

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 451 370**

51 Int. Cl.:

**H01M 10/058** (2010.01)

**H01M 4/04** (2006.01)

**H01M 10/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2011 E 11354044 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2014 EP 2432065**

54 Título: **Procedimiento de estructuración de una capa polimérica y procedimiento de encapsulación de una microbatería**

30 Prioridad:

**20.09.2010 FR 1003726**

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

**26.03.2014**

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET  
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)  
25, Rue Leblanc, Bâtiment Le Ponant D  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**BEDJAOU, MESSAOUD y  
POULET, SYLVAIN**

74 Agente/Representante:

**POLO FLORES, Carlos**

**ES 2 451 370 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 de estructuración de una capa polimérica y procedimiento de encapsulación de una microbatería

5 **Campo técnico de la invención**

La invención se refiere a un procedimiento de estructuración de una capa de polímero sobre un soporte y, más particularmente, a un procedimiento de encapsulación de una microbatería con ayuda de una capa de polímero y de una capa barrera.

10

**Estado de la técnica**

Las microbaterías de litio están, generalmente, constituidas por dos electrodos (positivo y negativo) separados por un electrolito. Éstas comprenden además colectores de corriente metálicos, de platino o tungsteno. El electrodo positivo está formado en un material que tiene una buena conductividad iónica, por ejemplo oxisulfuro de titanio (TiOS). El electrolito es un aislante eléctrico que tiene una fuerte conductividad iónica tal como oxinitruro de litio y de fósforo (LiPON). El electrodo negativo está constituido por litio metálico o por un material liado.

15

Puesto que los materiales que contienen litio son muy sensibles al aire, y en particular al oxígeno y la humedad, estos deben estar recubiertos por una barrera de protección inerte y hermética. El control de la encapsulación es un factor primordial que condiciona la eficacia de las microbaterías a lo largo del tiempo.

20

Una solución de encapsulación consiste en depositar capas finas sobre la microbatería. El dispositivo de encapsulación comprende entonces una primera capa de material polimérico dispuesta sobre la microbatería y una segunda capa de material cerámico o metálico que recubre la primera capa. La capa de material polimérico pretende, por una parte, limitar los defectos vinculados a la rugosidad del sustrato, y por otra parte, permitir la acomodación de las deformaciones de la microbatería durante su utilización. La capa de material cerámico o metálico constituye una barrera de protección contra el oxígeno y la humedad.

25

La capa polimérica se deposita generalmente por centrifugado («*spin-coating*» en inglés) sobre la totalidad del sustrato mientras que la capa barrera se forma mediante un depósito físico en fase de vapor (PVD) o un depósito químico en fase de vapor asistido por plasma (PACVD).

30

Para estructurar el dispositivo de encapsulación, principalmente se emplean dos técnicas. La primera utiliza una máscara mecánica para definir los motivos. Sin embargo, efectos de sombreado y de alineamiento erróneo de las máscaras aparecen y causan una imprecisión en la posición o las dimensiones del motivo que se desea realizar. Estos efectos de sombreado y de alineamiento erróneo se vuelven preponderantes para microbaterías de dimensiones reducidas. Se tiende, entonces, a abandonar las máscaras mecánicas en beneficio de la segunda técnica, la fotolitografía.

35

La figura 1 representa, de manera esquemática, una operación de fotolitografía para delimitar un dispositivo de encapsulación de una microbatería 2 dispuesto sobre un soporte 4. El dispositivo de encapsulación comprende una capa polimérica 6 y una capa barrera 8 depositadas previamente sobre el conjunto de la microbatería 2 y del soporte 4. Una máscara de grabado 10 de resina se forma sobre el dispositivo de encapsulación y, a continuación, las capas 6 y 8 se graban a través de la máscara 10. Esta operación de fotolitografía permite además establecer las conexiones eléctricas de la microbatería, liberando en parte los colectores de corriente 12 situados en los extremos de la microbatería 2.

40

Esta técnica de estructuración no garantiza una protección lateral de la microbatería. En efecto, la capa barrera 8 no recubre la capa polimérica 6 sobre los flancos de la microbatería (flancos de grabado), como puede verse en la figura 1. Teniendo en cuenta el escaso nivel de protección de la capa polimérica, existe el riesgo de que el oxígeno y el agua se difundan a través de la capa 6 y degraden la microbatería 2.

50

Aunque la degradación de la microbatería tiene lugar principalmente a nivel de la cara superior para componentes de grandes dimensiones, la protección lateral de la microbatería se vuelve primordial para componentes de tamaño reducido. De este modo, en un esfuerzo de miniaturización, es necesario recubrir la totalidad de la microbatería con la capa barrera para aumentar su vida útil.

55

La fotolitografía emplea una solución química de desarrollo para grabar las capas de encapsulación 6, 8 y una solución de limpieza para suprimir la máscara de grabado 10. Existe el riesgo, también, de que estas soluciones penetren en la microbatería 2 y la deterioren. Existe, además, un efecto de sobregabado de las capas 6 y 8, que disminuye adicionalmente la protección lateral del componente. Finalmente, la fotolitografía se compone de un gran número de etapas que alargan de forma significativa los procedimientos de fabricación de microbaterías.

