



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 290 981**

⑤1 Int. Cl.:
G01F 15/04 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧6 Número de solicitud europea: **98401219 .5**

⑧6 Fecha de presentación : **20.05.1998**

⑧7 Número de publicación de la solicitud: **0880015**

⑧7 Fecha de publicación de la solicitud: **25.11.1998**

⑤4 Título: **Dispositivo compacto de medición de gas a presión variable.**

③0 Prioridad: **23.05.1997 FR 97 06297**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.02.2008

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.02.2008

⑦3 Titular/es: **GAZ DE FRANCE**
23, rue Philibert Delorme
75017 Paris, FR

⑦2 Inventor/es: **Cornil, Jean-Pierre;**
Dutertre, Dominique;
Mode, Laurent y
De Laharpe, Vincent

⑦4 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

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 compacto de medición de gas a presión variable.

5 La presente invención tiene por objeto un dispositivo compacto de medición de gas a presión variable, para la cuenta del volumen de gas que circula en una conducción, corriente abajo de un expansionador-regulador, que comprende sucesivamente un rectificador de flujo, un contador de velocidad y un limitador de caudal silencioso.

10 La invención se refiere más particularmente a un dispositivo aplicable a un puesto de distribución de gas que asegura las funciones de expansión y regulación de la presión de suministro del gas y de cuenta de los volúmenes de gas distribuidos.

Según una solución clásica, ilustrada en la figura 2, el gas que circula por una conducción 6A a la presión corriente arriba P_e es expandido de la presión corriente arriba P_e a una presión corriente abajo regulada P_a , en un expansionador-regulador 1A, que recibe un impulso de mando por una línea 4A que tiene origen en un tramo del conducto 3A situado corriente arriba del expansionador-regulador 1A. Un contador 2A está dispuesto entre el tramo de conducción 3A y una conducción corriente abajo de distribución 7A. El contador 2A asegura la cuenta del volumen de gas consumido, a la presión corriente abajo P_a que sólo depende del punto de consigna fijado en el regulador 1A que se esforzará en conservar esta presión constante corriente abajo. Para que la cuenta sea fiable, es necesario disponer de buenas condiciones de flujo en el tramo de conducción 3A entre el expansionador-regulador 1A y el contador 2A. Para ello, el tramo de conducción 3A debe comprender unas longitudes rectas L sustanciales. En efecto, las fuertes perturbaciones que existen en la proximidad de la válvula de expansión del regulador de presión conducen a colocar el dispositivo de cuenta de caudal de gas a una distancia con respecto al expansionador-regulador que corresponde a varias veces el diámetro de la conducción que une estos dos elementos. Esto conduce a un volumen no despreciable.

25 Según otra solución conocida, que está ilustrada en la figura 3, un contador de gas 2B está instalado corriente arriba de un expansionador-regulador 1B, provisto de una conexión 4B con el conducto corriente abajo 7D para recibir una información sobre la presión corriente abajo regulada P_a . En este caso, el tramo de conducción 5B entre el contador 2B y el expansionador-regulador 1B puede ser relativamente corto y el calibre del contador 2B puede ser reducido. En esta solución, el contador no está sometido a las perturbaciones generadas por el expansionador-regulador.

30 Sin embargo, en la solución A (cuenta corriente abajo de la expansión) como en la solución B (cuenta corriente arriba de la expansión), las conducciones de conexión que unen la entrada del puesto o del expansionador-regulador de presión al contador, tal como un contador de turbina, añaden generalmente perturbaciones suplementarias debidas a la geometría particular de las canalizaciones de conexión y a los accesorios eventualmente montados sobre estas conducciones de conexión. El contador de caudal puede recibir así un flujo de gas cuyo perfil de velocidad está deformado o que sufre unas rotaciones de la vena gaseosa, lo que es perjudicial para la calidad de la cuenta. Por otra parte, la dinámica de cuenta de los puestos equipados de estas formas, es decir la relación entre los caudales máximo $Q_{\max}$ y mínimo $Q_{\min}$ entre los cuales la metrología legal garantiza una buena precisión de cuenta en baja presión, es del orden de 20 a 30 para los contadores de volumen. Estas dinámicas son a veces demasiado bajas para cubrir el conjunto de las gamas de caudal de ciertos puestos de distribución pública y de ciertos clientes industriales. Esto conduce a medir mal los caudales bajos. Por otra parte, las reglas de dimensionado de los puestos de suministro conducen la mayor parte de los casos a instalar unos expansionadores-reguladores de capacidad muy ampliamente superior, en las condiciones normales de funcionamiento, a la de los contadores. Por consiguiente, en ciertas situaciones, existe un riesgo de deterioro del contador por sobrepasar temporalmente el caudal máximo de éste.

Se ha propuesto también, en particular en el documento EP-A-0 337 887, un puesto de expansión integrado multifuncional para la alimentación con gas de una red secundaria. En este caso, el expansionador-regulador 1C, un elemento rectificador 8C, un contador 2C y un limitador de flujo 9C (figura 4) están incorporados en un cuerpo externo único que se extiende en una distancia 5C y conectado por una parte a una conducción corriente arriba 6C en la cual reina una presión corriente arriba P_e , y por otra parte a una conducción corriente abajo 7C en la cual reina una presión corriente abajo regulada P_a . Una conexión 4C permite aplicar al expansionador-regulador 1C un impulso de mando que refleja la presión corriente abajo P_a . La cuenta se efectúa a una presión variable de cuenta P_v , que difiere de la presión corriente abajo regulada, teniendo en cuenta la presencia del limitador de caudal 9C que introduce una pérdida de carga. Esto conduce a aumentar la dinámica del contador 2C, protegiendo al mismo tiempo al contador contra eventuales sobrevelocidades.

Un contador de presión variable de este tipo es interesante por la ganancia de dinámica que permite y por su compacidad. Sin embargo, necesita una realización específica puesto que los diversos elementos del puesto de expansión deben estar integrados en una misma caja. Esto conduce en particular a una realización específica y relativamente compleja en particular del rectificador 8C y del limitador 9C.

La presente invención prevé evitar los inconvenientes citados y permitir la realización de un puesto de distribución de gas y de un dispositivo de medición de gas que sean compactos siendo al mismo tiempo modulares, aptos para incorporar fácilmente unos expansionadores-reguladores clásicos o unos contadores clásicos, y que utilizan unos elementos de rectificado de flujo gaseoso o de limitación de caudal cuya estructura permite una fabricación simplificada garantizando al mismo tiempo una gran robustez y una gran seguridad de funcionamiento.

ES 2 290 981 T3

Estos objetivos se alcanzan gracias a un dispositivo compacto de medición de gas a presión variable, para la cuenta del volumen de gas que circula por una conducción, corriente abajo de un expansionador-regulador, que comprende sucesivamente un rectificador de flujo, un contador de velocidad y un limitador de caudal silenciosos, caracterizado porque el rectificador está adaptado para ser dispuesto entre una brida de una conducción corriente arriba de la conexión al expansionador-regulador y una brida corriente arriba del contador, porque el limitador está adaptado para ser dispuesto entre una brida corriente abajo del contador o de un manguito asociado al contador y una brida de una conducción corriente abajo, y porque el rectificador comprende una corona de soporte en la cual están montadas una primera placa perforada por orificios, así como una primera placa porosa y una riostra en forma de anillo que coopera con la primera placa perforada y porque el limitador comprende una placa de acoplamiento corriente arriba que define una segunda placa perforada con una cantidad definida de orificios calibrados, cuya sección de paso total es muy inferior a la de la primera placa perforada, definiendo una segunda placa de acoplamiento porosa y una placa corriente abajo una tercera placa perforada por orificios cuya sección total de paso es muy superior a la sección total de paso de la segunda placa perforada de la placa de acoplamiento corriente arriba.

Ventajosamente, los orificios en la primera placa perforada están repartidos de forma homogénea sobre toda la superficie de esta primera placa.

Según una característica particular del rectificador, la corona de soporte presenta en la proximidad de su cara corriente abajo, un escalonado que forma resalte radialmente hacia el interior de la corona de soporte y la primera placa perforada está dispuesta directamente en contacto con dicho escalonado.

En este caso, ventajosamente, la primera placa perforada, la primera placa porosa y la riostra constituyen un apilamiento que queda a tope contra el escalonado de la corona de soporte y la suma de los espesores, en el sentido axial, de la primera placa perforada, de la primera placa porosa y de la riostra es ligeramente superior a la distancia, en el sentido axial, entre el escalonado corriente abajo de la corona de soporte y la cara corriente arriba de dicha corona de soporte de tal manera que el apriete del apilamiento entre la brida de la conducción corriente arriba de la conexión y la brida corriente arriba del contador aplasta ligeramente la primera placa porosa. De esta manera, se elimina cualquier posibilidad de juego entre los diversos elementos del apilamiento.

Según un modo de realización posible, la primera placa porosa está dispuesta directamente contra la primera placa perforada y la riostra en forma de anillo está dispuesta corriente arriba de la primera placa porosa.

Según otro modo de realización posible, la riostra está dispuesta directamente contra la primera placa perforada y la primera placa porosa está dispuesta corriente arriba de la riostra.

Según otro modo de realización posible, la primera placa perforada por orificios repartidos de forma homogénea en toda la superficie de esta primera placa está constituida por la parte central de una placa de acoplamiento corriente arriba cuya parte periférica define, por una parte, la riostra y, por otra parte, una parte corriente arriba de la corona de soporte, la primera placa porosa es mantenida aplicada por la riostra contra una cuarta placa perforada por orificios cuya sección individual es superior a la de los orificios de la primera placa perforada y cuya sección total de paso es muy superior a la sección total de paso de la primera placa perforada, y la cuarta placa perforada está constituida por la parte central de una placa de acoplamiento corriente abajo cuya parte periférica define una parte corriente abajo de la corona de soporte.

Según otra característica de la invención, la placa de acoplamiento corriente arriba del limitador, define sobre su cara corriente abajo un anillo riostra que coopera con la placa de acoplamiento corriente abajo del limitador para mantener sin juego la segunda placa porosa aplicada contra la tercera placa perforada de la placa de acoplamiento corriente abajo.

Preferentemente, se deja un espacio libre entre la segunda placa perforada y la segunda placa porosa y presenta en el sentido axial un espesor del orden del doble del diámetro d de los orificios calibrados de la segunda placa perforada de la placa de acoplamiento corriente arriba.

La presencia de un espacio libre entre la segunda placa perforada y la segunda placa porosa permite un mejor control del coeficiente de caudal del limitador en el sentido de que a nivel de cada orificio, en régimen crítico, el poro no pasa a perturbar el establecimiento del cuello sónico. Unos estudios han demostrado que este cuello sónico puede establecerse, en el caso de orificios cilíndricos, a la salida del orificio, en la parte más cerrada de la vena gaseosa (vena contracta) a una distancia del orden del diámetro del orificio. El cuerpo poroso viene a continuación corriente abajo para atenuar el ruido generado por las ondas de choque de recompresión del gas y por la turbulencia.

Ventajosamente, el rectificador presenta en el sentido axial un espesor del orden del tercio del diámetro nominal D de la conducción.

Asimismo, el limitador presenta en el sentido axial un espesor del orden del tercio del diámetro nominal D de la conducción.

Las primera y segunda placas porosas presentan un espesor comprendido entre 5 y 20 mm, preferentemente próximo a 10 mm.

ES 2 290 981 T3

Ventajosamente, las primera y la segunda placas porosas están constituidas por una espuma de níquel-cromo muy aireada cuya densidad es del orden de $0,6 \text{ g/cm}^3$ y cuya relación entre el volumen ocupado y el volumen total es de orden de 6%.

