



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 290 780**

51 Int. Cl.:

H01M 10/04 (2006.01)

H01M 10/36 (2006.01)

H01M 10/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04805392 .0**

86 Fecha de presentación : **04.11.2004**

87 Número de publicación de la solicitud: **1683217**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **26.07.2006**

54

Título: **Procedimiento de fabricación de una microbatería de litio.**

30

Prioridad: **14.11.2003 FR 03 13325**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.02.2008

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.02.2008

73

Titular/es:
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
31-33, rue de la Fédération
75752 Paris Cédex 15, FR

72

Inventor/es: **Gaillard, Frédéric;**
Plissonnier, Marc;
Salot, Raphael y
Roche, Stéphanie

74

Agente: **Polo Flores, Carlos**

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 fabricación de una microbatería de litio.

5 **Ámbito técnico de la invención**

La invención se refiere a un procedimiento de fabricación de una microbatería de litio que comporta sucesivamente la formación, sobre un sustrato, de un primer y un segundo colectores de corriente, de un cátodo, de un electrolito que comporta un componente litiado y de un ánodo que comporta litio.

10 **Estado de la técnica**

Actualmente, la mayoría de las microbaterías de litio se realiza mediante el depósito de finas capas a través de las máscaras destinadas a definir la forma definitiva de los distintos elementos constitutivos de la microbatería. Así, en una microbatería, los colectores de corriente, el cátodo y el electrolito se realizan por lo general mediante un depósito físico en fase vapor (PVD o "Physical Vapor Deposition"), sobre un sustrato. Los colectores de corriente son, por ejemplo, de platino, mientras que el cátodo puede ser de disulfuro de titanio (TiS_2), de oxisulfuro de titanio (TiO_xS_y), de óxido de vanadio (V_xO_y). El electrolito comporta un compuesto litiado como un oxinitruro de fósforo y de litio (LiPON) y un depósito de litio metálico por evaporación a través de una máscara permite definir el ánodo.

Esta técnica de enmascarado se adapta muy bien a dimensiones centimétricas y mayores. Sin embargo, la técnica de enmascarado conlleva una contaminación particular y la máscara utilizada puede rayar la capa sobre la que se deposita, corriendo así el riesgo de dañar en gran medida la microbatería. Por último, cuando el tamaño de los componentes de una microbatería es reducido, la máscara puede resultar muy dañina, sobre todo debido a los efectos de bordes que pueden producirse. Además, las microbaterías actuales se desarrollan para ser incorporadas en microcomponentes que utilizan todo tipo de tecnologías microelectrónicas. Por lo tanto, es necesario que las técnicas de realización de las microbaterías sean compatibles con las tecnologías microelectrónicas utilizadas de forma clásica.

Igualmente, con la tecnología actual de depósito a través de una máscara, la microbatería en el transcurso de su utilización no puede colocarse al aire libre ni desplazarse entre dos etapas de depósito, ya que el agua, el aire y la humedad resultan dañinas frente a los componentes litiados o al litio comprendido en la microbatería. Así, la puesta en práctica del procedimiento de fabricación aún resulta difícil de industrializar, muy costosa y no es compatible con las tecnologías puestas en práctica en el ámbito de la microelectrónica.

Una vez fabricada la microbatería de litio, estando expuesto el ánodo de compuesto litiado, también es conocido el depósito de una envoltura de protección sobre la totalidad de la microbatería para proteger el ánodo del entorno exterior. La envoltura de protección está, por ejemplo, formada por capas metálicas y por una capa de parileno®. Así, en el transcurso de su realización y hasta la etapa final de encapsulado, la microbatería permanece en una atmósfera neutra, por ejemplo en argón.

Para remediar el problema de la sensibilidad del ánodo al aire, el documento WO-A1-0060689 describe un modo de fabricación de una batería de litio en el que el ánodo de litio metálico está formado por un chapado electroquímico entre el colector de corriente anódica y una capa de recubrimiento, durante la carga inicial de la batería. Así, antes de su carga inicial, la batería no comporta ningún material anódico y puede sufrir un tratamiento térmico a una temperatura de 250°C, al aire durante 10 minutos, sin que la capacidad de carga y de descarga se degrade.

Objeto de la invención

El objetivo de la invención es la fabricación de una microbatería de litio fácil de poner en práctica, poco costosa y compatible con las tecnologías puestas en práctica en el ámbito de la microelectrónica, principalmente para incorporar una microbatería de ese tipo en un microcomponente como un circuito integrado.

Según la invención, ese objetivo se alcanza mediante el hecho de que la etapa de formación del electrolito comporta al menos las operaciones siguientes:

- depósito de una capa fina electrolítica sobre el sustrato provisto de los colectores de corriente y del cátodo,
- depósito, sobre la capa fina electrolítica, de una primera capa fina de protección químicamente inerte con respecto al litio, y después de una primera capa fina de enmascarado,
- realización de una máscara por fotolitografía sobre la primera capa fina de enmascarado,
- grabado selectivo de la primera capa fina de enmascarado y después retirada de la máscara,
- grabado selectivo de la primera capa fina de protección y de la capa fina electrolítica de manera que se forme el electrolito en la capa fina electrolítica, y retirada de las primeras capas finas de protección y de enmascarado.

Según un desarrollo de la invención, la primera capa fina de protección está constituida por un primer material escogido entre un carburo de silicio amorfo hidrogenado, un oxicarburo de silicio amorfo hidrogenado, un carbonitruro de silicio amorfo hidrogenado, carbono amorfo fluorado e hidrogenado y un nitruro de carbono amorfo e hidrogenado.

Según otro desarrollo de la invención, la primera capa fina de enmascarado está constituida por un segundo material distinto del primer material y escogido entre un carburo de silicio amorfo hidrogenado, un oxicarburo de silicio amorfo hidrogenado, un carbonitruro de silicio amorfo hidrogenado, un nitruro de silicio y un óxido de silicio.

