

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 609**

51 Int. Cl.:

H01M 10/04 (2006.01)
H01M 4/139 (2010.01)
H01M 10/0565 (2010.01)
H01M 10/0566 (2010.01)
H01M 10/0585 (2010.01)
H01M 4/131 (2010.01)
H01M 4/136 (2010.01)
H01M 10/052 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.07.2021** **PCT/IB2021/056298**
87 Fecha y número de publicación internacional: **20.01.2022** **WO22013741**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2021** **E 21740618 (0)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2024** **EP 4182988**

54 Título: **Procedimiento y equipo de fabricación de una célula de batería**

30 Prioridad:

15.07.2020 FR 2007389
22.09.2020 FR 2009586

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
06.11.2024

73 Titular/es:

PELLENC ENERGY (100.0%)
Quartier Notre Dame
84120 Pertuis, FR

72 Inventor/es:

PELLENC, ROGER

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES, S.L.P.

ES 2 985 609 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

Procedimiento y equipo de fabricación de una célula de batería

5 **Campo técnico**

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento y un equipo de fabricación de una célula de batería y, por extensión, de baterías eléctricas compuestas por varias células.

10 [0002] Cada célula de batería eléctrica o batería, constituye un acumulador de energía eléctrica. Se puede formar una batería por la puesta en paralelo y/o la puesta en serie de células de batería. Cada célula comprende un electrodo positivo, asociado a un colector de corriente y un electrodo negativo asociado a otro colector de corriente. Los electrodos positivo y negativo también se designan como "cátodo" y "ánodo". Los colectores de corriente constituyen los terminales eléctricos de las células.

15 [0003] Cada uno de los electrodos comprende un material de electrodo denominado "activo", capaz de interactuar con y optar por, un tipo dado de ion, un percolador electrónico o aditivo conductor electrónico, tal como negro de carbono que asegura el paso de los electrones del colector de corriente hacia el material activo del electrodo asociado y, generalmente, un aglutinante que permite el aguantante mecánico de los electrodos y la adhesión de los materiales sobre el colector de corriente.

[0004] La invención se refiere, en particular, a las células del tipo iones de litio, iones de sodio o litio-azufre.

25 [0005] Se trata, en concreto, de células que asocian materiales catódicos litiados, tales como el NMC (Níquel Manganeso Cobalto), el NCA (Níquel, Cobalto, Aluminio) o el Li₂S (sulfuro de litio) y materiales anódicos a base de carbono, de silicio, de silicio asociado a carbono, de metales de transición o de aleaciones de metales de transición o de materiales compuestos que alean metales de transición y carbono.

30 [0006] Más generalmente, la invención también se refiere a las células de tipo litio metal, sodio metal, aluminio metal y magnesio metal y un equipo para su fabricación.

[0007] La invención encuentra aplicaciones para la fabricación de células de batería delgadas, con electrolito sólido obtenido por solidificación de un electrolito líquido, que presenta una superficie importante. Conviene, en particular, para la fabricación en continuo de una célula de anchura fija y de longitud muy grande, según un procedimiento en continuo de tipo rodillo a rodillo ("roll to roll" en inglés). Las células, fabricadas de conformidad con la invención se pueden recortar, asociar en serie, por ejemplo, por apilamiento y/o en paralelo. De manera no limitativa, la invención encuentra, por lo tanto, igualmente, aplicaciones en la fabricación de baterías eléctricas utilizables para vehículos eléctricos, herramientas eléctricas, equipos de comunicación portátiles, drones o también instalaciones estacionarias de almacenamiento de energía eléctrica.

40 [0008] El equipo de la invención se puede implementar, igualmente, para la fabricación de células de supercondensador con electrolito sólido obtenido por solidificación de un electrolito líquido.

Estado de la técnica anterior

45 [0009] Se conocen células de batería con electrolito líquido.

[0010] En estas células, un electrolito líquido asegura una conducción iónica entre el electrodo anódico y el electrodo catódico, así como dentro de cada uno de estos electrodos. Entre el electrodo anódico y el electrodo catódico está dispuesta una película separadora aislante eléctrica. Permite evitar un contacto eléctrico directo entre cátodo y ánodo, autorizando al mismo tiempo la circulación de los iones.

50 [0011] Las células de batería con electrolito líquido están provistas de un recinto estanco que forma un depósito capaz de contener el electrolito. De este modo, una dificultad en la fabricación de estas células radica en la realización de un recinto estanco y su sellado.

[0012] Otra dificultad radica en el llenado de las células con un electrolito líquido, que resulta ser un producto peligroso, inflamable y contaminante.

60 [0013] Otros problemas surgen con las células con electrolito líquido con, además de un riesgo de fuga, un riesgo de ignición del electrolito líquido cuando se eleva la temperatura de la célula.

65 [0014] Por último, los electrolitos líquidos utilizados en las células resultan, en general, muy nocivos para la salud, siendo susceptible que vapores de electrolito afecten a las vías respiratorias. La toxicidad de los electrolitos constituye un inconveniente en el momento de la fabricación de las células, pero también en el momento de su reciclaje.

[0015] Se conocen, igualmente, células de baterías con electrolito sólido y, más precisamente, con electrolito solidificado, que desempeña el mismo papel que el electrolito líquido de las células de batería con electrolito líquido.

[0016] La fabricación de este tipo de células normalmente comprende la preparación de un electrodo positivo sobre un sustrato colector de corriente, la preparación de un electrodo negativo sobre otro sustrato colector de corriente y la preparación de una capa de separación formada por un electrolito sólido, luego, el ensamblaje de estas capas en una célula de batería. La preparación de los diferentes componentes y, en particular, la preparación de la capa de electrolito sólido (gel o polímero) puede tener lugar por reticulación o por polimerización de un electrolito inicialmente líquido, bajo el efecto de una radiación ultravioleta (documentos US 2003/054256 A1, EP 2.690.686 A1).

[0017] De manera similar, los electrodos positivo y negativo se pueden obtener ya sea por secado de un disolvente de una tinta de electrodo, ya sea por reticulación de un polímero bajo radiación ultravioleta o también por calentamiento.

[0018] A título de ilustración de este tipo de célula de batería, se puede hacer referencia, por ejemplo, al documento EP 3.341.987.

[0019] El documento US2006/0016549 describe un procedimiento y un equipo para la estratificación de una lámina de electrodo sobre una película de soporte, conductor eléctrico, susceptible de formar un colector de corriente. La estratificación tiene lugar por medio de un calentamiento de la película de soporte y, eventualmente, de la lámina de electrodo para ablandarlas. Después de calentamiento, la lámina de electrodo y la película de soporte se ensamblan por paso entre rodillos prensadores.

[0020] El documento US2005/0236732 describe un procedimiento y un equipo para la extrusión de una película compuesta que forma un electrodo positivo y el calandrado de la película para desembocar en un espesor deseado. La película compuesta comprende una mezcla de materia activa de electrodo, de un aditivo conductor electrónico y de un electrolito de polímero conductor iónico. En las células de baterías con electrolito sólido, la capa de electrolito sólido, que separa los electrodos positivo y negativo, tiene una doble función. La función principal es asegurar una conducción iónica entre los electrodos de signo opuesto, durante la carga o la descarga de la célula de batería. Otra función es mantener a distancia los electrodos de signos opuestos y, de este modo, evitar una conducción electrónica entre los electrodos que tendría como consecuencia la puesta en cortocircuito de la célula. Esta segunda función, de aislamiento eléctrico, se asemeja a la de la película separadora eléctrica de las células con electrolito líquido, siendo la capa de electrolito impermeable a los electrones.

[0021] Sin embargo, cualquier batería presenta una resistencia interna que es deseable reducir, con el fin de aumentar su rendimiento.

[0022] Además, es deseable, igualmente, reducir el coste de fabricación de las baterías, manteniendo o aumentando al mismo tiempo su nivel de fiabilidad y de seguridad de utilización.

Exposición de la invención

[0023] La invención tiene como objetivo reducir la resistencia interna de las baterías con electrolito sólido, así como proporcionar un procedimiento económico de fabricación de baterías con electrolito sólido con resistencia interna reducida con respecto a las baterías convencionales de mismo tipo.

[0024] De este modo, la invención trata sobre un procedimiento de fabricación de una célula de almacenamiento de energía en forma electroquímica, que comprende las etapas de formar una primera media célula, que comprende las etapas a1), a2), a3) siguientes: a1) proporcionar un primer soporte conductor eléctrico; a2) depositar, sobre una cara del primer soporte conductor eléctrico, una capa catódica en un estado pastoso, que comprende una materia activa catódica, cargas conductoras eléctricas carbonosas, una primera mezcla de electrolito líquido conductor de iones, una primera mezcla de monómero o polímero y un primer iniciador de polimerización o de reticulación de la primera mezcla de monómero o polímero; a3) exponer la capa catódica en un estado pastoso por medio de una primera radiación adaptada al primer iniciador de polimerización o de reticulación de la primera mezcla de monómero, para iniciar una solidificación de la capa catódica; formar una segunda media célula, que comprende las etapas b1), b2), b3) siguientes: b1) proporcionar un segundo soporte conductor eléctrico; b2) depositar, sobre una cara del segundo soporte conductor eléctrico, una capa anódica en estado pastoso, que comprende una materia activa anódica, cargas conductoras eléctricas carbonosas, una segunda mezcla de electrolito líquido conductor de iones, una segunda mezcla de monómero o polímero y un segundo iniciador de polimerización o de reticulación de la segunda mezcla de monómero o polímero; b3) exponer la capa anódica en un estado pastoso por medio de una segunda radiación adaptada al segundo iniciador de polimerización o de reticulación de la segunda mezcla de monómero, para iniciar una solidificación de la capa anódica; implementar al menos una de las etapas a4), b4) y c4) siguientes: a4) depositar y exponer, sobre la capa catódica expuesta antes de completar la solidificación de la primera capa de electrodo expuesta, una primera capa de separación formada por una primera mezcla de separación en un estado líquido, que comprende una primera mezcla de electrolito líquido de separación conductor de iones, una primera mezcla de monómero o polímero de separación y un primer iniciador de polimerización o de reticulación de la primera mezcla de

monómero o polímero de separación; b4) depositar y exponer, sobre la capa anódica expuesta antes de completar la solidificación de la capa anódica expuesta, una segunda capa de separación formada por una segunda mezcla de separación en un estado líquido, que comprende una segunda mezcla de electrolito líquido de separación conductor de iones, una segunda mezcla de monómero o polímero de separación y un segundo iniciador de polimerización o de reticulación de la segunda mezcla de monómero o polímero de separación; c4) depositar y exponer, sobre una película de malla aislante eléctrica, una tercera capa de separación formada por una tercera mezcla de separación en un estado líquido, que comprende una tercera mezcla de electrolito líquido de separación conductor de iones, una tercera mezcla de monómero o polímero de separación y un tercer iniciador de polimerización o de reticulación de la tercera mezcla de monómero o polímero de separación; implementándose las exposiciones de las etapas a4), b4) y c4) por medio de terceras radiaciones, adaptadas para los iniciadores de polimerización o de reticulación de las respectivas mezclas de monómero o polímero de separación y adaptadas para iniciar una solidificación de las primera, segunda y tercera capas de separación; ensamblar la primera media célula y la segunda media célula interponiendo entre las dos medias células, al menos una de las capas de separaciones de las etapas a4), b4) y c4), comprendiendo el ensamblaje una de las etapas d1), d2), d3) y d4) siguientes: d1) poner en contacto directo la primera capa de separación expuesta con la segunda capa de separación expuesta; d2) poner en contacto directo la primera capa de separación expuesta con la capa anódica expuesta; d3) poner en contacto directo la segunda capa de separación expuesta con la capa catódica expuesta; y d4) encerrar la tercera capa de separación expuesta entre la capa catódica expuesta y la capa anódica expuesta, en cuyas etapas d1), d2), d3) y d4), las respectivas solidificaciones de las capas puestas en contacto no se completan.

[0025] Los inventores han partido de la constatación de una conducción iónica imperfecta entre electrodos positivo y negativo a través de la capa de separación formada por un electrolito sólido que separa mecánica y eléctricamente los electrodos positivo y negativo uno del otro y designado en la continuación como capa de separación.

[0026] Los inventores han constatado, igualmente, una conducción iónica insuficiente entre las materias activas de electrodo, convencionalmente en forma de lámina puestas en contacto con un electrolito

[0027] También, la invención tiene como finalidad proponer un procedimiento de fabricación de una célula de batería que mejore las propiedades de conducción iónica entre los electrodos y la capa de separación, así como en la interfaz entre la materia activa y el electrolito de las capas de electrodos, pero también en el interior de la materia activa y en el interior de la capa de separación.

[0028] La invención tiene, de este modo, como finalidad obtener una célula de batería sólida que tenga prestaciones de conducción iónica comparable a las de las células con electrolito líquido.

[0029] La invención tiene como propósito, de este modo, obtener una célula con una capa de separación que comprende un electrolito sólido, que tenga una calidad de conducción electrónica e iónica en el interior de los electrodos que sea comparable a la de las células que utilizan un electrolito líquido.

[0030] La invención tiene como propósito, igualmente, mejorar la conducción iónica de un electrodo al electrodo de signo opuesto, a través de la capa de separación, evitando cualquier conducción electrónica.

[0031] La invención tiene como finalidad proponer células del tipo "todo sólido", es decir, sin electrolito líquido, cuya seguridad, en concreto, en cuanto a estanquidad, de riesgos de ignición y de riesgos para la salud, está ampliamente mejorada.

[0032] La seguridad de las células se entiende en el momento de su fabricación, de su utilización, a todo lo largo de su vida, pero también al final de la vida para su reciclaje.

[0033] La invención también tiene como finalidad proponer un procedimiento y un equipo de fabricación de células de batería que permitan la fabricación en continuo y de manera automática de las células de batería, reduciendo su coste de fabricación.

[0034] La invención todavía tiene como finalidad proponer un procedimiento de fabricación de células de batería que presentan una capacidad de masa mejorada, en las que los electrodos están desprovistos de aglutinante y, en particular, de aglutinante de tipo "PVDF" (fluoruro de polivinilideno).

[0035] La invención todavía tiene como finalidad proponer un procedimiento de fabricación de baterías, en concreto, por apilamiento de células con electrolito sólido que no necesitan enlaces de conexión por fuera de las células.

