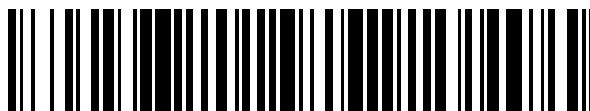


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 048**

51 Int. Cl.:

F04B 35/04 (2006.01)

F04B 39/12 (2006.01)

F04B 53/00 (2006.01)

F16C 29/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.11.2012** **PCT/BR2012/000448**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.05.2013** **WO13071382**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2012** **E 12809079 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016** **EP 2780593**

54 Título: **Limitador de flujo y compresor de gas**

30 Prioridad:

16.11.2011 BR PI1105473

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.11.2016

73 Titular/es:

WHIRLPOOL S.A. (100.0%)
Av. das Nações Unidas, 12.995, 32º andar
Brooklin Novo
04578-000 São Paulo SP, BR

72 Inventor/es:

BRÜGGMAN MÜHLE, HENRIQUE y
LILIE, DIETMAR ERICH BERNHARD

74 Agente/Representante:

ZEA CHECA, Bernabé

ES 2 589 048 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

Limitador de flujo y compresor de gas

5 La presente invención se refiere a un limitador de flujo configurado para proporcionar una limitación y/o control en el flujo de gas que se utiliza en la formación de cojinete entre un pistón y un cilindro de un compresor de gas.

La presente invención también se refiere a un compresor de gas que comprende por lo menos un limitador de flujo tal como se ha indicado anteriormente.

10

Descripción del estado de la técnica

En la actualidad, es muy común el uso de conjuntos de pistón (émbolo) y cilindro accionados por motores eléctricos para su aplicación en compresores de gas de equipos de refrigeración, tales como refrigeradores, congeladores y acondicionadores de aire domésticos/comerciales/industriales.

15

En estos tipos de compresores, el motor eléctrico acciona el pistón que, a su vez, se mueve dentro del cilindro en un movimiento axial de vaivén, para comprimir y descomprimir el gas sucesivamente. Por lo general, en este cilindro se colocan unas válvulas de descarga y aspiración de gas de la cabeza del cilindro, que regulan, respectivamente, la entrada de gas de baja presión, y la salida de gas de alta presión dentro del cilindro. Como tal, el movimiento axial del pistón dentro del cilindro del compresor realiza la compresión del gas que ha entrado por la válvula de aspiración, aumentando su presión, para proporcionar así una dirección del flujo de gas a través de la válvula de descarga a una zona de alta presión.

20

Uno de los desafíos técnicos observados en este tipo de compresor de gas es evitar el contacto directo entre el pistón y el cilindro. Así, debido al movimiento relativo entre el pistón y el cilindro, es necesaria una formación de cojinete a través de un fluido dispuesta en el espacio entre estas dos piezas, evitando su desgaste prematuro. La presencia de fluido entre el pistón y el cilindro también proporciona una reducción de rozamiento entre ellos, lo que permite una reducción de la pérdida mecánica del compresor.

25

30

Los compresores lineales utilizan a menudo un tipo de formación de cojinete conocida como formación de cojinete aerostático, que consiste en la implementación de un amortiguador de gas entre el pistón y el cilindro, evitando el contacto entre ellos. El uso de la formación de cojinete aerostático es ventajoso respecto a otros tipos de formaciones de cojinete, ya que, teniendo en cuenta que el gas tiene un coeficiente de rozamiento viscoso inferior que el aceite, la energía disipada para la formación de cojinete es menor, lo que contribuye a un mejor rendimiento del compresor. Otra ventaja adicional de utilizar el propio gas como fluido lubricante consiste en la ausencia de la necesidad de utilizar un sistema de bombeo de aceite.

35

Hay que señalar que el gas utilizado para la formación de cojinete puede consistir en una parte del mismo gas bombeado por el compresor y utilizado en el sistema de refrigeración, que se desvía, después de su compresión, hacia el espacio existente entre el pistón y el cilindro, formando un amortiguador de gas que evita el contacto entre ellos. De esta manera, se observa que todo el gas utilizado en la formación de cojinete representa una pérdida en la eficiencia del compresor, ya que la función principal del gas comprimido es su aplicación directa en el sistema de refrigeración para generar frío. De esta manera, la parte del volumen de gas desviada para la formación de cojinete debe ser lo más pequeña posible para evitar que la eficiencia del compresor se vea afectada de manera significativa.

40

45

Normalmente, con el fin de obtener un funcionamiento eficiente del cojinete aerostático, es necesario utilizar un limitador de flujo capaz de limitar el flujo de gas comprimido que se produce en una zona de alta presión del compresor, de modo que la presión del gas presente en el espacio entre el pistón y el cilindro es menor y adecuada para la aplicación. En otras palabras, el objetivo de dicha limitación es permitir la reducción o el control de la presión en la zona de formación de cojinete a través de la limitación de flujo de gas comprimido que se produce en una zona de alta presión del compresor.

50

Se han desarrollado diversas configuraciones constructivas para permitir la implementación de limitadores para proporcionar la reducción de presión en la zona de formación de cojinete.

55

Por ejemplo, la patente US 6.901.845 describe un limitador que comprende un medio poroso, en el cual se utiliza una tira porosa junto con unos anillos de compresión. Un inconveniente de este tipo de configuración consiste en la necesidad de precisión en la fabricación de los anillos de compresión, lo que aumenta el coste del proceso productivo, además de la dificultad de control dimensional.

60

La patente US 6.293.184 describe unos limitadores formados por microcanales dispuestos a lo largo de la pared del cilindro exterior que, junto con un casquillo en el cual se inserta dicho cilindro, forma unos canales cerrados y

aislados, produciendo una pluralidad de limitadores. De manera análoga a la patente mencionada anteriormente, un inconveniente de este tipo de configuración consiste en la necesidad de precisión en la fabricación de los casquillos, lo que aumenta los costes de fabricación. Un inconveniente adicional de esta técnica proviene del hecho de que este tipo de microcanales es susceptible de obstrucción por partículas de tierra presentes en el compresor, para lo cual es necesario un filtro que garantice que el fluido llega a los limitadores sin ningún tipo de tierra que, de otro modo, obstaculizará el buen funcionamiento del equipo.

La solicitud de patente internacional WO/2008/055809 describe unos limitadores que consisten en micro-orificios dispuestos en la pared del cilindro, fabricados con aplicación de láser. De nuevo, la fabricación de micro-orificios requiere una gran precisión, lo que podría perjudicar la producción de compresores a costes de mercado competitivos. Además, puede producirse la obstrucción de micro-orificios por partículas o tierra presente en el compresor.

También se describe técnica anterior relevante en el documento US2009/238701, donde se propone un compresor que tiene un pistón alojado en un amortiguador de gas y el documento US2010/218548 que describe un compresor lineal o unidad de refrigeración que comprende un dispositivo de descarga para el condensado de fluido.

Por lo tanto, no se conoce todavía una solución satisfactoria y eficiente para proporcionar una limitación en el flujo de gas que se utiliza en la formación de cojinete entre un pistón y un cilindro de un compresor de gas, que presente una buena fiabilidad, rendimiento, aplicabilidad, y bajo coste.

Objetos de la invención

Un primer objeto de la presente invención consiste en un limitador de flujo poroso de bajo coste configurado para permitir una limitación y/o control de flujo/presión de gas que se utiliza en una formación de cojinete entre un cilindro y un pistón de un compresor de gas, reduciendo o evitando la pérdida de eficiencia de dicho compresor de gas, para obtener un rendimiento y un funcionamiento óptimos.

