

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 677**

51 Int. Cl.:

**F16J 15/34** (2006.01)

**B01D 53/047** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.07.2009 PCT/US2009/049419**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.01.2010 WO10003000**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2009 E 09774450 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016 EP 2347150**

54 Título: **Válvula giratoria que comprende una junta de obturación de cara giratoria que tiene características anti-abombamiento**

30 Prioridad:

**02.07.2008 US 133939**

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

**03.04.2017**

73 Titular/es:

**AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC. (100.0%)  
7201 Hamilton Boulevard  
Allentown, PA 18195-1501, US**

72 Inventor/es:

**MCLEAN, CHRISTOPHER, R.;  
LEBLANC, MICHEL, P.;  
MCKERROW, MICHAEL, J.;  
KEEFER, BOWIE, G.;  
KONG, XIANG, LU y  
LEBECK, ALAN, O.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 607 677 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

Válvula giratoria que comprende una junta de obturación de cara giratoria que tiene características anti-abombamiento

5 CAMPO  
Esta invención se refiere a válvulas giratorias con juntas de obturación de cara giratorias, tales como para utilizar en dispositivos de absorción de oscilación de presión giratorios. En particular, incumbe a ciertas características empleadas en juntas de obturación de cara giratorias con el fin de obtener uniformidad y estabilizar la junta de obturación contra las variaciones de temperatura.

### ANTECEDENTES

15 Las juntas de obturación de cara giratorias normalmente comprenden dos anillos de contacto en donde un anillo gira con respecto al otro. La junta de obturación está hecha entre las caras opuestas de los dos anillos en contacto. Se proporciona fuerza de alguna manera para mantener el contacto de obturación entre los anillos.

Tales juntas de obturación de cara giratorias son utilizadas para numerosas finalidades comerciales. Una aplicación relativamente nueva para señales de cara giratorias ha sido para utilizar en dispositivos de absorción de presión oscilante (PSA) de impacto y/o ciclo rápido. Por ejemplo, la patente de reedición de Estados Unidos número RE38.493 describe tales dispositivos. En la misma, las juntas de obturación de cara giratorias forman parte de válvulas distribuidoras giratorias de presión equilibrada que se utilizan para abrir y cerrar los extremos de suministro y producción de lechos absorbentes empleados en un dispositivo PSA. Varios dispositivos de absorción de oscilación de presión giratorios se describen en la Solicitud Provisional de Estados Unidos N° 60/886.484 y 60/886.486. Además, el número de solicitud PCT PCT/CA2008/000148 (Números de Publicación WO 2008 089 563 y WO 2008 089 564), titulado "Gas Separation Device" presentado en 23 de Enero de 2008, describe un dispositivo de absorción de oscilación de presión (RCPSA) de ciclo rápido que también emplea juntas de obturación de cara giratorias en válvulas giratorias utilizadas tanto en los extremos de suministro y producto como en los lechos absorbentes en los mismos. En las realizaciones descritas en esta solicitud PCT, la fuerza utilizada para mantener el contacto entre las superficies de obturación puede ser proporcionada por diversos gases como lo opuesto a ser producido por medios mecánicos (por ejemplo muelles).

Se han encontrado problemas asociados con los gradientes de temperatura y disipación térmica en las juntas de obturación de cara giratorias en la técnica anterior y en algunas soluciones que han sido propuestas. Por ejemplo, la Patente de Estados Unidos N° 4.850.599 describe una junta de obturación de cara mecánica giratoria que tiene una construcción que mantiene las caras de obturación sustancialmente paralelas a pesar de la distorsión térmica de los miembros de cara de obturación.

El documento FR 1 526 591 A describe una válvula giratoria, en la que miembros de refuerzo ayudan a evitar que la cara de obturación se deforme debido a las fugas.

En muchas aplicaciones PSA (tales como en la separación de hidrógeno a partir de vapores de desecho de refinería), las variaciones de temperatura experimentadas por las válvulas giratorias en el dispositivo PSA pueden ser significativas. Además, pueden existir también gradientes de temperatura significativos a través de la válvula giratoria y/o los componentes de la junta de obturación. Por estas razones, es importante que las juntas de obturación de cara giratorias en estos dispositivos sean suficientemente estables frente a las variaciones de temperatura y frente a los gradientes de temperatura.

### SUMARIO

En algunos diseños de junta de obturación de cara giratoria, hemos encontrado que puede ocurrir una distorsión indeseable de los componentes de junta de obturación de cara giratoria durante los eventos que implican cambios significativos en la temperatura de funcionamiento, debido a la expansión térmica cuando los coeficientes de expansión de ciertos componentes de junta de obturación difieren demasiado. En particular, en los diseños que emplean un anillo de obturación que comprende una cara de obturación unida a un anillo de respaldo, el abombamiento indeseable de la cara de junta de obturación puede producirse si el coeficiente de expansión térmica de la cara de junta de obturación es mucho mayor que el del anillo de respaldo. Esto puede ser el caso cuando ciertos polímeros son utilizados como material de cara de junta de obturación en combinación con metales o aleaciones de metales, tales como acero, como material de anillo de respaldo. Hemos encontrado que este abombamiento se puede limitar o reducir sustancialmente y de este modo la junta de obturación se puede estabilizar ante las variaciones de temperatura incorporando ciertas características anti-abombamiento en el anillo de junta de obturación.

En una realización descrita, la junta de obturación de cara giratoria en cuestión comprende un anillo de obturación mejorado, una superficie de obturación, y una carga de obturación para empujar el anillo de obturación hacia la

superficie de obturación. El anillo de obturación gira con relación a la superficie de obturación alrededor del eje del anillo de obturación, y o bien el anillo de obturación o bien la superficie de obturación pueden ser estacionarias. El anillo de obturación comprende una cara de obturación unida a un anillo de respaldo. El lado de la cara de junta de obturación opuesto al anillo de respaldo está en contacto con la superficie de obturación y es esencialmente plano.

5 De acuerdo con la invención, la junta de obturación de cara se utiliza en una válvula giratoria y el anillo de obturación típicamente comprende al menos una lumbrera (y a menudo muchas) a través tanto de la cara de junta de obturación como del anillo de respaldo. Y, el anillo de obturación mejorado de acuerdo con la invención está caracterizado por que comprende como característica anti-abombamiento: i) un espesor de un borde de la cara de junta de obturación que es diferente del espesor del punto medio de la cara de junta de obturación, e ii) la cara de junta de obturación tiene un borde más grueso que comprende la periferia de la lumbrera en la cara de junta de obturación.

En particular, cuando la cara de junta de obturación tiene un coeficiente de expansión térmica que es mayor que el del anillo de respaldo, el espesor de un borde de la cara de junta de obturación es fabricado más grande que el del punto medio de la cara de junta de obturación. En general, la mayoría o todos los bordes de cara de junta de obturación pueden ser de mayor espesor que el de la parte media de la cara de junta de obturación. El anillo de respaldo es entonces fabricado correspondientemente más delgado adyacente al borde, o bordes, más gruesos, de la cara de junta de obturación. Generalmente, se evitan discontinuidades abruptas dado que el espesor de la cara de junta de obturación varía desde el medio hasta su borde o bordes más gruesos. De este modo, en esta región, la cara de obturación puede estar formando un ángulo o inclinada para proporcionar una transición de espesor suave y continua. Las combinaciones de material para las realizaciones de trabajo incluyen diseños en los que el anillo de respaldo es de acero y la cara de junta de obturación es un politetrafluoretileno relleno de carbono. Los bordes de cara de junta de obturación más gruesos pueden comprender tanto las circunferencias exterior como interior de la cara de junta de obturación. Los bordes de cara de junta de obturación más gruesos también pueden comprender la periferia de cualesquiera lumbreras en la cara de junta de obturación (si están provistas).

En una situación alternativa, la cara de junta de obturación puede tener un coeficiente de expansión térmica que sea menor que el del anillo de respaldo. En este caso, el espesor del borde de la cara de obturación es menor que el del punto medio de la cara de junta de obturación. Una combinación de material divulgada incluye un diseño en el que el anillo de respaldo es acero y la cara de junta de obturación está hecha de carbono o grafito expandido.

Una característica de ranura de alivio anti-abombamiento puede comprender una ranura de alivio de ciega en el punto medio de la cara de junta de obturación de manera que la ranura no discurre en todo momento a través de la cara de junta de obturación hasta el anillo de respaldo. El anillo de obturación puede comprender una pluralidad de tales ranuras de alivio ciegas.

