

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 696 980**

51 Int. Cl.:

F28F 13/06 (2006.01)

F28F 27/02 (2006.01)

F02G 5/02 (2006.01)

F01N 5/02 (2006.01)

F01N 3/28 (2006.01)

F01N 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2015** E 15185121 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018** EP 3141715

54 Título: **Componente de recuperación de calor para un sistema de gases de escape de un motor de combustión interna**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.01.2019

73 Titular/es:

**BOSAL EMISSION CONTROL SYSTEMS NV
(100.0%)
Dellestraat 20
3560 Lummen, BE**

72 Inventor/es:

**JANSSENS, JEAN-PAUL HUBERT;
DEDENE, LUK y
HANSENNE, ERIC FRANS DENIS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 696 980 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

Componente de recuperación de calor para un sistema de gases de escape de un motor de combustión interna

La presente invención se refiere a un componente de recuperación de calor para un sistema de gases de escape de un motor de combustión interna. En particular, la invención se refiere a un componente de recuperación de calor para un sistema de gases de escape de un motor de combustión interna de un vehículo de motor, por ejemplo un automóvil.

Los requisitos impuestos a los motores de combustión interna y a los sistemas de gases de escape son cada vez más estrictos con respecto a la emisión de ciertos componentes y / o partículas gaseosas con el fin de proteger mejor el medio ambiente. Esto se aplica, en particular, pero sin limitación, a los motores de combustión interna utilizados en el campo de los vehículos de motor, tales como los automóviles. La energía térmica contenida en la corriente de gases de escape que proviene del motor se puede utilizar para diversos fines, por ejemplo, para mejorar la comodidad y / o reducir el consumo de combustible. Por ejemplo, se ha sugerido usar la energía térmica (calor) contenida en la corriente de gases de escape de un automóvil para calentar más rápidamente el compartimento de pasajeros del automóvil, aumentando así la comodidad del pasajero. Además, se ha sugerido utilizar la energía térmica (calor) contenida en la corriente de gases de escape para calentar el fluido de refrigeración que fluye a través del motor y / o calentar el aceite del motor y / o calentar el aceite de la transmisión durante una fase de calentamiento del motor. Un calentamiento del fluido refrigerante utilizando energía térmica (calor) contenida en la corriente de gases de escape produce un calentamiento más rápido del motor, lo que a su vez hace que el motor alcance la temperatura de funcionamiento deseada en la que las emisiones se mantienen en un mínimo en un tiempo más corto después de haber arrancado el motor. Una vez que el motor ha alcanzado la temperatura de funcionamiento deseada, el fluido refrigerante ya no se debe calentar para evitar un sobrecalentamiento del motor.

Se ha sugerido que los componentes de recuperación de calor de los gases de escape utilicen energía térmica contenida en la corriente de gases de escape procedente del motor. El uso de componentes de recuperación de calor de los gases de escape es especialmente beneficioso para los vehículos híbridos para aumentar el confort de los pasajeros, reducir las emisiones de escape perjudiciales y reducir el consumo de combustible. Un calentamiento más rápido del fluido refrigerante (por ejemplo, agua de refrigeración del motor) por medio del calor recuperado de los gases de escape permite un calentamiento muy rápido del habitáculo de pasajeros y reduce o evita el consumo de energía eléctrica de la batería para este fin, aumentando de esta manera el rango de conducción de tales vehículos híbridos en modo eléctrico. Cuando se realiza un arranque en frío de un vehículo híbrido, el motor de combustión se puede desconectar una vez que se alcanza la temperatura de funcionamiento deseada. Con la ayuda de un componente de recuperación de calor, el motor puede desconectarse más rápidamente después de un arranque en frío, lo que reduce las emisiones y reduce el consumo de combustible.

Para recuperar el calor contenido en la corriente de gases de escape y para usar ese calor para el calentamiento del fluido refrigerante, es conocido disponer un intercambiador de calor en el sistema de gases de escape. El fluido refrigerante que fluye a través del motor también fluye a través del intercambiador de calor, de manera que durante la fase de calentamiento del motor, el calor contenido en la corriente de gases de escape se usa para calentar el fluido refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor. Puesto que el fluido de enfriamiento calentado fluye entonces otra vez a través del motor, también calienta el motor. Una vez que el motor ha alcanzado la temperatura de funcionamiento deseada, se evita en cierta medida que la corriente de gases de escape fluya a través del intercambiador de calor. El fluido de enfriamiento a continuación realiza su función normal de enfriamiento del motor y mantenimiento de la temperatura deseada del motor. En esta manera operativa, no se desea un calentamiento adicional del fluido refrigerante (por ejemplo, agua de refrigeración del motor). Por otro lado, la recuperación de calor no puede reducirse completamente a cero. Por lo tanto, aunque no deseado, en este modo de operación aún se recupera algo de calor al que se hace referencia a continuación como "calor parásito". Este calor parásito debe ser lo más pequeño posible ya que el circuito del refrigerante del motor debe estar dimensionado para poder hacer frente a este calor parásito. En consecuencia, cuanto más calor parásito se produzca, mayor debe ser el espacio del paquete y el peso del sistema de refrigeración para poder hacer frente al calor parásito.

Diferentes enfoques constructivos de los componentes de recuperación de calor de los gases de escape que se pueden usar para el propósito que se ha descrito más arriba en un sistema de gases de escape de un motor de combustión interna son conocidos por la técnica anterior. Por ejemplo, un componente de recuperación de calor adecuado para este fin se describe en los documentos US 6.141.961 o WO0216750A1. El componente de recuperación de calor que se describe allí comprende una entrada y dos ramas de conducto a través de las cuales los gases de escape puede fluir a la salida del componente. Un intercambiador de calor está dispuesto en una rama de conducto, mientras que la otra rama de conducto comprende esencialmente un tubo y un compensador de expansión térmica para compensar en longitud las diferentes expansiones térmicas. Una clapeta de la válvula montada en un árbol está dispuesta en las entradas de las dos ramas de conducto, y esta clapeta de la válvula puede pivotar alrededor del árbol entre una primera posición final, en la que los gases de escape solo debe fluir a través de esa rama de conducto en el que el intercambiador de calor está dispuesto, y una segunda posición final en la que la rama de conducto en el que el intercambiador de calor está dispuesto se debe desconectar, de manera que los gases de

escape solo fluyan a través de esa rama de conducto derivando la rama de conducto en el que está dispuesto el intercambiador de calor. La posición de la clapeta de la válvula se controla de manera que durante la fase de calentamiento del motor, la corriente de gases de escape solo fluye a través de esa rama de conducto en el que está dispuesto el intercambiador de calor, y una vez que el motor ha alcanzado la temperatura deseada, se pretende que la corriente de gases de escape solo fluya a través de esa rama de conducto derivando la rama en la que está dispuesto el intercambiador de calor. Sin embargo, como se ha mencionado más arriba, incluso en las posiciones finales primera y segunda de la clapeta de la válvula hay una fuga que conduce al calor parasitario. El componente de recuperación de calor de los gases de escape se muestra en el documento US 6.141.961, en particular, debido a la manera específica en que se realiza / dispone, la clapeta de la válvula es propensa a una fuga no insustancial cuando la válvula está dispuesta en la primera y segunda posiciones finales que a su vez da como resultado una cantidad comparativamente grande de calor parásito.

Los componentes de recuperación de calor de los gases de escape están dispuestos preferiblemente comparativamente cerca del motor en el que la temperatura de la corriente de gases de escape es muy alta para usar de la manera más eficaz posible la energía térmica (calor) contenida en la corriente de gases de escape. Sin embargo, en la dirección del flujo de la corriente de gases de escape que sale del motor, en primer lugar un colector es conectado a las salidas del motor, lo cual es seguido entonces típicamente por los componentes del tratamiento de gases de escape (por ejemplo, convertidor catalítico, filtro de partículas, etc.). Además, en la dirección del flujo de la corriente de gases de escape, se puede disponer entonces el componente de recuperación de calor de los gases de escape. Por consiguiente, dependiendo de las circunstancias espaciales dadas, el componente de recuperación de calor está dispuesto preferiblemente ya sea en el compartimento del motor del vehículo de motor o al comienzo del "túnel" para acomodar los diversos componentes del sistema de gases de escape (silenciadores, tuberías, etc.), estando provisto este "túnel" en el chasis del vehículo de motor debajo del compartimento de pasajeros.

Debido al espacio muy limitado tanto en el compartimento del motor como en el túnel provisto en el chasis del vehículo de motor, hay un espacio extremadamente limitado disponible para acomodar los componentes del sistema de gases de escape. En consecuencia, cuanto más voluminoso sea un componente, más difícil será disponer el componente en el compartimento del motor o en el "túnel" provisto en el chasis del vehículo. Con respecto al "túnel" provisto en el chasis, la altura del componente juega un papel aún más importante ya que la altura del "túnel" es limitada.

En consecuencia, en el caso del componente de recuperación de calor que se muestra en el documento US 6.141.961, las dos ramas de conducto tendrían que estar dispuestas horizontalmente y paralela una a la otra para mantener pequeña la altura total del componente, sin embargo, en este caso el árbol de la válvula sobresale hacia arriba o hacia abajo y el equipo requerido para accionar el árbol de la válvula debe estar dispuesto arriba o debajo del componente de recuperación de calor. Alternativamente (aunque no divulgado en el documento US 6.141.961), el actuador puede estar dispuesto lateralmente, pero en este caso se requerirían mecanismos adicionales de brazo de palanca para accionar el árbol de la válvula, incrementando tales construcciones de brazo de palanca la complejidad y reduciendo la fiabilidad y precisión en el control de las posiciones de la clapeta de la válvula. En cualquier caso, el resultado es un aumento considerable de la altura del componente de recuperación de calor, por lo tanto, hace que el componente sea menos adecuado para una disposición en el "túnel" provisto en el chasis del vehículo. Además, cuando la clapeta de la válvula del componente de recuperación de calor que se muestra en el documento que se ha mencionado más arriba US 6.141.961 se encuentra en su primera posición final en la que se permite que la corriente de gases de escape fluya únicamente a través de esa rama de conducto en el que está dispuesta el intercambiador de calor (fase de calentamiento), solo hay un espacio limitado disponible entre la clapeta de la válvula y la pared de la rama de conducto a través de la cual se pretende que fluya la corriente de gases de escape, dando como resultado una caída sustancial de presión (debido a la contrapresión generada). Esto conduce a un mayor consumo de combustible del motor para superar esta caída de presión (debido a la contrapresión).

Por lo tanto, un objeto de la invención es sugerir un componente de recuperación de calor que tenga una pequeña altura y un tamaño total muy compacto, pero que permita la flexibilidad de adaptarse a las diferentes restricciones espaciales especiales dadas por el compartimento del motor o el "túnel". para permitir un ajuste óptimo en el espacio realmente disponible. Además, el componente de recuperación de calor debe ser muy eficiente en lo que se refiere al consumo de combustible. Durante la fase de calentamiento, el componente de recuperación de calor debe exhibir un rendimiento de recuperación de calor tan alto como sea posible, es decir, debe transferirse tanto calor como sea posible desde la corriente de gases de escape al fluido de refrigeración que fluye a través del intercambiador de calor (alta eficiencia del intercambiador de calor). Se debe evitar o reducir al mínimo una caída de presión (debido a la contrapresión generada por el componente de recuperación de calor) en todos los modos de operación. Además, durante la operación en derivación, por ejemplo, cuando el motor ha alcanzado la temperatura de funcionamiento deseada, se debe generar una cantidad de calor parásita tan baja como sea posible para evitar un calentamiento adicional no deseado del fluido refrigerante.

