

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 978**

51 Int. Cl.:

**H01M 8/02** (2006.01)

**H01M 8/12** (2006.01)

**H01M 8/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01972299 .0**

96 Fecha de presentación: **02.10.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1332524**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.08.2003**

54 Título: **Componente de pilas de combustible de óxido sólido y método de fabricación de un componente de pilas de combustible de óxido sólido**

30 Prioridad:

**03.10.2000 GB 0024106**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

**03.01.2013**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

**03.01.2013**

73 Titular/es:

**ROLLS-ROYCE FUEL CELL SYSTEMS LIMITED  
(100.0%)  
Moor Lane  
Derby DE24 8BJ, GB**

72 Inventor/es:

**GARDNER, FREDERICK, JAMES;  
DAY, MICHAEL, JOHN;  
HART, NIGEL, THOMAS;  
BRANDON, NIGEL, PETER y  
CASSIDY, MARK**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 393 978 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

Componente de pilas de combustible de óxido sólido y método de fabricación de un componente de pilas de combustible de óxido sólido.

5 La presente invención se refiere a un componente de pilas de combustible de óxido sólido y, en particular, a un componente de pilas de combustible de óxido sólido plano.

10 Se describe una pila de combustible de óxido sólido plana conocida en el documento de las patentes europeas EP0668622A1 y EP0673074A1. Éstas describen un apilamiento de pilas de combustible de óxido sólido plana que incluye numerosos elementos de electrolito de óxido sólido, de modo que cada elemento de electrolito de óxido sólido tiene un electrodo ánodo en una primera superficie y un electrodo cátodo en una segunda superficie opuesta para formar una pila de combustible. Se proporciona al menos un elemento de interconexión para conectar el electrodo ánodo de una pila de combustible con el electrodo cátodo de la pila de combustible adyacente, de modo que las pilas de combustible de óxido sólido se conectan eléctricamente en serie. Las pilas de combustible se disponen en un plano sobre uno o ambos lados de un elemento de distribución y soporte permeable a los gases, poroso y hueco, que suministra bien combustible a los electrodos de tipo ánodo o bien oxidante a los electrodos del tipo cátodo. Los electrolitos de estas pilas de combustible de óxido sólido son del orden de 1  $\mu\text{m}$  a 50  $\mu\text{m}$ , por ejemplo 10  $\mu\text{m}$ . El documento de la patente de Estados Unidos US 5397657 describe un método para aumentar la conductividad de un elemento de interconexión pulverizado térmicamente para una pila de combustible de óxido sólido.

20 Los principales problemas de las pilas de combustible de óxido sólido son sus altos costes de fabricación, su pobre conformidad a la expansión térmica y su limitado intervalo de temperatura de funcionamiento. La pobre conformidad a la expansión térmica de las pilas de combustible de óxido sólido las hace intolerantes a las diferencias de temperatura y a los choques térmicos.

25 Un problema adicional con todas las pilas de combustible de óxido sólido es que los voltajes son inferiores al valor Nernst debido a pérdidas eléctricas y electroquímicas en las pilas de combustible. Estas pérdidas dependen de la densidad de corriente. Estas pérdidas se deben a la activación en los electrodos, a la difusión en los electrodos y en el elemento de soporte permeable a los gases y poroso, a la resistencia en la interface electrolito/electrodo, a la recogida de corriente en los electrodos y a la resistencia iónica en el electrolito. Las pérdidas por activación dominan a bajas corrientes, las pérdidas por difusión dominan a corrientes altas y las pérdidas resistivas dominan a corrientes intermedias o altas. Asimismo se producen pérdidas debidas al flujo de corriente a través de los elementos de interconexión.

30 También se producen pérdidas adicionales debidas a las pérdidas por fugas a través del electrolito, de los elementos de interconexión y alrededor de la periferia de las pilas de combustible. Los huecos o microgrietas en los componentes o las fugas por la periferia de los componentes afectan al rendimiento electroquímico de las pilas de combustible en tres sentidos. En primer lugar, hay una pérdida de corriente por difusión o fuga del combustible o del oxígeno. En segundo lugar, hay una pérdida de voltaje debida a la disminución de la presión parcial del oxígeno a través de la membrana del electrolito de la pila de combustible. En tercer lugar, hay un aumento de la resistencia en los electrodos de tipo ánodo debido a que el níquel de los electrodos se va oxidando a óxido de níquel.

35 Otras pérdidas se pueden producir debido a corrientes de fuga de iones oxígeno en los elementos de interconexión y en el elemento de soporte, si poseen conductividad iónica. Pérdidas adicionales se pueden producir debido a pilas de combustible espurias formadas entre un ánodo de una pila de combustible y el cátodo de una pila de combustible adyacente si el cátodo de una pila de combustible se pone en contacto con el electrolito de la pila de combustible adyacente. El elemento de interconexión cortocircuita la pila de combustible espuria.

Otro problema con las pilas de combustible de óxido sólido es la interacción química entre el sustrato y el electrodo ánodo.

45 De acuerdo con ello, la presente invención busca proporcionar un componente de pilas de combustible de óxido sólido que supera, o al menos reduce, el problema de las fugas o escapes a través y alrededor de las pilas de combustible.

50 De acuerdo con ello, la presente invención proporciona un componente de pila de combustible de óxido sólido que comprende una estructura de soporte permeable a los gases y porosa, numerosos elementos de interconexión herméticos a los gases, no porosos y densos, una capa de sellado periférica hermética a los gases no porosa densa y numerosas pilas de combustible de óxido sólido, de modo que: las pilas de combustible de óxido sólido están dispuestas con una cierta separación sobre la superficie de la estructura de soporte permeable a los gases y porosa; las pilas de combustible de óxido sólido están montadas en serie eléctrica;

55 cada pila de combustible de óxido sólido comprende un elemento de electrolito hermético a los gases, no poroso y denso, un primer electrodo permeable a los gases y poroso y un segundo electrodo permeable a los gases y poroso; cada electrolito hermético a los gases, no poroso y denso se dispone en contacto con el correspondiente de los primeros electrodos permeables a los gases y porosos; cada segundo electrodo permeable a los gases y

poroso se dispone en contacto con el correspondiente de los elementos de electrolito hermético a los gases no poroso y denso;

los elementos de interconexión herméticos a los gases, no porosos y densos, la capa de sellado periférica hermética a los gases, no porosa y densa y los elementos de electrolito herméticos a los gases, no porosos y densos se montan de forma que encapsulen al menos uno de los primeros electrodos permeables a los gases y porosos excepto en la superficie del primer electrodo permeable a los gases y poroso que está frente a la superficie de la estructura de soporte permeable a los gases y porosa, para disminuir las fugas o escapes de reactivo de al menos un primer electrodo permeable a los gases y poroso.

Preferentemente, los elementos de interconexión herméticos a los gases, no porosos y densos, la capa de sellado periférica hermética a los gases, no porosa y densa y los elementos de electrolito herméticos a los gases, no porosos y densos se disponen de modo que encapsulen todos los primeros electrodos permeables a los gases y porosos, excepto en las superficies de los primeros electrodos permeables a los gases y porosos que están enfrente de la superficie de la estructura soporte permeable a los gases y porosa, para disminuir las fugas o escapes de reactivo desde los primeros electrodos permeables a los gases y porosos.

Preferentemente, el apilamiento de pilas de combustible de óxido sólido comprende un elemento de sellado hermético a los gases, no poroso y denso, los elementos de electrolito herméticos a los gases, no porosos y densos y el elemento de sellado hermético a los gases, no poroso y denso están dispuestos para encapsular al menos uno de los segundos electrodos permeables a los gases y porosos, excepto en la superficie de al menos uno de los segundos electrodos permeables a los gases y poroso que está alejada de los elementos de electrolito herméticos a los gases, no porosos y densos, para disminuir las fugas o pérdidas de reactivo de al menos un segundo electrodo permeable a los gases y poroso.

Preferentemente, los elementos de electrolito herméticos a los gases, no porosos y densos y el elemento de sellado no poroso y denso se disponen de modo que encapsulen todos los segundos electrodos permeables a los gases y porosos excepto en las superficies de los segundos electrodos permeables a los gases y porosos que están situadas lejos de los elementos de electrolito herméticos a los gases, no porosos y densos, para disminuir las pérdidas o fugas de reactivo de los segundos electrodos porosos permeables a los gases.

Cada uno de los primeros electrodos porosos permeables a los gases se dispone en contacto con la superficie de la estructura de soporte porosa permeable a los gases.

Preferentemente, cada uno de los primeros electrodos porosos permeables a los gases se dispone en contacto con la superficie de un captador o colector de corriente; cada captador o colector de corriente se dispone de modo que esté en contacto con una capa de barrera porosa y cada capa de barrera porosa se dispone de modo que esté en contacto con la superficie de la estructura soporte porosa permeable a los gases.

Preferentemente, el elemento de interconexión (al menos uno) comprende una primera capa sobre la estructura de soporte porosa permeable a los gases, una segunda capa sobre la primera capa y una tercera capa sobre la segunda capa. La primera capa es densa, no porosa y electrónica e iónicamente no conductora; la segunda capa enlaza la primera capa con la tercera capa y la tercera capa es electrónicamente conductora. Preferentemente, la primera capa comprende una cerámica, la segunda comprende cromita de lantano y la tercera capa comprende un metal. Preferentemente, la tercera capa comprende níquel, platino, paladio, rutenio, plata o una aleación de dos o más de esos elementos, por ejemplo una aleación de paladio y níquel o de otro metal resistente a la oxidación. Preferentemente, la primera capa comprende óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio dopado con vidrio de silicato u óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio dopado con cromato de calcio, de modo que la capa de barrera es iónicamente no conductora.

De forma alternativa, el elemento de interconexión (al menos uno) comprende una primera capa sobre la estructura de soporte porosa permeable a los gases y una segunda capa sobre la primera capa; la primera capa es densa, no porosa y electrónica e iónicamente no conductora y la segunda capa es electrónicamente conductora. Preferentemente, la primera capa comprende una cerámica y la segunda capa comprende un metal. Preferentemente, la segunda capa comprende níquel, platino, paladio, rutenio, plata o una aleación de dos o más de los elementos citados, por ejemplo una aleación de paladio y níquel. Preferentemente, la primera capa comprende óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio. Preferentemente, la primera capa comprende óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio dopado con vidrio de silicato u óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio dopado con cromato de calcio, de modo que la primera capa es iónicamente no conductora.

Preferentemente, el elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases se extiende alrededor de la periferia del área definida por los primeros electrodos porosos permeables a los gases y los elementos de interconexión densos no porosos.

Preferentemente, los extremos de los elementos de interconexión densos no porosos se solapan con el elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases. Preferentemente, los bordes de los elementos de electrolito densos, no porosos y herméticos a los gases solapan con el elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases.

