



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 034**

51 Int. Cl.:
H01M 10/0562 (2006.01) **H01M 10/052** (2006.01)
H01M 10/04 (2006.01) **G02F 1/15** (2006.01)
H01M 4/38 (2006.01) **H01M 4/485** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08290475 .6**
96 Fecha de presentación : **22.05.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **1995815**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.11.2008**

54 Título: **Vidrio orgánico electrolítico, procedimiento de fabricación del mismo y dispositivo que lo comprende.**

30 Prioridad: **25.05.2007 FR 07 03723**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.05.2011

73 Titular/es: **Commissariat à l'Énergie Atomique et
Aux Énergies Alternatives
Bâtiment "Le Ponant D" 25
rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es: **Martin, Steve;
Salot, Raphael;
Faucherand, Pascal;
Oukassi, Sami y
Jodin, Lucie**

74 Agente: **Martín Santos, Victoria Sofía**

ES 2 359 034 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

Vidrio orgánico electrolítico, procedimiento de fabricación del mismo y dispositivo que lo comprende

La invención se refiere a un electrolito sólido, a un procedimiento para su fabricación así como a dispositivos que lo comprenden.

- 5 Las microbaterías de litio se utilizan en dispositivos electrónicos de tamaño reducido así como en dispositivos semiconductores.

El electrolito es un elemento muy influyente en los rendimientos eléctricos de estas microbaterías.

De hecho, los fallos observados durante su ciclo a menudo están relacionados con una degradación electroquímica del electrolito en contacto con el litio.

- 10 Los rendimientos de las microbaterías están relacionados con las propiedades eléctricas del electrolito, tales como conductividad iónica y electrónica.

Estas microbaterías se utilizan en tarjetas chips, tarjetas inteligentes, alimentación de temporizadores internos y microsistemas.

- 15 Todas estas aplicaciones requieren que todas las capas necesarias para el funcionamiento de la batería sean, por un lado, sólidas y, por otro lado, estén fabricadas con técnicas compatibles con los procedimientos industriales de la microelectrónica.

Entre los electrolitos sólidos se diferencian dos familias: los polímeros y los vidrios.

- 20 En los electrolitos poliméricos sólidos, una sal de litio se disuelve directamente en la matriz polimérica. La conductividad iónica se atribuye normalmente a la movilidad de los iones Li^+ dentro de la matriz amorfa del polímero sólido.

Sin embargo los electrolitos poliméricos sólidos presentan una baja temperatura de transición vítrea, lo que genera la formación de zonas cristalinas que pueden atrapar los iones Li^+ e inhibir su movilidad.

Además, el método de elaboración de los electrolitos poliméricos no permite la realización de depósitos adaptados a los sustratos, es decir, que tengan el mismo espesor en todos los puntos del sustrato.

- 25 Por estas dos razones el electrolito actual normalmente empleado en la realización de una microbatería es un vidrio.

Por vidrio, se entiende un material amorfo.

- 30 Entre los vidrios descritos en la técnica anterior, sólo los vidrios inorgánicos tales como LiPON (oxinitruro de litio y fósforo), LiSON (oxinitruro de litio y azufre), LiSiPON (oxinitruro de litio, silicio y fósforo) se utilizan como electrolitos.

En esta familia, el LiPON es el electrolito sólido más utilizado en las microbaterías actuales ya que presenta una buena estabilidad electroquímica con respecto al litio. Sin embargo, existe una conductividad iónica relativamente débil, del orden de $2 \times 10^{-6} \text{ S.cm}^{-1}$ a temperatura ambiente, comparada con la de determinados electrolitos poliméricos.

- 35 Por otra parte, los vidrios orgánicos tales como el carbono amorfo ($\text{a-C}_x\text{H}_y$) o del tipo PDMS ($\text{SiO}_x\text{C}_y\text{H}_z$) se utilizan normalmente en microelectrónica. Pero en este caso, se emplean como aislantes en los niveles de interconexiones y no como un vidrio orgánico electrolítico.

La solicitud PCT WO 2006/059794 divulga una batería secundaria de iones litio completamente sólida que comprende como electrolito una sustancia inorgánica que comprende cristales conductores de iones litio.

- 40 El documento Journal of Power Sources, vol 122, nº 2, 23 de julio 2003, páginas 174-180, XP004437060, describe un método de preparación de una película delgada de electrolito sólido de tipo Li-V-Si-O para batería secundaria de iones litio completamente sólida.

- 45 El documento Journal of the Electrochemical Society, vol.144, nº 2, febrero 1997, páginas 524-532, XP002459575, describe la preparación y las propiedades de una película delgada de electrolito de litio constituida por oxinitruro de litio y fósforo (LiPON).

La solicitud de patente francesa nº 2 601 017 describe una composición basada en derivados de sílice modificada por grupos orgánicos que puede utilizarse como electrolito sólido. Estas composiciones son a base de sílice y no de litio.