- 5 Según otra característica particular de la invención, el número n de orificios calibrados de la segunda placa perforada es determinado por un valor aproximado de la relación Q/q entre el coeficiente de caudal global Q del limitador, que es inferior o igual al caudal nominal del contador, y el coeficiente de caudal q de un orificio calibrado, que es determinado por la fórmula

10
$$q = KS \sqrt{T_c P_o / 2 \rho_o T_o}$$

- 15 en la que S es la sección de un orificio calibrado, K es un coeficiente que depende de la forma del orificio, T_c es la temperatura corriente arriba del limitador, y P_o , T_o y ρ_o son las condiciones normales de presión, temperatura y masa volúmica del gas considerado.

Preferentemente, los orificios calibrados de la primera placa perforada del rectificador presentan un diámetro que está comprendido entre $1/30$ y $1/6$ del diámetro nominal de la conducción.

- 20 Unos modos de realización preferidos de las placas perforadas se indican a continuación:

- 25 La primera placa perforada comprende entre 25 y 335 orificios repartidos sobre cuatro a diez coronas concéntricas. El diámetro de los orificios puede ser diferente de una corona a la otra. Sin embargo, según una forma de realización simplificada, los orificios de la primera capa perforada son de diámetros idénticos.

La segunda placa perforada de la placa de acoplamiento corriente arriba comprende entre 8 y 100 orificios calibrados repartidos de forma homogénea sobre tres a seis coronas concéntricas. Los orificios calibrados de esta segunda placa perforada presentan ventajosamente todos el mismo diámetro.

- 30 La tercera placa perforada de la placa de acoplamiento corriente abajo comprende entre 20 y 40 orificios repartidos de forma homogénea sobre dos a cuatro coronas concéntricas. Sin embargo, se observará que la función esencial de la tercera placa perforada es sostener la segunda placa porosa sin perturbar el flujo siendo al mismo tiempo capaz, en caso accidental de colmatado de esta placa, de absorber los esfuerzos debidos a la diferencia de presión entre corriente arriba y corriente abajo. La característica principal de la tercera placa perforada no impide por tanto que la superficie
35 de paso total del gas sea grande con respecto a la de la placa de acoplamiento corriente arriba.

Las segunda y tercera placas perforadas comprenden por lo menos un orificio central.

- 40 Según una característica particular, algunos orificios calibrados de la segunda placa perforada son ocultos de forma selectiva por unos tornillos para adaptar el coeficiente de caudal global Q al calibre del contador en función de la densidad del gas.

- 45 Otras características y ventajas de la invención se pondrán más claramente de la descripción siguiente de modos particulares de realización dados a título de ejemplo, con referencia a los planos anexos, en los que:

- la figura 1 es una vista de conjunto, en sección axial, de un dispositivo compacto de medición de gas según la invención,

- 50 - la figura 2 es un esquema de principio de un puesto de distribución de gas clásico con cuenta corriente abajo del expansionador-regulador,

- la figura 3 es un esquema de principio de un puesto de distribución de gas clásico con cuenta corriente arriba del expansionador-regulador,

- 55 - la figura 4 es un esquema de principio de un puesto de expansión de gas integrado multifuncional conocido que aplica el principio de cuenta a presión variable,

- 60 - la figura 5 es un gráfico que da la evolución del caudal volumétrico bruto Q_v en función del caudal normal Q_n para una cuenta a presión variable,

- la figura 6 es un gráfico que da la evolución de la presión de cuenta P_v en función del caudal normal Q_n ,

- 65 - la figura 7 es una vista en sección axial de un primer modo de realización de un rectificador incorporado en un dispositivo según la invención,

- la figura 8 es una vista en sección axial de un segundo modo de realización de un rectificador incorporado en un dispositivo según la invención,

- la figura 9 es una vista en sección axial, según la línea IX-IX de la figura 10, de un ejemplo de placa perforada de un rectificador incorporado en un dispositivo según la invención,

- la figura 10 es una vista frontal de la placa perforada de la figura 9,

- la figura 11 es una vista en sección axial, según la línea XI-XI de la figura 12, de un primer ejemplo de placa de acoplamiento corriente arriba de un limitador incorporado en un dispositivo según la invención,

- la figura 12 es una vista frontal de la placa de acoplamiento corriente arriba de la figura 11,

- la figura 13 es una vista en sección axial, según la línea XIII-XIII de la figura 14, de un primer ejemplo de placa de acoplamiento corriente abajo de un limitador incorporado en un dispositivo según la invención,

- la figura 14 es una vista frontal de la placa de acoplamiento corriente abajo de la figura 13,

- la figura 15 es una vista frontal de un segundo ejemplo de placa de acoplamiento corriente arriba de un limitador incorporado en un dispositivo según la invención,

- la figura 16 es una vista en sección axial según la línea XVI-XVI de la figura 15,

- la figura 17 es una vista frontal de un segundo ejemplo de placa de acoplamiento corriente abajo de un limitador incorporado en un dispositivo según la invención,

- la figura 18 es una vista en sección axial según la línea XVIII-XVIII de la figura 17, y

- la figura 19 es una vista en sección axial de un tercer modo particular de realización de un rectificador incorporado en un dispositivo según la invención.

El dispositivo de medición de gas a presión variable según la invención se basa en el principio de funcionamiento ilustrado con referencia a la figura 4, pero incluye un conjunto de subconjuntos modulares que no están incorporados en una misma caja contrariamente a las formas de realización presentadas en el documento EP-A-0 337 887. Además, la configuración del módulo que constituye el rectificador y la del módulo que constituye el limitador de caudal, que serán explicadas más adelante, están adaptadas para facilitar la realización y asegurar una gran fiabilidad de funcionamiento.

En el caso de un dispositivo de cuenta a presión variable, el valor del coeficiente de caudal global Q del limitador es inferior o igual al caudal máximo de contador, de manera que no esté nunca, cualquiera que sea la configuración de funcionamiento, sobrepasado de capacidad. Así, la velocidad del gas en el contador no sobrepasa el valor nominal máximo correspondiente al caudal nominal del contador. La presión P_v a nivel del contador puede así variar de la presión corriente abajo P_a a una presión próxima a la presión corriente arriba P_e en función del caudal del puesto.

Los fenómenos puestos en juego en una cuenta a presión variable serán explicados a continuación para las diferentes zonas de funcionamiento A, B, C, D, con referencia a los gráficos de las figuras 5 y 6 que representan respectivamente el caudal volúmico bruto Q_v (en m^3/h) en función del caudal normal Q_n (en m^3/h) y la presión variable de cuenta P_v (en bar) en función del caudal nominal Q_n (en m^3/h) en el caso de un limitador de caudal de coeficiente de caudal $Q = 400 \text{ m}^3/\text{h}/\text{bar}$ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{bar}^{-1}$).

Para la curva $Q_v = f(Q_n)$ de la figura 5, se observa un régimen subsónico por debajo de un valor Q_n igual a $4.000 \text{ m}^3/\text{h}$ y un régimen sónico más allá de este valor.

Para la curva $P_v = f(Q_n)$ de la figura 6, se observa una sección no lineal por debajo del valor Q_n igual a $4.000 \text{ m}^3/\text{h}$ y una sección lineal más allá de este valor.

La curva P_v en función de Q_n se calcula de la forma siguiente:

$$P_v = P_a + ((Q_n/2Q)^2)P_a \text{ para } P_a < P_v < 2P_a$$

$$P_v = Q_n/Q \text{ para } P_v > 2P_a$$

$$\text{con } P_a = 5 \text{ bar y } Q = 400 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{bar}^{-1},$$

$$\text{a } 12.000 \text{ m}^3/\text{h} \text{ se obtiene } P_v = 30 \text{ bar}.$$

En la zona de funcionamiento A, de caudal bajo, la velocidad a través del limitador es baja y por tanto la pérdida de carga es pequeña. La presión de cuenta es sustancialmente igual a la presión corriente abajo de la red y la expansión es completamente realizada por el expansionador-regulador.

En la zona de funcionamiento B, la velocidad del gas a través del limitador aumenta y la pérdida de carga aumenta en consecuencia. Mientras las velocidades son bajas con respecto a la velocidad del sonido, se permanece en el campo

ES 2 290 981 T3

de lo incompresible y el aumento de la diferencia de presión en los extremos del limitador es proporcional a la ganancia de energía cinética. Una parte de la expansión es realizada por el expansionador-regulador y la otra por el limitador de caudal.

5 En la zona de funcionamiento C, la velocidad del gas en el limitador resulta aproximada a la velocidad del sonido y aparecen unos fenómenos más complejos (compresibles) hasta el punto crítico, donde se alcanza el caudal volúmico máximo del limitador.

10 En la zona de funcionamiento D, se está en régimen crítico, es decir que el caudal normal varía proporcionalmente a la presión corriente arriba del limitador. Así, la presión de cuenta P_v continúa aumentando mientras el caudal normal en la red aumenta y hasta que la presión intermedia sea próxima a la presión corriente arriba. En este punto, el expansionador-regulador se encuentra en plena apertura y la expansión es casi enteramente realizada por el limitador. El expansionador-regulador regula mientras el caudal requerido no sobrepasa su propia capacidad.

15 Dimensionando correctamente el contador y el limitador, se obtiene para el puesto de cuenta a presión variable una capacidad (caudal normal máximo admisible) igual a la de un puesto sin cuenta a presión variable, mejorando al mismo tiempo la dinámica del contador.

20 Si el contador está constituido por un contador de velocidad, por ejemplo de turbina, o volumétrico, la dinámica de DYNcpv de la cuenta a presión variable estará determinada en función de la dinámica DYNca de una cuenta corriente abajo, por la fórmula siguiente:

$$\text{DYNcpv} = Q_{n \text{ max}}/Q_{n \text{ min}} = Q_{\text{max}}/Q_{\text{min}} \cdot P_e/P_a = \text{DYNca} \cdot P_e/P_a$$

25 en la que Q_{max} y Q_{min} son los caudales brutos máximo y mínimo del contador en las condiciones de referencia para las cuales el constructor ha certificado la exactitud del contador.

30 La dinámica de origen del contador es así multiplicada por la relación P_e/P_a entre la presión corriente arriba P_e del expansionador (presión de la red) y la presión corriente abajo P_a del poste de expansión (presión de suministro). Esto permite alcanzar unas dinámicas de 100 a 150, reduciendo al mismo tiempo el calibre del contador.

35 La cuenta a presión variable permite además aumentar la precisión de la cuenta a bajos caudales sin aumento del volumen general del puesto de expansión. Los riesgos de hielo del contador en periodo de gran consumo están también disminuidos. Por otra parte, la presencia de un limitador de caudal asegura una protección del contador con respecto a las sobrevelocidades.

40 Se describirá ahora de forma más detallada y estructural con referencia a las figuras 7 a 18 un dispositivo de cuenta a presión variable según la invención que permite obtener las ventajas recordadas anteriormente presentando al mismo tiempo una gran simplicidad de fabricación.

45 La figura 1 representa una vista de conjunto de dicho dispositivo de cuenta a presión variable que comprende de forma modular, de corriente arriba hacia corriente abajo, un acondicionador de flujo o rectificador 10, un contador de velocidad 20 y un limitador de caudal silencioso 30. Estos tres módulos principales están asociados en cascada. Así, el rectificador 10 está dispuesto contra la brida corriente arriba 204 del contador 20 mientras que el limitador 30 está dispuesto contra la brida corriente abajo del contador 20 (cuando el manguito 40 no está presente). Resulta de ello una gran compacidad del conjunto del dispositivo, cuya longitud puede fácilmente ser inferior a cuatro veces al diámetro nominal D de las conducciones a las cuales está conectado el dispositivo.

50 El rectificador 10 está interpuesto entre la brida 51 de un tramo de conducción corriente arriba 50 que conduce al expansionador-regulador y la brida corriente arriba 204 del contador 20. El limitador 30 puede estar interpuesto de la misma manera entre la brida 71 de la conducción corriente arriba 70 y la brida corriente abajo 205 del contador 20.