El anillo de junta de obturación mejorado proporciona una junta de obturación de cara giratoria mejorada que se utiliza en una válvula giratoria. En la válvula giratoria, el anillo de obturación y la superficie de obturación cada una comprende al menos una lumbrera que entra y sale de alineación de fluido cuando el anillo de obturación gira con relación a la superficie de obturación. La junta de obturación de cara giratoria con ello actúa como una válvula giratoria, y es particularmente adecuada para utilizar en un dispositivo de separación de gas giratorio.

Como se ha mencionado anteriormente en la solicitud PCT número PCT/CA2008/000148, la válvula giratoria adicionalmente comprende una pieza de apoyo de anillo de obturación en la que el anillo de obturación flota con respecto a la pieza de apoyo de anillo de obturación. Esta es una construcción posible que permite que la válvula giratoria funcione como una válvula distribuidora giratoria de presión equilibrada.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 muestra una vista en sección transversal de una válvula giratoria utilizada en un dispositivo de separación de gas giratorio.

La Figura 2 es una vista en perspectiva despiezada de la junta de obturación de cara giratoria y los componentes de la pieza de apoyo de anillo de obturación en una válvula giratoria utilizados en el dispositivo de separación de gas giratorio.

La Figura 3 muestra el gradiente de temperatura calculado y la representación exagerada de la distorsión de la junta de obturación de cara giratoria durante el funcionamiento a elevada temperatura.

Las Figuras 4a y 4b muestran vistas en sección transversal de un anillo de obturación para una junta de obturación de cara giratoria en la que los bordes de la cara de obturación son más gruesos que el punto medio de la cara de junta de obturación.

La Figura 4a muestra la sección trasversal a través de una parte del anillo de obturación en la que no está presente una lumbrera, mientras que la Figura 4b muestra la sección transversal a través de una parte en la que hay una lumbrera.

La Figura 4c muestra, con fines comparativos, la misma vista de anillo de obturación que la Figura 4a excepto en por que la cara de junta de obturación es uniformemente gruesa a través del mismo.

La Figura 5a muestra una vista en planta de una parte del lado de cara de junta de obturación de un anillo de obturación en el que la cara de junta de obturación comprende ranuras de alivio.

La Figura 5b muestra, con fines comparativos, la misma vista de una parte que la Figura 5a excepto en que la cara de junta de obturación no tiene ranuras de alivio.

La Figura 6a muestra el aumento de espesor calculado (pulgadas) a través de una sección de la cara de junta de obturación alejándose de una lumbrera, en las condiciones de temperatura elevada indicadas en los Ejemplos.

La Figura 6b muestra el aumento de espesor calculado (pulgadas) a través de una sección de la cara de obturación en una lumbrera, en las condiciones de temperatura elevada indicadas en los Ejemplos.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

A menos que se indique lo contrario, todos los términos técnicos y científicos que se utiliza en la presente tienen el mismo significado que lo comúnmente entendido por los expertos ordinarios en la técnica a la que esta divulgación pertenece. Los términos singulares “un”, “una” y “el”, “la” incluyen referentes plurales a menos que el contexto claramente indique lo contrario. De manera similar, la palabra “o” está destinada a incluir “y” a menos que el contexto claramente indique lo contrario. El término “incluye” significa “comprende”. En caso de conflicto con el significado de un término o frase, la presente memoria, que incluye las explicaciones de los términos, controlará. Los términos direccionales tales como “superior”, “inferior”, “parte superior”, “parte inferior”, “posterior”, “vertical”, y “horizontal”, se utilizan aquí para expresar y clarificar la relación entre los diversos elementos. Se ha de entender que tales términos no denotan orientación absoluta (por ejemplo un componente “vertical” puede convertirse en horizontal girando el dispositivo). Los materiales, métodos, y ejemplos mencionados en la presente son sólo ilustrativos y no están destinados a ser limitativos.

Lo descrito en la presente son realizaciones de un anillo de obturación para una junta de obturación de cara giratoria, realizaciones de una válvula giratoria de acuerdo con la invención, para utilizar en un dispositivo de separación de gas giratorio en el que el anillo de obturación es un componente, realizaciones de un método para reducir en abombamiento de una junta de obturación de cara debido a la expansión térmica, y realizaciones de un método para producir un producto fluido utilizando un dispositivo de separación de gas giratorio que comprende el anillo de obturación.

La junta de obturación de cara giratoria comprende un anillo de obturación en contacto con una superficie de obturación adyacente (típicamente también con forma de anillo). El anillo de obturación gira con relación a la superficie de obturación alrededor del eje del anillo de obturación. Dependiendo de la aplicación, o bien el anillo de obturación o bien la superficie de obturación pueden ser estacionarios. Una carga de obturación también puede estar dispuesta para forzar al anillo de obturación hacia la superficie de obturación con el fin de mantener el contacto entre los dos y con ello efectuar una obturación. La junta de obturación está hecha entre las caras opuestas de los dos componentes en contacto.

Para ciertas realizaciones descritas, el anillo de obturación comprende una cara de obturación unida a un anillo de respaldo. El lado de la cara de obturación opuesto al anillo de respaldo es esencialmente plano y está en contacto con la superficie de obturación opuesta. La junta de obturación está de este modo hecha entre la cara de obturación y la superficie de obturación adyacente. Los materiales para estos dos componentes deben ser seleccionados apropiadamente con el fin de proporcionar la junta de obturación estanca o sustancialmente estanca bajo lo que pueden ser, en algunas aplicaciones, condiciones de funcionamiento muy exigentes. La velocidad de rotación y la carga mecánica que fuerza a los componentes a estar juntos contribuyen al desgaste y dan lugar a una fricción que aumenta la temperatura total y los gradiente de temperatura a través de los componentes. Además, los componentes deben ser capaces de soportar las temperaturas, presiones y ambientes químicos de la aplicación particular.

Las juntas de obturación de cara giratoria recientemente han encontrado uso como parte de válvulas rotatorias de presión equilibrada en dispositivos de absorción de oscilación de presión (PSA) y otros dispositivos de separación de gas. Las Figuras 1 y 2 han sido seleccionadas de la aplicación PCT número PCT/CA2008/000148 (‘148) e ilustran la construcción de válvulas giratorias a modo de ejemplo para utilizar en un dispositivo PSA de ciclo rápido. En este dispositivo, están montados múltiples lechos absorbentes en un rotor que gira entre conjuntos de estator dispuestos en ambos extremos de los lechos. Los gases del proceso son proporcionados a, y retirados del, lecho y los extremos de productos de los lechos absorbentes a través de un bombeo apropiado incorporado en estos conjuntos de estator. Las válvulas giratorias son utilizadas en las interfaces entre los lechos absorbentes giratorios y estos conjuntos de estator con el fin de conectar y desconectar los extremos del gas de suministro y el gas producto de los lechos absorbentes apropiadamente al bombeo en los conjuntos de estator, de acuerdo con el ciclo de proceso PSA deseado.

La Figura 1 muestra una vista en sección transversal de la válvula giratoria 1 que incluye un anillo de obturación 2 que se obtura contra la superficie de obturación 3 (que es realmente la superficie de obturación de la placa de extremo

de rotor superior en 148). El anillo de obturación comprende un anillo de respaldo 4 sobre el cual está unida la cara de junta de obturación 5. La cara de junta de obturación 5 está en contacto con la superficie de obturación 3 con el fin de crear una obturación. El anillo de respaldo ilustrado 4 es una única pieza que comprende una base con forma de anillo continuo 6 y una pluralidad de salientes discretos 7. El anillo de obturación 2 se acopla con la pieza de apoyo de anillo de obturación estacionario 14 y se puede mover verticalmente o "flotar" con respecto al mismo. El anillo de obturación 2 es empujado hacia la superficie de obturación 3 como resultado de un gas o mezcla de gas presurizada que está siendo admitida a la primera y segunda cámaras 11, 12. Las paredes de la primera y la segunda cámaras 11, 12 están definidas por superficies opuestas de la base 6 y la pieza de apoyo de anillo de obturación 14. Las juntas de obturación, tales como los anillos con forma de O, 18, 20 y 22 se pueden emplear para obturar la base 6 para obturar la pieza de apoyo de anillo de obturación 14 y de este modo hacer las cámaras 11, 12 estancas o sustancialmente estancas. Los gases de proceso que pueden variar de composición durante un proceso de oscilación de presión y/o variar para diferentes aplicaciones de separación de gases que se obtienen a partir del PSA son introducidos en la primera cámara 11, y la presión procedente de estos gases es ejercida sobre la superficie superior 9 del saliente 6. El gas admitido en las segundas cámaras 12, tal como un suministro externo, y la presión procedente de ellos se ejerce sobre los rebordes 10 de la base 6. La vista en sección transversal de la Figura 1 está tomada en un punto en el que una lumbrera de flujo 8 aparece en el anillo de obturación 2 y la correspondiente abertura 15 aparece en la pieza de apoyo de anillo de obturación 14. La vista, sin embargo, de la Figura 1 está tomada en un punto en el que no hay lumbrera en la superficie de obturación 3.