La solicitud de patente francesa nº 2 536 740 describe un vidrio iónicamente conductor destinado para usarse como electrolito sólido a base de litio.

Sin embargo, ninguno de estos documentos describe un electrolito sólido que comprenda a la vez iones litio y óxidos así como una parte orgánica que comprenda carbono e hidrógeno.

- 5 Para paliar los inconvenientes de los electrolitos sólidos para microbaterías de litio de la técnica anterior, la invención propone un material electrolítico, es decir, que permita la conducción de iones litio, que pueda depositarse de manera adaptada, que sea estable a temperatura ambiente y que posea una conductividad iónica superior a $1 \times 10^{-6} \text{ S.cm}^{-1}$.

- 10 A tal efecto, la invención propone un electrolito sólido, amorfo, que es un vidrio orgánico con la siguiente fórmula I:

$\text{Si}_v\text{O}_w\text{C}_x\text{H}_y\text{Li}_z$ Fórmula I

en la que v, w, x, y, y z son porcentajes atómicos en la que \leq

$$0 \leq v \leq 40,$$

$$5 \leq w \leq 50,$$

- 15 $x > 12,$

$$10 \leq y \leq 40,$$

$$1 \leq z \leq 70, \text{ y}$$

$$95 \% \leq v + w + x + y + z \leq 100.$$

- 20 El electrolito sólido de la invención se diferencia de los electrolitos poliméricos de la técnica anterior porque no se trata de un polímero y porque no posee, por tanto, temperatura de transición vítrea.

El electrolito de acuerdo con la invención se diferencia de los electrolitos que son vidrios de la técnica anterior por su composición química: contiene carbono y por tanto una fase orgánica.

- 25 Dichos materiales amorfos, sólidos, de tipo vidrio orgánico no son, *a priori*, favorables para obtener buenos electrolitos en la medida en que la estabilidad de la parte orgánica con respecto al litio no es generalmente buena.

Sin embargo, actualmente se ha descubierto que la estabilidad química del electrolito de la invención con respecto al litio aumentada cuando el nivel de reticulación del electrolito sólido de la invención aumenta, caracterizándose ese nivel por el nivel de dureza del material.

- 30 Sin embargo, aunque el aumento de la reticulación aumenta la estabilidad del electrolito de la invención con respecto al litio reduce al mismo tiempo su conducción iónica.

Se piensa, sin querer estar ligado a esta teoría, que la reducción de esta conducción iónica se debe al aumento de la densidad del material.

No obstante, también se ha descubierto que la presencia de la fase orgánica en el electrolito sólido de la invención permite una relajación de la red favoreciendo la conducción iónica.

- 35 De esta manera, cuando el electrolito sólido de la invención contiene más del 12 % atómico de carbono, preferentemente desde entre el 20 y el 40 % atómico de carbono, y una dureza superior o igual a 0,5 GPa, pero inferior a 20 GPa, el electrolito sólido amorfo obtenido es a la vez químicamente estable con respecto al litio, y presenta buenas propiedades de conducción iónica.

La dureza del electrolito sólido de la invención se ha medido por nanoindentación.

- 40 A tal efecto, se utiliza un aparato de medición de nanodureza CSM en modo multiciclos de manera continua (modo multiciclo continuo), utilizando una contera de indentación Berkovich.

- 45 La punta de la contera de indentación, colocada sobre la superficie donde va a medirse la dureza, se acciona en la muestra aplicando una carga. A continuación la carga disminuye hasta que se produce la relajación parcial o completa del material. La curva carga-profundidad se utiliza a continuación para calcular las propiedades mecánicas tales como la dureza y el modulo de elasticidad.

En este caso, se ha usado una carga inicial de 1 mN aumentada hasta 10 mN hasta obtener una marca, dejada por la aplicación de la carga, de 100 a 200 nm. Todas las mediciones se han efectuado sobre muestras de 2 μm de espesor.