60

Puesto que las capas de material polimérico se depositan con facilidad sobre el conjunto de un sustrato, generalmente mediante depósito por centrifugado, se desea disponer de un procedimiento tan sencillo para estructurar estas capas, particularmente en el caso de una capa que encapsula una microbatería.

## 5 Resumen de la invención

De este modo, existe una necesidad de prever un procedimiento sencillo y rápido para estructurar una capa de material polimérico sobre un soporte.

10 Se tiende a satisfacer esta necesidad depositando una capa de material inhibidor de polimerización a base de litio sobre una primera zona del soporte, depositando un material polimerizable por vía catiónica sobre la capa de material inhibidor de polimerización y sobre una segunda zona del soporte, sometiendo al material polimerizable a un tratamiento de polimerización, que da como resultado una capa de material sacrificial no solidificado en la primera zona y la capa de material polimérico en la segunda zona, y eliminando la capa de material sacrificial.

15 También se prevé un procedimiento rápido y fácil de realizar para encapsular una microbatería de litio dispuesta sobre un soporte, que permite garantizar una protección lateral de la microbatería.

20 El procedimiento de encapsulación comprende el depósito de una capa de material inhibidor de polimerización a base de litio sobre el soporte en la periferia de la microbatería, el depósito de un material polimerizable por vía catiónica sobre el conjunto de la microbatería y sobre la capa de material inhibidor, un tratamiento de polimerización aplicado al material polimerizable, que da como resultado una capa de material sacrificial no solidificado en la periferia de la microbatería y una capa de material polimérico que recubre la microbatería, el depósito de una capa que forma una barrera de protección sobre la capa de material polimérico y que recubre el conjunto de la microbatería, y la eliminación de la capa de material sacrificial y de la capa de material inhibidor de polimerización.

## Breve descripción de los dibujos

30 Otras ventajas y características quedarán más claras a partir de la siguiente descripción de modos de realización particulares que se dan a modo de ejemplos no limitantes y se ilustran con ayuda de los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 representa una estructuración de capas de encapsulación de una microbatería por fotolitografía, según la técnica anterior,
- 35 - las figuras 2 a 4 representan etapas de un modo de realización de un procedimiento de estructuración de una capa de polímero según la invención,
- las figuras 5 a 10 representan etapas de un modo de realización de un procedimiento de encapsulación de una microbatería utilizando el procedimiento de las figuras 2 a 4.

40

## Descripción de un modo de realización preferido de la invención

45 La polimerización en cadena designa la reacción química entre moléculas reactivas, generalmente monómeros o prepolímeros lineales, que se unen entre ellos de forma covalente. Esta reacción en cadena es iniciada con ayuda de cebadores, también llamados iniciadores. Los cebadores, bajo la acción del calor o de una radiación ultravioleta, liberan centros activos en los que se injertan los monómeros. Existen dos mecanismos principales de polimerización, radicalaria o catiónica, según la naturaleza de estos centros activos.

50 En una polimerización radicalaria, el centro activo es un radical, es decir una especie química que tiene uno o más electrones no apareados. El bencilo y el azobisisobutironitrilo (AIBN) son cebadores empleados habitualmente. Los monómeros afectados por este tipo de polimerización son, por ejemplo, acrilatos o metacrilatos.

55 Es bien conocido que la polimerización radicalaria es inhibida por el oxígeno del aire. Éste se fija a los radicales libres y forma radicales de peróxido, que son inactivos. Sin embargo, es posible realizar una polimerización radicalaria en presencia de oxígeno, utilizando sensibilizadores o aumentando la intensidad de la radiación.

La polimerización catiónica hace intervenir a un ión libre, o eventualmente un par de iones, como centro activo. Los cebadores son, generalmente, ácidos protónicos tales como ácido sulfúrico o ácido triflórico. Al contrario que la polimerización radicalaria, la polimerización catiónica es insensible al oxígeno.

60

Por el contrario, los invención han descubierto que la polimerización por vía catiónica es inhibida en presencia de litio. En efecto, un material que contiene litio presenta la facultad de atrapar los iones (los centros activos) vectores de la reacción de polimerización. Dicho material se denominará en lo sucesivo inhibidor de polimerización.

Se propone utilizar este fenómeno para hacer local la polimerización por vía catiónica, depositando una capa de material inhibidor previamente al depósito de un material polimerizable.

5 Las figuras 2 a 4 representan, de manera esquemática, etapas de un modo de realización de un procedimiento de estructuración de una capa de material polimérico, con ayuda de un material a base de litio.

10 La figura 2 representa el depósito de una capa 16 de material inhibidor a base de litio sobre un soporte 4 cualquiera. La capa 16 de material inhibidor es, a modo de ejemplo, depositada en dos zonas distintas 18a y 18b del soporte. El material inhibidor es, preferentemente, litio en forma metálica, oxinitruro de litio y de fósforo (LiPON), oxisulfuro de titanio litiado (LiTiOS), disulfuro de titanio litiado (LiTiS<sub>2</sub>) o pentóxido de vanadio litiado (LiV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). El litio metálico es, por ejemplo, depositado por evaporación al vacío y el LiPON puede depositarse por PVD. El grosor de la capa 16 varía, preferentemente, entre 50 nm y 3 μm.

