

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 225**

51 Int. Cl.:
F16J 15/08 (2006.01)
H01M 8/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08170952 .9**
- 96 Fecha de presentación: **08.12.2008**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2071216**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.06.2009**

54 Título: **Junta de estanqueidad superplástica, preferentemente para sistema de células electroquímicas**

30 Prioridad:
13.12.2007 FR 0759819

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.12.2012

73 Titular/es:
**COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET
AUX ENERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
BATIMENT D "LE PONANT" 25, RUE LEBLANC
75015 PARIS, FR**

72 Inventor/es:
**REYTIER, MAGALI;
COUTURIER, RAPHAËL;
GILLIA, OLIVIER y
RIGAL, EMMANUEL**

74 Agente/Representante:
PÉREZ BARQUÍN, Eliana

ES 2 393 225 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 superplástica, preferentemente para sistema de células electroquímicas

- 5 La invención se refiere de forma general a una junta de estanqueidad que tiene por objeto interponerse entre dos elementos cualesquiera y preferentemente entre dos elementos que presenten diferentes coeficientes de dilatación térmica.
- 10 La presente invención se aplica más particularmente, pero no exclusivamente, al campo de los sistemas de células electroquímicas, preferentemente a los sistemas tipo electrolizador de alta temperatura, también denominados EAT, y/o del tipo pila de combustible, que funcionan preferentemente a altas temperaturas como las pilas denominadas SOFC (del inglés "Solid Oxyde Fuel Cell" pilas de combustible de sólido óxido).
- 15 Resulta conocido un electrolizador de vapor de agua de alta temperatura que tiene por objeto producir hidrógeno. Para ello, comprende una pluralidad de células electroquímicas apiladas, estando cada célula provista de un ánodo poroso y de un cátodo poroso, así como de un electrolito situado entre el ánodo y el cátodo. Además a cada célula electroquímica se le asocian un interconector anódico y un interconector catódico, unidos respectivamente al ánodo y al cátodo, y cada uno en contacto estanco con el electrolito, (véase por ejemplo el documento WO-A-2005/106999).
- 20 A la altura del cátodo poroso del electrolizador alimentado con vapor de agua, se produce la disociación de las moléculas de agua. Los iones migran a través del electrolito sólido, generalmente de cerámica, gracias a la aplicación de una tensión apropiada, para recombinarse en los electrodos.
- 25 Para evitar la recombinación del hidrógeno y del oxígeno, se ha previsto por lo tanto volver estanca la unión entre el electrolito y el interconector catódico, así como el enlace entre el electrolito y el interconector anódico, lo que permite simultáneamente evitar que los gases se escapen hacia el exterior del electrolizador, así como que los gases formados se mezclen.
- 30 A este respecto, cabe destacar que un diseño sustancialmente similar se encuentra en una pila de combustible que funciona a altas temperaturas, dado que funciona de acuerdo con el principio inverso al del electrolizador.
- 35 Para garantizar la estanqueidad anteriormente mencionada, deben respetarse varias limitaciones, y en particular la de ejercer poco esfuerzo en la colocación y acondicionamiento de la junta de estanqueidad, a fin de evitar dañar o romper el frágil electrolito de cerámica. Ahora bien este requisito de aplicar poco esfuerzo es incompatible con las soluciones metálicas, dado que éstas precisan una plastificación de sus superficies de contacto para garantizar la estanqueidad deseada, y que esta operación generalmente requiere ejercer grandes esfuerzos. Además, la junta de estanqueidad metálica así deformada plásticamente, por esfuerzos elevados, a veces no es capaz de garantizar la estanqueidad durante todo el periodo requerido, por razones de deformación del material que constituye la junta.
- 40 Para remediar al menos parcialmente estos inconvenientes, la invención tiene por objeto una junta de estanqueidad destinada a interponerse entre un primer y un segundo elemento, comprendiendo dicha junta dos partes de contacto separadas la una de la otra de acuerdo con una dirección de separación, destinadas respectivamente a hacer contacto de forma estanca con dichos primer y segundo elementos, realizándose dichas partes de contacto con una
- 45 primera aleación que presenta propiedades de superplasticidad en unas condiciones predeterminadas de sollicitación entre ellas condiciones predeterminadas de temperatura, soportándose dichas partes de contactos sobre un soporte dispuesto entre las mismas, realizado de manera que presente, en dichas condiciones predeterminadas de temperatura, una resistencia mecánica a la compresión en dicha dirección de separación, superior a la de dichas partes de contacto.
- 50 La invención presenta globalmente la ventaja de ofrecer un compromiso muy satisfactorio entre el nivel de estanqueidad que puede obtenerse con la combinación de medios específicos empleados, y el poco nivel de esfuerzo requerido para alcanzar este nivel de estanqueidad.
- 55 Con un diseño de este tipo, el acondicionamiento de la junta de estanqueidad entre los dos elementos a sellar de forma estanca puede efectuarse ventajosamente actuando sobre las partes de contacto en dichas condiciones predeterminadas de sollicitación, en particular en lo referente a la temperatura y la velocidad de deformación / aplastamiento, a fin de beneficiarse de las propiedades de superplasticidad de la primera aleación que compone estas partes de contacto. En dicho caso, el soporte que por su parte resiste mejor la compresión a este nivel de
- 60 temperatura, permite evitar el desmoronamiento de las partes de contacto durante el acondicionamiento, y por lo tanto favorece el aplastamiento de éstas entre los elementos que se quiere sellar de forma estanca y dicho soporte sólo se deforma un poco en la dirección de separación. Las partes de contacto pueden entonces deformarse localmente en proporciones considerables durante el acondicionamiento de la junta que tiene particularmente por objeto ejercer una presión, en la dirección de separación, entre los dos elementos destinados a sellarse de forma estanca. Las considerables deformaciones que se quieren obtener, favorecen una estanqueidad reforzada, puesto que estas últimas permiten corregir de forma satisfactoria los defectos de las superficies, los defectos de alineación y
- 65

también permiten colmar las rugosidades/ asperezas de las superficies de los dos elementos implicados, entre los cuales se quiere obtener una estanqueidad.

5 En otros términos, la invención permite obtener una estanqueidad reforzada gracias a las importantes deformaciones de las partes de contacto, y ello, ventajosamente, aplicando poco esfuerzo gracias a sus propiedades de superplasticidad. Los elementos implicados sólo sufren debido a ello, pequeños esfuerzos durante el acondicionamiento de la junta de estanqueidad, realizada de manera que se actúe sobre las partes de contacto dentro de dichas condiciones predeterminadas de sollicitación, en particular dichas condiciones predeterminadas de temperatura y dichas condiciones predeterminadas de velocidad de aplastamiento, de manera que el riesgo de que sufran daños /o se rompan sea muy limitado, incluso cuando uno u otro de dichos elementos se realiza con un material frágil, como por ejemplo de cerámica.

10 A este respecto, cabe destacar que el nivel de esfuerzo introducido en los dos elementos durante el acondicionamiento de la junta, es aproximadamente veinte veces inferior al requerido para obtener un nivel de estanqueidad substancialmente similar, con la solución clásica de una junta metálica.

