

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 383**

51 Int. Cl.:

F01N 5/02 (2006.01)

F01N 13/16 (2010.01)

F01N 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2013 E 13193219 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.02.2016 EP 2733322**

54 Título: **Intercambiador de calor de gases de escape con recuperación de energía térmica para un sistema de escape de un motor de combustión interna**

30 Prioridad:

15.11.2012 IT BO20120626

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

12.04.2016

73 Titular/es:

**MAGNETI MARELLI S.P.A. (100.0%)
Viale Aldo Borletti 61/63
Corbetta (MI), IT**

72 Inventor/es:

**PAZÉ, COSTANZA y
MILANI, EMANUELE**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 566 383 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

Intercambiador de calor de gases de escape con recuperación de energía térmica para un sistema de escape de un motor de combustión interna

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un intercambiador de calor con recuperación de energía térmica para un sistema de escape de un motor de combustión interna.

10

Técnica anterior

Un motor térmico de combustión interna está equipado con un sistema de escape, que cumple la función de expulsar a la atmósfera los gases de escape generados por la combustión limitando así tanto el ruido como el contenido de contaminantes. Un sistema de escape moderno incluye al menos un dispositivo convertidor equipado con un elemento catalítico seguido por al menos un silenciador; dentro del silenciador se define un laberinto que determina un recorrido para los gases de escape desde una abertura de entrada a una abertura de salida.

15

Para aumentar la eficiencia energética general, recientemente se ha propuesto explotar también parte del calor que está presente en los gases de escape y que normalmente es expulsado al entorno exterior; por ejemplo, el calor presente en los gases de escape puede ser usado para calentar el refrigerante del motor de combustión interna, el aceite lubricante para el motor de combustión interna, y/o el aceite lubricante para la transmisión en los instantes que siguen al arranque en frío con el fin de acelerar que se alcance la temperatura operativa óptima. Para explotar parte del calor que está presente en los gases de escape, se ha propuesto usar un intercambiador de calor de líquido-gas que está dispuesto a lo largo del recorrido de los gases de escape de manera que en él choquen los gases de escape. Con el fin de hacer que los gases de escape fluyan a través del intercambiador de calor solamente en condiciones dadas (por ejemplo, cuando el motor está frío con el fin de explotar el calor de los gases de escape para acelerar el calentamiento del refrigerante del motor de combustión interna), se ha propuesto disponer un conducto de derivación que permite que los gases de escape pongan en derivación el intercambiador de calor y sean regulados por una válvula de derivación.

20

25

30

Un ejemplo de un intercambiador de calor equipado con un conducto de derivación para un sistema de escape se propone en la Solicitud de Patente WO2005024193A1.

35

En un intento de contener los costos y los volúmenes, se ha propuesto integrar el intercambiador de calor dentro del silenciador; una solución similar se describe en las Solicitudes de Patente JP2004245127A2, WO2008117580A1 y EP2412945A1.

Descripción de la invención

40

El objeto de la presente invención es proporcionar un intercambiador de calor con recuperación de energía térmica para un sistema de escape de un motor de combustión interna, intercambiador de calor que permite obtener una eficiencia energética incrementada y un calentamiento más rápido a partir de frío, siendo al mismo tiempo de fabricación fácil y de costo razonable.

45

Según la presente invención, un intercambiador de calor está provisto de recuperación de energía térmica para un sistema de escape de un motor de combustión interna, como reivindican las reivindicaciones anexas.

Breve descripción de los dibujos

50

La presente invención se describirá ahora con referencia a los dibujos acompañantes, que ilustran varios ejemplos de realización no limitativos de la misma, en los que:

La figura 1 es una vista diagramática de un motor de combustión interna equipado con un sistema de escape que está acoplado con un intercambiador de calor hecho según la presente invención.

55

La figura 2 es una vista en perspectiva, y con partes quitadas para claridad, de un silenciador del sistema de escape de la figura 1, que integra el intercambiador de calor.

La figura 3 es una vista en perspectiva, y en escala ampliada, de un detalle de la figura 2 que representa el intercambiador de calor en detalle.

60

La figura 4 es una vista en sección transversal, y en escala ampliada, de un tubo del intercambiador de calor.

Las figuras 5 y 6 son dos vistas diagramáticas en sección longitudinal del silenciador en la figura 2, representado en dos configuraciones operativas diferentes.

65

La figura 7 es una vista esquemática del motor de combustión interna en la figura 1, en el que el intercambiador de calor está separado del silenciador.

5 La figura 8 es una vista diagramática de un dispositivo deflector que acomoda el intercambiador de calor de la figura 7.

Y la figura 9 es una vista diagramática de otra realización de un dispositivo deflector que acomoda el intercambiador de calor de la figura 7.

10

Realizaciones preferidas de la invención

La letra A en la figura 1 indica un motor de combustión interna en conjunto, para un vehículo de motor.

15 El motor de combustión interna A está equipado con un bloque motor B en el que cuatro cilindros C están dispuestos en línea. Cada cilindro C está conectado a un colector de aspiración D por medio de al menos una válvula de aspiración respectiva, y a un colector de escape E por medio de al menos una válvula de escape respectiva. El colector de aspiración D recibe aire fresco (es decir, aire que entra del entorno externo) a través de un conducto de aspiración F, que está equipado con un filtro de aire G y es regulado por una válvula de mariposa. Al colector de escape E está conectado un sistema de escape H, que emite los gases generados por combustión a la atmósfera e incluye un conducto de escape I que se origina a partir del colector de escape E. A lo largo del conducto de escape I está dispuesto un catalizador oxidante J (que podría también integrar un filtro de partículas) y un silenciador 1 dispuesto hacia abajo del catalizador J.

25 El motor de combustión interna 1 es supercargado por medio de un turbo supercargador K equipado con una turbina, que está dispuesta a lo largo del conducto de escape I para girar a alta velocidad bajo la acción de los gases de escape expulsados de los cilindros C, y con un compresor, que está dispuesto a lo largo del conducto de aspiración F y está conectado mecánicamente a la turbina de manera que sea arrastrado en rotación por la turbina con el fin de aumentar la presión del aire suministrado en el conducto de aspiración F.

30 El motor de combustión interna A incluye un sistema de refrigeración por líquido L (típicamente agua mezclada con un aditivo anticongelante), que cumple la función de enfriar el bloque motor B para evitar el sobrecalentamiento del bloque motor B.

35 El sistema de refrigeración L incluye un circuito principal M, que se extiende en su mayor parte dentro del bloque motor B y está equipado con una bomba de circulación N que es activada directamente por un eje de accionamiento del motor de combustión interna A. El circuito principal M está conectado a un radiador O (es decir, a un intercambiador de calor agua/aire) que cumple la función de disipar el calor excedente al entorno exterior. La circulación a través del radiador O es regulada por un termostato P que se abre solamente cuando la temperatura del refrigerante es más alta que un umbral de temperatura predeterminado; debido a la presencia de termostato P, cuando el motor de combustión interna A está frío, el refrigerante no fluye a través del radiador O (es decir, no se enfría en el radiador O) y por lo tanto llega a la temperatura operativa óptima más rápidamente (en particular cuando la temperatura exterior es baja).

