

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 188**

51 Int. Cl.:

**G01M 3/02** (2006.01)

**G01M 3/28** (2006.01)

**G01N 15/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.11.2012** **E 12193876 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019** **EP 2597446**

54 Título: **Dispositivo para medir la permeabilidad de tapones de botellas y método correspondiente**

30 Prioridad:

**23.11.2011 FR 1160700**

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

**07.04.2020**

73 Titular/es:

**DIAM BOUCHAGE (100.0%)  
Espace Tech Ulrich  
66400 Ceret, FR**

72 Inventor/es:

**RABIOT, DOMINIQUE y  
BOSCH, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 753 188 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

Dispositivo para medir la permeabilidad de tapones de botellas y método correspondiente

5 La invención tiene por objeto un dispositivo para medir la permeabilidad a ciertos gases de un tapón, principalmente de un tapón grueso o de una junta de botella o un tarro. En el caso de botellas, frascos o tapones o de tarros destinados a contener alimentos o bebidas se puede, por ejemplo, interesarse por la permeabilidad del tapón al oxígeno que, al entrar en la botella o en el tarro, puede oxidar el alimento o la bebida que está contenida en ellos.

Se puede, igualmente, interesarse por la permeabilidad del tapón al dióxido de carbono presente en las bebidas efervescentes tales como el champán.

10 Se puede hacer referencia al documento de patente de EE.UU. US 2007/227233-A1 que describe una instalación para medir la permeabilidad de muestras de tipo placas o películas.

Se puede, igualmente, hacer referencia a los documentos de patentes internacional WO 2011/089367-A1, de EE.UU. US 3 548 634-A, US 2004/123646-A1 y alemana DE 10 63 832-B que describen diferentes sistemas de medir la permeabilidad.

15 Métodos de medida de la permeabilidad de un gas a través de membranas de materiales diversos se describen, por ejemplo, en las normas ASTM D 1434-82, ASTM F 2622-08, ASTM F 1927-07; ASTM F 1307-02 o en la norma NF EN Iso 2556 de febrero de 2001.

20 Estos métodos, y los dispositivos asociados, no obstante, no están adaptados para medir la permeabilidad de tapones gruesos tales como los tapones de corcho o los tapones de material sintético que sustituyen a los tapones de corcho, cuyo espesor es sensiblemente mayor que el diámetro y que no pueden, pues, ser asimilados a membranas.

25 Debido al espesor de material a atravesar, las cantidades de gas que se pueden recoger aguas abajo de un tapón son más pequeñas que en los dispositivos de medida utilizados tradicionalmente para las membranas. Además, a fin de que la medida sea representativa de las condiciones de funcionamiento reales del tapón, se desea utilizar como presión de gas aplicada al tapón una presión cercana a la que existe en las condiciones reales, por ejemplo, una presión del orden de la atmósfera, para medir la permeabilidad al oxígeno.

La invención tiene por objetivo un dispositivo que permite obtener medidas fiables y reproducibles de la permeabilidad de un tapón limitando el número de manipulaciones a efectuar por el operador y que permite obtener un resultado de medida al cabo de un tiempo de ensayo relativamente corto, es decir, del orden del día o de la semana.

30 De entre las instalaciones propuestas para medir la permeabilidad de tapones al oxígeno, se encuentran, por ejemplo, bancos sobre los cuales se instalan cuellos de botella modificados, dotados de tapones, estando los tapones, por el exterior del cuello de la botella, a la atmósfera ambiente y estando sometidos sobre la cara "interna a la botella" a un flujo de gases neutros. Detectores de oxígeno, por ejemplo basados en los métodos coulombimétricos, que permiten medir el flujo de oxígeno que atraviesa el tapón, una vez establecido un régimen de de difusión a través del tapón. Estos detectores contabilizan intercambios electrónicos entre las moléculas de oxígeno y un detector electrónico, que es necesario cambiar periódicamente cuando no dispone ya de una cantidad suficiente de áreas reactivas. Estos detectores son onerosos y frágiles (el elemento de detección no debe entrar en contacto con el aire, so pena de saturarse irreversiblemente). Debido a este hecho, no se conecta el cuello de botella ficticio al detector más que en el momento de la medida, estando el cuello ficticio colocado el resto del tiempo sobre un banco de alimentación de gases neutros sin detector.

Al coste elevado del aparellaje se une, pues, el coste de la mano de obra necesaria para conectar y desconectar sucesivamente los cuellos ficticios y efectuar las medidas.

45 Otro objetivo de la invención es proponer un dispositivo de medida de permeabilidad que utiliza captadores ampliamente disponibles en el mercado lo que permite dejar el captador instalado en cada célula de medida durante toda la duración del ensayo. Se limitan, así, los costes de manutención y los artefactos experimentales ligados al montaje o al desmontaje de una célula en vistas de conectarla al detector.

Se desea, además, un dispositivo que permite medir la permeabilidad del tapón a cualquier gas. Los detectores de tipo OXTRAN Mocon (OTR para "Oxygen Transmission Rate") son específicos para la detección de un solo gas, por ejemplo el oxígeno, el dióxido de carbono o el vapor de agua.

50 A este fin, un dispositivo para la medida de la permeabilidad a los gases de al menos un tapón, principalmente de un tapón de botella o de tarro, comprende:

- una célula de medida en la cual el o los tapones pueden montarse de manera que se delimite una cámara aguas arriba del (de los) tapón y una cámara aguas abajo del tapón, no siendo posibles los intercambios gaseosos entre la cámara aguas arriba y la cámara aguas abajo más que atravesando los tapones,

- una alimentación de gas que permite imponer en la cámara aguas arriba una presión aguas arriba de un primer gas, de primer valor de presión predefinido,

- un dispositivo de bombeo aguas abajo que permite imponer en la cámara aguas abajo una depresión inicial de un segundo valor predefinido, inferior al primer valor, después aislar la cámara aguas abajo de intercambios gaseosos distintos de los que atraviesan el tapón.

5 Por tapón se entiende en lo que sigue del texto, salvo precisión en contrario, un elemento de cierre y de estanqueidad de tipo tapón o tapa, apto para asegurar el cierre de una boca de una botella o de un tarro sea por inserción en la boca, sea por engaste, roscado u otro modo de ensamblaje con la parte superior de la boca.

10 El dispositivo que comprende, además, un captador de presión conectado a la cámara aguas abajo, estando configurada la cámara aguas abajo para definir, en presencia del tapón, un primer volumen que tiene como valor un volumen real de la cámara aguas abajo, que permanece constante cuando la presión interior de la cámara aguas abajo varía entre la presión aplicada y la depresión inicial, teniendo el volumen real de la cámara aguas abajo como límite inferior, en función de las posiciones de inserción de diferentes tapones, un volumen mínimo de la cámara aguas abajo

15 La cámara aguas abajo está conectada por una primera válvula con una cámara de dosificación, igualmente de volumen constante, estando dispuesta la cámara de dosificación de manera que, cuando la primera válvula está cerrada, pueda ser, sucesivamente, conectada a y aislada de la atmósfera o una alimentación de gas, estando comprendido el volumen de la cámara de dosificación entre 0,5 y 10 veces el volumen mínimo de la cámara aguas abajo.

20 El dispositivo comprende, además, una unidad de mando configurada para evaluar, para cada nueva medida de permeabilidad de un tapón, el volumen real de la cámara aguas abajo en presencia de este tapón comparando el volumen real de la cámara aguas abajo con el volumen de la cámara de dosificación.

Se puede, por ejemplo, considerar que el volumen de una cámara permanece constante si no varía más allá del 2% de su volumen inicial.

25 El dispositivo comprende un captador de presión aguas arriba de la primera válvula, colocado de manera que permita efectuar medidas de presión en la cámara aguas abajo, sea que la válvula esté abierta o cerrada.

30 Según un modo de ejecución preferido, el volumen mínimo de la cámara aguas abajo es inferior a 10 cm<sup>3</sup> y, preferentemente, es inferior a 5 cm<sup>3</sup>. Un volumen reducido de la cámara aguas abajo permite, en efecto, obtener una elevación de presión que se puede detectar mejor para una misma cantidad de gas que atraviesa el o los tapones a evaluar.

35 La cámara de dosificación puede, por ejemplo, comprender una o varias porciones de conducto delimitadas por válvulas, de las cuales, una válvula está en la frontera entre la cámara aguas abajo y la cámara de dosificación. Una de las válvulas puede permitir la conexión a la atmósfera de la cámara de dosificación. Las porciones de conductos y la válvula de conexión con la atmósfera se disponen, preferentemente, de manera que permitan un llenado completo de la cámara de dosificación con un líquido y la recogida sencilla de la totalidad de este líquido por gravedad. Se puede prever el verificar periódicamente el volumen exacto de la cámara de dosificación llenándola con un líquido y determinando a continuación el volumen de líquido por pesada o por medida volumétrica.

40 Ventajosamente, el volumen de la cámara de dosificación está comprendido entre 0,5 y 10 veces el volumen mínimo de la cámara aguas abajo y, preferentemente, está comprendido entre 0,5 y 5 veces el volumen mínimo de la cámara aguas abajo. Una diferencia mayor entre los volúmenes de las dos cámaras haría difícil la evaluación del volumen real de la cámara aguas abajo.

45 Por volumen mínimo de la cámara aguas abajo, se entiende el volumen mínimo disponible en la cámara aguas abajo cuando un tapón, o cuando cada tapón de un grupo de tapones, está insertado en la célula hasta un posición de tope en la cual el volumen de la cámara aguas abajo es el más pequeño con respecto a otras posiciones en donde todos los tapones no estarían en posición de tope. Por volumen real de la cámara aguas abajo, se entiende el volumen de la cámara aguas abajo una vez que un tapón cualquiera está colocado en la célula, o que un grupo de tapones cualesquiera están colocados en la célula, contabilizando el volumen suplementario de la cámara aguas abajo debido al hecho de que todos los tapones no estén en posición de tope.

50 Por depresión, se entiende aquí un valor absoluto de presión que es, a la vez, inferior a la presión atmosférica e inferior a la presión de alimentación de gas. Se puede escoger, por ejemplo, una depresión correspondiente a una presión absoluta inferior a 1 mbar o, preferentemente, inferior a 0,1 mbar. Según la precisión del captador de medida, se puede, eventualmente, escoger una depresión inicial inferior a 0,001 mbar.

55 Ventajosamente, una segunda válvula del dispositivo permite aislar la cámara aguas arriba de la alimentación de gas y el dispositivo comprende un conducto de derivación obturable por una tercera válvula, estando dispuesto este conducto de derivación entre la cámara aguas arriba y la cámara de dosificación.

De manera preferente, la cámara de dosificación está conectada al dispositivo de bombeo por una canalización dotada de una cuarta válvula que la separa de la cámara de dosificación.

La cámara de dosificación puede estar dotada de una quinta válvula que permite hacerla comunicar con la atmósfera.

5 Según un modo de realización preferido, el dispositivo comprende una unidad electrónica de pilotaje configurada para registrar una secuencia de valores transmitidos por el captador de presión, sobre un intervalo posterior a una etapa de alimentación de gas de la cámara aguas arriba, y/o a una etapa de puesta en depresión inicial de la cámara aguas abajo.

10 La célula de medida puede estar configurada de manera que permita interponer varios tapones en paralelo entre la cámara aguas arriba y la cámara aguas abajo.

Ventajosamente, la célula de medida puede estar configurada para interponer entre la cámara aguas arriba y la cámara aguas abajo uno o varios tapones, dispuestos, cada uno, en el interior de un recipiente globalmente cilíndrico encerrado entre una placa de distribución de gas, que forma parte del recinto de la cámara aguas arriba, y una placa de recogida de gas, que forma parte del recinto de la cámara aguas abajo.

