



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 344 545**

51 Int. Cl.:
H01M 8/12 (2006.01)
H01M 8/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01913733 .0**
96 Fecha de presentación : **09.03.2001**
97 Número de publicación de la solicitud: **1273065**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.01.2003**

54 Título: **Un método de fabricación de una célula de combustible de óxido sólido.**

30 Prioridad: **10.03.2000 DK 2000 00394**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.08.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.08.2010

73 Titular/es: **Danmarks Tekniske Universitet
Anker Engelundsvej 1 DTU-bygning 101A
2800 Kgs. Lyngby, DK**

72 Inventor/es: **Bagger, Carsten**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 344 545 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).

ES 2 344 545 T3

DESCRIPCIÓN

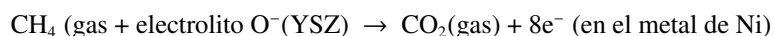
Un método de fabricación de una célula de combustible de óxido sólido.

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a una célula de combustible de óxido sólido para la oxidación de gases, tales como metano, gas de carbón o hidrógeno, y que comprende un electrolito de óxido sólido, que está preferiblemente formado por YSZ y en la que una capa delgada de material de ánodo está unida al electrolito, y en la que una capa de acoplamiento de control de flujo de fluido está dispuesta tanto en el lado del cátodo como en el lado de ánodo.

Técnica anterior

15 Se conoce una célula de combustible de óxido sólido que comprende un electrolito de óxido sólido, un cátodo de óxido sólido y un cermet. La temperatura de funcionamiento de una pila de células de óxido sólido es de aproximadamente 1000°C. El electrolito comprende un óxido mezclado $Y_2O_3-ZrO_2$, un llamado óxido de zirconio estabilizado con óxido de Ytrio (YSZ). El cátodo comprende $LaMnO_3$ adulterado con Sr, Mg o Ca. El ánodo comprende una mezcla de partículas de Ni finas e YSZ. El ánodo de cermet de níquel-YSZ-óxido es producido, por ejemplo mezclando 20 NiO con YSZ ($Zr_{1-x}Y_xO_{2-x/2}$). Esta mezcla de óxido está sinterizada en el electrolito. Cuando la célula está activada y el gas combustible es suministrado en forma de H_2 o CH_4 al ánodo de cermet, el NiO es reducido a Ni. Tal ánodo del cermet debe ser poroso de manera que el gas combustible pueda penetrar y reaccionar con los iones O^- procedentes del electrolito de YSZ mientras simultáneamente se liberan electrones al metal de níquel. De este modo, la reacción del ánodo sólo puede tener lugar en el área de transición entre las tres fases YSZ, Ni y gas combustible. La reacción 25 del ánodo es como sigue:



30 Para permitir que los electrones sean desviados, un paso o una trayectoria de percolación debe existir a través de la fase de Ni, y para este fin el % en volumen de Ni debe exceder el 35%.

El uso de ánodo a base de CeO_2 implica que la reducción por medio de H_2 o CH_4 da lugar a $CeCO_{2-x}$ subestequimétrico, que puede conducir tanto los electrones como los iones de oxígeno. Tal ánodo permite la oxidación del H_2 o 35 CH_4 para ser realizada a través de toda la superficie, a saber, siendo el gas que bordea la superficie, e^- y O^- accesible a través de toda la superficie. Esto último es importante con relación a la oxidación del CH_4 , que es el componente principal en el gas natural.

Una capa de acoplamiento con forma de placas extremas con canales para el suministro de los flujos de gas 40 está dispuesta tanto en el lado del ánodo como en el del cátodo. Estas placas extremas implican una fabricación relativamente costosa debido a que deben estar hechas de un material cerámico relativamente caro, y además requieren relativamente mucho material. Además, ellas ocupan relativamente mucho espacio y aumentan la altura de una pila de células a una extensión innecesaria.

45 El documento WO 92/091 116 ilustra una célula de combustible de óxido sólido con una interconexión que comprende columnas de material cerámico. Estas columnas pueden ser producidas sin desecho de material. Sin embargo, las columnas son producidas en combinación con una base del mismo material cerámico, tal base requiere material cerámico adicional. Durante la sinterización, los elementos de apilado y montaje pueden encoger lo que puede dar lugar a problemas de contacto.

50

Breve descripción de los dibujos

55 El objeto de la invención es proporcionar un célula de combustible de óxido sólido que sea menos cara de producir que la hasta ahora conocida, y que además presente una densidad de potencia mayor que la hasta ahora conocida.

Una célula de combustible de óxido sólido del tipo anteriormente mencionado está, de acuerdo con la invención, caracterizada porque la capa de acoplamiento de control de fluido está formada por un número de columnas preferiblemente mutuamente separadas.

60

La invención se refiere a un método de fabricación de una célula de combustible de óxido sólido para la oxidación de gases de acuerdo con la reivindicación 1. Como resultado, se obtiene un método particularmente simple para la fabricación de una célula de combustible sólido. El método proporciona además varios grados de libertad con respecto a la elección del material, que es un factor esencial con relación a los esfuerzos mecánicos a los que los materiales 65 están sometidos a las temperaturas de funcionamiento en cuestión.

Breve descripción de los dibujos

La invención se explica con más detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

- 5 la Fig. 1 ilustra una célula de combustible convencional dispuesta entre dos capas de acoplamiento con canales de gas,
 la Fig. 2 ilustra una capa de acoplamiento con forma de un elevado número de columnas de material cerámico,
 10 la Fig. 3 ilustra cómo se puede fabricar el material cerámico
 la Fig. 4 ilustra cómo se puede conformar el material cerámico en columnas,
 la Fig. 5 muestra las herramientas de estampado utilizadas para este fin,
 15 la Fig. 6 ilustra una única columna,
 la Fig. 7 muestra fotomicrografías de capas de columna estampadas.

