

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 591**

51 Int. Cl.:

**F22G 3/00**

(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2009** **E 09731441 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2012** **EP 2268972**

54 Título: **Dispositivo para el suministro de vapor de agua a través de un intercambiador de calor a una cámara de combustión y procedimiento asociado**

30 Prioridad:

**11.04.2008 DE 102008018664**

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

**08.03.2013**

73 Titular/es:

**BOTEC-FORSCHUNGS- UND  
ENTWICKLUNGSGESELLSCHAFT MBH (100.0%)  
Kieler Strasse 464-470  
22525 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**BOLKAN, EDUARD ALPER**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 397 591 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 el suministro de vapor de agua a través de un intercambiador de calor a una cámara de combustión y procedimiento asociado.

5 El objeto de la invención es un dispositivo para el suministro de vapor de agua a través de un intercambiador de calor a una cámara de combustión y un procedimiento usando el dispositivo.

Se conoce inyectar agua o vapor de agua en un motor de energía térmica en las cámaras de combustión. Ejemplos para un modo de proceder semejante son el documento WO 03/104635 A2 (RGP ENGINEERING LLC), el EP 0619417 A1 (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND), el EP 0 681 099 A2 (ABB MANAGEMENT AG et al.) y el WO 2004/106718 A1 (EUROTURBINE AB et al.) La inyección de agua en la cámara de combustión de motores diesel consigue, por ejemplo, la reducción de óxidos de nitrógeno y humo negro. Además se conoce que el suministro de vapor de agua a la cámara de combustión puede aumentar la eficiencia energética de los combustibles usados. Para el calentamiento de agua y transferencia a la fase vapor se han propuesto intercambiadores de calor tubulares. El documento US 2007/039725 A1 propone para ello, por ejemplo, una estructura según la cual el flujo de vapor de agua experimenta un cambio de dirección y el medio acuoso a calentar no se pone en contacto en cada capa de revestimiento por ambos lados con respectivamente una capa de revestimiento que contiene el medio caliente.

La presente invención tiene el objetivo de poner a disposición una configuración especialmente ventajosa para la producción del vapor de agua calentado para la alimentación a la cámara de combustión de un motor de energía térmica.

El objetivo se resuelve mediante el objeto de las reivindicaciones independientes. Configuraciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes o se describen a continuación.

20 Las cámaras de combustión que son apropiadas para la realización de la invención pueden ser parte de motores de energía térmica o también quemadores de calefacción. Los motores de energía térmica en el sentido de la invención son motores de pistón de movimiento alternativo, como por ejemplo, motores de dos tiempos, Otto y/o diesel. Pero junto a ello también son apropiados motores de pistón epicicloidial y rotativo, así como turbinas de gas. Los motores de energía térmica o quemadores de calefacción disponen de un suministro de combustible y uno de aire de combustión (aire de aspiración), así como de un transporte para gases de combustión calientes (gases de escape).

Los combustibles apropiados son sustancias oxidables con obtención de calor. Por ejemplo son hidrocarburos y sus derivados. Derivados apropiados son aceites vegetales, biodiesel, como éster de ácidos grasos saturados o insaturados, en particular éster metílico y/o éster etílico, o alcoholes, como etanol, propanol o metanol.

Parte del dispositivo según la invención es un intercambiador de calor tubular de varias paredes.

30 Según una configuración el intercambiador de calor presenta un tubo interior, un tubo envolvente interior y un tubo envolvente exterior. El recubrimiento interior se forma por el tubo interior y el tubo envolvente interior, el recubrimiento exterior por el tubo envolvente interior y exterior. El tubo interior (primer recubrimiento) y el recubrimiento exterior del intercambiador de calor tubular son atravesados respectivamente por el gas de escape caliente del motor de energía térmica. El recubrimiento exterior está delimitado hacia fuera de forma estanca a gases mediante el tubo envolvente exterior. En el recubrimiento interior, por un lado delimitado de forma estanca a gases por el tubo interior, por otro lado delimitado de forma estanca a gases mediante el tubo envolvente interior, se guía el medio gaseoso que contiene vapor de modo que éste se aspira por la tubuladura de aspiración del motor de energía térmica. Preferentemente el tubo interior y tubo envolvente exterior se atraviesan con el mismo sentido con un gas de escape caliente y el medio gaseoso que contiene vapor de agua se introduce a contracorriente.