45 El sistema de refrigeración L incluye un circuito secundario Q, que está conectado al circuito principal M en paralelo con el radiador O y hacia arriba del termostato P. A lo largo del conducto secundario Q está dispuesto un intercambiador de calor 10 (mejor descrito más adelante) que está integrado dentro del silenciador 1, es del tipo de líquido-gas, y se usa para recuperar parte del calor mantenido por los gases de escape que fluyen a través del silenciador 1. En paralelo con el intercambiador de calor 10 está conectada una válvula de derivación de solenoide R que está adaptada para cerrarse para poner en derivación la circulación del refrigerante a través del intercambiador de calor 10. Además, a lo largo del conducto secundario Q está dispuesto un intercambiador de calor S que es del tipo de líquido-aire, es parte de un sistema de acondicionamiento de aire, y se usa para calentar el aire acondicionado que es enviado a un compartimiento interior del vehículo. En paralelo con el intercambiador de calor S está conectada una válvula de derivación de solenoide T que está adaptada para cerrarse para poner en derivación la circulación del refrigerante a través del intercambiador de calor S.

60 Es de notar que la válvula de derivación de solenoide R y/o la válvula de derivación de solenoide T podrían no estar presentes, podrían estar dispuestas en posiciones diferentes con respecto a la representada en la figura 1 (por ejemplo, en serie en los intercambiadores de calor correspondiente 10 y S), o podrían ser de tres vías y por lo tanto estar dispuestas en una bifurcación hacia arriba o hacia abajo de los intercambiadores de calor correspondientes 10 y S.

65 La válvula de derivación de solenoide R es controlada para hacer que el refrigerante fluya a través del intercambiador de calor 10 con el fin de calentar el refrigerante usando parte del calor mantenido por los gases de escape que fluyen a través del silenciador 1; obviamente, el refrigerante es calentado a través del intercambiador de calor 10 solamente cuando el refrigerante está frío (es decir, está a una temperatura más baja que la temperatura

operativa óptima). Para ello, es de notar que a condición de que el refrigerante (y con él todo el bloque motor B) no llegue a la temperatura operativa óptima, la combustión dentro de los cilindros C no tiene lugar en las mejores condiciones y por lo tanto determina un aumento indeseado tanto del consumo de combustible como de la generación de contaminantes.

La válvula de derivación de solenoide T es controlada para hacer que el refrigerante fluya a través del intercambiador de calor S con el fin de calentar el aire acondicionado que es enviado por el sistema de acondicionamiento de aire al compartimiento interior del vehículo; típicamente, el refrigerante se hace fluir a través del intercambiador de calor S solamente cuando hay que calentar el aire acondicionado que es enviado al compartimiento interior del vehículo, es decir, según los objetivos que los pasajeros del vehículo piden al sistema de acondicionamiento de aire.

Como se representa en la figura 2, el silenciador 1 tiene una abertura de entrada 2 y una abertura de salida 3, a través de las que fluyen los gases de escape que fluyen a través del silenciador 1. El silenciador 1 incluye un cuerpo principal 4, que se hace de hoja metálica, es de forma tubular y tiene preferiblemente una sección transversal elíptica. El cuerpo principal 4 consta de una pared lateral cilíndrica 5 (que puede ser de hoja sencilla o de hoja doble), de una pared delantera plana 6 dispuesta cerca de la abertura de entrada 2 y de una pared trasera plana 7 dispuesta cerca de la abertura de salida 3; la pared delantera 6 y la pared trasera 7 cierran la pared lateral cilíndrica 5 en los dos extremos.

Dispuesto dentro del cuerpo principal 4 hay dos diafragmas 8 que están dispuestos paralelos a las paredes 6 y 7 y dividen el espacio dentro del cuerpo principal 4 en tres cámaras 9 yuxtapuestas. Además, dentro del cuerpo principal 4 está dispuesto el intercambiador de calor 10 que es del tipo de líquido-gas y se usa para recuperar parte del calor mantenido por los gases de escape que fluyen a través del silenciador 1. Según una realización preferida, el intercambiador de calor 10 incluye un conducto de entrada de líquido 11 y un conducto de salida de líquido 12 que salen longitudinalmente del cuerpo principal 4 a través de la pared delantera 6 (y por lo tanto perpendiculares a la pared delantera 6); esta disposición de los conductos 11 y 12 permite minimizar las tensiones estructurales generadas por la diferente expansión térmica a la que el intercambiador de calor 10 está sometido con respecto a los otros componentes del silenciador 1 debido al efecto de la diferente temperatura operativa (el intercambiador de calor 10 siempre permanece mucho más frío que los otros componentes del silenciador 1 cuando es enfriado por el líquido que fluye en él).

El silenciador 1 incluye un conducto 13, que está conformado de manera que tenga un efecto silenciador y se extiende parcialmente dentro del cuerpo principal 4 desde una zona de bifurcación 14, que está dispuesta inmediatamente hacia abajo de la abertura de entrada 2, a una zona de convergencia 15, que está dispuesta inmediatamente hacia arriba de la abertura de salida 3. Además, el silenciador 1 incluye un conducto 16, que se extiende a través del intercambiador de calor 10 y se extiende parcialmente dentro del cuerpo principal 4 desde la zona de bifurcación 14 a la zona de convergencia 15 en paralelo con el conducto 13. Los dos conductos 13 y 16 están dispuestos funcionalmente en paralelo uno a otro y están dispuestos físicamente yuxtapuestos. Finalmente, el silenciador 1 incluye una válvula de control 17, que es adecuada para dirigir alternativamente el flujo de gases de escape a través del conducto 13 (como se representa en la figura 6) o a través del conducto 16 (como se representa en la figura 5).

Como se representa en las figuras 5 y 6, la válvula de control 17 incluye una cubierta plana 18 que está articulada para girar alrededor de un eje de rotación 19 entre una primera posición en la que cierra el conducto 13 (como se representa en la figura 5) y una segunda posición en la que cierra el conducto 16 (como se representa en la figura 6). La válvula de control 17 está dispuesta fuera del cuerpo principal 4 en la zona de bifurcación 14 inmediatamente hacia abajo de la abertura de entrada 2 (según otra realización no ilustrada, la válvula de control 17 podría estar dispuesta en la zona de convergencia 15 inmediatamente hacia arriba de la abertura de salida 3). Debido al hecho de que la válvula de control 17 está dispuesta fuera del cuerpo principal 4, la válvula de accionamiento 17 puede ser mucho más compacta porque el accionador correspondiente se puede disponer muy cerca del obturador 18; por ello, el eje que soporta el obturador 18 y recibe el movimiento del accionador, es sumamente corto y por lo tanto tiene expansiones térmicas limitadas en valor absoluto.

La zona de bifurcación 14 está dispuesta fuera del cuerpo principal 4 y, como se ha mencionado anteriormente, la válvula de control 17 está dispuesta en la zona de bifurcación 14 inmediatamente hacia abajo de la abertura de entrada 2. Los dos conductos en la zona de bifurcación 14 están dispuestos basculados uno a otro de manera que tengan forma de "V"; el obturador 18 de la válvula de control 17 está articulado en el vértice de la "V" para girar alrededor del eje de rotación 19 entre la primera posición en la que cierra el conducto 13 (como se representa en la figura 5) y la segunda posición en la que cierra el conducto 16 (como se representa en la figura 6).

