicidad (sin embargo, esta disposición puede utilizarse en cabezales de recubrimiento que contengan tres o incluso más depósitos y ranuras). En la realización según la figura 3, el depósito 10 está formado por tres colectores separados físicamente, dando lugar a una primera sección 10a, una segunda sección 10b y una tercera sección 10c, que están dispuestas a lo largo del eje lateral L, formando la segunda sección 10b una sección intermedia, y la primera sección 10a y la tercera sección 10c unas secciones de extremo opuestas. La primera sección 10a comprende una primera entrada de bomba 13a, la segunda sección 10b comprende una segunda entrada de bomba 13b y la tercera sección 10c comprende una tercera entrada de bomba 13c, estando cada una de ellas configurada para ser conectada a una bomba, de tal manera que pueda proporcionarse una preparación respectiva P1, P2, P3, P4 en la sección respectiva 10a, 10b, 10c del depósito 10.

[0148] En la figura 4, se representa un cabezal de recubrimiento 4, en el que el primer depósito 10 está dividido en una primera sección 10a (que se extiende a lo largo del eje lateral sobre la anchura X_1), una segunda sección 10b (que se extiende a lo largo del eje lateral L sobre la anchura X_2) y una tercera sección 10c (que se extiende a lo largo del eje lateral L sobre la anchura X_3) similar a la figura 3.

[0149] Una primera preparación P1 se dispensa desde la primera sección 10a y la tercera sección 10c de la primera ranura 11, y otra preparación P4 se dispensa simultáneamente desde la segunda sección 10b de la primera ranura 11. Además, simultáneamente, la primera preparación P1 se dispensa desde la segunda ranura 21 sobre toda la anchura $X_1 + X_2 + X_3$ de la segunda ranura 21.

[0150] Como se muestra en la figura 5, el proceso de recubrimiento de cortina representado en la figura 4 da como resultado una primera capa funcional 110 estructurada, en la que la primera preparación P1 incrusta lateralmente la preparación adicional P4, y una segunda capa funcional 120 uniforme formada a partir de la primera preparación. Por ejemplo, la primera preparación P1 puede formar un material activo del dispositivo de almacenamiento electroquímico y la preparación adicional P4 puede formar un electrolito de estado sólido que está protegido de la entrada de humedad y aire por el material activo.

[0151] La figura 6 muestra otra realización del dispositivo de recubrimiento 1, en la que el segundo depósito 20 y la segunda ranura 21 correspondiente están separados en una primera sección 20a que tiene una anchura X_1 a lo largo del eje lateral L, una segunda sección 20b que tiene una anchura X_2 a lo largo del eje lateral L y una tercera sección 20c que tiene una anchura X_3 a lo largo del eje lateral L. Esto puede realizarse, por ejemplo, mediante colectores separados como se muestra en la figura 3. Las secciones 20a, 20b, 20c comprenden, cada una, una entrada de bomba asociada 13a, 13b, 13c (no mostrada en la figura 6) que se ramifica desde un lado del segundo depósito 20 opuesto a la ranura 21, similar a la realización mostrada en la figura 3.

[0152] La superficie de dispensación 2 del dispositivo de recubrimiento 1 comprende una escotadura 2b alineada con la primera sección 20a de la segunda ranura 21 y que comprende una anchura a lo largo del eje lateral L correspondiente a la anchura X_1 de la primera sección 20a de la segunda ranura 21, en la que la escotadura 2b se extiende desde la segunda ranura 21 a lo largo de toda la superficie de dispensación 2 en la dirección de recubrimiento C. Además, la superficie de dispensación 2 comprende otro rebaje (no mostrado) alineado con la tercera sección 20c y que comprende una anchura a lo largo del eje lateral L correspondiente a la anchura X_3 de la tercera sección 20c.