Un segundo objeto de la presente invención consiste en promover un limitador de flujo poroso, capaz de permitir el desvío de por lo menos parte del flujo de gas comprimido a través de un compresor de gas para una zona de formación de cojinete entre su pistón y cilindro, sin comprometer de manera significativa la eficiencia de dicho compresor de gas.

Un tercer objeto de la presente invención consiste en disponer un limitador de flujo poroso capaz de permitir una limitación de flujo de gas utilizando una formación de cojinete entre un pistón y un cilindro de un compresor de gas.

Un cuarto objeto de la presente invención consiste en promover un sellado eficiente del limitador.

El quinto objeto de la presente invención consiste en proporcionar al limitador la capacidad de filtrado de impurezas de gas.

Un sexto objeto de la presente invención consiste en disponer un compresor de gas que comprenda un limitador de flujo poroso de acuerdo con cualquiera o una combinación de los objetos mencionados anteriormente.

Breve descripción de la invención

Una primera manera de conseguir el primer, el segundo y/o el tercer objeto de la presente invención es por medio de la disposición de un limitador de flujo para la aplicación en una formación de cojinete entre un pistón y un cilindro de un compresor de gas, comprendiendo el compresor de gas por lo menos una almohadilla que rodea exteriormente el cilindro. Además, el compresor de gas comprende también una cavidad interior dispuesta entre la almohadilla y el cilindro, que está alimentada de manera fluida a través de un flujo de descarga que resulta de un movimiento de compresión ejercido por el pistón en el interior del cilindro. Adicionalmente, el compresor de gas comprende, además, un espacio de formación de cojinete que separa una pared exterior del pistón y una pared interior del cilindro. Además, el compresor de gas también comprende un limitador de flujo provisto de una carcasa que asocia de manera fluida la cavidad interior y el espacio de formación de cojinete. Dicho limitador de flujo comprende por lo menos un elemento poroso asociado a la carcasa y provisto de por lo menos una parte limitadora que presenta una porosidad dimensionada para limitar el flujo de gas que fluye desde la cavidad interior hacia el espacio de formación de cojinete.

Una segunda manera de conseguir el primer, el segundo y/o el tercer objeto de la presente invención es por medio de la disposición de un limitador de flujo para la aplicación en una formación de cojinete entre un pistón y un cilindro de un compresor de gas. Dicho compresor de gas comprende por lo menos una almohadilla que rodea externamente el cilindro. Adicionalmente, el compresor de gas comprende, además, por lo menos una cavidad

interior, dispuesta entre la almohadilla y el cilindro, alimentada de manera fluida a través de un flujo de descarga que resulta de un movimiento de compresión ejercido por el pistón en el interior del cilindro. Además, el compresor de gas comprende también por lo menos un espacio de formación de cojinete que separa una pared exterior del pistón y una pared interior del cilindro. Además, el compresor de gas comprende también por lo menos un limitador de flujo provisto de una carcasa que asocia de manera fluida una cavidad interna al espacio de formación de cojinete. Dicho limitador de flujo comprende por lo menos un elemento poroso, asociado a la carcasa, provisto de por lo menos una parte limitadora que presenta una porosidad preestablecida. Dicho elemento poroso tiene una sección transversal con un área preestablecida y una longitud preestablecida, en la que la relación entre la porosidad y la sección transversal de la parte limitadora y la longitud del elemento poroso está configurada para limitar el flujo de gas que fluye de la cavidad interior al espacio de formación de cojinete de manera óptima.

El cuarto objeto de la presente invención se consigue mediante la disposición de un limitador de flujo para la aplicación en la formación de cojinete aerostático entre el pistón y un cilindro de un compresor de gas en el que el limitador comprende una carcasa, un elemento de limitación y una parte intermedia que contiene una lengüeta de sellado capaz de flexionarse radialmente para el sellado.

El quinto objeto de la presente invención se consigue mediante la disposición de un limitador de flujo para la aplicación en la formación de un cojinete aerostático entre un pistón y un cilindro de un compresor de gas en el que el limitador comprende por lo menos una carcasa y un elemento poroso, comprendiendo el elemento poroso, en su extremo girado hacia la entrada de gas, una zona con un área superficial superior al área en sección transversal del resto del cuerpo del elemento poroso.

El sexto objeto de la presente invención se consigue mediante la disposición de un compresor de gas que comprende un cilindro, un pistón que puede moverse alternativamente dentro del cilindro y un limitador de flujo de acuerdo con la primera o la segunda manera que se ha descrito anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá a continuación con más detalles, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 - representa una vista en corte lateral de un compresor de gas, objeto de la presente invención, que comprende una primera realización preferida de un limitador de flujo, también objeto de la presente invención, cuando su válvula de aspiración se encuentra en estado abierto;

La figura 2 - representa una vista en corte lateral del compresor de gas que se muestra en la figura 1, cuando la válvula de aspiración se encuentra en estado cerrado;

La figura 3 - representa un primer detalle de la figura 2;

La figura 4 - representa un segundo detalle de la figura 2;

La figura 5A - representa una vista en sección lateral de una primera realización preferida del limitador de flujo de la presente invención;

La figura 5B - representa una vista en sección lateral de una segunda realización preferida del limitador de flujo de la presente invención;

La figura 5C - representa una vista en sección lateral de una tercera realización preferida del limitador de flujo de la presente invención;

La figura 5D - representa una vista en sección lateral de una cuarta realización preferida del limitador de flujo de la presente invención;

La figura 5E - representa una vista en sección lateral de una quinta realización preferida del limitador de flujo de la presente invención;

La figura 5F - representa una vista en sección lateral de una sexta realización preferida del limitador de flujo de la presente invención;

La figura 5G - representa una vista en sección lateral de una séptima realización preferida del limitador de flujo de la presente invención;

La figura 6A - representa una vista en sección lateral de una octava realización preferida del limitador de flujo de la presente invención;

La figura 6B - representa una vista en sección lateral de una novena realización preferida del limitador de flujo de la presente invención;

La figura 6C - representa una vista en sección lateral de una décima realización preferida del limitador de flujo de la presente invención;

La figura 6D - representa una vista en sección lateral de una undécima realización preferida del limitador de flujo de la presente invención;

La figura 6E - representa una vista en sección lateral de una duodécima realización preferida del limitador de flujo de la presente invención;

La figura 7A - representa una vista en sección lateral que muestra una primera trayectoria de flujo de gas;

La figura 7B - representa una vista en sección lateral que muestra una segunda trayectoria de flujo de gas;
 La figura 7C - representa una vista en sección lateral que muestra una tercera trayectoria de flujo de gas;
 La figura 7D - representa una vista en sección lateral que muestra una cuarta trayectoria de flujo de gas;
 La figura 7E - representa una vista en sección lateral que muestra la configuración preferida de la trayectoria de flujo de gas de la presente invención;
 La figura 8A - representa una vista en perspectiva de una primera realización preferida del elemento poroso de la presente invención; y
 La figura 8B - representa una vista en perspectiva de una segunda realización preferida del elemento poroso de la presente invención.
 La figura 9 - representa una vista en sección lateral que destaca la aplicación de un revestimiento deformable en el limitador de flujo.
 La figura 10 - representa una vista en perspectiva de una configuración preferida del elemento poroso que comprende una parte deformable.
 La figura 11 - representa una vista en sección lateral del elemento poroso que comprende una parte deformable en aplicación a un cilindro.
 La figura 12 - representa dos modificaciones constructivas que definen una cabeza y una concavidad en el extremo del elemento poroso.