La zona de convergencia 15 está dispuesta dentro del cuerpo principal 4. En particular, la zona de convergencia 15 consta de una cámara final 9, que se forma dentro del cuerpo principal 4 cerca de la pared trasera 7 y a la que conduce el conducto 16; el conducto 13 se extiende a través de la cámara final 9 y tiene, dentro de la cámara final 9 propiamente dicha, una pluralidad de agujeros pasantes 20. Los gases de escape descargados del conducto 16 dentro de la cámara final 9 entran en la porción de conducto final 13 a través de los agujeros pasantes 20 y por lo

tanto llegan a la abertura de salida 3.

El conducto 16 se extiende a través del cuerpo principal 4 pasando a través de la pared delantera 6 pero no a través de la pared trasera 7, y el conducto 13 se extiende a través del cuerpo principal 4 pasando tanto a través de la pared delantera 6 como de la pared trasera 7; en esta realización, solamente la abertura de entrada 2 está dispuesta fuera del cuerpo principal 4 y a una distancia dada de la pared delantera 6, mientras que la abertura de salida 3 está dispuesta en la pared trasera 7 y consta de una salida del conducto 13.

El conducto 13 tiene una interrupción de su continuidad en una cámara intermedia 9 porque está conformado para emitir los gases de escape que se originan desde la abertura de entrada 2 a la cámara intermedia 9 con el fin de expandir los gases de escape en la cámara intermedia 9 y por lo tanto recoger los gases de escape más tarde de la cámara intermedia 9 para transportar los gases de escape hacia la abertura de salida 3.

Según una realización preferida, a una superficie interna de los conductos 13 y 16 y en la válvula de control 17 está soldado un elemento anular de apoyo (típicamente de forma cuadrada) sobre el que descansa un extremo de obturador 18 que está enfrente del extremo articulado. La función del elemento de apoyo es proporcionar un tope para el movimiento del obturador 18 con el fin de definir exactamente las dos posiciones del obturador. Preferiblemente, el lado del elemento de apoyo que mira al obturador 18 está recubierto con un de malla metálica que cumple la función de amortiguar el impacto del obturador 18 contra el elemento de apoyo deformándose así elásticamente bajo el empuje del obturador 18.

Según una posible realización, una pared externa del intercambiador de calor 10 está recubierta con un recubrimiento aislante. Tal recubrimiento aislante puede constar de un material de baja conductividad térmica que rodea el intercambiador de calor 10 o puede constar de un intervalo vacío (es decir, de un intervalo de aire) que rodea el intercambiador de calor 10. La función del recubrimiento aislante es limitar la transferencia de calor hacia el intercambiador de calor 10 cuando el conducto 16 es cerrado por la válvula de control 17 (como se representa en la figura 6). Según una realización preferida, el recubrimiento aislante podría constar de fibra de cerámica que llene una o más cámaras 9 y cumple una función doble: aislar térmicamente el intercambiador de calor 10 y amortiguar el ruido.

Como se representa en la figura 3, el intercambiador de calor 10 incluye una cámara cilíndrica estanca a los fluidos 21 dentro de la que se hace circular el refrigerante. La cámara cilíndrica 21 es cruzada longitudinalmente por el conjunto de tubos 22 que están dispuestos paralelos uno a otro para definir una pluralidad de canales de flujo correspondientes para los gases de escape. Los gases de escape que fluyen a través de los tubos 22 calientan las paredes 23 de los tubos 22 que están en contacto con el refrigerante presente dentro de la cámara cilíndrica 21.

Como se representa en la figura 4, la pared 23 de cada tubo 22 está recubierta por dentro con una capa de recubrimiento 24 que consta de un material con higroscopia exotérmica, es decir, un material que es higroscópico y tiene un proceso exotérmico de absorción de agua. En otros términos, el volumen interno de cada tubo 22 está parcialmente ocupado por una capa de recubrimiento de forma anular 24 que está fijada a la pared 23 del tubo 22 y consta de un material con higroscopia exotérmica. La capa de recubrimiento 24 puede estar formada solamente por el material con higroscopia exotérmica, o puede estar formada por una mezcla entre el material con higroscopia exotérmica y otros componentes que cumplen esencialmente la función de asegurar el agarre de los tubos 22 a las paredes 23.

Según una realización preferida, el material con higroscopia exotérmica es un óxido, y en particular es un óxido a base de óxido de silicio.

Según una realización preferida, el material con higroscopia exotérmica es una zeolita que normalmente es un silicoaluminato, es decir, es un óxido a base de óxido de silicio y a base de óxido de aluminio; en varios casos raros, una zeolita puede no tener alúmina, es decir, puede ser un óxido de silicio sin aluminio. Las zeolitas (del griego "zein" o "hervir" y "lithos" o "piedra") son una familia de minerales con una estructura cristalina y microporosa regular caracterizada por una enorme cantidad de volúmenes vacíos dentro de los cristales. Las zeolitas son sumamente higroscópicas y el proceso de absorción de agua es exotérmico, es decir, libera calor; en otros términos, cuando una zeolita absorbe el agua, libera calor al mismo tiempo. Existen numerosas zeolitas, tanto naturales como sintéticas; a modo de ejemplo no limitador, chabazita (también conocida como zeolita D), clinoptilolita, erionita, faujasita (también conocida como zeolita X y zeolita Y), ferrierita, mordenita, zeolita A, zeolita P, zeolita Beta, zeolita ZSM-5 y silicalita también se puede usar para la capa de recubrimiento 24 de los tubos 22. Una descripción detallada de las zeolitas antes indicadas se encuentra fácilmente en la literatura (por ejemplo, en el libro de D. W. Breck, "ZEOLITE MOLECULAR SIEVES", John Wiley and Sons, Nueva York, 1974).

Según otra realización, el material con higroscopia exotérmica es un gel de sílice que consta de óxido de silicio.

En el uso, bajo el empuje del dispositivo accionador, el obturador 18 de la válvula de control 17 gira alrededor del eje de rotación 19 entre la primera posición (representada en la figura 5), en la que el obturador 18 cierra completamente el conducto 13 y por lo tanto permite el flujo de gases de escape solamente a través del conducto

16, y una segunda posición (representada en la figura 6), en la que el obturador 18 cierra completamente el conducto 16 y por lo tanto permite el flujo de gases de escape solamente a través del conducto 13. La primera posición (representada en la figura 5) se usa para dirigir los gases de escape a través del intercambiador de calor 10. La segunda posición (representada en la figura 6) se usa para excluir el flujo a través del intercambiador de calor 10 de los gases de escape que fluyen a través del silenciador 1.

Cuando el obturador 18 de la válvula de control 17 está en la primera posición (representada en la figura 5), es decir, cuando los gases de escape fluyen a través del conducto 16 y por lo tanto a través del intercambiador de calor 10, el vapor presente en los gases de escape (que deriva, en su mayor parte, de la combustión de combustible) es capturado por el material con higroscopia exotérmica presente dentro de los tubos 22 del intercambiador de calor 10 (en particular el material con higroscopia exotérmica presente en las capas de recubrimiento 24 de los tubos 22); consiguientemente, después de la hidratación (es decir, después de la absorción de agua), el material con higroscopia exotérmica libera calor que contribuye a calentar el refrigerante dentro del intercambiador de calor 10. Es de notar que cuando el motor de combustión interna 1 está "frío" (es decir, cuando la temperatura del refrigerante es más baja que la temperatura operativa óptima), los gases de escape que son emitidos por el motor de combustión interna 1 también están "más fríos" que los gases de escape que son emitidos cuando el motor de combustión interna 1 ha alcanzado su temperatura operativa óptima; el hecho de que los gases de escape estén "más fríos" de lo estándar es positivo, porque esto permite que el material con higroscopia exotérmica absorba más fácilmente el vapor presente en los gases de escape.