Según un modo de realización preferente, la formación del ánodo comporta al menos las etapas siguientes:

- depósito de una capa fina anódica sobre el sustrato provisto de los colectores de corriente, del cátodo y del electrolito,
- depósito de una tercera capa fina de protección, y después de una segunda capa fina de enmascarado sobre la capa fina anódica,
- realización de una máscara por fotolitografía sobre la segunda capa fina de enmascarado,
- grabado selectivo de la segunda capa fina de enmascarado y después retirada de la máscara,
- grabado selectivo de la tercera capa fina de protección y de la capa fina anódica de manera que se forme el ánodo en la capa fina anódica y
- retirada de las capas finas de protección y de enmascarado.

Breve descripción de los dibujos

Otras ventajas y características se desprenderán con mayor claridad de la descripción siguiente de modos particulares de realización de la invención, ofrecidos a modo de ejemplos no limitativos y representados en los dibujos adjuntos, en los que:

Las fig. 1 a 5 representan, en sección, unas etapas sucesivas de fabricación de colectores de corriente y de un cátodo sobre un sustrato, según la técnica anterior.

Las fig. 6 a 9 representan, en sección, distintas etapas de formación de un electrolito según la invención.

La fig. 10 representa, en sección, una etapa de encapsulado del electrolito formado según las figuras 6 a 9.

Las fig. 11 a 14 representan, en sección, distintas etapas de formación de un ánodo según la invención.

La fig. 15 representa, en sección, una microbatería de litio fabricada según la invención.

La fig. 16 representa una vista en sección de la microbatería de litio según la figura 15, provista de una capa de protección.

La fig. 17 representa una vista en sección de la microbatería de litio según la figura 15, provista de una envoltura de protección.

Descripción de modos particulares de realización

Como se ilustra en la figura 5, las primeras etapas de fabricación de una microbatería de litio consisten en formar unos primer y segundo colectores de corriente 2a y 2b y un cátodo 3 en una cara 1a de un sustrato 1. Las primeras etapas de fabricación de la microbatería de litio pueden realizarse mediante cualquier tipo de procedimiento conocido.

Preferentemente y como se representa en las figuras 1 y 2, para formar el primer y segundo colectores de corriente 2a y 2b, una capa fina 2, por ejemplo de platino, de titanio o de oro y de un grosor de 200 nm, se deposita sobre la totalidad del sustrato 1 mediante depósito físico en fase vapor (PVD o "Physical Vapor Deposition") o por depósito químico en fase vapor (CVD o "Chemical Vapor Deposition"). El sustrato 1 puede ser, por ejemplo, una placa de silicio o una placa de silicio que contenga un circuito integrado a petición también denominado circuito ASIC ("Application Specific Integrated Circuit"). La capa fina 2 se recubre seguidamente con una capa fina de resina fotosensible que está fotolitografiada de manera que forman un primer y un segundo elementos de enmascarado 4a y 4b (figura 1). El primer y segundo elementos de enmascarado 4a y 4b determinan respectivamente la forma y la posición del primer y el segundo colectores de corriente 2a y 2b en la cara 1a del sustrato 1, mediante grabado de plasma (figura 2). El grabado de plasma se realiza, por ejemplo, con una mezcla de argón, de nitrógeno y de tetrafluoruro de carbono (CF₄).

El cátodo 3 se forma seguidamente sobre el primer colector de corriente 2a depositando, por depósito de PVD o CVD, una capa fina catódica 3a de aproximadamente 1,5 μ m sobre la totalidad de la cara del sustrato 1 provista del primer y el segundo colectores 2a y 2b (figura 3). Una capa fina de resina fotosensible se deposita seguidamente sobre

la totalidad de la capa fina catódica 3a, y después se fotolitografía para formar un tercer elemento de enmascarado 4c (figura 4). El tercer elemento de enmascarado 4c dispuesto encima del primer colector de corriente 2a determina la forma y la posición del cátodo 3, en el momento de una etapa de grabado de plasma (figura 5). El cátodo 3 que recubre totalmente el primer colector de corriente 2a está constituido por cualquier tipo de material conocido a tal efecto y, a modo de ejemplo, puede ser de disulfuro de titanio (TiS_2), de pentóxido de vanadio (V_2O_5) o de oxisulfuro de titanio, también denominado "TiOS" o TiO_xS_y .

Actualmente, los elementos constitutivos de la microbatería de litio que contienen componentes litiados muy sensibles al oxígeno, al nitrógeno y al agua, no pueden formarse con las técnicas puestas en práctica para realizar los colectores de corriente 2a y 2b y el cátodo 3 y sobre todo mediante fotolitografía y por grabado. De hecho, algunas etapas como la retirada de los elementos de enmascarado de resina y el desplazamiento del sustrato 1 entre dos etapas de realización del elemento constitutivo pueden conllevar una contaminación particular y/o un deterioro de los componentes litiados. Antes de realizar una fotolitografía y un grabado por plasma, sería posible depositar una capa fina de protección sobre la capa fina que comporte el componente litiado. Ese tipo de capa fina de protección, no obstante, no sería suficiente para impedir el deterioro de la capa fina de componente litiado, sobre todo en el momento de la retirada de los elementos de enmascarado.

Para superar ese inconveniente, la invención utiliza un doble enmascarado constituido por dos capas finas superpuestas distintas, que permiten a la vez utilizar las tecnologías de la microelectrónica, sobre todo la fotolitografía y el grabado por plasma, y evitar cualquier daño de las capas de compuesto litiado. El doble enmascarado está constituido por unos materiales inertes frente al litio y que permiten el grabado de la capa fina de compuesto litiado.