55 En la figura 1, se ha representado el caso particular de un contador 20 que está equipado con una toma de presión integrada 202 pero no presenta toma de temperatura integrada. En este caso, un manguito 40 equipado con una perforación 402 para una toma de temperatura, está intercalado entre el contador 20 y el limitador 30. Es entonces la brida corriente abajo 404 del manguito 40 la que está en contacto con el limitador 30 y la brida corriente arriba 403 del manguito 40 está unida a la brida corriente abajo 205 del contador 20. El manguito 40 es por tanto un elemento opcional que es omitido cuando el contador 20 comprende una toma de temperatura integrada, quedando entonces el
60 limitador 30 directamente en contacto con la brida corriente abajo 205 del contador 20.

El contador 20 es del tipo contador de velocidad y puede comprender el elemento activo 203 del tipo turbina.

65 Unas juntas de estanqueidad tales como unas juntas tóricas 107, 106, 405, 304, 306 están interpuestas entre los elementos sucesivos constituidos por la conducción corriente arriba 50, el rectificador 10, el contador 20, el manguito 40, el limitador 30. Una junta de estanqueidad 305 está también interpuesta entre la placa de acoplamiento corriente arriba 301 y la placa de acoplamiento corriente abajo 303 que constituyen el limitador 30.

ES 2 290 981 T3

El cuerpo cilíndrico 201 del contador 20 y el cuerpo cilíndrico 401 del manguito 40 definen un diámetro interno que corresponde al diámetro nominal de los conductos corriente arriba 50 y corriente abajo 70.

Se describirá ahora de forma más particular con referencia a las figuras 1 y 7 a 10 la configuración de un rectificador 10 adaptado al dispositivo de cuenta según la invención y que permite suprimir las turbulencias u otros efectos de chorro y de rotación del flujo que pueden ser introducidos por el paso del gas en el expansionador-regulador y en ciertos elementos de conducción situados corriente arriba del dispositivo de cuenta tales como los dobles codos o té por ejemplo.

Así, el rectificador 10, o acondicionador de flujo dispuesto a la entrada del dispositivo de cuentas según la invención, permite, gracias a su configuración, obtener un flujo a nivel del contador que es a la vez simétrico con respecto al eje de la conducción, sin rotación de la vena gaseosa y con un nivel de turbulencia bajo.

El rectificador 10 comprende esencialmente cuatro elementos concéntricos que presentan una simetría de revolución alrededor del eje del dispositivo. Una corona de soporte 101 define una abertura circular concéntrica en la misma pieza y presenta una parte corriente arriba cuya abertura cilíndrica presenta un diámetro ligeramente superior al diámetro nominal de la conducción corriente arriba 50 y del contador 20. La corona de soporte 101 presenta además en su parte corriente abajo un escalonado 112 que define una abertura cuyo diámetro corresponde esencialmente al diámetro nominal de la conducción 50 y al del contador 20. Un apilamiento de tres elementos 102, 103, 104 está dispuesto en la parte corriente arriba del cuerpo 110 de la corona de soporte 101 y queda a tope contra el escalonado 112. Este apilamiento está compuesto por una riostra en forma de anillo 102, por una placa porosa 103 y una placa perforada 104.

Según una disposición ventajosa, representada en las figuras 1 y 7, la placa porosa 103 descansa directamente sobre la placa perforada 104, corriente arriba de ésta, y el anillo riostra 102 está a su vez dispuesto corriente arriba de la placa porosa 103 y mantiene esta última aplicada contra la placa perforada 104. Con esta disposición la placa porosa 103 puede ser uniformemente soportada por la placa perforada 104. Esto es importante en caso de aplastamiento de la placa porosa 103. En efecto, en este caso, la pérdida de carga puede ser importante a ambos lados de la placa porosa 103 y los esfuerzos de presión sobre esta placa pueden resultar superiores a la resistencia de los materiales. El hecho de que la placa perforada 104 pueda absorber los esfuerzos suplementarios ejercidos sobre la placa porosa 103 evita que la placa porosa 103 sea deformada o se rompa.

En el caso en que se utilice un gas limpio con el cual la probabilidad de colmatado de material poroso es baja, o si se efectúan visitas de mantenimiento regulares, se puede adoptar para rectificador 10 la configuración representada en la figura 8. En la figura 8 los diferentes elementos que corresponden al rectificador 10 de la figura 7 están designados por los mismos números de referencia, pero provistos de prima. El modo de realización de la figura 8 difiere esencialmente del de la figura 7 por el hecho de que el anillo riostra 102' está interpuesto entre la placa porosa 103' y la placa perforada 104'. Los elementos 103', 102', 104' forman así un apilamiento en este orden que está aplicado contra el escalonado 112' de la corona de soporte 101'. Según esta configuración, un espacio es dejado entre el cuerpo poroso 103' y la placa perforada 104'. Esto permite mejorar la eficacia del rectificador en lo que concierne a la atenuación de la asimetría.

Los espesores de la placa perforada 104, 104', de la placa porosa 103, 103' y del anillo riostra 102, 102' pueden ser optimizados para obtener una mejor eficacia contra las perturbaciones de flujo. La elección del diámetro, del número y de la disposición de los orificios de la placa permite también realizar esta optimización. Preferentemente, la suma de los espesores de estos tres elementos que constituyen el apilamiento dispuesto contra el escalonado 112, 112' es ligeramente superior a la longitud en el sentido axial de la abertura circular de la corona de soporte 101, 101', tomada entre el escalonado 112, 112' y la cara corriente arriba de la corona de soporte 101, 101', de tal manera que el apriete del conjunto entre la brida 51 de la conducción corriente arriba 50 y la brida corriente arriba 204 del contador 20 venga a aplastar ligeramente la placa porosa 103, 103' y bloquee completamente el apilamiento 102, 103, 104 ó 103', 102', 104'. Se evita así cualquier juego susceptible de provocar vibraciones y ruido.

Unas juntas 106, 106'; 107, 107' tales como unas juntas tóricas, están dispuestas en unas gargantas anulares mecanizadas en las caras corriente abajo y corriente arriba de la corona de soporte 101, 101' que están en contacto respectivamente con la cara superior de la brida 204 del contador 20 y la cara sobreelevada de la brida 51 de la conducción corriente arriba 50.

Como se ha representado en las figuras 7 y 8, un escalonado suplementario 111, 111' puede estar realizado en la periferia de la cara corriente abajo de la corona de soporte 101, 101' de manera que facilite el centrado con respecto a la brida 204 del contador 20. En este caso, el diámetro exterior de la corona de soporte 101, 101' es ligeramente superior al de la brida 204 y el escalonado suplementario 111, 111' pasa a ajustarse alrededor de la superficie periférica de la brida 204. El contacto axial entre la corona de soporte 101, 101' y la brida 204 se efectúa en todos los casos a nivel de las juntas 106, 106'. El diámetro exterior de la corona de soporte 101, 101' puede también ser inferior al de la brida 204. En este caso, la brida 204 presenta una cara sobreelevada 241 (figura 1).

El diámetro interior de anillo riostra 102, así como el del escalonado 112 son ambos iguales al diámetro interior de la conducción corriente arriba 50 y del contador 20 para evitar variaciones brutales de diámetro interior que podrían perturbar el flujo gaseoso.

ES 2 290 981 T3

Un orificio radial 105, 105' está perforado en el cuerpo 110, 110' de la corona de soporte 101, 101' para conectar el chorro del piloto del expansionador-regulador. Esto permite tomar en cuenta en el contador 20 el caudal del sistema de mando del expansionador dispuesto corriente arriba del rectificador 10. En el modo de realización de la figura 7, el orificio 105 desemboca en la placa porosa 103. Esto tiene por efecto difundir el chorro provocado por el caudal del piloto y eliminar así la asimetría que podría ser generada a caudales bajos.

La densidad del cuerpo poroso 103 puede ser adaptada en función de las necesidades. El grano del cuerpo poroso 103 debe ser suficientemente fino para eliminar eficazmente a las perturbaciones de flujo, pero puede ser elegido un grano más grande cuando es esencial evitar cualquier riesgo de colmatado. Se puede utilizar ventajosamente un material poroso constituido por una espuma de níquel-cromo muy aireada con una densidad de aproximadamente 0,6 g/cm³ cuya relación entre volumen ocupado y volumen total es del orden del 6%. Un ejemplo de dicho material es comercializado por la sociedad SUMITOMO EUROPE LTD bajo la denominación de Celmet. La superficie de contacto con el flujo es función de las dimensiones de las mallas y varía entre 500 m²/m³ para unas mallas bastas y 2.500 m²/m³ para unas mallas finas. Cuanto más finas son las mallas, más aumenta la pérdida de carga por viscosidad. Para el aire a la presión atmosférica a la velocidad de 10 m s⁻¹, el coeficiente de pérdida de carga (pérdida de carga/presión dinámica) varía entre 2,7 y 15,7, lo que asegura una gran eficacia para eliminar las asimetrías y atenuar los altos niveles de turbulencia. La presencia del material poroso 103 protege el contador 20 contra la proyección de desechos o de bloques de hielo o de hidratos que podrían dañar las palas de la turbina 103 del contador cuando se utiliza un contador de turbina.

Un ejemplo de placa perforada 104, adaptada a una conducción de diámetro nominal 150 mm está representada en las figuras 9 y 10. Un conjunto 335 orificios 140 de diámetro 5,5 mm están repartidos de forma homogénea en toda la sección de la placa 104. Los orificios 140 comprenden unos orificios repartidos sobre diez coronas concéntricas 141 a 150. A título de ejemplo, los orificios 140 repartidos en coronas concéntricas comprenden a partir de la periferia de la placa, una corona 141 de 65 orificios, una corona 142 de 55 orificios, una corona 143 de 48 orificios, una corona 144 de 45 orificios, una corona 145 de 36 orificios, una corona 146 de 30 orificios, una corona 147 de 24 orificios, una corona 148 de 18 orificios, una corona 149 de 10 orificios y una corona 150 de 4 orificios. En una misma corona, los orificios están regularmente repartidos, los intervalos entre las líneas medias de coronas adyacentes pueden ser por ejemplo de 7,5 mm.

El diámetro de los orificios 140 puede estar comprendido entre 1/30 y 1/6 del diámetro nominal de la conducción. El número total de orificios 140 y el número de coronas concéntricas pueden variar naturalmente en función del diámetro nominal de la conducción.

La superficie total de paso del gas debe ser suficiente para minimizar la pérdida de carga del rectificador y no limitar la ganancia de dinámica aportada por el contador a presión variable.

Los orificios 140 de la placa 104 no son forzosamente todos del mismo diámetro. Sin embargo, la realización puede ser simplificada si se realiza una placa perforada con una multiplicidad de pequeños orificios de diámetros todos idénticos, como se ha representado en la figura 10.

Un rectificador según la invención, que presenta un volumen reducido, de una anchura del orden del tercio del diámetro nominal de la conducción de transporte de gas, permite eliminar las longitudes rectas recomendadas habitualmente y colocar el contador 20 directamente corriente abajo del expansionador o de otro obstáculo presente en un puesto de expansión, tal como un codo, un codo doble, una té, un divergente, un convergente. A título de comparación, cuando se utiliza un rectificador clásico, la norma americana AGA 7 sobre los contadores de turbinas recomienda en configuración estándar el uso de un rectificador clásico dejando una longitud recta como mínimo igual a cinco veces el diámetro nominal de la conducción, entre la cara corriente abajo del rectificador y el contador, debiendo la longitud recta entre el contador y el último obstáculo ser de 10 veces el diámetro nominal de la conducción, en ausencia de rectificador.

Como comparación, el rectificador 10 según la invención cuya longitud es ampliamente inferior al diámetro nominal de la conducción, permite reducir al mínimo la distancia entre el contador 20 y el último obstáculo sobre la conducción corriente arriba 50.