[0036] Por último, la invención tiene como finalidad proponer un equipo para la fabricación de una célula de batería con electrolito sólido.

Descripción detallada de un modo particular de realización de la invención

[0037] La invención implementa un procedimiento que permite asegurar una excelente interfaz de contacto entre

una capa catódica y una capa de separación, por una parte, una capa anódica y la capa de separación, por otra parte, y eventualmente entre subcapas cuya combinación forma la capa de separación. Además, se asegura una excelente conducción iónica en las capas anódica y catódica, presentando las materias activas catódica y anódica y las cargas conductoras eléctricas carbonosas un contacto excelente con el electrolito de las capas catódica y anódica. En efecto, durante la formación de estas capas de electrodo, el hecho de que la materia activa y las cargas conductoras eléctricas carbonosas estén dispersas en las mezclas de electrolitos conductores de iones en estado líquido asegura no solamente un contacto íntimo, sino, igualmente, grandes superficies de contacto con el electrolito, características mantenidas durante la solidificación de las capas de electrodo.

[0038] El procedimiento de la invención se puede implementar formando una capa de separación formada por un electrolito desprovisto de materia activa, ya sea sobre la capa catódica solamente, ya sea sobre la capa anódica solamente, ya sea sobre la capa anódica y sobre la capa catódica.

[0039] Con el fin de distinguirlas, la capa de separación, cuando se deposita sobre la capa catódica se designa como "primera capa de separación" y cuando se deposita sobre la capa anódica, se designa como "segunda capa de separación".

[0040] Cuando la primera capa de separación y la segunda capa de separación están presentes ambas dos, el ensamblaje de la primera media célula y de la segunda media célula tiene lugar por puesta en contacto íntimo de estas dos capas.

[0041] Cuando solo se forma la primera capa de separación sobre la capa catódica de la primera media célula, el ensamblaje de las medias células tiene lugar por la puesta en contacto de la primera capa de separación con la capa anódica de la segunda media célula.

[0042] De manera inversa, cuando solo se forma la segunda capa de separación sobre la capa anódica de la segunda media célula, el ensamblaje de las medias células tiene lugar por la puesta en contacto de la segunda capa de separación con la capa catódica de la primera media célula.

[0043] En todos los casos, las capas puestas en contacto para el ensamblaje de las medias células lo están antes de completar su solidificación, para permitir una cierta interpenetración de la materia y un contacto íntimo entre las capas, como se describe todavía más adelante.

[0044] Salvo precisión contraria, la continuación de la descripción hace referencia a un modo de realización donde cada una de las medias células comprende en superficie una capa de electrolito desprovisto de materia activa, no prejuzgando esto la posibilidad de no optar más que por una de la primera y de la segunda capa de electrolito desprovisto de materia activa.

[0045] Además, extendiéndose la capa de separación obtenida al final del procedimiento de fabricación de la capa catódica a la capa anódica y es impermeable a los electrones, pero presenta conductividad iónica.

[0046] El primer y el segundo soporte forman, debido a su carácter conductor eléctrico, los colectores de corriente de la primera y de la segunda media célula respectivamente. En este procedimiento, las etapas a2 y a3 tienen como propósito realizar un electrodo positivo (cátodo) sobre el primer soporte conductor eléctrico. El primer soporte conductor eléctrico tiene como función constituir un colector de corriente de la célula de batería para el electrodo positivo. Puede incluir una o varias capas de materias conductoras eléctricas. Estas materias conductoras pueden elegirse de entre el metal, los polímeros conductores y las películas de fibras de carbono tejidas o no tejidas. De entre los metales utilizables se pueden citar el cobre, el aluminio, el acero inoxidable y el níquel, por ejemplo. Lo mismo ocurre para el segundo soporte conductor eléctrico que sirve como colector de corriente para un electrodo negativo (ánodo) realizado durante las etapas b2 y b3. El primer soporte conductor y el segundo soporte conductor pueden, en particular, estar proporcionados en forma de tiras desenrolladas a partir de rodillos. Este aspecto se describe con más detalle en la continuación.

[0047] No obstante, no se excluye una implementación del procedimiento a partir de un primer y de un segundo soporte conductor en forma de láminas o de placas y puede constituir una alternativa al procedimiento rodillo a rodillo ("roll-to-roll" en inglés) descrito a continuación.

[0048] Con referencia a las operaciones a1 y b1, la capa catódica y la capa anódica, que contienen respectivamente la materia activa catódica, para la formación de un electrodo positivo y la materia activa anódica, para la formación de un electrodo negativo, se depositan sobre los soportes conductores en forma pastosa, comparable a una tinta. Esta consistencia se debe al contenido de partículas sólidas de las capas catódica y anódica.

[0049] Estas capas están constituidas, más precisamente, por mezclas que comprenden la materia activa de electrodo (cátodo o ánodo, según el caso), por aditivos conductores eléctricos carbonosos, tales como negro de carbono, por nanotubos de carbono o por nanofibras de carbono, grafeno u óxido de grafeno y un líquido solidificable que tiene propiedades de conducción iónica, tal como una mixtura que comprende una mezcla de electrolito líquido

conductor de iones, una mezcla de monómero o polímero y un primer iniciador de polimerización o de reticulación de la primera mezcla de monómero o polímero. Esta mixtura puede considerarse como una mezcla de electrolito solidificable o, más simplemente, un electrolito solidificable. Estas mezclas, líquidas, semilíquidas o pastosas, que pueden considerarse, genéricamente, como líquidas, permiten una excelente cohesión entre sus constituyentes, resultante, después de su solidificación por polimerización o reticulación de la mezcla de monómero o polímero, en capas sólidas que presentan excelentes características de conducción iónica.

[0050] Es posible utilizar electrolitos líquidos solidificables de diferentes composiciones para la capa catódica, la capa anódica y las capas de separación, por ejemplo, con vistas a una optimización de los funcionamientos respectivos de cada una de las capas.

[0051] Alternativamente, el mismo electrolito líquido solidificable, con la excepción de los aditivos que puede contener, se puede utilizar para todas las operaciones del procedimiento, de modo que se emplea el mismo electrolito líquido solidificable para formar la capa catódica, la capa anódica y la capa de separación.

[0052] Utilizar el mismo electrolito líquido solidificable permite favorecer la compatibilidad y la obtención de una reticulación homogénea entre las diferentes capas puestas en contacto, que facilita los reglajes del procedimiento de fabricación y que reduce los costes de producción.

[0053] Para que sea conciso, salvo indicación contraria, la continuación de la descripción trata sobre este último caso y este mismo electrolito líquido solidificable se designa como "el electrolito líquido solidificable".

[0054] La primera mezcla y la segunda mezcla se pueden preparar en amasadoras y preferentemente en una atmósfera neutra, lo que significa que el o los gases que constituyen la atmósfera neutra no interactúan químicamente con los constituyentes de los electrodos y, en particular, no reaccionan con las materias activas de estos últimos.

[0055] Los aditivos conductores eléctricos tienen como función mejorar la conducción de los electrones en las capas catódica y anódica. La proporción de aditivos conductores eléctricos puede ser preferentemente inferior al 20 % en masa de la capa catódica o anódica considerada. Por ejemplo, está comprendida entre el 5 y el 20 % cuando se trata de negro de carbono y comprendida entre el 1 y el 5 % cuando se trata de nanotubos de carbonos, de nanofibras de carbono o de grafeno.

[0056] La conducción iónica está asegurada por el electrolito, que puede incluir sales conductoras de iones.

[0057] Además de su función de conducción iónica en el corazón de la materia activa, el electrolito, que entra en la composición de las mezclas destinadas a formar la capa catódica y la capa anódica, interviene, igualmente, en la unión de estas capas a los soportes que forman los colectores de corriente. El electrolito también líquido constituye, debido a su tensión superficial, un agente humectante del primer soporte y del segundo soporte y favorece, de este modo, la adhesión de las mezclas que comprenden la materia activa sobre estos soportes. De ello resulta, después de solidificación, una excelente unión de las capas anódica y catódica sobre los colectores de corriente.

[0058] Conviene precisar que el término "líquido" no prejuzga viscosidad y puede servir para designar capas pastosas o semilíquidas. En particular, las mezclas utilizadas para formar las capas catódica y anódica pueden presentar una consistencia pastosa debido a su contenido de elementos sólidos, mientras que el electrolito desprovisto de materia activa y que forma la capa de separación puede ser más fluido, ya que se deposita con un espesor más escaso. El término calificativo "líquido" se puede aplicar a cada una de estas capas.

[0059] De este modo, el espesor de la capa anódica y el espesor de la capa anódica pueden estar comprendidos entre 50 μm y 300 μm y el espesor de la capa de separación puede estar comprendido entre 20 μm y 60 μm .

[0060] Las capas de electrodos, cátodo y ánodo, pueden estar constituidas respectivamente por una primera mezcla y por una segunda mezcla, comprendiendo cada una del 65 al 80 % de materia activa de electrodo destinada a almacenar y liberar iones conductores durante los ciclos de carga y de descarga de la batería, del 1 al 20 % de aditivos conductores eléctricos carbonosos destinados a mejorar la conductividad de los electrones en las capas y del 10 al 50 % de electrolito líquido solidificable, que proporciona iones móviles y que les sirven como soporte, expresando los porcentajes proporciones en masa de las capas de electrodo.

[0061] El electrolito líquido, que es, en el presente documento, un electrolito líquido solidificable, puede estar constituido por una mezcla que comprende del 10 al 30 % de sales de litio, del 50 al 75 % de disolvente, tal como un disolvente de carbonato o un disolvente de éter en el que se disuelven los iones, del 10 al 30 % de un monómero y del 0,1 al 5 % de un fotoiniciador destinado a reticular o polimerizar el monómero para solidificar las capas de electrodo, representando los porcentajes proporciones en masa del electrolito líquido solidificable.

[0062] Más generalmente, en esta descripción, las sales de litio podrían sustituirse, de manera genérica, por sales alcalinas de electrolito de batería, que comprenden, en particular, las sales de litio y las sales de sodio.

[0063] Opcionalmente, un monómero puede sustituirse por una mezcla de monómero constituida por varios monómeros distintos, con el fin de, por ejemplo, obtener una viscosidad más adaptada al procedimiento de fabricación contemplado.

[0064] El electrolito líquido solidificable que entra en la composición de la primera mezcla y de la segunda mezcla que forma las capas catódica y anódica puede comprender, por ejemplo, un electrolito de gel/polímero con una sal de litio tipo LiTFSI (bis(trifluorometano) sulfonimida de litio), por ejemplo, la bis(trifluorometanosulfonil)imida de litio: N-butiril-N-metilpirrolidiniumbis(fluorosulfonil)imida comercializada por la empresa Solvionic o un electrolito líquido estándar con carbonatos (1M LiPF₆ EC/DMC o EC/DEC).

[0065] Otras combinaciones que utilizan, por ejemplo, una sal de litio combinada con disolventes de carbonato o éteres o líquidos iónicos o polímeros conductores de iones o vidrios y cerámicas conductores de iones, no están excluidos.

[0066] El monómero puede ser, por ejemplo, el triacrilato etoxilato de trimetilolpropano (ETPTA4).

[0067] El fotoiniciador del electrolito líquido solidificable permite, bajo el efecto de una exposición a una radiación y, en particular, de una radiación luminosa, promover una polimerización o una reticulación de monómeros o de polímeros, respectivamente, que conduce a la solidificación de las capas que comprenden el electrolito líquido solidificable por formación de un electrolito de gel de polímero. En el caso de la polimerización de los monómeros, se trata, en el presente documento, de polimerización radical.

[0068] Se trata, por ejemplo, de un fotoiniciador del tipo HMPP (2-hidroxi-2-metilpropiofenona), tal como se comercializa con la denominación de Darocur 1173 o también de 2,2-Dimetoxi-2-fenilacetofenona (DMPA).

[0069] No se excluyen otros fotoiniciadores o fotopromotores.

[0070] La primera mezcla, utilizada para la capa catódica, puede incluir una materia activa catódica en forma de polvos de NMC (Níquel Manganeso Cobalto), NCA (Níquel Cobalto Aluminio), de azufre o de Li₂S.

[0071] El electrolito líquido solidificable está comprendido en la primera mezcla en proporción del 10 % al 50 % en volumen de la mezcla, por ejemplo, el 20 %.

[0072] Las cargas conductoras eléctricas carbonosas, cuya proporción puede estar comprendida entre el 5 % y el 15 % en volumen de la mezcla y pueden incluir, en concreto, nanotubos de carbono, nanofibras de carbono y/o negro de carbono.

[0073] Los polvos activos y las cargas conductoras eléctricas se mezclan con el electrolito líquido solidificable.

[0074] La segunda mezcla, utilizada para la capa anódica, puede incluir, por ejemplo, el electrolito líquido solidificable, una materia activa anódica de las partículas de grafito, de LTO (titanato de litio) o, de las partículas de silicio, litiadas o no. Estas partículas pueden eventualmente estar asociadas a partículas carbonosas, tales como nanotubos o nanofibras de carbono.

[0075] El electrolito líquido solidificable está comprendido en la segunda mezcla en proporción del 10 % al 50 % en volumen de la mezcla, por ejemplo, el 20 %.

[0076] Las cargas conductoras eléctricas carbonosas, cuya proporción puede estar comprendida entre el 5 % y el 15 % en volumen de la segunda mezcla y pueden incluir, en concreto, nanotubos de carbono, nanofibras de carbono y/o negro de carbono.

[0077] Los polvos activos y las cargas conductoras eléctricas se mezclan con un electrolito líquido solidificable.

[0078] Conviene precisar que el procedimiento de la invención se puede invertir en lo que se refiere a la fabricación de los electrodos positivo y negativo de la célula.

[0079] En otras palabras, la etapa a2, se puede implementar con una materia activa anódica para la realización de una media célula con un electrodo negativo y la etapa b2 se puede implementar con una materia activa catódica para la realización de una media célula con un electrodo positivo.

[0080] De manera ventajosa y debido a la presencia de un electrolito que puede solidificarse en las mezclas que forman las capas catódica y anódica, estos electrodos se pueden formar sin recurrir a un aditivo que forma aglutinante para el aglutinante mecánico de los electrodos. En particular, no incluyen aglutinante del tipo "PVDF" (fluoruro de polivinilideno) generalmente utilizado, habitualmente, en las baterías convencionales. Esto reduce su peso y aumenta su capacidad de masa, es decir, la energía eléctrica susceptible de almacenarse por unidad de masa, de un acumulador que utiliza estos electrodos. Se puede obtener una ganancia de peso del orden del 10 % en comparación

con células cuyos electrodos incluyen un aglutinante de tipo "PVDF", para una misma capacidad de carga eléctrica.