40 El medio gaseoso que contiene vapor se suministra tangencialmente y en particular con un ángulo de 45 a 135° respecto a la dirección de flujo en el intercambiador de calor en referencia a la dirección de marcha del intercambiador de calor, por ejemplo, se suministra a través de una admisión con sección transversal mayor que el tubo envolvente interior y se evacúa independientemente de ello tangencialmente a través de una sección transversal mayor. El gas de escape se suministra y/o evacúa preferentemente tangencial, respectivamente preferentemente a través de una sección transversal de admisión mayor.

El gas de escape calienta el medio gaseoso que contiene vapor de agua en el intercambiador de calor a una temperatura sobre 550 °C, preferentemente 600 a 900 °C, en particular 650 a 800 °C.

50 Es especialmente preferido si es en sentido opuesto el torbellino cíclico creado mediante el suministro tangencial con una sección transversal mayor. El gas de escape se conduce, por ejemplo, preferentemente de forma dextrógira en el intercambiador de calor y el medio gaseoso que contiene vapor de agua de forma levógira (o a la inversa).

Si se considera que, por ejemplo, en el motor de combustión Otto durante la apertura de la válvula de salida el gas tiene una velocidad de salida de hasta aproximadamente 2000 km/h y este gas se conduce directamente al collarín del gas de

escape en recorridos tangenciales, se puede presentar la enorme turbulencia cíclica.

El/los recubrimiento(s) que evacúa(n) el gas de escape rodea(n) por ambos lados el recubrimiento interior situado en el centro y conectado con el lado de aspiración de la cámara de combustión para ambos tipos de intercambiadores de calor con el medio gaseoso que contiene vapor de agua. El intercambiador de calor se realiza de forma especialmente efectiva a través de dos superficies de intercambio.

El suministro del medio gaseoso que contiene vapor de agua al motor se realiza en la zona de aspiración para el aire de combustión, ventajosamente a través de una brida de Venturi con ranura en un punto más estrecho, en particular en el punto más estrecho. Para ello con el medio gaseoso que contiene vapor de agua también se pueden suministrar ventajosamente al mismo tiempo otros combustibles.

Las superficies de intercambio de los recubrimientos presentan ventajosamente en la superficie de intercambio exterior y/o la interior irregularidades en forma de depresiones y/o abombamientos en formas geométricas cualesquiera, por ejemplo, acanaladuras periféricas, en forma de S, rectilíneamente o escotaduras espirales, cilíndricamente, cónicamente, cilíndricamente con descenso cónico, esféricamente o semiesféricamente. Las depresiones y/o abombamientos aplicados en el material sirven para el aumento de la superficie para el intercambio de calor, pero también tienen un significado fluidotécnico, ya que deben dirigir los flujos de gases de modo que estos se arremolinen, preferentemente concéntricamente alrededor del eje del intercambiador de calor. En este caso también se pueden conseguir microtorbellinos, según se han causado, por ejemplo, mediante nanoporaciones del material.

Es especialmente apropiada una microperforación o nanoporación. La microperforación o nanoporación se puede aplicar en el material mediante un tratamiento láser. El intercambiador de calor y sus paredes están fabricados preferentemente de acero inoxidable, vidrio, aluminio, latón y/o cobre.

El medio gaseoso que contiene vapor de agua se expone por consiguiente a un gran calor y se calienta, generando el sistema de suministro de aire de aspiración al mismo tiempo una depresión por lo que se baja el punto de ebullición. Además, la mezcla de gases experimenta un fuerte cizallamiento al fluir tangencial, unido dado el caso con el mecanizado del material descrito.

Sin querer estar ligado a la teoría se supone además que la debido al desplazamiento en sentido contrario de los flujos de gases calientes y fríos se generan campos electrostáticos / electromagnéticos que actúan de forma ionizante y/o polarizante.