Mejor modo de realizar la invención

La Fig. 1 ilustra una célula de combustible de óxido sólido conocida que comprende un ánodo con forma de capa de Ni-YSZ-cermet, una capa 2 de electrolito de YSZ y un cátodo 3 con forma de capa de La(Sr)MnO₃. El espesor de tanto los electrodos como del electrolito es típicamente de 100 μm. Se aplican, sin embargo, considerables posibilidades de variación, desde unos pocos μm hasta 0,3 mm para el electrolito y hasta 1 mm para los electrodos. Un ánodo de Ni-YSZ no es particularmente adecuado para la oxidación de CH₄, y por tanto ha sido remplazado por un ánodo 4 a base de CeO₂.

30 Una medida para evitar que el CeO₂ se difunda en el YSZ es añadir NiO u otro óxido de metal de transición o agente tensioactivo de óxido auxiliar en YSZ al CeO₂. Otra medida es pintar una capa de tal polvo de óxido metálico en un dispersante sobre el electrolito 2 de YSZ después de aplicar el CeO₂. El término agente tensioactivo se considera de manera que el óxido auxiliar, tal como MnO₂ o NiO, sea fácil de distribuir uniformemente a través de la superficie de YSZ, y que el posterior tratamiento de calor no haga que el óxido auxiliar de oxide y se haga grumos en la superficie.
 35 La medida se puede realizar opcionalmente mezclando hasta un 30% en peso de NiO en el polvo cerámica a base de CeO₂. Se supone que un contenido mucho menor de NiO es suficiente. Otros óxidos auxiliares posibles son los óxidos de metales de transición V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ta y Ga, Ge, In, Sn, Pb y Bi.

El efecto del óxido auxiliar es que la superficie de YSZ es completamente cubierta por dicho óxido auxiliar y se evita por tanto que el CeO₂ se difunda en el YSZ, y además de que dicho óxido auxiliar casi se pega al YSZ y el CeO₂ juntos en combinación con una baja tensión interfacial entre dicho YSZ y CeO₂. Para que se pueda utilizar en una célula de combustible de óxido sólido, la capa de óxido auxiliar que sirve como capa de pegamento debe ser penetrable por los iones de oxígeno cuando la célula de combustible funciona. El uso de NiO como óxido auxiliar tiene el efecto de que durante el procedimiento de inicio el NiO probablemente va a ser reducido a Ni metálico con la interacción del hidrógeno. Como el volumen molar del no es mayor que 6,6 cm³/mol, y como el volumen molar del NiO es de 11,2 cm³/mol, tiene lugar una contracción considerable. Como resultado, el CeO es llevado a contacto directo con el YSZ, por lo que los iones de O⁻ se pueden mover con bastante libertad desde el YSZ al CeO².

Si el Ni resultante de la reducción del NiO aparece sobre la superficie de CeO₂ como partículas de aproximadamente 1 μm de diámetro o más, es muy probable que se produzcan problemas con relación a la oxidación del CH₄, siendo el Ni un catalizador de craqueo bien conocido. Se supone que el Ni expuesto al CH₄ a 1000°C por tanto produce la liberación del carbón, que gradualmente destroza el ánodo. Para evitar esto último, es posible asegurar que nada de Ni del total sea visible sobre la superficie de CeO₂, por ejemplo por el NiO siendo sólo aplicado como capa sobre el electrolito de YSZ y no mezclado con CeO₂. Tal procedimiento, se puede obtener, por ejemplo, evitando que el metal de Ni sea expuesto al CH₄ en la superficie y tratando de que dicha superficie con H₂S en retorno al comienzo. Cuando el Ni está expuesto al H₂S, una capa de NiS se forma sobre las partículas de Ni con el efecto de que las propiedades de craqueo-catalíticas ya no aplican. Como resultado es posible mejorar la conductividad del electrodo de CeO_{2-x} añadiendo hasta un 35 a 40% en peso de Ni. El tratamiento con H₂S tiene el efecto de que la capacidad del Ni para liberar carbón del CH₄ en combinación con el craqueo es eliminada.

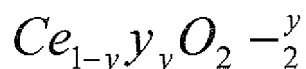
Comparado con un electrodo de cermet de Ni-YSZ, un electrolito de Ni-CeO_{2-x} tratado con H₂S tolera un posible contenido de azufre en CH₄. Un problema esencial asociado con el cermet de Ni-YSZ clásico es que está inactivado si se expone a un contenido de sulfuro en el gas de combustible de la magnitud de 100 ppm durante un periodo de tiempo prolongado. Los electrodos a base de CeO₂ libres de Ni se supone que son también tolerables al sulfuro.

Un problema particular asociado con los electrodos 4 a base de CeO₂ es que tales electrodos de CeO_{2-x} a menudo se dañan debido a que algunos iones de O⁻ son extraídos de la retícula del cristal de CeO_{2-x} mientras que algunos iones de Ce⁺⁴ son reducidos a Ce³⁺. Como resultado la retícula del cristal se expande debido tanto a que los iones de O

ES 2 344 545 T3

negativos están presentes para mantener el ión de Ce positivo juntos como debido a que un ión de Ce^{+3} es mayor que un ión de Ce^{+4} . Aparentemente, también hay una solución para esto último.