[0153] Mediante la bomba o bombas conectadas a la primera entrada de bomba 13a y la tercera entrada de bomba 13c (véase la figura 3), la segunda preparación P2 se proporciona en la primera sección 20a y la tercera sección 20c a un primer caudal, y mediante la bomba conectada a la segunda entrada de bomba 13b (véase la figura 3) se proporciona la segunda preparación P2 en la segunda sección 20b a un segundo caudal, de tal manera que se deposita una capa más gruesa de la segunda preparación P2 sobre el sustrato 200 a lo largo de la anchura X_1 y X_3 que a lo largo de la anchura X_2 . Simultáneamente, la primera preparación P1 se dispensa desde la primera ranura 11 conectada al primer depósito 10, en el que la primera ranura 11 tiene una anchura w que es igual a la anchura X_2 de la segunda sección 20b del segundo depósito 20 y la segunda ranura 21.

[0154] El patrón resultante de materiales depositados sobre el sustrato 200 mediante el método de recubrimiento de cortina representado en la figura 6 se muestra en la figura 7. De forma similar al resultado mostrado en la figura 5, la primera capa funcional 110 consiste en un núcleo de la primera preparación P1 a lo largo de la anchura X_2 flanqueado lateralmente por dos secciones donde se deposita la segunda preparación P2 (a lo largo de la anchura X_1 y la anchura X_3). La segunda capa funcional 120 es una capa uniforme de la segunda preparación P2 sobre toda la anchura $X_1 + X_2 + X_3$. La superficie superior uniforme de la segunda capa funcional 120 se debe a los rebajes 2b de la superficie de dispensación 2, cuya profundidad (perpendicular a la superficie de dispensación 2) es igual al grosor de la primera capa funcional 110 en este caso, compensando el volumen adicional de la segunda preparación P2 dispensada desde la primera sección 20a y la tercera sección 20c de la segunda ranura 21. De forma similar al resultado anteriormente descrito que se muestra en la figura 5, la primera preparación P1 puede formar un material activo del dispositivo de almacenamiento electroquímico y la segunda preparación P2 puede formar un electrolito de estado sólido que está protegido de la entrada de humedad y aire por el material activo.

[0155] En particular, asegurar que la segunda preparación P₂ se deposita a lo largo de la anchura X_1 y X_3 en un espesor igual a la suma del espesor de la capa de la primera preparación P₁ y de la segunda preparación a lo largo de la anchura X_2 en una dirección perpendicular al eje lateral L, los caudales f_{P_1, X_2} , f_{P_2, X_1} , f_{P_2, X_2} y f_{P_2, X_3} pueden fijarse de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{f_{P_2, X_1}}{X_1} = \frac{f_{P_2, X_3}}{X_3} = \frac{f_{P_2, X_2}}{X_2} + \frac{f_{P_1, X_2}}{X_2},$$

donde f_{P_1, X_2} indica el flujo (volumen por unidad de tiempo) de la primera preparación a lo largo de la anchura X_2 , f_{P_2, X_1} indica el flujo de la segunda preparación a lo largo de la anchura X_1 , f_{P_2, X_2} indica el flujo de la segunda preparación a lo largo de la anchura X_2 , y f_{P_2, X_3} indica el flujo de la segunda preparación a lo largo de la anchura X_3 .

Lista de signos de referencia

[0156]

ES 2 995 484 T3

1	Dispositivo de recubrimiento
2	Superficie de dispensación
2 ^a	Sección curva
2b	Rebaje
3	Labio
4	Cabezal de recubrimiento
10	Primer depósito
10 ^a	Primera sección del primer depósito
10b	Segunda sección del primer depósito
10c	Tercera sección del primer depósito
11	Primera ranura
12	Separador
13 ^a	Primera entrada de la bomba
13b	Segunda entrada de la bomba
13c	Tercera entrada de la bomba
20	Segundo depósito
20a	Primera sección del segundo depósito
20b	Segunda sección del segundo depósito
20c	Tercera sección del segundo depósito
21	Segunda ranura
30	Tercer depósito
31	Tercera ranura
110	Primera capa funcional
120	Segunda capa funcional
130	Tercera capa funcional
200	Sustrato
210	Superficie de recubrimiento
310, 320, 330	Segmentos de cortina
C	Dirección de recubrimiento
L	Eje lateral
P1	Primera preparación
P2	Segunda preparación
P3	Tercera preparación
P4	Preparación adicional
X1, X2, X3, X4, w	Anchura