- Más concretamente, el vidrio electrolítico orgánico de la invención contiene, en porcentaje atómico, más del 12 % de carbono, preferentemente entre el 20 y el 40 % de carbono, entre el 1 y el 70 % de litio, preferentemente entre el 20 y el 40 % de litio, entre el 5 y el 50 % de oxígeno, preferentemente entre el 15 y el 30 % de oxígeno, y entre el 0 y el 40 % de silicio, preferentemente entre el 0 y el 15 % de silicio, y entre el 10 y el 40 % de hidrógeno, preferentemente entre el 15 y el 30 % de hidrógeno, siendo la suma de los porcentajes atómicos de carbono, litio, oxígeno, silicio e hidrógeno al menos igual al 95 %.
- En efecto, aunque el vidrio electrolítico orgánico de la invención solo pueda comprender carbono, litio, oxígeno, silicio y hidrógeno, también puede preverse doparle por adición de materiales tales como flúor, boro, fósforo o nitrógeno o sus mezclas para otorgarle una mayor resistencia química con respecto a la atmósfera o una mejor cobertura de funcionamiento.
- De esta manera, el electrolito de la invención puede comprender, adicionalmente, más del 5 % atómico de al menos un elemento dopante.
- El electrolito de la invención se obtiene por deposición química en fase vapor por plasma de un precursor gaseoso carbonado al cual se añade un precursor gaseoso litiado y un gas portador neutro tal como helio.
- El precursor carbonado permite obtener una matriz vítrea del tipo $a-C_xH_y$ o $SiO_xC_yH_z$ y puede ser el hexametildisiloxano (HMDSO), tetraetiloxisilano (TEOS), octametilciclotetrasilosano (OMCTSO), C_7H_8 , C_6H_{12} , CH_4 , C_9H_{10} , C_2H_2 , tetrahidrofurano (THF) o una mezcla de uno o más de estos precursores carbonados.
- El precursor litiado, para hacer funcional la matriz vítrea de tipo carbono amorfo o $SiO_xC_yH_z$, es preferentemente hexametildisilazano de litio (LiHMDS), tetrametilheptanodionato de litio (LiTMHD), terbutóxido de litio (LiTBO), acetilacetato de litio (LiAcac) o una mezcla de uno o más de estos precursores litiados.
- El electrolito de la invención responde a los requisitos de las microbaterías de litio completamente sólidas, a los requisitos de los sistemas electrocrómicos y en general de cualquier acumulador de litio.
- Su procedimiento de fabricación es un procedimiento compatible con los procedimientos utilizados en la microelectrónica que permite realizar una deposición a una temperatura baja, es decir, a una temperatura inferior a 300°C y, adicionalmente, el procedimiento permite controlar casi al nanómetro los espesores depositados del electrolito sólido y esto a velocidades de deposición superiores a 5 μm por hora.
- La invención se comprenderá mejor y otros detalles y ventajas de la misma surgirán más claramente tras la lectura de la siguiente descripción explicativa que se realiza en referencia a las figuras en las que:
- la Figura 1 representa esquemáticamente un aparato de deposición química en fase de vapor por plasma que permite la deposición y la fabricación del electrolito de la invención.
 - la Figura 2 representa las curvas del análisis calorimétrico diferencial de un electrolito polimérico clásico y de un electrolito orgánico vítreo de acuerdo con la invención,
 - la Figura 3 representa las medidas de espectroscopía de impedancia realizadas en los electrolitos orgánicos vítreos de la invención que presentan una dureza de 2,3 GPa y 20 GPa, respectivamente.
 - la Figura 4 representa esquemáticamente una vista en sección de una microbatería plana de litio que comprende un electrolito de la invención y,
 - la Figura 5 es una representación esquemática de una microbatería de litio con una arquitectura tridimensional que comprende una capa del electrolito de acuerdo con la invención.
- En primer lugar, el procedimiento de fabricación de electrolito de la invención se describirá con referencia a la Figura 1.
- El precursor gaseoso litiado, el precursor gaseoso carbonado y el gas portador así como el elemento dopante opcional, se almacenan cada uno independientemente en uno de los recintos indicados con los números 2, 2', 2'' y 2''', en la Figura 1. Se transportan a través de las canalizaciones indicadas con los números 3, 3', 3'', y 3''', en la Figura 1, a los debímetros indicados con los números 4, 4', 4'' y 4''' que permiten controlar la estequiometría del compuesto final a obtener.
- A continuación, la mezcla gaseosa, que contiene las proporciones deseadas del precursor litiado, precursor carbonado, elementos dopantes opcionales, y gas portador se transporta a través de la canalización, indicada con el número 5 en la Figura 1, hasta el interior del recinto del plasma, indicado con el número 1 en la Figura 1.
- La mezcla gaseosa se inyecta mediante un sistema de inyección de tipo ducha, indicado con el número 6, en la Figura 1, en el recinto del plasma 1. El recinto del plasma 1 se mantiene a una presión de 1 mbar mediante una bomba de vacío, indicada con el número 9 en la Figura 1.

A continuación la mezcla de gaseosa se somete a un plasma por radiofrecuencia, indicado con el número 7 en la Figura 1. Después, el electrolito sólido de la invención, de la composición química deseada, se deposita, con el espesor deseado, sobre el sustrato deseado (no representado) que se coloca sobre un porta sustrato, indicado con el número 8 en la Figura 1.

- 5 La presión en el recinto del plasma 1 y la potencia del plasma por radiofrecuencia se controlan gracias a los aparatos de control, indicados con el número 10 en la Figura 1.