[0081] La deposición de las capas de mezclas sobre los sustratos conductores eléctricos tiene lugar cuando las mezclas son líquidas o, más específicamente, pastosas.

[0082] Puede tener lugar, en concreto, por medio de cabezales de deposición en forma de cabezal de impregnación superficial ("slot die coating" en terminología inglesa) que permiten depositar las capas de manera continua sobre tiras que desfilan de sustrato conductor eléctrico. Conviene precisar que otras técnicas de impregnación, por cabezales de extrusión no están excluidas.

[0083] La solidificación de las capas catódica y anódica se promueve por su exposición a una radiación promotora a la que es sensible el fotoiniciador del electrolito líquido solidificable.

[0084] La radiación puede ser una radiación luminosa. Se trata, por ejemplo, de una radiación ultravioleta (UV) producida por una lámpara UV, diodos emisores de luz UV o un rayo láser UV. La radiación luminosa puede ser, igualmente, una radiación en el espectro visible o de infrarrojo cercano. Conviene precisar que la radiación luminosa tiene una función de promoción de la solidificación y no una función de calentamiento. Por el contrario, se prefiere una radiación no calentadora para evitar cualquier riesgo de alteración térmica del electrolito líquido solidificable.

[0085] La longitud de onda de la radiación por la que se opta es función del fotoiniciador contenido en el electrolito líquido solidificable utilizado en la mezcla que forma la capa anódica o catódica.

[0086] Para asegurar una buena penetración de la radiación en la materia que debe solidificarse, puede presentar, preferentemente una longitud de onda comprendida entre 100 nm y 1.600 nm.

[0087] La solidificación puede promoverse, igualmente, por medio de una radiación en forma de un haz de electrones con fuerte penetración de energía que va hasta 300 keV, preferentemente a una dosis inferior a 100 kGray, con el fin de evitar la degradación del constituyente de las capas, los monómeros, en particular.

[0088] Se entiende que la velocidad de solidificación depende de la composición de las mezclas consideradas de la dosis de exposición a la radiación que promueve esta solidificación, de modo que, naturalmente, se deben operar ajustes sobre estos parámetros, con el fin de asegurar que las capas se ponen en contacto efectivamente antes de completar sus respectivas solidificaciones.

[0089] La capa catódica está recubierta con una primera capa de electrolito líquido solidificable, desprovisto de materia activa catódica o anódica. De la misma forma, la capa anódica está recubierta con una segunda capa de electrolito líquido solidificable, desprovisto, igualmente, de materia activa catódica o anódica.

[0090] Como se ha indicado anteriormente, es posible, igualmente, no recubrir más que una de la capa catódica y de la capa anódica con una capa de electrolito líquido desprovisto de materia activa y que puede solidificarse.

[0091] Estas capas de electrolito líquido son sometidas a una radiación que promueve su solidificación, comprendido en las etapas a4 y b4 mencionados anteriormente. Las capas de electrolito se pueden depositar por medio de cabezales de deposición comparables a los utilizados para la deposición de la capa catódica y la capa anódica sobre el primer soporte y el segundo soporte.

[0092] Las características y dimensionamiento de los cabezales de deposición pueden adaptarse al carácter más o menos fluido de las materias depositadas. El electrolito desprovisto de materia activa resulta, en efecto, más fluido que las mezclas utilizadas para formar la capa catódica y la capa anódica, debido a la ausencia de materia activa y también debido a la ausencia de las partículas carbonosas que se pueden encontrar en las capas de electrodo (cátodo y eventualmente ánodo). Cuando sea necesario, es posible ajustar la fluidez del electrolito desprovisto de materia activa, haciéndolo más pastoso, por medio de aditivos correctores, tales como cargas inorgánicas de ajuste de fluidez.

[0093] De manera importante, la deposición de la primera capa de electrolito desprovisto de materia activa y/o de la segunda capa de electrolito desprovisto de materia activa tiene lugar respectivamente después de la promoción de la solidificación de la capa catódica y de la capa anódica, pero antes de completar su solidificación.

[0094] Esta característica favorece un contacto íntimo y una unión perfecta de las capas de electrolito líquido desprovisto de materia activa sobre las capas catódicas o anódicas subyacentes, que comprenden la materia activa.

[0095] Ahora bien, la calidad del contacto entre estas capas, permite mejorar, en la célula de batería completa, la conducción iónica entre los electrodos y la capa de separación formada por las capas de electrolito líquidas formadas sobre estos, en el transcurso de operaciones de carga o de descarga de la batería.

[0096] El procedimiento de la invención permite una cierta interpenetración molecular en las interfaces entre las capas de electrodo y la capa de separación, que asegura la continuidad de la materia sin barrera ni interfaz.

[0097] De ello resultan ganancias en cuanto a reducción de la resistencia interna, a velocidad de carga y de descarga, pero también a capacidad de carga de los acumuladores de energía eléctrica que utilizan las células.

5 **[0098]** Opcionalmente, el electrolito líquido solidificable utilizado para la formación de la primera y de la segunda capa de separación puede ser el mismo que el que entra en la composición de la primera mezcla y de la segunda mezcla que comprende materia activa y utilizado para formar las capas catódicas y anódicas.

10 **[0099]** En efecto, la utilización del mismo electrolito líquido solidificable facilita la obtención de una muy buena continuidad de la materia entre las capas sucesivas.

[0100] De este modo, el electrolito líquido solidificable de la capa catódica, el electrolito líquido solidificable de la capa anódica, el electrolito líquido solidificable de la primera capa de electrolito de separación y el electrolito líquido solidificable de la segunda capa de separación pueden ser idénticos y son preferentemente idénticos.

15 **[0101]** La utilización de electrolitos líquidos idénticos no prejuzga la eventual añadidura en las diferentes capas (capa anódica, capa catódica, capa de separación) de adyuvantes diferentes en naturaleza o de proporciones, tales como espesantes o fluidificantes o también los nanomateriales conductores eléctricos aludidos anteriormente que pueden entrar en la composición de la capa catódica o la capa anódica. Estos adyuvantes pueden ser diferentes o estar
20 presentes en diferentes cantidades según las utilizations del electrolito en las diferentes capas y según las restricciones reológicas de formación de las capas.

[0102] En particular, la primera y segunda capas de separación están formadas preferentemente por un electrolito líquido desprovisto de materia activa y por cualquier aditivo conductor eléctrico/electrónico para evitar un riesgo de autodescarga entre los electrodos de signo opuesto de la célula de batería cuando está ensamblada.

[0103] El primer y el segundo soporte, provistos de las capas de mezcla que comprenden materia activa y de las capas de electrolito desprovisto de materia activa, constituyen medias células que se ensamblan para formar una
30 célula de batería.

[0104] El ensamblaje, que se acompaña de la puesta en contacto mutuo de la primera y de la segunda capa de electrolito desprovisto de materia activa, tiene lugar, igualmente, después de la promoción de la solidificación del electrolito, desde el inicio de su solidificación y, en cualquier caso, antes de completar su solidificación.

35 **[0105]** Aquí también, esta medida favorece un contacto íntimo y una unión perfecta de las capas de electrolito desprovisto de materia activa.

[0106] Esta medida permite asegurar una continuidad en la conducción iónica a través de las capas de electrolito de un electrodo al otro, en la célula final, en el transcurso de los ciclos de carga y de descarga.

40 **[0107]** La puesta en contacto de la primera capa de electrolito desprovisto de materia activa y la segunda capa de electrolito desprovisto de materia activa es preferentemente una puesta en contacto directo.

[0108] A título de variante, no obstante, el procedimiento puede incluir la colocación de una película separadora de malla aislante eléctrica adicional entre las capas de electrolito desprovisto de materia activa o entre una capa de electrolito desprovisto de materia activa y una de la capa anódica y de la capa catódica, durante el ensamblaje de la primera media célula y de la segunda media célula. En este caso, la puesta en contacto de estas capas se hace a
45 través de esta película.

50 **[0109]** En particular, una película separadora de malla aislante eléctrica de un material de polímero, en forma de una redcilla con un sistema de malla gruesa, con un paso de 2 a 4 mm, puede intercalarse entre la primera y la segunda capa de electrolito desprovisto de materia activa. El separador puede empaparse de electrolito líquido que puede solidificarse y puede exponerse a una radiación promotora de la solidificación del electrolito líquido justo antes de su apresamiento entre las medias células, durante su ensamblaje. Se trata en este modo de realización particular del
55 mismo electrolito líquido, desprovisto de materia activa de electrodo y desprovisto de cargas carbonosas, que el utilizado para la realización de las capas de electrolito líquido desprovisto de materia activa que recubre las capas catódica y anódica.

60 **[0110]** Esté o no la película separadora de malla previamente empapada, el electrolito desprovisto de manera activa, todavía líquido, que se encuentra a cada lado de la película separadora de malla puede atravesar la película separadora de malla. Esto permite una interpenetración de las capas de electrolito desprovisto de materia activa a través del separador de malla.

65 **[0111]** La interpenetración de las capas de electrolito desprovisto de materia activa se favorece por el paso de las medias células entre un par de rodillos que realizan su ensamblaje.

[0112] La deposición de las capas de electrolito desprovistas de materia activa antes de completar la solidificación de las capas de mezcla que comprenden materia activa y la puesta en contacto mutuo de las capas de electrolito antes de su solidificación permite completar la solidificación después del ensamblaje de la célula. Como se ha aludido anteriormente, de ello resulta una cierta interpenetración molecular de las capas sucesivas de la célula de batería y una continuidad de la materia. Estas medidas permiten obtener una excelente conducción iónica entre las diferentes capas durante la carga y la descarga de la célula de batería resultante. Igualmente, permiten evitar un cortocircuito entre las capas anódica y catódica.

[0113] Las etapas a1, a2, a3 y a4, por una parte, y las etapas b1, b2, b3, b4, por otra parte, se realizan de manera concomitante. Si no es indispensable que las etapas de formación de las dos medias células sean perfectamente sincrónicas, se realizan, no obstante, en un período de tiempo suficientemente corto, para permitir las asociaciones de las capas antes de completar su solidificación.

[0114] Se puede señalar, a este respecto, que la solidificación puede completarse en algunos segundos después de su promoción, de modo que el carácter concomitante de las etapas se entiende en cuanto a segundos.

[0115] De manera ventajosa, el procedimiento puede incluir, además:

- una calibración del espesor de la capa catódica, respectivamente de la capa anódica, antes de la deposición de la primera capa de electrolito desprovisto de materia activa, respectivamente antes de la deposición de la segunda capa de electrolito desprovisto de materia activa y/o
- una calibración del espesor de la primera capa de electrolito desprovisto de materia activa y de la segunda capa de electrolito desprovisto de materia activa antes del ensamblaje de las medias células.

[0116] La calibración de las capas permite hacer uniforme su espesor sobre toda la extensión de los soportes y permite mejorar las propiedades eléctricas de la célula final sobre toda su extensión. Por otro lado, la calibración, cuando se efectúa por un paso de las medias células en transcurso de fabricación entre rodillos calibradores, permite ejercer una compresión de las capas y perfeccionar una penetración del electrolito en la materia activa. Igualmente, permite reabsorber eventuales porosidades no deseadas.

[0117] Se entiende que la calibración no es necesaria para una puesta en contacto de buena calidad entre las capas todavía no solidificadas, pero que puede permitir ganar también en calidad y en uniformidad.

[0118] Los rodillos calibradores pueden constituir, de este modo, igualmente, un laminador. Los rodillos pueden ser rodillos calentadores que permiten activar la solidificación de las capas.

[0119] Según un modo de implementación preferido del procedimiento, el primer soporte y el segundo soporte pueden ser una primera tira de soporte y una segunda tira de soporte respectivamente.

[0120] En este caso: la provisión del primer soporte y la provisión del segundo soporte pueden incluir respectivamente el desenrollado de la primera tira de soporte y el desenrollado de la segunda tira de soporte respectivamente de un primer rodillo desenrollador y de un segundo rodillo desenrollador.

[0121] El conjunto de las operaciones puede tener lugar según un procedimiento denominado de rodillo a rodillo ("roll to roll" en inglés) entre los rodillos desenrolladores y un rodillo enrollador.

[0122] En particular, la deposición de la capa catódica y la deposición de la capa anódica pueden tener lugar en continuo por desfile de la primera tira y de la segunda tira delante de respectivamente un primer cabezal de deposición de la primera mezcla y un segundo cabezal de deposición de la segunda mezcla.

[0123] De la misma forma, la deposición de la primera capa de electrolito desprovisto de materia activa y la deposición de la segunda capa de electrolito desprovisto de materia activa pueden tener lugar en continuo por el desfile de la primera tira y de la segunda tira respectivamente delante de un tercer cabezal de deposición de electrolito y delante de un cuarto cabezal de deposición de electrolito.

[0124] La organización de los cabezales de deposición en un equipo de fabricación y la disposición de módulos correspondientes a las diferentes operaciones del procedimiento se describen ulteriormente.

[0125] Como se ha aludido anteriormente, los cabezales de deposición pueden ser cabezales de extrusión con hendidura capaces de depositar respectivamente las diferentes capas de materia sobre toda la anchura de la tira, a medida que la tira pasa delante de los cabezales de deposición. En el momento de la deposición de las diferentes capas, la materia que sale de los cabezales de deposición es líquida con una consistencia más o menos fluida.

[0126] Los cabezales de deposición pueden ser, igualmente, cabezales tales como se utilizan de manera corriente en máquinas de deposición de materia activa para la realización de baterías de iones de litio.

[0127] La utilización de los términos "deposición" y "cabezal de deposición" no prejuzgan la técnica de deposición. Estos términos se comprenden como que abarcan la función de aporte de materia sobre los soportes, pero también la función de impregnación del soporte, es decir, el reparto de la materia sobre la superficie del soporte sobre la que se deposita.

[0128] Por otro lado y según una posibilidad particular de implementación del procedimiento, la exposición de la capa catódica y la exposición de la capa anódica pueden tener lugar por desfile respectivamente de la primera tira y de la segunda tira respectivamente delante de al menos una primera fuente de radiación y al menos una segunda fuente de radiación.