5 Cuando el CeO_2 es adulterado con un óxido metálico tri o divalente, tales como Y_2O_3 o CaO , se forman soluciones sólidas, siendo dichas soluciones sólidas del tipo

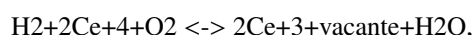


10

o $Ce_{1-x}Ca_xO_{2-x}$. Una vez que se introduce una deficiencia de iones de oxígeno, a saber, vacantes de ión de oxígeno, en la retícula del cristal de $Ce_xCa_xO_{x-2}$ es bastante difícil conseguir vacantes de ión de oxígeno adicionales como resultado de la reducción de Ce^{+4} a Ce^{+3} .

15

El proceso es como sigue:



20

en donde las vacantes forman parte como las muestras en la misma extensión que los iones de la retícula del cristal. En otras palabras, las vacantes ya introducidas de la adulteración de CaO desplazan el equilibrio hacia la izquierda.

25

Cuando la formación de Ce^{+3} y las vacantes disminuye de velocidad por la adición de CaO , la conductividad electrónica del electrodo a base de CeO_2 se reduce debido a que la conectividad electrónica se deriva desde el electrón más exterior dispuesto más débil en el ión Ce^{+3} . Por consiguiente, cuando se reduce la concentración de Ce^{+3} , la conductividad se reduce también. Para aumentar la conductividad de los electrones es posible añadir sustancias, tales como Nb_2O_5 , en las que el Nb^{+5} se reduce más fácilmente que el Ce^{+4} . También en el Nb^{+4} , el electrón más exterior y dispuesto débilmente se móvil. Una medida para incrementar la estabilidad de volumen del CeO_2 es la adulteración con óxidos metálicos, en los que el ion metálico es menor que el Ce^{+4} . Como resultado, se introducen esfuerzos locales a saber, deformaciones en el CeO_2 capaces de absorber los incrementos locales de volumen, dichos incrementos se producen durante la formación del Ce^{+4} a través de la reacción con el Ce^{+3} .

30

35

Las sustancias con las que se puede adulterar el CeO_2 con el fin de mejorar la conductividad de los electrones son por ejemplo Nb_2O_5 , Ta_2O_5 , TiO_2 , P_2O_5 , As_2O_5 , Sb_2O_5 , Bi_2O_3 , SnO , In_2O_3 y SO_3 , o mezclas de las mismas o sustancias resultantes de la misma mezcla mediante una adición de CeO_2 seguida de un tratamiento de calor, tales como carbonatos de los mismos metales o por ejemplo $Ce(SO_4)_2$ en lugar de P_2O_5 .

40

Las sustancias con las que se puede adulterar el CeO_2 para mejorar la estabilidad del volumen mediante la reducción de óxidos metálicos, en los que el ion metálico es mono, do o trivalente, tales como Na_2O , K_2O , MgO , CaO , SrO , BaO , Sc_2O_3 , Y_2O_3 , LaO_3 , In_2O_3 , GaO_3 , así como lantánidos tri y divalentes, Ti_2O_3 , ZnO , Al_2O_3 . Óxidos con iones metálicos más pequeños que el Ce^{+4} son particularmente adecuados.

45

La Figura 1 ilustra la célula de combustible individual repetida en una pila. La célula de combustible comprende una primera placa extrema 9 con algunos canales 10 para el flujo de gas, un electrodo de combustible 4, un electrolito, un electrodo de aire y una segunda placa extrema 11 con canales 12 que se extiende transversalmente a los canales de la primera placa extrema. El gas combustible es suministrado a las células a una presión de aproximadamente 1 a 10 atm. El voltaje a través de cada célula es de aproximadamente 0,7 V a una temperatura de funcionamiento de aproximadamente 1000°C. Debajo se muestran cómo se puede reducir la temperatura de funcionamiento, por ejemplo. Solicitud de Patente Danesa N° PA 19900623.

50

55

Las capas de acoplamiento de control de flujo están, de acuerdo con la invención, formadas por capas de columnas, véase la Fig. 2. Cada capa de columna comprende un cierto número de columnas 13, que está preferiblemente mutuamente separadas. Las columnas 13 pueden ser de casi cualquier dimensión arbitraria y pueden estar dispuestas como se desee. Sin embargo, las columnas 13 son preferiblemente cilíndricas y están preferiblemente dispuestas de forma equidistante con un centro a una distancia de aproximadamente 1,8 mm.

60

Se ha desarrollado un método de fabricación, mediante el cual columnas de una altura de 0,5 a 1,0 mm y un diámetro de 1 mm son estampadas en un papel sin cenizas. El método de fabricación se ilustra en la Fig. 3 y ha sido optimizado de tal manera que el desecho de material se ha reducido a casi cero. La capa de columnas de papel sin cenizas puede ser manipulada, y el papel quemado durante la sinterización con el resultado de que las columnas 13 se dejan en la disposición deseada siempre que dicho procedimiento se realice a una carga adecuada.

65

Un sistema de aglutinante a base de agua se utiliza, comprendiendo dicho sistema de aglutinante metil-hidroxy-etil-celulosa (Tilosa MH300P, Hoechst o Tilosa MH 300P2, Clariant) y polietileno glicol 400 (PEG para síntesis, Merck-Schuchardt). Los procedimientos utilizados para mezclar las masas viscosas se muestran en la Fig. 3. La mezcla seca es sometida a un molido con bolas en una botella de polipropileno. Las cantidades deseadas de agua se añaden durante el mezclado o bien en un mezclador Z (Tipo Werner und Pfleiderer LDUK 31nS) durante una hora o bien mediante

ES 2 344 545 T3

mezclado manual. Ejemplos de composiciones plásticas utilizadas se indican en la tabla 1. El tamaño de grano del polvo precursor no es, sin embargo, crítico.