10 La utilización de un plasma como vector de energía y activador de reacciones químicas permite una fuerte descomposición de los precursores introducidos en el recinto y esto de una manera aleatoria, lo que hace que el material obtenido no pueda representarse, como es el caso para un polímero, por una fórmula genérica de tipo $[X]_n$ en la que X representa una cadena carbonada "ladrillo de base" y n la distribución de este ladrillo. De esta manera, no se conserva el orden a gran. El material obtenido es amorfo y vítreo. La ausencia de larga cadena polimérica explica la ausencia de temperatura de transición vítrea y del fenómeno de recristalización como origen de inestabilidades generalmente observadas en los electrolitos poliméricos.

- 15 Con objeto de comprender mejor la invención, a continuación se describen diversos ejemplos de aplicación que se proporcionan únicamente a modo ilustrativo y no deben considerarse como limitativos de la invención.

Ejemplo 1. Síntesis de un electrolito sólido de la fórmula SiOCHLi.

20 Utilizando los utensilios indicados en la Figura 1 y descritos anteriormente en este documento, se ha obtenido un electrolito sólido de fórmula $C_{38}O_{21}H_{22}Li_{19}$ por inyección en el recinto del plasma de una mezcla gaseosa que contenía 500 sccm (cm^3 estándar por mn) de tetrahidrofurano (THF), 10 sccm de terbutóxido de litio (LiTBO) y 200 sccm de helio.

El conjunto de la mezcla de gaseosa se inyectó en el recinto del plasma 1 y se sometió a un plasma, indicado con el número 7, de radiofrecuencia 13,56 MHz de una potencia de 100 vatios durante 20 minutos.

Durante toda la deposición, la presión global en el recinto del plasma 1 se mantuvo a 1 mbar.

La dureza del electrolito obtenido fue de 2,3 Gpa

- 25 **Ejemplo 2: Análisis calorímetro diferencial.**

El electrolito sólido de la invención, obtenido en el ejemplo 1, así como el electrolito polimérico más extendido en la técnica anterior, que es el óxido de polietileno (PEO), se analizaron por análisis calorimétrico diferencial.

La Figura 2 representa las curvas obtenidas en función de la temperatura.

30 Como se observa en la Figura 2, la curva calorimétrica diferencial del óxido de polietileno presenta un pico de transición vítrea claramente definido a una temperatura de 60°C mientras que no se observa ningún cambio notable con el electrolito sólido de la invención.

En ese sentido, los electrolitos orgánicos vítreos litiados de la invención permiten resolver el problema de la estabilidad térmica del electrolito sólido.

- 35 **Ejemplo 3: Manifestación de la influencia de la tasa de reticulación del electrolito de acuerdo con la invención sobre su conductividad.**

De la misma manera que en ejemplo 1, se preparó un electrolito sólido que tenía la misma fórmula que el electrolito sólido del ejemplo 1, excepto por la potencia del plasma que era de 300 W durante 20 minutos, dando como resultado un electrolito que tenía una dureza de 20 GPa.

40 Después, se realizó una medición de espectroscopía de impedancia en el electrolito sólido obtenido en el ejemplo 1 y en el electrolito sólido obtenido en este ejemplo 3.

La Figura 3 representa las curvas de impedancia obtenidas.

Como se observa en la Figura 3, la conductividad iónica asociada al electrolito obtenido en el ejemplo 1 es de $3 \cdot 10^{-6}$ S/cm mientras que esta conductividad iónica disminuye a $2 \cdot 10^{-7}$ S/cm con el electrolito obtenido en este ejemplo 3.

- 45 De esta manera, la dureza del electrolito de la invención debe mantenerse entre 0,5 y 20 GPa, incluidos.

Ejemplo 4: Fabricación de una microbatería plana.

En la Figura 4 se muestra un esquema de un ejemplo de microbatería plana.

Como se observa en la Figura 4, la microbatería plana está constituida por apilamiento sucesivo de las siguientes capas:

- un sustrato de silicio indicado con el número 11 en la Figura 4,
 - un colector de corriente anódica de oro indicado con el número 12 en la Figura 4,
 - un colector de corriente catódica de oro indicado con el número 13 en la Figura 4,
 - un cátodo de óxido de vanadio (V_2O_5) indicado con el número 14 en la Figura 4.
- 5
- un electrolito sólido de acuerdo con la invención, indicado con el número 15 en la Figura 4,
 - un ánodo de litio, indicado con el número 16 en la Figura 4 y
 - una capa de encapsulación de parileno, indicada con el número 17 en la Figura 4.

10 Para realizar esta microbatería plana, el sustrato de silicio 11 provisto de sus dos colectores de corriente de oro (12, 13) se cubre con la capa de V_2O_5 , que constituye el cátodo, por un procedimiento conocido en la técnica tal como una pulverización catódica DC o RF a partir de una diana de vanadio o de V_2O_5 en presencia de oxígeno:

El electrolito a continuación se deposita mediante la técnica descrita en el ejemplo 1 anteriormente en este documento. Después, el ánodo se deposita por evaporación al vacío de una fuente de litio.