Así, como se ilustra en las figuras 6 a 9, el electrolito 5 que comporta un compuesto litiado, por ejemplo un oxinitruro de fósforo y de litio (Li-PON), está formado en la cara 1a del sustrato 1 provista del primer y el segundo colectores de corriente 2a y 2b y del cátodo 3. El electrolito 5 recubre la totalidad del ánodo 3, una parte de la cara 1a del sustrato 1 dispuesta entre el primer y el segundo colectores de corriente 2a y 2b y una parte del segundo colector de corriente 2b (figura 9). Como se representa en la figura 6, para formar el electrolito 5 y, principalmente, definir su forma y su posición, una capa fina electrolítica 5a, que comporta al menos un compuesto litiado y de un grosor del orden de $1\ \mu\text{m}$ se deposita sobre la totalidad de la cara 1a del sustrato 1 provista de los colectores de corriente 2a y 2b y del cátodo 3. El depósito de la capa fina electrolítica 5a es, por ejemplo, un depósito físico en fase vapor. Para proteger el compuesto litiado contenido en la capa fina electrolítica 5a, una primera capa fina de protección 6a constituida por un material químicamente inerte con respecto al litio y una primera capa de enmascarado 7a se depositan sucesivamente sobre la totalidad de la capa fina electrolítica 5a, formando así un apilamiento denominado doble enmascarado. El doble enmascarado se realiza, por ejemplo, por depósito químico en fase vapor asistido por plasma (PECVD o "Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition").

La primera capa de protección 6a y la primera capa de enmascarado 7a están, preferentemente, respectivamente constituidos por un primer y un segundo materiales distintos que pueden escogerse entre un carburo de silicio amorfo hidrogenado (SiC_xH_y , también escrito $\text{SiC}_x:\text{H}_y$, siendo $0 < x \leq 1$), un oxicarburo de silicio amorfo hidrogenado ($\text{SiO}_x\text{C}_y\text{H}_z$, también escrito $\text{SiO}_x\text{C}_y:\text{H}$, siendo $0 < x \leq 2$ y $0 < y \leq 1$) y un carbonitrúro de silicio amorfo hidrogenado ($\text{SiC}_x\text{N}_y\text{H}_z$, también escrito $\text{SiC}_x\text{N}_y:\text{H}$, siendo $0 < x \leq 1$ y $0 < y \leq 1,33$).

El primer material de la primera capa de protección 6a también puede escogerse entre el carbono amorfo hidrogenado (CH_x o $\text{C}:\text{H}$), el carbono amorfo fluorado e hidrogenado, también escrito CF_xH_y o $\text{CF}_x:\text{H}$ o un nitrúro de carbono amorfo fluorado e hidrogenado ($\text{CN}_x\text{F}_y\text{H}_z$, también escrito $\text{CN}_x\text{F}_y:\text{H}$). El segundo material de la primera capa de enmascarado 7a también puede escogerse entre un nitrúro de silicio (SiN) o un óxido de silicio como el SiO_2 . También podrían utilizarse el carbono amorfo hidrogenado (CH_x o $\text{C}:\text{H}$) y/o el silicio amorfo hidrogenado (SiH_x o $\text{Si}:\text{H}$) como materiales inertes frente al litio, ya que los materiales con base de litio no reaccionan con el silicio o el carbono. Sin embargo, estos dos últimos materiales no son suficientemente impermeables para asegurar por sí solos la estanquidad de la capa de material litiado.

La primera capa de protección 6a recubre por completo la capa fina electrolítica 5a de manera que se forma un encapsulado estanco de dicha capa fina electrolítica 5a mientras que la primera capa fina electrolítica de enmascarado 7a permite realizar una etapa de fotolitografía y después un grabado de la capa electrolítica 5a, sin dañarla.

Así, tal y como se representa en la figura 7, la etapa de fotolitografía consiste en depositar una capa fina de resina fotosensible sobre la totalidad de la capa fina de enmascarado 7a, y después en insolarla a través de una máscara de forma que se obtiene un cuarto elemento de enmascarado 4d de resina fotosensible, una vez eliminadas las partes insoladas (en el caso de una resina fotosensible positiva). El cuarto elemento de enmascarado 4d que recubre una parte de la primera capa de enmascarado está dispuesto encima de la totalidad del cátodo 3, por la parte de la cara 1a del sustrato comprendida entre el primer y el segundo colectores de corriente 2a y 2b y por una parte del segundo colector de corriente 2b.

Estando la primera capa de enmascarado 7a directamente en contacto con el elemento de enmascarado de resina fotosensible en el momento de la etapa de fotolitografía y con el plasma de grabado, presenta unas características de grabado distintas de las de la primera capa de protección y su grosor es, preferentemente, del orden de algunas centenas de nanómetros. La primera capa de enmascarado 7a presenta también una buena adhesión sobre la primera capa de

protección 6a y también puede desempeñar un papel de capa antirreflectora para la etapa de fotolitografía, eliminando los rayos luminosos parásitos que podrían modificar sensiblemente la forma del elemento de enmascarado.

Las primeras capas de protección 6a y de enmascarado 7a, así como la capa fina electrolítica 5a tienen un comportamiento distinto frente al grabado por plasma. Así, es posible realizar unos grabados selectivos que permitan no dañar la capa electrolítica 5a en el momento de la eliminación del cuarto elemento de enmascarado 4d de resina fotosensible. De hecho, el elemento de enmascarado se elimina por lo general por medio de un disolvente que corre el riesgo de dañar el componente litiado de la capa electrolítica si ésta no estuviera protegida por el doble enmascarado. La técnica de doble enmascarado permite así que el material litiado nunca esté en contacto con el entorno, y sobre todo gracias a la selectividad de los grabados sucesivos.

Así, como se representa en la figura 8, la primera capa de enmascarado 7a se graba, preferentemente por plasma, definiendo el cuarto elemento de enmascarado 4d la forma y la posición de la primera capa de enmascarado restante. De hecho, sólo la parte libre de la capa de enmascarado 7a, es decir, la parte no recubierta por el cuarto elemento de enmascarado 4c, se retira por grabado. Después, el cuarto elemento de enmascarado 4d se retira por cualquier tipo de medio conocido y, principalmente, por medio de un disolvente.