[0129] Además, la exposición de la primera capa de separación y la exposición de la segunda capa de separación pueden tener lugar por desfile respectivamente de la primera tira y de la segunda tira delante de una tercera fuente de radiación y una cuarta fuente de radiación.

[0130] La exposición de las capas anteriormente citadas se entiende como su exposición a una radiación adaptada al fotoiniciador o fotopromotor contenido respectivamente en el electrolito de la primera mezcla que sirve para fabricar la capa catódica, en el electrolito de la segunda mezcla que sirve para fabricar la capa anódica y/o en el electrolito desprovisto de materia activa y que permite promover la solidificación de estas capas por polimerización y/o por reticulación.

[0131] Como se ha aludido anteriormente, las fuentes de radiación pueden ser lámparas, diodos LED, pero también fuentes láser o fuentes electrónicas capaces de emitir haces de electrones que barren las materias a solidificar. Puede tratarse de fuentes que emiten en el espectro ultravioleta, pero también en el espectro visible e infrarrojo.

[0132] La utilización de una radiación infrarroja y fotoiniciadores sensibles en este espectro permite una mejor penetración de la materia por la radiación.

[0133] El orden y la secuencia de las operaciones del procedimiento se pueden fijar por la disposición de los cabezales de deposición de materia y las fuentes de radiación a lo largo de trayectorias efectuadas por la primera tira de soporte y la segunda tira de soporte entre los rodillos desenrolladores y rodillos prensadores que ensamblan las medias células formadas sobre la primera tira de soporte y en la segunda tira de soporte.

[0134] Cuando el primer soporte y el segundo soporte son respectivamente una primera tira de soporte y una segunda tira de soporte, la calibración del espesor de la capa catódica, respectivamente la calibración de la capa anódica, puede tener lugar por paso de la primera tira de soporte, provista de la capa catódica respectivamente de la segunda tira de soporte provista de la capa anódica a través de un primer par de rodillos calibradores y un segundo par de rodillos calibradores. Conviene precisar que el espesor de la capa catódica y el espesor de la capa anódica no son idénticos, sino que pueden ser función uno del otro. También, los rodillos calibradores pueden pilotarse por un ordenador de mando para controlar el espesor respectivo de las capas, teniendo en cuenta el espesor de las tiras de soporte que constituyen los colectores de corriente.

[0135] Además, la calibración del espesor de la primera capa de electrolito desprovisto de materia activa y de la segunda capa de electrolito desprovisto de materia activa puede tener lugar por paso de la primera media célula, respectivamente de la segunda media célula a través de un tercer par de rodillos calibradores y un cuarto par de rodillos calibradores.

[0136] La célula obtenida por ensamblaje de las dos medias células constituye un acumulador de energía. La fabricación rodillo a rodillo, de la forma descrita, permite obtener células en tira, de grandes dimensiones, en particular, de gran longitud, con una capacidad de almacenamiento de energía casi ilimitada. Tales células pueden equipar de forma útil instalaciones estacionarias de almacenamiento de energía eléctrica.

[0137] No obstante, es posible obtener células más pequeñas simplemente por recorte de las células. En efecto, el procedimiento puede incluir, posteriormente al ensamblaje de las medias células, una operación de formateo de la célula que comprende un recorte de la célula de batería en células formateadas. El recorte es transversal y se entiende perpendicularmente al primer soporte y al segundo soporte. Se puede realizar en mesas de recorte por láser similares a las que se utilizan para el recorte de tejidos. El recorte por láser permite una calidad de corte con la fusión local de los materiales y permite evita cualquier riesgo de cortocircuito eléctrico, en concreto, entre los colectores de corriente. De este modo, se pueden obtener una pluralidad de células formateadas a partir de una única célula de gran dimensión.

[0138] Como la célula está desprovista de electrolito líquido, se aparta cualquier riesgo de flujo de electrolito y el recorte no solicita precaución particular en lo que se refiere al electrolito.

[0139] Las células formateadas finalmente obtenidas pueden ser preferentemente células con caras principales rectangulares y con esquinas redondeadas para evitar una fragilidad de las esquinas.

[0140] Por último, el procedimiento puede incluir la colocación de un revestimiento de material aislante eléctrico de protección sobre al menos un canto de recorte de la célula de batería formateada. La protección del o de los canto(s) resultante(s) del recorte de la célula en células formateadas no es en sí indispensable para el funcionamiento de las células. No obstante, es deseable debido al muy escaso espesor de las células, del orden de algunos cientos de micrómetros, para evitar cualquier riesgo de cortocircuito inesperado entre los colectores de corriente. El material aislante sobre los cantos de recorte puede colocarse, igualmente, en forma líquida y solidificarse por exposición a una radiación. Se trata, en este caso, de un aislante eléctrico fotopolimerizable.

[0141] Por último, los cantos de la célula de batería formateada se pueden proteger por la colocación sobre los cantos de una cinta adhesiva cuya anchura corresponda al espesor de la célula o de varias células apiladas.

[0142] La invención se refiere, igualmente, a un procedimiento de fabricación de una batería. El procedimiento comprende la fabricación de una pluralidad de células de batería formateadas de la manera descrita anteriormente y la formación de un apilamiento de las células de batería formateadas, comprendiendo la formación del apilamiento la puesta en contacto una cara libre conductora del primer soporte de una célula de batería formateada con una cara libre conductora del segundo soporte de una célula de batería formateada siguiente del apilamiento.

[0143] El primer soporte de una célula forma un colector de corriente y presenta una cara en contacto con la capa catódica y una cara opuesta libre conductor eléctrica. De la misma forma, el segundo soporte de una célula forma, igualmente, un colector de corriente y presenta una cara en contacto con la capa anódica y una cara opuesta libre conductor eléctrica. En el presente documento, se entiende por "cara libre", una cara del soporte de colector de corriente que no lleva electrodo.

[0144] Las caras libres de los colectores de corriente sirven en la batería como conectores para la interconexión eléctrica de las células.

[0145] La batería puede incluir un apilamiento de una pluralidad de células formateadas puestas en serie con una alternancia de medias células con capas de materia activa positiva y negativa, es decir, con una alternancia cátodos-ánodos. El hecho de apilar las células formateadas permite realizar directamente su interconexión por la puesta en contacto físico y eléctrico de las caras libres de los soportes que forman colector de corriente.

[0146] Por supuesto, no se excluyen otros esquemas de puesta en serie y/o en paralelo de las células formateadas para la realización de baterías de acumuladores. Cuando las células no están apiladas, se pueden prever conductores eléctricos adicionales para enlazar eléctricamente los colectores de corriente de las células según un esquema de interconexión deseado.

[0147] La invención se refiere, por último, a un equipo conveniente para la formación de células de batería, tales como se han descrito anteriormente. El equipo comprende:

- una primera línea de fabricación para la fabricación de una primera media célula;
- una segunda línea de fabricación para la fabricación de una segunda media célula;
- un par de rodillos de ensamblaje para el ensamblaje de una primera media célula formada sobre la primera línea de fabricación y de una segunda media célula formada sobre la segunda línea de fabricación; y
- un rodillo enrollador de célula de batería dispuesto aguas abajo del par de rodillos de ensamblaje.

[0148] El rodillo enrollador, que puede ser un rodillo motor, está previsto para enrollar una batería terminada formada por una media célula procedente de la primera línea de fabricación y por una media célula procedente de la segunda línea de fabricación.

[0149] Se entiende por primera línea de fabricación y segunda línea de fabricación instalaciones homólogas del equipo, similares una a la otra y dedicadas a la fabricación simultánea de dos medias células. Las líneas de fabricación confluyen al nivel de los rodillos ensambladores donde se ensamblan las medias células.

[0150] En particular, al menos una de la primera línea de fabricación y de la segunda línea de fabricación puede incluir:

[0151] un rodillo desenrollador conveniente para el desenrollado una tira de soporte y, en orden entre el rodillo desenrollador y el par de rodillos de ensamblaje:

- un primer módulo de impregnación conveniente para la formación de una capa catódica, respectivamente de una capa anódica;
- un primer módulo de laminación;
- un segundo módulo de impregnación conveniente para la formación de una capa de electrolito desprovisto de materia activa; y
- un segundo módulo de laminación.

[0152] Cada módulo comprende los órganos necesarios para ejecutar una o varias operaciones del procedimiento de fabricación.

[0153] Los diferentes módulos que constituyen las líneas de fabricaciones se pueden desplazar uno con respecto al otro y con respecto al par de rodillos de ensamblaje para poder ajustar respectivamente la distancia que separa los módulos consecutivos.

[0154] La modificación y el control de esta distancia permiten fijar el tiempo que fluye entre las operaciones efectuadas por cada módulo, sabiendo que las tiras de soporte y las medias células formadas sobre las tiras de soporte circulan, a una velocidad de desfile fija, de un módulo a otro de rodillo a rodillo entre los rodillos desenrolladores y el rodillo enrollador.

[0155] De este modo, es posible ajustar el tiempo que se tarda entre, por una parte, la deposición y la exposición de una capa a una radiación y, por otra parte, su laminación. Igualmente, es posible ajustar el tiempo que se tarda entre la deposición y/o la exposición de las capas a una radiación que inicia una solidificación de estas capas y el ensamblaje de las medias células.

[0156] El primer módulo de impregnación y el segundo módulo de impregnación comprenden cada uno un cabezal de deposición de capa catódica, respectivamente una capa anódica y al menos una fuente de radiación asociada al cabezal de deposición.

[0157] El primer y el segundo módulo de laminación comprenden respectivamente un par de rodillos calibradores y un sensor de espesor asociado respectivamente al par de rodillos calibradores. La función de los módulos de laminación es múltiple. Una primera función es fijar el espesor de las capas depositadas. Otra función es hacer uniforme el espesor de las capas. Otra función también, en concreto, del segundo módulo de laminación es presionar la capa de electrolito desprovisto de materia activa sobre la capa catódica o anódica subyacente para mejorar la soldadura de las capas. Por último, cuando los rodillos calibradores se calientan una función puede ser aumentar la velocidad de solidificación de las capas.

[0158] El sensor de espesor asociado a los rodillos calibradores de los módulos de laminación emite una señal que puede combinarse con otros sensores de espesor de otros módulos o con un sensor de espesor de la tira de soporte dispuesto después de los rodillos desenrolladores.

[0159] La combinación del conjunto de estas señales en una unidad de cálculo, permite determinar el espesor de las diferentes capas o de las medias células en el transcurso de su fabricación y ajustar, cuando sea necesario, un espaciado de los rodillos calibradores para alcanzar valores de consigna predeterminados.

[0160] El posicionamiento y el espaciado de los módulos sobre la trayectoria de las medias células conjugados con el control de la velocidad de desfile de las tiras de soporte permiten controlar de manera exacta los intervalos de tiempo que separan dos operaciones distintas y, de este modo, el grado de solidificación de las capas depositadas, en forma líquida o pastosa antes de las operaciones posteriores de la fabricación de la célula.

[0161] En particular, se puede, de este modo, controlar el intervalo de tiempo que separa (i) la exposición de una capa de electrodo inicialmente pastosa por exposición a una radiación UV o a un haz de electrones que inicia su solidificación y (ii) la puesta en contacto de esta capa con otra capa, como, por ejemplo, durante la deposición de una capa de electrolito líquido solidificable destinada a formar una capa de separación sobre una capa anódica o catódica expuesta. El control del intervalo de tiempo permite asegurarse de que el contacto entre las dos capas se hará inicialmente cuando se estén en estados líquidos o pastosos, lo que permitirá un contacto íntimo entre estas capas.

[0162] El mismo principio se aplica a la puesta en contacto, después de exposición, de dos capas de electrolito desprovisto de materia activa destinadas a formar juntas una capa de separación interpuesta entre una capa catódica y una capa anódica.

[0163] Se entiende que los intervalos de tiempo considerados corresponden a la aplicación de una etapa de fabricación en una ubicación dada de una tira de soporte y que la velocidad de desfile corresponde a la velocidad de desplazamiento de la ubicación dada a lo largo de un recorrido que va de un módulo a otro correspondiente respectivamente a las diferentes operaciones del procedimiento de fabricación de una batería. De este modo, el intervalo de tiempo Δt que separa la aplicación de dos etapas del procedimiento de fabricación se estima por $\Delta t = d/V$ donde d es la distancia recorrida por una tira de soporte entre dos módulos de implementación de estas dos etapas del procedimiento de fabricación y V es la velocidad de desfile lineal de la tira de soporte. De este modo, en un procedimiento continuo de fabricación, tal como el ilustrado en la figura 1, el decir que dos operaciones se aplican sucesivamente se entiende en el sentido en que estas dos operaciones se aplican sucesivamente en una ubicación dada de un soporte, de una tira o de una película en desfile.

[0164] Las fuentes de radiación de los módulos de impregnación pueden, cuando sea necesario, desmultiplicarse en varias fuentes para exponer mejor la materia a solidificar. De este modo, se puede prever, por ejemplo, una fuente

de radiación equivalente a una fuente que presenta una abertura de 200 mm en la dirección de desfile de las capas, constituida por un conjunto de cinco fuentes separadas de radiación, cada una de las cuales presenta una abertura de salida que se extiende sobre 40 mm en la dirección de desfile de las capas.

[0165] Las fuentes de radiación son, por ejemplo, fuentes de radiación ultravioleta, de infrarrojo cercano o visible y, más generalmente, fuentes compatibles con los fotoiniciadores presentes en las materias líquidas que deben solidificarse. Por otro lado, se puede prever un reglaje de la radiación emitida por las fuentes para ajustar su intensidad en función de parámetros, tales como el espesor de las capas, su composición y su densidad, la velocidad de desfile de las tiras de soporte/de las medias células delante de los módulos, el alejamiento de los módulos, etc.

[0166] En particular, las cargas carbonosas tienden a detener las radiaciones UV y electrónicas, un aumento en la proporción de las cargas carbonosas en las capas impone, por lo tanto, un aumento de las dosis de exposición, con el fin de iniciar correctamente la solidificación, dosis controladas por la potencia, el número y las superficies sometidas a exposición por las fuentes de radiación, así como por las velocidades de desfile de los soportes, mandadas por una unidad de pilotaje durante una fabricación rodillo a rodillo ("roll-to-roll" en inglés).