REIVINDICACIONES

1. Un método para generar capas funcionales (110, 120, 130) de un dispositivo de almacenamiento electroquímico, que comprende:
- a. proporcionar una primera preparación (P1) en un primer depósito (10) de un dispositivo de recubrimiento (1),
 - b. proporcionar una segunda preparación (P2) en un segundo depósito (20) de dicho dispositivo de recubrimiento (1),
 - c. colocar dicho dispositivo de recubrimiento (1) sobre un sustrato (200) y mover dicho dispositivo de recubrimiento (1) con respecto al sustrato (200) a lo largo de una dirección de recubrimiento (C),
 - d. dispensar la primera preparación (P1) desde el primer depósito (10) a través de una primera ranura (11) del dispositivo de recubrimiento (1) sobre una superficie de recubrimiento (210) del sustrato (200), en donde la primera ranura (11) se extiende a lo largo de un eje lateral (L) perpendicular a la dirección de recubrimiento (C) y paralelo a la superficie de recubrimiento (210), y simultáneamente dispensar la segunda preparación (P2) desde el segundo depósito (20) a través de una segunda ranura (21) del dispositivo de recubrimiento (1) sobre el sustrato (200), en el que la segunda ranura (21) se extiende a lo largo del eje lateral (L),
 - e. en el que la primera preparación (P1) y la segunda preparación (P3) forman una cortina (310, 320) entre el dispositivo de recubrimiento (1) y el sustrato (200),
y
 - f. en el que una primera capa funcional (110) del dispositivo de almacenamiento electroquímico se forma sobre la superficie de revestimiento (210) a partir de la primera preparación (P1), y una segunda capa funcional (120) del dispositivo de almacenamiento electroquímico se forma simultáneamente sobre la primera capa funcional (110) a partir de la segunda preparación (P2).
2. El método según la reivindicación 1, en el que la primera capa funcional (110) y/o la segunda capa funcional (120) forman un electrolito de estado sólido del dispositivo de almacenamiento electroquímico.
3. El método según la reivindicación 2, en el que el electrolito de estado sólido comprende
- a. un electrolito sólido inorgánico, y/o
 - b. un electrolito polimérico.
4. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera capa funcional (110) y/o la segunda capa funcional (120) forman
- a. un cátodo o un ánodo,
 - b. un medio de transporte de electrones, y/o
 - c. una capa protectora
- del dispositivo de almacenamiento electroquímico.
5. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera preparación (P1) y/o la segunda preparación (P2) comprende al menos uno de los siguientes componentes
- i. un solvente y/o un monómero polimerizable,
 - ii. un huésped de iones metálicos o un precursor capaz de formar un huésped de iones metálicos,
 - iii. un conductor iónico sólido o un precursor capaz de formar un conductor iónico sólido,
 - iv. un conductor electrónico sólido.
6. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera preparación (P1) y la segunda preparación (P2) comprenden el mismo solvente y/o monómero polimerizable y/o la misma concentración de sal a la misma concentración, de manera que no se produce difusión en una interfaz de la primera preparación (P1) y la segunda preparación (P2).
7. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera preparación (P1) y/o la segunda preparación (P2) comprende un primer polímero que tiene un peso molecular de 1000 g mol^{-1} a $100000 \text{ g mol}^{-1}$ y un segundo polímero que tiene un peso molecular de $300000 \text{ g mol}^{-1}$ a $1200000 \text{ g mol}^{-1}$.
8. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer depósito (10) y la primera ranura (11) o el segundo depósito (20) y la segunda ranura (21) están divididos en una primera sección (10a, 20a) y una segunda sección (10b, 20b) a lo largo del eje lateral (L), y en el que la primera sección (10a, 20a) y la segunda sección (10b, 20b) están físicamente separadas entre sí.
9. El método según la reivindicación 8, en el que la segunda preparación (P2) se suministra en la primera sección (10a, 20a) a un primer caudal y la segunda preparación (P2) se suministra en la segunda sección (10b, 20b) a un segundo caudal, en el que el primer caudal y el segundo caudal se establecen de tal manera que la segunda capa funcional (120)