15 Además, cuando la temperatura de la junta de estanqueidad se lleva posteriormente por debajo de dichas condiciones predeterminadas de temperaturas relativas al estado de superplasticidad de la primera aleación, mientras permanecen a alta temperatura y bajo tensión, la estanqueidad obtenida se conserva, en concreto gracias a la gran resistencia mecánica que procura el soporte de la junta, en particular por su ausencia de deformación a bajos niveles de tensión.

20 A modo de indicación, cabe destacar que se supone que una aleación ofrece propiedades de superplasticidad cuando su capacidad de alargamiento en condiciones predeterminadas, alcanza el 200 % pudiendo alcanzar valores de hasta un 2000 % aproximadamente o más. Entre las condiciones predeterminadas, se encuentran las que se refieren a la temperatura, indicadas anteriormente, debiendo ser esta temperatura en general, superior o igual a la mitad de la temperatura de fusión de la aleación implicada. También se encuentra una velocidad baja de deformación/ aplastamiento, por ejemplo de aproximadamente 10^{-3} a 10^{-5} s⁻¹, así como tensiones bajas con respecto a las que se aplican en los materiales estándar durante los procedimientos convencionales, tales como el conformado por embutido, forjado, etc. Asimismo, a modo de indicación, una de las características de estas aleaciones es generalmente la de tener un tamaño de grano fino, aleación que permanece estable a lo largo de su deformación superplástica.

25 Pueden considerarse varias aleaciones superplásticas para las partes de contacto, entre las cuales una aleación que comprenda los elementos, Fe, Ni en una proporción del 50 al 55 %, Cr en una proporción del 17 al 21 %, Nb en una proporción del 4,75 al 5,25 %, Mo en una proporción del 2,8 al 3,3 %, y Ti en una proporción del 0,65 al 1,15 %, y que presenten preferentemente propiedades de superplasticidad a aproximadamente 950 °C, respondiendo a esta definición las aleaciones que pertenecen a la familia denominada Inconel® 718 SPF.

30 No obstante se pueden considerar otras aleaciones superplásticas, como las aleaciones a base de titanio y/o aluminio, con propiedades de superplasticidad a temperaturas o intervalos de temperaturas comprendidas entre los 500 °C y los 1000 °C.

35 En lo que respecta al soporte de la junta de estanqueidad, éste es preferentemente metálico, realizado con una segunda aleación, por ejemplo la aleación denominada Inconel® 718. Esta última aleación, aunque no presenta propiedades superplásticas, presenta no obstante propiedades elásticas así como propiedades de gran resistencia mecánica a altas temperaturas, al igual que la primera aleación. Tal y como se mencionaba anteriormente, se lleva a cabo, no obstante, de manera que a las condiciones predeterminadas de temperatura relativas al estado superplástico de la primera aleación, la segunda aleación ofrezca una resistencia mecánica a la compresión superior a la de la primera aleación, a fin de evitar el desmoronamiento de las partes de contacto durante el acondicionamiento de la junta, y, por lo tanto, favorecer el aplastamiento de las partes de contacto superplásticas. A modo de indicación, cabe destacar que la resistencia a la compresión del soporte, en dicha dirección de separación de las partes de contacto, preferentemente, se prevé para que sea superior a la de las partes de contacto, sea cual sea el tipo de sollicitación aplicado en las condiciones predeterminadas de temperatura. Esta característica se verifica en particular cuando el tipo de sollicitación/ aplastamiento reservado para la junta permite obtener dichas condiciones predeterminadas de velocidad de aplastamiento para las partes de contacto.

40 Preferentemente se prevé que, en dichas condiciones predeterminadas de superplasticidad, el límite de elasticidad sea aproximadamente diez veces menor para las partes de contacto que para el soporte de la segunda aleación.

45 Preferentemente, la junta comprende medios que permiten un desplazamiento relativo entre dichas dos partes de contacto, de acuerdo con una dirección radial, ortogonal a la dirección de separación entre estas dos partes de contacto. En primer lugar, esto implica que la junta se realiza de manera que la dirección de separación corresponda a la dirección axial, incluso aunque pudiera ser de otra forma. En particular, la dirección de separación de las partes de contacto podría como alternativa corresponder a la dirección radial de la junta, sin por ello desviarse del ámbito de la invención

En el primer caso comentado anteriormente, preferentemente se prevé por lo tanto una cierta flexibilidad de la junta en dicha dirección radial, como oposición a la búsqueda de una gran rigidez en la dirección de separación o dirección axial, requerida para mantener la estanqueidad. Diferentes soluciones técnicas pueden considerarse para alcanzar dicho objetivo, de las cuales algunas des describen a continuación.

De manera general, permitir dicho movimiento relativo entre las partes de contacto, según una dirección radial, permite acompañar los eventuales movimientos relativos de los dos elementos en la misma dirección, que podrían producirse por ejemplo como resultado de una dilatación térmica diferencial. No obstante, cabe destacar que la invención no se aplica únicamente a casos en los que los dos elementos colocados a un lado y a otro de la junta de estanqueidad presentan coeficientes de dilatación térmica diferentes, incluso aunque se trate de una aplicación preferida, en concreto para el campo de los sistemas de células electroquímicas.

De acuerdo con un primer modo de realización preferido de la presente invención, dichas dos partes de contacto se realizan de una sola pieza con una parte intermedia que las conecta, para formar conjuntamente una estructura exterior de la junta de estanqueidad.

En dicho caso, se prevé de preferencia que dicha parte intermedia de la estructura exterior de la junta de estanqueidad disponga de una sección en forma de C, de doble C, o de Σ , o incluso de cualquier otra forma que le permita deformarse fácilmente, en la dirección radial. En consecuencia, se debe entender que la parte intermedia flexible, que soporta las dos partes de contacto, constituye todo o parte de los medios mencionados anteriormente que permiten un desplazamiento relativo entre las dos partes de contacto, de acuerdo con una dirección radial.

Preferentemente, dicho soporte se coloca en dicha estructura exterior, en ángulo recto y en contacto con las dos partes de contacto. En dicho caso, se prevé preferentemente que dicho soporte presente con dichas dos partes de contacto de dicha estructura exterior, respectivamente dos uniones mecánicas sin deslizamiento. Estas uniones, no necesariamente estancas, pueden ser unos simples apoyos, o bien uniones rígidas tales como uniones por soldadura.

También de manera preferente, dicho soporte adopta en sección la forma de una C estirada en el sentido de su altura, estando las dos partes de los extremos de la C en contacto respectivamente con dichas dos partes de contacto.