- Preferentemente, el elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases comprende una primera capa y una segunda capa. Preferentemente el elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases comprende una cerámica. Preferentemente el elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases comprende óxido de circonio estabilizado con óxido de itrio. Preferentemente el elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases comprende óxido de circonio estabilizado con óxido de itrio dopado con vidrio de silicato u óxido de circonio estabilizado con óxido de itrio dopado con cromato de calcio, de modo que el elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases es iónicamente no conductor.
- Preferentemente, el elemento de sellado no poroso denso se solapa con el elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases. Preferentemente, el elemento de sellado no poroso denso se solapa con los extremos de los electrolitos densos, no porosos y herméticos a los gases. Preferentemente, el elemento de sellado no poroso denso se solapa con los extremos de los elementos de interconexión densos y no porosos. Preferentemente, el elemento de sellado no poroso denso comprende un material cerámico vítreo.
- Preferentemente, el sustrato poroso permeable a los gases comprende una cerámica con un coeficiente de expansión térmica ajustado al del elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases. Preferentemente, la cerámica comprende una mezcla de aluminato de magnesio y óxido de magnesio. De manera alternativa, la cerámica comprende óxido de circonio estabilizado con óxido de calcio.
- Un extremo de cada elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases se solapa con uno de los elementos de interconexión y el segundo extremo de cada elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases puede estar en contacto sellante con la superficie de la estructura soporte porosa permeable a los gases.
- Preferentemente un extremo de cada elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases se solapa con uno de los elementos de interconexión y el segundo extremo de cada elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases se solapa con uno de los elementos de interconexión.
- Preferentemente, un extremo de cada elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases se solapa con uno de los elementos de interconexión y el segundo extremo de cada elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases se apoya en uno de los elementos de interconexión.
- Preferentemente un extremo de cada primer electrodo poroso permeable a los gases se solapa con uno de los elementos de interconexión.
- De forma alternativa, la totalidad de cada primer electrodo poroso permeable a los gases se solapa con uno de los elementos de interconexión.
- La presente invención proporciona también un método de fabricación de un componente de pilas de combustible de óxido sólido que comprende una estructura de soporte permeable a los gases y porosa, numerosos elementos de interconexión densos, una capa de sellado periférica no porosa, densa y hermética a los gases y numerosas pilas de combustible de óxido sólido, de modo que: las pilas de combustible de óxido sólido están dispuestas con una cierta separación sobre la superficie de la estructura de soporte permeable a los gases y porosa; las pilas de combustible de óxido sólido están montadas en serie eléctrica;
- cada pila de combustible de óxido sólido comprende un elemento de electrolito hermético a los gases, no poroso y denso, un primer electrodo permeable a los gases y poroso y un segundo electrodo permeable a los gases y poroso; cada electrolito hermético a los gases, no poroso y denso se dispone en contacto con el correspondiente de los primeros electrodos permeables a los gases y porosos; cada segundo electrodo permeable a los gases y poroso se dispone en contacto con el correspondiente de los elementos de electrolito herméticos a los gases, no porosos y densos;
- cada uno de los primeros electrodos porosos permeables a los gases se dispone frente a la superficie de la estructura de soporte porosa permeable a los gases;
- de modo que el método comprende las etapas de:
- (a) formar la estructura de soporte porosa permeable a los gases;
  - (b) depositar numerosos elementos de interconexión densos y una capa de sellado periférica, densa, no porosa y hermética a los gases, sobre la estructura de soporte porosa permeable a los gases;
  - (c) depositar numerosos primeros electrodos porosos y permeables a los gases sobre la estructura de soporte porosa, permeable a los gases;
  - (d) depositar numerosos elementos de electrolito densos, no porosos y herméticos a los gases sobre los primeros electrodos porosos permeables a los gases de tal modo que los elementos de interconexión densos, la capa de elemento de sellado densa no periférica y los elementos de electrolito densos, no porosos y herméticos a los gases se disponen de forma que encapsulen al menos uno de los primeros electrodos porosos permeables a los gases excepto por la superficie del primer electrodo poroso permeable a los gases que está enfrente a la

superficie de la estructura de soporte porosa permeable a los gases, para disminuir las fugas o escapes de reactivo desde al menos el primer electrodo poroso permeable a los gases;

(e) depositar numerosos segundos electrodos porosos permeables a los gases sobre los numerosos elementos de electrolito densos, no porosos y herméticos a los gases.

- 5 Preferentemente, el paso (d) comprende depositar los numerosos elementos de electrolito densos, no porosos y permeables a los gases sobre los primeros electrodos porosos permeables a los gases de tal modo que los elementos de interconexión densos y no porosos, la capa de sellado periférica, densa y no porosa y hermética a los gases y los elementos de electrolito densos, no porosos y herméticos a los gases se disponen de forma que encapsulen todos los primeros electrodos porosos permeables a los gases excepto en las superficies de los  
10 primeros electrodos porosos permeables a los gases que están en contacto con la superficie de la estructura de soporte porosa permeable a los gases, para disminuir las fugas o escapes de reactivo desde los primeros electrodos porosos permeables a los gases.

Preferentemente, el método comprende la etapa posterior de:

- 15 (f) depositar un elemento de sellado, denso y no poroso alrededor de los numerosos segundos electrodos porosos, permeables a los gases de tal modo que los electrolitos densos, no porosos y herméticos a los gases y el elemento de sellado denso y no poroso encapsulen al menos uno de los segundos electrodos porosos y permeables a los gases excepto en la superficie del (al menos uno) segundo electrodo poroso permeable a los gases que está alejada de los elementos de electrolito densos, no porosos y herméticos a los gases, para  
20 disminuir las fugas o escapes de reactivo desde el (al menos uno) segundo electrodo poroso y permeable a los gases.

- Preferentemente, el paso (f) comprende depositar el elemento de sellado denso y no poroso alrededor de los numerosos segundos electrodos porosos y permeables a los gases de tal modo que los elementos de electrolito densos, no porosos y herméticos a los gases y el elemento de sellado hermético denso y no poroso encapsulen todos los segundos electrodos porosos y permeables a los gases excepto por las superficies de los segundos  
25 electrodos porosos permeables a los gases que está alejada de los elementos de electrolito densos, no porosos y herméticos a los gases, para disminuir las fugas o escapes de reactivo desde los segundos electrodos porosos y permeable a los gases.

- Preferentemente, el paso (a) comprende depositar el elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases de tal modo que se extienda alrededor de la periferia del área definida por los primeros electrodos porosos y permeables a los gases y los elementos de interconexión densos no porosos.  
30

Preferentemente, el paso (a) comprende depositar los elementos de interconexión densos no porosos de tal modo que se solapen con el elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases.

- Preferentemente, el paso (d) comprende depositar los elementos de electrolito densos, no porosos y herméticos a los gases de tal modo que se solapen con el elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases.  
35

Preferentemente, el paso (a) comprende depositar una primera capa y una segunda capa para formar el elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases. Preferentemente, el elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases comprende una cerámica. Preferentemente, el elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases comprende óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio.

- 40 Preferentemente, el paso (f) comprende depositar el elemento de sellado denso no poroso de tal forma que solape con el elemento de sellado hermético periférico denso, no poroso y hermético a los gases. Preferentemente, el paso (f) comprende depositar el elemento de sellado denso no poroso de tal forma que solape con los extremos de los elementos de electrolito densos, no porosos y herméticos a los gases. Preferentemente, el paso (f) comprende depositar el elemento de sellado denso y no poroso de tal forma que se solape con los extremos de los elementos  
45 de interconexión densos no porosos.

- Preferentemente, el paso (d) comprende depositar los elementos de electrolito densos, no porosos y herméticos a los gases de tal modo que un extremo de cada elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases solape con uno de los elementos de interconexión y el segundo extremo de cada elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases esté haciendo contacto sellante con la superficie de la estructura de soporte porosa permeable a los gases.  
50

El paso (d) puede comprender depositar los elementos de electrolito densos, no porosos y herméticos a los gases de tal modo que un extremo de cada elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases se solape con uno de los elementos de interconexión y el segundo extremo de cada elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases se apoye en uno de los elementos de interconexión.

De manera alternativa, el paso (d) puede comprender depositar los elementos de electrolito densos, no porosos y herméticos a los gases de tal modo que un extremo de cada elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases se solape con uno de los elementos de interconexión y el segundo extremo de cada elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases se solape con uno de los elementos de interconexión.

- 5 Preferentemente, el paso (c) comprende depositar los primeros electrodos porosos permeables a los gases de tal modo que un borde de cada primer electrodo poroso permeable a los gases se solape con uno de los elementos de interconexión.

De manera alternativa, el paso (c) comprende depositar los primeros electrodos porosos permeables a los gases de modo que la totalidad de cada primer electrodo poroso permeable a los gases se solape con uno de los elementos de interconexión.

10

Preferentemente, el método comprende los pasos adicionales de:

(g) sinterizar después del paso (d) y antes del paso (e) y

(h) sinterizar después del paso (f).

De manera alternativa, el método comprende los pasos adicionales de:

- 15 (g) sinterizar después del paso (b) y antes del paso (c);

(h) sinterizar después del paso (d) y antes del paso (e) e

(i) sinterizar después del paso (f).

De manera alternativa, el método comprende los pasos adicionales de:

(g) sinterizar después del paso (a) y antes del paso (b);

- 20 (h) sinterizar después del paso (b) y antes del paso (c);

(i) sinterizar después del paso (c) y antes del paso (d);

(j) sinterizar después del paso (d) y antes del paso (e);

(k) sinterizar después del paso (e) y antes del paso (f) y

(l) sinterizar después del paso (f).

- 25 La presente invención se describirá de manera más completa por medio de ejemplos que se referirán a los dibujos anexos, en los cuales:

La figura 1 es una vista en perspectiva en corte de un apilamiento de pilas de combustible de óxido sólido según la presente invención.

La figura 2 es una vista en planta de un componente del apilamiento de pilas de combustible mostrado en la figura 1.

- 30 La figura 3 es una vista ampliada de la sección transversal A-A a través del componente del apilamiento de pilas de combustible de óxido sólido mostrado en la figura 2.

La figura 4 es una vista de la sección transversal a lo largo de la línea B-B por el componente del apilamiento de pilas de combustible de óxido sólido mostrado en la figura 3.

- 35 La figura 5 es una vista de la sección transversal a lo largo de la línea C-C por el componente del apilamiento de pilas de combustible de óxido sólido mostrado en la figura 3.

Las figuras 6A a 6E ilustran la secuencia de fabricación del componente del apilamiento de pilas de combustible de óxido sólido mostrado en las figuras 3 a 5.

La figura 7 es otra vista ampliada de una sección transversal a través del componente de pilas de combustible de óxido sólido mostrado en la figura 3.

- 40 La figura 8 es una vista ampliada alternativa de una sección transversal a lo largo de la línea A-A a través del componente de pilas de combustible de óxido sólido mostrado en la figura 2.

La figura 9 es otra vista ampliada de una sección transversal a través del componente de pilas de combustible de óxido sólido mostrado en la figura 8.

La figura 10 otra vista ampliada de la sección transversal a lo largo de la línea A-A a través del componente de pilas de combustible de óxido sólido mostrado en la figura 2.

La figura 11 es otra vista ampliada de una sección transversal a través del componente de pilas de combustible de óxido sólido mostrado en la figura 10.

- 5 Un apilamiento de pilas de combustible de óxido sólido 10 según la presente invención se muestra en las figuras 1 a 5 y 7. El apilamiento de pilas de combustible de óxido sólido 10 comprende al menos uno, pero preferentemente numerosos componentes 12 dispuestos dentro de una envoltura 14. Cada componente 12, como se muestra más claramente en las figuras 2 a 5, comprende una estructura de soporte porosa permeable a los gases y hueca 16, la cual tiene una superficie interior 18 y una superficie exterior 22. La superficie interior 18 de la estructura de soporte porosa permeable a los gases y hueca, 16, define, al menos parcialmente, una o más cámaras 20 para el suministro de un primer reactivo a la superficie interior 18 de la estructura de soporte porosa permeable a los gases 16. La superficie externa 22 de la estructura de soporte porosa, permeable a los gases y hueca 16 soporta numerosas pilas de combustible de óxido sólido 24 que están dispuestas espaciadas entre sí con una separación regular sobre la superficie externa 22 de la estructura de soporte porosa, permeable a los gases y hueca 16. Se suministra un segundo reactivo a la superficie externa 22 de la estructura de soporte 16 porosa, permeable a los gases y hueca.

- Cada pila de combustible de óxido sólido 24, como se muestra más claramente en las figuras 3, 4, 5 y 7, comprende un primer electrodo poroso, permeable a los gases 26; un elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases 28 y un segundo electrodo poroso permeable a los gases 30. Se proporcionan numerosos elementos de interconexión densos, no porosos y herméticos a los gases, 32. Al menos uno, todos excepto dos, de los elementos de interconexión 32 densos, no porosos y herméticos a los gases se disponen para interconectar el primer electrodo 26 de una pila de combustible de óxido sólido 24 con el segundo electrodo 30 de una pila de combustible de óxido sólido 24 adyacente. Cada elemento de interconexión 32 denso, no poroso y hermético a los gases se dispone sobre la superficie exterior 22 de la estructura de soporte 16 porosa y permeable a los gases; la mayoría de los elementos de interconexión 32 densos, no porosos y herméticos a los gases se colocan en el espacio entre dos pilas de combustible de óxido sólido 24.

- En referencia a las figuras 2 y 3, un elemento de interconexión 32A denso, no poroso y hermético a los gases se dispone en un primer extremo del apilamiento de pilas de combustible de óxido sólido para interconectar el primer electrodo 26 poroso permeable a los gases de una pila de combustible de óxido sólido 24 con un primer terminal 36. Un elemento de interconexión 32B denso, no poroso y hermético a los gases se dispone en el segundo extremo del apilamiento de pilas de combustible de óxido sólido para interconectar el segundo electrodo 30 poroso y permeable a los gases de una pila de combustible de óxido sólido 24 con un segundo terminal 37.