5

TABLA 1

Ejemplos de composición de masas viscosas utilizadas

MASA	ACC	CCC	COM POSI CIÓN							
			NiO crudo	Calc. % en peso	8YSZ Fino % en peso	Grueso % en peso	LSM § % en peso	PEG % en peso	Tilosa % en peso	H ₂ O % en peso
NYZ- 99-1	*		-	41,3	6,5	26,2*	-	4,4	5,0	16,6
NYZ- 99-2	*		41,9	-	6,6	26,4*	-	4,6	5,0	15,5
LSM- 99-2		*	-		-	-	72,4	5,5	3,3	18,7
LSM- 99-3		*	-	-	-	-	59,5	4,5	2,7	38,1

35

*: Tosoh TZ-8Y calcinado a 1400 °C, $d_{50\%} = 28\mu\text{m}$ & $d_{\text{max}} = 45\mu\text{m}$

40

§: $\text{La}_{0,71}\text{Sr}_{0,3}\text{Mn}_{1,05}\text{O}_3$, $d_{50\%} = 5\mu\text{m}$

Las masas plásticas fueron conformadas en hojas de un espesor de aproximadamente 1 mm utilizando una máquina de rodillo (Cavallin modelo 103) equipada con inversor Omron Systrive 3G3HV para ajustar la velocidad del rodillo. Durante la conformación con rodillo las masas fueron envueltas en película plástica (Vita Vrap) para reducir la mínima la evaporación de agua. Las masas selladas fueron además conformadas con rodillo en una bolsa de polietileno (HDPE 70 μm) con el fin de evitar los arrollamientos que podrían de otra forma producirse durante la conformación con rodillo de las hojas. Durante la conformación con rodillo, las hojas fueron cortadas en las dimensiones deseadas y secadas mediante uno de los siguientes procesos.

50

1. Las hojas cortadas se colocaron entre placas de vidrio y se secaron a 60°C y 75% de RH durante más de 24 horas. El secado final se realizó a 120°C hasta que el peso fuera constante, correspondiendo al 0,5% en peso del H₂O.

55

2. Inicialmente las hojas cortadas fueron secadas en un horno microondas (Ide Line MI-2072 de potencia de salida de aproximadamente 30 W y una frecuencia de 2,450 MHz), en donde al menos el 4,5% en peso de agua fue extraído. Algunos soportes fueron entonces colocados entre las placas de vidrio y secado a 110°C durante 17 a 24 horas (correspondientes a un residuo de H₂O de aproximadamente el 0,5% en peso).

60

Mediante los procedimientos de secado anteriores, lo plana que fuera la placa resultante dependía de lo planas que fueran las placas entre las cuales las placas procesadas viscosamente fueran secadas. Las placas de vidrio utilizadas tienen una planitud de $\pm 25\mu\text{m}$. Estas placas procesadas son utilizadas directamente para el estampado de columnas fuera de la capa cerámica verde en un papel sin cenizas de 200 μm de espesor 15, tal como Whatman Cat. N° 1.41 150. El estampado es posible para las seis columnas 13 del papel sin cenizas 15. De esta manera las capas de columnas se pueden fabricar en las disposiciones deseadas. El papel sin cenizas 15 es extraído durante el posterior calentamiento, tal como en una pila de células.

65

Algunos moldes para estampar las columnas 13 se muestran en la Fig. 4. Un molde A comprende una placa de acero perforada, véase la Fig. 4, para proporcionar una capa de un cierto número de columnas dispuestas en una

ES 2 344 545 T3

matriz. Los muelles 17 del molde inferior tienen un diámetro de 1,1 mm y están situados a una distancia mínima de 0,3 mm. Algunos muelles de un diámetro de aproximadamente 1 mm están dispuestos opcionalmente en algunos de los correspondientes agujeros del molde superpuesto B.

5 Toda la disposición de estampado comprende las siguientes partes, véanse las Figs. 4 y 5,

- una parte inferior plana 18 con cuatro orificios para la fijación de algunas columnas de acero 14 de un diámetro de aproximadamente 1 cm.

10 - Moldes superpuestos que comprenden opcionalmente muelles en la disposición deseada. Los muelles son de un diámetro que es un 15% menor que el diámetro deseado, y tiene una altura de por ejemplo 4,3 mm.

- Tres placas de acero intermedias perforadas A, B y C, en las que los orificios son un 0%, 10% y 30%, respectivamente más grandes que el diámetro de la columna deseado.

15 - Anillos de metal para las columnas de fijación 14 para ajustar la distancia entre los muelles, si hubiera, y la placa perforada C de manera que se proporcione suficiente espacio para las columnas estampadas.

20 La placa perforada A es utilizada para retirar el exceso de placa viscosamente procesada del molde después del estampado, véase la Fig. 5d. El uso de tal placa implica que no es necesaria la limpieza adicional del molde y el exceso de material se puede reciclar simplemente añadiendo agua. La placa perforada B se utiliza para el estampado de las columnas 13. El diámetro de los orificios de esta placa B determina el diámetro de las columnas 13 que se van a estampar. La placa perforada C se utiliza para soportar el papel sin cenizas 15 durante el proceso de estampado.

25 La primera etapa del proceso de fabricación es ajustar el papel sin cenizas 15. Una placa procesada viscosamente 20 es entonces colocada entre las placas A y B. El papel 15 en cuestión y la placa de acero perforada son entonces colocados en la parte superior de la placa B. Las columnas de fijación 14 sirven para fijar las placas unas con relación a las otras. El molde superpuesto con los muelles es posteriormente montado. Ahora el proceso de estampado se puede realizar o bien por medio de un martillo de caucho o bien presionando las partes de estampado una contra otra por medio de una presión uniaxial.