La Figura 2 muestra una vista en perspectiva despiezada de la válvula giratoria 1 (excepto para la superficie de obturación 3, que no se muestra en la Figura 2). Las aberturas 15 (con sólo una abertura numerada en la Figura 2) conectan de forma fluida con el bombeo en el conjunto de estator asociado (no mostrado) con el fin de dirigir los gases apropiadamente a y desde las cámaras 11 y también a y desde los lechos absorbentes giratorios durante el funcionamiento del dispositivo PSA giratorio. La lumbrera de presurización 24 también está dispuesta en la pieza de apoyo de anillo de obturación 14 y esta conectada de forma fluida a una fuente de gas de alta presión externa (no mostrada) y a todas las segundas cámaras 12 dentro de la válvula giratoria 1. La Figura 2 ilustra la posible configuración compleja y tamaños de los salientes 7 que se pueden emplear en estas válvulas giratorias de presión equilibrada.

Durante el funcionamiento, la superficie de obturación 3 (que es parte del conjunto giratorio que comprende los lechos absorbentes) está en contacto deslizante de obturación con la cara de junta de obturación 5. Sin embargo, las presiones de gas típicamente varían significativamente de lecho a lecho y también dentro de un lecho dado en el ciclo de proceso completo. De este modo, la presión que empuja la junta de obturación giratoria varía de sitio a sitio y también con el tiempo en cualquier sitio dado alrededor de la junta de obturación de cara giratoria. Sin embargo, el diseño de la válvula giratoria 1 (por ejemplo, los salientes 7, la primera y segunda cámaras 11, 12) compensa esta variación y equilibra a grosso modo la presión alrededor de la junta de obturación de cara giratoria.

También durante el funcionamiento, la válvula giratoria 1 distribuye una mezcla de gases o un gas sustancialmente puro a, y desde, los diversos lechos absorbentes en los momentos apropiados durante el ciclo de oscilación de presión. Dado que el rotor que comprende los lechos absorbentes gira, la acción de la válvula está provista como lumbreras de flujo 8 en el anillo de obturación entran y después salen de alineación con las correspondientes aberturas (no mostradas en las Figuras 1 y 2, pero que se conectan de forma fluida a los extremos de los lechos absorbentes) en la superficie de obturación 3.

En principio, una variedad de materiales se pueden utilizar en las realizaciones de las Figuras 1 y 2. Por ejemplo, la cara de obturación 5 puede estar hecha de un material o materiales polímeros, tales como polímeros de polialquileño, como se ejemplifica por el politetrafluoretileno relleno. El anillo de respaldo 4 también puede estar hecho de un metal, aleación de metal, o combinaciones de los mismos, tales como acero al carbono. Cualquier adhesivo adecuado, tal como epoxi, puede estar utilizado para unir la cara de junta de obturación 5 al anillo de respaldo 4. Otros componentes y estructuras circundantes también pueden estar hechos de materiales adecuados, tales como metales o aleaciones de metal, tales como acero al carbono; y/o materiales poliméricos. También, en particular, la superficie de obturación 3 puede estar hecha de hierro fundido.

Mientras el dispositivo PSA está funcionando, los gases que fluyen calientes y la fricción calientan los distintos componentes formando la junta de obturación de cara giratoria. Los gradientes de temperatura se pueden formar y los componentes se expandirán y se pueden distorsionar. En particular, si el coeficiente de expansión térmica de la junta de obturación de cara 5 es significativamente mayor que el del anillo de respaldo 4, aquella se expande más que este último. Pero debido a que están unidos juntos, la cara de junta de obturación 5 entonces se distorsiona. Se pueden producir tanto una conicidad /desarrollo de una forma convexa en el diámetro del anillo de obturación) como el abombamiento (desarrollo de una forma convexa sobre la anchura de la cara de junta de obturación) del anillo de obturación 2 y la cara de junta de obturación 5.

La Figura 3 muestra un posible escenario de distorsión térmica para la junta de obturación de cara giratoria de la

Figura 1 en una aplicación realista. La dirección de la derecha en la Figura 3 representa la dirección alejándose del eje de rotación (es decir, hacia la circunferencia exterior de la junta de obturación de cara giratoria). El gradiente de temperatura mostrado es el calculado que existe en un dispositivo PSA giratorio real utilizado para purificar hidrógeno a partir de un escape de corriente de desecho de una refinería. En la Figura 3, la temperatura se eleva desde aproximadamente (60 °F) 16°C en la parte inferior de la superficie de obturación 3 hasta aproximadamente (150 °F) 66 °C en la parte superior de la superficie de obturación 3. El gradiente de temperatura a través del anillo de obturación 2 está comprendido entre aproximadamente (110 °F) 43 °C en la parte superior del saliente 7 y aproximadamente (150 °F) 66 °C en la parte más caliente de la cara de junta de obturación 5. La inclinación (debida a la conicidad) mostrada para el anillo de obturación 2 y la forma distorsionada (debido al abombamiento) mostrada para la cara de junta de obturación 5 son representaciones exageradas (aproximadamente 100 veces) de la inclinación y la distorsión reales esperadas calculadas utilizando análisis de elementos finitos.

Como resulta evidente de la Figura 3, se espera que se produzcan una conicidad y abombamiento significativos de la cara de junta de obturación 5. En general, la conicidad no es una preocupación tan seria como el abombamiento debido a que el anillo de obturación 2 no es tan rígido para doblarse de esta manera, y cualquier conicidad puede ser generalmente aplanada bajo carga. Sin embargo, cuando se produce en las áreas de la cara de junta de obturación 5 se expanden y abombamiento, en la fuerza de contacto entre el anillo de obturación 2 y la superficie de junta de obturación 3 aumenta. A su vez, esto da lugar a una fricción aumentada, y a un calentamiento adicional. De este modo, la retroalimentación aquí conduce a la inestabilidad y finalmente la junta de obturación puede fallar (producir fugas) sustancialmente y no recuperarse.

Dependiendo de la situación, puede ser posible trabajar alrededor de la posibilidad de tal distorsión térmica. Por ejemplo, la junta de obturación podría sufrir un proceso de “desgaste” prolongado a una velocidad de “desgaste” y temperatura antes de que el dispositivo sea puesto en servicio. El proceso de “desgaste” se podría utilizar para desgastar, las áreas expandidas altas de la junta de obturación distorsionada bajo condiciones controladas adecuadas. Aparte del esfuerzo requerido para esto, una desventaja utilizando un proceso de desgaste es que la junta de obturación puede todavía ser sensible a los cambios a la temperatura del proceso. Otra opción puede ser emplear una cara de junta de obturación mucho más delgada que reduciría la magnitud de la distorsión. Sin embargo, esto puede conducir a una reducción de la vida útil.

Alternativamente, puede ser posible reducir la temperatura de los componentes eligiendo materiales de coeficientes de fricción o velocidades de funcionamiento inferiores. Además, podrían ser consideradas temperaturas de gas de proceso inferiores. O, podrían ser considerados caudales de gas más elevados para eliminar el calor.

Sin embargo, es preferible no limitarse a cualquiera de las restricciones de diseño o funcionamiento precedentes. En su lugar, u opcionalmente en combinación con tales restricciones de diseño o funcionamiento, hemos encontrado que ciertas características estructurales se pueden incorporar en el anillo de obturación de manera que se reduce significativamente la distorsión térmica observada debida al abombamiento. La distorsión se puede reducir mediante el uso de una cara de junta de obturación de espesor variable, cuyo espesor en los bordes difiere apropiadamente del de la parte media. La distorsión se puede además reducir más incorporando ranuras de alivio de expansión en la cara de junta de obturación.