15 La célula de medida puede estar configurada de forma que el volumen de la célula comprendido entre una frontera exterior de la placa de distribución al nivel de una entrada de gas y el o los superior al volumen de la célula comprendido entre el o los tapones y una frontera exterior de la placa de recogida al nivel de una salida de gas. El hecho de construir, de manera que su volumen sea el más pequeño posible, el volumen comprendido entre el lado aguas arriba del o de los tapones y el exterior de la placa de recogida, contribuye a minimizar el volumen de la  
20 cámara aguas abajo que juega sobre la precisión de los cálculos. Es de resaltar que no se tiene necesidad de conocer el volumen de la cámara aguas arriba para efectuar los cálculos de permeabilidad. Se puede, eventualmente, considerar que la cámara aguas arriba se extiende hasta la alimentación de gas. Las aberturas de entrada de gas de la placa de alimentación pueden ser más amplias que las aberturas de salida de gas en la placa de recogida para facilitar la llegada de la presión a la vez que se minimiza el volumen aguas abajo de los tapones.  
25 Un volumen más coherente aguas arriba de los tapones permite evitar choques de presión durante la aplicación de una presión aguas arriba.

Según un modo de realización particular, la célula de medida comprende un cuello ficticio de botella cuya base está conectada de manera estanca a la placa de recogida y un anillo exterior apto para ser ensamblado por encima del  
30 cuello de manera estanca con el cuello ficticio y apto para ser ensamblado de manera estanca con la placa de distribución, de manera que la cámara aguas arriba comunique con al menos una parte exterior al cuello ficticio de un tapón o de una tapa ensamblado(a) dentro de o sobre el cuello ficticio. Es posible, así, ensayar no solamente la permeabilidad de un material o de los materiales que constituyen el tapón, sino también ensayar la estanqueidad del conjunto boca+tapón, haciendo intervenir fenómenos particulares tales como difusiones de superficies de contacto, por ejemplo en la superficie de contacto entre la boca y una junta elastómera que recubre el interior de una tapa  
35 metálica. En el caso de un tapón de cápsula y bozal, la difusión del gas teniendo en cuenta incluso fenómenos de difusión que se producen según diversas direcciones con respecto al eje del tapón. Ella reproduce, así, los fenómenos de difusión perpendicularmente al eje, en la parte libre del tapón, no comprimida, y los fenómenos de difusión paralelamente al eje en la parte "insertada" del tapón, comprimida por el cuello.

Según otro modo de realización particular, la célula de medida comprende un cuello ficticio de botella cuya base está conectada de manera estanca con la placa de recogida y un anillo exterior, apto para ser ensamblado de manera  
40 estanca con el cuello ficticio y con la placa de distribución, pinzando entre el anillo exterior y entre el cuello ficticio una placa o un film de material(es) de junta dispuesto(s) por encima del cuello ficticio de botella. De manera preferente, en este modo de realización, la placa de distribución incluye un primer orificio que permite poner en comunicación la cámara aguas arriba con una parte central de la placa o del film, y un segundo orificio que permite  
45 poner en comunicación la cámara aguas arriba con un borde libre periférico de la placa o del film.

Por cuello ficticio, se entiende una pieza de revolución, preferentemente metálica, que reproduce el perfil exterior del extremo de un cuello de botella, de manera que se pueda fijar a él un bozal y engastar una cápsula o apoyar en ella una junta de tapa en las mismas condiciones geométricas que sobre un cuello de botella. El cuello ficticio es  
50 atravesado por una abertura axial que puede ser del mismo diámetro, o de diámetro inferior, que el diámetro del cuello de botella auténtico que busca reproducir. El perfil exterior del cuello ficticio puede estar adaptado, por ejemplo, para recibir una tapa a rosca de metal o de material plástico, para recibir una tapa tipo corona tal como una chapa de botella de cerveza, u otros tipos de tapones o tapas. El perfil interior del cuello ficticio puede permitir insertar tapones particulares tales como un tapón de corcho de cápsula y bozal o un tapón de material plástico igualmente con cápsula y bozal. Por la parte exterior al cuello ficticio, se entiende una parte del tapón que se  
55 encuentra fuera del volumen interior a la boca del cuello ficticio.

Es posible, así, aplicar selectivamente la presión aguas arriba sobre una porción central del film/de la placa, o sobre un borde libre periférico del film/de la placa.

- La cámara aguas abajo puede estar equipada con un captador de presión único, presentando este captador una precisión de medida de al menos 1 mbar sobre un intervalo de medida entre cero y 10 mbar. Este captador sirve, sucesivamente, para evaluar el volumen real de la cámara aguas abajo y para medir el aumento de presión de la cámara aguas abajo durante la difusión de gas a través del/de los tapón(es). Se puede, igualmente, escoger trabajar con captadores más precisos (captador para vacío), por ejemplo, captadores que presentan una precisión relativa de la lectura del orden del 15% sobre un intervalo de  $10^{-3}$  mbar a 100 mbar.
- Ventajosamente, un solo captador de presión está conectado a la cámara aguas abajo presentando este captador una precisión de medida de al menos el 20% sobre un intervalo de medida que se extiende entre  $10^{-4}$  mbar y 1 mbar. De esta manera, el dispositivo de medida permanece relativamente poco oneroso de realizar a la vez que ofrece una precisión de medidas satisfactoria.
- Según otro aspecto, un procedimiento de medida de la permeabilidad a los gases de un tapón de botella comprende las etapas que consisten en:
- disponer el tapón en una célula de medida de manera que se delimite una cámara aguas arriba del tapón y una cámara aguas abajo del tapón, siendo posibles los intercambios gaseosos entre la cámara aguas arriba y la cámara aguas abajo a través del tapón,
  - evaluar el volumen real de la cámara aguas abajo en presencia de este tapón comparando el volumen de la cámara aguas abajo con el de una cámara de dosificación que comunica con la cámara aguas abajo,
  - aplicar un vacío relativo simultáneamente en la cámara aguas arriba y en la cámara aguas abajo durante una duración predefinida,
  - hacer un vacío relativo en la cámara aguas abajo, después aislar la cámara aguas abajo de los intercambios gaseosos distintos a los que atraviesan el tapón,
  - aplicar una presión de consigna aguas arriba de gas en la cámara aguas arriba,
  - registrar varias medidas de presión tomadas en la cámara aguas abajo después de haber aislado la cámara aguas abajo de los intercambios gaseosos distintos a los que atraviesan el tapón.
- Según un modo de realización preferido, el procedimiento comprende, además, una etapa en la que se determina un coeficiente característico de la permeabilidad de los tapones, utilizando los valores de medidas de presión, del volumen real de la cámara aguas abajo y, al menos, una medida de temperatura. Según una variante de realización, un valor de presión en la cámara aguas arriba puede, igualmente, ser tomado en cuenta en el cálculo del coeficiente característico de la permeabilidad de los tapones. Según un modo de realización preferente, los valores medidos de presión aguas abajo de los tapones y, eventualmente, aguas arriba de los tapones, el valor de temperatura de la instalación y el volumen real de la cámara aguas abajo son las únicas medidas utilizadas para calcular el coeficiente característico de la permeabilidad. Según otro modo de realización ventajoso, la sección y el espesor del tapón pueden, igualmente, ser tenidos en cuenta. Gracias a este modo de cálculo, se evita la utilización de aparellajes costosos tales como los detectores de oxígeno o los espectrómetros de masas por ejemplo.
- Por volumen real de la cámara aguas abajo, se entiende un volumen definido entre el extremo aguas abajo del o de los tapones y las otras paredes de la cámara aguas abajo, una vez que el o los tapones han sido colocados entre las cámaras aguas arriba y aguas abajo.
- Por vacío relativo, se entiende, aquí, un valor de presión sensiblemente más pequeño que la presión atmosférica, por ejemplo, una presión inferior a 2 mbar, o, según el captador de presión empleado, una presión inferior a  $10^{-3}$  mbar.
- El vacío relativo aplicado, simultáneamente, a la cámara aguas arriba y a la cámara aguas abajo permite extraer del tapón los gases que están atrapados en él, y será, pues, del mismo orden (en términos de presión absoluta) que el vacío aplicado a continuación en la cámara aguas abajo que es, por ejemplo, inferior a 1 mbar.
- El procedimiento puede, además, incluir una etapa que consiste en calcular una pendiente proporcional a una variación con respecto al tiempo, del logaritmo de la diferencia entre la presión de consigna aguas arriba y la medida de presión en la cámara aguas abajo. Según una variante de ejecución, puede incluir una etapa que consiste en calcular una pendiente proporcional a una variación con respecto al tiempo, de la medida de presión en la cámara aguas abajo.
- El procedimiento puede, igualmente, incluir una etapa de evaluación del volumen real de la cámara aguas abajo, durante la cual se vacía la cámara de dosificación, después se reparte una cantidad de gas comprendida en la cámara aguas abajo, entre la cámara aguas abajo y la cámara de dosificación, se repiten las dos últimas operaciones hasta que la presión en la cámara aguas abajo sea medible por un captador conectado a la cámara aguas abajo, después se aísla la cámara aguas abajo, se vacía de nuevo la cámara de dosificación y se reparte de nuevo la cantidad de gas comprendida en la cámara aguas abajo entre las dos cámaras a fin de medir la presión del gas repartido en las dos cámaras.

Otros objetos, características y ventajas de la invención aparecerán con la lectura de la descripción que sigue, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo y hecha en referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 es una vista esquemática de un banco de medida de permeabilidad según la invención;
- la figura 2 es un elemento de una célula de medida de un dispositivo según la invención;
- 5 - la figura 3 es otro elemento de una célula de medida de un dispositivo según la invención;
- la figura 4 es una vista simplificada en sección de una célula de un dispositivo según la invención;
- la figura 5 es una vista en despiece ordenado esquemática de otra variante de célula de un dispositivo según la invención;
- la figura 6 es una vista frontal de una de las piezas que componen la célula de la figura 5;
- 10 - la figura 7 es una vista esquemática en sección de una tercera célula de un dispositivo según la invención;
- la figura 8 es una vista esquemática en sección de una cuarta célula de un dispositivo según la invención.

Tal y como se ilustra en la figura 1, un banco de medida de permeabilidad referenciado 1 comprende una alimentación de gas 2, una bomba de vacío 3 y una o varias unidades de medida referenciadas aquí 4, 5, 6, dispuestas entre la alimentación de gas 2 y la bomba de vacío 3. En la figura 1, se han representado tres unidades de medida. Según las variantes de realización, se pueden construir bancos de medida que no incluyan más que una sola unidad de medida o que incluyan más de tres unidades de medida, por ejemplo cinco, siete, diez unidades de medida.

Las diferentes unidades de medida 4, 5, 6 están conectadas en paralelo entre la alimentación de gas 2 y la bomba de vacío 3. Una unidad de regulación de presión 87 que comprende un captador de presión aguas arriba 7 y un regulador de presión aguas arriba 8, está dispuesto, además, entre la alimentación de gas 2 y las unidades de medida 4, 5, 6. El regulador de presión 8 puede comprender un detentor (no representado) que permite evacuar un excedente de presión – con respecto a una consigna de presión – que se produciría aguas arriba de la unidad de regulación 87. Cada unidad de medida 4, 5, 6 comprende respectivamente un conducto de gas, respectivamente, 4a, 5a, 6a, que conectan la alimentación de gas 2 y la bomba de vacío 3. En el trayecto de este conducto de gas está interpuesta una célula de medida 10 que permite interponer, en el trayecto del gas que circula desde la alimentación de gas 2 hacia la bomba de vacío 3, uno o varios tapones de los cuales se desea medir la permeabilidad.