Cuando el obturador 18 de la válvula de control 17 está en la segunda posición (representada en la figura 6), es decir, cuando los gases de escape fluyen a través del conducto 13 y por lo tanto no a través del intercambiador de calor 10, los tubos 22 del intercambiador de calor 10 no quedan afectados por el vapor; en estas condiciones y debido al efecto de las altas temperaturas del silenciador 1 (a velocidad, la temperatura de silenciador 1 es superior a 200-250°C), el material con higroscopia exotérmica presente dentro de los tubos 22 del intercambiador de calor 10 (en particular, el material con higroscopia exotérmica presente en las capas de recubrimiento 24 de los tubos 22) se deshidrata liberando así toda el agua previamente capturada y por lo tanto absorbiendo calor.

Según una posible realización, cuando el motor de combustión interna 1 está en condiciones térmicas ideales (es decir, cuando el motor de combustión interna 1, y por lo tanto los gases de escape emitidos por el motor de combustión interna 1, tienen una temperatura elevada), podría ser posible mover, durante un intervalo de tiempo limitado (por ejemplo, en el rango de varios minutos), el obturador 18 de la válvula de control 17 a la primera posición (representada en la figura 5) haciendo que los gases de escape "calientes" fluyan a través del intercambiador de calor 10 y por lo tanto promuevan la deshidratación del material con higroscopia exotérmica presente en las capas de recubrimiento 24 de los tubos 22. De hecho, cuando los gases de escape están "calientes", es decir, tienen una temperatura superior a un umbral dado, las moléculas de agua presentes en los gases de escape tienen una energía cinética mayor que la energía de absorción del material con higroscopia exotérmica y por lo tanto no son capturados por el material con higroscopia exotérmica. Consiguientemente, cuando fluyen gases de escape "calientes", es decir, con una temperatura superior a un umbral dado, a través del intercambiador de calor 10, no solamente el material con higroscopia exotérmica no es capaz de absorber las moléculas de agua presentes en los gases de escape, sino que, por el contrario, libera las moléculas de agua que había absorbido previamente, deshidratándose así. En otros términos, la deshidratación del material con higroscopia exotérmica también puede tener lugar colocando el obturador 18 de la válvula 17 en la primera posición (representada en la figura 5) durante un corto intervalo de tiempo cuando el motor de combustión interna 1 está en las condiciones térmicas ideales.

En esencia, cuando el motor de combustión interna A está a velocidad, parte del calor de los gases de escape (que normalmente es dispersado totalmente al entorno exterior) se usa para deshidratar el material con higroscopia exotérmica presente dentro de los tubos 22 del intercambiador de calor 10; en otros términos, cuando el motor de combustión interna A está a velocidad, el material con higroscopia exotérmica presente dentro de los tubos 22 del intercambiador de calor 10 "almacena" parte del calor de los gases de escape deshidratándose. Entonces, cuando el motor de combustión interna A se arranca en frío de nuevo, el material con higroscopia exotérmica presente dentro de los tubos 22 del intercambiador de calor 10 "libera" el calor hidratándose con el vapor presente en los gases de escape; en otros términos, después de un arranque en frío, el material con higroscopia exotérmica presente dentro de los tubos 22 del intercambiador de calor 10 "libera" el calor "almacenado" previamente hidratándose. Por ello, el material con higroscopia exotérmica presente dentro de los tubos 22 del intercambiador de calor 10 "libera" el calor "almacenado" previamente mientras que acelera el calentamiento del refrigerante, reduciendo por lo tanto el tiempo necesario para poner el refrigerante a la temperatura operativa óptima.

En resumen, el material con higroscopia exotérmica presente dentro de los tubos 22 del intercambiador de calor 10 recupera parte del calor de los gases de escape (que normalmente es dispersado totalmente al entorno exterior) y usa dicho calor recuperado para calentar el refrigerante más rápidamente después de un arranque en frío.

En la realización representada en la figura 1, el intercambiador de calor está integrado dentro del silenciador 1. En la realización alternativa representada en la figura 7, el intercambiador de calor 10 está separado y es independiente del silenciador 1 y está dispuesto hacia arriba de silenciador 1 (es decir, el intercambiador de calor 10 está dispuesto

entre el catalizador oxidante J y el silenciador 1).

5 Como se representa en la figura 8, el intercambiador de calor 10 está insertado en un dispositivo deflector 25, que está conectado en serie al conducto de escape I e incluye un conducto principal 26 que no tiene obstáculos, y un conducto secundario 27 que tiene el intercambiador de calor 10. Una válvula de control 28 (por ejemplo, similar a la válvula de control 17 descrita anteriormente) regula los gases de escape que fluyen a través de los dos conductos 26 y 27. Obviamente, el intercambiador de calor 10 en esta realización también incluye un conjunto de tubos 22 para los gases de escape que está equipado internamente con las capas de recubrimiento 24 que constan de un material con higroscopia exotérmica.

10 La figura 9 representa una realización diferente del dispositivo deflector 25, que está conectado en serie al conducto de escape I y acomoda el intercambiador de calor 10. Para una descripción detallada de la operación del dispositivo deflector 25 representado en la figura 9, consúltese la descripción de la Solicitud de Patente WO2011132035A1. Obviamente, el intercambiador de calor 10 en esta realización también incluye un conjunto de tubos 22 para los gases de escape que está equipado internamente con las capas de recubrimiento 24 que constan de un material con higroscopia exotérmica.

15 En las realizaciones descritas anteriormente, el calor de los gases de escape y el calor liberado por las capas de recubrimiento 24 se usan para calentar el refrigerante del motor de combustión interna en los instantes siguientes al arranque en frío; según realizaciones alternativas (y perfectamente equivalentes) no ilustradas, el calor de los gases de escape y el calor liberado por las capas de recubrimiento 24 también (o solamente) podría ser usado para calentar el aceite lubricante para el motor de combustión interna 1, y/o el aceite lubricante para la transmisión en los instantes siguientes al arranque en frío.

20 El intercambiador de calor 10 descrito anteriormente tiene numerosas ventajas.

25 En primer lugar, el intercambiador de calor 10 permite obtener una mayor eficiencia energética y un calentamiento a partir de frío, con respecto a un intercambiador de calor convencional similar debido a la presencia de las capas de recubrimiento 24 que constan de un material con higroscopia exotérmica dentro de los tubos 22. De hecho, el material con hidrosopia exotérmica permite que parte del calor de los gases de escape sea "almacenado" deshidratándose cuando el motor de combustión interna A esté a velocidad; entonces, cuando el motor de combustión interna A se arranca en frío de nuevo, el material con higroscopia exotérmica "libera" el calor "almacenado" previamente hidratándose con el vapor presente en los gases de escape.

