

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 643 601**

51 Int. Cl.:

**H01M 8/0282** (2006.01)

**H01M 8/0297** (2006.01)

**H01M 8/2425** (2006.01)

**H01M** (2006.01)

**H01M 8/124** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.04.2014** **E 14163492 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2017** **EP 2927999**

54 Título: **Junta de estanqueidad eléctricamente aislante de tres capas para una unidad de SOC**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.11.2017**

73 Titular/es:

**HALDOR TOPSØE A/S (100.0%)**  
**Haldor Topsøes Allé 1**  
**2800 Kgs. Lyngby, DK**

72 Inventor/es:

**KIILSTOFTE HANSEN, LARS;**  
**KLITHOLM, CLIVER SØREN;**  
**HEIREDAL-CLAUSEN, THOMAS;**  
**ERIKSTRUP, NIELS y**  
**REFSLUND NIELSEN, MARTIN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 643 601 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

Junta de estanqueidad eléctricamente aislante de tres capas para una unidad de SOC

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a una junta de estanqueidad para un sistema de pila de células de óxido sólido (SOC), en particular un sistema de pila de células de combustible de óxido sólido (SOFC) o un sistema de pila de células de electrólisis de óxido sólido (SOEC).

10

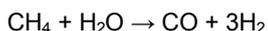
**Antecedentes de la invención**

A continuación se explica la estructura de una pila de células de óxido sólido en relación con células de combustible. Sin embargo, las células de combustible también pueden hacerse funcionar en un "modo inverso" y por tanto funcionar como células de electrólisis.

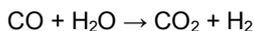
15

Una célula de combustible de óxido sólido (SOFC, *Solid Oxide Fuel Cell*) comprende un electrolito sólido que permite la conducción de iones oxígeno, un cátodo en el que se reduce el oxígeno a iones oxígeno y un ánodo en el que se oxida el hidrógeno. La reacción global en una SOFC es que el hidrógeno y el oxígeno reaccionan electroquímicamente para producir electricidad, calor y agua. Con el fin de producir el hidrógeno requerido, el ánodo presenta normalmente actividad catalítica para el reformado con vapor de hidrocarburos, particularmente gas natural, mediante lo cual se generan hidrógeno, dióxido de carbono y monóxido de carbono. El reformado con vapor de metano, el componente principal del gas natural, puede describirse mediante las siguientes ecuaciones:

20



25



30

Durante el funcionamiento, un oxidante, tal como el aire, se suministra a la célula de combustible de óxido sólido en la región del cátodo. Combustible, tal como hidrógeno, se suministra en la región de ánodo de la célula de combustible. Alternativamente, un combustible hidrocarbonado, tal como metano, se suministra en la región de ánodo, en la que se convierte en hidrógeno y óxidos de carbono mediante las reacciones anteriores. El hidrógeno pasa a través del ánodo poroso y reacciona en la interfaz ánodo/electrolito con iones oxígeno generados en el lado de cátodo que han difundido a través del electrolito. Se crean iones oxígeno en el lado de cátodo con una entrada de electrones desde el circuito eléctrico externo de la célula.

35

Para aumentar el voltaje, varias unidades de célula se ensamblan para formar una pila y se unen entre sí mediante interconexiones. Las interconexiones sirven como barrera de gas para separar los lados de ánodo (combustible) y de cátodo (aire/oxígeno) de unidades de célula adyacentes, y al mismo tiempo permiten la conducción de corriente entre las células adyacentes, es decir entre un ánodo de una célula con un exceso de electrones y un cátodo de una célula vecina que necesita electrones para el proceso de reducción. Además, las interconexiones se dotan normalmente de una pluralidad de trayectorias de flujo para el paso de gas combustible en un lado de la interconexión y gas oxidante en el lado opuesto. Para optimizar el rendimiento de una pila de SOFC, debe maximizarse un intervalo de valores positivos sin una consecuencia inaceptable sobre otro intervalo de valores negativos relacionados, que deben minimizarse. Algunos de estos valores son:

40

45

**VALORES QUE DEBEN MAXIMIZARSE**

- Utilización de combustible
- Eficiencia eléctrica
- Vida útil

**VALORES QUE DEBEN MINIMIZARSE**

- Precio
- Dimensiones
- (Temperatura, hasta un punto)
- Tiempo de producción
- Tasa de fallos
- Número de componentes
- Pérdida parasítica (calentamiento, enfriamiento, sopladores.)