Con dicha configuración, en caso de dilatación térmica diferencial de los dos elementos, las dos partes de contacto pueden desplazarse relativamente la una con respecto a la otra en dirección radial, por deformación / flexión de la estructura exterior, y más particularmente de su parte intermedia. Al mismo tiempo, no se produce ningún desplazamiento entre las partes de contacto y sus elementos asociados, ni entre estas mismas partes y el soporte dispuesto interiormente en la estructura exterior, de manera que la estanqueidad se conserva perfectamente, en concreto gracias una vez más a la rigidez axial que procura el soporte entre las dos partes de contacto. Cabe destacar que la unión sin deslizamientos entre cada parte de contacto y el soporte no es necesaria, no obstante, teniendo como objetivo lograr que dicho soporte ejerza siempre suficiente fuerza sobre las partes de contacto como para mantener la estanqueidad, y por lo tanto para impedir el deslizamiento de estas partes sobre los elementos entre los que se busca la estanqueidad, incluso en caso de desplazamiento relativo de estos dos elementos siguiendo una dirección radial.

De acuerdo con un segundo modo de realización preferido de la presente invención, dichas dos partes de contacto se unen entre sí mediante dos lados laterales opuestos, que conjuntamente forman con dichas dos partes de contacto una estructura exterior de la junta de estanqueidad. Preferentemente, dicha estructura exterior de la junta de estanqueidad dispone de una sección con forma general de rectángulo o cuadrado.

En dicho caso, dicho soporte preferentemente se coloca en dicha estructura exterior, en ángulo recto y en contacto con las dos partes de contacto, preferentemente de manera que este soporte presente, con dichas dos partes de contacto de dicha estructura exterior, respectivamente dos uniones mecánicas con deslizamiento.

También preferentemente, dicho soporte presenta una forma substancialmente tubular, estando sus dos caras de los extremos opuestos respectivamente en contacto con las dos partes de contacto.

Para terminar, se prevé que cada lado lateral se aporte por sus extremos sobre las dos partes de contacto, respectivamente mediante dos uniones mecánicas estancas y flexibles.

Con este tipo de configuración, en caso de dilatación térmica diferencial de los dos elementos, las dos partes de contacto pueden desplazarse relativamente, la una con respecto a la otra en dirección radial, por deformación / flexión de la estructura exterior, y más particularmente por deformación de las uniones mecánicas mencionadas anteriormente, y las inclinaciones de los lados laterales asociados. En otros términos, la sección cuadrada o rectangular de la estructura exterior, adoptada en condiciones normales, se transforma ligeramente en una sección de tipo paralelogramo. El deslizamiento de una u otra de las partes de contacto a lo largo de su extremo de soporte

asociado permite esta deformación en paralelogramo, mientras que a un mismo tiempo, no se produce ningún desplazamiento entre las partes de contacto y sus elementos asociados. En consecuencia, la estanqueidad se conserva perfectamente, en concreto gracias una vez más a la rigidez axial que procura el soporte entre las dos partes de contacto.

5 De esta manera, para este segundo modo de realización, los medios que posibilitan un desplazamiento relativo entre las dos partes de contacto, según una dirección radial, se basan en el principio de deslizamiento entre los elementos constitutivos de la junta, combinado con una deformación de la estructura exterior.

10 Preferentemente, sea cual sea el modo de realización preferido adoptado, la junta presenta una forma substancialmente anular.

15 La invención también se refiere a un ensamblaje cualquiera que comprenda al menos una junta de estanqueidad como la descrita anteriormente, interpuesta entre un primer y un segundo elemento, constituyendo dicho ensamblaje por ejemplo una parte de un sistema de células electroquímicas. Preferentemente, el primer y el segundo elemento se realizan respectivamente con materiales que presenten coeficientes de dilatación térmica diferentes. Por ejemplo, el primer y el segundo elemento son respectivamente, metálicos y cerámicos, como suele ser el caso en los sistemas de células electroquímicas, de tipo electrolizador y/o de pila de combustible que funciona a altas temperaturas.

20 A este respecto, la invención también tiene por objetivo un sistema de célula electroquímica que comprenda al menos una junta de estanqueidad como la descrita anteriormente. Preferentemente, comprende al menos una célula electroquímica provista de un ánodo, de un cátodo, así como de un electrolito colocado entre el ánodo y el cátodo, asociándose un interconector anódico y un interconector catódico a dicha célula electroquímica, unidos respectivamente al ánodo y al cátodo, comprendiendo también dicho sistema al menos una junta de estanqueidad como la descrita anteriormente, situada entre dicho electrolito y el interconector anódico y/o entre dicho electrolito y el interconector catódico. Preferentemente, se prevén dos juntas distintas, respectivamente para las dos ubicaciones mencionadas anteriormente.

30 Tal y como se ha mencionado anteriormente, el sistema puede ser un electrolizador de alta temperatura, o una pila de combustible que funcione a altas temperaturas, por ejemplo del tipo SOFC.

35 Finalmente, la invención también tiene por objeto un procedimiento de colocación de una junta de estanqueidad como la descrita anteriormente, que tiene por objeto interponerse entre un primer y un segundo elemento de un sistema de célula electroquímica que funciona a una temperatura de funcionamiento inferior a las mencionadas condiciones predeterminadas de temperatura, comprendiendo dicho procedimiento las siguientes etapas:

- colocación de la junta de estanqueidad entre el primer y el segundo elemento;

40 - aumento de la temperatura de manera a llevar la junta a una temperatura de acondicionamiento que se encuentre dentro de dichas condiciones predeterminadas de temperatura;

45 - mantenimiento de la temperatura a dicha temperatura de acondicionamiento y aplicación de una presión sobre dicho sistema de célula electroquímica, de manera a obtener un aplastamiento de dichas partes de contacto de la junta; y

- disminución de la temperatura de manera a llevar la junta a dicha temperatura de funcionamiento del sistema, a la vez que se mantiene una presión sobre dicho sistema de célula electroquímica.

50 Se da por supuesto que la presión sobre dicho sistema de célula electroquímica preferentemente se aplica de una manera tal que tenga como resultado una sollicitación de las partes de contacto en dichas condiciones predeterminadas de deformación / aplastamiento, pudiendo así beneficiarse de las propiedades de superplasticidad de la primera aleación que compone estas partes de contacto.

55 Preferentemente, dicha temperatura de acondicionamiento se fija aproximadamente a 950 °C, y de manera más general entre 500 °C y 1000 °C dependiendo de los materiales elegidos, y dicha temperatura de funcionamiento se fija aproximadamente a 800 °C, y de forma más general entre 600 y 850 °C, permaneciendo siempre por debajo de dicha temperatura de acondicionamiento.

60 Otras ventajas y características de la invención aparecerán en la siguiente descripción detallada, no limitativa.

La descripción se hará con respecto a los dibujos adjuntos entre los cuales:

65 - la figura 1 representa una vista esquemática en sección de una célula electroquímica de un electrolizador de alta temperatura, que coopera a un lado y a otro con los interconectores a través de las dos juntas de estanqueidad de acuerdo con la presente invención;

- la figura 2 representa una vista detallada en sección de una de las dos juntas que se muestran en la figura 1, presentándose la junta según un primer modo de realización preferido de la presente invención, en una configuración sin tensiones;

5 - las figuras 3a y 3b representan vistas esquemáticas de varias etapas sucesivas de un procedimiento de colocación de la junta de estanqueidad que se muestra en la figura 2, de acuerdo con un modo de realización preferido de la presente invención;

10 - la figura 4 representa una vista detallada en sección de una de las dos juntas que se muestran en la figura 1, presentándose la junta según un segundo modo de realización preferido de la presente invención, en una configuración sin tensiones; y

15 - las figuras 5a y 5b representan vistas que esquematizan varias etapas sucesivas de un procedimiento de colocación de la junta de estanqueidad que se muestra en la figura 4, de acuerdo con un modo de realización preferido de la presente invención.