El primer electrodo 26 poroso y permeable a los gases de cada pila de combustible de óxido sólido 24 se dispone sobre la superficie externa 22 de la estructura de soporte porosa y permeable a los gases, como se muestra en las figuras 3, 4, 5 y 7.

- 35 Se dispone una capa de sellado o cierre hermético 34 densa, no porosa y hermética a los gases sobre la superficie externa 22 de la estructura de soporte 16 porosa y permeable a los gases, sobre la periferia del área definida por los primeros electrodos 26 porosos y permeables a los gases y los elementos de interconexión densos, no porosos y herméticos a los gases 32, 32A y 32B.

- 40 El primer extremo 26A de cada primer electrodo 26 poroso permeable a los gases se dispone para que esté en contacto con uno de los elementos de interconexión 32 densos, no porosos y herméticos a los gases. El segundo extremo 26B de cada primer electrodo 26 poroso permeable a los gases se dispone separado a una distancia regular de un elemento adyacente de los elementos de interconexión 32 densos, no porosos y herméticos a los gases.

- 45 Cada electrolito 28 denso, no poroso y hermético a los gases se dispone en contacto con su correspondiente primer electrodo 26 poroso y permeable a los gases. El primer extremo 28A de cada electrolito denso, no poroso y hermético a los gases se dispone en contacto de elemento de sellado con uno de los elementos de interconexión densos, no porosos y herméticos a los gases, 32. El segundo extremo 28B de cada electrolito 28 denso, no poroso y hermético a los gases se dispone entre el segundo extremo 26B del primer electrodo 26 poroso y permeable a los gases y el elemento de interconexión adyacente 32 denso, no poroso y hermético a los gases. El segundo extremo 28B del elemento de electrolito 28 denso, no poroso y hermético a los gases está en contacto de elemento de sellado hermético con la superficie externa 22 de la estructura de soporte 16 porosa y permeable a los gases. El segundo extremo 28B de cada electrolito 28 denso, no poroso y hermético a los gases está también en contacto sellante con el elemento de interconexión 32 adyacente denso, no poroso y hermético a los gases. Los bordes 28C y 28D de cada electrolito 28 denso, no poroso y hermético a los gases están en contacto sellante con la capa 34 de sellado periférica densa, no porosa y hermética a los gases para encapsular los primeros electrodos 26 porosos y permeables a los gases con el fin de evitar las fugas o pérdidas de gas de los primeros electrodos 26 porosos y permeables a los gases.

Cada segundo electrodo 30 poroso permeable a los gases se dispone en contacto con su electrolito correspondiente 28 denso, no poroso y hermético a los gases. El primer extremo 30A de cada segundo electrodo 30 poroso permeable a los gases está separado del segundo extremo 30B de un segundo electrodo adyacente 30 poroso y permeable a los gases. El segundo extremo 30B de cada segundo electrodo 30 poroso y permeable a los gases se dispone en contacto con el elemento de interconexión 32 adyacente denso, no poroso y hermético a los gases.

Es de notar que el segundo extremo 30B del segundo electrodo poroso permeable a los gases 30 de cada pila de combustible de óxido sólido 24 está separado del electrolito denso, no poroso y hermético a los gases 28 de una pila de combustible de óxido sólido adyacente 24 para evitar la formación de pilas de combustible de óxido sólido espurias.

Se dispone un elemento de sellado hermético 38 denso, no poroso y hermético a los gases entre los segundos electrodos 30 porosos, permeables a los gases y dicho elemento está en contacto sellante, de cierre hermético, con una parte de los electrolitos 28 densos, no porosos y herméticos a los gases y con los elementos de interconexión 32 densos, no porosos y herméticos a los gases. El elemento de sellado 38 denso, no poroso y hermético a los gases se dispone también alrededor de la periferia del área definida por los segundos electrodos 30 porosos y permeables a los gases y está en contacto sellante con la capa de elemento de sellado herético o sellante 34 periférica, densa, no porosa y hermética a los gases. De este modo, los segundos electrodos 30 porosos y permeables a los gases están encapsulados para evitar las fugas de gas de los segundos electrodos 30 porosos y permeables a los gases.

El elemento de sellado hermético 38 denso, no poroso y hermético a los gases penetra en los bordes de los segundos electrodos 30 porosos y permeables a los gases, que están en contacto con los bordes del electrolito denso, no poroso y hermético a los gases 28 y con los bordes de la superficie del elemento de interconexión 32 denso, no poroso y hermético a los gases. La infiltración del elemento de sellado 38 denso, no poroso y hermético a los gases en los bordes de los segundos electrodos 30 porosos y permeables a los gases forman un elemento de sellado adicional en caso de fuga de gas desde los primeros electrodos 26 porosos y permeables a los gases a través de los elementos de interconexión 32 densos, no porosos y herméticos a los gases.

La estructura de soporte porosa permeable a los gases comprende preferentemente aluminato de magnesio dopado con óxido de magnesio; sin embargo, se pueden usar óxido de zirconio estabilizado con óxido de calcio u otras cerámicas adecuadas. Se prefiere el aluminato de magnesio porque es más barato y tiene una densidad más baja que el óxido de itrio estabilizado con óxido de calcio y porque, adicionalmente, el aluminato de magnesio tiene una conductividad iónica insignificante. El aluminato de magnesio se dopa con óxido de magnesio para ajustar el coeficiente de expansión térmico del electrolito de óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio; de este modo, el aluminato de magnesio dopado con óxido de magnesio se produce mezclando 60-70 % en peso de óxido de magnesio y el resto de óxido de aluminio. El óxido de zirconio estabilizado con óxido de calcio debe tener un nivel de dopante mayor de 16 % en moles de óxido de calcio, para asegurar que el óxido de zirconio está completamente estabilizado, por ejemplo 7 % en peso de óxido de calcio. Una ventaja del óxido de zirconio estabilizado con óxido de calcio es que tiene un coeficiente de expansión térmica ajustado a los electrolitos densos, no porosos y herméticos a los gases. El óxido de zirconio estabilizado con óxido de calcio no reacciona con los otros componentes de las pilas de combustibles durante el sinterizado y el óxido de zirconio estabilizado con óxido de calcio tiene una conductividad de ion oxígeno más baja que el óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio.

Cada elemento de interconexión 32, 32A y 32B denso, no poroso y hermético a los gases comprende tres capas. La primera capa 40, sobre la estructura de soporte porosa y permeable a los gases, es una capa de barrera densa, no porosa y hermética a los gases que no es conductora ni iónica ni eléctricamente y que comprende, por ejemplo, óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio que contiene un dopante, por ejemplo 1-2 % en peso de material de vidrio de silicato o 0,02-4 % en peso de cromato de calcio. Los dopantes disminuyen la conductividad del ion oxígeno y actúan como ayudas en el sinterizado. La segunda capa 42 es un revestimiento de enlace para la tercera capa y comprende, por ejemplo, cromita de lantano. La segunda capa mejora la densificación de la primera capa y disminuye la conductividad iónica de la primera capa. La segunda capa tiene un espesor de aproximadamente 10 µm después del sinterizado. La tercera capa 44 es electrónicamente conductora y resistente a la oxidación y comprende níquel, platino, paladio, rutenio y plata, por ejemplo, una aleación de paladio y níquel u otro metal adecuado. El platino se sinteriza en la cromita de lantano de tal modo que aproximadamente 50 % del área de la superficie del elemento de interconexión es platino y aproximadamente 50 % es cromita de lantano.

De forma alternativa, cada elemento de interconexión 32, 32A y 32B comprende una primera capa, sobre la estructura de soporte porosa permeable a los gases, y una segunda capa sobre la primera capa. La primera capa es densa, no porosa y hermética a los gases y es iónica y electrónicamente no conductora y la segunda capa es electrónicamente conductora. Preferentemente, la primera capa comprende una cerámica y la segunda capa comprende un metal. Preferentemente, el metal comprende níquel, platino, paladio, rutenio, plata o una aleación de cualquiera de dos o más de los metales siguientes: níquel, platino, paladio, rutenio y plata; por ejemplo, una aleación de 80 % en peso de paladio y 20 % en peso de níquel u otro metal resistente a la oxidación.

La primera capa 40 de los elementos de interconexión 32, 32A y 32B se puede depositar en dos capas de tal forma que el óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio y los dopantes llenen en primer lugar los poros en la

estructura de soporte 16 porosa, permeable a los gases y hueca y luego se produzca una superficie suave, libre de poros.

La capa de sellado 34 periférica densa, no porosa y hermética a los gases es una capa de barrera densa, no porosa y hermética a los gases que no es ni iónica ni electrónicamente conductora y que comprende, por ejemplo, óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio que contiene un dopante, por ejemplo 1-2 % en peso de material de vidrio de silicato o 0,02-4 % en peso de cromato de calcio. Los dopantes disminuyen la conductividad del ion oxígeno y actúan como ayudas en el sinterizado. La capa de sellado 34 periférica, de barrera, densa, no porosa y hermética a los gases se puede depositar en dos capas de tal modo que el óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio llene en primer lugar los poros en la estructura de soporte 16 porosa, permeable a los gases y hueca y luego se produzca una superficie suave, libre de poros.

El primer electrodo, ánodo, 26, comprende 60 % de óxido de níquel y 40 % de óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio. El óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio comprende 8 % en peso de óxido de itrio. El espesor del ánodo sinterizado es de aproximadamente 30  $\mu\text{m}$ . Si la estructura de soporte hueca, porosa, permeable a los gases 16 comprende aluminato de magnesio dopado con óxido de magnesio, se deposita una capa de barrera sobre la estructura de soporte 16 hueca, porosa y permeable a los gases antes del primer electrodo 26, porque el óxido de níquel reacciona con la alúmina en el aluminato de magnesio. La capa de barrera debe impedir que ocurra esta reacción y debe ser porosa para permitir que los reactivos fluyan hacia el ánodo 26 y desde él. Preferentemente, la capa de barrera comprende óxido de zirconio estabilizado con 8 % de óxido de itrio.

De manera alternativa, el primer electrodo poroso, permeable a los gases, el ánodo, 26, comprende níquel, paladio y óxido de cerio. El primer electrodo 26 poroso y permeable a los gases puede comprender óxido de cerio, una asociación de metales y cerámica de óxido de cerio y níquel o paladio u óxido de cerio con una malla de distribución de corriente conductora electrónicamente de níquel o de paladio o de una aleación de níquel y paladio.

Los electrolitos 28 densos, no porosos, herméticos a los gases comprenden óxido de zirconio estabilizado con 8 % de óxido de itrio y un óxido para ayudar al sinterizado. El óxido puede ser: 1 % en peso de óxido de aluminio, 1 % en moles de óxido de aluminio y 1 % en moles de óxido de titanio, 5 % en moles de óxido de titanio, 1 % en peso de óxido de níquel o 0,25 % en peso de óxido de boro. Los electrolitos 28 densos, no porosos y herméticos a los gases tienen una densidad mayor de 98 %. Los electrolitos 28 pueden comprender óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio con dos tamaños diferentes de partículas, por ejemplo, un tamaño de partículas promedio de aproximadamente 0,7 micrómetros y un tamaño de partículas promedio de aproximadamente 0,1 micrómetros, para posibilitar un buen sinterizado con el fin de obtener la máxima densidad sin contracción y deslaminación de los electrolitos 28. El espesor de los electrolitos densos, no porosos y herméticos a los gases 28 es de aproximadamente 10  $\mu\text{m}$ .

El segundo electrodo poroso, permeable a los gases, el electrodo cátodo 30, comprende una primera capa y una segunda capa. La primera capa comprende 50 % en peso de óxido de zirconio estabilizado con 8 % de óxido de itrio y 50 % en peso de manganita de estroncio y lantano ( $\text{La}_{0,8}\text{Sr}_{0,15}\text{MnO}_3$ ). La mezcla de óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio y de manganita de estroncio y lantano proporciona una conductividad de ion oxígeno mejorada en la primera capa, aumentando el área eficaz de la interface entre el segundo electrodo 30 poroso permeable a los gases y el electrolito 28 denso no poroso y hermético a los gases. Esto mejora la cinética de reducción del oxígeno, disminuyendo así la pérdida por polarización en el cátodo. La primera capa tiene un espesor comprendido entre 5 y 15  $\mu\text{m}$ . La segunda capa comprende 100 % en peso de manganita de estroncio y lantano con un tamaño de partículas mayor que el de la primera capa. La segunda capa mejora la conductancia electrónica del segundo electrodo 30. El tamaño de partículas mayor mejora la conductividad lateral y las características de sinterizado para producir un segundo electrodo 30 poroso libre de grietas. La segunda capa tiene un espesor comprendido entre 50 y 150  $\mu\text{m}$ . El segundo electrodo, cátodo 30, poroso, permeable a los gases, puede comprender un compuesto de manganita de lantano y estroncio y óxido de cerio.