50

Casi todos los valores listados anteriormente están interrelacionados, lo que significa que la alteración de un valor afectará a otros valores. Algunas relaciones entre las características de flujo de gas en las células de combustible y los valores anteriores se mencionan a continuación:

Utilización de combustible:

55

Las trayectorias de flujo en el lado de combustible de la interconexión deben diseñarse para buscar una cantidad igual de combustible para cada célula en una pila, es decir no debe haber "atajos" de flujo a través del lado de combustible de la pila.

Pérdida parasítica:

5 El diseño de las trayectorias de flujo de gas de proceso en la pila de SOFC y sus unidades de célula de combustible debe buscar conseguir una pérdida de presión baja por volumen de flujo al menos en el lado de aire y potencialmente en el lado de combustible de la interconexión, lo que reducirá la pérdida parasítica con respecto a los sopladores.

Eficiencia eléctrica:

10 La interconexión conduce corriente entre la capa de ánodo y la de cátodo de células vecinas. Por tanto, para reducir la resistencia interna, los puntos de contacto eléctricamente conductores (denominados a continuación en el presente documento simplemente “puntos de contacto”) de la interconexión deben estar diseñados para establecer un buen contacto eléctrico con los electrodos (ánodo y cátodo) y los puntos de contacto no deben estar muy separados, lo que forzaría la corriente a correr por una distancia más larga del electrodo con una mayor resistencia interna resultante.

Vida útil:

20 Depende, en relación con la interconexión, de una distribución de flujo uniforme en el lado tanto de combustible como de aire de la interconexión, pocos componentes e incluso un recubrimiento protector sobre los materiales entre otros.

Precio:

25 La contribución al precio de las interconexiones puede reducirse no usando materiales nobles, reduciendo el tiempo de producción de la interconexión y minimizando la pérdida de material.

Dimensiones:

30 Las dimensiones globales de una pila de combustible se reducen, cuando el diseño de la interconexión garantiza una alta utilización del área de célula activa. Deben reducirse las áreas muertas con un bajo flujo de combustible o de aire y deben minimizarse las zonas inactivas para las superficies de sellado.

Temperatura:

35 La temperatura debe ser suficientemente alta para garantizar una reacción catalítica en la célula, aunque suficientemente baja para evitar una degradación acelerada de los componentes de la célula. Por tanto, la interconexión debe contribuir a una distribución de temperatura uniforme proporcionando una temperatura promedio alta sin superar la temperatura máxima.

Tiempo de producción.

45 El tiempo de producción de la propia interconexión debe minimizarse y el diseño de la interconexión también debe contribuir a un ensamblaje rápido de toda la pila. En general, para cada componente el diseño de la interconexión se vuelve innecesario, hay una ganancia en el tiempo de producción.

Tasa de fallos.

50 Los métodos y materiales de producción de la interconexión deben permitir una baja tasa de fallos de interconexión (tal como agujeros no deseados en la barrera de gas de interconexión, características o grosor de material irregular). Además, la tasa de fallos de la pila de células ensamblada puede reducirse cuando el diseño de la interconexión reduce el número total de componentes que deben ensamblarse y reduce la longitud de las superficies de sello.

Número de componentes.

55 Aparte de minimizar errores y el tiempo de ensamblaje como ya se ha mencionado, una reducción del número de componentes conduce a un precio reducido.

60 La manera en la que los flujos de gas de ánodo y cátodo se distribuyen en una pila de SOFC es teniendo un distribuidor común para cada uno de los dos gases de proceso. Los distribuidores pueden ser o bien internos o externos. Los distribuidores suministran gases de proceso a las capas individuales en la pila de SOFC por medio de canales a cada capa. Los canales se sitúan normalmente en una capa de los elementos de repetición que están comprendidos en la pila de SOFC, es decir en los separadores o en la interconexión.

65

Quando se hace funcionar una pila de SOC, son necesarias conexiones a la pila. Al menos es necesario tener conexiones de gas de proceso y conexiones eléctricas. Se usan distribuidores y tuberías para conectar una pila con gas de proceso. En algunas realizaciones, es necesario aplicar juntas de estanqueidad entre los distribuidores y las tuberías, y la pila de SOC.