Tal y como se ilustra en las figuras 8 y 9, el electrolito 5 se forma, en la capa fina electrolítica 5a, por un grabado selectivo, preferentemente por plasma, de la primera capa de protección 6a y de la capa fina electrolítica 5a. Sólo las partes de la primera capa de protección y de la capa fina electrolítica no recubiertas por la primera capa de enmascarado 7a se retiran por grabado. Así, la forma y la posición del electrolito 5 se determinan por la forma y la posición de la primera capa de enmascarado 7a, una vez grabada ésta. Seguidamente se retiran las primeras capas de protección 6a y de enmascarado 7a.

Para formar el ánodo, puede ser necesario desplazar la microbatería de litio en el transcurso de la realización y por lo tanto colocarla al aire libre, lo que supondría un riesgo de dañar el electrolito 5 que comporta un componente litiado. En ese caso, una segunda capa de protección 6b se deposita sobre la totalidad de la superficie de la cara 1a del sustrato 1 provista de los colectores de corriente 2a y 2b, del cátodo 3 y del electrolito 5, de forma que se recubre totalmente y de forma estanca el electrolito 5 (figura 10). A modo de ejemplo, la segunda capa de protección 6b puede estar constituida por el mismo material que la primera capa de protección 6a y puede depositarse mediante un depósito PECVD. La segunda capa de protección 6b se retirará, una vez que la microbatería de litio se haya sustituido en un entorno neutro.

El ánodo, la mayoría de las veces constituido por litio metálico, también puede estar formado por las tecnologías utilizadas en el ámbito de la microelectrónica, utilizando también un doble enmascarado como el utilizado para formar el electrolito 5. Así, como se representa en la figura 11, la segunda capa de protección 6b se retira para liberar el electrolito 5, la cara 1a libre del sustrato 1 y la parte libre del segundo colector 2b. Una capa fina anódica 8a, preferentemente de litio metálico, se deposita seguidamente, de forma homogénea, sobre la totalidad de la cara 1a del sustrato 1 de forma que la capa fina anódica 8a recubre la superficie libre del sustrato 1, el electrolito 5 y la parte libre del segundo colector 2b (figura 12). Entonces se depositan sucesivamente una tercera capa fina de protección 6c y una segunda capa fina de enmascarado 7b sobre la totalidad de la capa fina anódica 8a de manera que se forma un doble enmascarado. La tercera capa fina de protección 6c puede estar constituida por el mismo material que la primera capa fina de protección, mientras que la segunda capa fina de enmascarado 7b puede estar constituida por el mismo material que la primera capa de enmascarado 7a.

Como en el caso de la formación del electrolito 5, se deposita una capa fina de resina fotosensible sobre la segunda capa fina de enmascarado 7b, y después se fotolitografía para obtener un quinto elemento de enmascarado 4e destinado a definir la forma y la posición de la segunda capa fina de enmascarado 7a en el momento de una operación de grabado selectivo por plasma de la segunda capa de enmascarado (figura 14). Después, la tercera capa de protección 6c y la capa fina anódica 8a se graban seguidamente de forma selectiva por plasma a través de la segunda capa de enmascarado 7b, definiendo así la forma final y la posición del ánodo 8. En la figura 8, el ánodo 8 recubre totalmente el electrolito 5 y el segundo colector 2b. La tercera capa de protección 6c y la segunda capa de enmascarado 7b se retiran seguidamente para liberar el ánodo 8 (figura 15). La tercera capa de protección 6c está, preferentemente, constituida por el mismo material que la primera capa de protección 6a, mientras que la segunda capa de enmascarado 7b está, preferentemente, constituida por el mismo material que la primera capa de enmascarado 7a.

Una vez formada la microbatería de litio, puede disponerse una cuarta capa de protección 6d sobre la totalidad del apilamiento formado por los colectores de corriente 2a y 2b, el cátodo 3, el electrolito 5 y el ánodo 8 (figura 16). La cuarta capa de protección 6d está, preferentemente, constituida por el mismo material que la primera capa de protección. Ello permite realizar un encapsulado estanco del apilamiento y, sobre todo, del ánodo, que los protege de cualquier contaminación exterior. De ese modo es posible desplazar o almacenar al aire libre la microbatería de litio sin correr el riesgo de dañarla.

En una variante de realización ilustrada en la figura 17, la cuarta capa de protección puede ser sustituida por una envoltura de protección 9 que comporte al menos una primera y una segunda capas de encapsulado 9a y 9b superpuestas y diferenciadas. La primera y segunda capas de encapsulado 9a y 9b se depositan sucesivamente sobre la totalidad del ánodo 8, por depósito químico en fase vapor asistido por plasma, a una temperatura de depósito menor o igual que 150°C. La primera capa de encapsulado 9a comporta al menos un material químicamente inerte con

respecto al litio, escogido entre un carburo de silicio amorfo hidrogenado, un oxicarburo de silicio amorfo hidrogenado, el carbono amorfo hidrogenado, el carbono amorfo fluorado y el silicio amorfo hidrogenado. La segunda capa de encapsulado 9b comporta un material escogido entre un carbonitruro de silicio amorfo hidrogenado, un nitruro de silicio amorfo hidrogenado y el carbono amorfo fluorado. También es posible depositar, antes del depósito de la segunda capa de encapsulado 9b, una capa intermedia 9c que comporte un material escogido entre un óxido de silicio dopado con fósforo, el carbono amorfo hidrogenado y el carbono amorfo fluorado, por depósito químico en fase vapor asistido por plasma, a una temperatura de depósito menor o igual que 150°C. Además, también puede depositarse una capa final 9c, de carbono amorfo hidrogenado o de carbono amorfo fluorado, sobre la segunda capa de encapsulado 9b, por depósito químico en fase vapor asistido por plasma, a una temperatura de depósito menor o igual que 150°C.

