



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 340 153**

51 Int. Cl.:
G01N 27/403 (2006.01)
C12Q 1/00 (2006.01)
G01N 33/487 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03250047 .2**
96 Fecha de presentación : **03.01.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1326071**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.07.2003**

54 Título: **Método de formación de una conexión eléctrica para una celda electroquímica.**

30 Prioridad: **04.01.2002 US 345743 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.05.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.05.2010

73 Titular/es: **LIFESCAN, Inc.**
1000 Gibraltar Drive
Milpitas, California 95035, US

72 Inventor/es: **Hodges, Alastair M. y**
Chambers, Gary

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 340 153 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de formación de una conexión eléctrica para una celda electroquímica.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a celdas electroquímicas que incluyen un conector que se ajusta con un dispositivo de conexión medidor para proporcionar conexión eléctrica al circuito medidor.

10 Antecedentes de la invención

Las celdas electroquímicas en miniatura son útiles en aplicaciones tales como detección química, en las que los electrodos de un elemento de tira tienen una interfaz con un dispositivo electrónico. El dispositivo electrónico, a menudo denominado medidor, mide la respuesta eléctrica del elemento de tira a la muestra y puede suministrar también energía al elemento de tira para realizar un ensayo. Para realizar estas funciones, los electrodos del elemento de tira deben ser capaces de realizar una conexión eléctrica con el circuito medidor. Dicha conexión eléctrica puede realizarse mediante un dispositivo de conexión en el medidor que se adapta con áreas sobre el elemento de tira en comunicación eléctrica con los electrodos de la celda electroquímica.

En las configuraciones de las celdas electroquímicas descritas en los documentos WO 98/43073, U.S. 5.437.999, EP 0 964 059 A2, WO 00/20626, un electrodo superior e inferior están enfrentado entre sí, con una capa eléctricamente aislante entre ellos. Los electrodos en dicha configuración se forman típicamente sobre sustratos separados que se ensamblan durante la fabricación de la celda electroquímica. Esta configuración presenta dificultades en la fabricación cuando se forma una parte mediante la que los electrodos del elemento de tira están conectados al circuito medidor, puesto que es diferente de la configuración de conexión habitual donde las áreas de conexión están todas en el mismo plano.

El aspecto de las áreas de conexión en diferentes planos se ha abordado de diversas maneras. En el documento WO 98/43073, se describe un método y dispositivo en el que se forman cortes en una de las capas del electrodo y en la capa aislante para exponer un área de la capa del electrodo subyacente que puede usarse como un área de conexión. En los documentos U.S. 5.437.999 y WO 00/20626 se describe un método y dispositivo en el que se forma una solapa sobre una capa del electrodo con un corte correspondiente en la otra capa de electrodo para exponer un área de conexión adecuada. En esta configuración, la capa aislante está cortocircuitada, de manera que no interfiere con el área de conexión.

En el documento EP 0 964 059 A2, la capa aislante está cortocircuitada y se forma un orificio en el sustrato superior para exponer un área de conexión en la base del pocillo que se forma.

El pocillo puede llenarse con un material conductor y puede hacer contacto con el material conductor en la parte superior del pocillo llenado, llevando de esta manera las áreas de conexión sobre un plano.

Un inconveniente a estas configuraciones es que requieren que los elementos sobre más de una de las capas de la celda sean coincidentes entre sí cuando las capas se ensamblan en un dispositivo de trabajo. Esto crea dificultades en la fabricación de dispositivos y limita las técnicas de fabricación que pueden usarse. En particular, para consideraciones de coste y capacidad de producción, a menudo es deseable fabricar los elementos de tira en una forma de banda continua. Cuando se usan bandas continuas a menudo es difícil conseguir de forma fiable la coincidencia banda abajo de los elementos repetitivos formados sobre diferentes capas antes de una etapa de laminado. A menudo esto requiere sistemas de control caros y un proceso de fabricación relativamente frágil, si acaso fuera posible.

Los documentos US 6.179.979 y US 6.174.429 describen celdas electroquímicas que comprenden un sustrato eléctricamente resistivo que tiene una primera capa fina de metal sobre una cara, y un segundo sustrato eléctricamente resistivo que tiene una segunda capa fina de metal recubierto por bombardeo sobre una cara, estando dispuestos dichos sustratos con el recubrimiento metálico orientado hacia el recubrimiento metálico del otro y estando separados por una lámina perforada mediante una abertura, cuya pared coopera con los recubrimientos metálicos para definir una pared de la celda.

El documento WO 98/43074 describe una celda electroquímica que tiene un primer sustrato que lleva un primer electrodo, un segundo sustrato que lleva un segundo electrodo y un depósito de muestra entre ellos.

60 Sumario de la invención

Los conectores de celda electroquímica que son adecuados para el uso junto con celdas electroquímicas de electrodos opuestos y los métodos de formación de los mismos, que no requieren etapas de ajuste banda abajo antes del laminado de las capas, son deseables. Las realizaciones preferidas proporcionan dichos métodos.

En una primera realización, se proporciona un método para formar una conexión eléctrica entre una celda electroquímica y un medidor, incluyendo el método en las etapas de: proporcionar una celda electroquímica, comprendiendo la celda electroquímica un primer sustrato aislante que lleva un primer recubrimiento eléctricamente conductor, un

segundo sustrato aislante que lleva un segundo recubrimiento eléctricamente conductor, y una capa espaciadora aislante dispuesta entre ellos, recubrimientos eléctricamente conductores que están dispuestos para enfrentarse entre sí en una relación espaciada, en la que un borde del primer sustrato aislante que lleva el primer recubrimiento eléctricamente conductor se extiende más allá de un borde del segundo sustrato aislante que lleva el segundo recubrimiento eléctricamente conductor y más allá de un borde de la capa espaciadora aislante y en el que el borde del segundo sustrato aislante que lleva el segundo recubrimiento eléctricamente conductor se extiende más allá del borde de la capa espaciadora aislante; proporcionar un medidor, incluyendo el medidor una cuña, incluyendo la cuña una superficie conductora superior de la cuña y una superficie conductora inferior de la cuña, estando las superficies conductoras en comunicación eléctrica con el medidor; e insertar una porción de la celda electroquímica en el medidor, con lo que la cuña se inserta entre la porción del primer sustrato aislante que lleva el primer recubrimiento eléctricamente conductor y la porción del segundo sustrato aislante que lleva el segundo recubrimiento eléctricamente conductor que se extiende más allá del borde de la capa espaciadora aislante, de manera que el primer sustrato aislante que lleva el primer recubrimiento eléctricamente conductor se divide desde el segundo sustrato aislante que lleva el segundo recubrimiento eléctricamente conductor, con lo que se forma una conexión eléctrica entre el primer recubrimiento eléctricamente conductor y la superficie conductora inferior de la cuña, con lo que se forma una conexión eléctrica entre el segundo recubrimiento eléctricamente conductor y la superficie conductora superior de la cuña.