5 Como las pilas de SOC funcionan a temperaturas altas a menudo por encima de los 700°C, es necesario que las juntas de estanqueidad puedan resistir múltiples ciclos térmicos y todavía sean a prueba de fugas. Es un requisito para las pilas de SOC que puedan conectarse eléctricamente en serie y que sean eléctricamente flotantes, es decir que ninguna de la pilas esté conectada eléctricamente a tierra. Por tanto, es necesario que las juntas de  
10 estanqueidad también sean eléctricamente aislantes.

El documento JP2013061056A da a conocer un elemento de sello de gas capaz de ejercer una propiedad de sellado de gas y una propiedad de aislamiento eléctrico, una célula de combustible que usa el elemento de sello de gas, y un método para fabricar la célula de combustible usando el elemento de sello de gas. El elemento de sello de gas  
15 incluye una primera capa de sello de gas y segundas capas de sello de gas previstas a ambos lados de la primera capa de sello de gas. La primera capa de sello de gas tiene una propiedad de aislamiento eléctrico en la dirección de grosor de la capa. El segundo elemento de sello de gas incluye un adhesivo y un elemento de retención para retener el adhesivo. La célula de combustible está dotada de una pluralidad de unidades de generación que tienen una única célula y una carcasa de metal que envuelve la única célula, y el elemento de sello de gas para unir la carcasa  
20 de metal de una unidad de generación y la carcasa de metal de otra unidad de generación. La carcasa de metal de una unidad de generación está unida a la carcasa de metal de la otra unidad de generación a través del elemento de sello de gas, y se proporciona una estructura de múltiples capas.

El documento US2014030633 describe un sello que comprende una capa central de material eléctricamente  
25 aislante, dos capas externas de metal que portan patrones que pueden deformarse aplanándose sobre las caras de soporte que deben sellarse, para retener el sello al tiempo que se proporciona una barrera de sellado a las conexiones, y capas intermedias de material vítreo para proporcionar una conexión a las mismas al tiempo que se absorben deformaciones debido a expansiones diferenciales.

El documento EP2224526A1 da a conocer un método que implica producir un elemento de sellado es decir un marco de sellado, proporcionando un elemento portante, que es diferente de los componentes de sellado. Se produce una capa delgada mediante la inmersión parcial del elemento portante en un material de base fluido y/o pulverizando el material de base sobre parte del elemento portante, comprendiendo la capa delgada un material de  
30 vidrio y/o un material cerámico. El elemento de sellado se sitúa entre los componentes de sellado de una pila de células de combustible, estando hecho el elemento portante de un material metálico.  
35

El documento US2004219417A describe una estructura de sellado en una célula de combustible y/o un electrolizador (particularmente una célula de combustible de óxido sólido y/o un electrolizador de óxido sólido) que está dispuesto entre placas de separación vecinas de una pila de células. La estructura de sellado se construye en  
40 al menos dos capas, incluyendo al menos una capa aislante y al menos una capa de sellado.

El documento US2005266288 da a conocer un generador de células de combustible de óxido sólido que contiene pilas de células de combustible alargadas axialmente huecas que tienen un extremo superior abierto, una cámara impelente de entrada de oxidante, una cámara impelente de combustible de alimentación, una cámara de  
45 combustión para quemar el oxidante que ha reaccionado/comcombustible gastado; y, opcionalmente, una cámara de recirculación de combustible por debajo de la cámara de combustión, en el que la cámara de recirculación de combustible está definida en parte por una junta de estanqueidad de colocación de una célula de combustible semiporosa, todo dentro de una envuelta de generador externa, en el que la junta de estanqueidad de la célula de combustible tiene una estructura laminada que comprende al menos una capa de soporte de estera fibrosa elástica y una capa tejida fuerte, aunque flexible, que puede contener partículas catalíticas dirigidas hacia la cámara de  
50 combustión, en la que el catalizador, si se usa, es eficaz para oxidar adicionalmente el combustible de escape y proteger el extremo superior abierto (37) de las células de combustible.

El documento US2006121327 describe un ensamblaje de células de combustible de óxido sólido que comprende una pluralidad de componentes que tienen superficies complementarias eléctricamente conductoras entre los mismos, estando selladas las superficies mediante una junta de estanqueidad eléctricamente aislante que incluye un Ninguno de los documentos de la técnica conocidos descritos anteriormente proporciona una solución sencilla, eficaz y segura ante los fallos para los problemas descritos anteriormente.