Estos y otros objetos se consiguen mediante el componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención, tal como es especificado por las características de la reivindicación independiente. Otros aspectos ventajosos del

componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

En particular, el componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención comprende:

- una entrada para que los gases de escape entren en el componente de recuperación de calor;
- 5 – una salida para que los gases de escape salgan del componente de recuperación de calor;
- una primera rama de conducto que está dispuesta entre la entrada y la salida del componente de recuperación de calor, comprendiendo la primera rama de conducto una entrada de la primera rama de conducto, un eje longitudinal de la entrada de la primera rama de conducto, una salida de la primera rama de conducto, un eje longitudinal de la salida de la primera rama de conducto, y un intercambiador de calor dispuesto en la primera rama de conducto ;
- 10 – una segunda rama de conducto que está dispuesta entre la entrada y la salida del componente de recuperación de calor, estando separada la segunda rama de conducto de la primera rama de conducto y estando separada térmicamente de la primera rama de conducto, comprendiendo la segunda rama de conducto una entrada de la segunda rama de conducto y un eje longitudinal de la entrada de la segunda rama de conducto, una salida de la segunda rama de conducto y un eje de la salida de la segunda rama de conducto, para permitir que los gases de escape que fluyen a través de la segunda rama de conducto deriven la primera rama de conducto, extendiéndose paralelamente el eje longitudinal de la entrada de la primera rama de conducto y el eje longitudinal de la entrada de la segunda rama de conducto uno con el otro y definiendo un primer plano;
- 15 – una válvula dispuesta en la entrada de la primera rama de conducto y en la entrada de la segunda rama de conducto, estando configurada la válvula para ser rotativa entre una primera posición final, en la que permite que los gases de escape fluyan solo a través de la primera rama de conducto y una segunda posición final, en la que permite que los gases de escape fluyan solo a través de la segunda rama de conducto.
- 20

La válvula comprende clapetas primera y segunda de la válvula separadas, estando dispuestas las clapetas primera y segunda de la válvula en un árbol rotativo común de la válvula que está dispuesto para extenderse en el primer plano definido por los ejes longitudinales de la entrada de las ramas primera y segunda del conducto por una parte y perpendiculares a los ejes longitudinales de la entrada de las ramas primera y segunda del conducto por otra parte, estando dispuesta la primera clapeta de la válvula en una localización axial en el árbol común de la válvula correspondiente a la localización de la entrada de la primera rama de conducto, y estando dispuesta la segunda clapeta de la válvula en una localización axial en el árbol común de la válvula correspondiente a la localización de la entrada de la segunda rama de conducto, estando dispuestas las clapetas primera y segunda de la válvula rotadas angularmente una con respecto a la otra alrededor del árbol común de la válvula.

Los términos "primera rama de conducto " y "segunda rama de conducto " se refieren a conductos que se extienden longitudinalmente, sin embargo, ni la forma exterior de la rama de conducto respectiva ni la sección transversal de la rama de conducto respectiva necesariamente tienen que ser simétricas rotativamente. Por ejemplo, las ramas de conducto respectivas pueden estar incorporadas o comprender tubos, sin embargo, como se ha mencionado, los tubos pueden tener, pero no tienen que tener, una sección transversal rotacionalmente simétrica. A manera de ejemplo, la sección transversal y la forma exterior de la primera rama de conducto en el que el intercambiador de calor está dispuesto parcial o totalmente puede tener una sección transversal y una forma no rotativamente simétricas. También a manera de ejemplo, la segunda rama de conducto (o tubo) puede tener una sección transversal y una forma circular.

Los ejes longitudinales de la entrada de las ramas primera y segunda del conducto de los conductos ramificados definen juntos un plano. Cuando el componente de recuperación de calor está dispuesto en el "túnel " del chasis del vehículo a motor, este plano se extiende preferiblemente horizontal. Como el árbol de la válvula del componente de recuperación de calor está dispuesto para extenderse en el plano definido por el ejes longitudinales de la entrada de las ramas primera y segunda del conducto y al mismo tiempo es perpendicular a estos ejes longitudinales de la entrada de las ramas primera y segunda del conducto, esto significa que el árbol de la válvula sobresale lateralmente del componente de recuperación de calor cuando el componente está dispuesto en el "túnel " del chasis del vehículo de motor debajo del compartimiento de pasajeros. Por lo tanto, la altura total del componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención se mantiene en un mínimo para permitir una disposición fácil del componente en el citado "túnel".

Los ejes de la salida de las ramas primera y segunda del conducto preferiblemente también se extienden en paralelo uno con el otro para definir un segundo plano, aunque esto no es obligatorio. Como se explicará con más detalle a continuación, de acuerdo con un aspecto, el primer plano definido por los ejes de la entrada de las ramas primera y segunda del conducto y el segundo plano definido por los ejes de la salida de las ramas primera y segunda del con-

ducto coinciden, sin embargo, esto no es obligatorio. Por ejemplo, es posible que el primer plano y el segundo plano no coincidan y que ni siquiera sean paralelos uno al otro. A manera de ejemplo, los planos primero y segundo pueden ser normales uno al otro (lo que significa que el segundo eje de la salida de la rama de conducto está dispuesto encima o debajo del eje de la salida de la primera rama de conducto). Por supuesto, en caso de que uno de los dos conductos, preferiblemente el segundo conducto (derivación) (por ejemplo, tubo) está torcido desde la entrada de la segunda rama de conducto a la salida de la segunda rama de conducto lo cual es fácil de lograr desde un punto de vista constructivo. De este manera, es posible tener una geometría más flexible y la forma del componente general para encajar de manera óptima en el espacio disponible en el "túnel" o en el compartimiento del motor, mientras que el componente todavía tiene una altura muy reducida (el árbol de accionamiento todavía se extendería horizontalmente y el equipo de accionamiento se puede disponer lateralmente de manera que la altura total todavía se mantenga pequeña).

Las clapetas primera y segunda de la válvula están dispuestas en diferentes posiciones axiales en el árbol común de la válvula, permitiendo de este manera que la rama de conducto respectivo se cierre de manera óptima sin o con una fuga extremadamente pequeña, ya que cada una de las clapetas individuales constituye más o menos una válvula separada para la rama de conducto respectivo. Esto significa que durante la fase de calentamiento toda la corriente de gases de escape puede fluir a través de la primera rama de conducto y calentar de manera eficiente el fluido de enfriamiento que fluye a través del intercambiador de calor.

Las clapetas primera y segunda de la válvula están dispuestas en el árbol de la válvula rotadas angularmente una con respecto a la otra en el árbol, de manera que mientras una de las clapetas primera y segunda de la válvula cierra las ramas primera o segunda del conducto (y está en la posición "cerrada"), la otra de las clapetas primera y segunda de la válvula permite que la corriente de gases de escape fluya a través de la rama segunda o primera del conducto respectivo (ya que está en la posición "abierta").

En general, el componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención es un componente compacto, eficiente y de ahorro de combustible que tiene una pequeña altura para permitir la disposición del componente tanto en el compartimiento del motor como en particular en el "túnel" del chasis de un vehículo de motor. Además, debido a que las clapetas primera y segunda de la válvula están dispuestas de manera fija en un árbol común de la válvula, es posible determinar con una sola medición de la posición de ese árbol de la válvula si la primera clapeta de la válvula o la segunda clapeta de la válvula se encuentran en posición "abierta" o "cerrada", respectivamente. Esto es ventajoso ya que esta información puede ser usada en un sistema OBD (Diagnóstico a Bordo) del vehículo de motor.

De acuerdo con un aspecto del componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención, el eje longitudinal de la salida de la primera rama de conducto y el eje de la salida de la segunda rama de conducto definen un segundo plano, con el primer plano, que está definido por el eje longitudinal de la entrada de la primera rama de conducto y el eje longitudinal de la entrada de la segunda rama de conducto, y el segundo plano, que está definido por el eje longitudinal de la salida de la primera rama de conducto y el eje longitudinal de la salida de la segunda rama de conducto, son coincidentes.

Como ya se ha mencionado, esto permite una construcción particularmente plana del componente de recuperación de calor, ya que las ramas primera y segunda del conducto se pueden realizar entonces como conductos paralelos rectos. Esto es ventajoso no solo con respecto a una altura extremadamente pequeña del componente sino también con respecto a una baja caída de presión (debido a la baja contrapresión generada) del componente de recuperación de calor.

Los ejes de la salida de las ramas primera y segunda del conducto de las ramas primera y segunda del conducto preferiblemente también se extienden paralelos uno con respecto al otro para definir un segundo plano, como se explicará con más detalle a continuación, pero pueden incluir alternativamente un ángulo de menos de 45°, preferiblemente menos de 30°, e incluso más preferiblemente menos de 15° para evitar cualquier flujo inverso de los gases de escape desde la segunda rama de conducto (rama de conducto derivado) al interior de primera rama de conducto en el que está dispuesto el intercambiador de calor.

De acuerdo con un aspecto adicional del componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención, la válvula comprende un alojamiento de la válvula y asientos primero y segundo de la válvula separados dispuestos en el alojamiento de la válvula, estando dispuesto el primer asiento de la válvula en la entrada de la primera rama de conducto para cooperar con la primera clapeta de la válvula y estando dispuesto el segundo asiento de la válvula en la entrada de la segunda rama de conducto para cooperar con la segunda clapeta de la válvula. Los asientos primero y segundo de la válvula comprenden, cada uno, una superficie de apoyo que se extiende circunferencialmente plana sobre una pared interior del alojamiento de la válvula, teniendo la superficie de apoyo respectiva un límite interior y un límite exterior. Las clapetas primera y segunda de la válvula tienen un tamaño y una forma tal que un límite exterior de la clapeta respectiva de la válvula se extiende radialmente hacia fuera más allá del límite interior de la superficie de apoyo circunferencial plana del asiento de la válvula respectiva. Las clapetas primera y segunda de la válvula además tienen un tamaño y una forma de manera que el límite exterior de la superficie de apoyo circunfe-

rencial plana del asiento respectiva de la válvula está dispuesto radialmente hacia fuera del límite exterior de la clapeta de la válvula respectiva.

Este aspecto permite una construcción muy rígida y duradera de la válvula, ya que el alojamiento de la válvula proporciona una gran rigidez y hace que la válvula sea resistente a la deformación térmica que puede producirse por soldadura (en el proceso de ensamblaje / fabricación del componente) o durante el funcionamiento (temperatura de los gases de escape). Se proporciona un asiento individual de la válvula en el alojamiento de la válvula para cada una de las clapetas individuales primera y segunda de la válvula, lo que permite un cierre muy fiable de la rama de conducto individual cuando la clapeta respectiva de la válvula está en la posición "cerrada" en la que se apoya contra la superficie de apoyo que se extiende circunferencialmente del asiento respectivo de la válvula. Debido a la resistencia del alojamiento de la válvula a la deformación térmica (véase más arriba), la clapeta respectiva de la válvula proporciona un cierre fiable de la rama de conducto respectivo cuando está en la posición "cerrada" para que la fuga pueda reducirse a un mínimo. Además, el alojamiento de la válvula puede comprender un cojinete para el árbol de la válvula. Como se describirá con más detalle a continuación, el alojamiento de la válvula permite adicionalmente una conexión eficiente de una pieza de conexión de entrada del alojamiento de la válvula (en el lado de la entrada del alojamiento de la válvula) de manera que la salida de la pieza de conexión de entrada se extiende sobre las clapetas primera y segunda de la válvula. Esto permite conectar la pieza de conexión al alojamiento de la válvula a lo largo de un único cordón de soldadura. En el lado de la salida del alojamiento de la válvula, cada una de las ramas primera y segunda del conducto está conectada al alojamiento de la válvula a lo largo de un cordón de soldadura individual (en lugar de a lo largo de un cordón de soldadura único).

Las superficies de apoyo de los asientos de las válvulas tienen un límite interior y uno exterior. Las clapetas primera y segunda de la válvula tienen un tamaño y una forma tal que se extienden radialmente hacia fuera sobre el límite interior de la superficie de apoyo respectiva del asiento respectivo de la válvula, con independencia de si la clapeta de la válvula está a alta temperatura o a baja temperatura (es decir, fría o caliente) Por otro lado, las clapetas primera y segunda de la válvula están dimensionadas y conformadas de manera que el límite exterior de la superficie de apoyo respectiva está dispuesto radialmente hacia afuera del límite exterior de la clapeta respectiva de la válvula, de manera que haya algo de separación entre el límite exterior de la clapeta respectiva de la válvula y el límite exterior de la superficie del apoyo respectivo. Esto permite una expansión térmica de la clapeta de la válvula en la dirección radial sin que dicha expansión térmica, incluyendo el riesgo de bloqueo de la clapeta respectiva de la válvula en el asiento respectivo de la válvula. No hace falta decir que las clapetas de la válvula no tienen que tener una forma circular (por ejemplo, pueden tener formas ovales, elípticas o incluso rectangulares), aunque una forma circular puede ser preferida.