El elemento de sellado 38 denso, no poroso y hermético a los gases comprende una cerámica de vidrio, por ejemplo, un material vítreo a base de alúmina, sílice y óxido de bario que contiene zirconio y que forma una película cerámica vítrea. Se pueden usar otras cerámicas vítreas adecuadas.

Los terminales 36 y 37 comprenden aluminuro de níquel y se forman colocando una capa de aluminio sobre el sustrato 16 y colocando una orejeta de níquel en contacto con la capa de aluminio. El aluminio y el níquel reaccionan a la temperatura de sinterizado para formar aluminuro de níquel que enlaza los terminales 36 y 37 a la orejeta y a los elementos de interconexión 32A y 32 B. De forma alternativa, los terminales 36 y 37 comprenden 80 % en peso de paladio y 20 % en peso de níquel.

El componente de pila de combustible de óxido sólido se fabrica formando una estructura de soporte porosa permeable a los gases 16 produciendo una masa cerámica del óxido de circonio estabilizado con óxido de calcio o del aluminato de magnesio dopado con óxido de magnesio, mezclando cerámica en polvo con una matriz orgánica acuosa.

Luego se pasa la masa cerámica por un extrusor de pistón utilizando un troquel para producir la estructura de soporte porosa permeable a los gases, mostrada en las figuras 3, 4 y 5, si bien se pueden obtener otras formas. Después de la extrusión, la estructura de soporte porosa permeable a los gases 16 se seca durante un período adecuado de tiempo. Para acelerar el proceso de secado se pueden usar microondas u otros medios apropiados.

5 La estructura de soporte porosa permeable a los gases secada se mecaniza mediante procesos de corte, molienda, pulido, abrasión y perforación, utilizando herramientas convencionales para ello. El mecanizado se usa para obtener colectores o elementos de interconexión en los extremos de la estructura de soporte 16 porosa permeable a los gases. Los extremos de la estructura de soporte 16 porosa permeable a los gases se pueden sellar con una tapa hecha con la masa cerámica extruida seca y/o con una pasta de la masa cerámica y secada.

10 A continuación, la estructura de soporte porosa permeable a los gases 16 se sinteriza en un horno sobre partículas esféricas de óxido de zirconio, que permiten el movimiento de la estructura de soporte 16 porosa permeable a los gases. La estructura de soporte 16 porosa permeable a los gases se sinteriza a una temperatura de 1400 °C durante un tiempo adecuado, por ejemplo dos horas, para permitir que la temperatura se iguale en todos los puntos de la estructura de soporte 16 porosa permeable a los gases. Ello favorece el sinterizado uniforme de la estructura de  
15 soporte 16 porosa permeable a los gases.

Se depositan numerosas primeras capas 40 de la capa de barrera densa no porosa de los elementos de interconexión 32 densos, no porosos y herméticos a los gases y de la capa de sellado 34 periférica, densa, no porosa y hermética a los gases, sobre la estructura de soporte porosa, permeable a los gases, como se muestra en la figura 6A. Inicialmente, se aplica un recubrimiento de base de óxido de zirconio estabilizado con óxido de calcio, o  
20 de otra cerámica adecuada, sumergiendo la estructura de soporte 16 porosa y permeable a los gases en el baño para rellenar sus poros; el óxido de zirconio estabilizado con óxido de calcio tiene un tamaño de partícula menor de 2 µm y se aplica en forma de una pasta espesa con base de agua. Luego, se cuece el revestimiento de base a 1400 °C durante una hora. A continuación, se aplica el revestimiento superior mediante estampado serigráfico utilizando una pantalla común; la capa de revestimiento superior es de óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio que  
25 comprende un dopante, como se ha descrito previamente en el texto.

Se depositan sobre las primeras capas 40 de los elementos de interconexión 32 densos, no porosos y herméticos a los gases numerosas segundas capas 42 y terceras capas 44 de los elementos de interconexión 32 densos, no porosos y herméticos a los gases. Las segundas capas 42 y las terceras capas 44 se solapan con la capa de sellado periférica 34 densa, no porosa y hermética a los gases. Las segundas y las terceras capas, 42 y 44, de los  
30 elementos de interconexión densos, no porosos y herméticos a los gases se depositan mediante estampado serigráfico.

Se depositan sobre la estructura de soporte 16 porosa y permeable a los gases numerosos primeros electrodos 26 porosos y permeables a los gases. Los primeros electrodos 26 porosos y permeables a los gases se solapan con uno de los elementos de interconexión 32 adyacentes densos, no porosos y herméticos a los gases, pero están  
35 separados de los otros elementos de interconexión 32 adyacentes densos, no porosos y herméticos a los gases, como se muestra en la figura 6C. Los primeros electrodos 26 porosos y permeables a los gases se depositan mediante estampado serigráfico.

Se depositan numerosos electrolitos 28 densos, no porosos y herméticos a los gases sobre los primeros electrodos 26 porosos y permeables a los gases de tal modo que los elementos de interconexión 32 densos, no porosos y herméticos a los gases, la capa de sellado periférica 34 densa, no porosa y hermética a los gases y los electrolitos  
40 28 densos, no porosos y herméticos a los gases se disponen de modo que encapsulen todos los primeros electrodos 26 porosos y permeables a los gases, como se muestra en la figura 6D, excepto en la superficie de los primeros electrodos 26 porosos y permeables a los gases que está en contacto con la superficie de la estructura de soporte 16 porosa y permeable a los gases, para disminuir, y preferentemente evitar, la fuga de reactivo desde los primeros  
45 electrodos 26 porosos y permeables a los gases. Los electrolitos 28 densos, no porosos y herméticos a los gases se solapan con la capa de sellado periférica 34 densa, no porosa y hermética a los gases. Cada electrolito 28 denso, no poroso y hermético a los gases se solapa con un elemento de interconexión 32 denso, no poroso y hermético a los gases y se apoya en otro elemento de interconexión 32 denso, no poroso y hermético a los gases. Los electrolitos 28 densos, no porosos y herméticos a los gases se depositan mediante estampado serigráfico. Los electrolitos 28 se  
50 pueden depositar depositando una capa que comprende partículas de óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio que tienen un tamaño promedio de partículas de aproximadamente 0,7 micrómetros, lo que produce una densidad de 98 %. Se puede depositar una segunda capa depositando una mezcla de partículas de óxido de zirconio estabilizadas con óxido de itrio con un tamaño promedio de partículas de 0,7 micrómetros y partículas de óxido de zirconio estabilizadas con óxido de itrio con un tamaño promedio de 0,1 micrómetros.

Se depositan numerosos segundos electrodos 30 porosos permeables a los gases sobre los numerosos electrolitos 28 densos, no porosos y herméticos a los gases, como se muestra en la figura 6E. Los segundos electrodos 30 porosos y permeables a los gases se solapan con los elementos de interconexión 32 densos, no porosos y herméticos a los gases. El segundo electrodo 30 poroso y permeable a los gases de cada pila de combustible de  
60 óxido sólido está separado del electrolito 28 denso, no poroso y hermético a los gases de una pila de combustible de óxido sólido adyacente para evitar la formación de pilas de combustible de óxido sólido espurias. Los segundos

electrodos 30 porosos y permeables a los gases se depositan mediante impresión con estarcido o pulverización de pasta espesa, para minimizar el daño en los electrolitos 28 densos, no porosos y herméticos a los gases que están debajo.

5 El elemento de sellado o capa de sellado 38 denso, no poroso y hermético a los gases se deposita alrededor de los numerosos segundos electrodos 30 porosos y permeables a los gases de tal forma que los electrolitos densos, no porosos y herméticos a los gases 28 y la capa de sellado 38 densa, no porosa y hermética a los gases encapsulen todos los segundos electrodos 30 porosos y permeables a los gases excepto en las superficies de los segundos electrodos 30 porosos y permeables a los gases alejadas de los electrolitos 28 densos, no porosos y herméticos a los gases. Esto disminuye, y preferentemente evita, las fugas del segundo reactivo desde los segundos electrodos 30 porosos y permeables a los gases hacia los primeros electrodos 26 porosos y permeables a los gases y disminuye, y preferentemente evita, las fugas del primer reactivo desde los primeros electrodos 26 porosos y permeables a los gases hacia los segundos electrodos 30 porosos y permeables a los gases. La capa de sellado 38 densa, no porosa y hermética a los gases se deposita mediante estampado serigráfico.

15 Puede haber una etapa de sinterizado después de que se hayan depositado la capa de sellado 34 periférica densa, no porosa y hermética a los gases, los elementos de interconexión 32 densos, no porosos y herméticos a los gases, los primeros electrodos 26 porosos y permeables a los gases y los electrolitos 28 densos, no porosos y herméticos a los gases. Puede haber una etapa de sinterizado adicional después de que se hayan depositado los segundos electrodos 30 porosos y permeables a los gases y el elemento de sellado 38 denso y no poroso.

20 De forma alternativa, puede haber una etapa de sinterizado después de que se hayan depositado la capa de sellado periférica 34 densa, no porosa y hermética a los gases y los elementos de interconexión 32 densos, no porosos y herméticos a los gases. Puede haber una etapa de sinterizado adicional después de que se hayan depositado los primeros electrodos 26 porosos y permeables a los gases y los electrolitos 28 densos, no porosos y herméticos a los gases y una etapa adicional de sinterizado después de que se hayan depositado los segundos electrodos 30 porosos y permeables a los gases y el elemento de sellado 38 denso, no poroso y hermético a los gases.

25 De forma alternativa, puede haber una etapa de sinterizado después de que cada uno de los siguientes conjuntos de elementos se haya depositado: la capa de sellado 34 periférica, densa, no porosa y hermética a los gases; los elementos de interconexión 32 densos, no porosos y herméticos a los gases; los primeros electrodos 26 porosos y permeables a los gases; los electrolitos 28 densos, no porosos y herméticos a los gases; los segundos electrolitos 30 porosos y permeables a los gases y el elemento de sellado 38 denso, no poroso y hermético a los gases.

30 Las etapas de sinterizado comprenden calentar a temperaturas entre 1000 °C y 1500 °C. Los elementos de interconexión 32 se sinterizan a una temperatura comprendida en el intervalo de 1300 °C a 1500 °C, los electrodos ánodo 26 y los electrolitos 28 se sinterizan a temperaturas comprendidas entre 1400 y 1450 °C y los electrodos cátodo 30 se sinterizan a temperaturas entre 1000 °C y 1400 °C.

35 La disposición descrita permite que los elementos de interconexión 32 densos, no porosos y herméticos a los gases y la capa de sellado 34 periférica densa, no porosa y hermética a los gases se sintericen a altas temperaturas para hacerlos densos, no porosos y herméticos a los gases, sin que se produzcan reacciones químicas indeseadas con otras capas. De este modo, la temperatura de sinterizado se reduce cuando se deposita cada capa.

Se notará que la estructura de soporte 16 porosa y permeable a los gases tiene dos superficies planas paralelas y que se pueden proporcionar pilas de combustible de óxido sólido sobre una de las superficies o sobre las dos.

40 En las figuras 8 y 9 se muestra más claramente una sección transversal a través de un componente 112 de una pila de combustible de óxido sólido alternativa. El componente 112 comprende una estructura de soporte 116 hueca, porosa y permeable a los gases, que tiene una superficie interna 118 y una superficie externa 122. La superficie interna 118 de la estructura de soporte 116 hueca, porosa y permeable a los gases define al menos parcialmente una o más cámaras 120 para el suministro de un primer reactivo a la superficie interna 118 de la estructura de soporte 116 porosa y permeable a los gases. La superficie externa 122 de la estructura de soporte 116 hueca, porosa y permeable a los gases soporta numerosas pilas de combustible de óxido sólido 124 que están dispuestas con una cierta separación sobre la superficie externa 122 de la estructura de soporte 116 hueca, porosa y permeable a los gases. Se suministra un segundo reactivo a la superficie externa 122 de la estructura de soporte 116 hueca, porosa y permeable a los gases. Las pilas de combustible de óxido sólido 124 están interconectadas eléctricamente en serie.