60 Por tanto, con referencia a las consideraciones listadas anteriormente, existe la necesidad de una junta de estanqueidad robusta, sencilla, barata y fácil de producir y manejar, estanca a los gases, resistente a la temperatura, eléctricamente aislante y resistente a la vibración para un sistema de pila de células de combustible de óxido sólido. Como los sistemas de pila de células correspondientes también pueden usarse para la electrólisis de óxido sólido, esta solución de junta de estanqueidad también puede usarse para un sistema de pila de SOEC; por tanto se busca  
65 una solución para un sistema de pila de SOC.

Estos y otros objetos se consiguen mediante la invención tal como se describe a continuación y en las reivindicaciones.

**Sumario de la invención**

5 Cuando se usa una única junta de estanqueidad de mica blanda (tal como una "Statotherm") como sello entre una pila de SOC y los distribuidores adyacentes, múltiples ciclos térmicos moverán la junta de estanqueidad en su plano debido a diferencias en el coeficiente de expansión térmica de los componentes implicados. Tras varios ciclos térmicos, 20 - 30, la dislocación puede ser tan grande que se forman grietas en la junta de estanqueidad, provocando fugas.

15 Una solución ampliamente conocida en la técnica es aumentar la rugosidad de las bridas de los distribuidores adyacentes. Sin embargo, también existe el requisito de que la junta de estanqueidad tenga que ser eléctricamente aislante. La junta de estanqueidad de mica blanda no es fiable como aislante eléctrico. Se han observado cortocircuitos ya a 100 V por 1 mm de junta de estanqueidad. Como consecuencia, la junta de estanqueidad de mica blanda no puede hacer el trabajo ella sola. Los materiales eléctricamente aislantes identificados hasta el momento, son todos demasiado inflexibles para establecer un sellado de gas fiable a las bajas fuerzas de compresión que se prefieren en los sistemas de pila de SOC, en los que es difícil establecer altas fuerzas debido a las altas temperaturas y la aparición de fluencia en todos los metales.

20 La solución es hacer una junta de estanqueidad estratificada, en la que una capa eléctricamente aislante está intercalada entre dos juntas de estanqueidad blandas (es decir mica blanda). De ese modo puede elegirse el efecto de aislamiento eléctrico de una amplia gama de materiales (es decir mica dura) y al mismo tiempo establecer un buen sellado a baja compresión.

25 De ese modo, la secuencia de materiales es: en primer lugar una interfaz de montaje (1) tal como un distribuidor de metal o tubería con bridas, después una capa de junta de estanqueidad flexible, blanda (2), después una capa de junta de estanqueidad eléctricamente aislante (3), después una junta de estanqueidad flexible, blanda (4) y después la interfaz de montaje de una pila de SOC (5).

30 Sin embargo, un diseño de este tipo tendrá el potencial para el movimiento en el plano de las capas de junta de estanqueidad durante los ciclos térmicos o las vibraciones durante el funcionamiento y cualquier otro movimiento de las partes del sistema de pila de SOC. Hay un total de cuatro interfaces en las que puede producirse deslizamiento: 1-2, 2-3, 3-4 y 4-5.

35 Para las interfaces 1-2 y 4-5, la combinación de materiales se conoce ampliamente, y la solución puede ser la misma que la recomendada por las normas ASME y conocida en la técnica, tal como rugosidad de las interfaces de montaje 1 y 5 (distribuidores, bridas e interfaz de montaje de pila de SOC).