Denominamos en lo que sigue de la descripción “posición aguas arriba” las posiciones próximas a la alimentación de gas y “posición aguas abajo” las posiciones próximas a la bomba de vacío 3.

En lo que sigue, describimos la arquitectura de una unidad de medida en particular, por ejemplo, la unidad de medida 6.

Cada unidad de medida 4, 5, 6 comprende una válvula de aislamiento aguas arriba 9 que permite aislar de la alimentación de gas 2 y comprende una válvula de aislamiento aguas abajo 19 que permite aislar de la bomba de vacío 3. Estas dos válvulas de aislamiento permiten, por ejemplo, desactivar la unidad de medida asociada y continuar trabajando en las otras unidades de medida.

Aguas arriba de la válvula 9, está dispuesta una válvula pilotada 12 de alimentación que permite, al igual que la válvula 9, aislar la unidad de medida de la alimentación de gas 2. Según una variante de realización, la apertura y el cierre progresivos de la válvula 12 pueden estar regulados más finamente que los de la válvula 9 que es una válvula todo o nada. Según otra variante de realización, la válvula 12 puede ser una válvula on/off. La válvula 12 de alimentación está conectada a una unidad de mando electrónica (UCE) (no representada), apta para pilotar la válvula 12 en función de las necesidades de alimentación de gas de la célula 10 en el curso de un ciclo de medida de permeabilidad.

La válvula 19 está secundada, igualmente, por una válvula pilotada 14 de puesta en vacío, colocada aguas arriba de la válvula 19 y que, cuando la válvula 19 está abierta, puede asegurar la misma función de aislamiento frente a la bomba de vacío 3 que la válvula 19. La válvula 14 de puesta en vacío está conectada a la unidad de mando electrónica (UCE) (no representada), apta para pilotar la válvula 14 en función de las necesidades de vacío de la célula 10 en el curso de un ciclo de medida de permeabilidad.

El captador de presión aguas arriba 7 y el regulador de presión aguas arriba 8 están conectados, igualmente, a la unidad de mando electrónica.

La célula de medida 10 está dispuesta entre la válvula de alimentación 12 y la válvula de puesta en vacío 14. Una válvula de contención aguas abajo 11, igualmente pilotada por la UCE, está dispuesta aguas abajo de la célula de medida 10, entre la célula de medida 10 y la válvula de puesta en vacío 14.

5 La célula 10 contiene uno o varios tapones a evaluar, dispuestos de manera que todos los gases que atraviesan la célula sean obligados a atravesar uno u otro de los tapones. La válvula de contención aguas abajo 11 está dispuesta en la proximidad de la célula 10, preferentemente lo más cerca posible teniendo en cuenta los condicionantes de ensamblaje de las diferentes conexiones del conducto gaseoso (conexión del lado de aguas arriba de la célula 10 con la válvula 11, por ejemplo, conexión de un captador de presión con la célula o con el lado aguas arriba de la válvula 11, véase lo que sigue de la descripción...).

Una cámara aguas abajo 16 está definida por el volumen comprendido, en el interior del conducto 4a, 5a, 6a y de la célula 10, entre la cara aguas abajo del o de los tapones y la válvula de contención aguas abajo 11. Un captador de presión 20 está conectado a la cámara aguas abajo 16.

10 Cuando la válvula de contención aguas abajo 11 está cerrada, los gases que atraviesa el o los tapones dispuestos en la célula 10 pueden acumularse en la cámara aguas abajo 16.

15 Una segunda toma de aire 18 está conectada entre cada par de válvulas pilotadas 11 de contención aguas abajo y 14 de puesta en vacío, de una misma unidad de medida. Esta toma de aire 18 puede ser aislada por una válvula pilotada 15 que separa la atmósfera exterior de la porción de conducto comprendida entre la válvula pilotada 11 y la válvula pilotada 14. Se prevé, preferentemente, una válvula pilotada 15 para cada unidad de medida 4, 5, 6.

20 Un conducto de baipás 42 conecta una primera porción de conducto dispuesta entre el lado aguas arriba de la célula 10 y el lado aguas abajo de la válvula de alimentación 12, y una segunda porción de conducto que conecta la válvula de contención aguas abajo 11 y la válvula de puesta en vacío 14. Una válvula de baipás 13 está dispuesta en el conducto de baipás 42. Cuando la válvula de contención aguas abajo 11 y la válvula de baipás 13 están abiertas, el lado aguas arriba y el lado aguas abajo de la célula 10 están conectados a través del conducto de baipás 42, siendo posibles, entonces, los intercambios de gas entre el lado aguas arriba y el lado aguas abajo de la célula 10 sin atravesar los tapones contenidos en la célula. Cuando la válvula de baipás 13 está cerrada, todos los gases que atraviesan la célula 10 están obligados a atravesar uno de los tapones dispuestos en la célula.

25 Una cámara aguas arriba 76 está definida, así, por el volumen comprendido, en el interior del conducto 4a, 5a o 6a y de la célula 10 asociada, entre la cara aguas arriba del o de los tapones y la válvula de alimentación 12 y la válvula de baipás 13.

30 Cuando la válvula de alimentación 12 así como la válvula de puesta al aire 15 de la unidad de medida están cerradas, las válvulas 11, 14, 19 de la unidad están abiertas, la bomba de vacío 3 puede hacer el vacío en la cámara aguas abajo 16 aspirando el gas contenido en esta cámara a través de la válvula de aislamiento aguas abajo 11 después de la válvula de regulación 14 y, por fin, de la válvula de aislamiento aguas abajo 19. Si la válvula 13 está abierta, la bomba 3 permite hacer, simultáneamente, el vacío en la cámara aguas arriba 76. Si la válvula 13 está cerrada, el vacío se efectúa en la cámara aguas abajo 16 independientemente de la presión que reina aguas arriba de la válvula 13, específicamente, de la presión en la cámara aguas arriba 76.

35 Cuando las válvulas 11 y 13 de la unidad de medida están cerradas, las válvulas 9 y 12 están abiertas, el gas que proviene de la alimentación de gas 2 puede entrar en la unidad de medida por la válvula de aislamiento aguas arriba 9, atravesar la válvula de alimentación 12, llegar a la célula de medida 10, atravesar el o los tapones interpuestos en su paso y volver a salir en la cámara aguas abajo 16 dotada del captador de presión 20. Si el vacío ha sido efectuado previamente en la cámara aguas abajo 16, todo el gas presente en la cámara aguas abajo 16 será el llegado atravesando el o los tapones de la célula 10.

40 El gas que llega a través de los tapones de la célula de medida 10 provoca entonces un aumento de presión en la cámara aguas abajo 16, que puede ser medido por el captador 20, a condición de que la presión de la cámara aguas abajo 16 se encuentre en la gama de medida del captador.

45 Las porciones de conductos comprendidas entre las cuatro válvulas 11, 13, 14 y 15 que pueden, por ejemplo, estar constituidas por un empalme en cruz, delimitan un volumen de dosificación 17, que puede estar conectado con o aislado de la cámara aguas abajo 16 por medio de la válvula de contención aguas abajo 11. Este volumen de dosificación 17 puede, igualmente, en tanto que la válvula 11 está cerrada, ser puesto bajo vacío por la bomba 3, a través de las válvulas 14 y 19, o puesta en contacto con la atmósfera a través de la válvula 15, o alimentada a partir de la alimentación de gas 2 a través de las válvulas 9, 12 y 13, todo esto sin afectar a la presión de la cámara aguas abajo 16.

50 Ahora vamos a describir la utilización del banco en vistas a obtener una medida de permeabilidad. Los tapones a ensayar son colocados en las células de medida 10 cuya geometría se describe más adelante.

55 Cuando un tapón está instalado en la célula 10, la cara aguas arriba del tapón está sometida a la presión reinante en la porción de canalización comprendida entre la célula 10 y la válvula de alimentación 12. La cara aguas abajo del tapón está sometida a la presión de gas reinante en la cámara aguas abajo 16. A fin de precondicionar los tapones, se cierra la válvula 12. Se abren las válvulas 11, 13, 14, 19 y se hace el vacío simultáneamente en la cámara aguas arriba 76 y en la cámara aguas abajo 16 con la ayuda de la bomba de vacío 3. Se evacúa, así, el gas y la humedad atrapados en el material del tapón y que podrían, si no se tomase esta precaución, venir a aumentar la presión en la

cámara aguas abajo 16 durante las medidas de presión ulteriores. Se cierra a continuación la válvula de contención aguas abajo 11 a fin de mantener el vacío en la cámara aguas abajo 16, se cierra la válvula de baipás 13, se abre la válvula 12 y se aplica una presión predefinida de gas a partir de la alimentación de gas 2, por ejemplo, 1.200 milibares de oxígeno.

- 5 Para hacer esto, la válvula de alimentación 12 puede ser una válvula on/off, la presión aguas arriba de la válvula 12 está regulada por la unidad de regulación de presión 87. En el momento necesario, se abre pues, simplemente, la válvula de alimentación 12 para imponer la presión aguas arriba en la cámara aguas arriba 76. Una válvula de pérdida de carga 44, por ejemplo, del tipo válvula de aguja, es interpuesta entonces ventajosamente entre la válvula 12 y la célula de medida 10, a fin de crear una pérdida de carga y evitar una aplicación demasiado brusca de la presión aguas arriba después de haber efectuado el vacío aguas arriba y aguas abajo del tapón, lo que podría causar, por ejemplo, un desplazamiento del tapón contenido en la célula 10.

Según otra variante de realización, si la válvula 12 es una válvula pilotada de manera proporcional, la apertura de la válvula 12 puede estar regulada por la unidad de control electrónica con la ayuda de valores recibidos del captador de presión aguas arriba 7. La instalación puede, entonces, no comprender la válvula 44.

- 15 A fin de facilitar la regulación de presión por la unidad de regulación 87, se escoge, preferentemente, una presión de gas aplicada aguas arriba de la célula 10, que es superior a la presión atmosférica. Los tapones encerrados en la célula 10 se encuentran pues sometidos a una presión de gas aguas arriba sobre la cara aguas arriba y al vacío creado en la cámara aguas abajo 16 sobre su cara aguas abajo. Las moléculas de gas que atraviesan entonces el tapón hacen, progresivamente, aumentar la presión en la cámara aguas abajo 16. La unidad de mando electrónica conectada al captador de presión 20 provoca una adquisición del valor de presión a intervalos sucesivos que permiten construir una curva de aumento de presión de la cámara aguas abajo 16. Se puede, por ejemplo, prever el registrar un valor de presión cada minuto hasta que la presión en la cámara aguas abajo haya alcanzado una presión umbral del orden de 150 mbar. En lugar de un registro a intervalos de tiempo predeterminados, se puede, igualmente, con la ayuda de un detector de eventos, registrar valores de presión sucesivos que difieren, cada uno, del valor registrado precedente en un valor mínimo. Se evita, así, almacenar valores "sin interés" ya que están alineados sobre una meseta de presión. Si las primeras medidas permiten determinar las pendientes buscadas (véase a continuación) antes mismo de que la presión no sobrepase 10 mbar, se podrá preferir limitarse a estos primeros valores. En la mayoría de los casos, una semana es suficiente para obtener un número satisfactorio de medidas.

- 30 Los puntos de medida obtenidos se comparan, a continuación, con una curva teórica para extraer parámetros de la curva experimental que permiten cuantificar la permeabilidad del tapón.