15 Una capa 20 de material polimerizable se deposita a continuación sobre la capa 16, así como en una zona 18c del soporte 4 comprendida entre las zonas 18a y 18b. Este depósito se realiza, preferentemente, por centrifugado, sobre toda la placa, es decir sobre toda la cara superior del soporte 4. El grosor de la capa 20 varía entonces entre 1 y 5 μm según la velocidad de rotación. Pueden emplearse otros procedimientos de depósito como serigrafía, microdispersión o aspersion. El grosor de la capa 20 está comprendido generalmente también entre 1 y 5 μm.

20 Por material polimerizable, se entiende una solución que comprende monómeros (o prepolímeros) y al menos un cebador de tipo catiónico. Pueden utilizarse los monómeros a base de éteres vinílicos o los monómeros heterocíclicos (epóxidos, lactonas, éteres cíclicos, epoxisiliconas...). Dado que los monómeros epóxidos y éteres vinílicos son particularmente reactivos, serán los preferidos para obtener una polimerización rápida.

25 Ciertos productos comerciales, denominados habitualmente resinas fotopolimerizables o termoedurecibles, comprenden estos monómeros, particularmente los comercializados por la compañía Epoxy Technology con la denominación «OG» (OG146-178, UVO-114, OG115, OG114-4, OG146...) y con la denominación «Epo-Tek» (Epo-Tek-301, Epo-Tek-354, Epo-Tek-305, Epo-Tek-H705...).

30 El cebador se selecciona, preferentemente, entre ácidos protónicos (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CF<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>H...), halogenuros inorgánicos (BF<sub>3</sub>, SnCl<sub>2</sub>...), compuestos organometálicos (Al(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, complejos de tipo Salen...) y sales orgánicas (R<sub>3</sub>O<sup>+</sup>). El cebador está generalmente integrado en las resinas mencionadas anteriormente.

35 En la figura 3, el material 20 es sometido a un tratamiento de polimerización de manera que el cebador del material crea iones para iniciar la reacción en cadena. El material 20 es sometido, preferentemente, a un tratamiento térmico (caso de los termocebadores) o es expuesto a una radiación (caso de los fotocebadores). A modo de ejemplo, la capa 20 es expuesta a una radiación ultravioleta de longitud de onda comprendida entre 300 y 600 nm, durante un periodo inferior a 10 minutos, con una densidad de potencia del orden de 100 mW/cm<sup>2</sup>.

40 En las zonas 18a y 18b, los iones de la capa 20 responsables del cebado de la cadena de reticulación reaccionan en gran parte con los átomos del material 16 a base de litio y no pueden, por lo tanto, iniciar la reacción de polimerización. La capa 20 en las zonas 18a y 18b es dejada, por lo tanto, intacta o débilmente polimerizada. A la inversa, en la zona 18c desprovista de material 16, la reacción de polimerización se realiza normalmente. Entonces se obtiene un motivo 22 de material polimérico al finalizar el tratamiento.

45 En otras palabras, durante esta etapa se obtiene una capa con partes de naturalezas diferentes: una parte no o poco polimerizada situada en vertical respecto a la capa 16, y una parte polimerizada en otro lugar. La parte no polimerizada, en contacto con el material 16, es soluble en una solución de desarrollo, mientras que la parte polimerizada es insoluble en ésta.

50 La parte no polimerizada puede extenderse sobre una zona que va hasta los 5 μm de altura aproximadamente (es decir para un grosor de capa 20 de 5 μm o inferior) y hasta 1 μm lateralmente (generalmente entre 0,2 y 1 μm a cada lado de la capa 16).

55 La etapa de la figura 4 consiste en eliminar el material polimerizable que quedó intacto en las zonas 18a y 18b. Esta etapa de eliminación se realiza, preferentemente, con ayuda de agua, de un disolvente o de varios disolventes, tales como acetona o etanol. La capa 16 de material inhibidor puede ser eliminada simultáneamente, para dejar solamente el motivo deseado 22 sobre el soporte 4.

60 Este procedimiento permite por lo tanto, de manera sencilla, delimitar una capa de material polimérico. Este procedimiento es preciso, rápido y fácil de realizar, al contrario que las técnicas de la técnica anterior. Está perfectamente adaptado a la industria microelectrónica, en particular para la encapsulación de microbaterías utilizando una capa polimérica.

Las figuras 5 a 10 representan etapas de un modo de realización de un procedimiento de encapsulación de una microbatería de litio. Este modo de realización preferente comprende la formación de la microbatería. Para delimitar las diferentes capas que constituyen la microbatería, pueden utilizarse máscaras mecánicas. El procedimiento de estructuración descrito anteriormente permite delimitar el dispositivo de encapsulación dispuesto sobre la microbatería.

La figura 5 representa un sustrato de partida 4 que comprende colectores de corriente catódico 12a y anódico 12b, por ejemplo de titanio, tungsteno o de oro. Estos colectores de corriente metálicos se depositan en forma de capas finas (aproximadamente 200 nm), por PVD, por ejemplo.