Descripción detallada de los dibujos

La figura 1 ilustra un compresor de gas 4 de tipo lineal de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

Dicho compresor de gas 4 comprende por lo menos un pistón 2, un cilindro 3 y un cabezal 13 situado en su parte superior o parte de arriba, formando, junto con el pistón 2 y el cilindro 3, una cámara de compresión 16, proporcionando el movimiento oscilante axial del pistón 2 en el interior del cilindro 3 la compresión del gas en la cámara de compresión 16.

Tal como puede apreciarse en la figura 1, el compresor de gas 4 está provisto también de por lo menos una válvula de aspiración 14 y una válvula de descarga 15, situadas en la cabeza 13, que regulan la entrada y la salida de gas de la cámara de compresión 16. El compresor de gas 4 está provisto también de un actuador 17, asociado a un motor lineal, capaz de accionar el pistón 2.

En otras palabras, el pistón 2, accionado por el citado motor lineal, tiene la función de desarrollar un movimiento lineal alternativo, que permite el movimiento del pistón 2 en el interior del cilindro 3, para proporcionar una acción de compresión del gas que ha entrado a través de la válvula de aspiración 14, hasta el punto que pueda ser descargado al lado de alta presión través de la válvula de descarga 15.

El compresor de gas 4 está provisto también de un conducto de descarga 20 y un conducto de aspiración 19, situados en una tapa 18 que conecta el compresor de gas 4 con las otras piezas, partes y componentes de un sistema de refrigeración.

Además, el compresor de gas 4 comprende también por lo menos una almohadilla 5 que rodea externamente el cilindro 3.

Adicionalmente, el compresor de gas 4 comprende por lo menos una cavidad interior 6, dispuesta entre la almohadilla 5 y el cilindro 3, alimentada de manera fluida mediante un flujo de descarga que se produce por el movimiento de compresión ejercido por el pistón 2 en el interior del cilindro 3. La cavidad interior 6 está formada por el diámetro exterior del cilindro 3 y el diámetro interior de la almohadilla 5.

El compresor de gas 4 comprende todavía por lo menos un espacio de formación de cojinete 7 que separa una pared exterior del pistón 2 y una pared interior del cilindro 3, tal como puede apreciarse en la figura 1. El gas utilizado para la formación de cojinete consiste, preferiblemente, en el gas bombeado por el compresor de gas 4 y utilizado en el sistema de refrigeración. Este gas comprimido se desvía desde una cámara de descarga 21 hacia una cavidad interior 6 a través de un canal de conexión 22.

El compresor de gas 4 comprende por lo menos un limitador de flujo 1, también objeto de la presente invención, provisto de una carcasa 12 que asocia de manera fluida la cavidad interior 6 al espacio de formación de cojinete 7. La forma de la carcasa 12 puede ser sustancialmente cilíndrica, sustancialmente cónica o sustancialmente en forma de "T" (véase figuras 5A, 5B, 5C, 5D, 5E, 5F, 6A, 6B, 6C, 6D, y 6E).

Tal como se ha mencionado anteriormente, la función del limitador de flujo 1 es disponer la formación de cojinete entre el pistón 2 y el cilindro 3 del compresor de gas 4. En otras palabras, el limitador de flujo 1, dispuesto entre la

cavidad interior 6 (zona de alta presión) y el espacio de formación de cojinete 7, es capaz de controlar la presión en la zona de formación de cojinete y limitar el flujo de gas.

A partir de las figuras 2, 3 y 4 es posible entender el funcionamiento del cojinete aerostático de la presente invención. La cavidad interior 6, conectada a la cámara de descarga 21 a través del canal de conexión 22, presenta un gas con una presión de descarga P_d , que alimenta los limitadores de flujo 1. Este gas, al pasar a través de los limitadores de flujo 1, pierde presión, formando un amortiguador de gas de presión intermedia P_i en el espacio de formación de cojinete 7. Esta es la presión que soporta el pistón 2 y evita que toque la pared del cilindro interior 3. Finalmente, el gas pasa hacia fuera del espacio de formación de cojinete 7, alcanzando una presión baja, correspondiente a la presión de aspiración P_s del compresor de gas 4.

Cuando se aplica un cierto esfuerzo axial al pistón 2 para acercarlo a la pared del cilindro 3 y, en consecuencia, al limitador de flujo 1, el espacio de formación de cojinete 7 en esta zona se reduce (figura 3: detalle A). La reducción del espacio de formación de cojinete 7 da lugar a un aumento de la pérdida de carga de flujo de gas en la zona en la que éste discurre entre el pistón 2 y el cilindro 3. Este aumento de la pérdida de carga da lugar a una reducción de la descarga del flujo de gas que pasa a través del limitador de flujo 1 y a través del espacio de formación de cojinete 7 en la zona adyacente al limitador de flujo 1. La reducción de descarga tiene como resultado una reducción de la velocidad de flujo del gas, que, a su vez, da lugar a una reducción de la pérdida de carga en el limitador de flujo 1. Esta reducción de la pérdida de carga del flujo de gas que pasa a través del limitador de flujo 1 permite que el gas que llega al espacio de formación de cojinete 7 en la zona de limitación de flujo 1 alcance una presión P_i' más elevada que la presión intermedia P_i . Este aumento de la presión actúa para evitar que el pistón 2 se acerque aún más a la pared del cilindro 3 en la zona de limitación de flujo 1, evitando el contacto entre el pistón 2 y el cilindro 3.

Por otra parte, en la zona del espacio de formación de cojinete 7 opuesta (figura 4: detalle B), el pistón 2 se retira de la pared del cilindro 3 y del limitador de flujo 1. El aumento del espacio de formación de cojinete 7 da lugar a la reducción de la pérdida de carga del flujo de gas en la zona del espacio, aumentando la descarga de gas que pasa a través del espacio y el limitador de flujo 1. El incremento de la velocidad del flujo de gas aumenta la pérdida de carga del flujo en el limitador de flujo 1, lo que provoca que el gas llegue al espacio de formación de cojinete 7 en la zona de limitación de flujo 1 con una presión menor P_i'' que la presión intermedia P_i . Esta reducción de presión intermedia en la zona de limitación de flujo 1 actúa para restablecer el equilibrio de fuerzas del cojinete, evitando el contacto del pistón 2 contra la pared en la zona opuesta del cilindro 3.

El limitador de flujo 1 comprende por lo menos un elemento poroso 8, asociado a una carcasa 12, que presenta por lo menos una parte limitadora que tiene una porosidad dimensionada para limitar el flujo de gas que pasa de la cavidad interior 6 al espacio de formación de cojinete 7. Preferiblemente, la parte limitadora queda situada en el interior de la carcasa 12. De esta manera, el gas atraviesa el elemento poroso 8 hacia el espacio de formación de cojinete 7, formando un amortiguador de gas evitando el contacto entre el pistón 2 y el cilindro 3.

Obsérvese que, al atravesar el elemento poroso 8, el gas puede tener partículas de polvo o suciedad que tienden a acumularse en el lado superior del elemento poroso 8, puesto que es la primera zona que entra en contacto con tales residuos. Como resultado, esta primera parte con la que el gas hace contacto termina acumulando dicho residuo, bloqueando el paso de gas a través de esta estructura, interfiriendo en la limitación de gas y, en consecuencia, en su ciclo de vida.

Sin embargo, este problema puede resolverse mediante una configuración en la que el elemento poroso 8 presenta, en la parte superior, un área más grande para hacer contacto con el gas, distribuyendo así el residuo a través de esta zona, para alargar el ciclo de vida. En la figura 12 puede encontrarse una configuración preferida de esta solución, que describe un limitador 1 que tiene un elemento poroso 8 provisto de una cabeza 26 con una sección transversal mayor que el resto del cuerpo del elemento poroso 8. Esta cabeza 26 actuará, por lo tanto, como filtro para las impurezas presentes en el gas para alargar el ciclo de vida del limitador de flujo 1, es decir, el limitador 1 funcionará durante más tiempo antes de que quede obstruido por las impurezas.