Los puntos de la curva pueden, igualmente, utilizarse para determinar un caudal de oxígeno (por ejemplo en moles/día) a través del o de los tapones. A fin de evaluar el caudal de oxígeno que corresponde a un punto particular

- 35 de la curva experimental de presión, se puede evaluar la pendiente  $\frac{dp}{dt}$  de la curva en la proximidad de este punto y utilizar la ecuación de los gases perfectos, o sea,  $pV = nRT$

Donde:

- p: la presión de gas en la cámara aguas abajo (en Pa),  
 V: el volumen real de la cámara aguas abajo (en m<sup>3</sup>),  
 n: la cantidad de gas en moles en la cámara aguas abajo,  
 40 R: la constante universal de los gases perfectos (o sea, 8,314J.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>).  
 T: la temperatura en Kelvin de la habitación y del banco de medida, es decir, la temperatura en °C a la cual se ha sumado 273,15°, o sea, T = T °C+273,15.

Derivando la ecuación de los gases perfectos con respecto al tiempo, se obtiene la relación:

- 45  $\frac{dn}{dt} = \frac{dp}{dt} \times \frac{V \times 24 \times 3600}{R \times T}$ , donde  $\frac{dp}{dt}$  es la pendiente de la curva de presión en Pa/s y  $\frac{dn}{dt}$  es el caudal de gas que atraviesa el o los tapones en mol/día.

Si se desea, por ejemplo, expresar un caudal de gas en cm<sup>3</sup>·día<sup>-1</sup> (por ejemplo para el oxígeno, esto será 1"OTR", en cm<sup>3</sup>/día, se sabe que un mol de gas ocupa 22,4 litros, o sea, 22.400 cm<sup>3</sup>. Así pues,

$$\text{OTR} = \frac{dn}{dt} \times 22\,400.$$

Si se desea, por ejemplo, expresar un caudal de gas en mg·día<sup>-1</sup> (por ejemplo para el oxígeno, esto será 1"OTR", en mg/día), se sabe que un mol de O<sub>2</sub> pesa 32.000 mg. Así pues,

$$\text{OTR} = \frac{dn}{dt} \times 32000.$$

En este tipo de cálculo, la diferencia de presión, el espesor y la superficie de intercambio no son tenidos en cuenta.

- 5 A fin de calcular el coeficiente de permeabilidad Pe del o de los tapones, se efectúa una transformación logarítmica de la curva de presión trazando una curva y(t) con

$$y(t) = -\ln \left[ \frac{p_d(t) - p_u}{p_{d0} - p_u} \right] = -\ln [p_d(t) - p_u] + k,$$

donde:

p<sub>d</sub>(t): es la presión en la cámara aguas abajo en el instante t (en Pa),

- 10 p<sub>u</sub> : es la presión del gas aplicada en la cámara aguas arriba (en Pa),

$$k = \ln [p_{d0}(t) - p_u],$$

p<sub>d0</sub> : es, por ejemplo, la presión en la cámara aguas abajo correspondiente al primer punto de medida (en Pa).

Se lineariza a continuación esta curva y(t) siguiendo técnicas conocidas para determinar su pendiente media  $\frac{dy}{dt}$ , y se deduce el coeficiente de permeabilidad Pe del tapón según la fórmula:

$$Pe = \frac{eV_a.T_s}{A.p_s.TV_m} \times \frac{dy}{dt}$$

- 15

Donde:

Pe: es el coeficiente de permeabilidad buscado (en mol·m<sup>-1</sup>·Pa<sup>-1</sup>·s<sup>-1</sup>),

A: la sección total (en m<sup>2</sup>) de los tapones atravesados por el gas,

- 20 e: el espesor (en m) del tapón o el espesor medio de los tapones, es decir, el espesor de material que debe atravesar el gas,

p<sub>s</sub>: una presión estándar igual a 101.325 Pa,

t: (en s) la abscisa de tiempo correspondiente a los diferentes instantes de medida de presión,

T: la temperatura (en K) del banco de medida,

T<sub>s</sub>: una temperatura estándar de 273 K,

- 25 V<sub>a</sub>: el volumen real de la cámara aguas abajo en m<sup>3</sup>,

V<sub>m</sub>: el volumen molar del gas con el cual se hace la medida, por ejemplo, 0,0224 m<sup>3</sup>/mol para el oxígeno.

Es de resaltar que la elección de la presión inicial P<sub>d0</sub> no influye sobre el resultado ya que cambiando el valor de P<sub>d0</sub>, simplemente se decala la curva y(t) un valor fijo según el eje de ordenadas sin modificar la pendiente de la curva.

Se puede, igualmente, en primera aproximación, considerar que cuando la presión p<sub>d</sub> en la cámara aguas abajo es

- 30 muy pequeña frente a la presión p<sub>u</sub> aplicada en la cámara aguas arriba,  $y(t) \cong \frac{p_d}{p_u}$ , lo que da un valor aproximado para el coeficiente de permeabilidad Pe sensiblemente igual a  $\frac{eV_a.T_s}{A.p_s.TV_m} \times \frac{1}{p_u} \times \frac{d(p_d)}{dt}$ . Se puede, pues,

según una variante de ejecución, limitarse a determinar directamente la pendiente de la presión con respecto al tiempo, en lugar de efectuar la transformación logarítmica.

5 Es de resaltar que el coeficiente de permeabilidad  $P_e$  es intrínseco al material medido, siendo tenida en cuenta la geometría de la muestra (superficie, espesor) en la fórmula anterior a fin de mantener el valor de  $P_e$  a una unidad de superficie y a una unidad de espesor. El caudal de gas, por ejemplo OTR, es un valor global dependiente de la geometría de la muestra.

10 La unidad de mando electrónica puede estar configurada de manera que efectúe automáticamente la explotación del conjunto de medidas de presión obtenidas. Se puede, igualmente, imaginar una explotación semimanual de las medidas donde un operador selecciona, por ejemplo, la porción de la curva de medida que parezca la más favorable para dar valores relevantes.

15 Una estimación precisa del volumen real  $V_a$  de la cámara aguas abajo es, por supuesto, necesaria para obtener una estimación precisa del coeficiente de permeabilidad  $P_e$ . Siendo este volumen real  $V_a$  de la cámara aguas abajo susceptible de variar según el posicionamiento de la cara aguas abajo del tapón o de los tapones en la célula de medida 10, un posicionamiento que no sería estrictamente reproducible de los tapones en la célula puede entrañar diferencias de medida que pueden falsear, por ejemplo, las comparaciones entre dos materiales de tapón.

A fin de evitar tales artificios, después de cada colocación de un tapón y de una serie de tapones en la célula de medida 10, se procede a una evaluación del volumen real de la cámara aguas abajo 16. Para hacer esto, se procede como sigue. El volumen de la cámara de dosificación 17 es invariable y es conocido por una media previa, por ejemplo, efectuada llenando de agua esta cámara de dosificación y pesando esta agua para determinar su volumen.

20 Después de haber colocado el o los tapones en la célula de media 10, se cierran las válvulas 13 y 15, se abren las válvulas 11, 14 y 19, se acciona la bomba de vacío 3 y se vuelve a cerrar a continuación la válvula 14. Se ha hecho, así, el vacío simultáneamente en la cámara aguas abajo 16 y en la cámara de dosificación 17. Se cierra a continuación la válvula de contención aguas abajo 11, se abre la válvula de conexión con el aire 15, lo que llena de aire la cámara de dosificación 17 a la presión atmosférica. Se vuelve a cerrar la válvula 15 y se abre la válvula 11, lo que permite repartir el aire de la cámara de dosificación 17 entre la cámara aguas abajo 16 y la cámara de dosificación 17.

30 Se vuelve a cerrar a continuación la válvula 11. Se abren las válvulas 14 y 19 y se vuelve a hacer el vacío en la cámara de dosificación 17. Se vuelve a cerrar a continuación la válvula 14. Se verifica si la presión en la cámara aguas abajo 16 está en la gama de medible por el captador de presión 20. Si no lo está, se efectúa un fraccionamiento del gas comprendido en la cámara aguas abajo 16: se abre la válvula 11 para repartir el gas entre las dos cámaras 16 y 17, se vuelve a cerrar la válvula 11, se vuelve a hacer el vacío en la cámara de dosificación 17, se vuelve a cerrar la válvula 14 y se vuelve a abrir la válvula 11 a fin de redistribuir el gas restante en la cámara aguas abajo 16.

35 Una vez que la presión en la cámara aguas abajo 16 se encuentra en la gama de medida del captador 20, se anota el valor  $p_1$  de esta presión, se vuelve a hacer el vacío en la cámara de dosificación 17, se vuelve a cerrar la válvula 14, se vuelve a abrir la válvula 11 y se mide la presión  $p_2$  del gas distribuido entre las dos cámaras 16 y 17. Como gama de medida del captador se puede tomar un intervalo de presiones recomendado por el suministrador del captador, o un intervalo de valores de presiones arbitrario en el cual el captador de presión 2 da valores reproducibles.

40 Si se denota  $V_a$  el volumen real de la cámara aguas abajo 16 y  $V_{17}$  el volumen de la cámara de dosificación 17, la ecuación de los gases perfectos permite escribir que:

$$p_1 \cdot V_a = p_2 \cdot (V_a + V_{17})$$

o sea 
$$V_a = \frac{V_{17} \cdot p_2}{p_1 - p_2} .$$

45 La unidad de mando electrónica puede estar configurada para efectuar automáticamente, después de la colocación de las células de medida 10 dotadas de los tapones a caracterizar, la determinación del volumen real  $V_a$  de la cámara aguas abajo 16 de cada unidad de medida 4, 5 o 6.

50 Para hacer esto, la unidad de mando electrónica puede estar programada para efectuar los fraccionamientos del gas contenido en la cámara aguas abajo 16 hasta que el valor de la presión en la cámara 16 se encuentre en una gama considerada como gama de medida fiable para el captador de presión 20. Según una variante de ejecución, la unidad de mando electrónica puede estar programada para efectuar los fraccionamientos del gas contenido en la cámara aguas abajo 16 un número predeterminado de veces.

Las figuras 2 a 6 ilustran algunos ejemplos de células de medida que permiten interponer entre la cámara aguas arriba y la cámara aguas abajo los tapones que se desea ensayar.

5 La figura 2 ilustra un anillo de sujeción 21 que aprisiona un tapón 22 a ensayar. Denominamos en adelante dirección axial a la dirección del eje longitudinal del tapón. El anillo 21 se muestra en sección parcial. El anillo 21 aprisiona el tapón 22 de manera estanca sobre toda la circunferencia del tapón. El perfil interior del anillo reproduce un perfil tipo de cuello de botella a fin de colocar el tapón en las condiciones de compresión representativas de su uso normal. El anillo puede estar realizado en aleaciones metálicas simples a mecanizar, por ejemplo, una aleación de aluminio. Se puede, igualmente, imaginar anillos de material sintético, con un revestimiento interior que permita garantizar, entre el anillo y el tapón, un coeficiente de rozamiento que sigue siendo comparable con el del coeficiente de rozamiento del tapón contra el vidrio.

10 El anillo 21 está aprisionado entre una placa de distribución 31, visible por ejemplo en la figura 4, y una placa de recogida 29 visible en perspectiva en la figura 3. La placa de distribución 31 y la placa de recogida 29 presentan formas globalmente similares. Están dotadas, cada una, de un rebaje de centrado 27 que permite alojar y mantener radialmente uno de los extremos del anillo 21. Están atravesadas por un conjunto de orificios de sujeción 24 que permiten pasar tornillos, tirantes o espigas fileteadas que unen la placa de distribución 31 y la placa de recogida 29 para mantener los extremos del anillo 21 sujetos axialmente cada uno en el interior de un rebaje de centrado 27.