Un experto en la técnica apreciará que términos tales como “más grueso”, “más delgado”, y variaciones de los mismos, tales como “espesor”, particularmente con referencia a la cara de junta de obturación, pueden variar de aplicación a aplicación, y que estos términos se pueden definir con referencia al resultado o resultados deseados, a obtener. Por ejemplo, la cara de junta de obturación puede ser más gruesa en los bordes de manera que durante el funcionamiento la superficie de obturación permanece sustancialmente plana para proporcionar una junta de obturación adecuada dentro de la cara de junta de obturación. Sin limitarse a espesor o a variaciones de espesor particulares, la variación de espesor típicamente es desde mayor que 0 a al menos aproximadamente 2,54 mm (0,1 pulgada), más típicamente desde mayor que 0 a al menos aproximadamente 1,02 mm (0,04 pulgadas), y para ciertas realizaciones descritas la variaciones de espesor sobre el anillo de obturación fue desde aproximadamente 0,02 mm (0,001 pulgada) a aproximadamente 0,06 mm (0,0025 pulgadas).

Un experto en la técnica apreciará también que las referencias a las diferencias de coeficientes de expansión térmica pueden variar de aplicación a aplicación, particularmente con variaciones en las selecciones de material. Únicamente a modo de ejemplo, las afirmaciones tales como que la cara de junta de obturación tiene un coeficiente de expansión térmica que es mayor que el del anillo de respaldo significa que la diferencia de coeficientes de expansión térmica es mayor que cero hasta al menos aproximadamente  $10 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .

Las Figuras 4a y b muestran las realizaciones de un anillo de obturación, para una junta de obturación de cara giratoria como la mostrada en las Figuras 1 y 2, en una situación en la que el coeficiente de expansión térmica del material de cara de junta de obturación es mayor que el de la base. En estas figuras, los espesores de los bordes de la cara de junta de obturación son mayores que los del punto medio de la cara de junta de obturación. La Figura 4 se

proporciona con fines comparativos y muestra la misma vista de anillo de obturación que la Figura 4a excepto en que la cara de junta de obturación es uniformemente gruesa a través de la misma.

La Figura 4a muestra la sección transversal a través de una parte del anillo de obturación 2 en donde no está presente una lumbrera de flujo, mientras que la Figura 4b muestra la sección trasversal a través de una parte que incluye una lumbrera de flujo 8. En ambas, los bordes 5a, 5b de la cara de junta de obturación 5 son más gruesos que el punto medio 5a de la cara de junta de obturación 5. En las Figura 4a y 4b, los bordes 5a esta situados en las circunferencias interior y exterior del anillo de obturación 5. En la Figura 4b, hay bordes adicionales 5b que están situados en la periferia de la lumbrera de flujo 8. (En la presente, el término punto medio se refiere a aquellas partes del anillo de obturación situadas alejadas de los bordes, De este modo el área designada con 5b en la Figura 4b está también en el "punto medio".)

Preferiblemente, el lado de obturación de la cara de junta de obturación 5 es esencialmente plano y permanece plano durante el funcionamiento a elevada temperatura. Para alojar los bordes más gruesos de la cara de junta de obturación 5, la base 6 del anillo de respaldo 4 está hecha correspondientemente más delgada en aquellas localizaciones 6a, 6b adyacentes a los bordes de cara de junta de obturación más gruesos 5a, 5b.

En la realización de la Figura 4c, cuando los componentes están sometidos a temperatura elevada, la cara de junta de obturación 5 se expande y tiende a abombarse haciéndose más gruesa en el punto medio 5b que en los bordes. Sin embargo, en las Figuras 4a y 4b, con la cara de junta de obturación ahora más gruesa en los bordes cuando está sometido a temperatura elevada, los bordes de cara de junta de obturación 5a, 5b se expanden más que el punto medio 5d debido al material adicional allí. Y así en el lado de obturación de la cara de junta de obturación 5, los bordes 5a, 5b se expanden ahora de manera que "alcanzan" el punto medio 5d, dando lugar a una cara de junta de obturación más plana, expandida 5, y de este modo una con reducido abombamiento. Los expertos en la técnica apreciarán que las distintas dimensiones requeridas en los bordes modificados de estos componentes dependerán de las otras dimensiones de los componentes, tipo de material de componente, y parámetros de funcionamiento. Se espera que los expertos en la técnica sean capaces de determinar fácilmente los conjuntos adecuados de dimensiones con el fin de reducir significativamente el abombamiento y mantener una junta de obturación más plana a elevadas temperaturas.

Las Figuras 5a y 5b muestran también realizaciones de un anillo de obturación de nuevo para el posible uso en una junta de obturación de cara giratoria como la mostrada en las Figuras 1 y 2, y para utilizar en una situación en la que el coeficiente de expansión térmica del material de cara de junta de obturación es mayor que el de la base. La Figura 5a muestra una vista en planta de una parte del lado de cara de junta de obturación 5 del anillo de obturación en el que la cara de junta de obturación comprende ranuras de alivio 16. Para fines comparativos, la Figura 5b muestra la misma vista que la Figura 5a excepto en que la cara de junta de obturación no tiene ranuras de alivio. (Nota: los distintos sombreados mostrados en las Figuras 5a y 5b representan distintos incrementos de espesor a elevada temperatura determinados mediante el análisis con elementos finitos en los Ejemplo que siguen. El rango de estos incrementos de espesor está reflejado numéricamente en los Ejemplos.)

En ambas Figuras 5a y 5b, son visibles la cara de junta de obturación 5 y numerosas lumbreras de flujo 8. La Figura 5a muestra también numerosas ranuras de alivio 16 que han sido incorporadas en la junta de obturación de cara 5. En la realización mostrada, las ranuras de alivio 16 discurren solo parcialmente a través de la cara de junta de obturación 5 y de este modo "dejan ciegas" las ranuras. Puede ser preferido emplear ranuras ciegas con el fin de evitar que cualquier gas en las ranuras acceda a la superficie subyacente del anillo de respaldo 4, y con ello proteger la unión entre los dos (de la delaminación). En general, la presencia de ranuras de alivio 16 permite que el material de la cara de junta de obturación 5 se expanda lateralmente con la temperatura (es decir, paralelo a la base 6) en lugar de expandirse normal a la base 6. Como resultado, el abombamiento de la cara de junta de obturación 5 en estas áreas se reduce. Puede ser, de este modo, deseable introducir ranuras de alivio en aquellas regiones medias más grandes continuas del anillo de obturación 1 que se sitúan entre las distintas lumbreras de flujo 8. Como regla a seguir, se puede emplear una separación equidistante entre las ranuras de alivio pero no se requiere separación equivalente.

Como se ha ejemplificado en la presente, el anillo de obturación 2 está destinado a ser parte de los conjuntos de estator en un dispositivo PSA rotatorio de ciclo rápido. En otras realizaciones sin embargo, el anillo de obturación 2 podrá en su lugar ser parte del rotor. En este caso, pueden ser necesarias menos ranuras de alivio debido a que se esperaría que las lumbreras de flujo estuvieran juntas más cerca (es decir, las presiones medias continuas del anillo de obturación 2 serán más pequeñas).

Una o ambas de las características anti-abombamiento descritas anteriormente reducen los problemas asociados con el abombamiento a elevada temperatura. (En efecto, las características anti-abombamiento son también efectivas en la corrección de cambios que ocurren cuando la temperatura es reducida.)