En primer lugar con referencia a la figura 1, se puede apreciar esquemáticamente una célula 1 electroquímica de un electrolizador de alta temperatura, preferentemente con una geometría denominada plana.

20 Su diseño general es conocido, a saber, comprende un ánodo 2 poroso, un cátodo 4 poroso, así como un electrolito 6 que se coloca en contacto entre el ánodo y el cátodo. Estas piezas, preferentemente con forma circular, se apilan siguiendo una dirección de apilamiento correspondiente a su eje 8.

25 A esta célula 6, se le asocia un interconector 2' anódico pegado contra el ánodo, y que define con el mismo una cámara o compartimento 2'' anódico a través del cual puede circular el fluido. De la misma manera, se prevé un interconector 4' catódico pegado contra el cátodo, y que define con el mismo una cámara o compartimento 4'' catódico a través del cual puede circular el fluido.

30 Típicamente, los interconectores 2', 4' son metálicos, mientras que el electrolito sólido es de cerámica.

Para garantizar la estanqueidad de los compartimentos 2'', 4'', se prevé una junta 10 de estanqueidad entre el electrolito 6 y el interconector 2', así como otra junta 10 de estanqueidad, con un diseño idéntico o similar, entre el electrolito 6 y el interconector 4'. Estas juntas son preferentemente anulares, de eje 8, colocadas en la periferia del apilamiento, y más particularmente radialmente hacia el exterior con respecto al ánodo y al cátodo.

35 La particularidad de la invención reside en el diseño de estas juntas 10 de estanqueidad, de las cuales se va a describir una a continuación, a través de dos modos de realización preferidos.

40 Para empezar con referencia a la figura 2 que representa un primer modo de realización de la presente invención, se ve que la junta 10 presenta una estructura 14 exterior de una sola pieza, en cuyos extremos se encuentran respectivamente dos partes 16 de contacto. Estas dos partes 16 están respectivamente en contacto exterior con la superficie inferior del electrolito 6, y con la superficie superior del interconector 2' anódico, siendo los contactos estancos preferentemente de superficie, y aún más preferentemente planos y anulares, ortogonales al eje 8.

45 Las partes 16, separadas la una de la otra según una dirección de separación correspondiente a la dirección axial 8, se unen la una a la otra mediante una parte 18 intermedia, que presenta flexibilidad en una dirección radial, representada esquemáticamente mediante la flecha 20, y ortogonal y secante al eje 8. Para garantizar esta flexibilidad, preferentemente se lleva a cabo de manera que esta parte 18 disponga de una sección en forma de doble C, tal y como se muestra en la figura 2, si bien pueden considerarse otras formas que garanticen dicha flexibilidad, sin desviarse del ámbito de la invención.

50 Esta estructura 14 exterior de una sola pieza se realiza con una primera aleación que presenta propiedades de superplasticidad en las condiciones predeterminadas de sollicitación, a saber, las condiciones predeterminadas de temperatura y las condiciones predeterminadas de velocidad de deformación/ aplastamiento. Preferentemente, se trata de una aleación que comprende los elementos Fe, Ni en una proporción del 50 al 55 %, Cr en una proporción del 17 al 21 %, Nb en una proporción del 4,75 al 5,25 %, Mo en una proporción del 2,8 al 3,3 %, y Ti en una proporción del 0,65 al 1,15 %, y que preferentemente presenta propiedades de superplasticidad aproximadamente a 950 °C, tales como las aleaciones que pertenecen a la familia denominada Inconel® 718 SPF.

60 La junta 10 se completa mediante un soporte 22 de junta, dispuesto interiormente en la estructura 14, en ángulo recto y en contacto con las dos partes 16. Preferentemente en sección presenta la forma de una C estirada en el sentido de su altura, en este caso en dirección del eje 8, estando las dos partes de los extremos 22a de la C en contacto respectivamente con las superficies interiores enfrentadas, de las dos partes 16 de contacto.

65 Si la forma del soporte 22 pudiera ser distinta a la indicada anteriormente, se retiene de manera que ofrezca una

rigidez en dirección del eje 8, incluso a altas temperaturas, es decir por encima de los 500 °C. De manera general, en las condiciones predeterminadas de temperatura, relativas al estado superplástico de la primera aleación, por lo tanto preferentemente de aproximadamente 950 °C, se prevé este soporte 22 de manera que ofrezca una resistencia mecánica a la compresión, según la dirección axial 8, superior a la de las partes 16, a fin de evitar su desmoronamiento, y sobre todo con el objetivo de presionar éstas en la dirección de sus elementos asociados 2, 6, a fin de establecer la estanqueidad, tal y como se indica con más detalle más adelante.

Preferentemente, el soporte se realiza con una segunda aleación, tal como la aleación denominada Inconel® 718, preferentemente, en las condiciones predeterminadas de sollicitación de superplasticidad de la primera aleación, con el límite de elasticidad aproximadamente diez veces más elevado para el soporte que para las mismas partes.

Preferentemente, los extremos 22a del soporte 22 presentan cada uno, con su parte 16 asociada, una unión mecánica, preferentemente sin deslizamiento. Puede tratarse de una unión rígida o de un simple apoyo, extendiéndose en los dos casos de manera anular, centrada sobre el eje 8.

El procedimiento de colocación de la junta 10 entre el electrolito 6 y el interconector 2' para empezar se inicia mediante su posicionamiento en frío entre estos dos elementos, tal y como se ha esquematizado en la figura 2. En esta etapa podría haber un poco de holgura entre la junta 10 y uno de los elementos 2', 6. A continuación, el conjunto colocado en un horno dotado con una prensa se somete a un aumento de la temperatura, de manera que se alcance una temperatura de acondicionamiento de aproximadamente 950 °C, enmarcándose en las condiciones predeterminadas de temperatura asociadas, relativas al dominio superplástico de la primera aleación. Una vez que se ha alcanzado dicha temperatura de acondicionamiento en el horno, los diferentes componentes del conjunto que se han dilatado térmicamente libremente los unos con respecto a los otros, en particular en dirección radial, se mantienen a esta temperatura de acondicionamiento, a la vez que se les somete a un esfuerzo de presión aplicada mediante la prensa del horno, o mediante cualquier otro medio conocido por los expertos en la materia.