En una segunda configuración preferida, la figura 12 muestra un elemento poroso 8 que presenta una concavidad 27 (forma de "embudo") para aumentar el área superficial del extremo superior del elemento poroso 8 que mantendrá el primer contacto con el flujo de gas y, de esta manera, será la primera zona para actuar como elemento de filtrado para las impurezas de gas. Naturalmente, pueden utilizarse otras soluciones para aumentar el área de contacto superior en la zona de entrada de gas en el elemento poroso 8.

Hay que señalar que todo el gas utilizado en la formación de cojinete representa una pérdida de eficiencia del compresor, para la primera y más importante función del gas que es ser enviado al sistema de refrigeración y proporcionar una reducción de la temperatura. De esta manera, el gas desviado para una formación de cojinete debe ser lo menos posible para que la eficiencia del compresor no se vea comprometida. Ante esto, la porosidad de la parte limitadora del elemento poroso 8 fue proyectada para que presentara una porosidad preestablecida, y,

adicionalmente, el elemento poroso 8 fue proyectado para que presentara una sección transversal y también una longitud preestablecida, donde la relación entre la porosidad, el área de la sección transversal de la parte limitadora y la longitud del elemento poroso 8 está configurada para limitar el flujo de gas que fluye desde la cavidad interior 6 hacia el espacio de formación de cojinete 7 de manera óptima. Preferiblemente, la porosidad del elemento poroso 8 varía entre un 10% y un 30%. La sección transversal y la longitud del elemento poroso 8 pueden variar de acuerdo con una realización preferida a implementar, tal como puede apreciarse en las figuras 5A, 5B, 5C, 5D, 5E, 5F, 5G, 6A, 6B, 6C, 6D, y 6E.

En otras palabras, teniendo en cuenta que la pérdida de carga impuesta sobre el flujo de gas que atraviesa el elemento poroso 8 es proporcional a la relación de la porosidad con su longitud y diámetro, el citado elemento poroso 8 puede dimensionarse, variando esta relación de magnitudes. Para una longitud determinada, contra mayor es la porosidad menor es la limitación impuesta sobre el flujo. Considerando una misma porosidad, para un diámetro interno determinado, contra mayor es la longitud, mayor es la limitación al flujo de gas y viceversa. Esta relación también puede verificarse en referencia al aumento de la sección transversal. A partir de esta relación de variables - porosidad, un área transversal al flujo y longitud- puede obtener la pérdida de carga necesaria para cualquier cojinete del compresor de gas 4.

Por ejemplo, teniendo en cuenta que el pistón 2 sufre con la pérdida de sustentación cuando se encuentra en su punto muerto superior debido a la elevada presión existente en la cámara de compresión 16, es deseable que los cojinetes de esta zona del cilindro 3 proporcionen una descarga de gas mayor que los cojinetes presentes en la parte inferior del cilindro 3. En este caso, es posible actuar sobre una de las variables mencionadas anteriormente para obtener una mayor descarga en los limitadores de flujo 1 montados en la zona más cercana a las válvulas de aspiración 14 y de descarga 15.

Los elementos porosos 8 puede consistir, por ejemplo, en un material cerámico, metálico, u otro material poroso, que pueda obtenerse a través de cualquier proceso capaz de garantizar las características de porosidad necesarias. Uno de los muchos materiales que pueden utilizarse es el acero inoxidable.

El elemento poroso 8 puede presentar cualquier forma de manera que, en una configuración preferida, puede presentar una forma sustancialmente cilíndrica, que se adapte bien a una carcasa 12 obtenida a través de un simple proceso de formación de orificios en la pared del cilindro 3.

Por lo tanto, pueden utilizarse varias geometrías de carcasa 12 y elemento poroso 8 para hacer posible y facilitar el montaje, asegurando una colocación correcta del elemento poroso 8 respecto al cilindro 2. Las figuras 5A, 5B, 5C, 5D, 5E, 5F y 5G muestran una primera, segunda, tercera, cuarta, quinta, sexta, y séptima configuración preferida en la cual se produce una unión del elemento poroso 8 por interferencia en la carcasa 12 y el cilindro 3. Alternativamente, el elemento poroso 8 puede roscarse en la carcasa 12 (no mostrado).

Tal como puede observarse en las realizaciones preferidas ilustradas en la figura 5B (segunda realización preferida), la carcasa 12 puede tener un extremo dentado girado hacia la cavidad interior 6, que hace que sea más fácil insertar el elemento poroso 8.

La carcasa 12 y el elemento poroso 8 (figura 5C) pueden ser paralelos o cónicos (figuras 5A y 5C), la carcasa 12 puede presentar un orificio escalonado (figura 5D), sirviendo el diámetro más pequeño para limitar y posicionar axialmente el elemento poroso 8 respecto al cilindro 3. En otra configuración preferida, la carcasa 8 puede tener una leva (figura 5E) para la misma función de posicionamiento. Nótese también, que la forma de la carcasa 12 que resulta de la formación de orificios con brocas comerciales puede servir para posicionar el elemento poroso 8 (figura 5F).

A su vez, la unión de los elementos porosos 8 en el cilindro 3 tiene que garantizar la estanqueidad entre el elemento poroso y las paredes de la carcasa 12 haciendo, de este modo, que el gas atraviese el medio poroso y, por lo tanto, experimenten una caída de presión necesaria para el funcionamiento del cojinete aerostático. Debe evitarse el paso de gas, por lo menos en grandes cantidades, a través de un eventual espacio entre el elemento poroso 8 y la pared del cilindro 3. Hay que tener en cuenta que la limitación de flujo que ofrece el elemento poroso 8 es demasiado alta y, debido a eso, cualquier hueco o imperfección en la superficie del elemento poroso 8 o de la carcasa 12 puede provocar un desvío de flujo y una caída de la pérdida de carga.

Las figuras 7A, 7B, 7C y 7D muestran la trayectoria de gas preferida cuando hay un espacio entre el elemento poroso 8 y la carcasa 12. En estos casos, debido a la caída en la pérdida de carga causada por el desvío de flujo, se produce un aumento de la descarga de gas, lo que, además de reducir la eficiencia del compresor 4, pone en riesgo el funcionamiento del cojinete aerostático. La figura 7E muestra un ejemplo de cómo debe producirse el flujo de gas de la presente invención, es decir, que el gas tiene que pasar a través de toda la sección transversal del elemento poroso 8, puesto que sólo de esta manera se obtiene la descarga requerida en el cojinete.