Además, en la medida en que el rectificador 10 está totalmente dispuesto entre las bridas de montaje y no está insertado en el interior de una porción recta de canalización, el montaje y el desmontaje están facilitados, pudiendo la fijación ser realizada por simple atornillado, y no es necesario retirar un tramo de conducción. Por otra parte, la disposición de los elementos en 102, 103, 104 en forma de un apilamiento dispuesto en la corona de soporte 101 permite, sin modificar la configuración del puesto de expansión, modificar fácilmente la configuración del rectificador 10 y cambiar la capa porosa 103, la capa perforada 104 o el anillo riostra 102 para reemplazar un elemento que falla o adaptar las características del rectificador, incluso suprimir la función rectificador conservando sólo la corona de soporte 101. La conducción modular del rectificador 10 constituye así una característica esencial de la invención.

Se describirá ahora con referencia a las figuras 1 y 11 a 18 unos ejemplos de limitador 30 de acuerdo con la invención.

ES 2 290 981 T3

La función del limitador 30 es limitar la sección de paso del gas para que el caudal volúmico bruto que pasa por el contador 20 no sobrepase la capacidad máxima del contador, es decir su caudal nominal. En efecto, una sobrevelocidad demasiado elevada o prolongada del gas en el contador 20 puede conducir a la degradación del contador por rotura de las palas o el dañado de los cojinetes de la turbina.

El limitador de caudal 30 comprende esencialmente una placa de acoplamiento corriente arriba 301, que define una placa perforada por un número de orificios calibrados 310, una placa porosa 302, cuya constitución y características pueden ser semejantes a las de la placa porosa 103 del rectificador 10, y una placa de acoplamiento corriente abajo 303 que define una placa perforada por orificios 330 cuya sección individual es muy superior a la de los orificios calibrados 310 y cuya sección total de paso es también muy superior a la sección total de paso de los orificios 310 de la placa de acoplamiento corriente arriba 301, y muy próxima a la superficie total de la sección de paso de la conducción corriente abajo 70.

La placa de acoplamiento corriente abajo 303 define en su parte corriente arriba un alojamiento 331 cuyo diámetro interior corresponde al diámetro exterior de la placa porosa 302, de tal manera que la placa porosa 302 puede estar dispuesta en el alojamiento 331 inmediatamente contra la parte de la placa de acoplamiento corriente abajo que constituye la placa perforada por orificios 330 y asegura esencialmente una función de soporte mecánico de la placa porosa 302. La placa corriente arriba 301 presenta a su vez en su cara corriente abajo (figura 11) un anillo riostra 313 que se encaja en el alojamiento 331 de la placa de acoplamiento corriente abajo 303 y se apoya sobre la placa porosa 302 para presionar ésta contra la placa perforada que constituye el fondo de la placa corriente abajo 303, lo que evita cualquier juego que podría ser el origen de vibración. Un espacio libre 320 está en todos los casos dejado en la placa de acoplamiento corriente arriba 301 entre la placa perforada por orificios calibrados 310 y la placa porosa 302 (figura 1). Este espacio libre 320 presenta preferentemente, en el sentido axial, un espesor del orden del doble del diámetro d de los orificios calibrados 310. El espacio libre 320 permite que la placa porosa 302 desempeñe la función de silencioso y absorba mejor el ruido emitido por las ondas de choque de recompresión del gas y por la turbulencia que sigue a la expansión sónica del gas por los orificios calibrados 310.

El conjunto del limitador 30 es así modular, permitiendo un intercambio de la placa corriente arriba 301, de la pieza porosa 302 y de la placa de acoplamiento corriente abajo 303, siendo al mismo tiempo compacto, pudiendo la longitud del limitador 30 en el sentido axial ser del orden del tercio del diámetro nominal de las conducciones corriente arriba 50 y corriente abajo 70. El montaje y el desmontaje son también fáciles entre la brida corriente abajo 205 del contador 20 (o como se ha representado en la figura 1, la brida corriente abajo 404 del manguito 40) y la brida corriente arriba 71 de la conducción corriente abajo 70. La estanqueidad de los diversos elementos yuxtapuestos está asegurada por unas juntas tóricas 304, 305, 306 dispuestas respectivamente en unas gargantas anulares 312, 332, 334 practicadas en las placas de acoplamiento corriente arriba 301 y corriente abajo 303.

Como se puede observar en las figuras 11 y 12, las placas de acoplamiento corriente arriba 301 y corriente abajo 303 presentan unas formas fáciles de mecanizar. Las figuras 11 y 13 en particular muestran que las partes 311 y 333 de las placas de acoplamiento corriente arriba 301 y corriente abajo 303 perforadas por orificios 310 y 330 respectivamente, pueden estar ligeramente en resalte hacia el exterior para permitir un centrado respectivamente en la brida 205 del contador 20 (o la brida 404 del manguito 40) y en la brida 71 de la conducción corriente abajo 70. El diámetro exterior de las placas perforadas en resalte 311, 333 de acoplamiento de las placas corriente arriba 301 y corriente abajo 303 corresponde así al diámetro interior de la brida del contador 20 o de su manguito 40 y de la conducción corriente abajo 70.

La cara corriente arriba de la placa de acoplamiento corriente arriba 301 está perforada por un número n de orificios calibrados 310, a través de los cuales debe pasar el gas. Es esta parte la que realiza la función de limitador propiamente dicho. Los orificios 310 tienen todos el mismo diámetro d y el mismo coeficiente de caudal q . Es su número n el que define la sección total de paso y el coeficiente de caudal global Q del limitador. El número n de orificios está calculado de tal manera que el coeficiente de caudal Q del limitador, es decir el número de m^3 por hora y por bar de presión corriente arriba en régimen crítico, sea inferior o igual al caudal bruto máximo Q_{max} del contador.

El coeficiente de caudal q de un orificio 310 es igual a:

$$q = KS \sqrt{T_c P_o / 2 \rho_o T_o}$$

en la que S es la sección de un orificio, K el coeficiente que depende de la forma del orificio, T_c la temperatura corriente arriba del limitador y en la que P_o , T_o y ρ_o son las condiciones normales de presión, temperatura y masa volúmica (por ejemplo 1.013,25 mbar, 273,15°K y masa volúmica del gas considerado). A título de ejemplo, se pueden realizar unos orificios 310 de un diámetro de aproximadamente 5 mm. Su factor geométrico es entonces de aproximadamente de $K = 0,8$. En este caso preciso, el coeficiente de caudal de un orificio es, para un gas de masa volúmica 0,73 kg/ m^3 a 15°C de aproximadamente 15 m^3/h .

El número n de orificios es determinado por la igualdad siguiente:

$$Q = nq$$

ES 2 290 981 T3

en la Q es el coeficiente de caudal global del limitador, que se elige por el explotador y debe ser de cualquier manera inferior o igual al caudal nominal del contador. La precisión de ajuste del limitador es igual al coeficiente de caudal de los orificios. En el caso por ejemplo en que se desee dimensionar el limitador lo más cerca posible del caudal nominal de un contador G400 (650 m³/h), se elegirá $n = 43$, lo que da un coeficiente de caudal de 654 m³/h.

Es preciso tener en cuenta en el dimensionado del limitador que la calidad del gas puede variar y su masa volúmica también. Una disminución de la masa volúmica de 10% provoca un aumento del coeficiente de caudal de los orificios, y por consiguiente del coeficiente de caudal global de 5%. En el caso considerado, el coeficiente de caudal global se establecería por tanto a 676 m³/h, lo que es ligeramente superior al caudal máximo tolerado, pero resulta aceptable.

El dimensionado de los orificios 310 e su parámetro importante. Los mismos no deben ser demasiado grandes por varias razones. En primer lugar, la frecuencia del ruido generado por un chorro de gas que pasa a través de un orificio de pequeña dimensión es más elevada que en el caso de un orificio de gran dimensión y las frecuencias elevadas son atenuadas más fácilmente. En segundo lugar, unos orificios de pequeña dimensión tienen un coeficiente de caudal más bajo, lo que permite ajustar más finamente el coeficiente de caudal global del limitador. Para un uso corriente en una red de transporte, unos orificios de diámetro 4 a 6 mm, y preferentemente de 5 mm, son un buen compromiso. Además, la pequeña dimensión de los orificios permite ocultar uno o varios a voluntad por un tornillo para adaptar finamente el coeficiente de caudal al calibre del contador en función de la densidad del gas.

La disposición de los orificios, una vez determinado su número, se realiza de manera homogénea sobre la sección de la placa de acoplamiento corriente arriba. Los orificios calibrados 310 están repartidos sobre 3 a 6 coronas concéntricas, según el diámetro de la conducción, alrededor de un orificio central.

El número total de orificios calibrados puede así estar generalmente comprendido entre 8 y 100.

Según el calibre del contador que es utilizado, el coeficiente de caudal podrá variar, en la mayor parte de los casos, de 160 m³/h a 1.600 m³/h. El coeficiente de caudal q de un orificio de aproximadamente 5 mm de diámetro varía entre 14 y 18 m³/h; el número de orificios puede variar entre 8 y 100. Según el calibre de los contadores, el diámetro de la canalización utilizada no es el mismo. Puede variar entre 80 mm para $Q_{\max} = 160 \text{ m}^3/\text{h}$ y 200 mm para $Q_{\max} = 1600 \text{ m}^3/\text{h}$. La repartición de los orificios se realiza entonces según el diámetro de la canalización sobre 3 a 6 coronas, para obtener un flujo corriente abajo tan homogéneo como sea posible.

Se ha representado en la figura 12 un ejemplo de repartición de orificios calibrados 310 de diámetro 5,3 mm para un contador de tipo G650 al diámetro nominal de 150 mm.

Se aprecia alrededor de un orificio central 316, unos conjuntos de 55 orificios calibrados regularmente repartidos sobre tres coronas concéntricas 317, 318, 319 cuyas líneas medias están separadas entre sí por aproximadamente 2,5 mm. La primera corona interior 317 comprende 9 orificios, la corona intermedia 318 comprende 18 orificios y la corona exterior 319 comprende 27 orificios.

Las figuras 13 y 14 muestran un ejemplo de placa de acoplamiento corriente abajo 303 adaptada a la placa de acoplamiento corriente arriba 301 que corresponde al ejemplo que acaba de ser dado. En este caso, la placa perforada 333 de la placa de acoplamiento corriente abajo 303 presenta un orificio central 335 de diámetro 20 mm, una primera corona 336 de seis orificios de diámetro 20 mm, una segunda corona 337 de 12 orificios de diámetro 20 mm y una tercera corona 338 de doce orificios de diámetro 12 mm. Los orificios 330 están repartidos según una distribución homogénea y presentan un diámetro netamente más importante que el de los orificios calibrados 310 o de los orificios 110 del rectificador 10. Sin embargo no es necesario que los orificios 330 se sitúen rigurosamente sobre unos círculos concéntricos. Así, la figura 14 muestra que los doce orificios de la corona 337 definen en realidad un hexágono.

Las figuras 15 a 18 muestran otro ejemplo particular de elementos constitutivos de un limitador 30 según la invención, en el caso de un dispositivo de cuenta que incluye un contador de tipo G400 de diámetro nominal 100 mm. Las figuras 15 a 18 utilizan los mismos números de referencia que las figuras 11 a 14 para los elementos que aseguran la misma función, pero con el signo prima. Estos diversos elementos no serán por tanto descritos de nuevo en detalle.

Se observa en la figura 15 que la placa perforada 311' de la placa de acoplamiento corriente arriba 301' comprende 37 orificios calibrados 310' de diámetro 5,2 mm, con, alrededor de un orificio central 316', una primera corona 317' de 6 orificios, una segunda corona 318' de 8 orificios, una tercera corona 319' de doce orificios y una cuarta corona 320' de diez orificios. Los orificios 310' están regularmente repartidos en el seno de cada corona. La separación entre las coronas es del orden de 10 mm.