30 Además, el intercambiador de calor 10 descrito anteriormente es de fabricación simple y de costo razonable, porque con respecto a un intercambiador de calor convencional similar, requiere la única modificación de colocar capas de recubrimiento 24 que constan de un material con higroscopia exotérmica, dentro de los tubos 22. Para ello, es de notar que las zeolitas o el gel de sílice son materiales que son fáciles de obtener y son de costo razonable, y que colocar una capa de recubrimiento 24 dentro de un tubo 22 es fácil de automatizar y por lo tanto se puede realizar en tiempos reducidos con costos reducidos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un intercambiador de calor (10) con recuperación de energía térmica para un sistema de escape (H) de un motor de combustión interna (A); el intercambiador de calor (10) incluye una pluralidad de tubos (22), que definen una pluralidad de canales de flujo correspondientes para los gases de escape; el intercambiador de calor (10) **se caracteriza porque** una pared (23) de al menos un tubo (22) está recubierta por dentro con una capa de recubrimiento (24) que incluye un material con higroscopia exotérmica, a saber un material que es higroscópico y realiza un proceso exotérmico de absorción de agua.
- 10 2. Un intercambiador de calor (10) según la reivindicación 1, donde el material con higroscopia exotérmica es un óxido.
- 15 3. Un intercambiador de calor (10) según la reivindicación 2, donde el material con higroscopia exotérmica es un óxido a base de óxido de silicio.
- 20 4. Un intercambiador de calor (10) según la reivindicación 3, donde el material con higroscopia exotérmica es una zeolita.
- 25 5. Un intercambiador de calor (10) según la reivindicación 3, donde el material con higroscopia exotérmica es un gel de sílice que consta de óxido de silicio.
- 30 6. Un intercambiador de calor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde el intercambiador de calor (10) es del tipo de líquido-gas e incluye un conducto de entrada de líquido (11) y un conducto de salida de líquido (12).
- 35 7. Un intercambiador de calor (10) según la reivindicación 6 e incluyendo una cámara estanca a los fluidos (21), dentro de la que se hace circular el líquido que tiene que recibir el calor de los gases, y dentro de la que están dispuestos los tubos (22) que son adecuados para que a su través fluyan los gases de escape.
- 40 8. Un silenciador (1) incluyendo:
una abertura de entrada (2) y una abertura de salida (3), a través de las que fluyen los gases de escape;
un cuerpo principal (4), que tiene una forma tubular y consta de una pared lateral cilíndrica (5) así como de una pared delantera plana (6) dispuesta cerca de la abertura de entrada (2) y de una pared trasera plana (7) dispuesta cerca de la abertura de salida (3), que cierran la pared lateral cilíndrica (5) en los dos extremos;
un intercambiador de calor (10), que está dispuesto dentro del cuerpo principal (4);
un primer conducto (13), que está conformado de manera que tenga un efecto silenciador y se extiende al menos parcialmente dentro del cuerpo principal (4) desde una zona de bifurcación (14), que está dispuesta inmediatamente hacia abajo de la abertura de entrada (2), a una zona de convergencia (15), que está dispuesta inmediatamente hacia arriba de la abertura de salida (3);
un segundo conducto (16), que se extiende a través del intercambiador de calor (10) y se extiende al menos parcialmente dentro del cuerpo principal (4) desde la zona de bifurcación (14) a la zona de convergencia (15) en paralelo con el primer conducto (13); y
una válvula de control (17), que es adecuada para dirigir alternativamente el flujo de gases de escape a través del primer conducto (13) o a través del segundo conducto (16);
donde el intercambiador de calor (10) incluye una pluralidad de tubos (22), que definen una pluralidad de canales de flujo correspondientes para los gases de escape;
- 45 55 el silenciador (1) **se caracteriza porque** una pared (23) de al menos un tubo (22) está recubierta por dentro con una capa de recubrimiento (24) que incluye un material con higroscopia exotérmica, a saber un material que es higroscópico y realiza un proceso exotérmico de absorción de agua.
- 60 9. Un silenciador (1) según la reivindicación 8, donde el material con higroscopia exotérmica es un óxido.
- 65 10. Un silenciador (1) según la reivindicación 9, donde el material con higroscopia exotérmica es un óxido a base de óxido de silicio.
11. Un silenciador (1) según la reivindicación 10, donde el material con higroscopia exotérmica es una zeolita.
12. Un silenciador (1) según la reivindicación 10, donde el material con higroscopia exotérmica es un gel de sílice

que consta de óxido de silicio.

- 5 13. Un silenciador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, donde el intercambiador de calor (10) es del tipo de líquido-gas e incluye un conducto de entrada de líquido (11) y un conducto de salida de líquido (12).
14. Un silenciador (1) según la reivindicación 13, donde el intercambiador de calor (10) incluye una cámara estanca a los fluidos (21), dentro de la que se hace circular el líquido que tiene que recibir el calor de los gases, y dentro de la que están dispuestos los tubos (22) que son adecuados para que a su través fluyan los gases de escape.
- 10 15. Un silenciador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, donde:
- la válvula de control (17) está dispuesta fuera del cuerpo principal (4);
- 15 la zona de bifurcación (14) está dispuesta fuera del cuerpo principal (4) y la válvula de control (17) está dispuesta en correspondencia con la zona de bifurcación (14); y
- la zona de convergencia (15) está dispuesta dentro del cuerpo principal (4).
- 20 16. Un silenciador (1) según la reivindicación 15, donde:
- la zona de convergencia (15) consta de una cámara final (9), que se forma dentro del cuerpo principal (4) cerca de la pared trasera (7);
- 25 el primer conducto (13) se extiende a través de la cámara final (9) y tiene, dentro de la cámara final (9) propiamente dicha, una pluralidad de agujeros pasantes (20); y el segundo conducto (16) conduce a la cámara final (9).