- El elemento poroso 8 debe estar asociado a la carcasa 12 a través de cualquier solución que garantice la estanqueidad entre el elemento poroso 8 y la pared de la carcasa 12 en el cilindro 3. En las figuras 6A, 6B, 6C, 6D, y 6E presentan algunos ejemplos de tales configuraciones constructivas. Además de las ya mencionadas posibilidades, interferencia o roscado, la fijación del elemento poroso 8 a la carcasa 12 puede conseguirse por encolado, en el que es recomendable el uso de un adhesivo con una viscosidad tal que no penetre en el elemento poroso 8 por capilaridad, una situación que podría acortar el ciclo de vida del elemento poroso o incluso poner en peligro su funcionamiento.
- De esta manera, el elemento poroso 8 puede presentar sustancialmente la misma porosidad en todo su volumen (véase la figura 8A), o, para facilitar la posibilidad de la fijación por encolado, el elemento poroso 8 puede presentar dos porosidades diferentes, es decir, una menor porosidad en su zona exterior y una mayor porosidad en su zona interior (véase figura 8B).
- En una situación de doble porosidad, es posible tener una porosidad interior que oscile, por ejemplo, entre un 10% y un 30%, y una porosidad exterior que sea menor de un 6%. Hay que tener en cuenta que el objetivo de tener un elemento poroso 8 que presente doble porosidad es impedir que el pegamento o adhesivo utilizado en el sellado penetre en el interior del elemento poroso 8, es decir, su parte funcional.
- En una octava configuración preferida, la figura 6A muestra la inserción del elemento poroso 8 en un casquillo de estanqueidad 11 (que puede ser de plástico, plástico termoretráctil, por ejemplo) con posterior encolado o inserción por interferencia del conjunto en la carcasa 12 del cilindro 3.
- La figura 6B muestra una novena configuración preferida con una solución similar, en la que, en este caso, el elemento poroso 8 se inserta en un casquillo de estanqueidad 11, insertándose después el conjunto en un orificio cónico de modo que el casquillo de estanqueidad 11 se deforma de acuerdo con la carcasa 12, quedando, por lo tanto, unido a la misma.
- Adicionalmente, la figura 9 muestra otra forma de sellar el limitador 1, que puede comprender un revestimiento deformable 29 insertado en la carcasa 12 con el limitador de flujo 1. Después de la inserción, se realiza una deformación plástica del revestimiento deformable 29. Esta deformación es capaz de rellenar los microespacios que existen entre las superficies de contacto formadas por el conjunto de revestimiento deformable 29 y la carcasa 12 y entre el revestimiento deformable 29 y el elemento poroso 8. Tal deformación puede producirse por una herramienta 28 que, en uno de sus extremos, comprenda una sección análoga al espacio ocupado por el revestimiento 29, por ejemplo, tubular, para presionarlo, deformándolo. Como consecuencia adicional, se observa que la compresión del revestimiento deformable 29 hará que quede dispuesto debajo del lado superior del elemento poroso 8. De esta manera, la parte superior del elemento poroso 8 que no se encuentra rodeada por el revestimiento deformable 29, agrandará el área que actuará como elemento de filtrado del residuo existente en el gas.
- Nótese que este revestimiento deformable 29 puede estar realizado en cualquier tipo de material que se deforme plásticamente a partir de un límite de presión máxima, por ejemplo, tal como materiales metálicos, compuesto o poliméricos. Uno de los materiales aplicados puede ser una masa deformable de tipo *durepoxi*®, que, tras el proceso de aplicación, pueda someterse a una etapa de curado configurada para dar dureza a la forma compacta del revestimiento deformable.
- Una forma de sellado adicional puede comprender una lengüeta de sellado 25 (véase figura 10) dispuesta en uno de los extremos del elemento poroso 8. Esta forma adicional de sellado requiere, preferiblemente pero no obligatoriamente, que el elemento poroso 8 sea de doble porosidad (tal como se ha descrito anteriormente, y tal como se describe en la figura 8B). Adicionalmente, es necesario que la lengüeta de sellado 25 tenga una sección transversal mayor que la sección transversal del resto del cuerpo del elemento poroso 8 y, al mismo tiempo, debe comprender una ranura radial 24 dispuesta en su interior. Hay que tener en cuenta que la ranura radial 24 debe estar girada hacia la entrada de flujo de gas, de modo que esta lengüeta de sellado 25 queda internamente doblada cuando el elemento poroso 8 es presionado contra una carcasa 12, produciendo el sellado.
- Alternativamente, en lugar del elemento poroso 8 del ejemplo anterior que está provisto de doble porosidad, éste puede ser un elemento poroso 8 que presente una capa exterior de un material con características elásticas, de tipo polimérico/elastómero. Así, en lugar de que la lengüeta de sellado 25 se deforme radialmente hacia el centro del elemento poroso 8, como en el ejemplo anterior, la presión del flujo de gas favorecerá la flexión elástica y radial de la lengüeta de sellado 25 hacia la carcasa 12, produciendo el sellado.
- Obsérvese que este limitador de flujo 1, que comprende la lengüeta de sellado 25, puede insertarse en la carcasa 12 con el lado correspondiente a la parte deformable 25 girado hacia la cavidad interior 6 o hacia el espacio de

formación del cojinete 7 (véase figura 3), en el que la carcasa 12 puede configurarse para cualquiera de las disposiciones.

La fijación del elemento poroso 8 en la carcasa 12 del cilindro 3 puede obtenerse también mediante una simple interacción entre el elemento poroso 8 y la carcasa 12. Por ejemplo, el elemento poroso 8 debe tener una plasticidad tal que permita experimentar una deformación sustancialmente exterior y parcial para alojarse en el interior de la carcasa 12. Nótese que la posibilidad de fractura es una de las grandes dificultades presentes en estas tecnologías, ya que podría haber la posibilidad de una fractura frágil del imitador durante la fijación, debido al bajo límite elástico de tales elementos. Para ello, puede utilizarse un elemento poroso metálico 8, puesto que, tal como es conocido, el metal presenta una capacidad de deformación plástica muy superior a la de los materiales cerámicos.

Preferiblemente, en el compresor de gas 4 se implementan por lo menos tres limitadores de flujo 1 en una sección dada del cilindro 3, y por lo menos dos secciones de limitadores de flujo 1 en el cilindro 3, para mantener el equilibrio del pistón 2 en el interior del cilindro 3. Además, los limitadores de flujo 1 quedan colocados de manera que, incluso con el movimiento de oscilación del pistón 2, nunca quedan descubiertos, es decir, el pistón 2 no se va de la zona de actuación de los limitadores de flujo 1.

Preferiblemente, el elemento poroso 8 es sustancialmente cilíndrico y tiene una sección transversal con una forma sustancialmente circular, ya que la fabricación de la carcasa 12 puede realizarse a través de un proceso simple y de bajo coste, tal como por formación de orificios. Naturalmente, los elementos porosos 8 pueden presentar otras formas de sección transversal.

Todavía preferiblemente (la primera, segunda, cuarta, sexta, octava, novena, y undécima realización preferida, que se ilustran en las figuras 5A, 5B, 5D, 5E, 6A, 6B y 6D, respectivamente), el elemento poroso 8 tiene un perfil sustancialmente en forma de "I" (en otras palabras, cilíndrico).

Alternativamente, de acuerdo con la tercera realización preferida de la presente invención, el elemento poroso 8 tiene un perfil sustancialmente cónico, tal como se muestra en la figura 5C.

En la cuarta, décima, y duodécima realización preferida de la presente invención, las cuales se muestran en las figuras 5E, 6C y 6E, respectivamente, el elemento poroso 8 tiene una forma sustancialmente de "T".

De acuerdo con la séptima realización preferida de la presente invención, el elemento poroso 8 comprende una parte extrema 23 configurada en una forma sustancialmente cónica, siendo la parte extrema 23 invertible en la carcasa 12, tal como puede apreciarse en la figura 5F. Esta forma cónica hace que la inserción del limitador de flujo 1 sea más fácil, de manera que el sellado es más fácil.

De acuerdo con la décima, undécima y duodécima realización preferida de la presente invención, las cuales se muestran en las figuras 6C, 6D y 6E, el limitador de flujo 1 comprende un anillo de sellado 10 dispuesto en el interior de la carcasa 12, rodeando el anillo de sellado 10 radialmente por lo menos una parte del elemento poroso 8. Preferiblemente, el anillo de sellado 10 consta de un anillo de tipo junta tórica. El elemento poroso 8 debe mantener un contacto que garantice el sellado de sus lados, en el que puede utilizarse, en este caso, adhesivo o montaje por interferencia.