En un aspecto de la primera realización, el medidor incluye adicionalmente un punto de giro, siendo capaz la cuña de girar sobre el punto de giro.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 proporciona un esquema de una celda electroquímica en la que el elemento 2 está desplazado del borde correspondiente del elemento 1 de manera que se expone el recubrimiento conductor sobre el elemento 1. La Figura 1 ilustra una vista en sección transversal.

La Figura 2 proporciona un esquema de una celda electroquímica en la que se corta un orificio de paso en el elemento 1 para exponer el recubrimiento conductor sobre el elemento 2 para conexión eléctrica. La Figura 2 ilustra una vista en sección transversal.

La Figura 3 proporciona un esquema de una celda electroquímica similar a la celda de la Figura 2, excepto que se ha insertado una parte extra del elemento 3 entre los elementos 1 y 2. La Figura 3 ilustra una vista en sección transversal.

La Figura 4 proporciona un esquema de una celda electroquímica en la que se forma una ranura en el elemento 1, que da acceso a un área del recubrimiento conductor sobre el elemento 2. La Figura 4 ilustra una vista en sección transversal.

La Figura 5 proporciona un esquema de una celda electroquímica similar a la celda de la Figura 2, excepto que el borde del elemento 3 es tal que está situado por encima del elemento 4 en el elemento 1. La Figura 5 ilustra una vista en sección transversal.

La Figura 6 proporciona un esquema de una celda electroquímica similar a la celda de la Figura 4, excepto que el borde del elemento 3 es tal que está al menos cerca del borde del elemento 1. La Figura 6 ilustra una vista en sección transversal.

La Figura 7 proporciona una vista lateral que ilustra la división del elemento 1 del elemento 2 en el área del conector para permitir el acceso para un dispositivo de conexión de lengüeta.

La Figura 8 proporciona una vista posterior que ilustra la división del elemento 1 del elemento 2 en el área del conector para permitir el acceso para un dispositivo de conexión de lengüeta.

La Figura 9 proporciona una ilustración que representa una tira parcialmente insertada en un conector del circuito externo.

La Figura 10 proporciona una ilustración que representa una tira totalmente insertada en un conector del circuito externo.

La Figura 11 proporciona una vista lateral de un conector del circuito externo 100.

La Figura 12 proporciona una ilustración que representa una tira parcialmente insertada en un conector del circuito externo 100 como se ilustra en la Figura 11.

La Figura 13 proporciona una ilustración que representa una tira totalmente insertada en un conector del circuito externo 100 como se ilustra en la Figura 11.

Descripción detallada de la realización preferida

La siguiente descripción y ejemplos ilustran una realización preferida de la presente invención en detalle. Los expertos en la materia reconocerán que hay numerosas variaciones y modificaciones de esta invención que están incluidas por este alcance. Por consiguiente, la descripción de una realización preferida no debería suponer una limitación al alcance de la presente invención.

El elemento básico de las celdas electroquímicas ilustradas en las Figuras 1-6 es que el borde de al menos una capa del electrodo (denominado en este documento la capa superior del electrodo) está desplazado de al menos otra capa del electrodo opuesta (denominada en este documento la capa inferior del electrodo) de manera que un área de la capa del electrodo inferior sobresale del borde de la capa del electrodo superior, exponiendo de esta manera un área de la capa del electrodo inferior adecuada para la conexión con el circuito medidor.

Las Figuras 1 a 6 representan vistas de diversas realizaciones preferidas de conectores de celda electroquímica. Las Figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6 representan vistas en sección transversal de las secciones de banda o cartulina de las capas ensambladas para las diversas realizaciones, mostrando los elementos repetitivos.

En las Figuras 1 a 6, el elemento 1 es la capa inferior del electrodo. Esta capa consiste en un sustrato eléctricamente aislante con un recubrimiento eléctricamente conductor sobre su cara superior, en el que el recubrimiento eléctricamente conductor está en contacto eléctrico con al menos un primer electrodo de la celda electroquímica.

El elemento 2 es la capa superior del electrodo. Esta capa consiste en un sustrato eléctricamente aislante con un recubrimiento eléctricamente conductor aplicado a su cara inferior, en el que el recubrimiento eléctricamente conductor está en contacto eléctrico con al menos un segundo electrodo de la celda electroquímica.

El elemento 3 es una capa eléctricamente aislante que sirve para espaciar los elementos 1 y 2. En las realizaciones preferidas, las caras superior e inferior del elemento 3 son adhesivas y también sirven para adherir juntas las capas del dispositivo. En esta realización preferida, el elemento 3 puede consistir en un sustrato recubierto con un adhesivo. Como alternativa puede consistir sólo en una capa de adhesivo.

El elemento 4 es un componente recortado en el elemento 1 que, como se ilustra en las Figuras 2 a 6, sirve para dar acceso a un área expuesta del recubrimiento eléctricamente conductor de la cara inferior del elemento 2.

En la Figura 1, un borde del elemento 2 está desplazado del borde correspondiente del elemento 1, de manera que un área sobresaliente del recubrimiento conductor sobre el elemento 1 está expuesta. En una realización preferida, una lengüeta del material de sustrato eléctricamente aislante con los recubrimientos o capas eléctricamente conductores sobre sus caras superior e inferior se inserta entre los elementos 1 y 2 para crear una conexión eléctrica con el circuito medidor.