55 Cada pila de combustible de óxido sólido 124 comprende un primer electrodo 126 poroso y permeable a los gases, un elemento de electrolito 128 denso, no poroso y hermético a los gases y un segundo electrodo 130 poroso y permeable a los gases. Se proporcionan numerosos elementos de interconexión 132 densos, no porosos y herméticos a los gases. Al menos uno, todos excepto dos, de los elementos de interconexión 132 densos, no porosos y herméticos a los gases se disponen para interconectar el primer electrodo 126 poroso y permeable a los gases de una pila de combustible de óxido sólido 124 con el segundo electrodo 130 poroso y permeable a los gases de una pila de combustible de óxido sólido 124 adyacente.

El primer electrodo 126 poroso y permeable a los gases de cada pila de combustible de óxido sólido 124 se dispone sobre su respectivo colector de corriente 135 poroso y permeable a los gases de un conjunto numeroso de ellos. Cada colector de corriente 135 poroso y permeable a los gases se dispone sobre su respectiva capa de barrera 123 porosa y permeable a los gases de un conjunto numeroso de ellas. Cada elemento de interconexión 132 denso, no poroso y hermético a los gases comprende una capa de barrera 134 densa, no porosa y hermética a los gases sobre la superficie 122 de la estructura de soporte 116 porosa y permeable a los gases y una capa resistente a la oxidación y conductora electrónicamente 133 sobre la capa de barrera 134 densa, no porosa y hermética a los gases. La capa de barrera 134 densa, no porosa y hermética a los gases y la capa de barrera 123 porosa y permeable a los gases evitan las interacciones químicas entre el primer electrodo 126 poroso y permeable a los gases y la estructura de soporte 116 porosa y permeable a los gases. La mayoría de los elementos de interconexión 132 densos, no porosos y herméticos a los gases se sitúan en el espacio entre dos pilas de combustible de óxido sólido 124 adyacentes. Un elemento de interconexión 132A denso, no poroso y hermético a los gases se dispone en un extremo del componente de pilas de combustible de óxido sólido para interconectar el primer electrodo 126 poroso y permeable a los gases de una pila de combustible de óxido sólido 124 con un primer terminal 36. Un elemento de interconexión 132B se dispone en un extremo del componente de pilas de combustible de óxido sólido para interconectar el segundo electrodo 130 poroso y permeable a los gases de una pila de combustible de óxido sólido 124 con un segundo terminal 37.

La capa de sellado o elemento de sellado 134 se dispone sobre la superficie externa 122 de la estructura de soporte 116 porosa y permeable a los gases sobre la periferia del área definida por la capa de barrera porosa 123.

Toda la superficie que está alejada del elemento de electrolito 128 denso, no poroso y hermético a los gases, de cada primer electrodo 126 poroso y permeable a los gases se dispone en contacto con el colector de corriente respectivo 135.

Cada electrolito 128 denso, no poroso y hermético a los gases se dispone en contacto con su correspondiente primer electrodo 126 poroso y permeable a los gases. Un primer extremo 128A de cada electrolito 128 denso, no poroso y hermético a los gases se dispone en contacto sellante, de elemento de sellado hermético, con la capa de barrera 134 densa y no porosa de un elemento de interconexión 132 denso, no poroso y hermético a los gases. El segundo extremo 128B de cada electrolito 128 denso, no poroso y hermético a los gases se dispone en contacto sellante, de elemento de sellado hermético, con la capa 133 del respectivo elemento de interconexión 132 denso, no poroso y hermético a los gases. Los bordes 128C y 128D de cada electrolito 128 denso, no poroso y hermético a los gases están en contacto sellante, de elemento de sellado hermético, con la capa de sellado 134 periférica densa, no porosa y hermética a los gases, para encapsular los primeros electrodos 126 porosos y permeables a los gases, para evitar las fugas de gas desde los primeros electrodos 126 porosos y permeables a los gases.

Cada segundo electrodo 130 poroso permeable a los gases se dispone en contacto con el correspondiente electrolito 128 denso, no poroso y hermético a los gases. El primer extremo 130A de cada segundo electrolito 130 poroso y permeable a los gases está separado del segundo extremo 130B de un segundo electrodo 130 adyacente poroso y permeable a los gases. El segundo extremo 130B de cada segundo electrodo 130 poroso y permeable a los gases se dispone en contacto con el elemento de interconexión 132 adyacente. El segundo extremo 130B de cada segundo electrodo 130 poroso y permeable a los gases está separado del electrolito 128 denso, no poroso y hermético a los gases de una pila de combustible 124 adyacente para evitar la formación de pilas de combustible de óxido sólido espurias.

Se dispone un elemento de sellado o material de sellado 138 denso, no poroso y hermético a los gases entre los segundos electrodos 130 porosos y permeables a los gases, que está en contacto sellante con una parte de los electrolitos 128 densos, no porosos y herméticos a los gases. El elemento de sellado 138 denso, no poroso y hermético a los gases se dispone también alrededor de la periferia del área definida por los segundos electrodos 130 porosos y permeables a los gases y está en contacto sellante con la capa de sellado 134 periférica, densa, no porosa y hermética a los gases. La capa de sellado 134 periférica, densa, no porosa y hermética a los gases está también en contacto sellante con los elementos de interconexión 132. De este modo, se encapsulan los segundos electrodos 130 porosos y permeables a los gases, para evitar las fugas de gas.

El elemento de sellado 138 denso, no poroso y hermético a los gases, penetra en los bordes de los segundos electrodos 130 porosos y permeables a los gases, que están en contacto con los bordes de los elementos de electrolito 128 densos, no porosos y herméticos a los gases y en la superficie de la capa 133 de los elementos de interconexión 132 densos, no porosos y herméticos a los gases, que no están en contacto con los elementos de electrolito 128 densos, no porosos y herméticos a los gases y que no están en contacto con los segundos electrodos 130 porosos y permeables a los gases. La infiltración del elemento de sellado 138 denso, no poroso y hermético a los gases en los bordes de los segundos electrodos 130 porosos y permeables a los gases forma un sellado adicional en el caso de una fuga de gas desde los primeros electrodos 126 porosos y permeables a los gases a través de los elementos de interconexión 132 densos, no porosos y herméticos a los gases.

Esta disposición o montaje se produce depositando en primer lugar la capa de barrera 123 porosa y hermética a los gases y la capa de barrera periférica 134 densa, no porosa y hermética a los gases. Luego, en segundo lugar, se depositan la capa 133 de los elementos de interconexión 132 y los colectores de corriente 135 y el conjunto se

sinteriza a altas temperaturas de tal forma que se eviten reacciones químicas posteriores. Luego se depositan los primeros electrodos 126 porosos y permeables a los gases, seguidos de los elementos de electrolito 128 densos, no porosos y herméticos a los gases, seguidos por los segundos electrodos 130 porosos y permeables a los gases y finalmente, el elemento de sellado 138 denso, no poroso y hermético a los gases.

- 5 Debe notarse que los colectores de corriente 135 y las capas 133 de los elementos de interconexión 132 son partes esenciales y se disponen entre los primeros electrodos 126 porosos y permeables a los gases y la estructura de soporte 116 porosa y permeable a los gases. Los colectores de corriente 135 son porosos y permeables a los gases para permitir que fluya el primer reactivo desde la estructura de soporte 116 porosa y permeable a los gases hacia los primeros electrodos 126 porosos y permeables a los gases. Los colectores de corriente 135 recogen corriente o
- 10 proporcionan corriente a los primeros electrodos 126 porosos y permeables a los gases. Los colectores de corriente 135 y las capas 133 de los elementos de interconexión 132 tienen alta conductividad lateral, en el plano. Sin embargo, debe notarse que los colectores de corriente 135 y las capas 133 de los elementos de interconexión 132 son relativamente delgados, con un espesor del orden de unos pocos micrómetros. La longitud del colector de corriente 135 y de la capa 133 del elemento de interconexión 132 es relativamente grande, del orden de varios mm.
- 15 De este modo, cualquier trayectoria de fugas es larga y estrecha y las fugas son mínimas o sustancialmente nulas. Por ejemplo, cada pila de combustible tiene una longitud de aproximadamente 15 mm y un espesor de aproximadamente 0,030 mm; el colector de corriente 135 y la capa 133 del elemento de interconexión 132 tienen longitudes de casi 15 mm y un espesor de aproximadamente 1 micrómetro. De este modo, la capa 133 del elemento de interconexión 132 es sustancialmente hermética a los gases para el flujo en la dirección lateral.
- 20 Los colectores de corriente 135 y las capas 133 de los elementos de interconexión 132 comprenden al menos uno de los siguientes metales: níquel, platino, paladio, rutenio y plata, preferentemente dos o más de ellos, por ejemplo, níquel y platino o níquel y paladio, níquel y rutenio, etc. Los elementos de interconexión 132 comprenden también óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio para ayudar a la unión del elemento de interconexión 132 con la capa de barrera porosa 123 y con la capa de barrera 134 densa, no porosa y hermética a los gases.
- 25 Se dispone un colector de corriente 131 poroso y permeable a los gases sobre el segundo electrodo 130 poroso y permeable a los gases, para recoger corriente desde o para proporcionar corriente al segundo de los segundos electrodos 130 porosos y permeables a los gases. Los colectores de corriente 131 tienen alta conductividad lateral, en el plano. Los colectores de corriente 131 comprenden un metal o una aleación de alta conductividad, por ejemplo, uno o más de níquel o plata y uno o más entre platino, paladio, rutenio y oro, por ejemplo níquel y platino, níquel y paladio, níquel y rutenio, etc. El colector de corriente 131 se deposita mediante estampado serigráfico y raspado con
- 30 cuchilla rascadora y tiene un espesor de aproximadamente 10 micrómetros.

En este ejemplo, los primeros electrodos 26 son los ánodos y los segundos electrodos 30 son los cátodos.

- En las figuras 10 y 11, se muestra más claramente una sección transversal de un componente alternativo 212 de pilas de combustible de óxido sólido. El componente 212 es sustancialmente el mismo que el mostrado en las figuras
- 35 3, 4, 5 y 7 y las partes similares se muestran con los mismos numerales. El componente 212 de las figuras 10 y 11 se diferencia en que el segundo extremo 28B de cada elemento de electrolito 28 denso, no poroso y hermético a los gases se apoya y se solapa en el elemento de interconexión 32 adyacente denso, no poroso y hermético a los gases. Adicionalmente, las capas de barrera porosas 123 se disponen entre cada primer electrodo 26 (ánodo) poroso y permeable a los gases y la estructura de soporte 16 porosa y permeable a los gases para impedir las interacciones químicas entre los electrodos 26 (ánodos) porosos y permeables a los gases y la estructura de soporte
- 40 porosa y permeable a los gases 16.

- Puede ser posible depositar una capa de barrera porosa y permeable a los gases sobre toda la superficie de la estructura de soporte porosa y permeable a los gases para impedir las interacciones químicas entre la estructura de soporte porosa y permeable a los gases y los primeros electrodos porosos y permeables a los gases.
- 45 Posteriormente, se proporcionan unas capas de barrera densas, no porosas y herméticas a los gases en posiciones apropiadas sobre la capa de barrera porosa y permeable a los gases para los elementos de interconexión. El elemento de sellado periférico denso, no poroso y hermético a los gases se proporciona sobre el resto de la superficie de la estructura de soporte porosa permeable a los gases.

- La prevención de las fugas del reactivo desde los primeros electrodos a los segundos electrodos es muy importante, debido a que, en caso contrario, los reactivos, hidrógeno y oxígeno, se mezclarían y se quemarían y ello conduciría a daños en las pilas de combustible y pérdida de rendimiento de las mismas.
- 50

- Aunque la invención se ha descrito haciendo referencia a un elemento de sellado denso, no poroso y hermético a los gases alrededor de los segundos electrodos, puede ser posible, en determinadas circunstancias, prescindir del elemento de sellado denso, no poroso y hermético a los gases si se evita completamente el encapsulamiento de los primeros electrodos.
- 55

Aunque la invención se ha descrito de forma que los primeros electrodos son los ánodos, puede ser posible que los primeros electrodos sean los cátodos.

El reactivo suministrado al ánodo es generalmente hidrógeno o los productos de conversión de un fuel hidrocarbonado, por ejemplo, hidrógeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono. El reactivo suministrado al cátodo es generalmente oxígeno, aire u otro gas que contenga oxígeno.