30 Durante el proceso de estampado, los muelles 17 son presionados hacia el interior de la placa cerámica. Como resultado, se disponen las columnas cerámicas que son retenidas en los orificios dispuestos con anterioridad en la capa de papel. Estas columnas cerámicas simplemente se pegan a dicha capa de papel.

35 El contenido en agua de la placa procesada viscosamente es importante para el resultado final. Las columnas cilíndricas 13 se proporcionan mediante el secado o casi secado de las placas, teniendo dichas columnas 13 un pie grueso si la placa contiene demasiada agua.

40 Las placas no totalmente secas dan lugar a placas que son sensibles a la presión mediante la cual se realiza el estampado. Las fotomicrografías de las capas de columnas estampadas aparecen en las Figuras 7 y 8. Las columnas ilustradas en la Fig. 8 están fabricadas de una placa seca procesada viscosamente que ha sido secada a 110°C. En el lado inferior, estas columnas 13 presentan algunas fisuras, véase la Fig. 8B, causadas por una placa precursora seca. Sin embargo, la forma cilíndrica de las columnas 13 es más fácil de obtener por medio de placas secas que por medio de placas no totalmente secas. Sin embargo, el papel sin cenizas 15 se riza durante el calentamiento. Por lo tanto, las columnas individuales 13 no pueden mantener su posición a menos que el procedimiento de sinterización se realice a una carga predeterminada, tal como mediante una sinterización de la capa LSM CCC de la pila durante el primer periodo de calentamiento. Una sinterización de la capa de columna que es verde por una carga de 4,5 a 24,5 kPa a 850 a 100°C durante dos horas da lugar a una capa de columna con una disposición deseada de las columnas 13.

50 Cuando va a ser proporcionada una pila de células completa, una capa de papel con columnas es colocada encima de cada célula. Después un disco de interconexión metálica es colocado sobre la misma seguido de una hoja de papel con columnas. Estos cuatro elementos se repiten. Una pila de tales elementos se monta, en la que un elemento es metálico, el segundo elemento es una célula sinterizada y los dos elementos restantes son elementos de columnas blandas no sinterizadas. A continuación se realiza un calentamiento a la temperatura de funcionamiento. Hasta ahora no desaparecen los componentes orgánicos, tales como el aglutinante desaparecen. Durante el calentamiento a la temperatura de funcionamiento, los componentes orgánicos se ajustan a sus superficies de apoyo, y los materiales empiezan a sintetizar juntos. El aglutinante y el ablandador desaparecen también durante el calentamiento a la temperatura de funcionamiento de 600°C.

60 Los medios de control de flujo pueden, si se desea, estar provistos entre las columnas 13, comprendiendo dichos medios de control de flujo muelles de una sección transversal cilíndrica o poligonal y estando opcionalmente fabricados mediante extrusión del material de columna unido al aglutinante o mediante fusión de los muelles con materiales de obturación unidos al vidrio y dispuestos en el plano de las columnas. Los muelles pueden estar montados en los espacios de flujo entre las columnas a) en los espacios existentes en la disposición de columnas uniforme b) después de la extracción de las columnas en donde los muelles van a ser montados o c) después de la omisión de la extrusión de las columnas en la que los muelles de control de flujo van a ser montados.

ES 2 344 545 T3

Los medios de control de flujo determinan si es posible establecer disposiciones de flujo optimizando el diseño general con respecto a la reducción al mínimo de los efectos no deseados, tales como a) gradientes de temperatura local causados por el desarrollo del efecto específico de área no uniforme o consumo de potencia o b) mezcla de fluidos o gases de los dos lados de electrodos en donde dichos fluidos o gases pueden entrar en contacto entre sí.

5

Algunos de los muelles se pueden retirar opcionalmente como respuesta a los medios de control de fluido que van a ser insertados.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 344 545 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Un método de fabricación de una célula de combustible de óxido sólido para la oxidación de gases, tales como metano, gas de carbón o hidrógeno, y que comprende un electrolito de óxido sólido, que está preferiblemente formado por YSZ, y en el que la capa de acoplamiento de control de fluido con forma de un cierto número de columnas mutuamente separadas (13) de material cerámico está situada tanto en el ánodo como en el cátodo, **caracterizado** por estampar las columnas (13) a partir de una placa de material cerámico no sinterizado, dichas columnas (13) son fijadas a una capa de papel, después de lo cual las columnas (13) son sometidas a una sinterización después de ser colocadas tanto en el lado del ánodo como en el del cátodo, siendo dichas columnas (13) sometidas durante la sinterización a una carga mecánica.

15 2. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, **caracterizado** por someter a las columnas (13) a una carga mecánica de 4,5 a 24,5 kPa a una temperatura de entre 850 y 1000°C durante aproximadamente dos horas durante la sinterización.

3. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** por colocar un disco de interconexión en las columnas (13).

20 4. Un método como el reivindicado en las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque las columnas (13) están dispuestas equidistantemente.

5. Un método como el reivindicado en la reivindicación 4, **caracterizado** porque la distancia entre los centros de las columnas (13) es de aproximadamente 1,8 mm.

25 6. Un método como el reivindicado en una o más de las reivindicaciones precedentes 1 a 5, **caracterizado** porque cada columna (13) es de una altura de aproximadamente 0,5 a 1,0 mm.

30 7. Un método como el reivindicado en una o más de las reivindicaciones precedentes 1 a 6, **caracterizado** porque cada columna (13) tiene un diámetro de aproximadamente 1,0 mm.

8. Un método como el reivindicado en una o más de las reivindicaciones precedentes 1 a 7, **caracterizado** por medios de control de flujo entre las columnas (13).