[0167] Velocidades de desfile adecuadas son de 1 a 10 m/min en el caso de una exposición por radiación UV y de 3 a 30 m/min en el caso de una exposición por haz de electrones, más potentes y penetrantes que las radiaciones UV.

[0168] Por otro lado, el equipo puede incluir una herramienta de recorte de reborde. Puede disponerse respectivamente entre el segundo módulo de laminación de cada línea de fabricación y el par de rodillos de ensamblaje. La herramienta de recorte de reborde puede estar dispuesta, igualmente, después del par de rodillos de ensamblaje. Cada herramienta de recorte puede estar provista de dos cuchillas contrarrotatorias que permiten recortar simultáneamente dos bordes laterales opuestos de las tiras que desfilan. Permite fijar la anchura de las medias células antes de su ensamblaje.

[0169] Según una variante, las herramientas de recorte de reborde con cuchilla se pueden sustituir por un equipo de recorte por haz láser.

[0170] Las dos líneas de fabricación, utilizadas respectivamente para la fabricación de la primera media célula y para la fabricación de la segunda media célula, se pueden reunir en una sola máquina con un mando sincronizado del avance de las tiras.

[0171] Según un modo de realización ventajoso, el rodillo enrollador puede ser un rodillo motor. Se considera que el rodillo enrollador es un rodillo motor cuando el enrollado de la célula de batería sobre el rodillo enrollador se aprovecha para ejercer sobre la célula de batería y sus componentes, fuerzas de tracción suficientes para provocar el desenrollado de las tiras de los rodillos desenrolladores y el avance de las tiras y de las medias células formadas sobre las tiras desde los rodillos desenrolladores hacia el rodillo enrollador. En particular, el avance de las tiras se puede sincronizar por la utilización de un rodillo enrollador motor.

[0172] Los rodillos desenrolladores pueden ser rodillos frenados. La utilización de rodillos desenrolladores frenados, en concreto, en conjunción con un rodillo enrollador motor, permite asegurar una cierta tensión de las tiras y de las medias células y permite evitar sacudidas en su desenrollado. El frenado de los rodillos desenrolladores puede ser un frenado por fricción o un frenado electromagnético.

[0173] Otros órganos, tales como los módulos de laminación o los módulos de impregnación, se pueden sincronizar, igualmente, con el avance de las tiras por medio de una unidad de pilotaje central.

[0174] La unidad de pilotaje central puede incluir, por ejemplo, un circuito electrónico de pilotaje dedicado, configurado para el mando de los diferentes órganos del equipo. En particular, el equipo puede incluir una unidad de pilotaje de al menos uno de entre el rodillo enrollador, el primer módulo de impregnación, el segundo módulo de impregnación, el primer módulo de laminación y el segundo módulo de laminación. La unidad de pilotaje se puede configurar para servocontrolar motores de arrastre de los componentes o un caudal de los módulos de impregnación. La unidad de pilotaje se puede aprovechar, igualmente, para mandar la intensidad de un frenado de los rodillos desenrolladores, para controlar la tensión de las tiras de soporte.

[0175] La unidad de pilotaje puede recibir la señal de uno o varios sensores de velocidad de rotación asociados a uno o varios rodillos de las líneas de fabricación. Estas señales pueden ser utilizadas por la unidad de pilotaje para determinar una velocidad de desfile de las tiras y de las medias células. Las señales también se pueden utilizar para servocontrolar el frenado de los rodillos desenrolladores y/o el arrastre motor del rodillo enrollador, para fijar una velocidad de desfile constante y una tensión constante de las tiras y de las medias células.

[0176] Como se ha aludido anteriormente, el equipo de la invención conviene para la realización de células de batería con electrolito sólido obtenido por solidificación de un electrolito líquido. Resulta, igualmente, que conviene para la realización de células de supercondensador de gran superficie, con electrolito sólido obtenido por solidificación de un electrolito líquido, según un procedimiento del tipo "rodillo a rodillo" ("roll to roll").

[0177] Al igual que las células de batería se pueden enlazar en serie o en paralelo para formar baterías de acumuladores, las células de supercondensador se pueden enlazar en serie o en paralelo para formar baterías de supercondensadores.

[0178] Otras características y ventajas de la invención se desprenden de la descripción que sigue, con referencia a las figuras de los dibujos. Esta descripción se da a título ilustrativo y no limitativo.

Breve descripción de las figuras

[0179]

La figura 1 es una representación esquemática de los diferentes órganos de un equipo de fabricación de una célula de acuerdo con la invención. Indica, igualmente, las diferentes etapas de un procedimiento de fabricación de la célula.

La figura 2 es una representación esquemática de una línea de fabricación de un equipo de fabricación de células comparable al de la figura 1 e ilustra una organización en módulos de los órganos del equipo.

La figura 3 es una vista esquemática según una cara principal de una célula de batería formateada fabricada de conformidad con la invención.

La figura 4 es un corte esquemático de una parte de un apilamiento de células formateadas fabricadas de conformidad con la invención y que constituyen una batería de acumuladores.

[0180] Las figuras se representan a escala libre.

[0181] Descripción detallada de modos de implementación de la invención

[0182] En la descripción que sigue partes idénticas, similares o equivalentes de las diferentes figuras se marcan con los mismos signos de referencia para poder hacer referencia de una figura a la otra.

[0183] La figura 1 muestra un equipo 100 para la fabricación de una célula de batería 10 de conformidad con la invención.

[0184] El equipo 100 está provisto de dos líneas de fabricación 110a, 110b homólogas, que incluyen los mismos órganos y que están destinadas a formar simultáneamente dos medias células 10a, 10b. Las líneas de fabricaciones 110a, 110b confluyen en un par de rodillos de ensamblaje 142 destinados a formar una célula de batería 10 a partir de las medias células 10a, 10b. Las dos líneas de fabricación 110a, 110b están configuradas para la formación respectivamente de una media célula 10a con un electrodo positivo (cátodo) y una media célula 10b con un electrodo negativo (ánodo).

[0185] No obstante, la elección de formar una media célula con un electrodo positivo o negativo no depende de los equipos, sino de los materiales implementados, de modo que la naturaleza de la media célula realizada, con un electrodo positivo o negativo, no depende de la línea de fabricación. Por lo tanto, sería posible realizar una media célula con un electrodo positivo sobre la segunda línea de fabricación 110b y una célula con un electrodo negativo sobre la primera línea de fabricación 110a.

[0186] Cada línea de fabricación 110a, 110b comprende un rodillo desenrollador destinado a proporcionar un soporte conductor eléctrico que sirve como colector de corriente de la media célula en cuestión.

[0187] De este modo, un primer rodillo desenrollador 112a suministra una primera tira de soporte 14a y un segundo rodillo desenrollador 112b suministra una segunda tira de soporte 14b. Las operaciones de provisión de un primer soporte 14a y de provisión de un segundo soporte 14b se indican simbólicamente por flechas, con las referencias 214a, 214b respectivamente.

[0188] Por simplificación, el primer soporte y el segundo soporte, así como las tiras que los constituyen respectivamente, están marcados con los mismos signos de referencia 14a, 14b. Las tiras de soporte 14a, 14b están destinadas a formar los colectores de corriente de la célula de batería 10. Pueden ser películas metálicas, por ejemplo, de cobre, de aluminio, de acero inoxidable, de níquel, pero también películas de polímero conductor, velos de fibras conductoras o pueden incluir varias capas de materia que aseguran funciones de aguante mecánico y de conducción eléctrica. El espesor de las tiras de soporte puede ser del orden de 10 a 200 micrómetros.

[0189] La longitud de las tiras puede ser importante, por ejemplo, varios cientos de metros. No está limitada más que por el tamaño de los rodillos. Por otro lado, en el ejemplo de realización descrito, la anchura de las tiras de soporte es de 1.200 mm. Se puede optar por otras anchuras, más grandes o más pequeñas.

[0190] Aguas abajo de los rodillos desenrolladores 112a, 112b, cada línea de fabricación puede incluir un juego de rodillos de retorno, no representados, que permiten controlar la tensión de la tira de soporte 14a, 14b suministrada por

el rodillo, así como un sensor de espesor 118a, 118b.

[0191] Otros rodillos de transporte, no representados, se pueden prever para sostener las tiras de soporte a todo lo largo de la línea de fabricación.

[0192] Mesas de transporte, recubiertas con láminas de acero inoxidable o de polímeros de tipo PVC, se pueden prever, igualmente, para sostener las tiras de soporte.

[0193] Las tiras de soporte 14a, 14b confluyen respectivamente en un primer cabezal de deposición 120a y un segundo cabezal de deposición 120b, respectivamente de la primera y la segunda línea de fabricación.

[0194] Estos cabezales de deposición se alimentan respectivamente de una primera mezcla que comprende una materia activa catódica, cargas conductoras eléctricas carbonosas y un electrolito en estado líquido y de una segunda mezcla que comprende una materia activa anódica, cargas conductoras eléctricas carbonosas y un electrolito en estado líquido.

[0195] También, a medida que se produce el desfile de la primera tira de soporte 14a delante del primer cabezal de deposición 120a y el desfile de la segunda tira de soporte 14b delante del segundo cabezal de deposición 120b, una primera capa de primera mezcla que comprende materia activa catódica se deposita sobre la primera tira de soporte 14a: se trata de la capa catódica 16a.

[0196] De la misma forma, una segunda capa de segunda mezcla que comprende materia activa anódica se deposita sobre la segunda tira de soporte 14b: se trata de la capa anódica 16b. Las capas no se detallan en la figura 1, pero son visibles en la figura 4.

[0197] Se puede señalar que un rodillo de retorno de tira 122a, 122b mira respectivamente a cada cabezal de deposición 120a, 120b para garantizar un buen mantenimiento de la tira de soporte 14a, 14b en el momento de su impregnación.

[0198] La primera mezcla y la segunda mezcla, que forman las capas catódica y anódica, salen de los cabezales de deposición, con una consistencia pastosa. Cada una incluye, por lo demás de la materia activa y de eventuales cargas conductoras eléctricas carbonosas ya aludidas, un electrolito en estado líquido susceptible de solidificarse.

[0199] El espesor de la capa catódica y el espesor de la capa anódica puede ser del orden de 50 a 300 micrómetros.

[0200] Las operaciones de deposición de la capa catódica y de la capa anódica se indican simbólicamente por flechas 220a, 220b. La deposición se puede efectuar sobre toda la anchura de las tiras de soporte. No obstante, en el ejemplo descrito, la deposición está limitada a una anchura de 1.160 mm, dejando libres los rebordes de las tiras 14a, 14b.

[0201] Esta medida permite evita un eventual riesgo de desbordamiento de mezcla líquida sobre los bordes laterales de las tiras.

[0202] A cada lado del primer cabezal de deposición 120a se encuentran primeras fuentes de radiación UV 124a para aplicar radiación a la capa catódica 16a una radiación destinada a promover la solidificación de esta capa. En el ejemplo de realización de la figura 1, se trata de fuentes de radiación desdobladas que permiten exponer las dos caras de la capa catódica 16a.

[0203] La solidificación de la capa 16a se debe a la del electrolito líquido solidificable que contiene. En efecto, el electrolito está provisto de un fotoiniciador compatible con la radiación de las primeras fuentes de radiación 124a.

[0204] De manera similar, sobre la segunda línea de fabricación 110b, se disponen segundas fuentes de radiación UV 124b a cada lado del segundo cabezal de deposición 120b para promover la solidificación de la capa anódica 16b.

[0205] Las operaciones de exposición de la capa catódica 16a y de exposición de la capa anódica 16b a radiaciones promotoras de su solidificación se indican por flechas 224a, 224b.

[0206] De manera interesante, se puede señalar que, en el ejemplo de implementación descrito, el sometimiento a exposición de las capas tiene lugar en el mismo momento de su deposición sobre las tiras de soporte o inmediatamente después de esta deposición.

[0207] Igualmente, se puede contemplar una exposición después de la deposición, pero no permite una exposición sobre las dos caras de las capas depositadas.

[0208] Después de estas operaciones, las tiras de las dos líneas de fabricación 110a, 110b pasan respectivamente entre un primer par de rodillos calibradores 126a y un segundo par de rodillos calibradores 126b.

[0209] Las tiras provistas de su capa que contiene materia activa de electrodo, es decir, respectivamente de la capa catódica y de la capa anódica, experimentan un calandrado que tiene como propósito calibrar el espesor de las capas de mezcla y evitar las porosidades.

5 **[0210]** El espesor de las tiras provistas de su capa de electrodo se mide a la salida de los rodillos calibradores por medio de sensores de espesor 128a, 128b. Los sensores de espesor son, por ejemplo, sensores de haces luminosos triangulados.

10 **[0211]** Por diferenciación de las medidas efectuadas con los sensores de espesor 128a, 128b a la salida de los rodillos calibradores y de las medidas efectuadas por los sensores de espesor 118a, 118b a la salida de los rodillos desenrolladores 112a, 112b, es posible conocer el espesor de las capas de mezcla.

15 **[0212]** Este espesor se puede comparar con un espesor de consigna para efectuar un control servocontrolado del apartamiento de los pares de rodillos calibradores 126a, 126b y de los cabezales de deposición 120a, 120b.

[0213] El espesor de la capa que forma el electrodo positivo (cátodo), al igual que el espesor de la capa que forma el electrodo negativo, puede estar comprendido entre 60 y 300 micrómetros.

20 **[0214]** Las operaciones de calibración de espesor de la capa catódica 16a y la capa anódica 16b se indican por flechas 226a, 226b.

25 **[0215]** Después de esta primera calibración de espesor, las tiras de soporte 14a, 14b provistas de las capas catódica 16a y anódica 16b que comprenden una materia activa de electrodo, pasan respectivamente delante de un tercer cabezal de deposición 130a y un cuarto cabezal de deposición 130b. El tercer cabezal de deposición 130a forma parte de la primera línea de fabricación 110a y el cuarto cabezal de deposición 130b forma parte de la segunda línea de fabricación 110b. Estos cabezales de deposición depositan respectivamente una primera capa de separación 18a en forma de un electrolito desprovisto de materia activa sobre la capa catódica 16a de la primera tira de soporte 14a y una segunda capa de separación 18b en forma de un electrolito desprovisto de materia activa sobre la capa anódica 16b de la segunda tira de soporte 14b.