Más allá los flujos de aire turbulentos, conducidos tangencialmente actúan de forma autolimpiante e impiden una obstrucción del intercambiador de calor.

El medio gaseoso que contiene vapor de agua se puede obtener, por ejemplo, de agua que se origina durante la combustión en la zona posterior poco antes de la salida de la instalación de gases de escape mediante condensación. Para ello el gas de escape se puede enfriar, por ejemplo, mediante un laberinto de chapas de impacto escalonadas a fin de condensar el agua, y el agua se conduce mediante una bomba de líquido hacia el evaporador o un acumulador intermedio de agua. De este modo el dispositivo se vuelve autárquico respecto al suministro de agua desde fuera. El agua sobrante, destilada por vapor y limpiada se puede emitir al ambiente sin problemas.

Otro elemento de la invención es el tratamiento del agua utilizada, dado el caso también otros fluidos o gases utilizados (como por ejemplo hidrocarburos) con campos magnéticos permanentes y/o campos electromagnéticos.

Para ello los fluidos y vapores (de forma separada o conjuntamente) se conducen durante la explotación en el interior del circuito a través de hendiduras, canales y/o tubos de imanes permanentes y/o electroimanes (con hasta 14.000 gauss), por lo que no sólo se rompe la formación de clústeres y se reduce la tensión superficial, sino que también se polarizan las moléculas.

Los fluidos o gases, en particular el agua o el vapor de agua, se exponen preferentemente a un campo magnético de 8.000 a 14.000 gauss.

Según otra configuración de la invención, el medio gaseoso que contiene vapor se provee además de sustancias oxidables con obtención de energía como otros combustibles. Estos son en particular hidrocarburos. Los productos de evaporación se pasan en este caso del estado líquido al gaseoso, preferentemente usando el calor de los gases de escape calientes. El contenido de agua de una mezcla de gases semejante puede variar cada vez según la calidad de los combustibles. Da buenos resultados una mezcla de gasolina en relación gasolina frente a agua (respectivamente volumen referido al estado líquido) del 10 a 30 frente a 80 a 70% en volumen, en particular 20 frente a 80% en volumen. Como otros combustibles se pueden usar también residuos, como gasolina de lavado usada, grasas de frituras, aceites vegetales o también grasas animales. Sorprendentemente se pueden añadir incluso ácido sulfúrico (por ejemplo, ácido sulfúrico / agua: 30 frente a 70% en volumen).

Sin querer estar ligado a la teoría se parte de que los otros combustibles se craquean en el intercambiador de calor en gases de combustión de mayor valor, mejor combustibles. Así es posible, por ejemplo, explotar un motor de gasolina Otto de 4 ciclos correctamente y limpiamente con diesel, aceite combustible o fuel oil. El contenido de agua del medio gaseoso que contiene vapor de agua suministrado al intercambiador de calor es luego ventajosamente del 50 o 30% en volumen.

5 Mediante el tratamiento térmico, dado el caso también mediante interacciones catalíticas u otras, se parte además de que el vapor de agua se descompone en parte en hidrógeno y oxígeno. Si se añaden compuestos de hidrocarburos, se debe partir de que tienen lugar otras reacciones que conduce a la formación de sustancias que contienen energía, como por ejemplo la formación de monóxido de carbono, que en el motor se convierte completamente en dióxido de carbono. De esta manera se pueden afinar combustibles peor accesibles en el motor a la combustión.

10 Por consiguiente es posible suministrarle al motor los combustibles necesarios convencionalmente, proporcionalmente o totalmente y por consiguiente exclusivamente a través del intercambiador de calor.

También se le pueden inyectar agua y otros combustibles al intercambiador de calor y no se deben evaporar necesariamente anteriormente, realizándose en este caso preferentemente una pulverización y consiguiente el intercambiador de calor la evaporación.

15 No obstante, es preferible, si la vaporización se realiza de forma separada y los otros combustibles y/o el agua se calientan en evaporadores previstos para ello mediante el gas de escape o calor residual del motor y se extraen en forma de vapor, dado el caso también a través de un recipiente de acopio calentado, previsto para ello y bajo presión para los gases.