40 Sin embargo, para las interfaces 2-3 y 3-4, según la presente invención se introduce un nuevo método de fijación en combinación con las capas intercaladas de junta de estanqueidad. Una cualquiera o más de las capas de junta de estanqueidad se fabrican con uno o múltiples agujeros, indentaciones o abombamientos en el área de sellado. Esto puede realizarse cuando la capa de junta de estanqueidad se corta para dar una forma. Como las capas de junta de estanqueidad están intercaladas entre sí bajo compresión, una capa de junta de estanqueidad adyacente a una capa de junta de estanqueidad con los agujeros o indentaciones se abombará al interior de los agujeros o indentaciones, lo que establece la fijación requerida de las capas de junta de estanqueidad unas en relación con otras. Igualmente, una capa de junta de estanqueidad adyacente a una capa de junta de estanqueidad con un abombamiento alcanzará una indentación en la ubicación opuesta al abombamiento, cuando las capas de junta de estanqueidad se intercalan entre sí bajo compresión, lo que también establece la fijación requerida de las capas de junta de estanqueidad unas en relación con otras. Esta solución puede aplicarse, por ejemplo, a la capa de junta de estanqueidad media, que es más rígida que las dos capas de junta de estanqueidad circundantes de la construcción intercalada de junta de estanqueidad. De esta manera, sólo es necesario aplicar una capa de junta de estanqueidad con agujeros, indentaciones o abombamientos, y las dos capas de junta de estanqueidad circundantes que son más flexibles se abombarán entonces al interior de los agujeros o indentaciones, o alcanzarán indentaciones en las que están ubicados los abombamientos de las capas de junta de estanqueidad medias. De ese modo, todas las interfaces se fijan y no pueden moverse en el plano durante el funcionamiento de la pila de SOC y durante los ciclos térmicos.

**Breve descripción de los dibujos**

60 La figura 1 muestra una vista en sección transversal de una junta de estanqueidad según una realización de la invención

**Descripción detallada**

65

5 En una realización de la invención, un sistema de pila de células de óxido sólido que comprende una pluralidad de células apiladas tiene una pila de células con interfaces de montaje para montar aplicaciones en la pila, es decir tuberías de gas de proceso o distribuidores de gas de proceso. Además, las aplicaciones que deben conectarse a la pila tienen interfaces de montaje, tales como bridas. Para conseguir una conexión estanca a los gases de la pila con las aplicaciones, pero al mismo tiempo aislar eléctricamente la pila con respecto a las aplicaciones conectadas, las interfaces de montaje comprenden además al menos una junta de estanqueidad que debe montarse entre las interfaces de montaje de la pila y las interfaces de montaje adyacentes de las aplicaciones.

10 Para conseguir flexibilidad para compensar vibraciones, defectos superficiales de las interfaces de montaje y movimientos originados térmicamente, la junta de estanqueidad comprende dos capas, una primera y una tercera capa que tienen estas propiedades y son suficientemente flexibles para compensarlos. Suficientemente flexible significa que puede compensar los movimientos, las vibraciones y los defectos superficiales mencionados durante el funcionamiento normal y los ciclos de arranque/parada del sistema de pila de células SOC sin rotura ni fuga.

15 Para conseguir también el aislamiento eléctrico de la pila con respecto a las aplicaciones montadas, la junta de estanqueidad comprende además una segunda capa de junta de estanqueidad que está intercalada entre la primera y la tercera capa que tiene propiedades eléctricamente aislantes que son suficientes para impedir el cortocircuito de la pila de células y la conexión eléctrica de la pila a las aplicaciones montadas durante el funcionamiento normal y los ciclos de arranque/parada del sistema de pila de células de SOC. En la figura 1 puede verse una vista en corte lateral de la junta de estanqueidad según esta realización, mostrando los números de posición 1 y 3 las capas flexibles y mostrando el número de posición 2 la capa eléctricamente aislante.

25 En una realización de la invención, las tres capas de junta de estanqueidad están hechas de mica, estando hechas la primera y la tercera capa de un material de mica con propiedades que proporcionan la flexibilidad necesaria mencionada. La segunda capa, menos flexible que la primera y la tercera capa, tiene propiedades que proporcionan el aislamiento eléctrico necesario.

30 En realizaciones de la invención, la resistencia a la tracción de la segunda capa es de entre 60 y 180 N/mm<sup>2</sup>, preferiblemente entre 90 y 150 N/mm<sup>2</sup>. La resistencia a la compresión a 200°C de la segunda capa es de entre 180 y 300 N/mm<sup>2</sup>, preferiblemente entre 220 y 260 N/mm<sup>2</sup>. Y la resistencia a la flexión de la segunda capa es de entre 150 y 250 N/mm<sup>2</sup>, preferiblemente entre 140 y 200 N/mm<sup>2</sup>.

35 En una realización de la invención, el grosor de cada una de las capas de junta de estanqueidad es de entre 0,2 mm y 15 mm, preferiblemente entre 0,4 y 5 mm. El grosor de cada una de las capas puede variarse para conseguir la flexibilidad, el sellado y el aislamiento eléctrico necesarios.