Las realizaciones mostradas en las Figuras precedentes están dirigidas a situaciones en las que el coeficiente de expansión térmica de la cara de junta de obturación es significativamente mayor que el del anillo de respaldo. Sin embargo, en otras situaciones, la cara de junta de obturación puede en su lugar tener un coeficiente de expansión térmica que sea menor que el del anillo de respaldo. Por ejemplo en algunas aplicaciones, el material de cara de junta de obturación podría ser deseablemente un material carbonáceo (por ejemplo carbono o carbono-grafito) siendo el anillo de respaldo de acero. Cuando se calienta un anillo de obturación que utiliza estos componentes, la tendencia ahora es que los bordes de la cara de junta de obturación se expandan más que la parte media, lo que da lugar a una cara de junta de obturación con forma cóncava. Para reducir este abombamiento inverso, el espesor del borde de la cara de junta de obturación puede ahora en su lugar ser hecho menor que el del punto medio de la cara de junta de obturación. Cuando tal realización es ahora calentada, el punto medio de la cara de junta de obturación se expande más que los bordes debido al material adicional presente allí. Y así, en este caso, el espesor del punto medio aumenta y "alcanza" los bordes expandidos, con lo que se reduce el abombamiento. Este abombamiento inverso puede no ser un asunto tan serio en algunas aplicaciones. Por ejemplo, en aplicaciones para una válvula giratoria en un dispositivo PSA de ciclo rápido aquí, esta situación conduce a una retroalimentación más favorable. En la presente, cuando la temperatura aumenta y los bordes de la cara de obturación se expanden más que el punto medio, el gas dentro de la lumbrera de flujo 8 puede fugarse al espacio creado entre la cara de obturación 5 y la superficie de obturación 3. Esto reduce la fuerza de contacto entre los dos, debilitando con ello la junta de obturación hecha en los bordes expandidos. Bajo estas condiciones, se ha encontrado que el gas se puede fugar hacia fuera más en los bordes, enfriando con ello los bordes expandidos de la cara de obturación 5, y como consecuencia dando lugar a un retorno de la cara de junta de obturación 5 a su forma plana original. Esta retroalimentación es favorable y proporciona alguna estabilidad inherente a la junta de obturación.

Las características anti-abombamiento de la presente invención proporcionan una forma más estable a las juntas de obturación de cara giratorias sometidas a variaciones de temperatura significativas. Los siguientes ejemplos han sido proporcionados para ilustrar ciertos aspectos representativos de la invención, pero no deberían ser interpretados en sentido limitante.

#### Ejemplos

En los siguientes ejemplos, los cálculos del modelo fueron realizados en estructuras de anillo de obturación similares a las mostradas en las Figuras 1 y 2 y que están destinadas para ser utilizadas en un dispositivo de PSA giratorio de ciclo rápido que separa el hidrógeno a partir de corrientes de gas de desecho de refinerías. Se supuso que cada anillo de obturación tenía las siguientes dimensiones: (45") 114 cm de diámetro exterior, (39") 99 cm de diámetro interior (por tanto anchura del anillo de obturación era (3") 8 cm. El anillo de respaldo se supuso que era siempre de un acero convencional (AS-ME SA-516 GR70), aproximadamente de (1,65") 4,2 cm de espesor total, y tendiendo un coeficiente de expansión térmica (CTE) de  $1,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . Dos tipos de materiales poliméricos fueron considerados como material de cara de junta de obturación. También varias estructuras de cara de junta de obturación fueron consideradas, algunas con, y algunas sin, las características anti-abombamiento de la invención.

El ejemplo C1 de anillo de obturación comparativo fue supuesto con una forma similar a la mostrada en la Figura 4c a 20 °C. La cara de junta de obturación fue hecha de Vertec 1215A, un PTFE relleno de carbono con algo de contenido de  $\text{MoS}_2$  adicional fabricado por Vertec y que tiene un CTE de  $11,5 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . La cara de junta de obturación era de (0,2") (0,5 cm) de espesor.

El ejemplo comparativo C2 de anillo de obturación fue asumido igual que el de C1 excepto en que la cara de junta de obturación estaba hecha de PTFE EGC A-90, otro PTFE relleno de carbono fabricado por EGC. Este material tenía un CTE de  $8,35 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . Este material está más próximo al CTE del anillo de respaldo que al material del ejemplo C1 y, de este modo, es una elección mejor para reducir la distorsión térmica. Además, el material de C2 tiene mejores características de módulo de almacenamiento por encima de 100 °C que el C1. Los dos materiales tienen un módulo similar de hasta 100 °C. El módulo de almacenamiento se determina utilizando análisis mecánicos dinámicos y es indicativo del componente elástico de un material viscoelástico cuando es sometido a una deformación.

El ejemplo 11 de anillo de obturación de la invención se supuso que tenía forma similar a la mostrada en las Figuras 4a y 4b a 20°C pero era por lo demás el mismo que el ejemplo comparativo C2. Los bordes 5a y 5b de la cara de junta de obturación eran de este modo más gruesos que en el punto medio. En los bordes 5a, el espesor era de (0,4") 1,0 cm. En los bordes 5b (la periferia de las lumbreras de flujo), el espesor este de (0,36") 0,91 cm. Los cambios bruscos de espesor entre los bordes 5a, 5b y el punto medio 5d fueron evitados. En su lugar se utilizaron transiciones de inclinación lineal entre estas distintas regiones.

El ejemplo 12 de anillo de obturación de la invención se supuso que era similar a 11 excepto en que una pluralidad de ranuras de alivio ciegas fueron incorporadas en la cara de junta de obturación como se muestran en las secciones de las Figuras 5a y 5b. Estas ranuras se extendían hasta una profundidad de aproximadamente el 80 – 90 % del espesor de la cara de junta de obturación.



5 Los análisis mediante elementos finitos fueron entonces realizados en los distintos anillos de obturación de ejemplo bajo las condiciones de temperatura esperadas en esta aplicación de refinería. En cada caso, la temperatura en todo el anillo de respaldo se supuso que era de 40 °C. La superficie de cara de junta de obturación adyacente al anillo de respaldo era de este modo de 40°C. La superficie de cara de junta de obturación opuesta (que estaría en contacto con la superficie de obturación) se adoptó en 80 °C. Había por tanto un gradiente de temperatura de 40°C a través de la cara de junta de obturación.

10 La Figura 6a muestra el incremento de espesor calculado, en estas condiciones de temperatura elevada, a través de la anchura de la cara de obturación cerca del borde (es decir, empezando desde un punto equivalente a la localización del perímetro de las lumbreras de flujo y extendiéndose hasta la circunferencia exterior de la cara de junta de obturación) en una región de los anillos de obturación C1 y C2, e I1 alejándose de cualquier lumbrera de flujo. El incremento de espesor para el otro borde de la cara de junta de obturación sería una imagen especular de la mostrada. De manera similar, la Figura 6b muestra el incremento de espesor calculado a través de la anchura de la cara de junta de obturación cerca del borde para los mismos anillos de obturación, pero en una localización de lumbrera de flujo. Las construcciones de anillo de obturación originales a 20 °C eran todas inicialmente planas y de este modo estarían a lo largo del eje x si se representa en cada una de estas figuras.

20 Como se esperaba de sus respectivos CTEs, el anillo de obturación C2 mostró menos expansión que el anillo de obturación C1. Sin embargo ambos muestran abombamiento significativo de la cara de junta de obturación como es evidente de la expansión marcadamente mayor vista en el dentro que en los bordes exteriores. En la Figura 6a, el anillo de obturación I1 sin embargo muestra un gráfico mucho más plano que el de C2 (3,5 veces más plano). El efecto de abombamiento había sido reducido. En efecto, el anillo de obturación calentado I1 es realmente ligeramente más alto en los bordes que en su punto medio. Como se mencionó anteriormente, esta es una situación más estable para la junta de obturación que la inversa. Si en alguna medida, la expansión en los bordes de la cara de junta de obturación permite que el gas se fugue entre la cara de junta de obturación y la superficie de obturación, se reduce con ello la fuerza de contacto entre los mismos. Esto permite que más gas se fugue pasados los bordes de la junta de obturación, dando lugar a un enfriamiento general de los bordes y a un retorno a la forma original. De igual manera, la Figura 6b muestra un gráfico de expansión marcadamente más plano para el anillo de obturación I1 que para el anillo de obturación C2 (aproximadamente 2,5 veces más plano).

35 El análisis de elementos finitos mostró también la efectividad de las ranuras de alivio incorporadas en el anillo de obturación I2. Bajo condiciones de temperatura elevada simuladas, el incremento de espesor sobre el anillo de obturación C1 estuvo comprendido entre (0,0011' y 0,0025'') 28 a 64 μm, o un rango de (0,0014'') 36 μm. Los incrementos más grandes de produjeron en las áreas más grades entre las lumbreras de flujo. Sin embargo, el incremento de espesor sobre el anillo de obturación I2 estuvo comprendido sólo entre (0,0006' a 0,0010'') 15 a 25 μm, o un rango de (0,004'') 10 μm. Aunque esta expresión total reducida del anillo de obturación I2 es parcialmente el resultado de la diferencia de CTE entre los materiales, la presencia de las ranuras de alivio proporcionó aplanamiento adicional de la cara de junta de obturación en las regiones entre las lumbreras de flujo.