5 formada por la segunda preparación (P2) dispensada desde la primera sección (20a) comprende un mayor espesor perpendicular a la superficie de recubrimiento (210) que la segunda capa funcional (120) formada por la segunda preparación (P2) dispensada desde la segunda sección (20b), de tal manera que la primera capa funcional (110) formada por la primera preparación (P1) queda incrustada por la segunda capa funcional (120) formada por la segunda preparación (P2).

10 10. El método según la reivindicación 8, en el que la primera o segunda preparación (P1, P2) se proporciona en la primera sección (10a, 20a) del primer o segundo depósito (10, 20) y una preparación adicional (P4) se proporciona en la segunda sección (10b, 20b) del primer o segundo depósito (10, 20), de tal manera que la primera o segunda preparación (P1, P2) y la preparación adicional (P4) se disponen en un patrón predefinido sobre la superficie de recubrimiento (210) del sustrato (200) para formar conjuntamente la primera o segunda capa funcional (110, 120).

15 11. Un dispositivo de recubrimiento (1) para generar capas funcionales (110, 120, 130) de un dispositivo de almacenamiento electroquímico que comprende

- 20 a. un primer depósito (10) para recibir una primera preparación (P1),
- b. una primera ranura (11) para dispensar la primera preparación (P1) desde el primer depósito (10) sobre una superficie de recubrimiento (210) de un sustrato (200), de forma que la primera preparación (P1) forme una cortina (310) entre el dispositivo de recubrimiento (1) y la superficie de recubrimiento (210),
- c. un segundo depósito (20) para recibir una segunda preparación (P2),
- d. una segunda ranura (21) para dispensar la segunda preparación (P2) desde el segundo depósito (20) sobre la superficie de recubrimiento (210) simultáneamente a la primera preparación (P1), de forma que la segunda preparación (P2) forme una cortina (320) entre el dispositivo de recubrimiento (1) y la superficie de recubrimiento (210),
- 25 e. en el que el dispositivo de recubrimiento (1) está configurado para colocarse sobre el sustrato (200) y moverse con respecto al sustrato (200) a lo largo de una dirección de recubrimiento (C),

caracterizado por que

30 la primera ranura (11) y la segunda ranura (21) están configuradas y dispuestas de tal manera que una primera capa funcional (110) del dispositivo de almacenamiento electroquímico puede formarse sobre la superficie de recubrimiento (210) a partir de la primera preparación (P1), y una segunda capa funcional (120) del dispositivo de almacenamiento electroquímico puede formarse simultáneamente sobre la primera capa funcional (110) a partir de la segunda preparación (P2).

35 12. El dispositivo de recubrimiento (1) según la reivindicación 11, **caracterizado por que** el primer depósito (10) o el segundo depósito (20) están divididos en una primera sección (10a, 20a) y una segunda sección (10b, 20b) a lo largo del eje lateral (L), en el que la primera sección (10a, 20a) y la segunda sección (10b, 20b) están separadas físicamente, en el que el primer o segundo depósito (10, 20) comprende una primera entrada de bomba (13a) conectada a la primera sección (10a, 20a) y una segunda entrada de bomba (13b) conectada a la segunda sección (10b, 20b), en el que la primera entrada de bomba (13a) y la segunda entrada de bomba (13b) están configuradas para conectarse a bombas respectivas para proporcionar preparaciones respectivas en la primera sección (10a, 20a) y la segunda sección (10b, 20b).