A continuación se deposita un cátodo 24 sobre el colector catódico 12a, por ejemplo por evaporación al vacío o por pulverización catódica. El cátodo está formado en una capa de material de inserción del litio, tal como oxisulfuro de titanio TiOS, pentóxido de vanadio  $V_2O_5$  o disulfuro de titanio  $TiS_2$ . Su grosor es del orden de 1,5  $\mu m$ .

En la figura 6, una capa de electrolito 26, preferentemente a base de LiPON, se deposita sobre el cátodo 24 así como sobre una parte del colector anódico 12b y sobre la zona del sustrato que separa los colectores 12a y 12b. La capa 26 recubre, preferentemente, íntegramente el cátodo 24. El depósito se realiza, por ejemplo, por pulverización catódica para obtener una capa de LiPON de aproximadamente 1,5  $\mu m$  de grosor libre de defectos.

Un motivo de material inhibidor de polimerización 16 se forma en la periferia de la microbatería. El material 16 se deposita, preferentemente, sobre el sustrato 4 alrededor de la capa de electrolito 26, para formar un motivo periférico cerrado, distinto de la capa 26. El motivo 16 recubre, preferentemente, una parte de los colectores 12a y 12b, tal como se representa en la vista en corte de la figura 6. En este ejemplo de realización, el motivo 16 está, como el electrolito 26, constituido por LiPON y su depósito se realiza al mismo tiempo que el depósito de la capa 26, con ayuda de una sola máscara.

La etapa de la figura 7 corresponde a la formación de un ánodo 28 sobre la capa 26. Preferentemente, el ánodo 28 está constituido por litio metálico y se deposita por evaporación al vacío. Su grosor varía entre 1  $\mu m$  y 3  $\mu m$ . Una capa metálica 30, por ejemplo de titanio, oro, aluminio o cobre, se deposita a continuación sobre la cara superior del ánodo 28 y sobre una parte del colector 12b. La capa 30 realiza de este modo la conexión eléctrica entre el ánodo 28 y el colector anódico 12b. Esta capa metálica permite disminuir la rugosidad de la superficie de la capa de litio 28. Por otro lado, la conducción de la corriente anódica mejora con respecto a una capa de litio 28 que se extiende hasta el colector 12b.

Las figuras 8 a 10 representan etapas de realización del dispositivo de encapsulación de la microbatería. El dispositivo de encapsulación comprende una capa 6 de tipo polímero dispuesta sobre la microbatería y una capa 8 de protección, o capa barrera, dispuesta sobre la capa de polímero.

Tal como se ha descrito anteriormente, la capa de polímero limita los defectos vinculados a la rugosidad del sustrato para mejorar el efecto protector de la capa barrera. Ésta permite también absorber las deformaciones de la microbatería durante cargas y descargas. Para ello, se prefiere la utilización de un polímero aislante que tiene una flexibilidad mecánica elevada. Se desea además un polímero fácil de emplear y que permita allanar la topografía de la microbatería. También es preferible que el polímero sea estable térmicamente. En efecto, la microbatería (y su dispositivo de encapsulación) puede someterse a tratamientos térmicos a temperaturas del orden de 260°C en vista de su integración en dispositivos externos.

Los materiales a base de epóxidos responden favorablemente a estas especificidades de la tecnología de las microbaterías, particularmente los productos de la compañía Epoxy Technology mencionados anteriormente.

La figura 8 representa la etapa de formación de la capa 6 de polímero sobre la microbatería a partir de una capa 20 de material polimerizable, tal como se ha descrito en relación con la figura 3.

La capa 20 se deposita, preferentemente, sobre toda la placa mediante depósito por centrifugado. El material 20 recubre entonces el sustrato 4, los colectores 12a y 12b, el motivo 16 y la microbatería.

Sometiendo al material 20 a un tratamiento de polimerización, éste se solidifica para formar un material polimérico, salvo en la zona del motivo 16 de material inhibidor, en la periferia de la microbatería. De este modo se obtiene la capa de polímero 6 deseada, que recubre en gran parte la microbatería, rodeada de material 20 no polimerizado.

En el ejemplo de la figura 8, una zona lateral 32 de la microbatería no está recubierta por la capa 6, ya que el material 20 está en contacto directo con la capa 26 de electrolito en esta zona. En efecto, la capa 26 de LiPON impide la polimerización del material 20 de la misma manera que el motivo 16. Sin embargo, esta zona 32 no recubierta por el polímero 6 no tiene incidencia sobre la protección de la microbatería. La estanqueidad de la

microbatería frente a las especies químicas está garantizada por una capa barrera 8, formada posteriormente, que recubre el conjunto de la microbatería.

5 La figura 9 representa el depósito de la capa barrera 8 sobre la capa 6 de polímero y sobre las zonas de la microbatería no recubiertas por el polímero.

10 El material de la capa 8 se selecciona, preferentemente, entre óxido de silicio, nitruro de silicio, oxinitruro de silicio y alúmina. La capa barrera 8 se deposita, preferentemente, de manera conforme por PVD, CVD o ALD («*Atomic Layer Deposition*» en inglés). Su grosor está comprendido entre 50 nm y 300 nm.