20 Los gases de escape calientes se le suministran al intercambiador de calor preferentemente inmediatamente después de abandonar la cámara de combustión. Por ejemplo, la tubería del gas de escape puede ser parte del intercambiador de calor.

El agua se utiliza ventajosamente como agua destilada o agua desalada mediante ósmosis o intercambiador de iones. Asimismo también es posible descomponer parcialmente el agua mediante electrolisis a fin de usar agua rica en hidrógeno como medio gaseoso que contiene vapor de agua e introducirla en el intercambiador de calor.

25 Se especialmente preferible si los líquidos y gases conducidos se conducen en tanto sea posible de forma arremolinada. Para ello se pueden montar aletas conductoras configuradas apropiadamente en los tubos o conductos que presentan superficies de impacto tangenciales.

La invención se explica a modo de ejemplo mediante las figuras. Muestran:

Fig. 1 un intercambiador de calor tubular, y

30 Fig. 2 un esquema global de la instalación con intercambiador de calor tubular según la fig. 1 y adicionalmente dos evaporadores.

El intercambiador de calor 1 presenta un tubo interior 2, un tubo envolvente 3 interior y un tubo envolvente 4 exterior. El recubrimiento 6 interior se forma por el tubo interior 2, que encierra el primer recubrimiento 5, y el tubo envolvente 3 interior, el recubrimiento 7 exterior por el tubo envolvente 3 interior y el tubo envolvente 4 exterior.

35 El primer recubrimiento 5 (en este caso un cuerpo hueco completo, pero no necesariamente) y el recubrimiento 7 exterior del intercambiador de calor tubular son atravesados respectivamente con flujo en el mismo sentido por el gas de escape 10 caliente del motor de energía térmica. El medio 11a acuoso se conduce en el recubrimiento 6 interior con la dirección de marcha opuesta.

40 Las admisiones 8a, 8b, 8c y salidas 9a, 9b, 9c del intercambiador de calor presentan respectivamente una sección transversal mayor que la capa de revestimiento correspondiente. El gas de escape 10 y el medio 11a acuoso se suministran y evacúan tangencialmente en referencia a la dirección de marcha 12 del intercambiador de calor.

Las secciones transversales mayores en el lado de admisión y la introducción tangencial consiguen que el gas de escape y el medio acuoso den vueltas en los recubrimientos alrededor del eje del intercambiador de calor, preferentemente con dirección de giro en sentido opuesto en referencia al par gas de escape – medio acuoso.

45 Sale un vapor de agua 11b fuertemente sobrecalentado. La superficie del intercambiador de calor está provista de entalladuras 12.

En la fig. 2 se muestra el esquema global de la instalación en el ejemplo de un motor de combustión que opera con gasolina y agua. Naturalmente se pueden conectar otros evaporadores con combustibles correspondientes.

Está previsto un evaporador para hidrocarburos 13, en cuestión gasolina como combustible, y un evaporador para agua

14. Las tasas de vapor se mezclan o dosifican mediante válvulas de regulación 15, 16, 17 y se transfieren al intercambiador de calor 1 según la fig. 1. Los evaporadores se calientan mediante un gas de escape o debido al agua fría del motor (no mostrado). En este caso se puede ajustar la temperatura deseada mediante circuitos de regulación mecánicos o electrónicos instalados. Los vapores fluidos se le suministran al intercambiador de calor 1 con los reguladores 15, 16 en la relación de mezcla apropiada. Si es necesario se suministra aire fresco a través del otro regulador 17.

El suministro de gas se efectúa mediante el motor que actúa como una bomba de gases. El flujo de gas consigue que a través del tubo 18 se suministre aire ambiente y éste burbujee mediante la fase líquida en la salida de los tubos.

Los flujos de gases / vapores suministrados en la relación de mezcla correcta se tratan térmicamente en el intercambiador de calor 1 para suministrarse a la cámara de combustión del motor 19 a través de la tubería de aspiración 20.