35 **[0216]** Las operaciones de deposición de las capas de separación 18a y 18b, formadas de electrolito, están respectivamente indicadas por flechas 230a, 230b. El electrolito se deposita en forma líquida, preferentemente sobre una anchura igual a la de la capa catódica 16a y la capa anódica 16b. Se puede utilizar un mismo electrolito líquido solidificable para la deposición de las capas de separación 18a, 18b sobre las dos líneas de fabricación 110a, 110b. Puede tratarse, en concreto, del electrolito líquido solidificable que entra en la composición de la capa catódica 16a y de la capa anódica 16b, subyacentes. El electrolito contiene un fotoiniciador que permite la promoción de su solidificación bajo el efecto de una radiación luminosa. Puede tratarse de una radiación ultravioleta, visible o de infrarrojo cercano, por ejemplo.

40 **[0217]** El espesor de las capas de electrolito desprovisto de materia activa es, por ejemplo, del orden de 10 a 60 micrómetros.

45 **[0218]** La distancia entre el primer y el tercer cabezal de deposición, por una parte y la distancia entre el segundo y el cuarto cabezal de deposición, por otra parte, es suficientemente escasa y la velocidad de desfile de las tiras de soporte es suficientemente elevada para depositar las capas de separación 18a, 18b antes de completar la solidificación de las capas catódica 16a y anódica 16b subyacentes. La solidificación de las capas puede tener lugar en algunos segundos correspondientes a un avance de las tiras de algunos metros a lo largo de las líneas de fabricación 110a, 110b.

50 **[0219]** Una promoción de la solidificación de las capas de separación 18a, 18b tiene lugar, justo después de su deposición, por una nueva exposición a una radiación luminosa. Las tiras desfilan delante de una tercera fuente de radiación UV 134a y una cuarta fuente de radiación UV 134b dispuestas respectivamente después del tercer y el cuarto cabezal de deposición 130a, 130b.

55 **[0220]** La exposición de las capas de separación 18a, 18b e está indicada por flechas 234a, 234b. Esta exposición tiene como efecto promover una solidificación de las capas de separación 18a, 18b.

60 **[0221]** Al final de estas operaciones, la primera tira de soporte 14a y la segunda tira de soporte 14b, provistas de las capas anteriormente mencionadas, pasan de nuevo por rodillos calibradores. Se trata, más precisamente, de un tercer par de rodillos calibradores 136a y de un cuarto par de rodillos calibradores 136b, respectivamente.

65 **[0222]** Al igual que el primer y el segundo par de rodillos calibradores, el tercer par de rodillos calibradores y el cuarto par de rodillos calibradores están seguidos de sensores de espesor 138a, 138b. Las medidas de estos sensores de espesor comparadas con las de los sensores 128a, 128b asociadas al primer y al segundo par de rodillos calibradores, permiten fijar el espesor de las capas de separación 18a, 18b y ajustar el apartamiento de los rodillos calibradores

cuando sea necesario.

[0223] La calibración del espesor de las capas de separación 18a, 18b son operaciones indicadas por flechas 236a y 236b respectivamente. El espesor final puede estar comprendido, por ejemplo, entre 10 y 60 micrómetros. Preferentemente, puede ser de 30 micrómetros.

[0224] Después de calibración, las tiras de soporte 14a, 14b, provistas respectivamente de las capas 16a, 16b que comprenden materia activa de electrodo y de las capas de separación 18a, 18b forman las medias células 10a, 10b.

[0225] Después de esta operación, las medias células 10a, 10b en tira, alcanzan el par de rodillos de ensamblaje 142, ya aludido. Las medias células se ensamblan poniendo en contacto sus respectivas capas de separación 18a, 18b. El ensamblaje puede ser un ensamblaje directo o un ensamblaje acompañado de la interposición de una capa de una película separadora de malla aislante eléctrica adicional 20, procedente de un rodillo desenrollador 112c. Puede tratarse, por ejemplo, de un sistema de mallas de alambre de polímero aislante eléctrico. La operación de ensamblaje de las medias células se indica con una flecha 242. La interposición de la película 20 no debe impedir contacto directo entre las capas de separación 18a y 18b, con el fin de asegurar una buena interfaz de contacto entre estas capas.

[0226] Opcionalmente, es posible proceder a una operación de deposición de una capa de separación 18c sobre la película separadora aislante eléctrica 20, como se indica por la flecha 230c. El electrolito se deposita en forma líquida por un quinto cabezal de deposición 130c sobre la película 20 en desfile delante del quinto cabezal de deposición, preferentemente sobre una anchura igual a la de la película separadora de malla aislante eléctrica 20 y para empapar esta última. Un mismo electrolito líquido puede usarse más que para la deposición de las capas de separación 18a, 18b y de manera similar a las operaciones experimentadas por estas capas, tiene lugar una promoción de la solidificación de la película 20, justo después de su deposición, por exposición a una radiación luminosa. La película 20 desfila delante de una quinta fuente de radiación UV 134c dispuesta después del quinto cabezal de deposición 130c, para estar expuesta a la radiación durante una operación de exposición indicada por la flecha 234c.

[0227] La distancia que separa los rodillos de ensamblaje 142 respectivamente de las tercera, cuarta y quinta fuentes de radiación es suficientemente pequeña y la velocidad de desfile de las tiras es suficientemente elevada, para que el ensamblaje de las medias células tenga lugar antes de completar la solidificación de las capas de separación 18a, 18b y eventualmente 18c. De este modo, la solidificación prosigue después del ensamblaje de las células, durante algunos instantes.

[0228] Cabe señalar que las capas de separación 18a, 18b y 18c se pueden emplear cada una sola o en combinación con una o la otra o las dos otras capas de separación. De este modo, se pueden utilizar las dos capas 18a y 18b juntas en contacto directo, las capas 18a, 18b y 18c solas, la capa 18c en combinación con una o la otra de las capas 18a y 18b o en combinación con estas dos capas 18a y 18b. Lo importante es asegurar, por una parte, la presencia de una capa de separación (eventualmente constituida por una combinación cualquiera de las capas 18a, 18b y 18c) entre las capas catódicas 16a y anódicas 16b y, por otra parte, un contacto íntimo entre estas capas, con el fin de asegurar una buena continuidad en el desplazamiento de los iones entre el cátodo y el ánodo.

[0229] Las capas de separaciones pueden tener una misma composición o diferentes composiciones, pero cada una de las cuales comprendiendo una mezcla de electrolito líquido solidificable que comprende un electrolito líquido de separación conductor de iones, una mezcla de monómero o polímero de separación y un iniciador de polimerización o de reticulación de la primera mezcla de monómero o polímero de separación. Como para las capas catódica y anódica, la presencia de monómero o de polímero, así como de un iniciador de polimerización o de reticulación de este monómero o este polímero asegura el aspecto solidificable de las capas de separación.

[0230] Un sensor de espesor 144 que sigue los rodillos de ensamblaje 142 permite medir el espesor de la célula ensamblada y ajustar el apartamiento de los rodillos de ensamblaje 142 cuando sea necesario.

[0231] Se puede aplicar una película eléctricamente aislante 30 proporcionada por un rodillo devanador 160 sobre el primer soporte o el segundo soporte después de ensamblaje de la primera media célula y la segunda media célula; y de enrollar, alrededor del rodillo enrollador 150, la primera media célula y la segunda media célula ensambladas y la película eléctricamente aislante aplicada sobre el primer soporte o el segundo soporte, para aislar las células unas de las otras. Esto es particularmente ventajoso cuando las baterías son de tipo sodio-azufre o litio-azufre, que se cargan eléctricamente durante su fabricación y que, entonces, es preferible aislar unas de las otras para impedir posibles descargas eléctricas.

[0232] Después del ensamblaje de las medias células 10a, 10b, la célula 10 pasa por una herramienta de recorte 140 de bordes. Se trata de una herramienta con cuchillas rotatorias o con cabezales láser. El recorte, indicado en la figura con una flecha 238, se hace sobre los bordes laterales de la célula, para fijar su anchura. Permite eliminar los rebordes laterales de las tiras de soporte 14a, 14b que no habrían recibido materia activa de electrodo y/o de electrolito, para no conservar más que una parte central donde la célula está completa y sin rebabas.

[0233] La célula 10, ensamblada, se enrolla, por último, sobre un rodillo enrollador 150. El rodillo enrollador 150 tiene

varias funciones. Una primera función es enrollar la célula de batería ensamblada. Otra función es una función motora. En efecto, la rotación del rodillo enrollador 150 tiene como efecto ejercer una tracción sobre la célula de batería ensamblada y, por consiguiente, sobre las medias células, sobre las tiras de soporte y, llegado el caso, sobre la película separadora de malla aislante eléctrica 20. De este modo, el avance de los componentes en tira a lo largo de las líneas de fabricación está asegurado por la puesta en rotación del rodillo enrollador.

[0234] Los rodillos desenrolladores pueden ser rodillos arrastrados y/o frenados o rodillos con rotación libre. En el caso de rodillos con rotación libre, el desenrollado simplemente resulta de la tracción ejercida por el rodillo enrollador motor 150. Cuando se frenan o arrastran los rodillos desenrolladores, el frenado o el arrastre se pueden servocontrolar a la rotación del rodillo enrollador motor 150 para ajustar la tensión de las tiras de soporte y de los componentes en tira que circulan a lo largo de las líneas de fabricación.

[0235] Se puede prever una unidad de pilotaje 101 del equipo para el servocontrol de los diferentes parámetros, tales como la velocidad de enrollado, la tensión de las tiras de soporte, pero también la impregnación de las tiras de soporte o las operaciones de calandrado anteriormente descritas. La unidad de pilotaje manda, de este modo, al menos uno de entre el rodillo enrollador, el primer módulo de impregnación, el segundo módulo de impregnación, el primer módulo de laminación y el segundo módulo de laminación.

[0236] La unidad de pilotaje servocontrola, por ejemplo, el rodillo enrollador motor 150 actuando sobre una consigna de velocidad de su motor de arrastre M.

[0237] De este modo, en el transcurso de una etapa 248 indicada por una flecha en la figura 1, la unidad de pilotaje 101 controla la velocidad de desfile de las tiras de soporte por el control de la velocidad de enrollado del rodillo enrollador motor 150 y, por lo tanto, controla los intervalos de tiempo que separan la aplicación de dos operaciones consecutivas del procedimiento de fabricación en ubicaciones dadas de las tiras de soporte.

[0238] El control de los intervalos de tiempo que separan (i) las exposiciones de dos capas líquidas a radiaciones promotoras de solidificación de estas dos capas y (ii) la puesta en contacto de estas dos capas permite asegurar una interfaz líquida entre estas dos capas durante su puesta en contacto que interviene antes de completar sus respectivas solidificaciones.

[0239] En particular, se pueden implementar en el transcurso de la etapa 248, por medio de la unidad de pilotaje 101, las etapas:

- d1) de puesta en contacto directo de la primera capa de separación (18a) con la segunda capa de separación (18b) y controlar (248): un primer intervalo de tiempo que separa (i) la exposición de la capa catódica en la etapa a3) y (ii) la deposición de la primera capa de separación en la etapa a4), de tal manera que la solidificación de la capa catódica no se completa en el momento de la deposición de la primera capa de separación y un segundo intervalo de tiempo que separa (i) la exposición de la capa anódica en la etapa b3) y (ii) la deposición de la segunda capa de separación en la etapa b4), de tal manera que la solidificación de la capa anódica no se completa en el momento de la deposición de la segunda capa de separación, un tercer intervalo de tiempo que separa (i) la exposición de la primera capa de separación en la etapa a4) y (ii) la puesta en contacto de la etapa d1) y un cuarto intervalo de tiempo que separa (i) la exposición de la segunda capa de separación en la etapa b4) y (ii) la puesta en contacto de la etapa d1), de tal manera que las respectivas solidificaciones de las primera y segunda capas de separación no se completan en el momento de la puesta en contacto de la etapa d1);
- d2) de puesta en contacto directo de la primera capa de separación (18a) con la capa anódica (16b) y controlar (248): un primer intervalo de tiempo que separa (i) la exposición de la capa catódica en la etapa a3) y (ii) la deposición de la primera capa de separación en la etapa a4), de tal manera que la solidificación de la capa catódica no se completa en el momento de la deposición de la primera capa de separación, un segundo intervalo de tiempo que separa (i) la exposición de la primera capa de separación en la etapa a4) y (ii) la puesta en contacto de la etapa d2) y un tercer intervalo de tiempo que separa (i) la exposición de la capa anódica en la etapa b3) y (ii) la puesta en contacto de la etapa d2), de tal manera que la solidificación de la primera capa de separación no se completa en el momento de la puesta en contacto de la etapa d2);
- d3) de puesta en contacto directo de la segunda capa de separación (18b) con la capa catódica (16a) y controlar (248): un primer intervalo de tiempo que separa (i) la exposición de la capa anódica en la etapa b3) y (ii) la deposición de la segunda capa de separación en la etapa b4), de tal manera que la solidificación de la capa anódica no se completa en el momento de la deposición de la segunda capa de separación, un segundo intervalo de tiempo que separa (i) la exposición de la segunda capa de separación en la etapa b4) y (ii) la puesta en contacto de la etapa d3) y un tercer intervalo de tiempo que separa (i) la exposición de la capa catódica en la etapa a3) y (ii) la puesta en contacto de la etapa d3), de tal manera que la solidificación de la segunda capa de separación no se completa en el momento de la puesta en contacto de la etapa d3); y
- d4) de encerramiento de la tercera capa de separación (18c) entre la capa catódica (16a) y la capa anódica (16b) y de puesta en contacto de la tercera capa de separación con la capa catódica y la capa anódica y controlar (248): un primer intervalo de tiempo que separa (i) la exposición de la capa catódica en la etapa a3) y (ii) la puesta en contacto de la etapa d4), un segundo intervalo de tiempo que separa (i) la exposición de la capa anódica en la etapa b3) y (ii) la puesta en contacto de la etapa d4) y un tercer intervalo de tiempo que separa (i) la exposición de

la tercera capa de separación en la etapa c4) y (ii) la puesta en contacto de la etapa d4), de tal manera que las respectivas solidificaciones de la capa catódica, de la capa anódica y de la tercera capa de solidificación todavía no se completan en el momento de la puesta en contacto de la etapa d4).