La invención no se limita a los modos de realización descritos hasta aquí. Así, la técnica de doble máscara puede emplearse para cualquier elemento constitutivo de la microbatería que comporte un componente litiado. A modo de ejemplo, si el cátodo comporta un componente litiado, éste se formará de la misma manera que el electrolito 5, utilizando una capa de protección y una capa de enmascarado destinadas a protegerlo de cualquier contaminación exterior y a permitir la realización de una etapa de fotolitografía y un grabado. Además, puede emplearse cualquier tipo de grabado conocido para formar los distintos elementos constitutivos de la microbatería de litio. Así, el grabado por plasma puede sustituirse por un grabado seco.

Así, este tipo de procedimiento de fabricación de una microbatería de litio es compatible con las tecnologías puestas en práctica en el ámbito de la microelectrónica, lo que permite sobre todo incorporar una microbatería de litio de ese tipo en un microcomponente, como un circuito integrado. Además, al contrario que en la técnica anterior, en la que los elementos constitutivos de la microbatería se forman por depósito a través de una máscara, el hecho de poder realizar los elementos constitutivos de la microbatería por grabado impide los contactos físicos entre una máscara y el elemento constitutivo. Esto reduce el riesgo de rayados sobre el elemento constitutivo, así como eventuales contaminaciones particulares, además de aportar una mayor capacidad de reproducción, mejorando así los rendimientos sobre un sustrato o de un sustrato a otro.

Por último, la posibilidad de utilizar las técnicas puestas en práctica en el ámbito de la microelectrónica permite también reducir los costes, principalmente en el caso de una microbatería de litio incorporada en un circuito integrado, al contrario que los procedimientos de fabricación según la técnica anterior, en los que la microbatería de litio debía unirse a un circuito integrado.

Referencias citadas en la descripción

Esta lista de referencias citadas por el solicitante pretende únicamente servir de ayuda al lector y no forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha puesto un gran cuidado en su concepción, no puede garantizarse la ausencia de errores y la OEP declina toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- WO0060689A1 [0006].

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de una microbatería de litio que comporta sucesivamente la formación, sobre un sustrato (1), de un primer y un segundo colectores de corriente (2a, 2b), de un cátodo (3), de un electrolito (5) que comporta un componente litiado y de un ánodo (8) que comporta litio, **caracterizado** porque la etapa de formación del electrolito (5) comporta al menos las operaciones siguientes:

- depósito de una capa fina electrolítica (5a) sobre el sustrato (1) provisto de los colectores de corriente (2a y 2b) y del cátodo (3),
- depósito, sobre la capa fina electrolítica (5a), de una primera capa fina de protección (6a) químicamente inerte con respecto al litio, y después de una primera capa fina de enmascarado (7a),
- realización de una máscara (4d) por fotolitografía sobre la primera capa fina de enmascarado (7a),
- grabado selectivo de la primera capa fina de enmascarado (7a) y después retirada de la máscara (4d),
- grabado selectivo de la primera capa fina de protección (6a) y de la capa fina electrolítica (5a) de manera que se forma el electrolito (5) en la capa fina electrolítica (5a), y retirada de las primeras capas finas de protección (6a) y de enmascarado (7a).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la primera capa fina de protección (6a) está constituida por un primer material escogido entre un carburo de silicio amorfo hidrogenado, un oxycarburo de silicio amorfo hidrogenado, un carbonitruro de silicio amorfo hidrogenado, el carbono amorfo fluorado e hidrogenado y un nitruro de carbono amorfo fluorado e hidrogenado.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque la primera capa de enmascarado (7a) está constituida por un segundo material distinto del primer material y escogido entre un carburo de silicio amorfo hidrogenado, un oxycarburo de silicio amorfo hidrogenado, un carbonitruro de silicio amorfo hidrogenado y un nitruro de silicio y un óxido de silicio.

4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque una vez formado el electrolito (5a), se deposita una segunda capa de protección (6b) sobre la totalidad del sustrato (1) que comporta los colectores de corriente (2a, 2b), el cátodo (3) y el electrolito (5).

5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque la segunda capa fina de protección (6b) está constituida por el mismo material que la primera capa fina de protección (6a).

6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque la formación del ánodo (8) comporta al menos las etapas siguientes:

- depósito de una capa fina anódica (8a) sobre el sustrato (1a) provisto de los colectores de corriente (2a, 2b), del cátodo (3) y del electrolito (5),
- depósito de una tercera capa fina de protección (6c), y después de una segunda capa fina de enmascarado (7b) sobre la capa fina anódica (8a),
- realización de una máscara (4e) por fotolitografía sobre la segunda capa fina de enmascarado (7b),
- grabado selectivo de la segunda capa fina de enmascarado (7b) y después retirada de la máscara (4e),
- grabado selectivo de la tercera capa fina de protección (6c) y de la capa fina anódica (8a) de manera que se forme el ánodo (8) en la capa fina anódica (8a) y retirada de las capas finas de protección (6c) y de enmascarado (7b).

7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado** porque la tercera capa fina de protección (6c) está constituida por el mismo material que la primera capa fina (6a) de protección (6a), mientras que la segunda capa fina de enmascarado (7b) está constituida por el mismo material que la primera capa fina de enmascarado (7a).

8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque una vez formado el ánodo (8), consiste en depositar sobre el apilamiento formado por los colectores de corriente (2a, 2b) el cátodo (3), el electrolito (5) y el ánodo (8) una cuarta capa de protección (6d).

9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado** porque la cuarta capa fina de protección (6d) está constituida por el mismo material que la primera capa fina de protección (6a).

ES 2 290 780 T3

10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque una vez formado el ánodo (8), consiste en depositar sobre el apilamiento formado por los colectores de corriente (2a, 2b) el cátodo (3), el electrolito (5) y el ánodo (8) una envoltura de protección (9) que recubre la totalidad del apilamiento para protegerlo de cualquier contaminación exterior.