15 Durante esta etapa, el material 8 se deposita a lo largo de un perfil, también denominado trama, definido por las capas de materiales en fase sólida. En el ejemplo de la figura 9, esta trama está compuesta por la capa 6 de polímero y por la capa 26 de electrolito en la zona 32. El material 20 no polimerizado no forma parte de la trama.

20 En otras palabras, el material de la capa 8 se deposita sobre la cara superior de la capa 6 y se inserta a nivel de los flancos de la microbatería entre la capa 6 sólida y el material 20 que permaneció en estado líquido o bien entre la capa 26 y el material 20.

25 De este modo, delimitando previamente la capa 6 de polímero con ayuda de un material inhibidor, la capa barrera 8 se deposita tanto sobre los flancos como sobre la cara superior de la microbatería. La encapsulación de la microbatería es, por lo tanto, total.

30 En la figura 10, el material que no se haya polimerizado y el material inhibidor se eliminan con ayuda de una solución de desarrollo. A modo de ejemplo, la eliminación de la capa 16 de LiPON y del material 20 restante puede realizarse con ayuda de una solución de ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ), seguido por un aclarado con agua.

35 Dado que la capa barrera 8 recubre el conjunto de la microbatería, no hay riesgo de que las soluciones de desarrollo y de aclarado se infiltren en la microbatería y la dañen. Por otro lado, se facilita la conexión eléctrica de la microbatería en la cara anterior del sustrato. En efecto, el material inhibidor que se haya depositado en parte sobre los colectores metálicos 12a y 12b, estos últimos son liberados durante el desarrollo.

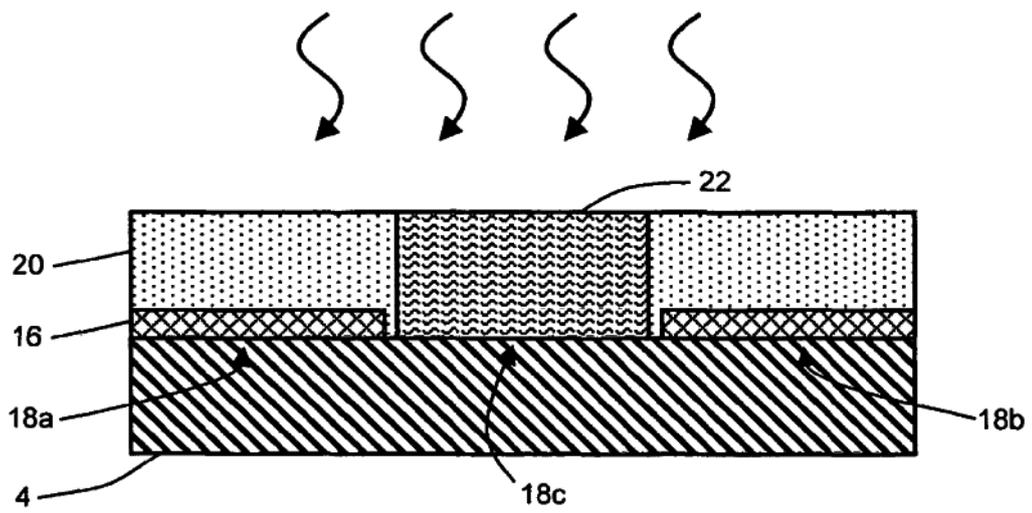
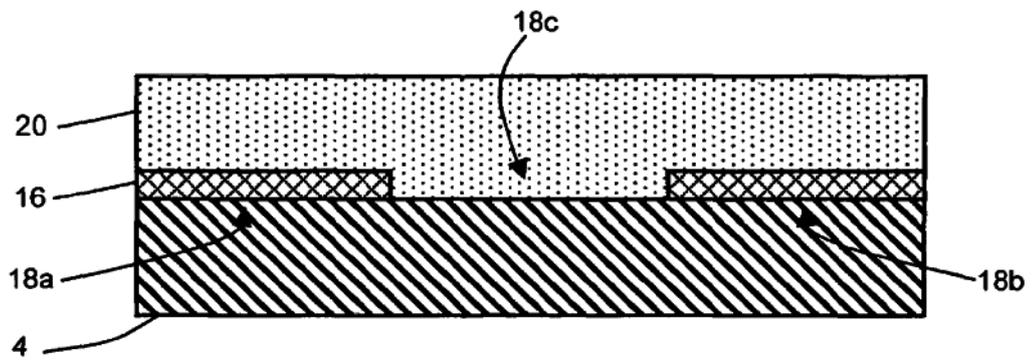
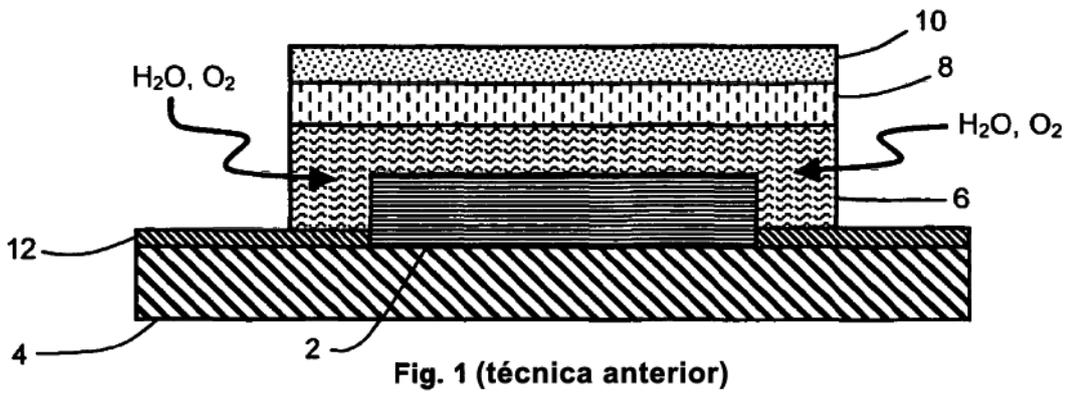
40 El procedimiento de encapsulación de microbatería, descrito en relación con las figuras 5 a 10, comprende ventajosamente el depósito del material inhibidor 16 a base de litio durante la formación de la microbatería. En efecto, el material 16 y el electrolito 26 están, ambos dos, constituidos por LiPON y se depositan simultáneamente. Sin embargo, también es posible realizar el depósito del material inhibidor al mismo tiempo que el depósito del ánodo, con litio metálico, o que el depósito del cátodo con LiTiOS, LiTiS<sub>2</sub> y LiV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