La palanca perforada 333' de la placa corriente abajo 303' de las figuras 17 y 18 presentan un orificio central 335' de diámetro 20 mm, una primera corona 336' de ocho orificios y una segunda corona 337' de doce orificios de diámetro 10 mm. Se observa que para la placa de acoplamiento corriente abajo 303' el diámetro de los orificios 330' puede ser diferente en el seno de la placa y en el seno de una misma corona de manera que incremente al máximo la sección de paso. Así, la corona 336' comprende de forma alternada cuatro orificios 338' de diámetro 15 mm y cuatro orificios 337' de diámetro 20 mm.

ES 2 290 981 T3

Las configuraciones dadas en las figuras 11 a 18 no son limitativas. En lo que concierne a la placa corriente abajo 303 es en general conveniente realizar entre 20 y 40 orificios repartidos de forma homogénea con un orificio central y dos a cuatro coronas concéntricas.

5 Se ha representado en el figura 19 un tercer modo de realización de un rectificador 10 que posee una estructura un poco más compleja que las de las figuras 7 y 8, pero presenta la ventaja de ser realizado de una manera más parecida a la del limitador 30 y por ello también puede permitir una cierta racionalización de las fabricaciones.

10 En el modo de realización de la figura 19, la placa 1104 perforada por orificios 1140 puede ser realizada con unas dimensiones y una repartición de los orificios 1140 que son totalmente análogos a los descritos más arriba con referencia a los orificios 140, 140' de las placas perforadas 104, 104'. La placa perforada 1104 está incorporada sin embargo en una placa de acoplamiento corriente arriba que es a su vez análoga a la placa de acoplamiento corriente arriba 301, 301' del limitador 30.

15 La placa perforada 1104 está así constituida por la parte central de una placa de acoplamiento corriente arriba cuya parte periférica define, por una parte, una riostra 1102 que desempeña la función de la riostra 102 de la figura 7 y, por otra parte, una parte corriente arriba 1101 de una corona de soporte. En el modo de realización de la figura 19, la placa perforada 104 se encuentra corriente arriba de una placa porosa 1103 que es idéntica a la placa porosa 103 de la figura 7. Esta placa porosa 1103 es mantenida aplicada sin juego por la riostra 1102, contra una placa de soporte 1112
20 perforada por orificios 1120 cuya sección individual es superior a la de los orificios 1140 de la placa perforada 1104 y cuya sección total de paso es muy superior a la sección total de paso de la placa perforada 1104. La placa perforada 112 está constituida por la parte central de una placa de acoplamiento corriente abajo cuya parte periférica define una parte corriente abajo 1111 de la corona de soporte del rectificador según los modos de realización de las figuras 7 y 8. La placa de acoplamiento corriente abajo puede así presentar una configuración análoga a la de la placa corriente
25 abajo 303, 303' del limitador 30. Unas juntas tóricas 1106, 1107, 1108 aseguran la estanqueidad a nivel de las partes periféricas de las placas de acoplamiento corriente abajo y corriente arriba de una forma similar a las juntas 306, 304, 305 de las figuras 11 y 13.

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Dispositivo compacto de medición de gas a presión variable, para la cuenta del volumen de gas que circula por una conducción, corriente abajo de un expansionador-regulador, que comprende sucesivamente un rectificador de flujo (10), un contador de velocidad (20) y un limitador de caudal silencioso (30)

10 **caracterizado** porque el rectificador (10) está adaptado para ser dispuesto entre una brida (51) de una conducción corriente arriba (50) de conexión al expansionador-regulador y una brida corriente arriba (204) del contador (20), porque el limitador (30) está adaptado para ser dispuesto entre una brida corriente abajo del contador (20) o de un manguito (40) asociado al contador (20) y una brida (71) de una conducción corriente abajo (70), porque el rectificador (10) comprende una corona de soporte (101) en la cual están montadas una primera placa (104) perforada por orificios (140), así como una primera placa porosa (103) y una riostra (102) en forma de anillo que coopera con la primera placa perforada (104) y porque el limitador (30) comprende una placa de acoplamiento corriente arriba (301) que define una segunda placa perforada con un número definido de orificios calibrados (310), cuya sección de paso total es muy inferior a la de la primera placa perforada (104), una segunda placa porosa (302) y una placa de acoplamiento corriente abajo (303) que define una tercera placa perforada por orificios (330) cuya sección total de paso es muy superior a la sección total de paso de la segunda placa perforada de la placa de acoplamiento corriente arriba (301).

20 2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los orificios de la primera placa perforada (104) están repartidos de forma homogénea en toda la superficie de esta primera placa (104).

25 3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la corona de soporte (101) presenta en la proximidad de su cara corriente abajo, un escalonado (112) que forma resalte radialmente hacia el interior de la corona de soporte (101) y porque la primera placa perforada (104) está dispuesta directamente en contacto con dicho escalonado (112).

30 4. Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado** porque la primera placa perforada (104), la primera placa porosa (103) y la riostra (102) constituyen un apilamiento que queda a tope contra el escalonado (112) de la corona de soporte (101) y porque la suma de los espesores, en sentido axial, de la primera placa perforada (104), de la primera placa porosa (103) y de la riostra (102) es ligeramente superior a la distancia, en el sentido axial, entre el escalonado corriente abajo (112) y la corona de soporte (101) y la cara corriente arriba de dicha corona de soporte (101) de tal manera que el apriete del apilamiento (104, 103, 102) entre la brida (51) de la conducción corriente arriba (50) de conexión y la brida corriente arriba (204) del contador aplasta ligeramente la primera placa porosa (103).

35 5. Dispositivo según la reivindicación 3 ó 4, **caracterizado** porque la primera placa porosa (103) está dispuesta directamente contra la primera placa perforada (104) y la riostra (102) en forma de anillo está dispuesta corriente arriba de la primera placa porosa (103).

40 6. Dispositivo según la reivindicación 3 ó 4, **caracterizado** porque la riostra (102') está dispuesta directamente contra la primera placa perforada (104') y la primera placa porosa (103') está dispuesta corriente arriba de la riostra (102').

45 7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque la placa de acoplamiento corriente arriba (301) del limitador (30) define sobre su cara corriente abajo un anillo riostra (313, 313') que coopera con la placa de acoplamiento corriente abajo (303) del limitador (30) para mantener sin juego la segunda placa porosa (302) aplicada contra la tercera placa perforada de la placa de acoplamiento corriente abajo (303).

50 8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque se deja un espacio libre (320) entre la segunda placa perforada y la segunda placa porosa (302) y presenta en el sentido axial un espesor del orden del doble del diámetro d de los orificios calibrados (310) de la segunda placa perforada de la placa de acoplamiento corriente arriba (301).

55 9. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque la sección individual de los orificios (330) de la tercera placa perforada de la placa de acoplamiento corriente abajo (303) es superior a la de los orificios calibrados (310) de la segunda placa perforada de la placa de acoplamiento corriente arriba (301).

10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque el rectificador (10) presenta en el sentido axial un espesor del orden del tercio del diámetro nominal D de la conducción.

60 11. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque el limitador (30) presenta en el sentido axial un espesor del orden del tercio del diámetro nominal D de la conducción.

65 12. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque comprende un manguito (40) de toma de temperatura provisto de una brida corriente arriba (403) y de una brida corriente abajo (404), que está interpuesto entre la brida corriente abajo (205) del contador (20) y la placa de acoplamiento corriente arriba (301) del limitador (30).

ES 2 290 981 T3

13. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** porque las primera y segunda placas porosas (103, 302) presentan un espesor comprendido entre 5 y 20 mm, y preferentemente próximo a 10 mm.

5 14. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado** porque las primera y segunda placas porosas (102, 302) están constituidas por una espuma de níquel-cromo muy aireada cuya densidad es del orden de 0,6 g/cm³ y cuya relación entre el volumen ocupado y el volumen total es del orden de 6%.

10 15. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado** porque el número n de orificios calibrados (310) de la segunda placa perforada es determinado por un valor aproximado de la relación Q/q entre el coeficiente de caudal global Q del limitador (30), que es inferior o igual al caudal nominal del contador (20), y el coeficiente de caudal q de un orificio calibrado (310), que es determinado por la fórmula

$$q = KS \sqrt{T_c P_o / 2 \rho_o T_o}$$

15 en la que S es la sección de un orificio calibrado (310), K es un coeficiente que depende de la forma del orificio, T_c es la temperatura corriente arriba del limitador (30), y P_o, T_o y ρ_o son las condiciones normales de presión, de temperatura y masa volúmica del gas considerado.

20 16. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado** porque los orificios (140) de la primera placa perforada (104) presentan un diámetro que está comprendido entre 1/30 y 1/6 del diámetro nominal de la conducción.

25 17. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado** porque la segunda placa perforada de la placa de acoplamiento corriente arriba (301) comprende entre 8 y 100 orificios calibrados repartidos de forma homogénea sobre tres a seis coronas concéntricas.

30 18. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, **caracterizado** porque la tercera placa perforada de la placa de acoplamiento corriente abajo (303) comprende entre 20 y 40 orificios repartidos de forma homogénea sobre dos a cuatro coronas concéntricas.

19. Dispositivo según la reivindicación 18, **caracterizado** porque los orificios de la tercera placa perforada de la placa de acoplamiento corriente abajo (303) presentan diferentes diámetros.

35 20. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, **caracterizado** porque la primera placa perforada (104) comprende entre 25 y 335 orificios repartidos sobre cuatro a diez coronas concéntricas.

40 21. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, **caracterizado** porque cada una de las segunda y tercera placas perforadas comprende por lo menos un orificio central (316; 316', 335, 335').

22. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, **caracterizado** porque algunos orificios calibrados de la segunda placa perforada son ocultos de forma selectiva por unos tornillos para adaptar el coeficiente de caudal global Q al calibre del contador en función de la densidad del gas.