40 Los ejemplos precedentes son ilustrativos de las realizaciones e se pueden obtener para juntas de obturación de cara giratorias para utilizar en dispositivos PSA giratorios. Los expertos en la técnica apreciarán sin embargo, que las características anti-abombamiento del anillo de obturación mejorada pueden ser útiles en otras aplicaciones en las que la estabilidad térmica de los componentes de junta de obturación de cara es una cuestión.

45 De este modo, a la vista de las muchas realizaciones posibles a las que se pueden aplicar los principios de la invención descrita, se ha de reconocer que las realizaciones ilustradas sólo son ejemplos preferidos de la invención y no deben ser tomados como limitantes del campo de la invención.

## REIVINDICACIONES

1. Una válvula giratoria (1) que comprende una junta de obturación de cara giratoria, comprendiendo dicha junta de obturación de cara giratoria:
- 5 un anillo de obturación (2) que comprende una cara de junta de obturación (5);  
una pieza de apoyo de anillo de obturación (14); y  
una superficie de obturación (3),  
10 en donde la cara de junta de obturación (5) está unida a un anillo de respaldo (4), y comprende al menos una lumbrera (8) a través tanto de la cara de junta de obturación (5) como del anillo de respaldo (4),  
en donde la cara de junta de obturación (5) tiene un coeficiente de expansión térmica que es mayor que el  
coeficiente de expansión térmica del anillo de respaldo (4), y  
15 en donde la superficie de obturación (3) comprende al menos una lumbrera (15) que entra y sale de alineación con dicha al menos una lumbrera (8) de dicho anillo de obturación (2) cuando el anillo de obturación (2) gira con relación a la superficie de obturación (3), de manera que la junta de obturación de cara giratoria actúa como una válvula giratoria,  
**caracterizado por que** el anillo de obturación (2) comprende, como característica anti-abombamiento, un  
espesor de un borde (5a, 5b) de la cara de junta de obturación (5) que es diferente del de una parte media  
20 (5b) de la cara de obturación (5), y por que la cara de junta de obturación (5) tiene un borde más grueso (5b) que comprende una periferia de la lumbrera (8) en la cara de junta de obturación (5).
2. La válvula giratoria (1) de la reivindicación 1, en la que el anillo de respaldo (4) es correspondientemente más delgado adyacente a un borde más grueso (5b) de la cara de junta de obturación (5) de manera que la cara de junta de obturación (5) opuesta al anillo de respaldo (4) entra en contacto con una superficie de obturación (3) y es esencialmente plana.
- 25 3. La válvula giratoria (1) de la reivindicación 1, en la que o bien una o ambas de una circunferencia interior y una circunferencia exterior de la cara de junta de obturación (5) tienen bordes más gruesos (5a) que los de una parte media (5d) de la cara de junta de obturación.
- 30 4. La válvula giratoria (1) de la reivindicación 1, en la que el anillo de obturación comprende, como otra característica anti-abombamiento, al menos una ranura de alivio (16) en la cara de junta de obturación (5).
- 35 5. La válvula giratoria (1) de la reivindicación 4, en la que la cara de junta de obturación (5) tiene una ranura de alivio ciega (16) en una parte media (5d) de la misma.
6. La válvula giratoria (1) de la reivindicación 4, en la que la cara de junta de obturación (5) comprende una pluralidad de ranuras de alivio ciegas (16).
- 40 7. La válvula giratoria (1) de la reivindicación 6, en la que la pluralidad de ranuras de alivio ciegas (16) están sustancialmente separadas de manera equidistante unas de otras; O en donde la pluralidad de ranuras de alivio ciegas (16) están separadas de manera no equidistante unas de las otras.
- 45 8. La válvula giratoria (1) de la reivindicación 1, en la que el anillo de respaldo (4) está hecho de un metal, una aleación de metal, acero o combinaciones de los mismos.
9. La válvula giratoria (1) de la reivindicación 1, en la que la cara de junta de obturación (5) está hecha de un polímero de polialquileno.
- 50 10. La válvula giratoria (1) de la reivindicación 1, en la que la cara de junta de obturación (5) comprende un politetrafluoretileno relleno de carbono.
11. La válvula giratoria (1) de la reivindicación 1, en la que el anillo de obturación (5) flota con respecto a la pieza de apoyo de anillo de obturación (14); O en la que el anillo de obturación (5) es estacionario y la superficie de obturación (3) gira.
- 55 12. Un dispositivo de separación de gas giratorio que comprende la válvula giratoria (1) de la reivindicación 1.