15 A fin de asegurar la estanqueidad de la célula 10 frente a los gases que atraviesan el tapón 22, una junta tórica 28 está prevista en el interior de cada rebaje de centrado 27 de la placa de distribución 31 y de la placa de recogida 29.

20 La placa de recogida 29 está dotada, en su centro, de un orificio colector 25 que permite recuperar los gases que han atravesado el tapón 22. Siendo susceptible el tapón 22 de venir a apoyarse contra el fondo del rebaje de centrado 27, una roseta colector 26 está prevista en este rebaje de centrado en forma de un relieve en estrella que delimita a la vez ramas radiales 23a en relieve que sirven de tope axial a la cara aguas abajo del tapón 22 y delimita canales de drenaje 23b que permiten recoger el gas que haya atravesado el tapón sobre una superficie superior a la del orificio colector 25, principalmente cuando el tapón 22 se encuentra a tope contra el rebaje de centrado 27.

25 La figura 4 ilustra una forma particular de célula de medida 30, destinada a medir la permeabilidad de tapones con bozal, del tipo tapón de champán.

30 La célula 30 comprende una placa de recogida 29 idéntica a la descrita en la figura 3. Comprende, igualmente, una placa de distribución 31 similar a la placa de recogida 29, pero diferente de la placa de recogida 29 a nivel del relieve que rodea un orificio central de alimentación 35 por el cual el gas es llevado a la parte aguas arriba del tapón (no representado). La roseta colector 26 que rodea el orificio colector es, así, reemplazada por un perfil troncocónico 38 menos costoso de mecanizar.

35 El orificio colector 25 y el orificio de alimentación 35 pueden, cada uno, incluir una o varias zonas perforadas rectas 36 así como un hombro 37 que permiten limitar el desplazamiento axial de un extremo de conducto (no representado) que lleva el gas hacia la célula o de un extremo de conducto (no representado) que recoge el gas presente en la célula aguas abajo del tapón (no representado).

40 Lo mismo que en la figura 3, la placa de recogida 29 y la placa de distribución 31 incluyen, cada una, un rebaje de centrado 27. Los diámetros de los rebajes de centrado de las dos placas son comparables y pueden estar previstos para alojar indiferentemente un anillo simple 21 tal como el descrito en la figura 2, o una cámara 40 para tapón efervescente tal como el representado en la figura 4. La cámara 40 para tapón efervescente de la figura 4 comprende un anillo exterior 32 que forma una cámara globalmente cilíndrica cuyo extremo superior está configurado para venir a encajarse de manera estanca en el rebaje de centrado 27 de la placa de distribución 31, y cuyo diámetro interior máximo es aumentado con respecto al diámetro del rebaje de centrado 27, de manera que se pueda insertar en él, por un orificio inferior 151, un anillo de resalte 33 y un tapón con bozal (no representado) que sale radialmente de este anillo 33. El anillo exterior 32 presenta en su parte superior un orificio axial 43.

45 El perfil troncocónico 38 de la placa de distribución 31 permite asegurar una transición entre el diámetro del orificio de alimentación 35 y el diámetro del orificio superior 43 del anillo exterior 32.

50 El anillo de resalte 33 incluye una porción de cuello ficticio 41 que reproduce el relieve interior y exterior de un cuello de botella apto para recibir un tapón con bozal, es decir, de un cuello de botella dotado de un resalte 34 que permite retener el bozal del tapón. El anillo de resalte 33 está atravesado por un conducto axial 100 que conecta un orificio de entrada 150 con un orificio de salida 152 del anillo de resalte 33.

55 El anillo de resalte 33 presenta una base inferior cuya geometría es complementaria de la del rebaje de centrado 27 de la placa de recogida 29, a fin de poder conectarse a él de manera estanca. El anillo de resalte 33 está concebido de manera que pueda encajarse en el interior del anillo exterior 32 una vez que en el cuello ficticio 41 se ha puesto un tapón con bozal de manera que el recinto 40 sea estanco a los gases distintos a los que llegan por el orificio 43 del anillo exterior 32 o que vuelvan a salir por el centro del cuello ficticio 41.

A fin de asegurar esta estanqueidad, juntas interanillos 39 pueden estar dispuestas alrededor de la base del anillo de resalte 33. La célula 30 así definida permite ensayar la permeabilidad de un tapón dotado de su bozal aplicando una presión de gas sobre la parte del tapón exterior al cuello ficticio 41 y midiendo la presión de los gases que llegan al orificio colector 25. Teniendo los dos extremos de la célula diámetros exteriores idénticos, la célula puede ser montada intercambiando las posiciones de los dos extremos con respecto a la placa de distribución 31 y con respecto a la placa de recogida 29 para medir una permeabilidad a partir de la base del tapón, correspondiente a la permeabilidad de escape del CO<sub>2</sub> hacia el exterior de la botella.

La figura 8 ilustra una forma particular de célula de medida 130, destinada a medir la permeabilidad de tapas a rosca, en particular, de tapas a rosca metálicas. Se vuelven a encontrar en la figura 8 elementos comunes a la figura 4, estando designados los mismos elementos por las mismas referencias. Un recinto 140 para tapa a rosca comprende un anillo exterior 132 en forma de campana, que define una cámara globalmente cilíndrica. El extremo superior del anillo 132 está configurado para venir a encajarse de manera estanca en el rebaje de centrado 27 de la placa de distribución 31. El diámetro interior máximo del anillo 132 es más grande que el diámetro del rebaje de centrado 27, de manera que se puede insertar en el anillo 132, por un orificio inferior, un portamuestras 133 que incluye una porción 141 en forma de cuello ficticio de botella. El cuello ficticio 141 reproduce sobre su parte exterior un fileteado 134 de una botella apta para ser cerrada por una tapa a rosca (no representada). El fileteado 134 del cuello ficticio está realizado de manera que pueda ensamblarse a él una tapa a rosca con medios de producción existentes destinados a botellas reales. Un soporte (no representado), por ejemplo en forma de bloque cilíndrico, puede estar previsto que reproduce la forma de la parte inferior de una botella. El conjunto constituido por el soporte con el portamuestras ensamblado encima puede, así, ser compatible, desde el punto de vista dimensional, con los medios de producción precitados. Una tapa a rosca puede, así, ser engastada sobre el portamuestras 133 en las mismas condiciones que sería engastada sobre una botella real. El anillo exterior 132 presenta en la parte superior un orificio axial 43. El portamuestras 133 está perforado por un conducto axial 100 de diámetro inferior al diámetro inferior de un cuello de botella de vidrio, a fin de limitar el volumen de la cámara aguas abajo de la cual el conducto axial 100 define una porción. Un rebaje de recogida 101 está dispuesto alrededor del extremo superior – es decir, del extremo opuesto a la placa de recogida – del conducto axial 100, a fin de que la tapa (no representada) esté apoyada sobre una porción anular 102 del cuello ficticio, siendo la superficie de la porción anular de superficie comparable a la superficie de apoyo de la tapa sobre un cuello de botella de vidrio. Se resalta que, en el modo de realización de la figura 4, como en el modo de realización de la figura 8, el anillo interior 33 o el portamuestras 133, una vez insertados en el anillo exterior 32, respectivamente 132, presentan una porción de superficie libre 103 sensiblemente axial, contenida en el interior del anillo 33 o de la campana 133. Es sobre esta superficie, con la ayuda del resalte 34 o del fileteado 134, que puede ser engastada o fijada una porción de un tapón o de una tapa exterior al cuello.

La figura 5 es una vista en despiece ordenado de una célula 50 de anillos múltiples que permite aplicar la presión aguas arriba de gas simultáneamente sobre varios tapones a fin de obtener un valor medio de permeabilidad sobre varios tapones. Se vuelve a encontrar en la figura 5 elementos presentes en las figura 1 a 4, estando designados entonces los mismos elementos por las mismas referencias.

Un conjunto de ocho anillos 21 está, aquí, interpuesto entre una placa de distribución 55 y una placa de recogida 57. La sujeción de los anillos 21 entre las placas 55 y 57 está asegurada por tirantes 59 interpuestos axialmente entre las dos placas, en las cuales tirantes vienen a roscarse tornillos 54 de cierre de la célula 50. Cada tornillo 54 atraviesa un orificio no fileteado de una de las placas 55 o 57 y viene a trabarse en un fileteado interior de un tirante 59.

Siendo las tirantes ligeramente más cortas que los anillos, es posible, así, asegurar la sujeción de los anillos entre las dos placas. A fin de facilitar la separación de las dos placas y la colocación de los anillos 21, barras de guiado 51 dotadas de muelles 52 de separación de las placas pueden estar soldados por un extremo a una de las placas y deslizar al interior de un orificio de guiado de la otra placa.

Las longitudes de los muelles 52 pueden estar previstas para ser del mismo orden que las longitudes de los anillos 21 o para ser ligeramente superiores. Debiendo la placa de distribución 55 alimentar esta vez a varios anillos, está realizada en dos partes, que definen entre ellas un volumen de distribución 60 hecho estanco por una junta 64. El volumen de distribución 60 conecta un orificio de alimentación central 35 al cual puede ser ensamblado un conducto que lleva el gas hacia la célula y orificios 61 que alimentan el centro de cada uno de los anillos 21.

El volumen de distribución 60 está delimitado entre una base una base de placa de distribución 55a y una tapa de placa de distribución 55b. La base de placa de distribución 55a lleva los rebajes 27 de centrado superiores de cada uno de los anillos 21, así como los orificios 53 que permiten posicionar los tornillos de ensamblado 54 de sujeción de los anillos. La tapa de placa de distribución 55b está atravesada por el orificio central de distribución 35 y está ensamblada a la base de placa de distribución 55a por un grupo de tornillos 68.

De manera similar, la placa de recogida 57 comprende una base de placa de recogida 57a y una tapa de placa de recogida 57b conectada por un conjunto de tornillos de ensamblado 67 y que definen entre ellos un volumen colector 77. El volumen colector 77 conecta los orificios colectores 25 de cada anillo 21, perforados en la base de placa de recogida 57a y dos orificios de salida 78 y 79, perforados en la tapa de placa de recogida 57b. Sobre los orificios de

5 salida 78 y 79, pueden estar soldados respectivamente, un primer conector que permite conectar una canalización que va hacia la bomba de vacío 3 y un segundo conector que permite conectar un captador de presión 20 (no representado en la figura 5) apto para medir la presión reinante en el interior del volumen colector 77. Se pueden imaginar variantes de realización donde la tapa de placa de recogida no incluya más que un orificio de salida, estando conectado entonces el captador de presión 20 aguas abajo de este orificio de salida, sobre la canalización que va hacia la bomba de vacío 3.

La figura 6 ilustra la cara de la placa 57a que está oculta en la figura 5. Se constata que la forma de la base de placa de recogida 57a, vista desde el lado del volumen colector 77, tal como en la figura 6, es similar a la parte superior de la base de placa de distribución 55a que se puede ver en la figura 5.

10 Los orificios 25 de recogida son, en particular, rodeados por una junta 64 que es sensiblemente en forma de estrella, a fin de poder bordear por el exterior de la placa los orificios de recogida 25, y de poder bordear por el centro de la placa un grupo de entrantes cilíndricos fileteados 67a que permiten sujetar los tornillos de ensamblado 67.