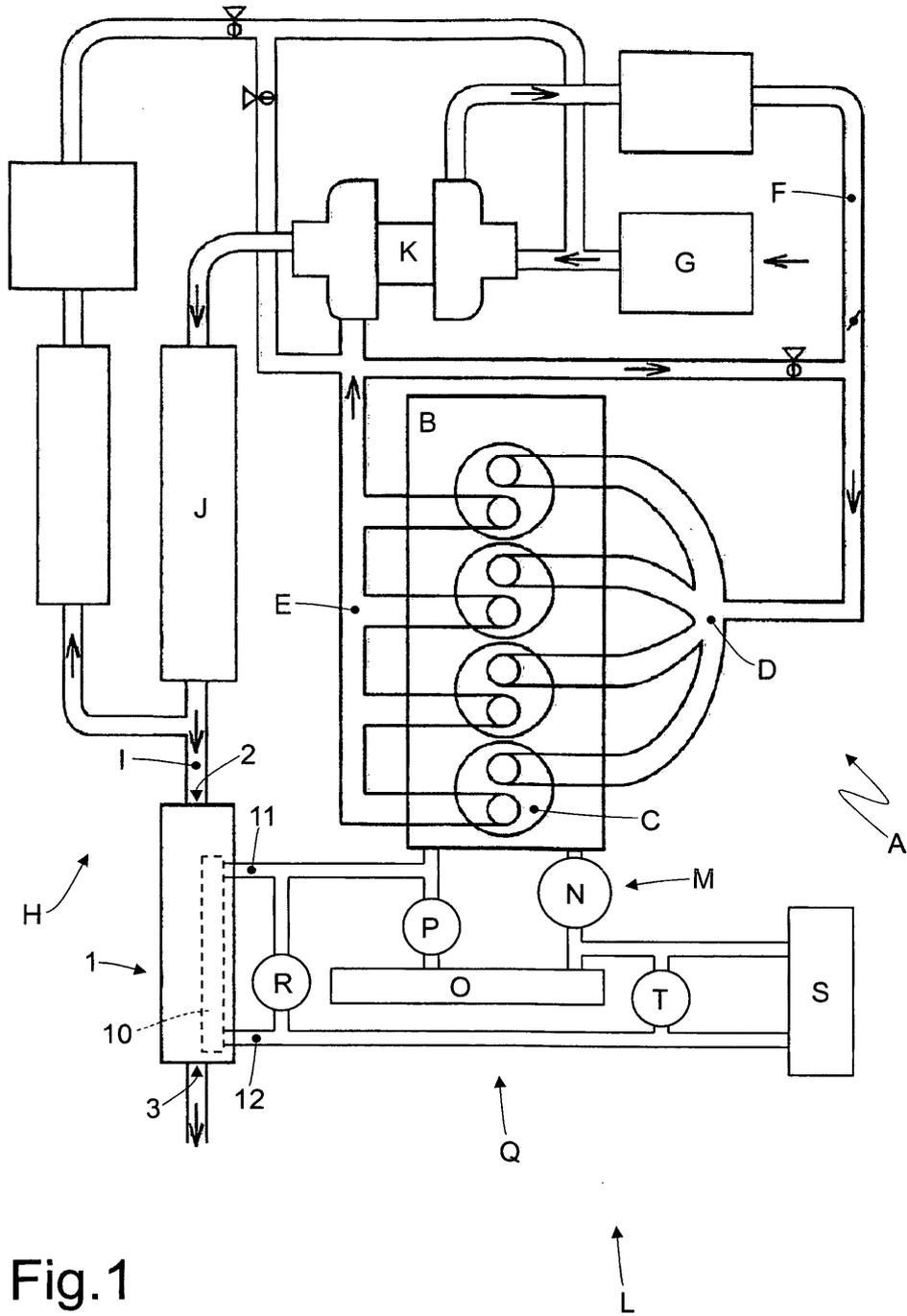


Fig.1

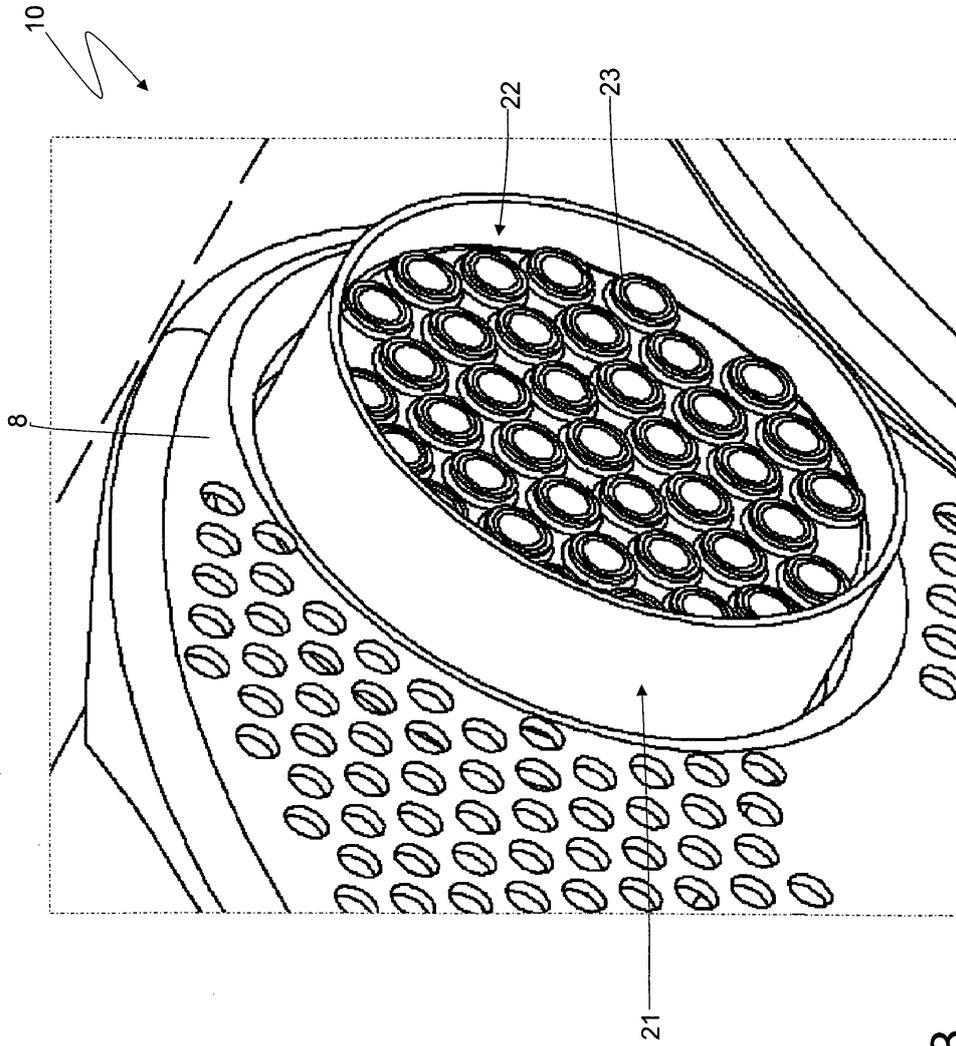


Fig.3