De acuerdo con un aspecto adicional del componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención, las superficies de apoyo planas que se extienden circunferencialmente de los asientos primero y segundo de la válvula están dispuestas para incluir un ángulo de inclinación en el intervalo de 50° a 90° con los ejes longitudinales de la entrada de las ramas primera y segunda del conducto, siendo la dirección de inclinación de la superficie de apoyo del primer asiento de la válvula opuesta a la dirección de inclinación de la superficie de apoyo del segundo asiento de la válvula. El ángulo incluido por las clapetas primera y segunda de la válvula que están dispuestas angularmente rotadas sobre el árbol de la válvula corresponde al ángulo de inclinación de las superficies de apoyo de los asientos de la válvula.

El término "opuesto a la dirección de inclinación" a este respecto significa que, en caso de que el ángulo incluido entre la superficie de apoyo del primer asiento de la válvula y el primer eje longitudinal de la primera rama de conducto sea 60° (grados), por ejemplo, el ángulo de inclinación (si se mide en la misma dirección) entre la segunda superficie de apoyo y el segundo eje longitudinal de la segunda rama de conducto (contado en la misma orientación) es -60°. Sin embargo, si el ángulo incluido entre la segunda superficie de apoyo y el segundo eje longitudinal se cuenta en la dirección opuesta, entonces este ángulo también es de 60°.

Este aspecto es particularmente ventajoso porque la disposición de las superficies de apoyo en un ángulo de inclinación (de la misma magnitud pero en direcciones opuestas) permite un tiempo de conmutación más corto de la clapeta de la válvula desde la primera posición final (posición "cerrada" o "abierta") a la segunda posición final (posición "abierta" o "cerrada") o viceversa, ya que la distancia (ángulo) en que se deben mover (rotar) las clapetas respectivas de la válvula es más corto. Aunque generalmente se prevé un rango de 50° a 90° para el ángulo, un rango más preferido para el ángulo de inclinación es de 60° a 80°. Las clapetas de la válvula están dispuestas rotadas angularmente una con respecto a la otra en el árbol de la válvula en consecuencia (se cuenta el ángulo más pequeño entre las válvulas), ya que es este ángulo con el que el árbol de la válvula debe ser rotado para mover las válvulas desde la posición "cerrada" a la posición "abierta" y viceversa. Por ejemplo, si el ángulo de inclinación de las superficies de apoyo es de 60° y una clapeta de la válvula está dispuesta en su posición "cerrada" a 60°, entonces la otra clapeta de la válvula está dispuesta horizontalmente en su posición "abierta".

De acuerdo con un aspecto adicional del componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención, el componente de recuperación de calor comprende además un compensador de expansión térmica que está dispuesto en

la primera rama de conducto o en la segunda rama de conducto, para la compensación de diferentes dilataciones térmicas de la longitud.

Este aspecto es ventajoso ya que las dos ramas de conducto están separadas térmicamente una de la otra. Esto significa, que durante la fase de calentamiento en la que toda la corriente de gases de escape caliente fluye a través de la primera rama de conducto, la primera rama de conducto se calienta y puede expandirse en la dirección longitudinal (es decir, puede aumentar de longitud). Al mismo tiempo, la segunda rama de conducto no se expande en la dirección longitudinal o se expande solo menos (debido al calentamiento mucho más lento ya que no fluye corriente de gases de escape caliente a través de la segunda rama de conducto). El compensador de expansión térmica, independientemente de si está dispuesto en la primera rama de conducto o en la segunda rama de conducto, compensa dicha expansión térmica de longitud diferente. Después de la fase de calentamiento (es decir, durante la operación en manera de derivación) cuando el motor ha alcanzado la temperatura deseada, toda la corriente de gases de escape caliente fluye a través de la segunda rama de conducto y deriva la primera rama de conducto (y el intercambiador de calor dispuesto en la misma). En consecuencia, la segunda rama de conducto se calienta y puede aumentar de longitud mientras que la primera rama de conducto puede enfriarse y puede disminuir de longitud. De nuevo, el compensador de expansión térmica, independientemente de si está dispuesto en la primera rama de conducto o en la segunda rama de conducto, compensa la citada expansión de longitud diferente. Por consiguiente, se pueden evitar de forma fiable los daños en el componente de recuperación de calor causados por la diferente expansión térmica en la longitud de las ramas primera y segunda del conducto.

De acuerdo con todavía otro aspecto de la invención, el componente de recuperación de calor comprende además una pieza de conexión de salida en forma de Y que tiene conductos de entrada primero y segunda separados que se unen suavemente en un solo conducto de salida sin que se forme ningún espacio muerto, definiendo conjuntamente el primer conducto de entrada, el segundo conducto de entrada, y el conducto de salida unos ejes principales primero y segundo de flujo a través del conducto de entrada respectivo de la pieza de conexión de salida al conducto de salida de la pieza de conexión de salida, estando conectado el primer conducto de entrada de la pieza de conexión de salida en forma de Y a la salida de la primera rama de conducto de manera que se alinee con el eje longitudinal de la salida de la primera rama de conducto, y el segundo conducto de entrada de la pieza de conexión de salida con forma de Y que tiene una segunda sección transversal conectada a la salida de la segunda rama de conducto de manera que se alinee con el eje longitudinal de la salida de la segunda rama de conducto, y en el que en una localización en la que se encuentran los ejes principales primero y segundo del flujo, se incluye un ángulo de menos de 45° (grados) entre los ejes principales primero y segundo de flujo.

El término "eje principal de flujo" denota el eje longitudinal central de un conducto virtual que incluye el conducto de entrada y el conducto de salida respectivos de la pieza de conexión de salida. Por consiguiente, el primer eje principal de flujo indica el eje longitudinal central de un conducto virtual que incluye el primer conducto de entrada y el conducto de salida de la pieza de conexión de salida, mientras que el segundo eje principal de flujo indica el eje longitudinal central de un conducto virtual que incluye el segundo conducto de entrada y el conducto de salida de la pieza de conexión de salida. En una determinada localización en la pieza de conexión de salida, se encuentran los ejes principales primero y segundo de flujo, y en ese lugar incluyen un ángulo. Además, aguas abajo de la localización en la que se encuentran los ejes de flujo primero y segundo, se continúan como un único eje principal común de flujo hacia la salida de la pieza de conexión de salida.

Preferiblemente, los ejes longitudinales de la salida de las ramas primera y segunda del conducto son paralelos y definen un plano (aunque generalmente no tienen que ser obligatoriamente paralelos y pueden incluir un ángulo de menos de 45°, preferiblemente menos de 30°, incluso más preferiblemente menos de 15°), y los conductos primero y segundo de la entrada de la pieza de conexión de salida en forma de Y están conectados a las salidas primera y segunda de las ramas de conducto de manera que estén alineados con los ejes longitudinales de las ramas primera y segunda del conducto. Sin embargo, incluso en el caso preferido de ejes longitudinales de la salida de las ramas primera y segunda del conducto, en una localización en la que las entradas de los conductos primero y segundo de la pieza de conexión de salida en forma de Y se encuentran con estos conductos primero y segundo de la entrada incluyen un ángulo inferior a 45°. Esto ayuda a evitar un flujo inverso de los gases de escape procedentes de la segunda rama de conducto (derivación) de vuelta a la primera rama de conducto en la que está dispuesto el intercambiador de calor, ya que esto significaría que el flujo debería invertirse en un ángulo de más de 135°. Esta medida es ventajosa porque ayuda a evitar que el intercambiador de calor esté expuesto a un calor parásito no deseado en el modo de funcionamiento en derivación.

De acuerdo con otro aspecto adicional del componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención, las salidas de las ramas primera y segunda del conducto y los conductos de entradas primero y segundo así como el conducto de salida de la pieza de conexión de salida tienen una sección transversal que tiene un diámetro hidráulico, y en el que la distancia entre un extremo aguas abajo del intercambiador de calor y la localización en la que el primer conducto de entrada y el segundo conducto de entrada se encuentran es al menos 0,7 veces el diámetro hidráulico de la sección transversal de la salida de la primera rama de conducto, más preferiblemente al menos 0,9 veces el diámetro hidráulico de la sección transversal de la salida de la primera rama de conducto, e incluso más preferiblemente es igual o mayor que el diámetro hidráulico de la sección transversal de la salida de la primera rama

de conducto. El significado del término "diámetro hidráulico" como se usa en la presente memoria descriptiva corresponde al significado bien conocido por los expertos en la técnica que trabajan en el campo del flujo a través de conductos, tuberías o canales que tienen una sección transversal circular o no circular. En particular, en el caso de una sección transversal circular, el "diámetro hidráulico" es el diámetro de esa sección transversal circular.

5 Este aspecto es ventajoso ya que ayuda adicionalmente a evitar un flujo inverso de gases de escape caliente que ha fluído a través de la segunda rama de conducto (derivación) al interior de la primera rama de conducto debido a que hay una distancia mínima entre el extremo de aguas abajo del intercambiador de calor y la localización en la que se encuentran las entradas primera y segunda de los conductos de la pieza de conexión de salida en forma de Y. Por consiguiente, esta medida ayuda adicionalmente a proteger el intercambiador de calor de la exposición al calor parásito que conduciría a un calentamiento no deseado del fluido de enfriamiento durante el funcionamiento en modo de derivación.

10 De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, el componente de recuperación de calor comprende además una pieza de conexión de entrada que tiene una entrada para conectar el componente de recuperación de calor a un conducto o componente aguas arriba de un sistema de gases de escape y que tiene una salida conectada a la válvula, en la que la pieza de conexión de entrada se ensancha desde su entrada hacia su salida, y en la que la salida de la pieza de conexión de entrada está dimensionada y configurada para extenderse tanto sobre la primera clapeta de la válvula como sobre la segunda clapeta de la válvula, de la válvula.

15 Este aspecto es ventajoso ya que permite, por un lado, conectar fácilmente el componente de recuperación de calor a un conducto o componente aguas arriba de un sistema de gases de escape y, por otro lado, conectar la pieza de conexión de entrada de la válvula. En particular, si la válvula tiene un alojamiento de la válvula, es posible conectar la salida de la pieza de conexión de entrada con un cordón de soldadura único al alojamiento de la válvula. Esto es ventajoso desde el punto de vista de fabricación (solo un cordón de soldadura). La abertura de la salida de la pieza de conexión de entrada se extiende tanto sobre la primera clapeta de la válvula como sobre la segunda clapeta de la válvula, que están ambas expuestas a la corriente de gases de escape entrante en cualquier momento. Sin embargo, la posición de la clapeta respectiva de la válvula determina si la corriente de gases de escape fluye a través de la primera rama de conducto o a través de la segunda rama de conducto.

20 De acuerdo con otro aspecto adicional del componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención, las ramas primera y segunda del conducto están separadas térmicamente por un espacio de aire dispuesto entre las ramas primera y segunda del conducto. Esto es ventajoso desde el punto de vista de gasto de fabricación (no se requiere material aislante de calor).

25 De acuerdo con otro aspecto del componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención, las ramas primera y segunda del conducto están separadas térmicamente por un material aislante de calor dispuesto entre las ramas primera y segunda del conducto. Esto es ventajoso ya que el material aislante del calor puede conducir a un mayor aislamiento térmico en comparación con el aire.