Finalmente, el conjunto se encapsula en poli-para-xileno o parileno.

15 **Ejemplo 5: Fabricación de una microbatería tridimensional.**

La arquitectura en tres dimensiones de la microbatería permite aumentar la superficie activa de almacenaje conservando al mismo tiempo una superficie aparente idéntica. La utilización del electrolito sólido de la invención está particularmente adaptada en este tipo de arquitectura que precisa depositar los materiales constitutivos de la microbatería de manera adaptada.

20 La Figura 5 es una representación esquemática de una microbatería de una arquitectura tridimensional.

Como se observa en la Figura 5, la microbatería de arquitectura tridimensional está constituida por un sustrato de silicio, indicado con el número 21 en la Figura 5, cubierto con una capa de un material colector de corriente catódica de oro, indicado con el número 22 en la Figura 5.

25 Sobre la capa 22, se deposita una capa, indicada con el número 23 en la Figura 5, de óxido de vanadio, V_2O_5 , que es el cátodo. Esta capa 23 de óxido de vanadio se deposita de acuerdo con un motivo tridimensional mediante un procedimiento conocido en la técnica tal como una pulverización catódica DC o RF a partir de una diana de vanadio o de V_2O_5 en presencia de oxígeno. Después, mediante técnicas de fotolitografía, se procede a dar textura a esta capa 23.

30 Después, se deposita una capa, indicada con el número 24 en la Figura 5, de un electrolito de acuerdo con la invención, mediante la técnica descrita en el ejemplo 1 para seguir el motivo tridimensional de la capa del cátodo 23.

A continuación, una capa de ánodo de litio, indicada con el número 25 en la Figura 5, se deposita sobre la capa 24 del electrolito sólido de la invención por evaporación al vacío de una fuente de litio.

35 Finalmente, sobre el ánodo, se deposita una capa del colector de corriente anódica de oro, indicada con el número 26 en la Figura 5, respetando siempre el motivo tridimensional obtenido gracias a la texturación por fotolitografía de la capa 23 del cátodo de V_2O_5 .

Ejemplo 6: Realización de un sistema electrocrómico

Los electrolitos a base de vidrio orgánico de la invención también pueden utilizarse en los sistemas electrocrómicos.

40 En este tipo de sistema, la aplicación de una tensión permite insertar o desinsertar un catión (por ejemplo litio) de un material cuya coloración evoluciona hacia el estado de oxidación. Este material está en contacto con un electrolito que asegura la fuente de catión.

El dispositivo realizado con el electrolito sólido de la invención se obtiene, por ejemplo, por apilamiento sucesivo de las siguientes capas:

- 45
- un sustrato de vidrio,
 - un colector de corriente de óxido de indio y de estaño (ITO) obtenido por pulverización catódica DC ,

ES 2 359 034 T3

- un material electrocrómico catódico de WO_3 obtenido por pulverización catódica DC a una atmósfera de argón + oxígeno, seguido de un recocido,
- un material electrolítico de acuerdo con la invención,
- un material electrocrómico anódico de ZrO_2 obtenido por pulverización catódica DC,
- 5 - un colector de corriente de ITO obtenido por pulverización catódica DC, y
- una encapsulación transparente de parileno.

REIVINDICACIONES

1. Un electrolito **caracterizado por que** es un sólido amorfo con la siguiente fórmula I:
- $\text{Si}_v\text{O}_w\text{C}_x\text{H}_y\text{Li}_z$ fórmula I
- en la que v, w, x, y z son porcentajes atómicos en la que
- 5 $0 \leq v \leq 40$,
- $5 \leq w \leq 50$,
- $x > 12$,
- $10 \leq y \leq 40$,
- $1 \leq z \leq 70$, y
- 10 $95 \% \leq v + w + x + y + z \leq 100 \%$.
2. Un electrolito de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** en la fórmula I:
- $0 \leq v \leq 15$,
- $15 \leq w \leq 30$,
- $20 \leq x \leq 40$,
- 15 $15 \leq y \leq 30$, y
- $20 \leq z \leq 40$.
3. Un electrolito de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado por que** adicionalmente comprende como máximo un 5 % atómico de al menos un elemento dopante.
4. Un electrolito de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** dicho al menos un elemento dopante se selecciona entre el grupo constituido por flúor, boro, fósforo, nitrógeno o mezclas de los mismos.
5. Un procedimiento de fabricación de un electrolito sólido de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende la deposición química en fase de vapor por plasma de una mezcla gaseosa que comprende:
- 25 - un gas precursor carbonado,
- un precursor gaseoso litiado, y
- un gas portador neutro tal como helio,
- sobre el sustrato deseado.
6. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** dicho gas precursor carbonado se selecciona entre hexametildisiloxano (HMDSO), tetraetiloxisilano (TEOS), octametilciclotetrasilosano (OMCTSO), C_7H_8 , C_6H_{12} , CH_4 , C_9H_{10} , C_2H_2 , tetrahidrofurano (THF), y sus mezclas, y **por que** dicho precursor gaseoso litiado se selecciona entre hexametildisilazano de litio (LiHMDS), tetrametilheptanodionato de litio (LiTMHD), terbutóxido de litio (LiTBO), acetilacetato de litio (LiAcac) y sus mezclas.
- 30 7. Una microbatería completamente sólida, **caracterizada por que** comprende un electrolito de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 u obtenida mediante el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5 ó 6.
- 35 8. Un sistema electrocrómico, **caracterizado por que** comprende un electrolito de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 u obtenido por el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5 ó 6.
- 40 9. Un acumulador de litio, **caracterizado por que** comprende un electrolito de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 u obtenido por el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5 ó 6.