15 El volumen colector 77 es, no obstante, inferior, en volumen, al volumen de distribución 61, porque el volumen colector 77 se limita a un grupo 63 de canales en estrella que conectan los ocho orificios 25 de recogida y los dos orificios 78 y 79. Por comparación, el volumen de distribución 61 es más grande ya que comprende una porción cilíndrica central cuyo diámetro está limitado por el diámetro interior de la junta 64.

El volumen de distribución 60 es, así, menos costoso de mecanizar. El volumen colector 77, un poco más costoso de realizar, permite por contra limitar el volumen total de la cámara aguas abajo 16 de la cual forma parte y mejorar la precisión de medidas de presión en esta cámara aguas abajo.

20 En efecto, para un volumen de gas dado que atraviesa los tapones, el aumento de presión originado en la cámara aguas abajo 16 es más perceptible si el volumen de esta cámara es reducido.

La figura 7 ilustra otro modelo de célula de media 70, destinado esta vez a medir la permeabilidad de juntas de tipo tapa. Como en el modo de realización precedente, la célula 70 comprende una placa de distribución 31 y una placa de recogida 29, conectadas aquí axialmente por tornillos 81 que permiten regular el espaciamiento.

25 De manera similar al modo de realización de la figura 4, un recinto 80 está definido por la placa distribuidora 31, la placa de recogida 29 y dos anillos 71 y 72, de los cuales un anillo superior 71 está insertado en el interior de un rebaje de centrado 27 de la placa distribuidora dotada de una junta tórica 28 y un anillo inferior 72 apoyado en el interior de un rebaje de centrado 27 de la placa de recogida 29. El anillo inferior 72 reproduce la geometría del extremo de un cuello de botella destinado a recibir tapas de cierre que cubren el extremo del cuello. Está configurado de manera que puede ser insertado en el interior del anillo superior a la vez que se asegura la estanqueidad entre los dos anillos con la ayuda de una junta interanillos 39.

30 Un intervalo 73 está dispuesto entre el anillo inferior 72 y el anillo superior 71, en el cual es posible alojar una junta de tapa 74, de manera que se reserva un espacio periférico vacío alrededor de la junta 74. La junta de tapa es, entonces, sostenido sobre su periferia por pinzamiento entre los dos anillos 71 y 72. Un soporte poroso 88 está dispuesto en el interior del cuello ficticio del anillo inferior 72 de manera que una junta de tapa 74 pinzada entre los anillos 71 y 72, no sea aspirada hacia el interior del cuello cuando se hace el vacío aguas abajo de esta junta 74. La presión de apriete de los tronillos de la célula se escoge de manera que la junta sea pinzada con una presión de engaste comparable a la presión de engaste de una cápsula. Es de resaltar que un inserto poroso puede, igualmente, estar dispuesto en el interior del anillo bajo el tapón en el montaje descrito en las figuras 2 o 4, a fin de reducir el volumen efectivo de la cámara aguas abajo.

35 La placa de recogida 29 presenta un orificio colector 25 dispuesto por debajo del soporte poroso 88. La placa de distribución 31 es atravesada por un orificio de alimentación central 35a que permite llevar gas a presión por encima de la parte central de la junta 74, es decir, sobre la superficie que cubre el soporte poroso 88. La placa de distribución 31 es atravesada, igualmente, por un orificio de alimentación periférico 35b, que se continúa por un canal lateral 82 que atraviesa el anillo superior 71 y que desemboca en la periferia del espacio 73.

40 Gas a presión inyectado en el orificio de alimentación periférico 35b es, así, susceptible de atravesar la junta 74 en dirección del orificio colector 25, sea difundiendo a la superficie de contacto entre la junta 74 y el anillo inferior 72, sea difundiendo en el interior del material de la junta 74 a partir de la periferia de esta junta.

50 Esta célula 70 de medida de junta de tapa permite efectuar medidas de permeabilidad según el principio descrito anteriormente si se aplica la presión de gas al nivel del orificio de alimentación central 35a.

Esta célula de medida 70 permite, igualmente, hacer ensayos comparativos de permeabilidad de diferentes juntas 74, teniendo en cuenta estos ensayos los efectos de difusión de superficie de contacto y/o de difusión por el borde de la junta. El mecanismo de difusión por el borde de la junta puede, en efecto, ser diferente del de la difusión en el seno del espesor de la junta.

55

- 5 El objeto de la invención no se limita a los ejemplos de realización descritos y puede presentarse en numerosas variantes. El número de unidades de medida 10 por cada banco de medida 1 puede variar, lo mismo que el número de anillos que pueden estar montados en una célula de medida 10 dada. Se puede prever el montar en paralelo varias células para tapones con bozal o montar en paralelo varias células para juntas de tapas. Es posible conectar varias unidades de medida a una sola unidad de regulación de presión, como en la figura 1, o regular la presión aguas arriba de cada unidad de medida por una unidad de regulación de presión dedicada.
- 10 Se puede conectar la unidad de control electrónica a todas las válvulas descritas, que son entonces válvulas pilotadas, es decir pilotadas electrónicamente, o reservar ciertas válvulas a un pilotaje manual, por ejemplo las válvulas de aislamiento 9 y 19, y/o la válvula de baipás 42. Se puede, igualmente, pilotar manualmente todas las válvulas y no tener ninguna válvula pilotada.
- 15 Las válvulas 11, 12, 13, 14 pueden ser válvulas accionables de manera proporcional o pueden ser, todas, o ciertas de entre ellas, válvulas on/off. En el caso donde la válvula de alimentación 12 es una válvula on/off, la regulación de la presión aguas arriba está asegurada únicamente por la unidad de regulación de presión 87. Una válvula de pérdida de carga 44, por ejemplo, del tipo válvula de aguja, es entonces, ventajosamente, interpuesta entre la válvula 12 y la célula de medida 10, a fin de crear una pérdida de carga y evitar una aplicación demasiado brusca de la presión aguas arriba después de haber efectuado el vacío aguas arriba y aguas abajo del tapón, lo que podría, por ejemplo, causar un desplazamiento del tapón.
- 20 En el ejemplo descrito, las células de medida 10 están alimentadas con gas por una placa superior y la aspiración hacia la bomba de vacío 3 se hace a partir de una placa inferior, pero desde luego que la alimentación de gas podría hacerse por la placa inferior y la aspiración por la placa superior.
- 25 El número de válvulas que equipan el banco de medida 1 o el número de válvulas de una unidad de medida pueden variar con respecto al ejemplo descrito en la figura 1. Se podría, por ejemplo, no tener válvula de aislamiento aguas arriba 9 o no tener válvula de aislamiento aguas abajo 19. La presencia de las válvulas de aislamiento permite intervenciones selectivas de mantenimiento sobre una de las unidades de medidas, a la vez que se continúa utilizando las otras unidades de medidas del dispositivo.
- 30 Al nivel de las conexiones de los conductos que llevan, o recogen, los gases de la célula 10, se puede, por ejemplo, prever que el conducto de gas que llega a la célula de medida 10 sea roscado, lo que es un modo de ensamblaje poco oneroso mientras que el empalme que permite conectar la misma célula al conducto que forma el lado aguas abajo de la cámara aguas abajo 16 sea, por el contrario, soldado. De esta manera, se limitan las fugas del gas que llega aguas abajo del tapón y se aumenta la precisión de la medida. Son posibles, no obstante, otras elecciones de métodos de ensamblaje de las canalizaciones que llegan y salen de la célula 10. Se puede escoger el utilizar únicamente empalmes roscados o únicamente empalmes soldados.
- 35 A fin de determinar la temperatura T del gas presente en la cámara aguas abajo 16 y en la cámara de dosificación 17, temperatura que permite aplicar las ecuaciones descritas anteriormente, se puede prever el trabajar en una habitación climatizada, con una toma de aire 18 igualmente extraído de esta habitación climatizada. Esta solución no es aplicable, por supuesto, más que si los gases manipulados no son tóxicos. Se puede, entonces, utilizar la temperatura medida por un captador en la habitación como valor T a utilizar en las ecuaciones citadas anteriormente. La temperatura T puede ser medida, preferentemente, al nivel del bastidor que soporta las células de medida 10.
- 40 Se puede, igualmente, prever el calorifugar una parte del banco de medida que comprenda las células 10 de medida, las cámaras aguas abajo 16 y las cámaras de dosificación 17. Se puede, entonces, por ejemplo, utilizar un captador de temperatura que tome la temperatura en el interior de este recinto reducido, o un captador de temperatura individual que tome la temperatura en el interior de la cámara aguas abajo 16 asociada a cada célula de medida.
- 45 A fin de que la cantidad de gas a detectar pueda originar una presión detectable por el captador 20, se ensaya el reducir en la medida de lo posible el volumen mínimo y el volumen real, de la cámara aguas abajo 16. Típicamente, para una célula de un solo tapón, el volumen mínimo comprendido entre el lado aguas abajo del tapón y la válvula 11 podrá ser, así, del orden de algunos  $\text{cm}^3$ .
- 50 En el caso de una célula apta para acoger varios tapones, el volumen global de la cámara aguas abajo 16 teniendo en cuenta la zona aguas abajo al conjunto de los tapones será más grande, pero el volumen mínimo de la cámara aguas abajo permanece inferior a  $10 \text{ cm}^3$  y, preferentemente, es inferior a  $5 \text{ cm}^3$ .
- A fin de que las operaciones de fraccionamiento de gas entre la cámara aguas abajo 16 y la cámara de dosificación 17 den las relaciones de presión utilizables, es deseable que los volúmenes de las dos cámaras 16 y 17 permanezcan del mismo orden de magnitud y, en todo caso, no difieran más de un orden de magnitud.
- 55 Se podrá, por ejemplo, utilizar cámaras de dosificación que tengan un volumen del orden de 2 a  $6 \text{ cm}^3$ , por ejemplo entre  $3 \text{ cm}^3$  y  $4,5 \text{ cm}^3$ . Oportunamente, se escogerán relaciones entre el volumen mínimo de la cámara aguas abajo 16 y el volumen de la cámara de dosificación 17, tales que el volumen de la cámara de dosificación 17 esté

comprendido entre 1/10 del volumen mínimo de la cámara aguas abajo 16 y cinco veces el volumen mínimo de la cámara aguas abajo 16.

5 La evaluación del volumen real de la cámara aguas abajo se simplificará más si el volumen de la cámara de dosificación y el volumen mínimo de la cámara aguas abajo son próximos uno del otro, por ejemplo, si el volumen de la cámara de dosificación está comprendido entre  $\frac{1}{4}$  y cuatro veces el volumen de la cámara aguas abajo.

10 La presión aguas arriba puede ser ligeramente superior a la atmosférica (1,2 atm por ejemplo), para evaluar la permeabilidad de los tapones al oxígeno. La presión aguas arriba puede ser mayor todavía para acelerar el proceso de medida, por ejemplo, del orden de tres atmósferas para medir la permeabilidad al oxígeno. Se aleja entonces de las condiciones reales de funcionamiento del tapón, permaneciendo válida la comparación de permeabilidades entre diferentes materiales a condiciones de ensayos iguales. La presión aguas arriba puede ser sensiblemente más elevada que la atmosférica, por ejemplo del orden de 7 atm, para medir la permeabilidad a los gases contenidos usualmente a presión por los tapones, por ejemplo, el CO<sub>2</sub>.