30 Otros aspectos ventajosos se harán evidentes a partir de la descripción detallada que sigue de las realizaciones de la invención con la ayuda de los dibujos en los que:

la figura 1 muestra una vista en perspectiva de una realización del componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención;

35 la figura 2 muestra una vista en perspectiva de la realización del componente de recuperación de calor de la figura 1 sin la pieza de conexión de entrada;

la figura 3 muestra una vista en perspectiva de una realización de la válvula del componente de recuperación de calor de la figura 1 que incluye un alojamiento de la válvula, con las clapetas de la válvula dispuestas en una segunda posición final en la que permiten que la corriente de gases de escape fluya a través de la segunda rama de conducto solamente (lado de la entrada);

40 la figura 4 muestra una vista en perspectiva de la realización de la válvula de la figura 3 con las clapetas de la válvula dispuestas en la segunda posición final (lado de la salida);

la figura 5 muestra una vista en perspectiva de la realización de la válvula de acuerdo con la figura 3, con las clapetas de la válvula dispuestas en la primera posición final en la que permiten que la corriente de gases de escape fluya a través de la primera rama de conducto solamente (lado de la entrada);

45 la figura 6 muestra una vista en perspectiva de la realización de la válvula de la figura 3 con las clapetas de la válvula dispuestas en la primera posición final (lado de la salida);

la figura 7 muestra una vista en sección transversal de una realización del asiento de válvula de la válvula de acuerdo con la figura 3;

la figura 8 muestra el detalle VIII de la figura 7 en una vista ampliada;

la figura 9 muestra una vista en perspectiva de la pieza de conexión de salida en forma de Y del componente de recuperación de calor que se muestra en la figura 1;

5 la figura 10 muestra una vista en sección transversal de la pieza de conexión de salida con el primer conducto de entrada de la pieza de conexión de salida que está conectado a la salida de la primera rama de conducto ; y

la figura 11 muestra una realización adicional del componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención.

10 En la figura 1 se muestra una realización de un componente de recuperación de calor 1 de acuerdo con la invención. El componente de recuperación de calor 1 comprende una pieza de conexión de entrada 2, una pieza de conexión de salida en forma de Y 3, una válvula 4, una primera rama 5 del conducto y una segunda rama 6 del conducto. La primera rama 5 del conducto comprende un tubo 50 o envoltura a través del cual, dependiendo del modo de operación, puede fluir una corriente de gases de escape, mientras que la segunda rama 6 del conducto comprende un tubo 60 a través de la cual, dependiendo del modo de operación, la corriente de gases de escape puede fluir alternativamente. Sin embargo, la corriente de gases de escape solo fluye a través de la primera rama 5 del conducto o a través de la segunda rama 6 del conducto, aunque está dentro del alcance de esta invención permitir el flujo de porciones de la corriente de gases de escape a través de la primera rama 5 del conducto y de la segunda rama 6 del conducto para optimizar la recuperación de calor y la caída de presión (debido a la contrapresión). Con la ayuda de la válvula 4 se determina si la corriente de gases de escape fluye a través de la primera rama 5 del conducto o a través de la segunda rama 6 del conducto. Un espacio de aire 7 está dispuesto entre la primera rama 5 del conducto y la segunda rama 6 del conducto, de manera que la primera rama 5 del conducto y la segunda rama 6 del conducto están térmicamente separadas (lo que significa que no se conduce directamente calor desde la pared de una rama de conducto a la otra). Alternativamente, en lugar del espacio de aire 7 puede disponerse un material aislante térmico entre las ramas primera y segunda del conducto que puede conducir a una separación térmica mejorada de la primera rama 5 del conducto y de la segunda rama 6 del conducto cuando se compara con un espacio de aire 7.

15 En la realización del componente de recuperación de calor que se muestra en la figura 1, la entrada 20 de la pieza de conexión de entrada 2 forma la entrada de todo el componente de recuperación de calor 1. Desde la entrada 20 hacia una salida 21, la pieza de conexión de entrada 2 se ensancha, de manera que la salida 21 de la pieza de conexión de entrada 2 está conectada a la válvula 4 que se extiende tanto sobre la primera clapeta 45 de la válvula como sobre la segunda clapeta 46 de la válvula (véase la figura 2).

20 Un primer conducto de entrada 35 de la pieza de conexión de salida 3 está conectado a una salida 55 de la primera rama de conducto de la primera rama 5 del conducto mientras que un segundo conducto de entrada 36 de la pieza de conexión de salida 3 está conectada a una salida 65 de la segunda rama de conducto de la segunda rama 6 del conducto. En el extremo de la salida, la pieza de conexión de salida comprende una salida 30 que en esta realización del componente de recuperación de calor forma la salida de todo el componente de recuperación de calor.

Por lo tanto, el componente de recuperación de calor 1 que se muestra en la figura 1 puede conectarse fácilmente a tuberías o componentes estándar aguas arriba o aguas abajo de un sistema de gases de escape de un motor de combustión interna, por ejemplo de un vehículo de motor.

25 La primera rama 5 del conducto comprende una entrada 53 de la primera rama de conducto (véase de nuevo la figura 2) a través de la cual puede entrar una corriente de gases de escape en la primera rama 5 del conducto, y un intercambiador de calor 51 dispuesto en la primera rama 5 del conducto. La segunda rama 6 del conducto no solo comprende el tubo 60 sino que también comprende otro tubo corto 64 que está conectado a la válvula 4. Entre el tubo corto 64 y el tubo 60 se encuentra dispuesto un compensador de dilatación térmica 61 en la segunda rama del conducto, que está conectado al tubo 60 así como al tubo corto 64. La entrada del tubo corto 64 forma una segunda entrada 63 de la rama de conducto (véase la figura 2).

30 Como se puede ver adicionalmente en la figura 1, una tubería de suministro 511 para suministrar fluido de refrigeración al intercambiador de calor 51 así como una tubería de drenaje 510 para devolver el fluido de enfriamiento calentado al motor están conectados al intercambiador de calor 51. Aunque la tubería de drenaje 510 se muestra en la figura 1 estando dispuesta encima del componente de recuperación de calor con el fin de proporcionar una mejor visibilidad, está dentro del alcance de la invención disponer la tubería de drenaje 510 lateralmente de manera que la altura total del componente (o sus conexiones) no se vea afectada por la disposición de la tubería de drenaje 510. También se muestran en la figura 1 un eje longitudinal 52a de la entrada de la primera rama de conducto de la primera rama 5 del conducto así como un eje longitudinal 62a de la entrada de la segunda rama de conducto de la segunda rama 6 del conducto, así como un primer eje longitudinal 52b de la salida de la primera rama de conducto y un segundo eje longitudinal 62b de la salida de la segunda rama de conducto.

Como se puede ver en la figura 1, la válvula 4 comprende un alojamiento 40 de la válvula y un árbol 41 de la válvula. El árbol 41 de la válvula está dispuesto para extenderse en un primer plano definido por el eje longitudinal 52a de la entrada de la primera rama de conducto y el eje longitudinal 62a de la entrada de la segunda rama de conducto (que se extienden paralelos uno con respecto al otro), y también el árbol 41 de la válvula está dispuesto perpendicularmente al eje longitudinal 52a de la entrada de la primera rama de conducto y al eje longitudinal 62a de la entrada de la segunda rama de conducto. También el eje longitudinal 52b de la salida de la primera rama de conducto y el eje longitudinal 62b de la salida de la segunda rama de conducto (también paralelos uno con respecto al otro) definen un segundo plano que, en la realización que se muestra en la figura 1, coincide con el primer plano definido por el eje longitudinal de la entrada 52a de la primera rama de conducto y por el eje longitudinal 62a de la entrada de la segunda rama de conducto. Por lo tanto, la altura total del componente de recuperación de calor 1 (que se mide perpendicularmente a los planos coincidentes primero y segundo) no se ve afectada en absoluto, ya que el árbol 41 de la válvula sobresale lateralmente del componente de recuperación de calor 1 o desde el alojamiento 40 de la válvula, respectivamente, de manera que esta realización del componente de recuperación de calor 1 de acuerdo con la invención es extremadamente plana.

En la figura 2 la realización del componente de recuperación de calor 1 de la figura 1 se muestra sin la pieza de conexión de entrada 2. La figura 2 contiene una vista más detallada de la válvula 4, con la primera clapeta 45 de la válvula y la segunda clapeta 46 de la válvula para permitir selectivamente el escape de la corriente de gases para fluyan a través de la primera rama 5 del conducto o de la segunda rama 6 del conducto. Como se puede ver en la figura 2, la segunda clapeta 46 de la válvula está en una segunda posición final en la que permite que la corriente de gases de escape fluya a través de una segunda rama 6 del conducto, mientras la primera clapeta 45 de la válvula en su segunda posición final cierra la primera rama 5 del conducto y evita que la corriente de gases de escape fluya a través del intercambiador de calor 51. Como ya se ha mencionado más arriba, está dentro del alcance de esta invención controlar el árbol 41 de la válvula de manera que la primera clapeta 45 de la válvula y la segunda clapeta 46 de la válvula estén dispuestas en una posición intermedia entre la primera y segunda posición final para permitir que una porción de la corriente de gases de escape fluya a través de la primera rama 5 del conducto mientras se permite que otra porción de la corriente de gases de escape fluya a través de la segunda rama 6 del conducto para optimizar la recuperación de calor y la caída de presión (debido a la contrapresión).

En la figura 3 y la figura 4 se muestran realizaciones de la válvula 4 del componente de recuperación de calor 1 de la figura 1. La figura 3 muestra una vista del lado de la entrada de la válvula 4, mientras que en la figura 4 se muestra una vista del lado de la salida de la válvula 4. La válvula 4 comprende un primer asiento 43 de la válvula y un segundo asiento 44 de la válvula para cooperar con la primera clapeta 45 de la válvula y con la segunda clapeta de la válvula 46, respectivamente. El primer asiento 43 de la válvula y el segundo asiento 44 de la válvula y su cooperación con la primera clapeta 45 de la válvula y la segunda clapeta 46 de la válvula se explicarán con más detalle a continuación. La primera clapeta 45 de la válvula y la segunda clapeta 46 de la válvula se muestran en la figura 3 y en la figura 4 en la segunda posición final que ya se ha mostrado en la figura 2 (modo de derivación).

Como se puede ver en la figura 3, en el lado de la entrada de la válvula 4, la pieza de conexión 2 (véase la figura 1) puede conectarse a la válvula 4 a través de una brida 400 del alojamiento 40 de la válvula a lo largo de un cordón de soldadura único, reduciendo así el gasto de fabricación. En contraste, en el lado de la salida de la válvula 4, la tubería 50 o la envoltura de la primera rama 5 del conducto pueden conectarse a la válvula 4 a lo largo de la brida 401 del alojamiento 40 de la válvula a través de un cordón de soldadura separada, y el tubo corto 64 puede conectarse a la válvula 4 a lo largo de la brida 401 a través de un cordón de soldadura separada, de manera que en el lado de la salida de la válvula 4 se forman dos costuras de soldadura separadas a lo largo de la brida 401. Como se puede ver en la figura 3 y en la figura 4, la primera clapeta 45 de la válvula y la segunda clapeta 46 de la válvula son rotadas simultáneamente por el árbol 41 de la válvula por medio de la rotación del árbol 41 de la válvula, ya que ambas clapietas de la válvula están montadas de modo fijo al árbol 41 de la válvula.

La figura 5 y la figura 6 muestran la válvula 4 con la primera clapeta 45 de la válvula y la segunda clapeta 46 de la válvula dispuestas en la primera posición final, en la que la primera clapeta 45 de la válvula permite que la corriente de gases de escape fluya a través de la primera rama 5 del conducto en el que el intercambiador de calor 51 está dispuesto, mientras que la segunda clapeta 46 de la válvula cierra la segunda rama 6 del conducto impidiendo así que la corriente de gases de escape fluya a través de la segunda rama 6 del conducto (modo de calentamiento). La figura 5 muestra nuevamente el lado de la entrada de la válvula 4, mientras que la figura 6 muestra el lado de la salida de la válvula 4.

La figura 7 muestra una vista en sección transversal de una realización del primer asiento 43 de la válvula con la primera clapeta 45 de la válvula en la segunda posición final, y la figura 8 muestra el detalle VIII de la figura 7 en una vista ampliada. Como se puede ver en la figura 7 y en la figura 8, el asiento 43 de la válvula comprende una superficie de apoyo plana 430 (aquí anular) que se extiende circunferencialmente que tiene un límite interior 431 y un límite exterior 432. La primera clapeta 45 de la válvula tiene un límite exterior 452 que un diámetro que es mayor que el diámetro del límite interior 431 de la superficie de apoyo 430 pero más pequeño que el diámetro del límite exterior 432 de la superficie de apoyo 430, de manera que el límite exterior 452 de la primera clapeta 45 de la válvula se extiende más allá del límite interior 431 de la superficie de apoyo 430. Esto es independiente de la temperatura

de la primera clapeta 45 de la válvula. Por consiguiente, la primera clapeta 45 de la válvula en la segunda posición final se apoya contra la superficie de apoyo 430 como se muestra en la figura 7 y la figura 8 para cerrar la primera rama 5 del conducto. El límite exterior 432 de la superficie de apoyo 430 del primer asiento 43 de la válvula, sin embargo, está dispuesto radialmente hacia fuera del límite exterior 452 de la primera clapeta 45 de la válvula. Esto es nuevamente independiente de la temperatura de la primera clapeta 45 de la válvula, de manera que en el caso de que la primera clapeta de la válvula se expanda térmicamente radialmente hacia afuera, no se bloqueará.