35 9. Un método como el reivindicado en una o más de las reivindicaciones precedentes 1 a 8, **caracterizado** porque las columnas (13) están hechas de un material cerámico o una mezcla de materiales cerámicos y metal.

40

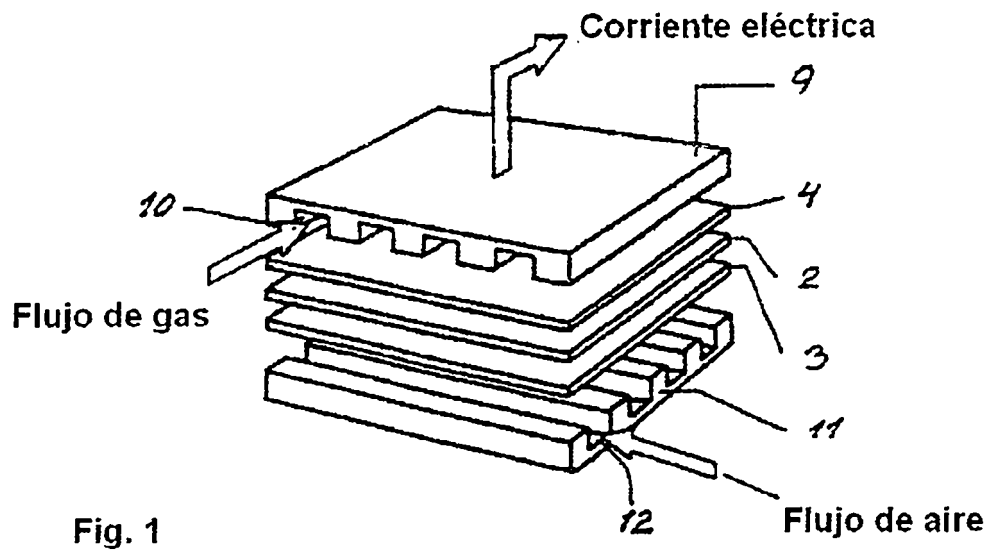
45

50

55

60

65



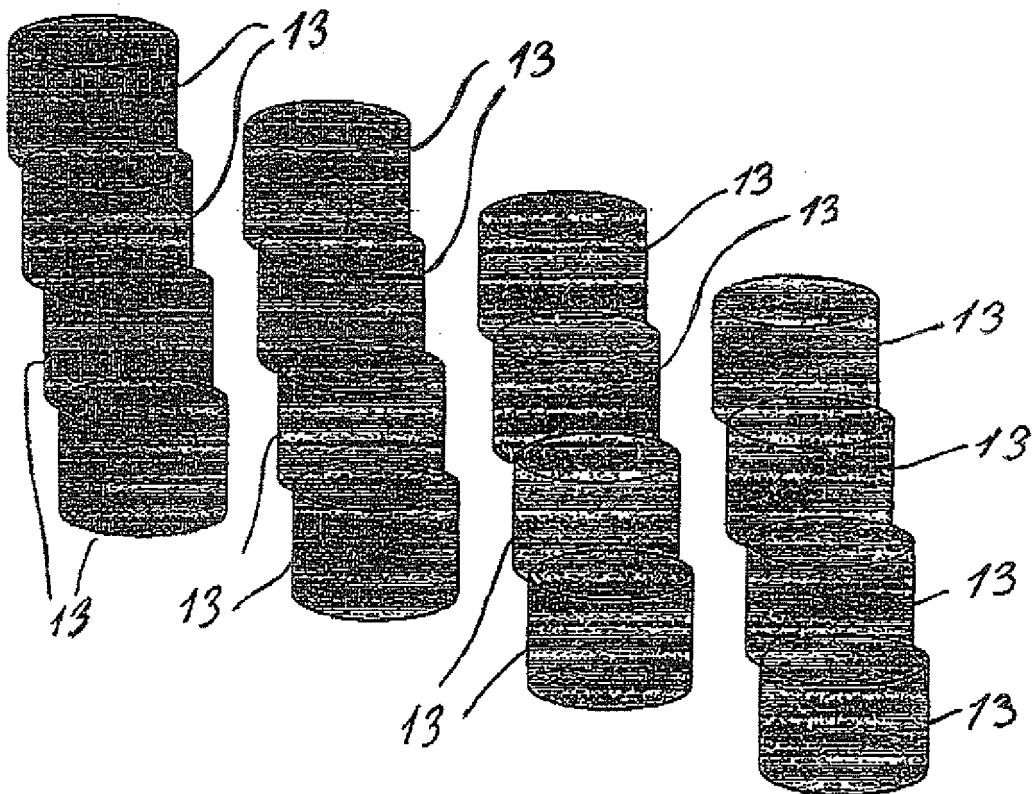


Fig. 2

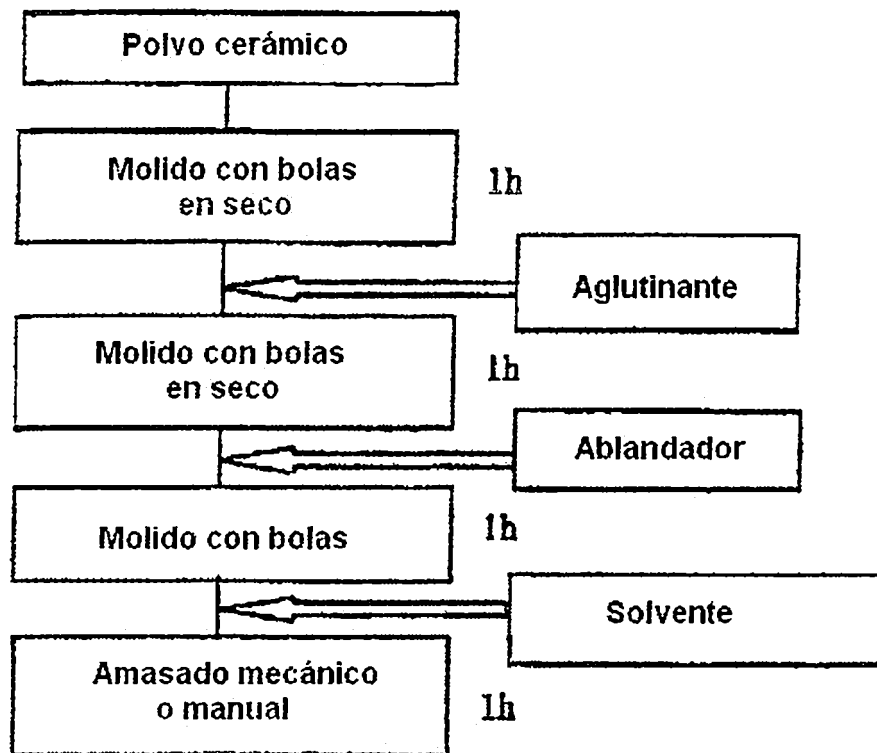


Fig. 3

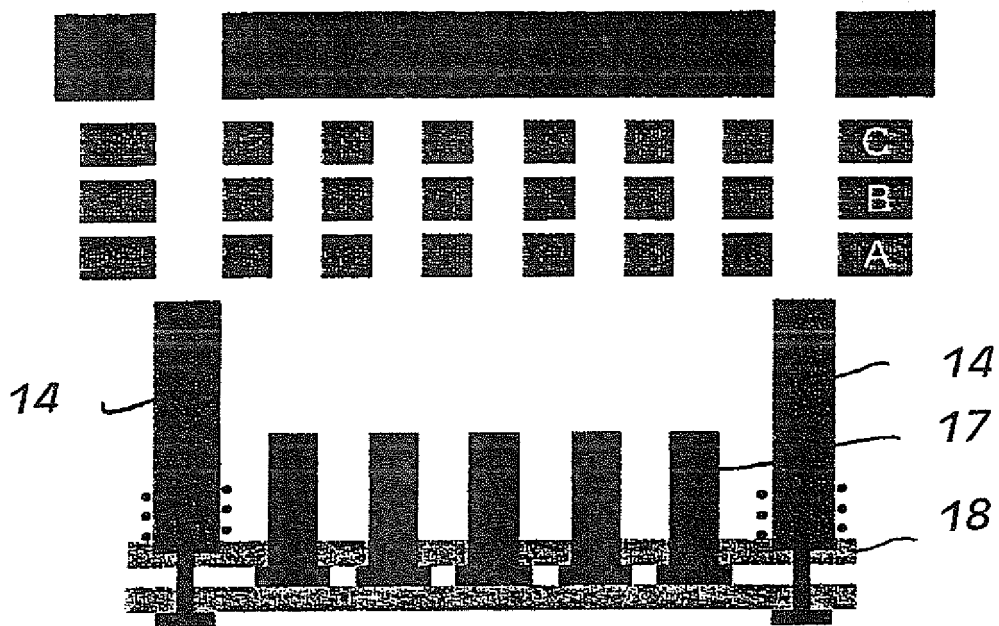