Este esfuerzo de presión a lo largo del eje 8 se ejerce sobre el sistema de célula electroquímica de tal manera que tenga como resultado una sollicitación de las partes 16 de contacto en las condiciones predeterminadas de deformación / aplastamiento, a saber, a baja velocidad, pudiendo beneficiarse de esta manera beneficiarse de las propiedades de superplasticidad de la primera aleación que compone estas partes de contacto. Esta etapa de presurización a la temperatura de acondicionamiento, esquematizada mediante las flechas 27 de la figura 3a, se lleva a cabo hasta alcanzar el nivel deseado de deformación de las partes 16 de contacto, correspondiendo éste al nivel de estanqueidad requerido. En contrapartida durante esta etapa, debido a su elevada resistencia mecánica a lo largo del eje 8, el soporte 22 se comprime muy poco, y favorece por lo tanto la compresión de las partes 16 de contacto que soporta en sus extremos.

A modo de indicación, el esfuerzo de presión que se aplica a lo largo de una línea circular, en ángulo recto con la junta, puede ser de aproximadamente 3 N/mm, y maniobrarse de manera que se obtenga una velocidad de aplastamiento de las partes 16 de 10^{-3} a 10^{-5} s⁻¹.

A continuación, se baja la temperatura del horno hasta la temperatura de funcionamiento del sistema de célula electroquímica, es decir, aproximadamente 800 °C, a la vez que se mantiene un esfuerzo de presión que preferentemente es el mismo que el adoptado durante la etapa anterior, si bien podría ser distinto, sin desviarse del ámbito de la invención.

Durante este descenso de la temperatura, se observa una dilatación térmica diferencial de los dos elementos 2', 6 en la dirección radial 20, permaneciendo el efecto de esta dilatación diferencial en dirección axial, de poca relevancia.

De forma más precisa, tal y como se ha esquematizado de forma voluntariamente exagerada para una mayor claridad, en la figura 3b, el interconector 2' tiene tendencia a contraerse más hacia el eje 8 que el electrolito 6, tal y como se ha esquematizado mediante la flecha 29. Esto tiene como resultado un desplazamiento de las dos partes 16 de contacto la una relativamente con respecto a la otra en dirección radial 20, permitiéndose dicho desplazamiento debido a la deformación / flexión de la parte 18 intermedia de la estructura 14 exterior. Las curvaturas de esta parte 18 intermedia tienen tendencia a aplanarse, como puede verse en la figura 3b. Simultáneamente, no se produce ningún desplazamiento entre las partes 16 de contacto y sus elementos asociados 2', 6, ni entre estas mismas partes 16 y el soporte 22, de manera que la estanqueidad se conserva perfectamente, en particular gracias de nuevo a la rigidez axial que procura este mismo soporte 22. Preferentemente, durante la dilatación térmica diferencial, no se observa ningún deslizamiento entre las partes 16 de contacto y el soporte 22, si bien dicho deslizamiento podría preverse, sin desviarse del ámbito de la invención.

Una vez que se alcanza la temperatura de funcionamiento, la junta 10 se fija en su posición deformada que se muestra en la figura 3b, mientras se sigue manteniendo bajo presión. El sistema de célula electroquímica entonces puede funcionar.

Y ahora con referencia a la figura 4 que representa un segundo modo de realización preferido de la presente invención, se ve que la junta 10 presenta una estructura 14 exterior, en cuyos extremos se encuentran

respectivamente dos partes 16 de contacto. Estas dos partes 16 están respectivamente en contacto exterior con la superficie inferior del electrolito 6, y con la superficie superior del interconector 2', siendo los contactos estancos preferentemente de superficie, y aún más preferentemente planos y anulares, ortogonales al eje 8.

5 Las partes 16, siempre separadas la una de la otra según una dirección de separación correspondiente a la dirección axial 8, se unen la una a la otra mediante dos lados 118 laterales, el uno interior y el otro exterior, de forma anular y cada uno centrado en el eje 8. Estos lados 118, extendiéndose axialmente, es decir según la dirección del eje 8, cada uno se fija por sus extremos respectivamente a las dos partes 16, sobre los extremos radiales de las mismas. En consecuencia, en el estado libre de tensiones de la estructura 14 exterior que se muestra en la figura 4,
10 ésta presenta una sección con una forma general de rectángulo o de cuadrado. La unión mecánica adoptada entre los extremos radiales de las partes 16 y los extremos axiales de los lados 118 es preferentemente estanca y flexible, por ejemplo de tipo soldadura.

15 Además, el lado lateral exterior radialmente se desvía sustancialmente radialmente hacia el exterior con respecto a las partes 16 de contacto, mientras que el lado lateral interior se desvía sustancialmente radialmente hacia el interior con respecto a dichas partes. Esto permite una deformación denominada "en paralelogramo" de la estructura 14 exterior, permitiendo por lo tanto que sea flexible en dirección radial 20, y por lo tanto que acompañe el eventual movimiento radial relativo entre el interconector 2' anódico y el electrolito 6, tal y como se detalla más adelante.

20 Las partes 16 de la estructura 14 exterior se realizan con la primera aleación superplástica descrita anteriormente, mientras que los lados pueden realizarse con cualquier aleación compatible con una soldadura al material superplástico, siendo lo más sencillo, utilizar la misma aleación superplástica que la de las partes 16 de contacto.

25 La junta 10 se completa mediante un soporte de junta 22, que se dispone interiormente en la estructura 14, en ángulo recto y en contacto con las dos partes 16. Presenta preferentemente una forma tubular, por ejemplo un manguito, de eje 8, que tenga una sección cuadrada o rectangular, cuyas dos caras opuestas 22b, 22b del extremo axial 22a, 22a, preferentemente planas y ortogonales a dicho eje 8, por deformación / flexión de la estructura exterior, y más particularmente por deformación de las uniones mecánicas anteriormente mencionadas, e inclinaciones de los lados laterales asociados. En otros términos, la sección cuadrada o rectangular de la estructura exterior, adoptada en condiciones normales, se transforma ligeramente en una sección de tipo paralelogramo. El deslizamiento de una y/u otra de las partes de contacto a lo largo de su parte de contacto asociada permite esta deformación en paralelogramo, mientras que a un mismo tiempo, no se produce ningún desplazamiento entre las partes 16 de contacto y sus elementos asociados 2', 6. En consecuencia, la estanqueidad se conserva perfectamente, en concreto gracias una vez más a la rigidez axial que procura el soporte entre las dos partes de
35 contacto.

Si la forma del soporte 22 puede ser distinta a la indicada anteriormente, en este caso queda igualmente retenida de manera que ofrezca una rigidez en dirección del eje 8, incluso a altas temperaturas, es decir por encima de los 500 °C. De manera general, en las condiciones predeterminadas de temperatura relativas al estado superplástico de la primera aleación, por lo tanto preferentemente aproximadamente a 950 °C, se prevé este soporte 22 de manera que ofrezca una resistencia mecánica a la compresión superior a la de las partes 16, a fin de evitar su desmoronamiento, y sobre todo con objeto de ejercer una presión sobre ellas en dirección de sus elementos asociados 2, 6.