5 La disposición de las pilas de combustible permite que las capas densas, no porosas y herméticas a los gases se depositen inicialmente y se cuezan a la temperatura más alta para obtener el sinterizado que forme las capas densas, no porosas y herméticas a los gases. Las otras capas se depositan y se cuecen a temperaturas progresivamente más bajas. Esto permite que las pilas de combustible de óxido sólido funcionen a temperaturas de hasta 1200 °C.

10 La longitud y el espesor de las capas del apilamiento de pilas de combustible de óxido sólido son variables de diseño importantes e influyen en el rendimiento del apilamiento de pilas de combustible de óxido sólido. Las pérdidas en la recogida de corriente se minimizan minimizando la longitud de toda trayectoria de corriente. Esto se consigue minimizando el paso de las pilas de combustible de óxido sólido. El paso de las pilas de combustible de óxido sólido es la longitud del elemento de electrolito más la longitud del elemento de interconexión. La resistencia al flujo de corriente se minimiza minimizando el número de interfaces. Estos requisitos contradictorios dan como resultado un  
15 paso de pila de combustible de óxido sólido óptimo, cuya magnitud depende del espesor y de la conductividad de los colectores de corriente del ánodo y del cátodo. El paso de una pila de combustible de óxido sólido está comprendido entre 5 mm y 20 mm.

La relación de aspecto entre el elemento de electrolito y la del elemento de interconexión, es decir, la razón entre la longitud del elemento de electrolito y el elemento de interconexión, debería maximizarse. Esto es así porque cuanto  
20 más largo es el elemento de interconexión, más caro es el material contenido en el apilamiento de pilas de combustible de óxido sólido y cuanto más larga se hace la estructura de soporte, más se reduce la densidad de potencia. Si se maximiza la relación de aspecto, se maximiza la densidad de corriente a través de los elementos de interconexión. Esto hace que el rendimiento del apilamiento de pilas de combustible sea sensible a la resistencia del contacto entre el electrodo y el elemento de interconexión y a la conductividad del elemento de interconexión. Se  
25 emplea una relación de aspecto entre el elemento de electrolito y el elemento de interconexión de aproximadamente 3 a 1.

## REIVINDICACIONES

1. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido (12) que comprende una estructura de soporte (16) porosa y permeable a los gases, numerosos elementos de interconexión (32) y numerosas pilas de combustible de óxido sólido (24), en el que las pilas de combustible de óxido sólido (24) están dispuestas espaciadas sobre una superficie (22) de la estructura de soporte (16) porosa y permeable a los gases; las pilas de combustible de óxido sólido (24) están dispuestas en serie eléctrica;

cada pila de combustible de óxido sólido (24) comprende un elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases (28), un primer electrodo poroso y permeable a los gases (26) y un segundo electrodo poroso y permeable a los gases (30); cada elemento de electrolito (28) denso, no poroso y hermético a los gases se dispone en contacto con el correspondiente primer electrodo (26) poroso y permeable a los gases; cada segundo electrodo (30) poroso y permeable a los gases se dispone en contacto con el correspondiente elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases (28);

caracterizado porque: el componente de pilas de combustible de óxido sólido (12) comprende una capa de sellado periférica (34) densa, no porosa y hermética a los gases; los elementos de interconexión (32) son densos, no porosos y herméticos a los gases; los elementos de interconexión (32) densos, no porosos y herméticos a los gases, la capa de sellado (34) periférica, densa, no porosa y hermética a los gases y los elementos de electrolito (28) densos, no porosos y herméticos a los gases se disponen de forma que encapsulen al menos uno de los primeros electrodos (26) porosos y permeables a los gases, excepto en la superficie del primer electrodo poroso permeable a los gases (26) que está frente a la superficie (22) de la estructura de soporte (16) porosa y permeable a los gases, para disminuir las fugas de reactivo desde el (al menos uno) primer electrodo (26) poroso y permeable a los gases.

2. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido, según la reivindicación 1, en el que los elementos de interconexión (32) densos, no porosos y herméticos a los gases, la capa de sellado periférica (34) densa, no porosa y hermética a los gases y los elementos de electrolito (28) densos, no porosos y herméticos a los gases se disponen de forma que encapsulen todos los primeros electrodos (26) porosos y permeables a los gases, excepto en las superficies de los primeros electrodos (26) porosos y permeables a los gases que están enfrente de la superficie (22) de la estructura de soporte (16) porosa y permeable a los gases, para disminuir las fugas de reactivo desde los primeros electrodos (26) porosos y permeables a los gases.

3. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido, según las reivindicaciones 1 o 2, en el que el apilamiento de pilas de combustible de óxido sólido (12) comprende un elemento de sellado (38) denso, no poroso y hermético a los gases; los elementos de electrolito (28) densos, no porosos y herméticos a los gases y el elemento de sellado (38) denso, no poroso y hermético a los gases se disponen de modo que encapsulen al menos uno de los segundos electrodos (30) porosos y permeables a los gases, excepto en la superficie de al menos un segundo electrodo (30) poroso y permeable a los gases que está alejada de los elementos de electrolito (28) densos, no porosos y herméticos a los gases, para disminuir las fugas de reactivo desde el segundo electrodo (30) (al menos uno) poroso y permeable a los gases.

4. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según la reivindicación 3, en el que los elementos de electrolito (28) densos, no porosos y herméticos a los gases y el elemento de sellado (38) denso y no poroso se disponen de modo que encapsulen todos los segundos electrodos (30) porosos y permeables a los gases, excepto en las superficies de los segundos electrodos (30) porosos y permeables a los gases que están lejos de los elementos de electrolito (28) densos, no porosos y herméticos a los gases, para disminuir las fugas de reactivo procedentes de los segundos electrodos (30) porosos y permeables a los gases.

5. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que cada uno de los primeros electrodos (26) porosos y permeables a los gases se dispone en contacto con la superficie de la estructura de soporte (16) porosa y permeable a los gases.

6. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que cada uno de los primeros electrodos (126) porosos y permeables a los gases se dispone en contacto con la superficie de un colector de corriente (135); cada colector de corriente (135) se dispone en contacto con una capa de barrera porosa (123); la capa de barrera porosa (123) se dispone en contacto con la superficie (122) de la estructura de soporte (116) porosa y permeable a los gases.

7. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según la reivindicación 5, en el que al menos un elemento de interconexión (32) comprende una primera capa (40) sobre la estructura de soporte porosa y permeable a los gases (16), una segunda capa (42) sobre la primera capa (40) y una tercera capa (44) sobre la segunda capa (42); la primera capa (40) es densa, no porosa, hermética a los gases y electrónicamente e iónicamente no conductora; la segunda capa (42) une la tercera capa (44) con la primera capa (40) y la tercera capa (44) es electrónicamente conductora.

8. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según la reivindicación 7, en el que la primera capa (40) comprende una cerámica, la segunda capa (42) comprende cromita de lantano y la tercera capa (44)

comprende un metal.

9. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según las reivindicaciones 7 u 8, en el que la tercera capa (44) comprende níquel, platino, paladio, rutenio, plata o una aleación de dos o más de los metales siguientes: níquel, platino, paladio, rutenio y plata.
- 5 10. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según las reivindicaciones 7, 8 o 9, en el que la primera capa (40) comprende óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio dopado con vidrio de silicato u óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio dopado con cromato de calcio.
- 10 11. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según las reivindicaciones 5 o 6, en el que al menos un elemento de interconexión (132) comprende una primera capa (134) sobre la estructura de soporte (116) porosa y permeable a los gases y una segunda capa (133) sobre la primera capa (134); la primera capa (134) es densa y no porosa y es electrónica e iónicamente no conductora y la segunda capa (133) es electrónicamente conductora.
12. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según la reivindicación 11, en el que la primera capa comprende una cerámica y la segunda capa comprende un metal.
- 15 13. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según las reivindicaciones 11 o 12, en el que la segunda capa comprende níquel, platino, paladio, rutenio, plata o una aleación de cualquiera dos o más de los siguientes metales: níquel, platino, paladio, rutenio y plata.
14. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13 en el que la primera capa comprende óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio.
- 20 15. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según las reivindicaciones 10 o 14, en el que la primera capa comprende óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio dopado con vidrio de silicato u óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio dopado con cromato de calcio.
- 25 16. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, cuando son dependientes de la reivindicación 6, en el que una capa electrónicamente conductora (133) de al menos un elemento de interconexión (132) es parte integrante del colector de corriente (135).
17. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según las reivindicaciones 6 o 16, en el que la capa de barrera porosa (123) es electrónica e iónicamente no conductora y minimiza las reacciones químicas entre la estructura de soporte (116) porosa y permeable a los gases y los primeros electrodos (126) porosos y permeables a los gases.
- 30 18. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, en el que la capa de sellado periférica (34), densa, no porosa y hermética a los gases se extiende alrededor de la periferia del área definida por los primeros electrodos (26) porosos y permeables a los gases y los elementos de interconexión (32) porosos y permeables a los gases.
- 35 19. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, en el que los extremos de los elementos de interconexión (32) densos y no porosos se solapan con la capa de sellado (34) periférica, densa, no porosa y hermética a los gases.
20. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, en el que los bordes (28C, 28D) de los elementos de electrolito (28) densos, no porosos y herméticos a los gases solapan con la capa de sellado periférica (34) densa y no porosa.
- 40 21. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, en el que la capa de sellado periférica (34) densa, no porosa y hermética a los gases comprende una primera capa y una segunda capa.
22. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, en el que la capa de sellado periférica (34) densa, no porosa y hermética a los gases comprende una cerámica.
- 45 23. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, en el que la capa de sellado periférica (34) densa, no porosa y hermética a los gases comprende óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio.
24. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, en el que la capa de sellado periférica (34) densa, no porosa y hermética a los gases comprende óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio dopado con vidrio de silicato u óxido de zirconio estabilizado con óxido de itrio dopado con cromato de calcio.
- 50 25. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según las reivindicaciones 3 o 4 en el que el elemento

de sellado (38) denso y no poroso solapa con la capa de sellado periférica (34) densa, no porosa y hermética a los gases.

26. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según la reivindicación 25, en el que el elemento de sellado (34) denso y no poroso solapa con los extremos de los electrolitos (28) densos, no porosos y herméticos a los gases.

27. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según la reivindicación 26, en el que el elemento de sellado (34) denso y no poroso solapa con los extremos de los elementos de interconexión (32) densos y no porosos.

28. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según las reivindicaciones 3 o 4, en el que el elemento de sellado (38) denso y no poroso comprende un material cerámico vítreo.

29. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según las reivindicaciones 3 o 4, en el que el elemento de sellado (38) denso y no poroso comprende un vidrio de óxidos de aluminio, de silicio y de bario que contiene zirconio.

30. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 29 en el que un extremo (28A) de cada elemento de electrolito (28) denso, no poroso y hermético a los gases solapa con uno de los elementos de interconexión (32) y el segundo extremo (28B) de cada elemento de electrolito (28) denso, no poroso y hermético a los gases está en contacto sellante con la superficie de la estructura de soporte (16) porosa y permeable a los gases.

31. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 29 en el que un extremo (28A) de cada elemento de electrolito (28) denso, no poroso y hermético a los gases solapa con uno de los elementos de interconexión (32) y el segundo extremo (28B) de cada elemento de electrolito (28) denso, no poroso y hermético a los gases solapa con uno de los elementos de interconexión (32).

32. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 31 en el que un extremo (28A) de cada elemento de electrolito (28) denso, no poroso y hermético a los gases solapa con uno de los elementos de interconexión (32) y el segundo extremo (28B) de cada elemento de electrolito (28) denso, no poroso y hermético a los gases se apoya en uno de los elementos de interconexión (32).

33. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 32 en el que un extremo (26A) de cada primer electrodo (26) poroso y permeable a los gases solapa con uno de los elementos de interconexión (32).