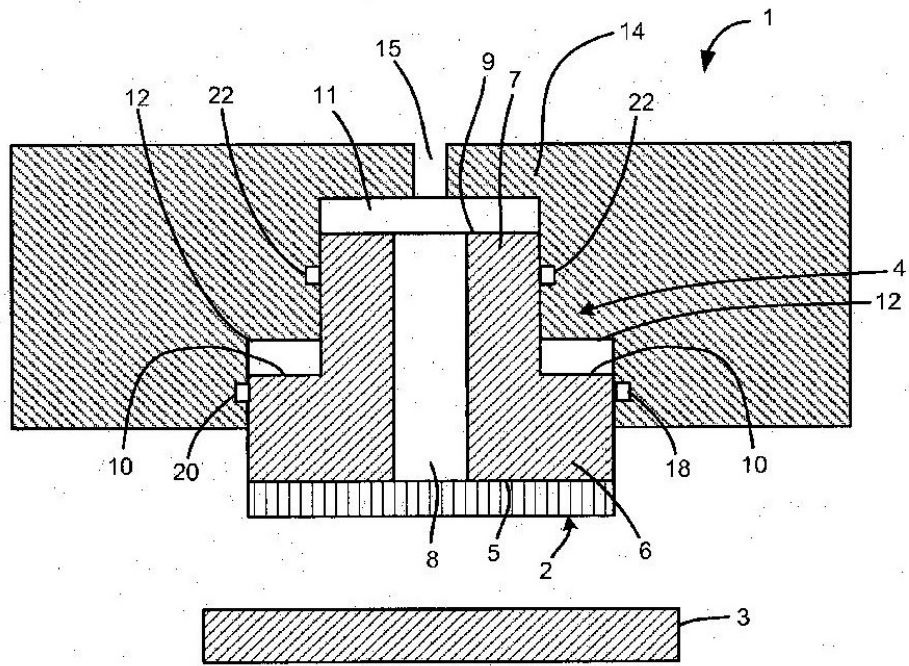


FIG. 1

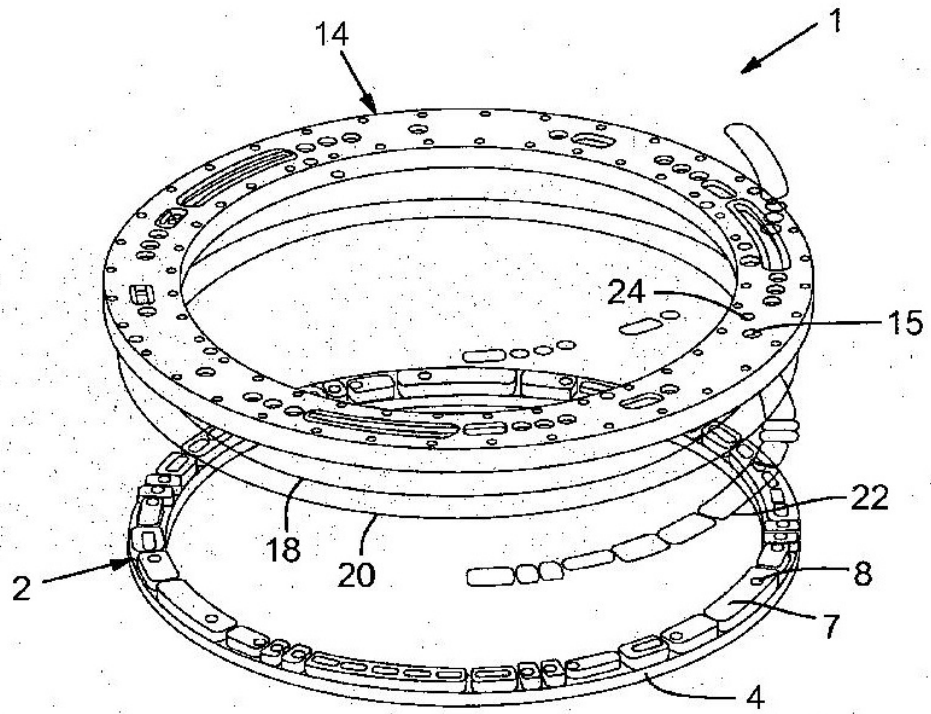


FIG. 2

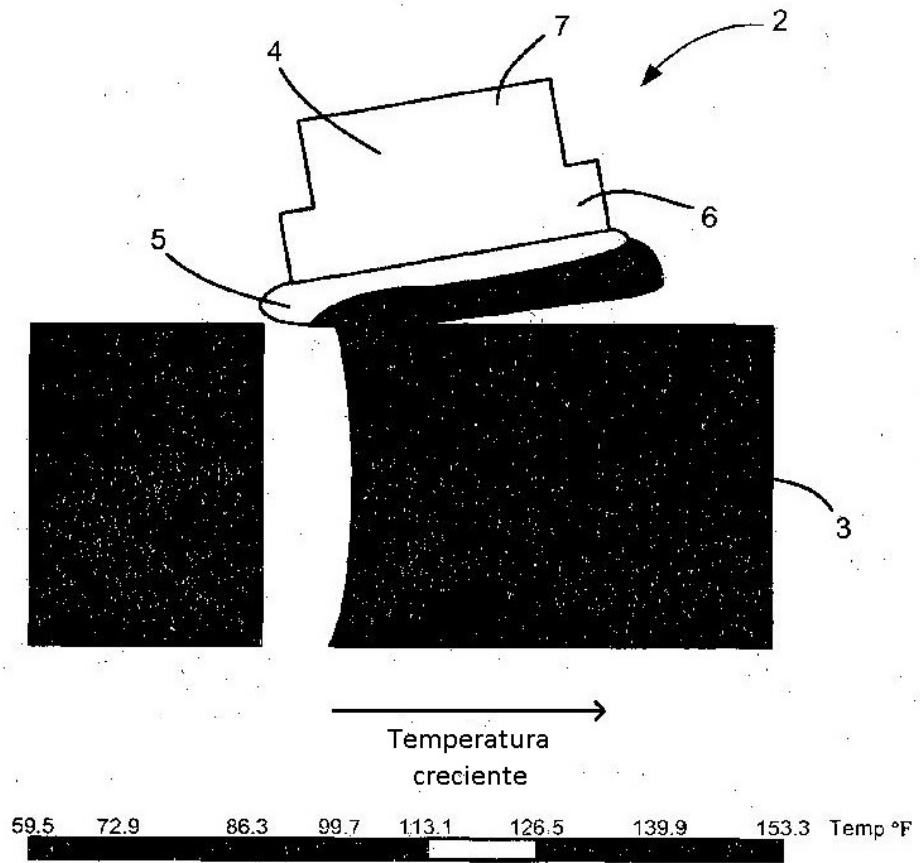
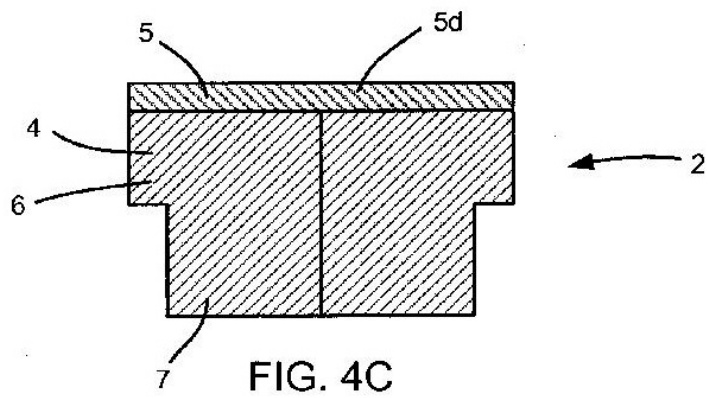
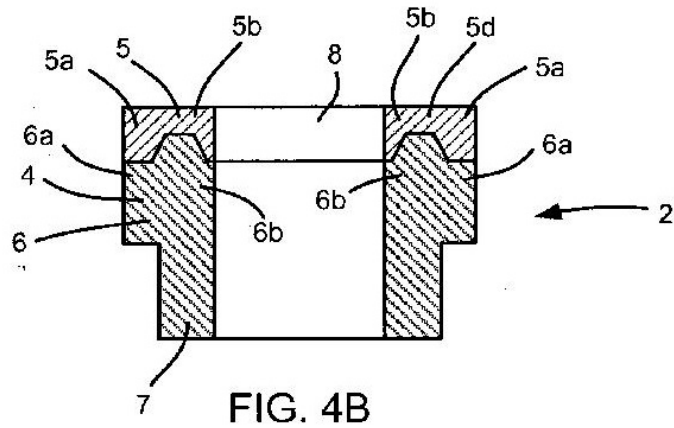
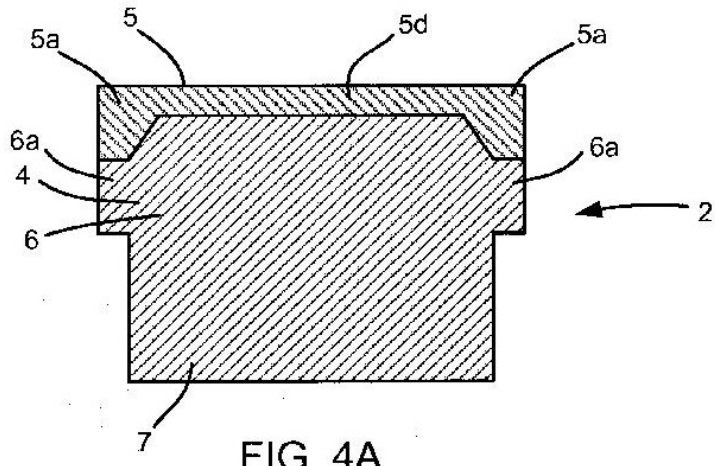