40 En una realización de la invención, la flexibilidad de al menos la primera y la tercera capa se utiliza para proporcionar una fijación entre cada una de las capas de junta de estanqueidad y adicionalmente entre la junta de estanqueidad y las interfaces de montaje adyacentes. Están hechos indentaciones, agujeros o abombamientos en al menos una de las tres capas de junta de estanqueidad (es decir en la segunda capa) para proporcionar la fijación de las capas unas en relación con otras.

45 En una realización adicional de la invención, se utiliza el mismo principio para proporcionar la fijación de la junta de estanqueidad en relación con las interfaces de montaje adyacentes en contacto con la junta de estanqueidad, para impedir el movimiento en el plano de las interfaces de montaje. Por consiguiente, están hechos agujeros, abombamientos o indentaciones en las interfaces de montaje en contacto con la junta de estanqueidad. Cuando está bajo compresión, esto fija la junta de estanqueidad en relación con las interfaces de montaje.

50 En una realización de la invención, un adhesivo puede aplicarse a una o más de las capas de junta de estanqueidad, para proporcionar una fijación sencilla de las capas al menos durante el ensamblaje y el montaje de la junta de estanqueidad en el sistema de pila de SOC. También puede aplicarse adhesivo entre la junta de estanqueidad y al menos una de las interfaces de montaje adyacentes, para proporcionar igualmente una fijación sencilla de los elementos durante el ensamblaje de la junta de estanqueidad en el sistema de SOC. En una realización de la invención, la junta de estanqueidad está montada entre una pila de SOC y un distribuidor de gas de proceso que debe conectarse a la pila de SOC (esto se denomina normalmente "distribución externa").

60 En un aspecto de la invención se ensambla un sistema de pila de SOC, que comprende una pluralidad de células apiladas y una pluralidad de interfaces de montaje. Al menos una junta de estanqueidad de estructura intercalada con al menos tres capas está ubicada entre dos interfaces de montaje. Tal como se mencionó anteriormente, la interfaz de montaje puede comprender una pila de SOC y conexiones de gas de proceso tales como distribuidores y tuberías con bridas. El ensamblaje comprende las etapas de fabricar dos capas de junta de estanqueidad, siendo la primera y la tercera en la construcción intercalada de un material de junta de estanqueidad flexible. Tal como se comentó anteriormente, el material tiene que ser suficientemente flexible para compensar vibraciones, defectos superficiales de las interfaces de montaje y movimientos originados térmicamente y cualquier otro movimiento que se produzca durante el funcionamiento normal y los procedimientos de arranque/parada de la pila de SOC. Las capas de junta de estanqueidad se fabrican para hacer coincidir físicamente las dos interfaces de montaje entre las

que se montan. Una segunda capa de junta de estanqueidad adicional que es eléctricamente aislante también se fabrica para hacer coincidir físicamente las dos interfaces de montaje así como la primera y la tercera capa de junta de estanqueidad. Entonces, las tres capas de junta de estanqueidad se ensamblan en el orden de capas 1 - 2 - 3, de modo que la capa eléctricamente aislante está intercalada entre las dos capas flexibles. Tras ensamblar la construcción intercalada de junta de estanqueidad, se sitúa entre las dos interfaces de montaje (es decir distribuidor y pila de SOC), una manera es situar la construcción intercalada de junta de estanqueidad sobre una de las dos interfaces de montaje, por ejemplo sobre la interfaz de montaje de la pila de SOC. Finalmente, la otra interfaz de montaje, por ejemplo el distribuidor está montado sobre la superficie de junta de estanqueidad opuesta a la primera interfaz de montaje, de modo que la junta de estanqueidad está situada entre las dos interfaces de montaje y se aplica compresión, mediante lo cual la junta de estanqueidad se comprime entre las dos interfaces de montaje y se logra un sellado estanco a los gases.

En una realización adicional de este aspecto de la invención, está aplicado un adhesivo a al menos dos superficies de las capas de junta de estanqueidad antes de ensamblar la construcción intercalada de junta de estanqueidad de tres capas, para fijar las capas entre sí al menos hasta que se ha ensamblado el sistema de pila de SOC.