En la Figura 2, se corta un orificio de paso en el elemento 1 para exponer un área del recubrimiento conductor sobre el elemento 2 para conexión eléctrica. Esto obvia la necesidad de tener un dispositivo de conexión insertado entre las capas.

El dispositivo representado en la Figura 3 es similar al representado en la Figura 2, excepto que se ha insertado una porción extra del elemento 3 entre los elementos 1 y 2. Esta configuración es deseable puesto que es probable que los elementos 1 y 2 se empujen juntos durante el uso y, de esta manera, creen un cortocircuito eléctrico entre los recubrimientos conductores sobre los elementos 1 y 2.

La Figura 4 representa una realización donde se ha formado una ranura en el elemento 1 que da acceso a un área del recubrimiento conductor sobre el elemento 2.

La Figura 5 representa una realización similar a la de la Figura 2. Sin embargo, en esta realización el borde del elemento 3 es tal que está por encima del elemento 4 en el elemento 1. Para que esta realización sea operativa, en la realización preferida los elementos 1 y 2 deben laminarse o ensamblarse juntos de otra manera antes de que se forme el elemento 4.

La Figura 6 representa una realización similar a la de la Figura 4. Sin embargo, en esta realización el borde del elemento 3 es tal que al menos está cerca del borde del elemento 1. En esta realización, se prefiere que los elementos 1 y 2 se laminen o se ensamblen juntos de otra manera antes de que se forme el elemento 4.

En otra realización, se describen métodos para formar conexiones eléctricas en algunos de los dispositivos de conexión analizados anteriormente.

Para las celdas electroquímicas de las realizaciones preferidas representadas en las Figuras 2 a 6, es adecuado usar partes para la conexión de los recubrimientos conductores sobre los elementos 1 y 2 en el circuito externo tal como las descritas en el documento WO-98/43073.

ES 2 340 153 T3

Para la realización representada en la Figura 1, es deseable una configuración diferente para la conexión externa. Para esta realización, es deseable dividir el elemento 1 del elemento 2 en el área del conector para permitir un acceso más fácil para un dispositivo de conexión de lengüeta. De acuerdo con este aspecto de la realización, el elemento 1 se divide del elemento 2 durante la inserción del conector de tira en el conector del circuito externo mediante una

proyección con forma de cuña. Las Figuras 7 y 8 muestran una vista lateral y una vista posterior, respectivamente, que ilustran la división del elemento 1 del elemento 2 en el área del conector para permitir el acceso para un dispositivo de conexión con lengüeta. Las Figuras 9 y 10 muestran esta realización con una tira parcial y totalmente insertada, respectivamente, en el conector del circuito externo.

El conector del circuito externo 10, representado en las Figuras 7 a 10, contiene una cámara 18, que contiene cavidades 11 y 12 en las que pueden insertarse el elemento 1 y el elemento 2 de la tira, respectivamente. Una o más proyecciones con forma de cuña 17 en las paredes laterales de la cámara 18 sirven para separar los elementos de tira 1 y 2 a medida que la tira se inserta en la cámara 18. A medida que la tira se inserta en la cámara 18, el elemento 1 primero golpea la cara inferior de la proyección 17 y se fuerza hacia abajo. Esta acción, junto con la acción de inserción sirve para separar adicionalmente el elemento 1 del elemento 2 para permitir la inserción fiable del elemento 2 en la cavidad 12.

Otra proyección con forma de cuña sobresale de la cara trasera de la cámara 18. Las capas conductoras se montan sobre las caras 13 y 14 de esta proyección, donde las dos capas conductoras se aíslan eléctricamente entre sí. Estas capas hacen un contacto eléctrico con los recubrimientos conductores sobre los elementos de tira 1 y 2. Los cables eléctricamente conductores u otros canales conductores 15 y 16 están conectados eléctricamente a las capas conductoras en las caras 13 y 14 y sirven para realizar la conexión al circuito externo. Como apreciará un experto en la materia, el dispositivo con superficies que comprenden las capas conductoras 13 y 14 puede construirse de manera que se integra con las proyecciones 17.

En las Figuras 11 a 13 se representa una segunda realización. La Figura 11 muestra una vista lateral de la realización. Las Figuras 12 y 13 muestran una vista lateral de la realización con una tira parcial o totalmente insertada, respectivamente.

El conector del circuito externo 100, representado en las Figuras 11 a 13, contiene una cámara 105 que contiene una cuña 101 que es capaz de girar dentro de la cámara 105 alrededor de un punto de giro 102. La cuña comprende superficies eléctricamente conductoras 106 y 107 que están conectadas eléctricamente a los puntos de conexión externos 103 y 104. En esta posición inicial, la cuña 101 se mantiene por gravedad o mediante un dispositivo de tensado por resorte (no mostrado) de manera que se sitúa como se muestra en la Figura 11. Cuando se inserta una tira en la cámara 105, el elemento inferior del electrodo golpea la superficie inferior de la cuña 101 detrás del punto de giro 102. Esta acción hace girar la cuña 101 de manera que el punto de la cuña 101 se sitúa entre las capas superior e inferior del electrodo de la tira. Después, a medida que la tira se inserta adicionalmente en la cámara 105, la superficie superior de la cuña 106 se pone en contacto con el recubrimiento conductor sobre el elemento superior de la tira. La conexión eléctrica del recubrimiento conductor sobre el elemento superior de la tira al punto de conexión 103, mediante la superficie conductora 106 se consigue entonces, puesto que el recubrimiento conductor sobre el elemento inferior de la tira del electrodo está en conexión eléctrica con el punto de conexión 104 mediante una superficie conductora 107.

La ventaja de la realización mostrada en las Figuras 11 a 13 es que el punto de la cuña 101 se sitúa automáticamente entre los elementos superior e inferior del electrodo de la tira para asegurar una conexión fiable.