11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado** porque, comportando la envoltura de protección (9) al menos una primera y una segunda capas de encapsulado (9a, 9b) superpuestas y diferenciadas, la primera capa de encapsulado (9a) comporta al menos un material químicamente inerte con respecto al litio, escogido entre un carburo de silicio amorfo hidrogenado, un oxicarburo de silicio amorfo hidrogenado, el carbono amorfo hidrogenado, el carbono amorfo fluorado y el silicio amorfo hidrogenado, mientras que la segunda capa de encapsulado (9b) comporta un material escogido entre un carbonitruro de silicio amorfo hidrogenado, un nitruro de silicio amorfo hidrogenado y el carbono amorfo fluorado, depositándose la primera y la segunda capa de encapsulado (9a, 9b) sucesivamente sobre la totalidad del ánodo (8), por depósito químico en fase vapor asistido por plasma, a una temperatura menor o igual que 150°C.

12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** porque consiste, antes del depósito de la segunda capa de encapsulado (9b) en depositar una capa intermedia (9c) que comporta un material escogido entre un óxido de silicio dopado con fósforo, el carbono amorfo hidrogenado y el carbono amorfo fluorado, por depósito químico en fase vapor asistido por plasma, a una temperatura de depósito menor o igual que 150°C.

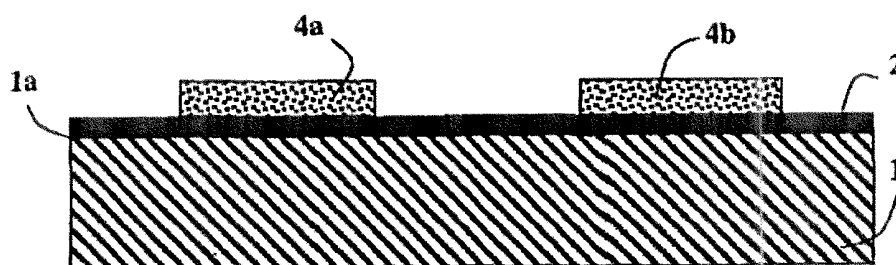


Fig. 1 (Técnica anterior)

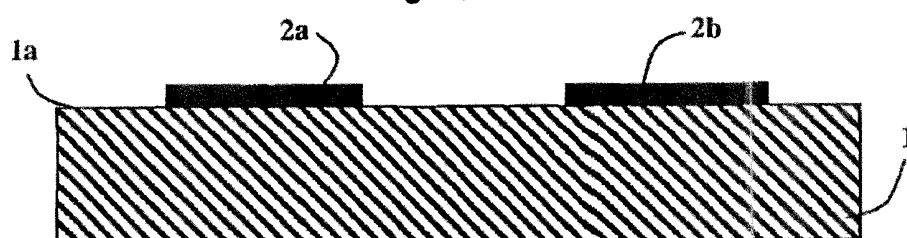


Fig. 2 (Técnica anterior)

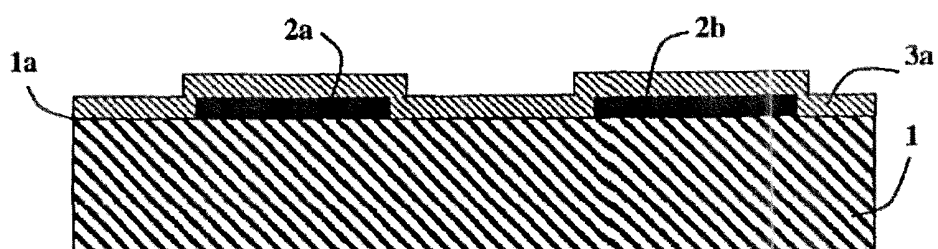


Fig. 3 (Técnica anterior)

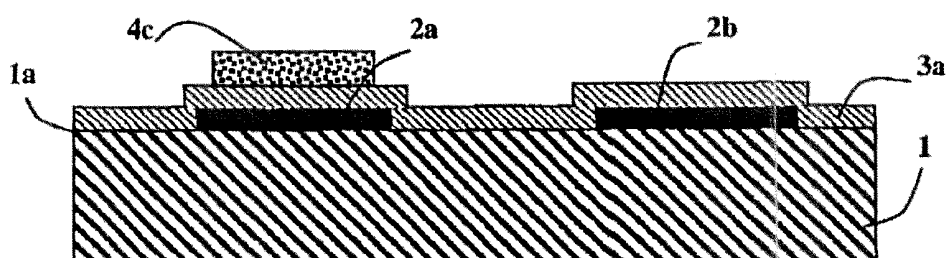


Fig. 4 (Técnica anterior)

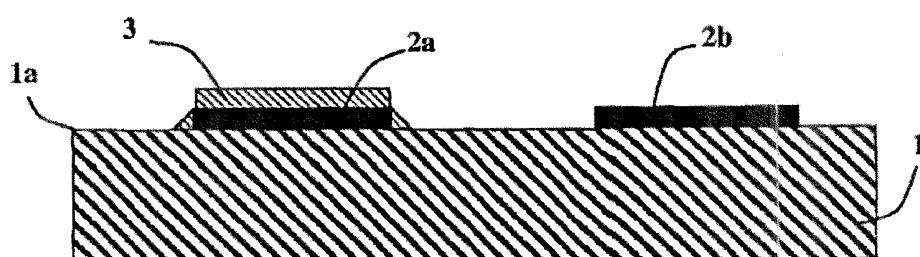


Fig. 5 (Técnica anterior)