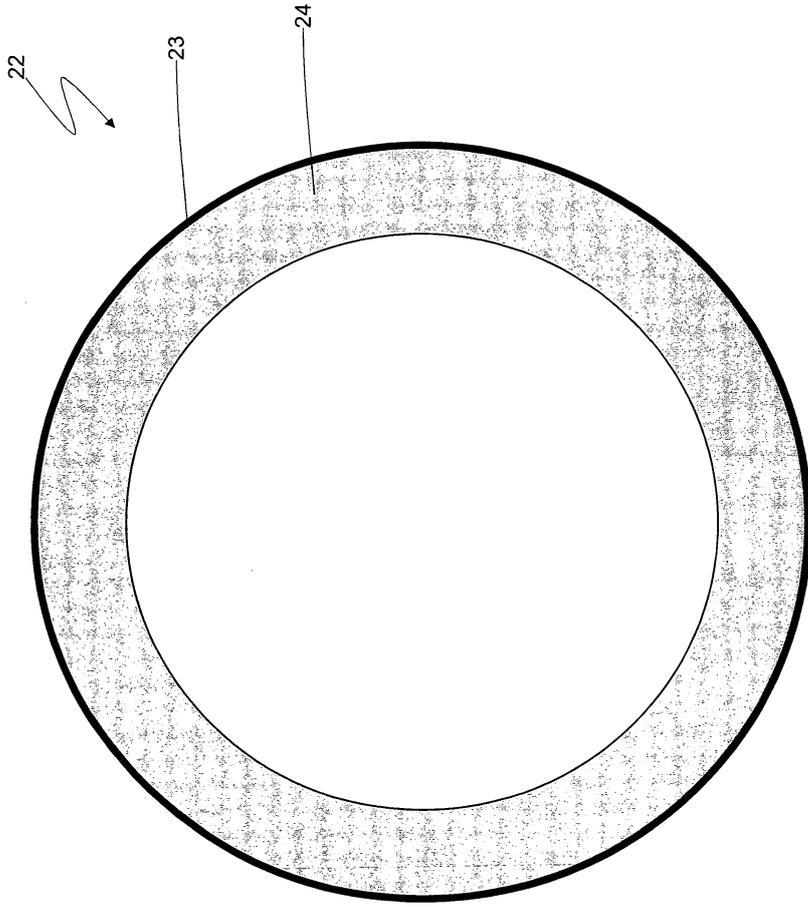


Fig.4

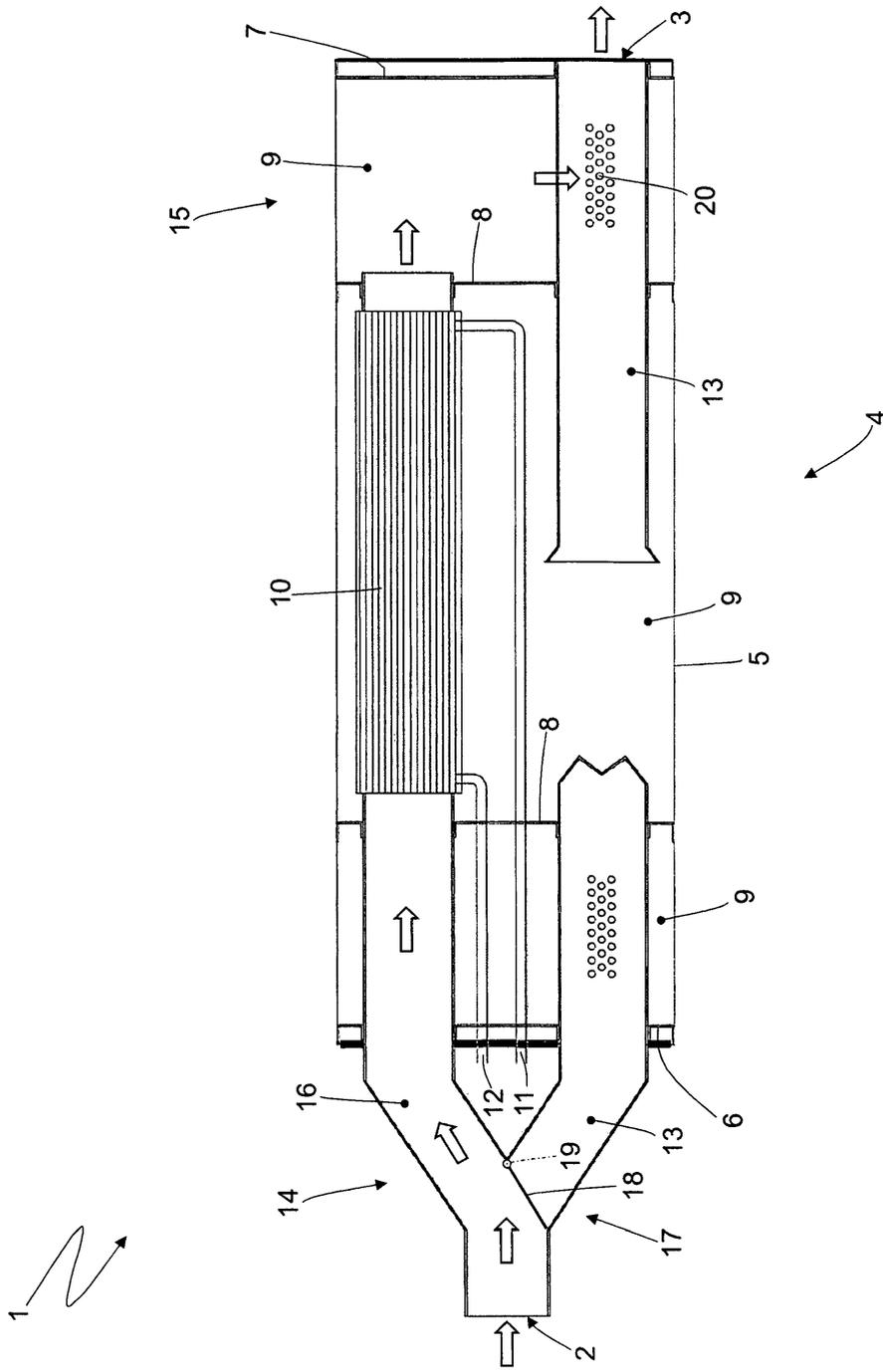


Fig.5

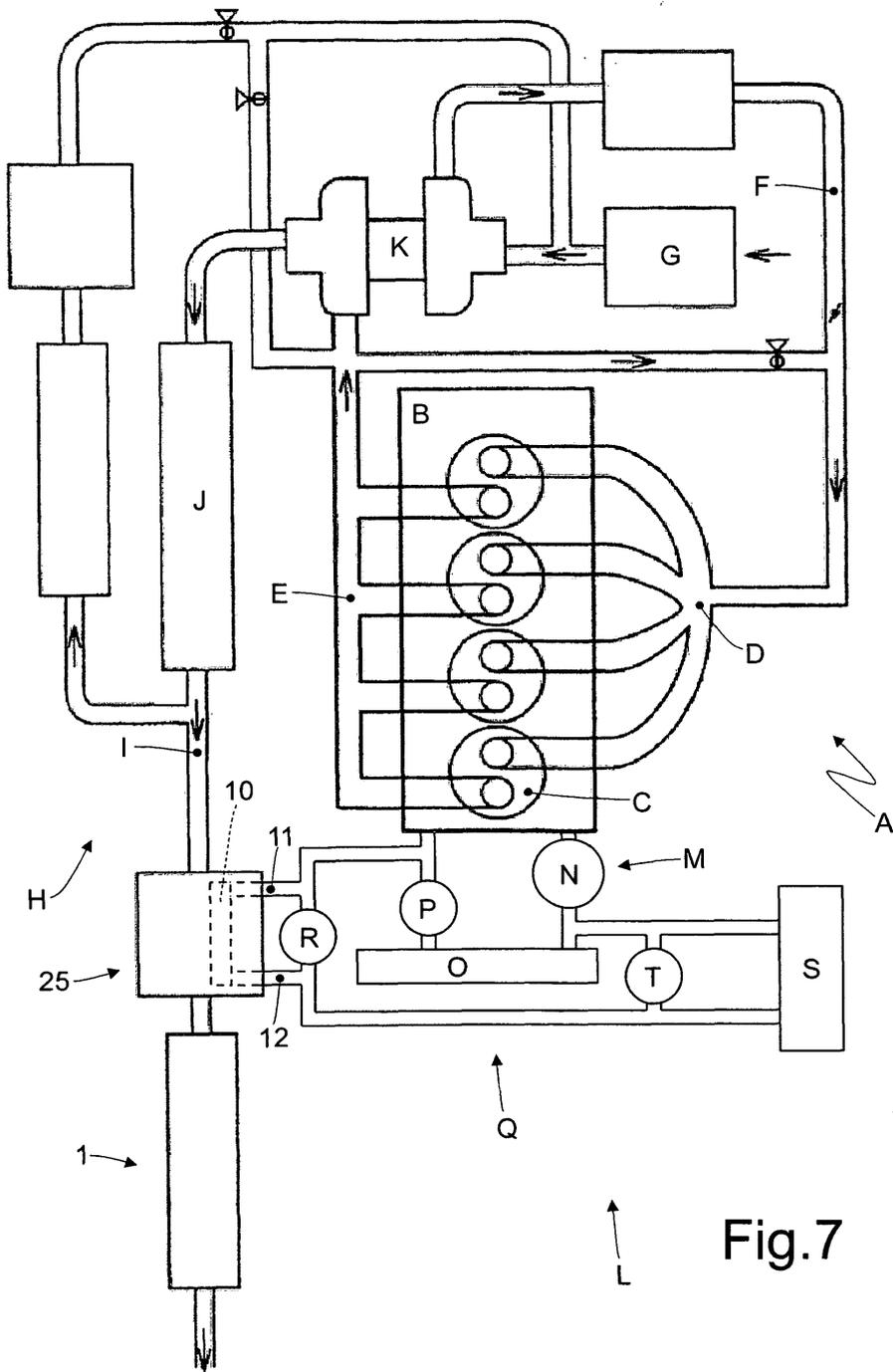