40 Preferentemente, el soporte 22 se realiza con la segunda aleación anteriormente mencionada.

45 El procedimiento de colocación de esta junta es análogo al descrito anteriormente, en concreto en el sentido de que comprende sucesivamente el posicionamiento de la junta entre los elementos 2', 6, la elevación de la temperatura hasta obtener la temperatura de acondicionamiento, el mantenimiento a la temperatura de acondicionamiento unido a una presurización esquematizada en la figura 5a mediante las flechas 27, que sirve para deformar con bajas tensiones las partes 16 de contacto a fin de obtener la estanqueidad requerida, y después la disminución de la temperatura del horno a la temperatura de funcionamiento, manteniendo la presión, y antes de hacer funcionar el sistema de célula electroquímica.

50 La diferencia reside en este caso en el comportamiento de la junta 10 durante la etapa de disminución de la temperatura, en el transcurso de la cual se observa una dilatación térmica diferencial de los dos elementos 2', 6, en dirección radial 20, con el interconector 2' contrayéndose más hacia el eje 8 que el electrolito 6, tal y como se ha esquematizado mediante la flecha 29. También tiene como resultado un desplazamiento de las dos partes 16 de contacto la una relativamente con respecto a la otra, en dirección radial 20, por deformación de las uniones mecánicas mencionadas anteriormente, y la inclinación de los lados 118 laterales asociados. Específicamente, la sección cuadrada o rectangular de la estructura 118, 118, 16, 16, adoptada en condiciones libres de tensiones, se transforma ligeramente en una sección de tipo paralelogramo. El deslizamiento de una y/u otra de las partes 16 de contacto a lo largo de su cara 22b asociada del extremo axial 22a del soporte permite esta deformación en paralelogramo. Simultáneamente, ventajosamente no se produce ningún desplazamiento entre las partes 16 de contacto y sus elementos asociados 2', 6. De esta manera, la estanqueidad se conserva perfectamente, en concreto gracias una vez más a la rigidez axial que procura el soporte 22 entre las dos partes de contacto y gracias al
65 deslizamiento entre los elementos constitutivos de la junta.

Por supuesto, el experto en la materia puede aportar varias modificaciones en la invención que se acaba de describir, dentro de los límites del objeto de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Junta (10) de estanqueidad destinada a interponerse entre un primer y un segundo elemento, comprendiendo dicha junta dos partes (16) de contacto separadas la una de la otra según una dirección de separación, destinadas
5 respectivamente a contactar de forma estanca con dichos primer y segundo elementos, realizándose dichas partes (16) de contacto con una primera aleación que presenta propiedades de superplasticidad en condiciones predeterminadas de sollicitación, entre ellas condiciones predeterminadas de temperatura y de velocidad de deformación, estando dicha velocidad de deformación comprendida entre 10^{-3} y 10^{-5} s⁻¹, soportándose dichas partes (16) de contacto sobre un soporte (22) dispuesto entre las mismas, realizado de manera que presente, en dichas
10 condiciones predeterminadas de sollicitación, una resistencia mecánica a la compresión en dicha dirección de separación superior a la de dichas partes (16) de contacto; caracterizada porque dicha primera aleación es una aleación que comprende los elementos Fe, Ni en una proporción del 50 al 55 %, Cr en una proporción del 17 al 21 %, Nb en una proporción del 4,75 al 5,25 %, Mo en una proporción del 2,8 al 3,3 %, y Ti en una proporción del 0,65 al 1,15%, presentando esta aleación propiedades de superplasticidad aproximadamente a 950 °C.
- 15 2. Junta de estanqueidad de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque comprende medios que permiten un desplazamiento relativo entre dichas dos partes (16) de contacto, según una dirección radial (20) ortogonal a dicha dirección de separación.
- 20 3. Junta de estanqueidad de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada porque dichas dos partes (16) de contacto se realizan de una sola pieza con una parte (18) intermedia que las conecta, para formar conjuntamente una estructura (14) exterior de la junta de estanqueidad.
- 25 4. Junta de estanqueidad de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada porque dicha parte (18) intermedia de la estructura exterior de la junta de estanqueidad dispone de una sección en forma de C, de doble C o de Σ .
5. Junta de estanqueidad de acuerdo con la reivindicación 3 o la reivindicación 4, caracterizada porque dicho soporte (22) se coloca en dicha estructura (14) exterior en ángulo recto y en contacto con las dos partes (16) de contacto.
- 30 6. Junta de estanqueidad de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizada porque dicho soporte (22) presenta con dichas dos partes (16) de contacto de dicha estructura (14) exterior respectivamente, dos uniones mecánicas sin deslizamiento.
- 35 7. Junta de estanqueidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, caracterizada porque dicho soporte (22) adopta en sección la forma de una C estirada en el sentido de su altura, estando las dos partes de los extremos (22a) de la C en contacto respectivamente con dichas dos partes (16) de contacto.
- 40 8. Junta de estanqueidad de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizada porque dichas dos partes (16) de contacto se unen entre sí mediante dos lados (118) laterales opuestos, que conjuntamente forman con dichas dos partes (16) de contacto una estructura (14) exterior de la junta de estanqueidad.
- 45 9. Junta de estanqueidad de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizada porque dicha estructura (14) exterior de la junta de estanqueidad dispone de una sección con forma general de rectángulo o de cuadrado.
- 50 10. Junta de estanqueidad de acuerdo con la reivindicación 8 o la reivindicación 9, caracterizada porque dicho soporte (22) se coloca en dicha estructura (14) exterior, en ángulo recto y en contacto con las dos partes (16) de contacto.
- 55 11. Junta de estanqueidad de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizada porque dicho soporte (22) presenta con dichas dos partes (16) de contacto de dicha estructura (14) exterior respectivamente, dos uniones mecánicas con deslizamiento.
- 60 12. Junta de estanqueidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizada porque dicho soporte (22) presenta una forma sustancialmente tubular, estando sus dos caras de los extremos (22b, 22b) opuestos, respectivamente en contacto con las dos partes (16) de contacto.
- 65 13. Junta de estanqueidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizada porque cada lado (118) lateral se aporta por sus extremos sobre las dos partes (16) de contacto, respectivamente mediante dos uniones mecánicas estancas y flexibles.
- 60 14. Junta de estanqueidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque dicho soporte (22) es metálico, realizado con una segunda aleación.
- 65 15. Junta de estanqueidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque presenta una forma sustancialmente anular.