45 En una variante de realización, el depósito del material inhibidor se realiza después de formar la microbatería sobre el sustrato. Este depósito constituye entonces una etapa suplementaria con respecto al modo de realización preferente descrito anteriormente. Esta variante de realización se utiliza, por ejemplo, cuando el electrolito es un material diferente de LiPON o cuando el ánodo está en un material diferente de litio metálico o cuando el cátodo es de un material diferente de LiTiOS, LiTiS<sub>2</sub> y LiV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

El procedimiento de encapsulación es rápido y fácil de realizar. En efecto, comprende un número de etapas restringido con respecto a una operación de fotolitografía clásica y estas etapas son compatibles con las tecnologías de la microelectrónica.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de estructuración de una capa de material polimérico (6, 22) sobre un soporte (4) que comprende las siguientes etapas:
- 5
- depositar una capa de material inhibidor (16) de polimerización a base de litio sobre una primera zona (18a, 18b) del soporte,
  - depositar un material polimerizable (20) por vía catiónica sobre la capa de material inhibidor de polimerización (16) y sobre una segunda zona (18c) del soporte,
- 10
- someter al material polimerizable a un tratamiento de polimerización, que da como resultado una capa de material sacrificial (20) no solidificado en la primera zona y dicha capa de material polimérico (6, 22) en la segunda zona, y
  - eliminar la capa de material sacrificial (20).
- 15
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el material inhibidor de polimerización (16) se selecciona entre litio metálico, oxinitruro de litio y de fósforo (LiPON), oxisulfuro de titanio litiado (LiTiOS), disulfuro de titanio litiado (LiTiS<sub>2</sub>) y pentóxido de vanadio litiado (LiV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).
- 20
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la capa de material inhibidor de polimerización (16) es eliminada al mismo tiempo que la capa de material sacrificial (20).
4. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el material polimerizable por vía catiónica (20) es polimerizado por irradiación con rayos ultravioleta o por vía térmica.
- 25
5. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el material polimerizable por vía catiónica (20) comprende monómeros de epóxido o de éter vinílico y un cebador a base de ácido protónico.
- 30
6. Procedimiento de encapsulación de una microbatería (2) de litio dispuesta sobre un soporte (4), que comprende las siguientes etapas:
- depositar una capa de material inhibidor de polimerización (16) a base de litio sobre el soporte en la periferia de la microbatería,
  - depositar un material polimerizable por vía catiónica (20) sobre el conjunto de la microbatería (2) y sobre la capa de material inhibidor (16),
- 35
- someter al material polimerizable a un tratamiento de polimerización, que da como resultado una capa de material sacrificial (20) no solidificado en la periferia de la microbatería y una capa de material polimérico (6) que recubre la microbatería (2),
  - depositar una capa (8) que forma una barrera de protección sobre la capa de polímero (6) y que recubre el conjunto de la microbatería (2),
- 40
- eliminar la capa de material sacrificial (16) y la capa de material inhibidor de polimerización (20).
- 45
7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el material inhibidor de polimerización (16) se selecciona entre litio metálico, oxinitruro de litio y de fósforo (LiPON), oxisulfuro de titanio litiado (LiTiOS), disulfuro de titanio litiado (LiTiS<sub>2</sub>) y pentóxido de vanadio litiado (LiV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).
- 50
8. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el procedimiento comprende la formación de la microbatería (2) sobre el soporte (4).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado porque**, dado que la microbatería (2) comprende un electrodo (24, 28) de litio metálico, de oxisulfuro de titanio litiado (LiTiOS), de disulfuro de titanio litiado (LiTiS<sub>2</sub>) o de pentóxido de vanadio litiado (LiV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), el depósito de la capa de material inhibidor (16) y el depósito del electrodo se realizan durante una misma etapa.
- 55
10. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado porque**, dado que la microbatería (2) comprende un electrolito (26) de oxinitruro de litio y de fósforo (LiPON), el depósito de la capa de material inhibidor (16) y el depósito del electrolito se realizan durante una misma etapa.