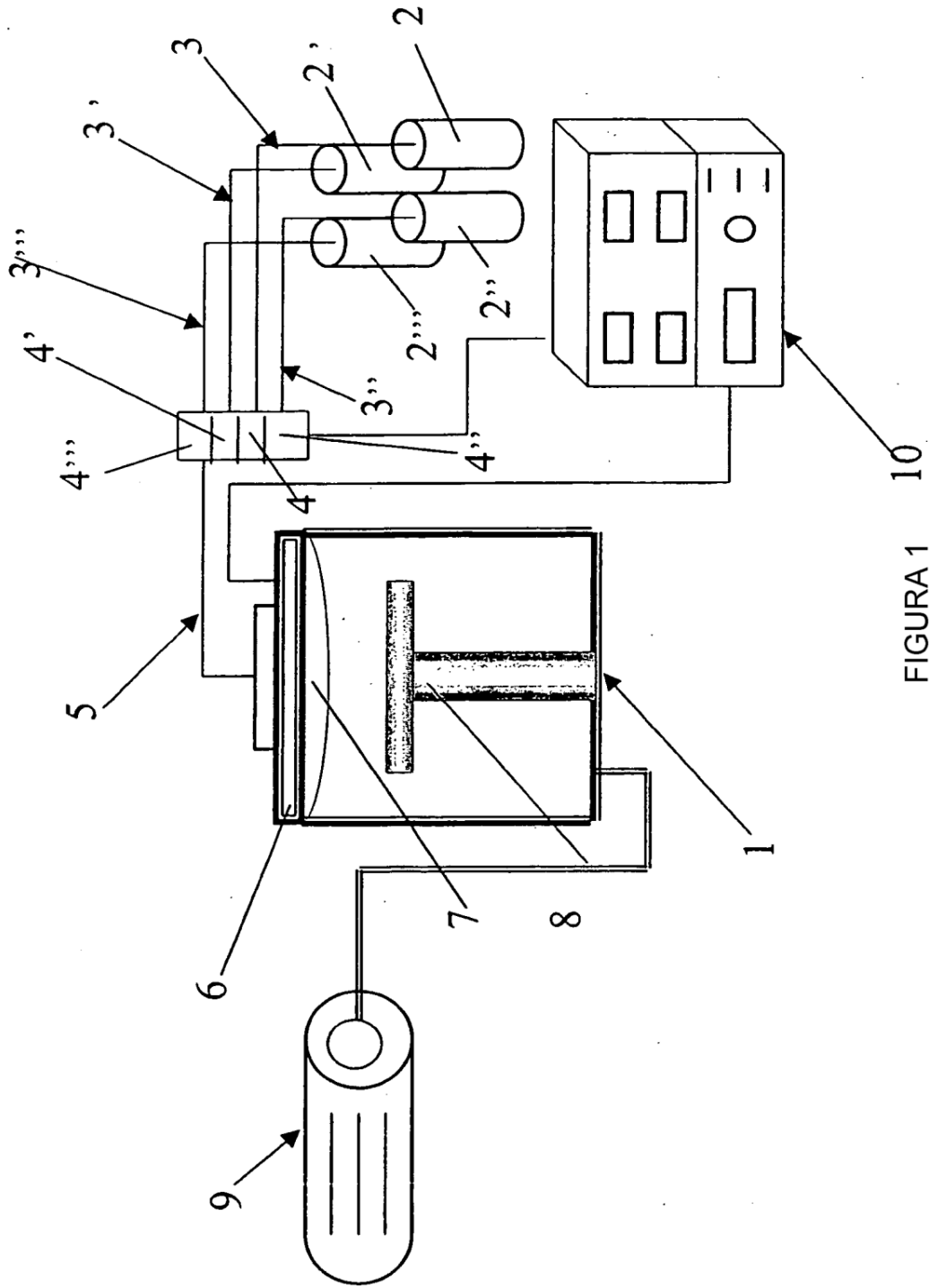


FIGURA 1

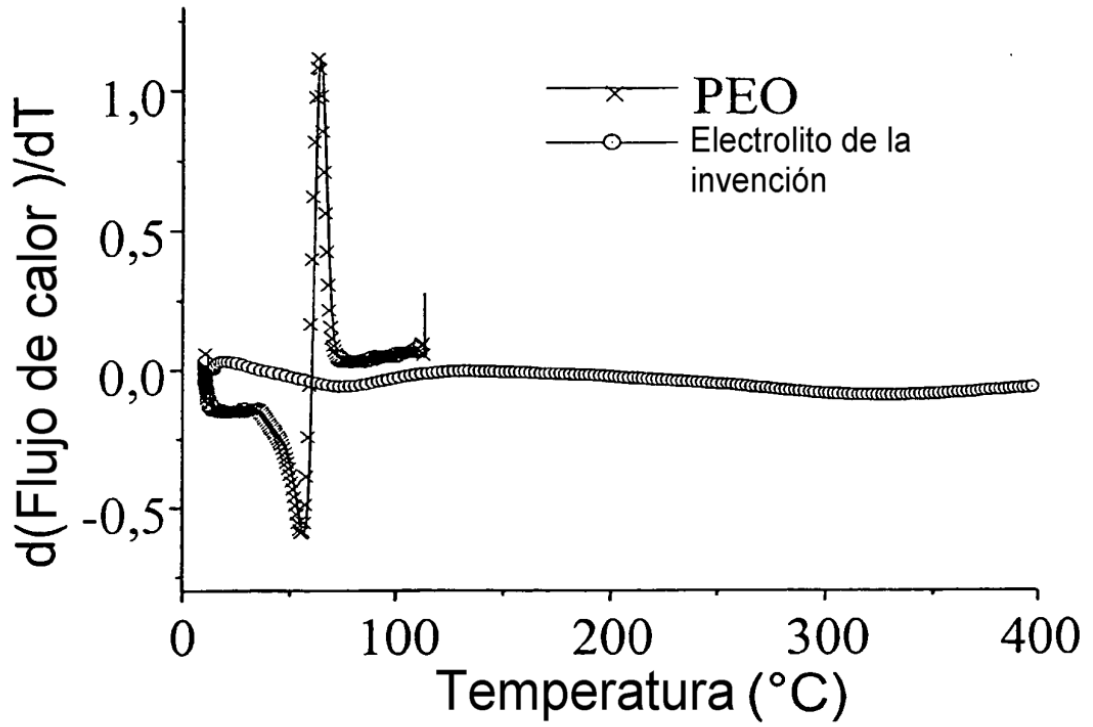