Con el regulador 21 se puede regular la tasa de suministro de gas o la velocidad de rotación. El regulador 22 pone a disposición (de forma regulable) otra vez (si es necesario) aire fresco adicional y/o gases de combustión directamente delante de la entrada del motor.

El intercambiador de calor 1 se calienta a través de la tubería de gas de escape 23 con gas de escape caliente. El gas de escape atraviesa el intercambiador de calor a contracorriente respecto al medio que contiene vapor de agua y combustible.

Naturalmente también es posible prescindir del evaporador para hidrocarburos 13 y suministrar los combustibles exclusivamente del modo y manera tal y como se realiza esto, por ejemplo, en el caso de motores Otto o diesel y/o adicionalmente al motor.

## 20 Lista de referencias

	1	Intercambiador de calor
	2	Tubo interior
	3	Tubo envolvente interior
	4	Tubo envolvente exterior
25	5	Tubo interior / primer recubrimiento / capa de revestimiento
	6	Recubrimiento interior / capa de revestimiento
	7	Recubrimiento exterior / capa de revestimiento
	8a, 8b, 8c	Admisión
	9a, 9b, 9c	Salida
30	10	Gas de escape
	11a, 11b	Medio acuoso
	11	Dirección de marcha
	12	Mecanizado superficial
	13	Evaporador para hidrocarburos
35	14	Evaporador para agua
	15, 16, 17	Válvulas de regulación
	18	Tubos para aire ambiente
	19	Motor
	20	Tubería de aspiración
40	21	Regulador del ratio de suministro de gas
	22	Regulador del aire fresco

23 Tubería de gas de escape

## REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo para una cámara de combustión que presenta un intercambiador de calor (1), un suministro de gas de escape, un sistema de aspiración de aire de combustión y una fuente de vapor de agua, **caracterizado porque** el intercambiador de calor (1)

- 5                   - es un intercambiador de calor tubular de varias paredes,
- en el que el flujo de gas de escape caliente se conduce desde la cámara de combustión (19) a través del suministro de gas de escape, y el medio acuoso a calentar se conduce desde la fuente de vapor de agua, al intercambiador de calor (1) en capas de revestimiento (5, 6, 7) separadas, de modo que el medio acuoso a calentar está en contacto por ambos lados con respectivamente una capa de revestimiento (5, 7) que contiene
- 10               un flujo de gas de escape caliente, y
- en el que el sistema de aspiración de aire de combustión está interconectado con la capa de revestimiento para el medio acuoso a calentar, para el suministro de un medio gaseoso calentado que contiene vapor de agua del intercambiador de calor (1) a la cámara de combustión (19), en el que
- 15               - el medio acuoso se suministra tangencialmente, transversalmente a la dirección de circulación del intercambiador de calor tubular a fin de conducir el flujo de vapor de agua calentado dando vueltas alrededor del eje de la dirección de marcha del intercambiador de calor tubular.

2.- Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** todas las capas de revestimiento abastecidas con gas de escape caliente son operadas a contracorriente respecto a las capas de revestimientos abastecidas del medio acuoso.

3.- Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se utiliza un intercambiador de calor tubular y el tubo interior (2), realizado dado el caso como primer recubrimiento (5), dispone como primera capa de revestimiento de una admisión con sección transversal de paso mayor que la sección transversal de paso media del tubo interior y el gas de escape se suministra tangencialmente, transversalmente a la dirección de circulación del intercambiador de calor tubular.

4.- Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se utiliza un intercambiador de calor tubular (1) y la capa de revestimiento (7) exterior dispone de una admisión (8b) con sección transversal de paso mayor que la sección transversal de paso media de la capa de revestimiento (7) exterior y el gas de escape se suministra tangencialmente, transversalmente a la dirección de circulación del intercambiador de calor tubular.

5.- Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se usa un intercambiador de calor tubular (1) y la capa de revestimiento media dispone de una admisión (11a) con sección transversal de paso mayor que la sección transversal de paso media de la capa de revestimiento media y el medio acuoso se suministra tangencialmente, transversalmente a la dirección de circulación del intercambiador de calor tubular.