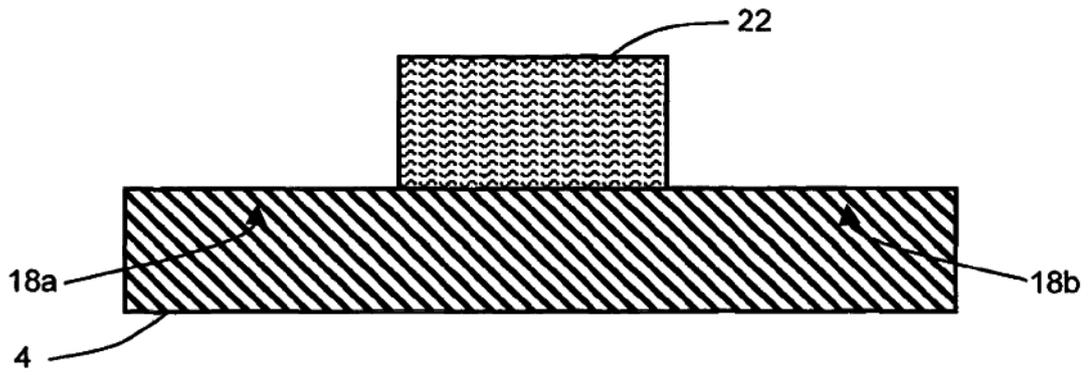


Fig. 4

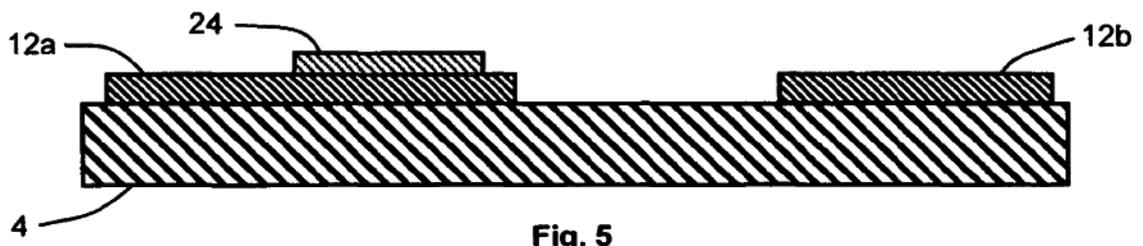


Fig. 5

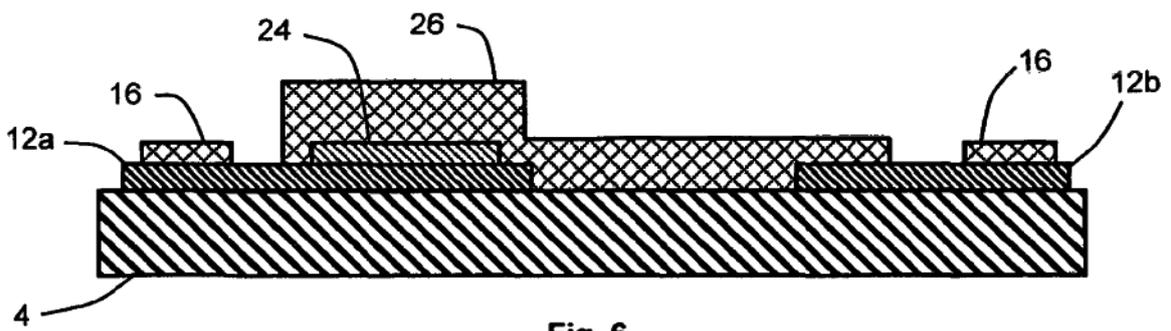


Fig. 6

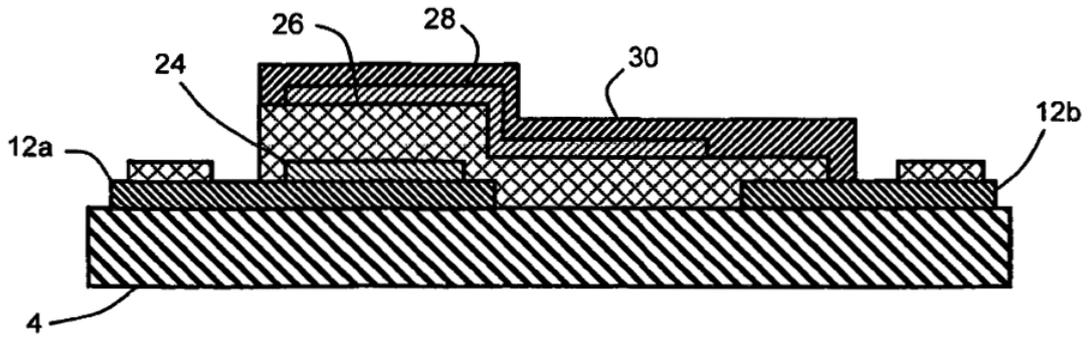