De esta manera, el elemento poroso 8 puede tener una longitud de la misma magnitud que el grosor de la pared del cilindro 3, éste puede ser más corto o más largo, o incluso tener una longitud menor que su diámetro exterior, adoptando forma de disco, de acuerdo con la primera realización del limitador de flujo 1 de la presente invención, la cual se muestra en la figura 5A.

Por lo tanto, la presente invención proporciona varias formas de fijar el elemento poroso 8 para garantizar la estanqueidad entre la pared exterior de dicho elemento poroso 8 y la pared interior de la carcasa 12, haciendo que el gas atraviese la parte porosa del elemento poroso 8 para que experimente una caída de presión necesaria para el funcionamiento del cojinete aerostático. En otras palabras, la presente invención permite que el gas no atraviese un eventual espacio entre el elemento poroso 8 y la pared del cilindro 3. En resumen, las realizaciones preferidas ilustradas en las figuras 5A a 6E, descritas anteriormente, muestran diferentes formas de garantizar la fijación y el sellado de los elementos porosos 8 en la carcasa 12, lo cual puede llevarse a cabo de acuerdo con cualquiera de ellas o con cualquier combinación de las realizaciones preferidas que se han descrito anteriormente.

Aunque se han descrito ejemplos de realizaciones preferidas, debe entenderse que el alcance de la presente invención incluye otras posibles variaciones, estando éste limitado solamente por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Compresor de gas que presenta una formación de cojinete aerostático entre un pistón (2) y un cilindro (3), comprendiendo el compresor de gas (4) por lo menos:

- una almohadilla (5) que rodea exteriormente el cilindro (3);
- una cavidad interior (6) dispuesta entre la almohadilla (5) y el cilindro (3), siendo alimentada de manera fluida la cavidad interior (6) por un flujo de descarga que resulta de un movimiento de compresión ejercido por el pistón (2) en el interior del cilindro (3);
- un espacio formación de cojinete (7) que separa de una pared exterior del pistón (2) y una pared interior del cilindro (3); y
- una carcasa (12) que asocia de manera fluida la cavidad interior (6) y el espacio de formación de cojinete (7),
- un limitador de flujo (1) situado dentro de la carcasa (12),

estando caracterizado el compresor de gas (4) por el hecho de que el limitador de flujo (1) comprende un elemento poroso (8) y un revestimiento deformable (29) que rodea radialmente y longitudinalmente por lo menos una parte del elemento poroso (8), favoreciendo el revestimiento deformable (29) el sellado a través de una deformación plástica, en el que la deformación del revestimiento deformable (29) sella las superficies de contacto entre el revestimiento deformable (29) y la carcasa (12) y entre el revestimiento deformable (29) y el elemento poroso (8), presentando el elemento poroso (8) una porosidad que limita el flujo de gas que pasa de la cavidad interior (6) al espacio de formación de cojinete (7).

2. Compresor de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el elemento poroso (8) tiene una longitud de magnitud igual o menor que el grosor de la pared del cilindro (3).

3. Compresor de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el elemento poroso (8) presenta por lo menos una sección transversal circular.

4. Compresor de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el elemento poroso (8) presenta un perfil en forma de "I".

5. Compresor de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la carcasa (12) es cilíndrica.

6. Compresor de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la carcasa (12) es cónica.

7. Compresor de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que los limitadores de flujo (1) están situados de manera que el pistón (2) mantiene constantemente el contacto con la zona de accionamiento de los limitadores de flujo (1).