En una realización adicional de este proceso de ensamblaje, están hechos indentaciones o agujeros en al menos una de las tres capas de junta de estanqueidad antes de que se ensamblen. Cuando se comprime la junta de estanqueidad, esto proporciona la fijación de las capas de junta de estanqueidad unas en relación con otras durante el funcionamiento y los ciclos térmicos del sistema de pila. Los agujeros o las indentaciones pueden proporcionarse en la segunda capa y menos flexible de la junta de estanqueidad, lo que proporciona la fabricación más simple.

En una realización del proceso de ensamblaje, también al menos una de las interfaces de montaje que comprime la junta de estanqueidad está hecha con agujeros, indentaciones o abombamientos para proporcionar la fijación de la junta de estanqueidad en relación con la interfaz de montaje de contacto. Las capas de junta de estanqueidad pueden estar hechas de mica, siendo la segunda capa de la junta de estanqueidad menos flexible que la primera y la tercera capa, pero eléctricamente aislante.

### Características de la invención

1. Sistema de pila de células de óxido sólido que comprende una pluralidad de unidades de célula apiladas e interfaces de montaje, comprendiendo las interfaces de montaje al menos una junta de estanqueidad, en el que dicha junta de estanqueidad comprende una estructura intercalada de al menos tres capas, una primera y una tercera capa flexible que es suficientemente flexible para compensar vibraciones, defectos superficiales de las interfaces de montaje y movimientos originados térmicamente y una segunda capa eléctricamente aislante situada entre la primera y la tercera capa, en el que las capas están hechas de mica, siendo la primera y la tercera capa más flexibles que la segunda capa.

2. Sistema de pila de células de óxido sólido según cualquiera de las características anteriores, en el que la resistencia a la tracción de la segunda capa es de entre 60 y 180 N/mm<sup>2</sup>, preferiblemente entre 90 y 150 N/mm<sup>2</sup>.

3. Sistema de pila de células de óxido sólido según cualquiera de las características anteriores, en el que la resistencia a la compresión a 200°C de la segunda capa es de entre 180 y 300 N/mm<sup>2</sup>, preferiblemente entre 220 y 260 N/mm<sup>2</sup>.

4. Sistema de pila de células de óxido sólido según cualquiera de las características anteriores, en el que la resistencia a la flexión de la segunda capa es de entre 150 y 250 N/mm<sup>2</sup>, preferiblemente entre 140 y 200 N/mm<sup>2</sup>.

5. Sistema de pila de células de óxido sólido según cualquiera de las características anteriores, en el que el grosor de cada una de la primera, segunda y tercera capa es de entre 0,2 mm y 15 mm, preferiblemente entre 0,4 mm y 5 mm.

6. Sistema de pila de células de óxido sólido según cualquiera de las características anteriores, en el que están hechos indentaciones, agujeros o abombamientos en al menos una de las tres capas, para proporcionar la fijación de las capas unas en relación con otras.

7. Sistema de pila de células de óxido sólido según la característica 6, en el que están hechos agujeros en la segunda capa, para proporcionar la fijación de las capas unas en relación con otras.

8. Sistema de pila de células de óxido sólido según cualquiera de las características anteriores, en el que están hechos indentaciones, agujeros o abombamientos sobre al menos una de las interfaces de montaje que están en contacto con la junta de estanqueidad para proporcionar la fijación de la junta de estanqueidad en relación con las interfaces de montaje de contacto.

9. Sistema de pila de células de óxido sólido según cualquiera de las características anteriores, en el que está aplicado un adhesivo entre las tres capas.

10. Sistema de pila de células de óxido sólido según cualquiera de las características anteriores, en el que dicha junta de estanqueidad está montada entre la pila de células y un distribuidor de gas de proceso.