Como también se puede ver en la figura 7, la superficie de apoyo 430 que se extiende circunferencialmente plana del primer asiento 43 de la válvula incluye un ángulo α con el eje longitudinal 52a de la entrada de la primera rama 5 del conducto de la primera rama 5 del conducto. Este ángulo α puede estar generalmente en el rango de 50° a 90°, pero más preferiblemente está en el rango de 60° a 80°. En la realización que se muestra, el ángulo α es de aproximadamente 65°. El segundo asiento 44 de la válvula (que no se muestra en la figura 7) incluye un ángulo correspondiente con el segundo eje longitudinal 62a de la entrada de la rama del conducto de la segunda rama 6 del conducto (inclinación de la superficie de apoyo 440 indicada por líneas discontinuas en la figura 7 con fines ilustrativos solamente), sin embargo, la dirección de inclinación de la superficie de apoyo correspondiente 440 es opuesta a la dirección de inclinación de la primera superficie de apoyo 430. Esto significa que, en caso de que la primera clapeta 45 de la válvula se encuentre en la segunda posición final inclinada que se muestra en la figura 7 cerrando la primera rama 5 del conducto, la segunda clapeta 46 de la válvula en esta segunda posición final estará dispuesta horizontalmente permitiendo que la corriente de gases de escape fluya a través de la segunda rama 6 del conducto. De forma correspondiente, cuando la segunda clapeta 46 de la válvula está en la primera posición final (inclinada) que cierra la segunda rama 6 del conducto (esta posición no se muestra en detalle en la figura 7), la primera clapeta 45 de la válvula estará dispuesta horizontalmente permitiendo de ese modo que la corriente de los gases de escape fluya a través de la primera rama 5 del conducto. Por consiguiente, la primera clapeta 45 de la válvula y la segunda clapeta 46 de la válvula no solo están dispuestas en diferentes localizaciones axiales (correspondientes a la distancia axial entre los centros de los asientos primero y segundo de la válvula) en el árbol 41 de la válvula sino que también están dispuestas rotadas angularmente alrededor del árbol 41 de la válvula una con relación a la otra por el ángulo α . Si el ángulo α es menor que 90° (por ejemplo, 65° como se muestra en la figura 7), las dos clapetas de la válvula se pueden conmutar más rápidamente desde la primera posición final a la segunda posición final y viceversa, puesto que la distancia que tienen que ser movidas (rotadas) para pasar de la primera posición final a la segunda posición final o viceversa es más corta. Además, puesto que las clapetas primera y segunda de la válvula están dispuestas de modo fijo sobre el árbol 41 de la válvula, es posible medir la posición de rotación del árbol 41 de la válvula para determinar si las clapetas de la válvula están en la primera posición final o en la segunda posición final (o en cualquier otra posición). Esto es una ventaja, ya que esta información se puede utilizar para un sistema OBD (sistema de diagnóstico a bordo).

La figura 9 muestra una vista en perspectiva de la pieza de conexión de salida en forma de Y 3 que comprende el primer conducto de entrada 35 y el segundo conducto de entrada 36 (ver también la figura 1) que están conectados a la salida 55 de la primera rama de conducto y a la salida 65 de la segunda rama de conducto. También se muestran el eje longitudinal 52b de la salida de la primera rama y el eje longitudinal 62b de la salida de la segunda rama. El primer conducto de entrada 35 y el segundo conducto de entrada 36 de la pieza de conexión de salida 3 se unen suavemente en un único conducto de salida 37 que conduce a la salida 30 del componente de recuperación de calor. De esta manera, si la corriente de gases de escape fluye a través de la segunda rama 6 del conducto (derivando el intercambiador de calor dispuesto en la primera rama 5 del conducto) y entra en el segundo conducto de entrada 36, fluirá directamente desde allí a la salida 30 de la pieza de conexión de salida 3.

La figura 10 muestra una vista en sección transversal de la pieza 3 de conexión de la salida con el primer conducto de entrada 35 de la pieza 3 de conexión de la salida conectado a la salida 55 de la primera rama de conducto de manera que se alinee con el primer eje longitudinal 52b de la salida de la primera rama de conducto y estando conectado el segundo conducto de entrada 36 de la pieza de conexión de salida 3 a la salida 65 de la segunda rama de conducto de tal manera que se alinee con el eje de la salida 62b de la segunda rama de conducto. El primer conducto de entrada 35, el segundo conducto de entrada 36 y el conducto de salida 37 definen juntos un primer eje principal de flujo 350 y un segundo eje principal de flujo 360. El primer eje principal de flujo (de gases de escape) y el segundo eje principal de flujo 360 se unen en una localización 370 para incluir un ángulo β que es menor que 45°. Desde la localización 370 en la que coinciden el primer eje principal de flujo 350 y el segundo eje principal de flujo 360, continúan como un eje principal de flujo común. Se puede imaginar que hay un primer conducto virtual (una continuación virtual del primer conducto de entrada 35 al conducto de salida 37) y un segundo conducto virtual (una continuación virtual del segundo conducto de entrada 36 al conducto de salida 37), y el primer eje principal de flujo 350 es el eje longitudinal central del primer conducto virtual, mientras que el segundo eje principal de flujo 360 es el eje longitudinal central del segundo conducto virtual. Preferiblemente, el ángulo β es menor que 30°, e incluso más preferiblemente el ángulo β es menor que 15°. Cuanto menor sea el ángulo β , mejor es, ya que el flujo de la corriente de gases de escape caliente a través del segundo conducto de entrada 36 (procedente de la segunda rama 6 del conducto, la derivación) debería revertirse en un ángulo de al menos 135° (en el caso de que el ángulo β sea de 45°, y cuanto más pequeño sea el ángulo β , más tendrá que revertirse el flujo) para poder fluir de nuevo hacia el extremo aguas abajo del intercambiador de calor 51 (dispuesto en la primera rama 5 del conducto) y exponer el intercambia-

5 dor de calor a un calor parásito no deseado. Además, el primer conducto de entrada 35 y el segundo conducto de entrada 36 se unen suavemente en el conducto de salida común 36 sin que se forme un espacio muerto (tal como bolsas, cambios abruptos en el diámetro o grandes expansiones) que puede conducir a un flujo inverso no deseado de los gases de escape calientes, que a su vez pueden conducir a la exposición del intercambiador de calor 51 a calor parásito no deseado.

10 Como se muestra en la figura 10, la salida 55 de la primera rama de conducto, la salida 65 de la segunda rama de conducto, así como el primer conducto de entrada 35, el segundo conducto de entrada 65 y el conducto de salida 37 de la pieza de conexión de salida 3 tienen una sección transversal circular, sin embargo, como se ha mencionado más arriba, esto no es obligatorio. Para proteger aún más el intercambiador de calor 51 de la exposición a calor parásito de la corriente de gases de escape calientes que fluye a través de la segunda rama 6 del conducto, una distancia 39 entre el extremo de aguas abajo del intercambiador de calor 51 y la localización 38 en la que el primer conducto de entrada 35 y el segundo conducto de entrada 36 se encuentran, es al menos 0,7 veces el diámetro hidráulico d_5 de la sección transversal de la salida 55 de la primera rama de conducto. Más preferiblemente, la distancia 39 es al menos 0,9 veces el diámetro hidráulico d_5 , e incluso más preferiblemente, la distancia 39 es igual o mayor que el diámetro hidráulico d_5 de la sección transversal circular de la salida 55 de la primera rama de conducto. A este respecto, se debe observar que el diámetro hidráulico para una sección transversal circular es el diámetro de la sección transversal circular, pero para otras geometrías de la sección transversal (por ejemplo, elíptica, cuadrada, rectangular, etc.) el diámetro hidráulico es diferente. Cuanto mayor sea la distancia en relación con el diámetro d_5 , mejor es la protección del intercambiador de calor 51 contra el calor parasitario. De acuerdo con ello, no existe o hay solamente una cantidad extremadamente pequeña de calor parásito a la cual el intercambiador de calor 51 puede estar expuesto cuando los gases de escape fluyen a través de la segunda rama 6 del conducto.

15 En funcionamiento, durante la fase de calentamiento, la primera clapeta 45 de la válvula y la segunda clapeta 46 de la válvula están inicialmente en la primera posición final en la que la corriente de gases de escape que proviene del motor fluye a través de la primera rama 5 del conducto y a través del intercambiador de calor 51, calentando así el fluido de refrigeración que fluye a través del intercambiador de calor 51 (este fluido de refrigeración es el fluido de refrigeración del motor). El fluido de refrigeración calentado se devuelve al motor, lo que permite un calentamiento más rápido del motor, de manera que se acorta el tiempo necesario para calentar el motor a la temperatura deseada, lo que reduce las emisiones o reduce el consumo de combustible.

20 Cuando el motor ha alcanzado la temperatura deseada, el árbol 41 de la válvula rota rápidamente (por medio de un accionamiento adecuado, que no se muestra) hasta que la primera clapeta 45 de la válvula y la segunda clapeta 46 de la válvula están en la segunda posición final. En esta segunda posición final, la corriente de gases de escape que proviene del motor ya no fluye a través de la primera rama 5 del conducto sino que fluye a través de la segunda rama 6 del conducto evitando así el intercambiador de calor 51. Durante esta fase, el fluido refrigerante que fluye a través del motor ya no se calienta, sino que puede realizar su función normal para enfriar el motor y contribuir a mantener el motor a la temperatura deseada. En ambas posiciones extremas de la válvula, debido a que las ramas primera y segunda del conducto son rectas, no existe o hay poca contrapresión que sea ventajosa con respecto al consumo de combustible. El compensador de expansión térmica 61 compensa las diferencias en las dilataciones térmicas de longitud durante las diferentes fases. Debido a la disposición particular del árbol 41 de la válvula y las clapetas de la válvula, la altura del componente de recuperación de calor se mantiene al mínimo (no más alto o solamente un poco más alto que el diámetro típico de la tubería o el diámetro de la salida de la pieza de conexión en forma de Y) lo cual permite una disposición del componente de recuperación de calor en el "túnel" del chasis de un vehículo de motor. Al mismo tiempo, el tamaño total del componente de recuperación de calor es pequeño.

25 **La figura 11** muestra una realización adicional del componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención. Las partes similares de esta realización adicional se han asignado como signos de referencia similares, sin embargo, se ha añadido un número inicial "1" a cada parte. Por ejemplo, la pieza de conexión de entrada 12 (que comprende la abertura de la entrada 120) de la realización de la figura 11 corresponde a la pieza de conexión de entrada 2 (que comprende la abertura de la entrada 20) de la realización de la figura 1.

30 Solo algunas partes de la realización adicional que se muestra en la figura 11 se describirán a continuación, ya que en general esta realización adicional del componente de recuperación de calor 11 difiere del componente de recuperación de calor 1 principalmente en que el segundo plano, definido por el eje longitudinal 152b de la salida de la primera rama de conducto y el eje longitudinal 162b de la salida de la segunda rama de conducto no coinciden con el primer plano, definido por el eje longitudinal 152a de la entrada de la primera rama de conducto (de la primera rama 15 del conducto en la que está dispuesto el intercambiador de calor 151) y el eje longitudinal 162a de la entrada de la segunda rama de conducto (de la segunda rama de conducto 16 que comprende el compensador de expansión térmica 161), y este segundo plano ya no es paralelo al primer plano (aunque el segundo plano puede ser paralelo al primer plano pero a un nivel diferente) Sin embargo, en la realización que se muestra en la figura 11, el tubo 160 de la segunda rama 16 del conducto está curvado y retorcido hasta cierto punto. Por consiguiente, el segundo plano incluye un ángulo de inclinación con el primer plano, y aunque ni siquiera se muestra, este ángulo puede ascender hasta noventa grados (que correspondería a la salida de la segunda rama 165 del conducto que está dispuesta encima o debajo de la salida de la primera rama 155 del conducto). Por lo tanto, la orientación espacial de

la pieza de conexión de salida en forma de Y 13 (que comprende nuevamente el primer conducto de entrada 135 y el segundo conducto de entrada 136 así como el conducto de salida común 137 que conduce a la salida 130 del componente de recuperación de calor) es diferente de la orientación espacial de la pieza 3 de conexión de la salida de la primera realización del componente de recuperación de calor 1 de la figura 1.