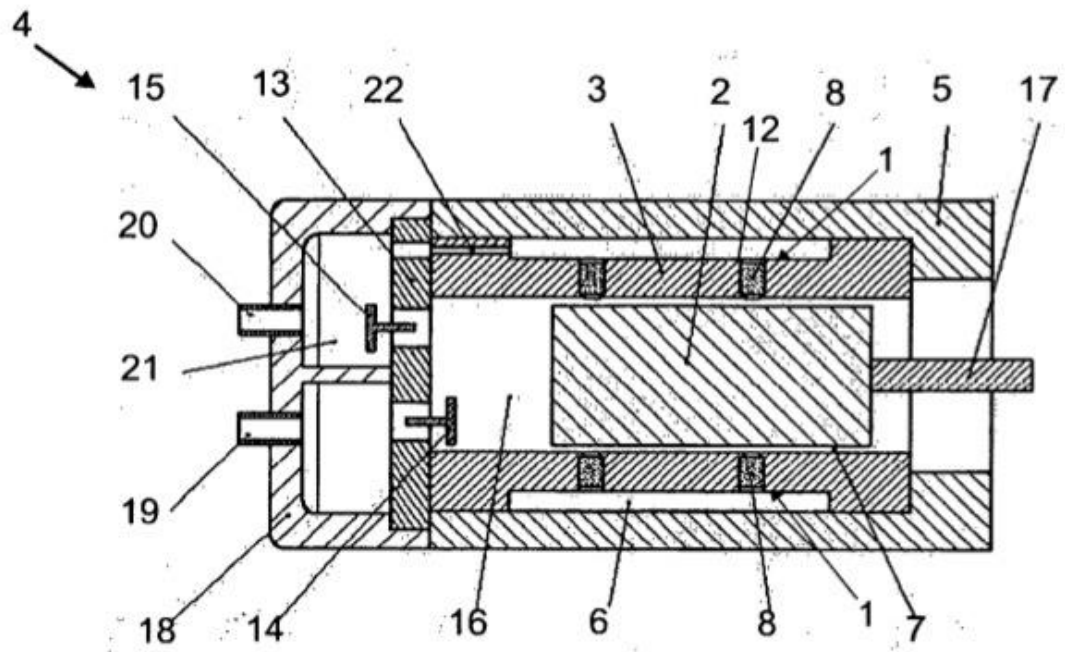


Fig. 1

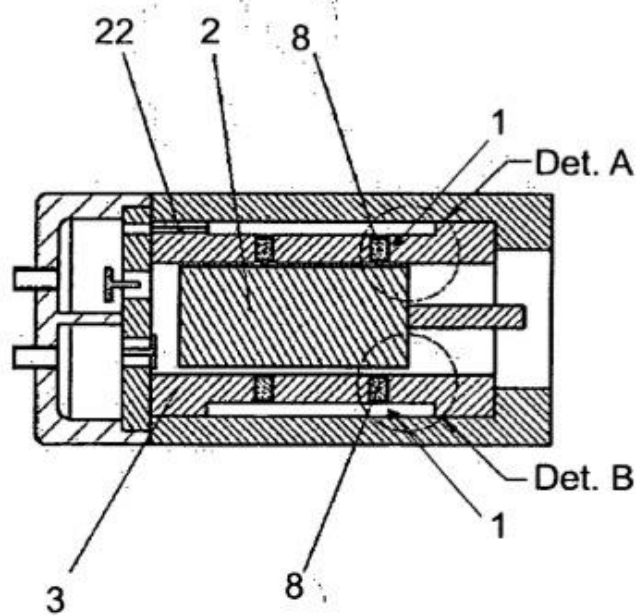


Fig.2

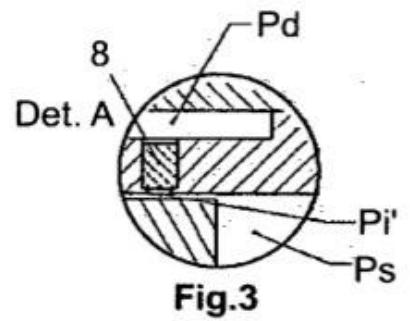


Fig.3

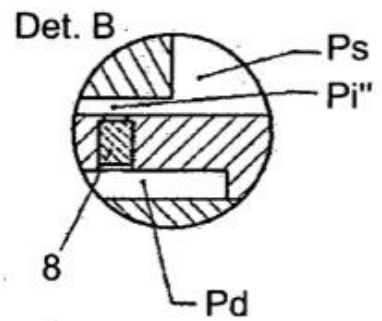


Fig.4

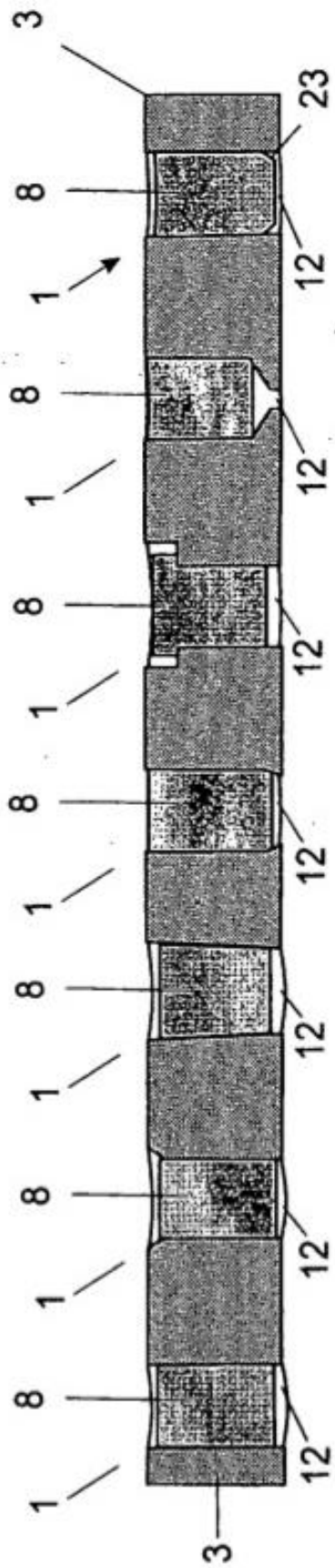


Fig. 5A Fig. 5B Fig. 5C Fig. 5D Fig. 5E Fig. 5F Fig. 5G

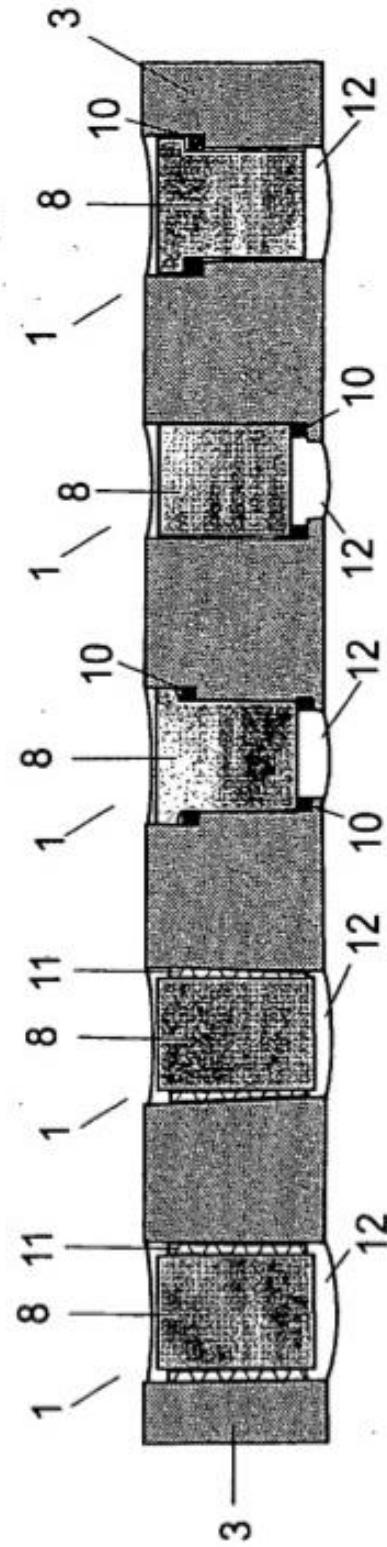


Fig. 6A Fig. 6B Fig. 6C Fig. 6D Fig. 6E

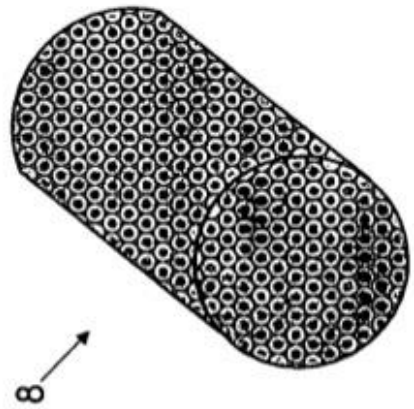
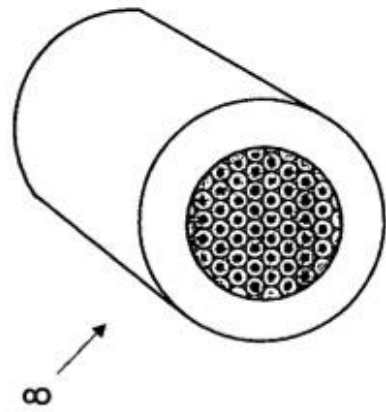