Celdas Electroquímicas

Los conectores de celda electroquímica de las realizaciones preferidas son adecuados para usar en una diversidad de celdas electroquímicas. Por ejemplo, los conectores pueden usarse junto con las celdas electroquímicas usadas como detectores amperométricos para la detección y cuantificación de analitos.

En dichas aplicaciones, los electrodos pueden situarse de manera que el electrodo de trabajo está aislado de las reacciones del contra-electrodo y los productos de reacción, o está situado de manera que los productos de la reacción del contra-electrodo se difunden hacia el electrodo de trabajo donde reaccionan. El primer anterior de celda electroquímica se conoce bien en la técnica anterior. El último tipo de celda electroquímica se analiza en los documentos US 6.179.979 y US 5.942.102.

Estas dos configuraciones de electrodo varían en que, en el caso aislado, el contra-electrodo está situado lo suficientemente lejos del electrodo de trabajo de manera que durante el tiempo que se está usando la celda, los productos de las reacciones electroquímicas en el contra-electrodo no alcanzan al electrodo de trabajo. En la práctica, esto se consigue típicamente mediante una separación del electrodo de trabajo del contra-electrodo de al menos un milímetro.

En la configuración no aislada, el electrodo de trabajo y el contra-electrodo se sitúan juntos lo suficientemente cerca de manera que los productos de las reacciones electroquímicas en el contra-electrodo pueden difundir hacia el electrodo de trabajo durante el tiempo que se está usando la celda. Estos productos de reacción pueden reaccionar entonces en el electrodo de trabajo, dando una mayor corriente que puede estar presente en el caso de un electrodo

aislado. En la configuración no aislada, las reacciones en el electrodo de trabajo pueden describirse como acopladas a las reacciones del contra-electrodo.

Fabricación de la Celda Electroquímica

En ciertas realizaciones, las celdas electroquímicas de las realizaciones preferidas pueden fabricarse usando métodos similares a los descritos en el documento U.S. 5.942.102.

Como reconocerá un experto en la materia, las capas de electrodo y los sustratos eléctricamente aislantes pueden seleccionarse independientemente según se desee, por ejemplo, por facilidad de fabricación, para reducir los costes de material o para conseguir otros atributos deseables de la celda o del proceso de fabricación. Igualmente, las capas de electrodo pueden aplicarse a las capas de sustratos eléctricamente aislantes en cualquier patrón adecuado, por ejemplo, un patrón que solo cubra parcialmente el sustrato.

En las realizaciones preferidas, diversas capas en la celda pueden adherirse usando un adhesivo adecuado. Los adhesivos adecuados incluyen, por ejemplo, adhesivos activados por calor, adhesivos sensibles por presión, adhesivos curados por calor, adhesivos curados químicamente, adhesivos de fusión en caliente, adhesivos fluidos en caliente y similares. Los adhesivos sensibles a presión se prefieren para el uso en ciertas realizaciones donde se desea la simplificación de la fabricación. Sin embargo, en otras realizaciones la adhesividad de los adhesivos sensibles a presión puede dar como resultado el engomado de la herramienta de fabricación o producir adhesividad. En dichas realizaciones, generalmente se prefieren los adhesivos curados por calor o químicamente. Se prefieren especialmente los adhesivos activados por calor o curados por calor, que pueden activarse convenientemente en el momento apropiado.

En ciertas realizaciones, puede preferirse usar un adhesivo de fusión en caliente. Un adhesivo de fusión en caliente es un material termoplástico sin disolvente que es sólido a temperatura ambiente y que se aplica en forma fundida a una superficie a la que se adhiere cuando se enfría a una temperatura por debajo de su punto de fusión. Los adhesivos de fusión en caliente están disponibles en diversas composiciones químicas en un amplio intervalo de puntos de fusión. El adhesivo de fusión en caliente puede estar en forma de una banda, un material no tejido, un material tejido, polvo, solución o cualquier otra forma adecuada. Los adhesivos de fusión en caliente de poliéster pueden preferirse para ciertas realizaciones. Dichos adhesivos (disponibles, por ejemplo, en Bostik Corp. of Middleton, MA) son compuestos de fusión en caliente de poliéster saturado lineal que presentan puntos de fusión de 65°C a 220°C y varían de una naturaleza completamente amorfa a altamente cristalina. Los adhesivos de fusión en caliente de poliamida (nylon), disponibles también en Bostik, pueden preferirse, incluyendo tanto adhesivos de poliamida de ácido dimérico como de tipo nylon. Los productos químicos adhesivos de fusión en caliente adecuados incluyen EVA, polietileno y polipropileno.

Como alternativa, en otras ciertas realizaciones puede preferirse usar técnicas de laminado para unir ciertas capas juntas. Dichas técnicas de laminado se describen en el documento US 6.596.112 titulado "LAMINATES OF ASYMMETRIC MEMBRANES". Las capas a laminar se sitúan adyacentes entre sí y se aplica calor, con lo que se forma un enlace entre las capas. También puede aplicarse presión para ayudar a formar el enlace. Los métodos de laminado pueden preferirse para unir dos materiales cualquiera capaces de formar un enlace tras la aplicación de calor y/o presión. El laminado se prefiere para formar un enlace entre dos materiales poliméricos adecuados.

Los materiales eléctricamente resistentes adecuados que pueden preferirse como capas espaciadoras, como soportes para capas de electrodo o en otras capas en la celda incluyen, por ejemplo, materiales tales como poliésteres, poliestirenos, policarbonatos, poliolefinas, polietilentereftalato, vidrios, cerámicos, mezclas y/o combinaciones de los mismos y similares. Los ejemplos de adhesivos eléctricamente resistentes adecuados para usar como espaciadores o capas de soporte incluyen, aunque sin limitación poliacrilatos, polimetacrilatos, poliuretanos y poliésteres sulfonados.