16. Ensamblaje que comprende al menos una junta (10) de estanqueidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, interpuesta entre un primer y un segundo elemento (2', 6).
- 5 17. Ensamblaje de acuerdo con la reivindicación 16, caracterizado porque el primer y el segundo elemento (2', 6) se realizan respectivamente con materiales que presentan coeficientes de dilatación térmica diferentes.
18. Ensamblaje de acuerdo con la reivindicación 17, caracterizado porque el primer y el segundo elemento son respectivamente metálico y cerámico.
- 10 19. Sistema (1) de célula electroquímica que comprende al menos una junta (10) de estanqueidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15.
- 15 20. Sistema de acuerdo con la reivindicación 19, caracterizado porque comprende al menos una célula electroquímica (1) provista con un ánodo (2), un cátodo (4), así como un electrolito (6) colocado entre el ánodo y el cátodo, asociándose un interconector (2') anódico y un interconector (4') catódico a dicha célula (1) electroquímica, unidos respectivamente al ánodo y al cátodo, comprendiendo también dicho sistema al menos una junta (10) de estanqueidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, situada entre dicho electrolito (6) y el interconector (2') anódico, y/o entre dicho electrolito (6) y el interconector (4') catódico.
- 20 21. Sistema de acuerdo con la reivindicación 20, caracterizado porque es un electrolizador de alta temperatura, o una pila de combustible que funciona a alta temperatura.
- 25 22. Procedimiento de colocación de una junta de estanqueidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, que tiene por objeto interponerse entre un primer y un segundo elemento de un sistema de célula electroquímica que funciona a una temperatura de funcionamiento inferior a dichas condiciones predeterminadas de temperatura, comprendiendo dicho procedimiento las siguientes etapas:
- colocación de la junta de estanqueidad entre el primer y el segundo elemento;
- 30 - aumento de la temperatura de manera a llevar la junta a una temperatura de acondicionamiento que se encuentre dentro de dichas condiciones predeterminadas de temperatura;
- mantenimiento de la temperatura a dicha temperatura de acondicionamiento y aplicación de una presión sobre dicho sistema de célula electroquímica, de manera a obtener un aplastamiento de dichas partes de contacto de la junta en dichas condiciones predeterminadas de velocidad de deformación, a una velocidad de deformación comprendida entre 10^{-3} y 10^{-5} s⁻¹; y
- 35 - disminución de la temperatura de manera a llevar la junta a dicha temperatura de funcionamiento del sistema, a la vez que se mantiene una presión sobre dicho sistema de célula electroquímica.
- 40 23. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 22, caracterizado porque dicha temperatura de acondicionamiento se fija aproximadamente a 950 °C, y porque dicha temperatura de funcionamiento se fija aproximadamente a 800 °C.