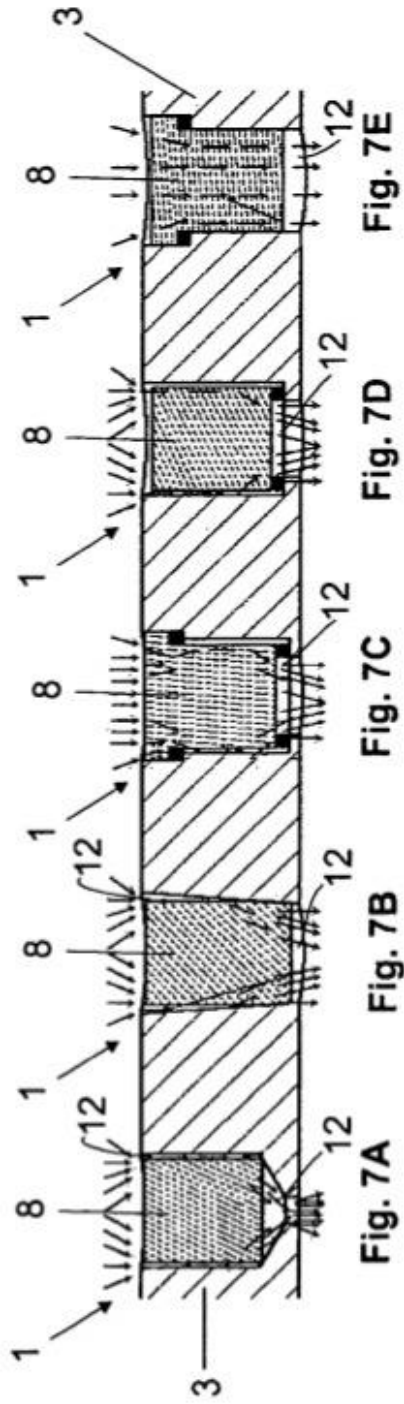
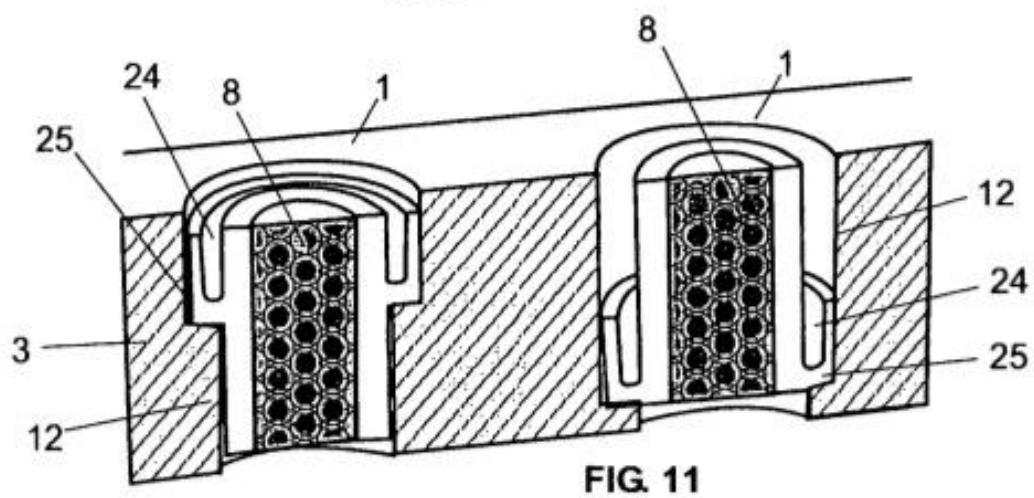
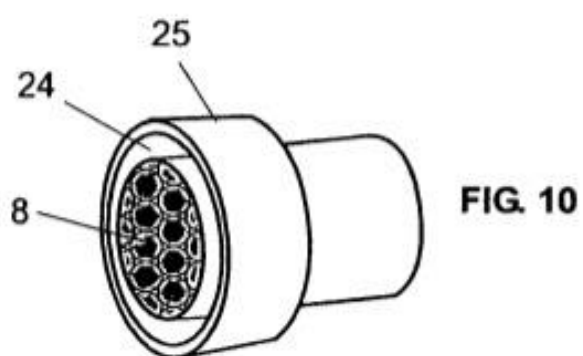
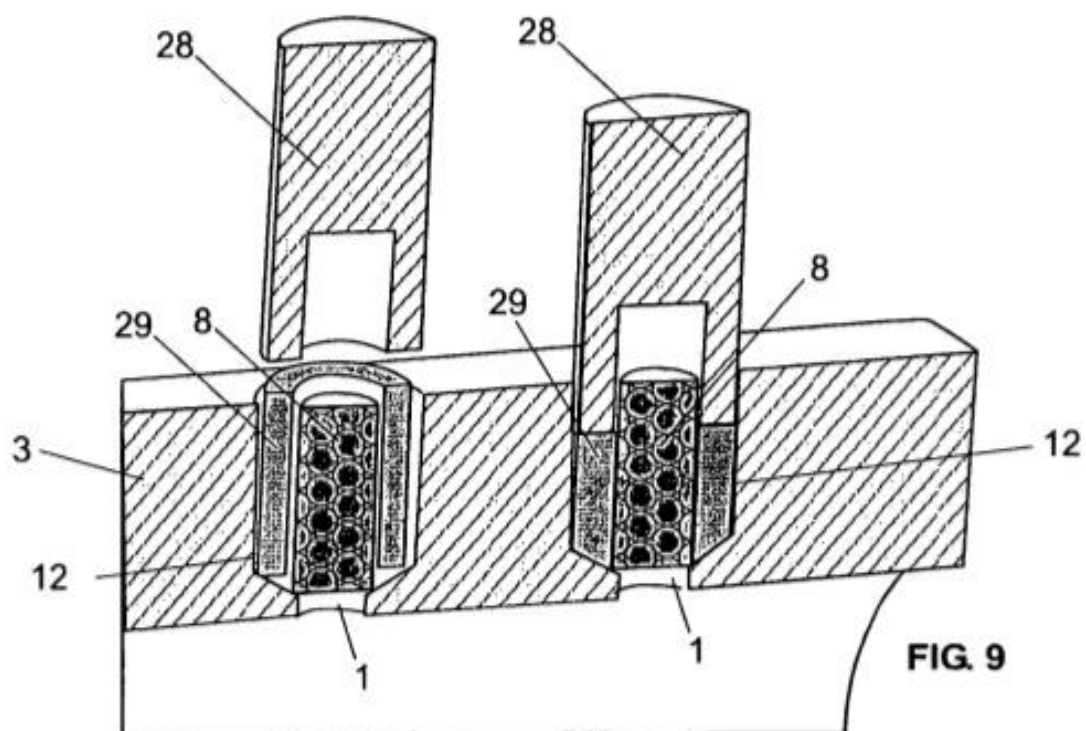


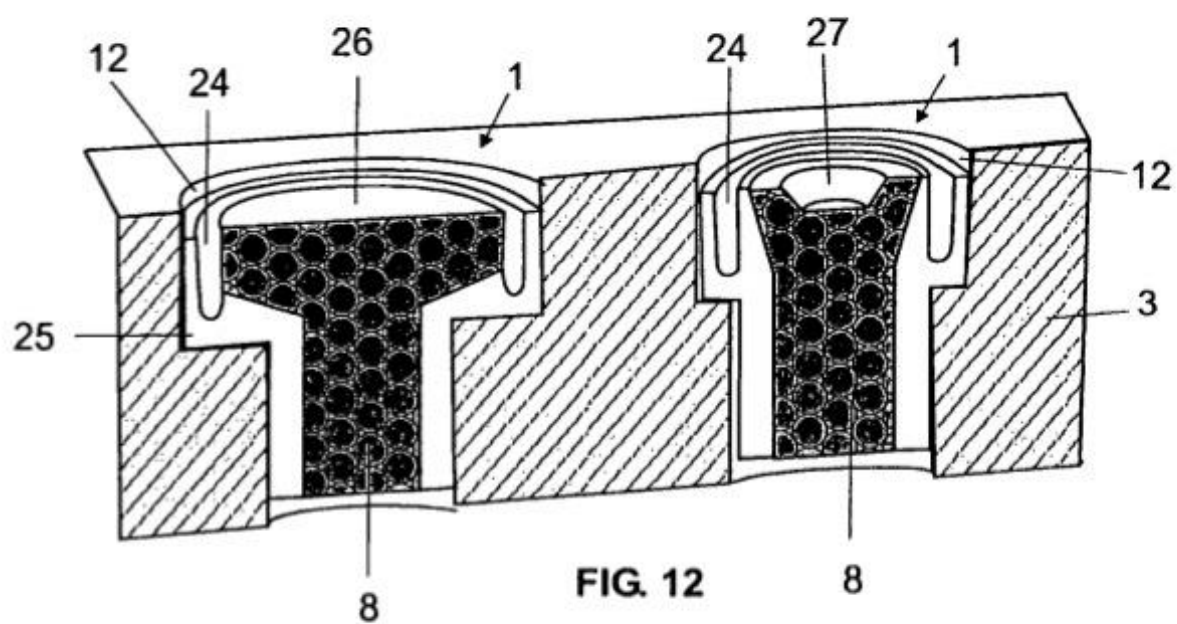
Fig. 8B

Fig. 8A



5

10



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de patentes citados en la descripción

- 10 • US 6901845 B [0010] • US 2009238701 A [0013]
 • US 6293184 B [0011] • US 2010218548 A [0013]
 • WO 2008055809 A [0012]