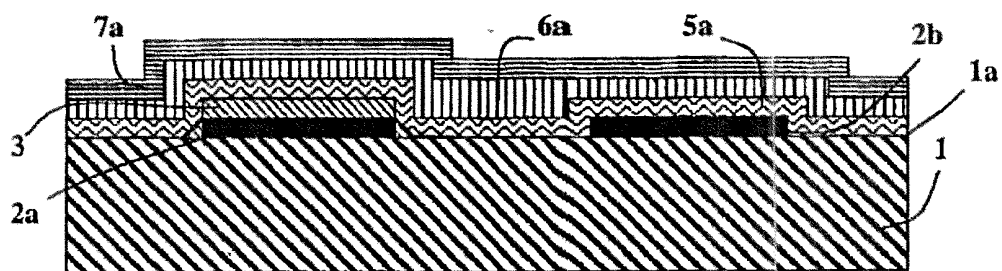


Fig. 6

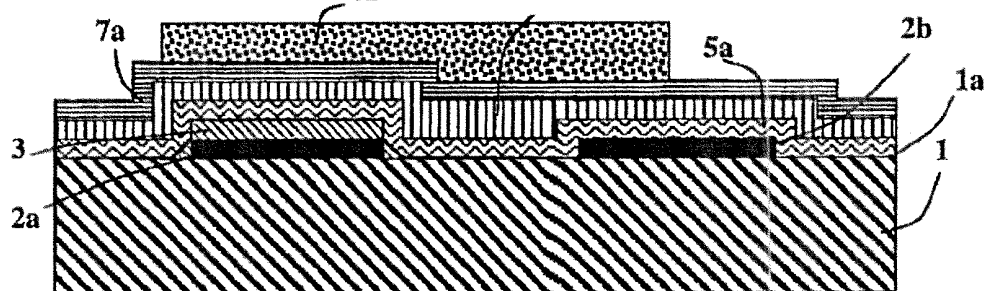


Fig. 7

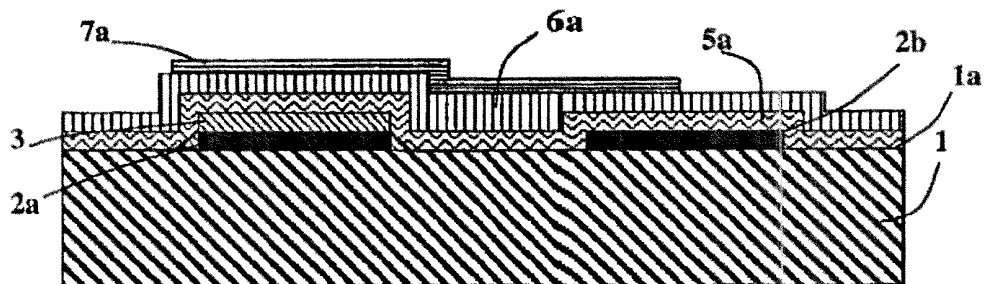


Fig. 8

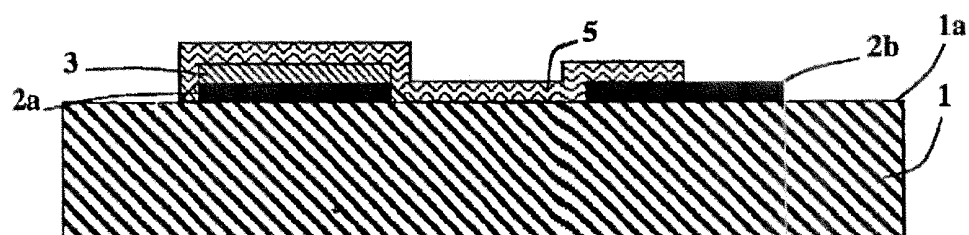


Fig. 9

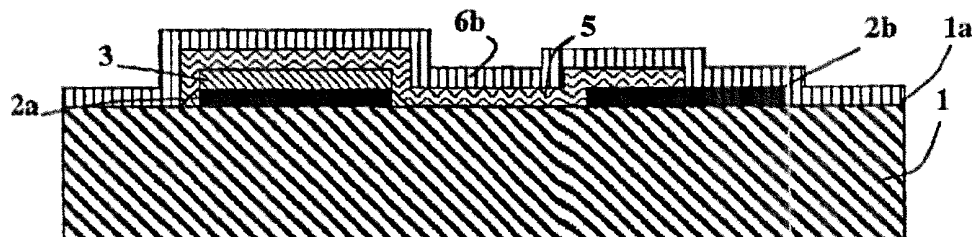


Fig. 10

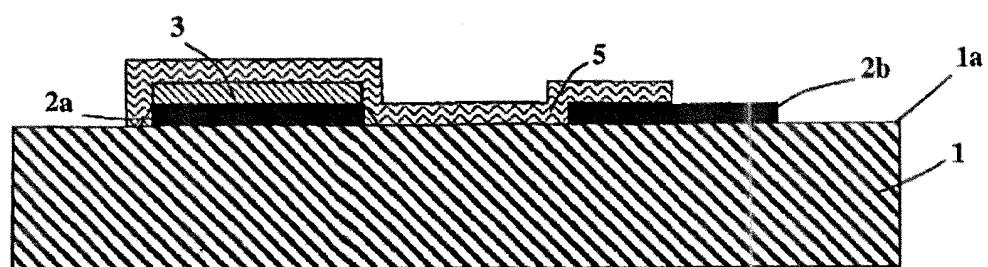


Fig. 11