5 Esta realización adicional de la figura 11 se muestra en particular con el objetivo de comprender que el componente de recuperación de calor no está limitado al diseño plano y "recto" de la realización del componente de recuperación de calor que se muestra en la figura 1, aunque este diseño es especialmente ventajoso en lo que se refiere a la altura global extremadamente pequeña del componente. Sin embargo, el componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención permite un diseño flexible de la forma exterior del componente que se puede adaptar de
10 manera tal que el componente se ajuste óptimamente en el espacio disponible en el "túnel" del chasis debajo del compartimento de pasajeros o en el compartimento del motor de un vehículo de motor. Al mismo tiempo, la altura total del componente de recuperación de calor es todavía pequeña, ya que el árbol 141 de la válvula de la válvula 14 está todavía dispuesto en el primer plano definido por el eje 152a longitudinal de la entrada de la primera rama de conducto y el eje longitudinal 162a de la segunda entrada al conducto de derivación y también perpendicular a estos
15 ejes, de manera que el equipo de accionamiento para el árbol 141 de la válvula de accionamiento puede disponerse lateralmente al componente de recuperación de calor 11. En consecuencia, otras formas del componente de recuperación de calor están, por lo tanto, dentro del alcance de la presente invención.

Diversos aspectos del componente de recuperación de calor de acuerdo con la invención se han descrito con ayuda de la realización. Sin embargo, la invención no se limita a la realización o la combinación particular de aspectos que
20 se muestra en la realización, ya que son concebibles diversos cambios y modificaciones a la realización que se muestra sin apartarse de la enseñanza técnica que subyace a la invención. Por lo tanto, el alcance de la protección está definido únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Componente de recuperación de calor (1; 11) para un sistema de gases de escape de un motor de combustión interna, comprendiendo el componente de recuperación de calor:

- una entrada (20; 120) para que los gases de escape entren en el componente de recuperación de calor;
- 5 – una salida (30; 130) para que los gases de escape salgan del componente de recuperación de calor;
- una primera rama de conducto (5; 15) que está dispuesta entre la entrada (20; 120) y la salida (30; 130) del componente de recuperación de calor,
- comprendiendo la primera rama de conducto (5; 15) una entrada (53) de la primera rama de conducto, un eje longitudinal (52a; 152a) de la entrada de la primera rama de conducto, una salida (55; 155) de la primera rama de conducto, un primer eje longitudinal (52b; 152b) de la salida de la rama de conducto y un intercambiador de calor (51; 151) dispuesto en la primera rama de conducto (5; 15);
- 10 – una segunda rama de conducto (6; 16) que está dispuesta entre la entrada (20; 120) y la salida (30; 130) del componente de recuperación de calor, estando la segunda rama de conducto (6; 16) separada de la primera rama de conducto (5; 15) y separada térmicamente de la primera rama de conducto (5; 15), comprendiendo la segunda rama de conducto (6; 16) una entrada (63) de la segunda rama de conducto, un eje longitudinal (62a; 162a) de la entrada de la segunda rama de conducto, una salida (65; 165) de la salida de la segunda rama de conducto y un segundo eje longitudinal (62b; 162b) de la salida de la segunda rama de conducto para permitir que los gases de escape que fluyen a través de la segunda rama de conducto (6; 16) deriven la primera rama de conducto (5; 15), extendiéndose en paralelo uno con el otro el primer eje longitudinal (52a; 152a) de la entrada de la rama de conducto y el segundo eje longitudinal (62a; 162a) de la entrada de la rama de conducto y definiendo un primer plano;
- 15 – una válvula (4; 14) dispuesta en la primera entrada (53) de la rama de conducto y en la segunda entrada (63) de la rama de conducto, estando configurada la válvula para rotar entre una primera posición final, en la que permite que los gases de escape solo fluyan a través de la primera rama de conducto (5; 15), y una segunda posición final, en la que permite que los gases de escape solo fluyan a través de la segunda rama de conducto (6; 16),
- 20
- 25

en el que la válvula (4; 14) comprende clapetas primera y segunda (45, 65) de la válvula separadas, estando dispuestas las clapetas primera y segunda (45, 46) de la válvula de modo fijo en un árbol rotativo común (41; 141) de la válvula que está dispuesta para extenderse en el primer plano definido por el ejes longitudinales (52a, 62a; 152a, 162a) de la entrada de la primera y de la segunda ramas de conducto de las ramas primera y segunda del conducto (5, 6; 15, 16) por un lado y perpendiculares a los ejes longitudinales primero y segundo (52a, 62a, 152a, 162a) de la entrada de la rama de conducto por otra parte, estando dispuesta la primera clapeta (45) de la válvula en una localización axial en el árbol común de la válvula (41) correspondiente a la localización de la entrada (53), de la primera rama de conducto y estando dispuesta la segunda clapeta de la válvula (46) en una localización axial en el árbol común (41) de la válvula correspondiente a la localización de la entrada (63) de la segunda rama de conducto, estando dispuestas las clapetas primera y segunda (45, 46) de la válvula rotadas angularmente una con respecto a la otra alrededor del árbol común (41; 141) de la válvula,

- una pieza de conexión de salida en forma de Y (3; 13) que tiene entradas separadas primera y segunda (35, 36; 135, 136) de conducto que se unen suavemente en un único conducto de salida (37) sin que se forme ningún espacio muerto, definiendo juntos el primer conducto de entrada (35), el segundo conducto de entrada (36) y el conducto de salida (37) unos ejes principales de flujo primero y segundo (350, 360) a través del conducto de entrada respectivo (35, 36) de la pieza de conexión de salida (3; 13) al conducto de salida (37) de la pieza de conexión de salida (3; 13), teniendo el primer conducto de entrada (35; 135) de la pieza de conexión de salida con forma de Y (3) conectado a la salida de la primera rama de conducto (55) de una forma tal que se alinee con el eje longitudinal (52b; 152b) de la primera salida de la rama de conducto y estando conectado el segundo conducto de entrada (36; 136) de la pieza de conexión de salida con forma de Y (3; 13) a la salida de la segunda rama de conducto (65) de una manera tal que se alinee con el eje longitudinal (62b; 162b) de la segunda salida de la rama de conducto y
- 40
- 45
- 50 – en el que en la localización (370) en la que se encuentran los ejes principales de flujo primero y segunda (350, 360), se incluye un ángulo (β) de menos de 45° entre los ejes principales de flujo primero y segundo (350, 360),

- 5 – en el que las salidas (55, 65; 155, 165) de las ramas primera y segunda del conducto y los conductos de entrada primero y segundo (35, 36; 135, 136) así como el conducto de salida (37; 137) de la pieza de conexión de salida (3) tienen una sección transversal que tiene un diámetro hidráulico, y el que la distancia (39) entre un extremo aguas abajo del intercambiador de calor (51) y la localización (38) en la que el primer conducto de entrada (35) y el segundo conducto de entrada (36) se encuentran es al menos 0,7 veces el diámetro hidráulico (d5) de la sección transversal de la salida de la primera rama de conducto (55), más preferiblemente al menos 0,9 veces el diámetro hidráulico (d5) de la sección transversal de la salida (55) de la primera rama de conducto e incluso más preferiblemente es igual o mayor que el diámetro hidráulico (d5) de la sección transversal de la salida (55) de la primera rama de conducto.
- 10 2. El componente de recuperación de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el eje longitudinal (52b) de la salida de la primera rama de conducto y el eje (62b) de la salida de la segunda rama de conducto definen un segundo plano, con el primer plano definido por el eje longitudinal (52a) de la entrada de la primera rama de conducto y el eje longitudinal (62a) de la entrada de la segunda rama de conducto y el segundo plano, definido por el eje longitudinal (52b) de la salida de la primera rama de conducto y el eje longitudinal (62b) de la salida de la segunda rama de conducto, coinciden.
- 15 3. El componente de recuperación de calor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la válvula comprende un alojamiento (40) de la válvula y asientos primero y segundo (43, 44) de la válvula separados dispuestos en el alojamiento (40) de la válvula, estando dispuesto el primer asiento (43) de la válvula en la entrada de la primera rama de conducto (53) para cooperar con la primera clapeta (45) de la válvula y estando dispuesto el segundo asiento (44) de la válvula en la entrada de la segunda rama de conducto (63) para cooperar con la segunda clapeta (46) de la válvula, en el que los asientos primero y segundo de la válvula comprenden cada uno una superficie de apoyo (430, 440) que se extiende circunferencialmente plana sobre una pared interior del alojamiento (40) de la válvula, teniendo la superficie de apoyo respectiva (430) un límite interior (431) y un límite exterior (432),

20 en el que las clapetas primera y segunda (45, 46) de la válvula tienen un tamaño y una forma tal que un límite exterior (452) de la clapeta respectiva (45) de la válvula se extiende radialmente hacia afuera más allá del límite interior (431) de la superficie de apoyo circunferencial plana (430) del asiento respectivo (43) de la válvula, y en el que las clapetas primera y segunda (43, 44) de la válvula están dimensionadas y conformadas de manera tal que el límite exterior (432) de la superficie de apoyo circunferencial plana (430) del asiento respectivo (43) de la válvula está dispuesto radialmente hacia fuera del límite exterior (452) de la clapeta respectiva (45) de la válvula.

25 4. El componente de recuperación de calor de acuerdo con la reivindicación 3, en el que las superficies de apoyo (430, 440) que se extienden circunferencialmente planas de los asientos primero y segundo (43, 44) de la válvula están dispuestas para incluir un ángulo de inclinación (α) en el rango de 50° a 90° con el ejes longitudinales (52a, 62a; 152a, 162a) de la entrada de las ramas primera y segunda del conducto de las ramas primera y segunda (5, 6; 15, 16) del conducto con la dirección de inclinación de la superficie de apoyo (430) del primer asiento (43) de la válvula opuesta a la dirección de inclinación de la superficie de apoyo (440) del segundo asiento (44) de la válvula y en el que el ángulo incluido por las clapetas primera y segunda (45, 46) de la válvula que están dispuesta rotadas angularmente en el árbol (41) de la válvula corresponde al ángulo de inclinación (α) de las superficies de apoyo (430, 440) de los asientos (43, 44) de la válvula.

30 5. El componente de recuperación de calor de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el ángulo de inclinación (α) está en el intervalo de 60° a 80°.

35 6. El componente de recuperación de calor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un compensador de expansión térmica (61; 161) que está dispuesto en la primera rama de conducto (5; 15) o en la segunda rama de conducto (6; 16) para la compensación en longitud de diferentes expansiones térmicas.

40 7. El componente de recuperación de calor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una pieza de conexión de entrada (2; 12) que tiene una entrada (20; 120) para conectar el componente de recuperación de calor a un conducto o componente aguas arriba de un sistema de gases de escape y que tiene una salida (21) conectada a la válvula (4; 14), en la que la pieza de conexión de entrada (2; 12) se ensancha desde su entrada (20; 120) hacia su salida (21), y en el que la salida (21) de la pieza de conexión de entrada (2, 12) está dimensionada y conformada para extenderse tanto sobre la primera clapeta (45) de la válvula como sobre la segunda clapeta (46) de la válvula de la válvula (4; 14).

45 8. El componente de recuperación de calor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las ramas primera y segunda (5, 6) del conducto están separadas térmicamente por un espacio de aire (7) dispuesto entre la primera y la segunda ramas de conducto (5, 6).

50

55

9. El componente de recuperación de calor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que las ramas primera y segunda (5, 6; 15, 16) del conducto están separados térmicamente por un material aislante térmico dispuesto entre las ramas primera y segunda (5, 6; 15, 16) del conducto.