6.- Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizado porque** hay más de tres capas de revestimiento, presentando las capas de revestimiento adicionales preferentemente una estructura correspondiente y un abastecimiento correspondiente.

7.- Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** las capas de revestimiento presentan irregularidades en forma de depresiones y/o abombamientos en una o ambas superficies para el intercambiador de calor.

8.- Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el intercambiador de calor (1), el suministro para el medio acuoso, gaseoso y/o el agua antes de la evaporación se pone en contacto con un imán permanente o electroimán.

9.- Dispositivo según al menos de una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el medio que contiene vapor de agua se suministra junto con los combustibles al intercambiador de calor (1) de la cámara de combustión (19).

10.- Procedimiento para el suministro de un medio gaseoso que contiene vapor a través del sistema de aspiración de aire de combustión a la cámara de combustión de un quemador de calefacción o un motor de energía térmica, que presenta los pasos siguientes

- generación de un medio acuoso,
- calentamiento del medio acuoso en un intercambiador de calor tubular de varias paredes,
- en el que el flujo de gas de escape caliente y el medio acuoso a calentar se le suministran al intercambiador de calor en capas de revestimiento separadas, de modo que el medio acuoso a calentar está en contacto por

ambos lados con respectivamente una capa de revestimiento del flujo de gas de escape caliente sin mezcla con el otro medio respectivo, y

5 en el que el sistema de aspiración del aire de combustión extrae, de la capa de revestimiento para el medio acuoso a calentar, vapor de agua caliente para el suministro del vapor de agua, dado el caso enriquecido con combustibles y/o hidrógeno, a la cámara de combustión, en el que al menos el flujo de vapor de agua calentado se suministra dando vueltas alrededor del eje de la dirección de marcha del intercambiador de calor tubular.

11.- Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado porque** el medio acuoso calentado contiene además hidrógeno.

10 12.- Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado porque** el flujo de vapor de agua calentado y el flujo de gas de escape se suministran dando vueltas alrededor del eje de la dirección de marcha del intercambiador de calor tubular (1), respectivamente con otra dirección de circulación en referencia al otro flujo adyacente respectivo.

13.- Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado porque** el dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9 se usa en el procedimiento.

15



Fig. 1

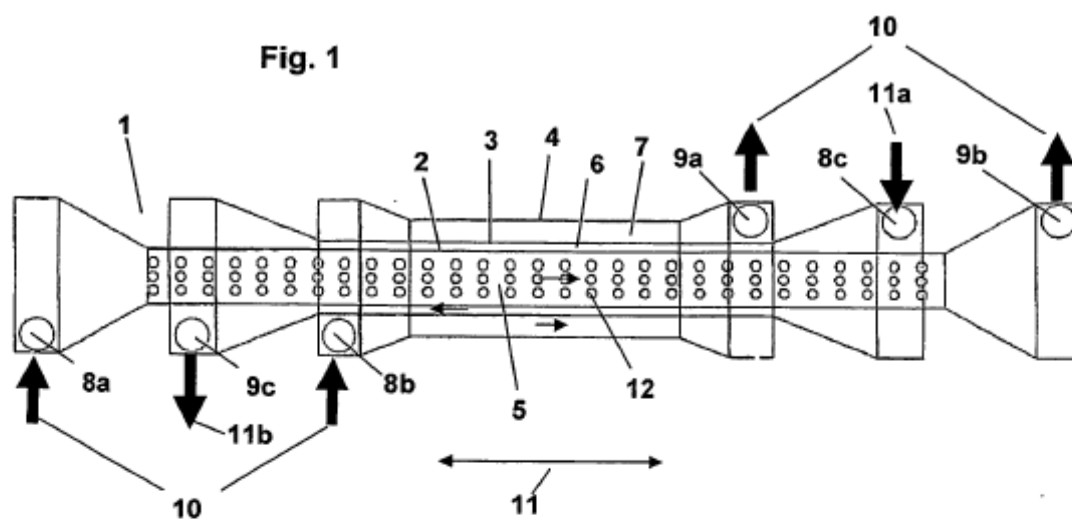


Fig. 2