5 Otras características, no según la invención

12. Proceso para ensamblar un sistema de pila de células de óxido sólido que comprende una pluralidad de unidades de célula apiladas y una pluralidad de interfaces de montaje y que comprende al menos una junta de estanqueidad de estructura intercalada con al menos tres capas para su ubicación entre dos interfaces de montaje, comprendiendo el proceso las etapas de

- 10
- 15 • fabricar una primera y una tercera capa de junta de estanqueidad de la junta de estanqueidad de un material de junta de estanqueidad flexible que es suficientemente flexible para compensar vibraciones, defectos superficiales de las interfaces de montaje y movimientos originados térmicamente para hacer coincidir físicamente dichas dos interfaces de montaje,
  - 20 • fabricar una segunda capa de junta de estanqueidad de un material eléctricamente aislante para hacer coincidir físicamente dichas dos interfaces de montaje y las capas de junta de estanqueidad primera y segunda,
  - ensamblar las tres capas con la segunda capa de junta de estanqueidad intercalada entre la primera y la tercera capa de junta de estanqueidad,
  - 25 • situar la junta de estanqueidad ensamblada sobre una de las dos interfaces de montaje,
  - montar la otra de las dos interfaces de montaje, y
  - aplicar compresión a la junta de estanqueidad entre las dos interfaces de montaje.

30 13. Proceso según la característica 12, en el que se aplica adhesivo a al menos dos superficies de las capas de junta de estanqueidad antes de ensamblar las tres capas de junta de estanqueidad.

35 14. Proceso según la característica 12 ó 13, en el que están hechos indentaciones o agujeros en al menos una de las tres capas, para proporcionar la fijación de las capas unas en relación con otras.

15. Proceso según cualquiera de las características 12-14, en el que están hechos agujeros en la segunda capa, para proporcionar la fijación de las capas unas en relación con otras.

40 16. Proceso según cualquiera de las características 12 - 15, en el que están hechos indentaciones, agujeros o abombamientos sobre al menos una de las interfaces de montaje que están en contacto con la junta de estanqueidad para proporcionar la fijación de la junta de estanqueidad en relación con las interfaces de montaje de contacto.

45 17. Proceso según cualquiera de las características 12-16, en el que las capas de junta de estanqueidad están hechas de mica, siendo la primera y la tercera capa de junta de estanqueidad más flexibles que la segunda capa.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Sistema de pila de células de óxido sólido que comprende una pluralidad de unidades de célula apiladas e interfaces de montaje, comprendiendo las interfaces de montaje al menos una junta de estanqueidad, en el que dicha junta de estanqueidad comprende una estructura intercalada de al menos tres capas, una primera y una tercera capa flexible que es suficientemente flexible para compensar vibraciones, defectos superficiales de las interfaces de montaje y movimientos originados térmicamente y una segunda capa eléctricamente aislante situada entre la primera y la tercera capa, en el que las capas están hechas de mica, siendo las capas primera y tercera más flexibles que la segunda capa.
- 10 2.- Sistema de pila de células de óxido sólido según la reivindicación 1, en el que la resistencia a la tracción de la segunda capa es de entre 60 y 180 N/mm<sup>2</sup>, preferiblemente entre 90 y 150 N/mm<sup>2</sup>.
- 15 3.- Sistema de pila de células de óxido sólido según la reivindicación 1 ó 2, en el que la resistencia a la compresión a 200°C de la segunda capa es de entre 180 y 300 N/mm<sup>2</sup>, preferiblemente entre 220 y 260 N/mm<sup>2</sup>.
- 20 4.- Sistema de pila de células de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 - 3, en el que la resistencia a la flexión de la segunda capa es de entre 150 y 250 N/mm<sup>2</sup>, preferiblemente entre 140 y 200 N/mm<sup>2</sup>.
- 25 5.- Sistema de pila de células de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el grosor de cada una de la primera, segunda y tercera capa es de entre 0,2 mm y 15 mm, preferiblemente entre 0,4 mm y 5 mm.
- 30 6.- Sistema de pila de células de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que están hechos indentaciones, agujeros o abombamientos en al menos una de las tres capas, para proporcionar la fijación de las capas unas en relación con otras.
- 35 7.- Sistema de pila de células de óxido sólido según la reivindicación 6, en el que están hechos agujeros en la segunda capa, para proporcionar la fijación de las capas unas en relación con otras.
- 40 8.- Sistema de pila de células de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que están hechos indentaciones, agujeros o abombamientos sobre al menos una de las interfaces de montaje que están en contacto con la junta de estanqueidad para proporcionar la fijación de la junta de estanqueidad en relación con las interfaces de montaje de contacto.
- 9.- Sistema de pila de células de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que está aplicado un adhesivo entre las tres capas.
- 10.- Sistema de pila de células de óxido sólido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha junta de estanqueidad está montada entre la pila de células y un distribuidor de gas de proceso.

Fig. 1/1