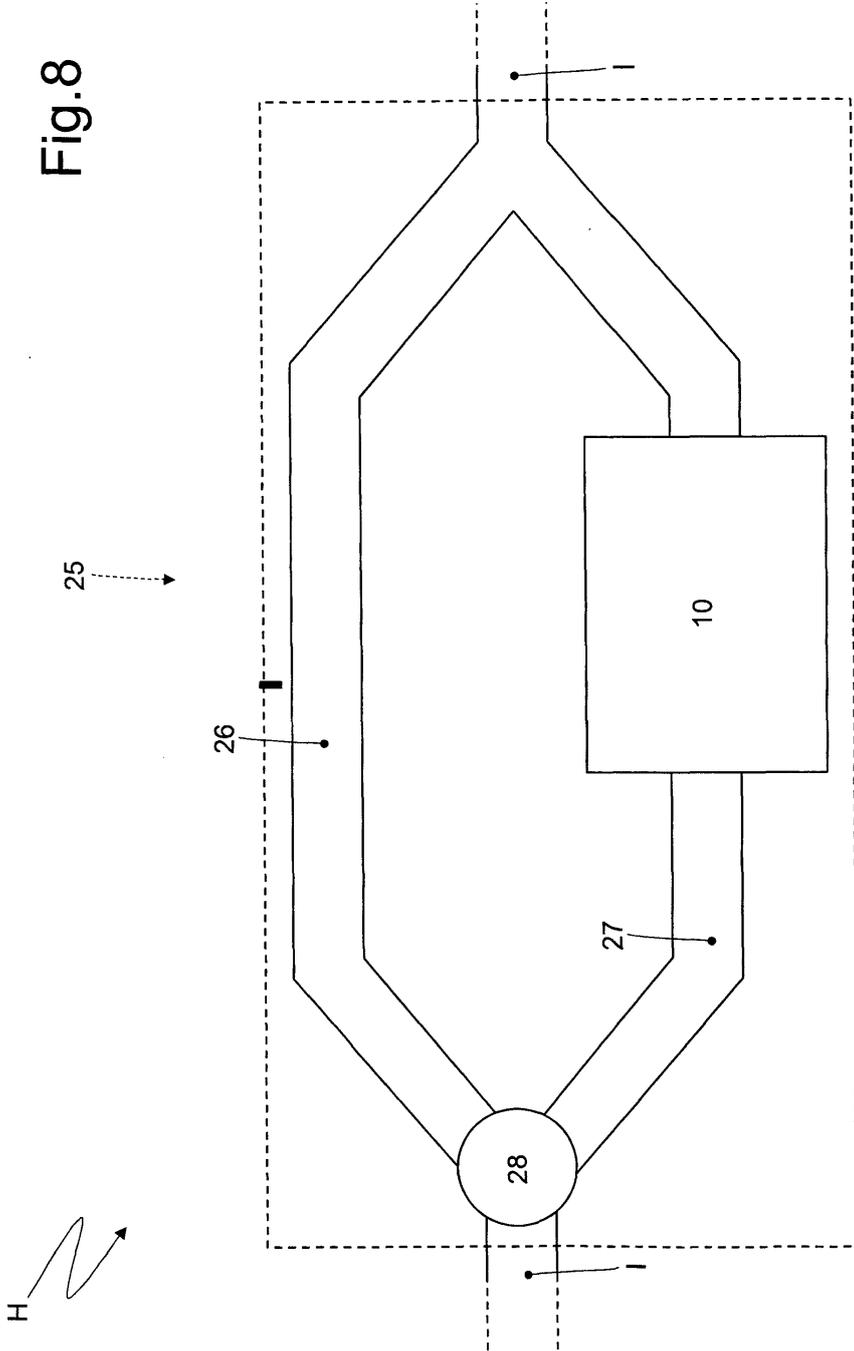


Fig.7



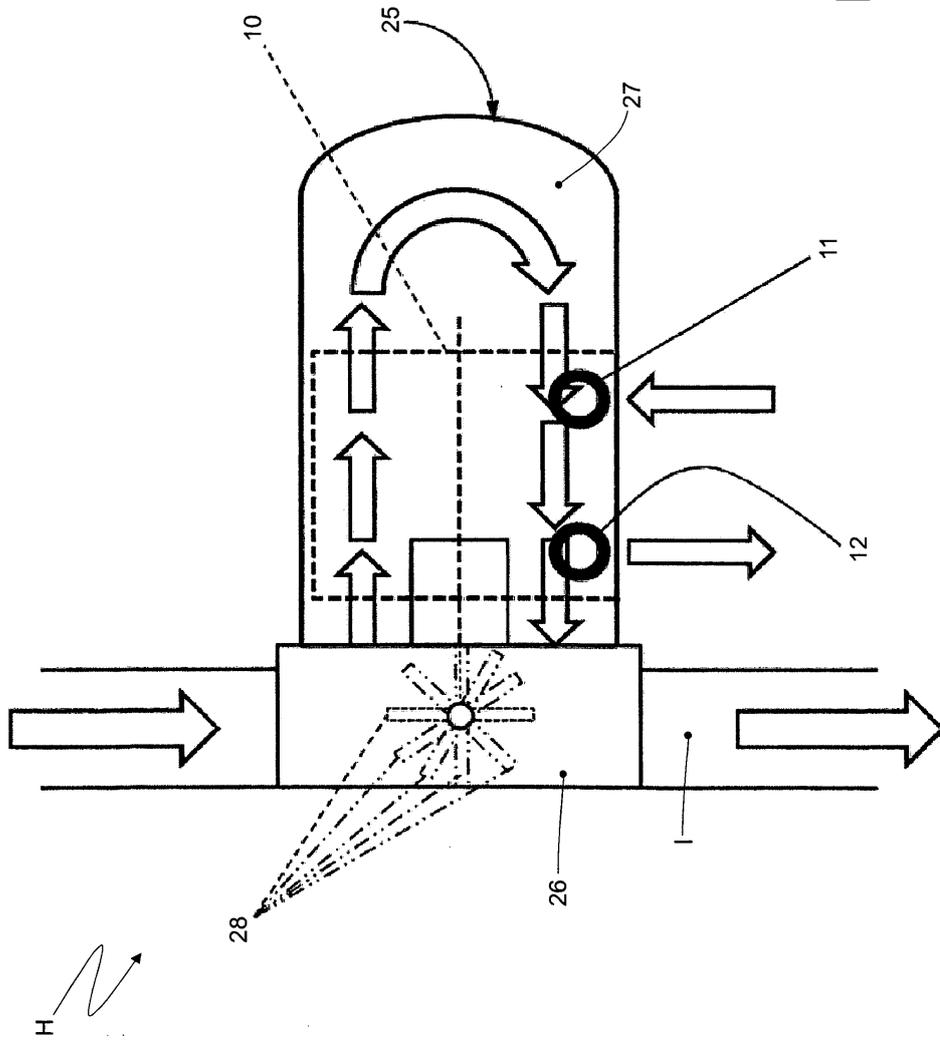


Fig.9