FIG. 3



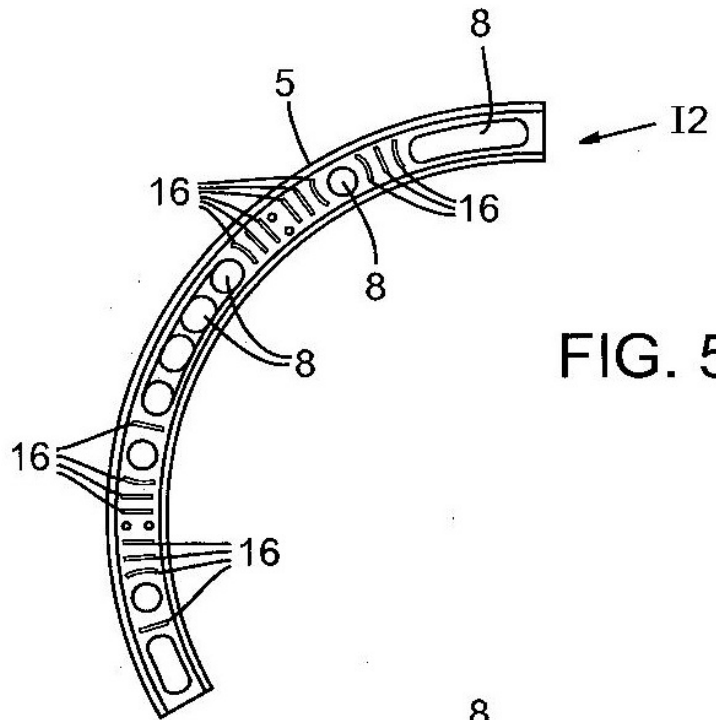


FIG. 5A

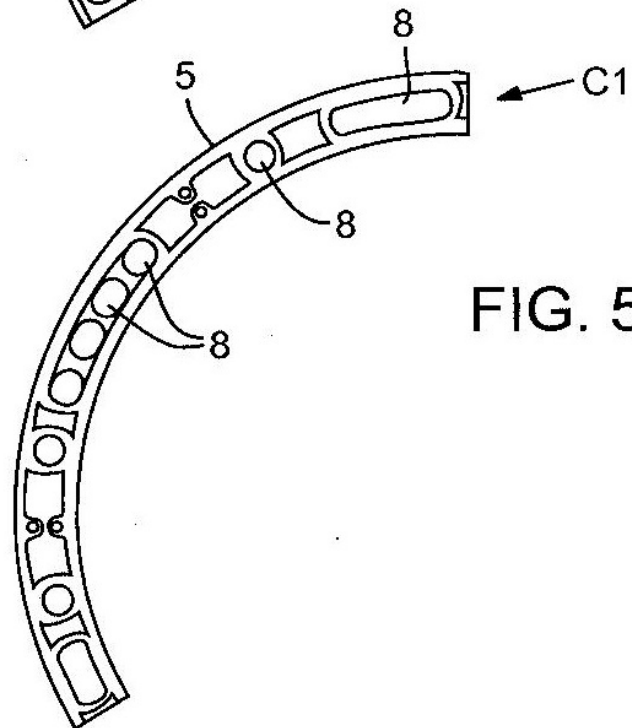
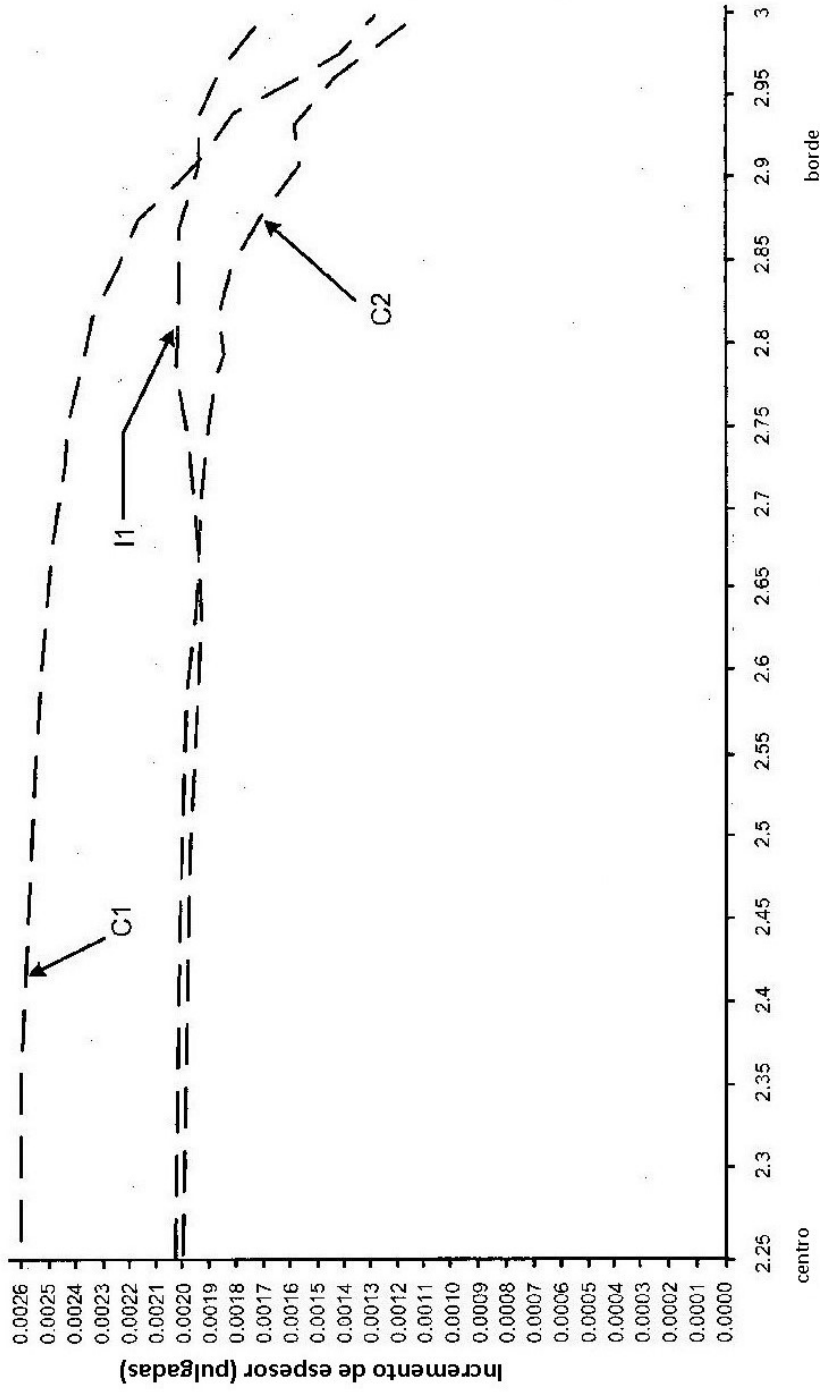


FIG. 5B



Posición a lo largo de la cara de obturación (pulgadas)

FIG. 6A



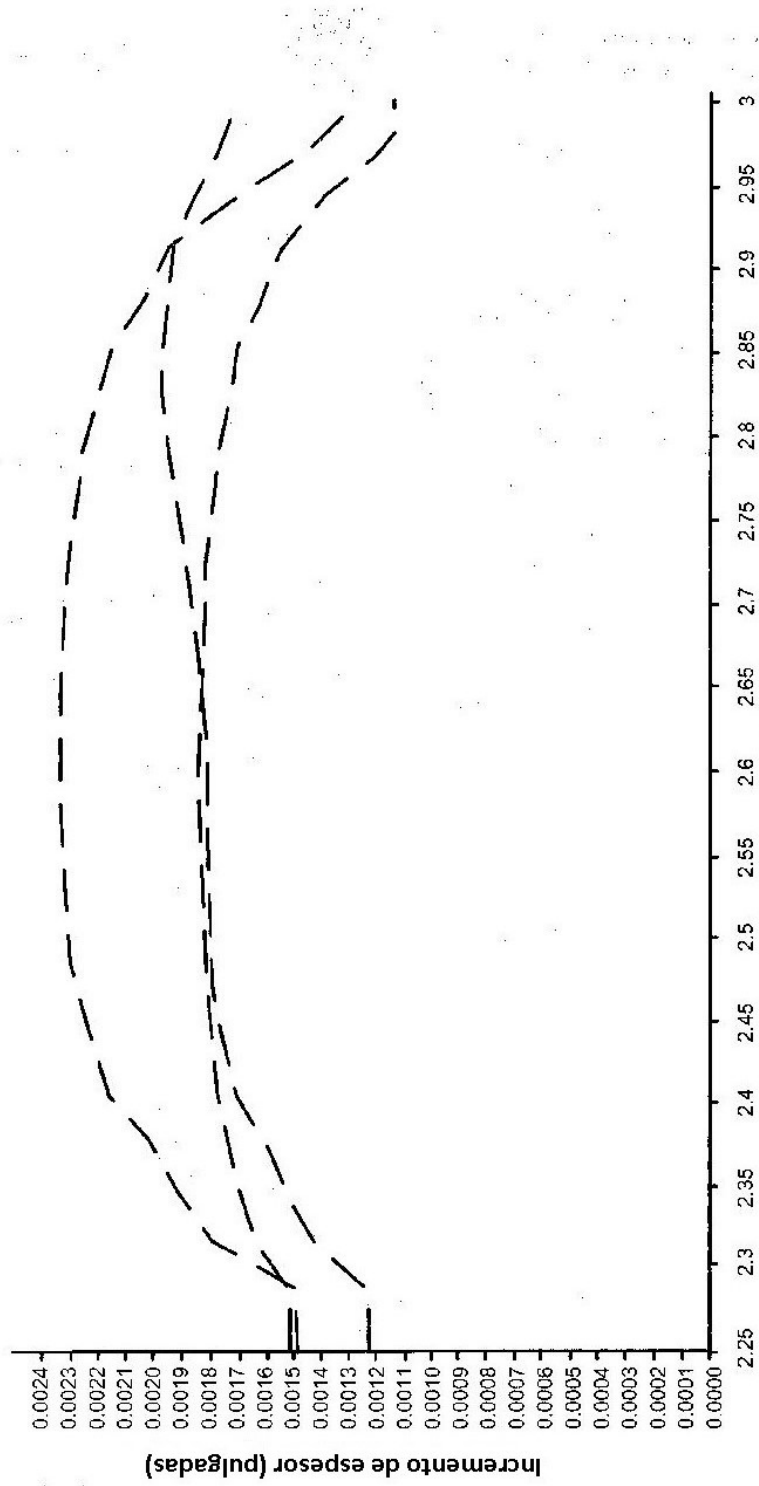


FIG. 6B  
Posición a lo largo de la cara de obturación (pulgadas)