Los compuestos químicos para usar en la celda, tales como reactivos redox, agentes de lisis, tampones, sales inertes y otras sustancias, pueden soportarse sobre los electrodos o las paredes de la celda, o uno o más soportes independientes contenidos dentro de la celda o pueden auto-soportarse. Si los compuestos químicos deben soportarse sobre los electrodos o paredes de la celda, los compuestos químicos pueden aplicarse usando técnicas de aplicación bien conocidas en la técnica tales como impresión por chorro de tinta, impresión serigráfica, litografía, pulverización ultrasónica, recubrimiento por ranura, impresión por rotogravado y similares. Los soportes independientes adecuados pueden incluir, aunque sin limitación, mallas, láminas no tejidas, cargas fibrosas, membranas macroporosas y polvos sinterizados. Los compuestos químicos para usar en la celda pueden soportarse sobre o estar contenidos dentro de un soporte.

En una realización preferida, los materiales preferidos dentro de la celda así como los materiales a partir de los que se construye la celda están en una forma que puede adaptarse a producción en masa y las propias celdas están diseñadas para un solo experimento y después desecharlas. Una celda desechable es una que es suficientemente barata de producir y que es económicamente aceptable usarla para un solo ensayo. Una celda desechable es una que puede usarse convenientemente sólo para un único ensayo, en concreto, puede ser necesario realizar etapas tales como lavado y/o recarga de reactivos para procesar la celda después de un solo uso para hacerla adecuada para un uso posterior.

Económicamente aceptable, en este contexto, significa que el valor percibido del resultado del ensayo para el usuario es el mismo o mayor que el coste de la celda si se adquiere y usa, ajustándose el precio de adquisición de la celda por el coste de suministro de la celda al usuario más una subida apropiada. Para muchas aplicaciones, se prefieren celdas que tienen costes de material relativamente bajos y procesos de fabricación sencillos. Por ejemplo, los

ES 2 340 153 T3

materiales de electrodo de las celdas pueden ser baratos, tales como carbono o pueden estar presentes en cantidades suficientemente pequeñas de manera que pueden preferirse materiales caros. El carbono para impresión serigráfica o la tinta de plata es un proceso adecuado para formar los electrodos con materiales relativamente baratos. Sin embargo, si se desea usar materiales de electrodo tales como platino, paladio, oro o iridio, se prefieren métodos con una mejor utilización de un material tal como bombardeo o recubrimiento evaporativo en fase vapor, puesto que pueden producir películas extremadamente finas. Los materiales de sustrato para las celdas desechables también son preferiblemente baratos. Los ejemplos de dichos materiales baratos son polímeros tales como cloruro de polivinilo, poliimida, poliéster y papeles y cartón recubiertos.

Los métodos de ensamblaje de la celda preferiblemente pueden adaptarse a producción en masa. Estos métodos incluyen la fabricación de múltiples celdas o cartulinas y separar la cartulina en tiras individuales después de las etapas de ensamblaje principales, y fabricación de la banda, donde las celdas se producen en una banda continua, que se separa posteriormente en tiras individuales. El procesamiento de las cartulinas es más adecuado cuando se desea un ajuste espacial próximo de múltiples elementos para la fabricación y/o cuando se prefieren materiales de sustrato celular rígido. El procesamiento de la banda es más adecuado cuando el ajuste banda abajo de los elementos no es crítico y pueden preferirse bandas flexibles.

En ciertas realizaciones, un uso individual conveniente para la celda electroquímica puede ser deseable, de manera que los usuarios no estén tentados de intentar reutilizar la celda y, posiblemente, obtener un resultado de ensayo impreciso. El uso único de la celda puede establecerse en las instrucciones para el usuario que acompañan a la celda. Más preferiblemente, en ciertas realizaciones donde es deseable un solo uso, la celda puede fabricarse de manera que el uso de la celda más de una vez es difícil o no es posible. Esto puede conseguirse, por ejemplo, incluyendo reactivos que se lavan o que se consumen durante el primer ensayo y no son funcionales en un segundo ensayo. Como alternativa, la señal del ensayo puede examinarse para indicaciones de que los reactivos en la celda ya han reaccionado, tal como una señal inicial anormalmente alta, y el ensayo se aborta. Otro método incluye proporcionar un medio para romper las conexiones eléctricas en la celda después de que se haya completado el primer ensayo en una celda.

Los Electrodos

En una realización preferida en la que la celda electroquímica detecta la presencia y/o cantidad de analito en la muestra o una sustancia indicativa de la presencia y/o cantidad del analito presente en la muestra, al menos uno de los electrodos en la celda es un electrodo de trabajo. Cuando el potencial del electrodo de trabajo es indicativo del nivel de analito (tal como en un detector potenciométrico), está presente un segundo electrodo que actúa como electrodo de referencia, que actúa para proporcionar un potencial de referencia.

En el caso de un detector amperométrico en el que la corriente del electrodo de trabajo es indicativa del nivel de un analito, tal como glucosa, está presente al menos otro electrodo, que preferiblemente funciona como un contra-electrodo para completar el circuito eléctrico. Este segundo electrodo puede funcionar también como un electrodo de referencia. Como alternativa, un electrodo puede realizar la función de un electrodo de referencia.

Los materiales adecuados para los electrodos de trabajo, contra- electrodo y electrodo de referencia son compatibles con cualquier reactivo o sustancia presente en el dispositivo. Los materiales compatibles no reaccionan sustancialmente químicamente con otras sustancias presentes en la celda. Los ejemplos de dichos materiales adecuados pueden incluir, aunque sin limitación, carbono, carbono y un aglutinante orgánico, platino, paladio, carbono, óxido de indio, óxido de estaño, óxidos mixtos de indio/estaño, oro, plata, iridio y mezclas de los mismos. Estos materiales pueden formarse en estructuras de electrodo por cualquier método adecuado, por ejemplo, por bombardeo, recubrimiento en fase vapor, impresión serigráfica, evaporación térmica, impresión por rotograbado, recubrimiento por ranura o litografía. En las realizaciones preferidas, el material se bombardea o se serigrafía para formar las estructuras de electrodo.