45 13. El dispositivo de recubrimiento (1) según la reivindicación 11 o 12, **caracterizado por que** el dispositivo de recubrimiento (1) comprende una superficie dispensadora (2) configurada para recibir la primera preparación (P1) dispensada desde la primera ranura (11) y la segunda preparación (P2) dispensada desde la segunda ranura (21).

Fig. 1

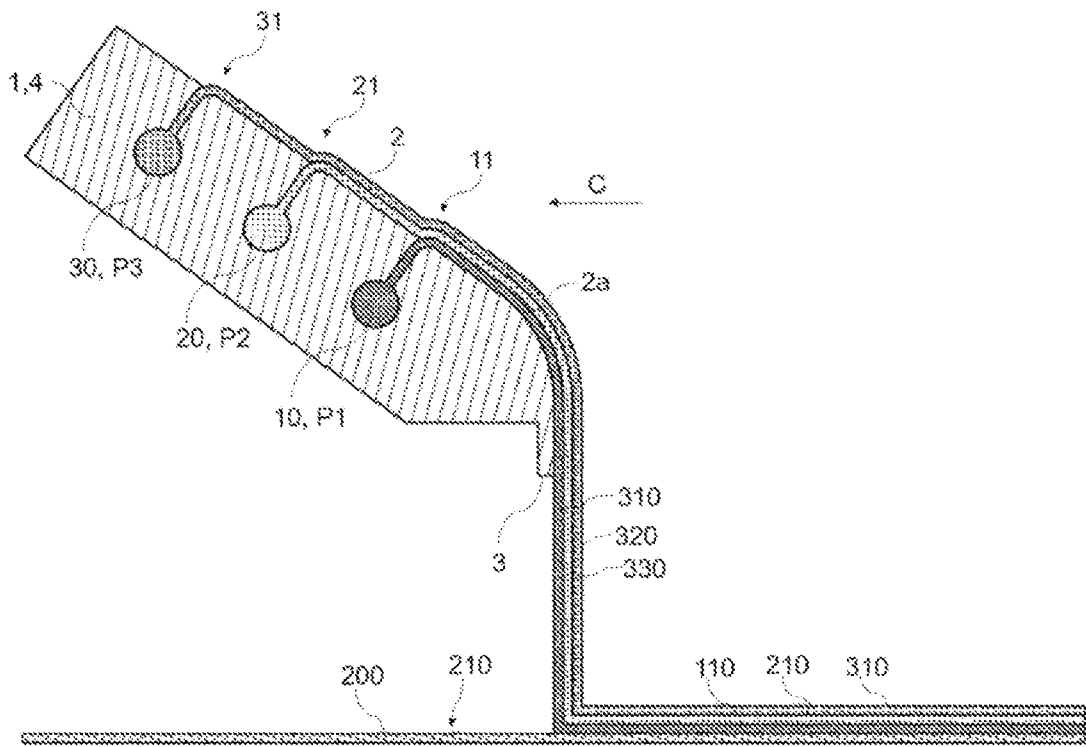


Fig. 2

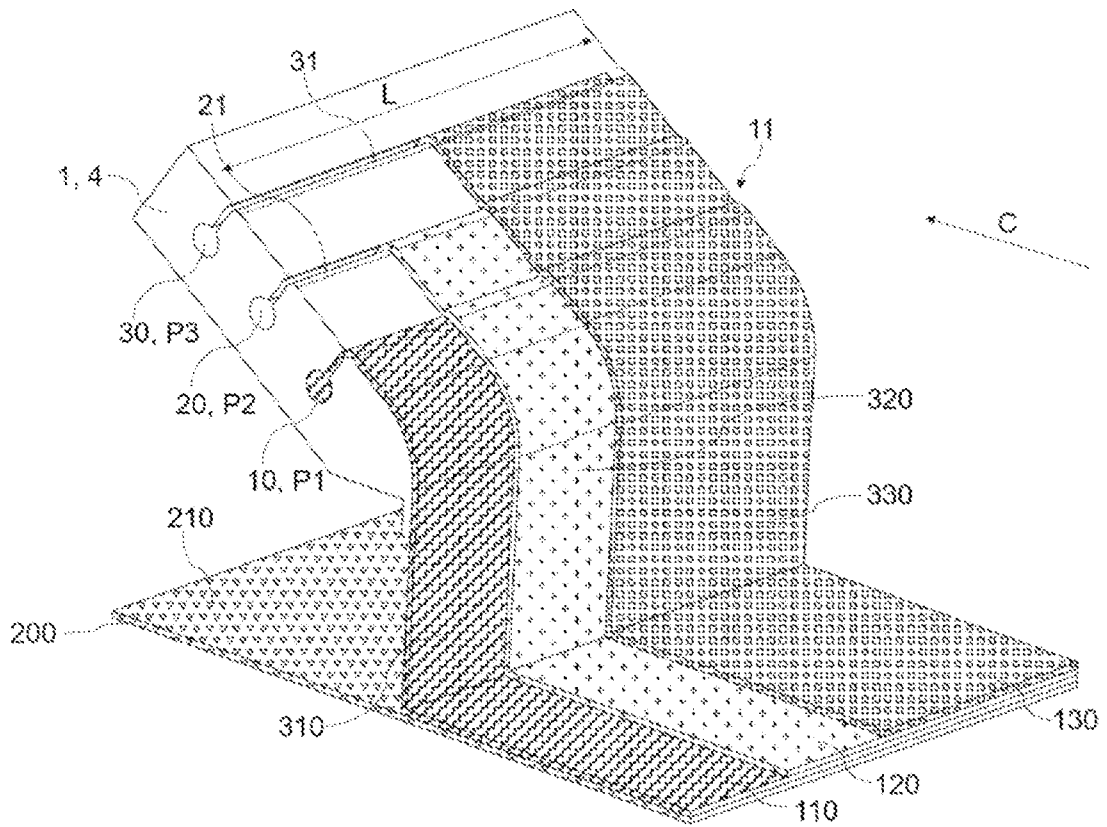


Fig. 3

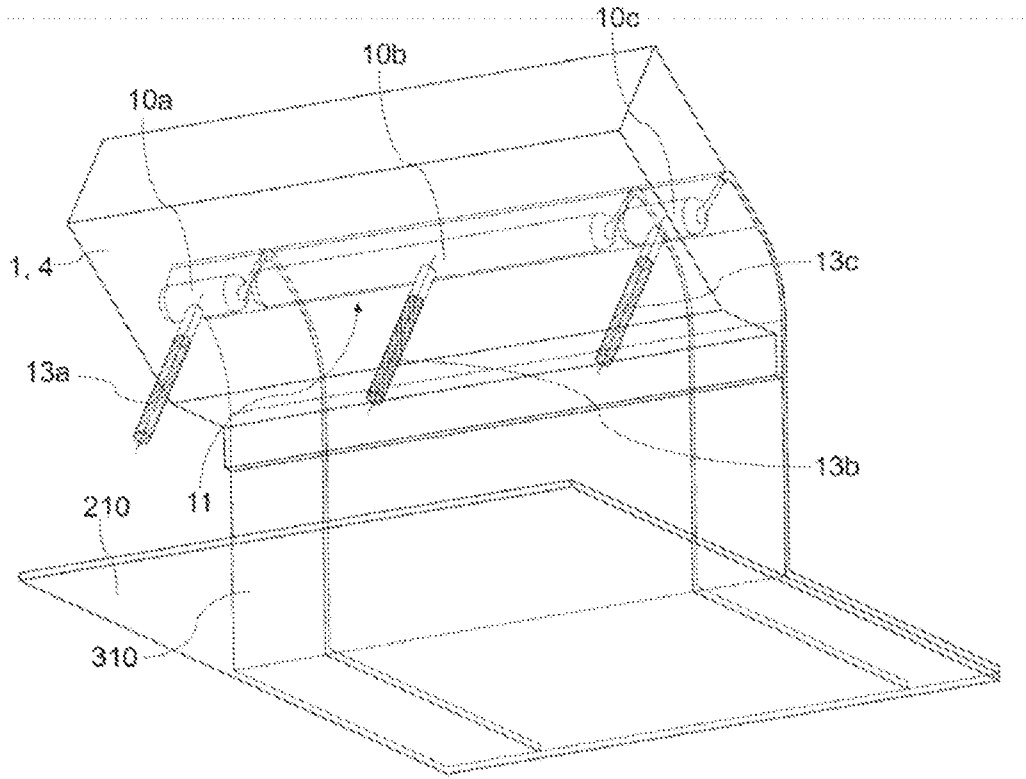