FIGURA 2

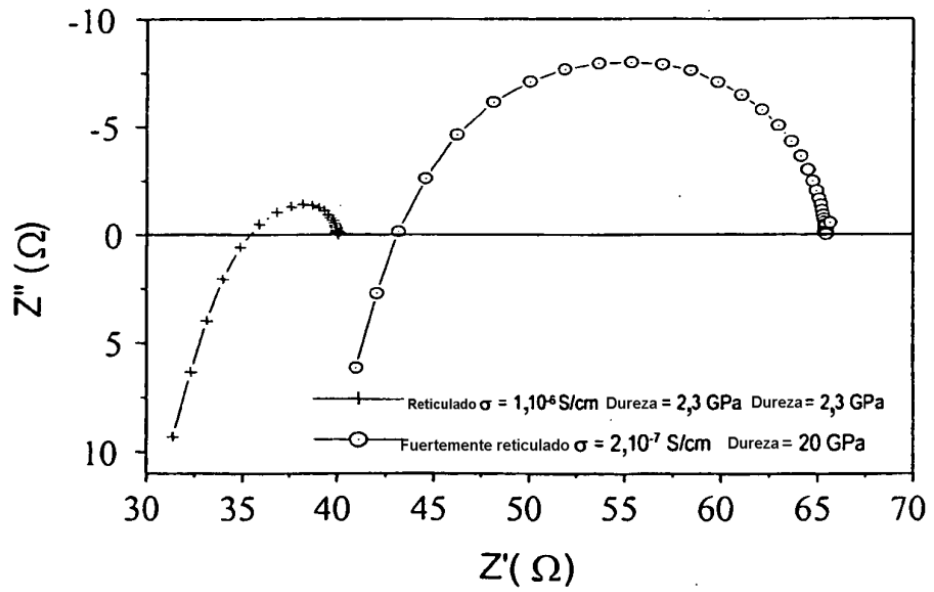


FIGURA 3