Los ejemplos no limitantes de los materiales preferidos para uso en los electrodos de referencia incluyen sistemas de sal de metal/metall, tal como plata en contacto con cloruro de plata, bromuro de plata o yoduro de plata, y mercurio en contacto con cloruro mercurioso o sulfato mercurioso. El metal puede depositarse por cualquier método adecuado y después ponerse en contacto con la sal metálica apropiada. Los métodos adecuados incluyen, por ejemplo, electrolisis en una solución salina adecuada u oxidación química. Dichos sistemas de sal de metal/metall proporcionan un mejor control del potencial en los métodos de medición potenciométricos que los sistemas de un solo componente metálico. En una realización preferida, los sistemas de electrodo de sal de metal/metall se prefieren como un electrodo de referencia separado en un detector amperométrico.

Puede usarse cualquier espaciado de electrodo adecuado. En ciertas realizaciones puede preferirse que los electrodos estén separados por una distancia de aproximadamente 500 μm , 400 μm , 300 μm , 200 μm , 100 μm , 50 μm , 20 μm , 10 μm o menos. En otras realizaciones, puede preferirse que los electrodos estén separados por una distancia de aproximadamente 500 μm , 600 μm , 700 μm , 800 μm , 900 μm , 1 mm o mayor.

Agentes de Lisis

En ciertas realizaciones, puede ser deseable incluir uno o más agentes de lisis en la celda electroquímica. Los agentes de lisis adecuados incluyen detergentes, tanto iónicos como no iónicos, enzimas proteolíticas y lipasas. Los detergentes iónicos adecuados incluyen, por ejemplo, dodecilsulfato sódico y bromuro de cetiltrimetil amonio. Los

ejemplos no limitantes de enzimas proteolíticas incluyen tripsina, quimiotripsina, pepsina, papaína y Pronasa E, una enzima muy activa que tiene una amplia especificidad. Los tensioactivos no iónicos adecuados para el uso incluyen, por ejemplo, octilfenoles etoxilados, incluyendo la serie TRITON XTM disponible en Rohm & Haas de Philadelphia, Pennsylvania. En una realización preferida, las saponinas, en concreto los glucósidos vegetales que forman espuma en agua, se prefieren como agente de lisis. En una realización particularmente preferida, las sales de metal alcalino de ácido desoxicólico disponibles en Sigma Aldrich Pty. Ltd. of Castle Hill, NSW, Australia se prefieren como agentes de lisis.

Reactivo Rédox

Los reactivos rédox pueden incluirse también en la celda electroquímica en las realizaciones preferidas. Los agentes rédox preferidos para el uso en las celdas electroquímicas para la medición de glucosa en sangre incluyen aquellos que son capaces de oxidar la forma reducida de las enzimas que son capaces de oxidar selectivamente la glucosa. Los ejemplos de enzimas adecuadas incluyen, aunque sin limitación, glucosa oxidasa deshidrogenasa, glucosa deshidrogenasa dependiente de PQQ y glucosa deshidrogenasa dependiente de NAD. Los ejemplos de reactivos rédox adecuados para el uso en el análisis de glucosa incluyen, aunque sin limitación, sales de ferricianuro, dicromato, óxidos de vanadio, permanganato y complejos organometálicos electroactivos. Los reactivos rédox orgánicos tales como diclorofenolindofenol y quinonas también son adecuados. En una realización preferida, el reactivo rédox para analizar la glucosa es ferricianuro.

Tampones

Opcionalmente, un tampón puede estar presente junto con un reactivo rédox en forma seca en la celda electroquímica. Si un tampón está presente, lo está en una cantidad tal que el nivel de pH resultante es adecuado para ajustar el potencial de oxidación del reactivo rédox a un nivel adecuado para la oxidación, por ejemplo, de glucosa, pero no de otras especies que no se desea detectar. El tampón está presente en una cantidad suficiente para mantener sustancialmente el pH de la muestra al nivel deseado durante el ensayo. Los ejemplos de tampones adecuados incluyen fosfatos, carbonatos, sales de metal alcalino de ácido cítrico melítico, sales de metal alcalino de ácido cítrico y sales de metal alcalino de ácido citracónico. La elección del tampón puede depender, entre otros factores, del pH deseado. El tampón se selecciona para que no reaccione con el reactivo rédox.

Sales Inertes

Las sales inertes preferidas para el uso en las diversas realizaciones incluyen sales que se disocian para formar iones en la muestra a analizar pero que no reaccionan con cualquiera de los reactivos rédox u otras sustancias en la muestra o en la celda, ni con los electrodos de la celda. Los ejemplos de sales inertes adecuadas incluyen, aunque sin limitación cloruros, nitratos, sulfatos y fosfatos de metal alcalino.

Otras Sustancias Presentes Dentro de la Celda

Además de los reactivos y tampones rédox, otras sustancias pueden estar presentes también dentro de la celda electroquímica. Dichas sustancias incluyen, por ejemplo, potenciadores de la viscosidad y polímeros de bajo peso molecular. Las sustancias hidrófilas pueden estar contenidas también dentro de la celda, tales como polietilenglicol, ácido poliacrílico, dextrano y tensioactivos tales como aquellos comercializados por Rohm & Haas Company of Philadelphia, Pennsylvania con el nombre comercial TRITON XTM o por ICI Americas Inc. of Wilmington, Delaware, con el nombre comercial TWEENTM. En una realización preferida están presentes los tensioactivos Pluronic y los agentes antiespumantes disponibles en BASF. Dichas sustancias pueden potenciar la velocidad de carga de la celda, proporcionar una medición más estable e inhibir la evaporación en muestras de pequeño volumen.