[0240] Preferentemente, el conjunto del equipo de fabricación puede instalarse en un local con una atmósfera anhidra que evita cualquier reacción del electrolito todavía líquido con la humedad del aire que puede arrastrar una degradación de la célula.

[0241] Los diferentes órganos descritos con referencia a la figura 1 se pueden agrupar en varios módulos independientes cuyo posicionamiento y apartamiento sobre las líneas de fabricación se pueden modificar cuando sea necesario.

[0242] Los módulos se indican en la figura 2 que representa una de las líneas de fabricación 110a, 110b correspondiente de algún modo a una media máquina de fabricación de las medias células. Debido a la simetría del equipo y la gran similitud de las dos líneas de fabricación, las referencias de las dos líneas de fabricación 110a, 110b se indican en la misma figura 2. Se comprende que se puede utilizar una línea de fabricación según la figura 2 para la fabricación de la media célula que comprende un cátodo y para la media célula que comprende un ánodo.

[0243] Entre el rodillo desenrollador 112a, 112b y los rodillos ensambladores 142, de los que uno solo es visible en la figura 2, la tira recorre varios módulos. Se encuentran en orden un primer módulo de impregnación 320a, 320b, un primer módulo de laminación 326a, 326b, un segundo módulo de impregnación 330a, 330b y un segundo módulo de laminación 336a, 336b. El primer módulo de impregnación 320a, 320b comprende el primer cabezal de impregnación 120a o el segundo cabezal de impregnación 120b descritos con referencia a la figura 1, así como las fuentes de radiación 124a, 124b que están asociadas ahí. Se puede señalar que la fuente de radiación asociada al cabezal de impregnación del primer módulo está desdoblada. Igualmente, se puede contemplar la utilización de una única fuente de radiación.

[0244] El segundo módulo de impregnación 330a, 330b comprende el tercer cabezal de impregnación 130a o el cuarto cabezal de impregnación 130b descritos con referencia a la figura 1 y la fuente de radiación 134a, 134b que está asociada ahí.

[0245] El primer módulo de laminación 326a, 326b comprende los rodillos calibradores 126a, 126b destinados a fijar el espesor de la capa anódica o de la capa catódica, según la línea de fabricación a la que se refiere. El primer módulo de laminación comprende, igualmente, un sensor de espesor 128a, 128b aguas abajo de los rodillos calibradores, para medir el espesor de la media célula en transcurso de fabricación a la salida de los rodillos calibradores.

[0246] El segundo módulo de laminación 336a, 336b comprende los rodillos calibradores 136a, 136b destinados a fijar el espesor de las medias células en transcurso de fabricación después de la deposición de una capa de electrolito desprovisto de materia activa. El segundo módulo de laminación comprende, como el primer módulo de laminación, un sensor de espesor 138a, 138b aguas abajo de los rodillos calibradores. El sensor de espesor permite medir el espesor de las medias células justo antes de su ensamblaje.

[0247] Los diferentes módulos 320a, 320b, 326a, 326b, 330a, 330b, 336a, 336b, al igual que los rodillos desenrolladores 112a, 112b y el rodillo enrollador 150 están enlazados a una unidad de pilotaje 101, representada esquemáticamente, que permite la sincronización de los diferentes órganos.

[0248] Como se ha indicado anteriormente, es posible una implementación de la invención no recubriendo más que una de la capa anódica y de la capa catódica con una capa de electrolito desprovisto de materia activa. En este caso, uno de los segundos módulos de impregnación 330a, 330b y uno de los segundos módulos de laminación 336a, 336b pueden omitirse.

[0249] El rodillo enrollador 150 es un rodillo motor movido por un motor M indicado simbólicamente.

[0250] Un cierto número de órganos opcionales descritos con referencia en la figura 1, no se representan en la figura 2 por razones de simplificación.

[0251] La figura 3, muestra una célula de batería formateada 1010. La célula formateada se obtiene a partir de la célula 10, en tira, de la figura 1 al término de una operación de formateo indicada simbólicamente con la referencia 250. Esta operación comprende, en concreto, en el ejemplo ilustrado por la figura 3, el recorte de los bordes periféricos de la célula formateada 1010. La célula se recorta de parte a parte, es decir, sobre todo el espesor de la célula, del orden de algunos cientos de micrómetros.

[0252] Ventajosamente, el recorte se puede realizar sobre una mesa de recorte láser. Igualmente, se puede contemplar un recorte por cuchillos.

[0253] En el ejemplo ilustrado por la figura 3, la célula formateada 1010 se presenta con caras principales de forma

rectangular y con esquinas redondeadas. Una recorte según otro patrón, más complejo es perfectamente posible, lo que puede mejorar el carácter alojable de la célula en el espacio dedicado de un equipo, por ejemplo.

[0254] Como la célula no contiene materia líquida y, en particular, electrolito líquido, la operación de recorte no requiere precauciones particulares. Los soportes conductores eléctricos que sirven como colector de corriente permanecen eléctricamente aislados, es decir, aislados en contra de una conducción por una corriente de electrones, debido a la presencia de las capas de electrolito sólido. A este respecto, el recorte se puede realizar preferentemente después de completar la solidificación de las capas.

[0255] En el ejemplo de realización de la figura 3, el canto periférico de la célula formateada 1010, resultante del recorte, está recubierto con un revestimiento de protección aislante eléctrico 1024, por ejemplo, un barniz. Este barniz se puede reforzar con fibras de vidrio o basalto, por ejemplo. El revestimiento de protección se puede formar preferentemente después de haber apilado una pluralidad de células formateadas idénticas 1010 para recubrir los flancos del apilamiento.

[0256] La figura 4 muestra una parte de un apilamiento de una pluralidad de células formateadas idénticas 1011, 1012, 1013, 1014, 1015 a la célula 1010 visible en la figura 3. Cada una de las células formateadas se puede recortar en una célula de batería en tira 10, tal como se alude con referencia a la figura 1. El apilamiento de la figura 4 constituye una batería de acumuladores 1000.

[0257] En la figura 4 se indican, para varias células formateadas, los primer y segundo soportes conductores eléctricos 14a, 14b, la capa catódica 16a y la capa anódica 16b, primera capa de separación 18a y la segunda capa de separación 18b.

[0258] Las capas constitutivas de cada célula formateada son sustancialmente idénticas y se indican con las mismas referencias. No obstante, se puede señalar que el primer soporte conductor eléctrico 14a de la primera célula formateada 1011 del apilamiento y el segundo soporte conductor eléctrico 14b de la última célula formateada 1015 del apilamiento son más espesos que los otros soportes conductores. Estos soportes conductores, más espesos, están formados por varias subcapas conductoras. Presentan una resistencia mecánica más importante, lo que conviene para su función de envoltura exterior de la batería 1000. Los soportes conductores más espesos de la primera y de la última célula del apilamiento constituyen, igualmente, los terminales de conexión eléctrica exterior de la batería 1000.

[0259] En el apilamiento, las capas catódica y anódica, es decir, los electrodos positivos y negativos de las diferentes células formateadas, se encuentran alternadas. Cada célula del apilamiento se encuentra, de este modo, conectada en serie con las otras células del apilamiento por mediación de los soportes conductores 14a, 14b que forman sus colectores de corriente. La tensión en los terminales de las capas conductoras 14a, 14b de las células de extremo 1011 y 1015 es igual a la suma de la tensión de las células individuales y corresponde a la tensión de la batería 1000.

[0260] Conviene precisar que son posibles otras interconexiones de células formateadas y, en particular, conexiones en paralelo o combinaciones serie/paralelo o paralelo/serie. En este caso, se pueden prever conductores eléctricos suplementarios para enlazar los colectores de corriente de las células formateadas individuales.

[0261] El modo de realización detallado anteriormente es de tipo rodillo a rodillo ("roll-to-roll" en inglés), que implementa un procedimiento continuo por desfile. Alternativamente, es posible implementar una fabricación secuencial por fabricación de placas individuales. La manipulación de las placas se puede hacer por métodos convencionales, por ejemplo, por brazos robóticos provistos de medios de agarre. En este caso, el control del tiempo se asegura por el control de los instantes de manipulación de las placas.

[0262] La presente invención no ha de limitarse al modo de realización expuesto más arriba, susceptible de experimentar modificaciones sin, por ello, salirse del marco de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de una célula de almacenamiento de energía en forma electroquímica, que comprende las etapas de:

- formar una primera media célula (10a), que comprende las etapas a1), a2), a3) siguientes:

a1) proporcionar (214a) un primer soporte (14a) conductor eléctrico;
 a2) depositar (220a), sobre una cara del primer soporte conductor eléctrico (14a), una capa catódica (16a) en un estado pastoso, que comprende una materia activa catódica, cargas conductoras eléctricas carbonosas, una primera mezcla de electrolito líquido conductor de iones, una primera mezcla de monómero o polímero y un primer iniciador de polimerización o de reticulación de la primera mezcla de monómero o polímero; y
 a3) exponer (224a) la capa catódica en un estado pastoso por medio de una primera radiación adaptada al primer iniciador de polimerización o de reticulación de la primera mezcla de monómero, para iniciar una solidificación de la capa catódica (16a);

- formar una segunda media célula (10b), que comprende las etapas b1), b2), b3) siguientes:

b1) proporcionar (214b) un segundo soporte (14b) conductor eléctrico;
 b2) depositar (220b), sobre una cara del segundo soporte conductor eléctrico (14b), una capa anódica (16b) en un estado pastoso, que comprende una materia activa anódica, cargas conductoras eléctricas carbonosas, una segunda mezcla de electrolito líquido conductor de iones, una segunda mezcla de monómero o polímero y un segundo iniciador de polimerización o de reticulación de la segunda mezcla de monómero o polímero; y
 b3) exponer (224b) la capa anódica en un estado pastoso por medio de una segunda radiación adaptada al segundo iniciador de polimerización o de reticulación de la segunda mezcla de monómero, para iniciar una solidificación de la capa anódica (16b);

- implementar al menos una de las etapas a4), b4 y c4) siguientes:

a4) depositar (230a) y exponer (234a), sobre la capa catódica expuesta antes de completar la solidificación de la capa catódica expuesta, una primera capa de separación (18a) formada por una primera mezcla de separación en un estado líquido, que comprende una primera mezcla de electrolito líquido de separación conductor de iones, una primera mezcla de monómero o de polímero de separación y un primer iniciador de polimerización o de reticulación de la primera mezcla de monómero o polímero de separación; y
 c4) depositar (230c) y exponer (234c), sobre una película de malla aislante eléctrica (20), una tercera capa de separación (18c) formada por una tercera mezcla de separación en un estado líquido, que comprende una tercera mezcla de electrolito líquido de separación conductor de iones, una tercera mezcla de monómero o polímero de separación y un tercer iniciador de polimerización o de reticulación de la tercera mezcla de monómero o polímero de separación;
 b4) depositar (230b) y exponer (234b), sobre la capa anódica expuesta antes de completar la solidificación de la capa anódica expuesta, una segunda capa de separación (18b) formada por una segunda mezcla de separación en un estado líquido, que comprende una segunda mezcla de electrolito líquido de separación conductor de iones, una segunda mezcla de monómero o polímero de separación y un segundo iniciador de polimerización o de reticulación de la segunda mezcla de monómero o polímero de separación; y
 implementándose las exposiciones de las etapas a4), b4) y c4) por medio de terceras radiaciones, adaptadas para los iniciadores de polimerización o de reticulación de las respectivas mezclas de monómero o polímero de separación y adaptadas para iniciar una solidificación de las primera, segunda y tercera capas de separación;

- ensamblar (242) la primera media célula (10a) y la segunda media célula (10b) interponiendo entre las dos medias células (10a, 10b), al menos una de las capas de separaciones (18a, 18b, 18c) de las etapas a4), b4) y c4), comprendiendo el ensamblaje una de las etapas d1), d2), d3) y d4) siguientes:

d1) poner en contacto directo la primera capa de separación expuesta (18a) con la segunda capa de separación expuesta (18b);
 d2) poner en contacto directo la primera capa de separación expuesta (18a) con la capa anódica expuesta (16b);
 d3) poner en contacto directo la segunda capa de separación expuesta (18b) con la capa catódica expuesta (16a); y
 d4) encerrar la tercera capa de separación expuesta (18c) entre la capa catódica expuesta (16a) y la capa anódica expuesta (16b), en cuyas etapas d1), d2), d3) y d4), las respectivas solidificaciones de las capas puestas en contacto no se completan.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende:

- una calibración (226a, 226b) del espesor de la capa catódica (16a), respectivamente de la capa anódica (16b),

antes de la deposición (230a) de la primera capa de separación (18a), respectivamente antes de la deposición (230b) de la segunda capa de separación (18b) y/o

- una calibración (236a, 236b) del espesor de la primera capa de separación (18a), respectivamente de la segunda capa de separación (18b) antes del ensamblaje (242) de las medias células (10a, 10b).

3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer soporte (14a) y el segundo soporte (14b) son respectivamente una primera tira de soporte y una segunda tira de soporte y en el que: la provisión (214a) del primer soporte (14a) y la provisión (214b) del segundo soporte (14b) incluyen respectivamente el desenrollado de la primera tira de soporte y el desenrollado de la segunda tira de soporte respectivamente de un primer rodillo desenrollador (112a) y de un segundo rodillo desenrollador (112b).

4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas de:

- aplicar una película eléctricamente aislante (30) sobre el primer soporte o el segundo soporte después de ensamblaje de la primera media célula (10a) y la segunda media célula (10b); y
- enrollar, alrededor de un rodillo enrollador (150), la primera media célula (10a) y la segunda media célula (10b) ensambladas y la película eléctricamente aislante (30) aplicada sobre el primer soporte o el segundo soporte.

5. Procedimiento según la reivindicación 3 o 4, en el que la deposición (220a) de la capa catódica y la deposición (220b) de la capa anódica tienen lugar en continuo por desfile de la primera tira y de la segunda tira delante respectivamente de un primer cabezal de deposición (120a) de la primera mezcla y uno de un segundo cabezal de deposición (120b) de la segunda mezcla.

6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que: la deposición (230a) de la primera capa de separación (18a) y la deposición (230b) de la segunda capa de separación (18b) tienen lugar en continuo por el desfile de la primera tira y de la segunda tira respectivamente delante de un tercer cabezal (130a) de deposición de electrolito y delante de un cuarto cabezal (130b) de deposición de electrolito.