5

10

15

20

25

30

35

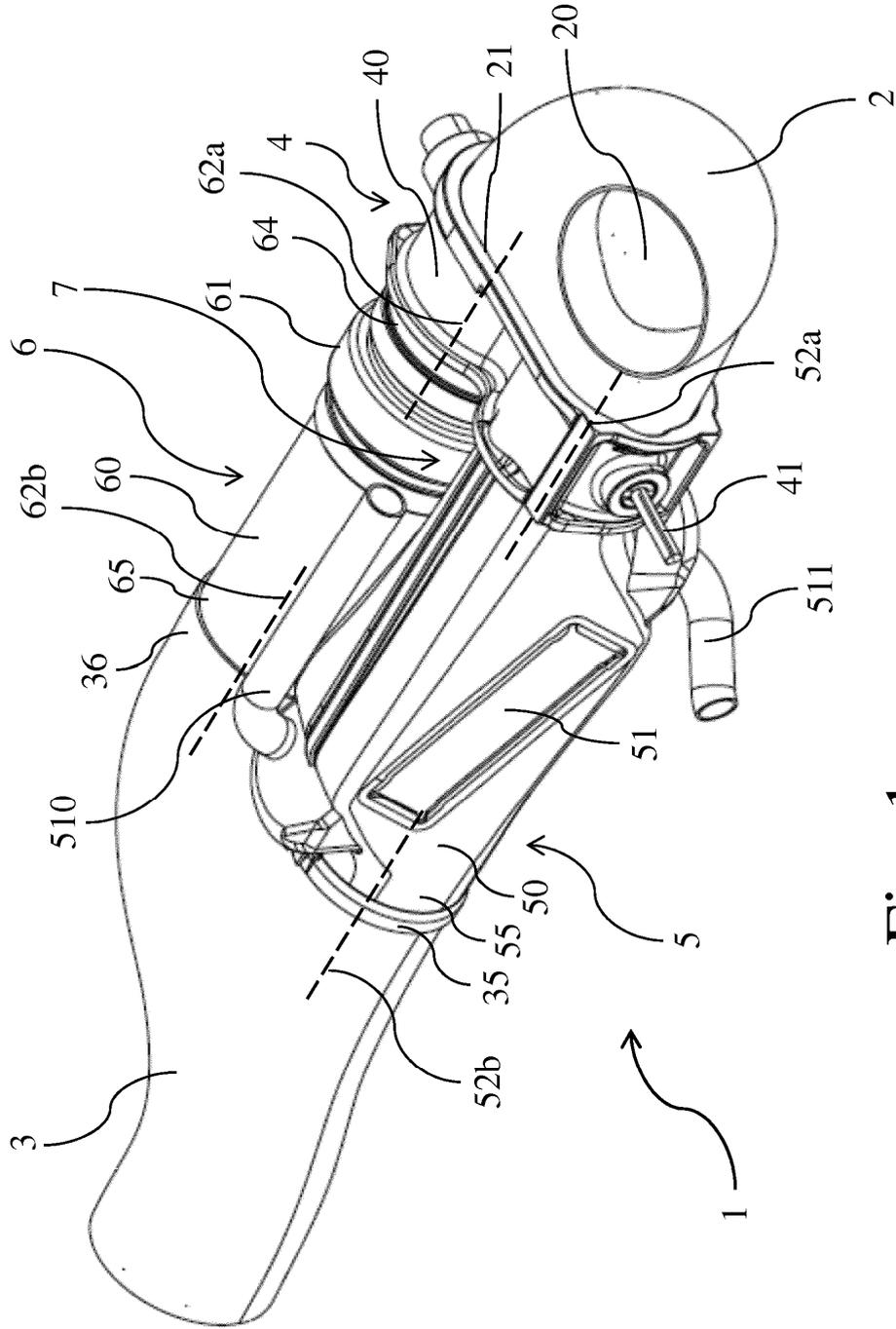


Fig. 1

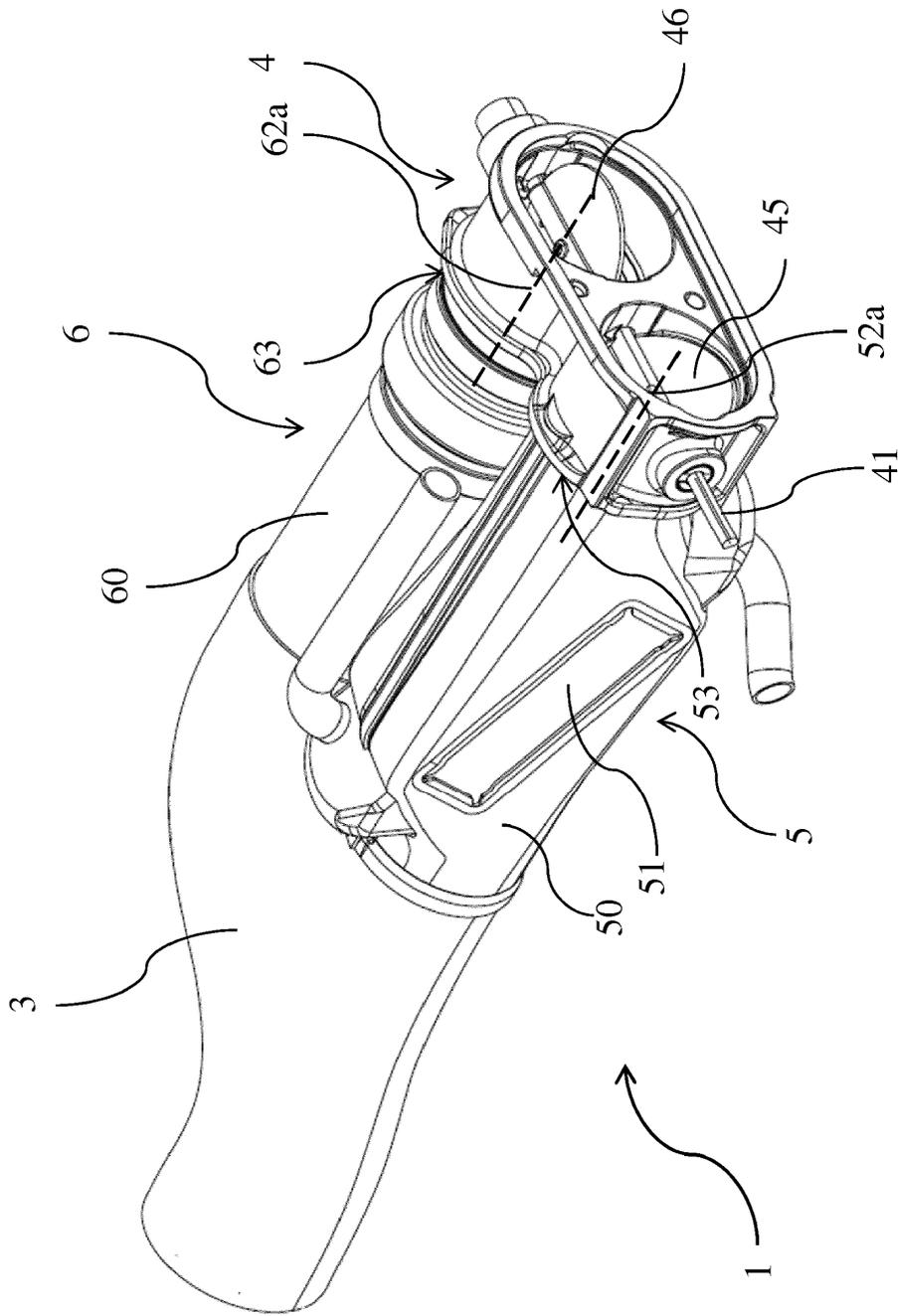


Fig. 2

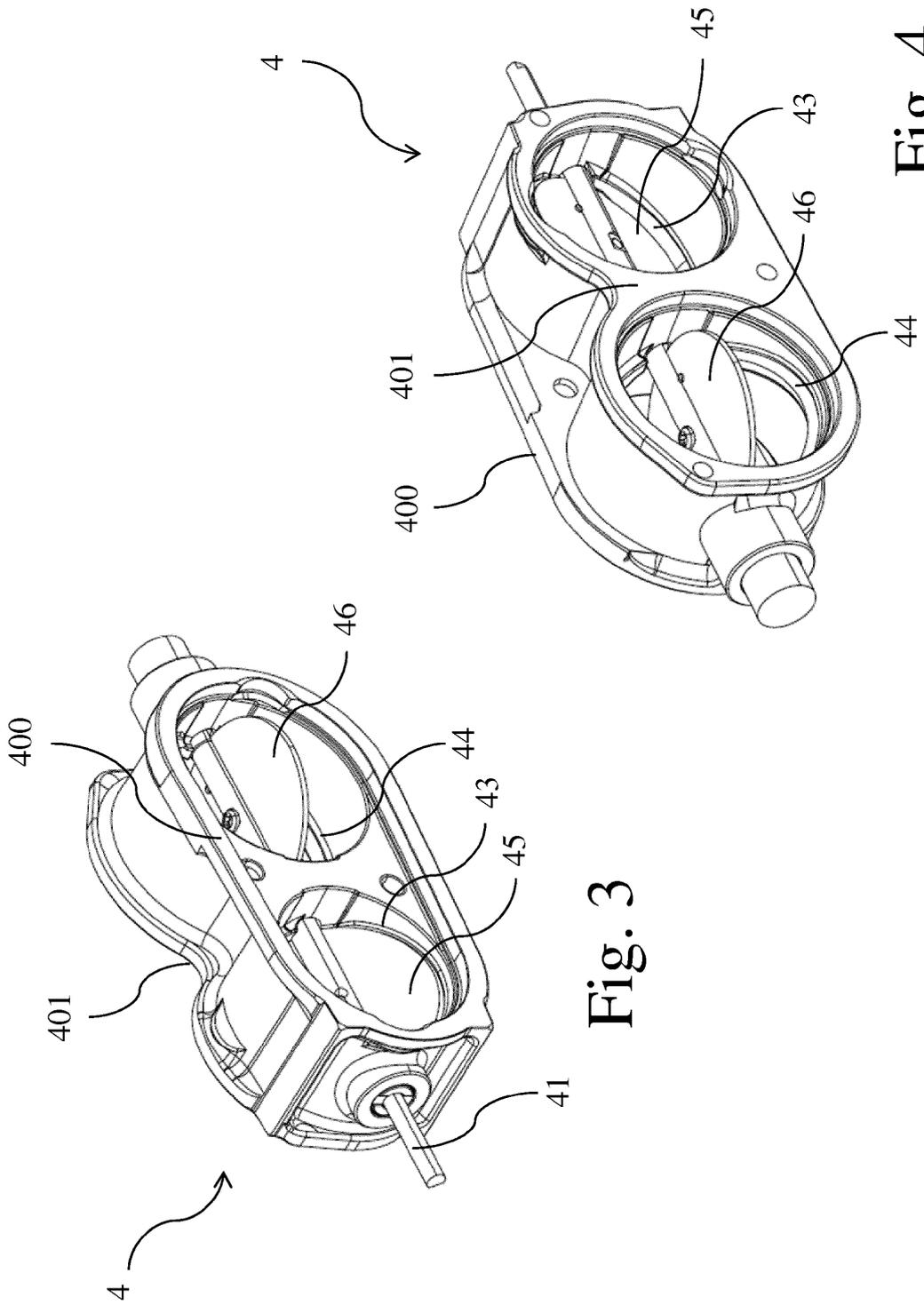


Fig. 3

Fig. 4

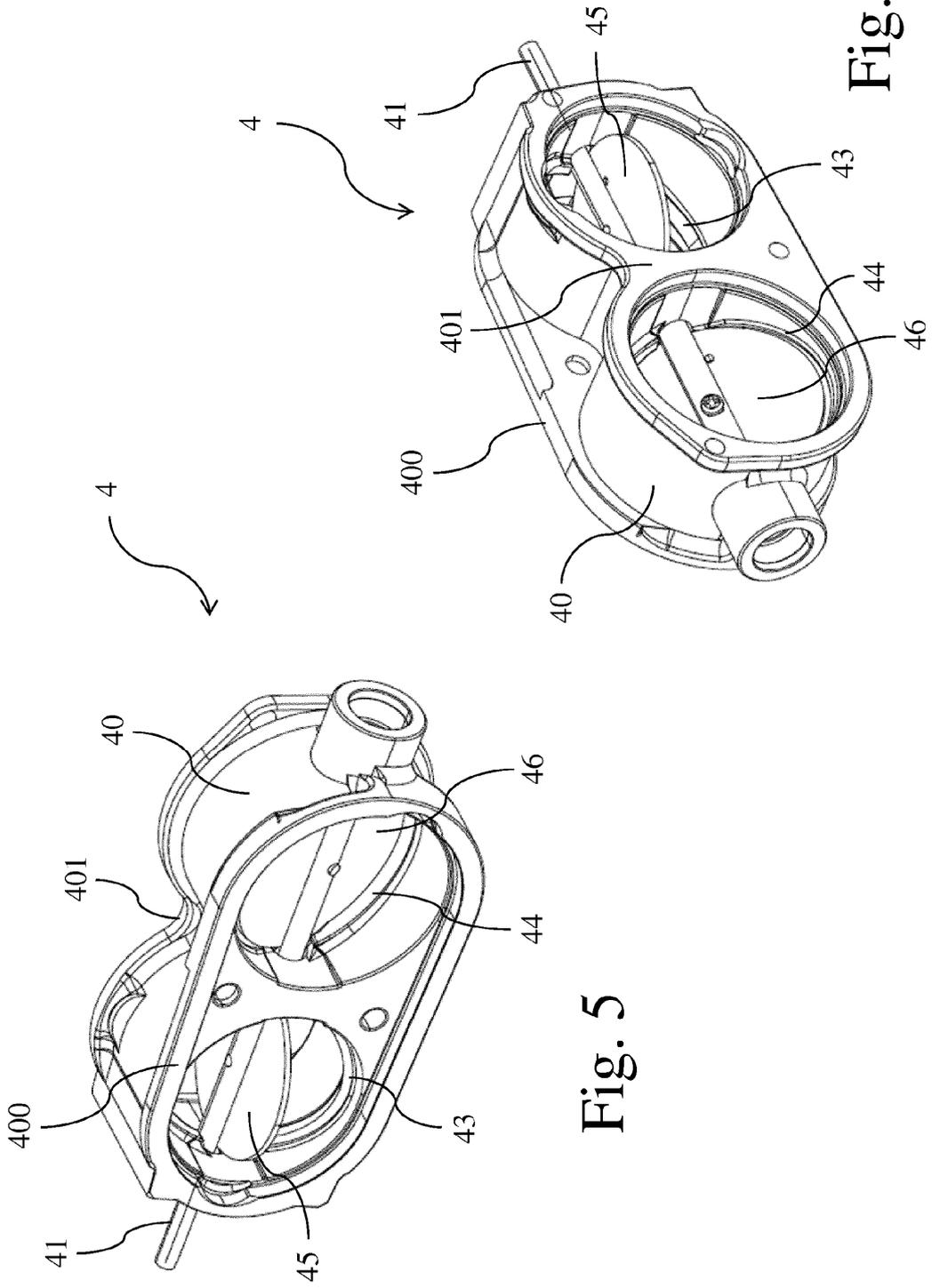