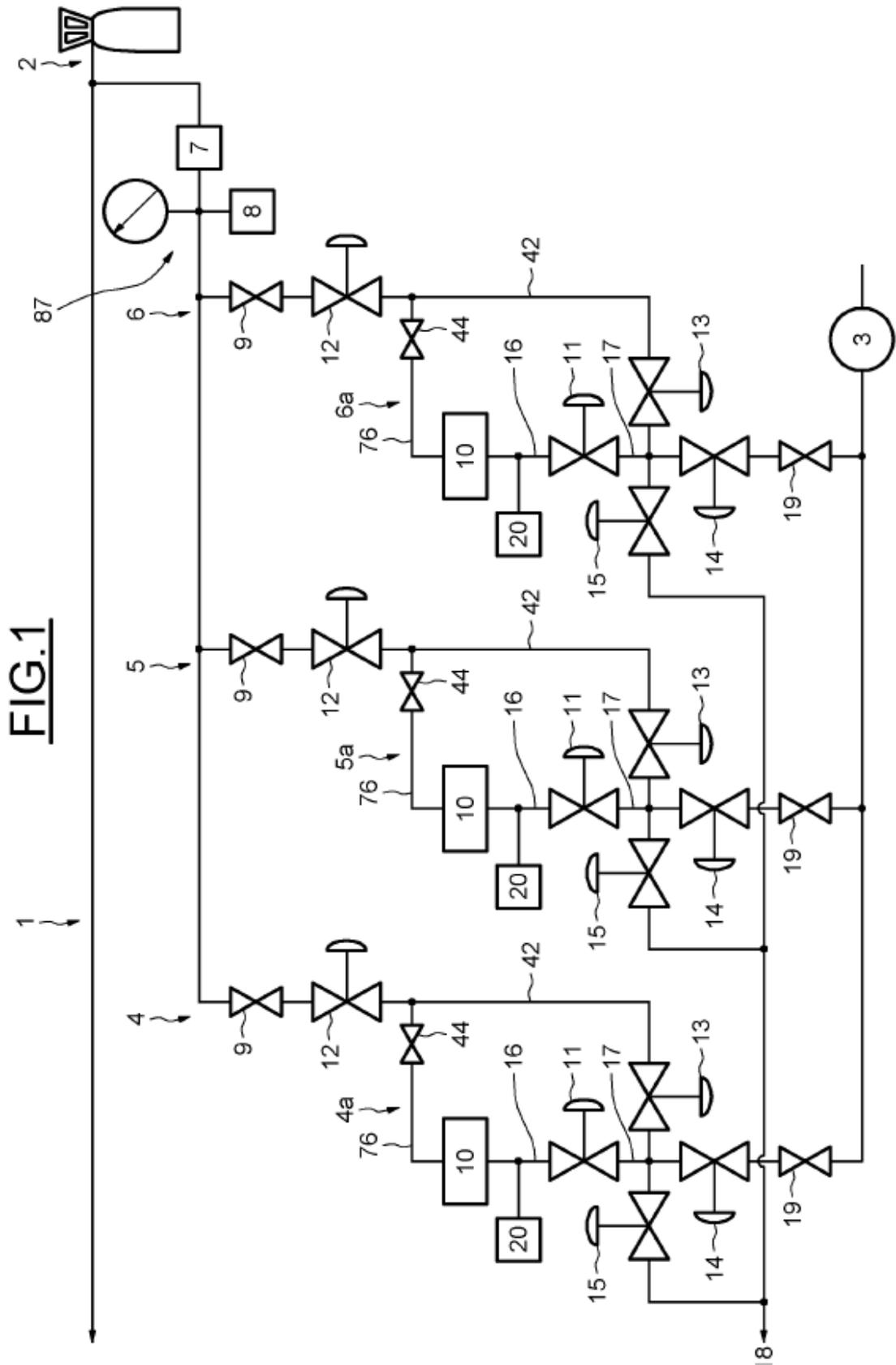
15 El dispositivo de medida según la invención permite evaluar de manera fiable y reproducible la permeabilidad de muestras de material grueso, tales como tapones de vino o de champán. La medida puede ser hecha en un tiempo limitado con respecto a los métodos de medida clásicos que miden la difusión por culombimetría. La construcción del dispositivo de medida según la invención no necesita más que elementos de canalización y válvulas estándar para gas a presión, así como captadores ampliamente difundidos en el mercado tales como captadores de presión o captadores de vacío de tipo Pirani, basados en una medida de conductancia térmica. Captadores un poco menos precisos, por ejemplo de tipo capacitivo, pueden, igualmente, utilizarse. Se evita, así, tener que recurrir a dispositivos onerosos tales como aparatos de medida culombimétricos de difusión de oxígeno.

20

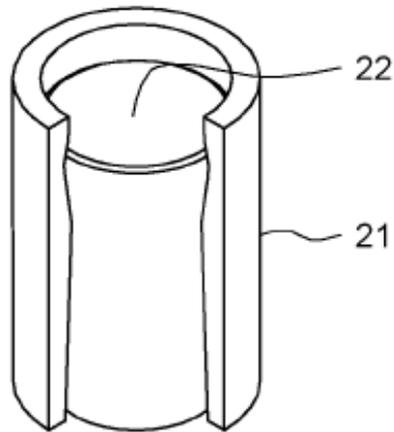
## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) para la medida de la permeabilidad a los gases de al menos un tapón (22), principalmente de un tapón (22) de botella o de tarro, que comprende:
- 5 - una célula de medida (10) en la cual el o los tapones pueden montarse de manera que se delimite una cámara aguas arriba (76) del tapón y una cámara aguas abajo (16) del tapón, no siendo posibles los intercambios gaseosos entre la cámara aguas arriba (76) y la cámara aguas abajo (16) más que atravesando el o los tapones,
  - una alimentación de gas (2) que permite imponer en la cámara aguas arriba (76) una presión aguas arriba de un primer gas, de primer valor de presión predefinido,
  - 10 - un dispositivo de bombeo (3) aguas abajo que permite imponer en la cámara aguas abajo (16) una depresión inicial de un segundo valor predefinido, inferior al primer valor, después de aislar la cámara aguas abajo (16) de intercambios gaseosos distintos de los que atraviesan el tapón (22),
  - 15 - un captador de presión (20) conectado a la cámara aguas abajo (16), estando configurada la cámara aguas abajo (16) para definir, en presencia del tapón, un primer volumen que tiene como valor un volumen real de la cámara aguas abajo que permanece constante cuando la presión interior de la cámara aguas abajo varía entre la presión aplicada y la depresión inicial, teniendo el volumen real de la cámara aguas abajo como límite inferior, en función de las posiciones de inserción de los diferentes tapones, un volumen mínimo de la cámara aguas abajo,
- caracterizado por que la cámara aguas abajo (16) está conectada por una primera válvula (11) con una cámara de dosificación (17) igualmente de volumen constante, estando dispuesta la cámara de dosificación de manera que, cuando la primera válvula (11) está cerrada, pueda ser sucesivamente conectada a, y aislada de, la atmósfera (18) o una alimentación de gas, estando comprendido el volumen de la cámara de dosificación entre 0,5 y 10 veces el volumen mínimo de la cámara aguas abajo y por que el dispositivo comprende, además, una unidad de mando configurada para evaluar, para cada nueva medida de permeabilidad de un tapón, el volumen real de la cámara aguas abajo en presencia de este tapón (16) comparando el volumen real de la cámara aguas abajo con el volumen de la cámara de dosificación (17).
- 20
- 25 2. Dispositivo de medida según la reivindicación 1, en el cual el captador (20) está colocado aguas arriba de la primera válvula (11) de manera que permite efectuar medidas de presión en la cámara aguas abajo (16) cuando la primera válvula está cerrada.
- 30 3. Dispositivo de medida según una de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende una segunda válvula (12) que permite aislar la cámara aguas arriba (76) de la alimentación de gas (2) y que comprende un conducto de derivación (42) obturable por una tercera válvula (13), entre la cámara aguas arriba (76) y la cámara de dosificación (17).
4. Dispositivo de medida según la reivindicación precedente, en el cual la cámara de dosificación (17) está conectada al dispositivo de bombeo (3) por una canalización dotada de una cuarta válvula (14) que la separa de la cámara de dosificación (17).
- 35 5. Dispositivo de medida según la reivindicación precedente, en el cual la cámara de dosificación (17) está dotada de una quinta válvula (15) que permite hacerla comunicar con la atmósfera (18).
- 40 6. Dispositivo de medida según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende una unidad electrónica de pilotaje configurada para registrar una secuencia de valores transmitidos por el captador (20) de presión, sobre un intervalo de tiempo posterior a una etapa de alimentación de gas de la cámara aguas arriba (76), y/o posterior a un intervalo de tiempo posterior a una etapa de puesta en depresión inicial de la cámara aguas abajo (16).
7. Dispositivo de medida según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual el volumen de la cámara aguas abajo es inferior a 10 cm<sup>3</sup> y, preferentemente, inferior a 5 cm<sup>3</sup>.
- 45 8. Dispositivo de medida según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual la célula de medida (10) puede estar configurada para interponer entre la cámara aguas arriba (76) y la cámara aguas abajo (16) uno o varios tapones (22), dispuestos, cada uno, en el interior de un recipiente globalmente cilíndrico (21, 32) encerrado entre una placa de distribución de gas (30, 55) que forma parte del recinto de la cámara aguas arriba (76) y una placa de recogida de gas (29, 57) que forma parte del recinto de la cámara aguas abajo (16).
- 50 9. Dispositivo de medida según la reivindicación 8, comprendiendo la célula de medida (10) al menos un cuello ficticio (41, 141) de botella cuya base está conectada de manera estanca a la placa de recogida (29, 57) y un anillo exterior (32, 132) apto para ser ensamblado por encima del cuello ficticio de manera estanca con el cuello ficticio (41, 141), y apto para ser ensamblado de manera estanca con la placa de distribución (31, 55), de manera que la cámara aguas arriba (76) comunique con al menos una parte, exterior al cuello ficticio, de un tapón o de una tapa ensamblado(a) dentro de o sobre el cuello ficticio.

- 5 10. Dispositivo de medida según la reivindicación 8, en el cual la célula de medida (10) comprende un cuello ficticio (72) de botella cuya base está conectada de manera estanca con la placa de recogida (29, 57) y comprende un anillo exterior (71) apto para ser ensamblado de manera estanca con el cuello ficticio (72) y para ser ensamblado de manera estanca con la placa de distribución (31, 55), pinzando entre el anillo exterior y entre el cuello ficticio una placa o un film de material(es) de junta (74) dispuesto(s) por encima del cuello ficticio de botella (72) y, en el cual, la placa de distribución (31) incluye un primer orificio (35a) que permite poner en comunicación la cámara aguas arriba únicamente con una parte central de la placa o del film (74) y un segundo orificio (35b) que permite poner en comunicación la cámara aguas arriba únicamente con un borde libre periférico de la placa o del film (74).
- 10 11. Dispositivo de medida según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual un solo captador depresión (20) está conectado a la cámara aguas abajo (16), presentando este captador (20) una precisión de medida de al menos 1 mbar sobre un intervalo de medida que se extiende entre cero y 10 mbar.
12. Dispositivo de medida según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual un solo captador depresión (20) está conectado a la cámara aguas abajo (16), presentando este captador (20) una precisión de medida de al menos el 20% sobre un intervalo de medida que se extiende entre  $10^{-4}$  mbar y 1 mbar.
- 15 13. Procedimiento de medida de la permeabilidad a los gases de un tapón de botella que comprende las etapas que consisten en:
- disponer el tapón (22) en una célula de medida (10) de manera que se delimite una cámara aguas arriba del tapón (76) y una cámara aguas abajo (16) del tapón, siendo posibles los intercambios gaseosos entre la cámara aguas arriba (76) y la cámara aguas abajo (16) a través del tapón,
- 20 - evaluar el volumen real de la cámara aguas abajo en presencia de este tapón (16) comparando el volumen real de la cámara aguas abajo con el de una cámara de dosificación (17) configurada para poder comunicar con la cámara aguas abajo,
- aplicar un vacío relativo, simultáneamente, en la cámara aguas arriba (76) y en la cámara aguas abajo (16) durante una duración predefinida,
- 25 - hacer el vacío en la cámara aguas abajo (16), después aislar la cámara aguas abajo de los intercambios gaseosos distintos a los que atraviesan el tapón,
- aplicar una presión de consigna aguas arriba de gas en la cámara aguas arriba (76),
  - registrar varias medidas de presión tomadas en la cámara aguas abajo (16) después de haber aislado la cámara aguas abajo (16) de los intercambios gaseosos distintos a los que atraviesan el tapón (22).
- 30 14. Procedimiento de medida según la reivindicación precedente, que comprende, además, una etapa que consiste en calcular una pendiente proporcional a una variación con respecto al tiempo del logaritmo de la diferencia entre la presión de consigna aguas arriba y la medida de presión en la cámara aguas abajo (16).
- 35 15. Procedimiento de medida según las reivindicaciones 13 o 14, que comprende, además, una etapa de evaluación del volumen real de la cámara aguas abajo (16), durante la cual se vacía la cámara de dosificación (17), después se reparte una cantidad de gas comprendida inicialmente en la cámara aguas abajo (16), entre la cámara aguas abajo (16) y la cámara de dosificación (17), se repiten las dos últimas operaciones hasta que la presión en la cámara aguas abajo (16) sea medible por un captador (20) conectado a la cámara aguas abajo (16), después se aísla la cámara aguas abajo (16), se vacía de nuevo la cámara de dosificación (17) y se reparte de nuevo la cantidad de gas comprendida en la cámara aguas abajo (16) entre las dos cámaras a fin de medir la presión del gas repartido en las
- 40 dos cámaras (16, 17).