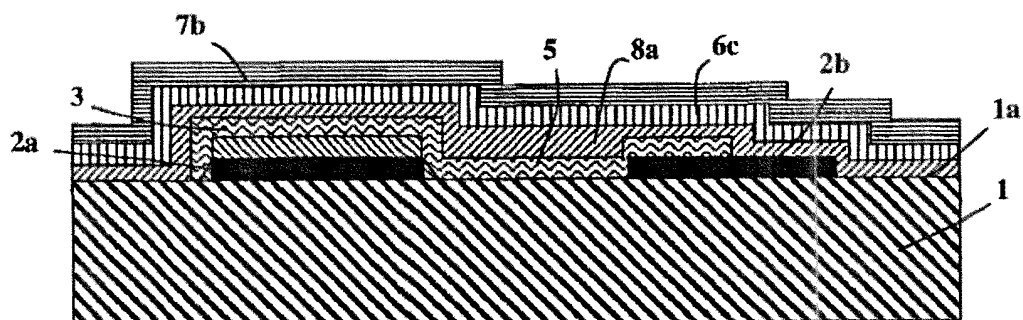


Fig. 12

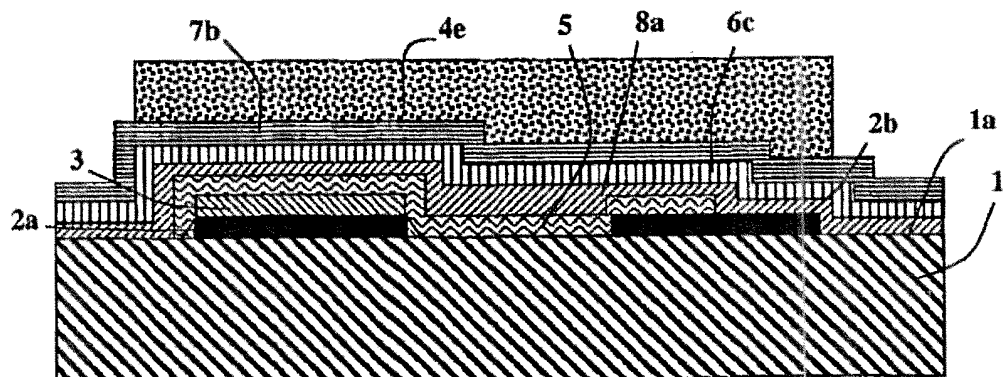


Fig. 13

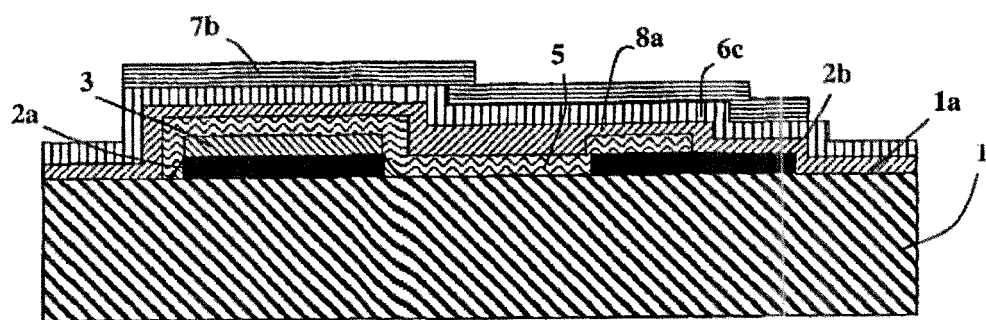


Fig. 14

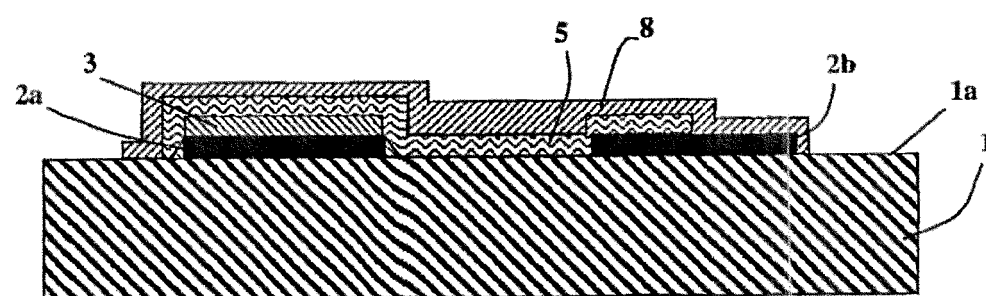


Fig. 15

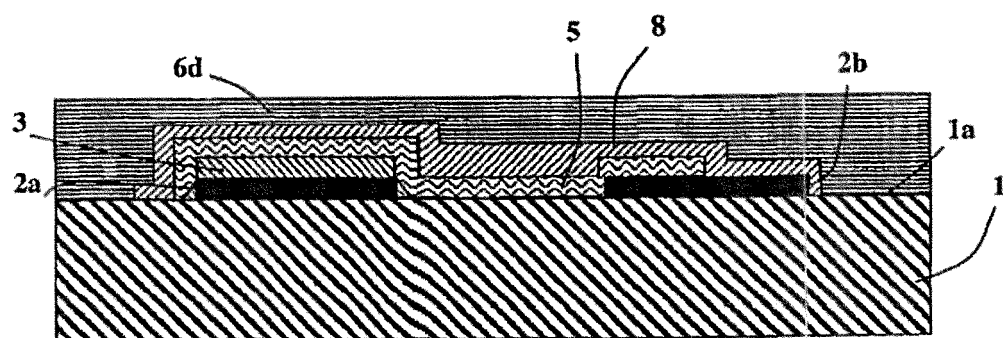


Fig. 16

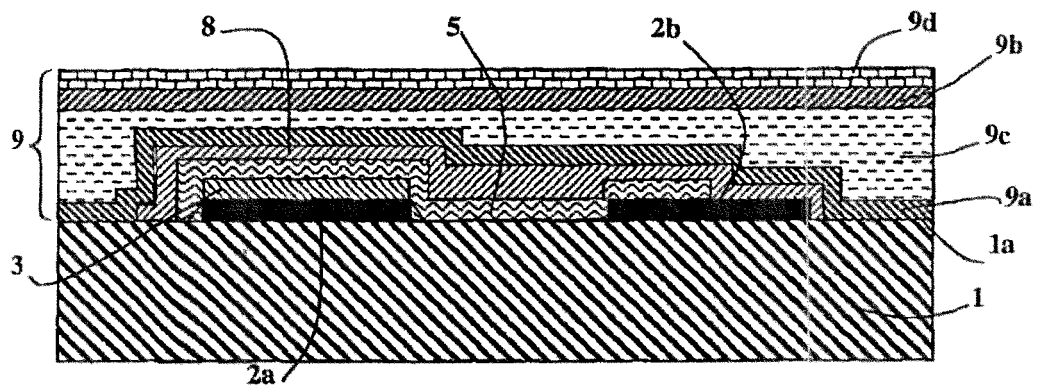


Fig. 17