7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en el que: la exposición (224a) de la capa catódica (16a) y la exposición (224b) de la capa anódica (16b) tienen lugar por desfile respectivamente de la primera tira y de la segunda tira respectivamente delante de al menos una primera fuente de radiación (124a) y al menos una segunda fuente de radiación (124b).

8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, en el que la exposición (234a) de la primera capa de separación (18a) y la exposición (234b) de la segunda capa de separación (18b) tienen lugar por desfile respectivamente de la primera tira y de la segunda tira delante de una tercera fuente de radiación (134a) y una cuarta fuente de radiación (134b).

9. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que el primer soporte y el segundo soporte son respectivamente una primera tira de soporte y una segunda tira de soporte y en el que: la calibración (226a) del espesor de la capa catódica (16a), respectivamente de la capa anódica (16b), tiene lugar por paso de la primera tira de soporte, provista de la capa catódica, respectivamente de la segunda tira de soporte provista de la capa anódica a través de un primer par de rodillos calibradores (126a) y un segundo par de rodillos calibradores (126b).

10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 2 y 9, en el que la calibración (236a) del espesor de la primera capa de separación (18a), respectivamente la calibración (236b) de la segunda capa de separación (18b) tiene lugar por paso de la primera media célula (10a), respectivamente de la segunda media célula (10b) a través de un tercer par de rodillos calibradores (136a) y un cuarto par de rodillos calibradores (136b).

11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la implementación de las etapas a4) y b4) y que comprende la colocación de una película separadora de malla aislante eléctrica (20) entre las capas de separación (18a, 18b) durante el ensamblaje de la primera media célula (10a) y de la segunda media célula (10b).

12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, posteriormente al ensamblaje de las medias células, una operación de formateo (250) de la célula que comprende un recorte de la célula de batería en células formateadas (1010, 1011, 1012, 1013, 1014, 1105).

13. Procedimiento según la reivindicación 12, que comprende la colocación de un revestimiento (1024) de material aislante eléctrico de protección sobre al menos un canto periférico de la célula de batería formateada (1010).

14. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera mezcla de electrolito líquido de la capa catódica (16a), la segunda mezcla de electrolito líquido de la capa anódica (16b), la primera mezcla de electrolito líquido de la primera capa de separación (18a), la segunda mezcla de electrolito líquido de la segunda capa de separación (18b) y la tercera mezcla de electrolito líquido de la tercera capa de separación (18c) son idénticas.

15. Procedimiento de fabricación de una batería, que comprende la fabricación de una pluralidad de células de batería (1011, 1012, 1013, 1014, 1015) de conformidad con el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12 y la formación de un apilamiento (1000) de células de batería, comprendiendo la formación del apilamiento la puesta en contacto de una cara libre conductora del primer soporte (14a) de una célula de batería formateada (1011) con una cara libre conductora del segundo soporte (14b) de una célula de batería formateada siguiente (1012) del apilamiento (1000).

16. Equipo para la fabricación de una célula de batería según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que comprende:

- una primera línea de fabricación (110a) para la fabricación de una primera media célula (10a);
- una segunda línea de fabricación (110b) para la fabricación de una segunda media célula (10b);
- un par de rodillos de ensamblaje (142) para el ensamblaje de una primera media célula (10a) formada sobre la primera línea de fabricación (110a) y de una segunda media célula (10b) formada sobre la segunda línea de fabricación (110b);
- un rodillo enrollador (150) de célula de batería dispuesto aguas abajo del par de rodillos de ensamblaje (142); en el que al menos una de la primera línea de fabricación (110a) y de la segunda línea de fabricación (110b) comprende:

- un rodillo desenrollador (112a, 112b) para un desenrollado de una tira de soporte (14a, 14b); y, en orden entre el rodillo desenrollador y el par de rodillos de ensamblaje (142);
- un primer módulo de impregnación (320a, 320b) para una formación de una capa catódica, respectivamente de una capa anódica;
- un primer módulo de laminación (326a, 326b);
- un segundo módulo de impregnación (330a, 330b) para una formación de una capa de separación (18a, 18b); y
- un segundo módulo de laminación (336a, 336b),

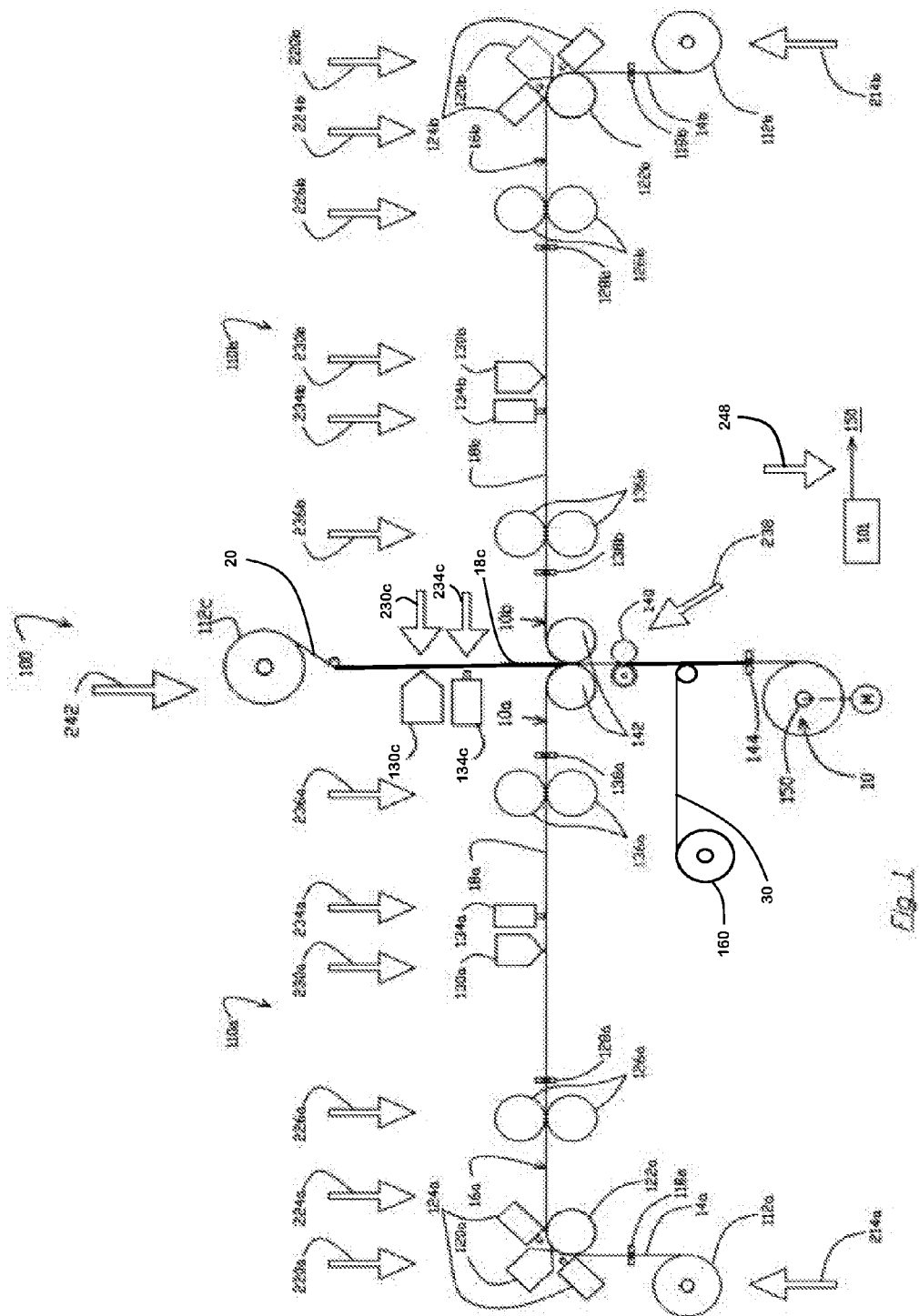
en el que el primer y el segundo módulo de laminación comprenden respectivamente un par de rodillos calibradores (126a, 126b, 136a, 136b) y un sensor de espesor (128a, 128b, 138a, 138b) asociados respectivamente al par de rodillos calibradores y en el que el primer módulo de impregnación y el segundo módulo de impregnación comprenden respectivamente un cabezal de deposición (120a, 120b, 130a, 130b) y al menos una fuente de radiación (124a, 124b, 134a, 134b) asociada al cabezal de deposición.

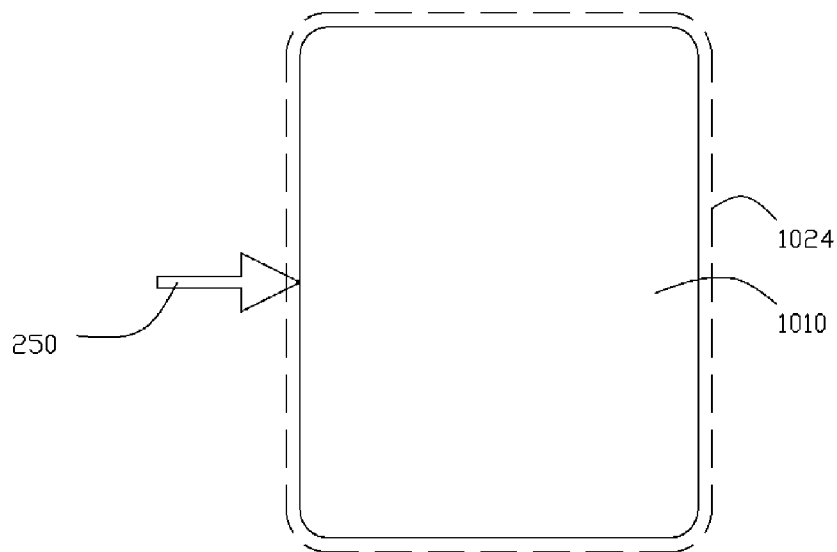
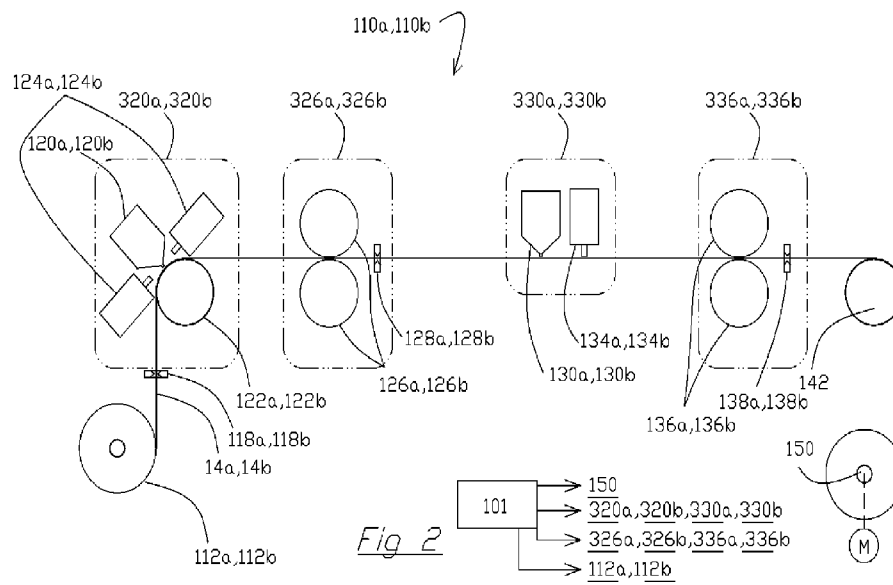
17. Equipo según la reivindicación 16, en el que el rodillo enrollador (150) es un rodillo motor.

18. Equipo según la reivindicación 16, en el que el rodillo desenrollador (112a, 112b) es un rodillo frenado.

19. Equipo según la reivindicación 16, en el que el cabezal de deposición (120a) del primer módulo de impregnación (320a) es un cabezal de deposición (120a) de capa catódica, el cabezal de deposición (120b) del segundo módulo de impregnación (320b) es un cabezal de deposición de capa anódica y al menos una fuente de radiación (124a) está asociada al cabezal de deposición (120a) de capa catódica y al menos una fuente de radiación (124b) está asociada al cabezal de deposición (120b) de capa anódica.

20. Equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19, que comprende una unidad de pilotaje (101) de al menos uno de entre el rodillo enrollador (150), el primer módulo de impregnación (320a, 320b), el segundo módulo de impregnación (330a, 330b), el primer módulo de laminación (326a, 326b) y el segundo módulo de laminación (336a, 336b).





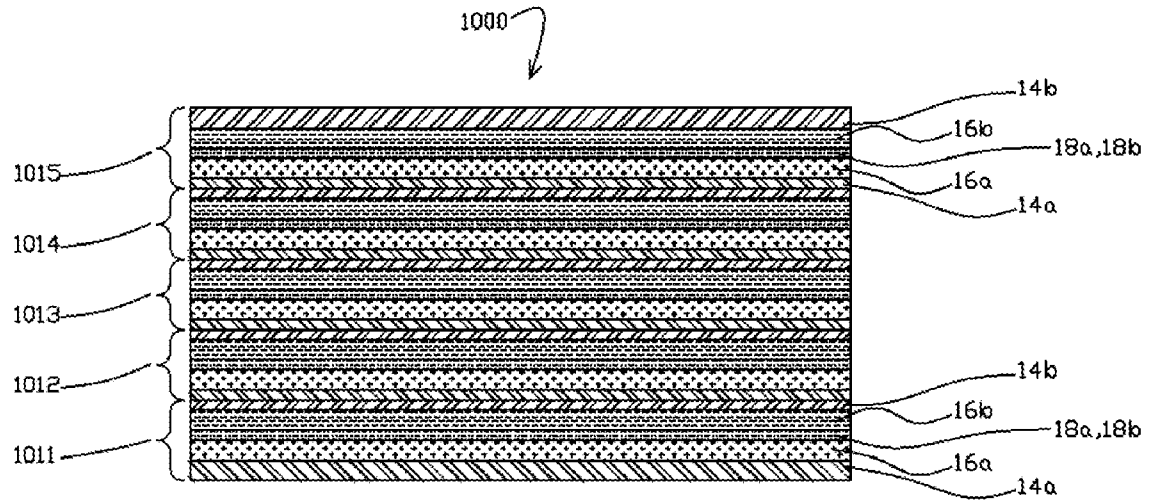


Fig 4