**FIG.2**



**FIG.3**

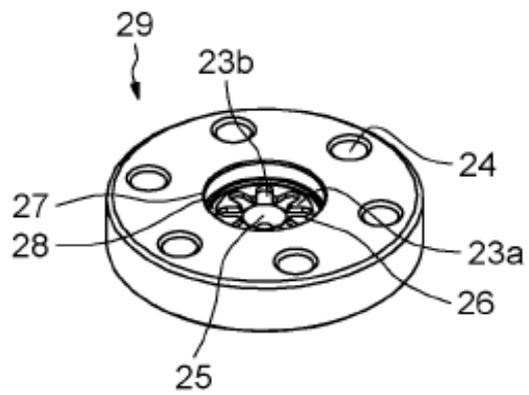
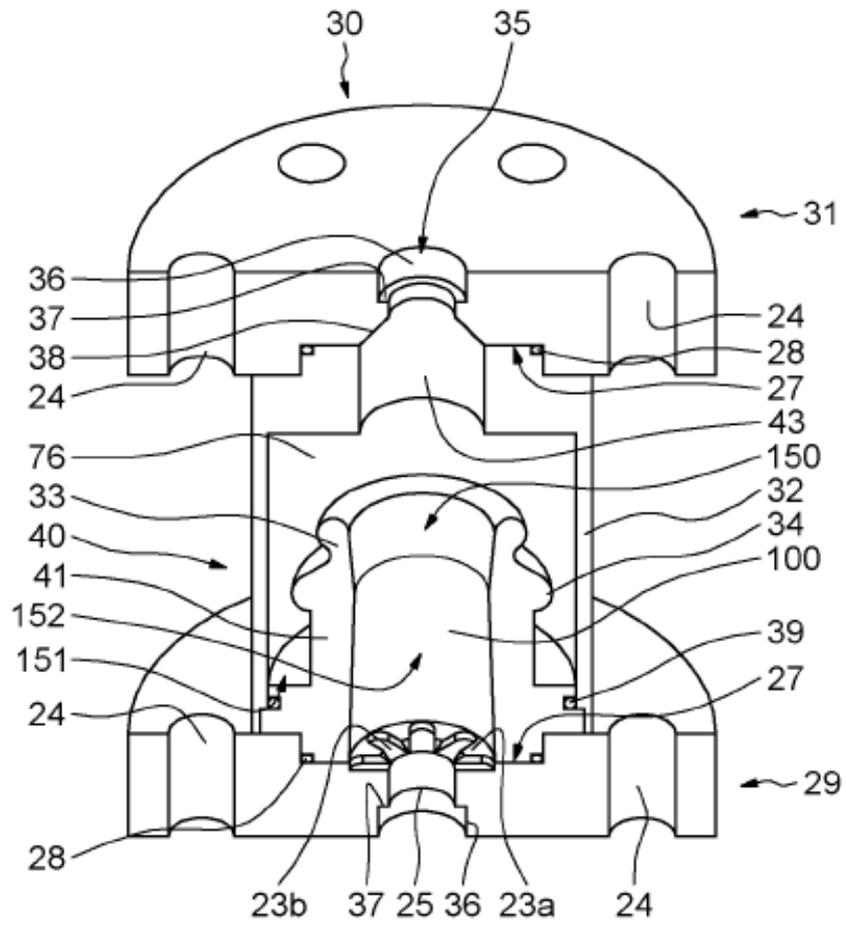
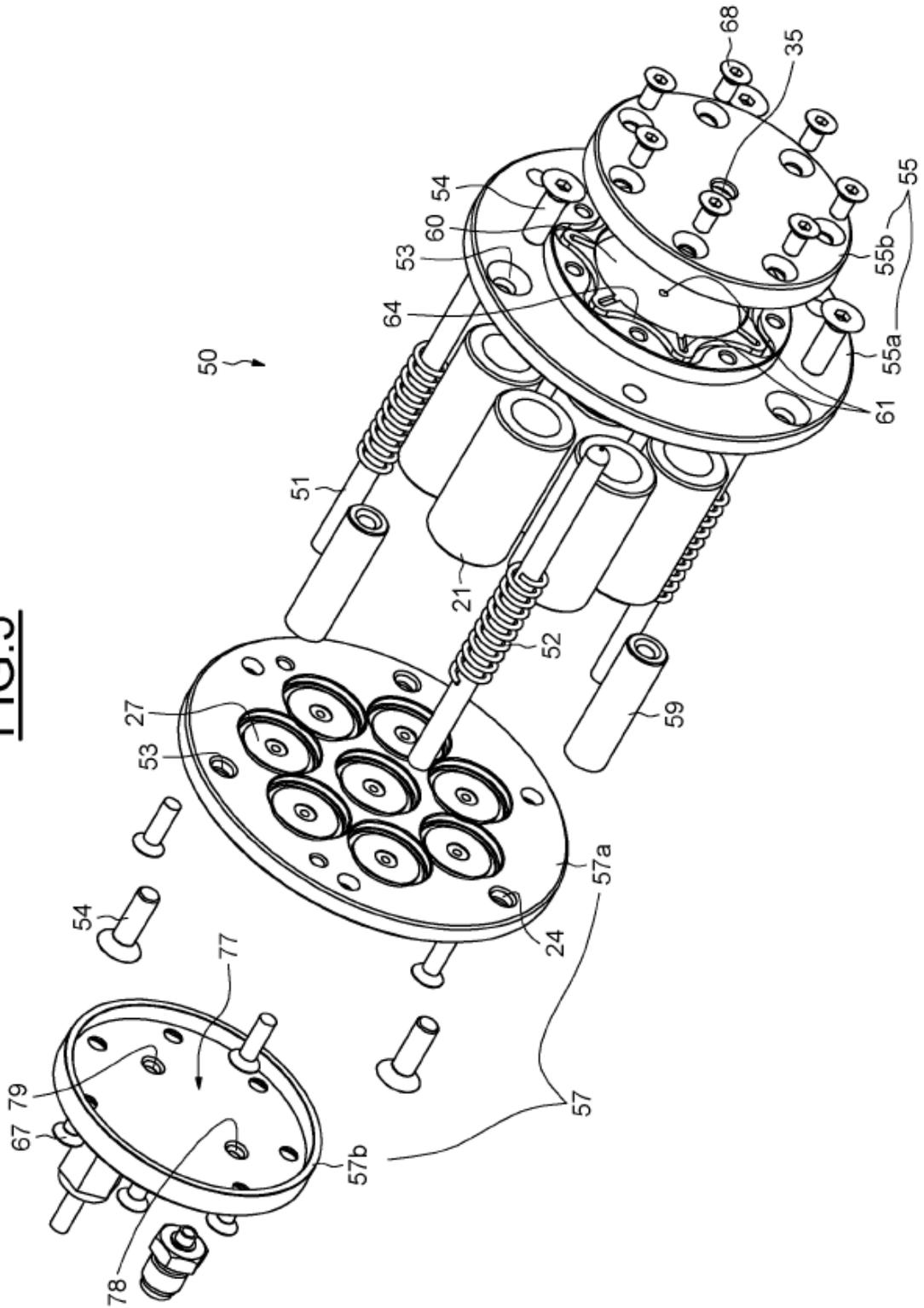


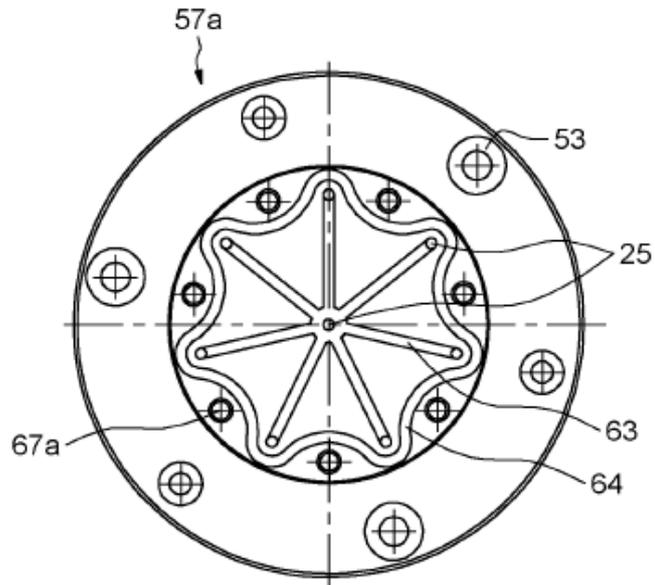
FIG.4



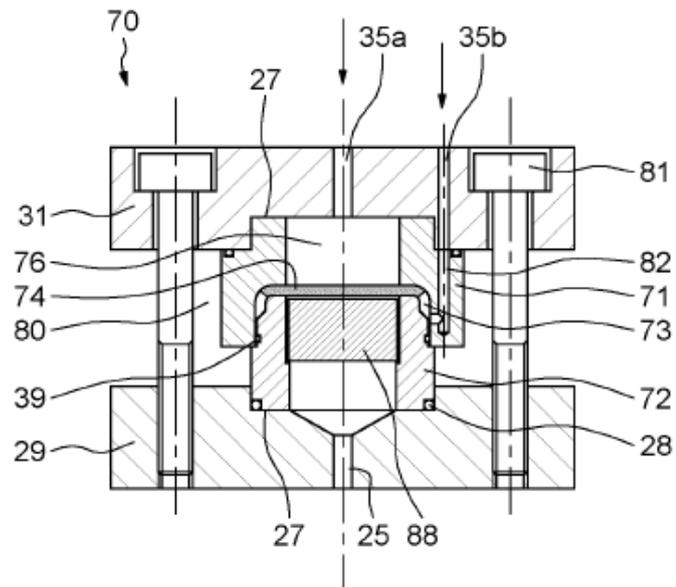
**FIG.5**



**FIG.6**



**FIG.7**



**FIG.8**