Fig. 4

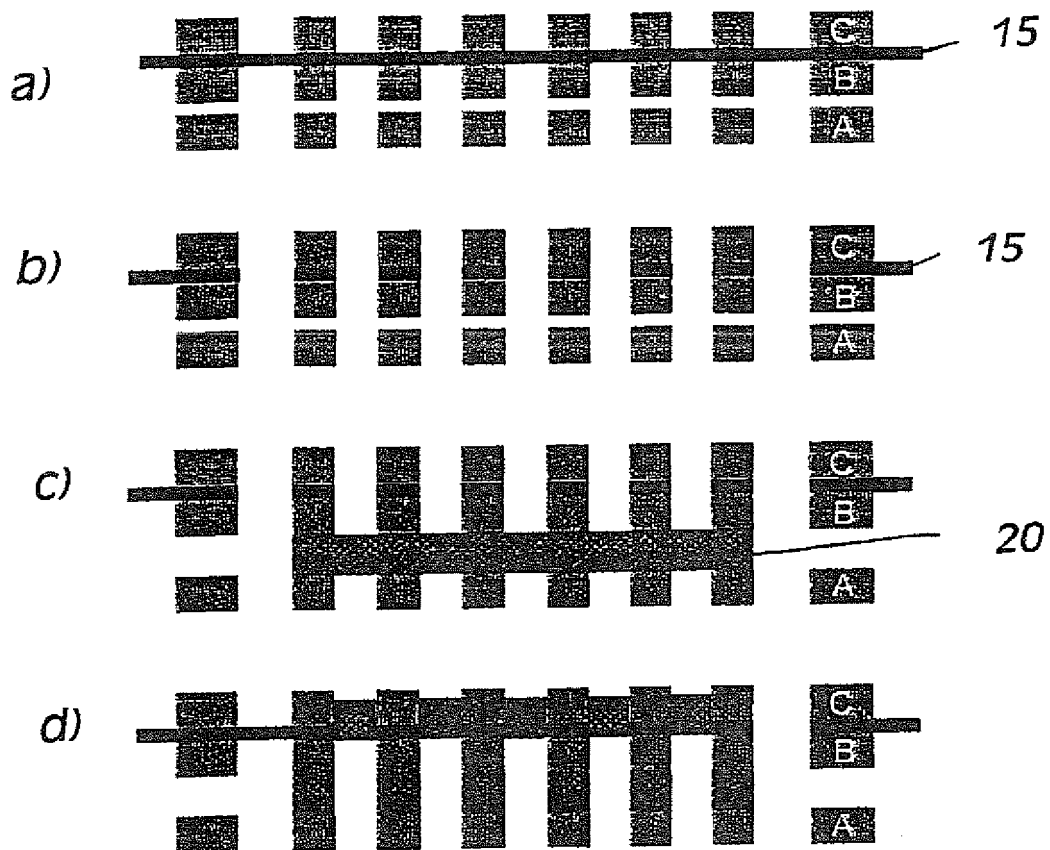


Fig. 5

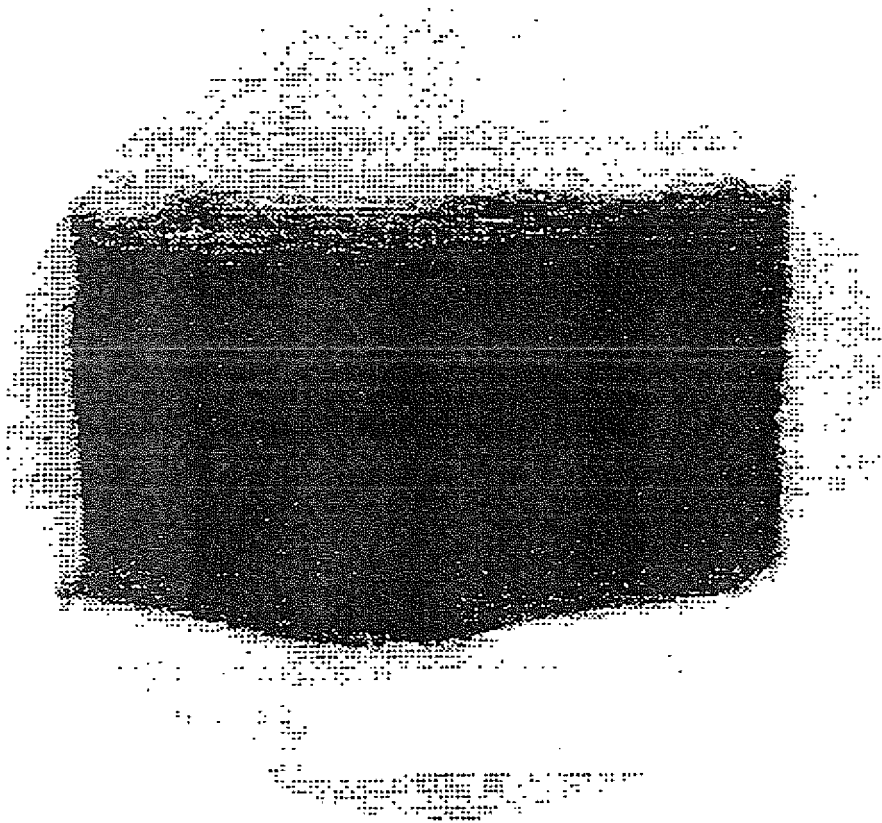


Fig. 6

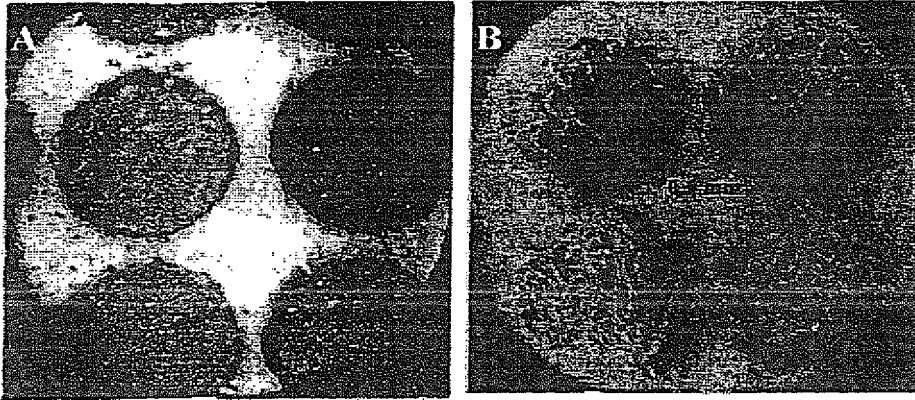


Fig. 7

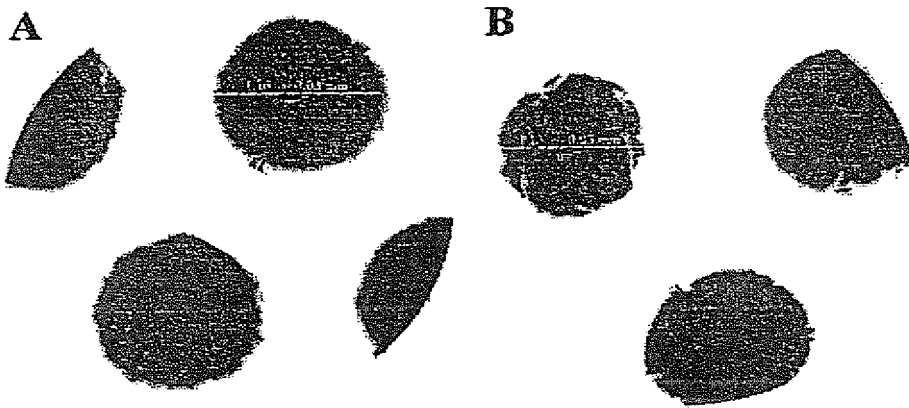


Fig. 8