Fig. 4

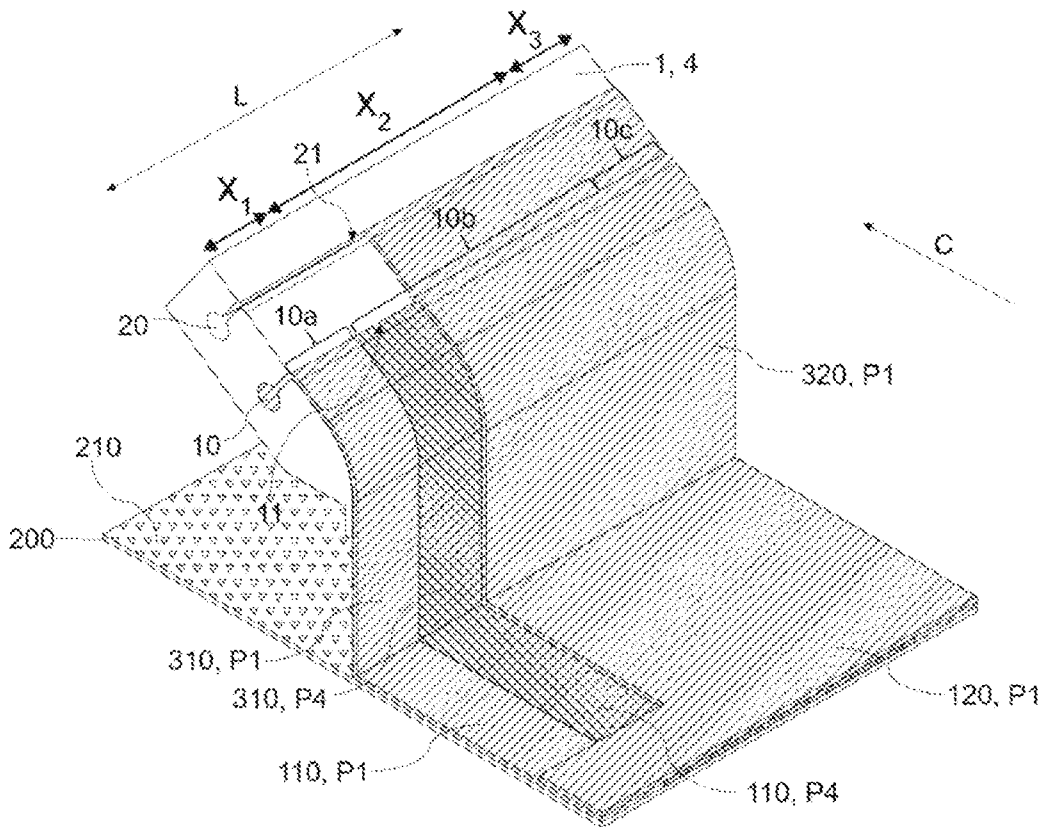


Fig. 5

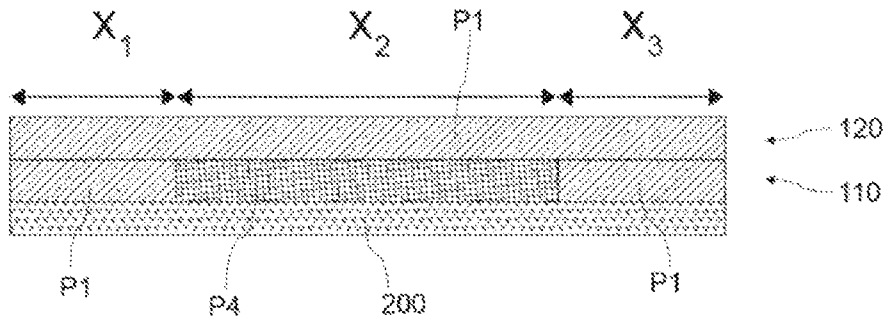


Fig. 6

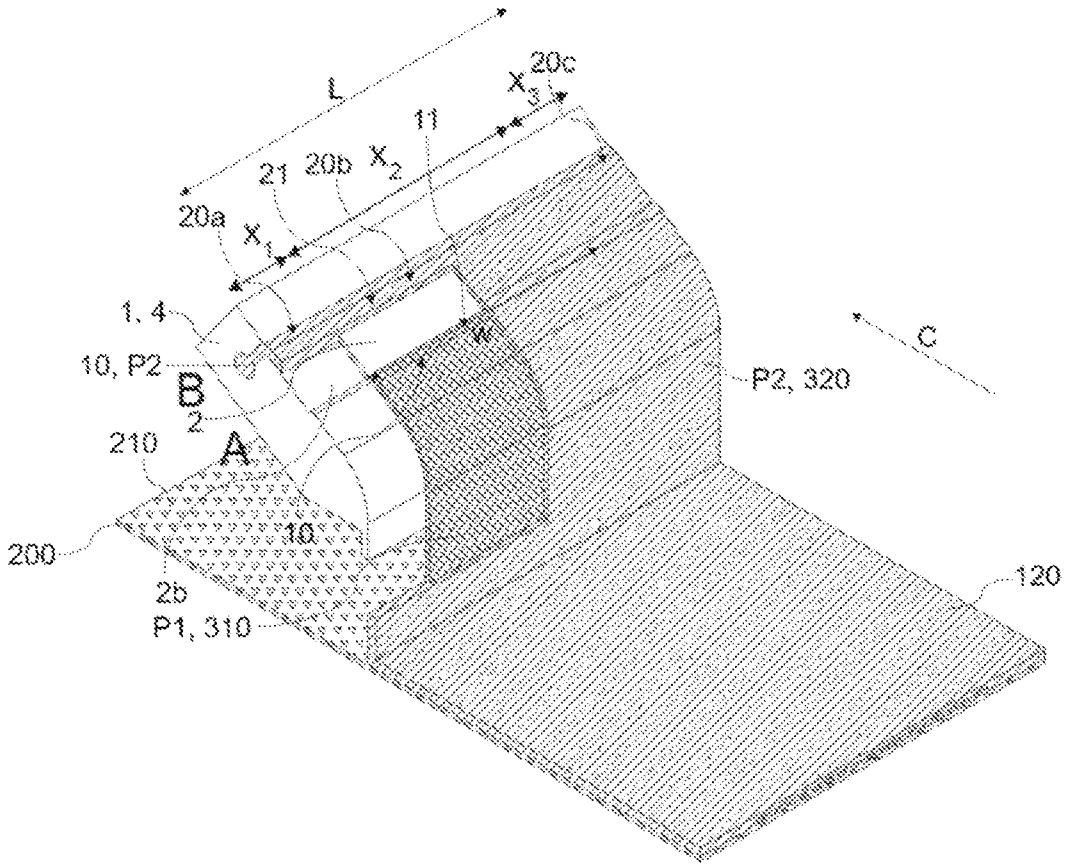


Fig. 7