Fig. 5

Fig. 6

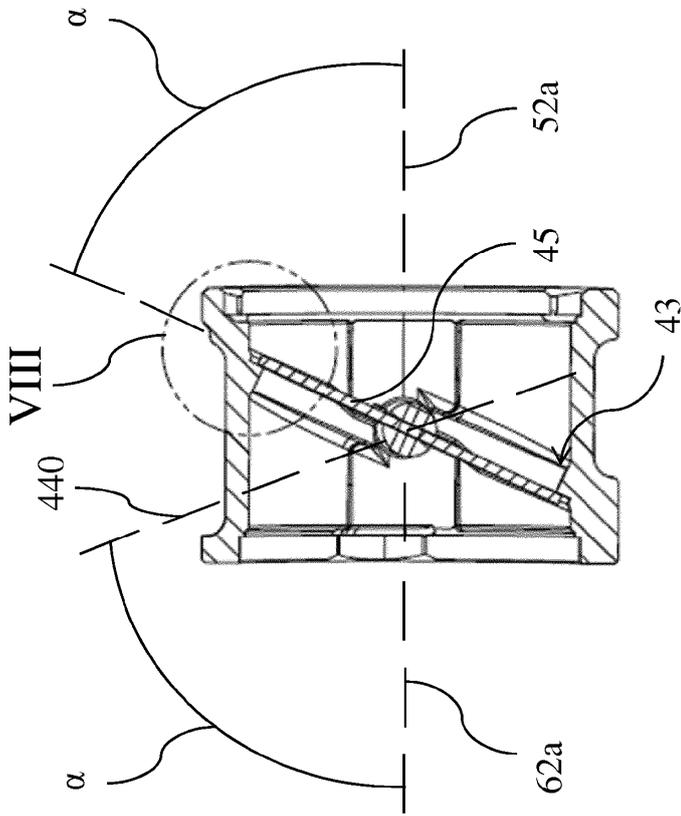


Fig. 7

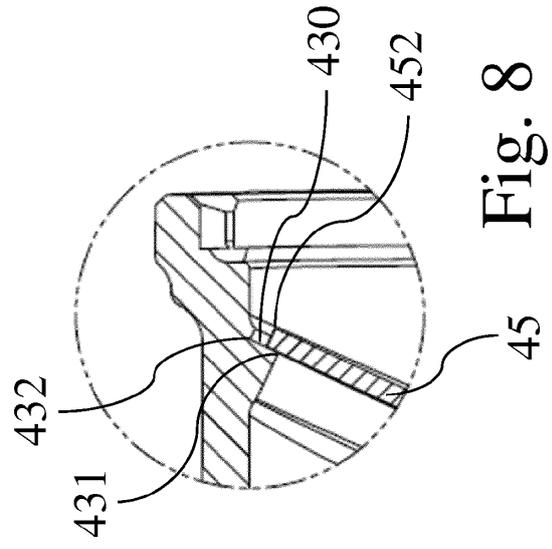


Fig. 8

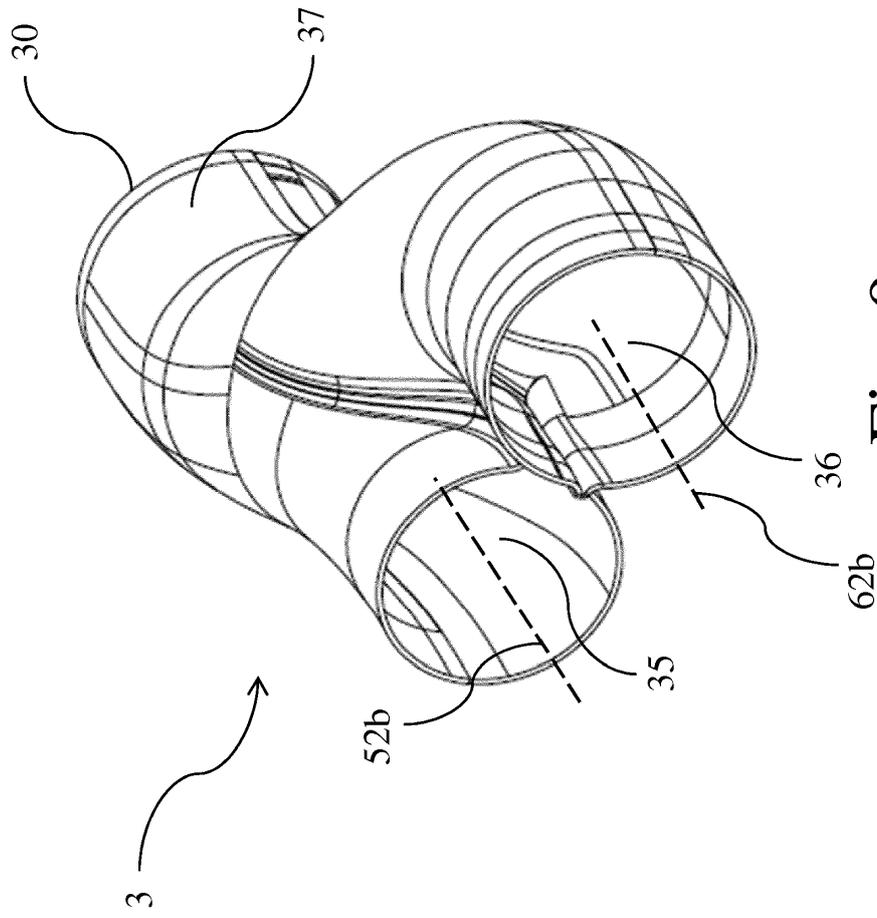


Fig. 9

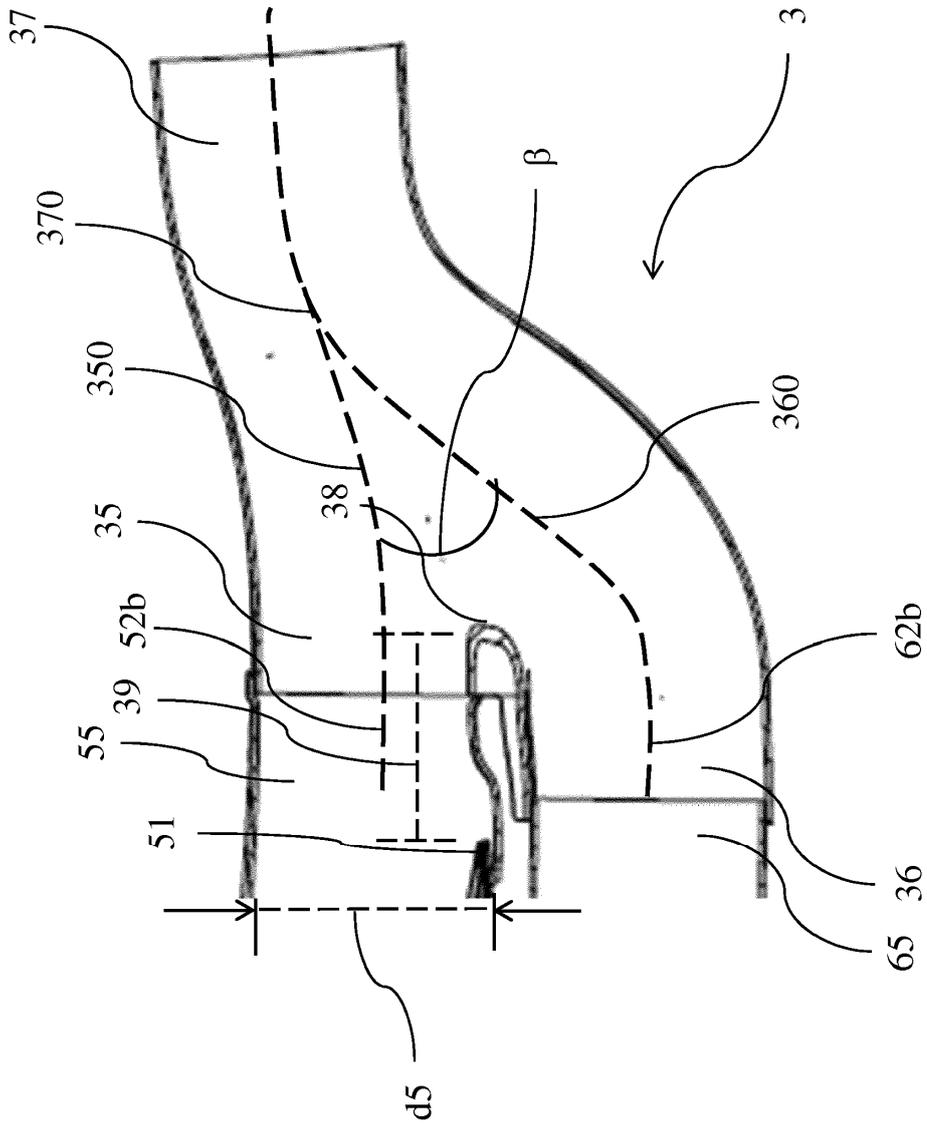


Fig. 10