34. Un método de fabricación de un componente (12) de pilas de combustible de óxido sólido que comprende una estructura de soporte (16) porosa y permeable a los gases, numerosos elementos de interconexión (32) y numerosas pilas de combustible de óxido sólido (24), en el que las pilas de combustible de óxido sólido (24) están dispuestas espaciadas sobre una superficie (22) de la estructura de soporte (16) porosa y permeable a los gases y las pilas de combustible de óxido sólido (24) están dispuestas en serie eléctrica;

cada pila de combustible de óxido sólido (24) comprende un elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases (28), un primer electrodo poroso y permeable a los gases (26) y un segundo electrodo poroso y permeable a los gases (30); cada elemento de electrolito (28) denso, no poroso y hermético a los gases se dispone en contacto con el correspondiente primer electrodo (26) poroso y permeable a los gases; cada segundo electrodo (30) poroso y permeable a los gases se dispone en contacto con el correspondiente elemento de electrolito denso, no poroso y hermético a los gases (28);

cada uno de los primeros electrodos (26) porosos y permeables a los gases se dispone frente a la superficie (22) de la estructura de soporte (16) porosa y permeable a los gases;

comprendiendo el método los pasos de:

(a) formar la estructura de soporte (16) porosa permeable a los gases;

(b) depositar numerosos elementos de interconexión (32) densos y una capa de sellado periférica (34), densa, no porosa y hermética a los gases, sobre la estructura de soporte (16) porosa permeable a los gases;

(c) depositar numerosos primeros electrodos (26) porosos y permeables a los gases sobre la estructura soporte (16) porosa, permeable a los gases;

(d) depositar numerosos elementos de electrolito (28) densos, no porosos y herméticos a los gases sobre los primeros electrodos (26) porosos permeables a los gases de tal modo que los elementos de interconexión (32) densos, la capa de sellado (34) densa no periférica y los elementos de electrolito (32) densos, no porosos y herméticos a los gases se disponen de modo que encapsulen al menos uno de los primeros electrodos (26) porosos permeables a los gases excepto en la superficie del primer electrodo (26) poroso permeable a los gases

que está enfrente de la superficie (22) de la estructura de soporte (16) porosa permeable a los gases, para disminuir las fugas o escapes de reactivo desde al menos un primer electrodo (26) poroso permeable a los gases;

- 5 (e) depositar numerosos segundos electrodos (30) porosos permeables a los gases sobre los numerosos elementos de electrolito (28) densos, no porosos y herméticos a los gases.

35. Un método como el de la reivindicación 34, en el que el paso (d) comprende depositar los numerosos elementos de electrolito densos, no porosos y herméticos a los gases sobre los primeros electrodos (26) porosos y permeables a los gases, de tal modo que los elementos de interconexión (32) densos y no porosos, la capa de sellado periférica (34) densa, no porosa y hermética a los gases y los elementos de electrolito (28) densos, no porosos y herméticos a los gases se disponen de modo que encapsulen todos los primeros electrodos (26) porosos y permeables a los gases, excepto en las superficies de los primeros electrodos (26) porosos y permeables a los gases que están enfrente de la superficie (22) de la estructura de soporte (16) porosa y permeable a los gases, para disminuir las fugas de reactivo desde los primeros electrodos (26) porosos y permeables a los gases.

36. Un método según las reivindicaciones 34 o 35, que comprende el paso posterior de (f) depositar un elemento de sellado (38) denso, no poroso, alrededor de los numerosos segundos electrodos (30) porosos y permeables a los gases de tal modo que los elementos de electrolito (28) densos, no porosos y herméticos a los gases y el elemento de sellado (38) denso y no poroso encapsulen al menos uno de los segundos electrodos (30) porosos y permeables a los gases, excepto en la superficie del (al menos uno) segundo electrodo (30) poroso y permeable a los gases que está alejado de los elementos de electrolito (28) densos, no porosos y herméticos a los gases, para disminuir las fugas de reactivo desde el (al menos uno) segundo electrodo (30) poroso y permeable a los gases.

37. Un método según la reivindicación 36, en el que el paso (f) comprende depositar el elemento de sellado (38) alrededor de los numerosos electrodos (30) porosos y permeables a los gases de tal modo los elementos de electrolito (28) densos, no porosos y herméticos a los gases y el elemento de sellado (38) denso y no poroso encapsulen todos los segundos electrodos (30) porosos y permeables a los gases, excepto en la superficie de los segundos electrodos (30) porosos y permeables a los gases que está alejada de los elementos de electrolito (28) densos, no porosos y herméticos a los gases, para disminuir las fugas de reactivo desde los segundos electrodos (30) porosos y permeables a los gases.

38. Un componente (112) de pilas de combustible de óxido sólido según la reivindicación 1, en el que se dispone una capa de barrera porosa (123) entre al menos uno de los primeros electrodos (126) y la superficie (122) de la estructura de soporte (116) porosa y permeable a los gases para disminuir la interacción química entre el primer electrodo (126) (al menos uno) poroso y permeable a los gases y la estructura de soporte (116) porosa y permeable a los gases.

39. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según la reivindicación 38, en el que se dispone un colector de corriente (135) entre el primer electrodo (126) (al menos uno) poroso y permeable a los gases y la capa de barrera (123) porosa.

40. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según la reivindicación 39, en el que el colector de corriente (135) poroso y permeable a los gases está incorporado a una capa electrónicamente conductora (133) de los elementos de interconexión (132).

41. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido (112) según la reivindicación 1, en el que el colector de corriente (135) poroso y permeable a los gases se dispone entre al menos uno de los primeros electrodos (126) porosos y permeables a los gases y la superficie (122) de la estructura de soporte (116) porosa y permeable a los gases, para recoger el flujo de corriente hacia el primer electrodo (126) poroso y permeable a los gases o el flujo procedente de él.

42. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según la reivindicación 41, en el que el colector de corriente (135) está incorporado a una capa electrónicamente conductora (133) del elemento de interconexión (132).

43. Un componente de pilas de combustible de óxido sólido según la reivindicación 42, en el que se dispone una capa de barrera porosa (123) entre el primer electrodo (al menos uno) (126) poroso y permeable a los gases y el colector de corriente (135) poroso y permeable a los gases para disminuir la interacción química entre el primer electrodo (al menos uno) (126) poroso y permeable a los gases y la estructura de soporte (116) porosa y permeable a los gases.

Fig.1.

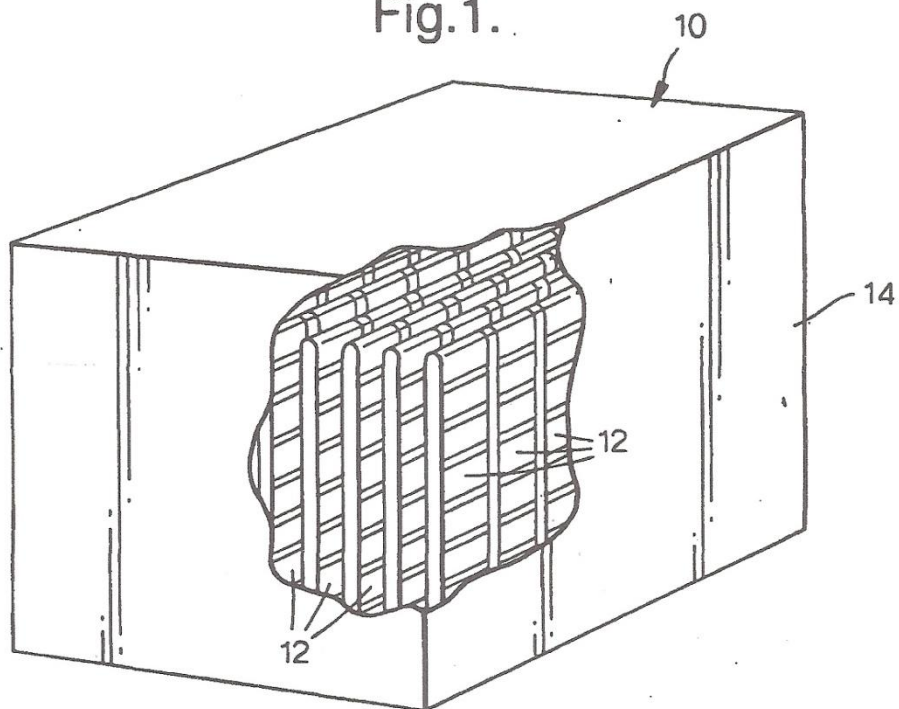
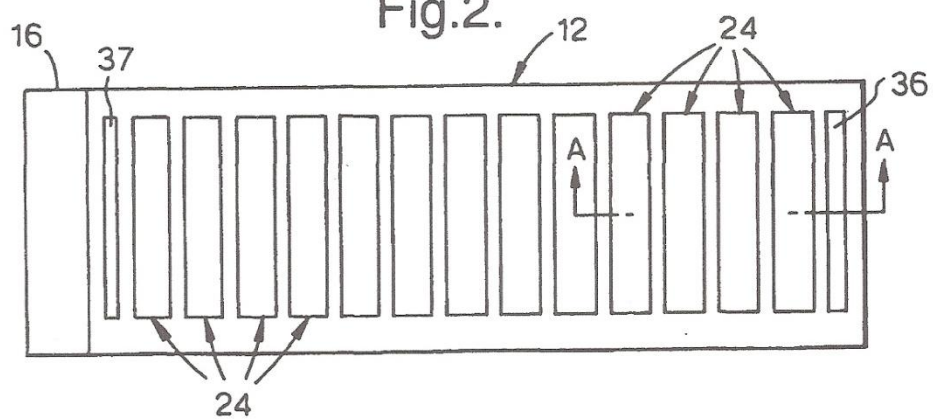


Fig.2.



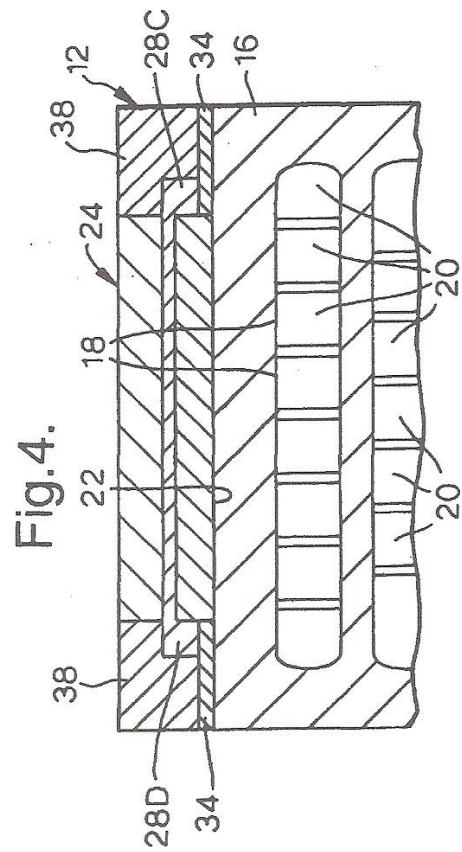
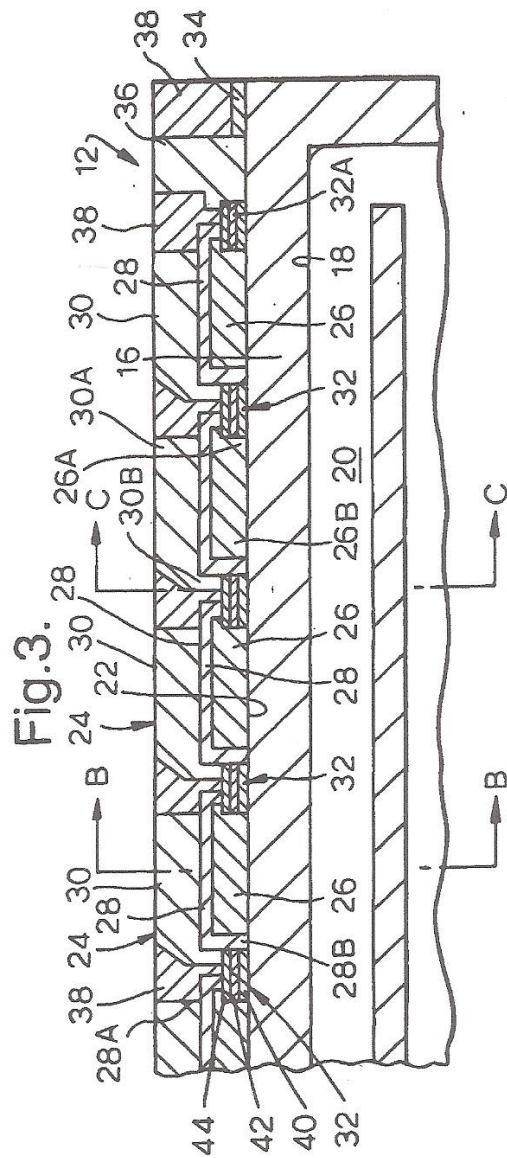


Fig.5.