Circuito Eléctrico

Las capas eléctricamente conductoras están conectadas preferiblemente mediante los conectores descritos en este documento a circuitos eléctricos capaces de aplicar potenciales entre los electrodos y medir las corrientes resultantes, por ejemplo, medidores. Los medidores adecuados pueden incluir uno o más de una fuente eléctrica, un circuito para aplicar potenciales o corrientes controlados, un dispositivo de control de microprocesador, un ordenador o dispositivo de almacenamiento de datos, un dispositivo de visualización, un dispositivo de alarma audible u otros dispositivos o componentes como se sabe en la técnica. El medidor puede ser capaz también de tener una interfaz con un ordenador o dispositivo de almacenamiento de datos. Por ejemplo, un medidor típico puede ser un dispositivo portátil que se activa con una batería, controlado por un microprocesador a bordo, y que contiene un circuito para aplicar potenciales o corrientes predeterminados entre, por ejemplo, las clavijas de conexión del electrodo y el circuito, tal como un convertidor analógico a digital. En esta realización, la señal analógica de la tira puede convertirse en una señal digital que puede analizarse y/o almacenarse por un microprocesador. El medidor puede contener también una pantalla tal como una Pantalla de Cristal Líquido y un circuito asociado adecuado para mostrar el resultado del ensayo al usuario. En una realización alternativa, el medidor puede incorporar un circuito especializado, tal como el circuito de aplicación de potencial y de adquisición de señal. Dicho circuito especializado puede incorporarse en un módulo separado que puede tener una interfaz con un dispositivo de cálculo genérico, tal como un ordenador portátil u otro tipo de ordenador. En dicha realización, el dispositivo genérico puede realizar las funciones de control, análisis, almacenamiento de datos y/o visualización. Dicha realización permite que se produzca un medidor menos caro debido a que el dispositivo de

ES 2 340 153 T3

cálculo genérico puede preferirse para muchas funciones y, como tal, no se considera parte del coste del sistema de medición electroquímico. En cualquiera de estas realizaciones de medidor, el medidor o dispositivo de cálculo genérico puede ser capaz de comunicarse con dispositivos externos tales como redes informáticas locales o Internet para facilitar la distribución de los resultados del ensayo y proporcionar las actualizaciones del sistema al usuario.

5

La descripción anterior proporciona diversos métodos y materiales de la presente invención. Esta invención es susceptible de modificaciones en los métodos y materiales, así como de alteraciones en los métodos de fabricación y el equipo. Dichas modificaciones resultarán evidentes para los expertos en la materia a partir de una consideración de esta descripción o de la práctica de la invención proporcionada en este documento. Por consiguiente, no se pretende que esta invención se limite a las realizaciones específicas proporcionadas en este documento, sino que cubra todas las modificaciones y alternativas que se incluyen dentro del verdadero alcance de la invención representado por las reivindicaciones adjuntas.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un método para formar una conexión eléctrica entre una celda electroquímica y un medidor, comprendiendo el método las etapas de:

a) proporcionar una celda electroquímica, comprendiendo la celda electroquímica un primer sustrato aislante que lleva un primer recubrimiento eléctricamente conductor (1), un segundo sustrato aislante que lleva un segundo recubrimiento eléctricamente conductor (2), y una capa espaciadora aislante (3) dispuesta entre ellos, estando dispuestos los recubrimientos eléctricamente conductores para enfrentarse entre sí en una relación espaciada, en el que un borde del primer sustrato aislante que lleva el primer recubrimiento eléctricamente conductor (1) se extiende más allá de un borde del segundo sustrato aislante que lleva el segundo recubrimiento eléctricamente conductor (2) y más allá de un borde de la capa espaciadora aislante (3) y en el que el borde del segundo sustrato aislante que lleva el segundo recubrimiento eléctricamente conductor (2) se extiende más allá del borde de la capa espaciadora aislante (3);

b) proporcionar un medidor, comprendiendo el medidor una cuña (101), comprendiendo la cuña (101) una superficie conductora superior de la cuña (106) y una superficie conductora inferior de la cuña (107), estando las superficies conductoras (106), (107) en comunicación dieléctrica con el medidor; y

c) insertar una parte de la celda electroquímica en el medidor, con lo que la cuña (101) se inserta entre la porción del primer sustrato aislante que lleva el primer recubrimiento eléctricamente conductor (1) y la porción del segundo sustrato aislante que lleva el segundo recubrimiento eléctricamente conductor (2) que se extiende más allá del borde de la capa espaciadora aislante (3), de manera que el primer sustrato aislante que lleva el primer recubrimiento eléctricamente conductor se divide del segundo sustrato aislante que lleva el segundo recubrimiento eléctricamente conductor, y con lo que se forma una conexión eléctrica entre el primer recubrimiento eléctricamente conductor y la superficie conductora inferior de la cuña (107), y con lo que se forma una conexión eléctrica entre el segundo recubrimiento eléctricamente conductor y la superficie conductora superior de la cuña (106).

2. El método de la reivindicación 1, comprendiendo el medidor adicionalmente un punto de giro (102), en el que la cuña (101) es capaz de girar sobre el punto de giro (102).