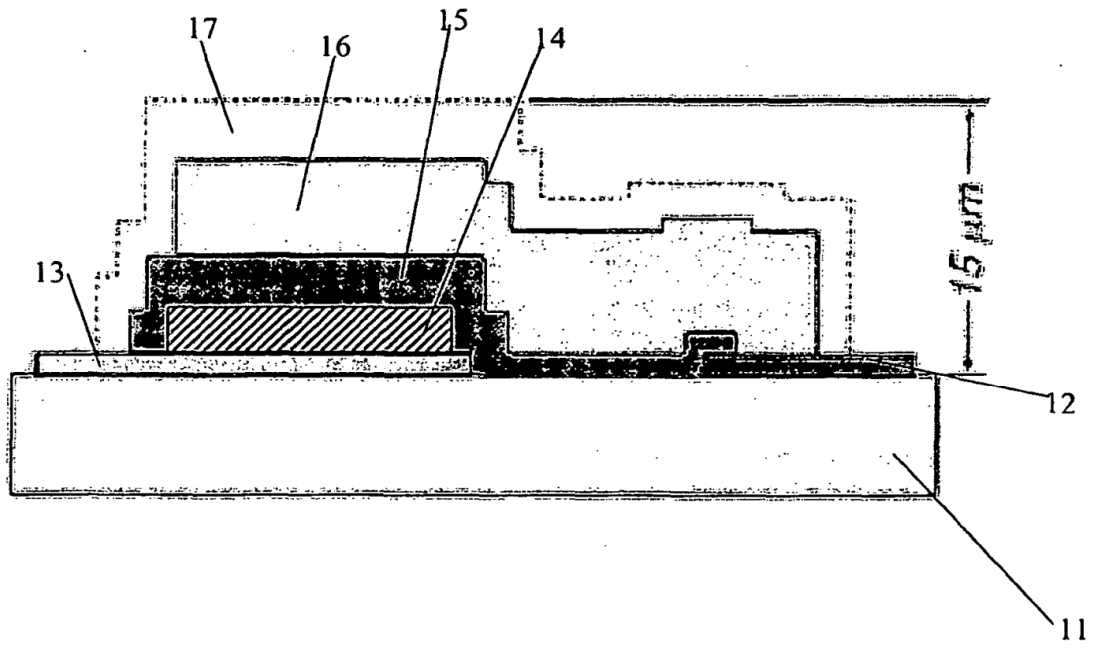


FIGURA 4

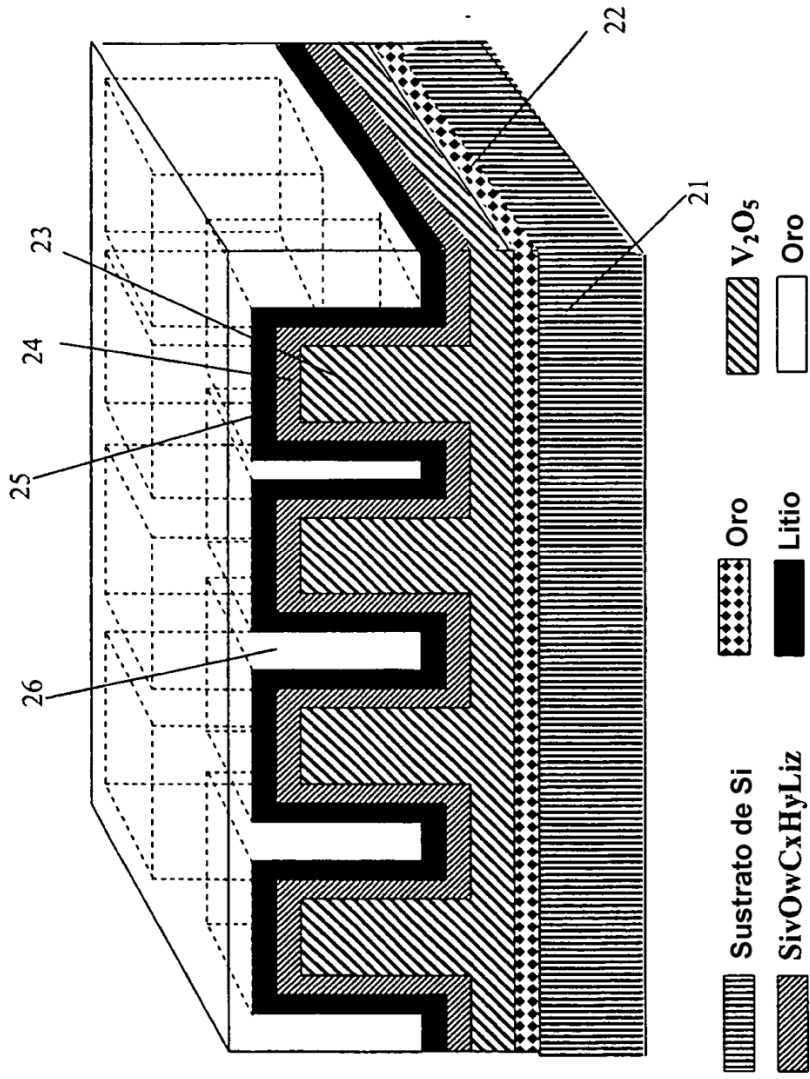


FIGURA 5