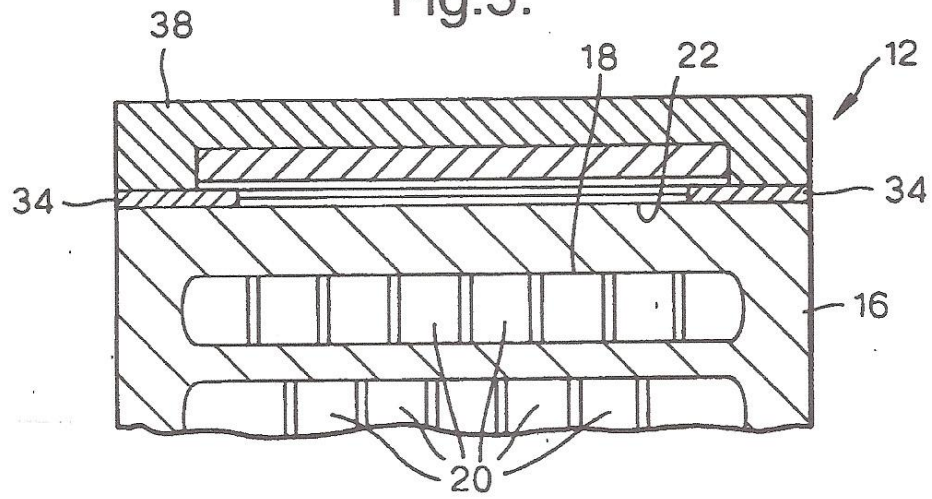


Fig.6A.

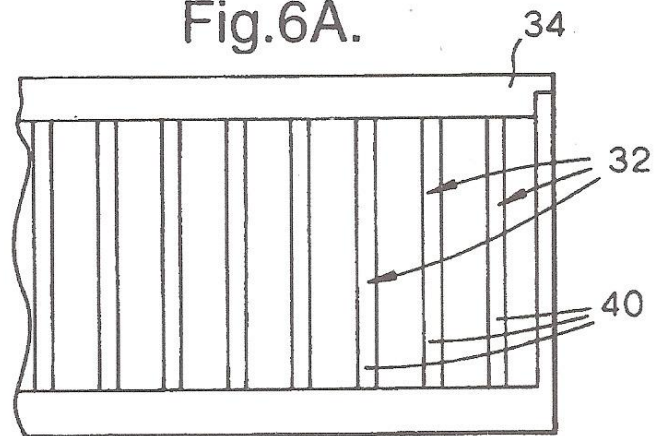


Fig.6B.

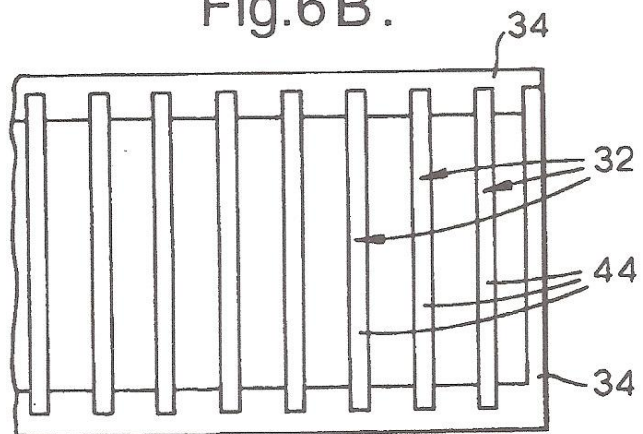


Fig.6C.

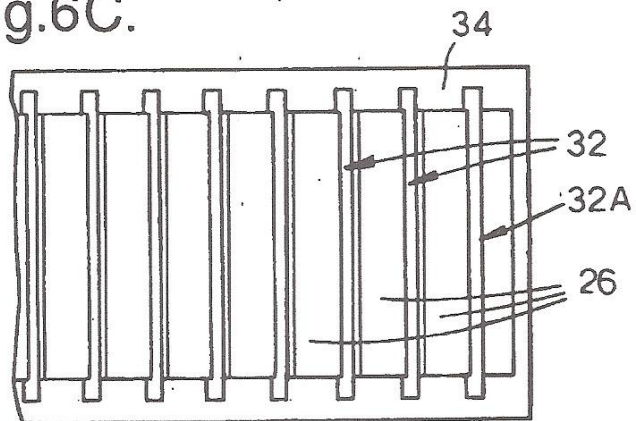


Fig.6D.

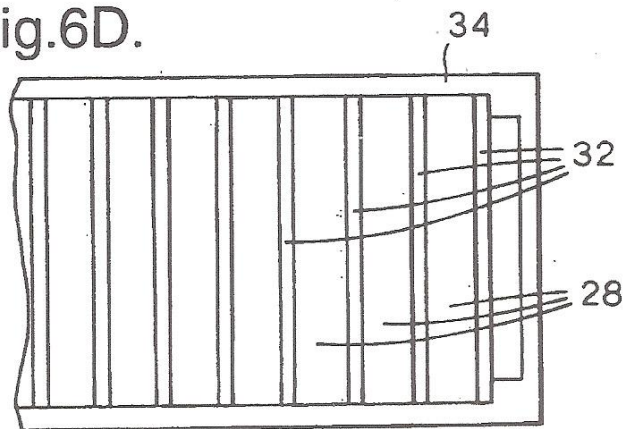


Fig.6E.

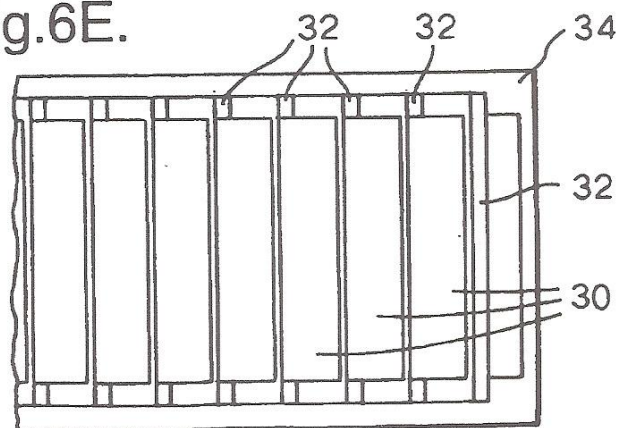


Fig.7.

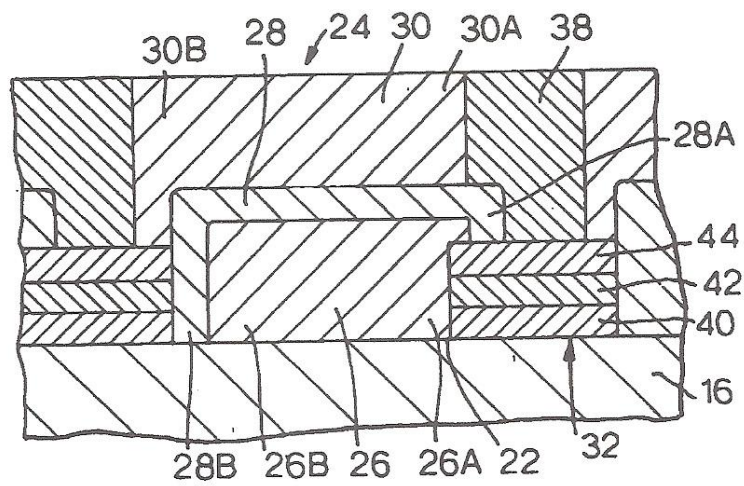


Fig.9.

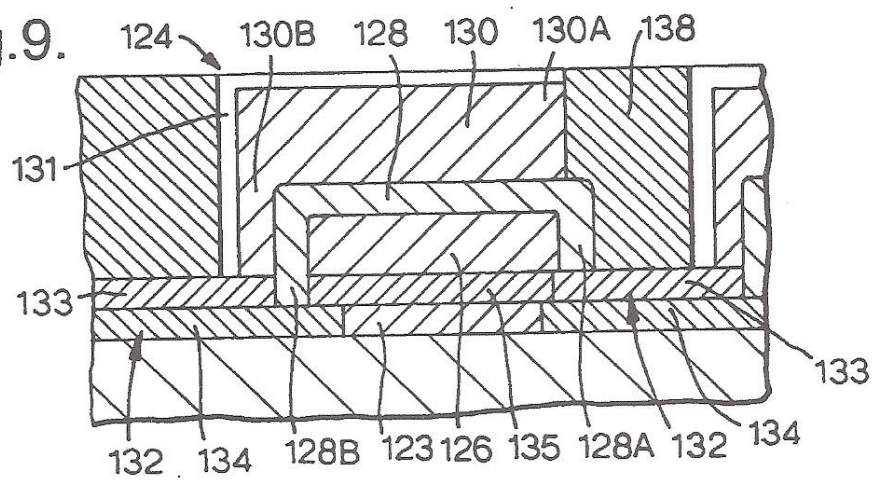
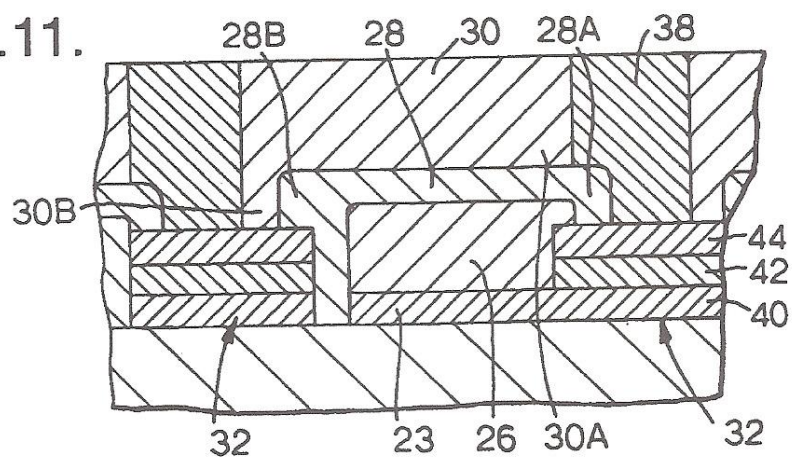


Fig.11.



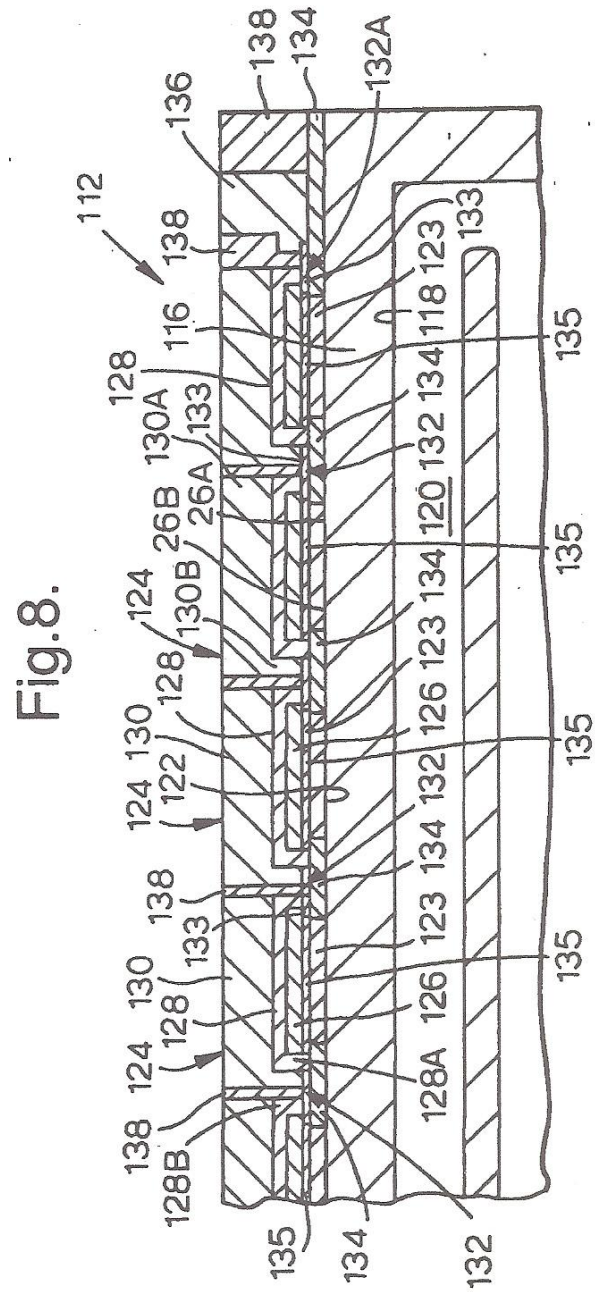


Fig.10.