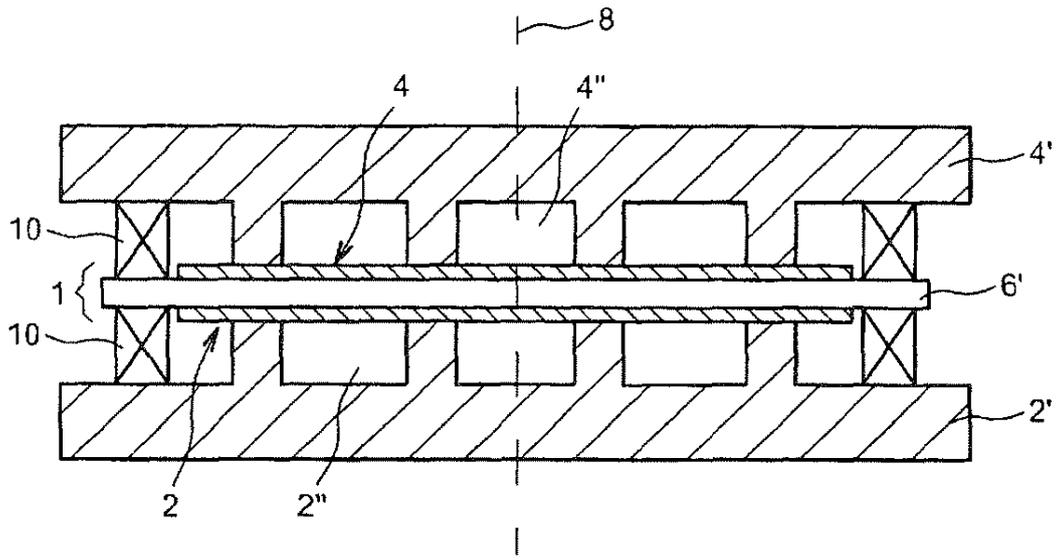


FIG. 1

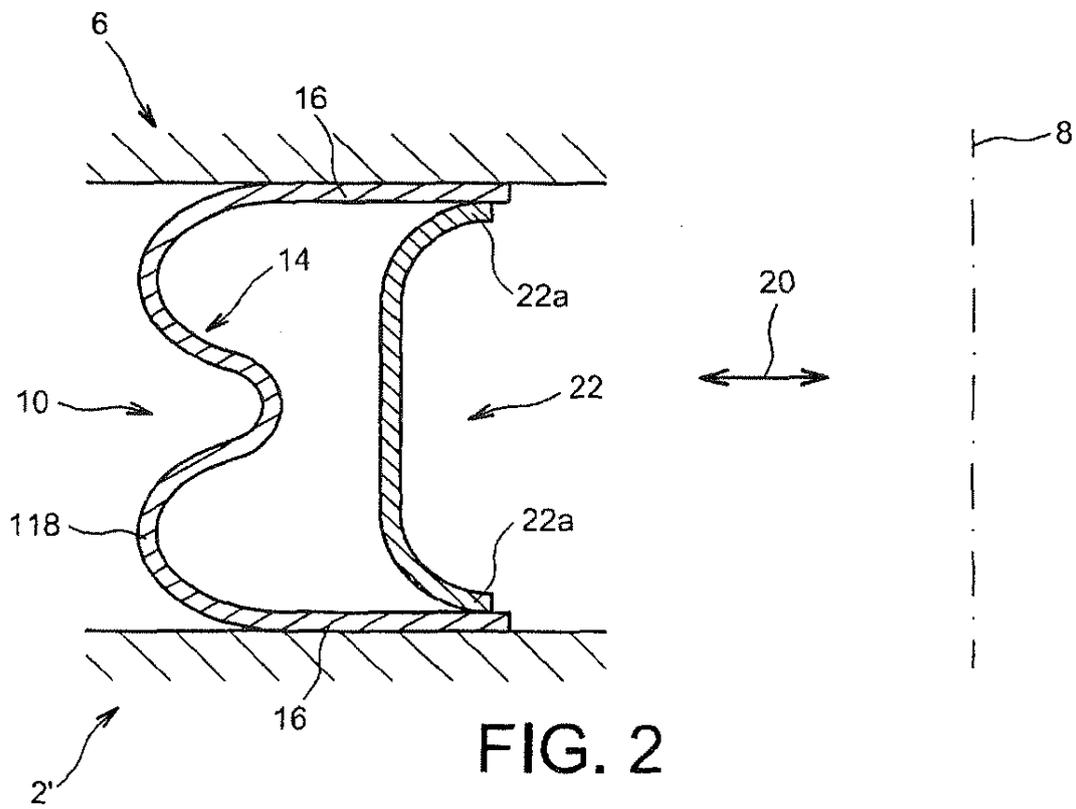


FIG. 2

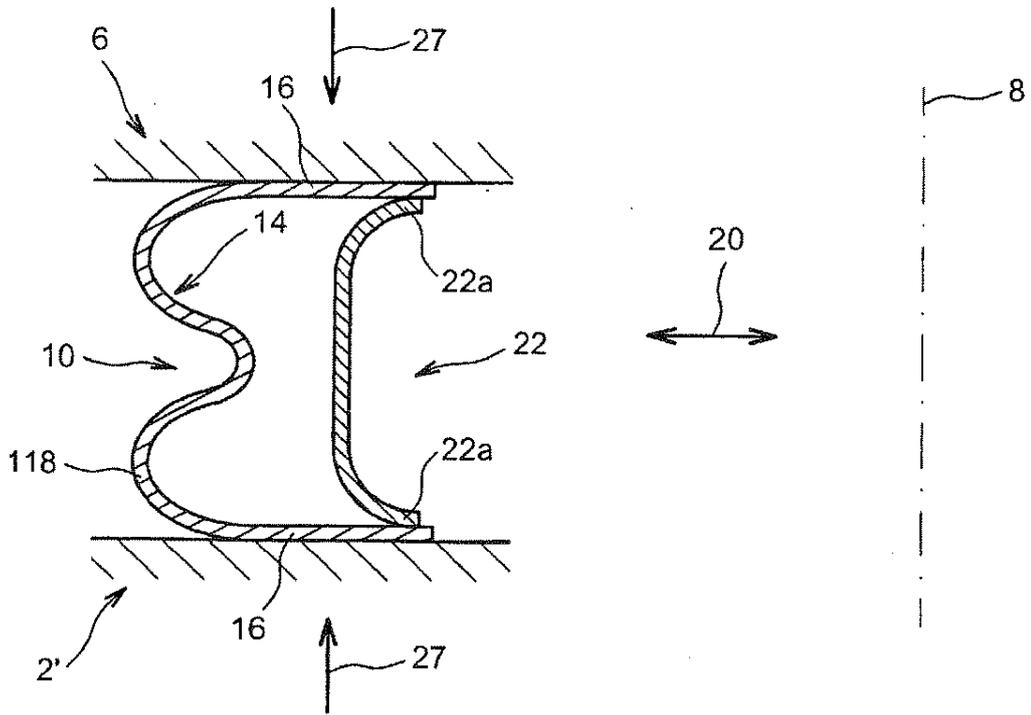


FIG. 3a

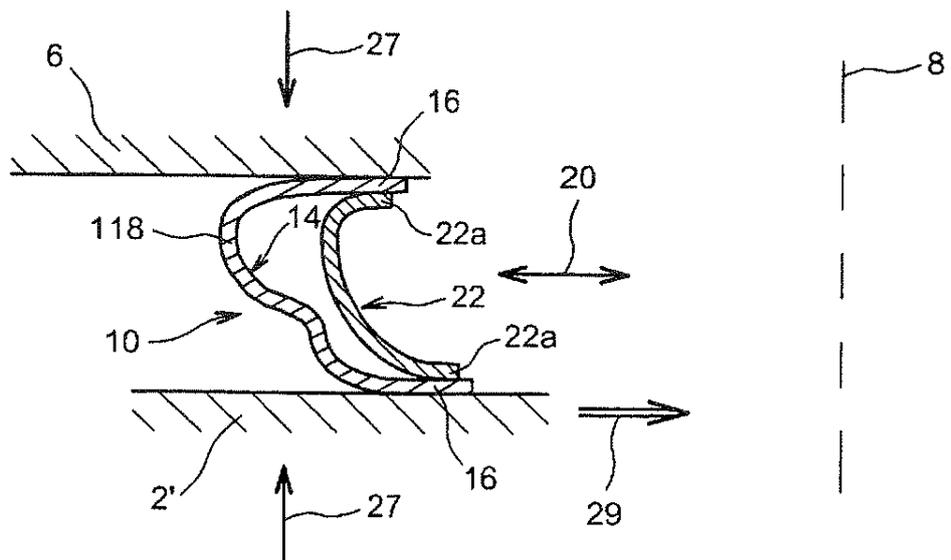


FIG. 3b

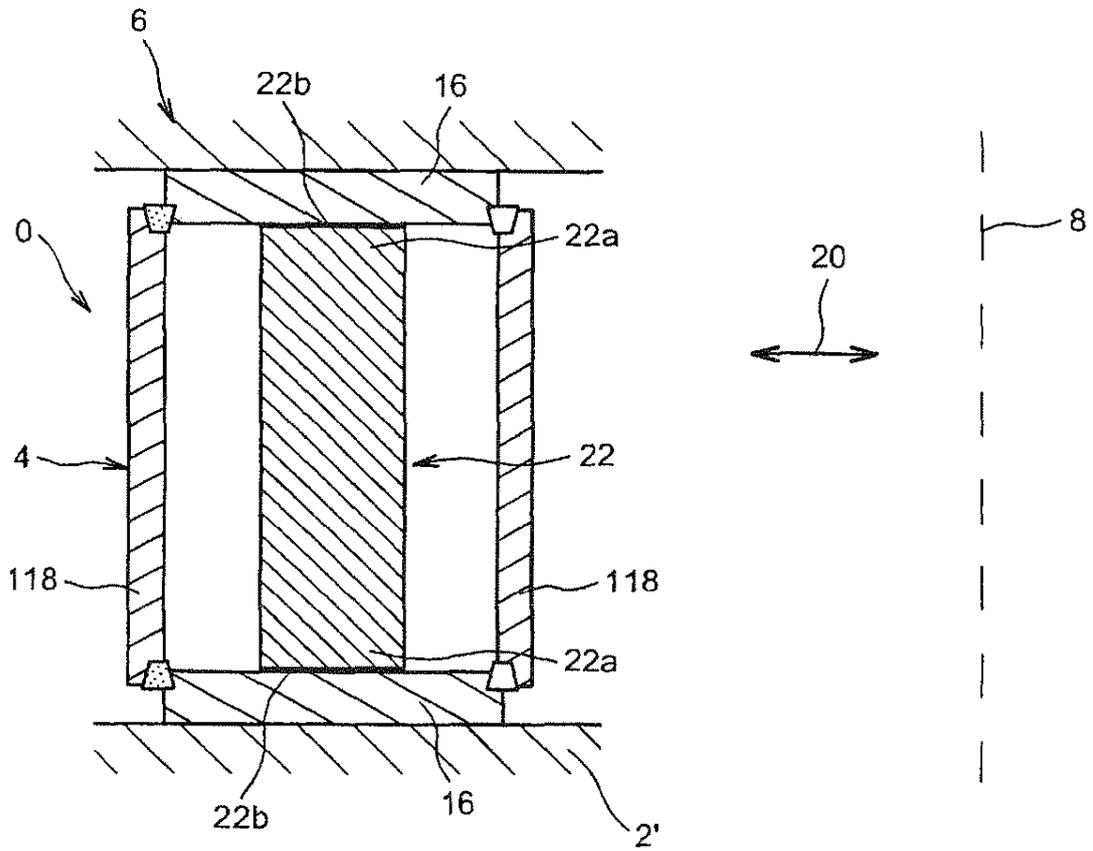


FIG. 4