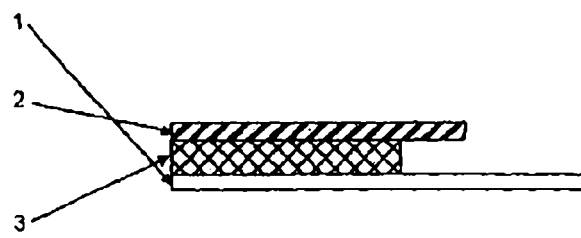


Figura 1

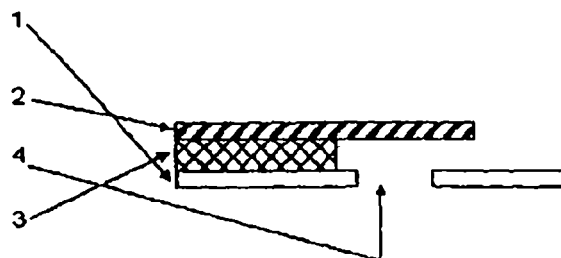


Figura 2

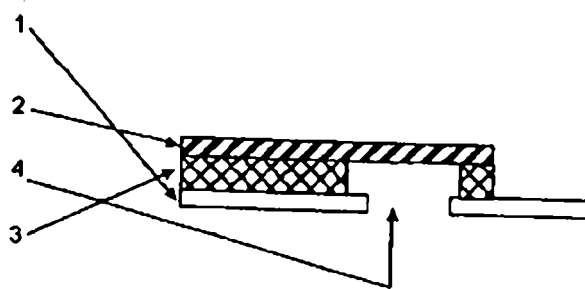


Figura 3

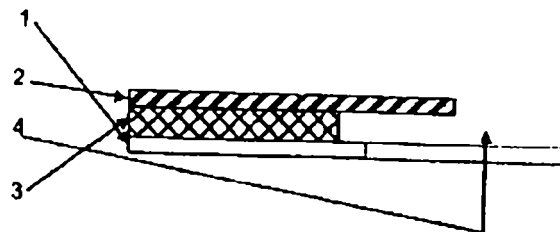


Figura 4

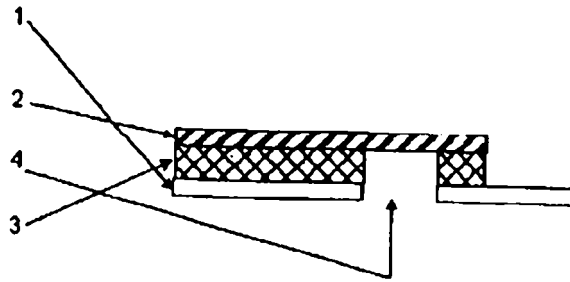


Figura 5

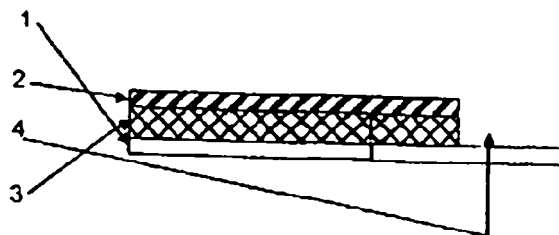


Figura 6

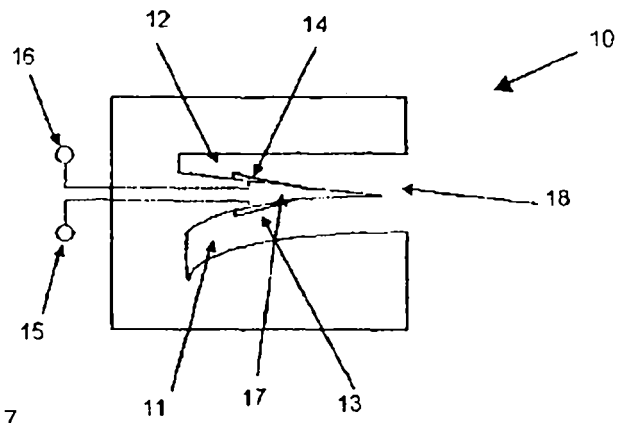


Figura 7

Figura 8

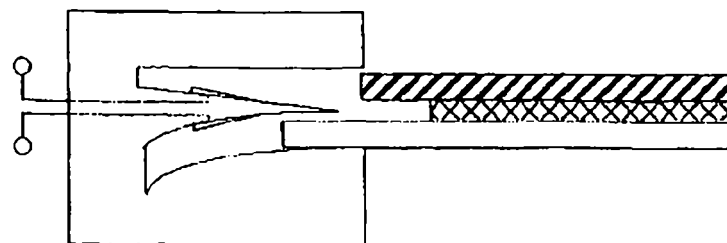
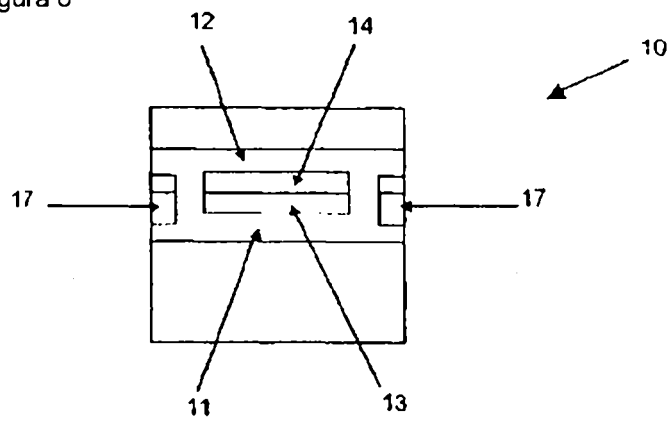


Figura 9

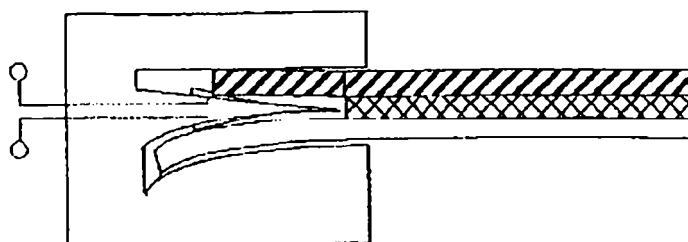


Figura 10

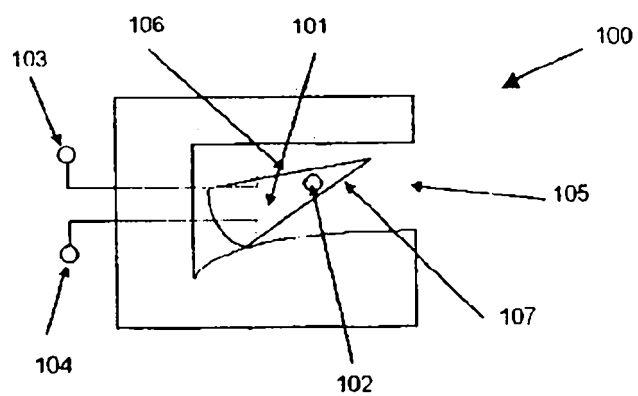


Figura 11

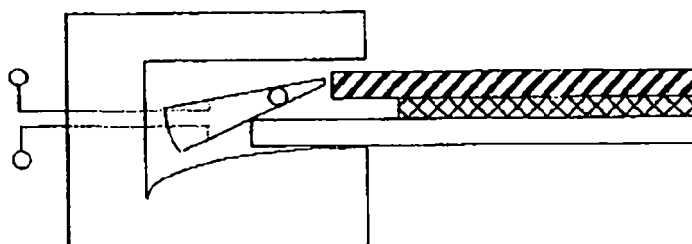


Figura 12

Figura 13