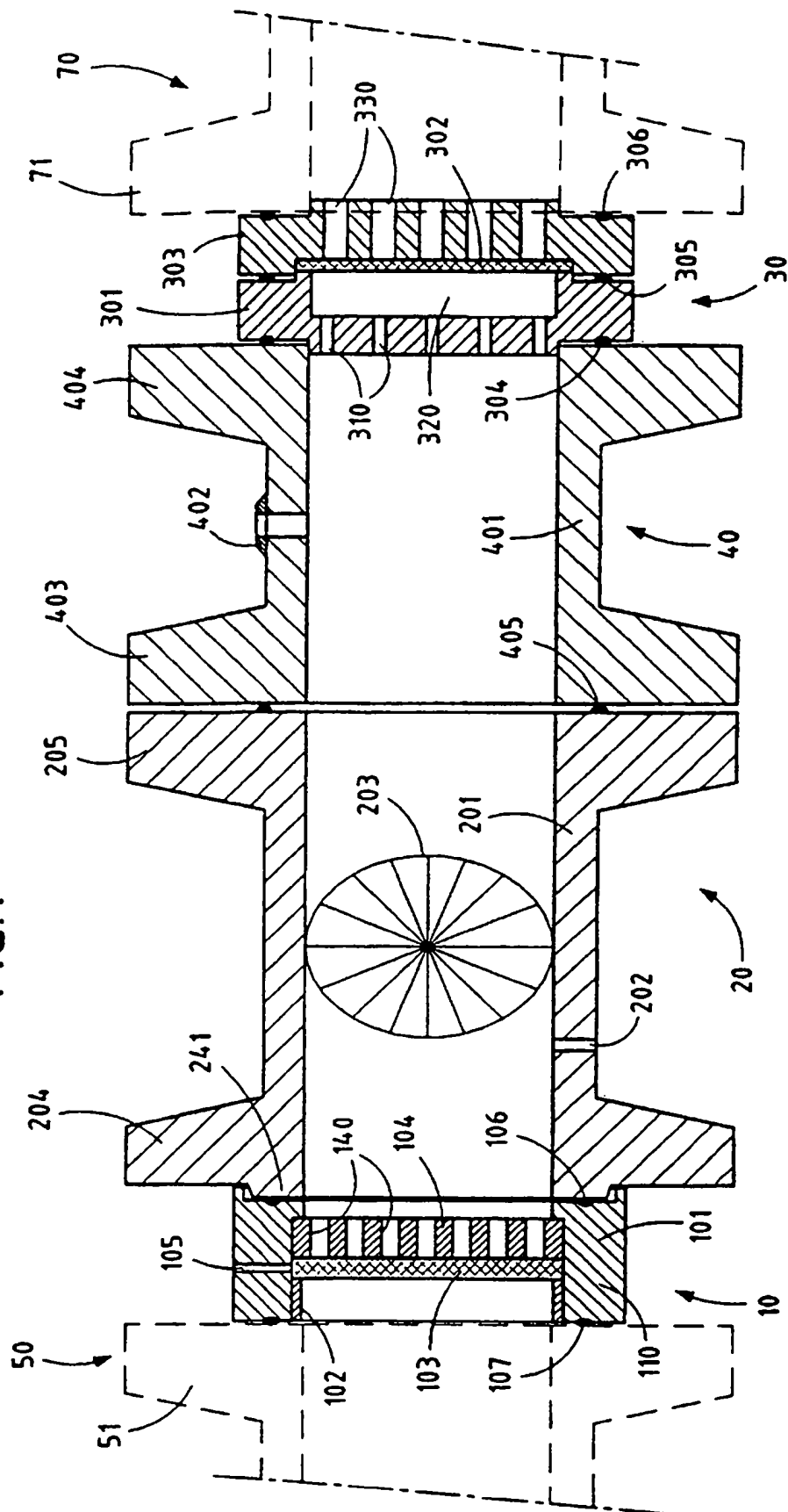
45 23. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la primera placa (1104) perforada por orificios (1140) está constituida por la parte central de una placa de acoplamiento corriente arriba cuya parte periférica define, por una parte, la riostra (1102) y, por otra parte, una parte corriente arriba (1101) de la corona de soporte, porque la primera placa porosa (1103) es mantenida aplicada por la riostra (1102) contra una cuarta placa (1112) perforada por orificios (1120) cuya sección total de paso es muy superior a la sección total de paso de la primera placa perforada (1104), y porque la cuarta placa perforada (1112) está constituida por la parte central de una placa de acoplamiento corriente abajo cuya parte periférica define una parte corriente abajo (1111) de la corona de soporte.