Fig. 7

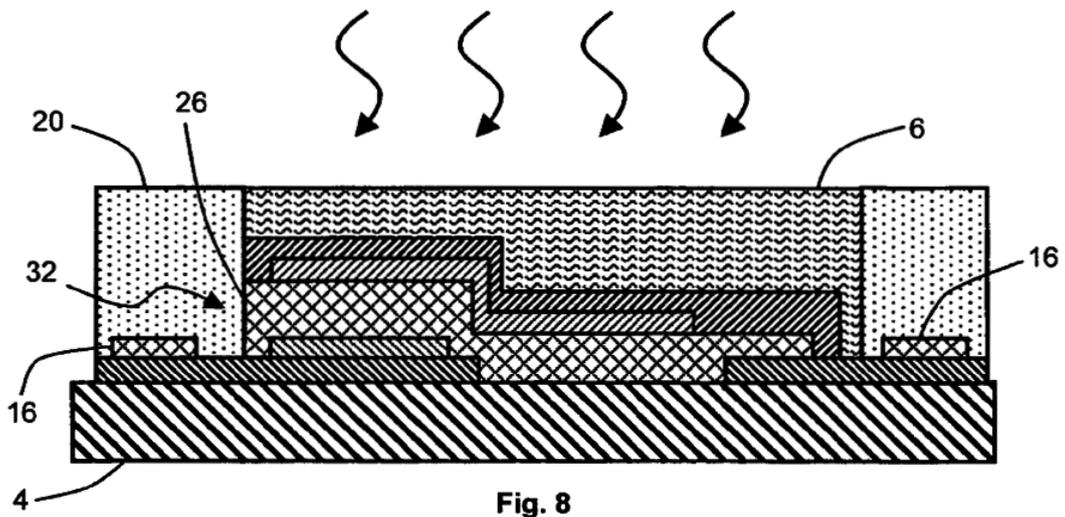


Fig. 8

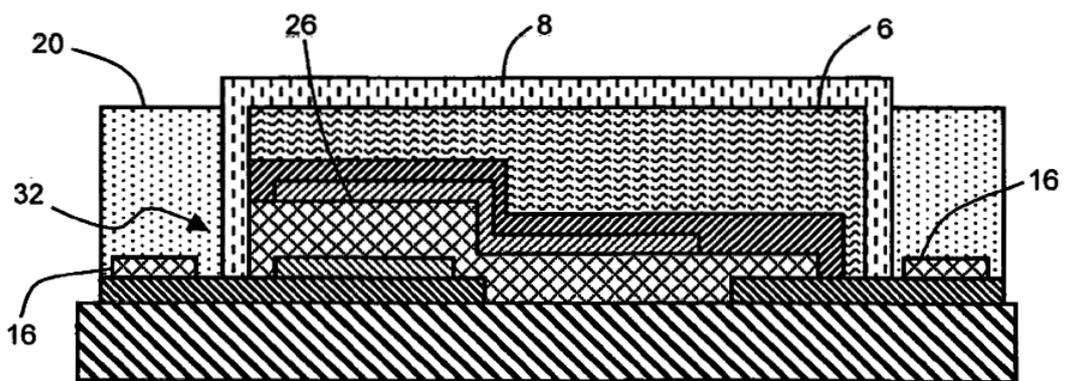


Fig. 9

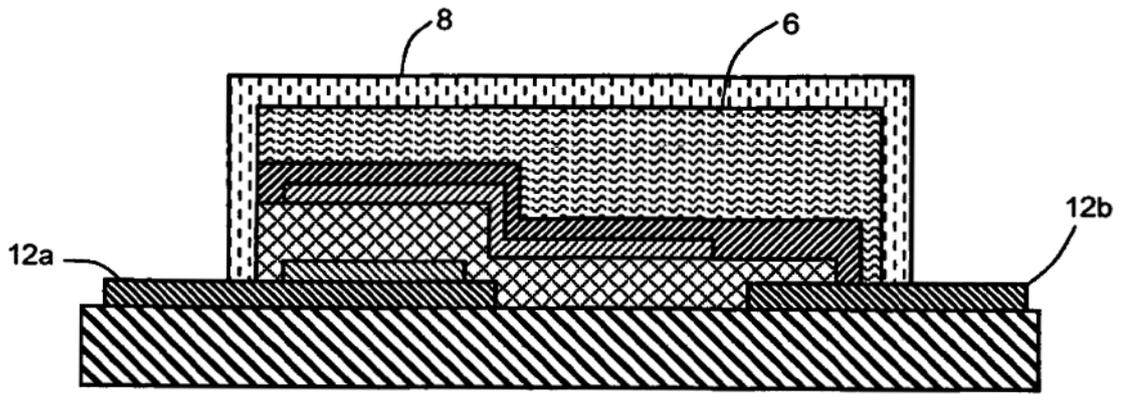


Fig. 10