55

60

65

FIG.1



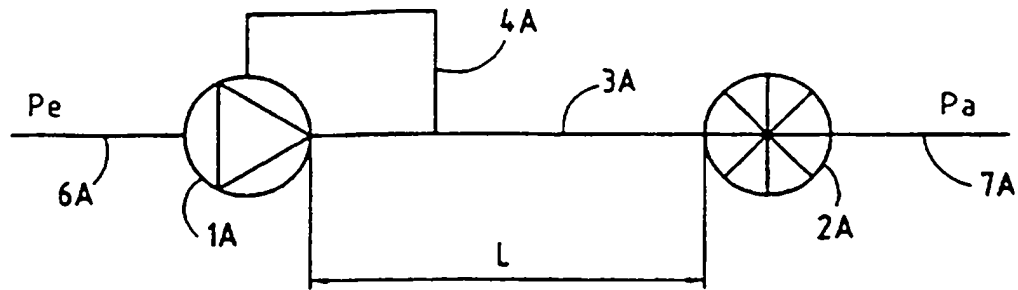


FIG. 2

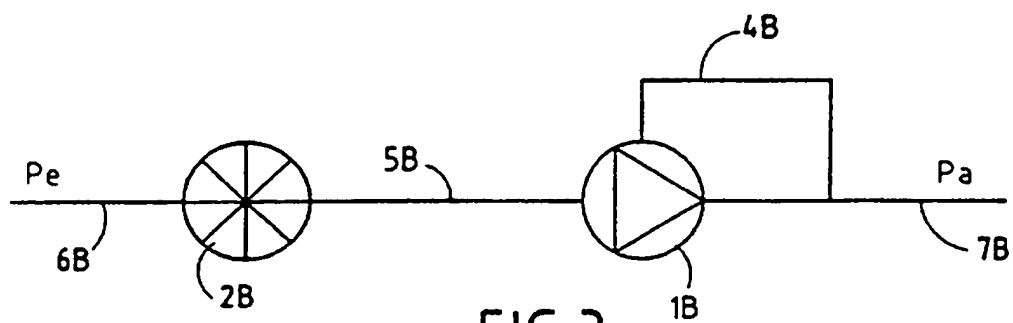


FIG. 3

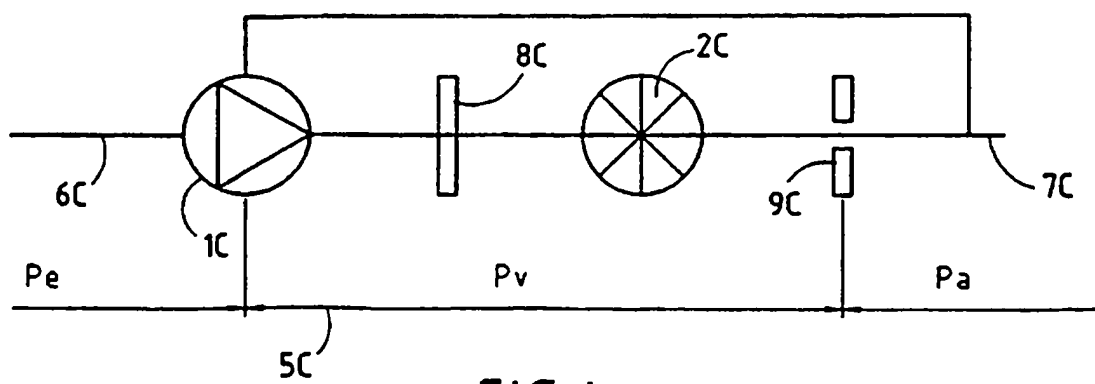


FIG. 4

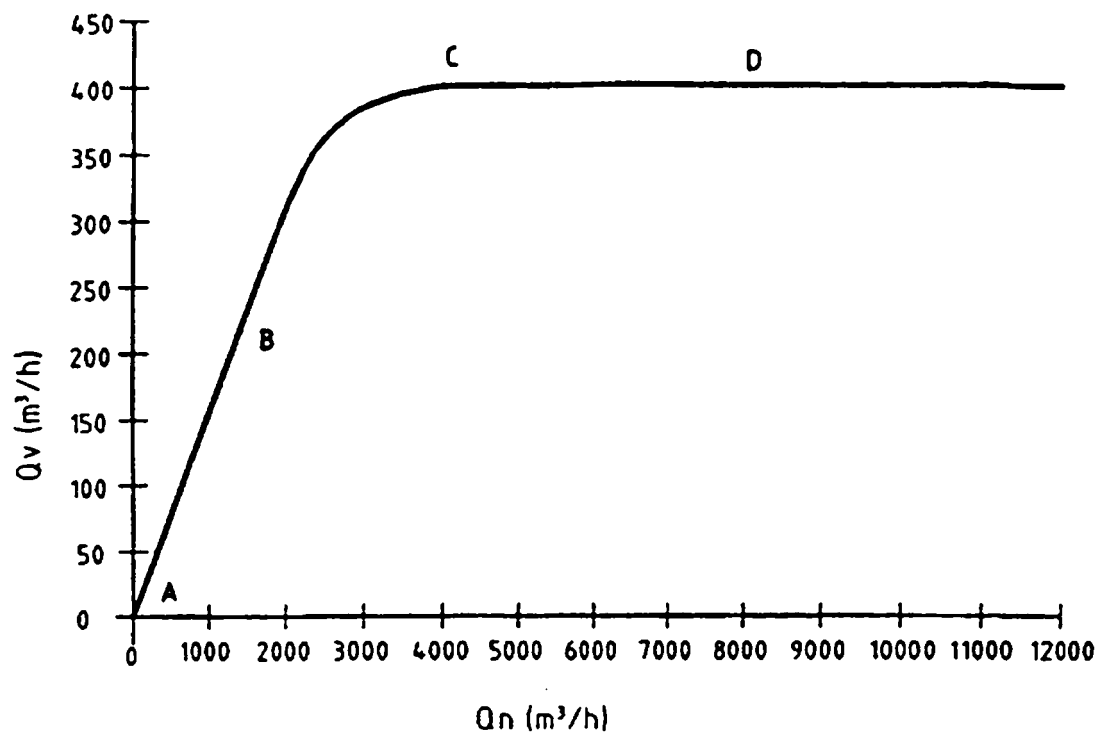


FIG.5

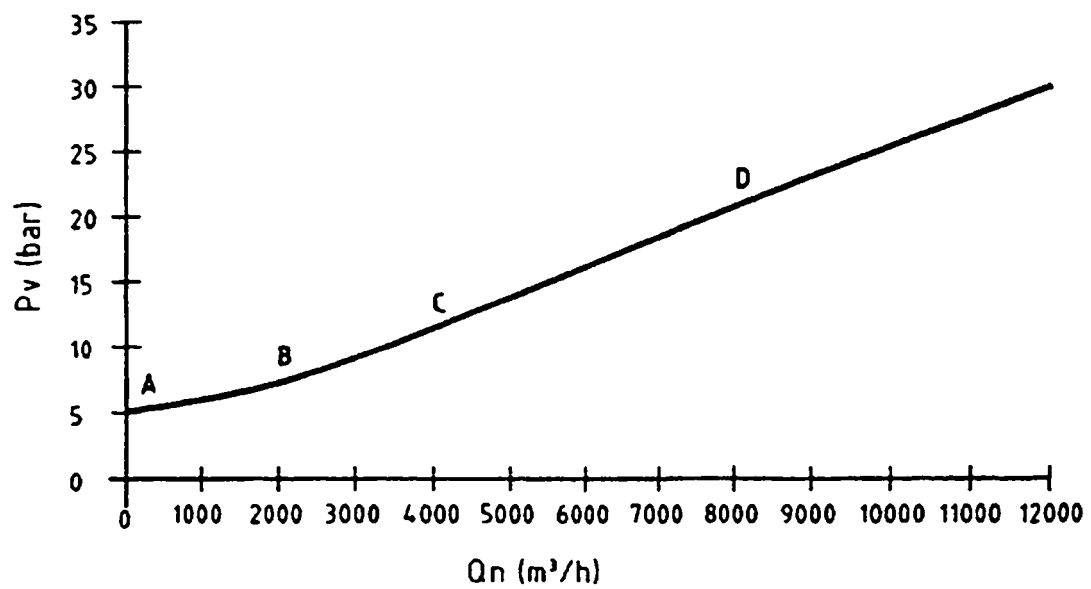


FIG.6

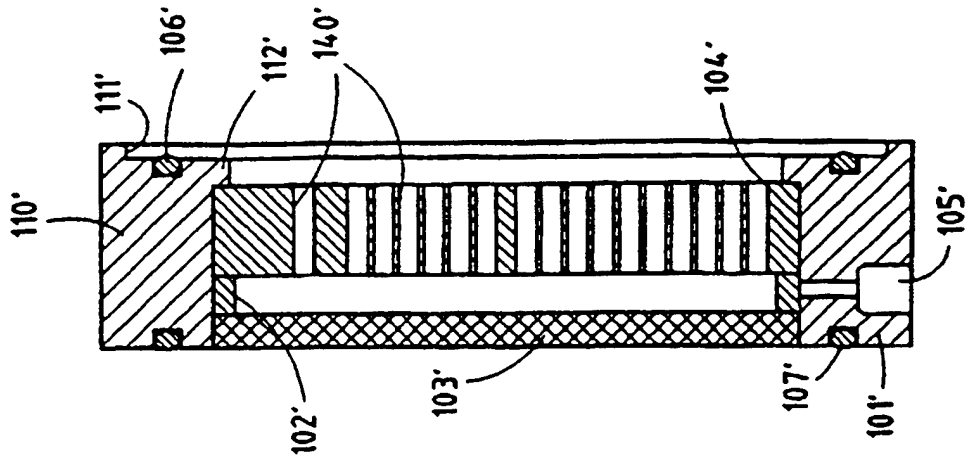


FIG. 8

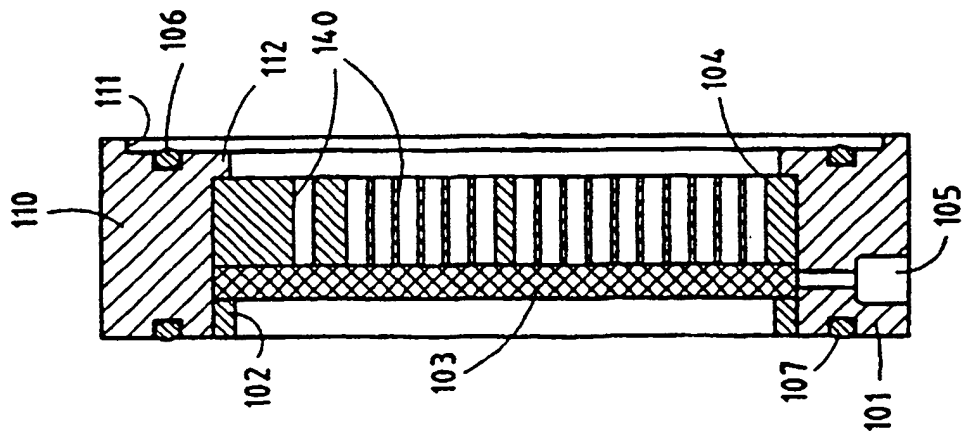
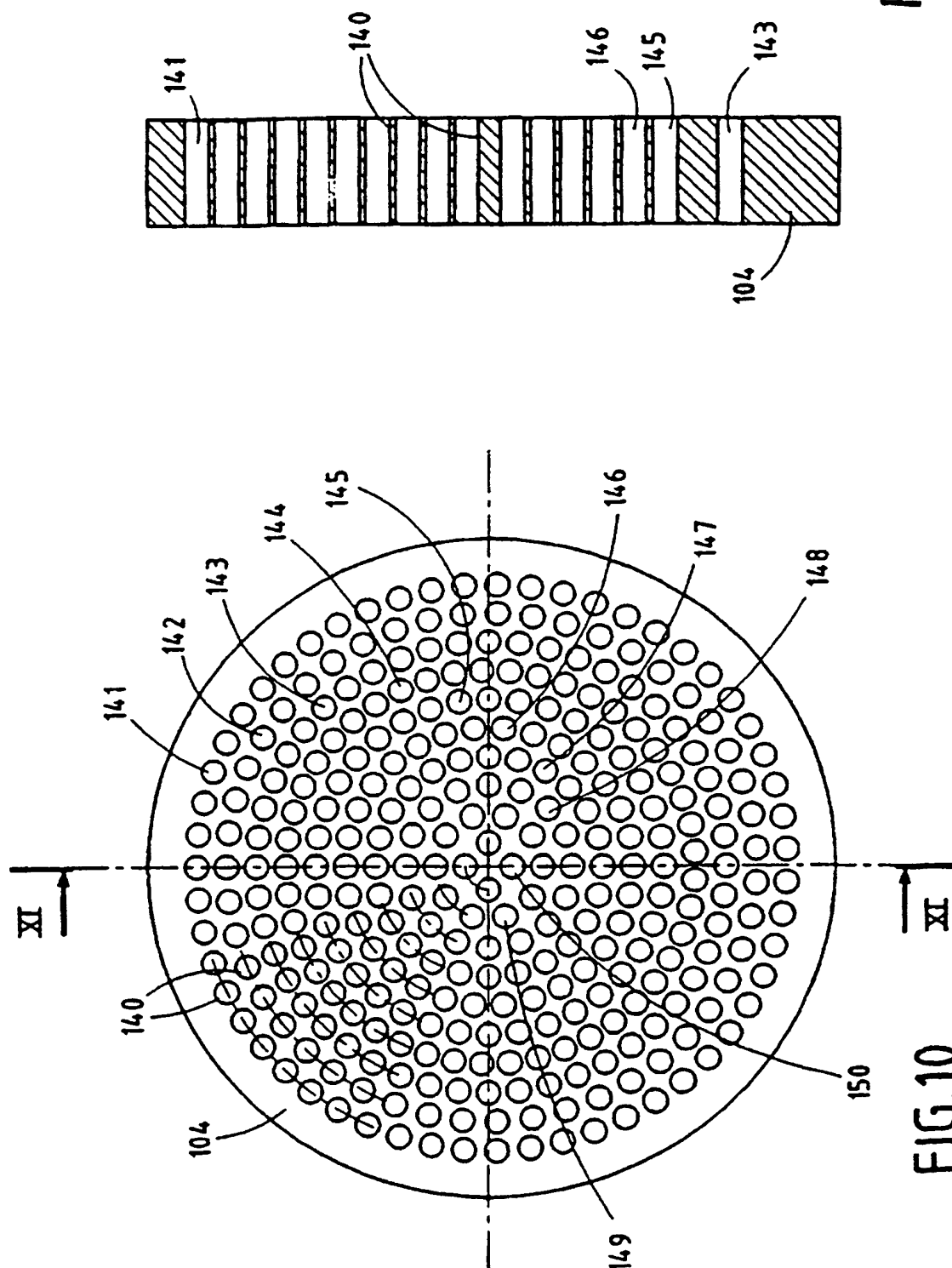
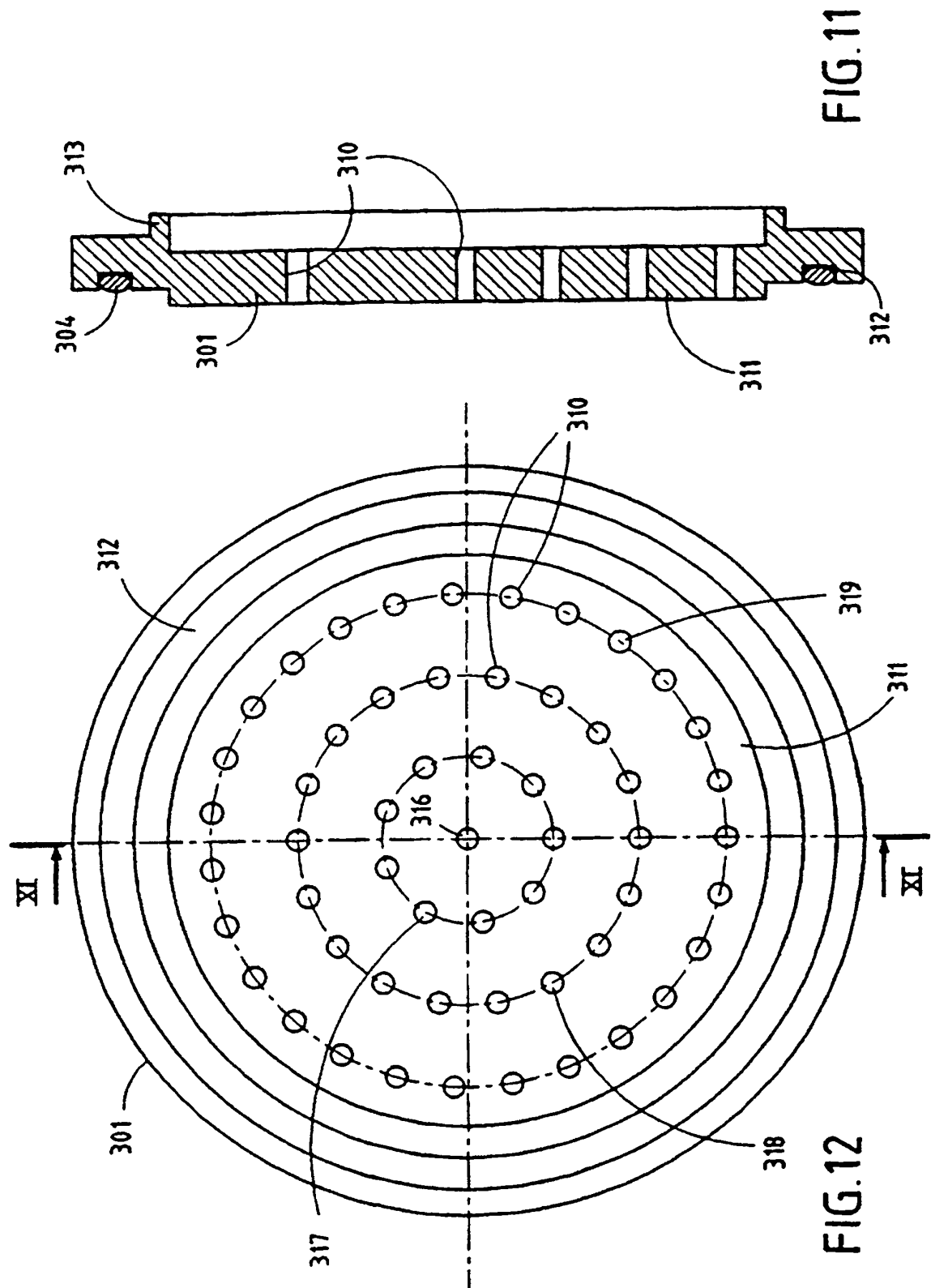
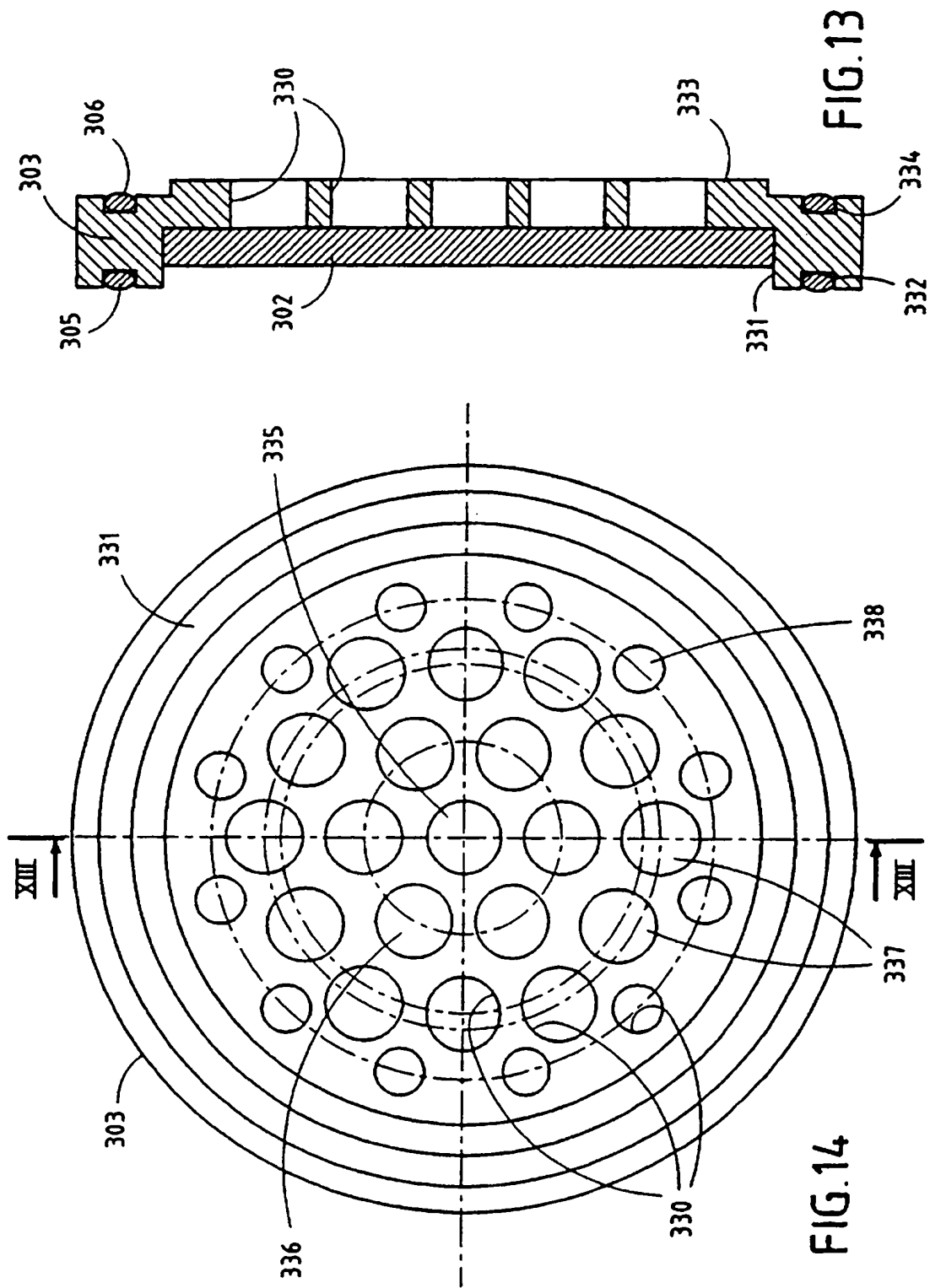


FIG. 7







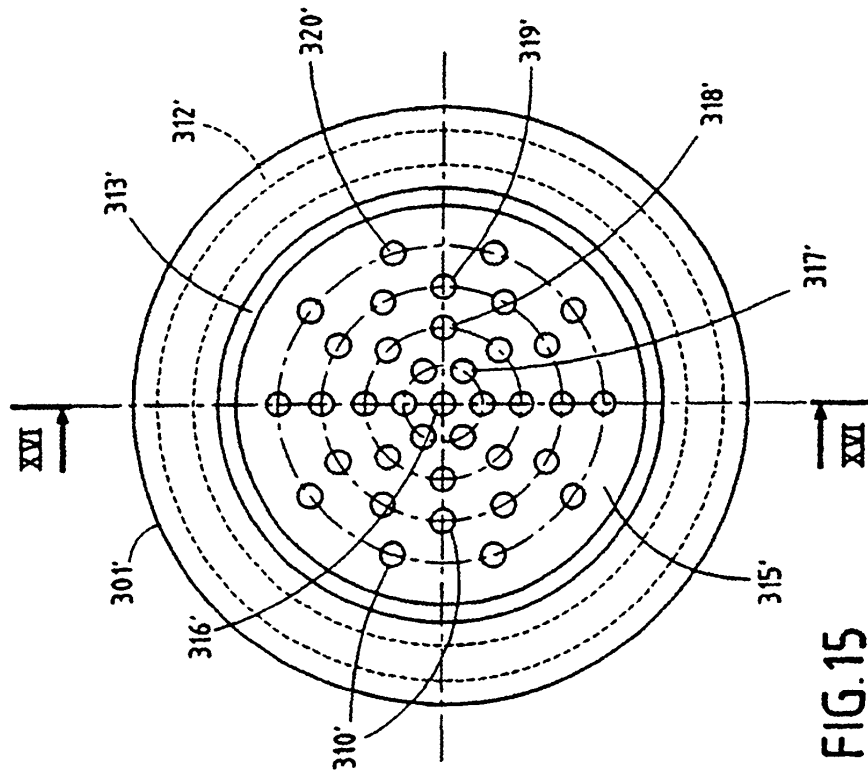


FIG. 15

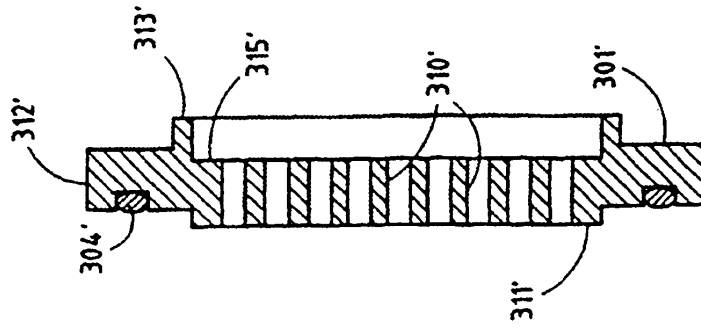


FIG. 16

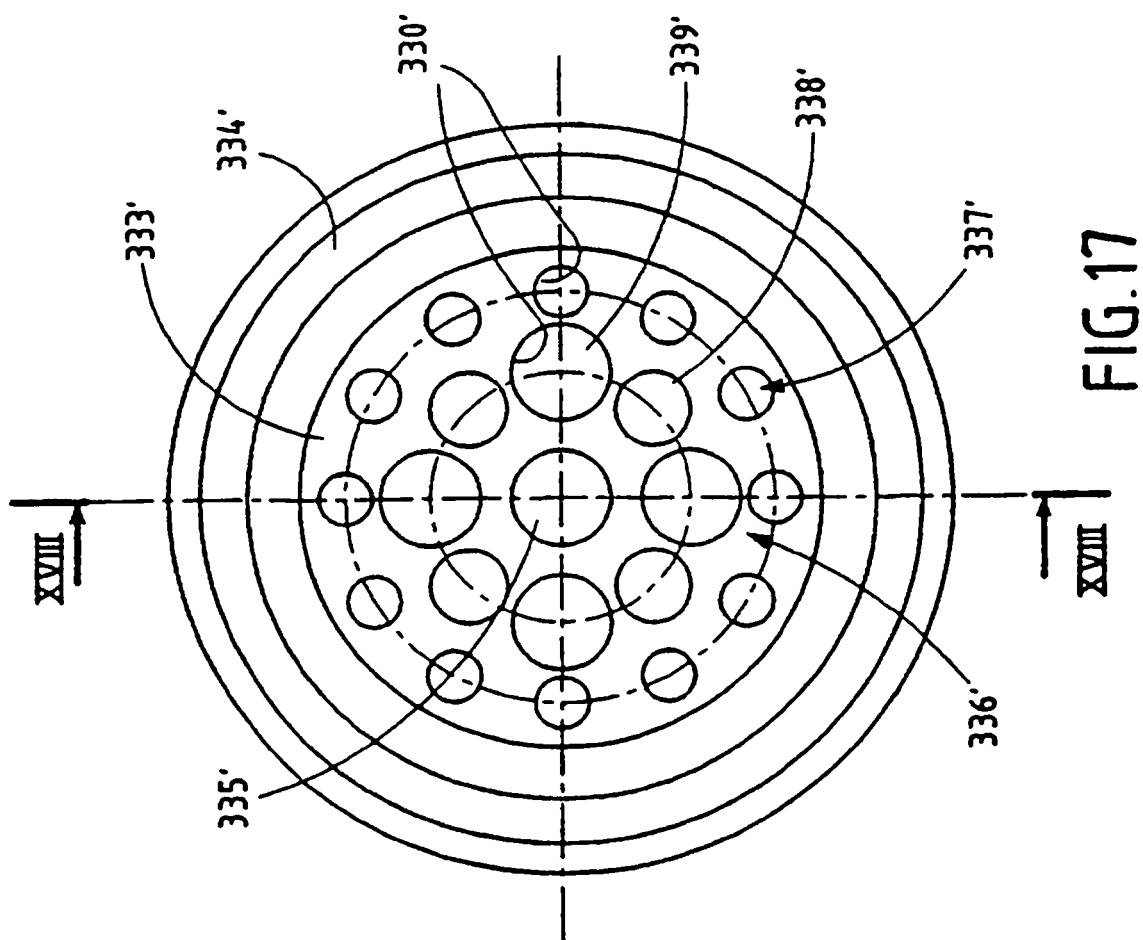


FIG. 17

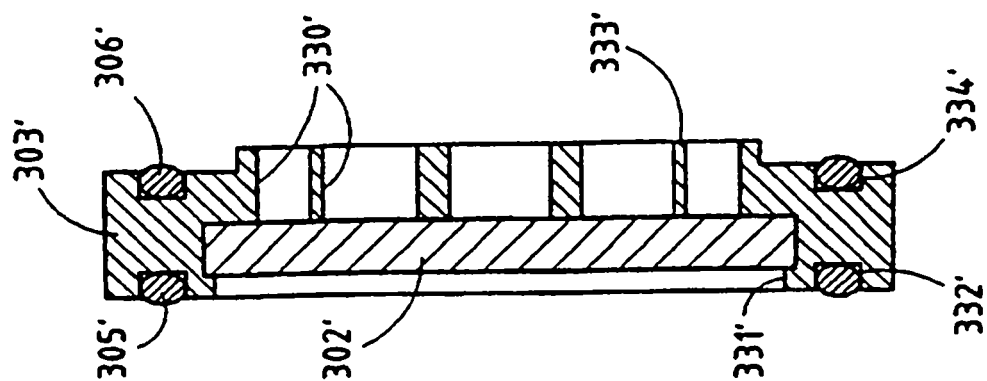


FIG. 18

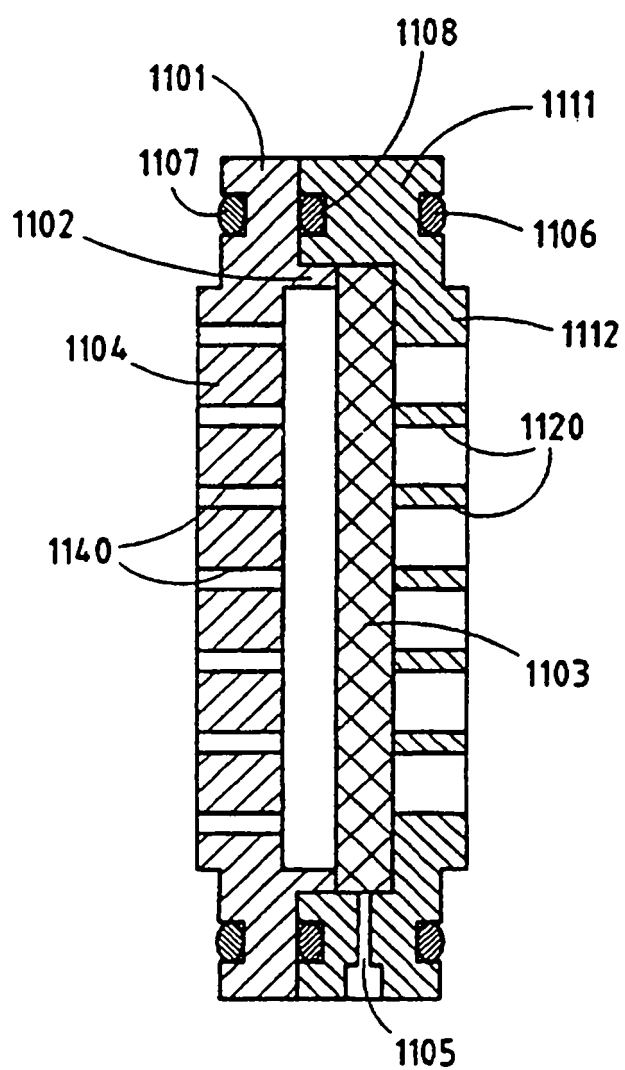


FIG.19